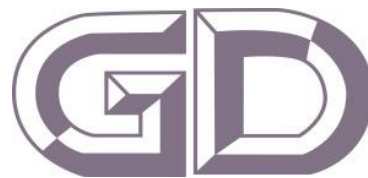


广东省标准



DBJ/T 15-XX-201X
备案号 J XXXXX-201X

基坑工程自动化监测技术规范

Technical Code for automatic monitoring of
building excavation engineering

(征求意见稿)

201X-XX-XX 发布

201X-XX-XX 实施

广东省住房和城乡建设厅 发布

本标准不涉及专利

前 言

根据《广东省住房和城乡建设厅关于发布〈2015年广东省工程建设标准制订和修订计划〉的通知》（粤建科函〔2015〕2367号）以及《广东省住房和城乡建设厅关于同意调整广东省标准〈高大模板支撑系统实时安全监测技术规范〉和〈基坑工程自动化监测技术规范〉主编人和编制单位的函》（粤建科函〔2017〕3101号），广州市建设工程质量安全检测中心会同参编单位开展了《基坑工程自动化监测技术规范》的编制工作。

在编制过程中，编制组调查总结了近年来我省及省外相关单位的基坑及其它领域的自动化监测实施经验，借鉴了国内外相关科技成果，开展了多项专题研究并将专题研究报告成果引用到规范中。本规范的初稿、征求意见稿通过各种方式在全省范围内广泛征求了意见，并经多次编制工作会议讨论反复进行了修改。

本规范共分6章。含总则、术语、基本规定、自动化监测系统设计要求、自动化监测方法及要求、数据处理与信息反馈等。

本规范由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由广州市建设工程质量安全检测中心负责具体技术内容解释，本标准未涉及专利。

为继续完善本规范，在执行过程中，请各单位结合工程实践总结经验，将意见和建议寄送广州市建设工程质量安全检测中心《基坑工程自动化监测技术规范》编制组（地址：广州市越秀区寺右新马路北一街三巷5号，邮编：510600），以便今后修订参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：广州市建设工程质量安全检测中心

参编单位：广东省建筑科学研究院集团股份有限公司

广东有色工程勘察设计院

广东省重工建筑设计院有限公司

广东质安建设工程技术有限公司

广东省地质建设工程勘察院

广州市吉华勘测股份有限公司

广州市第一建筑工程有限公司

广州市盛通建设工程质量检测有限公司

广东省水利水电科学研究院
广东建准检测技术有限公司
广东地下管网工程勘测公司
广州南方测绘科技股份有限公司

主要起草人：毛吉化 何 钦 叶建新 苏瑞明
林 健 连长江 邵 泉 彭炎华
张 亮 李卫海 丘志宇 卢凌燕
熊 刚 方大勇 唐小光 袁 远
卢金赞 张记峰 张星伟 梁智峰
贺异欣 朱茂栋

主要审查人：XXX XXX XXX XXX XXX

目 录

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 基本规定.....	4
4 自动化监测系统设计要求.....	6
4.1 一般规定.....	6
4.2 系统功能要求.....	7
4.3 系统性能要求.....	9
4.4 系统管理与维护要求.....	10
5 自动化监测方法及要求.....	12
5.1 一般规定.....	12
5.2 水平位移监测.....	12
5.3 竖向位移监测.....	13
5.4 深层水平位移监测.....	13
5.5 倾斜监测.....	14
5.6 裂缝监测.....	14
5.7 其他监测.....	15
6 数据处理及信息反馈.....	16
本规范用词说明.....	16
引用标准名录.....	16
附：条文说明.....	16

Contents

1 General Provisions.....	1
2 Terms.....	2
3 Basic Requirements.....	4
4 Automated Monitoring System Design Requirements.....	6
4.1 General Requirements.....	6
4.2 System Functional Requirements.....	7
4.3 System Performance Requirements.....	9
4.4 System Management and Maintenance Requirements.....	10
5 Automated Monitoring Methods and Requirements.....	12
5.1 General Requirements.....	12
5.2 Monitoring of Horizontal Displacement	12
5.3 Monitoring of Vertical Displacement	13
5.4 Monitoring of Horizontal Displacement in Deep Stratum.....	13
5.5 Monitoring of Inclination.....	14
5.6 Monitoring of Cracks	14
5.7 Other Monitoring.....	15
6 Data Processing and Information Feedback.....	16
Explanation of Wording in This Code.....	16
List of Normative Standards.....	16
Addition: Explanation of Provisions.....	16

