

综合矿井物探技术在探测陷落柱中的应用

路海滨

山东省煤田地质局第二勘探队 山东济宁 272000

摘要: 利用地震探测方法对矿井中的陷落柱体进行了探测,但是,因其内部水分等因素存在很大差别,因此,单纯采用这种方法无法适应矿井的安全要求。利用瞬变电磁场探测、声源声场电磁探测、地震勘探等综合地球物理技术,对矿井塌方进行探测,可获得良好的探测结果。根据梧桐庄煤矿井下塌方柱体的实测要求,利用综合地球物理勘探技术进行勘探,并与现场实测资料进行了比较,验证了该方法的可行性,为井下陷落柱体的检测开辟了一条新的途径。

关键词: 综合物探技术;陷落柱;应用

引言:

华北二叠系石炭煤层是矿井生产中普遍存在的一种类型,它不但会严重损害煤体的连续性,而且会严重地影响矿井的布局。尤其是在煤矿的导流陷落柱,在最大程度上会造成井下的突水浸井事故。实际应用证明,在进行陷落柱的勘探中,往往采取了物理和先期钻井相结合的方法,尤其是多种物探技术,其优点和不足也比较突出。在此基础上,地震探测技术可以更准确的确定矿井塌方柱体的方位,但无法准确探测出塌方柱体的其它参量。所以,在进行矿井陷落柱勘查时,必须采用综合物探技术,以最优的方法进行组合,充分利用各方面的优点,以保证所获得的资料可以更好地指导实际生产。根据梧桐庄煤矿井下塌方柱体的实际勘探需要,采取了综合地球物理勘探技术。

一、陷落柱的物探作用机制及物理性特点

根据有关的理论,塌落柱的出现与岩溶裂隙的不断扩大直接有关,随着岩溶裂隙的不断扩大,周围的地质层也随之塌陷,内部的材料也出现了各种错综复杂且极端疏松的情况,地质层面也变得散乱无章,塌落柱与周围的地质层之间的差别越来越大,从而奠定了勘探技术的应用基础。此外,陷落柱的地质过程中,其具体的材料性质也会出现较大的变化。产生发展偏早的陷落柱其自身具有极强胶结性,而导水性却较差;而正处于发展中的此种地质现象却是截然相反,即胶结程度低,导水能力好。

1. 陷落柱的主要特征

在地形上,陷落柱整体上为椭圆型,或为平面型。在盆地的边缘,岩体的构造是很正常的,并且在盆地中,通常都是由不同的岩层组成的。其整体形状呈不规则的锥形,上小下大,个别部位也有相同的圆筒形。其截面形状多为椭圆形或扁平状,具有不同的直径。凹陷柱

岩体呈锯齿状、不规则、错位,属粘土充填型。从某一层面上对塌方柱块的形态进行观测,发现它们是同一地层中的不同煤层和岩层。陷落柱与围岩之间的接触面呈“之”型,边缘清楚,接触面呈上宽下窄的角,一般在 50° ~ 85° 之间,最多的是 75° ,而最多的是 75° ,而接触带煤层与顶板之间无明显的粘连。在距离塌陷柱3~5米的地方,岩石裂隙多,煤层很破碎,有时还能见到几个低矮的正断层,这些断层的走向与柱身相交,并且倾向于柱状,峰峰煤矿塌陷区的边沿干涸的、无水的柱状体,有些带有喷头或小型的喷嘴,例如阳泉。煤层气的爆发比普通区域高2~3倍。塌陷圆锥的中心轴与地层几乎是垂直的。从横向投影图上可以看出,不同煤层的陷落柱区并非完全一致。

2. 陷落柱的主要影响

在塌陷柱较为发育的区域,煤层和周边岩体经常受到严重的损害,这是导致矿井开采难度大的原因,主要有:对可开采煤层的破坏和储量的降低。由于塌陷区的煤层被破坏,导致其开采价值下降,导致了井田的储量大幅度下降。导致矿山使用寿命缩短、巷道提前报废等严重问题。开采效率下降,生产费用增加。在主要运输巷道的开发中,例如集中运送大巷、总回风巷、上山巷、下山巷、下山巷等,为了防止巷道转弯、方便运输、通风,通常采用原有的设计,采用直接穿越陷落柱,既影响了巷道的维修,又增加了维修成本。另外,在回采中遇到塌方柱体,通常先通过坑道确定塌方范围,再采取相应的回采措施。这不但会影响到矿井的正常开采,还会使矿井的生产效率下降,从而使工作面运输、顶板管理、通风等方面出现问题。阻碍机械化开采,影响正常生产。在陷落柱较为发育的区域,设置无陷落柱的长壁回采工作面是困难的,若在长壁回采工作面中埋设若干陷落柱,则会使采煤机组和水力移动掩护体支撑难以正常工作。

