

# BIM+ 三维激光扫描技术在市政工程质量检测中的应用研究

文 / 黄明钟 山东易方达建设管理集团有限公司

李革新 山东易方达建设管理集团有限公司

**摘要：**市政工程作为城市发展的基础设施，其质量直接关系到城市的正常运转和居民的生活质量。传统的市政工程质量检测方法存在效率低、精度有限、难以检测隐蔽部位等局限性，随着科技的不断进步，BIM与三维激光扫描技术逐渐在市政工程领域崭露头角。将BIM与三维激光扫描技术相结合应用于市政工程质量检测，能够充分发挥两者的优势，弥补传统检测方法的不足。通过三维激光扫描获取工程实际数据，与BIM模型进行对比分析，可以实现对市政工程质量的全方位、精准、实时检测，及时发现质量问题，为工程质量控制提供有力支持。基于此，本文对BIM+三维激光扫描技术在市政工程质量检测中的应用进行探讨，以供相关从业人员参考。

**关键词：**BIM技术；三维激光扫描技术；市政工程；质量检测；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.10.028

## 引言

BIM技术以数字化三维模型为载体，整合了工程项目从设计、施工到运营维护全过程的各种信息，为工程各参与方提供了一个协同工作的平台，使信息交流更加顺畅、准确。三维激光扫描技术则能够快速、高效地获取物体表面的三维空间数据，生成高精度的点云模型，真实反映物体的实际形态。将BIM与三维激光扫描技术相结合，可以充分利用两者的优势，为市政工程质量检测提供一种全新的解决方案。

### 一、市政工程质量检测传统技术的局限性

#### （一）检测效率较低

市政工程规模庞大，涵盖道路、桥梁、排水等众多项目。传统检测技术多依赖人工单点、局部检测，像道路平整度检测，需检测人员携带设备逐段测量，过程烦琐，耗费大量人力与时间。在桥梁检测中，对结构内部缺陷检测，常需搭建脚手架等辅助设施，工人近距离查看，效率极为低下。面对大型市政项目工期紧张的情况，传统检测技术进度缓慢，难以满足快速检测需求，易导致工程进度延误，增加项目成本。

#### （二）检测精度有限

传统检测技术在精度方面存在固有局限。在测量道路厚度时，采用钻芯取样法，样本只是局部，不能完全代表整个路段情况，且人工操作过程中，对样本处理和测量出现误差。对于桥梁结构应力检测，传统应变片测量易受环境因素如温度、湿度影响，导致测量数据偏差。在地下管线检测中，采用实地开挖探测，不仅破坏路面，而且对管线定位精度有限，难以准确获取管线具体走向和深度，这种精度不足使后续工程设计和施工出现偏差，影响工程质量。

#### （三）难以检测隐蔽部位

市政工程存在大量隐蔽部位，传统检测技术对此常

力不从心。如深埋地下的排水管道，传统方法只能在地面通过简单的外观检查和少量的井口探视，无法知晓管道内部腐蚀、渗漏等状况。对于桥梁墩台基础，处于水下或地下，传统检测难以触及，难以发现基础的冲刷、空洞等病害。建筑物内部的钢筋布置、混凝土密实度等隐蔽信息，传统检测技术往往只能依靠有限的钻孔探测，无法全面准确掌握，这就使得隐蔽部位的质量隐患难以及时发现，为工程长期安全运行埋下风险。

### 二、BIM+ 三维激光扫描技术在市政工程质量检测中的优势

#### （一）高精度数据采集与整合

BIM技术能构建精确的市政工程数字化模型，而三维激光扫描技术可快速获取现场实际的高精度点云数据。二者结合，能把点云数据与BIM模型精准匹配。在道路检测中，三维激光扫描可精确采集路面平整度、裂缝等数据，快速生成实景三维模型，与BIM模型对比，偏差一目了然。在桥梁检测时，能获得桥梁复杂结构的完整数据，精确到毫米级，全面掌握结构实际状况，为质量评估提供高精度数据支撑，传统检测技术难以企及这种数据的精准度与完整性。

