

Application and Optimization Research of Mining Engineering Technology in Civil Engineering Foundation Pit Support Construction

Shan Jin

Shaanxi Shanmei Tongchuan Mining Co., Ltd., Xiashijie Coal Mine, Tongchuan, Shaanxi, 727101, China

Abstract

With the continuous acceleration of urbanization in China, the number of civil engineering projects has increased significantly, and the depth of foundation pit excavation has become increasingly greater, making the construction environment more complex. The safety and stability of foundation pit support have become a prerequisite for ensuring the smooth progress of projects. Mining engineering technology, through long-term practice, has developed a mature technical system in various aspects such as underground rock excavation, surrounding rock support, and deformation control. The rational application of these technologies to the foundation pit support construction of civil engineering projects can effectively solve the challenges of foundation pit support under complex geological conditions. Based on the core characteristics of mining engineering technology, this paper analyzes the current application status of its foundation pit support in civil engineering projects, elaborates on its significance, and proposes targeted optimization measures to address issues such as insufficient technical compatibility and non-standard construction practices in current applications.

Keywords

Mining engineering technology; Civil engineering foundation pit support; Construction application; Optimization strategy

采矿工程技术在工民建基坑支护施工中的应用与优化研究

金山

陕西陕煤铜川矿业有限公司下石节煤矿, 中国·陕西 铜川 727101

摘要

随着中国城市化进程的不断加快, 工民建工程的数量也大幅度上升, 基坑开挖深度越来越大, 施工环境越来越复杂, 基坑支护的安全性和稳定性成为保证工程顺利进行的前提。采矿工程技术经过长期实践的积累, 在地下岩体开挖、围岩支护、变形控制等各个方面形成了一套成熟的技术体系, 将这些技术合理地应用到工民建基坑支护施工当中, 可以有效地解决复杂地质条件下的基坑支护难题。本文根据采矿工程技术的核心特点, 分析其工民建基坑支护的应用现状, 阐述应用意义, 针对目前应用中存在的技术适配性不足、施工不规范等问题, 提出了针对性的优化措施。

关键词

采矿工程技术; 工民建基坑支护; 施工应用; 优化策略

1 引言

工民建工程是城市化建设的重要载体, 基坑支护是工程施工的关键环节, 基坑支护关系到工程主体结构的安全、施工人员的人身安全和周边建筑物、地下管线的正常使用。近几年来, 由于城市核心区土地资源紧张, 高层、超高层建筑越来越多, 基坑开挖深度不断突破, 地质条件(软土、砂卵石、破碎岩层)也越来越复杂, 传统基坑支护技术已经无法满足高强度、高安全性的施工要求。采矿工程技术长久以来一直被用来进行地下矿产资源的开采, 在岩体开挖、围岩

加固、变形监测等各个方面积累了丰富的经验, 并形成锚杆支护、喷锚支护、地下连续墙等众多成熟的施工技术。跨界使用这些技术可以弥补工民建基坑支护传统方法的不足。因此, 本文对采矿工程技术在工民建基坑支护施工中应用和优化进行研究, 明确其应用价值、梳理存在问题、提出改进方案, 为工程实践提供支撑, 促进工民建行业高质量发展。

2 采矿工程技术在工民建基坑支护施工中的应用意义

2.1 弥补传统支护技术短板, 提升支护适配性

传统的工民建基坑支护技术大多是按照简单地质条件设计的, 在复杂的地质(富水砂卵石地层、破碎岩层、软土地层等)下容易造成支护结构变形、失稳等问题, 适配性差。

【作者简介】金山(1985—), 男, 中国吉林吉林人, 本科, 工程师, 从事煤矿行业研究。

采矿工程技术长期以来面对的是复杂的岩体环境，在围岩加固、防水止水、变形控制等方面形成了较为完备的技术体系，如地下连续墙止水帷幕技术、高预应力锚杆支护技术等，可以有效地解决工民建基坑施工中遇到的复杂的地质问题^[1]。将采矿工程技术用于基坑支护，可以弥补传统支护技术在复杂地质条件下应用的不足，提高支护技术对各种地质条件的适应性，保证基坑支护结构的安全可靠，为基坑开挖施工提供安全保障。同时采矿工程技术的跨界应用也推动了工民建基坑支护技术的发展，丰富了支护技术类型，给工程施工提供更多技术选择。

