

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

PHẠM DOÃN MẬU

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GPS
TRONG QUAN TRẮC BIẾN DẠNG CÔNG
TRÌNH THỦY ĐIỆN Ở VIỆT NAM**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI – 2014

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

PHẠM DOÃN MẬU

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GPS
TRONG QUAN TRẮC BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH
THỦY ĐIỆN Ở VIỆT NAM**

NGÀNH: KỸ THUẬT TRẮC ĐỊA - BẢN ĐỒ

MÃ SỐ : 62.52.05.03

LUẬN ÁN TIẾN SỸ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

1- PGS.TS TRẦN KHÁNH

2- PGS.TS NGUYỄN QUANG PHÚC

HÀ NỘI – 2014

LỜI CAM ĐOAN

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

TÁC GIẢ LUẬN ÁN

PHẠM DOÃN MẬU

MỤC LỤC

Tên mục	Trang
LỜI CAM ĐOAN	i
MỤC LỤC	ii
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT	v
DANH MỤC CÁC BẢNG	vi
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ	viii
MỞ ĐẦU	1
Chương 1. TỔNG QUAN VỀ QUAN TRẮC BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN	7
1.1 Đặc điểm cấu trúc các công trình thủy điện ở Việt Nam	7
1.2 Mục đích, nhiệm vụ và yêu cầu độ chính xác quan trắc biến dạng công trình thủy điện.....	12
1.3 Các phương pháp thành lập lưới quan trắc biến dạng công trình	16
1.4 Tổng quan về tình hình nghiên cứu và triển khai ứng dụng công nghệ GPS để quan trắc biến dạng công trình	19
1.5 Một số nhận xét đánh giá về công tác quan trắc biến dạng công trình	25
Chương 2. KHẢO SÁT KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GPS ĐỂ QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH NGANG CÔNG TRÌNH	27
2.1 Nguyên lý và kỹ thuật định vị GPS	27
2.2 Đặc điểm thành lập lưới quan trắc chuyển dịch ngang công trình bằng công nghệ GPS	33
2.3 Đánh giá các phương pháp thành lập lưới quan trắc chuyển dịch ngang công trình - Phương án lưới 2 cấp.....	36
2.4 Đề xuất thành lập lưới một cấp quan trắc chuyển dịch ngang công trình thủy điện	43

2.5 Giải pháp nâng cao hiệu quả công nghệ GPS trong quan trắc chuyển dịch ngang công trình thủy điện	46
2.6 Thực nghiệm thành lập lưới GPS quan trắc chuyển dịch ngang công trình	53
2.7 Nhận xét về khả năng ứng dụng công nghệ GPS để thành lập lưới quan trắc chuyển dịch ngang công trình thủy điện	57
Chương 3. TÍNH TOÁN XỬ LÝ SỐ LIỆU LƯỚI GPS QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH NGANG CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN	59
3.1 Ước tính độ chính xác lưới GPS	59
3.2 Tính toán bình sai lưới GPS	61
3.3 Phân tích độ ổn định hệ thống mốc cơ sở của lưới GPS quan trắc chuyển dịch ngang công trình thủy điện	65
3.4 Xử lý số liệu mạng lưới kết hợp GPS - Mặt đất trong quan trắc chuyển dịch ngang công trình thủy điện	72
Chương 4. THỰC NGHIỆM THIẾT KẾ VÀ XỬ LÝ SỐ LIỆU LƯỚI GPS QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH NGANG ĐẬP THỦY ĐIỆN TUYÊN QUANG	80
4.1 Giới thiệu về công trình thực nghiệm.....	80
4.2 Thiết kế hệ thống lưới quan trắc	82
4.3 Thực nghiệm phân tích độ ổn định lưới GPS cơ sở quan trắc đập thủy điện Tuyên Quang	87
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	94
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ.....	96
TÀI LIỆU THAM KHẢO	98
PHẦN PHỤ LỤC	
PHỤ LỤC 1: Kết quả tính toán thiết kế lưới quan trắc thủy điện Hòa Bình (ms=1+1ppm)	105

PHỤ LỤC 2: Kết quả tính toán thiết kế lưới quan trắc thủy điện Hòa Bình ($ms=3+2ppm$)	107
PHỤ LỤC 3: Kết quả tính toán thiết kế lưới quan trắc thủy điện Hòa Bình ($ms=5+1ppm, ma=1+5/D$)	109
PHỤ LỤC 4: Kết quả tính toán thiết kế lưới quan trắc thủy điện Hòa Bình ($ms=5+1ppm, ma=1+5/D$)	112
PHỤ LỤC 5: Kết quả tính toán thiết kế lưới quan trắc thủy điện Tuyên Quang ($ms=1+1ppm$)	115
PHỤ LỤC 6: Kết quả tính toán thiết kế lưới quan trắc thủy điện Tuyên Quang ($ms=2+2ppm$)	118
PHỤ LỤC 7: Kết quả tính toán thiết kế lưới quan trắc thủy điện Tuyên Quang ($ms=5+1ppm, ma=1+5/D$)	121
PHỤ LỤC 8: Kết quả tính toán thiết kế lưới quan trắc thủy điện Tuyên Quang ($ms=5+1ppm, ma=1+5/D$)	124
PHỤ LỤC 9: Kết quả tính toán lưới quan trắc thủy điện Tuyên Quang (Chu kỳ 1)	127
PHỤ LỤC 10: Kết quả tính toán lưới cơ sở thủy điện Tuyên Quang (Chu kỳ 2)	137
PHỤ LỤC 11: Kết quả tính toán lưới quan trắc thủy điện Tuyên Quang (Chu kỳ 2)	141
PHỤ LỤC 12: Chương trình phân tích độ ổn định lưới GPS	150

