

团 体 标 准

T/CSGPC XXX-20XX

数字孪生水利工程地理信息数据技术规程

Technical regulations for geographic information data of digital  
twin of water conservancy project

（征求意见稿）

（本稿完成时间：2024.10.25）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国测绘学会 发布



目 次

前言 ..... III

引言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 缩略语 ..... 2

5 总体要求 ..... 3

    5.1 时空基准 ..... 3

    5.2 建设范围 ..... 3

    5.3 数据内容 ..... 3

    5.4 建设流程 ..... 4

6 资料收集与分析 ..... 5

    6.1 资料收集 ..... 5

    6.2 资料分析 ..... 6

7 数据获取 ..... 6

    7.1 一般规定 ..... 6

    7.2 航空影像数据获取 ..... 6

    7.3 激光点云数据获取 ..... 7

    7.4 断面与水下地形数据获取 ..... 9

8 数据处理 ..... 10

    8.1 一般规定 ..... 10

    8.2 DOM 数据处理 ..... 10

    8.3 DSM/DEM/HDEM 数据处理 ..... 12

    8.4 倾斜摄影模型数据处理 ..... 14

    8.5 激光点云数据处理 ..... 15

    8.6 BIM 模型数据处理 ..... 16

    8.7 对象数据处理 ..... 18

9 场景构建 ..... 19

    9.1 一般规定 ..... 19

    9.2 多源数据融合 ..... 19

    9.3 三维场景构建 ..... 20

    9.4 模拟仿真表达 ..... 20

    9.5 场景接口开发 ..... 20

10 检查验收 ..... 21

    10.1 一般规定 ..... 21

    10.2 质量控制 ..... 21

    10.3 成果验收 ..... 21

10.4 检查验收记录与报告编制 ..... 21

11 成果提交 ..... 22

11.1 一般规定 ..... 22

11.2 提交方式 ..... 23

12 数据安全 ..... 24

12.1 一般规定 ..... 24

12.2 全过程安全防护要求 ..... 24

附录 A（规范性）对象数据分类及其几何类型 ..... 25

附录 B（规范性）典型业务应用场景中对象数据叠加内容 ..... 26

附录 C（规范性）遥感监测数据收集要求 ..... 27

附录 D（资料性）成果元数据 ..... 29

参考文献 ..... 57

## 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。

本文件由中国测绘学会提出并归口。

本文件起草单位：XXXXX、XXXXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX。

## 引 言

当前我国进入新发展阶段，智慧水利建设是推动新阶段水利高质量发展的六条实施路径之一，也是新阶段水利高质量发展的显著标志。数字孪生水利是智慧水利建设的重要抓手，在数字孪生水利建设框架体系中，多维多时空数据底板是数字孪生水利的重要基础支撑和可视化载体。数据底板建设涉及多种类型不同精度的地理信息数据，涵盖资料收集与分析、数据获取、数据处理、场景构建、检查验收、成果提交以及贯穿数据建设全过程的数据安全保障等多个环节，已有技术标准难以适应新阶段数字孪生水利建设需求，亟需编制系统全面、针对性强的技术标准，规范指导数字孪生水利多维多时空地理信息数据建设。

本文件基于数字孪生水利工程数据底板建设需求和先行先试建设经验，在充分参照测绘、水利等行业相关标准和广泛征求意见的基础上，形成数字孪生水利工程地理信息数据建设技术规程，为高质量开展数字孪生水利工程地理信息数据建设工作提供技术规范。

# 数字孪生水利工程地理信息数据技术规程

## 1 范围

本文件规定了数字孪生水利工程地理信息数据建设的总体要求、资料收集与分析、数据获取、数据处理、场景构建、检查验收、成果提交和数据安全等。

本文件适用于大中型水利工程（包括水库、水电站、堤防、渠道、泵站、涵闸等）数字孪生水利工程地理信息数据建设。

## 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 24356 测绘成果质量检查与验收

GB/T 39608 基础地理信息数字成果元数据

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

GB/T 51269 建筑信息模型分类和编码标准

CH/T 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

CH/T 7003 内陆水域水下地形测量技术规程

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 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 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

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 809 水利对象基础数据库表结构及标识符

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**数字孪生水利工程** digital twin of water conservancy project

以物理大中型水利工程为单元、时空数据为底座、数学模型为核心、水利知识为驱动，对物理水利工程全要素和建设运行全过程进行数字映射、智能模拟、前瞻预演，与物理水利工程同步仿真运行、虚实交互、迭代优化，实现对物理水利工程的实时监控、发现问题、优化调度的新型基础设施。

### 3.2

#### 数据底板 data baseboard

由地理空间数据、基础数据、监测数据、业务管理数据和跨行业共享数据等构成的数字孪生水利工程算据基础。按照数据精度和适用范围分为L1、L2、L3级数据底板。

### 3.3

#### 地理信息数据 geography information data

反映现实世界地理空间位置和形态的数据，是各种地理特征和现象间关系的符号化表示，具有空间位置、属性特征和时域特征，是数据底板中地理空间数据的主要内容。

### 3.4

#### 水利数字高程模型 hydraulic digital elevation model

体现地表水流连通性的一种数字高程模型（DEM），其特征不在于去除涵洞、水闸、倒虹吸、桥梁等顶部高程信息，保留堤防、大坝、圩垸、渡槽、埝等水工建（构）筑物顶部高程信息，确保水系自然联通或正常阻绝。

### 3.5

#### 水工建（构）筑物 hydraulic structure of water conservancy projects

为控制和调节水流、防治水害、开发利用水资源而修建的建（构）筑物。

### 3.6

#### 水利对象 water object

在水事管理与活动过程中所涉及其事权范围内的自然实体、水利设施和管理概念等，例如：河流水系、水库大坝、水资源分区等。

[来源：SL/T 213, 3.1]

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件：

BIM 建筑信息模型（Building Information Modeling）

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

DEM 数字高程模型（Digital Elevation Model）

DOM 数字正射影像图（Digital Orthophoto Map）

DSM 数字表面模型（Digital Surface Model）

GEOTIFF 带地理标记的图像文件格式（Geographic Tagged Image File Format）

GIS 地理信息系统（Geographic Information System）

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

GSD 地面采样距离（Ground Sampling Distance）

HDEM 水利数字高程模型（Hydraulic Digital Elevation Model）

InSAR 合成孔径雷达干涉测量（Interferometric Synthetic Aperture Radar）

LOD 多细节层次（Levels of Detail）

LZW 串表压缩算法（Lempel-Ziv-Welch Encoding）

OSGB 开放场景图形二进制格式（Open Scene Graph Binary）

SAR 合成孔径雷达（Synthetic Aperture Radar）

S3M 空间三维模型数据格式（Spatial 3D Model）



## 5 总体要求

### 5.1 时空基准

5.1.1 大地坐标系统应采用 CGCS2000，高程基准应采用 1985 国家高程基准，时间基准应采用公元纪年和北京时间。

5.1.2 当采用工程坐标系和其他高程基准时，应建立与 CGCS2000、1985 国家高程基准之间的联系。

### 5.2 建设范围

5.2.1 数字孪生水利工程地理信息数据建设范围应包括水工建（构）筑物内外部，工程枢纽区、管理范围、保护范围、上下游影响区等的陆上及水下区域。

5.2.2 数字孪生水利工程地理信息数据建设包括模型数据、对象数据、遥感监测数据及其元数据。模型数据按照 L1、L2、L3 三级建设，L1 级主要由水利部统建，L2 级适用于大江大河及主要支流重要河段、重要湖泊、上下游影响区以及其他重点关注区域，L3 级适用于工程枢纽区、水工建（构）筑物等。

### 5.3 数据内容

5.3.1 模型数据主要用于构建三维基础场景、支撑各类业务应用计算等，包括水利工程所在或涉及相关区域内的 DOM、DSM/DEM/HDEM、激光点云、水下地形、倾斜摄影模型及水利工程 BIM 模型等，主要模型数据分类见表 1。

表1 模型数据分类

建设范围	数据分类	技术指标要求	分级
工程上下游影响区	DOM	分辨率优于 1m	L2
工程管理和保护范围		分辨率优于 0.5m	L2
工程枢纽区		分辨率优于 0.1m	L3
工程上下游影响区	DSM/DEM/HDEM	格网尺寸不大于 5m	L2
工程管理和保护范围		格网尺寸不大于 5m	L2
工程枢纽区		格网尺寸不大于 1m	L3
工程管理和保护范围	倾斜摄影模型	分辨率优于 0.08m	L2
工程枢纽区		分辨率优于 0.03m	L3
工程管理和保护范围	激光点云	点间距不大于 1m	L2
工程枢纽区		点间距不大于 0.5m	L3
工程水工建（构）筑物外立面		点间距不大于 0.05m	L3
工程水工建（构）筑物内部结构表面		点间距不大于 0.02m	L3
工程上下游影响区大断面	水下地形	一般区域断面间隔为 1000m、形态复杂或弯道较多河道断面间隔为 500m、城镇区域断面间隔为 200m	L2
重要库区、重要河段大断面		平水段 500m，回水段、近坝区断面适度加密；面积较小水库适当加密	L3
水库、湖泊、河道		测点间距不大于 5m	L2

建设范围	数据分类	技术指标要求	分级
重要库区、重要河段		测点间距不大于 2m	L3
淤积严重、冲淤变化明显的重点水下区域		测点间距不大于 0.5m	L3
水利工程外观 BIM 模型	工程 BIM 模型	LOD 1.0	L3
工程土建、综合管网、机电设备等 BIM 模型		LOD 2.0	L3
闸门、发电机、水轮机等关键机电设备 BIM 模型		LOD 3.0	L3
闸门、发电机、水轮机等关键机电设备零件 BIM 模型		LOD 4.0	L3

5.3.2 对象数据应包括水利工程治理管理活动过程中所涉及事权范围内的自然实体、水利设施和管理概念等。对象数据采用两级管理，一级为抽象分类，二级为实体分类，具体见附录 A，必要时可根据工程涉及内容和上层业务需要动态调整。构建典型业务场景所需的对象数据内容见附录 B。

5.3.3 遥感监测数据包括多光谱影像，高光谱影像、立体像对、InSAR 数据、SAR 数据等，主要用于专题信息提取与分析，质量较好精度较高的多光谱卫星影像可用于大区域 L1 级三维场景构建。

5.3.4 元数据应包括数据的标识信息、空间参考信息、生产信息、质量信息和分发信息等，示例见附录 C。文件格式宜采用 SHP、XML、XLS 等格式。

## 5.4 建设流程

5.4.1 数字孪生水利工程地理信息数据建设分为资料收集、数据分析、数据获取、数据处理、场景构建、检查验收、成果提交等过程，应做好上下过程间的衔接。

5.4.2 数字孪生水利工程地理信息数据建设工作流程见图 1。

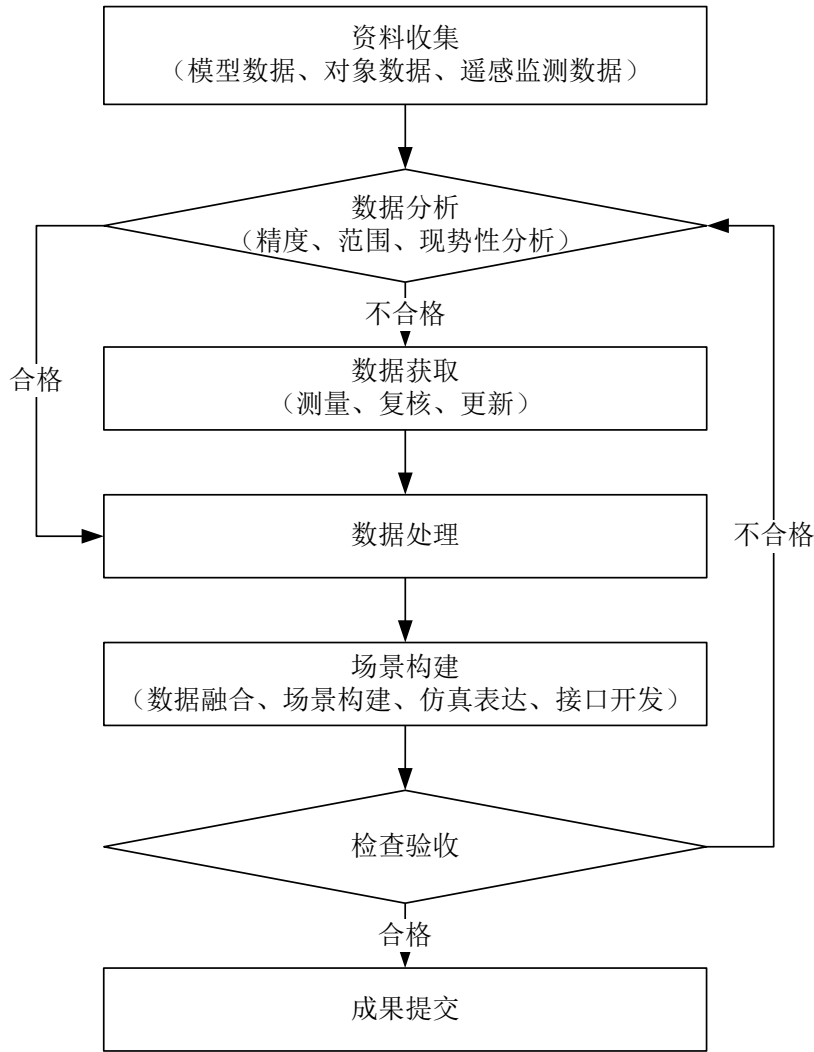


图1 数字孪生水利工程地理信息数据建设工作流程

6 资料收集与分析

6.1 资料收集

6.1.1 数字孪生水利工程地理信息数据建设应充分利用已有资料，已有资料不满足建设要求时应重新采集获取。

6.1.2 资料收集时应重点收集下列数据：

- a) 工程相关区域的 DOM、DEM、激光点云、倾斜摄影模型、工程设计竣工阶段 BIM、水下地形等数据及其元数据；
- b) 已建系统的 GIS 数据库、电子地图及其元数据，工程设计单位、建设单位、管理单位等权威部门提供与工程有关的地形图、专题图、设计图、施工图、竣工图以及竣工后历次技改、重大工程变更相关的图纸、文档等资料；
- c) 有专题信息提取和遥感监测分析需求时，宜参照附录 C 要求并结合实际需要，收集工程流域范围、工程管理范围内的多光谱、高光谱、立体像对、SAR 等卫星遥感数据及其拍摄时间、平台类型、传感器类型等元数据信息。

