

岩土工程施工中地下结构监测和安全评估方法探析

李亚宝

唐山中地地质工程有限公司 河北 唐山 063000

摘要: 本文深入探讨了岩土工程施工中地下结构的监测与安全评估方法,概述了岩土工程地下结构的基本概念、施工特点与难点。详细分析常规监测方法和现代监测技术在岩土工程地下结构监测中的应用,并介绍了监测数据处理与分析的重要性及其发展趋势。在此基础上,提出岩土工程施工中地下结构监测与安全评估的策略,包括方案设计、实施与监督以及结果的反馈与应用。本文旨在为岩土工程施工中的地下结构监测与安全评估提供全面、系统的指导,以确保工程质量和安全性。

关键词: 岩土工程; 地下结构监测; 安全评估

引言: 随着城市化进程的加快,岩土工程地下结构的应用日益广泛,其安全性和稳定性对于保障城市基础设施的正常运行具有重要意义。然而,由于地下空间环境的复杂性和施工过程中的地质灾害风险,岩土工程地下结构的监测与安全评估显得尤为重要。本文旨在通过对岩土工程施工中地下结构监测与安全评估方法的深入探讨,为工程师们提供有效的技术手段和策略,以确保地下结构的安全性和稳定性,推动岩土工程的可持续发展。

1 岩土工程地下结构的基本概念

岩土工程地下结构,是指在岩土体中建造的各种类型的地下建筑物或构筑物,它们通常被设计用于满足特定的功能需求,如交通、储存、水利、市政设施等。这些结构深入地下,与周围的岩土体紧密相连,因此其设计、施工和维护均需充分考虑地质条件、岩土力学特性以及地下水的影响。地下结构的形式多样,包括隧道、地铁、地下室、地下储库、地下管道等。它们通常具有较大的埋深和跨度,能够承受较大的土压力和水压力,同时还需要具备良好的稳定性和耐久性。在岩土工程中,地下结构的设计和施工往往面临着复杂的地质环境和施工条件,如断层、软弱地层、高地下水位等,这些都对结构的稳定性和安全性提出严峻的挑战。为了确保地下结构的安全和稳定,岩土工程领域的研究者们开展大量的研究和实验工作,探索了多种有效的设计方法和施工技术。例如,通过合理的支护结构设计,可以有效地控制地下结构的变形和破坏;采用先进的施工设备和工艺,可以提高施工效率和质量;对地下结构的监测和检测也是确保其安全运行的重要手段。另外,地下结构还具有重要的环境效应和社会效应。它们能够有效地利用地下空间资源,缓解城市用地紧张的问题;地下交通设施的建设还能够减少交通拥堵和空气污染,提高城市

居民的生活质量;岩土工程地下结构的研究和发展对于推动城市化进程和可持续发展具有重要意义^[1]。

2 岩土工程地下结构的施工特点与难点

2.1 地下空间的复杂性

地下空间是一个充满未知与变数的环境,其复杂性主要体现在地质构造的多样性、岩土性质的差异性以及地下水系统的复杂性上。第一,地质构造的多样性使得地下空间的地质条件千差万别,有的地方可能存在坚硬的岩层,有的地方则可能是松软的土壤。这种地质构造的差异对地下结构的稳定性和安全性提出了极高的要求,工程师们需要根据不同地质条件制定出针对性的施工方案。第二,岩土性质的差异性也给施工带来不小的挑战。岩土体的力学性质、渗透性质以及化学性质等都会影响到地下结构的施工效果。例如,在软弱地层中施工,需要采取特殊的支护措施以防止结构坍塌;在含有地下水的土层中施工,则需要严格控制地下水位,防止水患事故的发生。第三,地下水系统的复杂性也是地下空间施工不可忽视的因素。地下水位的升降、水流速度的变化以及水质的差异都可能对地下结构的稳定性和安全性产生影响。因此,在施工过程中,必须密切监测地下水系统的动态变化,及时采取应对措施,确保施工顺利进行。

2.2 施工过程中的地质灾害风险

在岩土工程地下结构的施工过程中,地质灾害风险是一个不可忽视的难点。地质灾害主要包括滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等,这些灾害一旦发生,将对施工人员的生命安全、地下结构的稳定性以及周围环境的安全造成极大的威胁。滑坡和泥石流是地下空间施工中常见的地质灾害,在山区或丘陵地带进行地下结构施工时,由于地质条件的复杂性,滑坡和泥石流的风险较

