备案号：**J 1xxxx－20xx**

浙江省工程建设标准 **DBJ**

DBJ 33/T 12xx－20xx

基坑工程智慧监测技术规程

Technical specification for intelligent monitoring of excavation engineering

（征求意见稿）

、

20xx－00－00 发布　　**20xx－00－01** 施行

浙江省住房和城乡建设厅　发布

前　　言

根据浙江省住房和城乡建设厅《关于印发<2021 年度浙江省建筑节能与绿色建筑及相关工程建设标准制修订计划>（第二批）的通知》（浙建设函〔2021〕286 号）的要求，规程编制组通过广泛调查研究，认真总结实践经验，结合浙江省的实际情况，参考有关国家标准、国内外先进经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本标准共分五章和两个附录，主要内容是：总则，术语，基本规定，智慧监测要求，智慧监测平台。

本标准由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，由浙江省工程建设质量管理协会负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请将意见或有关资料寄送浙江省工程建设质量管理协会（浙江省杭州市莫干山路 425 号瑞祺大厦 512 室，邮编：310011，邮箱：1830385115@qq.com）以供修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：浙江省工程建设质量管理协会
浙江城乡工程检测有限公司
浙江省一建建设集团有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目　次

1　总　则…… 1
2　术　语…… 2
3　基本规定…… 5
4　智慧监测要求…… 7
4.1 一般规定…… 7
4.2 深层水平位移…… 8
4.3 内　力…… 9
4.4 地下水位…… 9
4.5 水平位移…… 10
4.6 竖向位移…… 10
4.7 倾　斜…… 10
4.8 裂　缝…… 10
4.9 振动速度和振动加速度…… 11
5　智慧监测平台…… 12
5.1 数据存储与处理…… 12
5.2 数据预警与反馈…… 12
5.3 数据发布…… 13
附录 A 智慧监测设备技术参数及使用要求…… 14
附录 B 监测报表参考模板…… 21
引用标准名录…… 34
附：条文说明…… 35

Contents

1 General provisions····· 1
2 Terms····· 2
3 Basic requirement····· 5
4 Intelligent monitoring requirements····· 7
4.1 General Provisions····· 7
4.2 Monitoring of horizontal displacement in deep stratum····· 8
4.3 Monitoring of internal force····· 9
4.4 Monitoring of water table····· 9
4.5 Monitoring of horizontal displacement····· 10
4.6 Monitoring of vertical displacement····· 10
4.7 Monitoring of inclination····· 10
4.8 Monitoring of cracks····· 10
4.9 Monitoring of vibration····· 11
5 Intelligent monitoring platform····· 12
5.1 Data storage and processing····· 12
5.2 Data warning and feedback····· 12
5.3 Data release····· 13
Appendix A Technical parameters and usage requirements of intelligent monitoring equipments····· 14
Appendix B Monitoring report reference template····· 21
Reference standard directory ····· 34
Addition: Explanation of provisions····· 35

1 总　则

1.0.1 为提高基坑工程监测的质量与效率，规范基坑工程智慧监测的技术要求，做到安全适用、技术先进、经济合理，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于浙江省基坑工程的智慧监测。

1.0.3 基坑工程智慧监测除应符合本规程的规定外，尚应符合国家及浙江省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 基坑工程监测 monitoring of excavation engineering

在基坑施工及使用阶段，采用仪器量测等手段和方法对基坑及周边环境的安全状况、变化特征及其发展趋势实施的定期或连续检查、量测、监视以及数据采集、分析、反馈活动。

2.0.2 基坑工程智慧监测 intelligent monitoring of excavation engineering

综合采用计算机、传感器和通讯等技术进行的基坑工程自动化监测。简称智慧监测。

2.0.3 基坑工程智慧监测平台 intelligent monitoring platform of excavation engineering

基坑工程监测信息的数字化、网络化存在方式。简称监测平台。

2.0.4 智能采集传输模块 intelligent acquisition and transmission module

具有实时采集各类监测数据并传输至监测平台的设备或部件。

2.0.5 移动式智能测斜仪 mobile intelligent inclinometer

采用测斜传感器，含有智能采集传输模块，在测斜导管上下自动移动进行深层水平位移测量，并将测量数据自动传输到监测平台的设备。亦称机器人测斜仪。

2.0.6 固定式智能测斜仪 fixed intelligent inclinometer

由系列测斜传感器串联组成，含有智能采集传输模块，并将深层水平位移测量数据自动传输到监测平台的设备。

2.0.7 智能全站仪 intelligent total station

含有智能采集传输模块，可实现多个目标的自动识别、照准与测量功能，并将测量数据自动传输到监测平台的设备。

2.0.8 智能静力水准仪 intelligent static level

含有智能采集传输模块，由多个静力水准仪利用通液管连接形成精密液位测量系统，通过液位变化得到各测点相对基准点垂直位移测量数据，并将测量数据自动传输到监测平台的设备。

2.0.9 智能激光位移计 intelligent laser displacement meter

含有智能采集传输模块，利用激光技术进行水平和竖向位移测量，并将测量数据自动传输到监测平台的设备。

2.0.10 MEMS 智能倾角仪 MEMS intelligent inclinometer

含有智能采集传输模块，依据核心传感元件 MEMS（Micro-Electro-Mechanical System）内部电容等物理量变化，通过差量放大、滤波、转换进行倾角测量，并将数据自动传输到监测平台的设备。

2.0.11 MEMS 智能沉降传感器 MEMS intelligent settlement sensor

含有智能采集传输模块，依据由核心传感元件 MEMS 内部电容等物理量变化，通过差量放大、滤波、转换进行沉降测量，并将测量数据自动传输到监测平台的设备。

2.0.12 智能应变计 intelligent strain gauge

含有智能采集传输模块，以应变作为直接测量物理量，通过转换得到被测物理量，并将测量数据自动传输到监测平台的设备。

2.0.13 智能渗压计 intelligent osmometer

含有智能采集传输模块，能将各种地质环境深层渗水压力测量数据自动传输到监测平台的设备。

2.0.14 智能测振仪 intelligent vibration meter

含有智能采集传输模块，能将被测固体介质的振动速度和振

动加速度测量数据自动传输到监测平台的设备。

2.0.15 智能裂缝计

含有智能采集传输模块，能将建（构）筑物裂缝宽度测量数据自动传输到监测平台的设备。

2.0.16 智能位移计

含有智能采集传输模块，能将被测物位移测量数据自动传输到监测平台的设备。

3 基 本 规 定

3.0.1 智慧监测工作应由具备相应技术能力的单位承担。

3.0.2 基坑工程监测项目确定、监测点布置和监测预警值应符合设计要求及现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 的有关规定。

