

ICS XXXXXXXX
CCS X XX

团体标准

T/CCTAS XXXX—XXXX

陆路交通基础设施智能测绘数字化技术规范

Specifications for digitalized intelligent surveying and mapping technology of
land transportation infrastructure

(征求意见稿)
(2024 年 2 月 7 日)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX

中国交通运输协会 发布

征求意见

征求意见稿

征求意见稿

征求意见稿

征求意见稿

征求意见稿

文意见稿

目次

前言	3
引言	4
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语与定义	6
4 缩略语	9
5 基本规定	9
6 数据存储	10
6.1 一般规定	10
6.2 数据实体体系结构	11
6.3 枚举定义	11
6.4 数据实体	16
7 数据传递	36
7.1 一般规定	36
7.2 结构化数据	37
7.3 数据服务	47
8 智能化应用要求	51
附录 A	53
测绘数据实体体系结构	53
附录 B	54
参考文献	56

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。

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。

本文件由中铁第四勘察设计院集团有限公司提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中铁第四勘察设计院集团有限公司，****

本文件主要起草人：***

引言

为推动陆路交通基础设施勘察设计行业的数字化转型，实现勘察设计数据生产与应用的标准化、集成化、智能化，服务测绘、勘察、选线、设计的数据存储、传递与交付，形成和沉淀数字资产，编制一套数字化技术系列规范。

系列规范在系统分析陆路交通基础设施勘察设计领域测绘、勘察、选线、设计业务与数据特点的基础上，结合智能化设计的需求，采用总结分析、软件验证等方法，借鉴国内外有关标准的规定，经广泛征求意见编制而成，共包含如下 7 册：

- 第 1 册：智能测绘数字化技术规范；
- 第 2 册：智能勘察数字化技术规范；
- 第 3 册：智能选线数字化技术规范；
- 第 4 册：路基智能设计数字化技术规范；
- 第 5 册：桥梁智能设计数字化技术规范；
- 第 6 册：隧道智能设计数字化技术规范；
- 第 7 册：智能勘察设计数字化交付技术规范。

第 1~6 册，规定了勘察设计数据存储、传递、智能化应用的技术要求。第 7 册规定了勘察设计成果数字化交付的内容、形式和要求。

本册规定了智能测绘数据存储、传递以及智能化应用的技术要求。

陆路交通基础设施智能测绘数字化技术规范

1 范围

本文件规定了陆路交通基础设施智能测绘数据存储、数据传递及智能化应用要求。

本文件适用于铁路、公路勘察设计，其他领域可参照使用。

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 17859 计算机信息系统安全保护等级划分准则

GB 50026 工程测量标准

GB 55018 工程测量通用规范

GB/T 2260 中华人民共和国行政区划代码

GB/T 13923 基础地理信息要素分类与代码

GB/T 13989 国家基本比例尺地形图分幅和编号

GB/T 20257.1 国家基本比例尺地图图式 第1部分：1：500 1：1000 1：2000 地形图图式

GB/T 20257.2 国家基本比例尺地图图式 第2部分：1：5 000 1：10 000 地形图图式

GB/T 33453 基础地理信息数据库建设规范

GB/T 39409 北斗网格位置码

CH/T 6006 时间序列 InSAR 地表形变监测数据处理规范

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 9008.1 基础地理信息数字成果 1：500 1：1000 1：2000 数字线划图

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

TB 10101 铁路工程测量规范

JTG C10 公路勘测规范

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化 digitization

将复杂多变的信息转变为可以度量的数据，建立数字模型的过程，便于计算机进行数据处理和分析。

3.2

实体 entity

具有共同特性的概念或物理对象的一类集合。

3.3

属性 attribute

对实体特性的抽象描述。

3.4

地理信息 geographic information

与地球上的位置直接或间接相关的现象的信息，又称地理空间信息（geo-spatial information）。

[ISO 19101:2002]、[GB/T 25529-2010]

3.5

基础地理信息要素 fundamental geographic information feature

基础地理信息所描述的真实世界的组成成分。

注：通常包括定位基础、水系、居民地及设施、交通、管线、境界与政区、地貌、植被与土质以及地名等 9 大类。

[GB/T 13923-2022]

3.6

地理实体 **geographic entity**

现实世界中占据一定且连续空间位置、单独具有同一属性或完整功能的地理对象。

[GB/T 37118-2018]

3.7

地理场景 **geographic scene**

一定区域范围内连续成片、反映现实世界地理空间位置和形态的地理信息数据。

3.8

基础地理实体 **fundamental geographic entity**

通过基础测绘采集和表达的地理实体，是其他地理实体和相关信息的定位框架与承载基础，包括图元、实体属性及实体关系数据三部分。

注：图元为基础地理实体的几何构成单元，一个实体包含一个（类）或多个（类）图元；实体属性数据包括基本属性数据及扩展属性数据；实体关系数据包括空间关系、类属关系、时间关联关系以及几何构成关系数据等。

3.9

大地坐标系 **geodetic coordinate system**

位置由大地经度和大地纬度及（在三维情况下）大地高表示的坐标系。

[ISO 19111]、[GB/T 17798-2007]

3.10

投影坐标系 **projected coordinate system**

由地图投影产生的二维坐标系。

[ISO 19111]、[GB/T 17798-2007]

3.11

数字地形图 digital topographic map

以数字形式表示的地形图。

[GB/T 17278-2009]

3.12

数字正射影像 digital orthophoto map (DOM)

利用数字高程模型将扫描数字化的（或直接以数字方式获取的）航空像片（或航天影像），经数字微分纠正、镶嵌，再根据图幅范围裁切生成的影像数据集。

3.13

数字高程模型 digital elevation model (DEM)

用 X、Y 域（或经纬度域）的矩形格网或三角网离散点表达地面起伏形态的数据集。

3.14

实景三维模型 real three-dimensional model

通过激光雷达、倾斜摄影测量技术快速自动构建的可量测的、具备实景纹理信息的连续三角面片三维模型。

3.15

点云 point cloud

以离散、不规则方式分布在三维空间中的点的集合。

[CH/T 8023-2011]

3.16

三维模型单体 three-dimensional model monomer

倾斜摄影实景三维模型、激光点云等地理场景通过切割、重建、矢量叠加等处理，将地理实体构建为三维形式的独立对象，能够独立表达、挂接属性以及查询统计与分析。

3.17

数据传递 data transmission

在数据存储的基础上，提供满足特定应用需求的结构化数据或数据服务。

3.18

结构化数据 structured data

按照一定规则和格式组织、意义明确的数据集合。

3.19

数据服务 data service

根据输入数据进行查询、计算、分析并输出满足特定应用需求的结构化数据加工过程。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DEM：数字高程模型 Digital Elevation Model

DOM：数字正射影像 Digital Orthophoto Map

LiDAR：激光雷达 Light Detection And Ranging

GNSS_RTK：全球卫星导航实时定位 Global Navigation Satellite System Real Time Kinematic

UML：统一建模语言 Unified Modeling Language

GIS：地理信息系统 Geographic Information System

OGC：开放地理空间信息联盟 Open Geospatial Consortium

XML：可扩展标记语言 Extensible Markup Language

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

5 基本规定

5.1 智能测绘应满足 GB 50026、GB 55018、TB 10101、JTG C10 的基本要求，并符合本文件关于数据存储、数据传递和智能化应用的规定。

5.2 数据存储、数据传递的安全性、保密性应符合 GB 17859、GB/T 33453 的规定。

5.3 大地坐标系统应采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000）。当确有必要采用其他坐

标系统时，应与 2000 国家大地坐标系建立联系。投影坐标系可采用高斯克吕格、通用横轴墨卡托（UTM）或全球墨卡托投影。

5.4 高程基准应采用 1985 国家高程基准。当确有必要采用其他高程基准时，应与 1985 国家高程基准建立联系。

5.5 时间基准应采用公元纪年和北京时间。

5.6 数据实体体系结构是对测绘数据实体进行组织和结构化的一种方式，可采用统一建模语言（UML）描述。

5.7 数据存储、数据传递的数据类型宜符合表 1 的规定。数据类型添加后缀“[]”，则表示其描述的数据实体的属性为若干个数据的集合，可实例化为一个数组。

表 1 数据类型

类型名称	数据类型	说明
string	字符型	字符串
int	数值型	-1,0,1
double		-1.2,3.7
date	日期型	20230501 (注：表示 2023 年 05 月 01 日)
datetime	日期时间型	20230501010423 (注：表示 2023 年 05 月 01 日 01 时 04 分 23 秒)
bool	布尔型	true/false
enum	枚举	/
object	对象	引用已经定义的数据实体。示例：GeoPoint2DXY

5.8 数据存储、数据传递的值域是其允许的取值范围，可以是数值范围、枚举、自由文本或对象。

5.9 数据存储、数据传递应满足智能测绘应用的可扩展性需求。

6 数据存储

6.1 一般规定

6.1.1 测绘数据存储应满足铁路、公路勘察设计领域测绘数据生产、管理、共享、开发等全流程的应用需求。

6.1.2 测绘数据存储应对数据实体体系结构、枚举定义、数据实体等三部分进行规定，且均应具有可拓展性。

6.2 数据实体体系结构

6.2.1 地理信息是地理实体、地理场景及下属各类数据实体的基类。数据实体体系结构见图 A.1。

6.2.2 地理实体由图元、实体属性、实体关系三部分组成，其中图元包含二维图元集合（点、线、面）、三维图元集合（点、线、面、体），实体属性包含通用属性、扩展属性。

6.2.3 地理实体分为基础地理实体、扩展地理实体两类。基础地理实体是通过基础测绘采集和表达的地理实体，是其他地理实体和相关信息的定位框架与承载基础，包括水系、交通、居民地及设施、管线等若干大类，扩展地理实体指其他行业部门为满足特定应用或管理需求而生产的专业类地理实体。

6.2.4 数字高程模型、数字正射影像、激光点云、数字地形图、实景三维模型、InSAR 变形监测数据聚合成地理场景。

6.2.5 基础地理信息要素派生出定位基础、水系、居民地及设施、交通、管线、境界与政区、地貌、植被与土质以及地名等 9 大类要素，该 9 类要素聚合成数字地形图。

6.2.6 定位基础要素派生出平面测量控制点、高程测量控制点，并聚合为精密测量控制网。

6.2.7 实景三维模型继承自地理信息，并派生出倾斜实景三维模型，三维模型单体继承自三维地理实体。

6.3 枚举定义

6.3.1 参考椭球

EnumReferenceEllipsoid: 参考椭球

{

CGCS2000: CGCS2000 椭球

WGS84: WGS84 椭球

XIAN80: 西安 80 椭球

BEIJING54: 北京 54 椭球

}

6.3.2 投影类型

EnumProjectType: 投影类型

```
{  
    GAUSS: 高斯克吕格投影  
    UTM: 通用横轴墨卡托投影  
    WEBMERCATOR: 全球墨卡托投影  
    USERDEFINE: 预留用户自定义  
}
```

6.3.3 高程系统

EnumHeightSystem: 高程系统

```
{  
    NATIONALHEIGHTDATUM1985: 1985 国家高程基准  
    HUANGHAIHEIGHTSYSTEM1956: 1956 黄海高程系统  
    WUSONGHEIGHTSYSTEM: 吴淞高程系统  
    ZHUJIANGHEIGHTSYSTEM: 珠江高程系统  
    USERDEFINE: 预留用户自定义  
}
```

6.3.4 属性类别

EnumFeatureType: 属性类别

```
{  
    DEFAULT: 默认  
    GROUND: 地面  
    NONGROUND: 非地面  
    WATERANDFACILITY: 非地面_水系及设施  
    RESIDENTANDFACILITY: 非地面_居民地及设施  
    TRAFFICANDFACILITY: 非地面_交通及设施  
    PIPELINEANDFACILITY: 非地面_管线及设施  
    VEGETATION: 非地面_植被  
}
```

6.3.5 比例尺

EnumScale: 比例尺

```
{
```

```

FIVEHUNDRED: 1:500
ONETHOUSAND: 1:1000
TWO THOUSAND: 1:2000
FIVETHOUSAND: 1:5000
TENTH THOUSAND: 1:10000
FIFTY THOUSAND: 1:50000
ONEHUNDRED THOUSAND: 1:100000
TWO HUNDRED AND FIFTY THOUSAND: 1:250000
FIVE HUNDRED THOUSAND: 1:500000
ONE MILLION: 1:1000000
}

