

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN

NGUYỄN ĐỨC PHONG

**NGHIÊN CỨU ĐỊA TẦNG PHÂN TẬP
TRẦM TÍCH CAMBRI TRUNG - ORDOVIC HẠ
VÙNG ĐỒNG VĂN, ĐÔNG BẮC VIỆT NAM**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT

HÀ NỘI, 2018

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN

NGUYỄN ĐỨC PHONG

**NGHIÊN CỨU ĐỊA TẦNG PHÂN TẬP
TRẦM TÍCH CAMBRI TRUNG - ORDOVIC HẠ
VÙNG ĐỒNG VĂN, ĐÔNG BẮC VIỆT NAM**

Chuyên ngành: Địa chất học

Mã số: 9440201

LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT

Người hướng dẫn khoa học: 1. GS. TS Trần Nghi

2. PGS. TS Trần Tân Văn

HÀ NỘI, 2018

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả nghiên cứu và kết luận nêu trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất cứ công trình nào khác.

Tác giả

Nguyễn Đức Phong

LỜI CẢM ƠN

Luận án được hoàn thành dưới sự hướng dẫn và giúp đỡ tận tình của các thầy: GS.TS.NGND. Trần Nghi và PGS.TS. Trần Tân Văn, NCS xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới những thầy hướng dẫn. NCS cũng chân thành cảm ơn: GS.TS. Rudy Swennen đã tạo điều kiện cho NCS khảo sát tại Việt Nam và nghiên cứu gia công và phân tích lát mỏng thạch học microfacies và địa hóa đá carbonat tại Trường Đại học Leuven, Vương Quốc Bỉ; PGS.TS. Toshifumi Komatsu đã tạo điều kiện cho NCS khảo sát và nghiên cứu trầm tích và cổ sinh tại Đại học Kumamoto, Nhật Bản; GS.TS. Jerzy Dzik (Viện Cổ sinh Ba Lan) đã hướng dẫn NCS khảo sát và nghiên cứu hai nhóm Conodonta và Trilobita tại Việt Nam. Trong quá trình hoàn thành luận án, NCS cũng nhận được những ý kiến đóng góp quý báu, sự quan tâm giúp đỡ của các thầy cô và các nhà khoa học: PGS. TS. Nguyễn Văn Vượng, PGS.TS. Phạm Đức Lương, TS. Lương Hồng Hược, TS. Đỗ Văn Nhuận, TS. Nguyễn Bá Minh, TS. Vũ Quang Lân, TS. Trịnh Hải Sơn và TS. Trịnh Xuân Hòa. Trong quá trình thực hiện luận án, NCS luôn nhận được sự quan tâm của lãnh đạo và cán bộ các cơ quan: Phòng Cổ sinh và Địa tầng, Phòng Khoa học, Đào tạo và Hợp tác quốc tế, Văn phòng, Ban lãnh đạo Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Bộ môn Trầm tích và Địa chất Biển, Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên và các bạn bè đồng nghiệp. NCS xin bày tỏ lòng cảm ơn chân thành đối với sự giúp đỡ tận tình của các thầy, các nhà khoa học và lãnh đạo các cơ quan nêu trên.

MỤC LỤC

Danh mục các chữ viết tắt	iv
Các ký hiệu thạch học	v
Danh mục các hình vẽ	vi
MỞ ĐẦU	1
Chương 1: LỊCH SỬ NGHIÊN CỨU VÀ ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT KHU VỰC	7
1.1. Vị trí địa lý	7
1.2. Đặc điểm địa lý tự nhiên	8
1.2.1. Đặc điểm địa hình.....	8
1.2.2. Đặc điểm thủy văn.....	8
1.2.3. Đặc điểm khí hậu.....	8
1.3. Lịch sử nghiên cứu địa tầng	8
1.3.1. Giai đoạn trước năm 1954	9
1.3.2. Giai đoạn sau năm 1954 đến nay.....	11
1.4. Đặc điểm địa chất khu vực	15
1.4.1. Các mặt cắt địa chất trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ	15
1.4.2. Sinh địa tầng.....	35
1.4.3. Cấu trúc địa chất.....	39
Chương 2: CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	46
2.1. Cơ sở khoa học	46
2.1.1. Thạch học đá trầm tích	46
2.1.2. Tướng đá.....	53
2.1.3. Cổ địa lý	60
2.1.4. Địa tầng phân tập.....	67
2.2. Phương pháp nghiên cứu.....	76
2.2.1. Nhóm phương pháp nghiên cứu địa tầng	76
2.2.2. Nhóm phương pháp nghiên cứu thành phần vật chất.....	77
2.2.3. Phương pháp phân tích tướng.....	78
2.2.4. Phương pháp địa tầng phân tập	80
2.3. Nhóm các kỹ thuật sử dụng.....	80
2.3.1. Xử lý tài liệu.....	80
2.3.2. Khảo sát mặt cắt địa chất trầm tích	80
2.3.3. Thu thập và phân tích các loại mẫu	81
Chương 3: ĐẶC ĐIỂM TƯỚNG TRẦM TÍCH CAMBRI TRUNG - ORDOVIC HẠ VÙNG ĐỒNG VĂN.....	82
3.1. Đặc điểm thạch học	82

3.1.1. Vật liệu bùn carbonat	82
3.1.2. Vật liệu vụn tha sinh sinh hoá	82
3.1.3. Xi măng carbonat kết tinh	89
3.1.4. Vật liệu vụn lục nguyên.....	91
3.1.5. Biến đổi thứ sinh	91
3.1.6. Các loại đá carbonat và lục nguyên - carbonat.....	96
3.2. Đặc điểm tướng đá	103
3.2.1. Nhóm tướng carbonat biển nông xa bờ	104
3.2.2. Nhóm tướng đá vôi sét biển nông gần bờ	104
3.2.3. Nhóm tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ	107
3.2.4. Nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ.....	108
3.2.5. Nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ	110
3.2.6. Nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ.....	113
Chương 4: ĐỊA TẦNG PHÂN TẬP TRẦM TÍCH CAMBRI TRUNG - ORDOVIC HẠ VÙNG ĐỒNG VĂN.....	117
4.1. Lựa chọn mô hình địa tầng phân tập	117
4.2. Đặc điểm địa tầng phân tập	121
4.2.1. Phức tập S ₁	122
4.2.2. Phức tập S ₂	127
4.2.3. Phức tập S ₃	135
4.2.4. Phức tập S ₄	138
4.2.5. Phức tập S ₅	140
4.2.6. Phức tập S ₆	142
4.2.7. Phức tập S ₇	145
4.2.8. Phức tập S ₈	147
4.2.9. Phức tập S ₉	148
4.3. Ý nghĩa phân chia và đối sánh địa tầng	152
4.3.1. Tập Xéo Lũng.....	154
4.3.2. Tập Căng Tảng	154
4.3.3. Tập Lô Lô	155
4.3.4. Tập Thèn Ván.....	156
Chương 5: LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN MÔI TRƯỜNG TRẦM TÍCH CAMBRI TRUNG - ORDOVIC HẠ VÙNG ĐỒNG VĂN	159
5.1. Dao động mực nước biển trong Cambri giữa - Ordovic sớm	159
5.2. Lịch sử phát triển môi trường trầm tích trong Cambri giữa - Ordovic sớm	161
5.2.1. Giai đoạn Cambri giữa	163
5.2.2. Giai đoạn Cambri giữa - muộn.....	163

5.2.3. Giai đoạn Cambri muộn	164
5.2.4. Giai đoạn Cambri muộn - Ordovic sớm	165
5.2.5. Giai đoạn Ordovic sớm	165
KẾT LUẬN	167
KIẾN NGHỊ	168
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	169
DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN	175

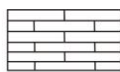
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

US:	Gián đoạn trầm tích (<i>Subaerial unconformity</i>)
BSFR	Bề mặt kết thúc biển thoái cưỡng bức (<i>Basal surface of forced regression</i>)
CC:	Chỉnh hợp tương đương (<i>Correlative conformity</i>)
CC*	Chỉnh hợp tương đương theo Posamentier và Allen (1988)
CC**	Chỉnh hợp tương đương theo Hunt và Tucker (1992)
MRS	Bề mặt biển thoái cực đại (<i>Maximum regressive surface</i>)
MFS	Bề mặt ngập lụt cực đại (<i>Maximum flooding surface</i>)
TRS	Bề mặt bào mòn biển tiến (<i>Transgressive surface of erosion</i>)
RS	Bề mặt bào mòn biển lùi (<i>Regressive surface of marine erosion</i>)
FS	Bề mặt ngập lụt (<i>Flooding surface</i>)
S	Phức tập (<i>Sequence</i>)
SB	Ranh giới phức tập (<i>Sequence boundary</i>)
MHTTT	Miền hệ thống trầm tích (<i>Systems tract</i>)
FSST	Miền hệ thống trầm tích biển hạ (<i>Falling stage systems tract</i>)
LST	Miền hệ thống trầm tích biển thấp (<i>Lowstand systems tract</i>)
TST	Miền hệ thống trầm tích biển tiến (<i>Transgressive systems tract</i>)
HST	Miền hệ thống trầm tích biển cao (<i>Highstand systems tract</i>)
RST	Miền hệ thống trầm tích biển thoái (<i>Regressive systems tract</i>)
MNB	Mực nước biển
RSL	Mực nước biển tương đối (<i>Relative sea level</i>)
T-R	Biển tiến - biển thoái (<i>Transgression – Regression</i>)
FR	Biển thoái cưỡng bức (<i>Forced regression</i>)
HNR	Biển thoái cao (<i>Highstand normal regression</i>)
LNR	Biển thoái thấp (<i>Lowstand normal regression</i>)

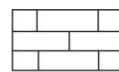
CÁC KÝ HIỆU THẠCH HỌC



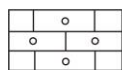
1



2



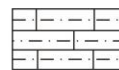
3



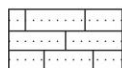
4



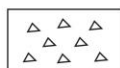
5



6



7



8



9

1. Đá phiến sét; 2. Đá vôi bùn phân lớp mỏng; 3. Đá vôi;
4. Đá vôi trứng cá, mảnh đá, mảnh vụn sinh vật; 5. Dolomit;
6. Bột kết chứa vôi; 7. Cát kết chứa vôi; 8. Dăm kết;
9. Khoảng trống địa tầng do đứt gãy phá hủy.

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Sơ đồ vị trí vùng nghiên cứu Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.	7
Hình 1.2. Sơ đồ phân chia các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.	14
Hình 1.3. Sơ đồ địa chất vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam tỷ lệ 1 : 200.000 (theo Hoàng Xuân Tình và nnk., 2000).	17
Hình 1.4. Sơ đồ phân bố điểm khảo sát tại mặt cắt Chang Pung.	19
Hình 1.5. Mặt cắt Chang Pung.	20
Hình 1.6. Cột địa tầng mặt cắt Chang Pung vùng Đồng Văn.	24
Hình 1.7. Sơ đồ phân bố điểm khảo sát tại mặt cắt Lũng Cú II.	27
Hình 1.8. Mặt cắt Lũng Cú II.	28
Hình 1.9. Cột địa tầng mặt cắt Lũng Cú II vùng Đồng Văn.	31
Hình 1.10. Hóa thạch đặc trưng tuổi Cambri muộn vùng Đồng Văn.	32
Hình 1.11. Hóa thạch Conodonta <i>Cordylodus angulatus</i> (A-D); <i>Semiacontiodus</i> sp. (E) tại điểm SS. 125 mặt cắt Lũng Cú II, Đồng Văn, Hà Giang.	33
Hình 1.12. Hóa thạch Trilobita <i>Conophrys</i> sp. tại điểm SS. 125 mặt cắt Lũng Cú II, Đồng Văn, Hà Giang.	33
Hình 1.13. Bảng đối sánh hóa thạch Trilobita Cambri trung - thượng vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam với Trung Quốc (theo Phạm Kim Ngân và nnk., 2008; Zhou Zhiyi và Zhen Yongyi, 2008).	36
Hình 1.14. Sơ đồ cấu trúc địa chất tờ Bảo Lạc tỷ lệ 1 : 600.000 (theo Hoàng Xuân Tình và nnk., 2000).	42
Hình 2.1. Các quá trình tích tụ của các phân tập hình thành các nhóm phân tập cấu thành các miền hệ thống khác nhau.	69
Hình 2.2. Thời gian hình thành các miền hệ thống trầm tích trong một tập tương ứng với một chu kỳ dao động mực nước biển (Theo Trần Nghi, 2010).	73
Hình 2.3. Các đường cong thay đổi mực nước biển địa phương có biên độ ngắn hình thành nên các phân tập.	74
Hình 2.4. Phương pháp luận địa tầng phân tập theo cách tiếp cận độc lập mô hình (Catuneanu et al., 2009).	76
Hình 3.1. Các hạt carbonat vùng Đồng Văn.	83
Hình 3.2. Các hạt carbonat vùng Đồng Văn (tiếp theo)	86

Hình. 3.3. Ảnh xi măng canxit vùng Đồng Văn chụp dưới kính hiển vi phân cực và kính hiển vi phản quang âm cực.....	90
Hình. 3.4. Ảnh xi măng canxit và cấu tạo stilolit vùng Đồng Văn chụp dưới kính hiển vi phân cực và kính hiển vi phản quang âm cực.	92
Hình. 3.5. Ảnh vi mạch carbonat và dolomit hạt nhỏ vùng Đồng Văn chụp dưới kính hiển vi phân cực và kính hiển vi phản quang âm cực.	94
Hình. 3.6. Ảnh vi mạch carbonat và dolomit khử vùng Đồng Văn chụp dưới kính hiển vi phân cực và kính hiển vi phản quang âm cực.	95
Hình 3.7. Các ảnh đại diện các tướng đá ở vùng Đồng Văn.	105
Hình 3.8. Các ảnh đại diện các tướng đá ở vùng Đồng Văn (tiếp theo).	111
Hình 3.9. Các ảnh đại diện các tướng đá ở vùng Đồng Văn (tiếp theo).	114
Hình 3.10. Vị trí phân bố 15 tướng trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn.	115
Hình 4.1. Các cách tiếp cận mô hình địa tầng phân tập (theo Catuneanu et al. 2017).	118
Hình 4.2. Thuật ngữ hệ thống trầm tích và ranh giới phức tạp theo các cách tiếp cận phương pháp địa tầng phân tập khác nhau (bổ sung của Catuneanu và nnk. 2010).	119
Hình 4.3. Mối liên hệ giữa các hệ thống cấp bậc với đơn vị địa tầng phân tập, đơn vị trầm tích, khoảng bề dày, khoảng thời gian (theo Vail và nnk., (1977, 1991), Embry (1995), Posamentier và Allen (1999)).	122
Hình 4.4. Các ranh giới phức tạp, miền hệ thống trầm tích và các tướng	124
Hình 4.5. Mặt cắt địa tầng phân tập Chang Pung	125
Hình 4.6. Địa tầng phân tập mặt cắt Chang Pung.....	126
Hình 4.7. Khung địa tầng phân tập Cambri trung - Ordovic hạ mặt cắt Chang Pung.	129
Hình 4.8. Mặt cắt địa tầng phân tập Lũng Cú II	130
Hình 4.9. Phân chia địa tầng phân tập mặt cắt Lũng Cú II.	131
Hình 4.10. Khung địa tầng phân tập Cambri trung - Ordovic hạ mặt cắt Lũng Cú II.	134
Hình 4.11. Khung địa tầng phân tập Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn.....	150
Hình 4.12. Khung thời địa tầng phân tập Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn.....	157
Hình 5.1. Đường cong dao động mực nước biển toàn cầu và các phức tạp bậc ba trong giai đoạn Cambri giữa - Ordovic sớm (theo John W. Snedden và Chengjie Liu (2010)).....	160
Hình 5.2. Đối sánh đường cong mực nước biển toàn cầu và vùng Đồng Văn trong giai đoạn Cambri giữa - Ordovic sớm.....	162

MỞ ĐẦU

Địa tầng phân tập (Sequence stratigraphy) là cuộc cách mạng gần đây nhất trong lĩnh vực địa chất và trầm tích học, nó đã tạo ra những thay đổi cơ bản trong nghiên cứu địa chất, đặc biệt là các phương pháp phân tích địa tầng và phân tích tương. Ứng dụng của địa tầng phân tập rất rộng rãi, từ việc thăm dò dầu khí, than cho đến nâng cao sự hiểu biết về những hoạt động địa chất của Trái Đất trên quy mô khu vực cũng như toàn cầu. Trên thế giới, nghiên cứu địa tầng phân tập được các nhà địa chất, địa vật lý các nước Tây Âu, Mỹ và Canada tập trung nghiên cứu và áp dụng trong công tác tìm kiếm và thăm dò dầu khí một cách có hiệu quả như: Posamentier, Jervey và Vail (1988), Van Wagoner, Mitchum (1990), D. Emery và K.J. Myer (1996), Catuneanu O. (2006, 2009, 2011 và 2017). Các kết quả đạt được đã đóng góp quan trọng trong việc xác định phức tập (sequence) dựa trên sự thay đổi mực nước biển toàn cầu và sự sắp xếp các đơn vị trầm tích cùng nguồn gốc theo không gian và theo thời gian. Trên nguyên tắc đó các đơn vị địa tầng phân tập được xác lập như các miền hệ thống trầm tích và phức tập. Ở Việt Nam, những năm gần đây các nhà địa chất đã bắt đầu tiếp cận với hướng nghiên cứu địa tầng phân tập. Các đề tài, hội thảo về nghiên cứu địa tầng địa chấn, tương đá cổ địa lý, chu kỳ trầm tích và tiến hóa trầm tích trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển (MNB) và chuyển động kiến tạo của trầm tích Kainozoi do các tác giả Việt Nam và thế giới tiến hành đã góp phần làm sáng tỏ bản chất của địa tầng phân tập. Tuy vậy, cho đến nay ứng dụng phương pháp địa tầng phân tập nghiên cứu đối với các trầm tích trước Kainozoi còn rất hạn chế, đặc biệt là các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ thì chưa có một công trình nghiên cứu nào được thực hiện.

I. Tính cấp thiết của luận án

Trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ bao gồm đá carbonat - lục nguyên chứa hóa thạch Trilobita, Brachiopoda và Crinoidea ở vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam được khảo sát, nghiên cứu ở các mức độ khác nhau về cổ sinh và địa tầng. Sự khác nhau trong cách phân chia địa tầng thể hiện ở sự khác biệt về bề dày, tuổi, quan hệ địa tầng cũng như cả về nội dung thạch địa tầng. Việc định tuổi và đối sánh

địa tầng của các đá trầm tích chủ yếu dựa vào tài liệu cổ sinh. Do vậy, ở những mức địa tầng chưa tìm thấy hoặc không có hóa thạch thì công việc này gặp rất nhiều khó khăn và dẫn đến không thống nhất trong phân chia và liên hệ địa tầng. Việc nghiên cứu địa tầng cũng chưa chú ý một cách đầy đủ, có hệ thống đến quá trình hình thành đá trầm tích liên quan. Do đó, không xác định được quy luật chuyển tương theo không gian và thời gian trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển và chuyển động kiến tạo, vì thế chưa phản ánh đầy đủ về nội dung và khối lượng của nó. Từ đó, dẫn đến những hiểu biết hạn chế về nguồn gốc, tiến hóa và điều kiện thành tạo khoáng sản liên quan với chúng. Nhằm khắc phục những hạn chế này cần phải tiếp cận với phương pháp nghiên cứu địa tầng pháp tập.

Từ những tồn tại trong nghiên cứu phân chia và liên hệ địa tầng Cambri trung - Ordovic hạ cần giải quyết nêu trên và tận dụng thế mạnh của phương pháp địa tầng pháp tập, NCS lựa chọn các mặt cắt chuẩn của hai hệ tầng Chang Pung và hệ tầng Lutxia ở vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam làm đối tượng nghiên cứu, với tiêu đề luận án là “*Nghiên cứu địa tầng pháp tập trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam*”.

II. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu chính của luận án là các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ ở vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

III. Mục tiêu

Xây dựng khung địa tầng pháp tập nhằm đối sánh địa tầng và khôi phục lịch sử phát triển của môi trường trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

IV. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu đặc điểm và quy luật phân bố tương trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn.

- Nghiên cứu đặc điểm và quy luật phân bố các đơn vị địa tầng pháp tập của các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn.

- Nghiên cứu khôi phục lịch sử phát triển môi trường trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

V. Cơ sở tài liệu xây dựng luận án

Luận án chủ yếu sử dụng các tài liệu thu thập và các kết quả gia công, phân tích mẫu của đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Bộ "*Nghiên cứu ứng dụng phương pháp địa tầng phân tập cho các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ ở Đông Bắc Việt Nam*", mã số TNMT.03.48 (năm 2014 - 2016) do NCS làm chủ nhiệm. Trong đó, cổ sinh lớn (100 mẫu), Conodonta (50 mẫu), thạch học thường (30 mẫu), thạch học microfacies (70 mẫu) và hóa Silicat (20 mẫu).

Tài liệu của NCS thu thập, gia công và phân tích mẫu cổ sinh và thạch học trong các đợt khảo sát các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ cùng các chuyên gia trong và ngoài nước ở hai mặt cắt Chang Pung và Lũng Cú II vùng Đồng Văn:

+ 02 đợt (2008 và 2010) khảo sát, nghiên cứu về trầm tích đá carbonat cùng GS.TS. Rudy Swennen (Trường Đại học Leuven, Vương quốc Bỉ).

+ 02 đợt (2010 và 2012) khảo sát, nghiên cứu trầm tích và cổ sinh cùng PGS.TS. Toshifumi Komatsu (Đại học Kumamoto, Nhật Bản).

+ 01 đợt (2013) khảo sát, nghiên cứu cổ sinh nhóm Conodonta và Trilobita cùng GS.TS. Jerzy Dzik (Viện Cổ sinh Ba Lan).

+ 02 đợt (2008 và 2010) khảo sát cùng các cán bộ của Phòng Cổ sinh và Địa tầng (Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản).

Trong 3 đợt (2008, 2010, 2012) với tổng số 14 tháng học tập phương pháp gia công và phân tích lát mỏng thạch học microfacies tại Trường Đại học Leuven, NCS dưới sự hướng dẫn của GS.TS. Rudy Swennen đã thực hiện phân tích 300 mẫu lát mỏng thạch học microfacies thu thập từ các đợt khảo sát nêu trên.

Ngoài ra, luận án còn sử dụng một số báo cáo đề tài và các công trình khoa học đã công bố nghiên cứu chuyên đề về cổ sinh, địa tầng và trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ như: Báo cáo địa chất tờ Bảo Lạc tỷ lệ 1/200.000 do Hoàng Xuân Tình (1976) chủ biên; Các phân vị địa tầng Việt Nam do Tống Duy Thanh và Vũ Khúc (2005) đồng chủ biên; Địa tầng các trầm tích Phanerozoi ở Đông Bắc Bộ do Đặng

Trần Huyền (2007) chủ biên; Hệ Cambri ở Việt Nam do Phạm Kim Ngân (2008) chủ biên.

VI. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

** Ý nghĩa khoa học*

- Kết quả luận án góp phần lựa chọn mô hình địa tầng phân tập phù hợp áp dụng nghiên cứu thực tiễn cho các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ ở vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

- Làm sáng tỏ đặc điểm tương trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

- Xây dựng khung địa tầng phân tập trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

- Xây dựng khung thời địa tầng phân tập giai đoạn Cambri giữa - Ordovic sớm vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

- Đối sánh đường cong dao động mực nước biển vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam và dao động mực nước biển toàn cầu giai đoạn Cambri giữa - Ordovic sớm (theo John W. Snedden và Chengjie Liu, 2010).

- Khôi phục lịch sử phát triển môi trường trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

** Ý nghĩa thực tiễn*

- Kết quả của luận án làm sáng tỏ lịch sử phát triển môi trường trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

- Khung địa tầng phân tập trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn góp phần chính xác hóa trật tự địa tầng của trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ ở Đông Bắc Việt Nam.

- Hệ tầng Chang Pung (ϵ_2 - ϵ_3 cp) phân bố ở vùng Đồng Văn lần đầu tiên được đề xuất chia thành 4 tập: Xéo Lũng, Căng Tảng, Lô Lô và Thèn Ván phục vụ đo vẽ bản đồ địa chất và đối sánh địa tầng khu vực.

VII. Luận điểm bảo vệ

Luận điểm 1. Trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn gồm 6 nhóm tướng và 15 tướng phân bố cộng sinh với nhau theo các miền hệ thống trầm tích.

- Nhóm tướng carbonat biển nông xa bờ;
- Nhóm tướng đá vôi sét biển nông gần bờ;
- Nhóm tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ;
- Nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ;
- Nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ;
- Nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ.

Luận điểm 2. Trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn gồm 9 phức tập ($S_1 - S_9$) ứng với 9 chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu. Mỗi phức tập có 3 miền hệ thống trầm tích: Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST), miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) và miền hệ thống trầm tích biển cao (HST).

- Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) được đặc trưng bởi dãy cộng sinh tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ.

- Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) bao gồm dãy cộng sinh tướng từ đá vôi biển nông ven bờ và kết thúc là tướng carbonat biển nông xa bờ.

- Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) bao gồm dãy cộng sinh tướng đá vôi phân lớp mỏng biển nông xa bờ và kết thúc là đá vôi biển nông ven bờ.

VIII. Những điểm mới chủ yếu của luận án

1. Phân tích, lựa chọn mô hình địa tầng phân tập áp dụng phù hợp cho nghiên cứu trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

2. Xác lập 6 nhóm tướng và 15 tướng có mặt ở trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

3. Đưa ra khung địa tầng phân tập các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam gồm 9 phức tập ứng với 9 chu kỳ dao động

mực nước biển.

4. Đưa ra khung thời địa tầng phân tập giai đoạn Cambri giữa - Ordovic sớm vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

5. Đề xuất hệ tầng Chang Pung (ε_2 - ε_3 cp) phân bố ở vùng Đồng Văn gồm 4 tập: Xéo Lũng, Căng Tảng, Lô Lô và Thèn Ván phục vụ đo vẽ bản đồ địa chất và đối sánh địa tầng khu vực.

6. Đối sánh đường cong dao động mực nước biển vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam và dao động mực nước biển toàn cầu giai đoạn Cambri giữa - Ordovic sớm.

IX. Bố cục của luận án

Bố cục của luận án gồm 5 chương không kể phần mở đầu và kết luận:

Mở đầu

Chương 1. Lịch sử nghiên cứu và đặc điểm địa chất khu vực

Chương 2. Cơ sở khoa học và phương pháp nghiên cứu

Chương 3. Đặc điểm tương trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn

Chương 4. Địa tầng phân tập các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn

Chương 5. Lịch sử phát triển môi trường trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn

Kết luận

X. Nơi thực hiện luận án

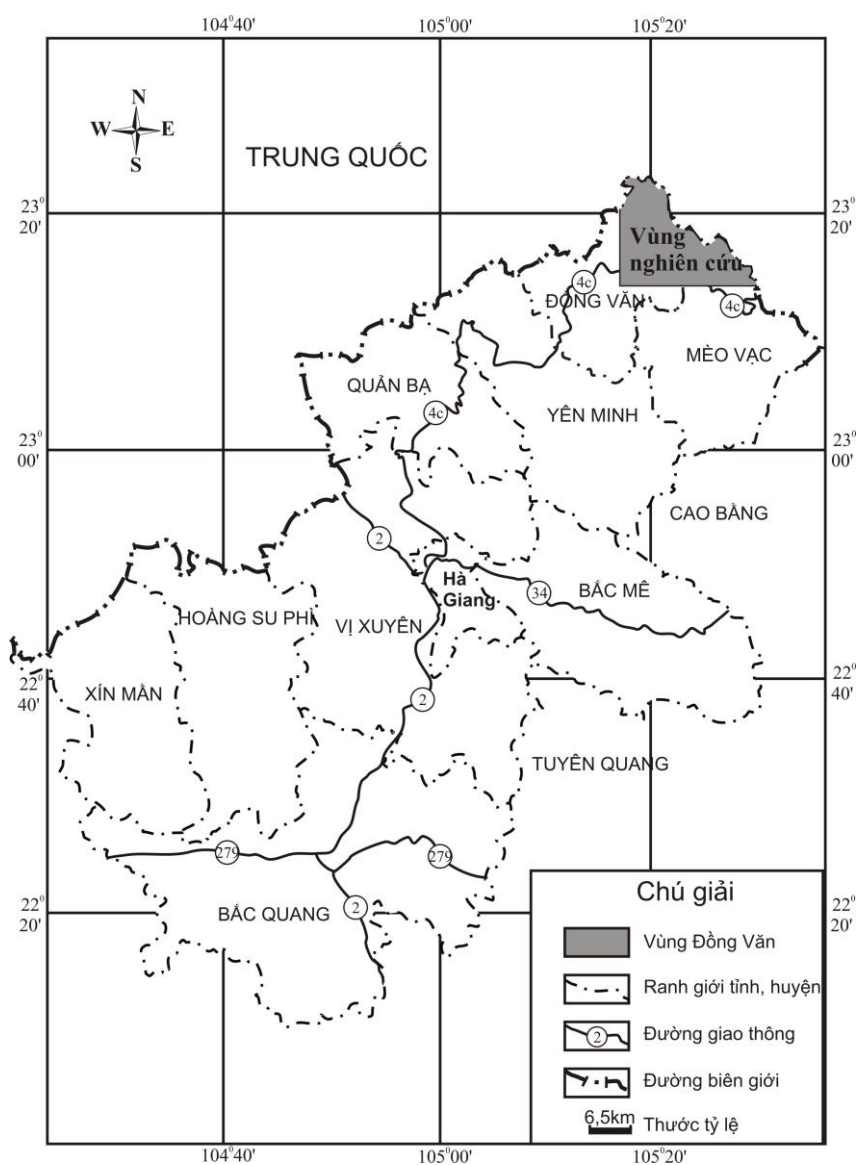
Luận án được hoàn thành tại Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Bộ Tài nguyên và Môi trường, dưới sự hướng dẫn khoa học của GS.TS Trần Nghi và PGS. TS Trần Tân Văn.

Chương 1

LỊCH SỬ NGHIÊN CỨU VÀ ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT KHU VỰC

1.1. VỊ TRÍ ĐỊA LÝ

Vị trí vùng nghiên cứu Đồng Văn nằm ở phía đông bắc tỉnh Hà Giang, thuộc hai huyện Đồng Văn và huyện Mèo Vạc của tỉnh Hà Giang, với diện tích khoảng 800 km², nằm trong khoảng 105⁰15' đến 105⁰30' kinh độ Đông và 23⁰14' đến 23⁰23' vĩ độ Bắc, là vùng địa đầu phía bắc của Việt Nam (Hình 1.1).



Hình 1.1. Sơ đồ vị trí vùng nghiên cứu Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

1.2. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN

1.2.1. Đặc điểm địa hình

Vùng nghiên cứu có địa hình núi cao hiểm trở, bị phân cắt mạnh. Ở đông bắc có sự xen kẽ giữa các núi đá lục nguyên và đá vôi, tạo thành các dải theo hướng tây bắc - đông nam, có độ cao trung bình 1300 - 1400m. Ở tây nam, chiếm 2/3 diện tích vùng nghiên cứu là đá vôi Carbon - Permi thuộc "Cao nguyên đá Đồng Văn".

Các núi đá lục nguyên thường có địa hình mềm mại. Nổi lên giữa chúng là các khối núi đá vôi có địa hình xâm thực và karst phân cắt mạnh mẽ.

1.2.2. Đặc điểm thủy văn

Hệ thống sông suối trong vùng thưa thớt, có Sông Nho Quế, suối Mia Lé chạy dọc theo các đứt gãy hướng tây bắc- đông nam. Đặc điểm chung của hệ thống sông này là đều bắt nguồn từ núi cao, có địa hình dốc đứng nên sông ngắn, lòng hẹp, tốc độ chảy mạnh, do đó vào mùa mưa nước sông dâng nhanh và thường gây ra những cơn lũ bất thường, nhưng vào mùa khô nước sông lại cạn. Do tập tục sinh sống của người H'mông thường ở trên cao, lưng chừng hoặc đỉnh núi nên việc tìm ra nguồn nước để sinh hoạt và canh tác ở vùng đá vôi là hết sức khó khăn.

1.2.3. Đặc điểm khí hậu

Vùng nghiên cứu có khí hậu nhiệt đới gió mùa, với mùa lạnh từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau và mùa nóng từ tháng 5 đến tháng 10. Tuy nhiên, với đặc điểm của một vùng cao, mùa lạnh ở đây có nhiệt độ thường thấp hơn ở vùng đồng bằng 5 - 6°C, mùa nóng cũng mát hơn; trong những ngày sương mù dày đặc tháng 6, tháng 7, nhiệt độ có thể xuống tới 10 - 15°C. Dao động nhiệt độ trong ngày trong mùa nóng khá lớn, giữa trưa 24 - 25°C, nhưng nửa đêm có thể xuống tới 16 - 17°C. Lượng mưa trong vùng khá thấp, tháng mưa nhiều không quá 310mm.

1.3. LỊCH SỬ NGHIÊN CỨU ĐỊA TẦNG

Lịch sử nghiên cứu địa tầng các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam có thể chia thành hai giai đoạn chủ yếu: 1. Trước

năm 1954, là thời kỳ các nhà địa chất Pháp ở Sở Địa chất Đông Dương tiến hành (bao gồm cả các công trình công bố đến năm 1960 nhằm tổng kết các kết quả nghiên cứu của các nhà địa chất Pháp); 2. Từ năm 1954 đến nay, do các nhà địa chất Việt Nam thực hiện với sự giúp đỡ của các đồng nghiệp Xô Viết trong những năm đầu (Hình 1.2).

1.3.1. Giai đoạn trước năm 1954

Địa tầng và Trilobita tuổi Acadi (tên cũ của thống Cambri trung) và Posdami (Cambri thượng) ở cực bắc Bắc Bộ hay còn gọi là Thượng Bắc Bộ (Haut Tonkin) được Deprat J, một nhà địa chất người Pháp, khảo sát và phát hiện lần đầu tiên. Ngay sau đó những sưu tập hoá thạch mà chủ yếu là Trilobita do ông thu thập đã được nhà cổ sinh Mansuy H. mô tả. Đó là những tác phẩm khởi đầu cho lĩnh vực nghiên cứu này ở Việt Nam (Deprat J, 1915; Mansuy H, 1915, 1916).

Ở Thượng Bắc Bộ, Deprat J. (1915) đã phân định Paleozoi hạ thành 7 loạt trầm tích: loạt Cốc Pài (Série de Coc-pai) tuổi Cambri, loạt Chang Pung (Série de Chang-poung) tuổi Cambri giữa - muộn, loạt Lutxia (Série de Lou-tcia) tuổi Ordovic sớm, loạt Lũng Cỏ tuổi Ordovic giữa, các loạt Si Ka (Série de Si-ka), Bắc Bun (Série de Bac-boun) và Mia Lé (Série de Mié-lé) tuổi Ordovic muộn. Trong đó, loạt Chang Pung được mô tả từ biên giới Việt Nam - Trung Quốc đến Sông Nho Quế (mặt cắt Chang Pung) có trật tự địa tầng từ dưới lên gồm 7 hệ lớp như sau:

Acadi (Cambri trung)

1. Hệ lớp chứa *Blackwelderia alastor* và *Damesella dongvanensis*. Dày 468m.

2. Hệ lớp chứa *Stephanocare richthofeni*. Dày 119m.

3. Hệ lớp chứa *Billingsella tonkiniana*. Dày 217m.

Potdami (Cambri thượng)

4. Hệ lớp chứa *Chuangia nais*. Dày 228m.

5. Hệ lớp chứa *Illaeonurus* và *Dolichometopus*. Dày 175m.

6. Hệ lớp chứa *Ptychaspis angulata*. Dày 220m.

7. Hệ lớp chứa *Ptychaspis walcotti*. Dày 335m.

Bề dày tổng cộng của loạt Chang Pung là 1762m.

Thành phần trầm tích được Deprat J. mô tả theo mặt cắt chuẩn chi tiết gồm 28 lớp như sau:

Cambri trung: 1. Cát kết Grauvac xen đá phiến sét chứa *Blackwelderia* và *Damesella*; 2. Đá vôi đen cấu tạo trứng cá; 3. Grauvac màu vàng; 4. Đá sét vôi chứa *Stephanocare*; 5. Đá vôi trứng cá; 6. Grauvac màu vàng; 7. Đá vôi có dải cát; 8. Cát kết thô; 9. Grauvac; 10. Cát kết thô; 11. Đá vôi trứng cá; 12. Grauvac, đá vôi, cát kết xanh chứa *Billingsella toniniana*; 13. Đá vôi có dải sét vôi; 14. Đá vôi xen cát kết thô.

Cambri thượng: 15. Đá sét vôi và cát kết chứa *Chuangia*; 16. Cát kết thô; 17. Đá vôi có xen đá phiến dạng thấu kính; 18. Sự xen nhau của đá vôi, sét vôi và cát kết; 19. Cát kết và đá phiến chứa *Dolichometopus*; 20. Đá vôi trứng cá, cát kết chứa *Ptychaspis angulata*; 21. Đá vôi; 22. Cát kết chứa *Syntrophia orthia*; 23. Cát kết chứa *Huenella orientalis*; 24. Đá phiến dày với Grauvac; 25. Đá vôi; 26. Đá phiến xanh chứa *Ptychaspis walcotti*; 27. Đá vôi; 28. Grauvac, đá phiến sét vôi vàng chứa *Ptychaspis walcotti*, *Anomocarella subquadratum*.

Ở phần cao của mặt cắt Chang Pung, các trầm tích Ordovic hạ được xếp vào loạt Lutxia với bề dày là 400m đặc trưng bởi sự xen kẽ giữa ít lớp đá vôi trứng cá màu xám và đá phiến sét vôi (dễ bị rửa lữa trong nước) với vài lớp cát kết và sét vôi màu đỏ (calschistes rouges). Loạt Lutxia này nằm chuyển tiếp với trầm tích Cambri thượng. Quan hệ chỉnh hợp này có thể quan sát rất rõ trên đường từ Chang Pung đi Đồng Văn.

Nói chung, do hoá thạch được thu thập trong một mặt cắt lộ tốt, đá nằm đơn nghiêng cho nên những tư liệu sinh địa tầng do Deprat J. sưu tập vẫn là tư liệu tham khảo tốt cho các nhà nghiên cứu về sau.

Công trình của Mansuy H. (1915, 1916) đã mô tả chi tiết 35 loài hoá thạch

Trilobita, Brachiopoda và xác lập giống mới *Tonkinella* ở Thượng Bắc Bộ và đó là những đóng góp đáng tin cậy để xác định tuổi các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ ở đây.

Kobayashi T. (1944) đã xem xét và hiệu chỉnh lại các nghiên cứu cổ sinh trước đây của Deprat J. và Mansuy H. ở Thượng Bắc Bộ và Vân Nam. Ông đã phân chia lại trình tự của loạt Chang Pung gồm 19 đới trong đó có 18 đới của hệ Cambri. Các đới theo thứ tự từ trên xuống dưới là: 19- *Kainellid*, 18- *Calvinella walcotti*, 17- *Dictyella ? mansuyi*, 16- *Prosaukia angulata*, 15- *Chuangia nais*, 14- *Prochuangia*, 13- *Billingsella tonkiniana*, 12- *Damesella brevicaudata*, 11- *Drepanura premesnili*, 10- *Annamitia spinifera*, 9- *Anomocarella meridionalis*, 8- *Hundwarella termieri*, 7- *Manchuriella subquadrata*, 6- *Bailiella lantenoisi thượng*, 5- *Lioparella propinquum*, 4- *Bailiella lantenoisi hạ*, 3- *Solenopraria ? deprati*, 2- *Tonkinella flabelliformis* và 1- *Anomocarella*.

Saurin E. (1956) đã tổng kết về hệ Cambri Đông Dương trong Hội nghị địa chất quốc tế lần thứ XX ở Mexico. Ông đã có những nhận định mang tính khái quát cao về địa tầng và lịch sử phát triển địa chất lãnh thổ trong kỷ Cambri.

1.3.2. Giai đoạn sau năm 1954 đến nay

Sau năm 1960 cùng với việc đo vẽ Bản đồ địa chất miền Bắc Việt Nam tỉ lệ 1/500.000 do Dovjikov A. chủ biên, địa tầng Cambri đã được phát hiện thêm ở các vùng Bắc Kạn, Thái Nguyên và Thanh Hoá. Tuy vậy, về mặt địa tầng các tác giả không thừa nhận sự có mặt của Cambri trung trong phạm vi miền Bắc Việt Nam. Vasilevskaia (in Dovjikov và nnk. 1965) mô tả lại mặt cắt Chang Pung với 11 tập, bề dày đạt tới 1000m và xếp các trầm tích đá vôi màu đen và xám sẫm, thường có cấu tạo trứng cá xen với ít đá phiến màu xám phớt lục chứa hóa thạch có Trilobita *Drepanura* sp. ở tập 1, Brachiopoda *Billingsella* sp. và Trilobita ở tập 10, Brachiopoda *Billingsella* sp. ở tập 11 vào các trầm tích Cambri thượng. Các trầm tích đá phiến cát màu hơi vàng xen với các thấu kính và mảnh vụn đá phiến màu lục nhạt, trên là đá vôi trứng cá màu xám sẫm xen kẽ với các tập đá phiến màu xám phớt lục chứa hóa thạch Trilobita ở phía bắc gần Chang Pung cũng được

Vasikevskaia định tuổi là Ordovic sớm. Toàn bộ những sưu tập Trilobita Paleozoi hạ thu thập trong thời kỳ 1960-1963 đã được Tchernysheva N.E. và Maximova Z.A xác định, song chưa có loài nào được mô tả.

Phạm Kim Ngân (1975) mô tả mặt cắt Chang Pung gồm 7 tập, dày khoảng 1000m với những tập hợp hoá thạch Trilobita và Brachiopoda phong phú. Phần thấp có *Drepanura* sp., *Damesella brevicaudata* Wal., *Parablackwelderia spectabilis* (End et Res.), *Paracoosia deprati* (Mans.), *Cyclolorenzella tonkinensis* (Mans.), *Pseudagnostus douvillei* (Berg.). Phần giữa có *Prochuangia mansuyi* Kob., *Irvingella* sp., *Pagodia hagiangensis*, *Caulaspina? convexa* Ros., *Billingsella tonkiniana* Mans.. Phần cao có *Haniwa* sp., *Prosaukia angulata* (Mans.), *Saukia acamus* (Wal.), *Calvinella waleotti* (Mans.). Phạm Kim Ngân, Lương Hồng Hược (1977) đã phân định sinh địa tầng trầm tích Paleozoi hạ trong mặt cắt Săm Pun (Chang Pung) - Sông Nho Quế. Trong đó trầm tích Cambri thượng được chia làm 3 phần (dưới - giữa - trên) gồm 8 tập với bề dày 1100 - 1200m. Tài liệu hoá thạch dẫn ra như sưu tập của Phạm Kim Ngân (1975), nhưng có bổ sung thêm dạng *Mansuyia* ở phần giữa và *Dictyella mansuyi* Kob., *Eoorthis doris* Walc. ở phần trên.

Năm 1977, khi đo vẽ bản đồ địa chất tờ Bảo Lạc tỷ lệ 1:200.000, Hoàng Xuân Tình đã nghiên cứu khá kỹ các trầm tích Paleozoi hạ. Ông đã phân chia các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ ở khu vực nghiên cứu thành 3 phân vị: hệ tầng Hà Giang (ε_2 hg), điệp Chang Pung (ε_3 cp) và điệp Seo Thèn Pả (O_1 sp). Với lý do phân vị địa tầng có tuổi Ordovic sớm ở đây là phân vị địa tầng địa phương mà Hoàng Xuân Tình không tìm thấy địa danh nào có tên Lutxia nên ông xác lập điệp Seo Thèn Pả lấy theo tên bản có mặt cắt chuẩn của phân vị. Khối lượng và tuổi của phân vị trùng với loạt Lutxia mà Deprat xác lập năm 1915. Hoàng Xuân Tình và nnk (1977) mô tả điệp Chang Pung (ε_3 cp) với 3 phụ điệp gồm 13 tập, dày 1630m. Phụ điệp dưới gặp *Damesella* sp., *Cyclolorenzella tonkinensis* giữa gặp *Billingsella tonkiniana* và trên là *Prosaukia angulata*, *Tellerina* sp..

Phạm Kim Ngân, Lương Hồng Hược đã hệ thống toàn bộ tư liệu về Trilobita ở Đồng Văn, Mèo Vạc có tuổi Cambri giữa - Ordovic sớm trong công trình “Atlas

cổ sinh vật Việt Nam” do Vũ Khúc chủ biên (1985). Đáng lưu ý nhất là trong luận án tiến sỹ của mình, Lương Hồng Hược (1987) đã mô tả khá chi tiết 46 loài Trilobita, là cơ sở cho phân định địa tầng Cambri - Ordovic.

Năm 2000, Phan Sơn và Vũ Ngọc Hải hiệu đính lại bản đồ địa chất tờ Bảo Lạc tỷ lệ 1:200.000 (Hoàng Xuân Tình và nnk., 1977) đã không ghi nhận có mặt các trầm tích Cambri trung ở vùng Đồng Văn và mô tả 2 hệ tầng: Chang Pung (ϵ_3) với bề dày đạt 1420m và Lutxia (O_1) có bề dày là 370m. Hệ tầng Chang Pung (ϵ_3) được chia thành 3 phân hệ tầng nhằm đo vẽ trên bản đồ tỷ lệ 1:200.000.

Phạm Kim Ngân và nnk (2004) xem xét lại mặt cắt chuẩn Chang Pung cho thấy có sự lặp lại của đới *Calvinella walcotti* do đứt gãy chòem nghịch có phương tây bắc - đông nam nên chiều dày của hệ tầng Chang Pung chỉ là 745m.

Tổng Duy Thanh và nnk. (2005) trong quá trình rà soát, đánh giá tính hiệu lực của các phân vị địa tầng, đã không ghi nhận có mặt các trầm tích Cambri trung ở vùng nghiên cứu và mô tả 2 hệ tầng: Chang Pung (ϵ_3) và Lutxia (O_1).

Trần Hữu Dân (trong Đặng Trần Huyền và nnk., 2007) đã chỉ ra sự có mặt các trầm tích Cambri trung không thuộc thành phần trầm tích của hệ tầng Hà Giang (ϵ_2 hg), mà chúng thuộc phần thấp của hệ tầng Chang Pung ở vùng Đồng Văn. Vì vậy, tác giả đã xếp các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vào 2 hệ tầng Chang Pung (ϵ_2 - ϵ_3 cp) và Lutxia (O_1 lx). Trong đó, tại mặt cắt chuẩn Chang Pung, hệ tầng Chang Pung (ϵ_2 - ϵ_3 cp) được mô tả gồm 16 tập với tổng bề dày là 1100m. Tác giả đã không nhận ra có sự lặp lại 4 tập (từ tập 13 đến tập 16) sau đới *Calvinella walcotti* thuộc phần cao nhất của hệ tầng như Phạm Kim Ngân và nnk (2004) đã đề cập trên. Hệ tầng Lutxia (O_1 lx) được mô tả gồm 3 tập với bề dày thay đổi từ 112m (mặt cắt Lũng Cú) đến 205m (mặt cắt Chang Pung). Ranh giới giữa hệ tầng Chang Pung và hệ tầng Lutxia không phải dễ dàng vạch được bằng đặc điểm thạch học mắt thường mà phải dựa vào đặc điểm cổ sinh là chính. Ranh giới đó được vạch giữa hai đới *Calvinella walcotti* và đới *Hysterolenus* (theo Trilobita) hoặc giữa hai hệ lớp - *Eothis doris* và *Oligorthis* (theo Brachiopoda). Cần chú ý là theo phân định quốc tế

(1994) thì ranh giới giữa Cambri và Ordovic được vạch ở chân đới *Cordylodus lindstromi* (Conodonts) nhưng ở Việt Nam chưa tìm được các di tích hóa thạch này. Trên thực tế, hệ tầng Lutxia thực chất là phần tiếp theo loạt trầm tích carbonat - lục nguyên thuộc hệ tầng Chang Pung (ϵ_2 - ϵ_3 cp), thuộc thành hệ carbonat - lục nguyên tương thềm biển nông với các chứng liệu đá vôi trứng cá, đá vôi cát, đá vôi vón cục, chứa hóa thạch thuộc sinh tương biển nông.

Phạm Kim Ngân và nnk (2008) cũng đã phân chia các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ ở vùng Đồng Văn thành 3 hệ tầng: Hà Giang (ϵ_2 hg), Chang Pung (ϵ_3 cp), Lutxia (O_1 lx).

Tóm lại, việc định tuổi và đối sánh địa tầng của các đá trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ ở Đông Bắc Việt Nam nói chung và vùng Đồng Văn nói riêng chủ yếu dựa vào tài liệu cổ sinh. Dẫn đến, các phân chia địa tầng có những sự khác nhau về khối lượng địa tầng, các quan hệ địa tầng cũng như cả về nội dung thạch địa tầng.

Tiếp cận phương pháp Địa tầng phân tập bằng việc nghiên cứu chi tiết các mặt cắt, đặc điểm cấu tạo trầm tích, thu thập các mẫu hóa thạch và thạch học áp dụng phân tích tương sẽ làm sáng tỏ tiến hóa trầm tích theo chu kỳ trong mối quan hệ với dao động mực nước biển và chuyển động kiến tạo các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ chưa bị biến chất thuộc các hệ tầng Chang Pung và Lutxia, phân bố trong phạm vi vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam. Từ đó, xây dựng khung địa tầng phân tập phục vụ đối sánh địa tầng Cambri trung - Ordovic hạ ở vùng nghiên cứu với các khu vực lân cận được chính xác, tạo tiền đề địa tầng tốt cho công tác tìm kiếm các khoáng sản liên quan và công tác lập bản đồ địa chất chi tiết tỉ lệ 1: 50.000 trong thực tiễn điều tra khoáng sản ở Việt Nam.

1.4. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT KHU VỰC

1.4.1. Các mặt cắt địa chất trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ

Các thành tạo trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam được xếp vào các hệ tầng Chang Pung và Lutxia phân bố thành dải

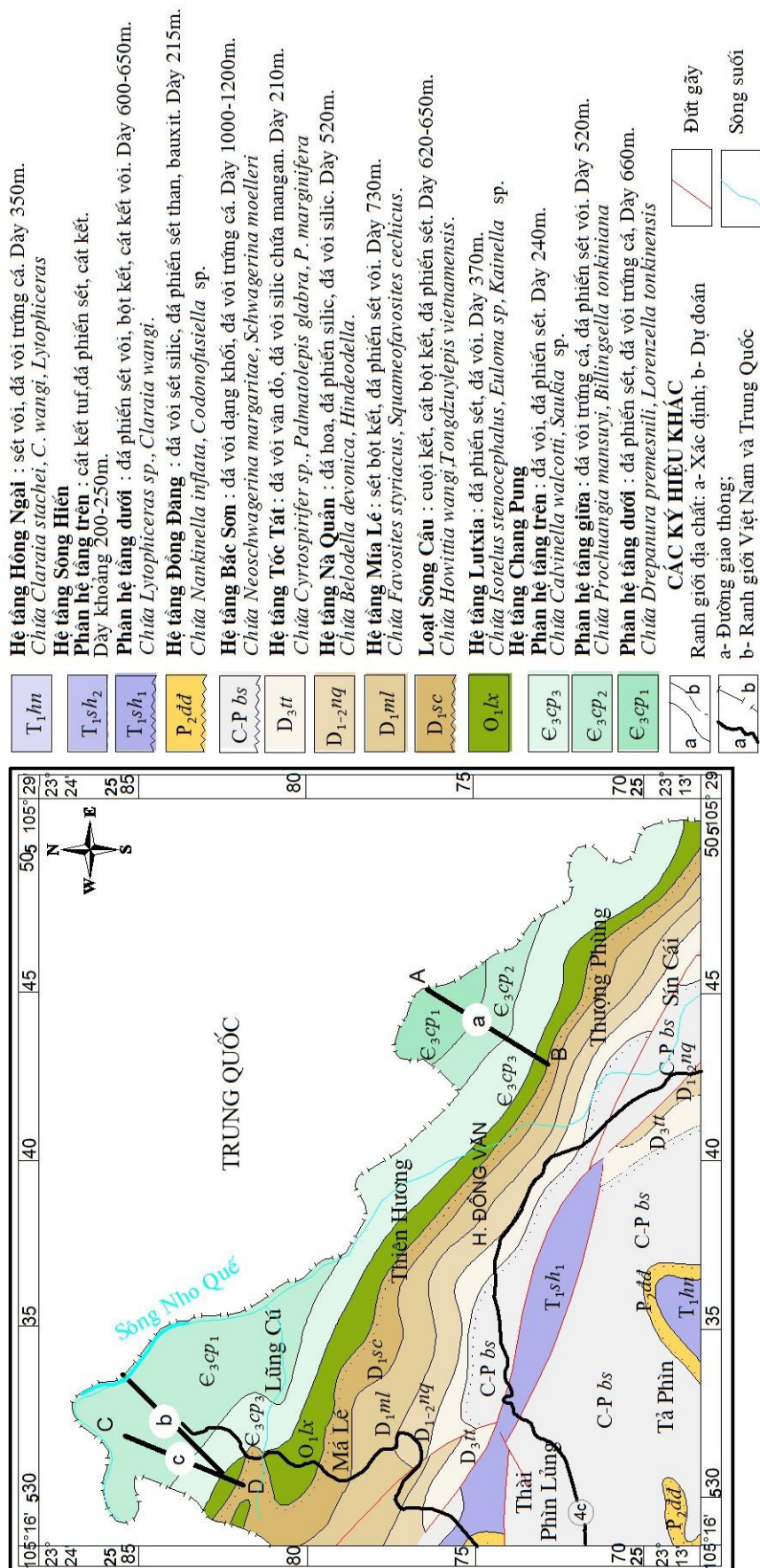
theo hướng tây bắc - đông nam, kéo từ xã Lũng Cú (huyện Đồng Văn) đến xã Xín Cái (huyện Mèo Vạc) là đối tượng nghiên cứu của luận án. Đặc điểm mặt cắt địa chất trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ được thể hiện ở hai mặt cắt Lũng Cú II ở xã Lũng Cú, huyện Đồng Văn và mặt cắt Chang Pung thuộc xã Thượng Phùng, huyện Mèo Vạc của tỉnh Hà Giang (Hình 1.3). Hai mặt cắt địa chất được các nhà địa chất Pháp khảo sát từ rất sớm và đặt nền móng cho việc nghiên cứu trầm tích Cambri - Ordovic ở Việt Nam.

1.4.1.1. Mặt cắt Chang Pung

Mặt cắt Chang Pung theo đường mòn từ đồn biên phòng Sam Pun xuống bản Seo Thèn Pả ($X = 23^{\circ}17'$, $Y = 105^{\circ}25'$) thuộc xã Thượng Phùng, huyện Mèo Vạc, tỉnh Hà Giang là mặt cắt chuẩn của hệ tầng Chang Pung (ε_2 - ε_3 cp). Deprat (1915) tiến hành khảo sát mặt cắt địa chất Tiên Fong (Vân Nam, Trung Quốc) - đồn biên phòng Chang Pung - Sông Nho Quế và xác lập loạt Chang Pung (Série de Chang Pong) gồm Acadi (Cambri trung) và Posdami (Cambri thượng). Tại mặt cắt này, Hoàng Xuân Tinh và nnk (1977, 2000) đã mô tả có phân cao của hệ tầng Hà Giang và các hệ tầng Chang Pung và Lutxia. Trong đó, hệ tầng Chang Pung gồm ba phân hệ tầng: phân hệ tầng trên gồm 2 tập, phân hệ tầng giữa gồm 5 tập và phân hệ tầng trên gồm 3 tập. Phạm Kim Ngân và nnk (2008) khảo sát mặt cắt Chang Pung và chia thành 16 tập, trong đó các tập từ 1 đến 13 thuộc hệ tầng Chang Pung và các tập từ 14 đến 16 thuộc hệ tầng Lutxia (Hình 1.6).

Mặt cắt được NCS khảo sát lại theo con đường mòn từ đồn biên phòng Chang Pung (còn gọi là Săm Pun) qua các bản Giàng Cái, Tổng Quán Chải và kết thúc tại Seo Thèn Pả. Mặt cắt này đá lộ khá tốt bao gồm các tập đá carbonat lộ đầy đủ hơn đá bột kết, cát kết chứa vôi. Tất cả các lớp đá đều nằm đơn nghiêng với hướng cắm dao động từ 230° đến 250° và góc dốc trung bình từ 35° đến 45° , đôi chỗ đến 80° (Hình 1.4, 1.5 và 1.6).

Tập 1. Đá vôi dolomit phân lớp trung bình đến rất dày (từ 40cm đến 120cm) đan xen với đá vôi bùn (mudstone) phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) màu xám tro, xám xanh và xám sẫm (SS.2011 - SS.2012). Tại tập này Phạm Kim Ngân và nnk



Hình 1.3. Sơ đồ địa chất vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam tỷ lệ 1 : 200.000 (theo Hoàng Xuân Tinh và nnk., 2000).

a) Mặt cắt Lũng Cú; (b) Mặt cắt Lũng Cú; (c) Mặt cắt Lũng Cú II.

(2008) đã sưu tập được hóa thạch Trilobita: *Damesella* sp. Bề dày 100m. Xuất hiện đứt gãy trong diện phân bố của tập.

Tập 2. Đá vôi trứng cá (oolite grainstone), đá vôi bùn chứa hạt (wackestone) - đá vôi hạt (grainstone) và đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 50cm) xen kẹp với đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro, xám xanh và xám sẫm. (SS.2012 - SS.2013). Bề dày 20m. Xuất hiện đứt gãy trong diện phân bố ở phần dưới và phần trên của tập.

Tập 1 và tập 2 trên đây gần tương ứng với tập 1 (dày >100m) thuộc hệ tầng Chang Pung của Phạm Kim Ngân và nnk (2008) và được mô tả vào phần cao của hệ tầng Hà Giang theo Hoàng Xuân Tình và nnk (1977, 2000).

