

# DB51

四川省地方标准

DB51/T 3295—2025

## 化工园区、危险化学品企业三维数字模型建设规范

2025 - 09 - 15 发布

2025 - 10 - 15 实施

四川省市场监督管理局 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 基本规定 ..... 2

5 数据获取 ..... 4

6 三维模型数据处理 ..... 10

7 三维实景模型生产 ..... 11

8 三维数字模型要素 ..... 13

9 数据库管理 ..... 14

10 模型验收 ..... 15

附录 A（规范性） 模型验收实施细则及验收技术指标..... 16

附录 B（规范性） 三维数字模型质量评定方法..... 22

附录 C（规范性） 应用场景及技术要求..... 24

参考文献 ..... 25

# 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由四川省应急管理厅提出、归口、解释并组织实施。

本文件起草单位：四川省安全科学技术研究院、重大危险源测控四川省重点实验室、四川安信科创科技有限公司、四川省安科技咨询有限公司。

本文件主要起草人：楚作东、王自力、邓利民、蒯念生、杨振东、刘茜、王立娟、唐梓洋、彭敏君、刘欢、周帅、何雄元、于森、陈欢、尚凤玲、余梨、马国超、廖军、任丹、蒲宏兴、杨永鑫、陈靖、陈岳明、梁博、何卫、何叶、林兰、杨媚、徐冠男、边瑞、陈丹、柳盼盼。

# 化工园区、危险化学品企业三维数字模型建设规范

## 1 范围

本文件规定了化工园区、危险化学品企业三维数字模型的数据获取、数据处理、模型生产、模型要素、数据库管理、模型验收。

本文件适用于四川省化工园区、危险化学品企业三维数字模型数据获取、生产、管理、验收与应用，其他化工企业可参照执行。

本文件所适用的危险化学品企业包括但不限于危险化学品生产、经营与储存企业。

## 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 21740 基础地理信息城市数据库建设规范
- GB/T 23236 数字航空摄影测量 空中三角测量规范
- GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收
- GB/T 27919 IMU/GPS辅助航空摄影技术规范
- GB/T 39610 倾斜数字航空摄影技术规程
- GB/T 39612 低空数字航摄与数据处理规范
- CH/T 9015 三维地理信息模型数据产品规范
- CH/T 9024 三维地理信息模型数据产品质量检查与验收
- CJJ/T 8 城市测量规范

## 3 术语和定义

GB/T 39610、CH/T 9015界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 三维实景模型 three-dimensional real scene model

表示真实场景的三维模型，其中可能包括建筑物、道路、地形、植被和环境中的其他对象，由其几何形状、拓扑结构、属性和元数据定义。

### 3.2

#### 三维数字模型 three-dimensional digital model

能可视化反映相关地理要素在立体空间中的位置、几何形态、表面纹理等信息，包括各种地上主要地理信息的外部及地下空间，不含地上各建（构）筑物内部几何信息。

[来源：CH/T 9015-2012，3.2，有修改]

### 3.3

#### 纹理 texture

反映现实对象（不含地形）表面沟纹和色泽特征的贴图影像。从纹理加工的角度可分为普通日景纹理、带光影的日景纹理和夜景纹理；从纹理反映模型真实外观的程度可分为修饰真实纹理、不修饰真实纹理、通用纹理和示意纹理。

[来源：CH/T 9015-2012，3.11]

### 3.4

#### 倾斜数字航摄仪 oblique digital aerial camera

由一个垂直相机和多个倾斜相机组成，对地面进行多个视角摄影的数字航摄设备与器械。

[来源：GB/T 39610-2020，3.1]

### 3.5

#### 倾斜摄影测量 oblique photogrammetry

通过飞行平台搭载倾斜数字航摄仪，从多个不同的视角同步采集地表影像，获取到丰富的地表信息用于测绘产品生产的摄影工作或活动。

### 3.6

#### 激光扫描 terrestrial laser scanning

运用三维激光扫描仪、SLAM等设备，通过发射激光，在一定距离获取现实对象表面三维坐标、反射光强度等多种信息。

### 3.7

#### 数字高程模型 digital elevation model

以规则格网交点的高程数值表示地面起伏的数据集。

### 3.8

#### 数字正射影像图 digital orthophoto map

经过垂直投影纠正的平面遥感影像数据集。

### 3.9

#### 2000 国家大地坐标系 china geodetic coordinate system 2000

采用2000参考椭球，原点在地心的右手地固直角坐标系。Z轴为国际地球旋转局参考极方向，X轴为国际地球旋转局的参考子午面与垂直于Z轴的赤道面的交线，Y轴与Z轴和X轴构成右手正交坐标系。

### 3.10

#### 1985 国家高程基准 1985 national elevation datum

1987年颁布命名的，采用青岛水准原点和根据由青岛验潮站从1952年到1979年的验潮数据确定的黄海平均海水面所定义的高程基准，其水准原点的起算高程为72.260米。

### 3.11

#### 瓦片 tile

将指定范围的地图按照指定尺寸和格式，切成若干行和列的矩形栅格图片。通常情况下，这些图片覆盖空间上连片的范围，共用相同的信息内容和图式符号，分别具有唯一标识。

### 3.12

#### 像片控制点 photo control survey

简称像控点，是直接为摄影测量的控制点加密或测图需要而在实地布设并进行测定的控制点。像片控制点包括仅具有平面坐标的像片平面控制点和仅具高程的像片高程控制点及同时具有平面坐标与高程的像片平高控制点。

## 4 基本规定

### 4.1 基本组成

三维模型由目标构筑物的几何数据、覆盖于构筑物表面的物纹理影像和三维模型元数据三部分组成。

4.2 空间参考系

按2000国家大地坐标系和1985国家高程基准执行。

4.3 信息安全与保密

根据三维数字模型的数据类型、位置精度和精细程度等进行分级、分类安全管理，并按照GB/T 21740执行。

4.4 作业设备及人员配置要求

三维数字建模作业设备及人员配置应满足以下要求：

- a) 在化工园区、危险化学品企业开展作业，作业设备需满足园区、企业安全防护要求防爆等级要求；
- b) 开展作业时，倾斜摄影无人机应至少配备 2 名作业员，架站式激光扫描仪应至少配备 3 名作业员，移动式激光扫描仪应至少配备 2 名作业员。

