



团体标准

T/ZZB Q068—2024

文物建筑安全智慧监测技术规范

Technical specification for intelligent monitoring of
immovable historical relics security

2024 - 11 - 12 发布

2024 - 12 - 12 实施

浙江省质量协会 发布

目 次

前 言 II

1 范 围 1

2 规范性引用文件 1

3 术 语 1

4 基本规定 2

5 监测内容 3

6 监测项目与要求 3

7 监测设备与系统平台 6

8 监测成果 7

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。

本文件由浙江省质量协会提出并归口。

本文件主要起草单位：浙江瑞邦科特检测有限公司。

本文件参与起草单位：浙江省质量科学研究院、浙江建信平台工程检测有限公司、浙江省标准化研究院、浙江省质量协会、浙江瑞邦建设工程检测有限公司，杭州瑞创建筑工程研究有限公司、浙江方圆检测集团股份有限公司、浙江大学、中标联合(北京)认证有限公司杭州分公司。

本文件主要起草人：王晋、简晓红、李探、余子英、蒋伟、江利良、程坡、吴丽娜、白兰芳、楼水能、姜素芸、戴启丽、柴健锋、陈杰、王建涛、郑斌华、王斌斌、刘亢、王哲杰、田骏、黄咏、梅立君、伍莉、李祎、陈礼鹏、屈浩浩、叶凌锋、冯垲、雷海飞、杨玉凤、杨昊涵、高爱英、李娜。

文物建筑安全智慧监测技术规范

1 范围

本文件规定了文物建筑安全智慧监测的术语和定义，基本规定，监测内容、监测项目与要求、监测设备与系统平台以及监测成果。

本文件适用于文物建筑安全智慧监测技术。

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。

JGJ8-2016 建筑变形测量规范

JGJ125-2016 危险房屋鉴定标准

GB 50026-2020 工程测量标准

《浙江省危险房屋结构监测技术导则》

3 术语

3.1

文物建筑 cultural relics building

不可移动文物中的古建筑以及近代现代重要代表性建筑。

3.2

智慧监测 intelligent monitoring

通过物联网技术，实现对监测对象的自动监测，并利用软件技术对监测数据进行高效管理和自动分析，实现自动预警能力。

3.3

巡视检查 visual inspection

凭借感官及必要的工器具对文物建筑安全状况以及对在线监测设备进行的人工检查。

3.6

仪器监测 instrument monitoring

利用便携式量测工具或者自动化监测设备对文物建筑结构安全状况进行测量的方式。仪器监测分为人工监测和在线监测。

3.7

人工监测 manual monitoring

利用便捷式量测工具对文物建筑结构安全状态初始值的测量，以及后续结构变形的测量方式。

3.8

在线监测 online monitoring

在文物建筑上安装监测仪器设备，对其结构安全状况进行连续或定时的自动化监测。

3.9

无接触监测 non-contact monitoring

为保护文物的完整性，采用非接触式的监测仪器对文物安全进行监测的方式。

4 基本规定

4.1 文物建筑安全智慧监测包括建筑物结构安全监测、环境监测和巡视检查。

4.2 文物建筑在下列情况下宜进行结构安全监测：

- a) 建筑物发生倾斜、沉降或其他变形，且影响文物建筑安全时；
- b) 建筑构件损坏或者缺失，导致局部结构承载能力不足时；
- c) 主要承重结构发生危险时；
- d) 严重灾害事故后；
- e) 使用功能发现存在安全风险时；
- f) 其他需要评价结构安全状态时。

4.3 文物建筑在下列情况下宜进行环境监测：

- a) 建筑物发生明显的腐蚀、风化、粉化、腐朽等损伤时；
- b) 温度、湿度、粉尘、酸雨等以及空气中的有害物质对文物建筑产生不利影响时；
- c) 地震作用、交通、爆破等振动及周边施工对文物建筑有影响时。

4.4 文物建筑结构安全监测应符合以下规定：

- a) 安全监测宜采用仪器监测与巡视检查相结合的方式进行；
- b) 监测实施期间，监测单位应采取对监测设施进行保护；
- c) 监测期间应对监测系统进行检查和维护；
- d) 使用检定、校准合格的仪器设备，且在有效期内；
- e) 选用无损的监测方法；
- f) 结构安全监测采用长期实时监测；
- g) 结构安全监测定期进行巡视检查。

