

# ĐẶC ĐIỂM HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỚI ĐỨT GỖ CAO BẰNG - TIÊN YÊN TRONG GIAI ĐOẠN NEOGEN - ĐỆ TƯ VÀ CÁC TAI BIẾN ĐỊA CHẤT LIÊN QUAN

TRẦN NGỌC DIỄN<sup>1</sup>, BÙI CHÍ TIẾN<sup>1</sup>, ĐÀO VĂN THỊNH<sup>2</sup>, PHẠM VĂN HÙNG<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Bắc, Nguyễn Văn Cừ, Long Biên, Hà Nội

<sup>2</sup>Viện Địa chất và Môi trường, Phạm Ngũ Lão, Hoàn Kiếm, Hà Nội

<sup>3</sup>Viện Địa chất, Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam, Phố Chùa Láng, Đống Đa, Hà Nội.

**Tóm tắt:** Đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên là đới đứt gãy hoạt động, riêng trong giai đoạn Neogen - Đệ tứ đã xảy ra hai pha hoạt động. Các dấu hiệu về hoạt động của chúng được ghi nhận bởi các tài liệu địa mạo, ảnh viễn thám và các số liệu đo đạc ngoài thực địa. Trong đó, pha sớm đặc trưng bởi tính chất chuyển động trượt bằng trái, pha muộn đặc trưng bởi tính chất trượt bằng phải. Hoạt động của các pha biến dạng này đã gây ra các tai biến địa chất dọc theo đới đứt gãy như: động đất, nứt đất, trượt lở đất đá, xói lở bờ sông...

## I. ĐẶC ĐIỂM HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỚI ĐỨT GỖ CAO BẰNG - TIÊN YÊN TRONG NEOGEN - ĐỆ TƯ

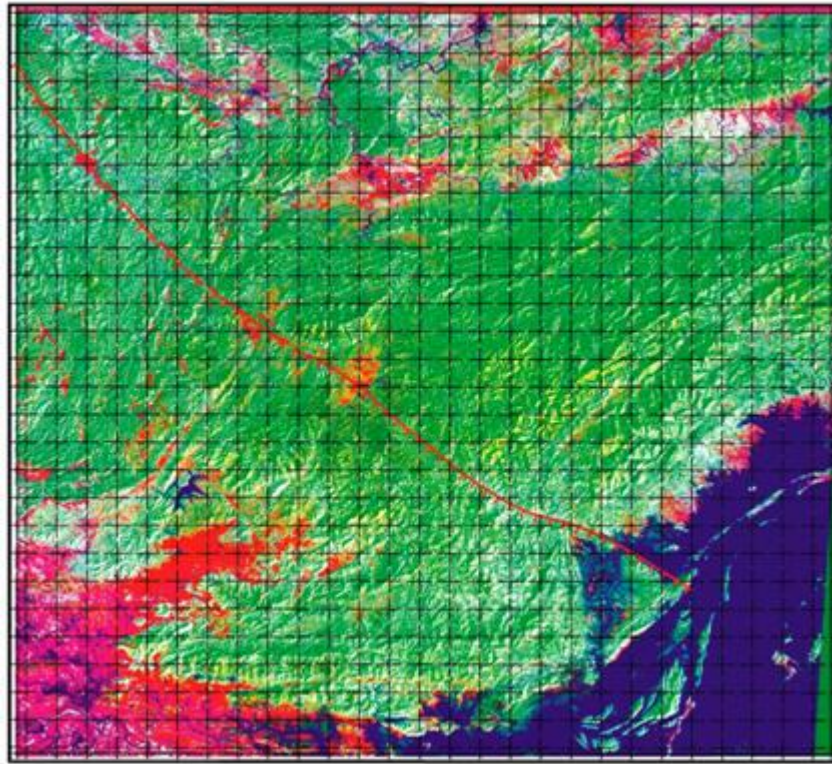
Đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên (ĐĐG CB-TY) có phương TB-ĐN, xuất phát từ lục địa Trung Quốc, kéo dài 250 km trên lãnh thổ Việt Nam, từ khu vực Hà Quảng, tỉnh Cao Bằng và kéo dài đến đảo Cái Bàu, tỉnh Quảng Ninh.

Trên bề mặt địa hình, ĐĐG CB-TY trùng với dải trũng dạng lòng máng chạy dài theo phương TB-ĐN, chiều rộng ở Tp. Cao Bằng 12-15 km, Na Dương khoảng 10 km và Tiên Yên 15-18 km, hẹp nhất ở đoạn Hà Quảng khoảng 2 km.

