

核地球物理勘查方法 应用实例选编

贾文懿 章 晔 李淑仪 主编

地 质 出 版 社

前 言

《核地球物理勘查方法应用实例选编》是继1986年地质出版社出版的《勘查地球物理 勘查地球化学文集》第四集后，又一本反映地矿部放射性找矿成果的专辑。

该《实例选编》(以下简称《实例》)是根据近年来放射性方法的迅速发展，及其逐渐在我国地质领域多方面应用和已取得的地质效果，旨在推广其成果和交流经验，进一步推广该方法在地质找矿和解决其它地质问题方面的应用，由物探所组织编辑的。在选编此实例过程中，得到了物化探局的支持和国内核物探界一些教授、专家的响应。由于诸方面的配合和野外生产队的协同努力，得以使这本不甚全面地反映放射性方法技术在地质领域应用的选集与广大读者见面了。

《实例》选用了29篇征文，汇集了国内近20个省数万个物理点的资料，反映了空中、地面、井下 γ 测量、 α 测量、X射线荧光测量和中子活化分析的有效应用。其内容主要包括航空和地面 γ 测量(包括 γ 能谱法)进行地质填图、勘查油气和钾盐等；用 α 卡法、 ^{210}Po 法、 α 径迹法等，在岩溶、红层、黄土、高原及山区城镇等不同条件下勘查地下水、地热，解决工程地质等问题；X射线荧光法勘查金、锡、重晶石等金属、非金属矿，现场指导山地工程及钻探工程，以及普查找矿等；用中子活化法分析微量元素金、银，配合普查找矿等。其选题均来自生产第一线。《实例》表明，在地质工作的不同阶段，可根据需要采用相应的放射性方法。它和其它地球物理方法一样，具有独特的解决问题的能力。若将不同的放射性方法互相配合，或将放射性方法与其它物化探方法合理地配合，往往会收到事半功倍的效果，如静电 α 卡法与电法、甚低频法配合找水，其成功率可达85—90%；将X射线荧光法与其他化探方法配合，可以缩短普查找矿的周期，加速矿产资源评价。如果在寻找构造控矿的矿化带时，将 α 卡法测量与X射线荧光测量配合，有可能提高找金属矿的效率和找矿效果。

《实例》分天然放射性和人工放射性两大部分，按空中、地面、井中的顺序编排。虽然这是我部第一本反映放射性方法应用的实例，我们相信，随着时间的推移和核技术向地质领域的不断渗透，今后会有更多的放射性新方法技术问世，其应用实例也会不断地与读者见面。

《实例》中，徐年生同志翻译了5篇英文摘要。刘行义同志翻译了10篇英文摘要，并由毕德启同志作了校对。李淑仪同志翻译了大部分图表名称。张中民同志对书中绝大部分英文摘要和图、表名称做了最后的校译，并翻译了一些英文摘要。

由于编者水平有限，《实例》中错误不当之处请批评指正。

目 录

1. 桂东南地区航空多道 γ 能谱测量数据处理方法及地质填图

.....欧介甫 张敬华 (1)

2. 航空 γ 能谱测量在胜利油田的应用效果冯秀轩 (11)

3. 航空 γ 能谱测量在普查盐湖型钾盐矿床中的应用王德发 (19)

4. 放射性方法在城市地质中的初步应用贾文懿 葛君伟 唐 红 方方 (35)

5. 放射性方法在云、贵两省工程地质中的应用

.....邱元德 赵友清 梁锦华 李全安 (44)

6. 天然放射性方法在湖南红层地下水勘探中的应用陈巨田 (50)

7. 利用天然 γ 放射性探测基岩裂隙水实例李全美 卢 慧 (59)

8. 我国静电 α 卡法应用现状贾文懿 方 方 唐 红 葛君伟 (67)

9. 静电 α 卡法探测岩溶储水构造聂振邦 (82)

10. 放射性方法在松辽高平原区找水效果.....王海辉 毕建臣 (97)

11. 静电 α 卡法在长白山地区寻找矿水的应用效果崔永范 胡奎彬 (106)

12. 静电 α 卡法在辽东半岛找水实例石宝源 (114)

13. 承德山区基岩地区静电 α 卡法找水应用实例冀世正 (121)

14. 静电 α 卡法在安徽工程地质工作中的应用.....林 威 孙晓峰 (129)

15. 静电 α 卡法在陕西眉县汤峪地热勘查中的应用效果薛常水 (136)

16. 静电 α 卡法在深圳地热调查中的应用效果周尊贤 (143)

17. 静电 α 卡法在江苏寻找基岩裂隙水的效果刘国良 曹海明 (148)

18. 热液型隐伏铀矿氧异常特征及氧法找矿效果

.....李克勤 孙鉴文 梁乃杰 (153)

19. γ 测量在城建规划、环保工作中的应用李均灿 (164)

20. 勘查金矿的现场X射线测量.....章 晔 谢庭周 周四春 葛良全 (168)

21. X射线荧光技术在桂西北金矿勘查中的应用效果何励文 黄平生 (176)

22. 四川龙背核物探找金矿应用实例.....刘怀杰 余正安 (184)

23. X射线荧光法在找金、钨、锡矿上的应用.....蔡云良 (192)

24. X射线荧光法在微粒金矿普查中的应用

.....杨官玺 刘明远 郑成略 张麒麟 (199)

25. 补偿—特散比法的基本原理及其在新疆小西湖铜镍矿矿样分析中的应用

.....曹利国 吴建平 丁益民 (206)

26. 中子活化法在快速评价金银矿中的作用——广西新民银铜多金属矿的应

用实例.....童纯茜 廖光素 (213)

27. 中子活化分析微量金技术及其在金矿普查中的应用效果

.....王世传 师立谱 徐凤曾 (218)

28. 用X荧光取样技术现场测定坑道岩壁上的锡矿品位

.....章 晔 周四春 谢庭周 滕绍珠 刘永恩 赵祥荣 韦德正
韦宝剑(228)

