

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/CPUMT

中国和平利用军工技术协会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

实景三维建模技术规范

Technical specification for Real Scene Three-dimensional (3D) Modeling

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。



版权所有归属于该标准的发布机构，除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国和平利用军工技术协会 发布

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 缩略语 3

5 基本要求 3

6 数据采集 5

7 数据处理 8

8 实景三维模型制作 10

9 检查与验收 15

10 成果归档与交付 16

附 录 A （资料性） 相片控制点航向基线数跨度估算..... 19

附 录 B （资料性） 点之记 22

附 录 C （资料性） 数字高程模型特征点匹配格网尺寸估算..... 23

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国和平利用军工技术协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

CPUMV

实景三维建模技术规范

1 范围

本文件规定了实景三维建模的基本要求，包括基本组件、类型、参考系、细节层次、技术要素、质量要求和元数据，以及实景三维建模的主要技术流程，包括数据采集、数据处理、建模过程、检查验收和成果归档交付。

本文件适用于实景三维建模中以倾斜摄影测量与三维激光扫描技术实现实景三维模型构建、数字城市建设、地形地物三维数字化量测等范畴的总体规划、方案设计、软硬件开发、工程检查验收等，在与实景三维建模相关的技术创新与融合应用方面提供依据。

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，注明日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；未注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 7931 1:500 1:1000 1:2000地形图航空摄影测量外业规范
GB/T 13923 基础地理信息要素分类与代码
GB/T 14912.1 数字测图技术规程GB/T 17941 数字测绘成果质量要求
GB/T 18316 数字测绘产品检查验收规定和质量评定
GB/T 20257.1 国家基本比例尺地图图式 第1部分：1:500 1:1000 1:2000地形图图式
GB/T 20258.1 基础地理信息要素数据字典 第1部分：1:500 1:1000 1:2000比例尺
GB/T 23236 数字航空摄影测量 空中三角测量规范
GB/T 39610 倾斜数字航空摄影技术规程
GJB-6703 无人机测控系统通用要求
GJB-6722 通用型无人机操作使用要求
CH 1002-95 测绘产品检查验收规定
CH 1003-95 测绘产品质量评定标准
CH/T 1015.2 基础地理信息数字产品1:10000 1:50000生产技术规程
CH/T 2009 全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范
CH/T 6004 车载移动测量技术规程
CH/T 8024 机载激光雷达数据获取技术规范
CH/T 9008.2 基础地理信息数字成果1:500 1:1000 1:2000数字高程模型
CH/T 9008.3 基础地理信息数字成果1:500 1:1000 1:2000数字正射影像图
CH/T 9015 三维地理信息模型数据产品规范
CH/T 9016 三维地理信息模型数据生产规范
CH/T 9024 三维地理信息模型数据产品质量检查与验收
CH/Z 3002 无人机航摄系统技术要求
CH/Z 3003 低空数字航空摄影测量内业规范
CH/Z 3004 低空数字航空摄影测量外业规范
CH/Z 3005 低空数字航空摄影规范
CH/Z 3017 地面三维激光扫描作业技术规程
CJJ/T 100 城市基础地理信息系统技术标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

实景三维模型 scenery three-dimensional (3D) model

对人类生产、生活和生态空间地形、地貌、地物等进行真实、时序化三维表达的数字虚拟空间，反映人类活动空间的空间位置、几何形态、纹理及属性等信息，是新型测绘标准化产品。

注1：本文件中简称三维模型。

注2：主要包括地形模型、建筑模型、交通设施模型、管线模型、植被模型及其他模型等数据内容。

3.2

实景三维建模 scenery three-dimensional modeling

通过地表影像对多视角影像进行密集影像匹配、构建MESH模型（白模）、纹理映射，或对通过三维激光扫描生成的点云数据进行处理等操作生成的具有直观的视觉效果、精确的位置信息以及具备三维空间分析能力的全息三维实景模型。

3.3

倾斜摄影 oblique photography

通过遥感平台上从一个垂直、多个倾斜的、不同的视角同步采集影像，获取到丰富的建筑物顶面及侧视的高分辨率纹理，能够真实地反映地物情况，高精度地获取地物纹理信息。通过融合定位、建模等技术，可生成真实的三维地物模型。

3.4

几何模型 geometrical model

用点、线、面、体等基本几何元素描述现实世界，形成建模对象的几何形态。

3.5

建模单元 modeling unit

按管理和应用需要将建模区域划分成的若干单元，是三维模型制作和数据管理的基础。

[来源：CH/T 9024-2014，3.2]

3.6

原始模型数据 original model data

采用三维建模软件制作的三维模型，它可以用该建模软件打开和编辑，通常以文件方式保存。

3.7

地形模型 terrain model

用于表示地面起伏形态的三维模型。

[来源：CJJ/T 157-2010，2.1.2]

3.8

纹理 texture

三维模型贴图信息，改变物体表面外观的图片资源。

注：包含宽、高、压缩方式及纹理二进制数据等。

3.9

三维激光扫描技术 three-dimensional laser scanning technology

通过高速激光扫描测量方法，大面积、高分辨率地快速获取各个扫描点的 (x, y, z) 坐标作为位置属性，同时获取反射率、 (R, G, B) 颜色模型等物理属性，构建扫描对象的三维点云数据，并根据这些三维点云数据快速建立物体的三维影像模型。

3.10

三维激光点云 3D laser point cloud

通过三维激光扫描测量技术所获得的目标表面特性的大量、密集的点集合，三维激光点云数据中的点包括三维坐标、颜色信息和反射强度等信息。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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

CAD 计算机辅助设计 (Computer Aided Design)

DEM 数字高程模型 (Digital Elevation Model)

DOM 数字正射影像 (Digital Orthophoto Map)

TIN 不规则三角网 (Triangulated Irregular Network)

IMU 惯性测量单元 (Inertial Measurement Unit)

5 基本要求

5.1 三维模型基本组件

实景三维模型包括两个基本组件：

- a) 地球表面地形起伏立体表现的几何框架及框架表面的贴图影像；
- b) 地球表面地理要素立体表现的几何框架及其表面的贴图影像，其属性类别应符合 GB/T 20258.1 的规定。

5.2 类型

实景三维模型根据组件的类型应符合 GB/T 13923 的分类要求：

- a) 地形模型；
- b) 交通要素模型；
- c) 水系要素模型；
- d) 植被要素模型；
- e) 场地要素模型；
- f) 管线设施要素模型；
- g) 地下空间设施要素模型；
- h) 其他要素模型。

三维场景数据由一类或多类三维模型组成，构成三维模型数据产品，通常情况下分为两类：

- a) 仅用于地形模型表现的三维地形景观；
- b) 在地形模型基础上，增加其他模型分类中的一种或多种要素构成的三维模型景观。

5.3 参考系要素

实景三维模型数据产品应参考GB/T 14912.1，采用统一的、符合国家规定的平面坐标和高程系统。当采用地方坐标系时，应与国家统一坐标系建立严密的转换关系。实景三维模型数据产品涉及的日期应采用公历纪元，时间应采用北京时间。

5.4 实景三维模型的细节层次划分

各类实景三维模型按表现细节可分为LOD1、LOD2、LOD3、LOD4四个细节层次，在同一地区可建立不同细节层次的模型，实景三维模型的细节层次如表1所示。

表1 实景三维模型的细节层次

模型类型	LOD1	LOD2	LOD3	LOD4
地形模型	DEM	DEM+DOM	高精度DEM+高精度DOM	精细模型
场地模型	体块模型	基础模型	标准模型	精细模型
交通要素模型	道路中心线	道路面	道路面+附属设施	精细模型
管线及地下空间设施要素模型	管线中心线	管线体	管线体+附属设施	精细模型
植被要素模型	通用符号	基础模型	标准模型	精细模型
其他要素模型	通用符号	基础模型	标准模型	精细模型

