

JTG

中华人民共和国推荐性行业标准

JTG/T XXXX—202X

公路工程数字勘察通用规范

General Specifications for Digital Survey of Highway Engineering

(征求意见稿)

202X-XX-XX发布

202X-XX-XX实施

中华人民共和国交通运输部发布

征求意见稿

中华人民共和国推荐性行业标准

公路工程数字勘察通用规范

General Specifications for Digital Survey of Highway Engineering

JTG/T XXXX—202X

主编单位：中交第二公路勘察设计研究院有限公司

批准部门：中华人民共和国交通运输部

实施日期：202X年××月××日

人民交通出版社

北京

征求意见稿

前 言

《交通运输部关于下达 2024 年度公路工程行业标准制修订项目计划的通知》（交公路函〔2024〕320 号）的要求，由中交第二公路勘察设计研究院有限公司作为主编单位承担《公路工程数字勘察通用规范》（JTG/T XXXX—202X）（以下简称“本规范”）的制定工作。

公路工程数字勘察是提升公路工程勘察设计质量和管理水平，实现公路全生命期数字化的主要手段。本规范在编制过程中，遵循创新引领、技术先进、经济实用的编写原则，通过深入调查研究和测试验证，全面总结吸收国内外公路工程数字勘察实践经验与科技成果，结合我国公路工程数字勘察现状和发展需要制定而成。

本规范共分为 9 章和 4 个附录，分别是：1 总则、2 术语和缩略语、3 基本规定、4 勘察数据分类与编码、5 勘察数据采集、6 勘察数据处理与建模、7 勘察数据传输与存储、8 勘察数据接口与成果交付、9 勘察数据更新，附录 A 勘察方法分类与编码、附录 B 勘察数据分类与编码、附录 C 勘察数据交付内容、附录 D 勘察信息模型交付深度。

本规范由 XXX 负责起草第 1 章，XXX 负责起草第 2 章，XXX 负责起草第 3 章，XXX 负责起草第 4 章，XXX 负责起草第 5 章，XXX 负责起草第 6 章，XXX 负责起草第 7 章，XXX 负责起草第 8 章，XXX 负责起草第 9 章，XXX 负责起草附录 A，XXX 负责起草附录 B，XXX 负责起草附录 C，XXX 负责起草附录 D。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本规范日常管理组，联系人：XXX（地址：武汉经济技术开发区创业路 18 号，中交第二公路勘察设计研究院有限公司，邮编：430056；电话：XXXXXX；电子邮箱：XXXXX），以便修订时参考。

主 编 单 位：中交第二公路勘察设计研究院有限公司

参 编 单 位：

主 编：

主要参编人员：

主 审：

参与审查人员：

参 加 人 员：

征求意见稿

目 次

目 次	1
1 总则	1
2 术语和缩略语	2
2.1 术语	2
2.2 缩略语	4
3 基本规定	6
3.1 基本要求	6
3.2 数字勘察工作要求	6
3.3 数字勘察软硬件要求	7
3.4 勘察数据管理平台要求	7
3.5 勘察数据安全要求	8
4 勘察数据分类与编码	10
4.1 一般规定	10
4.2 勘察数据分类	10
4.3 勘察数据编码	11
4.4 编码应用方法	13
5 勘察数据采集	14
5.1 一般规定	14
5.2 勘察数据采集技术要求	14
5.3 可行性研究阶段勘察数据采集	18
5.4 设计阶段勘察数据采集	19
5.5 施工阶段勘察数据采集	21
5.6 运营养护阶段勘察数据采集	22
6 勘察数据处理与建模	24
6.1 一般规定	24
6.2 勘察数据预处理	24
6.3 勘察数据处理	24
6.4 勘察信息三维建模	25

7 勘察数据传输与存储	27
7.1 一般规定	27
7.2 勘察数据传输	27
7.3 勘察数据存储	28
7.4 勘察数据备份与恢复	28
8 勘察数据接口与成果交付	30
8.1 一般规定	30
8.2 勘察数据接口	30
8.3 勘察成果交付	31
9 勘察数据更新	33
9.1 一般规定	33
9.2 设计阶段勘察数据更新	34
9.3 施工阶段勘察数据更新	35
9.4 运营养护阶段数据更新	36
附录 A 勘察方法分类与编码	37
附录 B 勘察数据分类与编码	41
附录 C 勘察数据交付内容	52
附录 D 勘察信息模型交付深度	54
本规范用词用语说明	57

1 总则

1.0.1 为提升公路工程勘察设计质量和管理水平，满足公路工程数字化转型发展需要，规范公路工程数字勘察通用要求，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建和改扩建公路工程建设与运营养护全过程的数字勘察工作和现有勘察成果的数字化工作。

1.0.3 公路工程数字勘察的工作内容、工作深度和提交成果，应满足公路工程数字化工作的技术要求。

1.0.4 公路工程数字勘察应从全局出发，统筹可行性研究、设计、施工、运营养护各阶段数据需求，构建通用的数据接口和勘察数据管理平台，实现全生命周期数据共享与协同管理。

1.0.5 公路工程数字勘察应根据公路工程各阶段勘察数据的深化细化、分析成果更新及数据质量问题，及时开展勘察数据更新工作。

1.0.6 公路工程数字勘察全过程应采取措施保证数据的保密性和安全性，防止数据泄露和未经授权的访问。

1.0.7 公路工程数字勘察作业应严格遵守安全操作规程，必要时开展风险评估，制定紧急预案，落实应急措施，保障人员、设备与数据安全。

1.0.8 公路工程数字勘察采用的创新性技术方法和措施，应进行论证并符合本规范中有关技术指标的要求。

1.0.9 公路工程数字勘察除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关强制性标准的规定。

2 术语和缩略语

2.1 术语

2.1.1 数字勘察 digital surveying

利用现代信息技术、计算机科学和地理空间科学等数字化技术手段赋能公路工程勘察，对公路工程全生命期的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质与特殊性岩土等进行数据采集、处理、分析和数字化表达的过程，包括数字测绘、数字遥感、数字调绘、数字钻探、数字物探和数字测试等。

2.1.2 数字测绘 digital mapping

利用 GNSS、高分卫星、LiDAR、无人机、倾斜摄影等现代信息技术和装备，对地形、地貌、地物等地理空间信息进行采集、处理、分析与利用的过程。

2.1.3 数字遥感 digital remote sensing

利用卫星、飞机、无人机等平台搭载的传感器，对地表及其特征进行非接触式的观测与数据采集，并通过数字化处理手段对地形地貌、工程地质条件等数据进行遥感解译和分析的过程。

2.1.4 数字调绘 digital geological mapping

利用 GNSS、GIS、RS 等现代信息技术，通过便携式设备和 APP，对公路工程地质条件和地质环境进行数据采集、处理、分析与数字化表达的过程。

2.1.5 数字钻探 digital drilling

利用数字化技术，通过采集钻探过程中钻进参数、随钻孔内测试信息，并进行钻探岩芯地质数字化、智能化编录，形成数字班报表、数字钻孔地质柱状图草图的过程。

2.1.6 数字物探 digital geophysical exploration

利用数字化采集、反演技术，结合传统的地球物理勘探手段，对地下一定深度范围的地下结构、地质体和岩性变化等地质信息进行探测和分析的过程。

2.1.7 数字测试 digital testing

利用数字化技术手段，对岩土体的物理力学性质、工程特性及相关参数进行原位或室内测试，实现测试数据的实时采集、传输、处理与分析，并以数字

化形式存储和展示测试结果的过程。

2.1.8 数据编码 data encoding

根据一定的规则 and 标准，通过数据分类、分层和标识等方式为公路工程数字勘察数据赋予特定的编码体系，将各种勘察数据转化为结构化、标准化的数字、字符或符号形式的过程。

2.1.9 数据接口 data interface

在不同数据库、不同专业或不同系统之间进行数据交互时，用于规范和实现数据传输、交换与共享的逻辑通道或协议。

2.1.10 数据更新 data update

随着勘察工作的深入、地形数据的精细化、地质情况的揭露以及数据质量的问题，对公路工程勘察数据及其分析处理成果进行新增、删除、修改等数据更新的过程。

2.1.11 全球导航卫星系统 global navigation satellite system (GNSS)

在全球范围提供定位、导航和授时服务的卫星系统的统称，包括北斗卫星导航系统（BDS）、全球定位系统（GPS）、格洛纳斯导航卫星系统（GLONASS）和伽利略导航卫星系统（Galileo）等。

2.1.12 遥感 remote sensing (RS)

不接触物体本身，用传感器收集目标物的电磁波信息，经处理、分析后，识别目标物，揭示其几何、物理性质和相互关系及其变化规律的科学技术。

2.1.13 遥感解译 remote sensing interpretation

根据遥感图像的几何特征和物理性质识别其所代表的物体或现象，分析、评价其特征和发展趋势的过程。

2.1.14 激光扫描 light detection and ranging (LiDAR)

利用激光雷达发射激光束并接收物体回波信号从而获取目标三维信息的技术。

2.1.15 倾斜摄影 oblique photography

通过在同一飞行平台上搭载多个传感器，同时从垂直、倾斜等多个不同的角度采集影像。

2.1.16 合成孔径雷达干涉测量 interferometric SAR (InSAR)

对合成孔径雷达在不同站点, 获取同一地区两次观测数据的相位差等信息进行分析处理, 获取三维地形信息的技术。

2.1.17 勘察信息综合模型 integrated digital topographic and geological model

通过数字化技术构建反映地形、地貌、地物及地下地质结构、地质体属性的三维可视化模型。

2.1.18 勘察数据管理平台 engineering survey data management platform

以统一的时空基准和数据接口为基础, 具备数字测绘、遥感、调绘、钻探、物探、测试等多源勘察数据采集、传输、存储、管理、分析和应用等功能, 可服务于公路工程勘察、设计、施工及运营养护全生命期的数字化综合系统。

2.1.19 勘察资料数字化 digitization of engineering survey data

对收集的纸质图纸、手写记录、影像数据等非数字形式的历史勘察资料, 通过计算机扫描、录入、编码、格式转换、信息提取等数据处理, 转化为可被勘察数据管理平台识别、存储、管理、分析和应用的数字化过程。

2.2 缩略语

APP—— 应用程序 (Application) ;

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) ;

FTP—— 文件传输协议 (File Transfer Protocol) ;

FTPS—— 安全文件传输协议 (Secure File Transfer Protocol) ;

GB-SAR—— 地基合成孔径雷达 (Ground Based Synthetic Aperture Radar) ;

GIS—— 地理信息系统 (Geographic Information System) ;

GNSS—— 全球卫星导航系统 (Global Navigation Satellite System) ;

HTTPS—— 超文本传输安全协议 (Hypertext Transfer Protocol Secure) ;

IFC—— 工业基础分类 (Industry Foundation Class) ;

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

Radar）；

LiDAR—— 激光扫描测量（Light Detection And Ranging）；

MAC—— 媒体存取控制位址（Media Access Control Address）；

PPK—— 动态后处理测量（Post-Processing Kinematic）；

RS—— 遥感（Remote Sensing）；

RTD—— 实时码差分测量（Real Time Differential）；

RTK—— 实时动态测量（Real Time Kinematic）；

SAR—— 合成孔径雷达（Synthetic Aperture Radar）；

SFTP—— SSH 文件传输协议（SSH File Transfer Protocol）。

征求意见稿

3 基本规定

3.1 基本要求

3.1.1 公路工程数字勘察的时空基准应符合下列规定：

- 1 时间系统宜采用公元纪年和北京时间。
- 2 坐标系统宜采用 2000 国家大地坐标系。
- 3 高程基准宜采用 1985 国家高程基准。
- 4 投影方式宜采用高斯—克吕格投影，中央子午线和投影面的选择应使测区内投影长度变形值小于 25mm/km，大型构造物的投影长度变形值应小于 10mm/km。

3.1.2 同一公路工程的数字勘察应采用或转换为统一的时空基准。

3.2 数字勘察工作要求

3.2.1 公路工程数字勘察工作内容宜包括技术方案制定、勘察数据采集、勘察数据处理、勘察数据传输与存储、勘察数据编码、勘察数据更新和勘察成果提交。

3.2.2 应依据公路工程数字勘察的工作内容、详细程度和勘察重点，结合公路工程的规模、等级、项目特点、自然环境、地形地貌、地质条件等特征，制定科学合理且针对性强的技术方案。

