**ICS.93.160**

**CCS P 55**

江苏省水利勘测设计协会团体标准

T/JSSLKX 01-2026

水利工程三维实景建模技术规程

Technical specification for 3D realistic modeling of

Hydraulic Engineering

（征求意见稿）

2026-XX-XX发布 2026-XX-XX实施

江苏省水利勘测设计协会 发布

前 言

根据《江苏省水利勘测设计协会关于开展水利工程信息模型分类及编码规范等五项团体标准编制工作的通知》（苏水勘协函〔2024〕28号）的要求，按照SL/T 1-2024《水利技术标准编写规程》的规定，制定本标准。

本标准共8章和2个附录，主要技术内容有：

——基本规定；

——数据要求；

——数据采集；

——数据处理；

——模型构建；

——质量检查及成果提交。

本标准批准部门：**江苏省水利勘测设计协会**

本标准主编单位：**南京市水利规划设计院股份有限公司**

**江苏省水利工程科技咨询股份有限公司**

本标准参编单位：**江苏省工程勘测研究院有限责任公司**

**南通市水利勘测设计研究院有限公司**

**盐城市水利勘测设计研究院有限公司**

**华设设计集团股份有限公司**

**泰州市河海勘测设计有限公司**

本标准出版、发行单位：**\*\*\*出版社**

本标准主要起草人：**吴海兵 王艳波 赵雨顺 黄天增 张莉萍**

**夏鹤鹏 沈 颖 冒 云 甄 峰 孙伯明**

**韩昭玉 李登富 张华军 杨 鑫 王龙祥**

**季伟伟 邓翼峰 费海蓉 花加凤 齐鲁尚**

**陈 翔 王 浩 盛亚琴 刘小杰 刘清泉**

本标准审查会议技术负责人：\*\*\*

本标准休例格式审查人：\*\*\*

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料。随时将有关意见和建议反馈给\*\*\*（通信地址：\*\*\*；邮政编码：\*\*\*；电话：\*\*\*；电子邮箱：\*\*\*； 网 址：\*\*\*）。

目次

[1 总则 1](#_Toc5905)

[2 术语和缩略语 2](#_Toc31210)

[2.1 术语 2](#_Toc20846)

[2.2 缩略语 3](#_Toc16102)

[3 基本规定 4](#_Toc32232)

[3.1 时空基准 4](#_Toc16467)

[3.2 生产流程 4](#_Toc31147)

[3.3 数据格式 4](#_Toc3853)

[3.4 数据安全 4](#_Toc278)

[4 数据要求 5](#_Toc28956)

[4.1 一般规定 5](#_Toc30869)

[4.2 数据精度 5](#_Toc7610)

[4.3 元数据 8](#_Toc29965)

[5 数据采集 9](#_Toc28287)

[5.1 一般规定 9](#_Toc18645)

[5.2 影像数据采集 9](#_Toc22276)

[5.3 激光点云数据采集 11](#_Toc16724)

[5.4 地形数据采集 11](#_Toc15994)

[6 数据处理 14](#_Toc25278)

[6.1 地形模型数据处理 14](#_Toc29438)

[6.2 激光点云数据处理 17](#_Toc6790)

[6.3 倾斜摄影模型数据处理 18](#_Toc27844)

[6.4 工程BIM模型数据处理 19](#_Toc26231)

[7 模型构建 20](#_Toc1860)

[7.1 一般规定 20](#_Toc7581)

[7.2 模型重建 20](#_Toc18694)

[7.3 模型修饰 22](#_Toc12637)

[7.4 模型融合 22](#_Toc22227)

[8 质量检查与成果提交 24](#_Toc12400)

[8.1 一般规定 24](#_Toc21832)

[8.2 质量检查 24](#_Toc25251)

[8.3 资料归档及成果提交 25](#_Toc21534)

[附录A 成果元数据 26](#_Toc19323)

[附录B 成果检查相关文件格式 38](#_Toc30889)

[本标准用词说明 40](#_Toc4923)

# 

# 1 总则

1.0.1 为提高江苏省水利工程管理数字化水平，推动智慧水利的发展，实现水利工程高效运维、精细化管理和业务智能化，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于河（渠）道、水库、闸站等水利工程的三维实景模型建模。

1.0.3 本标准主要引用下列标准

GB/T 13923 基础地理信息要素分类与代码

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 42640 多波束水下地形测量技术规范

SL 197 水利水电工程测量规范

SL/T 213 水利对象分类与编码总则

SL/T 837 数字孪生水利数据底板地理空间数据规范

CH/T 1056 水下地形测量成果质量检验技术规程

CH/T 8023 机载激光雷达数据处理技术规范

CH/T 8024 机载激光雷达数据获取技术规范

CH/T 9016 三维地理信息模型生产规范

CH/T 9020.2 基础地理信息数字成果1:500 1:1000 1:2000生产技术规程 第2部分：数字高程模型

CH/T 9020.3基础地理信息数字成果1:500 1:1000 1:2000生产技术规程 第3部分：数字正射影像图

CH/T 9022 基础地理信息数字成果1:500 1:1000 1:2000 1:5000 1:10000数字表面模型

CH/T 9024 三维地理信息模型数据产品质量检查与验收

CH/Z 3017 地面三维激光扫描作业技术规程

1.0.4 水利工程三维实景建模技术除应符合本标准规定外，还应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术语和缩略语

## 2.1 术语

下列术语和及其定义适用于本标准。

2.1.1 三维实景模型 3D realistic model

利用点云、实景影像等数据源制作的可量测的、具备实景纹理信息的三维模型。

[来源：CH/T 3026-2023，3.2，已修改]

2.1.2 点云 point cloud

通过测量方式获取三维空间中目标表面特性的海量点集合。

[来源：GB 50026-2020，2.1.13]

2.1.3 水下地形模型 underwater terrain model

以水下离散高程点为基础建立的规则格网或三角网等空间模型。

注：用以模拟连续分布的水下地形空间位置等属性分布。

[来源：GB/T 39624-2020，3.10]

2.1.4 倾斜摄影模型 oblique photography model

通过倾斜摄影技术采集的影像数据所生产形成的具有真实纹理信息的三维地理信息模型。

2.1.5 水利数字高程模型 hydraulic digitalblevation model

适用于表达地表水流连通性的一种DEM，其特征在于去除涵洞、桥梁、悬空管线等通水建（构）筑物高程信息，保留堤防、大坝、圩垸等挡水建（构）筑物高程信息，嵌刻水下地形模型，满足流域产汇流计算、洪水演进模拟等防洪应用需求。

[来源：SLT 837-2025，3.5]

2.1.6 地形模型 terrain model

地形模型通常以DEM作为基准，将DOM、TDOM或两者的组合贴附于DEM表面，实现地面起伏形态的三维描述。

2.1.7 纹理 texture

反映地理要素（不含地形）表面纹理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]

2.1.8 元数据 metadata

关于数据的数据，即数据的标识、覆盖范围、质量、空间和时间模式、空间参照系和分发等信息。

[来源：GB/T 19710—2005，4.5]

## 2.2 缩略语

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| DEM | Digital Elevation Model | 数字高程模型 |
| DOM | Digital Orthophoto Map | 数字正射影像图 |
| HDEM | Hydraulic Digital Elevation Model | 水利数字高程模型 |
| BIM | Building Information Modeling | 建筑信息模型 |

# 3 基本规定

## 3.1 时空基准

3.1.1 大地坐标系统采用2000国家大地坐标系，当采用工程坐标系时，应与2000国家大地坐标系建立联系。

3.1.2 高程基准采用1985国家高程基准，当采用其他高程基准时，应与1985国家高程基准建立联系。

3.1.3 时间基准采用公元纪年和北京时间。

## 3.2 生产流程

生产流程分为资料收集与分析、数据采集、数据处理、模型构建、质量检查、成果提交等过程，应做好过程间的衔接。

## 3.3 数据格式

3.3.1 三维实景模型数据格式宜按表3.3.1中内容细分类别采用统一的文件格式。

表3.3.1 数据文件格式

|  |  |
| --- | --- |
| 数据类型 | 文件格式 |
| 影像数据 | \*.TIFF、\*.JPG等 |
| 点云数据 | \*.LAS、\*.TXT等 |
| 地形数据 | \*.DWG、\*.TIFF等 |
| DEM | \*.TIFF等 |
| HDEM | \*.TIFF等 |
| 模型数据 | \*.OSGB、\*.OBJ、\*.3DTiles等 |
| 元数据 | \*.XML、\*.SHP、\*.XLS等 |

