

三维激光扫描技术在地下空间领域上的应用

徐朋祥

北京首钢国际工程技术有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v2i4.281

[摘要] 首先介绍三维激光扫描仪的工作原理、优势和工作流程。其次对3DReshaper软件的应用及优势进行阐述。最后结合工程实例对三维激光扫描仪和3DReshaper软件在地下空间领域扫描中的应用作详细介绍,证明了该办法的精度以及开拓三维激光扫描技术领域的应用。

[关键词] 地下空间测量; 三维激光扫描; 逆向建模

引言

三维激光扫描技术又称实景复制技术,在无光的情况下可以做到快速获取三维数据,能现实在复杂环境下对复杂结构及建构物进行逆向模型重构,把现场复杂情况搬进电脑。文章对作业流程进行了阐述,对三维现状测量数据采集和处理过程中的关键技术进行了详细介绍,对工程结果进行了分析。结果表明,三维激光扫描技术在地下空间领域具有较好的应用前景。

工程为了解地下人防具体情况,给设计提供必要的基础数据,按照《地面三维激光扫描作业技术规程》的技术要求,对地下工程进行了三维扫描测绘工作。

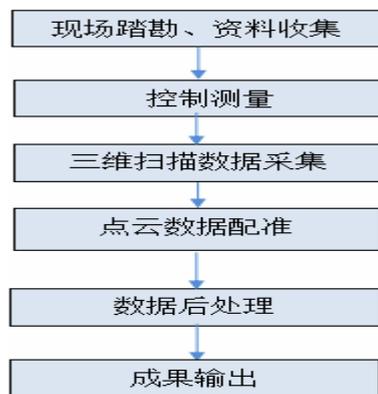
本文以工程为背景作为实例,详细说明了三维激光扫描获取数据的流程、数据预处理以及数据建模的方法。

1 工程概况

2017年7月的盛夏比往年更闷热一些,按照民防局改造要求,给奥委会增添色彩特此考虑启用地下空间再利用,将地下空间设计成博物馆、展览馆、图书馆等具有特色的文化、旅游、学习、餐饮的综合服务基地。本项目提供现状内部建筑结构图和相关断面图及三维模型,同时也为后续的工程顺利实施奠定基础,首钢国际工程公司接受民防局的委托,对石景山地下人防空间进行了立体三维激光扫描,以满足设计改造等要求。

1.1 整体思路与技术路线

技术路线如下:



工程通过传统仪器RTK结合全站仪布设控制点,因本工程条件限制,只有1个出入口,在出入口处周围测设三维扫描控制点,通过三维激光扫描技术手段获取控制点数据,采集洞内所有三维数据,经过SCENE拼接去噪处理,利用3DReshaper剔除洞内遮挡物点云,生成高精度三角网模型,并进行三维原始数据留存。

1.2 技术指标

洞内扫描精度小于5cm,整体拼接精度小于4mm。最大:3.11mm,最小0.12mm 平均值1.1mm。

1.3 硬件投入

工程投入Faro3DX330激光扫描仪,自带同轴相机。图形工作站一台,内业处理软件2套。整体扫描使用Faro3DX330扫描仪(表1)进行,该扫描仪主要特点为外形小巧、拼接方便、轻便实用。

Faro3DX330 参数表(表1)

FOCUS3DX330扫描范围	0.6m-330m
测距精度	±2mm
测量速度	122000-976000点/秒
激光发射器	1500nm,激光等级1
垂直视野	300°
垂直步长	360° 含40960三维像素
水平视野	360°
水平步长	360° 含40960三维像素

1.4 软件投入

①FARO SCENE: 法如点云管理软件,进行点云过滤、拼接、配色、导出等处理,导出关键点云、全景照片、点云切片,可直接导入CAD中制作平面图、立面图、剖面图。

②3DReshaper: 专为测量设计的3D软件拥有强大功能,

文化遗产建筑、地质学矿山和菜市场、数字地形模型隧道和土木工程造船等模块各具功能:

- ③AutoCAD 2015 本工程中主要用于现状图纸的描绘;
- ④AutoCAD cass9.0 绘制地形图、平面里程图;
- ⑤Autodesk ReCap 对点云进行数据量取, 直观的运用数据。

