|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 93.020 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png XJBX |   P 10 |

西安市计量标准检测认证协会团体标准

T/XJBX 0074—2025

岩土工程勘察数据采集与信息化处理

技术规程

Code of practice for geotechnical survey data collection and digital processing

2025 - XX - XX发布

2025 - XX - XX实施

西安市计量标准检测认证协会  发布

目次

[前言 III](#_Toc205746766)

[引言 V](#_Toc205746767)

[1 范围 1](#_Toc205746768)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc205746769)

[3 术语和定义 1](#_Toc205746770)

[4 总体原则 2](#_Toc205746771)

[5 数据采集 3](#_Toc205746772)

[6 信息化处理 4](#_Toc205746773)

[7 成果输出 5](#_Toc205746774)

[8 成果质量检验 6](#_Toc205746775)

[9 数据安全与保密 7](#_Toc205746776)

[10 运行维护 8](#_Toc205746777)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由西安市计量标准检测认证协会提出并归口。

本文件起草单位：华北地质勘查局第四地质大队。

本文件主要起草人：刘海兵。

1. 引言

岩土工程勘察是工程建设前期的重要环节，其数据采集质量和信息化处理水平直接影响工程设计、施工和后期运维的安全性与经济性。随着信息化、数字化和智能化技术的快速发展，传统的人工记录和手工计算方式已难以满足高效、精准和可追溯的数据管理需求。

通过引入现代测绘、传感器、物联网、大数据和云计算等技术，岩土工程勘察数据采集与信息化处理能够实现实时监测、自动化记录、多源数据融合和智能分析，为工程设计提供更加全面、准确和动态的地质信息支持。同时，信息化处理还可实现数据标准化存储、跨平台共享与可视化展示，提高勘察成果的应用价值与管理水平。

本文件旨在规范岩土工程勘察数据采集与信息化处理的全过程技术要求，涵盖采集设备与方法、数据质量控制、信息化处理流程、数据存储与安全管理、成果表达与共享等方面，为工程建设、科研及相关管理部门提供统一的技术依据。

岩土工程勘察数据采集与信息化处理

技术规程

* 1. 范围

本文件规定了岩土工程勘察数据采集与信息化处理的总体原则、数据采集、信息化处理、成果输出、成果质量检验、数据安全与保密、运行维护等内容。

本文件适用于建筑、市政、水利、交通、能源等工程项目的岩土工程勘察工作，也可供科研、教学和地质资源管理等领域参考使用。

* 1. 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 50021 岩土工程勘察规范

GB 50026 工程测量标准

GB 50218 工程岩体分级标准

GB/T 50123 土工试验方法标准

GB/T 50266 工程岩体试验方法标准

GB/T 50326 建设工程项目管理规范

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

岩土工程勘察数据 geotechnical engineering investigation data

在岩土工程勘察过程中通过现场测试、取样、实验分析等方式获取的描述地层结构、物理力学性质、水文地质条件等信息的数据集合。

信息化处理 information processing

利用计算机技术、数据分析方法及信息管理系统，对采集的岩土工程勘察数据进行整理、分析、存储、可视化及共享的过程。

三维地质模型 three-dimensional geological model

基于勘察数据和地质解释结果建立的三维空间可视化地质结构模型，用于展示地层分布、构造特征和物理力学参数分布。

* 1. 总体原则
     1. 科学性原则

岩土工程勘察数据采集与信息化处理应建立在充分的科学依据之上，所选用的勘察方法、采集设备和处理技术应符合国家标准、行业规范和工程实际需求。采集过程应严格遵循地质勘察原理与试验方法标准，确保采集数据能真实反映地层特征、物理力学性质及水文地质条件。在数据处理阶段，应优先采用经过验证的计算算法和分析模型，并通过多源数据交叉验证提高成果的可靠性。

* + 1. 系统性原则

数据采集与信息化处理应作为一个完整的系统工程进行统筹规划，涵盖任务设计、现场采集、样品检测、数据录入、信息化处理、成果表达与存档等全链条环节。各环节应做到衔接顺畅、标准一致、信息互通，避免重复采集或数据缺失。系统性还要求在项目初期制定数据管理方案，明确数据流转路径和接口标准，实现全过程的信息化闭环管理。

* + 1. 实时性原则

在条件允许的情况下，应采用具备实时或准实时传输功能的采集设备与通信技术，实现现场数据即时上传至数据管理平台，便于监控数据质量和进度。实时性原则可显著提升异常数据的发现与纠正效率，减少返工风险。例如，在钻探取样、原位测试等过程中，系统应能即时显示关键参数（如孔深、贯入阻力、地下水位等），并对超出预设阈值的情况进行预警。

