

HỆ THỐNG ĐO TRỌNG LỰC HÀNG KHÔNG TAGS-6 VÀ KẾT QUẢ BAY ĐO THỬ NGHIỆM TẠI VIỆT NAM

TS. NGUYỄN PHI SƠN, TS. PHẠM MINH HẢI,
ThS. ĐÌNH XUÂN MẠNH, KS. NGUYỄN XUÂN THẮNG

Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Tóm tắt:

TAGS-6 là thế hệ máy đo trọng lực hàng không mới nhất của hãng Micro-g Lacoste sau những phiên bản cũ sản xuất từ năm 1958. TAGS-6 là bản nâng cấp của máy đo trọng lực hàng không TAGS-3 và nó có tác dụng: thành lập mô hình Geoid, điều tra các hiện tượng địa vật lý, thăm dò khoáng sản và tìm kiếm dầu mỏ. Hiện nay, trên thế giới Việt Nam là một trong 4 nước đang sở hữu công nghệ hiện đại bậc nhất này đó là Thụy Điển, Ấn Độ, Việt Nam và Nam Phi. Trong khoảng thời gian từ 20 tháng 3 đến ngày 2 tháng 4 năm 2014, Viện khoa học Đo đạc và Bản đồ (VIGAC) được nhận chuyển giao và bay đo thử công nghệ TAGS-6 dưới sự hướng dẫn của chuyên gia của hãng Micro-g Lacoste - Scintrex Ltd. Sau quá trình chuyển giao chúng ta đã làm chủ được công nghệ và các bước xử lý số liệu bay đo trọng lực, đây là những bước chuẩn bị cho dự án đo đạc trọng lực vùng núi Việt Nam bằng trọng lực hàng không.

1. Giới thiệu chung

Trong nhiều năm qua, lĩnh vực Đo đạc bản đồ và Địa chất khoáng sản đã thực hiện nhiều công trình đo đạc trọng lực các cấp hạng, cho đến nay cơ bản số liệu đã phủ kín khu vực đồng bằng, trung du Việt Nam. Đối với trắc địa bản đồ, số liệu trọng lực trên toàn lãnh thổ sẽ đảm bảo cho việc giải quyết các bài toán về xây dựng mô hình Geoid độ chính xác cao và hệ độ cao quốc gia hiện đại. Phần núi cao, biên giới chiếm hơn 1/3 diện tích cả nước hiện chưa có dữ liệu trọng lực chi tiết, vì vậy trong Chiến lược phát triển ngành Đo đạc và Bản đồ¹ đã xác định công tác đo đạc trọng lực cần phải bổ sung và lấp đầy các khu vực còn trống nhằm hoàn chỉnh toàn bộ dữ liệu trọng lực ở Việt Nam, phục vụ không chỉ cho Đo đạc bản đồ mà các lĩnh vực trong và ngoài Bộ Tài nguyên và Môi trường, đặc biệt là phục vụ Quốc phòng an ninh. Căn cứ trên nhu cầu

thực tiễn cần phải đổi mới công nghệ nhằm ứng dụng các thành tựu hàng đầu trên thế giới và đi tiên phong trong đo đạc trọng lực, được sự quan tâm của Bộ Tài nguyên và Môi trường, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ đã được trang bị máy đo trọng lực hàng không TAGS-6.

TAGS-6 là đại diện cho thế hệ máy đo trọng lực hàng không mới nhất của hãng Micro-g Lacoste sau những phiên bản cũ được bắt đầu tiến hành sản xuất từ năm 1958. TAGS-VI là bản nâng cấp của máy đo trọng lực hàng không TAGS/ Air III. Hệ thống được cấu tạo kết hợp giữa một hệ thống kiểm tra độ tin cậy (a time-tested), bộ cảm biến có phạm vi đo trọng lực trên toàn thế giới 20.000 milliGals, v.v.... Hiện nay, trên thế giới có 4 máy TAGS-6 đang được sử dụng ở các nước Thụy Điển, Ấn Độ, Việt Nam và Nam Phi. TAGS-6 khi lắp đặt trên máy bay có thể đo trên đất liền và trên biển.

