

煤矿地质灾害的地球物理特征与勘察实例

吴有信, 方含珍, 潘启章, 徐 爽

(安徽煤田地质局物探测量队, 安徽 宿州 234000)

摘 要: 在阐述煤矿地质灾害防治的重要意义的基礎上, 分析矿井地质灾害防治中不同地质灾害的地球物理特征, 通过工程实例说明地球物理勘察在矿井地质灾害防治中所能解决的有关地质问题和地质效果。

关键词: 地球物理勘探, 陷落柱, 采空区, 构造与煤层

中图分类号: X43 文献标识码: A 文章编号: 1671-1556(2003)04-0053-04^①

0 引 言

根据我国的国情和能源资源的现实情况, 煤炭仍将是我国今后较长时期内的最主要一次性能源。煤炭工业在全面建设小康社会的新形势下, 要持续发展, 与时俱进, 就必须把煤矿建设成为环保型、效益型和安全型矿山。安全保障是矿山生产的必要前提, 效益状况又制约着矿山的开发前景, 无论安全、环境保护、煤矿效益等问题都与矿井地质灾害防治有着非常重要的关系, 特别是采掘机械化程度的迅速提高, 以及随着煤矿开采规模、开采强度和深度的加大, 一个大型、高度机械化的煤矿如发生矿井地质灾害其社会影响和经济损失将是巨大的。

我国煤矿矿井地质灾害复杂多样, 时有发生, 一直是煤矿开发的重要制约因素, 为确保我国煤矿生产的持续发展, 开展矿井地质灾害防治工作中的地球物理勘探研究及应用是非常必要的。

1 矿井地质灾害防治中地球物理特征

1.1 在矿井地质灾害防治中水患问题

矿井防治水工程是煤矿地质灾害防治工作的重点, 由于断层导水、岩溶裂隙导水等导致的水患, 严重威胁着矿井生产安全。

岩石孔隙、裂隙总是含水的, 并且随着岩石的湿度或饱和度的增加, 电阻率急剧下降。由于水分有不同的矿化度, 水分含量相同的不同岩石的电阻率可能有很大差别。断层、陷落柱、采空区等地质体的

电阻率不取决于其本身的大小, 主要取决于它的破碎程度及其含水的饱和度。

第四系电性层多, 单层厚度小, 组合复杂, 电阻率从十几到几十欧姆米, 为相对低阻层位, 煤系地层以各种砂岩互层为主, 致密均一, 电阻率在几十到一百欧姆米范围内变化; 奥陶系灰岩其电阻率在三百至一千欧姆米之间变化, 其有明显的高阻特征, 为一电性标志层, 这种地层组合, 其电性在纵向上的递增规律在视电阻率曲线类型上必有明显的反映。

在横向上, 沉积地层的电性正常情况下是均一的或变化不大。当存在富水性的断层构造或其它良导电地质体时(如断层破碎带富水, 灰岩内的充水溶洞、裂隙、陷落柱等)都将打破这种水平方向电性的均一性。当其在三维空间上具有一定规模时可改变纵向电性的变化规律, 从而表现为局部的、区域性的电性异常, 为开展电法工作提供了物性前提和解释依据。

总之, 覆盖层、煤系地层及下伏奥陶系灰岩层沉积序列清晰、稳定。纵向上视电阻率依次增高, 而横向上电性差异较小。当有富水的断层、裂隙存在时, 视电阻率呈现良导电体的特征, 破坏了地层电性在横向上的均匀性和纵向上的正常递变规律, 为使用电磁法探测富水地质体, 并研究它们的纵横向水力联系提供了条件。

1.2 在矿井地质灾害防治中陷落柱问题

在煤矿开采过程中, 常常碰到一种灾害性的地质异常体——陷落柱, 它破坏了煤层的连续性, 并经常诱发矿井水患发生, 导致矿井生产安全事故, 华北型煤田由此而导致淹井时有发生, 给煤矿生产带来

^① 收稿日期: 2003-05-06

作者简介: 吴有信(1962—), 男, 高级工程师, 长期从事煤炭资源物探和水工环物探工作。

了巨大的经济损失。

一般认为,煤田陷落柱的形成与奥陶系灰岩溶裂隙有关,由于岩溶裂隙的发育和扩大,其周围地层受重力作用而塌落下沉,因此,陷落柱内部充填物常常成分复杂,比较松散,正常的地层沉积层序被打乱,陷落柱与煤层的接触边界两侧存在着明显的密度、速度、电性、放射性等物性差异。

