上海市工程建设规范

历史建筑安全监测技术标准

Technical standard for safety monitoring of historical buildings

(征求意见稿)

2021　上海

前言

本标准根据上海市住房和城乡建设管理委员会《关于印发<2019 年上海市工程建设规范、建筑标准设计编制计划>的通知》（沪建标定[2018]753 号）的要求，由上海市建筑科学研究院有限公司会同相关单位编制完成。

本标准的主要内容包括：1. 总则；2. 术语与符号；3. 基本规定；4. 监测分类与内容；5. 监测方法；6. 监测分析与成果；附录 A、附录 B、附录 C。

各单位及相关人员在执行本标准过程中，如有意见和建议，请反馈至上海市住房和城乡建设管理委员会（地址：上海市大沽路 100 号;邮编：200003；E-mail：bzgl@zjw.sh.gov.cn），上海市建筑科学研究院有限公司《历史建筑安全监测技术标准》编制组（地址：上海市宛平南路 75 号 3 号楼 409 室；邮编：200032；E-mail：jgsrd@sribs.com.cn），上海市建筑建材业市场管理总站（地址：上海市小木桥路 683 号；邮编 200032；E-mail: bzglk@zjw.sh.gov.cn），以供今后修订时参考。

主编单位：上海市建筑科学研究院有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

上海市建筑建材业市场管理总站

目　录

1 总则 1
2 术语和符号 2
　2.1 术语 2
　2.2 符号 3
3 基本规定 4
　3.1 一般规定 4
　3.2 监测工作要求 5
4 监测分类与内容 8
　4.1 建筑使用安全监测 8
　4.2 施工安全监测 9
　4.3 周边环境影响监测 11
5 监测方法 14
　5.1 一般规定 14
　5.2 结构安全监测 16
　5.3 消防监测 18
　5.4 环境监测 19
　5.5 其他监测 20
　5.6 结构安全监测预警值 20
　5.7 监测系统 22
6 监测分析与成果 24
　6.1 监测数据处理 24
　6.2 安全影响分析 25
　6.3 监测报告 27
附录 **A**　梁挠度的分级控制 30
附录 **B**　建筑倾斜对结构构件的承载力影响分析 36
附录 **C**　建筑局部沉降变形的分级控制 40
本标准用词说明 46
引用标准名录 47
条文说明 48

Contents

1 General provisions 1
2 Terms and symbols 2
2.1 Terms 2
2.2 Symbols 3
3 Basic requirements 4
3.1 General requirements 4
3.2 Requirements for monitoring work 5
4 Classification and content of monitoring 8
4.1 Service safety monitoring for building 8
4.2 Construction safety monitoring 9
4.3 Surrounding environmental impact monitoring 11
5 Monitoring method 14
5.1 General requirements 14
5.2 Structural safety monitoring 16
5.3 Fire monitoring 18
5.4 Environment monitoring 19
5.5 Other kind of monitoring 20
5.6 Warning value for structure safety monitoring 20
5.7 Monitoring system 22
6 Monitoring analysis and results 24
6.1 Monitoring data processing 24
6.2 Safety impact analysis 25
6.3 Monitoring report 27
Appendix A 30
Appendix B 36
Appendix C 40
Explanation of wording in this standard 46
List of quoted standards 47
Explanation of provisions 48

1 总则

1.0.1 为了规范历史建筑安全监测的技术应用，提高历史建筑预防性保护的水平，制定本标准。

【条文说明】

1.0.1 近年来，历史建筑的保护需求和安全性越来越受到管理部门以及相关单位的重视。一方面，由于历史建筑建设年代久远、使用历程复杂、建筑材料性能退化，其安全性和整体稳定性需要密切关注；另一方面，随着城市建设及基础设施大力发展，相邻工程施工影响也给周边历史建筑造成影响。结构监测技术在监测和维护结构安全方面具有突出的作用，历史建筑大多有保留保护的需求，更需要对其进行安全监测，做到合理预警并防患于未然。为达到有效监测的目的，满足当前历史建筑安全监测工程应用的需要，编制本标准。

1.0.2 本标准适用于本市历史建筑在使用和修缮施工期间的安全监测，包括已公布为优秀历史建筑的建筑物、构筑物；尚未公布为优秀历史建筑，但具有保护价值的建筑物、构筑物，包括保留历史建筑和一般历史建筑。本市各类近现代文物建筑在技术条件相同时也可适用。

【条文说明】

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。《上海城市总体规划（2017-2035）》中指出，要根据分级分类的原则，依法严格保护各级文物与历史建筑，并将历史建筑划分为优秀历史建筑、保留历史建筑和一般历史建筑。本市各类近现代文物建筑往往也同时是本市公布的优秀历史建筑，同时其建造年代及特点，与优秀历史建筑较为相似，因此可以参照使用本标准。

1.0.3 历史建筑安全监测应符合历史风貌区和优秀历史建筑保护相关规定。

【条文说明】

1.0.3 本标准归纳总结了一些适用于历史建筑的监测技术，除应符合本标准的规定外，在对历史建筑进行安全监测时，还应符合《上海市历史风貌区和优秀历史建筑保护条例》等的相关规定。

1.0.4 历史建筑安全监测，除应执行本标准外，尚应符合国家、行业和本市现行有关标准的规定。

【条文说明】

1.0.4 本标准归纳总结了一些适用于历史建筑的监测技术，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家及本市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 历史建筑 historical building

经政府批准并公布的，或虽未经批准公布但具有一定保护价值的、且能够反映历史风貌和地方特色的建筑，包括优秀历史建筑、保留历史建筑、一般历史建筑，以及各类近现代文物建筑。

【条文说明】

2.1.1 《上海城市总体规划（2017-2035）》中将历史建筑划分为优秀历史建筑、保留历史建筑和一般历史建筑，并指出：保留历史建筑不得整体拆除，应当予以维修和再利用，并适时纳入优秀历史建筑名录；风貌一般但对于保护地区整体风貌格局和特征有重要作用的一般历史建筑，应保尽保，不得擅自拆除。本市的国家文物保护单位和上海市文物保护单位中的多数近现代文物建筑同时也是上海市优秀历史建筑，区级文物保护单位和文物保护点中的近现代文物建筑的保护要求大致与保留历史建筑、一般历史建筑相当，因此也属于本标准适用的历史建筑。

2.1.2 监测 monitoring

采用仪器量测、现场巡查、远程视频监控等手段和方法，长期、连续地采集和收集反映建筑本体以及周边环境对象的状态、变化特征及其发展趋势的活动。

2.1.3 安全监测 safety monitoring

对建筑在日常使用、修缮等过程中的安全状态及动态变化进行量测、检查、监视的活动。

2.1.4 建筑使用安全监测 service safety monitoring for building

在历史建筑使用期间对其自身的安全监测工作。

2.1.5 施工安全监测 construction safety monitoring

在历史建筑修缮改造施工期间对其自身的安全监测工作。

2.1.6 周边环境影响监测 surrounding environmental impact monitoring

周边存在施工、振动等不利影响因素时，对历史建筑的安全监测工作。

2.1.7 工业振动 man-made vibration

铁路（火车）、公（道）路汽车、城市轨道交通（地铁、城铁）、大型动力设备、工程施工等工业振源产生的振动。

2.1.8 监测点 monitoring point

直接或间接布置在被监测对象上、并能反映其变化特征的观测点。

2.1.9 监测频次 times of monitoring

单位时间内的监测次数。

【条文说明】

2.1.9 实际工程中也经常用相邻两次监测的时间间隔对监测频次进行表述。

2.1.10 监测预警 monitoring warning

在危险发生之前，根据结构监测、损伤诊断和安全评定结果，向相关部门发出紧急信号的过程。

2.1.11 监测预警值 warning value for monitoring

为保证被监测对象的安全，对表征被监测对象可能发生异常或进入危险状态的监测量所设定的警戒值。

2.1.12 安全影响分析 safety impact analysis

根据监测系统返回的结果，分析被监测对象当前的工作状态，评估不利因素对被监测对象的影响的过程。

2.1.13 监测报告 monitoring report

监测成果汇总整理后所形成的报告文件。

2.2 符号

$f_{\lim}$——梁的挠度允许值（mm）；

l——梁的计算跨度（mm）；

$[\delta]$——梁的安全控制允许挠跨比；

α、$[\alpha]$——相对倾角及其安全控制允许值；

β^*、$[\beta^*]$——中点角变形及其安全控制允许值；

λ_m——整体倾斜对砌体构件的受压承载力影响系数；

λ_c——整体倾斜对钢筋混凝土框架柱承载力的影响系数；

λ_b——整体倾斜对钢筋混凝土框架梁承载力的影响系数。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 历史建筑安全监测应根据实际需求确定监测目的，包括建筑使用安全监测、施工安全监测、周边环境影响监测。

【条文说明】

3.1.1 历史建筑安全监测的目的主要根据其日常使用、修缮施工、周边影响等不同需求来确定。

3.1.2 历史建筑在下列情况下应进行建筑使用安全监测：

1 已使用 100 年以上，或特别重要的历史建筑；

2 建筑发生倾斜、沉降或其它变形，或建筑构件发生损坏及人为破坏，影响建筑安全但不能及时有效处理时；

3 经鉴定构成危房或存在明显安全隐患，但不能及时有效治理时；

4 建筑使用功能发生变化，存在安全风险但不能采取加固等工程措施时；

5 经检查或鉴定，需要监测结构构件的安全状态及其变化时；

6 建筑遭受严重灾害或事故后。

【条文说明】

3.1.2 本条规定了历史建筑应进行建筑使用安全监测的具体情况。从当前情况看，有四大类情况下的历史建筑很有必要进行使用安全检测：

第一类：使用年限特别长，服役超过 100 年的历史建筑，其耐久性问题一般较突出；特别重要的历史建筑，其中一类是建筑本体保护类别很高，如优秀历史建筑和文物建筑中保护类别为一类的建筑，另一类是人流密集，一旦发生安全事件后引起的人员伤亡风险很大的历史建筑；

第二类：历史建筑由于其保护特点，一些特殊情况下不能对其变形、损伤和安全隐患及时有效处理时，应进行建筑使用安全监测，具体包括本条第 2、3、4 款三种情况。

第三类：虽经检查或鉴定，但由于各种条件限制，难以对结构构件的安全状态及其变化趋势进行准确分析判断时，如重要构件承受较明显的荷载增量，但无法对其承载力进行计算分析，材料耐久性退化速率难以准确判断等。

第四类：建筑遭受严重灾害或事故后，在加固修复前往往需要进行安全监测。

3.1.3 历史建筑在下列情况下应进行施工安全监测：

1 建筑进行修缮加固或改造施工，可能引起难以准确预见的周边结构构件受力特征变化时；

2 进行建筑平移施工时；

3 进行建筑纠偏施工时。

【条文说明】

3.1.3 在当前大规模的城市改造中，为更加有效地保护有价值的历史建筑，减少建筑物拆除重建过程所造成的资源浪费，建筑物整体平移逐步成为趋势。历史建筑由于其连接构造较薄弱，整体性要求高，在其平移与纠偏过程中均应进行施工安全监测。

3.1.4 历史建筑在下列情况下应进行周边环境影响监测：

1 受到相邻施工影响时；

2 发现存在振动等周边环境影响时；

3 周边环境发生显著变化时。

【条文说明】

3.1.4 随着城市建设密集增加，紧邻施工区域范围内的历史建筑破坏日趋严重，如何在施工过程中保护好历史建筑变得越来越重要。此外，周边有振动源影响，有人群、生物及有害物质等对历史建筑有影响时均应进行周边环境影响监测。

3.2 监测工作要求

3.2.1 历史建筑安全监测应符合以下规定：

1 安全监测宜采用仪器监测与巡视检查相结合的方式进行；

2 监测期间应对监测系统有效性进行检查和维护；

3 应使用检定、校准合格的仪器设备，且在有效期内；使用新型仪器设备时，应有有效方法检验其监测结果的有效性；

4 宜选用无损的监测方法。

【条文说明】

3.2.1 监测过程中应进行巡视检查，仪器监测与巡视检查二者互为补充、相互验证。定期进行系统检查和维护，可以确保监测系统能按照监测设计方案开展正常工作。

3.2.2 历史建筑安全监测的一般工作程序应包括制定工作计划、现状勘查与检测、设计监测方案、必要的技术论证、实施监测、监测数据分析与成果报告撰写等。

3.2.3 监测工作计划的制定应明确历史建筑保护和监测的要求，并初步确定监测工作的总体架构和计划。

3.2.4 现状勘查与检测宜包括下列工作内容：

1 调查收集历史、环境、地基基础、上部结构及保护现状、历次修缮等基础资料；

2 进行建筑和关键构件初始状态的变形测量与完损调查，掌握建筑的基本结构体系和连接构造情况。

3 现状勘查发现明显安全隐患时，宜委托专业机构进行安全性检测；包括建筑材料、变形现状、各种损伤情况等；可参照现行上海市工程建设规范《房屋质量检测规程》DG/TJ 08-79 执行。