1 总 则

1.0.1 为了规范基坑工程自动化监测工作要求，做到成熟可靠、技术先进、经济合理、安全实用、确保基坑安全和保护基坑周边环境，特编制本规范。

1.0.2 本规范适用于广东省内的基坑支护结构及周边环境自动化监测。

1.0.3 基坑工程自动化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，精心组织和实施监测。

1.0.4 基坑工程监测采用自动化监测技术，应参照本规范执行。

1.0.5 本规范中未涉及的部分应执行国家、行业现行相关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 基坑 building excavation

为进行建（构）筑物基础、地下建（构）筑物及其他工程设施的施工所开挖的地面以下空间。

2.0.2 基坑工程监测 Monitoring of Foundation Excavation Engineering

在基坑施工及使用期限内，对基坑及周边环境实施的检查、监控工作。

2.0.3 基坑工程自动化监测 Monitoring of Foundation Excavation Engineering automatic monitoring

综合计算机技术、通信技术及传感器技术等构建的监测系统，实现基坑监测数据的自动化采集、传输、处理和预警。

2.0.4 监测网 monitoring network

为监测基坑及周边环境的变形，由基准点和工作基点组成的专用测量控制网。

2.0.5 监测网点 Point of monitoring network

监测网中的点位，可以是基准点，也可以是工作基点。

2.0.6 监测点 monitoring point

直接或间接设置在被监测对象上能反映其变化特征的观测点。

2.0.7 监测频率 frequency of monitoring

单位时间内的监测次数。

2.0.8 监测报警值 alarming value on monitoring

为保证建筑基坑及周边环境安全，对监测对象可能出现异常、危险所设定的警戒值。

3 基本规定

3.0.1 在基坑工程监测中，符合以下情况时，宜实施自动化监测：

- 1 监测频率要求较高的监测项目。
- 2 人工监测难以实施的监测项目。
- 3 基坑自身风险等级为一级、周边环境风险等级为一级或其他重要基坑。
- 4 其它便于实施自动化监测的监测项目。

3.0.2 应由具备相应能力的单位承担基坑自动化监测工作。

3.0.3 实施自动化监测的项目，应具备人工比测的条件，满足对现有数据结果的校验。

3.0.4 实施自动化监测的项目，对应的监测点布设、监测频率及监测报警值指标应满足《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 的要求。

3.0.5 实施自动化监测的项目，对应的监测精度应满足现行有关标准规定要求。对于现行规定中未明确的新技术、新方法，可按照变形允许值的 $1/10\sim 1/20$ 作为精度指标。

3.0.6 实施自动化监测的基坑工程，施工前监测单位应编制自动化监测专项技术方案或在基坑监测方案中添加自动化监测专项内容。

3.0.7 自动化监测专项技术方案或专项内容的编制应根据工程特点，采用合理的技术手段，监测结果满足精度要求，并保证监测

结果的可靠性，监测单位应严格执行监测方案。

3.0.8 自动化监测专项技术方案应包括下列内容：

- 1 工程概况；
- 2 监测目的和依据；
- 3 监测内容及项目；
- 4 监测方法及精度；
- 5 自动化监测实施方法；
- 6 人工检核的方法；
- 7 监测数据处理与信息反馈。

3.0.9 自动化监测实施期间，建设方及施工方应协助监测单位做好自动化监测设施、设备的保护工作，必要时应设置专用保护装置。

3.0.10 自动化监测系统应定期检查、维护、保证系统正常运行。

3.0.11 自动化监测初始值的采集，应在自动化监测系统经过调试且运行稳定后进行。同时应采集人工检核数据，采集次数不宜少于3次。

3.0.12 监测数据处理、监测信息反馈应满足基坑监测相关规范要求。

4 基坑自动化监测系统设计要求

4.1 一般规定

4.1.1 基坑自动化监测系统应包含监测设备、数据通信设备、传输网络和软件平台。

4.1.2 自动化监测系统设计时，应结合基坑的工程类别、重点和薄弱部位等，编制“自动化监测专项技术方案”。

4.1.3 自动化监测系统的关键技术和设备，应根据工程的实际需要和系统运行环境，采用成熟、可靠的技术和满足国家或行业标准且易维护的产品。

4.1.4 监测设备应满足下列要求：

- 1 技术指标应满足相应的国家或行业标准的要求。
- 2 应优先选用经过长期测试的产品，产品应结构简单，维护方便，可靠性高，稳定性好，并能在基坑工程施工过程中正常工作，主要性能满足相应的规范要求。
- 3 当无合适传感器时，可自行设计制造传感器，自制传感器的性能应满足相应的国家或行业标准的要求。

4.1.5 数据采集装置应满足下列要求：

- 1 技术指标应满足相应的国家或行业标准的要求。
- 2 应具有支持人工测量的功能及装置，实现在不影响自动化监测系统稳定运行条件下可以进行人工采集，应避免中断数据采集、通

