附件

**既有建筑结构安全智能监测技术标准**

**（征求意见稿）**

**宜昌市住房和城市更新局**

**2024年8月**

**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。

本文件由宜昌市住房和城市更新局提出并归口。

本标准参编单位：宜昌市房屋安全鉴定管理中心、湖北建夷检验检测中心有限公司、湖北省建筑工程质量监督检验测试中心有限公司、武汉中合众建筑科学工程有限公司、湖北华祥建设工程质量检测有限公司、武汉华和物联技术有限公司、武汉岩石科技有限公司、湖北永祥检验检测技术服务有限公司、武汉岩联工程技术有限公司、宜昌城发大数据有限公司、陆诚工程技术有限公司。

本文件主要起草人：（略）

本文件实施应用中的疑问或对本文件的有关修改意见、建议，请反馈至宜昌市房屋安全鉴定管理中心，联系电话：0717-6742069、15072510366（谢），地址：湖北省宜昌市沿江大道129号，邮编：443000。

**目 次**

前言 Ⅲ

1 总则 1

2 术语和定义 2

3 基本规定 3

4 监测项目及设备要求 4

4.1 一般规定 4

4.2 变形监测 5

4.3 应力应变监测 6

4.4 裂缝监测 6

4.5 振动监测 7

4.6 其他监测 8

5 智能监测内容及技术要求 10

5.1 一般规定 10

5.2 混凝土结构智能监测 12

5.3 钢结构智能监测 13

5.4 砌体结构智能监测 13

5.5 木结构智能监测 14

5.6 其他结构智能监测 14

6 智能监测系统 16

6.1 一般规定 16

6.2数据采集与传输子系统 18

6.3数据处理子系统 18

6.4 数据显示子系统 19

6.5 数据存储与管理子系统 19

6.6 预警子系统 19

6.7设备管理子系统 21

6.8机构管理子系统 21

6.9工程管理子系统 21

7 数据分析与预警 22

7.1 一般规定 22

7.2 数据处理分析 22

7.3建筑结构竖向位移监测 22

7.4 建筑结构倾斜监测 23

7.5 建筑结构裂缝监测 24

7.6其他监测 25

7.7 预警响应措施 25

8 监测成果 27

8.1 一般规定 27

8.2 成果提交 27

8.3成果应用 28

附录A主要监测设备、传感器技术要求一览表 29

附录B既有建筑结构安全智能监测管理平台数据传输接口 31

本标准用词说明 40

引用标准名录 41

1 总 则

1.01为促进智能监测技术在宜昌市既有建筑结构安全方面的应用，保障建筑结构智能监测质量，结合国际国内先进的智能监测经验，并充分遵循方法科学、技术先进、数据可靠、经济合理等原则制定本标准。

1.02本标准适用于宜昌市区域内既有建筑结构安全智能监测，重点应用于重要公共建筑、特殊地理位置建筑、优秀历史保护建筑、在建工程周边建筑、危险房屋等建筑结构的安全监测。

1.03宜昌市既有建筑结构安全智能监测除应符合本标准的要求外，尚应符合湖北省及国家现行有关标准的规定。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准

**2.1.1既有建筑** existing building

建成并已投入使用的建筑物。

**2.1.2智能监测系统** intelligent monitoring system

利用现代信息技术，如传感器技术、微电子技术、计算机技术、网络通信技术、大数据处理与分析技术等，实现对特定对象或环境的自动、连续、远程监测和智能分析的一类系统。能够自动完成数据的采集、传输、处理、存储、分析、预警以及决策支持等功能。

**2.1.3传感器** sensor

能感受规定的被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置，通常由敏感元件和转换元件组成。

**2.1.4监测设备** monitoring equipment

监测系统中传感器、监测仪器、采集设备等硬件的统称。

**2.1.5监测频率** monitoring frequency

单位时间内的监测次数。

**2.1.6监测点** monitoring point

直接或间接设置在监测对象上并能反映其变化特征的观测点。

**2.1.7变形** deformation

建筑的地基、基础、上部结构及其场地受各种作用而产生的形状或位置变化的现象，包括结构和构件的沉降、位移、倾斜、挠度、裂缝等。

**2.1.8监测预警值** precaution value for monitoring

为保证建筑结构安全及周边环境稳定，对反映监测对象可能发生异常或危险状态的监测量所设定的警戒值。

3 基本规定

**3.1.1**智能监测单位应具有相关行业要求的相应资质，具备独立完成智能传感设备安装组网、监测数据分析等能力。

**3.1.2**智能监测仪器设备的选型应根据建筑结构形式、监测项目、监测环境、设计文件等，结合实际应用条件综合确定。

**3.1.3**既有建筑结构安全智能监测实施前应由监测单位编制监测方案，监测方案应根据监测目的和监测要求，结合工程特点、现场及周边环境条件等因素制定，方案应明确所采用的监测方式、智能监测设备及安装方法、监测项目、测点布置、监测频率、监测精度及监测预警值等。

