·矿业工程·

# 红外仪激电仪在井巷中超前探水预测预报技术研究

韦万川 陆兆康 李开兴
(广西高峰矿业有限责任公司 南丹 547205)

摘 要 在开发100号矿体工程的斜井开拓中,用构造推断及红外仪激电仪进行超前探水预测预报,经现场实测,跟踪监测及含水曲线的研究分析,准确预报前方含水构造部位,防止了水害,效益明显。

关键词 开拓斜井 红外仪 激电仪 含水构造 预防水害

## 1 开拓探矿工程概况

广西大厂矿田龙头山生物礁灰岩地层中储藏着世界罕见的特富厚大的100号矿体。鉴于100号矿体极高的经济价值,首期采用探采结合的开拓方案。主体工程采用两条斜井—探采斜井和通风斜井开拓探矿。探采斜井设计斜长733m,通风斜井设计斜长656m。于1985年四季度开工下掘,通风斜井掘至斜长157m、探采斜井掘至斜长367m处先后突水,瞬时涌水量达250$m^3$/h和500$m^3$/h,造成淹井停工。至复工前的排水费用直接经济损失210万元。

1990年11月复工下掘,两条斜井尚有865m未掘到位,而这865m的开拓巷道是处于含水裂隙、溶洞发育的地层中。为确保掘进安全,加快掘进速度,避免突水淹井事故的再现,如何有效地防治地下水患,是开发100号矿体急需研究解决的难题。为此,列入中国有色金属工业总公司《八五》期间科研攻关项目计划,子专题《大厂100号矿体地下水防治技术研究》。

## 2 矿区含水构造部位特征

### 2.1 矿区构造及富水性

矿区构造主要由长坡、巴里、龙头山倒转背斜及北西向逆掩断层组成,并被北东向断层错动或南北向断层穿插,形成网格状构造特征,见图1。

(1) $F_1$为长坡、巴里、龙头山倒转背斜轴,轴向340°,背斜西翼陡,东翼缓,两翼不对称,轴面向北东倾斜,富水性较差;

(2) $F_2$、$F_3$为近背斜轴部的压扭性逆掩断层,走向330°～340°;倾向60°～70°;倾角30°～55°;断距100～200m,是长坡、巴里至龙头山倒转背斜稍后伴生产物,属成矿前断层,延深300～500m,为石英、方解石充填,断层泥及破碎角砾明显,可起导水贯通作用;

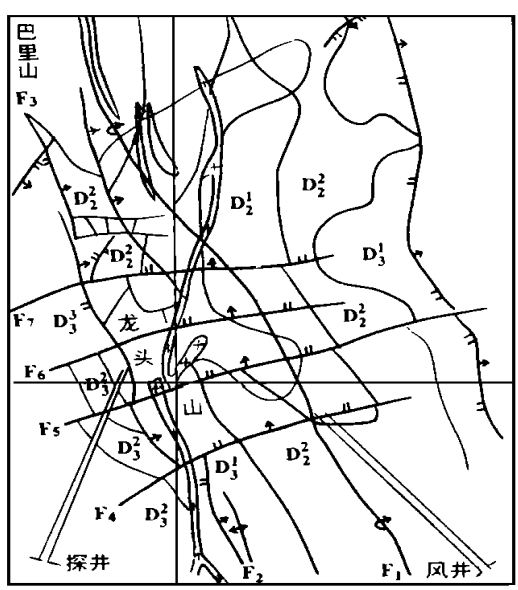



图1 矿区构造图

(3) $F_4$、$F_5$、$F_6$、$F_7$为北东东向断层,走向60°～85°,有倾向南东的,也有倾向北西的,倾角50°～85°,断距10～15m,属张扭性断层。其形成晚于$F_1$、$F_2$、$F_3$断层,常错切北西断层,成网格状的交汇特点,在交汇处是有利的富水构造部位;