二、综合物探技术在煤矿陷落柱探测中的具体应用

1. 无线电波透视

利用无线电波技术，可以通过对矿井和塌方岩体之间的电荷特征进行科学、合理的研究，从而实现对矿井进行有效的监测。矿井下的电磁吸收能力和陷落柱子是不同的。而在电磁波与陷落柱接触时，当变换发射器的特定的位置时，会逐步地发出信号，对应的接收器会从不同的角度和方向观察到不同的影子，找到与之重叠的地方就是陷落柱的确切所在，目前，利用无线通信技术的主要有两种：一种是将探头置于矿井的掘进巷内^[1]。同时，在回风巷内设置对应的接收装置，使二者同时移动，同时保证它们的移动范围是相同的，然后进行点阵和点阵强度的观察和定位，这是一种将发射器的精确定位，不能随意移动。而对应的接收装置进行等距移动时，要留意的是，接收装置的移动幅度应该是有限的，是固定的。在测量中，最常见的一种是定点法。利用定点方法获得特定的场强度资料，可以更好地确定陷落柱的出现。然后利用变换发送和接收装置的定位方法，对特殊的地质情况和基本形状进行了详细的说明，从而使无线电技术在很多领域中都取得了很好的效果。近年来，西山、阳泉和淮北地区的矿井采矿工作得到了积极的评价，并提出了在矿井开始采矿前，必须提供有关的电磁辐射技术的应用数据。由于目前使用的设备和仪器的限制，电磁波只能确定特定的区域强度，获得的信息比较有限，使用的方式也比较简单，因此在最后的检测结果中，还是会受到直接的负面影响。鉴于这种情况，未来在使用无线射频技术时，应注意使用的有关仪器和器材。对数据的归类方法进行了科学化 and 高效的改善，使检测的精度得到了提高。

2. Rn 探测法

Rn 是一种含有少量辐射和高流动性的惰性气体，由于 Rn 的存在，在矿井的储层中 Rn 的含量比较高，因此，矿井中 Rn 的检测方法可以增加 Rn 本身在地下的分布情况，并且两者的浓度也比较相近，不会有太大的区别。在特定的时间内，Rn 的分配情况发生了变化，出现了一些异常，这就意味着有一个陷阱。无论是在矿井的采场，还是在地面 Rn 的分布和异常状态产生时，都会产生类似的变化，所以，通过对 Rn 材料本身的改变特征进行科学的应用，可以非常有效地对陷落柱的出现状态实施科学判断，且操作简便，资金消耗较少^[2]。

3. 煤层微波探测技术

微波技术的具体应用就是充分发挥地下电磁辐射的作用，以实现对矿井井下的异常情况进行科学的检测，

其中，微波探测技术是将位于地表上的发射机进行微波辐射，并对其进行全方位的综合处理，因为微波本身在传输时，其折射方向和接收强度都会有差别，因此，在矿井中发生陷落柱后，相关的微波接收机将会显示出与平时不一样的波形折线，然后对具体幅度进行精确的分析和分析，通过数据分析，可以更好地掌握被发现的凹坑柱具体形状和大小等信息，在微波检测技术中所涉及的设备工具主要有：微机、监控设备及微波发送接收仪器中国微波探测技术应用设备的先驱，为 40a 多年前设计出的微波探测器，其具体尺寸和精度都是 50cm 左右，但随着其广泛应用，相应问题也变得越来越突出，即测量精度方面还有待加强提升。

三、综合物探技术的实际应用

1. 煤矿探测工程概况

梧桐庄矿区的水文地质情况比较复杂，属于东单斜型，其产势相对平稳，含陷落柱众多，为了保证矿井的安全，不但要掌握矿井的具体位置、大小，还要对塌方柱是否含水、含水量等进行全面的了解。所以，采用综合地球物理勘探技术来进行陷落柱体的检测。

2. 三维地震勘探效果

这一次的勘探采用了三元地震法，在东四煤 4、6 煤下面，分别找到了一处地质异常，面积在 0.03~0.045km² 之间，由于异常区的整体面积比较大，塌陷和塌陷的深度也比较低。

