

河南省工程建设标准

DBJ41/T

备案号：

河南省既有建筑结构安全性监测技术标准

Technical standard for structure safety monitoring of
existing buildings in Henan Province

(征求意见稿)

202x-xx-xx 发布

202x-xx-xx 实施

河南省住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据河南省住房和城乡建设厅《关于印发 2023 年工程建设标准编制计划的通知》（豫建科〔2023〕288 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分 8 章和 1 个附录，主要技术内容包括总则、术语、基本规定、监测系统、方法与周期、结构安全性监测、监测数据处理与预警、监测报告、附录。

本标准由河南省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送主编单位河南省建设工程质量安全技术总站（地址：郑州市郑东新区郑开大道 89 号河南建设大厦东塔 17 楼，邮编：451464，电子邮箱：525057784@qq.com）。

主编单位：河南省建设工程质量安全技术总站

河南省建筑科学研究院有限公司

参编单位：

主要起草人员：

主要审查人员：

目次

1	总 则	5
2	术 语	6
3	基 本 规 定	8
3.1	一般规定	8
3.2	监测程序	8
3.3	监测方案	9
4	监测系统、方法与周期	11
4.1	一般规定	11
4.2	监测系统及设备	11
4.3	监测方法	12
4.4	监测周期	14
5	结构安全性监测	16
5.1	一般规定	16
5.2	高层与高耸结构	16
5.3	大跨空间结构	17
5.4	保护性建筑结构	19
5.5	减隔震结构	20
5.6	已鉴定结构	21
5.7	工业建筑振动	21
5.8	穿越施工	22
6	监测数据处理与预警	24
6.1	一般规定	24
6.2	监测数据处理	24

6.3 监测控制值	25
6.4 预警	32
7 监测报告	34
附录 A 监测数据统计表	36
本标准用词说明	37
引用标准名录	38
条文说明	39

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

1 总 则

1.0.1 为规范河南省既有建筑结构安全性监测工作，做到技术先进、经济适用、数据可靠，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于河南省既有建筑的结构安全性监测。

1.0.3 既有建筑结构安全性监测工作，除应执行本标准外，尚应符合国家及河南省现行有关标准的规定。

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

2 术 语

2.0.1 既有建筑 existing building

已建成可以验收的和已投入使用的建筑。

2.0.2 结构安全性监测 structure safety monitoring

利用监测设备获取既有结构的几何应力、应变等特征信息，进而分析和识别结构安全性状况的工作。

2.0.3 调查 investigation

通过查阅档案、文件，现场勘查和询问等手段进行的信息收集活动。

2.0.4 监测频率 monitoring frequency

一定时间内的监测次数。

2.0.5 监测点 monitoring point

布设在建筑场地、地基、基础、上部结构或周边环境的敏感位置上能反映其相应物理量变化特征的测量点。

2.0.6 定期监测 regular monitoring

间隔一定时间对结构进行相同内容的监测。

2.0.7 实时监测 online monitoring

通过安装在结构和（或）设备上的各类监测仪表，进行连续自动监测并上传至终端接收端，以反映结构某项性能的连续发展变化趋势。

2.0.8 穿越施工 crossing construction

地下工程穿越既有结构的施工过程。

2.0.9 监测系统 monitoring system

由监测设备组成实现一定监测功能的软件及硬件集成。

2.0.10 预警 warning

在危险发生之前，根据结构监测安全评定的结果，向委托方及其他相关单位发出紧急信号的过程。

2.0.11 预警值 precaution value

为保证工程结构安全或质量及周边环境安全，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。

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 下列既有建筑应进行结构安全性监测：

- 1 存在较严重的质量缺陷或损伤、疲劳、变形、振动影响、受毗邻工程施工影响的一般性结构；
- 2 高层与高耸建筑、大跨空间结构、保护性建筑结构、减隔震结构、已鉴定结构、工业建筑振动、受穿越施工影响的既有结构；
- 3 设计文件或其他规定要求的既有结构。

3.1.2 监测数据的处理宜考虑建筑初始状态参数，无法获取相应初始状态参数时，可适当提高预警标准。

3.1.3 既有建筑结构安全性监测应设定监测预警值，监测预警值应满足工程设计及被监测对象的控制要求。

3.1.4 当出现下列情况时，应提高监测频率：

- 1 监测数据达到或超过预警标准；
- 2 结构受到地震、洪水、台风、爆炸冲击、火灾等异常情况影响；
- 3 房屋建筑结构现场、周边建（构）筑物的结构构件及室内外地面出现发展的变形裂缝或较严重的突发裂缝等可能影响房屋建筑结构安全的异常情况。

3.2 监测程序

3.2.1 既有建筑结构安全性监测的监测机构应具备相应能力。

3.2.2 既有建筑结构安全性监测工作宜按图 3.2.2 的程序进行。

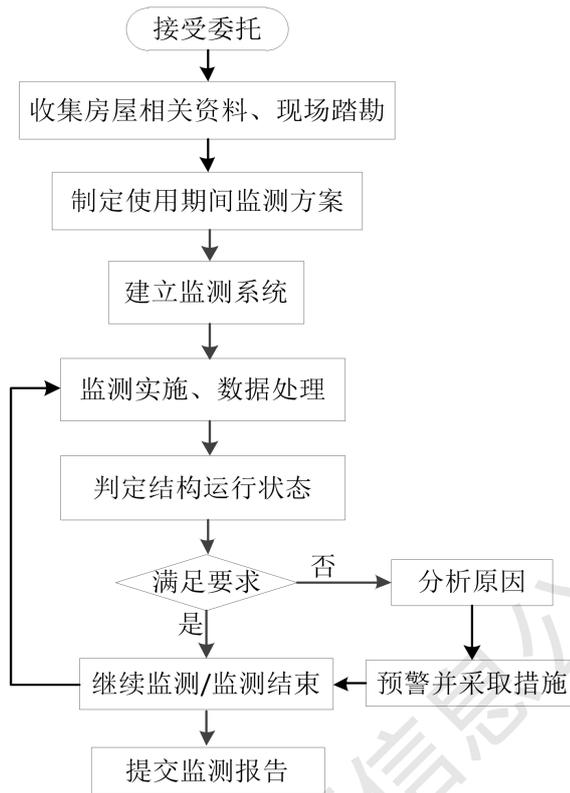


图 3.2.2 安全性监测程序

3.3 监测方案

3.3.1 监测前应根据委托方的监测要求与设计文件明确监测目的，结合工程结构受力特点、设计工作年限、现场及周边环境条件等因素制定监测方案。

3.3.2 监测方案应在现场踏勘和资料调查的基础上进行编制，并经委托方确认。

3.3.3 监测方案宜包括下列主要内容：

- 1 项目概况；
- 2 监测目的和监测要求；
- 3 监测依据、监测范围、监测内容和监测方法；
- 4 测点布置、监测设备和监测系统；
- 5 监测精度指标、监测周期和监测频率、监测数据处理、分析与

信息反馈和监测预警；

- 6 监测成果和结构状态判断；
- 7 监测人员的配备和监测工作进度计划；
- 8 应急预案；
- 9 需委托方配合的工作；
- 10 监测中的安全与环保措施。

3.3.4 已鉴定结构的监测方案应根据鉴定报告中建筑危险点的具体情况、房屋设计等相关资料，由方案编制单位通过现场详细勘察后，结合国家及河南省现行有关标准的要求进行制订。

3.3.5 监测点应根据设计要求、现场调研和结构分析结果布设在能反应结构及环境特性的位置上，具体位置应符合下列规定：

- 1 应反映监测对象的实际状态及变化趋势，布置在监测参数值的最大位置；
- 2 应利用结构对称性原则，合理确定监测点位置；
- 3 测点的数量和布设范围应有冗余量，对重点部位应增加监测点；
- 4 监测点的选择应便于设备安装、测读、维护和更换，且不易被干扰。

3.3.6 下列既有建筑的监测方案应进行专门研究：

- 1 甲类或复杂的乙类抗震设防类别的高层与高耸结构、大跨空间结构；
- 2 超限高层建筑工程；
- 3 发生严重事故，经处理与评估恢复使用的房屋建筑；
- 4 其他需要研究的房屋建筑。

4 监测系统、方法与周期

4.1 一般规定

4.1.1 既有建筑结构安全性监测方法的选取应综合考虑房屋结构安全、监测目的、实际监测需求等；宜采取智能监测和人工监测的方法。

4.1.2 既有建筑结构安全性监测期间应进行巡检，巡检内容宜包括以下内容：

- 1 监测范围内的结构和构件变形；
- 2 周边环境及监测设施；
- 3 结合当地经验确定的其他巡视检查内容。

4.1.3 监测频率的确定应能满足系统反映监测对象所测项目的重要变化过程而又不遗漏其变化时刻的要求。应力和变形监测的频率应保持一致。

4.2 监测系统及设备

4.2.1 监测系统宜具有完整的传感、采集、传输、存储、数据处理及控制、预警、状态评估功能。

4.2.2 监测系统应按规定的方法或流程进行参数设置和调试，且应符合下列规定：

- 1 监测前，宜对传感器进行初始状态设置或零平衡处理；
- 2 应对干扰信号进行来源检查，并采取有效措施进行处理；
- 3 监测系统宜继承施工期间监测的数据，并宜进行对比分析与鉴别。

