

ĐỊA BÀN ĐỊA CHẤT

Trần Thanh Hải. Khoa Địa chất,
Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Giới thiệu

Địa bàn địa chất là một loại địa bàn đặc biệt được chế tạo riêng để phục vụ công tác khảo sát thực địa địa chất. Đó là một trong những dụng cụ thông dụng nhất được các nhà địa chất sử dụng để xác định phương hướng giữa các đối tượng quan sát, vị trí của các điểm quan sát, đo đạc các thông số của các mặt lớp, các mặt phá hủy kiến tạo hoặc các cấu tạo tuyến trong không gian. Địa bàn địa chất có nhiều kiểu khác nhau nhưng chúng đều được chế tạo dựa trên cơ sở từ trường Trái Đất và đặc tính của kim nam châm.

Khái niệm về địa bàn

Địa bàn được ra đời dựa trên sự phát hiện về trường từ Trái Đất và sự định hướng của các khoáng vật từ tính, điển hình là magnetit (Fe_3O_4) song song với các đường sức từ trường. Từ rất lâu, con người đã phát hiện là khi đặt 1 mảnh khoáng vật magnetit vào nước hoặc trên một đầu kim, mảnh khoáng vật này luôn luôn xoay chiều và định hướng kéo dài của nó về phương bắc. Đây là một phát hiện quan trọng vì nó cho phép cải thiện việc xác định phương hướng khi đi biển và thực hiện các chuyến thám hiểm. Phát hiện đơn giản này đã dẫn đến sự hình thành và phát triển của các loại địa bàn hiện đại như ngày nay.

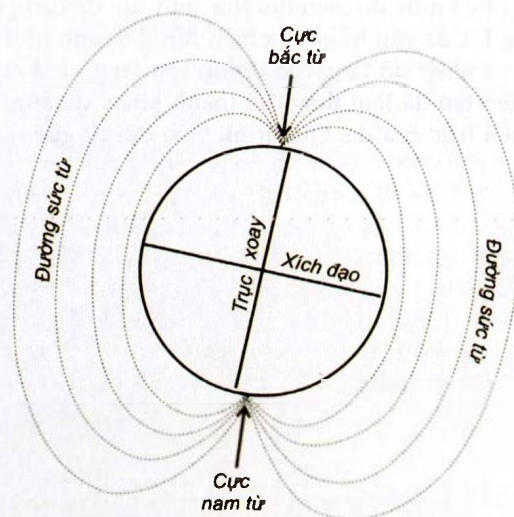
Có nhiều loại địa bàn chuyên dụng được các nhà địa chất sử dụng để xác định phương hướng và đo đạc các thông số của các cấu tạo địa chất như thể nằm của lớp, đứt gãy địa chất, khe nứt, nếp uốn, các cấu tạo đường, v.v..., khi tiến hành nghiên cứu địa chất tại thực địa. Hiện nay có nhiều loại địa bàn được chế tạo và chúng được xếp vào 2 nhóm chính là địa bàn cơ khí và địa bàn kỹ thuật số. Tuy nhiên, địa bàn được sử dụng phổ biến nhất hiện nay vẫn là địa bàn kiểu cơ khí.

Nguyên lý hoạt động của địa bàn địa chất

Địa bàn hoạt động được là do Trái Đất có vai trò như một thanh nam châm khổng lồ được hình thành do hành vi của hỗn hợp nguyên tố sắt-nickel nóng chảy ở trong nhân của Trái Đất tạo ra một từ trường với một cực từ bắc và một cực từ nam. Các đường sức từ trường nối cực từ bắc và cực từ nam được mô phỏng như ở hình minh họa [H.1].

