

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

HOÀNG VĂN HOAN

**NGHIÊN CỨU XÂM NHẬP MẶN NƯỚC DƯỚI ĐẤT
TRẦM TÍCH ĐỆ TỬ VÙNG NAM ĐỊNH**

Ngành: Kỹ thuật địa chất
Mã số: 62.52.05.01

LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1: PGS.TS. Phạm Quý Nhân

2: PGS.TS. Flemming Larsen

Hà Nội - 2014

LỜI CAM ĐOAN

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

Tác giả luận án

Hoàng Văn Hoan

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT	vi
DANH MỤC CÁC BẢNG	vii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ.....	viii
MỞ ĐẦU	1
Chương 1 - TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU XÂM NHẬP MẶN NƯỚC DƯỚI ĐẤT	10
1.1. Tổng quan về nghiên cứu xâm nhập mặn NĐĐ trên thế giới	11
1.1.1. Nhóm đánh giá hiện trạng và xác định nguyên nhân	11
1.1.2. Nhóm nghiên cứu cơ chế dịch chuyển vật chất, ảnh hưởng tỷ trọng.....	14
1.1.3. Nhóm nghiên cứu xâm nhập mặn cổ, ứng dụng kỹ thuật đồng vị.....	15
1.1.4. Nhóm dự báo và đánh giá xâm nhập mặn bằng mô hình số.....	16
1.1.5. Nhóm nghiên cứu các giải pháp hạn chế xâm nhập mặn	17
1.2. Tổng quan nghiên cứu xâm nhập mặn NĐĐ ở Việt Nam.....	18
1.3. Lịch sử nghiên cứu địa chất, ĐCTV vùng Nam Định	22
Chương 2 - SỰ HÌNH THÀNH THẤU KÍNH NƯỚC NHẠT	29
2.1. Vị trí vùng nghiên cứu	29
2.2. Đặc điểm địa chất.....	30
2.2.1. Đặc điểm địa tầng	30
2.2.2. Đặc điểm cấu trúc vùng nghiên cứu	34
2.3. Đặc điểm địa chất thủy văn.....	40
2.3.1. Các tầng chứa nước	40
2.3.2. Các thành tạo địa chất nghèo nước, cách nước	44
2.3.3. Đặc điểm thủy địa hoá	45
2.3.4. Cấu trúc ĐCTV vùng nghiên cứu.....	46
2.4. Quá trình hình thành thấu kính nước nhạt	47
2.4.1. Quá trình tiến hóa trầm tích trong Kainozoi	47
2.4.2. Giả thiết về quá trình hình thành thấu kính nước nhạt.....	53
2.5. Nguồn bổ cập cho thấu kính nước nhạt	60