3.2.3 勘察数据采集与处理应采用符合精度要求的技术手段和设备，原始采集数据应真实、完整。数据处理应基于统一的数据标准进行规范化操作，并形成可用于后续分析、建模与应用的基础数据集。

3.2.4 应在加密传输与安全存储的基础上对勘察数据进行标准化编码，并应遵循统一的数据接口实现多系统、多阶段、多专业间的数据交互与共享，保证公路工程数字勘察全过程的数据完整性、安全性和可追溯性。

条文说明

数据可追溯性是指数据在生命周期内，能够追溯其来源、处理过程和使用

历史的能力。公路工程数字勘察需具备可追溯性，记录勘察数据采集、处理、分析与更新的全过程。

3.2.5 应对公路工程数字勘察成果进行精度检测或调查验证。当数字勘察成果相互矛盾或与调查验证结果不一致时，应综合对比分析，查找原因，必要时再次开展数字勘察工作。

3.2.6 应按照国家及行业标准对勘察成果进行质量检查与验收。当质量检查、验收不合格时，应退回整改。整改后的成果，应按与原成果相同的质量检查、验收方式进行重新检查、验收。

3.3 数字勘察软硬件要求

3.3.1 数字勘察软件应具备数据采集、处理、分析、可视化及成果输出等核心功能，支持多种勘察数据格式的导入、导出与转换。

3.3.2 数字勘察软件应采用开放、标准化的技术架构和数据接口，具备跨终端适配能力，支持 PC 端、移动端、Web 端等多种访问方式，并实现多端数据同步和业务连续性。

3.3.3 数字勘察软件应提供版本控制、权限管理及数据回溯功能，保证数据的安全性、完整性与可追溯性。

3.3.4 数字勘察硬件设备应满足工程勘察任务的基本性能需求，具备较强的环境适应能力，能在复杂地形、恶劣气候条件下稳定工作。

3.3.5 数字勘察关键设备应具备故障预警、自动恢复等功能，提升系统运行的可靠性和可用性，保障勘察工作的连续性和数据采集的完整性。

3.3.6 各种仪器和设备应按计量规定进行检定，并应根据需要进行检校。

3.4 勘察数据管理平台要求

3.4.1 公路工程数字勘察宜建立覆盖公路工程可行性研究、设计、施工、运营养护等各阶段的勘察数据管理平台，实现勘察数据的全生命期管理，并支持多阶段、多专业的数据共享与协同应用。

3.4.2 勘察数据管理平台宜采用分层、模块化的系统架构，支持云部署与本地部署相结合，具备良好的扩展性与兼容性，满足多源数据集成与多专业协同应用的需求。

3.4.3 勘察数据管理平台应具备数据采集、存储、处理、分析、可视化及权限管理等核心功能，支持数字勘察全过程的数据管理与成果输出，满足数字交付与后期数字化应用的要求。

3.4.4 勘察数据管理平台应具备高并发访问能力与大数据处理效率，数据操作应响应及时、运行稳定可靠，并支持弹性扩展可适应不同项目规模的数据管理需求。

3.4.5 勘察数据管理平台应提供标准化、开放的数据接口，支持与公路工程可行性研究、设计、施工及运营养护系统的高效交互，实现跨平台、跨专业的数据共享与业务协同。

3.4.6 勘察数据管理平台应采取严格的数据安全存储、数据传输与数据访问控制机制，包括但不限于加密技术、身份验证及权限管理，敏感信息不得被未经授权访问或泄露。

3.4.7 勘察数据管理平台应提供直观易用的用户界面，支持桌面端、移动端等多终端访问，保证用户体验的一致性与友好性。

3.4.8 勘察数据管理平台应具备定期自动备份功能，在发生硬件故障、自然灾害或其他意外情况时应能迅速恢复数据，降低数据丢失风险，并有明确的数据恢复测试计划来验证备份的有效性。

3.5 勘察数据安全要求

3.5.1 应建立勘察数据分类分级体系，并依据数据开放和共享范围，通过权限管控执行数据安全访问机制。

3.5.2 应对勘察数据采集、处理、传输、存储、交付等数据服务全过程进行数据安全管控，根据勘察数据重要程度划分数据风险级别，采取加密、脱敏、水印、备份等数据措施，保证勘察数据对象的保密性、隐私性和可恢复。

3.5.3 应采用接入认证等技术建立异构网络的接入认证系统，通过准入控制机

制，保障合法设备接入，拒绝恶意设备接入。

3.5.4 应对涉密勘察数据的处理终端等进行身份鉴别，宜采取多因素身份鉴别技术，验证数据处理操作人员身份的真实性和访问权限的合法性。

3.5.5 对涉及到重要数据和敏感个人信息的勘察数据进行展示时，应采用数据脱敏等技术，并通过防截屏、防复制、限制打印、屏幕水印等控制措施，降低数据展示时的数据泄露风险。

3.5.6 应制定勘察数据接口安全控制策略，明确规定使用接口的安全限制条件和安全控制措施，如身份鉴别、授权策略、访问控制、数字签名、时间戳、安全协议、白名单制等。

3.5.7 应部署勘察数据防泄漏监控工具，对异常或高风险的跨区域交换、共享等数据提供行为进行实时监控，发现异常时自动阻断数据传输。

3.5.8 应定期开展勘察数据业务或勘察数据对象安全管控措施的隐患排查和治理，并通过开展应急处理流程、系统恢复流程、事件评估流程和日常安全教育和培训等工作，提升数据安全风险识别能力和应对能力。

3.5.9 应定期开展公路工程数字勘察软硬件系统升级，及时进行安全漏洞修复。

4 勘察数据分类与编码

4.1 一般规定

4.1.1 公路工程数字勘察数据应进行统一的数据分类和数据编码。

4.1.2 勘察数据分类应遵循科学性、系统性、可扩展性、兼容性和综合实用性等分类原则。

4.1.3 勘察数据编码应符合唯一性、兼容性和可扩展性等编码原则。

4.2 勘察数据分类

4.2.1 勘察数据分类宜采用面分类法和线分类法相结合的混合分类法。

4.2.2 公路工程勘察信息应分为工程项目信息、勘察方法信息和勘察专业信息。

4.2.3 工程项目信息应包括公路工程路线编号、工程类型、工程阶段和工点阶段。

4.2.4 勘察方法信息宜分为数字测绘、数字遥感、数字调绘、数字钻探、数字物探、数字测试和其他共 7 个大类，并可参照本规范附录 A 进一步划分为中类、小类。

4.2.5 勘察专业信息宜按层级依次分为一级类目、二级类目、三级类目、四级类目共 4 个层级。当层级不足 4 级时，应按实际分级。

4.2.6 勘察专业信息宜分为测绘数据、地质数据和岩土参数共 3 个一级类目，并宜按下列方法划分为二级类目：

1 测绘数据一级类目宜划分为定位基础、水系、居民地及设施、交通、管线、境界与政区、地貌、植被、地名共 9 个二级类目。

2 地质数据一级类目宜划分为地质元素、地质构造类型、岩土类型、不良地质、地层成因类型、地层年代、风化程度、岩石状态、土层状态共 9 个二级类目。

3 岩土参数一级类目宜划分为物理试验指标、力学试验指标、物探测试参

数、综合评价指标共 4 个二级类目。

4.2.7 勘察专业信息的二级类目可根据数据特征进一步划分三级类目、四级类目，并宜符合本规范附录 B 的有关规定。

4.3 勘察数据编码

4.3.1 勘察数据编码应由工程项目信息代码、勘察方法代码和勘察专业信息代码组成。勘察数据编码结构应符合图 4.3.1 的规定。

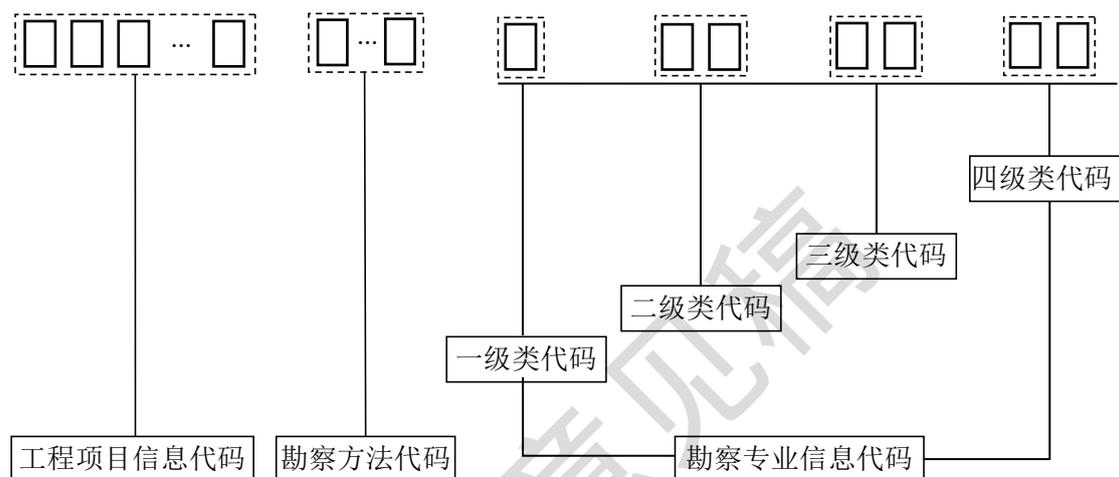


图 4.3.1 勘察数据编码结构图

4.3.2 工程项目信息编码结构应符合图 4.3.2 的规定。

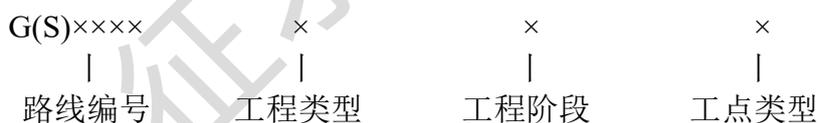


图 4.3.2 工程项目信息编码结构图

4.3.3 工程项目信息代码应符合下列规定：

- 1 路线编号宜由 1 位公路行政等级字母标识符和 4 位阿拉伯数字编号组成，其他编码均由 1 位阿拉伯数字组成。
- 2 工程类型代码宜由 1 位阿拉伯数字编号组成，并宜符合表 4.3.3-1 的规定。

表 4.3.3-1 公路工程类型编码

公路工程类型	工程类型编码
新建公路	1
改扩建公路	2
其他	3

- 3 工程阶段代码宜由 1 位阿拉伯数字编号组成，并宜符合表 4.3.3-2 的规定。

表 4.3.3-2 公路工程阶段编码

公路工程阶段	工程阶段编码
可行性研究阶段	1
初步设计阶段	2
详细设计阶段	3
施工阶段	4
运营养护阶段	5
其他	6

4 工点类型代码宜由 1 位阿拉伯数字编号组成,并宜符合表 4.3.3-3 的规定。

表 4.3.3-3 工点类型编码

公路工程工点类型	工点类型编码
全路段	1
路基	2
桥梁	3
隧道	4
交通设施及附属建筑	5
其他	6

4.3.4 勘察方法代码应依次划分为大类码、中类码和小类码 3 部分,编码结构应符合图 4.3.4 的规定。



图 4.3.4 勘察方法编码结构图

4.3.5 勘察方法大类、中类码宜由均 1 位阿拉伯数字编号组成,小类码宜由 2 位阿拉伯数字编号组成,并应符合本规范附录 A 的有关规定。

4.3.6 勘察专业信息代码应依次划分为一级类代码、二级类代码、三级类代码和四级类代码共 4 部分,编码结构宜符合图 4.3.6 的规定。

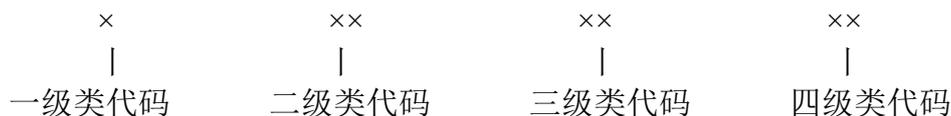


图 4.3.6 勘察专业信息编码结构图

4.3.7 勘察专业信息代码应符合下列规定:

- 1 勘察专业信息一级类代码宜由 1 位阿拉伯数字编号组成,二级类代码、

三级类代码和四级类代码宜均由 2 位阿拉伯数字编号组成。

2 勘察专业信息分层不足 4 级导致编码实际位数不足 7 位时，宜在编码最后采用阿拉伯数字 0 进行补齐位数。

3 勘察专业信息一级类代码、二级类代码、三级类代码、四级类代码应符合本规范附录 B 的有关规定。

4.4 编码应用方法

4.4.1 在描述公路工程数字勘察对象时，可采用逻辑运算符号串联多个代码一起使用。

4.4.2 代码逻辑运算符号应采用英文字符“/”、“>”、“<”、“+”、“-”表示，并应满足下列要求：

1 “/”用于将同一个专业信息分类内的代码联合在一起，定义分类维度下的连续代码段落，以表示适合对象的分类区间。

2 “>”、“<”用于专业信息内部的代码联合在一起，以表示两个或两个以上编码对象的从属或主次关系，开口背对是开口正对代码所表示对象的一部分。

3 “+”用于将同一个专业信息分类代码联合在一起，以表示两个或两个以上代码含义的集合。

4 “-”用于将专业信息分类代码联合在一起，以表示跨专业信息分类间的组合信息代码含义的集合。

5 代码逻辑运算符号优先级排序为“/”、“>”、“<”、“+”、“-”。

4.4.3 勘察数据与不同体系编码信息进行数据交付时，宜采用“+”逻辑运算符号串联各体系编码共同使用。也可建立编码映射表，明确勘察数据编码与不同体系编码的对应关系。

5 勘察数据采集

5.1 一般规定

5.1.1 应根据公路工程可行性研究、设计、施工、运营养护等各阶段的工作内容、不同深度要求等，并结合现场地形地质条件、工程结构以及数字化技术特点等因素，综合选定勘察数据采集方法。

5.1.2 勘察数据采集方法可根据需要选择数字测绘、数字遥感、数字调绘、数字钻探、数字物探、数字测试等。

5.1.3 应搜集公路工程勘察报告、地形图、地质图、遥感影像图、路线平面图、断面图、钻探资料、物探资料及测试数据等已有勘察资料，并进行勘察资料数字化。

5.2 勘察数据采集技术要求

5.2.1 数字测绘宜包括公路工程控制测量、地形测量、放样测量、断面线测量、地下管线测量和变形测量工作。

5.2.2 控制测量应符合下列规定：

1 平面控制网、高程控制网的等级应根据工程规模、控制网用途和精度要求确定，控制点的数量和分布应根据测量目的、工程规模和测区情况经设计确定。

2 平面控制网可按精度划分为等与级两种规格，由高向低依次宜为二、三、四等和一、二、三级。平面控制网的建立，可采用 GNSS 测量、导线测量、三角网测量等方法，并宜符合表 5.2.2-1 的有关规定。

表 5.2.2-1 平面控制网测量方法选择

平面控制网测量方法	适用精度等级					
	二等	三等	四等	一级	二级	三级
GNSS 测量	▲	▲	▲	▲	▲	
导线测量		▲	▲	▲	▲	▲
三角网测量	▲	▲	▲	▲	▲	

注：“▲”表示可采用。

3 高程控制测量精度等级宜划分为二、三、四、五等。高程控制网的建立，

可采用水准测量、电磁波测距三角高程测量、GNSS 高程测量等方法，并应符合表 5.2.2-2 的有关规定。

表 5.2.2-2 高程控制网测量方法选择

高程控制网测量方法	适用精度等级			
	二等	三等	四等	五等
水准测量	▲	▲	▲	▲
电磁波测距三角高程测量			▲	▲
GNSS 高程测量				▲

注：“▲”表示可采用。

4 若需采用 GNSS 高程测量方法进行更高等级的高程测量，特别是较大区域范围的高程测量或跨河高程传递，则应进行专项设计与论证，并应符合相关技术要求。

5 控制测量的成果应包括控制网布设图、控制点平面坐标和高程坐标表以及项目技术报告等。

5.2.3 地形测量应符合下列规定：

1 地形测量数据采集宜根据需要选用机载 LiDAR 测量、车载 LiDAR 测量、地面 LiDAR 测量、无人机航空摄影测量、RTK 测量、全站仪测量和扫描数字化等方法。

2 水下地形测量宜采用有模拟记录的单波束回声测深仪或多波束测深系统。测深点定位可采用 RTK/RTD 测量法、无线电定位法、交会法、极坐标法、断面索法等。

3 地形测量的成果宜包括 DLG、DEM、DOM 和数字三维模型等。

5.2.4 放样测量和断面线测量应符合下列规定：

1 路线中线上应设立路线起终点和桩、公里桩、百米桩、平曲线控制桩、桥梁或隧道轴线控制桩、交点桩、转点桩和断链桩，并应满足专业调查和纵、横断面测量需要。

2 纵断面测量应沿公路工程的中线测定，纵断面点应能可靠地描述中线的地形起伏特征。

3 横断面地面线的间隔应与公路工程中线的起伏特征相适应，横断面点应能可靠地描述该横断面的地形起伏特征。横断面测量宽度应满足路基及排水设计、附属物设置、占地图绘制等需要。

4 放样测量应根据图纸上定线线位，采用 RTK 测量、极坐标测量、拨角法或支距法进行。断面线测量可采用 LiDAR 测量、RTK 测量、全站仪测量。

5.2.5 地下管线测量应符合下列规定：

- 1 地下管线应包括电力、电信、给水、排水、燃气、热力、工业管线、综合管廊及其他管线。
- 2 地下管线测量的内容宜包括查明地下管线的种类、平面位置、走向、埋深或高程、规格、性质、材质、流向、电缆根数及相关附属设施等属性。
- 3 管线点可分为明显管线点和隐蔽管线点二类。明显管线点应进行实地调查、测量有关数据和采集信息，隐蔽管线点应采用物探或开挖方法进行探测。
- 4 管线测量的范围应包含公路工程施工区域及周边有影响的区域。

5.2.6 变形测量工作应符合下列规定：

- 1 公路工程施工和使用期间进行变形测量时，应根据项目合同要求，通过项目技术设计对测量内容、测量精度、测量频率、变形预警值、变形速率阈值等作出规定。当测量对象对周边道路、地面、管线及其他对象产生影响时，应将受影响的对象纳入监测中。
- 2 当变形测量过程中发生下列情况之一时，应立即进行变形测量预警，同时应提高测量频率或增加测量内容：
 - 1) 变形量或变形速率出现异常变化；
 - 2) 变形量或变形速率达到或超出变形预警值；
 - 3) 工程开挖面或周边出现塌陷、滑坡；
 - 4) 工程本身或其周边环境出现异常；
 - 5) 由于地震、暴雨、冻融等自然灾害引起的其他变形异常情况。
- 3 当利用多期变形测量成果进行变形趋势预测时，应建立经检验有效的数学模型，并应给出预测结果的误差范围及适用条件。

5.2.7 数字遥感应符合下列规定：

- 1 数字遥感的勘察内容宜包括地形地貌、地层岩性、地质构造、不良地质和特殊性岩土遥感解译。
- 2 遥感解译的范围应覆盖路线走廊带及周边地质影响区域，并应考虑地质构造、不良地质和特殊性岩土解译的完整性。
- 3 宜优先开展公路工程地质遥感勘察，并应为后续数字钻探、数字物探提供基础信息。
- 4 遥感勘察成果应包括工程地质遥感勘察报告和公路遥感构造纲要图、公路遥感不良地质与特殊性岩土分布图、公路遥感工程地质图等专题图件。
- 5 遥感解译应结合已有地质资料、野外调查和钻探成果进行验证。

5.2.8 数字调绘应符合下列规定：

1 数字调绘应集成 GNSS、高分卫星、LiDAR、无人机等数字测绘技术，并采用专业 GIS 平台或地质调绘软件，支持野外数据采集终端与室内数据库的实时同步。

2 数字调绘的内容宜包括地貌特征、地层岩性、地质构造、水文地质条件、不良地质与特殊性岩土分布。

3 数字调绘数据应具备空间坐标、元数据、图幅编号、图例规范等要素，满足数据库入库要求。

4 数字调绘成果应录入数字地质信息系统，并构建具备空间查询、图层管理、动态更新功能的基础地质数据库。

5.2.9 数字物探应符合下列规定：

1 数字物探应采用便携式地质雷达、电阻率成像设备和无人机搭载地球物理设备，探测地质体的磁性、电性、放射性等物理性质，并推测解释地层岩性界线、大型断层构造、隐伏异常体等位置信息。

2 物探点应结合遥感勘察、数字调绘成果进行布设，探测范围应覆盖路线关键结构部位。

3 物探数据应采用专业软件进行处理与解释，宜结合信息化采集和人工智能解译技术，建立数据可溯、信息共享、解译高效的数字化系统。

4 数字物探成果应包括剖面图、等值线图、三维模型等。

5.2.10 数字钻探应符合下列规定：

1 钻孔位置应基于数字遥感、数字调绘和数字物探成果进行布设，并应覆盖拟建桥梁、拟建隧道、滑坡体、软弱地基等关键控制性部位。

2 应采用数字钻探记录仪、物探数据终端，并实现钻孔位置、地层、样品采集信息的实时采集与传输。

3 宜对工程钻探过程进行监控，并宜包括下列内容：

- 1) 钻探施工回尺进尺、速度、响动等钻进实时数据。
- 2) 钻探过程中动力触探、岩土取样等原位测试及取样的数据。
- 3) 钻探施工现场图像、声音、影像等数据，并实现影像储存。

4 应重点对钻孔揭露的地层结构、裂隙发育情况、是否存在采空现象、采空区位置、规模、地下水情况进行详细描述。

5 钻探成果应包括电子报告、成果图、柱状图、轴线和三维地质模型等。

5.2.11 数字测试应符合下列规定：

1 数字测试应采用原位测试与室内试验相结合的方式进行，并根据需要采用标准贯入、静力触探、剪切试验、渗透性试验、天然含水率、密度、抗压、

有害气体含量等测试方法。

2 应采用数字测试仪器，实现自动采集、远程传输和实时分析，具备数据存储、审查和远程控制功能。

3 应形成成果报告，并附带测试图、照片、设备信息，并具备签名与校审标识。

5.3 可行性研究阶段勘察数据采集

5.3.1 可行性研究阶段数字测绘应符合下列规定：

1 控制测量宜优先采用网络 RTK 测量，控制点的等级、分布应满足 1:2 000~10 000 比例尺地形图测绘、沿线主要控制性点位测量和地质钻探放孔的需要。

2 地形图测绘宜优先采用高分辨率卫星图像测绘技术，卫星图像地面分辨率宜优于 1m，地形图测图比例尺不应小于 1:10 000，并可根据需要开展 1:5 000、1:2 000 地形图测绘工作。

5.3.2 可行性研究阶段数字遥感应符合下列规定：

1 勘察范围不应小于路线方案两侧各 5 000m，并应覆盖路线走廊带或通道所处的带状区域及特大桥、特长隧道。

2 宜根据需要采用高分辨率卫星和航空遥感数据以及高精度无人机遥感数据进行遥感解译，遥感图像地面分辨率宜优于 5m。

3 宜结合地质遥感解译所用遥感图像及地质资料，采用特征观察与测量取证的方式进行遥感勘察成果的调查验证。

5.3.3 可行性研究阶段数字调绘应符合下列规定：

1 应对区域地质、水文地质以及当地采矿资料等进行复核，区域地层界线、断层线、不良地质和特殊性岩土发育地带、地下水排泄区等应进行实地踏勘。

2 调绘比例尺宜为 1:10 000~1:50 000。

3 调绘范围应包括各路线走廊或通道所处的带状区域。

5.3.4 可行性研究阶段遇有下列情况，当通过资料收集、数字遥感勘察、数字地质调绘不能初步查明其工程地质条件时，应进行数字物探、数字钻探、数字测试和专项地质研究：

1 控制路线及工程方案的不良地质和特殊性岩土路段。

2 特大桥、特长隧道、地质条件复杂的大桥及长隧道等控制性工程。

3 控制路线方案的越岭路段、区域性断裂通过的峡谷、区域性储水构造。

4 跨江、海、湖独立公路工程项目。

5.3.5 可行性研究阶段数字物探、数字钻探和数字测试可参照本规范第 5.4 节的有关规定执行。

5.4 设计阶段勘察数据采集

5.4.1 设计阶段数字测绘应符合下列规定：

1 平面控制测量宜采用 GNSS 静态测量，一、二级可采用网络 RTK、单基站 RTK 和 PPK 测量。高程控制测量宜采用水准测量，五等及等外高程可采用 GNSS 高程测量。

