



T/CECS 1258-2023

中国工程建设标准化协会标准

建筑逆向技术应用标准

Standard for architectural reverse engineering technology



统一书号: 15112·40531

定价: 24.00 元



中国建筑工业出版社

1511240531

中国工程建设标准化协会标准

建筑逆向技术应用标准

Standard for architectural reverse engineering technology

T/CECS 1258 - 2023

主编单位：亚太建设科技信息研究院有限公司

清 华 大 学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 2 3 年 6 月 1 日

中国建筑工业出版社

2023 北 京

中国工程建设标准化协会公告

第 1445 号

关于发布《建筑逆向技术应用标准》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2020〕14 号）的要求，由亚太建设科技信息研究院有限公司、清华大学等单位编制的《建筑逆向技术应用标准》，经中国工程建设标准化协会组织审查，现批准发布，编号为 T/CECS 1258-2023，自 2023 年 6 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会
2023 年 1 月 19 日

中国工程建设标准化协会标准
建筑逆向技术应用标准

Standard for architectural reverse engineering technology

T/CECS 1258-2023

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路 9 号）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本：850 毫米×1168 毫米 1/32 印张：1 $\frac{1}{2}$ 字数：41 千字

2023 年 6 月第一版 2023 年 6 月第一次印刷

印数：1—500 册

定价：24.00 元

统一书号：15112·40531

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社图书出版中心退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

前 言

《建筑逆向技术应用标准》(以下简称标准)是根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2020〕14 号)的要求进行编制。编制组经过广泛调查研究,认真总结实践经验,参考国内外先进标准,在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准共分 8 章,主要内容包括:总则、术语和缩略语、基本规定、技术准备、技术方案、数据采集、数据处理、成果交付。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利,本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会归口管理,由亚太建设科技信息研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中,如有意见或建议,请反馈给亚太建设科技信息研究院有限公司(地址:北京市西城区德胜门外大街 36 号 A 座 4 层,邮编:100120)。

主 编 单 位:亚太建设科技信息研究院有限公司
清华大学

参 编 单 位:北京市建筑设计研究院有限公司
清华大学建筑设计研究院有限公司
北京城建集团有限责任公司
中国建筑第八工程局有限公司
林同棧国际工程咨询(中国)有限公司
中建三局集团华南有限公司
中建二局第二建筑工程有限公司

中建三局总承包建设有限公司
中建八局第四建设有限公司
中国铁建国际集团有限公司
上海宝冶集团有限公司
中国建筑第八工程局南方公司海外分公司
上海市机械施工集团有限公司
苏州大学
中国建筑学会

主要起草人:张 弘 梅 阳 崔巍文 黄 杰 孙加齐
张可文 徐全胜 任 飞 杨应辉 国 萃
苗志坚 王文龙 韩冬辰 沈 锋 卞晓曦
刘欣佳 陈首似 王学东 严 达 王 耘
郑春伟 叶 建 卢 宁 李晓明 李重阳
李 白 张 健 王章朋 杨雪姣 于天成
王晓锋 贾宝荣 马 良 魏 星 李安德
周 巍 王 欣

主要审查人:尹伯悦 杨晓毅 梁建岚 代春生 董元铮
夏洪兴 李 煜

目 次

1	总则	(1)
2	术语和缩略语	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	缩略语	(3)
3	基本规定	(4)
4	技术准备	(5)
5	技术方案	(7)
5.1	一般规定	(7)
5.2	场地测绘	(7)
5.3	建筑测绘	(8)
5.4	构件检测	(8)
5.5	变形监测	(9)
6	数据采集	(10)
6.1	一般规定	(10)
6.2	激光扫描	(10)
6.3	摄影测量	(11)
7	数据处理	(13)
7.1	一般规定	(13)
7.2	数据预处理	(13)
7.3	数据加工处理	(14)
8	成果交付	(15)
8.1	一般规定	(15)
8.2	质量检验	(15)
8.3	成果归档	(16)

用词说明	(18)
引用标准名录	(19)
附：条文说明	(21)

Contents

Explanation of wording	(18)
List of quoted standards	(19)
Addition; Explanation of provisions	(21)

1	General provisions	(1)
2	Terms and abbreviations	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Abbreviations	(3)
3	Basic requirements	(4)
4	Technical preparation	(5)
5	Technical proposal	(7)
5.1	General requirements	(7)
5.2	Site mapping	(7)
5.3	Architectural mapping	(8)
5.4	Component inspection	(8)
5.5	Deformation monitoring	(9)
6	Data acquisition	(10)
6.1	General requirements	(10)
6.2	Laser scanning	(10)
6.3	Photogrammetry	(11)
7	Data processing	(13)
7.1	General requirements	(13)
7.2	Data pre-processing	(13)
7.3	Data handling processing	(14)
8	Execution delivery	(15)
8.1	General requirements	(15)
8.2	Quality inspection	(15)
8.3	Execution filling	(16)

1 总 则

1.0.1 为响应国家“十四五”规划纲要对于建筑工业化、数字化、智能化方向发展的号召，规范建筑逆向技术应用，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于建筑工程项目在全生命周期内的建筑逆向信息数据采集、数据处理和成果交付。