Dựa vào đặc điểm từ trường và trọng trường của Trái Đất, cấu tạo địa bàn địa chất cần có các bộ phận cơ bản gồm 1). Một kim nam châm nhạy; 2). Một vòng chia độ chính xác từ 0° đến 360° chia theo chiều

kim đồng hồ (hoặc có thể chia theo cách khác – ngược chiều kim đồng hồ hoặc chia theo cung phần tư) [H.2] để xác định giá trị các phương vị; 3). Bộ phận đo nghiêng để xác định góc dốc, bọt thủy để xác định vị trí nằm ngang; 4). Chốt hãm và chốt dây để giảm dao động của kim nam châm và khóa địa bàn. Ngoài những bộ phận cơ bản vừa nêu, địa bàn địa chất luôn được cải tiến và bổ sung nhiều chi tiết làm cho tính ứng dụng của địa bàn càng cao.

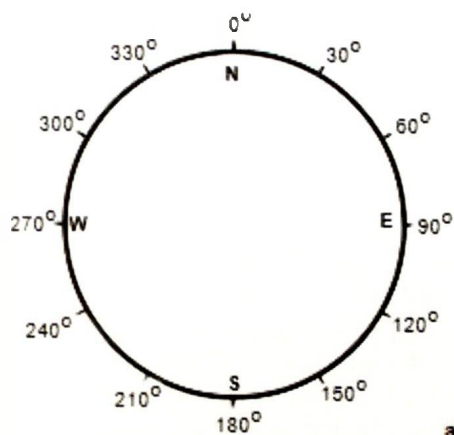


Hình 1. Cấu trúc trường từ của Trái Đất.

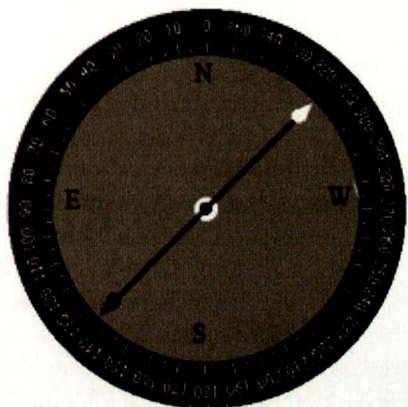
Địa bàn địa chất làm việc theo nguyên lý phù hợp với từ trường và trọng trường. Khi xác định các giá trị phương vị hoặc phương vị tuyến khảo sát – địa bàn cần được đặt ở vị trí nằm ngang để kim nam châm tự do dao động theo phương của đường sức. Khi xác định góc dốc, địa bàn cần được đặt sao cho vòng chia độ đo góc dốc ở vị trí thẳng đứng để kim đo góc dốc dao động theo phương dây dọi dưới tác động của trọng trường. Bộ phận đo góc dốc bằng viên bi hay kim gắn bọt thủy cũng dựa theo nguyên lý này.

Các loại địa bàn kiểu cơ khí

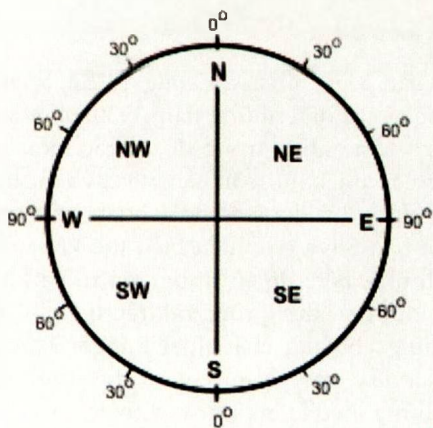
Các loại địa bàn kiểu cơ khí có giá trị sử dụng cao tại thực địa khi chúng kết hợp được các chức năng xác định phương hướng, định điểm (đặc biệt là trong các khu vực xa xôi hẻo lánh) và khả năng đo đạc thể nằm của các thể địa chất. Các nhà địa chất thường quan tâm tới hình thái và các yếu tố chi sự dịch chuyển tương đối, do đó loại địa bàn này được sử dụng để đo đạc hướng cắm và góc cắm của các cấu tạo đường.



a)



b)



c)

Hình 2. a) Chia độ từ $0^\circ \rightarrow 360^\circ$ theo chiều kim đồng hồ; b) Vòng chia độ theo chiều ngược kim đồng hồ; c) Chia theo cung phần tư.

Các loại địa bàn địa chất thông dụng nhất thuộc 3 kiểu sau hoặc các biến thể cải tiến của chúng, gồm Brunton, Silva và Breithaupt.