3.0.3 基坑工程监测方法及精度要求应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 的有关规定。

3.0.4 下列基坑工程宜实施智慧监测：

1 监测频率要求较高的基坑工程；

2 现场难以实施人工监测的基坑工程；

3 设计等级较高的基坑工程；

4 具有特殊要求的基坑工程。

3.0.5 智慧监测承担单位应编制智慧监测专项方案，专项方案应包括下列内容：

1 工程概况；

2 监测目的和依据；

3 监测项目及监测内容；

4 监测人员及监测设备；

5 监测方法及监测精度；

6 数据采集与传输；

7 数据存储与处理；

8 数据预警与反馈；

9 数据发布。

3.0.6 基坑工程智慧监测平台应具备基坑工程监测数据的自动采集、实时传输、存储、处理、预警和反馈等功能，并能实现监测成果可视化。

3.0.7 智慧监测实施期间，监测单位应做好监测设施的保护。建设单位和施工单位应协助监测单位保护监测设施。

3.0.8 智慧监测设备投入使用前，应进行现场调试；监测平台运行过程应保持正常运行。

3.0.9 基坑监测过程中当出现下列情况之一时，应对监测设备进行校核：

1 监测结果异常；

2 设备运行过程中过载、异常断电或死机；

3 设备发生碰撞、跌落或电压冲击等；

4 使用过程中对设备性能产生怀疑。

3.0.10 基准点应设置在不受基坑工程施工影响的稳定区域，且距离基坑边缘不小于基坑开挖深度的 3 倍范围。

4 智 慧 监 测 要 求

4.1 一般规定

4.1.1 应根据设计要求、监测项目、现场条件及合同约定选择相应的智慧监测设备。智慧监测设备选择应符合表 4.1.1 的要求。

表 4.1.1 智慧监测设备选择表

监测项目	监测内容	智慧监测设备
深层水平位移	围护墙及土体深层水平位移	移动式智能测斜仪、固定式智能测斜仪
水平位移	围护体系顶部水平位移	智能全站仪、智能激光位移计
	周边建筑水平位移	
	周边管线水平位移	
竖向位移	围护体系顶部竖向位移	智能全站仪、MEMS 智能沉降传感器、智能静力水准仪
	周边地表竖向位移	
	周边建筑竖向位移	
	周边道路与管线竖向位移	
	立柱竖向位移	
	土体分层竖向位移	
内力	围护墙内力	智能应变计[2]
	立柱内力	
	支撑轴力	
	锚杆轴力	
	围护墙侧向土压力	
	孔隙水压力[1]	
地下水位	地下水位	水位计
倾斜角度	周边建筑倾斜	MEMS 智能倾角仪、智能全站仪
裂缝宽度	周边建筑裂缝、地表裂缝、支护结构构件裂缝	智能裂缝计、智能位移计
振动速度或加速度	爆破开挖影响范围内建(构)筑物、道路、管线	智能测振仪

注 1：内力监测中孔隙水压力监测可使用智能渗压计。

2：智能应变计包括智能孔隙水压力计、智能轴力计、智能钢筋计、智能混凝土应变计、智能表面应变计等。

4.1.2 智慧监测设备应符合下列规定：

1 应有设备身份识别码；

2 设备测量精度应满足相关标准规定、设备测量量程和有效使用年限应满足实际工程需要；

3 断电或异常情况下，监测设备中的数据不发生失真和丢失现象；

4 监测设备电缆不得与交流电缆一同敷设，走线宜避免受到移动设备、尖锐材料等的损害。

5 应定期对智慧监测设备进行维护保养。

4.1.3 智慧监测设备与监测平台终端设备之间的接口及数据通信协议应符合数据采集通信规约。接口功能及数据通信协议应符合下列规定：

1 应具有对采集的数据予以接收、处理、交换和传输的功能；

2 根据现场网络通信稳定性和可靠性，可采用有线或无线形式传输，并应具备能够支持多种有线、无线通讯组网方式和主备信道自动切换功能；

3 应具有传送和接收双方数据确认和补发功能的校验机制。

4.1.4 监测初始值应在施工工序开始前进行测定，并应取不少于连续观测 3 次的稳定值的平均值。

4.1.5 监测频率应能反映监测对象所测项目的重要变化过程而不遗漏其变化时刻，并应符合设计要求及合同约定，其中深层水平位移、水平位移和竖向位移的监测时间间隔不宜大于 2 小时。

