

# 激光扫描测量在道路工程中的应用与发展

李荔特 杨雨尤 李文博 王坤  
中陕核工业集团测绘院有限公司  
DOI:10.12238/gmsm.v7i8.1930

**[摘要]** 激光扫描测量作为一种高效率、无损伤的检测手段,在道路施工中发挥着重要作用,该系统具有无接触、高精度的特点,可以为道路设计人员提供可靠的技术支持。本文主要介绍该技术的基本原理,通过对该技术的原理介绍,分析其在道路工程各个阶段的具体应用,包括道路设计、施工及运营维护等。同时本文对探讨激光扫描测量在道路建设中的优势、面临的挑战及未来的发展方向,以期对道路工程中的激光扫描测量技术有一个较为完整地了解,并对其有一定的指导意义。

**[关键词]** 激光扫描测量; 道路工程; 三维模型; 高精度; 非接触式测量  
**中图分类号:** U41 **文献标识码:** A

## Application and development of laser scanning measurement in road engineering

Lite Li Yuyou Yang Wenbo Li Kun Wang

China Shaanxi Nuclear Industry Group Surveying and Mapping Institute Co., LTD.

**[Abstract]** Laser scanning measurement, as an efficient and no-damage detection means, plays an important role in highway construction. The system has the characteristics of no contact and high precision, and can provide reliable technical support for highway designers. This paper mainly introduces the basic principle of the technology, through the introduction of the technology, analyzes its specific application in each stage of road engineering, including road design, construction and operation and maintenance. At the same time, this paper discusses the advantages, challenges and future development direction of laser scanning measurement in highway construction, in order to have a more complete understanding of the laser scanning measurement technology in highway engineering, and has certain guiding significance for it.

**[Key words]** laser scanning measurement; road engineering; three-dimensional model; high precision; non-contact measurement

## 引言

随着时间的推移,道路工程领域不断进步和创新,这种高速发展的大环境对检测技术提出了更高的要求。传统的检测手段已不能满足现代化道路施工的需要,尤其对高精度、高效率、无接触检测的需求日益突出。在此背景下,激光测距、GPS定位等新型测量方法能够在保证施工进度的同时,极大地提高施工进度,保证施工质量。其中激光扫描是近年来兴起的一种新的检测方法,它具有高精度、高效率和非接触等特点,已被广泛地用于道路建设领域。本文将对激光扫描测量技术在道路工程中的应用与发展进行深入研究。

### 1 道路工程对测量技术的需求

道路工程项目通常涉及庞大的施工线路,其地形和地质条件变化剧烈,同时在实际建设过程中,经常面临各种复杂的地质环境,如松散的土石、地下断层等,这些都对道路建设的设计与施工提出了较高要求。无论是在设计阶段对线路布置的精确要

求,在施工过程中对场地状态的精确检测,或是在运行及养护过程中对路面状态的精细化监测,都需要高精度的测量技术为基础。因此道路工程的测量需要克服技术上的挑战,如高边坡处理、隧道开挖与支护等,另外采用全站仪和水准仪等常规测量方法,可以在一定程度上满足测量要求,但也存在着测量效率低下,容易受到外界环境的干扰等问题。为此迫切需要更先进、更有效的检测手段。

### 2 激光扫描测量技术原理

激光扫描测量是一种基于激光光束在空间上指定位置的精密测量仪器,该方法采用高精度的激光束扫描被测目标,并通过对目标的反射、折射系数的测量,重构出目标的三维结构。该系统采用一种新型的光学成像技术,通过发射一道激光束,并将其反射回波,计算出物体到扫描器的位置,再与扫描器的角度传感器相结合,从而获得物体的三维空间坐标。由于其高精度、高效率、无接触等优点,使得其在现代测量中占有重要的位置。同时

激光扫描测量可以快速、准确地获取海量的三维空间信息,从而大幅提升工作效率,并为大型道路建设项目提供详尽、精确的测量数据。<sup>[1]</sup>在此基础上,为工程人员提供更多的信息,以便更好地进行路面设计,保证工程的质量与安全。

### 3 激光扫描测量在道路工程中的应用

#### 3.1 道路设计阶段

##### 3.1.1 地形测绘

激光扫描测量技术是一种先进的测绘工具,它能够迅速而精确地捕捉道路周围的地形信息。工作人员利用激光测距技术,可以快速获取道路沿线的地貌信息,为道路选线提供可靠的地质依据。同时该技术使工程技术人员能够快速、准确地对建设用地进行评价,进而对其进行合理的规划设计,以降低将来可能发生的交通事故,提升城市道路的综合使用性能。

