



ISSN 1859 - 1477

Số 1 năm 2024

Chuyên đề Khoa học & Công nghệ

Tài nguyên & Môi trường

NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT MAGAZINE

TẠP CHÍ LÝ LUẬN, CHÍNH TRỊ, KHOA HỌC VÀ NGHIỆP VỤ CỦA BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG



Khoa học và công nghệ
góp phần đặc lực
trong hoàn thiện thể chế chính sách
Ngành Tài nguyên và Môi trường



Tạp chí

TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Tổng Biên tập

TS. ĐÀO XUÂN HÙNG

Phó Tổng Biên tập

ThS. TRẦN THỊ CẨM THÚY

ThS. KIỀU ĐĂNG TUYẾT

Tòa soạn

Tầng 5, Lô E2, KĐT Cầu Giấy
Đường Đình Ngệ, Cầu Giấy, Hà Nội
Điện thoại: 024. 3773 3419
Fax: 024. 3773 8517

Văn phòng Thường trú tại TP. Hồ Chí Minh

Phòng A604, tầng 6, Tòa nhà liên cơ
Bộ TN&MT, số 200 Lý Chính Thắng,
phường 9, quận 3, TP. Hồ Chí Minh
Điện thoại: 028. 6290 5668
Fax: 028. 3899 0978

Phát hành - Quảng cáo

Điện thoại: 024. 3773 8517

Email

tnmtdientu@gmail.com
ISSN 1859 - 1477

Website

<http://www.tainguyenvamoitruong.vn>

Số Chuyên đề:

Khoa học và Công nghệ 1/2024

Giấy phép xuất bản

Số 480/GP-BTTTT, Bộ Thông tin
và Truyền thông cấp ngày 27/7/2021

MỤC LỤC

3 Lời mở đầu

❏ Vấn đề - Sự kiện

4 Nguyễn Xuân Hải: Xây dựng đội ngũ trí thức lớn mạnh, nâng tầm trí tuệ và sức mạnh khoa học, công nghệ ngành Tài nguyên và Môi trường

8 Tú Anh: Đẩy mạnh nghiên cứu khoa học, bắt kịp xu thế công nghệ đo đạc và bản đồ thế giới

11 Vũ Thị Hằng: Ghi nhận một số kết quả của 06 chương trình khoa học và công nghệ cấp Bộ

16 Hoàng Đức Cường: Chuyển đổi số ngành Khí tượng Thủy văn trong giảm nhẹ rủi ro thiên tai và ứng phó với biến đổi khí hậu

22 Đoàn Quang Trí: Ứng dụng trí tuệ nhân tạo để nhận dạng, hỗ trợ dự báo và cảnh báo một số hiện tượng khí tượng thủy văn nguy hiểm

25 Xuân Thành: Khoa học công nghệ - Chìa khóa giảm nhẹ rủi ro thiên tai

27 Hồng Minh: Viện Khoa học Môi trường, biển và hải đảo: Tích cực triển khai nghiên cứu khoa học về môi trường, biển và hải đảo

30 Diệp Anh: Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản phát huy thế mạnh về nghiên cứu góp phần đắc lực cho công tác quản lý ngành Tài nguyên và Môi trường

33 Nguyễn Minh: Sự cần thiết phải nghiên cứu phương pháp sử dụng đất tiết kiệm và có hiệu quả

❏ Nghiên cứu - Trao đổi

37 Trần Trung Hùng & Các Cộng Sự: Nghiên cứu xây dựng kiến trúc dữ liệu lớn cho chuyển đổi số ngành Tài nguyên và Môi trường

40 Trần Đức Thuận & Các Cộng Sự: Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng mô hình cơ sở dữ liệu địa chính “2,5D” đối với thửa đất, nhà ở và tài sản khác gắn liền với thửa đất

44 Đặng Đức Danh, Lưu Phúc Đạt, Trần Phương Lam, Lèo Thành Đạt, Lưu Danh Trinh, Vũ Lệ Hạ: Ứng dụng công nghệ GIS xây dựng bản đồ giá đất tại phường Nghĩa Phú, thành phố Gia Nghĩa, tỉnh Đắk Nông