【条文说明】

3.2.4 现状勘查时应对历史建筑在使用过程中发生的改建情况予以特别关注并详细查明。

3.2.5 监测方案设计应依据监测的目的、范围、内容进行，宜包括现状分析、监测内容、精度设计、监测点布设、测量方法、测量仪器设备、监测人员组织、监测频次、监测数据处理、监测预警、预警处置、质量保障措施、安全保障措施等。监测系统的设计方案尚应包含对历史建筑的保护措施的专门论述。

【条文说明】

3.2.5 实施监测前应根据相关方要求，考虑历史建筑特点，明确检测目的与要求；监测方案的制定应考虑监测目的、建筑结构特点、监测要求、现场及周边环境条件等选择监测项目和合适的监测方法，并根据监测项目和方法、监测频次选择合适的监测设备；并对不同监测项目提出具体实施措施及相应预警值。还应考虑相关的实施保障措施。

3.2.6 监测实施流程一般包括建立监测系统、监测数据采集及处理、分析评估建筑安全状态及原因、持续监测、预警及应急措施、监测结束等。监测过程中如果出现结构受损或监测数据报警情况，应及时分析原因，必要时应进行现场核对或复测，进一步实地检查结构构件的安全状况。

3.2.7 监测系统设计时，应尽量选取对历史建筑无损或损伤较小的监测方法和传感器安装方式，并根据监测项目和监测内容，选择具有针对性和实效性的监测方法。

【条文说明】

3.2.7 监测系统的监测方法和传感器安装方式不应破坏重点保护部位。

3.2.8 监测数据采集应符合下列规定：

1 测数据采集前，应对含噪信号进行降噪处理，提高信号的信噪比；

2 更换传感器后，应对传感器更换前后的监测数据进行衔接处理；

3 监测系统中存储数据的单位，宜采用国际单位制；数据的时间应采用公历，最低精度为秒。

3.2.9 历史建筑安全监测现场应对监测点、传感器、电缆、采集仪等监测设备、设施采取保护措施。

【条文说明】

3.2.9 保护措施是指根据现场情况采取的对各类监测设备、设施的防风、防雨雪、防雷、防尘、防干扰等的措施，保护措施的采取是为了确保监测系统可以正常运行并保证其耐久性。

3.2.10 历史建筑安全监测宜设置监测预警值，设置前应进行监测前预分析，掌握建筑及监测结构构件的初始状态；预警值应满足被监测对象的安全控制要求，并符合本标准第 5 章和第 6 章的相关规定。

【条文说明】

3.2.10 监测预警值应考虑历史建筑特点，结合长期数据观测及经验数据积累，对其结构安全、消防安全、环境安全等不同要求，提出相应的限值要求和不同的预警值。

3.2.11 监测数据分析应根据关键性监测项目及其数据采集结果，对历史建筑的结构安全影响进行分析。

【条文说明】

3.2.11 监测数据的处理与分析按照本标准第 6 章所列方法执行。关键性监测项目指的是影响历史建筑结构安全的主要监测参数。

3.2.12 监测报告应包括监测系统报告和监测报表，监测系统报告应包括项目概况、监测内容和方法、监测系统操指南等，监测报表应包括监测结果及分析情况、监测结论等。

【条文说明】

3.2.12 监测报告及监测原始数据一般应按照相关要求归档保存。

4 监测分类与内容

4.1 建筑使用安全监测

4.1.1 建筑使用安全监测应根据实际需求确定监测内容，包括结构安全监测、消防监测、环境监测、其它监测等。

【条文说明】

4.1.1 建筑使用安全监测是指历史建筑使用期间对其自身的安全监测工作，使用安全监测的目的主要是确保历史建筑使用过程中的安全性，当意外或灾害发生时可以及时预警，当意外或灾害发生后，监测数据可为历史建筑安全评估提供数据依据。

4.1.2 结构安全监测的监测项目宜包括建筑整体变形、构件变形、裂缝及应变、连接节点变形及损伤、使用荷载、振动响应等，具体监测内容应根据历史建筑特点及保护要求按表 4.1.2 选择。

表 4.1.2　历史建筑结构安全监测项目与内容

监测项目	监测内容
建筑整体变形	建筑竖向位移、建筑倾斜等
构件变形、裂缝及应变	水平构件挠度，竖向构件垂直度、墙体弓凸，构件裂缝，构件应变等
连接节点变形及损伤	连接节点滑移或相对转角，连接节点损伤、相邻构件脱开量或错位量等
使用荷载	人流量、材料堆载、设备荷载等
振动响应	频率、加速度、速度、位移、振型等

【条文说明】

4.1.2 历史建筑由于使用荷载的增加会产生强度、刚度不足的问题；振动响应一旦引起结构共振也会造成很不利的影响，因此，在结构安全监测中应根据具体要求对这两类监测项目也予以考虑。

4.1.3 消防监测的监测项目宜包括消防设施、消防环境、消防通道等，具体监测内容应根据历史建筑特点及保护要求按表 4.1.3 选择。

表 4.1.3　历史建筑消防监测项目与内容

监测项目	监测内容
消防设施	配电（电压、电流）、消防水压等
消防环境	温度、烟气（CO_2浓度）等
消防通道	畅通性等

【条文说明】

4.1.3 消防通道的畅通性直接影响消防监测报警后的应急处置，因此，在消防监测中应根据具体要求对其予以考虑。

4.1.4 环境监测的监测项目宜包括风、降水、温湿度等，具体监测内容应根据历史建

筑特点及保护要求按表 4.1.4 选择。

表 4.1.4　历史建筑环境监测项目与内容

监测项目	监测内容
风	风速、风向、风压等
降水	降雨量、降雪量等
温湿度	温度、湿度等

【条文说明】

4.1.4　历史建筑的使用环境对其耐久性的影响十分显著，尤其是一些木构件、砌体墙等受环境影响较大。因此，环境监测项目中的风、降水、温湿度等都应予以考虑。

4.1.5 其它监测项目包括虫害、结构构件耐久性、装饰部件等，具体监测内容应根据历史建筑特点及保护要求按表 4.1.5 选择。

表 4.1.5　历史建筑其它监测项目与内容

监测项目	监测内容
虫害	白蚁、蚁蚀程度等
结构构件耐久性	钢材或钢筋锈蚀，混凝土碳化，砌体风化粉化、墙体含水率，木材腐朽，硫酸盐等化学侵蚀等
装饰部件	装饰面层空鼓、渗水、开裂，装饰构件连接老化、松动等

【条文说明】

4.1.5　虫害是直接影响历史建筑木构件耐久性和安全性的主要因素；历史建筑由于使用时间长，耐久性问题十分突出；装饰部件在长时间使用后也有老化脱落的风险。

4.2 施工安全监测

4.2.1 施工安全监测应根据实际需求确定监测内容，包括自身修缮改造施工安全监测、移位施工安全监测和纠偏施工安全监测等。

【条文说明】

4.2.1 历史建筑施工主要有自身修缮改造施工、移位施工和纠偏施工三大类，其中自身改造施工包括结构构件与非结构构件的拆除、加固和新增，移位施工是出于保护需要对建筑物以整体的形式上迁移到不同的位置的施工方式，纠偏施工则是当房屋发生倾斜或不均匀沉降时，通过一定技术手段使房屋恢复到倾斜前状况的施工方式。

4.2.2 自身修缮改造施工安全监测的监测项目宜包括建筑整体变形、承重构件变形和应变等，具体监测内容应根据历史建筑特点及保护要求按表 4.2.2 选择。

表 4.2.2　自身修缮改造施工安全监测项目与内容

监测项目	监测内容
承重构件水平及竖向变形	待加固的承重构件、承受加固后构件荷载的相邻构件、与待拆除构件相邻的承重构件、施工荷载较大的承重构件及相邻构件等
承重构件应变	待加固的承重构件、承受加固后构件荷载的相邻构件、

	与待拆除构件相邻的承重构件、后装延迟构件和有临时支撑的构件、施工荷载较大的承重构件及相邻构件等
建筑整体变形	建筑倾斜、建筑竖向位移、拆除构件后残余部分施工过程的整体变形与位移等

【条文说明】

4.2.2 在历史建筑的自身改造施工过程中，应对施工过程中内力变化较大承重构件的变形和应变进行重点监测，涉及到的构件主要包括待加固的承重构件、与待拆除构件相邻的承重构件、后装延迟构件和有临时支撑的构件、施工荷载较大的承重构件及相邻构件等。此外，作为加固后构件的相邻传力或支撑构件因为加固后恒载增加也应当考虑。

4.2.3 移位施工安全监测的监测项目宜包括建筑整体变形、移位施工实时监测和周边受影响建筑等，具体监测内容应根据移位施工的不同阶段并结合历史建筑特点、保护要求及周边环境按表 4.2.3 选择。

表 4.2.3　移位施工安全监测项目与内容

监测项目	监测内容
建筑整体变形	建筑倾斜，建筑竖向位移、水平位移
移位施工实时监测	关键部位或薄弱部位构件的应变、倾角、位移（直接托换构件与间接构件的相对位移、托换结构与历史建筑结构构件的相对位移）
	连接节点变形与裂缝
	移位速度、移位加速度
	房屋各轴移动的均匀性、方向性
	托换结构及下轨道结构体系的变形、裂缝
	千斤顶轴力和位移的同步性
周边受影响建筑	受影响建筑的倾斜、沉降、裂缝等

【条文说明】

4.2.3 历史建筑移位是一个系统工程，需要在各方面、多环节统筹兼顾，才能保证历史建筑及周边建筑物的安全可靠，在移位过程中要做到实时监测，用监测数据指导施工，做到信息化施工。

4.2.4 纠偏施工安全监测的监测项目宜包括建筑整体变形监测、纠偏施工实时监测和周边受影响建筑监测等，具体监测内容应根据纠偏方法并结合历史建筑特点、保护要求及周边环境按表 4.2.4 选择。

表 4.2.4 纠偏施工安全监测项目与内容

监测项目	监测内容
建筑整体变形	建筑倾斜，建筑竖向位移、水平位移
纠偏施工实时监测	建筑沉降跟踪监测（迫降纠偏）
	连接节点变形与裂缝跟踪监测（迫降纠偏）

	建筑顶升量实时监测（顶升纠偏）
	连接节点变形与裂缝实时监测（顶升纠偏）
周边受影响建筑	受影响建筑倾斜、沉降、裂缝等

【条文说明】

4.2.4 历史建筑的纠偏方法一般可分为迫降法和顶升法两种方法。对于迫降法纠偏，需要在施工中进行跟踪监测；对于顶升法纠偏，需要在顶升施工时进行实时监测，均要做到信息化施工。

4.3 周边环境影响监测

4.3.1 周边环境影响监测应根据实际需求确定监测内容，包括相邻施工影响监测、工业振动影响监测等。

4.3.2 对符合下列条件的历史建筑应进行相邻施工影响监测：

1 基坑工程两倍基坑深度范围内或 50m 范围内的历史建筑；

2 挤土桩和部分挤土桩沉桩施工时，2 倍桩长范围内的历史建筑；

3 隧道掘进施工时，当隧道中心埋深小于等于 20m 时，隧道地表投影区边线外 1 倍隧道中心埋深范围内的历史建筑；当隧道中心埋深大于 20m 时，隧道地表投影区边线外 3 倍隧道结构外径埋深范围内的历史建筑；

4 其它可能受到相邻施工影响的历史建筑。

【条文说明】

4.3.2 本条对基坑施工、沉桩施工、盾构施工、顶管施工时的历史建筑监测范围进行规定，主要参考上海市已有工程经验和相关标准。

1 参考《关于减少城市基础设施项目施工对周边环境影响的试行规定》（沪建交联[2008]511 号文）第四节第(二)条。

2 参考《地基基础设计标准》DGJ 08-11-2018 第 16.7.1 条第 5 款规定，并考虑到历史建筑年代久远、有保护价值，将监测范围由 1.5 倍桩入土深度范围扩大至 2 倍桩入土深度范围。

3 参考《城市轨道交通工程施工监测技术规范》DG/TJ 08-2224-2017 第 3.2.3 条的影响范围。

4.3.3 优秀历史建筑保护范围和周边建设控制范围内，以及文物保护单位的建设控制地带内，进行新建、扩建、改建等建筑工程时，宜进行施工影响检测。

【条文说明】

4.3.3 根据《上海市历史风貌区和优秀历史建筑保护条例》，由市规划资源管理部门应当会同市房屋管理部门提出优秀历史建筑的保护范围和周边建设控制范围，经征求有关专家和所在区人民政府的意见后，报市人民政府批准。《文物保护法实施条例》规定，文物保护单位的建设控制地带，是指在文物保护单位的保护范围外，为保护文物保护单位的安全、环境、历史风貌对建设项目加以限制的区域。

4.3.4 历史建筑在相邻施工影响下的监测内容，应符合下列规定：

1 历史建筑在相邻施工影响下的监测宜包括建筑自身的变形监测、应力应变监测等；当周边涉及开挖或降水活动时，抗变形能力较差的历史建筑宜在周边环境进行地坪沉降、地下水位、土体深层水平位移等监测；

