

# 浅谈三维激光扫描技术在建筑工程中的应用

许念念 黄作平 滕绪河 王文玲 吕金刚

中建八局第二建设有限公司 绍兴市 312300

**【摘要】**技术革新是人类科技不断进步的动力，随着科技的高速发展，在测绘领域也出现了一批新技术，其中就包含三维激光扫描技术。它是在传统测量手段基础上的一种突破，能在空间信息复杂的情形下，使用激光测量技术对物体进行快速非接触扫描，从而获得物体表面的点云数据，其包含反射强度、色彩信息及最重要的三维坐标。然后将经过计算机处理后的点云数据与CAD、revit等软件结合，重新三维建模以获得各种所需要的数据。三维激光扫描技术可以应用于测绘的各个领域，例如断面和体积测量、地形测量、工程测量、地籍测量、摄影测量、变形监测等，本文章主要探讨该技术在建筑工程中的应用。

**【关键词】**三维激光扫描、土石方测量、基坑变形监测、BIM施工

## 1 引言

三维激光扫描技术是测绘领域的一种新兴技术，它集自动化、高精度、立体扫描为一体，是一种全新获取数据的手段。相较于传统测量手段，通过三维激光扫描技术我们能更精确、快速地获取目标的三维影像数据，是对传统测量及数据处理方法的一种突破，开创了全新的研究和应用领域。三维激光扫描技术适用于任何复杂的空间环境，它可直接采集大规模、复杂、不规则实体实景的完整三维数据，从而对目标进行快速的三维建模以获取各种制图数据。本文通过对三维激光扫描技术的工作原理、技术特点、应用领域和前景等几方面内容的讲解，重点阐述三维激光扫描技术在建筑工程中的应用。

## 2 研究背景

随着人类对科技创新的不断探索发掘，三维激光扫描技术已然成为测绘各个领域的研究热点，它拥有其它传统测量技术无法比拟的优势：①超高的自动化程度；②超低的劳动强度；③极少的外业作业时间；④极少的人力投入；⑤超快的数据获取速度。由于它较传统测量有如此多的优点，故而有必要对三维激光扫描技术作出相应研讨，以便对其有更为深入的认知，从而使其在更广泛的领域得到更好的应用。

## 3 三维激光扫描系统

### 3.1 系统组成

三维激光扫描系统主要包含测距、扫描、数据采集及处理系统，同时集成 CCD 和内部控制、校正系统等，主要由以下几个方面组成：

(1) 三维激光扫描仪：三维激光扫描仪是三维激光扫描系统最主要的组成部分，它由激光发射器、接收器、计时器、滤光镜、控制电路板、微电脑、CCD 机等组成。

(2) 图像（视频）采集系统：它的作用是将 CCD 输出的视频信号进行转换、压缩。

(3) 旋转平台：它是整个扫描系统的支撑，其上设有传感器，随着控制指令进行运转，而后产生信号。

(4) 数据采集系统：此系统的作用是将图像采集系统输出的视频信号进行系列处理形成三维数据，为后续的模式重建等应用服务。

(5) 数据处理系统：数据处理主要由计算机完成，配合专用版卡，通过接口、总线 and 专用版卡将其它部分组合起来，在主机上进行图像处理、数值计算。

### 3.2 工作原理

三维激光扫描的核心原理是激光测距原理，可快速、大量获取目标物表面密集点的三维坐标信息、色彩信息和反射率等，从而快速重建目标三维模型，输出各种图形数据。相对于传统技术手段只

能单点测量，三维激光扫描技术可大面获取多点数据，实现了从单点到多点的革命性技术突破。激光扫描顾名思义是运用激光来扫描目标物，根据三角测距原理获取与目标物之间的距离，而后对数据进行三维化处理。如图 3-2 所示，假设坐标原点即扫描仪三维坐标已知，则能测算出 P 点的三维位置信息，多点测量的优势可快速获取大量的 P<sub>i</sub> 点信息形成点云，数据处理系统再对点云进行处理从而获得所需的数据。

