Tạp chí ĐỊA CHẤT, loạt A, số 361-362, 11-12/2016, tr. 27-37

PHÁT HIỆN HỆ THỐNG ĐỨT GÃY HOẠT ĐỘNG KHU VỰC BẬC THANG THỦY ĐIỆN SÔNG ĐÀ BẰNG CÔNG NGHỆ GIS

PHẠM THỊ HIỀN, ĐẶNG THANH HẢI, PHAN THANH QUANG, CAO CHIẾN

Viện Vật lý Địa cầu, Viện HL KH&CN Việt Nam

Tóm tắt: *Đứt gãy là một dạng tai biến địa chất và là tiền đề gây nên hàng loạt các dạng tai biến địa chất khác. Việc áp dụng công nghệ GIS trong nghiên cứu tai biến địa chất đang trở nên phổ biến. Các dữ liệu không gian liên quan có thể được mô hình hóa như DEM, phân cắt sâu, phân cắt ngang và thạch học,... được sử dụng trong xác định đứt gãy hoạt động. Việc kết hợp các dữ liệu được tiến hành trên cơ sở xác định trọng số cho từng yếu tố biểu hiện đứt gãy hoạt động bằng mô hình phân tích thứ bậc (AHP). Các yếu tố sử dụng làm dữ liệu đầu vào được xây dựng từ bài toán nhận dạng với mẫu chuẩn đứt gãy Sơn La, đoạn chạy qua thị trấn Tuần Giáo, nơi xảy ra trận động đất Tuần Giáo năm 1983. Các dữ liệu đầu vào được biên tập thành các bản đồ thành phần, cùng với kỹ thuật xử lý số liệu, chồng chập bản đồ bằng phần mềm Aregis, các tác giả đã thành lập sơ đồ đứt gãy hoạt động khu vực nghiên cứu ở tỷ lệ 1:200.000. Qua đó xác định được các đới đứt gãy hoạt động khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà bao gồm: Lai Châu - Điện Biên, Phong Thổ - Than Uyên, Mường La - Bắc Yên, Sông Đà, Tuần Giáo, Mai Châu, Mù Cang Chải, Lào Cai - Ninh Bình, Mường Tè - Nậm Nhé, Nậm Tống và Mường Nhé.*

I. MỞ ĐẦU

Bậc thang thủy điện Sông Đà là một trong những công trình trọng điểm của cả nước, 05 nhà máy thủy điện được xây dựng ở các độ cao khác nhau theo dạng bậc thang. Nằm trong vùng có hoạt động địa chất diễn ra phức tạp, việc nghiên cứu kỹ lưỡng những tác động do địa chất ảnh hưởng đến công trình trong quá trình xây dựng cũng như khi đi vào vận hành hoạt động trở thành tất yếu và cấp thiết. Nhằm ngăn ngừa và giảm thiểu thiệt hại do hoạt động địa chất gây nên, bằng phương pháp tích hợp thuật toán AHP và công nghệ GIS bài báo đã xác định được các đới đứt gãy hoạt động.

Ứng dụng hệ thông tin địa lý GIS để nghiên cứu tai biến địa chất đã được đề cập khá nhiều trên thế giới. Ở Việt Nam, Nguyễn Thanh Xuân [2] đã ứng dụng hệ thống tin địa lý và tư liệu viễn thám để đánh giá nguy hiểm động đất vùng Tây Bắc Việt Nam. Đây là hướng đi mới trong đánh giá phân vùng động đất. Tuy nhiên, tác giả mới chỉ dừng lại ở việc đánh giá các yếu tố thành phần tham gia dựa trên phương pháp chuyên gia, đây là cách đánh giá đơn giản nhất và còn mang tính chủ quan.

Trong bài báo này, các tác giả tính trọng số của các yếu tố tham gia dựa trên phương pháp phân tích thứ bậc AHP (Analytic Hierarchy Process) được đề xuất bởi Saaty (1980) [8-12]. Tích hợp mô hình phân tích thứ bậc vào GIS để xây dựng bản đồ đứt gãy hoạt động là hướng tiếp cận mới trong nghiên cứu tai biến địa chất. Sử dụng mô hình AHP cho phép chúng ta xác định vai trò của các yếu tố nhận dạng đứt gãy hoạt động một cách khách quan thông qua việc tính toán trọng số cho chúng.

II. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT

Khu vực nghiên cứu giới hạn trong phạm vi 20°30'-22°45' và 102°30'-105°30' nằm trong vùng có cấu trúc địa chất và

kiến tạo phức tạp bao gồm 3 đới cấu trúc chủ yếu sau:

Đới cấu trúc Sông Mã nằm ở phía tây nam vùng nghiên cứu, kéo dài theo phương TB-ĐN; Phía ĐB ngăn cách với đới cấu trúc Sông Đà qua đứt gãy Sơn La; phía TB, ĐN và TN vượt qua khỏi phạm vi nghiên cứu. Đới cấu trúc này phát triển chủ yếu các hệ tầng biến chất Proterozoi, Paleozoi và Mesozoi. Trong cấu trúc hiện nay đới Sông Mã ứng với một phức nếp lồi.

Đới cấu trúc Mesozoi sông Đà kéo dài theo phương TB-ĐN thuộc huyện Quỳnh Nhai đến các huyện Mường La, phía ĐB giáp với cấu trúc Tú Lệ qua đới đứt gãy Mường La. Đới Sông Đà có cấu trúc dạng tuyến đặc trưng với thành phần chủ yếu là các thành hệ nguồn lục địa, điển hình là thành hệ molas chứa than, màu đỏ lục địa, phát triển nhiều phun trào bazơ và các xâm nhập siêu mafic. Dọc theo đứt gãy trong đới cấu trúc có granit xuyên lên.

