

隧道超前地质预报与监控量测结合的重要性及应用探讨

孙梗梗

安徽省高速公路试验检测研究中心有限公司 安徽 合肥 231299

摘要：隧道作为交通建设的重要组成部分，其施工过程中的安全性问题备受关注。在公路隧道施工过程中，超前地质预报与监控量测技术的有效结合对于预防潜在地质灾害、确保施工人员的安全以及提升工程质量具有至关重要的作用。本文旨在探讨隧道超前地质预报与监控量测相结合的重要性，并分析其在实际施工中的应用，并通过具体案例和数据展示其在实际施工中的应用价值。

关键词：隧道工程；超前地质预报；监控量测；施工安全

引言

隧道工程是现代交通建设中的关键环节，其施工过程中的安全问题备受关注。超前地质预报和监控量测作为隧道施工安全的重要保障措施，越来越受到业界的重视。本文旨在深入探讨隧道超前地质预报与监控量测结合的重要性，并通过具体的应用实例分析其在实际施工中的应用效果。

1 隧道超前地质预报与监控量测的重要性

1.1 地质灾害预防

超前地质预报能够提前探明隧道前方的地质构造、岩层分布、地下水情况等，有效预测可能出现的断层、破碎带、岩溶等不良地质条件，从而指导施工单位采取相应的预防措施。

监控量测可以实时监测隧道的变形、应力、温度等参数，及时发现地质灾害的预兆，为施工单位提供宝贵的应急响应时间。

1.2 确保施工安全

隧道施工过程中，地质条件复杂多变，不良地质体如断层、破碎带、岩溶等可能给施工带来严重安全隐患。超前地质预报能够提前揭示前方可能存在的地质风险，帮助施工团队及时调整施工方案，避免盲目施工导致的安全事故。同时，监控量测可以实时监测隧道的变形、应力等关键参数，及时发现异常情况并采取相应措施，确保施工过程的稳定性和安全性^[1]。

1.3 优化施工方案

超前地质预报和监控量测的数据可以为施工方案的制定提供科学依据。根据预报结果和监测数据，施工单位可以更加合理地安排施工进度和资源，调整施工方法和工艺，实现施工的精细化和高效化。这不仅可以提高工程质量，还可以降低施工成本，提升工程效益。

2 隧道超前地质预报与监控量测的应用

2.1 超前地质预报方法及应用实例

在进行超前地质预报前，需要进行详细的地质勘探和资料收集工作。这包括地质剖面分析、岩体测试、水文地质调查等，以了解隧道穿越地层的岩性、构造、水文地质条件等基本情况。这些资料为后续的超前地质预报提供了重要的基础数据。

物探方法是超前地质预报的重要手段之一。常用的物探方法包括地质雷达法GPR、地震波反射法TSP、地质调查法、瞬变电磁法等。这些方法通过对前方地质体的物理性质进行探测和分析，可以预测出不良地质体的位置、规模和性质。在实际应用中，需要根据具体地质条件和工程要求选择合适的物探方法。

收集到的物探数据需要经过专业的处理和分析才能转化为有用的地质信息。这包括数据预处理、特征提取、异常识别等步骤。通过数据分析与解读，可以更加准确地判断前方地质情况，为施工单位提供科学的决策依据^[2]。

以西南某高速毛家湾隧道左幅进口为例，受某某高速公路业主委托，我单位于2023年08月25日对毛家湾隧道左幅进口Z2K18+606~Z2K18+631（25米）段地质状况进行探测，隧道超前地质预报采用地质分析法和地质雷达法相结合。

本次超前地质预报采用CrossOver®CO1760型地质雷达、DQY-1型地质罗盘仪。雷达工作原理是运用瞬态电磁波的理论，通过宽频带时域发射天线，向介质发射高频短脉冲电磁波。波在介质传播过程中遇到不同电性介面就会产生反射，再由接收天线接收反射回来的信息，由计算机将接收回来的数字信息进行计算处理和分析，便可识别不同界面反射体的形态，并能确定目标体的空间位置。雷达检测布置图如图1。

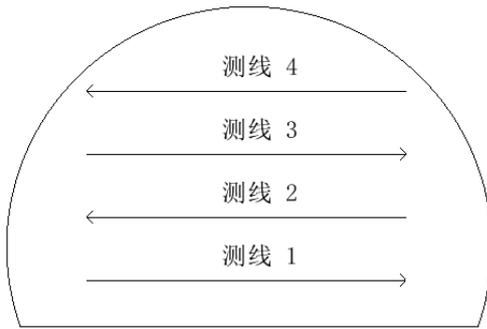


图1 雷达检测布置示意图

掌子面地质素描:

【岩性】掌子面围岩主要为黄褐色强~全风化粉砂岩。岩层产状: $143^{\circ}\angle 40^{\circ}$; 锤击声哑, 无回弹, 有较深凹痕, 手可捏碎, 浸水后, 可捏成团; 岩石结构构造基本破坏, 大部分已分解成松散土状, 无光泽, 岩质极软。

【结构构造】受构造影响强烈, 节理裂隙极发育, 呈散体状结构。

【岩体完整性】岩体结构面极发育, 左拱腰处发育一组节理裂隙, 节理产状J1: $61^{\circ}\angle 69^{\circ}$; 结构面间为泥质充填, 结合很差, 岩体极破碎。

【地下水】掌子面潮湿, 有少量地下水渗出。

【不良地质及特殊岩性土】主要为强~全风化粉砂岩, 围岩自稳能力极差。

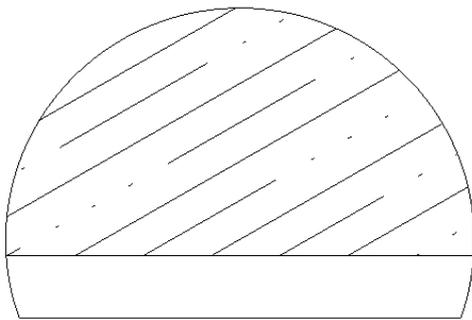


图2 掌子面素描图

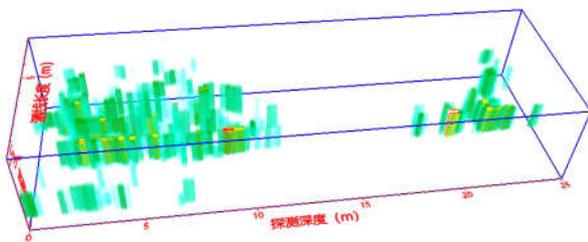


图3 Z2K18+606~Z2K18+631里程段地质雷达三维形体渲染图

根据现场采集数据处理和分析及地质素描(见上图2、图3)结合设计图纸及地质勘探, 对隧道进行了以下超前地质预报: 左幅进口Z2K18+606~Z2K18+631预报

区段围岩为强至全风化粉砂岩, 呈松散状结构, 岩体破碎, 围岩整体自稳能力极差, 0~10m范围内围岩处于节理裂隙密集带, 并伴有少量地下水设计围岩级别V级, 推断围岩基本V级。进口段受地形地貌影响存在偏压, 且隧道埋深较浅, 处于冲沟区域附近。建议施工遵循隧道十八字方针即“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”, 对于雨期施工, 做好截排水措施, 防止雨水渗入开挖线造成隧道垮塌。对于监控量测预留量应采取保守措施, 整体加大预留量, 保证开挖过程中隧道初支不侵限。隧道掘进过程中进尺过大或支护不及时易出现小型坍塌, 处理不当可诱发整体失稳。

2.2 监控量测技术及应用实例

监控量测是隧道施工中不可或缺的一环, 其目的在于实时监测隧道的变形、应力等关键参数, 确保施工过程的稳定性和安全性。通过监控量测, 可以及时发现异常情况并采取相应措施, 防止地质灾害的发生。同时, 监控量测数据还可以为施工方案的优化提供科学依据。

毛家湾隧道在8月30日在掘进过程中受降雨和偏压影响, 隧道地表下沉、拱顶下沉、收敛速率异常, 我单位开展了监控量测预警机制并及时报告各方参建单位。随即现场暂停施工, 施工单位立即采取了加固措施, 实现动态施工管理, 确保了隧道的安全稳定。我单位同时对现场对超前地质预报内容进行核对, 现场验证结果与超前预报内容基本吻合, 且施工单位根据超前地质预报建议对围岩预留变形量进行了放大。后期整理了相关地表下沉点、拱顶下沉、周边收敛点数据进行分析总结(见下图4、图5), 发现超前预报内容能够有效的指导施工, 对监控量测有较好的预防作用, 根据围岩情况、地下水的发育情况、节理走向都是影响围岩变形的主要因素。因此两者相互结合, 能够更好的避免隧道在开挖过程中出现初支倾限、或者下沉量不足造成的混凝土浪费, 有效的指导施工。通过两者的协同作用, 不仅可以有效避免地质灾害的发生, 还能确保隧道结构的稳定性和耐久性, 从而全面提升隧道工程的施工安全和质量水平^[1]。

