

ĐẢM BẢO CÔNG TÁC KHẢO SÁT ĐỊA HÌNH CÔNG TRÌNH DẠNG TUYẾN BẰNG TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ VÀ MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO

TS. VŨ THẠNG

Bộ môn Trắc địa - Trường Đại học Xây dựng

Tóm tắt: Bài báo trình bày các đặc trưng và yêu cầu của công tác khảo sát địa hình công trình dạng tuyến. Đồng thời giới thiệu ưu điểm của thiết bị và công nghệ hiện đại trong khảo sát địa hình công trình dạng tuyến.

1. Mở đầu

Từ yêu cầu về độ chính xác đo, vẽ lập bản đồ tỉ lệ lớn, khi ứng dụng toàn đạc điện tử (TĐĐT) hoàn toàn có thể đáp ứng được các chỉ tiêu kĩ thuật, theo số liệu nghiên cứu ở [5]. Trong bài báo giới thiệu đặc trưng công trình dạng tuyến, khả năng của thiết bị và công nghệ hiện đại, từ đó đưa ra các yêu cầu về công tác ngoại và nội nghiệp khi xây dựng mô hình số độ cao (MHSĐC) bằng TĐĐT để lập bình đồ và mặt cắt phục vụ xây dựng công trình dạng tuyến. Giới thiệu qui trình khảo sát, thiết kế phù hợp nội dung quản lý công tác khảo sát, thiết kế, thi công công trình dạng tuyến theo tọa độ.

2. Đặc trưng của công tác khảo sát địa hình công trình giao thông, thủy lợi dạng tuyến

Công trình giao thông, thủy lợi thường là những dạng công trình hình tuyến, trải dài theo dáng đất. Trong quá trình thiết kế, xây dựng các chỉ tiêu kĩ thuật, chất lượng, hiệu quả kinh tế của các công trình được xác định phụ thuộc nhiều bởi yếu tố địa hình. Một công trình đáp ứng được các yêu cầu kĩ thuật, có hiệu quả kinh tế hay không thì yếu tố địa hình đóng một vai trò rất quan trọng. Nhiều công trình do số liệu khảo sát địa hình không đầy đủ, thiếu chính xác hoặc quá trình thiết kế chưa quan tâm đúng mức tới yếu tố địa hình dẫn tới công trình không đảm bảo các yêu cầu về kinh tế, kĩ thuật; thậm chí nhiều công trình không thể đưa vào khai thác sử dụng dẫn tới việc đầu tư xây dựng kém hiệu quả.

Các tham số kĩ thuật đặc trưng về tuyến công trình trong quá trình khảo sát thiết kế thường xác định dựa theo bình đồ, mặt cắt dọc và mặt cắt ngang tuyến. Việc xác định vị trí đỉnh đường cong bằng, đường cong đứng, xác định các tham số đường cong bị phụ thuộc nhiều vào địa hình dọc tuyến.

Quá trình khảo sát, thiết kế lặp lại nhiều lần trên cùng một tuyến qua các giai đoạn, các bước thiết kế, từ lập phương án khả thi, thiết kế kĩ thuật và cuối cùng là lập bản vẽ thi công.

Khối lượng đào đắp của công trình thường được tính dựa trên mặt cắt ngang. Mật độ mặt cắt ngang sử dụng trong các giai đoạn khác nhau từ 100m/cắt, 50m/cắt, 25m/cắt đến 20m/cắt và mặt cắt ngang bổ sung ở các vị trí đặc trưng trên tuyến của công trình như điểm đầu, điểm giữa, điểm cuối đường cong hay các vị trí địa hình có thay đổi đột ngột,... Độ chính xác tính khối lượng đào đắp phụ thuộc vào độ chính xác, mật độ khảo sát đo vẽ mặt cắt và phụ thuộc vào đặc trưng của địa hình.