29. 饱和曲线法的基本原理及其在锡矿石粉样分析中的应用效果

.....曹利国 丁益民 吴建平(235)

CONTENTS

Data processing and geological interpretation (mapping) of the airborne multichannel γ -ray spectrometry in the area in the southeast of Guangxi Zhuang Autonomous Region	<i>Ou Jiefu Zhang Jinghua</i> (10)
The effectiveness of aerial gamma-ray spectrometry in the Shengli oil field	<i>Feng Xinxuan</i> (18)
Application of airborne gamma-ray spectrometry to prospecting of salt-lake type potash deposits.....	<i>Wang Defa</i> (34)
Initial application of radiometric survey in urban geology	<i>Jia Wenyi Ge Junwei Tang Hong Fang Fang</i> (43)
Application of radioactive method to urban engineering geology in Yunnan and Guizhou	<i>Qiu Yuande Zhao Youqing Liang Jinhua Li Quaan</i> (49)
Application of natural radioactive method to groundwater exploration in red beds of Hunan.....	<i>Chen Jutian</i> (58)
Detection of fissure water by natural gamma radioactivity—some case histories.....	<i>Li Quanmei Lu Hui</i> (66)
Present situation of applying electrostatic alpha-card method in China.....	<i>Jia Wenyi Fang Fang Tang Hong Ge Junwei</i> (81)
Detection of karstic water-storage structures with electrostatic α -card method.....	<i>Nie Zhenbang</i> (96)
Application of radioactive method to searching for ground water in high plain area in Songliao and its effect	<i>Wang Haihui Bi Jianchen</i> (105)
Application of electrostatic α -card method to searching for mineralic water at Changbai Mountain.....	<i>Cui Yongfan Hu Kuibin</i> (113)
Water-prospecting in Liaodong Peninsula with electrostatic alpha-card method—some case histories.....	<i>Shi Baoyuan</i> (120)
A case of applying electrostatic α -card method to water prospecting in Chengde mountainous bedrock area.....	<i>Ji Shizheng</i> (128)
Application of electrostatic alpha-card (ESAC) to engineering geo- logy in Anhui.....	<i>Lin Wei Sun Xiaofeng</i> (135)
The effectiveness of electrostatic α -card method in geothermal exploration at Tangyu, Meixian Country, Shanxi Province	<i>Xue Changshui</i> (142)

- The effectiveness of electrostatic α -card method in geothermal prospecting of Shenzhen area.....*Zhou Zunxian*(147)
- Application of electrostatic α -card method to the searching for fracture water in bed rock in Jiangsu
.....*Liu Guoliang Cao Haiming*(151)
- Characteristics of the radon anomaly from the uranium deposit and its effectiveness in ore prospecting
..... *Li Kegin Sun Jianwen Liang Naijie*(162)
- Application of gamma measurement to city planning and environmental protection.....*Li Juncan*(167)
- X-ray in situ measurement for prospecting and exploration of gold
.....*Zhang Ye Xie Tingzhou Zhou Sichun Ge Liangquan*(174)
- Application of X-ray fluorescence(XRF) measurement to exploration for gold in the Northwest Guangxi Zhuang Autonomous Region
.....*He Liwen Huang Pingsheng*(182)
- An example of applying nuclear geophysical techniques to gold prospecting at Longbei, Sichuan.....*Liu Huaijie Yu Zhengnan*(190)
- Application of X-ray fluorescence (XRF) method to Au, Ba and Sn ores.....*Cai Yunliang*(198)
- The application of X-Ray fluorescence method to the prospecting for microgranular gold deposits
.....*Yang Guanxi Lin Mingyuan Zheng Chenglue Zhang Qilin*(204)
- The basic principles of compensation-characteristic/scattered X-ray method and its application to the analysis of Cu-Ni ore samples from Xiaoxihu, Cu, Ni deposit, Xinjing
.....*Cao Ligu Wu Jianping Ding Yimin*(211)
- The role of neutron activation analysis in rapid evaluation of gold and silver ores—a case at Xinmin Ag, Cu polymetallic deposit, Guangxi Zhuang Autonomous Region.....*Tong Chunhan Liao Guangsu*(216)
- Neutron activation technique for analysing trace gold and its application results in gold prospecting
.....*Wang Shichuan Shi Lipu Xu Fengzeng*(226)
- Determining tin grade of tunnel walls by XRF-sampling technique
..... *Zhang Ye Zhou Sichun Xie Tingzhou Teng Shaozhu*
..... *Liu Yongen Zhao Xiangrong Wei Dezheng Wei Baojian*(234)
- The basic principle of saturation curve method and its application result in the analysis of powdered tin ore samples
.....*Cao Ligu Ding Yimin Wu Jianping*(238)

桂东南地区航空多道 γ 能谱测量数据 处理方法及地质填图

欧介甫 张敬华

(地矿部物化探研究所)

近年来,随着地质找矿和填图的需要,我国航空 γ 能谱测量发展很快,并在找矿和填图工作中获得了明显效果。

1983年,我所和广西航空物探队、第七地质队合作,使用Y-11/205飞机装载的GR-800D航空多道 γ 能谱探测系统(下测探头NaI晶体总体积为 33560cm^3),在桂东南地区首次进行试验性生产测量,获得了较完整的资料,其圈定酸性侵入体范围、划分岩体侵入期次,效果明显。为适应我部开展物化探1:5万区调试验研究的需要,从交流信息出发,本文拟将该区航空多道 γ 能谱数据处理方法中的若干问题和填图效果简要介绍如下:

一、数 据 采 集

测区属低山丘陵,海拔在800m以下,比高200—300m。采用1:5万比例尺施测,实际测网疏密度为 $500\pm 170\text{m}$;定位误差小于100m;在平均飞行高度93m和系统累积采样时间为1s的情况下,获得了较满意的 γ 能谱测量数据,并符合统计学要求。同时,在渤海海域进行了高空测量,获得了飞机辐射本底和宇宙射线修正系数,并在动态标定带进行了测试飞行,标定了高度衰减系数、大气气改正系数和K、U、Th含量换算系数。数据采集完整,质量可靠。

二、多道 γ 能谱测量数据处理

(一) 多道 γ 能谱数据处理方法及软件

GR-800D航空多道 γ 能谱测量,在数据处理方法上,参考了美国Geometrics公司的资料,我们自行研制出了适合M-160计算机数据处理的一整套方法技术和软件。对该地区12200km测线的 γ 能谱数据进行了处理和成图。 γ 能谱测量的数据处理软件分为三个部分:

1. γ 能谱测量质量评价;
2. γ 能谱数据的各项改正和放射性元素含量计算;
3. 航迹和 γ 能谱数据合并成图。详见数据处理流程图(图1)。

(二) γ 能谱系统修正参数

1. 飞机本底和宇宙射线系数

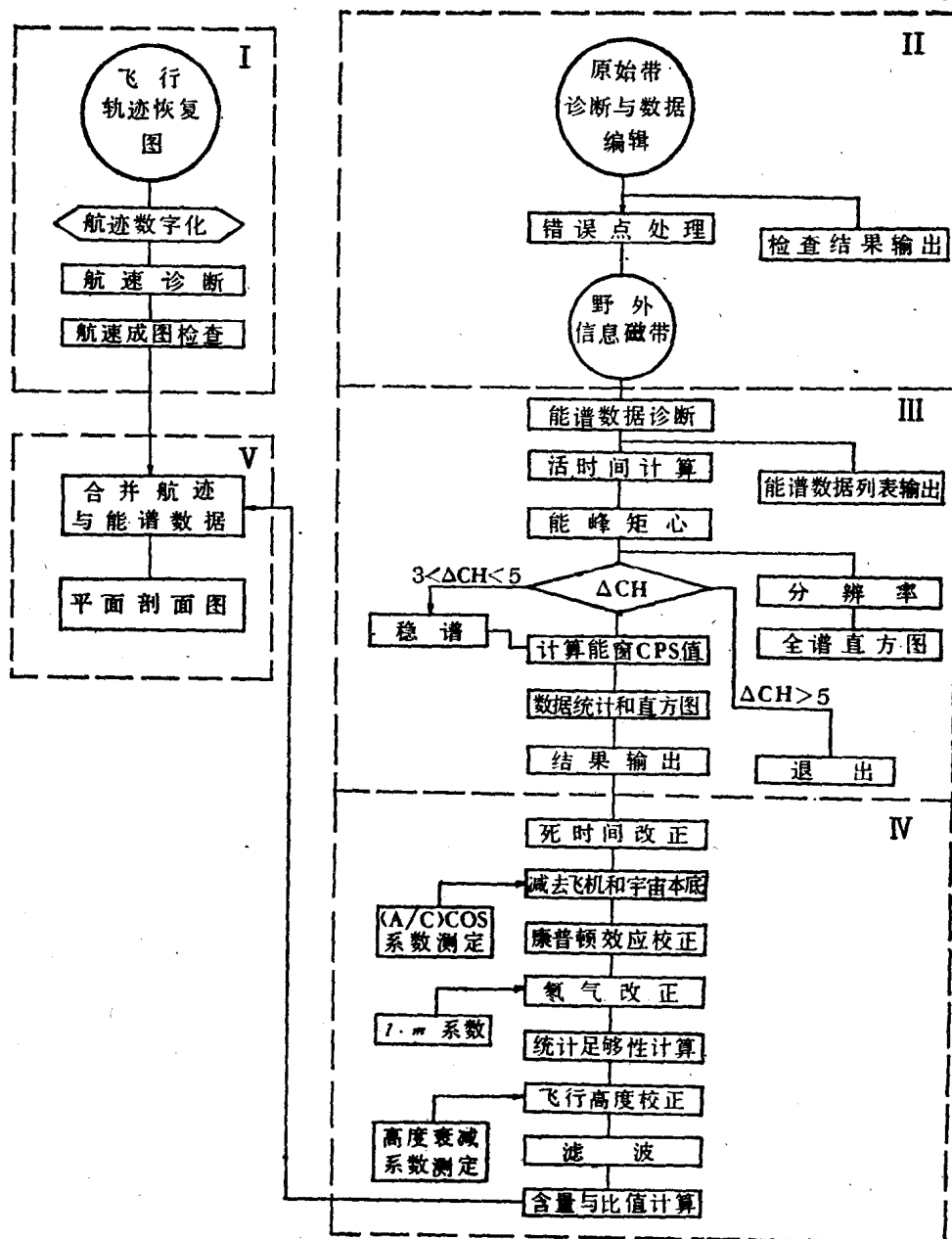


图 1 航空多道 γ 能谱数据处理流程图

Fig. 1 The data processing flow diagram of airborne multichannel γ -ray spectrometry

1982—1983年先后两次在渤海空域对该系统进行了飞机和宇宙本底测定。其中1983年测量数据的处理,是利用自行研制的软件在M-160机上完成的。现将该系统各谱道的飞机本底计数率和宇宙射线系数列表如下(表1):

2. 康普顿散射系数

本GR-800D是机载系统,由于我们未引进飞机,其康普顿散射系数在国外未能标定,因此,1983年我们搜集了与GR-800D探测系统相同的13套散射系数。这些系数表明,尽

表 1 Y-11/205探测系统飞机本底和宇宙射线系数一览表①

Table 1 The list of the background radiation of airplane Y-11 and coefficient of the cosmic-ray for the Y-11/250 survey system

