

doi: 10.11720/wtyht.2017.1.17

安战锋, 贾志业, 董丽娜, 等. 辽宁瓦房店地区金刚石航磁调查飞行方法探讨[J]. 物探与化探, 2017, 41(1): 111-115. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2017.1.17>

An Z F, Jia Z Y, Wang M, et al. A tentative discussion on the aeromagnetic flight method for the diamond survey in Wafangdian, Liaoning Province[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2017, 41(1): 111-115. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2017.1.17>

辽宁瓦房店地区金刚石航磁调查飞行方法探讨

安战锋, 贾志业, 王萌, 董丽娜, 张慧婷, 李健, 杨怡, 王鑫

(中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要: 笔者通过分析研究以往航磁测量在辽宁瓦房店地区开展金伯利岩勘探的效果, 根据金伯利岩勘探的基本要求, 提出了利用航磁在该区开展金伯利岩调查的一些关键测量参数的选择方法, 以此来提高寻找金伯利岩的可能性, 为今后利用航磁开展金伯利岩的调查工作提供一定的借鉴。

关键词: 金伯利岩; 航磁; 飞行方法

中图分类号: P631 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2017)01-0111-05

0 引言

一直以来, 航磁测量作为金伯利岩勘探重要的手段之一, 发挥着重要的作用。瓦房店是我国金刚石重要产地之一, 先后进行了 3 次航磁调查。1959 年开展了 1:10 万航磁调查, 1976 年开展了 1:2.5 万航磁调查, 1983 年开展了 1:5 万航磁调查。3 次航磁调查中, 分别圈定或确认了几个航磁异常, 最大异常幅度在 120 nT 左右, 经地面查证, 确认是由金伯利岩管引起的航磁异常, 航空磁法测量为该岩管的发现提供了有利证据。

通过多年的金刚石调查工作, 在瓦房店地区金刚石调查上取得了重大进展。现已查明, 区内由 24 个金伯利岩管和 80 余条金伯利岩脉, 共计 112 个金伯利岩体构成。已查明资源储量的金刚石大型原生矿床 4 个、中型 2 个、小型 1 个; 中型砂矿床 1 个、小型 2 个。此外, 尚发现金刚石砂矿点 5 处。

为了充分发挥航磁方法在探测金伯利岩的作用, 研究大比例尺航磁测量寻找金伯利岩的方法, 特别是更关注于寻找隐伏矿体, 笔者收集了本地区以往航磁测量成果, 分析研究了航磁测量参数与目标体之间的关系, 提出了航磁测量比例尺、飞行高度选

择的依据和方法, 为提高本次测量效果奠定基础。

1 瓦房店地区金伯利岩的地质特征

原生金刚石是碳在高温高压条件下地下深处结晶形成的, 年代久远, 借助于火山喷发等作用搬运至近地表处, 主要分布于大断裂的一侧或两侧的次级断裂中, 或产于地壳上相对稳定的古老地台或地盾中。金伯利岩体严格受构造控制, 尤其是岩管多产在几组断裂的交汇地带, 图 1 为辽宁瓦房店金伯利岩区地质略图。瓦房店金伯利岩区矿田产在中朝准地台胶辽台隆复州台陷大连—复州凹陷之中, 位于瓦房店市西部、郟庐断裂带东侧, 以瓦房店—普兰店一线为界, 中部主要为太古界基底深变质岩系和大片中生代花岗片麻岩分布区, 西部金伯利岩矿区主要为晚元古代碎屑岩和碳酸盐岩覆盖区。区内主要断裂为郟庐大断裂, 另外还有近 SN 向、NW 向、NE 向 3 组断裂, 其中金伯利岩体与 NE 向断裂有关。

2 瓦房店地区金伯利岩的分布概况

金伯利岩有成群、成带分布的特征, 瓦房店地区金伯利岩分布在长约 32km、宽约 18km 的范围内,

收稿日期: 2016-05-31; 修回日期: 2016-07-18

基金项目: 中国地质调查局项目“秦岭及天山等重点成矿区带航空物探调查”(121201203000160006)