Trên ảnh vệ tinh (Hình 1), ĐĐG CB-TY thể hiện dạng tuyến, phân biệt rất rõ với địa hình xung quanh. Địa hình trong đới chủ yếu có nguồn gốc bóc mòn, xâm thực, tích tụ. Được đặc trưng bởi tính phân bậc, thấp dần từ hai bên rìa về trung tâm. Đoạn Hà Quảng - Tp. Cao Bằng, địa hình trong đới đứt gãy đặc trưng bởi dải đồi có độ cao 400-500 m, hai bên rìa là các khối núi đá vôi có độ cao 800-1000 m, với các vách dựng đứng. Theo các dấu hiệu địa mạo, cánh Đông Bắc của đới đứt gãy nâng lên, cánh Tây Nam hạ xuống.

Dọc theo ĐĐG CB-TY lộ các đá magma xâm nhập có thành phần siêu mafic - mafic của phức hệ Cao Bằng, đá phun trào bazan hệ tầng Bằng Giang tuổi Permi muộn, các đá phun trào axit hệ tầng Sông Hiến tuổi Trias sớm, các đá bazan hệ tầng Tam Danh, các đá trầm tích phun trào axit hệ tầng Tam Lung tuổi Creta. Trong đới đứt gãy phát triển nhiều trũng được lấp đầy các trầm tích Neogen như vùng trũng Cao Bằng, Thất Khê, Na Dương. Chúng phủ bất chỉnh hợp góc trên các thành tạo Mesozoi, chiều dày 900-1000 m và gồm ba tập chuyển tiếp liên tục. Tập dưới gồm cuội kết hạt thô, hạt trung, thành phần đa khoáng, tập giữa gồm sạn kết đa khoáng xen kẽ nhíp cát kết đa khoáng hạt thô đến vừa, tập trên gồm sét kết xen bột kết màu xám trắng, xám xanh nhạt, thấu kính than nâu. Các trầm tích này đã bị uốn nếp, tạo nên cấu trúc dạng lòng chảo có trục phương á vĩ tuyến với góc dốc hai cánh 10-25° nghiêng vào trung tâm. Các trầm tích Đệ tứ ở các trũng Tp. Lạng Sơn, Tiên Yên gồm: cuội, sỏi, cát, sét, có chiều dày 10-20 m phủ trên các thành tạo Paleozoi muộn - Mesozoi.

Hiện tại, ĐĐG CB-TY thể hiện tính phân đoạn khá rõ nét, gồm tập hợp các đứt gãy chính và các đứt gãy phụ, có đường phương uốn cong, kéo dài liên tục suốt dọc theo đới đứt gãy.



Hình 1. Đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên (ĐĐG CB-TY) trên ảnh vệ tinh.

Tại đoạn Tp. Cao Bằng, đới đứt gãy có dạng hình thoi kéo dài khoảng 30 km, rộng 12 km, gồm 2 đứt gãy chính ở hai bên, không chế sự hình thành trũng Neogen - Đệ tứ kiểu kéo toạc (pull - apart) điển hình, phương á vĩ tuyến. Ở đoạn Thất Khê - Tiên Yên, phần lớn các đứt gãy phụ gần song song với đứt gãy chính phát triển ở cả hai bên cánh, cách xa đứt gãy chính khoảng 4-5 km.