48 Phạm Lê Phương, Lê Anh Dũng, Nguyễn Thị Thanh Hương, Nguyễn Thị Thảo, Bùi Nguyễn Hoàng, Phạm Thế Huỳnh, Đinh Việt Anh: Nghiên cứu đổi mới phương pháp đánh giá quản lý đất đai bền vững theo hướng dẫn của tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên hiệp quốc

51 Phạm Minh Hải & Các Cộng Sự: Nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo cho dự báo, cảnh báo chất lượng môi trường không khí theo số liệu viễn thám, các trạm quan trắc môi trường mặt đất

55 Vũ Thu Hiền: Kết quả tính toán lượng mưa và mực nước triều thiết kế phục vụ tính toán thiết kế hệ thống kênh tiêu nước mưa cho khu công nghiệp - đô thị - dịch vụ Phú Quý, huyện Hoàng Hóa, tỉnh Thanh Hóa

57 Vũ Đình Thơ, Lê Ngọc Lan: Áp dụng công trình xanh, tiết kiệm năng lượng, ứng phó biến đổi khí hậu tại Việt Nam

60 Phạm Khánh Quân, Sử Thị Oanh Hoa: Xác định mức sẵn lòng chi trả của sinh viên về việc thay thế ly nhựa dùng một lần tại trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

63 Phan Văn Vinh & Các Cộng Sự: Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo mưa hạn nội mùa từ một số mô hình toàn cầu kết hợp với mô hình thủy văn để phục vụ quản lý nguồn nước, điều tiết hồ chứa cho khu vực Bắc Trung Bộ

66 Nguyễn Thị Quỳnh Trang, Nguyễn Hữu Đăng, Trần Thành, Đỗ Vinh Đường: Thiết lập quy trình xử lý Compost phế phẩm nông nghiệp bảo vệ môi trường, trường hợp điển hình cho vỏ quả dừa tươi