```

6.3.6 数据源

```

EnumDataSource: 数据源
{
    AERIALPHOTO: 数码航空影像数据
    AIRBORNELIDAR: 机载激光雷达点云数据
    OBLIQUEPHOTO: 倾斜摄影影像数据
    VEHICLELIDAR: 车载激光雷达点云数据
    GROUNDORPORTABLELIDAR: 地面或便携式激光雷达数据
    GNSSRTKORTS: 人工野外 GNSS_RTK 或全站仪测量数据
    ARCHIVEDDATA: 从地方部门收集的归档数据
    MULTISOURCEDATAFUSION: 多源数据融合
}

```

6.3.7 实景三维模型生产方法

```

EnumReal3DModelProduceMethod: 实景三维模型生产方法
{
    MULTILENSOBLIQUEIMGMODELING: 多镜头倾斜影像建模
    AIRBORNELASERIMGMODELING: 机载激光点云及影像建模
    GRDLASERIMGMODELING: 地面激光点云及影像建模
    MULTISOURCEDATAFUSIONMODELING: 多源数据融合建模
}

```

6.3.8 平面控制点类型

EnumHorizontalControlPointType: 平面控制点类型

```
{  
    RAILWAYCP0: 铁路框架控制网 CP0  
    RAILWAYCPI: 铁路基础平面控制网 CPI  
    RAILWAYCPII: 铁路线路平面控制网 CPII  
    RAILWAYCPIII: 铁路轨道控制网 CPIII  
    HIGHWAYHORICLASSII: 公路平面二等  
    HIGHWAYHORICLASSIII: 公路平面三等  
    HIGHWAYHORICLASSIV: 公路平面四等  
    HIGHWAYHORILEVELI: 公路平面一级  
    HIGHWAYHORILEVELII: 公路平面二级  
    BEIDOUCTRNETSATELLANDGROUND: 北斗星地基增强工程控制网  
}
```

6.3.9 高程控制点类型

EnumVerticalControlPointType: 高程控制点类型

```
{  
    LEVELLINGI: 一等水准  
    LEVELLINGII: 二等水准  
    LEVELLINGPRECISE: 精密水准  
    LEVELLINGIII: 三等水准  
    LEVELLINGIV: 四等水准  
    LEVELLINGV: 五等水准  
}
```

6.3.10 项目类型

EnumProjectType: 项目类型

```
{  
    RAILWAY: 铁路  
    HIGHWAY: 公路  
}
```

6.3.11 铁路线路等级

EnumRailwayClassification: 铁路线路等级

```
{
```

HIGHSPEEDRAILWAY：高速铁路
INTERCITYRAILWAY：城际铁路
REGIONALRAILWAY：市域铁路
SUBWAY：城市地铁
HEAVYHAULRAILWAY：重载铁路
NATIONALRAILWAY1：国铁 I 级
NATIONALRAILWAY2：国铁 II 级
NATIONALRAILWAY3：国铁 III 级
NATIONALRAILWAY4：国铁 IV 级
INDUSTRIALRAILWAY1：工业企业专用铁路 1 级
INDUSTRIALRAILWAY2：工业企业专用铁路 2 级
INDUSTRIALRAILWAY3：工业企业专用铁路 3 级
USERDEFINE：预留用户自定义

6.3.12 公路路线等级，按技术等级划分

EnumHighwayTechnicalGrade：公路路线等级，按技术等级划分

```
{  
    EXPRESSWAY：高速公路  
    FIRSTCLASSHIGHWAY：一级公路  
    SECONDCLASSHIGHWAY：二级公路  
    THIRDCLASSHIGHWAY：三级公路  
    FORTHCLASSHIGHWAY：四级公路  
}
```

6.3.13 线路时态

EnumLineTense：线路时态

```
{  
    NEW：新建  
    RESERVELINE：预留  
    EXISTING：既有（不改建、不拆除）  
    REBUILDING：改建  
    DOUBLETRACKING：增建二线  
    DEMOLITION：拆除
```

```

        USERDEFINED: 用户自定义
    }

```

6.3.14 项目阶段

```

EnumProjectPhase: 项目阶段
{
    PREFEASIBILITY: 预可研阶段
    FEASIBILITY: 可研阶段
    PRELIMINARYDESIGN: 初步设计阶段
    TECHNICALDESIGN: 技术设计阶段
    CONSTRUCTIONDRAWINGDESIGN: 施工图设计阶段
}

```

6.4 数据实体

6.4.1 大地坐标系

6.4.1.1 大地坐标系数据实体的名称为 GeodeticCoordinateSystem。

6.4.1.2 大地坐标系无父类，宜包含大地坐标系编号、大地坐标系名称、本初子午线、大地基准面、参考椭球、椭球长半轴、椭球短半轴、椭球扁率等属性，属性定义应符合表 2 的规定。

6.4.1.3 采用大地坐标系时，宜用大地经度、大地纬度和大地高表示地面点的位置。

6.4.1.4 常用的大地坐标系主要有 CGCS2000、WGS84、西安 80、北京 54 等；

6.4.1.5 大地坐标系适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段描述各类地理信息的空间基准。

表 2 大地坐标系（GeodeticCoordinateSystem）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
geo_coordinate_system_id	int	/	/	大地坐标系编号
geo_coordinate_system_name	string	/	/	大地坐标系名称
prime_meridian	double	degree	/	本初子午线
datum	string	/	/	大地基准面
reference_ellipsoid	enum	/	EnumReferenceEllipsoid	参考椭球
semimajor	double	m	/	椭球长半轴

semiminor	double	m	/	椭球短半轴
inverse_flattening	double		/	椭球扁率
继承自：无				

6.4.2 投影坐标系

6.4.2.1 投影坐标系数据实体的名称为 ProjectedCoordinateSystem。

6.4.2.2 投影坐标系是为满足工程建设需要，以任意中央子午线和高程投影面进行投影面建立的平面坐标系。

6.4.2.3 投影坐标系无父类，宜包含投影坐标系编号、大地坐标系、投影类型、东偏移、北偏移、中央子午线、中央子午线投影比例、投影面大地高等属性，属性定义宜符合表 3 的规定。

6.4.2.4 大地三维点适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段描述各类地理信息的空间基准。

表 3 投影坐标系（ProjectedCoordinateSystem）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
projected_coordinate_system_id	int	/	/	投影坐标系编号
geodetic_coordinate_system	object	/	GeodeticCoordinateSystem	大地坐标系
project_type	enum	/	EnumProjectType	投影类型
east_delta	double	m	/	东偏移
west_delta	double	m	/	北偏移
central_meridian	double	degree	/	中央子午线
ratio	double	/	/	中央子午线投影比例
geodetic_height_of_projection_plane	double	m	/	投影面大地高
继承自：无				

6.4.3 大地二维点

6.4.3.1 大地二维点数据实体的名称为 GeoPoin2DBL。

6.4.3.2 大地二维点是用大地坐标系表示椭球表面位置的二维空间点，包括空间位置信息和属性信息。

6.4.3.3 大地二维点无父类，宜包含经度、纬度、属性类别等属性，属性定义宜符合表 4 的规定。

6.4.3.4 大地三维点适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、

施工图设计阶段表达居民地、交通设施、工矿建筑物等各类地理信息。

表 4 大地二维点（GeoPoin2DBL）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
longitude	double	degree	/	经度
latitude	double	degree	/	纬度
feature_type	enum	/	EnumFeatureType	属性类别
继承自：无				

6.4.4 大地三维点

6.4.4.1 大地三维点数据实体的名称为 GeoPoin3DBLH。

6.4.4.2 大地三维点是用大地坐标系表示椭球表面位置的三维空间点，包括空间位置信息和属性信息。

6.4.4.3 大地三维点无父类，宜包含经度、纬度、大地高、属性类别等属性，属性定义宜符合表 5 的规定。

6.4.4.4 大地三维点适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段表达居民地、交通设施、工矿建筑物等各类地理信息。

表 5 大地三维点（GeoPoin3DBLH）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
longitude	double	degree	/	经度
latitude	double	degree	/	纬度
geodetic_height	double	m	/	大地高
feature_type	enum	/	EnumFeatureType	属性类别
继承自：无				

6.4.5 二维点

6.4.5.1 二维点数据实体的名称为 GeoPoint2DXY。

6.4.5.2 二维点是在投影坐标中表达二维地理要素位置的点状实体。

6.4.5.3 二维点无父类，宜包含东坐标、北坐标、属性类别等属性，属性定义宜符合表 6 的规定。

6.4.5.4 二维点适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段表达居民地、交通设施、工矿建筑物等各类地理信息。

表 6 二维点（GeoPoint2DXY）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
east	double	m	/	东坐标
north	double	m	/	北坐标
feature_type	enum	/	EnumFeatureType	属性类别
继承自：无				

6.4.6 三维点

6.4.6.1 三维点数据实体的名称为 GeoPoint3DXYZ。

6.4.6.2 三维点是在投影坐标中表达三维地理要素位置的点状实体。

6.4.6.3 三维点无父类，宜包含东坐标、北坐标、高程、点属性类别等属性，属性定义应符合表 7 的规定。

6.4.6.4 三维点适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段表达居民地、交通设施、工矿建筑物等各类地理信息。

表 7 三维点（GeoPoint3DXYZ）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
east	double	m	/	东坐标
north	double	m	/	北坐标
height	double	m	/	高程
feature_type	enum	/	EnumFeatureType	属性类别
继承自：无				

6.4.7 二维线

6.4.7.1 二维线数据实体的名称为 GeoPolyline2D。

6.4.7.2 二维线是由二维点有序连接组成的矢量线，由二维空间点有序相连组成的线段，包括空间位置信息和属性信息。

6.4.7.3 二维线无父类，宜包含二维线的顶点数组、属性类别等属性，属性定义应符合的表 8 规定：

6.4.7.4 二维线适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段表达居民地及设施、交通、管线、植被、水系等各类地理信息。

表 8 二维线（GeoPolyline2D）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
polyline2d_vertexlist	object[]	/	GeoPoint2DXY	二维线的顶点数组
feature_type	enum	/	EnumFeatureType	属性类别
继承自：无				

6.4.8 三维线

6.4.8.1 三维线数据实体的名称为 GeoPolyline3D。

6.4.8.2 三维线是由三维点有序连接组成的矢量线，包括空间位置信息和属性信息。

6.4.8.3 三维线无父类，宜包含三维线的顶点数组、属性类别等属性，属性定义宜符合表 9 的规定。

6.4.8.4 三维线适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段表达居民地及设施、交通、管线、植被、水系等各类地理信息。

表 9 三维线（GeoPolyline3D）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
polyline3d_vertexlist	object[]	/	GeoPoint3DXYZ	三维线的顶点数组
feature_type	enum	/	EnumFeatureType	属性类别
继承自：无				

6.4.9 二维面

6.4.9.1 二维面数据实体的名称为 GeoPolygon2D。

6.4.9.2 二维面是由二维点有序连接组成的面状区域，包括空间位置信息和属性信息。

6.4.9.3 二维面无父类，宜包含二维面的顶点数组、属性类别等属性，属性定义宜符合表 10 的规定。

6.4.9.4 二维面适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段表达居民地及设施、交通、管线、植被、水系等各类地理信息。

表 10 二维面（GeoPolygon2D）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
polygon2d_vertexlistt	object[]	/	GeoPoint2DXY	二维面的顶点数组
feature_type	enum	/	EnumFeatureType	属性类别
继承自：无				

6.4.10 三维面

6.4.10.1 三维面数据实体的名称为 GeoPolygon3D。

6.4.10.2 三维面是由三维点有序连接组成的面状区域，包括空间位置信息和属性信息。

6.4.10.3 三维面无父类，宜包含三维面的顶点数组、属性类别等属性，属性定义宜符合表 11 的规定。

6.4.10.4 三维面适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段表达居民地及设施、交通、管线、植被、水系等各类地理信息。

表 11 三维面（GeoPolygon3D）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
polygon3d_vertexlist	object[]	/	GeoPoint3DXYZ	三维面的顶点数组
feature_type	enum	/	EnumFeatureType	属性类别
继承自：无				

