

城市地下综合管廊建设与运维中的测绘新技术应用综述

何浩明

广州市城市规划勘测设计研究院有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i12.2107

[摘要] 近年来,测绘新技术在地下综合管廊的建设与运维中得到了广泛应用,包括三维激光扫描技术、超声波探测与成像技术、远程监控与智能巡检机器人技术以及数字孪生技术等,这些技术不仅提高了管廊检测和运维的效率,还降低了人力物力资源的浪费,为城市的可持续发展提供了有力支撑。本文综述了测绘新技术在城市地下综合管廊建设与运维中的应用现状,分析了其优势和存在的问题,并提出了相应的改进对策。

[关键词] 城市地下综合管廊; 测绘新技术; 三维激光扫描技术

中图分类号: P2 文献标识码: A

A review on the application of new surveying and mapping technology in the construction and operation of urban underground integrated pipe corridor

Haoming He

Guangzhou Urban Planning Survey Design Institute Co., LTD.

[Abstract] In recent years, new surveying and mapping technologies have been widely used in the construction and operation and maintenance of underground integrated pipe corridors, including three-dimensional laser scanning technology, ultrasonic detection and imaging technology, remote monitoring and intelligent inspection robot technology and digital twin technology, etc. These technologies not only improve the efficiency of pipe corridor detection and operation, but also reduce the waste of human and material resources. It provides strong support for the sustainable development of the city. In this paper, the application status of the new surveying and mapping technology in the construction and operation and maintenance of urban underground integrated pipeline corridor is reviewed, its advantages and existing problems are analyzed, and corresponding improvement countermeasures are put forward.

[Key words] urban underground integrated pipe corridor; New surveying and mapping technology; 3D laser scanning technology

引言

城市地下综合管廊作为城市基础设施的重要组成部分,将电力、通信、燃气、供热、给排水等多种工程管线集于一体,通过统一规划、设计、建设和管理,实现了城市地下空间的合理利用,有效避免了“马路拉链”和“空中蜘蛛网”等问题,提高了城市综合承载能力和美观度。然而,由于地下综合管廊的建设和管理涉及众多复杂因素,如管线种类繁多、敷设复杂、环境恶劣等,传统的检测和运维手段存在诸多不足,难以满足现代城市管理的需求。因此,研究和应用测绘新技术在地下综合管廊的建设与运维中具有重要意义。

1 城市地下综合管廊建设与运维现状

1.1 地下综合管廊的建设现状

城市地下综合管廊的建设始于20世纪初的法国,现已成为

现代化城市的重要标志。法国巴黎的综合管廊系统尤为突出,建设里程超过2100千米。在亚洲,日本也早在1926年就开始建设地下综合管廊,目前拥有1100千米的地下管廊网络。相比之下,我国地下综合管廊建设起步较晚,但近年来发展迅速。为解决传统管线敷设方式带来的问题,国家出台政策鼓励和支持地下综合管廊建设。目前,我国多个城市如北京、上海、广州、深圳及南京、苏州等已建成或正在建设地下综合管廊,这些管廊不仅提升了城市基础设施的承载力和安全性,还促进了相关产业发展,为城市经济注入了新活力。

1.2 地下综合管廊的运维现状

地下综合管廊的运维管理对于确保其正常运行和延长使用寿命至关重要,但面临建设规模大、管线种类多、环境复杂等挑战,传统的人工巡检和地面开挖检测手段存在效率低下、容易遗

漏问题、易造成二次破坏和交通堵塞等不足。目前,我国城市地下综合管廊的运维管理主要依赖人工巡检和定期检测,但两者均存在局限性,难以全面高效地发现和解决问题。因此,研究和应用测绘新技术以提高管廊运维管理的效率和准确性显得尤为重要。

2 测绘新技术在地下综合管廊建设与运维中的应用

2.1 三维激光扫描技术的应用

三维激光扫描技术是一种非接触式的测量方法,通过激光束扫描和摄像头拍摄,将地下管廊的几何信息转化成点云和影像数据,供后续的分析 and 处理使用。这种技术具有高精度、高效率、全方位等优点,能够准确记录管廊的几何形状和内部细节,包括管道的位置、直径、连接方式等。

2.1.1 三维建模与可视化。三维激光扫描技术能够生成地下综合管廊的三维模型,实现管廊的可视化管理。通过三维模型,可以直观地查看管廊的结构和管线布局,了解管廊的运行状态和问题所在。同时,三维模型还可以作为后续运维管理的数据基础,为维修和改造提供准确的空间参考。

2.1.2 变形监测与预警。三维激光扫描技术能够实时监测地下综合管廊的变形情况。通过定期扫描和对比分析,可以及时发现管廊的变形趋势和异常情况,为预警和应急处理提供数据支持。此外,还可以利用三维模型进行模拟分析,预测管廊的变形趋势和潜在风险,为管廊的维护和管理提供科学依据。