作者简介: 安战锋(1971-), 男, 硕士研究生, 测绘工程专业。Email: agrsan@126.com

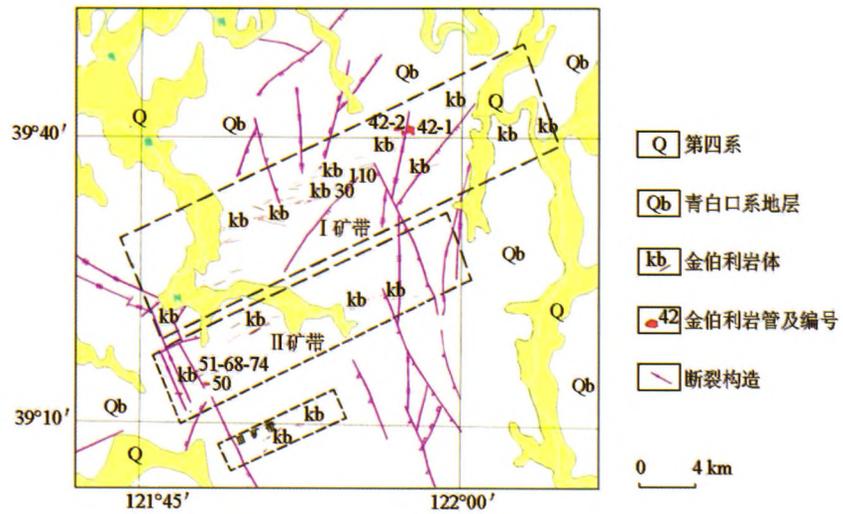


图1 辽宁瓦房店金伯利岩区地质概况

如图1所示。矿集区由24个金伯利岩管和80余条金伯利岩脉、共计112个金伯利岩体构成。已查明资源储量的金刚石大型原生矿矿床4个、中型2个、小型1个；中型砂矿矿床1个、小型2个。现已划分出3条(I、II、III矿带)北东东向金伯利岩(矿)带。

瓦房店地区金伯利岩以岩管和岩脉的形式出现,但该地区工业级的金伯利岩矿主要表现为岩管的形态。金伯利岩管一般规模较小,其长轴一般在几十至几百米,区内最大的岩管中较大的42-1岩管规模为(295×53) m²。图2为典型的金伯利岩管的剖面示意,从地表平面图上看,主要表现为近似圆形、椭圆形等形态,从剖面图上看,主要表现为桶装或漏斗状向地下延伸。

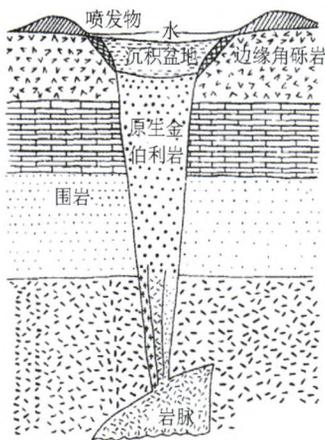


图2 金伯利岩管剖面示意

3 航磁测量是开展金伯利岩调查的基础

航磁测量是进行金伯利岩调查非常重要的手段之一,在加拿大、英国、南非等国家都开展过利用航

磁进行金伯利岩的调查,并取得了良好的效果。

一般金刚石的母岩(金伯利岩)与其围岩在磁性上具有差异,利用这种特性差异,采用航磁测量方法,可以作为金刚石调查的有效手段。如果金伯利岩磁性强于围岩,则磁场剖面表现为正异常,如果金伯利岩磁性弱于围岩,则磁场剖面表现为负异常。

图3是在1979年在加拿大某地区开展的金伯利岩调查的航磁总场异常图,测量飞行是在已知金伯利岩上空进行的,飞行高度100 m,测线间距250 m。图中箭头标注的几个圆形或椭圆形的异常区域就是地面金伯利岩管的航磁响应。如图所示,由于金伯利岩和围岩之间存在相对明显的磁场差异,金伯利岩磁场相对高,而围岩磁场相对低,则在剖面图中显示为明显的正异常区,这样在航磁异常图上能够清晰地反映金伯利岩管的边界,勾勒出地下金伯利岩管的基本形态。