4.5 三维激光扫描分级

三维激光扫描的分级应符合表1的要求。

表1 三维激光扫描分级

单位：毫米

扫描等级	扫描仪标称测距精度	点云特征点间距中误差	点云最大点间距
I 级	≤2	≤5	≤3
II 级	≤3	≤15	≤10
III级	≤5	≤50	≤25

4.6 三维模型数据类型及数据格式

三维模型类型及数据格式应符合表2规定。

表2 三维模型数据类型及数据格式

数据类型	数据格式
三维模型	OSGB/OBJ/3D Tiles
纹理影像	JPG/EXIF/PNG/RAW/TIF
元数据	XML/XLS/XLSX/TXT

4.7 三维模型分级

三维模型的分级标准应符合表3的要求。

表3 三维模型分级

单位：米

级别	I 级	II 级	III级
垂直影像地面分辨率	优于0.02（含）	优于0.05（含）	优于0.2（含）

4.8 三维模型位置精度

模型位置精度应符合表4的要求。

表4 三维模型位置精度

单位：米

级别	平面位置中误差	高程位置中误差
I 级	0.10	0.11
II 级	0.25	0.15
III级	0.60	0.50
注：山区、丘陵地带或建筑高大、密集区域，三维模型位置精度最大允许限差应不超过对应级别位置中误差的2倍。		

5 数据获取

5.1 前期准备

5.1.1 倾斜摄影测量前期准备

5.1.1.1 飞行方案编制

飞行方案包括以下内容：

- a) 采集区域范围；
- b) 采集区域空域允准手续、时段、范围；
- c) 采集区域内部及周边现状地物地貌特征；
- d) 飞行平台与倾斜数字航摄仪性能参数；
- e) 垂直影像地面分辨率；
- f) 航线敷设方法、垂直影像的航向和旁向重叠度；
- g) 执行倾斜摄影任务的季节、气候和时间；
- h) 倾斜摄影类型、名称和数量等；
- i) 设计用基础地理数据应按照 GB/T 39610 执行。

5.1.1.2 倾斜摄影范围分区

划分倾斜摄影分区应遵循以下原则：

- a) 分区外边界线应与采集范围边界线相一致；
- b) 影像重叠度和地面分辨率同时满足 5.1.1.4c) 和 d) 之规定，且能够确保航线的直线性的情况下，分区的跨度应尽量最大。

5.1.1.3 分区基准面高度确定

依据分区地形起伏、飞行安全条件等确定分区基准面高度，可选取分区内低点高程作为基准面高度。

5.1.1.4 航线敷设

航线敷设应遵循以下原则：

- a) 航线按采集范围特征直线敷设；
- b) 航线需外扩 1 个相对航高，保证影像范围完全覆盖采集范围；
- c) 采集范围内地物最高点应满足垂直影像的重叠度要求；

- d) 采集范围内地物最低点应满足垂直影像地面分辨率要求；
- e) 采集区域含有水域时，航线应避免垂直影像主点落水；
- f) 对建筑物低矮、稀疏区域可根据建筑物分布、朝向及地形特征敷设；
- g) 对建筑物高大、密集区域应呈“井”字交叉敷设或提高航向和旁向重叠度。

5.1.1.5 倾斜摄影季节、时间的选择

倾斜摄影季节和时间的选择应遵循以下原则：

- a) 倾斜摄影应选择当地气象条件良好的季节，应尽量避免在积雪、洪水、扬沙、烟雾等情况下开展倾斜摄影；
- b) 倾斜摄影时间根据表 5 规定的太阳高度角或阴影倍数进行确定；
- c) 陡峭山区和高层建筑物密集区应在当地正午前后各 1 小时内开展倾斜摄影。

表5 倾斜摄影太阳高度角和阴影倍数

地形类别	太阳高度角（°）	阴影倍数（倍）
平地	≥20	≤3.0
丘陵地，一般城镇	≥25	≤2.1
山地，大、中城市	≥40	≤1.2

5.1.2 激光扫描前期准备

5.1.2.1 现场踏勘

现场踏勘应遵循以下要求：

- a) 实地了解作业区域建筑物分布、地形地貌和交通情况；
- b) 收集核对已有资料的真实性和适用性；
- c) 根据测区情况选择控制网和扫描站布设方式。

5.1.2.2 技术设计

技术设计应包以下内容：

- a) 明确任务目的、任务范围、工作内容、任务量、完成期限等基本情况；
- b) 结合已有资料、现场踏勘及相关技术规范，编制技术设计书，设计书内容参考 DB33/T 1308 进行编制。

5.1.2.3 设备选择

确定满足工作需要的设备包括但不限于架站式或移动式激光扫描仪、全站仪、GNSS接受设备、水准仪等设备，以及满足数据存储、处理的存储介质和计算设备。特殊作业环境时，所选设备应满足安全要求。

5.1.2.4 扫描规划

5.1.2.4.1 架站式激光扫描规划

架站式激光扫描规划应符合下列规定：

- a) 扫描站应设置在视野开阔、地面稳定的安全区域；
- b) 扫描站扫描范围应覆盖整个目标对象，均匀布设，且设站数量尽量少；
- c) 目标对象结构复杂，通视困难或线路有拐角时应适当增加扫描站；



d) 必要时可搭设平台架设扫描站。

#### 5.1.2.4.2 移动式激光扫描规划

移动式激光扫描规划应符合下列规定：

- a) 扫描起始点根据扫描对象所处环境进行选择，若为室内或封闭环境，起始点应选择从多个方向均能到达的位置；若为室外环境，起始点应选择能使扫描路径闭合且位于扫描对象所在区域内；
- b) 扫描路径应为闭合路径，若扫描范围过大或过长，应划为多个区域分别规划，且相邻分区重叠率不低于 20%；
- c) 为确保各分区扫描数据具有较高精度，单个分区扫描路径全程耗时不应超过 25 分钟；
- d) 规划路径应尽量避免逼仄、障碍物多的区域，遇到拐弯时，规划路径应大角度平滑过渡，转弯角度不宜出现直角与锐角。

### 5.2 测量要求

#### 5.2.1 倾斜摄影测量要求

##### 5.2.1.1 影像重叠度要求

影像重叠度应遵循以下要求：

- a) 垂直影像：航向重叠度应不低于 80%，旁向重叠度应不低于 70%；在陡峭山区、高层建筑密集区，旁向重叠度应不低于 75%。地形起伏平缓且建筑稀少的区域，最高点航向重叠度不低于 65%，旁向重叠度应不低于 55%；
- b) 倾斜影像：当满足垂直影像重叠度后，倾斜影像的航向、旁向重叠度不可再重新设计。

##### 5.2.1.2 飞行质量要求

飞行质量应满足以下要求：

- a) 垂直影像倾角应在  $0^{\circ}\sim 6^{\circ}$  之间，特殊情况下不应大于  $10^{\circ}$ ；
- b) 垂直影像旋角不宜大于  $25^{\circ}$ ；在确保垂直影像航向和旁向重叠度满足要求的前提下最大应不大于  $35^{\circ}$ ；
- c) 航线弯曲度应不大于 1%，当航线长度小于 5000 米时，航线弯曲度最大不大于 3%；
- d) 倾斜摄影航高由垂直影像地面分辨率、垂直相机镜头焦距和像元尺寸确定。除仿地飞行外，同一航线上相邻像片的航高差应不大于 30 米，最大航高与最小航高之差应不大于 50 米，实际航高与设计航高之差应不大于 50 米；
- e) 倾斜摄影采集范围与分区覆盖应符合 5.1.2.1 之规定；
- f) 各项飞行记录应完整、齐全。

