

## **KỸ THUẬT ĐO ĐỘ DÀI – ĐO KHOẢNG CÁCH TRONG TRẮC ĐỊA**

Trắc địa hay còn gọi là trắc đạc, là một ngành khoa học về đo đạc và xử lý số liệu đo đạc địa hình và địa vật nằm trên bề mặt trái đất. Đây là ngành nghề có từ lâu đời, đóng góp quan trọng và liên quan mật thiết đến nhiều lĩnh vực của xã hội, có thể kể đến một số lĩnh vực như:

– Trong nghiên cứu và quy hoạch: Trắc địa cung cấp số liệu đo chi tiết phục vụ cho việc nghiên cứu và quy hoạch, từ việc thiết lập bản đồ địa hình của một đất nước, xây dựng mô hình quy hoạch, quản lý đô thị đến việc thiết kế và thi công các công trình.

– Đối với lĩnh vực quản lý tài nguyên: Trắc địa cung cấp số liệu giúp xây dựng nên bản đồ quản lý tài nguyên khoáng sản, đất đai, rừng, giao thông, viễn thông, thủy lợi và bảo vệ bờ biển, tài nguyên trên biển cùng nhiều ứng dụng khác.

– Trắc địa trong xây dựng đóng vai trò quan trọng trong các giai đoạn của việc xây dựng công trình, từ quy hoạch, thiết kế, thi công, đến hoàn công. Trắc địa là một phần quyết định đến kết quả xây dựng các công trình.

– Định vị và điều hướng: Máy GPS, một sản phẩm của trắc địa, được sử dụng rộng rãi trong việc đo đạc, kiểm tra diện tích, phân lô đất nông nghiệp, lâm nghiệp, định vị vị trí, điều hướng di chuyển các vật thể trên đất liền, tàu thuyền trên biển, ...

– Ngoài tính ứng dụng cuộc sống, kỹ thuật đo khoảng cách trong Trắc địa cũng được ứng dụng rất nhiều trong nghiên cứu khoa học, nhất là những nghiên cứu về Trái đất, thiên văn, vũ trụ như: Sự biến đổi khí hậu, biến đổi địa chất trong và ngoài Trái đất, xây dựng hệ thống trắc địa Quốc gia, nghiên cứu thiên văn, ...

Phương tiện đo (PTĐ) (hay gọi là Máy đo) trắc địa là một trong những điều kiện quan trọng để đo đạc chính xác và hiệu quả. Trong vòng 20 năm lại đây, các PTĐ khoảng cách trong trắc địa đã phát triển rất đa dạng, phong phú và đã có bước tiến đạt độ chính xác đến “ $\mu\text{m}$ ”. Cùng với nhu cầu phát triển đa dạng phục vụ cho nhiều mục đích (Đo khảo sát, thiết kế, thi công công trình, quan trắc tài nguyên môi trường, ...) các PTĐ đã phát triển đa dạng hơn cả về nguyên lý đo, phương pháp đo hay cách thức vận hành.

Các PTĐ trắc địa cơ bản như “*Máy thủy chuẩn*”, “*Toàn đạc điện tử*”, “*Máy thu tín hiệu vệ tinh GNSS*” đang ngày càng được cải tiến, nhỏ gọn hơn, tiện dụng hơn, độ chính xác cao hơn, tích hợp thêm những chức năng xử lý thông tin, dữ

liệu để giải quyết được các bài toán có khối lượng lớn.

Xu thế đo khảo sát địa hình ngày nay hướng đến ứng dụng kỹ thuật thăm dò từ xa (Viễn thám) để có thể khảo sát được nhiều loại địa hình hơn. Trước đây đối với kỹ thuật đo viễn thám chỉ sử dụng đến các thiết bị bay (có người lái và không người lái) kết hợp cùng máy ảnh chuyên dụng để tiến hành bay chụp các khu vực mà con người không đến được. Tuy nhiên, để giải quyết vấn đề xử lý ảnh chụp hàng không (Độ chi tiết, tỉ lệ trùng lặp ảnh, kinh nghiệm của người đo, ...) và nâng cao độ chi tiết, độ chính xác của kết quả thu được, Các máy thu tín hiệu vệ tinh, máy quét laser ngày càng được thiết kế nhỏ gọn, tích hợp được trên các thiết bị bay không người lái tạo thành hệ thống *LIDAR (Laser Imaging, Detection, and Ranging)*.