**3.1.4**既有建筑结构安全智能监测方案、监测成果等应由委托单位报房屋主管部门备案。

**3.1.5**既有建筑结构安全智能监测工作应由相关专业技术人员承担，数据分析工作宜由工程结构专业技术人员担任，监测机构系统平台应由熟悉计算机技术的专业技术人员进行维护，所有技术人员应接受过相关专业培训，且具备相应的能力。

**3.1.6**监测单位应适时对既有建筑结构的智能监测数据进行人工监测比对、校核，当数据异常时，应及时对监测对象与监测系统等进行核查。针对预警情况，形成处理措施。

**3.1.7**既有建筑结构安全智能监测的委托单位应配合监测单位对监测设备采取保护措施。

**3.1.8**监测成果应由监测单位妥善保存，且保存期限不少于20年。

**3.1.9**建筑结构智能监测宜包含长效监测和应急监测，对高耸结构、大跨空间结构等重要公共建筑宜进行长效监测，对经调查鉴定确定建筑结构具有安全隐患且在短期内无法修复或拆除的建筑物、施工影响范围内的建筑物等宜进行的应急监测。

4 监测项目及设备要求

4.1一般规定

**4.1.1**既有建筑结构安全智能监测主要项目包括变形监测、应力应变监测、裂缝监测、振动监测、环境及构建温湿度监测、风及风致响应、腐蚀监测等，其他监测项可根据建筑物的结构形式、建筑物的实际使用情况等调整。

**4.1.2**设备技术指标应满足本标准附录A要求。设备安装前监测单位应取得出厂合格证书或测试报告。设备使用前必须严格按照规范进行量值溯源。

**4.1.3**设备在监测期间应具有良好的稳定性和抗干扰能力，采集信号的信噪比应满足实际工程需求，同时便于安装和维护，并能稳定传输数据至既有建筑结构安全智能监测管理平台，还应符合国家数字传输标准的要求及其他规定。

**4.1.4**传感器类智能监测设备在安装时应注意以下事项：

1安装前应逐个确认传感器的有效性，确保能正常工作；

2安装中，不同类型传感器的导线或电缆宜分别集中引出及保护，无电子识别编号的传感器应在线缆上标注传感器编号；

3 安装应牢固，长期监测时，宜采用焊接或栓接方式安装；

4 安装后应及时对设备进行检查，满足要求后方能使用，发现问题应及时处理或更换；

5 安装稳定后，应进行调试并测定静态初始值。

**4.1.5**数据采集设备应考虑后续数据传输与管理的接口兼容性，并应符合下列规定：

1 模拟信号宜选用基于PCI、PXI等技术的集中式数据采集设备,或在传感器端进行模数转换；

2 数字信号可选用基于RS485、CAN、ModbusTCP或UDP等的分布式数据采集设备,并确定传输距离、传输带宽和速率；

3 光信号数据采集应采用专用的光纤解调设备，电荷信号应选用电荷放大器进行信号调理和采集；

**4.1.6**智能监测设备的防雷与接地，应符合现行国家标准《建筑物电子信息 系统防雷技术标准》GB 50343 的有关规定。

**4.1.7**在监测现场供电不便的情况下，宜采用太阳能供电系统，太阳能电池板宜安装在开阔、空旷、日照充足的区域。

4.2变形监测

**4.2.1**变形监测可分为水平位移监测、竖向位移监测、倾斜监测、挠度监测和其他变形监测。

**4.2.2**水平位移可选用倾角传感器、激光测距仪、全自动全站仪、北斗卫星定位系统、视频位移计等。

**4.2.3**竖向位移监测可选用静力水准仪、全自动全站仪、北斗卫星定位系统、视频位移计等。

**4.2.4**倾斜监测可选用倾角传感器、全自动全站仪、视频位移计等。

**4.2.5**挠度监测可选用挠度仪、全自动全站仪、视频位移计等。

**4.2.6**当采用全自动全站仪进行水平位移、竖向位移监测时应符合以下要求：

1 测量方法及等级应符合《工程测量规范》（GB50026）及《建筑变形测量规范》（JGJ8）等相关标准及规定的要求；

2 在监测期间，应按照既定顺序对各观测点进行连续监测。当多台全站仪联网作业时，相邻测站点之间应设置重叠观测对象；

3 安装应稳固，且确保视野开阔、高度适中，并设置明显标识，配备适当的安全防护措施；

4 开始监测前，应先完成基准点的联测。

**4.2.7**当采用静力水准仪进行竖向位移监测时应符合以下要求：

1 应符合《建筑变形测量规范》JGJ8等相关标准及规定的要求；

2 一组静力水准仪可由一个参考点和多个监测点组成；

3 静力水准仪管路液体应具有流动性，且保证气泡完全排出；

4 应保证静力水准仪管路温度均匀，避免阳光直射；

5 同组中的精力水准仪应安装在同一高度，安装标高差异不得消耗其量程的20%;管路中任何一段的高度均应低于储液罐底部，但不宜低于0.2m。

**4.2.8**当采用北斗卫星定位系统进行水平位移、竖向位移监测时应符合以下要求：

1 应符合《建筑变形测量规范》JGJ8等相关标准及规定的要求；

2 监测设备的接收天线应设置在监测体的变形观测点上，并应采取保护措施；3 接收天线的周围应无高度角超过15°的障碍物。

**4.2.9**当采用倾角传感器进行倾斜、水平位移监测时应符合以下要求：

1 应符合《建筑变形测量规范》JGJ8等相关标准及规定的要求；

2 倾角传感器可根据监测要求选用固定式或便携式；

3 倾角传感器宜布设在结构顶部或墙、柱顶部。

**4.2.10**当采用激光测距仪进行水平、竖向位移监测时，应符合以下要求：

1 应符合《建筑变形测量规范》JGJ8等相关标准及规定的要求；

2 激光测距仪应配合反光板使用，反光板应固定于待测构件上；

3 监测过程中，测线方向应保持不变；

4 应保证测线温度均匀，避免阳光直射；

5 监测结果应进行温度修正。

4.3应力应变监测

**4.3.1**应力应变监测可选用电阻应变计、振弦式应变计、光纤类应变计等应力应变智能监测传感器进行监测；

**4.3.2**当采用应力应变智能监测传感器进行监测时，应符合以下要求：

1 量程应与量测范围相适应，应变量测的精度应为量程的0.5%，监测值宜控制为量程的30%~80%；

2 混凝土构件宜选择大标距的应变传感器；应变梯度较大的应力集中区域，宜选用标距较小的应变传感器；

3 应力应变智能监测传感器应具备温度补偿功能。

**4.3.3**选用不同类型的应力应变智能监测传感器应符合下列规定：

1 电阻应变计的测量片和补偿片应选用同厂家、同型号、同规格的产品，并进行屏蔽绝缘保护；

2 振弦式应变计应与匹配的采集仪配套使用，采集仪的分辨率不应大于0.5Hz；

3 光纤类应变计应与解调系统配套使用，各项指标应符合监测项目的规定。

**4.3.4** 应力应变智能监测传感器安装位置各方向偏离监测截面位置不应大于30mm；安装角度偏差不应大于2°。

4.4裂缝监测

**4.4.1**裂缝监测可采用裂缝传感器、视频位移计等进行，裂缝监测项目宜包括裂缝长度、宽度等。

**4.4.2**当选用裂缝传感器监测裂缝宽度时宜注意以下事项：

1 裂缝传感器应安装在裂缝最宽的位置，连接件应布置于裂缝两侧；

2 裂缝传感器的测量方向应与裂缝走向垂直；

3 裂缝传感器的量程应大于裂缝的预警宽度。

4.5振动监测

**4.5.1**建筑结构振动监测应包括振动激励监测和振动响应监测，监测项目可为加速度、速度、频率等。

**4.5.2**建筑结构振动监测可选用惯性式传感器、自动跟踪的全站仪、激光测振仪、图像识别仪、加速度传感器、电动位移摆速度传感器等。

**4.5.3**建筑结构振动监测可分为相对测量法和绝对测量法。

**4.5.4**当建筑结构振动监测选择相对测量法监测结构振动时宜符合下列规定：

1 监测中应设置有一个相对于被测工程结构的固定参考点；

2 被监测对象上应牢固地设置有靶、反光镜等测点标志。

**4.5.5**绝对测量法宜采用惯性式传感器，以空间不动点为参考坐标，可测量工程结构的绝对振动位移、速度和加速度，并应符合下列规定：

1 加速度量测可选用力平衡加速度传感器、电动速度摆加速度传感器、ICP型压电加速度传感器、压阻加速度传感器；

2 速度量测可选用电动位移摆速度传感器，也可通过加速度传感器输出于信号放大器中进行积分获得速度值；

3 位移测量可选用电动位移摆速度传感器输出于信号放大器中进行积分获得位移值；

4 结构在振动荷载作用下产生的振动位移、速度和加速度，应量测一定时间段内的时间历程。

**4.5.6**振动监测前，宜进行结构动力特性测试或结构动力特性计算分析。

**4.5.7**动态响应监测时，测点应选在工程结构振动敏感处；当进行动力特性分析时，振动测点宜布置在需识别的振型关键点上，且宜覆盖结构整体，也可根据需求对结构局部增加测点；测点布置数量较多时，可进行优化布置。

**4.5.8**振动监测数据采集与处理应符合下列规定：

1应根据不同结构形式及监测目的选择相应采样频率；

2应根据监测项目选择滤波器；

3应选择合适的窗函数对数据进行处理。

4.6其他监测

**4.6.1**其他监测宜包括环境及构件温度监测、环境湿度监测、雨量监测、风及风致响应监测、地震动监测、腐蚀监测等。

**4.6.2**针对不同的监测项目可选用温度传感器、湿度传感器、雨量传感器、风压传感器、腐蚀传感器等智能监测设备。

**4.6.3**使用温度传感器监测环境及构件温度应符合下列规定：

1 环境温度传感器可与风速传感器一并安装在结构表面，并应直接置于外界环境中以获得有代表性的温度值；

2 温度传感器宜选用监测范围大、精度高、线性及稳定性好的传感器。

**4.6.4**使用湿度传感器监测环境及构件湿度应符合下列规定：

1 湿度传感器要求响应时间短、温度系数小，稳定性好以及湿滞后作用低；

2 湿度传感器与温度传感器一并安装时，宜布置在结构内湿度变化大，对结构耐久性影响大的部位。

**4.6.5**使用风压传感器监测风压应符合下列规定：

1 风压监测宜选用微压量程、具有可测正负压的压力传感器，也可选用专用的风压传感器，监测项目为空气压力；

2 风压传感器的安装应避免对工程结构外立面的影响，并采取有效保护措施，相应的数据采集设备应具备时间补偿功能；

3风压传感器的量程应满足结构设计中风场的要求，宜选择可调量程的风压传感器，风压传感器的精度应为满量程的±0.4%，且不宜小于10Pa，非线性度应在满量程的±0.1%范围内，响应时间应小于200ms。

**4.6.6**使用风速传感器监测风速应符合下列规定：

1 可采用机械式风速传感器或超声波式风速传感器，机械式风速传感器和超声波式风速传感器宜成对设置；

2 风速和风向传感器应安装在工程结构绕流影响区域之外，绕流风影响区域宜采用计算流体动力学数值模拟或风洞试验的方法分析；

3 风速传感器量程应大于设计风速，风速监测精度宜为0.1m/s，风向监测精度不宜大于3°；

4 宜选取采样频率高的风速和风向传感器，采样频率不应小于10Hz。

**4.6.7**常见的雨量计有[虹吸式雨量计](https://baike.baidu.com/item/%E8%99%B9%E5%90%B8%E5%BC%8F%E9%9B%A8%E9%87%8F%E8%AE%A1/991117?fromModule=lemma_inlink" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%9B%A8%E9%87%8F%E8%AE%A1/_blank)、称重式雨量计、[翻斗式雨量计](https://baike.baidu.com/item/%E7%BF%BB%E6%96%97%E5%BC%8F%E9%9B%A8%E9%87%8F%E8%AE%A1/5005940?fromModule=lemma_inlink" \t "https://baike.baidu.com/item/%E9%9B%A8%E9%87%8F%E8%AE%A1/_blank)等。

**4.6.8**使用雨量计宜符合下列规定：

1 监测频率：降雨时不低于1次/5min；无雨时不低于1次/2h；

2 仪器的技术参数、仪器与安装环境应符合现行GB/T 21978.2的要求；

3 雨量器应放置在没有遮挡物的开阔地点，‌保持水平，‌以避免地形地貌的变化对雨量观测造成影响。

**4.6.9**高度超过300m的大型公共建筑，以及设计文件要求或有其他特殊要求的结构应进行地震动及地震响应监测。

**4.6.10**地震动及地震响应监测项目主要为地震动及地震响应加速度，主要监测设备为价加速度传感器。加速度传感器使用注意事项可参照本章4.5节内容。

**4.6.11**在受腐蚀影响较大的区域或有设计要求时，可进行腐蚀监测。

**4.6.12**腐蚀监测项目可包括结构腐蚀电位、腐蚀电流和混凝土温度。

**4.6.13**腐蚀监测宜选用电化学方法，电化学监测方法可选用电流监测、电位监测，也可同时采用电流和电位监测。

**4.6.14**腐蚀传感器应能分辨腐蚀类型、测定腐蚀速率。可采用外置式和嵌入式两种方式布置。

**5 智能监测内容及技术要求**

5.1 一般规定

**5.1.1**建筑结构智能监测按建筑结构状态不同分为使用期间监测、危险状态监测。

**5.1.2**当建筑结构发生以下情形时，宜进行安全智能监测：

1 发生严重倾斜、竖向位移或其它变形；

2 主要或关键结构构件损坏、缺失；

3 遭受严重灾害或事故后；

4 使用功能发生变化存在安全风险时；

5 结构安全受周边施工或周边工业振动影响时；

6 需要掌握建筑实时状态时；

7 其他需要评价结构安全状态时。

**5.1.3**智能监测项目选取参照下表：

使用期间智能监测项目应根据委托方要求和设计文件等进行选取，具体可参照表5.1.3-1。

表5.1.3-1.使用期间监测项目

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构形式 | 竖向位移 | 水平位移 | 倾斜 | 裂缝 | 应力应变 | 挠度 | 振动 | 腐蚀 | 环境监测 | 风速风向 | 生物病害 |
| 混凝土结构 | ▲ | ○ | ▲ | ▲ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | / |
| 钢结构 | ▲ | ▲ | ▲ | / | ● | ▲ | ● | ● | ● | ○ | / |
| 砌体结构 | ▲ | ○ | ▲ | ▲ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 木结构 | ▲ | ○ | ● | ▲ | ○ | ▲ | ○ | ▲ | ● | ○ | ▲ |

注：表中“▲”为应测项目，“●”为宜测项目，“○”为选测项目，“/”为不涉及该监测项目。

危险状态智能监测项目应根据委托方要求、危险程度、设计文件等进行选取，具体可参照表5.1.3-2。

表5.1.3-2.危险状态监测项目

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构形式 | 竖向位移 | 水平位移 | 倾斜 | 裂缝 | 应力应变 | 挠度 | 振动 | 腐蚀 | 温湿度 | 风速风向 | 生物病害 |
| 混凝土结构 | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ● | ● | ● | ○ | ○ | ○ | / |
| 钢结构 | ▲ | ▲ | ▲ | / | ▲ | ▲ | ● | ● | ● | ● | / |
| 砌体结构 | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ● | ● | ● | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 木结构 | ▲ | ● | ▲ | ▲ | ● | ▲ | ● | ● | ▲ | ● | ▲ |