2.5.1. Phương pháp nghiên cứu	60
2.5.2. Kết quả nghiên cứu	63
2.5.3. Phân tích và thảo luận kết quả.....	67
Chương 3 - NGHIÊN CỨU HIỆN TRẠNG PHÂN BỐ MẶN NHẠT NĐĐ	72
3.1. Cơ sở lựa chọn phương pháp áp dụng.....	72
3.1.1. Điện trở suất của tầng chứa nước	72
3.1.2. Cơ sở phương pháp trường chuyển.....	74
3.1.3. Cơ sở phương pháp đo cảm ứng (đo độ dẫn)	76
3.2. Kết quả áp dụng phương pháp trường chuyển.....	77
3.2.1. Vị trí khu vực khảo sát	77
3.2.2. Kết quả khảo sát.....	78
3.2.3. Phân tích kết quả khảo sát.....	82
3.3. Kết quả xác định phân bố mặn-nhạt nước dưới đất bằng phương pháp địa vật lý lỗ khoan.....	84
3.3.1. Vị trí khảo sát và khối lượng thực hiện.....	84
3.3.2. Kết quả xác định hiện trạng phân bố mặn-nhạt theo chiều sâu	84
3.4. Kết quả khoan khảo sát ĐCTV	86
3.5. Kết quả phân tích thành phần hóa học nước lỗ rỗng.....	86
3.6. Tổng hợp kết quả xác định hiện trạng phân bố mặn-nhạt NĐĐ vùng NĐ	91
Chương 4 - CƠ CHẾ XÂM NHẬP MẶN THẤU KÍNH NƯỚC NHẠT TẦNG CHỨA NƯỚC PLEISTOCEN	96
4.1. Cơ sở lý thuyết về dịch chuyển chất hòa tan trong NĐĐ	96
4.1.1. Các quá trình dịch chuyển chất hòa tan	96
4.1.2. Đặc trưng của dịch chuyển mặn trong NĐĐ.....	100
4.2. Cơ chế xâm nhập mặn thấu kính nước nhạt, TCN qp vùng Nam Định.....	104
4.2.1. Khái niệm chung và định hướng nghiên cứu cơ chế xâm nhập mặn thấu kính nước nhạt, TCN Pleistocen.....	104
4.2.2. Xâm nhập mặn TCN Pleistocen từ lớp thấm nước yếu.....	106
4.2.3. Xâm nhập mặn thấu kính nước nhạt, TCN Pleistocen do ảnh hưởng của chênh lệch mực nước.....	117
Chương 5 - DIỄN BIẾN XÂM NHẬP MẶN THẤU KÍNH NƯỚC NHẠT TẦNG CHỨA NƯỚC PLEISTOCEN	123
5.1. Xâm nhập mặn TCN Pleistocen do ảnh hưởng lớp thấm nước yếu	123

5.1.1. <i>Xâm nhập mặn do ảnh hưởng của quá trình khuếch tán phân tử và phân dị trọng lực</i>	123
5.1.2. <i>Giới hạn xảy ra quá trình khuếch tán phân tử và phân dị trọng lực</i>	126
5.2. <i>Diễn biến xâm nhập mặn thau kính nước nhạt, TCN Pleistocen do ảnh hưởng của khai thác</i>	127
5.2.1. <i>Kết quả tính toán dịch chuyển biên mặn theo tài liệu quan trắc NĐĐ.</i>	127
5.2.2. <i>Kết quả dự báo xâm nhập mặn thau kính nước nhạt, TCN Pleistocen bằng phương pháp mô hình số</i>	129
5.3. <i>Giải pháp khắc phục, hạn chế xâm nhập mặn vùng Nam Định</i>	139
5.3.1. <i>Giải pháp khắc phục, hạn chế xâm nhập mặn</i>	139
5.3.2. <i>Giải pháp khai thác, sử dụng nước dưới đất</i>	140
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	142
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ	145
TÀI LIỆU THAM KHẢO	148

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

BP	Trước thời điểm hiện tại
DIC	Hợp chất Cacbon vô cơ
ĐBBB	Đồng bằng Bắc Bộ
ĐB-TN	Đông bắc - Tây nam
ĐC	Địa chất
ĐCTV	Địa chất thủy văn
ĐTS	Điện trở suất
ĐVL	Địa vật lý
Hcp	Hạ thấp mực nước cho phép
IAEA	Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế
M	Tổng khoáng hóa
NCKH	Nghiên cứu khoa học
NDD	Nước dưới đất
TB-ĐN	Tây bắc - Đông nam
TCN	Tầng chứa nước
TDS	Tổng hàm lượng chất rắn hòa tan
TEM	Phương pháp trường chuyển