2 历史建筑的变形监测宜包括沉降、差异沉降、倾斜、裂缝、支座位移、构件挠度等监测内容；

3 历史建筑的应力应变监测宜包括主要承重构件、变形导致附加应力较大的构件的应力应变监测等监测内容；

4 其它对历史建筑安全存在影响的参数监测。

4.3.5 历史建筑周边存在交通、施工、爆破、动力设备等工业振源且振感明显时，应开展振源典型作用工况下的历史建筑振动响应测试；当测试结果不满足国家现行有关标准中容许值要求时，振源作用期间应对历史建筑进行振动监测，并宜对建筑自身进行使用安全监测。

【条文说明】

4.3.5 历史建筑周边存在交通、施工、爆破、动力设备等工业振源且振感明显时，受影响的概率较大，应开展振源典型作用工况下的历史建筑振动响应测试，当测试结果满足《建筑工程容许振动标准》GB 50868 中对“对振动敏感、具有保护价值”的建筑的振动限值规定时，后续可不再进行持续监测；若振动响应不满足限值规定，且短期内无法采取措施消除影响时，应进行持续监测，为全面准确评价振动影响，采取整改措施提供依据。

4.3.6 工业振源影响下历史建筑的振动监测内容，应符合下列规定：

1 铁路、城市轨道交通和公路交通振动影响下，应开展历史建筑顶层楼面中心位置处水平向两个主轴方向的振动速度峰值及其对应的频率监测，以及基础处竖向和水平向两个主轴方向的振动速度峰值及其对应的频率监测；

2 锤击和振动法打桩、振冲法处理地基、强夯法处理地基等施工振动以及锻锤、冲床、空气压缩机、冷冻机、风机、砂轮机、水泵等工业动力设备振动影响下，应开展历史建筑结构基础和顶层楼面竖向和水平向两个主轴方向的振动速度峰值及对应频率监测；

3 爆破施工振动影响下，应开展历史建筑结构基础竖向和水平向两个主轴方向振动速度峰值及对应频率监测。

【条文说明】

4.3.6 本条文规定了工业振源影响下历史建筑的振动监测内容。

1 参考《建筑工程容许振动标准》GB 50868 第 7.1.1 和 7.1.2 条。

2 参考《建筑工程容许振动标准》GB 50868 第 8.0.1 和 8.0.2 条，同时考虑到工业规模的不断扩大，工业动力设备的影响不可忽视，增加了工业动力设备振源影响下

的监测要求。

3 参考《爆破安全规程》GB 6722-2014 第 13.2.2 条和第 13.2.3 条。

4.3.7 振动监测前，宜按照国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982 进行结构动力特性测试。

【条文说明】

4.3.7 结构动力特性测试主要用于掌握结构动力特性（包括振动、频率、阻尼比等）及初始状态，通过对比分析历史建筑固有频率和外部振源频率，分析外部振源作用过程中历史建筑结构发生共振的可能性。

5 监测方法

5.1 一般规定

5.1.1 历史建筑监测宜根据监测内容，参考表 5.1.1 选择合理的监测方法。建筑使用安全监测、施工安全监测及周边环境影响监测中相同的监测内容可参照同样的方法。

表 5.1.1 监测方法

监测内容		自动化监测方法	人工定期监测方法
建筑倾斜		倾角传感器、激光位移计、全站仪	经纬仪
建筑竖向位移		静力水准仪、inSAR	水准仪
应变		电阻应变计、振弦式应变计、光纤类应变计、位移传感器	位移计
变形		位移传感器	位移计
裂缝		振弦式测缝计、应变式裂缝计、裂缝传感器	钢尺、裂缝宽度检验卡、电子裂缝观察仪
温湿度	温度	温度传感器	温度计
	湿度	湿度传感器	湿度计
振动		加速度传感器、位移传感器	/
风荷载	风速	风速仪	/
	风向	风向传感器	/
	风压	风压传感器	/
降水量	降雨量	降雨量传感器	/
	降雪量	降雪量传感器	/
配电安全		电量传感器、电流互感器、电压互感器	/
消防水压		消防水压传感器	巡视检查
烟雾		烟雾传感器	巡视检查
使用荷载		摄影或者图片	巡视检查
外装饰		摄影或者图片	巡视检查
墙体含水率、空鼓等		红外热成像设备	巡视检查、墙体含水率测试仪
白蚁		白蚁传感器	巡视检查
结构构件耐久性		摄影测量	直接检测（取样分析）
地下水位		液位传感器、水位计	/
土体深层水平位移		固定式测斜仪	测斜仪

【条文说明】

5.1.1 本表格中的监测内容，综合考虑了第 4 章中建筑使用安全监测、施工安全监测、周边环境影响监测中共有的相关监测内容。

5.1.2 监测设备应符合下列规定：

1 应根据监测对象、监测项目和监测方法的要求进行设备选型，其读测精度应符合相关要求，并具有良好的稳定性、耐久性、兼容性和可扩展性。

2 在正式投入使用前应对监测设备进行校准或检定，对长期监测设备应定期进行必要的检查、检测及保养。

3 监测设备应对其工作环境具有较强的适应能力和抗干扰能力。

4 监测设备应满足监测系统对量程、分辨率、线性度、灵敏度、迟滞、重复性、漂移、稳定性、供电方式及寿命等要求；实时监测时，监测设备的采样频率应满足监测要求。

【条文说明】

5.1.2 不同的监测项目和监测方法对监测设备的要求不同，监测设备选型应综合考虑监测对象、监测项目和监测方法的要求。监测设备的稳定性和耐久性应与监测期相适应，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。

5.1.3 监测设备的作业环境要求，应符合现行国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982 的相关规定。

【条文说明】

5.1.3 现行国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982 中规定了信号电缆、监测设备与大功率无线电发射源、高压输电线和微波无线电信号传输通道的距离要求；并规定了监测接收设备附近不宜有强烈反射信号的大面积水域、大型建筑、金属网及无线电干扰。对采用卫星定位系统测量的，视线内障碍物高度角不宜超过 15°。

5.1.4 监测点的位置和数量应符合下列规定：

1 监测点应能反映监测对象的实际状态及其变化趋势，并宜布置在能反映监测参数特征的关键及敏感点上，并应满足监测要求。

2 监测点的位置和数量宜根据历史建筑保护要求、结构类型、监测目的、监测内容及理论分析结果确定。

3 监测点的位置和布置范围宜有一定的冗余度，重要部位应适当增加监测点，以便监测数据的相互验证。

4 可利用结构的对称性，合理减少监测点布置数量。

5 监测点的选择宜便于监测设备的安装、测读、维护和替代，且不妨碍监测对象的施工或正常使用。

【条文说明】

5.1.4 本条对监测点位置和数量要求做出了规定。

1 监测点测得的数据应对实际结构的静、动力参数或环境条件变化较为敏感；振动监测数据应能充分并准确地反应结构的动力特性。

3 监测点布置时，应考虑到后期能通过合理添加传感器对敏感区域进行数据重点采集。

5.1.5 监测设备的安装应遵循对历史建筑最小干预、最大程度地保护其真实性和完整性的原则。安装方式应牢固，安装工艺及耐久性应符合监测期内的使用要求；安装完

成后应及时现场标识并绘制监测设备布置图，存档备查。

【条文说明】

5.1.5 监测设备的安装宜采用历史建筑特征点或粘贴标志等可逆的方式，不宜设在历史建筑的重要部位，且不宜影响历史建筑特征和美观。

5.1.6 监测频次应符合下列规定：

1 首次监测宜取一周后的数据作为初始值。

2 监测频次应根据监测对象、监测目的、监测内容、环境条件等情况和特点，并结合实际情况进行确定，可以选择在线实时监测、连续监测、定期检测等不同频次。

3 周边工程施工对历史建筑周边环境产生安全影响时，应根据影响因素的重要性和预测的影响程度确定监测频次。

4 当遇到下列情况时，应提高监测频次：

1）监测数据异常或变化速率较大；

2）监测数据达到或超过预警值；

3）存在勘察未发现的不良地质条件，且影响建筑安全；

4）地表、历史建筑物等周边环境发生较大沉降、不均匀沉降；

5）修缮工程出现异常、工程险情或事故后重新组织施工；

6）结构受到地震、暴雨、洪水、台风、爆破、交通事故等异常情况影响；邻近工程施工、超载、振动等周边环境条件较大改变影响历史建筑安全。

【条文说明】

5.1.6 本条对监测频次做出了规定。

1 一般的监测工程在初期开始时，一般会有个稳定期，因此首次监测宜取一周后的数据作为初始值。

4 外部环境变化恶劣、监测指标超过报警值等，有可能引起安全事故，应予以特别重视，因此应加强监测、提高监测频次。

5.2 结构安全监测

5.2.1 结构安全监测的方法应根据建筑倾斜、建筑竖向位移、受力构件的应变、挠度、裂缝及振动响应、使用荷载等不同监测内容确定。

【条文说明】

5.2.1 本节根据表 4.1.2 的监测内容，规定了较常见的监测内容的方法以及相关监测频次等的具体要求。

5.2.2 建筑倾斜监测应符合下列规定：

1 选择无线倾角传感器进行倾斜监测时，监测频次应根据倾斜变化速度确定，并不低于每 2 小时 1 次。

2 宜与水平位移监测及竖向位移监测频次相协调，当发现倾斜增大时应及时增加监测次数或进行持续监测。

【条文说明】

5.2.2 倾角传感器有固定式和便携式，固定式倾角传感器可实施监测测点的转角，精度可达 1″。

5.2.3 建筑竖向位移监测应符合下列规定：

1 建筑竖向位移的自动化监测至少需要两个以上沉降传感器进行连通，其中一个为基准点。

2 监测频次宜与水平位移监测及倾斜监测频次相协调，当发现沉降增大时应及时增加监测次数或进行持续监测。

5.2.4 应变监测应符合下列规定：

1 应变计宜根据监测目的和内容要求，以及传感器技术、环境特性进行选择。

2 电阻应变计的测量片和补偿片应选用同一规格产品，并进行屏蔽绝缘保护。

3 振弦式应变计应与匹配的频率仪配套校准，频率仪的分辨率指标应符合被监测对象对待测参数的规定。

4 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。

5 采用位移传感器等构成的装置监测应变时，指标应符合被监测对象对待测参数的规定。

6 应变传感器的安装应符合下列规定：

1）安装位置各方向偏离监测截面位置尽量平行；

2）安装应牢固，长期监测时，宜采用焊接或栓接方式安装；

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）安装稳定后，应进行调试并测定静态初始值。

5.2.5 挠度监测应符合下列规定：

1 挠度监测时采用的位移传感器需采用焊接或者栓接方式。

2 位移传感器的量程至少要大于挠度变化。

3 监测频次应根据挠度变化速度确定，当发现挠度增大时应及时增加监测次数或进行持续监测。

5.2.6 裂缝监测应符合下列规定：

1 长度和宽度较大的裂缝可采用钢尺、裂缝宽度检验卡或电子裂缝观察仪直接测量；较小的裂缝宜采用电子裂缝观察仪；测点宜布置在最大裂缝宽度处，每个测点每次量测不宜少于 3 次；裂缝宽度检验卡最小分度值不宜大于 0.05mm；电子裂缝观察仪的量测精度应为 0.02mm。

2 已发生开裂的结构，宜采用裂缝传感器实时监测裂缝的宽度变化；安装裂缝传感应采用焊接或栓接，传感器测量方向应与裂缝走向垂直。

3 裂缝初期可每半个月监测一次，基本稳定后宜每月监测一次，当发现裂缝加大

时应及时增加监测次数，必要时应持续监测。

【条文说明】

5.2.6 尚未发生开裂的结构，宜根据受力分析的结果，预判可能出现裂缝的位置和裂缝走向，监测结构关键部位的应变变化。

5.2.7 振动监测应符合下列规定：

1 历史建筑振动响应监测系统应满足低频、微幅的要求，低频起始范围不应高于0.3Hz，系统分辨率不应低于 10^{-6}m/s，且应有足够的幅值动态范围；传感器宜选择速度型传感器。

2 各测点传感器在安装前应进行响应一致性测试，确保对同样的外部振源有一致的响应。

3 历史建筑上部结构振动响应测点应位于能反映上部结构整体性的承重构件上。

4 历史建筑结构基础振动响应测点可布置于结构基础上、地下室底板或一层承重外墙底部平坦坚实地面上。

5 传感器应牢固固定在测点所在平面上，宜采用螺栓或胶粘结的固定方式，避免采用托架等可能引入附加振动响应的固定方式。

6 测线电缆应与结构构件固定在一起，不得悬空。

7 动态响应监测时，测点布置位置应按照第 4.3.6 条的规定选择，可根据建筑具体情况在其他层或振动敏感处增加测点；当进行动力特性分析时，振动测点宜布置在需识别的振型关键点上，且宜覆盖结构整体，也可根据需求对结构局部增加测点；测点布置数量较多时，可进行优化布置。