时 间		1982年		1983年	
名 称					
γ 能谱道	γ 能量范围 (MeV)	飞机本底 (计数率)	宇宙射线系数 $\times 10^{-3}$	飞机本底 (计数率)	宇宙射线系数 $\times 10^{-3}$
TC ₁	0.2—3.012			308.2	2622.9
TC ₂	0.4—3.012	198.7	1891.7	232.6	1859.1
K	1.36—1.56	18.6	106.7	21.4	106.7
U	1.67—1.87	11.2	77.2	12.5	73.4
U _w	(1.04—1.207) + (1.65—2.426)			42.9	399.2
Th	2.42—2.83	2.8	149.3	2.9	146.6
U _{up}	(1.04—1.207) + (1.63—2.426)	4.91	463.0	6.2	432.1

① TC₁、TC₂均代表总道, U_w代表宽铀道, U_{up}代表上探铀道

管运载体型不同,但各组系数都很接近,数据离散度小,其标准离差约为0.028。当窗宽、晶体的大小、形状和个数及其组合方式相同时所得的康普顿散射系数的最大相对误差分别为: $S_{UT}=0.056$, $S_{KT}=0.050$, $S_{KU}=0.006$, $S_{TU}=0.095$ (所述 S_{UT} 、 S_{KT} 、 S_{KU} 、 S_{TU} 分别代表铀在铀道、铀在钾道、铀在铀道和铀在钍道的影响系数),因此,有理由采用与本探测晶体体积和窗宽相同的各项修正系数,对已知铀矿区的测量数据进行试验处理。经试验对比分析,选取了对铀矿异常分辨率高、特征清楚的LAMA-11系统的一套散射系数用于本系统的数据处理。其康普顿散射系数的数据如下: $S_{KU}=0.8258$, $S_{KT}=0.1686$, $S_{UT}=0.2621$, $S_{TU}=0.07267$, $\beta=0.00025$ 。晶体耦合系数: $C_{UU}=0.05782$, $C_{UK}=0.0$, $C_{UT}=0.01765$ (所述 C_{UU} 、 C_{UK} 、 C_{UT} 分别为下测铀、钾、钍道计数率对上测铀道的影响系数)。

3. 高度衰减、氡气改正和含量换算系数

1983年选用国内动态测试场地,标定了本系统的高度衰减系数,大气氡改正系数和120m高度上仪器灵敏度系数。各项系数如表2。

表 2 高度衰减、氡气改正和灵敏度系数一览表

Table 2 The coefficients of intensity attenuation of radioactivity along with altitude, Radon correction and sensitivith

高 度 衰 减 系 数					氡 气 改 正 系 数				仪 器 灵 敏 度 系 数		
μ_{TC_2}	μ_K	μ_U	μ_{UW}	μ_{Th}	I_0	I	M_0	M	K	cU	cTh
($10^{-3}/m$)	($10^{-3}/m$)	($10^{-3}/m$)	($10^{-3}/m$)	($10^{-3}/m$)		($10^{-6}/m$)		($10^{-6}/m$)	计数率/%	计数率/ppm	计数率/ppm
5.35	7.98	7.27	5.39	6.04	0.179	5.906	0.628	3.60	61.6	6.61	4.39

高度衰减系数测定相对误差,采用公式:

$$D = \frac{N(200) - N(100)}{N(120)} \times 100\%$$

式中 $N(200)$ 、 $N(100)$ 分别为航高200m和100m的测量值,经本底和康普顿修正后,换算到航高120m的 γ 能谱数据。 $N(120)$ 为航高120m的经本底和康普顿修正后的 γ 能谱数

据。各谱道的误差要求：K道 $D_K < 5\%$ ，Th道 $D_{Th} < 5\%$ ，U道 $D_U < 10\%$ 。该系统的衰减系数(μ)测定，除U道因本身计数率低和大气氛的影响 μ_U 测定中的误差稍大外，其他各 μ 值测定都在允许误差范围内。其相对误差测定结果分别为： $D_K = 4.06\%$ ， $D_{Th} = 3.27\%$ ， $D_U = 10.3\%$ 。

(三) 雷达高度计的标定和数据处理

在航空放射性测量中，飞行高度值的可信度，是 γ 能谱数据最终是否可靠的关键因素，它直接影响成图质量和地质效果。因此一方面在野外飞行期间应定期对高度计进行准确标定，以获得可靠的实测数据；另一方面应将高度计的实测输出电压值和相应的高度值，用最小二乘法拟合。其处理结果表明，在航高60—150m范围内，电压值(mV)与航高(h)的关系为 $h = a + b \times V$ 的直线方程，其相对误差小于2.76%，高度与电压的关系曲线见图2。

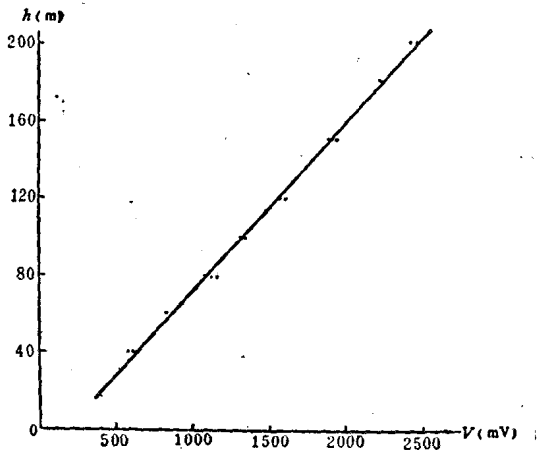


图 2 雷达高度计V—h拟合曲线

Fig. 2 The rating fit curve of the radar altimeter.

(四) γ 能谱测量和数据处理结果评价

γ 能谱测量和数据处理结果的误差检验，我们采用在同一标准剖面上做40、60、80、

表 3 U、Th、K道测量和数据处理结果一览表

Table 3 The errors in the measurements of K, Th, U channels and the data processing.

