苏州市房屋安全监测技术指南

Safety monitoring guide for buildings in Suzhou

（试行）

苏州市住房和城乡建设局

2023年9月

目 录

[1 总 则 1](#_Toc30179)

[2 术语、符号与参考标准 2](#_Toc31253)

[2.1 术 语 2](#_Toc22154)

[2.2 符 号 3](#_Toc3129)

[3 基本规定 4](#_Toc14200)

[3.1 一般规定 4](#_Toc2188)

[3.2 监测模式选取规定 5](#_Toc13771)

[3.3 监测方案基本规定 6](#_Toc16842)

[3.4 预警机制基本规定 6](#_Toc17159)

[4 监测方案 7](#_Toc28247)

[4.1 一般规定 7](#_Toc17214)

[4.2 自动化监测方案 8](#_Toc21557)

[4.3 人工监测方案 10](#_Toc30145)

[4.4 监测报告要求 12](#_Toc18808)

[5 监测预警机制 13](#_Toc17458)

[5.1 一般规定 13](#_Toc21910)

[5.2 监测预警条件 13](#_Toc13089)

[5.3 预警报送和风险应对措施 15](#_Toc25099)

[6 监测预警系统 17](#_Toc18591)

[6.1 一般规定 17](#_Toc7450)

[6.2 监测系统功能要求 18](#_Toc8305)

[6.3 监测系统运行维护 2](#_Toc1985)0

[7 监测系统验收方法 22](#_Toc25285)

[7.1 一般规定 22](#_Toc12306)

[7.2 自动化监测系统的验收 22](#_Toc14737)

[7.3 人工监测成果的验收 23](#_Toc25488)

[附录A 人工监测相关附表 24](#_Toc528)

[附录B 监测报表 25](#_Toc16710)

[本指南用词说明 26](#_Toc8948)

**Contents**

[1 General Provisons 1](#_Toc57837080)

[2 Terms and Symbols 2](#_Toc57837081)

[2.1 Terms 2](#_Toc57837082)

[2.2 Symbols 3](#_Toc57837083)

[3 General Requirements 4](#_Toc57837084)

[3.1 General Requirements 4](#_Toc57837085)

[3.2 Requirements for Monitoring Mode Selection 5](#_Toc57837086)

[3.3 Basic Requirements for Monitoring Program 6](#_Toc57837087)

[3.4 Basic Requirements for Early Warning Mechanism 6](#_Toc57837088)

[4 Monitoring Scheme 7](#_Toc57837089)

[4.1 General Requirements 7](#_Toc57837090)

[4.2 Automatic Monitoring Scheme 8](#_Toc57837091)

[4.3 Manual Monitoring Scheme 10](#_Toc57837092)

[4.4 Requirements for Monitoring Report 12](#_Toc57837093)

[5 Monitoring and Early Warning Mechanism 13](#_Toc57837094)

[5.1 General Requirements 13](#_Toc57837095)

[5.2 Early Warning Scheme for Suspected Buildings and C-Class Buildings 1](#_Toc57837096)3

[5.3 Early Warning Scheme for D-Class Buildings](#_Toc57837097) 15

[6 Requirements for Cloud Platform of Early Warning System](#_Toc57837102) 17

[6.1 General Requirements](#_Toc57837103) 17

[6.2 Overall Architecture of Cloud Platform](#_Toc57837104) 18

[6.3 Requirements for Platform Early Warning and Evaluation Algorithm](#_Toc57837105) 20

7 Monitoring System Acceptance Method 22

[7.1 General Requirements 22](#_Toc57837099)

[7.2 Acceptance of Automated Monitoring 22](#_Toc57837100)

[7.3 Acceptance of Manual Monitoring 23](#_Toc57837101)

[Appendix A Sub-Tables of Manual Monitoring 24](#_Toc57837108)

[Appendix B Monitoring Reports 25](#_Toc57837109)

[Explanation of Word in the Standard 26](#_Toc57837110)

# 1 总 则

* + 1. 为规范苏州市房屋结构安全监测预警方法，为房屋结构安全使用、维修加固、安全风险评估、应急管理提供技术依据，提高房屋安全风险管控水平，制定本监测指南。

条文说明：老旧房屋由于历史原因，在场地选择、建设标准、材料选用及使用管理方面均存在较多问题，其它既有建筑在长期使用过程中也存在材料劣化、环境侵蚀、加固改造、施工影响、台风和地震作用等多种人为及气候等不利因素的影响，结构安全风险逐渐增大，急需建立规范合理的房屋安全监测预警管控机制，科学地反应房屋安全状态变化、指导应急处置、防范出现倒房伤人等恶性事故。房屋结构自动化监测技术能实现对结构安全状态的连续监测，实时预警，及时发现结构存在的安全隐患，并采取相应处置措施，保障建筑结构安全使用，避免或减少人员及财产损失。

* + 1. 本指南适用于具有各种类型结构安全隐患的既有多层民用建筑，也适用于有安全管理需求的多层民用建筑。

条文说明：本指南主要适用于如下类型多层民用建筑：（1）经结构安全风险排查后，发现安全隐患的房屋；（2）被鉴定为C级或D级的危险房屋；（3）房屋主体结构有人为损伤破坏或具有结构加层、结构超层、结构改造或加固经历的房屋（包含自建房）；（4）因设计指标较低、施工质量较低造成的安全隐患房屋；（5）周边有不良地质条件影响或相邻工程施工影响的房屋；（6）重要的公共建筑，如校舍、医院、政府等公共建筑；（7）有保护需求的历史建筑；（8）超过设计使用年限的房屋，或未经完备设计建造流程已经使用达到20年以上的房屋建筑；（9）具有安全风险管理需求的新建建筑或其它既有建筑。