Đới cấu trúc Mesozoi Tú Lệ là một kiểu trũng giữa núi có dạng oval hướng tâm nghiêng vòng từ huyện Than Uyên, Quang Huy đến Nghĩa Lộ. Nó ngăn cách với cấu trúc Sông Đà bởi đứt gãy Mường La. Cấu tạo nên cấu trúc này là các hệ molas chứa than, các trầm tích phun trào và các thành tạo xâm nhập mafic - acid - kiềm. Hoạt động các đứt gãy chủ yếu là đới đứt gãy phương TB-ĐN, tập trung ở ven rìa đới cấu trúc này, dọc theo bờ trái sông Đà.

Ngoài các đới cấu trúc trên trong khu vực nghiên cứu còn tồn tại ba vùng trũng địa hào Neogen và Đệ tứ, đó là địa hào sông Hồng, vùng trũng Điện Biên và vùng trũng Nghĩa Lộ. Hoạt động mạnh và phân dị trong giai đoạn Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại đã tạo ra các bậc địa hình phân dị. Từ đới Sông Mã sang đới Sông Đà sụt bậc địa hình đạt tới 1.000-1.500 m, từ đới sông Đà sang đới Phan Si Pan - Tú Lệ phân dị địa hình tới 3.000 m. Đới Sông Đà là phần thấp nhất vùng uốn nếp Tây Bắc Việt Nam.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Xác lập hệ tiêu chí nhận dạng đứt gãy hoạt động

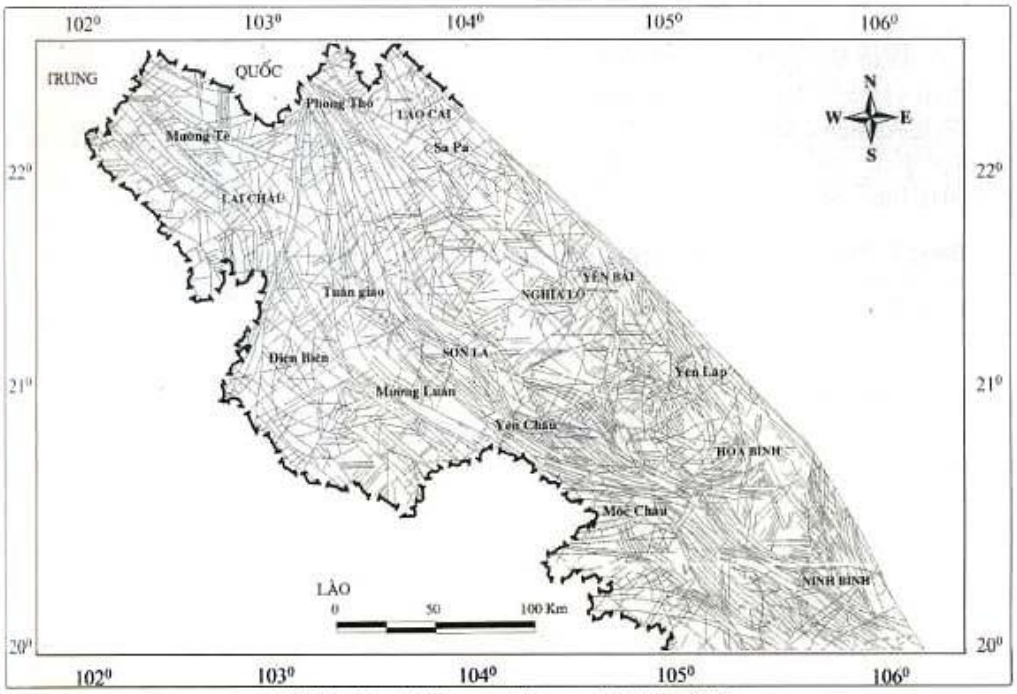
Bài toán nhận dạng được sử dụng nhằm mục đích sử dụng mẫu chuẩn là đứt gãy hoạt động đã xảy ra động đất, từ đó so sánh đứt gãy đang nghiên cứu với mẫu chuẩn để xây dựng các tiêu chí nhận dạng đứt gãy hoạt động. Mẫu chuẩn được sử dụng cho bài toán là đứt gãy Sơn La, đoạn chạy qua thị trấn Tuần Giáo, nơi xảy ra trận động đất Tuần Giáo năm 1983 [1]. Trận động đất này được xác định là có chấn cấp Ms tương đương 6,7 và là trận động đất duy nhất ở Việt Nam được nghiên cứu một cách chi tiết và định lượng nhất về cơ cấu chấn tiêu. Kết quả nghiên cứu trận động đất này có thể được sử dụng như một hình mẫu trong việc thẩm định các công thức thực nghiệm của thế giới khi áp dụng cho Việt Nam cũng như việc phân tích các tiêu chí nhận dạng đứt gãy sinh chấn. Theo Cao Đình Triều một đứt gãy đang hoạt động phải được biểu hiện ít nhất một trong chín dấu hiệu mà ông đã xây dựng trong nghiên cứu xác định đứt gãy hoạt động [1, 2]. Đối với khu vực nghiên cứu, nhóm tác giả chúng tôi xác định được 6 tiêu chí có đầy đủ số liệu, có biểu hiện rõ có thể quan sát bằng trực quan để làm thông số đầu vào cho Arcgis gồm: Mật độ lineament (DH6), mật độ đứt gãy địa chất (DH5), năng lượng giải tỏa động đất (DH4), mật độ các điểm nước nóng (DH3), mật độ các điểm trượt lở đất (DH2), giá trị phân cắt địa hình (DH1). Như vậy, lựa chọn được 6 tiêu chí đã đảm bảo điều kiện đủ cho việc nhận dạng đứt gãy hoạt động.

2. Phân cấp các nhân tố

Phân cấp mức độ hoạt động của đứt gãy khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà biểu thị sự phân loại các vùng có đặc

trưng đứt gãy hoạt động khác nhau. Mức độ biểu hiện đặc trưng vùng đứt gãy hoạt động được phân loại theo ba cấp: 1) Không có và có đứt gãy hoạt động yếu; 2) Đứt gãy hoạt động trung bình; 3) Đứt gãy hoạt động mạnh.