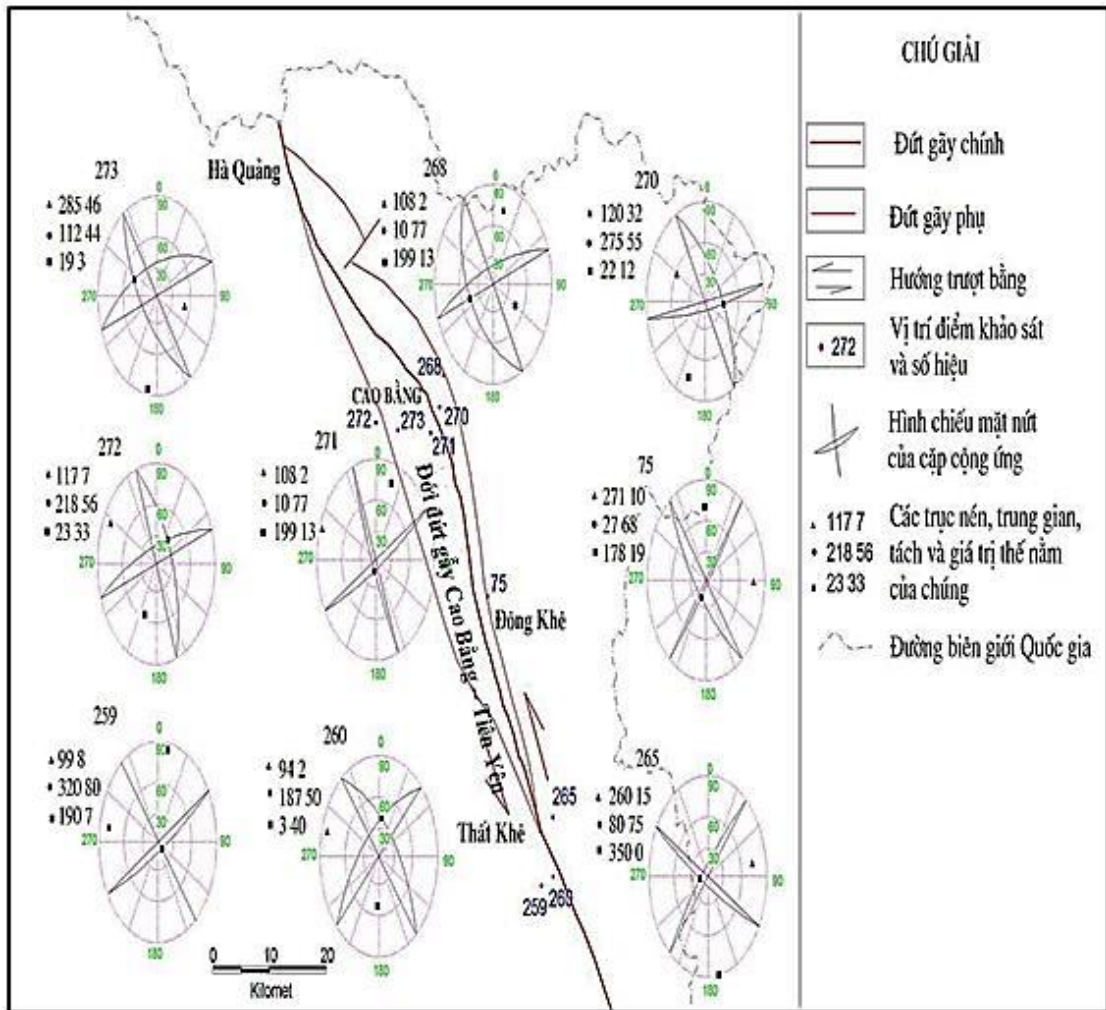
Trũng Thất Khê, các đứt gãy phụ có phương á vĩ tuyến đóng vai trò không chế sự hình thành các trầm tích Neogen, chiều dài khoảng 6 km. Trũng Na Dương rộng tới 18 km, phần lớn diện tích trũng nằm ở cánh Đông Bắc của đứt gãy chính có phương á vĩ tuyến. Trũng Lạng Sơn, các đứt gãy phụ có phương á kinh tuyến, đóng vai trò không chế trũng lấp đầy trầm tích Đệ tứ, chiều rộng khoảng 4000 m, kéo dài 2000 m theo phương á kinh tuyến. Trũng Tiên Yên rộng khoảng 10 km, phát triển ở cánh Tây Nam của đứt gãy.

Phân tích khe nứt kiến tạo (KNKT) bằng phương pháp ba hệ khe nứt cộng ứng (3HKNCU) cho thấy, ở những đoạn khác nhau của đới đứt gãy, chiều rộng đới và động lực đứt gãy cũng khác nhau: khoảng 12 km ở Tp. Cao Bằng; 6-7 km ở Thất Khê, Thành phố Lạng Sơn, Đình Lập và 15-18 km ở Tiên Yên. Kết quả phân tích KNKT bằng phương pháp 3HKNCU xác lập được hai kiểu chuyển động của đứt gãy chính là trượt bằng trái và trượt bằng phải. Kết quả phân tích KNKT bằng phương pháp dải khe nứt (DKN) đã xác lập được hai hướng trượt bằng trái và trượt bằng phải ngược nhau trên cùng một mặt trượt nghiêng về phía đông bắc đặc trưng cho hai kiểu chuyển động thuộc hai pha khác nhau.

Trong giai đoạn Neogen - Đệ tứ, ĐĐG CB-TY trải qua hai pha kiến tạo tương ứng với hai trường ứng suất kiến tạo (TUSKT).

