

深圳市工程建设地方标准

SJG

SJG 128 – 2023

# 老旧房屋结构安全监测技术标准

Technical standard for structural safety monitoring of  
ageing buildings

2023-04-07 发布

2023-05-01 实施

深圳市住房和城乡建设局 发布

深圳市工程建设地方标准

老旧房屋结构安全监测技术标准

Technical standard for structural safety monitoring of  
ageing buildings

**SJG 128 - 2023**

2023 深 圳

## 前 言

根据深圳市住房和建设局《关于发布 2020 年深圳市工程建设标准制订修订计划项目（第一批）的通知》深建标〔2020〕2 号的要求，本标准编制组通过深入调查研究，总结深圳市老旧房屋结构安全监测技术的实践经验，借鉴国内、国际的先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 监测内容与要求；5 监测方法与要求；6 监测数据处理；7 监测控制值与预警。

本标准由深圳市住房和建设局批准发布，由深圳市住房和建设局业务归口负责具体管理和解释，并组织深圳市城市公共安全技术研究院有限公司等编制单位负责技术内容的解释。本标准执行过程中如有意见或建议，请寄送深圳市城市公共安全技术研究院有限公司（地址：深圳市福田区福华一路大中华国际交易广场 10 层、11 层，邮编：518031）。

本标准主编单位：深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

本标准参编单位：深圳市建研检测有限公司

中冶建筑研究总院（深圳）有限公司

深圳地质建设工程公司

深圳中建院建筑科技有限公司

深圳市建设综合勘察设计院有限公司

深圳市长勘察院设计有限公司

深圳市勘察测绘院（集团）有限公司

深圳工云科技有限公司

上海筑邦测控科技有限公司

本标准主要起草人员：施钟淇 刘玉珂 敖海良 董 方 张少标

金典琦 黎 莉 汪四新 简洪树 王少博

郝 彬 耿 培 余锦洲 周艳兵 徐茂辉

李 平 易宙子 荣延祥 杨永友 宋 军

汪旭伟 周贻港 赵文峰 李剑波 胡敬礼

张桂扬 齐明柱 李小三 雷 航 刘宇舟

金 楠 凡 红 唐安雷 何光辉 罗锦华

王佳鹏 吴天俊 钟儒勉 项艳庭 孙紫豪

李 超 许 岩 胡晓龙 李 焱 康 宇

曾成刚 潘亚洁 陈海青

本标准主要审查人员：滕 军 陈 鸿 张 剑 胡朝辉 李雷生

李 娜 王 伟

本标准主要指导人员：郭晓宁 陈小锋 刘 芳 李正宁

# 目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
3.1	一般规定	3
3.2	监测点与监测设备	3
4	监测内容与要求	5
4.1	监测内容	5
4.2	监测技术要求	6
4.3	监测周期	8
4.4	监测频率	8
5	监测方法与要求	10
5.1	一般规定	10
5.2	监测系统及精度要求	10
5.3	监测方法要求	12
5.4	人工辅助监测及巡查要求	13
6	监测数据处理	15
6.1	一般规定	15
6.2	数据处理	15
6.3	数据格式	15
7	监测控制值与预警	17
7.1	一般规定	17
7.2	监测控制值	17
7.3	分级预警	19
7.4	预警发布及响应	19
7.5	预警消除	20
	附录 A 自动化监测传感器长期漂移性能要求	21
	本标准用词说明	22
	引用标准名录	23
	附：条文说明	24

# Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	3
3.1	General Requirements	3
3.2	Monitoring Point and Equipment	3
4	Monitoring Contents and Requirements	5
4.1	Monitoring Contents	5
4.2	Monitoring Requirements	6
4.3	Monitoring Period	8
4.4	Monitoring Frequency	8
5	Monitoring Methods and Requirements	10
5.1	General Requirements	10
5.2	Requirements for Monitoring System and Accuracy	10
5.3	Requirements for Monitoring Methods	12
5.4	Requirements for Manual Auxiliary Monitoring and Patrol	13
6	Monitoring Data Processing	15
6.1	General Requirements	15
6.2	Data Processing	15
6.3	Data Format	15
7	Monitoring Control Value and Early Warning	17
7.1	General Requirements	17
7.2	Control Value	17
7.3	Classification of Early Warning	19
7.4	Release and Response of Early Warning	19
7.5	Eliminate of Early Warning	20
	Appendix A Automatic Monitoring Scheme and Equipment Performance Requirements	21
	Explanation of Words in This Specification	22
	List of Quoted Standards	23
	Addition: Explanation of Provisions	24



# 1 总 则

**1.0.1** 为规范深圳市存在结构安全隐患的老旧房屋安全监测技术工作，动态掌握房屋结构安全情况，提高房屋结构安全风险管控水平，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于深圳市 2000 年之前建成的且高度不超过 100m 的房屋结构安全监测工作。

**1.0.3** 深圳市老旧房屋结构安全监测除应符合本标准外，尚应符合国家、行业、广东省及深圳市现行有关标准的规定。对于未按国家规范正规设计的房屋，各项技术要求可在本标准的基础上适当从严。

## 2 术 语

### 2.0.1 老旧房屋 ageing building

2000 年之前建成的房屋。

### 2.0.2 安全监测 safety monitoring

采用仪器监测、卫星遥感观测、智能巡检、人工巡查等手段，长期、持续地采集房屋变形、损伤和相关影响因素（如地下水、温度等）的变化特征及发展趋势信息，并进行分析、预警的活动。

### 2.0.3 监测预警值 precaution value for monitoring

为保证工程结构安全、质量可靠及周边环境稳定，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。

### 2.0.4 监测点 monitoring point

在监测对象上布置的能反映其变化特征的观测点。

### 2.0.5 监测频率 frequency of monitoring

单位时间内的监测次数。

### 2.0.6 监测系统 monitoring system

由监测硬件设备及软件等组成，具有建筑物相关物理量采集、传输、分析及预警功能的系统。

### 2.0.7 监测设备 monitoring equipment

监测系统中，传感器、采集仪等硬件的统称。

### 2.0.8 InSAR 监测 monitoring with interferometric synthetic aperture radar

即合成孔径雷达干涉测量技术，使用两景或多景合成孔径雷达影像，综合利用两次或多次雷达卫星回波的相位差异来计算目标区域的地形以及表面微小变化的监测方法。

### 2.0.9 PS 点 persistent scatterers

即永久散射体，指经过较长时间间隔仍保持稳定散射特性的点目标。

### 2.0.10 数据备份 data backup

指为防止出现操作失误或系统故障导致数据丢失，而将全系统或部分数据集合，从应用主机的硬盘或阵列复制到其他存储介质的过程。

### 2.0.11 系统精度 system accuracy

反映自动化监测系统测量工作中的系统误差和随机误差综合影响的程度，其中系统误差主要包含传感器固有误差，系统部件（测量介质、连接构件、安装附件等）误差、方法误差（含计算误差）以及环境因素（温度、气压等）变化等引起的误差。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 老旧房屋结构安全监测应包含房屋沉降、倾斜、裂缝，宜包含水平位移、挠度、振动、应力应变等参数。对老旧房屋的监测内容、精度、监测周期和频率等的选择，宜结合房屋结构安全状态确定。老旧房屋周边环境监测可包括地下水、温度、风等监测，效应监测可包括温度效应、风致响应等监测。

**3.1.2** 老旧房屋结构安全监测宜优先采用自动化监测，以人工监测辅助自动化监测。自动化监测可采用传感器监测、视频监控、卫星遥感监测、人工智能巡检等方式，监测结果宜有验证和复核。

**3.1.3** 监测实施前应编制监测方案，宜包含下列内容：

- 1 项目责任主体，包括项目委托单位、房屋产权单位、项目实施单位；
- 2 项目概况，包括房屋基本情况（房屋名称、层数、结构形式、基础类型、排查和鉴定结论等），周边场地情况（有无暗涵暗渠、边坡、挡墙、河堤护坡等），周边工程扰动情况（在建深基坑、隧道工程等情况）；
- 3 监测依据、监测目的及监测内容；
- 4 监测设备与精度指标；
- 5 基准点、监测布点分析、设计及方法，监测点布置图；
- 6 监测周期与频率；
- 7 监测数据的采集、分析和处理要求；
- 8 监测控制值要求与预警发布机制；
- 9 台风、暴雨恶劣天气下应急措施；
- 10 监测安全、质量保证措施；
- 11 监测成果整理与提交，包括监测数据成果表、变化曲线等。

### 3.2 监测点与监测设备

**3.2.1** 监测点的布置应符合下列规定：

1 监测点布置原则和数量应结合场地环境、房屋结构类型、周边风险源扰动情况、房屋自身结构安全隐患情况、现场安装条件以及其他相关要求确定，具体应符合本标准第 4.2 节的相关规定；

