

# 采矿工程巷道支护与建筑工程基坑支护技术对比与融合研究

向 洋<sup>1</sup> 徐 月<sup>2</sup>

1. 中塞(北京)咨询服务有限公司 北京 101200

2. 淄博保税物流有限公司 山东 淄博 255000

**摘 要:** 采矿巷道支护与建筑基坑支护虽分属两类工程领域,但在岩土稳定控制层面存在深层技术关联。本文从支护原理、结构形式、施工工艺与受力逻辑四个维度展开差异化对比,揭示深部高地应力环境与浅表开挖场景下技术体系的分野与共性。在此基础上,围绕支护材料通用性、工艺互通性与结构设计共通性进行适配性分析,并提出理念、工艺与结构三条融合路径。研究为矿建支护技术体系的拓宽与跨域技术迁移提供了理论支撑与方向参照。

**关键词:** 巷道支护; 基坑支护; 技术对比; 融合路径; 岩土稳定

**引言:** 地下采矿与地表建筑施工在支护技术上长期各自发展,形成了相对独立的技术体系。巷道支护聚焦深部岩体动态失稳管控,基坑支护则围绕浅层土体侧向荷载抵抗展开,两者在作业环境、结构选型与受力机制上差异明显。随着工程实践对支护技术适配性要求持续提升,跨域技术互通与融合成为技术演进的重要方向。本文通过系统化对比两类支护技术的构成与逻辑,挖掘互通空间,探索融合路径,为矿建支护技术的深化发展提供参照。

## 1 矿建工程支护技术基础体系

### 1.1 采矿工程巷道支护技术体系构成

采矿工程巷道支护技术体系以地下采掘空间围岩稳定管控为核心建设方向,结合深部岩体赋存条件与采掘作业特征搭建系统化技术框架<sup>[1]</sup>。整套技术体系涵盖围岩状态研判、支护结构选型布设、围岩应力调节管控以及支护工况维护多项关键技术板块。岩体构造探测与力学性能检测工作,能够精准梳理巷道围岩应力分布特征与岩体完整程度,为支护方案的科学定制提供基础依据。刚性支护与柔性支护多种结构形式构成体系核心承载主体,能够适配不同开采扰动强度下的围岩变形特征。采掘作业推进过程中岩体应力状态会持续改变,围岩动态调控技术可通过结构约束与应力疏导的方式,抑制岩体开裂、错位及垮落等失稳现象。支护工况监测与常态化运维工作可以持续维持结构承载性能,保障巷道空间完整度与井下作业安全,多类技术板块相互联动形成适配地下采矿作业的完整支护体系。

### 1.2 建筑工程基坑支护技术体系构成

建筑工程基坑支护技术体系适配地表浅层土方开挖

施工场景,围绕露天临空土体的稳定防护构建完整技术架构,适配建筑场地土体受力特征与户外施工环境条件。体系整体包含场地土体勘测、支护结构布设、水土作用管控与基坑变形管控多项核心技术内容。施工场地土层结构、土体力学特性以及地下水分布状态的勘测分析,是搭建科学基坑支护方案的重要前提。挡土、止水、土体加固等多元支护结构承担基坑防护的核心作用,能够抵御外侧土体与水体产生的侧向荷载作用。水土协同管控技术可有效削弱地下水渗透与土体流变带来的结构扰动,降低基坑侧壁位移、沉降及坍塌隐患。基坑施工全过程的形变监测与参数调控工作,可动态把控支护结构受力状态与土体变形规律,结合施工进度优化技术参数,维持基坑施工阶段的整体稳定与施工规范程度。

### 1.3 矿建支护技术的支撑理论体系异同

矿建领域两类支护技术的理论支撑均依托岩土力学、结构力学与岩体稳定性相关理论,借助岩土介质受力变形规律与工程结构承载特性落实支护技术,核心目标聚焦岩土体变形管控、结构失稳风险防控与作业空间安全保障。两类理论体系的区别集中于应用场景与技术研究侧重。巷道支护理论重点针对地下深部复杂应力环境,围绕高地应力环境、裂隙发育岩体与长期流变变形特点开展研究,聚焦地下封闭采掘空间的岩体稳定管控。基坑支护理论侧重浅表地层环境的研究分析,重点探究浅层土体自重应力、水土荷载变化与地表环境约束的作用机制,解决露天开挖作业中土体滑移、水体渗漏及周边地层形变问题。应用场景的环境差异促使两类支护理论形成针对性的研究方向,衍生出适配不同岩土施

工环境的专属理论支撑体系。

## 2 巷道支护与基坑支护技术差异化对比研究

### 2.1 支护作业环境对比

巷道支护作业开展于地下深部地层环境,岩体长期处于高围压状态,地层内部构造复杂且裂隙发育程度较高。地下作业空间处于完全封闭状态,采掘活动会持续扰动原始岩体应力场,引发应力重新分布的动态变化过程<sup>[2]</sup>。地层内部温湿度相对恒定,但岩体流变效应显著,岩土体变形具备持续性与滞后性特点。基坑支护作业开展于地表露天环境,作业区域直接接触外部自然环境,气温降水等气象条件会对施工进度产生直接影响。地层应力以浅层自重应力为主,应力变化幅度相对平缓,岩土体结构松散且含水量波动较大,外部荷载干扰多来自地表施工设备与周边土体堆积作用。