注：特殊情况指地形复杂、地势反复变化、大风天气或突遇乱流等情况。

##### 5.2.1.3 影像补摄要求

影像补摄应遵循以下要求：

- a) 倾斜摄影影像质量不满足 5.2.1.5 之要求或出现影像覆盖不全、覆盖区域中出现空洞时必须及时补摄；
- b) 补摄必须满足设计要求；
- c) 补摄应采用与前一次倾斜摄影相同的飞行平台和倾斜数字航摄仪；
- d) 补摄航线的两端应至少超出漏洞外一条基线。

5.2.1.4 倾斜摄影数据命名和格式要求

5.2.1.4.1 数据命名要求

倾斜摄影数据命名应满足以下要求：

- a) 像片编号由 16 位阿拉伯数字构成，编号从左向右 1~4 位为倾斜摄影采集区域代号，5~6 位为分区号，7~8 位为架次号，9~10 位为相机号，11~16 位为像片流水号，命名示例详见图 1；

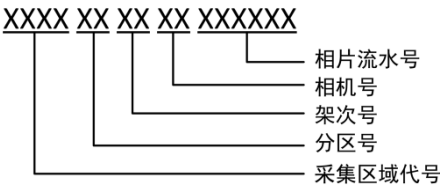


图1 倾斜摄影像片命名规则示意图

- b) 倾斜摄影像片编号增长方向应与飞行方向保持一致；
- c) 同一架次不同相机拍摄的像片在流水号前增加相机编号进行区分；
- d) 不同架次同一相机拍摄的像片在相机编号前增加架次编号进行区分；
- e) 同一采集区域内像片编号不允许重复；
- f) 当有补飞时，补飞像片流水号在原编号基础上增加前缀进行区分；
- g) IMU/GNSS 数据各行数据编号应与像片编号相一致。

5.2.1.4.2 数据格式要求

数据格式要求如下：

- a) 倾斜摄影像片格式应为 JPG、EXIF、PNG、RAW、TIF 格式之一；
- b) 倾斜摄影 IMU/GNSS 数据解算格式应为 CSV、XLS、XLSX、TXT 格式之一。

5.2.1.5 影像质量要求

影像质量要求如下：

- a) 像片重叠度、倾角、旋角、采集范围和分区边界等符合设计要求；
- b) 影像色彩饱和度适中，层次丰富，反差和色调柔和，清晰度高；
- c) 影像曝光适中，无明显云雾、云影、烟、大面积反光、污点等缺陷；
- d) 影像像素分辨率应满足表 3 要求。

5.2.2 激光扫描测量要求

5.2.2.1 标靶选用要求

标靶选用应满足以下要求：

- a) 标靶按照结构可分为平面标靶和立体标靶，应选择球形、圆形、方形或多面体等形状，尺寸应根据扫描点云的密度确定；
- b) 标靶颜色应与现场环境形成反差，平面标靶应选用反射率差异大的材质，立体标靶应采用整体反射率大的材质。

5.2.2.2 标靶布设要求

标靶布设应满足以下要求：

- a) 标靶应在扫描范围内均匀布置，且高低错落；
- b) 每一扫描站的标靶个数应不少于 4 个，相邻两扫描站或扫描重叠区内公共标靶个数应不少于 3 个；
- c) 明显特征点可作为标靶使用；
- d) 所有标靶和特征点均有唯一编号以供识别。

5.2.2.3 激光扫描数据命名要求

激光扫描数据命名应满足以下要求：

- a) 架站式激光扫描仪数据编号由 10 位阿拉伯数字构成，编号从左向右 1～3 位为扫描区域代号，4～6 位为分区号，7～8 位为分区内扫描站号，9～10 位为扫描仪编号，命名示例详见图 2；

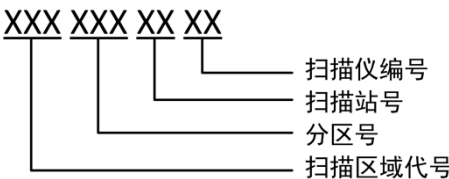


图2 架站式激光扫描仪数据命名规则示意图

- b) 移动式激光扫描仪数据编号由 10 位阿拉伯数字构成，编号从左向右 1～3 位为扫描区域代号，4～6 位为分区号，7～8 位为分区内扫描路径编号，9～10 位为扫描仪编号，命名示例详见图 3；

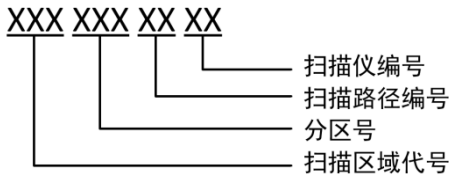


图3 移动式激光扫描仪数据命名规则示意图

- c) 同一扫描区域内，架站式激光扫描仪和移动式激光扫描仪编号不允许重复；
- d) 当需要进行补采时，补采站号或扫描路径编号在原编号的基础上增加前缀进行区分；
- e) 标靶坐标数据序号应与标靶编号相一致。

5.2.2.4 纹理图像质量要求

纹理图像质量应满足以下要求：

- a) 图像色彩饱和度适中，纹理清晰，反差和色调柔和，无明显重影、拖影；
- b) 图像曝光适中，无明显烟、雾、阴影、大面积反光、污点等缺陷。

5.2.2.5 激光扫描补扫要求

激光扫描补扫应满足以下要求：

- a) 激光扫描数据出现明显漏洞、目标对象细节缺失等情况时必须及时补扫；
- b) 补扫必须满足设计要求；
- c) 补扫应采用与前一次相同的激光扫描设备；
- d) 补扫站点或扫描路径应完全覆盖漏洞边界，且与前一次数据重叠率不低于 20%。

### 5.3 数据采集

#### 5.3.1 像片控制点布设与测量

像片控制点布设与测量按GB/T 39612执行。

#### 5.3.2 实施过程

倾斜摄影实施过程中，遵循以下原则：

- a) 使用机场起降时，应按照机场相关规定飞行；不使用机场起降时，应根据飞行平台性能选择合适起降场地和备用场地；
- b) 飞行前应校准飞行平台高度计、GNSS 大地高和设计图纸高程间的差异，飞行时应严格按照飞行计划和设计资料进行，确保飞行实时高度与设计航高不出现系统性偏差；
- c) 在确保飞行安全的前提下，环境光照和能见度等均满足时，可实施云下倾斜摄影；
- d) 采用 GNSS 或 IMU/GNSS 辅助飞行时，按照 GB/T 27919 执行。