* + 1. 标准化原则

为确保数据的可比性与可共享性，应在项目实施前明确统一的数据标准，包括坐标系统、编码规则、数据格式、文件命名方式和属性字段定义。不同采集团队、不同时间和不同设备生成的数据必须符合统一的技术要求，以便在后续的融合、分析和模型构建中无缝对接。标准化还应延伸到成果输出阶段，确保报告、图表、数据库等成果符合国家和行业标准。

* + 1. 安全性原则

数据在采集、传输、存储、处理和共享全过程中应采取必要的安全防护措施。对于核心数据，应采用加密存储与加密传输技术，防止未经授权的访问和篡改；应建立数据备份制度，采用本地与云端双备份方式，确保在设备损坏或系统故障情况下能够快速恢复。数据安全性管理还应包括访问权限分级制度和操作日志追踪，确保责任可追溯。

* + 1. 可视化原则

信息化处理成果应注重直观表达，利用二维平面图、剖面图、三维地质模型、虚拟现实（VR）和增强现实（AR）等技术，使地质信息以形象化的方式呈现，便于设计、施工及管理人员理解和应用。可视化不仅提升成果的可读性，也有助于在方案讨论、技术交底和公众展示中提高沟通效率。

* + 1. 持续改进原则

应根据项目实施经验、技术发展趋势和相关标准的更新，对数据采集方法、信息化处理流程和管理机制进行定期评估与优化。持续改进可通过引入新型传感器、升级数据处理软件、优化数据库结构、提高模型构建精度等方式实现。应建立反馈机制，将数据使用部门的意见和实际工程中的表现作为改进的重要依据。

* 1. 数据采集
     1. 采集前准备

数据采集是岩土工程勘察工作的核心环节，其质量直接决定信息化处理成果的可靠性。本章对采集准备、设备配置、采集方法、精度控制等提出具体要求。

在数据采集前，应依据勘察任务书和勘察设计文件，明确采集目标、采集范围、精度要求和数据类型。应完成以下工作：

1. 对采集区域进行现场踏勘，确认地形条件和交通状况；
2. 检查采集设备的完好性与校准状态；
3. 制定采集方案与质量控制计划；
4. 配备充足的备份设备与耗材。
   * 1. 设备配置要求

采集设备应符合国家及行业标准，精度等级应满足勘察任务的要求。常用设备包括钻探设备、原位测试仪器、取样器、地球物理探测仪、GPS/GNSS 定位系统、数据采集终端等。

为便于选择和配置，列出了常用采集设备及主要技术指标，如表1所示：

1. 常用数据采集设备及技术指标

| 设备类型 | 主要用途 | 技术指标 | 校准周期 |
| --- | --- | --- | --- |
| GPS/GNSS定位仪 | 点位坐标测量 | 平面精度≤±5cm | 6个月 |
| 全站仪 | 地形与构筑物测量 | 测距精度±(2mm+2ppm) | 12个月 |
| 静力触探仪 | 原位力学参数测试 | 分辨率0.01MPa | 每次作业前 |

表1 常用数据采集设备及技术指标（续）

| 设备类型 | 主要用途 | 技术指标 | 校准周期 |
| --- | --- | --- | --- |
| 钻机 | 取样与地层揭露 | 孔深精度±0.1m | 每季度 |
| 地质雷达 | 地下构造探测 | 分辨率≤0.1m | 每季度 |

* + 1. 数据采集方法

数据采集方法应根据勘察类型、地质条件和技术要求选用，包括：

1. 钻探与取样：采用回转钻进、冲击钻进、静压取样等方法获取土样、岩样，样品应按编号封装，并附采样记录；
2. 原位测试：包括标准贯入试验、静力触探、十字板剪切试验等，测试过程应记录原始读数和试验条件；
3. 地球物理探测：如地质雷达、电阻率测量、地震波探测等，应与钻探成果进行对比验证；
4. 水文地质观测：包括地下水位监测、水质采样与分析，观测周期和方法应满足设计要求。
   * 1. 数据精度与质量控制

在采集过程中，应实时检查数据的完整性与合理性。关键数据应采用双重记录方式，并在采集现场进行初步复核。对出现异常的数据，应立即复测或记录原因。

为明确精度控制要求，不同类型数据的精度要求及控制措施如表2所示：

1. 数据精度要求与控制措施

| 数据类型 | 精度要求 | 控制措施 |
| --- | --- | --- |
| 平面坐标 | ≤±5cm | 使用差分GNSS，采集前校验基准站 |
| 高程 | ≤±3cm | 使用水准仪，闭合差控制在允许范围 |
| 钻孔深度 | ≤±0.1m | 设立深度标尺，分段复核 |
| 原位测试参数 | ≤±2% | 定期校准测试设备，双人同步记录 |
| 地球物理探测数据 | ≤±5% | 多次测量取平均值，与钻探数据比对 |

