

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT
KHOA TRẮC ĐỊA - BẢN ĐỒ VÀ QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI
BỘ MÔN ĐO ẢNH VÀ VIỄN THĂM



NATIONAL CONFERENCE ON
GEOSPATIAL TECHNOLOGY FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT

HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA
CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN VÌ SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
(NCGSD 2024)



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

MỤC LỤC

Địa không gian thông minh trong hành trình thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững	1
<i>Võ Chí Mỹ*</i>	
Giao dịch bất động sản - Thực trạng và biện pháp hạn chế rủi ro về mặt pháp lý	6
<i>Nguyễn Thị Dung*</i>	
Ảnh hưởng của mật độ điểm đo trực tiếp đến độ chính xác nội suy dị thường trọng lực bước sóng dài khi tính độ sâu từ dị thường trọng lực	12
<i>Nguyễn Văn Sáng*</i>	
Kết hợp đa chỉ số phổ trong chiết tách đất xây dựng ở khu vực Hà Nội từ ảnh vệ tinh Sentinel-2	18
<i>Nguyễn Văn Trung*, Lê Thị Thu Hà, Nguyễn Thành Len, Lê Thị Minh Phương</i>	
Phân tích tự tương quan không gian trong nghiên cứu kiểu mẫu phân bố bệnh sốt xuất huyết Dengue: Thử nghiệm tại Thành phố Hồ Chí Minh	28
<i>Vũ Danh Tuyên*, Vương Thị Hòe, Phạm Thị Thu Hương, Nguyễn Tiến Thành</i>	
Sử dụng dữ liệu vệ tinh Sentinel-2 thành lập bản đồ sinh vật đáy khu vực quần đảo Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, Việt Nam	34
<i>Nguyễn Văn Trung*, Lê Thị Thu Hà, Đoàn Thị Nam Phương, Phạm Thị Hương, Nguyễn Quang Minh, Phạm Vọng Thành</i>	
Nghiên cứu giải pháp tự động chiết xuất đối tượng đường giao thông trên ảnh vệ tinh Sentinel- 2 MSI	44
<i>Lê Văn Phú, Trịnh Lê Hùng*, Tô Thị Phụng</i>	
Phát hiện cháy rừng đang xảy ra sử dụng dữ liệu vệ tinh Sentinel-3 SLSTR khu vực xã Khánh Bình Tây, huyện Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau	51
<i>Đoàn Thị Nam Phương*, Nguyễn Văn Trung, Lê Thị Thu Hà, Nguyễn Quang Minh</i>	
Công nghệ SBAS xử lý dữ liệu lớn cho xác định biến dạng bề mặt địa hình vùng Thành phố Hồ Chí Minh	59
<i>Nguyễn Minh Hải*</i>	
Nghiên cứu phân bố không gian gió vùng biển vịnh Bắc Bộ giai đoạn 1981 - 2020 từ dữ liệu viễn thám	65
<i>Nguyễn Ngọc Tuấn, Nguyễn Hoàng Minh, Đỗ Thị Phương Thảo*</i>	
Nghiên cứu ứng dụng tư liệu ảnh Sentinel-5P trong giám sát chất lượng không khí tại các đô thị lớn	72
<i>Lê Minh Hằng, Đỗ Thị Hoài*</i>	
Thành lập mô hình lún đe chắn sóng Nhà máy lọc dầu Dung Quất	82
<i>Nguyễn Thị Kim Thanh*, Nguyễn Hà</i>	
Nghiên cứu ứng dụng phương pháp phân loại hướng đối tượng và mô hình học máy trong xây dựng bản đồ lớp phủ từ ảnh viễn thám quang học	90
<i>Khúc Thành Đông*, Trần Đình Trọng, Trần Văn Anh, Đỗ Quang Vinh, Hà Trung Khiên, Đào Duy Toàn, Trương Xuân Quang</i>	
Xác định lún đất khu vực Cà Mau bằng chuỗi ảnh radar trên nền tảng điện toán đám mây Google Colab	97
<i>Hà Trung Khiên, Trần Văn Anh*, Khúc Thành Đông, Nguyễn Đình Huy</i>	
Ứng dụng công nghệ GIS và viễn thám hỗ trợ phân tích, quản lý tài nguyên rừng trong điều kiện biến đổi khí hậu ở tỉnh Đắk Lắk	106
<i>Nguyễn Sách Thành*, Trịnh Lê Hùng, Lê Văn Phú, Nguyễn Văn Trung</i>	