4.1.6 监测测点宜配备防盗、防碰撞装置，并宜方便检查与维护。

4.2 深层水平位移

4.2.1 深层水平位移监测采用移动式智能测斜仪时测量的沿竖向

测点间隔不应大于 0.5 m。采用固定式智能测斜仪时，测斜仪探头应合理布置。

4.2.2 深层水平位移宜以底部作为起算点；当底部不满足作为起算点条件时，可以上部管口作为起算点，且每次监测均应测定起算点的坐标进行修正。

4.2.3 移动式智能测斜仪和固定式智能测斜仪，其技术参数及使用要求分别见附录 A.1 和附录 A.2。

4.3 内力

4.3.1 内力监测设备应符合下列规定：

1 围护墙内力、立柱内力、支撑轴力监测宜采用智能钢筋计、智能混凝土应变计、智能表面应变计；

2 锚杆轴力监测宜采用智能钢筋计；

3 围护墙侧向土压力监测宜采用智能表面应变计；

4 孔隙水压力监测宜采用智能渗压计；

5 钢支撑宜采用智能轴力计或智能表面应变计；

6 钢立柱、钢围檩（腰梁）宜采用智能表面应变计。

4.3.2 内力监测数据处理时宜考虑温度变化等因素的影响。

4.3.3 智能钢筋应力计和智能渗压计（压阻式）技术参数及使用要求分别见附录 A.3 和附录 A.4。

4.4 地下水位

4.4.1 地下水位宜采用水位计进行量测。

4.4.2 水位观测管埋设稳定后，应测定孔口高程并计算水位高度，监测设备精度不宜低于 0.5%F·S，单次监测数值允许精度误差为±0.5cm。

4.4.3 宜采用专用水位观测管，管径不宜小于 50 mm，饱和软土中管径不宜小于 70 mm。

4.4.4 量程和滤管长度应满足地下水位控制要求。

4.4.5 水位管埋设时间应根据工程地质确定，且应在基坑降水 1 周前埋设。

4.4.6 承压水位监测时应在被测含水层与其他含水层之间采取有效隔水措施。

4.5 水平位移

4.5.1 围护体系顶部、周边建筑、周边管线的水平位移宜采用智能全站仪、智能激光位移计等设备进行量测。

4.5.2 采用智能激光位移计进行水平位移监测时应符合以下规定：

1 智能激光位移计应配备自平衡装置，并应放置在发射端无遮挡的稳定区域；

2 激光光路应高于地面不少于 20 cm。

4.5.3 智能全站仪监测技术参数及使用要求宜按附录 A.5。

4.6 竖向位移

4.6.1 围护体系顶部、周边地表、周边建筑、周边道路与管线和立柱等竖向位移智慧监测可采用智能静力水准仪、智能全站仪、智能沉降仪等设备进行量测。

4.6.2 监测初始值应在施工工序开始前进行测定，应选择外部荷载变动不大、相同时间、稳定气温，取不少于连续观测 3 次的稳定值的平均值。

4.6.3 智能静力水准仪技术参数及使用要求见附录 A.6。

4.7 倾斜

4.7.1 周边建筑倾斜可采用智能倾角仪、智能全站仪等设备进行量测。

4.7.2 智能倾角仪技术参数及使用要求见附录 A.7。

4.8 裂缝

4.8.1 混凝土、岩石和结构物等裂缝监测宜采用智能裂缝计或智

能位移计。

4.8.2 设备安装时应考虑裂缝收缩与扩张两种情况。

4.8.3 设备应安装在裂缝的法线方向。

4.9 振动速度和振动加速度

4.9.1 被测固体振动速度和振动加速度监测宜采用智能测振仪进行量测。

4.9.2 智能测振仪频带范围应满足被测物理量的监控要求。

4.9.3 监测设备技术参数和使用要求应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的相关规定。

5 智 慧 监 测 平 台

5.1 数据存储与处理

5.1.1 监测平台数据存储应采用专用数据库对数据进行存储和管理。内容应包括基坑监测的全套资料、图表、数据、报表及影像记录、设备运行记录等。

5.1.2 监测平台应建立数据保护机制以保障监测数据。

5.1.3 监测平台应有异常监测数据自动触发加密监测机制。

5.1.4 数据库应具有备份和恢复功能，应具有用户使用日志审计功能。

5.1.5 监测平台的数据处理应结合施工工况、地质条件、环境条件以及其他相关监测项目的监测数据的变化进行，并对其发展趋势做出预测。

5.1.6 数据的采集、预处理由系统自动进行，数据处理应由专业人员负责。

5.1.7 监测平台应具备数据处理功能菜单。

5.1.8 数据处理过程中发现监测数据出现异常时，应分析原因，必要时应进行校核。

5.1.9 监测平台数据处理过程中应具备对数据可靠性的判断方法。

5.1.10 监测原始数据文件应定期整理、备份、归档和供备查。

5.2 数据预警与反馈

5.2.1 当出现以下情况时，宜进行数据预警：

1 当对数据真实性有怀疑时宜进行提示预警；

2 当监测数据接近或达到预警值时应分别进行预警

5.2.2 监测平台应具有对出现数据预警的监测点设置不同预警标示的功能。

5.2.3 监测结果一旦触发报警，宜立即调整监测频率，进行加密监测，报警情况立即通知有关各方，报警信息宜包括工程名称、

报警项目、测点编号、当前值及报警值、报警时间。

5.2.4 监测平台中应具有针对不同层级、权限的相关人员，进行梯次预警的功能。

5.2.5 监测过程中的成果资料提交及相关情况通知宜采用信息化的方式进行反馈。

5.2.6 信息反馈提供的内容应真实、准确、完整。

5.2.7 监测平台应具有能对历史数据进行处理、分析、统计和归档的信息反馈功能。

5.2.8 监测成果报表、变化曲线图应自动生成，并包含完善的信息。内容应满足《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 规定要求。

5.3 数据发布

5.3.1 监测单位应对整个项目监测技术成果的真实性、可靠性负责。监测技术成果应有相关责任人签字。

5.3.2 监测单位应及时进行数据发布，数据发布内容应包括监测的技术成果资料，发布对象宜为工程有关各方。

5.3.3 智慧监测的技术成果应包括当日报表、阶段性报告和总结报告。并宜用文字阐述与图表或图形相结合的形式表达。

5.3.4 各类监测项目的报表宜采用本规范附录 B 的样式。

附录 A 智慧监测设备技术参数及使用要求

A.1 移动式智能测斜仪

A.1.1 移动式智能测斜仪(机器人测斜仪)由测斜仪探头、数据采集控制嵌入式终端、提升系统、参数设置仪表等组成。

A.1.2 移动式智能测斜仪(机器人测斜仪)的技术参数应满足表 A.1.2 规定。

表 A.1.2 技术要求

项目	指标
极性	应符合 JB/T 12204-2015 中 5.3.1 的规定
零位偏差(mm/m)	≤0.8
最大允许误差(%F・S)	±0.1
重复性(%F・S)	±0.05
测量精度(mm/m)	不应低于 0.25
分辨力(mm/500 mm)	不应低于 0.02

A.1.3 移动式智能测斜仪(机器人测斜仪)应在-10℃~60℃环境温度内正常工作。

A.1.4 移动式智能测斜仪(机器人测斜仪)应具备防拆预警、自检、形态位置、远程开闭锁、数据溯源、自主定位复测、自主分析和验证变化量大的位置等功能，其结构如图 A.1.4 所示。