Các qui phạm hiện hành đo vẽ mặt cắt và bình đồ công trình dạng tuyến chủ yếu xây dựng trên cơ sở thiết bị và công nghệ truyền thống. Hiện nay việc sử dụng thiết bị hiện đại là TĐĐT có độ chính xác và khả năng tự động hoá rất cao. Dùng MHSĐC tránh được sai số về địa hình so với phương pháp vẽ truyền thống; số liệu khảo sát qua các giai đoạn khác nhau được sử dụng hợp lý, tránh đo lặp lại; quản lý và xuất ra số liệu rất thuận lợi,... Những ưu điểm của thiết bị và công nghệ hiện đại giúp công tác khảo sát địa hình công trình dạng tuyến thuận lợi, giảm thời gian và hiệu quả hơn nhiều.

3. Khả năng của thiết bị và công nghệ hiện đại trong khảo sát địa hình

Theo công nghệ truyền thống, công tác khảo sát địa hình công trình dạng tuyến thường được thực hiện theo các phương pháp đo vẽ trực tiếp, sử dụng các máy quang cơ. Do các hạn chế của thiết bị, điều kiện giá thành khảo sát, độ chính xác lập tài liệu địa hình chỉ đạt đủ độ chính xác yêu cầu của tỉ lệ tài liệu khảo sát cần lập trong từng giai đoạn. Các giai đoạn tiếp sau lại phải khảo sát lại ở mức độ chi tiết và chính xác hơn. Số liệu khảo sát ở các giai đoạn trước thường chỉ sử dụng được các điểm mốc khống chế, còn nội dung đo vẽ chi tiết hầu như không được sử dụng lại. Nội dung đo vẽ chi tiết cũ chỉ dùng để tham khảo vì hạn chế về độ chính xác và công nghệ tái sử dụng.

Hiện nay nhờ tiến bộ của khoa học kĩ thuật, các thiết bị, công nghệ ứng dụng trong khảo sát địa hình như TĐĐT, hệ thống định vị toàn cầu GPS, bản đồ kĩ thuật số có nhiều ưu điểm hơn.

Các máy TĐĐT có khả năng xác định vị trí điểm với độ chính xác rất cao, thoả mãn yêu cầu lập tất cả các loại bản đồ tỉ lệ lớn. Máy TĐĐT không ngừng được nâng cấp, hoàn thiện; Từ thế hệ máy TĐĐT đo với dạng gương phản xạ vuông góc tới dạng gương 360°, từ máy TĐĐT cần người đo bắt mục tiêu tới máy tự động bắt mục tiêu; Từ máy đo phải ghi số liệu bằng tay tới máy tự lưu số liệu, giúp tránh được lỗi sai lầm thường xảy ra trong quá trình ghi chép số liệu.

Hệ thống định vị toàn cầu GPS ứng dụng trong trắc địa cho nhiều khả năng mới, với các tính năng kỹ thuật hơn hẳn so với các thiết bị cũ. Xây dựng lưới khống chế trắc địa bằng công nghệ GPS có nhiều ưu điểm vượt trội về độ chính xác, khoảng cách đo, yêu cầu thông hướng, điều kiện thời tiết, thời gian thực hiện,...

Số liệu đo vẽ trực tiếp để lập tài liệu khảo sát địa hình phục vụ thiết kế công trình giao thông, thủy lợi dạng tuyến, có thể thực hiện bằng nhiều phương pháp, trong đó đo bằng TĐĐT là phổ biến nhất.

Đo bằng TĐĐT, các số liệu đo được tự động lưu trong máy sau đó chuyển sang máy tính, số liệu đo được giữ nguyên dạng, tránh được sai sót do ghi chép, nhập số liệu. Đó là lỗi sai lầm, rất khó khắc phục trong quá trình khảo sát bằng thiết bị và công nghệ cũ. Máy TĐĐT được nâng cấp nhiều lần với các tính năng vượt trội hơn. Từ thế hệ TĐĐT sử dụng gương vuông góc một chiều, gương 360° đến máy có chế độ đo không gương, từ khoảng cách đo giới hạn vài trăm mét tới khoảng cách đo vài nghìn mét. Từ máy do người đo điều khiển trực tiếp đến máy có chế độ bắt mục tiêu, tự đo và tự động lưu số liệu. Với TĐĐT, khi đo vẽ địa hình theo phương pháp trực tiếp cho nhiều khả năng mới về độ chính xác, khoảng cách đo, với máy có chế độ không gương khắc phục được những khó khăn khi tiếp cận địa hình đặc biệt hiểm trở.

