

煤矿采空区地质特点研究

赵 彪

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司石槽村煤矿 宁夏 银川 750000

摘 要：本文深入研究了煤矿采空区的地质特点，旨在为煤矿安全生产、地质灾害防治及资源可持续利用提供科学依据。通过对煤矿采空区的地质特征、分类识别、地质稳定性评估以及防治等方面的系统分析，揭示了采空区对地质环境的影响及其潜在风险。研究表明，煤矿采空区的地质特点复杂多样，需采取科学合理的治理措施，以确保煤矿开采的安全性和可持续性。

关键词：煤矿采空区；地质特点；分类识别；地质稳定性评估；风险防治

引言：煤矿采空区是指煤矿开采后形成的地下空洞区域，这些区域由于失去了原有的岩石支撑，往往存在严重的安全隐患。随着煤矿开采活动的不断深入，采空区的地质问题日益凸显，对煤矿安全生产、地质灾害防治及资源可持续利用构成了严重威胁。因此，深入研究煤矿采空区的地质特点，对于保障煤矿开采的安全性和可持续性具有重要意义。

1 煤矿采空区地质特点概述

煤矿采空区作为煤矿开采活动后的遗留问题，其地质特点复杂多变，对煤矿的安全生产和周边环境的稳定构成严重威胁。

1.1 空间分布特征

煤矿采空区的空间分布特征是其地质特点的首要表现。由于煤矿开采活动的进行，采空区在地下形成了复杂的空洞区域。这些空洞可能位于煤层之上、之下或煤层内部，其形态和大小因开采方式、开采强度以及地质条件的不同而呈现出显著的差异。（1）从开采方式来看，不同的开采方法会导致采空区形态的不同。如房柱式开采通常会在煤层中留下规则的柱状支撑，使得采空区呈现出网格状分布；而长壁开采则可能形成连续的、长条形的采空区。这些不同的开采方式使得采空区的空间分布特征呈现出多样性。（2）开采强度也是影响采空区空间分布的重要因素。随着开采活动的持续进行，采空区的范围会不断扩大，甚至可能相互贯通，形成复杂的地下空洞网络。这种复杂的空间分布特征使得采空区的稳定性和安全性难以预测和控制，给煤矿的安全生产带来了极大的挑战。（3）地质条件也是影响采空区空间分布的重要因素。煤层厚度、倾角、埋藏深度等地质因素都会对采空区的形态和分布产生影响。例如，在煤层厚度较大的地区，采空区可能呈现出较大的规模和深度；而在煤层倾角较大的地区，采空区可能沿煤层倾斜

方向延伸，形成倾斜的空洞区域。

1.2 地质构造影响

地质构造对煤矿采空区的稳定性具有重要影响。断层、褶皱等地质构造是煤矿开采中常见的地质现象，它们往往会导致采空区的不稳定^[1]。第一，断层是地壳中岩层或岩体沿断裂面发生较大位移的地质构造。在煤矿开采过程中，断层可能会破坏岩层的连续性，使得采空区的稳定性受到严重影响。特别是在断层附近进行开采时，由于断层活动的影响，采空区可能发生塌陷、冒落等地质灾害，对煤矿的安全生产构成严重威胁。第二，褶皱是地壳中岩层因受构造力作用而形成的波状弯曲。褶皱的存在同样会对采空区的稳定性产生不利影响。在褶皱构造地区进行开采时，由于岩层受到挤压和拉伸等力的作用，采空区可能发生变形和破裂，导致稳定性降低。另外褶皱还可能影响地下水的流动和分布，进一步加剧采空区的安全隐患。

1.3 岩石性质变化

煤矿采空区周围的岩石性质也会发生变化，这是其地质特点的另一个重要方面。由于开采活动的进行，采空区周围的岩石会受到不同程度的破坏和扰动。（1）岩石的破碎是常见的现象。在开采过程中，由于机械振动和爆破等力的作用，岩石会发生破碎和断裂。这些破碎的岩石可能形成碎屑流或泥石流等地质灾害，对煤矿的安全生产构成威胁。（2）采空区周围的岩石还可能因长期受到地下水、地应力等因素的影响而发生性质变化。地下水会对岩石进行侵蚀和溶解作用，降低岩石的强度和稳定性；而地应力则会对岩石产生挤压和拉伸等力的作用，导致岩石的变形和破裂。这些性质变化进一步加剧了采空区的安全隐患。

