



矿井古空与老空水害综合防治技术研究

安全监管总局政府网站

2007/04/26 10:55

稿件来源：安全监管总局规划科技司

【字号 [大](#) [中](#) [小](#)】

【[打印本页](#)】

[关闭窗口](#)

重点推广项目编号：AQT-3-64

主要完成单位：新汶矿业集团有限责任公司、山东科技大学、山东华源矿业公司

项目内容：

该项目所属的科学领域为矿山水害防治、古空治理、地球物理探测新技术，为多学科交叉。

该项目研究矿井古空及老空水害综合防治技术，选择高密度电阻率成像、探地雷达、EH₄连续电导率剖面电磁法、可控源高分辨率地震探测等新技术进行方法试验和优化，确保在工矿区强电磁干扰条件下对老矿区及含水条件进行高精度高分辨探测；对老空水害的威胁程度进行全面安全评价；在国内外首次提出从地面回填、石门封堵及古空隐患注浆加固等方面提出近地表老空区的治理方案，在此基础上提出了矿井老空水害综合防治技术方案。

1、根据探测目的层的深度，优化选择不同的物探技术方法，查明古空区、老空积水分布及矿井地表过水通道分布情况，形成直观的古空区及老空积水分布图、露头区裂隙通道分布图；根据老空积水分布及过水通道分布进行水害评价；制定防止治水工程设计，从地面回填、石门封堵及古空隐患注浆加固等方面提出近地表老空区的治理方案，在此基础进行矿井老空水害综合防治技术研究。

技术路线：地表古空、老空调查→探测方法优化选择→物探探测→提交探测成果→水害威胁评价→防治水工程设计→综合防治技术研究。

2、采用的地球物理探测新技术方法

A、EH₄连续电导率剖面电磁法技术

EH₄电磁成像系统属于部分可控源与天然源相结合的一种大地电磁测深系统，深部构造通过天然背景场源成像（MT），其讯息源为10H_z~100kHz。浅部构造则通过一个新型的便携式低功率发射器1~100 kHz人工电磁讯号，补偿天然讯号的不足，从而获得高分辨率的成像。

B、高密度电阻率成像技术

高密度电阻率成像是集电测深和电剖面于一体的一种多装置、多极距的组合方法。它具有一次布极即可进行多点、多极距和多参数数据采集的优点。其显著特点是数据采样高，信息量大，因而能全面地反映出测量断面的电性特征。数据处理中通过电阻率成像和求取比值参数，可突出异常信息，从而达到高效率、高精度、高分辨解决地质问题的效果。

C、探地雷达技术

探地雷达（又称地质雷达）是利用超高频（10⁶~10⁹H_z）脉冲电磁波探测地下介质分布的一种地球物理探测方法。实践表明，地质雷达是一种高分辨率探测技术，它可以分辨地下10⁻¹m尺度的介质分布，可以对浅层地质问题进行详细分层调查，也可以对地下浅部掩埋目的体进行无损探测。随着计算机技术及数字处理技术的发展，地质雷达在工程地质勘探，灾害地质调查，公路工程质量的无损检测，考古调查以及工程施工质量监测等诸多领域得到广泛应用。近年来在国内外全面开展了地质雷达技术用于矿区井下探测顶、底板及回采工作面前方小断层、老窖、岩溶分布及探测煤厚、充水构造、陷落柱和巷道围岩松动等地质问题的研究工作，并取得了较好的地质效果。

D、可控源高分辨率地震技术

高分辨率地震技术主要是在地面激发地震波，同时接收地下反射层地震波，达到探测地下地质体的目的。

煤层是地下很好的反射层，正常煤层反射波能量强，连续性好，一旦煤层被开采，则煤层反射波能量弱，甚至消失，据此，即可确定地下采空区位置和范围。

关键技术及创新成果：

1、综合地球物理技术方法优化，建立了古空与老空水害、地下复杂采空区综合地球物理测技术体系

采用EH₄连续电导率剖面电磁波法、探地雷达、高密度电阻率成像技术、可控源高分辨率地震技术等多种地球物理探测方法，对煤矿近地表古空区及导水通道隐患进行综合探测，建立了古空与老空水害、地下复杂采空区综合地球物理探测技术体系，适用于不同埋藏深度、不同尺度、复杂地表及地质条件下古空与老空水害的高分辨率探测。综合地球物理新技术主要根据不同的物理现象和岩层不同的物理性质，来进行采空区及含水性探测，从而指导矿井水害防治工作。依探测目的层深度定，对于目的层深度大于50m区段，利用EH-4连续电导率电磁法，局部利用高密度电阻率成像技术；对于目的层深度小于50m区段，利用地质雷达和高密度电阻率成像技术。根据山东华源矿业公司实际，采取探地雷达、高分辨率地震等技术探测老空区，采用EH₄连续电导率剖面电磁法、高密度电阻率成像技术探测老空区及含水性。

2、提出了工矿强干扰地区压制强电磁干扰方法，极大改善了资料处理的结果

目前地质雷达从数据采集、存储、到数据处理都已实现数字化。数据处理方法主要有静校正、速度分析、带通滤波、频率一波数滤波、偏移和反褶积、叠加等。探地雷达数据处理的目标是压制随机的和规则的干扰，主要是工矿区强电磁干扰，以最大可能的分辨率在探地雷达图像剖面上显示反射波，提取反射波的各种有用的参数（包括电磁波速度，振幅和波形等）来帮助解释。