A.1.5 移动式智能测斜仪(机器人测斜仪)维护不得影响数据测量精度要求，测斜仪探头及通信线缆在工程测量周期内不宜更换。

A.1.6 机身连接后应具备 3G/4G/5G/WIFI 嵌入式终端进行数据的实时传输功能，传输值包括当前深度、角度值，位移值。

A.1.7 测斜仪的探头及通信线缆更换时，应具备相应的数据续接

计算功能。

A.1.8 探头和数据电缆在应在不小于 2MPa 或规定的水压中静置 2h 进行测试，探头和数据线应无渗漏。

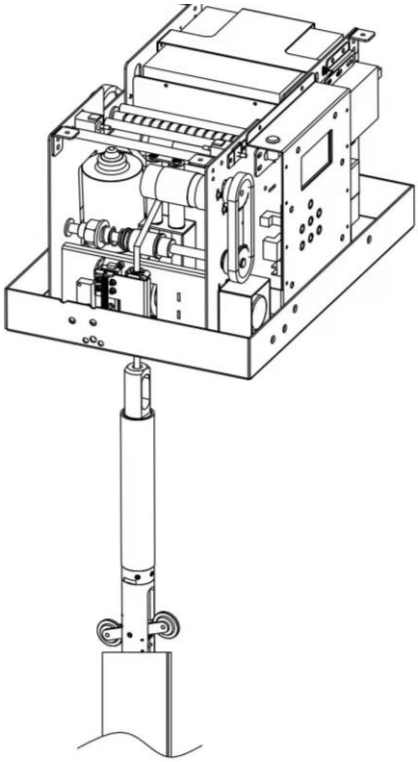

图 A.1.4 机器人测斜仪结构图

A.2 固定式智能测斜仪

A.2.1 在同一测斜管中固定式智能测斜仪的安装应符合下列要求：

1 所有测斜仪探头安装方向应一致；

2 宜具有同轴双向测量能力；

3 置于测斜管中的探头位置不应产生滑动；

4 安装完毕的测斜仪应应调整顶部挂件与顶部滑轮间的连接长度，使其自由悬挂在测斜管中，严禁出现测斜仪底部受力现象。

A.2.2 固定式智能测斜仪探头更换后应进行校核。

A.2.3 探头和数据电缆应在不小于 2MPa 或规定的水压中静置 2h 进行测试，探头和数据电缆应无渗漏。

A.2.4 测量精度不应低于0.25 mm/m,分辨力不应低于0.02 mm/500 mm。

A.3 智能钢筋应力计

A.3.1 智能钢筋应力计如图 A.3.1 所示。

A.3.2 智能钢筋计需按设计要求同受力钢筋连接，连接方法应根据设计要求和现场实际条件采用对焊、熔槽焊、绑条焊或螺纹连接等。

A.3.3 埋入墙体混凝土中的设备电缆应详细记录埋设部位。

A.3.4 智能钢筋应力计等智能应变计的量程不宜小于设计值的 1.5 倍，精度不宜低于 0.5%F·S，分辨力不宜低于 0.2%F·S。

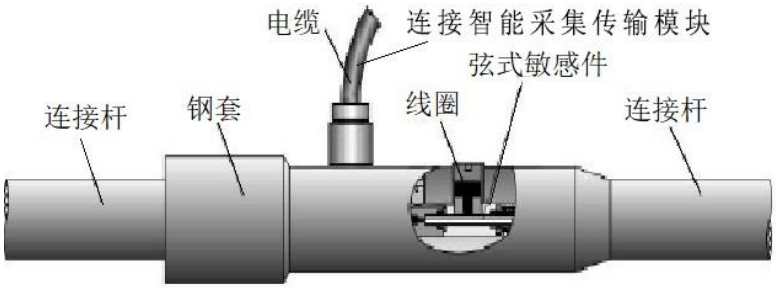

图 A.3.1 智能钢筋应力计示意图

A.4 智能渗压计（压阻式）

A.4.1 智能渗压计（压阻式）如图 A.4.1 所示。

A.4.2 应根据工程地质和水文条件选择合适的透水石和孔径。

A.4.3 测量时应保证透水石饱和，膜片腔室内不应有气泡。

A.4.4 智能渗压计（压阻式）精度不宜低于 0.5%F·S，分辨力不宜低于 0.2%F·S。

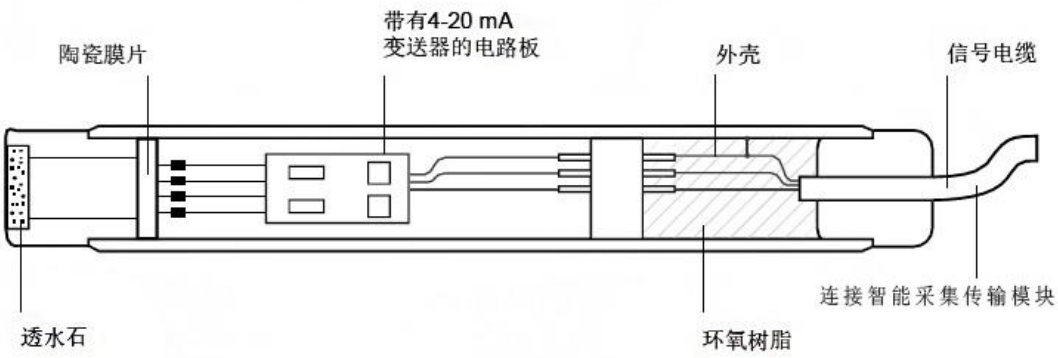

图 A.4.1 智能渗压计（压阻式）示意图

A.5 智能全站仪

A.5.1 智能全站仪如图 A.5.1 所示。

A.5.2 智能全站仪架设处宜配置电子气温气压计、控制系统、通信系统及不间断供电系统等配套设备。

A.5.3 监测点与基准点宜同步进行观测，并应同时观测至少 3 个监测网点。

图 A.5.1 智能全站仪示意图

A.5.4 智能全站仪精度要求宜符合表 A.5.4。

表 A.5.4 智能全站仪精度要求

监测点坐标中误差（mm）	一测回水平方向标准差（ " ）	测距中误差
1.0	≤0.5	≤(1mm+1ppm)

1.5	≤1.0	≤(1mm+1ppm)
2.0	≤1.0	≤(1mm+2ppm)
3.0	≤2.0	≤(2mm+2ppm)