3.3.2 一同提交的相关数据说明文档、报告等采用.pdf格式，表格采用.xls格式。

## 3.4 数据安全

3.4.1 应落实涉密数据成果保密管理的各项要求，强化涉密数据生产、保管和使用管理。

3.4.2 应按相关管理部门规定落实数据生产、保管、外发、移交等数据安全责任。

3.4.3 应建立灾备恢复机制和应急处理，当发生突发事件时应能快速恢复数据。

# 4 数据要求

## 4.1 一般规定

4.1.1 三维实景模型主要包括地形模型、激光点云模型、倾斜摄影模型、工程BIM模型等。

4.1.2 三维实景模型按地面分辨率、格网尺寸、点间距、精细度等级划分为一级、二级、三级、四级共四个等级，见表4.1.2。

表4.1.2 三维实景模型的分级

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型类型 | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 |
| 地形模型 | DOM地面分辨率优于2m  DEM格网尺寸优于5m | DOM地面分辨率优于1m  DEM格网尺寸优于2m | DOM地面分辨率优于0.2m  DEM格网尺寸优于1m | DOM地面分辨率优于0.1m  DEM格网尺寸优于0.5m |
| 倾斜摄影模型 | 地面分辨率优于0.1m | 地面分辨率优于0.08m | 地面分辨率优于0.03m | 地面分辨率优于0.02m |
| 激光点云模型 | 点间距优于2m | 点间距优于0.5m | 点间距优于0.025m | 点间距优于0.01m |
| 工程BIM模型 | LOD1.0 | LOD2.0 | LOD3.0 | LOD4.0 |

4.1.3 三维实景模型应充分利用已有资料。当已有资料不满足要求时，模型数据应进行采集，元数据在资料收集和数据生产过程中同步建立。

4.1.4 精度指标以中误差作为衡量精度的指标，以2倍中误差作为极限误差。

4.1.5 地形分类应符合表4.1.5的规定。

表4.1.5 地形分类

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 地形类别 | 地面倾斜角 | 地面高差 |
| 平地 | ≤2 | ≤20 |
| 丘陵地 | 2~6 | 20~150 |
| 山地 | 6~25 | - |
| 高山地 | ＞25 | - |

## 4.2 数据精度

4.2.1 三维实景模型数据主要包括DOM、DEM、HDEM、水下地形、倾斜摄影、激光点云数据和BIM数据等。

4.2.2 三维实景模型数据主要精度指标见表4.2.2-1~表4.2.2-8。

**1** DOM地物点相对于高精度检查点的位置中误差不应大于表4.2.2-1的规定，特殊困难区域可放宽0.5倍，未涵盖空间分辨率DOM数据位置中误差应符合GB 35650平面位置中误差要求。

表4.2.2-1 DOM平面位置精度指标 单位：m

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 模型等级 | 地面分辨率 | 平面中误差 | |
| 平地、丘陵 | 山地、高山地 |
| 一级 | 2 | 10.00 | 15.00 |
| 二级 | 1 | 5.00 | 7.50 |
| 三级 | 0.2 | 1.20 | 1.60 |
| 四级 | 0.1 | 0.60 | 0.80 |

**2** 陆地DEM高程精度采用格网点的高程中误差表示，不应大于表4.2.2-2的规定。影像弱纹理区域、大面积植被覆盖、反射率较低等困难区域，高程中误差可放宽0.5倍。未涵盖的不同格网尺寸DEM数据高程中误差应符合GB 35650数字高程模型精度要求。

表4.2.2-2 DEM高程精度指标 单位：m

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型等级 | 格网尺寸 | 格网点高程中误差 | | | |
| 平地 | 丘陵地 | 山地 | 高山地 |
| 一级 | 5 | 0.70 | 1.70 | 3.3 | 6.7 |
| 二级 | 2 | 0.33 | 0.70 | 1.5 | 2.0 |
| 三级 | 1 | 0.25 | 0.70 | 1.0 | 2.0 |
| 四级 | 0.5 | 0.25 | 0.50 | 0.7 | 1.0 |

**3** 水下DEM数据高程精度采用格网点的高程中误差表示，不应大于表4.2.2-3的规定，未涵盖的不同格网尺寸DEM数据高程中误差应符合SL 197中相应比例尺地形图的高程精度要求。天然水库和湖泊的水下DEM高程中误差，宜按表4.2.2-3中平地或丘陵地区规定执行，新蓄水水库的水下DEM高程中误差按表4.2.2-3中相应地形类别的规定执行。

表4.2.2-3 水下地形高程精度指标 单位：m

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型等级 | 格网尺寸 | 格网点高程中误差 | | | |
| 平地 | 丘陵地 | 山地 | 高山地 |
| 一级 | 5 | 0.70 | 2.00 | 6.70 | 10.00 |
| 二级 | 2 | 0.33 | 1.00 | 2.67 | 4.00 |
| 三级 | 1 | 0.33 | 1.00 | 1.33 | 4.00 |
| 四级 | 0.5 | 0.33 | 0.50 | 1.33 | 2.00 |

**4** 倾斜摄影模型精度应符合下列要求。

**1**）地物点相对于高精度检查点的平面位置中误差、高程中误差不大于表4.2.2-4的规定。表4.2.2-4中未涵盖空间分辨率倾斜摄影模型的平面、高程精度可参照相应DOM、DEM精度要求。

表4.2.2-4 倾斜摄影模型精度指标 单位：m

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型等级 | 平面中误差 | | 高程中误差 | | |
| 平地、丘陵地 | 山地 | 平地 | 丘陵地 | 山地 |
| 一级 | 1.20 | 1.60 | 0.30 | 0.40 | 0.60 |
| 二级 | 0.60 | 0.80 | 0.25 | 0.70 | 1.00 |
| 三级 | 0.30 | 0.40 | 0.25 | 0.50 | 0.70 |
| 四级 | 0.21 | 0.28 | 0.10 | 0.14 | 0.42 |

**2**）模型细节宜满足表4.2.2-5的规定。

表4.2.2-5 倾斜摄影模型细节表现

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 对象 | 模型等级 | | | |
| 一级 | 二级 | 三级 | 四级 |
| 水利枢纽工程，大中型引水工程、河道等工程中的重要节点 | ◇ | ◇ | ▲ | ▲ |
| 水利工程管理和保护范围等 | ◇ | ◇ | ◇ | ▲ |
| 工程上下游影响区等 | ◇ | ◇ | ◇ | ◇ |
| 注：▲表示精细建模表现：对地理要素主体结构、细部结构进行精细几何建模表现，外立面纹理采用能精确反映物体色调、饱和度、明暗度等特征的影像。  ◇表示主体建模表现：仅对地理要素的基本轮廓和外结构进行几何建模表现，外立面采用能基本反映地物色调、细节特征结构的影像。 | | | | |

**5** 激光点云模型平面位置精度采用明显地物点平面位置中误差表示，高程精度采用点云构建的不规则三角网的高程中误差表示，平面位置中误差、高程中误差应不大于表4.2.2-6、表4.2.2-7的规定。未涵盖的激光点云模型精度可参照CH/T 8024的要求。

表4.2.2-6 机载激光雷达点云数据高程精度指标 单位：m

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型等级 | 最大点间距 | 高程中误差 | | | |
| 平地 | 丘陵 | 山地 | 高山地 |
| 一级 | 2 | 0.25 | 0.35 | 0.85 | 1 |
| 二级 | 0.5 | 0.15 | 0.25 | - | - |

表4.2.2-7 地面激光扫描点云数据精度指标 单位：m

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型等级 | 适用范围 | 最大点间距 | 特征点间距中误差 | 点位相对于  邻近控制点中误差 |
| 三级 | 工程水工建（构）筑物外立面 | 0.025 | 0.05 | 0.10 |
| 四级 | 工程水工建（构）筑物内部结构表面 | 0.010 | 0.01 | 0.03 |

**6** 工程BIM模型精细度应满足表4.2.2-8要求。

表4.2.2-8 工程BIM模型精细度等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 模型等级 | 最小模型单元 | 适用范围 |
| 一级 | 工程级模型单元（LOD1.0） | 水利工程外观BIM模型 |
| 二级 | 功能级模型单元（LOD2.0） | 工程土建、综合管网、机电设备等BIM模型 |
| 三级 | 构件级模型单元（LOD3.0） | 闸门、发电机、水轮机等关键机电设备BIM模型 |
| 四级 | 零件级模型单元（LOD4.0） | 闸门、发电机、水轮机等关键机电设备零件BIM模型 |