2 地形图测绘宜优先采用 LiDAR 测量，可根据需要采用无人机航空摄影测量、高分辨率卫星图像测量。地形图测图比例尺不应小于 1:2 000，并可根据需要开展 1:5 00、1:1 000 地形图测绘工作。

3 断面线测量宜直接利用 LiDAR 点云数据及其建立的 DEM 数据生成断面线数据。断面线中处于水域内的区域，宜采用水下地形测量方法进行野外实测补点。

5.4.2 设计阶段数字遥感应符合下列规定：

1 遥感勘察专题图成图比例尺不应小于 1:2 000。

2 路线地质遥感勘察的解译范围不应少于路线方案两侧各 1 000m，应考虑地质构造、不良地质和特殊性岩土解译的完整性。

3 桥梁地质遥感勘察的解译范围不应少于桥轴线两侧各 1 000m，特大桥不应少于桥轴线两侧各 1 500m。

4 隧道地质遥感勘察的解译范围不应少于隧道轴线两侧各 1 500m。

5 应选用云覆盖量少、分辨率优于 1m 的高分辨率遥感数据进行遥感解译。

5.4.3 设计阶段数字调绘应符合下列规定：

1 路线工程数字调绘的比例尺宜为 1:2 000~1:10 000，调绘宽度沿路线左右两侧的距离各不宜小于 200m。

2 路基工程数字调绘的比例尺宜为 1:2 000，高路堤、陡坡路堤的调绘宽度不宜小于 2 倍路基宽度，深挖路段的调绘宽度不宜小于 3 倍路基宽度。

3 跨江、海大桥及特大桥数字调绘的比例尺宜为 1:10 000，调绘宽度应包括桥轴线、引线及两侧各不小于 1 000m 的带状区域。工程地质条件较复杂或复杂的桥位应进行 1:2 000 数字调绘，调绘宽度沿路线两侧各不宜小于 100m。

4 隧道数字调绘的比例尺宜为 1:2 000，调绘宽度应包括拟定的隧道轴线及

其两侧各不小于 200m 的带状区域。当两个及以上特长隧道、长隧道方案进行比选时，应进行隧址区域工程地质调绘，调绘比例尺宜为 1:10 000~1:50 000。

5 调绘点应布置在地貌单元的边界、地层接触线、断层、地下水出露点、特殊性岩土及不良地质体的界线、具有代表性的节理和岩层露头及大桥、特大桥、长隧道、特长隧道、高填深挖路段等部位。

5.4.4 设计阶段数字物探应符合下列规定：

1 物探工作开展前应充分搜集和研究工点已有的数字化地质信息，包括遥感解译资料、地质调绘资料、钻探地层信息等，综合选择数字物探方法。

2 测线宜垂直地质异常带走向布置，测线数量不宜少于 2~3 条，地质条件复杂时应布置垂直路线走向的横测线，点距应不小于预估断地质异常带宽度的 1/2。

3 探测深度应至稳定地层深度或根据工程地质评价的需要确定。

4 疑难地段宜结合钻孔，探测钻孔周围及钻孔之间的地质情况。

5.4.5 岩溶发育段落宜采用数字物探技术查明碳酸盐岩层与非碳酸盐岩层的界线，探测岩溶的形态、规模、埋深、走向及空间分布等，并应符合下列规定：

1 探测范围应超出工程边界及工程受岩溶塌陷的影响范围。

2 地面塌陷、地下水强烈活动地段等物探异常应进行重点勘察，并加密或延长探测线。

3 覆盖层薄、埋深浅的岩溶探测可选用地质雷达技术。溶洞影响路段宜采用 CT、钻孔地质雷达等技术探测洞穴的位置、规模、延伸、充填情况。孔壁岩溶宜采用综合测井、钻孔全景光学成像、钻孔管波探测等方法。

5.4.6 设计阶段数字钻探应符合下列规定：

1 应根据初步设计要求并重点围绕桥梁基础、隧道洞身、边坡加固等关键结构进行钻孔布设，控制性孔距不应大于 50m。

2 应使用数字钻探记录系统，自动采集岩土层位、编号、水位和孔深等参数，并上传至地质数据库。

3 勘探成果应与设计平台联动，生成柱状图、剖面图与参数表，支撑设计选线和结构比选。

5.4.7 设计阶段数字测试应符合下列规定：

1 应在典型地段开展原位测试和室内试验，测试参数应满足初步设计和施工图设计要求。

2 岩体宜采取代表性岩样，做密度和单轴饱和抗压强度试验。

- 3 土层应分层采取土样，根据需要开展颗粒分析、天然含水率、密度、塑限、液限、剪切试验测试。
- 4 特殊性岩土应选取代表性试样测试其工程地质性质。
- 5 测试数据应统一接入设计平台数据仓库，并采用统一格式，支持标准接口对接。

5.5 施工阶段勘察数据采集

5.5.1 施工阶段数字测绘应符合下列规定：

- 1 平面控制测量宜采用 GNSS 测量方法，高程控制测量宜根据需要采用水准测量、GNSS 高程测量。控制点应进行现场交桩，并在复测原控制网的基础上，根据施工需要适当加密、优化，建立施工测量控制网。

- 2 中桩放样测量宜采用 RTK 测量，横断面测量宜根据需要采用 LiDAR 测量和 RTK 测量，地形图补测宜采用无人机 LiDAR 或无人机航空摄影。

5.5.2 施工阶段宜建立公路工程施工安全监测预警系统，实现对结构物、施工机械及施工环境等信息的自动化采集、传输、处理、存储、评估及预警，并应符合下列规定：

- 1 应根据设计文件和施工控制要求，对高边坡、特殊路基、特大桥梁、隧道洞口、隧道浅埋段及特殊地质段等开展变形测量。

- 2 宜采用高分卫星、InSAR 等数字遥感技术，对施工区大范围地表变形进行监测，分析潜在的变形聚集区，并结合地质资料进行工程隐患的识别、分析。

- 3 宜采用 GNSS、地面 LiDAR、GB-SAR、全站仪自动跟踪测量等数字测绘技术，进行施工变形测量。测量周期和数据采集频率，应根据施工方法、施工进度、测量对象特点、地质条件和周边环境条件综合确定。

- 4 宜采用多时相高分辨率卫星、无人机等数字遥感技术，进行施工进度监测。

5.5.3 施工阶段数字遥感应符合下列规定：

- 1 应充分利用开挖后的工程地质资料对设计阶段的地质遥感勘察成果进行核查，对与实际地质情况差异较大的成果资料进行修正、完善，并根据需要进行补充地质遥感勘察。

- 2 应根据需要开展特殊性岩土、不良地质工点的地质信息核查和隧道超前地质预报工作，并宜对重大不良地质工点开展遥感监测、分析及预警。

5.5.4 施工阶段数字调绘应突出风险识别功能，重点标注结构面、滑动面、破

碎带、加固层等内容。调绘数据应每日更新，并对重大风险地段实现与施工平台和监测系统同步上传，构建快速响应闭环管理机制。

5.5.5 施工阶段数字钻探应符合下列规定：

- 1 应针对施工变更、新发异常及高风险区开展补充性钻探，重点部位包括高墩基础、深边坡、掌子面等。
- 2 应采用智能钻探装置、无线水位记录仪和探测标识系统，进行钻探数据的实时采集与平台回传。
- 3 应将施工阶段新增数据整合融入现有三维地质模型，并标识采集时间、来源与数据差异。
- 4 钻探成果应形成专题分析报告，用于施工设计调整、安全交底及施工图优化。

5.5.6 施工阶段应根据需要同步开展数字物探复核工作，采用便携式地质雷达、电阻率成像等方法进行隐伏异常体的快速识别。

5.5.7 施工阶段数字测试应符合下列规定：

- 1 应针对地基处理、边坡稳定、软基沉降、支护结构等项目开展数字测试，实施全过程监测。
- 2 应采用自动沉降仪、光纤测斜仪、无线接入设备等，并接入施工平台，具备实时预警功能。
- 3 测试频率与布设点位应结合施工图纸动态优化，关键位置应配置在线监测设备。
- 4 测试成果应形成图表、曲线对比图和结构评价报告，作为施工验收和变更依据保存。

5.6 运营养护阶段勘察数据采集

5.6.1 运营养护阶段数字测绘应重点对公路运行状态，以及公路沿线发生地质灾害的重点区域及重要工点进行检测监测，并应符合下列规定：

- 1 应根据需要选用 GNSS、无人机、LiDAR、GB-SAR 等数字测绘技术，对桥梁、隧道、高边坡或存在安全风险的公路边坡等进行变形监测。
- 2 结构变形测量宜建立在线监测系统，并应具备完整的采集、传输、处理及控制、预警及评估等功能。
- 3 结构变形测量应根据行业现行有关设计标准和测量对象控制要求等设定预警值，并结合现场及周边环境条件制定监测方案。

5.6.2 运营养护阶段数字遥感应充分利用已有地质资料，并重点针对公路沿线发生地质灾害的重点区域和重要工点，以及可能影响公路工程安全的不良地质、特殊性岩土路段。

5.6.3 运营养护阶段数字调绘应符合下列规定：

1 应结合公路运营期地质灾害预警体系与风险巡检计划，开展 1:5 000～1:10 000 比例尺数字调绘，并覆盖工程全线。

2 应综合利用高分卫星遥感、无人机等数字测绘、数字遥感技术，对公路边坡失稳、裂缝、滑坡等不良地质体变化信息进行动态采集与分析。

3 调绘成果应包括电子图、属性表、变化趋势图和风险点布设图等，并满足应急响应和长期规划需要。

5.6.4 运营养护阶段数字钻探应符合下列规定：

1 应根据巡检情况、设施异常报告或灾害诱发事件情况，对桥涵基础、隧道渗漏与边坡失稳风险段进行补充钻探。

2 应选用轻型钻探装置、便携式三维雷达、电法设备等勘探设备，并具备无线设置与数据上传能力。

3 应对运营养护阶段的新增钻探数据整合融入已有地质资料数据库，并具备成果比对、版本标注及位置回溯功能。

4 勘探成果应形成专题分析报告，并提出养护建议或结构安全评估依据，供运营管理部门决策使用。

5 宜根据需要对特大桥、隧道群等重大设施及滑坡密集段进行系统性勘探更新，并纳入运营基础档案。

5.6.5 运营养护阶段数字测试应符合下列规定：

1 应建立以物联网采集、智能感知与远程监控为核心的数字测试系统，覆盖桥基、边坡、软基沉降与地形变化等重点部位。

2 应对运营养护阶段的新增测试结果进行自动归档，并按月生成运行状态分析报告，对重大变化应及时上报管理单位。

3 宜建立高等级公路完整的生命周期数据链与运维评估体系。

6 勘察数据处理与建模

6.1 一般规定

6.1.1 应根据工程阶段、工程性质及地形地质条件等因素，综合确定勘察数据处理成果精度与要求。

6.1.2 宜支持多用户协同开展数据处理工作，并保证数据的一致性和完整性。

6.2 勘察数据预处理

6.2.1 应对原始采集数据进行数据完整性、准确性和时效性检查。必要时应进行现场验证，确认数据的真实性和有效性。

6.2.2 应对勘察数据进行数据格式转换与标准化处理，将多源异构数据转换为通用文件格式或数据库格式，并进行勘察数据分类与编码处理。

6.2.3 应统一各类勘察数据的时空基准，不同阶段、不同专业间的多源勘察数据应保持一致性。

6.2.4 应对原始勘察数据进行异常值剔除、缺失值填补、重复数据删除等数据处理。数据删除应基于明确的标准和判断依据，不得随意删除数据。缺失数据宜通过补充数据采集或其他方法予以补充。

6.2.5 应对仪器误差、环境干扰等因素造成的数据误差进行校正处理。

6.3 勘察数据处理

6.3.1 应在数据预处理基础上，综合考虑勘察数据类型与工程需求，开展勘察数据处理工作。数据处理过程宜标准化、流程化，并形成完整的处理记录。

6.3.2 测绘数据处理应结合公路工程勘察设计精度要求，开展外业数据处理、GNSS 数据处理、影像数据处理、激光点云数据处理等工作，生成公路工程项目所需的三维空间坐标、DEM、DOM、DLG 等数字化成果。

6.3.3 遥感数据处理应根据需要开展图像增强、特征提取、分类解译及专题信

息提取等工作，形成遥感勘察专题图件，标注典型地质信息和特征点位，为公路工程选线、地质灾害识别与风险评估提供依据。

6.3.4 钻探数据处理应在结构化录入基础上，开展地层划分、界面识别、岩性描述标准化、钻孔曲线绘制及关键层位标记等工作，并综合利用地质调查、数字物探等多源数据进行交叉验证与综合分析，提升勘察成果的准确性与可靠性。