Trên mô hình số địa hình, số liệu khảo sát của các điểm chi tiết đặc trưng cho địa hình, địa vật từ các giai đoạn trước đủ độ chính xác sử dụng vào các giai đoạn sau. Việc xây dựng mô hình số địa hình dựa trên số liệu khảo sát qua nhiều giai đoạn cho tài liệu có tính liên tục, kế thừa, không phải đo đi đo lại toàn bộ các điểm mà chỉ đo bổ sung các điểm cần thiết. Mặt cắt dọc tim tuyến và các mặt cắt ngang được xác định theo tuyến được chọn, đã được thay đổi hiệu chỉnh qua các bước thiết kế, dựa vào mô hình số địa hình xây dựng qua các bước mà không cần phải đo vẽ trực tiếp ngoài thực địa như công nghệ cũ. Độ chính xác lập mặt cắt chỉ phụ thuộc vào mức độ khái quát hoá địa hình. Mật độ điểm chi tiết và độ khái quát hoá thể hiện qua tỉ lệ của mô hình số địa hình được lập. Trong quá trình khảo sát thiết kế, việc chọn tuyến ngoài thực địa kết hợp với mô hình số địa hình, đặc biệt trong giai đoạn lựa chọn phương án và chính xác hoá tuyến cho kết quả tối ưu và rất hiệu quả; Đảm bảo được yêu cầu kỹ thuật, tốn ít công sức, dễ bổ sung hiệu chỉnh và hiệu quả kinh tế hơn. Đây là khả năng hơn hẳn so với cách thiết kế truyền thống thể hiện trên giấy.

4. Xây dựng qui trình khảo sát, thiết kế phù hợp

Việc thực hiện khảo sát, thiết kế công trình giao thông, thủy lợi dạng tuyến bằng thiết bị và công nghệ hiện đại để đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật, rút ngắn thời gian và hiệu quả kinh tế, chúng ta cần có một qui trình phù hợp, có những điểm khác với qui trình hiện đang được áp dụng. Các bước cần thực hiện trong qui trình mới khi ứng dụng thiết bị và công nghệ hiện đại là:

- Từ các tài liệu khảo sát địa hình đã có, kết hợp với các yêu cầu về kinh tế kỹ thuật bước đầu xác định tuyến của công trình;

- Xây dựng lưới khống chế mặt bằng và độ cao, đủ độ chính xác và mật độ điểm cho tất cả các bước tiếp theo. Lưới khống chế mặt bằng thường có hai hoặc ba cấp. Lưới mặt bằng cấp trên là lưới hạng III hoặc hạng IV, đo theo công nghệ GPS và được kết nối với mạng lưới quốc gia. Lưới mặt bằng hạng dưới thường là đường chuyên cấp 2. Lưới độ cao hạng trên là hạng III hoặc hạng IV, đo theo phương pháp đo cao hình học từ giữa. Lưới độ cao hạng dưới là đường chuyên độ cao kỹ thuật, có thể đo theo phương pháp đo cao hình học với máy thủy bình, đo cao lượng giác với máy TĐĐT, đo cao GPS; đặc biệt lưu ý hệ độ cao dùng trong xây dựng công trình. Cần có sự kiểm tra đánh giá phương pháp, kết quả chênh cao đo được, đặc biệt khi sử dụng chênh cao trắc địa đo bằng GPS. Hệ thống mốc khống chế cơ sở cấp thấp nhất được xác định đồng thời toạ độ và độ cao rất phù hợp cho các công tác đo vẽ thi công sau này;

- Khảo sát địa hình, lập bình đồ tuyến, mặt cắt dọc và mặt cắt ngang qua các bước theo yêu cầu của công tác thiết kế trên mô hình số địa hình được đo bổ sung qua các bước khảo sát địa hình. Khi đo bằng TĐĐT độ chính xác các điểm chi tiết thoả mãn yêu cầu của các loại tỉ lệ bản đồ, chỉ khác nhau ở mật độ điểm và mức độ khái quát hoá, vì vậy các điểm chi tiết đo ở giai đoạn trước vẫn có thể dùng vào giai đoạn sau. Giai đoạn khảo sát tiếp theo chỉ cần đo bổ sung đủ mật độ điểm cần thiết đáp ứng yêu cầu của tỉ lệ bản đồ cần lập.

