

复杂地质矿井生产中综合物探关键技术与应用

Key Technology and Application of Comprehensive Geophysical Prospecting in Complex Geological Mine Production

宋庆平

Qingping Song

甘肃靖远煤电股份有限公司 中国·甘肃 白银 730913

Gansu Jingyuan Coal and Electricity Co., Ltd., Baiyin, Gansu, 730913, China

摘要: 综合物探技术的突破,有效地解决了由于资金短缺,找煤困难的技术难题,实现了可靠地质保障。使某矿井南翼井田未开采形成的呆滞煤炭资源得以解放复采,解决矿井提前进入衰老期的被动局面,矿井全面协调可持续发展的关键技术与生产工艺得到了保证。

Abstract: The breakthrough of comprehensive geophysical exploration technology has effectively solved the technical problems of difficult coal finding due to the shortage of funds, and realized reliable geological support. The sluggish coal resources formed in the south wing mine field of our mine can be liberated and re mined, the passive situation that the mine enters the aging period ahead of time can be solved, and the key technology and production technology for the comprehensive, coordinated and sustainable development of the mine can be guaranteed.

关键词: 综合物探; 地质保障; 必要性

Keywords: comprehensive geophysical prospecting; geological support; necessity

DOI: 10.12346/etr.v3i12.5095

1 引言

中国某矿南翼井田布置在未开采区域,地面钻孔较少,矿井生产布局得不到保障的情况下,准确查明地质构造的方法,通过合作首创采用多种探测手段集成组合,较好地解决了复杂地质条件下煤矿山勘超前预报的技术难题。

综合物探技术的突破,有效地解决了由于资金短缺,找煤困难的技术难题,实现了可靠地质保障。使某矿井南翼井田未开采形成的呆滞煤炭资源得以解放复采,解决矿井提前进入衰老期的被动局面,矿井全面协调可持续发展的关键技术与生产工艺得到了保证。

2 复杂地质矿井生产中综合物探关键技术与应用

瞬变电磁法及音频大地电磁法都是以被探测目标体与围岩存在明显的导电性差异为应用前提的地球物理勘查方法。

从以往资料成果得出,各沉积层间电性特征较为明显,特别是剖面上反映被探测对象岩层呈高阻电性特征的异常形态更为明显。所以,针对本次所要解释的地质任务,选择以瞬变电磁法为主并辅以音频大地电磁法的综合勘查手段是经济实用和科学合理的工作方法,勘查区具备上述两种方法的地球物理条件。在施工过程中,为增加村庄数据信噪比,在原设计工作量基础上,增加可控源音频大地电磁法。

2.1 瞬变电磁法

瞬变电磁法就是由发射机向铺设在地面的水平矩形线圈Tx中发送周期性双极性方波大电流,当电流突然中断时(对应于方波正极性的下降沿个负极性的上升沿),即形成阶跃脉冲源。脉冲源在地下半空间中激励起感应涡流场以阻止一次场的衰减,在脉冲电流关断瞬间,涡流主要集中在Tx附近的地表,随后此涡流开始扩散到地下半空间中。在切断电流后的任意晚期时间内,感应电流呈多层壳状的环带形,这

【作者简介】宋庆平(1993-),男,中国甘肃白银人,本科,助理工程师,从事煤矿物探研究。

些环带构成二次发射源在地表感应出磁场，这就是我们所测量到的二次磁场。通过反演、成像和解释即可得到地下介质电性结构的丰富信息，结合地质资料解决地质问题。

接收端直接观测的感应电压 $V(t)$ 与 $B(t)$ 的关系为：

$$V(t) = -d\Phi/dt = -SdB(t)/dt$$

其中， Φ 为接收线圈的总磁通； S 为接收线圈的有效面积。感应电压与磁场的变化率成正比，因此其是地球介质电阻率（或电导率）、时间等的函数。

瞬变场有瞬间建立（快于 μs 、 ns 级）与瞬时衰减（ $n \times 10 \sim n \times 100ms$ 、 $n \sim n \times 10s$ ）的时间特性。这一时间特性主要与地下不同深度、不同导电性的介质相关。一般而言，瞬变电磁场的早期特性是浅部介质的响应；晚期特性是深部介质的响应。但瞬变场在向下传播过程中遇到良导地层时，良导层中产生的强涡旋电流能持续较长的时间（即降低了向下传播的速度）。在高阻岩层中瞬间建立和消失很快，而在良导地层中这一过程变得缓慢。研究瞬变电磁场随时间的变化规律，可探测具有不同导电性的地层分布，也可以发现地下赋存的较大的良导体，见图 1。

