

DB42

湖 北 省 地 方 标 准

DB42/T 2489—2025

既有建筑物结构安全动态监测技术标准

Technical standard for dynamic monitoring of structural safety in
existing buildings

2025 - 12 - 31 发布

2026 - 04 - 30 实施

湖北省住房和城乡建设厅
湖北省市场监督管理局

联合发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 2

5 监测项目与测点布置 3

 5.1 一般规定 3

 5.2 监测项目 4

 5.3 监测频率 4

 5.4 监测点布置 4

 5.5 巡检 6

6 监测系统 7

 6.1 一般规定 7

 6.2 监测硬件 7

 6.3 监测软件 11

7 数据采集与处理 12

 7.1 一般规定 12

 7.2 数据采集 12

 7.3 数据传输 12

 7.4 数据处理与分析 12

 7.5 数据安全 13

8 预警及响应机制 13

 8.1 一般规定 13

 8.2 监测控制值 14

 8.3 预警值 15

 8.4 预警响应 15

9 监测报告 16

10 标准实施与评价 16

附录 A（资料性） 建筑物现场查勘表 17

附录 B（资料性） 巡检记录表 18

附录 C（资料性） 《建筑物结构安全动态监测报告》范本 19

附录 D（资料性） 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表 26

条文说明 27

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。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件主要起草单位：华中科技大学、武汉市房屋安全管理中心、武汉市景元固工程技术有限责任公司、武汉恒永结构设计事务所有限公司、湖北毅捷建设工程检测有限公司、武汉轻工大学、武汉中和工程技术有限公司、武汉岩联工程技术有限公司、武汉华中科大检测科技有限公司、武汉华和物联技术有限公司、武汉市硚口区住房和城乡建设局、潜江市住房和城乡建设局、江陵县住房和城乡建设局。

本文件主要起草人：覃亚伟、姚娜娜、肖亦文、曹毅、曾光、肖宏笛、黎丹、范晶、杨涛、詹艳芳、叶平、史以正、张朋、陈泳舟、郑杰、王艳、黄炳阳、李进、王威、魏杰、杨易飞、王强、王子冠、王欢、刘伟、郑杨璐、张跃、张玉波、张弓、严明珠。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省住房和城乡建设厅，联系电话：027-68873088，邮箱：mail.hbszjt.net.cn。在执行过程中如有意见和建议请邮寄华中科技大学，联系电话：027-87540211，邮箱：601986989@qq.com。

既有建筑物结构安全动态监测技术标准

1 范围

本文件规定了湖北省既有建筑物结构安全动态监测的基本规定、监测项目与测点布置、监测系统、数据采集与处理、预警及响应机制、监测报告的要求。

本文件适用于湖北省内高度不超过100m的既有建筑物结构的安全动态监测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 38637.1 物联网 感知控制设备接入 第1部分：总体要求
- GB/T 38637.2 物联网 感知控制设备接入 第2部分：数据管理要求
- GB 50497 建筑基坑工程监测技术标准
- GB 50982 建筑与桥梁结构监测技术规范
- GB 50026 工程测量标准
- GB 50292 民用建筑可靠性鉴定标准
- GB 50911 城市轨道交通工程监测技术规范
- JGJ 8 建筑变形测量规范
- JGJ 125-2016 危险房屋鉴定标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

既有建筑物 existing buildings
已建成可以验收的和已投入使用的建筑。

3.2

建筑物结构安全动态监测 dynamic monitoring of building structure safety
通过监测系统对建筑物结构安全的有关参数实时自动连续采集、传输、分析，实现及时预警，为评估建筑物结构安全状态提供分析依据的技术活动。

3.3

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件组成。

3.4

监测参数 monitoring parameters
为掌握建筑物结构安全状态而选定监测的特征物理量。

3.5

监测系统 monitoring system

由监测硬件和监测软件组成，具有对建筑物结构安全的有关参数进行采集、传输、分析、预警功能的系统。

3.6

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。

3.7

分辨率 resolution

传感器能够感知或检测到的最小输入信号增量。

3.8

精度 precision

传感器测量结果和真值接近的程度，是受监测环境、监测人员和监测仪器精度等因素影响的综合精度。

3.9

预警值 forewarning value

为保障建筑物结构安全，对表征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，通常依据监测控制值的一定比例设定。

3.10

监测控制值 control value on monitoring

依据有关技术标准、结构分析或安全性评估确定的，表征监测对象开始进入异常或危险状态的监测量极限值。

4 基本规定

- 4.1 建筑物结构安全动态监测应做到实时监测、准确识别建筑物结构安全相关参数的改变，及时预警。
- 4.2 建筑物结构安全动态监测应根据建筑结构形式、监测目的确定监测项目及参数，兼顾精准性与经济性。
- 4.3 建筑物结构安全动态监测方案应根据监测需求，经现场查勘、检测后，统筹考虑建筑物重要性、地基基础情况、主体结构现状、房屋使用情况、周边风险源等情况综合确定。
- 4.4 建筑物结构安全动态监测设备的性能应符合相应建筑物监测参数的要求。
- 4.5 建筑物结构安全动态监测系统应稳定运行，有相应的保护措施，以及定期维护和升级。
- 4.6 应定期巡检，通过人工巡检对建筑物现状进行确认、对动态监测数据进行校核验证。
- 4.7 建筑物结构安全动态监测应建立预警及响应机制。
- 4.8 建筑物结构安全动态监测程序应按图 1 进行。

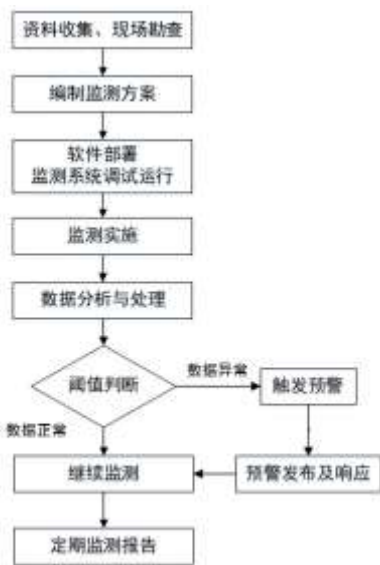


图1 建筑物结构安全动态监测程序

4.9 资料收集和现场查勘包括下列内容：

- a) 建筑结构体系、勘察设计及施工，维修加固设计及施工，变形测量、以往结构检测鉴定等；
- b) 建筑周边环境；
- c) 结构损伤情况；
- d) 结构变形现状；
- e) 现场查勘宜绘制房屋平面图，并以编号和图例的形式在平面图上标记主要受损构件，记录各种受损构件的类型、部位、程度及数量表见附录 A 中表 A.1。

4.10 建筑物结构安全动态监测方案应包括以下主要内容：

- a) 项目概况；
- b) 监测目的；
- c) 监测项目；
- d) 监测依据；
- e) 仪器设备与组织人员；
- f) 监测点布置方案；
- g) 监测周期；
- h) 数据采集频率；
- i) 监测预警值；
- j) 信息反馈；
- k) 应急预案；
- l) 所需要的配合工作。

