

备案号：J1××××—20××

浙江省工程建设标准

DBJ

DBJ 33/T 12××—20××

基坑工程智慧监测技术规程

Technical specification for intelligent monitoring of
excavation engineering

(报批稿)

20××-00-00 发布

20××-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5章和2个附录，主要内容包括：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：浙江省建筑设计研究院

浙江国质科技有限公司

浙江省建工集团有限责任公司

城市建设技术集团（浙江）有限公司

浙江大学平衡建筑研究中心

中合数建（杭州）智能科技有限公司

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

杭州市勘测设计研究院有限公司
上海勘察设计研究院（集团）有限公司
浙江省建设工程质量检验站有限公司
浙江省工程物探勘察设计院有限公司
浙江省工程勘察设计院集团有限公司
温州市勘察测绘研究院有限公司
浙江有色地球物理技术应用研究院有限公司
浙江嘉兴福达建设股份有限公司
杭州浙峰挚汇科技有限公司
中国建筑西南勘察设计研究院有限公司
宁波市轨道交通集团有限公司建设分公司
中煤浙江测绘地理信息有限公司
核工业金华勘测设计院有限公司
浙江中浩应用工程技术研究院有限公司
杭州市城市建设基础工程有限公司
中国建筑第五工程局有限公司

主要起草人：胡庆红 陈智勇 顾建明 谢新宇 陈邦孟
焦 挺 金 睿 李新建 刘玉权 成广谋
宋赳锋 胡增辉 吴 勇 孙 列 赵少鹏
曹国强 马 健 马少俊 王健琼 廖志浩
肖臣龙 杨 桦 陈邦早 闻 婧 汤锦丰
李 伟 黄林伟 张吉江 王宏奇 雷 涛
沈 栋 赵海军 林俊卿 杨 迺 李建华
邱 波 潘仙龙 沈晓武 陈 凡 路 琦
张胜利 周 铮 段月辉 钟 华 朱朝胜
郑凌透 杨 阳 柯步敏 陈飞军 徐亦采
郑许冬 周宏玮 朱 珉 胡静静 张文君
主要审查人：刘兴旺 游劲秋 赵宇宏 李宏伟 吕 庆
陈春雷 熊永光 钱宏春 杨 晖

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	9
4.3	水平位移	9
4.4	竖向位移	9
4.5	内 力	10
4.6	地下水位	10
4.7	倾 斜	11
4.8	裂 缝	11
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	监测预警与报警	12
5.3	数据发布与反馈	13
附录 A	常用智慧监测设备技术要求	14
附录 B	常用智慧监测数据成果表	17
	本规程用词说明	25
	引用标准名录	26
附：	条文说明	27

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	5
4	Intelligent monitoring requirements	7
4.1	General requirements	7
4.2	Monitoring of horizontal displacement in deep stratum	9
4.3	Monitoring of horizontal displacement	9
4.4	Monitoring of vertical displacement	9
4.5	Monitoring of internal force	10
4.6	Monitoring of water table	10
4.7	Monitoring of inclination	11
4.8	Monitoring of cracks	11
4.9	Monitoring of vibration	11
5	Intelligent monitoring platform	12
5.1	Data storage and processing	12
5.2	Monitoring early warning and alarm	12
5.3	Data release and feedback	13
	Appendix A Technical requirements of general intelligent monitoring equipments	14
	Appendix B General monitoring report	17
	Explanation of wording in this technical specification	25
	List of quoted standards	26
	Addition: Explanation of provisions	27

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，尚应符合国家和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、反馈等活动。

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

综合采用计算机系统、传感器和通讯等信息技术，使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、反馈等进行的基坑工程监测，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

智慧监测信息的存储与处理、预警与报警、发布与反馈等数字化、网络化的操作平台，简称智慧监测平台。

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

具有实时采集各类监测数据并传输至智慧监测平台的设备或部件。

2.0.5 滑动式智能测斜仪 mobile intelligent inclinometer

采用测斜传感器，配置智能采集传输模块，在测斜管上下自动滑动进行深层水平位移测量，并将测量数据自动传输到智慧监测平台的设备，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，配置智能采集传输模块，并将深层水平位移测量数据自动传输到智慧监测平台的设备。