## 4.3 元数据

4.3.1 模型数据均应建立元数据。

4.3.2 元数据应包括数据的标识信息、空间参考信息、生产信息、质量信息等，模型数据的元数据格式及填写实例见附录A~F。

# 5 数据采集

## 5.1 一般规定

5.1.1 数据采集前宜进行资料收集，收集的资料应来源于工程设计单位、建设单位、管理单位等机构的正式发布成果。

5.1.2 收集到的模型数据及其元数据应从下列方面进行分析：

**1** 收集到的数据是否反映现状；

**2** 数据的时空基准信息是否完整并与3.1节要求一致；

**3** 按表4.1.2确定的数据规格、级别分析数据是否满足项目要求的精度。

对可利用的数据按照6.1~6.4要求进行处理，现势性差、缺少或覆盖范围不足时按照第5章、第6章要求进行数据采集和处理。

5.1.3 模型数据采集采用航空摄影、地面摄影、激光雷达扫描、测深系统水下测量、人工测量等方式进行。

5.1.4 数据采集应充分考虑测区气象、水文、地形地貌、构筑物分布等因素，确保人员和设备安全，并应满足环境保护要求。

5.1.5 数据采集所使用的仪器应在检定有效期内、软件应经过测试或验证。

5.1.6 申请空域应依据国家规定的航空器飞行管理相关条例执行。

## 5.2 影像数据采集

5.2.1 航空影像

5.2.1.1 航空影像数据采用常规航空摄影、倾斜航空摄影、贴近摄影方式进行采集。

5.2.1.2 常规航空摄影数据采集应按照CH/T 3005规定执行，影像重叠度、航摄时间应符合表5.2.1-1、表5.2.1-2要求。

表5.2.1-1 摄影时间要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 地形类别 | 太阳高度角（℃） | 阴影倍数 |
| 平地 | ＞20 | ≤3 |
| 丘陵地 | ＞25 | ≤2.1 |
| 山地 | ＞40 | ≤1.2 |
| 陡峭山区 | 选择当地正午前后1h内摄影 | |
| 水域 | 无风天气、非正午且阳光均匀漫反射时，避免镜面效应 | |

表5.2.1-2 常规航空摄影影像重叠度要求

|  |  |
| --- | --- |
| 重叠度 | 相片重叠度 |
| 航向重叠 | 65%~75%，实际值最小不应小于53%，连续出现53%不应超过3张航片 |
| 旁向重叠 | 30%~45%，实际值最小不应小于8%，连续出现8%不应超过3张航片 |
| 注：在陡峭山区、植被茂密、道路、大面积水域等摄区，重叠度可适当加大。 | |

5.2.1.3 倾斜航空摄影数据采集应按照GB/T 39610规定执行，并应符合以下要求：

**1** 倾斜航空摄影航摄时间、影像重叠度应符合表5.2.1-1、表5.2.1-3要求；

表5.2.1-3 倾斜航空摄影影像重叠度要求

|  |  |
| --- | --- |
| 重叠方向 | 像片重叠度 |
| 航向重叠 | 不小于60%，在陡峭山区、高层建筑密集区航向重叠度设计宜为70%~80% |
| 旁向重叠 | 40%~80%，最小不应小于30% |
| 注：在陡峭山区、植被茂密、道路、大面积水域等摄区，重叠度可适当加大。 | |

**2** 遮挡严重时，纹理模糊区域可采用外业拍照方式补充纹理信息，结构缺失可采用地面激光扫描补充结构数据。

5.2.1.4 贴近摄影数据采集应满足下列要求：

**1** 贴近摄影采集系统应满足下列要求：

**1**）飞行平台宜采用带自动避障功能的旋翼无人机；

**2**）宜采用能够在三个轴向增稳的云台；

**3**）云台应至少提供水平旋转和镜头俯仰两个方向的可控自由度。

**2** 贴近摄影测量航线涉及应符合下列规定：

**1**）航线设计基础资料应采用摄区的现状DSM；

**2**）独立建筑物等柱状目标拍摄宜选用点环绕航线设计方式，大坝堤防等斜面目标、 建筑物墙面等立面目标拍摄宜采用面状航线规划方式；

**3**） 在底部附近航线宜增加无人机镜头旋转的方式重复航摄以保证获取数据的完整性。

5.2.2 地面影像

5.2.2.1 地面摄影宜采用带有定位系统的相机，相机的像素不宜低于2000万。

5.2.2.2 地面摄影数据采集应满足下列要求：

**1** 地面摄影应以观测目标为摄影对象，由远及近、多角度围绕采集；

**2** 采集时宜按正视角度进行拍摄，无法正视拍摄的表面，应进行多角度拍摄并利用图像处理软件进行纠正和拼接处理；

**3** 同类纹理宜拍摄有代表性的地面影像。

5.2.3 卫星影像

5.2.3.1 卫星影像数据以收集为主；

5.2.3.2 卫星遥感数据主要包括多光谱影像、高光谱影像、SAR影像等；

5.2.3.3 卫星遥感数据的时相和分辨率应满足水利工程建模等实际需要。

## 5.3 激光点云数据采集

5.3.1 激光点云数据采集可采用机载激光雷达扫描、地面三维激光扫描方式进行。

5.3.2 采用机载激光雷达获取点云数据时应按CH/T 8024规定执行，点云间距应不低于表4.1.2要求。

5.3.3 采用地面三维激光扫描方式获取水工建（构）筑物内外部现状数据时，宜采用架站式地面三维激光扫描、背包式三维激光扫描、手持式地面三维激光扫描等作为补充的测量方式。三维激光扫描作业参照CH/Z 3017规定执行，并应符合下列要求；

**1** 点云数据应能清晰完整呈现水工建（构）筑物各部件细节；

**2** 应同步采集高清纹理图像，并应符合下列要求：

**1**）采集纹理图像时应保持镜头正对物体；

**2**）相邻两幅图像的重叠度不应低于30%；

## 5.4 地形数据采集

5.4.1 水下地形数据采集

5.4.1.1 水下地形数据采集应执行SL 197水域测量相关规定，当采用多波束测深系统时还应执行GB/T 42640中相关规定。

5.4.1.2 深点定位可采用GNSS、交会法、极坐标等方法，测深设备可选用单波束测深仪、多波束测深仪、测深锤或测深杆等。测深点的深度中误差应符合表5.4.1-1要求。

表5.4.1-1 测深点深度中误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测深工具或仪器 | 水深范围（m） | 流速（m/s） | 测深中误差（m） |
| 测深杆 | 0~5 | — | 0.10 |
| 测深锤 | 0~10 | ＜1 | 0.15 |
| 10~20 | ＜0.5 | 0.20 |
| 测深仪 | 0~10 | — | 0.15 |
| 10~20 | 0.20 |
| ＞20 | 0.01H（H为水深） |

5.4.1.3 水下地形测量应符合下列要求：

**1** 应以水涯线构成封闭区域；

**2** 应与陆域地形测量相衔接，采集范围一般向陆域延伸5个~10个格，当作业困难时可适当放宽，但不宜小于2个格网；

**3** 采用多波束测深系统进行水域扫测时，还应符合下列要求：

**1**）多波束主测线宜平行于等深线走向布设；

**2**）多波束测深系统扫测面宽宜为水深的3倍~8倍；

**3**）扫测测线之间的重叠应不小于10%。

5.4.1.4 水下断面数据采集应符合下列要求：

**1** 横断面布设应符合下列要求：

**1**）河道横断面应垂直河槽，库区横断面应垂直库区中心线；

**2**）断面布设位置应有代表性，并应避开险滩、急流、漩涡等部位；

**3**）支流入口、河道急转弯、比降明显变化等部位应加密布设断面；

**4**）有明显阻水效应的拦河和跨河建（构）筑物上下游应根据需要加测断面。

**2** 横断面测点偏线，陆域部分应小于2m，水下部分应小于5m；

**3** 横断面测点间距，采用人工方式测量时应符合表5.4.1-2要求，采用自动测深系统时应符合表5.4.1-3要求；河道较窄时测点数不应少于3个；

表5.4.1-2 人工测量横断面测点间距要求 单位：m

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 模型等级 | 最大测点间距 | |
| 陆域 | 水下 |
| 一级 | 20 | 20 |
| 二级 | 10 | 10 |
| 三级 | 10 | 10 |
| 四级 | 10 | 10 |

表5.4.1-3 自动测深系统横断面测点间距要求 单位：m

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 模型等级 | 最大测点间距 | |
| 陆域 | 水下 |
| 一级 | 1.5 | 1.5 |
| 二级 | 1 | 1 |
| 三级 | 1 | 1 |
| 四级 | 1 | 1 |

**4** 纵断面点及深泓点可实测或利用己测的横断面图取点，河床变化处应实测加密，纵断面点的间距参照表5.4.1-2、表5.4.1-3要求执行。纵断面里程可利用横断面坐标资料获取，也可在地形图上量取，用于量取的地形图比例尺不应小于1:10000。