4.2.3 监测系统的采样频率应满足监测要求。

4.2.4 监测设备应符合下列规定：

- 1 应符合监测期、监测项目与方法及系统功能的要求，并具有稳定性、耐久性、兼容性和可扩展性；
- 2 测得信号的信噪比应符合实际工程分析需求；
- 3 在投入使用前应进行检定或校准；
- 4 应根据监测方法和监测功能的要求选择安装方式，安装方式应满足监测期限内使用要求。

4.2.5 监测设备选择应符合下列规定：

- 1 传感器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；
- 2 宜选择具有补偿功能的传感器；
- 3 宜建立结构的力学模型，并结合分析结果、工程经验判断以及监测精度要求确定监测设备的类型；
- 4 宜根据现场调研和力学分析结果确定必要和合理的监测位置、数量和安装方式，并在安装完成后及时进行现场标识，绘制监测设备布置图，存档备查；
- 5 在极端工作条件时，应具有相应环境下正常工作的能力，宜视工作需求，选择具有复杂监测环境下维持正常工作能力的设备。

4.3 监测方法

4.3.1 监测机构可根据既有建筑结构特点选择监测项目，监测项目包括应力、应变、变形、裂缝、温湿度、振动及响应、地震动及响应、风及风致响应、索力和腐蚀等。

4.3.2 应力、应变监测分为直接监测法和间接监测法，应根据工程结构特点，选用合适的监测方法。当结构表面或内部无法安装传感

器时，可采用间接监测的方法，间接监测应变时可采用位移传感器等位移计构成的装置进行。

4.3.3 变形监测方法的选择应根据监测项目的特点、精度要求、变形速率等指标按表 4.3.3 选用，也可同时采用多种方法联合监测。

表 4.3.3 变形监测方法的选择

类别	监测方法
水平位移监测	极坐标法、交会法、自由设站法、地面三维激光扫描法和三角形网等
竖向位移监测	几何水准测量、静力水准测量
三维位移监测	全站仪自动跟踪测量法
倾斜监测	极坐标法、投点法、垂准法、差异沉降计算、固定式地面激光扫描、近景摄影测量方法等
挠度监测	极坐标法、投点法、垂准法、差异沉降计算、固定式地面激光扫描、近景摄影测量方法等

4.3.4 裂缝监测宜采用量测、观测、检测与监测方法独立或相结合的方式，宜采用下列方法：

1 裂缝宽度监测宜采用裂缝观测仪进行测读。也可在裂缝两侧贴、埋标志，采用千分尺或游标卡尺等直接测量，或采用裂缝计、粘贴安装千分表及摄影测量等方法监测裂缝宽度变化；

2 裂缝长度监测宜采用直接量测法；

3 裂缝深度监测宜采用超声波法。

4.3.5 温湿度监测可包括环境及构件温度监测和环境湿度监测，宜选择监测范围大、精度高、线性化及稳定性好的温湿度传感器进行监测。

4.3.6 振动监测应包括振动响应监测和振动激励监测，监测参数可为加速度、速度、位移及应变。振动监测的方法可分为相对测量法和绝对测量法

4.3.7 地震动及响应监测参数主要为地震动及地震响应加速度，

也可按工程要求监测力及位移等其他参数。

4.3.8 风及风致响应监测参数应包括风压、风速、风向及风致振动响应。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计；风速及风向监测宜选取采样频率高的风速仪，且不应低于 10Hz。

4.3.9 拉索索力监测方法可包括压力表测定千斤顶油压法、压力传感器测定法、振动频率法等。

4.3.10 腐蚀监测宜选用电化学法，电化学法可选用电流监测、电位监测，也可同时采用电流和电位监测。

4.3.11 本标准未说明的监测方法，参照《河南省房屋建筑结构安全智能监测技术标准》（DBJ41/T294）的相关规定执行。

4.4 监测周期

4.4.1 监测周期应根据监测方案、安全现状及变化情况综合确定，并应符合下列规定：

1 对于受相邻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周期。在监测数据达到稳定状态前不应停止监测；

3 对于应急抢险期的房屋，应立即采取监测措施，在加固修复完成、监测数据达到稳定状态前不应停止监测。

4.4.2 监测数据稳定状态应符合下列规定：

1 对于建筑沉降监测数据，稳定状态的确定应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定；

2 对于其他监测数据，既定监测频率不变情况下，连续三期且不少于 30 天物理量没有变化或变化不显著，可认为达到稳定状态。

4.4.3 既有建筑结构安全性监测在出现下列情况之一时可终止监测：

- 1 影响监测对象结构安全的因素已消除且监测数据已稳定；
- 2 达到设计及相应规范规定的时间节点未发现异常时。

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

5 结构安全性监测

5.1 一般规定

5.1.1 既有建筑的结构安全性监测应为结构的安全使用、结构设计验证、结构模型校验与修正、结构损伤识别、结构养护与维修以及新方法新技术的发展与应用提供技术支持。

5.1.2 既有建筑结构沉降、倾斜及水平位移等监测宜互为补充、验证。

5.1.3 实施监测前，应对房屋安全状况进行现场踏勘。对经过鉴定的房屋，尚应对鉴定报告发现的问题进行现场复核。

5.1.4 对有需要监测的一般性结构，其监测内容及相关技术要求，应按照国家及河南省现行有关标准的规定执行。

5.2 高层与高耸结构

5.2.1 高度 350m 及以上的高层与高耸结构应进行监测。

5.2.2 下列高层及高耸结构宜进行监测：

- 1 高度 300~350m 的高层与高耸结构；
- 2 施工过程中导致结构最终位形与设计目标位形存在较大差异的高层与高耸结构；
- 3 其他对结构变形比较敏感的高层与高耸结构；
- 4 设计文件或其他规定要求的高层与高耸结构。

5.2.3 高层与高耸结构监测项目应根据结构特点按表 5.2.3 进行选择。

表 5.2.3 高层与高耸结构安全监测内容

结构类型	变形监测			应力应变监测	环境监测		地震动及响应
	基础沉降	竖向	水平		风	温湿度	
高层结构	▲	▲	★	▲	▲	▲	★
高耸结构	▲	▲	★	▲	▲	▲	★

注：★应监测项；▲宜监测项。

5.2.4 结构的关键构件应进行应力应变监测。

5.2.5 已进行风洞试验的高层与高耸结构，宜按风洞试验结果进行原型布置；未进行风洞试验的高层与高耸结构，宜选择自由场及对风效应敏感的构件及节点位置，风致响应测点宜与地震动测点布置相协调。

5.2.6 测点宜设置在建筑顶层、地上一层、刚度突变和质量突变处楼层以及对安全性要求较高的重点楼层的刚度中心或尽可能靠近刚度中心；若进行动力特性分析，振动测点宜沿结构不同高度布置，尽可能设置在结构各段的质量中心处。

5.2.7 已进行振动台模型试验的高层与高耸结构，可根据振动台模型布置测点；平移振动监测时，测点宜布置在建筑物的刚度中心；扭转振动监测时，测点宜布置在结构的四周边缘转动最大的点。

5.3 大跨空间结构

5.3.1 下列大跨空间结构宜进行监测：

- 1 跨度大于 120m 的网架及多层网壳钢结构；
- 2 跨度大于 60m 的单层网壳结构；
- 3 结构悬挑长度大于 40m 的钢结构或悬挑长度大于 30m 且挠跨比大于 1/125 的钢结构；
- 4 设计文件或其他规定要求的大跨空间结构。

5.3.2 大跨空间结构监测项目应根据结构特点按表 5.3.2 进行选择。

表 5.3.2 大跨空间结构安全性监测内容

结构类型	变形监测			应力应变监测	环境监测		地震动及响应	支座位移监测	动力特征
	基础沉降	竖向	水平		风	温度			
网架结构	▲	★	○	▲	○	▲	○	○	○
网壳结构	▲	★	○	▲	○	▲	○	▲	▲
悬索结构	▲	★	○	▲	○	▲	○	▲	▲
膜结构	▲	★	○	▲	○	▲	○	○	○
悬挑结构	▲	★	○	▲	○	▲	○	○	○
特殊结构	▲	★	○	▲	○	▲	○	○	○

注：1 ★应监测项；▲宜监测项；○可监测项；

2 特殊结构指上述结构以外的结构类型。

5.3.3 基础沉降监测点应布设在地基持力层差异较大或不同基础类型的变化处、结构基础轴线的对称部位，且不得少于 4 个点。

5.3.4 地震动监测应综合考虑结构特点，监测结构底部、顶部以及其重要部位的动力响应，应符合本标准第 5.2.6 条要求。

5.3.5 应对风速、风向和结构表面风压进行监测。

5.3.6 应对环境温度变化和结构温度分布进行监测。

5.3.7 网架、桁架结构应对竖向位移、水平位移、支座位移及其几何变形进行定期监测；网壳结构尚应对支座、焊接节点进行变形监测。监测布点位置可按表 5.3.7 进行选择。