信及供电等系统的物理连接。

4.1.6 通信介质应满足下列要求：

- 1 通信介质的选择应和系统网络结构相适应。
- 2 现场网络介质可以是有线或无线形式，根据工程实际需要选定；必要时，应具备能够支持多种有线、无线通信组网方式和主备信道自动切换的功能。
- 3 网络通信速率宜综合考虑构建现场网络的通信方式、现场的网络环境状况等因素，以通信稳定可靠为原则选定。

4.1.7 系统电源、系统防雷设计应满足工程需要。数据自动采集装置、网络通信、系统电源等宜独立设置防雷装置，并可靠接地。

4.2 系统功能要求

4.2.1 数据采集及处理功能

- 1 应具有自动巡测和人工选测的功能。
- 2 能够在数据采集装置与系统平台之间进行双向数据通信。
- 3 能兼容并处理各种监测仪器及传感器所采集的信号，可将其转换为监测结果物理量。
- 4 具有人工监测数据录入的功能，实现对人工监测数据的处理。

4.2.2 监测系统运行状态判别及报警功能

- 1 具有对设备、电源、通信等硬件的工作状态进行自动监控和诊断，对异常状态自动报警的功能。

2 具有自动检验监测结果是否超过报警值，并进行报警的功能。

4.2.3 系统管理和维护功能

1 系统有明确的权限分级管理，具备可增减用户、更改口令和变更权限等功能。

2 可进行监测模块参数扩充和删减，可调整相应计算公式。

3 可对传感器进行设置和调整。

4 可对监测项目进行增、删、改、查操作。

5 可增、删测点，更改测点属性，包括监测点初始化、监测频次及报警值等。

6 可增、删监测项目测点布置示意图。

7 可对系统通信设备进行增、删、改、查操作。

8 可对系统硬件进行维修和更换。

4.2.4 信息交换功能

1 可按基坑自动化监测专项技术方案确定的信息反馈要求，反馈监测信息。

2 可与其他系统进行信息交换或在系统中预留相应的接口。

4.2.5 数据使用及维护功能

1 能对监测数据进行整理，对录入的人工监测数据进行有效性验证，自动计算相应的监测物理量，并记入日志。

2 查询数据、查询结果，可用图表显示和导出。

3 可根据用户需要，生成各类监测报表，并输出相应监测成果曲线图，曲线图能清楚分辨监测点变化量。

4 应具备数据定期自动备份和手动备份的功能。

4.2.6 电源管理保护功能

1.系统电源可采用普通电源、不间断电源等供电电源。

2 电源能自动切换，具备掉电保护功能，并具有自动提醒功能。在外部电源突然中断时，后备电源供电时间不宜小于 24h。

3 使用太阳能供电时，应配备电源控制设备，蓄电池的容量应满足连续 72h 阴雨天气情况下的监测设备正常运行。

4 系统应设置过载保护。

5 涉及供电系统操作时，作业人员应持有相应专业资格证，满足国家、行业现行有关标准规定要求。

4.2.7 系统数据安全保护功能

1 具有网络安全防护功能，及时更新系统。

2 条件允许情况下，应设置自动化监测系统专用服务器。

4.3 系统性能要求

4.3.1 监测系统性能设计应满足以下要求

1 具有较好的长期稳定性、可靠性、可扩展性。

2 具有良好的防雷、防潮、防锈和防侵入等性能；具有抗振、抗电

磁干扰等性能。

3 硬件设施维护便捷，接入到数据采集装置上的数据线等接口应方便现场检修或更换。软件运行稳定，更新及时，软件开发和用户界面规范，软件使用便捷。

4 采集的数据能反映监测对象的变化规律，具有良好的连续性、周期性，无系统性偏移。

5 与对应时间的人工比测数据结果比较，变化规律基本一致，变化幅度相近。

6 数据采集反馈响应时间应满足工程安全需求。

7 在被测物理量基本不变的条件下，自动化监测系统采集数据的中误差应与设备标称精度相符。

4.4 系统维护和管理要求

4.4.1 应编制自动化监测系统使用维护手册，并制定相关的管理规定，以及系统发生故障时保证不间断监测的应急预案。

4.4.2 应加强自动化监测系统的维护和管理，定期对系统的设备设施进行巡查校验，并备有备品、备件。巡检频次不少于每月 1 次，强台风、暴雨等特殊天气后宜进行 1 次全面检查、维护。

4.4.3 基坑监测单位应指派专人负责自动化监测系统的运行、管理、维护。

4.4.4 自动化监测系统安装调试完成后应进行试运行，稳定运行 72h 后正式投入使用。调试时，自动化监测数据应与人工测量数据进行同时段

比测。

系统调试应包括下列内容：

- 1 监测设备的参数标定；
- 2 监测项目的初始值确定；
- 3 数据采集、传输、处理等软硬件设备的功能测试；
- 4 监测项目、监测频率及报警值的设定；
- 5 系统运行的稳定性和可靠性测试。

