瞬变电磁法探测陷落柱技术在袁庄煤矿的应用

纵跃进，鲁金海，程建忠
(淮北矿业（集团）有限责任公司 袁庄煤矿，安徽 淮北 235058)

摘 要：淮北矿业集团袁庄煤矿 $3_1$212工作面在回采过程中揭露陷落柱，为保证安全生产，进步查明陷落柱的影响范围及其富（含）水情况，采用瞬变电磁法对陷落柱进行了探测，确定了陷落柱的影响范围和导水性，为矿井安全生产提供了技术保障。

关键词：陷落柱；瞬变电磁法；牛眠向斜
中图分类号：TD622.2 文献标志码：A 文章编号：0253-2336（2008）06-0100-03

Application of transient electromagnetic method to probe sink hole in Yuanzhuang Mine

ZONG Yue-jin, LU Jin-hai, CHENG Jian-zhong
(Yuanzhuang Mine, Huaibei Coal Mining Group Corporation Ltd., Huaibei 235058, China)

Abstract: A sink hole was exposed in the mining operation of $3_1$212 coal mining face in Yuanzhuang Mine of Huaibei Coal Mining Group. In order to ensure the safety production and to further investigate the influence area and water bearing condition of the sink hole, the transient electromagnetic method was applied to probe the sink hole. The method has confirmed the influence area and water conductivity of the sink hole and provided the technical guarantee to the mine safety production.

Key words: sink hole; transient electromagnetic method; Niumian syncline

1 地质构造和陷落柱对工作面的开采影响

袁庄煤矿井田整体呈向斜分布，$3_1$212工作面位于牛眠向斜轴部，工作面走向长 522 m，倾斜长 118 m，走向为东北，倾向为西南。工作面倾角 3～10°，四邻为采空区。矿井中的地质构造主要是指褶曲构造和断裂构造。而煤矿在采掘过程中实际揭露的主要是断层，它对煤矿的设计与生产的影响主要有：影响井田和采区的划分；影响井田开拓方式的选择和采区的布置，增加巷道掘进工程量；影响工作面回采推进度，工作面及巷道支护困难；影响煤矿安全生产，减少矿井开采储量，增加生产成本。岩溶陷落柱是指含煤岩系中岩溶引起的环行塌陷，因塌陷体在剖面上呈柱状而得名。它对煤矿生产的主要影响有：破坏可采煤层，增加煤质灰分，减少煤炭储量，影响正规开采，降低采掘效率。

2 陷落柱范围与位置的确定

2.1 瞬变电磁法技术应用

瞬变电磁法（Transient Electromagnetic Method，简称 TEM）是一种利用电磁感应原理的地球物理方法。属时间域电磁测深法，又称“纯异常场法”，是利用不接地回线或电极向地下发送脉冲式一次电磁场，在一次电磁场间歇期间，用线圈或接地电极观测由该脉冲电磁场感应的地下涡流产生的二次电磁场的空间和时间分布，来预测地质构造异常、地下含水层的分布情况。

瞬变电磁法的工作过程可分为发射、电磁感应和接收 3部分，如图 1所示。当发射回线中的稳定电流突然被切断后，在其周围将产生磁场，该磁场称一次磁场。一次磁场在传播过程中如遇到地下良

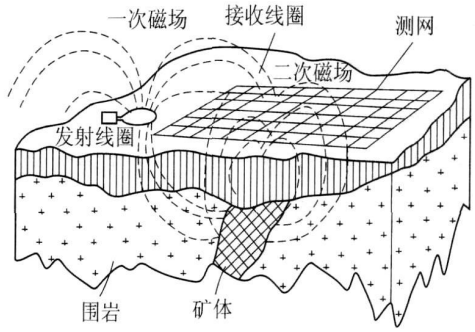

图 1 瞬变电磁法工作原理示意

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

导电矿体，将在其内部产生感应电流，称涡流或二次电流。由于二次电流随时间变化，故在其周围又产生新的磁场，该磁场称二次磁场。二次磁场通过接收回线观测，经数据分析和处理后，可以解释地下矿体并提供有关物理参数。