2 监测点的选择应便于设备安装、测试、保护、维护和更换，且不易被干扰。

**3.2.2** 监测设备应符合下列规定：

1 监测设备应经专业机构检定或校准，一次性耗材应具有出厂合格证明；

2 监测设备的量程、精度、灵敏度、线性度及使用寿命等指标应满足监测内容的要求，并具有稳定性、耐久性、兼容性和可扩展性；

3 监测设备安装、调试稳定后应进行初始化设置；

4 应根据监测方法和监测功能的要求选择安装方式；仪器安装应牢固，安装工艺及耐久性应符合监测期内的使用要求；

5 安装完成后应及时对监测点编号标识并绘制监测设备布置图；

6 对于应变、沉降、倾斜、裂缝等易受温度变化干扰的监测内容，传感器宜具备温度补偿功能或算法。

## 4 监测内容与要求

### 4.1 监测内容

4.1.1 监测内容的选择应根据监测对象的结构安全现状、基础形式、结构类型、变形特点、环境影响因素和方法适用性等因素综合确定，并应满足下列要求：

- 1 受自然环境影响的房屋应考虑长期监测的要求，选择可靠易行的监测内容；
- 2 受建设工程施工影响的房屋应根据施工影响特点选择监测内容；
- 3 老旧房屋结构安全沉降、倾斜及水平位移等监测宜互为补充、验证。

4.1.2 根据房屋的结构类型、基础形式等因素，监测内容的选择可按表 4.1.2 进行。

表 4.1.2 监测内容选择表

监测内容	结构类型 基础形式	框架结构		框剪结构	框筒结构	钢结构		砌体结构、 土石结构
		独立基础	桩基础	桩基础	桩基础	独立基础	桩基础	条形基础
沉降		应测	应测	应测	应测	应测	应测	应测
倾斜		应测	应测	应测	应测	应测	应测	应测
水平位移		应测	宜测	宜测	宜测	应测	宜测	应测
裂缝		宜测	宜测	宜测	宜测	宜测	宜测	宜测
振动		选测	选测	选测	选测	选测	选测	选测
挠度		选测	选测	选测	选测	宜测	宜测	选测
应变		选测	选测	选测	选测	应测	应测	选测
腐蚀		选测	选测	选测	选测	选测	选测	选测
地下水位		宜测	选测	选测	选测	宜测	选测	宜测

4.1.3 房屋周围存在地下工程施工、山体边坡、暗涵暗渠及河流等影响房屋场地地基稳定因素时，应进行水平位移监测。

4.1.4 房屋主体结构和围护结构中出现或可能出现的结构受力和变形裂缝，应选择具有代表性的部位进行裂缝监测。

4.1.5 房屋受到比较明显的轨道交通动荷载影响时，或房屋周边有爆破、打桩等建筑施工冲击振动影响时，应进行振动监测。

4.1.6 房屋结构大跨度、大悬挑构件发生挠度变形或有要求时，宜进行挠度监测。

4.1.7 房屋存在结构损害风险时，宜对结构受力关键构件、截面和部位进行应变或应变变化量监测，其监测结果与其他监测内容应进行综合分析。

4.1.8 房屋在氯离子含量较高或受腐蚀影响较大的区域时，可进行腐蚀监测。

4.1.9 房屋周边存在地下水位变化对房屋建筑地基承载力及稳定性有影响的情况时，宜进行地下水位监测。

## 4.2 监测技术要求

4.2.1 沉降监测可采用几何水准测量、三角高程测量和静力水准测量等方法。沉降监测点的布置应符合下列规定：

1 当布设在建筑的四角、核心筒四角、大转角处或承重柱上时，监测点沿外墙间距宜为10m~20m，或每隔2根~3根承重柱布设1个监测点；

2 临近基坑或隧道一侧应有监测点；在高低悬殊或新旧建筑物连接、变形缝、不同结构分界、不同基础形式的两侧应布设监测点；风险等级较高的房屋应适当增加监测点数量。

4.2.2 倾斜监测可按现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8的有关规定进行，倾斜监测点的布置应符合下列规定：

1 监测点宜布置在房屋角点、变形缝两侧的承重柱或墙上；

2 应沿主体结构顶部、底部上下对应按组布设，且中部可增加监测点；每栋建筑物倾斜监测数量不宜少于2组，每组的监测点不应少于2个；

3 当测定局部倾斜时，应沿同一竖直线分别布设所测范围的上部监测点和下部监测点。

4.2.3 水平位移监测可采用全站仪边角测量、摄影测量、卫星定位测量、三维激光扫描以及地基干涉雷达等方法。水平位移监测点应布置在房屋的外墙墙角、外墙中间部位的墙上或柱上、裂缝两侧以及其他有代表性的部位。

4.2.4 裂缝监测应符合下列规定：

1 裂缝监测点宜布设在结构已有的水平裂缝、竖向裂缝和斜向裂缝处，裂缝较多时可对裂缝监测点进行优化；

2 裂缝监测应监测裂缝的位置、走向、长度、宽度，分析裂缝的性质、产生的原因及发展趋势，选取应力或应力变化较大部位的裂缝或宽度较大的裂缝进行变化值监测，必要时尚应监测裂缝深度；

3 裂缝宽度监测宜在裂缝的最宽处及裂缝首、末端按组布设，每组应布设2个监测点，并应分别布设在裂缝两侧，且其连线应垂直于裂缝走向；

4 裂缝宽度监测宜在裂缝两侧贴埋标志，用千分尺、游标卡尺、数字裂缝宽度测量仪等直接量测，也可用裂缝计、粘贴安装千分表量测或摄影量测等；

5 裂缝长度监测宜采用直接量测法；

6 裂缝深度监测宜采用超声波法、凿出法等。

4.2.5 为反映建筑周边工程施工或交通运行振动对结构产生损伤而进行的振动监测，应符合下列规定：

1 建筑施工振动对建筑结构影响评价的频率范围为1Hz~100Hz时，可采用振动速度作为由施工振动对建筑结构影响的评价物理量；建筑结构基础和顶层楼面的振动速度时域信号测试应取竖向和水平向两个主轴方向，评价指标应取三者峰值的最大值及其对应的振动频率；

2 地基基础工程施工对周边建筑结构影响在时域范围内的容许振动值，按照施工工艺的不同，当采用锤击或振动法打桩、振冲法、强夯等方式时，应符合现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868相关要求。岩土爆破施工对周边建筑结构影响的容许振动值，应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722的要求；

3 对于未达到国家现行抗震设防标准的城市旧房和未经正规设计自行建造的房屋容许振动值，应符合现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868相关要求；

4 当打桩根数少于10根时，建筑物容许振动值可在现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868相关要求上适当提高；

5 对于处于施工期的建筑结构，当混凝土、砂浆的强度低于设计要求的 50%时，应避免遭受施工振动影响；当混凝土、砂浆的强度达到设计要求的 50%~70%时，其容许振动值应符合现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868 相关要求；

6 交通振动对建筑结构的影响评价和对建筑物内人体舒适性影响评价，应符合现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868 相关要求。

4.2.6 挠度监测可采用几何水准测量和静力水准测量等方法，挠度监测应符合下列规定：

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。

4.2.7 应变监测点反映房屋结构应变变形相对变化量，应布置在房屋结构上。当结构表面或内部无法安装应变监测传感器时，可采用间接监测的方法。间接监测应变时可用位移传感器等位移计构成的装置进行。应变监测应符合下列规定：

1 应变监测可选用电阻应变计、振弦式应变计、光纤类应变计等应变监测元件进行监测。

2 应变计宜根据监测目的和工程要求，以及传感器技术、环境特性进行选择。

3 应变计应符合下列基本规定：

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

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

3) 应变计应具备温度补偿功能。

4 选用不同类型的应变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一规格产品，并应进行屏蔽绝缘保护；

2) 振弦式应变计应与匹配的频率仪配套校准，频率仪的分辨率不应大于 0.5Hz；

3) 光纤解调系统各项指标应符合被监测对象对待测参数的规定；

4) 采用位移传感器等构成的装置监测应变时，其标距误差应为 $\pm 1.0\%$ ，最小分度值不宜大于被测总应变的 1.0%。

5 应变传感器的安装应符合下列规定：

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°；

3) 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；

4) 安装应牢固，长期监测时，宜采用焊接或栓接方式安装；

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

6) 安装稳定后，应进行调试并测定静态初始值。

6 应变监测应与变形监测频次同步且宜采用实时监测。

4.2.8 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，腐蚀监测应符合下列规定：

1 腐蚀监测参数可包括结构腐蚀电位、腐蚀电流和混凝土温度；

2 腐蚀监测位置应根据监测目的，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；

3 腐蚀传感器应能分辨腐蚀类型、测定腐蚀速率。

4.2.9 地下水监测宜采用钻孔内设置水位管或设置观测井，通过水位计进行量测，地下水监测应符合下列规定：

1 地下水监测点应布置在房屋周边或房屋与降水点之间；

2 潜水水位管直径不宜小于 50mm，饱和软土等渗透性小的土层水位管直径不宜小于 70mm，滤管长度应满足量测要求；承压水位监测时被测含水层与其他含水层之间应采取有效的隔水措施；