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Thứ tự	Chữ viết tắt	Ý nghĩa
1	GPS	Global Positioning System
2	SSTP	Sai số trung phương
3	BDCT	Biến dạng công trình
4	CDNCT	Chuyển dịch ngang công trình

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng	Tên bảng	Trang
1.1	Yêu cầu độ chính xác quan trắc chuyển dịch ngang công trình.....	14
1.2	Giới thiệu một số máy loại máy thu GPS.....	18
2.1	Thông số kỹ thuật của các hệ thống định vị vệ tinh.....	27
2.2	Ước tính độ chính xác lưới quan trắc thủy điện Hòa Bình	39
2.3	Ước tính độ chính xác lưới quan trắc thủy điện Tuyên Quang.....	41
2.4	Ước tính độ chính xác bậc lưới cơ sở thủy điện Tuyên Quang.....	42
2.5	Ước tính độ chính xác lưới GPS một cấp thủy điện Hòa Bình	44
2.6	Ước tính độ chính xác lưới GPS một cấp thủy điện Tuyên Quang.....	44
2.7	Kết quả bình sai lưới thực nghiệm - Chu kỳ 1.....	55
2.8	Kết quả bình sai lưới thực nghiệm - Chu kỳ 2.....	56
2.9	Kết quả tính chuyển dịch.....	56
3.1	Ma trận trọng số đảo vector tọa độ lưới GPS.....	77
3.2	Bảng trị đo cạnh trong lưới kết hợp.....	78
3.3	Ma trận Q của lưới kết hợp GPS - mặt đất.....	78
3.4	Kết quả tính ma trận nghịch đảo Q của lưới kết hợp GPS - mặt đất.....	79
3.5	Kết quả tính tọa độ và sai số vị trí điểm lưới kết hợp GPS - mặt đất.....	79

Bảng	Tên bảng	Trang
4.1	Kết quả tọa độ phẳng lưới quan trắc (chu kỳ 1)	86
4.2	Kết quả tọa độ phẳng lưới quan trắc (chu kỳ 2)	87
4.3	So sánh tọa độ các điểm mốc cơ sở (FIX tọa độ điểm QT-06).....	88
4.4	Định vị lại mạng lưới với điều kiện C=B.....	89
4.5	Kiểm tra độ ổn định của lưới (sau khi phát hiện điểm QT-03 không ổn định)	89
4.7	Kết quả tính chuyển dịch các điểm quan trắc theo công nghệ truyền thống (phương pháp đo toàn đạc điện tử)	91
4.8	So sánh kết quả tính chuyển dịch theo công nghệ GPS và công nghệ đo đạc mặt đất.....	92

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình vẽ	Tên hình vẽ	Trang
1.1	Hồ thủy điện.....	8
1.2	Đập dâng và đập tràn.	10
1.3	Đường ống áp lực và nhà máy thủy điện.....	11
1.4	Thử nghiệm quan trắc chuyển dịch ngang đập thủy điện Tuyên Quang.....	25
2.1	Sơ đồ nguyên lý định vị tương đối.....	28
2.2	Biểu đồ độ chính xác cạnh GPS theo thời gian ca đo	29
2.3	Đồ hình liên kết các điểm đo GPS.....	36
2.4	Sơ đồ lưới quan trắc công trình thủy điện Hòa Bình	38
2.5	Sơ đồ bậc lưới quan trắc thủy điện Tuyên Quang (Lưới 2 cấp).....	40
2.6	Sơ đồ bậc lưới cơ sở thủy điện Tuyên Quang (Lưới 2 cấp).....	42
2.7	Sơ đồ lưới một cấp thủy điện Tuyên Quang.....	43
2.8	Sơ đồ mạng lưới quan trắc thực nghiệm.....	54
3.1	Đo cạnh GPS.....	60
3.2	Sơ đồ tính toán phân tích độ ổn định mốc cơ sở.....	71
3.3	Sơ đồ bình sai lưới quan trắc kết hợp GPS - Mặt đất	76
4.1	Mặt bằng tổng thể nhà máy thủy điện Tuyên Quang	80
4.2	Mặt bằng tuyến đập thủy điện Tuyên Quang.....	81
4.3	Sơ đồ lưới GPS cơ sở thủy điện Tuyên Quang.....	83
4.4	Sơ đồ lưới quan trắc thực nghiệm thủy điện Tuyên Quang.....	84