矿井瞬变电磁法基本原理与地面瞬变电磁法基本原理相同。所不同的是，矿井瞬变电磁法是在井下巷道内进行，瞬变电磁场呈全空间分布，全空间效应成为矿井瞬变电磁法固有的问题。煤层一般情况下为高阻介质，电磁波易于通过，煤层中断裂构造的界面，破碎带、煤层破坏软分层带及富含水低电阻率带等，都能对电磁波产生折射、反射和吸收，造成电磁波能量的损耗。若发射源发射的电磁波穿越煤层途径中，存在断层、陷落柱、富含水带、顶板垮塌和富集水的采空区、冲刷、煤层产状变化带、煤层厚度变化和煤层破坏软分层带时，电磁波能量就会减弱，形成透视阴影（异常区）。

3_1 212工作面在回采过程中揭露陷落柱的情况，加之机巷掘进时揭露一正断层，出于安全考虑，采用瞬变电磁法查明了 3_1 212工作面地质构造和陷落柱影响范围及其富（含）水情况。

2.2　测点布置及施工方法

该次勘探采用重叠回线装置，发射和接收线框采用多匝 2 m × 2 m矩形回线。采样时窗为 1~ 34，叠加次数 64，时间采用标准时间序列。

测点布置在 $3_1$212工作面回风巷内，起点位于停采线与回风巷的交点，共布置 18个点，测点点距为 10 m，每个测点向两个不同的方向进行探测，即先向水平方向，再向底板方向。根据多匝小线框发射电磁场的方向，可认为线框平面法线方向即为瞬变探测方向。因此，将发射接收线框平面分别对准煤层底板或平行煤层方向进行探测，就可反映煤层底板岩层平行煤层内部的地质异常。

2.3　资料解释

矿井 TEM 视电阻率断面图：横坐标为测点至停采线距离，纵坐标为探测深度。在某一水平深度，根据矿井瞬变电磁场扩张特征，探测上、下部垂向深度与水平深度近似相等。根据 TEM 视电阻率断面图，综合地质和水文地质资料，可以确定横向、水平深度和垂向深度电性变化情况。

图 2为工作面回风巷内矿井瞬变电磁法沿煤层和煤层底板方向探测的视电阻率断面图，从图 2a中可知煤层视电阻率相对较低，但在 0~ 50 m范围内存在一个半圆异常区域，结合已知的地质资料可解释为陷落柱的反映。在相对起点 90 m处存在扰动异常，可解释为 F_1 正断层的反映。

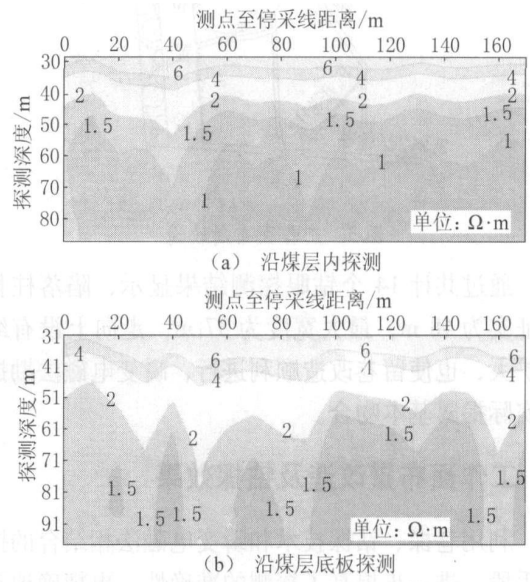

图 2　矿井瞬变电磁法探测的视电阻率断面

根据探测资料显示，工作面部分揭露的陷落柱在工作面内的最大延伸长度为 50 m，运输巷正断层与工作面平面图所预计基本一致。无其他地质构造异常。

3　工作面回采布局改造

在基本确定陷落柱的影响范围和不导水后，同时为减小断层对正常回采的影响，决定对工作面补掘新巷道进行改造，首先沿陷落柱下边缘进行了留巷，对工作面下部继续进行推进，当回采到 40 m时，受断层影响，煤层变薄，直至推进困难，然后停止回采。在回采期间为进一步精确查明陷落柱的范围，在留巷内进行了钻探，通过每 5 m间隔，共计 8个钻眼探测结果显示，陷落柱下边缘基本为圆弧形，在停采处向上收敛。

在运输巷断层左侧重新开掘新切眼，并继续超前钻探，在确定穿过断层后，然后按陷落柱左上边缘方向掘进，并继续打钻探测陷落柱的实际位置，共计 6个钻眼，基本确定了陷落柱的形状与位置，并根据工作面揭露情况，施工到陷落柱上边缘后拐弯，然后与工作面贯通。然后下部工作面收作，从上部继续回采，实现成功通过陷落柱如图 3所示。