3 水位管宜在基坑预降水前至少 1 周埋设，并逐日连续观测水位取得稳定初始值。

### 4.3 监测周期

4.3.1 监测周期应根据房屋监测目的、安全现状及变化情况综合确定，并应满足下列规定：

1 对于受工程施工影响的房屋，变形监测应从工程施工开始前进行，直到监测数据达到稳定状态；

2 对于未受工程施工影响，但因其他原因需进行安全监测的房屋，应根据监测目的并结合实际情况确定监测期。在监测数据达到稳定状态前不宜停止监测；

3 对于应急抢险期的房屋，应立即采取监测措施，在病害停止进一步发展、监测数据达到稳定状态及加固修复完成前不应停止监测。

4.3.2 监测数据是否达到稳定状态可由变形量与时间关系曲线判定，并应满足下列规定：

1 对于建筑沉降监测数据，当最后 100d 的最大沉降速率小于 0.04mm/d 时，可认为已达到稳定状态。对具体沉降监测内容，最大沉降速率的取值宜结合地基基础等条件来确定；

2 对于其他监测数据，可通过比较监测点相邻两期的变形量与测量极限误差来进行判定。当变形量小于测量极限误差时，可认为该监测点在这两期之间没有变形或变形不显著；

3 对于多期变形观测成果，应综合分析多期的累计变形特征。当监测点相邻两期之间变形量小、但多期间变形量呈现出明显变化趋势时，应认为其变形尚未稳定。

### 4.4 监测频率

4.4.1 监测频率应根据监测目的、周边环境、施工工况、自然条件及建筑物安全现状等综合确定和调整。

4.4.2 在无数据异常和事故征兆的情况下，现场监测频率可按表 4.4.2 确定。对于应急抢险期的房屋，监测频率应根据专家审定的应急方案确定，当险情解除且数据达到稳定状态后，经委托单位、鉴定单位、监测单位综合研判后，可适当降低监测频率。

表 4.4.2 现场监测频率表

监测内容	监测频率
沉降	不少于 1 次/1d
倾斜	不少于 1 次/1d
水平位移	不少于 1 次/1d
裂缝	不少于 1 次/2d
振动	1 次/1min
挠度	不少于 1 次/1d

续表 4.4.2

监测内容	监测频率
应变	1次/1h
腐蚀	1次/1d
地下水位	1次/1d

**4.4.3** 当发生下列情况时，应加强监测，并提高监测频率：

- 1 监测值累计变化达到预警值；
- 2 监测值变化量较大或者变化速率异常增大；
- 3 施工险情、周边环境发生异常变化，并可能对房屋产生危害；
- 4 遭遇台风、暴雨等极端天气；
- 5 房屋地基出现沉降、滑移、隆起等，或者房屋结构出现突发裂缝、变形等异常情况；
- 6 其他需要加强监测的情况。

## 5 监测方法与要求

### 5.1 一般规定

- 5.1.1** 老旧房屋结构安全监测方法的选取应考虑房屋的安全问题、实际监测需求，宜采取以自动化监测为主、人工检测为辅的方式。
- 5.1.2** 实施房屋沉降、倾斜及裂缝的自动化监测时，应布设对应的人工检测点，并确定初始值。
- 5.1.3** 变形监测网的基准点应选择在可能变形区域以外、不受扰动的稳定可靠位置；工作基点应选在相对稳定和便于使用的位置；在通视条件良好、距离较近的情况下，可将基准点作为工作基点。工作基点应与基准点进行组网和联测。
- 5.1.4** 人工监测基准点、工作基点和监测点首期（即零期）应连续进行两次独立测量。当相应两次观测数据的较差不大于极限误差时，应取其算术平均值作为该项目变形测量的初始值，否则应立即重测。
- 5.1.5** 房屋变形监测点应布设能反映房屋变形特征的部位，点位应布局合理、观测方便，标志设置牢固且易于保存，并应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的相关要求；当采用自动化监测时，人工监测点应与自动化监测点相对应。
- 5.1.6** 监测过程中应定期进行监测仪器、设备、传感器等的巡查、维护保养。

### 5.2 监测系统及精度要求

- 5.2.1** 监测系统应具备数据采集、传输、储存及处理、运行状态判别及报警、系统管理和维护、信息交换、数据使用及维护、电源管理保护、系统数据安全保护等功能。
- 5.2.2** 应根据工程的实际需要和环境条件，采用技术成熟、性能可靠且易于维护的设备。
- 5.2.3** 监测系统应满足下列要求：
- 1 应具有良好的长期稳定性、可靠性、可扩展性；
  - 2 应具有良好的防雷、防潮、防锈和防侵入等性能，并应具备抗振、抗电磁干扰等性能；
  - 3 硬件设施的设置应便于维护，数据采集装置上的数据线等连接装置应方便现场检修或更换；软件应开发规范、运行稳定、界面友好、使用便捷，并应及时更新维护；
  - 4 采集的数据应能反映监测对象的变化规律且无系统性偏移，并应具有良好的连续性、周期性；
  - 5 监测系统的数据采集频率应满足相应监测内容的监测频率要求，正常情况下可按照 6~12 次/d，应急处置等特殊情况下可根据实际情况加密采集频率。
- 5.2.4** 传感器及采集设备应满足下列要求：
- 1 应选择技术成熟、性能稳定的产品；
  - 2 当设备受温度等环境因素影响时，应同步监测环境因素的变化，并进行修正；
  - 3 应满足监测精度指标的要求；
  - 4 应有适当的保护措施，并应满足设备安装规范要求；
  - 5 设备安装之前应进行读数采集联调，安装后应进行多次静态初始读数；
  - 6 传感器应具有良好的长期稳定性，时间漂移及温度漂移等指标应满足相应要求。
- 5.2.5** 监测系统精度应根据监测内容、对象和监测目的要求进行综合设计，系统精度应符合下列规定：

1 监测系统精度应满足房屋监测的评价指标精度要求；以中误差作为衡量系统精度的指标，以 2 倍中误差作为极限误差；

2 监测设备量程宜大于监测点累计变化量估计值或允许值的 2 倍；精度指标应达到监测点累计变化量估计值的 1/10~1/20；

3 系统测量精度的评估宜考虑使用全工况下的温度等环境影响修正。

5.2.6 自动监测设备精度应满足系统精度设计的要求，并应满足表 5.2.6-1 的规定。建筑变形测量的等级、精度指标及其适用范围，宜满足表 5.2.6-2 的规定。

表 5.2.6-1 自动监测设备精度

设备名称	量程	分辨率	精度指标
静力水准仪	≥±100mm	≤0.1mm	仪器中误差小于 0.3mm/100mm 系统中误差 ≤2.0mm
倾角仪	≥2°	10 角秒	误差 ≤±0.003°
GNSS	—	≤0.5mm	平面 ±2.5mm+0.5ppm
测振仪	≥10cm/s	0.05cm/s	幅值误差≤±2 % F.S 频率允许误差≤0.5% F.S
裂缝计	≥±5mm	≤0.01mm	误差 ≤±0.1mm
应变计	—	0.05%F.S.	误差 ≤0.1%F.S, 温度采集
温度计	-20~85°C	0.1°C	误差 ≤0.5°C
水位计	≥10m	1mm	误差 ≤10mm

注：电感应类传感器，均需要进行温度修正。

表 5.2.6-2 建筑变形测量的等级、精度指标及其适用范围

等级	沉降监测点 测站高差中误差 (mm)	位移监测点 坐标中误差 (mm)	主要适用范围
特等	0.05	0.3	特高精度要求的变形测量
一等	0.15	1.0	地基基础设计为甲级的建筑的变形测量；重要的古建筑、历史建筑的变形测量；重要的城市基础设施的变形测量等
二等	0.5	3.0	地基基础设计为甲、乙级的建筑的变形测量；重要场地的边坡监测；重要的基坑监测；重要管线的变形测量；地下工程施工及运营中的变形测量；重要的城市基础设施的变形测量等
三等	1.5	10.0	地基基础设计为乙、丙级的建筑的变形测量；一般场地的边坡监测；一般的基坑监测；地表、道路及一般管线的变形测量；一般的城市基础设施的变形测量；日照变形测量；风振变形测量等
四等	3.0	20.0	精度要求低的变形测量

注：1 沉降监测点测站高差中误差：对水准测量，为其测站高差中误差；对静力水准测量、三角高程测量，为相邻沉降监测点间等价的高差中误差；

2 位移监测点坐标中误差：指的是监测点相对于基准点或工作基点的坐标中误差、监测点相对于基准线的偏差中误差、建筑上

某点相对于其底部对应点的水平位移分量中误差等。坐标中误差为其点位中误差的 $1/\sqrt{2}$ 倍。

### 5.3 监测方法要求

#### 5.3.1 静力水准仪的使用应符合下列规定：

- 1 同一液路系统各监测点的高程误差宜不大于 20mm，压差式静力水准仪的高程误差宜不大于有效量程的 30%；
- 2 应保证连通管内的液位自由流动，且应采取措施保证管路液体的温度均匀，避免温差过大；应保证气体管路的连通，避免弯折或堵塞；通液管、通气管及电缆宜采用 PVC 管等保护；
- 3 静力水准仪的支架与监测结构应采用焊接或螺栓连接固定；
- 4 宜采用循环加液，保证气泡的排除；当采用泵送加液时，应考虑仪器所能承受的最大压力，避免影响仪器性能；应充分排除液体管内气泡，残余气泡半径应小于 1.0mm；
- 5 液体完全平衡后，可采用分级加液读数检验系统的灵敏性及一致性。