¹Quyết định số 33/2008/QĐ-TTg ngày 7/0/2008 phê duyệt Chiến lược phát triển ngành Đo đạc và Bản đồ Việt Nam đến năm 2020.

Sau khi nhận được máy trọng lực hàng không TAGS-6 mang số hiệu S-183, hãng Micro-g Lacoste đã cử chuyên gia John Seibert đến Hà Nội để chuyển giao công nghệ và hướng dẫn sử dụng máy cho Viện khoa học Đo đạc và Bản đồ. Trong khoảng thời gian từ 20 tháng 3 đến ngày 2 tháng 4 năm 2014, qua quá trình bay đo thử nghiệm dưới sự hướng dẫn của ông John Seibert, các cán bộ của Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ đã làm chủ được công nghệ, vận hành được hệ thống từ khâu tháo lắp, kết nối hệ thống, setup một chuyến bay đo và xử lý dữ liệu bay đo trọng lực và dữ liệu mặt đất.

2. Giới thiệu nguyên lý và các thông số kỹ thuật nổi trội của máy TAGS-6

2.1. Nguyên lý hoạt động của máy

Máy trọng lực của Micro-g Lacoste TagsAir 6 là một hệ thống đo trọng lực theo phương pháp tương đối. Mỗi chuyến bay đo đều được xuất phát từ các điểm gốc trọng lực hạng cao và kết thúc tại điểm gốc xuất phát.

Máy trọng lực Air 6 gồm có một bộ chống rung cao, Loại lò xo cảm biến trọng lực được đặt trên một con quay hồi chuyển có nền ổn định với thiết bị điện tử có liên quan để có được các đọc số trọng lực. Khoảng đo của máy lên đến 20.000 mGal. Bộ cảm biến được hiệu chỉnh tại đường chuẩn núi Rocky gần Denver, Colorado với một chênh giá trị trọng lực khoảng 500 mGal. Mỗi một máy trọng lực sau đó được phòng thí nghiệm kiểm tra trên một số hệ thống thử nghiệm chuyển động chủ yếu là để kiểm soát sự khác nhau của gia tốc ngang và gia tốc đứng trong biên độ lên đến ± 100.000 mGal. Bộ cảm biến Air 6 hợp nhất

với một con lắc có khớp được hỗ trợ bởi một lò xo có chiều dài không đổi (Zero-length). Bộ cảm biến trọng lực có mức độ duy trì bất chấp những chuyển động của máy bay bằng cách đặt trên nền ổn định. Cả hai điều kiện tồn tại trong máy trọng lực Air 6. Đó là bộ chống rung rất cao và được làm rất nhạy bằng cách sử dụng một lò xo độ dài không đổi để hỗ trợ con lắc. Lò xo độ dài không đổi là lò xo mà các tính chất vật lý tương đương với một lò xo có chiều dài bằng không khi nó ở trong một trạng thái không co giãn.

Công thức xác định số đọc của máy trọng lực trong khi con lắc đang hoạt động là:

$$g = S + kB' + CC \quad (1)$$

Công thức (1) được trích trong tài liệu "TAGS Hardware and Operating Manual" do hãng Micro-g Lacoste cung cấp, trong đó:

g đơn vị đọc số của số đọc máy trọng lực;

S là sức căng của lò xo;

K là một hằng số là một hàm của độ nhạy trung bình của con lắc và độ rung;

B' Tốc độ của con lắc;

CC số hiệu chỉnh khớp trục ngang.

2.2. Một số thông số kỹ thuật của TAGS-6

So với thế hệ TAGS-3, thế hệ mới TAGS-6 có nhiều đặc điểm sau:

Hệ thống cân bằng/bộ cảm nhỏ hơn thế hệ cũ 40%;

Trọng lượng hệ thống cân bằng/bộ cảm nhỏ hơn thế hệ cũ 30%;

Hệ thống giảm chấn thủy lực với 8 thanh giảm chấn và 4 giảm chấn chân không giúp

hệ thống cân bằng hoạt động linh hoạt và ổn định hơn. (xem hình 1)

Các góc xoay quanh trục X và Y lớn hơn

Khả năng phản hồi đầy đủ 500,000 mGal mỗi lần đo trong thời tiết không thuận lợi.

