

ICS 01.120

ICS 号

中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CHTS XXXXX-XXXX
代替的团体标准编号

在役公路基础设施实景三维数字化 技术指南

Technical guide for real scene 3D digital for In-Service
Highway Infrastructure

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国公路学会 发布

作为国家标准委、中国科学技术协会团体标准双试点单位，中国公路学会积极贯彻国务院《深化标准化工作改革方案》（国发〔2015〕13号）的要求，立足交通运输行业公路交通领域，于2015年6月份正式启动团体标准工作。同时，中国公路学会标准工作得到了交通运输部的大力支持，并正式写入交通运输部《交通运输标准化“十三五”发展规划》。

中国公路学会严格按照学会标准管理办法及团体标准良好行为指南要求对标准化工作进行管理，遵循开放、公平、透明、协商一致的原则，突出团体标准贴近实际、注重实用的特点，充分发挥密切跟踪行业科技创新进程、及时了解市场技术发展需求的优势，为交通运输行业公路交通领域提供优质的标准，促进行业技术进步，并打造中国公路学会标准品牌。

获取更多学会标准资讯请关注“中国公路学会标准”微信公众号（微信号：CHTS-standard）。

本标准版权为中国公路学会所有。除用于国家法律法规规定用途，或事先得到中国公路学会文字上的许可，不得以任何形式擅自复制、改编、汇编、翻译、发行或传播本标准。

中国公路学会地址：北京市朝阳区安华路17号

电话：010-64288712

网址：<http://www.chts.cn/>

电子邮箱：CHTS-S@qq.com

团体标准

在役公路基础设施实景三维数字化技术指南

Technical guide for real scene 3D digital for In-Service Highway
Infrastructure

T/CHTS XXXXX-20XX

主编单位：山东高速集团有限公司

发布单位：中国公路学会

实施日期：xxxx年xx月xx日

xxxxxx(出版单位)

中国公路学会文件

xxxx (文号)

中国公路学会关于发布《在役公路基础设施 实景三维数字化技术指南》的公告

现发布中国公路学会标准《在役公路基础设施实景三
维数字化技术指南》(T/CHTS xxxx—xxxx)，自xxxx
年xx月xx日起实施。

《xxxxxxxxx》(T/CHTS xxxx—xxxx)的版权和解
释权归中国公路学会所有，并委托主编单位xxxxx负责
日常解释和管理工作。

中国公路学会

xxxx年xx月xx日

前 言

本指南是在系统调研基础设施实景三维数字化案例，总结公路基础设施实景三维数字化技术研究成果及其应用实际经验，收集并参考现行有关规范、标准和规程的基础上编制而成。

本指南按照《中国公路学会标准编写规则》（T/CHTS 10001）编写。共分为 6 章，主要内容包括：总则、术语与缩略语、数据采集、数据处理、模型生产与更新、数据管理与成果交付等。

本标准由山东高速集团有限公司提出，受中国公路学会委托，由山东高速集团有限公司负责具体解释工作。标准实施过程中，请将发现的问题和对标准的意见建议反馈至山东高速集团有限公司（地址：山东省济南市历下区龙奥北路 8 号，联系方式：13022397628，电子邮箱：xingongfeng@sdhsg.com），供修订时参考。

主编单位： 山东高速集团有限公司

参编单位： 山东高速工程检测有限公司、山东科技大学、交通运输部公路科学研究院、云基智慧工程股份有限公司、东南大学

主要起草人： 辛公锋、丛波日、刘如飞、陈铮、陈敏、李庆营、朱建斌、陈磊磊、张惠勤、龙关旭、高国华、丁龙亭、徐传昶、李明、张振虎

主要审查人： xxxx、xxxx、xxxx

目 次

1 总则	1
2 术语与缩略语	2
2.1 术语	2
2.2 缩略语	3
3 数据采集	4
3.1 总则	4
3.2 采集对象	5
3.3 控制点测量	6
3.4 倾斜摄影数据采集	7
3.5 激光扫描数据采集	8
4 数据处理	11
4.1 总则	11
4.2 倾斜摄影数据处理	11
4.3 全景影像数据处理	12
4.4 激光点云数据处理	13
4.5 多平台数据融合处理	14
5 模型生产与更新	15
5.1 总则	15
5.2 矢量特征提取与建模	15
5.3 模型分类与编码	17
5.4 模型更新	20
6 数据管理与成果交付	22
6.1 成果数据存储格式	22
6.2 成果数据质量检查	22
6.3 成果数据管理安全	23
6.4 成果交付	23