Địa bàn kiểu Brunton

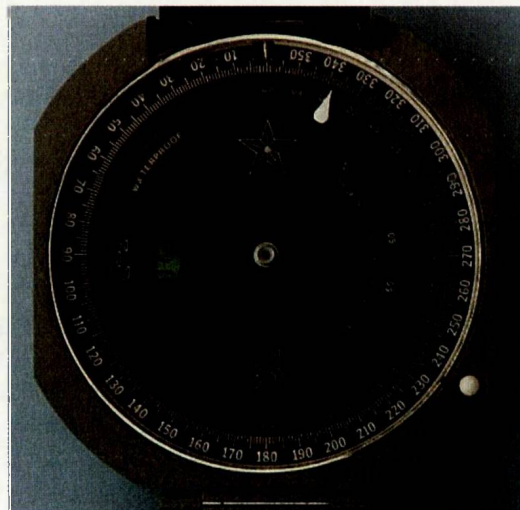
Địa bàn Brunton, còn gọi là địa bàn di động bỏ túi Brunton, gọi tắt – địa bàn Brunton, là một loại địa bàn chính xác do công ty Brunton (Mỹ) chế tạo. Không như hầu hết các loại địa bàn khác, địa bàn Brunton sử dụng cơ chế hãm kích thích từ thay vì dùng dịch để hãm sự dao động của kim địa bàn. Mặc

dù công ty Brunton chế tạo nhiều loại địa bàn từ tính khác, nhưng loại địa bàn di động bỏ túi Brunton là một công cụ được chế tạo cho các nhà chuyên môn cần đo đạc chính xác góc phương vị tại thực địa. Ngoài các nhà địa chất, các nhà khảo cổ học, các nhà nghiên cứu môi trường hoặc trắc địa cũng thường sử dụng loại địa bàn này.

Địa bàn Brunton có 3 bộ phận chính là hộp địa bàn, tay ngắm và nắp [H.3].



A



B

Hình 3. Địa bàn Brunton. A. Cấu hình của địa bàn Brunton. B. Mặt bản độ của địa bàn Brunton.

Hộp địa bàn chứa hầu hết các chi tiết của địa bàn như kim địa bàn [H.3A]; bột thủy (để điều chỉnh địa bàn nằm ngang khi xác định góc phương vị); thước đo độ dốc (để xác định góc dốc); bộ hãm (để ổn định kim địa bàn); và kim dây (để khóa kim địa bàn); ốc xoay và kim chỉ số (để điều chỉnh độ lệch từ); vòng chia độ chỉ góc phương vị. Kim địa bàn gồm 2 đầu, đầu chỉ bắc (thường sơn màu trắng hoặc có ký hiệu “N”), và đầu chỉ nam (màu đen). Khi ở bán cầu bắc, đầu chỉ bắc của kim địa bàn bị kéo xuống do độ từ khuyh hướng xuống dưới. Vì vậy, một vòng cân bằng được gắn vào đầu chỉ nam của địa bàn để cân bằng kim địa bàn ở vị trí nằm ngang. Khi sử dụng địa bàn ở bán cầu

nam, nơi độ từ khuynh hướng lên phía trên, vòng cân bằng này sẽ được gắn ở đầu kim chỉ bắc.

Nắp của địa bàn được gắn với hộp địa bàn bằng bản lề, chứa một gương trong đó có đường trục và một khe ngắm hình bầu dục, và một điểm ngắm. Tay ngắm dài, cũng được gắn với địa bàn bằng bản lề có một khe lớn hình chữ nhật và hai đầu dạng bầu dục (để xác định các vật thể dạng cột) và một đầu ngắm có thể gấp lại dùng để hiệu chỉnh hướng ngắm. Vòng độ của địa bàn Brunton được thiết kế theo 2 kiểu chia độ theo thang 360 độ và kiểu chia độ theo cung phần tư. Kiểu chia độ theo thang 360 độ sử dụng 3 chữ số, đánh ngược chiều kim đồng hồ, hướng bắc (N) trùng với 0° hoặc 360°, và hướng nam (S) trùng với 180° [H.3B]. Kiểu cung phần tư – chia vòng độ ra 04 cung 90° ứng với NE, SE, SW, NW (N là bắc, S là nam nằm ở 2 ký hiệu 0° tương ứng với phía trên và phía dưới, E là đông và W là tây). Trong sử dụng địa bàn kiểu này, chẳng hạn kết quả đo được là N60oE, S20°W, có nghĩa là 60° đông bắc và 20° tây nam.