6.3.5 物探数据处理应根据不同物探方法开展信号增强、干扰剔除、异常识别与界面反演处理工作，形成剖面解释图件等成果，并与钻探资料进行联合分析，辅助判断覆盖层厚度、基岩埋深、地层分布及地质构造等地质参数。

6.3.6 测试数据应进行修正、换算和统计分析，生成公路工程设计所需的岩土性质指标，建立统一的岩土参数数据库，为工程设计、三维地层建模及数值模拟等提供数据支撑。

6.3.7 宜根据工程需要进行多源勘察数据融合处理。融合处理过程中，数字测绘数据应为数字遥感、数字钻探、数字物探提供位置和地形控制，数字遥感数据应为数字钻探与数字物探提供支撑，数字钻探与数字物探数据应相互印证。

6.3.8 多源勘察数据融合处理应在统一的时空基准下进行，对超过允许误差范围的偏差数据应进行修正或剔除。

6.3.9 数据融合处理过程中应保留原始数据、关键中间成果及融合依据说明，标注数据来源、融合方法和精度评估，并满足后续应用和归档要求。

6.3.10 应充分利用测绘、遥感、钻探、物探、测试等多源融合数据的时空特征进行数据分析，提取可行性研究、设计、施工与运营养护等各阶段所需信息。

6.4 勘察信息三维建模

6.4.1 勘察信息三维建模宜包括地形建模、地物建模、地质建模和勘察信息综合模型建模。

6.4.2 地形模型应能满足任意点或断面的地面高程插值计算，等高线生成，距离、坡度、面积、体积的量算以及路线平面图、地形透视图的制图等要求。

6.4.3 地物模型宜包括除自然地形外的公路、建筑等人造地物及植被等自然地

物。桥梁、隧道等地物模型的建模、分类编码、数据存储与交付应符合现行《公路工程信息模型应用统一标准》（JTG/T 2420）、《公路工程设计信息模型应用标准》（JTG/T 2421）的有关规定。

6.4.4 地形建模及建筑物、植被等地物建模宜采用倾斜摄影技术，纹理分辨率应保证关键信息可辨识。互通、桥梁、涵洞等具有部分区域遮蔽特点的公路基础设施三维建模，宜采用多种勘察技术进行相互补充。

6.4.5 地质模型应包含钻孔、地层体、特殊岩土及不良地质等元素。地质调查点、地质构造、围岩分级、特殊岩土、不良地质元素可采用简化的几何模型进行表达。

6.4.6 勘察信息综合模型应集成地形模型、地物模型和地质模型，建立统一的空间基准和属性关联，并根据需要进行模型轻量化处理，对相关属性进行关联标注。

6.4.7 勘察信息三维建模宜在上一阶段交付成果基础上进行补充、修改，并应满足不同阶段、不同专业的数据使用、存储和共享要求。

7 勘察数据传输与存储

7.1 一般规定

7.1.1 应对公路工程数字勘察全过程的现场记录数据、原始采集数据、监控数据，处理与分析数据、成果数据、中间过程数据，及元数据等其他数据，进行传输与存储。

7.1.2 勘察数据传输应采用实时传输方式。受通信条件限制时，可采用先存储后传输的方式。

7.1.3 勘察数据传输和存储应建立实时监测、重传机制、日志记录等数据质量监控措施，对数据的准确性、完整性、一致性和时效性进行监控和评估。

7.1.4 应根据勘察数据的生命周期制定数据存储和删除策略。需要长期保存的勘察数据，应定期进行健康检查和存储介质更新。

7.2 勘察数据传输

7.2.1 应根据勘察数据来源、类型、数据量大小、重要程度、现场网络环境和传输需求，合理选用光纤、以太网、Wi-Fi、4G/5G 等数据传输方式。

7.2.2 应综合考虑勘察数据类型、数据特点、应用需求、网络环境及安全性等因素，合理选用 TCP/IP、HTTPS、SFTP 等数据传输协议。对于大文件传输，可结合使用 FTP、SFTP 或 FTPS 等协议。

7.2.3 勘察数据传输宜通过路由器、网关等设备实现跨网络域传输，并应支持动态路径选择，保障不同网络环境下的通信连通性和传输效率。

7.2.4 勘察数据传输应建立数据传输监控机制，实时监测数据传输状态和质量，防止数据丢失。并应对异常情况设置报警机制，记录完整的传输日志。

7.2.5 勘察数据传输过程中发生传输错误或数据丢失时，应启动错误重传机制，自动或手动重新发送相关数据。

7.2.6 勘察数据传输完成后，接收方应对收到数据的完整性和一致性进行校

验，确保数据在传输过程中未发生损坏或篡改。

7.2.7 勘察数据传输过程中应识别、监控并阻止在未授权情况下传输敏感数据。并应实施严格的访问控制策略，限制未经授权的用户访问敏感数据。

7.3 勘察数据存储

7.3.1 应根据勘察数据的类型、数据量大小、使用频率及重要程度，合理选择本地存储、网络附加存储、存储区域网络和云存储等存储方式。

7.3.2 勘察数据存储系统应具备良好的扩展性，并具备冗余配置和容错能力，能够适应未来数据量增长和技术升级的需求。

7.3.3 勘察数据存储设备和平台应支持标准化的数据格式和接口协议。结构化数据宜采用关系型数据库管理系统进行存储，非结构化数据宜采用对象存储或分布式文件系统存储。

7.3.4 勘察数据存储应建立完善的数据存储管理机制，包括数据的分类、命名、存储位置等，保证数据存储的可追溯、可管理、可扩展。

7.3.5 勘察数据存储应建立完善的权限控制机制，防止未经授权的访问、修改或删除操作。涉及敏感信息的数据应在加密存储的基础上，采取物理隔离、访问审计等安全措施。

7.3.6 勘察数据存储应部署安全监控系统和日志审计工具，实时监控网络流量、系统日志等关键信息，及时发现异常行为和安全事件。

7.3.7 应建立勘察数据备份机制，定期备份数据。并应制定数据恢复计划，在数据丢失或损坏时能够及时恢复。

7.3.8 应定期检查存储数据的可靠性，及时发现并修复数据损坏、硬件故障等问题。

7.4 勘察数据备份与恢复

7.4.1 应建立完善的数据备份与恢复机制，并根据数据的重要性和使用频率制定分级管理的备份策略，明确各类数据的备份频率、备份范围、保留周期

及恢复要求。

7.4.2 勘察数据备份应采用多级冗余机制，包括但不限于本地备份、异地备份、云端备份等方式，确保在数据丢失或损坏时能够及时恢复。

7.4.3 备份数据应具备完整性和一致性，避免因备份中断或异常导致数据不完整。

7.4.4 勘察数据恢复流程应清晰明确，恢复操作前应进行风险评估和验证测试，确保恢复后的数据准确可用。

7.4.5 勘察数据备份与恢复操作应记录日志，包括操作时间、操作人员、操作内容、执行结果等。

7.4.6 对于涉及敏感信息的备份数据，应采取加密、访问控制、传输保护等措施，防止数据泄露或非法访问。

征求意见稿

8 勘察数据接口与成果交付

8.1 一般规定

8.1.1 勘察数据接口与成果交付应具有良好的兼容性，确保跨阶段、跨专业的数据无缝衔接和交换共享。

8.1.2 勘察数据接口与成果交付应满足一致性、扩展性、可追溯性、稳定性和灵活性要求，并适应勘察设备对勘察数据的自动采集、处理、传输、存储等要求。

8.2 勘察数据接口

8.2.1 勘察数据接口技术要求应符合下列规定：

- 1 应具有良好的兼容性，支持勘察测绘、调绘、遥感、物探、勘探、测试、试验等不同勘察专业或勘察方法间勘察数据交换共享。
- 2 应支持允许设计方应用程序的访问，并提取系统中的勘察数据。
- 3 应具有勘察数据分析及查询能力，支持勘察数据的实时更新和同步，确保成果保持最新状态。
- 4 应支持包括矢量、影像、文本、属性、BIM 模型等常见的数字勘察过程和成果数据格式。
- 5 应包括加/解密、数据脱敏、数据泄露防护、数据恢复与修复等数据管控功能性接口，保障在整个交换过程中的数据安全。
- 6 应通过限流熔断防止系统过载，采用超时控制与退避重试机制，结合缓存降低响应延迟，冗余备份保障高可用性。
- 7 接口认证授权应根据业务场景适配认证授权机制，需遵循最小权限原则。
- 8 接口文档需遵循标准化、自动化、可交互原则，接口测试需覆盖功能、性能、兼容性多维度。

8.2.2 勘察数据接口类型应符合下列规定：

- 1 勘察数据接口类型宜包括 API、WebSocket、FTP 及数据库直连等接口，满足不同场景使用要求。
- 2 数据交换格式宜采用 JSON、XML、GeoJSON 等，数据编码应符合第四章要求。

- 3 应包含完整的元数据信息，确保勘察数据可追溯。
- 4 应采取加密措施保障数据传输安全，妥善处理隐私数据。
- 5 应允许新旧版本共存，确保不同版本的兼容性。
- 6 应采用负载均衡、缓存机制、容错处理等技术确保接口在高并发情况下的稳定性和可用性。

8.2.3 勘察数据库接口应符合下列规定：

- 1 应采用通用数据库连接协议。
- 2 应具备访问控制策略，防止未授权的访问和数据泄露。
- 3 宜支持主从数据库同步，增量更新频率不超过 24 小时。
- 4 宜采用分页机制、索引及缓存机制，使用异步处理和批量操作，优化性能。
- 5 表名命名应遵循一致性、描述性、简洁性的规则，表中应包括表类型、表用途、存储数据来源专业和表描述等信息。

8.2.4 勘察数据文件传输接口应符合下列规定：

- 1 应采用 SFTP、HTTPS 等安全传输协议，并对数据提供方和使用方进行身份验证。
- 2 应支持断点续传、分片上传，并具有自动生成错误报告功能。
- 3 应采用哈希算法、数字签名、MAC、校验和等技术进行数据完整性校验。
- 4 对影像、BIM 模型文件进行传输时，应进行元数据文件校验。

8.3 勘察成果交付

8.3.1 勘察成果交付数据应满足相关阶段、相关专业的需求，交付数据应真实准确、图表清晰、结论有据、建议合理，便于使用，满足数据存储和共享要求。

8.3.2 勘察数据交付内容应包括公路工程数字勘察各阶段的测绘遥感数据、地质勘察数据和勘察信息模型数据，并应符合本规范附录 C 的有关规定。

8.3.3 勘察信息模型交付深度应符合本规范附录 D 的有关规定。

条文说明

8.3.1~8.3.2 附录 C、附录 D 分别给出了公路工程数字勘察的主要交付内容以及勘察信息模型的交付深度，具体交付内容和交付深度需要根据公路工程数字勘察项目、工作内容、勘察方法及合同等，结合实际情况确定。

8.3.4 交付数据应遵循统一的数据格式和标准，以主流软件格式为主，并强化对国产软件的数据格式支持，确保数据的可读和兼容性要求。

8.3.5 数字化交付的数据格式应包括结构化数据、源文件、电子图片等，并应符合下列规定：

- 1 勘察成果应交付 PDF 文档，宜同步提交 TXT、DTM、HDM、DGN、ZKG、GDB、SGrid、WPS、ET、DOCX、XLS/XLSX 等可编辑格式文档。
- 2 矢量数据宜采用 Shapefile（.shp）、GeoJSON、DXF/DWG 等格式。
- 3 栅格数据宜采用 TIFF/GeoTIFF、IMG、JPEG/PNG 等格式。
- 4 视频类数据宜采用 MP4、WMV 等格式文件。
- 5 结构化数据宜采用通用的关系数据库格式。
- 6 三维模型数据宜采用 IFC、Geo3DML 等通用格式，并可通过中间件或专用插件导入 BIM 平台，确保模型的空间一致性和数据完整性。

8.3.6 交付数据应包含数字签章，并应符合下列规定：

- 1 经过数字签章的文件应能有效表现所载内容，权利人可随时调取查用。
- 2 应能识别勘察文件是否被篡改、被编辑。
- 3 应能验证数字化文件唯一性，确保可追溯原勘察人信息。