##### 3.1.2 建立三维模型

工作人员利用激光扫描测量技术,可以准确获取道路边界、地形特征和周边环境等三维细节。通过该方法建立的三维模型既可以帮助设计者对不同的规划方案进行评价,又可以发现其中的不足之处及改善的余地,以达到更高的效率和经济性。而且设计师还可以利用这个数字工具,不断地修改自己的工作,保证最后的成果与现实的需要完全一致,进一步提高工程的质量和实用性。激光扫描测量通过建立三维模型可以为城市道路系统的规划、构建以及管理提供深入的理论支撑,同时在道路使用效率、交通流量调控、环境影响评估等关键领域进行创新研究,从而为未来城市发展中道路体系的优化升级提供有力的理论依据和实践指导。

#### 3.2 道路施工阶段

##### 3.2.1 施工场地监测

激光扫描测量技术的应用可以极大地提升工程建设过程中对施工环境的监控能力,通过高精度的激光传感器能够不间断地扫描施工场地,实时记录地表的微小变化,从而及时发现并解决潜在的安全隐患。这不仅提高了施工效率,而且确保了作业人员和周围居民的生命财产安全。

##### 3.2.2 土石方量计算

工作人员通过采用高精度的激光扫描测量方法,获取高精度的地形地貌信息,对项目的规划、设计具有重要意义。同时利用该方法所获得的工程勘察成果,既能准确地估计出工程所需的土石方量,又能为工程造价控制提供科学、准确的依据。土石方量计算这种技术支撑使建设企业既能对造价进行有效的控制,又能保证工程的质量,从而提高整体的经济效益。

##### 3.2.3 施工质量检测

激光扫描测量是当今工程测量领域最先进的一项技术,它可以准确获取和分析路面结构的平整度和厚度信息。在此基础上,研究人员可利用该测试手段,获取相关的材料品质、施工精度等关键指标,保证道路建设工程的总体性能满足设计需求,并对其进行有效的检测与处理,从而有效提高施工精度,为保证道路交通安全、延长道路服役年限提供有力的技术支撑。<sup>[2]</sup>

#### 3.3 道路运营维护阶段

##### 3.3.1 道路病害检测

激光扫描测量是一种采用高精度激光束对路面进行扫描,实现对路面各类病害的快速、精确探测,如微小裂纹、坑槽严重影响路面的正常使用,利用该技术维修人员可以快速获取路面损坏情况,为采取合理的养护措施提供依据。激光扫描测量下的道路病害检测既可以提高道路维修的效率,又可以保证维修工作的科学、准确,从而为公众提供最好的服务。

##### 3.3.2 道路变形监测

定期执行的激光测距扫描技术能够精确地捕捉到路面的变形信息,这种数据不仅能够反映道路结构随时间变化的动态特征,而且对于评估道路的长期稳定性和安全性至关重要。工作人员通过这些定期的测量活动可以识别出潜在的损害迹象,并据此进行必要的维护和修复工作,确保交通流的顺畅与安全。这样的监测机制对于预防性维护措施的制定和实施提供科学依据,有助于延长道路的使用寿命,并提升公众对道路设施可靠性的信心。

##### 3.3.3 为道路改扩建提供基础数据

激光扫描技术是一种利用高精度的激光束获取道路沿线精细的3D信息的一种先进的测量手段。该方法可有效获取各类构筑物的三维形貌、高程等关键参数,为建设单位提供设计、规划、施工等方面的重要依据。<sup>[3]</sup>工作人员通过该技术能够精确地预测出道路的实际状况,保证改扩建工程的顺利实施,同时将对已有交通造成的影响降到最低。所以在现代化的道路、桥梁维修改造中,激光扫描测量具有不可替代的地位。

## 4 激光扫描测量技术在道路工程应用中的优势

#### 4.1 高精度、高效率的数据采集

激光扫描测量技术作为一种先进的测量工具,它能够迅速而精确地捕捉和处理大量的三维信息。这种技术的高速特点使得在复杂环境中进行精确测量成为可能,从而极大地提高测量效率,为各种工程、制造业以及科学研究提供强有力的数据支持。工作人员通过这种方式获得的高精度数据,可以更好地理解和分析物体的形态与结构,进而优化设计方案或改进制造流程。

#### 4.2 非接触式测量

激光扫描测量技术与传统测量手段相比,具有无接触、无接触等优点,可避免因接触造成的损伤及潜在的扰动。该方法以激光为探头对被测对象进行高精度、非破坏性的扫描,确保被测对象的完整性。另外非接触式测量无需与被测物体发生直接接触,可降低被测物体损伤的危险,也可简化常规工作程序、提高工作效率。因此在许多行业中,特别是在精密仪器和材料的测试中,激光扫描是一项非常重要的技术。<sup>[4]</sup>

#### 4.3 能够获取丰富的三维信息

由于激光扫描测量技术具有精度高、效率高等特点,使得其在道路工程中的应用越来越受到人们的重视。基于高精度激光扫描的道路路面检测方法,在获取道路沿线精细的三维构造信息的基础上,实现对复杂地形环境下的特殊需求的准确,为道路