Ngoài ra vấn đề về biến đổi khí hậu hiện nay đang là vấn đề rất được quan tâm trên thế giới, ngành nghiên cứu trắc địa cao cấp cũng phải phát triển hơn để kịp thời nắm bắt được vấn đề biến đổi khí hậu. Vậy nên, các PTĐ trắc địa cũng được nghiên cứu, đổi mới rất nhiều để có thể phục vụ tốt trong nghiên cứu các tác động, thay đổi của địa hình vùng biển, đất liền. Ngoài các PTĐ trắc địa cơ bản như đã biết, rất nhiều các thiết bị đo phục vụ cho một mục đích cụ thể đã ra đời như:

- Trên mặt đất: Laser Tracker; Laser Scanner, ...
- Trên không: UAV, Lidar, ...
- Trong không gian: Các hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu GNSS, máy thu tín hiệu định vị vệ tinh, ...
- Đo sâu, công trình ngầm và trên Biển: Máy đo sâu hồi âm; thiết bị Đo quét sườn (Side Scan Sonar) ,...

Với việc sử dụng tràn lan không qua kiểm soát về mặt đo lường (liên kết chuẩn, kiến thức của cán bộ làm công tác đo lường) sẽ gây ra sự thiếu chính xác, thiếu đồng bộ trong hoạt động sản xuất, đo đạc lấy số liệu, ... sẽ ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Vì vậy, việc nghiên cứu xây dựng tài liệu kỹ thuật chuyên sâu trong lĩnh vực đo lường Độ dài nói chung và đo khoảng cách trong trắc địa nói riêng để hỗ trợ cho công tác: hiệu chuẩn, kiểm định, đào tạo và hướng dẫn sử dụng các máy đo trong trắc địa cho các Bộ, ngành, địa phương và các trường Đại học là việc làm hết sức cần thiết.

Từ 2021 đến 2023, đội ngũ chuyên gia, giảng viên, cán bộ kỹ thuật phòng đo lường Độ dài đã chủ trì và phối hợp với các chuyên gia, giảng viên, cán bộ kỹ thuật có chuyên môn sâu về đo lường của Hội Đo lường Việt Nam; Vụ Đo lường, Tổng cục TCĐLCL; Trung tâm Kỹ thuật TCĐLCL 1, 2, 3; Cục đo đạc, bản đồ và

Thông tin địa lý Việt Nam – Bộ Tài nguyên và Môi trường ... để biên soạn, góp ý, chỉnh sửa, thống nhất và hoàn chỉnh, sẵn sàng cho phổ biến, đào tạo đối với tài liệu kỹ thuật đo độ dài – Đo khoảng cách trong trắc địa.

Bộ tài liệu này cung cấp kiến thức chung từ mức cơ bản đến nâng cao và các kiến thức chuyên sâu về kỹ thuật đo và hiệu chuẩn PTĐ, chuẩn đo lường lĩnh vực đo kích thước trong trắc địa. Nội dung bộ tài liệu bám sát đến các chuẩn, PTĐ trắc địa đặc trưng, phổ biến, ứng dụng nhiều trong đời sống xã hội trong nước. Nội dung cơ bản của bộ tài liệu bao gồm:

– ***Tổng quan về lĩnh vực độ dài trong trắc địa:***

+ Quá trình phát triển đo lường trong trắc địa từ thời kỳ cổ đại với những phép đo lường cơ bản đầu tiên xây dựng nên những công trình lớn như kim tự tháp cho đến thời kỳ cận đại với những máy móc cơ khí, thế hệ máy trắc địa đầu tiên ra đời.