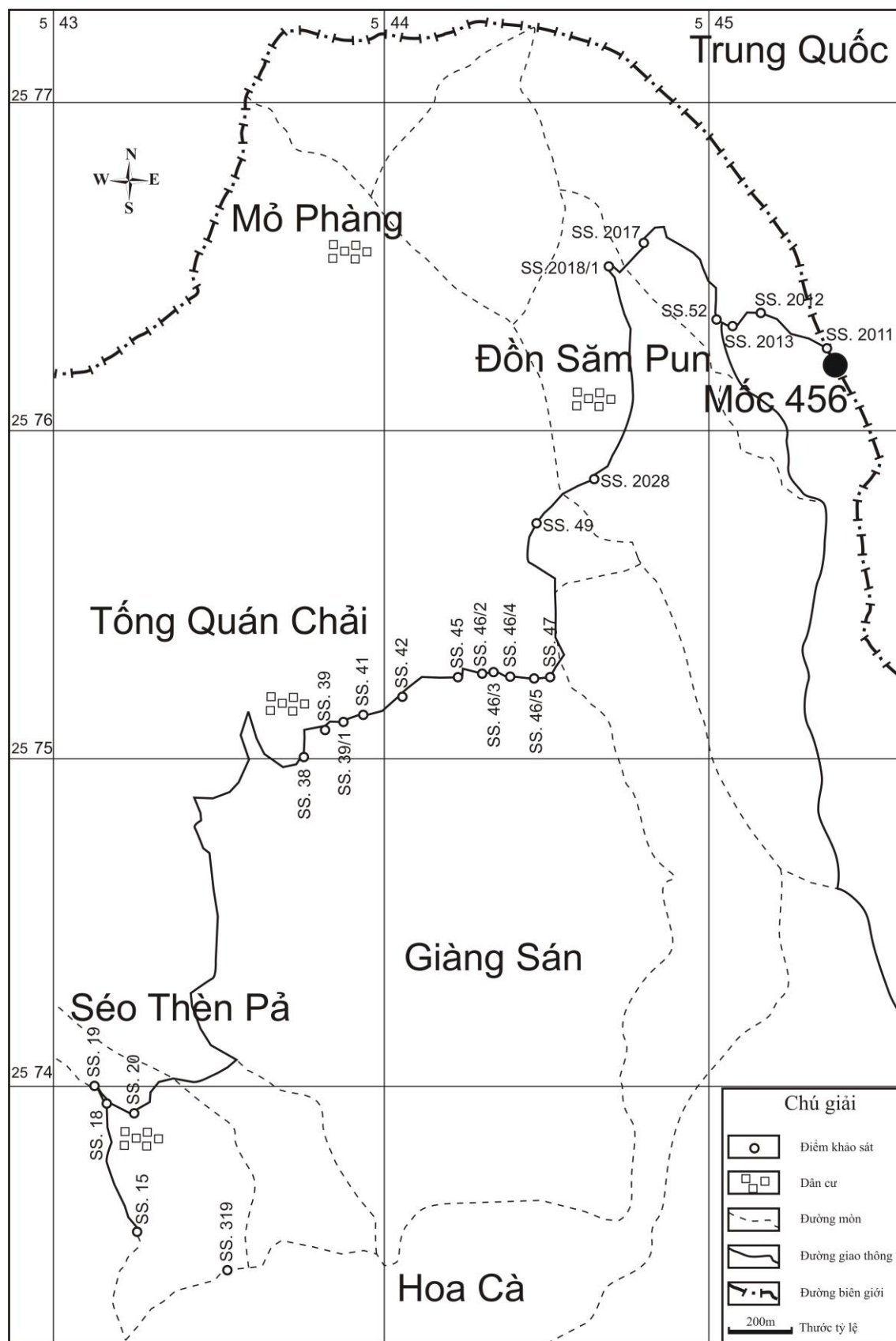
Tập 3. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng (SS.2013 - SS.2017). Phạm Kim Ngân và nnk (2008) đã sưu tập được phong phú hóa thạch Trilobita: *Blackwelderia* sp., *Damesella* sp., *Cyclolorenzella tonkinensis*, *Damesella brevicaudata*, *Drepanura premesnili*, *Pseudagnostus douvillei*, *Stephanocare richthofeni*, *Paracoosia deprati*. NCS đã thu thập bổ sung hóa thạch Trilobita: *Blackwelderia* sp. (Hình 1.10A), *Damesella brevicaudata* (Hình 1.10D). Bề dày 20m. Xuất hiện đứt gãy trong diện phân bố ở phần dưới và phần trên của tập.

Tập 3 gần tương ứng với tập 2 (dày 30m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008) và ứng với tập 1 (dày 60m) thuộc phân hệ tầng dưới hệ tầng Chang Pung theo Hoàng Xuân Tình và nnk (1977, 2000).

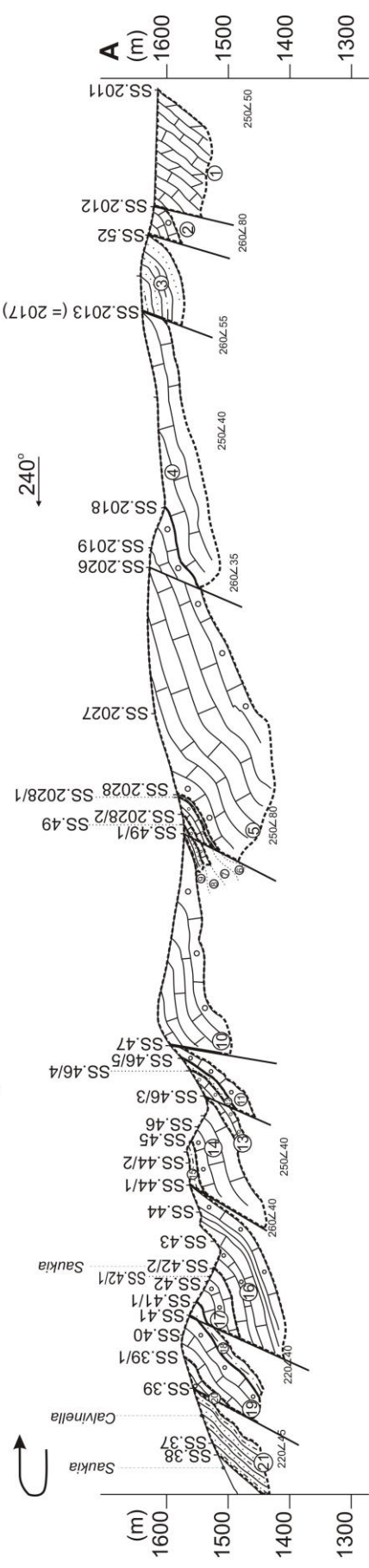
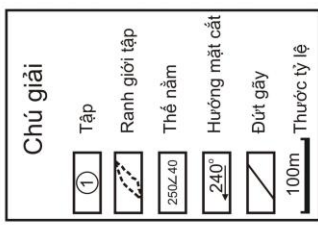
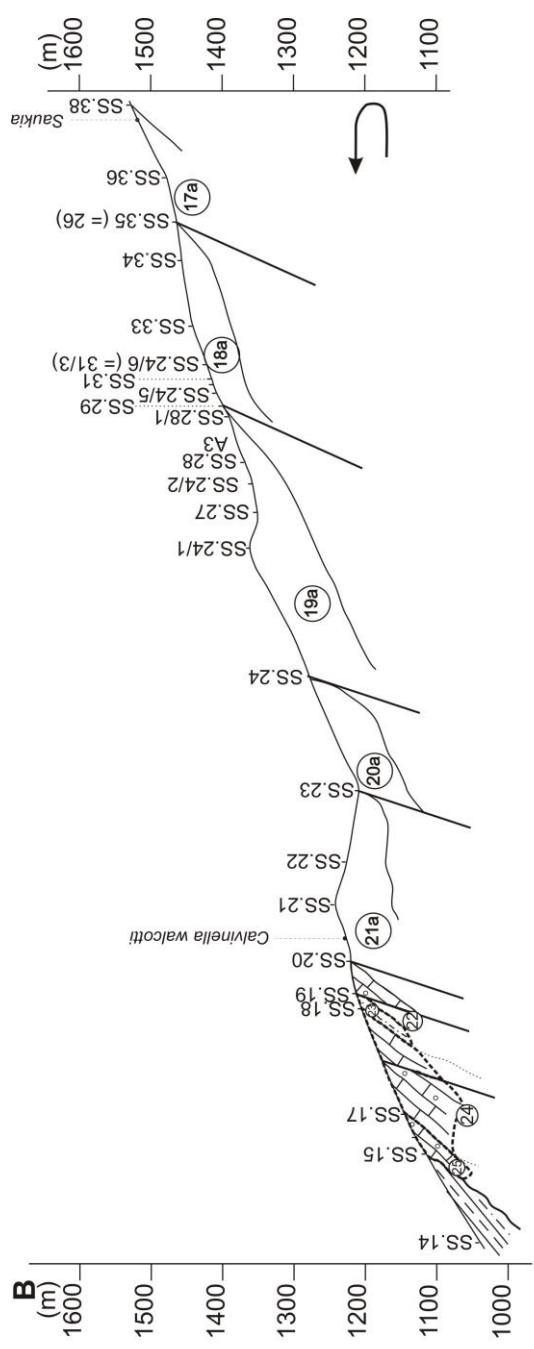
Tập 4. Đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt và đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 40cm) xen kẽ đều đặn với đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro, xám xanh và xám sẫm. (SS.2017 - SS.2018). Bề dày 40m.

Tập 4 gần tương ứng với tập 3 (dày 40m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008).

Tập 5. Đá vôi trứng cá và đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp trung



Hình 1.4. Sơ đồ phân bố điểm khảo sát tại mặt cắt Chang Pung.



Hình 1.5. Mặt cắt Chang Pung.

bình đến dày (từ 10cm đến 40cm) xen kẹp với đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro, xám xanh và xám sẫm. (SS.2018 - SS.2028). Bề dày 110m.

Tập 5 gần tương ứng với tập 4 (dày 70m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008). Các tập 4 và 5 mô tả trên gần tương ứng với tập 2 (dày >150m) thuộc phân hệ tầng dưới hệ tầng Chang Pung theo Hoàng Xuân Tình và nnk (1977, 2000).

Tập 6. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng chứa di tích hóa thạch Brachiopoda bảo tồn xấu. (SS.2028 - SS.2028/1). Bề dày 4m.

Tập 6 có lẽ gần tương ứng với tập 5 (dày 65m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008).

Tập 7. Đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) đan xen với đá vôi trứng cá phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 40cm) màu xám tro, xám xanh và xám sẫm. (SS.2028/1 - SS.2028/2). Bề dày 45m.

Tập 7 gần tương ứng với tập 6 (dày 50m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008). Các tập 6 và 7 mô tả trên gần tương ứng với tập 1 (dày 90m) thuộc phân hệ tầng giữa hệ tầng Chang Pung theo Hoàng Xuân Tình và nnk (1977, 2000).

Tập 8. Đá vôi trứng cá phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 40cm) đan xen với đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) thỉnh thoảng xen kẹp đá vôi dạng cuội kết màu xám tro, xám xanh và xám sẫm. (SS.2028/2 - SS.49). Bề dày 25m.

Tập 9. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng chứa hóa thạch Brachiopoda: *Billingsella tonkiniana*. (Phạm Kim Ngân, 2008) (SS.49 - SS.49/1). Bề dày 20m. Xuất hiện đứt gãy trong diện phân bố ở phần dưới và phần trên của tập.

Tập 10. Đá vôi đan xen đá sét vôi xen kẹp đá vôi trứng cá phân lớp trung bình (từ 10cm đến 20cm) màu xám tro và xám xanh. (SS.49/1 - SS.47). Bề dày 52m. Tiếp tục gặp đứt gãy trong diện phân bố ở phần trên của tập.

Tập 11. Đá vôi trứng cá phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 40cm) đan xen với đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) màu xám tro, xám xanh và xám sẫm.(SS.47 - SS.46/5). Bề dày 15m.

Tập 12. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng chứa hóa thạch Trilobita: *Prochuangia mansuyi*. (Phạm Kim Ngân, 2008) (SS.46/5 - SS.46/4). Bề dày 10m.

Các tập từ 8 đến 12 gần tương ứng với tập 7 (dày 85m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008) và gần tương ứng với tập 2 (dày 140m) thuộc phân hệ tầng giữa hệ tầng Chang Pung theo Hoàng Xuân Tinh và nnk (1977, 2000).

Tập 13. Đá vôi đan xen đá sét vôi xen kẹp đá vôi trứng cá phân lớp trung bình (từ 10cm đến 20cm) màu xám tro và xám xanh. (SS.46/4 - SS.46/3). Bề dày 32m. Gặp đứt gãy trong diện phân bố ở phần trên của tập.

Tập 14. Đá vôi trứng cá phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 60cm) và đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật đan xen với đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) thỉnh thoảng kẹp các lớp đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro, xám xanh và xám sẫm.(SS.46/2 - SS.45). Bề dày 26m.

Các tập 13 và 14 gần tương ứng với tập 8 (dày 20m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008) và có lẽ gần tương ứng với tập 3 (dày 150m) thuộc phân hệ tầng giữa hệ tầng Chang Pung theo Hoàng Xuân Tinh và nnk (1977, 2000).

Tập 15. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng (SS.45). Phía đông nam của mặt cắt trong các lớp đá phiến sét có xen đá vôi gập phong phú hóa thạch Trilobita kích thước nhỏ: *Caulaspina* sp., *Pagodia* sp., *Irvingella* sp (Phạm Kim Ngân, 2008). Bề dày 10m.

Tập 15 có lẽ gần tương ứng với phần thấp của tập 9 (dày 100m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008). Tương tự tập này ứng với phần thấp của tập 4 (dày 80m) thuộc phân hệ tầng dưới hệ tầng Chang Pung theo Hoàng Xuân Tinh và nnk (1977, 2000).

Tập 16. Đá vôi đan xen đá sét vôi xen kẹp đá vôi trứng cá và đá vôi bùn

chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp trung bình (từ 10cm đến 20cm) màu xám tro và xám xanh (SS.42/3 - SS.42/2). Bề dày 42m. Xuất hiện đứt gãy trong diện phân bố của tập.

Tập 17. Đá vôi trứng cá phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 60cm), đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt và đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phân lớp trung bình (từ 10cm đến 20cm) đan xen với đá vôi đan xen đá sét vôi thỉnh thoảng kẹp các lớp đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) màu xám tro, xám xanh và xám sẫm chứa hóa thạch Trilobita: Saukiidae (SS.42 - SS.41). Bề dày 43m.

Các tập 16 và 17 gần tương ứng với tập 10 (dày 100m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008) và có lẽ gần tương ứng với tập 5 (dày 120m) thuộc phân hệ tầng giữa hệ tầng Chang Pung theo Hoàng Xuân Tinh và nnk (1977, 2000).

Tập 18. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng chứa hóa thạch Trilobita: *Prosaugia angulate*, *Haniwa* sp. (Phạm Kim Ngân, 2008) (SS.41). Bề dày 10m. Gặp đứt gãy trong diện phân bố ở phần trên của tập.

Tập 18 gần tương ứng với tập 11 (dày 35m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008). Tập này ứng với phần thấp của tập 1 (dày 470m) thuộc phân hệ tầng trên hệ tầng Chang Pung theo Hoàng Xuân Tinh và nnk (1977, 2000).

Tập 19. Đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) và đá vôi cấu tạo xiên chéo phân lớp trung bình (từ 10cm đến 20cm) xen kẹp với đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật và đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp trung bình (từ 10cm đến 20cm) màu xám tro, xám xanh và xám sẫm. (SS.41 - SS.39/1). Bề dày 38m.

Tập 20. Đá vôi trứng cá phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 50cm), đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt và đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phân lớp trung bình (từ 10cm đến 20cm) thỉnh thoảng đan xen các lớp đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) màu xám tro và xám xanh chứa hóa thạch Trilobita: *Dictyella mansuyi*, *Tsinania* sp., *Prosaugia* ? sp. (Phạm Kim Ngân, 2008) (SS.39/1 -

Tuổi địa chất	Hệ tầng	Tập	Thạch học	Bề dày (m)	Đặc điểm thạch học và cổ sinh	Tập (bề dày (m))	
						Phạm Kim Ngân và nnk., 2008	Hoàng Xuân Tỉnh và nnk., 1977, 2000
Devon sớm	Si ka						
ORDOVIC	Sớm	Lutxia	25	28	Đá vôi trứng cá dày 10 - 40cm, đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật dày 10 - 60cm, đá vôi đan xen đá sét vôi và đá vôi vụn dày 2 - 20cm. Phần cao của tập chứa Conodonta: <i>Cordylodus</i> sp.,	16 (>100)	4 (150)
			24	34	Đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật và đá vôi trứng cá phân lớp mỏng từ 10 - 20cm, chứa Brachiopoda: <i>Oligorthis</i> sp., Trilobita bảo tồn kém và Crinoidea.		
			23	10	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng, chứa Trilobita: <i>Hysteronotus</i> sp.	15 (40)	3 (50)
			22	20	Đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi trứng cá và đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp từ 10cm đến 20cm chứa Crinoidea: <i>Ramulicrinus</i> sp.	14 (65)	1+2 (100)
CAMBRI	Muộn	Chang Pung	21	55	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng, đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật chứa Trilobita: <i>Calvinella walcotti</i> và Brachiopoda: <i>Eoorthis</i> sp.	13 (55)	3 (70)
			20	22	Đá vôi trứng cá dày 10 - 50cm, đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật chứa Trilobita: <i>Dictyella mansuyi</i> , <i>Tsinania</i> sp.,	12 (70)	2 (220)
			19	38	Đá vôi bùn phân lớp mỏng, đá vôi cấu tạo xiên chéo, đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật và đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp mỏng		
			18	10	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng, chứa Trilobita: <i>Prosaugia angulata</i> , <i>Haniwa</i> sp.	11 (35)	1 (470)
			17	43	Đá vôi trứng cá phân lớp từ 10cm đến 60cm, đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phân lớp mỏng chứa Trilobita: <i>Saukildae</i>	10 (100)	5 (120)
			16	42	Đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp mỏng		
			15	10	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng chứa Trilobita: <i>Pagodia</i> sp., <i>Irvingella</i> sp.	9 (100)	4 (80)
			14	26	Đá vôi trứng cá phân lớp từ 10cm đến 60cm, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật, đá vôi bùn phân lớp từ 2cm đến 10cm và đá vôi đan xen đá sét vôi.	8 (20)	3 (150)
			13	32	Đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi trứng cá phân lớp từ 10cm đến 20cm		
			12	10	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng chứa Trilobita: <i>Prochuangia mansuyi</i> .		
			11	52	Đá vôi trứng cá phân lớp từ 10cm đến 40cm, đá vôi bùn phân lớp mỏng	7 (85)	2 (140)
			10		Đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi trứng cá phân lớp từ 10cm đến 20cm		
			9	20	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu, vàng chứa hóa thạch Brachiopoda: <i>Billingsella tonkiniana</i> .		
			8	25	Đá vôi trứng cá dày từ 10cm đến 40cm, đá vôi bùn phân lớp mỏng		
			7	45	Đá vôi bùn dày từ 2cm đến 10cm, đá vôi trứng cá phân lớp từ 10cm đến 40cm	6 (50)	1 (90)
			6	4	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng chứa di tích hóa thạch Brachiopoda bảo tồn xấu	5 (65)	
			5	110	Đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp từ 10cm đến 40cm xen kẽ đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro, xám xanh và xám sẫm	4 (70)	2 (>150)
			4	40	Đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt và đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phân lớp từ 10cm đến 40cm xen kẽ đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro	3 (40)	
Giữa			3	20	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu vàng. Chứa phong phú hóa thạch Trilobita: <i>Blackwelderia</i> sp., <i>Damesella</i> sp., <i>Cyclolorenzella tonkinensis</i> , <i>Damesella brevicaudata</i> , <i>Drepanura premesnili</i> , <i>Pseudagnostus douvillei</i> , <i>Stephanocare richthofeni</i> , <i>Paracoosia deprati</i> .	2 (30)	1 (60)
			2	20			
			1	100	Đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt và đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phân lớp từ 10cm đến 50cm xen kẽ đá vôi đan xen đá sét vôi	1 (>100)	Phần cao của hệ tầng Hà Giang
					Đá vôi dolomit phân lớp từ 40 - 120cm đan xen đá vôi bùn phân lớp từ 2cm đến 10cm chứa hóa thạch Trilobita: <i>Damesella</i> sp.,		

Hình 1.6. Cột địa tầng mặt cắt Chang Pung vùng Đồng Văn.

SS.39). Bề dày 22m. Xuất hiện đứt gãy trong diện phân bố ở phần trên của tập.

Các tập 19 và 20 gần tương ứng với tập 12 (dày 70m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008) và có lẽ gần tương ứng với tập 2 (dày 220m) thuộc phân hệ tầng trên hệ tầng Chang Pung theo Hoàng Xuân Tỉnh và nnk (1977, 2000).

Tập 21. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng đan xen đá vôi đan xen đá sét vôi và đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật màu xám tro và xám xanh chứa hóa thạch Trilobita: *Calvinella walcotti* và Brachiopoda: *Eoorthis* sp.. (Phạm Kim Ngân, 2008) (SS.39 -

SS.38). Bề dày 55m. Ở diện phân bố phần trên của tập, đoạn từ bản Tổng Quán Trãi đến đầu bản Seo Thèn Pả, Phạm Kim Ngân và nnk (2004), nhận thấy có sự lặp lại của đới *Calvinella walcotti* do đứt gãy chồm nghịch có phương tây bắc - đông nam. Theo khảo sát của NCS, nằm chồm phủ trên những lớp trên cùng của tập 21 là các lớp đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt của tập 17, tiếp theo là các tập 18, 19, 20 đến 21. Đặc biệt, trong diện lặp lại địa tầng ở khoảng ranh giới của tập 17 và tập 18, NCS phát hiện mới các hóa thạch Trilobita: Saukiidae ở các lớp đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng.

Tập 21 gần tương ứng với tập 13 (dày 55m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008) và ứng với tập 3 (dày 70m) thuộc phân hệ tầng trên hệ tầng Chang Pung theo Hoàng Xuân Tình và nnk (1977, 2000).

Tập 22. Đá vôi đan xen đá sét vôi xen kẹp đá vôi trứng cá và đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp trung bình (từ 10cm đến 20cm) màu xám tro và xám xanh chứa hóa thạch Crinoidea: *Ramulicrinus* sp. (SS.20 - SS.19). Bề dày 20m. Gặp đứt gãy trong diện phân bố ở phần dưới và phần trên của tập.

Tập 22 gần tương ứng với tập 14 (dày 65m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008) và có lẽ gần tương ứng với tập 1 và 2 (dày 100m) thuộc hệ tầng Lutxia theo Hoàng Xuân Tình và nnk (1977, 2000).

Tập 23. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng chứa hóa thạch Trilobita: *Hysterolesus* sp. (Phạm Kim Ngân, 2008) (SS.18). Bề dày 10m.

Tập 23 gần tương ứng với tập 15 (dày 40m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008) và ứng với tập 3 (dày 50m) thuộc hệ tầng Lutxia theo Hoàng Xuân Tình và nnk (1977, 2000).

Tập 24. Đá vôi đan xen đá sét vôi xen kẹp đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật và đá vôi trứng cá phân lớp trung bình (từ 10cm đến 20cm) màu xám tro và xám xanh. (SS.18 - SS.319) chứa hóa thạch Brachiopoda: *Oligorthis* sp., Trilobita bảo tồn kém và Crinoidea (Phạm Kim Ngân,

2008). Bề dày 34m. Xuất hiện hai đứt gãy trong diện phân bố của tập.

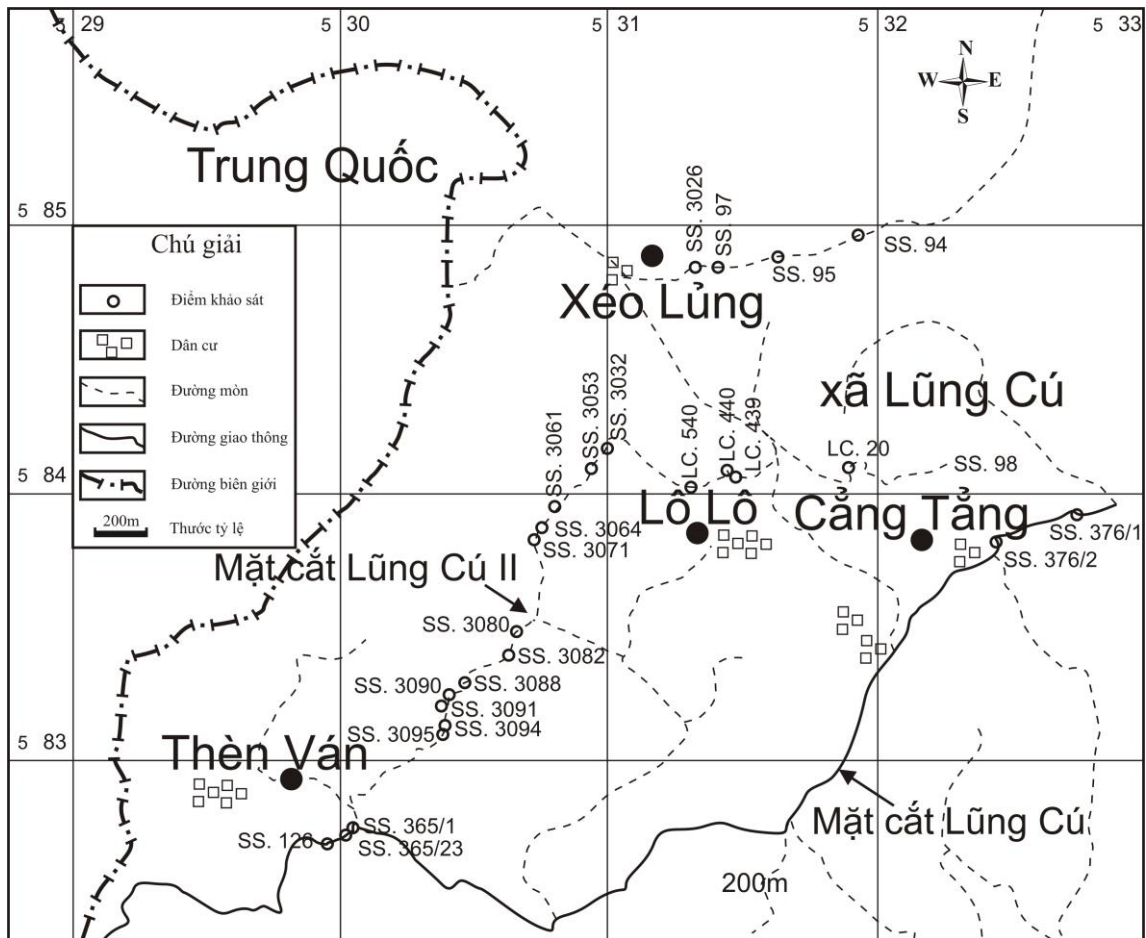
Tập 25. Đá vôi trứng cá phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 40cm), đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt và đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 60cm) xen kẹp đá vôi đan xen đá sét vôi và thỉnh thoảng đan xen các lớp đá vôi vụn phân lớp trung bình (từ 2cm đến 20cm) màu xám tro và xám xanh. Ở phần cao nhất của tập lần đầu tiên phát hiện hóa thạch Conodonta: *Cordylodus* sp., tuổi Ordovic sớm (SS.319 - SS.15) (Dzik, J., và Nguyen Duc Phong, 2016). Bề dày 28m.

Các tập 24 và 25 gần tương ứng với tập 16 (dày >100m) của Phạm Kim Ngân và nnk (2008) và có lẽ gần tương ứng với tập 4 (dày 150m) thuộc hệ tầng Lutxia theo Hoàng Xuân Tình và nnk (1977, 2000).

Tại mặt cắt Chang Pung các tập 1 - 21 thuộc về hệ tầng Chang Pung (ε_2 - ε_3 cp) với tổng bề dày 739m, các tập 22 - 25 thuộc hệ tầng Lutxia (O_1 lx) dày 92m. Tại mặt cắt này, các đá của hệ tầng Lutxia nằm chuyển tiếp trên hệ tầng Chang Pung và nằm không chỉnh hợp dưới hệ tầng Si Ka (D_1 sk).

1.4.1.2. Mặt cắt Lũng Cú II

Tại mặt cắt Lũng Cú, Deprat (1915) đã dùng chuyên từ loạt Lũng Cú (Série de Loung co) để chỉ loạt đá vôi có Crinoidea và đá sét vôi màu đỏ vàng không có hoá thạch, dày gần 800m, nằm giữa loạt Lutxia ở đáy và loạt Si Ka ở mái. Ông xếp chúng vào Ordovic trung. Tuy nhiên, Mansuy (1916), Kobayashi (1944) đã công bố các đới hoá thạch Cambri muộn ở Lũng Cú là đới *Billingsella tonkiniana*, đới *Prosaukia angulata*, đới *Dictyella? mansuyi*, đới *Calvinella walcotti*. Do đó Saurin (1956) đã xếp tuổi của loạt Lũng Cú vào Potdami (Cambri muộn) và Ordovic. Theo khảo sát của NCS, mặt cắt Lũng Cú lộ theo đường ô tô từ xã Lũng Cú về huyện Đồng Văn rất dễ khảo sát nhưng diện lộ các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ bị phá hủy nhiều do các hoạt động của đứt gãy và uốn nếp. Chính vì vậy, NCS đã phát hiện ra mặt cắt Lũng Cú II lộ tốt hơn và cách mặt cắt Lũng Cú khoảng 1 Km về phía



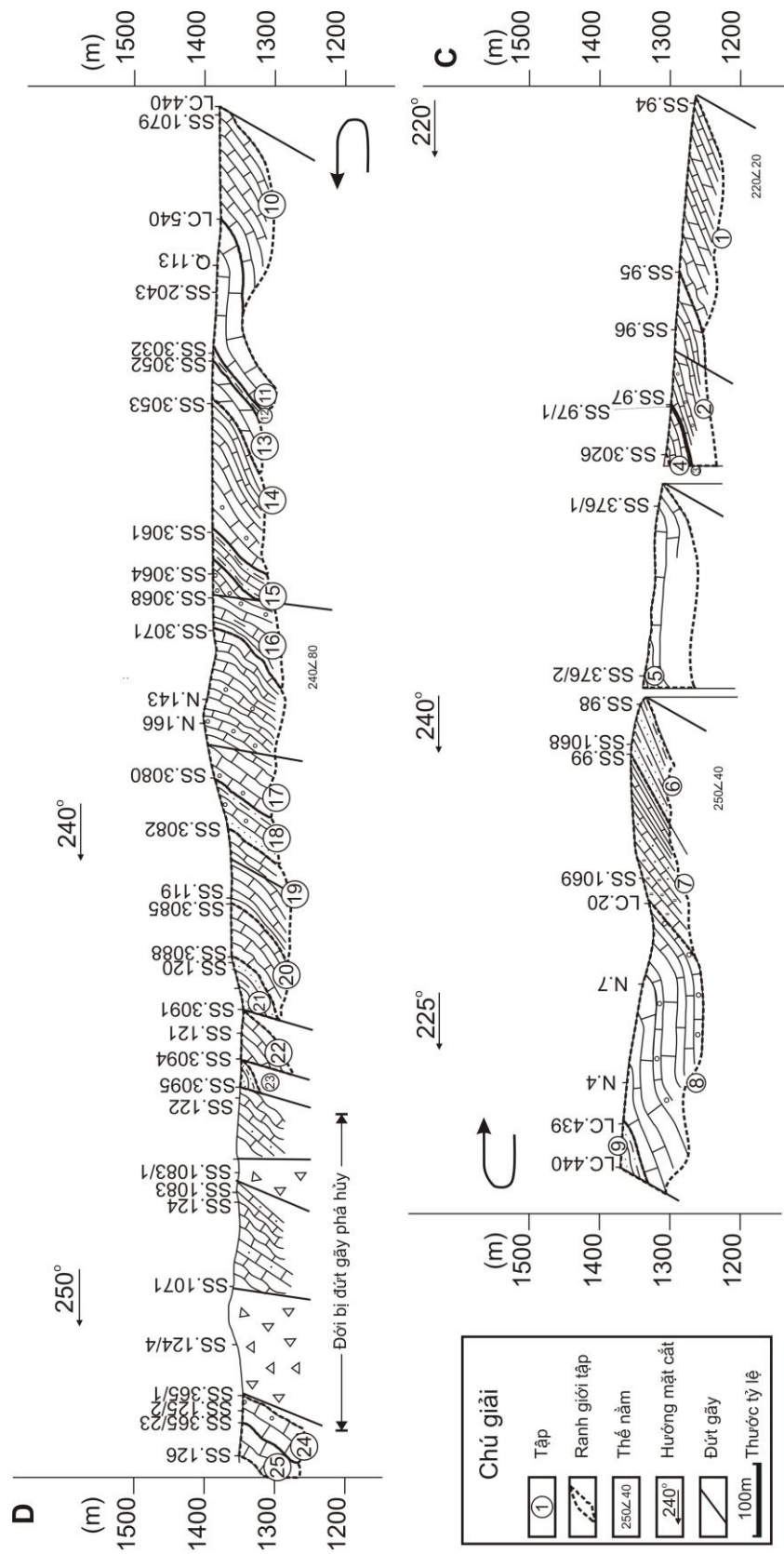
Hình 1.7. Sơ đồ phân bố điểm khảo sát tại mặt cắt Lũng Cú II.

tây bắc. Mặt cắt Lũng Cú II được khảo sát từ đông bắc bản Xẻo Lũng qua Cột cờ Lũng Cú, đến bản Lô Lô và kết thúc ở bản Thèn Ván thuộc xã Lũng Cú, trật tự địa tầng từ dưới lên như sau (Hình 1.7, 1.8 và 1.9):

Tập 1. Đá vôi dolomit phân lớp trung bình đến rất dày (từ 40cm đến 120cm) đan xen với đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) màu xám tro, xám xanh và xám sẫm. (SS.94 - SS.95). Bề dày 100m.

Tập 2. Đá vôi trứng cá và đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 50cm) xen kẽ với đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro, xám xanh và xám sẫm. (SS.95 - SS.97). Bề dày 50m. Xuất hiện đứt gãy trong diện phân bố của tập.

Tập 3. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng. (SS.97 - SS.97/1). Bề dày 2m.



Hình 1.8. Mặt cắt Lũng Cú II.

Tập 4. Đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) đan xen với đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro, xám sẫm và thỉnh thoảng kẹp đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 20cm) màu xám tro, xám sẫm. (SS.97/1 - SS.3026). Bề dày 30m.

Tập 5. Đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 40cm) xen kẹp với đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro và xám xanh. (SS.376/1 - SS.376/2). Bề dày 20m. Xuất hiện đứt gãy trong diện phân bố ở phần dưới và phần trên của tập.

Tập 6. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng chứa phong phú hóa thạch Trilobita: *Blackwelderia* sp. (Hình 1.10B), và Brachiopoda: *Lingulella* sp. (Hình 1.10C) (SS.98 - SS.99). Bề dày 30m.

Tập 7. Đá vôi đan xen đá sét vôi xen kẹp đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt và đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phân lớp trung bình (từ 10cm đến 30cm) màu xám tro và xám xanh. (SS.99 - LC.20). Bề dày 117m. Gặp hai đứt gãy trong diện phân bố của tập.

Tập 8. Đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật và đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 40cm) đan xen với đá vôi đan xen đá sét vôi thỉnh thoảng xen kẹp đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) màu xám tro và xám xanh. Ở phần cao của tập gặp đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt bị dolomit hóa từng phần và chứa ổ silic. (LC.20 - LC.439). Bề dày 130m.

Tập 9. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng. (LC.439 - LC.440). Bề dày 10m. Xuất hiện đứt gãy trong diện phân bố ở phần trên của tập.

Tập 10. Đá vôi đan xen đá sét vôi xen kẽ với đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 40cm) màu xám tro và xám xanh. Thường xuyên gặp đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt bị dolomit hóa từng phần và

chứa ỏ silic (LC.440 - LC.540). Bề dày 40m.

Tập 11. Đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt, đá vôi stromatolit phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 40cm) (Hình 3.5E) đan xen với đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro và xám xanh. Đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt bị dolomit hóa mạnh. Các lớp đá này đều chứa ỏ silic (LC.540 - SS.3032). Bề dày 26,5m.

Tập 12. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng chứa hóa thạch Trilobita: *Prochuangia* sp., (SS.3032 - SS.3052). Bề dày 4m.

Tập 13. Đá vôi dolomit phân lớp dày đến rất dày (từ 30cm đến 110cm) đan xen với đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) màu xám tro, xám xanh và xám sẫm. (SS.3052 - SS.3053). Bề dày 30m.

Tập 14. Đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật và đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 40cm) màu xám tro và xám xanh đan xen với đá vôi đan xen đá sét vôi thỉnh thoảng xen kẹp đá vôi dạng cuội kết phân lớp mỏng (từ 5cm đến 10cm) ở phần cao của tập. (SS.3053 - SS.3061). Bề dày 85m.

Tập 15. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi màu xám tro phong hóa màu nâu vàng phân lớp mỏng và đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) màu xám tro, xám xanh đan xen đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật và thỉnh thoảng kẹp đá vôi cấu tạo xiên chéo màu xám tro và xám xanh. Trong các lớp đá bột kết chứa vôi có hóa thạch Trilobita: *Prochuangia* sp., (SS.3061 - SS.3064). Bề dày 65m.

Tập 16. Đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm) xen kẹp với đá vôi đan xen đá sét vôi và đá vôi vụn màu xám tro, xám sẫm. Ở phần cao nhất của tập gặp đá phiến sét màu xám xanh, xám tro phong hóa màu nâu vàng sẫm chứa hóa thạch Trilobita: *Pagodia* sp., (SS.3068 - SS.3071). Bề dày 40m.

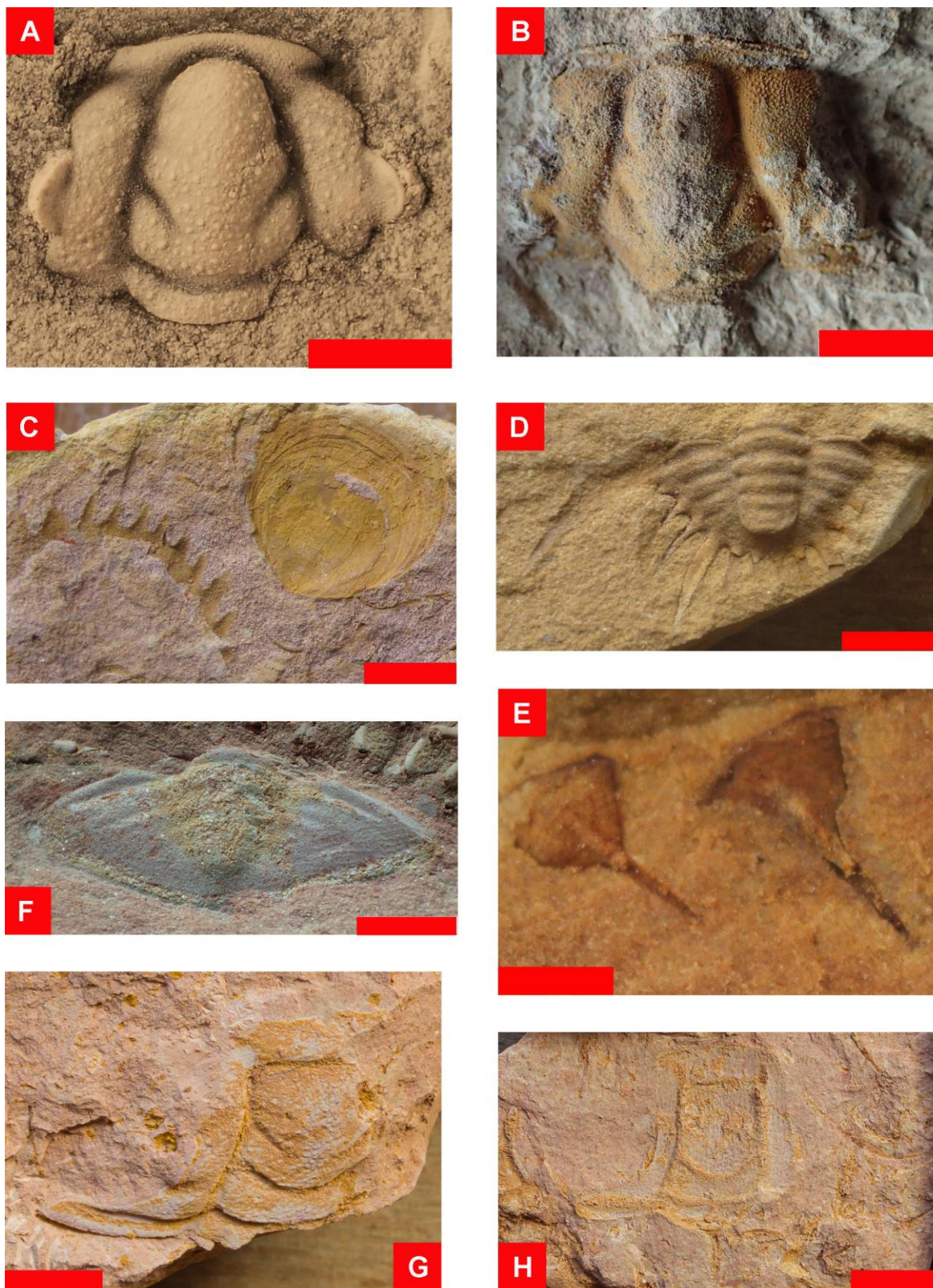
Tập 17. Đá vôi trứng cá và đá vôi cấu tạo xiên chéo phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 40cm) đan xen với đá vôi đan xen đá sét vôi thỉnh thoảng xen kẹp

Tuổi địa chất		Hệ tầng	Tập	Thạch học	Bề dày (m)	Đặc điểm thạch học và cổ sinh
Devon sớm		Si ka				
ORDOVIC	Sớm	Lutxia	25		30	Đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp từ 10 - 50cm, đá vôi đan xen đá phiến sét và đá vôi dạng cuội kết phân lớp từ 5 - 10cm, chứa Conodonta: <i>Cordylodus</i> sp.
			24		65	Đá vôi đan xen đá phiến sét, đá vôi trứng cá và đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp từ 10 - 50cm, xen kẹp đá vôi dạng cuội kết phân lớp từ 5 - 10cm. Phần thấp tập chứa Conodonta: <i>Cordylodus angulatus</i> , <i>Semiacontiodus</i> sp., <i>Iapetognathus</i> sp. và <i>Chosonodina</i> sp. và Trilobita: <i>Conophrys</i> sp.
			23		10	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu vàng
			22		40	Đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi trứng cá phân lớp 10 - 30cm màu xám tro và xám xanh chứa hóa thạch Brachiopoda: <i>Oligorthis</i> sp., và Crinoidea
CAMBRI	Muộn	Chang Pung	21		24	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng chứa hóa thạch Trilobita <i>Calvinella walcotti</i> và Brachiopoda <i>Eoorthis</i> sp.,
			20		43	Đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phân lớp từ 10 - 30cm màu xám tro và xám xanh
			19		55	Đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi cấu tạo xiên chéo phân lớp từ 10 - 30cm. Đá vôi trứng cá phân lớp từ 10 - 30cm ở phần thấp tập. Đá phiến sét màu xám tro, phong hóa màu nâu vàng xuất hiện ở phần cao nhất của tập
			18		48	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng chứa Trilobita <i>Dictyella mansuyi</i> và Brachiopoda, đá vôi trứng cá và đá vôi đan xen đá sét vôi phân lớp 10 - 40cm
			17		134	Đá vôi trứng cá, đá vôi cấu tạo xiên chéo phân lớp 10 - 40cm, đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi dạng cuội kết phân lớp từ 5 - 10cm chứa Trilobita: Saukiidae
			16		40	Đá vôi bùn phân lớp mỏng, đá vôi đan xen đá sét vôi và đá vôi vụn. Phần cao nhất của tập gặp đá phiến sét màu xám xanh, chứa Trilobita: <i>Pagodia</i> sp.,
			15		65	Đá cát - bột kết chứa vôi có Trilobita: <i>Prochuangia</i> sp., đá vôi bùn phân lớp mỏng, đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật, đá vôi cấu tạo xiên chéo.
			14		85	Đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật và đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp từ 10 - 40cm, đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi dạng cuội kết phân lớp từ 5cm đến 10cm
			13		30	Đá vôi dolomit phân lớp từ 30 - 110cm và đá vôi bùn phân lớp mỏng
			12		4	
			11		26.5	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng chứa Trilobita: <i>Prochuangia</i> sp.,
			10		40	Đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt bị dolomit hóa mạnh, đá vôi stromatolite chứa ô silic phân lớp 10 - 40cm và đá vôi đan xen đá sét vôi.
			9		10	Đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt bị dolomit hóa từng phần và chứa ô silic phân lớp 10 - 40cm.
			8		130	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu vàng
						Đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật, đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp 10 - 40cm, đá vôi đan xen đá sét vôi phân lớp mỏng. Đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt bị dolomit hóa từng phần và chứa ô silic.
			7		117	Đá vôi đan xen đá sét vôi, đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt và đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phân lớp trung bình (từ 10cm đến 30cm)
			6		30	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng, chứa Trilobita: <i>Blackwelderia</i> sp. và Brachiopoda: <i>Lingulella</i> sp.,
			5		20	Đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp từ 10 - 40cm và đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro, xám xanh
			4		30	Đá vôi bùn phân lớp mỏng (từ 2cm đến 10cm), đá vôi đan xen đá sét vôi và đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp từ 10cm đến 20cm
3		2	Đá cát - bột kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu vàng			
Giữa			2		50	Đá vôi trứng cá, đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp từ 10cm đến 50cm, đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro, xám xanh và xám sẫm
			1		100	Đá vôi dolomit phân lớp từ 40 - 120cm, đá vôi bùn phân lớp mỏng từ 2 - 10cm

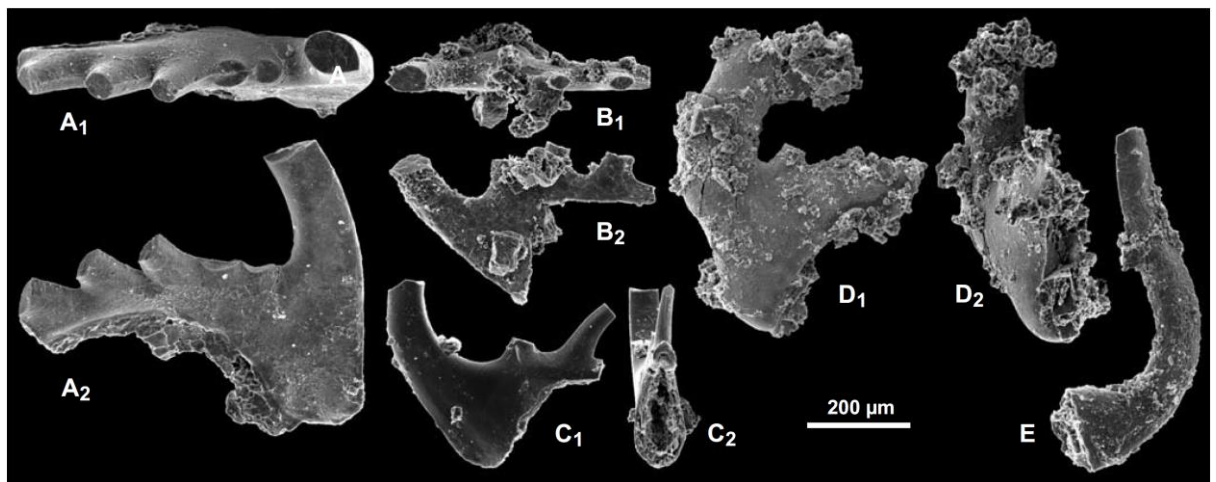
Hình 1.9. Cột địa tầng mặt cắt Lũng Cú II vùng Đồng Văn.

đá vôi dạng cuội kết phân lớp mỏng (từ 5cm đến 10cm) màu xám tro và xám xanh. Ở phần giữa của tập gặp Trilobita: Saukiidae (SS.3071 - SS.3080). Bề dày 134m. Xuất hiện đứt gãy trong diện phân bố của tập.

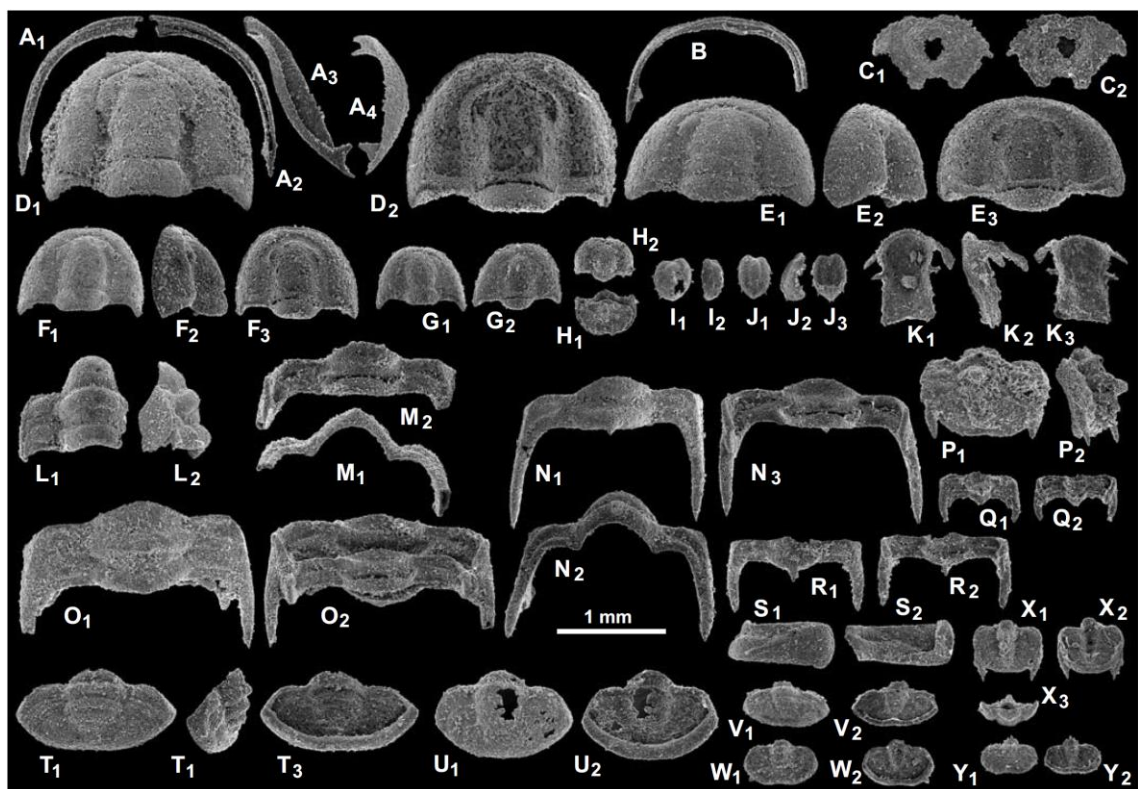
Tập 18. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi màu xám tro phong hóa



Hình 1.10. Hóa thạch đặc trưng tuổi Cambri muộn vùng Đồng Văn. *Blackwelderia* sp., (A- mặt cắt Chang Pung, B- mặt cắt Lũng Cú II); *Lingulella* sp., (C- mặt cắt Lũng Cú II); *Damesella brevicaudata* (D- mặt cắt Chang Pung); *Dictyella mansuyi* (E- mặt cắt Lũng Cú II); *Calvinella walcotti* (F, G, H- mặt cắt Lũng Cú II). Thanh tỉ lệ = 5mm.



Hình 1.11. Hóa thạch Conodonta *Cordylodus angulatus* (A-D); *Semiacontiodus* sp. (E) tại điểm SS. 125 mặt cắt Lũng Cú II, Đồng Văn, Hà Giang.



Hình 1.12. Hóa thạch Trilobita *Conophrys* sp. tại điểm SS. 125 mặt cắt Lũng Cú II, Đồng Văn, Hà Giang.

màu nâu vàng phân lớp mỏng xen kẹp đá vôi trứng cá phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 40cm) và đá vôi đan xen đá sét vôi màu xám tro và xám xanh. Trong các lớp đá bột kết chứa vôi có hóa thạch Trilobita *Dictyella mansuyi* (Hình 1.10E)

và Brachiopoda gặp ở phần thấp của tập (SS.3080 - SS.3082). Bề dày 48m.

Tập 19. Đá vôi đan xen đá sét vôi xen kẹp đá vôi cấu tạo xiên chéo phân lớp trung bình (từ 10cm đến 30cm) màu xám tro và xám xanh. Ở phần thấp của tập gặp đá vôi trứng cá phân lớp trung bình (từ 10cm đến 30cm). Đá phiến sét màu xám tro, phong hóa màu nâu vàng xuất hiện ở phần cao nhất của tập. (SS.3082 - SS.3085). Bề dày 55m. Gặp một đứt gãy trong diện phân bố của tập.

Tập 20. Đá vôi đan xen đá sét vôi thỉnh thoảng xen kẹp đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phân lớp trung bình (từ 10cm đến 30cm) màu xám tro và xám xanh. (SS.3085 - SS.3088). Bề dày 43m.

Tập 21. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng chứa hóa thạch Trilobita: *Calvinella walcotti* (Hình 1.10F,G,H) và Brachiopoda: *Eoorthis* sp., (SS.3088 - SS.3090). Bề dày 24m. Xuất hiện đứt gãy trong diện phân bố phần trên của tập.

Tập 22. Đá vôi đan xen đá sét vôi thỉnh thoảng xen kẹp đá vôi trứng cá phân lớp trung bình (từ 10cm đến 30cm) màu xám tro và xám xanh chứa hóa thạch Brachiopoda: *Oligorthis* sp., và Crinoidea. (SS.3091 - SS.3094). Bề dày 40m.

Tập 23. Đá bột kết chứa vôi xen đá cát kết chứa vôi phân lớp mỏng, màu xám tro phong hóa màu nâu vàng (SS.3094 - SS.3095). Bề dày 10m. Xuất hiện đứt gãy trong diện phân bố phần dưới và phần trên của tập.

Tập 24. Đá vôi đan xen đá phiến sét màu xám tro và xám xẫm đan xen đá vôi trứng cá và đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 50cm) màu xám tro và xám xanh. Đôi chỗ xen kẹp đá vôi dạng cuội kết phân lớp mỏng (từ 5cm đến 10cm) màu xám tro. Ở phần thấp của tập lần đầu tiên phát hiện hóa thạch Conodonta: *Cordylodus angulatus*, *Semiacontiodus* sp., *Iapetognathu* sp. và *Chosonodina* sp. (Hình 1.11) và Trilobita: *Conophrys* sp. (Hình 1.12) tuổi Ordovic sớm (SS.365/1 - SS.365/23) (Dzik, J., và Nguyen Duc Phong, 2016). Bề dày 65m. Tiếp tục xuất hiện một đứt gãy trong diện phân bố của tập.

Tập 25. Đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt màu xám tro, xám sáng phân lớp trung bình đến dày (từ 10cm đến 50cm) xen kẹp đá vôi đan xen đá phiến sét màu xám tro. Thỉnh thoảng xen kẹp đá vôi dạng cuội kết phân lớp mỏng (từ 5cm đến 10cm) màu xám tro. Lần đầu tiên phát hiện hóa thạch Conodonta: *Cordylodus* sp., tuổi Ordovic sớm ở phần cao nhất của tập (SS.365/23 - SS.126) (Dzik, J., và Nguyen Duc Phong, 2016). Bề dày 30m.

Ở mặt cắt Lũng Cú II các tập 1 - 21 thuộc về hệ tầng Chang Pung (ε_2 - ε_3 cp) với tổng bề dày khoảng 1.080m, các tập 22 - 25 thuộc hệ tầng Lutxia (O_1 lx) bề dày 145m. Tại mặt cắt này quan hệ dưới của hệ tầng Chang Pung không quan sát được. Quan hệ giữa hệ tầng Chang Pung và Lutxia là chuyển tiếp. Hệ tầng Lutxia có quan hệ bất chỉnh hợp trên với hệ tầng Si Ka tuổi Devon sớm.

1.4.2. Sinh địa tầng

Địa tầng và cổ sinh các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn có những nét với gần gũi với Tây Bắc Bộ và Nam Trung Quốc. Trong phạm vi vùng nghiên cứu sinh địa tầng đã được phân chia thành 8 đới Trilobita (Phạm Kim Ngân và nnk., 2008) và 2 đới Brachiopoda (Trần Hữu Dân trong Đặng Trần Huyền và nnk., 2007) (Hình 1.13).

1.4.2.1. Trilobita

Đới *Annamitia spinifera*

Phân bố trong đá vôi sét, đá phiến sét, bột kết chứa vôi thuộc phần thấp của hệ tầng Chang Pung, ở các vùng Vị Xuyên, Thanh Thủy, Đồng Văn. Đới này nằm trực tiếp trên đới *Tonkinella flabelliformis* và nó được xác định là đới có vị trí địa tầng cao nhất trong mặt cắt Cambri trung. Thành phần của đới ngoài loài mang tên đới còn có *Paracoosia mansuyi*, *P. deprati*, *Damesella brevicaudata*, *Lingulella* sp., *Westonia* sp., *Trematobolus* sp. Đới này đối sánh với đới cùng tên trong phần thấp hệ tầng Hàm Rồng (ε_2 - O_1 hr) ở Tây Bắc Bộ. Ứng với đới *Damesella* trong hệ tầng Xiwangmiao ở Trung Quốc, đới *Leiopyge laevigata* ở Úc và Bắc Âu (Shergold, 1995; Zhou Zhiyi và Zhen Yongyi, 2008; Phạm Kim Ngân và nnk., 2008).

Series	Stage	SLOPE AREAS										PLATFORM AREA	VÙNG ĐỒNG VĂN, ĐÔNG BẮC VIỆT NAM	
		S. CHINA (Jiangnan Area)			S. CHINA (Jingbei Area)		SW. YUNNAN	TARIM	NW. TIANSHAN	ML. QILIAN				
W., NW. HUNAN & E. GUIZHOU	W. ZHEJIANG	S. ANHUI	NE. SICHUAN & S. SHAANXI	SW. HENAN & NW. HUBEI	Chuangtiella Zone	Mansuities					Chuangtia	Glyptagnostus reticulatus	Shengtia	Fenghuangella
L. constrictum - S. brevicla Zone	Lotagnostus hedini Zone	Wanwanaspis Zone					Prosuakia - Saukiella Z.	Glyptagnostus reticulatus	Fenghuangella	Lejopyge sinensis Z.				
A. taiyuanense - L. cf. beveli Z.	Acroceras - Antiacroceras Z.													
L. americanus - H. regalis Zone	Lotagnostus americanus Zone	Pseudocalvinella Zone												
P. nasalis - P. hunanensis Z.		Prosuakia - Saukiella Z.												
L. (E.) decorus - Kaolishanella Z.														
R. cilienis - O. cf. kuruktagensis Z.	A. orientalis - S. kiangshanensis Z.													
A. orientalis - I. angustilimbata Z.														
C. plumula - S. cf. kiangshanensis Z.	Exercanium Zone													
A. inexpectans - P. protracta Zone	Proceratopyge fenghuangensis Z.													
Glyptagnostus reticulatus Zone	Glyptagnostus reticulatus Z.													
Glyptagnostus stolidotus Zone	G. stolidotus Z.													
Linguiagnostus reconditus Zone	Lejopyge sinensis Z.													
Proagnostus bulbos Zone														
Lejopyge laevigata Zone	Lejopyge armata Z.													
Goniagnostus nathorsti Zone														
Ptychagnostus punctuosus Zone	Pseudophalacroma ovale Zone													
Ptychagnostus atavus Zone	Ptychagnostus atavus Zone													
Ptychagnostus gibbus Zone	“Ptychagnostus gibbus” Zone													
Oryctocephalus indicus Zone														

Đới *Drepanura premesnili*

Phân bố ở các đá phiến sét, bột kết chứa vôi thuộc phần thấp của hệ tầng Chang Pung ở vùng Đồng Văn (Hà Giang). Đới này nằm trực tiếp trên đới *Annamitia spinifera* và nó được xác định là đới đặc trưng cho phần thấp nhất của mặt cắt Cambri thượng. Thành phần của đới: *Drepanura premesnili*, *Blackwelderia sinensis*, *Stephanocare richthofeni*, *Cyclolorenzella tonkinensis*, *Parableckwelderia spectabilis*. Đới sánh với đới cùng tên trong phần thấp hệ tầng Hàm Rồng (ϵ_2 - O_1 hr) ở Tây Bắc Bộ và trong hệ tầng Xiwangmiao ở Trung Quốc (Zhou Zhiyi và Zhen Yongyi, 2008), với đới *Stephanocare* - *Blackwelderia* ở Triều Tiên, đới *Agnostus pisiformis* ở Bắc Âu (Phạm Kim Ngân và nnk., 2008).

