

团 体 标 准

T/CI 105—2023

不可移动文物抗震鉴定技术规范

Technical codspecification for seismic appraisal of immovable cultural heritage

2023 - 07 - 20 发布

2023 - 07 - 20 实施

中国国际科技促进会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 鉴定程序及其内容	2
6 现状勘查	4
6.1 一般要求	4
6.2 场地地基与基础（台基）勘查	4
6.3 主体结构勘查	5
6.4 重点保护部位勘查	5
7 场地地基与基础（台基）鉴定	5
7.1 一般要求	5
7.2 现状勘查	6
7.3 第一级鉴定	6
7.4 第二级鉴定	6
7.5 重点保护部位鉴定	7
8 木结构鉴定	7
8.1 一般要求	7
8.2 现状勘查	7
8.3 第一级鉴定	9
8.4 第二级鉴定	10
8.5 重点保护部位鉴定	11
9 砖木结构建筑鉴定	11
9.1 一般要求	11
9.2 现状勘查	11
9.3 第一级鉴定	12
9.4 第二级鉴定	14
9.5 重点保护部位鉴定	16
10 砖石结构鉴定	16
10.1 一般要求	16
10.2 砖石城墙	16
10.2.1 现状勘查	16
10.2.2 第一级鉴定	17
10.2.3 第二级鉴定	17
10.2.4 重点保护部位鉴定	18
10.3 砖石塔	18

10.3.1	现状勘查	18
10.3.2	第一级鉴定	18
10.3.3	第二级鉴定	19
10.3.4	重点保护部位鉴定	19
10.4	砖石桥	19
10.4.1	现状勘查	19
10.4.2	第一级鉴定	20
10.4.3	第二级鉴定	20
10.4.4	重点部位鉴定	20
11	土结构鉴定	21
11.1	一般要求	21
11.2	现状勘查	21
11.3	第一级鉴定	21
11.4	第二级鉴定	22
11.5	重点保护部位	22
12	综合鉴定及抗震鉴定报告	22
附录 A (规范性)	抗震验算	23
A.1	一般要求	23
A.2	抗震验算	23
附录 B (规范性)	砖木结构建筑抗震墙基准面积率	25
参考文献	26

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。

本文件由国家文物局提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：中冶建筑研究总院有限公司、中国文化遗产研究院、中国科学院空天信息创新研究院、北京工业大学、中冶检测认证有限公司、北京三茂建筑工程检测鉴定有限公司、北京交通大学。

本文件主要起草人：吴婧姝、乔云飞、张文革、陈富龙、郭小东、韩晓丽、杨 娜、刘 佳、白晓彬、李建爽、吕俊江、王 珅、张海鹏。

不可移动文物抗震鉴定技术规范

1 范围

本文件规定了不可移动文物抗震鉴定的基本要求、鉴定程序及其内容、现状勘查、场地地基与基础（台基）鉴定、木结构建筑鉴定、砖木结构建筑鉴定、砖石结构鉴定、土结构鉴定、综合鉴定及抗震鉴定报告等内容。

本文件适用于抗震设防烈度为6度~8度（以下简称“6度、7度、8度”）地区不可移动文物，包括核定公布为文物保护单位和尚未核定公布为文物保护单位但已被登记的不可移动文物的抗震鉴定，本文件不适用于9度地区不可移动文物的抗震鉴定。其他历史建筑及具有保护价值的建筑物、构筑物等的抗震鉴定可参照使用。

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。

- GB/T 39056 古建筑砖石结构维修与加固技术规范
- GB 50005 木结构设计标准
- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50023 建筑抗震鉴定标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

主体结构 major structure

基于地基与基础之上的不可移动文物承重骨架，承担和传递上部荷载，维持上部结构整体性、稳定性和安全性的体系。

3.2

重点保护部位 key protection area

不可移动文物中突出体现该建筑的历史、艺术、科学、社会和文化价值的部位。

3.3

损伤 damage

由于荷载作用、环境侵蚀、自然灾害和人为因素等对结构造成非正常的位移、开裂及材料的破损和劣化等。

3.4

勘查 reconnaissance and survey

对不可移动文物场地地质、环境、结构体系、保护现状和主要病害等进行勘察、检查、检测、监测，编制成果文件，为后期抗震鉴定提供资料的活动。

3.5

勘察 investigation

查明、分析、评价场地的地质、地理环境特征和岩土工程条件并编制相关文件的活动。

3.6

抗震鉴定 seismic appraisal

通过勘查现有不可移动文物的结构体系、构造和现状，对不可移动文物在地震作用下的结构安全性进行评估。

3.7

综合抗震能力 compound seismic capability

不可移动文物综合考虑其结构体系、构造、现有损伤和承载力等因素所具有的抵抗地震作用的能力。

4 基本要求

4.1 不可移动文物的抗震鉴定工作，应符合不改变原状、完整性、最低限度干预和使用恰当的保护技术的保护原则，避免损伤不可移动文物本体。

4.2 不可移动文物的抗震鉴定应包括下列内容及要求：

- a) 搜集不可移动文物相关资料。当资料不全时，应根据鉴定的需要进行补充勘查；
- b) 对不可移动文物结构体系、结构布置、结构形制、构造、现状变形与损伤、病害等现状进行勘查；
- c) 按照各类不可移动文物相应的逐级鉴定的方法进行鉴定；
- d) 对现有不可移动文物综合抗震能力做出评价，对不符合抗震要求的不可移动文物提出相应的抗震减灾对策和处理意见。

4.3 抗震鉴定分为两级进行鉴定：

- a) 第一级鉴定应以宏观控制及现状变形与损伤和构造鉴定为主进行综合评价，第二级鉴定应以抗震验算为主结合构造影响、残损影响进行综合评价，抗震验算应按照本文件附录 A 执行；
- b) 当符合第一级鉴定的各项要求时，应评为满足抗震鉴定要求，不再进行第二级鉴定；当不符合第一级鉴定要求时，除本文件各章有明确规定的情况外，应进行第二级鉴定，并由第二级鉴定做出判断。

4.4 不可移动文物的抗震鉴定分为场地地基与基础（台基）、主体结构、重点保护部位 3 个部分分别进行鉴定。场地地基与基础（台基）、主体结构的抗震鉴定分为两级进行鉴定，重点保护部位按照本文件规定进行鉴定。

4.5 各地区抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组应符合 GB 50011 规定。

5 鉴定程序及其内容

5.1 不可移动文物抗震鉴定程序宜按照图 1 的规定进行。抗震鉴定应按照调研与初勘、风险评估、鉴定方案制定、现状勘察、综合鉴定以及鉴定报告编写的步骤进行，其中现状勘察的内容包括场地地基与基础（台基）、主体结构、重点部位的勘察，其中场地地基与基础（台基）、主体结构按照一级鉴定和二级鉴定的两级鉴定工作进行，重点保护部位仅进行一级鉴定，当现状勘察资料不足时应进行补充勘察。

5.2 调研与初勘应包括但不限于下列基本内容：

- a) 资料搜集包括下列内容：
 - 1) 区域气象、水文、地质、地震资料；
 - 2) 历次检测鉴定资料；
 - 3) 地下开采、抽水等资料。
- b) 查询不可移动文物历史包括下列内容：
 - 1) 历史文献、考古成果、历史沿革及保护等资料；
 - 2) 历次修缮、加固、改造等情况；
 - 3) 使用条件改变、用途变更等情况；
 - 4) 历史受灾情况。
- c) 现场调研包括下列内容：
 - 1) 按资料核实不可移动文物现状；
 - 2) 调查实际使用条件和内外环境；
 - 3) 查看现状病害、损伤、残损以及其他问题；
 - 4) 走访有关人员。

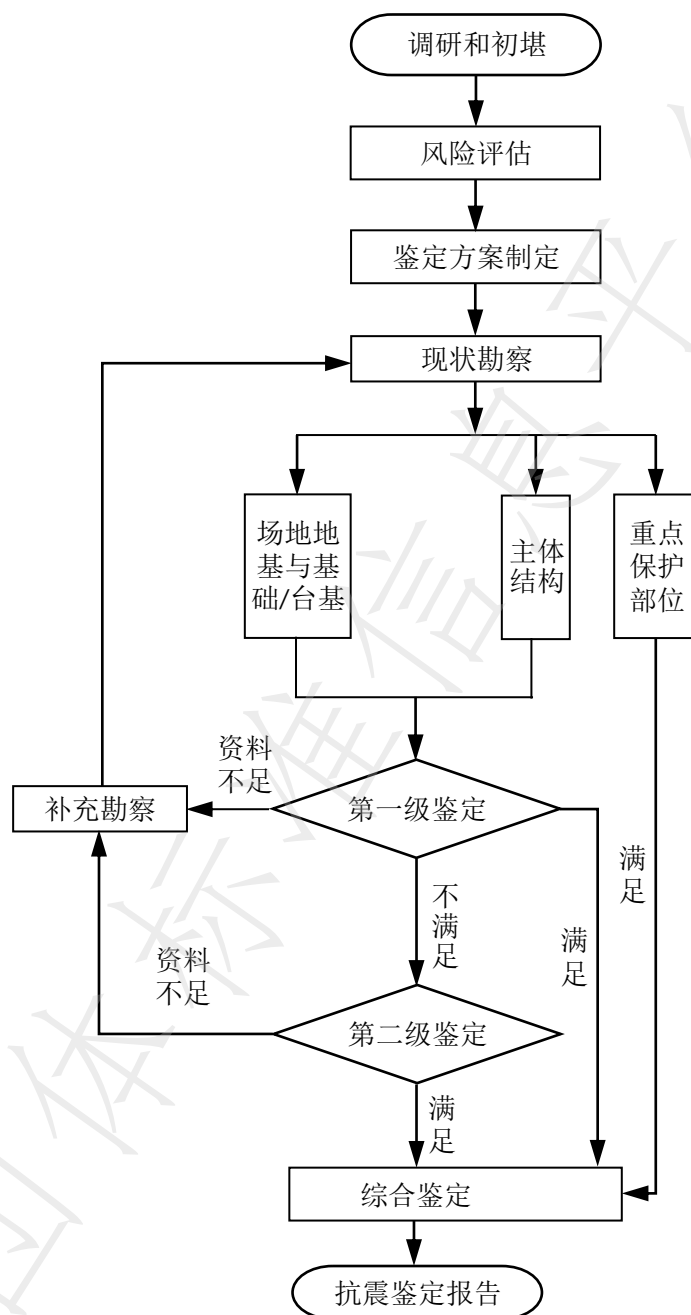


图1 不可移动文物抗震鉴定程序

5.3 应根据调研和初勘情况，基于不可移动文物的价值及现状，对不可移动文物在地震作用下以及抗震鉴定过程对文物本体、周边环境可能造成的风险进行识别和评估，在风险评估的基础上围绕价值保护开展抗震鉴定工作。