4.4.5 所有原始数据必须全部存档，每周备份不少于 1 次。

4.4.6 应有自动化监测系统日常运行维护日志。

4.4.7 根据基坑项目的管理需要，应适时对自动化监测系统进行完善、升级，以满足基坑安全监控的要求。

5 自动化监测方法及要求

5.1 一般规定

5.1.1 对基坑工程进行自动化监测实施时,应根据具体项目的基坑类别、监测项目、精度要求和现场作业条件来选择相应的方法。同一监测项目可组合使用多种监测方法。

5.1.2 除使用本规范所述的各种监测方法外,亦可采用能达到现行有关标准规定要求精度的新技术、新方法。

5.1.3 基准网的布设、测量及检核需符合现行有关标准规定要求。

5.1.4 系统采用的供电线缆、网络介质应正确连接;系统供电、通信线缆敷设应综合考虑现场施工状况,并采取保护措施。

5.1.5 监测测点装置宜安装防盗、防碰撞保护装置,并方便检查与维护。

5.2 水平位移监测

5.2.1 基坑水平位移自动化监测可选用智能型全站仪、激光测距仪等设备进行量测。

5.2.2 基坑水平位移自动化监测采用智能型全站仪进行水平位移监测时应符合以下规定:

1 水平位移监测基准点应设置在基坑开挖深度 3 倍范围以外不受施工影响的稳定区域,不应埋设在低洼积水、湿陷、冻胀、胀缩等影响范围内;

2 工作基点宜设置观测墩或观测站房，配置防护装置，满足对仪器的防护要求；宜配备强制对中装置；选点时应考虑施工对工作基点的扰动和对视线的阻挡。

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。

4 应定期检查仪器的整平状态，并及时校正。

5 智能型全站仪架设位置宜安装电子气温气压计，控制系统，通信系统及不间断供电系统等配套设备，并注意防护。

5.2.3. 采用激光测距仪进行水平位移观测时，应注意测距仪及接收标靶的安装稳定性，并注意调整视线方向。

5.3 竖向位移监测

5.3.1 竖向位移自动化监测可采用全站仪三角高程测量或静力水准等方法进行量测。

5.3.2 采用全站仪进行竖向位移监测时，宜与水平位移同步进行。

5.3.3 采用全站仪进行竖向位移监测时后视点及前视点的布设、视线高度、测量方法均应满足《建筑变形测量规范》JGJ 8 相关规定要求。

5.3.4 采用静力水准测量方法进行自动化监测时，应满足《建筑变形测量规范》JGJ 8 相关规定要求。

5.4 深层水平位移监测

5.4.1 深层水平位移自动化实施可采用固定式测斜仪或绞盘式自动测

斜仪等设备实现自动化量测。

5.4.2 当以顶部作为深层水平位移的起算点时，每次监测均应测定起算位置的坐标变化并修正。

5.4.3 采用固定式测斜仪实现自动化监测时，监测探头应合理布置，监测数据能够反映监测深度范围内管形变化要求。

5.4.4 深层水平位移监测点的更换、检查等工作导致测斜传感器位置发生变化的，应重新校正。

5.5 倾斜监测

5.5.1 倾斜自动化监测可采用倾角计、智能型全站仪、静力水准仪等设备进行量测。

5.5.2 可选用两单轴正交或双轴的倾角计进行监测。

5.5.3 安装倾角计应明确安装的方向，并详细记录相关属性信息数据，包括测点间距，监测对象高度等有关属性特征数据。

5.6 裂缝监测

5.6.1 裂缝宽度自动化监测可采用裂缝计或位移计等设备进行量测。

5.6.2 设备的最大量程应满足监测对象的变化需要。

5.6.3 设备安装时应综合考虑裂缝收缩与扩张两种情况。

5.6.4 设备安装应考虑裂缝的变化方向，避免因物理形变导致的数据不准确或设备损坏。

5.7 其他监测

5.7.1 支护结构内力自动化监测可采用钢筋计、混凝土应变计、表面应变计等设备进行量测，传感器元件宜具有测温功能。

5.7.2 土压力自动化监测宜采用土压力计；

5.7.3 孔隙水压力自动化监测宜采用孔隙水压力计；

5.7.4 地下水位自动化监测可采用渗压计，埋设时应布设专用水位管。

5.7.5 锚杆和土钉的内力自动化监测可采用测力计、钢筋计、应变计或锚索计。

5.7.6 土体分层竖向位移自动化监测宜采用多点位移计。

5.7.7 传感器量程应满足监测项目量测需要，并应符合《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 的规定。

