

采煤沉陷区成因及综合治理探析

曹 丛

(山东新矿赵官能源有限责任公司, 山东 德州 251113)

摘 要 煤矿开采以地下操作为主, 进而导致地质环境发生变化, 很多采煤区域出现了大范围的沉陷, 不仅影响了矿区整体环境面貌, 而且危及矿区人民的生命财产安全。针对此情况, 必须采用有效的治理手段解决这一难题。本文在对采煤沉陷区成因进行分析的基础之上, 进一步明确了采煤沉陷区综合治理要遵循科学性、全面性、可操作性三大原则, 除了要积极注浆回填与复垦治理、植被恢复、水资源利用、土地整治、液压喷播植草、微生物修复、生态修复监测技术以外, 还要不断强化压煤村庄的搬迁避让管理以及地质灾害点的生态修复。

关键词 采煤沉陷区成因; 综合治理; 植被恢复技术; 水资源利用技术; 土地整治技术

中图分类号: TD82

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0109-03

长期采煤活动而引发的沉陷区问题越来越受关注, 不仅仅导致采煤区出现地面下沉的现象, 而且由于地表遭受了严重的破坏, 还引发了一系列生态环境问题, 随之而来的便是矿区人民生命财产受到威胁^[1]。由于造成采煤沉陷区的原因是多种多样的, 要想改善这些问题, 首先就要明确成因, 进而采取积极有效的治理方法。当前绿色环保可持续发展理念在各行各业快速渗透, 越来越多的行业开始寻找经济效益与生态效益协调共存的发展新路径。基于此, 本文重点针对采煤沉陷区成因进行了分析, 并在治理技术以及保障措施两个层面提出了具有实践操作性的建议, 为采煤沉陷区高效治理提供新思路、新方法。

1 采煤沉陷区成因

1.1 地质体性质因素

由于煤层存在于地下几十米, 甚至几百米深处, 煤矿企业在井下进行采煤活动, 而地下体性质复杂, 除了地层结构以外, 还存在岩性、含水层等诸多结构, 当采煤结束以后, 受到各岩层重力作用, 煤层稳定性以及固结性会受到较大的影响。比如地层结构存在不稳定性因素, 或者出现了断裂带, 那么离层、向下弯曲、裂缝扩张问题便会越来越突出, 极易导致煤层慢慢滑动, 塌陷问题也随之而来, 并且在塌陷周边会有很多裂缝产生, 慢慢便形成了沉陷区。除此之外, 若地下水位明显变高或者含水层越来越厚, 采煤的时候可能会引发地层水压越来越大, 这也在很大程度上使得煤层变形风险较大, 沉陷问题加剧。

1.2 井下采掘方法不合理因素

在进行井下采煤操作的过程中, 如果选择的方法

不正确或者存在诸多不合理之处, 那么同样也会造成采煤沉陷区的形成, 如果使用的采煤方法和地质条件、地下煤层特征匹配度较低的时候, 煤层被破坏的风险也会加大, 可能面临着严重的变形, 此时极易出现沉陷问题^[2]。比如开采的面积较大, 或者工作面较长的时候, 因为持续性破坏了煤层, 使得问题控制难度越来越大, 增加了塌陷发生的概率, 为了最大限度降低采煤沉陷区的形成, 需要综合考虑实际情况, 合理选择采煤方法, 结合地质条件以及煤层特征, 保证采煤方案设计更加合理, 进而才能达到保护煤层, 降低沉陷风险的目的。

1.3 地下水因素

在煤矿采煤过程中会对地表水、地下水进行处理, 通过抽采、排水的形式满足开采需求, 但是如果此环节操作不当, 便会导致地下水位、水流动态发生较大的变化, 煤层稳定性难以保证的同时, 加大了沉陷风险的发生。比如大量的地表水体会使得地下水位越来越高, 造成煤层和地表间承载力越来越小, 沉陷问题发生的风险也就越来越大。在地下水抽采以及排水工程中如果存在不合理操作时, 同样也会使得地下水位快速降低, 此时煤层支撑力变得越来越弱, 极易出现地面塌陷问题。除此之外, 地表建筑物、道路等如果布局不合理, 或者施工时存在不当的操作行为, 破坏了地下地质结构, 影响了煤层, 地表沉陷风险增加, 也可能导致采煤沉陷区的产生。

2 采煤沉陷区综合治理原则

2.1 科学性原则

人与自然和谐相处已经深入人心, 特别是在可持续发展理念支持下, 采煤沉陷区综合治理必须要坚持

科学性原则，以生态环境保护为前提条件，兼顾经济发展，综合考虑社会和谐，三者有效结合，以自然发展规律为依据，基于科学思维，采用科学方法^[3]。采煤沉陷区的治理是一个系统化的过程，面临的问题也较为复杂，更应该以科学性为原则，不仅要当地地理环境及条件全面了解，而且还要结合当地实际情况，保证治理方法的选择是最适宜、最合理的。