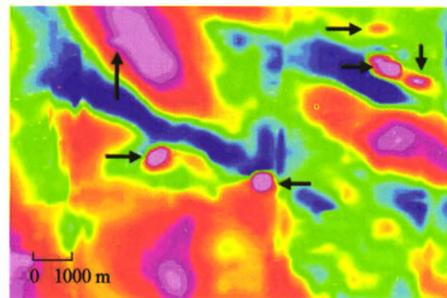


图3 加拿大北安大略地区金伯利岩管航磁总场

图4是南非莱索托地区利用航磁开展金伯利岩的调查结果。磁异常成群出现,单个异常峰值尖锐,形态呈圆形、椭圆形,这次测量发现了4个金伯利岩管。

1983年,中国国土资源航空物探遥感中心在辽

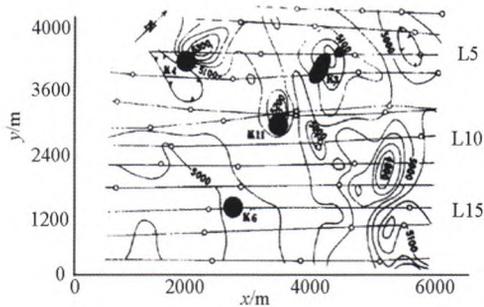


图 4 南非莱索托地区航磁总场等值线(等值线间距 50 nT)

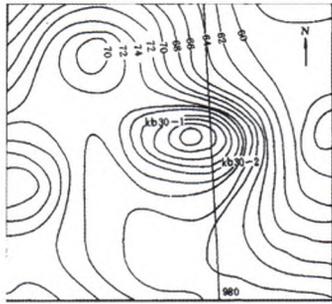


图 5 瓦房店 30 号岩管上的 1:25 万航磁 ΔT 异常平面等值线(等值线间距 2 nT)

宁复县地区,以双水塔型小型固定翼飞机为载体,开展了航空磁、电、放综合站测量。使用 MAP-6 型磁力仪,仪器精度 1 nT,测量比例尺 1:5 万,平均飞行高度 98 m。

为了验证航磁方法对金伯利岩勘查的效果,本次开展了对已知金伯利岩管上的试验飞行。航磁异常等值线明显的反应了 30 号岩管上空的航磁特征,如图 5 所示。

30 号金伯利岩管由 30-1 和 30-2 两个岩管组成,前者岩管有初露,后者则是地下 220 m 深的隐伏岩管。瓦房店 30 号岩管上的航磁 ΔT 异常平面等值线表明,两个岩体在等值线中表现为一个整体异常,长轴近 SW 向,980 号线通过矿体正上方,异常幅度约 72 nT。

通过国内外航磁调查的实例可见,利用金伯利岩与围岩的磁性差异,能够在航磁测量中反应出来,所以,利用航磁方法进行金伯利岩的调查,是一种行之有效的调查手段。

4 利用航磁开展金伯利岩调查的方法探讨

利用航磁方法开展金伯利岩调查,具体的测量方法很重要,可以直接影响调查效果。

4.1 测量比例尺的选择

瓦房店地区金伯利岩体的规模从十几 m 到几

百 m,工业级的金伯利岩体规模至少应该保持在 50 m 以上。已知的 30 号、42 号、50 号岩管的规模分别为 245、355、150 m。

瓦房店地区金伯利岩的航磁调查,以往采用的测量比例尺从 1:10 万到 1:2.5 万。分析以往航磁调查的效果,可以看到,随着比例尺的加大,航磁测量对于金伯利岩的反应趋于明显。

辽宁瓦房店地区 42 号岩管,在前后 3 次航磁测量(1959 年、1976 年和 1983 年)中都有反映,但由于测量比例尺不同,岩管在航磁图上的反应情况有差异,变化趋势是随着比例尺的增大,航磁异常响应不断增强。