1.0.3 本标准中建筑逆向技术以激光扫描技术和摄影测量技术为主，其他技术类型不展开叙述。

1.0.4 建筑逆向技术应用除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语和缩略语

2.1 术 语

2.1.1 建筑逆向技术 architectural reverse engineering technology

通过建筑工程相关的硬件设备及数据平台，将真实物理空间的建筑信息精准再现至数字虚拟空间，实现建筑实体的数字映射，以便其全生命周期内使用和管理的技术手段。

2.1.2 建筑逆向信息 architectural reverse information

真实反映建筑及其周边环境的物理状态，并通过建筑逆向技术获取的数字信息，包括空间位置、几何形态、纹理色彩等信息。

2.1.3 激光扫描 laser scanning

通过发射激光获取被测物体表面三维坐标、反射光强度等信息的非接触式主动测量技术，包括地面三维激光扫描、车载三维激光扫描和机载激光雷达扫描等方式。

2.1.4 摄影测量 photogrammetry

利用摄影影像信息测定目标物形状、大小、空间位置、性质和相互关系的测量技术，包括倾斜摄影、低空摄影、数字摄影等技术。

2.1.5 点云 point cloud

通过测量方式获取三维空间目标表面特性，并以离散和不规则方式分布的海量点的集合。

2.1.6 点云模型 point cloud model

应用建筑逆向技术对目标对象扫描或拍摄后，由大量三维坐标、反射强度、附着颜色等信息的点密集构成的可视化模型。

2.2 缩 略 语

BIM Building Information Modeling 建筑信息模型

CIM City Information Modeling 城市信息模型

RCS Recap Single Point Cloud Scan Data 单点云扫描数据

3 基本规定

3.0.1 建筑逆向技术应用流程应包括技术准备、技术方案、数据采集、数据处理、成果交付。

3.0.2 建筑逆向技术项目应根据实际项目规模、特点、技术实施周期及技术应用水平，配置符合要求的作业人员、仪器设备及软件平台。

3.0.3 建筑逆向技术应以中误差为衡量精度指标，并以 2 倍中误差为极限误差。

3.0.4 建筑逆向信息精度等级应符合表 3.0.4 的规定。

表 3.0.4 建筑逆向信息精度等级

精度等级	特征点间距 中误差 (mm)	点位相对于邻近 控制点中误差 (mm)	应用场景			
			场地 测绘	建筑 测绘	构件 检测	变形 监测
一等	≤3	≤5		✓	✓	✓
二等	≤15	≤30		✓		✓
三等	≤50	≤100	✓			
四等	≤200	≤250	✓			

3.0.5 建筑逆向技术项目宜采取下列措施保证测量精度：

- 1 宜采取减少仪器系统误差影响的措施；
- 2 当难以保证数据配准精度时，宜采用标靶配准；
- 3 针对同一目标的历次测量宜选取相同的仪器、采集模式、角度、分辨率、精度等级、设站位置和数据处理方法；
- 4 宜根据气象条件、测量对象、拟合残差、抽测检核等因素综合分析评定测量结果。

3.0.6 针对同一项目，宜将各阶段建筑逆向信息及时更新至信息协同模型。

4 技术准备

4.0.1 建筑逆向技术准备应与建筑工程项目整体计划协调一致。

4.0.2 项目前期应开展技术策划工作，策划范围宜覆盖项目活动全过程涉及的资料、踏勘、人员、设备、软件等筹备要素，并编制技术设计书与质量控制计划。

4.0.3 资料收集宜包括项目任务书、成果要求、现场照片、图纸资料等。

4.0.4 现场踏勘应核对资料，查看作业范围，明确测量控制点的布设和通视条件，了解现场环境并记录风险因素。

4.0.5 技术设计书应根据项目需求和现场作业条件制定，宜明确下列内容：

- 1 技术应用目标；
- 2 技术应用范围；
- 3 技术应用内容；
- 4 实施单位、实施人员和相应职责；
- 5 仪器设备和软件配置；
- 6 测站布设方案；
- 7 作业流程和进度计划；
- 8 数据采集、处理和管理要求；
- 9 数据质量控制和信息安全保障措施；
- 10 应用成果要求；
- 11 限制条件或特殊应用要求等。

4.0.6 质量控制计划应明确作业过程及作业成果的质量标准，明确质量检验程序、人员和内容。

4.0.7 建筑逆向技术作业人员应经过专业技术培训，掌握行业

标准及设备、软件的操作技术，且作业人员数量应满足项目实施计划安排。

4.0.8 项目实施方应根据技术设计书选用符合协议要求的建筑逆向技术设备，并应配置检校合格期内可正常运行的设备仪器。

4.0.9 建筑逆向数据处理软件应事先通过测试或验证，确保输出成果的有效性及输出格式的多平台数据交互能力。

5 技术方案

5.1 一般规定

5.1.1 建筑逆向技术应用场景包括场地测绘、建筑测绘、构件检测、变形监测等，应根据应用场景特点选择相应技术方案。

5.1.2 建筑逆向技术设备选取，应满足应用场景对信息种类、信息精度、信息范围、信息容量的需求，并应合理维护与管理。

5.2 场地测绘

5.2.1 场地测绘宜采用 CGCS2000 大地坐标系，采用独立坐标系时，宜与 CGCS2000 大地坐标系建立联系。

5.2.2 场地测绘宜采用 1985 国家高程基准，采用地方高程基准或自定义高程基准时，宜与 1985 国家高程基准建立联系。

5.2.3 场地测绘获取的建筑逆向信息应包括下列内容：

- 1 场地地形与地面标高；
- 2 道路河流位置、形状；
- 3 建（构）筑物平面形状、高度、坐标定位；
- 4 管线井、独立树、电线杆位置与高度信息等；
- 5 需要修复、改造的建（构）筑物，除应测绘上述场地逆向信息外，尚应获取建筑外立面信息。