- 69 **Lê Ngọc Xuyên & Các Cộng Sự:** Thực nghiệm tự động trích xuất thông tin bề mặt vùng ảnh hưởng của bão, ngập lụt, trượt lở đất đá, lũ bùn đá từ dữ liệu viễn thám phục vụ dự báo, cảnh báo thiên tai
- 72 **Phạm Công Khải:** Đánh giá khả năng ứng dụng công nghệ GNSS/CORS trong quan trắc theo thời gian thực trượt lở đất đá ở mỏ lộ thiên
- 76 **Trịnh Thu Phương, Nguyễn Tiến Kiên, Lương Hữu Dũng:** Xây dựng hệ thống cảnh báo sớm lũ quét và lở đất ở vùng núi và đồng bằng Việt Nam
- 79 **Tạ Đức Bình & Các Cộng Sự:** Nghiên cứu cơ sở khoa học xác lập giá trị tài nguyên nước, tài nguyên địa chất, khoáng sản, quy định đầu giá, chuyển nhượng và thế chấp quyền khai thác sử dụng
- 83 **Nguyễn Tú Anh & Các Cộng Sự:** Nghiên cứu cơ sở lý luận và thực tiễn đề xuất quy định pháp luật về sử dụng tiết kiệm, tái sử dụng, tuần hoàn tài nguyên nước
- 86 **Lương Thị Thùy Linh & Các Cộng Sự:** Nghiên cứu đề xuất chính sách thúc đẩy xã hội hóa trong bảo vệ tài nguyên nước, tài nguyên địa chất, khoáng sản
- 90 **Phạm Anh Cường & Các Cộng Sự:** Nghiên cứu cơ sở lý luận, thực tiễn đánh giá tác động môi trường của dự án đầu tư đến di sản thiên nhiên và đề xuất các quy định quản lý
- 93 **Nguyễn Thành Dương, Phạm Thu Uyên:** Nghiên cứu phân lập phospholipid từ phụ phẩm chế biến ngao để tổng hợp liposome ứng dụng trong hệ thống dẫn truyền thuốc hướng đích, giúp bảo vệ môi trường và tối ưu hoá nguồn lợi biển
- 97 **Phạm Thị Thu Hương & Các Cộng Sự:** Nghiên cứu kinh nghiệm quốc tế xác lập hệ thống tiêu chí, chỉ số đánh giá, giám sát an ninh nguồn nước quốc gia
- 100 **Đỗ Đắc Hiền, Nguyễn Thị Vân Hà, Phạm Thị Diễm Phương:** Áp dụng phương pháp chi phí du lịch để đánh giá giá trị giải trí, văn hóa và môi trường của vườn thú Mỹ Quỳnh, Long An
- 103 **Nguyễn Minh Anh:** Triển khai cơ sở dữ liệu địa chính 2.5D ở một số nước trên thế giới và đòi điều gọi mở cho Việt Nam
- 107 **Nguyễn Thành Dương, Phạm Thu Uyên:** Nghiên cứu phân lập catechin từ phụ phẩm trà Shan Tuyết cổ thụ định hướng ứng dụng trong Y tế nhằm tối ưu hoá tài nguyên thiên nhiên, phát huy thế mạnh của đa dạng sinh học
- 110 **Đỗ Thị Ngọc Bích & Các Cộng Sự:** Nghiên cứu xây dựng quy định kỹ thuật về định giá tài nguyên nước trên lưu vực sông theo hướng dẫn của Liên Hợp Quốc
- 113 **Hoàng Hồng Sơn, Lê Anh Trung:** Dự báo triển vọng đá Aplit granit làm nguyên liệu sản xuất tại hai huyện Bát Xát - Văn Bàn, tỉnh Lào Cai
- C Nghiên cứu - Trao đổi**
- 116 Nghiên cứu xây dựng công nghệ nền tảng trí tuệ nhân tạo phục vụ chuyển đổi số ngành tài nguyên và môi trường
- 117 Nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo xây dựng hệ thống cảnh báo thiên tai, lũ lụt cho các vùng ven biển Việt Nam có sự tham gia của cộng đồng
- 118 Nghiên cứu đổi mới công nghệ dự báo điều kiện khí hậu nông nghiệp và tác động đến sản xuất lúa ở khu vực đồng bằng sông Hồng
- 118 Nghiên cứu đổi mới công nghệ dự báo các đợt rét đậm, rét hại, mưa lớn trong mùa đông ở khu vực phía Bắc Việt Nam
- 119 Nghiên cứu đổi mới công nghệ dự báo sóng biển, nước dâng do bão thời hạn 24 giờ bằng kỹ thuật xử lý dữ liệu lớn và học máy
- 120 Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo, cảnh báo mực nước biển dâng cao bất thường cho vùng ven biển Việt Nam
- 121 Nghiên cứu, xây dựng công nghệ trích xuất tự động thông tin bề mặt vùng ảnh hưởng của bão, ngập lụt, trượt lở đất đá, lũ bùn đá và lũ quét từ dữ liệu viễn thám phục vụ dự báo, cảnh báo thiên tai
- 123 Nghiên cứu xây dựng công nghệ xác thực dữ liệu số tài nguyên và môi trường có thu phí
- 124 Nghiên cứu phân vùng chức năng nguồn nước, mục đích sử dụng nước dựa trên giá trị lợi ích kinh tế và bảo vệ môi trường nước mặt

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GNSS/CORS TRONG QUAN TRẮC THEO THỜI GIAN THỰC TRƯỢT LỞ ĐẤT ĐÁ Ở MỎ LỘ THIÊN

○ PHẠM CÔNG KHẢI

Trường Đại học Mở - Địa chất

Tóm tắt:

Quan trắc theo thời gian thực chuyển dịch, trượt lở đất đá để cảnh báo sớm tai biến có thể xảy ra là một nhiệm vụ rất quan trọng trong khai thác mỏ lộ thiên. Công nghệ GNSS là một phương pháp được ứng dụng có hiệu quả trong quan chuyển dịch, trượt lở đất đá theo thời gian thực.

Bài báo này trình bày một nghiên cứu đánh giá khả năng ứng dụng công nghệ GNSS để xây dựng hệ thống quan trắc chuyển dịch đất đá theo thời gian thực. Hệ thống quan trắc được thiết kế, xây dựng bao gồm hệ thống trạm CORS và hệ thống trạm quan trắc. Hệ thống trạm CORS đã được xây dựng dựa trên công nghệ và thiết bị của hãng Stonex (Italia). Hệ thống trạm quan trắc được tự nghiên cứu thiết kế, phát triển dựa trên nền tảng công nghệ của hãng Trimble (Mỹ). Hệ thống quan trắc đảm bảo quá trình từ thu nhận, truyền tải, xử lý dữ liệu và cảnh báo diễn ra theo thời gian thực.