8 结构振动响应应在工业振源作用下测试，动力特性应在脉动环境下测试；测试时不得有任何机、电、人为干扰和一级以上风的影响。

9 低通滤波频率和采样频率应根据所需频率范围设置，采样频率宜为100H~300Hz。

5.2.8 使用荷载监测应符合下列规定：

1 宜对楼面、屋面通过摄影测量、巡视检查的方式，定期检查使用荷载状况。

2 监测发现使用荷载增加时，应采取减少荷载或者增加挠度、变形监测等措施。

5.3 消防监测

5.3.1 消防监测内容包括配电安全、消防水压、烟雾、温度等。

5.3.2 消防监测应符合下列规定：

1 电压互感器输入端不得短路。

2 电流互感器输入端不得开路。

3 温度传感器应做好防结露措施。

4 烟雾传感器安装位置不应破坏建筑物外观及室内装饰布局的完整性。

5.4 环境监测

5.4.1 环境监测内容包括风速、风向、风压、降雨量、降雪量、温度、湿度等。

5.4.2 风速、风向、风压监测应符合下列规定：

1 风速及风向传感器安装时安装在被测物体周围最高建筑物。

2 风速及风向监测应符合下列规定：

1) 结构中绕流风影响区域宜采用计算流体动力学数值模拟或风洞试验的方法分析；

2) 机械式风速测量装置和超声式风速测量装置宜成对设置；

3) 监测结果应包括脉动风速、平均风速和风向。

3 风压监测宜选用专用的风压计；风压测点可根据风荷载分布特征及结构分析加过布置测点。

4 风压计的精度应为满量程的±0.4%，且不宜低于 10Pa；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°。

5.4.3 降雨量及降雪量监测应符合下列规定：

1 降雨量及降雪量传感器应安装在被测物体方圆一公里以内。

2 酸雨监测的 PH 传感器应安装在被测物体方圆一公里以内。

5.4.4 温度监测应符合下列规定：

1 温度传感器宜选用监测范围大、精度高线性化及稳定性好的传感器；监测精度宜为±0.5℃；温度传感器应做好防结露措施。

2 温度监测的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。

3 相对独立空间应设 1 个-3 个点，面积或跨度较大时，以及结构构件应力及变形受环境温度影响大的区域，宜增加测点。

4 监测整个结构的温度场分布和不同部位结构温度与环境温度对应关系时，测点宜覆盖整个结构区域。

5 长期温度监测时，监测结果应包括日平均温度、日最高温度和日最低温度；结构温度分布监测时，宜绘制结构温度分布等温线图。

5.4.5 湿度监测应符合下列规定：

1 湿度宜采用相对湿度表示，湿度计监测范围应为 12%RH-99%RH；湿度监测精度宜为±2%RH。

2 湿度传感器要求响应时间短、温度系数小，稳定性好以及湿滞后作用低。

3 大气湿度仪宜布置在结构内湿度变化大，对结构耐久性影响大的部位；

4 长期湿度监测时，监测结果应包括日平均湿度、日最高湿度和日最低湿度。

5.5 其他监测

5.5.1 其它监测内容包括外装饰监测，墙体含水率、空鼓监测，白蚁监测，结构构件耐久性监测，地下水位监测，土体深层水平位移监测等。

5.5.2 外装饰监测宜采用定期巡视检查的方式；可通过在外装饰上贴标靶，对比分析摄影或相机照片进行。

5.5.3 墙体含水率、空鼓监测宜通过红外热成像方法，并应符合现行行业标准《建筑红外热像检测要求》JG/T 269 及《红外热像法检测建筑外墙饰面粘结质量技术规程》JGJ/T 277 的相关规定。

5.5.4 白蚁监测应符合下列规定：

1 白蚁传感器应放在有树木的地方或者容易生长白蚁的位置；

2 白蚁传感器埋入地下位置应把标签裸露在地表面。

5.5.5 结构构件耐久性监测应符合下列规定：

1 结构构件耐久性宜通过定期巡视检查及材料性能检测进行监测。

2 砌体构件宜采用无损技术进行材料强度检测，并评估其风化、粉化及截面损失程度，必要时可采用微破损检测。

3 木构件可采用阻力仪、应力波、皮罗钉等无损或微损检测方法，确定材料强度及内部缺陷。

4 混凝土构件可参考一般混凝土结构的各类无损检测方法，确定材料强度及碳化深度等。

5.5.6 地下水位监测宜参照现行上海市工程建设规范《基坑工程施工监测规范》DG/TJ 08-2001 的相关规定执行。

【条文说明】

5.5.6 当历史建筑周边涉及基坑工程开挖活动或降水活动时，应进行坑外水位监测；地下水位监测宜采用钻孔内设置水位管的方法测试，采用水位计等进行量测；地下水位量测精度不宜低于±10mm；水位观测孔宜在工程开始降水前 1 周埋设，连续观测数日后取其相对稳定的观测值作为初始值。

5.5.7 土体深层水平位移监测宜参照上海市工程建设规范《基坑工程施工监测规范》DG/TJ 08-2001 的相关规定执行。

【条文说明】

5.5.7 深层水平位移旨在测量土体变形的变形量和变形速率，通过预埋一根能随土体或桩体协调变形的测斜管，采用测斜仪进行观测。

5.6 结构安全监测预警值

5.6.1 历史建筑结构安全监测的预警值应根据结构或构件的安全性或损坏程度的控制目标设定，安全性或损坏程度的控制目标应根据历史建筑的重要程度、保护要求、监

测前的安全现状以及监测期间可能发生的变化趋势等情况经综合分析后确定。

5.6.2 不同安全性控制目标下的梁挠度限值可按照附录 A 确定。

【条文说明】

5.6.2 历史建筑安全监测前宜掌握结构的初始安全状态，但很多情况下历史建筑不具备安全性检测评定的条件；即使有条件对建筑整体进行安全性检测评定时，部分关键构件可能由于图纸资料缺失，而现场又无法进行破损性检测，很难获得其配筋、材料强度、节点连接构造等结构构件计算分析所必需的基本信息，故还是很难掌握这些关键构件的安全状态。受弯构件的挠度变形可间接反映其安全状态，而且易于测量，也是结构监测中的一个主要参数。结构设计标准中的梁挠度控制是为了保证建筑的正常使用功能，而既有结构可靠性评定中的挠度限值尚有控制结构构件安全性的目的。健康或安全监测中的结构构件，既可能处于正常使用状态，也可能越过正常使用极限状态，甚至接近承载能力极限状态。因此，对受弯构件（主要是梁）建立一套适用于其从正常使用到破坏全过程的挠度控制方法，对掌握梁的初始结构状态、设定挠度变形预警值等大有裨益。

应变是最能体现结构构件受力状态的一个微观参数，也是结构健康或安全监测中最基本的参数之一，但既有结构的应变监测有一个很难克服的问题：监测中只能得到应变的增量，由于很难获知开始监测时的初始应变，故较难确定应变增量的预警值。

为解决上述问题，上海建科院建立了一套基于应变的梁挠度变形控制方法：根据梁从正常使用到破坏全过程中不同阶段的安全性控制目标确定最大弯矩截面的应变控制值，并在建立梁挠度与最大弯矩截面应变的换算关系式的基础上，确定梁挠度的分级限值。这套方法在结构健康或安全监测中可起到如下四方面的作用：

1. 可根据不同的安全性控制目标建立梁应变或挠度变形的最终（累积）目标值。
2. 通过监测前梁的挠度测量值，可推算构件的初始应变，推断其初始安全状态。
3. 在获知梁的初始应变和初始安全状态的基础上，可建立梁应变和挠度变形的增量或全量预警值，使预警指标体系更具有明确的安全性控制目标。
4. 在监测过程中或监测结束后，可根据监测的应变或挠度增量推算其对构件安全性的影响程度。

5.6.3 不同安全性控制目标下的建筑倾斜限值可按照附录 B 确定。

【条文说明】

5.6.3 国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 规定：总高度不超过 24m 的多层建筑的整体倾斜允许值为 0.004。但较多既有多层建筑的实际整体倾斜超过这个允许值，尤其在上海等软土地区更为普遍。国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 规定，当混凝土结构侧移（整体倾斜）超过总高度的 1/200 时，即认为产生了不适于承载的侧向位移，在构件承载力验算时应考虑侧移的影响。但是，我国现行标准中均未给出考虑倾斜影响的结构构件承载力计算方法。工程实践中对这一

问题也未引起足够的重视，除了《危险房屋鉴定标准》JGJ 125-2016 中规定的根据地基危险状态直接评为危险房屋外，在可靠性鉴定中很少考虑整体倾斜对上部结构构件承载力和安全性的影响。这可能会给房屋使用造成安全隐患。附录 B 规定了建筑倾斜对结构构件承载力影响的实用分析方法，可为倾斜变形监测预警值的设定及监测前的安全状态分析、监测过程中及监测结束后分析倾斜对构件安全性的影响提供参考依据。

5.6.4 不同损坏程度等级下的建筑局部沉降变形限值可按照附录 C 确定。

【条文说明】

5.6.4 建筑的整体倾斜对上部结构引起整体的刚体转动，虽然也引起构件承载力的降低（见附录 B 分析），但当倾斜率不太大时不易使上部结构产生裂缝等损伤。建筑倾斜中除了整体倾斜外，还很可能带有局部沉降变形的成分，倾斜是建筑沉降的一阶变形成分，而这里说的局部沉降是指建筑沉降的二阶变形成分。建筑局部沉降变形的控制要解决如何定义控制参数、如何测量该参数、如何设定该参数的限值三个问题。上海建科院通过研究基本解决了这个问题：提出了相对倾角、中点角变形两个二阶变形控制参数及其适用条件和测量方法，建立了这两个参数与多层砌体墙或填充墙拉应变的理论关系，根据建筑的不同损坏等级确定拉应变限值，由此建立局部沉降变形的分级控制值。

5.6.5 监测参数的增量预警值宜根据监测期末的目标控制值与监测初始值之差确定，监测初始值可根据现场检测结果按照下列规定确定：

1 有条件对结构构件的安全状态进行详细计算分析时，应根据结构计算分析结果；

2 梁最大弯矩截面的初始应变可在测量梁的初始挠度的基础上，根据附录 A 的方法进行推算。

5.6.6 当不具备第 5.6.5 条的条件时，也可直接确定监测参数的增量预警值，并符合下列规定：

1 梁挠度的增量预警值可根据附录 A 中的挠度限值确定，不宜超过 B 级挠度限值的 5%，不应超过 B 级挠度限值的 10%。

2 建筑整体倾斜的增量预警值可根据附录 B 确定，不宜使倾斜引起的不利构件承载力下降超过 5%，不应使倾斜引起的不利构件承载力下降超过 10%。

3 建筑局部沉降变形的增量预警值，不宜超过基本完好等级对应限值的 50%。

5.7 监测系统

5.7.1 监测系统应具有完整的采集、传输、存储、数据处理及控制、预警及状态评估功能，数据集成平台应提供开放、标准的数据接口。

5.7.2 监测系统宜具有历史建筑修建、历次修缮等基础资料以及残损情况等现状资料的接入功能，以便建立历史建筑病害库和健康档案。

5.7.3 监测系统宜具有网络防护功能，防止恶意攻击和病毒破坏，确保监测数据和监测系统的安全。

5.7.4 监测系统宜具有定期自动编制实时监测报告的功能。

5.7.5 自动化监测系统宜配备独立于自动监测仪器的人工测量设备，对自动化系统进行定期校核，并确保自动监测仪器发生故障时获取监测数据。

6 监测分析与成果

6.1 监测数据处理

6.1.1 历史建筑监测数据处理应包括数据整理、数据分析和数据校核三个部分。

【条文说明】

6.1.1 本条定义了历史建筑监测数据处理的工作内容。

6.1.2 监测数据整理应符合下列规定：

1 监测数据应按照监测内容、方法、时间、仪器和监测点位等进行分类整理。

2 同类监测数据的单位应统一，并采用国际单位制。

3 针对同类监测设备或同类监测对象的监测数据应统一精度。

【条文说明】

6.1.2 根据本规范 5.2 节要求，历史建筑监测一般较多使用各类传感器及水准仪等，直接测量所得数据种类繁多、格式不一，需进行二次加工、分类整理。为了便于分析，相同类型的监测数据单位需要统一；相同类型监测设备的精度应该统一；相同监测对象的不同监测数据也应该要统一精度。

6.1.3 监测数据分析应符合下列规定：

1 应对监测数据的真实性和可靠性进行分析，对涉及结构安全的关键性数据宜实时分析判断，对发生异常的数据应及时分析原因。

2 应分析监测数据的累计变化值、最大变化值、最小变化值、平均值以及变化速率。

3 宜结合自然环境、施工工况等因素，对监测数据进行多方面综合分析。

4 宜绘制监测数据分析图表，直观反映其变化规律。

【条文说明】

6.1.3 保证监测数据的真实性和可靠性，是监测结果分析正确性的前提。一些监测数据尤其是影响建筑结构安全的监测参数数据，或者是偏离预期或大量统计数据结果的异常数据，若不对其进行可靠性分析直接作统计分析，势必会影响监测结果准确性，尤其是针对异常数据，若直接剔除又可能忽略重要的监测信息。根据第四章历史建筑安全监测的需要，对监测数据的评估可能涉及到建筑物的变形/沉降速率、总变形/总应变、不同部位的变形差异等，需要对监测数据进行二次处理和分析。监测是一个系统性工程，与周边环境和工况都有关联性。因此，在进行数据分析时，对某一个参数单独分析往往不能反应真实性，需要结合周边环境和相关工况进行综合性的分析，来正确把握监测对象的真实状态。监测数据分析可采用图表的形式来分析反应监测数据的变化趋势，一是可使监测结果更加的直观、形象，二是便于发现和分析问题。

