

NGHIÊN CỨU NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC ĐO ĐẶC TÍNH KHỐI LƯỢNG QUẶNG KHAI THÁC BẰNG CÔNG NGHỆ GPS ĐỘNG (PPK) TẠI MỎ APATIT LÀO CAI

KS. TRẦN VIỆT TUẤN
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Hiện nay công nghệ GPS đã và đang được ứng dụng phổ biến trong nhiều lĩnh vực của chuyên ngành trắc địa. Với đặc điểm thời gian đo tại một điểm rất nhanh (15 s), tầm hoạt động xa (5-10 km), độ chính xác cao nên công nghệ đo GPS động đang được ứng dụng rộng rãi để thành lập bản đồ và mặt cắt địa hình phục vụ khảo sát thiết kế nhiều dạng công trình xây dựng ở Việt Nam. Với loại máy thu GPS 1 tần số đang được sử dụng rộng rãi ở nước ta, điều kiện để có thể ứng dụng phương pháp đo GPS động là khu đo có ít cây cối và thực phủ. Đối với các khu mỏ khai thác lộ thiên có đặc điểm địa hình thông thoáng nên việc ứng dụng công nghệ GPS động (PPK) để đo vẽ địa hình và tính toán khối lượng quặng khai thác là rất phù hợp. Tuy nhiên, khi sử dụng công nghệ GPS động trong thực tế sản xuất vẫn còn gặp một số khó khăn như: mất tín hiệu vệ tinh trong khi đo, dẫn đến mất thời gian khởi đo lại (20 phút), mặt khác hãy còn sự hoài nghi về độ chính xác đạt được của công nghệ đo GPS động trong một số dạng công tác trắc địa. Vì vậy, cần phải khảo sát độ chính xác đạt được của công nghệ GPS động (PPK) và nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật nhằm nâng cao độ chính xác và tính hiệu quả của phương pháp GPS động khi đo vẽ địa hình và tính khối lượng quặng khai thác tại các mỏ lộ thiên.

1. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

1.1. Nguyên lý đo GPS động PPK (Post Processing Kinematic-GPS)

Đo GPS động (Kinematic) là kỹ thuật đo thực hiện theo nguyên lý định vị tương đối, sử dụng ít nhất 2 máy thu, một máy đặt cố định tại điểm đã biết tọa độ gọi là trạm Base (trạm tĩnh), một máy vừa di chuyển vừa đo gọi là trạm Rover (trạm động), kết quả là xác định ra tọa độ tương đối giữa điểm trạm Base và hàng loạt điểm trạm Rover. Theo lý thuyết, phương pháp này cho phép đạt độ chính xác vị trí tương đối giữa trạm cơ sở và trạm động tới cỡ cm và có thể cao hơn. Khoảng cách từ trạm Base đến trạm Rover có thể cách nhau đến 10 km.

Phương pháp đo GPS động xử lý sau (PPK) được sử dụng cho các máy thu GPS 1 tần số - đây là loại máy thu GPS đang được sử dụng rất phổ biến (do giá thành rẻ). Tuy nhiên, loại máy thu GPS 1 tần vì không có hệ thống Radio Link nên thủ tục khởi đo trên điểm chưa biết tọa độ mất nhiều thời gian. Các Baseline không được xử lý ngay ở thực địa để tính ra tọa độ của các điểm đo động mà phải xử lý ở trong phòng sau khi đã thực hiện công tác đo ngoại nghiệp xong.

1.2. Khảo sát khả năng ứng dụng và độ chính xác của công nghệ GPS động (PPK) trong đo đặc tính toán khối lượng quặng khai thác tại mỏ lộ thiên

Từ những tính năng kỹ thuật của công nghệ đo GPS động (PPK), ta thấy phương pháp đo GPS này rất phù hợp trong công tác đo đặc thành lập bản đồ địa hình và đo tính khối lượng khai thác tại các mỏ lộ thiên. Để có thể đánh giá được khả năng ứng dụng và độ chính xác đạt được của công nghệ GPS (PPK) chúng tôi đã tiến hành tổ chức đo đạc thực nghiệm trên khai trường KT-22 tại mỏ Apatit-Lào Cai.