Kiểm soát nhiệt độ bộ cảm đảm bảo sự hoạt động ổn định của máy;

Hệ thống kiểm soát nhiệt độ bộ cảm bằng điện;

Khả năng kiểm soát các vi xử lý;

Các nguồn điện máy tính và nguồn cho bộ xử lý được thiết kế riêng rẽ tạo tính linh hoạt và thuận tiện khi sử dụng;

Khóa hệ thống cân bằng được thiết kế thuận tiện. (xem hình 2)

Thiết kế chi tiết trong TAGS-6 và TAGS-3 (xem bảng 1)

Bảng 1: Thông số kỹ thuật TAGS-3 và TAGS-6

	TAGS-6	TAGS-3
Xoay theo trục X	25°	22°
Xoay theo trục Y	30°	25°
Thời gian lặp lại đo tĩnh	0.02	0.05 millGals
Giảm yêu cầu điện năng	75W	240W
Giảm kích thước 48%	55x 53x 56cm	71x 56x 84cm
Giảm trọng lượng	73kg	140kg



Hình 1: Chân giảm chấn của máy trọng lực TAGS-6

2.3. Điều kiện hoạt động của máy TAGS-6

Đảm bảo nhiệt độ bộ cảm luôn duy trì mức trên 45°C. Luôn đảm bảo duy trì điện năng của Bộ cảm trong suốt quá trình đo và ngay cả khi di chuyển để không mất thời gian làm nóng bởi quá trình làm nóng có thể lên tới ít nhất là nửa ngày.

Để tiến hành đo đạc, tín hiệu GPS thu được phải có chất lượng tốt, do vậy trạm base phải được đặt ở các vị trí thông thoáng khi đo. Theo các chuyên gia hướng dẫn, khi bật máy vệ tinh sẽ định vị điểm gốc ở đặt ở trụ sở công ty Micro G Lacoste ở Denver nên quá trình nhận tín hiệu có thể chậm một hoặc vài giây.

3. Bay đo thử nghiệm ở vùng núi huyện Thanh Sơn - Phú Thọ

3.1. Công tác chuẩn bị

- Chuẩn bị một điểm gốc (trọng lực hạng III) bao gồm: tọa độ, độ cao và giá trị trọng lực;

- Xác định vị trí đỗ máy bay: giá trị trọng lực, tọa độ và độ cao gần đúng;

- Chuẩn bị các thủ tục cấp phép bay: Sơ



Hình 2: Khóa cân bằng TAGS-6

đồ tuyến bay; dẫn đường tự động, khu vực bay, độ cao bay đo, kiểm soát không lưu, trực thời tiết;

- Lắp đặt thiết bị trên máy bay (Tháo lắp thiết bị TAGS 6, antenna, nguồn điện, kết nối các modul).

3.2. Khái quát bay đo thử nghiệm và các tham số

Những chi tiết của bay đo thử nghiệm là như sau:

Vị trí bay: Sân bay Nội Bài, ngày 30/3/2014;

Máy bay: PCA P-750 XSTOL VH-KZC;

Máy trọng lực: TAGS6 S-183;

Hàng số kiểm nghiệm máy trọng lực: 1.054;

Độ cao bay: độ cao ban đầu 7000 feet, thấp đến 3000 feet, hầu hết các chuyến bay đo ở độ cao 4000 feet (1300m). Bay dưới sự điều khiển của kiểm soát lưu không do đó độ cao và phạm vi khảo sát không nằm dưới sự kiểm soát của phi hành đoàn bay;

Trạm chủ GPS: Vị trí (Nằm ngoài khu

vực sân bay): Có tọa độ: 21°13'14.35"; 105°46'06.68"; Độ cao: 10.68m; Độ cao anten của máy GPS trạm chủ (Novatel 702GG) HI =1.358 m;

Độ bù máy bay (để ta truyền giá trị trọng lực từ mặt đất vị trí máy bay đến tâm máy trọng lực trên máy bay): Ta đo từ Anten GPS tới tâm của máy trọng lực: 1,115 m; Từ tâm của máy trọng lực tới mặt đất: 1,323 m.