工程设计人员提供更为直观、准确的设计依据,同时为道路工程设计及施工提供更为完整的参考依据,进而提升工程施工质量,保障行车安全。

## 5 激光扫描测量技术在道路工程应用中面临的挑战

### 5.1 数据处理量大

激光扫描测量技术作为一种高精度的测量工具,能够在极短时间内获取大量数据,这些数据量庞大且复杂多样,对计算机的处理能力具有极高的要求,该技术在进行数据处理时,必须面对内存占用大、运算速度慢等诸多挑战,这使得数据处理成为了一个相当棘手的问题。因此为了确保测量结果的准确性和可靠性,研究人员和工程师们需要不断优化算法,提高计算机的数据处理效率,以便更好地驾驭这一技术的强大潜能。

### 5.2 技术成本较高

虽然激光扫描测量具有高精度、高速度等优点,已得到工程界的普遍认同,但由于设备购置成本高、作业条件繁琐等原因,很难在一般道路建设工程中得到大面积推广。同时这一技术的成本问题成为了其应用范围受限的主要障碍之一,它不仅增加了施工单位的经济负担,也在一定程度上限制这项技术在整个行业中的普及和发展潜力。因此降低设备成本、简化技术操作流程,以及制定更加灵活的收费机制,对于促进激光扫描测量技术在道路建设中的广泛应用至关重要。

### 5.3 测量精度受环境因素影响较大

激光扫描测量技术是一种新的检测方法,它的检测精度与很多因素有关,如恶劣的大风、暴雨、强烈的日照都会对光束的传播造成不良的影响,进而造成测量的误差。另外光强也是一个重要的影响因素,太强的光源可能会对激光产生影响,从而导致数据处理的复杂性和准确性。所以在进行激光扫描测量时,一定要注意周围的环境,尽量避免这些现象的产生,从而得到更加精确的测量结果。

## 6 激光扫描测量技术在道路工程中的发展趋势

### 6.1 与其他测量技术的融合

激光扫描测量技术与现代导航技术,如GPS和惯性导航系统等紧密结合起来,不仅可以显著提升测量的精确度,而且还可以提高整个过程的效率。该方法充分发挥激光测距的高精度优势和卫星导航系统的强大空间定位功能,保证高精度、高效率的数据获取。因此工作人员将这两种先进的测量方法结合起来,就可以在地面建筑、地形勘测或海洋工程中对各类工程进行更精确的测量。

### 6.2 智能化数据处理

随着人工智能技术的飞速发展,激光扫描测量技术通过引入人工智能算法,正在实现数据分析处理的智能化转变。未来的应用将不再局限于传统的数据采集和初步分析,而是能够实现自动化的深入分析和复杂决策过程。这些进步意味着在工程、建筑以及其他诸多行业中,人们将能够获得更加精准和高效的数据处理能力,从而推动生产力的大幅提升。<sup>[5]</sup>

### 6.3 降低成本

在科技飞速发展的今天,高精度、高效率的激光扫描测试技术已逐渐成为市场的宠儿。随着科学技术的发展和成本的不断优化,该领域的应用门槛逐渐降低,使更多的企业和组织可以以较低的成本进行质量控制、产品开发、供应链管理等重要环节的投资。这一发展趋势,不但代表着激光扫描测量的广泛性,而且在许多方面都将扮演越来越重要的角色。

## 7 结语

综上所述,激光扫描测量技术作为一种新兴的检测方法,已在道路建设中得到广泛应用。随着科学技术的发展和人们对交通运输的要求越来越高,这种方法在今后的道路建设、养护和管理中将发挥越来越重要的作用。在保证工程质量、提高施工效率、推动产业技术更新等方面,具有无可替代的重要作用。所以对其进行深入的研究与应用,对促进我国道路建设事业的发展,有着十分重要的意义。在今后的研究中,期望通过与其它技术的融合,达到更高效率、更准确、更智能化的测量与数据处理,从而为道路工程领域提供更加全面的技术支持。

## 【参考文献】

- [1]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.
- [2]阳杨.三维激光扫描技术在道路工程断面测量中的应用[J].企业科技与发展,2021,(06):71-72+75.
- [3]王佳乐.三维激光扫描技术在道路工程测量中的应用[J].科技资讯,2019,17(11):46+48.
- [4]陈海峰.三维激光扫描技术在道路工程测量中的应用分析[J].建材与装饰,2018,(17):205-206.
- [5]熊剑飞,王扉,林宇辉,等.车载三维激光扫描技术在道路竣工测量中的应用[J].河南科技,2022,41(01):29-32.

## 作者简介:

李荔特(1992--),男,汉族,陕西省咸阳市泾阳县人,本科,工程师,从事的研究方向或工作领域:工程测量。