3、煤层、采空区、断层的反射波特征研究

煤层反射波：浅区内浅部地层主要有2煤、4煤、6煤，其厚度约为2.0m左右，由于煤层与其顶底板砂岩层的电性差异较大，能形成能量较强的反射波。

采空区反射波特征：煤层被开采后，其顶板岩层发生冒落和坍塌，岩性结构发生改变，裂隙发育，这就造成电磁波出现严重吸收衰减，雷达时间剖面上表现为煤层反射波消失，雷达波零乱，局部虽有反射波但其能量极弱。

断层反射波：测区内断层反射波特征也比较明显。

4、高密度电阻率成像法探测采空区及含水性研究

根据高密度电法电阻率成像断面图中电阻率分布，可以进行采空区及裂隙通道划分。正常条件下，第四系土层电阻率较低，一般10~20Ω·m；第四系砂层在不其含水（干燥）时，电阻率较高，达100Ω·m，在含水时，其电阻率与含水性及含砂量有关，含水性越强，电阻率越低，而含砂量越大，电阻率越高，一般情况下10~50Ω·m。煤系地层中砂岩、砂页岩一般情况下电阻率30~80Ω·m，煤层电阻率一般为200~500Ω·m，煤层露头区受风氧化影响电阻率降到50~100Ω·m。当煤层被开采后，上覆岩层出现不同程度的裂隙和坍塌，从而造成电阻率值增大，开采强度越大，对应采空区及冒裂带位置的电阻率值越大。对于地下空洞，其电型特征依空洞充填物的性质而定，当空洞充水时，其电阻率极低，一般小于10Ω·m；当空洞充泥时，其电阻率也很低，一般小于20Ω·m；当空洞为干洞时，其电阻率极高，一般会大于200Ω·m。根据上述规律可以进行地下采空区及空洞解释，圈定异常地质体的位置及范围。

5、EH₄连续电导率剖面电磁法探测多层煤采空区和石门过水通道研究

利用EH₄电磁法探测采空区的依据为开采后电阻率的变化，有两种情况，一种是采空区和其上覆岩层、底板岩层破坏变形，裂隙发育且充水，电阻率降低；另一种是采空区及其上覆岩层、底板岩层破坏变形，裂隙发育但不充水，电阻率升高。无论充水或不充水，电阻率的变化区都有一定范围。这种电阻率的变化区范围与围岩破坏范围有一定的联系，但不等同于围岩破坏范围，其范围要大于围岩破坏范围。另外由于岩体的不均一性和岩体的受力不同，岩体受采动影响后的破坏范围、破坏程度也不一样，这也导致同一测线不同地段电阻率的变化程度也不一样。岩体不完整，破坏程度高的地段，电阻率变化就更大，电阻率变化区范围也更大。

6、利用可控源高分辨率地震技术探测老空区范围。

7、从地面回填、石门封堵及古空隐患注浆加固等方面提出近地表老空区的治理方案，在此基础上提出了矿井老空水害综合防治技术方案。

根据张庄煤矿三个隐患区域的综合地球物理探测成果以及综合防治治理效果，研究并提出了矿井老空水害

应用情况：

该项目的实验工作从2004年3月份开始，10月份结束，历时9个多月，试验工作从物探测线的实地测量到现场数据采集，到资料的业内处理解释再到项目试验总结等均进行了认真细致的工作，坚持了同时研究、同时实施、同时试验的原则，获得了信噪比较高的时间剖面 and 可靠的地质解释剖面。试验过程中，技术科工作人员、公司领导和上级有关处室领导及时向课题组反馈信息，先后提出了若干建设性的修改意见，对项目的进一步完善起到了良好的促进作用。

该项目的顺利实施取得了令人满意的结果，获得了信噪比较高的各种剖面资料，对试验的三个项目均达到了研究目的：①F_{汶1}号断层位置比原地质推断位置向南移动约为15~20m；②F_{汶1}号断层两盘保护煤柱均遭不同程度的盗采，断层上盘六层煤盗采比较严重，下盘十三层煤、十五层煤最小保护煤柱宽度小于20m，十一层煤柱宽度小于40m，局部仅为15m，采空区含水性弱活不含水；③北河煤矿越界石门位置A 2测线控制较为准确，石门未充满水，其是否过水有待进一步做工作证实；④张庄西南风井冲沟桩号25m~115m段为低电异常区和雷达反射异常段，由此判断十一层煤露头位置仍是隐患；⑤西都砂坑测区内二、四、六层煤露头煤柱已被盗采，且盗采严重，开采区域远远大于留设的煤柱。

在矿井古空区、老空区及含水性探查方面进行了非常有成效的工作，共完成探地雷达探测测线长4300m，高密度电法成像测线1200m，EH₄大地电磁法测线长1000m，地震测线长600m。从对探测结果的验证情况看，探测准确度较高，对老空区及水害治理起到了很好的指导作用。

相关链接

责任编辑：任伟伟

关闭窗口

主办单位：国家安全生产监督管理总局 国家煤矿安全监察局 查询电话：(010)64463366 事故举报电话 010-64294453

承办单位：国家安全生产监督管理总局通信信息中心 网站值班电话：(010)64463685 010-64237232

协办单位：国家安全生产监督管理总局调度统计司 中国安全生产报社 中国煤炭报社 网站管理员邮箱:wzbj@chinasafety.gov.cn

京 ICP备05071369号