Ứng dụng công nghệ địa tin học trong đánh giá hạn hán ở Quảng Nam	114
<i>Phạm Thị Thanh Hoà*, Trần Hồng Hạnh, Lưu Thị Diệu Chinh</i>	
Nghiên cứu ứng dụng mô hình LSTM (Long Short-Term Memory) trong dự báo độ mặn từ chuỗi dữ liệu đa biến tại trạm Đại Ngãi, Sóc Trăng	122
<i>Bùi Duy Quỳnh*, Hà Thị Hằng, Lưu Thị Diệu Chinh, Trần Xuân Trường</i>	
Kiểm định giá thuyết thống kê trong bình sai lưới quan trắc chuyển dịch ngang đập công trình thủy điện	131
<i>Trần Trung Anh*, Nguyễn Quang Hà</i>	
Phân tích, lọc và hiển thị dữ liệu đám mây điểm LiDAR với thư viện Pandas và Matplotlib của Python	138
<i>Nguyễn Thị Hữu Phương*, Phạm Thị Hải Vân, Đào Thị Hồng Thắm</i>	
Nghiên cứu xác định sự biến động độ sâu ven đảo xa bờ sử dụng dữ liệu viễn thám Sentinel-2 trên nền tảng Google Earth Engine	146
<i>Nguyễn Như Hùng*, Lê Văn Phú, Nguyễn Văn Sơn</i>	
Nghiên cứu một số thuật toán huấn luyện mạng nơ-ron nhân tạo trong dự báo độ lún công trình thủy điện	154
<i>Phạm Quốc Khánh*</i>	
Công nghệ máy bay không người lái và thuật toán bán tự động trong việc xác định hệ thống khe nứt chính trên mỏ đá ốp lát	163
<i>Phạm Văn Việt*, Nguyễn Anh Tuấn, Trần Trung Anh, Phạm Văn Hoà</i>	
Phương trình LiDAR tính tọa độ điểm đo trong công nghệ bay quét laser hàng không	172
<i>Trần Trung Anh*, Trần Hồng Hạnh, Lưu Hải Âu, Quách Mạnh Tuấn</i>	
Lập bản đồ biến động hệ thực vật vùng đất ven biển khu vực Khánh Hòa bằng ảnh Landsat đa thời gian trên nền tảng Google Earth Engine	179
<i>Trần Thanh Hà*</i>	
Quan trắc trượt lở đất đá theo thời gian thực ở tầng khai thác mỏ lộ thiên dựa trên công nghệ GNSS/CORS	188
<i>Phạm Công Khải*, Nguyễn Văn Hải</i>	
Dự báo thay đổi lớp phủ bề mặt bằng thuật toán học máy	199
<i>Trần Thị Hoà*, Trần Thị Ngọc, Trần Đình Trí</i>	
Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS phục vụ công tác tìm kiếm và cứu nạn khu vực vịnh Bắc Bộ	207
<i>Nguyễn Quang Minh*, Nguyễn Văn Trung, Bùi Tiến Diệu</i>	
Phân tích lượng mưa tích lũy và nguy cơ trượt lở đất: Nghiên cứu và mô phỏng số tại Km10+950, Quốc lộ 34, tỉnh Hà Giang	221
<i>Đỗ Văn Đăng*, Nguyễn Châu Lâm, Hà Thị Hằng, Bùi Duy Quỳnh, Đương Công Hiếu, Lưu Thị Diệu Chinh</i>	
Nghiên cứu một số vấn đề chuyển đổi tọa độ từ WGS-84 về hệ tọa độ trắc địa sử dụng tại Việt Nam	228
<i>Hoàng Ngọc Hà*</i>	

Kiểm định giả thuyết thống kê trong bình sai lưới quan trắc chuyển dịch ngang đập công trình thủy điện

Trần Trung Anh^{1,2*}, Nguyễn Quang Hà³

¹Khoa Trắc địa - Bản đồ và Quản lý Đất đai, Trường Đại học Mở - Địa chất

²Nhóm nghiên cứu Công nghệ Địa tin học trong Khoa học Trái đất (GES), Trường Đại học Mở - Địa chất

³Công ty Thủy điện Bản Vẽ

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã áp dụng kiểm định giả thuyết thống kê Chi - bình phương (χ^2) để đánh giá hiệu quả của quá trình bình sai trong lưới quan trắc chuyển dịch ngang đập thủy điện. Sử dụng phần mềm ApnetPro, nhóm tác giả đã xử lý và phân tích dữ liệu đo quan trắc bằng máy toàn đạc điện tử (đo 286 góc đo, 194 cạnh đo được tính chuyển về mặt chiếu 150 m của hệ công trình) gồm 6 điểm lưới cơ sở, 38 điểm quan trắc trên đập thủy điện Bản Vẽ. Trọng số đầu vào theo độ chính xác máy toàn đạc theo lý lịch của máy có sai số đo góc là 0,5", sai số đo cạnh là 0,6 mm+1 ppm, với giá trị $\chi^2 = 1348.487$, thì mức kiểm định 95% không đạt kỳ vọng. Khi điều chỉnh trọng số theo sai số đo góc 1", sai số đo cạnh 1 mm+1 ppm, thì $\chi^2 = 420.394$ và đạt kiểm định giả thuyết thống kê. Kết quả bình sai cho thấy sự cải thiện đáng kể về độ chính xác (sai số tương hỗ cạnh yếu nhất từ 1/67740 xuống còn 1/81400), với sai số sau bình sai có xu hướng nhỏ hơn và phân phối đều hơn so với trước khi bình sai (sai số trung phương trọng số đơn vị từ 1.8270 hạ xuống còn 1.0201). Giá trị χ^2 tính toán được từ dữ liệu quan trắc sau bình sai nằm trong khoảng giá trị tới hạn từ bảng phân phối Chi - bình phương (với kiểm định ở mức ý nghĩa 95%), chỉ ra rằng không có sự khác biệt đáng kể giữa sai số quan trắc giả thuyết và kỳ vọng. Điều này khẳng định rằng quá trình bình sai đã được thực hiện một cách hiệu quả, góp phần vào việc nâng cao chất lượng tọa độ bình sai và phản ánh trung thực về chất lượng trị đo. Nghiên cứu mở ra hướng tiếp tục tối ưu hóa phương pháp bình sai và kiểm định thống kê, đồng thời áp dụng chúng trong các điều kiện quan trắc khác nhau.

Từ khóa: Lưới quan trắc chuyển dịch ngang, kiểm định giả thuyết thống kê, chi - bình phương, đập thủy điện.