2 作业实施

2.1 控制测量

控制测量是工程建设中各项测量工作的基础, 目的是精确测定控制点和部分关键点的三维坐标, 保证测量坐标系的一致。工程采用北京地方坐标、高程系。

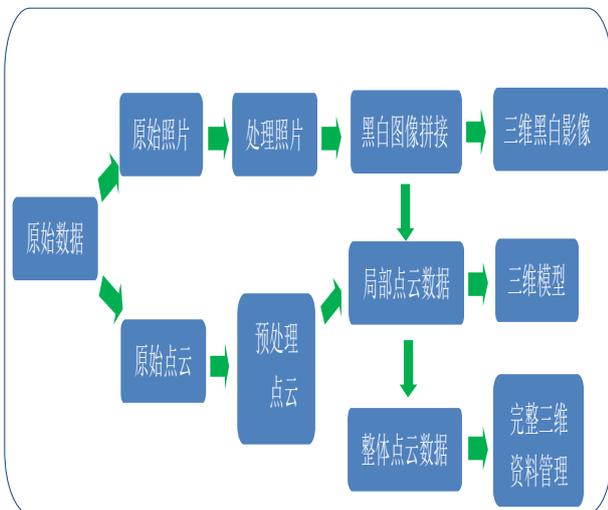
2.2 洞内扫描

由于人防工程内空间相对狭小且垂直高度较低, 在布设测站时考虑了站间的距离及高低位置, 洞内按 10-15 米的间隔设置扫描仪站点, 对于拐角和室内部分采取增设扫描站点的方法处理, 局部摆站不超过 5 米, 从而避免死角和遮挡的产生。本工程共布设平面 GNSS 控制点 14 个, 三维扫描拼接点 360 余个, 26 号工程共 95 站拼接平均误差 4.2 mm, 南人防工程共 26 站拼接平均误差 1.1 mm 均符合精度要求。

项目使用的标靶为高反射率的圆形标靶, 共布设 121 站, 在其周围每站均匀布设 6 个标靶点, 便于对站与站之间的平面及高程布控, 为了保证点云配准的精度, 布设标靶时注意参考不同高度和平面位置的条件进行放置, 考虑标靶配准的约束条件。

2.3 数据处理

2.3.1 数据处理流程(如下图)



把每一测站点云数据配准到一个坐标系, 形成其整体点云模型。然后计算整体点云精度, 剔除干扰数据、噪点等信息。整体点云以 .xyz 格式数据库形式记录和存档。拼接后点云数据库总量达 36.7GB (.scan)

2.3.2 点云数据配准精度分析统计

利用 SCENE 后处理软件配准点云数据可以采用三种方法, 分别为基于目标、基于俯视图和云际。本工程基于目标拼接和强制对应点。三维点云数据进行数据处理和计算, 将配准好的数据进行精度分析统计得出结果, 如下图:

扫描/扫描 1	扫描/扫描 2	平均值 [mm]	< 4 mm [%]	重叠 [%]	已用点数	详细信息
0512352	0512351	6.974	28.5	41.8	10962	[Info]
0512370	0512369	6.118	34.9	61.1	6508	[Info]
0512355	0512354	6.055	33.7	45.2	9911	[Info]
0512351	0512350	5.886	38.5	51.4	11386	[Info]
0512360	0512356	3.813	55.8	5.0	412	[Info]
0512367	0512366	3.445	57.1	91.0	45248	[Info]
整体统计		平均值: 3.0256 [mm]	< 4 mm: 64.6 [%]			

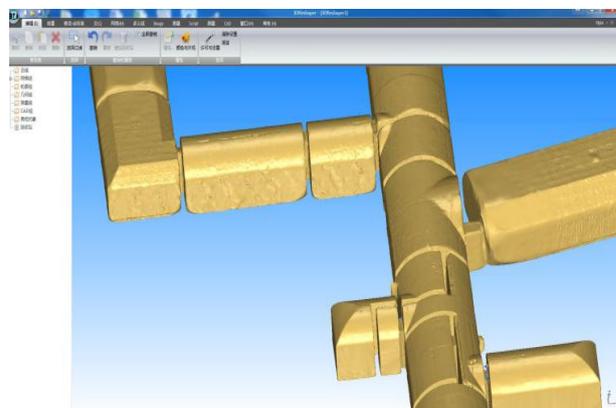
采用本软件的大数据整体统计, 平均值为 3mm 整体拼接精度 < 4mm 占比 64.6%, 本次工作符合规范要求。在数据分析合格后对原始数据进行再加工, 剔除无用噪点和数据, 再检查数据的完整性及数据一致性, 最后进行点云分割、抽稀等工作。

