

国外航空地球物理试验场建设启示

朱卫平,熊盛青,刘英会,张婉

(中国国土资源航空物探遥感中心,北京 100083)

摘要:在国家 863 重大计划项目的支持下,开展了我国航空地球物理试验场建设和研究工作。为此,开展了对国外航空地球物理试验场建设情况的调研,详细总结了加拿大安德略湖 Reid-Mahaffy 航空电磁地球物理试验场选场条件、建设方案以及试验场应用等情况,为我国航空地球物理试验场建设提供了重要启示。

关键词:航空地球物理;试验场建设;Reid-Mahaffy 试验场

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2012)04-0637-04

航空地球物理探测技术是地质和矿产勘查的重要手段,为我国基础地质研究和资源调查作出了突出贡献,但是随着所面临的地质问题和找矿难度日益增大,已难以满足当前的需求,需要不断提高探测能力和应用水平。航空地球物理的探测能力主要取决于测量系统及其测量方法的有效性,其有效性的提高,需要专业的检验平台——航空地球物理试验场。只有在反复试验的基础上,才能使航空地球物理探测技术的应用得到有效提高。

除核工业航测遥感中心在石家庄建立了航空能谱仪器计量站和航空能谱标定带外,我国还没有一个可供航空地球物理测量系统动态检测的试验场,这严重制约了航空地球物理技术及其应用能力的提高。因此,建立满足我国航空地球物理测量系统及其测量方法动态检测的试验场迫在眉睫。为此,在国家 863 航空地球物理勘查技术系统重大计划项目中设立了试验场建设的研究内容。笔者在对国外航空地球物理试验场建设情况进行调研的基础上,着重总结了加拿大安德略湖 Reid-Mahaffy 航空电磁地球物理试验场建设经验,可为我国航空地球物理试验场建设提供借鉴。

1 国外航空地球物理试验建设概况

世界上很多著名的地球物理公司均拥有专业的野外测试、校准场所。例如世界上首屈一指的 Cs-3 磁力仪研制者 Scintrex 公司和世界著名的放射性测量仪器生产厂家 Explorainum 公司等均拥有专门的研制室、调试测试室、野外测试基地和生产车间、实验场所和校准测试坪。

世界上许多国家地质调查机构都有自己的航空地球物理静态和动态试验基地。加拿大及澳大利亚航空地球物理探测技术都比较发达,已建立了系统的航空地球物理仪器地面静态、空中动态试验基地。例如加拿大航空地球物理公司在—个地面电磁干扰小的村庄里建立了一个比较理想的航空电磁仪器地面试验基地,在魁北克 Gallen 矿床和安德略湖 Reid-Mahaffy 镇分别建立了一个航空电磁地球物理动态试验场^[1-2],在渥太华东部附近的低山区与平原区交接处建立了一个航空重力动态试验场。

加拿大渥太华航空重力动态试验场,既有非常详细的地面重力测量资料,也有不同高度和不同方向的航空重力测量资料,空地资料可做详细的对比,可以较好地分析航空重力仪的性能指标,确定最优化的测量和处理参数。加拿大山德尔地球物理公司(Sander Geophysics Limited,简称 SGL)的 AIRGrav 航空重力仪、Lacoste 公司以及加拿大麦克罗(微)重力公司(Canadian Micro Gravity,简称 CMG)的重力仪都曾在这里进行试验飞行,该试验场为这些重力仪的检测、完善带来了益处。澳大利亚亚佩思市北部约 300 km 的卡尔戈里市的一个小型飞机场到西海岸的一块平原与低山丘陵区 CMG 有一个航空重力仪地面和空中校准基地。机场附近有精度非常高的重力基准点供航空重力仪器校准使用,CMG 公司每次调试航空重力仪器或重新安装仪器时都要在这里完成地面和空中试验工作。这些实验基地和野外试验场为研发高精度的仪器提供了保证,有效满足了勘查和研究工作的实际需要。众多的试验场资料中,加拿大 Reid-Mahaffy 航空电磁地球物理试验场

