

大跨度公路隧道施工中变形监控量测及应用

张春宇

上海新高桥凝诚建设工程检测有限公司 上海 200137

摘要：文章深入研究大跨度公路隧道施工中变形监控量测技术的关键应用与重要性。该技术通过精准布置传感器，实时监测隧道施工中的岩体位移、收敛变形等关键参数，为项目团队提供施工决策的科学依据，有效保障隧道施工的安全和质量。结合案例，详细分析监控量测技术在施工中的应用，包括监测方案制定、传感器选择与布置、数据采集与处理等方面，并总结其实际应用效果及对未来类似工程的启示。

关键词：大跨度公路隧道；变形监控量测；施工技术；应用研究

1 大跨度公路隧道施工的重要性

大跨度公路隧道施工在现代交通建设中具有举足轻重的地位，其重要性不言而喻。第一、大跨度公路隧道是连接复杂地形地貌、克服天然障碍的关键工程设施。在山区、河流、湖泊等难以建设传统公路的地方，隧道施工成为实现交通畅通的必要手段。通过隧道，不仅可以缩短行车距离，提高运输效率，还能有效避免恶劣天气和自然灾害对交通的影响，保障行车安全。第二、大跨度公路隧道施工对于推动区域经济发展具有重要意义，隧道建设能够改善交通条件，促进沿线地区的资源开发和产业升级，带动相关产业链的发展。隧道作为重要的交通节点，还能吸引人流、物流、信息流在此汇聚，推动形成新的经济增长点。第三、大跨度公路隧道施工也是展示国家基础设施建设水平和科技实力的重要窗口，随着科技的不断进步，隧道施工技术也在不断创新和完善。通过采用先进的施工设备、工艺和材料，可以实现更高效、更安全、更环保的施工过程。这不仅提高工程质量，也展示我国在基础设施建设领域的强大实力。大跨度公路隧道施工对于改善交通条件、推动经济发展、展示国家实力等方面都具有重要作用。

2 变形监控量测在大跨度隧道施工中的作用

变形监控量测在大跨度隧道施工中扮演着至关重要的角色，其作用是确保施工过程的安全稳定，保障隧道结构的长期使用寿命。变形监控量测能够及时准确地反映隧道在施工过程中产生的变形情况，通过布设的监测点，可以实时监测隧道周边岩体的位移、收敛变形以及衬砌结构的应变等关键参数。这些数据的获取有助于施工人员了解隧道的实际变形状态，从而做出科学的决策和调整施工方案。变形监控量测对于预防和控制隧道施工中的安全事故具有重要意义，通过对监测数据的分析，可以预测隧道变形的发展趋势，及时发现潜在的安

全隐患^[1]。当监测数据出现异常时，可以迅速采取应急措施，避免事故的发生或减小事故的影响范围。变形监控量测还可以为隧道施工中的风险评估提供重要依据，帮助施工人员制定合理的风险控制策略。变形监控量测有助于优化隧道施工方法和工艺，通过对比不同施工阶段和不同施工条件下的监测数据，可以分析隧道变形的规律和特点，找出影响隧道稳定性的关键因素。基于这些分析结果，可以对施工方法和工艺进行改进和优化，提高施工效率和质量。变形监控量测对于隧道施工质量的长期监测和维护也具有重要意义，通过对隧道施工全过程的变形监控量测，可以建立完整的变形数据库，为隧道的后期维护和管理提供重要参考。长期监测数据还可以用于评估隧道结构的健康状况，及时发现并处理潜在的结构损伤或病害。

3 大跨度公路隧道施工中的变形问题分析

大跨度公路隧道施工中的变形问题是一个复杂而关键的工程难题，它直接关系到隧道结构的稳定性和安全性。在施工过程中，隧道周边岩体会受到开挖扰动、应力重分布以及施工荷载等多种因素的影响，从而产生不同程度的变形。这些变形不仅会影响隧道的正常使用，还可能引发严重的安全事故。隧道开挖会破坏原有的岩体平衡状态，导致周边岩体产生位移和变形，特别是在软弱地层和地质构造复杂的区域，这种变形现象尤为明显。随着开挖的深入，隧道顶部的岩体可能会出现下沉，两侧岩壁则可能出现收敛变形。这些变形如果得不到有效控制，将会对隧道的稳定性和承载能力构成严重威胁。施工过程中的临时支撑和衬砌结构也是影响隧道变形的重要因素，如果支撑结构设计不合理或施工不当，可能会导致支撑失效，进而加剧隧道的变形。同样，衬砌结构的施工质量也会直接影响到隧道的变形情况。如果衬砌混凝土浇筑不密实或存在裂缝等缺陷，将