由于陷落柱大小不等,孤立出现、规律性差等特点,采用地球物理方法勘察是经济技术较为合理的手段。

1.3 矿井地质灾害防治中小构造、岩浆岩、冲刷带、煤层的分差与合并等问题

煤层与其顶底板岩性上的差异,是一个较为稳定的波阻抗界面,具有良好的弹性波反射条件,由于构造等原因煤层在空间上的连续性被打破,根据采区二、三维地震资料,煤层反射波的中断、扭曲、振幅和频率特征等变化可用来识别煤层构造。

利用区内钻孔资料制作地震合成记录,通过它和过钻孔的时间剖面对比来确定反射波的地质属性(地震地质层位)。

岩浆岩一般为磁性矿物含量较高的岩石,具备磁法勘探的物性条件,特别是煤系地层中含菱铁矿和黄铁矿等含铁矿物,它们本身并无磁性,但当岩浆岩侵入到这些层位时,受热蚀变作用将可能转变成磁性矿物,使得岩浆岩侵入区域磁异常增强,这就为利用高精度磁法配合地震勘探勘查岩浆岩体提供了良好的物性条件。

1.4 在矿井地质灾害防治中采空区及其含水性等问题

煤层采空区因岩体垮落破碎,电阻率值明显增大,而当采空区完全充水后,水体不仅充填了采空区,而且也充填了冒落裂隙带,因而在岩体破坏区,其电阻率又明显降低。正常岩层中若裂隙发育,不含水时其电阻率增大,含水时其电阻率降低。据此,通过探测地下岩层的电阻率及其变化,可以判定岩层的结构状态和含水状况,这是利用电磁法、地震等方法探测的物理前提。

2 矿井地质灾害防治中地球物理勘察

2.1 皖北煤电公司任楼煤矿的防治水工程

1996 年 3 月,皖北煤电公司任楼煤矿发生灰岩突水,水量每小时 1 万多立方米,井下全部被淹,生产停顿,损失严重,为配合治水,应用三维地震勘探、电法勘探等综合物探手段,分析水源和导水通道,探

明了 7 煤 3 个异常带和第四系底部一个异常带。后经钻探查 4、查 5、注 3 孔证实,第一号异常为小型陷落柱(图 1),经注浆排水,该矿 10 月份恢复了生产。

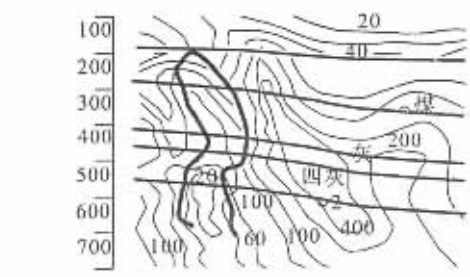
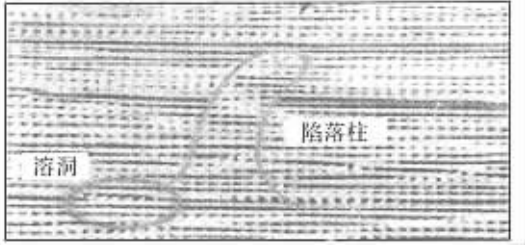


图1 陷落柱和溶洞在时间剖面、电性剖面上的显示
Fig.1 Display of karst collapse and sinkhole in seismic time section and electrical profile

2.2 太西公司乌兰煤矿的采空区及其含水性探测

宁夏太西公司乌兰煤矿北二采区与几个地方小矿毗邻,无序开采的地方小矿现已被关闭,但其采空区的边界及其含水性情况不明,给采区设计带来困难,同时也严重威胁着矿井的安全生产,采用三维地震勘探和电磁法探测技术查明了老空区的边界及积水情况,取得了良好的地球物理效果。

图 2 为三维地震时间剖面及 EH4 电导率连续剖面测量的地质效果,可以看出 2 煤层位采空区的电阻率基本上以高阻为主,高阻范围较大,3 煤层位采空区对应着低阻,表明采空区已充水,深部煤层采