5.5 基本技术要素

5.5.1 实景三维模型的空间参照系应与该城市基础测绘所用的平面坐标系统和高程基准相一致。

5.5.2 实景三维模型的几何模型符合下列规定：

- 计量单位应统一单位“米”；
- 所有模型应统一轴心点定义；
- 所有模型应为独立对象；
- 在满足各级别模型细节层次要求的情况下，应尽量减少几何模型的面数；
- 所有模型中应不存在冗余缝隙、共面和废点等；
- 对重复利用的纹理和模型，宜建立纹理库和模型库。

5.5.3 实景三维模型的纹理符合下列规定：

- 应真实反映建模物体的颜色、质地和图案等，同一区域同种类物体纹理应协调一致；
- 应与几何模型细节层次相匹配，纹理应清晰可辨；
- 纹理尺寸应为2的n次幂，且不宜超过2048×2048像素；

5.5.4 实景三维模型属性信息应包含描述模型类型、用途和特征的基本属性信息和专题属性信息，并应符合下列要求：

- 实景三维模型的属性信息应与单个模型一一对应；
- 实景三维模型的属性信息内容应正确、完整；
- 实景三维模型的属性信息可根据实际应用需要进行扩充。

5.6 实景三维模型的质量要求

5.6.1 实景三维模型的几何精度应符合以下要求：

- 实景三维模型数据的平面坐标值（X，Y）应与实际测量值保持一致；
- 实景三维模型数据的高度Z，根据不同模型类别和细节层次，应符合本文件5.4的相关要求；
- 实景三维模型数据各组成部分的相对位置应准确。

5.6.2 实景三维模型的属性精度应符合以下要求：

- 实景三维模型属性应根据不同模型类别设置不同的属性字段；
- 实景三维模型分类及其编码应正确完整；
- 实景三维模型的属性项和属性值应准确、完整。

5.7 实景三维模型的元数据

实景三维模型元数据包括三维模型数据的内容、质量、状况和其他有关特征。实景三维模型元数据的内容、质量应能够适应数据存储、建库、管理、转换、查询、浏览、检索、发布、共享等技术环节。

6 数据采集

6.1 数据采集基本要求

- 6.1.1 实景三维模型的数据来源于倾斜摄影测量与三维激光扫描技术。
- 6.1.2 使用无人机平台应严格在《轻小型民用无人机飞行动态数据管理规定》、《民用无人机驾驶员管理规定》等 ICCA 相关管理规定及引导下进行，并严禁做出在地方禁飞区飞行、无执照飞行等影响空域安全的行为。
- 6.1.3 实景三维建模工程完成后应编制工程总结报告。
- 6.1.4 实景三维建模成果应进行地理位置校准与检验，以确保模型地理位置信息的准确。
- 6.1.5 实景三维建模工作应实行工程监理制，工程监理应进行全过程质量监控，应对工程质量进行评价。
- 6.1.6 实景三维建模工程所使用的软件应经实际检验证明有效。
- 6.1.7 实景三维建模工程使用的测量测绘仪器应经相关部门校准，并应具备有效力的仪器检定证书。

6.2 多视影像倾斜摄影测量

6.2.1 外业航摄相片控制点布设

6.2.1.1 目标条件

- 目标条件应满足以下要求。
- a) 像片控制点的目标影像应清晰，易于判别和立体量测，如选在交角良好（30°~150°）的细小线状地物交点，明显地物拐角点、原始影像中不大于 3×3 像素的点状地物中心，同时应是高程起伏较小、常年相对固定且易于准确定位和量测的地方；弧形地物及阴影等不应选作点位目标。
 - b) 高程控制点位目标应选在高程起伏较小的地方，以线状地物的交点和平山头为宜；狭沟、尖锐山顶和高程起伏较大的斜坡等，均不宜选作点位目标。
 - c) 当目标条件与像片条件矛盾时应着重考虑目标条件。

6.2.1.2 区域网布点方案

- 对于两条和两条以上的平行航线采用区域网布点时，应符合以下要求。
- a) 航向相邻平面控制点间隔基线数可参照附录 A 中的公式 A.1 估算，公式中所涉及的参数由所采用的相机、地面分辨率等参数确定。附录 A 中的表 A.1 示例性列出了低空数字航空摄影中采用的几款数码相机的参数，据此计算出的结果参见附录 A 中的表 A.2。使用时，可根据 CH/Z 3003 中规定的成果精度要求参照附录 A 中的表 A.2 选取适当的平面控制点间隔基线数。其他相机、地面分辨率也可按此方法根据相应参数进行估算。
 - b) 旁向相邻平面控制点的航线跨度应不超过表 2 的要求。

表2 旁向相邻平面控制点航线数

比例尺	航线数
1:500	4~5
1:1000	4~5
1:2000	5~6

- c) 航向相邻高程控制点间隔基线数可参照附录 A 中的公式 A.2 估算，采用附录 A 中的表 A.1 的相关参数按不同比例尺、分影像短边平行航向和垂直航向两种摄影方式进行计算。使用时，可根据 CH/Z 3003 中规定的成果精度要求选取适当的高程控制点间隔基线数，其他相机、地面分辨率也可按此方法根据相应参数进行估算；控制成果仅为数字正射影像图和数字正射影像图（B 类）生产使用时，高程控制点间的间隔基线数可适当放宽。

- d) 制作数字线划图、数字高程模型和数字正射影像图成果时，高程控制点宜按航线逐条布设，且航线两端应布点；制作数字线划图（B类）和数字正射影像图（B类）成果时，高程控制点间的航线跨度可适当放宽。
- e) 特殊困难地区（大面积沙漠、戈壁、沼泽、森林等）的平面和高程中误差均可按相应要求放宽0.5倍，布点要求作相应放宽，且应在技术设计书中明确规定。
- f) 对于具有RTK或RTK/PRK双解算功能的无人机，区域网布点时相控点间距可以以上述要求为基础适当放宽；其它测量平台按照上述要求执行。

6.2.2 像片控制点测量

6.2.2.1 测量要求

像片控制点的测量方法和要求应按照CH/T 2009的要求执行。

6.2.2.2 刺点与整饰

像片控制点的刺点与整饰需满足如下要求。

- a) 编号要求
 - 1) 控制像片的编号应符合CH/Z 3005的要求；
 - 2) 基础控制点使用原有编号，像片控制点应统一编号，同一测区内不得重号，由技术设计书作出具体规定。
- b) 刺点与整饰
 - 1) 可采用相纸输出的像片进行像控点判刺与整饰，相关要求应符合GB/T 7931的要求；
 - 2) 可在数字影像上选点、标记，准确标示出刺点位置。点之记可参照附录B的格式制作。

6.2.3 空中倾斜摄影测量

根据无人机性能参数、传感器分辨率参数、地面分辨率，以及测区高程、起伏程度、地物分布、限飞高度等影响要素，通过软件模拟，结合现场踏勘，规划无人机飞行路线。应符合以下要求：