* + 1. 既有房屋结构安全监测工作除应符合本指南要求外，尚应符合国家现行有关规范、标准的规定。

条文说明：本指南适用指导苏州地区既有房屋安全监测工作，当本指南条文与现行国家及行业标准规定的条文相冲突时，应以国家及行业标准规定为准。

# 2 术语、符号与参考标准

## 2.1 术 语

* + 1. 安全监测 safety monitoring

为提升房屋结构安全应急管理能力，保护人民群众生命财产安全，持续观察或量测房屋结构安全指标，并给出安全风险评估及对应风险处置措施的相关活动。

* + 1. 监测频率 monitoring frequency

单位时间内的监测次数。

* + 1. （监）测点 monitoring point

直接或间接设置在被监测对象上能反映其变化特征的观测点。

* + 1. 传感器 sensor

能感受到规定的物理量并按照一定的规律转换成可用信号的器件或装置。

* + 1. （监）测点方案 monitoring point scheme

根据房屋结构安全隐患特征，对房屋结构安全风险点进行合理规划并确定测点监测模式的方案。

* + 1. 变形 deformation

房屋的地基、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，可分为沉降和位移两大类。

* + 1. 沉降 settlement/subsidence

房屋地基、基础及地面在荷载作用下产生的竖向移动，包括下沉和上升，其下沉或上升值称为沉降量。

* + 1. 倾斜 inclination

包括基础倾斜和上部结构倾斜。基础倾斜指的是基础两端由于不均匀沉降而产生的沉降差异现象；上部结构倾斜指的是建筑的中心线或其墙、柱上某点相对于底部对应点产生的偏离现象。

* + 1. 周边环境 surrounding environment

施工或监测对象周围一定范围内的自然地理环境或人工设施建筑。

* + 1. 安全等级 safety class

根据结构或构件破坏后果的严重程度划分的等级。

* + 1. 预警 warning

在危险发生之前，根据结构监测安全评定的结果，向相关部门发出紧急信号的过程。

条文说明：2.1.1 ~ 2.1.13 本指南采用的术语及其含义，是根据下列原则确定的：

1 凡现行相关国家标准已规定的，一律加以引用，不再另行给出定义和说明；

2 凡现行相关国家标准尚未规定的，由本指南自行给出定义和说明；

3 当现行相关国家标准已有该术语及其说明，但未按准确的表达方式进行定义或定义所概括的内容不全时，由本指南完善其定义和说明。

## 2.2 符 号

* + 1. 房屋变形鉴定参数：

*T*0——房屋已发生的倾斜值；

*∆T*——倾斜的变化值；

*C*0——房屋已发生的裂缝宽度值；

*∆C*——裂缝宽度的变化值；

*S*0——房屋已发生的沉降值；

*∆S*——沉降的变化值；

*T*ˊ——倾斜危险值；

*C*ˊ——裂缝危险值；

Sˊ——沉降危险值；

条文说明：2.2.1 本指南采用的符号符合现行国家标准《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T50083的规定。关于房屋鉴定的相关符号，基本沿用《危险房屋鉴定标准》（JGJ125）和《民用建筑可靠性鉴定标准》（GB50292）的表示方法，并对部分符号进行了重新定义。

# 3 基本规定

## 3.1 一般规定

* + 1. 房屋安全监测应由房屋使用安全责任人及相关责任单位委托实施。

条文说明：本条规定了房屋安全监测的委托主体应为房屋使用安全责任人或责任单位，包括业主、房屋主管部门、相邻施工影响的实施影响单位等。

**3.1.2** 房屋安全监测实施机构应具备建筑安全监测项目经验，同时应满足必要的技术人员资质条件和监测系统软硬件条件。

条文说明：目前，建筑结构安全监测方面尚没有相关直接符合的资质，因而，在监测机构选取时，应采用偏重于项目案例经验的选择方法，同时兼顾监测机构对监测系统硬件、数据分析软件的技术能力，进行综合评判。

**3.1.3** 房屋安全监测方案应根据结构风险类型及程度、场地条件、地区经验和方法适用性等因素综合确定。

条文说明：房屋安全监测方案应该综合考虑各种因素，其中应重点考虑结构类型、本体结构安全风险、周边环境风险、地区经验等因素，采用的监测方法应简便易行，有利于实施。

**3.1.4** 房屋安全监测的内容应至少包含建筑本体结构安全风险监测，必要时兼顾周边环境风险安全监测等。

条文说明：本条规定了房屋安全监测的内容应至少包括能反应结构本体安全状态的主要指标，具有基坑开挖、隧道下穿、地下水变化等明显周边环境风险时，应适当增加能监测相关风险变化的监测内容。

**3.1.5** 委托单位应监测单位提供监测方案制定及实施的相关资料：

**1** 房屋勘查、设计、施工及竣工验收资料；

**2** 房屋加固、维修、改造资料；

**3** 房屋质量检测、排查、鉴定等资料；

**4** 周边地质条件和周边建筑的有关资料。

条文说明：监测方案编制时，应尽量获取更全面的资料，特别是跟结构安全相关的资料信息，方便技术人员快速了解建筑的主要结构形式与安全风险特点，制定出合理的监测方案。

**3.1.6** 城镇房屋安全监测工作宜按照自动化监测与人工监测相结合的模式进行。

条文说明：在目前的技术条件下，人工监测与自动化监测属于相互校核的互补关系，将两者结合可以保障房屋监测工作的稳定性和可靠性，人工监测和自动化监测侧重于针对已发现的危险因素设置监测点，分别采用人工监测或设备自动监测的方式，按照一定频率进行监测，以便及时发现危险因素的发展变化，并在超出预警阈值时发布预警信息。其中，人工监测主要是按照规定的频率，采用无损检测技术获取预定监测点的相关信息，通常只需常规仪器设备；智能化监测则需要具备自动采集、传输、处理功能的智能化监测系统，并配备具有安全预警和数据管理等功能的应用软件云平台，可全天候连续工作，实现实时在线监测。