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 2.1: Thành phần đồng vị bền của NĐĐ và nước mặt (tháng 5/2010).....	64
Bảng 2.2: Thành phần đồng vị bền của NĐĐ tháng 8/2011 và tháng 3/2012.....	64
Bảng 2.3: Thành phần đồng vị bền trong nước biển và nước mưa năm 2011	65
Bảng 2.4: Tuổi của NĐĐ xác định qua hoạt độ phóng xạ của ^{14}C trong DIC của NĐĐ ...	66
Bảng 2.5: Thành phần đồng vị bền ^{13}C trong NĐĐ	66
Bảng 2.6: Kết quả phân tích thành phần đồng vị bền và các đồng vị khí trơ và Triti.....	67
Bảng 3.1: Tổng hợp kết quả đo trường chuyển khu vực nghiên cứu	81
Bảng 3.2: Kết quả phân tích thành phần hóa học NĐĐ vùng nghiên cứu	87
Bảng 3.3: Kết quả phân tích thành phần hóa học nước lỗ rỗng, lỗ khoan VietAS_ND 01	88
Bảng 3.4: Kết quả phân tích thành phần hóa học nước lỗ rỗng lỗ khoan VietAS_ND 02.	89
Bảng 3.5: Bảng tổng hợp các dạng công tác đã thực hiện phục vụ cho nghiên cứu	92
Bảng 4.1: Kết quả xác định chiều dày lớp trầm tích biển qua kết quả đo ĐVL lỗ khoan	107
Bảng 4.2: Kết quả phân tích TPHH và đồng vị bền nước lỗ rỗng tại LK VietAS_ND01	113
Bảng 4.3: Kết quả phân tích TPHH và đồng vị bền nước lỗ rỗng tại LK VietAS_ND02	114
Bảng 4.4: Kết quả phân tích thành phần thạch học TCN Pleistocen.....	118
Bảng 4.5: Thống kê kết quả xác định hệ số dẫn nước TCN Pleistocen	119
Bảng 5.1: Kết quả xác định dòng mặn ảnh hưởng tại các vị trí nghiên cứu	125
Bảng 5.2: Thống kê các công trình khai thác nước tập trung.....	133
Bảng 5.3: Thống kê các công trình khai thác lẻ	133
Bảng 5.4: Thống kê các lỗ khoan khai thác nước UNICEF	133

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Hình 2.1: Vị trí vùng nghiên cứu	29
Hình 2.2: Địa tầng lỗ khoan TB-DK-1X	31
Hình 2.3: Kiểu trầm tích biển vùng nghiên cứu.....	34
Hình 2.4: Cấu trúc địa chất phía tây, tây bắc vùng nghiên cứu	36
Hình 2.5: Vị trí vùng nghiên cứu và cấu trúc bề trầm tích Sông Hồng	38
Hình 2.6: Sơ đồ vị trí tuyến thăm dò địa chấn 2D	38
Hình 2.7: Các tuyến mặt cắt địa chấn song song với đường bờ biển.....	39
Hình 2.8: Dao động mực nước tại lỗ khoan VietAS_ND02, TCN Pleistocen.....	42
Hình 2.9: Dao động mực nước biển và TCN qp tại lỗ khoan Q225b	42
Hình 2.10: Diễn biến mực nước các TCN trong khu vực từ 1994 đến 2014.....	43
Hình 2.11: Mực nước biển từ thời kỳ Pleistocen muộn đến nay	51
Hình 2.12: Sơ đồ minh họa quá trình tiến hóa trầm tích trong 9.000 năm trở lại đây	54
Hình 2.13: Sơ đồ tiến hóa trầm tích trong kỷ Đệ tứ.....	55
Hình 2.14: Sơ đồ đẳng áp TCN Pleistocen và vị trí tuyến mặt cắt	57
Hình 2.15: Mô hình khái niệm về lịch sử phát triển ĐCTV trong Kainozoi	58
Hình 2.16: Mô hình 2D mô phỏng quá trình hình thành thấu kính nước nhạt	59
Hình 2.17: Sơ đồ vị trí lấy mẫu đồng vị và tuyến mặt cắt	63
Hình 2.18: Kết quả phân tích thành phần đồng vị bền của các loại nước.....	68
Hình 2.19: Sự biến đổi của $\delta^{18}\text{O}$ trong NĐĐ theo chiều sâu.....	68
Hình 2.20: Diễn biến mực nước TCN Pleistocen và Triat tại cụm quan trắc Q92	69
Hình 2.21: Diễn biến mực nước TCN Pleistocen và Neogen tại cụm quan trắc Q109	69
Hình 2.22: Sơ đồ đẳng tuổi TCN Pleistocen.....	70
Hình 2.23: Sơ đồ đẳng tuổi TCN Neogen.....	70
Hình 2.24: Mô hình khái niệm về hướng vận động của NĐĐ.....	70
Hình 2.25: Sơ đồ vận động của NĐĐ cung cấp cho thấu kính nước nhạt vùng Nam Định	71
Hình 3.1: Khoảng biến đổi giá trị điện trở suất và độ dẫn điện của đất đá.....	74
Hình 3.2: Đường đặc tính và nguyên tắc của phương pháp trường chuyển	75
Hình 3.3: Mô hình dòng xoáy cảm ứng thay đổi theo thời gian.....	76