#### 5.3.2 倾角仪的使用应符合下列规定：

- 1 传感器应与结构物贴合安装，被测量面应平整；当采用悬挑支架安装时，应在悬挑板上部或下部增加肋板，避免支架变形影响测量结果；
- 2 传感器轴线宜与测量主方向垂直或平行，并应减少动态和加速度的影响；
- 3 传感器宜安装在阴凉恒温环境处，或采用必要的保温防护措施；传感器应避免安装在振动或者冲击严重的位置。

#### 5.3.3 全球卫星定位设备（GNSS）的使用应符合下列规定：

- 1 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；
- 2 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；
- 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；接收天线的周围应无高度角超过 15° 的障碍物；变形观测点的数目应依具体的监测内容和监测体的结构灵活布设。

#### 5.3.4 裂缝宽度自动化监测可采用裂缝计进行量测。裂缝计的使用应符合下列规定：

- 1 裂缝计应安装在裂缝最宽的位置，连接件应布置于裂缝两侧；
- 2 裂缝计的测量方向应与裂缝走向垂直；
- 3 裂缝计的量程应大于裂缝的预警宽度。

#### 5.3.5 应变计的使用应符合下列规定：

- 1 应变监测可选用电阻应变计、振弦式应变计、光纤类应变传感器等；
- 2 量程应与量测范围相适应，传感器精度应为其满量程的 0.5%；
- 3 混凝土构件宜选择大标距应变计；应变梯度较大的应力集中区域宜选择标距较小的应变计；
- 4 传感器应沿着应力梯度方向安装，角度偏差不宜大于 2°；
- 5 传感器与结构物的连接宜采用焊接或螺栓的方式进行固定，确保变形协调。应标识出不同传感器引出线缆；
- 6 应先固定支架、后固定传感器，以防安装过程中传感器受到过大的外力；
- 7 安装完成后，应进行多次初始读数检查，确保传感器和采集设备正常。

#### 5.3.6 视频监测可用于老旧房屋安全的日常管理，应符合下列规定：

1 视频采集设备用于监测周边环境及建筑物整体情况时，应安装在变形相对稳定区域，且应清晰监测到房屋变形、破坏全过程的安全区域；

2 视频采集设备应具备昼夜全天候摄像能力；

3 视频采集设备应具备定期抓拍功能，宜具备触发抓拍功能，可设置预警触发抓拍；

4 视频监测系统应具备视频采集、传输、分析、反馈和控制功能，应具备远程实时监控、断点续传等功能；

5 视频监测系统应优先采用系统组网简单可靠的技术方案，可采用光纤视频监控或无线传输方案。

**5.3.7 InSAR 监测可用于房屋的历史变形回溯，应符合下列规定：**

1 实施 InSAR 监测时，宜与自动化监测、人工监测等其他监测方法相结合；

2 仅采取单一星载 InSAR 监测方法时，监测结果宜有升降轨验证和多源星载 SAR 数据结果交叉验证；

3 InSAR 监测使用的星载 SAR 卫星应具有较优的干涉相干性能，所获取影像应达到中高空间分辨率，监测频率不应低于 1 次/2 月；

4 PS 点应在建筑物轮廓范围内，可采用时间序列分析方法及距离反比加权法提高监测点的监测精度。建筑物 InSAR 沉降监测精度应达到现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 中对三等沉降观测的精度要求，当无法满足精度要求时，监测数据仅可用于反映沉降变化的趋势。

**5.3.8 无人机智能巡检应符合下列规定：**

1 宜采用测量级防碰撞多旋翼无人机，最大飞行时间应不小于 30 分钟，且应具有自动避障及自动返航功能。无人机搭载设备感知采集的数据，其格式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；

2 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拟合。如需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；

3 无人机巡检作业宜在良好天气下进行，雾、雪、大雨、大风、冰雹等恶劣天气不宜开展作业。必要时，作业人员应根据无人机的性能及气象情况作风险评估，判定是否开展作业；

4 无人机起、降点宜选择作业目标附近平坦、空旷、无遮挡的区域，应与目标设备和其他设施、设备保持足够的安全距离。使用无人机巡检前应查询建筑物所在区域低空飞行安全管理级别，并进行飞行环境安全检查、做好飞行过程的安全控制工作。

## 5.4 人工辅助监测及巡查要求

**5.4.1 老旧房屋监测期间应进行人工巡查和系统维护。对监测点进行人工巡查时，应记录建筑物变化、各监测点及设备的情况、是否存在监测系统损坏或影响精度的情况。**

**5.4.2 人工辅助监测频率应根据自动监测结果及具体项目情况确定。人工巡查宜每个月不少于 1 次，且在台风过后、监测数据异常、周边环境明显变化等情况下应立即进行一次人工巡查。**

**5.4.3 对同一监测内容，人工监测时宜符合下列规定：**

1 宜采用相同的观测方法和观测路线；

2 宜使用同一监测仪器和设备；

3 宜固定观测人员；

4 宜在基本相同的环境和条件下工作。

**5.4.4** 人工监测使用的监测设备的技术要求应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的相关要求。在观测前，应对所使用的监测设备进行检查、校准，并做好记录。

## 6 监测数据处理

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 对获得的监测数据应及时进行平差及环境因素修正处理。
- 6.1.2 评价监测数据变化情况时，应至少对相邻两期或连续三天的监测数据进行处理，分析监测内容的累计变化量以及变化速率情况。
- 6.1.3 监测数据可保存至云服务器或本地服务器，并进行数据备份。

### 6.2 数据处理

#### 6.2.1 数据处理与分析应符合下列规定：

- 1 监测期间应及时进行数据处理和分析，数据成果应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，必要时应分阶段进行分析；
- 2 当数据达到预警值或时程曲线的变化幅度突增时，应对监测数据进行分析。

#### 6.2.2 自动化监测数据处理应符合下列规定：

- 1 自动化监测数据应进行实时处理及预警分析和发布；
- 2 各种环境影响或系统本身产生的偶发性异常数据，在确定其为非安全因素影响产生的数据后，应进行剔除；当出现连续异常数据时，应进行现场复核和巡查；
- 3 监测过程中，可以“天”为单位筛选代表数值，进行历史数值的管理；代表数值可取环境相对稳定时间段的数据作为代表值；特殊情况下，可根据实际情况以不同时段为单位筛选代表数值；

4 对温度、振动等环境因素影响敏感的设备，应进行相应的修正；进行温度修正时，除了考虑传感器本身的温度效应，还应考虑安装器件、连接结构等其它部分的温度效应；对于同一设备有多个测量值的，应分别进行修正。

#### 6.2.3 老旧房屋监测数据的平差计算，应符合下列规定：

- 1 应利用稳定的基准点作为起算点；
- 2 应确保平差计算所用观测数据、起算数据准确无误；
- 3 应剔除含有粗差的观测数据；
- 4 对特等和一等变形测量，应对可能含有系统误差的观测值进行系统误差改正。

#### 6.2.4 监测报告应符合下列规定：

- 1 监测实施单位应定期出具阶段性监测报告，监测工作完成后应出具总结报告；
- 2 对于施工影响范围及风险程度较高的房屋监测，应定期出具周报或日报；
- 3 对于应急抢险期的房屋监测，应结合现场情况及时出具快报或日报；
- 4 总结报告应包括项目概况、监测目的、监测依据、监测点布置、监测设备、监测方法、监测频率、监测预警值、各监测内容全过程的发展变化分析及整体评述、监测工作结论与建议。

### 6.3 数据格式

6.3.1 数据文件宜包含项目名称、项目编号、房屋名称、房屋（标段）编码、测项名称、测项编号、测点编号、带时间戳的测量值等基本内容，还应包含累计值 and 变化速率双控的分级预警指标。可采用推送或者获取的方式进行对接。

**6.3.2** 测量值单位及正方向应符合下列规定：

- 1 沉降测量单位为 mm，数值保留 1 位小数，数值符号以向上为正，以向下为负；
- 2 倾斜率测量单位为‰，数值保留 1 位小数，数值符号以测量轴转向重力方向为正，反之为负；
- 3 水平位移测量单位为 mm，数值保留 1 位小数，数值符号宜以判断主要位移方向为正；
- 4 裂缝宽度测量单位为 mm，数值保留 1 位小数，数值符号以裂缝变宽的方向为正，反之为负；
- 5 应变测量单位为  $\mu\varepsilon$ ，数值保留 1 位小数，数值符号以拉应变方向为正，压应变方向为负；
- 6 地下水位测量单位为 m，数值保留 3 位小数，数值符号以水位上升为正，水位下降为负；
- 7 其他测量值正方向及单位可根据具体方法和内容确定，且应符合一般习惯。