5.2.4 场地测绘应根据项目实际需求，按本标准表 3.0.4 选用合适的精度等级。

5.2.5 场地测绘应根据现场条件与精度要求选择适宜的设备，并应符合下列规定：

- 1 场地地形或建筑外立面信息的获取宜选用具备远距离飞行能力并配备航摄仪的无人机设备，无人机的具体参数要求与操

作规范应符合现行行业标准《倾斜数字航空摄影技术规程》CH/T 3021 的有关规定；

2 建（构）筑物院落与半室外空间宜选取站立式激光扫描设备或配备三脚架的数码相机、手机等近景摄影测量设备，近景摄影测量作业的相关技术要求应符合现行国家标准《工程摄影测量规范》GB 50167 的有关规定。

3 需要修复、改造的建（构）筑物宜选取站立式激光扫描设备、移动即时定位式激光扫描设备或手持式扫描设备。

5.3 建筑测绘

5.3.1 建筑测绘获取的建筑逆向信息应包括建筑的坐标定位、室内外空间的几何信息、色彩信息与纹理信息。

5.3.2 建筑测绘应根据项目实际需求，按本标准表 3.0.4 选用合适的精度等级。

5.3.3 建筑测绘应根据现场条件与精度要求选择适宜的设备，并应符合下列规定：

1 对于空间复杂、设站数超过 30 站的建筑条件宜选用移动即时定位式激光扫描设备；

2 在精度允许的条件下宜选择站立式激光扫描设备，对于站立式设备难以扫描到的位置宜采用手持式扫描设备进行补充扫描；

3 对于精度要求高的建筑局部测绘，宜选用手持式扫描设备。

5.4 构件检测

5.4.1 构件检测获取的建筑逆向信息应包括建筑构件数量、几何尺寸、位置信息、挠度、表面平整度及其他检测信息。

5.4.2 构件检测可根据实际建造流程，在预制构件出厂，基础结构、主体结构、围护结构、设备系统、外装内装完工阶段获取

建筑逆向信息。

5.4.3 构件检测应根据项目实际需求，按本标准表 3.0.4 选用合适的精度等级。

5.4.4 构件检测应根据构件尺寸与精度要求选择适宜的设备，并应符合下列规定：

1 预制构件出厂阶段宜选用精度较高的手持式设备，如三角定位式激光扫描仪、结构光扫描仪；

2 现场施工阶段宜选用扫描范围较大的站立式设备。

5.5 变形监测

5.5.1 变形监测获取的建筑逆向信息种类宜按工程实际需求与设备技术能力进行选择，信息种类宜包括下列内容：

1 建筑在施工期间整体或部分沉降变形，基坑及其支护结构变形，高层与超高层建筑倾斜变形等；

2 建筑在使用期间沉降变形，高层与超高层建筑水平位移变形、倾斜变形、日照变形，超高层与大跨度建筑挠度变形。

5.5.2 变形监测应在满足现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 对建筑变形测量精度有关规定的的前提下，根据项目实际需求按本标准表 3.0.4 选用合适的精度等级。

5.5.3 变形监测宜根据变形类型、精度要求、场地条件选用适宜的设备，设备种类宜包括站立式激光扫描设备和配备三脚架的数码相机、手机等近景摄影测量设备，近景摄影测量作业的相关技术要求应符合现行国家标准《工程摄影测量规范》GB 50167 的有关规定。

6 数据采集

6.1 一般规定

6.1.1 数据采集前期应根据项目实际情况开展技术策划,制定技术实施架构、模型要求、统一命名规则,明确成果完成标准,制定示例模型或样板文件。

6.1.2 技术实施过程中宜配备高性能计算机平台,以便及时、高效处理逆向数据信息,并同步存档。

6.1.3 设备操作前,应进行场地障碍物清理、光照条件确认,设定站点与路线,避免人员进出产生干扰,且应符合下列规定:

- 1 仪器应在观测环境中静置至温度平衡;
- 2 雨雪天或强光环境下不宜现场作业;
- 3 扫描或拍摄时应设置合适的采集间距;
- 4 仪器采集过程中出现移位、振动、死机、断电等异常时,

应重启设备重新采集。

6.1.4 现场记录和检查应包括下列内容:

- 1 目标物、设站点、控制点、标靶、拍摄点分布示意图及编号;
- 2 现场摄像或拍照;
- 3 现场复查数据的有效性与完整性。

6.2 激光扫描

6.2.1 激光扫描技术的数据采集流程宜包括控制网布设、站点布设、标靶布设、仪器扫描。

6.2.2 扫描站点布设应符合下列规定:

- 1 相邻两站重叠度不应小于 30%;

2 扫描站应设置在视野开阔、地面稳定且通视条件好的安全区域;

3 单站作业布设位置应使扫描区域最大程度覆盖目标物;

4 多站作业应在保证扫描成果符合任务要求的前提下减少设站数量;

5 登高或山形情况作业应保证设站区域或平台稳定性;

6 相邻站之间应保持流畅性。

6.2.3 标靶布设应符合下列规定:

1 仪器与平面标靶的扫描角度不应小于 50° ;

2 相邻两扫描站公共标靶不宜少于 3 个;

3 标靶应在相邻两扫描站连线中点附近区域均匀布置,同时宜高低错落布置;