A.6 智能静力水准仪

A.6.1 智能静力水准仪如图 A.6.1 所示。

A.6.2 安装完成后需检查设备的密封状态，无液体渗出方可进行下一步操作。

A.6.3 仪器在埋入建（构）筑物内部时，应采用双通液管形式。埋设时注意对管路和传感器的保护,安装示意图如图 A6.3 所示。

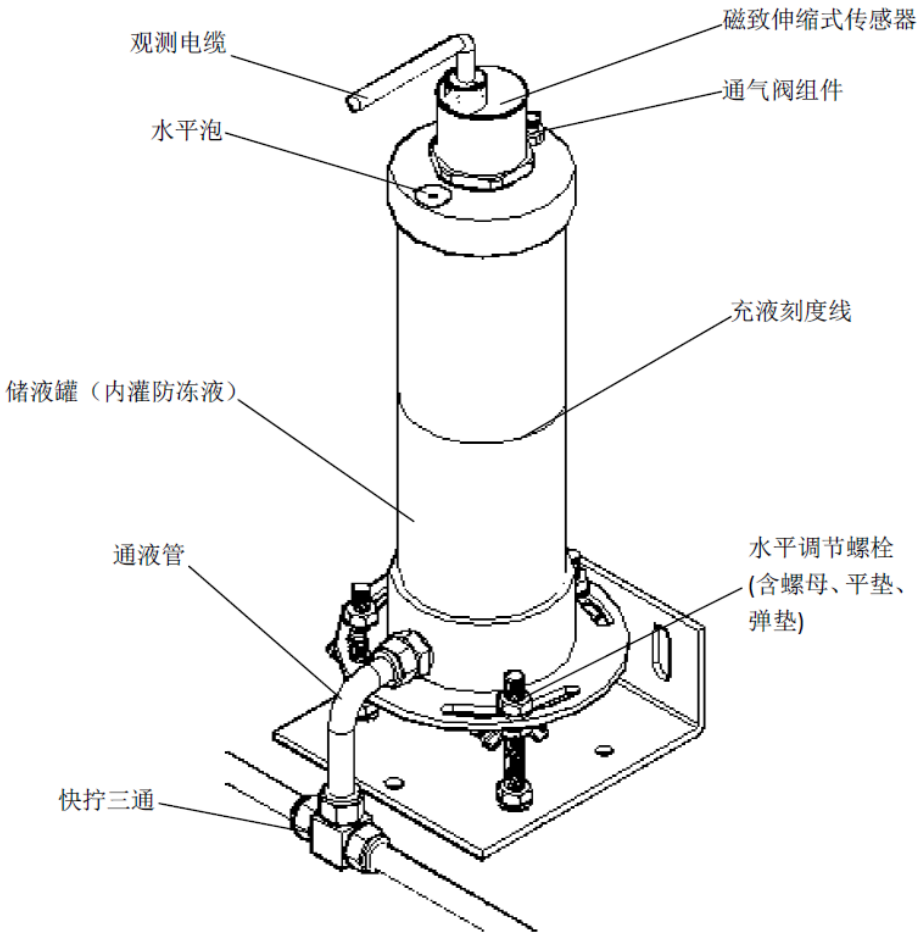

图 A.6.1 智能静力水准仪示意图

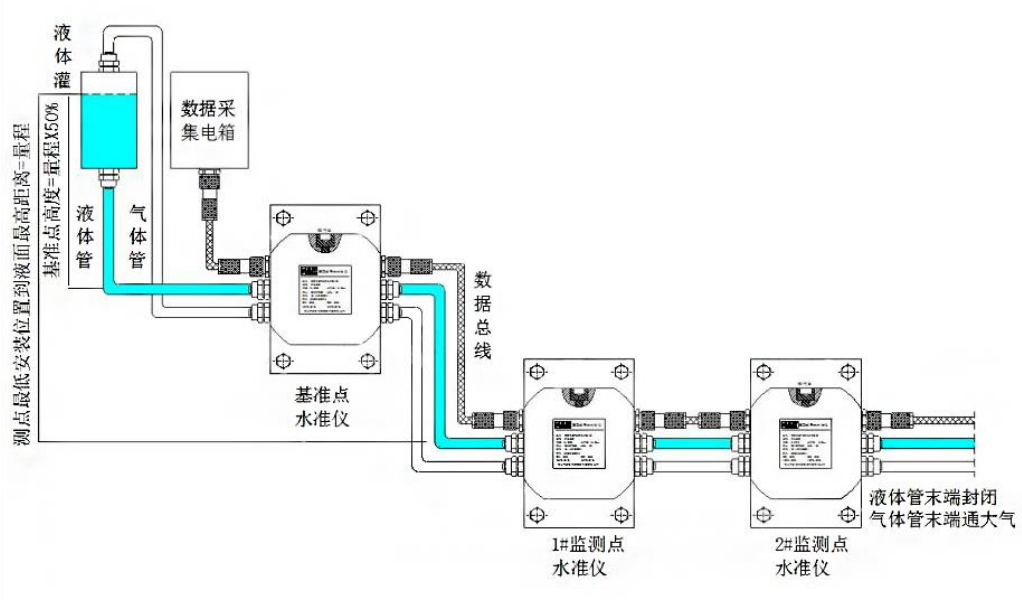

图 A.6.3 智能静力水准仪安装示意图

A.7 智能倾角仪

A.7.1 智能倾角仪如图 A.7.1 所示。

A.7.2 应明确倾角仪的安装方向，并记录测点间距、监测对象高度等有关属性特征数据。

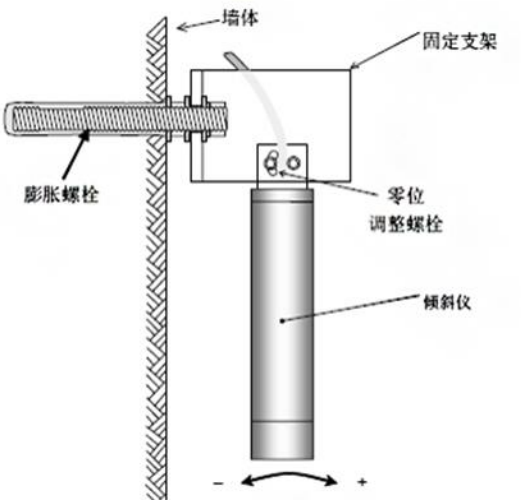

图 A.7.1 智能倾角仪示意图

附录 B 监测报表参考模板

表 B.1 围护墙顶水平位移监测数据成果表

<table>
<tr><td>项目名称</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>监测单位</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>监测项</td><td></td><td>设备类型</td><td></td><td>设备型号</td><td></td></tr>
<tr><td>监测日期</td><td></td><td>监测次数</td><td></td><td>监测点数量</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">监测数据成果汇总</td></tr>
<tr><td rowspan="2">测点编号</td><td>初始断面距离</td><td>本次断面距离</td><td>本次变化量</td><td>累计变化量</td><td>变化速率</td><td rowspan="2">安全状态</td></tr>
<tr><td>(m)</td><td>(m)</td><td>(mm)</td><td>(mm)</td><td>(mm/d)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">监测数据成果曲线图</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">数据统计</td></tr>
<tr><td>当次累计正方向最大统计</td><td>测点编号</td><td></td><td>变化量</td><td colspan="2">mm</td></tr>
<tr><td>当次累计负方向最大统计</td><td>测点编号</td><td></td><td>变化量</td><td colspan="2">mm</td></tr>
<tr><td>最大变化速率统计</td><td>测点编号</td><td></td><td>变化量</td><td colspan="2">mm/d</td></tr>
<tr><td colspan="6">备注</td></tr>
<tr><td colspan="6">1) 变化量“+”为向基坑内位移，“-”为向基坑外位移。 2)“/”标识该测点未监测。</td></tr>
</table>

表 B.2 沉降监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测项			设备类型		设备型号	
监测日期			监测次数		监测点数量	
监测数据成果汇总						
测点编号	初始高程	本次高程	本次变化量	累计变化量	变化速率	安全状态
	(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm/d)	
监测数据成果曲线图						
数据统计						
当次累计正方向最大统计		测点编号		变化量	mm	

当次累计负方向最大统计	测点编号		变化量	mm
最大变化速率统计	测点编号		变化量	mm/d
备注				
1)变化量“-”为下沉，“+”为上升。 2)“/”标识该测点未监测。				

表 B.3 管线沉降监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测项			设备类型		设备型号	
监测日期			监测次数		监测点数量	
监测数据成果汇总						
测点编号	初始高程	本次高程	本次变化量	累计变化量	变化速率	安全状态
	(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm/d)	
监测数据成果曲线图						
数据统计						
当次累计正方向最大统计	测点编号		变化量	mm		

当次累计负方向最大统计	测点编号		变化量	mm
最大变化速率统计	测点编号		变化量	mm/d
备注				
1)变化量“-”为下沉，“+”为上升。 2)“/”标识该测点未监测。				

表 B. 4 立柱沉降监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测项			设备类型		设备型号	
监测日期			监测次数		监测点数量	
监测数据成果汇总						
测点编号	初始高程	本次高程	本次变化量	累计变化量	变化速率	安全状态
	(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm/d)	
监测数据成果曲线图						

数据统计				
当次累计正方向最大统计	测点编号		变化量	mm
当次累计负方向最大统计	测点编号		变化量	mm
最大变化速率统计	测点编号		变化量	mm/d
备注				
1)变化量“-”为下沉，“+”为上升。 2)“/”标识该测点未监测。				

表 B.5 围护墙顶竖向位移监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测项			设备类型		设备型号	
监测日期			监测次数		监测点数量	
监测数据成果汇总						
测点编号	初始高程	本次高程	本次变化量	累计变化量	变化速率	安全状态
	(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm/d)	
监测数据成果曲线图						

数据统计				
当次累计正方向最大统计	测点编号		变化量	mm
当次累计负方向最大统计	测点编号		变化量	mm
最大变化速率统计	测点编号		变化量	mm/d
备注				
1)变化量“-”为下沉，“+”为上升。 2)“/”标识该测点未监测。				

表 B.6 地下水位监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测项			设备类型		设备型号	
监测日期			监测次数		监测点数量	
监测数据成果汇总						
测点编号	初始水位深度	本次水位深度	本次变化量	累计变化量	变化速率	安全状态
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/d)	
监测数据成果曲线图						

数据统计				
当次累计正方向最大统计	测点编号		变化量	mm
当次累计负方向最大统计	测点编号		变化量	mm
最大变化速率统计	测点编号		变化量	mm/d
备注				
1)变化量“-”为水位下降，“+”为水位上升。 2)“/”标识该测点未监测。				

表 B. 7 内支撑轴力监测数据成果表

项目名称					
监测单位					
监测项		设备类型		设备型号	
监测日期		监测次数		监测点数量	
监测数据成果汇总					
测点编号	初始内力	本次内力	本次变化量	累计变化量	安全状态
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
监测数据成果曲线图					

数据统计				
最大内力	测点编号		数值	
最小内力	测点编号		数值	
备注				
1)轴力值“-”为支撑受拉，“+”为受支撑受压。 2)“/”标识该测点未监测。				

表 B. 8 锚杆拉力监测数据成果表

项目名称					
监测单位					
监测项		设备类型		设备型号	
监测日期		监测次数		监测点数量	
监测数据成果汇总					
测点编号	初始内力	本次内力	本次变化量	累计变化量	安全状态
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
监测数据成果曲线图					

数据统计				
最大内力	测点编号		数值	
最小内力	测点编号		数值	
备注				
1)拉力值“-”为锚杆受拉，“+”为锚杆受压。 2)“/”标识该测点未监测。				