表 5.3.7 网架、桁架结构变形监测布点位置

项目	竖向	水平
变形监测位置	跨中、悬挑端	支座、端部

5.3.8 网架、桁架结构应对支座、主要承重构件和最不利位置进行应力应变监测。

5.3.9 网壳结构应对主要受力构件、关键节点焊缝附近进行应力应变监测。

5.3.10 索结构应对钢桁架、索锚固节点和结构关键控制点进行变形监测。

5.3.11 索结构应对拉索索力进行定期监测。

5.3.12 应对膜结构拉索及其他关键点进行应力应变监测。应定期对膜面张力及变形进行监测。

5.4 保护性建筑结构

5.4.1 保护性建筑结构出现下列情况时应进行监测：

- 1 建筑物发生倾斜、沉降、变形、裂缝，影响安全使用；
- 2 构件损坏或缺失，影响结构承载能力；
- 3 外部环境恶劣，不利于保护性建筑结构的长期保存与保养；
- 4 遭受严重自然灾害后；
- 5 定期检查发现存在安全隐患时；
- 6 其他需要掌握结构安全状态时。

5.4.2 应根据实际结构状况选择监测整体或局部水平位移、挠度、倾斜及裂缝变化。

5.4.3 应定期对保护性建筑结构的变形、开裂、测点布设及监控设备运营状况等进行巡视，并做好巡视记录。

5.4.4 承重木柱应对材质的腐朽、老化和虫蛀状况、柱的弯曲程度、柱脚与柱础抵承状况、柱础移位、沿柱长任一部位的损伤状况、历次加固效果进行定期监测。

5.4.5 承重木梁应对材质的腐朽、老化和虫蛀状况、弯曲变形、梁身损伤、历次加固现状、防火措施进行定期监测。

5.4.6 木构架应对整体倾斜、局部倾斜、构架间的连系、梁、柱间的连系、榫卯完好程度进行定期监测。

5.4.7 砌体结构应对墙体倾斜和开裂程度进行定期监测。

5.4.8 钢筋混凝土结构应对基础沉降、整体倾斜程度、裂缝情况、混凝土外观缺陷情况进行定期监测。

5.4.9 钢结构应对整体变形、节点位移、节点连接可靠性、主要钢构件局部变形失稳情况、材质锈蚀程度进行定期监测。

5.4.10 土石结构应对环境及内部温湿度、墙体及关键部位变形、开裂程度进行定期监测。

5.5 减隔震结构

5.5.1 下列减隔震结构应进行监测：

- 1 结构高度超过 60m 或高宽比大于 4 的高层隔震建筑结构；
- 2 结构跨度超过 60m 的大跨空间隔震结构；
- 3 单体面积大于 80000m² 的隔震结构；
- 4 安装有减震装置的大跨空间结构；
- 5 设计文件或其他规定要求的减隔震结构。

5.5.2 减隔震结构安全性监测项目应按表 5.5.2 进行选择。

表 5.5.2 减隔震结构监测项目

类型	变形监测		应力应变监测		环境监测		基础沉降	振动
	竖向	水平	应力	应变	风	温湿度		
隔震结构	★	★	○	★	★	▲	▲	★
减震结构	★	★	○	○	★	▲	▲	★

注：★应监测项；▲宜监测项；○可监测项；

5.5.3 宜对隔震支座、隔震缝、柔性连接、减震装置进行监测。监测时间应为竣工后的3年、5年、10年，以后每10年进行一次。

5.6 已鉴定结构

5.6.1 下列已鉴定结构应进行安全性监测：

- 1 已鉴定且住有人员的 C_{su} 级建筑结构；
- 2 未住人但仍威胁公共安全的 C_{su} 级建筑结构进行监测；
- 3 鉴定报告或其他规定要求的建筑结构。

5.6.2 监测内容应根据鉴定报告及房屋设计等相关资料，通过现场详细踏勘后，结合国家及河南省现行有关标准的要求确定，宜包括主体结构倾斜监测和局部危险点监测。

5.6.3 监测点的布设应能全面反映房屋变形特征。

5.6.4 当对已鉴定结构进行定期监测时，应根据鉴定等级确定监测频率。鉴定等级为 C_{su} 级的建筑结构，监测频率不宜低于一周一次。

5.7 工业建筑振动

5.7.1 工业建筑的监测应根据环境特点及使用要求确定监测项目。

5.7.2 工业建筑在工业与环境振动下的容许振动标准，应由设备制造厂家提供或通过试验确定；当设备制造厂家不能提供资料且无法进行试验时，可按现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868 执行。

5.7.3 工业建筑的振动测试方法及振动控制点的选择，应由设备制造厂家提供或符合相关设计标准的规定。当设备制造厂家不能提供

或没有相关设计规定时，应按下列规定执行：

1 振动测试应根据被测试对象的振动方向、频率范围、振幅大小以及振动特性选取合适的测试系统，测试系统应根据现行国家标准的规定，定期由国家认定的计量部门进行校准；

2 振动测试点应设在振动控制点上，振动传感器的测试方向必须与振动方向一致，不应产生倾斜；

3 传感器与被测试对象必须紧密固定，测试过程中不应产生松动，并应避免固定件产生次生振动；

4 应选择具有代表性的典型工况进行振动测试。

5.8 穿越施工

5.8.1 下列建筑结构应进行穿越施工监测：

1 地下工程正穿既有建筑结构；

2 地下工程及管线外沿两侧各 30m 范围内的建筑结构。在地铁车站施工地段，监测范围应视车站周围环境和既有结构情况适当加大。

5.8.2 穿越工程的监测项目可分为应监测项目和可监测项目两类。

1 应监测项目包括沉降监测和巡视检查；

2 选监测项目包括应变监测与倾斜监测。

5.8.3 变形监测点的布置应按照现行国家标准《工程测量标准》GB 50026 及监测方案的要求执行。

5.8.4 当穿越施工引起周边既有建筑结构沉降时，监测工作应符合下列规定：

1 建筑结构变形监测布置应按现行国家标准《工程测量标准》

GB 50026 要求执行；

2 监测期间，每天应进行巡视检查。

5.8.5 穿越施工期间，应对受穿越施工影响的重要结构进行实时监测。

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

6 监测数据处理与预警

6.1 一般规定

6.1.1 监测数据应及时处理，关键性数据宜与建筑结构分析结果进行对比分析。当监测数据异常时，应及时对监测对象与监测系统进行检查确认；当监测值超过预警值时应立即报警。

6.1.2 监测控制值的制定应符合下列原则：

- 1 应以定量的方式给出，并定期对其进行检验、补充、修正和优化；
- 2 可根据设计容许值、理论计算值、数值分析值、监测数据值和成熟经验等综合分析制定。

6.1.3 预警指标的选择应符合下列原则：

- 1 根据结构荷载作用、关键构件和整体结构的特点，分类选定；
- 2 具有相对的稳定性、广泛的适用性和较强的可操作性；
- 3 不同指标间相互冲突时，应以反映结构最不利状况的指标为准；
- 4 对于重大工程结构可选取监测预警阈值的下限范围，对于普通工程结构可选取监测预警阈值的上限或均值范围。

6.2 监测数据处理

6.2.1 监测数据应及时计算累计变化值、变化速率值，并绘制时程曲线及其他反映监测断面或监测区域整体变化趋势的图表，分析监测数据的变化原因和变化规律。

6.2.2 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。

6.2.3 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。

6.3 监测控制值

6.3.1 既有建筑结构安全性监测预警应考虑建筑初始状态参数，并根据既有建筑结构的建造年代、安全等级、验算分析结果、工程地质条件及当地工程经验等因素综合提出相应的限值要求和不同预警值，预警值应满足建造时相关结构设计标准的要求。

6.3.2 既有建筑结构安全性监测前应先进行现场踏勘和查阅相关设计、施工、维护等历史技术资料，经结构分析验算后提出各监测指标的分级预警值，并预测各监测项目的发展变化情况；位移和变形监测控制值宜按相应结构设计标准的规定执行。

I 高层与高耸结构

6.3.3 高层结构整体倾斜控制值应按照表 7.3.3 的规定执行。

表 6.3.3 高层结构整体倾斜控制值

结构高度 (m)	偏斜允许值 $\tan\theta$	倾斜速率
$24 < H \leq 60$	0.0015~0.003	$(H/7500) / d \sim (H/3500) / d$
$60 < H \leq 100$	0.0015~0.0025	$(H/6000) / d \sim (H/3000) / d$
$H > 100$	0.001~0.002	$(H/5000) / d \sim (H/2500) / d$

注：H 为自室外地面算起的建筑物高度。倾斜指基础倾斜方向两端点的沉降差与其距离的比值。

6.3.4 高耸结构在以风为主的荷载标准组合下，其水平位移角不得大于表 6.3.4 的规定。

表 6.3.4 高耸结构水平位移角控制值

结构类型		以风作用为主的荷载标准组合作用下		
		按线性分析		按非线性分析
自立式塔	钢结构	$\Delta u/H$	1/75	1/50
	混凝土	$\Delta u/H$	1/150	1/100
桅杆		$\Delta u/H$	—	1/75
		$\Delta u'/H$	—	1/50