## 6.2 资料分析

### 6.2.1 收集到的 DEM、DOM 等类型的模型数据应从下列方面进行分析和处理：

- a) 按照表 1 模型数据分类中相关内容比照数据精度，确定数据分级；
- b) 按照数据分级，分析收集到的数据范围是否满足项目建设需要；
- c) 收集到的数据应反映现状，一般情况下工程管理和保护范围内 L2 级 DEM 数据现势性不应超过 3 年，DOM 数据不应超过 2 年；工程水工建（构）筑物 L3 级倾斜摄影模型、DOM 和 DEM 数据宜在 1 年内，淤积严重、冲淤变化明显或其他重点水下区域的水下地形数据应在 1 年内；
- d) 数据的时空基准信息是否完整并与 5.1 要求一致，不一致时能否建立与 CGCS2000、1985 国家高程基准之间的联系；
- e) 收集到的数据应按照 8.1~8.6 要求进行处理，现势性较差、缺少或覆盖范围不足时应按照第 7 章要求进行数据获取。

### 6.2.2 收集到的 GIS 数据库、电子地图等类型的数据应从下列方面进行分析和处理：

- a) 数据的时空基准信息是否完整并与 5.1 要求一致，不一致时能否建立与 CGCS2000、1985 国家高程基准之间的联系；
- b) 数据分层是否合理，拓扑关系是否正确；
- c) 重要要素空间位置是否正确；
- d) 收集到的数据应按照第 8.1、8.7 节要求进行处理构建对象数据库。

### 6.2.3 收集到的纸质图纸、扫描图纸等类型的数据应从下列方面进行分析和处理：

- a) 图纸是否清晰能够判读；
- b) 图纸的时空基准信息是否完整并与第 5.1 节要求一致，不一致时能否建立与 CGCS2000、1985 国家高程基准之间的联系；
- c) 收集到的纸质图纸宜扫描并存储为电子图纸，电子图纸应与对象实体挂接便于查询；
- d) 图纸中重点关注要素应矢量化，并按 8.1、8.7 要求进行处理为对象数据。

### 6.2.4 收集到的遥感监测数据按照附录 C 进行复核。

### 6.2.5 收集到的元数据按照 GB/T 39608 规定和附录 D 进行复核。

## 7 数据获取

### 7.1 一般规定

#### 7.1.1 数据获取宜采用航空摄影、激光雷达扫描、GNSS 断面测量、测深仪水下测量等方式进行。

7.1.2 采集水利工程建（构）筑物区、管理范围、保护范围及上下游影响区 DEM 和 DOM 数据时，宜在调水调沙、排沙期后等水位较低时进行，水下地形采集应与陆域地形有重叠。

### 7.2 航空影像数据获取

#### 7.2.1 航空影像数据获取可采用常规航空摄影、倾斜航空摄影方式进行。

7.2.2 常规航空摄影数据获取应按照 CH/T 3005 规定执行，倾斜航空摄影数据获取应按照 GB/T 39610 规定执行，并应满足下列基本要求：

- a) 影像应清晰、层次丰富、反差适中、色调柔和，能够建立与各级别相适应的立体模型；
- b) 影像不应有云、阴影、烟、雾、大面积反光、污点等缺陷；或虽存在少量缺陷，但不影响立体模型的连接、空三加密和数据采集。

7.2.3 常规航空摄影影像地面分辨率、航摄时间、影像重叠度应符合表 2、表 3、表 4 的要求。

表2 成图比例尺与影像地面分辨率关系

级别	建设范围	测图比例尺	地面分辨率（m）
L2	工程上下游影响区	1:5000	≤0.50
	工程管理和保护范围	1:2000	≤0.20
L3	工程枢纽区	1:1000	≤0.10
		1:500	≤0.05

表3 摄影时间选择要求

地形类别	有人机摄影		无人机低空摄影	
	太阳高度角(°)	阴影倍数	太阳高度角(°)	阴影倍数
平地	>20	≤3	>20	≤3
丘陵地	>30	≤2	>25	≤2.1
山地	>45	≤1	>40	≤1.2
陡峭山区	选择当地正午前后各 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4 影像重叠度要求

摄影方式	重叠方向	
	航向重叠	旁向重叠
框幅式	60%-65%	30%-35%
	最大不大于 75%，最小不小于 56%	最大不大于 45%，最小不小于 15%
推扫式	-	20%-30%
		个别最小不得小于 13%
无人机	60%-80%	45%-60%
	最小不应小于 53%， 连续出现 53%不得超过 3 张航片	最小不应小于 30%， 连续出现 30%不得超过 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。		

7.2.4 倾斜航空摄影影像地面分辨率、航摄时间、影像重叠度应符合 3、表 4、表 5 的要求。

表5 成图比例尺与影像地面分辨率关系

级别	建设范围	比例尺	地面分辨率（m）
L2	工程管理和保护范围	1:1000	≤0.10
L3	工程枢纽区	1:500	≤0.05

7.2.5 倾斜航空摄影宜同步采集重要建（构）筑物的全景照片及重点结构的高清照片，便于后期模型单体化。

7.2.6 对于地面建筑物遮挡严重、模糊的区域，进行倾斜航空摄影时应采用外业拍照的方式补充获取纹理信息。

7.3 激光点云数据获取

7.3.1 激光点云数据获取可采用机载激光雷达扫描、地面三维激光扫描方式进行。

7.3.2 大面域数字高程模型宜采用机载激光雷达扫描方式获取，数据获取时应按 CH/T 8024 规定执行。

7.3.3 机载激光雷达扫描获取数据应覆盖测区全部范围，点云密度、点云精度应符合表 6、表 7 的要求，植被茂密或低反射率地区，激光点的平面和高程误差可放宽 0.5 倍。

表6 点云密度要求表

级别	建设范围	比例尺	点云密度（点/m <sup>2</sup> ）
L2	工程管理和保护范围	1:5000	≥1
		1:2000	≥1
L3	工程枢纽区	1:1000	≥4
	水工建（构）筑物	1:500	≥16

表7 点云高程中误差要求

级别	建设范围	比例尺	高程中误差（m）	
L2	工程管理和保护范围	1:5000	平地	±0.35
			丘陵地	±0.85
			山地	±1.75
		1:2000	平地	±0.25
			丘陵地	±0.35
			山地	±0.85
L3	工程枢纽区	1:1000	±0.15	
	水工建（构）筑物	1:500	±0.15	

7.3.4 采用地面三维激光扫描获取工程水工建（构）筑物内外部 L3 级现状数据时，宜采用架站式地面三维激光扫描为主，便携式地面三维激光扫描为补充的测量方式。架站式地面三维激光扫描作业按 CH/Z 3017 规定执行，便携式地面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：

- 点云精度、点云密度、覆盖完整性应满足建模要求，清晰呈现水工建（构）筑物各部件细节；
- 进行激光扫描采集点云数据时应同步采集高清纹理图像。

7.3.5 地面三维激光扫描同步采集高清纹理图像应符合下列要求：

- 保持镜头正对采集纹理图像，当无法正面拍摄全景时，可先拍摄部分全景，再逐一正对拍摄，后期再合成；
- 纹理图像投影像素元应≤1cm；当辅助现状 BIM 建模时，像素元应≤0.3cm；
- 相邻两幅图像的重叠度不应低于 30%。

7.3.6 地面三维激光扫描辅助现状 BIM 建模时，地面三维激光扫描点云精度及技术指标应符合表 8 要求。

表8 地面三维激光扫描点云精度与技术指标

级别	比例尺	特征点间距中误差（mm）	特征点相对于邻近控制点中误差（mm）	最大点间距（mm）
L3	1:500	±50	±100	≤25
	1:200	±15	±30	≤10
注：当采用便携式地面三维激光扫描设备时，点云数据获取精度放宽 1 倍。				

#### 7.4 断面与水下地形数据获取

7.4.1 进行断面和 underwater 地形数据获取，测深点定位可采用 GNSS、交会法、极坐标、断面索等方法，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。断面与水下地形测量应按 CH/T 7003、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。

7.4.2 测深定位点点位中误差、深度中误差应符合表 9、表 10 的要求。

表9 测深定位点点位中误差

级别	建设范围	点位中误差 (m)
L2	水库、湖泊、河道（工程上下游影响区）	±5m
L3	重要库区、重要河段	±3m
	淤积严重、冲淤变化明显的重点水下区域	±0.75m

表10 测深点深度中误差

水深范围 (m)	适宜的测深仪器或工具	流速 (m/s)	测深中误差 (m)
0~4	测深杆或测深锤	—	±0.10
0~10	测深锤	<1	±0.15
1~10	测深仪	—	±0.15
10~20	测深仪或测深锤	<0.5	±0.20
>20	测深仪	—	±0.01H
注 1：H 为水深，单位为 m。 注 2：水底树林和杂草丛生水域不宜使用回声测深仪。 注 3：当精度要求不高或作业困难时，测点深度中误差可放宽 1 倍。			

7.4.3 测量时应考虑水深、流速、流态、河宽、河床等因素影响，宜安排在水位比较平稳、河床相对稳定的季节进行。

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

7.4.5 当进行断面测量时，应符合下列要求：

a) 断面间距符合表 11 的要求；

表11 断面间距要求

级别	建设范围	断面间距
L2	工程上下游影响区	一般区域断面间隔为 1000m、形态复杂或弯道较多河道断面间隔为 500m、城镇区域断面间隔为 200m
L3	重要库区、重要河段	平水段 500m，回水段、坝区断面适度加密；面积较小的水库适当加密

b) 断面布设应符合下列要求：

- 1) 河流横断面应垂直河槽，库区横断面应垂直库区中心线；横断面布设位置在所在河段（库区）应具有代表性，应避免险滩、急流和漩涡等部位；
- 2) 在规定横断面间距的基础上，支流入口、河道急转弯、比降明显变化等部位应加密布设横断面，在桥梁、闸、坝上下游应加测断面；
- 3) 有明显阻水效应的拦河和跨河建（构）筑物，应根据需要测量跨河建（构）筑物断面；
- 4) 横断面测点不应少于 3 个。测点间距应符合表 12 的要求，河道较窄时，可适当减小测点间距；浅滩等不适合自动化采集的区域，采用人工方式测量时横断面点间距符合表 13 的要求。

表12 横断面测点间距要求

级别	建设范围	测点间距 (m)	
		陆域	水下
L2	工程上下游影响区	1.5	1.5
L3	重要库区、重要河段	1	1

表13 人工测量横断面测点间距要求

级别	建设范围	最大测点间距 (m)	
		陆域	水下
L2	工程上下游影响区	40	20
L3	重要库区、重要河段	20	10

c) 横断面测点选择应符合下列要求:

- 1) 河流和水库断面应测至管理范围线; 未划定管理范围线, 河流应测至两岸河坎外或堤脚外, 水库应测至校核洪水位或坝顶高程以上;
- 2) 拦河坝断面测点应以坝顶高程为准; 桥梁、水闸横断面应将阻水部位测量完整, 一般水闸应测至闸门顶部, 桥梁应测至底梁位置;
- 3) 除荒地等普遍属性外, 断面点需标注属性, 地貌属性优于地物属性;
- 4) 断面测点偏线陆域部分应小于 2m, 水下部分应小于 5m;
- 5) 纵断面点及深泓点可实测或利用现测的横断面图取点, 河床变化处应实测加密, 纵断面点的间距参照表 12、表 13 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。

7.4.6 当进行水下地形测量时, 应符合下列要求:

- a) 水下地形测量宜在丰水期进行, 以水涯线构成封闭区域;
- b) 采用多波束测深系统水域扫测时, 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 3~8 倍;
  - 3) 扫测测线之间的重叠应不小于 10%; 若采用分区扫测, 相邻区域应有 5% 以上的重叠。

## 8 数据处理

### 8.1 一般规定

8.1.1 待处理数据应按 5.1 要求统一时空基准。

8.1.2 同一时相、精度的分幅数据宜拼接为整体, 数据量较大时可分块处理。

### 8.2 DOM 数据处理

8.2.1 DOM 数据处理按照 CH/T 9020.3 规定执行。

8.2.2 DOM 明显地物点相对于高精度检查点的平面位置中误差应符合表 14 的要求, 最大误差不超过其 2 倍。DOM 数据地面分辨率表中未涵盖的, 其平面位置中误差应符合 CH/T 9008.3 等要求。

表14 DOM 平面位置精度指标

级别	地面分辨率 (m)	平面中误差
----	-----------	-------



		平地、丘陵	山地、高山地
L2	0.5、1	≤5 个像素	≤7.5 个像素
	0.2	≤6 个像素	≤8 个像素
L3	0.05、0.1	≤6 个像素	≤8 个像素

- 8.2.3 DOM 应与相邻影像图接边，接边误差不应大于 2 个像素。
- 8.2.4 DOM 的色彩模式及像素位应符合表 15 的要求，无影像的空白区域各波段像素值置 0。

表15 DOM 色彩模式及像素位对照表

数据类型	色彩模式	像素位
多光谱影像	彩色 RGB	8bit×波段数
融合影像	彩色 RGB	8bit×波段数

- 8.2.5 整个区域内 DOM 应色调均匀、纹理清晰、反差适中、层次丰富、无明显失真，累计云雪量≤3%（常年积雪除外），直方图呈正态分布，无明显拼接痕迹，且相邻图幅间不应存在色调差异。
- 8.2.6 DOM 中不应出现因缺损、模糊、扭曲、错开、裂缝、漏洞、噪声等造成无法判读影像信息和精度损失。
- 8.2.7 DOM 数据成果向四周外扩 100 个像素。
- 8.2.8 处理后的 DOM 数据应按照下列要求组织：
- 同一水利工程同一范围同一精度生产时间相同或相近的 DOM 数据原则上应拼接为一个文件存储；但当数据量较大时可结合应用需求分块存储，每个分块数据应沿实际范围外扩 100 像素存储，以保证不同分块数据有部分重叠；
  - DOM 成果宜采用 LZW 压缩的 GEOTIFF 格式，影像定位信息文件写入 ASCII 格式的 TIFF WORLD 文档，以影像左上角像元中心点为起算坐标，数据的栅格坐标位于像元中心点，影像值是每一个栅格中心代表的值；
  - DOM 文件名主要由产品标志、水利工程名称、范围、数据时间、精度、区块等几部分组成，中间以下划线连接，其中范围和区块为可选，格式见图 2。

