

Application of Monitoring and Measurement Technology in Excavation of Soft Surrounding Rock of High Speed Railway

Guangnan Li

China Railway Jinqiao Engineering Testing Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130300, China

Abstract

Weak surrounding rock has the characteristics of low strength, large deformation, and poor stability, which poses great challenges to construction and is a technical problem in construction. In order to ensure the safety, efficiency, and quality of excavation construction in weak surrounding rocks of high-speed railways, monitoring and measurement technology is widely used in this field. Based on this, the paper first elaborates on the development process of monitoring and measurement technology, then analyzes the application advantages of monitoring and measurement technology in the excavation and construction of weak surrounding rock in high-speed railways, analyzes another application case of monitoring and measurement technology in the excavation and construction of weak surrounding rock in high-speed railways, and finally proposes several application strategies of monitoring and measurement technology in the excavation and construction of weak surrounding rock in high-speed railways for reference.

Keywords

monitoring and measurement technology; high speed railway; weak surrounding rock; excavation construction

监控量测技术在高速铁路软弱围岩开挖施工中的应用

李广男

中铁津桥工程检测有限公司, 中国·吉林 长春 130300

摘要

软弱围岩具有强度低、变形大、稳定性差等特点,给施工带来了极大的挑战,是一项施工技术难题。为了确保高速铁路软弱围岩开挖施工的安全、高效和优质,监控量测技术被广泛应用于该领域。基于此,论文首先阐述监控量测技术发展历程,其次分析监控量测技术在高速铁路软弱围岩开挖施工中的应用优势,再次分析一个监控量测技术在高速铁路软弱围岩开挖施工中的应用案例,最后提出几条监控量测技术在高速铁路软弱围岩开挖施工中应用策略,以供参考。

关键词

监控量测技术; 高速铁路; 软弱围岩; 开挖施工

1 引言

高速铁路是现代交通的重要构成部分,其发展对经济社会进步的催化作用尤为显著。但在土质较软的地段进行铁路工程的建设时,由于地质情况的复杂性,导致施工难度相对较大,给工程的安全性和质量带来了一定的挑战。在当下,监测和测量技术是处理此类问题的有效工具,因此该技术目前已被广泛运用于高速铁路软弱围岩开挖施工中。

2 监控量测技术发展历程

20世纪,监控量测技术成功实现了重要的技术突破。电子测量仪器的应用极大地提升了测量精度和效能,让对复

杂工程结构的监控成为可能。另外,依靠计算机技术数据分析处理变得更加易于操作且精确。在此期间,监控量测技术在桥梁、隧道、高层建筑等各大工程项目获得广泛应用。步入21世纪,信息科技和传感器科技的飞跃性发展引领了监控测量技术进入新的发展阶段。如今的监控量测技术以自动化、智能化和集成化为主要特征,在全方位、全天候的工程结构实时监控中发挥其关键作用。同时,借助先进技术如云计算、大数据的力量,深入挖掘和分析监测数据,能够为工程设计、施工和运营提供更为精准、科学的数据支持。

3 监控量测技术在高速铁路软弱围岩开挖施工中的应用优势

3.1 实时反馈施工动态,确保施工安全

在复杂地质条件下的软弱围岩施工中,任何微小的变动都有可能对整个施工安全产生威胁。为了确保施工安全施

【作者简介】李广男(1989-),男,中国吉林德惠人,从事隧道围岩监测研究。

工单位需要采用实时动态的监测技术，并利用高精度的传感器和数据分析软件实时捕获围岩的变形、位移和应力的关键数据，为施工人员提供有效的参考从而减少因信息滞后造成的安全隐患。当围岩的变形超过预设警戒线时，系统将立即启动预警机制以清晰的警报提醒施工人员，不仅吸引了施工人员的注意，还能引领他们迅速采取适应的措施，如增强支护力度、调整挖掘进度等，从而有效避免潜在的安全事故。

3.2 精准指导施工参数调整，优化工程质量

监测测量技术不仅为施工安全保驾护航，也为施工参数的优化和提升工程质量提供了强有力的支持。在施工过程中，施工人员对围岩变形和应力分布等数据的持续监测和分析能更准确地理解围岩的动态变化，从而更科学地制定施工方案。例如，在挖掘过程中，施工人员可以根据实时监测到的围岩变形和应力数据，快速判断当前的挖掘尺度是否恰当以及支护方式是否正确。如果发现挖掘进度过快或者支护方式不合适，就可以立即调整施工参数，强化支护力度，以保证围岩的稳定和施工安全。

