

# 激发极化法在漳平市永福铅锌矿区勘探中的应用

杨 红

(福建省121煤田地地质勘探队, 福建 龙岩 364021)

**摘 要:** 本文主要论述了在漳平市永福铅锌矿区采用激发极化勘探资料进行综合整理和研究, 结合地质条件、矿体结构、硃探资料, 取得较好的找矿效果。激发极化法是以低阻高极化率为特征的一种物探方法, 在非煤矿产资源、工程检测、水文地质等方面的勘探非常有效。

**关键词:** 激发极化; 中间梯度; 极化率; 铅锌矿勘探

随着国民经济的迅速发展, 对能源和矿产资源的需求大幅度增加, 找矿难度日益增大。为适应市场需求, 提高地质勘查程度, 寻找非煤矿产和深部隐伏矿产资源是目前面临的非常紧迫的课题。激发极化法是一种极为有效的金属矿产勘探手段, 通过大功率激发极化法不同测量方法的选择, 取得了较好的应用效果。

## 1 方法原理

激发极化法是以不同岩石、矿石激电效应的差异为物质基础, 用人工地下直流电流激发, 观察二次电场(激发极化电场)以达到找矿或解决各种地质问题的一种物探方法。当我们向地下供入稳定电流的情况下, 测量电极间的电位差随时间而增大, 在一段时间后这种电位差会趋于一定的饱和值而不再增大; 在断开供电电流后, 测量电极间的电位差瞬间很快下降, 而后随时间缓慢下降, 在一段时间后衰减趋近于零。这种在充电和放电过程中产生随时间缓慢变化的附加电场现象称为激发极化效应(激电效应), 它是岩、矿石及其所含水溶液在电流作用下发生复杂电化学过程的结果。非矿化岩石的极化率很小, 而矿化岩石和矿石的极化率, 随电子导电矿物含量的增多而变大。我们就是要利用岩、矿石的激电效应差异进行找矿。

## 2 地质特征

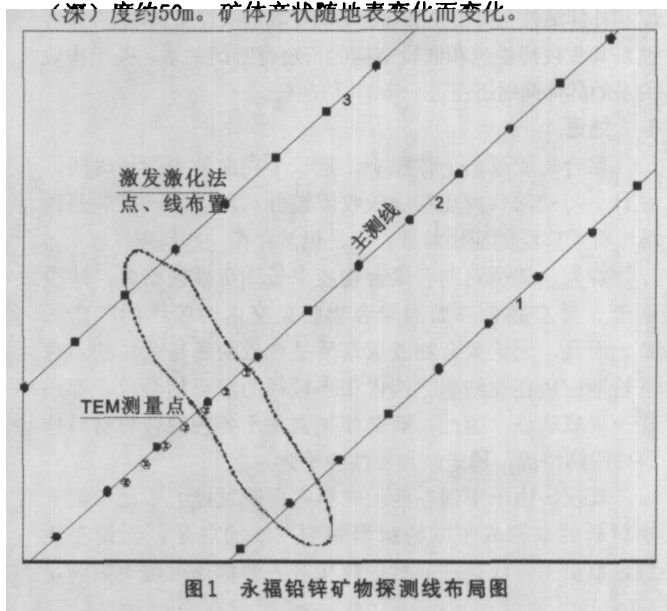
漳平市永福新上坪矿区位于戴云山脉主体部分, 区内群峰跌嶂, 峡谷切割发育, 总体地貌属低山侵蚀构造地貌, 山脉总体走向为北西~南东向, 矿区最高点位于矿区西侧, 海拔+688.2m, 最低海拔标高为+274.2m。地表植被发育, 山坡、山脊多为松木、灌木、杂草丛生。矿区内水系呈树枝状排列, 沟谷流量受大气降水的直接影响。矿区内出露地层为石炭系下统林地组( $C_{1l}$ )分布于矿区北东部, 以砂质碎屑物沉积为主, 伴有砂泥质沉积。二叠系下统童子岩组( $P_{1t}$ )大面积分布于矿区南部及北部, 为海陆交互相泥质碎屑物沉积。侏罗系下统梨山组( $J_{1l}$ )分布于矿区东部, 为内陆盆地沉积, 由灰白色, 黄白色石英砂岩、含砾砂岩、粉砂岩及炭质泥岩等组成。