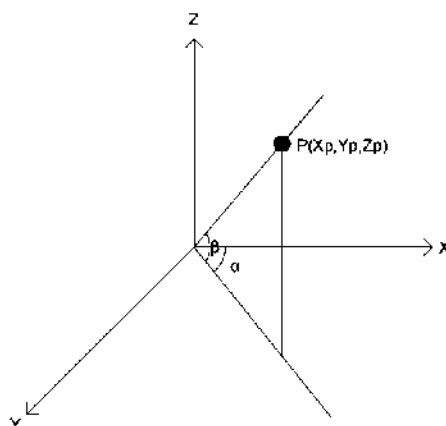


图 3-2: 工作原理示意图

## 4 三维激光扫描技术的特点

三维激光扫描技术是测绘领域继 GPS 技术之后的又一次伟大的技术革命，它具有高自动化、良好兼容性、高精度、数据获取速度快等优势，与传统的测量方式相比，三维激光扫描技术具有以下特点：

1、无接触式。三维激光扫描技术是通过激光在目标表面进行快速测量，不需要反射棱镜，也无需对目标物体进行任何表面处理，直接对所测物体进行扫描即可采集目标三维坐标信息形成点云数据。在复杂空间环境及所测量物是人员无法到达的情况下，三维激光扫描能够完成传统测量技术无法完成的任务。

2、数据获取速度快，获取量大。当下，基于相位激光测量的三维激光扫描仪测量频率已突破百万点/秒；基于脉冲激光的扫描仪测量频率也已达到万点/秒，其采样速率已远超传统测量方式。

3、扩展性强。所获取的数据可以和其他软件进行数据交互，使它的应用范围得到了极大的拓宽，其良好的扩展性，也使得测量数据的准确性得到进一步的提高。

4、分辨率高、精度高。

5、数字化程度高，兼容性好。

## 5 三维激光扫描技术在建筑工程中的应用

### 5.1 土石方测量

土石方测量是工程建设的一项重点工作，由于其与各方面的利益相关，它测量精度要求很高，同时某些工程受施工环境的影响，有时它的测量难度也很大。传统的测量方法就是用 RTK 和全站仪配合测量，先用 RTK 布设控制点，再用全站仪测量地形点高程数据。此方法还是用逐点测量的模式，其精度一般，但效率很低，且难以获取复杂区域数据。而全新的三维激光扫描技术，使快速高精度、无视复杂空间环境土石方测量成为了可能。

运用三维激光扫描测量土石方前，应先对施工现场环境进行踏勘，获得测区的概况，由现场的地形情况来确定测量方案。

制定合理方案后，先确定测站位置，再进行控制测量和标靶布设工作。进行扫描采集数据时须注意：①每个站点需至少独立观测两次；②测量人员须避开扫描方向，不能随意走动，否则会出现扫描噪声；③完成一个测站扫描以后，检查是否有遗漏的区域，并分析数据分辨率是否满足要求。待完成所有扫描工作后，分析所获取的数据是否在设计要求范围内，应使所获取的数据不缺失也不冗余。最后利用站点及标靶坐标，使大地坐标系与扫描坐标系建立转换关系，从而各扫描站点间的点云数据才能得以拼接。

处理内业数据时，先对数据进行整合，将扫描坐标系转换到大地坐标系，然后处理点云数据。将处理后的点云数据输出为适用于 CASS 软件的格式，而后采用 DTM、方格网、断面、等高线等算法进行土石方量计算工作，由于三维激光扫描所取得的点云数据精度很高，故土方量计算结果精度也很高。

### 5.2 基坑变形监测

随着城市化进程的加快，基坑工程的建设数量也在逐渐增长。基坑变形监测是基坑工程中一项非常重要的工作，其对工程的安全及效益有巨大影响。在基坑施工的全过程我们都需及时掌握其变形情况，从而确保工程的安全性。三维激光扫描技术应用于基坑变形工程中的具体流程为：①全面分析基坑施工方案；②选定监测的范围；③选择合适的扫描仪；④扫描获取监测数据；⑤数据分析对比。

首先，由基坑施工方案制定监测方案，而后结合设计图纸和现场实际勘察的基本情况，确定监测基准点的位置并建立控制网，控制点要求通视且覆盖整个监测区域。确定监测范围与控制点后，再获取中心位置的坐标、设置扫描站点，接着扫描获取点云数据。扫描后得到的数据是带有三维坐标的数据集，需注意的是应对所有数据进行，清除测量区域外的数据；为了提高三维建模的效率也可适当缩小点云的密度。接着就是确定所有坐标的中心点，拟合其它坐标信息建立所需完整的工程坐标系。待上述步骤结束后，根据得到的最终数据，进行三维建模，以此对比不同时间段所测基坑信息，相较于传统测量手段，三维激光扫描所获得的基坑变形信息更为全面更为精确。