2.2 降低施工成本，提高工程经济效益

工民建基坑支护施工中，传统支护技术需要投入大量的人力、物力和财力，在复杂的地质条件下为了保证支护效果要增加支护材料用量、延长施工周期，使施工成本大大增加^[2]。采矿工程技术施工效率高、材料利用率大、成本控制能力强，例如锚喷支护技术可以减少支护材料消耗，地下连续墙技术可以实现挡土、止水的双重功能，减少后续防水施工工序。使用这些技术对工民建基坑支护进行施工，可以改善施工工艺，缩短工期，减少人力、物力的投入，降低工程成本。此外，采矿工程技术的运用可以降低基坑支护失稳的风险，减少由于支护失效而造成的返工、维修费用，避免由于安全事故造成的经济损失，从而进一步提高工民建工程的经济效益。

2.3 强化基坑支护安全性，降低施工安全风险

基坑支护施工的主要目的就是保证施工安全，在工民建基坑开挖过程中，如果支护结构失稳，容易造成基坑坍塌、

周边建筑物沉降、地下管线损坏等安全事故，威胁到施工人员的人身安全和周边环境的安全。采矿工程技术在地下开采中始终把围岩稳定和施工安全放在第一位，形成一个完整的安全防控体系，即支护结构设计、施工过程控制、变形监测预警等环节。将采矿工程中的支护技术运用到工民建的基坑支护中，可以借鉴采矿工程中成熟的支护安全防护经验，优化支护结构的设计，加强施工过程中的质量控制和变形监测工作，及时发现支护结构的异常变形，提前消除支护结构的安全隐患^[3]。

3 采矿工程技术在工民建基坑支护施工中的应用现状

3.1 常用采矿工程技术在基坑支护中的应用概况

目前已有多种采矿工程技术用于工民建基坑支护施工，其中应用最广的有锚杆支护技术、喷锚支护技术、地下连续墙技术、锚索支护技术。锚杆支护技术源自于采矿工程中的围岩加固技术，把锚杆植于基坑周边的岩体中，用锚杆的抗拉强度固定住岩体，防止岩体坍塌，现在已经被广泛地应用到中深度基坑的支护施工中，特别适合于破碎岩层基坑。喷锚支护技术是将锚杆支护和喷混凝土支护结合起来的支护方法，借鉴采矿工程围岩喷锚加固的经验，向基坑岩壁喷射混凝土并配合锚杆固定，形成整体支护结构，提高岩体整体性和稳定性，适合于软土、破碎岩层等复杂地质条件下的基坑支护。地下连续墙技术从采矿露天矿止水领域引入，用基坑周边浇筑连续的钢筋混凝土墙体来达到挡土、止水的双重功能，适合富水地层、深度大的基坑支护^[4]。

表 1 采矿工程支护技术类型

采矿工程支护技术类型	适用基坑深度	适配地质条件	核心优势
锚杆支护技术	中深度（3-8m）	破碎岩层、硬岩层	施工简便、成本较低
喷锚支护技术	中深度（4-10m）	软土、破碎岩层、砂层	整体性强、适配性广
地下连续墙技术	深度较大（8-20m）	富水地层、砂卵石地层	挡土止水双重功能
锚索支护技术	深度大（10-25m）	各类复杂地层	变形控制效果好

3.2 采矿技术与基坑支护的匹配情况现状

虽然采矿工程技术在工民建基坑支护中得到了广泛的应用，但是目前仍然存在着技术适应性不强的问题。一方面，采矿工程技术大多是为地下矿产开采的岩体条件设计的，而工民建基坑支护所面对的地质条件更加复杂多样，比如城市软土、富水砂卵石地层等，与采矿工程中的岩体条件差异较大，部分采矿技术直接应用于基坑支护中，没有根据基坑地质条件做针对性的调整，造成支护效果不佳。部分工程直接用采矿工程中的锚杆参数，没有根据基坑软土地质的特点来调整锚杆的长度、间距，造成锚杆固定效果不好，基坑变形。另一方面，工民建基坑支护的施工空间、施工精度要求高于采矿工程，而部分采矿技术的施工工艺比较粗放，不能满足工民建基坑支护的精细化要求，如采矿工程中使用的喷锚施

工工艺，直接用于基坑支护时，容易出现喷混凝土厚度不均匀、锚杆植入精度不够等问题，影响支护效果。另外不同地区的地质条件差异很大，采矿技术也存在很大的差异，北方硬岩地区适配性较好，南方软土、富水地区适配性较差^[5]。

3.3 施工过程中存在的技术与管理问题

采矿工程技术应用于工民建基坑支护施工过程中，存在技术与管理问题，影响支护质量和施工安全。从技术角度来看，一是施工人员对采矿技术的掌握程度不高，大部分施工人员是工民建行业转岗过来的，没有采矿工程技术相关经验，对于锚杆植入、喷锚施工、地下连续墙浇筑等采矿技术的施工要点掌握不到位，造成施工操作不规范，例如锚杆钻孔角度偏差过大、喷混凝土配比不合理、锚索预应力施加不足等，影响支护结构的稳定性。二是施工设备适配性不强，