5.4 鉴定方案应根据现场调研与初勘情况结合不可移动文物的价值认识、风险评估及其特点制定。内容应包括鉴定的依据、现状勘察的工作内容、主要方法、工作进度计划以及现场需要完成的准备工作等。

5.5 现状勘察应包括下列内容：

- a) 场地地基与基础（台基）勘察；
- b) 主体结构勘察；
- c) 重点保护部位勘察。

5.6 不可移动文物第一级鉴定的基本内容及要求，应符合下列规定：

- a) 不可移动文物的抗震鉴定应首先对其进行现状勘查确定变形与损伤状况，并根据承重结构中出现的损伤的分布、劣化程度及对结构局部或整体可能造成的破坏和后果进行评估；
 - b) 检查结构体系，应找出其破坏会导致整个体系丧失抗震能力或丧失对重力的承载能力的部件或构件；当不可移动文物有错层或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；
 - c) 结构构件的连接应满足结构整体性的要求。
- 5.7 不可移动文物第二级鉴定应以抗震验算为主结合残损情况及构造影响进行综合评价。当不可移动文物的平、立面布置不均匀，质量、刚度分布和墙体等抗侧力构件的布置明显不对称时，应直接进行第二级鉴定。
- 5.8 在抗震鉴定过程中，当发现勘查资料缺失无法进行进一步鉴定时，应及时组织补充勘查。
- 5.9 各部分鉴定完毕后应进行综合鉴定给出鉴定结论并提交鉴定报告。

6 现状勘查

6.1 一般要求

- 6.1.1 不可移动文物勘查应获取历史、环境、工程与水文地质、地基与基础（台基）、主体结构、重点保护部位及保护现状等基础资料和其他有害影响因素资料。
- 6.1.2 勘查宜采用无损（或微损）探测、原位测试与取样试验相结合的方式进行，不应破坏不可移动文物本体及其现状。
- 6.1.3 不可移动文物的历次维修加固勘查，应查清下列情况：
- a) 历次维修加固现状；
 - b) 结构形式、使用功能、受力状态是否发生改变；
 - c) 是否存在损伤、残损、沉降、变形、裂缝等新的病害；
 - d) 是否存在因维修加固不当而造成的不良影响。
- 6.1.4 勘查成果应包括以下内容：
- a) 地基与基础（台基）形制与残损现状调查成果；
 - b) 主体结构体系、结构布置和残损现状调查成果；
 - c) 重点保护部位的残损现状调查成果；
 - d) 各部分病害、残损成因分析。

6.2 场地地基与基础（台基）勘查

- 6.2.1 地基勘查应包括以下内容：
- a) 场地类别与地基土，包括土层分布及下卧层情况；
 - b) 地基承载力及地基稳定性（斜坡）；
 - c) 地基变形及其在上部主体结构中的反应；
 - d) 其它因素，如地下水抽降、地基浸水、水质恶化、土壤腐蚀等的影响或作用。
- 6.2.2 地基勘查宜采取与不可移动文物相适应的下列技术手段：
- a) 物探采用地震波法、电磁法、地质雷达等；
 - b) 采用钻探与坑探，钻探孔可同时布置剪切波、孔下摄影、CT 成像及地下水监测、变形监测等工作；
 - c) 实验分析及测试，应综合使用现场试验与室内试验相结合的方法。
- 6.2.3 基础工作状态评估，若条件允许可采取探坑开挖进行勘查，勘查内容宜包括以下内容：
- a) 基础（台基）材料与形制；
 - b) 调查基础（台基）的保存情况，评估基础（台基）完整性；
 - c) 地下水、土壤等对基础（台基）的腐蚀性状况；
 - d) 基础（台基）与主体结构病害发育关系。
- 6.2.4 基础（台基）勘查宜与地基勘察综合进行，宜采用如下技术手段：
- a) 选择不影响主体结构安全的部位进行局部开挖。对局部开挖基础（台基）进行调查与测试，并结合历史资料与考古成果、物探成果，绘制基础（台基）剖面；

- b) 采取基础（台基）材料样品，如砖、石、灰土、胶结物等，对其物理力学性能等进行测试；
 - c) 采用超声、回弹法等无损检测手段进行检测。
- 6.2.5 当存在下列情况时，应对地基与基础（台基）进行详细勘查或在较长时间内进行定期观测：
- a) 不可移动文物有不均匀沉降、倾斜（歪闪）或扭转等情况，不能判定已停止发展；
 - b) 不可移动文物已有开裂、连接节点处有松动变位等情况，不能判定已停止发展。

6.3 主体结构勘查

- 6.3.1 主体结构勘查应包括结构勘查、病害、变形与损伤勘查、材质性能检测等内容。
- 6.3.2 主体结构勘查宜包括下列内容：
- a) 主体结构现状测绘，宜采用现场测绘、三维扫描、拍照、摄像、局部人工临摹等方式进行；
 - b) 主体结构内部特征探测与分析宜优先采用雷达法、声波法、红外法、影像法等无损检测技术；
 - c) 局部构件或残损、病害部位的检测、探测，宜采用超声法、钻芯取样法、空间 CT 探测法等方法。
- 6.3.3 病害、变形与损伤勘查应包括下列内容，并宜进行现场实测和长期监测：
- a) 裂缝宽度、长度、深度、走向、数量及其分布；
 - b) 结构倾斜或差异沉降量；
 - c) 砖石结构鼓胀范围及最大鼓胀变形量；
 - d) 砖石结构风化、缺损范围及风化、缺损形成的砌块截面损失程度和范围；
 - e) 木材腐朽、虫蛀、变质的部位、范围和程度；
 - f) 对构件受力有影响的木节、斜纹和干缩裂缝的部位和尺寸；
 - g) 榫卯连接处的拔榫部位和尺寸。
- 6.3.4 材料性能检测应包括但不限于下列内容：
- a) 材料类型、尺寸；
 - b) 砖、石块材的性能和风化程度；
 - c) 灰浆材料组成及其性能；
 - d) 木材的树种及其物理力学性能。

6.4 重点保护部位勘查

- 6.4.1 重点保护部位的勘查，应结合其文物价值，调查现状情况及其构造连接的实际状况、对主体结构的不利影响，以及使用功能、老化损伤、残损等情况。
- 6.4.2 重点保护部位主要包括但不限于如下方面：
- a) 室外重点保护部位，包括附着雕塑、斗拱、石雕石刻等；
 - b) 室内重点保护部位，包括附着壁画、附着雕塑、天花、藻井等。
- 6.4.3 重点保护部位的勘查应重点查清下列情况：
- a) 现状及其细部构造；
 - b) 与主体结构的构造连接；
 - c) 残损情况以及在维修中可能产生的问题。

7 场地地基与基础（台基）鉴定

7.1 一般要求

- 7.1.1 不可移动文物的场地地基与基础（台基）抗震鉴定，应收集地质勘察资料和现状检查情况，对于地基与基础（台基）鉴定应先通过现状检查判定有无严重静载作用缺陷，再进行抗震鉴定。
- 7.1.2 抗震设防烈度为 6 度、7 度地区的不可移动文物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 GB 50011 规定划分。
- 7.1.3 建筑场地为不利地段时，应对其地震稳定性、地基滑移及对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。
- 7.1.4 不可移动文物位于可能出现滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害影响范围内，或建在斜坡场地上时，

或处于河涌、水渠、山坡、采空区等地质灾害影响范围内，同时已出现损伤状况，应进行地质灾害的调查、监测与稳定性评估。

7.1.5 当地基与基础资料不全时，应根据不可移动文物主体结构存在的地基不均匀沉降反应进行评估；必要时，可对场地地基进行近位勘察或沉降观测。

7.1.6 地基与基础（台基）不包括桥梁的水下基础、不可移动文物的木桩基础及塔下的地宫。

7.2 现状勘查

7.2.1 不可移动文物场地、地基与基础（台基）的现状勘查应符合本文件第 6.2 节的规定，并应包括下列内容：

- a) 不可移动文物的实际荷载；
- b) 基础（台基）的类型、尺寸、埋深；基础材料强度，基础变形、开裂、腐蚀和损伤等；
- c) 不可移动文物的沉降量、沉降差和沉降稳定性；
- d) 不可移动文物结构或填充墙体中因地基不均匀沉降出现的倾斜、扭曲、裂缝和沉降造成的损伤、变形等状况；
- e) 对于同一建筑物存在不同类型基础或基础埋深不同时，应检查不同类型基础或基础埋深不同部位引起的不均匀沉降与损伤；
- f) 不可移动文物的地下室和管线情况。

7.2.2 基础（台基）重点保护部位的勘查主要包括望柱、栏板、台阶等及具有保护价值的其他构件的连接状况、破损、裂隙、空鼓、剥落、表面风化等。

7.3 第一级鉴定

7.3.1 场地地基与基础（台基）的第一级鉴定应符合下列要求：

- a) 存在软弱土、饱和砂土和饱和粉土的不可移动文物的场地地基与基础（台基），应依据 GB 50011 并根据烈度、场地类别、建筑现状和基础（台基）类型，进行液化、震陷鉴定；
- b) 基础（台基）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) 对液化沉陷不敏感的不可移动文物；
 - 2) 符合 GB 50011 液化初步判别要求的不可移动文物。
- c) 基础（台基）下主要受力层存在软弱土时，对下列情况可不进行建筑在地震作用下沉陷的鉴定：
 - 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。
- d) 基础无腐蚀、酥碱、松散和剥落；
- e) 台基夯土无明显空洞，包砌部分无松散，开裂或剥落；
- f) 上部主体结构无沉降裂缝和倾斜；
- g) 采用木桩的不可移动文物，可不进行桩基的抗震验算。