Lineament biểu hiện các cấu trúc yếu của vỏ trên bề mặt Trái đất. Do đó sự phân bố lineament trong một vùng phản ánh độ hoạt động kiến tạo nói chung và địa chấn nói riêng. Giải đoán lineament được tiến hành bằng cả hai nhóm phương pháp phân tích ảnh: 1) Phân tích bằng mắt (thủ công), 2) Phân tích ảnh số [8]. Trong bài báo này, lineament được phân tích từ bản đồ DEM của đề tài khoa học công nghệ cấp quốc gia, mã số ĐTĐLCN.27/15.



Hình 1. *Bản đồ linement khu vực Tây Bắc [13].*

Mật độ lineament phản ánh mức độ dập vỡ và tính đồng nhất của chúng trong các khối địa động lực. Sơ đồ mật độ lineament cho phép xác định các đới tập trung ứng suất nén ép mạnh và hình thái cũng như quy mô của nó. Kết quả phân tích mật độ lineament và mật độ nút giao lineament cho thấy ở các vùng có cùng giá trị mật độ lineament (độ lớn, phương phát triển) có thể được phân định thành các khối địa động lực riêng biệt. Đới ranh giới có giá trị mật độ lineament tăng cao trùng với đới nút giao đứt gãy. Các bản đồ mật độ lineament được thành lập trên cơ sở giá trị D_{li} tính theo các kích thước a_i tương ứng, sau đó được xử lý để tạo dữ liệu mật độ lineament ở dạng điểm. Mật độ lineament D_l được tính toán cho mỗi điểm trên bản đồ bằng cách lấy tỷ số giữa tổng độ dài các lineament phân bố trong một đơn vị diện tích với diện tích của nó. Mật độ lineament tính toán theo phương pháp này được gọi là độ dài riêng hay còn gọi là mật độ độ dài của lineament. Theo định nghĩa, đại lượng này được tính theo công thức sau [8]:

$$D_l = \frac{\Sigma l}{S}$$

Ở đây: D_l: mật độ độ dài của lineament; l: độ dài lineament; S: diện tích của ô cửa sổ trượt đơn vị.

Vùng có mật độ lineament nhỏ hơn 300 m/km^2 biểu hiện đứt gãy hoạt động yếu hoặc không tồn tại đứt gãy, trong khoảng 300-600 m/km^2 biểu hiện đứt gãy hoạt động rõ và lớn hơn 600 m/km^2 biểu hiện vùng có đứt gãy hoạt động mạnh.

Đối với yếu tố động đất, năng lượng tích lũy được giải phóng và lan truyền ra không gian xung quanh dưới dạng sóng đàn hồi. Năng lượng động đất biểu thị độ lớn của một trận động đất. Tuy nhiên việc xác định năng lượng động đất là một việc khó khăn và phức tạp. Vì vậy để đánh giá mức độ biểu hiện của động đất đối với đứt gãy hoạt động, các tác giả tính năng lượng động đất theo Magnitude. Sử dụng công thức tương quan thực nghiệm do Gutenberg và Richter thiết lập:

$$K = 1,8Ms + 4$$

Trong đó K = logE, E đo bằng Joul.

Dựa vào mức năng lượng mà trận động đất giải tỏa chúng ta có thể đo được độ lớn của trận động đất, từ đó phân cấp mức độ ảnh hưởng của nó đối với đứt gãy hoạt động (Bảng 1). Danh mục động đất sử dụng trong bài báo được lấy từ danh mục động đất của Viện Vật lý Địa cầu [21].

Các yếu tố đứt gãy địa chất, điểm nước nóng, điểm trượt lở đất [10, 13] được các tác giả tính toán mật độ bằng phần mềm Arcgis và kết quả phân cấp thể hiện trên Bảng 1:

Bảng 1. **Phân cấp mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đối với đứt gãy hoạt động**

Tên yếu tố	Ký hiệu	I_i	Biểu hiện	Mức độ ảnh hưởng của các yếu tố	M_{ij}
1. Mật độ độ dài lineament km/km^2	**DH6**	**9**	Không liên tục và mờ	< 0,3 km/km^2	1
			Biểu hiện rõ	0,31-0,6 km/km^2	3
			Biểu hiện rất rõ và liên tục	> 0,60 km/km^2	5
2. Mật độ độ dài đứt gãy địa chất km/km^2	**DH5**	**7**	Không biểu hiện	< 0,3 km/km^2	1
			Kém rõ	0,31-0,6 km/km^2	3
			Rất rõ	> 0,60 km/km^2	5
3. Độ lớn động đất (Tính theo mức năng lượng giải tỏa)	**DH4**	**5**	Yếu	K = 9,4-11J	1
			Vừa	K = 11-13J	3
			Mạnh	K> 13J	5
4. Mật độ điểm nước nóng	**DH3**	5	Không có	< 30	1
			Rời rạc	31-100	3
			Mạnh, tập trung	>100	5
5. Mật độ điểm trượt lở đất	**DH2**	3	Không có	0-50	1
			Rời rạc	50-100	3
			Mạnh, tập trung	>100	5
6. Phân cắt địa hình	**DH1**	1	Rất rõ	E_d< 50 km	1
			Không rõ	E_d> 450 km	3
			Rõ	E_d = 50-450 km	5

3. Tính trọng số dựa trên phương pháp phân tích hệ thống phân cấp (Analytic Hierarchy Process – AHP)

Có rất nhiều yếu tố biểu hiện cho một đứt gãy hoạt động, tuy nhiên vai trò của chúng là không hoàn toàn giống nhau. Vì vậy, việc xác định trọng số cho mỗi nhân tố này là rất cần thiết.

Phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) (hay còn gọi là phương pháp mô hình p-trọng số) là một phương pháp bán định lượng. Nội dung của phương pháp bao gồm việc xây dựng một hệ thống các cặp ma trận so sánh giữa các yếu tố khác nhau cho đứt gãy hoạt động. Phương

pháp này đã được nhà toán học người Mỹ Thomas L. Saaty và một số tác giả trên thế giới cũng như ở Việt Nam đã sử dụng để đánh giá định lượng cường độ của các quá trình. Lý thuyết này phân chia cường độ tác động (j) thành 5 cấp: 1, 3, 5, 7, 9 và đưa ra thang tỷ lệ so sánh tầm quan trọng của các yếu tố tác động. Saaty đã dùng phương pháp chuyên gia để so sánh hơn các yếu tố tác động theo 5 cấp độ (1, 3, 5, 7, 9) và so sánh thua theo 5 cấp độ (1, 1/3, 1/5, 1/7, 1/9) trên một ma trận vuông cấp n (n là số yếu tố tác động dùng để so sánh). Trong đó, Saaty quy định đường chéo chính của ma trận vuông có giá trị bằng 1. Ma trận này chỉ ra rằng nếu chỉ số quan trọng của yếu tố A so với B là n thì ngược lại tỉ số quan trọng của B so với A là 1/n. Dựa vào thang tỷ lệ sẽ xác lập được ma trận so sánh giữa các yếu tố tác động. Dựa vào lý thuyết đó, nhóm tác giả tiến hành lấy ý kiến từ các chuyên gia PGS.TS Cao Đình Triều, Nguyễn Văn Hùng, 6 yếu tố được các chuyên gia đánh giá cho điểm và phân thành 5 cấp: $I_i = 1$ cho yếu tố rất ít quan trọng đó là phân cắt địa hình; $I_i = 3$ đối với yếu tố ít quan trọng đó là mật độ điểm trượt lở đất; $I_i = 5$ với yếu tố quan trọng vừa đó là mật độ nước nóng; $I_i = 7$ khi yếu tố xem xét là quan trọng là động đất; $I_i = 9$ đối với yếu tố rất quan trọng đó là mật độ lineament [1, 2].

Bảng 2. **Ma trận so sánh các nhân tố thành phần**

Yếu tố	DH1	DH2	DH3	DH4	DH5	DH6
DH1	1	3	5	7	7	9
DH2	1/3	1	3	5	5	7
DH3	1/5	1/3	1	3	3	5
DH4	1/7	1/5	1/3	1	1	3
DH5	1/7	1/5	1/3	1	1	1
DH6	1/9	1/7	1/5	1/3	1/3	1
∑	1,93	4,88	9,87	17,33	17,33	26,00

Để tính toán trọng số cho các thành phần sử dụng vector nguyên lý Eigen. Có thể tính toán gần đúng vector nguyên lý Eigen bằng cách chia từng giá trị mỗi cột cho tổng giá trị của từng cột để thiết lập ma trận mới. Lúc này giá trị trung bình của hàng là trọng số cho mỗi yếu tố [9, 10].

$$W_{ij} = a_{ij} / \sum_{i}^{n} a_{ij} \quad (1)$$

Giá trị này cho phép so sánh tỷ lệ thành phần của các phương án, xem các nhân tố chiếm tỷ lệ bao nhiêu phần trăm trong tổng các thành phần, ta có được ma trận trọng số P.

Sau khi đã phân cấp và tính trọng số của các chỉ tiêu thì việc tích hợp chúng sẽ cho ta chỉ số nhạy cảm đứt gãy hoạt động. Để định lượng hóa mức độ nhạy cảm phản ánh nguy cơ đứt gãy hoạt động, bài báo tiến hành tích hợp các chỉ tiêu theo công thức (1) [15]:

$$LSI = \sum_{j=1}^{n} W_j X_{ij} \quad (2)$$

Trong đó: LSI (Landslide Susceptibility Index): chỉ số nhạy cảm biểu thị mức độ hoạt động của đứt gãy; *Wj:* trọng số của nhân tố thứ *j*; *Xij:* điểm số của lớp thứ *i* trong nhân tố biểu hiện

Bảng 3. **Ma trận trọng số các yếu tố biểu hiện đứt gãy hoạt động**

Yếu tố	DH1	DH2	DH3	DH4	DH5	DH6	Trọng số (Wi)
DH1	0,52	0,62	0,51	0,40	0,40	0,35	0.47
DH2	0,17	0,21	0,30	0,29	0,29	0,27	0.26
DH3	0,10	0,07	0,10	0,17	0,17	0,19	0.13
DH4	0,07	0,04	0,03	0,06	0,06	0,12	0.06
DH5	0,07	0,04	0,03	0,06	0,06	0,04	0.05
DH6	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0.03

Để kiểm tra tính nhất quán của các so sánh để xem giữa các cặp so sánh trong ma trận ở bảng 2 có hợp lý không, việc này được thực hiện thông qua tính tỉ số nhất quán. Nếu tỷ số này $\leq 0,1$ nghĩa là sự đánh giá của người ra quyết định tương đối nhất quán, ngược lại, ta phải tiến hành đánh giá lại ở cấp tương ứng [14, 15]:

Tính tỷ số nhất quán (Consistency Ratio – CR): CR=CI/RI

$CI = (\lambda_{max} - n)/(n-1)$

Trong đó: CI: chỉ số nhất quán; RI: chỉ số ngẫu nhiên ứng với mỗi nhân tố; λ_{max}: giá trị riêng của từng mà trận so sánh.