6.4.11 空间三维模型

6.4.11.1 空间三维模型数据实体的名称为 Spatial3DModel。

6.4.11.2 空间三维模型是一种以立体面片形式表达的三维模型，包含骨架、材质、纹理

6.4.11.3 骨架指几何数据信息，包括顶点、顶点索引、纹理坐标、纹理坐标索引等。骨架对象由一个顶点数据包和一个或多个顶点索引包组成。顶点数据包是对各顶点的描述，包括坐标、法线、颜色、纹理坐标、模型对象编号、实例化信息等；顶点索引包是对骨架结构构造的描述，顶点索引包用来标识该组顶点的渲染方式。

6.4.11.4 材质指模型对象表面各可视化属性的集合，包括模型对象表面的色彩、纹理、光滑度、透明度、反射率、折射率、发光度等。

6.4.11.5 纹理指纹理贴图信息，包含宽、高、压缩方式及纹理二进制数据等。

6.4.11.6 空间三维模型无父类，宜包含骨架顶点数据包、骨架顶点索引数据包、材质数据包、纹理数据包等属性，属性定义宜符合表 12 的规定。

6.4.11.7 空间三维模型适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，以三维形式存储各类地理信息要素。

表 12 空间三维模型（Spatial3DModel）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
skeleton_vertex_data_package	object	/	VertexDataPackage	骨架顶点数据包
skeleton_index_package	object	/	IndexPackage	骨架顶点索引数据包
material_package	object	/	Material	材质数据包
texture_package	object	/	Texture	纹理数据包
继承自：无				

注：表中 VertexDataPackag、IndexPackage、Material、Texture 参见 T/CAGIS 1-2019。

6.4.12 地理信息

6.4.12.1 地理信息数据实体的名称为 GeographicInformation。

6.4.12.2 地理信息是地理实体、地理场景及下属各类数据实体的基类。

6.4.12.3 地理信息无父类，宜包含项目编号、项目名称、项目技术等级、线路时态、项目阶段、投影坐标系、高程系统、数据源、生产单位、生产日期、质检单位、质检日期等属性，属性定义宜符合表 13 的规定。

6.4.12.4 该实体适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，通过继承可产生地理实体、地理场景等数据。

表 13 地理信息（GeographicInformation）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
project_id	int	/	/	项目编号
project_name	string	/	/	项目名称
project_type	enum	/	EnumProjectType	项目类型
technical_classification	enum	/	EnumRailwayClassification 或 EnumHighwayTechnicalGrade	铁路线路等级或公路路线等级
line_tense	enum	/	EnumLineTense	线路时态
project_phase	enum	/	EnumProjectPhase	项目阶段
projected_coordinate_system	object	/	ProjectedCoordinateSystem	投影坐标系
height_system	enum	/	EnumHeightSystem	高程系统
data_source	enum	/	EnumDataSource	数据源
produce_department	string	/	/	生产单位
produce_date	datetime	/	/	生产日期
quality_check_department	string	/	/	质检单位
quality_check_date	datetime	/	/	质检日期

继承自：无

6.4.13 地理实体

6.4.13.1 地理实体数据实体的名称为 GeographicEntity。

6.4.13.2 地理实体继承自地理信息，宜包含行政区划码、位置码、地理实体分类代码、地理实体分类名称、地理实体顺序码、地理实体身份码、图元集合、实体关系、生产时间、生产部门、更新时间、更新部门、消亡时间等属性，属性定义宜符合表 14 的规定。

6.4.13.3 以二维图元形式表达的基础地理实体，可通过已有矢量数据转换、基于地理场景提取、基于高精度基础地理实体生成等方式生产。以三维图元形式表达的基础地理实体，

可通过对倾斜实景三维模型做单体化处理或基于已有基础测绘成果通过人工三维建模生产。

6.4.13.4 综合参考自然资源部、地方测绘部门对地理实体的分类、编码方式，形成适用于铁路、公路行业的地理实体分类、编码方法。

6.4.13.5 地理实体身份码是地理实体的唯一身份标识，共 44 位，由四部分构成，其中第一部分 6 位，表示县级以上行政区划代码；第二部分 26 位，以北斗网格位置码的形式记录地理要素位置；第三部分 6 位，为地理实体分类码；第四部分为 6 位顺序码，在一定空间范围内顺序编码，保证身份码不会重复。即：地理实体身份码 = 6 位行政区划代码+26 位位置码+6 位地理实体分类代码+6 位顺序码。

6.4.13.6 地理实体行政区划代码表示县级以上行政区划代码，执行 GB/T 2260。

6.4.13.7 地理实体位置码编码执行 GB/T 39409，为 26 位数字，字母混合编码。以本初子午线与赤道的交点为中心，按照四叉递归剖分的方式形成的上至全球、下至厘米级单元的 32 级多尺度网格体系。划分过程中的三次扩展（将地球空间扩展为 $512^{\circ} \times 512^{\circ}$ ，将 1° 扩展为 $64'$ ，将 $1'$ 扩展为 $64''$ ）保证了网格的整度、整分、整秒特性。位置编码体系能够最大限度地兼容国内外以经纬度组织的空间数据，具有较好的包容性。通过编码规则自动解算得到地理实体所在层级的位置编码，真正实现真实世界空间网格与数据之间的时空关联。

6.4.13.8 建议铁路、公路行业的地理实体分类码宜参考 GB/T 13923 执行，与现行基础地理信息要素分类、编码规则兼容。

6.4.13.9 地理实体顺序码为 6 位数字编码，取值为 000000~999999。当地理实体所在的地理网格、所属的类别完全相同时，用地理实体顺序码区分不同地理实体的顺序编码。顺序码初始设置时，可根据地理实体生产的时间顺序依次编码。当新增地理实体时，应与现有地理实体同一空间网格、同一类别的要素顺序码最大值后依次追加编码。

6.4.13.10 实体关系主要包括空间关系、类属关系、时间关联等，须根据具体的应用场景设计，可采用 Access、SQLite 等数据库存储。

6.4.13.11 地理实体适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、

施工图设计阶段，存储地理要素的图元、属性、关系数据。

表 14 地理实体（GeographicEntity）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
administrative_division_code	int	/	/	行政区划码
position_code	string	/	/	位置码
geo_entity_class_code	string	/	/	地理实体分类代码
geo_entity_class_name	string	/	/	地理实体分类名称
geo_entity_sequence_code	int	/	/	地理实体顺序码
geo_entity_spatial_identification_code	string	/	/	地理实体空间身份码
geometry_element_list	object[]	/	GeometryElement	图元集合
entity_relationship	string	/	/	实体关系
produce_time	datetime	/	/	生产时间
produce_department	string	/	/	生产部门
update_time	datetime	/	/	更新时间
update_department	string	/	/	更新部门
extinction_time	datetime	/	/	消亡时间
继承自：地理信息 GeographicInformation				

6.4.14 图元

6.4.14.1 图元数据实体的名称为 GeometryElement。

6.4.14.2 图元是空间内单一、连通并承载共同属性的几何对象，一般表达为点、线、面、体。图元表达了地理实体、基础地理信息要素的几何部分，包含二维图元集合、三维图元集合等属性，属性定义宜符合表 15 的规定。二维图元集合（Geometry2DElementList）包含二维点（GeoPoint2DXY）、二维线（GeoPolyline2D）、二维面（GeoPolygon2D），三维图元集合（Geometry3DElementList）包含三维点（GeoPoint3DXYZ）、三维线（GeoPolyline3D）、三维面（GeoPolygon3D）以及空间三维模型（Spatial3DModel）。

6.4.14.3 图元数据实体适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，存储地理要素的几何数据。

表 15 图元（GeometryElement）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
geometry_2d_element_list	object	/	Geometry2DElementList	二维图元集合
geometry_3d_element_list	object	/	Geometry3DElementList	三维图元集合
继承自：无				

6.4.15 地理场景

6.4.15.1 地理场景数据实体的名称为 GeographicScene。

6.4.15.2 地理场景继承自地理信息，宜包含场景覆盖范围等属性，属性定义宜符合表 16 的规定。

6.4.15.3 地理场景适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，由数字正射影像、数字高程模型、数字地形图、激光点云、实景三维模型、InSAR 变形监测数据聚合而成。

表 16 地理场景 (GeographicScene) 属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
scene_boundary	object[]	/	GeoPoint2DXY	场景覆盖范围
继承自：地理信息 GeographicInformation				

6.4.16 基础地理信息要素

6.4.16.1 基础地理信息要素数据实体的名称为 FundamentalGeoInformationFeature。

6.4.16.2 基础地理信息要素是表达数字地形图成果中地理信息要素的属性集，应包含要素分类代码、要素名称、图元等属性，属性定义宜符合表 17 的规定。

6.4.16.4 基础地理信息要素分类按 GB/T 13923 执行。采用线分类法，要素类型按从属关系依次分为：大类、中类、小类、子类。大类共划分 9 类，包括定位基础、居民地及设施、水系、交通、管线、境界与政区、地貌、植被与土质、地名；中类共划分 48 类，小类、子类按照 1:500~1:2000、1:5000~1:10000、1:25000~1:100000、1:250000~1:1000000 四个比例尺段进行类别划分。大类、中类不应重新定义和扩充；小类、子类不应重新定义，可根据需要进行扩充。地名类仅规定至中类，其小类、子类自行设计。

6.4.16.5 要素代码采用 6 位十进制数字码，分别为按顺序排列的大类码、中类码、小类码和子类码。左起第一位为大类码。左起第二位为中类码，在大类基础上细分形成的要素类。左起第三、四位为小类码，在中类基础上细分形成的要素类。左起第五、六位为子类码，为小类的进一步细分。

6.4.16.6 基础地理信息要素适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，存储定位基础、居民地及设施、水系、交通、管线、境界与政区、

地貌、植被与土质、地名等各类基础地理信息要素。

表 17 基础地理信息要素（FundamentalGeoInformationFeature）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
feature_class_code	int	/	/	要素分类代码，如 310300、310700
feature_name	string	/	/	要素名称，如：普通房屋（310300）、破坏房屋（310700）
geometry_element	object	/	GeometryElement	图元，基础地理信息要素的几何部分
继承自：无				

6.4.17 数字地形图

6.4.17.1 数字地形图数据实体的名称为 DigitalTopographicMap。

6.4.17.2 数字地形图是通过航空航天影像对基础地理信息要素进行矢量化，建立基础地理信息要素分层存储的矢量数据集，包括空间信息和属性信息。

6.4.17.3 数字地形图继承自地理信息，宜包含地形图编号、地形图名称、地形图测量方法、比例尺、基础地理信息要素集合、上邻域地形图编号、下邻域地形图编号、左邻域地形图编号、右邻域地形图编号等属性，属性定义宜符合表 18 的规定。

6.4.17.4 地形图的数据源主要为采用卫星、航空、低空和地面等平台搭载传感器获取的影像数据，并基于数字摄影测量、激光雷达、倾斜摄影测量等多种技术实现地形图成果的制作和生产。

6.4.17.5 根据比例尺划分，1：2000 和 1：1000 地形图一般采用数字摄影测量、激光雷达、倾斜摄影测量等技术制作完成，1：500 地形图采用激光雷达、倾斜摄影测量等技术制作完成，水下地形图一般采用船载测深仪和 GNSS 接收机采集数据制作完成。

6.4.17.6 地形等级的划定、地形图基本等高距、平面及高程精度指标宜参照 GB 50026、GB 55018、TB 10101、JTG C10、CH/T 9008.1 执行。

6.4.17.7 地形图要素分类及代码执行 GB/T 13923 的规定，图式图例符号执行 GB/T 20257.1、GB/T 20257.2 的规定。

6.4.17.8 地形图分幅与编号执行 GB/T 13989，1：10000、1：5000 比例尺地形图是以 1：1000000 比例尺地形图为基础，按一定的经差、纬差以梯形网格划分，而 1：2000～1：5

00 比例尺地形图则按规则矩形格网（50cm×50cm 或 40cm×50cm）进行划分。图幅按线路走向顺序编号时，应提供结合图。对于铁路、公路行业的地形图，可采用 DXF、DWG、ASCII 格式或数据库存储，一般以路线前进方向的左侧正方向为上，按照路线前进方向采用正方形或矩形分幅，并按顺序编号。

6.4.17.9 数字地形图数据实体适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，存储数字地形图。