2.2 全面性原则

在治理采煤沉陷区问题时不但会涉及多个层面的知识，而且还要综合考虑不同技术手段的优劣势，统筹兼顾进行治理，一方面要基于社会发展，另一方面要对生态环境、经济指标等不同的要素全面考量，严禁出现以偏概全问题的发生，分析问题时需要站在全局视角下，做到全面性、系统化、多方位考虑各个层面的因素。

2.3 可操作性原则

采煤沉陷区治理过程中要保证方法的选择是具备较强可操作性的，以实际问题的解决为出发点、落脚点，严禁出现空想、不符合实际情况的方案、方法及手段的运用，治理目标以及任务的设置切合实际，有着较高的成功率，既要积极发挥主观能动性，同时又要做到实事求是。

3 采煤沉陷区综合治理技术手段

3.1 注浆回填与复垦治理技术

如果沉陷区面积较大的时候，当地质条件恶化越来越严重，沉陷区面积也会随之增加。针对此情况就要采用注浆回填以及复垦的方法，避免灾害扩大化。治理过程中以注浆为主，注浆位置涉及范围是附加荷载较大部位，通常情况下使用的是水泥粉煤灰浆，选择的注浆方法以帷幕或者梅花形注浆孔。如果地表出现了明显的裂缝则需要回填、整平以及复垦、绿化。在具体操作过程中要重视注浆参数的严格控制，具体见表1所示。

表1 综合治理主要注浆参数控制情况

序号	项目	参数
1	水泥粉煤灰浆水灰比	1:1.2 ~ 1:1.5
2	水泥含量占固体总质量比例	20%
3	帷幕孔间距	20 m
4	注浆孔间距	25 m
5	注浆压力	0.5 ~ 0.6 MPa

治理沉陷区沉陷坑以及地表裂缝时先开挖及剥离

地表土层，采用分层回填、碾压的方法回填至设计标高，通常情况下种植水土保持10 cm的厚度，待整平完成以后，铺设草皮进行大面积的绿化。

3.2 植被恢复技术

当沉陷区各种安全隐患被清除以后可以采用植被修复法，在裸露边坡或者受损土地种植植物，以此来降低碳汇损失，将其改变成“天然氧吧”。植被修复时要综合分析周边环境，采取有效措施，首先植物的选择要以生长速度快、适应能力强的当地乡土植物为主；其次生态及经济双效益结合，种植过程中要综合考虑植被特点，草本植物以混播形式种植，木本植物则以栽植方式种植。植被的配置也是极其重要的环节，为确保沉陷区生态系统更加稳定，可以选择多样化植物类型，同时还要在种植时对植物种植密度、间距、生长力等进行综合考量，根据地区环境不同，合理选择植物配置方法。

3.3 水资源利用技术

水资源是沉陷区综合治理的关键，可结合当地资源条件，采用合理的方法，提高自然资源利用率^[4]。例如通过疏挖治理的方法，将雨水、河水资源引入沉陷区中，主要是由于沉陷区地势低，引蓄洪流优势突出，存储的水可用于工业、农业，缓解地区水资源匮乏问题，体现采煤沉陷区可持续发展功能。水资源运用时不仅要时刻关注水体保护以及污染性，而且还应该统筹规划当地地形、工业、农业布局、道路交通等多个层面。

3.4 土地整治技术

沉陷区回填或开采时要选择最佳土壤，主要是由于土壤是植物生长的碳库，必须要符合要求，对林地、耕地更好的覆盖。当覆盖的土壤肥力不足或者呈现酸性时，要通过培肥法促进土壤肥力提高。pH太高时则需要适合加入石灰、石膏，使土壤性能发生变化，以达到变废为宝的目的。

3.5 液压喷播植草技术

此技术是采煤沉陷区综合治理中的新技术，以色素、土壤改良剂、黏合剂、肥料、草籽等与水合理配比为主。材料制备完成以后，使用专业的设备将材料均匀混合，喷射于受到污染的沉陷区土壤内。喷洒结束以后，土壤表面形成了较强的隔热且防水的薄膜，有利于种子萌芽与生长。除此之外，此技术具备了较好的防护性，特别是在沉陷区土壤修复中，只需要30天便可以达到70%的植物覆盖率，而且适合于各种气候条件。

3.6 微生物修复技术

有些沉陷区属于重金属区域,其对于环境的污染性是非常高的,特别是会导致土壤、生态环境遭受严重损害,为解决土壤污染这一难题,可采用此技术。通过向沉陷区土壤中投入大量具有降解功能的细菌,将一些难以降解的有机化合物转化为易降解的物质;也可以将具有吸附有害物质的微生物放入沉陷区,利用其表面黏性物质或者胞外多聚物和污染物结合,将其从环境或土壤中去除。