Trên thực tế, qui trình khảo sát phù hợp khi sử dụng TĐĐT và MHSĐC là:

1. Bước lập dự án đầu tư

1.1. Xây dựng lưới khống chế xác định (XYH), lưới mặt bằng đến đường chuyên cấp 2, lưới khống chế độ cao cấp kỹ thuật cho hệ thống mốc cơ sở thấp nhất dọc tuyến.

1.2. Đo bình đồ tuyến tỉ lệ 1/2000 (1/5000) với khoảng cao đều 0,5m đến 2,5m tùy theo độ dốc của địa hình.

1.3. Xây dựng MHSĐC-1 từ số liệu đo TĐĐT;

1.4. Xuất bình đồ tuyến tỉ lệ 1/2000 từ MHSĐC-1.

1.5. Xuất mặt cắt dọc tỉ lệ 1/2000 từ MHSĐC-1.

1.6. Xuất mặt cắt ngang tỉ lệ 1/200 từ MHSĐC-1.

2. Bước thiết kế kỹ thuật

2.1. Từ tuyến được chính xác hoá ở bước 1, xây dựng bổ sung lưới khống chế cơ sở cấp thấp nhất xác định (XYH), lưới mặt bằng đến đường chuyên cấp 2, lưới khống chế độ cao cấp kỹ thuật nếu cần.

2.2. Đo bổ sung địa hình tuyến, đủ lập bình đồ tuyến tỉ lệ 1/1000 hoặc 1/500 ở những vị trí cần thiết với khoảng cao đều 0,5m đến 2,0m tùy theo độ dốc của địa hình. Trong giai đoạn này tuyến được định vị ngoài thực địa bằng các điểm mia. Có thể cố định tuyến bằng cọc tạm còn tuyến được quản lý bằng vị trí ngoài thực địa bằng các điểm mia. Đồng thời đo các điểm đặc trưng của cắt dọc, cắt ngang với độ chính xác chi tiết. Vị trí mặt cắt dọc, mặt cắt ngang xác định từ MHSĐC-1 dùng TĐĐT chuyển vị trí ra ngoài thực địa và đo 20 chi tiết mặt cắt.

2.3. Xây dựng MHSĐC-2 từ số liệu đo TĐĐT ở bước 2.2 và sử dụng số liệu cũ ở bước 1.2 những đoạn tuyến trùng lặp. Trên thực tế phần trùng lặp rất nhiều đối với những phương án tốt của bước 1.

2.4. Xuất bình đồ tuyến tỉ lệ 1/1000 hoặc 1/500 ở những đoạn đặc biệt từ MHSĐC-2.

2.5. Xuất mặt cắt dọc tỉ lệ 1/1000 hoặc 1/500 ở những đoạn đặc biệt từ MHSĐC-2.

2.6. Xuất mặt cắt ngang tỉ lệ 1/100 từ MHSĐC-2.

3. Bước lập bản vẽ thi công

3.1. Chính xác hoá tuyến ngoài thực địa. Lưu tất cả các điểm đặc trưng của tuyến vào tệp điểm. Đo bổ sung địa hình tuyến, đủ lập bình đồ tuyến tỉ lệ 1/500 ở những vị trí cần thiết với khoảng cao đều 0,5m đến 2,0m tùy theo độ dốc của địa hình. Trong giai đoạn này tuyến đã chọn trong bước thiết kế kỹ thuật được định vị chính xác ngoài thực địa bằng các điểm mia. Có thể cố định tuyến bằng cọc tạm, còn tuyến được quản lý bằng tọa độ trên bình đồ số độ cao. Đồng thời đo các điểm đặc trưng của cắt dọc, cắt ngang với độ chính xác chi tiết bổ sung. Đo đầy đủ cắt ngang tại các điểm đặc trưng của tuyến đến tỉ lệ ở bước lập bản vẽ thi công.