Để đánh giá khả năng ứng dụng công nghệ GNSS/CORS trong quan trắc theo thời gian thực chuyển dịch đất đá ở các mỏ lộ thiên, một thực nghiệm mô phỏng đã được thực hiện ở khu vực Cẩm Phả, Quảng Ninh. Kết quả thực nghiệm cho thấy, công nghệ GNSS/CORS hoàn toàn đáp ứng được cho việc quan trắc chuyển dịch, trượt lở đất đá theo thời gian thực.

Ưu điểm của công nghệ CORS mạng là khoảng cách từ trạm CORS đến các quan trắc lớn nên không cần nhiều trạm CORS, vì vậy chi phí quan trắc sẽ giảm. Nhược điểm của giải pháp trạm tham chiếu ảo là sai số mô hình tầng điện ly và tầng đối lưu ảnh hưởng lớn đến kết quả quan trắc do khoảng

cách giữa các trạm CORS quá dài [9],[10], do đó độ chính xác và độ ổn định của giải pháp CORS mạng kém hơn so với giải pháp CORS đơn [11]. Vì vậy, trong quan trắc trượt lở đất đá theo thời gian thực ứng dụng giải pháp trạm CORS đơn là hiệu quả hơn [12],[13]. Bài báo này trình bày một nghiên cứu ứng dụng công nghệ GNSS/CORS để quan trắc theo thời gian thực trượt lở đất đá ở mỏ lộ thiên.

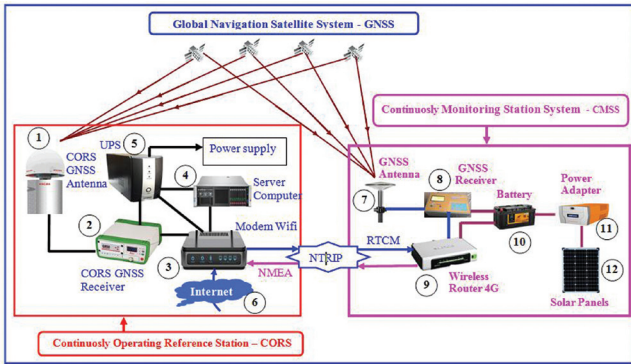
Từ khóa: Công nghệ GNSS/CORS; Trượt lở đất đá; Thời gian thực; Mỏ lộ thiên.

Phương pháp nghiên cứu

Thiết kế xây dựng hệ thống quan trắc

Hệ thống quan trắc chuyển dịch, trượt lở đất đá theo thời gian thực dựa trên công nghệ GNSS CORS được thiết kế phải đảm bảo hoạt động ổn định, liên tục từ thu nhận, truyền tải, xử lý dữ liệu và cảnh báo diễn ra theo thời gian thực. Hệ thống quan trắc chuyển dịch đất đá dựa trên công nghệ GNSS CORS được nghiên cứu, thiết kế xây dựng gồm có hai phần được thể hiện như (hình 1). Phần thứ nhất là hệ thống trạm tham chiếu hoạt động liên tục (Continuously Operating Reference Station - CORS) và phần thứ hai là hệ thống trạm quan trắc liên tục (Continuously Monitoring Station System - CMSS).

Chức năng của hệ thống trạm CORS là cung cấp thông tin số liệu cải chính vị trí cho trạm quan trắc, xử lý số liệu của mạng lưới đo động xử lý tức thời RTK, hiệu chỉnh số nguyên đa trị của toàn mạng lưới trạm CORS, thiết lập mô hình cải chính sai số tầng đối lưu, tầng điện ly và quỹ đạo vệ tinh. Ngoài ra, máy tính chủ của trạm CORS là nơi lưu trữ và xử lý số liệu của trạm quan trắc.



Hình 1. Các thành phần của hệ thống quan trắc trượt lở đất đá theo thời gian thực