5 监测项目与测点布置

5.1 一般规定

5.1.1 建筑物结构安全动态监测项目通常包括倾斜、沉降、水平位移、裂缝、应变、振动等。

5.1.2 监测设备应与监测项目适配。

5.1.3 测点布置宜根据建筑物监测需求、现状、结构受力变形分析、设备安装条件等综合确定。

5.2 监测项目

建筑物结构安全动态监测项目应根据监测目的和委托方的需求选择，也可根据建筑物的结构形式等因素按表1进行。

表1 建筑物结构安全动态监测项目

监测项目	结构形式		
	砌体结构	混凝土结构	钢结构
倾斜	应测	应测	应测
沉降	应测	应测	应测
水平位移	选测	选测	选测
裂缝	宜测	宜测	宜测
挠度	选测	选测	宜测
应变	选测	选测	宜测
振动	选测	选测	选测

5.3 监测频率

监测频率应符合下列内容：

- a) 监测参数的监测周期和监测频率可根据监测目的、主体结构现状、周边风险源等确定及调整；
- b) 监测参数的上传频率宜保持一致，宜同步上传或上传间隔时间成倍数关系，便于综合分析建筑主体结构的发展变化；通常监测参数的上传频率可按每 2h~24h 一次，当监测数据变化趋势明显或发出预警时，可按每 10min~60min 一次。

5.4 监测点布置

5.4.1 监测点布置要求

- 5.4.1.1 应有利于反映监测对象的实际状态及其变化趋势。
- 5.4.1.2 应布置在对结构或环境条件变化较为敏感的位置。
- 5.4.1.3 应布置在结构内力和变形显著的关键位置。
- 5.4.1.4 应布置在结构反应最不利处或已损伤处。
- 5.4.1.5 宜布置在便于传感器安装和更换的位置，宜减少信号的传输距离。

5.4.2 建筑物倾斜监测

- 5.4.2.1 倾角传感器宜布置在屋面角部承重构件上，呈对角线式布置。
- 5.4.2.2 当建筑物处于基坑周边时，在建筑物结构受基坑影响范围内的每个阳角处均应布置倾角传感器，阴角及其他关键部位按需布置。
- 5.4.2.3 倾角传感器与沉降传感器的布置应相互综合考虑。

5.4.3 建筑物沉降监测

- 5.4.3.1 位移传感器应布置在能反映建筑及地基变形特征的位置，宜在建筑物首层的竖向承重构件上布置；当建筑结构平面不规则或存在软弱地基土时，应根据具体情况加密布点。

5.4.3.2 当建筑物处于基坑周边时，在建筑物结构受基坑影响范围内宜布置传感器，其他监测点按需布置。

5.4.3.3 宜在建筑物裂缝的相应位置布置传感器。

5.4.3.4 其他可按照 JGJ 8 中执行。

5.4.4 建筑物水平位移监测

应布设在影响上部结构安全性的关键构件上、水平变形较显著的关键点上；应布设在主要构件斜率变化较大处、结构承重墙、墙角、柱脚等位置以及其他具有代表性的部位。

5.4.5 节点变形监测

5.4.5.1 应对建筑物关键连接节点进行变形监测，包括但不限于钢结构梁柱节点、装配式混凝土结构拼接节点、屋架节点、螺栓（焊接）连接节点等，重点监测节点的位移、转角及连接松弛情况。

5.4.5.2 节点变形监测应结合建筑物结构形式、节点受力特点及潜在风险确定监测范围，对于工作年限较长（超过 30 年）、经历过灾害（如地震、火灾）或周边存在扰动的建筑物，应扩大节点监测覆盖范围。

5.4.5.3 监测点应优先布置在以下位置：

- a) 结构受力关键节点，如框架结构边柱与梁的连接节点、转换层节点、大跨度桁架的弦杆与腹杆连接节点；
- b) 节点存在损伤或疑似损伤的部位，如螺栓锈蚀、焊缝开裂、混凝土开裂的节点；
- c) 受外部环境影响显著的节点，如临近基坑、高填方区域的建筑物结构底层节点，露天环境下的屋面节点；
- d) 结构刚度突变处的节点，如不同结构形式衔接处的节点（框架-剪力墙结构的框架与剪力墙连接节点）。

5.4.6 建筑物结构裂缝监测

宜选取具有代表性的结构性裂缝，在裂缝最宽处布置传感器。

5.4.7 构件挠度监测

应选取对重要构件、跨度较大的构件、外观质量差或损伤严重的构件、变形较大的构件进行监测，监测点应布设在构件变形较大的部位。

5.4.8 构件应力应变监测

宜布设在构件应力、应变较大的部位或存在应力集中和应力突变部位。当建筑物主体结构已有开裂现象时，可减少布置或不布置应变监测点。

5.4.9 建筑物温湿度监测

5.4.9.1 温度监测应符合下列要求：

- a) 应布置在温度梯度变化较大位置；
- b) 结构构件应力及变形受环境温度影响大的区域，应增加测点。

5.4.9.2 湿度监测应符合下列要求：

- a) 宜布置在结构内湿度变化大、对结构耐久性影响大的部位；
- b) 湿度传感器宜与温度、风速传感器一并布设；
- c) 湿度传感器与温度传感器一并布设时，宜布置在结构受温湿度影响较大的位置。

5.4.10 建筑物振动监测

- 5.4.10.1 加速度、速度传感器宜布设在结构受振动敏感的位置和需识别的振型关键点上,应避开振型节点,且宜覆盖结构整体。
- 5.4.10.2 加速度、速度采样频率宜为结构自振频率的 3 倍~4 倍。
- 5.4.10.3 平移振动的测点应布置在建筑物的刚度中心位置。
- 5.4.10.4 扭转振动的测点应布置在建筑物的 X 或 Y 坐标最远端即建筑物的两侧,在楼层中成对布置。
- 5.4.10.5 在结构高度方向突变处,宜布置一定数量的测点,如突出屋面的塔楼,突出屋面的高耸结构,旋转餐厅等。
- 5.4.10.6 建筑物基础两侧,宜布置竖向振动测点,监测基础竖向振动是否伴有一定程度的转动。
- 5.4.10.7 振动强烈的部位宜布置测点。
- 5.4.10.8 传感器应牢固布置在建筑的楼、屋盖上。

5.4.11 建筑物风速、风压、风向监测

- 5.4.11.1 风速传感器宜布设在结构顶部,应监测自由场风速和风向。
- 5.4.11.2 风压传感器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布设。
- 5.4.11.3 机械式风速测量装置和超声式风速测量装置宜成对设置。
- 5.4.11.4 风速仪应安装在工程结构绕流影响区域之外。
- 5.4.11.5 风向传感器和风速传感器应安装在专用的风杆(风塔)上。
- 5.4.11.6 风向传感器(以风向标中心为基准)和风速传感器(以风杯中心为基准)距地高度应在 10m~12m 之间。若安装在平台(屋顶)上,风向传感器和风速传感器距平台(屋顶)表面(平台、屋顶有围墙的,以围墙为准)高度应在 6m~8m 之间,且距地面高度不应小于 10m。

5.5 巡检

- 5.5.1 巡检是建筑物结构安全动态监测必不可少的辅助监测手段,可采用人工巡检和无人机智能巡检等方式。
- 5.5.2 人工辅助监测频率应根据自动化监测结果及具体项目情况综合确定,宜不少于每季度 1 次,特殊情况应相应增加;人工巡查频率宜不少于每季度 1 次,在监测数据异常、周边环境明显变化等情况下适当增加人工巡查频率。
- 5.5.3 巡检记录应清晰、完整,宜按附录 B 中表 B.1 的内容及格式进行填写,并及时形成巡检报告。
- 5.5.4 巡检的主要内容:
 - a) 监测基准点、测点的位置及完好状况巡检;
 - b) 建筑物结构既有裂缝等损伤巡检;
 - c) 建筑物倾斜、位移等人工复核检测;
 - d) 建筑物周边环境巡查;
 - e) 与建筑物结构安全相关的其他巡检内容。
- 5.5.5 人工巡检宜由相对固定的技术人员实施,技术人员应了解监测设备性能、有相关检测经验。
- 5.5.6 无人机智能巡检应符合下列规定:
 - a) 最大飞行时间应不小于 30min、具有自动避障及自动返航功能的专业无人机;
 - b) 无人机搭载设备采集的数据,其格式与图像分辨率应符合相关信息标准要求,应以数字化形式储存、传输和转换,并可对其进行分析处理;

