

三维激光扫描技术在机场测量工程中的应用

张宁

山东省地质矿产勘查开发局第一地质大队（山东省第一地质矿产勘查院）

[摘要]作为机场测量当中一种比较常用的技术，三维激光扫描技术属于一种已经发展成熟的技术手段，当下的主要应用场景有：地图测绘、机场测量、三维建模、土方计算等方面。使用了三维激光扫描测量技术之后，机场测量精确度及效率将会得到极大的提升，从而保证测量的有效性、时效性。随着三维激光扫描技术逐渐走向成熟，其在机场测量中的作用越来越明显，具有相当大的前景以及潜力。三维激光扫描技术可以实现点对面测量，具有测量精度高、测量范围广、测量结果全面等优势，可以避免使用传统人工测量经常出现的错误，不仅有利于促进工程施工方案的制定，还可以为机场施工提供准确的测量数据，这对推进地面机场测量和机场竣工测量具有十分重要的作用。

[关键词]机场测量；地面；三维激光扫描技术；应用

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.2506

一、引言

“三维激光扫描技术”又称“实景复制技术”，其区别于传统测量技术中常用的单点数据获取方式，可以从水平和垂直两个角度同时旋转视角，并由此获取目标对象的三维数据，进而形成实景的复制作用。在这样的测量技术下能够使测量效率得以提升，使信息数据的收集更为全面，同时还能够在极大程度上避免外界对测量的成果造成影响与偏颇。因此，将这一新兴技术手段更好地应用于机场的测量工作中，对机场测量的技术更新与发展具有一定的推动作用。

二、地面三维激光扫描技术的应用优势

（一）测量精度高

相比于传统的人工测量方法，地面三维激光扫描技术在应用中具备了测量精度高的应用优势。此优势具体体现在以下两方面：第一，新技术所使用的机械设备自动化水平较高，基于已有程序可以将数据误差调控在最小范围内，避免了误差累积问题，从而提高了测量结果的精准度。第二，该设备在应用时的操作难度较低，这样也可以有效避免人为因素带来的负面影响，提高数据分析结果的精准度^[2]。

（二）测量范围广

在以往开展测量活动时，由于人工干预程度较高，因此在测量过程中所能够测量的范围相对较小，而且所需要布设的控制点数量较多，整体的工作效率较低。而新技术的使用，基本不需要对其进行人工干预，这样也拓展了该技术的测量范围。而且利用该技术还可以获取到数量更加丰富的测量数据，得到的数据分析结果也更加准确，这对于后续作业活动的顺利推进，有效促进作用。另外，在技术应用过程中，还可以根据实际情况来搭建三维立体模型，对于该地区地形进行精准展示，这也为设计方案内容的优化提供了参考价值^[2]。

（三）测量结果全面

对于许多工程作业区域而言，其测量环境存在着一定的危险性，例如，在桥梁工程、机场测量中，因为待测量区域处于正常运营状态，利用传统测量方式也将增加一定的风险性，容易威胁到测量人员的生命安全和仪器安全。而新技术的融入，可以减少参与人员数量，并且在测量工作开始过程

中，也可以根据已有程序自动完成测量任务，然后再将数据上传到云端等待进一步处理，在确保测量人员生命安全的同时，可以提高所采集数据的完整性^[3]。

三、机场测量中三维激光扫描技术的具体应用

（一）三维激光扫描技术应用的特点与方式

要将“三维激光扫描技术”更好地应用于机场测量工作中，首先相关的工作人员应该对这一项技术的应用特点与应用的具体方式进行相关的了解。先从应用技术的特点来看，在进行机场的修建时，机场仍处于正常运营的状态，机场上的车流量会很大，并且车速也比较快，而在这样的情况下进行对机场的测量，其实是很困难的。另外，因机场正常运营，跑道随时有飞机起飞，机场跑道周边的测量工作很可能影响飞机起飞。如果工作人员在进行相应数据的测量时，仍利用传统的定点测量方式，既会对正常的交通及机场运营产生影响，同时还不能够保证测量人员的人身安全，拥有极高的风险性^[3]。因此，工作人员就应该在测量工作的进程中，更多地去考虑这种新型的技术手段，进而完成测绘任务。其次从具体的测量方式来看，测量人员可以尝试在机场的两侧紧急停车带设置检测站，进而测量范围内的所有目标，之后再利用软件将所测数据进行有效的拼接，同时还要对机场相邻位置的平面以及高度信息进行采集，以便后续可以描绘出更真实的三维地理景象。为确保三维激光扫描技术的准确性，测量人员还可以在机场环境较为简单，即车流量小、附近周围建筑也并不多的环境下，进行传统定点的方式，再次进行相关测量，之后将两者的结论进行系统化的对比，这样就能够更确保新型技术的准确性了。由此看来，将三维激光扫描技术更好应用于实践的前提就是，测量人员要明确技术应用的全部特点和技术的操作方式。

（二）在外业与内业数据收集方面的应用

为保证点云数据的真实性、完整性，就需重视对机场的勘测，依托于实际情况，开展测量方案的设计工作。同时，测绘人员还需明确在处理业内与外内数据时的具体要求，若所测量的工程为地下洞室，则需在不同通道口处设置控制点，以此实现内外数据的坐标转换。由于洞室的横断面较大，且内部存储物品较复杂包括各类设备、材料，而一些洞