- a) 外业测量应符合GB/T 39610中的相关要求；
- b) 飞手应持有与对应飞行器的驾驶执照，并且按照无人机操作指南进行飞行；
- c) 无人机飞行前应对无人机及其控制设备进行行前检测；
- d) 当遇上风速大、能见度低等影响飞行安全气象条件时，不应开展航飞；
- e) 当工程区域为限制或禁止飞行区域时，在未取得当地相关部门空域许可前，不应开展航飞；
- f) 应就工作范围提前进行航线规划；规划航线时，特别注意高压线、信号塔等电磁干扰源的影响，并注意规避碰撞高压线；
- g) 起飞应确定GNSS星数达17颗以上，并确保飞行器半径5 m范围内无人员和影响飞行安全的可移动物体；
- h) 飞行过程中飞手应密切留意飞机姿态、空速及位置信息，必要时紧急制动飞行器或控制返航；
- i) 除飞行与摄影测量外，应确保飞行器有足够电量从当前位置返航；
- j) 当遇上不可干预因素时，应符合GJB-6722和GJB-6703的要求。

通过倾斜摄影采集低空多视角影像应符合如下要求：

- a) 影像采集应结合目标地物及工程需要，从近地面的垂直、倾斜等多角度采集目标地物表面正射、倾斜角度的低空多视角影像；
- b) 航测成果数据应具有较为准确的位置和姿态信息。

6.2.4 空中三角测量

通过空中三角测量以及平差校正，得到加密点的高程和平面位置，应符合以下要求。

- a) 航摄需遵循航空器相关规范。
- b) 连接点量测应遵循如下要求：
 - 1) 连接点一般采用影像自动匹配和人工判读/量测两种方法获取；

- 2) 人工判读/量测的连接点应位于影像清晰、特征明显、反差较大、易于转刺和量测的固定目标上。
- 3) 连接点宜均匀分布于模型内和相邻模型重叠区内，除区域网边缘外，航向连接点不宜少于 3 度重叠，旁向连接点不宜少于 6 度重叠。影像航向、旁向重叠度较大时，连接点的重叠度至少为理论重叠度的 75% 以上，应减少 2 度重叠连接点的数量。
- 4) 优先采用影像自动匹配连接点，每个模型内影像自动匹配的连接点数量应大于 30 个，且均匀分布。当影像自动匹配的连接点分布不均匀、数量不足和标准点位缺少连接点时，应采用人工判读/量测方法补测连接点。
- 5) 根据需要选取、量测备查点，备查点的数量、目标要求和编号规则在专业技术中已明确规定。
- c) 像控点量测参照像控点记录将像控点量测至相应影像目标上。
- d) 自由网平差应符合如下要求：
 - 1) 自由网平差计算时对连接点进行像方粗差检测，删除影像自动匹配连接点中的粗差点。因删除粗差点引起的标准点位缺少连接点时，应采用人工判读/量测方法补测连接点。反复进行自由网平差计算和粗差点剔除、连接点补测，直到像方平差精度满足要求。
 - 2) 将不同地面分辨率的航摄影像构建同一平差区域网时，不同地面分辨率航摄影像之间的连接点、像控点、检查点的像点残差按低分辨率影像指标执行。
- e) 光束法区域网平差应符合如下要求：
 - 1) 光束法区域网平差时对连接点、像控点、检查点进行粗差点检测，删除影像自动匹配连接点中的粗差点，因删除粗差点引起的标准点位缺少连接点时，应采用人工判读/量测方法补测连接点，对人工判读/量测的连接点、像控点、检查点中的粗差点进行检查、修测，反复进行区域网平差计算和粗差点剔除、连接点补测或修测，直到像方平差精度和物方平差精度均满足要求。
 - 2) 同一平差区域网覆盖的图幅存在多种地形类别时，区域网平差后基本定向点残差、检查点误差、公共点限差按点位所在图幅的地形类别所要求的精度执行；
 - 3) 采用 GNSS、IMU/GNSS 辅助空中三角测量时，应导入 GNSS 摄站点坐标、IMU 影像姿态角进行联合平差，并应注意 GNSS 天线分量、IMU 偏心角系统检校值。应特别注意当补飞航线与原航线不是同一架次飞行时，不应作为一条航带进行平差。
 - 4) 平差区域网接边精度检查仅限于系列比例尺范围之内（如 1:5000、1:10000），隔系列比例尺的区域网不做接边检查。
 - 5) 利用网间公共点进行平差区域网接边精度检查时，平差区域网接边处每张影像上至少有一个公共点。
 - 6) 区域网平差计算检查合格后，输出影像定向参数。
 - 7) 空中三角测量具体定向、平差标准应符合 GB/T 23236 的要求。

6.2.5 影像数据补充采集

针对低空采集数据的成果，应对影像质量不佳、建模细节缺失的部分重新规划航线及高度，利用无人机以较低的高度从多个视角和方位采集地物的细节影像，使得影像之间具有较高的重叠率，以获取足够的立体像对、改善无人机遥感影像的匹配精度和建模效果。

地面多视角影像采集采用手持云台与广角镜头的集成化解决方案，从地面采集目标地物在地面所捕获不同角度的影像。地面多视角影像须具有较高的相邻影像重叠率，能够补充低空多视角影像无法采集的地面局部轮廓细节和地物的复杂结构，且确保地面多视角影像的集合能够与低空影像集具有一定的重叠度，便于后续的影像定向和模型连接，确保立体匹配的可靠性。

6.3 三维激光点云采集

使用三维激光扫描仪对目标地物进行扫描以获取起三维激光点云，应符合以下要求。

- a) 扫描工程开展前应就扫描仪器进行路径规划，宜选择平缓路径。
- b) 应综合考虑测区周围测量条件情况、测量时的卫星星历及太阳方位角等环境因素。

- c) 扫描路径应覆盖整个作业区域，且扫描区域需有一定的重叠区域以满足精度需求。
- d) 应尽量避免路径重复且应尽量闭合。
- e) 扫描时需进行多站扫描，且每站之间必须布设参考目标。
- f) 便携式激光扫描仪标靶应均匀分布在作业区域内，应布设在不同高度且明显特征点可作为标靶使用，测量时应进行标靶识别与精确扫描。
- g) 机载点云数据具体采集应符合飞行器相关标准规范，车载点云数据具体采集应符合 CH/T 6004 相关规定。
- h) 数据采集前，应对扫描路径进行清障，移除影响扫描作业的物品，尽量保持作业区域干净整洁。
- i) 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。
- j) 对于地物结构复杂或通视困难的作业部分，应适当多次测量。
- k) 测量期间的异常情况应记录完整，包括遮挡严重或无法进入区域等，便于后续利用其它手段补测。
- l) 测量期间保障设备正常工作。电量不足时，应及时做好数据备份和存储。
- m) 扫描作业结束后，应检查点云数据的完整性，对缺失和异常数据应及时补扫。

7 数据处理

7.1 数字正射影像图制作

7.1.1 地面影像校正

消除由于外界因素，数据获取和传输系统产生的系统性、随机性辐射失真或畸变进行的校正，消除或改正因辐射误差而引起的影像畸变。应符合以下要求：

- a) 图像曝光精准度、曝光范围符合要求，图像集亮度均匀且没有太大差距；
- b) 图像白平衡恰当，色彩均匀且能准确还原真实色彩；
- c) 图像锐度恰当，富有质感；
- d) 图像具有较高的动态范围，信噪比符合相关要求；
- e) 图像无失焦、无因快门速度或摄影时传感器不稳定造成的图像模糊；
- f) 图像畸变、暗角不影响模型质量。