6.1.4 应对监测数据整理和分析的准确性进行校核，监测数据校核应符合下列规定：

1 应对监测数据缺失或无效情况进行校核，必要时进行补测。

2 应对与理论发展趋势不一致的异常数据进行校核，并分析原因，必要时进行复测。

【条文说明】

6.1.4 监测数据校核工作首先对数据的有效性和完整性进行校核，确保分析数据的准确和完整，同时还需要对一些与理论发展趋势不一致的数据进行校核，分析数据发生异常的原因，判断是否是监测设备或者环境因素引起，是否影响工程质量和安全，来决定是否需要剔除或者复测，以确保监测结果分析的准确性。

6.2 安全影响分析

6.2.1 历史建筑监测的安全影响分析，应按安全监测分类采用安全控制比较法或影响系数分析法进行定量或定性的安全影响分析；并应根据建筑物的重要程度、保护要求、施工前的损坏状态和安全性等级、抗沉降变形的能力、地下工程的施工方案、建筑物与地下工程的相对位置关系等综合确定周边建筑物的损坏等级控制要求。

【条文说明】

6.2.1 安全控制比较法或影响系数分析法的具体在后续正文中进行说明，并提出具体步骤、途径和结果技术要求，安全影响分析的结果应符合损坏等级控制要求。

6.2.2 安全控制比较法应将安全监测的结果及经数据处理后获得的发展趋势变化规律与安全控制值或安全控制要求进行数值比对。同类监测项目存在多个测点或子项时，应分析超过安全控制值或不满足安全控制要求的测点情况。

【条文说明】

6.2.2 本条规定了安全影响分析的思路，安全控制值的规定借鉴《房屋结构安全动态监测技术规程》T/CECS 685 中 7.4.4 监测项目控制值的相关规定，详见 6.2.3 条。安全控制要求为相关标准规范中规定的、应当符合的技术要求内容。

6.2.3 建筑使用安全影响分析应符合下列规定：

1 结构安全监测的安全影响分析应以定量分析为主、定性分析为辅。

2 消防监测的安全影响分析应以消防安全控制的定性分析为主，也可按消防系统重要性及各部分符合性的统计情况进行定量分析。

3 外装饰监测的安全影响分析应以保护要求和安全使用控制的定性分析为主，也可按装饰面层、构件的损伤率进行定量分析。

4 材料监测的安全影响分析应以结合结构检测评定、构件截面承载力的定量分析为主。

【条文说明】

6.2.3 应根据建筑使用安全监测内容的不同，分别采用定量分析与定性分析的安全影响分析方式。结构监测的安全影响分析是本项工作的重要内容，包括第 4 章使用安全、施工安全和周边环境影响下的整体结构、构件与连接节点所有结构方面的内容；消防监测的定量安全影响分析时宜考虑消防系统各组成部分重要程度，定量分析按各部分符合要求的百分率情况；外装饰监测的安全影响分析应主要考虑重点保护部位的保护要求，并应考虑面层坠落等使用安全；考虑到材料监测的结果对构件、结构承载力的影响，材料

监测的安全影响分析应结合房屋质量检测结构评定和构件截面承载力弱化情况进行定量分析。

6.2.4 结构安全监测的安全影响分析时，构件挠度变形、局部沉降变形的安全控制值宜分别按照附录 A、附录 C 确定，建筑整体倾斜的影响系数宜按照附录 B 确定。砌体、立帖式木结构为主的历史建筑及保护类别II类以上的优秀历史建筑的控制要求宜适当提高。

【条文说明】

6.2.4 根据附录 A，梁构件的挠跨比应不超过允许挠跨比[δ]；根据附录 C，建筑的沉降变形安全控制值应根据结构类型和周边影响不同，应选用不同的安全控制比较指标相对倾角 α 或中点角变形 β^*。历史建筑安全影响分析进行结构或构件内力计算分析时，宜按本标准附录 B 的规定影响系数 λ，采用影响系数分析法考虑倾斜变形对承载力的不利影响。

考虑历史建筑的重要性、构件老化和重点保护部位保护要求等情况，对保护类别较高、特殊材料、关键部位或工况影响的构件建议适当从严。

6.2.5 消防监测安全影响分析时，监测内容应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和上海市工程建设规范《优秀历史建筑保护修缮技术规程》DG/TJ 08-108 的相关要求。消防监测安全影响分析宜考虑优秀历史建筑保护类别和重点保护部位情况，综合协调消防安全与保护要求的关系。

【条文说明】

6.2.5 消防监测安全影响分析以定性分析为主，相关监测内容的要求按国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 相关要求及上海市工程建设规范《优秀历史建筑保护修缮技术规程》DG/TJ 08-108 中的消防设计相关内容核查。考虑到优秀历史建筑的保护要求，不改变功能、未调整布局情况下消防监测安全影响分析时，宜以不降低原状消防水平作为评判标准。

6.2.6 施工安全监测的安全影响分析应按施工工况安全分析结果设定安全控制值，平移和纠偏施工应同时包括相关托换结构监测安全影响分析和施工工况安全影响分析。施工工况安全影响分析应符合现行行业标准《建（构）筑物移位工程技术规程》JGJ/T 239、《建筑物倾斜纠偏技术规程》JGJ 270 的相关规定。

【条文说明】

6.2.6 施工安全包括结构加固、置换、改造、平移、纠偏等，其结构监测安全影响分析应与各施工内容工况分析的结果相符合，因此不得超过工况安全分析结果指标。除结构安全监测外，还应对施工措施所涉及的托换结构监测情况和平移速度、纠偏速率控制值进行安全影响分析。托换结构监测安全影响分析可参照现行中国工程建设标准化协会标准《建（构）筑物托换技术规程》CECS 295 的相关规定，该标准规定，托换施工时应对托换结构或构件及影响构件进行裂缝监测，裂缝监测宜包括裂缝宽度、深度、长度、走向及其变化，裂缝宽度不得超过国家现行有关标准的要求。《建（构）筑物移位工程

技术规程》JGJ T239 和《建筑物倾斜纠偏技术规程》JGJ 270 规定了施工、构件监测内容和报警值的规定。

6.2.7 周边环境影响监测安全影响分析应与基坑工程、地下隧道施工影响分析相符，应对安全影响发展趋势进行分析并提出预测结论。并符合现行上海市工程建设规范《基坑工程技术标准》DG/TJ 08-61、《地铁隧道工程盾构施工技术规范》DG/TJ 08-2041、《顶管工程施工规程》DG TJ 08-2049 等相关规定。

【条文说明】

6.2.7 周边环境影响监测的安全影响分析重点内容是结合周边影响的工况情况对安全情况发展趋势做出预判，因此安全影响分析应当符合施工工况情况，并根据后续工况对安全影响发展趋势做出预判。

6.2.8 根据安全影响分析的结果、历史建筑保护类别、结构易损性等综合确定风险程度，可按风险程度高、中、低三种情况分别采取应急处理措施：

1 风险程度高：加大人工监测巡查频率，确保自动监测传感器正常运行，每周提交 1 次监测报告。必要时，应采取临时应急加固处理措施、暂停自身施工或周边施工。

2 风险程度中：确保一定人工监测巡查频率，确保关键部位多数自动监测传感器正常运行，每月提交 1 次监测报告。

3 风险程度低：可适当减少自动检测传感器数据采集频率，每季度提交 1 次监测报告。

【条文说明】

6.2.8 风险程度高低由监测单位综合评判提出，安全影响分析结果不但要控制监测项目的累计变化值，还要注意控制其变化速率。保护类别较高的历史建筑确定风险程度时适当从严，结构损伤较多、体系较差、后续工况复杂、周边影响加大等情况下风险程度亦适当从严。

6.2.9 历史建筑安全监测综合安全影响分析后，监测单位应按现行上海市工程建设规范《优秀历史建筑保护修缮技术规程》DG/TJ 08-108 的相关规定提出后续处理措施建议。

【条文说明】

6.2.9 上海市工程建设规范《优秀历史建筑保护修缮技术规程》DG/TJ 08-108 中 5.6 结构加固设计对安全监测可得到的倾斜、裂缝等情况提出了针对性加固设计要求。

6.3 监测报告

6.3.1 历史建筑监测成果应包括当日数据报表和监测报告。

【条文说明】

6.3.1 规定了历史建筑监测成果的主要类型。

6.3.2 当日数据报表应包括以下内容：

1 当日天气情况、建筑使用情况、施工现场工况。

2 监测点位布置情况，仪器监测项目各监测点的本次测值、单次变化值、变化速率及累计值，必要时绘制有关曲线图。

3 巡视检查记录。

4 对监测项目应有正常或异常、危险等判断性结论。

5 对巡视检查发现的异常情况应有详细描述，危险情况应有报警标示，并有分析和建议。

【条文说明】

6.3.2 当日数据报表是历史建筑监测成果的主要形式。当日次监测工作完成后，监测人员应当及时进行数据处理和分析，形成数据报表，并提供给委托单位和有关方面。当日数据报表强调及时性和准确性，对监测项目应有正常、异常和危险的判断性结论。

6.3.3 监测报告应包括阶段性报告、警情快报、总结报告。

【条文说明】

6.3.3 规定了历史建筑监测报告的主要类型。

6.3.4 阶段性报告应包括以下内容：

1 该监测阶段相应的建筑使用情况、施工工况、气象及周边环境概况。

2 该监测阶段历史建筑特色部位的完损状况。

3 该监测阶段的监测项目及测点的布置情况。

4 各项监测数据的整理、统计及监测成果的过程曲线。

5 各监测项目监测值的变化分析、评价及发展预测。

6 相关的建筑正常使用、设计和施工建议。

【条文说明】

6.3.4 阶段性报告是经过一段时间的监测后，监测单位通过对以往监测数据和相关资料、建筑使用情况、施工工况的综合分析，总结出的各监测项目及整个监测系统的变化规律、发展趋势及其评价，用于总结经验、优化设计和进一步指导施工。阶段性监测报告可以是周报、旬报、月报，也可根据工程实际需要不定期提交。报告的形式应当以文字叙述和图形曲线相结合，对于监测项目监测值的变化过程和发展趋势尤以过程曲线表示为宜。阶段性监测报告强调分析和预测的科学性、准确性，报告的结论要有充分的依据。

6.3.5 总结报告应包括以下内容：

1 工程概况。

2 监测依据。

3 监测项目。

4 监测点布置。

5 监测设备和监测方法。

6 报警值。

7 监测时长和频率。

8 监测内容数据分析结果。

9 安全影响分析结果。

10 监测工作结论与建议。

11 附表、附图

【条文说明】

6.3.5 总结报告是历史建筑监测工作全部完成后监测单位提交给委托单位的竣工报告。总结报告必须提供完整的监测资料，同时总结工程的经验和教训，为以后类似工程提供参考。

6.3.6 当监测结果超过报警值或安全风险程度高时，应出具警情快报，警情快报除包括上述 6.3.2 条所列内容，还应包括报警发生点位、报警时间、报警持续时长、报警原因分析、结论以及针对性的应急响应建议。

【条文说明】

6.3.6 规定了历史建筑警情快报的使用条件，以及警情快报包含的主要内容。

6.3.7 应确保监测报表和监测报告内容完整、数据准确、表达清晰，监测成果应有相关责任人签字和监测机构公章。

【条文说明】

6.3.7 对历史建筑监测报表和监测报告的编制提出基本要求。为确保监测工作质量与历史建筑安全，明确监测相关人员责任，保证监测记录与监测成果的责任落实。

附录 A　梁挠度的分级控制

A.0.1　用于结构构件安全性评定的梁挠度限值宜根据其安全性控制目标分为 A、B、C 三个等级，其中 A 级控制梁的正常使用状态，B 级控制梁的承载能力，C 级控制梁的延性变形（对钢筋混凝土梁和钢梁）或不发生脆性破坏（对木梁）。梁挠度限值应根据下列规定确定：

1　钢筋混凝土梁的挠度限值宜根据跨中最大弯矩截面的钢筋拉应变控制值确定；

2　钢梁和木梁的挠度限值宜根据跨中最大弯矩截面的梁底拉应变控制值确定；

3　梁的拉应变控制值应根据不同的安全性控制等级确定。

【条文说明】

A.0.1 设计标准规定的梁挠度限值是正常使用极限状态控制中的一个指标，没有严格的取值依据，故很难直接用于结构构件的安全性评定和安全监测。本条规定了用于结构构件安全性评定的梁挠度限值设定的原则性方法：1）最大弯矩截面的钢筋拉应变（对钢筋混凝土梁）或梁底拉应变（对钢梁和木梁）最能从微观上表征构件从正常使用到破坏的全过程受力状态，典型的受力状态分为三个阶段：首先是正常使用阶段，其次是越过正常使用阶段、接近或达到承载能力设计值的阶段，最后是越过承载能力设计值，达到延性破坏（对钢筋混凝土梁或钢梁）或脆性破坏（对木梁）；2）应根据不同的安全性控制目标确定最大弯矩截面的拉应变控制值；3）建立梁挠度（或挠跨比）与最大弯矩截面拉应变的换算关系，根据梁的类型和受力特征确定其换算系数，再根据最大弯矩截面的拉应变控制值确定梁挠度（或挠跨比）的限值。