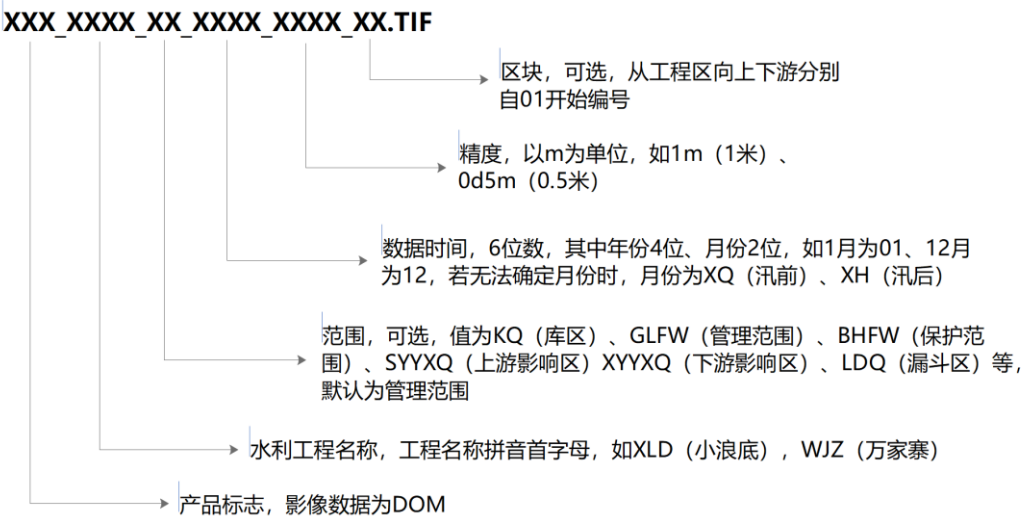


图2 DOM 文件命名要求

- 8.2.9 DOM 数据元数据文件命名与 DOM 产品命名方式相同，DOM 元数据要求见附录 D.1。

### 8.3 DSM/DEM/HDEM 数据处理

8.3.1 DSM 数据处理按照 CH/T 9022 规定执行，DEM、HDEM 数据处理按照 CH/T 9020.2 规定执行。

8.3.2 DSM/DEM 处理应符合下列要求：

- a) DSM 数据应准确表达河流、湖泊、水库、蓄滞洪区、水利工程管理范围线等以内区域的阻水建筑物、穿堤建筑物、堤防、圩垸、水库大坝、围村堤、避水台、撤退道路等要素的顶部高程信息，不应包含位置随时间变化的非地面附着物顶部高程信息。DEM 数据中应剔除房屋等人工建筑物、片林、作物等，高程值与地面保持一致；
- b) DSM/DEM 数据中，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和纹理特征应与实际地物地貌特征一致；
- c) DSM/DEM 成果高程精度具体要求见表 16；表中未涵盖的，DSM 数据应符合 CH/T 9022 规定，DEM 数据应符合 CH/T 9008.2 等要求；

表16 DSM/DEM 高程精度指标

级别	格网尺寸 (m)	格网点高程中误差 (m)			
		平地	丘陵地	山地	高山地
L2	5	±0.35	±1.00	±3.00	±5.00
	2	±0.17	±0.50	±1.40	±2.00
L3	1	±0.17	±0.50	±0.70	±2.00
	0.5	±0.17	±0.50	±0.70	±1.00

- d) 格网点的高程限差不应超过高程中误差的 2 倍；影像弱纹理区域，建筑物遮挡、反射率较低等困难区域，高山地、陡崖、山谷等地形变化剧烈的区域，高程中误差可放宽至上表 16 相应规定的 1.5 倍，内插点的高程精度不应超过格网点高程精度的 1.2 倍；
  - e) 大面积植被覆盖的区域，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真实高程，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；
  - f) DSM/DEM 数据中水面处理应符合下列要求：
    - 1) 面积大于 10000m<sup>2</sup> 的静止面状水域（如湖泊、湖泊型水库等）水面应基于水涯线（按影像点云数据获取时的瞬时水位）平均高程进行置平，并与周边地势平缓过渡。不同时相、不同模型的水边高程应采用高精度的模型水边高程，同精度的应采用现势性强的模型水边高程；
    - 2) 宽度大于 30m 的流动水域（河流、沟渠、河道型水库等）水面应依据实际地势高程与流向保持自高而低置平，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。
- 8.3.3 断面数据处理应符合下列要求：
- a) 如需对自动化采集的断面点数据抽稀时，须保留断面特征点和地形变化点，且抽稀后的保留点间距不应大于表 13 中的要求；
  - b) 横断面测量完成后，应将水域和陆域测量成果换算成统一测量基准的三维数据，水、陆部分应有 1~2 个重合点；
  - c) 断面数据元数据要求见附录 D.8、D.9、D.10。
- 8.3.4 水下地形数据数据处理应符合下列要求：
- a) 水域水下地形数据精度应符合表 17 的要求；

表17 水下地形数据精度要求

级别	建设范围	格网尺寸 (m)	高程注记点中误差 (m)			
			平地	丘陵地	山地	高山地
L2	湖泊、水库、河道	5	±0.70	±2.00	±6.00	±10.00
L3	重要库区、重要河段	2	±0.34	±1.00	±3.40	±4.00
	淤积严重、冲淤变化明显的重点水下区域	0.5	±0.34	±1.00	±1.40	±2.00
注 1：水下地形测量高程精度主要受测深精度影响，若按±0.01H（H 为平均水深）计算的测深精度大于上表中的高程中误差值，则水下地形高程中误差可放宽至±0.01H。 注 2：天然水库和湖泊的面域水下地形高程中误差，一般按上表 17 中平地或丘陵地区规定执行。						

- b) 新蓄水水库的水下地形高程中误差参照相应地区类别陆域地形的精度执行，最大可放宽至陆域地形高程中误差的 2 倍；
- c) 水下地形元数据要求见附录 D.7。
- 8.3.5 水下地形拟合应符合下列要求：
- a) 水下地形拟合应采用同期或相近时相的实测的断面数据和水下地形数据作为基础数据，并应收集同期的高清影像数据提取水边线控制水下地形拟合范围；
- b) 拟合的水下地形，干流与支流汇流处应自然合理、符合实际，不应出现无故突起、凹陷、漏洞，保证河道干流与支流的连通；
- c) 拟合的水下地形边界线应与同期实测断面、水下地形相符，边界线应为连续、光滑且高程变化较为平缓的闭合曲线；
- d) 拟合的水下地形在实测断面处的高程不应超过同位置点实测数据的 1.2 倍。
- 8.3.6 水陆地形拼接应符合下列要求：
- a) 水陆地形拼接应以湖泊、水利工程、河道等为单元进行；
- b) 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，避免水位变化造成水陆数据不相融；
- c) 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  $m_{max}$  按照公式 1 计算。允许值以内，水陆地形按中误差的比例进行配赋接边，拼接后应过渡自然，不应有严重错位和漏洞，
- $$m_{max} = 2\sqrt{m_1^2 + m_2^2} \dots\dots\dots (1)$$
- 式中： $m_1$  是水下地形高程中误差， $m_2$  为陆域地形高程中误差， $m_{max}$  水陆拼接结合处高程较差最大允许值。
- 8.3.7 HDEM 数据生产应符合下列要求：
- a) HDEM 数据生产宜以水陆拼接的 DEM 数据为基础；
- b) HDEM 数据生产应剔除涵洞、水闸、倒虹吸、桥梁等跨水系构筑物高程信息，保留堤防、大坝、圩垸、渡槽、埝等水工建（构）筑物顶部高程信息，确保水系自然联通或正常阻绝，真实表达水流自然通行的地表形态。
- 8.3.8 DSM/DEM/HDEM 数据格网尺寸为 0.5m、1m、2m 时高程值应取位至 0.01m，格网尺寸为 5m 时高程值应取位至 0.1m。
- 8.3.9 DSM/DEM/HDEM 数据空白区域（高程无值区）高程应赋值-9999。
- 8.3.10 DSM/DEM/HDEM 数据成果向四周外扩 10 倍格网尺寸。
- 8.3.11 处理后的 DSM/DEM/HDEM 数据应按照下列要求组织：
- a) DSM/DEM/HDEM 存储方式与 DOM 相同，具体见 8.2.8；
- b) DSM/DEM/HDEM 成果采用 LZW 压缩 GEOTIFF 格式，影像定位信息文件写入 ASCII 格式的 TIFF WORLD 文档，以影像左上角像元中心点为起算坐标，数据的栅格坐标位于像元中心点，影像值是每一个栅格中心代表的值；

c) DSM/DEM/HDEM 命名格式与 DOM 相同，产品标识符为“DSM”“DEM”“HDEM”。

8.3.12 DSM/DEM/HDEM 元数据文件命名与 DSM/DEM/HDEM 产品命名方式相同，DSM/DEM/HDEM 元数据要求见附录 D.2。

8.4 倾斜摄影模型数据处理

8.4.1 倾斜摄影模型处理应按 GB/T 39610 规定执行。

8.4.2 倾斜摄影模型成果数据精度应符合表 18 的要求。

表18 倾斜摄影模型精度指标

级别	建设范围	下视影像地面分辨率（m）	平面中误差（m）		高程中误差（m）		
			平地、丘陵	山地	平地	丘陵	山地
L2	工程管理和保护范围	$0.03<\text{GSD}\leq 0.08$	$\pm 0.60$	$\pm 0.80$	$\pm 0.25$	$\pm 0.70$	$\pm 1.00$
L3	工程枢纽区	$\text{GSD}\leq 0.03$	$\pm 0.30$		$\pm 0.17$		
注：高山地一般不进行倾斜摄影产品生产，确因需要时精度指标可适当放宽，高程中误差可参照山地的 1.5 倍执行。							

8.4.3 倾斜摄影模型根据项目区域设置统一的坐标原点 and 瓦片编号原点。

8.4.4 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输出模型，接边处涉及的所有要素平面、高程须保持一致。

8.4.5 模型纹理清晰、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。

8.4.6 MESH 模型输出时瓦片尺寸的选择要求见表 19。

表19 MESH 瓦片尺寸

级别	建设范围	下视影像地面分辨率（m）	常规应用输出瓦片大小（m）	用于可视化引擎时输出瓦片大小（m）
L2	工程管理和保护范围	$0.03 < \text{GSD} \leq 0.08$	200×200	1024×1024
L3	工程枢纽区	$\text{GSD} \leq 0.03$	50×50、100×100	256×256、512×512
注：当模型输出用于可视化引擎时，应尽量充分使用纹理贴图空间，避免贴图黑色区域过多，纹理精度宜保持不变，三角网格数量降低至默认设置的 10%至 20%。				

8.4.7 MESH 模型贴图格式应为 TIFF/JPG/TGA/PNG，贴图尺寸应为 2<sup>n</sup>，但原则上不超过 1024\*1024。

8.4.8 MESH 模型中水工建（构）筑物、水域、交通、植被等应进行初修处理，初修处理应符合下列要求：

- a) 无遮蔽的水工建（构）筑物主体结构完整、轮廓清晰，建筑物纹理表达真实完整。模型的基底基顶、外立面几何结构与建筑高度准确；
- b) 水域纹理正常，无水面下沉、凸起情况，水域边界与周边高程一致；
- c) 凹凸路面、扭曲错位标识线、不完整车辆等应处理，路灯、电线杆等设施可根据需要选择处理；
- d) 可根据区域建筑、植被、交通等要素特点制作与实地相似的标准模型库，“栽种”模型应与实际地物相似且同区域保持一致；
- e) 核心区树木应全部处理，其他区域缺树干的单棵树悬浮物须删除，树与树的粘连、树与其他地物的粘连按照需要处理，植被处理后可“栽种”相似植被模型；
- f) 核心区建筑物、路灯、栏杆、电线杆等要素的阴影纹理应处理，避免与场景光源形成的阴影相冲突。

8.4.9 水工建筑物、涉水建筑物、工程相关建筑物等重点建筑物，应单体化精修构建单体模型，并与整体 MESH 模型融合。单体化精修时应符合下列要求：

- a) 大坝、溢洪道、控导工程、沟渠、取水口等单体模型应无杂物覆盖，构筑物高程与实际相符；
- b) 桥梁、涵闸、交通洞等构筑物需保证主体轮廓清晰，桥梁、涵洞、交通洞与道路、水面贯通，附属设施可根据重要性适当取舍；
- c) 重要标语、名牌、宣传栏字迹清晰可辨认；
- d) 建筑屋顶结构、主体结构表现完整、合理自然，建筑楼体、立面阳台、窗户、大型台阶主体结构表现完整，真实反映建筑表面颜色色调，同一区域同种类物体纹理应协调一致。

8.4.10 处理后的倾斜摄影模型数据应按照下列要求组织：

- a) 倾斜摄影模型产品包括 MESH 模型和单体模型，均在主“倾斜摄影”文件夹下建立“MESH 模型”和“单体模型”两个子文件夹分别存储；
- b) 倾斜摄影模型产品数据格式见表 20；
- c) 倾斜摄影模型命名格式与 DOM 相同，产品标识符为“MESH”。

表20 倾斜摄影模型产品及数据格式

模型产品	数据格式	备注
MESH 模型	OSGB、OBJ、3D Tiles 等	提供定位文件，能够无偏移的融合至三维场景中；MESH 瓦片大小应符合表 20 要求
单体模型	OBJ、MAX、FBX 等	提供定位文件，能无偏移融合至 MESH 模型中

8.4.11 倾斜摄影模型数据元数据文件命名与倾斜摄影模型产品命名方式相同，倾斜摄影模型元数据要求见附录 D.3。

8.5 激光点云数据处理

8.5.1 机载激光雷达点云数据处理应按 CH/T 8023 规定执行，地面三维激光扫描点云数据处理参照 CH/T 8023 规定执行。

8.5.2 地面三维激光扫描不同测站获取的点云数据可选择在控制点、标靶或地面特征点处进行拼接，拼接时应采用不少于 3 个同名点，点云数据拼接中误差应符合表 21 的要求。拼接后的点云数据应采用不少于 3 个均匀分布的已知点进行整体点云的坐标转换，转换残差应小于表 8 中点位相对于临近控制点中误差的 1/2。