注：表中“▲”为应测项目，“●”为宜测项目，“○”为选测项目，“/”为不涉及该监测项目。

**5.1.4**建筑结构智能监测点布置应符合下列规定：

1 监测点的布置应根据结构类型、建筑使用状态及分析结果等确定；

2 监测点布设数量应有冗余；

3 监测点设置位置应便于安装维护；

4 监测点设置位置应考虑缩短信号传输距离。

5 基准点应设置于稳定牢固区域，距离待测建筑距离不小于基础挖深2倍。

**5.1.5**建筑结构智能监测频率宜符合下列规定：

1 建筑结构使用期间监测频率不宜低于4小时/次，人工复核频率不低于1次/月；

2 建筑结构危险状态监测频率不宜低于30分钟/次，人工复核频率不低于1次/天；

3 当监测期间遇到大风、洪水、地震、雪灾等特殊情况，或使用环境趋向劣化、监测数据达到或超过预警值时，应提高监测频率。

**5.1.6** 建筑物智能监测应通过人工巡检进行验证和复核，人工巡检应符合下列规定：

1 人工巡检内容应结合建筑结构特点等，在固定巡检内容上补充特定巡检内容；

2 人工巡检主要包括定期巡检、异常巡检和故障巡检；

3 人工巡检应确认监测基准点、测点的位置是否发生改变及完好状况，应对周边环境进行巡查，应对建筑结构倾斜、竖向位移等进行人工复核检测；

4 巡检记录应清晰、完整。

**5.1.7**倾斜、竖向位移和水平位移、挠度和裂缝监测应满足《建筑变形测量规范》JGJ8等的相关标准规定。

**5.1.8**振动监测应满足《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982等的相关标准规定。

**5.1.9**文物建筑安全监测包括文物建筑本体安全监测和环境安全监测。

**5.1.10**历史与文物建筑监测设备可采用无线连接方式时，应选择无线连接方式。

**5.1.11**历史与文物建筑监测应将监测点布置于以下部位：

1 建筑发生倾斜、沉降或其它变形的位置；

2 结构构件损坏或缺失，导致局部结构承载力不足的位置；

3 人员密集、受力较大的承重结构构件；

4 承重墙、梁、柱、楼板等出现结构性裂缝的部位。

**5.1.12**高耸结构、大跨空间结构使用期间监测，宜按现行国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982的有关规定执行。

5.2 混凝土结构智能监测

**5.2.1**混凝土结构竖向位移监测点位宜布置在下列部位：

1 建筑的四角及中部承重结构部位；

2 竖向位移缝、伸缩缝、新旧建筑物或高低建筑物交接处的两侧；

3 人工地基和天然地基接壤处、基础埋深相差悬殊处两侧。

**5.2.2**混凝土结构水平位移监测点宜布置在建筑物的下列部位：

1 建筑物的四周墙角和柱基顶、底部；

2 可代表承重构件水平变形特征部位。

**5.2.3**混凝土结构裂缝监测宜符合下列规定：

1 监测点宜布设在柱、墙、简支梁、连续梁跨中部位、板中和梁板受力主筋部位；

2 监测点重点布设于已开裂承重构件处；

3 裂缝监测内容宜包括裂缝长度和宽度。

**5.2.4**混凝土结构倾斜监测宜符合下列规定：

1 整体倾斜时监测点宜沿建筑平面形心垂线布置；

2 分层倾斜观测时宜满足分层点位上下对应要求。

**5.2.5**混凝土结构挠度监测点宜符合下列规定：

1 大跨度构件挠度监测点应沿轴线或边线布设，每一轴线或边线上不得少于3个测点，分布于跨中和两端；

2 大悬挑构件挠度监测点应在悬挑方向不得少于2个测点，分布于悬挑构件根部和端部。

**5.2.6**应力应变监测点宜布设在混凝土结构应力较大部位或影响结构整体安全的关键构件、截面上。

**5.2.7**温度监测点应布设在混凝土结构构件应力及变形受环境温度影响最大的区域，宜对称、均匀布置，温度传感器与湿度传感器一并安装时，宜布置在结构受温湿度影响较大的位置。

**5.2.8**建筑结构振动监测点宜布设在混凝土结构受振动敏感的位置和需识别的振型关键点上，宜覆盖结构整体并可根据需求局部增加测点。加速度、速度采样频率宜为结构最大频率的2倍-3倍。

**5.2.9**风速监测点宜布设在混凝土结构顶部，应监测自由场风速和风向。

**5.2.10**风压监测点布设位置宜根据风洞试验和结构分析的结果确定;当无风洞试验数据时，可根据风荷载分布特征及结构分析结果进行布设。

5.3 钢结构智能监测

**5.3.1**钢结构竖向位移监测应符合本标准中第5.2.1条的相关规定。

**5.3.2**钢结构水平位移监测除应满足本标准中第5.2.2条的相关规定外，监测点尚应重点布置在焊缝、连接件缺陷部位。

**5.3.3**钢结构挠度监测宜重点布设于构造不合理、结构跨度较大等影响结构整体安全的关键构件上。

**5.3.4**钢结构应变监测宜符合本标准中第5.2.6条的相关规定。

**5.3.5**钢构件腐蚀监测位置宜根据监测目的，结合工程结构特点、特殊部位、结构连接位置、不同位置的腐蚀速率等因素确定；测点宜选择在力与侵蚀环境荷载分别作用的典型区域及侵蚀环境荷载 作用下的典型节点；

**5.3.6**钢结构温湿度监测宜符合本标准中第5.2.7条的相关规定。

**5.3.7**钢结构结构动力特性监测宜符合本标准中第5.2.8条的相关规定。

**5.3.8**钢结构风速、风向监测宜符合本标准中第5.2.9条和第5.2.10条的相关规定。

5.4 砌体结构智能监测

**5.4.1**砌体结构智能监测竖向位移监测应符合本标准中第5.2.1条的相关规定。。

**5.4.2**砌体结构智能监测水平位移监测点宜布置在建筑物的下列部位：

**1** 建筑物的四周墙角和柱基顶、底部；

**2** 当有建筑裂缝时，建筑裂缝两侧构件均应布设；

**3** 围护承重墙部位。

**5.4.3**砌体结构倾斜监测点布设宜符合下列规定：

**1** 倾斜监测点宜布设在建筑物竖轴线、拐角处或主体承重结构的顶部和底部；

**2** 当测定顶部相对于底部的整体倾斜时，应沿同一竖直线分别布设顶部监测点和底部对应点；

**3** 采用差异沉降推算法时，应布设在建筑物的基础上。

**5.4.4**砌体结构裂缝监测宜符合下列规定：

**1** 对建筑物明显的裂缝及因受力或异常变形等原因产生的结构裂缝，应进行裂缝观测，裂缝监测内容应包括裂缝位置、走向、长度、宽度；

**2** 裂缝监测点应在裂缝的两端点和最宽处各布设一对监测点，且各对监测点连线应垂直于裂缝；

**3** 当需要连续检测裂缝变化时，可采用测缝计或传感器自动测记方法观测。

5.5 木结构智能监测

**5.5.1**木结构监测布置宜满足下列规定：

**1** 挠度监测宜重点布设在屋架下弦、悬挑构件以及受弯构件截面削弱处或其他构造不合理部位；

**2** 竖向位移监测宜重点布设在建筑转角及主要承重构件的薄弱部位；

**3** 水平位移监测宜重点布设在构件连接方式不当或截面受损等可能失效的部位；

**4** 裂缝监测宜重点布设在已有开裂现象的承重木柱、木梁、木椽等损伤部位；

**5** 应力应变监测宜重点布设在传力路径的关键节点以及裂缝持续发展的构件部位。

**5.5.2**木结构建筑有下列情况之一时，宜加密监测频率：

**1** 建筑发生明显的腐蚀、腐朽、虫蛀等损伤时；

**2** 温度、湿度、酸雨等及空气中的有害物质对建筑产生不利影响时；

**3** 水文地质环境对建筑有影响时；

**4** 周边环境或气候发生较大变化时。

5.6 其他结构智能监测

