新一代航空多道伽马能谱仪的引进和初步应用

周锡华,乔广志

(中国国土资源航空物探遥感中心,北京 100083)

摘要:GR-820 集优秀的稳谱技术、数字可视化设计和实时谱图显示于一身,提供了更为精确的伽马能谱测量。文 中简要地介绍了 GR-820 的工作原理、性能和应用效果等几方面的内容,供读者了解当今航空伽马能谱仪的发展状况。

关键词:GR-820;航空多道伽玛能谱仪;工作原理

中图分类号: P631.6 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2002)04-0318-03

上世纪的 80 和 90 年代,以 GAD-6 和 GR-800D 为代表的老一代多道航空伽马能谱仪,在我国 的地质事业上发挥了重要的作用。在地质填图、寻 找放射性矿产、多金属矿、贵金属矿、钾盐、石油天然 气、地下水资源的勘察以及环境测量等方面,取得了 一大批成果。

随着中国地质调查局的成立和地质大调查的开 展,为了满足新一轮地质大调查的要求,航空物探遥 感中心于 1999 年 11 月从加拿大的 Explorainum 公 司引进了当今世界上最先进的多道航空伽马能谱仪 ——GR-820。GR-820 利用天然伽马谱中的特征 峰,采用软、硬件相结合的数字化稳谱技术,确保每 条晶体的单谱和所有晶体的总谱,其钍峰(²⁰⁸ Tl)漂 移<±1 道;其数字化、可视化程度高,具有实时谱 图的显示能力⁹。 经过我中心的努力,实现了当年引进、当年投入 生产,并取得了比较好测量数据和地质效果。

1 GR-820 的工作原理

GR-820 的组成如图 1 所示,探测信号经前置放 大后进入主放大器,放大后的信号滤波、整形后进入 ADC 模块,同时电路由模块对信号进行舍取。ADC 转换后的数据通过 DMA 快速地送入 SPU 保存起 来,同时进行谱数据的累加、峰值分析和自动稳谱。 输出数据由 MPU 控制,通过 DAO 输出;同时 MPU 管理着显示、键盘等。SP1、SP2 和高压电源模块分 别提供给系统所需的电源。GR-820 采用双 CPU 的工作办法,很好地解决了多通道的稳谱和输出都 由一个 CPU 难以完成的问题。



图 1 GR-820 整体工作原理

[●] Explorainum. GR-820 user manual. 1996. 收稿日扉.克数据₃₋₁₀



图 2 单晶体钍峰峰位与增益之间的变化关系

2 GR-820 工作原理

GR-820 利用天然伽马谱中的特征峰,采用软、 硬件相结合的数字化稳谱技术分别对单条晶体进行 自动稳谱,提供了一个特别适用于多探测器的综合 系统。

图 2 展示了单晶体钍峰峰位与增益之间的变化 关系。从该图可以看出,当峰漂移超过 218±0.5 道 时,GR-820 就进行增益的自动调整(4~5 点、12~ 13 点),其变化率大约为单位增益变化 0.9 道。当 峰漂移保持在 218 ± 0.5 道之内时, GR-820 保持其 增益不变($1 \sim 4$ 点、 $5 \sim 12$ 点、 $13 \sim 15$ 点), 峰位曲线 反映了测量过程中钍峰峰位的变化情况。

3 GR-820 的性能指标

3.1 GR-820 长期稳定性

表1是GR-820 晶体能量分辨率长期稳定性的 测试结果,从测试结果看,14 d内总下视晶体能量 分辨率仅变化 0.1%。

曾益变化 0.9 道。当 表 2 是 GR-820 各道测量数据长期稳定性统表 1 GR-820 总下视晶体能量分辨率(¹³⁷Cs)测试结果 %

| 测量日期 | 3.24 | 3.27 | 3.28 | 3.29 | 3.30 | 4.4 | 4.5 | 4.11 | 4.12 | 4.13 | 4.17 | 4.18 | 4.19 | 4.20 |
|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 晶体分辨率 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.2 | 8.1 | 8.2 | 8.1 |

表 2 GR-820 各道测量数据长期稳定性统计

N/cps

| 通道 | 3.24 | 3.27 | 3.28 | 3.29 | 4.4 | 4.11 | 4.12 | 4.13 | 4.17 | 4.18 | 4.19 | 4.21 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tc | 4643 | 4624 | 4608 | 4642 | 4584 | 4546 | 4575 | 4603 | 4605 | 4586 | 4556 | 4611 |
| К | 758 | 757 | 756 | 758 | 752 | 754 | 754 | 756 | 757 | 749 | 747 | 749 |
| U | 86.1 | 85.3 | 85.3 | 86.3 | 84.6 | 84.6 | 85.9 | 85.5 | 86.5 | 85.1 | 85.8 | 85.8 |
| Th | 115 | 113 | 114 | 115 | 113 | 110 | 110 | 113 | 113 | 112 | 111 | 113 |

计(从每天测试中取 10 min 数据,把其平均值作为 一组统计数据)。统计结果为:测量数据的最大相对 变化率为 2.4%。

3.2 GR-820 短期稳定性的测试

图 5 和图 6 展示了空中正式飞行时, GR-820 单



晶体和总下视晶体钍峰(²⁰⁸ Tl)的漂移情况(均小于 (1 道)。

表 3 是 GR-820 各道测量数据短期稳定性统计 (每 1 h 取 10 min 的数据,把其平均值作为一组统 计数据)。统计结果为:测量数据的最大相对变化率