Hình 3.4: Nguyên lý tổng hợp của Zond đo độ dẫn điện.....	77
Hình 3.5: Vị trí các điểm đo trường chuyển	78
Hình 3.6: Kết quả đo dòng cảm ứng và mức độ nhiễu tại điểm đo	79
Hình 3.7: Kết quả giải đoán tài liệu trường chuyển.....	79
Hình 3.8: Vị trí các cặp số liệu tương quan	80
Hình 3.9: Tương quan hồi qui giữa TDS và điện trở suất trong vùng nghiên cứu	80
Hình 3.10: Kết quả đo trường chuyển theo tuyến mặt cắt	81
Hình 3.11: Phân bố điện trở suất tại độ sâu 25÷30m (hệ tầng Hải Hưng).....	83
Hình 3.12: Phân bố điện trở suất tại độ sâu 55÷60m (hệ tầng Vĩnh Phúc).....	83
Hình 3.13: Sơ đồ vị trí lỗ khoan đo ĐVL, lỗ khoan lấy mẫu trầm tích ép nước lỗ rỗng	84
Hình 3.14: Sự phân bố độ dẫn điện của tầng theo chiều sâu	85
Hình 3.15: Sự biến đổi độ dẫn điện của tầng và của nước lỗ rỗng theo chiều sâu	90
Hình 3.16: Tương quan giữa độ dẫn điện của tầng và độ dẫn điện của nước lỗ rỗng	90
Hình 3.17: Đồ thị tương quan giữa hàm lượng Cl^- với độ dẫn điện của nước lỗ rỗng	90
Hình 3.18: Đồ thị tương quan giữa hàm lượng Na^+ với độ dẫn điện của nước lỗ rỗng.....	90
Hình 3.19: Đồ thị tương quan giữa hàm lượng Cl^- với độ dẫn điện của tầng.....	91
Hình 3.20: Đồ thị tương quan giữa hàm lượng Na^+ với độ dẫn điện của tầng	91
Hình 3.21: Mặt cắt thủy địa hóa - phân bố hàm lượng TDS của nước lỗ rỗng.....	91
Hình 3.22: Sơ đồ phân bố hàm lượng TDS trong TCN Holocen	93
Hình 3.23: Sơ đồ phân bố hàm lượng TDS trong TCN Pleistocen.....	93
Hình 3.24: Kết quả xác định ranh giới mặn-nhạt TCN Pleistocen vùng nghiên cứu	94
Hình 3.25: Mô hình khái niệm phân bố mặn nhạt theo tuyến mặt cắt.....	94
Hình 4.1: Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân tán cơ học trong các điều kiện	97
Hình 4.2: Đường dòng trong môi trường lỗ hổng dưới tác dụng của QT phân tán TĐL ..	98
Hình 4.3: Mô phỏng quãng đường DCVC trong MT chất lỏng và MT trầm tích	100
Hình 4.4: Cân bằng thủy tĩnh giữa nước mặn và nhạt	102
Hình 4.5: Phân bố mặn nhạt NĐĐ trong cồn cát ven biển	102
Hình 4.6: Dòng chảy mặn do ảnh hưởng của tỷ trọng.....	103
Hình 4.7: Sơ đồ vị trí khảo sát sự phân bố của lớp thấm nước yếu	108