A.0.2　梁的挠跨比限值应按下式计算：

对钢筋混凝土梁：

$$\frac{f_{\lim}}{l}=\eta_{\theta}\frac{S}{\xi_{z}}\frac{l}{h_{0}}\varepsilon_{\mathrm{s,lim}} \qquad \text{（A.0.2-1）}$$

对钢梁和木梁：

$$\frac{f_{\lim}}{l}=\eta_{\theta}\frac{S}{\xi_{z}}\frac{l}{h}\varepsilon_{\mathrm{b,lim}} \qquad \text{（A.0.2-2）}$$

式中：$f_{\lim}/l$ ——梁的挠跨比；

$f_{\lim}$ ——梁的最大挠度（mm）；

l ——梁的计算跨度（mm）；

l/h_0、l/h——分别为钢筋混凝土梁、钢梁和木梁的跨高比；

h_0、h——分别为钢筋混凝土梁的截面有效高度、钢梁和木梁的截面高度；

S ——与梁的荷载形式、支承条件有关的受力特征系数，按第 A.0.3 条规定；

ξ_z ——梁的截面中和轴高度系数，按第 A.0.4 条规定；

η_θ ——长期挠度增长系数，按第 A.0.5 条规定；

$\varepsilon_{s,lim}$、$\varepsilon_{b,lim}$ ——分别为钢筋混凝土梁的跨中钢筋拉应变控制值、钢梁和木梁的跨中梁底拉应变控制值，按 A.0.6 条规定。

【条文说明】

A.0.2 本条给出了梁挠跨比与跨中最大弯矩截面拉应变的换算关系式，根据拉应变控制值可确定挠跨比限值。短期荷载作用下，弹性梁的挠跨比与跨中最大弯矩截面的拉应变成正比，还与跨高比及梁的受力特征系数成正比，与梁的中和轴高度系数成反比。在实际工程应用中，应说明如下几点：

1. 在经典的钢筋混凝土受弯构件挠度理论中有一个“最小刚度”原则，即对于静定或超静定的梁，在其开裂至正常使用极限状态的阶段，弹性阶段的挠度公式仍适用，并可以用最大弯矩截面的开裂刚度即“最小刚度”代替整个梁的刚度进行计算。故式（A.0.2-1）适用于梁从正常使用至钢筋接近屈服（用钢筋屈服强度设计值控制）的阶段；钢筋屈服后，梁出现塑性铰，挠度变形集中于塑性铰位置，式（A.0.2-1）不再适用，但仍可根据梁的延性系数反推梁的极限变形能力，即安全性控制目标为 C 级时的挠度；

2. 在正常使用至最大弯矩截面的梁底拉应变接近屈服应变前，钢梁基本处于弹性工作阶段，式（A.0.2-2）完全适用；最大弯矩截面的梁底拉应变超过其屈服应变后，梁出现塑性铰，此时也可根据梁的延性系数反推梁的极限变形能力，即安全性控制目标为 C 级时的挠度；

3. 木梁的受弯破坏一般是脆性破坏，在 A、B、C 三个安全性控制等级下，木梁基本仍处于弹性工作阶段，C 级控制梁不发生脆性破坏；

4. 对于钢筋混凝土梁和木梁，尚应考虑长期挠度增长的影响。

A.0.3 梁的受力特征系数 S 应按下列规定确定：

1 常见单跨梁和多跨连续梁的受力特征系数 S 应按表 A.0.3 的规定取值；

表 A.0.3 梁的受力特征系数 *S*

跨数	支承形式	荷载形式	S
单跨	两端简支	均布	0.104
	两端简支	跨中集中	0.083
	两端简支	三等分点	0.107
	固端/简支	均布	0.077
	固端/简支	三等分点	0.065
	两端固端	均布	0.063
	两端固端	三等分点	0.069
	悬臂	均布	0.25
	悬臂	端部集中	0.33
二跨	连续	均布	0.074
三跨	连续	均布	0.085
四跨	连续	均布	0.082
五跨	连续	均布	0.083

注：多跨梁的 S 取第一跨的数值。

2 对框架梁，顶层梁的 S 可取 0.07，中间层和底层梁的 S 可取 0.065；

3 其他梁的 S 可根据结构计算手册中的最大挠度 f 和跨中最大弯矩 M 按下式计算：

$$S=\frac{EIf}{Ml^2} \qquad \text{（A.0.3）}$$

式中：E——梁材料的弹性模量；

I——梁的截面惯性矩。

【条文说明】

A.0.3 本条根据理论公式（A.0.3）给出了常见梁的受力特征系数；对典型框架进行了计算分析，发现各种条件下框架梁的受力特征系数变化不大，为方便应用，对顶层梁、中间层和底层梁分别给出了统一的受力特征系数取值建议；其他非常见梁的受力特征系数，可根据理论公式（A.0.3）计算。

A.0.4 梁的截面中和轴高度系数 ξ_z 应按下列规定确定：

1 钢筋混凝土梁的 ξ_z 应按下式计算：

$$\xi_z=1-\alpha_E\rho\left(\sqrt{1+\frac{2}{\alpha_E\rho}}-1\right) \qquad \text{（A.0.4）}$$

式中：α_E——受拉钢筋弹性模量与混凝土弹性模量之比值；

ρ ——梁的受拉钢筋配筋率，对带现浇楼板的钢筋混凝土梁，计算 ρ 时的截面宽度应取 T 形截面的有效翼缘宽度，并宜按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定取值。

2 对称截面的钢梁或木梁的 ξ_z 应取 0.5。

【条文说明】

A.0.4 正常使用时，钢筋混凝土梁多处于开裂工作状态，其最大弯矩截面的中和轴高度可根据设计标准中的梁开裂刚度计算公式推算，但影响因素众多，计算十分复杂。假定截面开裂后受拉区混凝土完全退出工作，且直至钢筋屈服前中和轴高度保持不变，则根据受拉钢筋弹性模量与混凝土弹性模量之比值 α_E 将钢筋换算为混凝土后，可计算开裂换算截面的中和轴高度系数，即式（A.0.4）。试验验证结果表明，式（A.0.4）的计算精度可满足工程应用要求。

对于带现浇楼板的钢筋混凝土梁，梁板协同工作使矩形截面梁变为一个等效的 T 形截面梁。对于 T 形截面的有效翼缘宽度，宜偏于安全地按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定取值。对典型梁-板截面的组合分析表明，多数情况下 T 形截面的中和轴位于翼缘内或接近翼缘底部，故为简化分析，计算式（A.0.4）中的受拉钢筋配筋率 ρ 时，截面按矩形截面但截面宽度取 T 形截面的有效截面宽度，即假定 T 形截面的中和轴均位于翼缘内。

A.0.5 长期挠度增大系数 η_θ 应按下列规定确定：

1 对钢筋混凝土梁，矩形截面梁 η_θ 取 1.8，带现浇楼板的非悬臂 T 形截面梁 η_θ 取

1.6，悬臂的倒 T 形截面梁 η_θ 取 1.9；

2 对钢梁，η_θ 取 1.0；

3 对木梁，处于干燥环境时取 1.6，处于潮湿环境时取 2.0。

【条文说明】

A.0.5 由于混凝土的徐变效应，长期荷载作用下钢筋混凝土梁的挠度变形有很大增长，其中，长期挠度增长系数与受压区钢筋配筋率有关，对于带现浇楼板的 T 形截面梁，板内钢筋起到受压区钢筋的作用，故其长期挠度增大系数小于矩形截面梁；对于翼缘位于受拉区的倒 T 形截面梁，长期挠度增大系数应放大 1.2 倍。

国内对木梁蠕变变形影响的研究很少。国外的研究表明，环境潮湿程度对木梁的蠕变变形影响很大，参考美国和欧洲标准的规定，对处于干燥环境和潮湿环境中的木梁，长期挠度增大系数分别取 1.6 和 2.0。

A.0.6 梁的拉应变控制值应根据安全性控制等级按下列规定确定：

1 钢筋混凝土梁的跨中钢筋拉应变控制值 $\varepsilon_{s,lim}$ 宜按表 A.0.6-1 的规定取值；

2 钢梁的跨中梁底拉应变控制值 $\varepsilon_{b,lim}$ 宜按表 A.0.6-2 的规定取值；

3 木梁的跨中梁底拉应变控制值 $\varepsilon_{b,lim}$ 宜按表 A.0.6-3 的规定取值。

表 A.0.6-1 钢筋混凝土梁的跨中受拉钢筋应变控制值 $\varepsilon_{s,lim}$（$\times 10^{-3}$）

钢筋等级	A 级	B 级	C 级
HPB235	0.60	1.00	3.5
HRB300	0.77	1.29	3.5
HRB335	0.90	1.50	4.0

表 A.0.6-2 钢梁的跨中梁底拉应变限值 $\varepsilon_{b,lim}$（$\times 10^{-3}$）

钢材等级	A 级	B 级	C 级
Q235	0.60	1.00	3.5
Q345	0.86	1.43	4.0

表 A.0.6-3 木梁的跨中梁底拉应变限值 $\varepsilon_{b,lim}$（$\times 10^{-3}$）

木材等级	A 级	B 级	C 级
TC11	0.73	1.22	2.0
TC13B	0.87	1.44	2.0
TC13A	0.78	1.30	2.0
TC15	0.90	1.50	2.0
TC17	1.02	1.70	2.0
TB11	0.94	1.57	2.0
TB13	0.98	1.63	2.0
TB15	0.90	1.50	2.0
TB17	0.93	1.55	2.0
TB20	1.00	1.67	2.0

【条文说明】

A.0.6 以安全性控制为目标时，梁拉应变限值根据下列方式确定：

1. 无论对于钢筋混凝土梁还是钢梁、木梁，A、B、C 三个安全性控制等级中，B

级是最基本的，它控制梁的承载能力，对应于构件承载力验算，其拉应变控制值根据设计标准规定的材料强度设计值除以弹性模量计算得到。

2. A 级控制梁的正常使用状态，对应于构件的正常使用极限状态验算。我国设计标准对钢筋混凝土构件、钢构件和木构件的正常使用极限状态验算时的荷载组合方式尚未统一，本标准统一按照荷载的准永久组合效应取值，其与承载能力极限状态时的荷载基本组合效应之比稳定在 0.6 左右，故 A 级拉应变控制值取 B 级控制值的 0.6 倍。也就是说，按现行标准正常设计、正常施工、正常使用和维护的梁，最大弯矩截面的应力应控制在强度设计值的 0.6 倍左右，这就从安全性控制角度给梁的正常使用状态给出了一个较明确的定义，其对应的挠度限值也是与现行标准中根据使用者的主观感受或与其相连的非结构构件的变形能力给出的挠度限值不同的。

3. 对于钢筋混凝土梁和钢梁等延性构件，C 级控制其延性变形能力，以 B 级挠度限值为基准，挠度延性系数可取 2.5~3.5（钢筋或钢材从屈服强度设计值增大至标准值时，其应变和相应的挠度尚有 1.1 倍左右的增大），则钢筋或钢材的拉应变约为（3.5~4.0）×10^{-3}。木梁受弯破坏属于脆性破坏，故 C 级控制其不发生脆性破坏。试验结果表明，跨中无缺陷的木梁的极限拉应变多在（3~4）×10^{-3} 以上，但对跨中有缺陷的木梁，其极限拉应变明显降低，本标准偏安全地取 C 级的拉应变控制值为 2×10^{-3}。

这样，对于钢筋混凝土梁和钢梁，C 级的拉应变和挠度约为相应 A 级的 4.5~5.8 倍；对于木梁，C 级的拉应变和挠度约为相应 A 级的 2.0~2.7 倍。可见，在不同的安全性控制目标下，其拉应变和挠度的限值有很大差异。

A.0.7 对于与钢筋混凝土板或压型钢板混凝土板整体连接的钢梁，根据第 A.0.2 条计算的挠跨比限值尚应乘以梁板协同作用对挠跨比的综合影响系数 λ_k，λ_k 宜按下式计算：

$$\lambda_k = \frac{\lambda_B \lambda_S}{\lambda_z \lambda_h} \qquad (A.0.7)$$

式中：λ_B——楼板与钢梁间的相对滑移影响系数，取 1.12；

λ_S——负弯矩区刚度变化的影响系数，对单跨简支梁和悬臂梁，取 1.0，对三跨及以上连续梁取 1.05，对均布荷载下的两端固端梁取 1.15，对框架梁、二跨连续梁以及其他各类非简支单跨梁取 1.1；