算是一个比较完善和实用性的试验场^[3]。

2 加拿大 Reid-Mahaffy 航空电磁地球物理试验场

2.1 位置

加拿大 Reid-Mahaffy 航空电磁地球物理试验场,位于安大略湖(Timmins)西北约 40 km 的 Reid-Mahaffy 镇,范围为 5 km × 3 km^[1,3-5]。该试验场由安大略湖地质调查所(OGS)在 Falconbridge 公司的协助与合作下于 1999 年研建。

2.2 试验场基础条件

在 Reid-Mahaffy 地区有着丰富的保存完好的历史工作资料。Falconbridge 勘探公司对该区所有勘探数据、主要钻孔和地面地球物理数据等大量历史资料进行了分析整理^[3]。这些资料表明,该试验场地质矿产条件较好,岩(矿)石物性差异明显,能引起丰富多样的地球物理异常。

2.2.1 地质矿产条件

Reid-Mahaffy 试验场位于 Abitibi 亚省 Mattagami River 断裂东侧。该区域南部为太古代铁镁质岩和

中等强度变质火山岩,北部为长英质沉积岩和中等变质强度的火成岩,岩石呈近东西走向。东南部存在数条狭窄的化学变质岩、长英质沉积岩、火成岩以及镁质—超基性侵入岩体。航磁资料显示该区发育北北西走向的元古代辉绿岩墙群。

试验场内存在铜铅锌脉/交代和层状火山岩型块状硫化矿(VMS)同生矿产,Kidd Creek VMS 矿床位于试验场的东南部。

2.2.2 地球物理场条件

试验场航磁异常彩色阴影图显示,磁场为西南强、北东弱,磁异常整体走向为 NW 向,反应了该区地质构造特征以 NW 走向为主。而航空电磁法测量结果表明区内电性异常差异明显,中间为低导电率,两端为高导电率,显示为北西向大断裂作用的结果。磁、电磁场总体特征基本一致,与区内北北西向构造及辉绿岩墙有关(图 1)。