1 总则

1.0.1 为规范在役公路基础设施实景三维数字化的技术要求, 推进公路行业的数字化发展, 制定本指南。

1.0.2 本指南适用于各等级公路的基础设施实景三维数字化, 城镇道路可参照使用。

1.0.3 在役公路基础设施实景三维数字化除应符合本指南的规定外, 尚应符合有关法律法规及国家、行业现行有关标准的规定。

2 术语与缩略语

2.1 术语

2.1.1 公路基础设施实景三维数据 Real Scene 3D Data Of Highway Infrastructure

基于影像匹配或激光扫描技术获取的反映公路基础设施三维表观实景信息的数据。

2.1.2 倾斜实景数据 Oblique Reality Data

在同一飞行平台上搭载多台传感器，同时从多个角度采集影像，生成的连续三角网数据。

2.1.3 激光点云数据 Laser Point Cloud Data

通过激光扫描技术采集生成的具有高真实度的三维密集点数据集。

条文说明

每一个点都包含三维坐标信息（X、Y、Z），能够描述采集对象准确的空间位置，具有高真实度。

2.1.4 移动测量系统 Mobile Measuring System

在不同搭载平台上，集成控制系统、定位测姿系统及一种或多种测量传感器（激光扫描仪、数字相机、视频摄像机等）的综合测量系统。

条文说明

一种可搭载多种平台（如车辆、船舶、无人机等），集多种技术和传感器的综合测量平台系统，能够快速、准确地获取地理空间数据。

2.1.5 固定站式激光扫描系统 Fixed Station Laser Scanning System

在固定位置上架设，由激光雷达、数码相机和控制系统所组成的综合测量系统。

2.1.6 图像分辨率 Image Resolution

指从图像中能够区分出的最小物体特征的大小。

2.1.7 点云密度 Density Of Point Cloud

单位面积上点云的平均数量。

2.1.8 模型架构 Model Framework

信息模型中各层级对象的构成关系。

2.1.9 模型精细度 Level of Definition

三维模型分解和细化表达的程度。

条文说明

模型精细度即LOD。对公路基础设施三维模型各组成部分的详细表示，模型所容纳信息的丰富程度。

2.1.10 模型纹理 Model Texture

经过正射纠正和统一匀光处理用于表示公路基础设施三维模型中物体表面色调、饱和度、明度等特征的影像。

2.1.11 矢量特征 Vector Features

含有地理坐标的点、线、面图形数据。

条文说明

用于表示公路中的各种元素，矢量数据具有地理坐标信息，可以精确定位三维空间位置，为构建精确的公路基础设施模型提供基础数据。

2.2 缩略语

CORS 连续运行参考站系统（Continuous Operational Reference System）

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

RTK 载波相位差分技术（Real-time kinematic）

POS 定位定姿系统（Position and Orientation System）

CGCS2000 2000 国家大地坐标系统（China Geodetic Coordinate System 2000）

LiDAR 激光探测和测距（Light Detection and Ranging）

LOD 精细度（Level of Details）

3 数据采集

3.1 总则

3.1.1 各类采集方式获取的实景三维数据应包含时间基准与空间基准。

1 时间基准可采用协调世界时（UTC）、全球导航卫星系统（GNSS）时间、原子时（AT）和国际原子时（TAI）等，宜采用GNSS时间。

2 坐标系统可采用CGCS2000国家大地坐标系、WGS-84坐标系、地方坐标系等，宜采用CGCS2000国家大地坐标系。

3 高程基准宜采用1985国家高程基准。

4 投影宜采用高斯-克吕格3度分带投影。

条文说明

公路基础设施实景三维数字化过程中，时间基准与空间基准为采集数据提供统一的参考框架，不同来源、不同时间的数据可以准确地融合、比对，确保数据的准确性。

1 GNSS提供的时间信息具有全球覆盖、高精度和连续性的特点。可以确保各类采集设备在数据采集时的时间同步，从而避免时间上的偏差和误差。

2 国家大地坐标系2000（CGCS2000），具有精度高和应用范围广的特点，可以确保各类采集数据在地理空间上的准确对齐和融合。

3 1985国家高程基准以青岛黄海海面为基准面，通过精密测量确定，具有广泛的应用和认可度。

4 高斯-克吕格投影是一种常用的地图投影方式，变形小、方向性强，具有广泛的应用和认可度。

3.1.2 倾斜摄影系统采集的数据应包括定位测姿和倾斜实景影像数据。

条文说明

采集定位测姿数据获取精确位置和姿态信息，匹配倾斜实景影像数据丰富的纹理信息，能够反映设施的精准位置与外观细节。

3.1.3 移动测量系统作业可采用车载、机载、船载、背包等多种平台方式，应采集的数据包括定位测姿、激光点云和影像数据等。

3.1.4 固定站式激光雷达采集的数据应包括激光点云和控制点数据。

条文说明

激光点云数据能够精确描述目标物体的表面形状、结构和纹理。控制点数据是用于校准和验证激光点云数据准确性。

3.1.5 数据采集前应对设备外观、运行、精度等进行检查与校正，并在检校合格有效期内使用。

3.1.6 采集时应考虑通行安全与地区相关要求，采用机载平台时应遵守空域管制要求，航线设计应避免长时间在行车道正上方。

3.1.7 数据采集过程中应保障作业人员、仪器和数据的安全，作业人员应按规定穿戴荧光服，布设警戒装置，派专人看护仪器，及时进行数据备份。

3.1.8 数据采集过程中应详细记录项目信息、采集方式、采集日期、作业环境、作业状况等相关信息。

3.1.9 数据采集宜优先采用移动测量系统，不便施测的区域可采用固定站式激光雷达等便携式设备采集。

3.2 采集对象

3.2.1 公路基础设施三维数字化采集对象及方式应满足表 3-1 的规定。

表3-1 采集对象及方式

类型	主要设施	采集方式	备注
地形地貌	地形地貌	宜采用倾斜摄影或机载移动测量	
路线线型	平面曲线	宜采用车载移动测量	
	纵断面曲线	宜采用车载移动测量	
	横断面曲线	宜采用车载移动测量与倾斜摄影结合	
路基	路肩	宜采用车载移动测量与倾斜摄影结合	优先采用车载移动测量
	支挡防护	宜采用车载移动测量与倾斜摄影结合	优先采用车载移动测量
	排水设施	宜采用倾斜摄影	
路面	车道	宜采用车载移动测量	
	中央分隔带	宜采用车载移动测量	
	路缘石	宜采用车载移动测量	
桥梁	上部结构	宜采用车载移动测量	
	下部结构	可采用固定站式激光扫描	不具备条件时，根据实际情况进行补充采集。
	桥面系及附属设施	宜采用车载移动测量	