7.3.2 当出现以下情况时，应直接判定场地地基与基础（台基）抗震性能不符合要求，不再进行第二级鉴定：

- a) 根据地基（台基）变形（沉降）观测资料或其主体结构反应的检查结果，不可移动文物不均匀沉降连续两个月地基沉降量大于每个月 2mm，或砌体构件出现宽度大于 5mm 的沉降裂缝，且沉降裂缝短期内无终止趋势；
- b) 当地基与基础（台基）承载力或处于液化土层的其抗液化处理措施不符合 GB 50007 的要求，且不可移动文物局部存在损伤；
- c) 建筑地基与基础（台基）在历史上发生过滑动，目前虽已停止滑动，但若触动诱发因素仍有可能再滑动。

7.4 第二级鉴定

7.4.1 场地地基与基础（台基）的第二级鉴定应符合下列要求：

- a) 对于不满足第一级鉴定和软弱土地基及 GB 50011 规定的 III、IV 类场地上的不可移动文物地基与基础（台基），应进行抗震承载力验算；

- b) 对天然地基的抗震承载力验算,应按 GB 50023 的规定考虑地基土静承载力长期压密提高系数;
- c) 饱和土液化的第二级判别,应按 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。

7.4.2 静载作用下已出现严重缺陷的地基与基础(台基),应同时验算其静载下的承载力。若其静载作用下的承载力不能满足要求,则可直接判定其不满足抗震要求。

7.5 重点保护部位鉴定

7.5.1 基础(台基)重点保护部位的抗震鉴定,可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。受损程度可通过受损处的数量及其占重点保护部位总体长度、面积或体积等的百分比确定。

7.5.2 基础(台基)重点保护部位的抗震能力评估应按表 1 进行评定。

表1 基础(台基)重点保护部位抗震能力评定

抗震能力是否满足要求		连接情况		
		与主体结构连接牢固	与主体结构有可靠连接,但连接已松动	与主体结构无可靠连接,或连接已损坏
受损程度	0%	满足	满足	不满足
	≤10%	满足	不满足	不满足
	>10%	不满足	不满足	不满足

注:受损程度通过受损处的数量及其占重点保护部位总体长度、面积或体积等的百分比确定

7.5.3 望柱、栏板、台阶以及具有保护价值的其他构件存在由外力等因素影响下的断裂、局部缺失等现象,可直接评定为严重损坏,抗震能力不满足要求。

7.5.4 望柱、栏板、台阶以及具有保护价值的其他构件存在影响其稳定性的构件连接松动的情况,可直接评定为严重损坏,抗震能力不满足要求。

8 木结构鉴定

8.1 一般要求

8.1.1 本章适用于抗震设防烈度为 6 度~8 度时,不超过二层的穿斗木构架、抬梁木构架、木柱木屋架房屋,单层柁木檩架建筑的抗震鉴定。

8.1.2 抗震鉴定时,承重木构架、楼盖和屋盖的质量和连接、墙体与木构架的连接、建筑所处场地的不利影响,应重点检查。

8.1.3 木结构建筑抗震鉴定,应重点检查下列内容:

- 木柱和木梁(枋)节点的连接方式及连接构造;
- 屋盖形式与连接、砖围护墙与木构架的连接构造等;
- 木构架的变形与损伤及其形成原因;
- 柱头和柱根的糟朽和虫蛀情况;
- 局部易脱落伤人的构件、部件的连接构造。

8.1.4 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:

- 8 度地区 III 类、IV 类场地上的一般古建筑;
- 8 度地区所有场地上的多层木结构古建筑;
- 7 度地区 III 类、IV 类场地上且 300 年以上木结构古建筑,抗震设防烈度为 6 度~8 度地区的 500 年以上木结构古建筑。

8.2 现状勘查

8.2.1 木结构建筑场地地基与基础(台基)的现状勘查应符合 6.2 的规定。

8.2.2 木结构建筑主体结构的现状勘查,应包括结构体系与结构布置、结构整体性连接构造措施、结构构件变形与损伤,对于缺少图纸资料的还应包括木构件的几何参数、树种、材料力学性能等内容。

8.2.3 木结构建筑的结构体系与结构布置的勘查,应包括下列内容:

- a) 建筑层高和建筑总高度；
 - b) 结构平面布置的规则性；
 - c) 建筑结构的承重体系；
 - d) 木屋架的构成；
 - e) 侧脚和升起状况。
- 8.2.4 木结构建筑的结构整体性连接构造措施勘查，应包括下列内容：
- a) 木柱与柱础的连接；
 - b) 木柱与屋架的连接；
 - c) 木柱与斗拱的连接；
 - d) 斗拱与梁架和屋架的连接；
 - e) 柱与梁、枋的连接；
 - f) 围护墙体与木结构的连接；
 - g) 屋架构件之间的连接；
 - h) 斗拱各构件的连接；
 - i) 楼面构件的连接。
- 8.2.5 木结构建筑的木构件变形与损伤的勘查，应包括下列内容：
- a) 木梁（枋）、屋架、檩、椽等受力构件的变形、歪扭；
 - b) 斗拱中各构件及其连接的损伤状况；
 - c) 木构件节点的松动或拔榫状况；
 - d) 木柱倾斜状况；
 - e) 木构架的倾斜或歪闪状况；
 - f) 斗拱的倾斜或歪闪状况。
- 8.2.6 木材材质和力学性能的勘查，宜采取现场微损检测或取样的方法，应符合下列规定：
- a) 木材力学性能的现场检测，应根据木构件的颜色、纹理、硬度、气味等特点，判定木构件的材质；
 - b) 对现场直观检查不能判定木材种类的构件，可采取试样，进行木材树种和材料性能的测试，取样构件应具有代表性，且要保证原结构构件的安全。
- 8.2.7 木构件斜裂缝和斜纹理，应主要勘查斜裂缝或斜纹理与中轴线的夹角、斜裂缝位置、数量、长度、宽度及深度。
- 8.2.8 木构件腐朽和虫蛀的勘查，应重点检查埋入墙内或长期接触潮湿和遭受雨水淋泡的柱根、木椽、木屋架的端头、檩头、椽头等部位。腐朽和虫蛀检查、检测，可根据现场情况采用下列方法：
- a) 对出现的腐朽木构件应采用表面剔除腐朽层的方法，量测腐朽的范围和腐朽深度；
 - b) 对于内部腐朽或虫蛀应采用铁锤敲击被检查的构件，通过发出的声音初步判断木材内部存在的腐朽或虫蛀情况，对初步判定内部可能存在的腐朽或虫蛀构件，宜采用应力波和阻抗仪技术进一步检测木材内部腐朽、虫蛀危害程度；
 - c) 对柱根部位的腐朽程度可采用钢钎刺探法进行检测，根据刺入深度判断木材的腐朽程度。
- 8.2.9 木材缺陷的勘查，应符合下列规定：
- a) 木构件的翘曲、扭曲、横弯和顺弯，可采用拉线和尺量的方法或用多功能检测尺与尺量结合的方法进行检测；
 - b) 影响受力的裂缝，可用探针检测裂缝的深度，用裂缝塞尺检测裂缝的宽度，用钢尺量测裂缝的长度。
- 8.2.10 木结构建筑重点保护部位的勘查主要包括外立面重点保护部位、室内重点保护部位、屋面重点保护部位及其他重点保护部位等内容。重点保护部位主要包含以下几个方面：
- a) 外立面重点保护部位包括门窗、雀替、含壁画或花饰的外墙、雕塑等；
 - b) 室内重点保护部位包括天花、藻井、隔扇、含壁画或花饰的内墙、雕塑等；
 - c) 屋顶重点保护部位包括屋瓦面、吻兽、宝顶、檐口花饰及雕塑等；
 - d) 其他重点保护部位包括建筑结构体系、特殊构造、附着重要事件和重要人物遗迹的构件等。
- 8.2.11 对重点保护部位的勘查，主要采用外观普查和测量手段。其勘查应包括下列内容：
- a) 木质类重点保护部位受损情况，包括变形、开裂、松动、脱落、虫蛀、腐朽等；

- b) 含壁画或花饰墙面的受损情况，包括风化、疏松、空鼓、开裂、破损、脱落等；
- c) 屋顶重点保护部位的受损情况，包括破损、松动、脱落、开裂、材料粉化等；
- d) 各类重点保护部位与结构的连接情况。

8.3 第一级鉴定

8.3.1 木结构建筑的第一级鉴定，应按结构体系、结构布置、结构构造的合理性、整体和局部倾斜情况、构件自身及其与主体结构连接构造的可靠性以及现状变形与损伤状况进行评定。

8.3.2 评定木结构建筑的结构体系、结构布置，应符合下列要求：

- a) 房屋的平、立面和墙体布置，质量和刚度沿高度分布应比较均匀，楼层的质心和计算刚心应基本重合或接近；
- b) 跨度不小于6m的大梁，不应由独立砖柱支承。

8.3.3 评定木结构建筑的构造，应符合下列要求：

- a) 脊檩处，两坡屋顶椽条有防止下滑的措施；檩条有防止外滚和檩端脱榫的措施；
- b) 大梁以上各层梁与瓜柱、驼峰等应有可靠的榫接或隐蔽式锚固；
- c) 角梁应有充分的抗倾覆连接件连接；
- d) 屋顶饰件及檐口瓦应有可靠的系固措施；
- e) 梁下各柱应有支撑或有效的替代措施以确保纵、横向联系的可靠；
- f) 纵向梁枋及其联系构件应无残缺或连接松动；
- g) 构架间的纵横向应连接牢固；
- h) 梁柱间的连接（包括柱、枋间、柱、檩间的连接），榫头拔出卯口的长度不宜超过榫头长度的1/4，或有可靠铁件连接。

8.3.4 木结构建筑的整体和局部倾斜，应满足下列条件：

- a) 沿构架平面内的倾斜量 $\Delta_1 \leq H/250$ （ H 为构架的总高）；
- b) 沿构架平面外的倾斜量 $\Delta_2 \leq H/350$ ；
- c) 柱头与柱脚的相对位移 $\Delta \leq l_0/150$ （ l_0 为柱的无支长度）。