Hướng của một đường trên mặt đất được xác định bằng góc phương vị của đường đó, là góc đo trên mặt nằm ngang hợp bởi đường đó và một đường tham khảo, thường là hướng bắc (trong bản đồ cung phần tư) hoặc 0° trên bản đồ thường. Đường tham khảo cũng có thể là hướng nam khi ta đọc phương vị theo phương nam. Vị trí đông (E) và tây (W) được đánh đảo ngược trên bản đồ, trong đó “E” nằm ở phía trái của vị trí 0° (tương ứng vị trí số chỉ 9 giờ trên đồng hồ), và tây “W” nằm ở phía phải của vị trí 0° trên bản đồ (tương ứng vị trí số chỉ 3 giờ trên đồng hồ). Sự đảo ngược này được thiết kế để tiện lợi cho việc đọc đúng góc phương vị do kim địa bàn luôn chỉ về phía bắc (do đó giữ nguyên vị trí chỉ hướng bắc khi xoay địa bàn) và ta luôn luôn xoay địa bàn theo hướng của phương vị cần xác định. Trong trường hợp này, kim địa bàn luôn luôn chỉ vào góc phương vị của hướng đó trên vòng độ. Chẳng hạn muốn có số đo góc phương vị 45°, cần để địa bàn nằm ngang và xoay địa bàn về bên phải theo hướng 45°. Đầu kim bắc của địa bàn sẽ xoay sang trái của vị trí 0° và chỉ vào số 45° là số đo đúng của phương vị cần xác định.

Địa bàn Brunton thường được sử dụng để đo đạc phương hướng (góc phương vị) và thể nằm của các thể địa chất tại thực địa. Để xác định góc phương vị của một đối tượng nào đó, ta giữ địa bàn ở độ cao tương ứng với eo người, điều chỉnh địa bàn ở vị trí nằm ngang, nhìn xuống gương của địa bàn và định hướng sao cho mục tiêu, tâm của kim địa bàn và đường chuẩn trên mặt gương tạo thành một đường thẳng. Khi đã xác định được chính xác hướng của đối tượng, góc phương vị có thể xác định tại điểm giao giữa kim chỉ bắc của địa bàn.

Ứng dụng phổ biến nhất của địa bàn Brunton là xác định thể nằm (đường phương hoặc hướng dốc và

góc dốc) của các cấu tạo địa chất (đứt gãy, khe nứt, ranh giới, cấu tạo phiến, các lớp đá trầm tích, các cấu tạo đường, v.v...). Tại vị trí đo đạc, đường phương được xác định bằng cách điều chỉnh địa bàn nằm ngang (bọt thủy ở vị trí trung tâm) với cạnh dài của địa bàn áp vào mặt của cấu tạo. Đọc góc phương vị đường phương theo đầu kim địa bàn thích hợp. Góc dốc được xác định bằng cách áp cạnh của địa bàn xuống mặt cấu tạo và điều chỉnh cho mặt địa bàn thẳng đứng và vuông góc với đường phương, điều chỉnh thanh bọt thủy tới vị trí trung tâm và đọc số trên thước đo độ tại vị trí kim chỉ độ dốc. Việc đo đạc đường phương, hướng dốc và góc dốc bằng địa bàn này cũng có thể thực hiện một cách gián tiếp từ khoảng cách xa nếu biết rõ cách sử dụng địa bàn và các tính năng của nó.

