

煤矿采空区地表沉陷规律及其对建筑物的影响

于建华

郑州祥隆地质工程有限公司 河南 郑州 452370

【摘要】：煤矿采空区由于煤炭开采导致地下空洞的存在，常常引发地表沉陷。沉陷的发生不仅对周围的土地、环境造成威胁，还可能对建筑物的稳定性产生严重影响。本文探讨了煤矿采空区地表沉陷的形成机制、影响因素及规律，分析了不同沉陷模式对建筑物结构的影响，重点讨论了沉陷引起的裂缝、倾斜及建筑物倾斜变形等问题。通过对沉陷特征的研究，提出了针对建筑物的加固和防护措施，旨在提高建筑物在采空区附近的抗沉陷能力，并为类似区域的开发建设提供理论支持。

【关键词】：煤矿采空区；地表沉陷；建筑物影响；沉陷规律；加固措施

DOI:10.12417/2811-0528.26.09.061

引言

煤矿开采过程中，采空区的形成是不可避免的，这种现象对地表的影响尤其显著。沉陷不仅是煤矿开采的直接后果，还会导致土地的下沉，进而影响周围建筑物的安全性。沉陷的发生可能造成建筑物的结构破坏或功能障碍，特别是在采空区附近的区域，沉陷现象的普遍性对建筑物构成了潜在威胁。随着煤矿资源的开发和城镇化进程的推进，采空区对建筑物的影响愈发显现，研究地表沉陷的规律及其对建筑物的影响变得尤为重要。深入了解这一规律，提出有效的解决方案，能有效提高建筑物的抗沉陷能力，从而确保公共安全。

1 煤矿采空区地表沉陷的基本特征与机理

煤矿采空区的地表沉陷是一种普遍存在的地质现象，通常由矿井开采引起，尤其是在煤炭资源开采过程中。沉陷的发生与地下采空区的形成密切相关，采空区内原有的岩层由于失去支撑而发生位移或坍塌，导致上覆地层产生沉降。沉陷的形成机理复杂，涉及到岩层的力学性质、采空方式、开采强度及周围环境等多种因素。地下采空区的存在使得地表缺乏支撑，岩土层出现不均匀变形，从而引发地表的不同程度下沉。

沉陷的过程通常分为几个阶段。随着开采的深入，矿井下方的岩层开始发生变形，并出现微小的沉降^[1]。这一过程伴随着地下岩层的逐步松动，直至最终达到稳定阶段，地表形成明显的沉降凹陷。沉陷的形态和范围与采空区的深度、开采的面积、采掘工艺以及地质条件密切相关。沉陷的影响通常呈现出不规则性，尤其是在矿井的周围地表，会形成不均匀的沉降区，这也会加剧周围建筑物的结构压力。

影响沉陷发生的主要因素包括采空区的形态、周围地质环境的稳定性、岩土体的力学性能、以及开采过程中的施工方式等。采空区的大小、形态及其开采方式直接影响到地表的沉陷程度。开采深度较大的矿井，其采空区的影响范围往往较大，沉陷现象也更为严重。岩体的力学性质决定了其抗压强度和变形

能力，较脆弱的岩层更容易发生塌陷，造成较大范围的地表沉陷。而在地质条件较差的地区，地下水的变化也可能加剧沉陷现象，进一步影响地表的稳定性。

2 地表沉陷对建筑物的影响与风险评估

地表沉陷对建筑物的影响主要体现在结构破坏、变形及功能失效等方面，尤其是在沉陷区域的建筑物容易遭遇不同形式的风险。沉陷通常会引起地基的不均匀沉降，导致建筑物发生倾斜、裂缝或其他损坏。建筑物基础在沉陷过程中无法均匀受力，从而产生局部或整体的变形，这种变形严重时可能破坏建筑物的稳定性。尤其是沉陷发生在建筑物的关键部位，如墙体、柱基、地基等，极易造成结构失稳，甚至倒塌。

不同的沉陷模式会对建筑物产生不同的影响。均匀沉降通常对建筑物造成的损害较小，建筑物的整体变形相对较为缓慢且均匀，但长期的微小沉降也可能导致基础受力不均，进而影响到建筑物的正常使用^[2]。而不均匀沉降则更加危险，特别是当沉降发生在建筑物一侧时，建筑物会出现严重的倾斜或裂缝。这种不均匀沉降不仅威胁到建筑物的结构稳定，也可能导致其功能受损，影响居民或使用者的安全与舒适度。