- c) 应提前做好无人机巡检计划，充分掌握巡检线路及周边环境情况，检查巡检作业文件，对巡检航线进行仿真。
- d) 设置固定飞行线路进行自动反复巡检或获取建筑物各主要部位的定位信息时，可通过无人机进行定点拍摄，提前确定地面标高、屋顶标高、建筑外轮廓坐标。

6 监测系统

6.1 一般规定

- 6.1.1 监测系统包括监测硬件和监测软件，应满足以下要求：
- a) 监测设备的选择应兼顾适用性、经济性、稳定性、耐久性、兼容性与可扩展性等；
 - b) 监测设备应具有质量保证书和出厂合格证，设备的量程、精度、分辨率等主要技术指标应满足建筑物结构安全监测需求，设备在监测期间应具有良好的抗干扰能力，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；
 - c) 监测设备在正式投入使用前应进行校准或检定，对长期监测设备应定期进行必要的检查、检测及保养；
 - d) 监测设备应有不间断电源供电；
 - e) 监测软件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和预警子系统；监测软件应能适配多种监测设备，存储容量应能满足多栋建筑物的监测需求；
 - f) 监测软件应能实现各项监测参数数据可视化，方便快速了解建筑物变形、裂缝等的发展变化情况；
 - g) 监测软件的总体架构和数据管理应符合 GB/T 38637.1、GB/T 38637.2 要求。

6.2 监测硬件

6.2.1 监测设备选择

根据监测项目，选择不同的监测设备，监测设备可参照表2进行选择。

表2 监测设备

监测项目	倾斜	沉降	位移	裂缝	挠度	应力应变	振动
监测设备	倾角传感器	静力水准仪	自动全站仪	振弦式测缝计	挠度仪	振弦式应变计	加速度/传感器
	全站仪等间接方法	自动全站仪	GNSS	应变式测缝计	全站仪等间接方法	电阻式应变计	速度/传感器
	—	—	—	光纤类位移计	—	光纤类应变计	—

6.2.2 监测设备技术指标

6.2.2.1 倾角传感器

量程应与量测范围相适应；分辨率 $\leq 0.003^\circ$ ；精度 $\leq 0.03^\circ$ ；漂移 $\leq \pm 0.02^\circ$ 。

6.2.2.2 位移传感器

量程应与量测范围相适应；分辨率 $\leq 0.1\text{mm}$ ；精度 $\leq 1\text{mm}$ ；漂移 $\leq \pm 2\text{mm}$ 。

6.2.2.3 节点变形监测设备

应满足节点变形监测的精度要求，且具备抗振动、抗电磁干扰能力，适应建筑物内部温湿度变化（工作温度宜为 $-10^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度宜为 $10\%\text{RH}\sim95\%\text{RH}$ ），长期监测设备还应具备自动校准功能。

6.2.2.4 裂缝传感器

量程应与量测范围相适应；分辨率 $\leq 0.01\text{mm}$ ；精度 $\leq 0.1\text{mm}$ ；漂移 $\leq \pm 0.3\text{mm}$ 。

6.2.2.5 挠度仪

量程应与量测范围相适应；分辨率 $\leq 0.5\text{mm}$ ；精度 $\leq 1.0\text{mm}$ ；漂移 $\leq \pm 2\text{mm}$ 。

6.2.2.6 应变传感器

应变传感器应符合下列要求：

- a) 量程应与量测范围相适应；
- a) 应变量测的精度 $\leq 0.1\%\text{FS}$ ，监测值宜控制为满量程的 $30\%\sim 80\%$ ；
- b) 分辨率 $\leq 0.05\%\text{FS}$ ；
- c) 长期监测应有温度补偿功能。

6.2.2.7 温度传感器

温度传感器应符合下列要求：

- a) 选型应考虑量程、精度、分辨率和耐久性；
- b) 监测精度宜为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 分辨率 $\leq 0.1^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 量程应按监测对象历史最高和最低温度值确定。

6.2.2.8 湿度传感器

湿度传感器应符合下列要求：

- a) 湿度宜采用相对湿度表示；
- b) 湿度监测精度宜为 $\pm 2\%\text{RH}$ ；
- c) 湿度计监测范围应为 $12\%\text{RH}\sim 99\%\text{RH}$ 。

6.2.2.9 加速度传感器

加速度传感器主要技术指标应符合表3的规定。

表3 加速度传感器主要技术指标

项目	力平衡加速度传感器	电动式加速度传感器	ICP 压电加速度传感器
灵敏度 ($\text{V}/(\text{m}/\text{s}^2)$)	± 0.125	± 0.3	± 0.1
满量程输出 (V)	± 2.5	± 6	± 5
频率响应 (Hz)	$0\sim 80$	$0.25\sim 80$	$0.3\sim 1000$
动态范围 (dB)	≥ 120	≥ 120	≥ 110
线性度误差 (%)	≤ 1	≤ 1	≤ 1
运行环境温度 ($^{\circ}\text{C}$)	$-10\sim +50$	$-20\sim +50$	$-10\sim +50$
信号调理	线性放大、积分	线性放大、积分	ICP 调理放大

6.2.2.10 速度传感器

速度传感器主要技术指标应符合表4的规定。

表4 速度传感器主要技术指标

项目	技术指标	备注
灵敏度(V/(m/s))	$\pm 1\sim 25$	可调
满量程输出(V)	± 5	—
频率响应(Hz)	$0.1\sim 100$	可调
动态范围(dB)	≥ 120	—
线性度误差(%)	≤ 1	—
运行环境温度(℃)	$-20\sim +50$	—
信号调理	线性放大、积分、滤波	—

6.2.2.11 风压传感器

6.2.2.11.1 风压监测宜选用微压量程、可测正负压的压力传感器或专用的风压计，监测参数应为空气压力。

6.2.2.11.2 风压计的量程应符合结构设计中风场的要求，宜选择可调量程的风压计，风压计的精度应为满量程的 $\pm 0.4\%$ ，且不宜低于10Pa，非线性度应为满量程的 $\pm 0.1\%$ ，动态响应时间应小于200ms。

6.2.2.12 风速及风向传感器

6.2.2.12.1 风速仪的采样频率不应低于10Hz。

6.2.2.12.2 监测结果应包括脉动风速、平均风速和风向。

6.2.2.12.3 风速仪量程应大于设计风速，风速监测精度宜为0.1m/s，风向监测精度宜为 3° 。

6.2.2.13 GNSS

6.2.2.13.1 当采用GNSS进行变形监测时，应符合GB 50026的相关规定。

6.2.2.13.2 宜设立半永久性参考站作为变形监测的基准点；对于成片房屋监测，宜设置3个以上的参考站，形成基准网；参考站应设立在变形区之外或受变形影响较小且地势较高区域；参考站设置应满足相应监测等级的卫星截止高度角、多路径效应、电磁干扰等的要求。