隧道	主体结构	宜采用车载移动测量	
	附属工程	宜采用车载移动测量	
涵洞	洞口	宜采用倾斜摄影	
	洞身	可采用固定站式激光扫描	
安全设施	交通标线	宜采用车载移动测量	
	交通标志	宜采用车载移动测量	
	隔离设施	宜采用车载移动测量	
	视线诱导设施	宜采用车载移动测量	
	防护设施	宜采用车载移动测量	
	防眩设施	宜采用车载移动测量	
	其他交通安全设施	宜采用车载移动测量	
服务设施	服务区	宜采用倾斜摄影	
	停车区	宜采用倾斜摄影	
	加油站/充电站	宜采用倾斜摄影	
	绿化设施	宜采用倾斜摄影	
收费设施	收费亭	宜采用倾斜摄影	
	收费岛	宜采用倾斜摄影	
	ETC门架系统	宜采用车载移动测量	
机电设施与管理设施	通用设施	宜采用车载移动测量	
	监控设施	宜采用车载移动测量	
	通信设施	可采用倾斜摄影	
	配电设施	宜采用车载移动测量	
	照明设施	宜采用车载移动测量	
	消防设施	宜采用车载移动测量	
	通风设施	宜采用车载移动测量	
	信号灯设施	宜采用车载移动测量	
	治超站	宜采用倾斜摄影	
注：隐蔽设施可根据交竣工图纸提取信息辅助建模			

条文说明

依据《公路工程信息模型应用统一标准》（JTGT 2420-2021），结合公路管理应用需求，确定了公路基础设施实景三维数字化的采集对象，并对其数据获取方式进行了推荐；实际应用中根据具体情况选择合适的采集方式，确保采集数据的准确性和完整性。

3.3 控制点测量

3.3.1 控制点测量应包括移动测量基准站点、点云纠正控制点、标靶点测量。

3.3.2 采用的CORS网或导线网应满足数据精度、因地制宜、经济合理的要求。

3.3.3 各级控制点的平面坐标系统和高程基准应一致。当测区有多个投影带或投影面时，其分界附近的控制点应同时具有不同投影带或投影面的计算成果。

条文说明

平面坐标系统和高程基准的一致性影响不同来源数据整合的精度，进而特征提取结果。不同的投影带或投影面会导致数据变形或扭曲，分界附近的控制点同时具有不同投影带或投影面的计算成果，可以确保数据的连续性和兼容性。

3.3.4 控制点测量中，基准站、点云纠正控制点、标靶点的平面控制点和高程控制点的测量精度等级不应低于四等。

条文说明

依据《国家三角测量规范》（GB/T17942-2000）中对控制点的测量精度等级有相关说明，满足公路基础设施实景三维数字化中，控制点测量精度等级不应低于四等。

3.4 倾斜摄影数据采集

3.4.1 倾斜摄影采集装备宜采用多镜头系统，系统宜具备定位测姿信息。

3.4.2 采集时，应考虑航线相邻像片航高、航向、弯曲度、旁向覆盖度相关指标，以获得高质量的影像数据。

1 设计航高应依据地面分辨率、倾斜设备参数及地面情况进行计算，设计航高不宜小于50m，不宜大于300m，实际航高与设计航高之差不应大于30m。

2 航线敷设走向宜与道路中心线方向一致。

3 航线弯曲度不应大于5%。

4 航向覆盖度宜大于70%，旁向覆盖度宜大于60%。

条文说明

参考《倾斜数字航空摄影技术规程》（GB/T 39610-2020）

1 航高过高，地面分辨率将降低，可能导致细节信息丢失；航高过低，可能受到设备性能和地面条件的限制。不同的地形对航高的选择也会产生影响，需要结合实际测量条件综合考虑，结合公路领域设置航高不宜小于50m，不宜大于300m，航高之差不应大于30m。

2 航线敷设走向与道路中心线方向一致，可以减少影像畸变和错位。

3 航线弯曲度过大，相邻影像之间的重叠区域会减少，可能会出现漏洞和数据确实。

4 旁向覆盖能够确保相邻航线之间的影像有足够的重叠部分，保证采集数据的完整性。在建筑物密集的地区，为了获取全方位无信息盲点的倾斜影像，同时也为了多视影像的整体平差效果，采取大重叠的影像获取方式。

3.4.3 航摄中出现漏洞应及时补摄，补摄相机应采用前一次航摄飞行的相机，补摄航线范围应超出漏洞范围区域。

条文说明

漏洞导致采集数据不完整，影响后续的三维建模，应该进行及时补摄。

3.4.4 公路红线管理范围内图像分辨率宜优于5cm，红线管理范围外图像分辨率宜优于10cm。

条文说明

红线范围内是公路基础设施的重点区域，需确保获取更高的公路基础设施的细节和特征；红线范围外区域需查看地形、地貌，图像分辨率能够保证数据的连续性和完整性即可。

3.5 激光扫描数据采集

3.5.1 激光扫描测量设备的传感器精度指标应符合以下规定：

1 车载移动测量系统中，车载激光扫描仪的测量距离应大于 150m，测距精度应小于 3cm；全景相机的图像分辨率应优于 3cm，采集频率应大于 2 帧/秒；定位测姿系统的后处理定位精度应满足水平精度不大于 10cm，高程精度不大于 20cm，数据频率应小于 50Hz。

2 机载移动测量系统中，对于机载激光扫描仪的选取，应根据作业区域的地形条件以及成果对点云密度及数据精度要求进行选择。数码相机的图像分辨率应优于 3cm，定位测姿系统的 GNSS 采集率应大于 2Hz，IMU 频率应大于 128Hz。