表 18 数字地形图（DigitalTopographicMap）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
dlg_id	int	/	/	地形图编号
dlg_name	string	/	/	地形图名称
dlg_storage_link	string	/	/	地形图存储链接
scale	enum	/	EnumScale	比例尺
feature_list	object[]	/	FundamentalGeoinformationFeature	基础地理信息要素集合
left_dlg_id	int	/	/	左邻域地形图编号
right_dlg_id	int	/	/	右邻域地形图编号
up_dlg_id	int	/	/	上邻域地形图编号
down_dlg_id	int	/	/	下邻域地形图编号
继承自：地理信息 GeographicInformation				

6.4.18 点云

6.4.18.1 点云数据实体的名称为 PointCloud。

6.4.18.2 点云继承自地理信息，宜包含点云编号、点云名称、点云存储链接、数据采集方法、点云密度、平面精度、高程精度等属性，属性定义宜符合表 21 的规定。

6.4.18.3 针对不同工程的项目特点，使用机载、车载、地面或便携式激光雷达设备对场景进行三维扫描，获取激光点云数据；也可以基于航空影像进行空三处理、密集匹配，获取密集点云数据。

6.4.18.4 通过对点云进行数据预处理、坐标系统转换、数据精化、分类处理后获得具备分类属性的点云数据。点云分属性类别可参照表 19。

表 19 点云属性类别

代码	属性类别	存储内容
1	地面点	反映地面真实起伏，落于裸地表面的点，包括落在道路、广场、堤坝等反映地表形态的地物之上的点。
2	非地面点	没有落到裸地表面的点，主要指落在各种高于地面的地物上的点，如

		建筑物、植被、管线上的点。
201	水系及设施	水体：河流、沟渠、湖泊、池塘、水库等范围； 水利设施：拦水坝、堤坝、堤、水闸等； 海岸带：干出滩、礁石、海岛等。
202	居民地及设施	居民地：房屋、地面上窑洞、蒙古包； 设施：工矿设施、公共设施、名胜古迹、宗教设施、观测站等； 垣栅：城墙、围墙、栅栏、篱笆等。
203	交通	道路：铁路、各级公路； 桥梁：车行桥、立交桥，过街天桥、人行桥、廊桥、索道等； 设施：车站、加油站、收费站、停车场、信号灯、路标等。
204	管线	管线：架空的电力线、通信线、管道等； 设施：电杆、电线塔、变压器、变电站、管道墩架等。
205	植被	林地、灌木、草地、农田等。
299	其他	其他点。

6.4.18.5 点云精度指标可参照 CH/T 8023、CH/T 8024 执行。点云密度设计要求宜按下表 20 中执行。一般情况下，在可研、初步设计、施工图阶段使用激光点云生产断面时，新建铁路、公路测量项目应满足设计点云密度优于 20 个点/m²，既有铁路、公路测量项目应满足设计点云密度优于 1500 个点/m²。

表 20 点云密度设计要求（单位：点/m²）

应用场景	既有铁路、公路 测量	新建铁路、公路 测量	数字地形图				
			1: 500	1: 1000	1: 2000	1: 5000	1: 10000
点云密度	≥1500	≥20	≥16	≥4	≥2	≥1	≥0.25

6.4.18.6 点云宜采用点云数据和点云分块结合图存储。点云数据按行业通用的 LAS 格式存储，项目有特殊要求的可采用其它数据格式存储。沿线路走向将点云数据按矩形分块存储，点云数据分块的尺寸主要依据处理器性能和后续使用要求。

6.4.18.7 点云数据实体适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，存储点云数据。

表 21 点云（PointCloud）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
point_cloud_id	int	/	/	点云编号
point_cloud_name	string	/	/	点云名称
point_cloud_storage_link	string	/	/	点云存储链接
lidar_sensor_type	string	/	/	激光雷达传感器型号
point_average_density	double	点/m ²	/	点云平均密度
point_average_distance	double	m	/	点云平均间距
horizontal_accuracy	double	m	/	平面精度
vertical_accuracy	double	m	/	高程精度
继承自：地理信息 GeographicInformation				

6.4.19 数字高程模型

6.4.19.1 数字高程模型数据实体的名称为 DigitalElevationModel。

6.4.19.2 可使用激光雷达、数字摄影测量、倾斜摄影测量等技术或利用数字地形图中的地貌要素生产数字高程模型。

6.4.19.3 数字高程模型继承自地理信息，宜包含数字高程模型编号、数字高程模型名称、文件存储链接、生产方法、左上角坐标、格网尺寸、栅格宽度、栅格高度等属性，属性定义宜符合表 22 的规定。

6.4.19.4 数字高程模型的数据源可以是数字摄影测量数据、激光雷达数据、倾斜摄影测量数据或全野外实测地形数据。

6.4.19.5 数字高程模型格网间距、分幅尺寸、格网点高程精度可参照 GB 50026、GB 55018、TB 10101、JTG C10、CH/T 9008.2 执行。在铁路、公路工程项目中，预可研、可研阶段可基于既有的 1: 50000 或 1: 10000 地形图生产 15m 格网间距的数字高程模型，可研阶段可采用数字摄影测量技术生产 5m 格网间距的数字高程模型，初步设计及施工图阶段可采用激光雷达、数字摄影测量或倾斜摄影技术生产 1m 或 0.5m 格网间距的数字高程模型，特殊工点可采用外业实测地形数据生产数字高程模型。

6.4.19.6 数字高程模型采用 tif 和 tfw 文件存储，tif 文件为国际工业标准无压缩的栅格文件，tfw 文件为地理定位信息文件。根据要求分幅，每个图幅对应一个 tif 文件和一个 tfw 文件，tfw 文件与 tif 文件成对出现，同时以 dwg 格式建立对应的图幅结合图。

6.4.19.7 数字高程模型数据实体适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，存储数字高程模型。

表 22 数字高程模型（DigitalElevationModel）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
dem_id	int	/	/	数字高程模型编号
dem_name	string	/	/	数字高程模型名称
raster_storage_link	string	/	/	栅格存储链接
left_top_coordinate	object	m	GeoPoint2DXY	左上角坐标
grid_size	double	m	/	格网尺寸
raster_width	int	/	/	栅格宽度
raster_height	int	/	/	栅格高度

6.4.20 数字正射影像

6.4.20.1 数字正射影像数据实体的名称为 DigitalOrthophotoMap。

6.4.20.2 数字正射影像继承自地理信息，宜包含数字正射影像编号、数字正射影像名称、文件存储链接、生产方法、左上角坐标、地面分辨率、影像宽度、影像高度等属性，属性定义宜符合表 23 的规定。

6.4.20.3 数字正射影像的数据源一般为航空航天摄影或倾斜摄影获取的数码影像，经过摄影测量内业处理生产数字正射影像。在铁路、公路工程项目中，预可研阶段主要收集卫星数字影像制作 1: 10000 或 1: 5000 比例尺的数字正射影像，可研阶段主要基于航空数字影像制作 1: 10000、1: 5000 或 1: 2000 比例尺的数字正射影像，初步设计及施工图阶段主要基于激光点云及影像数据、倾斜摄影数据制作 1: 2000、1: 1000、1: 500 比例尺的数字正射影像。

6.4.20.4 数字正射影像比例尺、地面分辨率、影像分幅尺寸、平面精度宜参照 GB 50026、GB 55018、TB 10050、TB 10101、JTG C10、CH/T 9008.3 执行。

6.4.20.5 数字正射影像采用 tif 文件和 tfw 文件存储，其中影像结合图为一个批次正射影像的 dwg 格式结合图，tif 为国际工业标准无压缩的栅格文件，tfw 文件为地理定位信息文件，每个图幅应提供一个 tif 文件和一个对应的 tfw 文件。

6.4.20.6 数字正射影像数据实体适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，存储数字正射影像。

表 23 数字正射影像 (DigitalOrthophotoMap) 属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
dom_id	int	/	/	正射影像编号
dom_name	string	/	/	正射影像名称
dom_storage_link	string	/	/	文件存储链接
left_top_coordinate	object	/	GeoPoint2DXY	左上角坐标
image_sensor_type	string	/	/	影像传感器型号
gsd	double	m	/	地面分辨率
image_width	int	/	/	影像宽度
image_height	int	/	/	影像高度
继承自：地理信息 GeographicInformation				

6.4.21 实景三维模型

6.4.21.1 实景三维模型数据实体的名称为 Real3DModel。

6.4.21.2 实景三维模型是基于激光雷达、倾斜摄影等技术，利用多源传感器获取的高分辨率数字影像和点云数据，构建反映现实世界的、带有真实纹理图片的三角面片三维模型，该模型能满足一定比例尺精度要求，并且反映客观世界中地理要素的位置、几何形态、表面纹理及相互空间关系。

6.4.21.3 实景三维模型继承自地理信息、空间三维模型，宜包含实景三维模型编号、实景三维模型名称、文件存储链接、数据采集方法、模型起始点坐标、原始影像分辨率、模型等级、平面精度、高程精度等属性，属性定义宜符合表 26 的规定。

6.4.21.4 实景三维模型的生产方法包括：基于多镜头倾斜影像生产实景三维模型；基于机载激光点云及航空影像生产实景三维模型；基于地面激光点云和航空影像生产实景三维模型；对机载或地面激光点云和航空影像进行融合处理，生产实景三维模型。对实景三维模型进行派生，可产生倾斜摄影实景三维模型（ObliquePhotographyReal3DModel）。

6.4.21.5 在铁路、公路工程项目中，预可研阶段一般不生产实景三维模型；可研阶段可使用制作 1:2000 数字地形图的航空影像生产实景三维模型，影像地面分辨率应优于 0.2m；初步设计及施工图阶段使用倾斜摄影影像数据生产实景三维模型，影像地面分辨率应优于 0.05m，精细工点等特殊情况根据需要可适当提高影像地面分辨率。

6.4.21.6 实景三维模型的影像地面分辨率、模型平面精度、模型高程精度宜参考按表 24 执行。

表 24 实景三维模型精度要求（m）

比例尺	影像地面分辨率	平面中误差	高程中误差
1:500	0.02~0.05	0.25	0.25
1:1000	0.05~0.1	0.5	0.5
1:2000	0.1~0.2	1	1

6.4.21.7 实景三维模型的建模要求分为 I、II、III、IV 四个等级，各等级执行表 25 的规定，可根据项目需要在同一地区建立不同级别的模型。I 级主要利用倾斜摄影影像自动建模；II 级应完成水面填充、悬浮物删除、墙体扭曲改正等修复工作；III 级应结合项目需求，

通过切割单体化、重建单体化、矢量叠加单体化等方法，生产三维模型单体；IV级在单体化的基础上，应逼真反映地形起伏特征和地表形态，精确反映房屋屋顶及外轮廓的详细特征。

表 25 实景三维模型建模要求

模型等级	I	II	III	IV
建模要求	自动建模	模型修饰	单体化	精细单体化

6.4.21.8 实景三维模型主要采用 XML 坐标原点文件、OSGB 模型文件存储，该格式是各个三维软件厂商普遍支持的数据格式，特殊工程需求可采用其他存储格式。

6.4.21.9 实景三维模型数据实体适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，存储实景三维模型数据。

表 26 实景三维模型（Real3DModel）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
real_3d_model_id	int	/	/	实景三维模型编号
real_3d_model_name	string	/	/	实景三维模型名称
real_3d_model_storage_link	string	/	/	模型存储链接
model_produce_method	enum	/	EnumReal3DModelProduceMethod	模型生产方法
original_point	object	/	GeoPoint3DXYZ	模型起始点坐标
raw_image_gsd	double	m	/	原始影像分辨率
model_level	string	/	I, II, III, IV	建模等级
horizontal_accuracy	double	m	/	平面精度
vertical_accuracy	double	m	/	高程精度
继承自：地理信息 GeographicInformation				

6.4.22 三维模型单体

6.4.22.1 三维模型单体数据实体的名称为 Geo3DModelMonomer。

6.4.22.2 三维模型单体是通过对倾斜摄影实景三维模型、激光点云做单体化处理或基于已有基础测绘成果采用人工三维建模方法生产的，能独立表达、挂接丰富属性信息且支持查询与分析的三维地理实体。单体化方法主要分为：切割、半自动或自动重建、矢量叠加、人工三维建模等 4 种。