能 窗 高度(m)	K 道		Th 道		U 道	
	计 数 率	误 差 (%)	计 数 率	误 差 (%)	计 数 率	误 差 (%)
40	106.5	1.75	49.4	-1.43	18.5	20.3
60	107.3	1.01	49.0	-2.00	19.2	17.67
80	107.4	0.92	49.9	-2.04	20.3	12.5
100	108.9	-0.46	48.4	-1.02	21.5	7.33
120	108.4	0.0	48.9	0.0		0.0
150	108.0	0.37	48.5	0.82		-5.60
200	104.5	3.60	46.8	4.29		-3.02

100、120、150和200m等七个不同高度上飞行，然后对七个高度的测量数据，经 γ 能谱各项改正之后，计算其相对误差。所得结果，K、Th道误差小于5%，U道误差较大，尤其是在飞行高度小于60m时，误差大于17.7%，这与铀道计数率低、雷达高度计低高度非线性特征以及各高度层的航迹不重合等因素有关。总的说来，测量和数据处理结果仍较理想。详见表3和图3、图4。

采用上述方法和系统软件在 M-160机上绘制了1:5万K、eU、eTh含量及eU/eTh、eU/K、eTh/K六种参量图件，成图质量良好，地质信息丰富且规律性强。

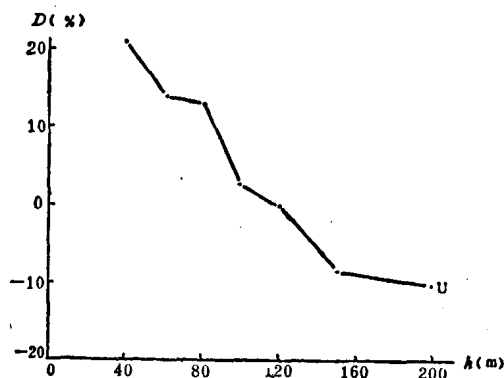


图 3 U道 γ 能谱测量误差分布

Fig. 3 The error scatter diagram for the channel U of γ energy spectrum

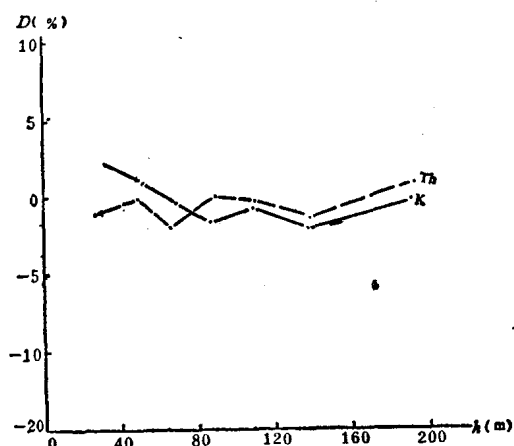


图 4 K、Th道 γ 能谱测量误差分布

Fig. 4 The error scatter diagram for the channels K and Th of γ energy spectrum

三、区域地质填图

航空 γ 能谱测量，实质上即航空放射性——K、U、Th地球化学测量。从地球化学观点来看，K、U、Th等天然放射性元素均属亲石元素。由于K、U、Th本身固有的化学特性及其所处地球化学环境不同，因此它们在地壳各类岩石中的丰度及其组合关系具有特定的规律。众所周知，火成岩在岩浆分异过程中所形成的基性-酸性岩石中，K、U、Th的含量具递增规律；诚然，即使同类岩浆岩，由于岩浆源的不同（主导因素），侵入过程中重熔围岩性质及其混合作用的差异（次要因素），其K、U、Th组份亦有各自的特点。在沉积岩中，同一海域同期形成的海相沉积地层，具有稳定相同的地球化学环境，其K、U、Th组分是特定和稳定的；陆相沉积地层，在形成过程中，其地球化学条件——沉积物来源，搬运条件和沉积环境则是复杂的，在大区域内，同时代的地层中K、U、Th组分是不同的，因而不能作远程对比；但是在小区域内，如内陆盆地，其地球化学环境是相对稳定的，相同地层的K、U、Th组分是相近的；若属山麓堆积，其放射性元素组分则因地而异。总之，无论是岩浆岩、沉积岩乃至变质岩类，都具有各自特定的放射性组分，因此航空 γ 能谱资料在区域地质填图中具有牢固的地球化学基础，利用岩石中K、U、Th的丰度及其组合特征，可以划分地层，圈定内陆盆地，区分岩浆岩性质，特别是对圈定酸性侵入体的

范围、划分其侵入期次和岩相带诸方面，确有其独特功能。

利用航空 γ 能谱资料进行填图提取的K、U、Th及 eTh/K 、 eTh/eU 、 eU/K （乃至其它组合参量）特征单元的均值（ M ）和标准离差（ S ），是定量判别和表征地质单元特征的重要参量。因为 M 和 S 值具有深刻的地质含义。简言之， M 表征地质单元组分的基本特性，与其物质源密切相关，如侵入岩的岩浆源、沉积岩的物质源。 S 值则表征地质单元在生成演化过程中放射性元素的组合方式及分布状态的特点，它与地质单元生成环境的物理化学条件密切相关，因此， γ 能谱特征单元的均值和离差也是表征地质单元属性的重要特征参量。

研究区位于华南准地台钦州残余地槽之六万大山隆起区内。区内地层较发育，寒武、奥陶系（浅海相砂页岩建造）和泥盆系（浅海相砂页岩和碳酸盐岩建造）主要分布于西北缘，中部为内陆盆地，侏罗系（砂砾岩夹页岩）和白垩系（紫红色砂砾岩）发育；研究区东南