4.5 环境监测应符合下列规定：

- a) 应监测文物本体周边的气象环境；
- b) 应根据文物本体的病害情况及环境影响因素确定具体的环境监测项目。

4.6 巡视检查应符合下列规定：

- a) 巡视检查应对老旧房屋结构安全形态进行检查，及时发现异常现象或存在的隐患，提出意见和建议；
- b) 巡视检查应以目测为主，并辅以放大镜、望远镜、照相机、摄像机等工器具进行。进行初始值时，应携带便捷式监测工具对监测项目初始值进行量测；
- c) 巡视检查宜用文字及图表等进行描述和记录，并附示意图、素描图或照片及声影像等资料，对缺陷进行编号，说明缺陷部位、规模、性状，并与历次检查情况对比，说明变化情况；
- d) 巡视检查工作记录应当日上传至智慧监测平台。巡视检查书面记录登记应保存留档，并可追溯；
- e) 应对监测基准点、监测观测点及监测元件等进行巡视检查；
- f) 若遇如台风等特殊天气情况，应增加巡视检查的频率。

5 监测内容

5.1 文物建筑结构安全监测主要分为木结构稳定性监测，砖结构稳定性监测和石质结构稳定性监测。

5.1.1 木结构的结构稳定性监测宜包括以下内容：

- a) 文物建筑地基基础的整体沉降或不均匀沉降；
- b) 结构的整体变形及局部变形，包括倾斜、位移、扭转等；
- c) 构件受力状态，包括受弯构件、受压构件以及斗拱的受力状态；
- d) 主要节点的连接状态，包括梁、枋、榫头、卯口的变形等。

5.1.2 砖结构的结构稳定性监测宜包括以下内容：

- a) 基础不均匀沉降、裂缝、倾斜等；
- b) 砖结构变形，包括沉降、倾斜、裂缝等。

5.1.3 石质文物结构稳定性监测宜包括以下内容：

- a) 基础不均匀沉降、裂缝、倾斜等；
- b) 石质文物的结构变形；
- c) 裂缝位置、开合度、变化情况。

5.2 环境监测宜包括以下内容：

- a) 温湿度监测；
- b) 降雨量监测；
- c) 风速风向监测；
- d) 周边施工影响。

5.3 巡视检查包括本体建筑巡视检查、周边环境巡视检查、监测设备巡视检查。

5.3.1 本体建筑巡视检查内容包括：

- a) 局部或整体有无较大变形或沉降；
- b) 梁、柱、墙有无新的裂缝或者裂缝变宽；
- c) 极端温度下的柱脚，墙体裂缝状况；
- d) 地基、基础出现明显变化；
- e) 有无构件的腐朽，病害情况。

5.3.2 周边环境巡视检查内容包括：

- a) 周边不良工程地质状况；
- b) 周边较大振动源。

5.3.3 监测设备巡视检查内容包括：

- a) 基准点、监测点完好状况；
- b) 监测元件的完好及保护情况；
- c) 有无影响监测工作的障碍物。

6 监测项目与要求

6.1 沉降监测

6.1.1 沉降监测应测定建筑的沉降量、沉降差及沉降速率，并应根据需要计算基础倾斜、局部倾斜、相对弯曲以及构件倾斜。

6.1.2 沉降监测点宜布置在下列位置：

- a) 建筑的四角、大转角处或每隔2根~3根柱基上；

- b) 沉降缝两侧、基础埋深相差悬殊处、人工地基与天然地基接壤处、不同结构的分界处及开挖方分界处以及地质条件变化处两侧；
 - c) 高低层建筑、新旧建筑和纵横墙等交接处的两侧。
- 6.1.3 沉降监测点应符合下列规定：
- a) 标志的立尺部位应加工成半球形或有明显的突出点，并宜涂上防腐剂；
 - b) 标志的埋设位置应避开雨水管、电气开关、窗台线等有碍设标与观测的障碍物，并应视立尺需要离开墙面、柱面或地面一定距离。
- 6.1.4 沉降监测应符合下列规定：
- a) 当房屋处于自然状态时，地基沉降速率不得连续两个月大于4mm/月，且短期内无收敛趋势，当房屋处于相邻地下工程施工影响时，地基沉降速率不得大于2mm/天，且短期内无收敛趋势；
 - b) 沉降监测频率应不小于1天/次，监测过程中，若发现大规模沉降、严重不均匀沉降或严重裂缝等，或出现基础附近地面荷载突然增减、基础四周大量积水、长时间连续降雨等情况，应提高观测频率，并应实施安全预案；
 - c) 沉降监测使用的仪器精度应优于 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