+ Pha kiến tạo sớm, có thể diễn ra trong thời kỳ hình thành các bồn trũng Oligocen - Miocen [11]. ĐĐG CB-TY hoạt động trượt bằng trái - thuận với biên độ tính theo chiều rộng các trũng Neogen kiểu “kéo toạc” như trũng Cao Bằng và Na Dương (Hình 2, 3 và Bảng 1).

Kiểu TUSKT (pha kiến tạo sớm) có trục ứng suất nén ép ( $\sigma_1$ ) gần nằm ngang, phương á vĩ tuyến, trục ứng suất căng giãn ( $\sigma_3$ ) phương á kinh tuyến và trục ứng suất trung gian ( $\sigma_2$ ) gần thẳng đứng.



Hình 2. Sơ đồ trường ứng suất kiến tạo - pha sớm đoạn Hà Quảng - Thất Khê của đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên.

+ Pha kiến tạo muộn, hoạt động trong Đệ tứ có thể trong Pliocen [11]. ĐDG CB-TY đặc trưng bởi tính chất trượt bằng phải - thuận, biên độ chuyển dịch phải của đới đứt gãy khoảng 4000 m (trung Tp. Lạng Sơn rộng khoảng 4 km). Biên độ dịch trượt phải của đứt gãy với tốc độ khoảng 1,5-1,8 mm/năm. Tính theo các dấu hiệu địa mạo (sự dịch chuyển của hình dáng sông suối dọc theo đới đứt gãy), biên độ dịch chuyển phải của đới đứt gãy ở Đồng Đăng khoảng 0,5 km với tốc độ khoảng 3-4 mm/năm, trong Holocen.

Hoạt động trượt bằng phải của đới đứt gãy còn được thể hiện khá rõ trong uốn khúc các dòng suối, sự dịch chuyển các dạng địa hình sông, suối có tuổi Đệ tứ - hiện đại theo chiều hướng trượt bằng phải dọc theo đới đứt gãy này. Ở một số vị trí, thể hiện rõ chuyển dịch của đới đứt gãy có yếu tố trượt bằng phải - thuận.

Kiểu TUSKT (pha kiến tạo muộn) có trục ứng suất nén ép ( $\sigma_1$ ) gần nằm ngang, phương á kinh tuyến, trục ứng suất căng giãn ( $\sigma_3$ ) phương á vĩ tuyến và trục ứng suất trung gian ( $\sigma_2$ ) gần thẳng đứng.

Phân tích hướng phân tán khe nứt trên đá các đá Neogen trong đới đứt gãy cũng thấy rất rõ dấu ấn chồng chập hai pha dịch trượt, thể hiện qua hai hướng phân tán trái ngược nhau tại mỗi cực trị của cặp cộng ứng kiểu trượt bằng.

Đặc điểm động học đứt gãy được xác lập trên cơ sở những kết quả phân tích KNKT bằng các phương pháp 3HKNCU, DKN. Kết quả phân tích địa mạo, địa chất và kiến tạo vật lý dọc đới đứt gãy thể hiện trong Bảng 2, 3.

**Bảng 1. Trường ứng suất kiến tạo dọc đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên**  
(Phương pháp kiến tạo động lực)

STT	Số hiệu điểm	Trục ứng suất pháp chính			Tính chất
		S <sub>2</sub> S <sub>1</sub>			
		Tách giãn	Trung gian	Nén ép	
<b>1. Pha sớm</b>					
1	271	199°∠13°	10°∠77°	108°∠02°	Bt
2	273	19°∠03°	112°∠44°	285°∠46°	Bt - T
<b>2. Pha muộn</b>					
Pha muộn					
1	269	297°∠06°	34°∠50°	202°∠39°	Bp-T
2	63	271°∠07°	16°∠66°	178°∠23°	Bp

Ghi chú: Bt: trượt bằng trái; Bt-T: trượt bằng trái thuận; Bp: trượt bằng phải; Bp-T: trượt bằng phải thuận.

**Bảng 2. Đặc điểm động học đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên**  
(Phương pháp dải khe nứt)

STT	Số hiệu điểm	Mặt trượt	Hướng trượt	Tính chất
<b>1. Pha sớm</b>				
1	269	60°∠70°	150°∠00°	Bt
2	444	210°∠80°	123°∠16°	Bt
<b>2. Pha muộn</b>				
1	269	60°∠70°	332°∠06°	Bp
2	446	210°∠80°	297°∠14°	Bp

Kết quả khảo sát, đo đạc khe nứt ngoài thực địa và đo địa vật lý cho thấy mặt trượt của đứt gãy chính đồ về phía tây nam và có góc dốc 70-80°. Đoạn từ Hà Quảng đến Thất Khê, đới đứt gãy gồm hai nhánh đứt gãy có hướng nghiêng đồ vào nhau. Nhánh đứt gãy từ phía đông bắc đồ về phía tây nam với góc cắm 80° và nhánh đứt gãy chính ở phía tây nam đồ về phía đông bắc với góc cắm 70°. Đoạn Thất Khê - Tiên Yên, mặt trượt đứt gãy chính đồ về phía tây nam và góc cắm 70-80°.