5.7.8 传感器安装埋设应结合现场环境及监测对象特征，确定安装工艺，保证测量结果的可靠性。

6 数据处理及信息反馈

6.0.1 自动化监测系统应包含数据采集、处理、查询和管理功能，并实现监测成果可视化。

6.0.2 数据的采集、预理由系统自动进行，数据的分析应由具有岩土工程、结构工程、工程测量的综合知识和工程实践经验，并具有较强的综合分析能力的人员承担。

6.0.3 监测系统应具备对数据可靠性的判断方法，包括以下内容：

- 1 原始数据过滤方法；
- 2 监测基准的稳定性分析方法；
- 3 异常数据的标识。

6.0.4 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方式进行反馈。

6.0.5 监测结果一旦触发报警，宜立即自动调整监测频率，进行加密监测。同时应立即发送报警信息至相关单位，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。

6.0.6 监测成果报表、变化曲线图应自动生成，并包含完善的信息。内容应符合《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 的规定。

本规范用词说明

- 1、 为便于在执行本规范条文时区别对待，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

《工程测量规范》 GB 50026 - 2007

《建筑变形测量规范》 JGJ 8-2016

《建筑基坑工程监测技术规范》 GB 50497 - 2009

广东省工程建设标准

基坑工程自动化监测技术规范

DB XXX-XX

条文说明

目 次

1 总 则.....	21
3 基本规定.....	22
4 自动化监测系统设计要求.....	25
4.1 一般规定.....	25
4.2 系统功能要求.....	26
4.3 系统性能要求.....	27
4.4 系统管理与维护要求.....	27
5 自动化监测方法及要求.....	29
5.1 一般规定.....	29
5.2 水平位移监测.....	30
5.3 竖向位移监测.....	31
5.4 深层水平位移监测.....	32
5.6 裂缝监测.....	32
5.7 其他监测.....	33
6 数据处理及信息反馈.....	34

1 总 则

1.0.2 本条是对本规范适用范围的界定。本规范适用于广东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）筑物及各种设施、管线、道路等监测。

1.0.3 影响基坑工程监测的因素很多，主要有：

- 1、 基坑工程设计与施工方案。
- 2、 建设基地的岩土工程条件。
- 3、 临近建（构）筑物、设施、管线、道路等的现状及使用状态。
- 4、 施工计划工期。
- 5、 作业条件。

建筑基坑工程监测要综合考虑以上因素的影响，制订合理的监测方案，方案经审批后，由监测单位组织和实施监测。

1.0.4 本条对规范适用范围做进一步明确，对于采用自动化监测技术实施的基坑监测工程，必须按照本规范规定条文执行。

1.0.5 基坑工程监测需要遵守的标准有很多，本规范只是其中之一；另外有关国家现行标准、广东省范围内地方性标准中对基坑工程监测也有一些相关规定，因此本条规定若本标准内容覆盖程度不能满足生产要求时，应按照国家及广东省地方现行有关标准规定执行。

3 基本规定

3.0.1 考虑到自动化监测技术目前处于逐步推广使用的阶段，本条对于何种条件下采用自动化监测技术进行了推荐性说明。主要建议以下几种情况下优先采用自动化监测技术。

1 监测频率要求较高的监测项目，即监测频率不低于一天一次。

2 人工方式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距离偏僻或周边环境过于复杂的情况。

3 工程类别为一级基坑，以及虽然达不到一级基坑标准，但是项目临近地铁、临近重要建筑、临近保护文物设施等情况的基坑。

4 其他便于实施的情况是在以上 3 种情况以外，监测单位认为自动化实施更加简便，甚至更为节省费用的情况。

3.0.2 由于自动化监测技术还在不断发展中，新技术、新设备也在不断的更新完善，在该阶段自动化监测技术的成熟度、稳定度都还达不到一个很高的水平，因此在鼓励采用自动化监测技术实施的同时，为保证结果的可靠性，应创造人工监测的条件，进行定期的人工数据校核。

3.0.3 对于监测点的布置原则、监测频率、监测报警指标的确定，自动化监测技术本身只改变了监测的手段，《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 中对于监测点的布置原则、监测频率、监测报警指标的确定已经有完善、详尽的要求，可直接按照国标规范执行即可。

3.0.4 本条所述的精度指监测项目的结果精度，对于监测项目的精度要求，国家及行业、地方相关标准都有相应的指标要求。采用自动化监测时，所采用的技术，监测结果精度应满足以上标准规定的精度。由于自动化监测多采用传感器手段进行实施，例如位移可以直接通过位移类传感器获取，相关标准中以坐标中误差方式约定位移精度的方式难以直接匹配，因此对于这种情况下，根据现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 有关规定，以允许变形量的 $1/10^{\sim}/20$ 作为测量精度要求值。

