

# 隧道穿越软弱围岩段施工技术与管理对策

李心阳

湖北交投建设集团有限公司桥隧分公司 湖北 武汉 430200

**【摘要】**：隧道穿越软弱围岩段时，易出现围岩变形、坍塌等施工难题，严重影响施工安全、进度与质量。本文以隧道软弱围岩段施工为核心，明确施工技术优化与管理体系完善是解决此类难题的关键，分析软弱围岩段施工的核心痛点，探索适配的施工技术要点，完善对应的施工管理措施，实现施工安全可控、质量达标、进度有序推进，为同类隧道软弱围岩段施工提供实践参考与技术支持。

**【关键词】**：隧道施工；软弱围岩；施工技术；施工管理

DOI:10.12417/2811-0528.26.08.017

隧道工程建设中，软弱围岩段施工始终是行业内的重点和难点。软弱围岩自身强度低、稳定性差、遇水易软化崩解，在隧道开挖过程中，极易引发掌子面坍塌、围岩大变形、衬砌开裂等问题，不仅会增加施工成本，延误施工工期，更可能威胁施工人员的生命安全。结合实际施工场景，软弱围岩段施工的技术适配性与管理科学性直接决定工程整体成效，若技术应用不当、管理措施不到位，极易引发各类安全质量隐患。本文基于这一施工痛点，重点探讨隧道穿越软弱围岩段的施工技术与管理对策，衔接摘要核心观点，为后续正文详细阐述奠定基础，助力解决同类工程施工难题。

## 1 隧道穿越软弱围岩段施工面临的核心问题

隧道穿越软弱围岩段，首要面临的是围岩自身稳定性不足的问题。软弱围岩多由泥质页岩、粉质黏土、破碎岩层等组成，自身结构松散，抗压强度和抗剪强度较低，在隧道开挖扰动下，围岩应力会发生重新分布，极易出现塑性变形，若变形量超出控制范围，会直接导致掌子面坍塌，进而影响隧道开挖作业的正常推进。同时，软弱围岩遇水后性质会发生显著恶化，水分侵入会降低围岩颗粒间的黏结力，导致围岩软化、崩解，进一步加剧围岩失稳风险，给施工安全带来极大挑战。

施工过程中的技术适配性不足也是突出问题。部分施工过程中，未结合软弱围岩的具体地质条件选用合适的开挖方式和支护技术，沿用常规隧道施工技术，导致开挖进度与围岩稳定性矛盾突出。例如，开挖进尺控制不合理，进尺过快会导致围岩暴露时间过长，增加坍塌风险；进尺过慢则会降低施工效率，增加施工成本。此外，支护时机把握不当、支护结构选型不合理，也会导致支护效果不佳，无法有效约束围岩变形，引发各类施工隐患<sup>[1]</sup>。

施工管理层面的漏洞进一步加剧了施工难题。施工人员对软弱围岩段施工的风险认知不足，违规操作现象时有发生，未严格按照施工规范开展作业，给施工安全埋下隐患。现场管理

体系不完善，对施工进度、质量、安全的管控不到位，缺乏有效的风险预警机制，无法及时发现和处置施工过程中出现的围岩变形、渗水等异常情况。同时，施工人员专业素养参差不齐，对先进施工技术的掌握和应用不够熟练，也影响了施工技术的实施效果和工程质量。

## 2 隧道穿越软弱围岩段的关键施工技术

隧道穿越软弱围岩段，需采用合理的开挖技术，核心是控制开挖扰动，缩短围岩暴露时间，减少围岩变形。优先选用台阶法或CD法等浅埋暗挖技术，此类技术能够分台阶、分区域进行开挖，逐步推进，可有效控制开挖过程中围岩的应力扰动，避免围岩因一次性开挖暴露面积过大而发生失稳。开挖过程中，需注重掌子面的防护，采用超前小导管注浆等超前支护措施，提前对掌子面前方的软弱围岩进行加固，提高围岩的整体性和稳定性，为开挖作业创造安全条件。

支护技术是控制软弱围岩变形、防止坍塌的关键，需坚持“早支护、强支护、勤量测”的原则，构建完善的支护体系。初期支护可采用喷射混凝土、锚杆、钢拱架组合支护方式，喷射混凝土能够快速封闭围岩表面，防止围岩风化和渗水；锚杆可深入围岩内部，将围岩与支护结构连成整体，提高围岩的承载能力；钢拱架能够增强支护结构的刚度，有效约束围岩变形。根据围岩变形情况，及时开展二次衬砌施工，二次衬砌采用模筑混凝土，与初期支护协同作用，形成完整的支护体系，确保隧道结构的长期稳定性<sup>[2]</sup>。