表21 点云数据拼接中误差

级别	比例尺	拼接中误差（mm）
L3	1:500	±20
	1:200	±15

8.5.3 同一水工建（构）筑物不同方式采集的点云数据应进行拼接融合，拼接要求见 8.5.2，拼接后点云数据精度应符合表 8 的要求。

8.5.4 点云数据应完整覆盖目标区域，建（构）筑物、树冠等形状完整无明显漏洞，不满足要求的区域，应进行外业补测和内业数据融合。

8.5.5 工程水工建（构）筑物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。

8.5.6 应结合同步采集的高清影像数据为地面三维激光扫描点云着色，生成反映地物真实色彩的彩色点云数据。

8.5.7 地面三维激光点云数据用于现状 BIM 建模时，宜将激光点云数据封装为 MESH 模型，并应满足下列要求：

- a) 激光点云数据中分离出建筑物与设施设备；
- b) 输出的点云数据和 MESH 模型的坐标系与现状 BIM 建模构建采用的坐标系一致。

8.5.8 处理后的激光点云数据应按照下列要求组织：

- a) 激光点云数据产品以文件方式进行管理，放置在以激光点云命名的文件夹中。同一水利工程同一范围同一精度生产时间相同或相近的激光点云数据宜拼接为一个文件存储；当数据量较大时可结合应用需求分块存储；当建筑物为多层时，室内点云可分层存储；
- b) 激光点云数据产品宜存储为 LAZ/LAS 数据格式；
- c) 激光点云数据命名格式与 DOM 相同，产品标识符为“LAS”。

8.5.9 激光点云数据元数据文件命名与激光点云数据产品命名方式相同，激光点云元数据要求见附录 D.4。

8.6 BIM 模型数据处理

8.6.1 水利工程 BIM 模型建模应包括水利工程区域内建筑物、构筑物、设备设施等的几何尺寸、外观、材质以及基本的物理和设计属性信息，按部位、专业、管理等划分方式创建，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。

8.6.2 模型单元分级与精细度应符合下列要求：

- a) 模型单元应分级建立，可嵌套设计，分级应符合表 22 的要求；

表22 模型单元分级

模型单元	模型单元用途
项目级模型单元	承载项目、子项目或局部工程信息
功能级模型单元	承载完整功能的系统或空间信息
构件级模型单元	承载单一的构配件信息
零件级模型单元	承载从属于构配件的组成零件或安装零件信息

- b) 模型包含的最小模型单元，应由模型精细度等级量衡量，模型精细度基本等级划分应符合表 23 的要求；

表23 模型精细度基本等级划分

等级	代号	所包含的最小模型单元
1.0 级模型精细度	LOD 1.0	项目级模型单元
2.0 级模型精细度	LOD 2.0	功能级模型单元
3.0 级模型精细度	LOD 3.0	构件级模型单元
4.0 级模型精细度	LOD 4.0	零件级模型单元

- c) 模型的几何精度等级划分应符合表 24 的要求；

表24 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

等级	代号	几何表达精度要求
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

d) 模型单元的属性信息深度等级划分应符合表 25 的要求。

表25 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，增加资产和维护信息

8.6.3 按照水利工程建设阶段，BIM 模型主要有可行性研究阶段 BIM 模型、初步设计阶段 BIM 模型、施工图设计阶段 BIM 模型、竣工 BIM 模型、工程现状 BIM 模型等。水利工程 BIM 模型应面向数字孪生应用需求，已建工程应构建现状 BIM 模型，待建、在建工程宜构建设计阶段 BIM 模型，工程完工后增建竣工 BIM 模型，有条件或应用需求时可增加其他阶段模型。

8.6.4 各阶段模型建设应符合下列要求：

- 待建、在建工程 BIM 模型内容应与设计文件、设计深度保持一致；
- 建设阶段应保障 BIM 模型的内容与施工深化设计深度及专项应用深度的需要保持深度一致；
- 竣工 BIM 模型应根据竣工验收资料，在施工阶段 BIM 模型的基础上进行修改完善后形成；
- 已建工程建设现状 BIM，应在出现技术改造和重大变更后，根据相应的资料进行更新，使之与现状物理实体保持一致。

8.6.5 数字孪生水利工程建设应充分利用工程建设设计、施工等阶段的 BIM 模型建设成果。当缺失需逆向建模时要求如下：

- 枢纽工程、引调水工程、渠系工程等土建及建筑工程，综合管网、辅助系统的机电设备等设施设备应至少达到 LOD 2.0 精细度要求；
- 重要的机电设备，金属闸门、拦污栅及启闭设备等设施设备，模型精细度等级应至少达到 LOD 3.0 精细度要求；
- 有条件或有应用需求的单位，可适当提高模型精细度。

8.6.6 模型单元信息要求如下：

- 模型单元应包含几何信息、属性信息等，应选取适宜的几何表达精度、信息深度呈现模型单元的几何信息、属性信息；
- 具备产品装配关系的模型单元之间应保证相关的值域或约束关系的正确性、一致性；
- 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，属性值初始可以设置为空。

8.6.7 应为模型单元建立材料特征表，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：

- 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；
- 材料贴图应符合材质特点，纹理清晰，贴图文件尺寸必须为 2<sup>n</sup>，可不为正方形，推荐贴图尺寸为 512×512，最大贴图尺寸不宜超过 2048×2048，缩放比例与模型尺寸协调；
- 对于大体积混凝土、回填区域、大面积边坡等范围较大的模型数据，宜采用无缝贴图；

- d) 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或行业规范、惯例。

8.6.8 模型编码要求如下：

- a) BIM 模型分类与编码按照 GB/T 51269 规定执行，宜按照区域、系统、位置等维度分类，并在此基础上编码，同时应做好与对象数据的衔接；
- b) 模型单元编码应以属性信息的形式储存。

8.6.9 模型提交前应进行审核，通过审核的模型应满足下列要求：

- a) 模型构件无遗漏、无多余构件；
- b) 模型专业内部和专业之间不应存在冲突碰撞；
- c) 模型信息应完善，达到预定设计精度、细度。

8.6.10 BIM 交付成果应包含原始 BIM 模型及其轻量化版本，宜包含工程图纸。

8.6.11 处理后的 BIM 数据按照下列要求组织：

- a) BIM 模型数据以文件方式进行管理，放置在以 BIM 模型命名的文件夹中，不同阶段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；
- b) BIM 模型文件宜采用 DWG、DXF、DWF，DGN、PLN、RVT、3DXML、STEP 等主流 BIM 数据格式；
- c) BIM 模型应保持与现有信息系统内对应的建（构）筑物、部件或设施设备一致的名称。

8.6.12 BIM 模型元数据文件命名与 BIM 数据产品命名方式相同，BIM 元数据要求见附录 D.5。

## 8.7 对象数据处理

8.7.1 重点关注的水利对象数据应结合最新影像、最新图纸等资料复核并更新空间位置信息。

8.7.2 对象数据应经整编、编码、实体化、地理关系图谱构建等处理后成为对象实体，支撑多水利专业模型分析、多层级场景融合、多条件穿透查询、多维度统计分析等需求。

8.7.3 对象实体属性应包含对象类码属性、对象编码属性、几何属性、基本属性。根据需要还可以补充概述、图片、视频等多媒体属性。

8.7.4 对象实体编码应宜由对象类码和对象编码组成，已有对象实体的编码满足要求可直接使用，对象数据编码时应符合下列要求：

- a) 水利对象实体编码规则与 BIM 模型编码统一考虑，并应符合 SL/T 213 规定；
- b) 新增对象实体或未编码对象实体按照制定的统一编码规则进行编码；
- c) 对象实体灭失时，对象实体编码不得重新使用；
- d) 修改对象实体属性时，对象实体编码不得修改。

8.7.5 对象数据几何属性拓扑关系应正确，几何属性整编处理时应符合下列要求：

- a) 拓扑关系正确。包括点、线、面的重复处理，悬挂点、悬挂线处理，面与面压盖、面与面间的缝隙处理等；
- b) 空间关系正确，保证要素间空间关系的合理与逻辑一致。如以河流为界的界线数据，界线应与表示河流的线在空间上一致；
- c) 点状实体定位准确，有向点应在属性表里增加一个字段表示其方向信息；
- d) 线状实体定位准确，线方向表示正确，线划应连续、完整；
- e) 面状实体应封闭形成面，公共边应通过图层复制生成，点、线、面之间关系处理正确，表示恰当；
- f) 面状河流或道路应提取中心线，并与相接的线状河流或道路构成连通网络，遇有桥梁使河流或道路中断时，应在断开处添加辅助线使河流或道路连接，形成完整实体；
- g) 水系实体应构建为水网，并正确处理等级关系，水利部门已经划分的按照执行，未明确的按汇入流关系确定。



- 8.7.6 对象数据基础属性应完整，并符合 SL/T 809 规定。
- 8.7.7 构建三维场景和支撑水利专业模型分析时，对象数据应升维处理，并符合下列要求：
- 核心水利对象实体高程应与实际一致；
  - 一般水利对象实体的高程应与 DEM 相符；
  - 对象数据升维后应三维符号化，并生成三维缓存。
- 8.7.8 对象数据应结合空间关系、水文关系构建地理关系图谱，地理关系图谱构建应符合下列要求：
- 对象数据关系图谱构建应以水网为基础；
  - 基础地理关系图谱应包括上下游、左右岸、干支流等关系；
  - 有深度需求时，应结合水旱灾害防御、水资源调度与节约利用等业务场景构建面向专业应用的地理关系图谱。
- 8.7.9 对象数据应面向水利业务应用多目标、多层次复杂需求，根据行政区划、自然流域、水资源功能区和数值计算等需求构建水利网格，构建水利网格时按下列要求进行：
- 行政区划网格宜依据国家行政区划形成省、市、县、乡 4 级行政网格；
  - 自然流域网格应依据流域范围构建，按照业务需求划分大中小不同尺度的自然流域网格，描述流域之间产汇流和江河湖库之间的汇流关系；
  - 水资源功能分区宜在自然流域分区的基础上结合水资源的特点确定；
  - 数值计算网格应根据水利专业模型的计算要求进行划分，包括水文计算网格、水动力学计算网格等。
- 8.7.10 处理后的对象数据应按照下列要求进行组织：
- 数据以文件方式进行管理，放置在以矢量专题数据命名的文件夹中，并按照附录 A 中规定的一级类建立子文件夹；
  - 宜采用 SHP 数据格式，如项目有特殊要求是可提供 udbx、filegdb 等 GIS 数据库格式；
  - 矢量专题图层按照附录 A 中规定的二级类命名。
- 8.7.11 对象数据元数据文件命名与矢量专题图层产品命名方式相同，矢量专题元数据要求见附录 D.6。

## 9 场景构建

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 融合 DSM/DEM/HDEM、DOM、倾斜摄影模型、BIM 模型、激光点云、水下地形（或断面）、对象数据等数据构建三维场景，应具有相同的空间基准，同类型不同格式的数据宜统一格式。
- 9.1.2 三维场景中多源异构的数据应按宏观、中观、微观形式整合构建，支持分级加载，满足渐进式加载需求。
- 9.1.3 应支持系统时间、天气等时序参数变化自动地调整和适配展示，水利工程及机电设备的外观构造、运行工况和安全管理信息等的可视化，以及水流运动、泥沙运动、水质扩散、台风路径等流场动态的可视化。
- 9.1.4 应提供开发接口，支持通过接口调用驱动三维场景。

### 9.2 多源数据融合

- 9.2.1 不同分辨率的多源数据应按照高分辨率数据所属区域替换低分辨率相应区域的形式进行融合处理。
- 9.2.2 多源数据融合包括地形数据融合、影像数据融合、地形数据与 BIM 模型融合、地形数据与倾斜摄影模型融合、倾斜摄影模型与 BIM 模型融合。

9.2.3 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，缓冲衔接带内频率域加权最优融合，融合后地形数据交接处不应出现明显台阶。

9.2.4 多源影像数据须经处理后，纹理、亮度、反差、灰度、色相等应保持一致且过渡自然。

9.2.5 地形数据与 BIM 模型融合时，应以 BIM 模型为基础镶嵌、裁剪编辑周边地形数据，BIM 模型开挖面地形与周边地形二者无缝衔接。

9.2.6 地形数据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数据，二者无缝衔接。

9.2.7 倾斜摄影模型与 BIM 模型融合时，对 BIM 模型开挖面处的倾斜摄影模型压平、裁剪、修饰后叠加 BIM 模型，并将倾斜摄影纹理映射至 BIM 模型。

### 9.3 三维场景构建

9.3.1 应支持 3Dtiles、I3S、S3M 等常用的三维数据服务协议。

9.3.2 场景构建应做好与水利部、流域级、省级三维场景的衔接，充分利用水利部 L1 级，流域管理机构、省级水行政主管部门 L2 级数据底板成果。

9.3.3 场景中各层级间应渐进式衔接，影像交接处过渡自然，地形交接处无缝贴合。

9.3.4 基础场景中宜叠加行政区划、居民地点、河流水系、水库湖泊、水利工程、监测站点、水利分区等基础对象数据。

9.3.5 业务场景构建应根据不同业务需求在基础场景上叠加所需的对象数据，典型业务场景叠加对象数据要求见附录 B。

9.3.6 三维场景渲染时性能应满足下列要求：

- a) 不同层级下三维场景渲染效率、响应时间应保持一致；
- b) 镜头移动及切换时场景加载应稳定流畅。场景初始化渲染响应时间不超过 5s，场景缩放、场景切换加载响应时间不超过 3s，场景渲染帧率不低于 30FPS。

### 9.4 模拟仿真表达

9.4.1 能够支持自然背景、水利工程、机电设备、流场动态、灾情险情等的高保真表达。

9.4.2 能够模拟四季、气象、光照等自然背景，支持接入系统时间、天气等时序参数展示相应场景，并可根据参数驱动调整和适配。

9.4.3 能够展现水利工程的内外部构造，结合实时监测、工程运行等相关数据渲染展示工程运行状况，能够以沉降场、位移场、渗流场、应力应变场等形式展现水利工程安全状态。