8.3.5 承重木柱的现状，应按下列要求进行检查，满足时为符合要求：

- a) 承重木柱柱身任一截面上，腐朽和老化变质（两者合计）所占面积与整截面面积之比 ρ ：
 - 1) 当仅有表层腐朽和老化变质时， $\rho \leq 1/5$ 或按剩余截面验算符合承载力要求；
 - 2) 当仅有心腐时， $\rho \leq 1/7$ 或按剩余截面验算符合承载力要求；
 - 3) 当同时存在以上两种情况时，不论 ρ 大小均视为不符合要求。
- b) 承重木柱柱身任意部位无明显虫蛀空洞，敲击无空鼓音；沿柱长任一部位，无贯通裂缝，裂缝最大深度不超过 $0.5R$ （ R 为木柱半径）；
- c) 承重木柱的弯曲矢高 $\delta \leq l_0/10$ （ l_0 为柱的无支长度）；
- d) 承重木柱柱脚底面与柱础间实际承压面积与柱脚底面积之比应满足 $\rho_c \geq 0.6$ ；
- e) 承重木柱与柱础之间错位与柱径（或柱截面）沿错位方向的尺寸之比应满足 $\rho_d \leq 1/6$ ；
- f) 承重木柱沿柱长任一部位无劈裂、断裂或压皱迹象出现。

8.3.6 承重木梁（枋），应按下列要求进行检查，满足时为符合要求：

- a) 承重木梁（枋）截面上，腐朽和老化变质（两者合计）所占的面积与整截面面积之比 ρ ：
 - 1) 当仅有表层腐朽和老化变质时， $\rho \leq 1/8$ 或按剩余截面验算符合要求，且梁（枋）端支承范围内无腐蚀与老化变质现象；
 - 2) 当沿梁（枋）长任一部位有心腐时，不论 ρ 大小均视为不符合要求。
- b) 沿梁（枋）长任意部位无有明显虫蛀空洞，且敲击无空鼓音；
- c) 梁（枋）跨中无断纹开裂，且梁（枋）上表面无压皱痕迹；梁（枋）端无明显端裂缝或斜裂缝（不包括干缩裂缝）；梁（枋）身任意部位无影响其正常受力性能的锯口、开槽或钻孔；
- d) 承重木梁（枋）的弯曲变形应满足下列要求：
 - 1) 当梁高 h 与梁长 l 的比值 $h/l > 1/14$ 时，竖向挠度最大值 $\omega_1 \leq l^2/2100h$ ；
 - 2) 当梁高 h 与梁长 l 的比值 $h/l \leq 1/14$ 时，竖向挠度最大值 $\omega_1 \leq l/150$ ；
 - 3) 任何情况下，侧向弯曲矢高 $\omega_2 \leq 1/200$ 。
- e) 承重木梁（枋）、柱原有加固部位，加固措施应完好，未出现新的破坏现象。

- 8.3.7 木结构建筑的楼盖，搁栅等，应按下列要求进行检查，满足时为符合要求：
- 木楼盖构造要求：
 - 木楼盖搁栅的竖向最大挠度 ω_1 应满足 $\omega_1 \leq 1/180$ ，且无严重体感颤动；
 - 木楼盖搁栅的侧向弯曲矢高 ω_2 应满足 $\omega_2 \leq 1/180$ ；
 - 木楼盖搁栅支承长度应不小于 60mm，或端部锚固可靠。
 - 屋盖上椽、檩、瓜柱、角背、驼峰、翼角、檐头等构件无成片腐朽或受力损伤现象，无明显虫蛀空洞。以上构件之间以及与相邻梁（枋）柱等构件间有可靠连接。
- 8.3.8 承重木梁（枋）与柱榫卯节点连接处应符合以下要求：
- 榫头和卯口无木材腐朽、虫蛀和老化变质（两者合计）所导致的损伤；
 - 榫头无断裂损伤；
 - 卯口无劈裂损伤；
 - 榫头和卯口有可靠连接；
 - 榫卯节点处如有连接铁件，应确保其连接可靠，并且对节点的任何加固措施不应造成建筑整体刚度变化不均匀。
- 8.3.9 木结构建筑满足 8.3.2~8.3.8，可评为抗震能力满足抗震鉴定要求。
- 8.3.10 当木结构建筑出现下列情况之一时，应评为抗震能力不满足抗震鉴定要求，不再进行第二级鉴定：
- 结构构造不满足 8.3.2 或 8.3.3 的要求；
 - 主要木构件存在较严重的腐朽、虫蛀等损伤；
 - 梁（枋）柱等重要部位节点连接失效。

8.4 第二级鉴定

- 8.4.1 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。
- 8.4.2 木结构古建筑截面抗震验算应符合下列要求：
- 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；
 - 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；
 - 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；
 - 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。
- 8.4.3 古建筑木结构抗震能力的验算，除应按现行 GB 50011 的规定进行外，尚应符合下列规定：
- 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：

$$F_{EK} = 0.72\alpha_1 G_{eg} \dots\dots\dots (1)$$

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GB 50011确定；

G_{eg} ——结构等效总重力荷载。对坡顶房屋取 $1.1G_E$ ；对平顶房屋取 $1.0G_E$ ；对多层古建筑取 $0.85G_E$ ； G_E 为房屋总重力荷载代表值。

- 结构基本自振周期 T_1 ，宜根据实测值确定；
 - 木构架承载力的抗震调整系数 γ_{RE} 可取 0.8；
 - 计算木构架的水平抗力，应计入节点连接的有效刚度。
- 8.4.4 木结构古建筑抗震变形验算应符合下列要求：
- 木结构古建筑抗震变形验算应按现行 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；
 - 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 $[\theta_e]$ 可取 1/100；在罕遇地震作用下，木构架的层间位移角限值 $[\theta_p]$ 可取 1/30；

- c) 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;
- d) 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。
- 8.4.5 当木结构古建筑抗震验算满足本节8.4.2~8.4.4条的规定要求时,可评定第二级抗震鉴定满足要求。

8.5 重点保护部位鉴定

- 8.5.1 木结构建筑重点保护部位应根据受损程度并考虑主体结构构造连接的可靠性进行鉴定。
- 8.5.2 木结构建筑重点保护部位的抗震能力应按表2进行评定。
- 8.5.3 含壁画或花饰墙面及屋顶重点保护部位的抗震鉴定,按照9.5中的相关规定执行。

表2 木结构建筑重点保护部位抗震能力评定

抗震能力是否满足要求		连接情况		
		与主体结构连接牢固	与主体结构有可靠连接,但连接已松动	与主体结构无可靠连接,或连接已损坏
受损程度	0%	满足	满足	不满足
	≤15%	满足	不满足	不满足
	>15%	不满足	不满足	不满足

注:受损程度通过受损处的数量及其占重点保护部位总体长度、面积和体积等的百分比确定

9 砖木结构建筑鉴定

9.1 一般要求

- 9.1.1 砖木结构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建筑。
- 9.1.2 砖木结构建筑的抗震鉴定及现状勘察,除应符合本章规定外,尚应符合本文件第8章木结构建筑的相关规定。
- 9.1.3 砖木结构建筑的抗震鉴定,应重点检查判定下列内容:
- 墙体布置、纵横墙的连接、楼(屋)盖形式与连接等;
 - 砖墙与木梁、檩或木屋架之间节点的连接方式和连接构造;
 - 砌体材料强度及墙体倾斜、开裂、风化、酥碱范围和程度;
 - 木梁、木檩或木屋架的变形和开裂、糟朽、虫蛀等损伤;
 - 局部易脱落的构件、部件的连接构造;
 - 重点保护部位的变形与损伤。

9.2 现状勘察

- 9.2.1 砖木结构建筑场地地基与基础(台基)的现状勘察应符合6.2的规定。
- 9.2.2 砖木结构建筑主体结构的现状勘察,应包括结构体系与结构布置、结构整体性连接构造措施、结构构件变形与损伤等内容。
- 9.2.3 砖木结构建筑的结构体系与结构布置的勘察,应包括下列内容:
- 建筑层高;
 - 结构平面布置的规则性;
 - 墙体布置对称或基本对称状况和存在未闭合的开口墙状况;
 - 承重大梁支承在门窗洞口上方状况、屋檐外挑梁上设置砌筑砌体状况;
 - 木屋架形式。
- 9.2.4 砖木结构建筑的结构整体性连接构造措施勘察,应包括下列内容:
- 木屋架、木梁、木檩、木龙骨在墙上支承长度,对接檩条在屋架上的支承长度,门窗洞口过梁的支承长度;
 - 纵横墙咬槎砌筑状况;
 - 后砌非承重砌体隔墙与梁或屋架下弦设置拉结措施状况;