Các địa bàn Nga, Đức, Trung Quốc, Pháp về cơ bản có cấu tạo tương tự với địa bàn Brunton và đã được sử dụng khá phổ biến ở Việt Nam. Các địa bàn này có điểm khác là kim nam châm được đặt trên một trục có đầu nhọn cứng, nên khi đo kim nam châm thường hay dao động. Địa bàn của Pháp có độ nhạy rất cao và thuận lợi trong sử dụng đối với các nhà địa chất. Loại địa bàn này có cải tiến đặc biệt ở bộ phận đo nghiêng – thay kim đo nghiêng bằng viên bi, viên bi dao động tự do từ 90° qua 0° đến 90° làm cho đo góc dốc vừa nhanh vừa chính xác.

Địa bàn kiểu Silva

Địa bàn kiểu Silva do công ty Silva của Thụy Điển chế tạo từ đầu những năm 1930, phục vụ nhiều mục đích khác nhau trong đó có các môn thể thao ngoài trời như leo núi, săn bắn, v.v... và các mục đích chuyên môn như địa chất hoặc quân sự, v.v... Ngày nay, địa bàn Silva có nhiều biến thể khác nhau, do đặc tính nhẹ, bền, dễ sử dụng, giá rẻ và khá chính xác nên được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Địa bàn Silva dùng cho địa chất (loại Ranger® CL) có độ chính xác khá cao, thậm chí có thể được sử dụng trong những điều kiện phức tạp nhất.

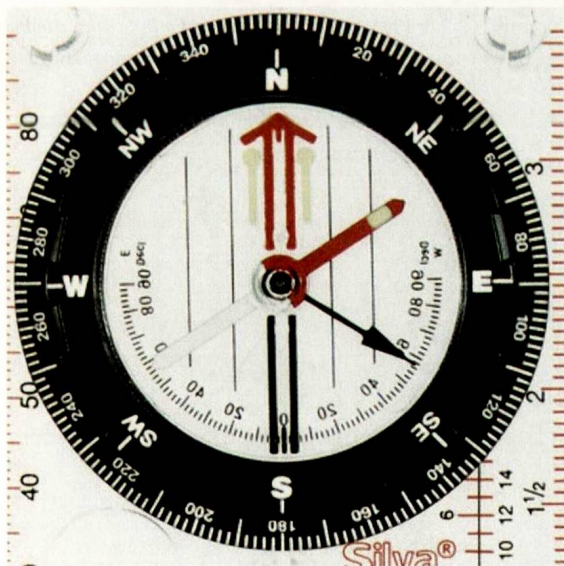
Cấu tạo của địa bàn Silva khá đơn giản, gồm 2 bộ phận chính là nắp địa bàn và thân địa bàn [H.4]. Trên nắp địa bàn có gương phản chiếu có thể quan sát được mặt vòng độ để điều chỉnh bản đồ. Điểm đặc biệt là hộp bản đồ của địa bàn có cấu tạo linh động và có thể xoay 360 độ. Kim địa bàn được đặt trong hộp kín chứa dung dịch đặc biệt có tác dụng giảm dao động của kim khi xoay địa bàn hoặc vòng độ. Gương lớn gắn ở phần trong của nắp địa bàn có kích thước lớn, làm tăng độ chính xác khi định hướng những vật thể ở xa. Ba loại thước tỷ lệ theo hệ mét, feet trên mặt đế của địa bàn giúp việc biểu diễn số liệu lên bất cứ bản đồ địa hình nào. Bộ điều chỉnh độ lệch từ cho phép hiệu chỉnh độ lệch từ ở bất cứ khu vực nào, bảo đảm việc xác định phương hướng được chính xác. Một thước đo độ được

gắn ở đáy bàn độ với kim linh động cho phép dễ dàng xác định góc dốc của thể địa chất.



Hình 4. Cấu tạo của địa bàn Silva.

