

# 岩土工程施工技术难点及优化措施分析

张祖华

新疆源达安嘉安全技术咨询有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** 岩土工程是融合地质学与工程力学的综合性工程领域,贯穿工程全流程,具有复杂性、隐蔽性和风险性特征。本文结合岩土体基本性质,系统分析地基处理、边坡支护、地下工程及质量安全管控中的核心技术难点,针对性提出工艺优化、方案完善、智能化管控等优化措施,解决施工中的实操难题,提升施工质量与安全性,为各类岩土工程施工提供理论参考与实践指导,助力行业规范化、高效化发展。

**关键词:** 岩土工程; 施工技术难点; 优化措施

引言: 随着建筑、交通、水利等行业快速发展,岩土工程施工场景愈发复杂,地质条件多样化、施工环境差异化给施工技术带来诸多挑战。岩土体性质的不确定性、隐蔽工程的管控难度,易引发地基沉降、边坡失稳、地下涌水等问题,影响工程质量与安全。基于此,本文深入分析岩土工程施工核心技术难点,探索科学合理的优化路径,对推动岩土工程施工技术升级、降低施工风险、保障工程长效稳定具有重要现实意义。

## 1 岩土工程施工相关基础理论

### 1.1 岩土工程核心概念界定

(1) 岩土工程的定义与范围: 岩土工程是一门融合地质学与工程力学的综合性学科,核心是研究岩土体的利用、改造与防护,解决工程建设中与岩土相关的技术问题。其范围涵盖地基处理、边坡工程、地下工程、基坑工程等,广泛应用于建筑、交通、水利、市政等各类工程领域,贯穿工程勘察、设计、施工、监测的全流程。(2) 岩土工程施工的核心特征: 岩土工程施工具有复杂性、隐蔽性和风险性三大核心特征。复杂性源于岩土体的不均匀性和不确定性; 隐蔽性体现在施工多在地下或岩土内部进行,施工效果难以直观判断; 风险性则因岩土体性质多变、施工环境复杂,易引发坍塌、沉降等安全隐患,对施工工艺和质量控制要求极高。

### 1.2 岩土体基本性质及影响因素

(1) 岩土体的物理力学性质: 物理性质主要包括密度、含水量、孔隙比等,决定岩土体的密实度和渗透性; 力学性质核心是抗压强度、抗剪强度、变形模量等,直接影响岩土体的承载能力和稳定性,是岩土工程设计与施工的核心依据。(2) 岩土体性质的主要影响因素: 分为内在因素和外在因素。内在因素包括岩石的矿物成分、颗粒级配、结构构造等,是岩土体性质的先天基础; 外在因素有地下水作用、温度变化、风化程度及人类工程活动,会

显著改变岩土体的物理力学性能,需在施工中重点考量<sup>[1]</sup>。

### 1.3 岩土工程施工的核心技术体系

(1) 地基处理核心技术: 用于改善地基承载力、减小沉降,常用技术包括换填垫层法、夯实法、挤密法、排水固结法等,根据地基岩土类型和工程要求选择适配工艺,确保地基满足工程承载需求。(2) 边坡支护核心技术: 核心是防止边坡坍塌、保证边坡稳定,主要有锚杆支护、土钉支护、挡土墙支护等,需结合边坡坡度、岩土性质及周边环境,设计合理的支护方案,兼顾安全性和经济性。(3) 地下工程施工核心技术: 针对隧道、地下厂房等地下结构,常用盾构法、钻爆法、浅埋暗挖法等,重点解决地下施工中的围岩稳定、防水、通风等问题,保障施工安全和工程质量。

## 2 岩土工程施工技术难点分析

### 2.1 地基处理施工技术难点

(1) 软弱地基承载力不足的施工难点: 软弱地基(如淤泥、泥炭土)自身强度低、压缩性高,难以承受上部结构荷载,施工中易出现地基承载力不足问题。若处理不彻底,会导致结构不均匀沉降、开裂,需结合地基土层分布、荷载要求选择适配工艺,且施工中需精准控制工艺参数,难度较大。(2) 地基沉降控制的施工难点: 地基沉降受岩土性质、施工工艺、荷载分布等多种因素影响,沉降量和沉降速率难以精准把控。尤其是大面积回填、高层建筑地基,易出现不均匀沉降,需通过分层施工、沉降监测等措施控制,且监测数据的解读与调整需专业技术支撑,增加了施工难度。(3) 复杂地质条件下地基处理难点: 当遇到岩溶、断层、地下暗河等复杂地质时,地基处理需兼顾岩土稳定性和施工安全性。岩溶区域易出现溶洞坍塌,断层带岩土体强度不均,地下暗河会影响地基承载力,需针对性设计处理方案,施工流程复杂、技术要求高。

