

**CECS ×××-××××**

中国工程建设标准化协会标准

古建筑结构抗震鉴定标准

Technical Standard for Seismic Appraisement of Ancient Buildings

**（征求意见稿）**

中国计划出版社

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2018年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2018]030号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定了本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 工程勘查；5 场地、地基和基础；6 木结构古建筑；7 砖石结构古建筑；8 砖木结构古建筑。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑振动专业委员会归口管理，西安建筑科技大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至西安建筑科技大学（地址：陕西省西安市雁塔路中段13号西安建筑科技大学土木工程学院；邮编：710055）。

主编单位：西安建筑科技大学

 机械工业勘察设计研究院有限公司

目 录

[1 总则](#_Toc87282395) 3

[2 术语和符号 4](#_Toc87282396)

[3 基本规定 6](#_Toc87282397)

[4 工程勘查 8](#_Toc87282398)

[5 场地、地基和基础 9](#_Toc87282399)

[5.1 一般规定 9](#_Toc87282400)

[5.2 第一级抗震鉴定 9](#_Toc87282401)

[5.3 第二级抗震鉴定 10](#_Toc87282402)

[6 木结构古建筑 11](#_Toc87282403)

[6.1 一般规定 11](#_Toc87282404)

[6.2 木结构古建筑第一级抗震鉴定 11](#_Toc87282405)

[6.3 木结构古建筑第二级抗震鉴定 16](#_Toc87282406)

[7 砖石结构古建筑 18](#_Toc87282407)

[7.1一般规定 18](#_Toc87282408)

[7.2 砖石古塔第一级抗震鉴定 18](#_Toc87282409)

[7.3 砖石古塔第二级抗震鉴定 20](#_Toc87282410)

[7.4 砖石古城墙第一级抗震鉴定 21](#_Toc87282411)

[7.5 砖石古城墙第二级抗震鉴定 23](#_Toc87282412)

[7.6 砖石古桥第一级抗震鉴定 24](#_Toc87282413)

[7.7 砖石古桥第二级抗震鉴定 25](#_Toc87282414)

[8 砖木结构古建筑 26](#_Toc87282415)

[8.1 一般规定 26](#_Toc87282416)

[8.2 砖木结构古建筑第一级抗震鉴定 26](#_Toc87282417)

[8.3砖木结构古建筑第二级抗震鉴定 29](#_Toc87282418)

[附录A 截面抗震验算 30](#_Toc87282419)

[附录B 抗震变形验算 31](#_Toc87282420)

[本标准用词说明 32](#_Toc87282421)

[引用标准名录 33](#_Toc87282422)

CONTENTS

Chapter [1 General Provisions](#_Toc87282395) 3

Chapter [2 Terms and Symbols 4](#_Toc87282396)

Chapter [3 Basic Requirements 6](#_Toc87282397)

Chapter [4 Engineering Exploration 8](#_Toc87282398)

Chapter [5 Site, Soil and Foundation 9](#_Toc87282399)

[5.1 General Requirements 9](#_Toc87282400)

[5.2 First-level Seismic Appraisal 9](#_Toc87282401)

[5.3 Second-level Seismic Appraisal 10](#_Toc87282402)

Chapter [6 Ancient Timber Structures 11](#_Toc87282403)

[6.1 General Requirements 11](#_Toc87282404)

[6.2 First-level Seismic Appraisal of Ancient Timber Structures 11](#_Toc87282405)

[6.3 Second-level Seismic Appraisal of Ancient Timber Structures 16](#_Toc87282406)

Chapter [7 Ancient Masonry Structures 18](#_Toc87282407)

[7.1 General Requirements 18](#_Toc87282408)

[7.2 First-level Seismic Appraisal of Ancient Masonry Tower 18](#_Toc87282409)

[7.3 Second-level Seismic Appraisal of Ancient Masonry Tower 20](#_Toc87282410)

[7.4 First-level Seismic Appraisal of Ancient Masonry City Tower 21](#_Toc87282411)

[7.5 Second-level Seismic Appraisal of Ancient Masonry City Tower 23](#_Toc87282412)

[7.6 First-level Seismic Appraisal of Ancient Masonry Bridge 24](#_Toc87282413)

[7.7 Second-level Seismic Appraisal of Ancient Masonry Bridge 25](#_Toc87282414)

Chapter [8 Ancient Masonry-Timber Structures 26](#_Toc87282415)

[8.1 General Requirements 26](#_Toc87282416)

[8.2 First-level Seismic Appraisal of Ancient Masonry-Timber Structures 26](#_Toc87282417)

[8.3 Second-level Seismic Appraisal of Ancient Masonry-Timber Structures 29](#_Toc87282418)

[Appendix A Checking for Strength 30](#_Toc87282419)

[Appendix B Checking for Deformation 31](#_Toc87282420)

[Explanation of Wording in This Standard 32](#_Toc87282421)

[List of Quoted Standards 33](#_Toc87282422)

# 1 总则

**1.0.1** 为贯彻执行国家有关法律法规，实行以预防为主的抗震方针，减轻地震对现存古建筑的破坏，对现存古建筑的抗震能力进行鉴定，并为抗震加固或采取其他抗震减灾对策提供依据，制定本标准。

**1.0.2**  符合本标准的古建筑，在修缮保固年限内具有的抗震设防目标为：

**1** 当遭受相当于本地区抗震设防烈度的地震影响时，古建筑结构可能发生损坏，但经一般性修缮后仍可继续使用；

**2** 当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时，古建筑结构不致坍塌，经大修后仍可基本恢复原状。

**1.0.3** 本标准适用于抗震设防烈度为6度~8度地区古建筑的抗震鉴定，9度地区的古建筑应专门研究后进行抗震鉴定。

各地区的抗震设防烈度，应采用《中国地震动参数区划图》（GB 18306）确定的地震基本烈度。

注：本标准以下将“抗震设防烈度为6度、7度、8度”简称为“6度、7度、8度”。

**1.0.4** 国保级、省保级以及市县级古建筑，根据古建筑的重要性，修缮保固年限可分别按不超过10年、20年、30年考虑。在达到修缮保固年限后，应重新进行抗震鉴定，并根据鉴定结果确定是否需要修缮加固。

**1.0.5** 下列情况下，古建筑应进行抗震鉴定：

**1** 发现古建筑有抗震安全隐患；

**2** 古建筑所在区域遭受不低于本地区抗震设防烈度地震；

**3** 古建筑进行了结构修缮；

**4** 古建筑达到修缮保固年限；

**5** 其他必要情况。

**1.0.6** 为长远保护古建筑，每次抗震鉴定所进行的勘查、检测、测试、计算及鉴定的记录、图纸、照片、计算书和审批文件等资料，均应建档保存。

**1.0.7** 古建筑的抗震鉴定，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术语和符号

2.1术语

**2.1.1** 古建筑 ancient building

应用传统材料和技术建于1840年以前具有重要历史、文化、艺术、科学和社会价值的建筑物和构筑物。从重要性上分为国保级、省保级以及市县级古建筑；从结构体系上分为木结构、砖木结构以及砖石结构古建筑。

**2.1.2** 勘查 exploration

对结构、构件和连接的状况或性能所进行的现场检查、检测和调查等工作。

**2.1.3** 抗震鉴定 seismic appraisal

 通过检查古建筑的结构体系、结构布置和残损现状，对其在地震作用下的安全性进行评估。

**2.1.4** 修缮保固年限 the safety period after seismic appraisal and strengthening

 古建筑经过抗震鉴定、修缮加固后可继续正常使用的安全年限，在此年限内，古建筑不需要重新抗震鉴定即可满足抗震设防要求。

**2.1.5** 抗震构造措施 details of traditional seismic construction

根据古建筑传统营造方法，对结构和非结构各部分必须采取的各种构造要求。

**2.1.6** 木结构古建筑 ancient building of timber structure

由木柱与木梁（枋）、檩或木屋架等承重，以木墙或砖土墙为维护结构的古建筑。

**2.1.7** 砖木结构古建筑 ancient building of brick and timber structure

竖向承重构件为砌筑砖墙或砖柱、楼（屋）盖由木梁和檩或木屋架组成的古建筑。

**2.1.8** 砖石结构古建筑 ancient building of masonry structure

应用传统材料和技术，由砖、石类块体与灰浆或其他胶结材料砌筑而成的墙、柱、拱等作为主要受力构件的古建筑。

**2.1.9** 风化 weathering

古建筑中的土或砖、石块体在温度变化、水的危害、大气及生物作用等长期影响下发生的破坏作用。

**2.1.10** 腐蚀 corrosion

构件直接与环境介质接触而产生物理或者化学的变化而导致材料的功能受到损伤的现象。

2.2 主要符号

**2.2.1** 作用和作用效应

$F\_{EK}$ ——结构总水平地震作用的标准值

$G\_{eg}$ ——结构等效总重力荷载

*S* ——结构构件的作用效应

$θ$ ——层间位移角

**2.2.2** 材料性能和抗力

*R* ——结构构件承载力设计值

$\left[θ\right]$ ——层间位移角限值

$ρ$ ——残损面积与总面积之比

**2.2.3** 计算系数

$β\_{i}$ ——第$i$楼层的纵向和横向墙体平均抗震能力指数

$β\_{ci}$ ——第$i$楼层的纵向和横向墙体综合抗震能力指数

$β\_{cij}$ ——第$i$层第$j$墙段综合抗震能力指数

$β\_{ij}$ ——第$i$层第$j$墙段抗震能力指数

$ψ\_{1}$ ——体系影响系数

$ψ\_{2}$ ——局部影响系数

$γ\_{Ra}$ ——抗震鉴定的承载力调整系数

$α\_{1}$ ——相应于结构基本自振周期*T*1的水平地震影响系数

$λ$ ——烈度影响系数

# 3 基本规定

**3.0.1** 古建筑的抗震鉴定，应符合最小干预原则，避免对古建筑造成损伤，可结合古建筑的安全普查、修缮、加固等工程一并实施。

**3.0.2** 古建筑的抗震鉴定，应包括下列内容：

**1** 搜集古建筑的相关资料；当资料不全时，应根据鉴定需要进行补充勘查。

**2** 对古建筑的结构体系、结构布置以及病害、损伤、变形等残损现状进行勘查。

**3** 按照古建筑类别采用相应的鉴定方法逐级进行鉴定。

**4** 对古建筑综合抗震能力做出评价，提出相应的抗震减灾对策和处理意见。

**3.0.3** 古建筑的抗震鉴定，应遵循下列原则：

 **1** 根据古建筑的结构体系、结构布置确定其检查的重点项目、内容和要求。

 **2** 区分重点部位与一般部位，并按相应的要求进行检查和鉴定。

 **3** 在分析综合抗震能力时，宜区别对待对抗震性能有整体影响的构件和仅有局部影响的构件。

**3.0.4** 古建筑的抗震鉴定，宜按两级进行鉴定：

 **1** 第一级抗震鉴定应以结构残损现状为主并结合结构体系、结构布置现状的合理性进行综合评价，第二级抗震鉴定应采用抗震验算并结合残损现状进行综合评价。

 **2** 当符合第一级抗震鉴定的各项要求时，除本标准各章有明确规定的情况外，可评为满足抗震鉴定要求，不再进行第二级抗震鉴定；当不符合第一级抗震鉴定要求时，除本标准各章有明确规定直接判断为不满足抗震鉴定要求外，应进行第二级抗震鉴定，并由第二级抗震鉴定做出判断。