矿区内构造主要为 $F_1$ 、 $F_2$ 纵向断层及 $F_3$ 横向断层。①

$F_1$ 逆断层。位于矿区东部石炭系( $C_{1-2}$ )与童子岩组( $P_{1t}$ )之间。断层贯穿全区, 走向NE-SW, 推测为滑覆断层。沿断层充填石英英脉及石英斑岩脉。② $F_2$ 正断层。位于矿区西部, 童子岩组( $P_{1t}$ )内部, 倾向东, 倾角不明, 延伸长度大于2km。③ $F_3$ 正断层。位于矿区北部, 为横向断层, 位于童子岩组( $P_{1t}$ )内部, 倾向北东, 倾角30~45°。

发现的岩浆岩主要为燕山晚期第一次侵入的花岗闪长岩( $\gamma\delta_3^{(1)*}$ )及不明期次的花岗斑岩、石英岩脉。

矿体分布于矿区东南部, 平面上呈带状近南北向展布, 南北方向长约150m, 东西方向宽约15m, 面积约2.3km<sup>2</sup>; 剖面上呈似层状或透镜状赋存于地表浅部, 厚(深)度约50m。矿体产状随地表变化而变化。



## 3 物性特征

漳平市永福新上坪铅锌矿区面积2.3km<sup>2</sup>, 按勘测设计要求布置了三条测线, 各测线线长均为1000m, 网度100×10m, AB极距800m, MN极距20m, 供电电压1200V, 供电电流0.7A, 测量周期8s, 叠加次数为2次。勘探区内测线布置

收稿日期: 2008-10-16 修回日期: 2008-11-13

作者简介: 杨红(1963-), 女, 福建龙岩人, 物探工程师, 主要从事煤田测井工作。

(如图1)。区内各种岩石(花岗岩、凝灰岩、砂岩、细粉砂岩等)的极化率 $\eta$ 值较低,在1%左右,形成区内的正常场;而含铅锌矿石等的 $\eta$ 值明显增大,极值点分别为3.5%和5%;区内岩矿石的电阻率 $\rho$ 也存在明显差异,分别为30 $\Omega\cdot\text{m}$ 和200 $\Omega\cdot\text{m}$ (见图2)。上述岩矿石特征表明,铅锌矿呈现低阻高极化特征,可形成明显的高极化低阻异常,为本区找矿的重要标志,而其围岩如凝灰岩、花岗岩、石英脉岩等,为低阻化相对高阻特征,矿岩与围岩电性差异明显。因此,在本区投入激电工作寻找铅锌矿和圈定硫化物矿床具备明显的地球物理前提。

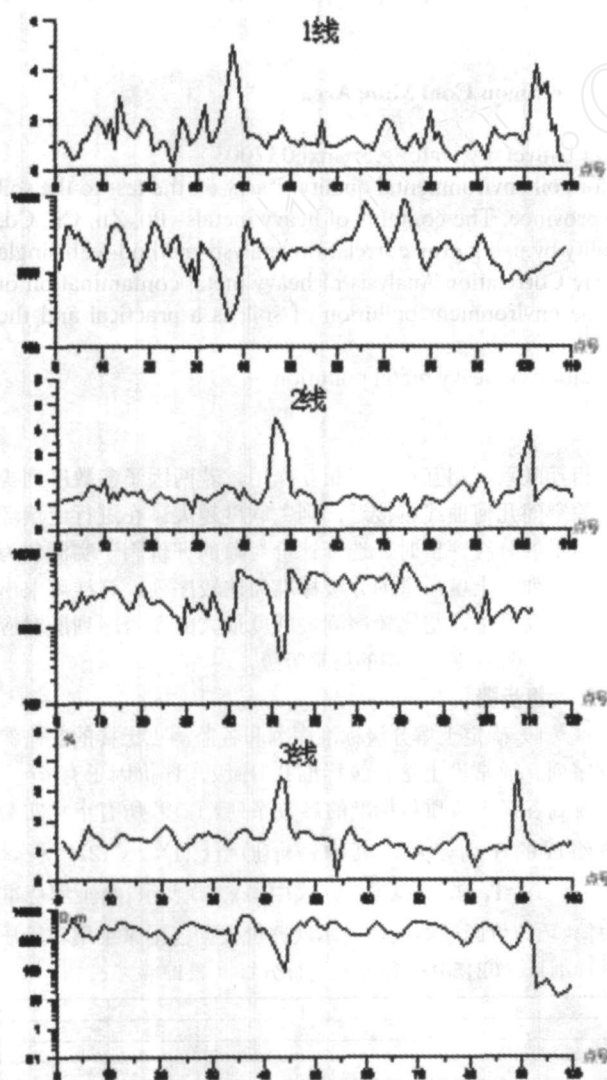


图2 新上坪矿区极化率、电阻率剖面图

#### 4 工作方法

激发极化法的勘测是按照矿区地质要求进行物探工作设计,了解测区范围地层、地形、交通情况,测线一般垂直矿化体走向布置,现场踏勘,确定AB电极点位置和测线位置,预先做好AB点的接地电阻的处理工作,了解矿化体露头情况并做好记录,按确定的网度开展测量。