2.1.3 智能化管理与维护。三维激光扫描技术可以与地理信息系统(GIS)相结合,实现地下综合管廊的智能化管理和维护。通过GIS平台,可以集成管廊的三维模型、管线信息、运维数据等,实现数据的统一管理和共享。同时,还可以利用GIS平台的数据分析和预测功能,优化管廊的运维方案,提高运维管理的效率和准确性。

2.2 超声波探测与成像技术的应用

超声波探测与成像技术是一种利用超声波的传播和反射特性进行非破坏性检测的方法。在地下综合管廊的运维管理中,超声波探测技术能够穿透管壁,对管道内部进行精确成像,有效避免了传统检测方法的局限性和破坏性。

2.2.1 管道内部缺陷检测。超声波探测技术能够准确识别管道内部的缺陷,如裂纹、腐蚀、沉积物等。通过超声波成像,可以清晰地看到管道内部的状况,为管道的维修、更换和预防性维护提供科学依据。同时,该技术还能测量管道的壁厚,评估其剩余使用寿命。

2.2.2 流体特性监测。除了检测管道内部结构外,超声波技术还能监测管道内流体的特性,如流速、流量、密度等。这对于优化管道运输效率、预防泄漏和确保管道安全运行具有重要意义。

2.2.3 非开挖检测与评估。超声波探测技术的最大优势在于其非开挖特性,能够在不破坏管道和地面结构的情况下,对管道进行全面的检测和评估。这大大降低了检测成本,减少了对环境的影响,提高了检测效率。

2.3 远程监控与智能巡检机器人技术的应用

远程监控与智能巡检机器人技术是一种集成了高精度传感器、高清摄像头和先进导航系统的检测技术,专为地下综合管廊的运维管理设计。这项技术在管网运维中展现了独特的优势,为巡检、监测和应急响应提供了高效、精准的解决方案。

2.3.1 智能巡检与数据分析。智能巡检机器人能够沿着预设的轨道或自主导航路径在管廊内行驶,搭载的高清摄像头和多种传感器能够全面、快速地收集管廊的影像和数据。这些数据随后通过智能算法进行分析,识别出潜在的问题和风险点,如管线泄漏、结构损坏等,为运维人员提供精准的决策支持。

2.3.2 远程监控与实时反馈。远程监控功能允许运维人员通过控制中心实时查看机器人的巡检画面和数据,及时了解管廊的运行状态。机器人搭载的高清摄像头和传感器能够实时传输现场情况,实现信息的快速共享和响应。这种实时监控能力大大增强了运维管理的灵活性和效率。

2.3.3 应急响应与精准定位。在地下综合管廊发生突发事件时,智能巡检机器人能够迅速响应并到达现场。通过搭载的特定传感器,如气体检测仪、温度探测器等,机器人能够实时监测现场环境的变化,为救援人员提供准确的信息和指导。此外,机器人还可以通过精确定位系统快速找到问题点,为维修和抢修工作提供有力支持,确保管廊的安全运行。

2.4 数字孪生技术的应用

数字孪生技术是一种在数字空间中建立真实对象的模型,并通过传感器实现与真实对象实时同步的技术。在地下综合管廊的运维管理中,数字孪生技术可以实现对管廊的数字化运维和全生命周期管理。

2.4.1 数字孪生模型建立。数字孪生技术首先需要对地下综合管廊进行数字化建模。通过激光扫描等技术获取管廊的几何信息和管线布局等信息,然后在数字空间中建立管廊的数字孪生模型。这个模型可以真实地反映管廊的结构和运行状态,为后续分析和预测提供基础。

2.4.2 实时监测与预警。数字孪生技术可以与传感器相结合,实现对地下综合管廊的实时监测和预警。通过在管廊的关键部位安装传感器,可以实时监测管廊的温度、湿度、压力等参数变化情况。当这些参数超过预设阈值时,数字孪生模型可以发出预警信号,提醒运维人员及时处理异常情况。

2.4.3 数据分析与预测。数字孪生技术还可以利用大数据分析和机器学习等技术对管廊的运行数据进行挖掘和分析。通过对历史数据的分析和学习,可以预测管廊的未来运行状态和潜在风险。这些预测结果可以为运维人员提供科学的决策依据,优化管廊的运维方案和管理策略。

2.4.4 全生命周期管理。数字孪生技术还可以实现对地下综合管廊的全生命周期管理。通过数字孪生模型可以记录管廊从建设到运维的全过程数据和信息。这些数据和信息可以用于评估管廊的性能和可靠性,为后续的维护和改造提供科学依据。同