#### （二）可视化与实时监测

BIM以三维可视化模型展示工程信息，结合三维激光扫描的实时数据采集，实现对市政工程质量的全方位、实时可视化监测。工作人员可直观看到工程实体与BIM模型的差异，如在地下管廊建设中，实时比对扫描数据与BIM模型，及时发现管道安装偏差。对于大型市政项目，通过定期扫描获取数据更新模型，以可视化方式呈现工程随时间的质量变化，方便管理者及时发现潜在质量问题，制定针对性措施，大大提高质量管控效率，避免问题积累导致严重后果。

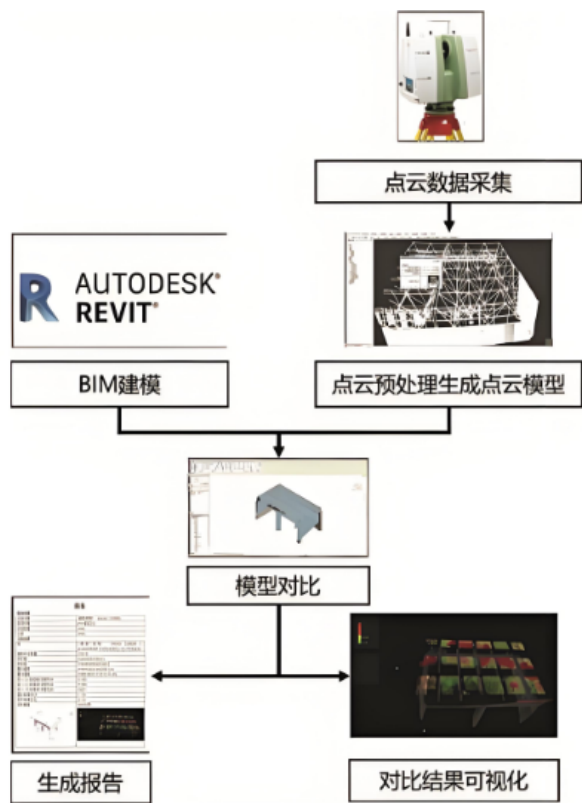


图1 整体技术路线

### (三) 全面检测与分析

BIM+ 三维激光扫描技术可对市政工程进行全面检测分析。三维激光扫描能无死角采集工程表面信息，BIM模型整合各类数据信息。在广场、公园等市政场地检测中，不仅能检测地面平整度、设施安装情况，还能分析空间布局合理性。针对复杂的市政桥梁结构，可对结构连接点、应力分布等多方面进行检测分析，基于BIM模型进行模拟分析，评估质量问题对结构安全的影响，为维修、加固提供科学依据，实现全方位、多层次的工程质量检测与评估。

## 三、BIM+ 三维激光扫描技术在市政工程质量检测中的应用

### (一) 道路工程平整度检测

在市政道路建设中，道路平整度是衡量工程质量的关键指标。利用三维激光扫描技术，可快速、全面地采集道路表面的海量点云数据，精确到毫米级别，能够真实反映路面的微观起伏状况。与此基于道路设计参数构建精确的BIM模型，该模型包含了理想状态下道路的各项几何信息。将三维激光扫描获取的点云数据与BIM模型进行细致比对，系统会自动识别出路面不平整的区域，并精准计算出偏差程度。在一段新建的城市主干道检测中，通过这种方式发现了部分路段存在局部凹陷，偏差超出设计允许范围。依据检测结果，施工方可以及时对不平整区域进行针对性修复，从而有效提升道路的行车舒适性与安全性，确保道路施工质量达到高标准。

### (二) 桥梁结构尺寸检测

桥梁作为市政工程的重要组成部分，其结构尺寸的

准确性直接关系到桥梁的承载能力与稳定性。采用三维激光扫描技术，能够对桥梁的梁体、桥墩、桥台等关键结构进行全方位、无死角的数据采集。通过激光束的快速扫描，获取桥梁各部分结构表面的精确点云数据，这些数据包含了丰富的几何信息。将采集到的数据与基于设计图纸构建的BIM模型进行对比分析，能够清晰地显示出桥梁各结构实际尺寸与设计尺寸的差异。哪怕是极其细微的尺寸偏差，也能被精准识别。在某座大型桥梁的建设过程中，检测发现部分桥墩的截面尺寸与设计值存在偏差，及时通知施工方进行调整，避免了因尺寸偏差导致的结构安全隐患，保障了桥梁结构尺寸严格符合设计要求，为桥梁的长期安全使用奠定基础。