1. Đặt vấn đề

Trong quản lý, vận hành các công trình thủy điện, việc theo dõi và đánh giá chính xác chuyển dịch ngang của đập là một yếu tố quan trọng cần theo dõi nhằm đảm bảo an toàn, ổn định. Lưới quan trắc chuyển dịch đập được thiết lập nhằm mục đích thu thập dữ liệu chính xác về các chuyển dịch và biến dạng của đập, từ đó phát hiện kịp thời các dấu hiệu bất thường có thể dẫn đến sự cố. Trong bối cảnh này, việc bình sai lưới quan trắc không chỉ giúp cải thiện độ chính xác của dữ liệu đo đạc mà còn góp phần vào việc đánh giá sự chuyển dịch khách quan chính xác (Phạm Quốc Khánh, 2021).

Tuy nhiên, một vấn đề đặt ra là làm thế nào để xác định liệu quá trình bình sai đã được thực hiện một cách hiệu quả hay chưa, điều này đòi hỏi phải có một phương pháp đánh giá khách quan và khoa học. Thông thường, sai số đo đạc trước bình sai được lấy từ thông số của máy đo từ đó làm cơ sở để tính trọng số của trị đo và kết quả sau bình sai thường bị ảnh hưởng bởi thông số này. Để đánh giá có sự phù hợp của sai số đo trước bình sai của dãy trị đo với sai số nhận được sau bình sai cần bài toán kiểm định thống kê. Kiểm định giả thiết thống kê Chi - bình phương xuất hiện như một công cụ mạnh mẽ, cho phép chúng ta so sánh giữa sai số đo đạc trước và sau khi bình sai, từ đó đánh giá xem liệu có sự cải thiện đáng kể nào không đồng thời trả lời về sự phù hợp của sai số đo trước bình sai tương ứng với chất lượng trị đo (Charles D. Ghilani, 2017).

Các phần mềm bình sai ở nước ta thường bỏ qua công tác đánh giá kiểm định thống kê sau bình sai. Nghiên cứu này nhằm mục đích áp dụng kiểm định Chi - bình phương để kiểm tra giả thiết liệu quá trình bình sai lưới quan trắc chuyển dịch ngang tại đập thủy điện có thực sự mang lại kết quả chính xác hơn hay không, việc này được tự động hóa dưới sự xử lý của phần mềm ApnetPro. Bằng cách này, nhóm tác giả hy vọng sẽ cung cấp một cái nhìn sâu sắc hơn về việc áp dụng các phương pháp thống kê trong trắc địa, đồng thời góp phần nâng cao chất lượng quan trắc chuyển dịch ngang đập của công trình thủy điện.

2. Cơ sở của phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở của kiểm định thống kê

* Tác giả liên hệ

Email: trantrunganh@humg.edu.vn

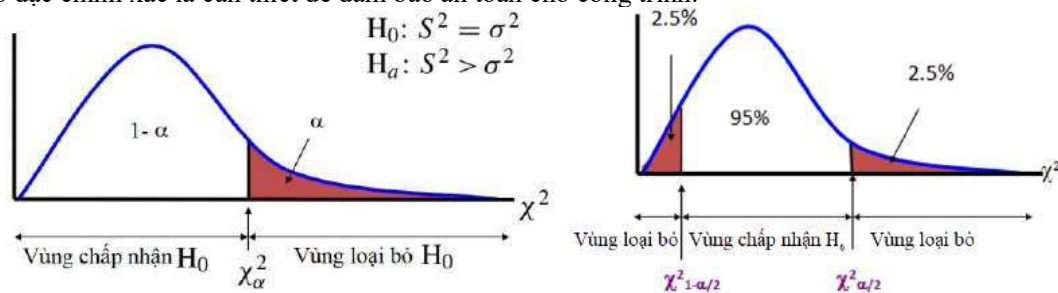
Cơ sở khoa học của kiểm định thống kê trong xử lý lưới trắc địa dựa trên việc sử dụng các phép thử thống kê để đánh giá sự chính xác và độ tin cậy của dữ liệu đo đạc. Trong đó, kiểm định Chi - bình phương (χ^2) là một công cụ thống kê mạnh mẽ, cho phép chúng ta so sánh xác suất của dãy trị đo với xác suất kỳ vọng dựa trên một phân phối nhất định. Phân phối Chi - bình phương là một phân phối xác suất được sử dụng rộng rãi trong các bài toán kiểm định giả thiết. Đặc điểm của phân phối này là nó chỉ có một tham số, đó là số bậc tự do (hay trị đo thừa), và hình dạng của phân phối sẽ thay đổi tùy thuộc vào giá trị của trị đo thừa. Phân phối này được sử dụng để mô tả tổng bình phương của các biến ngẫu nhiên độc lập, chuẩn hóa theo phân phối chuẩn (Charles D. Ghilani, 2017).

Bảng 1. Phân phối Chi - bình phương

	Kiểm định một đuôi	Kiểm định hai đuôi	
Giả thuyết ban đầu	$H_0 : S^2 = \sigma^2$	$H_0 : S^2 = \sigma^2$	(1)
Giả thuyết thay thế	$H_a : S^2 > \sigma^2$	$H_a : S^2 \neq \sigma^2$	(2)
Kiểm định thống kê	$\chi^2 = \frac{vS^2}{\sigma^2}$	$\chi^2 = \frac{vS^2}{\sigma^2}$	(3)
Vùng bác bỏ: Giả thuyết H_0 bị bác bỏ khi tiêu chí bác bỏ được thỏa mãn.	$\chi^2 > \chi_\alpha^2$	$\begin{cases} \chi^2 > \chi_{\alpha/2}^2 \\ \chi^2 < \chi_{1-\alpha/2}^2 \end{cases}$	(4)

trong đó: H_0 là giả thuyết ban đầu của S;
 H_a là giả thuyết thay thế của S;
 σ là giá trị kỳ vọng;
 v là số trị đo thừa;
 α là mức xác suất của kiểm định.