2 煤矿采空区分类与识别

2.1 煤矿采空区的分类

煤矿采空区的分类主要依据其形成时间、空间分布、地质构造等因素进行。常见的分类方法包括以下几种：（1）按开采方式分类：房柱式开采采空区，这种采空区通常形成于采用房柱式开采方法的煤矿中，其特点是采空区形状规则，但稳定性较差，易发生塌陷等地质灾害。长壁开采采空区。长壁开采是目前煤矿开采中最常用的方法之一，其形成的采空区通常呈长条形，范围较大，且由于开采过程中顶板管理不当，易形成顶板塌陷等安全隐患。（2）按地质构造分类：断层采空区，位于断层附近的采空区，由于断层活动的影响，其稳定性较差，易发生塌陷、滑坡等地质灾害。褶皱采空区，褶皱是地壳中岩层因受构造力作用而形成的波状弯曲，位于褶皱构造附近的采空区，其稳定性同样受到威胁，易发生岩层滑移等灾害。（3）按形成时间分类：老采空区，指历史遗留的、已长时间未进行治理的采空区，其稳定性较差，安全隐患较大。新采空区，指近期形成的采空区，其稳定性相对较好，但仍需进行及时治理，以防止地质灾害的发生。

2.2 煤矿采空区的识别方法

（1）地质勘探：地质勘探是识别煤矿采空区的基础方法^[2]。通过收集和分析地质资料，了解煤矿开采历史、地质构造、岩层分布等信息，初步判断采空区的可能位置和范围。（2）物探方法：地震勘探，利用地震波在地层中的传播特性，通过测量地震波的传播时间、振幅等参数，推断地下岩层的结构和分布，进而识别采空区的位置和范围。电磁法勘探，利用地下岩层的电磁性质差异，通过测量电磁场的分布和变化，推断地下岩层的结构和分布，识别采空区的位置和范围。重力勘探，利用地下岩层的密度差异，通过测量重力场的分布和变化，推断地下岩层的结构和分布，辅助识别采空区。（3）钻探方法：钻探是直接获取地下岩层信息的方法。通过钻探取样，可以了解地下岩层的性质、结构、含水量等信息，进而准确判断采空区的位置、范围和地质特征。

3 煤矿采空区地质稳定性评估

3.1 理论分析

理论分析是地质稳定性评估的基础。它基于地质力学原理，对采空区的地质条件、开采方式、岩石性质等因素进行综合分析，以预测采空区的稳定性状况。在理论分析中，常用的方法包括极限平衡法、弹性力学法等。这些方法能够初步判断采空区是否存在潜在的不稳定因素，为后续评估提供重要参考。

3.2 数值模拟

数值模拟是地质稳定性评估的重要手段之一。它利

用计算机技术和数值方法，对采空区的地质结构、应力分布、变形特征等进行模拟分析^[3]。常用的数值模拟方法包括有限元法、离散元法等。通过数值模拟，可以直观地展示采空区在开采过程中的变形和应力变化，预测可能发生的地质灾害，为治理方案的制定提供科学依据。在数值模拟中，需要充分考虑采空区的地质条件、开采方式、岩石性质等因素对模拟结果的影响。并且还需要对模拟结果进行验证和校准，以确保其准确性和可靠性。

3.3 现场监测

现场监测是地质稳定性评估的另一种重要方法。它通过在采空区及其周边设置监测点，实时监测采空区的变形、应力、地下水等参数的变化情况。现场监测能够直接反映采空区的实际稳定性状况，为治理方案的制定提供实时数据支持。在现场监测中，常用的监测手段包括水准测量、全站仪测量、地下水位监测等。这些监测手段能够精确测量采空区的变形和应力变化，及时发现潜在的安全隐患。还可以通过监测数据的分析，判断采空区的稳定性趋势，为治理方案的调整和优化提供依据。

3.4 评估结果的应用

地质稳定性评估的结果对于制定科学合理的治理方案具有重要意义。根据评估结果，可以判断采空区是否存在安全隐患，以及需要采取哪些治理措施来消除这些隐患。治理措施可能包括充填法、注浆法、加固法等，具体选择需要根据采空区的实际情况和治理目标进行综合考虑。在制定治理方案时，还需要充分考虑采空区的地质条件、开采方式、治理成本等因素的限制。同时还需要对治理方案进行风险评估和效益分析，以确保其可行性和经济性。

4 煤矿采空区风险防治

煤矿采空区作为煤矿开采后的遗留问题，其稳定性和安全性直接关系到煤矿的可持续发展及周边环境的稳定。针对煤矿采空区的安全风险，需要采取科学合理的措施，旨在恢复采空区的稳定性，消除安全隐患为煤矿开采的可持续发展提供新的思路。