Phân tích biến dạng địa mạo, địa chất và hình thái kiến trúc đới đứt gãy cho thấy, biên độ chuyển dịch trái của đới đứt gãy ĐĐG CB-TY khoảng 12 km, và tốc độ khoảng 0,4 mm/năm.

Hoạt động hiện đại của ĐĐG CB-TY được thể hiện rất rõ: Sự xuất hiện các dị thường địa hóa khí đất như Ra, Hg, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>; sự xuất lộ nguồn nước khoáng nóng ở dọc theo đới đứt gãy ở Tp. Cao Bằng, Na Dương, Tp. Lạng Sơn; các dị thường địa nhiệt phát hiện được ở Tp. Cao Bằng và Bản Sục (Bảng 4); kết quả đo GPS đa thời kỳ (Bảng 5).

**Bảng 3. Đặc điểm động học đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên**  
(Phương pháp ba hệ khe nứt cộng ứng)

STT	Số hiệu điểm	Hệ khe nứt chính	Hệ khe nứt phụ	Hệ khe nứt bổ sung	Tính chất
1. Pha sớ					
1	268	160°/70°	60°/45°	255°/30°	Bt
2	270	240°/60°	350°/80°	60°/30°	Bt
2. Pha muôn					
1	267	60°/80°	140°/80°	260°/25°	Bp
2	269	330°/70°	80°/60°	215°/50°	Bp -T

**Bảng 4. Tham số đặc trưng đo nhiệt độ theo thời gian tại 4 điểm quan sát**

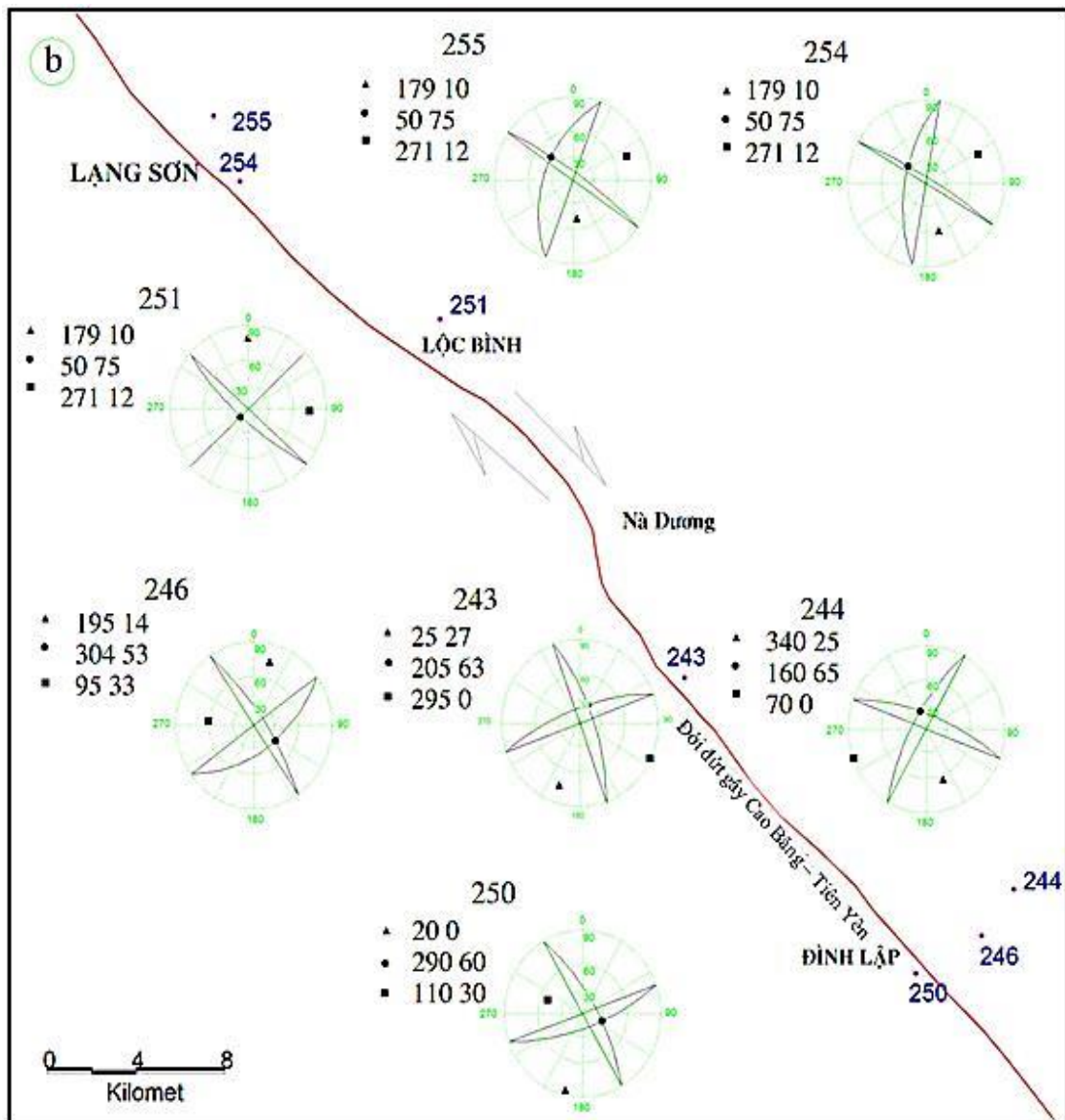
Tham số đặc trưng	Điểm quan sát 1	Điểm quan sát 2	Điểm quan sát 3	Điểm quan sát 4
Giá trị trung bình	27,10	29,09	27,83	30,16
Giá trị Min	26,52	28,47	26,96	29,28
Giá trị Max	27,66	29,78	28,62	31,21
Độ lệch chuẩn		1,27	1,27	
Hệ số biến thiên		127	127	