Đới *Prochuangia mansuyi*

Phân bố trong các lớp đá phiến sét, bột kết chứa vôi, đá vôi sét thuộc phần giữa của hệ tầng Chang Pung ở vùng Đồng Văn (Hà Giang). Thành phần hoá thạch: *Prochuangia mansuyi*, *Proceratopyge* sp, *Chuangiopsis* sp. Đới đặc trưng cho phần giữa Cambri thượng. Đới này ứng với đới cùng tên ở Trung Quốc và ở Triều Tiên, với đới *Olenus* ở Tây Âu (Zhou Zhiyi và Zhen Yongyi, 2008; Phạm Kim Ngân và nnk., 2008).

Đới *Irvingella taitzuhoensis*

Phân bố ở các lớp đá phiến sét chứa vôi thuộc phần giữa của hệ tầng Chang Pung ở vùng Đồng Văn (Hà Giang). Thành phần hoá thạch: Ngoài loài mang tên đới còn có *Pagodia* sp, *Caulaspina* sp. Đới đặc trưng cho phần giữa Cambri thượng. Đới *Irvingella taitzuhoensis* hoàn toàn ứng với đới cùng tên ở Trung Quốc, Sibiri, Kazakhstan và Australia (Zhou Zhiyi và Zhen Yongyi, 2008; Phạm Kim Ngân và nnk., 2008).

Đới *Prosaukia angulata*

Phân bố ở các lớp đá vôi sét, đá vôi trứng cá màu đen thuộc phần cao hệ tầng Chang Pung ở vùng Đồng Văn (Hà Giang). Thành phần gồm *Prosaukia angulata*, *Haniwa quadrata*, *Quadraticephalus walcotti*, *Kaolishania* sp. Đới đặc trưng cho

phần cao Cambri thượng và ứng với đới *Prosaukia* - *Ptychaspis* ở Bắc Mỹ, với đới *Tsinania* ở Trung Quốc, Bắc Triều Tiên (Zhou Zhiyi và Zhen Yongyi, 2008; Phạm Kim Ngân và nnk., 2008).

Đới *Dictyella mansuyi*

Phân bố trong các lớp đá vôi, đá vôi trứng cá, đá phiến sét, cát - bột kết chứa vôi, thuộc phần cao mặt cắt hệ tầng Chang Pung ở các vùng Đồng Văn (Hà Giang). Thành phần: *Dictyella mansuyi* Kobayashi, *Dictyella* sp., *Tsinania* sp., *Saukia* sp. Đới đặc trưng cho phần cao Cambri thượng. Đới *Dictyella mansuyi* cũng có mặt trong các đá carbonat thuộc phần cao hệ tầng Hàm Rồng (ϵ_2 - O_1 hr) ở Tây Bắc Bộ. Nó ứng với đới *Quadricephalus* ở Trung Quốc (Zhou Zhiyi và Zhen Yongyi, 2008; Phạm Kim Ngân và nnk., 2008).

Đới *Calvinella walcotti*

Phân bố ở các lớp đá phiến sét, bột kết chứa vôi thuộc phần cao hệ tầng Chang Pung ở Đồng Văn (Hà Giang). Thành phần gồm *Calvinella walcotti*, *Koldinioidea orientalis*, *Eoorthis* sp., *Saukia* sp. Đới đặc trưng cho phần gần cao nhất của Cambri thượng. Đới *Calvinella walcotti* hoàn toàn ứng với đới cùng tên thuộc phần cao hệ tầng Hàm Rồng (ϵ_2 - O_1 hr) ở Tây Bắc Bộ. Nó ứng với đới *Mictosaukia* ở Trung Quốc và Australia (Zhou Zhiyi và Zhen Yongyi, 2008; Phạm Kim Ngân và nnk., 2008).

Đới *Hysterolesus*

Phân bố trong các lớp đá vôi sét hoặc sét vôi thuộc phần thấp nhất hệ tầng Lutxia ở các vùng Đồng Văn (Hà Giang). Thành phần: *Hysterolesus* sp, *Bienvilla* sp, *Prosopiscus cheiruroides*. Đới đặc trưng cho phần thấp nhất của Ordovic hạ. Đới *Hysterolesus* được đối sánh với đới cùng tên đặc trưng cho phần thấp nhất của Ordovic hạ ở Nam Trung Quốc và trong các trầm tích carbonat - lục nguyên thuộc phần cao hệ tầng Hàm Rồng (ϵ_2 - O_1 hr) ở Tây Bắc Bộ (Phạm Kim Ngân và nnk., 2008).

1.4.2.2. Brachiopoda

Đới *Billingsella tonkiniana*

Phân bố ở các lớp đá vôi sét, đá phiến sét chứa vôi thuộc phần giữa của hệ tầng Chang Pung, vùng Đồng Văn (Hà Giang). Thành phần: *Billingsella tonkiniana*, *Huenella orientalis* Walcott. Đới này nằm sát dưới đới *Prochuangia mansuyi* và rất đặc trưng cho phần giữa Cambri thượng (Trần Hữu Dân trong Đặng Trần Huyền và nnk, 2007).

Đới *Oligorthis*

Phân bố trong các lớp đá vôi, đá vôi sét thuộc phần thấp nhất của hệ tầng Lutxia ở vùng Đồng Văn (Hà Giang). Thành phần: *Oligorthis* sp., *Bienvillia* sp., *Ramulicrinus* sp., *Tetragonocyclinus* sp. Đới đặc trưng cho phần thấp Ordovic hạ, cũng có mặt trong các đá carbonat thuộc phần cao hệ tầng Hàm Rồng (ϵ_2 -O₁ hr) ở Tây Bắc Bộ. Đới *Oligorthis* đặc trưng cho phần thấp Ordovic hạ ở các vùng phía Nam Trung Quốc (Trần Hữu Dân trong Đặng Trần Huyền và nnk., 2007).

1.4.3. Cấu trúc địa chất

1.4.3.1. Tổng quan bối cảnh địa chất khu vực

Theo các tài liệu nghiên cứu cấu trúc - kiến tạo, vùng Đồng Văn thuộc đới cấu trúc Sông Hiến trong miền chuẩn uốn nếp Đông Việt Nam (Dovjikov và nnk, 1965) hoặc gọi là hệ uốn nếp Việt Bắc (Trần Văn Trị và nnk., 1977). Bộ khung kiến trúc cơ bản của khu vực được cố kết vào cuối của giai đoạn hoạt động kiến tạo Caledoni.

Vào giai đoạn đầu Paleozoi, toàn Miền Bắc Việt Nam phát triển các trầm tích lục nguyên carbonat chứa phong phú hóa thạch biển nông ven bờ, chứng tỏ đây là thời kỳ bình ổn trên toàn khu vực. Vào cuối đại Paleozoi, tại khu vực này thống trị chế độ kiến tạo kiểu nền - san bằng kiến tạo (lớp phủ nền với phức hệ vật chất - kiến trúc nội mảng kiểu nền trên lục địa - pha kiến tạo phân dị yếu với biểu hiện của tập carbonat dày, khá đồng nhất).

Giai đoạn hoạt hoá magma - kiến tạo, bắt đầu từ Permi muộn và làm nảy sinh các cấu trúc Mesozoi đặc biệt: các trũng nguồn rift nội lục Sông Hiến được hình thành (các trũng chôn gói kiểu hoạt hoá magma - kiến tạo). Bối cảnh địa động lực chủ đạo vào thời kỳ này là tạo rift nội lục. Quá trình uốn nếp - nghịch đảo khép kín đới cấu trúc xảy ra một cách mạnh mẽ vào Carni (các uốn nếp dạng tuyến hẹp, các vảy chòm nghịch, nhiều khi dốc đứng thể hiện rõ vào thời kỳ này). Hình thành các hệ thống phá hủy - đứt gãy, các đới tách giãn dạng cánh gà, các cấu tạo vảy và phủ chòm, mật độ tập trung tăng cao của đứt gãy và lineamen, các đứt gãy chòm nghịch và các biến dạng nội mảng khác. Những đặc điểm biến dạng này là dấu ấn của giai đoạn hoạt động kiến tạo Indosini.

Giai đoạn Kainozoi gồm hai pha hoạt động kiến tạo. Trong pha đầu (Eocen-Miocen), chế độ địa động lực khu vực đặc trưng bởi trường ứng suất kiến tạo có lực nén ép theo phương á vĩ tuyến, tách giãn theo phương á kinh tuyến; trong pha sau (Pliocen - Đệ tứ), trường ứng suất lại có chế độ nén ép theo phương á kinh tuyến và tách giãn theo phương á vĩ tuyến.

Theo các tài liệu gần đây (Trần Văn Trị và nnk., 2009), vùng nghiên cứu có đặc điểm cấu trúc và địa chất khá gần gũi với khối lục địa Nam Trung Hoa, là một trong hai đai tạo núi nội lục Paleozoi sớm trong miền kiến tạo Bắc Việt Nam - Đai tạo núi nội lục Paleozoi sớm Đông Bắc Bộ, bị các trũng nội lục Paleozoi muộn - Kainozoi phủ chồng lên trên. Trên bình đồ hiện tại, vùng Đồng Văn nằm ở đới Tây Việt Bắc thuộc đai tạo núi nội lục Paleozoi sớm Đông Bắc Bộ.

Đới Tây Việt Bắc nằm giữa 2 đới đứt gãy Sông Chảy và Sông Đáy, gồm cả đới Sông Lô và phần bắc đới Sông Hiến theo phân chia của Dovjikov và nnk (1965), có các tổ hợp thạch kiến tạo rìa lục địa thụ động lục nguyên - carbonat Neoproterozoi thượng - Ordovic và Devon - Permi. Đới Tây Việt Bắc có thể chia thành hai phụ đới: phụ đới Sông Lô ở phía tây, chủ yếu là trầm tích Neoproterozoi thượng - Ordovic hạ và phụ đới Sông Gâm ở phía đông gồm các trầm tích Cambri - Ordovic hạ, Devon - Permi với hoạt động magma nhiều thể hệ đa dạng hơn.

Phụ đới Sông Gâm nằm tiếp giáp với phụ đới Sông Lô ở phía tây và đới đứt

gãy Sông Đáy kéo lên Bảo Lạc, Cao Bằng sang Quảng Tây (Trung Quốc) ở phía đông. Về địa hình, phụ đới này phân bố trên phần lớn lưu vực sông Gâm có đỉnh núi cao nhất là Phu Tha Ca (2276m), lưu vực sông Miện, cao nguyên Đồng Văn, Mèo Vạc và vùng Lũng Cú cực bắc của Việt Nam. Theo Trần Văn Trị và nnk (2009), tổ hợp thạch kiến tạo rìa lục địa thụ động Cambri giữa - Ordovic sớm gồm đá phiến thạch anh - sericit - vôi, đá phiến sét, bột kết vôi xen kẽ những lớp mỏng đá vôi, đá vôi dolomit cấu tạo trứng cá, có bề dày chung khoảng 3200m, tạo thành hai cánh của phức nếp lồi Sông Gâm bị biến dạng mạnh mẽ làm cho thể nằm và diện phân bố bị biến vị phức tạp.

1.4.3.2. Đặc điểm đứt gãy

Theo tài liệu bản đồ địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1: 200.000 tờ Bảo Lạc do Hoàng Xuân Tình chủ biên (1977), vùng Đồng Văn nằm ở phía bắc diện tích tờ Bảo Lạc. Nhằm làm sáng tỏ đặc điểm cấu trúc địa chất vùng nghiên cứu, NCS xin mô tả các hệ thống đứt gãy chủ yếu liên quan đến vùng Đồng Văn theo các nghiên cứu của các tác giả bản đồ địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1: 200.000 tờ Bảo Lạc (Hình 1.14). Dựa vào hình thái có thể phân biệt ra các hệ thống đứt gãy sau: Các hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam và các hệ thống đứt gãy phương đông bắc-tây nam.

1) Các hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam

Hệ đứt gãy sâu chòm ngạch Tráng Kim - Sông Năng

Hệ đứt gãy này đóng vai trò phân chia giữa đới Sông Gâm và đới Sông Hiến, chúng có dạng vòng cung ở rìa phía đông - đông bắc của đới Sông Gâm. Trong phạm vi vùng nghiên cứu, đứt gãy có phương tây bắc - đông nam, từ biên giới Việt Nam - Trung Quốc qua Tráng Kim đến thung lũng Sông Năng dài khoảng 105km nó còn tiếp tục phát triển về hai phía, về phía đông bắc đứt gãy còn tiếp tục phát triển trên lãnh thổ Trung Quốc khoảng 20km, về phía đông nam đứt gãy còn kéo dài hàng 100km qua Bắc Nậm - Phủ Thông - Chợ Mới - Phú Lương - Đại Từ. Như vậy, chiều dài của đứt gãy có thể đạt tới trên 200km. Đứt gãy cắt qua toàn bộ các cấu

trúc địa chất của vùng nghiên cứu cũng như khu vực Đông Bắc Bắc Bộ. Mặt trượt của đứt gãy nghiêng về phía tây nam với góc dốc không nhỏ hơn $50-60^{\circ}$ quan sát được tại các vết lộ trên đường từ bản Án đi Ngọc Long, dọc theo mặt trượt quan sát rõ quan hệ chòm nghịch giữa hai cánh của đứt gãy, thể hiện là các đá vôi Devon - Carbon ở cánh tây nam, di chuyển lên theo mặt trượt nằm chòm lên trên đá phiến sét bị vò nhàu của hệ tầng Sông Hiến. Ngoài ra, sự nâng lên hạ xuống tương đối giữa hai cánh của đứt gãy còn được xác nhận bằng sự phân bố rộng rãi các trầm tích trẻ (Trias) ở cánh hạ và cổ (Devon - Carbon) ở cánh nâng. Các đứt gãy chòm nghịch này đã được các nhà địa chất Pháp như Bourret R., (1922) giải quyết bằng đường ranh giới của lớp phủ địa di (Sa Ria). Dọc theo đứt gãy là đới đất đá bị cà nắt, vò nhàu mạnh mẽ; ở hai bên cánh thường phát triển các hệ thống đứt gãy nhỏ, các cấu tạo vi uốn nếp nhất là ở cánh hạ. Ngoài ra ở thung lũng Sông Năng và Khuổi Chủ, dọc theo đứt gãy còn phát triển các đới mạch thạch anh rất phức tạp. Hệ đứt gãy này có lẽ được hình thành cùng với sự phân chia ra hai đới Sông Hiến và Sông Gâm do sự phân dị chế độ kiến tạo xảy ra vào cuối Ordovic sớm do đó nó đóng vai trò phân đới.

Hệ thống đứt gãy chòm nghịch

Các đứt gãy chòm nghịch có phương tây bắc - đông nam phát triển chủ yếu trên diện tích của đới Sông Hiến, nhất là phần phía tây nam của đới (nằm trong vùng trũng hoạt hóa Mesozoi). Bao gồm hàng loạt đứt gãy có cùng đặc điểm, cùng tính chất, trong đó có các đứt gãy Si Thâu - Nà Pồng, đứt gãy Phó Bảng, Bảo Lạc, đứt gãy Pin Mon - Nậm Quét - Lũng Luôn. Đây là các đứt gãy cắt qua các cấu trúc của tầng kiến trúc Hecxini và Indosini, phá hủy và làm phức tạp hóa các cấu tạo của các tầng kiến trúc này. Đặc điểm chung của các đứt gãy trong hệ này là mặt trượt được khép kín và nghiêng về phía tây nam phát triển các thành tạo cổ hơn cánh hạ (thường là mặt cắt Devon hoặc Carbon giữa - Permi dưới); cánh hạ phổ biến là trầm tích Trias trung (hệ tầng Sông Hiến), nằm chúi xuống dưới cánh chòm với cự ly chòm nghịch không lớn. Thế nằm của đất đá giữa hai cánh lại khá phù hợp nhau; vì vậy phần lớn các quan sát thực địa đều bị nhầm lẫn về thứ tự địa tầng. Các đứt gãy

này thường chỉ nhận ra được ở các đới vỏ nhàu uốn nếp, các cấu tạo vi uốn nếp, uốn nếp nhỏ, các đứt gãy nhỏ đi cùng; các cấu tạo này có tính chất phản ánh đứt gãy chính sinh ra nó, do sự xô đẩy giữa hai cánh. Dọc theo đứt gãy còn gặp các đới dăm kết (Phó Bảng), các gương trượt dạng bậc và các đai mạch đá bazan xuyên lên.

Về quá trình hình thành và hoạt động của hệ đứt gãy này chưa có đủ tài liệu để khẳng định; nhưng có thể dự kiến là nó được gây dựng cùng với sự sụt lún hình thành vùng trũng hoạt hóa; các hoạt động phun trào nằm trong mặt cắt của hệ tầng Sông Hiến có thể lên theo các hệ đứt gãy này. Thời gian hoạt động của nó có lẽ được duy trì trong suốt quá trình sụt lún và nghịch đảo kiến tạo uốn nếp kết thúc chế độ địa mảng của vùng trũng hoạt hóa.

Sự hình thành các đứt gãy chòm nghịch có lẽ do kết quả của sự dồn ép của móng uốn nếp từ hai bên vào trung tâm vùng trũng hoạt hóa (trong quá trình sụt lún) cũng như lực đẩy ngang từ trung tâm trũng hoạt hóa ra hai bên xảy ra trong quá trình nghịch đảo kiến tạo phân bố (nâng lên). Những hoạt động tái phát của hệ đứt gãy này còn được ghi nhận bằng xâm nhập basic tuổi Creta xuyên lên theo mặt trượt, đôi nơi còn có biểu hiện các trầm tích Neogen (Đồng Mu); nhất là có ý nghĩa đối với sự phân dị địa hình hiện đại.

Hệ đứt gãy Mia Lé - Lũng Mần

Đây cũng là hệ đứt gãy nằm trong hệ thống các đứt gãy có phương tây bắc - đông nam, nhưng việc nghiên cứu nó còn sơ sài, vì vậy thiếu cơ sở để phân loại; hệ đứt gãy này cắt qua cả hai tầng trúc Caledoni và Hercyni, đi kèm với nó là các đới dăm, các đai mạch gabbro - diaba (Đồng Văn) và đai mạch thạch anh tinh thể (Ma Páng - Mia Lé).

2) Các hệ thống đứt gãy có phương đông bắc - tây nam

Trong tờ Bảo Lạc các hệ thống đứt gãy có phương đông bắc - tây nam gồm: Hệ đứt gãy Sông Gâm, hệ đứt gãy Sông Nho Quế, hệ đứt gãy Bản Ngà - Phia Búng và hệ đứt gãy dọc suối Linh Hồ.

Các hệ thống đứt gãy này, nhìn chung chưa được nghiên cứu kỹ càng bởi vậy

không thể tiến hành phân loại theo hình thái được. Đặc điểm chung của chúng là đường phương cắt vuông góc hoặc gần vuông góc với toàn bộ các cấu trúc từ cổ đến trẻ của vùng. Mặc dù đường phương đôi lập với các cấu trúc địa chất như vậy, nhưng tác dụng phá hủy hoặc làm biến dạng và phức tạp các cấu trúc ấy hầu như không đáng kể. Các hệ thống đứt gãy này không đóng vai trò chi phối các qui luật phát triển địa chất và sinh khoáng của vùng. Các hệ thống đứt gãy này cũng không có tác dụng đáng kể trong sự phân dị địa hình hiện đại.

Hệ thống đứt gãy phương đông bắc - tây nam, đa số được giới hạn bởi hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam (thể hiện tính trẻ hơn); song nhiều trường hợp nó lại bị đứt gãy phương tây bắc - đông nam cắt qua và làm dịch chuyển (thể hiện sự cổ hơn). Để giải thích những mâu thuẫn nêu trên có thể nghĩ rằng "Đây là hệ đứt gãy sinh muộn nhất (so với các hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam) nhưng phần lớn nó có lịch sử hoạt động ngắn ngủi và yếu ớt trong suốt đời sống của nó. Trong giai đoạn tân kiến tạo hầu như nó đã tàn lụi hoàn toàn, vì vậy nó đã không có tác dụng đáng kể trong sự phân dị địa hình hiện đại. Hệ thống đứt gãy này bị hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam cắt qua và gây dịch chuyển, có lẽ xảy ra trong giai đoạn tân kiến tạo là chủ yếu, bởi tính hoạt động tái phát mạnh mẽ và vai trò phân dị địa hình hiện đại một cách tích cực của hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam".

Chương 2

CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. CƠ SỞ KHOA HỌC

2.1.1. Thạch học đá trầm tích

2.1.1.1. Khái niệm

Thạch học là khoa học nghiên cứu về các đá hợp thành vỏ Trái đất, bên cạnh việc mô tả nhận biết các đá, thạch học nghiên cứu về nguồn gốc sinh thành của chúng. Thạch học đá trầm tích có nhiệm vụ nghiên cứu và mô tả thành phần, kiến trúc, cấu tạo của đá trầm tích. Theo Trần Nghi (2012) "*Đá trầm tích là những thể địa chất được hình thành trên bề mặt của vỏ Trái đất do tích tụ và biến đổi theo phương thức cơ lý và hóa học các sản phẩm phong hóa, kiến tạo, núi lửa và sinh vật trong điều kiện nhiệt độ và áp suất bình thường*".

Ba điều kiện qui định cho một thể địa chất độc lập là:

- Được phân biệt rõ rệt với các thể xung quanh về nguồn gốc, tức là do những quá trình địa chất riêng tạo nên;
- Có thành phần vật chất xác định, khác biệt với thành phần vật chất của các thể bao quanh;
- Giữa các hợp phần tạo đá có một cách thức tập hợp đặc trưng.

Lịch sử phát sinh và phát triển đá trầm tích có thể chia ra các giai đoạn sau:

- Giai đoạn tạo thành vật liệu trầm tích, bao gồm các quá trình thành tạo, vận chuyển và lắng đọng vật liệu trầm tích.
- Giai đoạn thành đá, là giai đoạn làm biến đổi vật liệu trầm tích thành đá trầm tích.
- Giai đoạn hậu sinh, là giai đoạn đá bắt đầu bị biến đổi khi bị chôn vùi xuống sâu.
- Giai đoạn biến chất sớm là giai đoạn đá bị biến đổi mạnh mẽ về thành phần,

khoáng vật, kiến trúc và đá trầm tích đã có nhiều dấu hiệu của đá biến chất dưới tác dụng của nhiệt độ và áp suất tăng cao.

Các quá trình phát sinh và phát triển đá trầm tích là những quá trình lâu dài, liên tục và có quy luật, xảy ra trong những điều kiện hóa - lý, nhiệt động rất khác nhau và phức tạp. Mỗi giai đoạn phát triển, biến đổi đều được phản ánh trong thành phần, cấu trúc của đá. Như vậy, nghiên cứu kiến trúc và cấu tạo của đá trầm tích phải xuất phát từ các nguồn gốc và điều kiện thành tạo khác nhau của chúng.

2.1.1.2. Kiến trúc

Khái niệm kiến trúc của đá trầm tích là đặc tính về hình dáng, kích thước của các hợp phần tạo đá và mối tương quan định lượng giữa chúng với nhau.

Kiến trúc của đá vụn cơ học

Đá vụn cơ học bao gồm hai hợp phần chủ yếu: hạt vụn (vật liệu tha sinh) và nền gắn kết. Theo quan điểm của người Nga, nền gắn kết đồng nghĩa với xi măng, còn theo quan điểm các nước phương Tây và Mỹ thì nền bao gồm matrix và xi măng. Matrix là những vật liệu không phải là vật chất có nguồn gốc từ dung dịch keo và dung dịch thật. Chúng là các vật liệu sét lẫn các hạt vụn rất bé ($< 0,1\text{mm}$). Xi măng là các hợp phần có nguồn gốc từ dung dịch keo và dung dịch thật như: canxit (CaCO_3), limonit, gotit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), hematit (Fe_2O_3), opax, canxedon ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), thạch anh (SiO_2), thạch cao ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) v.v..

Kiến trúc của đá trầm tích hóa học và sinh hóa

Đá hóa học và sinh hóa là sản phẩm ngưng keo và kết tủa từ dung dịch keo và dung dịch thật có hoặc vắng mặt vai trò của sinh vật. Vì vậy nhóm đá này có các kiểu kiến trúc sau đây:

- *Kiến trúc vô định hình*: thường gặp trong đá trầm tích nhôm, sắt, silixit, mangan v.v... Dưới 2 nicon vuông góc, hầu như tối đen, thành phần khá đồng nhất. Nhìn mắt thường đá có vết vỡ vỏ sò hoặc nhẵn.

- *Kiến trúc ẩn tinh*: cũng gặp trong các loại đá nói trên chỉ khác với kiến trúc

vô định hình là dưới 2 nicon vuông góc đá không còn đẳng hướng về quang học vì đã xuất hiện vô số tinh mầm trong nền đá dưới dạng ẩn tinh hạt hoặc ẩn tinh sợi. Dạng bên ngoài có cấu tạo đồng nhất, vết vỡ nhẵn hoặc vỏ sò

- *Kiến trúc vi hạt*: ($d = 0,01 - 0,001\text{mm}$) chỉ phân biệt được các tinh thể với nhau dưới kính hiển vi mà mắt thường không phát hiện được.

- *Kiến trúc hạt nhỏ*: kích thước hạt từ $0,1 - 0,01\text{mm}$.

- *Kiến trúc hạt vừa*: kích thước hạt từ $0,5 - 0,1\text{mm}$.

- *Kiến trúc hạt lớn*: kích thước hạt từ $0,5 - 1\text{mm}$.

- *Kiến trúc hạt thô*: kích thước hạt $> 1\text{mm}$.

Dựa vào mức độ tự hình, tha hình của các tinh thể mà gọi thêm các bổ ngữ để các khái niệm kiến trúc nói trên được hoàn chỉnh. Ví dụ đá vôi có kích thước hạt canxit trên 50% là 0,5 đến 1mm, tinh thể nửa tự hình thì gọi là kiến trúc hạt lớn nửa tự hình.

Riêng đối với các đá chứa tàn tích sinh vật, tùy hàm lượng các vỏ sinh vật trong đá mà gọi tên kiến trúc cho phù hợp. Có hai loại thường gặp:

- *Kiến trúc sinh vật*: đá được cấu thành chủ yếu là vỏ sinh vật bảo tồn tốt, loại này thường gặp trong đá vôi, đá silixit.

- *Kiến trúc tàn tích sinh vật*: khối lượng vỏ sinh vật ít hơn, bị vụn nát và bị thay thế bởi canxit hoặc silixit bảo tồn kém.

2.1.1.3. Cấu tạo

Khái niệm cấu tạo đá trầm tích là đặc tính sắp xếp các hợp phần tạo đá trong không gian và quan hệ giữa chúng với nhau.

Nhận biết cấu tạo đá trầm tích nhờ sự thay đổi về độ hạt, màu sắc và thành phần khoáng vật. Có thể chia cấu tạo đá trầm tích ra thành hai nhóm: cấu tạo trong lớp và cấu tạo trên mặt lớp.

Cấu tạo trong lớp

- *Cấu tạo khối*: được đặc trưng là các hợp phần tạo đá sắp xếp lộn xộn không có quy luật. Nguyên nhân cơ bản do vật liệu mang tới trong quá trình lắng đọng là đồng nhất, môi trường trầm tích gần như ổn định, tốc độ trầm tích tương đối nhanh, chế độ thủy động lực bị xáo động liên tục song không có dòng chảy đáy.

- *Cấu tạo phân lớp*: là đặc tính quan trọng của đá trầm tích, phản ánh chế độ động lực của môi trường thay đổi và vật liệu trầm tích mang tới cũng thường xuyên thay đổi. Có thể gặp các kiểu phân lớp gồm: Phân lớp ngang song song, phân lớp lượn sóng ngang song song, phân lớp sóng xiên, phân lớp dạng thấu kính, phân lớp sóng xiên đứt đoạn, phân lớp xiên chéo.

- *Cấu tạo nhịp (chu kỳ)*: là hiện tượng lặp lại một hay nhiều lớp trầm tích trong địa tầng. Nguyên nhân thành tạo các chu kỳ trầm tích là: do chuyển động kiến tạo có tính chất chu kỳ, do sự thay đổi khí hậu theo chu kỳ, do sự thay đổi mực nước biển có chu kỳ.

- *Cấu tạo turbidit*: là cấu tạo rối của một hỗn hợp đá trầm tích bao gồm các mảnh vỡ của đá trượt lở từ sườn lục địa dốc vào môi trường có dòng bùn đáy biển sâu khi đang có một pha kiến tạo mãnh liệt xảy ra.

- *Cấu tạo khác*: Cấu tạo dạng ổ silixit thành tạo thành từng ổ trong đá vôi do tái vận chuyển và tái phân bố không đều dưới tác dụng của dòng chảy đáy xảy ra ngang nhau sau quá trình đồng sinh. Cấu tạo kết hạch là những thể trầm tích dạng cầu, elipsoit hoặc bánh dày, đôi khi dạng méo mó, kích thước thay đổi từ vài milimet đến vài centimet. Cấu tạo trứng cá, hạt đậu và sperolit được hình thành trong điều kiện quá bão hòa dung dịch và môi trường nước luôn luôn xáo động.

- *Cấu tạo đường khâu (stylolit)* là những hình răng cưa cắt mặt lớp hoặc chạy theo mặt lớp. Đường khâu là hậu quả của quá trình nén ép yếu tạo ra đường nứt rạn reo và được lấp đầy bởi các dung dịch khoáng mang màu hoặc sét.

- *Cấu tạo stromatolit* được hình thành bởi hiện tượng bầy, trói buộc và xi măng hạt carbonat kích thước bột bởi màng sinh học từ vi khuẩn lam.

Cấu tạo trên mặt lớp

Cấu tạo trên mặt lớp xảy ra ngay sau khi các tầng trầm tích kết thúc quá trình lắng đọng chưa qua giai đoạn thành đá bị các tác dụng ngoại lực khác nhau. Có thể phân biệt các kiểu cấu tạo trên mặt lớp sau đây:

- Cấu tạo gợn sóng

+ Cấu tạo gợn sóng do gió có hai loại: loại cấu tạo đối xứng xuất hiện trên đáy biển ven bờ, đáy hồ ven bờ và loại cấu tạo không đối xứng xuất hiện ở bãi triều và bãi triều thoải, sườn nghiêng dốc về phía bờ.

+ Cấu tạo gợn sóng do dòng chảy một chiều ở các suối và sông cạn có trầm tích cát ở đáy thường tạo thành các gợn sóng chạy vuông góc với hướng dòng chảy.

- *Dấu vết chữ cổ* (hieroglif) là những gờ có hình chữ nổi trên mặt lớp do dòng chảy đáy xói mòn chạm trổ bề mặt trầm tích của đáy biển sâu sau khi kết thúc lắng đọng nhanh chưa kịp qua giai đoạn thành đá.

- *Dấu vết khe nứt khô* là hệ thống khe nứt hình đa giác hằn lên bề mặt các lớp trầm tích. Nguyên nhân là sau khi lắng đọng trầm tích do nâng kiến tạo hay biển lùi tạm thời trầm tích đang ướt bị phơi dưới nắng mặt trời đã tạo ra hệ thống nứt nẻ sau đó lại ngập nước trở lại và bị phủ bởi lớp trầm tích mới.

- *Dấu vết giọt mưa* là những vết lõm giọt mưa sâu từ 1 - 3mm, rộng vài mm thường nghiêng một góc nhất định và nổi gờ nhỏ về phía sườn dốc. Giải thích nguyên nhân tạo dấu vết giọt mưa cũng tương tự như dấu vết khe nứt khô.

- *Vết hằn do sinh vật* là dấu vết các hoạt động sống của sinh vật để lại rất đa dạng như các đường ngoằn ngoèo do giun bò và các loại sinh vật bám đáy. Khác với dấu vết chữ cổ là chữ cổ có hình chạm nổi còn dấu vết sinh vật có lõm hằn sâu vào mặt đá.

2.1.1.4. Phân loại đá trầm tích

Phân loại đá trầm tích trước hết phải phản ánh được nguồn gốc và bản chất quá trình thành tạo ra vật liệu trầm tích, các đặc điểm về thành phần khoáng vật và

hóa học, đồng thời việc phân loại phải đơn giản, dễ áp dụng trong thực tế. Đá trầm tích thường có nguồn gốc khác nhau và giữa các loại đá dường như bao giờ cũng có dạng trung gian, khiến cho việc phân loại và đặt tên gặp nhiều khó khăn, trở ngại.

Trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ ở vùng nghiên cứu chiếm chủ yếu là đá carbonat thuộc nhóm trầm tích hóa học và sinh hóa đan xen với đá trầm tích lục nguyên - carbonat chứa di tích sinh vật. Vì vậy, việc lựa chọn một mô hình phân loại hay sử dụng phối hợp các tiêu chuẩn phân loại khi nghiên cứu chúng phải đáp ứng được 4 yêu cầu cơ bản sau:

- Phản ánh được thực trạng khung thành phần vật chất - cấu trúc;
- Mang tính định lượng cao;
- Thuận tiện khi áp dụng trong nghiên cứu và sản xuất, kể cả cho công tác thực địa ngoài trời;
- Dễ dàng tiếp cận, hoà nhập với xu thế nghiên cứu địa chất hiện nay trong khu vực, cũng như trên thế giới.

Theo xu hướng chung hiện nay trên thế giới đều lấy tiêu chuẩn định lượng ở mức cao nhất về thành phần và các yếu tố kiến trúc có mặt trong các đá trầm tích để phân chia chúng, NCS lựa chọn sử dụng phối hợp các phân loại đá trầm tích sau đây áp dụng cho trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ ở vùng nghiên cứu gồm:

a. Phân loại theo thành phần khoáng vật:

Tên đá	Hàm lượng canxit (%)	Hàm lượng dolomit (%)
Dolomit	0 - 5	100 - 95
Dolomit nghèo vôi	5 - 20	95 - 80
Dolomit vôi	20 - 35	80 - 65
Dolomit giàu vôi	35 - 50	65 - 50
Đá vôi giàu dolomit	50 - 65	50 - 35
Đá vôi dolomit	65 - 80	35 - 20
Đá vôi nghèo dolomit	80 - 95	20 - 5
Đá vôi	95 - 100	5 - 0

b. Phân loại theo kích thước khoáng vật:

- Hạt thô: >1,0mm
- Hạt lớn: 1 - 0,5mm
- Hạt trung bình: 0,5 - 0,25mm
- Hạt nhỏ: 0,25 - 0,1mm
- Hạt mịn: 0,1 - 0,01mm
- Vi hạt: < 0,01mm

c. Phân loại theo hàm lượng các yếu tố kiến trúc: (R.L.Folk, 1959 và J.B.Dunham, 1962)

Các yếu tố kiến trúc bao gồm:

- *Vật liệu bùn carbonat* là các vi tinh (kích thước nhỏ hơn 0,004mm) canxit hoặc aragonit được hình thành ngay tại môi trường trầm tích và đóng vai trò tạo đá hoặc gắn kết tất cả các vật liệu tha sinh.

- *Xi măng carbonat kết tinh (sparite)* bao gồm tập hợp các tinh thể khoáng vật carbonat có kích thước lớn hơn 0,01mm, được hình thành sau quá trình thành đá từ các dung dịch bão hoà theo kiểu lấp đầy lỗ hổng, khe nứt hoặc tái kết tinh vật liệu bùn vôi và vật liệu tha sinh. Chúng đóng vai trò xi măng gắn kết giữa các thành phần hạt và khung xương sinh vật.

- *Vật liệu vận tha sinh sinh hoá (allochems)* là phần hạt rời rạc, thường ít nhiều đã trải qua quá trình vận chuyển trong môi trường nội bồn vào thời gian tích tụ trầm tích.

Dựa theo hàm lượng các yếu tố kiến trúc, J.B. Dunham (1962) chia đá trầm tích carbonat thành các loại đá sau:

- Nếu thành phần bùn carbonat chiếm ưu thế:

+ Thành phần vật liệu vận tha sinh sinh hoá nhỏ hơn 10% gọi là đá vôi bùn (mudstone).

+ Thành phần vật liệu vận tha sinh sinh hoá lớn hơn 10% gọi là đá vôi bùn chứa hạt (wackestone).

- Nếu thành phần vật liệu vụn tha sinh sinh hoá chiếm ưu thế:
- + Có thành phần bùn carbonat gọi là đá vôi hạt chứa bùn (packstone).
- + Không có thành phần bùn carbonat gọi là đá vôi hạt (grainstone).

Đá vôi bùn thường thành tạo ở những vùng nước sâu của thềm lục địa ở dưới mực tác động của sóng hoặc ở những không bị ảnh hưởng của gió như sau các đảo hay bãi nhô (shoal). Bùn vôi trong bối cảnh này được tạo nên từ sự phá hủy ăn mòn khung xương và vỏ của sinh vật đáy hoặc sự tích tụ của bùn biển khơi. Bùn vôi có thể tích tụ lại trong các vùng năng lượng vừa đến cao nếu được giữ lại tại chỗ bởi các vi khuẩn, cỏ biển...

Đá vôi bùn chứa hạt và đá vôi hạt chứa bùn là những đá cacbonat trung gian giữa đá vôi bùn năng lượng thấp và đá vôi hạt năng lượng cao trong bối cảnh nước ấm. Chúng không phổ biến trong bối cảnh nước lạnh do thiếu vắng bùn. Chúng có xu hướng tích tụ xa khỏi các rìa của các thềm lục địa hoặc ở các phần sâu của thềm dốc (ramp) những nơi mà chúng không được bảo vệ. Trong các vùng năng lượng vừa đến cao chúng được thành tạo bởi sinh vật. Nhiều đá vôi bùn chứa hạt và đá vôi hạt chứa bùn được cấu thành bởi các viên nhỏ vì hạt phản ánh hoạt động xáo trộn sinh vật (bioturbation) đó là các dấu vết đào, bới và trườn bò của động vật.

Đá vôi hạt hình thành trong bối cảnh nước lạnh là những cát xương đã được rửa sạch chuyển hoá từ các bryozoa, mollusca, brachiopoda và foraminifera. Đá vôi hạt tạo thành trong điều kiện nước nóng, được cấu thành bởi các mảnh vụn sinh vật (bioclast), các ooid và peloid thường được gặp trong các vùng năng lượng cao như các bãi nhô và bãi biển.

2.1.2. Tướng đá

2.1.2.1. Khái niệm tướng đá

Khái niệm về tướng (facies) đã được sử dụng lần đầu tiên ngay từ những năm cuối của thế kỷ 17 (N.Steno, 1669). Đến năm 1840, Gresli A. sử dụng thuật ngữ tướng theo định nghĩa sau: “Tướng trầm tích là các trầm tích có cùng một tuổi nhưng được thành tạo ở những nơi khác nhau trên vỏ Trái Đất”. Suốt từ đó, lịch sử

nghiên cứu về tướng trầm tích đã xuất hiện những quan điểm và nhận thức khác nhau, chưa thực sự nhất quán.

Moore (1948), sau đó Mackee E.D. (1955) và Satxki N.X (1955) quan niệm nghiên cứu tướng trầm tích là nghiên cứu các vấn đề về đặc điểm địa tầng. Quan điểm này sau đó đã không được chấp nhận, bởi vì một phân vị địa tầng thường bao gồm nhiều loại đá được thành tạo trong các điều kiện thủy thạch động lực và môi trường lắng đọng trầm tích khác nhau. Theo đó, một phân vị địa tầng có thể bao gồm nhiều tướng trầm tích khác nhau và ngược lại, một tướng trầm tích có thể bao gồm nhiều phân vị địa tầng khác nhau. Trên thực tế, một tầng đá trầm tích có thể bị biến đổi theo chiều ngang do sự thay đổi tướng, hay nói cách khác, trong cùng một tầng đá trầm tích có thể có nhiều tướng khác nhau và nhiều tầng đá trầm tích khác nhau có thể thành tạo trong những điều kiện tương tự nhau.

Trong những năm giữa thế kỷ 19, các nhà địa chất Thụy Sĩ sử dụng rất rộng rãi khái niệm về tướng. Theo đó, tướng được hiểu là một khái niệm bao hàm 3 nội dung về đặc điểm thành phần trầm tích, môi trường lắng đọng và bối cảnh kiến tạo liên quan. Ví dụ: tướng fliish cấu thành từ các trầm tích biển, đặc biệt là turbidit và các trầm tích dòng vụn cơ học khác được thành tạo ở các rìa lục địa tích cực; tướng molass bao gồm các trầm tích phi biển (non-marine) và biển nông (shallow-marine), chủ yếu là các đá cát kết và cuội kết, được thành tạo trong quá trình uốn nếp và tạo núi.

Haug (1907), Dacque (1956), Krumbein W.C. và Sloss L.L. (1958) cho rằng tướng trầm tích là một khái niệm thiên về thạch học và di tích cổ sinh vật: tướng trầm tích là tất cả những đặc trưng về thành phần thạch học và cổ sinh vật của thực thể trầm tích tại một vị trí nhất định. Theo đó, sự biến đổi tướng chính là sự biến đổi về thành phần thạch học và cổ sinh vật. Khái niệm tướng hiểu theo cách này không có tính khái quát và chưa đầy đủ.

Quan niệm tướng trầm tích là một khái niệm về điều kiện địa lý tự nhiên hoặc môi trường thành tạo trầm tích (Nalipkin D.V., Jemchunhikov, 1957, Pettijohn, 1986). Một đại diện của trường phái này là Jemchunhikov I.A. (1957),

cho rằng: tướng trầm tích không phải là đá, cũng không phải là địa tầng, không phải là thành phần thạch học hay cổ sinh trong địa tầng, mà là một hoàn cảnh trầm tích sinh thành những tầng đá nhất định. Những hoàn cảnh đó suy ra từ những đặc trưng khác nhau của thành phần thạch học, sinh vật, địa hoá. Theo quan điểm này, tuy không lấy đặc điểm thành phần thạch học, sinh vật, địa hoá làm tiêu chí để xác định tướng trầm tích, song nội dung môi trường lắng đọng trầm tích bao gồm những yếu tố quy định cho từng hoàn cảnh cụ thể.

Định nghĩa tướng của Rukhin L.B (1969) "Tướng là những trầm tích được thành tạo trong một vị trí nhất định trên bề mặt của vỏ Trái Đất có cùng những điều kiện khác với những vùng lân cận". Như vậy, tướng được đặc trưng bởi thành phần trầm tích và môi trường thành tạo nên trầm tích đó. Hai nhân tố đó liên hệ chặt chẽ và có sự thống nhất với nhau. Đó là quan hệ nhân quả, môi trường trầm tích là nguyên nhân hình thành nên các phức hệ tướng khác nhau còn thành phần thạch học là hệ quả.

Ngày nay, quan điểm của đa số các nhà trầm tích đều cho rằng: Tướng là một thực thể trầm tích bao gồm một hay nhiều loại đá được thành tạo trong những hoàn cảnh môi trường nhất định. Như vậy, hai yếu tố đặc điểm của các thành tạo trầm tích (thành phần thạch học, địa hoá, cổ sinh vật) và hoàn cảnh môi trường lắng đọng trầm tích đặc trưng là hai thuộc tính thống nhất cấu thành nên khái niệm hoàn chỉnh về tướng trầm tích.

2.1.2.2. Biến đổi tướng trầm tích

Trên thực tế, yếu tố địa lý tự nhiên thường biến đổi theo không gian (phương ngang), cũng như theo thời gian (phương thẳng đứng), chính vì thế, tướng trầm tích theo đó cũng có sự biến đổi.

+ Biến đổi theo không gian:

Do có sự thay đổi về điều kiện địa lý tự nhiên, cùng một thời gian thành tạo có thể có sự biến đổi về thành phần trầm tích và cổ sinh theo không gian, nghĩa là có sự biến đổi tướng theo phương ngang. Ví dụ: trong điều kiện môi trường biển,

cùng một thời gian ở vùng ven biển thành tạo tướng trầm tích hạt thô ven bờ, xa bờ hơn, thành tạo tướng trầm tích hạt nhỏ-mịn hoặc trầm tích sét và trầm tích hoá học thêm lục địa, v.v...

+ Biến đổi theo thời gian:

Trong cùng một khu vực, do hoạt động của vỏ Trái đất và sự thay đổi của các quá trình ngoại lực, hoàn cảnh môi trường thành tạo trầm tích cũng vì thế mà thay đổi, đó là sự biến đổi theo phương thẳng đứng của tướng trầm tích. Ví dụ: trong quá trình biển tiến, các trầm tích hạt thô ven biển bị các trầm tích hạt nhỏ biển nông phủ lên trên và tiếp theo là các trầm tích sét và trầm tích carbonat. Trật tự và thành phần trầm tích sẽ biến đổi ngược lại trong quá trình biển lùi.

2.1.2.3. Phân loại tướng trầm tích

Như trên đã đề cập, bên cạnh đặc điểm thành phần trầm tích, môi trường thành tạo là một trong hai thuộc tính có quan hệ hữu cơ cấu thành khái niệm tướng trầm tích. Sự thay đổi rõ rệt theo không gian của điều kiện địa lý tự nhiên trên bề mặt vỏ Trái đất dẫn tới sự thay đổi mạnh mẽ của môi trường thành tạo trầm tích. Mỗi một môi trường được đặc trưng bởi hình dạng, độ sâu, địa hình đáy của bồn trũng, chế độ hoá-lý (độ pH, Eh, độ muối, chế độ thủy động lực), v.v... chi phối các đặc tính của vật liệu trầm tích trong quá trình tích tụ và thành đá. Vì vậy, môi trường thành tạo trở thành một tiêu chí quan trọng khi phân loại tướng trầm tích. Theo đó, có thể phân thành 3 nhóm tướng:

Nhóm tướng lục địa bao gồm các tướng: tàn tích, sườn tích, bồi tích, lũ tích, hồ, đầm lầy, sa mạc, băng hà;

Nhóm tướng biển chia thành các tướng bãi biển, ven biển, biển nông, biển sâu, biển thẳm;

Nhóm tướng chuyển tiếp từ lục địa ra biển gồm các tướng: vũng vịnh, cửa sông, tam giác châu (delta).

Rukhin (1969) chia nhóm tướng trầm tích biển thành các đơn vị tướng sau:

- Tường ven biển thuộc đới thủy triều dao động lên và xuống;
- Tường biển nông (< 200m);
- Tường biển sâu (200 - 2000m);
- Tường biển thẳm (> 2000m).

Theo đó, tường biển nông tương ứng với thềm lục địa, tường biển sâu tương ứng với sườn lục địa và tường biển thẳm tương ứng với đáy đại dương.

Từ đó, dựa vào những đặc điểm về điều kiện địa lý tự nhiên có thể chia thành các tường và phụ tường trầm tích cụ thể. Các tường trầm tích có thể nhóm gộp trong một tổ hợp tường (facies association/facies assemblage), mặc dù, chúng được hình thành trong những kiểu môi trường lắng đọng khác nhau, nhưng có cùng hoàn cảnh cổ địa lý/điều kiện môi trường thành tạo tương đồng.

Trên cơ sở đặc điểm trầm tích của đối tượng nghiên cứu, để phục vụ trực tiếp cho việc phân chia các tường trầm tích các đá trầm tích Cambri trung-Ordovic hạ phân bố trên phạm vi nghiên cứu, sau đây những đặc điểm cơ bản của nhóm tường biển nông sẽ được đề cập.

Dựa theo đặc thù của môi trường thành tạo, các trầm tích/tường biển có những nét đặc trưng cơ bản sau:

- Diện phân bố rộng, sự biến đổi tường theo thời gian và không gian không lớn;
- Thành phần trầm tích đa dạng, có tính phân đới. Ở khu vực ven bờ phổ biến là các trầm tích vụn cơ học, xa bờ hơn độ hạt trầm tích nhỏ dần, độ chọn lọc và độ mài tròn tốt;
- Có mặt phong phú các trầm tích có nguồn gốc từ dung dịch thật.
- Độ dày thường lớn và tương đối ổn định;
- Giàu di tích sinh vật biển;

Liên quan tới môi trường biển, có khá nhiều yếu tố chi phối tới quá trình

hình thành trầm tích, trong đó có địa hình, độ sâu đáy biển, tính chất hóa-lý của nước biển, đặc điểm của thế giới sinh vật, tác động của sóng/dòng chảy ven biển, chế độ kiến tạo, v.v...

- Địa hình và độ sâu đáy biển là yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến sự hình thành vật liệu trầm tích, đặc điểm của hệ sinh vật, tính chất hóa-lý, cũng như chế độ thủy động học của nước biển. Theo độ sâu đáy biển có thể chia thành các đới: ven biển, biển nông, biển sâu và biển thẳm.

- Tính chất hóa - lý của nước biển:

+ Độ muối cao (trung bình 3,5%), thành phần cùng với nhiều nguyên tố khác. Độ muối thay đổi tùy theo khí hậu và ảnh hưởng trực tiếp tới hệ sinh vật biển, cũng như sự hình thành các loại trầm tích đặc trưng.

+ Độ pH của nước biển thường có tính kiềm ($\text{pH} = 7\div 9$), do vậy, các khoáng vật thành tạo trong môi trường biển đặc trưng cho môi trường kiềm.

+ Trị số Eh của nước biển trên mặt có tính oxy hóa, nhưng càng xuống sâu càng có tính khử, chi phối hiện tượng quang hợp và thành tạo một số loại khoáng vật khác nhau.

+ Nhiệt độ của nước biển thường thấp hơn nước trên môi trường lục địa. Nhiệt độ trên bề mặt phổ biến thay đổi từ -1 đến 8° đến 28° . Ở phần sâu của đại dương nhiệt độ của nước thường không quá $2-3^\circ$. Sự chênh lệch về nhiệt độ làm phát sinh hiện tượng đối lưu, hình thành nên các dòng nước biển và ảnh hưởng lớn đến sự phát triển của hệ sinh vật và thành tạo các loại trầm tích khác nhau.

+ Áp suất của nước biển có sự chênh lệch rất lớn, trên mặt áp suất thường chỉ khoảng 1at, nhưng ở độ sâu 10km áp suất lên tới 1000 at. Sự chênh lệch lớn về áp suất tạo nên sự phân đới của thế giới sinh vật biển và mức độ hòa tan khí trong nước biển.

+ Thế giới hữu cơ trong biển nhìn chung phát triển khá phong phú theo 3 nhóm chính là sinh vật bám đáy, sinh vật trôi nổi và sinh vật bơi lội. Ở phần trên nước biển, từ độ sâu 50-100m có mặt khá phong phú các loại sinh vật bơi lội và

sinh vật trôi nổi. Từ độ sâu 100-200m, sinh vật bám đáy ít dần và số lượng càng giảm theo sự tăng cao của độ sâu. Vai trò của sinh vật biển vừa tham gia vào thành phần trầm tích, vừa làm thay đổi môi trường lắng đọng trầm tích.

+ Kiến tạo: hoạt động kiến tạo tạo nên sự khác nhau về địa hình đáy biển, sự hoạt động của núi lửa và động đất gây ra sự thay đổi nồng độ vật chất trong nước biển và có thể tạo nên những đợt sóng thần ảnh hưởng trực tiếp tới quá trình lắng đọng trầm tích.

Các tướng trầm tích biển nông (tương ứng với thềm lục địa) được hình thành trong môi trường nước nông (vài chục tới 200 - 300m độ sâu), tức là cũng nằm trong đới chịu ảnh hưởng của sóng, của khí hậu và còn ánh sáng mặt trời, và nhờ đó, hệ sinh vật phát triển khá phong phú với bề rộng thường thay đổi từ vài trăm mét đến hàng kilomet tùy theo địa hình của từng khu vực. Thành phần trầm tích trong đới biển nông có cả trầm tích lục nguyên, như cát, bột, và có cả trầm tích hóa học và sinh hóa (đá vôi trứng cá, trầm tích silit, phosphorit, sắt, mangan), giàu trầm tích sinh vật (đá vôi ám tiêu), đặc biệt là các loại rong, tảo, sinh vật trôi nổi, bơi lội và bám đáy.

Thông thường, các tướng trầm tích ven biển - biển nông chủ yếu gồm:

Tướng tảng - cuội ven bờ: phát triển ở đới bờ có độ dốc lớn, các đảo nhô cao giữa biển. Vật liệu trầm tích là sản phẩm phá hủy của sóng các đá gốc ven bờ và kể cả do sông mang tới. Cuội kết ven bờ thường có độ chọn lọc tốt, phổ biến giàu xi măng vôi sét, silit chứa hóa đá sinh vật bám đáy.

Tướng cát biển nông ven bờ với vật liệu trầm tích chủ yếu là sản phẩm hoạt động của sóng, tái phân bố các dòng vật liệu do sông mang tới. Cát chiếm diện tích hạn chế với cấu tạo phân lớp xiên chéo, đôi khi có cấu tạo phân lớp xiên thoải, gợn sóng. Trong thành phần thường có mặt các mảnh vụn nát từ vỏ sò ốc, san hô,...

Tướng cát bột biển nông chiếm diện tích khá lớn, độ chọn lọc và mài tròn từ trung bình đến kém. Khoáng vật tạo đá chủ yếu là glauconit, phosphorit. Trầm tích hạt mịn chứa nhiều di tích hóa đá động vật biển. Cấu tạo phân lớp xiên thoải, ngang

lượn sóng và ngang song song yếu.

Tướng bùn - sét biển nông thường có thành phần là sét kết và bột kết chủ yếu do sông mang tới, ngoài ra, trong thành phần còn có các sản phẩm bào mòn từ bờ biển. Màu sắc thay đổi từ màu lục đến xám nhạt, nâu nhạt và nếu có chứa bitum sẽ có màu đen. Các thực thể trầm tích phân bố rộng và ổn định theo đường phương, phát triển kiểu cấu tạo phân lớp ngang. Hóa đá phong phú nhưng đơn điệu về chủng loại. Trong thành phần của các đá trầm tích vận cơ học và sét biển nông thường có mặt glauconit.

Tướng trầm tích hóa học/sinh hóa có thành phần chính yếu là bauxit, hematit, đá vôi có cấu tạo trứng cá, kết hạch hoặc dạng phân lớp.

- Trầm tích cát - sét chứa vôi thường giàu tàn tích vỏ Foraminifera (Trùng lỗ) và thường thành tạo ở đới biển nông gần bờ;

- Đá vôi chứa di tích Crinoidea (Huệ biển), Foraminifera;

- Đá vôi dạng vỏ thường thành tạo ở đới biển nông ở độ sâu chừng 100 - 200m chứa di tích vỏ động vật Brachiopoda (Tay cuộn);

- Đá vôi ám tiêu với thành phần chủ yếu là bột biển, san hô, tảo vôi và thường có bề dày tương đối lớn, và có mặt từ Paleozoi đến nay;

- Đá vôi hóa học thuần túy khá tinh sạch, không chứa di tích sinh vật hóa đá;

- Dolomit nguyên sinh thường có cấu tạo dạng lớp.

2.1.3. Cổ địa lý

2.1.3.1. Khái niệm cổ địa lý

Cổ địa lý là khoa học nghiên cứu cảnh quan địa lý tự nhiên và sự phát triển những cảnh quan đó trong lịch sử địa chất. Điều kiện địa lý tự nhiên bao gồm đặc điểm phân bố của lục địa và biển, cảnh quan lục địa và địa hình đáy biển, hoàn cảnh lắng đọng trầm tích trên lục địa và trong các bồn trầm tích, điều kiện khí hậu xảy ra quá trình phong hóa, vận chuyển và lắng đọng trầm tích.

* Với cách tiếp cận trên, nhiệm vụ chủ yếu của phân tích cổ địa lý bao gồm:

- Xác định đặc điểm trầm tích và đá trầm tích: vật liệu vụn, carbonat, trầm tích muối, than, bauxit,...

- Nghiên cứu thành phần đồng sinh thành đá của khoáng vật và các kết hạch.

- Nghiên cứu kiến trúc và cấu tạo: đặc điểm phân lớp, độ hạt, dấu vết gợn sóng, nứt nẻ do khô hạn, dấu vết chữ cổ,...

- Nghiên cứu đặc điểm cổ sinh và cổ sinh thái.

* Những nội dung nghiên cứu chi tiết để khôi phục hoàn cảnh cổ địa lý:

- Đối với khoáng vật tha sinh: xác định tổ hợp cộng sinh, khoáng vật bền vững và không bền vững phong hóa;

- Mức độ phong hóa của các khoáng vật không bền vững;

- Độ mài tròn, độ chọn lọc (So), độ cầu (Ro), hệ số bất đối xứng (Sk);

- Phân tích độ hạt và xử lý, giải thích các giá trị độ hạt và xây dựng các biểu đồ nguồn gốc và điều kiện thành tạo;

- Nghiên cứu đặc điểm bề mặt của các khoáng vật tha sinh;

- Nghiên cứu thành phần khoáng vật sét trong trầm tích và ximăng của đá vụn để khôi phục điều kiện thành tạo;

- Nghiên cứu định hướng các hạt cuội, các thớ lớp, các dấu vết chữ cổ, khôi phục hướng dòng chảy;

- Nghiên cứu địa hóa môi trường trầm tích: xác định độ pH, Eh, các nguyên tố vi lượng, Fe^{+3}/Fe^{+2} , chỉ số cation trao đổi (Kt), $Fe^{+2}S/Corg$;

- Nghiên cứu thạch học đá gốc.

2.1.3.2. Nghiên cứu lục địa cổ

a) Nghiên cứu vùng xâm thực

Để xác định vị trí vùng xâm thực có thể dựa vào thành phần thạch học và đặc

điểm cấu tạo:

* Thành phần thạch học:

- Trầm tích vụn thô và lát cắt không đầy đủ. Càng gần vùng xâm thực trầm tích vụn thô càng chiếm ưu thế, kích thước hạt tăng dần, độ mài tròn kém dần, độ chọn lọc kém;

- Tập hợp khoáng vật không vững bền phong hoá, như plagioclas bazơ, pyroxen, amphibol, olivin, mảnh đá vôi, trầm tích phun trào..., càng gần vùng xâm thực hàm lượng các khoáng vật này càng tăng.

- Thành phần thạch học, độ mài tròn, độ cầu và độ chọn lọc còn tùy thuộc vào thành phần đá gốc;

- Càng gần vùng xâm thực, các khoáng vật vụn trong đá sét càng có hàm lượng cao và kích thước càng lớn;

- Đối với các trầm tích carbonat, càng gần vùng xâm thực, càng xuất hiện nhiều lớp kẹp sét và đá vụn. Hiện tượng dolomit thay thế đá vôi là dấu hiệu tương dolomit gần bờ;

- Để xác định miền vận chuyển, miền xâm thực, cần phân tích quy luật thay thế tướng (theo chiều càng xa miền xâm thực): lục địa $\Rightarrow$ tướng gần bờ $\Rightarrow$ tướng vũng vịnh $\Rightarrow$ các tổ hợp tướng biển.

* Dựa vào phân tích cấu tạo

Để xác định hướng vận chuyển vật liệu trầm tích hạt vụn thường dựa vào đặc tính của các hạt cuội và cấu tạo của cả tập lớp. Nếu hạt cuội nghiêng về phía vùng xâm thực, các lớp trầm tích sẽ nghiêng hướng về phía bồn trầm tích.

b) Địa hình và thành phần của lục địa cổ

Địa hình lục địa cổ có thể ở dạng bóc mòn và dạng tích tụ. Xác định địa hình cổ sẽ rất khó khăn nếu bị trầm tích phủ.