## 2.2 边坡支护施工技术难点

(1) 高陡边坡稳定性控制难点: 高陡边坡坡度大、岩土体自重压力大, 易发生滑坡、崩塌等灾害。施工中需平衡边坡开挖与支护进度, 开挖过程中岩土体应力重分布, 易导致边坡失稳, 且支护结构需承受较大侧向压力, 对支护强度和施工精度要求极高。(2) 边坡支护结构抗渗、抗滑难点: 边坡支护结构需同时具备抗渗和抗滑能力, 若支护结构存在缝隙、施工不密实, 易引发地下水渗透, 软化岩土体, 降低边坡稳定性; 抗滑结构的锚固深度、间距需精准控制, 否则难以抵御边坡滑动推力, 增加施工管控难度<sup>[2]</sup>。(3) 恶劣环境下边坡施工难点: 在暴雨、严寒、强风等恶劣环境下, 边坡施工难度显著增加。暴雨易引发水土流失、边坡冲刷, 严寒会导致岩土体冻融破坏、施工材料性能下降, 强风则影响高空支护作业安全, 需采取针对性防护措施, 兼顾施工效率与安全性。

## 2.3 地下工程施工技术难点

(1) 地下围岩变形控制难点: 地下工程开挖后, 围岩失去原有平衡, 易发生收敛、变形, 严重时会导致围岩坍塌。需根据围岩等级选择合理的支护方式, 实时监测围岩变形数据, 及时调整支护参数, 且支护时机的把控难度较大, 需精准衔接开挖与支护工序。(2) 地下施工涌水、突泥防控难点: 地下施工中, 若遇到含水层、断层破碎带, 易发生涌水、突泥事故, 不仅影响施工进度, 还会威胁施工人员安全。需提前勘察地下水位分布, 采取降水、堵水等防控措施, 且防控方案需具备针对性, 应对突发涌水、突泥的应急处理难度较大。(3) 地下施工空间受限操作难点: 地下工程施工空间狭窄, 大型施工设备难以进场, 施工人员操作活动受限, 尤其是断面较小的地下隧道、涵洞, 开挖、支护、运输等工序衔接困难, 易出现工序脱节, 影响施工效率和质量, 对施工组织设计要求极高<sup>[3]</sup>。

## 2.4 施工质量与安全控制难点

(1) 施工质量检测与管控难点: 岩土工程施工多为隐蔽工程, 施工质量难以直观检查, 如地基处理密实度、支护结构锚固强度等, 需通过专业检测手段验证, 且检测数据易受施工干扰, 检测结果的准确性难以保证, 给质量管控带来较大难度。(2) 施工过程安全风险防控难点: 施工过程中存在坍塌、涌水、高空坠落等多种安全风险, 且风险具有突发性和不确定性。需建立完善的安全防控体系, 落实安全防护措施, 加强施工人员安全培训, 同时应对突发安全事故的应急处置难度较大, 需提前制定应急预案并灵活调整。

## 3 岩土工程施工技术优化措施

### 3.1 地基处理施工技术优化

(1) 软弱地基加固技术优化: 针对软弱地基承载力不足问题, 优化加固工艺选型, 优先采用复合地基加固技术, 如水泥土搅拌桩与CFG桩组合加固, 兼顾加固效果与经济性。优化桩体参数设计, 根据软弱土层厚度、荷载要求精准控制桩长、桩径及间距, 采用分层注浆工艺提升加固密实度, 同时引入智能化监测设备, 实时跟踪加固效果, 及时调整施工参数, 避免加固不彻底导致的结构隐患。(2) 地基沉降控制技术优化: 建立全过程沉降监测体系, 采用自动化监测设备, 实时采集沉降数据并进行数据分析, 提前预判沉降趋势。优化施工工序, 采用分层开挖、分层回填工艺, 避免一次性加载导致的不均匀沉降; 对大面积回填地基, 采用重型压实设备配合分层碾压, 提升回填土密实度, 减少后期沉降量。同时, 优化地基处理材料配比, 掺入改良剂改善岩土体压缩性, 从源头控制沉降风险<sup>[4]</sup>。(3) 复杂地质地基处理方案优化: 针对岩溶、断层、地下暗河等复杂地质, 提前开展详细勘察, 精准掌握地质分布情况, 制定个性化处理方案。岩溶区域采用注浆填充与桩基穿越结合的方式, 封堵溶洞、加固围岩; 断层带采用抗滑桩与锚索组合支护, 提升地基抗剪能力; 地下暗河区域优先采用降水疏干工艺, 再进行地基加固, 确保地基处理方案适配复杂地质条件, 降低施工难度与安全风险。