Tương tự địa bàn Brunton, vòng độ của địa bàn Silva cũng gồm 2 kiểu là chia số kiểu 360 độ và theo cung phần tư. Tuy nhiên, khác với địa bàn kiểu Brunton, vòng độ của kiểu chia 360 độ của địa bàn Silva không theo luật ngược chiều kim đồng hồ mà tuân theo luật thuận chiều kim đồng hồ [H.5]. Theo đó, phía đông tương ứng 90°, nam là 180°, tây là 270° và bắc là 360° (trùng với 0°; [H.5]). Với địa bàn kiểu cung phần tư thì bắc ứng với 0° phía đông ứng 90°, phía nam lại ứng với 0°, phía tây ứng với 90°.



Hình 5. Vòng chia độ của địa bàn Silva với khoảng chia độ 2° và đánh số theo chiều kim đồng hồ. Vành chia độ và số ở phần trong của mặt địa bàn là thước đo độ. Kim đỏ-trắng là kim địa bàn trong đó kim đỏ chỉ hướng bắc, Kim đen chỉ độ dốc của cấu tạo mặt hoặc góc cắm của cấu tạo đường.

Để xác định hướng di chuyển tại thực địa theo góc phương vị đã định trước bằng địa bàn Silva cần làm theo 2 bước: 1). Xoay bàn độ của địa bàn đến đúng vị trí của góc phương vị đã chọn từ bản đồ địa hình; 2). Giữ địa bàn ngang tầm mắt và điều chỉnh gương ở vị trí mở 1 góc 50° -70° so với mặt địa bàn để nhìn rõ mặt bàn độ. Trong khi nhìn vào gương, cần điều chỉnh địa bàn đến khi đường ngắm trùng với một

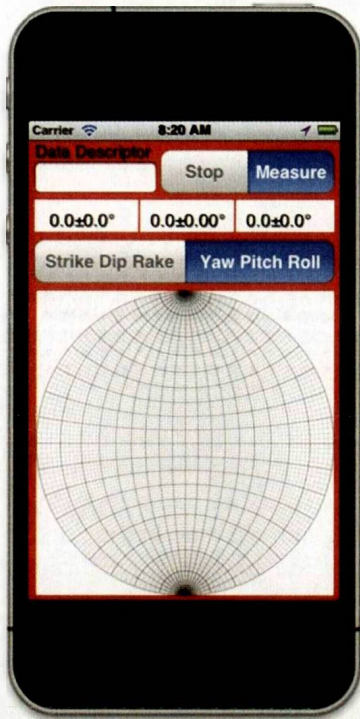
trong hai điểm phát sáng và kim địa bàn nằm trong khung của mũi tên định hướng, đầu chỉ bắc của kim trùng với mũi tên đỏ. Sau khi đã điều chỉnh địa bàn, chọn một mốc (địa hình, địa vật) trên hướng ngắm để đánh dấu và di chuyển về phía mốc đánh dấu đó. Lưu ý là cần giữ địa bàn nằm ngang để kim địa bàn có thể di chuyển tự do và giữ góc mở của nắp địa bàn (gương) ở vị trí tối đa là 70° vì với góc mở lớn hơn, độ sai số khi ngắm hướng sẽ tăng thậm chí tới 5°.

Để xác định góc phương vị đường phương cầu tạo mặt, áp cạnh dài của địa bàn vào mặt cầu tạo, điều chỉnh cho địa bàn nằm ngang, xoay nắp bàn độ đến khi kim địa bàn nằm trong mũi tên định hướng, đọc số trùng với điểm chỉ số. Để đo đường hướng dốc, áp bản lề và nóc của địa bàn vào mặt cầu tạo, điều chỉnh địa bàn nằm ngang, xoay nắp bàn độ đến khi kim địa bàn nằm trong mũi tên định hướng, đọc số trùng với điểm chỉ số. Để đo góc dốc của mặt cầu tạo, mở nắp tới vị trí 90°, xoay nóc bàn độ đến khi điểm Tây (W) của nắp bàn độ trùng với điểm chỉ số, đặt địa bàn nằm nghiêng và áp cạnh dài của địa bàn phía có thước đo độ trên mặt cầu tạo, điều chỉnh cho mặt địa bàn thẳng đứng và vuông góc đường phương. Tìm số đo trên thước đo độ tại vị trí kim chỉ góc dốc.