Địa hình bị vùi lấp phần nào được thể hiện qua thể nằm và đặc điểm tướng

của những trầm tích phủ trên. Nếu vùng nghiên cứu không bị tác động bởi quá trình nâng hạ, địa hình chôn vùi được xác định theo bản đồ đẳng dày của trầm tích phủ.

Trên cơ sở đặc điểm độ hạt và thành phần trầm tích, có thể xác định địa hình vùng xâm thực qua các tài liệu sau:

- Sự có mặt của cuội kết biểu hiện địa hình bị phân cắt mạnh,
- Đá vôi có kết hạch silit tương biến nông chứng tỏ vùng xâm thực đương thời phát triển phong hoá hoá học và địa hình tương đối bằng phẳng.

c) Xác định sông cổ và gió

Vị trí các sông cổ được xác định dựa theo sự có mặt của tướng lòng sông cổ, cũng như những tài liệu địa mạo hoặc các tướng châu thổ và nón phóng vật.

d) Nghiên cứu thể giới cổ sinh vật

Dựa vào kết quả nghiên cứu chi tiết về số lượng, thành phần giống, loài, kích thước, mức độ bảo tồn, cũng như điều kiện môi trường sinh thái, có thể đóng góp nhiều tài liệu quý cho nghiên cứu tướng đá - cổ địa lý có liên quan.

e) Cổ khí hậu

Nghiên cứu cổ khí hậu được tiến hành trên cơ sở thành phần trầm tích (*Ví dụ:* sự có mặt của muối/thạch cao/trầm tích màu đỏ là dấu hiệu của khí hậu khô nóng; của laterit là dấu hiệu của khí hậu nóng ẩm....); đặc điểm cấu tạo (phân lớp, cấu tạo trên bề mặt lớp...); thành phần/tỷ lệ thành phần đồng vị; di tích hữu cơ; v.v...

- Thành tạo vỏ phong hóa (VPH) cơ học → khí hậu khô cần - sa mạc, đới khí hậu lạnh;
- VPH hydromica → miền ôn đới ẩm;
- VPH caolinit, laterit → khí hậu nhiệt đới nóng ẩm;
- Có mặt trầm tích muối sulphat, clorua → khí hậu khô nóng;
- Có mặt ám tiêu san hô → vùng biển ấm áp;

- Có mặt trầm tích phosphorit, glauconit → biển nóng ẩm

Khí hậu là một trong những yếu tố quyết định đến sự phát triển của thế giới sinh vật (ngoại hình, kích thước, tính đa dạng/phong phú). Vùng nhiệt đới nóng ẩm → sinh vật rất phong phú (thực vật + động vật) cả trên lục địa và cả trên biển.

2.1.3.3. Nghiên cứu bồn trầm tích

a) Vị trí đường bờ được xác định dựa trên cơ sở:

- Sự có mặt phong phú di tích vỏ sinh vật vụn nát do tác động của sóng ven bờ, dấu vết gợn sóng;

- Bờ biển khúc khuỷu và có phân dị địa hình do nâng/hạ khối tảng thường phát triển đê cát ven bờ và lagoon, đặc trưng cho đới bờ biển tiến.

- Bờ biển có địa hình phân cắt, trầm tích cuội nằm trên mặt bào mòn, vắng mặt trầm tích vũng và trầm tích sông.

- Bờ biển có địa hình bằng phẳng: phổ biến trầm tích đầm lầy ven biển cổ.

- Phạm vi phân bố của các địa tầng cổ thường giáp liền với các trầm tích trẻ hơn, nên ranh giới giữa chúng sẽ lấy gần trùng với ranh giới bề trầm tích. Những trầm tích ven rìa thường bị bóc mòn, nên ranh giới đường bờ thường tiến ra phía biển chút ít...

- Trầm tích ven bờ: cuội kết có độ chọn lọc tốt, sắp xếp định hướng, trục dài song song với đường bờ và nghiêng về phía bờ với một góc nhỏ (nhưng trên sườn nghiêng của đê biển thì có hướng ngược lại)

Như vậy, nghiên cứu đặc điểm các tướng tam giác châu, ven biển, đê cát ven bờ có ý nghĩa rất quan trọng trong việc khôi phục đường bờ cổ.

b) Đặc điểm hóa lý của môi trường trầm tích

* Xác định độ muối, nhiệt độ:

- Sự có mặt của trầm tích carbonat nguyên sinh - sulphat - muối tự nhiên là dấu hiệu chỉ thị cho sự tăng độ muối của nước biển,

- Có mặt khoáng vật sét, vì sét là keo mang điện tích âm có tính hấp phụ cao, các cation mang điện tích dương trong quá trình đồng sinh và thành đá bị sét hấp phụ để trung hòa điện,

- Dựa vào di tích hữu cơ: do khi sống sinh vật có phản ứng rất nhạy cảm với sự thay đổi độ muối. Sự thay đổi về số lượng giống/loài, cũng như sự thay đổi đặc điểm cấu tạo vỏ đều do độ muối quyết định.

- Đá vôi ám tiêu san hô thành tạo trong điều kiện nước biển có độ muối bình thường (3,5%), khí hậu nhiệt đới/cận nhiệt đới với nhiệt độ trung bình hàng năm 26°C.

- Nhiệt độ của nước biển càng cao → hàm lượng Mg trong xương động vật càng lớn;

- Có mặt đá vôi trứng cá → môi trường nước ấm, quá bão hòa (Lewis, 1984)

* Giá trị Eh:

- Sự có mặt của pyrit, macazit, giàu carbon hữu cơ, không có sinh vật bám đáy → môi trường khử mạnh,

- Sự có mặt của hematit, limonit, hydrargilit, pyroluzit → môi trường oxy hóa (Eh > 0).

- Sự có mặt của glauconit → môi trường trung tính (Eh = 0)

- Sự có mặt của siderit, leptoclorit → môi trường khử yếu (Eh < 0) ,

- Sự có mặt của pyrit, marcasit → môi trường khử (Eh < 0).

* Giá trị pH:

- Môi trường kiềm mạnh (pH > 9): có soda-montmorilonit,

- Môi trường kiềm (pH = 8 - 9): có mặt montmorilonit,

- Canxit thành tạo trong môi trường pH = 7 - 8; hydromica → pH = 7 - 7,5;

- Môi trường kiềm yếu (pH = 8 - 7,2): có hiện tượng dolomit thay thế,

- Siderit, rodocroxit → pH = 6,5 - 7,5;
- Môi trường trung tính (pH = 7,2 - 6,6): có mặt glauconit, silit,
- Môi trường axit yếu (pH = 6,6 - 5,5): có mặt đá silit và glauconit,
- Môi trường axit (pH = 5,5 - 3): có mặt kaolinit.

c) Độ sâu và địa hình đáy bể trầm tích

- Tảo chỉ phát triển ở độ sâu 0 - 50m, tảo lục, tảo lam ở đới nước nông ven bờ, tảo nâu ở độ sâu 2m, tảo hồng ở độ sâu 20 - 90m.
- Có mặt bauxit, oxyt sắt (Fe^{+3}), mangan: sâu 50 - 60m,
- Có mặt phosphorit, bùn sét: sâu $100 \pm 50\text{m}$,
- Có glauconit: sâu $200 \pm 100\text{m}$,
- Có montmorilonit: sâu 100 - 500m.
- Cuội kết : sát bờ, không bao giờ hình thành ở độ sâu quá 10 - 15m,
- Trầm tích vụn thô → đới ven bờ. Trầm tích cát bột → vùng thềm nước nông; trầm tích sét → vùng nước sâu, xa bờ.
- Đá vôi trứng cá: gần bờ, ở độ sâu 20m.
- Gần nơi phát triển ám tiêu thường có hồ trứng, và không có sinh vật bám đáy. San hô phát triển ở độ sâu 50 - 100m;
- Brachiopoda (Tay cuộn) đa số sống ở độ sâu 100 - 300m;
- Cephalopoda (Chân đầu) phát triển ở vùng biển độ sâu 100 - 200m;
- Dựa vào đặc điểm địa hình: đa số các bể trầm tích cổ (Paleozoi) đều có dạng tuyến, sâu, thềm lục địa hẹp, sườn lục địa dốc và hay bị trượt lở. Những bể trầm tích đó thường là kiểu bể hút chìm, trượt chòm hay trước cung. Do vậy, biển sâu và lạnh giàu SiO_2 núi lửa và tảo silic phát triển.
- Hiện tượng xô trượt ở đáy được coi là dấu hiệu độ dốc khá lớn. Địa hình đáy phức tạp thường tạo ra các dòng xoáy ngầm khổng lồ chế một kiểu trầm tích độc

đảo có cấu tạo turbidit.

- Sự hoạt động của núi lửa ngầm, cũng như sự có mặt của những ám tiêu làm cho địa hình đáy biển trở nên gồ ghề, phức tạp.

- Phương pháp khôi phục địa hình đáy bồn chủ yếu dựa trên kết quả nghiên cứu tướng trầm tích. Ranh giới tướng càng rõ, địa hình càng phân cắt. Địa hình càng thoải, trầm tích càng đơn dạng và chuyển tiếp từ từ, v.v...

2.1.4. Địa tầng phân tập

2.1.4.1. Khái niệm và thuật ngữ về địa tầng phân tập

Địa tầng phân tập (Sequence stratigraphy) là các đơn vị trầm tích cộng sinh với nhau lấp đầy một bể, ranh giới giữa các đơn vị thường trùng với mặt ranh giới hai tập trầm tích hoặc bề mặt gián đoạn trầm tích (D.Emery & K.J Myers, 1996).

Theo J.C Van Wagoner, H. W. Posamentier, R.M. Mitchum, P.R. Vail, I.F. Sarg, T.S. Lautit và J. Hardenbol "Địa tầng phân tập là mối quan hệ giữa các đơn vị trầm tích có cùng nguồn gốc trong khung địa tầng được giới hạn với nhau bởi bề mặt bào mòn hoặc gián đoạn trầm tích hoặc chỉnh hợp tương đương".

Theo Trần Nghi (2010) định nghĩa Địa tầng phân tập như sau: "Địa tầng phân tập là một khái niệm để chỉ những mặt cắt địa tầng của các bể trầm tích, trong đó, ranh giới của các phân vị địa tầng được xác định dựa vào ranh giới các chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu (chân tĩnh) và sự sắp xếp có quy luật của các đơn vị trầm tích theo không gian và theo thời gian". Trên cơ sở quan điểm cộng sinh tướng và tiếp cận hệ thống có thể phát biểu định nghĩa Địa tầng phân tập như sau: "Địa tầng phân tập là sự sắp xếp có quy luật của các tướng và nhóm tướng trầm tích trong khung địa tầng theo không gian và thời gian trong mối quan hệ với sự thay đổi MNB chân tĩnh và chuyển động kiến tạo".

Theo O. Catuneanu (2014) "Địa tầng phân tập là nghiên cứu thay đổi mang tính chu kỳ của kiểu xếp chồng địa tầng ứng với những biến đổi giữa không gian tích tụ và nguồn cung cấp trầm tích. Những chu kỳ thay đổi kiểu xếp chồng tương

ứng với các trình tự ghi nhận trong đá, và được xác định bởi sự lặp lại giống nhau các bề mặt địa tầng phân tập theo thời gian địa chất".

**** Không gian tích tụ***

Trầm tích sẽ lắng đọng ở những nơi có sẵn không gian để tích tụ vật liệu: đây là khái niệm không gian tích tụ (accommodation or accommodation space) và sự có sẵn không gian được quyết định bởi sự thay đổi mực nước biển tương đối (Muto & Steel 2000). Trong môi trường biển nông, mực nước biển tương đối tăng tạo ra không gian tích tụ, sau đó trầm tích lấp đầy cho đến khi đạt được mặt cân bằng (equilibrium profile). Mặt cân bằng là một bề mặt ước lượng của trầm tích có liên quan đến mực nước biển, quá trình trầm tích xảy ra trên bất cứ điểm nào trong môi trường biển nông cho tới khi mặt này đạt được: mọi vật liệu lắng đọng trên bề mặt bị tái vận chuyển bởi các quá trình như sóng và dòng triều. Mặt cân bằng tại các điểm khác nhau liên quan đến mực nước biển trong các môi trường khác nhau: trong đới bãi triều nó tương đương với mực nước biển, trong môi trường biển nông ven bờ nó ở dưới độ sâu vài mét dưới mực nước biển...

Không gian tích tụ trong các môi trường biển nông được tạo bởi bất cứ cơ chế nào làm thay đổi mực nước biển tương đối, bao gồm tăng mực dâng tĩnh, sụt lún kiến tạo và lún chìm đáy do trầm tích bị nén ép. Không gian tích tụ giảm do trầm tích dư thừa hoặc do các cơ chế kiến tạo và dâng tĩnh là hạ mực biển tương đối. Tốc độ thay đổi không gian tích tụ được quyết định bởi tốc độ tương đối của sự thay đổi mực nước biển tương đối và nguồn cung cấp trầm tích. Trầm tích ở những nơi mực nước biển tương đối hạ thường bị bào mòn, lúc này không gian tích tụ có giá trị âm.

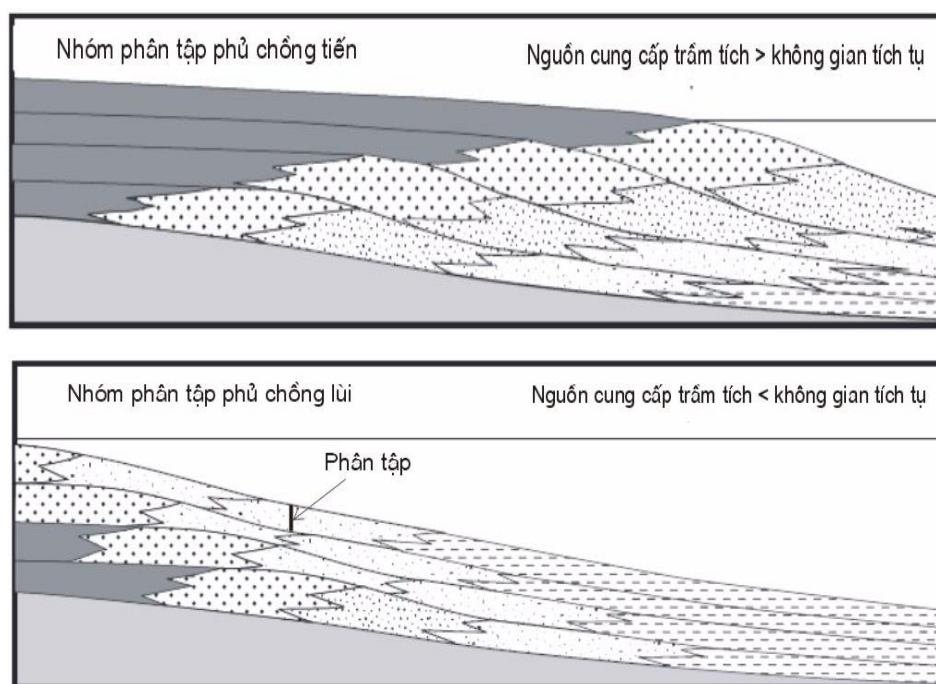
**** Kiểu xếp chồng địa tầng***

Kiểu xếp chồng địa tầng (Stratal Stacking Patterns) xác định kiến trúc địa tầng của trầm tích trong bồn trầm tích. Kiểu xếp chồng địa tầng là khái niệm nền tảng của phương pháp địa tầng phân tập, là cơ sở để xác định tất cả các đơn vị và bề mặt địa tầng phân tập. Mỗi loại kiểu xếp chồng địa tầng xác định một miền hệ thống

trầm tích, và thay đổi kiểu xếp chồng xác định bề mặt địa tầng phân tập. Hơn nữa, một chu kỳ đầy đủ thay đổi kiểu xếp chồng địa tầng, đó là bắt đầu và kết thúc có cùng một loại bề mặt địa tầng phân tập và ứng với một phức tập.

* *Phủ chồng tiến và phủ chồng lùi*

Các thuật ngữ biển tiến, biển thoái là chỉ sự thay đổi vị trí của đường bờ trên cơ sở sắp xếp của các tầng trầm tích trong các giai đoạn dâng cao, đứng yên và hạ thấp của mực nước biển và xem xét vị trí tương đối của các tướng trầm tích theo không gian và thời gian trong địa tầng. Nếu tốc độ cung cấp trầm tích cao hơn tốc độ tạo không gian tích tụ, trầm tích bãi triều phủ lên trầm tích biển nông ven bờ, trầm tích biển nông ven bờ phủ lên trầm tích biển nông xa bờ được gọi là quá trình ***phủ chồng tiến (progradation)*** đặc trưng của kiểu xếp chồng biển thoái. Tại nơi có tốc độ tạo không gian tích tụ lớn hơn tốc độ cung cấp trầm tích thì tướng trầm tích bãi triều sẽ bị phủ bởi trầm tích biển nông ven bờ... quá trình này được gọi là ***phủ chồng lùi (retrogradation)*** là đặc điểm của kiểu xếp chồng biển tiến (Hình 2.1).



Hình 2.1. Các quá trình tích tụ của các phân tập hình thành các nhóm phân tập cấu thành các miền hệ thống khác nhau.

Phương pháp cơ bản để xem xét tính liên tục của địa tầng bằng cách sử dụng cách tiếp cận địa tầng phân tập là để tìm ra các kiểu xếp chồng địa tầng này trong

các lớp trầm tích. Một quá trình phủ chồng lùi cho biết không gian tích tụ được mở rộng do biển tiến. Một quá trình phủ chồng tiến cho biết tốc độ tạo không gian tích tụ giảm tương đối so với tốc độ cung cấp trầm tích và có thể được giải thích là xảy ra trong suốt quá trình hạ mực nước biển, mực nước biển đứng yên hoặc tăng tương đối chậm.

**** Tốc độ thay đổi mực nước biển và cung cấp trầm tích***

Sự thay đổi mực nước biển tương đối thường xảy ra trên các khu vực tương đối rộng thậm chí trên toàn cầu: chúng ảnh hưởng đến trầm tích trong các môi trường từ các con sông trên các đồng bằng ven biển, tới bờ biển, các thềm lục địa và các vùng biển sâu lân cận mép thềm lục địa. Nếu có các bằng chứng của sự dâng lên hoặc hạ xuống của mực nước biển ở một môi trường này thì cũng có thể có dấu hiệu trong các môi trường khác. Việc liên kết đối sánh có thể được thực hiện trên cơ sở so sánh các kiểu xếp chồng địa tầng trong các mặt cắt khác nhau: một kiểu phủ chồng tiến ở các tướng đối bờ cũng sẽ được phát hiện ở các đối biển xa bờ, do đó chúng có thể được liên kết với nhau, thậm chí thành phần thạch học có thể hoàn toàn khác nhau và chúng có thể không chứa cùng một loại hóa thạch. Các ranh giới tập là các bất chỉnh hợp bào mòn trên thềm hoặc các chỉnh hợp tương đương trong vùng nước sâu hơn có thể được phát hiện trên các vùng rộng lớn. Các bề mặt ngập lụt cực đại có thể được phát hiện nhờ các bằng chứng về sự thiếu hụt trầm tích ở phần thềm ngoài và sự thay đổi từ quá trình phủ chồng lùi đến phủ chồng tiến trong các nhóm phân tập gần bờ.

Theo nguyên tắc nếu mực nước biển tương đối dâng thì đường bờ sẽ dịch chuyển về phía lục địa, nhưng trong thực tế điều này không phải là tất yếu: nếu tốc độ trầm tích lớn hơn tốc độ dâng mực nước biển thì đường bờ vẫn dịch chuyển về phía biển. Tương tự, nếu tốc độ cung cấp trầm tích và tốc độ dâng cao mực nước biển bằng nhau thì vị trí đường bờ không thay đổi. Trong một số tình huống khác nhau có thể dự kiến được khi mực nước biển đang tăng lên (hoặc là do sụt lún hoặc tăng mực nước biển chân tĩnh) tạo nên các dạng cấu trúc địa tầng khác nhau.

1) Nếu tốc độ cung cấp trầm tích quá thấp thì đường bờ sẽ dịch chuyển về phía lục địa đi cùng là không xảy ra lắng đọng trầm tích và có thể xảy ra xói lở.

2) Tốc độ cung cấp trầm tích trung bình, nhưng mực nước biển dâng với tốc độ cao thì lắng đọng sẽ xảy ra trong khi bờ biển dịch chuyển về phía lục địa.

3) Nếu tốc độ cung cấp trầm tích cao hơn cân bằng với tốc độ dâng cao mực nước biển thì không gian tích tụ đầy trầm tích và đường bờ vẫn ở vị trí cũ.

4) Khi tốc độ cung cấp trầm tích lớn, đường bờ sẽ dịch chuyển về phía biển cho dù mực nước biển đang dâng

5) Nếu tốc độ hạ mực nước biển cao tương đối và tốc độ trầm tích thấp thì không có lắng đọng và có thể bị xói mòn.

2.1.4.2. Các đơn vị địa tầng phân tập

Các đơn vị địa tầng phân tập được xác định bởi kiểu xếp chồng địa tầng và bề mặt ranh giới cụ thể và không suy ra từ nguồn gốc, tuổi, khoảng thời gian và khoảng địa tầng. Phạm vi địa lý của các loại đơn vị địa tầng phân tập là rất khác nhau và được xác định bởi phát triển của kiểu xếp chồng địa tầng đã chuẩn đoán và bề mặt ranh giới, nó là hàm số của bối cảnh kiến tạo và môi trường lắng đọng. Tất cả các loại đơn vị địa tầng phân tập bao gồm các địa tầng có liên quan với nhau về nguồn gốc; đó là địa tầng thuộc cùng một chu kỳ của không gian tích tụ hoặc nguồn cung cấp vật liệu trầm tích (Catuneanu et al., 2009). Về mặt nguồn gốc, trình tự địa tầng có thể được xác định ở cấp bậc khác nhau theo quy mô quan sát đó là xếp hạng thứ bậc trong mối liên quan với các chu kỳ địa tầng ở biên độ khác nhau. Do đó, không có đơn vị chuẩn cho cấp bậc của bất kỳ loại đơn vị địa tầng phân tập.

**** Phức tập***

Đơn vị cơ bản của địa tầng phân tập là phức tập. Một phức tập (Sequence) bao gồm các “Miền hệ thống trầm tích” (Systems tracts). **Miền hệ thống trầm tích** là những vị trí khác nhau trong mặt cắt của phức tập và được cấu thành bởi các phân tập (Parasequences) và nhóm phân tập (Parasequences set). **Phân tập** là đơn vị cơ bản nhỏ nhất tương ứng với một đơn vị trầm tích cơ bản. Còn **nhóm phân tập** là bao gồm hai hay nhiều phân tập tạo nên một tổ hợp cộng sinh các đơn vị trầm tích và được giới hạn với nhau bởi bề mặt trầm tích ngập lụt của biển (marine flooding) (trầm tích biển tiến).

Một phức tập ứng với một chu kỳ thay đổi các kiểu xếp chồng địa tầng được xác định bởi sự lặp lại cùng một loại bề mặt địa tầng phân tập ghi nhận trong đá (Catuneanu and Zecchin, 2013; Catuneanu et al., 2011).

Định nghĩa một phức tập được chỉnh sửa theo thời gian từ năm 1940 đến nay để đáp ứng các nhu cầu (1) tăng độ phân giải nghiên cứu địa tầng và (2) một định nghĩa bao hàm hơn theo cách tiếp cận địa tầng phân tập hiện có. Định nghĩa phức tập hiện tại rất linh hoạt để áp dụng phương pháp luận địa tầng phân tập theo cách tiếp cận độc lập mô hình và bất kỳ cấp bậc lựa chọn nghiên cứu theo các dữ liệu có sẵn.

**** Ranh giới phức tập (Sequence Boundary)***

Một phức tập có ranh giới dưới và trên bởi cùng một loại bề mặt địa tầng phân tập, với điều kiện vật liệu trầm tích giữa các ranh giới của phức tập thuộc cùng một chu kỳ thay đổi không gian tích tụ hoặc nguồn cung cấp trầm tích ở cấp bậc lựa chọn nghiên cứu (Catuneanu et al., 2009).

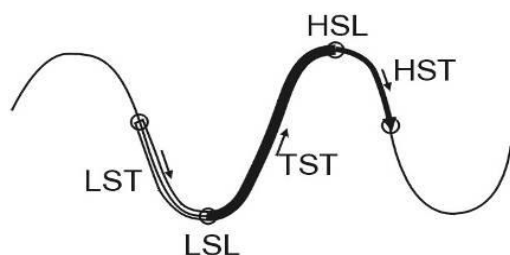
Các loại khác nhau của phức tập có thể được xác định như là một hàm số của loại bề mặt địa tầng phân tập lặp lại được chọn là ranh giới của chu kỳ thay đổi trong kiểu xếp tầng địa tầng.

**** Miền hệ thống trầm tích***

Một miền hệ thống trầm tích là một liên kết địa tầng của các hệ thống môi trường lắng đọng cùng thời để cấu thành các phức tập (Brown and Fisher, 1977). Các miền hệ thống trầm tích được luận giải trên cơ sở các kiểu xếp chồng địa tầng, mối quan hệ địa tầng và các loại bề mặt ranh giới. Xác định một miền hệ thống trầm tích là độc lập với phạm vi không gian và thời gian; các miền hệ thống trầm tích có thể quan sát ở cấp bậc khác nhau, phụ thuộc vào mức độ tài liệu. Kiến trúc bên trong của miền hệ thống trầm tích rất khác nhau từ trình tự các tướng đá (lớp và nhóm lớp: chu kỳ trầm tích trong hệ thống môi trường lắng đọng cấp độ thấp nhất) đến một nhóm trình tự phân giải cao hơn của hạng cấp bậc thấp hơn.

Miền hệ thống trầm tích là toàn bộ không gian xảy ra lắng đọng trầm tích trong một giai đoạn nhất định của chu kỳ dao động mực nước biển.

Bắt đầu một phức tập là miền hệ thống trầm tích biển thấp và kết thúc là miền hệ thống trầm tích biển cao (Hình 2.2).



LST, TST, HST: Các miền hệ thống trầm tích biển thấp, biển tiến và biển cao.

Hình 2.2. Thời gian hình thành các miền hệ thống trầm tích trong một phức tập tương ứng với một chu kỳ dao động mực nước biển (Theo Trần Nghi, 2012).

+ *Miền hệ thống trầm tích biển thấp (Lowstand systems tract – LST)*

Các trầm tích hình thành trong giai đoạn biển thấp được gọi là miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST). Hệ thống trầm tích này được thành tạo trong quá trình biển thoái, thấp, bắt đầu mực nước biển ở vị trí trung gian đến mức thấp nhất. Ranh giới các phức tập là bề mặt bào mòn cường bức (fluvial incised erosion) do đào khoét của lòng sông.

+ *Hệ thống trầm tích biển tiến (Transgressive Systems Tract - TST)*

Các trầm tích trên thềm lục địa hình thành trong suốt giai đoạn mực nước biển tương đối dâng nhanh hơn tốc độ cung cấp trầm tích được gọi là hệ thống trầm tích biển tiến (TST). Chúng biểu hiện một quá trình phủ chồng lùi trong các lớp khi đường bờ dịch chuyển về phía lục địa. Trầm tích không được cung cấp xa hơn nữa tới đáy bồn do có đủ không gian tích tụ trên thềm. Mực nước biển tương đối tăng tạo nên thành tạo estuary vì các thung lũng bị ngập lụt do nước biển: trầm tích estuary là đặc trưng của hệ thống trầm tích biển tiến. Sự tăng mực cơ sở về phía thượng nguồn tạo không gian tích tụ các trầm tích sông (aluvi) trong các thung lũng.

+ *Miền hệ thống trầm tích biển cao (Highstand systems tract - HST)*

Miền hệ thống trầm tích biển cao hình thành trong giai đoạn mực nước biển ở vị trí cao nhất trong một chu kỳ đến vị trí trung gian và bắt đầu chuyển sang giai đoạn hạ thấp. Các lớp thể hiện chúng thuộc kiểu phủ thẳng đứng hoặc phủ chồng tiến khi đường bờ di chuyển về phía biển trên thềm lục địa. Trầm tích được cung

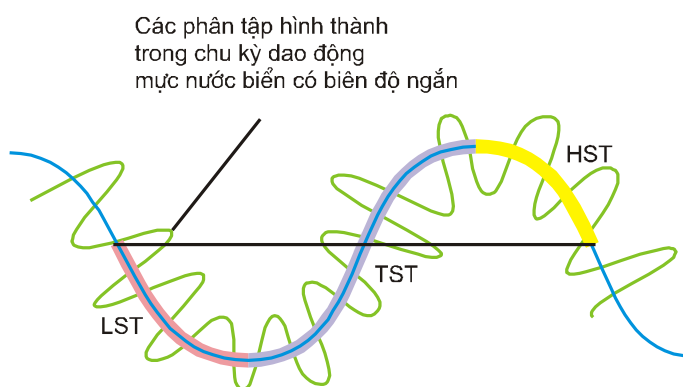
cấp từ lục địa bởi các con sông và phần lớn tích tụ trên thềm lục địa, chỉ có một ít đạt tới vùng nước sâu hơn.

Mỗi một hệ thống trầm tích bao gồm vài nhóm lớp riêng biệt. Trong mỗi nhóm đó là một chu kỳ gồm các lớp kiểu phủ chồng tiến và các chu kỳ trầm tích này được hiểu là các phân tập trong hệ thống thuật ngữ địa tầng phân tập. Chúng được hình thành do sự dao động thực tế của mực nước biển không phải là một đường hình sin trơn tức là mực nước biển không dâng lên hay hạ xuống với một tốc độ thay đổi đều đặn như thể hiện trên đường cong trơn mà xảy ra theo một loạt các giai đoạn ngắn (Hình 2.3). Mỗi một giai đoạn ngắn có thể tạo ra sự thay đổi không gian tích tụ hình thành các phân tập.

Ranh giới phân tập

Các phân tập là các nhóm lớp được tích tụ như một hệ quả của sự tạo ra một không gian tích tụ nhỏ sau đó được lấp đầy bởi trầm tích. Trong một mặt cắt, ranh giới phân tập được xác định bởi sự chuyển tương từ trầm tích nông sang sâu hơn, dấu hiệu là sự thay đổi đột ngột của mực nước biển tương đối. Bề mặt này đánh dấu ranh giới phân tập được gọi là bề mặt ngập lụt (Hình 2.3).

Phân tập và nhóm phân tập



Hình 2.3. Các đường cong thay đổi mực nước biển địa phương có biên độ ngắn hình thành nên các phân tập.

Nhóm phân tập

Mặc dù một phân tập riêng lẻ thể hiện một quá trình phủ chồng tiến của các lớp, chúng có thể được sắp xếp thành các nhóm phân tập thể hiện các quá trình phủ

chồng tiến và phủ chồng lùi. Trong một nhóm phân tập phủ chồng tiến lần lượt các phân tập phủ chồng lên nhau biểu hiện các tướng nước nông dần lên. Ngược lại, trong một nhóm phân tập phủ chồng lùi, các tướng phủ chồng lên nhau theo xu hướng sâu dần. Một miền hệ thống có thể được hình thành bởi một hoặc nhiều nhóm phân tập nhưng tất cả các nhóm trong cùng một miền hệ thống sẽ biểu hiện cùng một xu hướng đặc trưng cho mỗi miền hệ thống đó.

Ranh giới các nhóm phân tập: Tương ứng với ranh giới các nhóm tướng thường trùng với bề mặt gián đoạn trầm tích địa phương hoặc ranh giới chỉnh hợp tương đương địa phương.

2.1.4.3. Phương pháp luận địa tầng phân tập

Địa tầng phân tập được hiểu là nghiên cứu địa tầng và trầm tích trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển chân tĩnh và chuyển động kiến tạo. Phương pháp dựa trên nguyên lý về vận chuyển, phân dị và lắng đọng trầm tích trong mối quan hệ với năng lượng môi trường và chuyển động kiến tạo được thể hiện qua thành phần độ hạt, thành phần khoáng vật, thành phần hóa học của vật liệu trầm tích, độ mài tròn hạt vụn, độ chọn lọc của đá, bề dày và cấu tạo bên trong của thể trầm tích... *Nghiên cứu các mối quan hệ giữa sự thay đổi mực nước biển và trầm tích thường được gọi là “địa tầng phân tập”.*

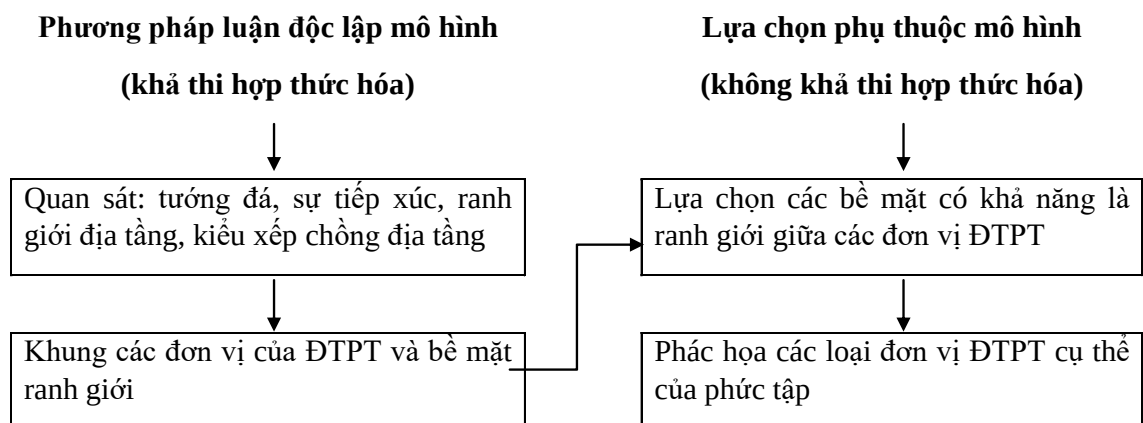
Chuyển động kiến tạo địa phương là yếu tố quan trọng quyết định quá trình hình thành vật liệu vụn, hình thái địa hình của vùng xâm thực và đáy bể trầm tích là nguyên nhân làm thay đổi mực nước biển tương đối.

Sự thay đổi mực nước biển là nhân tố trực tiếp làm thay đổi môi trường trầm tích dẫn đến thay đổi thành phần và cấu trúc trầm tích.

Năng lượng của môi trường và lắng đọng trầm tích quyết định thành phần độ hạt của trầm tích vụn cơ học. Môi trường có năng lượng lớn thì độ hạt càng thô. Tuy nhiên dù năng lượng mạnh hay yếu thì sự lắng đọng trầm tích luôn tuân theo qui luật về phân dị độ hạt: càng gần nguồn xâm thực độ hạt càng thô, càng xa nguồn độ hạt càng giảm. Do vậy trong điều kiện mực nước biển dâng cao hay hạ thấp cũng

xảy ra lắng đọng trầm tích đồng thời và đều phân dị độ hạt giảm theo hướng nằm ngang từ nguồn cung cấp vật liệu ra hướng trung tâm bể.

Các chu kỳ địa tầng có thể đối xứng hoặc bất đối xứng tương ứng với các phức tập có thể bao gồm số miền hệ thống trầm tích khác nhau và không nhất thiết phải có đầy đủ các miền hệ thống trầm tích trong một phức tập. Do vậy, một phức tập không quy định các miền hệ thống trầm tích có mặt, nhưng phải có sự lặp lại bề mặt địa tầng phân tập để đánh dấu ranh giới của chúng. Các kiểu xếp chồng địa tầng và bề mặt địa tầng phân tập làm ranh giới có thể không xuất hiện tất cả ở khoảng địa tầng nghiên cứu. Ví dụ một chu kỳ địa tầng có thể xác định bởi sự lặp lại trầm tích biển tiến và biển thoái cao mà không có trầm tích của biển thoái thấp và ngược lại. Do vậy, các cách thức lặp lại kiểu xếp chồng và bề mặt ranh giới ở mỗi chu kỳ địa tầng có thể khác nhau đối với từng trường hợp nghiên cứu, cần nhấn mạnh cách tiếp cận độc lập mô hình đối với phân tích địa tầng phân tập (Hình 2.4).



Hình 2.4. Phương pháp luận địa tầng phân tập theo cách tiếp cận độc lập mô hình (Catuneanu et al., 2009).

2.2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để thực hiện mục tiêu và nhiệm vụ của luận án, NCS sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau:

2.2.1. Nhóm phương pháp nghiên cứu địa tầng

2.2.1.1. Phương pháp thạch địa tầng

Mục đích của phương pháp thạch địa tầng nhằm để phân chia các thành tạo

trầm tích thành các phân vị địa tầng trên toàn bộ khu vực nghiên cứu, gồm các phức hệ, loạt, hệ tầng, trong đó hệ tầng là phân vị địa tầng cơ bản.

Các phân vị thạch địa tầng phân chia được dựa vào đặc điểm thạch học, chúng thể hiện ở thành phần, kiến trúc, cấu tạo của đá, kiểu xen kẽ của các lớp đá khác nhau, màu sắc, tính phân lớp, cũng như một số biến đổi khác của đá. Phân loại thạch địa tầng trước hết dựa trên cơ sở tính đồng nhất của các lớp đá hoặc sự ưu trội của một loại đá nào đó trong mặt cắt mà có thể nhận biết được ở ngoài trời và thể hiện được trên các bản đồ địa chất. Ngoài ra, còn sử dụng phương pháp nghiên cứu thành phần vật chất (sẽ trình bày dưới đây) để hỗ trợ cho nghiên cứu thạch địa tầng.

Các phân vị thạch địa tầng đã được tiến hành xem xét và nghiên cứu trong suốt khoảng địa tầng Cambri trung - Ordovic hạ ở Đông Bắc Việt Nam nhằm phân chia các thành tạo trầm tích thành các hệ tầng Chang Pung và Lutxia (phân vị địa tầng cơ bản). Trong mỗi phân vị có thể chia thành các tập thạch học.

Đánh giá các phân vị địa tầng Cambri trung - Ordovic hạ đã được xác lập ở Đông Bắc Việt Nam một cách đầy đủ và kỹ lưỡng về “tiêu chuẩn thạch địa tầng” nhằm xác định tính hiệu lực của các phân vị địa tầng.

Một phân vị địa tầng có hiệu lực phải đảm bảo đó là một thể địa chất, có mặt cắt chuẩn hay phụ chuẩn, có ranh giới rõ ràng hay tương đối rõ ràng với các thể địa chất giáp kề và có thể phân biệt được về mặt thạch học với các thể địa chất đó.

2.2.1.2. Phương pháp sinh địa tầng

Mục đích của phương pháp sinh địa tầng nhằm để phân chia các mặt cắt trong phạm vi nghiên cứu thành phần các phân vị sinh địa tầng (các đới hoá thạch). Trên cơ sở các đới hoá thạch được xác lập, một mặt nhằm xác định tuổi các phân vị địa tầng, mặt khác dùng để đối sánh địa tầng của khu vực nghiên cứu với các lãnh thổ lân cận và xa hơn nữa.

2.2.2. Nhóm phương pháp nghiên cứu thành phần vật chất

Nghiên cứu thành phần vật chất của các thành tạo trầm tích trong nghiên cứu thạch địa tầng và địa tầng phân tập có một ý nghĩa quan trọng một mặt tạo luận cứ

khoa học cho việc phân chia hoặc liên hệ các phân vị địa chất và các đơn vị địa tầng phân tập, mặt khác giúp xác định điều kiện cổ kiến tạo và môi trường trầm tích.

- **Xác định mẫu bằng nhuộm màu các đá carbonat:** Các mẫu đá đã được cắt và mài để tạo bề mặt nhẵn bóng để nghiên cứu. Đối với các đá carbonat bề mặt đã sẽ được làm sạch bằng axit HCL và nhuộm màu bằng Alizarine Red S and K-ferricyanide (Dickson, 1966). Phương pháp này được dùng nhằm xác định canxit (màu hồng) và dolomit (không đổi màu). Mẫu đá được chụp ảnh kỹ thuật số trước khi tiến hành gia công lát mỏng để nghiên cứu các bước tiếp theo.

- **Xác định mẫu bằng kính hiển vi phân cực:** Đây là một phương pháp cơ bản nhằm xác định tên đá gồm những đặc điểm về thành phần, kiến trúc, cấu tạo, mức độ biến đổi của đá trầm tích.

- **Phân tích vi tướng (microfacies)** áp dụng chủ yếu trên đối tượng là các loại đá carbonat dựa theo 24 kiểu vi tướng tiêu chuẩn (Wilson J.L., 1975) trên lát mỏng thạch học. Trên cơ sở đặc điểm thành phần tạo đá, kiến trúc và đặc biệt là cấu tạo của các mẫu đá để phục vụ cho việc luận giải đặc điểm môi trường thành tạo trầm tích.

- **Xác định mẫu bằng kính hiển vi phản quang âm cực (Cathodoluminescence (CL)):** Kính hiển vi CL được sử dụng trong nghiên cứu trầm tích, chúng cung cấp những thông tin quan trọng mà mắt thường và kính thạch học thông thường không thể nhận ra. CL giúp xác định thời gian tương đối các sự kiện thành đá như quá trình tạo vi khe nứt, quá trình tạo đường khâu và quá trình tạo xi măng bằng quan hệ xuyên cắt. Nó còn giúp cho việc tách các giai đoạn xi măng và tái kết tinh mà kính thạch học thông thường không thể làm được.

- **Xác định mẫu bằng phân tích hóa silicat** để phân loại các đá dựa vào hàm lượng phần trăm trọng lượng các oxyt của các nguyên tố chính. Các oxyt gồm: SiO_2 , Al_2O_3 , FeO , Fe_2O_3 , CaO , Na_2O , K_2O , MgO .

2.2.3. Phương pháp phân tích tướng

Mục đích của phương pháp phân tích tướng là nhằm làm sáng tỏ đặc điểm

thành phần trầm tích và môi trường thành tạo các trầm tích đó. Trên cơ sở nghiên cứu thạch học, khoáng vật, các tham số trầm tích cho phép luận giải điều kiện lắng đọng trầm tích và xây dựng bản đồ hoàn cảnh địa lý tự nhiên trong một thời điểm của lịch sử tiến hoá địa chất nhất định.

Theo hướng tiếp cận như vậy, nội dung cơ bản nghiên cứu tương trầm tích bao gồm:

- Xác định nguồn gốc của vật liệu trầm tích.
- Đặc điểm thành phần vật chất tạo đá (khoáng vật tha sinh và tại sinh, nguyên tố chính, nguyên tố hiếm, vết, nguyên tố đất hiếm,..), trong đó, cần chú ý sự hiện hữu của các khoáng vật, nguyên tố chỉ thị đặc trưng cho môi trường hoá lý thành tạo trầm tích. Xác định màu sắc đặc trưng của đá trầm tích (nguyên sinh và thứ sinh).
- Đặc điểm di tích sinh vật (số lượng, mức độ bảo tồn, giống và loài) trong đó lưu ý đặc điểm cổ sinh thái (sinh sống trong điều kiện môi trường nước ngọt, nước lợ, nước biển, bám đáy và trôi nổi) liên quan với chúng.
- Đặc điểm kiến trúc của đá: độ hạt, hình dáng, độ mài tròn và độ chọn lọc của hạt vụn.
- Đặc điểm cấu tạo trầm tích, đặc biệt là các kiểu cấu tạo phân lớp (dày, mỏng và không đều, xen kẹp, song song, xiên và xiên chéo, dạng nhịp, chu kỳ, turbidit,...), cấu tạo trên bề mặt lớp (gợn sóng, dấu vết khe nứt nẻ khô hạn do co rút thể tích, vết giun bò, vết hằn do hoạt động của sinh vật,...), cũng như các kiểu cấu tạo đặc trưng khác, như cấu tạo trứng cá, hạt đậu, kết hạch, thể nằm trong tự nhiên của đá, v.v...
- Xác định điều kiện hóa - lý của môi trường lắng đọng trầm tích và thành đá.
- Quy luật phân bố, độ dày, quan hệ với các thực thể địa chất vây quanh, đặc điểm biến đổi hay biến dạng,...

2.2.4. Phương pháp địa tầng phân tập

Mục đích của phương pháp địa tầng phân tập là phân chia các thành tạo trầm tích thành các đơn vị địa tầng phân tập và các bề mặt giới hạn trên toàn bộ khu vực nghiên cứu. Ứng dụng phương pháp địa tầng phân tập trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ ở Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam, NCS đã nghiên cứu tích hợp các nguồn dữ liệu khác như cổ sinh và trầm tích để luận giải tiến hóa các trầm tích, làm sáng tỏ quá trình thành tạo tướng, mối liên hệ giữa các tướng và dự báo được xu thế lắng đọng trầm tích theo thời gian và không gian. Các đơn vị địa tầng phân tập bao gồm các phức tập, các miền hệ thống trầm tích, các nhóm phân tập, và các phân tập... được phân chia trên cơ sở phân tích tướng, cộng sinh tướng, quan hệ địa tầng, kiểu xếp chồng địa tầng. Các bề mặt giới hạn hay bề mặt địa tầng phân tập đánh dấu những thay đổi trong kiểu xếp chồng địa tầng.

2.3. NHÓM CÁC KỸ THUẬT SỬ DỤNG

2.3.1. Xử lý tài liệu

Tiến hành thu thập và tổng hợp các tài liệu đã có và các công trình nghiên cứu có liên quan trên thế giới và ở Việt Nam. Tiến hành tổng hợp, phân tích và lựa chọn các tài liệu tin cậy về cổ sinh, địa tầng, trầm tích và các hoạt động kiến tạo liên quan với các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam. Qua đó xác định các kết quả đã đạt được và những tồn tại cần giải quyết trong luận án.

2.3.2. Khảo sát mặt cắt địa chất trầm tích

Nhằm giải quyết những tồn tại đã xác định sau khi đã xử lý các tài liệu hiện có, cần nghiên cứu khảo sát chi tiết các mặt cắt địa chất trầm tích trên khu vực nghiên cứu. Các mặt cắt được bố trí vuông góc hoặc gần vuông góc nhất với phương cấu trúc nhằm quan sát đầy đủ thành phần, cấu trúc và chi tiết đặc điểm cấu tạo, tính chất phân lớp, phân nhíp cũng như đặc điểm biến đổi của chúng.

Trên mặt cắt tiến hành mô tả các điểm lộ, quan sát mặt tiếp xúc, thế nằm các lớp, cấu tạo mặt lớp và quan hệ giữa các tầng trong khu vực nghiên cứu. Những đặc

điểm trầm tích cần phải được chụp ảnh lưu lại như một bộ atlas giúp cho việc luận giải trong văn phòng.

Tại mỗi điểm khảo sát tiến hành thu thập: các tài liệu về thạch học như: tên đá sơ bộ, màu sắc của đá, thành phần khoáng vật, hình dạng - kích thước mảnh vụn; tài liệu về cấu tạo lớp và mặt lớp như: bề dày, tính chất phân lớp, phân tập của đá (phân lớp song song, ngang, xiên, xiên chéo, lượn sóng và sóng xiên...), quan hệ giữa các lớp (ranh giới rõ ràng, chuyển tiếp hay kiến tạo), thế nằm của lớp, hình dạng, kích thước và đặc điểm phân bố của các thành phần tạo đá.

Những điểm quan trọng cần chú ý đặc biệt trong công tác khảo sát thực địa là quan sát sự thay đổi kích thước hạt, bề dày các lớp và cấu tạo trầm tích để phát hiện ra các ranh giới để phân chia thành các đơn vị địa tầng phân tập.

2.3.3. Thu thập và phân tích các loại mẫu

Thu thập các loại mẫu thạch học, cổ sinh, địa hoá, v.v... được tiến hành theo các mặt cắt địa chất cụ thể. Các loại mẫu được thu thập một cách hệ thống, liên tục và đại diện toàn bộ mặt cắt, đồng thời đảm bảo đúng quy chế kỹ thuật mẫu áp dụng cho từng phương pháp phân tích. Kết quả của việc phân tích các loại mẫu đã góp phần giải quyết các nhiệm vụ của luận án.

Chương 3

ĐẶC ĐIỂM TƯỚNG TRẦM TÍCH

CAMBRI TRUNG - ORDOVIC HẠ VÙNG ĐỒNG VĂN

3.1. ĐẶC ĐIỂM THẠCH HỌC

Mô tả thành phần, kiến trúc và cấu tạo nhằm làm sáng tỏ nguồn gốc sinh thành các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn là rất quan trọng giúp cho việc hoàn thành mục tiêu của luận án. Trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn có đặc điểm thạch học đặc trưng của đá trầm tích carbonat và lục nguyên - carbonat. Thành phần tạo đá gồm vật liệu bùn carbonat, xi măng carbonat kết tinh, vật liệu vụn tha sinh sinh hoá và vật liệu vụn lục nguyên.

3.1.1. Vật liệu bùn carbonat

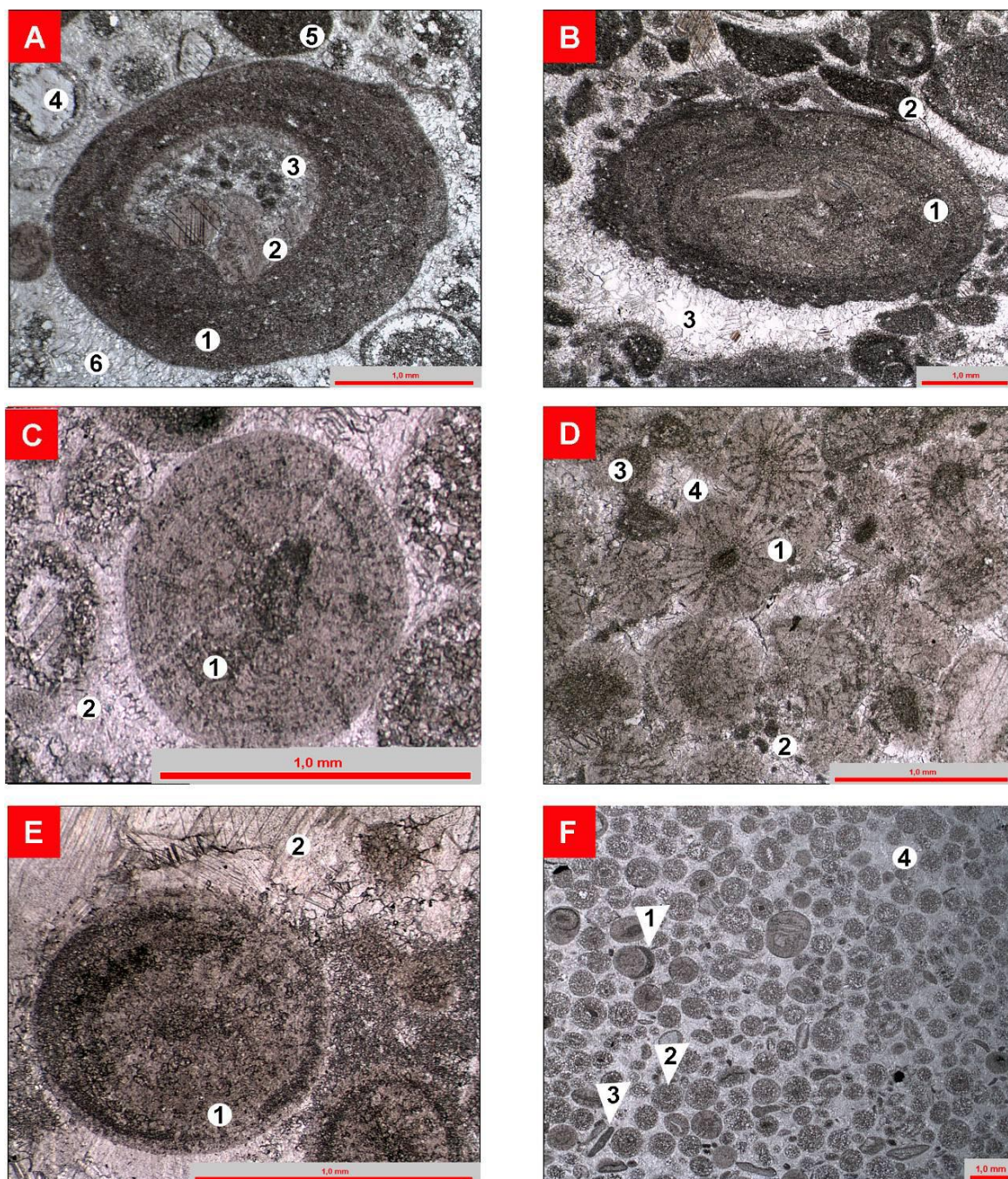
Vật liệu bùn carbonat trong các đá trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn chủ yếu là các vi tinh canxit hoặc aragonit được thành tạo ở những vùng nước sâu của thềm lục địa. Chúng là các khoáng vật tại sinh có nguồn gốc keo và dung dịch thật và không bị tác động của sóng, dòng chảy và thủy triều. Vật liệu bùn carbonat đóng vai trò chủ yếu là tạo đá vôi bùn và gắn kết tất cả các vật liệu tha sinh.

3.1.2. Vật liệu vụn tha sinh sinh hoá

Vật liệu vụn tha sinh sinh hoá gồm phong phú các hạt carbonat như oncoid, trứng cá (ooid), hạt đậu (pisoid), mảnh vụn sinh vật (bioclast), cortoid, vón cục (peloid) và mảnh đá (lithoclast) là rất có ý nghĩa cổ môi trường.

Oncoid

Oncoid là hạt carbonat có hình dạng ellip hoặc hình cầu tương đối tròn, kích thước thay đổi từ 1 mm tới vài mm. Chúng thường có hai phần đó là phần nhân trong và phần vỏ ngoài bao bọc nhân. Nhân trong được hình thành từ các hạt trứng cá, peloid hoặc là các mảnh đá, mảnh vụn sinh vật. Phần vỏ có bề dày thay đổi, được cấu thành từ các phiến đồng tâm đều nhau bao quanh nhân. Các hạt oncoid đi



Hình 3.1. Các hạt carbonat vùng Đồng Văn. (A) Oncoid loại A (1). Đá vôi hạt: trứng cá (2, 4), peloid (3), lithoclast (5) và xi măng spar (6); (B) Oncoid loại B (1). Đá vôi hạt: lithoclast vi tinh (2) và xi măng dạng sợi tỏa tia (3); (C) Trứng cá đồng tâm (1). Đá vôi hạt: xi măng spar (2); (D) Trứng cá dạng sợi tỏa tia (1). Đá vôi trứng cá: peloid (2), lithoclast (3) và xi măng spar (4); (E) Trứng cá dạng vi tinh (1). Đá vôi trứng cá và xi măng dạng sợi tỏa tia (2); (F) Trứng cá dạng bất đối xứng và lệch tâm (1). Đá vôi trứng cá: Trứng cá dạng vi tinh (2), lithoclast (3), và xi măng spar (4).

cùng với các hạt carbonat khác như trứng cá, hạt đậu, mảnh vụn sinh vật, cortoid và peloid và các mảnh đá (intraclast) trong các lớp đá vôi hạt (grainstone). Sự xuất hiện các hạt oncoïd thường chỉ thị quá trình lắng đọng trong môi trường biển nông ven bờ.

Trên cơ sở đặc điểm hình thái bề mặt và cấu tạo vùng vỏ, có thể phân biệt ra hai loại oncoïd, đó là oncoïd loại A và B.

Oncoïd loại A có thể so sánh với oncoïd loại 2 (Védrine, S., Strasser, A., and Hug, W., 2007) với hình dạng ellip và các đường bao (contour) nhẵn (Hình 3.1A). Vùng vỏ có các đường bao không đều và đôi chỗ bị các dải phiến được tạo ra bởi đá vôi vi hạt cắt cụt. Điều này chỉ ra chúng được tạo ra trong điều kiện năng lượng tương đối cao.

Oncoïd loại B tương tự với oncoïd loại 3 (Védrine, S., Strasser, A., and Hug, W., 2007) bởi hình dạng gần ellip và các đường bao gợn sóng (Hình 3.1B). Phần vỏ được tạo bởi các đường phiến vi hạt mỏng. Cho thấy, chúng được thành tạo trong điều kiện năng lượng tương đối thấp.

Trứng cá

Trứng cá là hạt carbonat có dạng hình cầu và hình quả trứng tròn đều. Tương tự như hạt oncoïd, chúng cũng thường có hai phần đó là phần nhân trong và phần vỏ ngoài bao bọc nhân. Phần nhân gồm canxit dạng vi tinh hoặc các tinh thể canxit và dolomit. Phần vỏ ngoài bao bọc nhân là các phiến vi hạt trơn nhẵn hoặc đồng tâm. Thành phần thạch học của vỏ ngoài chủ yếu là aragonit dạng ẩn tinh hoặc dạng trụ kéo dài, định hướng. Hầu hết các hạt trứng cá có đường kính nhỏ hơn 1mm. Song đôi chỗ vẫn bắt gặp hạt trứng cá có đường kính từ 1 đến 1,5mm. Và cũng tương tự như oncoïd, các hạt trứng cá thường đi cùng các hạt carbonat khác, có mặt trong đá vôi hạt. Nguyên nhân dẫn đến "xưởng" (factory) trứng cá bị "chết" được giải thích có thể là do hạ mực nước biển dẫn đến xuất lộ trầm tích và quá trình gắn kết nhanh (Bosellini, A., Masetti, D., Sarti, M., 1981). Sự có mặt của hạt trứng cá nói chung chỉ thị môi trường nước ấm hoặc các vùng nhiệt đới.

Dựa trên đặc điểm hình thái của chúng có thể phân biệt được năm loại trứng cá, đó là: trứng cá đồng tâm (concentric ooid), ooid dạng sợi tỏa tia (radial fibrous ooid), trứng cá dạng vi tinh (micrite ooid), trứng cá dạng bất đối xứng và lệch tâm (asymmetrical to eccentric ooid) và trứng cá dạng méo mó (distorted ooid).

Trứng cá đồng tâm

Trứng cá đồng tâm có đường kính nhỏ hơn 1mm và các phiến đồng tâm bao bọc phần nhân (Hình 3.1C). Bề dày vùng vỏ bằng hoặc lớn hơn một phần hai đường kính của hạt trứng cá. Trứng cá đồng tâm thường thành tạo trong môi trường biển nông ven bờ với điều kiện năng lượng cao (Flügel, E., 2004).