## 7 监测控制值与预警

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 老旧房屋结构安全监测控制值应满足老旧房屋的变形和安全控制要求。
- 7.1.2 监测控制值应包括监测内容的累计变化控制值 and 变化速率控制值。
- 7.1.3 老旧房屋结构安全监测应根据房屋特点、监测控制值等设定监测预警等级。

### 7.2 监测控制值

7.2.1 监测实施单位应根据监测目的，结合房屋自身结构安全隐患及外部风险源影响情况综合确定监测控制值，划分预警等级。

7.2.2 沉降的监测控制值可按下列取值确定：

- 1 当房屋处于自然状态时，地基沉降速率连续两个月大于 4mm/月，且短期内无收敛趋势；
- 2 当房屋处于相邻地下工程施工影响时，地基沉降速率大于 2mm/天，且短期内无收敛趋势。

7.2.3 倾斜的监测控制值可按下列限值确定：

- 1 对于多层房屋的整体倾斜，按下列要求控制：
  - 1) 两层及两层以下房屋整体倾斜率超过 3%；
  - 2) 三层及三层以上房屋整体倾斜率超过 2%。
- 2 对于高层房屋的整体倾斜，按表 7.2.3 规定的限值控制：

表 7.2.3 高层房屋整体倾斜率限值

房屋高度 (m)	$24 < H_g \leq 60$	$60 < H_g \leq 100$
倾斜率限值	0.7%	0.5%

注： $H_g$  为自室外地面起算的建筑物高度 (m)。

- 3 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。

7.2.4 水平位移的监测控制值可按下列取值确定：

- 1 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；
- 2 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。

7.2.5 裂缝的监测可按下列情况控制：

- 1 砌体结构构件可按下列取值确定：
  - 1) 因地基变形引起砌体结构房屋承重墙体产生单条宽度大于 10mm 的沉降裂缝，或产生最大裂缝宽度大于 5mm 的多条平行沉降裂缝；
  - 2) 砌体结构的承重墙或柱因受压产生缝宽大于 1.0mm、缝长超过层高 1/2 的竖向裂缝，或产生缝长超过层高 1/3 的多条竖向裂缝；
  - 3) 砌体结构的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，或裂缝宽度已超过 1.0mm；
  - 4) 砌体结构的墙或柱因偏心受压产生水平裂缝；
  - 5) 砌体结构的相邻构件连接处断裂成通缝；
  - 6) 砌体结构的墙或柱由于刚度不足在挠曲部位出现水平或交叉裂缝；
  - 7) 砌体结构的砖砌梁中部产生明显竖向裂缝或端部产生明显斜裂缝，或产生明显的弯

曲、下挠变形，或支承过梁的墙体产生受力裂缝；

8) 砌体结构的砖筒拱、扁壳、波形筒拱的拱顶沿母线产生裂缝。

2 混凝土结构构件可按下列取值确定：

- 1) 因地基变形引起混凝土结构房屋框架梁、柱出现开裂；
- 2) 混凝土结构的梁、板受拉区的裂缝宽度大于 1.0mm；或梁、板受力主筋处产生横向水平裂缝或斜裂缝，缝宽大于 0.5mm，板产生宽度大于 1.0mm 的受拉裂缝；
- 3) 混凝土结构的简支梁、连续梁跨中或中间支座受拉区产生竖向裂缝，其一侧向上或向下延伸达梁高的 2/3 以上，且缝宽大于 1.0mm，或在支座附近出现剪切斜裂缝；
- 4) 混凝土结构的预应力梁、板产生竖向通长裂缝，或预制板底部出现横向断裂缝；
- 5) 混凝土结构的板面支座或板底受拉区存在宽度大于 1.0mm 的裂缝；
- 6) 现浇板面周边产生裂缝，或板底产生交叉裂缝；
- 7) 混凝土结构的端节点连接松动，且伴有明显的裂缝；柱因受压产生竖向裂缝；或一侧产生水平裂缝，缝宽大于 1.0mm；
- 8) 混凝土结构的钢筋混凝土墙中部产生斜裂缝；
- 9) 混凝土结构的屋架下弦产生横断裂缝，缝宽大于 1.0mm；
- 10) 混凝土结构的悬挑构件受拉区的裂缝宽度大于 0.5mm。

3 钢结构构件或连接件有裂缝、锐角切口。

7.2.6 挠度的监测控制值可按下列取值确定：

1 混凝土结构构件可按下列取值确定：

- 1) 梁、板等构件产生大于  $l_0/150$  的挠度， $l_0$  为结构构件计算长度；
- 2) 屋架产生大于  $l_0/200$  的挠度。

2 钢结构结构构件可按下列取值确定：

- 1) 梁、板等构件产生大于  $l_0/250$  或大于 45mm 的挠度；
- 2) 屋架产生大于  $l_0/250$  或大于 40mm 的挠度。

7.2.7 振动的监测控制值可根据表 7.2.7 确定：

表 7.2.7 结构振动速度安全限值

建筑类别	振动速度安全限值 (mm/s)		
	< 10Hz	10Hz ~ 50Hz	> 50Hz
土石结构	2~5	5~10	10~15
砌体结构	15 ~ 20	20 ~ 25	25 ~ 30
钢筋混凝土结构	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；

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。

7.2.8 腐蚀的监测控制值可按下列规定取值：

- 1 砌体结构的承重墙或柱表面风化、剥落、砂浆粉化等，有效截面削弱达 15%以上；
- 2 混凝土结构的梁、板主筋的钢筋截面锈损率超过 15%，或混凝土保护层因钢筋锈蚀而严重脱落、露筋；
- 3 混凝土结构的构件混凝土有效截面削弱达 15%以上，或受力主筋截断超过 10%；柱、墙

因主筋锈蚀已导致混凝土保护层严重脱落，或受压区混凝土出现压碎迹象；

- 4 钢结构的受力构件因锈蚀导致截面锈损量大于原截面的 10%。

### 7.3 分级预警

7.3.1 监测预警可分为单指标预警和多指标联动预警，并应符合下列规定：

1 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，其中黄色代表一般风险，橙色代表较大风险，红色代表严重风险。相应预警等级对应的监测数据值由监测实施单位结合实际情况，考虑具体监测内容以及结构安全对监测内容的敏感性综合确定，并按图 7.3.1 执行预警升级程序。

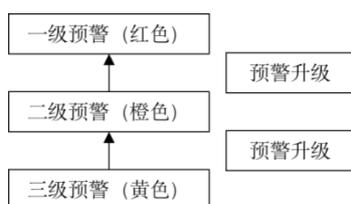


图 7.3.1 监测预警系统程序措施

2 多指标联动预警等级设置宜按表 7.3.1 执行，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。

表 7.3.1 多指标联动预警等级表

		单指标预警等级			
		无预警	三级预警	二级预警	一级预警
单指标 预警等级	无预警		三级预警	二级预警	一级预警
	三级预警	三级预警	二级预警	一级预警	一级预警
	二级预警	二级预警	一级预警	一级预警	一级预警
	一级预警	一级预警	一级预警	一级预警	一级预警
图例：		<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> 三级预警	<span style="background-color: orange; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> 二级预警	<span style="background-color: red; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> 一级预警	

注：监测过程中有下列情形之一，应视同达到一级预警（红色）：

- 1 人工巡检发现房屋结构出现恶化趋势；
- 2 发生灾害事故，结构出现重大险情。

7.3.2 分级预警值的设置应符合下列规定：

- 1 对于未经排查鉴定的房屋，宜在本标准规定的监测控制值的基础上从严设定预警等级；
- 2 对于按照现行行业标准《危险房屋鉴定标准》JGJ 125 鉴定等级为 C 级的房屋达到一级预警之后，应立即采取相关措施。

### 7.4 预警发布及响应

7.4.1 预警信息应支持 PC 端、APP 端、短信等一种或者多种形式报送。

7.4.2 预警信息应以预警快报形式同步推送至委托方、监管方。

7.4.3 预警响应应符合下列规定：

- 1 三级预警（黄色）：持续观察，增加数据采集频率或增加监测点位；
- 2 二级预警（橙色）：持续观察，增加数据采集频率或增加监测点位，增加人工巡检频率，经确认后及时上报主管部门；

3 一级预警（红色）：紧急上报主管部门，并由主管部门启动相应的应急预案。

### 7.5 预 警 消 除

7.5.1 若预警发布是因设备故障或受到人为或其他形式的扰动所致（数据绝对值突然增大），设备经运维人员调试完成后可消除预警。

7.5.2 若预警楼栋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一周处于预警范围内，可进行预警消除。