2.0.7 智能全站仪 intelligent total station

配置智能采集传输模块，可实现多个目标的自动识别、照准与测量功能，并将坐标数据自动传输到智慧监测平台的设备。

2.0.8 智能静力水准仪 intelligent hydrostatic level

配置智能采集传输模块，由多个静力水准仪连接形成的高精度液位测量系统，并将各测点相对基准点垂直位移测量数据自动传输到智慧监测平台的设备。

2.0.9 智能激光位移计 intelligent laser displacement meter

配置智能采集传输模块，利用激光测距技术进行位移测量，并将测量数据自动传输到智慧监测平台的设备。

2.0.10 MEMS 智能倾角仪 MEMS intelligent inclinometer

配置智能采集传输模块，依据微机电系统传感器进行倾角测量，并将测量数据自动传输到智慧监测平台的设备。

2.0.11 智能应变计 intelligent strain gauge

配置智能采集传输模块，直接测量应变，通过转换得到被测物理量，并将测量数据自动传输到智慧监测平台的设备，包括智能振弦式孔隙水压力计、智能轴力计、智能钢筋计、智能混凝土应变计、智能表面应变计和智能土压力计等。

2.0.12 智能渗压计 intelligent osmometer

配置智能采集传输模块，将各种地质环境深层渗水压力测量数据自动传输到智慧监测平台的设备。

2.0.13 智能测振仪 intelligent vibration meter

配置智能采集传输模块，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智慧监测平台的设备。

2.0.14 智能裂缝计 intelligent crack gauge

配置智能采集传输模块，将建（构）筑物裂缝宽度测量数据自动传输到智慧监测平台的设备。

2.0.15 智能位移计 intelligent displacement meter

配置智能采集传输模块，将被测物位移测量数据自动传输到智慧监测平台的设备。

2.0.16 监测报警 monitoring alarm

基坑工程监测项目的累计变化量或变化速率值达到监测报警值时发布警示。

3 基本规定

3.0.1 基坑工程的监测项目、监测点布置、监测方法及精度要求、监测报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。

3.0.2 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 其他有特殊要求的基坑工程。

3.0.3 智慧监测工作应由具备相应技术能力的单位承担。智慧监测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 监测目的和监测依据；
- 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 监测预警与报警；
- 9 数据发布与反馈。

3.0.4 智慧监测平台宜实现监测成果的可视化。

3.0.5 智慧监测实施期间，监测单位应采取监测设施保护措施，建设单位和施工单位应协助监测单位保护监测设施。

3.0.6 智慧监测设备和智慧监测平台投入使用前，应进行现场调试，基坑施工过程中应确保正常运行；当出现下列情况之一

时，应对监测设备进行检查，并对监测数据进行校核：

- 1 监测数据异常；
- 2 设备运行过程中过载、异常断电或出现故障；
- 3 设备碰撞、跌落、损坏。

3.0.7 位移基准点应设置在不受基坑工程施工影响的稳定区域，且距离基坑边缘不应小于基坑开挖深度的 3 倍。

4 智慧监测要求

4.1 一般规定

4.1.1 智慧监测设备应根据监测项目、监测内容及现场条件进行选择，并应符合表 4.1.1 的规定。

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	滑动式智能测斜仪、固定式智能测斜仪
水平位移	围护墙（边坡）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	围护墙（边坡）顶部竖向位移	智能全站仪、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	
内力	围护墙内力	智能应变计
	立柱内力	
	支撑轴力	
	锚杆（索）轴力	
	围护墙侧向土压力	
	孔隙水压力	智能应变计、智能渗压计
地下水位	地下水位	水位计、智能渗压计

续表4.1.1

监测项目	监测内容	智慧监测设备
倾斜角度	周边建筑倾斜	智能倾角仪、智能全站仪、智能静力水准仪
裂缝宽度	周边建筑裂缝	智能裂缝计、智能位移计
	地表裂缝	
	支护结构构件裂缝	
振动速度 或加速度	爆破或振动影响范围内建（构） 筑物	智能测振仪
	爆破或振动影响范围内道路	
	爆破或振动影响范围内管线	

注：当选用本表未列出的新型智慧监测设备时，其技术参数应符合本规程要求。

4.1.2 智慧监测设备应符合下列规定：

- 1 应有身份识别码；
- 2 测量精度应满足相关标准的规定，测量量程和有效使用年限应满足工程需要；
- 3 断电或异常情况下，数据不应失真或丢失；
- 4 应定期维护保养。