42 号岩管主要由 3 个岩管组成,其中 42-1 管规模为 355 m×230 m,地表为不规则形状,出露面积 30 635 m²,岩管西南突出伸长 300 余 m,呈柄把状;42-2 岩管规模为 200 m×60 m,呈近东西向椭圆形,长轴 200 m,短轴约 50 多 m,地表出露面积 9 815 m²;42-3 号岩管为不规则形状,地表出露面积 450 m²。这 3 个小岩管总体走向近东西,倾向北北西,倾角 75°~85°。岩管垂向呈筒状,岩管成因为爆发叠加多次侵入形成。

图 6~图 7 分别是不同比例尺飞行时 42 号岩管的航磁异常反应剖面。1983 年 1:5 万航空综合站测量,测线间距 500 m,使用 MAP-4 型核旋磁力仪,42 号岩管在 2 条测线上有航磁反映(图 6);1976 年 1:2.5 万航磁测量,测线间距 250 m,使用 403 型饱和式磁力仪,由于测量比例尺相对较大,42 号岩管在 3 条测线有航磁反映(图 7),能够比较准确地确定岩管的位置和范围。

可见,一定规模的金伯利岩体,随着比例尺的增大,航磁响应的可能性就增大。42 号岩管在不同比例尺下,分别在 1 条、2 条、3 条测线上有航磁反应,就能说明随着测量比例尺的增大,金伯利岩体的航磁反应越明显。

基于瓦房店地区金伯利岩规模,参考以往航磁调查的效果,建议采用 1:1 万比例尺或 1:5 000 比例尺开展航磁调查,会收到较好的测量效果。

4.2 飞行高度的选择

根据以往航磁调查的数据分析,金伯利岩的磁性并不很强,瓦房店地区金伯利岩航磁异常幅度一般不大于 200 nT,要想能够比较清楚的发现金伯利岩的航磁异常,飞行高度非常关键。

航磁调查中,随着飞行高度的增加,航磁异常的衰减明显。以往研究表明,如果飞行高度高于 200 m,发现金伯利岩的可能会大大减小;飞行高度

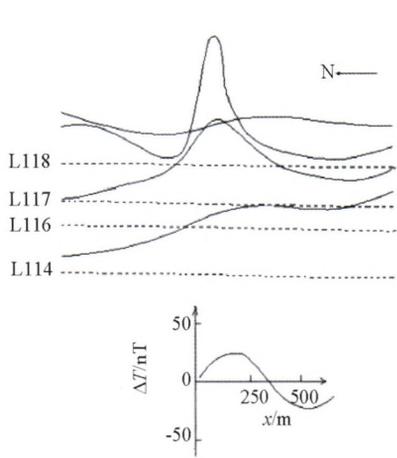


图6 1983年1:5万测量中42号金伯利岩航磁 ΔT 剖面平面

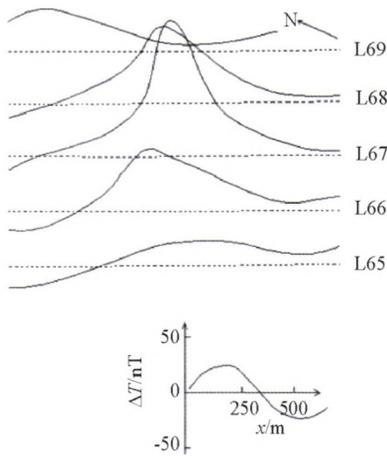


图7 1976年1:2.5万测量中42号金伯利岩航磁 ΔT 剖面平面

100 m时,异常强度将衰减 50%~80%,可见飞行高度是开展金伯利岩航磁调查的关键因素。

以瓦房店地区 50 号岩体为例,其地表规模为 160 m×40 m,地面磁测异常最大值达到 1 500 nT。

1959年、1976年,分别在瓦房店地区开展了两次航空物探飞行工作,分别是辽东半岛地区航空物探测量、辽宁省旅大西北部地区航空磁力测量,由于飞行高度较高,没有发现 50 号岩体。