7.5.3 监测服务终止后，设备拆除的情况下可进行对应的预警消除。

## 附录 A 自动化监测传感器长期漂移性能要求

**A.0.1** 传感器数据长期漂移性能应符合表 A.0.1 的限值规定，若超出则应判断传感器失效或不合格。

表 A.0.1 传感器数据长期漂移性能限值参考表

传感器性能标准	沉降传感器 (mm)	倾斜传感器 (mm/m)	裂缝传感器 (mm)	应变传感器 ( $\mu\epsilon$ )
合格	$\leq\pm 2$	$\leq\pm 0.5$	$\leq\pm 0.3$	$\leq\pm 50$
不合格/失效	$>\pm 2$	$>\pm 0.5$	$>\pm 0.3$	$>\pm 50$

**A.0.2** 应对传感器的长期漂移性能进行定期测试，测试周期宜选择 1 个月、3 个月、6 个月、12 个月或根据具体需求确定。测试环境应远离周边振动干扰，减少测试设备自身机械振动干扰及建筑物自身不利干扰，避免环境温湿度影响。

**A.0.3** 监测传感器数据上线 1 个月后，宜对传感器的全曲线进行稳定性评价。对于数据漂移最大值不满足长期漂移限值规定的，判定为传感器失效。失效数量达到 10% 比例以上，视为该类传感器不适合房屋长期安全监测预警应用场景。对于验收通过的传感器，宜每 3 个月进行一次传感器数据全曲线稳定性评价，不合格的传感器应进行更换处理。

## 本标准用词说明

- 1 为了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，非这样做不可的用词：  
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用词：  
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用词：  
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 标准中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《民用建筑可靠性鉴定标准》 GB 50292
- 2 《工业建筑可靠性鉴定标准》 GB 50144
- 3 《工程测量标准》 GB 50026
- 4 《建筑与桥梁结构监测技术规范》 GB 50982
- 5 《建筑工程容许振动标准》 GB 50868
- 6 《城市轨道交通工程监测技术规范》 GB 50911
- 7 《建筑基坑工程监测技术标准》 GB 50497
- 8 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 9 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》 GB 50202
- 10 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- 11 《钢结构现场检测技术标准》 GB/T 50621
- 12 《建筑结构检测技术标准》 GB/T 50344
- 13 《砌体工程现场检测技术标准》 GB/T 50315
- 14 《建筑工程施工过程结构分析与监测技术规范》 JGJ 302
- 15 《危险房屋鉴定标准》 JGJ 125
- 16 《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120
- 17 《建筑变形测量规范》 JGJ 8
- 18 《深圳市既有房屋结构安全隐患排查技术标准》 SJG 41

深圳市工程建设地方标准

老旧房屋结构安全监测技术标准

**SJG 128 - 2023**

条文说明

## 制 定 说 明

本标准编制过程中，编制组通过大量的调研和分析，结合深圳市老旧房屋现状并总结了房屋安全监测的实践经验，参考了其他领域在监测设备生产工艺、使用特点和方法等方面的经验，同时借鉴了国内、国际的先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

为便于深圳市从事老旧房屋结构安全监测的有关单位及人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握本标准条文规定的参考。

## 目 次

1	总则 .....	27
3	基本规定 .....	28
3.1	一般规定 .....	28
3.2	监测点与监测设备 .....	29
4	监测内容与要求 .....	30
4.1	监测内容 .....	30
4.2	监测技术要求 .....	30
4.3	监测周期 .....	31
4.4	监测频率 .....	31
5	监测方法与要求 .....	32
5.1	一般规定 .....	32
5.2	监测系统及精度要求 .....	32
5.3	监测方法要求 .....	32
5.4	人工辅助监测及巡查要求 .....	33
6	监测数据处理与分析 .....	34
6.1	一般规定 .....	34
6.2	数据处理 .....	34
6.3	数据格式 .....	34
7	监测控制值与预警 .....	36
7.1	一般规定 .....	36
7.2	监测控制值 .....	36
7.3	分级预警 .....	37
7.4	预警发布及响应 .....	37
7.5	预警消除 .....	37

# 1 总 则

**1.0.1** 老旧房屋由于历史原因，在结构设计、场地选择、建设标准、材料选用及使用管理方面均存在较多问题，通过对深圳市老旧房屋开展监测预警工作，能够科学地动态掌握房屋使用安全状况变化、指导应急处置、提前预警房屋结构安全事故。

**1.0.2** 本标准不适用于木结构房屋及古建筑、历史建筑。本标准的主要适用范围如下：

**1** 建成时间在 2000 年之前、存在明显结构安全隐患的房屋：

主要为存在明显结构损伤和变形的房屋，包括裂缝、倾斜、钢筋锈蚀、构件变形等，以及由于人为因素造成安全隐患的房屋，包括拆改结构、加层加建、改变使用功能、超载使用等。

**2** 现有结构安全度偏低的房屋：

主要是指根据深圳市标准《深圳市既有房屋结构安全隐患排查技术标准》SJG 41-2017 隐患排查为 C 类的房屋、根据国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 检测鉴定为 Csu、Dsu 级的房屋、根据行业标准《危险房屋鉴定标准》JGJ 125-2016 检测鉴定为 C、D 级的房屋。

**3** 处于不利地段、不良地质上或周边地下环境有变化的房屋：

主要是指位于暗渠暗涵、边坡河堤等不利地段以及管沟工程、基坑工程、隧道工程、爆破工程、地基处理工程等施工影响范围内的房屋。

**4** 其他有必要实施监测的房屋。

本标准将房屋高度限制 100m 以内，主要可以与行业标准《危险房屋鉴定标准》JGJ 125-2016 衔接，且 100m 以上的建筑物基本都采用桩基础，且按正常建设流程建设，在场地选择、设计标准、用材及使用上均较有保障，当前时期不易出现房屋垮塌的隐患。

### 3 基本规定

#### 3.1 一般规定

3.1.1 对使用期间的老旧房屋进行结构安全监测时，沉降、倾斜、裂缝、振动、挠度等是常用的监测参数，根据这些参数的监测结果，可了解建筑物变形的变化情况及发展趋势、受环境影响的程度、变形及损伤对房屋结构安全的影响程度，从而依据相关规范对房屋结构的危险状态进行预警。其中，老旧房屋温度监测结果应与变形、应变监测结果进行对比分析。

3.1.2 目前的房屋监测可分为人工监测、自动化监测两大类。两类监测方法各有优缺点，两者相结合可以弥补不足并互为验证、确保准确。一般情况应通过人工监测测定沉降、倾斜等初始值，由自动监测获取实时相对变化值，并将初始值叠加相对变化值后获得建筑物最终变形值。仅采用某一种自动监测方法时，监测数据可能会受到环境因素干扰或出现异常值、超预警值的情况，这时就需采用人工方法或其他不同原理的自动监测方法对数据进行验证和复核，对通过对多种监测方法获得的监测结果进行综合研判，从而确保监测的可靠性。

3.1.3 本条明确监测方案编制所包含的内容。由于监测数据是判断老旧房屋是否安全的重要依据，且房屋监测涉及岩土工程、结构安全、检测与监测、传感系统、计算机系统及控制等多个专业领域，监测方案是否具有足够的专业性、针对性和可实施性，将决定监测工作的成败，因此制定监测方案应分“制”和“定”两部分，即编制完成监测方案后，应经充分论证方可实施。另外，通过对深圳市房屋结构安全监测内容实际开展流程进行归纳、总结的基础上，系统和完备地提出监测实施流程（图 1）。除房屋结构安全事故的应急监测外，常规的房屋监测工作建议按此流程实施。

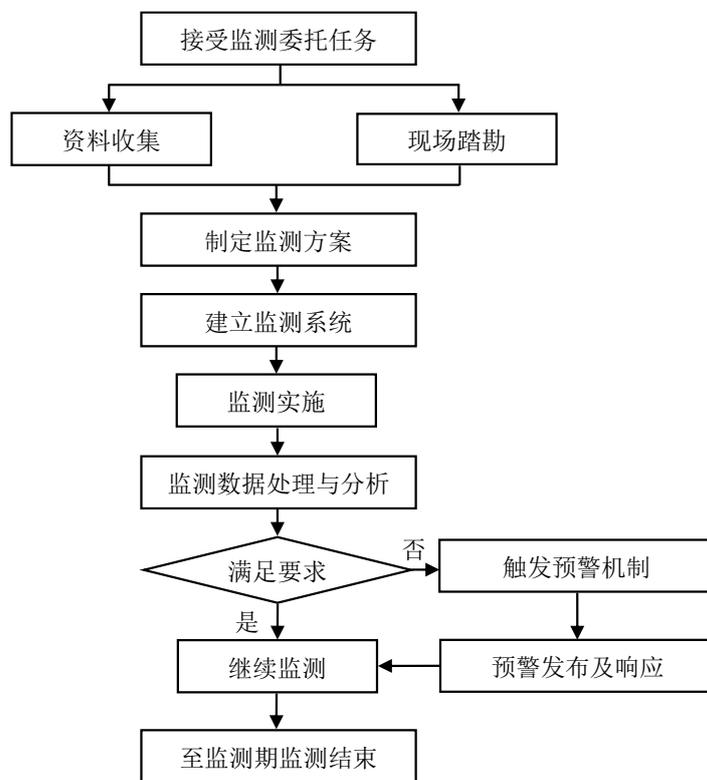


图 1 监测实施流程图

## 3.2 监测点与监测设备

**3.2.1** 监测数据应能直接反映监测对象的实际状态及变化趋势，因此宜在布置监测点前了解房屋的结构类型、现场环境及安装条件；对房屋进行风险评估或检测鉴定，结合评估鉴定的结果选择监测点的位置。监测点一般布设在主要承重构件、房屋转角、沉降、倾斜及裂缝等变化较显著处，且宜布设在受到外界干扰因素较少且安装难度不大的地方，如一层外墙楼层交接处，如不具备安装条件时可选择在屋顶安装，但应注意采取措施减少温差和建筑物日照变形的影响。对监测点应采取防碰撞和日晒、雨淋等保护措施，且便于维护和更换。

