

四川省地方标准

DB51/T xxx—2024

化工园区、危险化学品企业三维数字模型建设规范

(初稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 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	3
5 三维模型数据获取	4
6 三维模型数据处理	9
7 三维模型成果生产	10
8 三维数字模型建设	12
9 三维数字模型数据库管理	13
10 应用场景及技术要求	14
11 应用成果验收标准	14
附 录 A	21
附 录 B	23

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《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。

本文件由四川省应急管理厅提出、归口并解释。

本文件由四川省市场监督管理局批准。

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、四川省安技术咨询有限公司。

本文件主要起草人：王自力、楚作东、邓利民、蒯念生、王立娟、刘茜、彭敏君、刘欢、唐梓洋、周帅、杨振东、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、林兰、杨媚。

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。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：本次为首次发布。

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采集要求、处理精度、建模方法。

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。

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，最新版本适用于本文件。

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 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

GB/T 21740 基础地理信息城市数据库建设规范

CH/T 1004 测绘技术设计规定

CH/T 9015 三维地理信息模型数据产品规范

CH/T 9016 三维地理信息模型生产规范

CH/T 9017 三维地理信息模型数据库规范

CH/T 9024 三维地理信息模型数据产品质量检查与验收

CH/T 3006 数字航空摄影测量 控制测量规范

CH/T 3026 实景三维数据倾斜摄影测量技术规程

CH/Z 3017 地面三维激光扫描作业技术规程

CH/Z 9031 室内三维测图数据获取与处理技术规程

CJJ/T 8 城市测量规范

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

DB33/T 1308 城市轨道交通工程三维激光扫描技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地理要素

与地球上位置相关的现实世界现象的表达。

3.2

三维数字模型

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。本标准简称为三维模型。

3.3

几何模型

用点、线、面、体等基本几何元素描述现实对象的几何形态。

3.4

纹理

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。

3.5

倾斜数字航摄仪

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。

3.6

倾斜摄影测量

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。

3.7

激光扫描

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。

3.8

数字高程模型

以规则格网交点的高程数值表示地面起伏的数据集。

3.9

数字正射影像图

经过垂直投影纠正的平面遥感影像数据集。

3.10

2000 国家大地坐标系

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。

3.11

1985 国家高程基准

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72.260m。

3.12

瓦片

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。

3.13

建模单元

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

3.14

像片控制点

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

三维模型由三部分组成：一是目标构筑物的几何数据，二是覆盖于构筑物表面的物纹理影像，三是三维模型元数据。

4.2 空间参考系

模型各类数据采集和成果生产应采用统一的、符合国家规定的平面坐标系统和高程基准。平面坐标系统宜采用2000国家大地坐标系，高程基准采用1985国家高程基准。

当采用地方坐标系时，应与2000国家大地坐标系建立严密的转换关系；采用相对高程时，应与1985国家高程基准建立联系。

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，并参照GB/T21740的规定建立相应的安全运行环境和保密管理制度。

4.4 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

单位为毫米

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
一级	≤2（30m距离处）	≤5	≤3
二级	≤3（30m距离处）	≤15	≤10
三级	≤5（30m距离处）	≤50	≤25

4.5 三维模型成果数据类型及数据格式

三维模型成果类型及数据格式应符合表2规定。

表2 三维模型成果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等
纹理影像	JPG/PNG/TIF等
元数据	XML/XLS/TXT

4.6 三维模型成果分级

三维模型成果分为 I 级、II 级、III 级三个级别，成果分级标准见表3。

表3 三维模型成果分级

单位为米

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）

4.7 三维模型成果位置精度

模型位置精度应满足表4的规定，2倍中误差为最大限差。

表4 三维模型成果位置精度

单位为米

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

5 三维模型数据获取

5.1 倾斜摄影测量数据获取

5.1.1 飞行方案

采集倾斜摄影测量数据需要制定飞行方案，方案应包括以下内容：

- a) 航摄工作范围；
- b) 航摄区域空域允准手续、时段、范围；
- c) 航摄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) 倾斜摄影成果类型、名称和数量等。

5.1.2 倾斜摄影设计

5.1.2.1 设计用基础地理数据的选择

设计用基础地理数据的选择一般应按照GB/T 39610执行；

5.1.2.2 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) 采集范围内地物最高点应满足垂直影像的重叠度要求；
- c) 采集范围内地物最低点应满足垂直影像地面分辨率要求；
- d) 影像重叠度和地面分辨率同时满足b)和c)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。

5.1.2.3 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，通常选取分区内低点高程作为基准面高度。

5.1.2.4 航线敷设方法

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) 采集区域含有水域时，航线应尽量避免垂直影像主点落水；
- d) 对建筑物低矮、稀疏区域可根据大部分建筑物分布、朝向及地形特征敷设；
- e) 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。

5.1.2.5 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确定；
- c) 沙漠、戈壁、森林、草地、大面积盐滩、盐碱地不应在当地正午前后各2h内开展倾斜摄影；
- d) 陡峭山区和高层建筑物密集的大城市应在当地正午前后各1h内开展倾斜摄影，条件允许时，可进行云下倾斜摄影。

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

5.1.2.6 影像重叠度要求

影像重叠度要求如下：

- 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。

5.1.3 像片控制点布设与测量

像片控制点布设与测量应参照GB/T39612执行。

5.1.4 数据采集

5.1.4.1 实施过程

倾斜摄影实施过程中，应遵循以下原则：

- 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。

5.1.4.2 飞行质量要求

飞行质量要求如下：

- a) 垂直影像倾角不宜大于 6° ，最大不应大于 10° ；
- b) 垂直影像旋角不宜大于 25° ，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° ；
- 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5.2.2.2之规定；
- f) 各项飞行记录应完整、齐全。

5.1.4.3 数据命名和格式要求

5.1.4.3.1 数据命名要求

数据命名要求如下：

- 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。
- 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，补飞影像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。

5.1.4.3.2 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数据解算成果格式应为CSV、XLS、XLSX、TXT格式之一。

5.1.4.4 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) 影像像素分辨率正确。

5.1.5 倾斜摄影补摄

倾斜摄影补摄应遵循以下要求：

- a) 倾斜摄影影像出现绝对漏洞、相对漏洞及其他严重缺陷时必须及时补摄；

- b) 漏洞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 激光扫描数据获取

5.2.1 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。

5.2.2 前期准备

5.2.2.1 技术设计

- 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。

5.2.2.2 设备选择

确定满足工作需要的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。

5.2.2.3 扫描规划

5.2.2.3.1 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。

5.2.2.3.2 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从逼仄、障碍物多的区域中穿过，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。

5.2.2.4 作业人员配置

作业员应经过技术培训，合格后方能参加作业。执行扫描作业时，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。

5.2.3 控制测量

控制测量应符合下列规定：

- a) 当点云测量成果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，应进行回复或补设；
- 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 8-2011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。

5.2.4 标靶选用与布设

5.2.4.1 标靶选用

- 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。

5.2.4.2 标靶布设

- 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。

5.2.5 数据采集

5.2.5.1 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30m；
- 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。

5.2.5.2 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。

5.2.6 数据命名要求

- 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；

- 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；
- 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。

5.2.6.1 纹理图像质量要求

纹理图像质量要求如下：

- 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。

5.2.7 激光扫描补扫

激光扫描补扫应符合下列规定：

- 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%。

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，困难情况下可放宽至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。

表6 像控点、检查点中误差

单位为米

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：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/687003166132006164>