3.0.5 实施自动化监测技术的工程常多采用多种不同的监测传感器元件进行组网实施，并且考虑到供电及网络传输等因素，自动化监测技术实施效果与工程现场状况密不可分，为保证监测实施的质量，在自动化监测实施前，须单独编制自动化监测专项技术方案或在基坑监测方案中添加自动化监测专项内容。

3.0.6 基坑监测工程设计阶段由设计方提出对基坑工程进行现场监测的要求。建设单位是建设项目的第一责任主体，依照相关建设主管部门的规定，文件审核流转应有监理单位参与，因此监测单位在编制完成自动化监测专项技术方案后，需经过建设方、设计方、监理方参与审核。同时监测单位应结合工程特点确保方案合理、成果可靠，并在监测过程中严格执行。涉及方案更改时，需有监测单位提出，方案审核各方共同确认。

3.0.7 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 7 个主

要方面。

3.0.8 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确定，为保证监测效果，第三方监测单位必须开展对监测设施、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的施工工况密切相关，因此作为建设主体和施工主体的建设方及施工方，应协助监测单位开展保护工作。

3.0.10 采用自动化手段建设的监测系统，由传感器元件、通信网络、数据平台组成，系统任何一个环节出了问题，都会导致数据的失真或采集不稳定，因此初始值的采集必须在自动化监测系统经过调试切运行稳定后进行，并且初始值的采集应满足《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497 相关要求。初始值采集时应同步采集人工比测数据，进行初始值的校验。

4 基坑自动化监测系统设计要求

4.1 一般规定

4.1.1 本条所指的能力是具备岩土工程和工程测量两方面的能力，并且应具备基本的计算机、网络通信等能力。

4.1.2 针对每个基坑均具有各自不同的监测项目、监测报警参数及重要等级，因此本条要求对不同的基坑要有针对性的系统设计，编制具有针对性的监测方案。

4.1.3 监测单位应对所用的设备进行校准，根据工程实际，采用可靠、成熟并经过验证的仪器、设备、传感器进行监测工作

4.1.4，本条对于传感器的选择原则作出基本要求。传感器要求有较好的耐久性，采用常用的标准化接口。当使用监测单位自行研发制造的传感器时，监测单位应提供该传感器有效性的证明。

4.1.5 本条对采集装置的选择原则作出基本要求。采集装置应满足人工采集和自动化采集同时进行的要求。

4.1.6 本条对通信介质的选择原则作出基本。要求通信介质应根据工程现场需要，采用适合的通讯介质合理布置，满足现场监测工作要求。

4.1.7 系统电源作为整个监测系统的支撑，必须进行可靠的设计；根据实施经验，雷击对监测系统破坏威胁性较大，因此系统的防雷设计也十分重要。

4.2 系统功能要求

4.2.1 “自动巡测”指的是系统按照预先设定的监测频率、监测范围进行自动监测采集各个传感器数据,该采集行为具有周期性的特点;“人工选测”指的是系统按照人工发布的监测指令按照人工选择的范围和要求进行指定行的监测行为,该采集行为具有临时性的特点。

为满足各个系统平台与系统平台之间的数据传输,不人为造成数据孤岛,系统平台应具备数据对接接口。

对监测仪器及传感器的信号采集和处理,主要针对传感器的振弦信号、电压信号等原始信号的采集,并应具有将采集到信号转换为模数、频率或直接是角度、力等形式的物理量。

某些监测参数无法实现自动化监测时,应有手工监测输入录入功能,保证数据分析的完整性。

4.2.2 监测系统应具备对自身系统状态的判断以及对超过报警值监测结果进行报警提示的功能。

4.2.3 系统平台应有清晰的权限分级分层管理机制,能对使用人员、监测参数、传感器、监测项目等进行有效管理。能满足新的监测技术及监测手段的调整要求,实现技术更替。

4.2.4 能实现在既定规则情况下的信息自动反馈,能实现平台间的数据共享。

4.2.5 工程现场对监测数据的影响较大,监测平台应设立数据筛选策略,对数据的有效性进行校检,防止误报警发生。根据工程项目需要,生成各时间段的报表,曲线图的曲线数量不宜过多,能清晰反映监测

测点变化情况。数据备份应及时进行。

4.2.6 供电设施作为整个系统运作的保障，应有专门的保护方案。恶劣天气雷击以及传感器短路会对监测系统造成严重破坏。建设供电系统时，作业人员应具有相应的专业资格许可证。

