

ICS 35.020
CCS L 70

DB11

北京市地方标准

DB11/T 1796—2020

文物建筑三维信息采集技术规程

Technical specification of three-dimensional information acquisition of
heritage buildings

2020-12-24 发布

2021-04-01 实施

北京市市场监督管理局

发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 缩略语.....	2
5 总则.....	3
6 技术准备.....	3
7 控制测量.....	4
8 数据采集与处理.....	5
9 成果制作.....	10
10 质量检验与成果归档.....	11
附录 A (资料性) 文物建筑三维信息采集仪器配置.....	13
附录 B (资料性) 地面三维激光站位数量统计的典型案例.....	14

前 言

本文件按照GB/T 1.1给出的规则起草。

本文件由北京市文物局提出并归口。

本文件由北京市文物局组织实施。

本文件起草单位：北京市古代建筑研究所、北京工业大学、北京市历史建筑保护工程技术研究中心、北京市测绘设计研究院、北京大禹工坊建筑科技有限公司、北京市文物古建工程公司、北京北建大科技公司、北京欧诺嘉科技有限公司、北京麦格天洩科技发展有限公司、上海华测导航技术股份有限公司、上海建为历保科技股份有限公司、上海潮旅信息科技有限公司。

本文件主要起草人：张涛、戴俭、肖中发、李卫伟、胡岷山、刘腾、杨伯钢、孟志义、姜玲、刘科、王中金、任华东、刘雨青、田昀青、钱威、李江、李宁、孙大勇、杨阳、王丹艺、胡睿、田文革、钱林、陈廷武、刘军、李博、李攀、马云飞、辛揆、吴志群、卿照、蒋国辉、李亮、杜雁欣、冯育涛、沈三新、李晓武。

文物建筑三维信息采集技术规程

1 范围

本文件规定了文物建筑三维信息采集作业在技术准备、控制测量、数据采集与处理、成果制作、质量检验与成果归档等方面的技术要求。

本文件适用于文物建筑的三维信息采集作业。历史建筑可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 12979 近景摄影测量规范
- GB/T 18316 数字测绘成果质量检查与验收
- GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收
- GB/T 50104 建筑制图标准
- CH/T 1004 测绘技术设计规定
- CH/T 6005 古建筑测绘规范
- CH/Z 3017 地面三维激光扫描作业技术规程
- CJJ/T 157 城市三维建模技术规范
- WW/T 0024 文物保护工程文件归档整理规范
- WW/T 0063 石质文物保护工程勘察规范
- DB11/T 407 基础测绘技术规程
- DB11/T 998 基础测绘成果检查验收技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

三维信息采集 three dimensional information acquisition

采用专业的仪器设备及相应的处理技术对文物建筑的空间位置、几何尺寸、形态、色彩、纹理等现状信息的采集。

3.2

总图测绘 general layout surveying and mapping

对文物建筑所在区域的现状地形及古建筑的布局进行测绘的过程。

3.3

独立坐标系 independent coordinate system

国家或北京地方坐标系外的局部测量平面直角坐标系。

3.4

通尺寸 overall size

单体文物建筑的通面阔、通进深、通高等尺寸信息。

3.5

点云密度 point cloud density

单位面积上点的平均数量。

3.6

站位 scan station

使用地面三维激光扫描仪进行信息采集时的站点位置。

3.7

重建的三维模型 three dimensional reconstructed model

根据现场采集的数据，利用不同处理方法制作的三维模型。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DLG：数字线划图 (Digital Line Graph)

DPI：图像每英寸长度内的像素点数 (Dots Per Inch)

GNSS：全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System)

HDR：高动态范围图像 (High-Dynamic Range)

TDOM：真数字正射影像图 (True Digital Orthophoto Map)

VR：虚拟现实技术 (Virtual Reality)

5 总则

5.1 空间基准

5.1.1 文物建筑三维信息采集涉及总图测绘，坐标系宜采用 2000 国家大地坐标系或北京地方坐标系，高程宜采用 1985 国家高程基准或北京地方高程系。采用北京地方空间基准，宜与国家空间基准建立联系。