8.3.7 交付数据应进行数据完备性、规范性、完整性与一致性检查，并应符合下列规定：

- 1 完备性检查应检查交付数据的数据文件、元数据及说明文档完备。
- 2 规范性检查应检查交付数据的文件格式、命名规则、时空基准、属性字段编码等规范性，确保数据表达统一、可识别、可交换。
- 3 完整性检查应检查交付数据的空间信息、属性信息、时间信息等内容完整，确保无缺失或逻辑异常。
- 4 一致性检查应检查交付数据的名称、属性、对应关系等一致性。

9 勘察数据更新

9.1 一般规定

9.1.1 勘察数据更新应保持更新数据的准确性、时效性和一致性，并应符合下列规定：

- 1 勘察数据更新所采用的数据采集技术，其勘察精度和可靠性不宜低于原勘察方法。
- 2 坐标系统、高程基准、投影方式等时空基准应与原数据一致。当需要变更时空基准时，应对原勘察数据进行完整的坐标转换并记录转换参数。
- 3 比例尺、精度等级、数值保留位数等精度要求应与原数据匹配。
- 4 编码系统、数据类型、数据格式、值域范围、非空约束等属性要求应与原勘察数据一致。

9.1.2 勘察数据更新范围应根据勘察数据质量的影响程度合理确定，并应符合下列规定：

- 1 当更新数据仅影响局部勘察成果时，宜进行局部数据更新。当更新数据影响整体勘察成果时，应进行全面数据更新。
- 2 局部数据更新应基于已有勘察数据，并根据最新勘察数据成果，进行局部数据的新增、删除、修改等操作。
- 3 全面数据更新应对前期全部勘察成果进行整理及综合分析，对全部勘察数据进行全面系统更新。

9.1.3 勘察数据更新周期宜分为动态更新和周期性更新，并应根据不同阶段对勘察工作的要求，结合勘察方法的技术水平条件及数据特性等因素综合确定。

条文说明

动态更新要求对数据的变化能够即时响应，采用实时采集、实时处理分析、实时形成成果等技术手段，适用于对数据能动态提供的情况，如监测数据。定期更新则有相对固定的更新周期，适用于数据来源相对固定的情况，如养护阶段的检查与检测数据。

不同阶段对勘察工作的要求是不同的。设计阶段需满足相应的深度要求，为设计提供基础资料；施工阶段需对施工揭露的地质情况进行复核，判断其是否与原勘察成果一致，若因地质条件不一致需进行变更设计时，必要时需开展补充勘察，为变更设计提供基础资料；运营阶段为养护工程提供基础资料。

各勘察方法数据来源的周期、频率及特性与其具体的技术水平相关，各具特点，各不相同。因此更新周期针对不同阶段对勘察工作的要求，结合勘察方法的技术水平条件及数据特性等因素综合确定。

9.1.4 勘察数据更新过程中应开展新旧数据的比对校验与审核工作。必要时，应进行现场验证，确保更新数据的真实性、准确性与完整性。

条文说明

数据审核是保证更新数据质量的关键环节，需建立严格的数据审核制度和审核流程。引入自动化审核工具和算法，如数据比对、异常检测等，可提高审核效率和准确性。

9.1.5 勘察数据更新应建立数据回溯机制，并采用统一版本号进行标识，版本号宜包括项目名称、项目编号、勘察阶段、数据类型及生成时间等信息。

9.2 设计阶段勘察数据更新

9.2.1 设计阶段应随着勘察工作的逐步推进，分阶段、递进式开展勘察数据更新，及时修正前阶段存在的数据精度偏低、数据缺失、认识偏差或质量问题，确保设计依据充分、可靠。

条文说明

随着勘察工作的逐渐推进，对地形、地貌、地质的认识是逐步深入的过程，往往前期的判断和认识存在偏差和不足。同时，勘察数据质量检查复核的过程中常发现前期数据质量存在问题。这些均需在各勘察设计阶段内对数据进行动态更新。

9.2.2 初步设计阶段应充分利用工程可行性研究阶段的勘察成果，并基于测绘遥感数据、区域地质资料等开展首轮数据构建，数据更新应包括下列内容：

- 1 控制测量、地形图测绘、路线踏勘、各专业勘测与调查数据。
- 2 地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质与特殊性岩土等数字调绘与地质属性数据。
- 3 数字钻探、数字物探、原位测试及室内试验数据。

9.2.3 施工图设计阶段应结合外业勘测成果和详细勘察资料进行勘察数据深化更新，数据更新应包括下列内容：

- 1 构筑物控制测量、地形图补充测绘、中桩测量、横断面测量、路线测量、

各专业勘测与调查数据。

- 2 补充数字调绘、补充数字物探、补充简易勘探数据。
- 3 数字钻探、数字测试补充数据。

9.2.4 设计阶段宜采用动态更新机制，确保勘察数据与设计进度同步，并及时同步至 BIM 平台或其他协同设计系统，支持多专业协同作业。

条文说明：

设计阶段是地形地貌表达逐步精细化、地质认知不断深化的过程，勘察数据更新具有常态性。采用“边勘察、边分析、边更新”的动态更新机制，可有效避免勘察信息滞后影响设计质量。

9.3 施工阶段勘察数据更新

9.3.1 施工阶段应根据施工揭露的实际地质情况及补充勘察成果，对原勘察数据进行复核与动态更新，确保施工安全与工程质量。

9.3.2 施工阶段数据更新应包括下列内容：

- 1 补充控制测量和加密控制测量、横断面测量等测绘数据的复核与更新，地形开挖或填筑引起的地表形态变化测量数据。
- 2 开挖面揭示的地层分布、岩性特征、结构面发育情况。
- 3 现场揭露和补充数字测试的岩土力学参数。
- 4 地下水出露位置、涌水量、水位动态及渗流状态等水文地质信息。
- 5 不良地质体与特殊性岩土的实际分布范围、规模与工程特性。
- 6 边坡、隧道、桥基等关键部位的变形测量数据。

9.3.3 施工阶段数据更新应及时上传至勘察数据管理平台、BIM 系统等信息化平台，保证设计、施工、监理等参建单位的信息共享与协同联动，并与工程变更设计流程相衔接，作为变更设计的技术依据和基础资料。

条文说明：

施工阶段是验证勘察成果的关键环节。通过及时更新数据，可有效指导施工方案调整，防范地质风险，保障工程顺利实施。

9.3.4 工程施工结束后，应汇总形成施工阶段勘察数据总览表，内容应包括原勘察数据、施工揭露地质信息、变更更新数据的对比分析，作为项目竣工资料纳入工程档案统一管理。

9.4 运营养护阶段数据更新

9.4.1 运营养护阶段应根据养护检查及评定、专项勘察、维修处治、养护工程与长期监测等数据，对原勘察数据进行周期性更新或动态更新，为养护决策、维修加固和应急管理提供科学依据。

9.4.2 运营养护阶段勘察数据更新方式应结合数据特性确定，并应符合下列规定：

- 1 对年度检查、定期检测等周期性数据，宜采用周期性更新。
- 2 对桥梁、隧道、高边坡、软基路段等重点结构物或高风险路段的 GNSS、光纤传感、自动化监测等实时测量数据，宜实现自动采集与动态更新。

9.4.3 运营养护阶段勘察数据更新内容主要包括：

- 1 各类路况检查数据。
- 2 桥梁、隧道、高边坡等结构物基础沉降、位移、裂缝发展等测量数据。
- 3 路基边坡稳定性、滑移趋势、锚固系统状态等检测与补充勘察数据。
- 4 隧道围岩压力、衬砌变形、渗漏水状况及病害发展情况等专项检测数据。
- 5 桥梁墩台基础冲刷、岩土体劣化、地震或极端气候影响等评估数据。
- 6 养护工程的地形地貌修测、补充地质勘察等数据。

9.4.4 运营养护阶段勘察数据更新宜编制数据更新说明书。

条文说明

数据更新说明书主要包括下列内容：

- 1.更新概述：包括更新阶段、目的、范围、方法、时间、参与人员等信息。
- 2.更新过程：描述更新过程中采用的技术手段、工作量、处理方法、数据质量检验等。
- 3.数据源描述：详细描述数据源类型、来源、采集时间、质量等。
- 4.更新结果：说明更新后的数据，包括测绘数据、调绘数据、勘探数据及试验数据等各勘察方法信息数据，及工程勘察成果数据等。
- 5.更新维护：说明更新数据的维护方法、更新周期、更新责任人等。

附录 A 勘察方法分类与编码

A.0.1 勘察方法宜分为数字测绘、数字遥感、地质调绘、数字钻探、数字物探、数字测试和其他共 7 个大类，并可根据进一步划分为中类、小类。

A.0.2 勘察方法分层不足 3 级导致编码实际位数不足 3 位时，宜在编码最后采用阿拉伯数字 0 进行补齐位数。

A.0.3 勘察方法分类与编码应符合表 A.0.3 的规定。

表 A.0.3 勘察方法分类与编码表

大类	中类	小类
1 数字测绘	11 工程测量	1101 GNSS 静态测量
		1102 GNSS RTK 测量
		1103 导线测量
		1104 三角形网测量
		1105 极坐标测量
		1106 水准测量
		1107 电磁波测距三角高程测量
		1108 GNSS 高程测量
	12 摄影测量	1201 航天摄影测量
		1202 航空摄影测量
		1203 倾斜摄影测量
		1204 近景摄影测量
	13 LiDAR 测量	1301 机载 LiDAR 测量
		1302 车载 LiDAR 测量
		1303 便携式 LiDAR 测量
		1304 地面 LiDAR 测量
		1305 船载 LiDAR 测量
	14 水下地形测量	1401 单波束测深仪测量
		1402 多波束测深仪测量
		1403 侧扫声纳测量
		1404 LiDAR 测量
	15 变形测量	1501 三角网测量
		1502 极坐标测量

		1503 交会测量
		1504 自由设站测量
		1505 GNSS 测量
		1506 地面 LiDAR
		1507 InSAR
		1508 GB-SAR
		1509 水准测量
		1510 液体静力水准测量
		1511 电磁波测距三角高程测量
		1512 全站仪测量
		1513 摄影测量
		16 其他
	2 数字遥感	21 航天遥感
2102 雷达卫星遥感		
2103 激光雷达卫星遥感		
2104 高光谱卫星遥感		
2105 红外卫星遥感		
2106 重力卫星遥感		
2107 其他航天遥感		
22 航空遥感		2201 航空摄影
		2202 机载 SAR 遥感
		2203 机载 LiDAR
		2204 高光谱航空遥感
		2205 红外航空遥感
		2206 航空重力测量
		2207 其他航空遥感
23 地面遥感		2301 车载 LiDAR
		2302 便携式 LiDAR
		2303 地面 LiDAR
		2304 近景摄影测量
		2305 全景摄影
		2306 GB-SAR
		2307 其他地面遥感
3 数字调绘	31 追踪法	3100 追踪法
	32 穿越法	3200 穿越法

4 数字钻探	41 竖向钻	4100 竖向钻
	42 水平钻	4200 水平钻
	43 斜向钻	4300 斜向钻
5 数字物探	51 直流电法	5101 电测深法
		5102 电剖面法
		5103 高密度电法
		5104 自然电位法
		5105 充电法
		5106 激发极化法
	52 电磁法	5201 地质雷达法
		5202 瞬变电磁法
		5203 可控源音频大地电磁法
		5204 天然场源音频大地电磁法
		5205 电磁波透射法
	53 地震波法	5301 折射波法
		5302 发射波法
		5303 地震波透射法
		5304 瑞丽面波法
		5305 水域地震波法
		5306 水声法
		5307 声波测试
		5308 地脉动测试
	54 磁法	5401 地面磁法
		5402 水域磁法
	55 放射性法	5501 伽马测量法
		5502 氡气测量法
	56 测井法	5601 电测井
		5602 地震波速测井
		5603 声波测井
		5604 超声波成像测井
		5605 放射性测井
		5606 电视测井
	57 其他	5700 其他
6 数字测试	61 原位测试	6101 平板载荷试验
		6102 螺旋板载荷试验