6.2.2.13.3 测站点的接收天线应永久设置在监测体的变形观测点上，并应采取保护措施；接收天线的周围应避开障碍物；变形观测点的数目应依具体的监测项目和建筑物的结构灵活布设。

6.2.2.13.4 建筑物GNSS变形监测精度应达到JGJ 8中对三等变形观测的精度要求；当低于精度要求时，监测数据仅可用于反映变形趋势。

6.2.2.13.5 GNSS主要技术指标应优于表5的规定。

表5 GNSS 主要技术指标

项目	技术指标
静态GNSS定位	水平：2.5mm+0.5ppm
	垂直：5mm+0.5ppm

6.2.2.14 采集设备

6.2.2.14.1 数据采集设备选型宜根据传感器输出信号类型确定，并应符合下列规定：

- a) 数字信号选用基于RS485、CAN、Modbus TCP 或 UDP 等通信标准或协议的分布式数据采集设备，并确定传输距离、传输带宽和速率；

- b) 电荷信号应选用电荷放大器进行信号调理和采集;
- c) 模拟信号选用基于 PCI、PXI 等总线技术的集中式数据采集设备或在传感器端进行模数转换;
- d) 光信号数据采集应采用专用的光纤解调设备。

6.2.2.14.2 数据采集设备应能将各类传感器数据集中同步采集并传输至电脑终端。

6.2.3 设备安装

6.2.3.1 设备的安装应符合下列规定:

- a) 传感器应与主体结构可靠连接、便于维护,有警示标识及防护措施;
- b) 安装完成后应及时在现场对建筑物监测点进行编号和标识,绘制监测点布置图,整理后存档;
- c) 应有相应的安全防护;
- d) 设备说明书的安装要求。

6.2.3.2 倾角传感器安装应符合下列要求:

- a) 安装面应与被测物体表面平行,保持传感线与被测面轴线平行,尽量避开易受到振动或者冲击影响的位置;
- b) 现场安装后应确认 X、Y 轴的正负方向,并现场同步记录;
- c) 保护罩安装后需进行密封,密封性能应满足防护要求;
- d) 多条连接线路应有序正确安装,线路接头应做好防水保护。

6.2.3.3 静力水准传感器安装应符合下列要求:

- a) 应水平安装于构件表面,尽量避开会受到振动或者冲击影响的位置;
- b) 各传感器安装在同一高度,液罐中的液面高度居于液罐中部;管路中任何一段的高度均应低于液罐底部,但不宜低于 0.2m,宜水平固定;同一监测对象各测点安装标高差异不得消耗其量程的 20%;
- c) 各传感器和连通管之间采用循环加液,保证连通管中的液体可自由流动无气泡,避免弯折或堵塞;
- d) 连通管的长度不宜大于 50m;连通管宜避免与地面直接接触或局部受到日照;
- e) 多条连接线路应有序正确安装,线路接头应做好防水保护。

6.2.3.4 裂缝传感器安装应符合下列要求:

- a) 应垂直裂缝走向布置;
- b) 应紧贴构件表面平整安装;
- c) 多条连接线路应有序正确安装,线路接头应做好防水保护。

6.2.3.5 应变计安装应符合下列要求:

- a) 安装位置各方向偏离监测位置不应大于 30mm,角度偏差不应大于 2° ;
- b) 端部不应旋扭;
- c) 采取涂敷保护层或安装保护罩(盒)等防护措施。

6.2.3.6 温湿度传感器安装应符合下列要求:

- a) 安装宜减小与构件接触面的缝隙;
- b) 安装后宜在表面采取保温保湿、防潮防晒措施。

6.2.3.7 加速度、速度传感器安装应符合下列要求:

- a) 应平稳地固定在平坦、坚实的基面上;
- b) 构件待安装面的不平整度应小于 0.01mm;
- c) 与安装面应紧密贴实,不应留有缝隙;
- d) 灵敏主轴方向应与测试的振动方向一致;安装螺孔轴线应与测试方向一致;
- e) 附近应防磁防局部振动。

6.2.3.8 风速、风压传感器安装应符合下列要求：

- a) 应安装在能准确反映被测风速和风压的位置；选择在开阔、无遮挡物的地方，远离建筑物、树木等可能影响气流的障碍物；
- b) 避免安装在风口、风道拐弯处等气流不稳定的区域；
- c) 对于室外安装，要考虑防水、防雷等因素，选择合适的安装高度和位置。

6.2.3.9 采集设备安装应符合下列要求：

- a) 采集设备与传感器应接线稳固、绝缘保护，最外层接头应做好防水保护；
- b) 连接的传感器数量不应超过规定数量；
- c) 应做好信号防雷和电源防雷措施。

6.2.3.10 数据传输系统的线路敷设应满足设备安装的相关要求，并做好防护，线路接头部位需重点防护。

6.2.3.11 设备启动经试运行验证正常后，方可进行监测。

6.2.4 设备维护

6.2.4.1 设备的巡检维护主要包括定期巡检和异常情况巡检，巡检人员宜相对固定。

6.2.4.2 定期巡检宜不少于每季度1次；当监测数据出现异常，应增加巡检，确认设备状态。

6.2.4.3 巡检维护的主要内容：

- a) 检查设备与主体结构的连接有无松动；
- b) 检查竖向位移传感器液面有无降低；
- c) 检查设备和线路的保护状态；
- d) 参照设备安装要求做好其他巡检维护；
- e) 做好巡检记录，整理后存档。