**3.2.2** 频繁使用的监测设备应具有有效的检定或校准报告，一次性耗材类设备应具有出厂合格证明，监测设备的技术指标均应满足监测内容使用要求。监测设备的安装应稳定牢固，设备之间的走线应有专门的保护措施。在监测设备投入使用前应以人工监测测定沉降、倾斜等初始值。不同的建筑结构可能有不同的监测内容和采样频率等要求，对传感器的需求也不同，因此在监测设备选型时可参考以下指标：

量程：传感器的量程应超过被测量参数的累计控制值 2 倍以上。

精度：传感器的精度应满足被测量参数的相关规范要求。

传感器应具有良好的灵敏度、稳定的信噪比、线性度。

## 4 监测内容与要求

### 4.1 监测内容

**4.1.1** 本标准共列出 9 项监测内容，主要用以反映监测对象的受力、变形等变化情况。房屋结构变形的发展会从多个监测指标体现，多指标的配套监测有助于判断单个监测内容数据的真伪。

1 长期监测考虑监测成本及数据的连续性，宜选择经济合理、耐久性和稳定性较好的设备；

2 工程建设中的基坑开挖、爆破、降水等都对周边房屋造成一定程度影响，应根据工程施工特点选择合适的监测内容对监测房屋变形进行安全控制。房屋监测过程中，若存在受到周边新增工程施工影响等情况，可针对性地对原监测方案进行完善和补充；

3 监测内容一般情况下建议采用两种或以上，当监测设备数据出现异常或其他情况时，可通过不同监测内容的监测数据进行综合分析验证。

**4.1.2** 老旧房屋的结构类型多样，如土石结构、砌体结构、钢筋混凝土结构房屋等，不同结构类型受力特点不尽相同；不同基础形式对外部扰动的敏感性差异性也很大。在监测时应综合考虑房屋的结构类型、基础形式及变形特点来选择合适的监测内容；房屋在实际使用过程中，如建筑周边环境发生改变，周边存在基坑开挖、降水等，应充分考虑其周围环境改变因素和房屋受扰的敏感程度，选择适宜的监测内容和布点方案。

**4.1.3** 当房屋周边存在地下工程施工、山体边坡、暗涵暗渠及河流等影响房屋场地地基稳定因素时应房屋水平位移，水平位移监测可根据国家行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 第 7.2 节的适用方法进行。

**4.1.4** 房屋裂缝监测可根据国家行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 第 7.4 节的适用方法进行。

**4.1.5** 房屋周边存在爆破、打桩等振动作业时应监测振动加速度或振动速度，根据现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722、《建筑工程容许振动标准》GB 50868 的要求评定受其影响程度。振动监测可按现行国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982 的适用方法进行。

**4.1.6** 房屋挠度监测可根据国家行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 第 7.5 节的适用方法进行。

**4.1.7** 应变监测可按现行国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982 第 4.2 节的适用方法进行。

**4.1.8** 根据被监测建筑物质量现状，如发现结构构件中的钢筋、钢材出现锈蚀状况，根据委托方需要对房屋构件进行腐蚀性监测。腐蚀监测可按现行国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982 第 4.8 节的适用方法进行。

**4.1.9** 考虑地下水位的下降可能造成建筑物地基基础出现下沉，尤其是采用浅基础的房屋。地下水位监测可按现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 的适用方法进行。

### 4.2 监测技术要求

**4.2.1~4.2.4** 对建筑物沉降、倾斜、水平位移、裂缝等监测内容进行了规定，未涉及的监测内容应符合国家标准《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》GB 50497-2019、《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 等标准选择适用方法。

**4.2.5** 振动监测可按现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868 的适用方法进行。

**4.2.6** 挠度监测除满足本条规定外，尚应满足现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 相关要求。

**4.2.7** 应变监测可按现行国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982 第 4.2 节的适用

方法进行。

**4.2.8** 腐蚀监测可按国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB50982 第 4.8 节的适用方法进行。

**4.2.9** 地下水位监测可按国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 有关规定进行。

### **4.3 监测周期**

**4.3.1** 监测时间宜覆盖房屋结构安全状态发生可能变化的整个时期，具体应结合房屋现状及周围影响因素进行综合判断。应在工程施工前进行监测布点及初始值采集，并与施工同步进行监测，直至施工影响因素消除且数据稳定一段时间。应急抢修期指房屋本身突然发生明显裂缝、沉降、晃动等病害，或房屋临近出现施工险情或自然灾害。

**4.3.2** 对于沉降监测数据是否达到稳定状态，本条参照《建筑变形测量规范》JGJ 8 规定采用最后 100d 的最大沉降速率是否小于 0.04mm/d 作为判断标准。对于其他监测数据可根据相邻两期或多期观测结果进行综合分析判断是否达到稳定状态。

### **4.4 监测频率**

**4.4.1** 监测频率应满足能系统反映监测对象所测项目的重要变化过程的要求。

**4.4.2** 老旧房屋结构类型、基础形式、变形特点、环境影响因素及结构安全隐患情况等是确定监测频率应考虑的主要因素。根据工程实践，在无数据异常和事故征兆的情况下，表 4.4.2 的监测频率基本能够满足现场监控的要求；对于宜测、选测内容的仪器监测频率可视具体情况适当调整，对于应急抢险期的房屋，监测频率根据专家意见可适当加密。

**4.4.3** 本条列出应提高监测频率的几类特殊情况。

## 5 监测方法与要求

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 老旧房屋监测方法应综合考虑各种因素，针对房屋存在的问题进行选择。监测方法宜优先选用自动化监测方法，人工检测辅助。本标准所指人工检测即人工监测校对。

**5.1.2** 自动化监测方法主要用于捕捉房屋对应监测内容的增量变化情况，人工检测可以用于确定监测内容的初始值。

**5.1.3~5.1.6** 人工监测基准点的选择、初始测量以及房屋监测点的布置等技术要求，应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

### 5.2 监测系统及精度要求

**5.2.1** 本条指定自动化监测系统所包含的内容。

**5.2.2** 监测单位应对所用的设备进行校验，根据工程实际，采用可靠、成熟并经过检验的仪器、设备、传感器进行监测工作。

**5.2.3** 本条主要对监测系统的基本功能要求做出规定。

**5.2.4** 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。

**5.2.5** 本条对监测设备现场安装后的系统精度的估算和设计方法进行说明。建议根据监测预计累计变化量或允许变化量来进行精度估算，若为研究监测值的变化过程，应相应提高精度要求。监测系统精度的要求，参考了行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的相关规定。

**5.2.6** 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。

### 5.3 监测方法要求

**5.3.1** 本条主要对静力水准仪的安装要求进行了说明。

**5.3.2** 本条主要对倾角仪的安装要求进行了说明。

**5.3.3** 本条主要对全球卫星定位设备（GNSS）的安装要求进行了说明。

**5.3.4** 本条主要对裂缝计的安装要求进行了说明。

**5.3.5** 本条主要对应变计的安装要求进行了说明。

**5.3.6** 视频采集设备用于建筑物内部情况或裂缝损伤时，应安装在房屋内通视条件较好的位置，视频中遮挡物的面积占比不应大于 20%，且应清晰监测到房屋内部破坏过程及裂缝变化过程；视频采集设备应具备声音监听、远程语音广播等功能，视频和图像应包含经时钟同步或校准后的时间信息；视频分辨率不应低于 720P（1280×720），传输宜采用 H.265 编码；视频采集设备应具备防水、防尘、防抖、防虚焦和防浪涌等功能，应达到 IP65 防护等级；视频应具备滚动保存功能，保存时间不应少于 15 天；视频监测应具备影像实时自动上传至服务器的功能；实时视频可通过数据接口随时调用，延迟时间应小于 5s。