(4) 层间接触带,主要是指生物礁灰岩顶部$D_2^2$黑色灰页岩与$D_2^1$生物礁灰岩的接触面,接触面分布范围广,破碎严重,是地下水储藏的有利空间。

### 2.2 水文地质特征

#### 2.2.1 生物礁灰岩充水因素及补给源

主要补给源是大气降水。矿区常年降雨量为1500～2000mm,这些雨水汇至沟谷形成小溪,流径礁灰岩裸露区(裸露区面积0.24$km^2$),或通过深沟、溶槽、溶蚀

(C) 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cn

漏斗, 含矿破碎带以及地下开矿形成的地面塌陷、裂缝等渗入补给; 其次是矿区生产及居民生活废水通过各种构造渗入补给。

2.2.2　地层含水特征

从表 1 可看出生物礁灰岩富水性强, 渗透性能好, 是矿区及 100 号矿体的主要含水层和岩溶发育地层。

表 1　地层含水特征一览表

| 地层名称 | 厚度(m) | 渗透系数(m/d) | 单位涌水量(l/sm) | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| D 泥灰岩、页岩 | 240—370 | 0.0568 | 0.174 | 含裂隙水 |
| D 扁豆灰岩、条带灰岩 | 172 | 0.0108 | 0.00283 | 微含裂隙水 |
| D 硅质岩 | 60 | 0.0044 | 0.00234 | 微含裂隙水 |
| D 泥灰岩、页岩、硅质岩互层 | 300 | 0.0000921 | 0.000037 | |
| D 生物礁灰岩 | 900 | 0.5167 | 0.8469 | 断层、裂隙水 |

2.2.3　岩溶发育及分布特征

据 215 地质队勘探 100 号矿体的 92 个钻孔资料统计, 遇到岩溶裂隙的有 76 个, 为钻探孔数的 82.6%, 最大溶洞高 139.1m, 一般为 1～4m, 岩溶率 0.36% 。详见表 2。

表 2　钻孔遇岩溶标高及个数一览表

| 遇岩溶裂隙标高 m | 见岩溶裂隙个数 | 占钻孔总数(%) |
|---|---|---|
| 500 以上 | 60 | 65.2 |
| 400～500 | 7 | 7.6 |
| 300～400 | 10 | 10.8 |
| 200～300 | 5 | 5.4 |
| 100～200 | 2 | 2.1 |

表 2 说明岩溶发育程度自上而下, 由强变弱的规律。

## 3　预测手段

对以上资料的分析研究认为, 含水部位主要是 $D_2^2$ 和 $D_2^1$ 地层接触面, 过渡破碎带, 北西断裂与北东断层发育交汇带和岩溶发育部位。这些部位岩石充水, 地下水溶解一定的盐离子, 起溶液离子导电的作用, 岩石充水越多, 其电阻率越低, 导电性能好。此外, 含水构造部位的温度场与周围环境的温度场也存在着差异。基于构造含水地段与干燥无水地段的温度场与导电性的差异, 除用地层构造推断外补用高灵敏度的红外遥感测温仪及双频激电仪进行跟踪监测和超前预测预报地下含水构造的准确部位。

### 3.1　红外仪预测预报

用红外测温仪在井筒中进行全空间全方位定点探测, 测点距离一般 2m, 分别在底板、顶板、左帮、右帮逐点施测, 绘出四条温差(T rad) 探测曲线, 找出异常点所在的帮、壁、定向含水部位。

如风井斜长 240～280m 段预测中, 发现底板及左帮温差探测曲线层部突变升高(见图 2)。预测斜长 280m 处底板靠左帮有岩溶裂隙水。结果掘至斜长 280m 底板靠左帮遇到了涌水量为 60m³/h 的岩溶裂隙水。