5.4.2 陆域地形数据采集

5.4.2.1 陆域地形数据采集可使用全站仪、RTK、机载激光雷达扫描、地面三维激光扫描等测量方法。

5.4.2.2 机载激光雷达扫描、地面三维激光扫描与5.3节要求一致；

5.4.2.3 全站仪测量应符合下列要求：

**1** 仪器对中允许偏差为5mm，仪器高和棱镜高应量至lcm；

**2** 应选择较远的图根点作为定向点，并施测另一图根点的坐标和高程作为检核；检核点的平面位置允许较差为图上0.2mm，高程允许较差为1/5基本等高距；

**3** 作业过程中和结束前，应对定向方位进行检查。

5.4.2.4 RTK测量应符合下列要求：

**1** 单基准站RTK测量时，流动站与基准站的距离不应大于5km；网络RTK测量可不受流动站到基准站间距离的限制，但应在网络覆盖的有效服务范围内。

**2** 作业开始前和作业结束后均应进行已知点检查，检核点的平面位置较差不应大于图上0.2mm，高程较差不应大于1/5等高距。

**3** 作业中，如出现卫星信号失锁，应重新初始化，并经重合点测量检查合格后，方能继续作业。

**4** 每日观测结束，应及时转存测量数据至计算机并做好数据备份。

5.4.2.5 陆域断面数据采集与5.4.1.4 要求一致。

# 6 数据处理

## 6.1 地形模型数据处理

**6.1.1 DOM数据处理**

6.1.1.1 数据处理按照CH/T 9020.3规定执行，并应符合下列要求：

**1** 宜选取工程区影像模板，模板应能反映区域主色调，层次丰富、色彩鲜活，DOM数据参照影像模板进行匀光匀色；

**2** 整个区域数据应应色调均匀、纹理清晰、反差适中、层次丰富、无明显失真且相邻图幅间不应有明显色调差异。

**3** 不应出现模糊、缺损、扭曲、错开、漏洞、噪声等因素造成影像无法判读信息和精度损失；

**4** 接边误差不应大于2个像素。

**5** DOM成果应以图幅为存储单元，DOM影像数据宜在内图廓最小外接矩形范围外扩10mm。

**6** 同一工程中DOM数据与DEM数据同时提交时，其分幅标准应与DEM数据分幅保持一致。

6.1.1.2 数据采用彩色模式，无影像的空白区域各波段像素值置为NoData。

6.1.1.3 成果向四周外扩100个像素。

6.1.1.4 成果应按照下列要求组织：

**1** 同一精度生产时间相同或相近的数据拼接为一个文件存储；当数据量较大、时相相差较大、精度不同时可分块存储，需分块存储时，每块数据应沿实际范围外扩100像素：

**2** 坐标定位信息文件宜采用ASCII格式的IFW文档，起算坐标为左上角像元中心；

**3** 文件名主要由产品标志、水利工程、数据范围、生产时间、数据规格、区块等几部分组成，中间以下划线连接，其中区块为可选项，成果标识符为“DOM”。

6.1.1.5 元数据文件命名与成果命名方式相同。

**6.1.2 DEM数据处理**

6.1.2.1 DEM数据处理按照CH/T 9020.2规定执行，并应符合以下要求：

**1** 山谷或沟谷等区域应符合实际地物与地貌特征，山体阴影区域高程值应与实际地物地貌特征一致；

**2** 大面积植被覆盖区域的DEM数据，可根据周边河道附近植被裸露的地面高程进行目视判断以确定地面高程，并采用矢量构网、三角网内插等方法对植被高程点进行处理，或量测该区域的平均树木高度进行高程改正；

**2** 数据中水面区域数据处理应符合下列要求：

**1**）面积大于10000m2的静止面状水域水面应基于水涯线平均高程进行置平，并与周边地势平缓过渡；

**2**）同精度的应采用现势性更强的水边高程，不同模型、不同时相的应采用精度更高的水边高程；

**3**）宽度大于30m的流动水域水面应依据实际地势高程与流向保持自高面低置平，水面高程应低于周边地势，平缓过渡且不得被分割成多个段。

**3** 陆域DEM数据接边要求如下：

**1**）接边后数据应过渡平滑自然，不应出现错位、漏洞、缝隙等现象，重叠部分的高程值应一致；

**2**）接边应不少于两排（列）格网重叠带，同名格网点的高程较差限差应不大于中误差的2倍；

6.1.2.2 数据格网尺寸为0.5m、1m、2m时高程值应取位至0.01，格网尺寸为5m时高程值应取位至0.1m。

6.1.2.3 数据空白区和高程无值区，高程应赋值-9999。

6.1.2.4 数据成果向四周外扩10个格网。

6.1.2.5 成果应按照下列要求组织：

**1** 同一精度生产时间相同或相近的数据拼接为一个文件存储；当数据量较大、时相相差较大、精度不同时可分块存储；

**2** 坐标定位信息文件宜采用ASCII格式的IFW文档，起算坐标为左上角像元中心；

**3** 文件命名要求与DOM相同，成果标识符为“DEM”。

6.1.2.6 元数据文件命名与成果命名方式相同。

**6.1.3 水下地形数据处理**

6.1.3.1 水下地形数据处理按照SL 197规定执行，当采用多波束测深系统时还应执行GB/T 42640中相关规定，并应符合下列要求：

**1** 单波束测深仪测深数据应进行换能器吃水改正、声速改正和水位改正；

**2** 多波束测深仪测深数据应包括姿态、艏向和时延改正；

**3** 如需对自动化采集的数据抽稀，应保留特征点和地形变化点；

**4** 利用测深数据生成水下地形，精度应满足表4.2.2-3要求。

6.1.3.2 断面数据处理应符合下列要求：

**1** 应统一陆域和水域测量成果的测量基准，且水、陆部分应有相应数量的重合点；

**2** 利用断面数据进行水下地形拟合应符合下列要求：

**1**）水下地形拟合采用的基础数据应为同期或相近时相的实测断面数据；

**2**）基于断面数据，宜结合水边线、深泓线和河流流向等，布设虚拟断面并采用微分沿程插值方法，参照表4.2.2-3格网尺寸要求生成水下地形数据；

**3**）拟合的水下地形在干流与支流汇流处应自然合理，不应出现异常凸起、凹陷、漏洞，保证河道干流与支流的连通；

**4**）实测断面处的拟合高程与实测高程之间的较差不应超过表4.2.2-3高程中误差的2倍。

6.1.3.3 水下地形数据和基于断面数据拟合的水下地形数据按照下列要求组织：

**1** 存储方式与DEM相同；

**2** 坐标定位信息文件宜采用ASCII格式的IFW文档，起算坐标为左上角像元中心；

**3** 文件命名要求与DOM相同,成果标识符为“AUT”。

6.1.3.4 元数据文件命名与成果命名方式相同。

**6.1.4 HDEM数据处理**

6.1.4.1 HDEM数据生产应符合下列要求：

**1** HDEM格网尺寸与陆地DEM要求相同；

**2** HDEM数据宜采用以水陆DEM拼接的融合成果，陆地区域按表4.2.2-2的规定执行，水下区域按表4.2.2-3的规定执行；

**3** 应剔除涵洞、桥梁、等通水建（构）筑物，保证河流、湖泊、水库、渠道、蓄滞洪区、引调水工程、灌区、流域防洪重点关注区等区域地形通水效果正常、合理；

**4** 应保留并精确表达堤防、防洪墙、水库大坝等水工建筑物以及流域防洪重点关注区内的高速公路、铁路等可用于构筑第二道防线的挡水建（构）筑物的顶部高程信息。

6.1.4.2 水陆地形拼接应符合下列要求

**1** 水陆地形拼接应以湖泊、水利工程、河道等为单元；

**2** 水陆拼接地形应级别相同、数据采集时间应尽量相同或相近，避免水陆数据不衔接；

**3** 水陆接边区域应不少于2排重合格网点，水陆拼接结合处高程较差最大允许值Vmax按照公式（1）计算。满足要求时，水陆地形数据按中误差的比例进行配赋接边，拼接后应过渡自然、无缝。

…………………………………………（1）

式中——水陆拼接结合处高程较差最大允许误差；

——水下地形高程中误差；

——陆域地形高程中误差。

6.1.4.3 HDEM按照下列要求组织：

**1** 存储方式与DEM相同；

**2** 坐标定位信息文件宜采用ASCII格式的IFW文档，起算坐标为左上角像元中心；

**3** 文件命名要求与DOM相同,成果标识符为“HDEM”。

6.1.4.4 元数据文件命名与成果命名方式相同。

## 6.2 激光点云数据处理

6.2.1 机载激光雷达点云数据处理应按CH/T 8023规定执行，还应符合下列要求：

**1** 应完整且覆盖工程区域，非水域无明显漏洞，水域无点云数据；

**2** 应具有丰富的色彩信息和反射强度信息，彩色点云在重叠区域应无明显色彩差异；

**3** 水工建（构）筑物相接或架空于地面或水面之上，只保留地面或水面以上的水工建（构）筑物点云数据。

6.2.2 地面三维激光扫描点云数据处理参照 CH/Z 3017规定执行。点云数据配准、坐标系转换、拼接等处理应符合以下要求：

**1** 可选择控制点、标靶或地面特征点处进行配准，当使用控制点进行点云数据配准时，应利用控制点直接获取点示的坐标进行配准；当使用标靶、特征地物点进行点云数据配准时，应采用不少于3个同名点，配准后同名点的内符合精度应不低于表6.2.2-1要求：