Giá trị trọng lực gốc tại vị trí đỗ máy bay: 978674,447 mgal

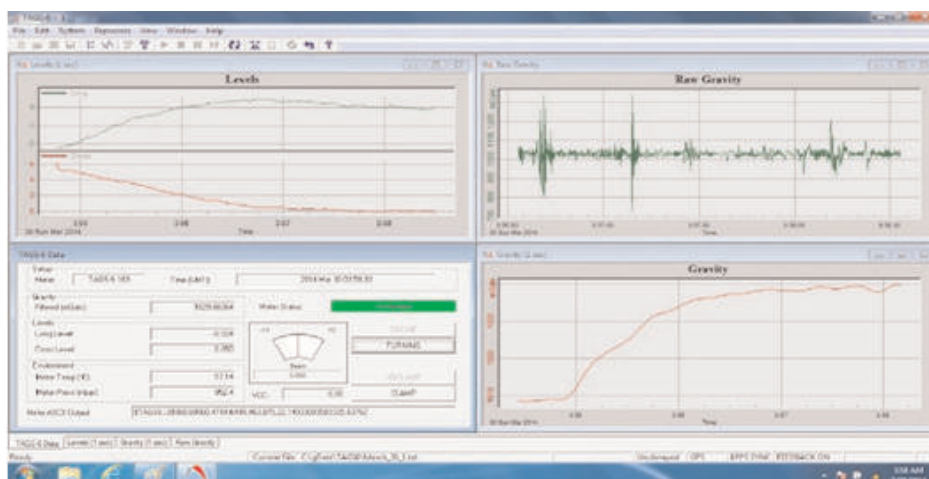
Số đọc trước khi bay: (xem hình 3)

Số đọc khi kết thúc bay: (xem hình 4)

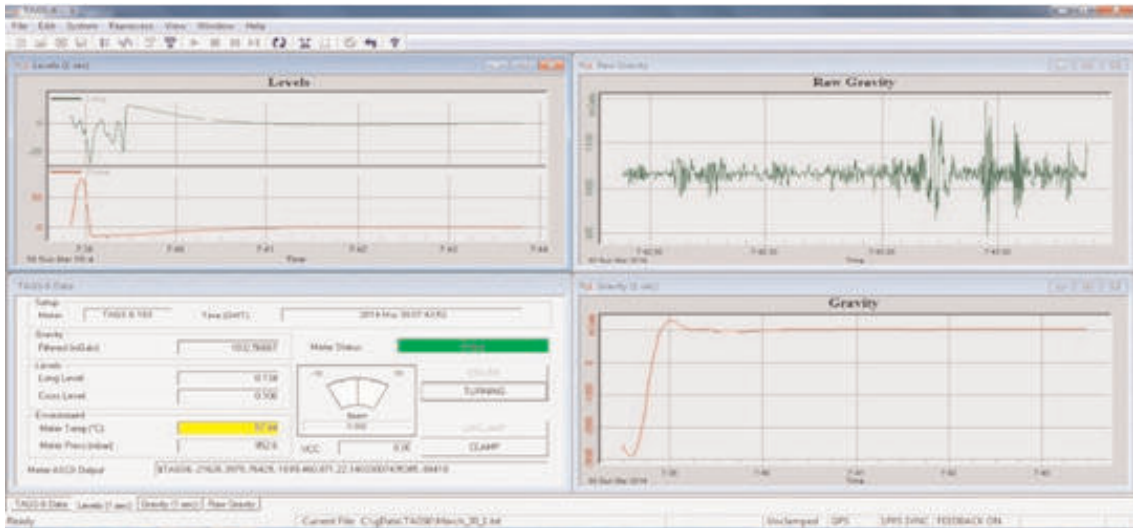
3.3. Xử lý dữ liệu bay đo thử

Dữ liệu bay đo thử được xử lý bởi ông Seibert và sau đó là nhân viên của VIGAC với phần mềm Micro-g/LaCoste AGSys6. (xem hình 5, hình 6, hình 7)