**5.6.1**其他结构监测点布设应满足下列规定：

**1** 土石结构倾斜测量点应设置在建筑四角及墙体交接处和通缝部位；

**2** 土石结构当采用乱毛石、鹅卵石砌筑或采用泥浆、无浆砌筑工艺时，需增加竖向和水平位移监测点的布设数量；

**3** 混合结构监测点宜优先布置在不同结构搭接部位。

**5.6.2** 混合结构中混凝土结构作为承重构件时，监测点布设应符合本标准中第5.2条的相关规定。

**5.6.3** 混合结构中钢结构作为承重构件时，监测点布设应符合本标准中第5.3条的相关规定。

**5.6.4** 混合结构中砌体结构作为承重构件时，监测点布设应符合本标准中第5.4条的相关规定。

**5.6.5** 混合结构中木结构作为承重构件时，监测点布设应符合本标准中第5.5条相关规定。

6 智能监测系统

6.1一般规定

**6.1.1**智能监测系统应能结合测量机器人、北斗卫星定位系统、智能监测传感器等设备，构建自动化数据采集监测平台。

**6.1.2**智能监测系统应包括数据采集与传输子系统、数据处理子系统、数据显示子系统、数据存储与管理子系统、预警子系统、设备管理子系统、机构管理子系统、工程管理子系统等。

**6.1.3**系统应具备高度兼容性和同步性，能够融合各类监测设备，实现多源数据统一采集，确保采样频率符合特定监测场景的需求。

**6.1.4**关键监测项目应以直观清晰的可视化方式展示。

**6.1.5**系统设计应考虑存储容量扩展性、稳定性，满足长期监测需求。

**6.1.6**系统应当涵盖行业规范所规定的各类智能监测类型，确保所有关键监测项目均被纳入监测范围。

**6.1.7**系统应具备灵活的阈值设定功能，针对每种监测项目支持自定义告警阈值。

**6.1.8**系统应设计有综合报警机制，支持短信、电话、APP推送、电子邮件等多种通讯渠道。

**6.1.9**系统应具备用户角色管理功能，根据不同角色用户的职责和需求，定制化设置访问权限。

**6.1.10**系统需具备与其他平台对接能力，支持包括HTTP、TCP、MQTT、RS-485/232、SPI等在内的多种主流通信协议。

**6.1.11**系统的设计与实施，应符合现行相关标准要求。

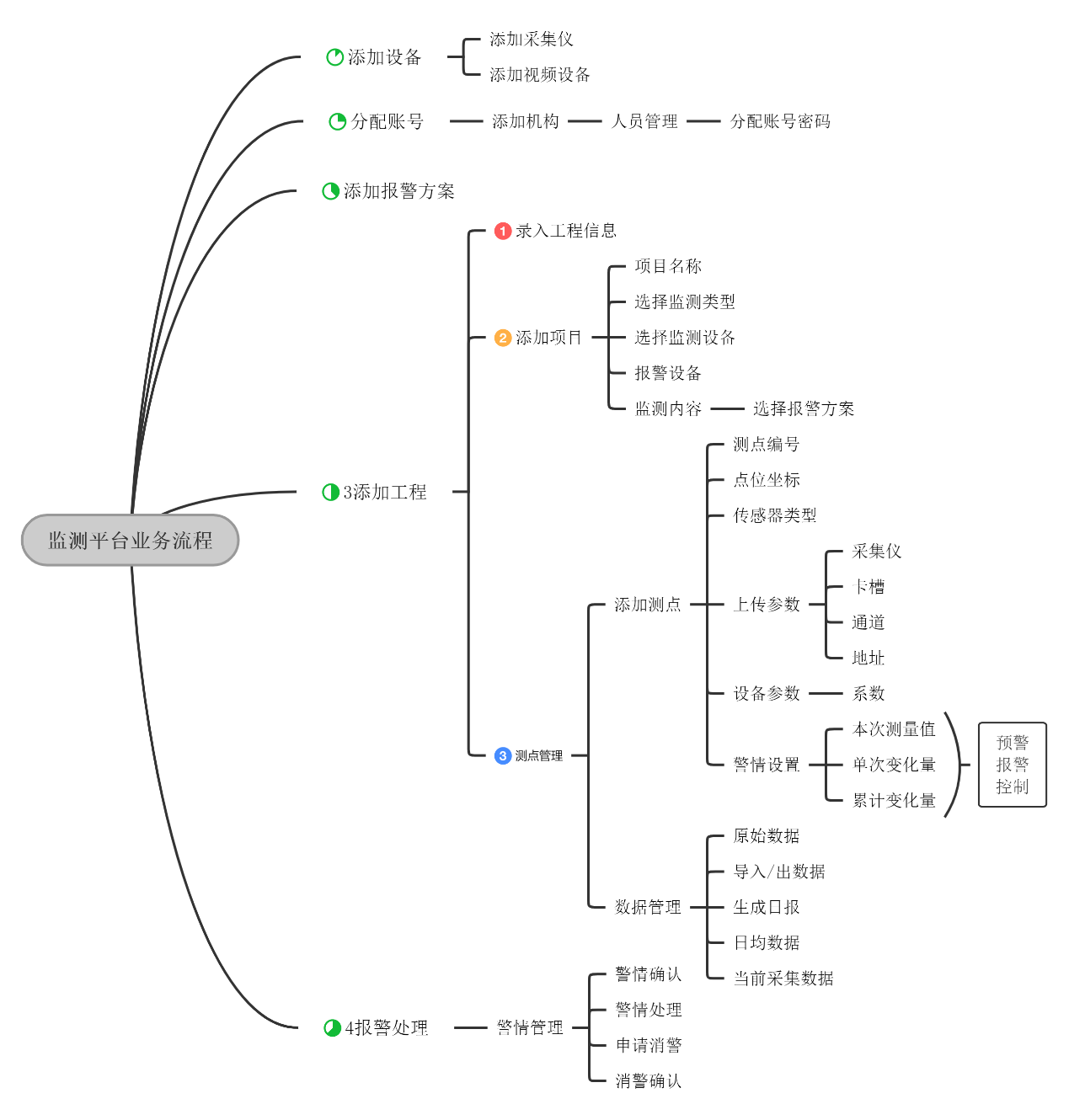


图1

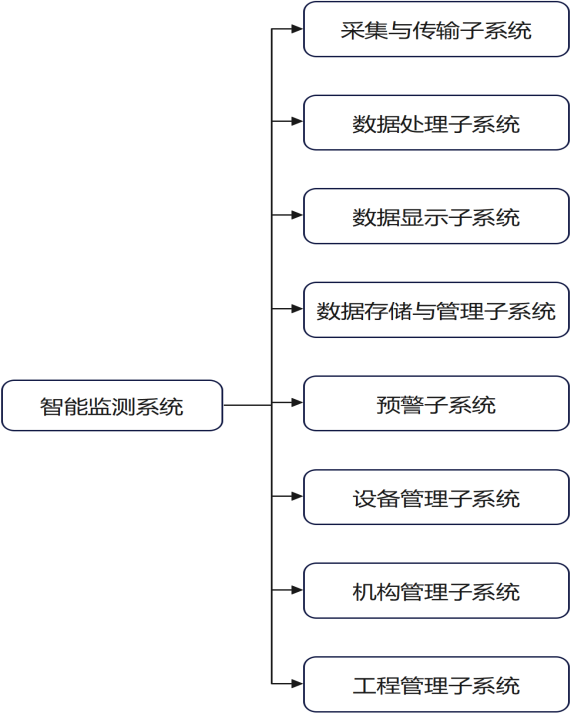


图2

6.2数据采集与传输子系统

**6.2.1**数据采集与传输系统应具备准确性、稳定性和实时性特征，可根据实际监测场景设置不同采样频率，能远程采样并接收由各类监测设备采集、传输的数据。

**6.2.2**系统应具备上传人工巡检记录的功能。

**6.2.3**系统应实施合理的带宽管理，优先确保关键数据的传输，同时建立冗余连接以提供备用网络路径，减少因单点故障带来的影响。

**6.2.4**其他要求应符合现行建筑结构安全的有关规定。

6.3数据处理子系统

**6.3.1**数据处理子系统应具备基础的数据处理与分析能力，能对数据进行清洗、整理、计算等。

**6.3.2**数据处理子系统应能对人工监测数据与系统采集数据进行比对。

**6.3.3**数据处理子系统数据处理应由监测软件系统自动执行，流程宜包括数据降噪、数据处理和拟合误差规定三个阶段。

**6.3.4**数据处理子系统应具备高效的数据处理能力，能以最小单位分钟实时处理监测数据。

**6.3.5**数据处理子系统应使用软硬件技术，防止原始数据被篡改。

**6.3.6**其他要求应符合现行建筑结构安全的有关规定。

6.4数据显示子系统

**6.4.1**数据显示子系统应能显示未经处理的原始数据，可以将处理后的数据以直观、清晰的方式呈现并能支持多样的可视化技术。

**6.4.2**数据显示内容应全面，能涵盖实时监测数据与历史数据的展示，支持历史数据查询与分析。

**6.4.3**数据显示硬件应能显示实时视频流、图像和监测数据。

**6.4.4**数据可视化宜包含一般图表、三维监测图、地图集成、时间轴视图等形式，并应符合以下要求：

1 一般图表应以图形形式展示关键指标和统计数据；

2 三维监测图应能显示不同区域风险水平变化，有助于识别区域风险等级；

3 地图集成应能将监控点标记在地图上；

4 时间轴视图应能允许用户查看历史记录。

**6.4.5**数据显示子系统实时数据最小更新周期应以分钟为单位，历史数据支持多时间尺度查看。各监测数据能以图表展示数据趋势变化，同一监测项不同监测点数据可同步显示，同一监测点的不同监测项也可同步显示。预警数据有醒目区分。

**6.4.6**数据显示子系统宜具有报告自动生成及下载的功能，支持多种文件格式。

6.5数据存储与管理子系统

**6.5.1**数据存储与管理子系统应采用多层次数据库设计，支持数据的高效访问与管理，支持数据及曲线视图的保存下载。

**6.5.2**数据存储与管理子系统应能构建安全可靠的数据存储空间，可采用云存储、本地服务器或混合方案等储存形式对监测数据等进行分类存储。

**6.5.3**数据存储与管理子系统应制定数据保留策略，确定数据保留期限，能定期自动备份重要数据。

**6.5.4**数据存储与管理子系统中存储数据的单位，应符合《有关量、单位和符号的一般原则》GB/T 3101的相关要求。

6.6预警子系统

**6.6.1**预警子系统应具备预警等级设定、预警触发条件配置、预警方案配置、预警事件记录、实时预警通知、警情确认及后续跟踪管理、历史报警统计等功能。

**6.6.2**预警子系统宜设置三级预警，每个预警等级可设置多重预警条件，预警条件满足相关标准规定。

**6.6.3** 预警子系统应采用醒目的视觉提示，宜以不同颜色区分各级预警状态，预警信息应优先在系统首页醒目位置展示。

**6.6.4**预警子系统应能记录预警事件的关键信息，包括项目名称、传感器的类型与编号、预警内容、触发时间、处理状态、处理人员以及最终的处理结果和记录。

**6.6.5**系统触发预警时，应确保流程高效与信息准确，具体预警流程如下图所示。

通过仪器监测或巡视检查发现异常

确定误报警

监测数据分析

消除预警继续监测

确定报警

报告委托单位

加强监测

报告建筑管理部门

没出现险情

出现险情

组织召开专家会

险情得到控制

立即组织应急预案

险情继续

召开专家会

落实专家意见继续施工

设计评估

满足后续使用要求

不满足后续使用要求

优化加固施工方案等

设计加固

继续使用

图3

6.7设备管理子系统

**6.7.1**设备管理子系统应具备以下核心功能：

1 能统计接入平台的监测设备类型与数量；

2 能显示监测设备类型、编号及在线状态等关键信息，可对监测设备进行远程配置，并能接收反馈设备异常信息；

3 可录入设备维保等相关信息。

6.8 机构管理子系统

**6.8.1**机构管理子系统应包括所管理机构的名称、地点、类别、工程总数、使用设备、人员总数，同时具备人员信息维护、账号分配及权限管理等功能。

6.9 工程管理子系统

**6.9.1**工程管理子系统应包括工程列表、预警方案管理等模块，并宜符合以下要求：

**1** 工程列表模块宜具备工程项目清单、项目创建与管理等功能，并支持查看各类项目信息和监测动态；

**2** 报警方案模块应具备方案命名、监测类型目录、方案增删改等功能，实现报警策略的灵活配置与高效管理。

7 数据分析与预警

7.1一般规定

**7.1.1**应根据建筑结构特点、结构形式、变形特征、及国家现行有关标准的规定，结合建筑结构的重要性、易损性、已有变形损伤、监测项目控制值等制定监测预警等级、预警细则以及预警值。

**7.1.2**建筑结构监测预警机制及标准优先采用设计规定或经专家论证的预警方案。

**7.1.3**建筑结构监测预警值宜结合建（构）筑物的类别、结构形式、建筑材料等，根据结构分析设定。

**7.1.4**当监测项目无适合的其他参照标准、要求或建筑结构特征不明确时，可参照《危险房屋鉴定标准》JGJ125、《建筑基坑工程监测技术标准》GB50497《建筑变形测量规范》JGJ 8-2016等标准的相关内容，按本标准的建议预警值设置为一般预警、严重预警、紧急预警。