Địa bàn kỹ thuật số

Với sự phát triển của công nghệ số và GPS, gần đây đã xuất hiện địa bàn kỹ thuật số. Địa bàn kỹ thuật số có ý nghĩa tương tự như địa bàn truyền thống, chỉ khác là nó có một cấu hình kỹ thuật số (thường là tinh thể lỏng) và cho ta các thông số đo đạc dựa vào việc tính toán các thông số bằng các thuật toán. Thay vì sử dụng từ trường để định hướng như địa bàn thông thường, địa bàn kỹ thuật số sử dụng các vệ tinh để tính toán vị trí và số liệu đo đạc. Vì vậy, các địa bàn kiểu này thường không bị tác động của các yếu tố gây từ tính trong môi trường xung quanh nơi đo đạc.

Địa bàn số thông dụng nhất được các nhà địa chất sử dụng là kiểu Lister, thường được tích hợp trên máy điện thoại thông minh Iphone [H.6]. Địa bàn này sử dụng đại số vector để xác định sự định hướng của của địa bàn theo hai phương pháp: 1) đường phương - góc dốc - góc đồ (sử dụng phương pháp truyền thống được áp dụng trong địa chất học để mô tả đường phương và góc dốc của một mặt của địa bàn và góc đồ của trục dài của địa bàn trong mặt này); 2) góc lệch - độ dốc - trục (tương tự như sử dụng trong hàng không để mô tả hướng cắm, góc cắm và sự xoay tròn). Phương pháp thứ hai được sử dụng tốt nhất để xác định các cấu tạo (các đường xuất hiện trên bề mặt thể địa chất). Phương pháp thứ nhất sử dụng thích hợp hơn đối với các mặt địa chất; ưu điểm của phương pháp này là chỉ cần một phép đo là đủ để mô tả cả cấu tạo mặt và cấu tạo đường.



Hình 6. Địa bàn kỹ thuật số tích hợp trên máy điện thoại thông minh Iphone với phương pháp đo đạc kiểu Lister. **Ký hiệu:** Data descriptor – Mô tả dữ liệu. Stop – dừng hoạt động; Measure – đo đạc; Strike – đường phương; Dip – góc dốc; Rake – góc hợp bởi đường phương và đường dốc (cấu tạp mặt) hoặc đường căn (cấu tạo đường); Yaw – xoay theo trục thẳng đứng vuông góc với hướng dịch chuyển; Pitch – xoay theo trục nằm ngang vuông góc hướng dịch chuyển; Roll – xoay quanh trục nằm ngang song hướng dịch chuyển.

Ngoài địa bàn kiểu Lister kê trên, địa bàn kỹ thuật số còn được tích hợp trên các dụng cụ kỹ thuật số khác như một số loại địa bàn số chuyên dụng có tích hợp với nhiều tính năng khác, hoặc là một phần của các máy GPS hoặc được tích hợp trên một số điện thoại thông minh khác như HTC, v.v...

Tài liệu tham khảo

- Roger M., 1997. Geological Methods in Mineral Exploration and Mining. *Springer*. 105 pgs.
- Borradaile, G. J., 2003. Statistics of Earth Science Data: Their Distribution in Time, Space and Orientation. *Springer*. 351 pgs.
- Hoek E., Kaiser P.K., Bawden W.F., 1995. Support of Underground Excavations in Hard Rock. *Taylor & Francis*: 22-23. ISBN 978-90-5410-186-4.
- <http://geologycompass.com>
- <http://www.breithaupt.de/>
- http://www.geolab.nrcan.gc.ca/geomag/e_magdec.html
- <http://www.isu.edu/outdoor/maplong.htm>
- <http://www.prospectors.com.au/p-327-freiberg-geological-360-compass.aspx>
- <http://www.uio.no/~kjetikj/compass/>
- McClay K. R., 1987. The Mapping of Geological Structures (Geological Society of London Handbook Series). *John Willey and Sons*. 161 pgs.
- Schimmrich S. H., 1998. Compass Tutorial. *Earth Science Australia*. <http://earthsci.org/education/fieldsk/compass/compass.html>