## 3.2 监测模式选取规定

**3.2.1** 主体结构安全监测模式选择：

**1** 沉降监测宜以自动化监测方法为主，人工监测方法为辅；

**2** 倾斜监测宜以自动化监测方法为主，人工监测方法为辅；

**3** 其它参数监测宜在考虑传感器类型、人工监测条件的基础上进行监测模式选择。

条文说明：本条主要规定了主体结构安全监测模式选择的基本原则，对于沉降、倾斜和裂缝参数，宜以自动化监测为主，并辅以人工监测，对于不适宜用人工监测的应变参数，应采用自动化监测。

**3.2.2** 构件安全监测模式选择：

**1** 裂缝监测宜以自动化监测方法为主，人工监测方法为辅；

**2** 应变监测宜采用自动化监测方法；

**3** 其它构件指标监测宜在考虑传感器类型、人工监测条件的基础上进行监测模式选择。

**3.2.3** 房屋周边环境风险安全监测模式选择：

**1** 房屋周边环境风险监测宜根据具体风险特征合理制定自动化监测与人工监测方案。

条文说明：房屋周边环境安全风险情况复杂多变，监测模式的选择依据主要是考虑如何有效捕捉风险变化，发挥自动化监测和人工监测各自的优势，选择主要物理量的监测指标，形成最合理有效的风险信息获取模式。

## 3.3 监测方案基本规定

**3.3.1** 监测方案主要内容宜包括项目背景、风险描述、监测点布置、监测设备选型、监测设备安装与维护、数据传输、存储方式、预警机制、数据反馈、平台数据展示和应急预案等内容。

条文说明：监测方案宜在收集相关资料、进行现场踏勘的基础上编写，并包含必要的相关内容，有效的预警是实施监测的目的，因此预警是监测方案最重要的部分，监测方案还应包含预警值及其预警反馈机制、应急预案、现场巡视内容、项目专业技术人员配备及职责、监测频率等。

**3.3.2** 房屋安全监测方案宜按照一栋一方案模式进行编制。

条文说明：监测方案宜根据建筑结构类型、结构本体受力及风险特征、环境风险因素等编制相应的监测方案，采用一栋一方案的模式进行编制。

**3.3.3** 房屋安全监测方案实施前应由委托单位进行书面确认。

条文说明：本条规定了监测方案的确认流程，监测机构应与委托单位进行书面确认，委托单位应能提供现场实施便利条件。

**3.3.4** 对可能发生争议的安全隐患房屋，宜对风险点进行拍照、摄像，记号布设，初始测量等工作，并经各关联方确认，形成书面依据，作为安全监测实施方案的基本条件。

条文说明：每栋建筑的结构形式与风险特点均有差异，监测方案的制定应遵照一栋一方案的模式，且监测方案应由主管部门或业主确认方可实施。

## 3.4 预警机制基本规定

**3.4.1** 房屋安全监测预警机制基本原则：以单一物理量变化作为预警机制触发条件，并辅以多物理量数据综合分析校核及人工现场监测校核，经监测单位内部专家综合分析确认后，向委托单位发布预警信息。

条文说明：风险发现是整个监测预警系统的核心环节，根据对监测试点案例的实施和对各地案例的调研情况，风险发现依赖于自动化监测中对传感器数据的分析研判，特别是在台风登陆、连续降雨等环境风险较大时期。监测系统在发现单一物理量有发展趋势后，即可触发风险发现提醒环节，将相关信息第一时间推送给专业监测机构，经数据综合分析和人工现场复核校验后，确定预警信息，方可报送相关主管部门。

# 4 监测方案

## 4.1 一般规定

* + 1. 房屋安全监测方案的编制，宜根据房屋安全风险特点，遵循针对性、持续性和有效性的原则。

条文说明：监测方案宜在收集相关资料、进行现场踏勘的基础上编写。监测方案宜根据房屋安全风险特点进行编制，应具有针对性，同时监测方案应具备易实施、可持续以及科学有效等特点。

* + 1. 房屋安全监测为长期持续行为，监测方案宜考虑监测实施的连续性、完整性、系统性。

条文说明：房屋安全监测是风险管理行为，具有长期持续性的要求，监测方案应能满足房屋安全风险管理的连续性、数据的完整性和监测指标的系统性的要求。

* + 1. 人工监测中所使用的监测设备元器件均应在监测实施前进行检定，并在有效期内使用。

条文说明：传感器的稳定性和质量特性影响房屋安全监测的准确性。监测中所采用的仪器设备均应经过具备相应资格的检验部门检定合格，并在有效期内使用，超过有效期的设备，应重新进行检定，检定合格后才能继续使用。

* + 1. 自动化监测所用的仪器设备核心技术性能指标应由第三方检测机构提供相应的检测证明文件。

条文说明：自动化监测仪器设备主要是指各种类型的传感器，应满足必要的分辨力、防护性能和温度性能的指标检测。对于重要性高、破坏后社会影响较大的监测项目，应对传感器长期数据稳定的性能指标进行测试，参考传感器数据漂移的实测情况，确定传感器的选型。