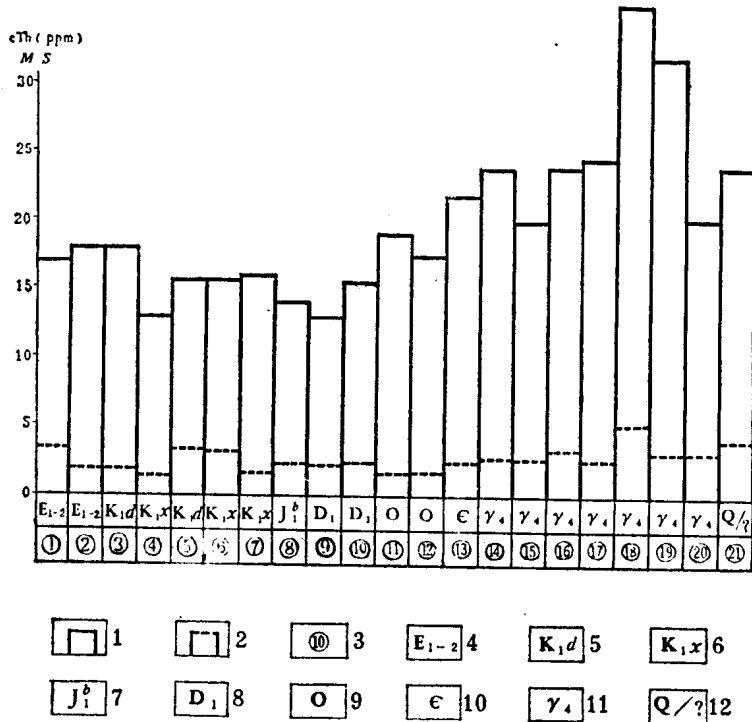


图 5a γ 能谱 eTh 特征单元均值（ M ）、离差（ S ）直方图

Fig. 5a The histogram of the average values and the standard deviations of characteristic units for the airborne γ -ray spectrometry (eTh)

1— M 直方图；2— S 直方图；3— γ 能谱特征单元号；4—第三系；5—白垩系下统大坡组；6—白垩系下统新隆组；7—侏罗系下统上组；8—泥盆系下统；9—奥陶系；10—寒武系；11—华力西期花岗岩；12—第四系盖层下基岩属性？

主要为白垩系，第三系（陆相紫红色砂砾岩）则零星分布。区内断裂构造运动强烈，三条NE向大断裂纵贯全区，构成区内重要的导岩通道，因此酸性岩浆侵入活动频繁而剧烈，并以华力西期花岗岩群著称，其出露面积占全区一半。

区内植被比较发育，地面观测困难，地质研究程度不高，利用航空 γ 能谱资料填图，对

研究查明花岗岩群的分布情况，将起重要作用。

为此，我们根据K、U、Th和 eTh/eU 、 eTh/K 、 eU/K 六个能谱参量图，提取了21个特征单元的特征参量 M 和 S 值，并将其对应的地质单元（取自1:20万地质图）合并绘制直方图（见图5a、b），综合分析研究区内全部地质单元：包括沉积岩系和花岗岩群的放射性地球化学特性。其具体研究程序是：首先剥离沉积岩系，圈出侵入岩群；再分离岩群，圈定单个岩体；最后对岩体按 γ 能谱特征参量分类，划分侵入期次。

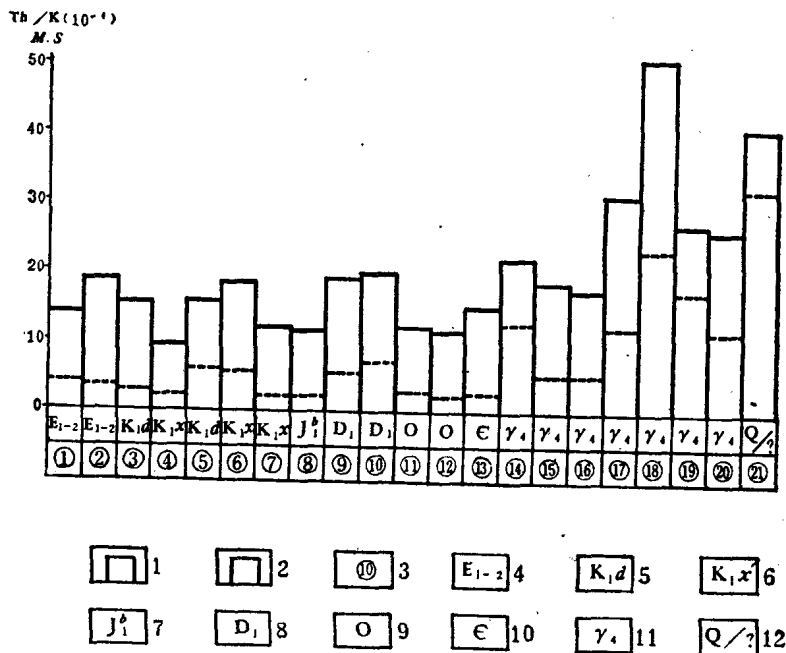


图 5b γ 能谱 eTh/K 特征单元均值(M)、离差(S)直方图(图例说明同图5a)

Fig. 5b The histogram of the average values and the standard deviations of the characteristic units for the airborne γ -ray spectrometry(eTh/K).

(Symbols as for Fig. 5a)

(一) 剥离沉积岩系，圈出花岗岩群

区内沉积岩系与花岗岩群的放射性地球化学特征有两个显著的差别：

1. 花岗岩群属高Th岩群，其 M 值为20—35.6ppm；在沉积地层中，尽管寒武—奥陶系Th的 M 值分别为20.4和21.7ppm，但它们均与⑩号高Th岩体(32ppm)接触，两者界线明显；其它沉积地层单元Th量均小于18ppm，岩群与地层界线十分明显。

2. 岩群中⑭、⑰、⑱、⑲、⑳等岩体 eTh/K 的 M 、 S 值均很大($M=22.2—50.2 \times 10^{-4}$, $S=11.5—23.7 \times 10^{-4}$)，这种特定而明显的地球化学特征，使 eTh/K 平剖面图呈现高频高幅波动的独特图景；而全部沉积岩系的 $M(9.7—20.1 \times 10^{-4})$ 、 S (小于 7×10^{-4})均显著偏小，其 eTh/K 图象呈现一片平稳低值的区域背景。在沉积岩系平静低值背景衬托之下，花岗岩群面貌昭然，界线清晰了然，堪称 γ 能谱填图之典型(见图6)。