高。一旦发生这些灾害,将可能导致施工设备被掩埋、施工人员被困等严重后果^[2]。因此,在施工前必须进行详细的地质勘察,了解地质灾害的分布和发育规律,制定有效的防治措施和应急预案。地面塌陷和地裂缝也是地下空间施工中需要特别关注的地质灾害,这些灾害的发生往往与地下水位的变化、岩土体的强度降低等因素有关。在施工过程中,需要密切监测地下水位和岩土体的稳定性变化,及时发现并处理潜在的安全隐患。

2.3 地下结构与周围环境的相互作用

地下结构与周围环境的相互作用是岩土工程地下结构施工的另一个重要难点,地下结构在施工过程中会对周围的岩土体产生扰动和破坏,这种扰动和破坏可能导致周围地表的沉降、开裂和变形等问题。这些问题不仅会影响地下结构的稳定性和安全性,还可能对周围建筑物和基础设施的安全性构成威胁。因此,在施工前,需要对周围环境进行详细的调查和分析,了解周围建筑物的结构类型、地基条件以及地下管线的布局等信息。这些信息将为施工方案的制定提供重要的参考依据。在施工过程中,需要严格控制施工对周围环境的扰动和破坏程度,采取有效的支护和加固措施,确保地下结构的稳定性和周围环境的安全性。另外,还需要对施工过程中产生的废弃物和污染物进行合理处理,防止对周围环境和生态系统造成污染和破坏。通过科学的规划和管理,实现地下结构与周围环境的和谐共生。

3 岩土工程地下结构监测方法

岩土工程地下结构的监测是确保工程安全、稳定及高效运行的关键环节。随着科技的进步,监测方法从传统的人工测量逐步转向智能化、自动化和远程化。

3.1 常规监测方法

常规监测方法是岩土工程地下结构监测的基础,这些方法历史悠久,技术成熟,仍在工程实践中发挥着重要作用。常见的常规监测方法包括位移监测、应力监测、渗流监测和地下水监测等。位移监测主要使用水准仪、全站仪和测斜仪等设备,通过对地下结构及其周围岩土体的位移变化进行定期测量,分析结构的安全性和稳定性。应力监测则通过安装应力计或应变计,监测地下结构内部及周边的应力分布,为评估结构的受力状态提供数据支持。渗流监测主要针对地下水流动情况,通过安装渗压计或水位计等设备,实时监测地下水位变化及渗流速度,以防地下水对地下结构造成损害^[3]。地下水监测则关注地下水的水质变化,通过采集水样并进行化验分析,了解地下水的化学成分及其对地下结构可能产生的腐蚀或侵蚀作用。常规监测方法的优势在于操作简

便、成本低廉且技术成熟,但也存在一定的局限性。例如,人工测量耗时长、效率低,且受天气、环境等因素影响较大;同时,常规监测方法往往只能提供离散的数据点,难以全面反映地下结构的整体变形和受力状态。

3.2 现代监测技术

随着信息技术的飞速发展,现代监测技术在岩土工程地下结构监测中的应用日益广泛。这些技术不仅提高了监测的精度和效率,还实现了实时监测和远程监控,为工程安全管理提供了有力的技术支持。(1)远程监控系统是现代监测技术的重要组成部分。通过安装传感器和数据采集设备,将监测数据实时传输至远程监控中心,工程师可以实时掌握地下结构的运行状态。这种系统不仅提高了监测的时效性,还降低了人工测量的成本和风险。传感器网络是现代监测技术的另一大亮点。通过在地下结构中布置大量的传感器,形成分布式监测系统,可以实现对地下结构全方位的监测。同时,通过数据融合技术,将来自不同传感器的数据进行整合和分析,可以更加准确地评估地下结构的整体安全性和稳定性。(2)无人机与机器人监测技术在复杂环境下的监测应用中展现出巨大的潜力。在难以到达或存在安全隐患的区域,无人机和机器人可以代替人工进行监测作业。例如,无人机可以搭载高清摄像头和传感器,对地下结构的外观和周边环境进行实时监测;而机器人则可以深入地下结构内部,进行更为细致和深入的监测工作。这些技术的应用不仅提高监测的效率和精度,还降低人员风险和成本。

3.3 监测数据处理与分析

监测数据的处理与分析是岩土工程地下结构监测工作的关键环节。通过对监测数据的整理、分析和解释,可以深入了解地下结构的运行状态、变形趋势和安全风险,为工程决策提供依据。数据处理阶段,首先需要对原始数据进行清洗和校验,去除错误和异常数据;然后对数据进行预处理,如数据平滑、滤波和插值等,以提高数据的准确性和可靠性。通过对监测数据进行统计分析、时间序列分析和频谱分析等方法,可以揭示地下结构的变形规律和受力状态。在数据分析阶段,常采用数学模型和数值模拟方法对监测数据进行深入分析和解释。例如,通过建立地下结构的力学模型,可以预测结构的变形和受力状态;通过数值模拟方法,可以模拟地下结构在不同工况下的响应和性能。这些分析结果不仅可以用于评估地下结构的安全性和稳定性,还可以为工程加固和维护提供科学依据。随着大数据和机器学习技术的发展,监测数据的处理与分析正在向智能化方向发