6.3 监测软件

6.3.1 数据采集与传输子系统

数据采集与传输子系统中各监测项目应独立采集、传输、运行、处理、存储与显示，不受外界环境干扰、相互干扰。

6.3.2 数据显示子系统

6.3.2.1 数据显示主要包括实时数据、历史数据和时程曲线的显示。

6.3.2.2 实时数据宜以最小固定分钟显示；历史数据宜以小时、天显示；实时数据和历史数据宜独立显示。

6.3.2.3 各监测参数的数据应独立显示；同一监测参数的不同监测点的数据可同时显示，亦可独立显示，同时显示时应采用不同的颜色或形式加以区分。

6.3.2.4 时程曲线视图中的纵横轴的刻度线可随参数数据大小的变化随时自动调整。

6.3.2.5 数据视图与曲线视图宜在同一界面显示。

6.3.3 数据存储与管理子系统

6.3.3.1 数据库应具备对结构信息、监测系统信息和监测数据进行分层、分类存储和管理的功能。

6.3.3.2 数据存储应安全、不丢失，可随时查看、调取，数据、曲线视图可保存下载。

6.3.3.3 管理子系统中可显示建筑物的坐落位置及历史状况等基本信息。

6.3.3.4 管理子系统主要包括用户管理、角色管理、管理单位等。

6.3.3.5 多个项目可集中管理和单独管理，方便不同用户查看。

6.3.3.6 管理子系统宜可自动生成监测报告。

6.3.4 预警子系统

6.3.4.1 预警子系统主要包括预警等级、预警条件设置、预警记录和预警提醒。

6.3.4.2 预警等级可以以不同颜色标识，预警信息可在监测系统首页显示。

6.3.4.3 预警记录包括建筑物名称、传感器类型及编号、预警内容及时间、处理状态、处理人、处理结果等内容。

6.3.4.4 预警提醒可以通过监测系统提醒和移动端信息提醒等多种方式通知相关人员。

7 数据采集与处理

7.1 一般规定

7.1.1 不同监测项目的数据采集，应采用统一的软件架构，提供一致的用户操作界面、统一的参数配置，以提高软件模块的可重用性。

7.1.2 数据处理时，避免损害正常信号。

7.2 数据采集

7.2.1 采集设备与传感器之间应有明确的拓扑关系。根据现场安装具体条件，可选择数据集中采集和分散采集两种模式。

7.2.2 采集设备接收到信号后应对信号进行放大、滤波、去噪、隔离等处理；对信号强度量级有较大差异的不同信号，应严格进行采集前的信号隔离。

7.2.3 数据采集时，应对含噪信号进行降噪处理，提高信号的信噪比；在数据采集单元内完成去噪处理，剔除外界噪音干扰导致的短时异常数据。

7.2.4 当数据需要做相关分析时，优先选择同步采集。

7.3 数据传输

7.3.1 数据可采用有线或者无线方式进行传输。数据传输子系统按照传输速度要求的不同，可设计为同步传输和异步传输两种方式。

7.3.2 数据传输系统的设计应坚持因地制宜的原则，并综合考虑数据传输距离、传感器安装布线条件、网络覆盖状况、已有的通信设施等因素，灵活选取合适的数据传输方式。

7.3.3 数据传输系统中应设计数据备份机制，以保证传输故障时的数据完整性和可靠性。

7.3.4 采集仪通过物联网关将数据远程传输到云端服务器，物联网关应安全可靠、简便通用。

7.4 数据处理与分析

7.4.1 数据前处理

7.4.1.1 数据分析处理前，应对监测数据中的粗差、系统误差、偶然误差等进行正确处理，剔除粗差，保证监测数据的准确可靠。

7.4.1.2 对数据漂移和数据跳点异常等情况进行判断，然后结合数据特征选择合适的方法对异常数据进行修正或剔除处理。

7.4.1.3 受环境因素影响显著的监测参数应进行修正，如温度、振动等的影响。

7.4.1.4 所有监测数据均应附带有时间标记,并确保时间标记的统一和同步;数据的时间应采用公历,最低精度为秒。

7.4.1.5 采集得到的实时数据和历史数据的差值应保持在一定范围内,可根据具体情况设定阈值,当超过阈值时,应检查系统的运行状态。

7.4.2 数据后处理

7.4.2.1 数据格式转换为统一的格式,如 CSV (Comma-Separated Values)、JSON (JavaScript Object Notation, JavaScript 对象表示法) 等,便于后续处理。

7.4.2.2 数据转换应统一,如角度到斜率的转换,位移到相对沉降的转换,湿度宜采用相对湿度表示等,便于直观显示和分析比较。

7.4.3 数据统计分析

7.4.3.1 处理后的数据成果应及时、方便的形成时程曲线等可视化较强的图件,便于监测成果的分析 and 表达;单一数据成果应形成包括且不限于数据列表、时程曲线图等图表成果;数据成果值应包括且不限于累计变化量及变化速率,必要时分阶段进行分析;在长时间的实时监测中,可以以小时、天为单位筛选代表数值,进行历史数值的管理;可取环境相对稳定时间段的数据作为代表值。

7.4.3.2 数据统计分析包括监测参数的最大值、最小值、平均值、累计值等。采样频率大于 1Hz 的数据应以 10 分钟、小时、日、月、年为统计间隔获得其统计值。

- a) 结构变形包括平均值、累计变形值、变形速率等;
- b) 裂缝宽度的监测数据可结合裂缝长度、深度等现场检测数据综合分析;
- c) 分析振动数据,包括加速度峰值、速度峰值、持续时间、频谱和反应谱等;
- d) 分析应变数据,包括平均值、最大值、最小值等;
- e) 分析温度数据,包括最高温度、最低温度、构件断面的最大温度梯度等;
- f) 分析风参数,包括风速、风向等。

7.4.3.3 对监测参数的结果分析可采用理论计算与数值分析等多种方式;监测过程中,当监测结果与理论分析结果之间存在明显不一致时,应首先分析并查明原因,再确定分析方案。

7.5 数据安全

7.5.1 建筑物安全动态监测数据包括设备运行数据、原始监测数据、处理后数据、预警信息及建筑物基础信息,数据安全应遵循“分级保护、全程管控”原则,符合《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国网络安全法》及湖北省相关数据安全规定。

7.5.2 数据按敏感程度分为三级:

- a) 一级数据(核心数据)包括建筑物安全预警数据、关键结构监测参数(如倾斜、裂缝、应力)实时数据、处理后数据;
- b) 二级数据(重要数据)包括历史监测数据、设备运行数据、人工巡检记录、建筑物结构设计及检测鉴定报告;
- c) 三级数据(一般数据)包括环境温湿度数据、风速风向等外部环境数据。

7.5.3 监测机构应建立数据安全管理体系,明确数据采集、传输、存储、使用、销毁各环节的安全责任,落实数据安全管理人员,定期开展数据安全培训(每年不少于 1 次)。

8 预警及响应机制

8.1 一般规定

- 8.1.1 监测机构应根据建筑物结构形式、主体结构现状、委托需求等，依据相应技术标准与委托人商定各监测参数的监测控制值。
- 8.1.2 建筑物监测控制值应包括监测参数的累计变化控制值或变化速率控制值。
- 8.1.3 监测系统可设置三级预警等级：一般预警、严重预警、紧急预警。
- 8.1.4 监测预警可分为单指标预警和多指标联动预警。
- 8.1.5 当监测参数达到预警条件时，监测系统应自动发出预警提醒，监测机构收到预警提醒后应及时复核，确认险情后及时向委托人发出预警通知。

8.2 监测控制值

- 8.2.1 危险建筑物的监测控制值可按照 JGJ 125 的有关规定确定。
- 8.2.2 建筑物沉降监测控制值：
- 当建筑物处于自然状态时，地基沉降速率连续两个月大于 4mm/月，且短期内无收敛趋势；
 - 当建筑物处于相邻施工影响时，地基沉降速率大于 2mm/天，且短期内无收敛趋势。
- 8.2.3 建筑物水平位移监测控制值：
- 地基不稳定产生滑移，水平位移量大于 10mm，且仍有继续滑动迹象；
 - 基础已有滑动，水平位移速度连续两个月大于 2mm/月，且在短期内无收敛趋势。
- 8.2.4 建筑物整体倾斜监测控制值，见表 6。

表6 建筑物整体倾斜监测控制值

结构类别	砌体结构、混凝土结构、钢结构			
	两层及两层以下建筑物	三层及三层以上建筑物	$24\text{m} < H_g \leq 60\text{m}$	$60\text{m} < H_g \leq 100\text{m}$
整体倾斜率	3%	2%	0.7%	0.5%
注1： H_g 为自室外地面起算的建筑物高度(m)；				
注2：高层建筑出现不利于房屋整体稳定性的倾斜率增速控制值：连续两个月大于0.05%/月，且短期内无收敛趋势。				

- 8.2.5 建筑物结构构件倾斜（侧移）监测控制值，见表 7。

表7 结构构件倾斜（侧移）监测控制值

结构类别	砌体构件	混凝土构件	钢构件
构件倾斜、侧向位移	0.7%（相对于房屋整体的局部倾斜）	1%（相对于房屋整体的倾斜） $h/300$ （相对于房屋整体的侧向位移）	平面内 $h/150$ ，平面外 $h/500$ ； 或40mm
注1：h指墙、柱计算高度。			