3 固定站式激光雷达的测量距离应大于 130m，测距精度应小于 2cm，相机的图像分辨率应优于 3cm。

4 移动便携式激光雷达的测量距离应大于 100m，测距精度应小于 1cm，相机的图像分辨率应优于 3cm。

条文说明

1 参考《车载移动测量技术规程》（CH/T 6004-2016）中对于激光扫描仪、全景相机和定位测姿系统的相关规定。结合公路实景三维需求，确保扫描范围与精度。

2 参考《机载激光雷达数据获取技术规范》（CH/T8024-2011），机载移动测量系统中各设备的传感器指标应满足相关规定。

3 结合固定站式激光雷达与移动便携式激光雷达的使用场景,确定其量测距离和测量精度要求,在公路基础设施实景三维数字化中,根据实际情况,选择符合以上要求的测量设备。

3.5.2 车载移动测量系统采集应符合以下规定:

- 1 采集轨迹应完整覆盖规划路径、采集影像应间隔均匀。
- 2 影像采集应保证影像密度,尽量避免逆光,在光线变化较大时,应及时调整曝光、增益等参数。
- 3 点云采集应完整覆盖采集对象,保证点云密度不小于 100 点/ m^2 。
- 4 车载系统应避免姿态剧变、原地转向、倒车和持续单方向转弯。
- 5 点云数据采集完成后应进行精度校验,平面和高程绝对误差应小于 10cm,在卫星信号不良情况下平面和高程绝对误差应小于 50cm,同一区域不同测次的同一位置点云数据相对误差应满足相应情况要求。

条文说明

- 1 参考《车载移动测量三维模型生产技术规程》(GB/T 41452-2022)。为了能够准确反映实景三维模型的精细程度,点云的密度不小于100点/ m^2 。
- 2 精度校验为了确保采集到的数据与实际地形和物体的位置关系相符合,减少误差,提高数据的可信度。点云密度为100点/ m^2 时的平面精度应小于10cm,高程精度应小于5cm。

3.5.3 机载移动测量系统采集应符合以下规定:

- 1 作业区域内飞行速度应尽可能保持一致,不宜大于 180km/h。
- 2 地面控制点宜采用 RTK 采集路面标识线角点或自设靶标点,选点时要均匀选择。
- 3 激光点云数据的旁向重叠度不应小于 10%。
- 4 点云采集应完整覆盖采集对象,保证点云密度不小于 100 点/ m^2 。
- 5 飞行过程中应重点观察 POS 系统信号状况、回波接收状况、数据质量状况等,并填写飞行记录。

条文说明

- 1 为了确保数据的稳定性和一致性,及时捕捉地面细节。
- 2 参考《车载移动测量三维模型生产技术规程》(GB/T 41452-2022)。在进行控制点测量时,具体选点应根据实际情况决定,确保选点均匀。
- 3 保证采集数据的完整性,结合具体工程应用,机载激光点云数据的旁向重叠度不应小于10%。

3.5.4 固定站激光扫描采集应符合以下规定：

- 1 采集前应将设备放置于观测环境中初始化静置。
- 2 数据采集时应扫描到控制点用作坐标纠正。
- 3 扫描路径应覆盖整个作业区域，扫描路径应尽量闭合，且尽量避免路径重复。
- 4 固定站多站扫描有效点重叠度不宜低于 30%。
- 5 固定站点云数据导出前应进行完整性和可用性检查，并应及时对异常和缺失的数据进行补扫。

3.5.5 移动便携式激光雷达扫描数据采集应符合以下规定：

- 1 扫描路径应覆盖整个作业区域、扫描路径应尽量闭合、应尽量避免路径重复，结构复杂或通视困难的作业区域宜提前进行路径规划。
- 2 扫描作业时，应尽量保持设备平稳，分段采集数据时，应保证分段数据间有足够的重叠区域，以便相邻测段拼接。
- 3 相邻影像间的重叠度不应低于 30%。
- 4 扫描作业结束后，应现场检查点云数据的完整性，对缺失和异常数据应及时补扫。

4 数据处理

4.1 总则

4.1.1 数据处理工作应包含坐标处理、真彩点云处理、倾斜实景处理等内容。

4.1.2 数据处理前应准备好数据并进行备份工作。

4.1.3 数据处理时应考虑数据的坐标系，处理后的数据应保持统一的坐标基准。

条文说明

统一的坐标基准方便后续的数据应用于分析工作。

4.1.4 数据处理时应注意数据处理的时效性，宜采用自动化的方式。

条文说明

在数据处理环节中应当考虑到数据量的多少，数据处理的环节应当及时高效。自动化处理方式可以通过使用各种数据处理软件和工具来实现，完成对大量数据的快速处理和分析。同时，自动化处理还可以提高数据处理的可靠性和稳定性，确保数据处理结果的一致性和准确性。

4.2 倾斜摄影数据处理

4.2.1 影像数据处理应包括格式转换、影像分块、变形纠正、影像配准、图像增强等内容。

4.2.2 影像区域分块大小应根据航摄分区、软硬件处理能力合理设置，分块接边处应含有控制点。长距离公路分段处理时，应在各段连接位置增加控制点。

条文说明

倾斜影像区域分块处理能够提高处理效率、减少内存需求、优化局部特征处理、实现并行化、增强容错性、适应不同分辨率特征并便于管理和后期处理。长距离公路场景影像分块增加控制点可以确保精度。