#### 5.3.3 激光扫描数据采集

##### 5.3.3.1 控制测量

控制测量应符合下列规定：

- a) 当点云测量要求提供绝对坐标时应布设控制网，并测量控制点标靶的三维坐标；
- b) 控制网宜布设为永久控制点，平面与高程控制点宜结合布设。对已有控制点的，可采用原有的控制点；对已经损坏或丢失的控制点，应进行恢复或补设；
- c) 控制网平面测量宜采用卫星定位测量或导线测量的方法，卫星定位测量精度不应低于 CJJ/T 8 中三级动态卫星定位网的要求，导线测量的精度不应低于 CJJ/T 8 中三级导线的要求；
- d) 控制网高程测量宜采用几何水准或高程导线测量的方法，几何水准精度不应低于 CJJ/T 8 中四等水准的要求，高程导线测量精度不应低于 CJJ/T 8 中高程导线的要求；
- e) 控制点标靶的三维坐标宜采用全站仪进行测量。

##### 5.3.3.2 架站式激光扫描仪数据采集

架站式激光扫描仪数据采集应符合下列规定：

- a) 作业前，应将仪器放置在观测环境中 10 分钟以上；
- b) 扫描作业时，扫描仪应进行整平，且扫描仪周围不应出现干扰扫描作业的移动物体；
- c) 扫描环境较为空旷时，相邻两个扫描测站之间的距离不大于 50 米；环境较为复杂时，相邻测站距离应不大于 30 米；
- d) 在潮湿区域内作业时，应减小相邻测站距离；
- e) 扫描时采用公共标靶进行后续配准时，相邻测站间的标靶数量不应少于 3 个；
- f) 扫描时采用结构特征进行后续配准时，相邻测站间的点云重叠度不应低于 30%；
- g) 在环境光或人造光源充足时，在扫描过程中使用相机模块同步获取四周纹理图像。

##### 5.3.3.3 移动式激光扫描仪数据采集

移动式激光扫描仪数据采集应符合下列规定：

- a) 作业前，扫描仪应手持或固定在移动检测车上，固定在检测车上的扫描仪激光发射线宜垂直于轨道中线；
- b) 作业时，扫描仪应沿扫描路径匀速向前移动；

- c) 分区扫描时，应对各分区逐一扫描，分区内扫描路径宜闭合，相邻分区扫描路径所围区域在保证重合度的情况下尽量最大；
- d) 扫描路径上存在较多堆积物、窄门或拐角时，应尽可能放慢扫描速度，确保从多个角度获得更多重复特征；
- e) 在环境光或人造光源充足时，在扫描过程中使用相机模块同步获取四周纹理图像。

6 三维模型数据处理

6.1 倾斜摄影测量数据处理

倾斜摄影测量数据处理除参照GB/T 23236的规定执行外，还应满足下列规定：

- a) 参与解算的像片数量占导入的全部原始像片数量的比例不低于 90%；
- b) 剔除点位靠近边缘的像片后，每个像片控制点至少有 20 张刺点像片，每个镜头的刺点像片数量宜平均，特殊情况下可放宽至 15 张刺点像片；
- c) 空中三角测量结束后，像片控制点、检查点（多余像片控制点）中误差应满足表 6 的规定，困难地区可放宽 0.5 倍。

注：特殊情况指像片控制点被茂密植被、复杂地形或密集建筑遮挡，导致可视角度狭窄的情况。

表6 像控点、检查点中误差

单位：米

级别	点别	平面位置中误差	高程位置中误差
Ⅰ级	像控点	0.10	0.08
	检查点	0.13	0.10
Ⅱ级	像控点	0.13	0.11
	检查点	0.18	0.15
Ⅲ级	像控点	0.30	0.20
	检查点	0.50	0.28

6.2 激光扫描数据处理

6.2.1 架站式扫描数据处理

6.2.1.1 处理内容

架站式扫描数据处理内容主要包括点云配准、点云降噪与抽稀等。

6.2.1.2 点云配准

点云配准应符合以下要求：

- a) 扫描等级为Ⅰ级、Ⅱ级时，应使用公共标靶进行点云配准，扫描等级为Ⅲ级时可使用公共标靶或结构特征点进行点云配准，连续配准次数不应大于 4 次；
- b) 使用公共标靶、结构特征点进行点云数据配准，相邻两站应采用不少于 3 个同名点建立转换矩阵进行点云配准，配准后同名点的内符合精度应不低于表 1 中点云特征点间距中误差的 0.5 倍。

6.2.1.3 点云降噪与抽稀

点云降噪与抽稀应符合以下要求：

- a) 点云数据中存在脱离扫描目标物的异常点、孤立点时，应采用滤波或人机交互进行降噪处理；
- b) 点云抽稀应不影响目标物特征识别与提取，且抽稀后的点云最大点间距应符合表 1 中对应三维模型分级的要求。

## 6.2.2 移动式扫描数据处理

移动式扫描数据处理需满足6.2.1的规定，还应满足下列要求：

- a) 相邻扫描路径的数据配准，用于配准的公共标靶和结构特征同名点应分散在数据重合区域内且不在同一平面上；
- b) 同一分区内的移动式扫描数据配准，应按照扫描推进方向逐一配准；
- c) 同一扫描区域内的移动式扫描数据配准，应在完成各分区数据配准后再按照扫描推进方向逐一配准分区数据；
- d) 需要获取点云绝对坐标时，宜先完成数据配准后，按照控制点标靶坐标进行坐标变换，以保持各扫描路径重合处的数据精准度。

## 6.2.3 彩色点云制作

制作完成的彩色点云在图像重叠区域应无明显色彩差异。

# 7 三维实景模型生产

## 7.1 数据融合

数据融合应符合以下规定：

- a) 倾斜摄影测量数据和激光扫描数据融合前应分别完成数据处理，处理精度符合 6.1 和 6.2 之规定；
- b) 数据融合所用软件应具备支持多源数据融合重建、优化模型构网和集群并行处理功能；
- c) 参与融合的数据导入软件后再次解算，解算结果精度应符合 6.1 之规定。

## 7.2 模型重建

模型重建应符合以下规定：

- a) 以分块形式进行模型重建时，分块网格宜为平面网格，瓦片边界尺寸宜设置为 100 米；
- b) 瓦片以“前缀\_行序号\_列序号”进行命名，前缀宜为“Tile”；行序号、列序号根据重建时指定原点为零点，沿 X、Y 轴正方向进行顺序编号，长度宜为 3 位及以上，编号前加“+”代表正方向、“-”代表负方向，如“Tile\_+001\_+001”；
- c) 模型重建区域内应无瓦片缺失、冗余；
- d) 重建时模型纹理质量宜设置为 100%，模型质量宜设置为高等（含）以上；
- e) 倾斜摄影数据与激光扫描数据融合重建时，模型等级以精度较低的数据源进行判定；
- f) 对重要建筑、设施，应根据激光扫描数据和补拍影像进行精细化重建，重建绝对坐标应与重建区域内对应对象重合。