5.1.2 采用自定义坐标系，宜与 2000 国家大地坐标系或北京地方坐标系建立联系。采用自定义高程基准，宜与 1985 国家高程基准或北京地方高程系建立联系。

5.1.3 无法与国家空间基准或北京地方空间基准建立联系，宜根据实际情况建立满足需求的自定义坐标系与高程基准。

5.2 时间基准

时间基准应采用公元纪年、北京时间。

5.3 采集等级

5.3.1 根据文物建筑三维信息采集对象与适用性的不同，将采集作业的采集等级分为特等、一等、二等、三等，由管理单位和技术团队根据项目需求选择采集等级。

5.3.2 采集适用性、采集对象及深度可根据实际情况进行调整。

5.3.3 宜根据采集等级与采集方式设置科学的仪器参数，兼顾经济性与采集效率。

5.4 总体工作流程

文物建筑三维信息采集的作业流程应包括技术准备、控制测量、数据采集与处理、成果制作、质量检验与成果归档等步骤。

6 技术准备

6.1 调研分析

调研分析应包括以下方面内容：

- a) 收集资料，包括平面布局与建筑形制、礼制等级、建筑装饰和风格特征、构造及工艺技术特点、结构形式、载体的地形、地貌等；
- b) 进行现场踏勘，包括核对调研资料、查看周边环境及采集对象现状等；
- c) 分析文物建筑的采集作业难点，包括场地现状、建筑梁架、屋顶等部位；
- d) 分析周边环境的干扰条件，包括人、车、树、天气等；
- e) 与管理单位或相关单位取得联系，确认作业条件。

6.2 技术设计

文物建筑三维信息采集项目宜编写技术设计书，编写可参考CH/T 1004，内容宜包括以下方面：

- a) 项目概述、文物建筑及周边环境现状；
- b) 已有的测绘资料情况、引用文件及作业依据；
- c) 技术难点与解决方案；
- d) 采集等级、采集对象、采集深度、采集范围；
- e) 主要技术指标、规格仪器和软件配置、作业人员配置；
- f) 作业流程和进度安排；
- g) 文物保护措施、安全保障措施、质量控制措施；
- h) 成果归档要求。

6.3 人员要求

作业人员宜符合下列要求：

- a) 作业人员经过专门的技术培训，掌握专业设备的操作方法；
- b) 作业人员学术背景宜涵盖建筑学、测绘学、数字化、文物保护等专业；
- c) 外业作业，宜由3名~5名作业人员操作一台扫描设备；
- d) 内业作业，作业人员数量宜与外业相匹配。

6.4 仪器要求

6.4.1 应根据技术设计书，选择符合要求的仪器设备。

6.4.2 常用仪器设备主要包括三维扫描仪、全站仪、水准仪、GNSS接收设备、数码相机、便携式电脑、无人机、存储设备等。文物建筑三维信息采集仪器配置参见附录A。

6.4.3 仪器设备应符合下列要求：

- a) 各部件及附件外观良好且匹配齐全，各个部件连接紧密且稳定耐用；
- b) 使用前进行校验或进行计量鉴定；
- c) 相关设备的电源容量、存储空间、数据传输、软件等满足运行要求。

7 控制测量

7.1 控制网测设

文物建筑三维信息采集控制网的测设，应符合下列要求：

- a) 根据文物建筑布局特点、周边地形、已知坐标点、采集精度等条件进行布设；
- b) 根据测区范围的大小与复杂程度进行整体布设并分级控制；
- c) 采用闭合控制网，进行平差处理，控制误差传递；
- d) 控制点之间应相互通透，取得联系；
- e) 应建立控制点与站位点、站位标靶点、特征点之间的联系；

- f) 文物建筑的室内布设加密控制点;
- g) 采集建筑群, 根据文物建筑的分布情况进行加密布设。
- h) 总图测绘应符合 CH/T 6005 和 CH/Z 3017 的相关规定。