沉陷的风险评估需要综合考虑多个因素，如沉陷的幅度、速率、深度、建筑物的结构类型、施工质量及周围环境的变化等。评估时应首先确定沉陷的发生区域及其可能的发展趋势，使用地质勘察数据和沉陷监测结果来评估沉陷对建筑物可能产生的影响。建筑物的结构设计、施工标准及使用年限也会影响其对沉陷的适应能力。对于一些高层建筑或重要公共设施，沉陷引发的风险尤为严重，需要特别关注基础的抗沉降能力和建筑物整体的稳定性。综合各类影响因素，通过合理的风险评估，可以有效识别出建筑物在沉陷过程中可能遭遇的各种风险，从而采取针对性的加固和防护措施，保障建筑物的安全性。

3 建筑物防护措施与加固方案

应对地表沉陷对建筑物带来的影响,采取有效的防护措施至关重要。针对沉陷引发的地基沉降和结构变形,建筑物的防护设计需根据实际情况进行量身定制。为了增强建筑物的抗沉陷能力,首先需要加强基础的加固和修复。加固技术的应用可以有效改善建筑物的稳定性,减少沉陷对其造成的破坏。常用的加固方法包括注浆法、扩展基础法、桩基加固法等。注浆法通过向土层中注入浆液,改变土壤的物理性质,提高地基的承载力,适用于局部沉陷区域的修复。而扩展基础法则通过增加基础的接触面积,提高建筑物的稳定性,适合于大面积沉陷区域。桩基加固法通过在建筑物周围打桩并与地基连接,增强建筑物的抗沉降能力,常用于深层沉陷区域,特别适合高层建筑或重型结构。

修复方法的选择与建筑物的沉陷情况紧密相关。对于已经发生沉陷的建筑物,修复工作需要依据沉陷的性质和范围进行。对于较小范围的沉陷,可以采用局部加固或支撑技术进行修复;而对大范围的不均匀沉降,通常需要进行全局加固,甚至可能需要对建筑物的基础进行重新设计和加固^[1]。修复工作还需要考虑建筑物的结构类型和功能要求,采用相应的修复材料和工艺。使用高强度混凝土或钢筋加固材料,可以有效提升建筑物的承载力和抗变形能力,避免因沉陷而导致的进一步损害。

优化设计方案的实施则是在防护措施基础上的进一步提升,特别是在建筑物初期设计阶段考虑到沉陷风险。优化设计不仅是对建筑物结构的加强,更包括对建筑地基和基础的合

理规划。在选择地基类型时,可以优先考虑采用能够适应沉陷的地基处理技术,如软土地基的固结处理、深基坑工程的防护设计等。建筑物的抗沉陷设计还需要考虑到沉降监测系统的设置,使得沉陷发生时能够及时获取信息并做出反应。采用动态监测技术,实时跟踪建筑物的沉陷变化,结合数值模拟分析,为后续的加固措施提供数据支持和决策依据。为了进一步减少沉陷对建筑物的影响,设计时应合理规划建筑物的荷载分布,使得沉降过程中能够保持结构的均匀受力,从而避免过大的应力集中。

防护措施的实施不仅能有效减缓沉陷对建筑物的影响,还能提高建筑物的耐久性和长期使用安全性。沉陷加固与修复技术的不断进步,使得建筑物能够在采空区等不稳定区域的环境中依然保持良好的稳定性。通过综合运用各种加固技术、修复方法和优化设计方案,能够最大限度地降低地表沉陷对建筑物造成的风险,确保建筑物的结构安全和使用功能。

4 结语

地表沉陷对建筑物的影响是煤矿开采过程中不可忽视的安全隐患,采取有效的防护措施和加固方案对保障建筑物的结构安全至关重要。通过研究沉陷的发生机制、分析沉陷对建筑物的影响以及提出针对性的防护和修复措施,可以在一定程度上减轻沉陷带来的风险。未来需要继续完善沉陷监测技术与防护设计,不断优化加固方案,以应对复杂地质环境下建筑物的沉降问题,从而提高建筑物的抗沉陷能力,保障人民生命财产安全。

参考文献:

- [1] 张仁超.吉林省辽源市西安煤矿采空区地表变形研究[D].吉林大学,2025.
- [2] 刘航.煤矿采空区地表沉陷区地质环境修复对策探究[J].能源与节能,2025,(05):36-38.
- [3] 程新涛.煤矿爆破振动对附近建筑物的影响及控制技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2023,(22):33-35.