### 2.2 支护结构形式对比

巷道支护结构选用多侧重适配深部岩体动态变形特性,整体结构兼顾刚性约束与柔性缓冲性能。锚杆锚索与喷射混凝土组合结构应用范围较广,搭配金属支架可实现对围岩的多层级防护,结构布设贴合巷道围岩轮廓,适配不规则的地下采掘空间形态。结构设计注重整体韧性与抗冲击能力,可抵御岩体爆裂与持续流变带来的荷载作用。基坑支护结构偏向高强度刚性防护体系,常用结构包含排桩、地下连续墙及各类土体加固结构。结构布设规整度更高,侧重抵御侧向水土压力,强化土体止水与挡护能力,结构整体刚度更强,能够有效控制浅层土体的瞬时位移与沉降变形。

### 2.3 支护施工工艺对比

巷道支护施工工艺贴合井下狭小作业空间的施工条件,工序开展跟随采掘作业节奏同步推进,采掘与支护交替开展。施工流程侧重快速成型与即时防护,钻孔锚固、喷浆封闭等工序操作紧凑,能够及时约束围岩初期变形,弱化应力扰动带来的岩体破坏。工艺操作注重空间利用率提升,适配井下受限作业条件。基坑支护施工依托开阔地表场地开展,施工工序具备规模化与标准化特征。施工流程遵循分层开挖分层防护的核心逻辑,土方开挖与结构浇筑分步推进,注重前期土体预处理与地下水治理,施工周期划分清晰,工序衔接依托场地开阔优势实现规模化推进。

### 2.4 支护受力适配逻辑对比

巷道支护受力适配逻辑围绕深部岩体动态应力变化构建,承载核心为次生应力场与岩体流变产生的复合荷载。支护结构通过主动锚固与围岩形成整体承载共同体,调动自身岩体承载能力分担外部荷载,适配应力持

续调整的动态受力状态。基坑支护受力适配逻辑针对静态水土荷载体系构建,受力来源以浅层土体侧向压力与地下水渗透压力为主。结构依托自身刚度抵御外部荷载,被动阻挡土体与水体产生的形变作用,受力状态整体趋于稳定,荷载变化仅随开挖深度与水位波动产生小幅调整。

## 3 矿建支护技术的适配性与互通性分析

### 3.1 支护材料的通用适配性分析

矿建两类支护场景可共享多数岩土工程专用支护材料,各类混凝土基材、钢筋线材与加固注浆材料均可适配巷道围岩加固与基坑土体防护工作<sup>[3]</sup>。混凝土材料具备优良的整体性与抗压性能,能够适应地下岩体高压环境与地表土体荷载环境的双重使用场景。金属类支护材料拥有稳定的抗拉与抗变形能力,可满足巷道柔性支护的韧性需求以及基坑刚性挡护的强度需求。注浆材料能够填充岩土体内部孔隙与裂隙,对深部破碎岩体与浅层松散土体均可实现结构加固。部分特种材料存在场景专属属性,柔性锚固材料更多服务于井下动态围岩管控,防渗止水材料多用于基坑水土治理作业,材料性能差异细化不同施工场景的适配范围。

### 3.2 施工工艺的互通适配性分析

矿建支护施工存在大量可相互借鉴的工艺手段,岩土锚固、喷射防护、注浆加固等核心工艺可适配两类工程的基础施工需求。锚固工艺通过深部固结方式强化岩土体整体稳定性,能够适配巷道围岩固定与基坑土体加固的基础作业要求。喷射防护工艺可快速形成防护面层,隔绝外部环境对岩土体的风化扰动,适配井下围岩封闭与基坑侧壁防护作业。注浆加固工艺通过浆液渗透固结改善岩土体物理性能,提升松散介质的整体稳定性。工艺应用的细节调整可适配不同施工环境,井下作业侧重快速施工封闭围岩,地表基坑作业侧重分层施工与水土协同治理。

### 3.3 结构设计思路的共通性分析

巷道与基坑支护结构设计遵循统一的岩土稳定控制核心思路,均以管控岩土体变形、提升结构整体稳定性为设计核心。设计工作均依托现场岩土体勘测数据开展,结合地层受力特征匹配对应支护强度与结构形式。结构设计注重整体协同承载效果,通过单一结构与组合结构搭配的方式,构建完整的防护体系,弱化岩土失稳带来的施工风险。两类支护设计均遵循逐级防护的核心思维,针对岩土体初期变形与后期稳定状态设置分层防护机制,依托结构承载性能抵消各类外力荷载带来的形变破坏,保障施工空间的整体稳固状态。