Bảng 4. **Ma trận trọng số các trị số nhất quán**

	DH1	DH2	DH3		DH6	∑aij
DH1	**W11**	W 12	W 13	…	W 16	X1
DH2	W 21	**W_{22}**	W 23	…	W 26	X_2
DH3	W_{31}	W_{32}	**W_{33}**	…	W 36	X_3
	…	…	…	**…**	…	…
DH6	W_{61}	W_{62}	W_{63}	…	**W_{66}**	X_6

Bảng 5. **Chỉ số ngẫu nhiên ứng với số nhân tố (RI)**

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Vector nhất quán = vector tổng có trọng số /Vector cột C

$$= \begin{vmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdots\cdots \\ X_6 \end{vmatrix} / \begin{vmatrix} W_{11} \\ W22 \\ \cdots\cdots \\ W_6 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdots\cdots \\ y_6 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 6.457 \\ 6.413 \\ \cdots\cdots \\ 6.094 \end{vmatrix}$$

λ_{max} = [vector nhất quán]$_{TB}$ = [$y_1 + y_2 + \ldots + y_6$]/6 = 6,256

CI = (λ_{max}- n)/(n-1) = (6.256 – 6)/(6 – 1) = 0,051

Đối chiếu với bảng chỉ số ngẫu nhiên ứng với 6 nhân tố giá trị RI = 1,24. Ta có:

CR = CI/RI = 0,051/1,24 = 0,041 < 0,1

Như vậy việc đánh giá và cho điểm các yếu tố trong bài toán hoàn toàn nhất quán.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Sau khi đã phân cấp và tính trọng số của các chỉ tiêu thì việc tích hợp chúng sẽ cho ta chỉ số xác định vị trí đứt gãy hoạt động.

Theo Patrono et al., [15], các bản đồ nhân tố thành phần sau khi được phân cấp, xác định trọng số tương ứng, được tích hợp tuyến tính theo công thức (3):

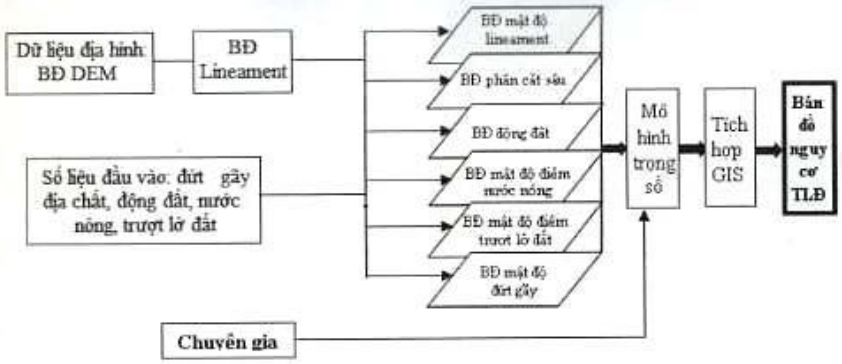
Giá trị điểm nhỏ nhất (LSI_{min}) = 1,426

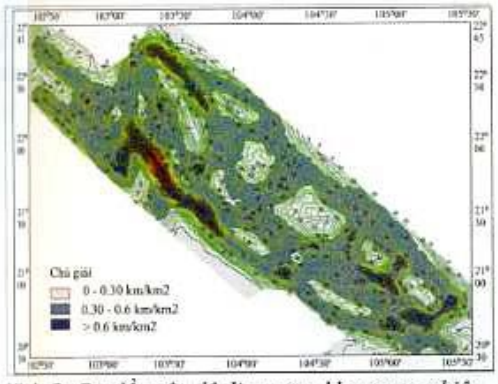
Giá trị điểm lớn nhất (LSI_{max}) = 8,556

Khoảng cách điểm giữa các cấp được xác định theo công thức:

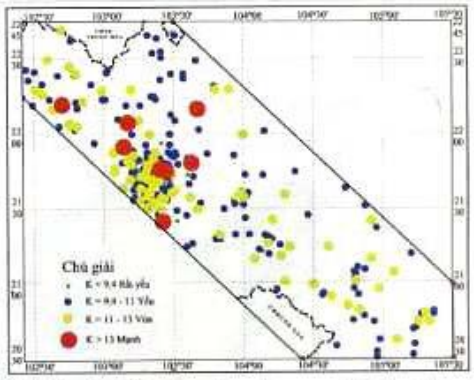
$$\Delta_{ĐGHĐ} = \frac{LSI_{max} - LSI_{min}}{n}$$

Việc tích hợp AHP vào GIS thông qua công thức (2) được chúng tôi liên kết và tính toán bằng công cụ Raster Calculator của phần mềm ArcGis 10.0 theo quy trình sau:

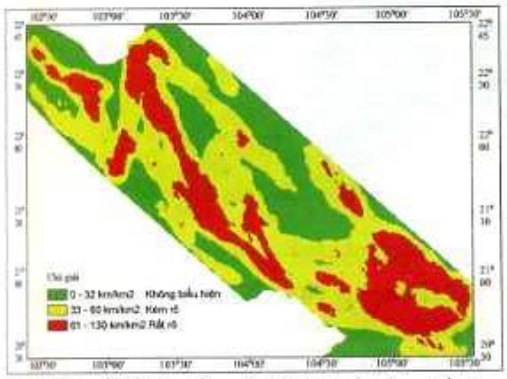




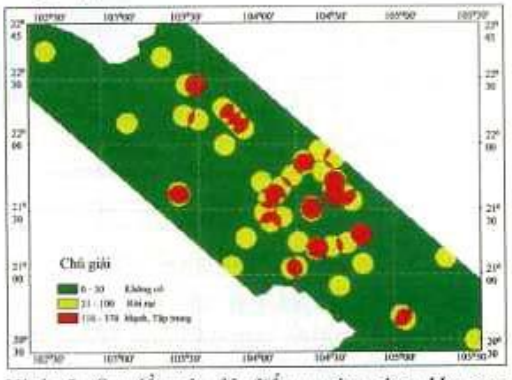
Hình 2. *Sơ đồ mật độ linement khu vực nghiên cứu.*