会降低结构的整体刚度和承载能力,使得隧道在运营过程中更容易产生变形。隧道施工中的地下水控制也是影响变形的一个重要因素,地下水位的变化会导致岩体的力学性质发生变化,进而影响到隧道的稳定性。如果施工过程中没有采取有效的降水措施或排水系统设计不当,可能会导致地下水涌入隧道内部,加剧岩体的软化和变形。

4 大跨度公路隧道施工变形监控关键技术与方法

4.1 传感器选择及布设方案

大跨度公路隧道施工变形监控是确保隧道结构安全和稳定的关键环节,其中传感器选择及布设方案则是变形监控的核心内容。在传感器选择方面,必须充分考虑隧道施工的特点和监控需求,选择精度高、稳定性好、适应性强的传感器。常见的传感器类型包括位移传感器、应变传感器、压力传感器等,它们能够实时监测隧道施工过程中岩体的位移、收敛变形、衬砌结构的应变等关键参数。在布设方案上,传感器应根据隧道的地质条件、施工方法和监测需求进行合理布置。一般来说,应在隧道开挖面、拱顶、边墙等关键部位设置位移传感器,以监测岩体的位移和收敛变形情况;在衬砌结构的关键截面和受力点布置应变传感器,以了解衬砌结构的受力状态;在隧道内部和周边设置压力传感器,以监测地下水压力和施工荷载对隧道稳定性的影响^[2]。传感器的布设还应考虑数据的传输和采集方式,现代变形监控技术多采用无线传输和自动采集系统,能够实现数据的实时传输和自动处理,提高监控效率和准确性。为了保证监控数据的连续性和可靠性,还应定期对传感器进行维护和校准,确保其处于良好的工作状态。

4.2 变形监测数据采集、传输与处理技术

大跨度公路隧道施工变形监控的关键技术与方法中,变形监测数据的采集、传输与处理技术占据着举足轻重的地位。这些技术共同构成了一个高效、精确的监控体系,为隧道施工的安全和质量提供了有力保障。在数据采集方面,采用高精度、高稳定性的传感器设备,实时捕捉隧道施工过程中的变形信息。这些传感器能够精确测量岩体的位移、收敛变形、衬砌结构的应变等关键参数,并将数据以数字信号的形式输出。为了确保数据的准确性和可靠性,定期对传感器进行校准和维护,确保其处于最佳工作状态。数据的传输是变形监控中另一个重要环节,采用无线传输技术,将采集到的数据实时传输至监控中心。这种传输方式具有高效、便捷的特点,能够避免有线传输中可能出现的线路损坏、信号干扰等问题。同时还建立稳定的数据传输网络,确保数据

的实时性和连续性。在数据处理方面,运用先进的算法和软件技术,对采集到的数据进行深入分析和处理,通过对数据的滤波、去噪、拟合等操作,能够提取出有用的变形信息,并绘制出直观的变形曲线和图表。这些图表不仅能够帮助了解隧道的变形规律和趋势,还能为施工决策提供重要依据。

4.3 变形数据分析与实时监控方法

大跨度公路隧道施工变形监控的核心在于对变形数据的深入分析与实时监控,这两者是确保隧道施工安全和质量的关键环节。变形数据分析旨在从海量数据中提炼出有价值的信息,揭示隧道变形的规律和趋势,为施工决策提供科学依据。而实时监控方法则能够实现对隧道变形状态的即时感知和预警,确保在出现异常情况时能够迅速作出反应,防止安全事故的发生。在变形数据分析方面,采用先进的数学模型、统计方法和数据挖掘技术,对采集到的变形数据进行深入剖析。通过对数据的预处理、滤波、去噪等操作,消除噪声和干扰因素的影响,提高数据的准确性和可靠性,利用回归分析、时间序列分析等方法,分析变形数据的趋势和周期性特征,预测未来的变形情况。还利用机器学习算法,构建变形预测模型,实现对隧道变形的自动预测和预警。实时监控方法则是变形监控的另一重要手段,利用现代传感技术和网络技术,建立起一套高效的实时监控系统。通过在隧道内部和周边布置传感器,实时监测岩体的位移、收敛变形、衬砌结构的应变等关键参数。利用无线网络技术,将监测数据实时传输至监控中心,实现数据的即时共享和处理。在监控中心,利用可视化技术和大数据分析平台,将监测数据以图表、动画等形式展示出来,使管理人员能够直观地了解隧道的变形状态。当监测数据出现异常时,系统会自动触发预警机制,通过声音、灯光等方式提醒管理人员,确保能够及时采取应对措施^[3]。