Kiểm định giả thiết thống kê chi bình phương được sử dụng để so sánh giữa tần suất quan sát và tần suất kỳ vọng. Nếu giá trị Chi - bình phương tính toán từ dữ liệu nằm ngoài khoảng giá trị tới hạn tìm được trong bảng phân phối chi bình phương, chúng ta có cơ sở để bác bỏ giả thuyết ban đầu và chấp nhận giả thuyết thay thế. Trong trắc địa, kiểm định Chi - bình phương có thể được áp dụng để đánh giá sự phân phối của sai số đo đạc. Khi bình sai lưới quan trắc chuyển dịch ngang đập thủy điện, sai số đo đạc của máy được đưa vào giả thuyết là giá trị kiểm định của máy. Kết quả bình sai lưới cần đánh giá sai số này có phù hợp với chất lượng trị đo hay không. Người dùng có thể điều chỉnh sai số đo đạc giả thuyết ban đầu, nếu điều chỉnh không phù hợp (hạ thấp quá hoặc nâng cao quá giá trị) thì kiểm định Chi - bình phương sẽ trả lời. Điều này đặc biệt quan trọng trong việc đánh giá chất lượng của lưới quan trắc chuyển dịch ngang trả đúng về chất lượng trị đo đạt được của máy đo, nơi mà việc đo đạc chính xác là cần thiết để đảm bảo an toàn cho công trình.



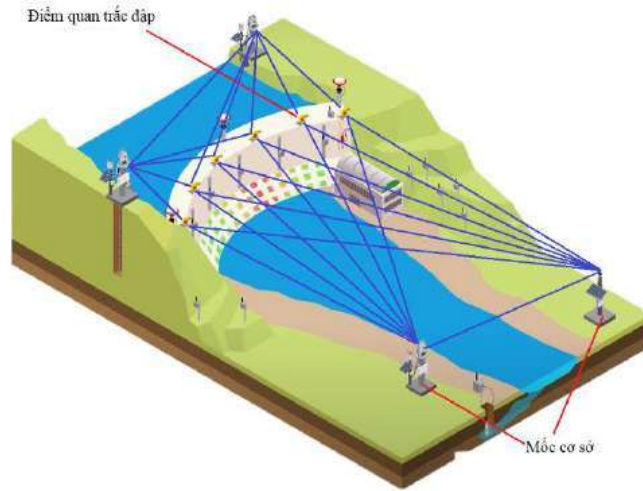
Hình 1. Phân phối Chi bình phương cho kiểm định 1 đuôi và 2 đuôi (Ảnh: financetrain.com)

Vùng chấp nhận giả thuyết ban đầu được biểu thị trong Hình 1 cho kiểm định 1 đuôi và 2 đuôi. Ở đây giá trị χ^2 giới hạn được tra từ bảng χ^2 dựa vào số trị đo thừa và mức xác suất tương ứng.

Mặc dù kiểm định chi bình phương là một công cụ hữu ích, nhưng nó cũng có những giới hạn. Các giả định cơ bản của kiểm định, như kích thước mẫu và tần suất kỳ vọng, cần được đáp ứng để kết quả kiểm định là hợp lệ. Ngoài ra, kiểm định này không cung cấp thông tin về mức độ của sự khác biệt hoặc về hướng của mối quan hệ. Nghiên cứu này được thiết kế để đánh giá hiệu quả của quá trình bình sai trong lưới quan trắc chuyển dịch ngang đập thủy điện thông qua việc áp dụng kiểm định giả thiết thống kê Chi - bình phương.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Lưới quan trắc chuyển dịch ngang đập (Hình 2) là lưới đo góc, cạnh với độ chính xác cao với trạm máy và gương đều có định tâm bắt buộc. Từ các điểm cơ sở đã phân tích độ ổn định, tiến hành đo bằng toàn đạc điện tử tới các điểm quan trắc chuyển dịch gắn trên đập thủy điện.