**3.0.5** 古建筑的抗震鉴定宜按图3.0.5的鉴定程序进行。

**3.0.6** 古建筑的第一级抗震鉴定，应符合下列规定：

 **1** 检查结构体系，应找出破坏后会导致整个体系丧失抗震能力的部件或构件；当古建筑由不同类型结构体系相连时，应提高其相应部位的抗震鉴定要求。

 **2** 检查结构布置，应分析古建筑的平立面、质量分布和抗侧力构件布置现状是否规则、对称。

 **3** 检查结构构件或部件，应找出对构件或部件抗震能力或承载能力有重要影响的残损情况。

 **4** 结构构件的连接构造应满足结构整体性的要求。

 **5** 具有重要价值的非结构构件及其与主体结构的连接构造应满足抗震要求。

**3.0.7** 古建筑的第二级抗震鉴定，应符合下列规定：

 **1** 当古建筑的平立面、质量、刚度分布和抗侧力构件的布置在平面内明显不对称时，或古建筑已存在严重扭转、倾斜、拔榫等残损状况时，应直接进行第二级鉴定，并考虑扭转、倾斜、拔榫等的不利影响。

 **2**  抗震验算包括截面抗震验算和抗震变形验算。截面抗震验算和抗震变形验算可分别参照本标准附录A、附录B执行。

**3.0.8** 对不符合抗震鉴定要求的古建筑，可根据其不符合要求的指标、程度对结构整体抗震性能影响的大小，以及有关的非抗震残损现状等实际情况，结合古建筑保护要求，提出相应的维护、修缮与加固等抗震减灾对策和处理意见。



图3.0.5 古建筑抗震鉴定程序

# 4 工程勘查

**4.0.1** 古建筑的抗震鉴定宜调研收集下列基本资料：

 **1** 所在区域的气象、水文、地质和地下资源开采等资料。

**2** 人为灾害和所在区域的地震、雷击、洪水和风灾等自然灾害的资料。

 **3** 历次维修、加固、改建和扩建等资料。

 **4** 历次检测、鉴定资料。

 **5** 结构形式、使用功能、受力状态和残损情况等现状勘查资料。

 **6** 材料性能的现场或实验室检测数据。

**4.0.2** 在进行古建筑抗震鉴定前，应进行详细的现状勘查。现状勘查应包括下列内容：

 **1** 古建筑的现状勘查应包括结构体系、结构布置和残损现状勘查。

 **2** 残损现状勘查，应对古建筑的场地、地基与基础、承重结构、具有重要价值的非结构构件以及构件间连接等的残损范围、特征、程度及成因进行勘查。

**4.0.3** 古建筑的勘查应符合下列规定：

 **1** 勘查使用的仪器应满足要求，宜采用三维扫描、摄影测量、应力波等无损或微损勘查和检测手段，不应破坏古建筑本体及现状，可使用BIM等技术建立古建筑的三维信息模型。对长期观测的对象，尚应设置坚固的永久性观测基准点。

 **2**  不得使用温度骤变、强度照射、强振动等有损古建筑及其附属文物的勘查手段。

 **3** 勘查结果，除应有勘查报告外，尚应附有该古建筑残损情况的测绘图纸、照片和必要的文字说明资料。

 **4** 在勘查过程中，当发现险情，或发现题记、文物时，应立即保护现场，并及时报告国家相关文物管理部门，勘查人员不得擅自处理。

# 5 场地、地基和基础

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 6度、7度地区的古建筑或建造于对抗震有利地段的古建筑，可不进行场地对建筑影响的抗震鉴定。有利、不利地段的判别和场地类别的划分，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011）划分。

**5.1.2** 古建筑所在场地为不利地段时，应对其地震稳定性、地基滑移及对古建筑的可能危害进行评估；非岩石和强风化岩石陡坡的坡度及建筑场地与坡脚的高差均较大时，应估算局部地形导致其地震影响增大的后果。

**5.1.3** 古建筑所在场地处于河涌、水渠、液化区、采空区等地质灾害影响范围内时，应判明可能引起的地质灾害。

**5.1.4** 地基基础应先通过现状勘查判定有无严重静载缺陷，再进行抗震鉴定。

**5.1.5** 地基基础的抗震鉴定，应着重调查由于地基基础缺陷导致的上部结构的不均匀沉降裂缝和倾斜，以及有无发展趋势。

**5.1.6** 地基主要受力层范围内不存在软弱土、饱和砂土和饱和粉土或严重不均匀土层的古建筑，可不进行其地基基础的抗震鉴定。

## 5.2 第一级抗震鉴定

**5.2.1** 地基基础的第一级抗震鉴定应符合下列要求：

 **1** 存在软弱土、饱和砂土和饱和粉土的地基基础，应根据烈度、场地类别、古建筑现状和基础类型，进行液化、震陷鉴定。

 **2** 基础以下主要受力层存在饱和砂土或饱和粉土时，对下列情况可不进行液化影响的判别：

 1）对液化沉降不敏感的古建筑。

 2）符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011）液化初步判别要求的古建筑。

 **3** 基础以下主要受力层存在软弱土时，对下列情况可不进行古建筑在地震作用下沉降的验算：

1）地基土静承载力特征值大于80kPa。

2）基础底面以下的软弱土层厚度不大于5m。

 **4** 基础无明显腐蚀、酥碱、松散和剥落。

 **5** 台基内夯土无明显空洞，包砌部分无松散、开裂或剥落。

 **6** 上部承重结构无不均匀沉降裂缝和倾斜，或虽有裂缝、倾斜但不严重且无发展趋势。

 **7**  望柱、栏板、台阶以及其他具有重要保护价值构件无断裂、局部缺失等严重破坏。

 **8** 望柱、栏板、台阶以及其他具有重要保护价值构件无影响其稳定性的连接松动等严重损坏。

**5.2.2** 当地基基础出现下列情况时，应直接判定地基基础不符合要求，不再进行第二级抗震鉴定：

 **1** 古建筑不均匀沉降仍有发展且无终止趋势。

 **2** 古建筑地基基础在历史上发生过滑动且仍有可能发生滑动。

## 5.3 第二级抗震鉴定

**5.3.1** 地基基础的第二级抗震鉴定应符合下列要求：

 **1**  对于不满足第一级抗震鉴定的地基基础、位于III、IV类场地上的多高层古建筑地基基础以及软弱土地基，应进行地基和基础的抗震承载力验算。

 **2** 对天然地基的承载力验算，应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》（GB 50023）的规定考虑地基土静承载力长期压密提高系数。

 **3** 饱和土液化的第二级判别，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的规定，采用标准贯入试验判别法。判别时，可计入地基附加应力对土体抗液化强度的影响。存在液化土时，应确定液化指数和液化等级，并提出相应的抗液化措施。

**5.3.2** 静载作用下已出现严重缺陷的地基基础，应同时审核其静载下的承载力。若其静载作用下的承载力不能满足要求，可直接判断其不满足抗震要求。

# 6 木结构古建筑

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 本章适用于木柱与木梁（枋）、檩或木屋架等承重的古建筑。

**6.1.2** 木结构古建筑抗震鉴定，应重点检查下列内容：

1. 结构体系和结构布置情况。
2. 木柱、木梁、枋和斗栱等承重构件的虫蛀、腐朽等残损情况，木柱与木梁、枋节点间的连接方式和连接构造的有效性。
3. 楼、屋盖形式及其连接构造、围护墙及其与木构架间连接构造、局部易脱落构（部）件的连接构造的有效性。
4. 整体及局部倾斜情况。
5. 具有重要价值的非结构构件与主体结构连接的有效性。

**6.1.3** 对下列范围内的木结构古建筑，除应进行第一级抗震鉴定外，还应进行第二级抗震鉴定：

**1** 8度地区III类、IV类场地上的一般古建筑。

**2** 8度地区所有场地上的多层木结构古建筑。

**3** 7度地区III类、IV类场地上且300年以上木结构古建筑，6度~8度地区的500年以上木结构古建筑。

## 6.2 木结构古建筑第一级抗震鉴定

1. 木结构古建筑第一级抗震鉴定应以结构残损现状鉴定为主，并结合结构体系与布置现状的合理性进行综合评价。
2. 木结构古建筑的结构体系与布置现状应符合下列要求：
3. 木结构古建筑的结构体系完整合理，无拐角或突出。
4. 古建筑的平、立面和填充墙体，质量和刚度沿高度分布应比较规则均匀，楼层的质心和计算刚心基本重合或接近。
5. 梁柱构件的传力路径、结构造型及连接方式应明确或基本明确。
6. 承重木柱的残损现状应符合下列规定：
7. 承重木柱任一截面，其腐朽与老化变质（两者合计）所占面积与整截面面积之比$ρ$，应符合下列要求：
8. 当仅有表层腐朽和老化变质时，面积之比应满足$ρ\leq \frac{1}{5}$。
9. 当仅有木柱心部腐朽时，面积之比应满足$ρ\leq \frac{1}{7}$。
10. 当同时出现1)和2)两种情况，不论$ρ$大小，均视为不符合要求。
11. 承重木柱斜裂缝的斜率不应大于15%，且裂缝深度不大于木柱直径的1/2或材宽的1/3；柱身任意部位无明显的虫蛀空洞，且敲击无空鼓音。
12. 承重木柱的弯曲矢高应满足δ$\leq $ *L*0/250（*L*0为柱的无支长度）。
13. 承重木柱应无严重劈裂、断裂或压皱的损伤；沿柱长应无贯通裂缝。
14. 承重木柱柱脚地面与柱础间实际抵承面积与柱脚处柱的原截面面积之比，6度、7度时应满足$ ρ\_{c}\geq \frac{3}{5}$，8度时应$ρ\_{c}\geq \frac{3}{4}$。
15. 承重木柱其与柱础之间错位量与柱径（或柱截面）沿错位方向的尺寸之比，6度、7度时应满足$ρ\_{d}\leq \frac{1}{6}$，8度时应满足$ρ\_{d}\leq \frac{1}{10}$。
16. 承重木梁（枋）的残损现状应符合下列规定：
17. 承重木梁任一截面，其腐朽与老化变质（两者合计）所占面积与整截面面积之比$ρ$应符合下列要求：
18. 当仅有表层腐朽和老化变质，面积之比应满足$ρ\leq \frac{1}{8}$；
19. 当梁端（局部受压）出现腐朽或者老化变质，不论$ρ$大小，均视为不符合鉴定安全要求。
20. 当仅有木梁心部腐朽时，不论$ρ$大小，均视为不符合鉴定安全要求。
21. 梁身任意部位无明显的虫蛀空洞，且敲击无空鼓音。
22. 承重木梁（枋）的上表面应无压皱痕迹或压皱痕迹较浅，跨中部位应无断纹开裂或较细裂纹，两端应无受力引起的断裂或者斜裂缝（不包含干缩裂缝）等情况。
23. 承重木梁（枋）的弯曲变形应符合表6.2.4的规定：