4 同一扫描站标靶间距离应至少有 1 个不小于扫描目标物主体到扫描站的距离。

6.2.4 当标靶连续传递配准次数大于 10 次时,应实施控制网布设,并应符合下列规定:

1 控制点应编号;

2 两个控制点间扫描站数不应超过 10 站;

3 控制网应全面控制扫描区域,控制点应均匀分布在目标物周围;

4 控制网宜根据测区内道路情况、地形地貌进行网形设计;

5 控制点标志宜采用平面标靶。

6.3 摄影测量

6.3.1 应用摄影测量技术对图像数据采集时,应符合下列规定:

1 控制点精度宜高于总精度的 $1/3$;

2 图像应真实反映建筑表面色彩、纹理、质感等信息;

3 拍摄时间宜根据摄区太阳高度角和阴影倍数选择,应保证具有充足光照度;

4 数据采集完成后应现场检查数据质量，合格后方可离场，数据效果不佳时，应重新拍摄。

6.3.2 使用无人机采集建筑逆向信息时，应符合下列规定：

1 作业航向影像重叠度不应低于 80%，旁向重叠度不应低于 70%；

2 无人机测量应提前控制布点，按航摄分区情况，每个航摄分区点位布设应采取 4+1 布点方式；

3 不应在正午或傍晚光照强度过高或过低的时间段进行航摄，并应通过相机参数调整方式降低对自然光照的依赖；

4 弧形地物及阴影等不应选为点位目标。

7 数据处理

7.1 一般规定

7.1.1 数据处理应根据建筑逆向信息属性，选取相应方式。

7.1.2 应用摄影测量技术获取的图像数据，宜先进行数据预处理，并转换为点云数据，再实施点云去噪、分类、抽稀等数据处理流程。

7.1.3 应用激光扫描技术获取的点云数据，宜实施点云释放、配准、去噪、分类、抽稀等数据处理流程。

7.1.4 数据处理软件平台应具备点云配准、分割、可视化等基本功能。

7.2 数据预处理

7.2.1 图像数据处理应包括图像色调调整和色彩纠偏、变形纠正、格式转换等步骤，并应符合下列规定：

1 处理后的图像应真实反映实际情况，避免因视角或镜头畸变引起变形；

2 宜将处理后的图像转换为通用的 JPEG、TIFF 等文件格式。

7.2.2 图像数据配准时，应保证图像细节表现清晰，无配准镶嵌缝隙。

7.2.3 点云数据配准应符合下列规定：

1 配准后相邻站点云重叠度不宜低于 30%；

2 采用特征点配准时，特征点不应小于 3 个且不应有共线或共面。

7.2.4 配准后的点云数据宜转换为以 X、Y、Z 描述的坐标系，

如需进一步还原地理位置信息,应符合下列规定:

1 宜通过布设坐标转换控制点,转换为 CGCS2000 大地坐标系;

2 坐标转换控制点不应小于 3 个;

3 控制点宜选择标靶点或设站点,并通过全站仪和水准仪记录坐标与高程。

7.2.5 配准或坐标转换残差应小于本标准表 3.0.4 相应等级点位中误差的 1/2。

7.3 数据加工处理

7.3.1 点云数据宜按建筑构件类型分类处理。

7.3.2 当点云数据中存在脱离目标物的异常点、孤立点时,应根据点的数量采用滤波方法或人工手动对点云数据进行降噪处理,去除场地、人、设备等噪点。

7.3.3 点云数据抽稀应符合下列规定:

1 目标物表面曲率变化小的区域宜采用均匀抽稀方式,抽稀应符合建模时点云密度要求;

2 目标物表面曲率变化明显区域宜采用保持特征的抽稀方式,根据法向量变化和曲率识别特征区域抽稀。

8 成果交付

8.1 一般规定

8.1.1 项目相关方应根据合约或技术设计书规定的成果要求,整合作业成果模型及相关数据信息形成交付成果。

8.1.2 交付内容宜包括测绘原始数据、作业成果模型、检查验收记录,以及人员、设备、技术、位置、时间等过程信息记录。

8.1.3 交付成果格式应符合下列规定:

1 点云成果模型应采用常规的 RCS、RCP、XYZ、TXT 等格式;如有条件,宜存留点云色彩纹理图像的高动态色彩 HDR 文件及原始信息格式 RAW 文件;

2 图像数据格式应采用通用的 JPEG、TIFF 等格式;

3 文档格式应采用通用的 DOCX 或 PDF 格式。

8.1.4 作业成果的质量检验应符合现行国家标准《数字测绘成果质量检查与验收》GB/T 18316、《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356 的有关规定,经二级检查、一级验收合格后归档。

8.2 质量检验

8.2.1 建筑逆向技术成果质量检验应包括下列内容:

1 坐标信息、高程基准、测距中误差、点位中误差及配准精度;

2 模型完整性,包括目标测量物的完整几何信息;

3 模型真实性,包括贴图纹理、色彩表达等指标;

4 成果数据格式、文件组织方式。

8.2.2 作业成果应根据质量检验结果评定质量等级,质量验收应分为合格和不合格。出现下列问题之一时,应判定为不合格:

- 1 仪器未经检定或超出检定有效期;
- 2 测绘精度不符合要求;
- 3 数据严重失真。

8.2.3 质量检验中发现成果不符合技术标准或技术方案要求时,应提出处理意见,返回作业部门纠正,纠正后的成果应符合约定要求。

8.2.4 项目相关方宜根据技术应用的阶段目标及最终目标,对技术应用效果进行定性或定量评价,记录技术总结书并提出改进措施。

8.3 成果归档

8.3.1 成果归档工作应包括文件命名、分类归档、权属划分、维护管理、后期应用。

8.3.2 作业成果文件命名宜采用“项目名称或缩写-设备名称-场景/日期/版本-实施单位”方式,并应符合下列规定:

1 当作业成果为各站点数据时,宜在项目名称中增加站点顺序字段;

2 文件命名中的“场景”宜采用场地测绘、构件检测、变形监测或建筑测绘;

3 遇其他实际情况,宜在此命名规则基础上增加自定义字段。

8.3.3 成果归档资料应包括下列内容:

- 1 成果清单;
- 2 技术方案;
- 3 作业记录;
- 4 外业测绘原始数据,包括扫描数据、摄影图像等;
- 5 内业数据处理记录,包括模型拼合报告、模型坐标报告等;
- 6 点云模型作业成果;

7 检查验收记录;

8 技术总结书;

9 其他相关资料。

8.3.4 成果交付应满足各参与方之间成果后续传递及使用的要求。

8.3.5 归档后项目相关方应分别妥善备份。

用词说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

本标准引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版适用于本标准。

- 《工程摄影测量规范》GB 50167
- 《数字测绘成果质量检查与验收》GB/T 18316
- 《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356
- 《建筑变形测量规范》JGJ 8
- 《倾斜数字航空摄影技术规程》CH/T 3021

中国工程建设标准化协会标准

建筑逆向技术应用标准

T/CECS 1258 - 2023

条文说明

制 定 说 明

本标准制定过程中，编制组深入调研了各地设计、施工、建设、构件制造、咨询等相关技术单位，总结了我国建筑逆向技术在工程建设项目中的实际应用经验，收集参考国外技术前沿研究趋势，同时基于现行国家标准《工程测量标准》GB 50026 编制制定。本标准针对建筑工程项目关键环节提出了建筑逆向技术应用方法与技术标准，为提高我国建筑行业数字化技术水平提供支撑，具有显著指导意义。

依据建筑工程项目全生命周期各阶段内的建筑逆向信息传递需求，本标准对建筑逆向技术的应用进行细化规定：

(1) 本标准面向建设单位、设计单位、施工单位、勘察单位、监理单位等行业领域内从事相关工作的技术人员和管理人员使用，适用于指导既有建筑改造更新、古建筑数字保护、智慧建筑或智慧城市测绘、建筑竣工项目建档等应用场景。

(2) 在与现行工程测量技术标准相协调的基础上，本标准聚焦于建筑工程领域内具有前沿应用价值和技术推广潜力的激光扫描技术、摄影测量技术，作为建筑逆向技术核心进行规定。

(3) 本标准明确场地测绘、建筑测绘、构件检测、变形监测四类典型建筑逆向技术方案，有针对性地对其建筑逆向信息精度等级作出规定。

本标准的编制与实施，将提升建筑逆向信息传递质量与信息协同效率，通过建筑逆向技术的规范化、标准化应用，可较大幅度减少设计变更与施工误差，提高项目品质，缩短沟通周期，节省工程投资，充分发挥数字化技术应用与管理优势。

为便于广大技术和管理人员在使用本标准时能正确理解和执

行条款规定,《建筑逆向技术应用标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目次

1	总则	(26)
2	术语和缩略语	(28)
3	基本规定	(29)
4	技术准备	(30)
5	技术方案	(32)
5.1	一般规定	(32)
5.2	场地测绘	(33)
5.3	建筑测绘	(34)
5.4	构件检测	(34)
5.5	变形监测	(35)
6	数据采集	(36)
6.1	一般规定	(36)
6.2	激光扫描	(36)
6.3	摄影测量	(36)
7	数据处理	(38)
7.2	数据预处理	(38)
7.3	数据加工处理	(38)
8	成果交付	(39)
8.1	一般规定	(39)
8.2	质量检验	(39)
8.3	成果归档	(40)

1 总 则

1.0.1 本条阐释了本标准的编制目的和意义。随着我国“十四五”规划纲要以及《住房和城乡建设部等部门关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》（建市〔2020〕60号）等文件的发布，明确指出迈向建筑工业化、数字化、智能化升级是实现建筑业高质量发展的重点任务。发展建筑工程领域数字化成果交付体系、健全以多源信息数据为基础的信息管理平台，不仅是推动建筑业数字化转型的重要手段之一，也是加快新一轮智能建造技术在建设领域各环节应用的重要举措。

建筑逆向技术源于制造业先进技术发展，是获取建筑逆向信息的一种全新、高效的技术方法，能够实现从物理空间信息到虚拟空间信息的四维真实映射，并通过建筑工程项目全生命周期各阶段的应用，真正打通物理世界与信息世界实时融合的双向通道，为进一步构建建筑数字孪生体提供不可或缺的数据基础。编制组通过广泛调研发现，目前已有的相关标准和研究工作主要围绕正向数字化的设计和建造内容进行规范，虽然逆向数字化进程早已成为行业关注热点但缺乏相应技术规定。因此，本标准的制定将规范逆向技术在建筑工程领域的应用，推动建筑工程项目的数字化、信息化发展。本标准主要面向建设单位、设计单位、施工单位、勘察单位、监理单位等行业领域内从事相关工作的技术人员和管理人员。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。针对建筑工程项目各实施阶段，如策划阶段、勘测阶段、设计阶段、施工阶段、竣工阶段、运维阶段，本标准规定了建筑逆向技术应用的实施目标、技术方法、应用流程和质量要求。