3. 瞬变电磁探测与可控源音频大地电磁探测

在进行了 3 次地质勘探以后，利用瞬变电磁技术和可控声波法进行了详细的勘探，共设置了 14 条探索线，并将点距和距离限制在 25 米以内。该方法利用瞬间电流磁法对线路上的全部观测点进行了全方位的检测，并将各观测资料全部进行了记录。利用这两种方法，可以在全矿范围内找出凹陷柱的位置和富水性，同时还可以对陷落柱中奥灰和太灰等具有良好的导电和富水性进行分析（具体可控源音频大地电磁法测量装置布置方法见图 1）。利用 CSAMT 进行了两种检测方法的资料分析。

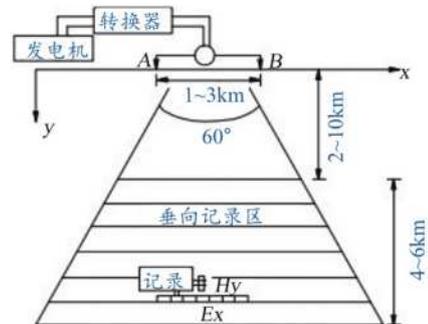


图 1 可控源音频大地电磁法测量装置布置

4. 富水性研究

首先对陷落柱横断面的富水特性进行了研究。图2是利用瞬变法和可控声源法测量的-400米下的电阻率的关系曲线。

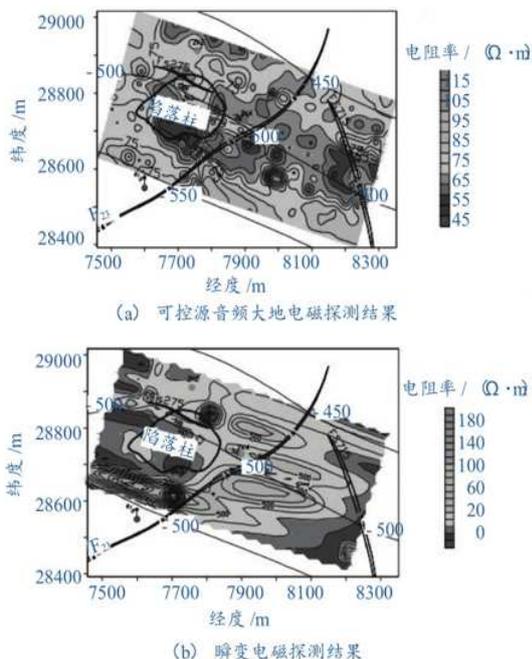


图2 400m水平截面电阻率等值线

从两张图的比较可以发现，在探查范围内存在着许多较小的电阻性区，它们都是比较发育的裂缝，岩层比较破碎。陷落柱西段为高水分地区，含水状况也是不同程度的。就特定的富水性而言，断裂部位整体含水率高。从两个图表的比较可以看出，两种方法的整体效果是一样的，在图1B中，在凹陷柱子的南方处，电阻性降低，这种情况的原因很有可能是其它的原因。其次探讨了陷落柱体的纵向富水性。通过对地球物理测量所得电阻进行了截面分析，得出了电阻系数曲线。测量出的凹陷柱

电位具有：中、低-低-中高-高的特征，显示了更显著的分层特征。在120~250米处，凹陷柱结构比较显著，整体的电阻率也比较小，与相应的地层位置相符，都属于高水分地区，而-650米以下的岩柱则属于中部。从断面上可以看到，陷落柱所在的整体连通度很高，但周围地区的富水性却在持续下降。

四、结束语

利用瞬变电磁探测技术、声源声场地球电磁探测技术和地震勘探技术等技术，对矿井塌陷进行了勘探，取得了与现场钻井勘探成果较为吻合的结论，为矿井地质勘探开辟了一条新的勘探途径。

参考文献：

- [1]路飞飞.综合矿井物探技术在探测陷落柱中的应用[J].中国化工贸易, 2020, 12(11): 126-127.
- [2]蒋泽金.综合物探技术在矿井陷落柱识别的应用研究[J].煤炭与化工, 2021, 44(2): 82-84, 108.
- [3]徐爱, 刘长会, 张强.矿井综合物探技术在巷道前方导水构造探测中的应用[J].煤炭科技, 2016, (02): 37-38.
- [4]路拓, 刘盛东, 王勃.综合矿井物探技术在含水断层探测中的应用[J].地球物理学进展, 2015, 30(03): 1371-1375.
- [5]李彦鹏, 康宇, 李扬, 王金鑫, 陈祥.探究煤田物探技术在矿山领域的应用与发展[J].黑龙江科技信息, 2014, (23): 15.
- [6]潘永恒.煤矿矿井地质物探方法与技术的综合应用[J].黑龙江科技信息, 2014, (21): 142.
- [7]石向晨, 王玉山.综合矿井物探技术在探测陷落柱中的应用研究[J].河南科技, 2012, (24): 5