地面影像校正可采用数字微分校正等方法。校正范围选取影像的中心部分，同时保证影像之间有足够的重叠区域进行镶嵌。对平地、丘陵地可采用隔片校正，对山地、高山地以及平地 and 丘陵地中的居民地密集区可采用逐片校正。

7.1.2 匀色

对影像进行色彩、亮度 and 对比度的调整和匀色处理。匀色处理应缩小影像间的色调差异，使色调均匀，反差适中，层次分明，保持地物色彩不失真。不应有匀色处理的痕迹。

7.1.3 镶嵌

检查镶嵌的接边精度是否符合 CH/T 9008.3 的规定，接边超限应返工处理。接边差符合要求后，选择镶嵌线进行镶嵌处理。镶嵌后的影像应确保无明显拼接痕迹，过渡自然，纹理清晰。

7.1.4 影像处理

按 CH/T 9008.3 相关要求检查影像质量，对影像模糊、错位、扭曲、重影、变形、拉花、脏点、漏洞、地物色彩反差 not 一致等问题，应查找和分析原因，并进行处理。涉及保密的内容应进行保密处理，同时与数字线划图成果保持一致。

7.1.5 图幅裁切

进行分幅应符合GB/T 20257.1的要求，裁切范围应符合CH/T 9008.3相关要求执行；自由分幅和编号时，以自由分幅范围线外扩图上10 mm进行裁切。

7.1.6 整饰

图廓整饰应加注“数字正射影像图”说明注记，可根据需要按设计书增加必要的要素，符号及注记等进行图廓整饰，数字正射影像图的图廓整饰及注记部分可以矢量或栅格文件或两者组合的形式存储或分层存放。

7.1.7 成果标记

成果标记用于成果外包装及成果标签等处，成果标记应包含成果名称、成果分级代号、图幅分幅编号、格网尺寸、最新生产时间等内容，根据需要也可标识版本号。

7.1.8 产品其他要求

产品其他要求应符合CH/T 9008.3相关要求。

7.2 数字高程模型生成

7.2.1 精度要求

用于数字正射影像图制作的数字高程模型精度按CH/T 9008.2中三级精度适当放宽。

7.2.2 DEM 数据采集及接边

DEM数据采集及接边应符合CH/T 1015.2相关要求执行。

7.2.3 特征点匹配及数字高程模型生成

特征点匹配及数字高程模型生成应符合以下要求：

- 可采用影像匹配方法进行特征点匹配，特征点分布均匀，格网尺寸根据附录C的计算公式不应大于表3规定，对于匹配困难地区应进行特征数据采集；
- 对匹配得到的特征点进行粗差剔除、滤波等处理，按CH/T 9008.2的格网尺寸要求内插生成数字表面模型数据；
- 采用自动生成的数字表面模型数据，套合立体模型数据，对房屋等建筑物、植被覆盖地区进行人工编辑，使点位切准地面，得到DEM数据，DEM接边镶嵌按CH/T 1015.2相关要求执行，也可以执行之后颁布的适用于本产品的最新规范。

表3 各地形格网尺寸

地形	格网尺寸 像素
平地	15×15
丘陵	10×10
山地	10×10
高山地	10×10

注：本表计算公式参见附录C，平地进行了适当放宽。

7.3 三维激光点云数据

7.3.1 点云数据去冗粗删

数据去冗粗删应删除目标地物研究对象以外无关的事物影像、点云，以便还原、保留更真实的地物情况。

7.3.2 点云数据去冗精删

精删应对地物本体局部具体细节，如通过透过门窗等手段扫描的点云在建筑物内部进行剔除。

7.3.3 点云精简

激光扫描仪获取的数据非常密集，存在大量冗余，有必要在保证一定精度的前提下，运用各种算法对海量数据点云进行数据精简处理，精简应满足以下条件：

- a) 压缩率高，在保证失真较小的情形下，最大限度地压缩点云数量；
- b) 在误差限差范围之内简化误差，即点云的简化结果能满足应用的精度要求；
- c) 简化算法简洁，执行效率高。

7.3.4 点云去噪滤波

应对激光扫描回波信号强度进行辨别，并对点云数据中错误点及粗差点进行剔除。

7.4 建筑要素模型构建

7.4.1 构建三角网

三维实景建模基于空中三角测量确定影像的相机外方位元素的同名像点，对影像进行密集影像匹配，生成基于真实影像的高密度彩色点云，并对彩色点云进行优化处理，优化后的彩色点云进行三角构网运算生成TIN三角网。

TIN中各个三角面片组成的集合共同构成了建模对象的MESH模型（白模），获得建模对象模型几何体的三维信息；三维建模软件根据彩色点云与MESH模型几何体表面之间的投影关系进行纹理映射，获得建模对象模型几何体的纹理信息，生成三维实景模型。

7.4.2 纹理映射

运用纹理映射技术算法建立映射函数、正确合成纹理、减少映射后纹理的形变与走样、剔除映射后纹理图像中的光照效果，体现三维模型的真实效果。纹理映射算法符合以下要求：

- a) 合理定义纹理对象，获取纹理；
- b) 定义符合工程的映射函数，在纹理空间和物体表面空间定义相应的映射函数；
- c) 选择贴合实际的纹理重采样方法。通过映射函数将纹理映射到物体空间后，选择一种重采样方法，降低映射纹理的各种走样。

7.4.3 三维模型的后处理

三角网模型构建完成后，由于现场采集条件等原因，部分区域的点云密度不够或者数据无法采集，会导致模型出现孔洞、杂乱三角网、钉状物等问题，需要再进行模型的修复和优化。

8 实景三维模型制作

8.1 地形模型

8.1.1 地形模型应包括山地、丘陵、平原、河流和湖泊等建模内容。

8.1.2 地形模型的制作应符合以下要求。

- a) 地形模型数据应由几何数据和纹理数据组成，模型应简洁、完整地表达城市地表起伏形态特征，便于快速、清晰地判断城市的地形特征和方位。
- b) 地形模型制作前，应根据需要，合理确定几何模型表达的精度要求及纹理的分辨率、尺寸。
- c) 地形模型的边界线必须为闭合多边形。
- d) 地形模型制作的质量应符合下列规定：
 - 1) 地形模型的几何精度宜符合 GB/T 17941 关于相应 DEM 格网精度和应用需求的要求；
 - 2) 地形模型的纹理分辨率宜符合 CJJ/T 100 中关于相应 DOM 分辨率和应用需求的要求；
 - 3) 相邻建模单元的地形模型应平滑衔接，不得出现重叠和漏缝；

4) 地形模型应完整覆盖整个建模区域。

8.1.3 地形模型的建模方法应符合下列规定：

- a) 根据设计或应用需要，地形模型可按本规范中四个细节层次的一种或多种进行建模；
- b) 地形模型 LOD1、LOD2 和 LOD3 宜由程序自动生成，不同细节层次的地形模型应采用不同精度的数据进行制作；对地形较为复杂的局部地区，可通过增加地形特征线、特征点或手工调整的方式进行修改调整；
- c) 地形模型制作利用的 DEM 和 DOM 数据应满足本规范规定的精度要求；
- d) 地形模型宜由 DEM 数据构建三角网，生成地形三维模型，并叠加 DOM 作为纹理来表现；对需要表现局部地区细节特征的情况，应利用等高线、高程点和特征点、线等数据进行细化；
- e) 地形模型 LOD4 宜以 1:500、1:1000、1:2000 等比例尺的地形图、遥感影像、激光扫描点云或实地采集的数据为基础，采用交互式 CAD 建模或激光点云建模的方式制作，可按本规范的规定划分建模单元；
- f) 地形模型 LOD4 应与建筑模型、交通设施模型、植被模型及其他模型底部无缝衔接。