1.0.3 建筑逆向技术涉及多种技术方法和测量工具，包含地面三维激光扫描仪、无人驾驶飞行器等实现三维测量的逆向数字化工具，以及全站仪、水准仪、测距仪、卷尺等常规测量设备，还有利用超声波、电磁波技术传输特定信号的特殊传感设备等。为达到标准编制的先进性、协调性、可操作性要求，本标准聚焦具有前沿应用价值和技术推广潜力的激光扫描技术和摄影测量技术作为典型建筑逆向技术进行规定，其他新型设备的输出成果可参考本标准的精度和文件形式要求，并不具体展开叙述。

2 术语和缩略语

术语的制定主要依据国家标准《工程测量标准》GB 50026 - 2020、《摄影测量与遥感术语》GB/T 14950 - 2009、《建筑信息模型应用统一标准》GB/T 51212 - 2016 及协会标准《地面三维激光扫描工程应用技术规程》T/CECS 790 - 2020 等。

3 基本规定

3.0.1 本条规定了逆向技术在建筑工程领域应用的一般流程。实际作业时,应符合项目周期、现场条件、测绘目标的基本要求。

3.0.2 建筑逆向技术适宜应用于建筑工程项目的策划与设计、制造与建造、运营与维护、改造与保护利用等项目阶段或某些具体环节,需要综合考虑项目实际情况。本条提出的项目规模、特点、技术实施周期和技术应用水平可作为确定应用目标和应用范围重点考量的条件,进而确保技术条件的合理配置。

3.0.3 工程测量中常用中误差来衡量观测精度。根据偶然中误差出现的规律,以 2 倍中误差为极限误差时,其误差出现概率不大于 5%。

3.0.4 本标准参照行业标准《地面三维激光扫描作业技术规程》CH/Z 3017 - 2015,并结合当前常见逆向技术设备的精度范围,将建筑逆向信息精度分为四个等级并对适用范围作出规定。过高的精度选取会带来不必要的计算量,过低的精度选取难以满足各个场景对于信息准确度、完整度的需求,因此需要在逆向技术实施过程中选择并保证合适的精度。

3.0.5 测量精度同时受仪器精度、现场条件、测量方式、配准方式等多种因素影响,应采取相应措施控制精度减少误差。其中点云配准的方式有多种,借助标靶配准可以有效提高数据精度。

3.0.6 建筑逆向技术的主要应用目标是实时获取设计施工过程中的三维实体信息以实现设计施工质量的把控,而建筑逆向信息的获取只是第一步,只有将建成信息反馈至信息协同模型,常见为 BIM 模型,并通过信息比对实时更新才能进一步转化出建造指令,服务设计建造全过程。

4 技术准备

4.0.1 建筑逆向技术的应用对于还原现场建成信息、连接建筑工程上下游参与方的信息孤岛具有切实意义，应将建筑逆向技术的技术策划纳入建筑工程项目整体计划，且如有策划内容调整应及时发放给建筑工程项目相关方。

4.0.2 技术策划的前期应通过沟通、调研等方式收集项目相关资料，包括项目概况、逆向目标、精度要求、采集范围、时间计划、现场条件等，以便制定适宜的技术设计书。

4.0.3 项目任务书宜包括任务名称、任务概述、任务时间等内容；成果要求宜对项目技术要求、商务要求作出详细规定；现场照片应有助于掌握测量对象现状空间信息；图纸资料宜采用竣工或设计资料提取平、立、剖面数据及技术信息。

4.0.4 现场踏勘应重点掌握场地地形、测量环境、目标物及数据采集范围，并结合图纸资料预设控制网及扫描测站位置，提前评估可能存在的障碍或风险因素等外部情况。

4.0.5 技术设计书是完整描述对拟解决技术问题所采用的技术手段的集合，在技术策划阶段制定的技术方案宜注重可实施性与有效性。

4.0.6 质量控制计划宜包括计划管理、配置管理、进度管理、协作管理、成果管理等相关规定，通过对应用过程中关键环节的质量控制避免数据缺失、二次返工等现象的发生。

4.0.7 建筑逆向技术作业人员宜具备建筑学、城市规划学、测绘学、计算机学等相关专业知识。通常一台扫描仪宜配置 2 名以上作业人员，由多人作业团队共同承担外业与内业作业，以便实时核验数据的完整性。

4.0.8 仪器设备应按照规定在管理周期内进行检校检定，超出检校合格有效期或检校不合格的设备会增加偏离标准状态的概率。

4.0.9 建筑逆向技术采集的三维空间数据信息量较大，对数据处理软件及其硬件配置要求较高，应事先进行测试或验证来保证软件的专业功能和运行状态能够满足项目需求。考虑到项目相关方之间后续数据交换和处理的需要，软件输出成果宜支持开放的数据交换标准，进而与 BIM 平台、CIM 平台数据进行技术集成或融合。

5 技术方案

5.1 一般规定

5.1.1 本标准根据目前建筑行业内建筑逆向技术的常见应用方式，将应用场景规定为场地测绘、建筑测绘、构件检测、变形监测，涵盖了建筑设计建造全流程的各个阶段。除此之外，建筑逆向技术还有其他场景，如建筑基坑、土方等工程量提取；古建筑信息数字化；市政改造工程基础数据提供等。以上三类场景已有相关标准，本标准不再详述。