4.1.3 监测设备电缆不得与强电电缆一同敷设，走线应避免受到移动设备、尖锐材料等的损害。

4.1.4 智慧监测设备与智慧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 应具有接收、处理、交换和传输数据的功能；
- 2 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，可根据现场网络通信稳定性和可靠性采用有线或无线形式传输；
- 3 应具有传送数据和接收数据的确认、补发功能和校验

机制。

4.1.5 监测初始值应在相应的施工工序开始前进行测定，并应取相同条件下不少于连续观测 3 次的稳定值的平均值。

4.1.6 监测频率应能反映监测对象所测项目的变化过程且不遗漏其重要变化特征，并应符合设计要求和智慧监测专项方案要求。

4.1.7 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 深层水平位移可采用滑动式智能测斜仪或固定式智能测斜仪进行量测。当采用滑动式智能测斜仪时，沿竖向测点间隔不应大于 0.5m；当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；当底部不满足起算点条件时，可将上部管口作为起算点，且每次监测均应测定起算点的坐标并进行修正。

4.2.3 滑动式智能测斜仪和固定式智能测斜仪的技术参数应符合本规程附录 A.1 节和附录 A.2 节的规定。

4.3 水平位移

4.3.1 围护墙（边坡）顶部、周边建筑、周边管线的水平位移可采用智能全站仪、智能激光位移计进行量测。

4.3.2 智能激光位移计量测水平位移应符合下列规定：

- 1 应配备自平衡装置，发射端应放置在无遮挡的稳定区域；
- 2 激光光路应高于地面，且不应小于 200 mm。

4.3.3 智能全站仪的监测技术参数应符合本规程附录 A.3 节的规定。

4.4 竖向位移

4.4.1 围护墙（边坡）顶部、立柱、周边地表、周边建筑、周

边道路与管线等竖向位移可采用智能静力水准仪、智能全站仪进行量测。

4.4.2 智能静力水准仪的技术参数应符合本规程附录 A.4 节的规定。

4.5 内 力

4.5.1 内力监测应采用智能应变计，并宜根据不同监测内容按下列规定选择监测设备：

1 围护墙内力、立柱内力、混凝土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 钢立柱内力、钢围檩（腰梁）内力监测宜采用智能表面应变计；

3 钢支撑轴力监测宜采用智能轴力计或智能表面应变计；

4 锚杆（索）轴力监测宜采用智能轴力计；

5 围护墙侧向土压力监测宜采用智能土压力计；

6 孔隙水压力监测宜采用智能渗压计。

4.5.2 内力监测设备宜具有量测温度功能。

4.5.3 智能钢筋计和智能渗压计的技术参数应符合本规程附录 A.5 节和附录 A.6 节的规定。

4.6 地下水位

4.6.1 地下水位宜采用水位计进行量测。

4.6.2 水位观测管理设稳定后，应测定孔口高程并计算水位高度，监测设备精度不宜低于量程的 0.5%，单次监测数值允许精度误差为 ± 5 mm。

4.6.3 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。

4.6.4 量程和滤管长度应满足地下水位控制要求。

4.6.5 水位管理设时间应根据工程地质确定，且应在基坑降水

1 周前埋设。

4.6.6 承压水位监测时应在被测承压含水层与其他含水层之间采取有效隔水措施。

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 智能倾角仪的使用宜符合本规程附录 A.7 节的规定。

4.8 裂 缝

4.8.1 混凝土、岩石和结构物等裂缝宜采用智能裂缝计或智能位移计进行量测。

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 监测测振仪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 和《测振仪》JJG 676 的相关规定。

5 智慧监测平台

5.1 数据存储与处理

5.1.1 智慧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图表、数据、报表、设备运行记录等全套资料。