(二) 分离岩群、划分侵入期次

根据 γ 能谱特征参量和 eTh/K 图象特征，将岩群分离出8个主要岩体，分成三种类型，参考已有地质资料，转成三个侵入期次。其 γ 能谱特征参量见表4。

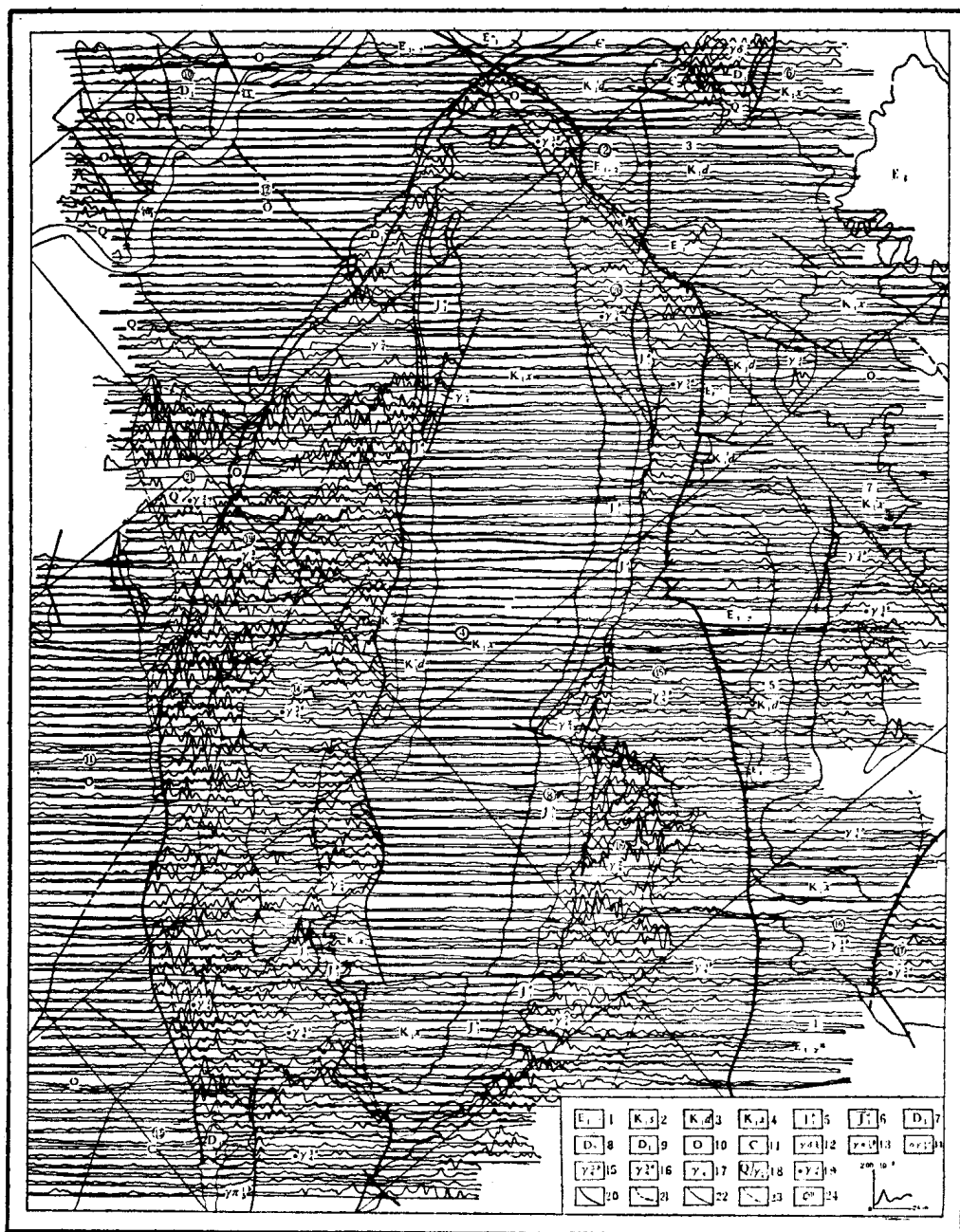


图 6 航空多道 γ 能谱 eTh/K 推断地质略图

1—第三系；2—白垩系下统双鱼咀组；3—白垩系下统大坡组；4—白垩系下统新隆组；5—侏罗系下统上组；6—侏罗系下统下组；7—泥盆系上统；8—泥盆系中统；9—泥盆系下统；10—奥陶系；11—寒武系；12—燕山早期花岗岩闪长岩；13—印支期第二次花岗斑岩；14—印支期第一次斜长花岗岩；15—华力西晚期第二次花岗岩；16—华力西晚期第一次花岗岩；17—华力西中期花岗岩；18—第四系覆盖华力西中期花岗岩(?)；19— γ 能谱特征反映的岩性及其范围或时代与原地质图不同的花岗岩；20—大断裂；21— γ 能谱推断岩体界线；22—地质界线；23—花岗岩接触关系或岩相不明的界线；24— γ 能谱特征单元号

Fig. 6 The inferred geological map from the date of eTh/K obtained with the airborne γ -ray spectrometry

表 4 各期花岗岩体 γ 能谱特征参量一览表

Table 4 The spectral characteristic parameters for three groups of granit massed in terms of geological ages