1983年,在开展的辽宁复县地区航空物探综合站测量中,发现了 50 号岩体,当时的飞行高度 55 m。

为了了解飞行高度对异常衰减的影响程度,在 50 号岩体上空进行了不同高度飞行试验。55 m 高度时,异常相对幅度约 24 nT;78 m 高度时,异常相对幅度约 16 nT;86 m 高度时,异常相对幅度约 13 nT,如图 8 所示。

1982年,中国国土资源航空物探遥感中心为了验证航磁寻找金伯利岩的测量效果,在包括胜利 1

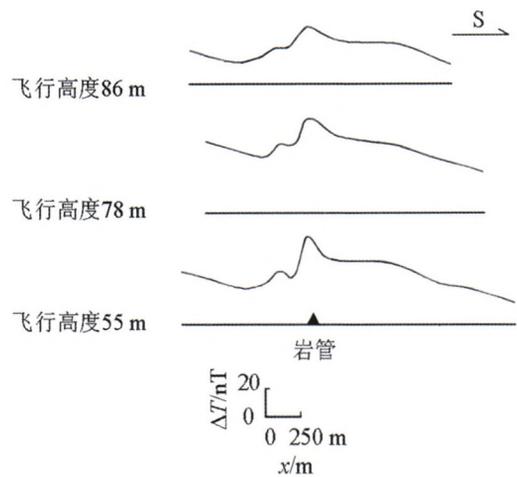


图8 辽宁 50 号金伯利岩管不同飞行高度航磁 ΔT 剖面

号金伯利岩管上空进行的 50、75、100 和 125 m 不同飞行高度航磁测量,图 9 反应了此次试验飞行异常衰减的情况。从试验结果可以看出,随着飞行高度的增加,异常幅值衰减较快,在飞行高度 50 m 时,异常幅值为 46 nT;飞行高度增加到 125 m 时,异常幅值衰减到 12 nT。

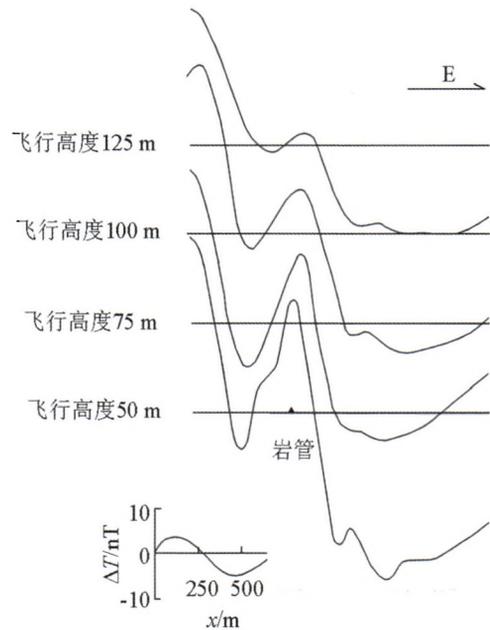


图9 胜利 I 号金伯利岩管不同飞行高度航磁 ΔT 剖面

瓦房店金刚石矿区地形总体表现为东北高西南低,测区内大部分区域海拔高度在 100~200 m 之间,区内最高峰海拔高度 375 m,高差一般小于 200 m,全区地形整体较缓,属于低山丘陵区。由于该区形相对平坦,考虑调查效果,参考以往金伯利岩航磁调查,建议飞行高度保持 50~80 m。为了实现这个目标,建议使用直升机开展大比例尺高精度航磁调查。

4.3 测量采样率的影响

根据瓦房店地区金伯利岩的具体规模,以最大的 42 号岩管为例,岩管规模为 355 m×230 m。如果采用 1 Hz 采样率,使用 Y-12 型飞机以 240 km/h 时速飞行,即 66 m/s,那么在 42 号岩管正上方,最多可以有 6 个有效的采样点,如果采用 10 Hz 采样率,则可以达到 60 个采样点。后者航磁异常形态的表达更加清晰。