7.2数据处理分析

**7.2.1**数据预处理宜采用数字滤波、去噪、截取和异常点处置等方式，数据后处理方式宜根据数据分析要求确定。处理后数据宜根据项目特点及实际需要保持不少于三个月在线存储；经统计分析的数据应专项存储，每季度或每年数据分析后宜存储某一段或某几段典型数据。

**7.2.2**数据分析之前，应处理粗差、系统误差、偶然误差等；

**7.2.3**数据处理宜符合T/CCES 16《结构健康监测海量数据处理》、GB/T 4883《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》等相关规范要求。

**7.2.4**监测数据进行整理、分析和校对应具有及时性，关键性数据宜实时进行分析、判断，异常数据应及时进行核查确认。

**7.2.7**对监测数据中的累计变化值、变化速率值，宜绘制时程曲线、绘制断面曲线图、等值线图等，必要时可给出其发展趋势的预测。

7.3建筑结构竖向位移监测

**7.3.1** 当既有建筑结构处于自然状态时，竖向位移监测预警值宜按以下要求设置：

**1** 一般预警，建议预警值：沉降速率大于2mm/月；

**2** 严重预警，建议预警值：沉降速率大于3.2mm/月；

**3** 紧急预警，建议预警值：沉降速率连续两个月大于4mm/月，并且短期内无收敛趋势。

**7.3.2**当房屋处于相邻施工或地陷、水土流水等地质灾害影响范围时，竖向位移监测预警值宜按以下要求设置：

**1** 一般预警，建议预警值：沉降速率大于1mm/天；

**2** 严重预警，建议预警值：沉降速率大于1.6mm/天；

**3** 紧急预警，建议预警值：沉降速率大于2mm/天，并且短期内无收敛趋势。

**7.3.3**下列情况的建筑结构竖向位移监测预警值，应根据设计要求进行确定:

**1** 对地基变形有控制要求的；

**2** 软弱地基上的；

**3** 处理地基上的；

**4** 采用新型基础形式或新型结构的；

**5** 地基施工可能引起地面沉降或隆起变形、周边建(构)筑物和地下管线变形、地下水位变化及土体位移的。

7.4建筑结构倾斜监测：

**7.4.1**当2022年以前建设的建筑结构处于自然状态时，倾斜监测预警值宜按以下要求设置：

**1** 一般预警，建议预警值：建筑总高度H≤24m的房屋整体倾斜率大于等于4‰，24m＜H≤60m的房屋整体倾斜率大于等于3‰，60m＜H≤100m的房屋整体倾斜率大于等于2.5‰；

**2** 严重预警，建议预警值：建筑总高度H≤24m的房屋整体倾斜率大于等于8‰，24m＜H≤60m的房屋整体倾斜率大于等于5.6‰，60m＜H≤100m的房屋整体倾斜率大于等于3.5‰；

**3** 紧急预警，建议预警值：建筑总高度H≤24m的房屋整体倾斜率大于等于10‰且主要结构构件产生沉降裂缝，24m＜H≤60m的房屋整体倾斜率大于等于7‰，60m＜H≤100m的房屋整体倾斜率大于等于5‰，或24m＜H≤100m的房屋整体倾斜率增速连续两个月大于0.5‰/月，且短期内无收敛趋势。

**7.4.2**当既有建筑结构处于相邻施工或地陷、水土流水等地质灾害影响范围时，倾斜监测预警值宜按以下要求设置：

**1** 一般预警，建议预警值：倾斜率变化连续3天每天大于0.05‰或房屋整体倾斜率大于1‰；

**2** 严重预警，建议预警值：倾斜率变化连续3天每天大于0.08‰或房屋整体倾斜率大于1.6‰；

**3** 紧急预警，建议预警值：倾斜率变化连续3天每天大于0.1‰或房屋整体倾斜率大于2.0‰。

**7.4.3**当建筑物建设于2022年及以后时，应按《建筑与市政地基基础通用规范》GB55003-2021规定的地基变形设计的地基变形允许值合理设置倾斜监测预警值。

**7.4.4**建筑总高度H＞100m的建筑物应结合建筑结构特点和场地地质条件，根据相关标准的规定确定倾斜监测预警值。

7.5建筑结构裂缝监测

**7.5.1**当既有建筑结构处于自然状态时，裂缝监测预警值宜按以下要求设置：

**1** 一般预警，建议预警值：砌体结构承重墙、柱因受压或局压产生的竖向裂缝缝宽大于0.5mm；混凝土结构受弯构件、偏压构件的受拉区的裂缝宽度大于0.5mm，或悬挑构件受拉区的裂缝宽度大于0.25mm；木结构受压或受弯木构件干缩裂缝深度超过构件直径的1/4，且裂缝长度超过构件长度的2/3；

**2** 严重预警，建议预警值：砌体结构承重墙、柱因受压或局压产生的竖向裂缝缝宽大于0.8mm；混凝土结构受弯构件、偏压构件的受拉区的裂缝宽度大于0.8mm，或悬挑构件受拉区的裂缝宽度大于0.4mm；木结构受压或受弯木构件干缩裂缝深度超过构件直径的2/5，且裂缝长度超过构件长度的2/3；

**3** 紧急预警，建议预警值：砌体结构承重墙、柱因受压或局压产生的竖向裂缝缝宽大于1.0mm；混凝土结构受弯构件、偏压构件的受拉区的裂缝宽度大于1.0mm，或悬挑构件受拉区的裂缝宽度大于0.5mm；木结构受压或受弯木构件干缩裂缝深度超过构件直径的1/2，且裂缝长度超过构件长度的2/3。