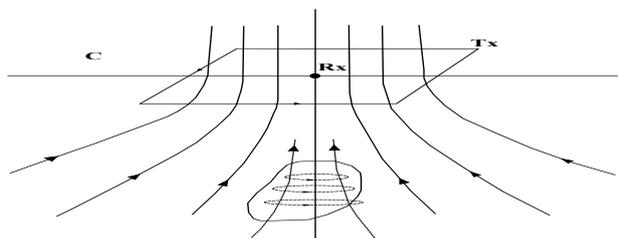


图 1 工作原理示意图

2.2 音频大地电磁测深法

音频大地电磁测深原理是基于大地电磁测深法原理，是在 20 世纪 50 年代初期提出的一种较新的地球物理探测方法。其通过对地面电磁场的观测，来研究地下岩矿石电阻率的分布规律的一种物探方法。其关键是研究地面电磁场与地下岩矿石的电阻率存在的关系。其探测深度与趋肤深度成正比，趋肤深度用 δ 表示， δ 表示 H_y 衰减到 $\frac{1}{e}$ 时，电磁波传播的距离。故 $\delta = \frac{\lambda}{2\pi} = \sqrt{\frac{2}{\omega\mu\sigma}} = 503\sqrt{\frac{\rho}{f}}$ m，从公式中看出，趋肤深度 d 与频率的平方根成反比，与大地介质电阻率的平方根成正比，即工作频率高时，探测深度小；随着工作频率降低，探测深度也随着增大。

通过在地面测量电磁场正交水平分量，便可计算介质的电阻率。当 $\mu = \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} H/m$ ， $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 时，可得到均匀各向同性大地介质条件下地面电磁测量与大地电阻率的关系为 $r = 0.2r \left| \frac{E}{H} \right|^2$ ，即音频大地电磁测深最基本公式。

CSAMT 法是通过沿一定方向（设为 X 方向）布置的接地导线 AB 向地下供入某一音频 f 的谐变电流 $I = 10e - 210$

$i\omega t$ （角频率 $\omega = 2\pi f$ ）；在其一侧或两侧 60° 张角的扇形区域内，沿 X 方向布置测线，逐个测点观测沿测线（X）方向相应频率的电场分量 E_x 和与之正交的磁场分量 H_y ，进而计算卡尼亚视电阻率和阻抗相位。

在音频段内（ $n \times 10^{-1} \sim n \times 10^3 Hz$ ）逐次改变供电和测量频率便可测出 ρ_s 和 ϕ_z 随频率的变化，完成频率测深观测。可控源音频大地电磁法受接地电阻、场源距及工作频率等的影响，存在场区分特征，见图 2。