λ_z——截面中和轴高度变化的影响系数，取 1.35；

λ_h——截面高度增大的影响系数，取 $\lambda_h = 1 + h_f/h$，其中 h_f 为翼缘高度（即板厚）。

悬臂梁的梁板协同作用对挠跨比的综合影响系数 λ_k 取 1.0。

A.0.8 对于铺设木楼面板的木梁，根据第 A.0.2 条计算的挠跨比限值尚应乘以梁板协同作用对挠跨比的综合影响系数 λ_k：当木楼面板与木梁采用钉连接时取 0.95，当木楼面板与木梁采用钉-胶连接时取 0.87。

【条文说明】

A.0.7 ~A.0.8 在房屋建筑中，很多钢梁和木梁并不单独存在，而是与上部的楼面板组合

在一起的。这时，宜考虑梁板协同作用对挠跨比的影响。根据钢与混凝土组合梁的挠度计算理论，梁板协同作用对挠跨比的影响体现在四个方面：截面高度增大、截面中和轴位置变化、混凝土翼板与钢梁间滑移的影响以及负弯矩区刚度变化的影响，分别给出了这四个影响系数及其综合影响系数的取值方法。综合影响系数一般分布于 0.64～0.83 之间，最大值是最小值的 1.3 倍，可见梁板协同作用对钢梁的挠度影响很大。对于悬臂梁，由于翼缘位于受拉区，几乎不存在梁板协同作用，综合影响系数取 1.0。

对于铺设木楼面板的木梁，梁板协同作用对木梁的挠度也有一定影响，但总体影响不大，第 A.0.8 条根据不同连接情况直接给出了综合影响系数取值。

附录 B　建筑倾斜对结构构件的承载力影响分析

B.0.1　建筑倾斜对砌体构件的受压承载力影响系数应按下式计算：

$$\lambda_{\mathrm{m}}=1-1.72\gamma\beta \tag{B.0.1-1}$$

$$\beta=\frac{\rho H}{h} \tag{B.0.2-2}$$

式中：λ_{m}——建筑倾斜对砌体构件的受压承载力影响系数；

γ——建筑整体或构件的倾斜率；

β——砌体构件的高厚比；

ρ——砌体构件的计算高度系数，按第 B.0.2 条规定；

H——砌体构件所在楼层的层高；

h——砌体墙厚或柱在计算方向的截面高度。

B.0.2　砌体构件的计算高度系数 ρ 应按下式计算：

1　对砌体柱或两边开设门窗洞的墙肢，按两边支承墙取 ρ=1.0；

2　对一边开设门洞、另一边受直交方向墙体约束的墙肢，按三边支承墙取

$$\rho=\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{H}{2b}\right)^2}} \tag{B.0.2-1}$$

式中：b——墙肢宽度；

3　对两边均受直交方向墙体约束的墙肢，按四边支承墙取

$$\rho=\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{3H}{2s}\right)^2}} \tag{B.0.2-2}$$

式中：s——直交方向墙体的间距。

【条文说明】

B.0.1～B.0.2　多层砌体结构多采用刚性楼盖体系，砌体墙（柱）的计算模型多采上下端铰支的单层构件，假定上层传来的荷载作用在墙（柱）截面中心，但需考虑本层楼（屋）盖荷载对构件产生的偏心距影响。根据这个计算模型，柱或墙（平面外）倾斜必然会对构件产生附加偏心距，其数值等于层高与倾斜率之乘积。由此可分析倾斜引起的附加偏心距对构件承载力的影响，影响系数根据式(B.0.1)计算，主要与构件的倾斜率及高厚比有关。但国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 规定的砌体构件计算高度取值方法不够准确，而行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 规定的墙肢计算高度计算方法，区分了构件的不同边界条件，计算结果较精确，可用来计算砌体构件的计算高度（即 B.0.2 条）。

分析结果表明：平面外倾斜会对砖墙承载力产生明显的不利影响；倾斜率相同时，砖墙高厚比越大，其承载力降低幅度越大；对于高厚比在 5～15 范围内的砌体构件，平面外倾斜率为 0.003 时，受压承载力影响系数在 0.92～0.98 之间，故当平面外倾斜率超过 0.003 时，应考虑其对受压承载力的不利影响。平面外倾斜率为 0.003、0.007、0.01、0.02 和 0.03 时，高厚比为 9.6 的砖墙的受压承载力影响系数分别为 0.95、0.88、0.83、0.67 和 0.50。

平面内倾斜对砖墙承载力影响很小，一般可不予考虑。

B.0.3 整体倾斜对框架、排架、木构架结构的影响可采用等效侧向荷载法进行分析，并符合下列规定：

1 各层的等效侧向荷载可分别取其楼层重力荷载代表值乘以整体倾斜率；

2 采用等效侧向荷载法进行分析时，可考虑砌体填充墙、现浇梁板协同工作对构件内力和承载能力的影响；

3 应将等效侧向荷载法计算所得结构构件的附加内力与正常荷载引起的内力进行叠加后，分析结构构件的承载力能力是否满足要求。

【条文说明】

B.0.3 整体倾斜对框架、排架、木构架结构的影响，体现在结构的重力荷载在垂直于结构竖向构件方向产生了一个微小分量，因此可采用等效侧向荷载法进行计算分析，其各层侧向荷载是楼层重力荷载代表值与倾斜率之乘积。上海地区的抗震设防烈度为 7 度，对层数不多的多层结构，基本周期大致处于设计地震反应谱的平台段，则结构验算时多遇水平地震作用为重力荷载代表值的 0.08 倍。按照等效侧向荷载法，整体倾斜率超过 0.004 时，整体倾斜引起的等效水平荷载超过 7 度多遇水平地震作用的 5%，应该考虑整体倾斜的影响；当整体倾斜率为 0.007、0.01 和 0.02 时，整体倾斜引起的等效水平荷载分别达到 7 度多遇水平地震作用的 9%、13%、25%。

由上述分析可见，当建筑的整体倾斜较大时，对结构产生的附加内力不可忽略。如结构为纯框架、排架，则很可能引起结构构件承载力不足，但实际结构中的砌体填充墙在抵抗结构的平面内倾斜中可以发挥很大作用，考虑其影响可大幅度降低倾斜引起的结构构件附加内力；由于倾斜引起的框架梁附加内力主要发生在梁端，考虑现浇梁板的协同工作，也有助于降低倾斜对框架梁的不利影响。

B.0.4 对于钢筋混凝土框架结构，当不具备按第 B.0.3 条要求对整体结构进行分析的条件时，也可按下列规定确定整体倾斜对框架梁、柱承载力的影响系数：

1 整体倾斜对钢筋混凝土框架柱承载力的影响系数 λ_c 按下式计算：

$$\lambda_c = \exp\left[k\gamma\rho' H / h\right] \tag{B.0.4-1}$$

式中：ρ'——框架柱的反弯点高度系数，底层柱取 0.67，上部各层柱取 0.5；

k——计算系数，根据柱的相对受压承载力系数 φ_N（即偏压柱的受压承载力 N_u 与轴压短柱承载力 $N_{u,0}$ 之比值，按图 B.0.4 取值）和弯矩作用方向钢筋对短柱轴压承载

力的贡献率 $\xi_s=A_sf_y/N_{u,0}$（A_s 为弯矩作用方向的钢筋，f_y 为钢筋的屈服强度设计值）按表 B.0.4 取值。

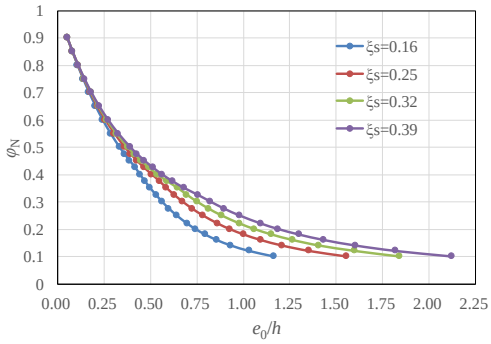

图 B.0.4　相对偏心距对柱受压承载力的影响

表 B.0.4　　计算系数 *k*

φ_N	ξ_s			
	0.16	0.25	0.32	0.39
0.90	-2.13	-1.98	-1.91	-1.85
0.80	-2.08	-1.86	-1.76	-1.68
0.70	-2.03	-1.78	-1.66	-1.57
0.65	-1.98	-1.69	-1.56	-1.47
0.60	-1.99	-1.62	-1.48	-1.39
0.55	-2.04	-1.56	-1.40	-1.30
0.50	-2.20	-1.59	-1.33	-1.18
0.45	-2.35	-1.65	-1.32	-1.12
0.40	-2.38	-1.73	-1.38	-1.12
0.35	-2.34	-1.69	-1.40	-1.15
0.30	-2.25	-1.60	-1.31	-1.11
0.25	-2.06	-1.43	-1.16	-0.98
0.20	-1.82	-1.24	-0.98	-0.84
0.15	-1.49	-0.99	-0.80	-0.67

2　整体倾斜对钢筋混凝土框架梁承载力的影响系数 λ_b 应按下式计算：

$$\lambda_b=1-0.46\gamma\frac{N_c}{F_{s,b}}\cdot\frac{H}{h_{0,b}} \tag{B.0.4-2}$$

式中：N_c ——框架柱的竖向压力设计值；

$F_{s,b}$——框架梁端截面受拉钢筋拉力；

$h_{0,b}$——框架梁截面的有效高度。

3　采用前款计算得到的整体倾斜对钢筋混凝土框架柱、梁承载力的影响系数，可考虑砌体填充墙、现浇梁板协同工作的有利作用进行调整。

【条文说明】

B.0.4　按照第 B.0.3 的等效侧向荷载法可以全面分析整体倾斜对钢筋混凝土框架的影响。但当不具备对整体结构进行计算分析的条件时，也可直接按本条方法将不考虑整体倾斜

影响的结构构件承载能力乘以一个折减系数。公式(B.0.4-1)和(B.0.4-2)是基于反弯点法和我国《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 建立的经验公式。比较分析表明，当倾斜率较小时，钢筋混凝土柱与砌体构件受压承载力的降低幅度差别不大；纵筋对钢筋混凝土框架柱抗倾斜能力的提高作用在倾斜率较小时不明显，而在倾斜率较大时越来越明显。采用上述方法计算得到的整体倾斜对钢筋混凝土框架柱、梁承载力的影响系数，也可考虑砌体填充墙、现浇梁板协同工作的有利作用进行调整。

附录 C　建筑局部沉降变形的分级控制

C.0.1　当建筑存在不均匀沉降时，除应按附录 A 考虑建筑不均匀沉降引起的整体倾斜对结构构件承载力的影响外，尚应分析不均匀沉降中是否含有局部沉降变形，并按本附录的规定对局部沉降变形进行分级控制。

C.0.2　应根据历史建筑的重要程度、保护要求、施工前的损坏状态、抗沉降变形的能力、周边地下工程的施工方案、建筑物与地下工程的相对位置关系等综合确定周边建筑物的损坏等级控制要求，建筑损坏分为基本完好、轻微损坏、中等损坏和严重损坏四个等级。

【条文说明】

C.0.2　沉降变形作用下历史建筑的目标损坏程度应根据建筑本体及周边环境的具体条件确定，不能一概而论。建筑的目标损坏程度分为基本完好、轻微损坏、中等损坏和严重损坏四个等级，根据墙体的裂缝宽度有较明确的定义（见 C.0.6 条）。一般情况下，有较好条件的历史建筑的目标损坏程度不宜超过基本完好等级，但自身条件较差、周边环境很不利的情况下，也可能不得不以轻微损坏甚至中等损坏和严重损坏为控制目标，前提是待沉降影响结束后能有效修复这些裂缝损伤。

C.0.3　按本附录规定控制建筑的局部沉降变形时，建筑沉降变形监测点的布置除应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的规定外，尚应符合下列规定：

1　房屋平面各转角、变形缝两侧、立面高度变化部位等均应布置沉降监测点；

2　框架结构、排架结构的沉降监测点宜布置在框架柱上；采用独立基础的框架或排架结构的沉降监测点应布置在柱上；

3　相邻沉降监测点的间距，不宜超过建筑高度的 0.5 倍，不应超过建筑高度的 1 倍和 12m 之较大值；

4　对于需控制中点角变形的建筑，尚需测量墙段中点位置的截面平均转角；

5　应测量建筑的总高度，沉降测点布置后应测量其实际间距。

C.0.4　墙段的相对倾角 α 和中点角变形 β 可以通过以下方法测量和计算：

1　对高宽比接近于 1 的墙段，布置 A（墙段左端点）、B（墙段右端点）、O（墙段中间点）三个沉降测点。分别测量并记录以下数值：墙段长 l、墙段高 H、A 点累计沉降 f_A、B 点累计沉降 f_B、O 点累计沉降 f_O（见图 C.0.4）；