3.2. Xây dựng MHSĐC-3 từ số liệu đo TĐĐT ở bước 3.1 và sử dụng số liệu cũ ở bước 2.3. Trên thực tế số lượng điểm từ bước thiết kế kỹ thuật được sử dụng lại rất hiệu quả. Số lượng điểm đo ở bước 3.1 chỉ là bổ sung chính xác hoá hơn.

3.3. Xuất lại bình đồ tuyến tỉ lệ 1/1000 hoặc 1/500 ở những đoạn đặc biệt từ MHSĐC-3.

3.4. Xuất lại mặt cắt dọc tỉ lệ 1/1000 hoặc 1/500 ở những đoạn đặc biệt từ MHSĐC-3.

3.5. Xuất lại mặt cắt ngang tỉ lệ 1/100 từ MHSĐC-3, đồng thời xuất bổ sung mặt cắt ngang ở những vị trí cần thiết.

Qua thực tế cho thấy số lượng điểm đo ở bước 3 chỉ chiếm khoảng 10%, còn lại 30% số lượng điểm đo khảo sát ở bước 1 và 60% số lượng điểm đo khảo sát ở bước 2.

5. Quản lý công tác khảo sát, thiết kế, thi công công trình dạng tuyến theo tọa độ

Bằng thiết bị và công nghệ hiện đại, ngày nay bản đồ, mặt cắt thường được lập từ mô hình số độ cao. Trên mô hình số độ cao có được, việc xác định tuyến công trình, chuẩn hoá tuyến qua từng bước. Tuyến công trình được xác định đi qua các điểm địa danh cần tới, các điểm địa vật cần tránh, cập nhật các thông số thiết kế như bán kính cong, độ dài đường cong, độ dốc công trình, xác định khối lượng đào đắp... để so sánh các phương án, xác định phương án tuyến được chọn. Tuyến thiết kế được chọn ngoài thực địa kết hợp với mô hình số độ cao có nhiều lựa chọn, có điều kiện so sánh, đánh giá giữa các phương án tuyến; cho kết quả chọn phương án tuyến tốt hơn.

Việc xác định tuyến theo phương pháp truyền thống được xác định sơ bộ trong phòng dựa trên các tài liệu khảo sát địa hình đã có, sau đó tuyến được chọn và cố định ngoài thực địa nhờ các cọc định tuyến. Việc khảo sát địa hình tiếp theo được thực hiện theo tuyến đã được xác định. Mọi điều chỉnh các tham số về tuyến được thực hiện qua các bước thiết kế được cập nhật trên tuyến thông qua việc khảo sát, thiết kế bổ sung và trôn lại các cọc định tuyến. Lý trình của tuyến đã được xác định sau khi định tuyến ngoài thực địa. Mọi thay đổi, hiệu chỉnh tuyến ở các bước sau đều làm cho lý trình thực tế của tuyến thay đổi nhưng chúng không được cập nhật bổ sung.

Trong quá trình khảo sát, thiết kế, thi công xây dựng công trình dạng tuyến thì việc cố định tuyến, quản lý các cọc định tuyến, bàn giao giữa các bên liên quan là một việc làm phức tạp, mất nhiều thời gian, công sức, thậm chí gây nhiều khó khăn.

Trên mô hình số địa hình, việc nghiên cứu xác định tuyến tối ưu có nhiều phương án, giúp chọn được phương án thoả mãn các yêu cầu đặt ra. Cố định tuyến được thực hiện trên mô hình số độ cao tương đối đơn giản. Việc thiết kế quản lý tuyến hoàn toàn có thể được thực hiện nhờ tọa độ điểm trên MHSĐC. Đây là công việc đơn giản, mất ít thời gian, dễ thực hiện và rất hiệu quả, đảm bảo các yêu cầu kinh tế và kỹ thuật. Mọi hiệu chỉnh thay đổi các tham số về tuyến đều được cập nhật. Lý trình của

tuyến là lý trình thực tế được xác định ở bước cuối cùng của công tác thiết kế, là lý trình thực của công trình sẽ được xây dựng.