5.1.2 智慧监测平台应建立数据保护机制。

5.1.3 智慧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，宜具有用户使用日志审计功能。

5.1.5 智慧监测平台应结合施工工况、地质条件、环境气象条件以及其他相关监测项目的监测数据的变化进行数据处理。

5.1.6 数据的采集、预处理应由系统自动进行，数据处理应由专业人员负责。

5.1.7 智慧监测平台应具备数据可靠性判断功能。

5.1.8 数据处理过程中发现监测数据出现异常或对数据可靠性有质疑时应进行提示预警，并分析原因，必要时应进行校核。

5.1.9 监测原始数据文件应定期整理、备份和归档。

5.2 监测预警与报警

5.2.1 基坑工程监测项目的累计变化量或变化速率值达到监测报警值的 60%~80% 时，应进行监测预警；当达到监测报警值时，应进行监测报警。

5.2.2 出现预警和报警时，智慧监测平台宜对监测点设置不同警示标识。

5.2.3 监测报警时，报警信息应立即通知相关单位，并应调整监测频率。

5.2.4 智慧监测平台宜针对不同层级、权限人员，分级预警、逐级上报。

5.3 数据发布与反馈

5.3.1 信息发布提供的内容应真实、准确、完整，监测单位应对整个项目监测成果的真实性、可靠性负责，最终监测成果应有相关责任人签字确认。

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数据成果资料，发布对象宜为工程有关各单位。

5.3.3 监测成果内容应满足现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 规定要求。监测数据成果表、变化曲线图宜自动生成，并包含完整信息。

5.3.4 智慧监测的数据成果应包括当日数据成果表、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。

5.3.5 各类监测项目的数据成果表可采用本规程附录 B 的样式。

5.3.6 智慧监测平台应具有对历史数据处理、分析、统计和归档的信息反馈功能。

5.3.7 监测过程中的成果资料提交及相关情况通知的反馈宜采用信息化的方式。

附录 A 常用智慧监测设备技术要求

A.1 滑动式智能测斜仪

A.1.1 滑动式智能测斜仪应由测斜仪探头、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 滑动式智能测斜仪的技术参数应满足表 A.1.2 规定。

表 A.1.2 技术参数

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
分辨率 (mm/500 mm)	不应低于 0.02

A.1.3 滑动式智能测斜仪应在 $-10^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 环境温度内正常工作。

A.1.4 滑动式智能测斜仪宜具有自检、防拆预警、远程控制、数据溯源等功能，在触发预警值时应进行自主同位复测与分析验证。

A.1.5 滑动式智能测斜仪维护不得影响数据测量精度要求，其探头及通信线缆在工程测量周期内不宜更换，确需更换时，应具备相应的数据续接计算功能。

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，传输值应包括当前深度、角度值、位

移值。

A. 1. 8 探头和数据电缆应在不小于 2MPa 或规定的水压中静置 2h 进行测试合格后方可安装，探头和数据线应无渗漏。

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 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自由悬挂在测斜管中。

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 进行测试后方可安装，探头和数据电缆应无渗漏。

A. 2. 4 测量精度不应低于 0. 25mm/m，分辨率不应低于 0. 02mm/500mm。

A. 3 智能全站仪

A. 3. 1 智能全站仪架设处宜配置电子气温气压计、定位控制系统、通信系统及不间断供电系统等配套设备。

A. 3. 2 智能全站仪精度要求宜符合表 A. 3. 2。

表 A. 3. 2 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.4 智能静力水准仪

A.4.1 安装完成后应检查设备的密封状态，无液体渗出方可进行下一步操作。

A.4.2 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。

A.5 智能钢筋计

A.5.1 智能钢筋计等智能应变计的量程不宜小于设计值的 1.5 倍，精度不宜低于量程的 0.5%，分辨力不宜低于量程的 0.2%。

A.6 智能渗压计

A.6.1 压阻式智能渗压计精度不宜低于量程的 0.5%，分辨力不宜低于量程的 0.2%。

A.7 智能倾角仪

A.7.1 智能倾角仪动态精度不宜低于 $\pm 0.1^\circ$ ，分辨力不宜低于 0.002° 。

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。

附录 B 常用智慧监测数据成果表

B.0.1 监测数据汇总报表扉页上宜设置监测人、校核人、工程负责人等相关人员签字栏以及气象条件栏等。

B.0.2 深层水平位移监测数据成果可按表 B.0.2 填写。

表 B.0.2 深层水平位移监测数据成果表

项目名称					
监测单位					
监测内容			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	本次累计量	变化速率		
	(mm)	(mm)	(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。					