**2** 坐标系转换应采用不少于3个均匀分布的同名点，转换残差应小于表6.2.2-1要求：

表6.2.2-1 点云数据处理精度要求 单位：m

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 适用范围 | 同名点内符合精度 | 坐标转换残差 |
| 工程水工建（构）筑物外立面 | 0.025 | 0.050 |
| 工程水工建（构）筑物内部结构表面 | 0.008 | 0.015 |

**3** 同一水工建（构）筑物地面激光扫描点云数据拼接时，同名点拼接误差应符合表6.2.2-2要求；

表6.2.2-2 点云数据拼接精度要求 单位：m

|  |  |
| --- | --- |
| 适用范围 | 拼接限差 |
| 工程水工建（构）筑物外立面 | 0.30 |
| 工程水工建（构）筑物内部结构表面 | 0.09 |

## 6.3 倾斜摄影模型数据处理

6.3.1 倾斜摄影模型处理应按GB/T 39610规定执行，还应符合下列要求：

**1** 空中三角测量区域网应依据航摄分区、处理设备性能、像控点分布等情况进行划分，可合并多个航摄分区位一个区域网。

**2** 在模型进行分区计算时，相邻区块间重叠区域公共像控点应不少于3个，分区空三成果宜合并后整体。

**3** 空中三角测量精度应以区域网平差后连接点的精度来衡量。连接点的中误差应采用检查点的中误差进行估算。

6.3.2 原始倾斜影像预处理应满足以下要求：

**1** 宜对影像进行图像增强，增加地物的可读性；

**2** 阴影、云影处地物细部特征应有所增强、视觉清晰；

**3** 处理后的影像应整体色调、饱和度应一致。

6.3.3 连接点匹配应符合下列要求：

**1** 连接点宜采用影像自动匹配获得，当自动匹配困难时，应采用人工判读方式增加连接点，且距离影像边缘不应小于15个像素；

**2** 每张影像连接点应分布均匀，连接点数量不宜少于30个，且每个标准点位区宜有连接点；标准点位区落水时，应沿临近水涯线均匀补充连接点；

**3** 应剔除落水连接点。

6.3.4 自由网平差应满足以下要求：

**1** 自由网平差后额粗差点应剔除，连接点不足时应补充；

**2** 将地面不同分辨率的影像构建在同一平差区域网时，不同地面分辨率影像之间的连接点像点残差应按照低分辨率影像指标执行。

6.3.5 绝对定向与区域网平差应满足以下要求：

**1** 平差计算时应对连接点、像控点进行粗差检测，并应删除或重测粗差点；

**2** IMU/GNSS辅助空中三角测量和GNSS辅助空中三角测量，应导入像片姿态参数、摄站点坐标并合理定权进行联合平差。

## 6.4 工程BIM模型数据处理

6.4.1 水利工程建设应充分利用已建工程BIM模型成果。当模型缺失需逆向建模时要求如下：

**1**枢纽工程土建、引调水工程等土建工程，综合管网、机电设备等设施设备，应至少达到LOD2.0精细度要求；

**2** 重要的机电设备、启闭设备等设施设备，应达到LOD3.0精细度要求；

**3**有条件或有深层应用需求的单位，可适当提高模型精细度；

**4** 模型的几何表达精度、属性信息深度根据实际业务需要确定。

6.4.2 工程BIM模型建模应按工程部位、专业结构等划分创建，以模型单元作为承载工程信息的实体及其相关属性的集合。

6.4.3 工程BIM模型单元信息应包含几何信息、属性信息，模型单元的信息要求如下：

**1** 应选取适宜的几何表达精度、属性信息深度呈现模型单元信息，不同的模型单元可选取不同的几何表达精度和属性信息深度：

表6.4.3-1 模型几何表达精度的等级划分

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 等级 | 代号 | 几何表达精度要求 |
| 1级几何表达精度 | G1 | 满足二维化或符号化识别需要求的几何表达精度 |
| 2级几何表达精度 | G2 | 满足粗略识别需求的几何表达精度 |
| 3级几何表达精度 | G3 | 满足精细识别需求的几何表达精度 |
| 4级几何表达精度 | G4 | 满足高精度识别需求的几何表达精度 |

表6.4.3-2 模型属性信息深度的等级划分

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 等级 | 代号 | 几何表达精度要求 |
| 1级信息深度 | N1 | 包含模型单元的身份描述、项目信息、组织角色等信息 |
| 2级信息深度 | N2 | 在N1等级信息基础上，增加实体组成及材质、性能、属性等信息 |
| 3级信息深度 | N3 | 在N2等级信息基础上，增加生产、安装等信息 |
| 4级信息深度 | N4 | 在N3等级信息基础上，增加资产和维护 |