### (三) 隧道工程衬砌厚度检测

在隧道施工期间，借助三维激光扫描技术，能够快速获取隧道内壁的详细点云数据，完整呈现隧道内壁的表面形态。结合预先建立的包含隧道设计信息的BIM模型，利用专业软件进行空间定位与数据分析，可精确计算出隧道衬砌的实际厚度。通过定期对隧道内壁进行扫描检测，并与BIM模型对比，能够实时监测衬砌厚度的变化情况。一旦发现衬砌厚度出现异常，如厚度不足或超厚等问题，可及时采取相应措施进行处理。在某隧道项目中，通过这种检测方法发现部分区域衬砌厚度未达到设计标准，及时督促施工方进行加厚处理，有效防止了因衬砌厚度不足引发的隧道渗漏、结构变形等质量问题，确保了隧道衬砌的质量与长期稳定性。

### (四) 地下管线定位与检测

地下管线犹如城市的“生命线”，其准确位置与运行状况对城市的正常运转至关重要。三维激光扫描技术可通过对地下管线区域的地面进行扫描，获取高分辨率的地面点云数据，这些数据包含了丰富的地形与地物信息。基于详细的地下管线设计资料构建BIM模型，该模型精确展示了地下管线的位置、走向、埋深等信息。将三维激光扫描数据与BIM模型相结合，利用空间分析技术，能够更加准确地定位地下管线在地下空间中的实际位置。通过对扫描数据的深入分析，还可以检测地下管线是否存在变形、破损等异常情况。在城市老旧城区的改造项目中，利用该技术准确找到了隐蔽多年且资料缺失的地下管线，并发现部分管道存在老化变形现象，为后续的管线维护与改造提供了关键依据，保障了地下管线系统的安全稳定运行。

### (五) 排水管道渗漏检测

运用三维激光扫描技术对排水管道内部进行检测，可快速获取管道内壁的三维点云数据，生成高精度的管道内壁三维模型。这个模型能够清晰地呈现管道内壁的每一处细节，包括管道接口、管壁表面等部位。将生成的三维模型与基于设计参数构建的BIM模型进行对比分析，利用专业的数据分析算法，能够直观、准确地发现管道接口处是否存在渗漏痕迹，以及管壁是否出现裂缝等缺陷，并精确定位渗漏位置。在某次城市排水系统检

测中,通过这种方法发现了多条排水管道存在不同程度的渗漏问题,为后续的管道修复工作提供了精确的位置与损坏情况信息,大大提高了排水管道修复的效率与准确性,有效保障了排水系统的正常运行,减少了对城市环境的负面影响。

### (六) 建筑物外立面质量检测

激光束以极高的频率发射并反射,获取外立面各个部位的精确空间信息,形成高密度的点云数据。这些数据经处理后,可生成逼真的建筑物外立面三维模型。将此模型与基于设计方案构建的BIM模型进行细致比对,能检测出诸多质量问题。可精准测量外立面的平整度,判断是否存在凹凸不平的区域;检查装饰材料的安装质量,查看瓷砖、石材等是否存在空鼓、脱落迹象;还能发现外立面墙体的裂缝,无论裂缝多么细微,都难以遁形。在某城市地标性建筑的检测中,通过这种方式发现部分外墙瓷砖存在安装不平整及小块空鼓现象。及时的检测结果为维修工作提供了明确指导,避免了因瓷砖脱落造成的安全事故,确保建筑物既保持美观,又具有可靠的安全性。

### (七) 广场地面铺装质量检测

广场作为城市居民重要的活动场所,其地面铺装质量直接影响使用体验。三维激光扫描技术能快速覆盖广场大面积区域,获取地面铺装的详细点云数据。基于这些数据构建的三维模型,可清晰呈现地砖的铺设状况。与BIM模型对比,能够从多个维度检测铺装质量。其一,检测地砖的铺设平整度,精确测量相邻地砖之间的高度差,判断是否符合设计要求;其二,查看缝隙均匀度,确保缝隙宽窄一致,符合美观与排水要求;其三,通过分析点云数据的密度变化,判断是否存在地砖空鼓现象。在某大型城市广场的检测中,借助该技术发现部分区域地砖平整度偏差较大,且存在少量地砖空鼓问题。依据检测结果,施工方及时进行了返工处理,提升了广场地面的整体质量,为市民营造了舒适、安全的活动空间。