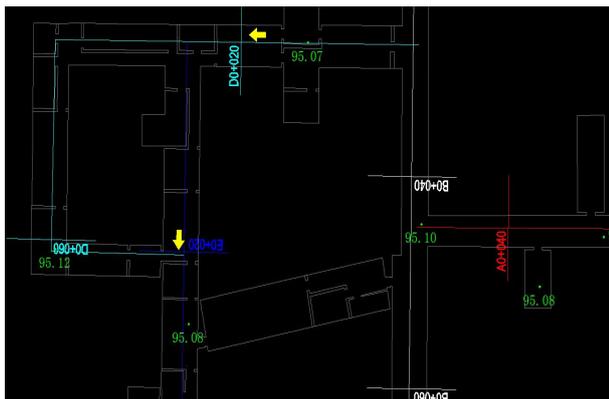
2.4 三维建模将整体点云数据转换到 3DReshaper 中进行编辑处理, 此次三角网模型面片数量共计为 4202546 个。

2.5 点云剖面的制作

利用 3DReshaper 建出的模型数据进行切割剖面, 半自动生成 CAD 剖面图。个别剖面因为人防工程内杂物遮挡采用人工干预方式, 将配准后的点云数据用扫描仪 SCENE 软件进行切割正射影像图剖面图 120 余张, 最终以人工手动方式将点云剖面转换成 CAD 格式线画图。

(剖面图 5)





2.6 成果输出

按照工程委托要求,提交 CAD 电子版内部结构平面图、剖面图、Autodesk ReCap 格式整体点云、OBJ 通用模型数据。

3 成果检核

按照《测绘成果质量检查与验收》规定,以保证质量为中心,以顾客满意为关注焦点,部门实行了二级检查一级验收制度,数据采集过程严谨,加工过程符合规范,内容取舍合理。数据要素全面完整,无遗漏,无冗余。在建筑物内部漫游时,立面及屋顶结构和细节变化清晰可见,模型观感和原物体保持一致。模型基底与地形起伏相吻合,现势性良好。根据《城市三维建模技术规范》本工程模型精度优于 I 级。在工程总结会上业主单位特别聘请北京市建筑研究院复杂结构专家进行审核。本工程由于技术先进、科技成果完整、质量精度高受到设计方和业主单位极大的表彰和书面验收报告。

4 结束语

此次三维扫描为实景复制,逾越传统的测量方式方法,将带有恐惧感的阴暗潮湿现场以 360° 全景及视频形式轻松展示。除实景以外建筑模型也真实反映了建筑物主体的几何特征。SCENE 系统在各个位置可以详细查询现场情况和量取尺寸等信息,及时直观反映给设计方、规划方及上级部门领导。

通过本文的分析应用三维扫描系统具有明显优势,该方法突破了传统测量方式,能满足非接触式立体测量,在无光阴暗潮湿的环境里具有清晰、安全和高效性。后期处理软件功能强大具有二次开发功能,数据格式转换方便,与常用软件兼容性好,可以说,三维激光扫描技术在地下空间领域是安全测绘的一个全新发展,是传统测绘手段的衍生,在设计行业、测绘行业和规划行业都有着广泛的用途和巨大的市场潜力。

[参考文献]

[1]谢宏全.地面三维激光扫描技术与工程应用[M].武汉大学出版社,2013:13.

[2]王晓晔.三维激光扫描在城镇地籍测量中的应用探讨[J].科学之友(B版),2008,(10):11-12.

[3]徐进军,王海城,罗喻真.基于三维激光扫描的滑坡变形监测与数据处理[J].岩土力学,2010,31(7):2188-2191+2196.

作者简介:

徐朋祥(1985--),男,黑龙江大庆市人,汉族,本科学历,工程师,工程领域三维扫描,从事工程测绘三维扫描工作。