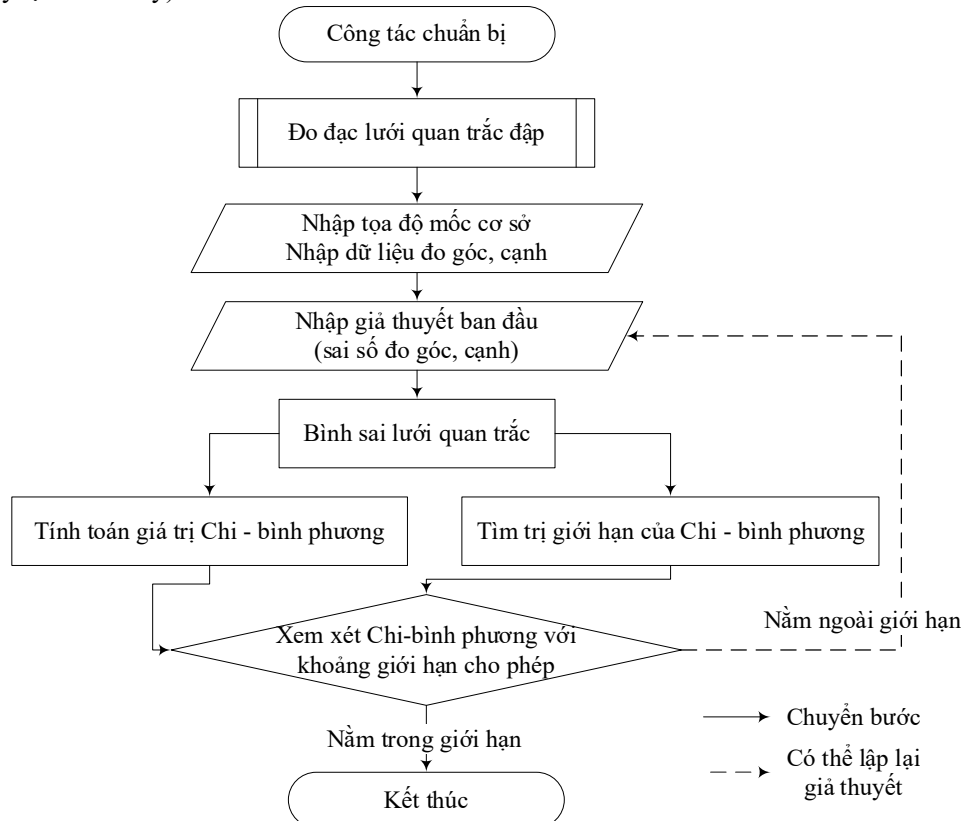
Hình 2. Lưới quan trắc thủy điện (ảnh Hexagon - Leica, chỉnh bởi Trần Trung Anh)

Sau khi đo đạc hiện trường, tiến hành xử lý trị đo góc, cạnh ở các vòng đo. Một việc quan trọng là cải chỉnh trị đo cạnh về mặt chiếu công trình (công thức 5).

$$D_{mc} = D_{đo} - \frac{H_p - H_{mc}}{R} D_{đo} \quad (5)$$

trong đó: H_{mc} là độ cao mặt chiếu của hệ công trình (ở thực nghiệm lấy bằng 150 m);
 H_p là độ cao của điểm đứng máy đo tại mốc cơ sở;
 $D_{đo}$ là cạnh đo trực tiếp của máy toàn đạc điện tử;
 D_{mc} là cạnh đo được tính chuyển về mặt chiếu công trình;
 $R=6378000$ m là bán kính Trái đất.

Các bước xử lý lưới được trình bày trong quy trình ở Hình 3. Nhập tọa độ điểm gốc cơ sở đã xử lý và phân tích ổn định (Trần Trung Anh, Nguyễn Quang Hà, 2023), nhập trị đo góc, cạnh, cần thiết phải nhập giả thuyết thống kê ban đầu (đồng thời nhập sai số tiên nghiệm của góc, cạnh, giá trị này ở lần xử lý đầu tiên thường lấy theo thông số lý lịch của máy).



Hình 3. Quy trình kiểm định giả thuyết thống kê Chi - bình phương cho lưới quan trắc đập

Tiến hành bình sai lưới quan trắc: Ở bước này cần bình sai theo phương pháp phụ thuộc, tính tọa độ gần đúng của điểm quan trắc, cải chỉnh trị đo cạnh về mặt chiều công trình, lựa chọn phương pháp kiểm định (1 đuôi hoặc 2 đuôi).

Sau bình sai, tiến hành tính giá trị χ^2 trên cơ sở công thức (3) dựa vào trị đo thừa, sai số trung phương trọng số đơn vị nhận được sau bình sai, và sai số trung phương tiên nghiệm.

Tra bảng phân phối Chi - bình phương để xác định giá trị $\chi^2_{\alpha,v}$ giới hạn dựa vào trị đo thừa, mức kiểm định xác suất tin cậy thường chọn 95% với $\alpha = 0,05$ (Charles D. Ghilani 2017). Giá trị này còn phụ thuộc vào kiểm định 1 đuôi hoặc 2 đuôi ở công thức (4).

Trên cơ sở χ^2 tính toán sau bình sai, so sánh với $\chi^2_{\alpha,v}$ giới hạn để đưa ra quyết định là giả thuyết thống kê có phù hợp với dãy trị đo hay không. Ở đây có 2 trường hợp: trường hợp thỏa mãn điều kiện (4) tức là giả thuyết thống kê ban đầu được chấp nhận thì kết thúc xử lý lưới; trường hợp không thỏa mãn điều kiện (4) chúng ta phải thay đổi sai số đo góc, đo cạnh và tiến hành bình sai lại lần 2. Quá trình này có thể lặp lại nhiều lần để kết quả kiểm định giả thuyết thống kê được chấp nhận.