Sử dụng 03 máy thu GPS-R3 là loại máy thu GPS 1 tần số do hãng Trimble sản xuất. Trạm base đặt tại điểm B là điểm giải tích 1 đã có gần khu vực khai thác và 2 máy đo động. Đồng thời sử dụng máy toàn đạc điện tử TC-405 (có độ chính xác đo góc $m_B = \pm 3''$, độ chính xác đo cạnh $m_s = 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$) để đo đặc xác định tọa độ và độ cao các điểm đo chi tiết (theo phương pháp truyền thống mà mỏ vẫn sử dụng) tại các điểm đo GPS động.

Tại khu khai trường KT-22 đã đo thực nghiệm 105 điểm bằng GPS(PPK) và đo đồng thời bằng máy TC-405. Kết quả đo GPS(PPK) được xử lý số liệu bằng phần mềm GPSurvey 2.35, hệ tọa độ VN-2000, múi chiếu 3° , kinh tuyến trục $104^\circ 45'$. Khi xử lý số liệu tiến hành Fix tọa độ và độ cao tại điểm B có tọa độ và độ cao như Bảng 1.

Để đánh giá độ chính xác xác định tọa độ và độ cao các điểm đo bằng phương pháp GPS (PPK), đã sử dụng công thức tính sai số của trị đo kép:

$$m = \sqrt{\frac{[dd]}{2n}} \quad (1)$$

Trong đó d_i là chênh lệch giữa giá trị gia số tọa độ và độ cao của điểm thứ i đo bằng GPS(PPK) và đo bằng máy toàn đạc điện tử; n là số điểm đo chi tiết.

$$\begin{aligned} (d_x)_i &= (X_i)_{GPS} - (X_i)_{TĐĐT} \\ (d_y)_i &= (Y_i)_{GPS} - (Y_i)_{TĐĐT} \\ (d_h)_i &= (h_i)_{GPS} - (h_i)_{TĐĐT} \end{aligned} \quad (2)$$

Kết quả tính toán cho như Bảng 2.

Bảng 1. Tọa độ và độ cao điểm B

X(m)	Y(m)	h (m)
2489178.383	4415510.791	219.814

Bảng 2. Kết quả đánh giá độ chính xác điểm chi tiết đo bằng GPS(PPK)

SSTP	m_x (m)	m_y (m)	m_h (m)	m_p (m)
Giá trị	0.065	0.174	0.051	0.186

Ghi chú: SSTP - Sai số trung phương xác định gia số tọa độ và độ cao - tính theo trị đo kép.

Từ kết quả đo đạc thực nghiệm tại khai trường KT-22 (vùng mỏ Apatit Lào Cai) chúng tôi rút ra một số nhận xét sau:

❖ Do đặc điểm của vùng mỏ lộ thiên có địa hình thông thoáng lên bầu trời nên rất thuận tiện cho việc áp dụng công nghệ GPS(PPK) để đo đạc xác định khối lượng quặng khai thác và đất đá bốc xúc trên bề mặt của mỏ.

❖ Khi sử dụng công nghệ GPS (PPK) để đo đạc trên bề mặt địa hình của mỏ lộ thiên ta thấy, phương pháp đo này cho phép:

+ Xác định tọa độ điểm đo một cách nhanh chóng, không hạn chế số trạm đo động, số liệu đo được ghi tự động, do đó giảm được tối đa nhân lực cần sử dụng.

+ Thời gian đo tại một điểm rất ngắn (5-15 giây), không cần thông hướng giữa các điểm đo nên rút ngắn được thời gian đo ngoài thực địa.

+ Trạm Base và trạm Rover có thể cách nhau tới 10 km mà không cần thông hướng với nhau do đó không phải thành lập lưới khống chế chêm dày, mà sử dụng ngay các điểm khống chế cấp cao làm điểm trạm Base.

❖ Tuy nhiên, từ kết quả đo đạc thực nghiệm tại khai trường KT-22, chúng tôi thấy còn một số vấn đề kỹ thuật đo GPS động (PPK) cần giải quyết như sau:

+ Độ lệch về gia số tọa độ và độ cao đo bằng GPS(PPK) và đo bằng phương pháp đo truyền thống còn tương đối lớn (Bảng 2), trong đó giá trị $d_y \approx 17$ cm. Độ cao của các điểm chi tiết đo bằng GPS (PPK) lệch với độ cao đo bằng máy TC-405 đều có cùng dấu với giá trị từ 6-9 cm.