- 8.2.6 建筑物结构性裂缝监测控制值，见表 8。

表8 建筑物结构性裂缝监测控制值

监测参数	结构形式					
	砌体结构		混凝土结构		钢结构	
	累计值	变化速率	累计值	变化速率	累计值	变化速率
裂缝宽度	1.0mm	持续发展	0.5mm	持续发展	—	—
注1：表中砌体结构承重墙或柱受压产生裂缝以及支承梁或屋架端部的墙体或柱截面因局部受压产生多条竖向裂缝可设为1.0mm；						
注2：混凝土结构的梁、板受拉区裂缝宽度或屋架下弦横断裂缝宽度可设为1.0mm。						

8.2.7 建筑物结构构件挠度监测控制值，见表 9。

表 9 结构构件挠度监测控制值

结构类别	砌体构件	混凝土构件	钢构件
竖向	—	$L_0/150$ （梁、板） $L_0/200$ （屋架）	$L_0/250$ 或45mm（梁、板） 40mm（屋架）
横向	$h/150$	—	$L_0/600$ （实腹梁）
注1： L_0 指结构构件计算长度； 注2：h指墙、柱计算高度。			

8.2.8 建筑物结构应力应变监测控制值宜根据结构建模计算结果设定。

8.2.9 建筑物结构振动速度监测控制值，见表 10。

表 10 结构振动速度监测控制值

结构类别	振动速度安全限值（mm/s）		
	<10Hz	10Hz～50Hz	>50Hz
砌体结构	15～20	20～25	25～30
混凝土结构	25～35	35～45	45～50
钢结构	35～45	45～55	55～65
注1：表列频率为主振频率，振动速度为质点振动相互垂直的三个分量的最大值； 注2：振速的上、下限值宜根据结构安全性等级的高低选用，安全性等级高可取上限值，反之取下限值。			

8.3 预警值

8.3.1 各预警等级的预警值可以以监测控制值的一定比例确定。

8.3.2 一般预警的预警值宜为监测控制值的 50%～65%，严重预警的预警值宜为监测控制值的 65%～80%，紧急预警的预警值宜为监测控制值的 80%～90%。

8.4 预警响应

8.4.1 建筑物结构安全动态监测过程中出现下列情况之一时，应立即预警，同时应提高监测频率或增加监测项目：

- a) 变形量或变形速率持续发展，无收敛趋势；
- b) 变形量或变形速率达到或超出严重预警值；
- c) 裂缝变化量达到或超出严重预警值或裂缝宽度持续增长；
- d) 其他危险情况。

8.4.2 一般预警时，实施下列措施：

- a) 监测参数数据发生变化时，应确认变化是否由建筑物结构实际变化引起；
- b) 若为建筑物结构变化引起，应进行巡检，综合分析数据变化的原因和后期可能的变化趋势；
- c) 若为外界干扰引起，协助减弱、消除干扰；
- d) 加密监测并协助分析原因；
- e) 发送警情快报。

8.4.3 严重预警时，除执行本文件 8.4.2 以外，需实施下列措施：

- a) 加强数据分析的频次；
- b) 加强巡检的频次。

8.4.4 紧急预警时，综合分析、确认建筑物结构险情现状后，及时向委托人发出书面预警通知。

9 监测报告

9.1 建筑物结构安全动态监测报告可分为警情快报、定期报告两类，报告内容应条理清晰、突出重点、签字及盖章齐全，报告见附录 C。

9.2 警情快报内容主要包括建筑物概况、预警情况、趋势分析、相关建议、现场照片等。

9.3 定期报告内容主要包括监测成果数据、趋势分析、结论、相关建议等。

9.4 综合考虑监测数据发展情况、建筑物结构状况、外部环境等各类因素，可提出以下建议：

- a) 正常使用；
- b) 观察使用；
- c) 处理使用；
- d) 停止使用；
- e) 其他。

9.5 建筑物结构安全动态监测的相关原始资料、图片影像、成果报告，应归档保存，并保证其可追溯性。保存形式可采用纸质文件、电子文件或数据库系统等，保存期限应不少于 6 年。

10 标准实施与评价

10.1 结合实际，认真做好标准实施准备，包括标准实施的方案准备、组织准备、知识准备、手段准备和物质条件准备等。

10.2 制定标准实施方案，明确适用对象和场景、提供实施必备条件和保障（组织、制度、资金、人员和设备等）、推荐方法路径，确定资源要素配置、关键环节和控制点，提出标准实施中的注意事项。

10.3 针对相关方和具体对象进行标准宣贯和培训。

10.4 标准实施主要应用湖北省建筑物结构安全动态监测的基本规定、监测项目与测点布置、监测系统、数据采集与处理、预警及响应机制、监测报告的要求。

10.5 标准实施的检查主要是检查标准实施方案的落实情况，需要逐条检查标准实施内容的落实，并记录未实施内容的理由或原因。标准实施检查也要检查标准实施的支持手段和物质条件的落实情况。做好标准实施验证记录，畅通标准实施信息采集的方式方法和反馈渠道，定期整理并处理收集到的意见建议。

10.6 对标准实施评价的基本依据是《中华人民共和国标准化法》等。

10.7 在标准实施一定时间后，对照标准实施方案，开展标准实施效果评价分析，总结实施经验成效，梳理存在的薄弱环节。主要是评价标准实施的效果，主要从技术进步、使用者满意度、效率提高、节省时间等方面进行有效性评价，并评价标准实施带来的问题，以便为未来改进提供参考。

10.8 适时向专业标准化技术委员会和标准归口管理单位反馈情况，提出标准推广、修改、补充、完善或者废止等意见建议。

10.9 标准实施信息及意见反馈表相关示例见附录 D。

附 录 A
(资料性)
建筑物现场查勘表

建筑物现场查勘表见表A. 1。

表A. 1 建筑物现场查勘表

建筑物名称					
建筑物地址					
委托人		委托日期		勘查日期	
委托人提供的资料	设计图纸、维修加固、灾害信息、检测鉴定、其他				
结构形式			建成年代		
建筑层数			檐口高度		
楼盖类型			屋盖类型		
总平面示意图（周边环境）					
建筑物结构损伤调查平面图及照片					

附 录 B
(资料性)
巡检记录表

巡检记录表见表B. 1。

表B. 1 巡检记录表

建筑物名称						
建筑物地址						
巡检内容	具体内容		现状	是	否	描述及照片
地基基础	1	上部承重结构	沉降引起的裂缝有发展			
			出现新裂缝			
			倾斜有发展			
	2	结构缝处	明显挤压损伤			
上部结构构件	1	墙	裂缝发展、裂 缝新增、变形			
	2	柱				
	3	梁				
	4	楼板				
	5	屋架				
	6	各连接节点				
	7	围护构件				
监测设施	1	传感器	安装牢固			
			漏液			
	2	采集仪	安装牢固			
	3	线路	正常使用			
	4	连通管	正常使用			
周边环境	1	建筑物周边 情况	地面下沉			
			周边施工			
监测软件	1	运行情况	正常			
			更新			
			维护			
其他						

附 录 C
(资料性)

《建筑物结构安全动态监测报告》范本

《建筑物结构安全动态监测报告》范本见图C.1。

*****建筑物结构安全动态监测

(*****年**月**日至*****年**月**日)

报告编号：*****

成

果

报

告

*****公司

年月

图C.1 《建筑物结构安全动态监测报告》范本

****建筑物结构安全动态监测

(****年**月**日至****年**月**日) 成果报告

主 检:

审 核:

批 准:

*****公司

年月

图C.1 《建筑物结构安全动态监测报告》范本（续）

目 录

- 一 工程概况及监测项目
- 二 动态监测依据
- 三 监测设备
- 四 监测点布置图
- 五 建筑物照片
- 六 建筑物结构安全动态监测数据
- 七 建筑物结构安全动态监测成果分析
- 八 建议
- 九 注意事项

图 C.1 《建筑物结构安全动态监测报告》范本（续）

一 工程概况及监测项目

图 1 建筑物总平面图

二 动态监测依据

1 委托方提供的相关资料

2 本标准

三 监测设备

设备名称	设备型号	数量	精度

四 监测点布置图

本项目根据建筑物结构现状共布置**个沉降监测点、**个倾斜监测点、**个裂缝监测点（详见图 2 监测点布置示意图）。

图 2 监测点布置示意图

图 C.1 《建筑物结构安全动态监测报告》范本（续）

五 建筑物照片

六 建筑物结构安全动态监测数据

1 沉降监测结果

****年**月**日至****年**月**日累计差异沉降

日期	监测点位（mm）				
	**	**	**	**	**

图 C.1 《建筑物结构安全动态监测报告》范本（续）

24

附 录 D
(资料性)

湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

湖北省地方标准实施信息及意见反馈表如表D. 1所示。

表D. 1 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

标准名称及编号			
总体评价	适用性	该标准与当前所在地的产业或社会发展水平是否相匹配？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	协调性	该标准的特色要求与其他强制性标准的主要技术指标、相关法律法规、部门规章或产业政策是否协调？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	执行情况	标准执行单位或人员是否按照标准要求组织开展相关工作？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
实施信息	标准实施过程中是否存在阻力和障碍？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	实施过程中存在的主要问题		
修改意见	总体意见	<input type="checkbox"/> 适用 <input type="checkbox"/> 修改 <input type="checkbox"/> 废止	
	具体修改意见	需修改章节： 具体修改意见：	
反馈渠道	<input type="checkbox"/> 标准化行政主管部门 <input type="checkbox"/> 省直行业主管部门 <input type="checkbox"/> 专业标准化技术委员会（工作组） <input type="checkbox"/> 标准起草组（牵头起草单位）		
反馈人	姓名： 单位： 联系方式：		

填表说明：为及时掌握标准实施情况，了解地方标准实施过程中存在的问题，并为标准复审提供科学依据，特制定《湖北省地方标准实施信息及意见反馈表》。可根据实际情况在表格中对应方框打勾，有需要文字说明的反馈意见可在相应位置进行文字描述，也可另附页。

条文说明

1 范围

本条给出了本标准的适用范围，即建筑高度 100m 以下的既有建筑物结构安全动态监测。既有建筑物可分为：1、居住建筑，如住宅、旅馆、招待所、宿舍楼等；2、公共建筑，如学校、医院、办公楼、档案馆、图书馆等；3、工业建筑，如厂房车间、仓库、化验室、变电所等；4、其他特殊建筑，如文物和历史保护建筑等。

4 基本规定

4.6 人工巡检是建筑物结构安全动态监测顺利开展的辅助环节，主要目的为确认监测设备使用状态、校核验证动态监测数据、巡查建筑物结构现状。

4.8 在对建筑物结构安全监测开展流程进行归纳、总结的基础上，系统的提出了动态监测程序，其中触发预警的数据异常包括数据达到预警值、数据缺失、数据异常波动等情况。

5 监测项目与测点布置

5.2 本条共列出建筑物结构常见的 7 项监测项目，主要用以反映监测对象的受力、变形等变化情况。对于建筑物结构周围环境监测指标如地下水位、地表沉降等项目的监测可参照 GB 50911 执行。

5.4.2 建筑物倾斜监测

5.4.2.1 可在屋面对应于角部承重构件上布置倾角传感器；当受限于现场条件，无法布置在屋面时，可布置在建筑物合适高度的承重构件表面，宜尽量靠近屋面。建筑物结构裂缝（或其他损伤）部位为薄弱部位，宜布置传感器。

5.4.2.3 建筑物的倾斜通常由于自身沉降引起，倾斜较大的位置往往沉降也较大，因此需在建筑倾斜较大位置同时布置倾角传感器和沉降传感器，便于掌握建筑物该部位的倾斜和沉降变化。建筑物结构严重倾斜时，可能会引起建筑物结构出现裂缝；例如钢筋混凝土结构建筑，因严重倾斜引起的裂缝往往集中在填充墙上，此时需要重点监测裂缝对应位置的承重构件的倾斜变化。

5.4.3 建筑物沉降监测

5.4.3.1 位移传感器宜安装在建筑物结构底部，现场受限时，可在上部楼盖处同层安装；

5.4.3.2 当建筑物处于基坑周边时，建筑物与基坑相邻的一侧往往受影响较为明显，应相应布置传感器。

5.4.3.3 建筑物结构有不均匀沉降时，可能会引起建筑物结构出现裂缝；例如钢筋混凝土结构建筑，因沉降引起的裂缝往往集中在填充墙上，此时需要重点监测裂缝对应位置的承重构件的沉降变化。

5.4.6 建筑物结构裂缝监测

对于裂缝，可采用人工监测和自动化监测独立或相结合的方式；通常采用人工监测和自动监测相结合的方式，在裂缝最宽处布置裂缝测宽仪，在裂缝起点、终点处进行人工标记；通过分析裂缝的长度和宽度数据，综合评价裂缝发展状况。裂缝长度监测采用人工监测，可参照 GB 50982 执行。

5.4.7 构件挠度监测

监测点通常布置在支座、水平构件跨中及悬挑构件的端部。

5.5.2 本条规定了人工辅助监测的频率，因自动化监测技术及其软硬件系统尚处于不断发展中，为了

保证自动化监测成果的可靠性，应当具备定期人工对比测量的条件，以便在监测实施时对自动化监测数据结果进行校验，通常人工辅助监测项目有建筑沉降和倾斜。人工对比测量频率在监测过程中宜不少于每季度 1 次，当巡查发现传感器位置移动或监测数据出现异常，以及重大施工节点或改变施工工法等其它特殊情况时，应立即进行人工对比测量。人工辅助监测建筑物沉降时，宜在动态监测布点的相应位置布置人工监测点，用人工监测沉降基准点得出建筑物的绝对沉降。本条规定了人工巡查的频率，宜不少于每季度 1 次，暴风雨过后、监测数据异常、周边环境明显变化等情况下适当增加人工巡查频率。

6 监测系统

6.1 本条规定了建筑物结构安全动态监测系统架构。当前，建筑工程正朝着智能化、集成化、自动化、移动化、绿色化等方向大步迈进，LoT、InSAR、GNSS 和 BIM、基于深度学习的图像识别技术、三维点云扫描以及 AI 等最新技术在建筑工程安全监测领域应用也越来越广泛。GNSS 通过测量卫星信号延迟确定地面点的三维坐标，可以实时监测建筑表面位移；三维点云扫描建模可以对建筑物、道路、桥梁等基础设施进行精确的三维建模，通过定期扫描和对比，可以监测到设施的变形、沉降等安全隐患，及时采取措施进行修复和加固。机器视觉通过替代或辅助人眼，利用摄像头、传感器和算法，实现对建筑项目全生命周期的自动化、高精度、实时性监测与管理。因此，本规范推荐有条件的工程构建“空-天-地”一体化动态安全监测系统。探索“北斗+自动化监测+AI”的立体动态监测模式，推动建筑结构安全动态监测从“事后补救”向“事前预警、事中感知、智能决策”的智能化、全生命周期管理方向发展。推动土木工程行业向数字化、智能化转型升级，促进建筑工程安全动态监测高质量发展。