4 采煤沉陷区综合治理保障措施

4.1 加强压煤村庄的搬迁避让管理

采煤沉陷区变形以及地表沉陷问题的治理可通过煤柱保护的方法,将部分煤炭留住作为支撑,缓解地表沉陷问题^[5]。为此首先要全面进行地质勘测以及对各种参数进行模拟,进而明确煤柱保护大小及位置,以免影响开采效益。同时还要确保地表建筑物、基础设施安全及完整,提前做好合理规划,以免建筑物建设在易变形、易沉陷的区域内。除此之外,还要强化压煤村庄搬迁避让管理,保证人民生命安全。针对受影响的居民要结合具体的数据信息,根据专业人员提出的建议,设计合理的搬迁方案,更好的安置这些居民。通过深入调研以及评估,对压煤村地理条件、人口数量、建筑物结构等全面掌握,测量及监测以后获取精准的沉陷数据。根据地下水、土壤条件,对村庄经济发展、人民生活、就业情况等多种因素综合考虑,满足居民利益、社会利益、环境利益多种要求。要结合沉陷程度进行风险的评估,明确搬迁范围,适当给予搬迁居民补偿。搬迁环节要构建管理体系,由专门的部门负责做好协调工作,以政府为主导,专业技术人员、社会机构为辅助,保证搬迁工作的公平、公正且透明。

4.2 加强地质灾害点的生态修复

由于采煤活动逐渐变得频繁,随之而来的是严重的地质灾害,灾害的发生会威胁到周围生态环境。所以强化地质灾害点生态修复是非常关键的,采用恢复、重建的形式保证生态系统的完整性,使生态环境最大限度还原,资源利用率提高,降低损失^[6]。采煤沉陷区综合治理中除了积极采用一些生态修复技术以外,还要强化环境的有效监测,以便及时发现环境污染问题,及早采取措施应对,尤其在地质灾害高发区域,要构建完善的环境监测系统,保证人民生活及生命安全的同时,为他们提供优质的生活环境。也可以将遥感技术引入,借助卫星遥感器与地面监测设备有效结

合,实时监测沉陷区地表变化,针对山体变化状态,遥感技术能够获取到高清图像,保证了数据的精准性,定量监测地表形态、变形以及沉降情况,及早预测到潜在的地质灾害风险,当发现异常时,系统会发出警报或者提示,以便于相关人员及时做出反应^[7]。通过运用地下水位监测井、水质监测设备等动态监测地下水位以及水质,更加准确的查找出采煤活动是否影响到了水资源,是否引起了地下水下降,是否导致水质越来越差,是否污染了农田以及周围环境。同时也可以构建监测站网,分析数据的同时,找到问题根源,为环境保护以及治理措施的实施提供充足的依据。另外还可以构建生态修复工程,大范围建设人工湿地,扩大植物覆盖面,增加绿化带等,使沉陷区生态系统更加稳定,尽快恢复能力,而在地质灾害周边区域内大面积建设湿地或者扩大植物覆盖率,同样也有利于土壤条件的改善,促进了山体生态环境更加稳定^[8]。

总而言之,导致采煤沉陷区形成的原因是多种多样的,综合治理过程也较为复杂,所以要想达到较好的治理效果,就要深入分析及掌握导致沉陷区出现的具体原因,在此基础上,选择合适的治理方法。治理沉陷区过程中要进行综合考量,除了应用科学合理的技术手段以外,还要强化压煤村庄搬迁避让管理以及地质灾害点生态环境的修复,保证采煤活动有序进行的同时,最大限度降低对周围环境的污染,不断推进持续稳定发展,实现经济效益、生态效益双丰收目的。

参考文献:

- [1] 熊光东,宋培柱,谭绍鑫,等.陕北地区光伏发电与采煤沉陷区的综合治理分析[J].中国资源综合利用,2023,41(12):219-221,227.
- [2] 吴振亮,高永,尚志强,等.浅议采煤沉陷区的生态修复[J].广东水利水电,2023(09):66-70.
- [3] 兰春.安徽省采煤沉陷区生态修复治理存在问题及对策[J].绿色矿冶,2023,39(04):6-9.
- [4] 姚琳.采煤沉陷区的生态修复与综合治理技术研究[J].科技与创新,2023(13):84-86,89.
- [5] 龙军.采煤沉陷区灾害综合治理技术分析[J].内蒙古煤炭经济,2021(13):45-46.
- [6] 马东山.采煤沉陷区成因及综合治理的实践研究[J].当代化工研究,2023(13):99-101.
- [7] 国中祯.淮南市采煤沉陷区生态修复工程研究[J].淮南职业技术学院学报,2023,23(02):137-140.
- [8] 王军雷.采煤沉陷区成因及综合治理的实践与探讨[J].能源与节能,2021(02):89-90,138.