+ Trong quá trình đo GPS(PPK) thường xảy ra hiện tượng mất tín hiệu vệ tinh, khi đó phải tiến hành khởi đo lại (20 phút). Vấn đề này có ảnh hưởng đến tiến độ và thời gian đo đạc tính khối lượng trên vùng mỏ lộ thiên.

Do đó cần phải nghiên cứu và áp dụng một số biện pháp kỹ thuật nhằm nâng cao độ chính xác kết quả đo bằng GPS(PPK) để đáp ứng yêu cầu về độ chính xác tính khối lượng của các mỏ, giải pháp kỹ thuật khắc phục hiện tượng mất tín hiệu vệ tinh trong quá trình đo GPS(PPK).

1.3. Nghiên cứu một số giải pháp nâng độ chính xác và hiệu quả đo GPS động (PPK) trong đo đạc tính khối lượng quặng khai thác trên các mỏ lộ thiên

a. Nghiên cứu giải pháp nâng cao độ chính xác kết quả đo GPS(PPK) trên các mỏ lộ thiên

❖ Phân tích kết quả đo thực nghiệm GPS(PPK) chúng tôi thấy sở dĩ có sự khác biệt về gia số tọa độ giữa hai phương pháp đo là vì: kết quả đo tọa độ các điểm chi tiết bằng máy toàn đạc điện tử thực hiện trên địa hình bề mặt của mỏ, có độ cao trung bình so với mặt nước biển $h=216,5$ m. Trong khi đó kết quả đo GPS và xử lý số liệu GPS được thực hiện trong hệ WGS-84 [3]. Ở đây có sự khác biệt về hệ tọa độ, do đó cần phải tính chuyển kết quả đo GPS(PPK) về hệ tọa độ mặt đất của mỏ. Chúng tôi đã sử dụng phương pháp tính chuyển tọa độ các điểm đo GPS về hệ tọa độ mặt đất theo phương pháp tính chuyển qua hệ tọa độ địa diện chân trời [3]. Kết quả đánh giá độ chính xác của các điểm chi tiết sau khi tính chuyển tọa độ GPS(PPK) về hệ tọa độ mặt đất của khu mỏ cho như Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả đánh giá độ chính xác điểm đo GPS(PPK) sau khi tính chuyển tọa độ GPS về hệ tọa độ mặt đất của khu mỏ

SSTP	m_x (m)	m_y (m)	m_p (m)
Giá trị	0.070	0.031	0.076

Ghi chú: SSTP - Sai số trung phương xác định gia số tọa độ và độ cao - tính theo trị đo kép

So sánh kết quả tại Bảng 2 và Bảng 3 ta thấy sau khi tính chuyển tọa độ GPS, độ chính xác của các điểm đo GPS(PPK) được nâng cao và như vậy sẽ đáp ứng được độ chính xác cần thiết khi đo đạc tính khối lượng khai thác trên mỏ lộ thiên.

❖ So sánh giá trị độ cao của các điểm chi tiết, chúng tôi thấy độ lệch về độ cao có cùng dấu và có độ lớn dao động trong khoảng 6-9cm. Theo chúng tôi đây là sự chênh lệch về độ cao mang tính chất hệ thống giữa bề mặt Geoid tổng quát của Trái đất và Geoid khu vực. Để giải quyết vấn đề này chúng tôi đã sử dụng biện pháp: khi xử lý số liệu đo GPS

chọn điểm Fix độ cao không phải là điểm B mà sử dụng hai điểm đã có độ cao trên khu mỏ (điểm L5 và L22) để Fix độ cao [4]. Kết quả sau khi xử lý số liệu về độ cao, sai số trung xác định độ cao các điểm đo chi tiết tính theo công thức (1) là:

$$m_h = 0,028 \text{ m.}$$

So sánh với giá trị m_h tại (Bảng 2) rõ ràng rằng độ chính xác đo độ cao địa hình bằng GPS(PPK) được nâng lên xấp xỉ hai lần.

b. Nghiên cứu giải pháp khắc phục hiện tượng mất tín hiệu vệ tinh khi đo GPS(PPK)