6.2 倾斜监测

- 6.2.1 文物建筑倾斜可分为倾斜初始值观测和日常健康监测。初始值监测应采用人工倾斜观测，日常健康监测可采用倾角仪在线监测。
- 6.2.2 人工倾斜监测的监测点布设及标志设置应符合下列规定：
- a) 当测定顶部相对于底部的整体倾斜时，应沿同一竖直线分别布设顶部监测点和底部对应点；
 - b) 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；
 - c) 建筑顶部的监测点标志，宜采用固定的觇牌和棱镜，墙体上的监测点标志可采用埋入式照标准或粘贴反射片标志；
 - d) 对不便埋设的塔形、圆形建筑以及竖直构件，可粘贴反射片标志，也可照准实现所切同高边缘确定的位置或利用符合位置与照准要求的建筑特征部位。
- 6.2.3 日常健康监测的监测点布设应布置在能反映房屋倾斜的竖向承重构件表面，具体布置数量根据实际情况确定，并在监测方案中明确。
- 6.2.4 日常健康监测的监测频率应不少于1次/天，若出现台风等极端天气应适当增加监测频率。
- 6.2.5 倾斜监测的倾角仪精度宜优于 0.003° 。

6.3 裂缝监测

- 6.3.1 文物建筑裂缝监测宜采用人工监测、裂缝计监测。
- 6.3.2 人工监测时，裂缝长度可采用钢（卷）尺测量，并在末端进行标识；裂缝宽度可采用裂缝宽度检验卡、裂缝测宽仪测量，每条裂缝应在裂缝的最宽处布设监测点。
- 6.3.3 裂缝计安装时应考虑裂缝收缩与扩张两种情况。
- 6.3.4 裂缝计应安装在垂直于裂缝方向。
- 6.3.5 裂缝监测的裂缝计精度应优于 0.02mm 。

6.4 应力应变监测

- 6.4.1 文物建筑结构构件的应力应变宜采用应变计进行量测。
- 6.4.2 应变计应布设在房屋受压或受弯较大构件表面，具体布置数量根据实际情况确定，并在监测方案中明确。

6.4.3 应力应变监测的应变计精度应优于 0.5%F.S。

6.5 水平位移监测

6.5.1 文物建筑水平位移宜采用卫星导航定位监测。

6.5.2 水平位移的基准点应选择在建筑变形以外的区域。水平位移监测点应选在建筑的墙角、柱基及一些重要的位置，标志可采用墙上标志，具体型式及埋设应根据现场条件和观测要求确定。

6.5.3 卫星导航定位监测应至少设置一个参考点站。

6.5.4 卫星导航定位监测仪器精度应优于 $5\text{mm} \pm 1\text{pmm}$ 。

6.6 无接触监测

6.6.1 无接触监测宜采用人工监测和视觉成像监测相结合的方式进行。

6.6.2 人工监测的监测项目、监测点布置、监测方法及精度要求、监测报警值应符合国家现行标准《工程测量标准》GB 50026、《建筑变形测量规范》JGJ 8 和《浙江省危险房屋结构监测技术导则》及其他相关标准规范的有关规定。

6.6.3 视觉成像监测可用于下列变形测量：

- a) 建筑倾斜测量；
- b) 三维变形量测量；
- c) 裂缝测量。

6.6.4 视觉成像监测的摄站点布设应符合下列规定：

- a) 应根据项目要求和技术设计，选择采用单基线立体摄影测量方法或多基线摄影测量方法；
- b) 对矩形外表的建筑，摄站点宜布设在与其长轴线相平行的一条直线上，并使摄影主光轴垂直于被摄建筑的主立面；对圆柱形外表的建筑，摄站点可均匀布设在建筑中轴线等距四周；
- c) 摄站点可直接利用工作基点，也可单独布设。单独布设的摄站点应与基准点进行联测。

6.6.5 视觉成像监测像控点和检查点的布设、测定及监测点的标志设置，应符合下列规定：

- a) 像控点应布设在监测点周边，并应在成像范围内均匀分布；
- b) 采用单基线立体摄影的方式时，像对内应至少布置6个像控点；采用多基线摄影方式时，应在区域四周及中部、相邻影像连接处布设像控点，区域四周宜布设双点；
- c) 每个监测项目应设置分布较为均匀的检查点。检查点数不宜少于5个。数据处理时，检查点不应作为像控点用。

6.6.6 视觉成像监测时，其测量影像获取和处理，应符合下列规定：

- a) 应采用固定焦距的数码相机，作业前后宜对其进行检定；
- b) 影像数据应完整的覆盖像控点，检查点和监测点。单基线立体摄影时，两摄站点上的影像之间应100%重叠，相邻摄线上的影像之间应至少60%重叠；
- c) 摄取的影像应清晰完整，反差应适中，并应符合量测要求；
- d) 应利用布设的检查点对视觉成像测量成果的精度进行检验。

6.7 环境监测

6.7.1 结构温度监测测点应根据文物建筑结构类型、温度场分布特点、构件尺寸、日照情况等条件综合确定。测点布设应符合下列规定：

- a) 结构温度测点应布置在温度梯度变化较大位置，宜对称、均匀，应反映结构竖向及水平向温度场变化规律；
- b) 结构温度点布置宜与应变监测的温度补偿测点协同设计；