**表6.2.4承重木梁（枋）弯曲变形规定**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 弯曲变形 | （1）竖向挠度最大值$ω\_{1}$或$ω\_{1}^{'}$ | 当$\frac{h}{l\_{b}}>\frac{1}{14}$时，$ω\_{1}\leq \frac{l\_{b}^{2}}{2100h}$ |
| 当$\frac{h}{l\_{b}}\leq \frac{1}{14}$时，$ω\_{1}\leq \frac{l\_{b}}{150}$ |
| $$ω\_{1}^{'}<ω\_{1}+\frac{h}{50}$$ |
| （2）侧向弯曲矢高$ω\_{2}$ | $$ω\_{2}\leq \frac{l\_{b}}{200}$$ |

注：表中$l$b为计算跨度；$h$为承重木梁截面高度；$ω\_{1}^{'}$为300年以上古建筑中梁枋的竖向挠度最大值。

1. 斗栱的残损现状应符合下列规定：
2. 斗栱整体应无严重的变形、错位以及扭转情况。
3. 斗栱中受弯构件的相对挠度不应超过1/120。
4. 斗翘无折断，小斗无脱离。
5. 栱的扭曲不宜超过3mm；或斗的压陷不宜超过3mm；栱翘应无折断，小斗无脱落现象。
6. 整攒斗栱的木材不应有显著影响结构安全的腐朽、虫蛀或老化变质情况。
7. 柱头或转角处的斗栱不应存在明显破坏痕迹。
8. 8度时，除满足上述条款外，斗栱构件或斗栱榫卯尚应无腐朽、劈裂、残损。
9. 木结构古建筑楼盖的残损现状应符合下列规定：
10. 楞木（櫊栅）材质应满足第6.2.4条1、2、3款规定。
11. 楞木（櫊栅）竖向挠度最大值应满足$ω\_{1}\leq \frac{L}{180}$，侧向弯曲矢高应满足$ω\_{2}\leq \frac{L}{200}$，*L*为楞木的计算跨度。
12. 楞木（櫊栅）端部榫卯连接处应锚固可靠，且支承长度应不小于60mm；
13. 楼板应无严重腐朽或板面破损，楼盖水平刚度满足要求。
14. 木结构古建筑屋盖的残损现状应符合下列规定：
15. 椽条应无腐蚀、虫蛀或严重受潮；其挠度应不大于椽跨的1/100，或者屋面无明显变形；椽、檩间连接处应有钉连接且未锈蚀。
16. 檩条的檩端应无脱榫或檩条外滚，或檩与梁间有可靠锚固。
17. 瓜柱、角背驼峰材质无腐朽、虫蛀，构造无倾斜、脱榫或劈裂。
18. 翼角、檐头无腐朽、虫蛀和明显下垂；角梁后尾无劈裂或折断，固定处应有可靠拉结。
19. 檩条跨中挠度应符合表6.2.7的规定。
20. 当多数檩条挠度较大且已导致漏雨时，均视为不符合要求。

**表6.2.7檩条跨中挠度规定**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 檩条 | 跨中最大挠度$ω\_{1}$ | 当$l\_{p}$≤4.5m时，$ω\_{1}\leq \frac{l\_{p}}{90}$ |
| 当$l\_{p}$>4.5m时，$ω\_{1}\leq \frac{l\_{p}}{125}$ |
| 檩条支承长度*a*支承在木构件上 | *A*$\geq $60mm |
| 支承在砌体上 | *A*$\geq $120mm |

注：$l\_{p}$为檩条计算跨度。

1. 木结构古建筑承重构件连接现状应符合下列要求：
2. 梁柱间的连接（包括柱、枋、檩），榫头拔出卯口的长度不应超过榫头长度的2/5（6度、7度时）或1/4（8度时）；8度时，梁柱间的拉结尚应有可靠的铁件拉结，且铁件无严重锈蚀。
3. 木结构构架之间的纵向梁、枋及其连系构件的连接现状应基本完好，无严重残损和松动；8度时，纵向连接尚应牢固可靠。构件间榫卯连接应基本完好，无劈裂、断裂、腐朽、虫蛀以及严重受潮，且横纹压缩变形压缩量不大于4mm。
4. 木结构古建筑木构架部分石柱残损现状应符合下列规定：
5. 石柱截面上，风化层所占面积与全截面面积之比应满足$ρ\leq \frac{1}{6}$。
6. 石柱表面无受力引起的水平裂缝和斜裂缝以及纵向裂缝长度未超过300mm或超过300mm且宽度不大于0.1mm；非受力裂缝处于非关键受力部位。
7. 石柱顶或石柱段与木柱交接处无明显的沿结构平面内外倾斜。
8. 柱头与上部木构架的连接应可靠，无松动和破坏。
9. 柱脚底面与柱础间实际承压面积与柱脚底面积之比$ρ\_{s}\geq \frac{2}{3}$；柱与柱础之间错位量与柱径或柱截面沿错位方向尺寸之比$ρ\_{m}\geq \frac{1}{6}$。
10. 木结构古建筑砖墙维护结构残损现状应符合下列规定：

**1** 在单位长度的任一墙段中，墙体平均风化深度与墙厚之比不大于1/5（墙高不大于7m时）或1/6（墙高大于7m时）。

**2** 灰缝最大粉化深度不大于10mm。

**3** 砖墙应无地基沉降引起的裂缝；无受力引起的沿砖块断裂的竖向和斜向裂缝；非受力状态下，纵横墙连接处应无通长竖向裂缝，墙身裂缝宽度应不大于5mm。

**4** 砖墙的倾斜或侧向位移具体参考本标准8.2.9条规定。

1. 木结构古建筑木构架整体变形现状应符合下列规定：

**1** 当木构架整体倾斜，6度、7度时结构平面内倾斜值不大于结构顶点高度的1/200；8度时，木构架平面内倾斜量$∆\_{1}$应满足$∆\_{1}\leq \frac{H}{250}$；构架平面外倾斜量$∆\_{2}$应满足$∆\_{2}\leq \frac{H}{350}$，*H*为木构架的总高。

**2** 当木构架局部倾斜，柱头与柱脚的相对位移$∆$（不含侧脚值）应满足$∆\leq \frac{H\_{0}}{100}$（6度、7度时）或$∆\leq \frac{H\_{0}}{150}$（8度时）（$H\_{0}$为柱的无支长度）。

1. 木结构古建筑其他墙体维护结构残损现状应符合下列规定：

**1** 土墙体墙身无局部下沉、鼓起变形、开裂及大面积受潮；毛石墙墙身无较大破损和开裂。

**2** 土墙倾斜不超过墙高的1/70，毛石墙倾斜不超过墙高的1/85。

**3** 在单位长度的任一墙段中，土墙体风化的平均深度不大于墙厚的1/5。

**4** 8度时，土墙角无酥碱或酥碱已修补，填心墙每3m2墙面应设置至少一个拉结件。

1. 木结构古建筑有重要价值非结构构件及其连接的残损现状应符合下列规定：
2. 内、外墙面花式、壁画、线脚损坏面积与其总面积之比不大于10%；
3. 楼地面损坏面积与其总面积之比不大于20%，天花吊顶和楼梯木装修损坏面积与其总面积之比不大于15%；
4. 佛像、石雕及附属物损坏体积与其总体积之比不大于10%；
5. 屋面瓦损坏面积与其总面积之比不大于15%，屋脊屋檐花饰和雕塑吻兽损坏面积与其面积之比不大于10%；
6. 木结构古建筑中有重要价值非结构构件与主体结构构造应连接可靠。
7. 木结构古建筑的第一级抗震鉴定应符合下列要求：
8. 当满足本标准第6.2.2~6.2.13条或残损现状已被修复，可评定为满足第一级抗震鉴定要求。
9. 当木结构古建筑结构体系不满足本标准第6.2.2条或主要构件、连接存在较严重的残损时，可直接评定为不满足抗震鉴定要求，不再进行第二级抗震鉴定。

## 6.3 木结构古建筑第二级抗震鉴定

1. 木结构古建筑进行第二级抗震鉴定时，应根据木结构古建筑的结构残损现状、结构体系现状的具体情况，分别采用截面抗震验算和抗震变形验算进行鉴定并结合残损现状影响系数综合评定。
2. 木结构古建筑截面抗震验算应符合下列要求：
3. 木结构古建筑截面抗震验算，应按现行国家标准的规定，采用以概率理论为基础的极限状态设计法验算木构件的承载能力，具体计算可按附录A执行。
4. 木构件截面出现缺损或腐朽，应按有效截面进行截面抗震验算。
5. 当不满足第一级抗震鉴定要求时，木构件承载能力宜在前两款基础上乘以残损现状影响系数来考虑结构现状不满足要求带来的不利影响。
6. 木构件承载能力残损现状影响系数，可根据其结构现状不满足程度取0.6-0.9。
7. 古建筑木结构抗震能力的验算，除应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的规定进行外，尚应符合下列规定：
8. 在截面抗震验算中，结构总水平地震作用的标准值，应按下式计算：

$F\_{EK}=0.72α\_{1}G\_{eg}$. ..................................（6.3.3）

式中：$F\_{EK}$——结构总水平地震作用的标准值。对多层古建筑$F\_{EK}$的分配，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011确定；对单层坡顶房屋$F\_{EK}$作用于大梁中心位置。

$α\_{1}$——相应于结构基本自振周期*T*1的水平地震影响系数，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011）确定；

$G\_{eg}$——结构等效总重力荷载。对坡顶房屋取1.15$G\_{E}$；对平顶房屋取1.0$G\_{E}$；对多层古建筑取0.85$G\_{E}$；$G\_{E}$为房屋总重力荷载代表值。