7.2 平面控制网

采用导线或GNSS的方法布设, 应符合DB11/T 407的规定。

7.3 高程控制网

采用水准测量的方法布设, 应符合DB11/T 407的规定。

8 数据采集与处理

8.1 一般规定

8.1.1 数据采集应符合下列要求:

- a) 采用测记法、三维扫描技术、数字摄影技术, 采集方法可以结合使用;
- b) 遵循“从整体到细部”的原则;
- c) 遵循“成果可追溯、可评估”的原则;
- d) 数据采集前根据文物建筑的大小、形状、环境条件, 编制采集方案。

8.1.2 适用性应符合下列要求:

- a) 三等采集作业适用于总图测绘、建筑普查、工程量估算、虚拟现实、宣传展示等基础性的深度与精度要求的三维信息采集;
- b) 二等采集作业适用于法式特征等研究性的深度与精度要求较高的三维信息采集;
- c) 一等采集作业适用于文物建筑的复建、迁建、修缮、变形监测、跟踪记录等工程性的深度与精度要求最高的三维信息采集;
- d) 特等采集作业适用于有完整性及高精度需求的文物建筑数字化存档、数字化保护、科学研究、文化传播等。

8.1.3 采集对象及深度应符合下列要求:

- a) 三等采集作业:
 - 1) 采集对象主要为建筑本体及周边环境;
 - 2) 采集深度应反映出文物建筑的整体轮廓与控制性尺寸, 包括: 建筑的位置与通尺寸、柱网、最高点高程、各脊上皮高程、檐口高程、室内各步架举高、地面高程等。
- b) 二等采集作业:
 - 1) 采集对象主要为建筑本体、典型构件;
 - 2) 采集深度应反映出文物建筑典型构件的空间位置、形态特征、构造尺寸、色彩纹理等。
- c) 一等采集作业:
 - 1) 采集对象主要为建筑本体、建筑构件、建筑细部;

- 2) 采集深度应反映出文物建筑的吻兽、脊饰、彩画、雕刻、裂缝等构件或细部节点的空间位置、形态特征、构造尺寸、色彩纹理等现状信息;
- d) 特等采集作业的采集对象及深度与一等采集作业相同,采集范围应全覆盖,包括:建筑本体、建筑构件、建筑细部,文物建筑的周边环境、附属建筑等根据实际需要进行信息采集。

8.1.4 采集等级与指标应符合表1的要求。

表1 文物建筑三维信息采集等级与指标

采集等级	指标					
	建筑采集		构件采集		细部采集	
	通尺寸中误差	色彩纹理	尺寸中误差	色彩纹理	尺寸中误差	色彩纹理
特等	≤20 mm	✓	≤5 mm	✓	≤2 mm	✓
一等	≤20 mm	✓	≤5 mm	✓	≤3 mm	✓
二等	≤30 mm	✓	典型构件≤5 mm	✓	—	—
三等	≤50 mm	✓	—	—	—	—

注：“✓”表示宜选择的项目，“—”表示不做指标要求。

8.1.5 根据采集成果制作特定比例尺的TDOM或DLG,图像分辨率不宜低于300DPI。采用三维扫描技术获得的单站点云质量指标不宜低于表2的要求。

表2 文物建筑三维信息采集的点云质量指标

出图比例	1:500	1:200	1:100	1:50	1:20	1:10	1:5	1:1
单站点间距	40 mm	16 mm	8 mm	4 mm	1.6 mm	0.8 mm	0.4 mm	0.08 mm

8.2 测记法

采用测记法进行三维信息采集,应符合CH/T 6005的规定。

8.3 三维扫描技术

8.3.1 地面三维激光扫描

8.3.1.1 采集对象为建筑时,宜采用地面三维激光扫描,主要流程包括扫描仪精度检验、站位布设、标靶布设、数据采集、色彩纹理采集、数据处理。

8.3.1.2 扫描仪的精度应符合CH/Z 3017的规定,采集等级与精度指标见表3。

表3 地面三维激光扫描的采集等级与精度指标

采集等级	精度指标		
	通尺寸中误差 mm	仪器测距中误差或点间距中误差 mm	单站最大点间距 mm
特等	≤20	≤5	≤5
一等	≤20	≤5	≤5
二等	≤30	≤10	≤10
三等	≤50	≤25	≤25