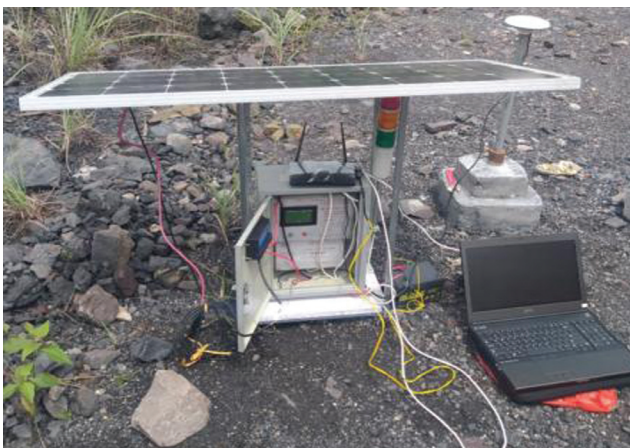
Hệ thống trạm quan trắc gồm có các thành phần chính là ăngten GNSS (7), bộ thu GNSS (8) và bộ định tuyến wifi 4G (9), ắc quy (10), bộ đổi nguồn điện (11), pin năng lượng mặt trời (12). Bộ thu GNSS của hệ thống trạm quan trắc đã được chúng tôi tự thiết kế phát triển. Bộ thu này sử dụng module thu nhận và xử lý tín hiệu vệ tinh BD970 của Trimble, có thể thu được 220 kênh trong hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu GNSS. Độ chính xác định vị RTK là 8mm+1ppm về mặt bằng và 15mm+1ppm về độ cao với khoảng cách định vị không quá 30km [14]. Module GNSS BD970 kết hợp với một số module khác được kết nối với nhau tạo thành bộ thu GNSS (hình 2a) cho hệ thống trạm quan trắc (hình 2b).



a) Bộ thu GNSS



a) Ăng ten GNSS Zephyr 2 Geodetic



b) Hệ thống trạm quan trắc

Hình 2. Bộ thu GNSS và hệ thống trạm quan trắc trượt lở đất đá



b) Bộ thu GNSS SC2000

Hình 3. Ăng ten và bộ thu GNSS cho trạm CORS

Hệ thống trạm CORS được thiết lập và lắp đặt hoàn chỉnh ở khu vực thành phố Cẩm Phả, Quảng Ninh có tên là CORS CAMPHA được thể hiện như hình 4.



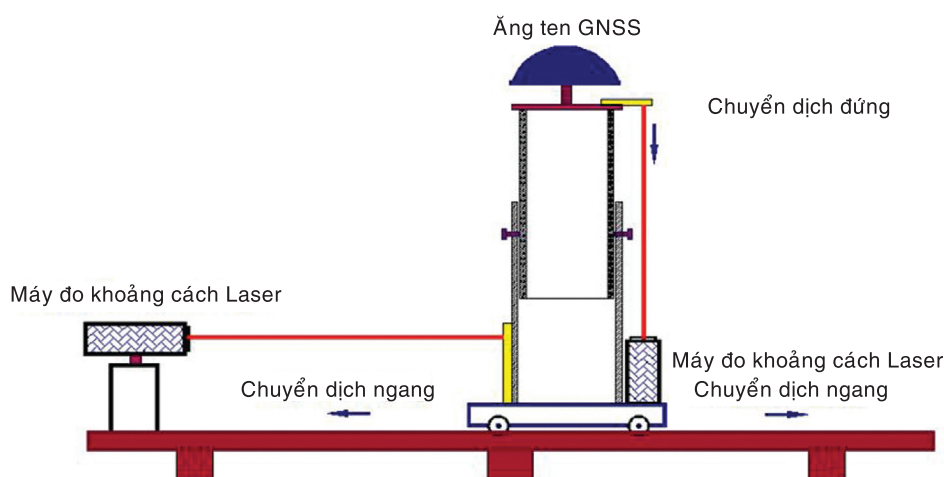
Hình 4. Hệ thống trạm CORS thiết lập tại thành phố Cẩm Phả, Quảng Ninh

Kết quả nghiên cứu thực nghiệm mô phỏng trượt lở đất đá

Nguyên lý thực nghiệm mô phỏng

Nguyên lý của thực nghiệm mô phỏng trượt lở đất đá là dựa trên sự thay đổi vị trí của ăng-ten GNSS trong không gian theo phương nằm ngang và phương thẳng đứng (hình 5).