## 7.3 模型修饰

### 7.3.1 修饰等级

模型修饰分为I、II、III级，各级要求见表7。

表7 模型修饰要求

类别	Ⅲ级	Ⅱ级	I级
整体	无明显孔洞； 地面上下无明显悬浮物； 无纹理映射错误； 纹理色彩真实，无明显色差。	同Ⅲ级要求一致。	同Ⅲ级要求一致。
水域	水面无明显空洞； 静止水面结构平整，流动水域水面高程自高向低平缓过渡； 水岸边界明显，过度自然。	同Ⅲ级要求一致。	同Ⅲ级要求一致。
道路	路面无明显空洞； 路面应平整，无不合理的高程突变； 路面无重叠三角面； 不应出现纹理映射错误，如路灯、信号灯、标志牌等。	基于Ⅲ级要求增加： 去除道路沿线破损程度>50%的残缺模型，如残缺不全的路灯、交通标志牌等。	基于Ⅱ级要求增加： 去除道路内车辆； 去除无实物阴影； 交通标志牌结构完整，贴图清晰。
建筑	重点建筑外立面无穿透性孔洞； 间距大于1米的重点设施、建筑，其结构无粘连。	基于Ⅲ级要求增加： 建筑主体外立面无穿透性孔洞； 重点建筑楼顶部大型设备外轮廓、大型标牌等构筑物无明显破损； 建筑、设施纹理应无明显扭曲、错位、模糊、无映射错误。	基于Ⅱ级要求增加： 间距大于1米的建筑外轮廓无结构扭曲、粘连； 重点建筑、设施外部细节纹理缺失部位应补拍影像重新贴图； 重点区域内无车辆、人影。
植被	去除直径<10米的悬浮植被； 植被纹理无明显错误。	同Ⅲ级要求一致。	基于Ⅲ级要求增加： 删除不完整树干。
设备	重要露天大型设备无明显空洞，主体外轮廓无明显破损、形变。	基于Ⅲ级要求增加： 露天大型设备主体结构和纹理无明显扭曲。	基于Ⅱ级要求增加： 露天大型设备外部重要细节纹理缺失部位应补拍影像重新贴图。
管道	直径>1.5米的露天重要管道主体外轮廓无明显破损、形变。	基于Ⅲ级要求增加： 直径>1米的露天管道主体结构和纹理无明显扭曲。	基于Ⅱ级要求增加： 直径大于1米的路线管道外部重要细节纹理缺失部位应不拍影像重新贴图。

7.3.2 修饰要求

修饰应满足以下要求：

- a) 补拍影像应曝光适中，无明显烟、雾、阴影、大面积反光、污点等缺陷；
- b) 补拍影像显示应纹理清晰，反差和色调柔和，无明显重影、拖影；
- c) 对于已有瓦片进行修饰，修饰名称应在原瓦片命名编号基础上增加前缀进行区分；
- d) 对于修饰后的新增瓦片，修饰名称应在延续瓦片命名编号的基础上增加前缀进行区分；

- e) 修饰带有对应元数据，若无特殊要求，一般不对元数据文件进行融合。

## 7.4 三维模型质量检查

### 7.4.1 三维模型数据质量

三维模型数据质量应符合以下要求：

- a) 三维模型应显示全面、完整，不应有缺失和冗余；
- b) 多源数据融合重建的模型融合边界应平滑过渡，无异常凸起、分层；
- c) 模型修饰效果应符合对应模型等级，如模型为Ⅱ级，其修饰效果应满足Ⅱ级修饰要求；
- d) 精细化模型的细节结构应真实反映现实设备结构，精细程度根据需要进行确定。

### 7.4.2 三维模型纹理质量

三维模型纹理质量应符合以下要求：

- a) 同一区域内的模型纹理应显示自然、无明显色差；
- b) 重要建筑的精细化模型纹理应使用激光扫描和补拍获取的影像数据，以确保影像角度合适，成像清晰；
- c) 精细化模型细节纹理应真实反映设备外观状态，精细程度根据需要进行确定。

## 8 三维数字模型要素

### 8.1 设备

设备三维数字模型建设应符合以下要求：

- a) 根据设备图（包括非标设备装配图和定型设备厂家返回条件图）、设备布置图及三维实景模型进行数字模型建设；
- b) 采用参数化法建模和三维实景模型相结合的方法开展模型建设；
- c) 设备位号应与设备图一致；
- d) 设备模型外轮廓应与实际基本保持一致。

### 8.2 管道

管道三维数字模型建设应包括但不局限于以下内容：

- a) 直径大于 5 厘米以上管道及管件；
- b) 设备和管道上的仪表；
- c) 工艺与仪表特殊件。

### 8.3 建筑

#### 8.3.1 墙体

墙体三维数字模型建设应符合以下要求：

- a) 宜建立外墙、内墙、玻璃隔断、轻质隔墙模型，墙厚应以建筑图为准；
- b) 应建立墙体上的预留洞、槽、埋件模型。

#### 8.3.2 楼地面

楼地面三维数字模型建设应符合以下要求：



- a) 楼地面高度应以建筑完成面标高为准；
- b) 应建立管沟、排水沟模型；
- c) 应建立池、坑及相关附属设施模型；
- d) 应建立围堰模型。

### 8.3.3 屋面

屋面三维数字模型建设应符合以下要求：

- a) 应根据建筑图建立屋面最终面层模型；
- b) 应建立女儿墙、挑檐、天沟、上人屋面栏杆、屋面检修梯等附属设施模型。

### 8.4 结构三维数字模型建设

结构三维数字模型建设宜符合以下要求：

- a) 结构三维数字模型建设应包括地面以上结构和土建基础工程。地面以上结构应包含梁、柱、支撑、楼板、平台、楼梯、栏杆、楼（屋面）板预留孔洞、彩钢板屋面及墙体檩条、钢结构等；土建基础工程应包括结构构件基础、基础梁、设备基础、桩基、承台、水池、地沟等；
- b) 应根据构件的顶部标高、底部标高、截面尺寸及截面方位角等建立竖向构件（柱、柱间支撑、剪力墙、基础和设备基础等）模型；
- c) 应根据构件的顶部标高、截面尺寸及截面方位角等建立梁、板、水平支撑等水平构件模型。

## 9 数据库管理

### 9.1 组成

三维模型数据库一般由模型数据库、数据管理系统和支持环境三部分组成。其中，模型数据库是核心，包括三维模型的数据。

### 9.2 系统功能

#### 9.2.1 输入输出

包括但不限于三维模型数据以通用格式导入；三维模型数据库的几何、属性数据以通用格式导出。

#### 9.2.2 可视化

包括但不限于三维模型数据显示，宜支持模型动态加载；三维漫游，宜支持拖动、滑动、飞行模式；多视角浏览，宜包括平视、仰视、俯视角度。

#### 9.2.3 查询与检索

包括但不限于三维模型数据查询；三维模型数据目录检索；根据检索结果进行快速定位。

#### 9.2.4 空间量测

包括但不限于三维模型数据的空间距离量测、水平面积量测、体积量测。

#### 9.2.5 数据更新

包括但不限于模型更新与属性更新；模型更新包括但不限于局部区域模型的整体更新、瓦片数据的整体更新、按层更新、局部更新。

### 9.2.6 数据库安全管理

包括但不限于系统用户管理、权限管理；日志管理；数据库备份与恢复。

### 9.2.7 编辑

包括但不限于三维模型数据模型替换；三维模型数据模型空间位置修改；三维模型数据纹理、属性和元数据编辑。

### 9.2.8 历史模型数据管理

包括但不限于历史三维模型数据的备份、恢复；历史数据版本控制功能。

## 9.3 支撑环境

支撑环境宜满足以下要求：

- a) 数据库系统的软硬件选型应根据模型范围大小、模型精细程度、影像分辨率等因素决定的数据量，以及运行效率的要求，有机结合软件系统，合理配置软硬件设备；
- b) 数据库系统的存储和备份设备宜构成系统硬盘、磁盘阵列和磁带库三级体系。系统存储容量应按照估算的总数据量进行配置，存储能力一般为总数据量的 1.5-2.5 倍。