8.3.1.3 站位布设应符合下列要求:

- 完整覆盖采集目标区域;
- 站位宜分布均匀;
- 测距距离宜小于 20m, 激光入射角小于 30 度;
- 单层建筑檐口以下每开间、每进深设置不少于 1 站, 重檐、两层及以上的建筑站位参照相同原则布设;
- 布设室内站位, 天花层以下的每开间、每进深轴线网格内设置不少于 1 站, 上部站位与下部站位宜交错布设;
- 采集翼角、斗拱等结构复杂或死角部位, 可适当增设站位或使用手持扫描仪采集;
- 可采用脚手架、摇臂、升降台等设施进行站位布设与调整。

8.3.1.4 站位数量统计宜符合下列要求:

- 绘制站位布设图, 标注站位类型、位置、高度、数量等信息;
- 根据表 4 进行文物建筑的形制要素及规模统计, ;

表4 站位数量布设标准参数表

布设位置	形制要素及编码																	
	面阔进深		屋顶形制										其他要素					
	面阔 K	进深 J	硬山 W ₁	悬山 W ₂	歇山 W ₃	庑殿 W ₄	重檐 W ₅	一殿一卷 W ₆	六角攒尖 W ₇	四角攒尖 W ₈	圆攒尖 W ₉	平顶 W ₁₀	前廊 L ₁	前后廊 L ₂	回廊 L ₃	台基 T	护栏 H	楼层 C
站位基数	7	3	2	6	14	12	22	12	16	11	11	2	3	6	16	4	8	11

注: 依据表中的站位基数标准参数及公式计算布站数量。表格中, 面阔及进深的数量、台基的层数、护栏的层数、楼层的层数均与相宜站位基数成倍数关系, 不同的屋顶形制及围廊形制的站位基数是直接累计关系。

- 站位数量应按公式 (1) 的方法, 参照附录 B 典型案例计算:

$$Q_s = K \times 7 + (J-1) \times K \times 3 + W_i + T \times N_1 + H \times N_2 + C \times (N_3-1) \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- Q_s —— 站位总数量；
- K —— 开间数；
- J —— 进深数；
- W_i —— 各屋顶形制的站位基数；
- L_i —— 不同围廊形制的站位基数；
- T —— 台基的站位基数；
- N_1 —— 台基层数；
- H —— 护栏的站位基数；
- N_2 —— 护栏的层数；
- C —— 楼层的站位基数；
- N_3 —— 楼层数。

8.3.1.5 标靶布设应符合下列要求：

- a) 采用球形标靶；
- b) 每一站位的标靶数量不少于 4 个，相邻两站的公共标靶数不少于 3 个；
- c) 用于拼接的标靶在有效测距范围内；
- d) 标靶与站位、控制点、特征点通视；
- e) 标靶之间均匀布置、高低错落，避免主要标靶在同一直线上。

8.3.1.6 数据采集应符合下列要求：

- a) 作业前进行仪器检查，符合 6.4.3 的规定；
- b) 相邻两站的点云重叠度不小于 30%；
- c) 数据精确、完整，符合 8.1.4 的规定；
- d) 绘制略图并记录站位、标靶、控制点、特征点等重要点位的信息；
- e) 离场前进行数据核验，合格后方可离场。

8.3.1.7 色彩纹理采集应符合下列要求：

- a) 拍摄全景照片；
- b) 光线条件柔和均匀；
- c) 纹理图像的像元大小参照 CH/Z 3017 的规定；
- d) 镜头正对目标面；
- e) 无法正面拍摄全景时，先拍摄部分全景，再逐个正对拍摄，后期进行合成；
- f) 留存相关的高动态色彩的 HDR 文件以及 JPG、RAW 等原始格式文件。