II 大跨空间结构

6.3.5 网架结构在恒荷载和活荷载标准值作用下的挠度控制值按表 6.3.5 规定执行。

表 6.3.5 网架结构使用期间挠度控制值

屋盖结构（短向跨度）	楼盖结构（短向跨度）	悬挑结构（悬挑跨度）
1/300~1/250	1/370~1/300	1/150~1/125

注：对设有悬挂起重设备的屋盖结构，其最大挠度值控制值为结构跨度的 1/500~1/400。

6.3.6 空间网壳结构在恒荷载和活荷载标准值作用下的挠度控制值按表 6.3.6 规定执行。

表 6.3.6 网壳结构使用期间挠度控制值

结构体系形式	屋盖结构（短向跨度）	悬挑结构（悬挑跨度）
单层网壳	1/500~1/400	1/250~1/200
双层网壳 立体桁架	1/300~1/250	1/150~1/125

6.3.7 斜索与水平面相交角度控制值应大于 15° 。

6.3.8 单索屋盖最大挠度与跨度之比自初始几何状态之后控制值为 $1/250-1/200$ 。

6.3.9 索网、双层索系及横向加劲索系屋盖最大挠度与跨度之比自初始预应力状态之后控制值为 $1/300\sim 1/250$ 。

6.3.10 斜拉结构、张弦结构或索穹顶屋盖在荷载作用下的最大挠度与跨度之比自初始预应力状态后控制值为 $1/300\sim 1/250$ 。

7.3.11 单层平面索网玻璃幕墙的最大挠度与跨度之比控制值为 $1/50\sim 1/45$ 。

6.3.12 曲面索网及双层索系玻璃幕墙自初始预应力状态之后的最大挠度与跨度之比控制值为 $1/200$ ；采光顶自初始预应力状态之后的最大挠度与跨度之比控制值为 $1/250\sim 1/200$ 。

6.3.13 张弦结构玻璃采光顶自初始预应力状态之后的最大挠度与跨度之比控制值为 $1/250\sim 1/200$ 。

6.3.14 膜结构在第一类荷载效应组合下，最大整体位移控制值为跨度的 $1/300-1/250$ 或悬挑长度的 $1/150\sim 1/125$ 。

6.3.15 膜结构在第二类荷载效应组合下，最大整体位移控制值为跨度的 $1/250\sim 1/200$ 或悬挑长度的 $1/100$ ；膜结构侧向位移值控制值为桅杆长度的 $1/300\sim 1/250$ ；膜面由于松弛而引起的褶皱面积控制值为膜面面积的 10% 。

6.3.16 膜结构中各膜单元内膜面的相对法向位移控制值为单元名义尺寸的 $1/20\sim 1/15$ 。

III 保护性建筑结构

6.3.17 承重木柱监测控制值应符合下列规定：

1 木材的材质仅有表层腐朽和老化变质时，腐朽和老化变质（两者合计）所占面积与整截面面积之比为 $1/6\sim 1/5$ ；木材的材质仅有心腐时，腐朽和老化变质（两者合计）所占面积与整截面面积之比为 $1/9\sim 1/7$ ；当同时存在以上两种情况时，腐朽和老化变质（两者合计）所占面积与整截面面积之比不论大小，均视为残损点。

2 柱的弯曲矢高为 $l/400\sim l/250$ 。

3 柱脚底面与柱础间实际抵承面积与柱脚处柱的原截面面积之比为 $1/2\sim 3/5$ 。

4 柱与柱础之间错位位置与柱径（或柱截面）沿错位方向的尺寸之比 $1/7\sim 1/6$ 。

注：其中 l 为柱的无支长度（mm）。

6.3.18 承重木梁枋监测控制值应符合下列规定：

1 木材的材质仅有表层腐朽和老化变质时，梁身腐朽和老化变质（两者合计）所占面积与整截面面积之比为 $1/10\sim 1/8$ ；木材的材质仅有心腐时，腐朽和老化变质（两者合计）所占面积与整截面面积之比不论大小，均视为残损点。

2 高跨比大于 $1/14$ 时，竖向挠度值为 $L^2/2600h\sim L^2/2100h$ ；高跨比小于 $1/14$ 时，竖向挠度值为 $L/180\sim L/150$ 。

3 300 年以上的梁、枋，侧向弯曲矢高值为竖向挠度与 $h/100$ 之和~竖向挠度与 $h/180$ 之和。

4 侧向弯曲矢高值为 $L/250\sim L/200$ 。

注：其中 h 为构件截面高度(mm)； L 为计算跨度(m)。

6.3.19 木构架整体变形监测控制值应符合下列规定：

1 对抬梁式构架，沿构架平面的倾斜量为 $H_0/190\sim H_0/120$ 或 $100\sim 120$ mm，垂直于构架平面的倾斜量为 $H_0/380\sim H_0/350$ 或 $50\sim 60$ mm，柱头与柱脚的相对位移为 $H/140\sim H/90$ 。

2 对穿斗式构架，沿构架平面的倾斜量为 $H_0/160 \sim H_0/100$ 或 $120 \sim 150 \text{ mm}$ ，垂直于构架平面的倾斜量为 $H_0/320 \sim H_0/240$ 或 $60 \sim 75 \text{ mm}$ ，柱头与柱脚的相对位移为 $H/120 \sim H/75$ 。

3 梁、柱间的连系（包括柱、枋间，柱、檩间的连系）无拉结，榫头拔出卯口的长度超过榫头长度的 $3/10 \sim 2/5$ （抬梁式架构）或 $2/5 \sim 1/2$ （穿斗式架构）。

4 榫卯已腐朽、虫蛀，已劈裂或断裂，压缩量 $3 \sim 4 \text{ mm}$ 。

注：其中 H_0 为木构架高度(m)， H 为结构高度(m)。

6.3.20 屋盖结构监测控制值应符合下列规定：

1 椽条系统挠度为椽跨的 $1/120 \sim 1/100$ ；

2 檩条系统跨中挠度为 $L/120 \sim L/100$ ($L \leq 3\text{m}$ 时) 或 $L/150 \sim L/120$ ($L > 3\text{m}$ 时)。

3 檩条支承长度为 $20 \sim 60 \text{ mm}$ （支承在木构件上时）或 $60 \sim 120 \text{ mm}$ （支承在砌体上时）。

注：其中 L 为搁栅计算跨度 (m)。

6.3.21 楼盖结构监测控制值应符合下列规定：

1 栅（楞木）竖向挠度为 $L/220 \sim L/180$ ；

2 侧向弯曲矢高为 $L/250 \sim L/200$ ；

3 端部无可靠锚固时，支承长度为 $60 \sim 100 \text{ mm}$ 。

注：其中 L 为搁栅计算跨度。

6.3.22 木构架为主要承重体系的保护性建筑，砖墙监测控制值应符合下列规定：

1 砖风化长度达 1m 以上的区段，平均风化深度与墙厚之比为 $1/6 \sim 1/5$ ($H < 10\text{m}$ 时) 或 $1/7 \sim 1/6$ ($H \geq 10\text{m}$ 时)；

2 单层房屋倾斜量为 $H/180 \sim H/150$ 或 $B/8 \sim B/6$ （当 $H < 10 \text{ m}$ 时），或 $H/180 \sim H/150$ 或 $B/9 \sim B/7$ ($H \geq 10 \text{ m}$ 时)；

3 多层房屋总倾斜量为 $H/150\sim H/120$ 或 $B/7\sim B/6$ （当 $H < 10\text{m}$ 时）、或 $H/150\sim H/120$ 或 $B/9\sim B/7$ （ $H \geq 10\text{m}$ 时）；

4 多层房屋层间倾斜量 $H_i/110\sim H_i/90$ 或 $30\sim 40\text{mm}$ 。

注： H 为墙的总高（m）； H_i 为层间墙高（m）； B 为墙厚（mm），若墙厚上下不等，按平均值采用。

6.3.23 保护性建筑中非承重的土墙或毛石墙监测控制值应符合下列规定：

1 土墙

1) 墙身倾斜为墙高的 $1/90\sim 1/70$ ；

2) 墙体风化、硝化深度为墙厚的 $1/5\sim 1/4$ ；

3) 墙身有明显的局部下沉或鼓起变形。

2 毛石墙

1) 墙身倾斜超过墙高的 $1/100\sim 1/85$ ；

2) 墙面有较大破损，已严重影响其使用功能。

6.3.24 采用木屋盖的保护性建筑中，其承重石柱监测控制值应符合下列规定：

1 柱截而上，风化层所占面积与全截面面积之比为 $1/7\sim 1/6$ 。

2 受力引起的水平裂缝或斜裂缝，有肉眼可见的细裂缝，纵向裂缝（仅长度超过 300mm 的裂缝），出现不止一条，且缝宽大于 0.1mm 。

3 单层房屋倾斜量为 $H/250$ 或 50mm 。

4 多层柱总倾斜量为 $H/170$ 或 80mm ，层间倾斜量为 $H_i/90$ 或 40mm 。

5 柱头与上部木构架之间无可靠连接，或连接已松脱、损坏。

6 柱脚底面与柱础间实际承压面积与柱脚底面积之比为 $2/3$ 。

7 柱与柱础之间错位位置与柱径（或柱截面）沿错位方向尺寸

之比为 1/7~1/6。

注： H 为墙的总高（m）； H_i 为层间墙高（m）。

6.3.25 保护性建筑中石梁、石枋监测控制值应符合下列规定：

- 1 表层风化，构件截面上所占的面积为全截面面积 1/10~1/8；
- 2 有横断裂缝或斜裂缝出现；
- 3 在构件端部，深度为截面宽度 1/5~1/4 的水平裂缝。