3.3 积累施工经验，提升施工水平

施工人员对大批量的监测数据进行分析处理后可以找出围岩开凿施工的共性和特征，为未来工程实施提供方向性指引。举例来说，进行软弱围岩的开挖时实时地监测围岩的形态变化和稳固程度，能够让施工人员及时发现并处理问题，防止意外事故的发生。同时，这些监测数据也可以赋予施工人员深刻理解围岩性质和特性的能力，以此来完善施工方案。除此之外，监测测量科技也可以协助施工人员评判施工方案的实效性和安全性，明确哪些方案在真实情景中运作良好，哪些可能存在隐患。

4 监控量测技术在高速铁路软弱围岩开挖施工中的应用案例分析

4.1 工程概况

大山坡二号横洞隧道位于渝昆高速铁路客运专线，横洞全长 3088m。其中，隧道进口段位于盐津南—彝良北区间，隧道浅埋段埋深 6~15m，其中岩体破碎，围岩强度低，稳定性极差。为了确保施工安全和工程质量，施工过程中采用了监控量测技术。

4.2 监控量测技术应用概述

在大山坡二号横洞隧道软弱围岩开挖施工中，监控量测技术主要应用于以下几个方面。

4.2.1 地质素描及支护观察

在开挖过程中，对掌子面的地质素描和支护观察，了解围岩的地质情况、变形情况和支护效果。根据观察结果及时调整支护参数和开挖方式，确保施工安全和工程质量。

4.2.2 收敛及拱顶下沉监测

在隧道开挖过程中通过收敛计和拱顶下沉仪等设备，实时监测隧道断面的收敛变形和拱顶下沉情况。根据监测数

据，分析围岩的稳定性和支护效果，为施工提供科学依据。

4.2.3 地表沉降观测

在隧道开挖过程中，通过地表沉降观测点，实时监测地表沉降情况。根据监测数据，分析隧道开挖对地表的影响，为施工提供预警和决策支持。

4.3 具体案例分析

4.3.1 地质素描及支护观察案例分析

大山坡二号横洞隧道入口部位的开凿过程中，地质素描和支护观测结果显示，该处的围岩主要为粉质黏土和砂岩，破裂严重而泥岩特别软弱，遇水则进一步软化，整体结构稳定性差强人意。裂隙透水性极强，达 V 级围岩等级的地质条件。这一地质情况下的开挖后，掌子面难以自稳，需立即进行围支护，施工单位在一定程度上对支护参数和开挖手法进行了调整，使用了加强型钢拱架支护方法和短步长开挖方式，以此确保施工过程的安全稳定以及工程质量的提升。该段围岩的地质素描和支护观察数据如表 1 所示。

表 1 该段围岩的地质素描和支护观察数据表

观测断面	岩性描述	支护方式	支护参数
DK311+485	粉质黏土、砂岩	加强型钢拱架支护	钢拱架间距 0.5m，喷射混凝土厚度 20cm
DK311+480	粉质黏土、砂岩夹泥岩	加强型钢拱架支护	钢拱架间距 0.4m，喷射混凝土厚度 25cm
DK311+475	砂岩、泥岩	加强型钢拱架支护	钢拱架间距 0.3m，喷射混凝土厚度 30cm

4.3.2 收敛及拱顶下沉监测案例分析

在大山坡二号横洞隧道口部地段进行的开挖中，技术人员运用收敛计和拱顶沉降仪等先进工具，对隧道半径的变形和拱顶的垂直移动情况进行了实时测量，可以看出周边岩石的形变较为显著，然而支撑架构的稳固性十分出色未发现明确的不稳定标志出现。施工队伍基于监测结果，及时地调整了支撑参数和挖掘策略，以此保证了施工过程的安全性和工程的品质。该段围岩的收敛及拱顶下沉监测数据如表 2 所示。

表 2 该段围岩的收敛及拱顶下沉监测数据表

监测日期	监测断面	收敛变形量 (mm)	拱顶下沉量 (mm)
3.1	DK311+475	15	10
3.5	DK311+475	20	12
3.10	DK311+475	25	15
3.15	DK311+475	18	11
3.20	DK311+475	22	13
3.25	DK311+475	27	16

4.3.3 地表沉降观测案例分析

在大山坡二号横洞隧道进口段开挖过程中，通过地表沉降观测点，实时监测了地表沉降情况。根据监测数据，发

现该段隧道开挖对地表的影响较小,未出现明显的地表沉降现象。施工单位根据监测数据,及时调整了施工方案,确保了施工过程中对周边环境的影响得到有效控制。该段隧道的地表沉降观测数据如表3所示。

表3 该段隧道的地表沉降观测数据表

监测日期	观测点编号	沉降量 (mm)	累计沉降量 (mm)
3.1	SJ01	1.2	1.2
3.5	SJ01	0.8	2
3.10	SJ01	0.5	2.5
3.15	SJ02	1	1
3.20	SJ02	0.7	1.7
3.25	SJ02	0.4	2.1