2.3 电磁标准场建设

在试验场开展多种系统大比例尺高精度电磁测量,构建不同电磁系统标准场,作为各个系统检测的依据^[6]。

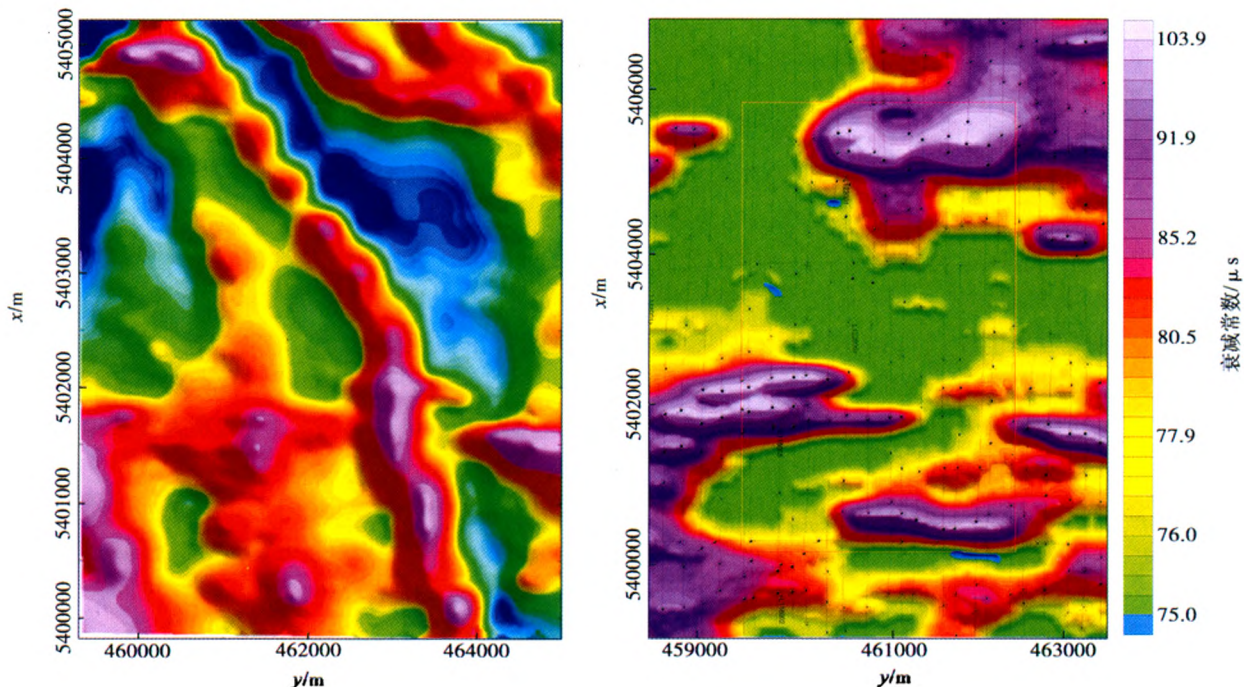


图 1 Reid-mahaffy 航空地球物理试验场飞行的总磁场强度(左)和电磁异常阴影(右)

2.3.1 测网部署

电磁测量比例尺为 1: 2 万,测线方向为 NS 向,测线间距为 200 m,共设计了 16 条测线;切割线为 EW 向,设计了 4 条切割线,设计工作量 96.8 km。

2.3.2 平面测量

按照安大略湖地质调查所(OGS)航空电磁测量

标准,进行了 4 种电磁系统平面测量,相应构建了 4 个系统的平面标准场。

进行了直升机频率域电磁(FDEM)Dighem V 和 High-Sense 系统测量,电磁(EM)探头离地高度是 30 m,最终构建两套直升机频率域电磁系统 30 m 高度的标准场。

进行了固定翼飞机时间域电磁(TDEM) Geotem III systems 和 Spectrem2000 系统测量, Geotem III systems 探头离地高度为 70 m, 构建了系统 70 m 高度的标准场; 固定翼飞机时间域电磁 Spectrem2000 系统探头离地高度为 56 m, 构建了系统 56 m 高度的标准场^[6]。

2.3.3 不同高度测量

除平面测量外, 还设计 1 条主测线进行 5 个不同高度测量飞行(直升机系统为 50、75、100、125、150 m; 固定翼系统为 75、100、125、150、200 m)来检验振幅衰减和电磁场响应随着高度的增加横向分辨率的变化。

2.4 专业测试场

该试验场建立的最初目的是用于检验电磁系统的测量效果, 之后, 逐步完善成为电磁标准试验场。既可用于各种各样的地质目标系统的比较, 以便迅速被工业采用^[4]; 它还提供一系列电磁标准场用于评价不同电磁系统的性能。

目前, Reid-Mahaffy 试验场已经成为 Falconbridge 公司航空电磁系统的专业测试场。主要提供以下服务^[1]:

(1) 检测不同的航空电磁系统的测量效果。

(2) 作为勘查项目在测量过程中添加新系统元件配置的校准场。

(3) 验证在试验场中做地质“试验”的某个系统规范。

2.5 试验场的应用

试验场建立后除用作各种电磁系统测试外, 还有着更多的其他用途。

首先, 对不同航空电磁系统进行对比研究。在试验场内, 采集了大量的多种航空电磁系统测量数据, 利用这些数据可对不同电磁系统的探测能力进行比对研究^[7], 有利于各种电磁系统的不断完善和提高。

其次, 利用试验场大量的数据进行方法研究。Ken Witherly 利用试验场采集的剖面数据进行地质剖面反演研究^[3]; Greg Hodges 等将时间域数据向频率域转换方法研究^[7]; Daniel Sattel 等使用一种交替变换的方法对试验场 GEOTEM 和 MEGATEM 高频数据进行转化研究, 可很好地用于发射机高度、斜度、摆动以及接收器偏移量等各种变化的校正^[8]; Daniel Sattel 利用 Reid-Mahaffy 试验场 TEMPEST, GEOTEM 和 DIGHEMV 数据, 使用 Zohdy 方法对航空电磁(AEM)数据进行了转换研究^[9]。

综上所述, Reid-Mahaffy 试验场, 不仅为各种航

空电磁系统提供了检测标准场, 从而有利于各种电磁系统探测能力的不断完善和提高, 而且可利用试验场大量的数据进行方法研究, 推动电磁系统应用能力的提高。

3 对我国航空地球物理试验场建设的启示

通过对国外航空地球物理试验场建设情况的调研与总结, 认为可为我国航空地球物理试验场建设提供以下重要启示:

(1) 国外许多航空地球物理技术比较发达国家都建立了专业的航空地球物理试验场, 为航空地球物理测量系统检验和方法研究提供了一个平台, 促进了航空地球物理测量技术的发展, 保证了航空地球物理技术的国际领先地位。我国目前还缺少专业的航空地球物理试验场, 因此, 在我国建立专业的航空地球物理试验场是十分必要的。

(2) 国外航空地球物理试验场是以单一航空球物理方法为主的专业试验场, 缺少可同时提供多种方法系统检验的综合试验场。因此, 在我国可以建立若干个航空地球物理专业试验场, 还可以建立航空地球物理综合试验场, 这样不仅可以进行单一测量系统检测和方法研究, 还可以同时进行多种测量系统检验和多方法研究, 促进进行航空地球物理技术的发展。

(3) 建立综合试验场的场址选择是一项非常困难的工作, 可采用先建立若干专业试验场, 这样可节省费用和时间, 较快建成试验场。在专业试验场建成的基础上, 可充分利用已有的地质、地球物理(地面、航空)及测绘等资料, 进一步完善建立综合试验场。

参考文献:

- [1] Reford S W, Fyon A. Airborne magnetic and electromagnetic surveys, Reid-Mahaffy airborne geophysical test site survey, miscellaneous release-Data (MRD) 55, geological setting, measured and processed data, and derived products: Ontario Geological Survey [R]. Ontario, 2000.
- [2] Smith R S, Cheng L Z, Allard M, et al. An analysis of geophysical and geological data from the Gallen test site, Quebec, Canada [C]//The 76th SEG Annual Meeting, New Orleans, 2006.
- [3] Witherly K, Irvine R, Godbout M. Reid-Mahaffy Test Site, Ontario Canada: an example of benchmarking in airborne geophysics [C]//SEG Int'l Exposition and 74th Annual Meeting, Denver, Colorado, 2004.
- [4] Reford S, Rudd J, Churchill L. Operation Does the Treasure Hunt-Ontario model work for you? [C]//ASEG 15th Geophysical Conference and Exhibition, Brisbane, 2001.

- [5] Reid - Mahaffy Survey Information. [2008 - 06 - 19]. http://www.mndm.gov.on.ca/MNDM/Default_e.asp
- [6] Smith R, O'Connell M, Kroupodero Y, et al. New tools for interpreting GEOTEM and MEGATEM airborne EM data for deposit discovery and definition[R]. Fugro Airborne Surveys, Ottawa, 2002.
- [7] Hodges G, Yin Chang-chun. Geologically constrained conversion of frequency domain EM data to time domain[C]//SEG Int'l Exposition and 74th Annual Meeting, Denver, Colorado, 2004.
- [8] Sattel D, Lane R, Pears G, et al. Novel ways to process and model GEOTEM and MEGATEM data[C]//SEG Int'l Exposition and 74th Annual Meeting. Denver, Colorado, 2004.
- [9] Sattel D. Inverting airborne electromagnetic (AEM) data with Zohdy's method[J]. Geophysics, 2005, 70(4): 77 - 85.
- [10] Irvine R J, Godbout M G, Witherly K E. "Reid-Mahaffy Field Guide" Comparison of airborne EM systems, Reid-Mahaffy test site, Ontario, Canada[R]. Condor Consulting Inc. Report, Condor, 2000.

ENLIGHTENMENT FROM AIRBORNE GEOPHYSICAL TEST SITE CONSTRUCTION ABROAD

ZHU Wei-ping, XIONG Sheng-qing, LIU Ying-hui, ZHANG Wan

(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: For the construction of the airborne geophysical test site in China sponsored by National 863 Major Projects, the authors carried out a detailed investigation of airborne geophysical tests conducted abroad, and summarized particularly the site selection requirements, the construction scheme and its application to "Reid-Mahaffy Airborne Magnetic and Electromagnetic Geophysical Test Site in Ontario, Canada. The investigation provides an important inspiration for the construction of the airborne geophysical test sites in China.

Key words: airborne geophysics; construction of test site; Reid-Mahaffy Test Site

作者简介: 朱卫平(1980 -), 任职于中国国土资源航空物探遥感中心, 主要从事航空物探综合解释与研究工作。