8.2 场地模型

8.2.1 场地模型应包括下列建模内容：

- a) 各类地上建（构）筑物，包括建（构）筑物主体及其附属设施；
- b) 各类地下建（构）筑物，包括地下停车场、地下商场、地下人防工程等。

8.2.2 场地模型应符合以下要求：

- a) 场地模型在满足视觉效果的情况下，宜减少模型的几何面数和降低纹理的分辨率；对有规律纹理可采用重复贴图的方式；
- b) 场地模型的基底、外立面几何结构与建筑高度应准确，纹理拼接应过渡自然；
- c) 纹理应正确反映木材、石材、玻璃、金属等建筑材质特征。

8.2.3 场地模型采用下列建模方式：

- a) 宜利用交互式 CAD、摄影测量或激光扫描等技术进行几何建模。
- b) 体块模型建模应符合下列规定：
 - 1) 体块模型的基底轮廓线应基于 1:500、1:1000、1:2000 等比例尺地形图中建筑物的基底轮廓线直接生成，并与地形图保持一致；
 - 2) 体块模型可依据建筑物基底的几何形状及建筑高度生成几何模型，纹理可用单色表示。
- c) 基础模型建模应符合下列规定：
 - 1) 基础模型的基底轮廓线应基于 1:500、1:1000、1:2000 等比例尺地形图中建筑物的基底轮廓线直接生成，并与地形图保持一致；
 - 2) 基础模型的立面可依据建筑物的外立面几何结构及建筑高度生成几何模型，应反映出坡屋顶、平屋顶、穹顶等屋顶结构形式；
 - 3) 纹理应基本反映建筑物的颜色、质地、图案和局部细节特征。
- d) 标准模型建模应符合以下要求：
 - 1) 基底轮廓线应基于 1:500、1:1000、1:2000 等比例尺地形图中建筑物的基底轮廓线直接生成，并与地形图保持一致；
 - 2) 反映外立面上阳台、窗、广告牌及各类附属设施的变化；
 - 3) 反映屋顶结构形式与附属设施等细节；屋顶管状设施、太阳能等设备通过屋顶面纹理表现，镂空结构不做镂空；女儿墙大于 0.5 m 建出；
 - 4) 纹理宜与实际基本一致，可反映建模物体的颜色、质地和图案等；纹理中不得包含建筑以外的物体，物体外立面及屋顶主要的变化细节应清晰可辨；非主干道临街建筑、非高层商品房以及低矮民房墙面底部有树木纹理不做处理，保证有门，其余墙面取相近的纹理进行 UV 平铺。
- e) 精细模型建模应符合以下要求。
 - 1) 宜根据精密仪器测量结果或建筑设计资料制作。

- 2) 应精确反映建筑的外立面、屋顶结构形式及各类附属设施的细节；房上房及附属设施：高度大于 2.5 m，面积大于 5 m²；基本房：高度大于 2.5 m，面积大于 5 m²的构建。
- 3) 纹理应与实际一致，真实反映建模物体的颜色、质地和图案等；纹理中不得包含建模物体以外的物体，物体的外立面及屋顶变化细节应清晰可辨。
- 4) 纹理中可以保留如外挂空调机、空调架等，增加真实性。

8.3 交通要素模型

8.3.1 交通设施模型应包括下列建模内容：

- a) 道路，包括公路、城市道路、厂矿道路、林区道路、乡村道路及下穿通道等；
- b) 轨道交通及桥梁，包括铁路、轻轨、地铁、高架路、立交桥、人行天桥、公铁两用桥、支座、引桥、栏杆、拉索等；
- c) 道路附属设施制作要素内容按主干道和非主干道进行制作，主干道制作道路交通标志和标线、路沿、植被隔离带、栅栏、顶篷、路灯、信号灯等，非主干道不制作。

8.3.2 交通设施模型应符合以下要求：

- a) 交通设施的位置及二维尺度应根据 1:500、1:1000、1:2000 等比例尺的地形图或 DOM 确定，高度信息可进行实地测量或根据遥感影像及现场勘查资料进行判读；
- b) 道路的铺装方式和材质特点可依据城市现状主要道路特征确定，人行道的铺装图案材质及颜色宜实地采集；
- c) 道路上的各类交通标识宜与实际情况一致，包括各类交通标志、标线和信号灯等；
- d) 其他道路附属设施宜依据现实中的典型形式进行建模或纹理表现，其中栅栏结构用单面片+纹理表现，几何尺寸应符合相关设施的设计、制造规范，可重复使用。

8.3.3 交通设施模型采用下列建模方式。

- a) 交通设施线状模型应依据地形图中的道路中心线和地表高程点数据制作，应与道路中心线一致，弧线路段可作圆滑处理。
- b) 道路面建模应符合下列规定：
 - 1) 依据地形图中道路边线形成三维几何面模型，弧线路段可作圆滑处理；
 - 2) 纹理可采用简单贴图。
- c) 道路面及附属设施建模应符合下列规定：
 - 1) 应依据地形图中道路边线进行三维几何面建模，弧线路段可作圆滑处理；
 - 2) 纹理应反映路面材质及交通标线；
 - 3) 交通附属设施模型的位置和几何尺寸宜与现状一致。
- d) 精细模型建模应符合下列规定：
 - 1) 应准确反映交通设施及附属设施的结构特征，任一维度变化超过 1m 的结构特征均应进行三维几何建模；
 - 2) 基底轮廓线应与地形图或设计图一致，弧线路段可作圆滑处理，模型高度可进行现场测量或通过现场照片判读；
 - 3) 纹理要求细节清晰，准确反映建模物体材质特征，不同材质或铺装形式之间的差别与分隔应清晰反映。

8.4 管线及地下空间要素模型

8.4.1 管线模型应包括下列建模内容：

- a) 管线，包括埋设于地下各类管道、直埋缆线和地上架空管线；
- b) 管线特征点，包括管线线路上交叉、分支、转折、变材等连接关系的点；
- c) 管线附属设施，包括对管线载体传输有分流、汇聚、增压、降压、输出的专业设备。

8.4.2 管线模型符合下列规定：

- a) 在符合应用需要的可视效果下，宜减少模型的几何面数；
- b) 宜按给水、排水、燃气、工业、热力、电力、电信、综合管沟等分类，并应以颜色区分，管线类型和颜色宜符合表 4 的规定；

表4 管线模型类型颜色

管线类型	颜色
给水	天蓝
燃气	粉红
工业	黑
电信	绿
排水	褐
热力	橘黄
电力	大红
综合管沟	黑

- c) 应建立附属设施的通用模型库。
- 8.4.3 管线模型应采用下列建模方式。
- 宜利用管线普查或竣工测量数据自动生成管线模型，也可利用交互式 CAD 进行几何建模或激光扫描方式建模。
 - 管线中心线建模应符合下列规定：
 - 应基于测量数据生成，中心线上管线特征点的坐标值应与实际管线实体中心线上特征点保持一致；
 - 管线宽度应反映出管线的主次关系；
 - 应真实表达管线在平面的走向和在竖向的空间拓扑关系。
 - 管线体建模应符合下列规定：
 - 应反映出管线的主次关系；
 - 断面尺寸应真实反映管线口径及类型。
 - 管线体及附属设施建模应符合下列规定：
 - 宜反映出管线的主次关系和连接点；
 - 应真实反映管线口径的类型，管线断面可作圆滑处理；
 - 附属设施模型的外观，应能直观反映其功能及相同管线实体段之间的分流调节特征。
 - 精细模型建模应符合下列规定：
 - 宜反映管线的主次关系和连接点；
 - 应真实反映管线口径形状，管线断面应作圆滑处理；
 - 匣口、放水口、消火栓、电杆、塔架和各种窰井等与地上其他精细模型结合紧密的附属设施模型与实际地物的水平与垂直的误差不宜超过 0.5 m；
 - 使用的纹理应真实反映实际建模物体的材质特征；
 - 多种管线在水平垂直交叉时，宜依据其最近的管线特征点高程差异，反映空间的交错结构细节。