		6103 静力触探试验
		6104 圆锥动力触探试验
		6105 标准贯入试验
		6106 预钻式旁压试验
		6107 十字板剪切试验
		6108 现场直剪试验
		6109 扁铲侧胀试验
		6110 波速测试
		6111 水压致裂法地应力测试
		6112 套芯解除法地应力测试
		62 室内试验
	6202 比重试验	
	6203 颗粒分析试验	
	6204 界限含水率试验	
	6205 收缩试验	
	6206 稠度试验	
	6207 标准吸湿含水率试验	
	6208 毛细管水上升高度试验	
	6209 渗透试验	
	6210 击实试验	
	6211 最大干密度试验	
	6212 承载比试验	
6213 回弹模量试验		
6214 固结试验		
6215 直接剪切试验		
6216 三轴压缩试验		
6217 无侧限抗压强度试验		
6218 膨胀性试验		
6219 湿陷试验		
6220 冻土试验		
6221 化学成分试验		
6222 矿物成分试验		
7 其他	71 综合勘察	7100 综合勘察
	72 专项勘察	7200 专项勘察
	73 其他	7300 其他

附录 B 勘察数据分类与编码

B.0.1 勘察数据宜根据数据内容分为测绘、地质数据和岩土参数等数据类别。

B.0.2 测绘数据分类与编码应符合表 B.0.1 的规定。

表 B.0.1 测绘数据分类与编码表

一级类	二级类	三级类	四级类
1 测绘数据	101 定位基础	10101 测量控制点	1010101 平面控制点
			1010102 高程控制点
			1010103 GNSS 控制点
			1010104 其他测量控制点
		10102 数学基础	1010201 内图廓线
			1010202 坐标网线
			1010203 经线
			1010204 纬线
	102 水系	10201 河流	1020101 常年河
			1020102 时令河
			1020103 干涸河（干河床）
			1020104 水系结构线
		10202 沟渠	1020201 运河
			1020202 干渠
			1020203 支渠
			1020204 坎儿井
			1020205 渠首
			1020206 输水渡槽（高架渠）
			1020207 输水隧道
			1020208 倒虹吸
			1020209 涵洞
			1020210 干沟
		10203 湖泊	1020301 常年湖、塘
			1020302 时令湖
			1020303 干涸湖
			1020304 堰塞湖
		10204 水库	1020401 库区
1020402 溢洪道			
1020403 泄洪洞、出水口			
10205 海洋要素	1020501 海域		
	1020502 海岸线		
	1020503 干出线		

			1020504 干出滩, 滩涂
			1020505 危险区
			1020506 礁石
			1020507 海岛
			1020508 暗沙
			1020509 暗礁
		10206 其他水系要素	1020600 其他水系要素
		10207 水利及附属设施	1020701 堤
			1020702 闸
			1020703 行、蓄、滞洪区
			1020704 滚水坝
			1020705 拦水坝
			1020706 制水坝
	1020707 加固岸		
	103 居民地及设施	10301 居民地	1030101 城镇、村庄
			1030102 街区
			1030103 单幢房屋、普通房屋
			1030104 突出房屋
			1030105 高层房屋
			1030106 棚房
			1030107 破坏房屋
			1030108 架空房、吊脚楼
			1030109 廊房(骑楼、飘楼)
			1030110 其他房屋
			1030111 行政机构驻地标识
			1030112 施工区
		10302 工矿及其设施	1030201 工矿企业、工厂
			1030202 矿井
			1030203 露天采掘场
			1030204 乱掘地
1030205 管道井(油、气)			
1030206 盐井			
1030207 废弃矿井			
1030208 海上平台			
1030209 地质勘探设施			
1030210 液、气贮存设备			
1030211 工业塔形、塔类建筑			
1030212 盐田、盐场			
1030213 窑			
1030214 露天设备			
1030215 装卸设备			
1030216 露天货栈、材料场			

104 交通			1030217 尾矿库
			1030218 可再生能源发电设施
		10303 农业及其设施	1030301 排灌设施
			1030302 饲养场
			1030303 水产养殖场
			1030304 温室、大棚
			1030305 粮仓（库）
			1030306 附属设施
		10304 公共服务及其设施	1030401 文教卫生
			1030402 商业设施
			1030403 休闲娱乐、景区
			1030404 体育
			1030405 公共传媒与通信
			1030406 环卫设施
			1030407 殡葬设施
			1030408 旅游服务设施
			1030409 海上求助站、救生艇站
		10305 名胜古迹	1030501 古迹、遗址
			1030502 碑、像、坊、楼、亭
		10306 宗教设施	1030601 庙宇
			1030602 清真寺
			1030603 教堂
			1030604 宝塔、经塔
			1030605 敖包、经堆
			1030606 晒佛台
		10307 科学观测站	1030700 科学观测台（站）
		10308 其他建筑物及其设施	1030801 卫星地面站、雷达、射电望远镜
			1030802 科学试验站
			1030803 城墙、长城
			1030804 垣栅
	1030805 地下建筑物		
	1030806 建筑附属设施		
	1030807 街道设施		
	1030808 避雷针		
	10401 铁路	1040101 标准轨铁路	
		1040102 窄轨铁路	
1040103 车站及附属设施			
10402 城际公路（行政等级）	1040201 国道		
	1040202 省道		
	1040203 县道		
	1040204 乡道		
	1040205 专用公路		
	1040206 匝道（连接道、交换道）		

		1040207 公路控制点
		1040208 村道
		1040209 其他公路
	10403 城际公路（技术等级）	1040301 高速公路
		1040302 一级公路
		1040303 二级公路
		1040304 三级公路
		1040305 四级公路
	10404 城市道路	1040401 轨道交通
		1040402 快速路
		1040403 引道
		1040404 街道
		1040405 内部道路
		1040406 阶梯路
	10405 乡村道路	1040501 机耕路（大路）
		1040502 多村路
		1040503 小路
		1040504 时令路
		1040505 山隘
		1040506 栈道
	10406 道路构造物及附属设施	1040601 服务设施
		1040602 门洞、下跨道
		1040603 车行桥
		1040604 桥墩、柱
		1040605 人行桥
		1040606 隧道
		1040607 明洞
		1040608 铁路明洞
		1040609 公路明洞
		1040610 地下人行通道
		1040611 道路交汇处
		1040612 公路标志
		1040613 野生动物通道
		1040614 散热棒
		1040615 防风墙（挡风墙）
	10407 水运设施	1040701 船码头
		1040702 防波堤
		1040703 停泊场
		1040704 助航标志
		1040705 航行险区
	10408 航道	1040801 通航河段起讫点
		1040802 航海线
	10409 空运设施	1040901 机场

	10410 其他交通设施	1040902 直升机停机坪		
		1041001 其他交通设施		
		1041002 缆车道		
		1041003 简易轨道		
		1041004 架空索道		
		1041005 滑道		
		1041006 渡口		
	105 管线	10501 长输输电线	1050101 高压输电线	
			1050102 配电线	
			1050103 附属设施	
			1050104 变电设备	
		10502 长输通信线	1050201 陆地通信线	
			1050202 海底光缆	
		10503 长输油、气、水输送主管道	1050301 油主管道	
			1050302 天然气主管道	
			1050303 水主管道	
			1050304 其他类型主管道	
		10504 城市管道	1050401 管线指示桩	
			1050402 电力管线	
			1050403 电信管线	
			1050404 给水管线	
			1050405 排水管线	
			1050406 燃气管线	
			1050407 热力管线	
			1050408 工业管线	
			1050409 综合管廊	
			10504010 其他城市管线	
		106 境界与政区	10601 国外地区	1060101 国外区域
				1060102 国界线
				1060103 特殊管理区域界线（军事分界线）
			10602 国家行政区	1060201 行政区域
				1060202 国界线
				1060203 界桩、界碑
	1060204 领海基线			
1060205 领海基点				
10603 省级行政区	1060301 行政区域			
	1060302 行政区界线			
	1060303 界桩、界碑			
	1060304 特别行政区界线			
10604 地级行政区	1060401 行政区域			
	1060402 行政区界线			
	1060403 界桩、界碑			
10605 县级行政区	1060501 行政区域			

			1060502 行政区界线	
			1060503 界桩、界碑	
	10606 乡级行政区		1060601 行政区域	
			1060602 行政区界线	
			1060603 界桩、界碑	
	10607 其他区域		1060700 其他区域	
107 地貌	10701 等高线		1070101 等高线	
			1070102 草绘等高线	
			1070103 雪山等高线	
			1070104 示坡线	
	10702 高程注记点		1070201 高程点	
			1070202 比高点	
			1070203 特殊高程点	
	10703 水域等值线		1070301 水下等高线	
			1070302 等深线	
	10704 水下注记点		1070401 水深点	
			1070402 水下高程点	
			1070403 干出高度点	
	10705 自然地貌		1070501 峰、柱	
			1070502 漏斗	
			1070503 山洞、溶洞	
			1070504 火山口	
			1070505 沟壑	
			1070506 陡崖（坎、岸）	
			1070507 陡石山、露岩地	
			1070508 沙地	
			1070509 雪山	
			10705010 地质灾害地貌	
	10706 人工地貌		1070601 斜坡	
			1070602 田坎、路堑、沟堑、路堤	
			1070603 垄	
			1070604 防风固沙方格	
	108 植被与土质	10801 农林用地		1080101 地类界
				1080102 田埂
			1080103 耕地	
			1080104 园地	
			1080105 林地	
			1080106 天然草地	
10802 城市绿地			1080201 人工绿地	
			1080202 花圃花坛	
			1080203 带状绿化树	
10803 土质			1080301 盐碱地	
			1080302 小草丘地	

			1080303 裸土地
			1080304 石砾地
	109 地名	10901 居民地地名	1090100 居民地地名
		10902 自然地名	1090200 自然地名

B.0.3 地质数据分类与编码应符合表 B.0.3 的规定。

表 B.0.3 地质数据分类与编码表

一级类	二级类	三级类	四级类	
2 地质数据	201 地理位置	20101 行政区划位置		
		20102 里程桩号		
		20103 地理坐标		
		20104 相对位置		
	202 地质元素	20201 探井		
		20202 探槽		
		20203 探坑		
		20204 钻孔		
		20205 地层		
	203 地质构造类型	20301 断层		
		20302 褶皱		
		20303 节理		
		20304 破碎带		
	204 岩土类型	20401 碎石土		
		20402 砂土		
		20403 粉土		
		20404 黏性土		
		20405 特殊岩土	2040501 黄土	
			2040502 冻土	
			2040503 膨胀性岩土	
			2040504 盐渍土	
			2040505 软土	
			2040506 花岗岩残积土	
2040507 填土				
2040508 红黏土				
20306 岩浆岩				
20307 沉积岩				
20308 变质岩				

	205 不良地质	20501 岩溶	
		20502 滑坡	
		20503 危岩、崩塌与岩堆	
		20504 泥石流	
		20505 积雪	
		20506 雪崩	
		20507 风沙	
		20508 采空区	
		20509 水库坍岸	
		20510 强震区	
		20511 地震液化	
	206 地层成因 类型	20601 残积层	
		20602 坡积层	
		20603 冲积层	
		20604 洪积层	
		20605 崩积层	
		20606 滑坡堆积层	
		20607 泥石流堆积层	
		20608 风积层	
		20609 冰积层	
		20610 冰水沉积层	
		20611 沼泽沉积层	
		20612 湖泊沉积层	
		20613 海相沉积层	
		20614 海陆交互相沉积层	
		20615 生物堆积层	
		20616 火山堆积层	
		20617 人工填筑土	
		20618 成因不明的沉积层	
	207 地层年 代	20701 新生代	
		20702 中生代	
		20703 古生代	
		20704 元古代	
20705 太古代			

	208 风化程度	20801 全风化		
		20802 强风化		
		20803 中风化		
		20804 微风化		
	209 岩石状态	20901 颜色		
		20902 完整性		2090201 极破碎
				2090202 破碎
				2090203 较破碎
				2090204 较完整
				2090205 完整
	20903 构造			
	209 土层状态	21001 颜色		
		21002 颗粒组成		
		21003 塑性状态		
21004 有机质含量				

B.0.4 岩土参数分类与编码应符合表 B.0.4 的规定。

表 B.0.4 岩土参数分类与编码表

一级类	二级类	三级类	四级类
3 岩土参数	301 物理试验指标	30101 基本物理性质指标	3010101 含水量
			3010102 相对密度
			3010103 密度
			3010104 重度
			3010105 浮重度
			3010106 干密度
			3010107 孔隙率
			3010108 孔隙比
			3010109 最大干密度
			3010110 最小干密度
			3010111 饱和度
			3010112 电阻率
		30102 颗粒组成	3010201 粘粒含量
			3010202 界限粒径
3010203 平均粒径			
3010204 中间粒径			