**Bảng 5. Kết quả đo GPS đa thời kỳ tại Tuyến T1, Na Dương**

Lần quan trắc	Mốc M1			Mốc M2			DX	DY	DZ
	X	Y	Z	X	Y	Z			
L1	494.386,73	2.402.157,04	357,46	495.801,59	2.402.653,56	337.39	1.414.86	496,52	20,07
L2	494.385,39	2.402.156,94	357,55	495.800,12	2.402.653,45	337.35	1.414.73	496,51	20,20
L3	494.386,21	2.402.157,55	357,21	495.800,97	2.402.654,01	337.15	1.414.76	496,46	20,06
L4	494.386,73	2.402.157,98	357,23	495.801,59	2.402.654,34	337.28	1.414.86	496,36	19,95
L5	494.386,37	2.402.156,74	357,87	495.801,11	2.402.653,29	337.67	1.414.74	496,55	20,20
Độ lệch chuẩn (SD)							0,065	0,074	0,106
Hs biến thiên (CV)							6.5	7.4	10.6

*Ghi chú: Kết quả tính toán xác định sự xô dịch giữa các điểm quan sát M2 và M1 theo toạ độ không gian X, Y và độ cao Z tương ứng là 6,5 mm, 7,4 mm và 10,6 mm.*





Hình 3. Sơ đồ trường ứng suất kiến tạo - pha muộn dọc đoạn Lộc Bình - Đình Lập của đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên. (Chỉ dẫn: xem Hình 2).

## II. TAI BIẾN ĐỊA CHẤT LIÊN QUAN TỚI ĐỚI ĐỨT GÃY CAO BẰNG - TIÊN YÊN

### 1. Động đất

Theo số liệu thống kê của các trạm địa chấn trên lãnh thổ Việt Nam và quốc tế, các tư liệu lịch sử trên địa bàn khu vực, dọc đứt gãy hoạt động Cao Bằng - Tiên Yên và các vùng lân cận đã ghi nhận được trên 33 trận động đất cấp độ nhỏ. Trong đó có 4 trận động đất với cường độ  $M_s = 4,6-5,0$ ; 5 trận với cường độ  $M_s = 4,1-4,5$ ; 2 trận với cường độ  $M_s = 3,6-4,04$ ; 8 trận với cường độ  $M_s = 3,1-3,5$  và 14 trận với cường độ  $M_s < 3$  (độ Richter) (Bảng 6).