Trong đo GPS(PPK) do không có hệ thống Radio link nên mỗi lần khởi đo trên điểm chưa biết

toạ độ (Unknown point) cần thời gian 20 phút. Để khắc phục hiện tượng này trong quá trình đo thực nghiệm tại khai trường KT-22 chúng tôi đã thử nghiệm sử dụng giải pháp kỹ thuật như sau:

Trong quá trình đo GPS (PPK) khi xảy ra hiện tượng mất tín hiệu vệ tinh tiến hành khởi đo theo chế độ trên điểm đã biết toạ độ (Known point) và sử dụng điểm chi tiết vừa đo trước khi mất tín hiệu làm điểm khởi đo. Khi sử dụng phương pháp này thời gian khởi đo chỉ mất 1 phút. Tiến hành sử dụng máy toàn đạc điện tử để đo kiểm tra 15 điểm chi tiết sau khi khởi đo lại theo chế độ (Known point) ta có kết quả như Bảng 4.

Bảng 4. So sánh toạ độ điểm đo chi tiết bằng GPS(PKK) và TC-405

T	Kết quả đo bằng máy TC-405			Kết quả đo bằng GPS(PPK)		
	X(m)	Y(m)	h(m)	X(m)	Y(m)	h(m)
1	2488955.263	415535.316	214.639	2488955.174	415535.342	214.679
2	2488962.174	415528.827	215.768	2488962.088	415528.808	215.761

Từ kết quả đo thực nghiệm tại 15 điểm đo chi tiết cho thấy: kết quả đo và xử lý số liệu GPS(PPK) khi khởi đo trên các điểm chi tiết theo chế độ (Known point) hoàn toàn giống với chế độ khởi đo (unknown point) mà thời gian khởi đo chỉ còn 1 phút. Điều này cho phép đáp ứng được tiến độ và thời gian đo GPS(PKK) tại các vùng mỏ lộ thiên.

2. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu và đo đạc thực nghiệm tại mỏ Apatit Lào Cai cho thấy:

❖ Nên sử dụng công nghệ đo GPS(PPK) để đo vẽ bề mặt địa hình trong đo đạc tính khối lượng quặng khai thác tại các vùng mỏ lộ thiên.

❖ Để nâng cao độ chính xác kết quả đo đạc tính khối lượng bằng công nghệ GPS(PPK), cần tính chuyển kết quả đo GPS về hệ toạ độ mặt đất của khu vực khai thác và sử dụng các điểm đo GPS có độ cao mặt đất để Fix độ cao khi xử lý số liệu đo GPS(PPK).

❖ Trong quá trình đo GPS(PPK) nếu xảy ra hiện tượng mất tín hiệu vệ tinh, nên sử dụng các điểm đã đo trước đó để khởi đo theo chế độ " khởi đo trên điểm đã biết toạ độ". □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Ngọc Đường, Đặng Nam Chính. Bài giảng công nghệ GPS, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội. 2003.
2. Hoàng Ngọc Hà. Bình sai tính toán lưới trắc địa và GPS, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. 2006.
3. Trần Viết Tuấn. Nghiên cứu phương pháp tính chuyển toạ độ các điểm đo GPS về hệ toạ độ thi

công công trình. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ-Địa chất (11), 2005.

4. Trần Viết Tuấn. Nghiên cứu một số giải pháp kỹ thuật đo GPS động (PPK) trong trắc địa công trình'. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ-Địa chất (29), Hà Nội. 2010.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The contents of the paper present possible applications of the GPS measurement technology (PPK) in measuring the volume of ore mined in the pit. A number of measures applied to improve the accuracy of measuring the volume of ore mining in GPS technology (PPK) and experimental measurements in apatite-ore mine in Lào Cai.

LỜI CHAY - Y ĐIỆP

1. Gỉ sắt làm hại sắt, tính ghen ghét làm hại người chủ của nó. *Ngạn ngữ Nga.*
2. Trong một đám đông ồn ào nịnh hót, chân lý thuộc về thiểu số. *J. N. Venier.*
3. Thà có mười người ghen ghét còn hơn có một người thương hại. *Tục ngữ Đức.*

VTH. sưu tầm