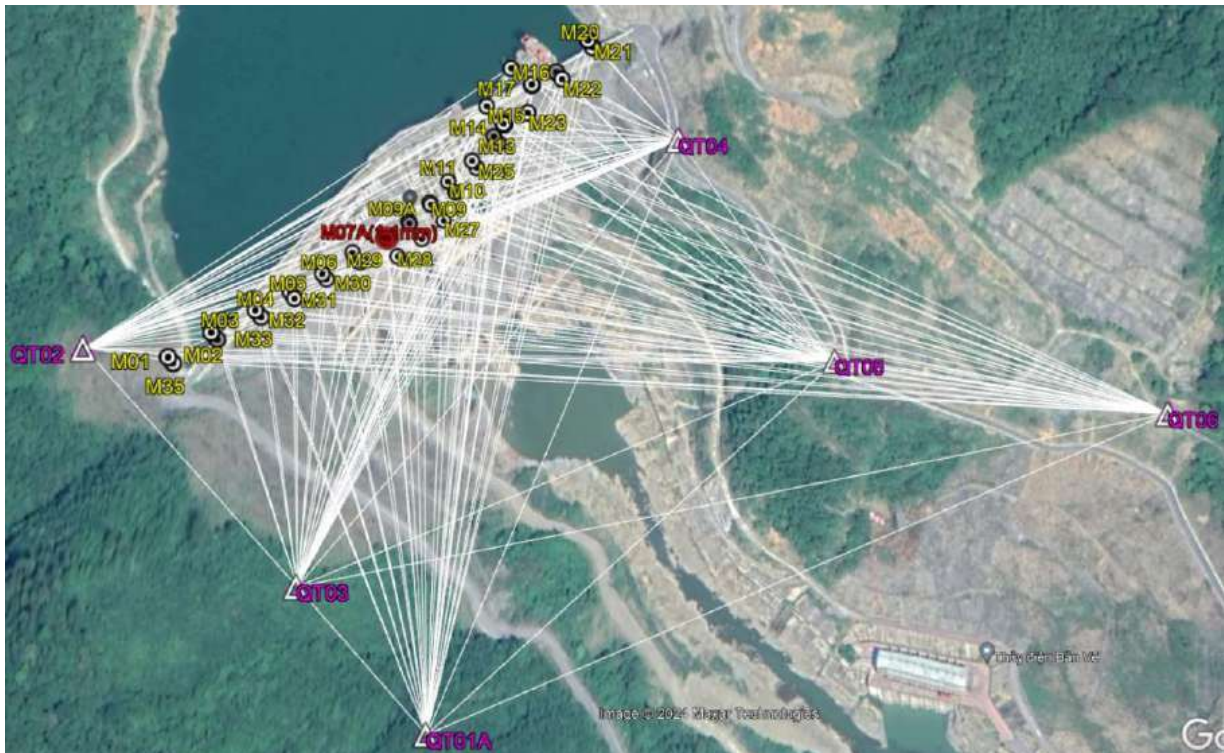
Trong quá trình phân tích dữ liệu, nhóm tác giả đã sử dụng phần mềm ApnetPro, một công cụ tốt trong xử lý bình sai lưới trắc địa có kiểm định thống kê. Phần mềm này xử lý nhanh chóng, cung cấp các modul để tính một số phương pháp kiểm định thống kê phục vụ bài toán bình sai trong xử lý số liệu quan trắc công trình.

3. Thực nghiệm

Khu vực thực nghiệm là thủy điện Bản Vẽ được xây dựng trên dòng sông Nậm Non tại xã Yên Na, huyện Tương Dương, tỉnh Nghệ An. Đây là thủy điện lớn nhất khu vực Bắc miền Trung với công suất lắp máy 320 MW, sản lượng điện trung bình năm 1.084 triệu kWh, mực nước dâng bình thường 200 m và có dung tích hồ chứa 1,83 tỷ m³ (EVN-GENCO1, 2017).

Tọa độ các điểm mốc cơ sở bao gồm cả độ cao đã được xử lý được lấy từ tài liệu đã công bố (Trần Trung Anh, Nguyễn Quang Hà, 2023).

Lưới quan trắc chuyển dịch ngang đập gồm 6 điểm mốc cơ sở, 38 điểm quan trắc gắn trên thành đập, các điểm gắn liền để định tâm (Hình 3).



Hình 4. Lưới quan trắc đập thủy điện Bản Vẽ

Đo góc cạnh bằng máy toàn đạc điện tử kèm phụ kiện gương tiêu chuẩn, máy và gương đều được định tâm bắt buộc. Máy toàn đạc điện tử Leica có thông số công bố độ chính xác đo góc 0,5"; độ chính xác đo cạnh đạt 0,6 mm + 1 ppm x D; (D là chiều dài cạnh được tính bằng km). Các thông số của máy đo là tiên nghiệm giả thuyết ban đầu của lần tính thứ 1.



Hình 4. Đo lưới quan trắc đập thủy điện Bản Vẽ (ảnh Nguyễn Quang Hà)

Tiến hành đo đặc hiện trường và xử lý trạm máy với 286 góc đo, 194 cạnh đo được trình bày sơ lược ở Bảng 2 (EVN-PECC1, 2022).

Bảng 2. Trị đo lưới quan trắc đập thủy điện Bản Vẽ

TT	Cạnh đo			Góc đo					
	Đầu	Cuối	Đo (m)	Trái	Giữa	Phải	Độ	Phút	Giây
1	QT04	M22	117.5766	QT01A	QT04	M32	46	20	43,1
2	QT01A	M15	551.4738	QT03	QT05	M31	31	59	58,1
3	QT05	M09	409.1877	QT05	QT01A	M21	325	26	51,3
...
66	QT03	M23	450.1947	QT03	QT05	M09A	44	34	59,7
67	QT06	M23	620.8871	QT04	QT03	M02	297	52	22,7
68	QT06	M27	676.9140	QT04	QT03	M13	341	38	37,2
...
128	QT02	M33	122.5105	QT01A	QT06	M11	43	43	31,8
129	QT02	M29	239.5238	QT01A	QT06	M12	45	59	11,6
130	QT02	M16	424.9572	QT01A	QT06	M13	47	07	08,3
...

Với đồ hình lưới quan trắc chuyển dịch ngang đập thủy điện Bản vẽ như trên, số trị đo thừa là 404, chọn mức kiểm định xác suất tin cậy 95% với $\alpha = 0,05$. Kiểm định thống kê Chi - bình phương được thực hiện thông qua phần mềm ApnetPro của tác giả Trần Trung Anh với việc sử dụng thuật toán kiểm định giả thuyết thống kê và tự động tra bảng Chi - bình phương được tích hợp sẵn. Điều này không chỉ giúp tăng cường độ chính xác của kết quả kiểm định mà còn giảm thiểu khả năng sai sót do tính toán thủ công.