Hệ thống thiết bị mô phỏng được thiết kế chế tạo gồm có hai ống thép hình trụ lồng vào nhau. Ống thép ngoài cố định và ống thép trong có thể di chuyển theo phương thẳng đứng bên trong lòng ống thép ngoài, phía trên ống thép trong có gắn một đĩa thép tròn, tâm của đĩa thép này có khoét một lỗ để lắp ăng-ten thu tín hiệu vệ tinh GNSS. Toàn bộ trụ mốck này được gắn cố định với 4 bánh xe. Các bánh xe này có thể di chuyển ngang trên một đường ray. Sử dụng máy đo Laser để đo khoảng dịch chuyển theo phương ngang và theo phương thẳng đứng từ điểm tham chiếu cố định đến trụ mốck có lắp ăng-ten GNSS. Tiến hành thu tín hiệu vệ tinh trong khoảng



Hình 5. Nguyên lý quan trắc thực nghiệm mô phỏng trượt lở đất đá bằng công nghệ GNSS/CORS

Bảng 1. Kết quả quan trắc thực nghiệm mô phỏng chuyển dịch đất đá

TT	Tọa độ và độ cao (m)			Chuyển dịch quan trắc (m)		Chuyển dịch đo trực tiếp (m)		Độ lệch chuyển dịch (m)	
	X	Y	H	Ngang	Đứng	Ngang	Đứng	Ngang	Đứng
1	2323503.981	735754.160	4.183						
				0.034	-0.068	0.030	-0.057	0.004	0.011
2	2323504.013	735754.148	4.115						
				0.057	-0.009	0.060	-0.015	-0.003	-0.006
3	2323504.070	735754.141	4.106						
				0.064	-0.056	0.073	-0.030	-0.009	0.026
4	2323504.134	735754.147	4.050						
				0.105	-0.064	0.107	0.039	-0.002	0.025
5	2323504.239	735754.150	3.986						
				0.182	-0.074	0.183	-0.095	-0.001	-0.021
6	2323504.421	735754.163	3.912						

thời gian nhất định, sau đó thay đổi vị trí ăng ten theo phương ngang và phương thẳng đứng. Mỗi lần thay đổi vị trí ăng ten tiến hành đo khoảng cách từ điểm tham chiếu đến trụ mốc có lắp ăng ten. Hiệu khoảng cách đo được giữa hai lần đo theo phương nằm ngang và phương thẳng đứng chính là độ chuyển dịch ngang và chuyển dịch đứng. Từ dữ liệu thu được ở trạm quan trắc sẽ được xử lý để xác định ra tọa độ vị trí ăng ten ở hai chu kỳ quan trắc từ đó tính được độ chuyển dịch theo các công thức (1):

$$\left. \begin{aligned} - \text{Dịch chuyển theo trục X: } Q_x &= X_i(t+1) - X_i(t) \\ - \text{Dịch chuyển theo trục Y: } Q_y &= Y_i(t+1) - Y_i(t) \\ - \text{Dịch chuyển ngang: } Q_p &= \sqrt{(Q_x)^2 + (Q_y)^2} \\ - \text{Chuyển dịch đứng: } S &= H_i(t+1) - H_i(t) \\ - \text{Chuyển dịch toàn phần: } Q &= \sqrt{(Q_x)^2 + (Q_y)^2 + S^2} \end{aligned} \right\}$$

Các đại lượng chuyển dịch ngang QP, chuyển dịch đứng S và chuyển dịch toàn phần Q xác định bằng hệ thống quan trắc dựa trên công nghệ GNSS/CORS được so sánh với đại lượng dịch chuyển xác định trực tiếp bằng máy đo khoảng cách Laser sẽ đánh giá được độ chính xác của hệ thống quan trắc.

Số liệu và kết quả quan trắc thực nghiệm mô phỏng

Vị trí đặt trạm quan trắc thực nghiệm mô phỏng bên lề đường bao biển Cẩm Phả - Hạ Long cách trạm CORS-CAMPHA khoảng 3.40 km

Sau khi trạm quan trắc được kết nối với trạm CORS-CAMPHA, dữ liệu quan trắc được gửi liên tục về máy tính chủ theo thời gian thực. Việc quan trắc thực nghiệm mô phỏng thực hiện với 6 lần thay đổi vị trí ăng ten. Dữ liệu quan trắc ở mỗi lần thay đổi vị trí ăng ten thu được theo định dạng tiêu chuẩn NMEA0183 sẽ xử lý và xác định được tọa độ không gian 3 chiều, từ đó tính được độ chuyển dịch ngang, chuyển dịch đứng và chuyển dịch toàn phần theo các công thức (1). Kết quả chuyển dịch này đem so sánh với độ chuyển dịch xác định trực tiếp bằng máy đo khoảng cách Laser, sẽ xác định được độ sai lệch về chuyển dịch thể hiện như ở (Bảng 1 - Tr. 30).