Trứng cá dạng sợi tỏa tia

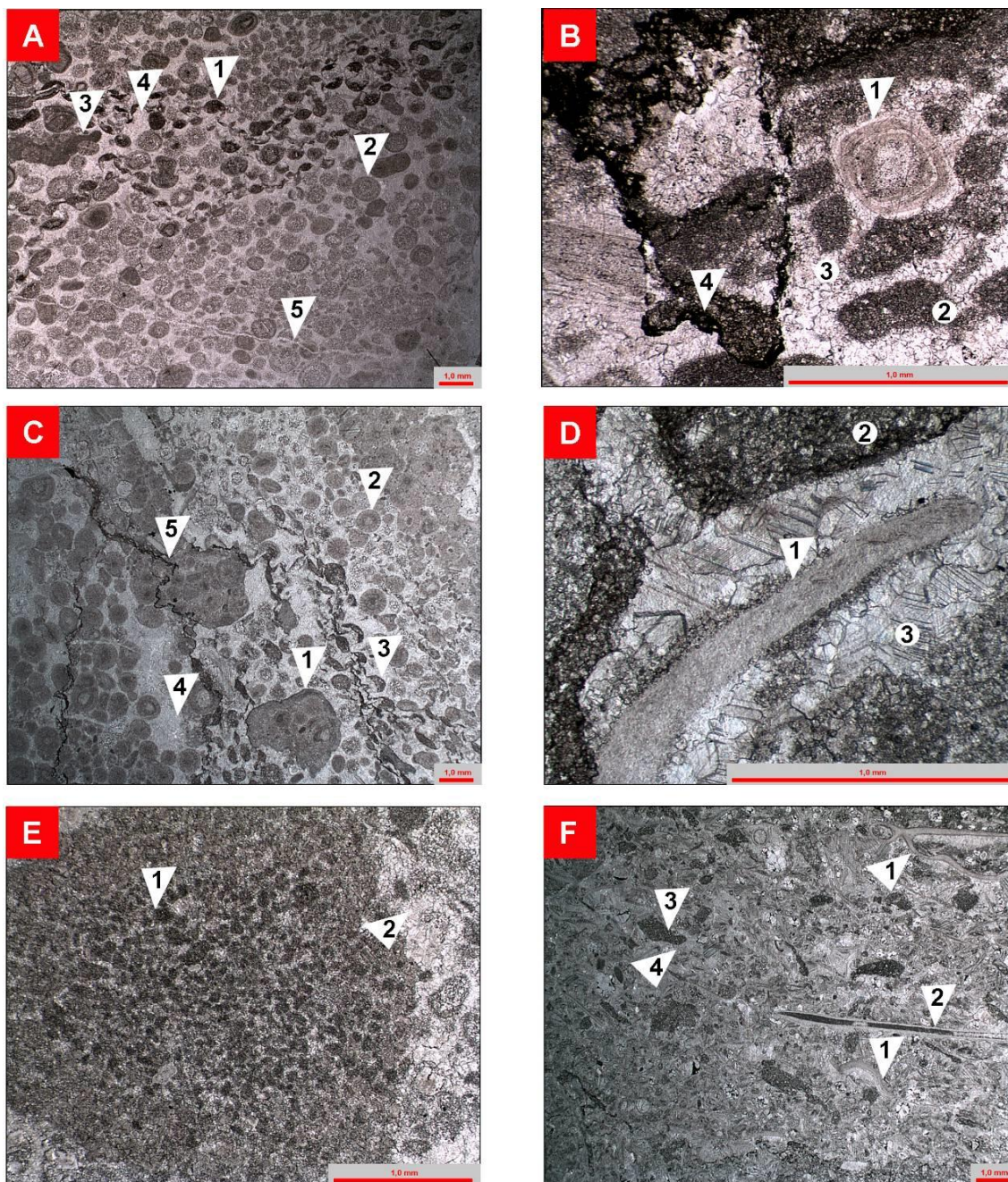
Trứng cá dạng sợi tỏa tia đặc trưng bởi kết cấu phần vỏ bao gồm các tinh thể canxit sắp xếp dạng sợi tỏa tia (Hình 3.1D). Vùng vỏ bao quanh tạo nên các dải đồng tâm. Đường kính của chúng thường nhỏ hơn 1mm. Trứng cá dạng sợi tỏa tia thường thành tạo trong điều kiện năng lượng thấp của môi trường biển nông ven bờ (Flügel, E., 2004).

Trứng cá dạng vi tinh

Trứng cá dạng vi tinh có hình dạng cầu gồm nhân và lớp vỏ vi tinh. Đôi chỗ lớp vỏ vi tinh thể hiện một cách mờ nhạt cấu tạo từ các dải phiến đồng tâm (Hình 3.1E). Các phiến này gồm các tinh thể dạng vi tinh sắp xếp rất ngẫu nhiên. Đường kính của trứng cá này nhỏ hơn 1mm. Trứng cá dạng vi tinh thường thành tạo trong môi trường biển nông ven bờ (Flügel, E., 2004).

Trứng cá dạng bất đối xứng và lệch tâm

Trứng cá dạng bất đối xứng và lệch tâm là các hạt trứng cá dạng hình cầu và hình trứng với bề mặt vỏ ngoài đóng vai trò phần nhân để thành tạo hạt trứng cá dạng lệch tâm (Hình 3.1F). Dấu hiệu nhận biết đặc trưng nhờ sự biến đổi từ phiến rất mỏng màu trắng với lớp vỏ vi tinh màu đen. Kích thước của trứng cá dạng này nhỏ hơn 1mm. Trứng cá dạng bất đối xứng và lệch tâm thường xuất hiện trong môi trường hồ và vũng vịnh biển nông với điều kiện năng lượng thấp, ở những nơi



Hình 3.2. Các hạt carbonat vùng Đồng Văn (tiếp theo). (A) Trứng cá dạng méo mó (1). Đá vôi trứng cá: trứng cá đồng tâm kích thước không đều (2), grapestone dính kết các hạt trứng cá (3), xi măng spar (4) và vi mạch (5); (B) Hạt đậu (1). Đá vôi hạt: lithoclast (2), xi măng spar (3) và đường stylolit (4); (C) Grapestone (1). Đá vôi trứng cá: grapestone dính kết các hạt trứng cá (2), trứng cá dạng méo mó (3), xi măng spar (4) và đường stylolit (5); (D) Cortoid (1). Đá vôi hạt chứa bùn (Packstone): intraclast (2) và xi măng dạng khối (3); (E) Peloid (1) và xi măng spar (2); (F) Mảnh vụn sinh vật. Đá vôi hạt: trilobita (1), sponges (2), lithoclast (3) và xi măng spar (4).

khuấy động yếu hoặc vắng mặt (Flügel, E., 2004).

Trứng cá dạng méo mó

Trứng cá dạng méo mó đặc trưng bởi các hạt hình chữ V hoặc kéo dài, đôi khi hình trứng cá dẹt, chúng thường liên kết với nhau thành các chuỗi ngoằn ngoèo song song với mặt lớp (Hình 3.2A). Trứng cá dạng méo mó thường xuất hiện trong các tầng đá vôi đặc biệt, nó thường luận giải bị ảnh hưởng bởi sóng, dòng chảy hoặc bị nén ép mạnh (Flügel, E., 2004).

Hạt đậu

Hạt đậu có cấu tạo giống với hạt trứng cá, nhưng có cấu tạo đồng tâm rõ ràng bằng các đường rất đen dày đặc đan xen với dải phiến sáng màu (Hình 3.2B). Đường kính của hạt đậu trong vùng nghiên cứu là khoảng 1mm. Hạt đậu thường đi với thạch học của đới biển nông ven bờ có trong các chu kỳ nông dần lên (shallowing-upward cycles) (Flügel, E., 2004).

Grapestone

Grapestone là hạt có hình dạng gần cầu, hình thành nhờ dính kết các hạt carbonat khác, rất hay gặp là các hạt trứng cá và peloid (Hình 3.2C). Chúng có mặt trong đá vôi hạt và đi cùng với loại hạt carbonat khác nhau. Đá vôi hạt gồm chủ yếu là các hạt kết dính như vậy thường đặc trưng cho môi trường thềm, thành tạo trong pha mực nước biển cao (Flügel, E., 2004). Chúng thường phản ánh những nơi quá trình tạo đá đóng vai trò chủ đạo (như những vùng biển kín không có trao đổi với môi trường biển mở), và những nơi các mảnh đá bị xi măng hóa từng phần và sau đó bị tái trầm tích bởi hoạt động của dòng chảy, thủy triều hoặc sóng bão.

Cortoid

Cortoid là những hạt carbonat có lớp vỏ vi tinh mỏng (Hình 3.2D). Lớp vỏ vi tinh mỏng hơn so với lớp vỏ của hạt oncoid. Các hạt cortoid xuất hiện trong đá vôi hạt và cùng với hạt trứng cá đồng tâm, hạt đậu và mảnh đá. Các hạt cortoid thường được hình thành trong môi trường nước biển ấm và nông (Leonard, J.E., Cameron, B., Pilkey, O.H., and Friedman, G.M., 1981).

Vón cục

Vón cục có hình dạng oval hoặc nửa cầu gồm các hạt carbonat khá đồng nhất dạng vi tinh thể nhỏ tròn xuất hiện màu đen khi nhìn dưới kính ánh sáng truyền qua (Hình 3.2E). Kích thước của hạt peloid khá khác nhau dưới lát mỏng, thay đổi từ 0,003mm đến 0,03mm. Chúng không có cấu tạo bên trong và rõ ràng kích thước nhỏ hơn các hạt carbonat khác. Các hạt peloid tìm thấy chủ yếu trong đá vôi hạt chứa bùn đến đá vôi hạt, chúng thường đi cùng các hạt oncoid, trứng cá, hạt đậu và mảnh đá. Peloid thường có mặt ở môi trường thềm carbonat ở đới biển nông ẩm trong các vùng nhiệt đới, và cũng xuất hiện trong điều kiện năng lượng thấp ở môi trường biển tương đối kín (Flügel, E., 2004).

Mảnh vụn sinh vật

Mảnh vụn sinh vật có kích thước và hình dạng khác nhau với thành phần khoáng vật và hữu cơ đa dạng, tùy theo giống hoặc loài cụ thể có mặt trong bồn trầm tích. Mảnh vụn sinh vật phổ biến gặp các mảnh hóa thạch Trilobita và Brachiopoda (Hình 3.2F). Kích thước các mảnh vụn sinh vật đo được dưới lát mỏng dao động từ dưới 1mm đến vài mm. Mảnh vụn sinh vật xuất hiện trong đá vôi hạt chứa bùn và đá vôi hạt cùng với các mảnh đá và các hạt carbonat khác. Các nhóm Trilobita và Brachiopoda sống trong môi trường nước nông và sạch chúng là các dạng sinh vật bám đáy và vài dạng sống trôi nổi bơi lội trong nước. Sự có mặt các mảnh vụn của các nhóm sinh vật này thường chỉ ra môi trường biển nông với năng lượng dòng chảy cao hoặc ở những nơi có sườn dốc (Flügel, E., 2004).

Mảnh đá

Mảnh đá có hình dáng góc cạnh, méo mó, hoặc không rõ hình dạng, ít nhiều bị mài tròn hoặc vô định hình, kích thước thay đổi trong một phạm vi khá rộng, từ 0,20mm đến nhiều centimet. Đây là những mảnh đồng trầm tích có thành phần là bùn vôi đồng nhất hoặc là nền của các hạt vụn tha sinh sinh hoá được hình thành do sự phá huỷ cơ học mang tính nhất thời của các thành tạo vôi đã từng phần gắn kết ở đáy bồn trầm tích (Folk, 1959).

3.1.3. Xi măng carbonat kết tinh

Trên cơ sở đặc điểm hình thái và màu phản quang dưới kính hiển vi phản quang âm cực (cathodoluminescence microscopy) có thể chia ra thành bốn loại xi măng canxit được hình thành trong giai đoạn thành đá sớm bao gồm: Xi măng dạng sợi tỏa tia (Radiaxial fibrous cement), xi măng dạng hạt (Granular cement), xi măng dạng khối (Blocky cement) và xi măng phủ tăng trưởng canxit dạng mọc ghép (Syntaxial canxite overgrowth cement).

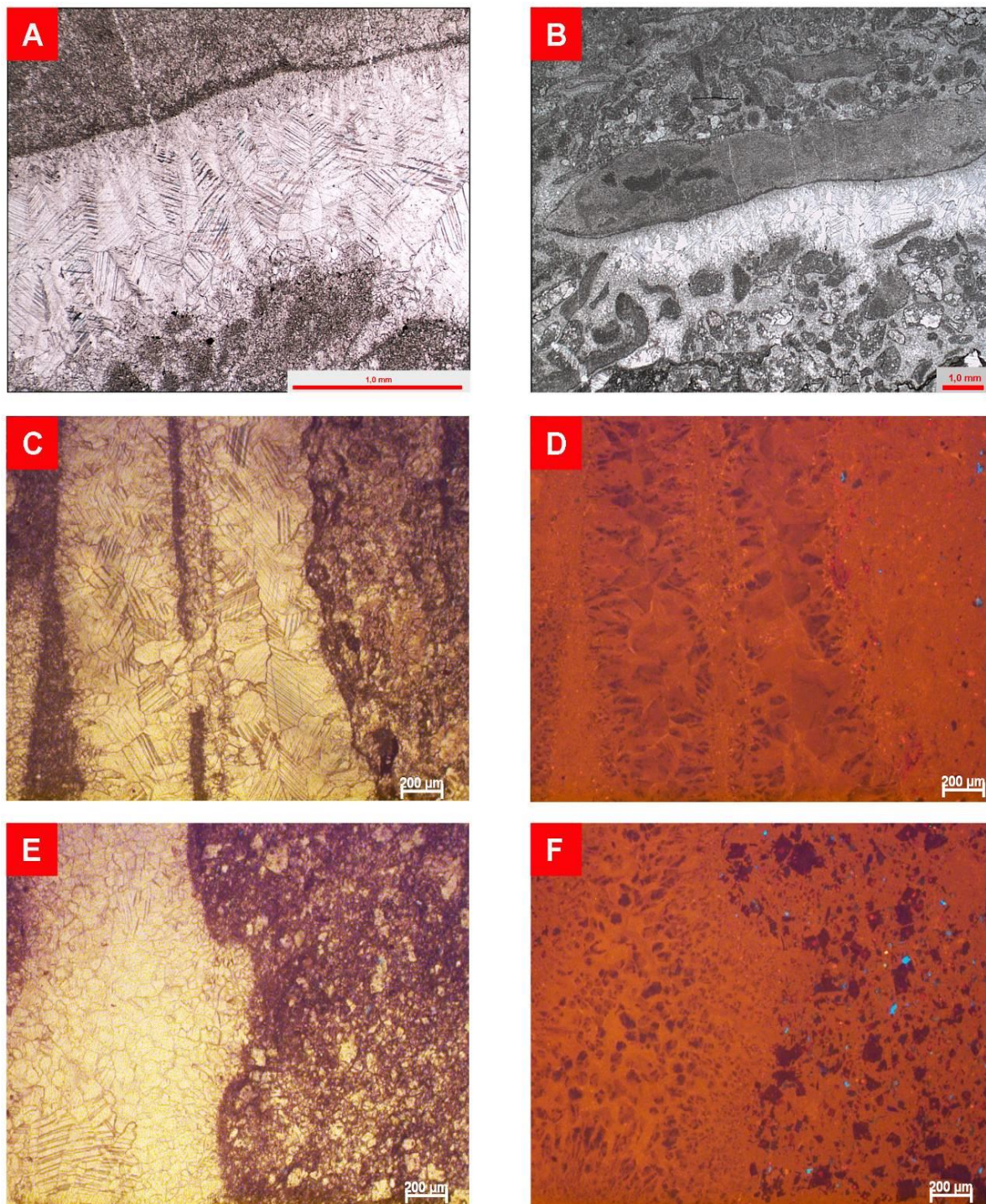
Xi măng dạng sợi tỏa tia

Xi măng dạng sợi tỏa tia thường có mặt trong đá vôi hạt chứa bùn (packstone). Xi măng này là các tinh thể canxit kích thước lớn có màu trắng đục nằm đan xen giữa các mảnh vụn bùn vôi và mảnh vụn sinh vật (Hình 3.3A, B, C và D). Đặc trưng kích thước các tinh thể canxit đó là: chiều dài thường dao động từ 0,03 - 0,9mm và tỷ lệ chiều rộng so với chiều dài của tinh thể dao động từ 1 : 3 đến 1 : 10. Màu dưới kính hiển vi phản quang âm cực thay đổi từ màu nâu đến màu vàng cam. Xi măng này được thành tạo ở môi trường biển đồng trầm tích, chôn vùi nông (Halley và Scholle, 1985) hoặc đới khí tượng sát mặt đất (subaerial meteoric).

Xi măng dạng hạt

Xi măng dạng hạt thường có mặt trong đá vôi bùn chứa hạt (wackestone). Xi măng dạng hạt được đặc trưng bởi các tinh thể nhỏ lấp đầy lỗ rỗng tương đối đều đặn (Hình 3.3E-F). Kích thước của các tinh thể canxit thường thay đổi từ 0,08mm đến 0,3mm. Sự khác biệt giữa các loại xi măng khác dựa trên kích thước tinh thể đồng đều của chúng hoặc tăng dần kích thước tinh thể hướng tới trung tâm lỗ rỗng. Các pha tinh thể này cũng có thể bắt nguồn từ sự tái kết tinh của các xi măng đã tồn tại từ trước hoặc bùn vôi. Xi măng hiển thị màu nâu đến cam dưới kính hiển vi phản quang âm cực. Những xi măng này được giả định là được hình thành trong môi trường đới khí tượng - ngầm dưới mặt đất (meteoric-phreatic) và chôn vùi, và có cả ở đới thông khí (meteoric vadose) (Flügel, 2004).

Xi măng dạng khối



Hình. 3.3. Ảnh xi măng canxit vùng Đồng Văn chụp dưới kính hiển vi phân cực và kính hiển vi phản quang âm cực. (A, B, C và D) Xi măng dạng sợi tỏa tia; (E và F) Xi măng dạng hạt: dolomit (đỏ tím) and thạch anh (xanh).

Xi măng dạng khối thường có mặt trong đá vôi bùn chứa hạt (wackestone) và đá vôi hạt chứa bùn (packstone). Xi măng dạng khối bao gồm các tinh thể tái kết

tinh từ trung bình đến thô mà không có định hướng (Hình 3.4A-B). Kích thước tinh thể này thay đổi từ 0,1 đến 0,4 mm. Kích thước tinh thể tăng về phía trung tâm của lỗ rỗng. Màu dưới kính hiển vi phản quang âm cực của loại xi măng này thay đổi giữa màu nâu và cam. Những kiến trúc dạng khối ô vuông này cũng có thể bắt nguồn từ sự kết tinh lại của xi măng có trước, nhưng sau đó không có sự gia tăng dần dần về kích thước tinh thể. Loại xi măng này được cho là đã hình thành trong một môi trường khí tượng (đới khí tượng - ngầm dưới mặt đất và đới thông khí) và môi trường chôn vùi (Flügel, 2004).

Xi măng phủ tăng trưởng canxit dạng mọc ghép

Xi măng phủ tăng trưởng canxit dạng mọc ghép thường có mặt trong đá vôi hạt (grainstone). Xi măng phủ tăng trưởng canxit dạng mọc ghép là sự phát triển quá mức kiểm soát chất nền xung quanh một hạt chủ được tạo ra bởi một hạt tinh thể đơn đồng nhất, chẳng hạn như một hạt crinoid (Hình 3.4C-D). Xi măng phủ tăng trưởng được hình thành liên tục tạo nên mạng tinh thể của chúng. Hạt khung xương có màu xám và xi măng phủ tăng trưởng có ranh giới rõ ràng. Xi măng phủ tăng trưởng canxit dạng mọc ghép là điển hình cho môi trường biển gần bề mặt (near-surface marine), môi trường biển đới thông khí (vadose - marine) và đới khí tượng - ngầm dưới mặt đất (Flügel, 2004).

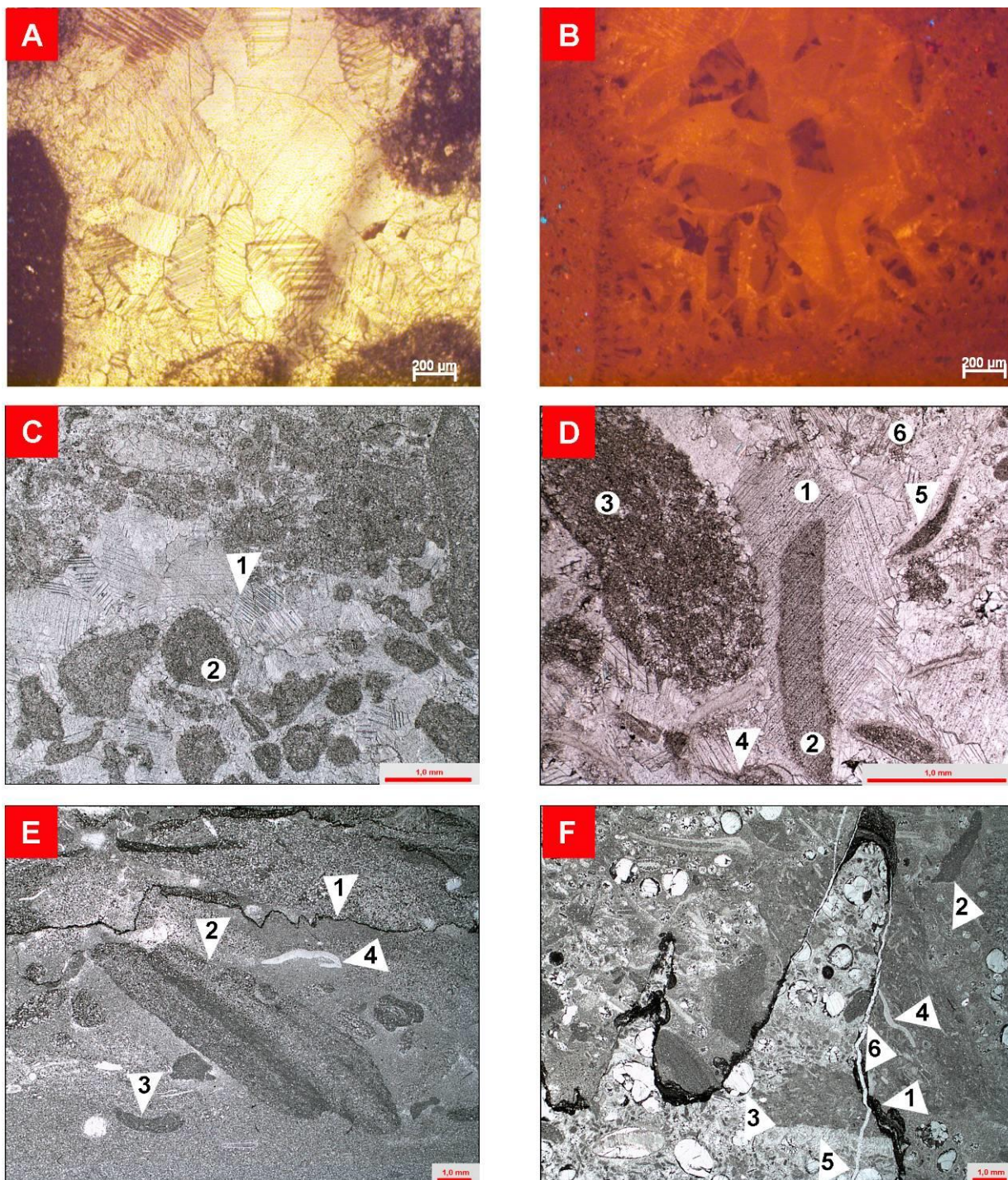
3.1.4. Vật liệu vụn lục nguyên

Vật liệu vụn lục nguyên hay mảnh vụn lục nguyên phi carbonat có ý nghĩa phân loại đối với các đá carbonat được thành tạo trong một môi trường địa chất có các chuyển động dao động tạo nên những dòng chảy tốc độ lớn đổ vào bồn trầm tích, cũng như sự thay đổi của mực nước biển (Sellwood B.N., 1978). Mảnh vụn lục nguyên phi carbonat gồm có thạch anh, feldpat, mica, siderit, sericit, chlorit, khoáng vật sét và khoáng vật quặng phân bố rải rác.

3.1.5. Biến đổi thứ sinh

Stylolit

Stylolit là đường khâu không đều, ngoằn ngoèo (zigzag). Biên độ của các



Hình. 3.4. Ảnh xi măng canxit và cấu tạo stilolit vùng Đồng Văn chụp dưới kính hiển vi phân cực và kính hiển vi phản quang âm cực. (A và B) Xi măng dạng khối; (C và D) Xi măng phủ tầng trưởng canxit dạng mọc ghép (1), mảnh vụn nội bồn (2), mảnh vụn (3), mảnh vụn di tích hóa thạch Trilobita (4, 5), và xi măng dạng hạt (6); (E) Stylolit với biên độ nhỏ (1), mảnh vụn (2, 3), và mảnh vụn di tích hóa thạch Trilobita (4); (F) Stylolit với biên độ lớn (1), mảnh vụn (2), trứng cá (3), mảnh vụn di tích hóa thạch Trilobita (4), xi măng vi tinh (5) và vi mạch canxit (6).

kiểu đường khâu stylolit có thể nằm trong khoảng từ < 1 mm đến 5 mm (Hình 3.4E-F). Đường khâu stylolit cắt qua toàn bộ mảnh vụn, các hạt và xi măng. Stylolit thường song song hoặc gần song song với bề mặt phân lớp. Các vi đường khâu stylolit thường xuất hiện ở độ sâu chôn vùi dưới 90m (Shlanger, 1964), hoặc nông là 60m (Dunnington, 1967). Chúng được hình thành bởi sự nén ép hóa học trong điều kiện chôn vùi (Flügel, 2004).

Vi mạch carbonat (Veinlet)

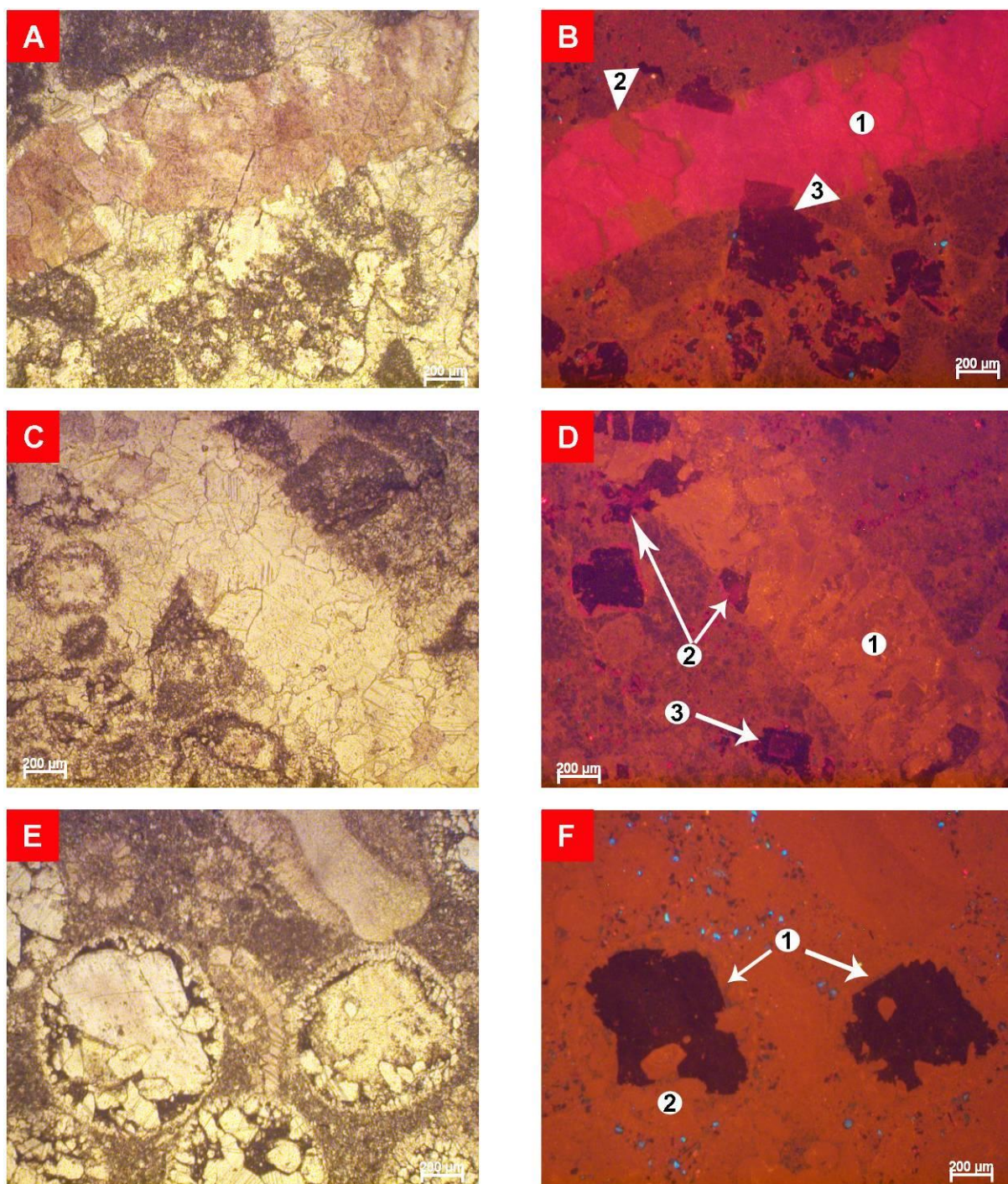
Vi mạch carbonat là những mạch nứt rất nhỏ được lấp đầy các tinh thể canxit và hoặc dolomit. Vi mạch carbonat có chiều rộng từ milimet đến hơn một centimet. Vách của vi mạch carbonat thường là gần song song, phẳng hoặc nhấp nhô không đều. Dựa vào đặc điểm hình thái và màu sắc phát quang và đặc điểm mối quan hệ xuyên cắt có thể được phân biệt được ba loại vi mạch carbonat như nâu (Hình 3.5C-D, 3.6C-D), đỏ-tím (Hình 3.6A-B) và hồng (Hình 3.5A-B). Theo Misik (1966), vi mạch carbonat được hình thành bởi sự căng giãn và nén ép các thể đá trầm tích.

Dolomit

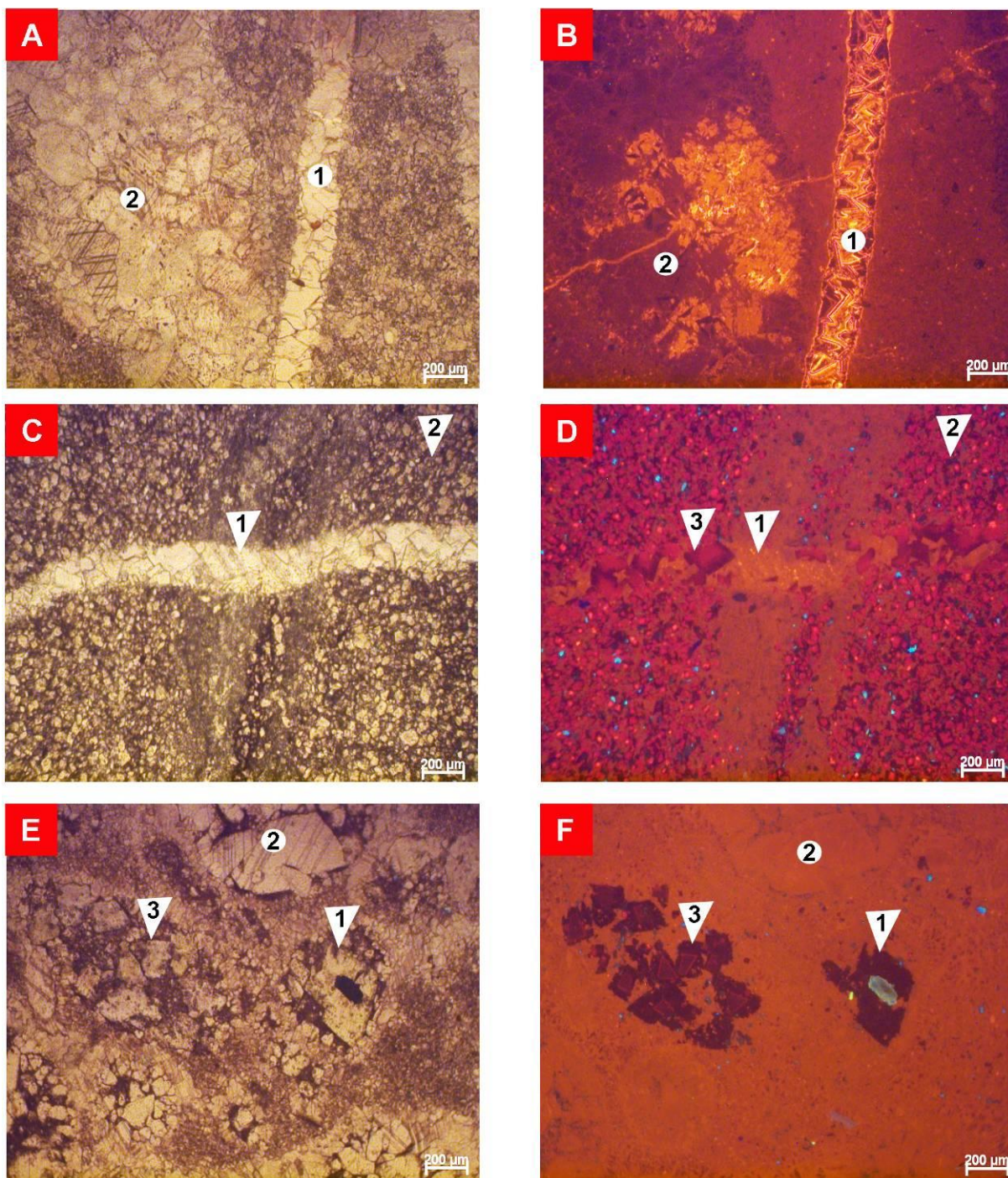
Trên cơ sở đặc điểm hình thái và phân bố có thể phân biệt được hai loại khoáng vật dolomit đó là dolomit hạt mịn và dolomit hạt nhỏ.

Dolomit hạt mịn là các hạt khoáng vật dolomit hình thoi tự hình có kích thước từ 0,01 - 0,03mm (Hình 3.6C-D). Những dolomit có kiến trúc đặc trưng "dạng hạt đường". Mật độ dolomit hóa thay đổi từ những hình thoi cô lập nổi trên nền bùn đến sự phát triển kiến trúc khảm tự hình. Phân tích dưới kính phản quang âm cực, dolomit hạt nhỏ thường xuất hiện một nhân đỏ tím sáng màu bao quanh là viền màu đỏ sẫm. Quan sát bằng mắt thường trên đá, dolomit hạt mịn thường xuất hiện màu xám nhạt đến xám trên nền đá vôi màu xám tro. Dolomit hạt mịn phân bố không đều thành các đám hoặc dải đứt đoạn trong các lớp đá vôi. Theo Sibley và Gregg (1987) và Warren (2000), loại dolomit này hình thành ở nhiệt độ dưới 50-60°C ứng với giai đoạn đầu trong quá trình chôn vùi nông.

Dolomit hạt nhỏ là các hạt khoáng vật dolomit hình thoi tự hình hoặc nửa tự



Hình. 3.5. Ảnh vi mạch carbonat và dolomit hạt nhỏ vùng Đồng Văn chụp dưới kính hiển vi phân cực và kính hiển vi phản quang âm cực. (A và B) Canxit (2) và dolomit hạt nhỏ (3) trong vi mạch carbonat màu hồng (1), và thạch anh (màu xanh); (C và D) Dolomit hạt nhỏ (2) trong vi mạch carbonat màu nâu (1), và dolomit khừ (3); (E và F) Dolomit hạt nhỏ(1) và canxit (2) trong các hạt trứng cá, và thạch anh (màu xanh).



Hình. 3.6. Ảnh vi mạch carbonat và dolomit khử vùng Đồng Văn chụp dưới kính hiển vi phân cực và kính hiển vi phản quang âm cực. (A và B) Vi mạch carbonat đỏ - tím (1) và xi măng dạng khối (2); (C và D) Dolomit hạt mịn (2), dolomit hạt nhỏ (3) trong vi mạch carbonat nâu (1), và thạch anh (màu xanh); (E và F) Dolomit hạt nhỏ (1) và canxit (2) trong các hạt trứng cá, dolomit khử (3) và thạch anh (màu xanh).

hình có kích thước từ 0,05 - 0,15mm (Hình 3.5 và 3.6E-F). Loại dolomit này dưới kính hiển vi phản quang âm cực xuất hiện tư tượng dolomit hạt nhỏ đó là gồm một nhân đỏ tím sáng màu bao quanh là viền màu đỏ sẫm. Theo Sibley và Gregg (1987) và Warren (2000), dolomit này được hình thành ở nhiệt độ cao hơn 50-60°C, tức có kết tủa muộn hơn và ở quá trình chôn vùi sâu hơn dolomit hạt mịn. Dolomit hạt nhỏ không quan sát được bằng mắt thường, nhưng có thể tìm thấy ở phần lớn những mẫu lát mỏng của vùng nghiên cứu. Những hạt khoáng vật dolomit hạt nhỏ phổ biến xuất hiện trong các hạt trứng cá hoặc các vi mạch carbonat.

Dolomit khử (Dedolomite)

Dolomit khử bao gồm các lỗ rỗng hình thoi được lấp đầy hoàn toàn với xi măng canxit hoặc, thường xuyên hơn, bao gồm một vành tinh thể hình thoi, mỏng với một nền lấp đầu bùn (Hình 3.5D và 3.6E-F). Hầu hết các hình thoi có một hoặc nhiều góc của chúng bị méo. Về hình dạng và kích thước tinh thể, dolomit khử xuất hiện bên trong tinh thể và sau dolomit hạt nhỏ. Hầu hết các tác giả coi quá trình khử dolomit là một quá trình xảy ra ở gần bề mặt liên quan đến thời tiết (Nader và nnk, 2008). Do đó, các tầng dolomit khử chỉ ra sự có mặt của bề mặt không chính hợp (Braun và Friedman, 1970).

3.1.6. Các loại đá carbonat và lục nguyên - carbonat

Trên diện tích vùng nghiên cứu, đá carbonat và lục nguyên - carbonat tương đối đa dạng gồm 9 loại đá sau: đá vôi bùn (thường gọi là đá vôi vi hạt), đá vôi dolomit, đá vôi vụn, đá vôi dạng cuội kết, đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật, đá vôi trứng cá, đá vôi cấu tạo xiên chéo, đá vôi vụn sinh vật, đá vôi cấu tạo stromatolit, đá phiến sét và cát - bột kết.

1) Đá vôi bùn

Đá vôi bùn chiếm khối lượng chủ yếu ở phần thấp các mặt cắt Chang Pung và Lũng Cú II vùng Đồng Văn thuộc hệ tầng Chang Pung. Đặc điểm đặc trưng dễ nhận dạng bằng mắt thường là đá vôi bùn có hạt rất nhỏ tương đối thuần khiết (Hình 3.7A). Dưới kính hiển vi phân cực, đá có kiến trúc hạt mịn và cấu tạo định hướng.

Thành phần khoáng vật (%): canxit (85 - 90), dolomit (5 - 7), thạch anh (hiếm), vật chất hữu cơ (ít). Thành phần hạt vụn (%): mảnh vụn sinh vật (ít) và phi carbonat (ít). Mảnh vụn sinh vật có kích thước thay đổi và thường bị tái kết tinh. Canxit hạt mịn có kích thước từ 0,01 - 0,02mm, dạng méo mó không rõ ranh giới hạt, canxit mặt sạch. Trên nền canxit có mặt rải rác các hạt dolomit kết tinh dạng thoi tự hình, ít sét và vật chất hữu cơ màu xám đen tạo vân dải mảnh phân bố không đều trong đá. Đá đôi khi xen dải dolomit - vôi có màu vàng nâu (dày 1cm) có thành phần gồm dolomit và canxit phân bố xen kẽ nhau khá đều. Dolomit kết tinh dạng thoi tự hình thành tạo thứ sinh. Tập hợp này nhiễm sét và hydroxit sắt tạo màu nâu bẩn. Phân bố không đều trong phần này là ít hạt bột thạch anh có kích thước xấp xỉ 0,02mm, dạng méo mó, bề mặt lấm tấm điểm bao thể canxit vi hạt, giao thoa xám sáng và ít vảy sericit.

2) Đá vôi dolomit

Đá vôi dolomit là thành phần chủ yếu của tập Xéo Lũng ở phần thấp hệ tầng Chang Pung các mặt cắt Chang Pung và Lũng Cú II vùng Đồng Văn. Ngoài ra, tương này còn có diện phân bố ở phần cao tập Lô Lô. Đặc điểm đặc trưng dễ nhận dạng bằng mắt thường là đá vôi dolomit phong hóa có màu trắng sữa cấu tạo giống da báo (Hình 3.7B). Dưới kính hiển vi phân cực, đá có kiến trúc hạt không đều và cấu tạo khối. Thành phần khoáng vật (%): canxit (60 - 65), dolomit (35 - 40), thạch anh (ít), vật chất hữu cơ (ít). Thành phần hạt vụn (%): mảnh vụn sinh vật (5 - 10), vón cục (5 - 10), mảnh đá (15 - 20) và phi carbonat (ít). Mảnh vụn sinh vật có kích thước thay đổi và thường bị tái kết tinh. Canxit chiếm hàm lượng nhiều hơn cả dạng hạt không đều thay đổi từ vi hạt, hạt mịn, hạt nhỏ kích thước từ 0,01-0,2mm trong đó chủ yếu là canxit vi hạt, hạt mịn, kích thước 0,01-0,1mm. Canxit thường có bề mặt xám bẩn do bị nhiễm sét. Dolomit có dạng thoi tự hình, thoi tha hình, kích thước không đều thay đổi từ (0,03mm x 0,03mm) đến (0,2mm x 0,2mm) phân bố đều khắp trong đá. Thạch anh có dạng hạt nhỏ kéo dài hoặc dạng hạt méo mó, kích thước (0,02mm x 0,03mm) đến (0,15mm x 0,8mm) phân bố lác đác trong đá. Thạch anh không màu, mặt sạch, giao thoa xám sáng bậc 1. Vật chất hữu cơ màu đen phủ

không đều trên bề mặt canxit vi hạt hoặc tạo đám - ổ nhỏ, phản chiếu màu xám. Mảnh vụn sinh vật, mảnh đá và thể vón cục sắp xếp lộn xộn và bị tái kết tinh.

3) Đá vôi vụn

Đá vôi vụn chiếm khối lượng lớn ở phần thấp của tập Thèn Ván thuộc hệ tầng Chang Pung ở mặt cắt Lũng Cú II vùng Đồng Văn. Đặc điểm đặc trưng dễ nhận dạng bằng mắt thường là đá vôi vụn chứa các mảnh đá vôi bùn có hình dạng từ méo mó đến gần tròn và kích thước trung bình chiều rộng x chiều dài từ 1mm x 2mm đến 10mm x 20mm (Hình 3.7E). Màu sắc mảnh đá từ xám sáng đến xám tối, màu phớt hồng. Dưới kính hiển vi phân cực, đá có kiến trúc hạt lớn và cấu tạo định hướng. Thành phần khoáng vật (%): canxit (85 - 90), dolomit (5 - 7), thạch anh (hiếm), vật chất hữu cơ (ít). Thành phần hạt vụn (%): mảnh vụn sinh vật (5 - 20), trứng cá (3 - 10), vón cục (15 - 20), mảnh đá (70 - 80) và phi carbonat (ít). Mảnh vụn sinh vật có kích thước thay đổi và thường bị tái kết tinh. Trứng cá có kích thước 0,5 - 1,2mm, độ mài tròn tốt và bị tái kết tinh. Mảnh đá và vón cục có kích thước đa dạng (0,1 - 1,5mm), độ mài tròn khác nhau và bị tái kết tinh yếu. Mảnh đá có hàm lượng trội hơn so với thể vón cục, chúng phân bố có xu thế định hướng rõ ràng trong nền canxit tái kết tinh. Các mảnh đá bị dolomit hóa với mức độ khác nhau. Dolomit có dạng hạt nửa tự hình hoặc tự hình, kích thước 0,03-0,1mm, bề mặt còn tàn dư carbonat vi hạt. Thạch anh dạng hạt, kích cỡ bột, kích thước 0,01 - 0,05mm, ranh giới hạt khá rõ ràng, phân bố rải rác. Sét và vật chất hữu cơ có màu đen bản tạo vi dải ngoằn ngoèo.

4) Đá vôi dạng cuội kết

Đá vôi dạng cuội kết chiếm khối lượng không nhiều, chỉ gặp rải rác ở diện phân bố phần cao hệ tầng Chang Pung và hệ tầng Lutxia vùng Đồng Văn. Dấu hiệu nhận biết rõ nhất đá vôi dạng cuội kết bằng mắt thường là chúng chứa các mảnh đá dạng cuội kết màu xám, phân lớp từ trung bình đến dày. Các mảnh đá dạng cuội kết có thành phần đá vôi bùn, không có cấu tạo bên trong. Chúng có hình dạng kéo dài và tròn cạnh với kích thước trung bình chiều dài x chiều rộng là 10cm x 2cm. Các mảnh đá dạng cuội kết nằm xếp chồng, tương đối định hướng theo phương ngang

(Hình 3.7F). Dưới kính hiển vi phân cực, đá có kiến trúc hạt lớn và cấu tạo định hướng. Thành phần khoáng vật (%): canxit (98 - 99), thạch anh (ít), vật chất hữu cơ (ít). Thành phần hạt vụn (%): mảnh vụn sinh vật (5 - 10), trứng cá (60 - 65), vón cục (5 - 10), mảnh đá (15 - 20) và phi carbonat (ít). Mảnh vụn sinh vật có kích thước thay đổi tùy thuộc vào mỗi nhóm di tích sinh vật hóa đá và thường bị tái kết tinh. Trứng cá có kích thước 0,8 - 1,2mm, độ mài tròn tốt và bị tái kết tinh. Mảnh đá và vón cục có kích thước đa dạng (0,1 - 1,5mm), độ mài tròn khác nhau và bị tái kết tinh yếu. Mảnh đá và thể vón cục phân bố định hướng trong nền canxit tái kết tinh. Mảnh đá có hàm lượng trội hơn so với thể vón cục. Thạch anh dạng hạt nhỏ méo mó, phân bố rải rác.

5) Đá vôi cấu tạo xiên chéo

Đá vôi cấu tạo xiên chéo xuất hiện chủ yếu ở diện phân bố của tập Thèn Ván thuộc hệ tầng Chang Pung ở vùng Đồng Văn. Đặc điểm đặc trưng dễ nhận dạng bằng mắt thường là trong lớp đá vôi có cấu tạo xiên chéo hoặc xiên chéo đứt đoạn được tạo thành từ các hạt carbonat kích thước bột (Hình 3.8A). Dưới kính hiển vi phân cực, đá có kiến trúc hạt mịn và cấu tạo trứng cá. Thành phần khoáng vật (%): canxit (98 - 99), dolomit (ít), thạch anh (ít), vật chất hữu cơ (ít). Thành phần hạt vụn (%): mảnh vụn sinh vật (25 - 30), vón cục (15 - 20), trứng cá (20 - 25), mảnh đá (20 - 25) và phi carbonat (ít). Hạt vụn sắp xếp lộn xộn. Trứng cá có đường kính từ 0,8 - 1,2mm, độ mài tròn tốt bị tái kết tinh mạnh. Khá giàu mảnh vụn Brachiopoda và Trilobita bị vỡ nát với kích thước đa dạng và tái kết tinh. Hạt vụn vón cục có kích thước từ 0,25 - 0,35mm, trong khi mảnh đá kích thước đa dạng có khi tới 4mm, chúng bị tái kết tinh yếu.

6) Đá vôi trứng cá

Đá vôi trứng cá chiếm khối lượng lớn của hệ tầng Chang Pung và hệ tầng Lutxia vùng Đồng Văn. Đặc điểm đặc trưng dễ nhận dạng bằng mắt thường trong đá vôi chứa các hạt trứng cá hình cầu, độ chọn lọc tốt, với kích thước đa dạng, đường kính từ 0,5 mm đến 1,5mm phân bố lộn xộn trong đá (Hình 3.8B). Cấu tạo đường khâu stylolit gồm những đường hình răng cưa ngoằn ngoèo, được lấp đầy bởi

vật chất sét, phong hóa màu vàng. Đá dễ bị vỡ theo các đường khâu này (Hình 3.4D). Dưới kính hiển vi phân cực, đá có kiến trúc hạt mịn và cấu tạo trứng cá. Thành phần khoáng vật (%): canxit (95 - 97), dolomit (3 - 5), thạch anh (ít), vật chất hữu cơ (ít). Thành phần hạt vụn (%): mảnh vụn sinh vật (5 - 10), vón cục (5 - 10), trứng cá (60 - 65), mảnh đá (15 - 20) và phi carbonat (ít). Hàm lượng các thể trứng cá sắp trong đá phân bố tại đây thường rất cao, nhiều mẫu đến 90 - 95% (SS.1132/2b, SS.1160/6, SS.22/2). Trứng cá gồm những hạt hình cầu, cấu trúc đồng tâm hoặc tỏa tia, có kích thước thay đổi. Trứng cá thường có phần nhân là carbonat vì hạt bị dolomit hóa không đều, vành của kết hạch là các tinh thể carbonat dạng trụ kéo dài sắp xếp tỏa tia, một số trứng cá dạng vi hạt có thành phần canxit. Canxit hạt mịn có kích thước từ 0,01 - 0,02mm, dạng méo mó không rõ ranh giới hạt, canxit mặt sạch, giao thoa trắng bậc cao. Phát triển rải rác trên nền canxit là ít hạt dolomit kết tinh dạng thoi tự hình, ít sét - vật chất hữu cơ màu xám đen tạo vân dải mảnh phân bố không đều. Trong quá trình biến đổi, các thể trứng cá và các hạt carbonat khác thường bị tái kết tinh ở những mức độ khác nhau, đôi khi làm mờ nhạt đáng kể đặc điểm cấu tạo điển hình của chúng, đồng thời làm xuất hiện cấu tạo đường khâu stylolit được sét và vật chất hữu cơ lấp đầy (Hình 3.4E-F). Vật chất hữu cơ không có hình dạng xác định, cùng với keo hydroxit sắt tạo đám hoặc đường khâu stylolit ngoằn ngoèo. Dolomit kết tinh dạng thoi tự hình thành tạo thứ sinh xuất hiện chủ yếu trong trứng cá. Phân bố không đều trong phần này là ít hạt bột thạch anh có kích thước xấp xỉ 0,02mm, dạng méo mó, có thể nằm trong trứng cá, bề mặt lấm tấm điểm bao thể canxit vi hạt, giao thoa xám sáng. Mảnh vụn sinh vật thường là Brachiopoda và Trilobita với kích thước thay đổi và thường bị tái kết tinh.

7) Đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật

Đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật phổ biến từ phần cao tập Cẩng Tẩng đến phần thấp tập Thền Ván của hệ tầng Chang Pung vùng Đồng Văn. Đặc điểm đặc trưng dễ nhận dạng bằng mắt thường trong đá vôi bùn chứa hạt chứa dấu vết xáo trộn sinh vật thể hiện từ mức vừa đến rất mạnh, kiến trúc lổm đóm từng phần bởi quá trình dolomit hóa (Hình 3.8D). Đây là dấu vết hoạt động chui rúc, bò, trườn

của sinh vật trong đáy bùn vôi tương đối cứng, nhưng chưa thành đá tạo ra những hang, hốc và sau đó được lấp đầy vật liệu trầm tích. Dưới kính hiển vi phân cực, đá có kiến trúc hạt mịn và cấu tạo khối. Thành phần khoáng vật (%): canxit (80 - 95), dolomit (5 - 10), thạch anh (ít), vật chất hữu cơ (ít). Thành phần hạt vụn (%): mảnh vụn sinh vật (5 - 15), vón cục (10 - 20), mảnh đá (5 - 10) và phi carbonat (ít). Mảnh vụn sinh vật thường là Brachiopoda và Trilobita với kích thước thay đổi và thường bị tái kết tinh. Canxit hạt mịn có kích thước $< 0,01 - 0,02\text{mm}$, dạng méo mó không rõ ranh giới hạt, bề mặt canxit sạch. Các hạt dolomit kết tinh dạng thoi tự hình có mặt rải rác trên nền canxit. Ít sét và vật chất hữu cơ màu xám đen tạo vân dải mảnh phân bố không đều trong đá. Các dải hay ổ dolomit - vôi phân bố xen kẽ không đều trên đá. Dolomit kết tinh dạng thoi tự hình thành tạo thứ sinh xuất hiện chủ yếu trong dấu vết xáo trộn sinh vật. Tập hợp này nhiễm sét - hydroxit sắt tạo màu nâu bẩn. Phân bố không đều trong phần này là ít hạt bột thạch anh có kích thước xấp xỉ $0,02\text{mm}$, dạng méo mó, bề mặt lấm tấm điểm bao thể canxit vi hạt, giao thoa xám sáng.

8) Đá vôi vụn sinh vật

Đá vôi vụn sinh vật xuất hiện chủ yếu ở phần cao hệ tầng Lutxia và đôi chỗ thuộc phần giữa hệ tầng Chang Pung ở vùng Đồng Văn. Quan sát dễ dàng bằng mắt thường là đá vôi vụn sinh vật chứa dày đặc di tích hóa thạch sắp xếp lộn xộn, màu xám đen chủ yếu là Brachiopoda, Crinoidea và có ít các mảnh hóa thạch Trilobita (Hình 3.8F). Dưới kính hiển vi phân cực, đá có kiến trúc vụn sinh vật và cấu tạo khối. Thành phần khoáng vật (%): canxit (80 - 95), dolomit (5 - 20), thạch anh (ít), vật chất hữu cơ (ít). Thành phần hạt vụn (%): mảnh vụn sinh vật (85 - 90), trứng cá (5 - 10), vón cục (5 - 10), mảnh đá (5 - 15) và phi carbonat (ít). Mảnh vụn sinh vật có kích thước thay đổi và thường bị tái kết tinh. Trứng cá có kích thước $0,8 - 0,9\text{mm}$, độ mài tròn tốt và bị tái kết tinh. Mảnh đá và vón cục có kích thước đa dạng ($0,1 - 1,8\text{mm}$), độ mài tròn khác nhau và bị tái kết tinh yếu. Mảnh đá có hàm lượng nhiều hơn vón cục, chúng phân bố lộn xộn trong nền canxit tái kết tinh. Đá bị dolomit hóa với mức độ khác nhau. Dolomit có dạng hạt nửa tự hình hoặc tự hình

với kích thước 0,03 - 0,1mm. Thạch anh dạng hạt, kích cỡ bột, kích thước 0,01 - 0,05mm, ranh giới hạt khá rõ ràng, phân bố rải rác. Ngoài ra, còn có dải vôi sét và vật chất hữu cơ cấu tạo định hướng.

9) Đá vôi cấu tạo stromatolit

Đá vôi cấu tạo stromatolit có mặt ở tập Lô Lô thuộc phần giữa hệ tầng Chang Pung vùng Đồng Văn. Đặc điểm đặc trưng dễ nhận dạng bằng mắt thường là trong lớp đá vôi có cấu tạo stromatolit dạng phân tầng hoặc hình trụ được hình thành bởi hiện tượng bẫy, trói buộc và xi măng hạt carbonat kích thước bột bởi màng sinh học (thảm vi khuẩn) từ vi khuẩn lam (Hình 3.9A-B). Dưới kính hiển vi phân cực, đá có kiến trúc hạt mịn và cấu tạo stromatolit. Thành phần khoáng vật (%): canxit (80 - 85), dolomit (15 - 20), thạch anh (ít), vật chất hữu cơ (ít). Thành phần hạt vụn (%): mảnh vụn sinh vật (5 - 7), vón cục (80 - 85), mảnh đá (5 - 10) và phi carbonat (ít). Hạt vụn có kích thước từ 0,04 - 0,12mm, độ mài tròn khác nhau, sắp xếp theo xu thế định hướng. Khoáng vật dolomit khá giàu trong đá, dạng thoi tự hình phân bố xen giữa các tập hợp canxit.

10) Đá phiến sét

Trong vùng nghiên cứu các thành tạo đá phiến sét có mặt ở hầu hết các mặt cắt, dưới dạng các lớp mỏng phân phiến và xen kẹp trong các thành tạo cát - bột kết (Hình 3.9C-D). Dưới kính hiển vi phân cực, đá có kiến trúc vảy, hạt biến tinh và cấu tạo định hướng. Thành phần khoáng vật (%): Sericit, chlorit, khoáng vật sét (75 - 80), carbonat (12 - 14), thạch anh (20 - 25), feldpat (1 - 2), biotit biến đổi (2 - 3), khoáng vật quặng (ít). Chiếm ưu thế trong đá là sericit dạng vảy kéo dài, xen lẫn là ít sét tàn dư dạng ẩn tinh. Sericit màu vàng nâu nhạt giao thoa vàng đỏ bậc 1. Tiếp theo là thạch anh và feldpat dạng hạt nhỏ biến tinh phân bố xen kẽ nhau khá đều. Thạch anh thường có dạng mảnh vụn, kích thước cỡ bột, độ mài tròn trung bình - kém phân bố đều trong đá. Thạch anh mặt trong sạch, tắt làn sóng yếu. Feldpat có mặt mờ đục do bị sét - sericit hóa yếu, một số hạt rõ song tinh đa hợp. Xen lẫn không đều cùng thạch anh - feldpat là khoáng vật carbonat mà chủ yếu là canxit hạt mịn nhỏ dạng méo mó; biotit màu vàng nâu dạng tấm vảy nhỏ bị muscovit hóa hoặc

chlorit hóa. Quặng màu đen dạng hạt nhỏ méo mó kéo dài phân bố rải rác, phản chiếu ánh kim. Trong đá phiến sét gặp các di tích Trilobita và Brachiopoda bảo tồn tương đối tốt (Hình 3.5A).

11) Cát - bột kết.

Cát - bột kết phân lớp mỏng xen kẽ trong các thành tạo đá phiến sét gặp ở hầu hết các mặt cắt trong vùng nghiên cứu (Hình 3.9C-D). Dưới kính hiển vi phân cực, đá có kiến trúc bột (aleurit) và cấu tạo khối. Thành phần khoáng vật (%): Mảnh vụn: thạch anh (50 - 55), carbonat (15 - 20), feldpat (5 - 7), mica (3 - 5) và siderit (7 - 8); Xi măng: carbonat (40 - 42), sét và chlorit (10 - 15), khoáng vật quặng (ít). Mảnh vụn có độ chọn lọc trung bình, độ mài tròn kém - trung bình. Mica có dạng tấm nhỏ kéo dài thường bị chlorit thay thế ở mức độ khác nhau. Thành phần mảnh vụn carbonat phân bố không đồng đều trong đá. Đá được gắn kết bởi xi măng kiểu cơ sở - tiếp xúc. Các khoáng vật tạo đá sắp xếp có xu thế định hướng. Siderit có dạng nửa tự hình và tự hình bị limonit hóa mức độ khác nhau tạo keo hydroxit sắt. Trong cát - bột kết gặp các di tích Trilobita và Brachiopoda bảo tồn tương đối tốt (Hình 3.5A).

3.2. ĐẶC ĐIỂM TƯỚNG ĐÁ

Khái niệm tướng trầm tích được nhiều nhà khoa học thống nhất sử dụng bao hàm hai nội dung cơ bản là đặc điểm thành phần trầm tích và môi trường lắng đọng trầm tích. Vì vậy, nghiên cứu và phân tích tướng trầm tích trong đó đã bao gồm cả những đặc trưng về thành phần thạch học, cổ sinh vật và về môi trường thành tạo trầm tích, hai nội dung đó không thể tách rời. Với cách tiếp cận như vậy, trong quá trình thực hiện luận án, NCS đã tập trung phân tích đặc điểm thành phần trầm tích làm cơ sở cho việc luận giải điều kiện môi trường lắng đọng trầm tích. Thuật ngữ mô tả phân loại carbonat sử dụng trong luận án theo Dunham (Dunham, R.J., 1962) và Folk (Folk, R.L., 1959, Folk, R.L., 1962). Các thành tạo Cambri trung - Ordovic hạ trên phạm vi vùng Đồng Văn có thể phân chia thành 15 tướng và 6 nhóm tướng dưới đây (Hình 3.10):

3.2.1. Nhóm tướng carbonat biển nông xa bờ

3.2.1.1. Tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb)

Tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ là chủ yếu ở tập Xéo Lũng ở phần thấp các mặt cắt Chang Pung và Lũng Cú II vùng Đồng Văn thuộc hệ tầng Chang Pung. Ngoài ra, tướng này còn có diện phân bố ở phần thấp tập Căng Tằng và phần cao tập Lô Lô. Thành phần chính của tướng là đá vôi bùn màu xám tro đến xám sáng, phân lớp từ mỏng (2 - 10 cm) đến trung bình (10 - 20 cm) (Hình 3.7A). Bề mặt phân lớp phẳng. Nguồn gốc thành tạo trầm tích bùn vôi đồng nhất thường kết tủa trực tiếp từ dung dịch thật. Rất hiếm gặp mảnh vụn sinh vật. Thành phần độ hạt mịn và khoáng vật tạo đồng nhất chỉ ra đá được thành tạo trong điều kiện môi trường trầm tích có chế độ thủy thạch động lực yếu của đới biển nông xa bờ. Trong một số trường hợp (SS.514a/2, SS.277b/2, SS.282/3, SS.289/6) có thể do sự xuất hiện của dao động mực nước biển, thành phần của các loại đá vôi hạt mịn - vi hạt còn chứa các dải hoặc thấu kính sét vôi.