##### 4.1 方法选择

(1) 装置选择。常用的激发极化测量方法根据供电电极和测量电极排列不同,主要有中间梯度、联合剖面、对

称四极测深、近场源二极和偶极-偶极五种,根据各种不同排列的不同效果,本矿区选择的是中间梯度装置。

(2) 测量参数选择。根据不同的地形地质情况,选择合适的供电电压、供电电流、AB极距和MN极距,以求获得最佳的测量效果。

(3) 接地电阻。根据不同的地形地质条件、不同的气候条件,研究总结出适合野外山区工作条件的AB电极安装方法,更为有效地降低供电电极接地电阻,创造更好的测区电场条件。

##### 4.2 工作布置

本次激电勘测按工作设计布置测线(具体位置见图1),北偏东65°为基线,设计3条测线,实际测量激电中梯物探点96个,各测线线长均为1000m,网度100 $\times$ 10m。

激发极化装置类型选择,按六种不同的装置进行设置:①中间梯度装置。敷设一次供电电极(AB),可在一个较大的范围内观测,且异常形态简单,易于解释。②联合剖面装置。勘探深度较大,在一个点可获得两种参数的四个值。生产效率低,比较适用于研究相对围岩为低电阻、陡产状的地质体。③轴向偶极-偶极装置。适用于小比例尺短导线工作方式的普查工作,比中间梯度装置具有更高的横向分辨率,解释比较复杂。④对称四极测深装置。用于研究地层电性的垂向变化,可大致解决地质断面和极化体空间分布问题,因生产效率低,通常在重点异常区布置测深点,测深剖面或面积性测深。⑤近场源装置。以测量供电电极邻近的二次场电位差为特点,在供小电流条件下,便可有较大的观测信号强度,具有轻便、经济的优点,但勘测范围较小。⑥地下供电装置。用于圈定矿体和解决矿体间的连接问题。当充电点靠近极化体时,属非均匀极化,测得的异常比其它装置的异常要复杂一些。

我们分析各种装置的特点和预期达到的使用效率,结合一般测区的地质条件、勘察任务和预期的地质效果,确定中间梯度装置为本次勘测的主要装置。

##### 4.3 工作重点

采用中间梯度装置布置勘测,为取得较好的效果,提高勘测效率,提出以下几点:①如果电源功率允许,且AB距加大时异常并不明显减小,在观测仪器检测能力允许的条件下,AB距可尽量大一些。MN距适合关系式:MN $\geq$ (1/50~1/30)AB②观测范围限于装置的中部,不应大于AB距的三分之二。③一次供电多线观测时,旁剖面与主剖面间的最大距离,应不超过AB距的五分之一。④当测线长度大于AB距的三分之二,应移动AB电极完成整条测线的观测,相邻观测段应有2~3个重复观测点。



图3 永定新上坪铅锌矿区极化率、视电阻率等值线图

(下转第32页)

grade.sno)

用连接查询实现以上子查询如下:

```
SELECT sname FROM student, student_grade
WHERE score>90 AND student.sno=student_grade.sno
```

⑤避免使用!= (或<>)、IS NULL或IS NOT NULL、IN, NOT IN等这样的操作符。这些操作符会使系统无法使用索引,而只能直接搜索表中的数据。例如:

```
SELECT id, name
FROM employee
WHERE id!= B%
```

优化器将无法通过索引来确定将要命中的行数,因此需要搜索该表的所有行。

#### 4 解决并发控制方面的性能问题——锁

数据库的日常运行过程中也会面临多个用户同时对数据库的并发操作带来的数据不一致的问题,如:丢失更新、脏读和不可重复读等。并发控制的主要方法是封锁,锁就是在一段时间内禁止用户做某些操作以避免产生数据不一致。

封锁的类别从数据库系统的角度来看,分为排它锁(X)、共享锁(S)和更新锁(U)。共享锁允许并发事务读取(SELECT)一个资源。资源上存在共享锁时,任何其它事务都不能修改数据。一旦已经读取数据,便立即释放资源上的共享锁。排它锁可以防止并发事务对资源进行访问。其它事务不能读取或修改排它锁锁定的数据。