Bảng 3. Kiểm định giả thuyết thống kê Chi - bình phương lưới quan trắc đập thủy điện Bản Vẽ

Chỉ số	Lần tính 1	Lần tính 2	Lần tính 3	Ghi chú
Giả thuyết ban đầu	$S^2 = \sigma^2 = 1$	$S^2 = \sigma^2 = 1$	$S^2 = \sigma^2 = 1$	
Sai số đo góc	0,5''	1''	2''	
Sai số đo cạnh	0,6 mm+1 ppm	1 mm+1 ppm	2 mm+1 ppm	
Giả thuyết thay thế	$S^2 = 3.33784$	$S^2 = 1.040579$	$S^2 = 0.294689$	
Chi - bình phương (χ^2)	1348.487	420.394	119.055	
Giá trị giới hạn chấp nhận của (χ^2) cho kiểm định 1 đuôi	$\chi^2_{\alpha} = 451.865$			$v = 404$ $\alpha = 0,05$
Khoảng giới hạn chấp nhận của (χ^2) cho kiểm định 2 đuôi	$[\chi^2_{1-\alpha/2} = 350.205; \chi^2_{\alpha/2} = 461.582]$			
Sai số trung phương vị trí điểm yếu nhất	1,2 mm	1,1 mm	1,1 mm	
Sai số tương hỗ cạnh yếu nhất	1/67740	1/81400	1/86272	
Quyết định theo kiểm định 1 đuôi	Loại bỏ	Chấp nhận	Chấp nhận	
Quyết định theo kiểm định 2 đuôi	Loại bỏ	Chấp nhận	Loại bỏ	

Nhóm tác giả tiến hành xử lý với cả 2 phương án kiểm định giả thuyết thống kê 1 đuôi và 2 đuôi với Chi - bình phương giới hạn. Số lần tính là 3 lần, kết quả được trình bày trong Bảng 3.

Từ kết quả ở Bảng 3, nhóm tác giả nhận thấy với mức giả thuyết thống kê ban đầu $S^2 = \sigma^2 = 1$, thì tiên nghiệm theo thông số máy đo của nhà sản xuất ở lần tính 1, nhận được $\chi^2 = 1348.487$, thì kiểm định giả thuyết thống kê không đạt ở cả 2 phương án 1 đuôi và 2 đuôi. Cho nên, nhóm tác giả đã điều chỉnh thông số này ở lần lặp thứ 2 với sai số đo góc 1", cạnh 1 mm + 1 ppm, nhận được $\chi^2 = 420.394$ kiểm định giả thuyết thống kê đạt trong vùng chấp nhận cho cả 2 phương án. Để khách quan, nhóm tác giả tiếp tục thử nghiệm thay đổi thông số sai số đo góc lên 2", cạnh 2 mm+1 ppm thì nhận được $\chi^2 = 119.055$ giảm xuống, kiểm định giả thiết thống kê theo phương án 1 đuôi thì đạt, phương án 2 đuôi thì bị loại bỏ. Nhận thấy sai số tương hỗ vị trí điểm đều tăng qua các lần tính 2 và 3, riêng lần 3 giá trị Chi - bình phương giảm nhưng sai số tương hỗ cạnh lại tăng, điều này là bất hợp lý vì độ tin cậy của lần 3 không tốt bằng lần 2. Do vậy, kết quả được chấp nhận ở lần tính thứ 2 là hợp lý.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã áp dụng kiểm định giả thiết thống kê Chi - bình phương để đánh giá hiệu quả của quá trình bình sai trong lưới quan trắc chuyên dịch ngang đập thủy điện. Các kết quả thu được từ phân tích dữ liệu đã cung cấp bằng chứng vững chắc về sự cải thiện đáng kể trong độ chính xác của dữ liệu quan trắc đồng thời với độ tin cậy sau khi bình sai. Quá trình bình sai cùng kiểm định giả thuyết thống kê đã được chứng minh là hiệu quả thông qua sự phân phối đồng nhất của giả thuyết trước bình sai và kết quả sau bình sai. Điều này góp phần vào việc nâng cao chất lượng xử lý dữ liệu quan trắc, từ đó tăng cường độ tin cậy trong việc theo dõi và đánh giá an toàn đập thủy điện. Quy trình xử lý tự động gồm cả bình sai và kiểm định giả thuyết thống kê bằng phần mềm ApnetPro đảm bảo sự thống nhất và tránh sai sót. Nghiên cứu khẳng định rằng kiểm định giả thiết thống kê Chi - bình phương là một công cụ hữu ích trong việc đánh giá và cải thiện quy trình bình sai lưới quan trắc chuyên dịch ngang đập thủy điện. Việc áp dụng phương pháp này góp phần vào việc đảm bảo an toàn và tăng cường hiệu quả quản lý rủi ro cho các công trình thủy điện.

Kiên nghị đơn vị quản lý vận hành công trình thủy điện áp dụng quy trình và phần mềm xử lý số liệu ApnetPro có kiểm định thống kê để tăng năng suất lao động, đảm bảo độ chính xác khi xử lý lưới quan trắc chuyên dịch ngang đập.