4.2.3 倾斜影像中相对定向连接点中误差应优于1个像素，最大残差应优于3个像素，相对连接点应分布均匀，数目应大于30。

条文说明

相对定向用于确定两幅或多幅影像之间的相互关系,为确保倾斜影像相对定向具有较高的精度和可靠性,需要结合公路应用场景考虑相对定向连接点的像素参数设置,参考《低空数字航摄与数据处理规范》(GB/T 39613-2020)。

4.2.4 区域网平差计算结束后,基本定向点残差、检查点误差、公共点较差最大限值,应符合《数字航空摄影测量空中三角测量规范》(GB/T 23236)有关要求。平差计算时连接点、像片控制点应进行粗差检测、删除或修正。

条文说明

绝对定向的目的是将影像的几何变换参数与地面上的实际控制点联系起来,从而为影像提供一个准确的地理坐标框架。具体要求应满足《数字航空摄影测量空中三角测量规范》(GB/T 23236)的有关规定。

4.2.5 倾斜三角网数据的精度宜从位置精度、几何精度和纹理精度3个方面进行评定:

1 绝对位置精度宜通过比对加密点和检查点的平面精度和高程精度进行衡量,平面中误差应小于10cm,高程中误差应小于20cm;

2 几何精度宜通过观察公路各类设施数据是否连续均匀,是否存在变形、拉花、空洞判断,设施几何尺寸量测精度应小于10cm。

3 纹理精度宜满足建模的色彩、明暗度、清晰度要求。

条文说明

根据公路场景基础设施模型精细度、数据精度要求。

4.2.6 倾斜摄影数据管理应按航片编号进行存储,存储格式应当参照《低空数字航摄与数据处理规范》(GB/T 39612)的有关要求。

4.3 全景影像数据处理

4.3.1 全景影像处理成果应包含坐标信息、时间信息和姿态信息。

条文说明

坐标信息能提供准确的地理位置数据,时间信息与姿态信息有助于实现场景的理解和三维重建。

4.3.2 全景影像拼接处错位误差5像素以上的比例应小于5%。

条文说明

参考《车载移动测量数据规范》(CH/T 6003-2016)、《车载移动测量技术规程》(CH/T 6004-2016)。全景影像数据拼接质量直接影响视觉效果的连续性和自然性，公路基础设施实景三维数字化对全景影像数据的要求更加严格。

4.3.3 全景影像应根据需要进行必要的影像增强、匀光、变形纠正等处理。

条文说明

影像增强和匀光处理能够提升全景影像的视觉效果，解决不同场景和光线条件下像存在的色偏问题，增强图像中细节信息的表达。

4.3.4 全景影像应能够与激光点云数据进行融合，支持影像目标采集与量测。

4.3.5 全景影像数据宜结合桩号进行编码管理。

条文说明

参考《车载移动测量三维模型生产技术规程》(GB/T 41452)的有关要求，结合公路场景，将道路中的桩号编码信息与全景影像数据管理结合。

4.4 激光点云数据处理

4.4.1 激光点云处理成果应是真彩色激光点云，应包含绝对坐标、纹理颜色、地物反射强度及时间信息等，制作完成的彩色点云在图像重叠区域应无明显色彩差异。

1 移动测量点云数据处理时，应融合定位测姿数据、激光测距数据、影像数据、系统检校参数进行点云解算，生成含有地理坐标的真彩三维点云。

2 固定站点云数据处理时，应融合控制点数据、影像数据生成含有地理坐标的真彩三维点云。

条文说明

激光点云数据在后续的应用分析中能够提供丰富且精确的信息。

4.4.2 点云数据的降噪率应大于95%，定位绝对坐标精度应小于10cm。

条文说明

降低环境、设备因素产生的误差，确保数据的纯净度，真实反映被测物体的形态特征和位置的准确性。参考《车载移动测量技术规程》(CH/T 6004-2016)。

4.4.3 不同平台获取的点云数据应导出或转换为统一坐标系统下的数据格式。

条文说明

不同平台获取的点云数据转换为统一坐标系下的数据格式，确保数据的兼容性、精确性和易用性。

4.4.4 点云数据平面精度和高程精度应符合技术设计要求，误差超限时应利用控制点进行误差改正。

4.4.5 激光点云抽稀不应影响公路基础设施三维表达与矢量特征提取。

4.4.6 激光点云数据管理宜结合桩号进行编码管理。

4.5 多平台数据融合处理

4.5.1 多平台数据融合处理，可采用自动化方式进行。

条文说明

根据公路基础设施分布特点，在采集的过程中会利用多种方式进行数据采集，数据处理的过程中应当根据数据采集的方式进行融合处理，

4.5.2 多平台数据匹配应符合下列要求：

1 宜利用轨迹线或控制点确定各平台所获数据精度，可直接以同区域精度较高的点云数据为参考纠正其他平台所获点云数据；

2 匹配完成后，应利用精度检测点检查点云数据平面精度和高程精度是否满足项目设计要求，精度中误差宜小于10cm。

条文说明

参考《实景三维地理信息数据激光雷达测量技术规程》（CH/T 3020），通过收集同区域内不同平台数据，分析各平台数据采集的轨迹线和点位控制点，准确了解数据采集条件和误差来源，多平台数据匹配中，精度较高的区域可直接作为参考来纠正其他平台数据。