4.2.7 监测系统有可能涉及区域安全性的敏感资料，应设有数据保护措施，目前云端服务器对数据保护力量较弱，有条件的监测机构应设立专用的监测数据服务器，对监测数据进行保护。

4.3 系统性能要求

在 4.2 节系统基本功基础上本条着重对现场系统硬件的布设、系统平台、监测精度等提出性能方面的要求。在系统防护、硬件维护、数据准确性、稳定性响应时间等方面做详细说明。

4.4 系统管理与维护要求

4.4.1 本条提出应编写系统使用手册及故障时应有应急措施。

4.4.2 本条对自动化监测系统检查频率提出具体要求。

4.4.3 本条规定基坑自动化监测系统的维护和管理工作应有监测单位派专人负责，保障监测系统的运行稳定。

4.4.4 本条提出监测系统试运行应不少于 72h（3 天），并应进行人工比测以保证数据有效性和准确性。

4.4.5 考虑到系统采集存贮及处理生成的绝大多数为电子数据，综合考虑存储的风险及备份操作的便捷性，本条规定数据备份一周不少于

1 次。

4.4.6 及时的维护是系统运行稳定的保障，对过程的详尽记录可以实现后续问题的倒查，准确及时的找到原因，因此本条规定自动化监测系统的日常维护应具备相应的日志记录。建议采用系统电子记录的方式，详尽记录各项操作过程。

4.4.7 本条侧重从系统的软件平台考虑，软件平台最初设计时对接入平台的数据量必定有一定的上限，相关指标参数可能会有所遗漏。当数据量达到设计要求时、监测出现遗漏的指标参数时，系统运行稳定性和流畅性就会受到影响。因此应根据实际平台的使用情况，及时予以完善和升级。

5 自动化监测方法及要求

5.1 一般规定

5.1.1 基坑监测方法的选择应综合考虑各种因素，简便易行及有利于适应施工现场条件的变化和施工进度的要求。根据基坑类别，明确监测项目，在满足监测精度要求的前提下，兼顾经济及技术可行性，选择合理的监测方法。同一监测项目，例如基坑顶部水平位移监测或周边建筑物沉降等项目，实施时可以根据具体环境组合多种监测手段和方法。

5.1.2 目前传感计及物联网技术发展日新月异，监测仪器及监测传感计均有高度智能化、网络化，如光纤传感计、摄影测量等高新技术的监测手段均已有投入使用。本规范对新技术、新方法的采用持积极的态度，只要能满足精度要求，运行稳定可靠，均可纳入本标准的使用范围。

5.1.3 此部分要求已在《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497等相关规范中已有明确规定，遵照执行。

5.1.4 现场的供电务必线缆正确连接，避免损坏敏感的传感计元器件，做到防尘、防水及不阻碍其它施工等，网络介质应安装在网络信号较好的地方，保证在恶劣天气条件下通信网络能正常连接。系统供电应尽量采用 36V 以下安全用电值，通信电缆尽量采用无线模式，用有线敷设时需考虑现场施工状况，做好保护措施，避免破坏再敷设。

5.1.5 主要目的是保持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，监测数据能连续使用。

5.2 水平位移监测

5.2.1 可用于水平位移监测的设备及技术目前行业内有许多尝试，本条列举常用的智能型全站仪及激光测距仪两种设备。同时要声明除以上两款设备以外，其他满足精度要求的设备及技术在满足本规范及其他相关规范要求前提下亦可使用。

5.2.2 基准点的选位对于整个监测结果有直接影响，选位须设置于施工影响范围以外，地质条件好的位置，基准点标石（标志）的设置也应当埋设牢固，避免碰撞，基准点在整个监测期间应保持稳定，及时复测更新基准点坐标。

基准点尽量设置观测墩，并配置强制归心装置，保证点位精度，条件允许时可设置观测站房，以便对基准点进行保护，基准点的设置应注意通视情况，尽量设置于视野开阔处，尽可能同时满足对全部观测点进行直接观测。

水平位移观测时由于视线遮挡，宜采用后方交会的设站方式，观测时应同时观测至少 3 个监测网点，往往受制于监测现场环境，仪器架站位置很难同时观测到 3 个基准点，因此这里的监测网点可以是基准点，也可以是工作基点。当选用监测网点有工作基点参与时，应及时对监测网进行人工复测。

在水平位移观测期间，必须随时注意仪器的整平状况，如发现仪器倾斜，应重新校正仪器，再进行下一步观测。

安装电子气温气压计可对测量结果进行相应修正，控制系统，通信系统及不间断电源等配套设备的设置是为了尽量在监测过程中保证仪器处于相对好的环境中进行测量，且有利于仪器的防护。