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

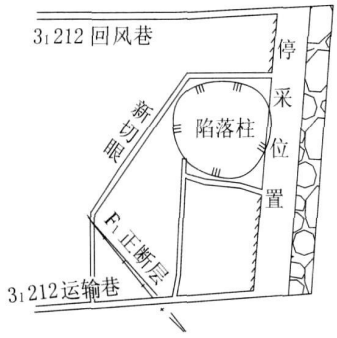

图 3 工作面布局改造

通过共计 14个钻眼探测结果显示，陷落柱长度证实为 48 m，最大宽度为 37 m，走向上没有继续扩大，也使留巷改造顺利进行，瞬变电磁法勘探与实际揭露基本吻合。

4 工作面布置改造及钻探效果

利用巷探、钻探技术和瞬变电磁法相结合的探测手段，进一步提高了探测的准确性，更精确地掌握了陷落柱的影响范围，多回收煤炭资源 10 000余 t，同时提高了煤炭质量，使回采推进顺利进行，保证了工作面的顺利接替。

陷落柱探测是煤矿生产系统中必不可少的重要技术基础工作，提前摸清陷落柱导水性是预防煤矿水灾事故的重要保障。先进的探测设备和利用现场条件相结合的工作方法，可更加有效的解决煤矿生产中的地质问题。新的物探技术的应用是提高地质工作质量和效率的有效途径。无水陷落柱周边矿压小，尽量少留煤柱，多回收资源，提高经济效益。

参考文献:

[1] 常雷海，尹　斌，庞志军．陷落柱探测技术在王坡煤矿的应用 [J]．煤矿安全，2007 (7)．

作者简介：纵跃进 (1959－)，男，安徽淮北人，工程师，现在袁庄煤矿主要从事煤矿安全管理工作。Tel 0561－4992227

收稿日期：2008－02－18；责任编辑：曾康生

(上接第 85页)

图形，调用 IEChart控件的 charttype属性即可转换图表类型。系统对重点区域管辖的煤矿产量报表、煤矿的核定生产能力划分以及用户选择条件查询结果等进行对比、统计，生成饼图、线图、柱状图等图表，由此向用户提供对数据的多角度分析，增强图形应用分析的直观性。

6 应用实现

基于 WebGIS的地方煤矿 MIS于 2007年 2月在七台河市煤炭工业局开始投入使用以来，应用效果很好，系统实现了内部网及远程机关部门信息共享、异地档案资料的调阅、WebGIS矿井空间地理信息检索定位、CAD矿图文件管理等功能。该系统运行安全、稳定、可靠，使用方便，提高了办公效率，为七台河市煤炭工业局适应现代化管理的需要，提供了科学有力的保障。

7 结　　语

系统将 WebGIS引入到地方煤矿管理信息系统中，可以真正做到图形、数据、文字信息的一体化显示，大幅提高了系统的易用性和方便性。该系统提高了地方煤矿技术管理水平，为管理部门的宏观调控提供了一个可靠的决策支持，推进了煤炭行业管理部门政务信息化进程。但随着矿井开采的深入，系统还需要大量的后期维护及数据更新工作，以保证煤矿系统数据时效性，使统计数据更加真实，决策更加准确。

参考文献:

[1] 郭　军．基于最新 MapGuide技术的煤矿远程监控联网系统的设计研究 [J]．工矿自动化，2007 (3)．
[2] 文东戈，于　泳．基于 B/S模式的地方煤炭工业局 MIS设计与实现 [J]．煤炭工程，2007 (12)．
[3] 杨建宇，杨崇俊，刘冬林，等．基于组件的 WebGIS关键技术研究 [J]．小型微型计算机系统，2005 (6)．
[4] 马林兵，张新长，伍少坤．WebGIS原理与方法教程 [M]．北京：科学出版社，2006
[5] 白　云，刘珊珊．基于 ArcIMS的 WebGIS设计与开发原理 [J]．测绘与空间地理信息，2006 (4)．

作者简介：文东戈 (1968－)，男，黑龙江绥化人，副教授，主要从事软件编程与计算机网络技术教学与科研工作。Tel 0451－88036027，E－mail wdg3000@163.com

收稿日期：2008－02－21；责任编辑：赵　瑞

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