- c) 智能温度计的量程宜超出大气温度年极值+30℃以上和年极值最低温度-20℃以下，误差不大于±0.5℃。

6.7.2 风向风速监测的测点布置宜选择建筑的高处，其安装位置应与其他设施保持足够的距离以监测自由场风速和风向。

7 监测设备与系统平台

7.1 监测设备

7.1.1 监测仪器应符合下列规定：

- a) 应有身份识别码；
- b) 测量精度应满足相关标准的规定，测量量程和有效使用年限应满足工程需要；
- c) 断电或异常情况下，数据不应失真或丢失；
- d) 应定期维护保养；
- e) 数据储存应保存采集的数据及时间信息，各通道数据存储容量不少于50测次，数据存储器存满采集数据后按先进先出的原则自动覆盖历史数据；
- f) 应有断电数据保护措施，确保电源中断时已存储的采集数据、设定的参数不丢失；
- g) 可对采集时间、采集周期、装置网络地址、传感器信息及其他工作参数进行设置；
- h) 可对工作电源、数据及程序存储器、测量通道等基本工作状态进行自诊断。

7.1.2 监测仪器与监测平台终端设备之间的接口及数据通信协议应符合数据采集通信规约。接口功能及数据通信协议应符合下列规定：

- a) 应具有接收、处理、交换和传输数据的功能；
- b) 应具有能够支持多种有线、无线通讯组网方式和主备信道自动切换功能，可根据现场网络通信稳定性和可靠性采用有线或无线形式传输；
- c) 应具有传送数据和接收数据的确认、补发功能和校验机制；
- d) 通信接口及方式：支持符合国际标准的通用通信电气接口，如RS232、RS485/422、CANbu8、以太网等。推荐使用RS485。可以支持GSM、GPRS、CDMA和专用无线电台等其他通信方式；
- e) 通信协议：应采用具有支持网络结构的通信协议，并提供相关的协议文档或软件接口，如控件、函数库、动态链接库等。

7.1.3 监测初始值应在监测项目开始前进行测定，并应取相同条件下不少于连续观测3次的稳定值的平均值。

7.1.4 监测频率应能反映监测对象所测项目的变化过程且不遗漏其重要变化特征，并应符合设计要求和智慧监测专项方案要求。

7.1.5 监测测点宜配备防盗、防碰撞装置，并宜方便检查与维护。

7.2 监测平台

7.2.1 监测平台应实现监测成果的可视化。

7.2.2 监测仪器和监测平台投入使用前，应进行现场调试，监测过程中应确保正常运行；当出现下列情况之一时，应对监测设备进行检查，并对监测数据进行校核：

- a) 监测数据异常；
- b) 设备运行过程中过载、异常断电或出现故障；
- c) 设备碰撞、跌落、损坏。

7.2.3 监测平台的数据采集和存储应符合下列规定：

- a) 监测平台数据存储应采用专用数据库对数据进行存储和管理。内容应包括图表、数据、报表、设备运行记录等全套资料；
- b) 监测平台应建立数据保护机制；
- c) 数据库应具有备份和恢复功能；
- d) 监测平台应结合建筑物周边环境条件及其他相关监测项目的监测数据的变化进行数据处理；
- e) 数据的采集、预处理应由系统自动进行，数据处理应由专业人员负责；
- f) 监测平台应具备通过数据分析对文物建筑结构安全状态进行评估的功能。

7.3 监测报警要求

7.3.1 文物建筑安全监测项目的累计变化量或变化速率值达到报警值的 60%~80%时，应进行监测预警；当达到监测报警值时，应进行监测报警。

7.3.2 监测预警等级应根据监测预警值进行量化，可采用监测预警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。

7.3.3 监测数据达到预警值或发现新增安全隐患时，监测平台应自动通知监测单位前往现场核实，核实反馈至平台后发送预警信息通知相关人员。

7.3.4 出现预警和报警时，监测平台宜对监测点设置不同的警示标识。

7.3.5 监测报警时，报警信息应立即通知相关单位，并应调整监测频率。

8 监测成果

8.1 信息发布提供的内容应真实、准确、完整，监测单位应对整个项目监测成果的真实性、可靠性负责，最终监测成果应有相关负责人签字确认。

8.2 监测单位应及时进行数据发布，数据发布内容应包括监测的数据成果资料，发布兑现宜为工程有关各单位。

8.3 监测成果内容应满足现行相关国家标准规定要求。监测数据成果表、变化曲线图宜自动生成，并包含完整信息。

8.4 监测的数据成果应包括当日数据成果表、阶段性报告和总结报告，并宜用文字阐述与图表或图形相结合的形式表达。

8.5 监测平台应具有对历史数据处理、分析、统计和归档的信息反馈功能。

8.6 监测过程中的成果资料提交及相关情况通知的反馈宜采用信息化的方式。