Bảng 6. Danh mục một số trận động đất dọc đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên

STT	Thời gian phát sinh						Chấn tâm		Độ sâu H (Km)	Chấn cấp M
	Năm	Tháng	Ngày	Giờ	Phút	Giây	Vĩ độ B	Kinh độ Đ		
1	1933	11		22			22,42	106,42	15	4,8
2	1940						22,25	106,50	15	4,8
3	1964						22,52	106,39	15	4,1
4	1974						22,74	106,21	15	4,0

5	1979	4	7	2	18	25,6	22,90	106,30	-	4,6
6	1985	4	29	14	27	36,8	22,24	106,23	19	3,3
7	1991	2	5	19	31	26,9	22,42	106,55	16	3,3
8	1994	1	16	19	14	35,7	23,00	106,07	-	3,5
9	1997	2	17	07	53	17,2	21,63	107,08	12	3,1
10	1997	3	10	05	1	32,2	21,99	106,93	15	3,7
11	1997	11	18	07	6	33,9	21,68	106,92	18	3,2
12	1997	11	21	07	10	57,4	21,73	106,95	20	3,2

(Theo tài liệu lưu trữ tại Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam)

## 2. Nứt đất

Hiện tượng nứt đất trên địa bàn nghiên cứu quan sát thấy ở nhiều nơi với quy mô khác nhau. Đã ghi nhận được trên 50 điểm nứt đất ở vùng nghiên cứu dọc đèo đút gãy và các vùng lân cận.

## 3. Trượt lở đất đá, đá đổ, đá rơi

Theo các tài liệu hiện có, đã ghi nhận được trên 300 điểm trượt lở đất đá, đá đổ, đá rơi, đá lăn và sụt do karst ở vùng nghiên cứu - dọc theo ĐĐG CB-TY và các vùng lân cận.



Ảnh 1. Trượt lở đất làm đổ nhà dân năm 2008 tại huyện Cao Lộc, tỉnh Lạng Sơn.  
(Ảnh: Hoàng Bá Quyết).



Ảnh 2. Vết trượt dọc ĐĐG CB-TY năm 2008 tại huyện Hà Quảng, tỉnh Cao Bằng.  
(Ảnh: Vũ Quang Lân).

## 4. Rửa trôi và xói mòn

Đã ghi nhận được trên 30 khu vực đã và đang xảy ra rửa trôi bề mặt và xói mòn dọc ĐĐG CB-TY và các vùng lân cận.

## 5. Xói lở bờ sông

Đã ghi nhận được trên 60 đoạn bờ sông đã và đang xảy ra xói lở bờ sông ở dọc các con sông trong ĐĐG CB-TY và các vùng lân cận.

## 6. Ngập lụt

Trong phạm vi ĐĐG CB-TY và các vùng lân cận có ba khu vực là Tp. Cao Bằng, Tp. Lạng Sơn và Lộc Bình - Na Dương có nguy cơ tai biến ngập lụt cao, nhất là trong mùa mưa bão. Các khu vực đó có địa hình thấp (trùng với các khu vực sụt tân kiến tạo) là nơi hội tụ của các dòng chảy và nơi có các dòng sông lớn chảy qua.



Ảnh 3. Sạt lở bờ sông Kỳ Cùng tại TP. Lạng Sơn năm 2008. (Nguồn: Internet).



Ảnh 4. Ngập lụt tại TP. Lạng Sơn, tháng 7/2014 (Nguồn: Internet).

### 7. Phát tán khí độc hại

Kết quả đo hơi thủy ngân và radon cho thấy dọc đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên có nguy cơ tai biến địa hóa khí, gây nguy hiểm cho sức khỏe con người và vật nuôi nếu sống trong khoảng thời gian dài gần khu vực có đường đứt gãy chạy qua (Bảng 7).

Bảng 7. Tham số đặc trưng đo hơi thủy ngân và radon theo mùa tuyến T3

Giá trị đặc trưng	Mùa thứ nhất		Mùa thứ hai	
	Radon (Bq/m <sup>3</sup> )	Thủy ngân (ngHg/m <sup>3</sup> )	Radon (Bq/m <sup>3</sup> )	Thủy ngân (ngHg/m <sup>3</sup> )
Giá trị trung bình	51,1	140,1	48,9	145,2
Độ lệch chuẩn Sd	39,7	14,1	41,0	14,6
Giá trị Min	3,8	24,6	7,8	24,6
Giá trị Max	155,0	371,0	167,0	391,0
Hệ số biến thiên Cv	77,7	10,0	83,7	10,1
Ngưỡng dị thường	129,8	167,9	89,9	174,1
GT TB dị thường	141,8	264,6	123,2	260,6
Trị số hoạt động tương đối	2,8	1,9	2,5	1,8
Hệ số tương quan R giữa hai mùa	$R_{Rn1-2} = 0,89$		$R_{Hg1-2} = 0,51$	

### III. KẾT LUẬN

1/ ĐDG CB-TY hoạt động đa thời kỳ. Trong giai đoạn Neogen - Đệ tứ, đới đứt gãy tái hoạt động với cường độ mạnh, bao gồm hai pha kiến tạo khác nhau. Pha kiến tạo sớm hoạt động trong Oligocen - Miocen có tính chất trượt bằng trái, pha kiến tạo muộn hoạt động trượt bằng phải.