5 模型生产与更新

5.1 总则

5.1.1 公路基础设施三维模型应从实景三维数据中提取的矢量特征进行建模，无法进行采集的数据可基于设计图纸进行补充建模。

5.1.2 基于矢量特征建立的三维模型应包括几何数据和属性数据。

5.1.3 三维模型的主体部分及附属设施应根据具体需求进行单体化。

5.1.4 三维模型宜根据公路分级标准和路网管理需求进行分类编码。

条文说明

不同类型的公路基础设施分类编码，便于对不同等级和类别的设施模型查询和管理，通过统一的编码规则，实现三维模型信息的标准化。

5.1.5 基础设施模型单体相对于原始数据的定位精度应小于 10cm，基础设施模型单体之间定位相对精度应小于 5cm。

条文说明

矢量数据进行模型构建过程中存有误差，限制采集到建模中产生误差的范围。

5.1.6 模型命名应准确、合理、简明，具有可扩充性，所有模型和纹理的命名应唯一，且能对应。

5.2 矢量特征提取与建模

5.2.1 设施点、线、面矢量特征应根据激光点云扫描和倾斜摄影数据进行提取，宜采用自动化方式提取矢量数据并添加属性信息。

条文说明

行业内矢量数据自动化提取技术已普遍存在，自动化处理还可以提高数据处理的可靠性和稳定性，确保数据处理结果的一致性和准确性。

5.2.2 应根据公路基础设施及其构件实际情况，对纹理数据进行纠正与增强处理，宜构建纹理特征库。

条文说明

纹理数据在公路基础设施的监测和维护中扮演着重要的角色。可以通过纹理数据对公路状况进行评估，构建纹理特征库便于降低实景三维模型成本。

5.2.3 提取出的矢量特征数据应按标准格式存储，宜支持与原始实景数据叠合检查。

5.2.4 提取出的矢量特征与原始实景数据的平面和高程中误差不应超过10cm。

条文说明

校验模型的构建精度。

5.2.5 公路主要设施提取类型与信息可遵循表5-1方进行。

表 5-1 公路主要设施提取要求

类型	主要设施	矢量特征提取类型	属性信息提取
地形地貌	地形地貌	面	高程、坡度等
路线线型	平面曲线	线	曲线半径、曲线长度、曲线转向角等
	纵断面曲线	线	变坡点、竖曲线半径、纵坡等
	横断面曲线	线	宽度、横坡等
路基	路肩	面	位置桩号、路基防护类型、防护长度、排水类型、排水形式等
	支挡防护	线	位置桩号、支挡防护类型、边坡高度、边坡坡度、边坡长度等
	排水设施	线	位置桩号、排水设施类型、排水形式、边沟长度、边沟深度、边沟宽度等
路面	车道	线	位置桩号、路面高程、路面长度、车道宽度等
	中央分隔带	线	位置桩号、中央分隔带类型、中央分隔带宽度
	路缘石	线	位置桩号、路缘石长度、路缘石宽度、路缘石外露高度等
	人行道	线	位置桩号、人行道长度、人行道宽度、人行道高程、人行道隔离形式等
桥梁	上部结构	线	位置桩号、结构类型、桥梁材质信息、桥梁坡度、桥梁平曲线半径、桥梁全长、跨径总长、桥梁全宽、桥面净宽、桥面标高、桥面标准净空、桥面实际净空等
	下部结构	面	位置桩号、桥台类型、桥墩类型、桥墩截面形式、桥墩防撞形式、桥下标准净空、桥下实际净空等
	桥面系及附属设施	线	位置桩号、桥面铺装类型、伸缩缝宽度、伸缩缝类型、防撞墙长度、防撞墙宽度、防撞墙高度等
隧道	主体结构	面	位置桩号、隧道路面横坡类型、隧道长度、隧道纵坡、隧道净宽、隧道净高、洞门形式等
	附属工程	线	位置桩号、洞内排水沟类型、洞内排水沟长度、洞内排水沟位置、隧道应急设施等
涵洞	洞口	面	位置桩号、涵洞长度、洞口类型、洞口位置、进出口高程、进出口纵坡等
	洞身	面	位置桩号、洞身净高、填土高度、限高门架等
安全设施	交通标线	线	位置桩号、标线宽度、标线类型、字符内容等
	交通标志	面	位置桩号、支撑形式、标志种类、可变信息标识、标志内容、标志牌底色、标志净空等

	隔离设施	线	位置桩号、护栏种类、护栏长度、防撞等级、声屏障长度、隔离栅种类、长度等
	视线诱导设施	点	位置桩号、设施种类等
	防护设施	线/点	位置桩号、防护网种类、防护网长度、警示桩种类、警示桩数量等
	防眩设施	线	位置桩号、防眩设施种类、长度等
	其他交通安全设施	线	位置桩号、设施类别等
服务设施	服务区	面	位置桩号、服务区名称、服务区面积等
	停车区	面	位置桩号、停车区名称、停车区面积等
	加油站/充电站	面	加油站/充电站种类、加油站/充电站名称等
	绿化设施	点	设施类别、类别数量等
收费设施	收费亭/站	面	收费亭/站名称、收费亭/站面积等
	收费岛	面	收费岛编号等
	ETC门架系统	线	位置桩号、门架净空，门架宽度等
机电设施与管理设施	通用设施	点	位置桩号、交通信息设施种类、交通信息设施名称、支撑形式等
	监控设施	点	位置桩号、监控设施种类、支撑形式、监控设施数量等
	通信设施	点	位置桩号、通信设施编号等
	配电设施	点	位置桩号、配电设施编号等
	照明设施	点	位置桩号、照明设施种类、编号等
	消防设施	点	位置桩号、消防设施种类、编号等
	通风设施	点	位置桩号、通风设施种类、编号等
	交通信号灯	点	位置桩号、交通信号灯种类、支撑形式等
	治超站	点	位置桩号、治超站名称等