2　根据沉降观测数值计算墙段 AO 的沉降差 $\Delta f_{AO}=f_O-f_A$，墙段 BO 的沉降差 $\Delta f_{BO}=f_B-f_O$，根据式(C.0.4-1)计算相对倾角 α；

$$\alpha=\frac{\Delta f_{AO}}{l/2}-\frac{\Delta f_{OB}}{l/2} \tag{C.0.4-1}$$

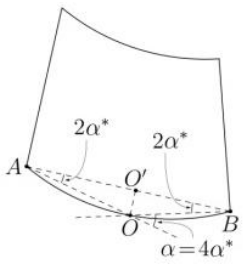

图 C.0.4-1　墙段相对倾角的计算简图

3　对于需控制中点角变形的建筑，在测得中点 O 位置的截面平均转角 φ 后（见图 C.0.4-2），利用式(C.0.4-2)计算墙段 AB 的中点角变形 β。

$$\beta=\frac{f_B-f_A}{l}-\varphi \tag{C.0.4-2}$$

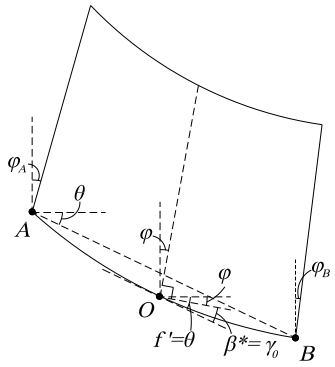

图 C.0.4-2　墙段中点角变形的计算简图

【条文说明】

C.0.3～C.0.4　由于控制建筑的局部沉降变形时需采用相对倾角和中点角变形两个新参数，测量参数和测点布置应符合本条的特别要求：

1. 无论是相对倾角还是中点角变形都是分段监测和控制的，墙段的长度宜控制在与建筑高度相当的范围内，长度过短增加监测成本且没有必要，长度过长则无法达到控制精度的要求。

2. 除了墙段两端的沉降外，还需监测墙段中点的沉降；

3. 对于需控制中点角变形的建筑，尚需用倾角仪测量墙段中点位置的截面平均转角；

4. 应测量建筑的总高度，沉降测点布置后应测量其实际间距。

上述要求是局部沉降变形参数计算所必须满足的条件。

上海市标准《地基基础设计规范》DBJ08-11-1989 曾提出一个“相对弯曲”的沉降控制参数，定义为因不均匀沉降引起的房屋基础中部相对于两端的弯曲矢高与房屋长度之比，该标准对多层砌体结构给出的相对弯曲实测值为 0.0003～0.0008，对采用箱形基础的多层现浇框架结构给出的相对弯曲实测值为 0.0000～0.0006。相对倾角与相对弯曲两个参数既有区别又有联系：一是相对倾角比相对弯曲控制更精细，因前者控制不同墙段，而后者控制整个建筑；二是如墙段长度与建筑长度相等，则前者是后者的 4 倍。

由深梁理论和式(C.0.4-2)的定义可知：由于沉降引起的墙段中点斜率是其中点截面

倾角和墙段剪切变形之和，而墙段中点斜率可用墙段两端的相对沉降代替，故墙段的中点角变形实质上就是其剪切变形。

C.0.5 应根据不同的建筑结构、基础类型及周边环境确定地基基础沉降模式，分别选用相对倾角 α 或中点角变形 β 作为局部沉降变形控制参数，并确定其限值：

1 采用刚性基础的无筋砌体结构发生自然沉降或受基础下方盾构施工影响时，一般发生上凹弯曲形沉降，应按下式计算相对倾角 α 的限值：

$$\alpha_{\lim}=3\cdot\frac{l}{H}\cdot\varepsilon_{\lim} \tag{C.0.5-1}$$

式中，$\varepsilon_{\lim}$ 为不同损坏等级下的拉应变限值，见 6.2.3 条规定。

2 采用柔性基础的多层砌体结构或钢筋混凝土填充墙框架结构发生自然沉降或受基础下方盾构施工影响时，一般发生上凹剪切形沉降，应按下式计算相对倾角 α 的限值：

$$\alpha_{\lim}=0.8\cdot\left(\frac{\lambda}{\chi}+q\right)\cdot\frac{l}{H}\cdot\varepsilon_{\lim} \tag{C.0.5-2}$$

3 屋盖位置不设圈梁的砌体结构受邻近施工影响时，一般发生下凹弯曲形沉降，应按下式计算相对倾角 α 的限值：

$$\alpha_{\lim}=0.6\cdot\frac{l}{H}\cdot\varepsilon_{\lim} \tag{C.0.5-3}$$

式中，χ 为弯剪刚度比，λ 为墙段的剪跨比，q 为分布荷载集度系数，按第 C.0.7 条规定。

4 屋盖位置设圈梁的砌体结构或钢筋混凝土填充墙框架结构受邻近施工影响时，一般发生下凹剪切形沉降，应按下式计算中点角变形 β 的限值：

$$\beta_{\lim}=1.6\cdot\varepsilon_{\lim} \tag{C.0.5-4}$$

【条文说明】

C.0.5 基础和结构类型不同的建筑在不同的环境下会发生四种不同的沉降模式：上凹弯曲型沉降、上凹剪切形沉降、下凹弯曲型沉降和下凹剪切形沉降，对历史建筑而言这四种模式的沉降均可能发生，应区别类型采用不同的局部沉降变形控制参数及其限值：

当房屋建筑发生自然沉降或受基础下方盾构施工影响时，一般会产生上凹形沉降，由于开裂首先发生于中部基础底面，根据建筑基础和结构形式不同，会有上凹弯曲形沉降和上凹剪切形沉降两种模式：

采用刚性基础的无筋砌体结构，由于基础抗裂能力极差，中部裂缝会垂直向上延伸至地面以上，构成上凹弯曲形沉降的开裂破坏模式。这种沉降模式下，局部沉降变形应采用相对倾角进行控制，其限值受中部基础的弯曲拉应变控制，按式(C.0.5-1)计算。

采用钢筋混凝土等柔性基础的多层砌体结构或钢筋混凝土填充墙框架结构，由于基础的抗裂能力大幅度提高，中部基础的弯曲裂缝受到明显抑制，而房屋两端的砌体墙或砌体填充墙的抗裂能力较差，往往在两端的砌体墙或砌体填充墙上发生剪切裂缝，构成上凹剪切形沉降的开裂破坏模式。这种沉降模式下，局部沉降变形应采用相对倾角进行

控制，其限值受房屋两端砌体墙或砌体填充墙的主拉应变控制，按式(C.0.5-2)计算。

当房屋建筑受邻近地下工程施工影响时，一般会产生下凹形沉降，由于开裂首先发生于房屋顶部的屋盖顶面，根据建筑结构形式不同，会有下凹弯曲形沉降和下凹剪切形沉降两种模式：

屋盖位置不设圈梁的砌体结构，由于屋盖抗裂能力极差，屋面裂缝会垂直向下延伸一个甚至多个楼层，构成下凹弯曲形沉降的开裂破坏模式。这种沉降模式下，局部沉降变形应采用相对倾角进行控制，其限值受屋盖的弯曲拉应变控制，按式(C.0.5-3)计算。

屋盖位置设圈梁的砌体结构或钢筋混凝土填充墙框架结构，由于屋盖的抗裂能力大幅度提高，屋盖顶面的弯曲裂缝受到明显抑制，而砌体墙或砌体填充墙的抗裂能力较差，往往在受力不利位置的砌体墙或砌体填充墙上发生剪切裂缝，构成下凹剪切形沉降的开裂破坏模式。这种沉降模式下，局部沉降变形宜采用中点角变形进行控制，其限值受两端砌体墙或砌体填充墙的主拉应变控制，按式(C.0.5-4)计算。

C.0.6 应根据砌体结构或钢筋混凝土框架结构的砌体填充墙的裂缝宽度作为判断结构损坏程度的依据，并按表 C.0.6 确定拉应变限值。

表 C.0.6 不同损坏程度的裂缝宽度和拉应变限值

损坏程度	裂缝宽度(mm)	拉应变 ε_{lim} (‰)
基本完好	0.1	0.4
轻微损坏	1	0.75
中等损坏	5	1.5
严重损坏	10	3.0

注：表中的裂缝宽度和拉应变均指该损坏等级的上限值；当在宽度3m范围内同一方向发生多条裂缝时，指该多条裂缝宽度之和。

【条文说明】

C.0.6 不同损坏等级下的裂缝宽度和拉应变限值在参考国外研究成果的基础上，结合我国标准的规定做适当调整后确定。这里应该说明的是，一片墙上很可能发生不止一条裂缝，则表 C.0.6 中的裂缝宽度限值是指一片墙上相同方向多条裂缝宽度之和。

C.0.7 计算上凹剪切型沉降的相对倾角限值时，相关参数应按下列规定取值：

1 弯剪刚度比χ可按表C.0.7-1取值。

表 C.0.7-1 弯剪刚度比 χ 的取值

结构形式	采用装配式混凝土或木结构楼屋盖的砌体结构	采用现浇混凝土楼屋盖的砌体结构	框架结构
低层弹性	2.5	5	4
多层弹性	1.5	3	2.5
塑性	1.0	1	0.5

注：“低层”指1～2层，“多层”指3～8层；“弹性”指“基本完好”的损坏程度，“塑性”指其他三种损坏程度。

2 墙段的剪跨比λ和分布荷载集度系数q可按表C.0.7-2取值。

表 C.0.7-2　剪跨比 λ 和分布荷载集度系数 q 的取值

L/H	2	3	4		5		6		
	第1段	第1段	第1段	第2段	第1段	第2段	第1段	第2段	第3段
λ	0.75	0.63	0.58	3.75	0.56	2.63	0.55	2.25	8.75
q	2.0	1.0	0.67	2.0	0.5	1.0	0.4	0.67	2.0

【条文说明】

C.0.7　本条结合理论分析和试验结果给出计算上凹剪切型沉降的相对倾角限值时的几个参数取值。

C.0.8　对于上凹剪切型沉降的第1墙段，以及其他各种沉降模式，局部沉降变形的限值也可直接按如下方式取值：

1　目标控制损坏等级为基本完好时，局部沉降变形的限值可按表C.0.8-1取值；

表 C.0.8-1　目标控制损坏等级为基本完好时的局部沉降变形限值(‰)

L/H	2	3	4	5	6
上凹弯曲型沉降的 α_{lim}	1.2				
下凹弯曲型沉降 α_{lim}	0.24				
上凹剪切型沉降 α_{lim}	0.72	0.39	0.28	0.22	0.19
下凹剪切型沉降 β_{lim}	0.64				

注：表中数值以l/H=1.0的条件给出，当l/H为其他值时，表中数值尚应乘以l/H。

2　目标控制损坏等级为轻微损坏时，沉降变形的限值可按表C.0.8-2取值；

表 C.0.8-2　目标控制损坏等级为轻微损坏时的沉降变形限值

L/H	2	3	4	5	6
上凹弯曲型沉降 α_{lim}	2.25				
下凹弯曲型沉降 α_{lim}	0.45				
上凹剪切型沉降(砌体) α_{lim}	1.65	0.98	0.75	0.64	0.57
上凹剪切型沉降(框架) α_{lim}	2.10	1.35	1.10	0.98	0.90
下凹剪切型沉降 β_{lim}	1.2				

注：表中数值以l/H=1.0的条件给出，当l/H为其他值时，表中数值尚应乘以l/H。

3　目标控制损坏等级为中等损坏和严重损坏时，沉降变形的限值可分别取表C.0.8-2内数值的2倍和4倍。

【条文说明】

C.0.8　本条给出简化的局部沉降变形限值。上凹剪切型沉降的两端第1墙段，是最容易发生剪切裂缝的位置，在整个房屋中起控制作用。

C.0.9　对于邻近地下工程施工影响下的历史建筑，除按照C.0.5～C.0.8条的规定确定沉降变形限值外，尚应考虑如下因素对沉降变形限值进行修正：

1　对采用刚性基础的多层无筋砌体结构，应考虑水平拉伸变形的影响。在缺少工程实测数据时，水平拉伸变形影响系数可取0.5～0.7，长宽比大时取小值，长宽比小时取大值。

2 施工期间发生突发性的沉降变形时，宜考虑瞬时沉降速率影响系数0.5。

【条文说明】

C.0.9 对于邻近地下工程施工影响下的历史建筑，在两种情况下尚需对 C.0.5～C.0.8 条确定的局部沉降变形限值进行折减处理：一是采用刚性基础的多层无筋砌体结构，由于不均匀沉降一般尚伴随有地基基础的水平拉伸变形，尚需根据经验考虑其不利影响，对局部沉降变形限值乘以 0.5～0.7 的折减系数；二是前述方法分析的局部沉降变形限值均是针对缓慢变形给出的，对于突发性的沉降变形，尚宜考虑瞬时沉降速率的影响对局部沉降变形限值乘以 0.5 的折减系数。

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：

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 标准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. 《建筑设计防火规范》GB 50016
3. 《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982
4. 《建筑变形测量规范》JGJ 8
5. 《建筑物倾斜纠偏技术规程》JGJ 270
6. 《建（构）筑物移位工程技术规程》JGJ/T 239
7. 《建筑红外热像检测要求》JG/T 269
8. 《红外热像法检测建筑外墙饰面粘结质量技术规程》JGJ/T 277
9. 《基坑工程技术标准》DG/TJ 08-61
10. 《房屋质量检测规程》DG/TJ 08-79
11. 《优秀历史建筑保护修缮技术规程》DG/TJ 08-108
12. 《基坑工程施工监测规范》DG/TJ 08-2001
13. 《地铁隧道工程盾构施工技术规范》DG/TJ 08-2041
14. 《顶管工程施工规程》DG TJ 08-2049

条文说明