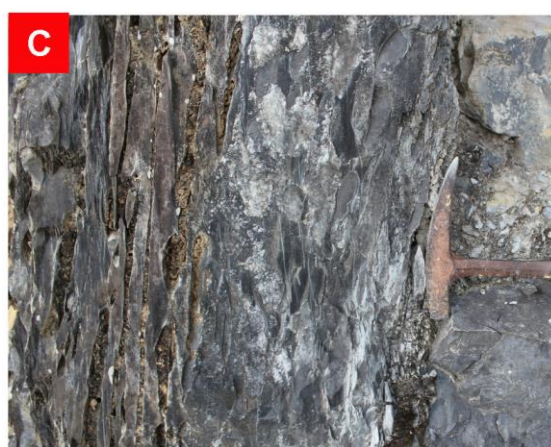
3.2.1.2. Tướng đá vôi dolomit biển nông xa bờ (tướng DL)

Thành phần tướng đá vôi dolomit biển nông xa bờ là đá vôi dolomit màu xám tro đến xám sáng, phân lớp từ mỏng (2 - 10 cm) đến trung bình (10 - 40 cm) phân bố ở phần giữa hệ tầng Chang Pung (Hình 3.7B), còn phân lớp trung bình đến dày (40 - 120cm) chiếm khối lượng lớn tập Xéo Lũng phần thấp hệ tầng Chang Pung. Bề mặt phân lớp phẳng, ít bị xáo trộn sinh vật. Đá vôi dolomit chứa khoáng vật canxit vi hạt, hạt mịn thường kết tủa trực tiếp từ dung dịch thật và khoáng vật dolomit là khoáng vật thành tạo thứ sinh. Thỉnh thoảng gặp mảnh vụn sinh vật. Thành phần độ hạt mịn và khoáng vật tạo đồng nhất chỉ ra đá được thành tạo trong điều kiện môi trường có chế độ thủy thạch động lực yếu của đới biển nông xa bờ.

3.2.2. Nhóm tướng đá vôi sét biển nông gần bờ

3.2.2.1. Tướng đá vôi đan xen đá phiến sét biển nông gần bờ (tướng L-S)

Tướng đá vôi đan xen đá phiến sét biển nông gần bờ phân bố chủ yếu ở phần cao của hệ tầng Lutxia ở vùng Đồng Văn. Thành phần đá tạo nên tướng này gồm



Hình 3.7. Các ảnh đại diện các tướng đá ở vùng Đồng Văn. (A) Tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb); (B) Tướng đá vôi dolomit biển nông xa bờ (tướng DL); (C) Tướng đá vôi đan xen đá phiến sét biển nông gần bờ (tướng L-S); (D) Tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M); (E) Tướng đá vôi vụn biển nông gần bờ (tướng IL); (F) Tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ (tướng LC).

đan xen các đá vôi bùn màu xám ghi đến xám xanh, phân lớp từ 2 - 5cm và đá phiến sét màu xám đến xám đen, phân lớp từ 1 - 3cm, trung bình 1,5cm (Hình 3.7C). Đá có cấu tạo phân lớp ngang song song dạng thấu kính. Thành phần đá vôi bùn có độ hạt mịn và khoáng vật tạo đồng nhất xuất hiện ở tướng này có nguồn gốc từ đới biển nông xa bờ vận chuyển đến hoặc được lắng đọng từ dung dịch thật. Các dải đá phiến sét hoặc đá sét có chỗ tạo thấu kính, chỗ tạo thành mạch không đều hoặc đứt đoạn. Phổ biến các lớp đá phiến sét hoặc đá sét phong hóa có màu nâu vàng. Đặc biệt là sự có mặt hóa thạch Conodonta cùng với Trilobita và Brachiopoda kích thước nhỏ bảo tồn tương đối tốt chỉ ra môi trường thành tạo khá yên tĩnh ở đới biển nông gần bờ.

3.2.2.2. Tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M)

Tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ là tướng xuất hiện phổ biến nhất và chiếm khối lượng chủ yếu của hai hệ tầng Chang Pung và hệ tầng Lutxia ở vùng Đồng Văn. Thành phần tạo đá gồm đá vôi bùn hoặc đá vôi bùn chứa hạt màu xám ghi đến xám xanh, phân lớp từ 0,2 - 5cm, xen dải đá vôi sét dạng ổ, thấu kính và mạng lưới (Hình 3.7D). Đá có cấu tạo phân lớp ngang song song dạng thấu kính. Bề mặt lớp không phẳng, thường có cấu tạo đường khâu hoặc uốn lượn nhấp nhô. Có dấu vết xáo trộn sinh vật (bioturbation) nằm song song hoặc nghiêng tạo một góc với bề mặt lớp. Chúng được lấp đầy bởi vật chất sét, các dấu vết này được nhận ra do bị phong hóa có màu nâu vàng. Các mảnh vụn của Trilobita và Brachiopoda với kích thước thay đổi chỉ ra chúng bị vận chuyển bởi dòng chảy có thể từ vùng biển nông ven bờ đến biển nông gần bờ. Các dải đá sét vôi hoặc đá sét dạng thấu kính hoặc đứt đoạn, phong hóa có màu nâu vàng (Hình 3.4B). Các hạt kích thước sét gắn kết không có cấu tạo phân phiến chỉ ra chúng được lắng đọng từ huyền phù trong điều kiện năng lượng thấp. Có mặt cả thành phần carbonat và hạt vụn ở các tỷ lệ khác nhau chỉ ra rằng các trầm tích được cung cấp từ 2 nguồn khác nhau gồm từ trên ven bờ vận chuyển đến và nguồn biển tại chỗ. Các dấu vết xáo trộn sinh vật phân bố hạn chế rải rác ở các mức địa tầng khác nhau chỉ ra điều kiện môi trường biển nông gần bờ của sinh vật sinh sống thay đổi.

3.2.3. Nhóm tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ

3.2.3.1. Tướng đá vôi vụn biển nông gần bờ (tướng IL)

Tướng đá vôi vụn biển nông gần bờ xuất hiện ở phần thấp của tập Thèn Ván thuộc hệ tầng Chang Pung ở mặt cắt Lũng Cú II vùng Đồng Văn. Thành phần chính của tướng này là đá vôi vụn màu xám xanh đến xám tối, phân lớp từ trung bình đến dày. Đá vôi vụn thường tạo thành một lớp với ranh giới trên dưới rõ ràng. Các mảnh vụn có thành phần là bùn vôi, có hình dạng từ méo mó đến gần tròn, kích thước từ 0,1 - 2cm, màu xám sáng đến xám tối, màu phớt hồng, phân bố đều trong đá và có xu thế định hướng là điểm nhận dạng tướng này bằng mắt thường (Hình 3.7E). Nguồn gốc của chúng là những mảnh trầm tích bùn vôi khá đồng nhất và không có cấu trúc bên trong, chưa trải qua quá trình thành đá đến từ đáy vùng biển lân cận có thể là biển nông xa bờ, bị vỡ vụn do những cơn sóng bão. Sau đó, các mảnh đá bị mài mòn ít nhiều trong quá trình vận chuyển đến vùng biển nông gần bờ gặp vật liệu hạt vụn tha sinh sinh hoá được mang đến từ vùng biển nông ven bờ, rồi chúng hòa trộn với nhau nhờ dòng chảy đáy và lắng đọng xuống. Thành phần hạt vụn tha sinh sinh hoá chiếm chủ yếu là mảnh đá sắp xếp định hướng do có dòng chảy đáy. Ngoài các mảnh đá, trong thành phần đá còn xuất hiện các hạt vụn tha sinh sinh hoá khác như trứng cá, vón cục và đôi khi còn chứa các hạt bột thạch anh với độ mài tròn trung bình - kém, đặc trưng cho chế độ thủy thạch động lực của môi trường trầm tích trong điều kiện biển nông gần bờ. Sự có mặt mảnh vụn sinh vật với kích thước thay đổi chỉ ra chúng bị vận chuyển bởi dòng chảy có thể từ vùng biển nông ven bờ đến biển nông gần bờ. Ngoài ra, trong thành phần của các đá này còn có mặt một lượng nhất định sét và vật chất hữu cơ có màu đen cũng được mang từ vùng biển nông ven bờ đến biển nông gần bờ. Do vậy, trầm tích được lắng đọng trong môi trường biển nông gần bờ.

3.2.3.2. Tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ (tướng LC)

Tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ, màu xám, phân lớp từ trung bình đến dày, xuất lộ chủ yếu ở diện phân bố phần cao hệ tầng Chang Pung và hệ tầng Lutxia vùng Đồng Văn. Thành phần trầm tích có đặc trưng nổi bật là các mảnh

đá dạng cuội kết dạng kéo dài và tròn cạnh, kích thước trung bình chiều dài x chiều rộng là 10cm x 2cm với thành phần đá vôi bùn đồng nhất màu xám xanh nằm gá kề nhau định hướng gần ngang song song (Hình 3.7F). Thực chất, chúng là những mảnh trầm tích bùn vôi chưa trải qua quá trình thành đá đến từ đáy vùng biển lân cận có thể là biển nông xa bờ, bị vỡ vụn hoặc đứt đoạn do cường độ thủy động lực tăng cao nhất thời của những cơn sóng bão, trong khi chúng mới chỉ được gắn kết từng phần. Sau đó, các mảnh đá bị mài mòn trong quá trình vận chuyển một khoảng cách không xa đến nơi mà ở đó có sẵn nhiều vật liệu hạt vụn tha sinh sinh hoá và chúng lắng đọng xuống bề mặt đáy gồ ghề cũng là sản phẩm của phá hủy do sóng. Thành phần hạt vụn tha sinh sinh hoá gồm trứng cá, mảnh đá, vón cục, mảnh vụn sinh vật và rất ít các hạt phi carbonat. Thành phần này tương tự với thành phần tạo đá của tướng đá vôi vụn thành tạo trước nằm dưới. Đá vôi dạng cuội kết thường có mặt ở phần đáy của lớp, còn phần trên của lớp là đá vôi vụn. Sự phân dị theo hướng lên trên này cũng thể hiện mức năng lượng yếu dần sau những cơn bão. Cũng có khi chúng tạo thành một lớp với ranh giới trên dưới rõ ràng. Sự có mặt mảnh vụn sinh vật với kích thước thay đổi chỉ ra chúng bị vận chuyển bởi dòng chảy có thể từ vùng biển nông ven bờ đến biển nông gần bờ. Sự có mặt rất ít thạch anh dạng hạt nhỏ méo mó, phân bố rải rác cũng củng cố thêm về điều kiện lắng đọng của tướng đá vôi dạng cuội kết là môi trường biển nông gần bờ.

3.2.4. Nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ

3.2.4.1. Tướng đá vôi cấu tạo xiên chéo biển nông gần bờ (tướng CL)

Tướng đá vôi cấu tạo xiên chéo biển nông gần bờ xuất hiện chủ yếu trong diện phân bố của tập Thèn Ván thuộc hệ tầng Chang Pung ở vùng Đồng Văn. Tướng này có thành phần chủ yếu là đá vôi cấu tạo xiên chéo chứa phong phú và đa dạng hạt vụn tha sinh sinh hoá màu xám xanh, xám tro, xám sáng, phân lớp từ 20 - 50cm (Hình 3.8A). Các hạt kích thước bột có thành phần chủ yếu là khoáng vật canxit sắp xếp định hướng dạng cấu tạo xiên chéo do dòng chảy đáy một chiều là nét đặc trưng của tướng. Vật liệu vụn hóa tha sinh sinh hoá tạo đá có thành phần và kích thước đa dạng gồm các mảnh vụn hóa thạch Brachiopoda và Trilobita, vón cục,

trứng cá, mảnh đá và phi carbonat chỉ ra môi trường nước thường xuyên bị xáo động và bị ảnh hưởng của sóng.

3.2.4.2. *Tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG)*

Tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ xuất hiện rất phổ biến trong khối lượng của hệ tầng Chang Pung và hệ tầng Lutxia vùng Đồng Văn. Tướng này có thành phần chủ yếu là đá vôi trứng cá màu xám, phân lớp từ 10cm đến 60cm (Hình 3.8B). Thành phần trầm tích đặc trưng là các hạt trứng cá hình cầu, độ chọn lọc tốt, kích thước đa dạng với đường kính từ dưới 0,5 mm đến 1,5mm phân bố lộn xộn trong đá. Các hạt trứng cá được thành tạo trong môi trường nước thường xuyên bị xáo động, gây nên sự sụt giảm hàm lượng CO_2 trong nước, tạo điều kiện tối ưu cho sự kết đọng CaCO_3 trong môi trường vốn đã bão hoà CaCO_3 xung quanh một hạt vụn nhân hiện hữu trong môi trường, khi đạt đường kính trên dưới 2mm lắng đọng xuống đáy và sau đó xảy ra quá trình thành đá và quá trình này thường xảy ra ở độ sâu không quá 5m - 20m của phần trong thềm lục địa (Rusnak, 1960; Loreau và Purser, 1973; Bathurst, 1975; Fabricus, 1977). Loại đá vôi này xuất hiện trong thành phần trầm tích ở nhiều mặt cắt, đặc biệt là ở mặt cắt chuẩn, từ đồn biên phòng Chang Pung theo hướng đông nam qua bản Hiao San đi sông Nho Quế, tây bắc bản Lô Lô (Lũng Cú, Đồng Văn, Hà Giang), đông nam bản Giáng Sán (Xín Cái, Mèo Vạc, Hà Giang) của hệ tầng Chang Pung. Tại khu vực này, các thể trứng cá mặc dù đã bị tái kết tinh ở những mức độ khác nhau, nhưng vẫn giữ được cấu tạo đồng tâm đặc trưng. Trong thành phần trầm tích của đá ngoài trứng cá, còn có mặt các thể vón cục, vụn nội bồn với hàm lượng và kích thước thay đổi và các hạt vụn thạch anh. Đặc biệt, có mặt rất nhiều mảnh vụn của Trilobita và Brachiopoda với kích thước thay đổi chỉ ra chúng bị vận chuyển bởi dòng chảy có thể từ vùng biển nông ven bờ đến biển nông gần bờ. Thành phần thạch học của tướng bao gồm chủ yếu là loại đá vôi trầm tích hóa học điển hình, được thành tạo ở các vùng ven biển (cách bờ trên dưới 20m), khí hậu ẩm áp. Do tác động của nhiều yếu tố thủy thạch động lực ở vùng ven biển, như sóng, thủy triều, dòng chảy, môi trường lắng đọng trầm tích luôn luôn bị xáo động.

3.2.4.3. *Tướng đá vôi oncoïd biển nông gần bờ (tướng OL)*

Tướng đá vôi oncoïd biển nông gần bờ có mặt ở tập Căng Tằng thuộc hệ tầng Chang Pung vùng Đồng Văn. Tướng này có thành phần chủ yếu là đá vôi màu xám, phân lớp từ 30cm đến 50cm. Thành phần trầm tích đặc trưng là các hạt oncoïd gồm phần nhân trong và phần vỏ ngoài bao bọc nhân, có hình dạng ellip hoặc hình cầu tương đối tròn, đường kính thay đổi từ 1 mm tới vài mm, phân bố lộn xộn trong đá (Hình 3.8C). Sự xuất hiện các hạt oncoïd thường chỉ thị quá trình lắng đọng trong môi trường biển nông ven bờ. Các thể oncoïd vẫn giữ được cấu tạo đặc trưng, mặc dù đã bị tái kết tinh ở những mức độ khác nhau. Các hạt oncoïd nằm lộn xộn với các hạt carbonat khác như trứng cá, hạt đậu, mảnh vụn sinh vật, cortoid, vón cục, các mảnh đá và các hạt vụn thạch anh. Mảnh đá có kích thước từ vài mm đến 10 mm chiều dài. Trong đá có mặt rất nhiều mảnh vụn của Trilobita và Brachiopoda với kích thước khác nhau, chúng bị vận chuyển bởi dòng chảy có thể từ vùng biển nông ven bờ đến biển nông gần bờ.

3.2.5. Nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ

3.2.5.1. *Tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tướng WB)*

Tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ xuất hiện phổ biến từ phần cao tập Căng Tằng đến phần thấp tập Thèn Ván của hệ tầng Chang Pung vùng Đồng Văn. Tướng này gồm các đá vôi bùn và đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật, màu xám xanh, phong hóa màu xám ghi, phân lớp từ 2cm đến 10cm (Hình 3.8D). Đá cấu tạo vết hằn do sinh vật, bề mặt phân lớp không phẳng. Sự có mặt trầm tích bùn vôi đồng nhất chỉ ra môi trường yên tĩnh không bị ảnh hưởng bởi sóng và dòng chảy. Dấu vết xáo trộn sinh vật với mật độ dày đặc và rộng khắp chứng tỏ trầm tích được thành tạo trong môi trường biển nông giàu oxy. Sự có mặt phổ biến các mảnh hóa thạch của Brachiopoda và Trilobita chỉ thị môi trường biển nông. Các mảnh hóa thạch Brachiopoda bị rời từng mảnh gợi ý chúng bị vận chuyển bởi dòng chảy ở vùng biển nông ven bờ.



Hình 3.8. Các ảnh đại diện các tướng đá ở vùng Đồng Văn (tiếp theo). (A) Tướng đá vôi cấu tạo xiên chéo biến nông gần bờ (tướng CL); (B) Tướng đá vôi trứng cá biến nông gần bờ (tướng OG); (C) Tướng đá vôi oncolid biến nông gần bờ (tướng OL); Tướng đá vôi trứng cá biến nông gần bờ (tướng OG); (D) Tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tướng WB); (E) Tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biến nông ven bờ (tướng W-G); (F) Tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ (tướng BL).

3.2.5.2. *Tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G)*

Tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ xuất hiện phổ biến từ phần cao tập Xéo Lũng đến tập Lô Lô của hệ tầng Chang Pung và phân bố rải rác trong diện phân bố của hệ tầng Lutxia ở vùng Đồng Văn. Tướng này gồm các đá vôi bùn chứa hạt thường đan xen thấu kính hoặc lớp mỏng của đá vôi vụn sinh vật, có ranh giới dưới rõ ràng (Hình 3.8E). Đá có cấu tạo phân lớp lượn sóng dạng thấu kính. Ở lớp đá vôi bùn chứa hạt có cấu tạo đan xen từng phần với đá phiến sét và xáo trộn sinh vật mức độ nhẹ. Đá vôi vụn sinh vật chứa di tích Brachiopoda và Trilobita sắp xếp lộn xộn, màu xám đen. Brachiopoda chỉ thị cho môi trường trầm tích ở đới ven bờ biển nông, nơi có chế độ thủy động lực phức tạp do hoạt động của sóng, thủy triều, các dòng chảy. Các mảnh hóa thạch Trilobita và Brachiopoda có mặt nhiều với kích thước thay đổi chỉ ra chúng bị vận chuyển bởi dòng chảy ở vùng biển nông ven bờ. Ngoài các mảnh vụn sinh vật còn gặp phổ biến các mảnh vụn bùn vôi có trước ít nhiều đã được mài tròn trong quá trình vận chuyển.

3.2.5.3. *Tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ (tướng BL)*

Tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ xuất hiện chủ yếu phần cao hệ tầng Lutxia và phần giữa hệ tầng Chang Pung ở toàn vùng Đồng Văn. Thành phần chính của tướng này là đá vôi vụn sinh vật màu xám xanh đến xám tro, phân lớp từ trung bình đến dày (Hình 3.8F). Đá vôi vụn sinh vật thường tạo thành một lớp với ranh giới trên dưới rõ ràng. Thành phần vỏ vụn nát của các sinh vật vỏ vôi chiếm ưu thế và sắp xếp lộn xộn, màu xám đen chủ yếu là Brachiopoda, Crinoidea và các mảnh hóa thạch Trilobita là điểm nhận dạng tướng này bằng mắt thường. Các nhóm hóa thạch này, đặc biệt là Brachiopoda khá điển hình cho môi trường trầm tích ở đới ven bờ biển nông, nơi có chế độ thủy động lực phức tạp do hoạt động của sóng, thủy triều, các dòng chảy... Do chế độ thủy thạch động lực phức tạp của đới ven bờ, ngoài các mảnh vụn nát sinh vật còn gặp phổ biến các mảnh vụn bùn vôi có trước ít nhiều đã được mài tròn trong quá trình vận chuyển. Ngoài ra, trong thành phần tạo đá còn chứa các hạt vụn bột thạch anh với độ mài tròn trung bình - kém, vật chất

hữu cơ, sét, đặc trưng vùng biển nông ven bờ.

3.2.5.4. *Tướng đá vôi cấu tạo stromatolit biển nông ven bờ (tướng SL)*

Tướng đá vôi cấu tạo stromatolit biển nông ven bờ là tầng đánh dấu đối sánh địa tầng cho tập Lô Lô thuộc phần giữa hệ tầng Chang Pung vùng Đồng Văn. Tướng này có thành phần chủ yếu là đá vôi cấu tạo stromatolit dạng bồi tụ phân tầng chứa hạt vụn vón cục màu xám xanh, xám tro phân lớp từ 20 - 40cm (Hình 3.9A-B). Cấu tạo stromatolit hình thành bởi hiện tượng bẫy, trói buộc và xi măng hạt trầm tích bởi màng sinh học của vi khuẩn lam ở vùng nước nông ven bờ. Môi trường biển nông ven bờ có nhiều sinh vật sinh sống và chúng thải ra nhiều hạt vón cục chiếm 80 - 85% thành phần hạt vụn tạo đá. Khoáng vật dolomit thứ sinh khá giàu trong đá, dạng thoi tự hình phân bố xen giữa các tập hợp canxit là bằng chứng của quá trình dolomit hóa.

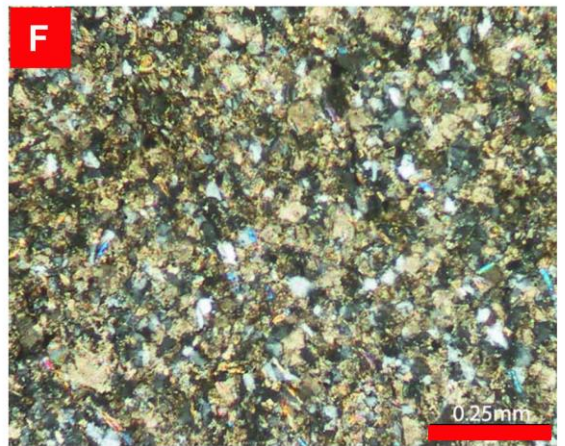
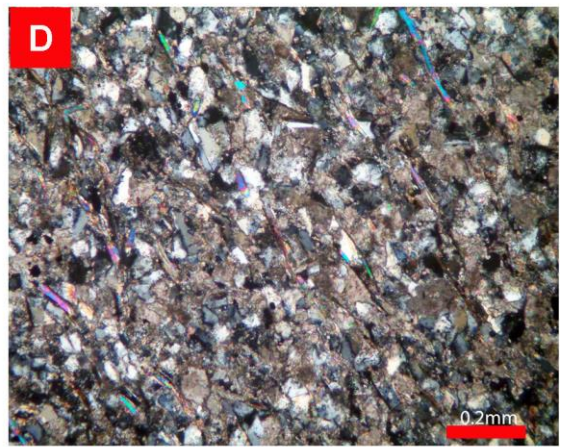
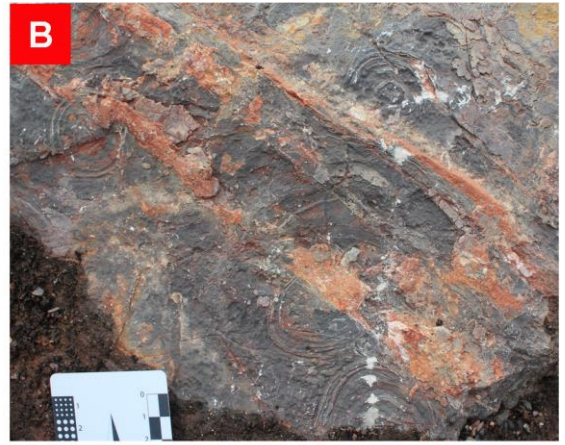
3.2.6. Nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ

3.2.6.1. *Tướng phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ (tướng SH)*

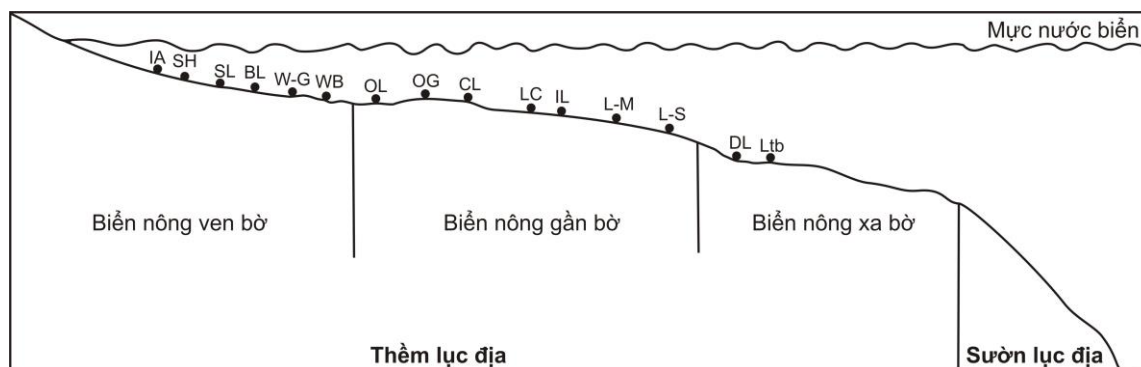
Tướng phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ xuất hiện phổ biến trong các hệ tầng Chang Pung và hệ tầng Lutxia ở vùng Đồng Văn. Thành phần chính của tướng này là đá phiến sét màu xám, xám xanh đến xám đen, phong hóa mạnh có màu vàng, nâu, tím (Hình 3.9C-D). Đá chứa phong phú hóa thạch Trilobita và Brachiopoda bảo tồn tương đối tốt. Đá có cấu tạo phân phiến và đan xen cùng cát - bột kết. Thành phần tạo đá đa khoáng gồm sericit, chlorit, khoáng vật sét, carbonat, thạch anh, feldpat, biotit và ít khoáng vật quặng. Trong điều kiện trầm tích hết sức yên tĩnh, các khoáng vật sét lắng xuống rất chậm chạp. Sự có mặt các di tích Trilobita và Brachiopoda bảo tồn tương đối tốt chỉ ra môi trường thành tạo yên tĩnh. Thành phần thạch học chủ yếu là hạt vụn kích thước sét có nguồn gốc lục nguyên. Màu sẫm của đá phiến sét phản ánh hàm lượng carbon hữu cơ cao. Trầm tích được lắng đọng trong môi trường biển nông ven bờ.

3.2.6.2. *Tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA)*

Các tướng trầm tích ven biển phát triển từ mực nước thủy triều lên xuống tới



Hình 3.9. Các ảnh đại diện các tướng đá ở vùng Đồng Văn (tiếp theo). (A-B) Tường đá vôi cấu tạo stromatolit biển nông ven bờ (tướng SL); (C - D) Tường phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ (tướng SH); (E - F) Tường cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng SA).



Hình 3.10. Vị trí phân bố 15 tướng trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn. (1) Tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb); (2) Tướng đá vôi dolomit biển nông xa bờ (tướng DL); (3) Tướng đá vôi đan xen đá phiến sét biển nông gần bờ (tướng L-S); (4) Tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M); (5) Tướng đá vôi vụn biển nông gần bờ (tướng IL); (6) Tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ (tướng LC); (7) Tướng đá vôi cấu tạo xiên chéo biển nông gần bờ (tướng CL); (8) Tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG); (9) Tướng đá vôi oncoid biển nông gần bờ (tướng OL); (10) Tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tướng WB); (11) Tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G); (12) Tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ (tướng BL); (13) Tướng đá vôi cấu tạo stromatolit biển nông ven bờ (tướng SL); (14) Tướng phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ (tướng SH); và (15) Tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA).

độ sâu vài chục mét. Chúng được thành tạo trong một môi trường chịu nhiều tác động của sóng, thủy triều, dòng chảy. Chiều rộng phân bố khác nhau tùy thuộc địa hình của bờ biển. Trong trường hợp bờ biển thoải, chiều rộng có thể đạt tới hàng trăm mét, ngược lại, nếu bờ biển có địa hình dốc, chiều rộng chỉ vài chục mét. Tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ luôn đi cùng với tướng phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ xuất hiện phổ biến trong các hệ tầng Chang Pung và hệ tầng Lutxia ở vùng Đồng Văn. Thành phần chính của tướng này là đá cát - bột kết phân lớp mỏng, màu xám, phong hóa mạnh có màu vàng, nâu, tím (Hình 3.9C-D). Chứa di tích Trilobita và Brachiopoda bảo tồn tương đối tốt. Đá có cấu tạo phân lớp xiên chéo. Thành phần tạo đá đa khoáng gồm thạch anh, carbonat, feldpat, mica, siderit và ít khoáng vật quặng. Trong điều kiện trầm tích tương đối yên tĩnh, các mảnh vụn khoáng vật lắng xuống từ từ. Đặc biệt ở khu vực Lũng Cú (SS.277/1) còn có mặt các hạt vụn siderit (7-8%) chỉ thị cho môi trường trầm tích có tính khử yếu.

Đáng chú ý là trong thành phần xi măng gắn kết ngoài thành phần carbonat, sét chiếm ưu thế, còn thường gặp hydroxit sắt và một số di tích vụn sinh vật (SS.1155/1) thường thấy ở đới triều thấp, ven bờ biển nông. Sự có mặt các di tích Trilobita và Brachiopoda bảo tồn tương đối tốt cũng thể hiện môi trường thành tạo khá yên tĩnh. Thành phần thạch học chủ yếu là hạt vụn kích thước bột có nguồn gốc lục nguyên. Trầm tích được lắng đọng trong môi trường biển nông ven bờ.

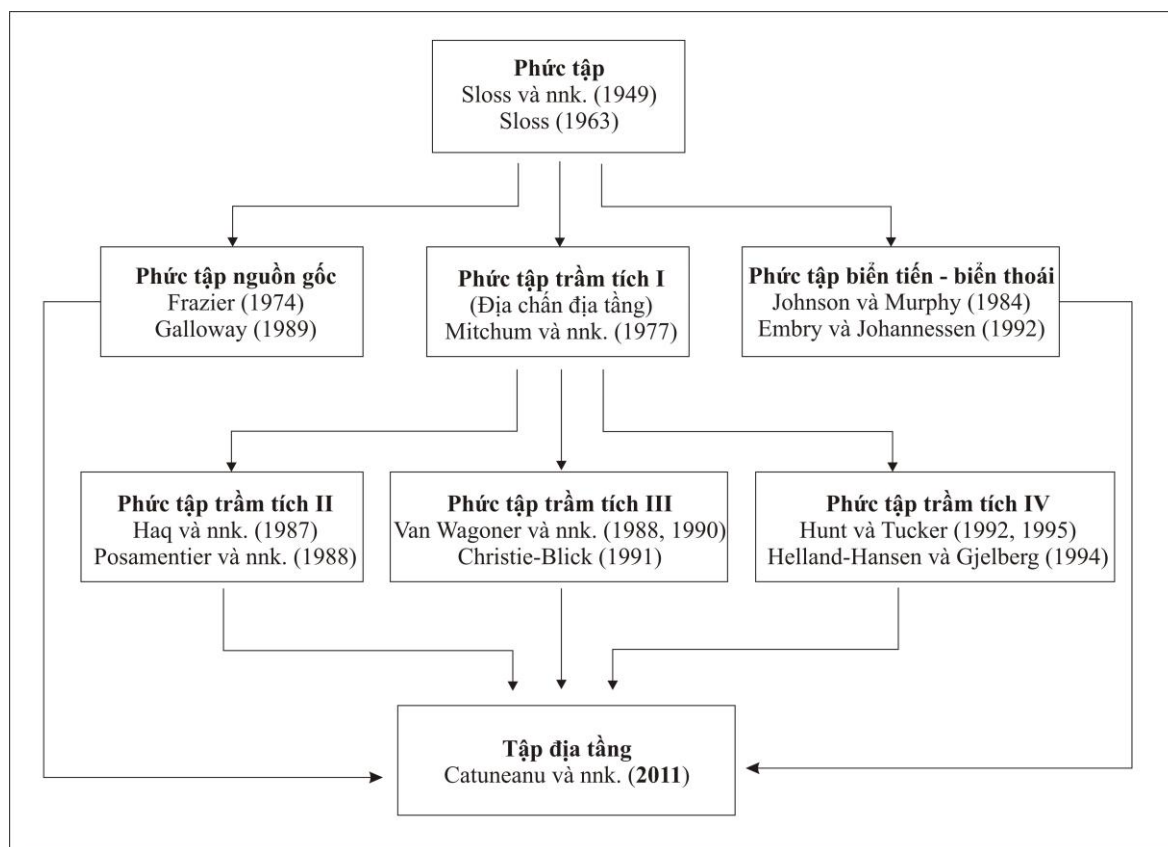
Chương 4

ĐỊA TẦNG PHÂN TẬP TRẦM TÍCH CAMBRI TRUNG - ORDOVIC HẠ VÙNG ĐỒNG VĂN

4.1. LỰA CHỌN MÔ HÌNH ĐỊA TẦNG PHÂN TẬP

Đến nay các tác giả trong nước cũng đã có ngày càng nhiều các công trình nghiên cứu về địa tầng phân tập trầm tích Kainozoi ở thêm lục địa Việt Nam. Tuy nhiên, việc lựa chọn mô hình của các tác giả khác nhau trên thế giới và quan điểm về địa tầng phân tập áp dụng cho các kiểu bề khác nhau chưa được quan tâm đúng mức. Đối với các đối tượng nghiên cứu cụ thể, các tác giả còn ít lý giải việc lựa chọn các mô hình thành các miền hệ thống trầm tích và còn khác nhau trên cơ sở thay đổi đường cong mực nước biển. Những mô hình địa tầng phân tập dựa trên việc phân tích các tài liệu nghiên cứu địa tầng trầm tích trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển, từ đó đã xác định các phức tập, các miền hệ thống trầm tích và tập trên cơ sở các bề mặt giới hạn như: bất chỉnh hợp, chỉnh hợp tương đương, bề mặt ngập lụt cực đại, bề mặt bào mòn biển thấp, biển tiến.

Các mô hình địa tầng phân tập đang được áp dụng hiện nay của các tác giả đều có những điểm mạnh, điểm yếu khác nhau. Mỗi mô hình được ứng dụng tốt nhất cho những bối cảnh kiến tạo riêng biệt và không có mô hình nào sử dụng cho tất cả các bề khác nhau trên thế giới. Mục tiêu và nhiệm vụ của phương pháp địa tầng phân tập là phân chia và liên kết địa tầng trầm tích thành các phức tập, các miền hệ thống trầm tích và các phân tập sao cho ranh giới giữa chúng tiệm cận gần nhất với ranh giới thời địa tầng. Khái niệm về địa tầng phân tập được xuất phát từ khái niệm phức tập được Sloss định nghĩa lần đầu tiên năm 1949 "Phức tập là một đơn vị trầm tích được giới hạn bởi hai bất chỉnh hợp". Từ phương pháp địa tầng địa chấn của Mitchum và nkk (1977) ông định nghĩa "Phức tập trầm tích (depositional sequence) bao gồm một chuỗi các lớp trầm tích có quan hệ với nhau về nguồn gốc và tương đối chỉnh hợp với nhau, bị chặn trên và dưới bởi các bất chỉnh hợp hoặc các chỉnh hợp tương đương".



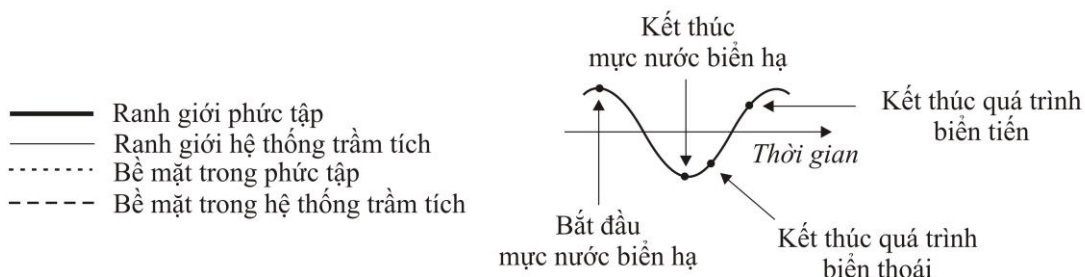
Hình 4.1. Các cách tiếp cận mô hình địa tầng phân tập (theo Catuneanu et al. 2017).

Tiếp theo các mô hình trên, từ năm 1987 các mô hình địa tầng phân tập mới ra đời (Hình 4.1, 4.2). Mỗi một mô hình địa tầng phân tập đều có một định nghĩa riêng về ranh giới tập (Hình 2.5). Hiện nay trên thế giới chủ yếu áp dụng 4 mô hình: phức tập trầm tích II (Posamentier và nnk., 1988); phức tập trầm tích III (Van Wagoner và nnk., 1988, 1990); phức tập trầm tích IV (Hunt và Tucker, 1992, 1995) và phức tập nguồn gốc (Galloway, 1989).

Posamentier và nnk (năm 1988) đã phân chia một phức tập thành 3 miền hệ thống trầm tích: miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST), miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST), miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) và lấy ranh giới phức tập là bất chỉnh hợp và chỉnh hợp tương đương từ điểm bắt đầu mực nước biển hạ (Hình 5.2). Trong LST ông chia ra LST sớm hình thành các fan châu thổ và LST muộn hình thành các nên đáy bồn.

Theo Van Wangoner và nnk (1988, 1990) đã phân chia một phức tập thành 3

Thời gian ↑	Sự kiện và giai đoạn \ Mô hình phức tạp	Phức tập trầm tích I	Phức tập trầm tích II	Phức tập trầm tích III	Phức tập trầm tích IV	Phức tập nguồn gốc	Phức tập biến tiến - biến thoái
	HNR		HST	Sớm HST	HST	HST	RST
	Kết thúc biến tiến	Phức tập				MFS	
	T		TST	TST	TST	TST	TST
	Kết thúc biến thoái						MRS
	LNR		Muộn LST (nêm tăng trưởng)	LST	LST	Muộn LST (nêm tăng trưởng)	
	Kết thúc mực nước biển hạ				CC**		
	FR		Sớm LST (quạt)	Muộn HST	FSST	Sớm LST (quạt)	RST
	Bắt đầu mực nước biển hạ	CC*	CC*				
	HNR		HST	Sớm HST	HST	HST	



Hình 4.2. Thuật ngữ hệ thống trầm tích và ranh giới phức tạp theo các cách tiếp cận phương pháp địa tầng phân tập khác nhau (bổ sung của Catuneanu và nnk. 2010).

miền hệ thống trầm tích: miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST), miền hệ thống trầm tích biến tiến (TST), miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) và lấy ranh giới phức tạp là bất chỉnh hợp bắt đầu từ điểm kết thúc biến hạ. Trong HST đã chia ra HST sớm và HST muộn.

Hunt và Tucker (1992, 1995) phân chia tập thành 4 miền hệ thống trầm tích, nhiều hơn 1 miền hệ thống trầm tích so với mô hình của Posamentier đó là miền hệ thống trầm tích biển hạ (Falling stage systems tract - FSST). Miền hệ thống biển thấp (LST) của Hunt tương ứng với LST muộn, còn FSST tương ứng với LST sớm của Posamentier. Điểm khác nhau lớn nhất của 2 mô hình này là ranh giới phức tạp, Hunt lấy ranh giới phức tạp tại thời điểm kết thúc biến hạ (nằm giữa FSST và LST).

Galloway (1989) đã phân chia một phức tập thành 3 miền hệ thống trầm tích: miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST), miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST), miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) và lấy ranh giới phức tập là bề mặt ngập lụt cực đại (MFS). Ông chỉ ra rằng MFS nằm giữa miền hệ thống trầm tích biển tiến và biển cao. Trong LST ông chia ra LST sớm hình thành các fan châu thổ và LST muộn hình thành các nêđây bồn.

Trần Nghi (2011-2012) quan niệm rằng bắt đầu mỗi phức tập tương ứng với một chu kỳ trầm tích là tập trầm tích của miền hệ thống biển thấp (LST) nằm trực tiếp trên bề mặt gián đoạn trầm tích chạy xuyên không gian từ lục địa đến biển và xuyên thời gian từ thời điểm mực nước biển (MNB) nằm ở vị trí trung gian đến vị trí thấp nhất của pha biển thoái. Kết thúc mỗi phức tập là tập trầm tích của miền hệ thống biển cao (HST) tương ứng với thời gian MNB hạ thấp từ vị trí cực đại đến vị trí trung gian (Hình 2.2).

Trên cơ sở phân tích các mô hình địa tầng phân tập trên thế giới và Việt Nam nêu trên cho thấy mô hình của Trần Nghi (2011-2012) là phù hợp với việc nghiên cứu trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn với các lý do sau: Vùng Đồng Văn trong giai đoạn Cambri giữa - Ordovic sớm diễn ra quá trình thành tạo trầm tích trên thềm lục địa. Đặc điểm tương trầm tích phản ánh rõ nét và có tính phân dị địa hình đáy biển đặc trưng các điều kiện môi trường biển nông ven bờ, đới biển nông gần bờ, và đới biển nông xa bờ. Theo mô hình địa tầng phân tập này khi MNB ở vị trí trung gian đến vị trí thấp nhất của pha biển thoái hình thành miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) nằm trên bề mặt gián đoạn trầm tích là dãy cộng sinh tương trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ. Tiếp theo là dãy cộng sinh từ đá vôi biển nông ven bờ và kết thúc là tương carbonat biển nông xa bờ của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST). Khi MNB hạ thấp từ vị trí cực đại đến vị trí trung gian là kết thúc của phức tập là dãy cộng sinh tương đá vôi phân lớp mỏng biển nông xa bờ và kết thúc là đá vôi biển nông ven bờ ứng với miền hệ thống trầm tích biển cao (HST). Ranh giới mỗi phức tập được xác định trên cơ sở bề mặt gián đoạn trầm tích (SU). Bề mặt này được vạch ra ở giữa các nhóm tương đá carbonat

biển nông gần bờ nằm dưới và nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ nằm trên.

4.2. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA TẦNG PHÂN TẬP

Ứng dụng phương pháp luận địa tầng phân tập theo cách tiếp cận độc lập mô hình (Catuneanu và nnk., 2009) này càng được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Cách tiếp cận này có ưu điểm là rất linh hoạt trong việc lựa chọn hệ thống cấp bậc các đơn vị địa tầng phân tập để nghiên cứu theo các tài liệu hiện hữu. Một đơn vị phức tập bao gồm các miền hệ thống trầm tích thành phần và miền hệ thống trầm tích bao gồm các hệ thống môi trường lắng đọng được chồng xếp trong quá trình sắp xếp kiểu xếp chồng địa tầng cụ thể. Kiến trúc địa tầng có thể quan sát ở cấp bậc khác nhau phụ thuộc vào mục đích nghiên cứu và mức độ chi tiết của tài liệu. Ở cấp độ địa tầng nhỏ nhất, các hệ thống môi trường lắng đọng gồm các lớp và nhóm lớp (đó là chu kỳ trầm tích; Catuneanu và Zecchin, 2013). Ở các loại cấp độ lớn hơn, miền hệ thống trầm tích và hệ thống môi trường lắng đọng gồm các phức tập phân giải cao hơn. Các đóng góp quan trọng của Vail và nnk., (1977, 1991), Embry (1995), Posamentier và Allen (1999) là đã xác lập và phân chia hệ thống cấp bậc địa tầng phân tập của chu kỳ địa tầng dựa trên chu kỳ thay đổi mực nước biển (bậc 1, bậc 2, bậc 3, bậc 4 và bậc 5 ...) (Hình 4.3). Một loạt trầm tích được hình thành ứng với chu kỳ địa tầng bậc từ 1 đến 3 thường là có nguyên nhân từ chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu và từ bậc 4 đến 6 ứng với chu kỳ thay đổi mực nước biển ở quy mô khu vực.

Các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn có diện xuất lộ tốt với thể nằm đơn nghiêng, hướng cắm về tây nam rất thuận tiện cho việc khảo sát, thu thập các tài liệu trầm tích và cổ sinh phục vụ việc phân tích tướng trầm tích và định tuổi. Các tài liệu này đáp ứng được tiêu chí xác lập và luận giải các phức tập ứng với chu kỳ địa tầng bậc 3 của Vail và nnk., (1977, 1991), Embry (1995), Posamentier và Allen (1999).

Trên cơ sở phân tích tướng và đối sánh với các chu kỳ dao động mực nước biển theo quan điểm địa tầng phân tập, các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ

Hệ thống cấp bậc	Đơn vị địa tầng phân tập	Đơn vị trầm tích	Khoảng bề dày (m)	Khoảng thời gian
		Tướng trầm tích	0,01 - 1	10 - 20 nghìn năm
Bậc 4 và bậc 5	Phân tập	Chu kỳ tướng	0,5 - 5 (<10)	10 - 100 nghìn năm
Bậc 3 và bậc 4	Miền hệ thống trầm tích	Yếu tố kiến trúc	5 - 100	100 nghìn năm - 1 triệu năm
Bậc 2 và bậc 3	Phức tập	Cộng sinh tướng	50 - 250	0,5 - 10 triệu năm
Bậc 1 đến bậc 3	Vĩ tập	Bồn trầm tích	250 - 1000	1 - 100 triệu năm

Hình 4.3. Mối liên hệ giữa các hệ thống cấp bậc với đơn vị địa tầng phân tập, đơn vị trầm tích, khoảng bề dày, khoảng thời gian (theo Vail và nnk., (1977, 1991), Embry (1995), Posamentier và Allen (1999)).

vùng Đồng Văn xác lập 9 phức tập ứng 9 chu kỳ dao động mực nước biển bậc 3. Mô tả các phức tập từ dưới lên như sau (Hình 4.5 - 4.12):

4.2.1. Phức tập S_1

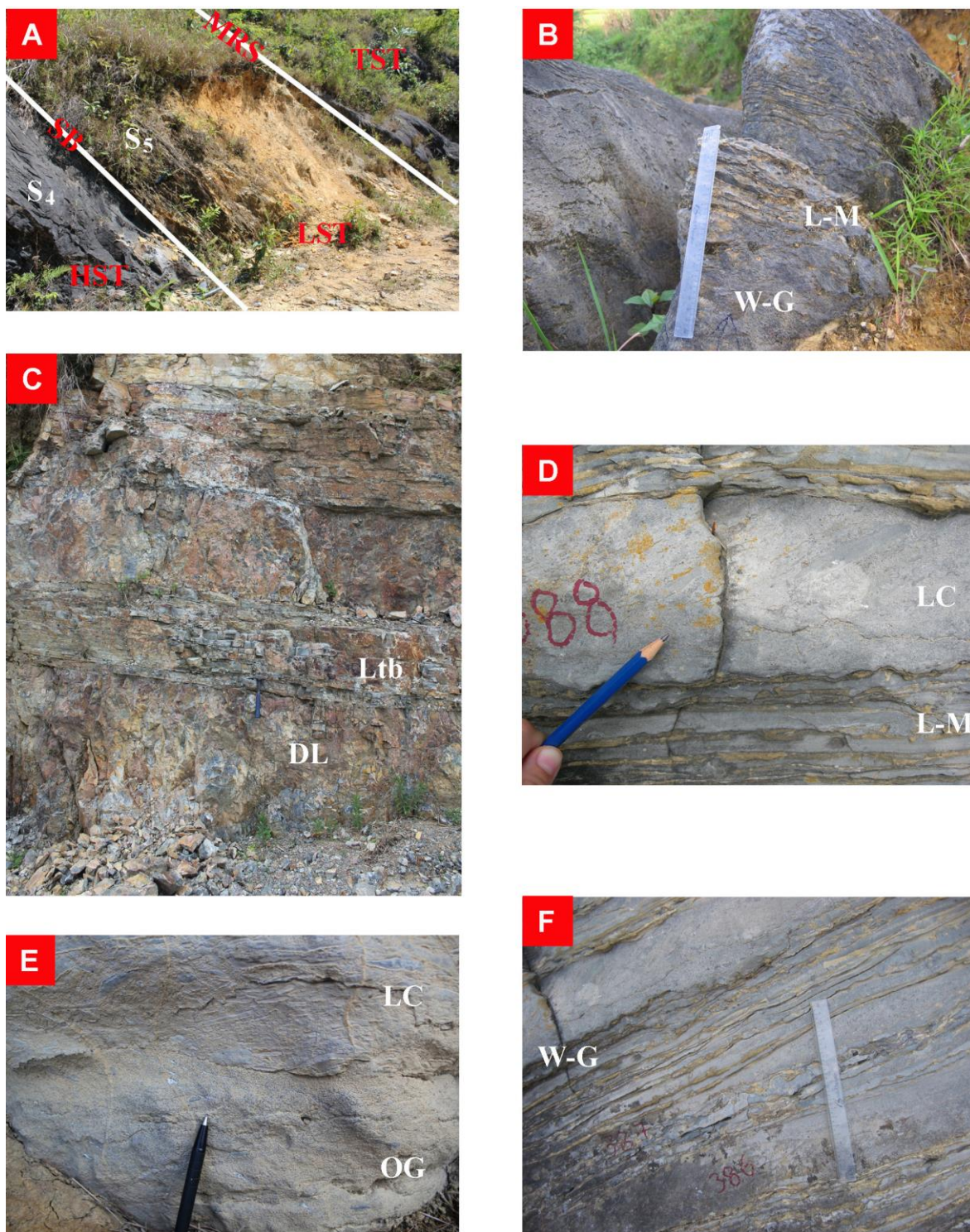
Phức tập S_1 thấp nhất của hệ tầng Chang Pung (ε_2 - ε_3 cp) trong vùng Đông Bắc Việt Nam được giới hạn dưới bởi bề mặt ranh giới chỉnh hợp liên tục lên các đá phiến sét sericit, sét bột kết chứa vôi của hệ tầng Hà Giang (ε_{1-2} hg) có thể quan sát ở các mặt cắt Bắc Hà - San Sia Hồ, Làng Lúp - Hà Giang, Làng Pinh - Na Sát....

Ở vùng Đồng Văn, phức tập S_1 không quan sát được phần thấp nhất vì ở mặt cắt Lũng Cú II chúng bị phá hủy do đứt gãy, còn ở mặt cắt Chang Pung chúng có thể lộ ra ở phần địa giới của Trung Quốc. Do vậy, phức tập này chỉ quan sát được miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) và biển cao (HST). Diện phân bố của chúng phía đông bản Xẻo Lũng (mặt cắt Lũng Cú II) và từ cột mốc 456 địa giới Việt Nam - Trung Quốc về trạm biên phòng Sam Pun (mặt cắt Chang Pung).

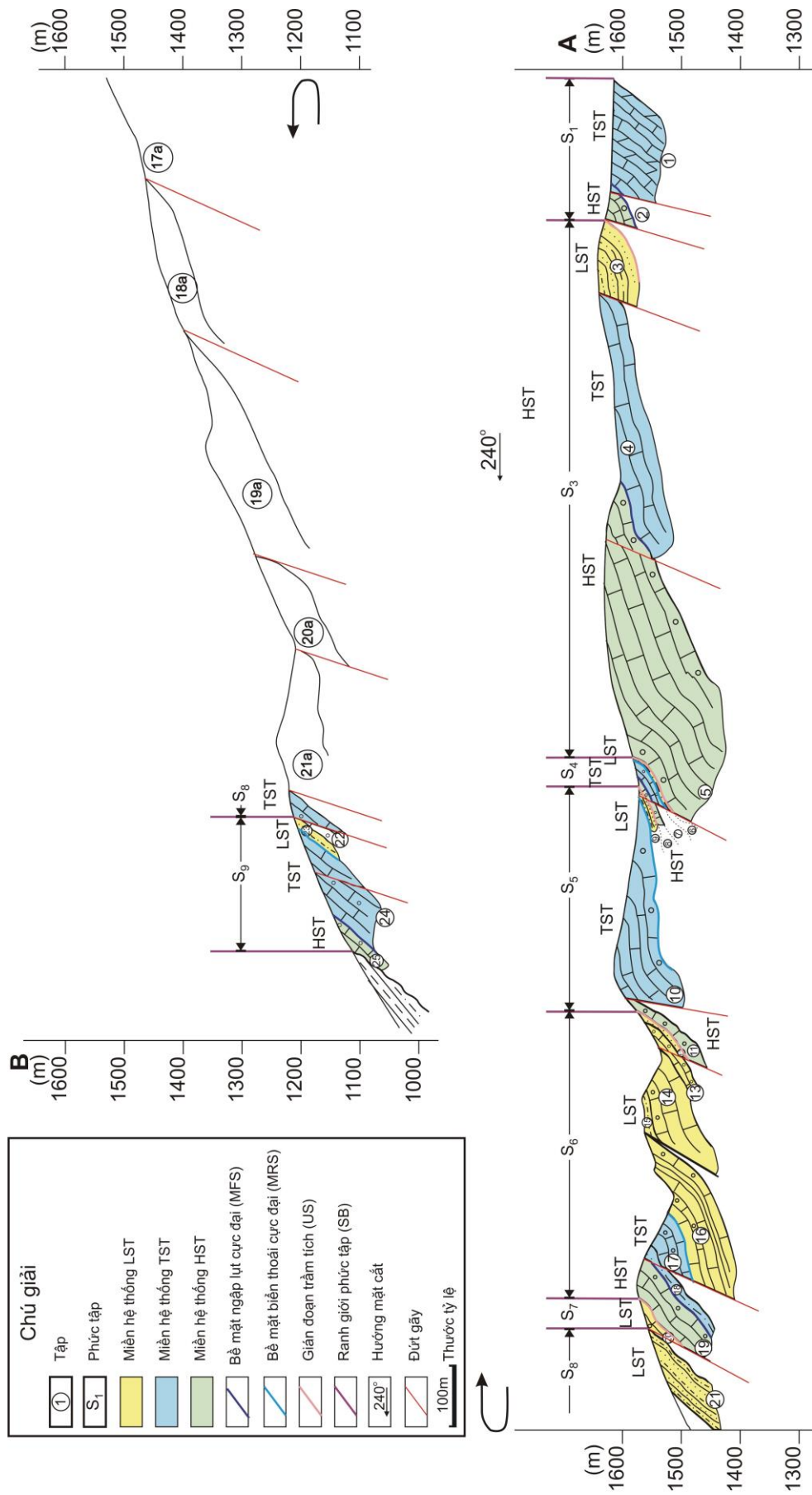
Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) đặc trưng bởi kiểu xếp chồng địa

tầng biển tiến. Đó là quá trình phủ chồng lùi của nhóm tướng carbonat biển nông xa bờ trong giai đoạn dâng cao mực nước biển. Không gian tích tụ lớn hơn nguồn cung cấp trầm tích tạo ra địa hình đáy biển tương đối bằng phẳng và môi trường biển nông ở trên toàn vùng Đồng Văn. Mặc dù ở hai mặt cắt Lũng Cú II và Chang Pung bị đứt gãy sau phá hủy nhưng vẫn quan sát được rõ ràng đặc điểm giống nhau về thành phần đá carbonat và bề dày tương tự nhau là 100m (ứng với tập 1). Thành phần đá carbonat chủ yếu là đan xen các tướng đá vôi dolomit biển nông xa bờ (tướng DL) và đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) theo xu hướng sâu dần lên (Hình 5.4C). Hóa thạch Trilobita: *Damesella* sp. (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008) chỉ ra tuổi Cambri giữa phần muộn. Ranh giới dưới của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt biển thoái cực đại (MRS) không quan sát được do đứt gãy phá hủy ở mặt cắt Lũng Cú, còn ở mặt cắt Chang Pung không có diện lộ. Ranh giới trên là bề mặt ngập lụt cực đại (MFS). Ranh giới này đánh dấu bằng sự chuyển tiếp từ tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) lên tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST), quan sát tại điểm SS. 95 ở mặt cắt Lũng Cú. Ranh giới này ở mặt cắt Chang Pung không quan sát được do đứt gãy.

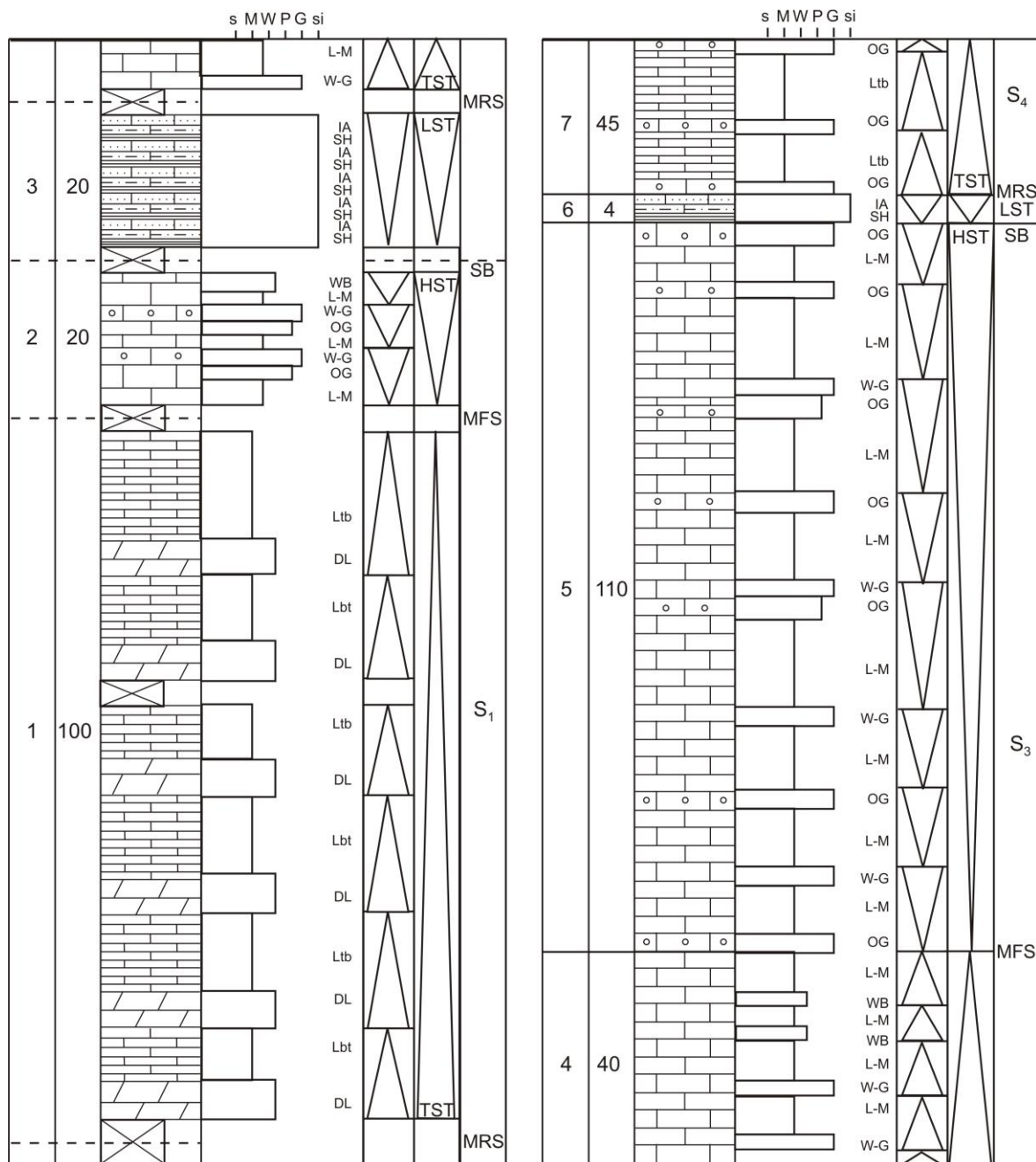
Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) gồm dãy cộng sinh tướng hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái thường. Đó là quá trình phủ chồng tiến của các nhóm tướng đá vôi trùng cá biển nông gần bờ và nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ trong giai đoạn mực nước biển từ mức cao nhất rồi hạ thấp dần. Không gian tích tụ nhỏ hơn nguồn cung cấp trầm tích và vùng Đồng Văn vẫn cách xa đường bờ nên tạo ra địa hình đáy biển tương đối bằng phẳng và môi trường nông ven bờ. Tương tự như giai đoạn dâng cao mực nước biển trước thì giai đoạn hạ thấp mực nước biển ở Lũng Cú lộ 50m bề dày (ứng với tập 2) đan xen các tướng từ đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) đến tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) và kết thúc là tướng đá vôi trùng cá biển nông gần bờ (tướng OG) theo xu hướng nông dần lên. Ở Chang Pung lộ 20m bề dày (ứng với tập 2) đan xen các tướng tương tự ở Lũng Cú và thêm sự có mặt của tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông gần bờ (tướng



Hình 4.4. Các ranh giới phức tạp, miền hệ thống trầm tích và các tướng. (A) Ranh giới phức tạp S4 và S5 (SS.3032). (B) Tướng W-G đan xen tướng L-M. (C) Tướng DL đan xen tướng Ltb. (D) Tướng LC đan xen tướng L-M. (E) Tướng LC đan xen tướng OG. (F) Tướng W-G trong miền hệ thống HST.