* + 1. 重要或复杂监测项目的监测方案宜由委托单位组织专家进行评审。

条文说明：重要或复杂监测项目由甲方根据排查结果指定或由专家评审确定。

* + 1. 房屋在实施安全监测前宜根据风险情况进行安全排查或检测鉴定。

条文说明：房屋安全排查和检测鉴定能够对房屋的安全可靠状态进行评判，为后续的安全监测实施提供初始依据。

## 4.2 自动化监测方案

* + 1. 自动化监测点的布置方案和数量的确定应符合下列原则：

**1** 监测点的布置应遵循覆盖性、多样性、均匀性、经济性、可行性的基本原则；

**2** 监测点应根据现场踏勘和检测结果确定必要和合理的监测点位置、数量和传感器安装方式；

1. 倾斜监测点宜布置在主体承重结构顶部，一般布置在楼梯间顶部承重墙内侧，传感器数量不少于2个，为确保传感器长期工作稳定性，安装高度距离楼面宜高于2.5米；建筑本体结构若存在薄弱层或局部剪切破坏，宜在相应的楼层增加倾斜监测点；对温度变形明显的高层建筑，传感器宜安装在较低楼层处。
2. 裂缝监测点一般布置在反映主体结构安全发展趋势的代表性裂缝之上，传感器直于裂缝安装，一条裂缝至少布置一个裂缝传感器，对于裂缝发展较多的房屋，可选取两条或以上代表性裂缝进行监测。
3. 应变监测点一般布置在房屋角部位置底层竖向承重结构之上，可监测房屋两个角点或四个角点的内力重分布情况，传感器安装高度距离地面应高于2.5米，用于房屋主体结构安全风险早期预警；当主体结构已有开裂现象时，则可减少应变监测点数量；
4. 沉降监测点一般根据房屋沉降风险点位置设置，可布置在房屋底层沉降风险最大的角部，进行房屋两点或多点相对沉降监测，相邻两个传感器间距一般可取10~15米；对于大型建筑物，可设置多个相互独立的水准系统，每个独立的静力水准系统均应设置一个基准测点；基准测点应设置在相对稳固的位置。

**3** 监测点的布置应满足设备安装与维护的要求，不应影响监测对象的正常使用，更不应影响既有建筑的安全，监测点的服务范围边界应清晰明确；

**4** 在监测对象内力和变形变化大的代表性部位及周边重点监护部位，监测点的布置应适当加密。宜在结构受力最不利处或已损伤处布置传感器；

**5** 对关键部位以外的区域在满足系统性要求的基础上可均匀布设监测点。

条文说明：本条对自动化监测的测点布置和数量做了规定。对于有完备设计要求的监测项目，监测项目的点位应参考设计文件资料。监测点位应根据现场调研和力学分析结果确定监测点位布置及数量。监测点位布置应反应结构受力最不利位置或已损伤位置。倾斜监测传感器主要捕捉结构整体倾斜位移状态，从传感器安装及运维的便捷性考虑，宜布置在楼梯间顶部承重墙内侧位置；裂缝监测传感器宜直接布置在结构裂缝发生位置；应变监测传感器宜布置在房屋角部位置底层竖向承重结构之上；沉降监测传感器宜布置在房屋底层沉降风险最大的角部。

**4.2.2** 自动化监测频率应符合下列要求：

**1** 监测频率不宜低于每四小时一次，当监测数据变化速度明显增加或达到预警值时应适当提高频率至不低于每半小时一次；

**2** 强台风雷雨季节、房屋受周围施工或其它环境因素影响时，应适当提高监测频率；

**3** 有潜在风险或直接灾害风险的滑坡、泥石流危岩崩塌以及岩溶、土洞强烈发育地段的房屋，应适当提高监测频率。

条文说明：本条对自动化监测的频率进行规定。通常情况下，监测频率不宜低于每四小时一次，当风险等级提升至预警值或者出现危险环境时应当加密监测频率，且不宜低于每半小时一次。

**4.2.3** 自动化监测设备性能要求：

**1** 传感器应具有良好而稳定的分辨力，可参考表4.2.3-1；

表4.2.3-1 传感器合格分辨力参考表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 传感器 | 倾斜传感器  mm/m（秒） | 裂缝传感器  mm | 应变传感器  *με* | 沉降传感器  mm |
| 合格分辨力 | ≤0.05（10） | ≤0.05 | ≤20 | ≤0.1 |

**2** 传感器应满足使用环境的要求，防护性能宜达到IP65级别；

**3** 传感器的温度性能宜达到-10~65℃范围；

**4** 现场监测传感器长期稳定性能应在首次安装上线3个月后由委托方组织专家进行评审，之后长期稳定性能评审每年应不少于一次。传感器数据长期漂移性能标准限值宜参考表4.2.3-2；

表4.2.3-2 传感器数据长期漂移性能测试标准限值参考表（正负偏移绝对值）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 传感器性能判读 | 倾斜传感器  mm/m | 裂缝传感器  mm | 应变传感器  *με* | 沉降传感器  mm |
| 合格标准 | ≤0.5 | ≤0.3 | ≤50 | ≤2 |
| 不合格 | >0.5 | >0.3 | >50 | >2 |

条文说明：本条对自动化监测设备的性能进行规定。房屋自动化监测具有长期连续性的特点，传感器应具备一定的使用寿命，同时具备稳定可靠的工作性能。表4.2.3-1对传感器的精度做出了要求，表4.2.3-2对传感器的长期漂移性能做出了要求，当监测设备的精度和稳定性同时满足要求时，才能保证监测数据的可靠性和真实性，才能对被监测房屋的风险隐患起到有效防范和管理。

## 4.3 人工监测方案

* + 1. 人工监测方案应符合下列原则：

**1** 人工监测包含人工巡检和人工巡视。人工监测工作内容主要包含外观检查、室内检查、仪器测量三部分。专业人员一般严格按照事先制定的监测方案实施现场检查，做好相应观测、记录、图像拍摄等工作，切实保证工作质量，并采集准确、及时的原始监测数据。