### 3.2 边坡支护施工技术优化

(1) 高陡边坡稳定性优化措施: 优化边坡开挖方案, 采用分级开挖、分段支护的施工方式, 合理控制开挖度和开挖速度, 避免一次性开挖导致的岩土体应力集中, 减少边坡失稳隐患。引入数值模拟技术, 提前模拟边坡开挖后的应力分布和变形规律, 优化坡率设计、支护时机及支护参数。采用锚杆、土钉与喷射混凝土组合支护体系, 搭配框架梁加固, 提升边坡整体稳定性, 同时在边坡顶部设置截排水沟、边坡坡面铺设防护网, 减少雨水冲刷、水土流失对边坡的破坏。(2) 边坡支护结构设计及施工优化: 结合边坡岩土性质、坡度及周边环境, 优化支护结构选型, 高陡边坡优先采用锚索框架支护, 增强支护结构的抗侧压力和抗滑能力; 普通边坡采用土钉墙支护, 兼顾经济性和实用性。优化支护结构施工工艺, 锚杆、土钉采用高压注浆工艺, 确保锚固力达标, 喷射混凝土采用湿喷工艺, 提升支护结构密实度, 减少缝隙、空洞等施工缺陷。加强关键工序管控, 严格控制钢筋绑扎、混凝土浇筑、注浆压力等参数, 确保支护结构施工质量符合设计标准。(3) 恶劣环境下边坡施工防

护优化：针对暴雨、严寒、强风等恶劣环境，制定针对性优化措施。暴雨天气提前搭建防雨棚，完善边坡排水系统，增设临时排水沟，及时排出坡面雨水，防止雨水渗透软化岩土体；严寒天气采用保温养护措施，避免岩土体冻融破坏，选用耐低温施工材料和外加剂，确保支护结构性能稳定；强风天气暂停高空支护作业，搭建防风防护棚，加强施工人员安全防护，优化施工工序，缩短高空作业时间，兼顾施工安全与施工效率<sup>[5]</sup>。

### 3.3 地下工程施工技术优化

(1) 地下围岩变形控制优化技术：根据围岩等级精准优化支护方案，软弱围岩采用超前小导管注浆加固技术，提前对围岩进行加固，减少开挖后的变形量；中硬围岩采用锚喷支护，兼顾支护效果和施工效率。优化开挖工艺，采用台阶法、CD法等分步开挖方式，控制开挖进尺和速度，避免围岩应力集中。建立围岩变形实时监测系统，采用智能化设备实时采集变形数据，当变形量接近预警值时，及时采取加密支护、调整开挖参数等应急措施，确保围岩稳定，杜绝坍塌事故。(2) 地下施工涌水、突泥防控优化：提前开展地下水位勘察，优化降水方案，采用井点降水与帷幕注浆相结合的方式，降低地下水位，封堵含水层。在断层破碎带、含水层区域，采用超前注浆加固工艺，形成防水帷幕，防止涌水、突泥事故发生；完善应急防控体系，配备充足的排水设备与应急物资，制定突发涌水、突泥应急处置方案，提升应急响应能力。(3) 地下施工空间利用与操作优化：优化施工设备选型，采用小型化、智能化施工设备，适配地下狭窄空间作业需求；合理规划施工空间，优化开挖、支护、运输等工序衔接，采用平行作业模式，提高空间利用率与施工效率。同时，优化施工照明、通风系统，改善地下施工环境，减少空间受限对施工操作的影响，降低施工人员劳动强度，提升施工安全性。

### 3.4 施工质量与安全管控优化

(1) 施工质量检测体系优化：建立“施工前-施工中-施工后”全流程质量检测体系，明确各环节检测指标、检

测标准和检测频率。优化检测手段，采用无损检测技术，替代传统破坏性检测，减少对隐蔽工程的破坏，提升检测准确性和效率。引入智能化检测设备和数据分析平台，实现检测数据的实时采集、分析、反馈，及时发现质量隐患，下达整改通知，跟踪整改落实情况，形成质量管控闭环，确保施工质量全面达标。(2) 施工安全风险防控体系优化：开展全面的安全风险辨识，针对坍塌、涌水、高空坠落、机械伤害等各类风险点，划分风险等级，制定分级防控措施，明确各岗位安全责任。优化安全防护设施，加强施工现场临边防护、高空防护、用电防护，规范安全警示标识设置。定期开展安全培训和应急演练，提升施工人员安全意识和应急处置能力。建立安全风险实时监测与预警系统，对高危工序、关键部位进行重点监测，及时发现并处置安全隐患，防范安全事故发生。

### 结束语

岩土工程施工技术的优化是解决施工难题、提升工程品质的关键，需结合工程实际地质条件与施工需求，精准把控各环节难点。本文提出的地基处理、边坡支护、地下工程及质量安全管控优化措施，可有效规避施工风险、提升施工效率。未来需持续结合智能化技术，完善施工工艺与管控体系，不断破解复杂地质下的施工难题，推动岩土工程行业高质量、可持续发展，为各类工程建设筑牢技术根基。

### 参考文献

- [1]史传迪,张宁,刘红超.岩土工程施工技术中的难点与对策研究[J].工程建设与设计,2023,8(14):74-76.
- [2]何国华.岩土工程施工技术中的难点与对策探析[J].住宅与房地产,2021,9(22):206-209.
- [3]刘兆成.岩土工程施工技术中的难点与对策研究[J].工程建设与设计,2023,13(6):28-29.
- [4]张国永.岩土工程施工技术中的难点与对策研究[J].工程建设与设计,2024,34(23):211-217.
- [5]黄欢,车朵花.岩土工程施工技术中的难点与对策探究[J].世界有色金属,2022,36(19):267-269.