9.4.4 能够展示水利工程内部机电设备组成结构，结合实时监测、设备运行等相关数据渲染展示机电设备运行工况。

9.4.5 能够渲染展示工程上下游流场、泄流效果等流场流态，能够对接水利专业模型结果，模拟水流运动、泥沙运动、淤积变化、水质扩散等水利现象。

9.4.6 能够模拟滑坡形变、漫堤溃堤等水利典型灾情险情。

9.4.7 模拟仿真表达渲染性能应满足下列要求：

- a) 不同层级下模拟仿真表达渲染效率、时间性能应保持一致；
- b) 镜头移动及切换时场景加载应稳定流畅。静止帧率不宜小于 24FPS，移动时帧率不宜小于 18FPS。

### 9.5 场景接口开发

9.5.1 场景接口应能便捷支撑“四预”应用开发，提供导航漫游、图层控制、信息查询、空间量算、动态标签、要素定位、要素高亮、模拟仿真效果控制等常用功能。

9.5.2 接口应清晰简洁，接口命名、参数传递方式、返回数据格式规范。

9.5.3 接口应具备一定的安全性，提供身份认证、权限验证、数据加密等措施，防止未授权访问和数据泄露。

9.5.4 接口应具备较高的稳定性，提供错误处理、异常情况处理、容错机制以应对各种异常情况。

## 10 检查验收

### 10.1 一般规定

10.1.1 数字孪生水利工程地理信息数据的检查验收应符合 GB/T 24356 规定，严格执行二级检查、一级验收制。

10.1.2 检查验收内容应包括项目建设的三维场景、调用接口等场景成果，搭建场景的模型数据、对象数据和遥感监测数据等基础数据，以及元数据。

10.1.3 检查验收依据包括法律法规、技术标准、项目合同、技术要求、委托检查验收文件等。

### 10.2 质量控制

10.2.1 组织实施成果过程质量检查的应符合下列规定：

- a) 过程质量检查应覆盖资料收集与分析、数据获取、数据处理、场景构建等建设全过程。各工序过程质量检查工作应独立、按顺序进行，不得省略、代替或颠倒顺序，检查中发现的问题应返回上一道工序修改后，再进行复查；
- b) 过程质量检查应由生产作业部门专业检查人员采用全数检查方式进行；
- c) 过程质量检查应如实做好检查记录，编写检查报告。

10.2.2 组织实施成果最终质量检查的应符合下列规定：

- a) 最终检查应由生产单位质量管理部门专业检查人员实施；
- b) 最终检查应审核过程检查记录，审核中发现的问题作为资料质量错漏处理；
- c) 最终检查工作完成后，应编写检查报告。

10.2.3 各级检查发现的质量问题的处理应符合下列规定：

- a) 检查中发现的质量问题，应及时提出处理意见，交生产单位作业人员进行修改。当对质量问题的判定存在分歧时，由生产单位组织裁定；
- b) 经质量检查判为合格的批成果，生产单位应对检查中发现的问题进行处理；
- c) 经质量检查判为不合格的批成果，应全部退回生产单位返工。返工后如再次申请检查的，应重新抽样。

### 10.3 成果验收

10.3.1 成果验收宜由项目管理单位组织实施，也可委托具有资质的质量检验机构进行。

10.3.2 成果应经最终检查合格后方可提交验收。提请验收的成果数据应完整，并按 11.1.2 要求组织。

10.3.3 验收发现的问题、错误、复查的结果应记录在检查记录中。

10.3.4 验收不合格的成果退回处理，并应在修改完善后重新提交验收，重新验收时重新检查成果。验收合格的结果，生产单位应对检查出的错误进行修改，并通过复查核实。

10.3.5 验收工作完成后，应编写检验报告。

### 10.4 检查验收记录与报告编制

10.4.1 检查验收记录包括质量问题及其处理记录等，记录填写应及时、完整、规范、清晰，应有检查人员和复查人员的签名及日期，检验人员对检验记录负责，应在相应位置签署姓名、日期。

10.4.2 各种检查验收记录、检查报告和检验报告随数据成果一起归档。

10.4.3 检查报告、检验报告的内容、格式参照 GB/T 24356。

## 11 成果提交

### 11.1 一般规定

11.1.1 提交的成果资料应包括成果数据和技术设计书、检查报告、技术总结报告、检验报告等。

11.1.2 提交成果宜按照图 3 所示按照分级目录存放，具体结构如下：

- a) 一级目录为数字孪生水利工程名称；
- b) 二级目录一般为 L2 级产品、L3 级产品、矢量数据、三维场景、元数据、相关报告等；
- c) 三级及下一级目录按照成果类型或范围进行组织；
- d) 矢量数据按照行政区划、居民地点、河流水系、水利工程、监测站点、测验断面、水利分区等不同类别组织。



图3 成果组织目录示意图

11.2 提交方式

11.2.1 提交可采用离线和在线两种方式。

11.2.2 涉密数据成果提交应严格执行国家有关保密规定。

11.2.3 非涉密数据成果可通过网络在线方式提交，但应在安全的传输网络中进行。

## 12 数据安全

### 12.1 一般规定

12.1.1 应遵照管理部门的要求对数字孪生水利工程地理信息数据进行数据安全防护。

12.1.2 应严格落实涉密地理信息数据成果保密管理的各项要求，在数据生产、保管、外发、移交过程中，应落实数据安全责任，严防数据安全事件发生，确保国家秘密安全。

12.1.3 应具备有效的应急处理和灾难恢复机制，确保突发事件后迅速恢复数据。

12.1.4 应配合数字孪生水利工程建设单位做好涉密地理信息数据的保密技术处理和非涉密地理信息数据的安全管理。

### 12.2 全过程安全防护要求

12.2.1 在编制技术设计书时，应依据相关规定开展地理信息数据安全定级，明确涉密、核心、重要和一般数据清单，并制定相应的管控措施保障数据安全。

12.2.2 严格进行涉密数据外发管理，涉密数据外发是应签订相关保密承诺书。

12.2.3 数据更新维护时，应严格执行身份认证、权限控制和数据审计，做好数据更新维护中操作信息的登记与管理。

12.2.4 数据生产应在设计书中制定的管控措施下进行，涉密数据应在涉密环境中存储和处理。

附 录 A  
(规范性)  
数字孪生水利工程典型对象数据

数字孪生水利工程典型对象数据分类及其几何类型见表 A. 1。

表 A. 1 对象数据分类及其几何类型

一级类	二级类	几何类型
自然地理	土地利用、下垫面等	面
工程地质	地质钻孔、区域地质、断层、地震带等	点、线、面、体
社会经济	行政区划、行政驻地、居民地点、重点单位、道路交通等	点、线、面
河流水系	河流、湖泊、岸线等	线、面
水利工程	水库、水电站、堤防、控导、险工、水闸、泵站、渠道、蓄滞洪区等	点、线、面
管理分区	流域分区、水资源分区、水功能分区、岸线功能分区、小流域等	面
工程管理范围	管理范围、保护范围、征地移民范围、工程管理分区等	面
地灾隐患	滑坡体、地灾点、险工险段等	点、线、面
监测站点	水文、气象、水质、凌情、沙情、视频、安全监测、灾情监测等站点位置	点
测验断面	水文、水质、泥沙等测验断面位置（线）	线
遥感监测	气象预报格点数据，多光谱、高光谱、雷达等影像数据等	格点、栅格
违章问题	乱占、乱采、乱堆、乱建、非法养殖等违章问题位置、范围	点、面
典型水边线	历史极值水边线、典型洪水水边线、典型期水边线、深泓线等	线
历史灾险情	灾情险情出险点、历史典型洪水洪痕等	点、线
模型结果	水文模型、一维水动力学模型分析结果数据（断面水位过程等时序水位数据）、二维水动力学模型（格网时序淹没水深、到达时间、流速流向）等	时序格网数据
工程建设	在建涉水工程、开口工程等	点、线、面
巡检巡查	无人机、无人船、机器人、人工等巡检巡查线路等	点、线
管道管线	输水管道、输电管道等	点、线
重点对象	重点关注对象位置信息	点、线、面
其他	门岗、岗哨、警示牌、普法牌、界桩点等	点

## 附录 B

### (规范性)

#### 典型业务应用场景中对象数据叠加内容

##### B.1 工程安全

构建的数字孪生水利场景应用在工程安全业务中，应针对工程结构特点、安全隐患与薄弱环节，支撑安全状态预测、安全风险预警、安全状态预演、安全处置预案等需求。工程安全场景应叠加下列对象数据：

- a) 水工建（构）筑物、金属结构及机电设备模型及其基本属性信息；
- b) 水文站、水位站、雨量站等水雨情监测站点位置及监测数据；
- c) 工程安全监测站点及形变、渗流、应力应变等重要物理量实时监测与演化趋势数据；
- d) 工程及其周边缺陷、隐患位置与基本信息；
- e) 工程核心操作区域、核心设备等关键部位视频监控点位及信息。

##### B.2 防洪调度

构建的数字孪生水利场景应用在防洪调度业务中，应统筹考虑水生态、水环境、水安全调配等需要，支撑超前精准预报、灾害预警通报、调度模拟预演、预案优化修正等需求。防洪调度场景应叠加下列对象数据：

- a) 流域气象及来水预报信息；
- b) 流域水文站、水位站、雨量站等水雨情监测站点位置及监测数据；
- c) 工程蓄水、泥沙淤积、水生态水环境、工程运行等实时监测与分析研判数据；
- d) 撤离点、安置点、转移路线、防汛物资、抢险队伍等位置及其基本属性信息；
- e) 典型淹没线、历史洪水淹没影响、工程泄流运用、水量调度等信息。

##### B.3 生产运营

构建的数字孪生水利场景应用在生产运营业务中，应支撑工程布局与结构可视化展示、工程运行状态监控、工程运用调度优化等需求。生产运营场景应叠加下列对象数据：

- a) 水工建（构）筑物、金属结构及机电设备模型及其基本属性信息；
- b) 水文站、水位站、雨量站等水雨情监测站点位置及监测数据；
- c) 工程运用及设备运行状态监控信息；
- d) 工程核心操作区域、核心设备等关键部位视频监控点位及信息；
- e) 工程及其周边缺陷、隐患位置与其基本信息。

##### B.4 巡查管护

构建的数字孪生水利场景应用在巡查管护业务中，应满足确权划界、水政巡查、违章执法、次生灾害监测、安防监控、采砂监管、生态保护等需求。工程巡查管护场景应叠加下列对象数据：

- a) 工程管理范围、岸线功能分区、采砂分区等管理对象的位置及基本属性数据；
- b) 工程重要部位、建筑物和核心生产区等实时在线监控点的位置及其基本属性信息；
- c) 滑坡、塌岸等次生灾害隐患位置及基本属性信息；
- d) 四乱、碍洪等违章事件的位置及基本属性信息；
- e) 机器人巡查、无人机巡查、人工巡查等巡查路线、巡查轨迹及发现问题数据。



**附录 C**  
**(规范性)**  
**遥感监测数据收集要求**

### C.1 多光谱影像

多光谱卫星遥感影像用于大区域三维场景构建、专题信息提取等应用场景时要求如下：

- a) 宜选择侧视角 $< \pm 30^\circ$ 的卫星影像以减少地形和视角效应；
- b) 影像纹理应清晰、光谱信息畸变小，无重影、模糊等现象，重叠区的影像纹理应一致；当影像时相相同或相近时，色彩应趋于一致；当影像时相相距较大，允许存在一定的光谱差异；
- c) 整体区域云量不宜高于 5%，但河道范围等重点区域应无云；
- d) 用于场景构建应选择红、绿、蓝 3 波段真彩色合成影像，为达到真实色彩呈现宜选择最新年份 4-9 月植被茂密期影像；
- e) 提取水边线、河道中心线等专题信息时，应选择近红外、红、绿、蓝 4 波段影像，宜每年汛前汛后各获取一次，具体日期根据工程所在区水文特性而定，可通过波段运算或采用深度学习进行自动提取。

### C.2 高光谱影像

高光谱卫星影像用于水资源分布、水质等专题数据提取等应用场景时要求如下：

- a) 光谱分辨率选择优于 10nm，地面分辨率选择不低于 30m；
- b) 波段一般应均匀分布，且尽量完整覆盖光谱范围，所选波段数量应在可见光、近红外和短波红外谱段总数中分别选取，比例不少于 3%；
- c) 影像应清晰，整体云量不高于 5%，但重要地物无云层覆盖；
- d) 多景影像时相应相近；
- e) 同一轨道内和不同轨道间相邻影像条带内或条带间影像重叠度应不少于 4%。在山区等特殊情况下，重叠区域的要求可以适度降低，但不得低于 2%；
- f) 侧视角一般宜 $< 15^\circ$ ，平原地区侧视角不应超过 $25^\circ$ ，山区则不应超过 $20^\circ$ ；
- g) 数据应满足特定光谱性能要求，包括波段响应函数、辐射校正和大气校正，以确保数据的光谱精度。

### C.3 立体像对

立体像对用于非核心区 L2 级 DEM 等数据生产时要求如下：

- a) 选择时相较新的全色和多光谱卫星立体影像，其影像时相宜一致或相近；同时收集与影像相关的星历、姿态角等精密参数；
- a) 重叠区域应不少于 4%。山区，重叠区域的要求可以适度降低，但不得低于 2%；
- b) 侧视角一般宜 $< 15^\circ$ ，平原地区侧视角不应超过 $25^\circ$ ，山区则不应超过 $20^\circ$ ；
- c) 立体像对云层遮挡地表信息宜不大于 5%，但云层不能覆盖重要水利工程；
- d) 立体像对宜地物清晰、层次丰富、纹理清晰、反差适中、色调正常；
- e) 立体像对影像分辨率根据数据采集对象设定，一般应优于 1m。