IV 减隔震结构

6.3.26 橡胶隔震支座在重力荷载代表值的竖向压应力控制值应按照表 6.3.29 规定执行。

表 6.3.29 橡胶隔震支座压应力控制值

抗震设防类别	特殊设防类	重点设防类	标准设防类
压应力控制值/MPa	8~10	10~12	12~15

6.3.27 橡胶隔震支座在表 7.2.29 所列的压应力下的极限水平变形设计控制值应取其有效直径的 0.55 倍和支座内部橡胶总厚度的 3 倍二者的较大值。

6.3.28 橡胶隔震支座拉应力控制值为不大于 1 MPa。

6.3.29 隔震层以下地面以上的结构在罕遇地震下的层间位移角控制值应按照表 6.3.32 的规定执行。

表 6.3.32 隔震层以下地面以上结构罕遇地震作用下层间弹塑性位移角控制值

下部结构类型	$[\theta_p]$
钢筋混凝土框架结构和钢结构	1/200~1/100
钢筋混凝土框架-抗震墙	1/400~1/200
钢筋混凝土抗震墙	1/500~1/250

V 已鉴定结构

6.3.31 已鉴定结构应根据建筑结构鉴定报告中建筑危险点的具体情况 & 房屋设计等相关资料, 结合国家、行业现行标准相关要求, 通过现场详细勘察后, 确定监测控制值。

VI 工业建筑振动

6.3.32 工业建筑内部有动力机器工作时, 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 的有关规定。

VII 穿越施工

6.3.33 对穿越施工的监测, 当遇到下列影响建筑结构安全的情况之一时, 应立即停止地下工程施工, 并应对地下工程结构和建筑结构采取应急措施:

- 1 地下隧道工程施工引起的地表沉降大于 30mm, 或沉降速率已连续 3 天大于 3mm/d。
- 2 建筑的不均匀沉降已大于现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的允许沉降差, 或沉降速率已连续 3 天大于 1mm/d, 且有变快趋势; 建筑物上部结构的沉降裂缝发展显著; 砌体的裂缝宽度大于 3mm; 预制构件连接部位的裂缝宽度大于 1.5mm; 现浇结构个别部位也已出现沉降裂缝。
- 3 周围土体出现少量流砂、涌土、隆起、陷落等迹象。

6.4 预警

6.4.1 既有建筑结构安全监测的预警级别划分为以下三个等级:

1 黄色预警（初级预警）：提醒使用单位宜开始对环境、荷载、结构整体或局部响应进行关注；

2 橙色预警（较重预警）：提醒使用单位对环境、荷载、结构整体或局部响应加强关注，并进行跟踪观察；

3 红色预警（严重预警）：警示使用单位对环境、荷载与结构响应密切关注，查明预警原因，采取适当检查、应急管理措施以确保安全，并及时进行结构安全评估。

6.4.2 预警阈值应能合理反映指标的不同程度，并符合表 7.3.2 的规定：

表 6.4.2 预警指标及预警阈值

预警级别 预警指标	黄色预警	橙色预警	红色预警
位移或变形	大于 0.6 倍控制值	大于 0.8 倍控制值	大于控制值，或一个月内发现 10 次以上橙色预警
应力	大于 0.8 倍控制值	大于 0.95 倍控制值	大于控制值，或一个月内发现 10 次以上橙色预警
水平地震加速度峰值	大于 0.9 倍设计基本地震加速度	大于 1.0 倍设计基本地震加速度	大于设计基本地震加速度的 1.1 倍
最大平均风速	大于 0.7 倍控制值	大于 0.8 倍控制值	大于控制值
最高温度、最低温度、最大温差和最大温度梯度	-	大于控制值	-

6.4.3 预警方式应符合下列规定：

1 预警方式应明显，宜多样化，可包括指示灯、声音、短信、界面显示、可变情报板、路侧广播；

2 预警信息应形成日志，包括始末时间、警示事项、预警级别、预警传感器编号和位置、预警监测值和预警频率。

7 监测报告

7.0.1 监测报告应包括预警快报、阶段报告和总结报告，必要时，可出具监测日报；报告可采用文字、表格、图形、照片等形式，且应满足相关标准要求。

7.0.2 监测预警快报宜包括下列内容：

- 1 项目概况；
- 2 预警发生的时间、部位、情况描述、预警等级等；
- 3 现场巡检信息：巡检影像、文字记录等；
- 4 监测数据图表：累计变化值、变化速率值、监测点位置图；
- 5 预警分析及处置建议。

7.0.3 监测阶段报告宜包括下列内容：

- 1 项目概况；
- 2 当前阶段情况描述和时间段；
- 3 监测目的、监测内容、监测方法和监测依据；
- 4 监测系统、监测仪器（型号、规格）及监测点布设；
- 5 监测数据图表：监测值、累计变化值、变化速率值、时程曲线、监测点位置图等；
- 6 监测数据、巡检信息及项目相关资料的分析与说明；
- 7 结论及建议。

7.0.4 监测总结报告宜包括下列内容：

- 1 项目概况；
- 2 监测目的、监测内容、监测方法和监测依据；
- 3 监测系统、监测仪器（型号、规格）及监测点布设；
- 4 预警标准；
- 5 各项监测内容全过程的发展变化分析、预警处置及整体评述；

6 现场巡检信息：巡检影像、文字记录等；

7 监测数据图表：监测值、累计变化值、变化速率值、时程曲线、监测点位置图等；

8 监测数据、巡检信息及项目相关资料的分析与说明；

9 结论及建议。

7.0.5 监测机构应建立监测资料档案管理制度，做好档案的收集、整理、归档，且宜建立信息化管理体系。

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

附录 A 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)

河南省住房和城乡建设厅信息中心浏览专用

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，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- 2 《建筑抗震设计标准》 GB/T50011
- 3 《工程测量标准》 GB 50026
- 4 《工业建筑可靠性鉴定标准》 GB 50144
- 5 《古建筑木结构维护与加固技术标准》 GB 50165
- 6 《工程摄影测量规范》 GB50167
- 7 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 8 《钢结构工程施工质量验收标准》 GB 50205
- 9 《木结构工程施工质量验收规范》 GB 50206
- 10 《民用建筑可靠性鉴定标准》 GB 50292
- 11 《建筑基坑工程监测技术标准》 GB 50497
- 12 《建筑工程容许振动标准》 GB 50868
- 13 《建筑与桥梁结构监测技术规范》 GB 50982
- 14 《既有建筑鉴定与加固通用规范》 GB 55021
- 15 《建筑变形测量规范》 JGJ 8
- 16 《建筑工程施工过程结构分析与监测技术规范》 JGJ/T 302
- 17 《建筑隔震工程施工及验收规范》 JGJ 360
- 18 《河南省房屋建筑结构安全智能监测技术标准》 DBJ41/T294

河南省工程建设标准

河南省既有建筑结构安全性监测技术标准

DBJ41/T**-

条文说明

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

目 录

1	总 则	41
3	基 本 规 定	42
3.1	一般规定	42
3.3	监测方案	42
4	监测系统、方法与周期	43
4.1	一般规定	43
4.2	监测系统及设备	44
4.3	监测方法	45
4.4	监测周期	46
5	结构安全性监测	47
5.1	一般规定	47
5.2	高层与高耸结构	47
5.3	大跨空间结构	48
5.4	保护性建筑结构	52
5.5	减隔震结构	52
5.6	已鉴定结构	53
5.7	工业建筑振动	55
5.8	穿越施工	55
6	监测数据处理与预警	56
6.1	一般规定	56
6.2	监测数据处理	56
6.3	监测控制值	57
7	监 测 报 告	60