6.4.22.3 三维模型单体继承自三维地理实体，宜包含三维模型单体编号、三维模型单体名称、单体化方法等属性，属性定义宜符合表 27 的规定。

6.4.22.5 三维模型单体宜采用 OSGB、OBJ 等格式存储。

6.4.22.6 三维模型单体数据实体适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，存储建筑要素模型、交通要素模型、水系要素模型、植被要素模型、场地要素模型、管线及地下空间设施要素模型、其他要素模型等 7 大类的三维模型单体数据。

表 27 三维模型单体（Geo3DModelMonomer）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
real_3D_model_monomer_id	int	/	/	三维模型单体编号
real_3D_model_monomer_name	string	/	/	三维模型单体名称
model_storage_link	string	/	/	模型存储链接
monomer_produce_method	string	/	/	单体化方法
继承自：三维地理实体 Geo3DEntity				

6.4.23 精密测量控制网

6.4.23.1 精密测量控制网数据实体的名称为 PrecisionMeasurementControlNetwork。

6.4.23.2 精密测量控制网数包含平面测量控制点（HorizontalControlPoint）、高程测量控制点（VerticalControlPoint），两者均继承自基础地理信息要素，宜包含控制点类型、点名、控制点投影坐标、控制点大地坐标、相关技术资料链接等属性，属性定义宜符合表 28、表 29 的规定。

6.4.23.4 平面测量控制点技术资料包括平面控制测量技术方案、外业观测手簿、点之记、原始平面观测数据、GNSS 测量平差计算报告、控制网联测示意图、控制测量技术总结、检查和整改记录资料；高程测量控制点技术资料包括高程控制测量技术方案、外业观测手簿、点之记、原始高程观测数据、水准测量平差计算报告、附合水准路线或闭合水准路线闭合差计算表、控制网联测示意图、控制测量技术总结、检查和整改记录资料。

6.4.23.5 精密测量控制网的精度指标宜参照 GB 50026、GB 55018、TB 10101、JTG C10 执行。

6.4.23.6 精密测量控制网数据实体适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，存储平面测量控制点、高程测量控制点成果。

表 28 平面测量控制点（HorizontalControlPoint）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
horizontal_control_point_type	enum	/	EnumHorizontalControlPointType	平面控制点类型

point_name	string	/		点名
point_xyz	object	/	GeoPoint3DXYZ	控制点投影坐标
point_blh	object	/	GeoPoint3DBLH	控制点大地坐标
technical_document	string	/	/	技术资料链接
继承自：基础地理信息要素 FundamentalGeoInformationFeature				

表 29 高程测量控制点（VerticalControlPoint）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
vertical_control_point_type	enum	/	EnumVerticalControlPointType	高程控制点类型
point_name	string	/	/	点名
point_xyz	object	/	GeoPoint3DXYZ	控制点投影坐标
point_blh	object	/	GeoPoint3DBLH	控制点大地坐标
technical_document	string	/	/	技术资料链接
继承自：基础地理信息要素 FundamentalGeoInformationFeature				

6.4.24 InSAR 变形监测数据

6.4.24.1 InSAR 变形监测数据实体的名称为 InSARDeformationMonitoringData。

6.4.24.2 InSAR 变形监测数据是利用合成孔径雷达在不同空间位置获取同一地区单次或多次观测数据的相位差等信息进行分析处理，获取的影像覆盖范围内的地表三维形变信息。

6.4.24.3 InSAR 变形监测数据继承自地理场景，宜包含 InSAR 监测成果编号、InSAR 监测成果名称、成果存储链接、InSAR 监测成果类型、InSAR 监测成果格式、监测成果开始日期、监测成果截止日期等属性，属性定义宜符合表 30 的规定。

6.4.24.3 将两幅 SAR 影像进行干涉生成干涉图，生成的干涉图包含地形变化信息，随后再利用 DEM 进行相位模拟，模拟得到地形信息的条纹图，再将 SAR 影像干涉图与数字高程模型模拟的条纹图叠加剔除地表形变，得到地表线性和非线性形变信息。InSAR 变形监测数据包括数据成果和图件成果，其中数据成果包括点目标形变速率数据、点目标累计形变量数据、插值形变速率数据、插值累计形变量数据；图件成果包括点目标形变速率图、点目标累计形变量图、插值形变速率图、插值累计形变量图；数据处理精度指标宜参照 CH/T 6006 执行。

6.4.24.4 InSAR 变形监测数据宜以 xlsx 和 tif 格式存储，其中点目标形变速率数据和点目标累计形变量数据宜以 xlsx 格式存储，插值形变速率数据和插值累计形变量数据宜以 tif 格式存储，图件成果宜以 tif 格式存储。

6.4.24.5 InSAR 变形监测数据实体适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，存储线路沿线区域性的地表变形监测、重点目标的变形监测数据。

表 30 InSAR 变形监测数据 (InSARDeformationMonitoringData) 属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
result_id	int	/	/	成果编号
result_name	string	/	/	监测成果名称
result_link	string	/	/	成果存储链接
result_type	enum	/	数据、图件	监测成果类型
result_format	enum	/	xlsx,tif	监测成果格式
result_start_date	data	/		成果开始日期
result_end_date	data	/		成果截止日期
继承自：地理信息 GeographicInformation				

6.4.25 遥感影像地理要素样本

6.4.25.1 遥感影像地理要素样本数据实体的名称为 RSIImageGeoInformationSample。

6.4.25.2 遥感影像地理要素样本是描述遥感影像中地理要素的数据集，用于遥感影像数据模型训练、解译，服务于场景分类、目标识别、地物提取、变化检测等应用。

6.4.25.3 遥感影像地理要素样本宜包含样本编号、对应的影像编号、影像名称、影像高度、影像宽度、样本边界点、样本最小外包矩形、样本属性类别、样本标注时间等属性，属性定义宜符合表 31 的规定。

6.4.25.4 遥感影像地理要素样本宜以 COCO、YOLO 格式存储。

6.4.25.5 遥感影像地理要素样本适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，存储遥感影像地理要素样本数据。

表 31 遥感影像地理要素样本 (RSIImageGeoInformationSample) 属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
sample_id	int	/	/	样本编号
image_id	int	/	/	影像编号
image_name	string	/	/	影像名称
image_obtain_date	date	/	/	影像获取时间
projected_coordinate_system	object	/	ProjectedCoordinateSystem	投影坐标系
image_height	int	/	/	影像高度
image_weight	int	/	/	影像宽度
image_gsd	double	/	/	影像地面分辨率
sample_segmentation	object[]	/	GeoPoint2DXY	样本边界点

sample_min_box	object[2]	/	GeoPoint2DXY	样本最小外包矩形，用左上角、右下角表示。
sample_feature_type	enum	/	EnumFeatureType	样本属性类别，表示样本是房屋、道路、水系、植被。
sample_useage	enum	/	场景分类、目标识别、地物提取、变化检测等。	样本用途，如场景分类、目标识别、地物提取、变化检测。
sample_admin_division_code	int	/	/	样本行政区划码，执行 GB/T 2260
sample_date_labeled	date	/	/	样本标注时间
sample_method_labeled	string	/	/	样本标注方法
sample_department_labeled	string	/	/	样本标注单位
继承自：无				

7 数据传递

7.1 一般规定

7.1.1 数据传递是在数据存储的基础上，针对铁路、公路勘察设计领域开展线路、路基、桥梁、隧道设计的特定应用场景，通过数据挖掘、计算、分析，向其提供满足特定应用需求的结构化数据和数据服务。

7.1.2 数据传递应能满足铁路、公路勘察设计领域开展选线、路基、桥梁、隧道协同设计、智能设计对测绘成果的需求。

7.1.3 数据传递应包含结构化数据、数据服务等两部分。结构化数据应定义其应用领域、应用阶段、属性表，数据服务应定义其应用领域、应用阶段、输入参数、输出参数。

7.1.4 结构化数据包括工程独立坐标系表、纵断面表、横断面索引表及横断面地面点表、建筑物表及附属设施表、既有交通设施表、既有水系表、植被覆盖表、既有管线设施及危险源表等 17 项。

7.1.5 结构化数据的传递流程：设计专业向测绘专业提出结构化数据（如纵断面表、横断面表、既有水系表、既有交通设施表等）的测量需求，明确线路方案、里程范围等要求；测绘专业根据需求开展外业数据采集、内业数据处理及结构化数据生产，将结构化数据提交至数据中心；设计专业从数据中心获取结构化数据。

7.1.6 数据服务包括获取兴趣区域数字地形图、获取兴趣区域数字正射影像、查询数字高程模型列表、查询兴趣点地表高程、投影坐标转换为大地坐标、大地坐标转换为投影坐标

等 6 项。

7.1.7 数据服务的传递流程：设计专业根据具体的设计业务场景，调用特定的测绘服务，数据，如投影坐标转换为大地坐标，并输入对应的参数，如二维点集的投影坐标系、待转换的二维点集等参数；经过计算，输出是否成功、错误信息、转换后的大地二维点集等信息；设计专业基于转换后的大地二维点集开展相关设计及应用。

7.2 结构化数据

7.2.1 工程独立坐标系表

7.2.1.1 工程独立坐标系表的名称为 EngineeringIndependentCoordinateSystemTable。

7.2.1.2 工程独立坐标系表适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，表达铁路、公路工程项目使用的投影坐标系。

7.2.1.3 工程独立坐标系表宜包含投影坐标系编号、起始冠号、起始里程、终止冠号、终止里程、投影坐标系、高程系统、平均高程异常值、最大变形值等属性，属性定义宜符合表 32 的规定。

7.2.1.4 工程独立坐标系设计宜参照 GB 50026、GB 55018、TB 10101、JTG C10 执行。

表 32 工程独立坐标系表（EngineeringIndependentCoordinateSystemTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
independent_coordinate_system_id	string	/	/	独立坐标系编号
start_prefix	string	/	/	起始冠号
start_mileage	double	m	/	起始里程
end_prefix	string	/	/	终止冠号
end_mileage	double	m	/	终止里程
projected_coordinate_system	object	/	ProjectedCoordinateSystem	投影坐标系
height_system	enum	/	EnumHeightSystem	高程系统
average_elevation_outlier	double	m	/	平均高程异常值
max_deformation	double	ppm	/	最大变形值

7.2.2 纵断面表

7.2.2.1 纵断面表的名称为 VerticalSectionTable。

7.2.2.2 纵断面是沿线路中心线（或平行于线路中心线一定距离）、表达地表起伏的三维多段线。纵断面表适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施

工图设计阶段，表达沿线路中心线（或平行于线路中心线一定距离的多段线）的地表起伏。

一般情况下，可基于点云（PointCloud）或全野外人工实测采集纵断面数据。

7.2.2.3 纵断面表宜包含纵断面点编号、冠号、里程、投影坐标系、高程系统、地面点等属性，属性定义应符合表 33 的规定。

7.2.2.4 纵断面表的技术指标宜参照 GB 50026、GB 55018、TB 10101、JTG C10 执行。

表 33 纵断面表（VerticalSectionTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
ground_point_id	int	/	/	纵断面点编号
prefix	string	/	/	冠号
mileage	double	m	/	里程
projected_coordinate_system	object	/	ProjectedCoordinateSystem	投影坐标系
height_system	enum	/	EnumHeightSystem	高程系统
point3d	object	/	GeoPoint3DXYZ	地面点，含三维点坐标及属性

7.2.3 横断面索引表及横断面地面点表

7.2.3.1 横断面索引表的名称为 CrossSectionIndexTable，横断面地面点表的名称为 CrossSectionGroundPointTable。

7.2.3.2 横断面是与线路中心线垂直或以一定角度交叉的、表达地表起伏的三维多段线。

横断面索引表、横断面地面点表适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，表达线路两侧的地形起伏。一般情况下，可基于点云（PointCloud）或全野外人工实测采集横断面数据。

7.2.3.3 横断面索引表宜包含横断面编号、冠号、里程、角度、投影坐标系、高程系统、横断面中心点等属性，属性定义宜符合表 34 的规定；横断面地面点表宜包含横断面编号、偏距、地面点等属性，属性定义宜符合表 35 的规定。

7.2.3.4 横断面的技术指标宜参照 GB 50026、GB 55018、TB 10101、JTG C10 执行。

表 34 横断面表（CrossSectionIndexTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
cross_section_id	int	/	/	横断面编号
prefix	string	/	/	冠号
mileage	double	m	/	里程

angle	double	degree	[-90,90]	角度
projected_coordinate_system	object	/	ProjectedCoordinateSystem	投影坐标系
height_system	enum	/	EnumHeightSystem	高程系统
center_point3d	object	/	GeoPoint3DXYZ	横断面中心点