8.5 植被模型

8.5.1 植被模型应包括下列植被的建模：

- 公路或道路两旁成行栽植的行道树；
- 绿地、公园、社区、庭院种植的景观植物。

8.5.2 植被模型建模应符合下列规定：

- 在符合应用需要的可视效果下，其形态、高度宜真实；
- 植被模型的树干底部应与其附着面保持一致；
- 行道树的放置间距应符合实际情况；
- 景观植物的放置和搭配宜与实际相符，树种选择和色彩搭配应协调美观，树木的大小、高低、形态应与所在环境的尺度和空间层次相宜。

8.5.3 植被模型应采用下列建模方式：

- 可采用 CAD、分形及其他建模技术中的一种或几种方式组合建模。

- b) CAD 建模过程应包括下列步骤：
 - 1) 外业调研和数据采集：采集树种、树高、形态、分布、位置及色彩等信息；
 - 2) 数据预处理：包括外业采集资料整理、数据分类、纹理制作等；
 - 3) 模型制作：根据外业采集调研情况和表现要求，制作相应级别的模型；
 - 4) 植被模型的数据优化：根据应用及表现的要求，宜通过减少模型几何面数和降低纹理分辨率等方式对模型进行优化处理。
- c) 通用符号模型建模应符合下列规定：
 - 1) 应基于 1:500、1:1000、1:2000 等比例尺地形图；
 - 2) 树干底部中心点的平面坐标值应与地形图上保持一致，主要反映植被的分布；
 - 3) 行道树的高度可根据测量数据，设置一定的高度变化区间，随机生成；
 - 4) 景观植物可用纹理库中的一种或多种纹理，设置一定的高度变化区间，随机生成。
- d) 基础模型建模应符合下列规定：
 - 1) 应基于 1:500、1:1000、1:2000 等比例尺地形图；
 - 2) 树干底部中心点的平面坐标值应与地形图上保持一致；
 - 3) 可综合考虑建设情况、表现效果等，建立单面片、十字面片或多面片的几何模型；
 - 4) 行道树的高度可根据测量数据，设置一定的高度变化区间，随机生成；
 - 5) 景观植物可用纹理库中的一种或多种纹理，设置一定的高度变化区间，随机生成；
 - 6) 应种植与实际类似的树种，基本反映树木种类及分布情况。
- e) 标准模型建模应符合下列规定：
 - 1) 建立简单的树干模型，反映树干的基本特征；
 - 2) 树冠宜采用多面片形式表现，真实反映树冠色彩、形态、树叶纹理等特征；
 - 3) 行道树树干模型以实际测量数据为依据建立；
 - 4) 景观植物中的保护树种、造型树等特殊树种，高度应以测量数据为准；
 - 5) 纹理应与实际基本一致，主要特征清晰可辨。
- f) 精细模型建模应符合下列规定：
 - 1) 宜对植被模型的树干、树枝、树叶等进行全要素建模，可采用模型树方式，也可采用分形技术建立；
 - 2) 纹理应真实准确地反映植被各要素的颜色、质感和图案等，且清晰可辨；
 - 3) 宜针对场景较小和特定造型的景观植物、文物保护单位等建立精细模型。

8.6 其他模型

8.6.1 除地形、建筑、交通设施、管线和植被模型以外的其他城市要素的三维模型，可包括下列建模内容：

- a) 城市雕塑，包括城市中各类装饰雕塑；
- b) 城市休息设施，包括座具、伞与座椅、步廊、路亭等；
- c) 城市卫生设施，包括垃圾箱、公共厕所、饮水及清洗台等；
- d) 城市信息和通信设施，包括电话亭、邮箱、环境标识、告示板、宣传栏、计时装置、电子信息查询器等；
- e) 城市娱乐休闲设施，包括游戏设施、娱乐设施、户外健身设施等；
- f) 城市消防设施，包括消防水池、消防水塔等；
- g) 残疾人专业设施。

8.6.2 其他模型建模应符合下列规定：

- a) 模型底部应与其附着面保持一致；
- b) 模型外形主要结构应表达清楚、准确和完整；
- c) 模型尺寸、比例应准确；常规尺寸应统一收集获取，特殊造型模型及其细节结构应进行实地测量，并严格按照测量数据进行模型制作；
- d) 控制模型面数，在不影响模型表现效果前提下，可采用纹理表现模型的细部结构；对镂空细节非常多的模型，宜采用透明贴图对模型进行优化；

- e) 模型摆放应以实际情况为依据,合理设置摆放位置及间距,不应与周围建模物体相互穿插。
- 8.6.3 其他模型可采用交互式 CAD、激光扫描或近景摄影测量等方法制作,并应符合以下要求:
- a) 交互式 CAD 建模应包括下列主要步骤:
 - 1) 资料收集及外业调研:可从城市规划、城市管理部门收集各类其他模型的样式、分布、位置等信息,也可外业实地采集;
 - 2) 数据预处理:包括资料整理、外业采集资料整理、数据分类、属性信息整理等;
 - 3) 模型制作:根据收集的资料和不同的表现要求,制作相应级别的模型;
 - 4) 数据优化:根据应用及表现要求,宜通过减少模型几何面数和降低纹理分辨率等方式对模型进行优化处理。
 - b) 激光扫描建模应利用地面激光扫描技术,采集场区内的三维点云,量测特征点、特征线、特征面,建立体模型,可详细表现其他模型整体及细部结构特征。
 - c) 近景摄影测量建模应采用立体影像,自动或半自动地进行特征点线采集和摄影测量计算,建立模型。

9 检查与验收

9.1 数据产品规范应包含产品范围说明,该范围宜用空间或时间范围、要素类型及其特性、空间表达,或在产品层级中的位置等进行描述。

测绘产品质量检验方法及质量评判规则有:

- a) 测绘产品质量监督抽查管理办法(国测发[1990]037号);
 - b) 测绘产品检查验收规定 CH1002-95;
 - c) 测绘产品质量评定标准 CH1003-95;
 - d) 测绘质量监督管理办法(国测国字[1997]28号);
 - e) GB/T 18316 数字测绘成果质量检查与验收;
 - f) CH/T 9024 三维地理信息模型数据产品质量检查与验收。
- 9.2 三维建模数据产品规范应规定数据产品交付的所有要求。当需要时,应包含交付格式,交付格式信息应包含以下内容:
- a) 数据格式名称;
 - b) 格式版本(日期、版本号等);
 - c) 子集名称、格式的简介或产品规范;
 - d) 交付文件的结构;
 - e) 数据集内采用的语言;
 - f) 执行的字符编码的标准全称。
- 9.3 三维建模数据产品规范应规定数据产品交付的所有要求。当需要时,应包含交付介质,交付介质信息包含如下项:
- a) 交付单元描述(如:片、图层、地理区域);
 - b) 按规定的格式,用兆字节表示的数据单元的估计数据量;
 - c) 介质名称;
 - d) 其他交付信息。
- 9.4 三维建模产品必须抽样检验,其工作程序和检验方法,按照《测绘产品质量监督检验管理办法》执行,检验内容包括但不限于以下内容:
- a) 三维模型地理坐标信息;
 - b) 三维模型纹理映射效果(亮度、饱和度、色相);
 - c) 三维模型的分辨率;
 - d) 目标地物拓扑关系。
- 9.5 三维建模工程中涉及到的测绘产品质量检验性质为“强制”级的,必须按照相关标准进行检验。
- 9.6 三维建模产品验收前需对产品质量实行过程检查和最终检查,过程检查由生产单位有资质的检查人员承担,最终检查由生产单位的质量管理机构或委托相关具备资质的部门负责验收前检查。