### (八) 路灯、公交站台等设施安装检测

路灯、公交站台等市政设施的安装质量,关系到市民的出行安全与便利。基于BIM模型的设计信息,包含了这些设施的精确位置、角度、高度等参数。利用三维激光扫描技术,可快速获取设施实际安装后的空间数据。将扫描得到的数据与BIM模型进行对比分析,能准确判断设施的安装是否符合设计要求。检查路灯的垂直度与安装高度,确保其照明范围符合规划;检测公交站台的位置与角度,保证与公交线路及周边道路的衔接顺畅。在某新城区的建设中,对路灯和公交站台进行检测时发现,部分路灯倾斜角度超出允许范围,少数公交站台位置与设计存在偏差。及时调整后,保障了这些设施的正常使用,为居民出行提供了更好的服务。

### (九) 绿化工程地形与植物布局检测

绿化工程对于提升城市生态环境和景观效果至关重要,应用三维激光扫描技术,可快速获取绿化区域

的地形数据,精确还原地形的起伏变化。将这些数据与基于设计方案的BIM模型对比,能检测地形塑造是否符合设计意图。通过对扫描数据的分析,可对植物的种植位置、密度进行评估。依据植物在BIM模型中的规划布局,检查实际种植情况是否与之相符,判断植物间距是否合理,是否满足生长空间需求,以及整体布局是否达到预期的景观效果。在某城市公园的绿化建设检测中,发现部分区域地形堆坡高度与设计有差异,部分植物种植密度过高。根据检测结果进行调整,优化了公园的地形与植物布局,提升了绿化景观的质量与生态功能。

### (十) 综合管廊内部设施检测

综合管廊容纳了多种市政管线和附属设施,其内部设施的正常运行对城市至关重要。三维激光扫描技术可深入综合管廊内部,快速获取管廊内各类管线、支架、消防设施等的详细点云数据。结合BIM模型,能够对设施的安装位置进行精准检测,判断是否存在偏移;检查支架的牢固程度,分析其是否能承受管线重量;还能查看消防设施的配备与安装是否符合规范。在某次综合管廊的定期检测中,通过这种方式发现部分管线支架出现松动,个别消防设施安装位置不便于操作。及时维修与调整后,保障了综合管廊内部设施的安全稳定运行,降低了潜在的安全风险。

### 结语

综上所述,BIM+三维激光扫描技术在市政工程质量检测中的应用,为提升工程质量检测水平带来了新的契机。通过二者的结合,能够在市政工程的各个环节,从道路、桥梁到隧道、地下管线等,实现高精度、可视化、全方位的质量检测,有效克服传统检测技术的弊端。该技术在实际应用中也面临一些挑战,需要研发更高效的数据处理算法和软件,提高数据处理的自动化和智能化水平,制定统一的技术标准和规范,确保该技术在市政工程质量检测中的应用更加规范、科学。随着技术的不断发展和完善,其将在提升市政工程质量、保障城市基础设施安全运行等方面发挥更为重要的作用,为城市的可持续发展奠定坚实基础。

### 参考文献

- [1] 孟凡超,董帅.倾斜摄影测量与地面激光扫描技术的三维建模研究与应用[J].黑龙江科学,2022,13(24):94-97.
- [2] 林益新.三维激光扫描技术在滑坡变形监测中的应用[J].经纬天地,2022,(06):19-21+26.
- [3] 刘元庆.三维激光扫描技术在道路工程测量中的应用[J].中国科技信息,2022,(24):71-74.
- [4] 刘章强.三维激光扫描技术在矿山测量中运用分析[J].内蒙古煤炭经济,2022,(23):172-174.
- [5] 陈昌城.市政工程检测对工程质量的重要性研究[J].居业,2022,(09):82-84.
- [6] 翟润.市政工程质量检测要点及方法研究[J].砖瓦,2020,(05):138-139.