## 10 模型验收

模型成果验收包括但不限于以下内容：

- a) 三维模型数据；
- b) 元数据；
- c) 模型数据接合表；
- d) 原始影像数据、像控点成果、空中三角测量成果；
- e) 技术设计；
- f) 技术总结；
- g) 检查报告、验收报告；
- h) 其他相关资料。

注：检查报告及验收报告文本格式可参考GB/T 24356附录B和附录C执行。

**附 录 A**  
**(规范性)**  
**模型验收实施细则及验收技术指标**

**A.1 验收实施细则**

**A.1.1 两级检查一级验收**

模型验收流程包括两级检查和一级验收，内容如下：

- a) 三维模型应依次通过模型生产单位的过程检查、最终检查和模型生产委托方的验收。各级检查工作应独立进行，不应省略、代替或颠倒顺序；
- b) 过程检查是对三维模型进行全数检查；
- c) 最终检查是对三维模型进行全数检查以及质量等级评定；
- d) 验收是对三维模型进行抽样检查，逐个评定抽样样本的质量等级，并判定三维模型质量。

**A.1.2 过程检查**

过程检查应逐个详查三维模型；检查出的问题、错误和复查的结果应做好记录；检查出的错误修改后应复查，直至过程检查无误，方可提交最终检查。

**A.1.3 最终检查**

模型验收流程的最终检查要求如下：

- a) 最终检查应逐个详查三维模型；检查出的问题、错误和复查的结果应在检查记录中记录；
- b) 检查不合格的三维模型应退回处理，处理后再进行最终检查，直至最终检查合格；检查合格的三维模型，应对检查出的错误修改后经复查无误，方可提交验收；
- c) 最终检查完成后，应将检查报告随三维模型一并提交至模型生产委托方，同步提交书面验收申请。

**A.1.4 验收**

模型验收的要求如下：

- a) 验收的抽样量根据三维模型的复杂度具体确定，一般选取的样本量不低于 5%；
- b) 抽取样本时，采用分层按比例随机抽样的方法，即按不同获取方式、不同模型种类、不同模型复杂度等因素分成不同的层，在各层内分别按比例使用简单随机抽样法抽取样本；抽取提取检验批的技术设计书、技术总结、检查报告、接合表、模型清单等有关资料；
- c) 抽样检查应逐一详查抽样样本；样本外的根据需要进行概查；审核模型生产单位提供的检查报告；验收出的问题、错误和复查的结果应在验收记录中记录；
- d) 验收不合格的三维模型应退回处理，并在处理无误后重新提交验收；重新验收时，应重新抽样；
- e) 验收合格的三维模型可通过验收，但应对验收出的错误进行修改，并复查核实无误后提交最终三维模型至模型生产委托方；
- f) 验收完成后，应将验收报告做好存档。

**A.1.5 质量评定**

模型的质量评定要求如下：

- a) 根据三维模型的质量得分，最终检查质量等级分为优级品、良级品、合格品、不合格品四类，验收的检验批质量实行批合格、批不合格评定制。质量等级评价方法参考 CH/T 9024 内容，附录 B 为质量评定方法；
- b) 若检验批样本全部为合格以上产品，则判定该检验批详查合格。若样本中有部分不合格产品，则判定该检验批详查不合格；
- c) 若根据需要进行样本外概查，则概查中未发现 A 类错漏或 B 类错漏个数小于 5 个时，判定产品概查为合格，否则判定概查为不合格。

A.2 验收技术指标

A.2.1 三维实景模型

三维实景模型验收检查项目参考GB/T 24356，详见表A.1。

表A.1 三维实景模型验收检查项目

质量元素	权	质量子元素	权	检查项
空间参考系	0.10	平面坐标系统	0.50	检查采用的平面坐标系统符合情况
		高程基准	0.50	检查采用的高程基准符合情况
位置精度	0.10	平面位置精度	0.20	检查平面坐标值与真值的接近程度
		高度精度	0.30	检查高度值与真值的接近程度
		模型间相对位置	0.20	检查场景中模型相对位置关系的正确程度
		模型自身相对位置	0.30	检查单个复杂模型各部分相对位置关系的正确程度
表达精度	0.30	地形模型精度	0.30	检查地形模型精度的正确程度
		要素模型精细度	0.70	检查建筑模型、装置设施、其他模型精细度的正确程度
逻辑一致性	0.10	概念一致性	0.20	检查三维模型对概念模式规则的遵循程度
		格式一致性	0.20	检查三维模型物理存储结构、格式及其他要求的符合程度
		属性一致性	0.20	检查三维模型属性值域规则的遵循程度
		拓扑一致性	0.30	检查三维模型对拓扑关系反映的准确程度
		表现一致性	0.10	检查三维模型对表现及取舍规则的遵循程度
现势性	0.05	原始资料现势性	0.40	检查资料的现势性
		产品现势性	0.60	检查产品的现势性
属性精度	0.10	属性精度	1.00	检查属性是否准确和完整
完整性	0.20	场景完整性	0.60	检查场景中包含各类模型的完整程度
		场景协调性	0.40	检查场景中相对关系协调的程度
附属质量	0.05	元数据	0.50	检查元数据的完整性和正确性
		附属文档	0.50	检查各类附属文档的完整性