9.7 三维建模产品验收前需对产品的质量特征评定产品质量，由验收单位予以核定。质量划分参考 CH 1003-95，同时在确保产品质量的前提下，生产单位可结合本单位的实际情况，参照建模成功的质量特性制定出“三维建模产品最终检查实施细则”，并报上级主管部门批准后执行。

9.8 生产单位应按合同或计划实施建模产品交验，经最终检查后，应以书面向委托生产单位或任务下达部门申请验收，并提交最终检查报告。

9.9 验收工作由任务的甲方单位组织实施，或由甲方单位委托具有检验资格的检验机构验收。

9.10 过程检查、最终检查、验收工作必须独立进行不得省略或代替，并提交独立的检查/验收报告。

9.11 建模过程中对完成的产品必须切实做到自查互检，并在生产过程中对缺陷作出修正。

9.12 检查、验收工作应包括以下内容：

- a) 有关的测绘任务书、合同书或委托检查验收文件；
- b) 有关法规和技术标准；
- c) 技术设计书和有关技术规定等。

9.13 检查中发现有不符合技术标准、技术设计书或其他有关技术规定的产品时，应及时提出处理意见，交被检单位进行改正。

9.14 检查、验收过程发现问题较多或性质较严重时，应视情况将部分或全部产品退回生产单位，责令其重新检查和处理，必要时重新生产，整改后的数据重复检查、验收过程直到检查合格为止。

10 成果归档与交付

10.1 数据组织

10.1.1 实景三维模型数据的组织应综合考虑建模单元的范围大小、地形起伏、模型精度等因素，同时结合具体应用确定。数据组织应便于数据的集成、管理、更新、维护以及快速检索、调用、传输、分析与可视化，并应符合以下要求：

- a) 针对各类模型数据的特点设计合适的数据组织方法；
- b) 宜采取多种方式相结合的数据组织方法，并应适应后期扩展和修改的需要；
- c) 同类型的数据之间应建立索引，不同类型的数据之间应建立关联；
- d) 现势数据和历史数据宜采用相同的组织方法。

10.1.2 地形模型的数据组织应符合以下要求：

- a) 宜采取分层和分块相结合的数据组织方式；
- b) 应按地形模型的 LOD 划分方式进行分层，每一细节层次宜确定为一层；
- c) 应对每层地形模型进行分块，同一层地形模型宜采用相同大小的分块；LOD 级别越高，地形分块的尺寸宜越小；
- d) 不同层次的地形模型应建立金字塔索引，同一层次的地形分块应建立平面格网索引。

10.1.3 除地形模型外的实景三维模型数据的组织应符合以下要求：

- a) 宜采取分区、分类相结合的数据组织方法；
- b) 应对实景三维模型进行分区，分区方式可采取与实景三维模型建模单元划分相同的方式，也可根据实际情况进行区域细分或合并；
- c) 应对不同类型的三维模型进行分类组织，每一类型的三维模型宜确定为一层；
- d) 管线模型的数据组织应考虑管线的服务级别和区域，进行分类和分区组织。

10.1.4 属性数据宜采用关系数据库管理系统进行存储。对面向对象关系数据库管理系统，可将属性数据和三维模型数据存放在同一数据库中；对三维模型数据和属性数据分别存放的管理模式，应建立三维模型数据和属性数据一一对应的关系。

10.1.5 实景三维模型数据库中元数据的组织应符合以下要求：

- a) 元数据宜采用 XML 描述，并应符合本规范的规定；
- b) 建立不同层次的元数据，不同层次的元数据间应建立关联；
- c) 建立元数据与三维模型数据库的对应关系。

10.2 数据归档建库

10.2.1 实景三维模型数据集成前应进行一致性处理，并应符合以下要求：

- a) 实景三维模型应采用统一的数据格式进行存储，数据格式的升级应保持向下兼容；
- b) 所有模型的光照效果和阴影方向宜一致；
- c) 同一对象不同细节层次的三维模型应具有相似的几何特征和视觉外观。

10.2.2 对需集成的每一类数据，应提供工具软件进行数据的转换、压缩或解压缩、入库等处理，数据压缩宜采用无损的数据压缩算法。

10.2.3 数据集成建库应建立城市三维空间数据库，包括三维模型数据库、属性数据库、元数据库以及其他数据库。

- a) 三维模型数据库的数据内容应包括地形模型、建筑模型、交通设施模型、管线模型、植被模型和其他模型的几何数据和纹理数据。
- b) 属性数据库的数据内容应包括各类三维模型的属性信息。
- c) 元数据库应建立与三维模型数据的对应关系；按管理要求和模式的不同，可分别建立描述三维模型数据分层、分区、分类的元数据库，并建立与三维模型数据的对应关系。
- d) 其他数据库的数据内容应根据不同的应用需求确定，并与已有的行政区划数据库、地名数据库、道路数据库、管线数据库等基础地理数据库及专题数据建立对应关系。

10.3 成果数据管理

10.3.1 进行实景三维模型数据的管理、分发和服务时，应建立城市三维空间数据库和实景三维模型管理系统。

10.3.2 实景三维模型数据的管理应包括原始模型数据的管理和集成模型数据的管理。

10.3.3 原始模型数据应完整保存模型的几何数据、纹理数据以及纹理库和模型库。

10.3.4 实景三维模型数据可采用数据库系统或文件系统管理。对于采用数据库管理的方式，宜通过数据表及其关系反映模型的分层、分区和分类信息，对于采用文件系统管理的方式，宜通过目录层级反映模型分层、分区和分类信息。

10.3.5 三维模型管理系统应具有三维场景浏览、定位、查询、检索、空间量测、统计分析和数据输入输出等功能。

10.3.6 应建立并逐步完善下列管理制度：

- a) 安全保密管理。包括安全目标和安全策略的制定、户权限的划分和审批，密码的保管与时效、联网计算机的范围、环境和介质管理等。
- b) 系统运行管理。规定数据库访问、数据导出、数据更新、数据备份等各个工作流程，软硬件设备管理，操作人员和管理人员的职责，数据的应用范围以及日志管理等。
- c) 数据存储管理。包括制定数据存储环境的卫生、温度、湿度，以及防雷、防窃、防火等方面的保证措施。

10.3.7 数据管理系统应具备日志功能，记录系统运行情况、用户登录信息、用户访问的数据内容和提交的功能请求、用户离开时间等信息。

10.4 成果交付

实景三维模型数据交付的主要对象应包括模型的几何数据、纹理数据、属性数据和元数据。数据交换应符合下列规定：

- a) 地形模型 LOD1、LOD2、LOD3 的数据成果交付应符合 CJJ/T 100 的要求，地形模型 LOD4 的数据交换应采用与建筑模型数据交付相同的方法。
- b) 建筑模型、交通设施模型、管线模型、植被模型和其他模型数据交付采用的数据类型可按表 5 的规定确定。