1. 结构基本自振周期*T*1，宜根据实测值确定。
2. 木构架承载力的抗震调整系数$γ\_{RE}$可取0.8。
3. 计算木构架的水平抗力，应计入节点连接的有效刚度。
4. 木结构古建筑抗震变形验算应符合下列要求：
5. 木结构古建筑抗震变形验算应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011），采用楼层内最大弹性层间位移和薄弱层弹塑性位移进行抗震变形验算，具体计算可按附录B执行。
6. 抗震变形验算，在抗震设防烈度下，木构架的层间位移角限值$\left[θ\_{e}\right]$可取1/100；在罕遇地震作用下，木构架的层间位移角限值$\left[θ\_{p}\right]$可取1/30。
7. 当不满足第一级抗震鉴定要求时，木构架层间位移角限值宜在第2款基础上乘以残损现状影响系数来考虑结构现状不满足要求带来的不利影响。
8. 木构架层间位移角限值残损现状影响系数，可根据其结构现状不满足程度取0.5-0.8。
9. 当木结构古建筑抗震验算满足本节6.3.2~6.3.4条的规定要求时，可评定第二级抗震鉴定满足要求。

# 7 砖石结构古建筑

## 7.1一般规定

1. 本章适用于由砖、石块体与灰浆或其他胶结材料砌筑而成的古建（构）筑物。
2. 本章将现存砖石结构古建筑划分为砖石古塔、砖石古城墙、砖石古桥三类进行抗震鉴定。
3. 砖石结构古建筑的抗震鉴定，应重点检查下列内容：
4. 砖石古塔的结构体系和结构布置。
5. 砖石古城墙、砖石古桥内部填土状况、强度及成分。
6. 砖石块体和灰浆材料现有强度。
7. 砖石砌块风化、缺损、鼓胀范围及对应形成的砌块截面损失率。
8. 灰浆粉化、缺损范围及程度。
9. 裂缝分布宽度、长度、深度、走向、数量及其分布。
10. 主体结构倾斜或不均匀沉降。
11. 砌体纵横交接面连接与咬合程度是否有效可靠。
12. 菌类微生物及附生植物生长情况。
13. 对下列范围内的砖石城墙古建筑，除应进行第一级抗震鉴定外，还应进行以抗震验算为主的第二级抗震鉴定：

**1** 城墙上修筑的城楼、敌楼或站台等建筑。

**2** 瓮城、主城门区段。

**3** 曾遭遇地震且出现显著震害的城墙。

## 7.2 砖石古塔第一级抗震鉴定

1. 砖石古塔的第一级鉴定，应以结构残损现状为主，并结合结构体系现状的合理性进行综合评价。
2. 砖石古塔的结构体系现状应符合下列要求：
3. 砖石古塔的结构体系完整合理，无拐角或突出；
4. 砖石古塔的平立面、质量和刚度沿高度分布应比较规则均匀，楼层的质心和计算刚心基本重合或接近。
5. 墙、柱的传力路径、结构造型及连接方式应明确或基本明确。
6. 砖石古塔的块体、灰浆实际达到的强度等级，应符合下列要求：
7. 砌块强度等级不宜低于MU7.5，且不低于古塔灰浆的强度等级。
8. 砌筑灰浆的强度等级，6度时不应低于M0.4，当7、8度时不宜低于M1；当灰浆强度高于砖的强度时，古塔墙体的灰浆强度宜按砖强度采用。
9. 砖石古塔墙体的残损现状应符合下列规定：
10. 当砖石古塔总高≤7m时，砖石平均风化深度与墙厚之比应满足＜1/5；当总高＞7m时，应满足＜1/6；
11. 当砖石古塔总高≤7时，在长1m2的任一区段中量测砖墙平均缺损体积与墙体积之比应满足＜1/50；当总高＞7m时，应满足＜1/60；
12. 灰缝最大粉化深度应满足*d<*10mm；
13. 砖石墙表面不应有明显微生物藻类及附生植物生长。
14. 砖石古塔中砖斗栱的残损现状应符合下列规定：
15. 砖斗栱应无严重的变形、错位以及扭转情况；
16. 砖斗栱不应有贯通裂缝；
17. 不应有明显微生物藻类及附生植物生长；
18. 8度时，除满足上述条款外，砖斗栱构件尚应无裂缝、无残损。
19. 砖石古塔的连接现状应符合下列要求：
20. 砖石古塔墙体布置在平面内应闭合，纵横墙连接处应有咬槎砌筑且咬槎较好；
21. 砖石古塔墙体交接处或构件连接区有缺陷、松动，或塔体变形导致的裂缝宽度大于2mm、长度大于2m或深度大于一块砖厚时，应评定不满足抗震构造要求，应进行第二级鉴定；
22. 不可出现由地基沉降引起的裂缝；
23. 不可出现因受力引起的沿砖块断裂的竖向或斜向裂缝；
24. 纵横墙连接处严禁出现通长竖向裂缝；
25. 塔刹与下部塔体应紧密连接。
26. 砖石古塔的整体侧向变形现状应符合表7.2.7的规定：

**表7.2.7 砖石古塔侧向位移限值**

|  |  |
| --- | --- |
| 总倾斜量 | 当≤7m时，＜/350 |
| 当＞7m时，＜/400 |
| 层间倾斜量 | ＜/300 |

1. 对于砖石古塔内有重要价值的非结构构件，应根据受损程度并综合考虑易损性及与主体结构构造连接的可靠性进行鉴定，具体鉴定要求参见本规范第6.2.13条。
2. 砖石古塔符合本节7.2.2~7.2.8条的各项规定时，可评为综合抗震能力满足抗震鉴定要求；
3. 砖石古塔遇到下列情况之一时，可不再进行第二级鉴定，直接评定为不满足抗震鉴定要求：
4. 某一层或多层纵横墙交接处出现竖向通长裂缝；
5. 砖石古塔整体出现明显倾斜，且经测定倾斜度没有停止增长的趋势；
6. 古塔本身窗棂拱门多，其上裂缝较多且宽度大于5mm；
7. 本节的其他规定有多项明显不符合要求的情况。

## 7.3 砖石古塔第二级抗震鉴定

1. 砖石古塔的第二级鉴定，应以截面抗震验算和抗震变形验算为主结合残损现状与抗震构造影响进行综合评价，抗震变形验算和截面抗震验算应结合残损现状影响系数，分别按照本标准附录A、附录B执行。
2. 砖石古塔的承载力验算应符合下列要求：
3. 当不满足第一级抗震鉴定要求时，砖石古塔的承载能力应在墙体承载力的基础上乘以残损现状影响系数来考虑结构现状不满足要求带来的不利影响。
4. 砖石古塔的承载能力残损现状影响系数，可根据第一级抗震鉴定的鉴定结果取0.6~0.9。
5. 对砖石古塔进行承载力计算时，应考虑开窗率及窗口布置对质量和刚度的影响。
6. 砖石古塔等砖石古建筑需作截面抗震验算的范围应符合表7.3.3的规定。

**表7.3.3 砖石古建筑需作截面抗震验算的范围**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 抗震设防烈度 | 6度 | 7度 | 8度 |
| 基本地震加速度设计值 | 0.05g | 0.10(0.15)g | 0.20(0.30)g |
| 建筑类别 | 建筑场地类别 |
| 国宝级砖石古建筑 | Ⅲ、Ⅳ类场地 | Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类场地 | 所有场地 |
| 省保级砖石古建筑 | — | Ⅲ、Ⅳ类场地 | 所有场地 |
| 市县级砖石古建筑 | — | — | Ⅲ、Ⅳ类场地 |

注：括号内加速度值的取用按现行国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011）执行。

1. 对下列情况，宜进行抗震变形验算：

**1** 6度Ⅲ、Ⅳ类场地、7度Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类场地及8度时的砖石古塔；

**2** 对抗震设防烈度大于8度地区的砖石古塔，其抗震鉴定应专项论证。

1. 验算古建筑砖石古塔的承载能力时，砖石砌体强度参数和弹性模量应依据第一级鉴定中砖石砌体的残损情况实测确定，并按照《砌体结构设计规范》（GB 50003）的有关规定验算其承载能力，并遵守下列规定：
2. 当墙体存在较大变形时，计算的有效厚度应按墙体的实际情况确定，并考虑二阶效应对墙体受力的影响。
3. 若原有构件已部分缺损或酥碱，应按有效的截面进行验算。
4. 采用结构动力学的方法分析时，应考虑材料风化及松动对塔体抗弯刚度的影响；
5. 砖石古塔的水平地震作用可按变截面悬臂杆模型采用振型分解法分析，对于质量和刚度分布均匀的砖石古塔可采用底部剪力法分析水平地震作用，处于高烈度地区的、结构及内部构造复杂、损伤严重的古塔，应该进行专项结构动力特性与抗震性能评价研究。
6. 对5层及以上的高层阁式塔，其悬伸较远的挑檐、平座宜进行竖向地震作用下的承载力验算，竖向地震作用的标准值取该构件重力荷载代表值的10%。

## 7.4 砖石古城墙第一级抗震鉴定

1. 砖石古城墙的第一级鉴定，应以结构残损现状鉴定为主进行评价；
2. 砖石古城墙的抗震鉴定，应根据城墙的结构特点划分区段分段进行，具体应符合下列要求：

**1** 砖石古城墙的鉴定应以城墙砌筑方向10m长度所包含的单面城墙体积为单位分段进行；

**2** 本标准7.4.3~7.4.8条所提到的残损现状限值均为每单位区段的鉴定要求。

1. 砖石古城墙的材料强度和夯土密实度，应符合下列要求：

**1** 砖石块材强度不宜低于7.5MPa，且不宜低于灰浆强度。

**2** 砌筑灰浆强度不宜低于0.4MPa。

**3** 砖石城墙内部夯土密实度（压实系数）不应低于0.9。

1. 砖石古城墙应具有有效的排水、防水措施，雨水不应下渗墙身至内部夯土层中。
2. 城墙墙体残损现状应符合下列规定：
3. 城墙内部无显著孔洞。
4. 砖石砌块缺损体积不应超过鉴定区段砖墙体积的1/70。
5. 砖石古城墙表面微生物或附生植物病害总面积不应超过0.5m2。
6. 不应有空鼓、严重酥碱粉化、盐析泛白现象。
7. 砖石古城墙的连接现状应符合下列要求：
8. 纵横墙转折处应咬槎砌筑且连接可靠，严禁出现通长竖向裂缝；
9. 地基沉降引起的裂缝宽度不应大于1.5mm；深度不应大于一块砖石的宽度。
10. 沿砖块断裂的竖向或斜向裂缝不应大于1mm。
11. 允许少量微小裂缝出现，灰缝处墙身裂缝宽度不应大于1mm，长度不应大于一块砖石的长度。
12. 城墙上修筑的城楼、敌楼或站台等建筑应与城墙连接牢固。
13. 砖石古城墙变形现状应符合下列要求：
14. 侧面墙体不应有明显平面外歪闪现象；
15. 海墁地面不应翘曲空鼓。
16. 对于砖石古城墙上有重要价值的非结构构件，应根据受损程度并综合考虑易损性及与主体结构构造连接的可靠性进行鉴定，具体鉴定要求参见本规范第6.2.13条。
17. 当砖石古城墙满足标准第7.4.2~7.4.8条的有关规定时，可评为满足第一级抗震鉴定要求，无需再进行第二级抗震鉴定。
18. 当砖石城墙遇下列情况之一时，可不再进行第二级鉴定，但应评为综合抗震能力不满足抗震鉴定要求，且要求对城墙进行维修加固或其他相应抗震减震措施：