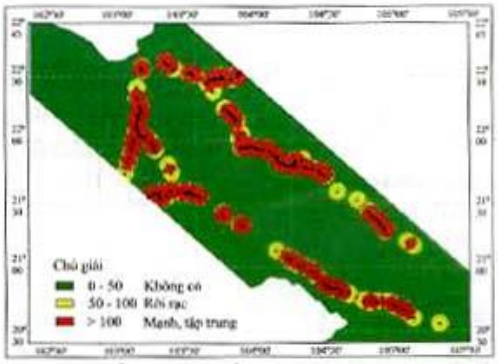
Hình 3. *Sơ đồ mức năng lượng giải tỏa động đất khu vực nghiên cứu.*



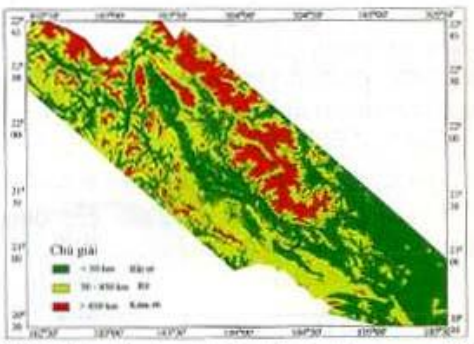
Hình 4. *Sơ đồ phân cấp mật độ đứt gãy địa chất khu vực nghiên cứu.*



Hình 5. *Sơ đồ mật độ điểm nước nóng khu vực nghiên cứu.*



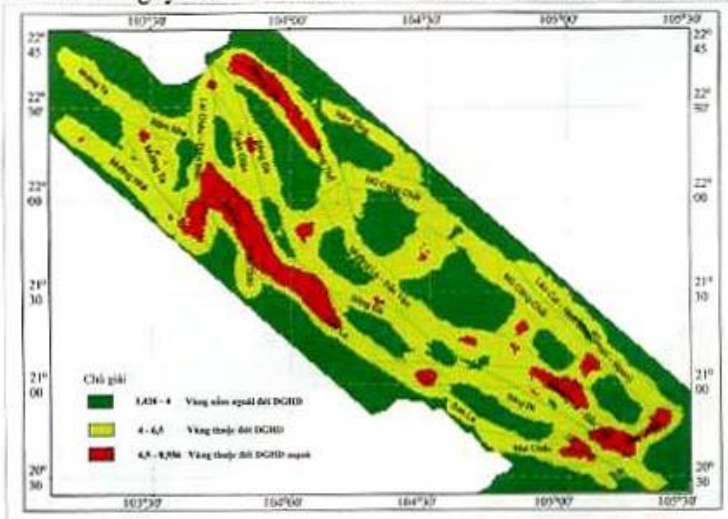
Hình 6. *Sơ đồ mật độ điểm trượt lở khu vực nghiên cứu.*



Hình 7. *Sơ đồ giá trị phân cắt sâu khu vực nghiên cứu.*

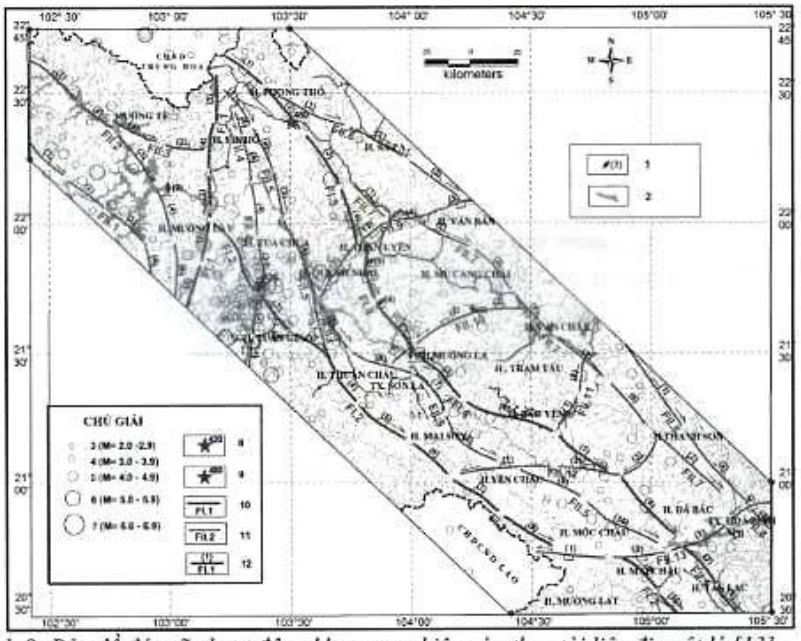
Trong kết quả nghiên cứu này ta thấy: Vùng màu xanh có giá trị LSI thấp nhất: từ 1,426 đến 4 nằm giữa các vùng cách xa các đường đứt gãy chính, thường là các khu vực san bằng, các khu vực đỉnh núi; Vùng màu vàng có giá trị LSI trung bình từ 4 đến 6,5 thường nằm đới trùng với các đứt gãy lớn; Vùng màu đỏ có giá trị LSI cao nhất từ 6,5 đến 8,556 thường là các vùng giao nhau của các đứt gãy.

Từ đó tập thể tác giả xác định đới đứt gãy khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà bao gồm hệ các đới đứt gãy sau: Lai Châu - Điện Biên, Phong Thổ - Than Uyên, Mường La - Bắc Yên, Sông Đà, Tuần Giáo, Mai Châu, Mù Cang Chải, Lào Cai - Ninh Bình, Mường Tè - Nậm Nhé, Nậm Tống và Mường Nhé (Hình 8). Kết quả xây dựng sơ đồ xác định đới đứt gãy hoạt động đã phản ánh được phạm vi phân bố theo không gian của các vùng thuộc đới đứt gãy hoạt động ở khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà. Các vùng được đánh giá có nguy cơ đứt gãy hoạt động mạnh đã xảy ra các tai biến như trượt lở, động đất trong những năm gần đây.