条文说明

根据公路基础设施实景三维模型构建精细度提取相关属性信息，

5.2.6 基于提取的矢量特征，宜采用自动化或人工交互方式进行建模。

5.3 模型分类与编码

5.3.1 模型生产应考虑模型的精细程度，宜应分为LOD1.0、LOD2.0、LOD3.0、LOD4.0四级。精细度等级参考表5-2。

表5-2 精细度等级

细节等级	内容描述	备注
LOD1.0	应包含公路各类设施的基本信息	表达设施综合轮廓
LOD2.0	应包含公路各类型设施中专业组合模型、单专	表达设施结构组成，其中桥隧细部结构可按

	业模型、完整功能模块的信息描述	需表达
LOD3.0	应包含公路设施中单一构件的详细信息描述	表达设施结构细部形态，任意构件单体化
LOD4.0	应优于LOD3.0的细部详细信息描述	表达更高的细节要求，展示表观纹理

条文说明

LOD等级主要体现模型细节内容的表达，包括表观纹理：颜色、细度、病害、标识等。

5.3.2 三维模型应按工程主体及附属的层级进行拆分，模型架构及精细度要求应符合表5-3的规定。

表 5-3 模型架构及精细度要求

类型	设施	子设施	拆分要求	精细度要求	备注
地形地貌	-	-	宜按1公里分段拆分	LOD2.0	
路线线型	平面曲线	-	按需划分	LOD2.0	
	纵断面曲线	-	按需划分	LOD2.0	
	横断面曲线	-	按需划分	LOD2.0	
路基	路肩	土路肩	宜按100米分段拆分	LOD3.0	
	支挡防护	挡土墙	宜按100米分段拆分	LOD3.0	
		坡面防护	宜按100米分段拆分	LOD3.0	
	排水设施	排水管	宜按100米分段拆分	LOD3.0	
		边沟	宜按100米分段拆分	LOD3.0	
		集水井	以单个构件为单位拆分	LOD3.0	
路面	车道	行车道	宜按100米分段拆分	LOD2.0	有条件时可按10米拆分
		应急车道	宜按100米分段拆分	LOD2.0	有条件时可按10米拆分
	中央分隔带	-	宜按100米分段拆分	LOD2.0	
	路缘石	-	宜按100米分段拆分	LOD3.0	
	人行道	-	宜按100米分段拆分	LOD2.0	
桥梁	上部结构	桥联	以跨为单位拆分	LOD3.0	
		桥跨	以跨为单位拆分	LOD3.0	
	下部结构	桥台	以墩台为单位拆分	LOD3.0	
		桥墩	以墩台为单位拆分	LOD3.0	
		墩台	以墩台为单位拆分	LOD3.0	
	桥面系及附属设施	桥面铺装	以跨为单位拆分	LOD3.0	
		搭板	以跨为单位拆分	LOD3.0	
		防撞墙	以跨为单位拆分	LOD3.0	
		锥坡	以跨为单位拆分	LOD3.0	

		伸缩装置	以跨为单位拆分	LOD3.0	
		防落梁装置	以跨为单位拆分	LOD3.0	
隧道	主体结构	洞口	以座为单位拆分	LOD3.0	
		洞身	以座为单位拆分	LOD3.0	
	附属工程	辅助通道	以单个构件为单位拆分	LOD3.0	
		初次支护构件	以单个构件为单位拆分	LOD3.0	
		二次衬砌构件	以单个构件为单位拆分	LOD3.0	
		防排水构件	以单个构件为单位拆分	LOD3.0	
	涵洞	洞口	-	以座为单位拆分	LOD3.0
		洞身	-	以座为单位拆分	LOD3.0
安全设施	交通标线	指示标线	可按需拆分	LOD2.0	
		警告标线	可按需拆分	LOD2.0	
		禁止标线	可按需拆分	LOD2.0	
	交通标志	主交通标志	以单个杆件、单个版面为单位拆分	LOD3.0	
		辅助交通标志	以单个杆件、单个版面为单位拆分	LOD3.0	
	隔离设施	护栏	以护栏立柱为单位拆分	LOD3.0	
		隔离栅	按照100米分段拆分	LOD3.0	
		声屏障	按照100米分段拆分	LOD3.0	
	视线诱导设施	轮廓标	以单个设施为单位拆分	LOD3.0	
		分合流/线形诱导标	以单个设施为单位拆分	LOD3.0	
		突起路标	以单个设施为单位拆分	LOD3.0	
	防护设施	防撞网	以单个设施为单位拆分	LOD3.0	
		警示桩	以单个设施为单位拆分	LOD3.0	
	防眩设施	防眩板	以单个设施为单位拆分	LOD3.0	
		行道树	按需划分	LOD3.0	
	其他交通安全设施	-	按需划分	LOD3.0	包括防风栅、防雪栅、积雪标杆、限高架、减速丘、凸面镜等设施
服务设施	服务区	-	以单个构筑物为单位拆分	LOD3.0	
	停车区	-	以单个构筑物为单位拆分	LOD3.0	
	加油站/充电站	-	以单个构筑物为单位拆分	LOD3.0	
收费设施	收费亭	-	以单个构筑物为单位拆分	LOD3.0	
	收费岛	-	以单个构筑物为单位拆分	LOD3.0	
	ETC门架系	-	以单个构筑物为单位拆	LOD3.0	