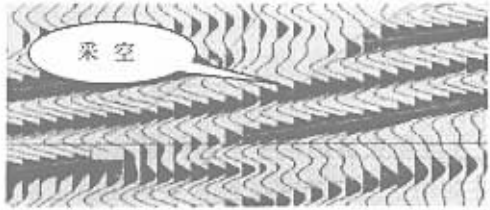


图2 采空区及其含水性在时间剖面及电性剖面上的显示
Fig.2 Display of mined-out area and its water-bearing character in seismic time section and electrical profile

空区的电性特征不明显。因此,利用综合电阻率电性剖面可以用来圈定采空范围,初步判断采空区是否含水。三维地震资料采空区对应煤层反射波中断,与实际资料对应关系较好,分辨率较高。因此,在资料解释中应综合多种物性资料进行综合解释。

2.3 瞬变电磁法在煤矿防治水中的应用

华北某大型矿井自建矿至今已发现了大小不等的陷落柱共 15 个,曾在 1980 ~ 1998 年多次因陷落柱发生强烈导水,出现了罕见的煤矿水患灾害,淹没了整个矿井,为了避免水患事故的再次发生以及治理工作的需要,必须查清陷落柱的空间形态及其赋水性,在对陷落柱及其赋水性物性特征细致分析的基础上,应用以瞬变电磁法为主的综合物探方法取得了较好的地质效果(图 3)。

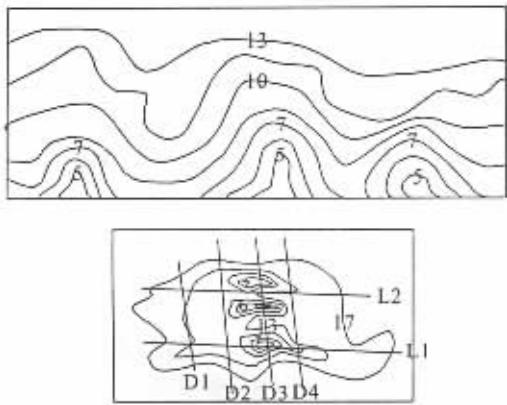


图3 陷落柱及其含水性在电性剖面上的显示
Fig.3 Display of karst collapse and its water-bearing character in electrical profile

2.4 安徽淮南、鲁西南等地的小构造问题

近几年来,采区三维地震勘探查明了煤层的微型褶曲形态和 5m 以上断层(图 4),使得采煤工作面

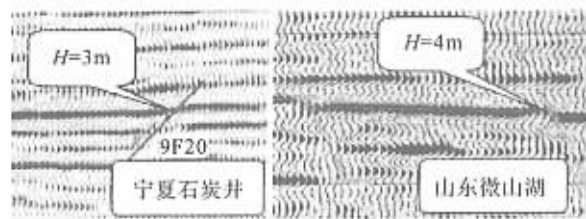


图4 小断层在地震时间剖面和时间切片上的显示
Fig.4 Display of small fault in seismic time section and horizontal time slice

避开断层采煤,有效防治矿井地质灾害,采煤效率提高近 50%。

2.5 矿井地质灾害防治中岩浆岩侵入、煤层冲刷带及夹矸等问题

依据煤层反射波的形成机制,应用地震波的动力学特征,通过理论地质模型、人工合成记录的制作及反射波同相轴连续性、振幅及频率特征,可定性分析或定量解释岩浆岩侵入、煤层冲刷带及夹矸、煤层厚度等岩性问题(图 5)。



图5 岩浆岩侵蚀地质现象在时间剖面上的显示
Fig.5 The display erosion of igneous rock, coal flushed zone, interlayer rock thickness in seismic time section

2.6 电法在灰岩溶洞、裂隙水文地质问题上的应用

水患是影响矿井安全生产和建设的重大灾害之一,由于水患造成矿井停产甚至淹井的事故时有发生,造成重大人员伤亡和经济损失,如导水断层、裂隙、陷落柱、溶洞、老窑采空区积水等,含水体的低电阻率特征为应用电法提供了前提。高密度电阻率法在安徽淮南、直流电测深法在江西武宁县岭背煤田解决灰岩、裂隙等水文地质问题上取得较好的效果(图 6)。