排水降水技术也是软弱围岩段施工的重要支撑，需针对性解决围岩遇水软化的问题。施工前，需对隧道周边的水文地质条件进行详细勘察，明确地下水的分布情况和补给来源，制定合理的排水降水方案。可采用井点降水、集水明排等方式，降低地下水位，减少地下水对软弱围岩的浸泡，避免围岩软化崩解。同时，加强隧道内部的排水系统建设，设置排水沟和集水井，及时排出隧道内的渗水，保持隧道作业面干燥，为施工技

术的顺利实施提供保障。

### 3 隧道穿越软弱围岩段的施工管理措施

强化施工安全管理,构建全方位的安全管控体系。建立健全安全管理制度,明确各岗位人员的安全职责,将安全管理责任落实到每一个施工环节和每一位施工人员。加强施工人员的安全培训和教育,提升施工人员对软弱围岩段施工风险的认知,规范施工操作流程,杜绝违规操作行为。同时,完善现场安全防护设施,设置警示标志、防护栏杆等,配备充足的安全防护用品和应急救援设备,定期开展安全隐患排查,及时发现和整改各类安全隐患,确保施工安全。

完善施工质量管理体系,严控工程施工质量。结合隧道软弱围岩段施工的特殊性,建立健全全覆盖、可落地的质量责任制,明确各施工班组、岗位人员的质量职责,细化质量管控节点和管控标准,将质量管控要求融入施工全流程。强化施工原材料与施工工序的双重质量检验,原材料进场前需组织专业人员进行抽样检测,重点核查水泥、钢筋、锚杆等核心材料的规格、性能,坚决杜绝不合格材料进场使用、投入施工。施工过程中,聚焦开挖、支护、衬砌等关键工序,采用专业检测手段,对围岩变形、支护强度、衬砌厚度等核心质量指标进行实时监测、全程跟踪,确保各项指标符合行业规范及设计要求<sup>[3]</sup>。同时,组建专业质量巡查小组,实行常态化巡查机制,及时排查施工过程中出现的质量隐患,对发现的问题当场整改、闭环管理,坚决避免质量隐患积累,全方位保障隧道软弱围岩段施工质量。

#### 参考文献:

- [1] 韩智航.隧道穿越软弱砂岩断层变形受力分析及控制技术研究[J].广东水利电力职业技术学院学报,2025,23(03):47-51.
- [2] 包龙生,王选晗,刘衍,等.穿越软弱破碎带隧道稳定性分析[J].沈阳建筑大学学报(自然科学版),2025,41(04):523-532.
- [3] 杨江峰.隧道穿越软弱破碎带超前支护加固效果分析[J].建筑机械,2023,(12):67-72.

施工进度管理需兼顾安全与质量,实现三者协同推进。结合隧道软弱围岩段强度低、稳定性差、易坍塌的施工难度,以及现场水文地质复杂的实际条件,全面梳理施工流程,制定科学合理、切实可行的施工进度计划,明确各施工阶段的具体进度目标、核心任务及时间节点,结合施工需求合理调配人力、物力、财力资源,优化施工队伍配置,规范机械设备调度,保障施工材料足额供应,为施工进度有序推进筑牢基础。加强施工进度的动态管控,依托现场监测数据,实时跟踪各工序施工进度情况,精准对比实际进度与计划进度的偏差,深入分析进度滞后的核心原因,针对性调整施工方案和资源配置,避免盲目赶工。同时,做好各施工工序之间的衔接协调,提前梳理工序衔接要点,优化作业流程,避免出现工序脱节、交叉干扰等问题,有效提高施工效率,在严守安全底线、严控施工质量的前提下,确保工程按时竣工交付。

### 4 结语

本文围绕隧道穿越软弱围岩段施工技术与管理对策展开探讨,明确软弱围岩段施工面临的围岩稳定性不足、技术适配性不够、管理存在漏洞等核心问题,针对性提出了开挖、支护、排水等关键施工技术,以及安全、质量、进度等方面的管理措施。实践表明,科学适配的施工技术与完善的管理体系,能够有效解决软弱围岩段施工难题,保障施工安全、质量与进度。本文研究成果可为同类隧道软弱围岩段施工提供实践借鉴,助力隧道工程建设高质量推进。