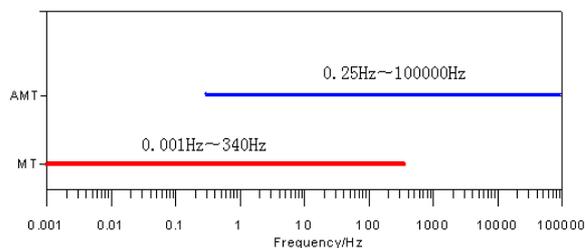


图 2 音频大地电磁测深（AMT）的工作频率范围

通常只有满足远区条件的电磁场信息才能有效地反映观测点地下地质信息，见图 3、图 4。

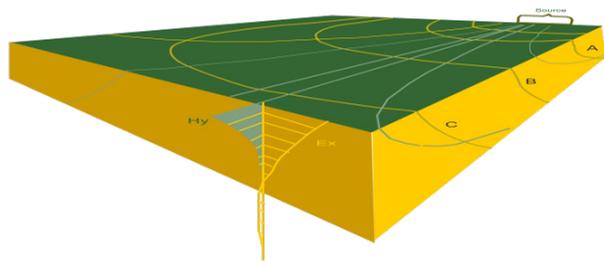


图 3 Csamt 场源标划示意图

在近区（A 点）：一般认为信号具有几何学和电阻率的功能，响应和研究深度与频率无关。

在过渡区（B 点）：电和磁以及研究深度具有几何学，电阻率和频率的功能。

在远区（C 点）：大地电磁方法能被使用，区域被认为具有电阻率和频率的功能。

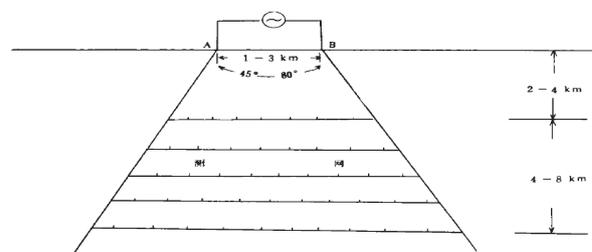


图 4 Csamt 标量测量野外工作示意图

3 实施效果

基于某矿在未开区域，地面钻孔较少，矿井生产布局得不到保障的情况下，准确查明地质构造的方法，通过合作

首创采用多种探测手段集成组合,较好地解决了复杂地质条件下煤矿山勘超前预报的技术难题。

综合物探技术的突破,有效地解决了由于资金短缺,找煤困难的技术难题,实现了可靠地质保障。因此,突破综合物探技术工作意义重大。

4 经济效益及社会效益

通过《复杂地质矿井生产中综合物探关键技术与应用》的应用,可使某矿井南翼井田未开采形成的呆滞煤炭资源得以解放复采,有效解决了矿井提前进入衰老期的被动局面,矿井全面协调可持续发展的关键技术与生产工艺得到了保证。该技术已在某矿南 101 轻放工作面推广应用。截止 2020 年底,采用该技术已累计多圈定出煤炭资源 25.7 万吨,按照目前煤炭单价估算,创产值 10280 万元。因此,社会效益和经济效益十分显著。项目已在红会一矿南翼井田取得较好的应用,有效解决了这些复杂地质矿山的资源储量核实难的共性关键技术问题,大幅提高了资源回收率,产生了良好的社会经济效益,推广应用前景广阔。

该成果已成为红会南翼井田的一项成熟技术,在工作面

布置及掘进施工时已得到全面应用,适应于复杂地质矿井以及掘进穿越断层及断层破碎带井巷施工中,安全程度比较可靠,安全系数较高。

5 结语

该技术已在红会矿区得到全面推广应用,具有安全可靠和经济效益、社会效益十分显著等优点,是红会南翼井田找煤的高效方法,建设本质安全和安全高效型矿井的必经之路,具有良好的推广应用前景。

参考文献

- [1] 贾豫葛,张胜业,王国征.磁性源频率测深的视电阻率算法[J].勘察科学技术,2002(3):5.
- [2] 龙永祥,王健.露天煤矿网络发展与智慧矿山建设的关系[J].露天采矿技术,2020,35(1):119-121.
- [3] 杨真,郭昌放,王静宜,等.由数据驱动的智慧矿山建设研究[J].中国煤炭,2019,45(11):41-48.
- [4] 张瑞新,毛善君,赵红泽,等.智慧露天矿山建设基本框架及体系设计[J].煤炭科学技术,2019,47(10):1-23.

(上接第 197 页)

4.3 配置和优化管理系统应用

目前,在软件管理流程控制过程中,比较常用的技术为 SPC 统计过程控制技术,该技术的应用能够有效地促进软件质量管理水平的提高。能够通过对数据的采集、对数据中关键质量的特性进行确定、对管理过程进行有效分析和改进等,从而实现管理流程的优化,实现管理机制的健全。在 CMMI 管理的项目管理平台应用过程中,要综合做好数据管理平台和配置管理平台的完善工作,尽可能将一些潜在的安全隐患规避掉,采取针对性的措施确保 CMMI 管理的高效性与合规性,致使各项要针对技术应用人才进行有效的招募,巩固针对于系统应用过程中所会出现的各种问题进行分析兵器给出有效的优化措施,从而促进中国软件质量管理水平的再提升。

4.4 加强过程控制

在跟踪监控过程中,以固定抽样间隔来抽取样本并进行统计计算,通过在使用过的控制图上描点判定软件开发过程的受控状态。若是发现有过程状态失控现象,及时查找状态失控的原因,采取针对性的措施和方法使失控异常尽快消除。监控阶段对软件过程的跟踪监控,充分体现出了 CMMI 管理项目管理平台对过程中可能存在的异常状况的预防控

制,为实现软件质量的有效管理提供了依据。CMMI 管理的项目管理平台在软件过程质量管理的有效应用,切实提高了软件质量管理效率,推进了以过程控制为基础的软件质量管理的探究和研发,为有效解决软件质量管理引发问题奠定了基础。

5 结语

随着中国经济的飞速发展,中国的软件开发水平也在不断提高。基于过程的软件质量控制管理工作的有效地开展,能够确保软件质量管理工作水平的提升。在软件质量管理过程中确实遇到了各种各样的问题,但是针对这些问题的解决也寻求了有效的解决方案。论文围绕软件质量管理的各个方面进行分析阐述,旨在给读者提供思路。

参考文献

- [1] 邹玮,晁志峰,周宇斌,等.基于过程质量控制的品质管理研究[J].汽车工艺师,2019(10):3.
- [2] 周斐.基于CMMI高成熟度的LC公司软件质量量化管理研究[D].济南:山东大学,2018.
- [3] 田耕.基于线性规划的软件过程控制模型的设计与实现[D].北京:中国科学院大学(工程管理与信息技术学院),2018.