表 35 横断面地面点表（CrossSectionGroundPointTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
cross_section_id	int	/	/	横断面编号，与表 36 中的横断面编号对应
offset	double	m	/	偏距
point3d	object	/	GeoPoint3DXYZ	地面点，含三维点坐标及属性

7.2.4 建筑物表及附属设施表

7.2.4.1 建筑物表的名称为 BuildingTable，附属设施表的名称为 AffiliatedFacilityTable。

7.2.4.2 建筑物表及附属设施表适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，表达与线路有关的建筑物及其附属设施的空间位置、属性信息，服务于线路方案比较、工点设计及拆迁数量计算。一般情况下，可基于点云（Point Cloud）、数字正射影像（DigitalOrthophotoMap）、实景三维模型（Real3DModel）提取或基于基础地理信息要素（FundamentalGeoInformationFeature）生成建筑物表及附属设施表。

7.2.4.3 建筑物表宜包含建筑物编号、户主姓名、房屋类型、土地性质、层数、面积、结构类型、新旧程度、冠号、里程、偏距等属性，属性定义宜符合表 36 的规定；附属设施调查表宜包含附属物编号、附属物名称、所属建筑物编号、距线路最近点坐标等属性，属性定义宜符合表 37 的规定。

7.2.4.4 建筑物表及附属设施调查表的技术指标宜参照 GB 50026、GB 55018、TB 10101、JTG C10 执行。

表 36 建筑物表（BuildingTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
building_id	int	/	/	建筑物编号
administrative_division_name	string	/	/	行政区划，示例：晋安区岳峰镇潭下
house_holder_name	string	/	/	户主姓名
house_type	enum	/	建筑物类型（路外）：	房屋类型

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
			住宅、学校、商店、医院、庙宇等；建筑物类型（路内）：综合楼、信号楼、站房、检修库、检查棚等。	
land_characteristic	enum	/	国有、集体	土地性质
layers_number	int	/	/	层数
area	double	m ²	/	面积
geometric_information_description	string	/	/	几何信息描述
structure_type	enum	/	框架、砖混、砖瓦、砖木、土木	结构类型
new_old_degree	enum	/	新、旧、半新	新旧程度
railway_public	string	/	路内、路外	路内路外
prefix	string	/	/	冠号
mileage	double	m	/	里程
offset	double	m	/	偏距
shape_point3d	object	m	GeoPoint3DXYZ	距线路最近点坐标

表 37 附属设施表（AffiliatedFacilityTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
affiliated_facility_id	int	/	/	附属设施编号
building_id	int	/	/	所属建筑物编号
accessories_name	enum	/	围墙、地坪、坟墓、水井、水池、水塔、树木	附属物名称
area	double	m ²	/	面积
geometric_information_description	string	/	/	几何信息描述
material	enum	/	混凝土、砖、石、铁皮	材料
new_old_degree	enum	/	新、旧、半新	新旧程度
land_characteristic	enum	/	国有、集体	土地性质
prefix	string	/	/	冠号
mileage	double	m	/	里程
offset	double	m	/	偏距
shape_point3d	object	m	GeoPoint3DXYZ	距线路最近点坐标

7.2.5 既有交通设施表

7.2.5.1 既有交通设施表的名称为 ExistTrafficTable。

7.2.5.2 既有交通设施表适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，当线位跨越既有交通设施，需要采取防护措施或进行改移处理时，表达与线路交叉的既有交通设施要素的空间位置及相关属性信息。一般情况下，可基于点云（PointCloud）、数字正射影像（DigitalOrthophotoMap）、实景三维模型（Real3D

Model）提取或基于基础地理信息要素（FundamentalGeoInformationFeature）生成既有交通设施表。

7.2.5.3 既有交通设施表宜包含既有交通设施编号、既有交通设施名称、起止冠号里程、交通设施类型等属性，属性定义宜符合表 38 的规定。

7.2.5.4 既有交通设施表的技术指标宜参照 GB 50026、GB 55018、TB 10101、JTG C10 执行。

表 38 既有交通设施数表（ExistTrafficTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
exist_traffic_id	int	/	/	既有交通设施编号
exist_traffic_name	string	/	/	既有交通设施名称
start_prefix	string	/	/	起始冠号
start_mileage	double	m	/	起始里程
end_prefix	string	/	/	终止冠号
end_mileage	double	m	/	终止里程
traffic_type	enum	/	铁路、高速公路、城市道路、省国道、县道、乡村道路、堤坝。	交通设施类型
angle_to_railway	double	degree	[-90,90]	与线路的夹角
vertical_width_of_road	double	m	/	道路正宽
height_road_or_track	double	m	/	路面或轨面高程

7.2.6 既有水系表

7.2.6.1 既有水系表的名称为 ExistWaterTable。

7.2.6.2 既有水系表适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，当线位跨越既有水系如河流、湖泊、水库、水塘、沟渠，需要采取防护措施或进行改移处理时，表达与线路交叉的既有水系要素的空间位置及相关属性信息。一般情况下，可基于点云（PointCloud）、数字正射影像（DigitalOrthophotoMap）、实景三维模型（Real3DModel）提取或基于基础地理信息要素（FundamentalGeoInformationFeature）生成既有水系表。

7.2.6.3 既有水系表宜包含既有水系编号、既有水系名称、水系类型、起止冠号里程等属性，属性定义宜符合表 39 的规定。

7.2.6.4 既有水系表的技术指标宜参照 GB 50026、GB 55018、TB 10101、JTG C10 执行。

表 39 既有水系表 (ExistWaterTable) 属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
exist_water_id	int	/	/	既有水系编号
exist_water_name	string	/	/	既有水系名称
start_prefix	string	/	/	起始冠号
start_mileage	double	m	/	起始里程
end_prefix	string	/	/	终止冠号
end_mileage	double	m	/	终止里程
water_type	enum	/	河流、渠道、水库、水塘、水沟。	水系类型
angle_to_centerline	double	degree	[-90,90]	与线路的夹角
vertical_width_of_water	double	m	/	河流正宽
height_water_surface	double	m	/	水面标高
height_dam_top	double	m	/	堤坝顶标高

7.2.7 植被覆盖表

7.2.7.1 植被覆盖表的名称为 VegetationCoverageTable。

7.2.7.2 植被覆盖表适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，当新建线位经过植被覆盖区域如林地、草地、经济作物区（稻田、旱地、果园等）时，表达与新建线路交叉的植被覆盖区域的空间位置及相关属性信息。一般情况下，可基于点云（PointCloud）、数字正射影像（DigitalOrthophotoMap）、实景三维模型（Real3DModel）提取或基于基础地理信息要素（FundamentalGeoInformationFeature）生成植被覆盖表。

7.2.7.3 植被覆盖表宜包含植被覆盖区域编号、起止冠号里程、植被类型等属性，属性定义宜符合表 40 的规定。

7.2.7.4 植被覆盖表的技术指标宜参照 GB 50026、GB 55018、TB 10101、JTG C10 执行。

表 40 植被覆盖表 (VegetationCoverageTable) 属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
vegetation_coverage_area_id	int	/	/	植被覆盖区域编号
start_prefix	string	/	/	起始冠号
start_mileage	double	m	/	起始里程
end_prefix	string	/	/	终止冠号
end_mileage	double	m	/	终止里程

vegetation_type	enum	/	如：林地、稻田、旱地、果园、草地	植被类型
angle_to_centerline	double	degree	[-90,90]	与线路的夹角
vertical_width_of_vegetation	double	m	/	植被正宽

7.2.8 既有管线设施及危险源表

7.2.8.1 既有管线设施及危险源调查表包括 110kV 及以上电力线路表（110kVAndObvePowerLineTable）、35kV 及以下电力线路表（35kVAndBelowPowerLineTable）、路外通信线路表（OutsideCommunicationLineTable）、易燃易爆品库表（InflammableAndExplosiveWareHouseTable）、油气管道表（OilAndGasPipelineTable）、无线通信设施表（WirelessCommunicationFacilityTable）、给排水管线表（WaterSupplyAndDrainagePipelineTable）、给排水构筑物表（WaterSupplyAndDrainageStructureTable）等 8 项。

7.2.8.2 既有管线设施及危险源表适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，当线路附近存在 110kV 及以上电力线路、35kV 及以下电力线路、路外通信线路、易燃易爆品库、油气管道、无线通信设施、给排水管线、给排水构筑物等重要设施时，表达上述设施的空间位置和相关权属信息。一般情况下，可通过基于点云（PointCloud）、数字正射影像（DigitalOrthophotoMap）、实景三维模型（Real3DModel）提取、基于基础地理信息要素（FundamentalGeoInformationFeature）生成、人工现场测量等方法生成管线设施及危险源数据表。

7.2.8.3 110kV 及以上电力线路表属性定义宜符合表 41 的规定，35kV 及以下电力线路表属性定义宜符合表 42 的规定，路外通信线路表属性定义宜符合表 43 的规定，易燃易爆品库表属性定义宜符合表 44 的规定，油气管道表属性定义宜符合表 45 的规定，无线通信设施表属性定义宜符合表 46 的规定，给排水管线表属性定义应符合表 47 的规定，给排水构筑物表属性定义宜符合表 48 的规定。

7.2.8.4 既有管线设施及危险源表的技术指标宜参照 GB 50026、GB 55018、TB 10101、JTG C10 执行。

表 41 110kV 及以上电力线路表（110kVAndObvePowerLineTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
------	------	----	----	------

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
relation_with_center_line	enum	/	架空交叉、地理交叉、架空平行、地理平行等。	与线路关系
start_prefix	string	/	/	起始冠号
start_mileage	double	m	/	起始里程
end_prefix	string	/	/	终止冠号
end_mileage	double	m	/	终止里程
voltage_class	enum	/	110kV、220kV、500kV、800kV、1000kV、双回 110kV、双回 220kV、双回 500kV、双回 800kV、双回 1000kV、±500kV、±800kV、±1000kV	电压等级
line_name	string	/	/	线路名称
model_number_3th_tower_left	string	/	/	左三塔型-塔号，示例：耐张-xx，直线-xx
coordinate_3th_tower_left	object[]	/	GeoPoint2DXY	左三塔坐标
model_number_2th_tower_left	string	/	/	左二塔型-塔号。耐张-xx，直线-xx
coordinate_2th_tower_left	object[]	/	GeoPoint2DXY	左二塔坐标
model_number_1th_tower_left	string	/	/	左一塔型-塔号，示例：耐张-xx，直线-xx
height_1th_tower_left	double	m	/	左一塔高度
coordinate_1th_tower_left	object[]	/	GeoPoint2DXY	左一塔位置坐标
min_distance_between_railway_line_and_1th_tower_left	double	m	/	左一塔距线路中心距离
model_number_1th_tower_right	string	/	/	右一塔型-塔号，示例：耐张-xx，直线-xx
height_1th_tower_right	double	m	/	右一塔高度
coordinate_1th_tower_right	object[]	/	GeoPoint2DXY	右一塔位置坐标
min_distance_between_railway_line_and_1th_tower_right	double	m	/	右一塔距线路中心距离
model_number_2th_tower_right	string	/	/	右二塔型-塔号，示例：耐张-xx，直线-xx
coordinate_2th_tower_right	object[]	/	GeoPoint2DXY	右二塔坐标
model_number_3th_tower_right	string	/	/	右三塔型-塔号，示例：耐张-xx，直线-xx
coordinate_3th_tower_right	object[]	/	GeoPoint2DXY	右三塔坐标
angle_of_cross	double	degree	/	交叉角度
lowest_power_line_elevation_at_intersection	double	m	/	交叉点最低一档电力线高程
top_elevation_of_crane_rail_at_intersection	double	m	/	交叉点轨面标高
distance_between_power_lines_and_railway	double	m	/	导线对轨高度
railway_section	enum	/	路基、桥梁、隧道等。	铁路敷设方式