**2** 根据房屋实际安全情况，安排专业人员按照合适频率定期进行人工巡检或人工巡视。人工监测实施时应在预先编制的方案基础上，对房屋主体结构、构件变化情况、周边环境变化情况等信息进行检测和记录，或结合现场实际情况进行调整；

**3** 当遇台风（Ⅱ级响应及以上）、龙卷风、强降雨等灾害性天气情况时，专业人员应及时关注数据变化，如发现风险应及时确认并发布预警信息；

**4** 人工监测工作主要实施要点：

（1）倾斜人工监测：利用全站仪或经纬仪对房屋角点轮廓线上坐标点、下坐标点进行外业测量，根据测量数据进行测量内业计算，求得房屋倾斜度；

（2）裂缝人工监测：利用裂缝测宽仪定期测量裂缝标识位置的宽度并记录，查看并记录裂缝测量数据信息；

（3）沉降人工监测：在房屋角点或结构柱底埋设永久性水准点，定期利用全站仪或水准仪进行精密水准测量，观测记录房屋沉降信息，同时应通过定期人工巡视，搜集整理房屋沉降表观现象；

（4）其他风险信息人工监测：通过定期人工巡视，对房屋主体结构安全风险点或周边环境风险进行记录。

**5** 人工监测记录应当日上传至相应专业监测信息管理系统，书面记录应及时整理、归档，并与仪器监测数据综合分析；

**6** 人工监测的房屋安全数据信息应及时录入数据管理系统，同时根据累计变化量与变化趋势形成预警判断依据；

**7** 对处于重点监控房屋，人工监测过程中，专业人员应详细记录外观检查和室内检查中发现的洞口、裂缝、构件损伤等情况，收集房屋完整结构信息，建立房屋健康档案，并据此进行模型计算，进一步掌握房屋的安全情况。

条文说明：人工监测与自动化监测应为相互验证的互补关系，人工监测分为人工巡检和人工巡视，可根据房屋风险等级分别设置人工巡检和人工巡视的频率，人工监测记录应上传至信息管理系统，并能与自动化数据进行比对。人工监测的工作实施要点主要与传统的人工检测操作相似，不同的是监测数据的上传与记录，形成预警判断的依据。

**4.3.2** 人工监测频率应符合下列要求：

**1** 采用人工监测时，可根据现场踏勘的信息和历史资料，确定人工监测的频率，一般以年、月或周等作为周期单位，当巡检显示测点或隐患点有变化时，应适当提高监测频率；

**2** 对于基本完好或局部构件损坏的房屋，每年根据居民反馈情况安排人工监测；

条文说明：本条对房屋安全监测中人工监测频率做出了规定。

**4.3.3** 人工监测设备性能要求：

**1** 人工监测设备包括全站仪、经纬仪、水准仪、三维激光扫描仪、裂缝测宽仪、激光测距仪、照相机、混凝土回弹仪、钢筋扫描仪、砖回弹仪、砂浆贯入仪等设备；

**2** 满足监测精度和量程的要求；

**3** 具有良好的长期稳定性和可靠性；

**4** 具有产品说明书、合格证或相关出厂资料；

**5** 监测仪器应事先进行标定，并在有效期内使用；

**6** 经过相关计量单位的检测或批次抽样检测，标定资料齐全。

条文说明：本条对房屋安全监测中人工监测所用的仪器设备做出了规定。

## 4.4 监测报告要求

**4.4.1** 监测报告应包括监测周期报告、监测速报和监测总结报告。监测报告中监测成果宜采用表格、曲线、图形等反映形式，提供的数据和图表应客观、真实、准确、及时。任何原始记录不得涂改、伪造和转抄，有关观测记录、计算资料和技术成果应保存完整。

条文说明：监测报告是监测成果的主要表现形式，一般而言，监测报告主要分为周期报告、监测速报和监测总结报告三类，监测报告宜采用表格、曲线、图形等多种方式展现监测成果，监测报告应能客观、真实、准确、及时反应被监测房屋的危险状态。

**4.4.2** 监测报告结论应能为房屋安全风险管控工作提供可靠的依据。

**4.4.3** 监测人员应对监测数据的真实性负责，监测报告提供人员应对监测报告的可靠性负责，监测项目负责单位应对整个项目监测质量负责。

条文说明：本条规定了监测成果的相关责任主体，监测项目负责单位作为第一责任主体，应对整个监测质量负责。

**4.4.4** 监测报告制作完成后，由监测单位定期上传至监测数据系统或根据委托单位要求进行。

# 5 监测预警机制

## 5.1 一般规定

* + 1. 房屋安全监测实施机构应在监测方案中明确监测预警机制。
    2. 监测预警机制应结合风险分级管理的原则，确立具体房屋安全监测项目的风险准则，并进行风险分级；建立结构状态改变情况或具体指标变化数值，和风险级别的对应关系。
    3. 监测预警机制应明确的内容包括：风险级别、监测预警条件、预警报送、风险应对措施等。
    4. 宜结合四色风险管理机制，设蓝、黄、橙、红四色风险级别。应明确每级风险对应的具体监测预警条件、预警报送、风险应对措施。
    5. 应根据监测模式特点制定监测预警条件：对于人工巡视模式，以定性规定房屋结构状态为主；对于人工巡检模式，应定性规定房屋结构状态、定量所监测物理量参数变化相结合；对于自动化监测，应定量所监测物理量参数变化。
    6. 预警报送应明确报送方式、报送对象。
    7. 风险应对措施应包括房屋安全监测实施机构、委托方、主管部门、房屋安全相关责任主体等需采取的措施。

## 监测预警条件

* + 1. 对于按建筑结构可靠度衡量的风险准则，宜参照《民用建筑可靠性鉴定标准》GB50292及相关现行标准，结合房屋的实际情况制定监测预警条件。
    2. 对于按房屋危险程度衡量的风险准则，宜参照《危险房屋鉴定标准》JGJ125及相关现行相关标准，结合房屋的实际情况制定监测预警条件。
    3. 监测预警条件，宜从房屋结构当前状态、房屋结构状态变化趋势等方面进行体现。
    4. 对“避免无预警的房屋结构倒塌”风险准则，人工监测预警条件可按表5.2.4要求，或依其原则制定。