5.1.2 本标准规定的建筑逆向技术主要包含激光扫描技术和摄影测量技术两种类型，如表 1、表 2 所示分别为激光扫描技术与摄影测量技术的常见设备类型与特点。

表 1 激光扫描技术常见设备类型与特点

设备类型	相位式	脉冲式	三角定位式	即时定位式
基本原理	通过计算激光发射至反射的相位差来计算探测距离	通过脉冲式激光发射至反射的来回时长计算探测距离	根据两个激光发射点和探测点进行三角定位计算	通过脉冲式激光和即时定位实现场景中的移动扫描
探测距离	一百米内范围	几百米范围	几米范围	几十米范围
探测精度	毫米级	毫米至厘米级	微米级	毫米级
作业时间	最快	最快	较快	最慢
设备载体	站立式、车载式、机载式	站立式、车载式、机载式	手持式	背包式、车载式、机载式
应用成本	较高	最高	最低	较高
便携程度	最低	最低	最高	较高

续表 1

设备类型	相位式	脉冲式	三角定位式	即时定位式
应用场景	室内空间 建筑整体 场地环境	室内空间 建筑整体 场地环境	实体模型 构件部品 室内空间	室内空间 建筑整体

表 2 摄影测量技术常见设备类型与特点

设备类型	手机	相机	无人机	结构光相机	深度相机
作业时间	最快	最快	较快	较快	较快
设备载体	手持	手持/三脚架	机载遥控	三脚架	手持/三脚架
清晰度	较高	最高	较高	较高	较高（含深度信息）
应用成本	最低	较低	较高	较高	较高
便携程度	最高	较高	较高	较高	较高
应用场景	室内空间 建筑整体	室内空间 建筑整体	场地环境	构件部品	室内空间 建筑整体

5.2 场地测绘

5.2.3 逆向技术在场地条件测绘场景中的作用一是为设计方提供完整、准确的场地三维图形信息，二是为后期数字归档提供场地基础信息，因此测绘范围、内容与精度需要满足设计方的设计需求，并且包含本条所规定的建筑逆向信息种类。

5.2.5 场地测绘相比于其他场景精度要求较低，测量范围较大，无人机设备能够获取超过人可达范围的图像信息，如高层立面、屋顶等，且便于与目标物拉开距离，获得更好的视域，提高拍摄效率，因此被广泛用于场地测绘。涉及精度要求较高的既有建（构）筑物院落与半室外空间等重要场地条件，可配合近景摄影测量或激光扫描设备进行测绘。

5.3 建筑测绘

5.3.1 建筑测绘以获取建筑室内外空间信息为主,测绘结果需有效转换为建筑的平、立、剖面信息以及坐标信息,对于部分涉及文保或者历史建筑既有改造项目的,需要额外获取色彩与纹理信息。

5.3.3 对于空间较复杂、体量较大、分割较多的场地类型,如体育场馆、地下工程等,若采用站式扫描设备则设站过多、耗时过久且后期点云配准不便,宜选用移动即时定位式扫描仪。手持式扫描仪的精度和灵活度较高但是扫描范围较小,适合对站式扫描仪进行补充扫描或用于精度要求较高的建筑局部扫描,如历史文保类建筑的局部纹样。常见的手持式扫描仪有三角定位式激光扫描仪、结构光扫描仪等。

5.4 构件检测

5.4.1 本节规定的构件既包括装配式建筑的预制构件,也包含现场施工的梁、板、柱等建筑基本部品。

5.4.2 建筑在建造过程中以层次叠加的方式进行增长,后一步会将前一步的建造内容覆盖,因此不同层次的逆向信息必须在建造过程中及时获取,才能保证相互之间的互不干扰,最终获得完整的全信息模型。编制组通过大量调研,结合实际建造过程将构件检测场景下的逆向信息获取分为预制构件出厂、基础结构完工、主体结构完工、围护结构完工、设备系统完工、外装内装完工六个阶段。其中设备系统部分如果有预埋,被预埋部分固定完成后、预埋开始前就进行单独扫描。施工过程中由于脚手架和施工围挡,外立面信息可能会有折损,可在每一阶段前后增加扫描次数作为补充。

5.4.4 由于运输尺寸的限制,预制构件尺寸较小,这一阶段扫描主要是为了获取构件的几何信息,对精度的要求较高,因此适

合使用扫描范围较小、精度较高的手持式扫描设备。而现场施工阶段由于建筑构件尺寸较大且位置已经固定,这一阶段扫描除了获取构件几何信息以外还要获取位置信息,手持式设备不再适用,因此需要使用扫描范围较大的站式设备。

5.5 变形监测

5.5.1 本标准主要说明的激光扫描和摄影测量设备精度和技术条件有限,且在行业内的应用尚处于探索阶段,只能进行部分变形监测工作;对于超出设备精度范围以及测量能力以外的变形需要借助专用的传感检测设备进行检测。

5.5.2 现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 中针对建筑变形测量的精度要求已作出规定,并包含针对激光扫描和近景摄影测量的有关规定。

6 数据采集

6.1 一般规定

6.1.4 现场记录和检查将有利于及时发现问题，并为后期数据处理做准备。每站数据采集完毕后应立即通过预览功能对所采集的信息进行检查，主要检查数据采集范围内的目标物、标靶、控制点。如遇扫描数据缺失、遗漏或发生错误等情况，可以现场补测或纠正。当天外业工作结束前需对各扫描站点的扫描完成情况进行全面的检查，发现漏站的情况应及时补充扫描。

