

煤矿开采沉陷预防和控制技术

崔浩浩¹ 施凤刚² 王 林² 文小彬²

1. 中国冶金地质总局青海地质勘查院 青海 西宁 810000

2. 贵州黔西能源开发有限公司青龙煤矿 贵州 黔西 551500

摘要: 本文深入探讨了煤矿开采沉陷的预防和控制技术。研究了煤层深度和倾角对塌陷范围的具体影响,揭示了其与塌陷风险的内在关联。在此基础上,我们基于采空区塌陷范围的地面安全距离进行了判断和评估。为了减小沉陷风险,我们提出了安全煤柱的合理预留措施,旨在确保采煤作业的安全性和可持续性。这些技术措施的推广和应用,不仅有助于提高煤矿开采的安全性,也有助于保护矿区的生态环境和周边设施。

关键词: 煤矿开采; 沉陷预防; 控制技术

引言: 随着煤矿开采深度的不断增加,地表沉陷问题愈发严重,已成为影响矿区安全和生态环境的关键因素。开采沉陷不仅危及矿工生命安全,还会对地表建筑、基础设施以及生态环境造成严重影响。沉陷会导致地面裂缝、建筑物损坏、农田塌陷等问题,对矿区及周边居民的生产生活造成极大不便。因此,预防和控制煤矿开采沉陷成为了矿山企业和社会共同关注的问题。

1 煤矿采空区塌陷的基础理论

煤矿采空区塌陷的基础理论主要涉及到岩层移动和地表沉陷的相关理论。在采煤过程中,随着煤层的开采,岩层受到应力作用发生移动和变形,最终导致采空区塌陷。岩层移动和地表沉陷是一个复杂的过程,涉及到多种因素,如煤层厚度、采煤方法、岩层力学性质等。根据岩层移动和地表沉陷规律,可以预测采空区塌陷的范围和程度,为矿区规划和安全提供依据。为了减少采空区塌陷的影响,需要合理设计采煤方法和采空区处理措施,如采用充填、支撑等手段来控制岩层移动和地表沉陷^[1]。同时,在采空区塌陷地段,应保持一定的安全距离,以避免对人员和设施造成危害。了解和掌握岩层移动和地表沉陷的规律是预防和控制采空区塌陷的重要基础理论。

2 煤层深度和倾角对塌陷范围的影响

2.1 煤层深度对塌陷范围的影响

煤层深度是影响采空区塌陷范围的重要因素之一。随着煤层深度的增加,岩层应力逐渐增大,岩层移动和地表沉陷的范围也会相应扩大。因此,煤层深度越深,采空区塌陷的范围就越大。这是由于深部岩层的自重应力增加,同时地壳应力也相应增加,导致岩层容易发生移动和变形。此外,深部煤层通常具有更高的地温,这也会影响岩层的热膨胀和移动。

2.2 煤层倾角对塌陷范围的影响

煤层倾角是另一个影响采空区塌陷范围的重要因素。随着煤层倾角的增加,岩层移动和地表沉陷的范围也会相应扩大。这是由于煤层倾角的变化会导致岩层的应力分布和变形规律发生变化。在陡峭的煤层中,上覆岩层的重力作用方向与煤层倾向的夹角较大,容易产生较大的剪切力,促使岩层滑移和塌陷。同时,在倾斜煤层中,由于岩层的自重应力作用,容易在采空区上方形成“悬空”现象,从而导致岩层塌陷的范围扩大。

2.3 煤层地质条件对塌陷范围的综合性影响

除了煤层深度和倾角外,煤层地质条件也是影响采空区塌陷范围的关键因素。煤层地质条件包括岩层的组成、结构、厚度、硬度、含水率等。这些因素都会影响岩层的移动和变形规律,从而影响采空区塌陷的范围。例如,软弱岩层具有较低的承载能力和稳定性,容易发生较大的变形和移动;含水率较高的岩层会降低其摩擦角和内聚力,容易发生滑移和塌陷。

3 基于采空区塌陷范围的地面安全距离判断

3.1 地下水位和水文地质条件

在地下水位高、水文地质条件复杂的地区,采空区塌陷范围可能会受到较大的影响,因此需要特别注意安全距离的设定。由于地下水位的存在,上覆岩层的重力作用会受到水的浮力作用影响,导致岩层容易发生移动和变形。同时,地下水还会对岩层进行冲刷和侵蚀,降低岩层的强度和稳定性,从而扩大采空区塌陷的范围。此外,在复杂的水文地质条件下,采空区中的水可能无法顺利排出,导致采空区积水增多,增加岩层的重量和应力,进一步扩大采空区塌陷的范围。因此,在地下水位高、水文地质条件复杂的地区,需要增加采空区塌陷的地面安全距离,以确保人员和设施的安全。同时,还

需要采取相应的措施来降低地下水位,控制采空区塌陷的范围。这些措施包括排水、加固、充填等手段。通过合理的规划和设计,可以有效地控制采空区塌陷的影响,确保矿井安全和地面设施的保护。