三维实景模型质量错漏分类详见表A.2。

表A.2 三维实景模型质量错漏分类

质量元素	质量子元素	A类	B类	C类
空间参考系	平面坐标系统	坐标系统错误	-	-
	高程基准	高程基准错误	-	-

表 A.2 三维实景模型质量错漏分类（续）

质量元素	质量子元素	A类	B类	C类
位置精度	平面位置精度	平面位置中误差超限或粗差率 $\geq 8\%$	$5\% \leq$ 平面位置粗差率 $\leq 8\%$	粗差 $< 5\%$
	模型间相对位置 <sup>①</sup>	重要模型相对位置错误	次重要模型相对位置错误	1. 一般模型相对位置错误； 2. 其他模型相对位置错误； 3. 其他一般的错漏
	高度精度	高度中误差超限或粗差率 $\geq 8\%$	$5\% \leq$ 高度粗差率超限 $\leq 8\%$	粗差 $< 5\%$
	模型自身相对位置 <sup>①</sup>	—	1. 重要模型的附属部分相对位置错误； 2. 次重要模型的附属部分相对位置错误3处； 3. 模型的附属部分偏移其主体距离过大； 4. 其他次严重的错漏	1. 一般模型的附属部分相对位置错误2处； 2. 其他模型的附属部分相对位置错误4处； 3. 其他一般的错漏
表达精度	地形模型精度 <sup>①</sup>	采用的 DEM 格网尺寸、精度不符合技术要求	地面特征不符合技术要求	—
	表达一致性 <sup>②</sup>	同种类要素表达不一致	—	—
	要素模型精细度 <sup>①</sup>	1. 重要模型的非精度控制部位结构比例失调或不符合逻辑关系； 2. 次重要模型的非精度控制部位结构比例严重失调或严重不符合逻辑关系	1. 重要模型的精细度不符合技术要求； 2. 次重要模型的精细度不符合技术要求3处； 3. 一般或其他模型的非精度控制部位结构比例严重失调或严重不符合逻辑关系； 4. 其他次严重的错漏	1. 一般模型的精细度不符合技术要求； 2. 其他模型的精细度不符合技术要求； 3. 其他一般的错漏
	几何形状精细度 <sup>②</sup>	重点建筑主体外立面穿透性孔洞长度 $\geq 10$ 米 建筑主体外立面穿透性孔洞长度 $\geq 10$ 米（Ⅱ级、Ⅰ级） 道路不合理高程突变普遍未处理	$2\text{米} \leq$ 重点建筑主体外立面穿透性孔洞长度 $< 10$ 米 $2\text{米} \leq$ 建筑主体外立面穿透性孔洞长度 $< 10$ 米（Ⅱ级、Ⅰ级） 道路不合理高程突变多处未处理	$0.2\text{米} \leq$ 重点建筑主体外立面穿透性孔洞长度 $< 2$ 米 $0.2\text{米} \leq$ 建筑主体外立面穿透性孔洞长度 $< 2$ 米（Ⅱ级、Ⅰ级） 道路不合理高程突变个别未处理

表 A.2 三维实景模型质量错漏分类（续）

质量元素	质量子元素	A类	B类	C类
表达精度	纹理精细度 <sup>®</sup>	重点建筑底层数据补采未重贴纹理区域长度 $\geq 100$ 米（I级） 道路纹理错位超限区域长度 $\geq 10$ 米	10米 $\leq$ 重点建筑底层数据补采未重贴纹理区域长度 $< 100$ 米（I级） 2米 $\leq$ 道路纹理错位超限区域长度 $< 10$ 米	2米 $<$ 重点建筑底层数据补采未重贴纹理区域长度 $< 10$ 米（I级） 0.5米 $\leq$ 道路纹理错位超限区域长度 $< 2$ 米
逻辑一致性	概念一致性 <sup>①</sup>	—	三维模型及纹理命名整体不符合设计规定	1. 三维模型文件命名错； 2. 纹理文件命名错； 3. 其他一般的错漏
	格式一致性	—	数据格式整体不符合设计规定	1. 三维模型数据格式错； 2. 纹理数据格式错； 3. 其他一般的错漏
	属性一致性 <sup>①</sup>	—	同一种类模型属性值域规则不一致	—
	拓扑一致性 <sup>①</sup>	—	1. 重要模型拓扑不一致； 2. 次重要模型拓扑不一致2处	一般模型拓扑不一致
	表现一致性 <sup>①</sup>	—	1. 同一区域同种类的模型纹理处理规则不一致； 2. 同一区域同一种类模型的立面、楼顶等综合取舍规则不一致； 3. 模型底部不水平； 4. 其他次严重的错漏	—
	规则一致性 <sup>②</sup>	1. 同种类要素处理规则不一致； 2. 分块边长不符合设计规定	—	—
现势性	原始资料现势性	—	采用的地理信息数据和照片现势性差	—
	产品现势性	—	模型产品与生产资料现势性不一致	—
属性精度	属性精度	属性项有误或遗漏；属性字段的定义、类型、命名、顺序不符合设计要求	属性值错漏4处	—

表 A.2 三维实景模型质量错漏分类（续）

质量元素	质量子元素	A类	B类	C类
完整性	场景完整性	1. 场景中重要模型种类缺失； 2. 重要模型丢漏； 3. 因模型点、线、面堆积而造成不必要的冗余并造成严重的性能损耗； 4. 其他严重错漏	1. 场景中次要重要模型种类缺失； 2. 场景中重要模型种类多余； 3. 重要模型多余； 4. 次要模型丢漏； 5. 其他次要严重的错漏	1. 场景中一般模型种类缺失； 2. 其他模型种类缺失2处； 3. 一般模型丢漏； 4. 其他模型丢漏2处； 5. 次要模型多余； 6. 一般模型多余2处； 7. 其他模型多余4处； 8. 其他一般的错漏
	场景协调性	1. 重要模型与重要模型结合处有较大穿插、漏缝； 2. 重要模型与地面有较大穿插、悬浮； 3. 重要模型重叠； 4. 其他严重错漏	1. 次要模型与重要模型结合处有较大穿插、漏缝； 2. 次要模型与地面有较大穿插、悬浮； 3. 次要模型重叠； 4. 其他次要严重的错漏	1. 其他模型间的穿插漏缝、重叠； 2. 其他模型与地面的穿插、悬浮； 3. 其他一般的错漏
附属质量	元数据	-	1. 元数据项错漏； 2. 重要元数据项内容错漏； 3. 其他次要严重的错漏	1. 一般元数据项内容错漏； 2. 其他一般的错漏
	附属文档	缺少技术设计、技术总结等重要文档	1. 技术设计未明确重要技术指标； 2. 技术总结缺少技术指标变化情况说明； 3. 其他次要严重的错漏	1. 附属文档一般内容错漏； 2. 附属文档引用文件不一致； 3. 其他一般的错漏
<p>注1：①类质量子元素为三维实景模型验收专有指标； 注2：②类质量子元素为三维数字模型验收专有指标； 注3：其他质量子元素为三维实景模型与三维数字模型验收的通用指标； 注4：未明确错漏数量的均为1处（个）；“-”表示质量（子）元素不允许存在此类错漏； 注5：没有枚举到的错漏，实际中可依据错漏的严重程度、错漏类型等进行分类归并。</p>				

A.2.2 三维数字模型

三维数字模型验收检查项目详见表A.3。

表A.3 三维数字模型验收检查项目

质量元素	权	质量子元素	权	检查项
空间参考系	0.05	平面坐标系统	0.50	检查采用的平面坐标系统符合情况
		高程基准	0.50	检查采用的高程基准符合情况
位置精度	0.05	平面位置精度	0.50	检查平面坐标值与真值的接近程度
		高度精度	0.50	检查高度值与真值的接近程度