			3010205 有效粒径	
			3010206 不均匀系数	
			3010207 曲率系数	
			3010208 密实度	
		30103 可塑性指标	3010301 液限	
			3010302 塑限	
			3010303 塑性指标	
			3010304 液性指标	
			3010305 含水比	
		30104 透水性指标	3010401 渗透系数	
		30105 热物理指标	3010501 比热容	
			3010502 导温系数	
			3010503 导热系数	
		302 力学试验指标	30201 压缩指标	3020101 压缩系数
				3020102 压缩模量
	3020103 体积压缩系数			
	3020104 固结系数			
	3020105 先期固结压力			
	3020106 压缩指数			
	3020107 回弹指数			
	3020108 主固结比			
	3020109 回弹再压缩模量			
	30202 抗压强度		3020201 单轴抗压强度	
			3020202 三轴抗压强度	
	30203 抗剪强度指标		3020301 直剪强度	
		3020302 双轴抗剪强度		
		3020303 三轴抗剪强度		
3020304 粘聚力				
3020305 内摩擦角				
30204 动力特性模量	3020401 动弹性模量			
	3020402 动剪变模量			
303 物探测试参数	30301 电阻率	3030101 视电阻率		
		3030102 真电阻率		
	30302 弹性波速	3030201 纵波波速		
		3030202 横波波速		

			3030203 面波波速	
		30303 电磁波速		
		30304 电磁波衰减系数		
		30305 磁化率		
		30306 磁化强度		
		30307 重力		
		304 综合评价 指标	30401 地基承载力特征值	
	30402 承载力基本容许值			
	30403 摩阻力标准值			
	30404 岩体完整性 K_v			
	30405 岩体节理 J_v			
	30406 围岩质量		3040601 基本质量指标 BQ	
			3040602 基本质量指标修正值 [BQ]	
	30407 围岩分级			
	30408 涌水量			
	30409 其他			

附录 C 勘察数据交付内容

C.0.1 测绘遥感数据的交付内容应符合表 C.0.1 的规定。

表 C.0.1 测绘遥感数据的交付内容

类别	资料名称	阶段				
		可行性研究	初步设计	施工图设计	施工	运营养护
元数据	数据来源	▲	▲	▲	▲	▲
	采集时间	▲	▲	▲	▲	▲
	坐标系	▲	▲	▲	▲	▲
	精度指标	▲	▲	▲	▲	▲
	版本信息	▲	▲	▲	▲	▲
原始采集数据	GNSS 观测数据	○	▲	▲	▲	▲
	水准测量数据	○	▲	▲	▲	▲
	激光点云数据	○	○	▲	▲	▲
	三维实景数据	○	○	▲	▲	▲
	遥感影像数据	▲	▲	▲	▲	▲
处理成果数据	控制测量成果	○	▲	▲	▲	▲
	DLG	○	▲	▲	▲	▲
	DEM	○	○	▲	▲	▲
	DOM	○	▲	▲	▲	▲
	三维实景模型	○	○	▲	▲	▲
	断面线测量成果	○	○	▲	▲	▲
	三维点云成果	○	○	▲	▲	▲
质量检查记录	数据检查报告	▲	▲	▲	▲	▲
	过程检查记录文件	▲	▲	▲	▲	▲
	监理咨询意见	▲	▲	▲	▲	▲
	审查意见	▲	▲	▲	▲	▲

注：“▲”表示宜交付，“○”表示可交付。

C.0.2 地质勘察数据的交付内容应符合表 C.0.2 的规定。

表 C.0.2 地质勘察数据的交付内容

类别	资料名称	阶段				
		可行性研究	初步设计	施工图设计	施工	运营养护
元数据	数据来源	▲	▲	▲	▲	▲
	采集时间	▲	▲	▲	▲	▲
	坐标系	▲	▲	▲	▲	▲
	精度指标	▲	▲	▲	▲	▲
	版本信息	▲	▲	▲	▲	▲
原始采集数据	地质调绘数据	▲	▲	▲	▲	▲
	地质勘探数据	○	▲	▲	▲	▲
	物探数据	○	▲	▲	▲	▲
	测试数据	○	▲	▲	▲	▲
	试验数据	○	▲	▲	▲	▲
	视频或照片	▲	▲	▲	▲	▲
处理成果数据	三维地质模型	○	○	○	▲	▲
	遥感解译图	▲	○	○	○	○
	地质调绘平面图	▲	▲	▲	▲	▲
	地质剖面图	▲	▲	▲	▲	▲
	地质柱状图	▲	▲	▲	▲	▲
	物探解释图	○	▲	▲	▲	▲
	测试试验成果数据	○	▲	▲	▲	▲
	成果报告及附表	▲	▲	▲	▲	▲
质量检查记录	数据检查报告	▲	▲	▲	▲	▲
	过程检查记录文件	▲	▲	▲	▲	▲
	监理咨询意见	▲	▲	▲	▲	▲
	审查意见	▲	▲	▲	▲	▲

注：“▲”表示宜交付，“○”表示可交付。

C.0.3 勘察信息模型数据交付应包括下列内容：

- 1 影像、点云等原始采集数据。
- 2 坐标系转换参数、平差报告等处理中间成果。
- 3 地形模型、BIM 模型、三维地质模型等最终应用模型。
- 4 数据字典、处理日志、质量报告等元数据文件。

附录 D 勘察信息模型交付深度

D.0.1 勘察信息模型的交付深度宜分为 L1.0、L2.0、L3.0 和 L4.0 共 4 个等级，并应符合表 D.0.1 的规定。

表 D.0.1 勘察模型精细度等级

工程阶段	模型精细度等级	交付成果深度
可行性研究	L1.0	初步反映线路走廊带内地形地貌、地质单元、地质构造、不良地质作用及特殊性岩土等地质信息。
初步设计	L2.0	基本反映公路沿线及各类构筑物场地地形地貌、工程地质条件及岩土参数，为工程方案比选及初步设计提供建议。
施工图设计	L3.0	详细反映公路沿线及各类构筑物场地地形地貌、工程地质条件及岩土参数，为施工图设计、施工提供建议。
施工	L4.0	全面反映公路沿线及各类构筑物工程地质综合信息以及施工过程信息，为工程项目竣工及后期运营养护提交基础资料支撑。
运营养护		

D.0.2 L1.0 级精细度等级勘察信息模型的几何信息应符合表 D.0.2 的规定。

表 D.0.2 L1.0 级精细度等级勘察信息模型的几何信息

输入对象信息	精度要求
地形地貌	地形表面平滑，主要地形起伏可见
设计方案信息	带有百米桩号及构筑物的总体设计线位宜以线状图元表示。
地质调绘信息	地质调绘信息应与区域地质相结合，地质调绘比例尺不小于 1:1 万。地质界线宜以线状图元表示。
地质调绘点	宜以点状图元表示。
不良地质作用	根据不良地质类型宜以点状或面状图元表示。标示在不良地质体几何中心或范围内。
地质构造	宜以线状图元表示。
勘探点、线信息	宜二维圆圈表示线路走廊范围内勘探点、线信息。

D.0.3 L2.0 级精细度等级勘察信息模型的几何信息应符合表 D.0.3 的规定。

表 D.0.3 L2.0 级精细度等级勘察信息模型的几何信息

输入对象信息	精度要求
地形地貌	地形表面较为细腻，保留大部分地形特征，部分微地貌可见，细节较丰富。
设计方案信息	带有百米桩号及构筑物的总体设计线位宜以线状图元表示。

输入对象信息	精度要求
拟建构筑物	宜以体量化的图元表示。
地质调绘信息	地质调绘信息应与区域地质相结合，地质调绘比例尺不小于 1:2000。地质界线宜以线状图元表示。
地质调绘点	宜以点状图元表示。
不良地质作用	宜以面状图元表示。反映不良地质体的范围。
地质构造	宜以面状图元表示。根据地质构造走向，反映地质构造的宽度范围。
勘探信息	宜以三维线段表示，准确反映勘探点位置、深度等信息。
勘探揭露的地质信息	宜以体量化图元表达岩土分层、地质构造、不良地质作用等信息。不同地质信息应以颜色进行区分。
物探信息	宜以点状图元表达物探布置范围，包括平面位置。不同物探方法宜采用不同的面状图元来表达。
物探揭露的地质信息	宜以体量化图元表达岩土分层、地质构造、不良地质体范围等信息。不同地质信息应以颜色进行区分。
原位测试揭露的信息	宜以体量化图元表达岩土分层，不同地质信息应以颜色进行区分。

D.0.4 L3.0 级精细度等级勘察信息模型的几何信息应符合表 D.0.4 的规定。

表 D.0.4 L3.0 级精细度等级勘察信息模型的几何信息

输入对象信息	精度要求
场地地形地貌	地形表面细腻，精细表现微地貌形态，细节丰富。
设计方案信息	带有百米桩号及构筑物的总体设计线位宜以线状图元表示。
拟建构筑物	宜以精确的三维体表示。
地质调绘信息	地质调绘信息应与区域地质相结合，地质调绘比例尺不小于 1:2000。地质界线宜以线状图元表示。
地质调绘点	宜以点状图元表示。
不良地质作用	宜以体量化图元表示，反映不良地质体的三维形态。宜划分不良地质体内部结构，如滑动面、软弱结构面等。
地质构造	宜以体量化图元表示。根据地质构造走向，反映地质构造的宽度范围。
勘探信息	宜以三维主体等体量化图元表达，准确反映勘探点位置、深度、孔径等信息。
勘探揭露的地质信息	宜以体量化图元表达岩土分层、地质构造、不良地质作用等信息。不同地质信息应以颜色进行区分。
物探信息	宜以点状、线状图元表达物探布置范围，包括平面位置和深度。不同物探方法宜采用不同的面状图元来表达。
物探揭露的地质信息	宜以体量化图元表达岩土分层、地质构造、不良地质体范围等信息。不同地质信息应以颜色进行区分。
原位测试揭露的信息	宜以体量化图元表达岩土分层，不同地质信息应以颜色进行区分。

输入对象信息	精度要求
场地地质信息	宜以体量化图元表达岩土分层、地质构造、不良地质作用、地下水等信息。 地层三维模型之间应无空隙、无交叠，层厚大于 0.5m 的地层和透镜体应建立三维模型。 不同地质信息应以颜色进行区分。

D.0.5 L4.0 精细度等级勘察信息模型的几何信息可与 L3.0 精细度等级的规定保持一致。

D.0.6 勘察信息模型的属性信息交付深度等级应符合表 D.0.6 的规定。

表 D.0.6 勘察信息模型的属性信息交付深度

序号	属性信息内容	交付深度等级			
		L1.0	L2.0	L3.0	L4.0
1	沿线场地概况（地形地貌、地质单元）	▲	▲	▲	▲
2	线路设计方案（线路起终点桩号、各构筑物类型及位置桩号、设计概况、桥梁墩台位置等）	▲	▲	▲	▲
3	勘探点基本信息（编号、坐标、高程）	○	▲	▲	▲
4	勘探地质信息（岩土体分层、风化程度、地下水位）	○	▲	▲	▲
5	物探基本信息（物探方法、点位编号、坐标、高程）	○	△	△	△
6	物探地质信息（岩土体分层、地质构造、不良地质作用）	○	△	△	△
7	原位测试基本信息（试验点编号、试验类别）	○	▲	▲	▲
8	原位测试数据（标贯、重力触探、静探、十字板...等）	○	▲	▲	▲
9	水文地质测试数据（抽水试验、注水试验、压水试验）	○	△	△	△
10	地层岩性信息（地层名称、风化程度、物理力学、岩土设计指标（重度、抗剪强度、桩侧摩阻力、地基承载力等））	▲	▲	▲	▲
11	不良地质作用信息（类型、规模、发育阶段、发展趋势）	▲	▲	▲	▲
12	地质构造信息（位置、产状、宽度、构造特征等）	▲	▲	▲	▲
13	构筑物纵、横断面地质数据	○	▲	▲	▲
14	工程地质评价（桥梁基础、隧道围岩支护、路基边坡开挖支护、软基处理、挡墙基础建议等）	○	▲	▲	▲

注：表中“▲”表示“应包括的信息”，“△”表示“宜包括的信息”，“○”表示“可包括的信息”。

本规范用词用语说明

1 本规范执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”。

2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”。

3) 当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本规范第×章的有关规定”、“应符合本规范第×.×节的有关规定”、“应符合本规范第×.×.×条的有关规定”或“应按本规范第×.×.×条的有关规定执行”。