表 B.9 深层水平位移监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测项			设备类型		设备型号	
监测日期			监测次数		监测点数量	
测孔编号			测孔深度	m		
监测数据成果汇总				**监测数据成果曲线图**		
测点深度 (m)	上次累计量 (mm)	本次累计量 (mm)	变化速率 (mm/d)			

数据统计				
当次累计正方向最大统计	测点深度		变化量	mm
当次累计负方向最大统计	测点深度		变化量	mm
最大变化速率统计	测点深度		变化量	mm/d
备注				
1)变化量“+”为向基坑内位移，“-”为向基坑外位移。 2)“/”标识该测点未监测。				

表 B.10 建筑物裂缝监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测项			设备类型		设备型号	
监测日期			监测次数		监测点数量	
监测数据成果汇总						
测点编号	初始宽度	本次宽度	本次变化量	累计变化量	变化速率	安全状态
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/d)	

监测数据成果曲线图						
数据统计						
当次累计正方向最大统计	测点编号		变化量	mm		
当次累计负方向最大统计	测点编号		变化量	mm		
最大变化速率统计	测点编号		变化量	mm/d		
备注						
1)变化量“-”为增大，“+”为缩小。 2)“/”标识该测点未监测。						

表 B. 11 孔隙水压力监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测项			设备类型		设备型号	
监测日期			监测次数		监测点数量	
监测数据成果汇总						
测点编号	初始压力	本次压力	本次变化量	累计变化量		安全状态
	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)		

监测数据成果曲线图					
数据统计					
最大压力	测点编号		数值		
最小压力	测点编号		数值		
备注					
1)压力值“-”为压力减小，“+”为压力增大。 2)“/”标识该测点未监测。					

表 B. 12 土压力监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测项			设备类型		设备型号	
监测日期			监测次数		监测点数量	
监测数据成果汇总						
测点编号	初始压力	本次压力	本次变化量	累计变化量		安全状态
	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)		

监测数据成果曲线图					
数据统计					
最大压力	测点编号		数值		
最小压力	测点编号		数值		
备注					
1)压力值“-”为压力减小，“+”为压力增大。 2)“/”标识该测点未监测。					

引用标准名录

《滑动岩土测斜仪》JB/T 12204

《工程测量规范》GB 50026

《建筑变形测量规范》JGJ 8

《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497

《爆破安全规程》GB 6722

浙江省工程建设标准

基坑工程智慧监测技术规程

Technical specification for intelligent monitoring of excavation engineering

DB 33/T 12xx－20xx

条文说明

（征求意见稿）

目　　次

1　总　则…… 37
2　术　语…… 40
3　基本规定…… 41
4　智慧监测要求…… 44
4.1 一般规定…… 44
4.2 深层水平位移…… 45
5　智慧监测平台…… 47
5.1 数据存储与处理…… 47
5.2 数据预警与气馁…… 48
5.3 数据发布…… 48
附录 A 智慧监测设备技术参数及使用要求…… 50

1 总 则

1.0.1 浙江省城市发展日新月异，高层、超高层建筑和地铁建设如火如荼，地下施工的基坑工程越来越多，不仅关系工程项目自身安全，而且直接影响周边建筑和地下管线安全。基坑施工风险高、难度大，部分基坑工程具有支护结构埋深大、基坑内部支撑施工工序复杂、水文地质参数多变、基坑周边环境复杂等特点，基坑稳定和周围环境保护成为基坑设计、施工的关键问题。基坑监测是基坑工程施工中的一个重要环节，是指在基坑开挖及地下工程施工过程中，对基坑岩土性状、支护结构变形和周围环境条件的变化，进行各种观察及分析工作，并将监测结果及时反馈，预测进一步开挖施工后将导致的变形及稳定状态的发展，根据预测判定施工对周围环境造成影响的程度，从而指导设计与施工，实现信息化施工。

传统的基坑人工监测手段能够起到一定的预防作用，但其时间间隔长，尤其遇到恶劣天气时，传统人工监测手段很难提供及时准确的数据；智慧监测有利于管好重要节点、封堵管理漏洞，从而实现智能分析研判、及时预警处置，为应急抢险争取宝贵时间，为周边建筑物、构筑物、道路、管线安全影响评估提供支撑。

基坑工程智慧监测与人工监测存在的差异主要是监测频率、时效及误差。人工监测需要工作人员在现场用仪器采集数据，通常每天一次；再经过人工计算生成报表，分析基坑作业情况；采用智慧监测替代人工监测后，通过安装在相应部位的仪器设备可实现数据自动采集与传输，具有频率高、时效性好、稳定性高、数据真实可靠等优点。

20 世纪 90 年代以来国内外开始研究并应用基坑监测数据采

集系统，部分实现了基坑监测数据自动化处理。基坑工程监测领域由于项目繁多、参与主体复杂、综合性强，容易产生海量数据；以往由于基坑监测信息化程度较低、数据存储及交换标准不一，导致各类数据无法得到很好的存储和集成，数据的可溯源性也存在问题。随着基坑工程监测硬件和软件发展迅速，监测范围不断扩大，仪器设备、数据采集传输、数据存储管理及发布系统不断推出和完善，智慧化发展成为基坑监测优化升级的必然趋势。

一方面，大部分高层建筑、市政设施位于城市核心地带，周围复杂环境对基坑开挖支护提出更高的要求；另一方面，浙江省位于我国东南沿海，由于复杂的场地及地质条件，既要满足支护结构的稳定性，也要满足基坑变形控制要求，以保证周围建（构）筑物的安全稳定和正常使用。为了满足日趋严格的现场监测需要，保障基坑及周边环境的安全，保障建设工程的顺利进行，在理论分析指导下有计划地进行基坑工程智慧监测就显得十分必要。

基坑工程智慧监测应做到可靠性、技术性和经济性的统一。智慧监测方案应以保证基坑及周边环境安全为前提，以监测技术的先进性为保障，同时也要考虑监测方案的经济性。在保证监测质量的前提下，降低监测成本，达到技术先进性与经济合理性的统一。

基坑工程智慧监测涉及建设单位、设计单位、施工单位和监理单位等，本规程不只是规范监测单位的监测行为，其他相关各方也应遵守和执行本规程的规定。

1.0.2 本条是对本规程适用范围的界定。本规程适用于浙江省范围内地下工程开挖形成的基坑以及基坑开挖影响范围内的建（构）筑物、各种设施、管线、道路等的监测。地下工程相关监测项目可按本规程执行。

1.0.3 基坑工程需要遵守的标准、规程很多，本规程只是其中之一，国家现行标准中对基坑工程监测也有一些相关规定，因此本条规定除遵守本规程外，基坑工程监测尚应符合国家现行有关标

准的规定。与本规程有关的国家现行标准主要有：

（1）《建筑地基基础设计规范》GB 50007；

（2）《建筑边坡工程技术规范》GB 50330；

（3）《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497

（4）《工程测量规范》GB 50026；

（5）《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911；

（6）《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308；

（7）《爆破安全规程》GB 6722；

（8）《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292；

（9）《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120；

（10）《建筑变形测量规范》JGJ 8；

（11）《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ 311；

（12）《湿陷性黄土地区建筑基坑工程安全技术规程》JGJ 167。

（13）《滑动岩土测斜仪》JB/T 12204

（14）《建筑基坑工程技术规程》DB33/T1096

2 术 语

2.0.3 监测平台具有数据采集传输、数据存储管理、数据分析处理、数据预警及信息反馈功能。数据存储分为临时存储和永久存储，监测设备应具有临时存储功能，永久存储指数据经监测设备传输到专用数据库进行存储。同时数据应异地备份，保证数据存储安全。数据存储空间应满足基坑工程智慧监测所有数据存储要求。数据处理也包括对数据异常情况的提示预警。