3.2 煤矿开采方式

煤矿开采方式对采空区塌陷范围的影响是十分关键的,它取决于煤层的特性以及不同采煤方法对煤层的影响程度。因此,为了确保地面的安全,必须根据实际情况确定相应的地面安全距离。不同的采煤方法,如传统的长壁采煤、综放采煤和液压支架顶煤采煤等,对煤层的破坏程度和底板支撑情况存在差异。在传统长壁采煤中,煤层底板会出现大面积的下沉和变形,采空区的塌陷范围较为广泛。相比之下,综放采煤和液压支架顶煤采煤等现代化采煤方法,其采空区塌陷范围较小,对地面安全距离的要求相对较低。为了确保煤矿开采过程中地面的安全,应该综合考虑采煤方法、煤层深度和倾角等因素,根据实际情况确定相应的地面安全距离。这需要煤矿工程师和地质专家的努力,通过现场勘察和分析,利用相关的工程计算模型和经验参数,进行合理评估和预测^[2]。在确定地面安全距离的同时,还需要考虑周围建筑物、公路以及河流等的保护,以最大限度地确保地面的稳定和安全。不断的研究和实践经验的总结,将有助于制定更准确、可行的地面安全距离标准,为煤矿开采提供更可靠的指导和保障。

3.3 矿山地质条件

在矿山地质条件复杂、岩石稳定性差的区域,采空区塌陷范围有可能扩大,这对地面的安全构成了潜在的威胁。因此,为了保证地面的稳定和安全,需要增加地面的安全距离,以降低采空区带来的潜在风险。矿山地质条件复杂意味着地下岩层的性质、结构和稳定性均较为复杂。这包括但不限于岩层的裂隙、断裂带、变形和胀缩性质等。当采煤过程中破坏了这些复杂地质条件时,可能会导致更大范围的采空区塌陷。因此,在复杂的岩石条件下,需要增加地面安全距离,以应对不确定性因素和潜在的地质灾害。岩石稳定性差意味着岩层的抗压、抗剪和抗拉强度等力学性质较弱。在这种情况下,煤矿开采过程中岩层的破坏和岩体失稳可能会更加明显。采空区形成后,岩层的进一步变形和破坏可能会扩大采空区的范围,增加地面塌陷的概率。为了减小岩石稳定性差带来的影响,需要增加地面安全距离,以保证地面的稳定和安全。在确定具体的地面安全距离时,需要综合考虑矿山地质条件的复杂性和岩石稳定性的弱点。这包括对地下岩层的详细调查和评估,采用现代地

质技术和模型进行预测和分析。同时,还需要结合煤矿开采的具体情况,如采煤方法、方法参数的选取、支护措施和补偿工程等,制定合理的地面安全距离。

4 安全煤柱的合理预留

4.1 地面设施保护

安全煤柱的合理预留与地面设施的保护密切相关。安全煤柱是指在煤矿开采过程中,留下的未开采的煤柱,用于支撑地下开采空间,保持地表地面的稳定。通过合理预留安全煤柱,可以有效保护地面设施,合理预留安全煤柱可以减缓地面沉陷的速度和幅度,降低煤矿开采对地面造成的沉陷和变形。这对地上的建筑物、公路、管道等地面设施的稳定和完整性至关重要。煤矿开采过程中,采空区形成会导致地表的破裂和断裂带的形成。通过合理预留安全煤柱,可以有效限制地表破裂和断裂带的扩展,减少其对地面设施的影响和损害。合理预留安全煤柱可以为地面设施的维修和保护提供空间。如果地面设施需要进行维修和保养,预留的安全煤柱可以作为临时支撑,保证施工的安全进行,避免进一步对地面设施造成损害。

4.2 地表环境保护

安全煤柱的合理预留对于地表环境保护至关重要。在煤矿开采过程中,采空区的塌陷会导致地表变形、裂缝、滑坡等问题,对环境造成破坏。为了保护地表环境,需要合理预留安全煤柱,控制采空区塌陷的范围和程度。对于安全煤柱的预留多少合适,需要根据实际情况进行具体分析和计算。一般来说,安全煤柱的宽度应不小于30m,高度应不小于10m。这个尺寸可以提供足够的安全距离,减少采空区塌陷对地表环境的破坏。然而,在实际应用中,安全煤柱的尺寸还需要考虑许多其他因素,如采空区的规模、地质条件、地下水位等。因此,在确定安全煤柱的尺寸时,需要进行详细的地质勘察和计算分析,以确保预留的煤柱能够提供足够的安全保障。

4.3 开采沉陷规律

开采沉陷是煤矿开采过程中的一个重要问题,其规律受多种因素的影响。开采沉陷的规模与开采范围有关。开采范围越大,沉陷范围也会更广,沉陷幅度更大。开采深度是影响地表沉陷程度的重要因素。开采较深的煤层,地表沉陷速度更快,沉陷幅度更大。采煤方式也会影响沉陷规律。采用支柱和回采法的煤矿,地表沉陷较小,而采用长壁工作面开采的煤矿,地表沉陷较大。此外,地质条件、地表建筑物的存在等也会对沉陷规律产生影响。合理预留安全煤柱可以减缓地表沉陷速