3 结论与展望

以毛家湾隧道左幅为例, 详细介绍该隧道工程中超前地质预报和监控量测结合的具体实施过程。在该工程中, 通过地质雷达法和地质调查法提前探测到前方存在不良地质状况, 同时结合监控量测数据发现拱顶下沉和地表下沉有加快趋势。施工方根据这些信息及时调整了支护参数, 加强了超前支护, 并采取了分步开挖的方式, 成功穿越了不良地质带, 避免了可能出现的坍塌事故, 同时确保了隧道施工的进度和质量。通过对该案例

中各项数据和施工过程的详细分析,进一步展示了超前地质预报和监控量测结合的实际效果和重要价值。

隧道超前地质预报与监控量测的结合使用在隧道施工中发挥了重要作用。通过综合运用多种超前地质预报方法和监控量测技术,使施工单位可以更加准确地了

解前方的地质情况,及时发现并处理潜在的地质灾害风险,确保施工安全和工程质量。随着科技的不断进步和创新发展,未来这两项技术将更加智能化、精准化,为隧道施工提供更加可靠的技术保障。

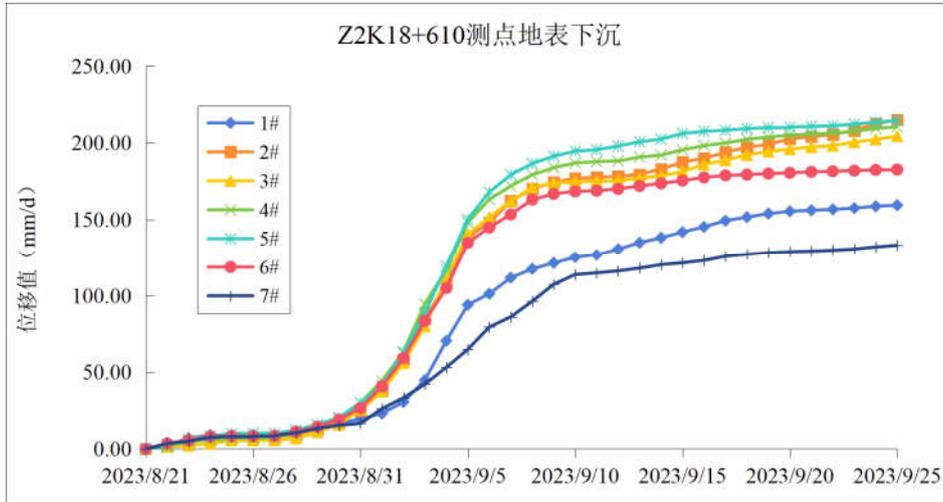


图4 Z2K18+610测点地表下沉

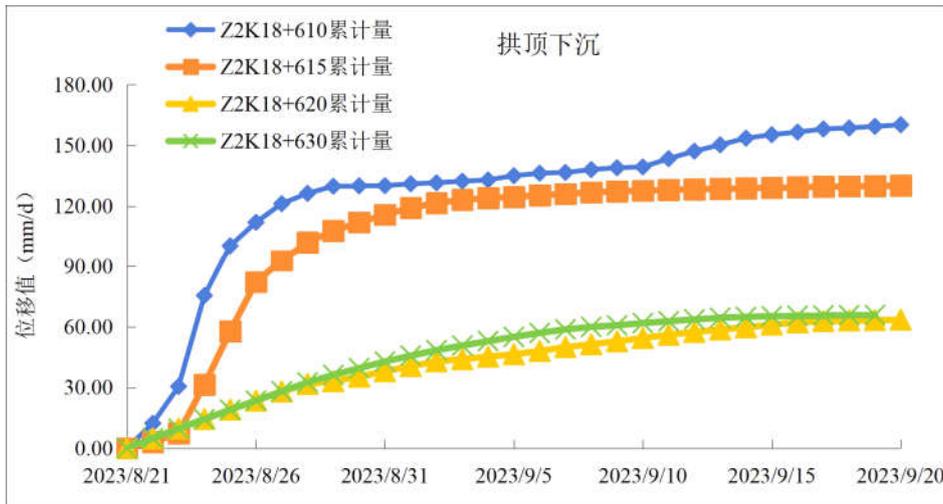


图5 Z2K18+610、Z2K18+615、Z2K18+620、Z2K18+630测点拱顶下沉

参考文献

[1]陈敦理.公路隧道施工监控量测与超前地质预报技术现状及思考[J].运输经理世界,2021(28):128-130.
[2]陆秀登.隧道施工中超前地质预报与监控量测技术

的应用分析[J].交通世界(下旬刊),2018(7):80-81.
[3]曹琪,马学宁.隧道监控量测与超前地质预报分析[J].科技创新与应用,2015(3):157-157,158.