表5 数据交付文件类型

数据类型	文件类型
几何数据	3DS/FLT/OBJ/X/WRL/KML/DAE等
纹理数据（不带Alpha通道）	JPG/TIFF/PNG等
纹理数据（带Alpha通道）	TIFF/PNG等
纹理数据（动画纹理）	AVI/MPG等

- c) 数据格式的转换应完整保留三维模型的几何信息、纹理信息及贴图方式，不应出现信息丢失现象。
- d) 在三维模型数据交付的同时，应交付三维模型的属性数据和元数据。

附录 A

(资料性)

像片控制点航向基线数跨度估算

A.1 像片控制点航向基线数跨度估算公式

像片控制点航向基线数跨度估算见公式A.1和A.2。

$$m_s = \pm 0.28 \times K m_q \sqrt{n^3 + 2n + 46} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- m_s ：连接点（空三加密点）的平面中误差，单位为毫米（mm）；
- K ：相片放大成图的倍数；
- m_q ：视差量测的单位权中误差，单位为毫米（mm）；
- n ：航线方向相邻平面控制点的间隔基线数。

$$m_h = \pm 0.088 \times \frac{H}{b} m_q \sqrt{n^3 + 23n + 100} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- m_h ：连接点（空三加密点）的高程中误差，单位为米（m）；
- H ：相对航高，单位为米（m）；
- b ：相片基线长度，单位为毫米（mm）；
- m_q ：视差量测的单位权中误差，单位为毫米（mm）；
- n ：航线方向相邻平面控制点的间隔基线数。

A.2 国内低空数字航空摄影中采用的几款数码相机参数

国内有人驾驶超轻型飞机、无人驾驶固定翼飞机、飞艇等低空飞行平台中安装的几款数码相机的基本参数见表 A.1。

表A.1 几款数码相机的基本参数

相机类型	短边像元数 /个	长边像元数 /个	像元大小 / μm	焦距 f/mm	放大倍率 K	相片基线宽 度 b_1/mm	相片基线长 度 b_2/mm	成图比例尺	相对航高 H/m
Rollei DB15	4080	5440	9	50	11	12.85	17.14	1:500	278
								1:1000	556
								1:2000	1111
Rollei DB57	5428	7228	6.8	50	15	12.92	17.20	1:500	368
								1:1000	735
								1:2000	1471
Cannon EOS 5D Mark II-24 mm	3744	5616	6.4	24	16	8.39	12.58	1:500	188
								1:1000	375
								1:2000	750
Cannon EOS 5D Mark II-35 mm	3744	5616	6.4	35	16	8.39	12.58	1:500	273
								1:1000	547
								1:2000	1094
Cannon EOS 450D	2848	4272	5.2	24	19	5.18	7.78	1:500	231
								1:1000	462
								1:2000	923
注1：本表中的相片基线宽度 b_1 和 b_2 按航向重叠65%计算；									
注2：本表中1:500、1:1000、1:2000成图比例尺时的航摄地面分辨率分别按0.05m、0.1m和0.2m计算；									

相机类型	短边像元数 /个	长边像元数 /个	像元大小 / μm	焦距 f/mm	放大倍率 K	相片基线宽 度 b_1/mm	相片基线长 度 b_2/mm	成图比例尺	相对航高 H/m
注3：A.1中公式的视差量测单位权中误差 m_q 取0.005 mm。									

A.3 像片平面控制点航向基线数跨度估算
采用表A.1中所列的参数按公式（A.1）估算平面控制点间航向上的间隔基线数，结果见表A.2。

表A.2 1:500、1:1000、1:2000成图比例尺平面控制点航向基线数跨度

基线数 n	$\sqrt{n^3 + 2n}$	m_s ($K=9$)	m_s ($K=10$)	m_s ($K=11$)	m_s ($K=12$)	m_s ($K=13$)	m_s ($K=14$)	m_s ($K=15$)	m_s ($K=16$)	m_s ($K=17$)	m_s ($K=18$)	m_s ($K=19$)
1	7.00	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19
2	7.62	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20
3	8.89	0.11	0.12	0.14	0.15	0.16	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.24
4	10.86	0.14	0.15	0.17	0.18	0.20	0.21	0.23	0.24	0.26	0.27	0.29
5	13.45	0.17	0.19	0.21	0.23	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36
6	16.55	0.21	0.23	0.25	0.28	0.30	0.32	0.35	0.37	0.39	0.42	0.44
7	20.07	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.39	0.42	0.45	0.48	0.51	0.53
8	23.96	0.30	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.50	0.54	0.57	0.60	0.64
9	28.16	0.35	0.39	0.43	0.47	0.51	0.55	0.59	0.63	0.67	0.71	0.75
10	32.65	0.41	0.46	0.50	0.55	0.59	0.64	0.69	0.73	0.78	0.82	0.87
11	37.40	0.47	0.52	0.58	0.63	0.68	0.73	0.79	0.84	0.89	0.94	0.99
12	42.40	0.53	0.59	0.65	0.71	0.77	0.83	0.89	0.95	1.01	1.07	1.13
13	47.63	0.60	0.67	0.73	0.80	0.87	0.93	1.00	1.07	1.13	1.20	1.27
14	53.08	0.67	0.74	0.82	0.89	0.97	1.04	1.11	1.19	1.26	1.34	1.41
15	58.75	0.74	0.82	0.90	0.99	1.07	1.15	1.23	1.32	1.40	1.48	1.56
16	64.61	0.81	0.90	0.99	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.54	1.63	1.72

基 线 数 n	$\sqrt{n^3 + 2n}$	m_s (K=9)	m_s (K=10)	m_s (K=11)	m_s (K=12)	m_s (K=13)	m_s (K=14)	m_s (K=15)	m_s (K=16)	m_s (K=17)	m_s (K=18)	m_s (K=19)
1 7	70.66	0.89	0.99	1.09	1.19	1.29	1.38	1.48	1.58	1.68	1.78	1.88
1 8	76.90	0.97	1.08	1.18	1.29	1.40	1.51	1.61	1.72	1.83	1.94	2.05
1 9	83.32	1.05	1.17	1.28	1.40	1.52	1.63	1.75	1.87	1.98	2.10	2.22
2 0	89.92	1.13	1.26	1.38	1.51	1.64	1.76	1.89	2.01	2.14	2.27	2.39

附录 B
(资料性)
点之记

像片控制点刺点点之记按图 B.1 样式进行记录。

点名		点号		所在图幅	
概略纬度				交 通 路 线 图	
概略经度					
概略高程					
站址所在地					
最近水源					
最近住所					
供电系统					
邮电通讯					
点位 描述				点位 略图	
实地照片 1				实地照片 2	
选点人： 单位：				检查人： 单位：	
时间：				时间：	
备注：					

图B. 1 点之记

附 录 C
(资料性)

数字高程模型特征点匹配格网尺寸估算

数字高程模型数据特征点匹配尺寸估算见公式 C.1:

$$S_m = \frac{f_k \times D_{dem}}{S_p \times H} \dots\dots\dots (C. 1)$$

式中:

- S_m : 匹配网格尺寸, 单位为像素数;
- D_{dem} : 数字高程模型格网尺寸, 单位为米 (m);
- S_p : 数码相机像元尺寸, 单位为毫米 (mm);
- f_k : 数码相机焦距, 单位为毫米 (mm);
- H : 相对航高, 单位为米 (m)。