实际上,瓦房店地区更多的金伯利岩的规模都比较小,已发现的 2 号岩管规模为 30 m×20 m,如果采用 1 Hz 采样率,发现岩体的可能性将非常小,航磁测量的效果就不能体现。

以往由于技术限制,老的航磁仪采样率限制在 1~2 Hz,以这样的采样率遇到小规模的金伯利岩管就可能漏测。随着航空物探技术的发展和设备水平的提高,目前航磁仪的采样率可以达到 10 Hz,对于小规模的金伯利岩的捕捉能力大大增强,能更精细地反映小目标体的磁异常,对寻找更小规模的金伯利岩体极为有利。

5 结论

为了突出航磁对金伯利岩的调查效果,需要根据该区的实际情况制定合理的航磁调查方案。通过以往瓦房店地区航磁资料的研究分析,该区航磁测量建议采用以下飞行参数:采用 1:1 万或更大比例尺的高精度航磁测量方法,飞行高度保持在 50~80 m,采用 10 Hz 或更大的采样率。同时,建议使用直升机作为飞行平台,采用较低的飞行高度,实现大比例尺测量。另外,采用较低的飞行速度,增加了对目

标的采样点数,更完整地、更详细地反映目标体的细节。通过以上具体的飞行方法,可有效地提高航磁在瓦房店地区金伯利岩调查效果,为进一步研究航磁在寻找规模较小金伯利岩的提供有效资料,为高精度航磁发现金伯利岩打下一定基础。

参考文献:

- [1] 陈铁华.用物化探方法寻找金伯利岩[J].河南地质,1987,5(3):59-65.
- [2] 刘世义,孙吉生.辽南金伯利岩的磁异常特征[J].地质科技情报,1993,12(s):14-20.
- [3] 张昌达.金伯利岩和钾镁煌斑岩的磁性特征与航空磁测普查效果[J].地质科技情报,1993,12(s):26-30(39).
- [4] 王俊茹.磁法寻找金伯利岩效果的讨论[J].物探与化探,1984,8(3):134-141.
- [5] 王聿军,仲卫国,张善法,等.金伯利岩的物化探异常特征及勘探方法[J].地球物理学进展,2005,20(1):108-111.
- [6] 李国华,颜宾.论金刚石原生矿勘查模型的“三组合”标志[J].地质科技情报,1993,12(s):51-60.
- [7] Reed L E, Witherly K E. 50 Years of Kimberlite Geophysics A Review[J]. Ore Deposits and Exploration Technology, 2007: 679-689.
- [8] 乔春贵.郑庐断裂带金刚石找矿选区研究报告[R].中国国土资源航空物探遥感中心,2015.
- [9] 张天革.辽宁复县地区航空物探综合站试验总结报告[R].地矿部航空物探地质总队,1984.
- [10] 王兴昌.金伯利岩找矿模式及其远景区预测[J].山东地质,1996,12(1):35-49.
- [11] 潘玉玲,王传雷.金刚石原生矿预测的六准则[J].地质科技情报,1993,12(s):81-84.
- [12] 李月新.辽南瓦房店地区袁家沟金刚石原生矿找矿前景分析[J].地质与资源,2010,19(2):119-122.
- [13] 付海涛.辽宁瓦房店地区金刚石原生矿找矿信息研究[J].地质找矿论丛,2005,20(4):281-285

A tentative discussion on the aeromagnetic flight method for the diamond survey in Wafangdian, Liaoning Province

AN Zhan-Feng, JIA Zhi-Ye, WANG Meng, DONG Li-Na, ZHANG Hui-Ting, LI Jian, YANG Yi, WANG Xin

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

Abstract: In this paper, through the analysis and study of the past aeromagnetic survey effect for kimberlite in Wafangdian of Liaoning Province and according to the basic requirements of kimberlite exploration, the authors put forward a means for selecting the key survey parameters with the purpose of improving the possibility of kimberlite exploration, and provide a reference for aeromagnetic survey of kimberlite deposits in the future.

Key words: kimberlite; aeromagnetic; flight method

(本文编辑:王萌)