### C.4 InSAR 数据

InSAR 数据用于水利工程安全监测等应用时要求如下：

- a) 选取数据需考虑监测对象的变形量值、位移方向、地形坡度、时序变形特征、监测精度具体因素，宜选同极化数据，次选交叉极化数据；

- b) 宜选择雷达视线向与最大位移方向夹角最小，距离向分辨率为监测最小目标主要尺寸 1/5 到 1/20 之间的数据；
- c) InSAR 监测精度与数据地面分辨率、数据类型、数据量及监测精度应满足下列规定：
  - 1) 当分析形变对象空间分布时，地面分辨率宜优于 20m，每年不少于 4 期；
  - 2) 当分析形变对象变形规律时，地面分辨率宜优于 15m，每年不少于 12 期。
- d) 当监测对象最大变形量超过最大变形梯度 D 时，应从增大雷达波长、缩短重访周期、增加像元地面分辨率考虑更换数据，最大变形梯度 D 计算见公式 C.1，

$$D = \frac{N-1}{4} * \lambda \dots\dots\dots (C.1)$$

- 式中：度 D 为最大变形梯度，N 为雷达一年内最大重复次数，λ 为雷达波长；
- e) 数据覆盖范围应大于监测范围，且不同景数据间不能存在漏洞；
  - f) 如采用同期相邻轨道数据，相邻两轨的 InSAR 观测应在重叠区选择同一参考基点，重叠区内二者变形量相关系数宜大于 0.95，最小不能低于 0.85；
  - g) 用于辅助分析的 DEM 数据应满足下列要求：
    - 1) DEM 数据在空间上应保持一致，无跳变和空洞；
    - 2) DEM 数据现势性应与 InSAR 数据时相接近；
    - 3) 宜选择地面分辨率优于 InSAR 数据分辨率的 DEM 数据。

C.5 SAR 数据

SAR 数据用于洪涝灾害监测、水体变化监测等应用场景时要求如下：

- a) 宜优先选择分辨率高、重访周期短的多极化数据；
- b) 提取水体前需经过轨道校正、热噪声去除、辐射定标、滤波、地形校正等预处理过程；
- c) 利用阈值法自动提取水域时，应考虑不同区域的 SAR 数据特征、区域地形和多光谱干扰，宜划分子区域并合理设置阈值；
- d) 引入 DEM 数据和光学影像等辅助分析时，辅助数据的地面分辨率应优于 SAR 数据，且时相接近。

附录 D  
(资料性)  
成果元数据

DOM 元数据示例见表 D.1。

表 D.1 DOM 元数据

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
1	成果名称	数据的名称，一般应包含数据所属行政区域或数据功能主题等信息	字符型		必选项	数字正射影像图DOM
2	图名	成果对应图幅的名称，通常为图幅覆盖范围内最大居民地名称或其他地理名称	字符型		可选项	×××
3	数据文件名	电子版数据文件的全称	字符型		可选项	DOM_J50G090004_202208_020.TIF
4	图幅号	成果的图幅编号	字符型		条件项（数据为标准分幅/行政区划分幅/自然流域分幅/水利工程分幅时）	J50G090004 130427 CH XLD
5	密级	成果保密程度的等级，分为绝密、机密、秘密、内部和无密级5个等级	字符型	绝密、机密、秘密、内部、无密级	条件项（内部/公开）	内部
6	地形类别		字符型	平地、丘陵、山地、高山地	必选项	丘陵
7	数据格式	成果的数据存储格式	字符型		必选项	TIFF
8	数据量	成果的数据量大小，单位为兆字节(MB)或千兆字节(GB)，取至小数点后一位	数值型	MB、GB	必选项	570.2
9	分幅方式		字符型	矩形分幅、梯形分幅、行政区划分幅、自然流域分幅、其他分幅	必选项	梯形分幅

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
10	成果是否加带号	成果坐标值是否包含带号信息	字符型	是、否	条件项（成果为投影数据时必选）	否
11	经度范围		字符型	DDMMSS-DDMMSS	必选项	1141115-1141500
12	纬度范围		字符型	DDMMSS-DDMMSS	必选项	361500-361730
13	无值区数值		数值型		条件项（数据存在无值区时必选）	0
14	影像地面分辨率		数值型	单位：m	必选项	0.8
15	大地坐标系统	成果所采用的大地基准名称	字符型	2000国家大地坐标系	必选项	2000国家大地坐标系
16	数据投影	成果所采用的投影的名称	字符型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	高斯-克吕格投影
17	中央子午线	数据所采用的投影的中央子午线	数值型	单位：°	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	114
18	分带方式	成果所采用的投影的分带方式	字符型	3°分带、6°分带	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	3°分带
19	投影带号	成果所在区域对应的高斯-克吕格投影带号	数值型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	38
20	坐标单位	成果使用的坐标单位，通常为度(°)或者米(m)	字符型	°、m	必选项	°
21	数据源类型	生产使用的主要数据源类型名称。有多项数据来源时，按照数据的主次顺序排列，并用“/”隔开	字符型		必选项	数字航空影像
22	主要数据源现势性	主要数据源的获取日期，与最新数据源获取时间保持一致	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
23	生产方法	数据生产(或更新)使用的主要方法	字符型		必选项	航天摄影测量
24	生产单位	生产或更新成果的单位全称	字符型		必选项	××××××××××
25	生产日期	数据生产完成的时间，精确到日	数值型	YYYYMMDD	必选项	20221101
26	航摄仪类型		字符型		条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	UltraCam Xp-wa
27	平均航高	摄影平台至摄影分区基准面的平均垂直距离，单位为米(m)	数值型	单位：m	条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	2000
28	航摄影像色彩模式		字符型	单色、彩色	条件项（使用航空摄影	彩色

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
					测量方法时为必选)	
29	航摄影像地面分辨率		数值型	单位: m	条件项(使用航空摄影 测量方法时为必选)	0.2
30	航摄仪焦距		字符型		条件项(使用航空摄影 测量方法时为必选)	70.5mm
31	航摄仪像元大小		字符型		条件项(使用航空摄影 测量方法时为必选)	6 μ m
32	航摄单位		字符型		条件项(使用航空摄影 测量方法时为必选)	××××××××××
33	遥感传感器类型		字符型		条件项(使用航天摄影 测量方法时为必选)	GF2
34	遥感传感器色彩模式	卫星遥感数据的色彩模式	字符型	单色、彩色	条件项(使用航天摄影 测量方法时为必选)	彩色
35	卫星影像地面分辨率		数值型	单位: m	条件项(使用航天摄影 测量方法时为必选)	0.8
36	波段数量	获取多光谱数据所使用的传感器的波段数量	数值型		必选项	3
37	所用DEM格网尺寸	生产使用的DEM的格网尺寸, 单位为米(m)	数值型	单位: m	必选项	5
38	影像纠正生产方法	影像纠正所采用的生产方法	字符型		可选项	单片纠正
39	正射纠正软件	影像纠正所采用的生产软件	字符型		可选项	XXX
40	重采样方法	重采样方法名称	字符型		可选项	双线性
41	平面控制作业方法	平面控制采用的作业方法名称	字符型		可选项	GNSS测量
42	高程控制作业方法	高程控制采用的作业方法名称	字符型		可选项	GNSS测量
43	控制测量时间	控制测量完成的时间, 精确到日	字符型		可选项	20220801
44	控制测量单位	执行控制测量的单位全称	字符型		可选项	××××××××××
45	完整性	成果数据文件和附件的完整性, 分为符合和不符合两种	字符型	符合、不符合	必选项	符合
46	质检日期	成果质量检查与验收的日期, 精确到日	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220810

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
47	质检单位	成果质量检查与验收的承担单位的全称	字符型		必选项	××××××××
48	质量总评价	成果质量检查与验收的总体评价,分为优、良、合格、不合格四种	字符型	优、良、合格、不合格	必选项	优
49	平面位置中误差	成果经检测得出的平面位置中误差,单位为米(m)	数值型	单位: m	必选项	7.5
50	所有权单位名称	拥有产品所有权的具有法人资格的单位全称	字符型		必选项	××××××
51	所有权单位地址	拥有产品所有权单位的通讯地址	字符型		必选项	××市××区××路××号
52	所有权单位电话	拥有产品所有权单位的电话号码	字符型		必选项	(×××)××××××××
53	所有权单位邮箱	拥有产品所有权单位的电子邮箱	字符型		必选项	××××@××××××

DSM/DEM/HDEM 元数据示例见表 D. 2。

表 D. 2 DSM/DEM/HDEM 元数据

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
1	成果名称	数据的名称，一般应包含数据所属行政区域或数据功能主题等信息	字符型		必选项	数字高程DEM
2	图名	成果对应图幅的名称，通常为图幅覆盖范围内最大居民地名称或其他地理名称	字符型		可选项	×××
3	数据文件名	电子版数据文件的全称	字符型		可选项	DEM_J50G090004_202208_020.TIF
4	图幅号	成果的图幅编号	字符型		条件项（数据为标准分幅/行政区划分幅/自然流域分幅/水利工程分幅时）	J50G090004 130427 CH XLD
5	密级	成果保密程度的等级，分为绝密、机密、秘密、内部和无密级5个等级	字符型	绝密、机密、秘密、内部、无密级	条件项（内部/公开）	内部
6	地形类别		字符型	平地、丘陵、山地、高山地	必选项	丘陵
7	数据格式	成果的数据存储格式	字符型		必选项	TIFF
8	数据量	成果的数据量大小, 单位为兆字节(MB)或千兆字节（GB），取至小数点后一位	数值型	MB、GB	必选项	20.0
9	分幅方式		字符型	矩形分幅、梯形分幅、行政区划分幅、自然流域分幅、其他分幅	必选项	梯形分幅
10	成果是否加带号	成果坐标值是否包含带号信息	字符型	是、否	条件项（成果为投影数据时必选）	否
11	经度范围		字符型	DDMMSS-DDMMSS	必选项	1141115-1141500
12	纬度范围		字符型	DDMMSS-DDMMSS	必选项	361500-361730
13	无值区数值		数值型		条件项（数据存在无值区时必选）	-9999

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
14	格网单元尺寸		字符型		必选项	5, 5
15	格网排列方式		字符型		必选项	从左至右, 从上至下
16	格网行号		数值型		必选项	967
17	格网列号		数值型		必选项	1090
18	高程值的小数位数		数值型		必选项	2
19	大地坐标系统	成果所采用的大地基准名称	字符型	2000国家大地坐标系	必选项	2000国家大地坐标系
20	数据投影	成果所采用的投影的名称	字符型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	高斯-克吕格投影
21	中央子午线	数据所采用的投影的中央子午线	数值型	单位: °	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	114
22	分带方式	成果所采用的投影的分带方式	字符型	3° 分带、6° 分带	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	3° 分带
23	投影带号	成果所在区域对应的高斯-克吕格投影带号	数值型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	38
24	坐标单位	成果使用的坐标单位, 通常为度(°)或者米(m)	字符型	°、m	必选项	°
25	高程基准	成果所采用的高程基准名称	字符型	1985国家高程基准	必选项	1985国家高程基准
26	数据源类型	生产使用的主要数据源类型名称。有多项数据来源时, 按照数据的主次顺序排列, 并用“/”隔开	字符型		必选项	数字航空影像
27	主要数据源现势性	主要数据源的获取日期, 与最新数据源获取日期保持一致	数值型	YYYYMMDD	必选项	20100711
28	生产方法	数据生产(或更新)使用的主要方法	字符型		必选项	航空摄影测量
29	生产单位	生产或更新成果的单位全称	字符型		必选项	××××××××××
30	生产日期	数据生产完成的时间, 精确到日	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
31	航摄仪类型		字符型		条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	UltraCam Xp-wa
32	平均航高	摄影平台至摄影分区基准面的平均垂直距离, 单位为米(m)	数值型	单位: m	条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	2000



序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
33	航摄影像色彩模式		字符型	单色、彩色	条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	彩色
34	航摄影像地面分辨率		数值型	单位：m	条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	0.2
35	航摄仪焦距		字符型		条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	70.5mm
36	航摄仪像元大小		字符型		条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	6 μm
37	航摄单位		字符型		条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	××××××××
38	遥感传感器类型		字符型		条件项（使用航天摄影测量方法时为必选）	Worldview-2
39	遥感传感器色彩模式	卫星遥感数据的色彩模式	字符型	单色、彩色	条件项（使用航天摄影测量方法时为必选）	彩色
40	卫星影像地面分辨率		数值型	单位：m	条件项（使用航天摄影测量方法时为必选）	0.5
41	内插方法	生产DEM时内插高程点所使用的内插方法	字符型		可选项	双线性内插
42	平面控制作业方法	平面控制采用的作业方法名称	字符型		可选项	GNSS测量
43	高程控制作业方法	高程控制采用的作业方法名称	字符型		可选项	GNSS测量
44	控制测量时间	控制测量完成的时间，精确到日	字符型		可选项	20100206
45	控制测量单位	执行控制测量的单位全称	字符型		可选项	××××××××××××
46	完整性	成果数据文件和附件的完整性，分为符合和不符合两种	字符型	符合、不符合	必选项	符合
47	质检日期	成果质量检查与验收的日期，精确到日	数值型	YYYYMMDD	必选项	20101102
48	质检单位	成果质量检查与验收的承担单位的全称	字符型		必选项	××××××××××
49	质量总评价	成果质量检查与验收的总体评价，分为优、良、合格、不合格四种	字符型	优、良、合格、不合格	必选项	优
50	高程中误差	成果经检测得出的高程中误差，单位为米(m)	数值型		必选项	0.4
51	所有权单位名称	拥有产品所有权的具有法人资格的单位全称	字符型		必选项	××××××

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
52	所有权单位地址	拥有产品所有权单位的通讯地址	字符型		必选项	××市××区××路××号
53	所有权单位电话	拥有产品所有权单位的电话号码	字符型		必选项	(×××) ××××××××
54	所有权单位邮箱	拥有产品所有权单位的电子邮箱	字符型		必选项	××××@××××××