6.2 监测硬件

6.2.1 本条列举了建筑物结构安全动态监测常用的几种设备类型。不同的监测对象（如砌体结构、混凝土结构等）、监测项目（如应变监测、变形监测等）、监测方法，对传感器的要求不尽相同，监测设备的选型需综合考虑以上因素确定。

6.2.2 本条对选用监测设备精度进行说明，设备精度是指在标准环境下可进行标定的设备的固有精度，主要是指传感器精度。表中所列的指标考虑了当前设备一般所能达到精度和分辨率水平，作为选用的参考标准。在选用过程中，监测设备的精度指标应满足监测系统精度的设计要求。

6.2.2.13 本条主要对全球卫星定位设备（GNSS）的技术进行了说明。目前，GNSS 监测设备融合了多项前沿技术，展现出高精度、实时性、全天候以及出色的环境适应性。其多频接收技术与抗干扰设计相结合，使得设备能够在山区、城市等复杂环境中持续稳定工作，并支持全天候变形监测，不受任何天气条件的影响。该设备能够精准捕捉到建筑物结构的毫米级位移变化，通过连续观测并对比不同时间点的位置数据，可为工程安全评估等提供至关重要的数据支持。

6.2.3 监测设备的正确安装与维护，是设备后续正常运行的基本前提，本标准列举了几类传感器的安装要点和注意事项。传感器应安装在建筑物结构面上，不得安装在保温层、抹灰层等覆层上。

6.2.4 长期监测中，监测设备可能会因为环境因素、设备老化等原因导致监测数据异常，应及时到现场更换设备，确保监测数据的准确性和可靠性。

7 数据采集与处理

7.2 数据采集

当建筑物结构的某些监测项目需要做相关分析时，各传感器应接入同一个采集设备，便于将各传感器监测到的数据在同时刻传输至云端服务器，实现同步采集和传输。

7.4 数据处理与分析

7.4.1 数据前处理

监测系统应正确判断异常数据来自于建筑物结构状态变化、或是系统自身，自动剔除系统自身引起的异常数据。应根据各测点实际情况，辨别误差类别，选用合适算法对误差进行处理；对于监测中的系统误差，应尽可能按其产生的原因和规律加以改正、抵消或削弱；对于偶然误差，可通过增加测量次数加以克服。对于数据净化，需要结合科学分析和经验判断并有确切依据，否则应慎重进行，避免损坏正常信号。

短时间内频繁发生异常数据报警时，巡检人员应查看现场建筑主体状况、检查传感器的工作状态以及相应传输线路和数据采集硬件的工作状态，在此过程中，对偶然的、瞬时的异常数据一般不作处理和存储。

进行温度修正时，除传感器本身应进行温度标定和修正外，应分析监测系统的温度效应，并应分析使用环境的全工况的全域温度范围内的温度效应，必要时应进行动态修正；对于同一设备有多个测量值的，应分别进行修正。

7.4.3 数据统计分析

鉴于监测过程中可能受到不确定性因素的影响，如地基沉降、日照对结构产生的不均匀温度作用、混凝土的收缩徐变、传感器量测值的漂移等，当监测结果与理论分析结果之间明显不一致时，应首先分析并查明原因，再确定分析方案。

个别监测数据偏离预期或大量统计数据结果时，如果把这些数据和正常监测数据放在一起进行统计分析，可能会影响监测结果的正确性；如果把这些数据简单地剔除，又可能忽略了重要的监测信息，所以需要及时核查确定异常数据的引起因素（如结构自身、监测系统本身或外部环境等），判断是否将其剔除。

8 预警及响应机制

8.1 一般规定

8.1.1 监测参数的监测控制值应根据建筑物的类型与特点、结构形式、已有变形、变形特征、正常使用条件及国家现行有关标准的规定，并结合房屋的重要性、易损性及相关单位的实际要求等进一步确定。

8.1.3 预警条件是事先设定的一组与建筑物结构安全相关的标准或参数，旨在触达条件时激活预警机制。根据建筑物结构的自身特点，可对每个监测参数设置多重预警，通常包括一般预警（三级预警）、严重预警（二级预警）、紧急预警（一级预警），每个等级设定相应预警值。

8.1.4 监测预警可分为单指标预警和多指标预警。单指标预警等级根据监测数据趋近监测控制值的程度宜分为三级，当单个指标达到预警值时，就触发预警。多指标联动预警等级是当同时出现两个及以上单指标预警等级，则多指标预警等级升高一级（如两个单指标预警等级同为一般预警，则多指标预警等级为严重预警；两个单指标预警等级同为严重预警时，则多指标预警等级为紧急预警；两个单指标预警等级同为紧急预警时，则多指标预警等级为紧急预警）。

8.1.5 当监测参数达到预警条件时，监测机构应确认数据变化的原因：若为外界干扰引起，尽快消除外界干扰因素；若为建筑物结构变化引起，应对建筑物结构进行巡检，确认建筑物结构安全状态，确定有险情后，及时以通讯方式告知委托人建筑物结构的安全现状、险情程度和建议采取的措施，同时以警情快报的形式向管理单位发出书面预警通知，并配合管理单位做好应急处置。

8.2 监测控制值

8.2.1 本条主要规定当采用按建筑物危险程度衡量的风险准则时，监测控制值可参照行业标准 JGJ 125-2016 的有关规定。其中沉降的控制值参照 JGJ 125-2016 第 4.2.1 的第 1 条的规定取值；水平位移的控制值参照 JGJ 125-2016 第 4.2.1 的第 5 条和第 5.1.3 的第 3 条的规定取值；倾斜的控制值参照 JGJ 125-2016 第 4.2.1 的第 4 条以及 4.2.2 的第 1 条和第 3 条的规定取值，对于高层房屋出现不利于房屋整体稳定性的倾斜率增速连续两个月大于 0.05%/月，且短期内无收敛趋势的，应进行预警；裂缝的控制值参照 JGJ 125-2016 第 5.3、5.4 有关不同结构形式的构件裂缝的规定取值；挠度的控制值参照 JGJ 125-2016 第 5.4 和 5.6 章有关不同结构形式的构件挠度的规定取值。振动的控制值参照 GB 50292-2015 附录 M.0.3 确定。基坑工程周边建筑整体倾斜率、结构性裂缝监测预警值可参照 GB 50497 第 8.0.5 条确定。城市轨道交通工程周边建（构）筑物监测项目控制值可参照 GB 50911 第 9.3 条确定。当采用按建筑物结构安全可靠度衡量的风险准则时，监测控制值可参照 GB 50292 的有关规定。

9 监测报告

9.1~9.3 在处理建筑物结构安全动态监测的沉降数据时，需要依据初始值（通常为监测传感器数据的初次稳定值）、相对沉降（同一监测点现时相对于往时的沉降变化量）、差异沉降（同一栋建筑物中，监测点的自身相对沉降与工作基点相对沉降之间的差值）、绝对沉降（同一栋建筑物中，监测点相对于基准点的沉降量），分析建筑物沉降变化。

9.5 原始记录是建筑物结构安全动态监测溯源的主要依据，记录应真实、清晰、完整，主要包括建筑物查勘记录、巡检记录、检测记录、安装记录等，以及各阶段巡检影像资料、监测系统内的数据和曲线等。
