

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, 其针峰(^{208}Tl)漂移 $< \pm 1$ 道; 其数字化、可视化程度高, 具有实时谱图的显示能力^①。

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。

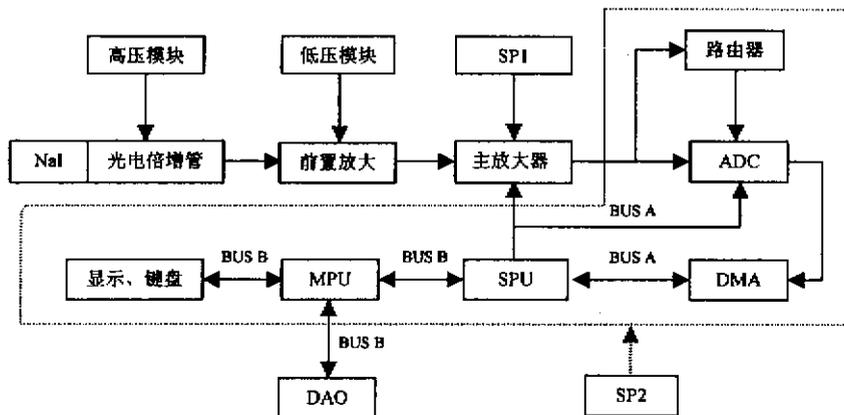


图 1 GR-820 整体工作原理

① Explorainum. GR-820 user manual. 1996.

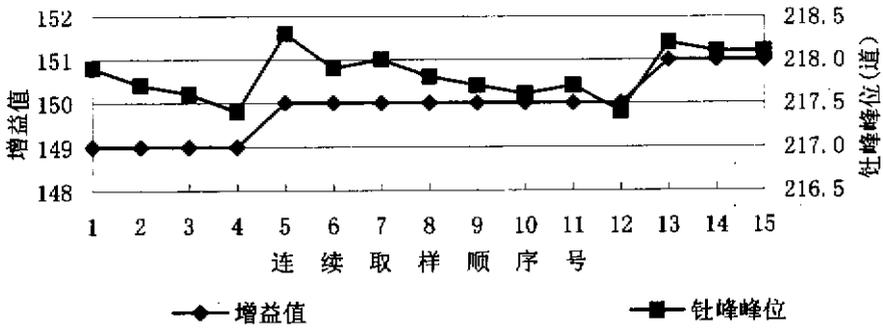


图 2 单晶体钍峰峰位与增益之间的变化关系

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(1~4 点、5~12 点、13~15 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%。

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
K	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(²⁰⁸Tl)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

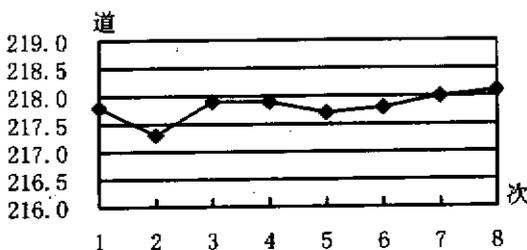


图 3 单晶体空中测量时钍峰漂移
万方数据

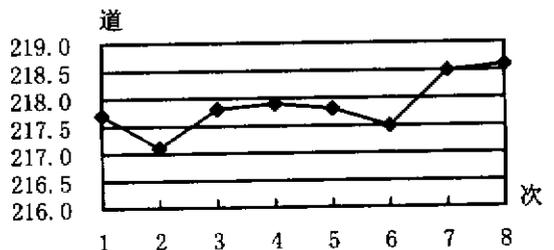


图 4 所有晶体空中测量时钍峰漂移

表3 GR-820地面正常运行8h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
K	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
U _{up}	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6 某区航空伽马能谱钍道立体阴影



图7 某区航空伽马能谱钍道立体阴影



图8 某区航空伽马能谱钾道立体阴影

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(²⁰⁸Tl)漂移均小于(1道,钾峰(⁴⁰K)漂移均小于(0.4道)。图 5~8 分别为某区总道、钍道、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除了钍道外,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,并且在钍道和钍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。

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 background-estimation 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.