1 总 则

1.0.1 房屋建筑结构安全直接关系到人民群众的基本生活、生命和财产安全。通过专业的监测工作，能更科学地掌握房屋使用安全状况、指导应急处置。随着传感器、无线互联网等技术的不断发展革新，房屋建筑安全监测技术得到了长足的发展，与传统人工监测方法相结合，可以全面了解建筑物长期的变化，实现对主体结构和构件的连续监测，并通过对监测数据的处理实现预警，从而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，减少或避免人员与财产损失。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 本条所说的一般性结构，指正常设计、正常施工和正常验收的多层结构、跨度不大于 120m 的网架及多层网壳钢结构、跨度不大于 60m 的单层网壳结构、结构悬挑长度不大于 40m 的钢结构或悬挑长度不大于 30m 且挠跨比不大于 1/125 的钢结构等既有建筑结构。这些建筑在正常使用过程中，如果不存在较严重的缺陷或损伤、疲劳、变形等质量问题，也没有受到振动、毗邻工程施工等影响，在设计使用年内一般不会发生影响结构安全的质量问题，所以也不需要进行结构安全性监测。

对于高层与高耸结构、大跨空间结构、保护性建筑结构、减隔震结构、已鉴定结构、工业建筑振动、受穿越施工影响的建筑结构，由于结构本身的高柔、大跨等特殊性质，结构更易受变形、风及地震等的影响而发生重大的安全事故，故本标准对这些结构做出了安全性监测的要求。

3.1.2 初始状态参数是指建筑在监测开始前已经发生的倾斜、挠度等状态指标。

3.1.3 预警值是监测参数是否超标的阈值，不同参数经结构分析有不同的预警值，也是保证结构处于安全状态的警戒值。

3.3 监测方案

3.3.2 监测方案制定前宜收集下列基本资料：

1 了解委托方监测目的和具体要求；2 查阅技术资料，收集相关设计图纸、设计变更、施工记录、施工验收及竣工文件、工程地质勘察、以往监测报告、安评报告等技术资料；3 初步调查结构现状，环境条件，使用状况（包括原始施工、历次修缮、加固、改造、用途变

更、使用条件改变以及受灾)等情况;

4 通过现场踏勘,复核相关资料与现场实际状况,确定监测项目、监测条件、可实施性等。

3.3.3 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(有无暗涵沟渠、边坡、挡墙、河堤护坡等),周边工程扰动情况(在建深基坑、隧洞工程等)。

3.3.5 监测点布设应考虑后期相应监测数据的应用,故监测点布设时需考虑预警需要。监测点布设时需结合设计图纸及相关单位意见,充分利用结构的对称性,优化监测点的布设宜兼顾反映结构的健康特征和监测系统自校验需求。

4 监测系统、方法与周期

4.1 一般规定

4.1.1 既有建筑结构安全性监测的方法应综合考虑各种因素。目前的房屋监测可分为智能监测、人工监测两大类。智能检测是指综合采用计算机系统、传感器、通信等信息技术,对房屋建筑的安全状况、变化特征及其发展趋势实施的监测数据智能采集、传输、处理、查询及浏览、预警及信息反馈等工作。人工监测是指由人员亲自参与,利用检测工具对监测对象进行监测。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,由智能检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。仅采用某一种智能检测方法时,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智能检测方法对数据进行验证和复核,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。

4.1.2 巡检的主要目的就是检查结构安全情况，因此对影响结构安全的变形和结构改动情况应及时记录并上报；监测期间应确保监测系统的正常运行和必要的软件升级，确保监测系统能真实地反映结构的状态。

4.1.3 本条是确定既有建筑结构安全性监测频率的总原则。既有建筑结构安全性监测应能及时反映监测项目的重要发展变化情况，保证房屋建筑结构的安全。房屋建筑结构的监测频率还与投入的监测工作量有关，既要注意不遗漏重要的变化时刻，也应当注意合理调整监测相关工作量。

4.2 监测系统及设备

4.2.1 监测系统的采集功能，一般由各种特定功能的传感器等监测设备完成，传输功能一般由有线或无线装置将采集的数据发送至接收端，控制功能包括查询监测数据或设置数据采集分析仪、查询监测系统工作状态，生成数据记录文件。预警功能指当监测值超出预警值时，系统能按照设定的程序进行预警。

4.2.2 干扰信号来源检查时应首先排除仪器内部等因素造成的干扰，然后检查导线仪器是否有输出信号。检查干扰信号时，可在现场进行信号测试，对存在的干扰信号进行时频分析，确定其特征参数，并根据干扰信号的特征参数对可能存在的干扰信号源进行检查。信号处理时可根据具体情况对受干扰信号选择数字滤波器进行滤波处理。

4.2.3 实时监测时，如结构卸载、滑移、顶推或顶升时的实时监测，监测数据需及时快速反映结构的状态，监测系统的采样频率应能满足使用要求，且监测系统中传感器的动态范围及监测系统对传感器数据的读取方式（串联或并联）应满足要求。

4.2.4 监测设备的稳定性和耐久性应与监测期相适应，监测设备的耐久性、稳定性以及造价宜与使用期间的监测统筹考虑。当监测设备使用寿命短于结构寿命，应及时更换。监测设备的稳定性不仅要求监测设备经过长期使用以后其工作特性能保持正常，还要求其对工作环境具有较强的适应能力和抗干扰能力。兼容性一般要求监测系统中所有设备的接口使用标准接口。

监测设备的安装方式应避免预埋传感器及导线损伤，同时应避免结构出现不可恢复的永久性损伤；监测设备应安装牢固，其耐久性应能满足监测期内的使用要求。

4.3 监测方法

4.3.3 交会法、极坐标法是水平位移监测常用的方法，其它方法技术要求应符合《工程测量法》（GB 50026）的有关规定。

倾斜监测应根据现场监测条件和要求确定监测方法。当被测结构具有明显的外部特征点和宽敞的监测场地时，可以采用投点法、前方交会法等；当被测结构内部内部有一定的竖向通视条件时，可以采用垂准法、激光铅直仪监测法等；当被测结构具有足够的整体结构刚度时，可以采用倾斜仪法、差异沉降法。

挠度指的是建筑的基础、构件或上部结构等在弯矩作用下因挠曲引起的变形，包括竖向挠度（对基础、大跨度构件等）和横向挠度（对建筑上部结构、墙、柱等）。由于挠度发生的方向不同，监测方法有所不同。

4.3.4 裂缝监测内容应包括裂缝的位置、走向、长度、宽度，是裂缝监测的4个要素，裂缝深度测量由于手段较为复杂，精度也不高，还可能需要对裂缝表面进行开凿，因此只有在特殊要求时才监测裂缝深度。

4.3.8 风速仪应安装在工程结构绕流影响区域之外，监测结果应包括脉动风速、平均风速和风向。

4.4 监测周期

4.4.1 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。

4.4.2 本条中“既定监测频率”指能与要观测的对象的演变速度之间协调一致的频率，观测对象相关物理量变化速度快，则监测频率高，反之监测频率低。连续三期且不少于 30 天的规定参考现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8-2016 第 3.2.3 条中关于变形测定中误差为变形允许值的 $1/10 \sim 1/20$ 的规定和常见高监测频率 1 次/天，如果连续三期且不少于 30 天在规范允许误差范围内仍然未发现变化或者变化不显著，可以认为达到稳定状态。监测点相邻两期的物理量的差值小于相应监测精度的允许误差时，可认为该监测点相应物理量在这两期之间没有变化或变化不显著。

5 结构安全性监测

5.1 一般规定

5.1.1 既有建筑结构安全监测的目的和功能包括但不限于下列内容：

1 提高使用过程中的安全性，当意外或灾害发生时可及时预警，当意外或灾害发生后，可为结构状态评估和处理提供实际数据；

2 验证结构设计结果及分析、试验时的假定；

3 为结构的日常维护和管理提供依据；

4 为新方法新技术的应用及发展提供验证数据和参考建议。

5.1.3 既有建筑已投入使用，监测开始前已经承受荷载并发生了倾斜、挠度等状态指标，应在监测开始前对该建筑进行初步踏勘，以了解并评估结构、构件的状态。

5.1.4 对于需要进行结构安全性监测的一般性结构，由于其结构形式相对简单，需要监测的项目也较少，本标准不再单独说明，工程实践中，可执行国家及河南省现行有关标准的规定。

5.2 高层与高耸结构

5.2.1 监测的高度限值为 350m，此高度在欧美国家已是绝对重要的建筑物，在我国，350m 以上的建筑也是各地的地标性建筑物，如我省地标性建筑河南广播电视塔高度 388m。高层建筑高度 300m 以上已体现出明显的高柔特性，其监测数据对提升整体设计水平、监控结构运行状态、科学研究等具有重要意义。

5.2.2 本条中高度 300m 及以上的高层与高耸结构是指高度大于等于 300m 且小于 350m 的结构。对结构变形敏感的高层与高耸结构，通常具有高柔比大、自振周期长、阻尼比小等特点，微变形即可引发连锁风险

5.2.4 关键构件是指通过计算分析对结构起重要作用的构件，具体可由设计单位与监测单位协商确定。

5.2.5 工程结构高度在 200 m 以上的宜进行风洞试验确定风荷载，实际现场可进行风场实测与风洞试验结果对比研究，目前缺少现场实测对比资料。对容易产生风致振动的结构，或采用气动特性状况不明确的结构形式时，宜布置风及风致响应监测设备。