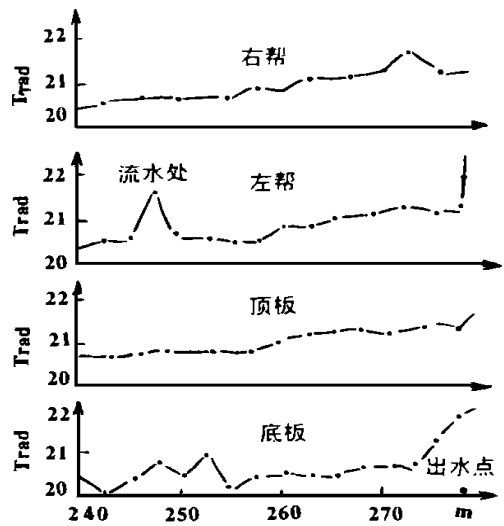



图 2　红外仪探水曲线图

### 3.2　双频道激电仪超前预测预报

先在井筒下帮壁定点(M、O、N), 布极(A、B), 点距一般 2m, 进行逐点供电观测, 通过计算, 绘出视高频电阻率 $\rho_3^1$ 值曲线图, 分析异常点(段) 所处在的空间位置, 从而超前预测预报井筒前方未掘部分含水地段。

例如通风斜井斜长 554～588m 段的防水预报中, 超前预测 34m, 测得高频视电阻率 $\rho_3^1$ 探水曲线见图 3。

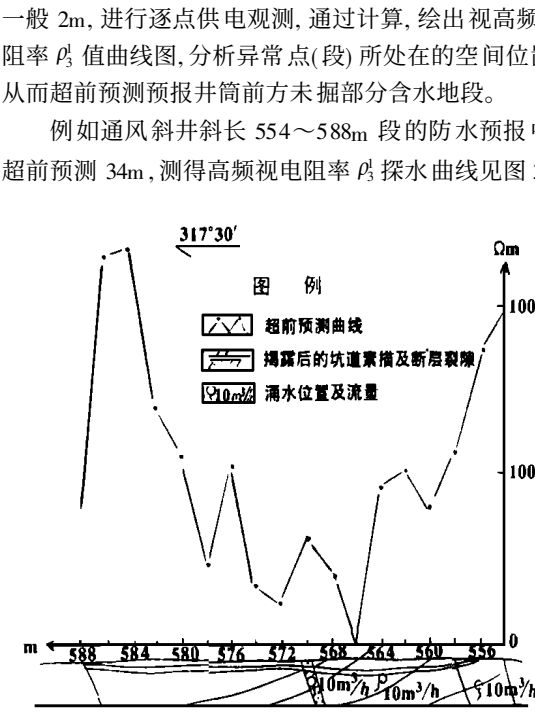



图 3　激电仪超前探水预测曲线与坑道地质素描对照图

由图可见, 斜长 558m 到 580m 段的视电阻率值(Ωm) 均较低, 异常带有 22m 宽, 曲线类型为“”字型。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. http://www.cnki.net

预测该处为岩溶裂隙发育含水段。结果掘至斜长 556m 就开始揭露北西裂隙,并较发育,局部 1m 内可达 8～12 条,涌水量 10m³/h,掘至 564 米处有 10m³/h 的涌水量,再掘至斜长 570 米碰到一条北东向断层与北西向裂隙相交汇,有 30m³/h 的涌水量。

## 4 预测效果

该预测手段较为准确地预测预报前方未掘地段的含水构造部位,为防止突水淹井事故及时采取措施提供了依据,指导井筒快速下掘,通风斜井和探采斜井分别于 1991 年 9 月、1992 年 4 月掘到位。继后又指导了两条盲斜井掘至 200m 水平,并开拓了各中段,完成了 100 号矿体 200m 水平以上的开拓探矿工程。同时指导井下疏干放水工程的施工,节约探水钻探工程和专门的疏干巷道,加快了矿山建设进度,节约了大量的基建费用,仅直接节约的探、放水工程费用达 300 多万元,取得了明显的科技成果及经济效益。表 3、表 4 为部分成果。该科研项目获中国有色金属工业总公司 1995 年科学技术进步三等奖。