**1** 墙体出现水平裂缝，缝宽大于1mm，长度大于2m且有明显土体滑动的鼓凸、错位等迹象，或墙体出现多条竖向裂缝。

**2** 墙顶在女儿墙砖檐墙下，出现脱空开裂。

**3** 海墁地面上有沿墙体纵向的开裂裂缝，且有明显的变形。

**4** 墙体歪闪不小于80mm，或墙体歪闪不小于40mm并伴有裂缝。

**5** 多处空鼓，且空鼓总和面积不小于2m2。

**6** 筒拱的拱面，出现沿拱顶母线或对角线的裂缝，拱支座附近或支承的墙体上出现沿块材断裂的斜裂缝，或其他明显的受压、受弯或受剪裂缝。

## 7.5 砖石古城墙第二级抗震鉴定

1. 砖石古城墙的第二级抗震鉴定，应以截面抗震验算和抗震变形验算为主结合残损现状影响系数进行综合评价，截面抗震验算应按照本标准附录A执行。
2. 砖石古城墙的几何参数、材料参数，应根据现场勘查的结果确定。
3. 砖石古城墙截面抗震验算应符合下列要求：
4. 城墙墙体截面出现缺损或风化，应按有效截面进行截面验算；
5. 当不满足第一级抗震鉴定要求时，城墙的承载能力应在夯土强度及墙体承载力的基础上乘以残损现状影响系数来考虑结构现状不满足要求带来的不利影响。
6. 砖石古城墙的承载能力残损现状影响系数，可根据第一级抗震鉴定的鉴定结果取0.6~0.9。
7. 砖石古城墙需作截面抗震验算的范围按表7.3.3执行。
8. 对下列情况，宜进行抗震变形验算：
9. 8度Ⅲ、Ⅳ类场地时的砖石城墙。
10. 对抗震设防烈度大于8度地区的砖石城墙，其抗震鉴定应专项论证。
11. 若抗震变形验算与截面抗震验算结果满足要求，可评为满足抗震鉴定要求；不满足要求的应采取加固或其他相应措施。

## 7.6 砖石古桥第一级抗震鉴定

1. 砖石古桥的第一级鉴定，应以结构残损现状鉴定为主进行评价。
2. 砖石桥的材料强度、拱圈填土的密实度，应符合下列要求：
3. 砖块材强度不低于7.5MPa，且不低于砌筑灰浆强度等级。
4. 灰浆强度不低于0.4MPa，灰浆强度高于砖的强度时，砌筑灰浆强度宜按砖强度采用。
5. 填土压实系数不低于0.9。
6. 砖石古桥的残损现状应符合以下规定：
7. 砖石古桥桥台自然磨损与河水冲刷导致的磨损深度不应大于截面宽度的20%。
8. 砖石古桥表面微生物滋生与附生植物面积之和不应大于其总表面积的20%。
9. 不应出现明显的块状松散、层状剥蚀、酥碱粉化等块材材质劣化现象。
10. 砖石古桥的连接现状应符合下列要求：
11. 沿砖块断裂的竖向或斜向裂缝不应大于1mm；深度不应大于一块砖石宽度的1/7。
12. 海墁地面严禁出现通长裂缝。
13. 允许少量裂缝出现，灰缝处墙身裂缝深度不应大于砖石宽度的1/5。
14. 砖石古桥的桥墩、桥台等下部结构不应出现滑动倾斜、不均匀沉降的情况，砖石古桥主体结构应当与基础有稳定可靠的连接。对于砖石古桥上的有价值非结构构件（石雕等），应根据受损程度并综合考虑易损性及与主体结构构造连接的可靠性进行鉴定，可按照本规范第6.2.13条进行。
15. 当砖石古桥满足本节的有关规定时，应评为满足抗震鉴定要求，否则应进行第二级鉴定。
16. 当砖石古桥存在下列情况时，应评定为不满足第一级抗震鉴定要求，并应进行第二级抗震鉴定：
17. 当下部结构出现基础冲刷、石材风化等截面损失超过原截面的1/4。
18. 梁桥主梁出现裂缝。
19. 拱桥拱圈横向裂缝0.3mm或纵向裂缝超过0.5mm。
20. 拱桥桥面水平方向偏心距超过1/20。
21. 桥墩身裂缝超过0.5mm。
22. 侧墙出现明显鼓胀变形、开裂。

## 7.7 砖石古桥第二级抗震鉴定

1. 砖石古桥的第二级抗震鉴定，应以抗震承载力验算为主结合残损现状影响系数进行综合评价，砖石古桥的残损现状影响系数可根据第一级抗震鉴定的鉴定结果取0.6~0.9。
2. 几何参数和材料参数应根据专业人员现场勘查的结果确定。
3. 抗震承载力验算荷载取值可依据《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）及国家相关规范要求进行。

# 8 砖木结构古建筑

## 8.1 一般规定

1. 本章适用于竖向承重构件为砌筑砖墙或砖柱、楼（屋）盖由木梁和檩或木屋架组成的古建筑。
2. 砖木结构古建筑抗震鉴定，应重点检查以下内容：
3. 结构体系、结构布置情况。
4. 木梁、木檩或木屋架的变形和开裂、糟朽、虫蛀及损伤程度；砌体材料强度及墙体倾斜、开裂、风化、酥碱范围和损伤程度。
5. 纵横墙的连接、楼（屋）盖形式与连接是否有效可靠。砖墙与木梁、檩或木屋架之间节点的连接方式和连接构造；局部易脱落的构件、部件的连接构造。
6. 整体或局部倾斜情况。
7. 具有重要价值非结构构件与主体结构是否连接有效可靠。
8. 砖木结构中的木结构或砖结构符合本标准第6.1.3、7.1.4条时，除应进行第一级抗震鉴定外，还应进行以抗震验算为主的第二级抗震鉴的砖木结构古建筑范围。

## 8.2 砖木结构古建筑第一级抗震鉴定

1. 砖木结构古建筑第一级抗震鉴定应以结构残损现状鉴定为主，并结合结构体系现状的合理性进行综合评价。
2. 砖木结构古建筑的结构体系现状应符合下列要求：
3. 砖木结构古建筑平、立面和墙体现状应满足下列规定：
4. 质量和刚度沿高度分布比较规则均匀，纵横墙均匀对称。
5. 楼层的质心和计算刚心基本重合或接近。
6. 不同标高屋面板高差不宜大于500mm。
7. 同一轴线上，窗间墙的宽度宜均匀。
8. 砖实心墙抗震横墙最大间距，单层建筑和多层建筑的顶层不宜超过9m，多层建筑的底层不宜超过7m；对Ⅳ类场地，最大间距值应减少3m。
9. 承重大梁不应支承在门窗洞口的上方；跨度不小于6m的大梁，不宜由独立柱支承；出现砖墙（柱）与木柱、石墙（柱）与木柱混合承重的结构应考虑相应的加固措施。
10. 木屋架不应出现无下弦的人字屋架或无下弦的拱形屋架。砖木结构古建筑承重墙体的材料实际强度等级参考本标准第7.2.3条的相关规定。
11. 砖木结构古建筑承重砖墙的残损现状应符合下列规定：
12. 单层砖木结构，其砖墙体裂缝不应出现贯通墙体的裂缝。
13. 多层砖木结构，底部墙体不应出现明显危及上部结构的显著裂缝。二层以上裂缝宜呈现层数越高，裂缝残损越轻的规律。
14. 支承大梁、屋架的墙体无竖向裂缝，承重墙、自承重墙及其交接处无明显裂缝。
15. 除上述规定外，砖墙的残损现状尚应满足本标准7.2.6条的规定。
16. 砖木结构古建筑的木楼盖及其与砖墙连接的残损现状应符合下列规定：
17. 砖墙上的木龙骨，应存在灰浆垫层。
18. 内墙上的木龙骨应完全搭接或采用榫卯连接或扒钉连接。
19. 木龙骨与搁栅、木板等木构件应采用圆钉、扒钉等相互连接。
20. 砖木结构古建筑的木屋盖及其与砖墙连接的残损现状应符合下列规定：
21. 木屋架间隔应有一道竖向支承或有满铺木望板和木龙骨顶棚，木龙骨、木檩条等在墙上的最小支承长度应为120mm。
22. 木屋架上的檩条应满搭或采用榫卯连接或扒钉连接，对接檩条在屋架上的最小支承长度应为60mm。
23. 木屋架上弦檩条放置处应有檩托，檩条与屋脊应采用扒钉或铁丝连接。
24. 檩条与其上面的椽子或木望板应采用圆钉、铁丝等相互连接。
25. 竖向剪刀撑与龙骨之间的斜撑应采用螺栓连接。
26. 砖木结构古建筑的整体性连接现状应符合下列规定：
27. 木楼盖、木屋架和木梁在墙上的最小支承长度应为240mm。
28. 木屋盖古建筑在中部屋檐高度处设有纵向水平系杆，系杆应与各道横墙连接或与屋架杆连接牢固，木屋盖构件间应有扒钉等相互连接措施。
29. 多层建筑的悬挑阳台、外走廊、木楼梯的柱、梁等承重构件与建筑的连接应有可靠的锚固。
30. 砖木结构古建筑中局部变形及其连接应符合下列规定：
31. 承重门的窗间墙的最小宽度应为1.0m。
32. 承重外墙尽端到门窗洞边的最小距离应为1.0m。
33. 非承重的外墙尽端到门窗洞边的最小距离应为0.8m。
34. 内墙阳角到门窗洞边的最小距离应为1.2m。
35. 支承跨度大于5m的大梁的内墙阳角到门窗洞边的最小距离应为1.5m。
36. 后砌隔墙与两侧墙体应有拉结，墙顶尚应与梁、板或屋架之间有拉结措施；砖木结构屋檐外挑梁上不得有砌筑砌体。
37. 砖墙和砖柱构件的倾斜变形现状应符合表8.2.9规定：