风振监测应在高层、超高层建筑受强风作用的时间段内同步测定建筑的顶部风速、风向和墙面风压以及顶部水平位移。

5.2.6 振动测点宜布置的楼层包括底层、标准层、加强层、截面变化层以及顶层等关键楼层，每个区域宜至少选择斜对称边缘柱进行内外测点分布监测，梁柱节点可选择性布置。通常测试难以找到刚度中心，宜布置两个方向的平面振动和整体扭转。

5.2.7 布置结构地震反应监测系统时，自由场点安装三分向仪器用于记录结构的地震动输入；在选定楼层的几何中心上安装三分向测点，两个水平方向用于记录结构的平动，垂直方向用于记录结构的竖向振动情况。

除振动加速度测点布置外，宜根据实际状况选择性布置振动速度及振动位移测点。

对于高层与高耸结构来说，记录结构的振动非常关键，应合理地优化布设测点。测点距离不要超过 $1/2 \sim 1/3$ 个地震波长，至少相当于结构高度的 $1.5 \sim 2$ 倍。

5.3 大跨空间结构

5.3.3 地基沉降监测宜分为基准点、工作基点和变形监测点。其中基准点应选在变形影响区域之外稳固可靠的位置，工作基点应选在稳定且便于使用的位置，变形监测点应设在能反映结构地基沉降的位

置。基准点和部分工作基点构成监测基准网，并半年复测校核一次。变形监测网由部分基准点、工作基点和变形监测点构成。

5.3.7 结构变形是网架（桁架）结构状态改变最灵敏与最精确的反映，因此对结构变形的监测能够更为准确地把握结构恒载内力状态的改变。网架（桁架）结构的部分损伤也将导致变形情况的异常，通过对变形的监测也可识别出这些损伤来。监测结果对结构模型修正、确定内力状态和结构损伤识别，均具有重要的意义。

变形监测点宜设置在网架（桁架）结构的钢球上，基准点可设置在结构周围较稳定的地方，每次监测时应测到变形点上。

网壳结构丧失承载能力与正常使用工作状态，除与结构自身的承载能力和设计的安全储备有关外，还受空间网壳结构的变形、支座沉降的大小及其变化速度等因素的影响。通过对该结构的变形、支座沉降进行监测，可以调整原结构的计算模型与结构计算分析，分析主要构件、关键节点的应力应变，保证结构在服役过程的健康状态，满足其使用功能与维护需求。

5.3.8 网架、桁架结构在使用过程中，受构件尺寸、材料性能、安装偏差、构件连接、焊接残余应力、温度变化、杆件锈蚀和施工质量等复杂情况的影响，部分构件可能出现局部应力集中现象，因此，对结构关键部位应力应变应重点监测，如杆件与球点焊缝处。监测点应选取边跨、中跨及特殊关键位置的网架杆件布置，每个关键位置选取 2~3 根杆件布置。

5.3.9 网壳结构加工制作、运输吊装、现场焊接和使用过程中自然、人为因素等方面的缺陷，会对结构承载与变形能力、耐久性、正常使用带来较大的影响。主要构件与关键节点的应力超限或异常重分布，会对结构安全带来较大的隐患。应结合环境、振动、变形等，重

点监测主要构件与关键节点的应力，分析其应力、变形、刚度等变化规律，并结合现场锈蚀情况，判识其正常工作状态。

5.3.10 对索结构而言，拉索的张拉程度是决定索结构的安全与稳定的关键因素。在使用过程中，由于拉索的徐变和松弛，索结构不可避免地会出现结构变形，故应定期监测关键控制点位移和结构变形，并与结构预警阈值对比，及时预警。

5.3.11 在实际使用中，索结构的拉索由于徐变和松弛效应会导致预张力损失，影响索结构的正常使用性能，应定期监测索应变来评估长期作用下索的性能状况。

5.3.12 在膜面应力较大、较小或分布较复杂的部位监测膜面张力，每 100 m² 或每个膜面单元不少于 1 处，当确定松弛造成膜张力减退时，应根据监测结果施加、调整膜张力。变形监测主要是通过全站仪进行，也可进行激光扫描监测。通过测量索膜结构各控制点几何位置，构建实际索膜结构的计算几何模型。定期监测关键控制点的位置，并与原图纸位置复核。

对于整体张拉式和索系支承式膜结构，其最大整体位移在第一类荷载效应组合下不应大于跨度的 1/300~1/250 或悬挑长度的 1/150~1/125，在第二类荷载效应组合下不宜大于跨度的 1/250~1/200 或悬挑长度的 1/100。膜结构荷载效应的组合如表 5.3.14 所示。

表 5.3.13 膜结构荷载效应的组合

组合类别	参与组合的荷载
第一类组合	$G、Q、P(p)$
第二类组合	$G、W、P(p)$
	$G、W、Q、P(p)$
	其他荷载效应组合

注：1 表中， G 为恒荷载， W 为风荷载， Q 为活荷载与雪荷载中的较大者， P 为初始预张力， p 为空气支承膜结构中的气压力。

2 荷载分项系数和荷载组合值系数的取值，应符合现行《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定： P 、 p 的荷载分项系数和荷载组合值系数可取 1.0。

3 “其他荷载效应组合”是指根据工程具体情况，温度作用、支座不均匀沉降或施工荷载等亦参与组合。

对于体育场看台挑篷一类的整体张拉式膜结构，其整体位移可定义为内环的最大位移；对于索系支承式膜结构，其整体位移可定义为跨中最大位移。对于桅杆顶点，在第二类荷载效应组合下，其侧向位移值不宜大于桅杆长度的 $1/300\sim 1/250$ 。对于骨架支承式膜结构，其最大位移应符合有关骨架结构设计标准的规定。

此外，结构中各膜单元内膜面的相对法向位移，不应大于单元名义尺寸的 $1/20\sim 1/15$ 。这时膜单元是指由柔性索边界或刚性边界围起的一片膜。膜单元名义尺寸，对于三角形膜单元可定义为最小边长的 $2/3$ ；对于四边形膜单元可定义为通过最大位移点的边界间的最小跨度。

在第二类荷载效应组合下膜面由于松弛而引起的褶皱面积不得大于膜面面积的 10%。

5.4 保护性建筑结构

5.4.1 本章适用于下列保护性建筑的使用期间监测：

- 1 核定公布为文物保护单位的建筑结构；
- 2 尚未核定公布为文物保护单位，但被登记公布为不可移动文物的建筑结构；
- 3 尚未列为不可移动文物，但公布为历史建筑的建筑结构；
- 4 尚未公布为历史建筑，但具有保护价值的建筑结构。

5.4.3 保护性建筑定期巡视检查宜包括如下内容：

1 建筑本体：局部或整体有无较大变形增量；梁、柱、墙有无新裂缝出现及裂缝变宽，屋面是否漏雨，极端温度下的柱脚、墙体裂缝状况，极端雪载下的变形、裂缝状况，地基、基础是否出现明显变化。

2 周边环境：周边是否出现不良工程地质状况，周边是否出现较大振动源，人流量变化情况。

3 监测设施：基准点、监测点完好状况，监测元件的完好及保护情况，有无影响监测工作的障碍物。

5.5 减隔震结构

5.5.1 减隔震结构是在建筑物上部结构与基础之间设置安全可靠的减隔震柔性底层，使建筑物或构件与物理隔开，这样使得整个建筑物在地震时具有较大的剪切变形能力，使地震的各种破坏力对上部建筑物的直接拉力降至最小，减小上部结构的地震反应。

减隔震结构宜监测减隔震结构位移和变形等参数，确保隔震橡胶支座在正常使用状态下的工作性能。在长期荷载作用下，监测异常变形，若出现应采取相应处理措施。遭遇地震时，及时监测隔震层的动态变化。

在建筑物的基础、底部或下部结构与上部结构之间设置由建筑减隔震橡胶支座（包括连接件）和粘滞阻尼器（包括连接件）等部件形

成减隔震层，以此消耗地震能量，避免或减少地震能量向上部传输，更有效地保障上部结构安全的工程措施。

5.5.2 由于基础隔震结构的特殊性，其在使用期间的监测内容主要包括胶隔震支座的水平、竖向静位移（用于掌握橡胶隔震支座在运营期间温度以及其他荷载作用下的位移演化规律）、隔震支座在地震以及风荷载作用下的动位移（用于研究隔震支座在动荷载作用下的力学性能变化规律以及低周应变、高周应力疲劳问题）、上部结构的加速度等。

5.6 已鉴定结构

5.6.1 已鉴定结构的安全等级应按现行国家标准《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021 的相关规定执行， C_{su} 是指安全性不符合《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021 对 A_{su} 级的规定，显著影响整体承载。

5.6.2

1 主体结构倾斜监测

当测定主体结构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的底部对应点；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。

常用简易监测方法有吊垂球法：在房屋顶部或所需高度处的监测点位置上，直接或在固定支杆位置（每次位置需固定）悬挂适当质量的尖头垂球，在垂线下的底部建立固定的毫米格网读数板（读数板上应设置方向）等读数设备，在读数板上直接读取或量出上部固定点相对底部监测点的水平位移量和位移方向并拍照记录。倾斜监测时应避开风荷载影响大的时间段。