Tài liệu tham khảo

Trần Trung Anh, Nguyễn Quang Hà (2023). Xây dựng lưới tam giác thủy công trên cơ sở kết hợp tính chuyển tọa độ và bình sai tự do, Hội nghị toàn quốc Trắc địa công trình vì sự phát triển bền vững ESSD2023, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, trang 147-154.

Benzao Tao, bản dịch tiếng Việt của Phan Văn Hiến và nnk. (2017). Bình sai lưới tự do và phân tích biến dạng, Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam.

Charles D. Ghilani (2017). Adjustment Computations: Spatial Data Analysis, 6th Edition, John Wiley & Sons.

Đặng Nam Chinh (Chủ biên), 2015. Giáo trình Bình sai lưới Trắc địa, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

EVN (2005). Quyết định số 4389/CV-EVN-TĐ ngày 26/8/2005 của Tổng Công ty Điện lực Việt Nam về xây dựng lưới tam giác thủy công, lưới thủy chuẩn thủy công phục vụ thi công và quản lý vận hành các công trình thủy điện.

EVN-GENCO1 (2011). Giới thiệu Công ty Thủy điện Bản Vẽ, website: <https://banvehpc.com/c3/vi-VN/gioi-thieu/Gioi-thieu-chung-2-2288>, truy cập ngày 30/6/2024.

EVN-PECC1 (2022). Công ty CP Tư vấn Điện 1, Báo cáo kỹ thuật Nhà máy thủy điện Bản Vẽ - Giai đoạn vận hành, Quan trắc biến dạng đập dâng, đập tràn và cửa nhận nước chu kỳ 16.

Phạm Quốc Khánh (2021). Ứng dụng kiểm định thống kê xác định điểm không ổn định trong lưới cơ sở quan trắc chuyên dịch biến dạng công trình, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, tập 2, kỳ 62, trang 35-41.

Phạm Quốc Khánh, Nguyễn Thị Kim Thanh (2021). Ứng dụng phương pháp ước lượng vững theo phương sai hậu nghiệm phát hiện sai số thô trong lưới khống chế trắc địa, Tạp chí Khoa học kỹ thuật mỏ - Địa chất, tập 2, kỳ 62, trang 36-42.

ABSTRACT

Statistical hypothesis testing for horizontal monitoring network adjustment in a hydroelectric dam

Tran Trung Anh^{1,2*}, Nguyen Quang Ha³

¹*Faculty of Geomatics and Land Administration, Hanoi University of Mining and Geology*

²*Geomatics in Earth Sciences Research Group (GES), Hanoi University of Mining and Geology*

³*EVN-GENCOI*

In this study, we applied the Chi-square statistical test (χ^2) to evaluate the effectiveness of the adjustment process in the transverse displacement monitoring grid of a hydroelectric dam. Using the ApnetPro software, we processed and analyzed measurement data obtained from electronic theodolites (286 angle measurements and 194 distance measurements transformed to a 150 m reference plane of the dam structure). The input weights based on the theodolite accuracy were 0,5" for angle measurement error and 0,6 mm+1 ppm for distance measurement error. The calculated χ^2 value was 1348.487, which did not meet the expected significance level at 95%. However, after adjusting the weights to 1" for angle measurement error and 1 mm+1ppm for distance measurement error, the χ^2 value became 420.394, meeting the statistical hypothesis testing criteria. The results of the adjustment process showed significant improvement in accuracy (weakest equivalent distance error reduced from 1/67740 to 1/81400). The post-adjustment errors tended to be smaller and more evenly distributed compared to pre-adjustment errors (mean square error of unit weight decreased from 1.8270 to 1.0201). The calculated χ^2 value from the post-adjustment measurement data fell within the critical range from the Chi-square distribution table (at a 95% confidence level), indicating no significant difference between the theoretical measurement error and the expected error. This confirms the effective implementation of the adjustment process, contributing to improved coordinate quality and reflecting measurement accuracy. The study suggests further optimization of the adjustment method and statistical testing, applying them to various monitoring conditions.

Keywords: Horizontal monitoring network, statistical hypothesis testing, Chi - square, hydroelectric dam.

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

Nhà A16 - Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Điện thoại: Phòng Phát hành: **024.22149040**;

Phòng Biên tập: **024.37917148**;

Phòng Quản lý Tổng hợp: **024.22149041**;

Fax: **024.37910147**; Email: **nxb@vap.ac.vn**; Website: **www.vap.ac.vn**

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA
CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN VÌ SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
NATIONAL CONFERENCE
ON GEOSPATIAL TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT
(NCGSD - 2024)**

Chịu trách nhiệm xuất bản

Giám đốc, Tổng biên tập

PHẠM THỊ HIẾU

Biên tập:

Nguyễn Thị Chiên

Trình bày kỹ thuật:

PGS.TS Nguyễn Văn Trung

Trình bày bìa:

Nguyễn Minh Hải

Liên kết xuất bản:

GS.TS Trần Thanh Hải - Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Địa chỉ: 18 Phố Viên, Đông Ngạc, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

ISBN: 978-604-357-305-3

In 100 cuốn, khổ 21×29,7 cm, tại Công ty Cổ phần Khoa học và Công nghệ Hoàng Quốc Việt. Địa chỉ: Số 11 ngách 1, ngõ 1 Võ Chí Công, P. Nghĩa Đô, Q. Cầu Giấy, TP. Hà Nội. Số xác nhận đăng ký xuất bản: 3231-2024/CXBIPH/02-36/KHTNVN. Số quyết định xuất bản: 50/QĐ-HKTNCN, tháng 10 năm 2024. In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2024.

ISBN: 978-604-357-305-3



9 786043 573053

SÁCH KHÔNG BÁN