Dữ liệu địa hình DEM phục vụ cải chính địa hình dùng cho khu vực thử nghiệm đã được tải về từ dữ liệu DEM toàn cầu, phần mềm AGSys6 được sử dụng để tính với các thông số khai báo ở hệ WGS84 như tọa độ



Hình 3: Số đọc tại vị trí đỗ máy bay trước khi bay đo



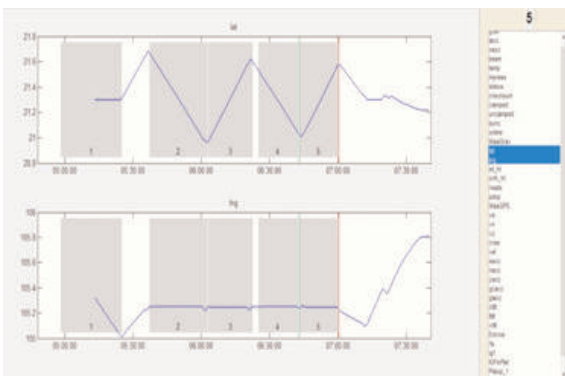
Hình 4: Số đọc tại vị trí đỗ máy bay sau khi kết thúc chuyến bay đo



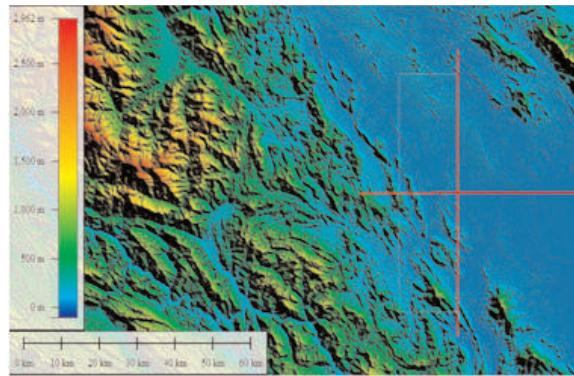
Hình 5: Màn hình chính của phần mềm xử lý số liệu AGSys6

The screenshot shows the 'AddNewFlight' dialog box. It contains a 'Flight data' section with a 'Flight number' field (value: 1) and a 'Gravity meter' dropdown menu (value: S-183). Below this are four sections for recording times: 'Pre-flight still reading', 'Takeoff', 'Landing', and 'Post-flight still reading'. Each section includes a 'Date' field (all set to 30-Mar-2014) and a 'Time' field. The 'Pre-flight still reading' section also includes a 'Baseline' dropdown (value: Pad 16) and a 'Meter GC gravity' field (value: 1529.880). The 'Post-flight still reading' section includes a 'Baseline' dropdown (value: Pad 15) and a 'Meter GC gravity' field (value: 1532.150). At the bottom, there is an 'Output gravity filter' field (value: 100 seconds) and 'Add', 'Clear', and 'Close' buttons.