倾斜摄影模型元数据示例见表 D. 3

表 D. 3 倾斜摄影模型元数据

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
1	成果名称	数据的名称，一般应包含数据所属行政区域或数据功能主题等信息	字符型		必选项	×××××倾斜摄影模型/单体模型
2	图名	成果对应图幅的名称，通常为图幅覆盖范围内最大居民地名称或其他地理名称	字符型		可选项	×××
3	数据文件名称	电子版数据文件的全称	字符型		可选项	QXSY_岳城坝址区01_202208_03.osgb
4	图幅号	成果的图幅编号	字符型		条件项（数据为标准分幅/行政区划分幅/自然流域分幅/水利工程分幅时）	J50G090004 130427 CH XLD
5	密级	成果保密程度的等级，分为绝密、机密、秘密、内部和无密级5个等级	字符型	绝密、机密、秘密、内部、无密级	条件项（内部/公开）	内部
6	地形类别		字符型	平地、丘陵、山地、高山地	必选项	丘陵地
7	数据格式	成果的数据存储格式	字符型		必选项	OSGB
8	数据量	成果的数据量大小, 单位为兆字节(MB)或千兆字节(GB)，取至小数点后一位	数值型	MB、GB	必选项	2. 8
9	数据范围	数据覆盖区域面积	数值型	单位：km <sup>2</sup>	可选项	5
10	经度范围		字符型	DDDMSS-DDDMSS	必选项	1141115-1141500
11	纬度范围		字符型	DDMMSS-DDMMSS	必选项	361500-361730
12	高度范围		字符型		可选项	130m-170m
13	成果是否加带号	成果坐标值是否包含带号信息	字符型	是、否	条件项（成果为投影数据时必选）	否
14	数据摘要	数据摘要，对数据基本情况的简要描述	字符型		可选项	×××××××××××××××× ×

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
15	金字塔结构		字符型		可选项	第一层按50m×50m进行分块组织，从第二层开始按四叉树结构进行剖分
16	大地坐标系统		字符型	2000国家大地坐标系	必选项	2000国家大地坐标系
17	坐标单位	成果使用的坐标单位，通常为度(°)或者米(m)	字符型	°、m	必选项	m
18	数据投影	成果所采用的投影的名称	字符型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	高斯-克吕格投影
19	中央子午线	数据所采用的投影的中央子午线	数值型	单位：°	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	114
20	分带方式	成果所采用的投影的分带方式	字符型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	3度带
21	投影带号	成果所在区域对应的高斯-克吕格投影带号	数值型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	38
22	高程基准	成果所采用的高程基准名称	字符型	1985国家高程基准	必选项	1985国家高程基准
23	中心点坐标		字符型		必选项	518627.072, 4015357.437
24	数据源类型	生产使用的主要数据源类型名称。有多项数据来源时,按照数据的主次顺序排列,并用“/”隔开	字符型		必选项	航片
25	主要数据源现势性	主要数据源的获取日期,与最新数据源获取日期保持一致	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
26	生产单位	生产或更新成果的单位全称	字符型		必选项	××××××××
27	生产日期	数据生产完成的时间,精确到日	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
28	平面控制作业方法	平面控制采用的作业方法名称	字符型		可选项	GNSS测量
29	高程控制作业方法	高程控制采用的作业方法名称	字符型		可选项	GNSS测量
30	控制测量时间	控制测量完成的时间,精确到日	字符型		可选项	20220801
31	控制测量单位	执行控制测量的单位全称	字符型		可选项	××××××××××××
32	建模软件		字符型		可选项	Smart3D 2019
33	载体平台类型		字符型		可选项	无人机

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
34	载体平台型号		字符型		可选项	纵横CW30
35	数字航摄仪型号		字符型		条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	塞尔102S倾斜相机
36	航摄影像色彩模式		字符型	单色、彩色	条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	彩色
37	航摄影像地面分辨率		数值型	单位：m	条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	0.08
38	航摄仪焦距		字符型		条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	下视25mm，侧视35mm
39	航摄仪 CCD尺寸		字符型		条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	3.9 μm
40	航摄单位		字符型		条件项（使用航空摄影测量方法时为必选）	××××××××××
41	像控点个数		数值型		必选项	15
42	检查点个数		数值型		必选项	5
43	平均航高	摄影平台至摄影分区基准面的平均垂直距离，单位为米(m)	数值型	单位：m	必选项	340
44	平均速度	飞机、机动车等设备载体相对于地面运动的平均速度，单位为米/秒(m/s)	数值型	单位：m/s	必选项	8
45	完整性	成果数据文件和附件的完整性，分为符合和不符合两种	字符型	符合、不符合	必选项	符合
46	质检日期	成果质量检查与验收的日期，精确到日	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
47	质检单位	成果质量检查与验收的承担单位的全称	字符型		必选项	××××××××××
48	质量总评价	成果质量检查与验收的总体评价，分为优、良、合格、不合格四种	字符型	优、良、合格、不合格	必选项	优
49	平面位置中误差	成果经检测得出的平面位置中误差，单位为米(m)	数值型	单位：m	必选项	0.3
50	高程中误差	成果经检测得出的高程中误差，单位为米(m)	数值型	单位：m	必选项	0.35
51	所有权单位名称	拥有产品所有权的具有法人资格的单位全称	字符型		必选项	××××××

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
52	所有权单位地址	拥有产品所有权单位的通讯地址	字符型		必选项	××市××区××路××号
53	所有权单位电话	拥有产品所有权单位的电话号码	字符型		必选项	(×××)××××××××
54	所有权单位邮箱	拥有产品所有权单位的电子邮箱	字符型		必选项	××××@××××××

激光点云元数据示例见表 D. 4。

表 D. 4 激光点云元数据

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
1	成果名称	数据的名称，一般应包含数据所属行政区域或数据功能主题等信息	字符型		必选项	×××××激光点云模型
2	图名	成果对应图幅的名称，通常为图幅覆盖范围内最大居民地名称或其他地理名称	字符型		可选项	×××
3	数据文件名	电子版数据文件的全称	字符型		可选项	LAS_202208_04.LAS
4	图幅号	成果的图幅编号	字符型		条件项（数据为标准分幅/行政区划分幅/自然流域分幅/水利工程分幅时）	J50G090004 130427 CH XLD
5	密级	成果保密程度的等级，分为绝密、机密、秘密、内部和无密级5个等级	字符型	绝密、机密、秘密、内部、无密级	条件项（内部/公开）	内部
6	地形类别		字符型	平地、丘陵、山地、高山地	必选项	丘陵
7	数据格式	成果的数据存储格式	字符型		必选项	LAS
8	点云分幅方式		字符型	矩形分幅、梯形分幅、行政区划分幅、自然流域分幅、其他分幅	必选项	梯形分幅
9	数据量	成果的数据量大小, 单位为兆字节 (MB) 或千兆字节 (GB)，取至小数点后一位	数值型	MB、GB	必选项	2.0
10	数据范围	数据覆盖区域面积	数值型	单位：km <sup>2</sup>	可选项	25.0
11	经度范围		字符型	DDDMSS-DDDMSS	必选项	1141115-1141500
12	纬度范围		字符型	DDMMSS-DDMMSS	必选项	361500-361730
13	高度范围		字符型		必选项	130m-170m

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
14	成果是否加带号	成果坐标值是否包含带号信息	字符型	是、否	条件项（成果为投影数据时必选）	否
15	金字塔结构		字符型		可选项	八叉树
16	平均点间隔		字符型		必选项	1m
17	点云密度		字符型	单位：p/m <sup>2</sup>	必选项	1p/m <sup>2</sup>
18	点云数量		数值型		可选项	254646547
19	大地坐标系统		字符型	2000国家大地坐标系	必选项	2000国家大地坐标系
20	坐标单位	成果使用的坐标单位，通常为度(°)或者米(m)	字符型	°、m	必选项	m
21	数据投影	成果所采用的投影的名称	字符型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	高斯-克吕格投影
22	中央子午线	数据所采用的投影的中央子午线	数值型	单位：°	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	114
23	分带方式	成果所采用的投影的分带方式	字符型	3°分带、6°分带	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	3°分带
24	投影带号	成果所在区域对应的高斯-克吕格投影带号	数值型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	38
25	高程基准	成果所采用的高程基准名称	字符型	1985国家高程基准	必选项	1985国家高程基准
26	主要数据源现势性	主要数据源的获取日期，与最新数据源获取日期保持一致	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
27	生产单位	生产或更新成果的单位全称	字符型		必选项	××××××××
28	生产日期	数据生产完成的时间，精确到日	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
29	建模软件		字符型		可选项	Terrasolid 2019
30	平面控制作业方法	平面控制采用的作业方法名称	字符型		可选项	GNSS测量
31	高程控制作业方法	高程控制采用的作业方法名称	字符型		可选项	GNSS测量
32	控制测量时间	控制测量完成的时间，精确到日	字符型		可选项	20220801
33	控制测量单位	执行控制测量的单位全称	字符型		可选项	××××××××××××



序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
34	载体平台类型		字符型		可选项	无人机
35	载体平台型号		字符型		可选项	纵横CW-25E
36	扫描系统型号		字符型		可选项	RieglVU×ILR
37	视场角	机载激光雷达获取数据的最大角度,单位为度(°)	数值型	单位:°	条件项(使用机载激光雷达方法时为必选)	330
38	扫描频率	机载激光雷达一秒内进行的扫描次数,单位为千赫兹(kHz)	数值型	单位: kHz	条件项(使用机载激光雷达方法时为必选)	820
39	最大测距范围		数值型	单位: m	条件项(使用机载激光雷达方法时为必选)	1350
40	颜色		字符型		可选项	真彩色
41	灰度		字符型		可选项	无
42	反射率		字符型		可选项	有
43	完整性	成果数据文件和附件的完整性,分为符合和不符合两种	字符型	符合、不符合	必选项	符合
44	质检日期	成果质量检查与验收的承担单位的全称	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
45	质检单位	成果质量检查与验收的日期,精确到日	字符型		必选项	××××××××××
46	质量总评价	成果质量检查与验收的总体评价,分为优、良、合格、不合格四种	字符型	优、良、合格、不合格	必选项	优
47	平面位置中误差	成果经检测得出的平面位置中误差,单位为米(m)	数值型	单位: m	必选项	0.8
48	高程中误差	成果经检测得出的高程中误差,单位为米(m)	数值型	单位: m	必选项	0.3
49	所有权单位名称	拥有产品所有权的具有法人资格的单位全称	字符型		必选项	××××××
50	所有权单位地址	拥有产品所有权单位的通讯地址	字符型		必选项	××市××区××路××号
51	所有权单位电话	拥有产品所有权单位的电话号码	字符型		必选项	(×××)××××××××
52	所有权单位邮箱	拥有产品所有权单位的电子邮箱	字符型		必选项	×××××@××××××

BIM 模型元数据示例见表 D. 5。

表 D. 5 BIM 元数据

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
1	成果名称	数据的名称，一般应包含数据所属行政区域或数据功能主题等信息	字符型		必选项	×××工程BIM数据
2	数据内容		字符型		必选项	数据中包含××工程主坝、厂房、××、××等建筑物的模型、图纸、工程特性表、工程量清单、模型变更表等内容
3	密级	成果保密程度的等级，分为绝密、机密、秘密、内部和无密级5个等级	字符型		条件项（内部/公开）	内部
4	分类方法		字符型		必选项	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
5	数据格式	成果的数据存储格式	字符型		必选项	ifc、rvt、dwg、fbx、obj、3dxml
6	数据量	成果的数据量大小,单位为兆字节(MB)或千兆字节(GB)，取至小数点后一位	数值型	MB、GB	必选项	20.0
7	模型原点X坐标	数据采用的坐标系原点X坐标	数值型	单位：m	必选项	421345.127
8	模型原点Y坐标	数据采用的坐标系原点Y坐标	数值型	单位：m	必选项	2542725.335
9	坐标单位	成果使用的坐标单位，通常为度(°)或者米(m)	字符型	°、m	必选项	度
10	模型局部坐标系旋转角度		字符型		必选项	绕z轴逆时针旋转30°
11	模型原点高程		数值型	单位：m	必选项	10.519
12	大地坐标系统	成果所采用的大地基准名称	字符型	2000国家大地坐标系	必选项	2000国家大地坐标系
13	中央子午线	数据所采用的投影的中央子午线	数值型	单位：°	必选项	114
14	分带方式	成果所采用的投影的分带方式	字符型	3°分带、6°分带	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必须填）	3°分带

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
15	投影带号	成果所在区域对应的高斯-克吕格投影带号	数值型	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	必选项	38
16	高程基准	成果所采用的高程基准名称	字符型	1985国家高程基准	必选项	1985国家高程基准
17	生产单位	生产或更新成果的单位全称	字符型		必选项	××××××××××
18	生产日期	数据生产完成的时间，精确到日	字符型	YYYYMMDD	必选项	20210801
19	建模软件名称		字符型		必选项	Bentley MicroStation Connect Edition
20	建模软件版本		字符型		必选项	Update 17
21	质检日期	成果质量检查与验收的日期，精确到日	数值型	YYYYMM-DD	必选项	20220801
22	质检单位	成果质量检查与验收的承担单位的全称	字符型		必选项	××××××××××××
23	质量总评价	成果质量检查与验收的总体评价, 分为优、良、合格、不合格四种	字符型	优、良、合格、不合格	必选项	合格
24	模型精细度		字符型	LOD1.0、LOD2.0、LOD3.0、LOD4.0	必选项	关键机电设备LOD3.0，其它LOD2.0
25	几何精度等级	模型几何表达真实性和精确性	字符型	G1、G2、G3、G4	必选项	关键机电设备G3，其它G2
26	信息深度等级	模型单元承载属性信息详细程度	字符型	N1、N2、N3、N4	必选项	关键机电设备N3，其它N2
27	用途		字符型		可选项	数字孪生流域数据底板
28	所有权单位名称	拥有产品所有权的具有法人资格的单位全称	字符型		必选项	××××××
29	所有权单位地址	拥有产品所有权单位的通讯地址	字符型		必选项	××市××区××路××号
30	所有权单位电话	拥有产品所有权单位的电话号码	字符型		必选项	(×××) ××××××××
31	所有权单位邮箱	拥有产品所有权单位的电子邮箱	字符型		必选项	×××××@××××××