**2** 具备产品装配关系的模型单元之间，信息值域或约束关系应正确一致；

**3** 需要进行动态更新的模型单元属性信息，宜提前在模型中设置相应的属性条目，属性初始值可以设置为空：

**4** 模型单元的名称属性应与现有系统内对应的建（构）筑物、部件或设施设备保持一致。

# 7 模型构建

## 7.1 一般规定

7.1.1 三维实景模型构建应包括模型建立和模型修饰。

7.1.2 多源影像数据融合可采用匀色、羽化等方式进行处理，处理后色相、亮度、纹理、反差、灰度等应保持一致且过渡自然。

7.1.3 不同精度的多源数据融合应按照高精度数据替换同区域低精度数据的原则进行处理。

7.1.4 不同精度地形数据接边融合时，应以高精度地形数据为基础，融合后地形数据交接处不应出现明显台阶。

## 7.2 模型重建

7.2.1 地形模型

7.2.1.1 地形模型的制作应符合以下要求：

**1** 地形模型制作利用的DOM、DEM和HDEM数据，应满足表4.2.2-1、表4.2.2-2、表4.2.2-3中规定的精度要求；

**2** 模型应简洁、完整地表达水利工程地表起伏形态特征，便于快速、清晰地判断地形特征和方位；

**3** 地形模型的边界线应闭合多边形；

**4** 相邻建模单元地形模型应平滑衔接，不应出现重叠和漏缝。

7.2.1.2 地形模型的建模方法应符合下列规定：

**1** 地形模型宜由程序自动生成，不同级别的地形模型应采用不同精度的数据进行制作；

**2** 地形模型宜由DEM、HDEM数据构建三角网，生成地形实景三维模型，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。

7.2.2 激光点云模型

7.2.2.1 点云数据应结合同步采集的高清纹理图像生成彩色点云模型。

7.2.2.2 地面三维激光点云模型用于现状BIM建模时，应将点云数据封装为MESH模型，并满足下列要求：

**1** 应分离出建筑物与设施设备；

**2** 输出的点云数据和MESH模型的坐标系应与现状BIM建模构建采用的坐标系和定位点一致。

7.2.2.3 激光点云模型成果按照下列要求组织：

**1** 存储方式与文件命名要求与DEM一致，成果标识符为“LAS”；

**2** 当建筑物为多层时，室内点云可分层存储；

7.2.2.4 激光点云模型元数据文件命名与成果方式相同。

7.2.3 倾斜摄影模型

7.2.3.1 倾斜摄影模型宜采用平面网格划分方式，模型块尺寸可根据模型等级采用不同的格网间距，取值宜为5m的倍数。

7.2.3.2 模型原点坐标和分块原点坐标取值应为整米数。

7.2.3.3 倾斜摄影模型数据接边应符合下列要求：

**1** 倾斜摄影模型接边处要求平面、高程较差限差应不大于中误差的2倍；

**2** 各模型单元接边应准确、合理，不同类型、不同细节层次的拓扑关系应完整、正确。

**3** 接边模型的坐标原点、分块原点、模型分块尺寸等宜保持一致。

7.2.3.4 同一测区同一时期数据模型重建的坐标原点和分块原点应保持不变，同一测区不同时期数据模型重建的坐标原点和分块原点应与前期数据保持一致。

7.2.3.5 倾斜摄影模型成果按照下列要求组织：

**1** 倾斜摄影模型成果包括MESH模型、模型定位文件等；

**2** MESH模型以文件夹的形式存储，文件夹命名要求与DEM相同，成果标识符为“MESH”；

**3** 全部单体模型归置到一个文件夹中，并放置在MESH模型文件夹下；

7.2.3.6 倾斜摄影模型元数据文件命名与成果方式相同。

7.2.4 工程BIM模型

7.2.4.1 BIM模型包含的最小模型单元由模型精细度等级衡量。模型单元应分级建立，可嵌套设计。

7.2.4.2 工程BIM模型单元应建立材料特征表，宜采用材料列表和模型单元列表映射的方式管理，建立材料特征表要求如下：

**1** 材料列表应包含项目中所使用的所有材料，每种材料至少包含材料名称、材料编号、材料贴图、材料颜色等属性；

**2** 材料贴图应符合材质特点，纹理清晰，贴图尺寸应为2″像素，可不为正方形，推荐尺寸为512像素×512像素，最大尺寸不宜超过 2048像素×2048像素，缩放比例与模型尺寸协调；

**3** 大体积混凝土、大面积边坡、回填区等范围较大的区域宜采用无缝贴图：

**4** 部分难以通过材料区分的模型单元，如消防、暖通、给排水等专业创建的管道系统，可通过设置统一的材料专业颜色实现在视觉上的区分，颜色配置方案宜参考工程中实际喷涂颜色、行业规范和惯例。

7.2.4.3 工程BIM模型成果应包含原始工程BIM模型及其轻量化版本，宜包含工程图纸。

7.2.4.4 工程BIM模型应进行审核，通过审核的模型应满足下列要求：

**1** 模型内容齐全、单元完整，模型构件无遗漏、无多余；

**2** 专业内部和专业之间模型均不应存在冲突碰撞；

**3** 模型信息应完善，达到预定设计精度、细度；

**4** 模型的所有文件链接、信息链接有效。

7.2.4.5 工程BIM模型成果按照下列要求进行组织：

**1** 以文件方式管理，不同阶段宜建立相应的二级子目录，并宜在下级目录中按工程分区或系统、专业、构件、零件的结构进行组织；

**2** 模型文件名称由工程简称、分区或系统、专业简称、文件简称等组成，中间以下划线连接。

7.2.4.6 工程BIM模型元数据文件命名与成果方式相同。

## 7.3 模型修饰

7.3.1 模型结构修饰应无明显的拉花、变形、粘连、异常孔洞，应剔除明显的悬浮物，水面应完整，静止水面结构平整、流动水域过渡自然。

7.3.2 模型纹理修饰后应色彩真实、色调均匀、反差适中、过渡自然。

7.3.3 模型应裁切整齐、保留边缘有效数据。

7.3.4 模型成果应纹理清晰、色调丰富均衡、整体结构自然、边缘瓦片完整，无明显接边、闪缝和纹理错位等情况，不存在破损、空洞、分层、漂浮物等现象：

7.3.5 当模型输出用于可视化引擎时，应充分使用纹理贴图空间，并减少三角网格数量。

## 7.4 模型融合

7.4.1 修饰后的模型融合包括地形模型与工程BIM模型融合、地形模型与倾斜摄影模型融合、地形模型与三维激光点云模型融合、倾斜摄影模型与工程BIM模型融合等。

7.4.2 地形模型与工程BIM模型融合时，应以工程BIM模型为基础，裁剪、镶嵌周边地形数据，工程BIM模型开挖面地形与周边地形应无缝衔接。

7.4.3 地形模型与倾斜摄影模型融合时，应以倾斜摄影模型为基础，沿倾斜摄影模型边界编辑周边地形模型，二者无缝衔接。

7.4.4 倾斜摄影模型与工程BIM模型融合时，对工程BIM模型开挖面内的倾斜摄影模型压平、裁剪修饰后叠加工程BIM模型，并将倾斜摄影纹理映射至工程BIM模型。

# 8 质量检查与成果提交

## 8.1 一般规定

8.1.1 质量检查宜按测绘项目进行。项目成果应包括技术设计、三维实景模型成果和相关测绘资料。

8.1.2 测绘成果质量检查主要依据应包括任务书或合同书、经批准的技术设计文件、相关技术标准等。

8.1.3 质量检查记录不得更改、增删，内容填写应完整、规范、清晰，应有检查人员的签名。

## 8.2 质量检查

8.2.1 三维实景模型属于三维地理信息基础数据，质量检查宜依据GB/T 24356进行。

8.2.2 成果质量检查应包括过程检查和最终检查，由生产单位组织实施。

8.2.3 三维实景建模成果质量元素及检查内容宜满足表8.2.1的要求。

表8.2.1 三维实景建模成果质量元素及检查内容

|  |  |
| --- | --- |
| 质量元素 | 检查内容 |
| 大地坐标系 | 大地坐标系统的正确性 |
| 高程基准 | 高程基准的正确性 |
| 平面位置精度 | 特征点平面位置中误差 |
| 高程精度 | 特征点高程位置中误差 |
| 平面相对精度 | 模型平面相对精度的符合情况 |
| 高度相对精度 | 模型高度相对精度的符合情况 |
| 现势性 | 数据及资料的现势性 |
| 分辨率 | 各种分辨率是否符合要求 |
| 模型细节表现 | 模型细节表现的符合情况 |
| 纹理修饰 | 模型纹理修饰的符合情况 |
| 文件组织 | 模型命名、文件组织的的规范性 |
| 模型融合效果 | 1.模型接边的合理性  2.场景中包含各类模型的完整性  3.场景中相对关系的协调性 |
| 元数据 | 元数据的完整性和正确性 |
| 附属文档 | 各类附属文档的完整性 |

## 8.3 资料归档及成果提交

8.3.1 资料归档宜包括下列主要内容：

**1** 原始资料，包括原始影像、点云数据、POS数据、像控点成果等；

**2** 计算成果及报告，包括连接点坐标及精度统计分析、像控点精度分析等；

**3** 三维实景模型成果；

**4** 三维实景模型修饰成果；

**5** 技术设计书；

**6** 技术总结报告；

**7** 检查报告。

8.3.2 成果提交宜包括下列主要内容：

**1** 三维实景模型成果；

**2** 技术设计书；

**3** 技术总结报告。

# 附录A 成果元数据

DOM元数据示例见表A.1。

表A.1 DOM元数据示例

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 1 | 成果名称 | 数字正射影像图DOM |
| 2 | 图名 | XXX |
| 3 | 数据文件名 | DOM\_J50G090004\_202309\_010.TIF |
| 4 | 图幅号 | J50G090004 -130427-CH |
| 5 | 地形类型 | 丘陵 |
| 6 | 数据格式 | 非压缩GeoTIFF |
| 7 | 数据量 | 62.0GB |
| 8 | 数据所有权单位 | XXXXXXXX公司 |
| 9 | 分幅方式 | 矩形分幅 |
| 10 | 成果是否加代号 | 否 |
| 11 | 图廓角点经度范围 | 1201115-1201500 |
| 12 | 图廓角点纬度范围 | 361500-361730 |
| 13 | 西南图廓角点X坐标 | 516852.150 |
| 14 | 西南图廓角点Y坐标 | 4013299.310 |
| 15 | 西北图廓角点X坐标 | 516843.235 |
| 16 | 西北图廓角点Y坐标 | 4017922.824 |
| 17 | 东南图廓角点X坐标 | 522457.647 |
| 18 | 东南图廓角点Y坐标 | 4017935.502 |
| 19 | 东北图廓角点X坐标 | 522469.586 |
| 20 | 东北图廓角点Y坐标 | 4013311.982 |
| 21 | 无值区数值 | 0 |
| 22 | 影像空间分辨率 | 0.8 |
| 23 | 坐标系统 | 2000国家大地坐标系 |
| 24 | 数据投影 | 高斯-克吕格投影 |
| 25 | 中央子午线 | 120 |
| 26 | 分带方式 | 3度带 |
| 27 | 投影代号 | 40 |
| 28 | 坐标单位 | 度 |
| 29 | 数据源类型 | 数字航空影像 |
| 30 | 主要数据源现势性 | 20230925 |
| 31 | 生产方法 | 航天摄影测量 |
| 32 | 生产单位 | XXXXXXXX公司 |
| 33 | 生产日期 | 20240305 |
| 34 | 航摄仪类型 | PSDK102S V3 |
| 35 | 平均航高 | 500米 |
| 36 | 航摄影像色彩模式 | 彩色 |
| 37 | 航摄影像空间分辨率 | 0.2米 |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 38 | 航摄仪焦距 | 70.5mm |
| 39 | 航摄仪像元大小 | 6μm |
| 40 | 航摄单位 | XXXXXXXXXX |
| 41 | 遥感传感器类型 | GF2 |
| 42 | 遥感传感器彩色模式 | 彩色 |
| 43 | 卫星影像空间分辨率 | 0.8米 |
| 44 | 波段数量 | 3 |
| 45 | 所用DEM格网尺寸 | 5米 |
| 46 | 影像纠正生产方法 | 单片纠正 |
| 47 | 正射纠正软件 | XXX |
| 48 | 重采样方法 | 双线性 |
| 49 | 平面控制作业方法 | GNSS测量 |
| 50 | 高程控制作业方法 | GNSS测量 |
| 51 | 控制测量时间 | 20230925 |
| 52 | 控制测量单位 | XXXXXXXXXX |
| 53 | 完整性 | 符合 |
| 54 | 西边接边状况 | 已接 |
| 55 | 北边接边状况 | 已接 |
| 56 | 东边接边状况 | 已接 |
| 57 | 南边接边状况 | 已接 |
| 58 | 接边质量评价 | 接边符合精度要求 |
| 59 | 质检日期 | 20230925 |
| 60 | 质检单位 | XXXXXXXXXX |
| 61 | 质量总评价 | 优 |
| 62 | 平面位置中误差 | 0.8米 |