* + 1. 数据记录与存储

所有采集数据应采用电子化记录方式，并同步保存至现场数据终端及云端服务器，确保数据的安全性和可追溯性。记录内容应包括采集日期、采集人员、设备型号、测点位置、测试条件和原始读数。

* 1. 信息化处理
     1. 数据录入与格式统一

所有采集数据应在采集完成后第一时间录入信息化管理系统，录入过程必须遵守统一的坐标系统、编码规则、字段命名和单位制。不同来源的数据在录入前应进行格式转换，确保与数据库结构兼容。录入人员应对照原始记录逐项核对，避免数据遗漏、重复或错误。

* + 1. 数据清洗与预处理

录入完成的数据必须经过清洗和预处理，以消除因采集误差、单位换算或记录疏漏导致的异常：

1. 异常值应通过统计分析和现场记录比对进行判定并标记；
2. 缺失值应根据现场条件、相邻测点数据或历史数据进行合理补充；
3. 坐标和高程数据必须进行统一配准，确保空间位置的一致性。
   * 1. 多源数据融合

来自钻探、原位测试、室内试验、地球物理探测、遥感测绘等不同途径的数据，应在统一的坐标系和时间基准下进行整合。融合过程应确保属性信息、空间信息和时间信息的完整匹配。对于不同精度或不同时间段的数据，应采用加权融合或优先级规则处理，避免信息冲突。

* + 1. 数据分析与计算

处理系统应具备勘察常用的分析与计算功能，包括：

1. 地层划分与界面确定；
2. 岩土物理力学参数统计与分布分析；
3. 水文地质条件分析；
4. 地质构造解释与稳定性分析；
5. 基础承载力、沉降量、边坡安全系数等工程参数计算。

所有计算步骤应记录所用方法、公式、输入参数及计算结果，并保存至项目数据库以便复查。

* + 1. 可视化成果生成

处理结果应以二维图、剖面图、三维地质模型、参数分布图等形式直观展示。图件必须标注比例尺、坐标系、图例及关键要素位置。对于重要工程或复杂地质条件，可采用三维可视化平台或BIM集成展示，实现交互式浏览和多视角分析。

* + 1. 数据存储与备份

信息化处理完成的数据和成果应按阶段归档，存储在安全的数据库中，并同时进行本地与云端备份。备份频率不应低于每周一次，重要数据应实行实时或每日自动备份。所有存储设备应具备防篡改功能，并记录访问与修改日志，确保数据安全可追溯。

* 1. 成果输出
     1. 成果文件组成

成果输出是岩土工程勘察数据采集与信息化处理的收尾与交付环节，其质量不仅反映勘察工作的技术水平，还直接关系到成果在工程设计、施工、监测和运维等阶段的实际应用效果。高质量的成果应兼具完整性、准确性、可追溯性和易读性。

成果文件应覆盖勘察工作全过程，包括：

1. 勘察报告：系统说明勘察任务完成情况、采用的技术方法、主要发现、数据分析结果、结论及建议；
2. 原始记录与数据文件：以标准化格式保存原始采集数据、观测记录、实验记录，确保可长期调用和复查；
3. 各类图件：全面展示平面位置、地质剖面、地层分布、参数变化及地质构造特征；
4. 技术说明书：补充特殊工艺流程、非标准方法的使用原因及关键参数选取依据。

成果文件应做到“图、文、表、数据”相互印证，确保信息一致性和完整性。

* + 1. 图件编制要求

所有图件应符合现行行业制图规范，必须明确标注比例尺、坐标系、图例和主要特征。颜色、线型及符号应在全套成果中统一，确保不同类型要素直观易辨。对于大型或复杂工程，应增加三维地质模型和动态剖面，以增强地质信息的可视化效果。

* + 1. 数据文件格式要求

数据文件应优先采用开放、通用的数据格式，以便跨平台使用和长期保存。每个数据文件应配套完整的元数据说明，记录数据的来源、采集时间、处理方法、精度等级和版本信息。对于大体量数据，应建立索引和分级管理机制，确保检索高效、调用方便。

* + 1. 提交与交付方式

成果提交应包括纸质版和电子版两种形式。纸质版应装订成册，版面清晰，结构规范；电子版应存储于防篡改介质中，并加密传输或通过安全平台交付，确保数据在传递过程中不被破坏或泄露。

* 1. 成果质量检验
     1. 检验目标与范围

质量检验的目标是全面确认成果的完整性、精度、一致性和表达正确性，确保成果满足设计、施工及运维的实际需求。检验范围涵盖报告、图件、原始记录、数据文件、元数据说明等全部交付成果。

* + 1. 检验内容与方法

检验内容包括但不限于以下方面：

1. 完整性：检查成果文件是否齐全，是否覆盖任务书要求的所有工作内容；
2. 精度：验证测量、计算结果是否达到设计和规范规定的精度要求；
3. 一致性：核对报告、图件、数据文件间的数值、符号、标注是否一致；
4. 表达正确性：检查制图符号、比例尺、坐标系统、单位和文字说明是否准确。