Trên MHSĐC, việc thiết kế, quản lý tuyến hoàn toàn dựa vào tọa độ điểm mặt bằng XY và độ cao H. Khi triển khai thi công rất thuận lợi, các yếu tố về tuyến được triển khai xác định ngoài thực địa thường sử dụng TĐĐT và dựa theo các điểm mốc khống chế. Trong việc quản lý tuyến, bàn giao tuyến giữa các bên liên quan được thực hiện theo tọa độ trong hồ sơ thiết kế, công tác hiện trường chỉ là kiểm tra.

Hiện nay việc quản lý công tác khảo sát, thiết kế, thi công công trình tuyến theo tọa độ trên MHSĐC đã và đang được áp dụng nhưng qui trình, qui phạm hiện hành chưa điều chỉnh kịp thời. Trên thực tế, khi xây dựng công trình còn nhiều bất cập. Nhiều trường hợp vì những lý do rất khác nhau, đôi khi là phi kỹ thuật, người ta áp đặt việc khảo sát, thiết kế thi công theo cọc lý trình được xác định ngoài thực địa bằng các cọc trên mặt cắt dọc, các cọc trên mặt cắt ngang cố định ngoài thực địa theo phương pháp truyền thống mà không cần biết tới khả năng khi ứng dụng công nghệ và thiết bị hiện đại, không cần biết tới các hạn chế của phương pháp truyền thống dẫn đến việc chậm trễ về tiến độ thi công, lãng phí khả năng của thiết bị để thực hiện một nội dung tương đương, gây mất thời gian và không hiệu quả kinh tế.

Việc quản lý công tác khảo sát, thiết kế, thi công công trình dạng tuyến theo tọa độ trên MHSĐC và được định vị ngoài thực địa khi cần thiết là phương pháp phát huy được khả năng của thiết bị và công nghệ hiện đại đang được ứng dụng trong khảo sát thiết kế công trình. Phương pháp này cần được cụ thể hoá trong các qui trình, qui phạm.

6. Kết luận

Qui trình khảo sát, thiết kế phù hợp qua các bước khảo sát công trình dạng tuyến trong giao thông thuỷ lợi thực hiện bằng TĐĐT lập ra MHSĐC giai đoạn sau có sử dụng lại kết quả của các giai đoạn trước, đã phát huy được ưu điểm của thiết bị và công nghệ hiện đại, giảm thời gian khảo sát ngoài thực địa, cho khả năng nghiên cứu phương án tuyến, xác định các yếu tố tuyến kết hợp thực địa và MHSĐC đưa ra tuyến tốt nhất. Thiết kế dựa trên số liệu khảo sát trực tiếp ngoài thực địa và thể hiện trên MHSĐC theo đúng phương án tuyến tốt nhất đã chọn.

So với trình tự cắm cọc ngoài thực địa, quản lý tuyến theo tọa độ như trên giúp rút ngắn thời gian và công sức rất nhiều mà vẫn đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật về thiết kế xây dựng, sử dụng và quản lý công trình dạng tuyến trong giao thông và thuỷ lợi.

Những nội dung đề cập ở trên, chúng tôi đã nghiên cứu ứng dụng cụ thể rất hiệu quả trên nhiều công trình về giao thông, thuỷ lợi dạng tuyến. Các kết quả nghiệm thu hiện trường đều được đảm bảo theo yêu cầu của qui phạm[7].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Qui phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỉ lệ 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/5000, 96TCN 43 : 1990.
2. Qui phạm đo vẽ mặt cắt, bình đồ địa hình công trình thuỷ lợi, 14 TCN 141 : 2005.
3. Qui phạm đo kênh và xác định tim công trình trên kênh, 14 TCN 40-2002.
4. Qui trình khảo sát đường ô tô 22 TCN 262 : 2000.
5. VŨ THẶNG, Độ chính xác của bản đồ địa hình tỉ lệ lớn phục vụ khảo sát, thiết kế và xây dựng công trình. *Tuyển tập công trình khoa học - Đại học Xây dựng, 1/1999.*
6. VŨ THẶNG, Một vài so sánh qui phạm với thực tế khảo sát địa hình bằng thiết bị và công nghệ hiện đại. *Tuyển tập công trình khoa học-ĐHXD, 1/2000.*
7. VŨ THẶNG chủ trì - Đề tài trọng điểm cấp Bộ năm 2008, số B2008-03-47-TĐ.