- d) 木楼（屋）盖构件设有圆钉、扒钉或铅丝等相互连接措施状况；
 - e) 层数为二层以上建筑的悬挑阳台、外走廊、木楼梯的柱和梁等承重构件与建筑结构的连接锚固情况。
- 9.2.5 砖木结构建筑的结构构件变形与损伤的勘察，除 8.2.5 规定的木屋架和木梁、檩等木构件及节点勘察内容外尚应包括下列内容：
- a) 承重砖墙或砖柱构件出现受力裂缝状况；
 - b) 墙体风化、酥碱范围和程度；
 - c) 梁（椽）头、檩头和梁（椽）跨中部位以及屋架端部的变形与腐朽、虫蛀、裂缝等损伤状况。
- 9.2.6 砖木结构建筑的墙体裂缝、损伤和缺陷的勘察，应包括裂缝、损伤和缺陷的部位、裂缝形态和大小、损伤和缺陷的程度。
- 9.2.7 砖木结构建筑中木构件的材质和力学性能、斜裂缝和斜纹理、腐朽和虫蛀等缺陷与损伤的勘察项目和要求及方法应符合 8.2 的规定。
- 9.2.8 砖木结构建筑重点保护部位主要包括外立面重点保护部位、室内重点保护部位和屋面重点保护部位等内容。重点保护部位主要包含以下几个方面：
- a) 外立面重点保护部位包括外墙面、外墙花饰、线脚及雕塑等；
 - b) 室内重点保护部位包括天花吊顶、花饰、雕塑及附属物等特色部位；
 - c) 屋面重点保护部位包括屋面瓦、屋脊屋檐花饰及雕塑等。
- 9.2.9 砖木结构建筑重点保护部位的勘察应包括下列内容：
- a) 饰面砖石材类外立面的面层风化、空鼓、开裂、破损、脱落等，外墙花饰开裂、破损、脱落等，外墙面雕塑老化、开裂、破损等；
 - b) 天花吊顶渗漏、开裂、破损、明显下垂、面板脱落等，内墙面雕塑和附属物老化、开裂、破损等；
 - c) 屋脊屋檐花饰和雕塑表面风化、开裂、破损等。
- ### 9.3 第一级鉴定
- 9.3.1 砖木结构建筑的抗震鉴定，应按结构体系与结构布置、墙体材料的实际强度等级、整体性连接构造措施、局部易倒塌部位构件自身及其与主体结构连接构造的可靠性以及现状变形与损伤状况进行评定。
- 9.3.2 砖木结构建筑的结构体系与结构布置，应按下列要求进行检查判定：
- a) 砖实心抗震横墙的最大间距，单层建筑和多层建筑的顶层不宜大于 9m，多层建筑的底层不宜大于 7m；对 IV 类场地，最大间距值应减少 3m；
 - b) 建筑的平、立面和墙体布置宜符合下列规则性的要求：
 - 1) 纵横墙布置宜均匀对称，在平面内宜对齐，多层建筑沿竖向应上下连续；在同一轴线，窗间墙的宽度宜均匀；
 - 2) 外纵墙开洞率不宜大于 55%；
 - 3) 不同标高屋面板高差不大于 500mm。
 - c) 建筑层高不宜大于 3.6m；
 - d) 不应采用砖墙（柱）与木柱、石墙（柱）与木柱混合承重的结构；
 - e) 木屋架不应采用无下弦的人字屋架或无下弦的拱形屋架；
 - f) 承重大梁不应支承在门窗洞口的上方。
- 9.3.3 砖木结构建筑承重墙体材料实际达到的强度等级，砖应不低于 MU7.5，砌筑灰浆不宜低于 M1；砌筑灰浆强度等级高于砖强度等级时，墙体的砌筑灰浆强度等级应按砖强度等级采用。
- 9.3.4 砖木结构建筑的整体性连接构造措施，应按下列要求进行检查判定：
- a) 木楼盖、木屋架和木大梁在墙上的最小支承长度应不小于 240mm；
 - b) 纵横墙应咬槎砌筑；
 - c) 木屋盖建筑应在建筑中部屋檐高度处设置纵向水平系杆，系杆应采用墙揽与各道横墙连接或与屋架下弦杆钉牢，木屋盖构件应设有圆钉、扒钉或铅丝等相互连接措施；
 - d) 多层建筑的悬挑阳台、外走廊、木楼梯的柱和梁等承重构件与建筑结构的连接应有可靠的锚固。

- 9.3.5 砖木结构建筑的木楼盖，应按下列要求进行检查判定：
- 搁置在砖墙上木龙骨的下部应铺设砂浆垫层；
 - 内墙上木龙骨应满搭或采用夹板对接或燕尾榫、扒钉连接；
 - 木龙骨与搁栅、木板等木构件应采用圆钉、扒钉等相互连接。
- 9.3.6 砖木结构建筑的木屋盖，应按下列要求进行检查判定：
- 木屋架隔（开）间应有一道竖向支撑或有满铺木望板和木龙骨顶棚，木龙骨、木檩条的在墙上的最小支承长度应为 120mm；
 - 木屋架上檩条应满搭或采用夹板对接或燕尾榫、扒钉连接，对接檩条在屋架上的最小支承长度应不小于 60mm；
 - 木屋架上弦檩条搁置处应设置檩托，檩条与屋脊应采用扒钉或铁丝连接；
 - 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；
 - 竖向剪刀撑与龙骨之间的斜撑应采用螺栓连接。
- 9.3.7 砖木结构建筑易引起局部倒塌的部件及其连接，应按下列要求进行检查判定：
- 砖木结构建筑的局部尺寸要求应符合表 3 的规定；
 - 非结构构件的构造应符合下列规定：
 - 后砌隔墙与两侧墙体应有拉结，墙顶尚应与梁、板或屋架下弦之间有拉结措施；
 - 屋檐外挑梁上不得砌筑砌体。

表3 建筑局部尺寸的要求

项目	局部尺寸限值 (m)
承重的门窗间墙最小宽度、承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	1.0
非承重的外墙尽端至门窗洞边的最小距离	0.8
内墙阳角至门窗洞边的最小距离	1.2
支承跨度大于 5m 的大梁的内墙阳角至门窗洞边的最小距离	1.5

9.3.8 第一级鉴定时，砖木结构建筑的抗震承载力可采用抗震横墙间距和建筑宽度的下列限值进行简化验算：

- 层高在 3m 左右，墙厚为 240mm 的普通黏土砖木结构建筑，当在层高的 1/2 处门窗洞所占的水平截面面积，对承重横墙不大于总截面面积的 25%、对承重纵墙不大于总截面面积的 50% 时，其承重横墙间距和建筑宽度的限值宜按表 4 采用；其它墙体的建筑，应按表 4 的限值乘以表 5 规定的抗震墙体类别修正系数或线性内插法求得修正系数采用，单层砖木结构乘以表 5 的修正系数后的承重横墙间距和建筑宽度大于 9.0m 时宜按 9.0m 采用；
- 自承重墙的限值，可按 9.3.8 (a) 中规定值的 1.25 倍采用。

表4 抗震承载力简化验算的抗震横墙间距和建筑宽度限值

单位：m

楼层总数	检查楼层	灰浆强度等级							
		M1		M2.5		M5		M10	
		L	B	L	B	L	B	L	B
一	1	7.2	7.7	9.0	9.0	9.0	9.0	-	-
二（含）以上	2	5.3	7.8	7.8	12.0	10.0	15.0	-	-
	1	4.3	6.4	6.2	8.9	8.4	12.0	-	-

注1：L指240mm厚承重横墙间距限值，对横墙间距不同的木楼（屋）盖建筑为最大横墙间距值；
 注2：B指240mm厚纵墙承重的建筑宽度限值，有一道同样厚度的内纵墙时可取1.4倍，有2道时可取1.8倍；平面局部突出时，建筑宽度可按加权平均值计算；
 注3：承重横墙间距限值应取本条规定与9.3.2的a) 砖实心抗震横墙的最大间距二者的较小值；同一楼层内各横墙厚度不同或灰浆强度等级不同时可相应折算；
 注4：若楼层单位面积重力荷载代表值 g_e 与 12kN/m^2 相差较多时，本表的数值需除以 $g_e/12$ ；
 注5：若墙体的门窗洞所占的水平截面面积率 λ_A ，横墙与25%或纵墙与50%相差较大时，本表的数值可分别按 $0.25/\lambda_A$ 或 $0.50/\lambda_A$ 换算。

表5 抗震墙体类别修正系数

墙体类别	空心墙		实心墙				
	厚度 (mm)	300	420	280	370	420	490
修正系数	0.9	1.4	1.1	1.4	1.6	1.8	

9.3.9 砖墙和砖柱构件的倾斜（或位移），应按表6的要求进行检查。

表6 砖墙和砖柱构件倾斜（或位移）要求

检查项目	结构构件类别		顶点位移	层间位移	
结构平面内的侧向位移	单层建筑	砖墙	$H \leq 7m$	$\leq H/250$	—
			$H > 7m$	$\leq H/300$	—
		砖柱	$H \leq 7m$	$\leq H/300$	—
			$H > 7m$	$\leq H/350$	—
	多层建筑	砖墙	$H \leq 10m$	$\leq H/350$	$\leq H_i/300$
			$H > 10m$	$\leq H/400$	
		砖柱	$H \leq 10m$	$\leq H/400$	$\leq H_i/350$
			$H > 10m$	$\leq H/450$	
注1：表中 H 为结构顶点高度； H_i 为第 i 层层间高度； 注2：若该位移只是孤立事件，则应在其承载能力验算中考虑此附加位移的影响。					

9.3.10 砖木结构建筑满足9.3.2~9.3.9的规定，且砖墙无酥碱和开裂、主要木构件无腐朽和虫蛀、屋架无歪闪和影响安全的变形时，可评为抗震能力满足抗震鉴定要求。

9.3.11 当砖木结构建筑有下列情况之一时，不再进行第二级鉴定，应评为抗震能力不满足抗震鉴定要求：

- 建筑横墙间距超过刚性体系最大值5m，或结构体系与结构布置中除横墙间距外的其它要求多于二项不满足9.3.2的要求；
- 抗震构造措施不满足9.3.4~9.3.7的要求项数多于二条；
- 易损部分非结构构件的构造不符合要求。

9.3.12 主要木构件存在较严重的腐朽、虫蛀等损伤。

9.3.13 砖木结构建筑墙体砌筑灰浆强度小于M1时或不满足9.3.8~9.3.10的要求时，以及不是9.3.11的情况时，应通过第二级鉴定进行抗震能力的评定。

9.4 第二级鉴定

9.4.1 砖木结构建筑不符合第一级鉴定要求，除有明确规定的情况外，应根据砖木结构建筑不符合第一级鉴定的具体情况，在第二级鉴定中考虑抗震构造措施和抗震承载力做出判断。应根据砖木结构建筑不符合第一级鉴定的具体情况，分别采用楼层平均抗震能力指数方法、楼层综合抗震能力指数方法和墙段综合抗震能力指数方法进行第二级鉴定。

9.4.2 楼层平均抗震能力指数、楼层综合抗震能力指数和墙段综合抗震能力指数应按建筑的纵横两个方向分别计算。当最弱楼层平均抗震能力指数、最弱楼层综合抗震能力指数或最弱墙段综合抗震能力指数不小于1.0时，可评定为满足抗震鉴定要求；当小于1.0时，应对砖木结构建筑采取加固或其他相应措施。