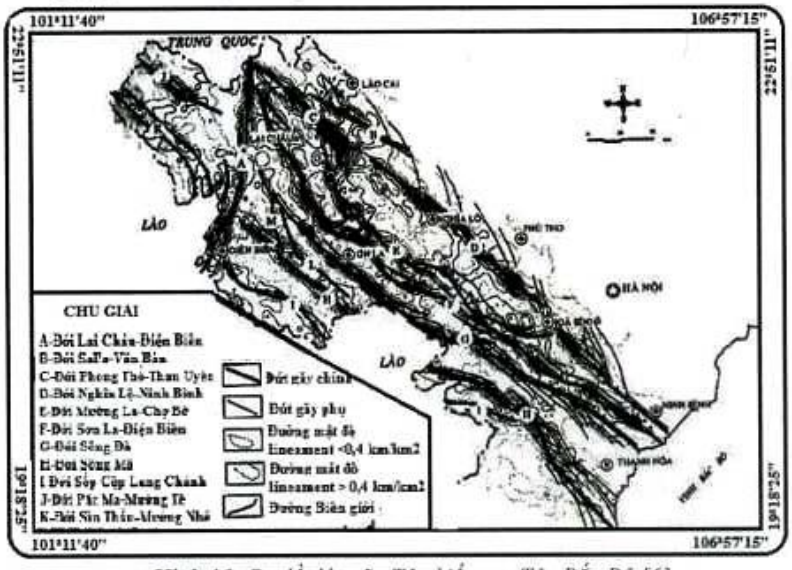
Hình 8. *Sơ đồ đới đứt gãy hoạt động khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà.*

So sánh kết quả bài báo thu được với các kết quả nghiên cứu đã công bố về đứt gãy khu vực nghiên cứu như Cao Đình Triều (Hình 9), [1, 6], các tác giả nhận thấy hầu như đứt gãy Lai Châu - Điện Biên, Phong Thổ - Than Uyên, Mường La - Bắc Yên, Sông Đà, Tuần Giáo, Mai Châu, Mù Cang Chải, Lào Cai - Ninh Bình, Mường Tè - Nậm Nhé, Nậm Tống và Mường Nhé đều trùng nhau.



Hình 9. *Bản đồ đứt gãy hoạt động khu vực nghiên cứu theo tài liệu địa vật lý [13].*

Đối chiếu kết quả với nghiên cứu đã công bố về đứt gãy Tân kiến tạo Tây Bắc Bộ của Nguyễn Văn Hùng, Hoàng Quang Vinh [9] (Hình 10) cũng có sự trùng hợp về một số đứt gãy như Lai Châu - Điện Biên, Phong Thổ - Than Uyên, Mường La - Bắc Yên, Mường Tè, Mường Nhé.



Hình 10. *Sơ đồ đứt gãy Tân kiến tạo Tây Bắc Bộ [6].*

Tuy nhiên kết quả bài báo chỉ xác định được vị trí, chiều dài, bề rộng của các đới đứt gãy, hạn chế so với các kết quả nghiên cứu là không thể hiện được các tính chất khác của đứt gãy như tốc độ dịch chuyển, hướng dịch chuyển…

Qua đây chúng ta cũng nhận thấy các đới đứt gãy lớn là đứt gãy Lai Châu - Điện Biên, Sơn La, Sông Đà và Phong Thổ đóng vai trò làm ranh giới phân chia các khối cấu trúc của khu vực, hoạt động của các đứt gãy còn biểu hiện ở sự sụt bậc

địa hình trong những vùng chuyển tiếp giữa các vùng nâng hạ tạo ra ở khu vực này các bậc địa hình khác nhau. Đặc điểm cấu trúc địa chất này giúp chúng ta xây dựng được 05 đập thủy điện ở các bậc khác nhau của sông Đà tạo ra bậc thang thủy điện Sông Đà, nhà máy thủy điện có công suất lớn nhất khu vực Đông Nam Á.

IV. KẾT LUẬN

Tích hợp mô hình phân tích thứ bậc vào GIS để xác định đứt gãy hoạt động là hướng tiếp cận mới trong nghiên cứu tai biến địa chất. Trên cơ sở bài toán nhận dạng dựa trên mẫu chuẩn là đứt gãy Sơn La, chúng tôi đã xác định được 06 yếu tố biểu hiện của đứt gãy hoạt động. Từ đó sử dụng mô hình AHP tính toán trọng số cho từng yếu tố để xác định vai trò của từng yếu tố đối với việc nhận dạng đứt gãy hoạt động trong đó yếu tố mật độ độ dài lineament với trọng số 0,47 là quan trọng nhất chiếm 47%, và yếu tố biến đổi địa hình địa mạo với trọng số thấp nhất 0,03 chiếm tỉ lệ 3%.

Kết quả chồng xếp các sơ đồ thành phần và phân tích không gian bằng phần mềm AcrGIS 10.2 đã xây dựng sơ đồ đới đứt gãy hoạt động khu vực thủy điện Sông Đà. Qua đó cho thấy khu vực nghiên cứu có các đới có khả năng là đứt gãy hoạt động là các vùng có giá trị LSI >4. Các vùng có giá trị LSI < 4 nằm ngoài đới đứt gãy hoạt động. Đối chiếu với bản đồ xác định đứt gãy hoạt động theo tài liệu địa vật lý và các công trình trước [6, 7, 9] chúng tôi xác định được khu vực có các đới đứt gãy hoạt động gồm: *Lai Châu - Điện Biên, Phong Thổ - Than Uyên, Mường La - Bắc Yên, Sông Đà, Tuần Giáo, Mai Châu, Mù Cang Chải, Lào Cai - Ninh Bình, Mường Tè - Nậm Nhé, Nậm Tống và Mường Nhé.*

Về phương pháp ứng dụng GIS, ta thấy đây là một phương pháp có nhiều ưu điểm bởi các đặc tính của nó như dễ xây dựng, hiệu chỉnh, cập nhập, chồng xếp dữ liệu để tạo ra kết quả mới, cách trình bày đa dạng, có thể tích hợp các thuật toán để xây dựng sơ đồ. Có thể nói, với phương pháp này ta có thể xây dựng được một hệ thống riêng cho việc dự báo nhiều loại tai biến mà chỉ cần thay đổi các lớp dữ liệu đầu vào phù hợp với từng loại tai biến là có thể có được kết quả dự báo cho mỗi loại biến.