8.3.1.8 数据处理应符合下列要求：

- a) 数据处理的流程包括数据配准、降噪与抽稀、图像处理、纹理映射、质量检验；
- b) 根据项目的实际需求与客观条件选择配准方式，存在天花或藻井，可采用特征点、控制点或其他方式进行配准；
- c) 进行降噪与抽稀处理，不影响特征点的提取与识别，且处理后的点间距符合表 3 的规定；
- d) 图像处理真实反映材质的纹理、质感、颜色，因视角或镜头畸变引起变形，对图像的变形部分

作纠正处理；

- e) 采用人工方法进行纹理映射时，选用特征突出的点，完成后的图像应与点云模型无偏差；
- f) 对生成的纹理映射模型进行数据检验。

8.3.2 移动三维激光扫描

8.3.2.1 采集对象为建筑，可采用移动三维激光扫描。

8.3.2.2 设计扫描路径，应符合下列要求：

- a) 完整覆盖采集目标区域；
- b) 单次扫描路径总长度不超过 2km，不重叠；
- c) 多条扫描路径的数据重叠率不小于 20%；
- d) 采用闭合路径设计进行平差处理；
- e) 采集目标的特征不明显，应引入控制坐标；
- f) 通过标靶纸、标靶球、标靶点等辅助设备提高采集精度。

8.3.2.3 数据采集，应符合下列要求：

- a) 标靶布设符合 8.3.1.5 的规定
- b) 记录标靶位置及编号；
- c) 数据分级保存，记录项目名称，作业时间，线路编号等信息。

8.3.2.4 数据处理，应符合下列要求：

- a) 符合 8.3.1.8 的规定；
- b) 删除游离的噪声点；
- c) 过滤点云表面的噪声点；
- d) 数据重叠或其他原因引起的点云过厚或过多，可进行抽稀，不应影响特征点的提取与识别；
- e) 根据实际情况进行多次降噪与抽稀，至符合要求为止。

8.3.3 近距离三维扫描

8.3.3.1 采集对象为构件或细部，宜采用近距离三维扫描。

8.3.3.2 色彩纹理采集应符合 8.3.1.7 的规定。

8.3.3.3 数据处理应符合 8.3.1.8 的规定。

8.3.3.4 近距离三维扫描应符合下列要求：

- a) 使用补光灯、弱光板等设备辅助采集；
- b) 数据进行降噪处理；
- c) 数据拼接，应在对齐特征点后平差处理；
- d) 对数据中的孔洞进行曲率填充，不影响反映文物价值的现状信息；
- e) 单张贴图分辨率应符合要求，无曝光、色彩偏差等问题；
- f) 采集目标为碑刻、石刻、表面造型及图案时，符合 WW/T 0063 的相关规定。

8.4 数字摄影技术

8.4.1 采用数字摄影技术进行三维信息采集时，应符合 GB/T 12979、CH/T 6005 的规定和下列要求：

- a) 在精度、可靠性、可检验性等方面对测量网进行优化设计；
- b) 物方控制的精度不低于总精度要求的 1/3；
- c) 图像拍摄方式优先采用正直拍摄；
- d) 无人机影像采集进行航摄分区的划分和航线布设；
- e) 无人机航摄作业航向影像重叠度不小于 75%，旁向重叠度不小于 60%；
- f) 留存相关的高动态色彩的 HDR 文件以及 JPG、RAW 等原始格式文件；
- g) 现场检查数据质量，合格后方可离场。

8.4.2 无人机进行三维信息采集应布设控制点，并应符合下列要求：

- a) 控制点均匀布设在航带间重叠位置，对地形变化复杂区域应加密控制点；
- b) 选择清晰、准确、易识别、易定位、易量测的地物点作为控制点；
- c) 根据航摄分区设计航线，包括 4 条倾斜摄影航线与 1 条垂直摄影航线。