**7.5.2** 当建筑结构处于相邻施工或地陷、水土流水等地质灾害影响范围时，裂缝监测预警值宜按以下要求设置：

**1** 一般预警：建议预警值：砌体构件裂缝宽度大于1.5mm，钢筋混凝土构件裂缝宽度大于0.2mm，预应力混凝土构件裂缝宽度大于0.1mm；

**2** 严重预警：建议预警值：砌体构件裂缝宽度大于3mm，钢筋混凝土构件裂缝宽度大于0.4mm，预应力混凝土构件裂缝宽度大于0.2mm；

**3** 紧急预警，建议预警值：砌体结构承重墙体裂缝宽度大于5mm或独立柱裂缝宽度大于1.5mm，钢筋混凝土构件裂缝宽度大于0.6mm，预应力混凝土构件裂缝宽度大于0.35mm。

**7.5.3**裂缝持续发展时，应进行紧急预警。

7.6其他监测

**7.6.1**建筑结构应力应变预警值，宜根据结构建模计算结果设定。

**7.6.2** 建筑结构振动监测预警值，可根据振动源类型，参考现行《爆破安全规程》GB6722 和《建筑工程容许振动标准》GB50868等标准设定。

**7.6.3**环境温湿度监测、雨量监测、风及风致监测预警值宜结合建筑结构对环境因素的敏感性以及气象部门的统计数据设定。

**7.6.4**腐蚀监测预警值宜结合建筑结构特点、设计文件综合确定。

7.7预警响应措施

**7.7.1**预警发出后，应立即启动相应级别预警应急预案级预警措施。

**7.7.2**一般预警时，应进行以下响应措施：

**1** 监测项目数据发生变化时，需确认数据变化是否由建筑结构实际变化引起；

**2** 若为外界干扰引起，尽快消除外界干扰因素；

**3** 若为建筑结构变化引起，应对建筑结构进行巡检，综合分析数据变化的原因和后期可能的变化趋势，并提出应对措施。

**7.7.3**严重预警时，应进行以下响应措施：

**1** 加强数据分析的频次；

**2** 加强巡检的频次。

**7.7.4**紧急预警时，应进行以下响应措施：

**1** 及时向委托人发出预警通知，增加巡检频次，

**2** 经确认后紧急上报主管部门，并启动应急预案。

**7.7.5**预警应包含预警消除后信息的推送，要求如下：

**1** 若预警信息推送后查明是因设备故障或扰动所致，设备经运维人员调试完成后可消除预警；

**2** 若预警部位经过结构加固或其他形式的处理后，相应指标的监测数据连续7天内处于稳定，可进行预警消除。

**8 监测成果**

8.1 基本规定

**8.1.1**监测成果应真实、准确、可靠、完整。

**8.1.2**监测成果应包括监测资料、计算分析资料、数据和表格、图像和曲线、文字或电子报告等，其中监测报告可分为预警快报、阶段性报告和总结报告。

**8.1.3**长期进行温度监测时，监测结果宜包括日平均温度、日最高温度和日最低温度；结构温度分布监测时，宜绘制结构温度分布等温线图。

8.2成果提交

**8.2.1**监测成果内的监测资料、计算分析资料、数据和表格、图像和曲线等可根据监测需求报送提交。

**8.2.2**监测报告宜包含文字、表格、图形、照片等内容形式，监测单位应及时完成审核、审批工作，然后加盖电子签名和电子签章，最后在规定时间内推送提交至委托方等相关单位。

**8.2.3**预警快报宜包括以下内容：

**1** 工程概况，如工程名称、监测项、工程地点等；

**2** 开始监测时间、预警时间；

**3** 监测点数据异常的详细情况，包括测点位置、本次监测值、预警值、单次变化值、变化速率、累计值、曲线图等；

**4** 监测项异常或危险的判断性结论、预警原因、分析和建议等。

**8.2.4**阶段报告应包括以下内容:

**1** 工程概况、监测目的、监测项、监测依据；

**2** 监测阶段及该阶段内相应的工程、气象及周边环境等异常情况；

**3** 监测点布置、监测设备、监测方法、监测频率、监测预警值；

**4** 监测阶段内监测数据成果；

**5** 各监测项监测值的变化分析、评价和发展预测；

**6** 相关建议和说明。

**8.2.5**总结报告应包括以下内容:

**1** 工程概况、监测目的、监测项、监测依据；

**2** 监测周期及该周期内相应的工程、气象及周边环境等异常情况；

**3** 监测点布置方案、监测设备、监测方法、监测频率、监测预警值；

**4** 监测数据、数据成果分析及异常情况；

**5** 监测结论和建议；

**6** 必要的附图及附表。

**8.2.6**如有需要提交纸质监测成果的，监测单位应按相关要求执行。

8.3成果应用

**8.3.1**应根据监测数据的变化趋势和监测报告等成果，综合考虑被监测建筑结构的状况、监测阶段、外部环境、发展趋势和发生安全问题所造成后果的严重程度等各类因素，宜对被监测建筑结构采取以下处理方式：

**1** 加大频率继续监测，观察使用；

**2** 对建筑结构采取适当技术措施后，观察使用；

**3** 停止使用；

**4** 其他措施。

**8.3.2**既有建筑结构安全智能监测项目的相关人员和单位，应遵守对监测成果进行知识产权保护和信息保密的规定，未经许可不得对外披露或‌使用尚未正式公布的监测成果。

**8.3.3**政府有关管理部门对既有建筑结构安全智能监测有监管等要求时，相关监测成果应能被合理、充分的调用。

**附录A 主要监测设备、传感器技术要求一览表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 主要技术指标 |
| 1 | 静力水准仪 | 1 量程应≥±100mm；  2 仪器中误差＜0.3mm/100mm；  3 系统中误差≤2.0mm；  4 分辨率≤0.1mm。 |
| 2 | 北斗卫星定位系统 | 1 平面±2.5mm+0.5ppm；  2 垂直±5mm+0.5ppm；  3 分辨率≤0.5mm。 |
| 3 | 倾角计 | 1 测量轴向双轴X轴、Y轴，量程不小于±10°；  2 精度≤±0.01°；  3 分辨率≤0.001°。 |
| 4 | 激光测距仪 | 1 精度≤±1°  2 分辨率≤0.1°。 |
| 5 | 应力应变计 | 1 带温度补偿功能；  2 精度要求：≤±0.1%F.S；  3 分辨率≤0.05%F.S。 |
| 6 | 测缝计 | 1 量程应≥±5mm；  2 精度要求≤±0.1mm；  3 分辨率≤0.01mm。 |
| 7 | 加速度计 | 1测量轴向三轴X轴、Y轴、Z轴；  2量程≥±2g；  3偏差标定＜1mg；  4 分辨率＜1mg。 |
| 8 | 环境监测 | 1 温度传感器量程应为-20℃～80℃，精度≤±0.5℃，分辨率≤0.1℃；  2 湿度传感器量程应为12％RH～99％RH，精度≤±2％RH，分辨率≤0.1%RH；  3 风速传感器量程应为0～45m/s，精度≤±0.1m/s，分辨率≤0.5m/s；  4 风向传感器量程应为0～360°，精度≤±3°，分辨率≤1°；  5 风压传感器量程应≥2kpa，精度≤0.4%F.S，非线性度≤0.1%F.S。 |

**续表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 主要技术指标 |
| 9 | 数据采集仪 | 1 可支持RS485数字传感器、振弦传感器、开关量传感器、模拟量传感器等多种类型传感器数据的采集；  2 电压测量范围：0-5V、0-10V；  3 电流测量范围：4-20mA；  4 频率测量范围：频率250HZ-7200HZ；  5 电阻测量范围：10Ω-100KΩ；  6 开关测量范围：9V-15V；  7 可支持220V市电供电和DC 12V太阳能供电；  8 监测频率支持1min~1d可调；  9 防护等级IP65以上 |
| 10 | 全自动全站仪（测量机器人） | 1 测角精度不能低于1秒；  2 测距精度不能低于0.8mm+1ppm；  3 具有免棱镜功能、带马达；  4 具备自动跟踪锁定功能；  5 支持串口、蓝牙连接。  6 支持有WiFi、蓝牙、4G等有线和无线通讯功能；  7 支持220V民用交流电、太阳能、汽车电瓶供电等多种供电模式；  8 具备远程电源智能管理单元，可远程控制电源开关；  9 支持支持数据存储，满足不低于100天的数据存储要求；  10 兼容市面主流测量机器人品牌，支持天宝S系列全站仪免TCU面板控制、支持多品牌产品混合组网监测；  11 支持无网络环境下的离线监测数据采集，监测数据在终端和服务器冗余备份；  12 支持手机与网关互联，控制仪器进行监测点学习；  13 支持自动升降保护罩及三参数气象传感器接入。 |

附录B 既有建筑结构安全智能监测管理平台数据传输接口

B.1基本规定

**B.1.1**应根据系统业务需求和网络环境，优先考虑MQTT、HTTP/TCP/IP等相对安全可靠的数据传输协议，建立准确、高效、安全的数据传输路径，保证采集数据的实时传输。

**B.1.2**平台数据传输接口应包含请求数据格式，参数类型与说明，返回参数，请求实例。同时针对不同类型的监测设备和监测类型应予以介绍说明，方便平台对接。

B.2平台数据传输接口

**B.2.1**请求数据方式

POST Content-Type : application/json

**B.2.2**请求参数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **参数** | **类型** | **必填** | **说明** |
| **Headers** | | | |
| / | / | / | / |
| **Body** | | | |
| dev\_id | string | 是 | 采集仪编号 |
| volt | float | 否 | 设备电压 |
| sample\_time | string | 是 | 采集时间（“yyyy-MM-dd HH:mm:ss”格式） |
| **﹀** datas | array | 是 | 测点数据 |
| upload\_code | string | 是 | 唯一标识，组合方式：  采集仪编号#板卡序号#通道序号#传感器地址 |
| point\_name | string | 是 | 测点名称 |
| mon\_type | int | 是 | 监测类型，参考附录B |
| dev\_type | int | 是 | 传感器类型，参考附录A |
| depth | float | 是 | 深度(m)，默认为0 |
| data1 | float | 是 | 采样值1，默认为0 |
| data2 | float | 是 | 采样值2，默认为0 |
| data3 | float | 是 | 采样值3，默认为0 |
| data4 | float | 是 | 采样值4，默认为0 |
| data1\_this | float | 是 | 采样值1单次变化量，默认为0 |
| data2\_this | float | 是 | 采样值2单次变化量，默认为0 |
| data3\_this | float | 是 | 采样值3单次变化量，默认为0 |
| data4\_this | float | 是 | 采样值4单次变化量，默认为0 |
| data1\_total | float | 是 | 采样值1累计变化量，默认为0 |
| data2\_total | float | 是 | 采样值2累计变化量，默认为0 |
| data3\_total | float | 是 | 采样值3累计变化量，默认为0 |
| data4\_total | float | 是 | 采样值4累计变化量，默认为0 |
| data1\_rate | float | 是 | 采样值1变化速率，默认为0 |
| data2\_rate | float | 是 | 采样值2变化速率，默认为0 |
| data3\_rate | float | 是 | 采样值3变化速率，默认为0 |
| data4\_rate | float | 是 | 采样值1变化速率，默认为0 |
| alarm\_state | int | 是 | 报警状态：  0：正常  1：预警  2：报警  3：控制 |
| warning | array | 是 | 发生预警字段：["data1"，"data1\_this", "data1\_total"…] |
| error | array | 是 | 发生报警字段：["data1"，"data1\_this", "data1\_total"…] |
| control | array | 是 | 发生控制字段：["data1"，"data1\_this", "data1\_total"…] |

**B.2.3**返回参数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **参数** | **类型** | **必填** | **说明** |
| code | int | 是 | 0代表请求失败，1代表请求成功 |
| msg | string | 是 | 描述信息 |

**B.2.4** 请求示例

{

"dev\_id":"20190705",

"volt":5.785,

"sample\_time":"2019-12-03 16:30:47",

"datas":[

{

"upload\_code":"20190705#0#1#0",

"point\_name":"C-01",

"mon\_type":3,

"dev\_type":11,

"depth":0.5,

"data1":193.36,

"data2":-123.36,

"data3":3.36,

"data4":-8.36,

"data1\_this":1.265,

"data2\_this":-4.265,

"data3\_this":-4.265,

"data4\_this":-4.265,

"data1\_total":3.265,

"data2\_total":-5.321,

"data3\_total":-5.321,

"data4\_total":-5.321,

"data1\_rate":0.265,

"data2\_rate":-1.265,

"data3\_rate":-1.265,

"data4\_rate":-1.265,

"alarm\_state":1,

"warning":[],

"error":[],

"control":[]

}

]

}

返回示例

{

"code":1,

"msg":"成功"

}

**B.2.5**通用传感器类型说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **传感器** | **类型编号** | **原始值** | **说明** |
| 静力水准仪 | 10 | [f1,f2] | f1：温度（℃），f2:压强（kPa） |
| 固定式测斜仪 | 11 | [f1,f2,f3,f4] | f1：Y轴温度（℃），f2：Y轴倾斜角度（°），f3：X轴温度（℃），f4：X轴倾斜角度（°） |
| 拉线位移计 | 13 | [f1] | f1：位移（mm） |
| 激光测距仪 | 14 | [f1,f2] | f1：保留，f2：距离（m） |
| 双轴倾角计 | 17 | [f1,f2,f3,f4] | f1：Y轴温度（℃），f2：Y轴切倾斜角度（°），f3：X轴温度（℃），f4：X轴切倾斜角度（°） |
| 投入式水位计 | 20 | [f1] | f1：水位（dm） |
| 浮子式水位计 | 21 | [f1,f2] | f1：温度（℃），f2：水位（m） |
| 渗压计 | 22 | [f1,f2] | f1：频率（Hz），f2：保留（默认0） |
| 三弦锚索计 | 23 | [f1,f2,f3] | f1：红线频率（Hz），f2：蓝线频率（Hz），f3：绿线频率（Hz） |
| 锚索测力计 | 24 | [f1] | f1：频率（Hz） |
| 钢筋计 | 25 | [f1,f2] | f1：频率（Hz），f2：温度（℃） |
| 压力盒 | 26 | [f1,f2] | f1：频率（Hz），f2：保留（默认0） |
| 孔隙水压力计 | 27 | [f1,f2] | f1：频率（Hz），f2：温度（℃） |
| 应变计 | 28 | [f1,f2] | f1：频率（Hz），f2：电阻（Ω）（默认0） |
| 轴力计 | 29 | [f1] | f1：轴力（kN） |
| 雨量计 | 30 | [f1,f2] | f1：保留，f2：水位（mm） |
| 电阻式温度计 | 31 | [f1] | f1：电阻（Ω） |
| 测缝计 | 19 | [f1,f2] | f1:频率（Hz），f2:温度（℃） |