4.1 煤矿采空区井下治理措施

4.1.1 充填法

充填法是煤矿采空区治理中常用的一种方法。该方法通过向采空区内填充适当的材料（如矸石、粉煤灰、黄土等），以恢复采空区的稳定性和支撑能力。充填材料的选择应充分考虑其物理力学性质、来源、成本及对环境的影响。充填过程中，需要确保填充材料的均匀性和密实性，以达到预期的治理效果。充填法的优点在于能够有效控制采空区的变形和塌陷，提高采空区的稳定

性。并且该方法还能减少地表沉陷和地质灾害的发生,保护周边环境的稳定。然而,充填法也存在一些挑战,如填充材料的来源和成本问题,以及填充过程中的施工难度和质量控制等。

4.1.2 崩落法

崩落法是通过人为控制采空区上覆岩层的崩落,以释放采空区内的应力,达到治理采空区的目的。该方法适用于采空区上方有厚层坚硬岩层的情况。崩落法的实施需要充分考虑岩层的力学性质、崩落范围和对周边环境的影响。崩落法的优点在于能够迅速释放采空区内的应力,降低采空区的危险性。然而该方法也可能导致地表沉陷和地质灾害的发生,对周边环境造成一定影响。因此在实施崩落法时,需要严格控制崩落范围和时间,以减少对周边环境的影响。

4.1.3 注浆法

注浆法是通过向采空区内注入适当的注浆材料(如水泥浆、化学浆等),以填充采空区内的空隙,提高采空区的稳定性和支撑能力。注浆材料的选择应充分考虑其固化时间、强度、耐久性和对环境的影响。注浆法的优点在于能够迅速固化并填充采空区内的空隙,提高采空区的稳定性和支撑能力。同时该方法还能减少地表沉陷和地质灾害的发生,保护周边环境的稳定。然而,注浆法也存在一些挑战,如注浆材料的选择和成本问题,以及注浆过程中的施工难度和质量控制等。

4.2 煤矿采空区地面风险与防治

4.2.1 煤矿采空区地面安全风险

煤矿地下开采过程中,会形成大量空腔区域。这些区域在地壳运动及周边采掘活动的双重影响下,潜藏着诸多不容忽视的安全风险。第一,地面塌陷是最直观的问题,它可能破坏地表结构,威胁周边建筑和居民安全。第二,瓦斯积聚和煤层自然发火也是严重问题,它们可能导致爆炸和火灾事故,危及矿山生产和人员生命安全,并造成周边居民的生命财产安全受到威胁。第三,采空区积水也可能引发淹井等事故,进一步加剧矿山安全风险。这些问题不仅威胁着矿山的安全生产,也对周边环境和人民生命财产安全构成了巨大威胁,因此

必须采取有效措施进行防治。

4.2.2 防治措施

(1)加强采空区的监测和预警至关重要。通过在密闭处设置瓦斯及一氧化碳监测仪,我们能够实时监测采空区内的气体状况,确保安全。同时预埋排水管以监测采空区水量和水质,结合物探、钻探等方法,全面防控井下水的危害。(2)对采空区地面进行定期巡察也是必不可少的。地表因井下采空区垮落而形成的裂隙,可能引发地表水体流入,导致采空区积水甚至淹井。另外裂隙还可能使空气进入采空区,增加自燃发火的风险,并对地面建筑造成损害。因此,我们需要从地面和井下两个方面同时入手,采取有效措施进行防治。(3)地面封堵措施是防止地表水流进入采空区、减缓地面塌陷速度的重要手段。对采空区的较大裂隙和裂缝进行封堵,可以有效隔绝水源,降低塌陷风险。并且在采空区地面进行植被恢复和绿化,也是提高地面抗渗透性和抗冲刷能力、减少水土流失的有效方法。(4)煤矿企业应主动承担起社会责任,编制采空区治理计划,及时采取可行措施进行治理。加强顶板管理,落实顶板分级管理制度,确保井下检查井巷和采场顶帮的稳定性,为矿山安全生产提供有力保障。

结语

本文通过对煤矿采空区地质特点的研究,揭示了采空区对地质环境的影响及其潜在风险。研究表明,煤矿采空区的地质特点复杂多样,需要采取科学合理的治理措施来确保其安全性和可持续性。未来,应进一步加强煤矿采空区地质特点的研究,探索更加有效的治理方法,为煤矿开采的可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1]张继伟.煤矿采空区场地的注浆治理工艺研究[J].价值工程,2021,40(35):3-5.
- [2]刘彦杰.煤矿立井过采空区探测和治理技术[J].建井技术,2021,42(05):10-15.
- [3]刘小平,李姗,刘新星,曹晓毅,王玉涛.煤矿采空区注浆治理后质量检测技术与实践[J].煤田地质与勘探,2020,48(05):113-120.