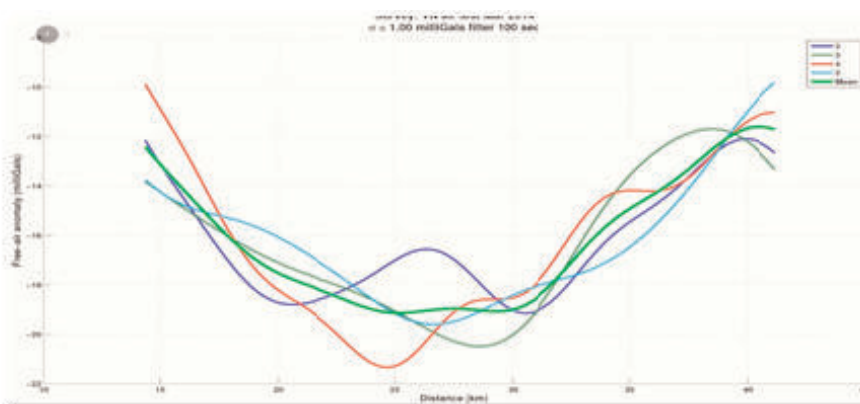
Hình 6: Những dữ liệu đầu vào của chuyến bay thử nghiệm



Hình 7: Các tuyến bay được chọn trong quá trình bay đo thử



Hình 8: Mô hình địa hình (DEM) là dữ liệu đầu vào cho việc cải chính địa hình khu vực bay đo thử nghiệm



Hình 9: Biểu diễn đường đồ thị trung bình của 4 tuyến bay lập Bắc-Nam

Bảng 2: Ví dụ dữ liệu đầu ra của kết quả xử lý dữ liệu

Date	Time	Line ID	grav	beam	lat	lng	orth_ht	fa	FAA	xcoord	ycoord	teff	BGA
30-Mar-14	6:08:10	3	-11983.2	0.007659	21.1503	105.2487	1312.768	-405.143	-16.6164	525825.3	2338803	15.1794	-25.1725
30-Mar-14	6:08:11	3	-777.701	0.00599	21.1509	105.2487	1312.71	-405.125	-16.515	525825.3	2338867	14.7168	-25.1008
30-Mar-14	6:08:12	3	13382.64	-0.00127	21.1515	105.2487	1312.705	-405.123	-16.4118	525825.4	2338931	13.7501	-25.0264
30-Mar-14	6:08:13	3	7459.107	-0.00141	21.152	105.2487	1312.788	-405.149	-16.307	525825.5	2338995	12.708	-24.9493
30-Mar-14	6:08:14	3	-4251.59	0.003485	21.1526	105.2487	1312.884	-405.179	-16.203	525825.7	2339059	11.9104	-24.8719
30-Mar-14	6:08:15	3	-2649.05	0.005168	21.1532	105.2488	1312.96	-405.202	-16.099	525825.9	2339123	11.5907	-24.7936
30-Mar-14	6:08:16	3	6549.314	0.001637	21.1538	105.2488	1313.058	-405.232	-15.9932	525826.2	2339187	11.8697	-24.7125
30-Mar-14	6:08:17	3	7664.838	-0.00065	21.1544	105.2488	1313.22	-405.282	-15.8874	525826.6	2339251	12.6257	-24.6304
30-Mar-14	6:08:18	3	558.2504	0.002257	21.1549	105.2488	1313.42	-405.344	-15.7829	525827	2339315	13.4338	-24.5486
30-Mar-14	6:08:19	3	-962.83	0.004737	21.1555	105.2488	1313.606	-405.401	-15.6779	525827.4	2339379	13.7306	-24.4652

B, L của khu đo, độ cao so với mặt nước biển, độ cao bay trung bình, các giá trị tọa độ, độ cao, giá trị trọng lực khởi đo, độ cao anten GPS, tần số thu đồng thời ...phục vụ tính giá trị trọng lực Bouguer (BGA) và trọng lực Fai (FAA). (xem hình 8)

3.4. Đánh giá kết quả bay đo thử nghiệm

Những đồ thị của dị thường trọng lực chân không (FAA) của từng tuyến bay được trình bày ở dưới đây và các đường đồ thị được chồng lên nhau để so sánh bốn tuyến bay Nam-Bắc lập đi lập lại được thể hiện trong hình 9. Các tuyến Nam Bắc cho thấy rằng khả năng bay lập là rất tốt cho khoảng

cách ngắn. Kết quả bay lập của 4 tuyến là rất tốt, giá trị độ lệch hai tuyến lớn nhất chỉ khoảng 4mgal thường thường từ 1-2mgal. (xem hình 9)

Các dữ liệu được xử lý đầu ra là một dãy số dạng ASCII của các vùng được chọn trong một định dạng csv. Rất nhiều cách ghi dữ liệu đầu ra có thể được tạo để phù hợp với nhu cầu và mục đích sử dụng đo đạc và lập bản đồ cụ thể. (xem bảng 2)

Dữ liệu được xử lý có thể được tải vào một loạt các gói của phần mềm để bình sai các điểm giao cắt đường bay theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất, phân tích hồ sơ của dữ liệu và bản đồ.