Kết quả tính toán ở (Bảng 1) cho thấy độ chênh lệch chuyển dịch ngang lớn nhất xác định bằng hệ thống quan trắc và đo trực tiếp là 9mm và nhỏ nhất là 1mm. Độ chênh lệch chuyển dịch đứng lớn nhất là 26mm và nhỏ nhất là 6mm.

Kết luận

Nghiên cứu này đã đánh giá khả năng ứng dụng công nghệ GNSS/CORS trong quan trắc trượt lở đất đá ở mỏ lộ thiên. Hệ thống quan trắc trượt lở đất đá dựa trên công nghệ GNSS/CORS đã được thiết kế bao gồm hệ thống trạm CORS và hệ thống trạm quan trắc. Một trạm CORS đã được thiết lập dựa trên bộ thu GNSS SC2000 của hãng Stonex và ăng ten GNSS Zephyr 2 Geodetic của hãng Trimble. Bộ thu GNSS của trạm quan trắc được thiết kế phát triển dựa trên nền tảng công nghệ của hãng

Trimble. Bộ thu GNSS được phát triển thu được tín hiệu vệ tinh trong hệ thống GNSS, nhận được số liệu cải chính từ trạm CORS, giải mã tín hiệu vệ tinh GNSS để chuyển về dữ liệu theo định dạng tiêu chuẩn NMEA0183.

Để đánh giá độ tin cậy của hệ thống quan trắc trượt lở đất đá, một thực nghiệm mô phỏng đã được tiến hành ở khu vực thành phố Cẩm Phả. Dữ liệu quan trắc được xử lý và xác định được tọa độ và độ cao của trạm quan trắc mô phỏng ở 6 thời điểm khác nhau. Kết quả quan trắc thực nghiệm mô phỏng cho thấy, độ chênh lệch chuyển dịch ngang xác định bằng hệ thống quan trắc và đo trực tiếp lớn nhất là 9mm và nhỏ nhất là 1mm, độ chênh lệch chuyển dịch đứng lớn nhất là 26mm và nhỏ nhất là 6mm. Với độ chênh lệch này thì công nghệ GNSS/CORS đáp ứng được cho yêu cầu công tác quan trắc theo thời gian thực chuyển dịch đất đá ở bề mặt mỏ lộ thiên.

Tài liệu tham khảo

1. Z. Abidin H, Andreas H, Gamal M, Surono S, Hendrasto M (2004) Studying Landslide Displacements in Megamendung (Indonesia) Using GPS Survey Method. *itbj.eng.sci* 36(2):109-123;
2. M.-B.Su, I.-H.Chen, C.-H.Liao. Using TDR Cables and GPS for landslide monitoring in high mountain area. *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*,135(8)(2009), pp.1113-1121;
3. J.A.Gili, J.Corominas, J.Rius. Using global positioning system techniques in landslide monitoring. *Eng. Geol.*,55(3)(2000), pp.167-192;
4. W.Y.Zhao,M.Z.Zhang,J.Ma,B.Han,S.Q.Ye,Z. Huang. Application of CORS in landslide monitoring. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*,861(4)(2021), Article042049;
5. N.Shen, L.Chen, L.Wang, H.Hu, X.Lu, C.Qian, J.Liu, S.Jin, R.Chen. Short - term landslide displacement detection based on GNSS real-time kinematic positioning *IEEE Trans. Instrum. Meas.*,70(2021), pp.1-14;
6. Y.Du,G.Huang, Q.Zhang, Y.Gao, Y. Gao. Asynchronous RTK Method for detecting the stability of the reference station in GNSS deformation monitoring. *Sensors*,20(5)(2020), p.1320.
7. BaoShu, YuanhaoHe, LiWang, QinZhang, XinruiLi, XuanyuQu, GuanwenHuang, WeiQu. Real - time high - precision landslide displacement monitoring based on a GNSS CORS network. *Measurement*, Volume 217, August 2023, 113056.
8. PengxuWang, HuiLiu, GuigenNie, ZhixinYang, JiajiWu, ChuangQian, BaoShu. Performance evaluation of a real - time high - precision landslide displacement detection algorithm based on GNSS virtual reference station technology. *Measurement*, Volume 199, August 2022, 111457. ■