室还会被用作休息室、机修房等，结构与用途的特殊性会限制三维激光扫描仪的测距。因此，在对其进行外业扫描时，尽可能设置多个测量站。为使相邻站的点云数据能够达到完好拼接，就需在该测量站之间设置三维扫描球形标靶，数量需多于3个，且各标靶应在不同水平线上。整理外业测绘到的点云数据，将其上传至点云处理软件中，借助目标配准工具，完成各数据的配准工作。在此过程中，作业人员需明确标准误差，同时还需了解三维空间坐标系各方向的残差。同样以硐室为例，由于其内部摆放物品较多，因此，在测绘期间为保证测量结果的准确性，需将可移动的设施进行换位处理。这一过程中，极易扫描到测量人员，导致点云数据失真。对此，需针对采集到的点云数据进行去噪处理，采取科学的手段，将工作人员与内部设施等噪声点加以净化，最终得到具有参考性与真实性的点云数据^[4]。

（三）多视点云精确配准技术的应用

在机场测量的工程实际中，数据的扫描一般用于重建数字模型和显示物体的三维数据中，因此坐标的完整性和统一性在实际测量数据中必须得到有效保证。而在机场整体的测量过程中，将物体在同一坐标系下一次测出几何数据非常困难，原因有：机场光线的方向性很强，由于地面地形相对复杂，进行光学三维测量某些区域往往存在视觉盲区或者投影编码盲点，对于当前的技术来说在一次测量中就实现全部形面的数字化是非常困难的，需要测量系统方位进行调整并且能够进行补测，而对于机场测量，由于测量范围的有限，被测实物几何形状会对测量产生一定的干涉和阻碍，难以进行完整的测量，因此必须进行分块测量；除此以外还对定位及夹角有一定的要求，一次测量无法同时获得准确的测量数据，在定位和夹角的测量过程中需引入二次测量。测量结果分多个阶段，具有不同的系统参数，对于许多三维重构系统难以接受，因而必须进行消除冗余数据的处理和坐标归一化的完善^[5]。这一过程称为测量数据的重定位，也就是三维数据拼接。由于在三维检测与转换过程中得到的数据较为碎片化，因此要想得到完整数据模型就要进行拼接和处理，为保证其精度，拼接系统的处理也需要得到重视和加强。三维重构的成功与否与质量高低是由三维点云拼接与处理直接决定的，并且能够起到了承上启下的作用。

（四）在隧道断面综合测量的应用

结构断面实测使用三维激光扫描仪进行全息数据采集，横断面里程的中误差、断面点距离和线路中点法距的测量中误差以及断面点高度的实测中误差应严格满足国家标准、测量行业标准及规范要求。数据收集完毕后，再根据设计需要的数据格式和断面点位置量取相关尺寸，并绘制相应的断面图。为了确保本工程最终结果的计量准确度，同时积极拓展技术创新，使用新技术、新方法，本次中线调整检测与构造截面检测首先通过三维激光扫描的技术手段实现了全范围检测，之后再使用相关的匹配软件系统拟合线路中心线，并获得了对应里程数以及特殊情况上的构造截面^[6]。具体流程包括

整平设站、标靶辨识、点云扫描、传输、自动焊接、点云数据处理、中心线拟合、断面数据获取等。由于线路平面与精密导线网的各导线节点基本按间距为150—200m布置，故可以在二级导线节点间通过多次设站、对标靶自动拼接的方式，实现三维激光扫描。激光对中技术可在相对昏暗的隧道环境内提高对中准确度，与仪器相配合的高质量钢尺则可读出有效数字至小数点后三位，测量精确度则可至毫米量级。经过对扫描方式的创新，三维激光扫描数据各段拼接误差均限制在一厘米之内，完全符合国家标准、测量行业标准及规范的精度要求。

（五）建三维立体模型

对去噪后的点云进行空间采样处理，结合工程整体规模对空间采样的点间距加以控制，并汇总所有采集得到的点云数据做好记录，利用点云处理软件打造三角网工具。由于去噪处理后的点云数据体现出离散的特点，因此需在三维激光扫描技术与工具的支撑下，将其转化三角网格模型。若各环节实施准确、有效，则生成的网格模型与工程外观三维模型整体样式相一致，呈现出良好的几何准确性。但为达到可视化的要求，就需对网格模型进行适当处理，依托于专业模型制作软件如3D MAX，为网格模型映射相应的纹理，并结合工程外观风格，对模型进行色彩渲染，促使工程真实三维模型效果得到全方位还原。

结束语

总而言之，三维激光扫描作为一种比较先进的数据信息技术获取方式，能够更加迅速并且准确的获得测量数据，可以说这一方式极大低提升了机场测量精度以及测量效率，在我国工程项目建设当中具有非常广泛的应用。本文主要针对于三维激光扫描技术的原理以及应用进行分析，通过测量来阐述三维激光扫描的实际应用，希望能够为三维扫描技术提供参考。

参考文献

- [1] 王惟一. 三维激光扫描技术在地质测绘和机场测量中的运用研究[J]. 中国科技纵横, 2019(24): 94-95.
- [2] 邓丽. 三维激光扫描技术在地质测绘和机场测量中的综合应用探讨[J]. 世界有色金属, 2020(08): 159-160.
- [3] 马汉君. 三维激光扫描技术在地形地质测量中的应用[J]. 世界有色金属, 2019, 000(012): 231-232.
- [4] 机场测量中地面三维激光扫描技术的应用探析[J]. 罗显圣. 工程技术研究. 2019(07)
- [5] 王青. 地面三维激光扫描技术在机场测量中的应用[J]. 粘接, 2020, 43(09): 94-97.
- [6] 储立新, 陶钧. 三维激光扫描技术在城市地下空间测量中的应用[J]. 测绘通报, 2018(05): 159-162.

作者简介:

张宁(1982.11-), 女, 山东巨野人, 高级工程师, 硕士, 主要研究方向为工程测绘及地理信息系统开发应用。