表 A.3 三维数字模型验收检查项目（续）

质量元素	权	质量子元素	权	检查项
表达精度	0.30	几何形状精细度	0.40	检查模型几何形状的准确性和合理性
		纹理精细度	0.40	检查模型纹理的准确性和合理性
		表达一致性	0.20	检查同种类要素表达一致
逻辑一致性	0.10	规则一致性	0.50	检查同种类要素处理规则一致
属性精度	0.10	属性精度	1.00	检查属性是否准确和完整
现势性	0.05	原始资料现势性	0.50	检查资料的现势性
		产品现势性	0.50	检查产品的现势性
完整性	0.30	场景完整性	0.90	检查场景中包含各类模型的完整程度
		场景协调性	0.10	检查场景中相对关系协调的程度
附属质量	0.05	元数据	0.50	检查元数据的完整性和正确性
		附属文档	0.50	检查各类附属文档的完整性

三维数字模型质量错漏分类详见表A.2。



附录 B  
(规范性)  
三维数字模型质量评定方法

B.1 质量表征

采用百分制表征三维数字模型的质量水平。

B.2 三维数字模型质量错漏扣分细则

依据模型的重要程度、错漏的严重程度等，质量元素的错漏可划分为严重的错漏（A类）、次严重的错漏（B类）和一般的错漏（C类）。

严重的错漏（A类）指重要模型的精度、表达、属性等存在错误或与设计要求不一致，或次重要、一般、其他模型的系统性错误或与设计要求不一致；次严重的错漏（B类）指次重要模型的表达、属性等存在错误或与设计要求不一致，或一般、其他模型的错误或与设计要求不一致的数量已超过8个；一般的错漏（C类）指一般或其他模型的错误或与设计要求不一致。扣分细则见表B.1。

表B.1 三维数字模型质量错漏扣分细则

错漏类型	扣分值/分
A类	42
B类	8/t
C类	1/t
注：t表示区域内模型建模的复杂程度，取值范围为0.3~3，取值越大表示复杂程度越高，平原、建筑低矮、分布松散的模型t，取0.3~1，平原、一般建筑、分布适中的模型t取1~1.5，丘陵、一般建筑、分布适中，或平原、较高建筑、分布适中的模型t取1.5~2，山地、一般建筑、分布松散，或丘陵、较高建筑、分布适中的模型t取2~2.5，山地、一般建筑、分布适中，或平原、高层建筑、分布密集模型t取2.5~3。平时困难类别取值t=1。	

B.3 质量子元素评分方法

首先将质量子元素得分预置为100分，根据表A.1对相应质量子元素中出现的错漏逐个扣分，S<sub>2</sub>的值按公式（B.1）计算，计算值为负数时以0分计。

$$S_2 = 100 - (a_1 \times 8/t + a_2 \times 1/t) \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：  
S<sub>2</sub>——质量子元素得分值；  
a<sub>1</sub>——质量元素中第i个质量子元素对应的B类错漏个数；  
a<sub>2</sub>——质量元素中第i个质量子元素对应的C类错漏个数；  
t——扣分值调整系数。

B.4 质量元素评分办法

采用加权平均法计算质量元素分值S<sub>1</sub>。S<sub>1</sub>的值按公式（B.2）计算。

$$S_1 = \sum_{i=1}^n (S_{2i} \times p_i) \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$S_1$ ——质量元素得分值；  
 $S_{2i}$ ——质量元素中第*i*个质量子元素得分值；  
 $p_i$ ——质量元素中第*i*个质量子元素的权；  
 $n$ ——质量元素中包含质量子元素个数。

B.5 三维模型质量评分

采用加权平均法计算单位质量分值*S*。*S*的值按公式（B.3）计算。

$$S = \sum_{i=1}^n (S_{1i} + p_i) \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：  
*S*——三维数字模型质量得分值；  
 $S_{1i}$ ——第*i*个质量元素得分值；  
 $p_i$ ——第*i*个质量元素的权；  
 $n$ ——三维数字模型中包含的质量元素个数。

B.6 三维模型的质量等级评定标准

质量等级评定标准详见表B.2。

表B.2 质量等级评定标准

质量等级	优级品	良级品	合格品	不合格品
质量得分/分	$S \geq 90$	$75 \leq S < 90$	$60 \leq S < 75$	$S < 60$
注：当三维数字模型出现以下情况之一时，评定为不合格： 1) 出现A类错漏； 2) 三维数字模型平面精度或高程精度超过对应等级精度误差上限； 3) 质量得分小于60分。				

B.7 权的调整原则

质量元素、质量子元素的权一般不作调整。当仅检查部分质量元素或质量子元素时，可根据实际情况调整质量元素或质量子元素的权值，调整后的各质量元素、质量子元素权之和应为1.0。

**附 录 C**  
**（规范性）**  
**应用场景及技术要求**

**C.1 分类**

化工园区、危险化学品企业三维数字模型的应用场景主要包括数字孪生平台和三维仿真实训与演练平台。

**C.2 数字孪生平台**

根据实际需求，建设化工园区（危险化学品企业）数字孪生平台，利用倾斜摄影技术构建园区（企业）三维实景模型，汇聚企业及公共区域设备设施精细化三维数字模型，为园区（企业）提供设备设施信息管理和关键安全参数的可视化呈现平台，实现二维与三维、实景与虚拟、宏观与微观一体化；同时将人员定位数据、视频图像等接入数字孪生平台，为园区（企业）提供可视化和虚拟现实结合的应急管理全流程、安全生产相关环节全要素呈现平台，实现面向企业生产作业过程的全程三维可视化集中统一管控，加强企业信息管理和服务。

**C.3 三维仿真实训与演练平台**

针对化工园区各类突发事件场景，建立多主体协同应急处置的三维仿真实训与演练平台，利用三维数字模型制作具体场景及其配套工艺设备的三维仿真模型，将应急预案文字脚本可视化，实现基于三维场景的救援处置模拟培训和演练。

**C.4 技术要求**

数字孪生平台和三维仿真实训与演练平台的三维数字模型建设时，涉及到三维数字模型的数据获取、模型生产、模型建设和模型库管理参照第5-9章内容执行。

参 考 文 献

[1] CH/T 1004 测绘技术设计规定

[2] CH/T 3006 数字航空摄影测量 控制测量规范

[3] CH/Z 3017 地面三维激光扫描作业技术规程

[4] CH/T 3026 实景三维数据倾斜摄影测量技术规程

[5] CH/T 9016 三维地理信息模型生产规范

[6] CH/T 9017 三维地理信息模型数据库规范

[7] CH/Z 9031 室内三维测图数据获取与处理技术规程

[8] DB23/T 2646 测绘地理信息成果质量检查与验收 第4部分：实景三维模型

[9] DB33/T 1308 城市轨道交通工程三维激光扫描技术规范

[10] DB42/T 2099 基于倾斜摄影测量的城市级实景三维地理场景模型生产技术规程

---