8.4.3 数据处理应符合下列要求：

- a) 采用解析法处理图像；
- b) 采用微分纠正法制作正射影像图；

9 成果制作

9.1 三维模型建立

三维模型包括三维点云模型、三角网模型和重建的三维模型。三维模型的重建应符合 CJJ/T 157 的相关规定和下列要求：

- a) 利用点云进行三维模型重建，应先对点云进行分割；
- b) 对于规则的构件，利用已测平立剖面图或实测数据进行正向参照建模；
- c) 对于球面、弧面、柱面、平面等标准面应根据点云数据拟合几何模型；
- d) 对于形状不规则的部分，利用点云构建不规则三角网模型，应利用孔填充、边修补、简化和细化、光滑处理等技术手段优化三角网模型；
- e) 对于表面光滑部分的重建，利用曲面片划分、轮廓线探测与编辑、曲面拟合等技术手段生成曲面模型；
- f) 点云成果格式采用通用的 TXT、XYZ、PTX、PTS 等格式以及可支持 AutoCAD 使用的 RCS、RCP 等格式；
- g) 文物建筑的整体点云模型成果应保留单站数据信息。

9.2 TDOM 制作

利用点云模型、三角网模型、重建的三维模型进行 TDOM 制作，并符合下列要求：

- a) 图纸类型包括平面图、立面图、剖面图、详图等；
- b) 点云或三维模型可辨识有效信息分辨率应高于打印图纸的点对点分辨率；

- c) 图片打印分辨率不低于 300DPI, 点间距应符合表 2 的规定;
- d) 采集数据不全, 明确建筑结构关系, 根据露明部分尺寸推算隐蔽尺寸, 反推算的结果应特别说明;
- e) 根据成果要求选择常用的比例尺, 包括 1:5、1:10、1:20、1:50、1:100、1:200、1:500 等;
- f) 比例尺、符号、标注等相关内容, 应符合 GB 50104 的规定;
- g) 成果数据格式采用通用的 TIFF、JPEG 等格式和 PDF 文档格式。

9.3 DLG 制作

利用点云模型、三角网模型、重建的三维模型、TDOM进行DLG制作, 并执行下列规定:

- a) 成果数据格式采用通用的 DWG、DXF 等格式和 PDF 文档格式;
- b) 分为根据文物建筑形制和根据文物建筑现状两种绘制方式;
- c) 制作文物建筑测绘图, 应符合 CH/T 6005 的规定。

10 质量检验与成果归档

10.1 质量检验

10.1.1 一般规定

文物建筑三维信息采集成果的质量检验应符合下列规定:

- a) 分别对点云数据、三维模型、TDOM、DLG 等成果进行质量检验;
- b) 质量检验应符合 GB/T 18316、DB11/T 998 的相关规定, 采用两级检查、一级验收的模式;
- c) 应保留规范、清晰、完整的质量检验记录。

10.1.2 质量检验内容

10.1.2.1 点云数据质量检验内容:

- a) 采集范围与内容是否与项目委托书和技术任务书一致;
- b) 点云的完整性、真实性;
- c) 点云密度质量, 包括点云密度、单站点间距等指标;
- d) 数据的格式、文件组织方式。

10.1.2.2 三维模型质量检验内容:

- a) 实地核对模型的完整性、真实性、细节取舍的合理性;
- b) 模型的点线面拓扑关系, 避免破面、漏面、闪面, 以及游离点、边、面等;
- c) 模型贴图纹理的精细度、真实性、颜色模式及规格;
- d) 模型的数据格式、文件组织方式。

10.1.2.3 TDOM 质量检验内容:

- a) TDOM 的图像分辨率及特定比例尺的点间距指标;
- b) 影像色调和反差、清晰度和纹理表现、拼接和接边质量、外观质量和影像色彩等;