B.0.3 水平位移监测数据成果可按表 B.0.3 填写。

表 B.0.3 水平位移监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测内容		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	初始断面 距离	本次断面 距离	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“+”为向基坑内位移，“-”为向基坑外位移。2) “/”标识该测点未监测。						

B.0.4 竖向位移监测数据成果可按表 B.0.4 填写。

表 B.0.4 竖向位移监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测内容			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。						


B.0.6 内力（轴力）监测数据成果可按表 B.0.6 填写。

表 B.0.6 内力（轴力）监测数据成果表

项目名称					
监测单位					
监测内容		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“-”为受拉，“+”为受压。2) “/”标识该测点未监测。					

B.0.7 地下水位监测数据成果可按表 B.0.7 填写。

表 B.0.7 地下水位监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测内容		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。						

B.0.8 裂缝监测数据成果可按表 B.0.8 填写。

表 B.0.8 裂缝监测数据成果表

项目名称						
监测单位						
监测内容			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。						

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

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：

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：

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，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《滑动岩土测斜仪》 JB/T 12204
- 《工程测量标准》 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
- 《测振仪》 JJG 676

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 12××—20××

条文说明

目 次

1 总 则	31
2 术 语	34
3 基本规定	36
4 智慧监测要求	39
4.1 一般规定	39
4.2 深层水平位移	40
4.6 地下水位	41
4.9 振动速度和振动加速度	42
5 智慧监测平台	43
5.1 数据存储与处理	43
5.2 监测预警与报警	44
5.3 数据发布与反馈	45
附录 A 常用智慧监测设备技术要求	46

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迅速发展，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，基坑工程智慧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) 《工程测量标准》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/T 1096。

2 术 语

2.0.2 计算机系统指用于数据库管理的计算机硬软件及网络系统，系统应具有较强的网络功能。智慧监测应充分利用 5G、物联网、大数据等新一代信息技术。

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 2-1。

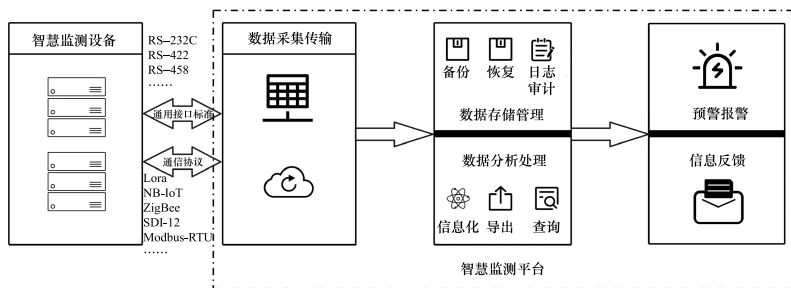


图 2-1 基坑工程智慧监测平台及应用拓扑图

2.0.4 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以下几种：

(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。

2.0.5 机器人测斜仪是一种新型的滑动式智能测斜仪。

2.0.16 监测报警值应由设计单位提供。

3 基本规定

3.0.1 基坑工程监测项目确定、监测点布置和监测报警值，尚应满足现行行业、地方相关标准要求。本规程中“报警值”有些规范、标准称“预警值”，现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 中的“预警值”即为本规程的“报警值”，现行浙江省地方标准《建筑基坑工程技术规程》DB33/T 1096 与本规程一致，均称“报警值”。

3.0.2 考虑到部分智慧监测技术目前尚处于逐步推广使用的阶段，本条对优先采用智慧监测的基坑工程进行了推荐性说明，主要包括下列几种：

(1) 监测频率要求较高，即监测频率不低于 1 次/d；

(2) 第 2 款中“难以实施”也包含第 1 款“频率要求较高”导致的情况。

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等情况。

考虑基坑各部位周边环境保护要求可能差异较大，可根据具体情况采用智慧监测与常规监测相结合的监测方案，对特定范围采用智慧监测，其他范围采用常规监测。

3.0.3 监测单位应具有岩土工程、智慧监测两个方面的专业人员。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下列智慧监测设备：

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

（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）竖向位移监测可采用智能全站仪、智能静力水准仪、水准仪等设备；

（4）地下水位监测可采用智能渗压计、水位计等设备；

（5）倾斜监测可采用智能倾角仪、全站仪、经纬仪等设备；

（6）裂缝监测可采用智能裂缝计、裂缝测宽仪、游标卡尺等设备。

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。

3.0.5 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。

3.0.6 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。为确保自动化监测数据的可靠性，可定期采用人工监测手段进行复核，并预先采集人工监测初始数据，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