2 局部危险点监测

局部危险点监测主要为对房屋裂缝等情况进行监测，方法宜简单

便于操作。监测人根据监测方案要求，通过钢卷尺、直尺、游标卡尺等简易测量工具测量建筑监测点变化情况，采用文字、照片、录像等记录方式，对房屋的危险部位、范围、破坏程度和变化趋势做好标记和记录，发现异常及时按要求上报。主要操作要求如下：

1) 裂缝监测应测定裂缝的位置分布和裂缝的走向、长度、宽度及其变化情况，对需要监测的裂缝应统一进行编号。

2) 每条需要进行监测的裂缝应至少布置 3 组监测标志，其中一组应在裂缝的最宽处，另两组应在裂缝的末端；每组应使用两个对应的标志，分别设在裂缝的两侧。

3) 短期监测时，可采用油漆平行线标志或用建筑胶粘贴的金属片标志；长期监测时，可采用镶嵌或埋入墙面的金属标志、金属杆标志或楔形板标志。

4) 测量时采用钢卷尺、钢尺或游标卡尺等简易测量工具定期量出标志间距离求得裂缝变化值。

5) 裂缝的宽度量测精度不应低于 1.0 mm，长度量测精度不应低于 10.0 mm。

6) 每次监测应做好记录，注明日期并拍摄测量裂缝时的照片。

7) 可采用墙面裂缝报警器对裂缝宽度变化进行报警。报警时会发出警报声，通知住户及时查看和避险，以确保居民生命和财产安全。

监测人在监测过程中发现建筑监测数据达到预警阈值或宏观巡查发现异常时均应及时按要求上报并采取应急措施进行处置，确保安全。

5.6.3 监测点的布置应根据建筑损伤和变形构件的力学特征，结合房屋设计等相关资料，通过现场详细勘察后结合国家、行业现行标准相关要求，按照抽样的原则进行布设。

5.7 工业建筑振动

5.7.1 工业建筑根据环境特点及使用要求主要对基础沉降变形、构件裂缝情况、节点连接及缺陷、化学环境腐蚀等进行监测。

5.7.2 工业建筑舒适度振动监测一般通过定期单次测试进行评估。

5.8 穿越施工

5.8.1 穿越施工是指地下工程穿越既有结构的施工过程，分为正穿和侧穿，正穿是指地下工程从既有结构正下方垂直穿越，而侧穿是指从既有结构侧面平行或斜向穿越。穿越施工监测是指穿越施工影响的既有结构的监测。

随着城市建设的发展，地下出现了越来越多的各类建（构）筑物。其中较典型的有：地铁、站台、铁路隧道、地下管线、涵洞等。地下工程建设难免会与之相近或相交，包括上穿、下穿和侧穿以上各类建（构）筑物。

5.8.5 在穿越施工中，重要结构指因施工扰动可能导致结构失效、功能丧失或引发次生灾害的既有构筑物，其判定需结合结构属性、功能等级、失效后果及与新建工程的时空关系综合评估。鉴于目前全国各大城市均在进行地铁建设，地铁穿越施工期间所穿越工程进行不间断监测是预防事故发生、确保地铁穿越工程及周边环境安全的重要措施，部分地区已将此条列为地方强制性标准。通过在部分地区地铁穿越工程的监测实践证明，进行本项监测无论对于地铁工程本身的安全，还是对于城市环境安全来说都是十分重要的工作。

6 监测数据处理与预警

6.1 一般规定

6.1.1 对监测对象的结构分析可采用理论计算与数值分析等多种方式。现场监测结果经常会受到多种不确定性因素的影响，如施工过程中的活荷载、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，因此，监测过程中，当监测结果与理论分析结果之间存在不一致时，应首先分析并查明原因，再确定处理方案。必要时，应及时和设计单位沟通，共同商定解决方法。

6.1.2 监测控制值是指结构安全承载的极限允许值，是结构安全性监测中的核心指标

6.1.3 重大工程分为国家级重大工程和地方重大工程。国家级重大工程指列入国家重点投资计划而投资额巨大，建设周期特别长，由中央政府全部投资或者参与投资的工程；地方重大工程指地方建设的重大工程，如居住建筑、公共建筑、工业建筑以及易燃易爆场所。

6.2 监测数据处理

6.2.1 监测数据采集完成后应及时计算或换算监测对象的累计变化值和变化速率值，以分析判断监测对象的安全状态及发展变化趋势。监测数据的时程曲线可直观、形象地反映监测对象的位移或内力的发展变化趋势及过程，依此判断监测对象的安全状态和发展变化情况。因此，各类监测数据均应及时绘制成相应的时程曲线图、监测断面曲线图和等值线图等可以反映监测断面或监测区域的整体变化，以及不同监测部位之间的相互联系及内在规律，对整体分析工程安全状态起着很好的作用的图表。

6.2.2 监测数据发生明显变化时，应对连续监测数据从相对变化

量和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。

6.3 监测控制值

6.3.1 《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982 第 3.4.5 条规定：使用期间的监测预警应根据结构性能，并结合长期数据积累提出与结构安全性、适用性和耐久性相应的限值要求和不同的预警值，预警值应满足国家现行相关结构设计标准的要求。同时，考虑到既有建筑结构的建造年代不同，依据的设计标准版本不同，为求更符合实际情况，提出预警值应满足建造时相关结构设计标准的要求。

6.3.2 《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982 第 3.1.8 条规定：建筑与桥梁结构监测应设定监测预警值，监测预警值应满足工程设计及被监测对象的控制要求；第 3.2.5 条：监测期间，监测结果应与结构分析结果进行适时对比……；第 5.1.7 条：高层与高耸结构监测应与结构分析相结合，结构分析应符合……。考虑需要进行安全性监测的结构为重要的、高度较高的既有建筑结构，结构分析验算应在现场踏勘和查阅相关设计、施工、维护等历史技术资料后由原设计或具备相应资质（能力）的单位进行，并给出各监测项目的分级预警值。

6.3.3 高层结构整体倾斜使用期间控制值综合高层结构整体倾斜施工期间，参考现行行业标准《建筑工程施工过程结构分析及监测技术规范》JGJ/T 302 第 3.2.2 条条文说明的相关规定。

6.3.4 高耸结构以风为主的荷载标准组合下水平位移角控制值参考《高耸结构设计标准》GB 50135 的相关规定。

6.3.5 空间网架结构在恒荷载和活荷载标准值作用下的挠度控制值参考现行行业标准《空间网格结构技术规程》JGJ 7 的相关规定执行。

6.3.6 空间网壳结构在恒荷载和活荷载标准值作用下的挠度控制值参考现行行业标准《空间网格结构技术规程》JGJ 7 的相关规定执行。

6.3.7~6.3.13 索结构使用期间控制值参考现行行业标准《索结构技术规程》JGJ 257 的相关规定执行。

6.3.16 膜结构使用期间控制值参考现行协会标准《膜结构技术规程》CECS 158 的相关规定执行。

6.3.17~6.3.25 木结构使用期间监测控制值参考现行国家标准《古建筑木结构维护与加固技术规范》GB 50165 的第四章的规定执行。

6.3.28 隔震结构使用期间控制值参考现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T50011 的相关规定。

6.3.29 隔震层以下地面以上的结构在罕遇地震下的层间位移角控制值参考现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T50011 的相关规定

6.3.31 当建筑监测点数据变化达到监测控制值或宏观巡查发现异常时，监测人应及时按要求上报并采取应急措施进行处置，由当地政府会同行业主管部门及时组织方案编制单位进行应急会商，制定应对措施，确保人员安全。

6.3.33 地下隧道工程施工的损坏与变形监测控制值参考《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 附录 H.0.6 的规定。

6.4.1 黄色、橙色、红色预警应对应信息传递到的级别和时效性

6.4.2 位移或变形预警值取构件达到控制值一定比例，是在构件变形较大时提出预警，以免构件在使用过程中出现过大大变形。应力预警值取构件达到控制值的一定比例，是在构件应力较大时提出预警，以免构件超过设计承载力；另外，对于无法进行在线实时监测的巡检

项目，可根据相关的设计、鉴定等标准、规范，考虑实际严重程度，选择黄色预警、橙色预警、红色预警报警等级。

6.4.3 发布机构或被授权机构可由业主单位指定监测或运营等相关单位实施。

河南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

7 监测报告

7.0.1 条文中的日报指未出现预警情况下在施测当天提交的监测成果。另外，本标准对监测报告的格式不强求统一，各相关单位可根据各自监测系统的特点自行设计，但需包括本标准规定的内容，以保证监测报告的完整性。对于监测过程中因鉴定等需要提交的阶段性报告，相应内容参考总结报告，本标准不再单列

7.0.2 工程出现各类警情异常时，对警情的时间、地点、情况描述、严重程度等警情基本信息进行描述，结合监测结果对警情原因进行初步判断，并提出相应的处理措施建议。预警快报应迅速上报相关单位和管理部门，以使警情得到及时、有效的处理。