**表8.2.9 砖墙和砖柱构件倾斜（位移）规定**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 要求类别 | 结构构件类别 | 顶点位移 |
| 在结构平面内的侧移情况 | 单层古建筑 | 砖墙 | $H\leq 7$m | $$∆\leq \frac{H}{250}$$ |
| $H>7$m | $$∆\leq \frac{H}{300}$$ |
| 砖柱 | $H\leq 7$m | $$∆\leq \frac{H}{300}$$ |
| $H>7$m | $$∆\leq \frac{H}{350}$$ |
| 多层古建筑 | 砖墙 | $H\leq 10$m | $$∆\leq \frac{H}{350}$$ |
| $H>10$m | $$∆\leq \frac{H}{400}$$ |
| 砖柱 | $H\leq 10$m | $$∆\leq \frac{H}{400}$$ |
| $H>10$m | $$∆\leq \frac{H}{450}$$ |
| 注：表中*H*为结构顶点至地面高度。 |

1. 砖木结构古建筑中涉及到木梁、斗栱、木楼盖、木屋盖的残损现状鉴定，除应满足本章规定外，尚应参考本标准6.2.4-6.2.7条规定。
2. 砖木结构古建筑有价值非结构构件（壁画、佛像等）的残损现状鉴定应参考本标准第6.2.13条规定。
3. 砖木结构古建筑的第一级抗震鉴定应符合下列要求：
4. 当满足本标准8.2.2-8.2.11条或残损现状已被修复，可评定为满足第一级抗震鉴定要求。
5. 当砖木结构古建筑结构体系不满足本标准8.2.2条或主要构件、连接存在较严重的残损时，可直接评定为不满足抗震鉴定要求，不再进行第二级抗震鉴定。

## 8.3砖木结构古建筑第二级抗震鉴定

1. 砖木结构古建筑采用抗震验算的方法进行第二级抗震鉴定时，应根据砖木结构古建筑的结构残损现状、结构体系现状的具体情况，分别采用截面抗震验算和抗震变形验算并结合残损现状影响系数综合评定，截面抗震验算与抗震变形验算应分别按照本标准附录A、附录B执行。
2. 砖木结构的截面抗震验算应符合下列要求：
3. 当不满足第一级抗震鉴定要求时，砖木结构的承载能力应在墙体承载力的基础上乘以残损现状影响系数来考虑结构现状不满足要求带来的不利影响。
4. 砖木结构的承载能力残损现状影响系数，可根据第一级抗震鉴定的鉴定结果取0.6~0.9。
5. 对砖木结构进行承载力计算时，应考虑开窗率及窗口布置对质量和刚度的影响。
6. 砖木结构古建筑抗震变形验算应符合下列要求：
7. 砖木结构古建筑抗震变形验算应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011），采用楼层内最大弹性层间位移和薄弱层弹塑性位移进行抗震变形验算，具体计算可按附录B执行。
8. 抗震变形验算，在抗震设防烈度下，砖木结构的层间位移角限值$\left[θ\_{e}\right]$可取1/300；在罕遇地震作用下，砖木结构的层间位移角限值$\left[θ\_{p}\right]$可取1/450。
9. 当不满足第一级抗震鉴定要求时，砖木结构层间位移角限值宜在第2款基础上乘以残损现状影响系数来考虑结构现状不满足要求带来的不利影响。
10. 砖木结构层间位移角限值残损现状影响系数，可根据其结构现状不满足程度取0.5-0.8。
11. 砖木结构古建筑的抗震验算结果，宜乘以残损现状影响系数来考虑结构现状不满足带来的不利影响，可根据其结构不满足程度取0.7-0.9。
12. 当砖木结构古建筑抗震验算满足本节8.3.2~8.3.4条的规定要求时，可评定第二级抗震鉴定满足要求。

## 附录A 截面抗震验算

**A.0.1** 古建筑的总水平地震作用标准值，可采用《建筑抗震设计规范》（GB 50011）规定的方法计算。

**A.0.2**  对于需要进行抗震验算的古建筑，应在不少于两个主轴方向分别按照本标准各项规定的方法进行结构的抗震承载力验算。

**A.0.3**  当本标准未给出具体方法时，应采用《建筑抗震设计规范》（GB 50011）规定的方法，按公式（A.1）进行结构构件抗震验算：

 $S\leq \frac{R}{γ\_{Ra}} $...............................................（A.1）

式中：

——结构构件内力（轴向力、剪力、弯矩）组合的设计值；

——结构构件承载力设计值，其中，各类结构材料强度的设计指标应按现场实际情况确定；

$γ\_{Ra}$ —抗震鉴定的承载力调整系数，除本标准各章节另有规定外，一般情况下，应按《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的承载力抗震调整系数值采用。

## 附录B 抗震变形验算

**B.0.1**  古建筑结构应进行多遇地震作用下的抗震变形验算，其楼层内最大弹性层间位移应符合下式要求：

.........................................（B.1）

式中：

——多遇地震作用标准值产生的楼层内最大弹性层间位移；

——弹性层间位移角限值，具体应根据试验数据确定；

——计算楼层层高。

**B.0.2** 古建筑结构薄弱层（部位）弹塑性层间位移应符合下式要求：

.........................................（B.2）

式中：

——弹塑性层间位移角限制值，具体可根据试验数据确定；

——薄弱层楼层高度。

**B.0.3** 楼层内最大弹性层间位移、薄弱层（部位）弹塑性层间位移宜采用符合结构特性的数值分析与结构试验方法确定。

# 本标准用词说明

**1** 为方便在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

1. 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”；

1. 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”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2**  标准中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”或“依据……执行”。

# 引用标准名录

1. 《砌体结构设计规范》（GB 50003）
2. 《木结构设计标准》（GB 50005）
3. 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
4. 《建筑抗震设计规范》（GB 50011）
5. 《建筑抗震鉴定标准》（GB 50023）
6. 《古建筑木结构维护与加固技术标准》（GB/T 50165）
7. 《古建筑砖石结构维修与加固技术规范》（GB/T 39056）
8. 《建筑抗震加固技术规程》（JGJ 116）
9. 《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）

中国工程建设标准化协会标准

古建筑结构抗震鉴定标准

Technical Standard for Seismic Appraisement of Ancient Buildings

# 条文说明

目 录

[1.总则 35](#_Toc87282424)

[3 基本规定 36](#_Toc87282425)

[4 工程勘查 38](#_Toc87282426)

[5 场地、地基和基础 39](#_Toc87282427)

[5.1 一般规定 39](#_Toc87282428)

[5.2 第一级鉴定 39](#_Toc87282429)

[5.3 第二级鉴定 39](#_Toc87282430)

[6 木结构古建筑 40](#_Toc87282431)

[6.1 一般规定 40](#_Toc87282432)

[6.2 木结构古建筑第一级抗震鉴定 40](#_Toc87282433)

[6.3 木结构古建筑第二级抗震鉴定 41](#_Toc87282434)

[7 砖石结构古建筑 43](#_Toc87282435)

[7.1 一般规定 43](#_Toc87282436)

[7.2 砖石古塔第一级抗震鉴定 43](#_Toc87282437)

[7.3 砖石古塔第二级抗震鉴定 43](#_Toc87282438)

[7.4 砖石古城墙第一级抗震鉴定 44](#_Toc87282439)

[7.5 砖石古城墙第二级抗震鉴定 44](#_Toc87282440)

[7.6 砖石古桥第一级抗震鉴定 45](#_Toc87282441)

[7.7 砖石古桥第二级抗震鉴定 45](#_Toc87282442)

[8 砖木结构古建筑 46](#_Toc87282443)

[8.1 一般规定 46](#_Toc87282444)

[8.2 砖木结构古建筑第一级抗震鉴定 46](#_Toc87282445)

[8.3 砖木结构古建筑第二级抗震鉴定 47](#_Toc87282446)

#

# 1.总则

**1.0.1** 地震中古建筑的破坏是造成古建筑文物价值损失的重要原因。现有国家标准、规范大多针对现代建筑抗震鉴定，极少数有针对古建筑的相关鉴定标准，且目前相关标准考虑并不很全面，还存在一定问题。现有古建筑已历经数百年甚至上千年的历史，具有不同程度的残损，抗震能力亟待评价，以便于进行有针对性的修缮加固。故而，目前极其需要有一本古建筑抗震鉴定的相关规范标准来对现有古建筑的抗震能力进行评价。

**1.0.3** 因为古建筑保护的重要性，不同于现代建筑，古建筑处在高抗震设防烈度地区时需要有针对性地制定更加细致严谨的抗震鉴定要求。

**1.0.4** 修缮保固年限是指对现有古建筑继续使用所约定的一个时期，在这个时期内，古建筑只需要正常的维护而不需要进行大修就能按预期目的使用、完成预定的功能，超过这一时间就需要对其进行鉴定，不满足要求的古建筑，需进行后续修缮加固工作。

鉴于现有建筑需要鉴定和加固的数量很大，情况又十分复杂，如结构类型不同、建造年代不同、施工质量不同、使用者的维护也不同，导致彼此的抗震能力有很大的差异，需要根据实际情况区别对待处理，因此，决定根据重要程度进行划分，最重要的国保级古建筑在后续修缮保固年限小于省保级古建筑，市县级古建筑的后续使用年限大于省保级古建筑。考虑古建筑风化残损速率，将国保级、省保级及市县级古建筑的修缮保固年限分别定为10年、20年、30年。

**1.0.5** 本条规定了古建筑需要进行抗震鉴定的情况。

**1.0.7** 本标准适用于抗震设防区现有古建筑的抗震鉴定。

抗震设防烈度与设计基本地震加速度的对应关系如表1.0.7所示。

**表1.0.7 抗震设防烈度和设计基本地震加速度值的对应关系**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 抗震设防烈度 | 6 | 7 | 8 |
| 设计基本地震加速度值 | 0.05g | 0.10(0.15)g | 0.20(0.30)g |

# 3 基本规定

**3.0.1** 根据国际古迹遗址理事会中国国家委员会制定的《中国文物古迹保护准则》第19条的要求，文物古迹的保护要尽可能减少干预，必须干预时，附加的手段只用在最必要的部分，并减少到最低限度。采用的保护措施，应以延续现状、缓解损伤为主要目标。