期 次	特 征 单 元 岩 体 号	M		S	eTh/K图象特征
		eTh(ppm)	eTh/K($\times 10^{-4}$)	eTh/K($\times 10^{-4}$)	
第三期 (r_4^{3b})	⑮	20	19	5	曲线平缓稳定, 特征单元 界线分明
	⑯	24	18	5	
第二期 (r_4^{3a})	⑰	24	31	12	曲线呈中频幅值中等波 动, 特征单元界线分明
	⑱	24	22	12	
	⑳	20	26	12	
第一期 (r_4^2)	㉑	35	50	24	曲线呈高频大幅波动, 特 征单元界线分明
	㉒	32	27	17	
	㉓	24	41	32	

关于沉积岩系的划分, 本区大部地层之间, U、Th、K的M值差异甚小, K小于0.5%、eU为0.8ppm、eTh为4ppm, 其S值的差异亦很小, 仅上泥盆系⑨、⑩特征单元之eTh/K的S值大, 可以有效地圈定外, 其它地质单元的界线若隐若现, 很难准确追踪。因此, 只有提高探测系统的灵敏度, 才能突破航空 γ 能谱在沉积岩区填图的难关, 并扩大其应用领域。

诚然, 由于区内花岗岩岩浆活动十分频繁, 岩体广泛分布, 与沉积岩系广泛接触, 利用花岗岩含高Th和Th、K负相关分异这两个显著特性, 将eTh/K参量图与1:20万区域地质图相结合, 揭示了区内花岗岩群的放射性地球化学特征, 圈定了八个主要岩体的范围, 划分出三种岩类或三个侵入期次, 同时形象地展示出以花岗岩群为围堤所构成的中生代内陆盆地, 并显示出侵入岩群外围古生代海相地层之间的显著差异, 界线分明的程度不失航空 γ 能谱填图的有效功能。

参 考 文 献

- [1] 广西地矿局编: 广西壮族自治区区域地质志, 地质出版社, 1985年。
- [2] U. S. Geometrics, Aerial gamma-ray and magnetic survey gillete detail project, wyoming, Vol. 1, 5-48, 1979.

DATA PROCESSING AND GEOLOGICAL INTERPRETATION(MAPPING)OF THE AIRBORNE MULTICHANNEL γ -RAY SPECTROMETRY IN THE AREA IN THE SOUTHEAST OF GUANGXI ZHUANG AUTONOMOUS REGION

Ou Jiefu Zhang Jinghua

(Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Ministry
of Geology and Mineral Resources of China)

Abstract

A γ -ray spectrometry was carried out in the RT area in the southeast of Guangxi Province with the airborne (Y-11) multichannel γ -ray spectrometer (model GR-800D), and good results were obtained. The two achievements obtained through the study are introduced in the paper. The first one is about data processing. The method for correcting interferences due to such factors as background radiation of aircraft, cosmic radiation, compton process, intensity attenuation along with altitude and radon in atmosphere, etc., are discussed. A flowchart of the computer program for the data processing developed by the Institute of Geophysical and Geochemical Exploration is listed in the paper. The second is about the data interpretation. As we know, the Variscan granite is very well developed in the area. But because of the vegetation, it is difficult to make ground observations. Fortunately, the data of the γ -ray spectrometry, especially those about eTh/K and eTh , are diagnostic for the determination of the granite. Taking the average values and the deviations of the characteristic units for the six spectrometric parameters as the criterions, the main eight granite masses are classified into three groups in terms of geological ages, and what is more, each of the eight masses is delineated with our data.

航空 γ 能谱测量在 胜利油田的应用效果

冯 秀 轩

(地矿部航空物探总队)

一、概 况

1985年10至11月,我总队901队在胜利油田的滨兴地区进行了大比例尺高精度航空磁力、 γ 能谱综合测量的油气勘查工作。测量面积3700km²,线距500m。开展这项工作的目的,除想进一步研究区域构造和局部构造外,还试图探索航磁、 γ 能谱方法直接寻找油气藏的效果,为该区找油提供新的线索。本文仅介绍航空 γ 能谱测量在该区的应用情况。

此次测量使用国产运-11型飞机,其上装有自制的高精度光泵磁力仪和从美国引进的GR-800D多道 γ 能谱仪。GR-800D是512道 γ 能谱测量系统,有上测探头和下测探头,探头内装碘化钠晶体。下测探头装两箱晶体,总体积为33560cm³。对于找石油来说晶体的体积偏小,仪器的测量灵敏度还不算高。飞机的测量飞行速度为每小时180km左右,飞行高度为100m左右,符合目前公认的航空放射性测量要求。所测磁测和 γ 能谱资料在空中进行磁带收录,然后经过SEL32/57机电算处理自动绘出多种成果图件。绘制的 γ 能谱基础图件有总计数率和钾、铀、钍元素含量的剖面平面图及等值线平面图。综合分析磁及这些 γ 能谱参数等多种信息,会大大提高预测油气藏的准确程度。

二、油田放射性特征

航空 γ 能谱找油方法,是基于油气藏上方由于烃类物质扩散晕的作用,其上覆岩层乃至地表土壤的地球化学环境变化能引起放射性元素分布的改变,从而也就改变了地表自然放射性场的面貌。通过地面或空中测量地表放射性场的分布特征,使有可能发现地下油气藏的存在。因此,它是一种地球化学与地球物理相结合的综合探测方法。

目前,虽然在油气藏上方形成的放射性异常的性质尚有各种不同的理论解释,但其异常特征则是比较接近一致的,这点已在不同国家的油气田地区得到证实。据有关资料介绍,航空 γ 能谱测量结果,钾和铀元素含量的比较平稳的低值区往往反映了地下油气藏的分布范围,放射性总强度的低值异常范围更能反映油气藏的分布轮廓。不过,这种低值放射性异常是比较微弱的,即落差很小,异常区仅比周围正常场低10—20%左右。当其低值异常区外围有高值峰环绕时,尚比较容易圈定异常范围,然而当其无高值峰环绕且航空 γ 能谱测量精度又不够高时,油气田地区的低值异常便不易圈出或者是不能准确地圈出。

此次滨兴地区的航空 γ 能谱测量结果,在已知油气田区,总计数率图上多数反映为相