5.2.3 在经济条件允许的情况下安装多组激光测距装置进行水平位移监测，测距时应尽量做到水平测量，安装多组装置时视线高度也应尽量保持在同一高度。

5.3 竖向位移监测

5.3.1 现有技术条件下传统有几何水准测量无法进行自动化监测，采用三角高程测量竖向位移时，可采用智能型全站仪进行观测，在具备施工条件及经济允许的情况下也可以通过安装静力水准来进行量测。

5.3.2 采用全站仪同步进行水平位移观测时，观测数据已经包含了三角高程方法计算高差所需要的主要原始数据，因此在观测水平位移时宜同步观测并计算竖向位移，可以提高现场的监测效率。。

5.3.3 对于三角高程测量具体实施的技术要求，在《建筑变形测量规范》JGJ 8 中已有相应规定，实施时按照规范规定执行。

5.3.4 静力水准的使用相关技术要求在《建筑变形测量规范》JGJ 8 中已有相应规定，实施时按照规范规定执行。

5.4 深层水平位移监测

5.4.1 对于墙体的测斜应优先采用固定式测斜仪，采用绞盘式自动测斜仪进行测斜时，应保证监测采集的测点位置准确无误，如发现异常情况随时赴现场维修更正，在兼顾经济的同时保证监测数据的准确。

5.4.2 对于地质条件差的软土、沙土地区或淤泥层很深的沿海等区域，可采用测斜管口作为起算，并通过全站仪测量管口坐标来修正测斜监测结果。

5.4.3 固定式测斜仪的探头布置应满足设计要求的测点间隔及固定间距，保证能准确的监测到测斜管不同深度的位移情况。

5.4.4 深层水平位移监测点的监测应能覆盖整个监测周期，监测过程中尽量做到监测点和被测物始终是一个牢固的整体，测点的位移变化随被测物的相应变形而产生；如果发生了意外的传感器位置变化，则应重新进行校正，包括且不限于重新采集初始值等手段，保证位移变化的连续。

5.6 裂缝监测

5.6.3 裂缝计或位移计应能准确的测量伸缩缝的开合度，必要时设置多个传感计对不同裂缝发展方向进行测量。

5.6.4 因裂缝发展的不确定性，有开合位移及沿缝向的剪切位移等情况，裂缝计或位移计的安装支架应设计具有可旋转的装置，避免传感计受裂缝剪切变形影响而导致测量的数据不准确和传感计直接损坏。

5.7 其他监测

5.7.8 传感器安装埋设应考虑现场施工状况，不易被破坏，便于维护，安装好后须现场测试，确保数据采集和通讯正常；传感器的布置有利于结构反应信息的直接观测和推断，对结构的局部损伤和状态退化足够敏感。

6 数据处理及信息反馈

6.0.1 作为自动化的监测系统，应包含功能完善的软件平台、数据采集系统、处理系统和展示系统，数据的采集、处理、查询和管理属于基本的功能模块，另外作为自动化系统的特点，成果的可视化是必要的功能模块。

6.0.2 基坑工程监测工作事关基坑及周边环境的安全，是一项技术性非常强的工作，只有保证参与的监测人员素质，才能及时提供有效准确的数据，并进行高质量的综合分析，为信息化施工和优化设计提供可靠依据，避免事故的发生。根据基坑工程特点，参与人员不但要具备工程测量知识，还要具备岩土工程、结构工程的综合知识和工程实践经验。

6.0.3 自动化监测系统所采集的数据，必须是真实的完整记录，由于采集元件多是各种传感器组成，传感器采集的数据本身具有一定的出错率，这些传感器的自身出错和真实异常变化应同时被记录，在处理过程中要加以甄别，通过这些甄别方法来提高监测数据的可靠性，防止误报警的出现。本节列举了 3 项基本的甄别方法如下：

- 1、 原始数据的过滤，主要针对数据丢包、缺失等异常情况的识别过滤。
- 2、 监测基准的稳定性分析方法，主要利用现有采集到的基准数据，根据他们之间的相对关系，进行稳定性的校验。
- 3、 异常数据的标识，主要是对突变数据、缺失数据的异常数据进行存储和展示时的标记处理，便于后续分析。

6.0.4 监测过程中成果资料包含当日报表、阶段性报告、总结报告、异常情况通知等，依托先进的信息化网络，成果资料采用信息化方式进行报送可大大提高报送的效率和覆盖范围。

6.0.5 监测数据出现异常时，软件平台应当有机制自动触发加密监测，该机制的触发应当是软件平台自动触发，不应是有人工干预情况下由人工触发。

6.0.5 国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 对基坑监测成果报表和曲线图以附表的形式制作了样表，附表内容包含完善的信息，自动化系统生成的成果报表、变化曲线图所包含的信息内容应满足国家标准的相关要求。