9.4.3 结构体系、整体性连接符合第一级鉴定要求，但横墙间距均超过或其中一项超过第一级鉴定限值的建筑，可采用楼层平均抗震能力指数方法进行第二级鉴定。楼层平均抗震能力指数应按下式计算：

$$\beta_i = A_i / (A_{bi} \xi_i \lambda) \dots \dots \dots (2)$$

式中：

β_i —第 i 楼层纵向或横向墙体平均抗震能力指数；

A_i —第 i 楼层纵向或横向抗震墙在层高1/2处净截面积的总面积，其中不包括高宽比大于4的墙段截面面积；

A_{bi} —第 i 楼层建筑平面面积；

ξ_{oi} —第 i 楼层纵向或横向抗震墙的基准面积率，应按本文件附录B的规定执行；

λ —烈度影响系数，8度时按1.5采用。

9.4.4 结构体系、楼（屋）盖整体性连接、易引起局部倒塌的结构构件不符合第一级鉴定要求的建筑，可采用楼层综合抗震能力指数方法进行第二级鉴定，并应符合下列规定：

a) 楼层综合抗震能力指数应按下式计算：

$$\beta_{ci} = \psi_1 \psi_2 \beta_i \dots \dots \dots (3)$$

式中：

β_{ci} —第*i*楼层的纵向或横向墙体综合抗震能力指数；

ψ_1 —体系影响系数，可按b)确定；

ψ_2 —局部影响系数，可按c)确定。

b) 综合分析后确定；也可由表7各项系数的乘积确定。当砖砌体的灰浆强度等级不大于M0.4时，尚应乘以0.9；

c) 局部影响系数可根据易引起局部倒塌各部位不符合第一级鉴定要求的程度，经综合分析后确定；也可由表8各项系数中的最小值确定。

表7 体系影响系数值

项目	不符合的程度	ψ_1	影响范围
横墙间距	超过9.3.7a)的最大值在4m以内	0.90	楼层的 β_{ci}
		1.00	墙段的 β_{cij}
错层高度	>0.5m	0.90	楼层
立面高度变化	超过一层	0.90	错层上下
相邻楼层的墙体刚度比 λ	$2 < \lambda < 3$ $\lambda > 3$	0.85	刚度小的楼层
		0.75	刚度小的楼层
楼（屋）盖构件的支承长度	比规定少15%以内 比规定少15%~25%	0.90	楼层
		0.80	

注：单项不符合的程度超过表内规定或不符合的项目为3项时，应采取加固或其他相应措施。

表8 局部影响系数值

项目	不符合的程度	ψ_2	影响范围
墙体局部尺寸	比规定少10%以内 比规定少10%~20%	0.95	不满足的楼层
		0.90	不满足的楼层
大梁的支承长度 <i>l</i>	370mm < <i>l</i> < 490mm	0.80	楼层的 β_{ci}
		0.70	墙段的 β_{cij}
支承悬挑结构构件的承重墙体		0.80	楼层和墙段
有独立砌体柱承重的建筑	柱顶有拉结 柱顶无拉结	0.80	柱两侧相邻墙段
		0.60	柱两侧相邻墙段

注：不符合的程度超过表内规定时，应采取加固或其他相应措施。

9.4.5 横墙间距超过刚性体系规定的最大值4m以内、有明显扭转效应和易引起局部倒塌的结构构件不符合第一级鉴定要求的建筑，当最弱的楼层综合抗震能力指数小于1.0时，可采用墙段综合抗震能力指数方法进行第二级鉴定。墙段综合抗震能力指数应按下列公式计算：

$$\beta_{cij} = \psi_1 \psi_2 \beta_{ij} \dots \dots \dots (4)$$

$$\beta_{ij} = A_{ij} / (A_{bij} \xi_{oi} \lambda) \dots \dots \dots (5)$$

式中：

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；

A_{ij} —第*i*层第*j*墙段在1/2层高处的净截面面积；

A_{bij} —第*i*层第*j*墙段计及楼盖刚度影响的从属面积，可根据刚性楼盖、中等刚性楼盖和柔性楼盖按GB 50011的方法确定。

注：考虑扭转效应时，式（3）中尚包括扭转效应系数，其值应按GB 50011的规定采用，取该墙段不考虑与考虑扭转时的内力比。

9.5 重点保护部位鉴定

9.5.1 砖木结构建筑重点保护部位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。

9.5.2 砖木结构建筑重点保护部位的受损程度即受损面积，应按下列要求进行检查：

- a) 外墙面损坏面积与其总面积之比不大于 15%，外墙面花饰、线脚和雕塑损坏面积与其总面积之比不大于 10%；
- b) 内墙面和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%，内墙面花饰、线脚和雕塑及附属物损坏面积与其总面积之比不大于 10%；
- c) 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损坏面积与其总面积之比不大于 10%。

9.5.3 当砖木结构建筑重点保护部位不存在受损且与主体结构构造连接可靠时评为完好，其抗震能力满足要求。

9.5.4 当砖木结构建筑重点保护部位存在受损但满足 9.5.2 的要求或连接不可靠时，评为一般损坏，其抗震能力不满足要求。

9.5.5 当砖木结构建筑重点保护部位存在受损且不足 9.5.2 的要求或连接严重不可靠时，评为严重损坏，其抗震能力严重不满足要求。

10 砖石结构鉴定

10.1 一般要求

10.1.1 砖石结构建筑指由砖、石块体与灰浆或其他胶结材料砌筑而成的古建（构）筑物。

10.1.2 本章将现存砖石结构古建筑划分为砖石城墙、砖石塔、砖石桥三类进行抗震鉴定。

10.1.3 砖木结构建筑的抗震鉴定，应重点检查判定下列内容：

- a) 砖石古城墙、砖石古桥内部填土状况、强度及成分；
- b) 砖石古塔的结构体系和结构布置；
- c) 砖石块体和灰浆材料现有强度；
- d) 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；
- e) 灰浆粉化、缺损范围及程度；
- f) 裂缝分布宽度、长度、深度、走向、数量及其分布；
- g) 主体结构倾斜或不均匀沉降；
- h) 砌体纵横交接面连接与咬合程度是否有效可靠；
- i) 菌类微生物及附生植物生长情况。

10.2 砖石城墙

10.2.1 现状勘查

10.2.1.1 砖石城墙的抗震鉴定应重点勘查下列项目：

- a) 砖石块材实际达到的强度；
- b) 砌筑灰浆实际到达的强度；
- c) 夯土的密实度；
- d) 城墙交接处的连接；
- e) 城墙顶部突出的城楼、角楼、敌楼等易引起倒塌的部位。

10.2.1.2 砖石城墙的现状勘查，应按照地基与基础、主体结构和重点保护部位三部分进行，包括几何参数、材料类别及强度等级、外观缺陷、夯土密实度及孔洞调查等。

10.2.1.3 地基与基础的现状勘查，应按照 6.2 的要求进行。

10.2.1.4 几何参数的调查应包括所有部件的截面和纵向尺寸。

10.2.1.5 材料类别和强度等级调查,包括各种修筑材料的类别,应通过现场检测或实验室试验获取其强度等级参数。

10.2.1.6 主体结构的外观缺陷调查,应主要调查墙体的垂直度、鼓闪、开裂、剥落、冲刷等情况。

10.2.1.7 夯土密实度及孔洞的调查,应根据雷达检测以及土工试验方法,综合确定。

10.2.1.8 对于城墙上修筑的高大建筑等重点保护部位,应根据其结构类别按本文件相应章有关规定进行现状勘查。

10.2.2 第一级鉴定

10.2.2.1 砖石城墙的第一级鉴定,应按砖石材料的强度和夯土的密实度、连接构造以及外观和内在质量等进行综合评定。

10.2.2.2 砖石城墙块材的材料强度和夯土密实度,应符合下列要求:

- a) 砖块材强度不低于 7.5MPa;
- b) 灰浆强度不低于 0.4MPa;
- c) 砖石城墙内部夯土压实系数不低于 0.9。

10.2.2.3 砖石城墙的连接构造,应符合下列要求:

- a) 城墙转角处应咬槎砌筑;
- b) 夯土贴砌砖石的高厚比应不大于 12;
- c) 女儿墙高度不宜大于 1.2m。

10.2.2.4 砖石城墙的外观和内在质量应符合下列要求:

- a) 墙体不空鼓、无严重酥碱和明显歪闪;
- b) 墙体无显著裂缝;
- c) 内部无显著孔洞;
- d) 无显著附生植物病害。

10.2.2.5 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。

10.2.2.6 当砖石城墙满足 10.2.2.2~10.2.2.4 的有关规定时,除下列情况外,应评为满足抗震鉴定要求,否则应进行第二级鉴定:

- a) 城墙上修筑有高大的城楼、敌楼或站台等建筑;
- b) 瓮城、主城门区段;
- c) 曾遭遇地震且出现显著震害的城墙。

10.2.2.7 当砖石城墙出现以下的外观缺陷时,不再进行第二级鉴定,应评为不满足抗震鉴定要求:

- a) 墙体出现水平裂缝,缝宽大于 1mm,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;
- b) 墙顶在女儿墙砖檐墙下,出现脱空开裂;
- c) 海墁地面上有沿墙体纵向的开裂裂缝,且有明显变形;
- d) 墙体歪闪不小于 80mm,或墙体歪闪不小于 40mm 并伴有裂缝;
- e) 多处空鼓,且空鼓面积不小于 2m²;
- f) 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,或其它明显的受压、受弯或受剪裂缝。

10.2.3 第二级鉴定

10.2.3.1 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文件附录 A 执行。

10.2.3.2 地震作用组合及抗震承载力调整系数的选取应满足 GB 50011 的要求。

10.2.3.3 城墙几何参数、材料参数,应根据现场勘查的结果确定。

10.2.3.4 砖石古城墙截面抗震验算应符合下列要求:

- a) 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;
- b) 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;
- c) 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。

10.2.3.5 抗震承载力验算结果满足要求的,可评为满足抗震鉴定要求;当不满足时,应要求采取加固或其他相应措施。

10.2.4 重点保护部位鉴定

对于城墙上修筑的高大建筑等重点保护部位,除对城墙进行第二级鉴定外,尚应根据其结构类别按本文件相应章节有关规定进行抗震鉴定。

10.3 砖石塔

10.3.1 现状勘查

10.3.1.1 砖石塔包括楼阁式砖石塔、密檐式和覆钵式砖塔。

10.3.1.2 砖石塔的抗震鉴定应重点勘查下列项目:

- a) 砖石塔体系;
- b) 结构构件连接方式和连接构造;
- c) 砖石材料强度及风化、酥碱范围和程度;
- d) 砌筑灰浆强度及粉化、缺损范围和程度;
- e) 结构构件变形、开裂损伤等。

10.3.1.3 砖石塔的现状勘查,应按照地基与基础、主体结构和重点保护部位三部分进行,包括几何参数、材料类别及强度等级、外观缺陷、连接节点调查、重点保护部位病害调查等。

10.3.1.4 地基与基础的现状勘查,按照本文件 6.2 节的要求进行。对地基与基础的勘查时,应考虑地宫对上部结构的影响。

10.3.1.5 砖石塔结构现状调查应包括分析古塔的结构体系、高宽比和结构布置,检查结构的对称性和刚度分布。

10.3.1.6 几何参数的调查应包括所有部件的截面和外形尺寸。

10.3.1.7 材料类别和强度等级调查应包括各种修筑材料的类别,并通过实测获取其参数。

10.3.1.8 连接节点的调查应重点考察平座、挑枯、塔刹的结构类型,重点检查各构件与塔体的连接构造。

10.3.1.9 砖石塔的病态调查应包括以下内容:

- a) 砖石材料是否存在严重风化、酥碱和明显歪闪;
- b) 整体倾斜及结构鼓闪;
- c) 砖石是否存在显著裂缝;
- d) 木质楼盖是否存在明显糟朽变质。

10.3.1.10 砖石塔重点保护部位主要包括外立面重点保护部位、室内重点保护部位等内容。重点保护部位主要包含以下几个方面:

- a) 外立面重点保护部位包括外墙面、外墙花饰、线脚,须弥座、平座、腰檐、塔刹及每层屋面瓦、屋脊屋檐花饰及雕塑等;
- b) 室内重点保护部位包括特色的内墙面、花饰、线脚、雕塑及附属物等。

10.3.1.11 砖石塔重点保护部位的勘查应包括下列内容:

- a) 外立面的面层疏松、空鼓、开裂、破损、脱落等,外墙面花饰线脚或雕塑开裂、破损、脱落等,塔刹的缺失、残损、倾斜等;
- b) 内墙面渗漏、老化、起壳、开裂及墙面砖空鼓或松动等,内墙面花饰和线脚开裂、破损、脱落等,内墙面雕塑和附属物老化、开裂、破损等。

10.3.2 第一级鉴定

10.3.2.1 砖石塔的第一级鉴定,应按砖石塔结构体系、砖石材料的强度以及连接构造进行综合评定。

10.3.2.2 砖石古塔的结构体系现状应符合下列要求:

- a) 砖石古塔的结构体系完整合理,无拐角或突出;
- b) 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;
- c) 墙、柱的传力路径、结构造型及连接方式应明确或基本明确。

- 10.3.2.3 砖块材和灰浆抗压强度实测值，应符合下列要求：
- 砖块材强度不低于 7.5MPa，且不低于砌筑砂浆强度等级；
 - 灰浆强度不低于 1.0MPa，砂浆强度高于砖的强度时，墙体的灰浆强度宜按砖强度采用。
- 10.3.2.4 砖石塔连接构造，应符合下列要求：
- 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；
 - 砖石塔构造与连接有缺陷、松动。
- 10.3.2.5 当砖石塔连存在下列情况时，应评定不满足抗震构造要求，应进行第二级鉴定：
- 因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；
 - 出现由地基沉降引起的裂缝；
 - 出现因受力引起的沿砖块断裂的竖向或斜向裂缝；
 - 纵横墙连接处出现通长竖向裂缝；
 - 塔体倾斜值不符合 GB/T 39056 相关要求时。
- 10.3.2.6 当砖石塔满足 10.3.2.2~10.3.2.5 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。
- ### 10.3.3 第二级鉴定
- 10.3.3.1 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，分别按照本文件附录 A、附录 B 执行。
- 10.3.3.2 砖石古塔的承载力验算应符合下列要求：
- 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；
 - 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；
 - 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。
- 10.3.3.3 当采用结构动力学方法分析时，应考虑材料风化及松动对塔体抗弯刚度的影响，对直接建于天然地基上的古塔宜考虑地基转动的影响。
- 10.3.3.4 砖石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塔可近似采用底部剪力法分析水平地震作用。
- 10.3.3.5 对 5 层及以上的高层楼阁式塔，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%。
- 10.3.3.6 宜对砖石塔进行构件截面抗震验算。
- ### 10.3.4 重点保护部位鉴定
- 10.3.4.1 砖石塔重点保护部位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。
- 10.3.4.2 砖石塔重点保护部位的抗震能力应按表 9 进行评定。
- 10.3.4.3 含壁画或花饰墙面及屋顶重点保护部位的抗震鉴定，按照 9.5 中的相关规定执行。

表9 砖石塔重点保护部位抗震能力评定

抗震能力是否满足要求		连接情况		
		与主体结构连接牢固	与主体结构有可靠连接，但连接已松动	与主体结构无可靠连接，或连接已损坏
受损程度	0%	满足	满足	不满足
	≤15%	满足	不满足	不满足
	>15%	不满足	不满足	不满足

注：受损程度通过受损处的数量及其占重点保护部位总体长度、面积和体积等的百分比确定

10.4 砖石桥

10.4.1 现状勘查

- 10.4.1.1 砖石桥的抗震鉴定应重点勘查下列项目：

- a) 砖石桥结构类型；
 - b) 砖石桥砌筑方式和连接构造；
 - c) 砖石材料强度及风化、酥碱范围和程度；
 - d) 砌筑灰浆强度及粉化、缺损范围和程度；
 - e) 主体结构构件变形、开裂损伤等；
 - f) 栏杆、栏板风化、残损情况；
 - g) 桥亭对下部桥体的影响。
- 10.4.1.2 砖石桥的现状勘查，应按照地基与基础、主体结构和重点保护部位三部分进行，包括结构体系调查、构件几何参数、材料类别及强度等级、缺陷调查、周边环境调查等项目。
- 10.4.1.3 地基与基础的现状勘查，应按照 6.2 的要求进行。
- 10.4.1.4 结构现状调查应包括砖石桥的结构布置、构造体系、砌筑方式等。
- 10.4.1.5 几何参数的调查应包括所有部件的截面和纵向尺寸。
- 10.4.1.6 材料类别和强度等级，应包括各种修筑材料的类别，并通过实测获取其参数。
- 10.4.1.7 砖石桥的病害调查应包括以下内容：
- a) 砖石桥桥身、桥墩是否存在空鼓、无严重酥碱和明显歪闪；
 - b) 桥身、桥墩是否存在显著裂缝；
 - c) 拱圈填土是否存在显著孔洞。
- 10.4.1.8 砖石桥重点保护部位的勘查内容宜包括桥面石的风化、残坏，望柱、石栏板的拔榫、残损，抱鼓、地袱的缺失、松动、风化、残损等。
- #### 10.4.2 第一级鉴定
- 10.4.2.1 砖石桥的第一级鉴定，应按砖石材料的强度、拱圈填土的密实度以及下部结构进行综合评定。
- 10.4.2.2 砖石桥的材料强度、拱圈填土的密实度，应符合下列要求：
- a) 砖块材强度不低于 7.5MPa，且不低于砌筑砂浆强度等级；
 - b) 灰浆强度不低于 0.4MPa，砂浆强度高于砖的强度时，砌筑的灰浆强度宜按砖强度采用；
 - c) 填土压实系数不低于 0.9。
- 10.4.2.3 砖石桥的桥墩、桥台等下部结构不应出现滑动倾斜、不均匀沉降的情况。
- 10.4.2.4 当砖石桥存在下列情况时，应评定不满足抗震构造要求，应进行第二级鉴定：
- a) 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；
 - b) 梁桥主梁出现裂缝；
 - c) 拱桥拱圈横向裂缝 0.3mm 或纵向裂缝超过 0.5mm；
 - d) 拱桥桥面水平方向偏心距超过 1/20；
 - e) 桥墩身裂缝超过 0.5mm；
 - f) 侧墙出现明显鼓胀变形、开裂。
- 10.4.2.5 当砖石桥满足 10.3.2.2 和 10.3.2.3 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。
- #### 10.4.3 第二级鉴定
- 10.4.3.1 砖石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。
- 10.4.3.2 抗震承载力验算荷载取值可依据 JTGD 60 要求进行。
- 10.4.3.3 几何参数、材料参数，应根据现场勘查的结果确定。
- #### 10.4.4 重点部位鉴定
- 10.4.4.1 砖石桥重点保护部位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。
- 10.4.4.2 砖石桥重点保护部位的抗震能力应按表 10 进行评定。

表10 砖石桥重点保护部位抗震能力评定

抗震能力是否满足要求		连接情况		
		与主体结构连接牢固	与主体结构有可靠连接，但连接已松动	与主体结构无可靠连接，或连接已损坏
受损程度	0%	满足	满足	不满足
	≤15%	满足	不满足	不满足
	>15%	不满足	不满足	不满足

注：受损程度通过受损处的数量及其占重点保护部位总体长度、面积和体积等的百分比确定。

11 土结构鉴定

11.1 一般要求

11.1.1 土结构主要指以土为主要建筑材料的遗址类建（构）筑物或古代土木建筑在遭受破坏后残存的土质部分。

11.1.2 土结构的抗震鉴定，应重点检查判定下列内容：

- 土结构的生土挖造、粉土夯筑、土坯砌筑、湿土或泥垛筑等建造方法；
- 土结构的风蚀、雨蚀、基础掏蚀、裂隙或崩塌、表面风化酥碱、裂缝、土体失稳等的范围和程度；
- 遭受严重灾害或事故后，将导致整个土结构体系丧失抗震能力；
- 重点保护部位的变形与损伤。

11.2 现状勘查

11.2.1 土结构的抗震鉴定应重点勘查下列项目：

- 夯土的密实度；
- 基础形式和主要病害；
- 抗侧刚度与质量分布明显不均匀，以及存在明显薄弱部位；
- 建筑使用功能或使用环境发生变化。

11.2.2 土结构的现状勘查，应按照地基与基础、主体结构和重点保护部位三部分进行，包括几何参数、材料类别及外观缺陷、夯土密实度及孔洞调查等。

11.2.3 地基与基础的现状勘查，应按照 6.2 的要求进行。

11.2.4 几何参数的调查应包括土结构的截面和纵向尺寸。

11.2.5 土体材料类别和强度等级调查，包括各种修筑材料的类别，应通过现场检测或实验室试验获取其强度等级参数。

11.2.6 主体结构的外观缺陷调查，应主要调查主体结构的土体失稳、风蚀、雨蚀、基础掏蚀、裂隙或崩塌、表面风化酥碱、裂缝、土体失稳等情况。

11.2.7 夯土密实度及孔洞的调查，应根据雷达检测以及土工试验方法，综合确定。

11.3 第一级鉴定

11.3.1 土结构的第一级鉴定，应按土体材料的强度和夯土的密实度、构造形式以及外观和内在质量等进行综合评定。

11.3.2 土结构土体的材料强度和夯土密实度，应符合下列要求：

- 夯土强度不低于 2MPa；
- 夯土密度 $1800 \text{ kg/m}^3 \sim 2000 \text{ kg/m}^3$ ；
- 土结构内部夯土压实系数不低于 0.9。