表 42 35kV 及以下电力线路表 (35kVAndBelowPowerLineTable) 属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
relation_with_center_line	enum	/	架空交叉、地埋交叉、架空平行、地埋平行。	与线路中线的关系
start_prefix	string	/	/	起始冠号
start_mileage	double	m	/	起始里程
end_prefix	string	/	/	终止冠号
end_mileage	double	/	/	终止里程
facility_type	string	/	/	设施类型，示例：用户线、0.22kV、0.4kV、10kV、双回10kV、四回10kV、35kV、双回35kV、0.4kV/10kV变电台、路灯、箱变、配电房、变电站。
quantity	string	处, km。	/	数量，示例：用户线、0.22kV、0.4kV、10kV、双回10kV、四回10kV、35kV、双回35kV与铁路交叉时：处；与铁路平行时：km；其他设施：处。
position_coordinate	object[]	/	GeoPoint2DXY	电力设施坐标
min_distance_between_facility_and_railway_line	double	m	/	电力设施距铁路线路中心最小距离
property_unit	string	/	/	产权单位

表 43 路外通信线路表（OutsideCommunicationLineTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
relation_with_center_line	enum	/	架空交叉、地埋交叉、架空平行、地埋平行。	与线路中线的关系
start_prefix	string	/	/	起始冠号
start_mileage	double	m	/	起始里程
end_prefix	string	/	/	终止冠号
end_mileage	double	m	/	终止里程
facility_type	enum	/	通信杆路、通信管道、光缆、CATV、通信基站、直放站、光交箱、视频监控。	设施类型
number_optical_cable_core_or_pair	double	/	/	光缆芯数或对数
quantity	int	处, km	/	数量。通信杆路、通信管道、光缆、CATV与铁路交叉时：处；通信杆路、通信管道、光缆、CATV与铁路平行时：km。
position_coordinate	object[]	/	GeoPoint3DXYZ	通信设施坐标
min_distance_between_facility_and_railway_line	double	m	/	通信设施距线路中心最小距离
property_unit	string	/	/	产权单位

表 44 易燃易爆品库表（InflammableAndExplosiveWareHouseTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
------	------	----	----	------

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
prefix	string	/	/	冠号
mileage	double	m	/	设施中心点里程
relation_with_center_line	double	m	/	设施中心点与线路中线点的距离
facility_boundary	object[]	/	GeoPoint2DXY	设施范围
facility_type	string	/	/	设施类型，示例：加油站、加气站、石油库、烟花爆竹厂、石化企业等。
facility_capacity	double	/	/	设施容量，示例：汽油 60 吨，加油枪 4 个。
quantity	double	/	/	数量
property_unit	string	/	/	产权单位
possibility_of_relocation	enum	/	可以搬迁、不可搬迁。	是否可搬迁

表 45 油气管道表（OilAndGasPipelineTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
start_prefix	string	/	/	起始冠号
start_mileage	double	m	/	起始里程
end_prefix	string	/	/	终止冠号
end_mileage	double	m	/	终止里程
relation_with_center_line	enum	/	架空交叉、地理交叉、架空平行、地理平行。	与线路中线的关系
angle_cross	double	degree	/	交叉角度
depth	double	m	/	埋深
pipe_diameter	double	mm	/	管径
tubing_material	string	/	/	管材，如：PE 管、钢管等。
pipeline_pressure	double	/	/	管压
pipe_wall	double	/	/	管道壁厚
property_unit	string	/	/	产权单位
facility_type	enum	/	长输气管道、长输油管道、城镇燃气管道、液化石油气管道、航空煤油管道。	设施类型
facility_boundary	object[]	/	GeoPoint3DXYZ	设施范围

表 46 无线通信设施表（WirelessCommunicationFacilityTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
prefix	string	/	/	冠号
mileage	double	m	/	设施中心点里程
relation_with_center_line	double	m	/	与线路中线点的距离
facility_boundary	object[]	/	GeoPoint3DXYZ	设施范围
facility_type_str	enum	/	地震台、雷达站、测向台、无方向信标台、收（发）信台、中波通信台站。	设施类型
foundation_height	double	m	/	台站基础标高
facility_height	double	m	/	台站高度

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
quantity	int	/	/	数量
property_unit	string	/	/	产权单位
possibility_of_relocation	enum	/	可以搬迁、不可搬迁。	是否可搬迁
relocation_cost	double	/	/	当选择可以搬迁时，需要输入搬迁费用。

表 47 给排水管线表（ExistWaterSupplyAndDrainagePipelinTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
pipeline_id	int	/	/	管道线路编号
pipeline_name	string	/	/	管道线路名称
pipe_type	string	/	/	管道系统类型
pipe_diameter	double	mm	/	管径，管道公称直径
pipe_material	string	/	/	管材，管道所用材料
control_point_elevation	object[]	/	GeoPoint3DXYZ	管道控制点坐标，z 为正值时表示管道埋设于地面以下，z 为负值时为架空。
property_unit	string	/	/	产权单位，指管线产权单位名称
data_precision	enum	/	示意、设计、竣工、物探。	数据精度

表 48 给排水构筑物表（ExistWaterSupplyAndDrainageStructureTable）属性定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
structure_name	string	/	/	构筑物名称
structure_scale	string	/	/	构筑物规模
pipe_type	string	/	/	管道系统类型
structure_type	string	/	/	构筑物类型
pipe_material	string	/	/	管材
buried_depth	double	/	m	埋深
anchor_point	object[]	/	GeoPoint3DXYZ	定位点坐标
property_unit	string	/	/	产权单位，指管线产权单位名称
data_precision	enum	/	示意、设计、竣工、物探等。	数据精度

7.3 数据服务

7.3.1 获取兴趣区域数字地形图

7.3.1.1 获取兴趣区域数字地形图数据服务的名称为 GetAoiDLG。

7.3.1.2 本数据服务适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，对数字地形图（DigitalTopographicMap）进行查询、裁剪，辅助各设计专业获取兴趣区域的地物、地貌矢量数据，开展虚拟踏勘、方案研究、展示汇报、工点

设计。

7.3.1.3 在处理大场景海量数字地形图时，宜采用分布式存储和并行计算技术。

7.3.1.4 输入参数定义应符合表 49 的规定，输出参数定义应符合表 50 的规定。

表 49 获取兴趣区域数字地形图（GetAoiDLG）输入参数定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
project_id	string	/	/	项目编号
project_name	string	/	/	项目名称
area_of_interest	object[]	/	GeoPoint2DXY	兴趣区域的边界点集
aoi_projected_coordinate_system	object	/	ProjectedCoordinateSystem	兴趣区域投影坐标系

表 50 获取兴趣区域数字地形图（GetAoiDLG）输出参数定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
is_success	bool	/	true/false	是否成功
error	string	/	/	错误信息
dlg_list	object[]	/	DigitalTopographicMap 或 string	数字地形图数据集，可返回地形图数据或 OGC WFS 链接

7.3.2 获取兴趣区域数字正射影像

7.3.2.1 获取兴趣区域数字正射影像数据服务的名称为 GetAoiDOM。

7.3.2.2 本数据服务适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，对正射影像（DigitalOrthophotoMap）进行查询、裁剪，辅助各设计专业获取兴趣区域的影像数据，直观查看现场环境及地理要素空间分布情况，开展虚拟踏勘、方案研究、展示汇报、工点设计。

7.3.2.3 在处理大场景海量数字正射影像时，宜采用分布式存储和并行计算技术。

7.3.2.4 输入参数定义应符合表 51 的规定，输出参数定义应符合表 52 的规定。

表 51 获取兴趣区域数字正射影像（GetAoiDOM）输入参数定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
project_id	string	/	/	项目编号
project_name	string	/	/	项目名称
area_of_interest	object[]	/	GeoPoint2DXY	兴趣区域的边界点集
aoi_projected_coordinate_system	object	/	ProjectedCoordinateSystem	兴趣区域投影坐标系

表 52 获取兴趣区域数字正射影像（GetAoiDOM）输出参数定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
is_success	bool	/	true/false	是否成功
error	string	/	/	错误信息

dom_list	object[]	/	DigitalOrthophoto Map或 string	数字正射影像数据集，可返回影像数据或 OGC WMS 链接
----------	----------	---	-------------------------------	-------------------------------

7.3.3 查询数字高程模型列表

7.3.3.1 查询数字高程模型列表数据服务的名称为 QueryDEMList。

7.3.3.2 本数据服务适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究阶段，各设计专业从数据库中查询工程项目的数字高程模型（DigitalElevationModel）列表，以查询地面高程，辅助开展方案研究、展示汇报。

7.3.3.3 输入参数定义应符合表 53 的规定，输出参数定义应符合表 54 的规定。

表 53 查询数字高程模型列表（QueryDEMList）输入参数定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
project_id	string	/	/	项目编号
project_name	string	/	/	项目名称

表 54 查询数字高程模型列表（QueryDEMList）输出参数定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
is_success	bool	/	true/false	是否成功
error	string	/	/	错误信息
dem_list	object[]	/	DigitalElevationModel	数字高程模型数据集

7.3.4 查询兴趣点地表高程

7.3.4.1 查询兴趣点地表高程数据服务的名称为 QueryPoiTerraElevation。

7.3.4.2 本数据服务适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究阶段，各设计专业基于数据库中的数字高程模型（DigitalElevationModel）查询兴趣点的地表高程，生成纵断面、横断面，辅助开展方案研究、展示汇报。

7.3.4.3 在查询大场景下海量兴趣点的地表高程时，宜采用分布式存储和并行计算技术。

7.3.4.4 输入参数定义应符合表 55 的规定，输出参数定义应符合表 56 的规定。

表 55 查询兴趣点地表高程（QueryPoiTerraElevation）输入参数定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
dem_id	string	/	/	数字高程模型编号
points_of_interest	object[]	/	GeoPoint2DXY	兴趣点的坐标点集
poi_projected_coordinate_system	object	/	ProjectedCoordinateSystem	兴趣点的投影坐标系

表 56 查询兴趣点地表高程（QueryPoiTerraElevation）输出参数定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
is_success	bool	/	true/false	是否成功
error	string	/	/	错误信息
point3d_list	object[]	/	GeoPoint3DXYZ	兴趣点的地表高程数据

7.3.5 投影坐标转换为大地坐标

7.3.5.1 投影坐标转换为大地坐标数据服务的名称为 Transformxy2BL。

7.3.5.2 本数据服务适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，各设计专业将投影坐标系下的设计资料转化到大地坐标系，开展大场景 BIM 成果集成、方案研究。

7.3.5.3 在对海量坐标点进行坐标转换时，宜采用并行计算技术。

7.3.5.4 输入参数定义应符合表 57 的规定，输出参数定义应符合表 58 的规定。

表 57 投影坐标转换为大地坐标（Transformxy2BL）输入参数定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
projected_coordinate_system	object	/	ProjectedCoordinateSystem	二维点集的投影坐标系
point2d_xy_list	object[]	/	GeoPoint2DXY	待转换的二维点集

表 58 投影坐标转换为大地坐标（Transformxy2BL）输出参数定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
is_success	bool	/	true/false	是否成功
error	string	/	/	错误信息
point2d_bl_list	object[]	/	GeoPoin2DBL	转换后的大地二维点集

7.3.6 大地坐标转换为投影坐标

7.3.6.1 大地坐标转换为投影坐标数据服务的名称为 TransformBL2xy。

7.3.6.2 本数据服务适用于铁路、公路领域，在预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计阶段，各设计专业将大地坐标系下的地理信息数据、设计资料转化到投影坐标系，用于方案研究、工点设计。

7.3.6.3 在对海量坐标点进行坐标转换时，宜采用并行计算技术。

7.3.6.4 输入参数定义应符合表 59 的规定，输出参数定义应符合表 60 的规定。

表 59 大地坐标转换为投影坐标（TransformBL2xy）输入参数定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
target_projected_coordinate_system	object	/	ProjectedCoordinateSystem	目标投影坐标系
point2d_bl_list	object[]	/	GeoPoin2DBL	待转换的大地二维点集

表 60 大地坐标转换为投影坐标（TransformBL2xy）输出参数定义

属性名称	数据类型	单位	值域	工程意义
is_success	bool	/	true/false	是否成功
error	string	/	/	错误信息
point2d_xy_list	object[]	/	GeoPoint2DXY	转换后的二维点集