5 案例分析

5.1 某大跨度公路隧道施工案例介绍

在某地区,为了满足日益增长的交通需求,规划修建了一座大跨度公路隧道。该隧道地处复杂的地质构造带,穿越多条断层和软弱地层,施工难度极大。隧道设计长度为XX公里,最大跨度达到XX米,是当地交通建设史上的一大挑战。在施工准备阶段,项目团队对隧道所在区域的地质条件进行详细的勘察和分析,确定合适的施工方法和工艺。针对地质条件的复杂性,团队制定一套完善的施工方案,包括开挖方式、支护结构设计、排水措施等。为确保施工过程中的安全和质量,项目团

队还引入先进的变形监控量测技术，对隧道的变形情况进行实时监测和预警。在施工过程中，项目团队严格按照施工方案进行施工，并加强了对施工现场的管理和监控。特别是在开挖和支护环节，团队采取了多种措施来确保岩体的稳定性和施工安全。然而，尽管采取多种措施，但在施工过程中仍然出现一些变形问题。特别是在隧道穿越软弱地层时，由于地层条件的特殊性，岩体的变形情况较为严重。针对这一问题，项目团队及时采取了补救措施，包括加强支护结构、优化施工方法等，成功控制了变形的发展，确保了隧道的施工安全和质量。经过数月的紧张施工，该大跨度公路隧道终于顺利贯通。项目的成功实施不仅为当地交通建设事业做出重要贡献，也为类似地质条件下的隧道施工提供宝贵的经验和参考。

5.2 变形监控量测在该隧道施工中的应用

在某大跨度公路隧道的施工过程中，变形监控量测技术发挥了至关重要的作用。该技术不仅帮助项目团队实时掌握了隧道的变形情况，还为施工决策提供了重要的科学依据，确保了隧道施工的安全和质量。在隧道施工初期，项目团队根据地质勘察资料和施工设计方案，确定了变形监控量测的关键部位和监测参数。通过在隧道开挖面、拱顶、边墙等关键部位布置位移传感器、应变传感器等，项目团队实现了对隧道施工过程中岩体位移、收敛变形、衬砌结构应变等关键指标的实时监测。随着施工的推进，项目团队根据实时监测数据，及时发现隧道施工中的变形问题。特别是在隧道穿越软弱地层时，监测数据显示岩体的位移和收敛变形明显增大。针对这一问题，项目团队迅速组织了专家进行会诊，分析变形的原因和发展趋势，并制定相应的补救措施。通过加强支护结构、优化施工方法等措施，项目团队成功控制了隧道施工中的变形问题^[4]。变形监控量测数据还为项

目团队提供了宝贵的施工经验，为后续类似地质条件下的隧道施工提供了参考。除了实时监测和预警功能外，变形监控量测技术还在项目团队的施工决策中发挥重要作用。根据监测数据的分析结果，项目团队可以及时调整施工方案和参数，确保施工过程的顺利进行。变形监控量测技术还帮助项目团队实现了对隧道施工质量的全面把控。通过对比分析不同施工阶段和施工条件下的监测数据，项目团队可以评估隧道结构的健康状况和安全性，及时发现并处理潜在的结构损伤或病害。

结束语

随着交通建设的不断发展，大跨度公路隧道施工面临着越来越多的挑战。变形监控量测技术作为确保隧道施工安全和质量的关键手段，其应用前景广阔。随着技术的不断进步和应用的深入，变形监控量测技术将在隧道施工中发挥更加重要的作用。同时也需要不断探索和创新，优化监测方案，提高监测精度和效率，为隧道施工的安全和质量提供更加坚实的保障。相信在不久的将来，变形监控量测技术将在大跨度公路隧道施工中展现出更加耀眼的光芒。

参考文献

- [1]周满兵.大跨度公路隧道施工中变形监控量测及应用[J].工程与建设,2023,37(2):623-626.
DOI:10.3969/j.issn.1673-5781.2023.02.058.
- [2]杨帆.蒋树屏.王毅.大跨度公路隧道施工变形监测与控制技术[J].现代隧道技术.2011.48(1):24-30.
- [3]张明聚.王梦恕.张顶立.大跨度公路隧道施工变形监控技术研究与应用[J].岩石力学与工程学报.2007.26(S1):2695-2702.
- [4]李术才.朱维申.白世伟.大跨度隧道施工工期变形监测与反馈分析预报[J].中国公路学报.2002.15(3):52-56.