### 5.3 BIM 施工

三维激光扫描技术的持续发展在很多领域引起了技术革命热潮，它是一种快速获取多维数据的重要技术手段。当下，BIM 在我们的建筑行业引爆，但大都运用于三维建模、碰撞分析等方面，与现实没有深入衔接，施工数据流与建筑模型间的信息反馈缺乏，并没有贯穿整个 BIM 生命周期。三维激光扫描技术是 BIM 应用中最基础最重要的一个环节，其可实现实体到模型、模型到实体的信息交互，具体表现为：三维激光扫描采集现场实际数据，经过处理后的数据再与 BIM 模型校对，减小实际与设计间的误差，使 BIM 模型更为真实、实用。在综合管线排布中，软件里的软碰撞之外，现场点云模型与机电模型的硬碰撞也至关重要。三维激光扫描技术在建筑工程中最基础也是最本质的应用就是获取现场实际数据模型，不同于传统的点测量，它是获取建筑工程大数据的关键手段，工程施工

中的实测量、质量检查、模型校正、竣工交付，数据留存等都能基于这一大数据而进行，从而它能衍生出很多的应用。如图 5-3 所示，三维激光扫描在 BIM 施工过程中能把现实与模型间建立信息交互平台，对模型指导施工、现实信息反馈校核模型都有很大意义。

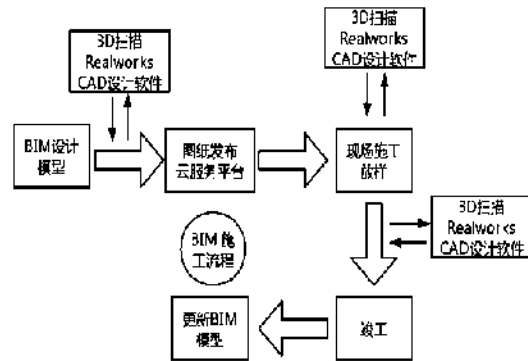


图 5-3: BIM 施工流程中应用示意图表

## 6 三维激光扫描技术的应用前景分析

三维激光扫描技术突破了传统的单点数据采集模式，能快速连续地自动获取目标物的密集三维数据，此外还能捕捉被测物体的纹理、颜色灰度信息。立体模型可构建三维数字模型，还能制作各类工程图、结构图、切面图等。此技术在国民经济建设各行业各领域的应用越来越广泛，已经由研究、实验阶段走向生产应用阶段，对其技术的运用需求也越来越高。目前国内的三维激光扫描技术仍存在一些不足，主要表现在扫描距离和范围的局限性，某些材料对激光光源敏感度不够，使得扫描范围存在盲区；另外坐标系校正方法不甚成熟。总的来说，这项革新技术在不断发展和完善，其未来的发展将是很可观的，并随着其开发研究，将会在更多领域得到应用。

## 7 结语

当下信息技术不断朝着多维方向发展，三维激光扫描技术被广泛应用是大势所趋，三维激光扫描技术在大趋势下的发展必然是迅速的，我们不仅要技术手段上不断创新突破，也要在技术应用上不断开拓。在建筑工程中，三维激光扫描技术不仅应用于本文所介绍的三个方面，还有如前期规划、质量检测、隐蔽验收、竣工测量等，相信在未来还有很多应用点等待着我们的开发。

### 【参考文献】

- [1]胡奎.三维激光扫描在土方计算中的应用[J].矿山测量, 2013 (1): 70-72.
- [2]宋宏.地面三维激光扫描技术及其应用分析[J].测绘技术装备, 2008 (2): 40-43.
- [3]董秀军.三维激光扫描技术及其工程应用研究[D].成都: 成都理工大学, 2007: 1-28.
- [4]陈信华.数字化土方量计算技术[J].福建信息技术教育, 2007 (4): 30-35.
- [5]三维激光扫描技术应用于建筑物建模的测量方法研究[J].城市勘测, 2011, (2): 87-90.
- [6]陈静, 李清泉等.激光扫描测量系统的应用研究[J].测绘工程, 2001 (1).
- [7]马立广.地面三维激光扫描仪的分类与应用[J].地理空间信息, 2005, 3 (3): 60-62.
- [8]周春波.BIM 技术在建筑施工中的应用研究[J].青岛理工大学学报, 2013, 34 (01): 51-54.

作者简介: 许念念 (1996.01-), 男, 本科, 助理工程师, 建筑施工。