时,数字孪生技术还可以实现对管廊的智能化运维和远程监控,提高运维管理的效率和准确性。

3 测绘新技术在地下综合管廊应用中的优势与问题

3.1 测绘新技术应用与传统全站仪测量技术的对比

3.1.1 效率。传统全站仪测量方式依赖于人工逐点测量,这不仅工作量大,而且耗时较长,尤其是在大型且结构复杂的管廊中,效率问题尤为突出。相比之下,三维激光扫描能够快速覆盖大面积区域,显著提升了测绘工作的效率。这两种新技术不仅缩短了测绘周期,还减少了因长时间作业可能带来的疲劳和误差。

3.1.2 精度。虽然全站仪测量在特定条件下能够提供高精度的测量结果,但在面对复杂结构和大型管廊时,其局限性逐渐显现。三维激光扫描技术以其非接触式、高密度点云数据采集的特点,提供了更为全面和精确的几何信息。这种技术能够捕捉到更多细节,确保测绘结果的准确性和完整性。

3.1.3 安全性。传统全站仪测量通常需要人员进入管廊内部或近距离操作,这不仅增加了人员受伤的风险,还可能干扰管廊的正常运行。而三维激光扫描则能够在不干扰管廊运行的情况下进行远程测量和监测,大大降低了安全风险。

3.1.4 成本。虽然三维激光扫描的初期投入相对较高,但从长期来看,这些技术通过提高测绘效率、减少重复工作和降低人力成本,使得总体运维成本可能更低。此外,随着技术的不断成熟和普及,相关设备的成本也有望进一步降低。

3.2 测绘新技术应用中存在的问题

3.2.1 技术成熟度不足。虽然测绘新技术在地下综合管廊的应用中取得了显著的成效,但技术成熟度仍有待提高。例如,三维激光扫描技术虽然能够生成高精度的三维模型,但在处理复杂结构和大型管廊时仍存在困难。

3.2.2 数据整合与共享难度大。地下综合管廊涉及多个部门和单位的协作,数据整合与共享难度较大。测绘新技术生成的数据种类繁多、格式复杂,难以实现统一管理和共享。这导致各部门和单位之间的信息交流不畅,影响了运维管理的效率和准确性。

3.2.3 运维人员技能水平不足。测绘新技术需要专业的技能和知识来支持其应用。然而,目前地下综合管廊的运维人员普遍缺乏相关的技能和知识,难以充分发挥测绘新技术的优势。因此,需要加强运维人员的培训和技能提升工作,提高其应用测绘新技术的能力和水平。

4 改进对策与建议

4.1 加强技术研发与创新

针对测绘新技术在地下综合管廊应用中存在的技术成熟度不足问题,应加强技术研发与创新工作。通过加大科研投入和引

进先进技术,提高测绘新技术的精度和稳定性;同时,结合地下综合管廊的实际情况和需求,开展针对性的技术研发和创新工作,推动测绘新技术在地下综合管廊中的应用和发展。

4.2 建立统一的数据管理平台

为解决数据整合与共享难度大问题,应建立统一的数据管理平台。该平台应实现对测绘新技术生成的数据的统一管理和共享,包括数据格式转换、数据质量控制、数据备份与恢复等功能。同时,该平台还应提供数据分析和挖掘工具,为运维人员提供科学的数据支持。

4.3 加强运维人员培训

针对运维人员技能水平不足问题,应加强运维人员的培训。通过举办培训班、邀请专家授课等方式,提高运维人员对测绘新技术的认识和了解;同时,结合实际应用案例和模拟演练等方式,提高运维人员应用测绘新技术的能力和水平。此外,还应建立激励机制和考核机制,鼓励运维人员积极学习和应用测绘新技术。

4.4 完善政策法规和标准体系

为推动测绘新技术在地下综合管廊中的应用和发展,应完善相关政策法规和标准体系。通过制定相关政策和法规,明确测绘新技术在地下综合管廊中的应用范围和要求;同时,结合实际情况和需求,制定相关的技术标准和规范,为测绘新技术在地下综合管廊中的应用提供科学依据和指导。

5 结论

本文综述了测绘新技术在城市地下综合管廊建设与运维中的应用现状,指出其能提高运维效率、降低成本、增强安全性等优势,但也存在技术成熟度不足、数据整合共享难、运维人员技能欠缺等问题。为此,提出了加强技术研发、建立数据管理平台、培训运维人员、完善政策法规等改进对策。未来,随着测绘新技术的不断进步,其在地下综合管廊中的应用前景广阔,有望为城市可持续发展和人民生活幸福做出更大贡献。

[参考文献]

[1]周毅.GIS+BIM技术在地下综合管廊管理中的应用[J].住宅产业,2024(3):90-93.

[2]江玮骏,庄华夏.基于三维激光扫描技术的城市综合管廊三维模型应用研究[J].中国高新科技,2024(12):134-136.

[3]于林佳松.三维激光扫描技术在城市地下综合管廊建模中的应用[J].城市勘测,2018(A01):153-155.

作者简介:

何浩明(1989--),男,汉族,广东省梅州市人,大学本科,广州市城市规划勘测设计研究院有限公司,测绘工程中级工程师,研究方向:测绘工程。