DEM元数据示例见表A.2。

表A.2 DEM元数据示例

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 1 | 成果名称 | 数字高程/表面模型DEM/HDEM |
| 2 | 图名 | XXX |
| 3 | 数据文件名 | DEM\_J50G090004\_202309\_010.TIF |
| 4 | 图幅号 | J50G090004 -130427-CH |
| 5 | 地形类型 | 丘陵 |
| 6 | 数据格式 | 非压缩GeoTIFF |
| 7 | 数据量 | 4.7GB |
| 8 | 数据所有权单位 | XXXXXXXX公司 |
| 9 | 分幅方式 | 矩形分幅 |
| 10 | 成果是否加代号 | 否 |
| 11 | 图廓角点经度范围 | 1201115-1201500 |
| 12 | 图廓角点纬度范围 | 361500-361730 |
| 13 | 西南图廓角点X坐标 | 516852.150 |
| 14 | 西南图廓角点Y坐标 | 4013299.310 |
| 15 | 西北图廓角点X坐标 | 516843.235 |
| 16 | 西北图廓角点Y坐标 | 4017922.824 |
| 17 | 东南图廓角点X坐标 | 522457.647 |
| 18 | 东南图廓角点Y坐标 | 4017935.502 |
| 19 | 东北图廓角点X坐标 | 522469.586 |
| 20 | 东北图廓角点Y坐标 | 4013311.982 |
| 21 | 无值区数值 | -9999 |
| 22 | 格网单元尺寸 | 2，2 |
| 23 | 格网排列方式 | 从左至右，从上至下 |
| 24 | 格网行号 | 976 |
| 25 | 格网列号 | 1095 |
| 26 | 高程值的小数点位数 | 2 |
| 27 | 坐标系统 | 2000国家大地坐标系 |
| 28 | 数据投影 | 高斯-克吕格投影 |
| 29 | 中央子午线 | 120 |
| 30 | 分带方式 | 3度带 |
| 31 | 投影代号 | 40 |
| 32 | 坐标单位 | 度 |
| 33 | 高程基准 | 1985国家高程基准 |
| 34 | 数据源类型 | 数字航空影像 |
| 35 | 主要数据源现势性 | 20230925 |
| 36 | 生产方法 | 航天摄影测量 |
| 37 | 生产单位 | XXXXXXXX公司 |
| 38 | 生产日期 | 20240305 |
| 39 | 航摄仪类型 | UltraCam Xp-wa |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 40 | 平均航高 | 500米 |
| 41 | 航摄影像色彩模式 | 彩色 |
| 42 | 航摄影像空间分辨率 | 0.2米 |
| 43 | 航摄仪焦距 | 70.5mm |
| 44 | 航摄仪像元大小 | 6μm |
| 45 | 航摄单位 | XXXXXXXXXX |
| 46 | 遥感传感器类型 | Worldview-2 |
| 47 | 遥感传感器彩色模式 | 彩色 |
| 48 | 卫星影像空间分辨率 | 0.5米 |
| 49 | 内插方法 | 双线性内插 |
| 50 | 平面控制作业方法 | GNSS测量 |
| 51 | 高程控制作业方法 | GNSS测量 |
| 52 | 控制测量时间 | 20230925 |
| 53 | 控制测量单位 | XXXXXXXXXX |
| 54 | 完整性 | 符合 |
| 55 | 西边接边状况 | 已接 |
| 56 | 北边接边状况 | 已接 |
| 57 | 东边接边状况 | 已接 |
| 58 | 南边接边状况 | 已接 |
| 59 | 接边质量评价 | 接边达到精度要求 |
| 60 | 质检日期 | 20230925 |
| 61 | 质检单位 | XXXXXXXXXX |
| 62 | 质量总评价 | 优 |
| 63 | 高程中误差 | 0.4米 |

面域水下地形DEM元数据示例见表A.3。

表A.3 面域水下地形DEM元数据示例

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 1 | 成果名称 | 水下地形DEM |
| 2 | 图名 | XXX |
| 3 | 数据文件名 | AUT\_J50G090004\_202309\_010.TIF |
| 4 | 图幅号 | J50G090004 -130427-CH |
| 5 | 地形类型 | 山地 |
| 6 | 数据格式 | 非压缩GeoTIFF |
| 7 | 数据量 | 2.5GB |
| 8 | 数据所有权单位 | XXXXXXXX公司 |
| 9 | 分幅方式 | 矩形分幅 |
| 10 | 成果是否加代号 | 否 |
| 11 | 图廓角点经度范围 | 1201115-1201500 |
| 12 | 图廓角点纬度范围 | 361500-361730 |
| 13 | 西南图廓角点X坐标 | 516852.150 |
| 14 | 西南图廓角点Y坐标 | 4013299.310 |
| 15 | 西北图廓角点X坐标 | 516843.235 |
| 16 | 西北图廓角点Y坐标 | 4017922.824 |
| 17 | 东南图廓角点X坐标 | 522457.647 |
| 18 | 东南图廓角点Y坐标 | 4017935.502 |
| 19 | 东北图廓角点X坐标 | 522469.586 |
| 20 | 东北图廓角点Y坐标 | 4013311.982 |
| 21 | 无值区数值 | -9999 |
| 22 | 格网单元尺寸 | 2，2 |
| 23 | 格网排列方式 | 从左至右，从上至下 |
| 24 | 格网行号 | 976 |
| 25 | 格网列号 | 1095 |
| 26 | 高程值的小数点位数 | 2 |
| 27 | 坐标系统 | 2000国家大地坐标系 |
| 28 | 数据投影 | 高斯-克吕格投影 |
| 29 | 中央子午线 | 120 |
| 30 | 分带方式 | 3度带 |
| 31 | 投影代号 | 40 |
| 32 | 坐标单位 | 米 |
| 33 | 高程基准 | 1985国家高程基准 |
| 34 | 主要数据源现势性 | 20230925 |
| 35 | 生产方法 | 水下地形测量 |
| 36 | 生产单位 | XXXXXXXX公司 |
| 37 | 生产日期 | 20240305 |
| 38 | 测深设备类型 | 单波束测深仪 |
| 39 | 施测单位 | XXXXXXXXXX |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 40 | 内插方法 | 双线性内插 |
| 41 | 平面控制作业方法 | GNSS测量 |
| 42 | 高程控制作业方法 | GNSS测量 |
| 43 | 控制测量时间 | 20230925 |
| 44 | 控制测量单位 | XXXXXXXXXX |
| 45 | 完整性 | 符合 |
| 46 | 西边接边状况 | 已接 |
| 47 | 北边接边状况 | 已接 |
| 48 | 东边接边状况 | 已接 |
| 49 | 南边接边状况 | 已接 |
| 50 | 接边质量评价 | 接边达到精度要求 |
| 51 | 质检日期 | 20230925 |
| 52 | 质检单位 | XXXXXXXXXX |
| 53 | 质量总评价 | 优 |
| 54 | 高程中误差 | 0.8米 |

河道断面元数据示例件表A.4

表C.2 河道断面元数据示例

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 1 | 成果名称 | XXXX河道横断面 |
| 2 | 断面名称前缀 | ZH |
| 3 | 级别 | L2 |
| 4 | 河道形态 | 一般河道 |
| 5 | 断面数量 | 80 |
| 6 | 断面间距 | 400 |
| 7 | 地形类别 | 山地 |
| 8 | 数据格式 | ASCII |
| 9 | 成果所有权单位 | XXXXXXXX公司 |
| 10 | 成果是否加代号 | 否 |
| 11 | 高程值的小数点位数 | 2 |
| 12 | 坐标系统 | 2000国家大地坐标系 |
| 13 | 数据投影 | 高斯-克吕格投影 |
| 14 | 中央子午线 | 120 |
| 15 | 分带方式 | 3度带 |
| 16 | 投影代号 | 40 |
| 17 | 坐标单位 | 米 |
| 18 | 高程基准 | 1985国家高程基准 |
| 19 | 主要数据源现势性 | 20230925 |
| 20 | 生产方法 | 水下地形测量 |
| 21 | 生产单位 | XXXXXXXX公司 |
| 22 | 生产日期 | 20240305 |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 23 | 测深设备类型 | 单波束测深仪 |
| 24 | 施测单位 | XXXXXXXXXX |
| 25 | 平面控制作业方法 | GNSS测量 |
| 26 | 高程控制作业方法 | GNSS测量 |
| 27 | 控制测量时间 | 20230925 |
| 28 | 控制测量单位 | XXXXXXXXXX |
| 29 | 质检日期 | 20230925 |
| 30 | 质检单位 | XXXXXXXXXX |
| 31 | 质量总评价 | 优 |
| 32 | 高程中误差 | 0.4米 |