+ Ứng dụng của trắc địa trong đời sống và xu hướng mới của thế giới. Kỹ thuật đo khoảng cách trong Trắc địa có vai trò quan trọng trong nhiều lĩnh vực của cuộc sống, xuất hiện trong nhiều lĩnh vực cần xác định khoảng cách lớn, định vị, đánh giá hiện trạng,... Khoa học công nghệ ngày nay đã phát triển vô cùng nhanh chóng với nhu cầu ngày càng cao về độ chính xác của các PTĐ, các PTĐ trắc địa cũng không nằm ngoài xu thế đó. Các PTĐ đã phát triển đa dạng hơn không chỉ về hình thức bên ngoài, tính tiện dụng mà cả về nguyên lý đo, phương pháp đo hay cách thức vận hành.

+ Nguyên lý hoạt động, các phương pháp đo và các sai số chính ảnh hưởng đến độ chính xác của PTĐ trắc địa. Mặc dù chủng loại các PTĐ khoảng cách trong trắc địa rất đa dạng nhưng cơ bản các nhóm PTĐ đều tuân thủ một nguyên lý hoạt động cơ bản. Thực chất đó là bài toán chuyển động đều, nghĩa là mối tương quan giữa khoảng cách  $D$  với tốc độ  $v$  và thời gian  $t$ . Từ nguyên lý chung, các nhà nghiên cứu đã tìm ra nhiều phương pháp đo khác nhau để xác định các yếu tố thành phần và nâng cao độ chính xác.

– ***PTĐ khoảng cách trong trắc địa:***

Giới thiệu một số PTĐ trắc địa cơ bản, phổ biến nhất sử dụng trong đo khoảng cách:

+ Nhóm PTĐ khoảng cách quang điện: gồm các loại PTĐ khoảng cách quang điện dạng cầm tay, các loại máy Toàn đạc điện tử và nguyên lý đo của chúng. Đây là nhóm PTĐ phổ biến nhất, đa dạng nhất với rất nhiều biến đổi khác nhau đáp ứng từng nhóm công việc khác nhau. Cùng với sự đa dạng về chủng loại, đây cũng là nhóm PTĐ đa dạng về độ chính xác (từ độ chính xác thấp lên

đến hàng mét cho đến độ chính xác cao chỉ ở mức mm).

+ Máy đo quét laser (*Laser Tracker/ Laser Scanner*): Giới thiệu nguyên tắc đo, cấu tạo và một số loại máy đo quét laser thông dụng. Đây là nhóm PTĐ không mới trên thế giới nhưng ở Việt Nam chưa thực sự phổ biến, chủ yếu đáp ứng nhu cầu trong một số ngành sản xuất, một số ít trong đo vẽ khảo sát địa hình.

+ Máy thu tín hiệu vệ tinh GNSS: Các PTĐ trong nhóm này mới thực sự phát triển tại Việt Nam trong 10 năm trở lại đây. Cho đến nay, các máy thu tín hiệu GNSS đã được sử dụng rất nhiều, tích hợp trên nhiều loại thiết bị khác nhau và tạo thành nhiều tổ hợp thiết bị, đáp ứng đa dạng nhu cầu sử dụng. Bộ tài liệu sẽ giới thiệu về vấn đề phân loại PTĐ, phương pháp đo cũng như một số yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác của PTĐ.

– ***Chuẩn đo lường và liên kết chuẩn đo lường lĩnh vực đo độ dài trong Trắc địa:***

+ Giới thiệu về liên kết chuẩn, cung cấp sơ đồ liên kết chuẩn cơ bản từ Chuẩn Quốc gia dẫn xuất xuống đến các chuẩn, PTĐ cấp dưới. Sơ đồ liên kết chuẩn sẽ cho thấy một ánh nhìn tổng quan, dễ hình dung nhất về hệ thống các Chuẩn đo lường phục vụ cho công tác hiệu chuẩn/ kiểm định PTĐ khoảng cách trong trắc địa.