- c) 实地核对内容的完整性、真实性、表达的准确性;
- d) 实地检查图纸尺寸精度;
- e) 数据格式、文件组织方式。

10.1.2.4 DLG 质量检验内容:

- a) 总图中坐标系统、高程基准和投影参数;
- b) 实地核查图纸内容的完整性、真实性、表达的准确性;
- c) 实地检查图纸尺寸精度;
- d) 制图标准检查图线、图例、图样画法等内容符合 GB/T 50104 的规定。

10.2 成果归档

成果归档文件应符合 WW/T 0024 的相关规定。成果归档文件主要包括以下内容:

- a) 成果清单;
- b) 技术设计书;
- c) 作业记录;
- d) 原始数据;
- e) 制作的成果, 包括点云数据、三维模型、TDOM、DLG 等;
- f) 验收报告;
- g) 技术总结书;
- h) 其他相关资料。

附录 A

(资料性)

文物建筑三维信息采集仪器配置

A.1 仪器配置原则

仪器配置应符合下列原则：

- a) 符合项目规模、工期、精度指标、采集方法等方面的要求；
- b) 在检验合格有效期内；
- c) 作业前应由相关专业机构进行“测距精度评估”和“数据质量评估”，出具评估报告书。

A.2 仪器配置

文物建筑三维信息采集可参照表A.1进行仪器配置。

表A.1 文物建筑三维信息采集仪器配置表

设备类型	适用采集对象	适用采集范围	设备常用精度范围	主要仪器设备
地面三维激光扫描设备	建筑、构件	单体建筑、院落、街区等	1mm-6mm	地面三维激光扫描仪等
移动三维激光扫描设备	建筑	单体建筑、院落、街区等	10mm-50mm	车载雷达、机载雷达、即时定位与绘图(Slam)设备等
近距离三维扫描设备	构件、细部	建筑构件、细部节点、雕刻、纹样、油饰、彩画、壁画等	<1mm	手持式扫描仪、便携式扫描测量臂、光栅式扫描仪等
数字摄影设备	建筑、构件、细部	单体建筑、院落、街区、建筑构件、细部节点、雕刻、纹样、油饰、彩画、壁画等	--	无人机摄影设备、摄像机、照相机等

附录 B

(资料性)

地面三维激光站位数量统计的典型实例

下面给出了地面三维激光站位数量统计的典型实例。

山门、配殿、大雄宝殿、大成殿四种典型案例的站位数量统计过程如下：

a) 山门为 3 开间 1 进深硬山式屋顶单层，无其它形制要素，计算结果为：

$$Q_s = 3 \times 7 + 2 = 23$$

b) 配殿为 3 开间 2 进深悬山式屋顶单层，无其他形制要素，计算结果为：

$$Q_s = 3 \times 7 + (2-1) \times 3 \times 3 + 6 = 36$$

c) 大雄宝殿为 5 开间 3 进深歇山式屋顶单层，无其他形制要素，计算结果为：

$$Q_s = 5 \times 7 + (3-1) \times 5 \times 3 + 14 = 79$$

d) 大成殿为 9 开间 5 进深庑殿式重檐屋顶，其它形制要素为双层台基，一层护栏，计算结果为：

$$Q_s = 9 \times 7 + (5-1) \times 9 \times 3 + (12+22) + 4 \times 2 + 8 \times 1 + 11 \times (1-1) = 221$$

e) 站位数量统计结果，见表 B.1。

表 B.1 典型案例站位布设统计表

编号	建筑名称	法式描述	面阔进深		屋顶形制	其他要素				站位数量(站)
			面阔 K (间)	进深 J (间)	形制 W_i	围廊 L	台基 T (层)	护栏 H (层)	楼层 C (层)	
1	山门	3 开间 1 进深 硬山单层	3	1	W_1	0	0	0	1	23
2	配殿	3 开间 2 进深 悬山单层	3	2	W_2	0	0	0	1	36
3	大雄宝殿	5 开间 3 进深 歇山单层	5	3	W_3	0	0	0	1	79
4	大成殿	9 开间 5 进深 庑殿重檐	9	5	W_4+W_5	0	2	1	1	221