一般更新模式由一个事务组成,此事务读取记录,获取资源的共享锁,然后修改行,此操作要求锁转换为排它锁。如果两个事务获得了资源上的共享模式锁,然后试图同时更新数据,则一个事务尝试将锁转换为排它锁。共享模式到排它锁的转换必须等待一段时间,因为一个事务的排它锁与其它事务的共享模式锁不兼容;发生锁等待。第二个事务试图获取排它锁以进行更新。由于两个事务都要转换为排它锁,并且每个事务都等待另一个事务释放共享

模式锁,因此发生死锁。若要避免这种潜在的死锁问题,应使用更新锁。一次只有一个事务可以获得资源的更新锁。如果事务修改资源,则更新锁转换为排它锁。否则,锁转换为共享锁。

虽然各种数据库系统均提供了封锁机制来解决并发问题,但是程序员难免在实现过程中出现失误。在实现系统的过程中,应尽量将死锁发生的几率降到最低,提高系统的性能。在避免死锁方面,可采用以下策略:①在使用事物时,应尽量保持事务简短并在一个批处理中。在同一数据库中并发执行多个需要长时间运行的事务时通常发生死锁。事务运行时间越长,其持有排它锁或更新锁的时间也就越长,从而堵塞了其它活动并可能导致死锁。保持事务在一个批处理中,可以最小化事务的网络通信往返量,减少完成事务可能的延迟并释放锁。②使用低隔离级别。确定事务是否能在更低的隔离级别上运行。执行提交读允许事务读取另一个事务已读取的数据,而不必等待第一个事务完成。使用较低的隔离级别(例如提交读)而不使用较高的隔离级别(如可串行读)可以缩短持有共享锁的时间,从而降低了锁定争夺;③优化程序编码,检查并避免死锁现象出现;④在产品发布前,对所有的脚本(如触发器)都要仔细测试,避免发生死锁;⑤设置死锁超时参数为合理范围,如3~10分钟,超过时间自动放弃操作,避免进程挂起或阻塞。

实际上,数据库的优化是一个长期不懈、不断比较分析和调整的过程。系统管理员只有深入领会和掌握数据库性能优化的常用方法,正确观察和分析系统运行中提供的各种信息,充分结合实际应用特点,总结经验,才能合理制定出良好的优化策略,实现快速、高效的数据查询和应用分析,同时也使硬件资源得到最充分的发挥。

参考文献:(略)

(上接第21页)

#### 5 成果解释

分析各条测线的视极化率、视电阻率剖面图以及矿区极化率等值线平面图和矿区视电阻率等值线剖面图(图2),经对勘测资料的总体分析认为,激电测线在1线、2线视极化率有矿化异常点反映,在35~40测点处和100~110测点处有高级化率,视电阻率值低的异常点反映;3线中部第38~45测点和90~100测点处有一相对较高视极化率、低视电阻率异常点反映,但异常幅值不如1、2线突出。从这3条测线激电成果来推断,其异常反映矿化程度具有一定品位。

从剖面图(图3)上,我们也可以看到各条测线上的极化率异常反映,集中在35~45测点和90~110测点两处,相应的视电阻率也呈较低阻反映。在矿区极化率、电阻率平面等值线图上,能比较清楚地反映出这两处矿化带的平面分布位置和范围。在主测线的中下部异常带上,我们局部增测了瞬变电磁法,目的是加以验证和测深,对异常的反

映与激发极化法的结果相吻合。漳平市永福新上坪铅锌矿区30~40测点范围的异常条带,在后来的3线外侧深中证实,矿脉厚度约0.80m,铅锌品位合计为13%。

#### 6 结论

实践证明,物探工作充分利用已有地质信息,有选择地结合多种方法,能较好地解决隐伏或深部多金属矿床的勘探。激发极化法可以发挥其独特的作用,采用中间梯度装置扫面可以快速地发现并圈定激电异常;采用激电测深可以了解极化体的埋藏深度和空间赋存状态,对金属矿产的勘测具有工作效率高,异常反映明显,抗干扰能力强,资料解释简单的优点,为指导工程验证提供充足的依据。如果配合测量其它物探方法(如电法、瞬变电磁法等),能有更好的分析解释效果。

参考文献:

- [1] 中国矿业学院物探教研室.中国煤田地球物理勘探[M].北京:煤炭工业出版社,1978.
- [2] 李金铭.激发极化法方法技术指南[M].北京:地质出版社,1990.