**表5.2.4 “避免无预警的房屋结构倒塌”风险准则的建议人工监测预警条件**

|  |  |
| --- | --- |
| 风险等级 | 人工监测预警条件 |
| 蓝色风险 | 危险性级别为C级，且周边环境、使用条件发生不利变化的 |
| 黄色风险 | 危险性级别为D级，且周边环境、使用条件发生不利变化的 |
| 橙色风险 | 1主要承重构件出现结构性裂缝，裂缝宽度或者长度虽在继续扩大，但未呈现加速发展趋势的；  2 总沉降量或者倾斜虽在继续发展，但未呈现加速发展趋势的；  3 危险性级别为C级、D级；主要承重构件新出现被拆除或破坏，但未出现倒塌前兆迹象的；  4 其它情形经论证，判断为倒塌可能性渐次增强的。 |
| 红色风险 | 1主要承重构件出现结构性裂缝，裂缝宽度或者长度在继续扩大且呈现加速发展趋势的；  2 总沉降量或者倾斜呈现加速发展趋势的；  3 危险性级别为C级、D级；主要承重构件新出现被拆除或破坏的情况，且已出现倒塌前兆迹象的；  4 其它情形经论证，判断为倒塌可能性高的。 |

* + 1. 对“避免无预警的房屋结构倒塌”的风险准则，自动化监测预警条件可按表5.2.5要求，或依其原则制定。

**表5.2.5 “避免无预警的房屋结构倒塌”风险准则的建议自动化监测预警条件**

|  |  |
| --- | --- |
| 风险等级 | 自动化监测预警条件 |
| 蓝色风险 | 出现如下情况之一的：  1倾斜增量0.5mm/m  2裂缝增量0.5mm  3应变增量200*με*  4沉降差值5mm/10m  5其它监测物理量参数判断房屋结构状态有轻微不利变化。 |
| 黄色风险 | 出现如下情况之一的：  1倾斜增量1.0mm/m  2裂缝增量1.0mm  3应变增量400*με*  4沉降差值10mm/10m  5其它监测物理量参数判断房屋结构状态有不利变化。 |
| 橙色风险 | 出现如下情况之一的：  1倾斜增量1.5mm/m  2裂缝增量1.5mm  3应变增量600*με*  4沉降差值15mm/10m  5其它监测物理量参数判断房屋结构状态明显不利变化。 |
| 红色风险 | 出现如下情况之一的：  1倾斜增量2.0mm/m或倾斜增速大于0.3mm/m/3d  2裂缝增量2.0mm  3应变增量800*με*  4沉降差值20mm/10m  5其它监测物理量参数判断房屋结构状态显著不利变化且有加大趋势。 |

5.2.1~5.2.5条条文说明：委托方可根据房屋的实际情况，如房屋所在地区的水文地质条件、工程设计施工资料，是否经过排查且所获取资料的完整程度，及是否进行过检测鉴定及所依据的规范标准等具体情况，在“按建筑结构可靠度衡量的风险准则”、“按房屋危险程度衡量的风险准则”、“避免无预警的房屋结构倒塌的风险准则”中进行选择相应的预警条件，对资料完整性较差、风险较高、或关键监测指标难以获取监测物理量绝对值的房屋，宜采用“避免无预警的房屋结构倒塌的风险准则”的预警条件。裂缝属于构件级别的监测预警指标，5.2.5条中的预警阈值主要针对量大面广的砌体结构承重墙产生的裂缝，其他结构类型的梁、柱、墙体产生的裂缝阈值应根据具体情况分析确定。应变阈值如需进一步细化可根据构件的材料类型及受力特点分析确定，砌体墙体拉应变对应的墙体结构状态可参考蒋利学论文《多层砌体结构的损坏程度与层间位移角限值》中的相关分析成果。

## 预警报送和风险应对措施

* + 1. 预警报送应采用：电子信息、书面文件等可追溯的方式。紧急情况的预警报送，可采用电话、当面告知等方式，同时应留存记录。
    2. 自动化监测预警应支持PC端、APP端、短信等一种或者多种方式报送。
    3. 应按风险级别从低到高的顺序，扩大预警报送对象的范围、层级。最高风险级别预警报送对象应包括委托方；如安全监测项目的风险准则为“避免无预警的房屋结构倒塌”，最高风险级别预警报送对象应包括房屋主管部门。
    4. 预警报送前，安全监测实施机构应对预警信息进行复核甄别，排除其他干扰因素，确认房屋结构状态实质性变化达到预警条件。
    5. 应按风险级别从低到高的顺序，丰富风险应对措施并加大措施力度。
    6. 对所有风险级别，房屋安全监测实施机构均应有风险应对措施；委托方、主管部门、房屋安全相关责任主体等，作为预警报送对象时应有风险应对措施。
    7. 风险应对措施可采取：将房屋纳入重点关注范围；内部专家评审；加密监测频率；对于自动化监测，加密专业人工监测复核频次；进行结构状态检测鉴定；外部专家评审；准备疏散预案；实施应急疏散、加固或拆除等有效措施。

# 6 监测预警系统

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 监测预警系统设计应遵循安全可靠的原则，综合考虑房屋安全监测需求和特点，做到科学合理、技术先进、便于维护。

条文说明：监测预警系统设计要根据监测对象的周边环境、地质条件、结构类型确定监测技术方案，并充分利用物联网、大数据、人工智能等前沿信息化技术，确保数据的可靠性及预警和评估算法的科学性、先进性。

**6.1.2** 监测预警系统建设应包括数据采集与传输方案设计实施、数据库建设、系统功能设计与实现、系统测试、系统运行维护等。

**6.1.3** 监测预警系统所使用的计算机、网络、软件和其他设备，应满足系统建设的要求，并能保证正常稳定工作。

条文说明：房屋动态监测是一项长期、连续的工作，为确保监测数据的准确性、可靠性，数据传输的及时性，数据存储的长期性和连续性等，监测预警系统使用的计算机、网络通信、软件和其他设备需要具备较高的数据处理能力、稳定的网络环境，并配备足够的存储空间等。