8 智能化应用要求

8.1 智能测绘应适应陆路交通基础设施智能勘察设计对二三维地理信息数据的使用需求，综合使用全球卫星导航、高分辨率卫星测图、航空摄影测量、激光雷达测量、倾斜摄影测量、无人机测绘、InSAR 等新兴测绘技术快速获取大范围三维空间数据，通过计算机自动化或半自动化处理，从三维空间数据中提取设计控制要素，实现多源数据融合建模，快速生成计算机可识别的二三维地理信息数据，为陆路交通基础设施协同设计、智能设计提供地理信息数据与服务。

8.2 智能测绘宜采用自主可控的二三维 GIS 平台和软硬件系统，平台和系统应具有面向多参与方协同的功能。

8.3 智能测绘宜根据业务流程与数据特点构建智能测绘应用场景，并选择适宜的智能化算法，相关算法可参照附录 B 的要求。

8.4 智能测绘的应用场景宜包括但不限于表 61 中的规定。

表 61 智能测绘应用场景及描述

应用场景	应用场景描述
机载激光点云建筑物提取	从机载激光点云（含地面、建筑、植被等地理信息）中提取建筑物的矢量数据，服务于铁路、公路的大范围线路方案比较以及工点设计、拆迁建筑物调查。
遥感影像建筑物提取	从遥感影像（含卫星影像、航空影像）中提取建筑物的矢量数据，服务于铁路、公路的大范围线路方案比较以及工点设计、拆迁建筑物调查。

遥感影像交通设施提取	从遥感影像（含卫星影像、航空影像）中提取交通设施（如高速公路、国道、省道、县道、乡道等）的矢量数据，服务于铁路、公路的大范围线路方案比较以及工点设计、既有交通设施迁改。
遥感影像水系提取	从遥感影像（含卫星影像、航空影像）中提取水系（如湖泊、水库、河流、水塘等）的矢量数据，服务于铁路、公路的大范围线路方案比较、工点设计、桥墩布设等。
实景三维模型建筑物单体化	从实景三维模型中提取建筑物，生成单体模型，基于数字地形图或各类调查数据，挂接属性数据，服务于铁路、公路的大范围线路方案比较以及工点设计、拆迁建筑物调查。
测绘专业知识智能问答	搭建测绘数据采集、处理、管理的知识库，实现智能抽取规范、规程、原则等知识，智能回答工程师的问题。

8.5 智能测绘算法可参考表 62 的规定。

表 62 智能测绘应用场景常用算法

应用场景	人工智能技术类别	常用人工智能算法
机载激光点云建筑物提取	聚类分析	K 均值聚类
	神经网络	卷积神经网络（CNN）
遥感影像建筑物提取、遥感影像交通设施提取、遥感影像水系提取	计算机视觉	图像分割
	神经网络	卷积神经网络（CNN）
实景三维模型建筑物单体化	聚类分析	K 均值聚类
	神经网络	卷积神经网络（CNN）
测绘专业知识智能问答	大语言模型	GPT 类模型

8.6 智能测绘的典型地理要素样本库应在数据存储的基础上构建，常用数据集的数据标签

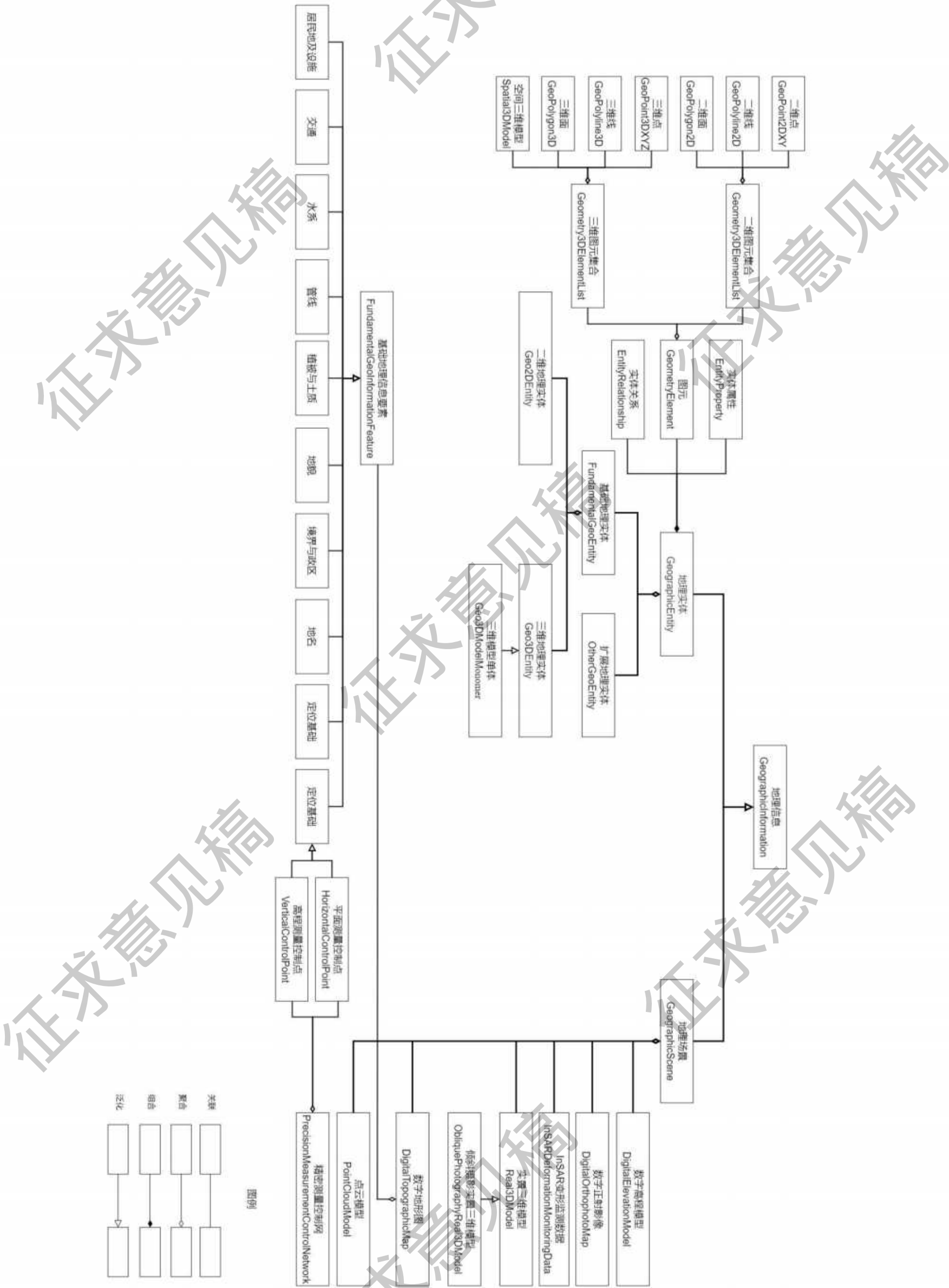
设计可参考表 63 的规定，可根据应用需求拓展。

表 63 智能测绘常用数据集数据标签属性

数据集	数据标签属性
遥感影像地理要素样本	样本编号、影像编号、影像名称、影像获取时间、投影坐标系、影像高度、影像宽度、影像地面分辨率、样本边界点、样本最小外包矩形、样本属性类别、样本用途、样本行政区划码、样本标注时间、样本标注方法、样本标注单位。
实景三维模型地理要素样本	样本编号、模型编号、模型名称、模型生产时间、投影坐标系、原始影像地面分辨率、样本边界点、样本最小外包矩形、属性类别、样本用途、样本行政区划码、样本标注时间、样本标注方法、样本标注单位。
既有交通设施数据集	既有交通设施编号、既有交通设施名称、起始冠号、起始里程、终止冠号、终止里程、交通设施类型、与线路的夹角、道路正宽、路面或轨面高程。
既有水系数据集	既有水系编号、既有水系名称、起始冠号、起始里程、终止冠号、终止里程、水系类型、与线路的夹角、河流正宽、水面标高、堤坝顶标高。
植被覆盖数据集	植被覆盖区域编号、起始冠号、起始里程、终止冠号、终止里程、植被类型、与线路的夹角、植被正宽。
测绘标准数据集	与测绘数据采集、数据处理、数据入库相关的国家、行业的规范、标准要求的各项技术指标。

附录 A
(规范性)
测绘数据实体体系结构

A.1 测绘数据实体体系结构宜符合图 A.1 的规定。



附录 B

(资料性)

人工智能技术分类表

B.1 人工智能技术分类宜满足表 66 的规定。

表 66 人工智能技术分类表

人工智能技术大类	人工智能技术子类	算法
问题求解 (搜索)	有信息搜索	A* 搜索
		递归最佳优先搜索
		简化有限内存 A* 搜索
		蒙特卡洛树搜索
		束搜索
	无信息搜索	广度优先搜索
		深度优先搜索
		深度限制搜索
		双向搜索
		迭代深化搜索
知识、推理 与规划	逻辑	有命题逻辑
	规划	一阶逻辑
		经典规划
		分层任务网络
	知识表征 (专家系统)	logistics 规划
		本体论
		语义网络
	概率模型	知识驱动的专家系统
		贝叶斯模型
		马尔可夫模型
学习	决策树	C4.5 算法
	支持向量机	CART 算法
		支持向量机
	K-最邻近	K-最邻近
		随机森林
	集成学习	梯度自举提升
		AdaBoost
		XGBoost
		梯度提升决策树 (GBDT)
		线性回归
	回归分析	Logistic 回归
		多变量回归
		泊松回归
		逐步回归
		岭回归

人工智能技术大类	人工智能技术子类	算法
	神经网络	Lasso 回归
		多项式回归
		卷积神经网络 (CNN)
		循环神经网络 (RNN)
		自动编码器
	强化学习	生成对抗网络 (GAN)
		自适应动态规划 (ADP)
		时间差分 (TD)
		状态-动作-回报-状态-动作 (SARSA) 算法
		Q 学习
	聚类分析	深度强化学习 (DQN)
		K 均值
		分层聚类
		DBSCAN
		期望最大化法 (EM)
	关联规则学习	主成分分析 (PCA)
		线性判别分析
		Isomap
		Apriori 算法
		FP-Growth
	推荐系统	FP-tree
		Eclat 算法
		AIS 算法
		SETM 算法
		序列模式
沟通、感知	信息检索	基于内容的推荐系统
		协同过滤系统
		基于知识的推荐系统
		布尔模型
		向量空间模型
	文本挖掘/分类	概率模型
		语言模型
		词袋 (BOW) 模型
		语言模型 (n-gram)
		主题模型
	信息抽取	隐马尔可夫模型
		命名实体识别
		关系提取
		意图分析
		Whisper
	语音识别	so-vits-svc
		图像分类
	计算机视觉	图像分割
		物体检测
		图像生成
		图像生成
	扩散模型	图像和文字相互生成
		图像三维重建
		语音风格迁移
		GPT 类模型
	大语言模型	

参考文献

- [1] GB/T 17798 地理空间数据交换格式
- [2] GB/T 19710 地理信息元数据
- [3] GB/T 20258.1 基础地理信息要素数据字典 第1部分：1:500 1:1000 1:2000 基础地理信息要素数据字典
- [4] GB/T 25529 地理信息分类与编码规则
- [5] GB/T 30319 基础地理信息数据库标准
- [6] GB/T 39608 基础地理信息数字成果元数据
- [7] CH/T 9015 三维地理信息模型数据产品规范
- [8] CH/T 9016 三维地理信息模型生产规范
- [9] CH/T 1007 基础地理信息数字产品元数据
- [10] T/CAGIS 1-2019 空间三维模型数据格式
- [11] T/CAGIS 2-2019 空间三维模型数据服务接口
- [12] T/SHCH 001-2020 基于地理实体的全息要素采集与建库
- [13] CRBIM 1001-2014 铁路工程信息模型分类和编码标准（1.0版）
- [14] CRBIM 1002-2015 铁路工程信息模型数据存储标准
- [15] CRBIM 1009-2017 铁路工程信息交换模板编制指南（试行）
- [16] CRBIM 1005-2017 面向铁路工程信息模型应用的地理信息交付标准（1.0版）
- [17] Q/CR 9157-2020 铁路工程三维地理信息数据技术规范
- [18] 实景三维中国建设技术大纲（2021版），自然资源部，2021.8
- [19] 新型基础测绘与实景三维中国建设技术文件，自然资源部，2021.12
- [20] Q/SIYUAN T017-2021 新建铁路智能勘测数字化产品标准（试行）