**5.3.7** 本条对 InSAR 监测的适用条件、监测频率、精度要求等做了基本规定。遥感监测技术用

于单体房屋对象的变形监测尚处于起步阶段，目前 InSAR 技术主要用于房屋所在区域历史沉降变形情况的筛查。

关于 PS 点的距离反比加权法，是假设距离监测点越远的 PS 点权重越小，从而在对比计算出 PS 点的平均沉降值与监测点沉降值时，可以避免因单个 PS 点目标的沉降偏大导致校正误差增大。如图所示，假定一个范围内有 n 个 PS 点目标（方形），沉降值分别为：S1，S2，…，Sn，与监测点（圆形）的距离分别为：L1，L2，…，Ln，那么这个范围内监测点的平均沉降值 S 为：



$$S = \frac{\frac{1}{L_1}}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}} S_1 + \frac{\frac{1}{L_2}}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}} S_2 + \dots + \frac{\frac{1}{L_n}}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}} S_n \quad (\text{式 1})$$

#### 5.4 人工辅助监测及巡查要求

**5.4.1~5.4.4** 本标准人工监测是以自动化监测为主的辅助监测，主要是对自动化监测数据进行校核验证，当人工监测数据与自动化监测数据出现差异化时，则以人工监测数据为准。人工监测技术要求应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

## 6 监测数据处理与分析

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 变形测量数据的平差计算和分析处理是变形测量作业的一个重要环节，应该高度重视。

**6.1.2** 监测数据发生明显变化时，应对连续监测数据从相对变化量与变化速率两个方面分析与时间的关系曲线，研判监测数据变化情况。

**6.1.3** 本条指定监测数据存储的位置及数据备份处理方案。监测系统应保存传感器实时采集的原始数据。在进行针对性论证、传感器性能及数据处理算法正确性验证等情况下，应能提供未经处理的原始数据。

### 6.2 数据处理

**6.2.1** 本条指定监测数据分析的成果形式。

**6.2.2** 自动化监测系统所采集的数据，必须是真实的完整记录，由于采集元件多由各种传感器组成，传感器采集的数据本身具有一定的出错率，这些情况应被完整记录，在数据处理过程中加以甄别，通过科学的甄别方法来提高监测数据的真实性和可靠性，防止误报警的出现。本条列举的3项基本甄别方法如下：

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、缺失数据的异常情况进行存储和展示时的标记处理，便于后续分析。

**6.2.3** 变形测量平差计算参照现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8的规定。变形测量平差计算应利用稳定的基准点作为起算点。某期平差计算和分析中，如果发现有基准点变动，不得使用该点作为起算点。变形观测数据平差计算和处理的方法很多，目前已有许多成熟的平差计算软件系统。这些软件一般都具有粗差探测、系统误差补偿和精度评定等功能。平差计算中，需要特别注意的是要确保输入的原始观测数据和起算数据正确无误。

**6.2.4** 变形测量技术报告是变形测量的主要成果，编写时可参考现行行业标准《测绘技术总结编写规定》CH/T 1001以及现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497的相关要求。报告书的内容应涵盖本条所列的各个方面。其中，项目成果清单应列出该项目已提交和将要提交的各项成果名称，如技术设计或施测方案、各阶段性成果资料名称、技术报告等；附图宜包括变形测量工程平面位置图、基准点、工作基点和监测点点位分布图、标识标志规格图、基准点埋设过程照片以及各种成果图等；附表应包括各种成果表和统计表；附件应包括所用仪器的检定资料和变形测量过程出现特殊情况记录（如观测内容变更、变形异常及预警报告等）。

### 6.3 数据格式

**6.3.1** 自动化监测系统应具有良好的兼容性，监测数据在不同平台上可以相互调用，这就要求各平台有统一的数据格式以及清晰的接口协议，本条指定了API接口的内容以及基本字段包含的内容。监测数据文件格式可参考下表：

表 1 监测数据统计表

项目编号:				工况:		当日监测数据判断性结论:			
测项	测项 编号	测点 编号	监测频率 (次/d)	本次测量值 (mm)	单次变化值 (mm)	变化速率 (mm/d)	变化速率预 警值 (mm/d)	累计值 (mm)	累计值预警 值 (mm)

6.3.2 本条指定各监测项正方向及单位的具体含义。

## 7 监测控制值与预警

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 监测预警是老旧房屋实施监测的目的之一，是预防房屋结构安全事故发生、确保人员安全的重要措施。监测控制值是监测工作实施的前提，是监测期间对老旧房屋结构正常、异常和危险三种状态进行判断的重要依据，因此老旧房屋结构安全监测必须确定监测控制值。

**7.1.2** 老旧房屋结构安全监测不但要控制监测内容的累计变化量，还要注意控制其变化速率。累计变化量反映的是监测对象即时状态与危险状态的关系，而变化速率反映的是监测对象发展变化的快慢。在监测过程中需要关注，过大的变化速率往往是突发事件的先兆。累计变化控制值应是初始值和监测期间的相对变化值的累计值。

**7.1.3** 监测预警是老旧房屋安全监测的目的之一。目前，我国各地房屋建筑建造年代、结构类型、材料性能、建设标准不一，对不同类型房屋监测预警的分级标准也不完全一致。因此，在项目实施层面，应由管理单位、监测单位及相关专家，根据结构特点、监测控制值、相关规范等研究制定监测预警等级和预警标准。

### 7.2 监测控制值

**7.2.1** 老旧房屋的监测控制值是房屋结构监测过程中对房屋自身的安全状态或正常使用状态进行判断的重要依据。监测控制值的大小直接影响到房屋自身的安全，不同的结构类型、变形特征、既有变形和使用条件都会影响控制值的取值，因此，合理地确定监测控制值是一项十分重要的工作，应根据不同情况对控制值的取值有所区别和侧重。例如，对于砌体承重结构应由局部倾斜值控制为主，对于框架结构和单层排架结构应由相邻柱基的沉降差控制为主，对于多层或高层建筑和高耸结构应由倾斜值控制为主；建筑变形总量应为建筑竣工后至当前的历史既有变形量与当前监测期间的变形量的总和，在监测前应收集建筑使用期间的历史变形资料，结合当前监测值变形量对控制值进行比较，而老旧房屋建成年代久远，往往缺少历史变形资料，在监测期间应侧重变形速率的控制为主。沉降、倾斜、水平位移、裂缝、挠度、振动和腐蚀的控制值可按 7.2.2~7.2.8 条并结合专家意见确定。

**7.2.2** 沉降的控制值参考行业标准《危险房屋鉴定标准》JGJ 125-2016 第 4.2.1 的第 1 条的规定取值。

**7.2.3** 倾斜的控制值参考行业标准《危险房屋鉴定标准》JGJ 125-2016 第 4.2.2 的第 1 条和第 3 条的规定取值。

**7.2.4** 水平位移的控制值参考行业标准《危险房屋鉴定标准》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。

**7.2.5** 裂缝的控制值参考行业标准《危险房屋鉴定标准》JGJ 125-2016 第 5.3、5.4 和 5.6 章有关不同结构形式的构件裂缝的规定取值。

**7.2.6** 挠度的控制值参考行业标准《危险房屋鉴定标准》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。

**7.2.7** 振动的控制值参考国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 附录 M.0.3 确定。

**7.2.8** 腐蚀的控制值参考行业标准《危险房屋鉴定标准》JGJ 125-2016 第 5.3、5.4 和 5.6 章有关不同结构形式的构件腐蚀的规定取值。

### 7.3 分级预警

**7.3.1** 监测预警等级旨在对监测数据反映出的风险隐患发展势态和潜在的危害程度进行分级，一般可分为三级预警，分别用红色、橙色或黄色表示，由于传感器的稳定性以及环境对监测数据扰动的客观存在，采用单一指标或者单一传感器不可避免存在误报问题，因此引入多指标联动预警的机制，从而提高自动化监测预警提醒的置信度，可用多指标联动预警统筹结构单体的预警，多指标联动预警等级不应低于单指标预警等级，当多个单指标形成互相验证的预警出现，此时多指标应对预警等级进行升级处理。

**7.3.2** 监测预警等级应根据监测控制值进行量化，可采用监测控制值的一定比例设置不同预警等级，同时监测数值每增加 10%~20%的控制值，升高一个预警级别。

### 7.4 预警发布及响应

**7.4.1** 预警报送应考虑到消息的实时性与报送方式的多样性，有时信息接收人员不具备 PC 端条件或者互联网条件，自动化监测风险预警报送具备短信报送的功能。

**7.4.2** 监管方与委托方都是风险的关联方，预警快报应同步推送给风险相关方，以便及时做好风险预案和风险处置。

**7.4.3** 不同的预警级别对应不同的风险等级，黄色预警对应初级预警等级，此时最重要的是加密观察频次，同时根据数据情况判断未来发展趋势，并根据数据结合现场实际情况做进一步的处置。当风险等级升级为橙色预警时，应当排查干扰后上报主管部门。当进一步升级为红色预警之后，此时应该由技术人员 24 小时人工值守数据，综合判断数据的发展，实时报送相关情况，同时配合主管部门启动人员疏散等应急措施。

### 7.5 预警消除

**7.5.1~7.5.3** 本节对预警消除对应的情形做出说明。