**6.1.4** 监测预警系统云平台软件架构及性能应与硬件相匹配，具有兼容性、可扩展性、易维护性和良好的用户使用性能。当云平台数据需要与智慧住建或智慧城市类平台进行数据共享时，为确保监测系统的安全可靠性，数据交互宜在符合安全要求的云平台数据库进行。

条文说明：根据房屋动态监测对象不同，需要采用不同的监测设备和监测方法，这就要求监测预警系统能够兼容常用监测设备，并能够根据具体项目需求对系统功能进行扩展。由于采集端的安全性能相对较低，不同系统宜尽量通过云平台进行交互，减少采集端接口数量及复杂度，有利于采集端数据安全维护。同时，考虑到监测预警系统的用户既有专业技术人员，也包括非专业的管理决策人员，系统应当操作简单、便于维护。

**6.1.5** 监测预警系统云平台建设应由土木工程领域房屋安全监测工作实施单位主导进行。

**6.1.6** 监测预警系统云平台建设除应执行本指南外，尚应符合信息安全、保密等国家现行相关标准规定。

## 6.2 监测系统功能要求

**6.2.1** 监测预警系统应包含数据采集与传输子系统、数据存储与处理子系统、建筑信息与预警管理子系统、用户信息及数据展示子系统等。

条文说明：监测预警系统各个子系统功能应涵盖数据采集、数据存储、数据处理与分析、人工监测（巡检与巡视）数据展示与管理、自动化监测数据展示与管理、预警管理、用户管理、信息管理、系统日志等功能子系统。

**6.2.2**  数据采集与传输子系统应符合下列要求：

**1** 数据采集系统传感器选型应满足数据的精度、可靠性及长期稳定性要求；

**2** 传感器与数据采集设备的通讯可根据现场条件、传感器类型、数据类型等条件采用485线、网线、光纤等有线传输方式，或采用4G/5G、NB-IoT、LoRa、ZigBee等无线传输方式；

**3**  数据采集设备与与云平台之间的数据通讯应采用成熟的物联网通讯协议，确保数据的完整性和安全性，满足总体设计对物联网设备的安全保护要求；

**4** 采集设备应避开潮湿、静电、磁场等环境，信号采集仪应有不间断电源保障，数据采样时长、采样频率等应满足监测对象状态变化监测需求；

**5** 数据采集与传输子系统应具备设备管理功能，能统计分析采集设备掉线情况并记录运维历史和进度。

条文说明：数据采集是通过传感器对结构应力、结构变形、结构温度等参数进行监测，是整个监测预警系统的硬件基础。用于系统安全预警评估分析数据的正确性很大一部分取决于传感器信号来源的可靠性。根据监测项目的特点和需求，传感器子系统应满足以下要求：

1 传感器子系统应采用先进的技术、实现自动化，通过对传感器子系统的采集分析能及时准确地了解房屋结构安全状态；

2 传感器子系统应具有抗雷击及抗干扰源（电源、电磁）的能力；

3 传感器及附件安装不应影响房屋结构的安全使用，且便于施工和后期更换。

数据传输子系统是监测预警系统实现的关键技术，主要包括两部分：一是数据采集器与各专用传感器之间的连接通讯；二是数据采集器、各自动变形监测子系统与数据管理中心之间的数据通讯。根据项目实际情况，结合现场网络覆盖情况、数据传输距离等因素，数据采集器与各监测传感器之间的通讯可采用双绞线、光纤等方式，数据采集器和各自动变形监测子系统与数据管理中心站之间的通讯连接可采用光纤、无线局域网、4G/5G无线通信技术等方式。

**6.2.3**  数据存储与分析子系统应符合下列要求：

**1** 数据存储宜根据数据类型采用关系型数据库或者非关系型数据库，以满足数据的快速存储、展示、检索和分析计算功能。

**2** 数据可保存至云服务器或本地服务器，需进行数据灾备，并满足数据安全要求。

**3** 数据分析子系统应实时分析监测指标变化速率及累计变化值，包括日变化、周变化、月变化及年变化的最大值。

**4**  有条件时，可建立监测对象物理模型或统计分析模型，对监测指标发展趋势进行预测分析，并根据实时监测数据进行模型参数修正。

条文说明：数据存储子系统应根据存储的数据类型的特点，如房屋基本信息，传感器采集的数据类型，采集频率等，选择合适的数据库类型及数据存储、调用与查询方式，数据存储宜采用分布式或负载均衡等技术确保数据安全冗余度，并进行定期备份。数据分析子系统应该根据数据分析需求进行数据库表结构设计及算法实现，并根据风险分析与结构状态评估要求进行统计分析与结构物理模型构建。

**6.2.4** 建筑信息与预警管理子系统建设应符合下列要求：

**1** 信息管理子系统应具备对单体建筑基本信息，加固改造及检测鉴定信息，人工监测数据、图片及报表信息，自动化监测数据、图片及报表信息等建筑全生命周期安全风险相关信息的录入、存储、展示、分析和下载的功能；

**2** 预警管理子系统应具备本规范规定的人工监测及自动化监测预警功能；

**3** 系统预警方案采用增量预警规则时可参考本规范相关条文要求设定，如参照《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292或《危险房屋鉴定标准》JGJ 125确定预警准则时，宜根据项目具体情况确定预警指标，划分预警等级，经专家审查论证后在系统中使用。

条文说明：建筑信息与预警管理子系统是监测系统面向用户最重要的管理系统应涵盖房屋全生命周期安全信息管理的各个方面，且具备预警条件设置、预警信息发布及应急响应联络等相关功能。预警规则和条件的设定是决定监测系统有效性的关键因素之一，应采用规范推荐的从工程项目经验中总结的预警条件或经过专家审查论证过的预警条件，确保预警的有效性及可操作性，切实做到风险前置管控，保障群众生命财产安全。