展。通过构建监测数据的大数据库和智能分析平台,可以实现数据的实时监测、预警和智能决策等功能。这些技术的应用将进一步提高岩土工程地下结构监测的效率和精度,为工程安全管理提供更加有力的支持。

4 岩土工程施工中地下结构监测与安全评估策略

在岩土工程施工中,地下结构的监测与安全评估是确保工程质量和安全性的重要环节。通过制定科学合理的监测与安全评估策略,能够及时发现和解决潜在的安全隐患,保障工程的顺利进行。

4.1 监测与安全评估的方案设计

监测与安全评估的方案设计是整个策略的基础,它决定了后续监测工作的方向和重点。在设计监测与安全评估方案时,首先要明确监测的目标和范围,包括地下结构的具体位置、尺寸、材料特性以及可能面临的安全威胁等。其次,根据工程特点、地质条件和环境因素,选择合适的监测技术和方法,如常规监测手段(水准仪、全站仪等)和现代监测技术(远程监控系统、传感器网络等)。同时,还需设计合理的监测频率和数据采集点,以确保监测数据的全面性和准确性。在方案设计中,安全评估指标的确定也是关键一环;根据地下结构的实际情况,确定反映结构安全性和稳定性的关键参数,如位移、应力、渗流等,并设定相应的预警值和报警阈值。还需制定详细的监测数据分析和处理流程,以便及时发现异常数据并采取相应的应对措施^[4]。

4.2 监测与安全评估的实施与监督

监测与安全评估的实施与监督是确保方案得到有效执行的关键。在实施阶段,需要按照设计方案的要求,布置监测设备、安装传感器,并进行必要的调试和校准工作。监测人员应具备相应的专业知识和技能,熟悉监测设备的操作和维护方法,确保监测数据的准确性和可靠性。在监测过程中,应定期对监测数据进行整理和分析,对比监测结果与预设的安全评估指标,及时发现潜在的安全隐患。对于超出预警值或报警阈值的数据,应立即启动应急响应机制,采取必要的补救措施,防止事态进一步恶化。建立相应的监督机制,对监测工作的进展情况进行定期检查,确保监测工作按计划进行;对于

监测数据的准确性和可靠性也应进行核实,防止因数据错误导致的误判。

4.3 监测与安全评估结果的反馈与应用

监测与安全评估结果的反馈与应用是策略的最后一步,也是实现监测与安全评估目的的关键。通过监测数据的整理和分析,可以得到地下结构的变形趋势、受力状态等关键信息,这些信息对于评估地下结构的安全性和稳定性具有重要意义。在反馈阶段,及时将监测结果和安全评估报告提交给工程管理部门和有关人员,以便他们了解地下结构的实际情况,并据此制定或调整工程计划和施工方案。同时,对于发现的潜在安全隐患,应提出具体的整改建议或加固措施,以确保工程的安全性。在应用阶段,监测与安全评估结果还可以用于指导工程的后续运营和维护工作。例如,根据监测数据的变化趋势,可以预测地下结构的长期性能,为工程维护提供科学依据。监测与安全评估结果还可以作为工程竣工验收和质量评估的重要依据之一。

结束语

综上所述,岩土工程施工中地下结构的监测与安全评估是一个复杂而关键的过程。通过科学合理的监测与安全评估策略,可以及时发现和解决潜在的安全隐患,确保工程的质量和安全性。未来,随着科技的不断进步和监测技术的不断创新,相信岩土工程地下结构的监测与安全评估将更加智能化、高效化,为城市基础设施的安全运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]王北强.岩土工程施工中地下结构监测和安全评估方法探析[J].中国科技投资,2024(3):128-130.
- [2]詹涛涛,吴仕伟,司元红.岩土工程勘察设计与施工中水文地质问题探讨[J].地质研究与环境保护,2023,2(1). DOI:10.37155/2811-0595-0201-3.
- [3]邹弦,文武.城市地下空间岩土工程安全技术分析[J].散装水泥,2021(02):62-64.
- [4]方涛.福州某大型城市广场地下空间岩土工程实例分析[J].福建建材,2020(12):62-64+78.