表 3 双频道激电仪超前探水技术成果表

| 项目 | 预测段(m) | 完成工作量 长度(m) | 完成工作量 测点(个) | 预测含水构造段 | 坑道实际揭露构造涌水段 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 278～312 | 34 | 17 | 284～288m 为异常 | 284～288m 见岩溶断裂涌水 60m³/h 302m 见 0.6m 宽的断裂方解石脉 |
| 2 | 548～588 | 40 | 20 | 558～580m 有异常含水 | 556m、564m、570m 各涌水 10m³/h、30m³/h |
| 3 | 587～633 | 46 | 23 | 590、627m 有异常含水 | 594m、629m 有断裂涌水 30m³/h |
| 4 | 628～664 | 36 | 18 | 630、650、664m 有异常含水 | 632、654、664 米有断裂涌水 20m³/h |

表 4 红外仪激电仪超前探水预测节约工程资金一览表

| 地点 | 预测段 | 计划打孔米数及费用 大孔(m) | 小孔(m) | 大孔(万元) | 小孔(万元) | 实际打孔米数及费用 大孔(m) | 小孔(m) | 大孔(万元) | 小孔(万元) | 节约米数及费用 大孔(m) | 小孔(m) | 大孔(万元) | 小孔(万元) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 探井 | 366 | 1830 | 3660 | 54.9 | 1.83 | 480 | 20 | 14.4 | 100 | 1350 | 3640 | 40.50 | 1.82 |
| 风井 | 499 | 2495 | 4980 | 74.35 | 2.49 | 59 | 280 | 1.77 | 1400 | 2436 | 4700 | 73.08 | 2.35 |
| 合计 | 665 | | | | | | | | | 3786 | 8340 | 113.58 | 4.17 |
| | | | | | | | | | | 12126 | | 117.75 | |

## 5 几点认识

(1) 双频道激电仪两个主机 9kg 重,特别是外部乙种供电电池部分近 30kg 重,对于井下作业不便;

(2) 井下潮湿滴水,机子容易损坏。另外供电电极(A 极)是布在掘进掌子面上,供电电压高达 220V,供电观测时,必须停止作业,对生产有一定的影响;

(3) 双频道激电仪超前预测,需采用三极装置,供电极距要大于预测段距 5 倍以上;

(4) 红外仪探测时,掌子面需出完碴后才能进行测定,否则效果不佳;

(5) 红外仪探头至测点距应相等,以免出现环境温度引起的探测误差;

(6) 在竖井掘进中尚缺乏使用方法及经验。

## 6 结论

(1) 用红外仪、激电仪进行超前探水预测预报技术是矿山开掘斜井和平巷防水安全措施行之有效方法;是省工、省时、经济的一种探水防害技术;

(2) 红外仪、激电仪能超前预测预报井巷掘进前方的隐伏岩溶裂隙含水部位。能及时提供可靠的依据,加强排水措施,防止淹井事故,以达到井筒快速下掘。特别是基建矿山各水平中段及排水设计未形成前尤为重要;

(3) 激电仪分辨能力强,异常区(段)明显,能超前探测 30m 以上,较准确地了解到前方的水情变化动态。在异常低阻带,不同程度地寻找到水体及矿脉;

(4) 红外仪能全空部、全方位探测,便于作业。

**Water Probe Prediction in Lanes by Infra Electronic Activator**

Wei Wanchuan Lu Zhaokang Li Kaixing
(*Gaofeng Mining Corporation Ltd. of Guangxi, Nandan* 547205)

**Abstract** Water probe prediction was done by structural assumption and infra electronic activator in the inclined shaft of ore body No. 100. In-situ measurement, tracing monitoring and water content curve were done to predict correctly the water positions ahead and so prevent the water disaster and obtain an obvious effect.

**Key words** inclined shaft, infrometer, electronic activator, water-containing structure, water disaster prevention

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.c