### 3.4 矿建支护技术应用的局限性互补分析

巷道支护技术适配深部复杂应力环境,可应对岩体流变、高地应力与采掘动态扰动等复杂工况,对浅层土体水土调控能力存在不足。基坑支护技术在浅层土体止水防渗、浅表地层形变控制方面具备突出优势,能够精准处理露天施工的水土扰动与地层沉降问题,难以适配地下高压复杂岩体的长期稳定管控。两类技术体系的短板可形成有效互补,深部巷道支护的动态防护理念可优化基坑复杂工况的应急防护能力,基坑水土管控与刚性支护技术可完善井下浅部巷道的土体防护体系,拓宽矿建支护技术的整体应用边界。

## 4 采矿与建筑支护技术融合路径及发展方向

### 4.1 技术理念的融合路径

采矿工程与建筑工程支护技术拥有同源的岩土稳定控制内核,作业场景的差异化环境催生不同的技术指导思想。采矿支护长期面对深部地层复杂应力扰动,形成主动防控与动态适配的核心理念,重点关注岩体长期流变变形与采掘扰动带来的结构变化<sup>[4]</sup>。建筑基坑支护依托浅表露天施工环境,积累静态维稳与水土共治的技术思想,侧重土体结构整体稳固与水环境扰动治理。两类技术理念的交叉渗透可以打破场景应用壁垒,将动态围岩调控思维融入地表基坑工程设计,提升浅表支护体系应对复杂地层形变的适应能力。静态水土治理与整体刚度管控思维也可导入井下支护设计流程,强化浅部巷道松散围岩的防渗与沉降管控能力,实现支护设计思维的双向互补升级。

### 4.2 施工工艺的融合优化路径

施工工艺的融合优化依托两类工程成熟作业手段开展适应性改良与整合。采矿工程快速锚固、即时封闭的施工方式,能够弥补基坑施工形变响应滞后的短板。建筑工程分层开挖、分层防护的标准化作业模式,可规范井下零散支护施工流程,提升井下施工规整程度。针对不同施工场景的环境特征对原有工艺进行改良优化,整合快速封闭支护与分层精准防控的工艺优势。推动锚固加固、注浆防渗、面层防护等通用工艺的标准化升级,打造适配地下深部与地表浅层多场景的一体化施工流程,提升矿建支护施工的整体适配效能。

### 4.3 支护结构的融合创新路径

传统采矿支护多采用柔性复合结构,依靠结构形变适配岩体动态应力变化,吸收地层扰动产生的形变能量。传统基坑支护以高刚度刚性结构为主,依靠结构自

身强度抵抗侧向水土荷载,限制土体位移形变。结构创新可以结合两类结构的性能优势,打造刚柔协同的复合型支护体系。通过调整结构配比、优化构件组合形式,让新型支护结构保留柔性材料的形变适配能力,兼备刚性结构的高强度承载特性。全新结构形式可以适配深部高地应力岩体与浅表松散土体等复杂工况,拓宽支护结构的工程适用范围,实现不同场景支护结构的通用化创新升级。

### 4.4 融合技术的未来发展趋势

矿建支护融合技术未来发展围绕智能化、一体化与绿色化方向稳步推进。岩土环境实时感知与智能调控技术会逐步普及,推动支护作业从被动防护转变为主动预判管控<sup>[5]</sup>。一体化成套支护设备与标准化施工体系会持续完善,大幅提升不同场景支护施工的适配效率与建设质量。绿色环保型支护材料与节能施工工艺会成为主流发展方向,降低工程建设对地层与周边环境的扰动破坏。多技术交叉融合会持续深化,逐步构建适配全场景、全地层的现代化矿建支护技术体系,助力岩土工程建设高质量发展。

### 结束语

巷道支护与基坑支护分属采矿与建筑两大工程领域,在受力逻辑、结构形态与施工工艺上各有侧重,但在岩土稳定控制的底层逻辑上高度统一。两类技术体系的差异化特征为跨域融合提供了互补空间,材料通用性与工艺互通性构成融合的现实基础。理念互鉴、工艺整合与结构创新三条路径可有效拓宽矿建支护技术的应用边界。随着智能化感知与绿色化施工手段的持续引入,矿建支护技术将在多场景适配能力上实现质的跃升,为岩土工程领域的技术进步提供有力支撑。

### 参考文献

- [1]柳树森.煤矿采矿工程巷道支护技术的应用[J].能源与节能,2026(4):249-252.
- [2]杨向程.煤矿采矿工程巷道支护技术的应用[J].能源与节能,2025(9):303-306.
- [3]张晓刚.煤矿采矿工程巷道支护技术的应用研究[J].自动化应用,2024,65(10):140-142.
- [4]邓育晃.建筑工程基坑支护技术的重难点探讨[J].数码-移动生活,2023(9):295-297.
- [5]岳文强.建筑工程深基坑支护施工技术应用分析[J].科技资讯,2026,24(6):130-132.