度,保护地表建筑物和环境。预留安全煤柱的数量需综合考虑地质条件、支护措施和开采规模等因素,以确保预留数量适当,达到最佳的地表沉陷控制效果。

5 煤矿开采沉陷预防和控制技术措施

5.1 采空区支撑技术

采空区支撑技术是预防和控制煤矿开采沉陷的关键措施之一。为了防止岩层和土壤的塌落,减小采空区的空间,降低采空区塌陷的风险,在采空区设置支撑结构是必要的。常用的采空区支撑技术包括混凝土支撑和钢支撑等。混凝土支撑具有许多优点,如抗压强度高、稳定性好、耐久性好等,适用于大规模采空区的支撑。它可以有效地承受岩层和土壤的重量,防止塌落。同时,混凝土支撑还可以减小采空区的空间,限制岩层的移动,从而降低采空区塌陷的风险。钢支撑也广泛应用于采空区支撑。与混凝土支撑相比,钢支撑具有较好的韧性和塑性,适用于岩层变形较大的采空区。在岩层变形较大的情况下,钢支撑可以适应岩层的变形,避免支撑结构的损坏^[3]。在采空区支撑技术的应用中,需要综合考虑矿区的地质条件、采空区的规模和分布等因素。根据具体情况制定科学合理的支撑方案是至关重要的。此外,还需要加强监测和维护工作,定期检查支撑结构的完好性和安全性。通过及时发现和处理隐患,可以确保采空区支撑技术的有效性和安全性,从而保障煤矿开采的安全和可持续发展。

5.2 沉陷监测和预警系统的建立与应用

通过实时监测地表和岩层的变形情况,可以及时发现和预测采空区塌陷的风险,为采取相应的控制措施提供依据。沉陷监测和预警系统通常由传感器网络、数据采集和处理系统、预警模型和预警系统等组成。传感器网络负责监测地表和岩层的变形情况,包括地表沉陷、地裂缝、地音等参数。数据采集和处理系统负责对传感器数据进行采集、存储和处理,提取有用的信息。预警模型根据监测数据的变化趋势,利用数学模型和算法分析,预测采空区塌陷的风险。预警系统则根据预警模型的结果,自动或人工发出警报,提醒相关人员采取应对措施。沉陷监测和预警系统的建立与应用可以提高煤矿开采的安全性和可靠性。通过实时监测和预警,可以及时发现和解决采空区塌陷的风险,减小对周围环境和设

施的影响程度。同时,沉陷监测和预警系统的建立与应用还可以为科学研究和技术创新提供重要的数据支持和实践经验,促进相关技术的进步和发展。

5.3 沉陷修复和治理技术

沉陷修复和治理技术是采煤作业后的重要环节,旨在修复已发生沉陷区域并预防未来可能出现的沉陷。对于已发生沉陷区域,主要采取填充、夯实等技术,旨在恢复地表的平整度和稳定性。同时,排水和防护技术也被广泛应用,通过挖掘排水沟或设置排水系统将地下水排出,以减小静水压力,降低沉陷风险。此外,防护措施如挡土墙和拦水坝等也用于防止水土流失,保护地表设施。预防未来沉陷的主要技术手段包括监测、预测和预警。实时监测地表变形情况是及时发现沉陷迹象的关键,通过各种传感器和监测设备实现。利用历史数据和实时监测数据,通过数学模型和算法预测沉陷的可能发生时间和范围,为预防措施提供依据。预警系统根据预测结果,及时发出警报,提醒相关人员采取应对措施。在应用沉陷修复和治理技术时,需综合考虑矿区的地质条件、采煤作业方式以及沉陷的范围和程度。选择合适的技术手段并进行综合应用,以获得最佳的修复和治理效果。加强监测和维护工作至关重要,通过定期检查修复和治理效果,及时发现和处理隐患,确保采空区修复和治理技术的有效性和安全性。

结语

在未来的研究中,我们将继续关注煤矿开采沉陷问题,不断探索更有效的预防和控制技术。随着科技的进步和研究的深入,相信我们将能够克服沉陷难题,为煤矿开采行业的安全和可持续发展作出更大的贡献。同时,我们也呼吁企业加强合作,加大对沉陷预防和控制技术的投入,共同推动煤矿开采行业的健康发展。

参考文献

- [1]王静.煤矿开采沉陷预防和控制技术的应用分析[J].能源与环保,2023,35(2):104-108.
- [2]孙志强.煤矿开采沉陷预防和控制技术研究[J].采矿技术,2022,22(6):43-46.
- [3]马丽.煤矿开采沉陷预防和控制的实践与探讨[J].矿业工程研究,2021,36(4):94-98.