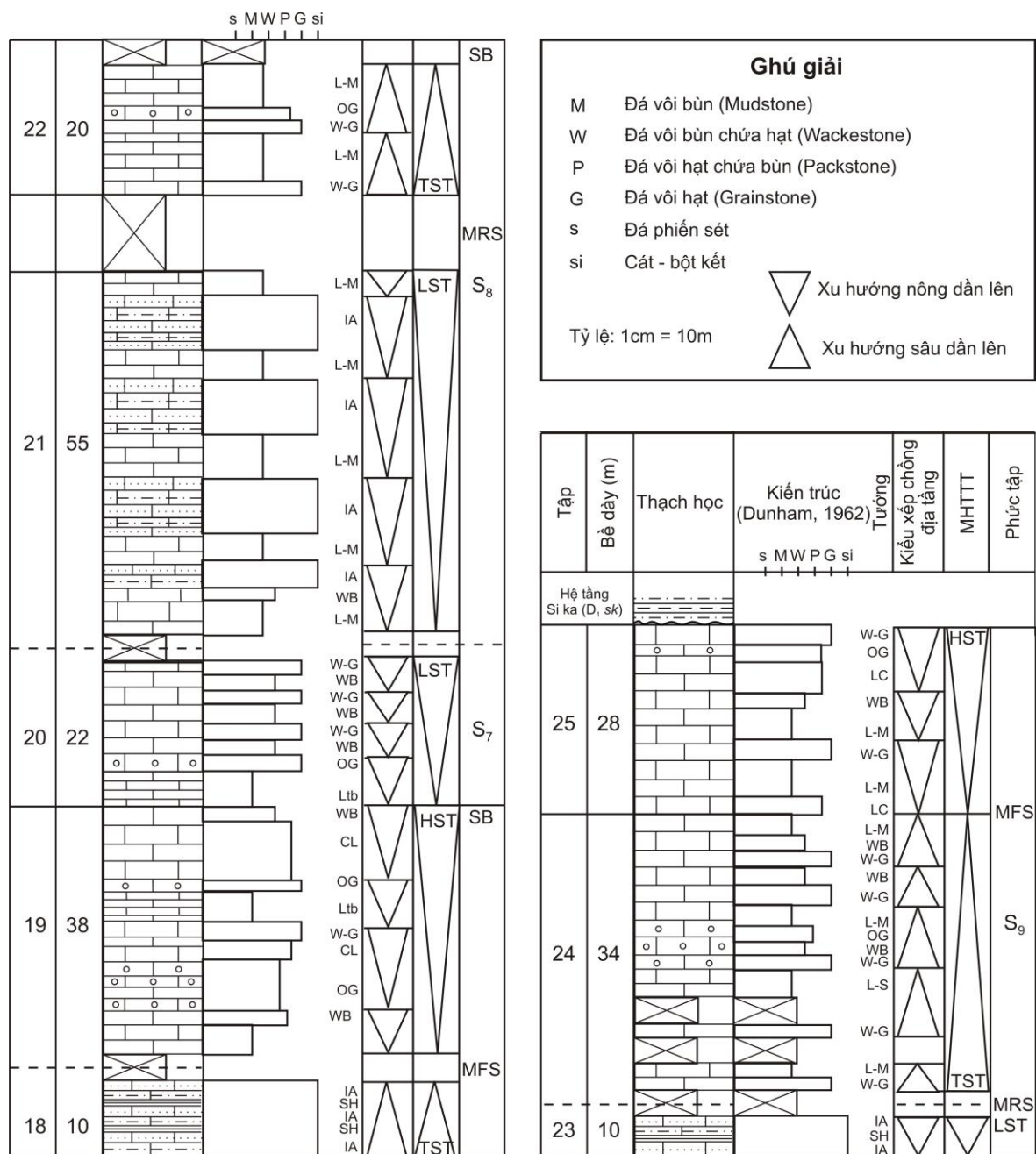
Hình 4.5. Mặt cắt địa tầng phân tập Chang Pung.



Hình 4.6. Địa tầng phân tập mặt cắt Chang Pung.

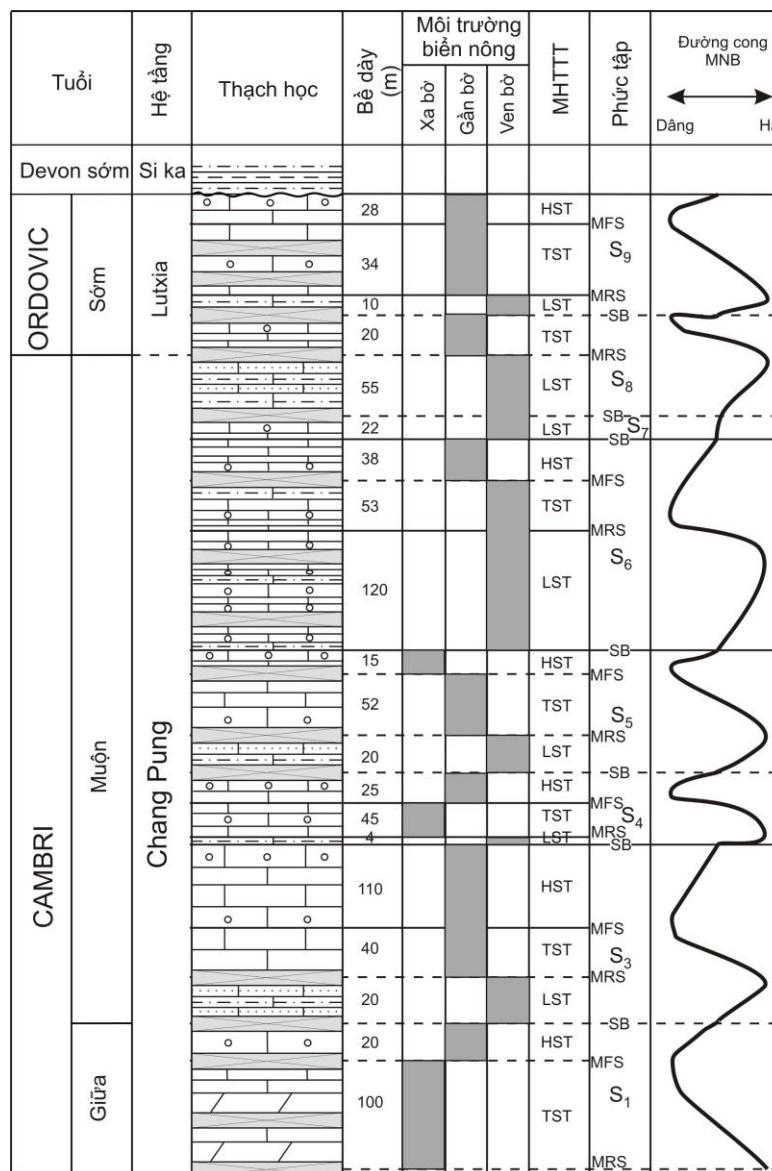
WB). Ranh giới dưới với miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt ngập lụt cực đại (MFS) đã được mô tả ở trên. Ranh giới trên của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) cũng là ranh giới (SB) giữa hai phức tập S_1 và phức tập S_2 được vạch ra ở điểm khảo sát SS. 97 ở Lũng Cú. Ranh giới này là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) từ tương đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tương W-G) sang tương cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tương IA).

Tổng bề dày phức tập S_1 ở Lũng Cú là 150m và ở Chang Pung là 120m.



Hình 4.6. (Tiếp theo)

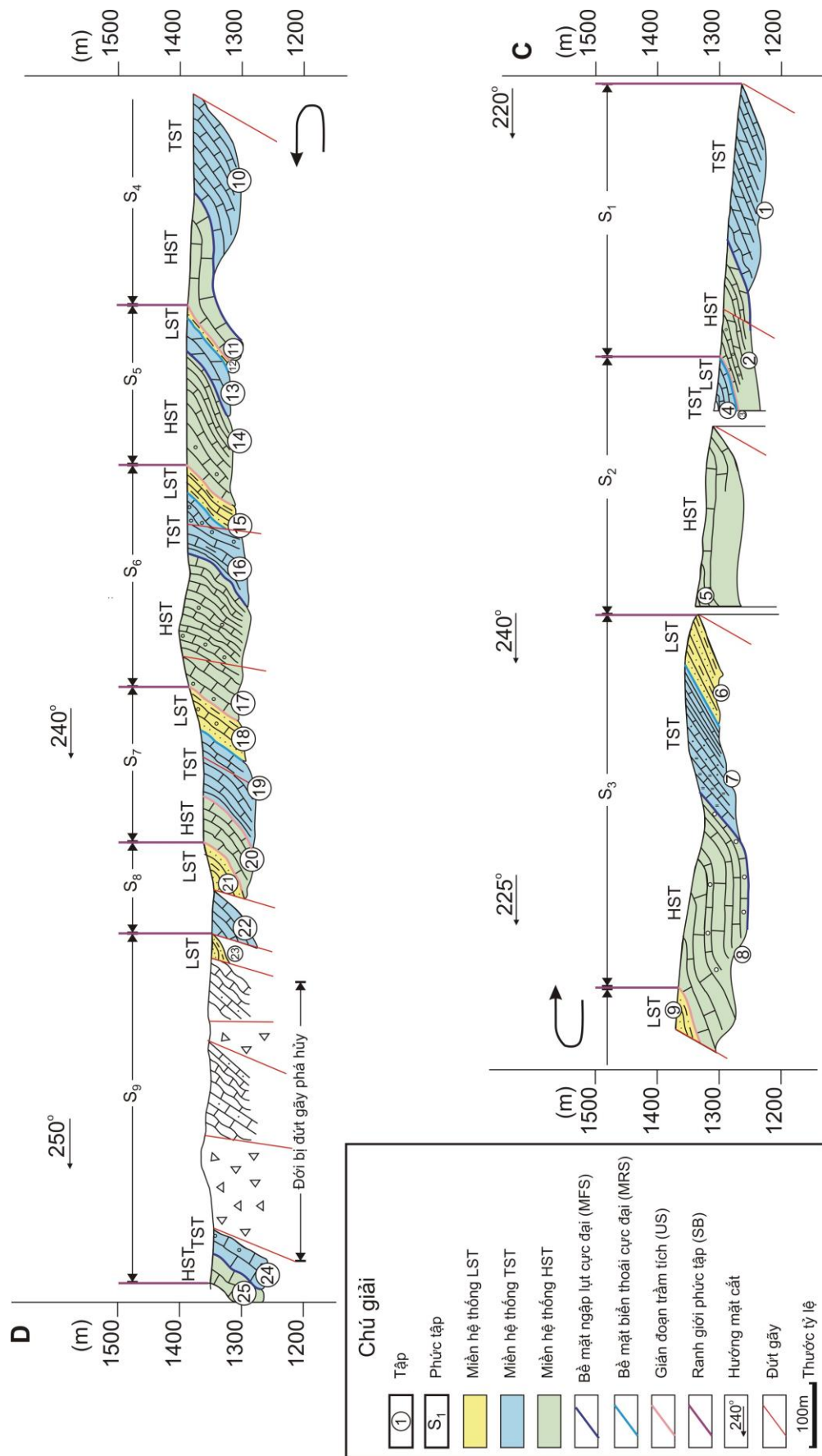
nguyên chứa vôi biển nông ven bờ trong giai đoạn mực nước biển ở vị trí trung gian đến mức thấp nhất. Không gian tích tụ nhỏ hơn nguồn cung cấp trầm tích ở vùng Đồng Văn. Ở Lũng Cú có bề dày 2m (ứng với tập 3) với thành phần thạch học chủ yếu là đan xen các tướng phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ (tướng SH) và tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) theo xu hướng nông dần lên. Ranh giới dưới miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) cũng là ranh giới (SB)



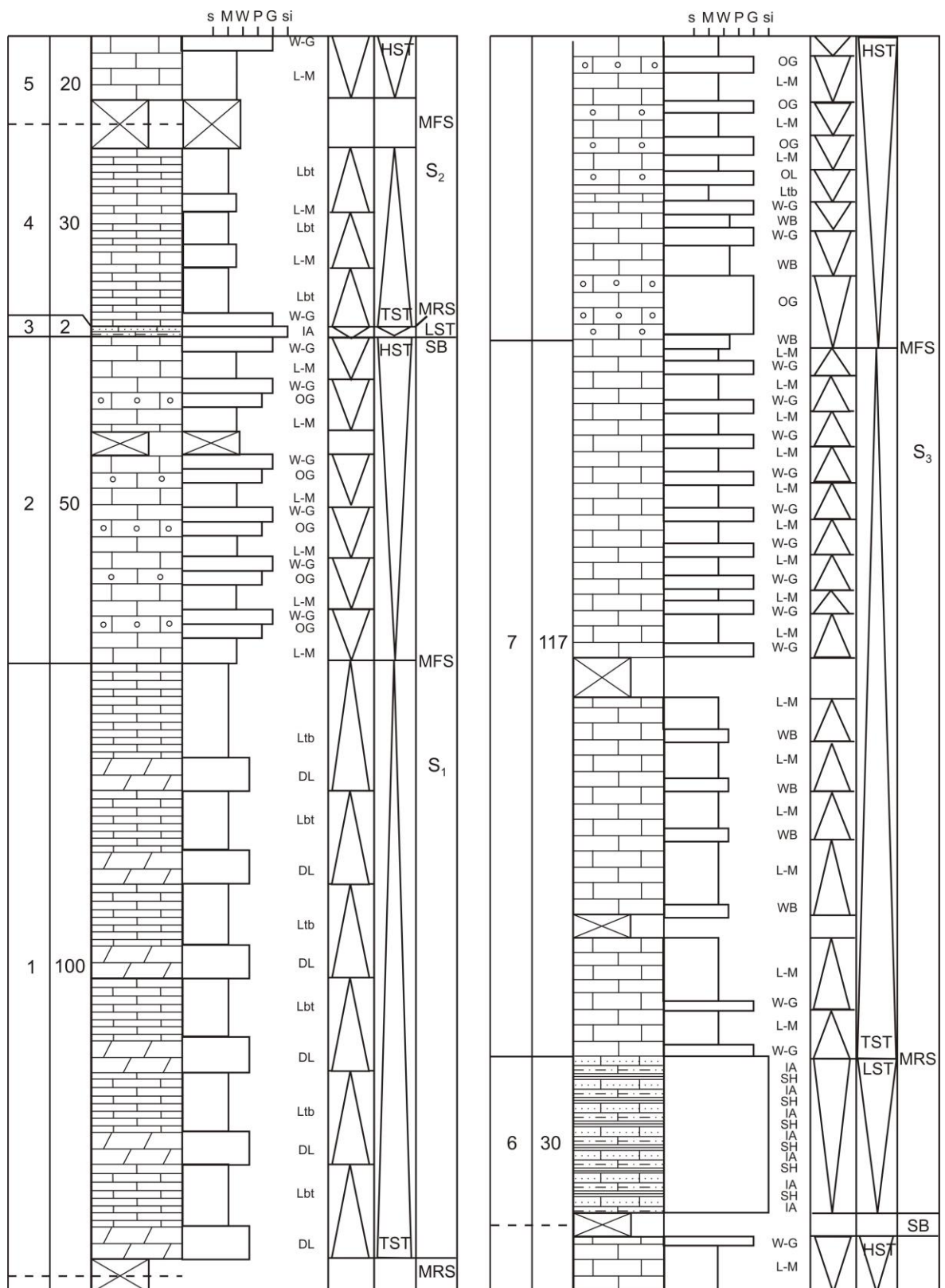
Hình 4.7. Khung địa tầng phân tập Cambri trung - Ordovic hạ mặt cắt Chang Pung.

giữa hai phức tập S₁ và phức tập S₂ là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) được vạch ra ở điểm khảo sát SS. 97. Ranh giới trên với miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt biển thoái cực đại (MRS) được vạch ra tại điểm khảo sát SS. 97/1 ở Lũng Cú. Ranh giới này là sự chuyển từ tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) sang tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G).

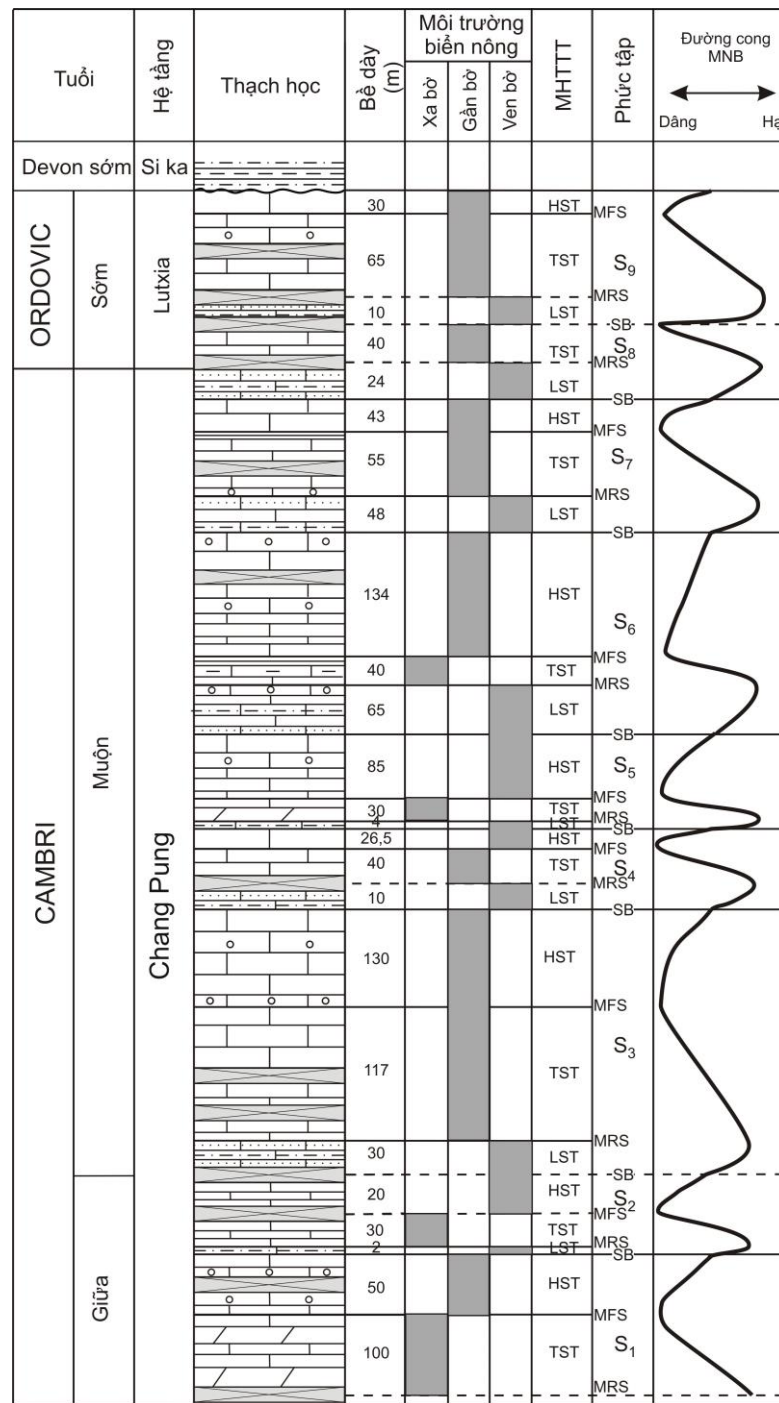
Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) gồm dãy cộng sinh tướng hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển tiến đó là quá trình phủ chồng lùi của nhóm tướng



Hình 4.8. Mặt cắt địa tầng phân tập Lũng Cú II.



Hình 4.9. Phân chia địa tầng phân tập mặt cắt Lũng Cú II (chú giải xem hình 4.6).



Hình 4.10. Khung địa tầng phân tập Cambri trung - Ordovic hạ mặt cắt Lũng Cú II.

carbonat biển nông xa bờ trong giai đoạn dâng cao mực nước biển. Không gian tích tụ lớn hơn nguồn cung cấp trầm tích với sự kế thừa những thay đổi địa hình đáy biển của giai đoạn trước nên có sự phân dị nhất định trong điều kiện môi trường biển nông ven bờ. Trầm tích ở Lũng Cú với bề dày trên 30m (ứng với tập 4) hình thành tương đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) xen kẽ với

tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) theo xu hướng sâu dần lên. Ranh giới dưới của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) có thể quan sát được ở Lũng Cú tại điểm khảo sát SS. 97/1. Ranh giới trên không quan sát được do đứt gãy.

Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) đặc trưng bởi quá trình phủ chồng tiến của các nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ và nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ trong giai đoạn mực nước biển từ mức cao nhất rồi hạ thấp dần hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái. Nguồn cung cấp trầm tích lớn hơn không gian tích tụ trên toàn vùng Đồng Văn. Ở Lũng Cú không có diện lộ do bị phủ và đứt gãy của giai đoạn sau phá hủy nên chỉ quan sát được khoảng 20m (ứng với tập 5) bề dày gồm các tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) và tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G). Ranh giới dưới với miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt ngập lụt cực đại (MFS) và ranh giới trên cũng là ranh giới (SB) giữa hai phức tập S_2 và phức tập S_3 không quan sát được do đứt gãy.

Tổng bề dày của phức tập S_2 là 52m.

4.2.3. Phức tập S_3

Phức tập này bao gồm 3 miền hệ thống trầm tích:

Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) gồm dãy cộng sinh tướng hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái thường. Đó là quá trình phủ chồng tiến của nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ trong giai đoạn mực nước biển ở vị trí trung gian đến mức thấp nhất. Không gian tích tụ nhỏ hơn nguồn cung cấp trầm tích và vùng Đồng Văn không có sự phân dị địa hình đáng kể. Trầm tích Chang Pung có bề dày 20m (ứng với tập 3) gần tương ứng với bề dày của Lũng Cú là 30m (ứng với tập 6). Thành phần thạch học chủ yếu là đan xen các tướng phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ (tướng SH) và tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) theo xu hướng nông dần lên. Hóa thạch Trilobita: *Blackwelderia* sp., và Brachiopoda: *Lingulella* sp., có tuổi Cambri muộn xuất hiện

nhều ở lớp bột kết chứa vôi ở Lũng Cú. Ở Chang Pung bắt gặp phong phú hóa thạch Trilobita: *Blackwelderia* sp., *Damesella* sp., *Cyclolorenzella tonkinensis*, *Damesella brevicaudata*, *Drepanura premesnili*, *Pseudagnostus douvillei*, *Stephanocare richthofeni*, *Paracoosia deprati* tuổi Cambri muộn phần sớm nhất (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008). Ranh giới dưới cũng là ranh giới (SB) giữa hai phức tập S₂ và phức tập S₃ không quan sát được do đứt gãy phá hủy ở cả Chang Pung và Lũng Cú. Ranh giới trên với miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt biển thoái cực đại (MRS) được quan sát thấy ở Lũng Cú. Bề mặt này chuyển từ tương cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tương IA) sang tương đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tương W-G).

Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) đặc trưng bởi kiểu xếp chồng địa tầng biển tiến trên toàn vùng Đồng Văn. Ở Lũng Cú với bề dày 117m (ứng với tập 7) các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng lùi của dãy cộng sinh tương thuộc các nhóm tương đá vôi sét biển nông gần bờ và đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ trong giai đoạn dâng cao mực nước biển. Dãy cộng sinh tương là sự đan xen mang tính chu kỳ sâu dần lên từ tương đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tương W-G) hoặc tương đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tương WB) đến tương đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tương L-M). Ở Chang Pung có bề dày khoảng 40m (ứng với tập 4) gồm các tương đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tương W-G) luân phiên với tương đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tương L-M) theo xu hướng sâu dần lên trong điều kiện biển nông ven bờ với địa hình đáy biển tương đối bằng phẳng. Ở phần cao ở Chang Pung còn gặp tương đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tương WB) đóng vai trò là lớp đáy của chu kỳ sâu dần lên. Ranh giới trên và dưới của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) có thể quan sát được ở Lũng Cú. Ranh giới dưới được đánh dấu bằng sự xuất hiện của tương đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tương W-G) ở Lũng Cú và ở Chang Pung không quan sát được do đứt gãy. Ranh giới trên với miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) là bề mặt ngập lụt cực đại (MFS). Ranh giới trên này ở Lũng Cú đánh dấu bằng ranh giới tương đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tương WB) nằm

trên và tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) nằm dưới. Ở Chang Pung ranh giới trên này được đánh dấu bằng tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) nằm dưới và tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) nằm trên của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST).

Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) gồm dãy cộng sinh tướng hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái tiếp tục sự phân dị địa hình của giai đoạn trước. Ở Lũng Cú với bề dày 130m (ứng với tập 8) các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng tiến của dãy cộng sinh tướng thuộc nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ, nhóm tướng đá vôi sét biển nông gần bờ và nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ trong giai đoạn mực nước biển từ mức cao nhất rồi hạ thấp dần. Dãy cộng sinh tướng là sự đan xen mang tính chu kỳ nông dần lên từ tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tướng WB) hoặc tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) đến tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) hoặc tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G). Thành tạo gặp tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) xuất hiện ở đáy của các chu kỳ nông dần lên chỉ ra rằng có mặt vũng vịnh ở biển nông ven bờ. Ở Chang Pung với bề dày 110m (ứng với tập 5) gồm các tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M), tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) và tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) theo xu hướng nông dần lên. Ranh giới trên và dưới của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) quan sát được tốt ở Lũng Cú và Chang Pung. Ranh giới dưới với miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) như đã mô tả trên. Ranh giới trên của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) cũng là ranh giới (SB) giữa hai phức tập S₃ và phức tập S₄ được vạch ra ở điểm khảo sát LC.440 ở Lũng Cú. Ranh giới này là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) từ tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) sang tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA). Ở Chang Pung, ranh giới trên được vạch ra ở điểm khảo sát SS. 2028 là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) từ tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) sang tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA).

Tổng bề dày của phức tập S₃ ở Chang Pung là 170m, nhỏ hơn so với 277m ở Lũng Cú. Sự khác nhau về bề dày là do đứt gãy phá hủy làm giảm khối lượng của các miền hệ thống trầm tích.

4.2.4. Phức tập S₄

Phức tập này bao gồm 3 miền hệ thống trầm tích:

Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) gồm dãy cộng sinh tương hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái thường. Đó là quá trình phủ chồng tiến của nhóm tương trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ trong giai đoạn mực nước biển ở vị trí trung gian đến mức thấp nhất. Vùng nghiên cứu có môi trường biển nông ven bờ không gian tích tụ nhỏ hơn nguồn cung cấp trầm tích và địa hình đáy biển bằng phẳng. Ở Lũng Cú có bề dày 10m (ứng với tập 9) dày hơn ít so với bề dày của Chang Pung là 4m (ứng với tập 6). Thành phần thạch học chủ yếu là đan xen các tương phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ (tương SH) và tương cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tương IA) theo xu hướng nông dần lên. Ranh giới dưới cũng là ranh giới (SB) giữa hai phức tập S₃ và phức tập S₄ là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) được vạch ra ở điểm khảo sát LC. 440 ở Lũng Cú đã mô tả trên. Ranh giới trên với miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt biển thoái cực đại (MRS). Ở Chang Pung, ranh giới trên được vạch ra ở điểm khảo sát SS. 2028/1 từ tương cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tương IA) sang tương đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tương OG). Ranh giới này ở mặt cắt Lũng Cú không quan sát được do đứt gãy.

Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) đặc trưng bởi kiểu xếp chồng địa tầng biển tiến là quá trình phủ chồng lùi của nhóm tương đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ và nhóm tương đá vôi sét biển nông gần bờ trong giai đoạn dâng cao mực nước biển. Không gian tích tụ lớn hơn nguồn cung cấp trầm tích với sự kế thừa những thay đổi địa hình đáy biển của giai đoạn trước nên ít có sự phân dị trong điều kiện môi trường biển nông ven bờ. Trầm tích ở Lũng Cú với bề dày trên 40m (ứng với tập 10) gồm các tương đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tương W-G) lên tương đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tương L-M) theo xu

hướng sâu dần lên. Trong giai đoạn dâng cao mực nước biển này ở vùng Chang Pung với bề dày 45m (ứng với tập 7) lắng đọng chủ yếu tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) thỉnh thoảng đan xen tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) đóng vai trò là lớp đáy của chu kỳ theo xu hướng sâu dần lên. Xuất hiện tướng OG chỉ ra rằng có các dòng kênh chảy từ vùng nước nông ven bờ mang hạt trầm tích dạng trứng cá đến và lắng đọng trong vùng biển nông xa bờ. Như vậy, trong giai đoạn biển tiến ít có sự phân dị địa hình đáy biển nên không gian tích tụ và nguồn cung cấp trầm tích dồi dào cho toàn vùng Đồng Văn. Ranh giới dưới của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt biển thoái cực đại (MRS) ở Lũng Cú không quan sát được do bị phủ và đứt gãy của giai đoạn sau phá hủy, còn ở Chang Pung gặp ở điểm khảo sát SS. 2028/1 như mô tả ở miền hệ thống trầm tích biển thấp. Ranh giới trên là bề mặt ngập lụt cực đại (MFS), có thể quan sát được ở Lũng Cú đánh dấu bằng sự xuất hiện của tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) chuyển sang tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tướng WB) của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST). Ranh giới trên ở Chang Pung được vạch ra giữa tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) nằm dưới và tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ (tướng LC) nằm trên của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST).

Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) đặc trưng bởi quá trình phủ chồng tiến của nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ và nhóm tướng đá vôi sét biển nông gần bờ ở vùng Lũng Cú với bề dày 26,5m (ứng với tập 11). Quá trình phủ chồng tiến này trong giai đoạn mực nước biển từ mức cao nhất rồi hạ thấp dần hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái. Các tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) và tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) theo xu hướng nông dần lên. Vùng Chang Pung quan sát được 25m dày (ứng với tập 8) các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng tiến của dãy cộng sinh tướng thuộc nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ và nhóm tướng carbonat biển nông xa bờ. Dãy cộng sinh tướng mang tính chu kỳ nông dần lên từ tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) đến tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) và trên cùng là tướng đá vôi dạng cuội kết

biển nông gần bờ (tướng LC). Ranh giới dưới được đánh dấu bởi tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tướng WB). Ranh giới trên của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) cũng là ranh giới (SB) giữa hai phức tập S₄ và phức tập S₅. Ranh giới này là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) từ tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) sang tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) gặp tại điểm khảo sát SS. 3032 ở Lũng Cú (Hình 5.4A).

Tổng bề dày của phức tập S₄ là 74m (Chang Pung) và 76,5m (Lũng Cú).

4.2.5. Phức tập S₅

Phức tập này bao gồm 3 miền hệ thống trầm tích:

Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) gồm dãy cộng sinh tướng hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái thường. Đó là quá trình phủ chồng tiến của nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ trong giai đoạn mực nước biển ở vị trí trung gian đến mức thấp nhất. Ở Lũng Cú có bề dày 4m (ứng với tập 12) mỏng hơn so với bề dày của Chang Pung là 20m (ứng với tập 9) do bị phủ. Thành phần thạch học chủ yếu là đan xen các tướng phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ (tướng SH) và tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) theo xu hướng nông dần lên. Trong bột kết chứa vôi ở mặt cắt Chang Pung có hóa thạch Brachiopoda: *Billingsella tonkiniana* tuổi Cambri muộn phần giữa (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008). Ranh giới dưới và trên đều có thể quan sát tốt ở Lũng Cú, còn ở Chang Pung không quan sát được do đứt gãy phá hủy. Ranh giới dưới là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) quan sát rõ ràng được mô tả ở ranh giới trên của phức tập S₄. Ranh giới trên với miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt biển thoái cực đại (MRS) được đánh dấu chuyển từ nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ chuyển lên tướng đá vôi dolomit biển nông xa bờ (tướng DL).

Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) đặc trưng bởi kiểu xếp chồng địa tầng biển tiến trên toàn vùng Đồng Văn. Ở Lũng Cú với bề dày 30m (ứng với tập 13) các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng lùi của dãy cộng sinh tướng thuộc

nhóm tướng carbonat biển nông xa bờ trong giai đoạn dâng cao mực nước biển. Dây cộng sinh tướng là sự đan xen mang tính chu kỳ sâu dần lên từ tướng đá vôi dolomit biển nông xa bờ (tướng DL) đến tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb). Do vậy, trong giai đoạn biển tiến do sự phân dị địa hình đáy biển ảnh hưởng đến nguồn cung cấp trầm tích cho toàn vùng Đồng Văn. Ở Lũng Cú hình thành các vũng nước sâu kín có không gian tích tụ lớn và nguồn cung cấp trầm tích dồi dào ở vùng biển nông ven bờ. Ở Chang Pung có bề dày khoảng 52m (ứng với tập 10) gồm các tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) luân phiên với tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) theo xu hướng sâu dần lên trong điều kiện biển nông ven bờ với địa hình đáy biển tương đối nhấp nhô. Ranh giới trên và dưới của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) có thể quan sát được ở Lũng Cú, còn ở Chang Pung không quan sát được do đứt gãy phá hủy. Ranh giới dưới được đánh dấu bằng sự xuất hiện của tướng đá vôi dolomit biển nông xa bờ (tướng DL) ở Lũng Cú. Ranh giới trên với miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) là bề mặt ngập lụt cực đại (MFS) ở Lũng Cú đánh dấu bằng ranh giới giữa tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) nằm trên và tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) nằm dưới.

Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) gồm dây cộng sinh tướng hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái tiếp tục sự phân dị địa hình của giai đoạn trước. Ở Lũng Cú với bề dày 85m (ứng với tập 14) các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng tiến của dây cộng sinh tướng thuộc nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ và nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ trong giai đoạn mực nước biển từ mức cao nhất rồi hạ thấp dần. Dây cộng sinh tướng là sự đan xen mang tính chu kỳ nông dần lên từ tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) lên các tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tướng WB) hoặc tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) hoặc tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) và trên cùng là tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ (tướng LC). Ở Chang Pung ranh giới dưới không lộ do đứt gãy của giai đoạn sau phá hủy nên chỉ quan sát được khoảng 15m bề dày (ứng với tập 11) gồm các tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển

nông xa bờ (tướng Ltb) và tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) theo xu hướng nông dần lên. Ranh giới trên và dưới của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) quan sát được tốt ở Lũng Cú. Ranh giới dưới với miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) như đã mô tả trên. Ranh giới trên của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) cũng là ranh giới (SB) giữa hai phức tập S₅ và phức tập S₆ là bề mặt gián đoạn trầm tích (US). Bề mặt này ở Lũng Cú được vạch ra ở điểm khảo sát SS.3061 giữa tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ (tướng LC) ở dưới và chuyển sang tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) ở trên. Ranh giới trên này ở Chang Pung là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) từ tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) sang tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA).

Phức tập S₅ có bề dày ở Chang Pung là 87m và ở Lũng Cú là 119m. Ở Chang Pung gặp ba đứt gãy phá hủy làm giảm khối lượng phức tập so với ở Lũng Cú.

4.2.6. Phức tập S₆

Phức tập này bao gồm 3 miền hệ thống trầm tích:

Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) đặc trưng bởi kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái thường trong mực nước biển ở vị trí trung gian đến mức thấp nhất trên toàn vùng Đồng Văn. Ở Lũng Cú với bề dày 65m (ứng với tập 15) các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng tiến của dãy cộng sinh tướng thuộc chủ yếu 3 nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ, nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ và nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ. Dãy cộng sinh tướng là sự đan xen mang tính chu kỳ nông dần lên bắt đầu từ tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) hoặc tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) lên các tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) hoặc tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) hoặc chuyển lên tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tướng WB) rồi đến tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ (tướng LC). Sự có mặt đa dạng các tướng và bề dày của miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) lớn chỉ ra rằng nguồn cung cấp trầm tích dồi dào lớn hơn không gian tích tụ ở Lũng Cú.

Tương tự như Lũng Cú, trầm tích Chang Pung có bề dày 120m (ứng với các tập 12-16) với sự đa dạng các tướng. Thành phần thạch học gồm đan xen các nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ với nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ, nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ và nhóm tướng carbonat biển nông xa bờ theo xu hướng nông dần lên. Xuất hiện hoá thạch Trilobita: *Prochuangia mansuyi* tuổi Cambri muộn phần giữa ở phần thấp và Trilobita kích thước nhỏ tuổi Cambri muộn: *Caulaspina* sp., *Pagodia* sp., *Irvingella* sp., ở phần giữa của mặt cắt Chang Pung (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008). Quan sát ranh giới ở Lũng Cú khá rõ ràng. Ranh giới dưới là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) được vạch ra ở điểm khảo sát SS. 3061 theo mô tả phần cao nhất phức tập S₅. Ranh giới trên với miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt biển thoái cực đại (MRS) được vạch ra giữa 2 tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) ở dưới và tướng đá vôi vụn biển nông gần bờ (tướng IL) ở trên.

Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) đặc trưng bởi kiểu xếp chồng địa tầng biển tiến trên toàn vùng Đồng Văn. Ở Lũng Cú với bề dày 40m (ứng với tập 16) các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng lùi của dãy cộng sinh tướng thuộc nhóm tướng carbonat biển nông xa bờ và nhóm tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ trong giai đoạn dâng cao mực nước biển. Dãy cộng sinh tướng là sự đan xen mang tính chu kỳ sâu dần lên từ tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) đến tướng đá vôi vụn biển nông gần bờ (tướng IL). Xuất hiện các tướng thuộc nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ ở phần cao mặt cắt Lũng Cú II. Bề dày 53m (ứng với các tập 17 và 18), miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) ở Chang Pung gồm chủ yếu dãy cộng sinh tướng thuộc nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ và nhóm tướng carbonat biển nông xa bờ. Dãy cộng sinh tướng mang tính chu kỳ sâu dần lên từ tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) hoặc tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) lên tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) hoặc đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M). Khác với mặt cắt Lũng Cú II, ở phần cao mặt cắt Chang Pung xuất hiện với khối lượng nhiều hơn các tướng phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ (tướng SH) và tướng cát - bột kết chứa

vôi biển nông ven bờ (tướng IA) chứa hóa thạch Trilobita: *Prosaugia angulate*, *Haniwa* sp. (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008) có tuổi Cambri muộn. Ranh giới trên và dưới của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) có thể quan sát được ở Lũng Cú và Chang Pung. Ranh giới dưới được đánh dấu bằng sự xuất hiện của tướng đá vôi vụn biển nông gần bờ (tướng IL) ở Lũng Cú và tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) ở Chang Pung như đã mô tả trên. Ranh giới trên của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt ngập lụt cực đại (MFS). Ranh giới trên này ở Lũng Cú đánh dấu bằng ranh giới tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) nằm trên và tướng phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ (tướng SH) nằm dưới. Sự xuất hiện tướng phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ (tướng SH) có thể là bằng chứng của bề mặt ngập lụt cực đại (MFS). Còn ở Chang Pung ranh giới trên này không quan sát được do đứt gãy phá hủy ngay những lớp đá của tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) trên cùng.

Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) gồm dãy cộng sinh tướng hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái tiếp tục sự phân dị địa hình của giai đoạn trước. Ở Lũng Cú với bề dày 134m (ứng với tập 17) các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng tiến của dãy cộng sinh tướng thuộc nhóm tướng đá vôi sét biển nông gần bờ, nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ và nhóm tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ trong giai đoạn mực nước biển từ mức cao nhất rồi hạ thấp dần. Dãy cộng sinh tướng là sự đan xen mang tính chu kỳ nông dần lên từ tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) đến tướng đá vôi cấu tạo xiên chéo biển nông gần bờ (tướng CL) rồi đến tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) hoặc tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ (tướng LC). Trong giai đoạn dâng cao mực nước biển này ở vùng Chang Pung với bề dày quan sát được là 38m (ứng với tập 19), ít hơn nhiều so với Lũng Cú do đứt gãy phá hủy ở phần dưới của miền hệ thống trầm tích biển cao. Thành phần thạch học chủ yếu tướng đá vôi cấu tạo xiên chéo biển nông gần bờ (tướng CL) thỉnh thoảng đan xen tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) và tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) theo xu hướng nông dần lên. Ranh giới trên và dưới của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) quan sát được tốt ở Lũng

Cú. Ranh giới dưới với miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) như đã mô tả trên. Ranh giới trên của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) cũng là ranh giới (SB) giữa hai phức tập S₆ và phức tập S₇. Ranh giới này là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) từ tương đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tương OG) sang tương cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tương IA) tại vết lộ SS.3080 ở Lũng Cú.

Tổng bề dày của phức tập S₆ ở Chang Pung là 211m, nhỏ hơn so với 237m Lũng Cú. Sự khác nhau về bề dày của phức tập do trong mặt cắt Chang Pung gặp nhiều đứt gãy phá hủy khối lượng của phức tập S₆.

4.2.7. Phức tập S₇

Phức tập S₇ có diện phân bố chủ yếu ở mặt cắt Lũng Cú II gồm 3 miền hệ thống trầm tích (LST, TST và HST). Ở mặt cắt Chang Pung chỉ quan sát được miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) do đứt gãy phá hủy toàn bộ phân trên địa tầng thuộc phức tập S₇.

Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) đặc trưng bởi kiểu xếp chồng địa tầng biển biển thoái thường trong mực nước biển ở vị trí trung gian đến mức thấp nhất trên toàn vùng Đồng Văn. Ở Lũng Cú với bề dày 48m (ứng với tập 18) các trầm tích chứa các hóa thạch Trilobita: *Dictyella mansuyi*, và Brachiopoda tuổi Cambri muộn thể hiện quá trình phủ chồng tiến. Dãy cộng sinh tương thuộc chủ yếu 3 nhóm tương trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ, nhóm tương đá vôi sét biển nông gần bờ và nhóm tương đá vôi trứng cá biển nông gần bờ. Dãy cộng sinh tương là sự đan xen mang tính chu kỳ nông dần lên bắt đầu từ tương cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tương IA) lên các tương đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tương L-M) rồi đến tương đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tương OG). Sự có mặt đa dạng các tương và bề dày của miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) lớn chỉ ra rằng nguồn cung cấp trầm tích dồi dào lớn hơn không gian tích tụ ở vùng Lũng Cú. Ở Chang Pung với bề dày 22m (ứng với tập 20), các trầm tích dãy cộng sinh tương thuộc nhóm tương đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ. Dãy cộng sinh tương mang tính chu kỳ nông dần lên từ tương đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tương WB) đến tương đá vôi bùn chứa

hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G). Phạm Kim Ngân và nnk (2008) đã báo cáo các hóa thạch Trilobita: *Dictyella mansuyi*, *Tsinania* sp., *Prosaugia* ? sp. (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008) tuổi Cambri muộn ở mặt cắt Chang Pung. Quan sát ranh giới ở Lũng Cú khá rõ ràng. Ranh giới dưới là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) được vạch ra ở điểm khảo sát SS. 3080 theo mô tả phần cao nhất phức tạp S₆. Ranh giới trên với miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt biển thoái cực đại (MRS). Ranh giới này được vạch ra giữa 2 tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) nằm dưới và tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) nằm trên tại điểm khảo sát SS.3082 ở Lũng Cú.

Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) đặc trưng bởi kiểu xếp chồng địa tầng biển tiến trên toàn vùng Đồng Văn. Ở Lũng Cú với bề dày 55m (ứng với tập 19) các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng lùi của dãy cộng sinh tướng thuộc nhóm tướng đá vôi sét biển nông gần bờ, nhóm tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ, nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ và nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ trong giai đoạn dâng cao mực nước biển. Dãy cộng sinh tướng là sự đan xen mang tính chu kỳ sâu dần lên từ tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) đến tướng đá vôi cấu tạo xiên chéo biển nông gần bờ (tướng CL) lên tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M). Ranh giới trên và dưới của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) có thể quan sát được ở Lũng Cú. Ranh giới dưới được đánh dấu bằng sự xuất hiện của tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) ở Lũng Cú như đã mô tả trên. Ranh giới trên của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt ngập lụt cực đại (MFS). Ranh giới trên này ở Lũng Cú đánh dấu bằng ranh giới tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) nằm dưới và tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) nằm trên.

Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) gồm dãy cộng sinh tướng hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái tiếp tục sự phân dị địa hình của giai đoạn trước. Ở Lũng Cú với bề dày 43m (ứng với tập 20) các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng tiến của dãy cộng sinh tướng thuộc nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển

nông ven bờ và nhóm tướng đá vôi sét biển nông gần bờ trong giai đoạn mực nước biển từ mức cao nhất rồi hạ thấp dần. Dây cộng sinh tướng là sự đan xen mang tính chu kỳ nông dần lên từ tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) đến tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tướng WB). Ranh giới trên và dưới của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) quan sát được tốt ở Lũng Cú. Ranh giới dưới với miền hệ thống TST như đã mô tả trên. Ranh giới trên miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) cũng là ranh giới (SB) giữa hai phức tập S₇ và phức tập S₈. Ranh giới này là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) từ tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tướng WB) sang tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) ở Lũng Cú (SS.3088).

Tổng bề dày của phức tập S₇ là 22m ở Chang Pung, còn Lũng Cú là 146m. Như mô tả trên sự khác nhau về khối lượng này do ở mặt cắt Chang Pung có đứt gãy phá hủy phần lớn khối lượng của phức tập S₇.

4.2.8. Phức tập S₈

Phức tập lộ ra ở phần cao của 2 mặt cắt trong vùng nghiên cứu và bị đứt gãy của giai đoạn sau phá hủy nên chỉ quan sát được 2 miền hệ thống LST và TST không hoàn chỉnh với ranh giới giả định:

Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) đặc trưng bởi trầm tích thuộc phần cao nhất Cambri thượng với hóa thạch Trilobita: *Calvinella walcotti* và Brachiopoda: *Eoorthis* sp. (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008) gặp phổ biến trong các mặt cắt ở vùng Đồng Văn. Trầm tích gồm dây cộng sinh tướng hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái thường đó là quá trình phủ chồng tiến của nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ trong giai đoạn mực nước biển ở vị trí trung gian đến mức thấp nhất. Không gian tích tụ nhỏ hơn nguồn cung cấp trầm tích và vùng Đồng Văn ít có sự phân dị địa hình đáy biển. Trầm tích Lũng Cú có bề dày 24m (ứng với tập 21) mỏng hơn so với bề dày tại Chang Pung là 55m (ứng với tập 21), chứng tỏ rằng vào giai đoạn này vùng Chang Pung ở vị trí gần đường bờ và gần nguồn cung cấp trầm tích hơn. Thành phần thạch học cũng có sự phân dị giữa 2 vùng. Ở Lũng Cú chủ yếu là đan xen các tướng phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ

(tướng SH) và tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) theo xu hướng nông dần lên. Tại Chang Pung có sự đan xen các tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) và tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) theo xu hướng nông dần lên. Ranh giới dưới là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) được vạch ra như đã mô tả ở phần cao nhất của phức tập S7. Ranh giới trên không quan sát thấy ở cả hai mặt cắt Chang Pung và Lũng Cú do đứt gãy phá hủy.

Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) đặc trưng bởi kiểu xếp chồng địa tầng biển tiến trên toàn vùng Đồng Văn. Ở Lũng Cú với bề dày 40m (ứng với tập 22) các trầm tích chứa hóa thạch Brachiopoda: *Oligorthis* sp., và Crinoidea (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008) tuổi Ordovic sớm thể hiện quá trình phủ chồng lùi. Chúng gồm dãy cộng sinh tướng thuộc nhóm tướng đá vôi sét biển nông gần bờ và nhóm tướng đá vôi trũng cá biển nông gần bờ trong giai đoạn dâng cao mực nước biển. Dãy cộng sinh tướng là sự đan xen mang tính chu kỳ sâu dần lên từ tướng đá vôi trũng cá biển nông gần bờ (tướng OG) đến tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M). Trong giai đoạn dâng cao mực nước biển này ở vùng Chang Pung với bề dày 20m (ứng với tập 22) chủ yếu là nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ và nhóm tướng đá vôi sét biển nông gần bờ. Dãy cộng sinh tướng là sự đan xen mang tính chu kỳ sâu dần lên từ tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) đến tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M). Hóa thạch Crinoidea: *Ramulicrinus* sp. (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008) tuổi Ordovic sớm có mặt trong trầm tích miền TST ở mặt cắt Chang Pung. Do đứt gãy phá hủy nên ranh giới trên và dưới của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) không thể quan sát được ở vùng Đồng Văn.

Tổng bề dày của phức tập S8 ở Chang Pung là 75m, lớn hơn so với 64m Lũng Cú.

4.2.9. Phức tập S9

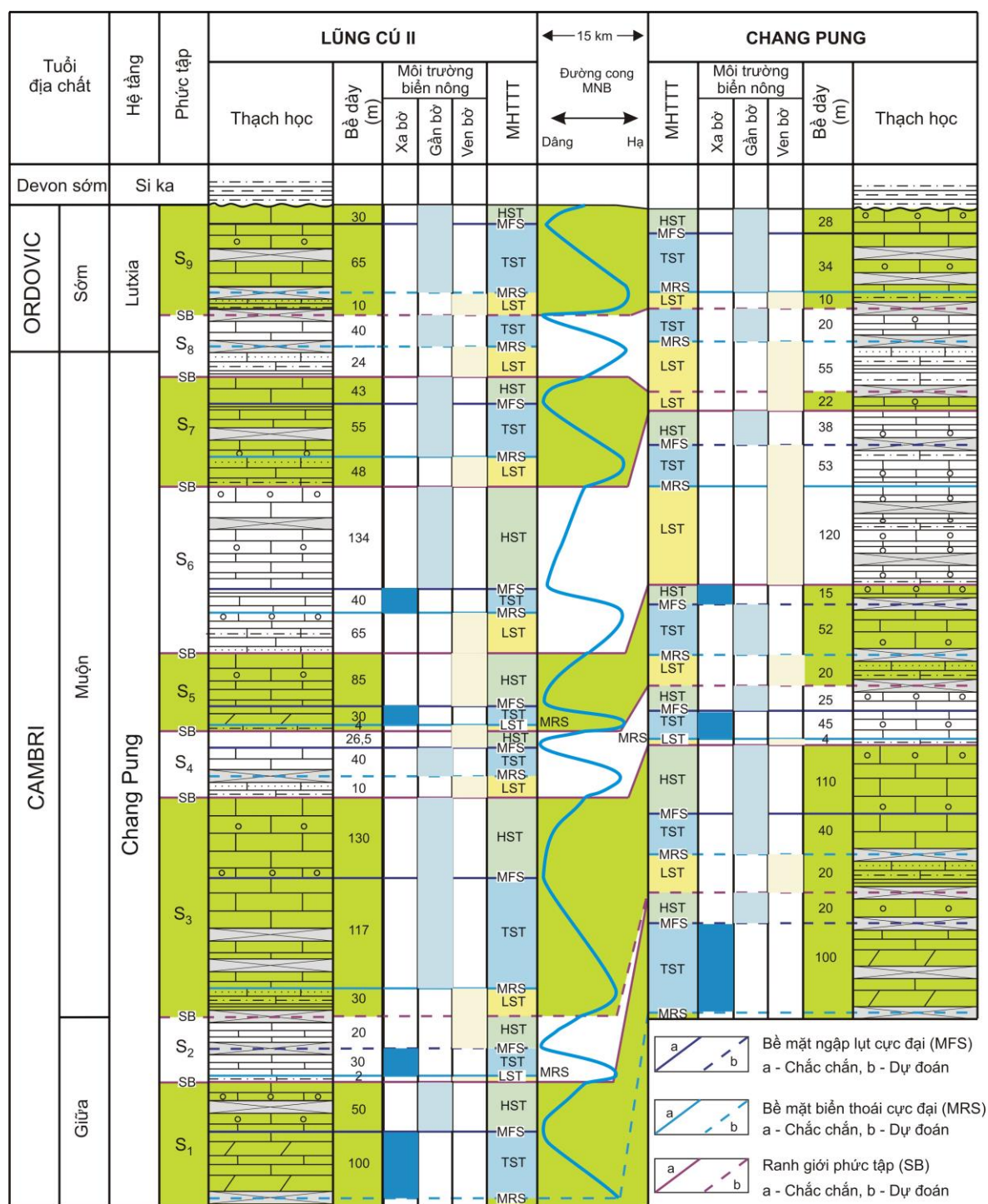
Tương tự như phức tập S8 các trầm tích của phức tập này bị đứt gãy của giai đoạn sau phá hủy nên không quan sát được hoàn chỉnh các miền hệ thống trầm tích.

Ranh giới dưới phức tập S₉ không quan sát được ở 2 mặt cắt. Ranh giới trên phức tập S₉ được giới hạn bởi ranh giới bất chỉnh hợp khu vực Ordovic hạ - Devon hạ.

Phức tập này bao gồm 3 miền hệ thống trầm tích trong đó 2 hệ thống trầm tích biển thấp (LST) và miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) không hoàn chỉnh với ranh giới giả định do bị đứt gãy của giai đoạn sau phá hủy:

Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) gồm dãy cộng sinh tương hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái thường. Đó là quá trình phủ chồng tiến của nhóm tương trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ trong giai đoạn mực nước biển ở vị trí trung gian đến mức thấp nhất. Không gian tích tụ nhỏ hơn nguồn cung cấp trầm tích. Vùng Đồng Văn có địa hình đáy biển tương đối bằng phẳng trong vùng biển nông xa bờ. Trầm tích chứa Trilobita: *Hysterolesus* sp. (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008) tuổi Ordovic sớm của miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) chỉ lộ 10m dày (ứng với tập 23) trên hai mặt cắt nghiên cứu. Thành phần thạch học chủ yếu là đan xen các tương phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ (tương SH) và tương cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tương IA) theo xu hướng nông dần lên. Ranh giới dưới và trên không quan sát được do đứt gãy phá hủy.

Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) đặc trưng bởi kiểu xếp chồng địa tầng biển tiến trên toàn vùng Đồng Văn. Ở Lũng Cú với bề dày 65m (ứng với tập 24) các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng lùi của dãy cộng sinh tương thuộc nhóm tương đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ và nhóm tương đá vôi trứng cá biển nông gần bờ trong giai đoạn dâng cao mực nước biển. Dãy cộng sinh tương là sự đan xen mang tính chu kỳ sâu dần lên từ tương đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tương OG) hoặc tương đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tương W-G) đến tương đá vôi đan xen đá phiến sét biển nông gần bờ (tương L-S). Hóa thạch Conodonta: *Cordylodus angulatus*, *Semiacontiodus* sp., (Hình 1.11) *Iapetognathus* sp., và *Chosonodina* sp. và Trilobita: *Conophrys* sp. (Hình 1.12) tuổi Ordovic sớm (Dzik, J., và Nguyen Duc Phong, 2016). Trong giai đoạn dâng cao mực nước biển này ở vùng Chang Pung với bề dày 34m (ứng với tập 24) chứa Brachiopoda: *Oligorthis* sp. (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008) tuổi Ordovic sớm chủ



Hình 4.11. Khung địa tầng phân tập Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn.

yếu là nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ và nhóm tướng đá vôi trũng cá biển nông gần bờ. Dây cộng sinh tướng là sự đan xen mang tính chu kỳ sâu dần lên từ tướng đá vôi trũng cá biển nông gần bờ (tướng OG) hoặc tướng đá vôi

bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông gần bờ (tướng WB) đến tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) lên tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M). Ranh giới dưới của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) không thể quan sát được ở cả hai mặt cắt Lũng Cú và Chang Pung do đứt gãy phá hủy. Ranh giới trên với miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) là bề mặt ngập lụt cực đại (MFS). Ranh giới trên này là chuyển tiếp từ tướng đá vôi đan xen đá phiến sét biển nông gần bờ (tướng L-S) lên tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) ở Lũng Cú, còn ở Chang Pung là chuyển từ tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) lên tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ (tướng LC).

Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) đặc trưng bởi trầm tích carbonat chứa hóa thạch Conodonta: *Cordylodus* sp. tuổi Ordovic sớm ở vùng Đồng Văn (Dzik, J., và Nguyen Duc Phong, 2016). Chúng gồm dãy cộng sinh tướng hình thành kiểu xếp chồng địa tầng biển thoái ở miền biển nông xa bờ. Tại Lũng Cú với bề dày 30m (ứng với tập 25) các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng tiến của dãy cộng sinh tướng thuộc nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ trong giai đoạn mực nước biển từ mức cao nhất rồi hạ thấp dần. Dãy cộng sinh tướng là sự đan xen mang tính chu kỳ nông dần lên từ tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) đến tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G). Bề dày 28m (ứng với tập 25) của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) ở Chang Pung gần tương đương so với Lũng Cú. Các trầm tích thể hiện quá trình phủ chồng tiến của dãy cộng sinh tướng thuộc nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ và nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ. Dãy cộng sinh tướng mang tính chu kỳ nông dần lên từ tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) đến tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G). Ranh giới trên và dưới của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) quan sát tốt ở hai mặt cắt Lũng Cú II và Chang Pung. Ranh giới dưới với miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) như đã mô tả trên. Ranh giới trên của miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) cũng là ranh giới trên của phức tập S₉. Ranh giới này là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) khu vực Ordovic hạ - Devon hạ.

Tổng bề dày của phức tập S₉ là 72m (Chang Pung) và 55m (Lũng Cú).