11.3.3 土结构的外观和内在质量应符合下列要求：

- 土结构不空鼓、无严重酥碱和明显歪闪；
- 土结构无显著裂缝；
- 内部无显著孔洞；
- 无显著附生植物病害。

11.3.4 夯土墙在建造高度和厚度上应符合下列要求：

- a) 当夯土墙作为空间中独立墙体时，其高厚比不宜大于 10:1；
- b) 夯土墙与其他构件相互支撑拉结，其高厚比可适当增大，但最多不能大于 20:1。

11.3.5 土结构应具有有效的排水、防水措施，雨水不应下渗墙身至内部夯土层中。

11.3.6 当土结构出现以下的外观缺陷时，不再进行第二级鉴定，应评为不满足抗震鉴定要求：

- a) 土结构出现水平裂缝，且有明显土体滑动的鼓凸、错位等迹象，或土结构出现多条竖向裂缝；
- b) 土结构歪闪不小于 80mm，或土结构歪闪不小于 40mm 并伴有裂缝；
- c) 多处空鼓，且空鼓面积不小于 2m^2 。

11.4 第二级鉴定

11.4.1 土结构的第二级抗震鉴定，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文件附录 A 执行。

11.4.2 地震作用组合及抗震承载力调整系数的选取应满足 GB 50011 的要求。

11.4.3 土结构几何参数、材料参数，应根据现场勘查的结果确定。

11.4.4 土结构截面抗震验算应符合下列要求：

- a) 土结构截面出现缺损或风化，应按有效截面进行截面验算；
- b) 当不满足第一级抗震鉴定要求时，土结构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；
- c) 土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。

11.4.5 抗震承载力验算结果满足要求的，可评为满足抗震鉴定要求；当不满足时，应要求采取加固或其他相应措施。

11.5 重点保护部位

对于土结构的重点保护部位，应根据受损程度并综合考虑易损性进行鉴定，损坏面积与其总面积之比不大于 15%。受损程度可通过受损处的数量及其占重点保护部位总体长度、面积或体积等的百分比确定。

12 综合鉴定及抗震鉴定报告

12.1 抗震综合鉴定应在场地地基与基础（台基）、主体结构、重点保护部位 3 个部分的鉴定结束后进行，依据 3 个部分的鉴定结论进行综合判定，其中任何一个部分不满足相应章节的要求，应判定其不满足抗震要求。

12.2 抗震鉴定报告宜包括以下内容：

- a) 封面；
- b) 目录；
- c) 建筑概况：包括建筑基本情况、建筑风格、建筑形制及历史沿革、变故、维修加固概况等；
- d) 鉴定范围、依据及内容；
- e) 检测仪器：包括现场勘查和检测所使用的仪器等；
- f) 现状勘查：包括场地地质勘察、现场检查、现场检测、监测等；
- g) 抗震鉴定：包括场地地基与基础（台基）、主体结构的第一级鉴定结果和第二级鉴定结果；重点保护部位的抗震鉴定结果；
- h) 抗震鉴定结论和处理意见或建议；
- i) 附录（现场照片、测绘图纸等）。

附录 A (规范性) 抗震验算

A.1 一般要求

A.1.1 不可移动文物的总水平地震作用标准值，应采用GB 50011规定的方法计算。

A.1.2 对于需进行抗震验算的不可移动文物，应在不少于两个主轴方向分别按照本文件各章规定的方法进行结构的抗震承载力验算。

A.2 抗震验算

A.2.1 当本文件未给出具体方法时，可采用GB 50011规定的方法，按下式进行结构构件抗震验算：

$$S \leq R/\gamma_{Ra} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

S ——结构构件内力（轴向力、剪力、弯矩等）组合的设计值；

R ——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，除本文件另有规定外，一般情况下，应按GB 50011的承载力抗震调整系数值采用。

A.2.2 对于以木构件承重的不可移动文物，如无成熟经验，其总水平地震作用标准值，可按下式计算：

$$F_{EK} \leq 0.72\alpha_1 G_{eq} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

F_{EK} ——结构总水平地震作用的标准值。对单层不可移动文物， F_{EK} 作用于大梁中心位置。对多层不可移动文物， F_{EK} 的分配与作用位置，应按GB 50011的要求确定；

α_1 ——相应于结构基本自振周期 T_1 水平地震影响系数最大值。进行多遇地震下的截面验算时取0.25，进行罕遇地震下的变形验算时取0.95；

T_1 ——结构基本自振周期，宜根据实测值确定，如果有成熟经验公式，也可按经验公式确定。

G_{eq} ——结构等效总重力荷载。对单层木结构不可移动文物取 $1.15G_E$ ；对多层木结构不可移动文物取 $0.85G_E$ ， G_E 为不可移动文物总重力荷载代表值。

A.2.3 在不可移动文物的抗震验算中，应检查作用在不可移动文物上的实际荷载，并进行该实际荷载作用下的结构抗震验算。

A.2.4 抗震承载力验算时的荷载，除按GB 50009的规定取值外，尚应遵守下列规定：

- a) 对GB 50009中未规定的永久荷载，应根据不可移动文物各部位构造和材料的不同情况，分别抽样确定，每种情况的抽样数量宜为5个，以其平均值的1.1倍作为该荷载的标准值；
- b) 对木结构古建筑的屋面，其水平投影面上的屋面均布活荷载可取 0.7kN/m^2 ，当荷载较大时，应按作用在不可移动文物上的实际荷载验算。

A.2.5 不可移动文物的抗震承载力验算时的材料强度设计值和弹性模量取值应符合下列规定：

- a) 构件材料强度标准值，应按实测值采用；
- b) 对仅以恒载作用验算的构件，尚应乘以调整系数0.8；
- c) 对新增的木结构构件、配件，应按GB 50005的规定取值，并乘以调整系数0.85；有特殊要求者另定；
- d) 对外观已显著变形或材质已老化的木质构件，尚应乘以表A.1考虑荷载长期作用和材质老化影响的调整系数，当不可移动文物构件使用时间介于表中相邻时间之间时，其调整系数可采用插值法确定。

表A.1 木构件考虑长期荷载作用和材质老化的调整系数

不可移动文物构件使用时间 (年)	调整系数		
	顺纹抗压设计强度	抗弯和顺纹抗剪 设计强度	弹性模量和横纹 承压设计强度
100	0.95	0.90	0.90
300	0.85	0.80	0.85
≥500	0.75	0.70	0.75

A.2.6 在设防烈度下，木构架的位移角限值可取1/100。在罕遇地震烈度下，木构架的位移角限值可取1/30。对800年以上或其他特别重要的不可移动文物，其位移角限值专门研究确定。

附录 B

(规范性)

砖木结构建筑抗震墙基准面积率

B.1 按纵、横两方向分别计算的抗震墙基准面积率,当楼层单位面积重力荷载代表值 g_E 为 12kN/m^2 时,可按表 B.1~表 B.3 采用;当楼层单位面积重力荷载代表值为其他数值时,表中数值可乘以 $g_E/12$ 。

表B.1 抗震墙基准面积率(自承重墙)

墙体类别	总层数 n	验算楼层 i	灰浆强度等级				
			M0.4	M1	M2.5	M5	M10
横墙和无门窗纵墙	一层	1	0.0219	0.0148	0.0095	0.0069	0.0050
	二层	2	0.0292	0.0197	0.0127	0.0092	0.0066
		1	0.0366	0.0256	0.0172	0.0129	0.0094
		墙体平均压应力 σ_0 (MPa)	0.06($n-i+1$)				
每开间有一个窗纵墙	一层	1	0.0198	0.0137	0.0090	0.0067	0.0032
	二层	2	0.0263	0.0183	0.0120	0.0089	0.0064
		1	0.0322	0.0228	0.0157	0.0120	0.0089
		墙体平均压应力 σ_0 (MPa)	0.09($n-i+1$)				

B.2 按纵、横两方向分别计算的楼层抗震墙基准面积率,承重墙可按表 B.2~表 B.3 采用;自承重墙宜按表 B.1 数值的 1.05 倍采用;同一方向有承重墙和自承重墙或灰浆强度等级不同时,可按各自的净面积比相应转换为同样条件下的数值。

表B.2 抗震墙基准面积率(承重纵墙)

墙体类别	总层数 n	验算楼层 i	承重纵墙(每开间有一个门或一个窗)				
			灰浆强度等级				
			M0.4	M1	M2.5	M5	M10
每开间有一个门或一个窗	一层	1	0.0223	0.0158	0.0108	0.0081	0.0060
	二层	2	0.0298	0.0211	0.0135	0.0108	0.0080
		1	0.0346	0.0253	0.0180	0.0139	0.0106
		墙体平均压应力 σ_0 (MPa)	0.16($n-i+1$)				

表B.3 抗震墙基准面积率(承重横墙)

墙体类别	总层数 n	验算楼层 i	灰浆强度等级				
			M0.4	M1	M2.5	M5	M10
无门窗横墙	一层	1	0.0258	0.0179	0.0118	0.0088	0.0064
	二层	2	0.0344	0.0238	0.0158	0.0117	0.0085
		1	0.0413	0.0296	0.0205	0.0156	0.0116
		墙体平均压应力 σ_0 (MPa)	0.10($n-i+1$)				
有一个门的横墙	一层	1	0.0245	0.0171	0.0115	0.0086	0.0062
	二层	2	0.0326	0.0228	0.0153	0.0114	0.0085
		1	0.0386	0.0279	0.0196	0.0150	0.0112
		墙体平均压应力 σ_0 (MPa)	0.12($n-i+1$)				

B.3 仅承受过道楼板荷载的纵墙可当作自承重墙;支承双向楼板的墙体,均宜作为承重墙。

参 考 文 献

- [1] GB/T 36747-2018 干燥环境土遗址保护加固设计规范
 - [2] GB/T 50165 古建筑木结构维护与加固技术标准
 - [3] GB 50223 建筑工程抗震设防分类标准
 - [4] GB 55021 既有建筑鉴定与加固通用规范
 - [5] WW/T 0039-2012 土遗址保护试验技术规范
 - [6] WW/T 0040—2012 土遗址保护工程勘察规范
 - [7] JTGD 60-2015 公路桥涵设计通用规范
-