**3.0.2** 本条明确规定了古建筑抗震鉴定的基本步骤和内容，搜集原始资料，进行建筑现状的现场调查，进行综合抗震能力的逐级筛选分析，以及对建筑整体抗震性能做出评定并提出处理意见。

抗震鉴定系对现有古建筑是否存在不利于抗震构造缺陷和各种损伤进行系统的“诊断”，因而必须对其需要包括的基本内容、步骤、要求和鉴定结论做出统一的规定，并要求强制执行，才能达到规范抗震鉴定工作，提高工作质量，确保鉴定结论的可靠性。

**1** 对古建筑现状的调查主要有三个内容：其一，建筑的使用状况与建造时有无不同；其二，建筑存在的缺陷是否仍属于“现状良好”的范围，需从结构受力角度，检查结构的使用与初期有无明显变化；其三，检测结构材料的实际强度等级。

**2** “现状良好”是对现有建筑现状调查的重要概念，涉及施工质量和维修情况。它是介于完好无损和有局部损伤需要补强、修复二者之间的一种概念。抗震鉴定时要求建筑的现状良好，即建筑外观不存在危及安全的缺陷，现存的质量缺陷属于正常维修范围内。

**3** 逐级鉴定的方法参考3.0.4的相关说明。

**4** 对古建筑结构抗震鉴定的结果，按本标准第3.0.8条统一规定为三个等级：合格、维修、加固。要求根据古建筑的实际情况，结合古建筑重要程度，加固难易等因素的分析，通过技术经济的比较，提出综合的抗震维修加固措施。

**3.0.3** 本条规定了区别对待的鉴定要求。除了古建筑重要程度（国保级、省保级、其他古建筑）和设防烈度（5、6、7、8度）的区别外，强调了下列三个区别对待，使鉴定工作有更强的针对性：

**1** 现有古建筑中，要区别对待建筑类型；

**2** 同一结构中要区别对待检查和鉴定的重点部位与一般部位；

**3** 综合评定时，要区别各构件（部位）对结构抗震性能的整体影响与局部影响。

**3.0.4** 抗震鉴定采用两级鉴定法，是对筛选法的具体应用，第一级抗震鉴定中的有些项目不合格时，可在第二级抗震鉴定中进一步判断，有些项目不合格则必须处理。第二级抗震鉴定是在第一级抗震鉴定的基础上进行的，当结构承载力较高时，可适当放宽某些构造要求；或者，当抗震构造良好时，其承载力的要求可酌情降低。

**3.0.6** 对古建筑第一级抗震鉴定给出具体鉴定内容，包含结构体系、结构布置，构件损伤、连接件损伤以及有重要价值的非结构构件及其与主体结构连接的残损现状检查。

**3.0.7** 对直接进行古建筑第二级抗震鉴定的情况作出说明，同时给出其所包含的内容。

**3.0.8** 所谓符合抗震鉴定要求，即达到本标准1.0.1条规定的目标。对不符合抗震要求的古建筑提出了两种处理对策：

维修：指综合维修处理。适用于仅有少数、次要部位局部不符合鉴定要求的情况。

加固：指有加固价值的古建筑。大致包括：①无地震作用时能正常使用；②建筑虽然存在质量问题，但能通过抗震加固使其达到要求；③建筑因使用年限久或者其他原因（如腐蚀等），抗侧力体系承载力降低，但楼盖或支撑系统尚可利用；④建筑各局部缺陷尚多，但易于加固或能够加固。

# 4 工程勘查

**4.0.1** 本条明确规定了古建筑抗震鉴定需要收集的基本内容：搜集原始资料，其中包括古建筑所处地区的自然灾害及周边地质水文、历史修缮资料以及以往对古建筑调查的资料。

**4.0.2** 本条明确说明在古建筑抗震鉴定前，需要进行详细的现状勘查。对于古建筑的现状勘查，应通过相关资料核实古建筑现状，通过调查古建筑的实际使用情况，查看现状残损并走访相关人员。

古建筑现状的现场勘查最终应得出勘查成果，主要包括场地、地基与基础、主体结构以及古建筑的营造法式；现状测绘及主体结构形制与保存现状调查；主体结构的破损现状与地基、基础相关性成果；有重要价值的非结构构件的现状调查成果；木构件裂缝、腐朽以及虫蛀等病害成因分析。

**4.0.3** 本条规定，对于古建筑的勘查，应使用无损检测或微损检测，严禁使用对古建筑及其附属设施有破坏的检测仪器。对检测结果应有书面记录，附上图纸、照片及必要文字说明。

# 5 场地、地基和基础

## 5.1 一般规定

**5.1.2** 岩土失稳造成的灾害，如滑坡、崩塌、地裂、地陷等，其波及面广、对建筑物危害的严重性也往往较重。鉴定需要更多地从场地的角度考虑，因此应慎重研究。对于危险地段和强风化岩石地基上的古建筑，在抗震鉴定时予以注意。

**5.1.3** 对于古建筑所在场地处于河涌、水渠、液化区、采空区时，地震造成的地基震害，如液化软土不均匀，地基的差异沉降等，会导致古建筑的坍塌或丧失使用价值，因此判明可能引起的地质灾害，增大地基基础抗震鉴定的范围。

**5.1.4~5.1.5** 本条列出应重点检查地基基础现状的抗震情况，对地震下易损的古建筑，尚应检查因地震影响引起的损伤，如有无砂土液化现象、基础裂缝等。

**5.1.6** 本条列出的情况，可直接不进行地基基础的抗震鉴定。

## 5.2 第一级鉴定

**5.2.1** 地基基础的第一级鉴定，包括：饱和砂土、饱和粉土的液化初判，软土震陷初判及可不进行桩基验算的规定。

液化判别，除利用设计规范的方法外，略加补充可不进行液化判别的情况。列出基础下可不验算的范围，基本上同现行抗震设计规范。

对望板、栏板、台阶及其他有重要保护价值的构件规定了残损鉴定要求。

**5.2.2** 本条列出了地基不再进行第二级鉴定的情况，说明本条中情况已经严重危及到古建筑本体，必须采取相应的保护措施。

## 5.3 第二级鉴定

**5.3.1** 本条对地基和基础的抗震承载力验算的特殊情况给予说明。在一定的条件下，现有天然地基基础竖向承载力验算时，可考虑地基土的长期压密效应。

地基基础的第二级鉴定，包括：饱和砂土、饱和粉土的液化再判，软土和高层建筑的天然地基、桩基承载力验算及不利地段上抗滑移验算的规定。

**5.3.2** 本条表明，静载作用下承载力不满足要求，可直接判断其不满足抗震要求。

# 6 木结构古建筑

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 本章适用于木构件或木屋架承重的木结构古建筑，区别于《建筑抗震鉴定标准》（ GB 50023）中对木结构和土石墙房屋的抗震鉴定。对于砖木结构承重的古建筑，抗震鉴定时也可参考。

**6.1.2** 本条木结构古建筑抗震鉴定内容主要依据《古建筑木结构维护与加固技术标准》（GB/T 50165）提出，着重从木结构构件之间的连接形式、木构件残损情况以及结构布置、倾斜状况对木结构古建筑进行第一级抗震鉴定。

**6.1.3**  本条基于木结构古建筑的重要性，对其所处的地区及场地进行划分，明确的规定了处于何种烈度地区，何种场地以及古建筑的重要性需要进行第一级抗震鉴定的同时，还要进行第二级抗震鉴定。

## 6.2 木结构古建筑第一级抗震鉴定

**6.2.1** 本条规定木结构古建筑第一级抗震鉴定的主要内容，包含构件、连接、整体及局部变形等，给出了第一级抗震鉴定的框架。

**6.2.2** 在结构体系及布置上的要求中最为关键的是高度方面的规则性问题，此条为强制性条文。

木结构古建筑在结构体系和布置上不通过，则直接鉴定为抗震鉴定不满足要求。此时应该找出其破坏导致整个结构体系丧失抗震能力的构件。

**6.2.3~6.2.4** 本条是第6章构件残损鉴定在木结构古建筑中的具体化，明确了承重木柱和木梁鉴定时的重点检查项目。

依据《古建筑木结构维护与加固技术标准》（GB/T 50165）中对木梁和木柱残损点的规定，选用显著残损的最低限标准进行评定，即评定结果为中度残损或重度残损为本标准中木构件的残损及抗震构造是否满足第一级抗震鉴定的依据。

承重木构件的第一级抗震鉴定，从必要的数值上给予限定，还给出表观裂缝、虫蛀、腐朽等规定，两者综合考虑。

**6.2.5~6.2.7** 本条列出斗栱、楼盖以及屋盖的残损现状鉴定要求。楼盖主要由楞木组成，规定了楞木的竖向挠度、侧向弯曲等指标大小。

对屋盖应着重检查有无残损变形（包括腐朽、虫蛀及劈裂等），是否会导致雨雪天气对其的影响。

**6.2.8** 本条对木结构古建筑的连接现状要求进行具体说明。连接现状的鉴定，以肉眼观察法为主，检查各承重构件之间，承重构件和非承重构件之间的连接可靠问题。

**6.2.9** 本条对木构架部分石柱的残损现状进行规定，主要表现在石柱的风化层，表观裂缝、倾斜以及错位等情况。

**6.2.10、6.2.12** 此处两条说明了木结构古建筑以砖墙、土墙为围护结构的残损现状判定。对墙体的粉化、倾斜程度进行限制规定，并对裂缝、受潮等残损现状进行定性规定。

**6.2.11** 本条结合实际情况并参考古建筑木结构加固规范，明确当木结构古建筑处于抗震设防烈度为8度的地区，还应该符合此条规定，才可满足第一级抗震鉴定要求。

根据震害总结，本条明确给出木结构古建筑木构架在平面内外的倾斜量，以及木构架局部倾斜时柱子的相对位移值，在高烈度地区，应作为抗震检查的重点。

**6.2.13** 本条给出的有重要价值非结构构件及其连接的残损现状鉴定是古建筑的特色，主要检查的项目包含内外墙花式、壁画、楼地面、天花吊顶、佛像石雕等，并结合实际情况，对残损现状给出了限制要求。

## 6.3 木结构古建筑第二级抗震鉴定

**6.3.1** 本条详细介绍木结构古建筑第二级抗震鉴定主要从构件残损层面和结构体系层面分别来做抗震验算。木构件层面以截面抗震验算为主，结构层面以抗震变形验算为主，在满足第一级抗震鉴定的基础上进行的第二级抗震鉴定。

**6.3.2** 本条结合《木结构设计规范》，对木结构古建筑木构件的截面抗震验算在附录A中给出具体的计算公式。

结合木结构古建筑存在年代较为久远，木构件截面会因腐朽、虫蛀等导致截面削弱，在本标准的截面抗震验算中，规定截面的具体尺寸应按现场实测实量为依据进行抗震鉴定验算。

本条给出残损现状影响系数的概念，并给出相关系数范围，在承载力验算过程中依据结构不满足现状进行取值。

**6.3.3** 本条参照《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的规定，对木结构古建筑的截面抗震验算提出地震作用下的鉴定要求。

**6.3.4** 本条参照《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的规定给出木结构古建筑抗震变形验算的计算指标，以楼层内最大弹性层间位移和薄弱层弹塑性位移进行抗震变形验算，具体计算公式在附录B中给出。