激光点云模型元数据示例见表A.5。

表A.5 激光点云模型元数据示例

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 1 | 成果名称 | XXXX激光点云模型 |
| 2 | 数据文件名 | PointCloud\_ J50G090004\_202208\_04.LAS |
| 3 | 地形类型 | 丘陵 |
| 4 | 数据格式 | LAS |
| 5 | 数据量 | 2.0GB |
| 6 | 点云分幅方式 | 梯形分幅 |
| 7 | 数据范围 | 1.0平方公里 |
| 8 | 经度范围 | 1201115-1201500 |
| 9 | 纬度范围 | 361500-361730 |
| 10 | 高度范围 | 80米-150米 |
| 11 | 数据所有权单位 | XXXXXXXX公司 |
| 12 | 成果是否加代号 | 否 |
| 13 | 金字塔结构 | 八叉树 |
| 14 | 平均点间隔 | 0.1米 |
| 15 | 点云密度 | 100点每平方米 |
| 16 | 点云数量 | 254646547 |
| 17 | 平面坐标系统 | 2000国家大地坐标系 |
| 18 | 数据投影 | 高斯-克吕格投影 |
| 19 | 中央子午线 | 120 |
| 20 | 分带方式 | 3度带 |
| 21 | 投影代号 | 40 |
| 22 | 坐标单位 | 米 |
| 23 | 高程基准 | 1985国家高程基准 |
| 24 | 主要数据源现势性 | 20230925 |
| 25 | 生产单位 | XXXXXXXX公司 |
| 26 | 生产日期 | 20240305 |
| 27 | 建模软件 | Terrasolid2019 |
| 28 | 平面控制作业方法 | GNSS测量 |
| 29 | 高程控制作业方法 | GNSS测量 |
| 30 | 控制测量时间 | 20230925 |
| 31 | 控制测量单位 | XXXXXXXXXX |
| 32 | 载体平台类型 | 无人机 |
| 33 | 载体平台型号 | 经纬M300 RTK |
| 34 | 扫描系统型号 | Riegl VU× 1LR |
| 35 | 视场角 | 330° |
| 36 | 扫描频率 | 820 kHz |
| 37 | 最大测距范围 | 1350 |
| 38 | 颜色 | 真彩色 |
| 39 | 灰度 | 无 |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 40 | 反射率 | 有 |
| 41 | 完整性 | 符合 |
| 42 | 质检日期 | 20230925 |
| 43 | 质检单位 | XXXXXXXXXX |
| 44 | 质量总评价 | 优 |
| 45 | 平面位置中误差 | 0.8米 |
| 46 | 高程中误差 | 0.3米 |

倾斜摄影模型元数据示例见表A.7。

表A.7 倾斜摄影模型元数据示例

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 1 | 成果名称 | XXXXX倾斜摄影模型/单体模型 |
| 2 | 数据文件名称 | QXSY\_象山水库\_202309\_01.osgb |
| 3 | 地形类型 | 丘陵 |
| 4 | 数据格式 | OSGB |
| 5 | 数据量 | 14.5GB |
| 6 | 数据范围 | 3.0平方公里 |
| 7 | 经度范围 | 1186142—1186291 |
| 8 | 纬度范围 | 320807—320996 |
| 9 | 高度范围 | 20.2米—70.8米 |
| 10 | 数据所有权单位 | XXXXXXXX公司 |
| 11 | 坐标值是否加代号 | 否 |
| 12 | 数据摘要 | XXXXXXXXXXXX |
| 13 | 金字塔结构 | 第一层按50米X50米进行分块组织，  从第二层开始按四叉树结构进行剖分 |
| 14 | 平面坐标系统 | 2000国家大地坐标系 |
| 15 | 坐标单位 | 米 |
| 16 | 数据投影 | 高斯-克吕格投影 |
| 17 | 中央子午线 | 120 |
| 18 | 分带方式 | 3度带 |
| 19 | 投影代号 | 40 |
| 20 | 高程基准 | 1985国家高程基准 |
| 21 | 中心点坐标 | 369525，3553007，0 |
| 22 | 数据源类型 | 航片 |
| 23 | 主要数据源现势性 | 202309 |
| 24 | 数据生产单位 | XXXXXXXX公司 |
| 25 | 数据生产日期 | 20230925 |
| 26 | 平面控制作业方法 | GNSS测量 |
| 27 | 高程控制作业方法 | GNSS测量 |
| 28 | 控制测量时间 | 20230925 |
| 29 | 控制测量单位 | XXXXXXXXXX |
| 30 | 建模软件 | Smart3D2022 |
| 31 | 载体平台类型 | 无人机 |
| 32 | 载体平台型号 | 经纬M300 RTK |
| 33 | 数字航测仪型号 | PSDK102S V3 |
| 34 | 航摄影像色彩模式 | 彩色 |
| 35 | 航摄影像空间分辨率 | 0.05米 |
| 36 | 航摄仪焦距 | 下视25mm，侧视35mm |
| 37 | 航摄仪CCD尺寸 | 3.9μm |
| 38 | 像控点个数 | 10 |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 39 | 检查点个数 | 4 |
| 40 | 平均航高 | 200 |
| 41 | 平均速度 | 12米/秒 |
| 42 | 完整性 | 符合 |
| 43 | 平面中位置误差 | 0.2米 |
| 44 | 高程中误差 | 0.25米 |
| 45 | 质检日期 | 20240210 |
| 46 | 质检单位 | XXXXXXXXXX |
| 47 | 质量总评分 | 优 |

BIM元数据示例见表F.1。

表F.1 BIM元数据示例

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **数据项** | **填写示例** |
| 1 | 成果名称 | ×××工程BIM 数据 |
| 2 | 数据内容 | 数据中包含××工程主坝、厂房、××、××等建  筑物的模型（rvt 格式）、图纸、工程特性  表、工程量清单、模型变更表等内容 |
| 3 | 分类方法 | 项目级按工程区域拆分为主坝导流明渠段、  主坝非导流明渠段、××、××，功能级按专业  拆分为××、××、××等专业 |
| 4 | 数据格式 | rvt，fbx，pdf，dwg |
| 5 | 数据量 | 1.7GB |
| 6 | 数据所有权单位 | XXXXXXXX公司 |
| 7 | 模型原点X 坐标 | 369525.127 |
| 8 | 模型原点Y 坐标 | 3553007.335 |
| 9 | 坐标单位 | 米 |
| 10 | 模型局部坐标系  旋转角度 | 绕z 轴逆时针旋转30° |
| 11 | 模型原点高程 | 12.00米 |
| 12 | 坐标系统 | 2000国家大地坐标系 |
| 13 | 中央子午线 | 120 |
| 14 | 分带方式 | 3度带 |
| 15 | 投影代号 | 40 |
| 16 | 高程基准 | 1985国家高程基准 |
| 17 | 生产单位 | XXXXXXXX公司 |
| 18 | 生产日期 | 20240305 |
| 19 | 建模软件名称 | Revit |
| 20 | 建模软件版本 | 2020 |
| 21 | 质检日期 | 20230925 |
| 22 | 质检单位 | XXXXXXXXXX |
| 23 | 质量总评价 | 优 |
| 24 | 模型精细度 | 关键机电设备LOD3.0，其它LOD2.0 |
| 25 | 几何表达精度 | 关键机电设备G3，其它G2 |
| 26 | 信息深度 | 关键机电设备N3，其它N2 |
| 27 | 用途 | 数字孪生流域数据底板 |

# 附录B 成果检查相关文件格式

表B.1 平面位置精度检查记录表格式

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 平面位置精度检查记录表  第 页 共 页 | | | | | | | | |
| 项目名称： | | | | | | | | |
| 比例尺： | | | | | 图幅号： | | | |
| 检测方式： | | | | | 单位： | | | |
| 仪器型号： | | | | | 仪器编号： | | | |
| 点号 | 检测坐标值 | | 成果坐标值 | | 差值 | | | 备注 |
| X1 | Y1 | X2 | Y2 | dx | dy | ds |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 备注： | | | | | | | | |
| 检查点数量： | | | | | | | | |
| 允许中误差： | | | | 中误差： | | | | |
| 检查者： | | | | 日期： | | | | |
|  | | | | | | | | |

表B.2 高程精度检查记录表格式

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 高程精度检查记录表  第 页 共 页 | | | | | | | |
| 项目名称： | | | | | | | |
| 比例尺： | | | | | 图幅号： | | |
| 检测方式： | | | | | 单位： | | |
| 仪器型号： | | | | | 仪器编号： | | |
| 点号 | 检测坐标值 | | | | 成果高程值 | 差值 | 备注 |
| X | Y | H1 | | H2 | dh |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |
| 备注： | | | | | | | |
| 检查点数量： | | | | | | | |
| 允许中误差： | | | | 中误差： | | | |
| 检查者： | | | | 日期： | | | |
|  | | | | | | | |

# 本标准用词说明

|  |  |
| --- | --- |
| 标准用词 | 严格程度 |
| 必须 | 很严格，非这样做不可 |
| 严禁 |
| 应 | 严格，在正常情况均应这样做 |
| 不应 |
| 宜 | 允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做 |
| 不可 |
| 可 | 有选择，在一定条件下可以这样做 |