Lời cảm ơn: Đây là một phần sản phẩm của đề tài khoa học công nghệ cấp quốc gia, mã số ĐTĐLCN.27/15. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn sâu sắc Bộ Khoa học và Công nghệ đã cấp kinh phí thực hiện nhiệm vụ nghiên cứu này.

VĂN LIỆU

1. Cao Đình Triều, 1997. Đứt gãy sinh chấn Tây Bắc Việt Nam. *TC Các Khoa học về Trái đất, T19/3:214-219. Hà Nội.*

2. Cao Đình Triều, 2002. Đặc trưng hoạt động động đất khu vực Tuần Giáo và kế cận. *TC Các Khoa học về Trái đất, 24/5:40-51. Hà Nội.*

3. Cao Đình Triều, 2008. Động đất. *Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 312 tr.*

4. Cao Đình Triều, Nguyễn Thanh Xuân, 2000. Đánh giá trạng thái ứng suất vỏ Trái đất khu vực Tây Bắc Việt Nam trên cơ sở phân tích ảnh vệ tinh. *TC Các Khoa học về Trái đất, T22/1:1-9. Hà Nội.*

5. Cao Đình Triều, Phạm Huy Long, Đỗ Văn Lĩnh, Lê Văn Dũng, Cao Đình Trọng, 2013. Địa động lực Hiện đại lãnh thổ Việt Nam. *Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, 242 tr.*

6. Nguyễn Văn Hùng, Hoàng Quang Vinh, 2006. Về hoạt động của các đới đứt gãy Tân kiến tạo ở Tây Bắc Bộ, Việt Nam. *Viện Địa chất, Trung tâm KHTN& CNQG, Hà Nội.*

8. Nguyễn Thanh Xuân, 2000. Ứng dụng hệ thông tin địa lý và tư liệu viễn thám trong đánh giá nguy hiểm động đất vùng Tây Bắc Việt Nam. *Luận án TS Địa vật lý. Viện Vật lý Địa cầu. Hà Nội.*

9. Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Trọng Yêm, Hoàng Quang Vinh, 1996. Một số đặc điểm của hệ thống đứt gãy trẻ phương

tây bắc - đông nam ở Tây Bắc Việt Nam. *Địa chất - Tài nguyên, 1:47-58. Nxb Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội.*

10. Võ Công Nghiệp, 1998. Danh bạ các nguồn nước khoáng và nước nóng Việt Nam. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

11. Hoàng Anh Khiển, 1988. Đặc điểm foto-lineament và foto - cấu trúc vòng ở lãnh thổ Bắc Việt Nam. *Luận án PTS khoa học. Thư viện Quốc gia, Hà Nội, 150 tr.*

12. Trần Mạnh Liễu, 2008. Một vài phương pháp đánh giá định tính và định lượng vai trò các yếu tố hình thành và phát triển tai biến địa chất. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học lần thứ 18, Đại học Mỏ - Địa chất. Hà Nội.*

13. Cao Đình Triều, Mai Xuân Bách, Phan Thanh Quang, 2015. Thành lập sơ đồ địa động lực hiện đại khu vực bậc thang thủy điện Sông Đà trên cơ sở các tài liệu, số liệu thu được. *Đề tài khoa học công nghệ cấp quốc gia, mã số ĐTĐLCN.27/15.*

14. Narumon Intarawichian and Songkot Dasananda, 2010. Analytical Hierarchy Process for landslide susceptibility mapping in lower Mae Chaem watershed, Northern ThaiLand. *Suranaree J.Sci.Technol. 17/3:277-292.*

15. Saaty T.L., 1980. The Analytical Hierarchy Process. *McGraw-Hill, New York.*

16. Saaty T.L., Decisions Making for Leaders, 1995. The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World. *RWS Publications, Pittsburgh.*

17. Saaty T.L. and Vargas L., 1994. Decision Making in Economic, Political, Social, and Technologycal Environments with the Analytic Hierarchy Process. *RWS Publication, Pittsburgh, PA, USA.*

18. Smith, Goodchild, 2006-2008. *Longley Geospatial Analysis - a comprehensive guide.*

19. Kenneth E. Foote and Margaret Lynch. Geographic Information Systems as an Integrating Technology: Context, Concepts, and Definitions. *The Geographer's Craft Project, Department of Geography, The University of Colorado at Boulder.*

20. Patrono, 1994. A Study in Environmental Impact Assessment (EIA). Integrated methodology to assess and predict the ecological impact of a motorway project in the province of Trieste, Italy. *Enschede: ITC - MSc thesis (unpubl).*

SUMMARY

Discovery of an active fault system in the Đà River hydroelectric ladder region by using GIS technology

Phạm Thị Hiền, Đặng Thanh Hải, Phan Thanh Quang, Cao Chiến

The applications of GIS technology in studies of geological hazards are becoming popular. Relevant spatial data can be modeled as DEM, deep cleavage, cleavage level, lithological... used in determining active faults. The combination of these data was carried out on the basis of determining weights for each factor expression of active faulting by using hierarchical analysis model. Factors used as input data were constructed by identification problem with the Sơn La standard fault (through Tuần Giáo town), where the Tuần Giáo earthquake was occurred in 1983. Using map components and ArcGIS software, through the process of superposition, the authors have established an active fault map at scale 1:200,000. An active fault zone in the Đà river hydroelectric ladder region was detected including: Lai Châu - Điện Biên, Phong Thổ - Than Uyên and Mường La - Bắc Yên, Sông Đà, Tuần Giáo, Mai Châu, Mù Cang Chải, Lào Cai - Ninh Bình, Mường Tè - Nậm Nhé, Nậm Tống and Mường Nhé.

Người biên tập: PGS.TS Nguyễn Ngọc Thạch.