4.1.1 对于表 4.1.1 中未列出的新型智慧监测设备，可通过合同约定由建设单位委托监测单位选用。

按照现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 关于监测项目的规定，围护墙内力、立柱内力、支撑轴力、锚杆（索）轴力、围护墙侧向土压力、孔隙水压力等本规程中统称为内力。

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。设备宜具有备用供电、防雷、稳压等方面的功能，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。

4.1.3 本条对电缆敷设作出要求，监测设备电缆与交流电缆尽量敷设在不同的管槽，两种电缆难以分开敷设时，应保持一定的分隔距离。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。

4.1.4 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 1200bps，2400bps，4800bps，9600bps，19200bps；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，也可按照 SDI-12 串行数据接口通信协议执行。

4.1.5 监测初始值测定应选择外部荷载变动不大、相同时刻、稳定气温，取不少于连续观测 3 次的稳定值的平均值。3 次观测时间应具有一定跨度，宜不少于 2 天。

4.1.6 深层水平位移、水平位移和竖向位移的最小监测时间间隔不宜大于 2 小时。

4.2 深层水平位移

4.2.1 滑动式智能测斜仪（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一般 $\leq 20\text{mm}$ ，全深度误差一般 $\leq 500\text{mm}$ ，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，并按《滑动岩土测斜仪》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。

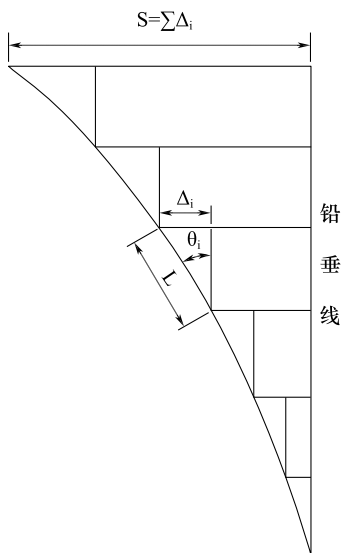


图 4-1 深层水平位移计算图

4.6 地下水位

4.6.6 承压水水位管理设前，应确定承压水层的深度；埋设时，

水位管滤管必须在承压水层内。被测含水层与其他含水层间应采取有效的隔水措施，被测含水层以上部位应用膨润土球或注浆封孔。

4.9 振动速度和振动加速度

4.9.3 智能测振仪的幅值频率相应、幅值线性度、频率误差、上限和下限截止频率应符合现行国家计量检定规程《测振仪》JJG 676 的相关规定。

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、数据安全管理和数据提示预警管理等。

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。

数据存储应满足下列要求：

- (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。

5.1.3 监测平台宜具有异常数据自动短信提示或手机 APP 信息提示功能。

5.1.5 数据的处理包括下列要求：

- (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 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。从事数据处理的人员应具有岩土工程、工程测量的综合知识和工程实践经验，具有较强的计算和综合分析能力。

5.1.7 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。

5.1.8 数据提示预警告知对象为监测单位相关人员，必要时监测单位应通知有关单位采取相应措施。

5.2 监测预警与报警

5.2.1 监测预警作为早期警示措施，其发布的条件应在智慧监测专项方案中明确。监测预警应由监测单位告知施工单位，必要时监测单位可组织设计单位和施工单位共同分析原因，监测预警值宜设置为报警值的 60%~80%。监测报警值应根据设计要求、基坑设计安全等级等因素确定。变形监测报警值应包括监测项目的累积变化报警值和变化速率报警值。

当监测数据达到报警值时应进行监测报警，监测单位应立即通知有关单位并及时分析原因，必要时进行校核并采取相应措施。

5.2.2 警示标识应区分监测项目、测点位置，并应区分预警或报警。

5.2.3 监测报警后，宜立即根据《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 或《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 调整相关监测项目的监测频率。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、报警时间等。

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 数据发布与反馈

5.3.4 当日监测数据成果表应包括下列内容：

- (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) 对监测项目应有正常或异常的判断性结论；
- (4) 对达到或超过监测报警值的监测点应有报警标识，并有分析和建议；
- (5) 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。