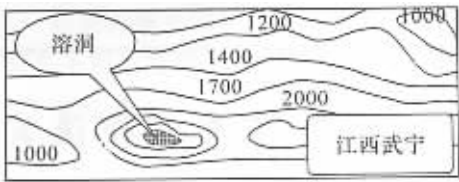


图6 溶洞、裂隙在电性剖面上反映
Fig.6 Display of sinkhole and crack in electrical profile

2.7 地震勘探在新生界底砾岩含水层上的应用

淮北矿业集团朱仙庄煤矿,某采区预测第五含水层的赋水面积约 500km²,需留防水煤柱预计约 5 000 × 10⁴t 左右,经采区地震勘探查清了第五含水层赋水面积仅有约 8km²,同时新查清了塔桥断层,落差为 600 ~ 1 000m,倾角 70°,不但不导水,反而隔

水,解放了原预留防水煤柱煤炭 3 000 多万吨,如按 100 元/吨计算,直接经济效益 30 亿元,并减少防治水投资 1 000 多万元。

3 结 语

矿井地质灾害是影响矿井生产和人身安全的重要因素,通过对多种地质灾害类型地球物理特征的分析,和,研究,大多数矿井地质灾害物性(电性、磁性、密度、速度等)特征明显,综合地球物理方法可用来为矿井地质灾害防治提供可靠信息。

据国家开发行与中国煤炭地质总局的联合调查资料,地球物理勘探可以查明矿井地质构造(断层、陷落柱等)及老采空区等,为矿井工作面布置、开采方式选择和防治水工程创造条件,避免淹井事故,提高矿井煤层开采上限,增加资源回收率,同时,地球物理勘探的应用可消除多种地质风险。

根据淮南矿业集团采区地震勘探提供的地质资料,经过矿井开拓验证,一般吻合率可达 80% 左右。

在矿井生产实践中,二维采区地震为总体布局、采区选择的决策提供了可靠依据,决策没有出现失误;三维采区地震勘探为确定工作面位置、采煤方法、设备选型、指挥生产、稳定产量提供了地质保障。

实践证明,在矿井地质灾害防治中,使用地球物理勘探方法对引起地质灾害的地质原因进行查明,只要物性前提具备、工作方法选择恰当,在理论上是可行的,实际工作成果也表明,可以为地质灾害防治提供可靠的地质资料。

参考文献:

[1] 王慎中. 物探资料综合解释[M]. 北京:石油工业出版社, 1994.
[2] 岳建华,刘树才. 矿井直流电法[M]. 徐州:中国矿业大学出版社, 2000.
[3] 俞寿朋. 高分辨率地震勘探[M]. 北京:石油工业出版社, 1994.
[4] 张德忠. 复杂地表地区地震勘探实例[M]. 北京:石油工业出版社, 1994.
[5] 中国煤炭地质总局. 煤矿采区三维地震勘探经验交流论文集 [A]. 徐州:中国矿业大学出版社, 2001.

The Geophysic Characteristics of the Coal Mine Geological Hazard and Instance of Prospecting

WU You-xin , FANG Han-zhen , PAN Qi-zhang , XU Shi
(Anhui Coal Geophysical Prospecting & Survey Administration , Suzhou 234001 , China)

Abstract : The coal mine geological hazards of our country are complicated and varied and happen occasionally. This paper introduces the significance of coal mine geological hazard prevention and the geophysical characteristics of different geological hazards. It also proves through project instances that the geophysical prespecting can solve some geological problems and have geological results.

Key words : geophysical prospecting ; karst collapse ; mined-out area ; geologic structure and coal seam

塔里木沙漠公路防护林生态工程启动

塔克拉玛干沙漠第三项标志性工程——塔里木沙漠公路护林生态工程启动。这一工程北起轮台南,南至民丰,全长 442.5km,建成后,将成为世界上第一条建设在沙漠中的绿色长城。

该项工程由新疆生态与地理研究所承担总体设计,预计在 2005 年建成,工期将分为两个阶段实施。工程将分为灌溉管线和设施工程的建设、发电及变电工程的建设、管护设施工程的建设、种植工程的建设四个部分,将建成 436km 的生态防护林和 3 128 公顷的林带,采用就地采水、分散供水、滴水灌溉以保证水资源充分利用。工程总投资近 2.2 亿元人民币。