**B.2.6**监测类型说明

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **监测类型** | **类型编号** | **数据内容及字段说明** | | | |
| 测距(位移) | 2 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| 记录值（mm） | 本次变化量（mm） | 累计变化量（mm） | 变化速率（mm/d） |
| 深层水平位移 | 3 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| X轴单点记录值（mm） | X轴本次位移增量（mm） | X轴累积记录值（mm） | X轴变化速率（mm/d） |
| data2 | data2\_this | data2\_total | data2\_rate |
| Y轴单点记录值（mm） | Y轴本次位移增量（mm） | Y轴累积记录值（mm） | Y轴变化速率（mm/d） |
| data3 | data3\_this | data3\_total | data3\_rate |
| X轴累积记录值（mm） | X轴累积记录值本次位移增量（mm） | X轴累计位移增量（mm） | X轴累积记录值变化速率（mm/d） |
| data4 | data4\_this | data4\_total | data4\_rate |
| Y轴累积记录值（mm） | Y轴累积记录值本次位移增量（mm） | Y轴累计位移增量（mm） | Y轴累积记录值变化速率（mm/d） |
| depth |  | | |
| 深度（m） |
| 沉降（竖向位移） | 4 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| 记录值（mm） | 本次变化量（mm） | 累计变化量（mm） | 变化速率（mm/d） |
| 倾斜（X&Y，角度） | 6 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| X倾斜值（°） | X倾斜单次变化量（°） | X倾斜累计变化量（°） | X倾斜变化速率（°/d） |
| data2 | data2\_this | data2\_total | data2\_rate |
| Y倾斜值（°） | Y倾斜单次变化量（°） | Y倾斜累计变化量（°） | Y倾斜变化速率（°/d） |
| 倾斜（水平位移） | 8 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| X轴位移（mm） | X轴位移单次变化量（mm） | X轴位移累计变化量（mm） | X轴位移变化速率（mm/d） |
| data2 | data2\_this | data2\_total | data2\_rate |
| Y轴位移（mm） | Y轴位移单次变化量（mm） | Y轴位移累计变化量（mm） | Y轴位移变化速率（mm/d） |
| 水位监测 | 11 | data1 |  | | |
| 水位高程（m） |
| 锚索拉力 | 12 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| 记录值（kN） | 本次变化量（kN） | 累计变化量（kN） | 变化速率（kN/d） |
| 钢筋应力 | 13 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| 记录值（kN） | 本次变化量（kN） | 累计变化量（kN） | 变化速率（kN/d） |
| 液（气）压力监测 | 14 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| 记录值（kPa） | 本次变化量（kPa） | 累计变化量（kPa） | 变化速率（kPa/d） |
| 应变监测 | 16 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| 记录值（με） | 本次变化量  （με） | 累计变化量  （με） | 变化速率  （με/d） |
| 钢支撑轴力 | 17 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| 记录值（kN） | 本次变化量（kN） | 累计变化量（kN） | 变化速率（kN/d） |
| 锚杆拉力 | 18 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| 记录值（kN） | 本次变化量（kN） | 累计变化量（kN） | 变化速率（kN/d） |
| 混凝土温度 | 20 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| 记录值（℃） | 本次变化量（℃） | 累计变化量（℃） | 变化速率  （℃/d） |
| 雨量 | 27 | data1 |  | | |
| 降雨量（mm） |
| 压力监测 | 40 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| 记录值（kN） | 本次变化量（kN） | 累计变化量（kN） | 变化速率（kN/d） |
| 土压力监测 | 42 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| 记录值（kPa） | 本次变化量（kPa） | 累计变化量（kPa） | 变化速率（kPa/d） |
| 裂缝 | 9 | data1 | data1\_this | data1\_total | data1\_rate |
| 宽度记录值(mm) | 宽度单次变化量(mm) | 宽度累计变化量(mm) | 宽度变化速率(mm/d) |

B.3补充说明

**B.3.1**以智能倾角计接入采集仪数据为例，包含原始数据与结果数据两部分。

**B.3.2** 智能倾角计原始数据包含采集仪设备编号、设备类型、设备电量，温湿度，经纬度，信号质量，SIM卡号，传感器设备类型，设备数量，卡槽号，端口号，地址号，X/Y倾角值，用于工程结构角度变化的监测仪器。原始数据为智能倾角计直接观测的数据，其中X、Y倾角为全站仪本身两个方向的倾斜，由采集指令直接获取。参考格式如下：

{

"dev\_code":220803008,

"dev\_type":16,"volt1":11.6,"volt2":0,"temp":0,"wet":0,"lng":31.299999237060547,

"lat":120.5999984741211,"signal":21,"sim":"898604B81022C0503504",

"dev1\_num":0,"dev1":[{"card":1,"port":0,"addr":0,"type":0,"val\_num":1,"val":[0,0]}],

"dev2\_num":0,"dev2":[{"card":2,"port":0,"addr":0,"type":0,"val\_num":1,"val":[0]}],

"dev3\_num":0,"dev3":[{"card":3,"port":0,"addr":0,"type":0,"val\_num":2,"val":[0,0]}],

"dev4\_num":1,"dev4":

[{"card":4,"port":0,"addr":96,"type":96,"val\_num":4,"val":[25.3,-0.093,25.3,-0.197]},

"crc2":"b3c1",

"data\_time":"2022-09-15 17:47:13"

}

**B.3.3**智能倾角计结果数据应含设备编号，设备电压，采样时间，测点数据，包括名称、设备类型，监测类型，监测值，单次变化量，累计变化量，变化速率，警情状态。

结果数据为经过计算后的结果。参考格式如下：

{

"dev\_id":"220803008",

"volt"11.6,

"sample\_time":"2022-09-15 17:47:13",

"datas":[

{

"upload\_code":"220803008#0#1#0",

"point\_name":"C-01",

"mon\_type":3,

"dev\_type":16,

"data1":25.3,

"data2":-0.093,

"data3":25.3,

"data4":-0.197,

"data1\_this":0,

"data2\_this":0,

"data3\_this":0,

"data4\_this":0,

"data1\_total":0,

"data2\_total":0,

"data3\_total":0,

"data4\_total":0,

"data1\_rate":0,

"data2\_rate":0,

"data3\_rate":0,

"data4\_rate":0,

"alarm\_state":1,

"warning":[],

"error":[],

"control":[]

}

]

}

B.4全自动全站仪接口描述

**B.4.1**应根据系统业务需求和网络环境，优先考虑MQTT、TCP/IP等相对完整可靠的数据传输协议，建立准确、高效、安全的数据传输路径，保证采集数据的完成传输。

**B.4.2** 全自动全站仪接口应包含原始数据与结果数据两部分。

**B.4.2.1** 全自动全站仪原始数据应包含测点名称、观测时间、水平角、垂直角、斜距、X倾斜及Y倾斜，同时应附带对应观测时刻的温度、湿度及气压，用于全站仪测量的气象改正。

**B.4.2.2**原始数据为全自动全站仪直接观测的数据，其中X倾斜、Y倾斜为全自动全站仪本身两个方向的倾斜，由全自动全站仪采集指令直接获取。参考格式如下：

{

"name": "C4",

"date": "2020-05-08T16:00:00.000Z",

"time": "00:46:23",

"h": "186.01009",

"v": "90.54596",

"d": 90.7838,

"xtilt": "0.00136",

"ytilt": "0.00143",

"temperature": 27.5,

"pressure": 1013.5,

"humidity": 76

}

**B.4.2.3** 全自动全站仪结果数据应包含测点名称、观测时间、X坐标、Y坐标、Z坐标。

结果数据为经过平差计算后的三维坐标。参考格式如下：

{

"name": "C4",

"x": 909.7311,

"y": 990.4372,

"z": 8.5474,

"date": "2020-05-08T16:00:00.000Z",

"time": "00:36:26"

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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，可采用“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》GB50026

《建筑变形测量规范》JGJ8

《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002

《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《木结构设计标准》GB 50005

《建筑地基基础设计规范》GB 50007

《钢结构设计标准》GB 50017

《建筑抗震设计标准》GB/T 50011

《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344

《建筑抗震鉴定标准》GB 50023

《危险房屋鉴定标准》JGJ 125

《武汉市房屋安全动态监测技术导则》

《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982

《建筑基坑工程监测技术标准》GB50497

《房屋结构安全动态监测技术规程》T∕CECS685

《结构健康监测系统设计标准》CECS 333

《文物建筑安全监测规范》DB11∕T 1473（北京市地标）

《房屋裂缝检测与处理技术规程》CECS293-2011

《湖北省建筑地基基础技术规范》DB42/242-2014

《建筑物电子信息 系统防雷技术标准》GB 50343

**既有建筑结构安全智能监测技术标准**

条文说明

1 总 则

**1.0.1**目前建筑结构安全智能监测技术已广泛应用在桥梁等市政工程中，部分地区已将该技术应用到建筑结构安全监测、危大工程安全监测中，智能监测相对于普通人工监测能更有效的解决监测时效性较差，监测预警和处理滞后等问题，尤其在极端恶劣环境下能更好的了解建筑结构的变化，并做到提前预警，因此建筑结构安全智能监测就显得十分必要。

**1.0.2**因为本标准主要的监测对象为既有建筑结构，因此主要是对在使用中的建筑结构进行智能监测，但也需做到重点明确，科学、经济、有效。

3 基本规定

**3.1.1**本条对建筑结构智能监测实施单位的保证制度、技术质量和人员水平提出了要求。因为智能监测是一项复杂的系统工程，而非简单的设备安装或者数据分析。因此我们要求智能监测实施单位需具备较强的综合能力，专业的技术人员和先进的监测设备，能够提供全面、客观的监测服务。