26 **卷**

表 3 GR-820 地面正常运行 8 h 各道计数统计

N/cps

| 通道 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 平均 | 最大相对变化率/% |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
| Tc | 4614 | 4608 | 4607 | 4567 | 4620 | 4595 | 4613 | 4619 | 4620 | 4607 | 0.28 |
| К | 757 | 756 | 754 | 752 | 759 | 759 | 756 | 757 | 758 | 756 | 0.40 |
| U | 85.9 | 85.3 | 85.4 | 84.3 | 86.1 | 85.3 | 85.2 | 86.6 | 85.2 | 85.5 | 1.29 |
| Uup | 22.7 | 22.7 | 22.4 | 22.3 | 22.8 | 22.5 | 22.5 | 22.4 | 22.6 | 22.5 | 0.89 |
| 分辨率 (²⁰⁸ Tl)/% | 4.75 | 4.80 | 4.80 | 4.74 | 4.75 | 4.80 | 4.78 | 4.75 | 4.79 | 4.77 | 最大绝对变化率 0.06 |



图 5 某区航空伽马能谱总道立体阴影



图 7 某区航空伽马能谱钍道立体阴影

为 1.29%。

自引进以来,GR-820 已经完成了 2 个地区 6 万 测线公里的航空物探综合测量任务。2 个工区峰漂 统计结果为:总下视晶体钍峰(²⁰⁸ Tl)漂移均小于(1 道,钾峰(⁴⁰ K)漂移均小于(0.4 道)。图 5~8 分别 为某区总道、铀道、钍道、钾道的立体阴影图。

采用 GR-820 进行能谱测量,其编图有如下特 点:①GR-820 编图较以往航空能谱测量系统容易。 ②除了铀道外,架次与架次之间的水平差几乎不见 了。③反映的信息增多,异常轮廓清晰。GR-820 测 量的数据质量明显地好于老一代航空伽马能谱测量 系统。

同样,采用 GR-820 后,其测量的地质效果也有 明显的改善。以上四道立体阴影图,比较清楚地反 映出几条近东西向的断裂构造,而且在测区的东部 其断裂走向变成东北向;同时,测区内的岩体在总道 和钾道上反映明显,并且在钍道和铀道上也有较好 的反映;另外,对于局部小异常,GR-820 同样也有较 好的分辨能力,反映比较清楚。



图 6 某区航空伽马能谱铀道立体阴影



图 8 某区航空伽马能谱钾道立体阴影

5 结论和建议

2 a 多来的实践表明:GR-820 是目前最先进的 航空伽马能谱仪系统。它最突出的优势是精确的稳 谱技术,确保系统的峰位和读数稳定,该技术是提高 能谱测量数据质量的关键。

今后还需对 GR-820 做进一步的研究,完善 GR -820 系统的飞行方法和扩大其使用范围,充分发挥 它的作用,为国家多作贡献。

参考文献:

- [1] IAEA. Technical reports series No323: Airborne gamma ray spectrometer surveying[R]. Vienna: IAEA, 1991.
- [2] Minty B R S. Airborne gamma-ray spectrometric backgroundestimation using full spectrum analysis[J]. Geophysics, 1993, 57:279-287.
- [3] 吴慧山. 核技术勘查[M]. 北京:原子能出版社,1998.
- [4] Hovgaard J, Grasty R L. Reducing statistical noise in airborne gamma—ray data through spectral component analysis[A]. Radiometric methods and remote sensing[C]. 1997.

A HIGHLY SENSITIVE X-RAY FLUORESCENCE ANALYZER FOR GEOLOGICAL SURVEY

LAI Wan-chang, GE Liang-quan, ZHOU Si-chun, LIN Yan-chang, XIAO Gang-yi, WU Yong-peng (Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: This paper reports a highly sensitive X-ray fluorescence analyzer for geological survey, which is composed of a Si-pin X-ray detector with thermo-electrical cooler, isotope sources and a 4096-channel MCA based on PC/104 computer. Its analytical detection limits are about 10×10^{-6} for Cu, Zn, As and other mineral elements. This analyzer can be used to conduct in-situ determination of multi-element concentrations in natural rock, soil and other mineral products.

Key words: portable X-ray fluorescence analyzer; geological survey; anomalous spot (belt)

作者简介:赖万昌(1962一),男,广西合浦人,1983年成都地质学院放射性物探专业本科毕业,1989年获地质与勘探专业硕士 学位,现从事核技术在地学及相关学领域中的应用研究与仪器开发,出版专著2部,发表学术论文30余篇。

(上接 320 页)

THE INTRODUCTION AND APPLICATION OF THE NEW GENERATION AIRBORNE MULTI-CHANNEL GAMMA SPECTROMETER

ZHOU Xi-hua, QIAO Guang-zhi

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

Abstract: The most advanced airborne multi-channel gamma spectrometers in the world—GR-820, which has excellent auto stabilization, digital and windows designing, and real time spectrum display. It provides more exact measures of gamma spectra. This paper describes in brief the operating principle, the performance and the application of GR-820, with the purpose of helping readers to understand the development of airborne multi-channel gamma spectrometers in present days.

Key words: GR-820 airborne multi-channel gamma spectrometer; principle; application.

作者简介:周锡华(1964一),男,江苏南通人,高级工程师。1986年毕业于成都地质学院放射性物探专业,1997年获中国地质 大学(北京)计算机应用专业硕士学位,现主要从事地球物理探测技术、探测仪器以及计算机应用技术等领域的研究开发与应 用。