采矿工程所用的施工设备大多为矿山大型开挖所设计，体积大、灵活性差，而工民建基坑施工空间小，尤其是城市核心区基坑施工，施工场地狭小，采矿施工设备难以灵活作业，影响施工效率和施工精度。管理上缺少健全的施工质量控制体系，对采矿技术运用中的关键节点（锚杆插入质量、喷射混凝土强度、预应力施加）没有进行有效的检测与控制，造成部分不合格工程投入使用。二是安全管理不到位，没有充分借鉴采矿工程安全管理的经验，对基坑变形监测的频率和精度不够，没有建立起完善的安全预警机制，容易造成安全事故。

4 采矿工程技术在工民建基坑支护施工中的优化策略

4.1 结合基坑特点调整采矿技术参数

针对采矿技术与工民建基坑支护适配性不高的现象，要依据基坑地质条件、开挖深度、施工空间等特性来对采矿技术参数做出相应的改进，从而提高技术的匹配性。优化支护结构参数，根据基坑地质条件（软土、破碎岩层、富水地层）、开挖深度来调节锚杆、锚索的长度、间距、直径，调整喷混凝土的厚度、配比，改变地下连续墙的厚度、嵌入深度等参数。软土地质基坑中适当增加锚杆长度、缩小锚杆间距，采用全长锚固的方式提高锚杆固定效果；富水砂卵石地层优化地下连续墙参数，采用C25混凝土，增厚墙体至800mm，嵌入基岩2~3m，增强止水挡土的效果。优化施工工艺，根据工民建基坑施工空间小、精度要求高的特点，对采矿技术施工工艺进行精细化优化，简化锚杆施工设备，提高设备的灵活性，保证锚杆植入精度；优化喷锚施工工艺，采用分层喷射、精准配比的方式，保证喷混凝土厚度均匀、强度达标。根据不同的地质特点，制定出不同的技术适应方案，北方硬岩地区以锚杆、锚索支护预应力优化为主，南方软土、富水地区以地下连续墙止水技术、软岩加固技术优化为主。

4.2 建立完善的全过程管控体系

针对完善提高采矿方法应用中缺乏质量控制的问题，应建立完善的全过程质量控制体系，包括支护结构设计至竣工验收过程的质量控制。首先是做好设计环节的质量控制工

作，在借鉴主坑道地质勘探资料的基础上结合采矿工程支护设计经验教训，第一，加强基础坑道支护结构的设计工作，确保其合理性及可行性；第二，建立第三方审核机制严格控制设计方案，尤其是开采的技术标准是否匹配、支护体系稳定性如何等问题，避免在设计过程中存在缺陷。例如：在地下连续墙方案设计中运用数值模拟分析方法探讨墙体参数对位移量值及应力状态的影响。进而实现参数的优化设置；另外还需要加强施工过程中的质量控制工作，明确各个关键部位的质量控制要点，建立长效检验制度，针对锚杆入孔效果、喷射混凝土强度、锚索预紧力以及地下连续墙水下混凝土浇筑质量等内容进行实时监控，在发现问题后及时进行解决。并且我们还可以借助现代化先进的检测技术，比如超声波检测法、应力和变形量的测量方法，提升检验精确度，相信施工成果达到规范。

5 结语

综上所述，采矿工程技术在工民建基坑支护施工中应用属于跨领域技术融合，克服传统基坑支护技术的不足，提高基坑支护的安全、稳定与经济性，促进采矿工程技术和工民建行业的协同发展。本文就采矿工程技术在工民建基坑支护中的应用意义、现状做了系统的分析，得出在当前应用中技术适配性不足、施工工艺不规范、质量控制不完善、行业规范衔接不畅等问题，提出技术适配优化、施工工艺优化、质量控制优化、规范与管理优化的对策，为工程实践提供理论参考与实践指导。

参考文献

- [1] 邹钧. 工民建中深基坑开挖与支护施工技术分析[J]. 工程建设与设计, 2024, (14): 116-118.
- [2] 刘文广. 工民建施工中的深基坑支护技术研究[J]. 住宅与房地产, 2024, (05): 233-235.
- [3] 于碧池. 工民建深基坑开挖与边坡支护施工技术探讨[J]. 中国设备工程, 2024, (01): 232-234.
- [4] 陶志伟. 工民建施工中混凝土浇筑技术分析[J]. 内江科技, 2023, 44(06): 29-30.
- [5] 张田庆, 庞拓, 陈俊, 等. 工民建施工技术及管理措施[J]. 中国住宅设施, 2022, (09): 100-102.