4.4 案例分析总结

我们从大山坡二号横洞隧道进口段软弱围岩施工的监控量测技术应用案例中,可以得到以下结论:该技术能实时追踪围岩动态变化,为建设提供科学根据。在大山坡二号横洞隧道进口段软弱围岩施工过程中,运用如地质简图、收敛及拱顶沉降观测、地表下沉观察等方法,及时控制围岩的地质状况、变形状况和支撑效果为施工提供了关键的决策参考。

使用监控量测技术不仅可以确保施工过程的安全性和工程的质量,施工单位也能依据这些监控量测数据即时调整支撑参数和挖掘方式,有效防止围岩不稳定和崩塌等安全事故,保障了施工和工程的品质。

基于监控量测数据的剖析,施工单位能更真实地理解围岩的安稳度和支撑效果,减少不需要的支撑材料和人工成本,从而降低施工成本。

5 监控量测技术在高速铁路软弱围岩开挖施工中应用策略

5.1 实时动态监控体系的建立

实时动态监控体系的步骤在柔软环境下的隧道施工过程中占据中心位置,是保障施工进度不受威胁的关键工具。此体系详尽涉及隧道环境的变形监测包括应力监测、位移监测和其他环节,为工程师们提供了全方位且精准的数据支撑。在当下,施工单位利用测斜器、应变仪、位移传感器等各种传感器和监控设备能够实时获取施工过程中的信息。与此同时,实时动态监控体系结合了数据分析的手段,深入研究和分析了收集到的数据,预测一段时间后环境的变形趋势以及稳定状态,使得工程师有能力预测可能出现的风险并基于此提供科学决策依据。

5.2 监控数据的分析与处理

在软弱环境下的隧道施工过程中,施工单位需对所收集的监控数据进行专业的分析和处理实现数据价值的最大化。深度挖掘和分析数据更好地了解隧道环境的变形规律、应力分布等方面为施工方案的调整提供更好的数据支持。在当下,数据预处理包括数据清洗、噪声消除、填补缺失值等步

骤,只有这样,才能确保数据的准确性和完整性,只有经过预处理后的数据才可被用于后续的分析 and 制模。同时,适当的数据分析手段包括统计分析、回归分析、时间序列分析等能够发现数据背后的逻辑和趋势,从而为施工决策提供依据。例如,施工单位通过统计分析能够研究环境变形的统计特性,基于回归分析可以构建环境应力和影响因素之间的数学关系,通过时间序列分析可以预测环境将来的变形趋势。

5.3 监控量测与施工决策的融合

在隧道建设工作中,监控量测技术的根本作用并不仅仅在于数据搜集,而是如何与施工决策紧密结合共同引领项目进步,为施工方案的优化提供了科学根据。详细来讲,监控量测数据能够反馈隧道挖掘时各种的动态变动,如围岩的稳固性,支护结构的受力状况等。基于这些数据,施工人员能立刻判断目前施工的安全状况以及支护措施的适当性,并能根据实际情形灵活修改施工方案。例如,当监控数据显示围岩变形速度超出预期,施工团队可以即刻启动应急预案并采取加强支护、削减开挖部分等手段,确保隧道结构的稳定和安全。

5.4 监控量测技术的创新应用

科技持续发展,使得监控量测技术亦在创新及扩大其应用领域。一方面,先进技术如无人机、三维激光扫描等能够为隧道施工监控提供了更高效、精准的方式。无人机能轻易越过复杂地形,实现全方位、多角度的隧道外部环境监测;而三维激光扫描能快速获取隧道内部纹理的细致数据,助力于施工方案的建立和调整。另一方面,借助大数据、人工智能等先进技术能够深度挖掘分析监控数据,发现数据中的规则和趋势,不仅提高了施工判断的科学性和精确性,也为隧道施工的安全和质量的提升提供有力保障。

6 结语

总而言之,高速铁路建设中软弱围岩的开挖施工依靠的则是监控和测量技术,这不只是现代工程技术的实际应用,同时也展现出人类的聪明才智。未来的高速铁路建设将更为安全、高效、并注重环保。

参考文献

- [1] 高东鹏.铁路隧道软弱围岩段施工塌方的外治技术[J].中国新技术新产品,2022(6):103-105.
- [2] 张丹春.谈软弱围岩铁路隧道开挖安全施工技术[J].工程设计与设计,2019(7):265-266+269.
- [3] 周伟.浅埋隧道软弱围岩管棚超前支护及监控量测技术研究[J].科技资讯,2011(12):61-62.
- [4] 张元连.软弱围岩中大跨度浅埋公路隧道施工监控技术与应用[D].合肥:合肥工业大学,2008.
- [5] 赵东,刘继伟.软弱围岩隧道临时仰拱快速施工质量关键因素控制[J].石河子科技,2023(5):59-60.
- [6] 过志鹏.软弱围岩隧道掘进施工变形控制技术[J].采矿技术,2020,20(4):46-49.