Trên cơ sở đối sánh các phức tập và dao động mực nước biển ở 2 mặt cắt Lũng Cú II và Chang Pung có thể xây dựng một khung địa tầng phân tập các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn (Hình 4.11). Trong đó, thể hiện đầy đủ 9 phức tập (S₁ - S₉) ứng 9 chu kỳ dao động mực nước biển toàn cầu bậc ba. Quan hệ giữa các tướng hình thành các chu kỳ theo xu hướng nông dần lên và sâu dần lên được mô tả trong phức tập tương ứng các kiểu xếp chồng địa tầng biển tiến và biển thoái tạo thành các miền hệ thống trầm tích. Mỗi phức tập có 3 miền hệ thống trầm tích: Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST), miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) và miền hệ thống trầm tích biển cao (HST). Ranh giới giữa các phức tập (SB) là các bề mặt gián đoạn (US) được đánh dấu bằng đáy của các lớp cát - bột kết chứa vôi. Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) được đặc trưng bởi dãy cộng sinh tương trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ. Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) bao gồm dãy cộng sinh tương từ đá vôi biển nông ven bờ và kết thúc là tương carbonat biển nông xa bờ. Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) bao gồm dãy cộng sinh tương đá vôi phân lớp mỏng biển nông xa bờ và kết thúc là đá vôi biển nông ven bờ. Ranh giới giữa miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) và miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) là bề mặt biển thoái cực đại (MRS). Ranh giới giữa miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) và miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) là bề mặt ngập lụt cực đại (MFS). Các bề mặt MRS và MFS được chỉ ra có mặt chắc chắn hoặc dự đoán do đứt gãy phá hủy được mô tả chi tiết ở hai mặt cắt Chang Pung và Lũng Cú II vùng Đồng Văn.

4.3. Ý NGHĨA PHÂN CHIA VÀ ĐỐI SÁNH ĐỊA TẦNG

Các mặt cắt địa chất trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn đã được các nhà địa chất phân định thành các tập để mô tả và gọi tên chúng theo số thứ tự kể từ dưới lên trên. Những tập như vậy chỉ để mô tả mặt cắt, đó không phải là tập chính danh trong hệ thống phân loại thạch địa tầng. Điều này gây khó khăn cho việc đo vẽ bản đồ địa chất, cũng như việc đối sánh địa tầng vùng nghiên cứu và lân cận. Theo Salvador A. (1994) "Phân vị thạch địa tầng là tập hợp đá được xác định và

nhận biết dựa trên đặc tính thạch học hoặc tổ hợp các đặc tính thạch học riêng biệt quan sát được và các mối liên hệ địa tầng của chúng". Hệ thống cấp bậc của các phân vị thạch địa tầng bao gồm loạt, hệ tầng, tập, hệ lớp; ngoài ra còn có phức hệ là loại phân vị mang tính chất tạm thời, được phân định trong bước nghiên cứu ban đầu. Trong số các hàng phân vị kể trên, hệ tầng là phân vị cơ bản của hệ thống các phân vị. Tập là phân vị được phân chia trong nội bộ hệ tầng, đôi khi cũng có thể là phân vị được phân chia từ phức hệ. Tiêu chuẩn hàng đầu để phân định tập là đặc điểm thạch học đồng nhất của một tập hợp các lớp, sự đồng nhất này có thể là duy nhất, song cũng có thể chỉ thể hiện tính ưu thế của một loại đá nào đó. Việc xác định bề dày và sự phân bố không gian của tập không đòi hỏi những tiêu chuẩn bắt buộc vì thực tế tích tụ trầm tích của một bồn trầm tích có thể ổn định và cũng có thể khác nhau ở những vùng khác nhau. Tập không nhất thiết phải có mặt cắt chuẩn, ranh giới của tập được xác định tương đối ở từng mặt cắt cụ thể.

Sau khi xem xét và phân tích tài liệu dựa trên quan điểm về địa tầng phân tập các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn có thể được phân chia thành 2 đơn vị thạch địa tầng gồm hệ tầng Chang Pung (ε_2 - ε_3 cp) và Lutxia (O_1 lx). Thực tế cho thấy, vùng nghiên cứu đã trải qua nhiều giai đoạn chùng chéo lên nhau tạo thành bình đồ cấu trúc rất phức tạp. Các hiện tượng đứt gãy, uốn nếp phá huỷ và gây dịch chuyển các tầng trầm tích của các hệ tầng Chang Pung và Lutxia ở những mức độ khác nhau theo phương thẳng đứng và phương ngang. Như vậy, hoạt động địa chất vừa nêu đã làm thay đổi cơ bản vị trí không gian, cũng như thể nằm nguyên thủy của các tập trầm tích. Trên mặt cắt trầm tích hiện tại, các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ nguyên thủy chỉ còn để lại dưới dạng các mảnh tàn tích méo mó, sắp xếp không còn tuân theo quy luật cộng sinh tương trầm tích ban đầu. Thực tế này đã gây trở ngại và phức tạp hoá cho việc phân tích địa tầng phân tập, đặc biệt là đối với các thành tạo trầm tích có tuổi thành tạo cổ vùng Đồng Văn. Điều này cũng gây khó khăn đáng kể trong công tác đo vẽ bản đồ địa chất và các nghiên cứu chuyên đề về cổ sinh và địa tầng. Vì vậy, với mục tiêu đo vẽ bản đồ, mô tả và luận giải địa chất ở vùng Đồng Văn, NCS bước đầu đề xuất hệ tầng Chang Pung có thể

chia thành 4 tập chính danh (Member) bao gồm: các tập Xéo Lũng, Căng Tẳng, Lô Lô và Thèn Ván. Việc phân chia này, NCS tuân thủ nguyên tắc là các phân vị địa tầng xác lập mới phải đáp ứng tiêu chuẩn trong “Quy phạm địa tầng Việt Nam” và “Hướng dẫn địa tầng quốc tế”, dễ nhận biết và có thể thể hiện trên bản đồ.

4.3.1. Tập Xéo Lũng

Tập Xéo Lũng là tập thấp nhất của hệ tầng Chang Pung ở vùng Đồng Văn. Tập Xéo Lũng được đặt tên theo tên bản Xéo Lũng nằm ở tây bắc cột cờ Lũng Cú thuộc xã Lũng Cú, huyện Đồng Văn, tỉnh Hà Giang. Các nghiên cứu trước đây xếp khối lượng của tập Xéo Lũng ứng với phần cao của hệ tầng Hà Giang tuổi Cambri giữa (Hoàng Xuân Tinh và nnk, 1977; Phạm Kim Ngân và nnk, 2008). Thành phần thạch học đặc trưng của tập Xéo Lũng là đan xen các tướng đá vôi dolomit biển nông xa bờ (tướng DL) và đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) ở phần dưới và sự đan xen nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ và nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ ở phần trên.

Tổng bề dày của tập Xéo Lũng cũng là bề dày phức tập S_1 ở Lũng Cú là 150m và ở Chang Pung là 120m.

Ranh giới dưới của tập Xéo Lũng không quan sát được do đứt gãy của giai đoạn sau phá hủy ở mặt cắt Lũng Cú, còn ở mặt cắt Chang Pung không có diện lộ. Ranh giới trên của tập Xéo Lũng cũng là ranh giới trên của phức tập S_1 được vạch ra ở điểm khảo sát SS. 97 ở Lũng Cú. Ranh giới này là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) từ tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) sang tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA).

Tuổi của tập Xéo Lũng là Cambri giữa phần muộn theo hóa thạch Trilobita: *Damesella* sp. (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008).

4.3.2. Tập Căng Tẳng

Tập Căng Tẳng được xác lập bao gồm khối lượng của hai phức tập S_2 và S_3 . Tập Căng Tẳng được đặt tên theo tên bản Căng Tẳng nằm ở trung tâm xã Lũng Cú, huyện Đồng Văn, tỉnh Hà Giang. Dựa vào đặc điểm thạch học tập Căng Tẳng được chia thành 3 phần: Phần dưới chủ yếu đan xen các tướng phiến sét chứa vôi biển

nông ven bờ (tướng SH) và tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) chứa phong phú hóa thạch Trilobita: *Blackwelderia* sp., *Damesella* sp., *Cyclolorenzella tonkinensis*, *Damesella brevicaudata*, *Drepanura premesnili*, *Pseudagnostus douvillei*, *Stephanocare richthofeni*, *Paracoosia deprati* ở mặt cắt Chang Pung (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008). Phần giữa đặc trưng bởi tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) xen kẽ luân phiên với tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G). Phần trên bao gồm sự đan xen của tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) với các tướng của nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ.

Tổng bề dày tập Căng Tăng ở Chang Pung là 170m, nhỏ hơn so với 329m ở Lũng Cú. Nguyên nhân của sự khác nhau về bề dày là do đứt gãy xuất hiện ở phần thấp và phần trên của tập Căng Tăng ở Chang Pung phá hủy mạnh làm di chuyển và mất đi khối lượng địa tầng lớn hơn so với Lũng Cú.

Ranh giới dưới của tập Căng Tăng là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) trên tập Xéo Lũng được vạch ra ở điểm khảo sát SS. 97. Ranh giới trên của tập Căng Tăng cũng là ranh giới trên của phức tập S₃ được vạch ra ở điểm khảo sát LC.440. Ranh giới này là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) từ tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) sang tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA).

Tuổi của tập Căng Tăng là Cambri muộn phần sớm nhất dựa vào tập hợp hóa thạch Trilobita nêu trên (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008).

4.3.3. Tập Lô Lô

Tên bản Lô Lô nằm ở phía tây cột cờ Lũng Cú thuộc xã Lũng Cú, huyện Đồng Văn, tỉnh Hà Giang được đặt cho tập Lô Lô xác lập trên cơ sở khối lượng của hai phức tập S₄ và S₅. Thành phần thạch học đặc trưng của tập Lô Lô là tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M) đan xen đá vôi dolomit là sản phẩm của tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G) bị dolomit hóa từng phần. Đặc biệt, ở phần giữa của tập xuất hiện lớp đá vôi có cấu tạo stromatolit (Hình 3.9A) có thể dùng làm lớp đánh dấu giúp cho việc đối sánh tập Lô

Lô giữa hai mặt cắt Lũng Cú II và Chang Pung ở vùng Đồng Văn. Thêm nữa, ở phần giữa của tập Lô Lô, trong các lớp đá bột kết thuộc nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ chứa hoá thạch Brachiopoda: *Billingsella tonkiniana* tuổi Cambri muộn phần giữa (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008).

Tổng bề dày của tập Lô Lô ở hai mặt cắt có sự khác nhau do xuất hiện bốn đứt gãy ở mặt cắt Chang Pung (bề dày 161m) và một đứt gãy ở mặt cắt Lũng Cú II (bề dày khoảng 200m).

Ranh giới dưới của tập Lô Lô là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) trên tập Căng Tằng được vạch ra ở điểm khảo sát LC.440 như mô tả trên. Ranh giới trên của tập Lô Lô cũng là ranh giới trên của phức tập S₅ là bề mặt gián đoạn trầm tích (US). Bề mặt này ở Lũng Cú được vạch ra ở điểm khảo sát SS.3061 giữa tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ (tướng LC) ở dưới và chuyển sang tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA) ở trên. Ở Chang Pung bề mặt ranh giới này được vạch ra ở giữa tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) lên tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA).

Ở cả hai mặt cắt đều xuất hiện hoá thạch Brachiopoda: *Billingsella tonkiniana* tuổi Cambri muộn phần giữa là tuổi tập Lô Lô (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008).

4.3.4. Tập Thèn Ván

Tập Thèn Ván được xác lập bao gồm khối lượng của 2 phức tập S₆ và S₇ và khối lượng của miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) thuộc phức tập S₈. Tập Thèn Ván được đặt tên theo tên bản Thèn Ván nằm ở phía tây nam xã Lũng Cú, huyện Đồng Văn, tỉnh Hà Giang. Thành phần thạch học đặc trưng của tập Thèn Ván chủ yếu là các đá cát - bột kết chứa vôi thuộc nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ đan xen với các tướng thuộc các nhóm tướng carbonat khác nhau. Dựa vào đặc điểm thạch học đan xen của tướng thuộc các nhóm tướng carbonat, tập Thèn Ván được chia thành 3 phần: Phần dưới có mặt hóa thạch Trilobita kích thước nhỏ tuổi Cambri muộn: *Prochuangia mansuyi*, *Caulaspina* sp., *Pagodia* sp., *Irvingella* sp., (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008) trong đá cát - bột kết

M) và tương đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tương OG). Đặc biệt, trong phần giữa còn xuất hiện các tập đá phiến sét, cát - bột kết màu xám xanh, phong hóa màu vàng chứa hóa thạch Trilobita: *Dictyella mansuyi*, *Prosaugia angulate*, *Haniwa* sp. tuổi Cambri muộn (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008). Phần trên của tập Thèn Ván đặc trưng bởi sự vắng mặt các tương thuộc nhóm tương carbonat, mà chủ yếu là các lớp đá cát - bột kết chứa vôi chứa hóa thạch Trilobita: *Calvinella walcotti* và Brachiopoda: *Eoorthis* sp. (Phạm Kim Ngân và nnk, 2008) tuổi Cambri muộn phần muộn nhất.

Tổng bề dày của tập Thèn Ván ở Lũng Cú là 407m và ở Chang Pung là 288m. Các đứt gãy xuất hiện trong diện phân bố của tập là nguyên nhân của sự khác nhau về bề dày giữa các mặt cắt ở vùng Đồng Văn.

Ranh giới dưới của tập Thèn Ván là bề mặt gián đoạn trầm tích (US) trên tập Lô Lô được vạch ra ở điểm khảo sát SS.3061 như mô tả trên. Ranh giới trên của tập Thèn Ván cũng là ranh giới trên của hệ tầng Chang Pung và hệ tầng Lutxia chưa quan sát thấy do đứt gãy ở cả hai mặt cắt Chang Pung và Lũng Cú II ở vùng Đồng Văn.

Tuổi của tập Thèn Ván là Cambri muộn phần muộn dựa vào tập hợp hóa thạch Trilobita nêu trên.

Tóm lại, dựa vào đặc điểm hóa thạch, đối sánh các phức tập và các hệ tầng với dao động mực nước biển ở hai mặt cắt Lũng Cú II và Chang Pung có thể xác lập một khung thời địa tầng phân tập các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn (Hình 4.12).

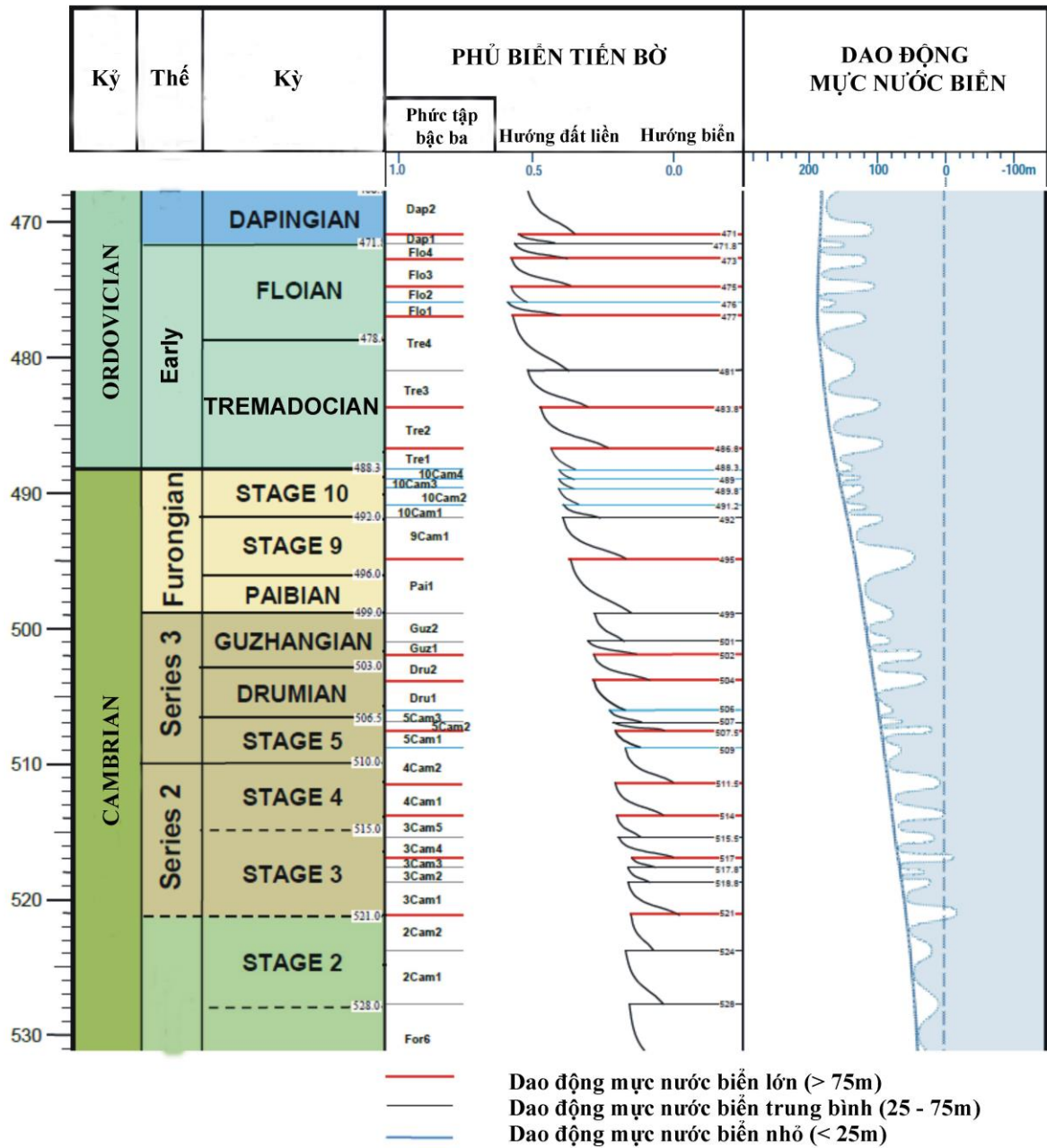
Chương 5

LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN MÔI TRƯỜNG TRẦM TÍCH CAMBRI TRUNG - ORDOVIC HẠ VÙNG ĐỒNG VĂN

Để hiểu biết địa tầng phân tập và lịch sử phát triển môi trường trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam, cần dựa trên mối quan hệ giữa sự dao động mực nước biển toàn cầu và trầm tích. Sự dao động mực nước biển là nhân tố trực tiếp làm thay đổi môi trường trầm tích dẫn đến thay đổi thành phần và kiến trúc và cấu tạo trầm tích.

5.1. DAO ĐỘNG MỰC NƯỚC BIỂN TRONG CAMBRI GIỮA - ORDOVIC SỚM

Mực nước biển và độ cao tương ứng của các lục địa, vị trí của bờ biển là các yếu tố khống chế quá trình trầm tích. Mực nước biển toàn cầu không cố định trong mọi thời gian mà nâng lên hạ xuống nhiều lần, đôi khi vỏ Trái Đất cũng nâng lên hạ xuống. Các đại dương thế giới được liên thông với nhau, do đó sự dao động lên xuống của mực nước biển là xảy ra đồng thời và có ảnh hưởng trên toàn bộ các khu vực của bề mặt Trái Đất. Có nhiều nguyên nhân gây nên sự biến đổi mực nước biển toàn cầu, nhưng có lẽ sự thay đổi hoạt động của sống núi đại dương và hoạt động băng hà là những tác nhân quan trọng nhất. Mọi sự kiện gây nên sự nâng đáy biển sẽ kéo theo sự dâng mực nước biển. Sự tăng tốc độ tách dẫn đáy biển hoặc sự tăng độ dài của sống núi đại dương sẽ làm tăng mực nước biển; ngược lại sự giảm tốc độ tách dẫn đáy đại dương và giảm độ dài sống núi đại dương sẽ làm hạ mực nước biển. Dao động thực tế của mực nước biển không phải là một đường hình sin trơn tru, tức là mực nước biển không dâng lên hay hạ xuống với một tốc độ thay đổi đều đặn mà xảy ra theo một loạt các giai đoạn ngắn hình thành các đường hình sin với biên độ và thời gian ngắn hơn. Mỗi một giai đoạn ngắn có thể tạo ra sự thay đổi không gian tích tụ hình thành các phức tập. Mặt khác, mực nước biển của chu kỳ cuối cùng đã đạt mức cực đại thì theo quy luật trên sẽ lại hạ xuống để hình thành phức tập tiếp theo.



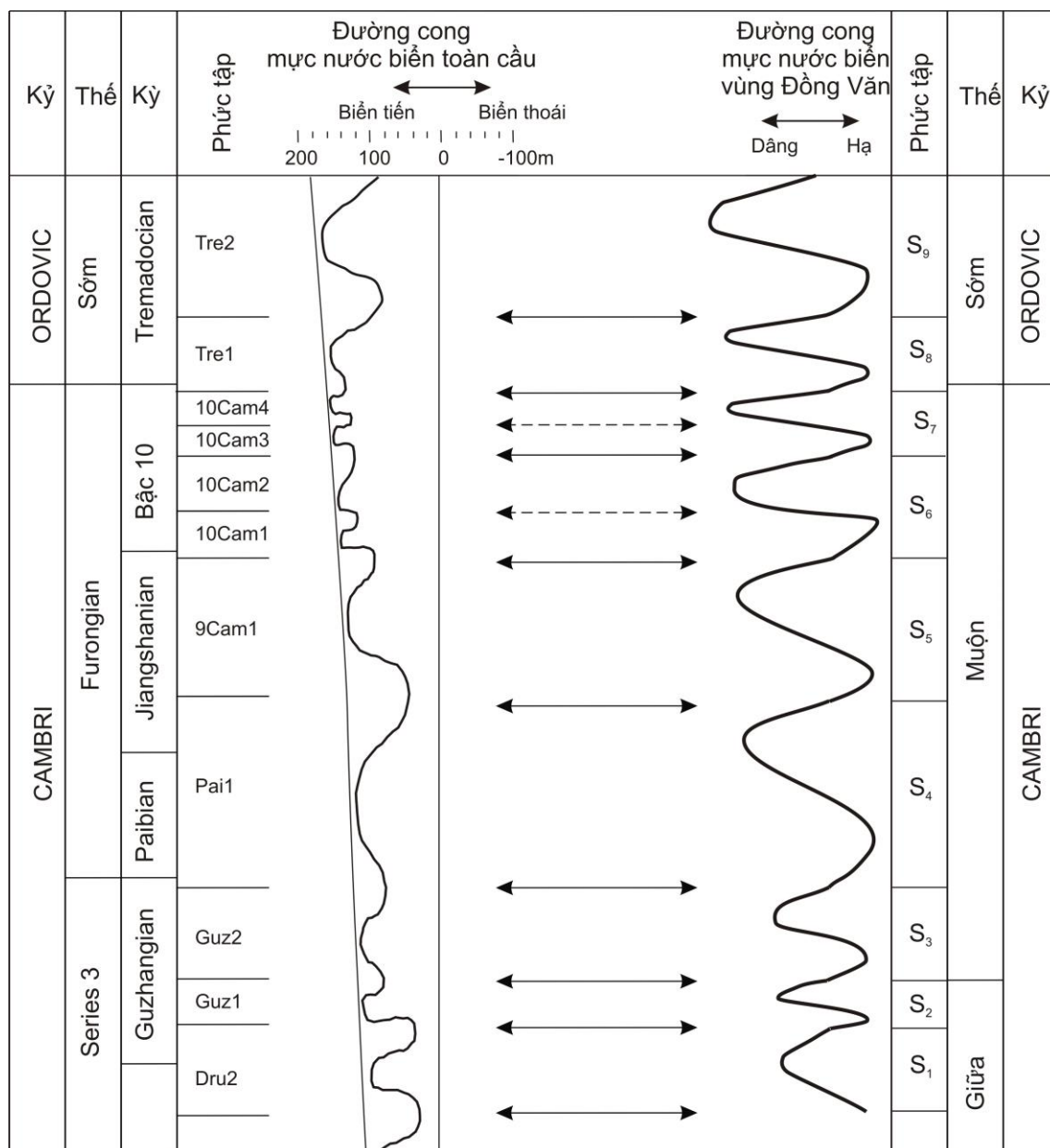
Hình 5.1. Đường cong dao động mực nước biển toàn cầu và các phức tập bậc ba trong giai đoạn Cambri giữa - Ordovic sớm (theo John W. Snedden và Chengjie Liu (2010)). Biên độ dao động mực nước biển theo Haq và Shutter (2008) và các phức tập bậc ba theo Hardenbol và nnk (1998).

Sự dao động của mực nước biển trong lịch sử địa chất là một vấn đề được các nhà địa chất chú ý nghiên cứu để làm sáng tỏ. Trên cơ sở nghiên cứu trật tự địa tầng của biển tiến, biển thoái, của mặt cắt địa chấn phản xạ, tương đá - cổ địa lý, địa tầng phân tập nhiều nơi trên thế giới, các nhà khoa học đã xây dựng đường cong dao động mực nước biển toàn cầu từ Cambri đến Đệ tứ (John W. Snedden và

Chengjie Liu, 2010). Hiện tượng phủ biển tiến và phủ biển lùi phân bố rộng rãi trong các dãy trầm tích có liên quan đối với sự thay đổi mực nước biển, do đó sử dụng hiện tượng này có thể xây dựng được biểu đồ sự dao động địa phương của mực nước biển theo thời gian. Các chu kỳ biển tiến và biển thoái đã diễn ra rất nhiều lần trong lịch sử địa chất, cũng trong rất nhiều trường hợp những chu kỳ trầm tích lớn nhất có thể đối sánh trên phạm vi toàn cầu. Do vậy, đường cong dao động mực nước chân tĩnh toàn cầu từ Cambri giữa đến Ordovic sớm được sử dụng để đối sánh trong hầu hết các nghiên cứu dao động mực nước biển và địa tầng phân tập trên thế giới. Trên đường cong dao động mực nước biển này có thể nhận thấy trong Cambri giữa - muộn có 13 pha biển thoái - tiến và Ordovic sớm có 3 pha biển thoái - tiến. Đối sánh với đường cong dao động mực nước biển toàn cầu, Hardenbol et al. (1998) đã xác định được 16 phức tập bậc ba trong Cambri giữa - Ordovic sớm (Hình 5.1).

5.2. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN MÔI TRƯỜNG TRẦM TÍCH TRONG CAMBRI GIỮA - ORDOVIC SỚM

Ở Việt Nam, sự dao động mực nước toàn cầu được ghi nhận rõ trong các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ ở Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam. Đây chính là cơ sở để phân chia các phức tập trầm tích ở vùng nghiên cứu. Bắt đầu mỗi chu kỳ là nhóm tương trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ của miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) hình thành trong giai đoạn mực nước biển ở vị trí trung gian đến mức thấp nhất. Tiếp theo là trầm tích đá vôi biển nông ven bờ và kết thúc là tương carbonat biển nông xa bờ thuộc miền hệ thống biển tiến (TST) hình thành trong giai đoạn mực nước biển dâng cao. Kết thúc chu kỳ là trầm tích đá vôi phân lớp mỏng biển nông xa bờ và kết thúc là đá vôi biển nông ven bờ thuộc miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) hình thành trong giai đoạn mực nước biển từ mức cao nhất rồi hạ thấp dần. Từ Cambri giữa bắt đầu một chu kỳ trầm tích lớn có thể là một chu kỳ bậc 2 liên tục đến Ordovic sớm. Chu kỳ bậc 2 này có thể chia thành 9 chu kỳ bậc 3 gồm 1 chu kỳ Cambri giữa, 2 chu kỳ Cambri giữa - muộn, 4 chu kỳ Cambri muộn, 1 chu kỳ Cambri muộn - Ordovic sớm và 1 chu kỳ Ordovic sớm.



Hình 5.2. Đối sánh đường cong mực nước biển toàn cầu và vùng Đồng Văn trong giai đoạn Cambri giữa - Ordovic sớm. Đường cong mực nước biển toàn cầu theo John W. Snedden và Chengjie Liu (2010). Kết quả đối sánh chỉ ra rằng có sự khá tương đồng giữa các dao động MNB ở vùng Đồng Văn và dao động MNB toàn cầu. Ở vùng Đồng Văn ranh giới giữa các phức tập 10Cam1/10Cam2 và 10Cam3/10Cam4 chưa nhận được ra ở trong các phức tập S₆ và S₇ do sự dao động MNB nhanh, liên tục và biên độ không lớn.

Những bằng chứng chỉ ra rằng các đợt biển tiến và biển thoái mà vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam chịu ảnh hưởng là xảy ra trên quy mô toàn cầu (Hình 5.2).

5.2.1. Giai đoạn Cambri giữa

Bắt đầu từ Cambri giữa, mực nước biển toàn cầu đang dâng tương đối cao. Khi đó, tương tự lãnh thổ lân cận là Trung Quốc, toàn bộ thềm lục địa Đông Bắc Việt Nam cũng là thời kỳ mở rộng và phát triển các hồ trũng biển nông ven bờ, gần bờ và xa bờ. Bình đồ cấu trúc so với đầu giai đoạn, tuy vẫn mang tính kế thừa song cũng có sự phân dị nhất định. Vào cuối giai đoạn Cambri giữa thời kỳ mực nước biển hạ, hình thành chu kỳ trầm tích ứng với phức tập (S_1) ở vùng Đồng Văn và tương ứng với phức tập bậc ba Dru2 toàn cầu. Bắt đầu chu kỳ là trầm tích tương biển nông ven bờ thuộc miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) trên các vùng Bắc Hà - San Sia Hồ, Làng Lúp - Hà Giang, Làng Pinh - Na Sét. Trong vùng nghiên cứu các trầm tích của tương này có thể phân bố ở phần thấp mặt cắt Lũng Cú nhưng bị đứt gãy phá hủy, ở mặt cắt Chang Pung có thể lộ ra bên phần địa giới của Trung Quốc. Chính vì vậy, không bắt gặp các trầm tích thuộc miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) ở vùng Đồng Văn. Giữa chu kỳ tốc độ dâng cao mực nước biển lớn hơn tốc độ cung cấp trầm tích thì biển bắt đầu tiến dần hình thành các nhóm tương carbonat biển nông xa bờ thuộc miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST). Sự đan xen các tương đá vôi dolomit biển nông xa bờ (tương DL) và đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tương Ltb) theo xu hướng sâu dần lên bắt gặp trên toàn vùng Đồng Văn với bề dày ổn định khoảng 100m. Cuối chu kỳ, mực nước biển dâng cao và duy trì trong một thời gian dài đã tạo điều kiện hình thành nhóm tương đá vôi trứng cá biển nông gần bờ và nhóm tương đá vôi bị xáo trộn sinh vật biển nông gần bờ theo xu hướng nông dần lên. Chu kỳ trầm tích này có bề dày tương đối ổn định trên toàn diện tích vùng Đồng Văn.

5.2.2. Giai đoạn Cambri giữa - muộn

Giai đoạn Cambri giữa - muộn hình thành 2 chu kỳ trầm tích ứng với 2 phức tập (S_2 ứng với Guz1 và S_3 ứng với Guz2), vùng Đồng Văn có ghi nhận hoạt động kiến tạo nâng hạ có thể liên hệ với sự kiện vỏ lục địa bắt đầu tách giãn tạo bồn đại dương để thành tạo các thành hệ trầm tích núi lửa thành phần basalt và lục nguyên hạt mịn thuộc hệ tầng Hà Giang. Bắt đầu vào giai đoạn đầu Cambri muộn là thời kỳ

mực nước biển hạ thấp tương ứng S₃. Trên vùng Đồng Văn bắt gặp các trầm tích thuộc nhóm tương trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ của miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) phức tạp S₃. Sự phát triển chủ yếu của các đại biểu trong họ Damesellidae (các giống *Drepanura* - *Blackwelderia* - *Damesella*) phân bố ở gần đồn Sam Pun xã Thượng Phùng thuộc mặt cắt Chang Pung. Còn ở Lũng Cú phong phú hóa thạch Trilobita: *Blackwelderia* sp., và Brachiopoda: *Lingulella* sp., sống trong môi trường biển nông ven bờ. Đó là những động vật sống bám đáy khá tiêu biểu ở vùng biển nông ven bờ, thường có khiên đầu phồng, khiên đuôi và cả khiên thân có hệ thống gai rìa với kích thước và cách sắp xếp khác nhau với chức năng tự vệ hoặc có thể được dùng để cắm vào đáy bùn khi con vật sống. Song song với quá trình hạ thấp mực nước biển, địa hình đáy biển ở khu vực Lũng Cú và Chang Pung khá bằng phẳng. Minh chứng cho những giả thiết này là sự tương đồng nguồn cung cấp trầm tích và không gian tích tụ ở khu vực Lũng Cú và Chang Pung. Điều này thể hiện là cùng xuất hiện nhóm tương trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ với bề dày gần tương đương ở 2 mặt cắt Lũng Cú II (dày 30m) và Chang Pung (dày 20m). Tiếp theo là giai đoạn mực nước biển dâng cao hình thành nhóm tương đá vôi bị xáo trộn sinh vật biển nông gần bờ của miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST). Cuối thời kỳ, mực nước biển dâng cao và duy trì trong một thời gian dài đã tạo điều kiện hình thành nhóm tương đá vôi trứng cá biển nông gần bờ và nhóm tương đá vôi bị xáo trộn sinh vật biển nông gần bờ theo xu hướng nông dần lên.

5.2.3. Giai đoạn Cambri muộn

Giai đoạn Cambri muộn có chế độ kiến tạo tương đối ổn định và biển phát triển và mở rộng. Vùng Đồng Văn là biển nông kế thừa của giai đoạn trước. Các thành tạo trầm tích bị chi phối bởi dao động mực nước biển toàn cầu hình thành 4 chu kỳ trầm tích ứng với 4 phức tạp: S₄ ứng với Pai1, S₅ ứng với 9Cam1, S₆ ứng với 10Cam1 và 10Cam2 và S₇ ứng với 10Cam3 và 10Cam4. Thế giới sinh vật trong giai đoạn Cambri muộn phát triển khá ồ ạt và đây là thời kỳ phồn vinh của các Trilobita bám đáy sống ven bờ, có số lượng cá thể phong phú nhưng kích thước nhỏ hơn. Đó

là các giống *Prochuangia*, *Chuangia* (họ Kaolishaniidae), giống *Irvingella* (họ Komaspidae), giống *Pagodia* (họ Pagodiidae) phân bố rộng rãi ở vùng Đồng Văn. Ngoài ra, đây cũng là giai đoạn phát triển của các Brachiopoda có khớp mà tiêu biểu là các loài thuộc giống *Billingsella* (họ Orthida) gặp phổ biến trên 2 mặt cắt Lũng Cú II và Chang Pung. Thành phần trầm tích đặc trưng bởi có sự đan xen đều đặn nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ với nhóm tướng đá vôi sét biển nông gần bờ và carbonat biển nông xa bờ. Bề dày trầm tích tương đối ổn định trên toàn vùng Đồng Văn.

5.2.4. Giai đoạn Cambri muộn - Ordovic sớm

Giai đoạn Cambri muộn - Ordovic sớm có chế độ kiến tạo tương đối ổn định. Vùng Đồng Văn là biển nông kế thừa của giai đoạn trước. Các thành tạo trầm tích bị chi phối bởi dao động mực nước biển toàn cầu hình thành 1 chu kỳ trầm tích ứng với 1 phức tập (S₈ ứng với Tre1). Thế giới sinh vật trong thời kỳ cuối Cambri muộn là thời kỳ xuất hiện, phát triển và suy tàn của họ Saukiidae (các giống *Prosaukia*, *Calvinella*), họ Tsinaniidae (các giống *Tsinania*, *Dictyella*) ở vùng Đồng Văn. Đây là phức hệ Trilobita bám đáy sống ven bờ. Tuy nhiên thành phần trầm tích khá đơn điệu, đan xen đều đặn dãy cộng sinh tương phát triển ở biển nông thuộc đới biển nông ven bờ đến biển nông xa bờ.

5.2.5. Giai đoạn Ordovic sớm

Trong khu vực nghiên cứu, ảnh hưởng bởi một chu kỳ dao động mực nước biển bắt đầu từ sự kết thúc của quá trình biển tiến cực đại xảy ra trong thời kỳ cuối của Cambri muộn - đầu Ordovic sớm. Sự phân dị địa hình kế thừa và phát triển mang tính đặc thù của giai đoạn trước.

Vùng Đồng Văn là biển nông kế thừa của giai đoạn trước. Các thành tạo trầm tích bị chi phối bởi dao động mực nước biển toàn cầu hình thành 1 chu kỳ trầm tích ứng với 1 phức tập (S₉ ứng với Tre2). Thế giới sinh vật trong Ordovic sớm ngoài các nhóm Trilobita, Brachiopoda và Crinoidea sống bám đáy biển nông ở bản Seo Thèn Pả (xã Thượng Phùng) và Thèn Ván (xã Lũng Cú), còn có mặt động vật Conodonta sống trôi nổi như *Cordylodus angulatus*, *Semiacontiodus* sp., (Hình 1.10) *Iapetognathu* sp. và *Chosonodina* sp. Sự xuất hiện này cho thấy các thành tạo trầm

tích chứa các nhóm hóa thạch này đã được lắng đọng trong điều kiện môi trường trầm tích nước sâu với chế độ thuỷ động lực yếu và đơn giản.

Nhìn chung, đến đầu Ordovic sớm biển thu hẹp dần, để rồi vào cuối Ordovic sớm, hoạt động nâng lên toàn vùng đưa đến sự khép kín các bồn trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ và bắt đầu một giai đoạn biển lùi trên quy mô khu vực.

KẾT LUẬN

1. Phân tích, lựa chọn mô hình địa tầng phân tập áp dụng phù hợp cho nghiên cứu trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

2. Xác lập 6 nhóm tướng và 15 tướng: Nhóm tướng carbonat biển nông xa bờ: (1) Tướng đá vôi bùn phân lớp mỏng biển nông xa bờ (tướng Ltb) và (2) Tướng đá vôi dolomit biển nông xa bờ (tướng DL); Nhóm tướng đá vôi sét biển nông gần bờ: (3) Tướng đá vôi đan xen đá phiến sét biển nông gần bờ (tướng L-S) và (4) Tướng đá vôi đan xen đá sét vôi biển nông gần bờ (tướng L-M); Nhóm tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ: (5) Tướng đá vôi vụn biển nông gần bờ (tướng IL) và (6) Tướng đá vôi dạng cuội kết biển nông gần bờ (tướng LC); Nhóm tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ: (7) Tướng đá vôi cấu tạo xiên chéo biển nông gần bờ (tướng CL), (8) Tướng đá vôi trứng cá biển nông gần bờ (tướng OG) và (9) Tướng đá vôi oncoid biển nông gần bờ (tướng OL); Nhóm tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ: (10) Tướng đá vôi bùn chứa hạt bị xáo trộn sinh vật biển nông ven bờ (tướng WB), (11) Tướng đá vôi bùn chứa hạt - đá vôi hạt biển nông ven bờ (tướng W-G), (12) Tướng đá vôi vụn sinh vật biển nông ven bờ (tướng BL) và (13) Tướng đá vôi cấu tạo stromatolit biển nông ven bờ (tướng SL); Nhóm tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ: (14) Tướng phiến sét chứa vôi biển nông ven bờ (tướng SH) và (15) Tướng cát - bột kết chứa vôi biển nông ven bờ (tướng IA).

3. Xây dựng một khung địa tầng phân tập các trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam gồm 9 phức tập ($S_1 - S_9$). Mỗi phức tập có 3 miền hệ thống trầm tích: Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST), miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) và miền hệ thống trầm tích biển cao (HST).

- Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) được đặc trưng bởi dãy cộng sinh tướng trầm tích lục nguyên chứa vôi biển nông ven bờ.

- Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) bao gồm dãy cộng sinh tướng từ đá vôi biển nông ven bờ và kết thúc là tướng carbonat biển nông xa bờ.

- Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) bao gồm dãy cộng sinh tướng đá

vôi phân lớp mỏng biển nông xa bờ và kết thúc là đá vôi biển nông ven bờ.

4. Xây dựng một khung thời địa tầng phân tập giai đoạn Cambri giữa - Ordovic sớm vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam.

5. Hệ tầng Chang Pung (ε_2 - ε_3 cp) phân bố ở vùng Đồng Văn lần đầu tiên được đề xuất chia thành 4 tập: Xéo Lũng, Căng Tằng, Lô Lô và Thèn Ván phục vụ đo vẽ bản đồ địa chất và đối sánh địa tầng khu vực.

6. Bước đầu làm sáng tỏ lịch sử phát triển môi trường trầm tích Cambri trung - Ordovic hạ vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam chủ yếu được khống chế bởi dao động mực nước biển toàn cầu gồm 9 giai đoạn phát triển tương ứng với 9 chu kỳ dao động mực nước biển.

7. Bước đầu đối sánh đường cong dao động mực nước biển vùng Đồng Văn, Đông Bắc Việt Nam và dao động mực nước biển toàn cầu giai đoạn Cambri giữa - Ordovic sớm.

KIẾN NGHỊ

- Nghiên cứu địa tầng phân giải cao về sinh địa tầng, địa tầng phân tập, địa hóa địa tầng để xác lập tiền đề, dấu hiệu và đánh giá triển vọng khoáng sản liên quan.

- Nghiên cứu ứng dụng địa tầng phân tập nhằm chỉnh lý, phân chia và liên kết địa tầng trước Kainozoi phục vụ đo vẽ và ghép nối bản đồ địa chất ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

TIẾNG VIỆT

1. Dovjikov A.E. (chủ biên) 1965. *Địa chất miền Bắc Việt Nam*. Tổng cục Địa chất xuất bản. Hà Nội (bản tiếng Việt: Nxb Khoa học - kỹ thuật, 1971: 584tr. Hà Nội).
2. Đặng Trần Huyền, Đoàn Nhật Trường, Đỗ Bạt, Nguyễn Đình Hữu, Nguyễn Đức Chính, Nguyễn Hữu Hùng, Phạm Văn Hải, Trần Hữu Dân, Nguyễn Linh Ngọc, Phạm Đức Lương, Nguyễn Đức Phong, Nguyễn Thị Thuỷ, Nguyễn Thị Hồng Nhung, Nguyễn Thế Vãn, Trần Minh Khang, 2007. *Địa tầng các trầm tích Phanerozoi ở Đông Bắc Bộ*. Lưu trữ TT Thông tin - Lưu trữ Địa chất. 301tr. Hà Nội.
3. Lương Hồng Hược, 1987. *Địa chất và Trilobita Cambri trung-Ocdovic hạ ở miền Bắc Việt Nam*. Luận án PTS khoa học địa lý-địa chất. Lưu trữ Viện Địa chất và Khoáng sản. 127tr. Hà Nội.
4. Phạm Kim Ngân 1975. *Một số mặt cắt sinh địa tầng Paleozoi hạ ở miền Bắc Việt Nam*. Tuyển tập các công trình nghiên cứu về địa tầng. 40-54tr. Nxb KHKT. Hà Nội.
5. Phạm Kim Ngân, Trần Hữu Dân, Lương Hồng Hược, Trần Văn Trị, 2004. *Xem xét lại mặt cắt chuẩn hệ tầng Chang Pung ở Hà Giang*. Tạp chí Địa chất, loạt A, số 284, 9-10/2004, 10-16tr, Hà Nội.
6. Phạm Kim Ngân (chủ biên) 2008. *Hệ Cambri ở Việt Nam*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. 216tr.
7. Trần Nghi, 2005. *Phương pháp phục hồi bề trầm tích và thành lập bản đồ tương đá-cổ địa lý*. Tuyển tập Báo cáo HNKH 60 năm Địa chất Việt Nam. 154-163tr. Hà Nội.
8. Trần Nghi, 2010. *Trầm tích luận trong địa chất biển và dầu khí*. NXB Đại học Quốc Gia, 328tr. Hà Nội.
9. Nguyễn Đức Phong, Trần Nghi, Trần Tân Văn, Rudy Swennen, Toshifumi Komatsu, Trần Hữu Dân, Nguyễn Xuân Phong, 2015. *Sự có mặt và ý nghĩa các hạt carbonat trong trầm tích hệ tầng Chang Pung, khu vực Lũng Cú, Đồng Văn, Hà Giang*. Địa chất và Khoáng sản, tập 11, 1-7tr. Hà Nội.
10. Tổng Duy Thanh, Vũ Khúc, Phan Cự Tiên, 1994. *Quy phạm Địa tầng Việt Nam*. Cục Địa chất Việt Nam. 76 tr. Hà Nội.
11. Tổng Duy Thanh (Chủ biên) 2003. *Giáo trình Địa chất cơ sở*. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội. 306 tr. Hà Nội.
12. Tổng Duy Thanh, Vũ Khúc (Chủ biên) 2005. *Các phân vị địa tầng Việt Nam*.

NXB Đại học Quốc Gia, 504tr. Hà Nội.

13. Tống Duy Thanh, 2008. *Lịch sử tiến hóa Trái Đất (Địa sử)*. Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội, 332 tr. Hà Nội.
14. Hoàng Xuân Tinh (chủ biên), 1977, 2000. *Báo cáo địa chất từ Bảo Lạc tỷ lệ 1/200.000*. Trung tâm Thông tin - Lưu trữ địa chất. Hà Nội.
15. Trần Văn Trị, Vũ Khúc (Đồng chủ biên) 2009. *Địa chất và Tài nguyên Việt Nam*. 589 tr. Cục ĐC&KS. Hà Nội.

TIẾNG ANH

16. Bathurst, R.G.C., 1975. *Carbonate Sediments and Their Diagenesis*. Elsevier, Amsterdam, 658p.
17. Braun, M., Friedman, G.M., 1970. *Dedolomitization fabrics in peels: a possible clue to unconformity surfaces*. J. Sediment. Res. 40 (1), 417–419pp. March.
18. Bosellini, A., Masetti, D., Sarti, M., 1981. *A Jurassic 'Tongue of the Ocean' infilled with oolitic sands: The Belluno Trough, Venetian Alps, Italy*. - Marine Geol., 44, 59-95pp, 25 Figs., Amsterdam.
19. Catuneanu, O., 2006. *Principles of Sequence Stratigraphy*. Elsevier, Amsterdam, 375 pp.
20. Catuneanu, O., Abreu, V., Bhattacharya, J. P., Blum, M. D., Dalrymple, R. W., Eriksson, P. G., Fielding, C. R., Fisher, W. L., Galloway, W. E., Gibling, M. R., Giles, K. A., Holbrook, J. M., Jordan, R., Kendall, C. G. St. C., Macurda, B., Martinsen, O. J., Miall, A. D., Neal, J. E., Nummedal, D., Pomar, L., Posamentier, H. W., Pratt, B. R., Sarg, J. F., Shanley, K. W., Steel, R. J., Strasser, A., Tucker, M. E., Winker, C., 2009. *Towards the standardization of sequence stratigraphy*. Earth-Science Reviews, vol. 92, 1-33pp.
21. Catuneanu O, William E. Galloway, Christopher G. St. C. Kendall, Andrew D. Miall, Henry W. Posamentier, André Strasser, and Maurice E. Tucker., 2011. *Sequence Stratigraphy: Methodology and Nomenclature*. Newsletters on Stratigraphy, Vol. 44/3, 173-245pp.
22. Catuneanu, O., 2017. *Sequence Stratigraphy: Guidelines for a Standard Methodology*. Stratigraphy & Timescales, v. 2. 57p.
23. Dunham R.J., 1962. *Classification of carbonate rocks according to depositional texture*, in Ham W.E (ed.) *Classification of carbonate rocks*. American Assoc. of Petroleum Geologists Memoir 1, 108-121pp.
24. Dunnington, H. V., 1967. *Aspects of diagenesis and shape change in*

- stylolitic limestone reservoirs*. Proc.- World Pet. Congr. 7, 339-352pp.
25. Dzik, J., Nguyen Duc Phong, 2016. *Dating of Cambrian - Ordovician boundary strata in northernmost Vietnam and methodological aspects of evolutionary biostratigraphic inference*. Stratigraphy, vol. 13, no. 2, 83–93pp.
 26. Embry, A.F., 1995. *Sequence boundaries and sequence hierarchies: problems and proposals*. In: Steel, R.J., Felt, V.L., Johannessen, E.P., Mathieu, C. (Eds.), *Sequence Stratigraphy on the Northwest European Margin*, pp. 1–11. Norwegian Petroleum Society (NPF), Special Publication 5.
 27. Emery, D. & Myers, K. J. (eds) 1996. *Sequence Stratigraphy*. Blackwell Science. 297p.
 28. Fabricus, F.H. 1977. *Origin of marine ooids and grapestones*. Sedimentology, 7, 133p.
 29. Flügel, E., 2004. *Microfacies of carbonate rocks - analysis, interpretation and application*. Springer, Berlin Heidelberg New York, 976 p.
 30. Folk, R.L., 1959. *Practical petrographic classification of limestones*. AAPG Bulletin, 43: 1-38pp.
 31. Folk, R.L., 1962. *Spectral subdivision of limestone types*. In: Ham, W.E. (ed.): *Classification of carbonate rocks*. Geol. Soc. Am. Bull., 1, 62-84pp.
 32. Galloway, W.E., 1989. *Genetic stratigraphic sequences in basin analysis I: architecture and genesis of flooding-surface bounded depositional units*. Am. Assoc. Pet. Geol. Bull., v. 73, 125–142pp.
 33. Halley, R.B. and Scholle, P.A., 1985. *Radiaxial fibrous calcite as early-burial, open-system cement: isotopic evidence from Permian to China*. Geol. Soc. Am. Bull., 69, 261p, Tulsa.
 34. Haq, B.U., Schutter, S.R., 2008. *A chronology of Paleozoic sea-level changes*. Science 322, 64-68pp.
 35. Hardenbol, J., J. Thierry, M.B. Farley, T. Jacquin, P.C. de Graciansky, and P. Vail, 1998. *Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins*, in P.C. Graciansky, et al. (eds) *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins: SEPM Special Publication 60*, 3-13pp, charts 1-8.
 36. Hunt, D., Tucker, M.E., 1992. *Stranded parasequences and the forced regressive wedge systems tract: deposition during base-level fall*. Sediment. Geol. 81, 1–9pp.
 37. Hunt, D. and Tucker, M.E., 1995. *Stranded parasequences and the forced regressive wedge systems tract: deposition during base-level fall—reply*. Sediment. Geol., v. 95, 147–160pp.

38. Illing, L.V., 1954. *Bahamian calcareous sands*. Bull. Am. Assoc. Pet. Geol., 38: 1-95pp.
39. John W. Snedde và Chengjie Liu, 2010. *A Compilation of Phanerozoic Sea-Level Change, Coastal Onlaps and Recommended Sequence Designations*.
40. Kobayashi T., 1944. *On the Cambrian formations in Yunnan and Haut Tonkin and the Trilobites contained*. Jap. J. geol. geogr, 1991/1-4, Tokyo.
41. Leonard, J.E., Cameron, B., Pilkey, O.H., and Friedman, G.M., 1981. *Evaluation of cold-water carbonates as a possible paleoclimatic indicator*. Sed. Geol., 28, 1-28pp, 8 Figs., 1 Tab., Amsterdam.
42. Loreau, J.-P. and B.H. Purser 1973. *Distribution and ultrastructure of Holocene ooids in the Persian Gulf*. In, B.H. Purser (Ed.), *The Shallow Epicontinental Sea*. Springer-Verlag, Berlin, 279-328pp.
43. Metcalfe I., 1998. *Paleozoic and Mesozoic geological evolution of the SE Asian region, multidisciplinary constraints and implications for biogeography*. In: R. Hall & J.D. Holloway (Editors), *Biogeography and Geological Evolution of SE Asia*. Backhuys Publishers, Amsterdam, 25-41pp.
44. Metcalfe, I., 2005. *Asia: South-East*. In: Selley, R.C., Cocks, L.R.M., Plimer, I.R. (Eds.), *Encyclopedia of Geology*, vol. 1. Elsevier, Oxford, 69 - 198pp.
45. Misik, M., 1966. *Tentative classification of veinlets in limestones*. - Geol. Sborn. Slov. Akad. Vied, 17, 337-344pp.
46. Mitchum Jr., R.M., 1977. *Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 11: glossary of terms used in seismic stratigraphy*. In: Payton, C.E. (Ed.), *Seismic Stratigraphy - Applications to Hydrocarbon Exploration*, 205–212pp. American Association of Petroleum Geologists Memoir 26.
47. Nader, F.H., Swennen, R., Keppens, E., 2008. *Calcitization/dedolomitization of Jurassic dolostones (Lebanon): results from petrographic and sequential geochemical analyses*. Sedimentology 55, 1467–1485pp.
48. Newell, N.D., Purdy, E.G. and Imbrie, J., 1960. *Bahamian oolitic sand*. J. Geol., 68: 481-497pp.
49. Posamentier, H. W., Vail, P. R., 1988. *Eustatic controls on clastic deposition. II. Sequence and systems tract models*. In: Wilgus, C. K., Hastings, B. S., Kendall, C. G. St. C., Posamentier, H. W., Ross, C. A., Van Wagoner, J. C. (Eds.), *Sea Level Changes - An Integrated Approach*. SEPM Special Publication 42, 125-154pp.
50. Posamentier, H.W., Allen, G.P., 1999. *Siliciclastic Sequence Stratigraphy: Concepts and Applications*. SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology No. 7, 210 p.

51. Rusnak, G.A., 1960. *Some observations of recent oolites*. J. Sediment. Petrol., 30:471-480pp.
52. Sellwood B.N., 1978. *Shallow water carbonate environments (in Sedimentary Enviroments and Facies*. Blackwell Sc.Pub. Boston.
53. Shlanger, S. O., 1964. *Petrology of limestones of Guam*. Geol. Surv. Prof. Pap. (US.) 403, D1-D52.
54. Shergold J. H., 1995. *Correlation of the Cambrian biostratigraphy of Northern and Central Australia with that of Southern and Eastern Asia*. Jour. Geol., special issue, series B, N. 5-6, 48-62pp. Hanoi.
55. Sibley, D.F., Gregg, J.M., 1987. *Classification of dolomite rock textures*. J. Sediment. Petrol. 57, 967–975pp.
56. Vail, P. R., Mitchum, R. M. Jr., Thompson, S., III, 1977. *Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part four: global cycles of relative changes of sea level*. American Association of Petroleum Geologists Memoir 26, 83-98pp.
57. Vail, P. R., Audemard, F., Bowman, S. A., Eisner, P. N., and Perez-Cruz, C. (1991). *The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentology—an overview*. In Cycles and Events in Stratigraphy. (G. Einsele, W. Ricken and A. Seilacher, Eds.), 617–659pp. Berlin, Springer-Verlag.
58. Van Wagoner, J.V., Posamentier, H.W., Mitchum, R.M., Vail, P.R., Sarg, J.F., Loutit, T.S., and Harden-bol, J., 1988, *An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions*, in Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G. St. C., Posamentier, H.W., Ross, C.A., and Van Wagoner, J.C. [eds.], *Sea-Level Changes: An Integrated Ap- proach*: Society of Economic and Petroleum Min- eralologists Special Publication No. 42, 39–45pp.
59. Van Wagoner, J.C., Mitchum Jr., R.M., Campion, K.M., Rahmanian, V.D., 1990. *Siliciclastic Sequence Stratigraphy in Well Logs, Core, and Outcrops: Concepts for High-Resolution Correlation of Time and Facies*. American Association of Petroleum Geologists Methods in Exploration Series 7, 55p.
60. Védrine, S., Strasser, A., and Hug, W., 2007. *Oncoid growth and distribution controlled by sea-level fluctuations and climate (Late Oxfordian, Swiss Jura Mountains)*. Facies, Springer, 53:535-552pp.
61. Warren, J., 2000. *Dolomite: occurrence, evolution and economically important associations*. *Earth-Science Reviews*. 52, 1–81pp.

62. Wilson J.L., 1975. *Carbonate Facies in Geologic History*. Springer-Verlag, New York.
63. Yao, W.H., Li, Z.X., Li, W.X., Li, X.H., Yang, J.H., 2014. *From Rodinia to Gondwanaland: a tale of detrital zircon provenance analyses from the southern Nanhua Basin, South China*. Am. J. Sci. 314, 278–313pp.
64. Zhou Zhiyi và Zhen Yongyi, 2008. *Trilobite record of China*. Science Press Beijing. 401p.

TIẾNG PHÁP

65. Deprat J. 1915. *Études géologiques sur la région septentrional du Haut Tonkin (feuilles géologiques de Pakha, Hagiang, Mapilo et Yenminh au 100.000^e)*. Mém. Serv. Geol. Indoch. vol. IV, fasc. 4, 176p.. Hanoi.
66. Jacob C., Bourret R. 1920. *Itinéraire géologique dans le Nord du Tonkin*. Bull. SGI, IX, 1, 49p. Hà Nội.
67. Mansuy H., 1915a. *Faunes cambriens du Haut Tonkin*. Mém. Serv. Géol. Indoch., vol. IV, fasc. 2, 35 p., Hanoi.
68. Mansuy H., 1915b. *Contribution à l'étude des faunes de l' Ordovicien et du Gothlandien du Tonkin*. Mém. Serv. Géol. Indoch., vol. IV, fasc. 3, 22 p. Hanoi.
69. Mansuy H., 1916. *Faunes Cambriens de l' Extrême - Orient méridional*. Mém. Serv. Géol. Indoch., vol. V, fasc. 1, 48p. Hanoi.
70. Saurin E., 1956a. *Lexique stratigraphique international. Asia. Indochine*. Vol. III, fasc. 6a (Bản dịch, Nxb. KHKT, Hà Nội, 1970).
71. Saurin E., 1956b. *Le Cambrien en Indochine*. Cong. Géol. Inter. 20e, T. I, 393-415pp. Mexico.

TIẾNG NGÀ

72. Rukhin L.B., 1969. *Cơ sở trầm tích luận*. Nhà xuất bản Kỹ thuật Quốc gia Mát-xcơ-va.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. **Phong Nguyen Duc**, Jerzy Dzik, Mark Williams, Toshifumi Komatsu, 2017. *Early Ordovician conodonts and graptolites in northeast Vietnam*. IGCP 653 ‘The onset of the Great Ordovician Biodiversity Event’ annual meeting, Yichang, China. (Hội thảo thường niên của Chương trình Khoa học Địa chất Quốc tế (IGCP) dự án 653 về Sự khởi đầu của Sự kiện đa dạng sinh học Ordovic, Yichang, Hồ Bắc, Trung Quốc).
2. Jerzy Dzik, **Nguyen Duc Phong**, 2016. *Dating of Cambrian - Ordovician boundary strata in northernmost Vietnam and methodological aspects of evolutionary biostratigraphic inference*. Stratigraphy, vol. 13, no. 2, 83–93.
3. **Nguyen Duc Phong**, Nguyen Viet Hien, Nguyen Thi Thuy, Nguyen Huu Manh, Jerzy Dzik, Toshifumi Komatsu, Ryota Urakawa, 2016. *Lower Ordovician conodonts Cordylodus from the Lutxia Formation in the Lung Cu area, northeastern Vietnam*. Palaeontological Society of Japan. Abstracts with Programs, the 2016 Annual Meeting. (Hội Cổ sinh Nhật Bản).
4. **Nguyễn Đức Phong**, Trần Nghi, Trần Tân Văn, Rudy Swennen, Toshifumi Komatsu, Trần Hữu Dân, Nguyễn Xuân Phong, 2015. *Sự có mặt và ý nghĩa các hạt carbonat trong trầm tích hệ tầng Chang Pung, khu vực Lũng Cú, Đồng Văn, Hà Giang*. Tuyển tập Địa chất và Khoáng sản, tập 11, kỷ niệm 50 năm thành lập Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản (1965-2015), 1-7, Hà Nội.
5. Trần Tân Văn, **Nguyễn Đức Phong**, 2011. *Stratigraphy of Paleozoic carbonate rocks in North Viet Nam*. Workshop on Palaeozoic Limestone of South-East Asia and South China, Malaysia.