总结报告应包括下列内容：

- (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) 各监测项目全过程的发展变化分析及整体评述；
- (9) 智慧监测工作结论与建议。

5.3.7 成果资料提交及相关情况宜采用手机 APP、手机短信推送等信息化的方式进行反馈。

附录 A 常用智慧监测设备技术要求

A.1 滑动式智能测斜仪

A.1.1 滑动式智能测斜仪结构如图 A-1 所示。

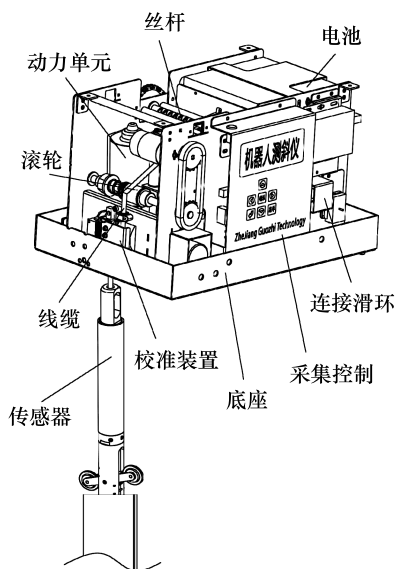


图 A-1 滑动式智能测斜仪结构图

A.1.2 表中 F·S 是英语 Full Scale 的缩写，即量程。

A.2 固定式智能测斜仪

A.2.1 安装时可调整顶部挂件与滑轮间的连接长度使测斜仪自由悬挂，严禁出现测斜仪底部受力现象。

A. 2. 2 固定式智能测斜仪安装示意图如图 A-2 所示。

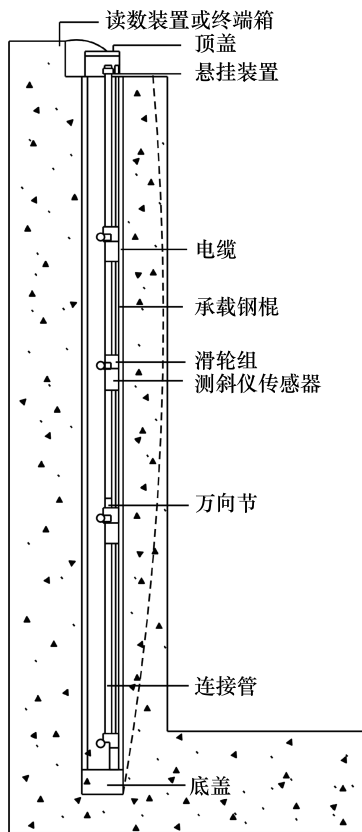


图 A-2 固定式智能测斜仪安装示意图

A. 3 智能全站仪

A. 3. 1 智能全站仪如图 A-3 所示。

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。

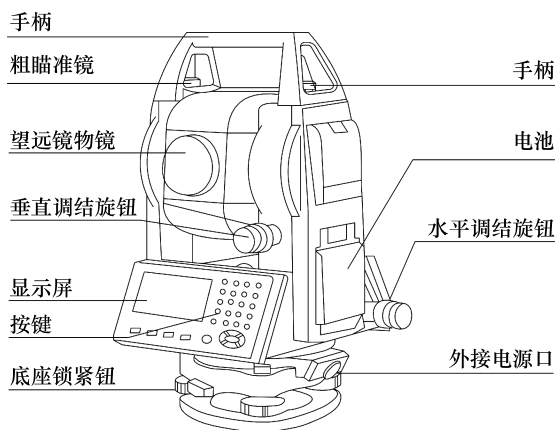


图 A-3 智能全站仪示意图

A.4 智能静力水准仪