Hình 4.8: Phân bố của lớp thấm nước yếu theo chiều sâu.....	108
Hình 4.9: Sơ đồ đẳng chiều dày lớp thấm nước yếu nguồn gốc biển vùng Nam Định ...	109
Hình 4.10: Phân bố theo chiều sâu của đồng vị bền và EC tại LK VietAS_ND01	111
Hình 4.11: Thành phần đồng vị bền của nước lỗ rỗng, nước biển và nước TCN qp.....	111
Hình 4.12: Thí nghiệm xác định hệ số khuếch tán	112
Hình 4.13: Kết quả xác định hệ số khuếch tán	112
Hình 4.14: Kết quả mô hình 1D, mô phỏng diễn biến nồng độ muối theo thời gian,.....	113
Hình 4.15: Phân bố độ dẫn điện, hàm lượng Cl ⁻ , δ ¹⁸ O trên cơ sở phân tích nước lỗ rỗng và kết quả đo karota tại lỗ khoan VietAS_ND01	115
Hình 4.16: Phân bố độ dẫn điện, hàm lượng Cl ⁻ , δ ¹⁸ O trên cơ sở phân tích nước lỗ rỗng và kết quả đo karota tại lỗ khoan VietAS_ND02	115
Hình 4.17: Tương quan giữa độ mặn (Cl ⁻) và nguồn gốc của NĐĐ (δ ¹⁸ O).....	116
Hình 4.18: Xâm nhập mặn TCN từ lớp sét nguồn gốc biển	116
Hình 4.19: Diễn biến mực nước TCN Pleistocen từ năm 1994 đến năm 2014	120
Hình 4.20: Sơ đồ đẳng áp và hướng dòng chảy NĐĐ, TCN qp (năm 2012)	121
Hình 4.21: Mặt cắt mô phỏng cơ chế xâm nhập mặn vùng Nam Định	122
Hình 5.1: Dòng mặn ảnh hưởng tới TCN Pleistocen từ lớp thấm nước yếu	125
Hình 5.2: Diễn biến mặn nhạt TCN Pleistocen trên cơ sở kết quả khảo sát.....	128
Hình 5.3: Số liệu quan trắc thành phần hóa học NĐĐ tầng qp tại ranh giới mặn-nhạt ...	128
Hình 5.4: Cấu trúc các lớp trong mô hình khu vực Nam Định	130
Hình 5.5: Diễn biến mực nước tại công trình quan trắc Q109, TCN Holocen.....	131
Hình 5.6: Xây dựng ô lưới trên mô hình GMS.....	131
Hình 5.7: Kết quả mực nước tính toán và mực nước quan trắc thực tế tại Q108a	133
Hình 5.8: Kết quả mực nước tính toán và mực nước quan trắc thực tế tại Q109a	134
Hình 5.9: Kết quả mực nước tính toán và mực nước quan trắc thực tế tại Q110a	134
Hình 5.10: Phân bố hàm lượng TDS ban đầu.....	135
Hình 5.11: Diễn biến mực nước và dân số theo thời gian	135
Hình 5.12: Tương quan giữa dân số và độ sâu mực nước tại LK quan trắc Q109a.....	135
Hình 5.13: Đồ thị gia tăng dân số theo thời gian	136
Hình 5.14: Kết quả dự báo xâm nhập mặn thấu kính nước nhạt, TCN qp, kịch bản 1.....	136