智慧监测设备与监测平台之间的拓扑关系见图 2.0.3。

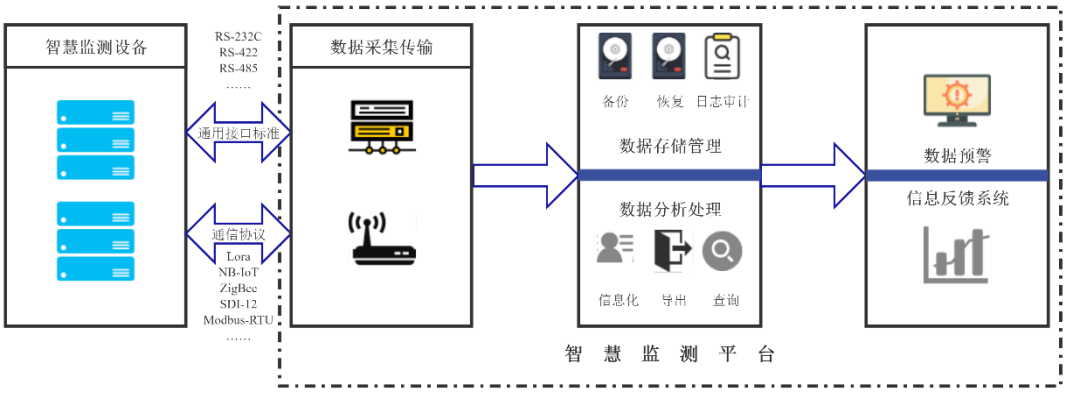

图 2.0.3 基坑工程智慧监测系统及应用拓扑图

3 基 本 规 定

3.0.1 监测单位应具有岩土工程、智慧监测两个方面的专业人员。

3.0.2 实施智慧监测的项目，对应的监测点布设、监测频率、监测精度及监测报警值指标应满足国家现行标准的要求。本条所述的精度指监测项目的结果精度，精度要求除本规程规定外，国家、行业、地方相关标准都有相应的指标要求。采用智慧监测时，其监测结果精度应满足以上标准规定的精度要求。

考虑到智慧监测技术目前尚处于逐步推广使用的阶段，本条对于何种条件下建议优先采用智慧监测技术进行了推荐性说明，主要包括下列几种情况：

（1）监测频率要求较高的监测项目，即监测频率不低于 1 次/d；

（2）人工监测难以实施的监测项目，此处“难以实施”也包含第一条频率过高导致的难以实施，另外也包含虽监测频率不高但项目地段偏僻或周边环境过于复杂的情况；

（3）其他便于实施的情况是在以上情况之外，监测单位认为自动化实施更加简便、经济的情况。

3.0.5 监测方案是监测单位实施监测的重要技术依据和文件。为规范监测方案、保证质量，本条概括出了监测方案所包括的 9 个主要内容。基坑工程智慧监测实施应综合考虑基坑工程设计方案、建设场地的工程地质和水文地质条件、周边环境条件、施工方案等因素，编制合理的技术方案，精心组织并实施监测。影响基坑工程监测的因素包括基坑工程设计与施工方案、岩土工程条件、

临近建（构）筑物、设施、管线、道路等的现状及使用状态和作业条件等。要综合考虑以上因素的影响，制订合理的监测方案，方案须经审查同意后，由监测单位组织和实施监测。

监测方式包括智慧监测和人工监测，不同监测项目可选择采用以下智慧监测设备：

（1)竖向位移监测可采用智能全站仪、MEMS 智能沉降传感器、智能静力水准仪、水准仪等设备；

（2）水平位移监测可采用智能激光位移计、智能全站仪、全站仪等设备；

（3）深层水平位移监测可采用移动式智能测斜仪（机器人测斜仪)、固定式智能测斜仪等设备；

（4）地下水位监测可采用智能渗压计、钢尺水位计等设备；

（5）裂缝监测可采用智能裂缝计、裂缝测宽仪、游标卡尺等设备；

（6）倾斜监测可采用智能倾角仪、全站仪、经纬仪等设备。

若不同设备测量结果差异过大，不能满足监测需求时，可组织专家评审或由第三方评价决定。

3.0.6 用于智慧监测的设备应具备数据自动采集和数据临时存储的功能，保证在异常情况下数据可溯源。

局域组网或蜂窝移动通信技术的数据传输，在当前技术条件下主要包括下列几种：

（1）LoRa

一种低功耗广域网，基于扩频技术的超远距离无线传输方案，具有远距离、多节点、低功耗、高灵敏度特点的局域组网技术。

（2）NB-IoT

窄频物联网，由第三代合作伙伴计划机构制订的物联网无线电标准。

（3）ZigBee

一种低速短距离传输的无线网络协议。

3.0.7 监测设施、设备的稳定可靠直接关系到监测数据的稳定性和准确性，为保证监测效果，第三方监测单位必须开展监测设施、设备的保护工作。保护工作所采取的措施及装置与施工现场及工况密切相关，因此，建设单位和施工单位应协助监测单位做好保护工作。

3.0.8 智慧监测设备现场调试目的为确保监测数据准确可靠、监测设备运行正常。调试内容包括确定数据传输功能正常，数据存储空间充足与网络防护安全，智能分析、反馈与预警功能正常等。复核可根据基坑支护结构安全等级和监测设备等因素综合确定。对智慧监测设备进行维护时，可同时采用多种监测方法。为保证整个监测体系的可靠，智慧监测设备功能应满足监测项目需求，且不影响监测对象设施的运行安全。

4、智 慧 监 测 要 求

4.1 一般规定

4.1.2 在实施智慧监测时，监测单位应根据工程实际，采用可靠、成熟并经过检验的监测设备进行监测工作。设备身份识别码可以实现采集设备的统一监管、高安全、可追溯要求。选择合适的有线或无线局域组网、蜂窝移动通信技术实现数据无障碍传输，选择适应监测项目需求的移动端、现场广播等监测预警方式。主要目的是保证监测实施过程的连续性，加强对设备的保护，尽量避免施工破坏造成的数据采集中断。尽量做到在不中断监测的情况下进行维护维修，在维护维修后监测工作仍能正常衔接，监测数据应连续记录存储。本条对于监测设备的选择原则作出基本要求。

本条也对电缆敷设作出要求，监测设备电缆和交流电缆平行或交叉敷设时，其间距不得小于 0.3m。

4.1.3 智能监测设备宜采用 RS-232C、RS-422、RS-485 等通用接口标准。

RS-232C。数字终端设备和数据电路终端设备间使用串行二进制数据交换的接口标准。

RS-422。平衡电压数字接口电路的电气特性接口标准。

RS-485。平衡数字多点系统用发生器和接收机的电气特性接口标准。

考虑通信协议的兼容性、可扩展性和开放性，宜采用 Modbus-RTU、SDI-12 等通信协议。

Modbus-RTU。应用于电子控制器上的一种通用协议和工业标准，通过它可以将不同厂商生产的控制设备连成网络进行集中监

控。

SDI-12。基于微处理器的智能监测传感器串行单一通道数据通信接口协议，在该协议支持下可实现一对多点总线远距离连接和传输。

智能监测设备采用Modbus-RTU通信协议时通信波特率宜采用1200 bps, 2400 bps ,4800 bps, 9600 bps, 19200 bps；字节帧结构为1个起始位“0”，8个数据位，1位停止位“1”，无奇偶校验位；低位在前，高位在后。采用SDI-12通用接口标准时，应采用SDI-12串行数据接口通信协议，按SDI-12协议V1.3版本的相关规定执行。采用 RS-485、RS-232C 等通用接口标准时，也可参照SDI-12串行数据接口通信协议执行。