对象数据元数据示例见表 D. 6

表 D. 6 对象数据元数据

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束条件	填写示例
1	数据名称	数据的名称，一般应包含数据所属行政区域或数据功能主题等信息	字符型		必选项	监测站点
2	产品代号	基础地理信息数字成果标准中所规定的分类代号	字符型		0	HL0001；SL0001；XX0001
3	图名	成果对应图幅的名称，通常为图幅覆盖范围内最大居民地名称或其他地理名称	字符型		0	江北市水系
4	图号	成果的图幅编号	字符型		条件项（数据为标准分幅时必须填）	H48G045036
5	比例尺	成果比例尺	数值型		必选项	1:10000
6	出版日期	数据成果出版时间，精确到日	数值型	YYYYMMDD	0	20221101
7	更新日期	数据更新的日期，精确到日	数值型	YYYYMMDD	0	20221101
8	生产方法	数据生产(或更新)使用的主要方法	字符型		必选项	全数字摄影测量
9	数据版本	成果的版本号，通常包含生产完成的日期信息	字符型		0	V1.0
10	要素分类编码标准	要素分类编码所采用的标准编号	字符型		0	GB/T 13923-2006
11	元数据创建日期	元数据创建的时间，精确到日	数值型	YYYYMMDD	0	20220101
12	完整性	成果数据文件和附件的完整性，分为符合和不符合两种	字符型	符合、不符合		符合
13	数据完整性描述	数据完整程度的具体描述	字符型		0	内容齐全/缺失 XX 图层/缺失 XX 要素/缺失 XX 要素的 XX 属性
14	经度范围	经度范围	字符型	DDDMSS-DDDMSS	必选项	1141115-1141500
15	纬度范围	纬度范围	字符型	DDMMSS-DDMMSS	必选项	361500-361730
16	坐标单位	成果使用的坐标单位，通常为度(°)或者米(m)	字符型	°、m	必选项	m

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束条件	填写示例
17	密级	成果保密程度的等级，分为绝密、机密、秘密、内部和无密级 5 个等级	字符型	绝密、机密、秘密、内部、无密级	必选项	内部
18	数据文件名	电子版数据文件的全称	字符型		必选项	河流.SHP
19	数据格式	成果的数据存储格式	字符型		必选项	Shapefile
20	数据量	成果的数据量大小, 单位为兆字节(MB)或千兆字节(GB)，取至小数点后一位	数值型	MB、GB	必选项	10.8
21	大地坐标系	成果所采用的大地基准名称	字符型	2000 国家大地坐标系	必选项	2000 国家大地坐标系
22	数据投影	成果所采用的投影的名称	字符型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	高斯-克吕格投影
23	中央子午线	数据所采用的投影中央子午线	数值型	单位：°	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	114
24	产品是否加带号	成果坐标值是否包含带号信息	字符型	是、否	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	是
25	分带方式	成果所采用的投影的分带方式	字符型	3° 分带、6° 分带	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	3° 分带
26	投影带号	成果所在区域对应的高斯-克吕格投影带号	数值型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	38
27	高程基准	成果所采用的高程基准名称	字符型	1985 国家高程基准	必选项	1985 国家高程基准
28	数据源类型	生产使用的主要数据源类型名称。有多项数据来源时, 按照数据的主次顺序排列, 并用“/”隔开	字符型		必选项	“卫片”；“航片”；“影像地图”；“野外数据”；“分版图”；“DEM”
29	分辨率	影像一个像素所对应的地面尺寸，单位为米(m)		单位：m		2
30	总层数	数据的图层总数	数值型		0	2
31	层名	数据的图层名称	字符型		0	HYDA
32	数据来源	数据提供单位全称	字符型		0	
33	生产单位	生产或更新成果的单位全称	字符型		必选项	xxxxxxxxxxxx 公司
34	数据出版单位	数据出版单位的全称	字符型		0	××××××××

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束条件	填写示例
35	质检日期	质检日期	质检日期	质检日期	质检日期	质检日期
36	质检单位	质检单位	质检单位	质检单位	质检单位	质检单位
37	质量总评价	成果质量检查与验收的总体评价,分为优、良、合格、不合格四种	字符型	优、良、合格、不合格	必选项	合格
38	产品所有权单位名称	拥有产品所有权的具有法人资格的单位全称	字符型		必选项	××××××××
39	产品所有权单位地址	拥有产品所有权单位的通讯地址	字符型		必选项	××市××区××路××号
40	产品所有权单位电话	拥有产品所有权单位的电话号码	字符型		必选项	(××××) ××××××××
41	产品所有权单位邮箱	拥有产品所有权单位的电子邮箱	字符型		必选项	××××@××××××

水下地形数据元数据示例见表 D. 7。

表 D. 7 水下地形元数据

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
1	成果名称	数据的名称，一般应包含数据所属行政区域或数据功能主题等信息	字符型		必选项	水下地形DEM
2	图名	成果对应图幅的名称，通常为图幅覆盖范围内最大居民地名称或其他地理名称	字符型		可选项	×××
3	数据文件名	电子版数据文件的全称	字符型		可选项	AUT_J50G090004_202208_20.TIF
4	图幅号	成果的图幅编号	字符型		条件项（数据为标准分幅/行政区划分幅/自然流域分幅/水利工程分幅时）	J50G090004 130427 CH XLD
5	密级	成果保密程度的等级，分为绝密、机密、秘密、内部和无密级5个等级	字符型		条件项（内部/公开）	内部
6	地形类别		字符型	平地、丘陵、山地、高山地	必选项	山地
7	数据格式	成果的数据存储格式	字符型		必选项	TIFF
8	数据量	成果的数据量大小，单位为兆字节 (MB) 或千兆字节 (GB)，取至小数点后一位	数值型	单位：MB	必选项	50
9	分幅方式		字符型	矩形分幅、梯形分幅、行政区划分幅、自然流域分幅、其他分幅	必选项	梯形分幅
10	成果是否加带号	成果坐标值是否包含带号信息	字符型	是、否	条件项（成果为投影数据时必选）	否
11	经度范围		字符型	DDDMSS-DDDMSS	必选项	1141115-1141500
12	纬度范围		字符型	DDMMSS-DDMMSS	必选项	361500-361730
13	无值区数值		数值型		条件项（数据存在无值区时必选）	-9999

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
14	格网单元尺寸		字符型		必选项	5, 5
15	格网排列方式		字符型		必选项	从左至右, 从上至下
16	格网行号		数值型		必选项	967
17	格网列号		数值型		必选项	1090
18	高程值的小数点位数		数值型		必选项	1
19	大地坐标系统	成果所采用的大地基准名称	字符型	2000国家大地坐标系	必选项	2000国家大地坐标系
20	数据投影	成果所采用的投影的名称	字符型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	高斯-克吕格投影
21	中央子午线	数据所采用的投影的中央子午线	数值型	单位：°	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	114
22	分带方式	成果所采用的投影的分带方式	字符型	3° 分带、6° 分带	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	3° 分带
23	投影带号	成果所在区域对应的高斯-克吕格投影带号	数值型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	38
24	坐标单位	成果使用的坐标单位，通常为度(°)或者米(m)	字符型	°、m	必选项	m
25	高程基准	成果所采用的高程基准名称	字符型	1985国家高程基准	必选项	1985国家高程基准
26	主要数据源现势性	主要数据源的获取日期，与最新数据源获取日期保持一致	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
27	生产方法	数据生产(或更新)使用的主要方法	字符型		必选项	水下地形测量
28	生产单位	生产或更新成果的单位全称	字符型		必选项	××××××××××
29	生产日期	数据生产完成的时间，精确到日	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
30	测深设备类型		字符型		条件项（采用非人工测量方法时为必选）	单波束测深仪
31	内插方法	生产水下地形时内插高程点所使用的内插方法	字符型		可选项	双线性内插
32	平面控制作业方法	平面控制采用的作业方法名称	字符型		可选项	GNSS测量
33	高程控制作业方法	高程控制采用的作业方法名称	字符型		可选项	GNSS测量



序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
34	控制测量时间	控制测量完成的时间，精确到日	字符型		可选项	20220801
35	控制测量单位	执行控制测量的单位全称	字符型		可选项	××××××××××××
36	完整性	成果数据文件和附件的完整性，分为符合和不符合两种	字符型	符合、不符合	必选项	符合
37	质检日期	成果质量检查与验收的日期，精确到日	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
38	质检单位	成果质量检查与验收的承担单位的全称	字符型		必选项	××××××××××
39	质量总评价	成果质量检查与验收的总体评价, 分为优、良、合格、不合格四种	字符型	优、良、合格、不合格	必选项	优
40	高程中误差	成果经检测得出的高程中误差	数值型	单位: m	必选项	6.7
41	所有权单位名称	拥有产品所有权的具有法人资格的单位全称	字符型		必选项	××××××
42	所有权单位地址	拥有产品所有权单位的通讯地址	字符型		必选项	××市××区××路××号
43	所有权单位电话	拥有产品所有权单位的电话号码	字符型		必选项	(××××) ××××××××
44	所有权单位邮箱	拥有产品所有权单位的电子邮箱	字符型		必选项	×××××@××××××

断面数据元数据示例见表 D. 8。

表 D. 8 断面数据元数据

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
1	成果名称	数据的名称，一般应包含数据所属行政区域或数据功能主题等信息	字符型		必选项	××××河道横断面
2	断面名称前缀		字符型		必选项	HH
3	级别		字符型	L2、L3	必选项	L2
4	密级	成果保密程度的等级，分为绝密、机密、秘密、内部和无密级5个等级	字符型		条件项（内部/公开）	内部
5	河道形态		字符型	一般河道、形态复杂河道	条件项（L2级必选）	一般河道
6	断面数量		数值型		必选项	80
7	断面间距		字符型	单位：m	必须项	1000
8	地形类别		字符型	平地、丘陵、山地、高山地	必选项	山地
9	数据格式	数据的存储格式	字符型		必选项	ASCII
10	成果是否加带号	成果坐标值是否包含带号信息	字符型	是、否	条件项（成果为投影数据时必选）	否
11	高程值的小数点位数		数值型		必选项	2
12	大地坐标系统	成果所采用的大地基准名称	字符型	2000国家大地坐标系	必选项	2000国家大地坐标系
13	投影	成果所采用的投影的名称	字符型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	高斯-克吕格投影
14	中央子午线	数据所采用的投影的中央子午线	数值型	单位：°	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必填）	114
15	分带方式	成果所采用的投影的分带方式	字符型	3° 分带、6° 分带	条件项（数据坐标系为投影坐标系时必	3° 分带

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
					填)	
16	投影带号	成果所在区域对应的高斯-克吕格投影带号	数值型		条件项（数据坐标系为投影坐标系时必须填）	38
17	坐标单位	成果使用的坐标单位，通常为度(°)或者米(m)	字符型	m	必选项	m
18	高程基准	成果所采用的高程基准名称	字符型	1985国家高程基准	必选项	1985国家高程基准
19	主要数据源现势性	主要数据源的获取日期，与最新数据源获取日期保持一致	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
20	生产方法	数据生产(或更新)使用的主要方法	字符型		必选项	水下地形测量
21	生产单位	生产或更新成果的单位全称	字符型		必选项	××××××××
22	生产日期	数据生产完成的时间，精确到日	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
23	测深设备类型		字符型	单波束测深仪、波速测深仪、机载激光雷达	条件项（采用非人工测量方法时必须填）	单波束测深仪
24	平面控制作业方法	平面控制采用的作业方法名称	字符型		可选项	GNSS测量
25	高程控制作业方法	高程控制采用的作业方法名称	字符型		可选项	GNSS测量
26	控制测量时间	控制测量完成的时间，精确到日	字符型		可选项	20220801
27	控制测量单位	执行控制测量的单位全称	字符型		可选项	××××××××××
28	质检日期	成果质量检查与验收的日期，精确到日	数值型	YYYYMMDD	必选项	20220801
29	质检单位	成果质量检查与验收的承担单位的全称	字符型		必选项	××××××××××
30	质量总评价	成果质量检查与验收的总体评价,分为优、良、合格、不合格四种	字符型	优、良、合格、不合格	必选项	优
31	高程中误差	成果经检测得出的高程中误差，单位为米(m)	数值型	单位：m	必选项	0.4
32	所有权单位名称	拥有产品所有权的具有法人资格的单位全称	字符型		必选项	××××××
33	所有权单位地址	拥有产品所有权单位的通讯地址	字符型		必选项	××市××区××路××号
34	所有权单位电话	拥有产品所有权单位的电话号码	字符型		必选项	(×××)××××××××

序号	数据项	数据项含义	数据类型	域	约束/条件	填写示例
35	所有权单位邮箱	拥有产品所有权单位的电子邮箱	字符型		必选项	××××@×××××

断面成果格式（累距高程）示例见表 D.9。

表 D.9 断面成果格式（累距高程）

序号	数据项	填写示例
1	大地坐标系统	2000国家大地坐标系
2	高程基准	1985国家高程基准
3	中央子午线	114°
4	分带方式	3° 分带
5	投影带号	38
6	断面名称、左基点名称，右基点名称	HH0003, HH0003Z, HH0003Y
7	左基点高程、左基点桩高	7.856, 0.03
8	右基点高程、右基点桩高	8.465, 0.04
9	左基点北坐标，左基点东坐标	2365874.521, 356287.945
10	右基点北坐标，右基点东坐标	2365316.798, 356943.832
11	断面点数量	98
12	序号、累积距、高程、属性	1, 0.00, 3.854, “草地”
13	序号、累积距、高程、属性	2, 5.27, 7.853, “左基点”
14	序号、累积距、高程、属性	3, 9.34, 3.741, “水边”
15	序号、累积距、高程、属性	4, 8.78, 3.176, “水下”
.....	.....	.....
注1: 表中坐标、距离、桩高、高程单位为m。 注2: 分带方式分为“3° 分带”、“6° 分带”或“任意带”。 注3: 分带方式分为“任意带”时，投影带号为“空字符串”。		

断面成果格式（三维坐标）示例见表 D. 10。

表 D. 10 横断面成果格式（三维坐标）

序号	数据项	填写示例
1	大地坐标系	2000国家大地坐标系
2	高程基准	1985国家高程基准
3	中央子午线	114°
4	分带方式	3° 分带
5	投影带号	38
6	点名、属性、东坐标、北坐标、高程	P001, “耕地”, 365784.236, 2568417.625, 12.643
7	点名、属性、东坐标、北坐标、高程	P002, “左基点-0.05”, 365285.145, 2568411.325, 10.381
.....	.....	.....
<p>注1：表中坐标、高程单位为m。 注2：属性“左基点-0.05”中“0.05”表示桩高为“0.05m”。 注3：分带方式分为“3°分带”、“6°分带”或“任意带”。 注4：分带方式分为“任意带”时，投影带号为“空字符串”。</p>		

## 参 考 文 献

- [1] 水信息[2022]147 号水利部关于印发《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》的通知
  - [2] 水信息[2022]148 号水利部关于印发《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》的通知
  - [3] 水信息[2022]397 号水利部关于印发《数字孪生水网建设技术导则（试行）》的通知
-