	统		分		
机电设施与管理设施	通用设施	-	以单个杆件、单个设备为单位拆分	LOD4.0	包括摄像机、交通信号灯、可变信息标志等设施
	监控设施	-	以单个杆件、单个设备为单位拆分	LOD4.0	包括气象、环境等检测器、车道指示器、电话及广播、报警设施
	通信设施	-	以单个设施为单位拆分	LOD4.0	
	配电设施	-	以单个设施为单位拆分	LOD4.0	
	照明设施	-	以单个杆件、单个设备为单位拆分	LOD4.0	
	消防设施	-	以单个设施为单位拆分	LOD4.0	包括灭火器、消防栓箱、灭火器箱、消火栓、防火门
	通风设施	-	以单个设施为单位拆分	LOD4.0	
	交通信号灯	-	以单个杆件、单个设备为单位拆分	LOD4.0	
	治超站	-	以单个构筑物为单位拆分	LOD3.0	

条文说明

参考《公路工程信息模型应用统一标准》（JTG/T 2420），建立实景三维模型架构，按照高速公路应用场景需要，刻画模型精细程度与进行模型划分。

5.3.3 公路基础设施实景三维模型数据应进行编码管理，分为基础编码与扩展编码。

1 编码前宜进行模型单元划分。

2 基础编码应参照《公路工程信息模型应用统一标准》（JTG/T 2420）的有关规定。

3 扩展编码宜包含地理坐标、里程桩号、相对位置等信息。

条文说明

模型拓展码当中应当体现公路特色，将地理坐标、里程桩号、相对位置等信息融入到拓展码中。

5.4 模型更新

5.4.1 模型更新包括整体更新和局部更新两类。整体更新宜结合改扩建、大中修、资产普查等工作开展，局部更新宜在公路基础设施要素内容、空间位置或其他属性发生变化时，应根据管理要求及时开展。

条文说明

整体更新时结合改扩建、大中修、资产普查等要求；而当公路基础设施要素内容、空间位置或其他属性发生变化时应当进行局部更新，且考虑模型更新的时效性。

5.4.2 公路设施模型更新技术要求应符合本指南第五章的有关规定。

6 数据管理与成果交付

6.1 成果数据存储格式

6.1.1 模型成果应及时存储与归档，若为最终应用成果，应采用原始数据格式与通用数据格式进行存储，成果数据的存储格式应符合表6-1的规定。

表6-1 成果数据存储格式要求

数据类型	数据格式
倾斜影像数据	*.tiff、jpg、png等
倾斜实景数据	*.osgb等
激光点云数据	*.las、xyz、pcd等
全景影像数据	*.jpg等
矢量特征数据	*.shp、dwg、gml、kml等
模型数据	*.fbx、obj、osg、3ds等

条文说明

参考《车载移动测量三维模型生产技术规程》（GB/T41452-2022）中的有关要求。

6.2 成果数据质量检查

6.2.1 成果质量检验应包括基本质量检查、几何数据质量检查、属性数据质量检查等内容。

6.2.2 基本质量检查应包含以下内容：

- 1 原始资料的质量：检查原始资料的正确性、现势性、完整性。
- 2 文档的质量：检查文档填写内容是否完整、正确。
- 3 数据质量：数据的精度与完整性。
- 4 产品归档检查：检查各种数据资料、图形资料、文档资料是否齐全;检查存储数据的介质和规格是否符合要求；检查备份的数量;检查数据是否可用,文件组织、文件命名是否符合规定要求。

6.2.3 几何数据质量检查

- 1 定位测姿数据应检查GNSS基准站数据是否满足要求；定位测姿数据完整性、连续性、精度是否满足要求。

2 影像数据应检查影像曝光点是否完整覆盖规划；影像采集间隔是否均匀，有无丢失和重复；影像是否存在过度曝光、曝光不足、污点、光晕、模糊等情况；影像数据的精度是否满足要求。

3 激光点云数据应检查点云数据是否完整覆盖待测目标；点云密度是否满足要求；同一区域不同测次获取的点云同一位置的误差是否满足要求；点云数据的平面精度和高程精度是否满足要求。

4 矢量特征数据应检查矢量数据完整性、连续性、精度是否满足要求；检查矢量数据与现实数据中的几何形状一致性。

5 模型数据模型应检查模型数据的时空基准、模型精度、模型精细度等内容。

6.2.4 属性数据检查

1 编码检查：应检查各层编码是否正确。

2 属性信息检查：应检查属性项的名称、类型、长度、顺序是否符合规定要求，有无遗漏；检查属性值是否正确。

6.3 成果数据管理安全

6.3.1 数据的安全与保密工作应根据有关法规与标准进行安全与保密设计，建立严格的安全运行与保密制度。根据应对数据安全事件的需要，制定应急预案。

6.3.2 数据应进行分类分级管理，合理确定数据处理活动的操作权限，严格实施人员权限管理。

6.3.3 应根据需要配备数据安全管理人员，统筹负责数据处理活动的安全监督管理，并定期对从业人员开展数据安全教育和培训。

6.4 成果交付

6.4.1 描述项目要求的模型、数据与文件，应包括信息创建者和创建环境等内容。

6.4.2 项目过程集成的有关质量等信息的数据和文件，应包括技术总结报告、基础设施实景模型。

6.4.3 交付成果应满足信息共享和互用需求，宜满足现行《公路工程信息模型应用统一标准》（JTG/T 2420）中相关数据存储规定，也可采用约定格式进行交付。

6.4.4 交付内容应包含以下内容：

- 1 全景影像原始数据及处理数据；
- 2 垂直影像和倾斜影像原始数据及处理数据；
- 3 点云预处理数据；
- 4 提取的矢量特征数据；
- 5 采集对象的三维模型数据；
- 6 文件移交单；
- 7 其他有关材料。