表3所示的成果质量检验的主要项目、检查方法和判定标准，可作为执行参考：

1. 成果质量检验内容与方法

| 检验项目 | 检查内容 | 检验方法 | 判定标准 |
| --- | --- | --- | --- |
| 完整性 | 成果文件是否齐全 | 核对任务书与成果清单 | 无缺项 |
| 精度 | 测量、计算是否达标 | 复核原始记录和计算过程 | 符合精度要求 |
| 一致性 | 文件间信息是否一致 | 跨文件比对 | 无冲突 |
| 表达正确性 | 符号、坐标、单位是否正确 | 对照制图规范与标准 | 符合规范要求 |

* + 1. 检验程序

检验程序分为三个阶段：

1. 自检：由数据采集与处理人员完成，及时发现并纠正明显问题；
2. 复检：由项目内部质量管理人员进行系统性检查，确保成果全面达标；
3. 终检：由具备资质的第三方或主管部门实施，形成正式检验结论。

每个阶段的检验过程应形成书面记录，并对不合格项进行闭环整改，整改完成后必须复核确认。

* + 1. 问题整改与复核

检验中发现的问题应根据严重程度分类处理：

* 1. 一般问题应在24小时内整改并复查；
  2. 重大问题应立即停止使用相关成果，完成整改后经终检确认合格方可交付。

整改记录应与成果一并归档保存，作为质量追溯的重要依据。

* 1. 数据安全与保密
     1. 安全管理原则

数据管理应遵循“分级保护、授权访问、全程监控”的原则，确保任何未经授权的人员无法获取、篡改或删除敏感信息。所有安全措施应覆盖数据的采集端、传输通道、存储介质及使用终端。

* + 1. 数据保密分级

勘察数据应根据内容敏感性、工程重要性及法律法规要求进行保密分级。数据保密等级及主要管理措施，项目执行时的参考依据见表4。

1. 数据保密分级与管理措施

| 保密等级 | 数据类型 | 主要管理措施 |
| --- | --- | --- |
| 一级（高度保密） | 涉及国家安全、重大工程基础地质数据 | 专用加密存储、限定访问名单、物理隔离网络 |
| 二级（中度保密） | 工程设计相关勘察数据、承载力参数 | 加密存储、权限控制、定期访问审计 |
| 三级（一般保密） | 公开发布前的基础测量数据、原始记录 | 限制性共享、传输加密、防篡改措施 |

* + 1. 存储与备份安全

数据应存储于安全的数据库系统中，并采用本地与云端双重备份。备份周期不应低于每周一次，重要数据建议每日自动备份。存储系统应具备访问日志记录和防篡改功能，定期进行恢复演练。

* + 1. 传输与共享安全

数据传输应使用加密协议或专用物理介质，并通过校验机制确保文件完整性。对外共享应通过安全授权平台进行，记录共享时间、对象及数据范围，严禁私自复制或外传。

* + 1. 保密责任与追溯

项目经理为数据安全第一责任人，应建立保密责任制度，明确各岗位的数据管理职责。任何泄密、篡改或丢失事件都必须立即报告，并启动应急处置与追责机制。所有事件处理记录应长期保存，确保可追溯。

* 1. 运行维护
     1. 日常运行管理

系统运行应遵循“预防为主、持续监测、及时处理”的原则。应建立运行管理制度，明确运行参数监控、故障报告、数据备份等工作流程。运行期间，应定期检查数据传输状态、数据库连接、计算模块和可视化功能是否正常，发现异常应立即处置。

* + 1. 设备维护

所有采集与处理设备应按照制造商说明书和有关规定定期维护与校准：

1. 对钻探、测试和测绘设备，应进行周期性精度检测；
2. 对服务器、存储介质和网络设备，应定期清理灰尘、检测运行温度及网络稳定性；
3. 校准和维护记录应存档保存，以便追溯。
   * 1. 系统升级与优化

信息化处理系统应根据技术发展和项目需求定期升级，包括软件功能更新、数据库结构优化、算法改进等。升级前应进行风险评估和数据备份，升级后应开展功能测试，确保系统稳定运行。

* + 1. 应急处置

应建立系统故障应急预案，包括硬件故障、网络中断、数据损坏、网络攻击等应急处置流程：

1. 轻微故障应在2小时内恢复；
2. 重大故障应在24小时内完成临时修复，并制定长期整改措施；
3. 故障处理全过程应有详细记录，并纳入运行评估。
   * 1. 运行评估与改进

应每年至少一次对运行与维护情况进行评估，内容包括系统可用率、数据处理效率、故障发生率和用户满意度。评估结果应作为系统优化、设备更新和培训计划调整的重要依据。