A.4.1 智能静力水准仪如图 A.4.1 所示。

A.4.2 智能静力水准仪安装如图 A-4 所示。

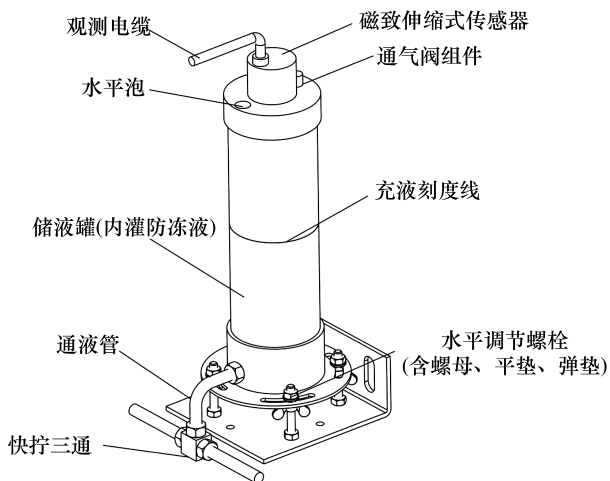


图 A-4 智能静力水准仪示意图

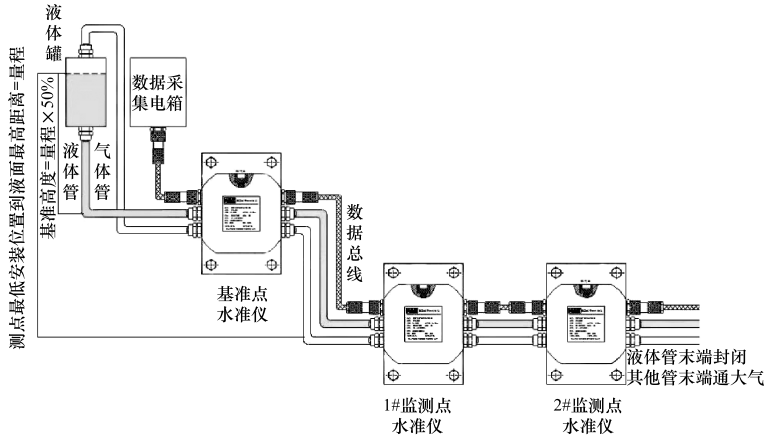


图 A.4.2 智能静力水准仪安装示意图

A.5 智能钢筋计

A.5.1 智能钢筋计如图 A-5 所示。

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。

埋入混凝土中的设备电缆应详细记录埋设部位。

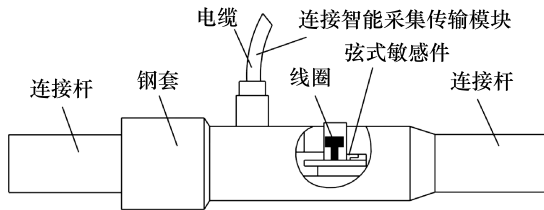


图 A-5 智能钢筋计示意图

A.6 智能渗压计

A.6.1 压阻式智能渗压计如图 A-6 所示。

应根据工程地质和水文条件选择合适的透水石和孔径；测量时应保证透水石饱和，膜片腔室内不应有气泡。

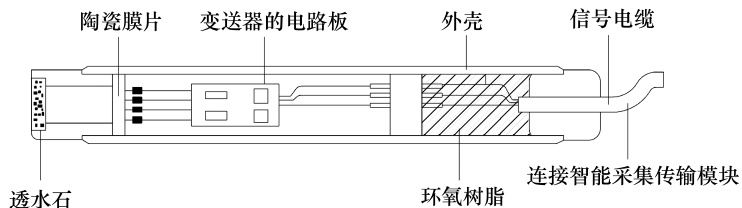


图 A-6 压阻式智能渗压计示意图

A.7 智能倾角仪

A.7.2 智能倾角仪如图 A-7 所示。

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他方式固定在钢结构表面，并调整其初始位置。

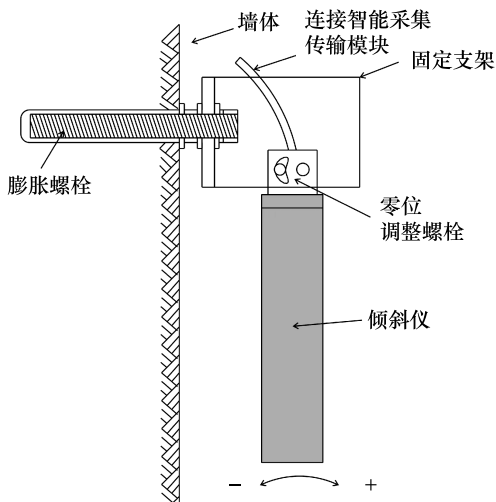


图 A-7 智能倾角仪示意图