4.2 深层水平位移

4.2.1 移动式智能测斜仪（机器人测斜仪）测量时将测头沿导槽滑入到测斜管内，每次测量前自动校准测量总长度，自下而上自动提升，以不大于0.5m间隔逐段测量，逐段测量的间隔误差应≤20mm，每个监测点均应进行正反两次测量，按测量程序开始测量A0向和A180向。固定式智能测斜仪在基坑开挖深度范围内测量间隔不应大于 1m，根据设计要求、基坑设计安全等级等因素测量间隔宜适当加密。

4.2.2 深层水平位移计算时，应确定起算点。当测斜管嵌固在稳定岩土体中时，宜以测斜管底部为位移起算点，并参照JB/T 12204附录B计算出位移值S，如图4-1所示；当测斜管底部未嵌固在稳定岩土体时，应以测斜管上部管口为起算点，且每次监测均应测定管口位移，并对深层水平位移值进行修正。

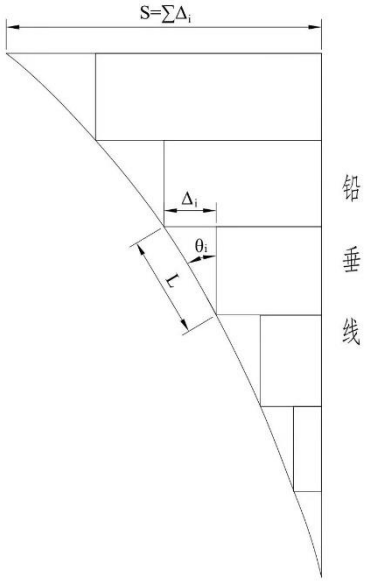

图 4-1 位移计算图

5、智 慧 监 测 平 台

5.1 数据存储与处理

5.1.1 数据应该符合行业主管部门对数据模块化的标准要求。数据库存储和管理的信息宜包括监测设备管理、监测信息管理、分析信息管理、信息存储管理、用户及权限管理、数据安全管理、预警信息管理等。

5.1.2 基于数据、资料的安全性和保密性要求，建议有条件的监测单位建设独立的监测平台。

数据存储应满足以下要求：

1 可采用专用服务器或云服务存储数据；

2 有云上容灾保护和本地恢复功能，保证数据安全性和连续性；

3 具有 SSL 证书，防止数据遭窃取和篡改；

4 能解析数据库通信流量，查询数据库访问行为；

5 可自动识别敏感数据并进行保护；

6 具有防勒索、防病毒、防篡改、合规检查等安全功能。

5.1.5 数据的处理要求

1 数据的处理应采用信息化，完整存储在可靠介质上。

2 数据的预处理，按照可靠的判断方法，能够识别和标识异常数据，保证原始数据的完整性。数据预处理应具备原始监测数据的去噪、解析、转化和结果数据计算的智慧能力，提升数据质量。

3 系统应具备原始监测数据和结果集数据的存储、导出和查询功能，以供监管方查询和溯源。

5.1.6 对数据的处理应具有岩土工程、工程测量的综合知识和工程实践经验，具有较强和综合分析能力的人员承担。

5.1.7 用户可以根据自身需求，实现数据处理、探索式分析，降低数据使用成本和应用难度。

5.1.9 数据可靠性判断可采用下列几种方法：

1 原始数据过滤方法；

2 监测基准的稳定性分析方法；

3 异常数据的剔除；

4 监测对象变形发展的趋势预测

5.2 数据预警与反馈

5.2.1 提示预警告知对象为监测单位，监测单位需分析原因，必要时进行校核。当监测数据接近或达到预警值时宜分两档进行预警，第一档为数据接近预警值的早期预警，根据设计要求、基坑设计安全等级等因素确定，宜设定为预警值的 60%~80%，监测单位应分析原因，并宜通知有关各方采取相应措施；第二档为达到预警值的危险预警，监测单位应立即通知有关各方及时分析原因并采取相应措施。变形监测预警值应包括监测项目的累积变化预警值和变化速率预警值。

5.2.4 监测平台人员层级和权限应根据行业主管部门相关信息化管理要求确定。

5.3 数据发布

5.3.3 当日报表应包括下列内容：

1 当日的天气情况和施工现场的工况；

2 仪器监测项目各监测点的本次测试值、单次变化值、变化速率以及累计值等，必要时绘制有关曲线图；

3 巡视检查的记录；

4 对监测项目应有正常或异常的判断性结论；

5 对达到或超过监测报警值的监测点应有报警标示，并有分析和建议；

6 对巡视检查发现的异常情况应有详细描述，危险情况应有报警标示，并有分析和建议；

7 其他相关说明。

阶段性报告应包括下列内容：

1 该监测阶段相应的工程、气象及周边环境概况；

2 该监测阶段的智慧监测项目及测点的布置图；

3 各项监测数据的整理、统计及监测成果的过程曲线；

4 各监测项目监测值的变化分析、评价及发展预测；

5 相关的设计和施工建议。

总结报告的内容应包括：

1 工程概况；

2 智慧监测依据；

3 智慧监测项目；

4 监测点布置；

5 智慧监测设备和监测方法；

6 监测频率；

7 监测结果及报警情况；

8 人工比测方法及比测结果；

9 各监测项目全过程的发展变化分析及整体评述；

10 智慧监测工作结论与建议。

附录 A、智慧监测设备技术参数及使用要求

A.2 固定式智能测斜仪

A.2.1 固定式智能测斜仪示意图如图 A-1 所示。

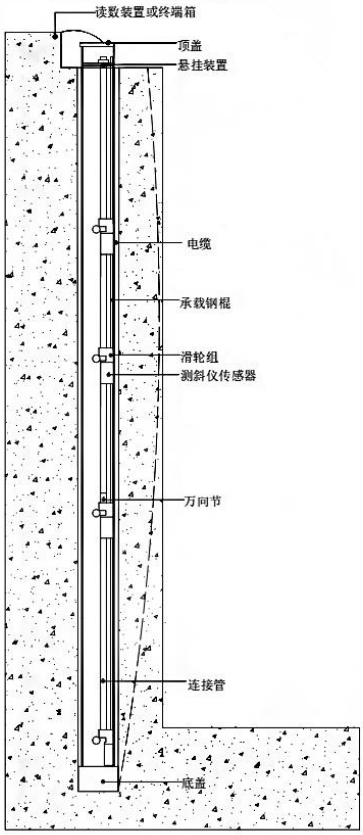

图 A-1 固定式智能测斜仪安装示意图

A.7 智能倾角仪

A.7.1 根据用途的不同，倾角仪可分为单轴与双轴两种，安装时使用膨胀螺栓固定在结构表面或使用其它可靠的方式固定在钢结构表面，并调整其初始位置。