+ Bên cạnh việc giới thiệu về liên kết chuẩn, tài liệu cung cấp các thông tin từ tổng quan đến chi tiết cho các Chuẩn đo lường nằm trong chuỗi liên kết chuẩn đo lường. Các chuẩn đo lường lần lượt được giới thiệu trong bộ tài liệu bao gồm:

- Chuẩn đầu – Chuẩn quốc gia: *Nguồn bước sóng chuẩn Laser He-Ne 633 nm ổn định tần số bằng I-ốt;*
- Chuẩn thứ: *Hệ thống chuẩn đo độ dài lớn sử dụng nguồn giao thoa laser;*
- Chuẩn chính - Chuẩn bậc 1: *Máy đo khoảng cách tuyệt đối;*
- Chuẩn công tác - Chuẩn bậc 2: *Đường chuẩn EDM và mốc chuẩn GPS.*

– ***Hiệu chuẩn, kiểm định các PTĐ trong trắc địa:***

+ Tài liệu sẽ giới thiệu nội dung phương pháp hiệu chuẩn/ kiểm định hiện hành phục vụ công tác hiệu chuẩn, kiểm định PTĐ khoảng cách trong trắc địa (PTĐ khoảng cách quang điện; PTĐ thu tín hiệu GNSS). Nội dung trình bày tập trung vào các vấn đề:

- Phạm vi áp dụng;
- Điều kiện thực hiện;
- Các bước chuẩn bị;
- Các bước tiến hành (cách thực hiện và tính toán xử lý số liệu);
- Hướng dẫn đánh giá độ không đảm bảo đo (đối với hiệu chuẩn).

Việc xây dựng thành công bộ tài liệu kỹ thuật này là bước khởi đầu thuận lợi hướng tới mục tiêu chuẩn hóa và làm phong phú thêm tủ tài liệu chuyên ngành đo lường nói chung và đo lường Độ dài nói riêng. Tài liệu kỹ thuật này là cơ sở quan trọng để từng bước bồi dưỡng, nâng cao chuyên môn nghiệp vụ cho các cán bộ tham gia hoạt động đo lường, giúp các đơn vị có hoạt động trong lĩnh vực Đo lường của Tổng cục TCĐLCL cũng như các cơ sở đào tạo chuyên môn đo lường khác, các trường đại học, cao đẳng, trung cấp chuyên nghiệp có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo để biên soạn giáo án đào tạo, định hướng nghề nghiệp cho học viên, giúp phát triển nguồn nhân lực, từng bước đáp ứng nhu cầu của các cơ sở, đơn vị muốn xây dựng, phát triển đo lường Độ dài trong lĩnh vực trắc địa. Ngoài ra, tài liệu còn giúp nâng cao nhận thức của xã hội về vai trò của ngành đo lường, góp phần hỗ trợ doanh nghiệp Việt Nam nâng cao năng lực cạnh tranh và hội nhập quốc tế.

Nội dung bộ tài liệu có sự đóng góp của các cá nhân, tổ chức, cũng như tìm hiểu từ các nguồn tài liệu uy tín trong và ngoài nước. Ban soạn thảo rất mong nhận được các ý kiến góp ý từ các chuyên gia hoạt động trong lĩnh vực Đo lường Độ dài, từ các bạn đọc tâm huyết trong ngành trắc địa, để lần tái bản sau được bổ sung đầy đủ, hoàn thiện hơn.

*Hà Nội, tháng 3/2024*

Phòng đo lường Độ dài, Viện Đo lường Việt Nam

**Tổng Công Dũng và cộng sự**

*(Lưu ý: Nếu Quý độc giả quan tâm bản đầy đủ tài liệu kỹ thuật đo xin liên hệ theo số điện thoại 0986025520)*