明确木结构古建筑进行抗震变形验算的具体情况，给出罕遇地震和设防烈度下的木构架层间位移角限值，具体参考《古建筑木结构维护与加固技术标准》（GB/T 50165）和以往抗震总结经验。

本条给出残损现状影响系数的概念，并给出相关系数范围，在变形验算过程中依据结构不满足现状进行取值。

# 7 砖石结构古建筑

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 砖的原材料既包括天然石材又包括烧制砖，大致可以分为新样城砖和旧样城砖、大号城砖和二号城砖以及临清城砖等多种类型的城砖；灰浆种类繁多，古代建筑常使用各种有机材料作为灰浆的原材料，按比例配制形成灰浆。以上所提到的建筑原料砌筑而成的建筑物均包括在此规范鉴定范围内。

**7.1.3** 本条明确规定了砖石古建筑进行第一级鉴定时需要重点检查的项目，不同修建年限的各类砖石古建筑的破坏种类变化不大，而程度有显著差别，检查项目具有普适性。

## 7.2 砖石古塔第一级抗震鉴定

**7.2.3** 本条规定的材料实测强度是最低的要求，相当于墙体抗震承载力的最基本的验算。当已经使用的年限较长时，砖石古建筑表面的砂浆强度因碳化而明显降低，需采用合适的方法进一步确定其真实强度。

**7.2.6** 连接构造的鉴定，包括纵横向抗震墙的交接处、楼（屋）盖及其与墙体的连接处、门、窗开洞等的判别。

**7.2.9~7.2.10** 砖石古塔第一级抗震鉴定后续分三种情况：对于符合7.2.1~7.2.8条要求的情况，直接判定为综合抗震能力满足要求；对于不符合7.2.1~7.2.8条中提到的情况，还需进行第二级鉴定；如第一级鉴定出现7.2.10条中提到的情况，直接判定为不满足抗震鉴定要求。

## 7.3 砖石古塔第二级抗震鉴定

**7.3.3** 按照设计规范的规定，可以只要求在纵横两个方向分别选择从属面积较大或竖向应力较小的墙段进行截面抗震验算。参考《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的相关规定，应考虑砖石古建筑结构构件的地震作用效应与其他荷载效应的组合作用。

**7.3.5** 本条参考《古建筑砖石结构维修与加固技术规范》（GB/T 39056）的相关原则，结合砖石古建筑的特点，在此基础上，进行了一定的修改。考虑长期荷载作用和砖石风化、酥碱的影响，对砖石块材已经明显风化、酥碱、无法精确判定程度的构件，按年份久远程度，在抗压设计强度、抗弯和抗剪设计强度与弹性模量计算中应乘以相应调整系数。

**7.3.10** 砖石古塔内常见的有重要价值非结构构件包括壁画、佛像、吊顶等，对这些构件也需要进行相关鉴定，以此维护砖石古建筑内文物价值。

## 7.4 砖石古城墙第一级抗震鉴定

**7.4.1** 本条中提到的残损现状即对砖石古城墙中材料强度、风化残损、连接开裂情况、变形情况等结构的整体性把控。结构体系评价在砖石古城墙中不适用，故不纳入结构体系的相关评判。

**7.4.3** 本条规定的材料强度是实测的最低的要求，相当于墙体抗震承载力的最基本的验算。当已经使用的年限较长时，砖石古建筑表面的砂浆强度因碳化而明显降低，需采用合适的方法进一步确定其真实强度。

**7.4.4** 在现场检查鉴定时，要重点注意砖石古城墙的海墁地面，为防水防下渗，此处杜绝裂缝的出现。

**7.4.6** 认为砖墙裂缝为连接类别的残损。

**7.4.9~7.4.10** 砖石古城墙第一级抗震鉴定后续分四种情况：对于符合7.4.1~7.4.8条要求的情况，除7.4.10条中提到的情况外，直接判定为综合抗震能力满足要求；对于不符合7.4.1~7.4.8条中提到的情况，还需进行第二级鉴定；如出现7.1.4条中提到的情况，应进行第二级抗震鉴定，特殊情况需根据相关章节、规范或成立专家组对其进行鉴定；若出现7.4.10条中提到的情况，直接判定为不满足抗震鉴定要求。

## 7.5 砖石古城墙第二级抗震鉴定

**7.5.1~7.5.2** 本条规定了砖石古城墙进行第二级鉴定需要进行的验算，应结合现场勘查的残损现状进行综合鉴定。

**7.5.3** 本条参考《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的相关规定，此处的截面抗震验算应考虑砖石古建筑结构构件的地震作用效应与其他荷载效应的组合作用。

**7.5.5** 本条参考《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的相关规定，在此基础上结合砖石古建筑的特点进行制订。

## 7.6 砖石古桥第一级抗震鉴定

**7.6.1** 此处的残损现状指海墁地面、桥底、桥侧面两侧砖石砌体面的连接、桥体与地面连接可靠程度等。

**7.6.2** 同7.4.3条。

**7.6.3** 砖石古建筑残损影响因素中，水这一因素是导致砖石古建筑强度下降的重要原因，故而，在砖石古桥由的抗震鉴定中，绝对不可忽略水这一因素对砖石古桥后续使用年限的影响，因此，应重点观测砖石古桥表面因冻融、盐析、藻类生长引起的材料强度下降。

**7.6.6~7.6.7** 砖石古桥第一级抗震鉴定后续分三种情况：对于符合7.6.1~7.6.5条要求的情况，直接判定为综合抗震能力满足要求；对于不符合7.6.1~7.6.5条中提到的情况，还需进行第二级抗震鉴定；如第一级鉴定出现7.6.7条中提到的情况，应判定为不满足第一级抗震鉴定要求，并应进行第二级抗震鉴定。

## 7.7 砖石古桥第二级抗震鉴定

**7.7.1** 砖石古桥的抗震承载力验算包括截面抗震验算、抗震变形验算。其中，截面抗震验算应考虑砖石古建筑结构构件的地震作用效应与其他荷载效应的组合作用。

**7.7.3** 除主体结构的残损情况外，砖石古桥的抗震承载力验算还应重点关注桥体主体与两侧地基基础的连接可靠度。

# 8 砖木结构古建筑

## 8.1 一般规定

**8.1.1** 本条规定了本章的适用范围，对砖木结构古建筑进行了明确的定义。砖木结构古建筑指竖向承重构件为砌筑砖墙或砖柱、楼（屋）盖由木梁和檩或木屋架组成的砌体结构古建筑，包括内部为单排柱到顶、多排柱到顶的多层内框架房屋，以及仅底层为内框架而上部各层为砖墙的底层内框架古建筑。

**8.1.2** 本条明确规定了砖木结构古建筑鉴定时应重点检查的项目，地震时，不同烈度下砖木结构古建筑的破坏部位变化不大而程度有显著差别，其检查重点基本上可不按烈度划分。鉴于砖木结构古建筑的抗震能力较差，其与钢筋混凝土和砌体房屋不同，本条在砖木结构古建筑的抗震鉴定的基础上，增加材料强度的鉴定以及连接构造的鉴定。

**8.1.3** 本条给出砖木结构古建筑进行第一级抗震鉴定满足后还必须进行第二级抗震鉴定的情况。

砖木结构古建筑抗震能力的评定，同样要参考木结构古建筑抗震鉴定中的抗震构造和抗震验算问题。

对检查结果进行综合分析时，先对不符合鉴定要求的关键部位提出加固或处理意见，是提高砖木结构古建筑抗震安全性的经济而有效的措施；一般部位的构造、抗震承载力不符合鉴定要求时，则根据具体情况的分析判断，采取相应对策。

## 8.2 砖木结构古建筑第一级抗震鉴定

**8.2.1~8.2.2** 本条规定砖木结构古建筑第一级抗震鉴定的内容，区别于木结构古建筑的第一级抗震鉴定，砖木结构第一级抗震鉴定更加注重结构的布置，墙体材料及整体性连接等情况。结构体系和结构布置的鉴定主要内容有：

1. 对砖柱截面沿高度变化的鉴定要求。
2. 规定了在单层建筑和多层建筑中，砖实心墙抗震墙的最大间距。

**8.2.3** 本条结合材料实际强度等级，给出砖木结构古建筑中砖的最低强度等级抗震鉴定要求以及在不同的抗震设防烈度下墙体的砌筑灰浆强度等级的鉴定要求。

**8.2.4** 根据震害调查和统计，砖石结构古建筑在历次地震破坏和人为破坏中，墙体均会出现不同程度的裂缝，如不及时控制，这些裂缝的出现和发展将会导致砖石结构出现严重的问题。

本条对单层及多层砖木结构的墙体裂缝出现情况给出详细的说明，抗震鉴定应依据本条规定同时结合实际情况进行判别。

**8.2.5~8.2.6** 本条给出砖木结构古建筑的楼盖以及屋盖连接处的残损现状鉴定要求。列出了木楼盖和木屋盖中易损部位并给出相应的加固措施，对一些连接构件给出残损鉴定要求。

**8.2.8** 本条给出了砖木结构古建筑易引起局部倒塌构件及其连接处的一些要求。在历次震害过程中，发现砖木结构的古建筑中承重墙的窗间墙过大，内墙阳角到门窗洞边的距离过大等等，均会引发局部倒塌的可能性，在本标准中对这些最小距离给出限定。

**8.2.9** 本条对于砖墙和砖柱构件的倾斜进行详细介绍，在平面内和平面外以及单层多层进行数值限定，表明顶点位移的大小，给实际的抗震鉴定提供依据。

## 8.3 砖木结构古建筑第二级抗震鉴定

**8.3.1** 此处的抗震验算包括截面抗震验算与抗震变形验算，验算中所需数据根据第一级抗震鉴定实测所得。

**8.3.2** 砖木结构的截面抗震验算应重点检查承重砖石墙的承载能力，且按照相关规范规定，要求在纵横两个方向分别选择从属面积较大或竖向应力较小的墙段进行截面抗震承载力验算。

**8.3.3** 砖木结构的抗震变形验算参考国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011）的相关规定。