6.2 激光扫描

6.2.2 现场勘测应全视角、全方位地覆盖数据采集目标。扫描站点的布设应充分考虑现场可能影响扫描结果的各类因素，如遮挡、振动等。地面三维激光扫描仪采用固定站的作业方式，因单站作业时间较长，为提高现场实施效率，可配合其他不同款式的地面三维扫描仪共同使用，同时应保证后续数据格式和精度的相互兼容。如果扫描范围包含室内外空间，门窗应保持开放，增加相邻站之间的重叠性和流畅性。

6.2.3 当扫描区域范围内特征识别点较少、难以进行扫描站点间的有效拼接时，宜采用标靶纸、标靶球、标靶点等辅助设备代替空间特征识别点，提高采集精度。

6.3 摄影测量

6.3.1 由于图像数据主要依靠颜色识别拼接重叠点，因此测量环境中的光照度将直接影响数据质量和数据结果。若采用相机、手机进行室内拍摄，宜采用 360°全覆盖拍摄方式。选择在同一

站点同一水平向角度在垂直向角度拍摄上、中、下 3 张，拍摄夹角为 45°，尽可能覆盖顶面、墙面、地板；保持站点位置不动旋转到第二个水平向角度进行拍摄，以此类推，完成 360°的全视角拍摄。照片之间应确保有一定的重叠范围。

6.3.2 若采用无人机进行室外拍摄，宜采用 360°环绕飞行拍摄方式。在每个高度对目标对象进行拍摄时，无人机沿圆形轨迹进行 360°环绕飞行，大约每隔 5°拍摄一张目标对象的照片。高、中、低 3 次环绕飞行的竖向拍摄夹角约为 25°、50°和 75°，共计拍摄 200 多次。照片之间应具有较高的重叠率。

7 数据处理

7.2 数据预处理

7.2.1 当图像出现曝光过度、曝光不足、阴影面积大且过暗、相邻图像间色差过大等现象时,应进行色调调整。色彩纠偏应保持图像反差适中、色调一致。因视角或镜头畸变引起变形时,应对图像变形部分作纠正处理。

7.2.3 点云数据配准是为了将扫描目标完整构建出来,通过将不同站点采集的点云数据进行重新定位,可以将设备坐标系下的点云转换到共同的基准坐标系内,组成三维数据集。

7.2.4 将点云数据转换为以 X、Y、Z 描述的坐标系并将原点设为点云中心点,便于在建模软件中找到模型位置和对齐轴线;CGCS 2000 大地坐标系可以描述点云数据的绝对地理位置,便于后期准确定位红线与建筑的朝向、位置等。

7.3 数据加工处理

7.3.1 点云数据的分类可分为道路、景观、建筑、建筑结构、建筑围护、室内家具、设备设施、水电管道等。

7.3.2 点云的降噪是为了减少数据量、提高数据处理效率和除去非对象点,处理过程中应保留目标物的主要细节和整体特征。

7.3.3 点云数据的抽稀是为了轻量化,避免因数据量过大而引起的点云重叠、过厚、过多等干扰因素,处理时应保留满足特征提取的点云密度和范围要求,并宜采取措施减少非目标对象的测量数据对目标物特征提取的影响。

8 成果交付

8.1 一般规定

8.1.1 建筑逆向技术成果交付物应依据项目合同、项目委托书、项目任务书或技术设计书所制定的各项指标组织验收。

8.1.3 本条规定了成果交付物的常规文件格式。点云模型的 RCS、RCP 格式可支持 AutoCAD、Autodesk Recap、Autodesk Revit 等软件使用,方便点云数据的三维建模,以及矢量化、可视化应用;XYZ、TXT 格式能精准表达数据坐标,宜融合色彩纹理图像 HDR 或 RAW 文件交付,适合专业技术人员的理解习惯。

8.1.4 二级检查应包括过程检查和最终检查,宜采用内业全数检查、外业抽样检查的方式对作业成果实施质量控制;一级验收应由委托单位组织完成,检查验收记录随其他成果提交。

8.2 质量检验

8.2.1 由于外部环境变化、仪器系统限制、人工操作差异等综合因素影响,作业成果模型有时会出现点位误差、量测误差、空对象、噪点等情况。为避免上述情况,应组织质量检查,及时调整测量方法或补充测绘。

8.2.2 作业成果的质量控制不仅应注重数据本身的符合性、准确性、完整性检查,有条件时,还应通过精度更高的方法对量测设备及其量测数据进行校验。

8.2.3 质量检查完成后应编制质量检查报告,包括检查工作概况、项目成果概况、检查依据、检查内容及方法、主要质量问题及处理情况、质量统计及质量等级等。对于不满足合格要求的成

果，应退回修改并重新提交检验处理，直至合格为止。

8.2.4 技术应用效果的定性评价是指从其对建筑工程项目实施过程、实施进度、实施目标的影响出发，采用定性评估的方式提出对工程质量的影响；定量评价是指在应用建筑逆向技术的前后，判断其对建筑工程项目成本和工期的定量影响。

8.3 成果 归 档

8.3.2 成果文件的命名应清晰准确，并应满足项目合约要求。

8.3.3 成果归档资料应满足国家或地方有关建筑工程资料管理的要求。

8.3.4 建筑逆向技术的成果交付涉及工程项目各参与方之间以及各阶段之间的交付，应能满足下一阶段成果接收方的工作要求，组织审核确认。