**6.2.5**  用户信息及数据展示子系统建设应符合下列要求：

**1** 用户信息及数据展示子系统应支持用户权限的定义和分配功能，根据用户权限来操作不同模块，提供基于角色的用户组管理、用户授权、注册账号和认证管理等。

**2** 用户信息及数据展示子系统应具备地理信息管理功能，方便区域或单体房屋进行定位、查询和风险管理，也为人工监测、运维及应急响应等业务功能提供地理信息支持。

## 6.3 监测系统运行维护

**6.3.1** 系统应制定有效的备份制度，备份内容宜包括监测数据、数据分析结果、预警记录、用户信息、系统维护记录等。

条文说明：本条规定了监测预警系统应制定行之有效的备份机制，并明确备份内容应包括：监测数据、数据分析结果、预警记录、用户信息、系统维护记录等，对涉及的各类软件、配置信息以及数据，应进行分类、分级或分层备份。应有明确、有效的备份策略，并应由专人管理。

**6.3.2** 系统运行维护应包括数据、软件与硬件的升级、更新。

**6.3.3** 数据库管理人员应定期监测数据库运行状态，保证数据安全。

**6.3.4** 在系统运行生命周期内，应对系统性能、访问压力进行实时监控，出现异常时应及时进行维护。

**6.3.5** 系统运行维护应由专人负责，并应建立运行维护相关管理制度。

6.3.1~6.3.5条文说明： 为保证监测预警系统数据安全和正常运行，应指定专门人员对数据库的运行状态、系统性能、访问压力等指标进行定期或实时监控和预警，并对影响数据安全和系统运行的不良状态及时进行维护。同时，还应当建立系统运行维护的管理制度，编写工作档案。

7 **监测系统验收方法**

## 7.1 一般规定

* + 1. 监测系统的验收分为监测运营服务上线验收和项目竣工验收。
    2. 监测系统的验收内容应包括自动化监测验收和人工监测验收。
    3. 监测系统应由委托单位负责完成验收工作。

条文说明：7.1.1~7.1.3条规定了监测系统的验收应进行系统运行功能性验收，监测系统应具有完整的传感、调理、采集、传输、存储、数据处理及控制、预警及状态评估等功能，检验数据采集在平台上是否完整、可靠，数据存储、分析、预警等功能是否正常。

## 7.2 自动化监测系统的验收

**7.2.1** 自动化监测系统软硬件搭建完毕后，由监测单位提交验收申请报告，由委托单位进行监测系统验收，验收合格后方可正式投入使用。

**7.2.2** 自动化监测验收报告应包含下列资料：

**1** 自动化监测设计方案；

**2** 自动化监测传感器设备清单及第三方检验资料；

**3** 现场安装记录；

**4** 监测传感器设备安装位置竣工图；

**5** 系统调试和试运营记录；

**6** 系统运营、显示、分析、报警等功能的检验记录；

**7** 系统使用、运行管理及维护说明书；

**8** 其他相关的文件和记录。

**7.2.3** 监测系统的验收应系统运行功能性验收，监测系统应具有完整的传感、调理、采集、传输、存储、数据处理及控制、预警及状态评估等功能，检验数据采集在平台上是否完整、可靠，数据存储、分析、预警等功能是否正常。

条文说明：7.2.1~7.2.3规定了自动化监测的验收流程，自动化监测验收应包括文件资料验收和软件系统功能验收，文件验收资料应当完备并且交由项目资料员保管，且保存周期不应小于监测周期，软件系统验收应该由专业技术人员进行验收。

## 7.3 人工监测成果的验收

**7.3.1** 人工监测现场获取的数据应当日进行验收。当发现异常或危险情况，巡视检查人员应及时通知相关单位，并提出应急处理措施建议。

**7.3.2** 宜采用具备监测人员现场打卡管理功能、影像数据实时上传的人工监测验收系统；对周期不小于一年、其中房屋最大监测频率不少于两周一次的情况，应采用前述人工监测验收系统。

条文说明：本条对人工监测的验收流程做了规定，在验收流程上，数据应该进行当日验收，保证监测数据的及时性。同时人工监测系统应实现信息通信技术和互联网数据管理功能。

# 附录A 人工监测相关附表

**A.0.1** 人工监测表见表A.0.1。

表A.0.1 人工监测表

工程名称： 表编号： 天气：

监测者： 计算者： 日期：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 监测对象 | 监测点 | 监测工具 | 监测值 | 备注 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 说明 | 1．所填写数据正负号的物理意义；  2．测点损坏的状况（如被压、被毁）；  3．备注中注明该测点数据正常或超限状况。 | | 测点布置示意图 | |
| 工况 |  | |

# 附录B 监测报表

**B.0.1** 监测报表见表B.0.1。

表B.0.1 监测报表

工程名称： 表编号： 天气：

监测者： 计算者： 日期：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 点号 | 监测对象 | | | | | 备注 | 监测对象 | | | | 备注 |
| 本次测试值 | 单次变化 | 累计变化量 | 变化速率 | | 本次测试值 | 单次变化 | 累计变化量 | 变化速率 |
|  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |
| 说明 | 1．所填写数据正负号的物理意义；  2．测点损坏的状况（如被压、被毁）；  3．备注中注明该测点数据正常或超限状况。 | | | | 测点布置示意图 | | | | | | |
| 工况 |  | | | |

项目负责人： 监测单位： 第 页 共 页

注：应视工程及测点变形情况，定期绘制测点的数据变化曲线图。

**本指南用词说明**

1 为便于在执行本指南条文时区别对待，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，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”；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 标准中指明应按其它有关标准执行时的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。