**3.1.2~3.1.3**监测方案为监测实施过程的指导性文件，因此编制内容要科学、合理、易实施，且需严格执行方案的审批制度。智能监测方案应根据所监测建筑结构的建设、地基基础、结构类型、复杂程度等综合确定，并满足设计及现行相关规范要求。

**3.1.6**人工巡检是建筑结构智能监测开展的重要环节，主要是对智能监测设备的使用状态进行确认、对动态监测数据的准确性进行复核、对建筑结构现状进行检查。

**3.1.9**大跨度混凝土结构参照《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021第4.3.6条“指跨度大于24m的楼盖结构、跨度大于8m的转换结构”。

资料收集：《空间网格结构技术规程》JGJ7-2010第3.2.9条对跨度不大于40m的多层建筑的楼盖及跨度不大于60m的屋盖，可采用以钢筋混凝土板代替上弦的组合网架结构；《空间网格结构技术规程》JGJ7-2010第3.3.1条3款：单层球面网壳跨度(平面直径)不宜大于80m；《空间网格结构技术规程》JGJ7-2010第3.3.2条4款：两端边支承的单层圆柱面网壳，其跨度不宜大于35m，沿两纵向边支承的单层圆柱面网壳，其跨度不宜大于30m。《空间网格结构技术规程》JGJ7-2010第3.3.3条4款，单层双曲抛物面网壳的跨度不宜大于60m。《空间网格结构技术规程》JGJ7-2010第3.3.4条4款单层椭圆抛物面网壳跨度不宜大于50m。《拱形钢结构技术规程》JGJ／T249-2011第5.1.5条，跨度大于120m的拱形钢结构。超限审查规定：屋盖的跨度大于120m或悬挑长度大于40m或单向长度大于300m。

结合《建筑与桥梁结构监测技术规范[附条文说明]》GB 50982-2014第6.1.1条及条文说明，大跨空间钢结构的可按以下情况划分：

1 跨度大于100m的网架及多层网壳钢结构或索膜结构；

2 跨度大于50m的单层网壳结构；

3 单跨跨度大于30m的大跨组合结构，结构悬挑长度大于30m的钢结构；

4 监测参数及设备要求

4.1基本规定

**4.1.1**本条给出了建筑结构安全智能监测参数的范围，监测参数的选择应科学合理、重点突出。

**4.1.4**本条规定特指传感器类智能设备，不包括自动测量机器人、北斗卫星定位系统等。

4.2变形监测

**4.2.1~4.2.10**变形监测的智能监测设备的选择因根据特定环境，因地制宜，常规房屋的位移监测因考虑其经济性宜考虑静力水准仪、激光测距仪等；施工工地周边，若现场环境允许，对基坑变形和周边建筑物进行同步测量宜采用全自动全站仪；高耸结构等建筑物宜选用北斗卫星定位系统。

**4.2.6**本条对现场监测设备的检定和校准提出要求。量值溯源是指仪器设备在检定或校准周期内且满足正常使用要求。

4.3应力应变监测

**4.3.2**在应变监测中，标距的选择是一个重要的考虑因素，因为它直接影响到测量的准确性和可靠性。标距是指测量时所选定的物体表面的长度，用于确定应变的测量范围。

4.5振动监测

**4.5.1**激励是直接作用到结构上的力、支撑的运动等；响应则是结构在受到振动激励作用后的反应或输出，通常表现为结构的位移、速度、加速度、应变、应力等物理量的变化。

**4.5.2**相对测量法适用于位移振幅大、振动周期长的振动位移监测，绝对测量法适用于绝对位移、速度、加速度等动态参数的监测。

4.6其他监测

**4.6.3~4.6.4**监测结构温度的传感器可布设于构件内部或表面。当日照引起的结构温差较大时，宜在结构 迎光面和背光面分别设置传感器。为反映结构上平均气温，环境温度测点可设在结构内部距结构平面高1.5m的代表性空间内。

**5 智能监测内容及技术要求**

5.1基本规定

**5.1.1**对正常使用和改造期间建筑结构进行的监测活动定义为使用期间监测。对局部或整体不能满足安全使用要求的建筑结构进行的监测活动定义为危险状态监测。

**5.1.2**本条提出了需进行智能监测的几种情形，且需特别重点关注高度300m及以上的高层与高耸结构；跨度大于50m的钢筋混凝土薄壳结构；带有隔震体系的高层与高耸结构；高层及大跨度钢结构等。

**5.1.4**本条对监测点的布设提出了要求**，**监测点布置应结合设计、咨询等相关单位意见，充分利用结构对称性。分析结果指建筑力学状态、安全性分析**。**

**5.1.6**本条规定了人工巡检、特定巡检的主要内容，对于砌体结构和混凝土结构除复核裂缝宽度和长度，尚应重点核查裂缝深度；对于钢结构应重点核查连接件搭接情况以及涂层情况。同时应针对智能监测过程中监测系统零漂、传感器故障、数据传输失真等问题进行特定复核。

5.3 钢结构智能监测

**5.3.2**钢结构焊缝缺陷指咬边、烧穿、未焊满和表面气孔或夹渣，连接件缺陷部位指连接方式不当、连接件脱开、松动或剪坏。

5.4 砌体结构智能监测

**5.4.2**水平位移形成剪切裂缝，裂缝两侧构件存在切向相对位移，故裂缝两侧构件均应布设位移监测点。

**5.4.4**砌体承重强裂缝形态一般呈短折线，根据受力状态不同可沿斜向、竖向或水平向分布。承载力不足部位裂缝常多条伴生，呈放射状、交叉状或多条平行线状，常规裂缝计仅适用于单条裂缝，条件允许情况下推荐砌体承重墙裂缝采用摄影观测法，该方法能对拍摄范围内所有裂缝形态和宽度进行记录。

5.5 木结构智能监测

**5.5.1**木结构构造不合理指木构件长细比、高跨比、截面高宽比明显不满足现行规范构造要求。木构件连接方式不当指构件搭接节点松动变形、滑移或连接件损坏。木构件应力波监测技术是一种通过应力波在木材中传播速度判别木材腐朽程度的一种无损检测方法。

5.6 其他结构

**5.6.1**其他结构特指土石结构和混合结构。土石结构和混合结构构造缝和受力裂缝缝宽较大且裂缝形态不规整，振弦式裂缝计和表面应变计无法满足要求。采用摄影测量法不仅量程充裕，还可结合计算机视觉技术对裂缝形态进行分析。

6 智能监测系统

6.1基本规定

**6.1.2**图1为智能监测系统中涉及的业务流程；图2为智能监测系统的系统框架图，与6.1.2条内容对应。

**6.1.9**对系统设置分级管理权限，能更好的保障数据的安全性、完整性。

6.2数据采集与传输子系统

**6.2.3**合理的带宽管理是确保关键应用和服务的高质量传输，同时优化网络性能，公平分配资源，并控制非关键流量，以维持良好的用户体验和网络安全性。

6.3数据处理子系统

**6.3.2**人工数据与系统采集数据进行比对，是通过人工方式获取的监测数据与自动化监测系统获取的数据进行比较，以此来评估自动化系统的精度和稳定性。

6.4数据显示子系统

**6.4.3**支持不同显示内容匹配不同类型设备是指监视器和显示屏用于实时显示视频、图像和监控数据。触摸屏支持用户交互，调整设置或触发操作。LED显示屏适合户外远距离观看，显示简短信息或警告信号。

6.5数据存储与管理子系统

**6.5.2**云存储、本地服务器或混合方案各有优缺点，适应不同情景，云服务是可扩展且易于管理，适合数据量大且需要频繁访问的情况；本地服务器可提供更直接的控制和更高的数据保护级别，适用于对数据安全有极高要求或需要高速访问数据的应用场景；混合方案结合了云存储和本地服务器的优势，可以根据数据敏感度和使用频率将数据分布存储，使用者根据实际需求进行选择。

6.6预警子系统

**6.6.2**预警分级一般为一般预警、严重预警、紧急预警。特殊情况也可增加预警分级采用四级或者多级预警。

6.7设备管理子系统

**6.7.1**这里的设备指包含智能传感器、全自动全站仪、北斗卫星定位系统、数据采集装置、无线接收装置等所有的智能监测设备。

7 监测预警值与响应

7.3 建筑结构竖向位移监测

**7.3.1**房屋处于自然状态时的竖向位移监测紧急预警，建议预警值与《危险房屋鉴定标准》JGJ 125-2016第4.2.1条中关于地基危险状态的评定描述相一致。严重预警值按紧急预警值的80%控制，并将“连续两个月”放宽至“单月”，同时取消“短期内无收敛趋势”的限制条件，提升警情识别效率）。一般预警值按紧急预警值的50%控制。这严格于《建筑变形测量规范》100天内0.04mm/d所折算的1.2mm/月；处于《地质灾害危险性评估规范》GB/T 40112-2021的表13地面沉降中等发育区间10mm/年~30mm/年的偏强水平；同时显著大于周边城市每年地面沉降中位值“成都2.7mm/年，重庆2.3mm/年，武汉0.5mm/年”【引用论文<A national-scale assessment of land subsidence in China’s major cities> Science 384, 301 (2024) 】，符合自然状态下竖向位移的特征。预警值设置是合理的。

**7.3.3**本条根据《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003-2021第4.4.7条及条文说明设置。

7.4 建筑结构倾斜监测：

**7.4.1~7.4.3**本条根据《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003-2021第4.2.6条及条文说明设置。《建筑与市政地基基础通用规范》GB55003-2021实施日期为2022年1月1日，实施后《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011第5.3.4条作废，故以2022年作为区分。

7.4 建筑结构裂缝监测

**7.5.1~7.5.3**综合《房屋裂缝检测与处理技术规程》CECS293-2011表5.2.6主要构件限值，《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015第5.4.6条，以及《建筑基坑工程监测技术标准》表8.0.5等来确定预警值。

**8 监测成果**

8.2成果提交

**8.2.2**监测报告采用信息化发送是智能化的体现之一，报告上的电子签名和电子签章应注意确保可靠。

8.3成果应用

**8.3.1**对被监测建筑结构处理的依据可以是监测报告，也可以是数据变化的趋势等成果，如正常使用期间的监测，当数据趋于不利、但未达到预警情形时，也可以根据需要加密监测并观察使用。对被监测建筑结构的处理方式也有很多种，不能一一列举，未明确的都归到其他措施内。