2/ Phương phát triển chính của ĐDG CB-TY là TB-ĐN, có sự phân đoạn và có tính chất động học không đồng nhất, thay đổi tùy thuộc vào không gian phân bố của từng đoạn đứt gãy. Đoạn Hà Quảng - Tp. Lạng Sơn, đứt gãy có mặt trượt cắm về phía tây nam với góc dốc khoảng 60-70°. Đoạn Tp. Lạng Sơn - Tiên Yên, đứt gãy có mặt trượt đồ về phía đông bắc với góc dốc khoảng 80 - 85°. Chiều rộng đới, ảnh hưởng động lực của đứt gãy, thay đổi theo không gian phân bố của các phân đoạn đứt gãy trung bình từ 3-5 km, rộng nhất khoảng 15 km.

3/ Đới đứt gãy hoạt động mạnh trong giai đoạn kiến tạo Hiện đại. Những biểu hiện hoạt động của đứt gãy thể hiện ở tính sinh chấn (phát sinh động đất), xuất lộ các dị thường địa nhiệt, các nguồn nước nóng - nước khoáng và gây ra các tai biến địa chất.

### VĂN LIỆU

1. Cao Đình Triều, Phạm Huy Long, 2002. Đứt gãy kiến tạo lãnh thổ Việt Nam. Nxb Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội.



2. **Lê Duy Bách, Ngô Gia Thắng, 2004.** Kiến tạo sinh khoáng Đông Bắc Việt Nam. *TC Địa chất, A/282. Hà Nội.*
3. **Nguyễn Ngọc Thủy, 1997.** Chế độ địa chấn Việt Nam. *TC Các Khoa học về Trái đất, số 2, tr. 103-118. Hà Nội.*
4. **Phan Trọng Trịnh, 2006.** Chuyển động kiến tạo Kainozoi và các hệ quả của nó trên lãnh thổ Việt Nam và lân cận. *Hội thảo KH Kỷ niệm 30 năm thành lập Viện Địa chất. Hà Nội.*
5. **Phùng Văn Phách, Nguyễn Trọng Yên, Vũ Văn Chính, 1996.** Hoàn cảnh địa động lực Tân kiến tạo - Hiện đại lãnh thổ Việt Nam. *Địa chất Tài nguyên, tập 1. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, tr. 101-111. Hà Nội.*
6. **Trần Đình Tô, Nguyễn Trọng Yên, 2004.** Chuyển động hiện đại vỏ Trái đất lãnh thổ Việt Nam theo số liệu đo GPS. *TC Các khoa học về Trái đất, số 4, tr. 579-586. Hà Nội.*
7. **Trần Văn Thắng, 1992.** Đặc điểm kiến tạo đứt gãy miền Đông Bắc Việt Nam. Luận án Tiến sỹ Địa lý - Địa chất. *Lưu trữ Thư viện Quốc gia. Hà Nội.*
8. **Vũ Minh Tâm và nnk 2010.** Báo cáo đề án Điều tra tai biến địa chất một số tỉnh Đông Bắc Việt Nam. *Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản. Hà Nội.*
9. **Vũ Quang Lân và nnk, 2011.** Báo cáo Kết quả đo vẽ Bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản nhóm tờ Hà Quảng tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Liên đoàn BĐDC miền Bắc. Hà Nội.*
10. **Vũ Văn Chính, 2001.** Kết quả nghiên cứu thể nằm mặt trượt đứt gãy chính của đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên bằng phân tích tính khe nứt theo phyllong pháp ba hệ khe nứt cộng ứng. *TC Địa chất, A/267. Hà Nội.*
11. **Vũ Văn Chính, 2002.** Đặc điểm Đứt gãy Tân kiến tạo vùng Đông Bắc Việt Nam. Luận án Tiến sỹ Địa chất. *Lưu trữ Thư viện Quốc gia. Hà Nội.*