4. Kết luận

Lần đầu tiên ở Việt Nam đã có một hệ thống đo trọng lực hàng không hiện đại, đảm bảo cho công tác đo trọng lực ở các vùng núi cao, biên giới và đặc biệt là toàn bộ vùng biển của nước ta có thể thực hiện được trong những năm tới đây. Làm chủ công nghệ và vận hành một cách hiệu quả là mục tiêu chính của đợt chuyển giao công nghệ do Micro-g LaCoste thực hiện tại Việt Nam. Việc phối hợp của các đơn vị có liên quan trong chuyển giao công nghệ bay đo trọng lực như Cục bản đồ Bộ Tổng tham mưu, Công ty dịch vụ bay VASCO, Cảng hàng không quốc tế Nội Bài đã cho VIGAC có những kinh nghiệm nhất định trong triển khai các dự án bay đo trọng lực hàng không.

Kết quả bay đo thử nghiệm tại vùng núi tỉnh Phú Thọ đã đạt được yêu cầu đề ra, các cán bộ của VIGAC đã tích cực học hỏi và chủ động nắm bắt công nghệ. Hệ thống TAGS-6 đã được vận hành thông suốt đảm

bảo các tiêu chuẩn kỹ thuật và yêu cầu độ chính xác của đo đạc trọng lực chi tiết vùng núi theo các tiêu chuẩn của Việt Nam. Có được hệ thống này chúng ta sẽ không phải đi thuê các công ty của nước ngoài vào bay đo trọng lực ở các khu vực vùng núi nữa mà có thể chủ động khi có yêu cầu. Bên cạnh đó các nước như CHDCND Lào, Vương quốc Campuchia là những nước chưa có điều kiện bay đo trọng lực vùng núi, chúng ta có thể phối hợp trong tương lai.○

Tài liệu tham khảo

- [1]. Micro-g LaCoste (2013), Airborne Gravity Field Determination.
- [2]. Micro-g LaCoste (2013), TAGS Hardware and Operating Manual.
- [3]. Micro-g LaCoste (2013), TAGS Features and Specifications.
- [4]. Micro-g LaCoste (2013), TAGS-6 Brochure.
- [5]. Micro-g LaCoste (2013), AeroGrav Data Processing Manual.○

Summary

TAGS-6 air gravity survey system and testing results in Vietnam

*Dr. Nguyen Phi Son, Dr. Pham Minh Hai, MSc. Dinh Xuan Manh, Eng. Nguyen Xuan Thang
Vietnam Institute of Geodesy and Cartography*

TAGS-6 represents the latest development in a long line of Lacoste-based airborne gravity systems, stretching back to the first successful airborne gravity flights in 1958. TAGS-6 is an upgrade to the TAGS/Air III gravity meter, and is designed specifically for geoid mapping, geophysical survey, oil and mineral exploration. Currently, Vietnam is one of the 4 countries, including Sweden, India, Vietnam and South Africa, owning this modern technology. During the period from 20th March to 2nd April 2014, Vietnam Institute of Geodesy and Cartography (VIGAC) received the technology transfer and conducted test flights using TAGS-6 technology under the direction of Mr. John Seibert, an expert from the company Micro-g Lacoste - Scintrex Ltd. After the technology transfer program, VIGAC have gradually mastered this modern technology as well as steps for processing airborne gravity data, thereby giving appropriate steps, serving for the development of geodesy and cartography sectors in the next period.○