

中华人民共和国文物保护行业标准

WW/T 2021—XXXX

文物抗震 近现代文物建筑评估规范

Standard for seismic assessment of morden heritage buildings

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前 言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 抗震评估程序及内容	2
4.1 评估程序	2
4.2 主要调查内容	4
4.3 现场检测与勘查主要内容	4
4.4 抗震评估内容	4
5 抗震评估基本规定	5
5.1 基本原则	5
5.2 抗震评估的设防目标	5
5.3 抗震设防类别	5
5.4 主体结构评估方法	5
5.5 后续检查年限	6
6 现状勘查	6
6.1 一般规定	6
6.2 场地与环境、地基与基础勘查	6
6.3 主体结构勘查与检测	7
6.4 重点保护部位勘查	7
7 场地与环境、地基与基础	8
7.1 场地与环境评估	8
7.2 地基基础评估	8
8 多层砌体房屋	9
8.1 适用范围	9
8.2 重点检查内容	10
8.3 抗震评估方法	10
8.4 第一级评估	10
8.5 外观和内在质量要求	10
8.6 房屋高度和层数	10
8.7 结构体系	11
8.8 材料强度	11
8.9 整体性连接构造	11
8.10 易引起局部倒塌的部件及其连接	12
8.11 第一级评估结论	12
8.12 第二级评估	12
8.13 楼层平均抗震能力指数法	13
8.14 楼层综合抗震能力指数法	13

8.15 墙段综合抗震能力指数法	14
8.16 券（回）廊和独立砖柱的抗承载力验算	15
8.17 抗震承载力验算方法	15
8.18 第二级评估结论	15
9 多层与高层钢筋混凝土房屋	15
9.1 适用范围	15
9.2 重点检查内容	15
9.3 抗震评估方法	15
9.4 第一级评估	15
9.5 外观和内在质量要求	15
9.6 结构体系	16
9.7 材料强度	16
9.8 框架的配筋与构造	16
9.9 剪力墙的配筋与构造	17
9.10 填充墙与主体结构的连接	17
9.11 第一级评估结论	17
9.12 第二级评估	18
9.13 楼层综合抗震能力指数法	18
9.14 抗震承载力验算方法	18
9.15 第二级评估结论	19
10 内框架砖房	19
10.1 适用范围	19
10.2 重点检查内容	19
10.3 抗震评估方法	19
10.4 第一级评估	19
10.5 外观和内在质量要求	19
10.6 最大高度和层数限值	19
10.7 结构体系	20
10.8 构件尺寸和材料强度	20
10.9 整体性连接构造	20
10.10 易引起局部倒塌的部件及其连接	20
10.11 第一级评估结论	20
10.12 第二级评估	21
10.13 外墙砖柱的抗震验算要求	21
10.14 第二级评估结论	21
11 空旷房屋	21
11.1 适用范围	22
11.2 重点检查内容	22
11.3 第一级评估	22
11.4 外观和内在质量要求	22
11.5 材料强度	22
11.6 结构布置	22
11.7 整体性连接构造	22
11.8 易损部位及其连接构造	23

11.9	第一级评估结论	23
11.10	第二级评估	23
11.11	第二级评估结论	23
12	木结构房屋	23
12.1	适用范围	23
12.2	重点检查内容	23
12.3	抗震评估方法	23
12.4	第一级评估	24
12.5	外观和内在质量要求	24
12.6	结构布置	24
12.7	整体性连接构造	24
12.8	木结构房屋易损部位	25
12.9	第一级评估结论	25
12.10	第二级评估	25
12.11	第二级评估结论	27
13	生土房屋	27
13.1	适用范围	27
13.2	重点检查内容	27
13.3	抗震评估方法	27
13.4	外观和内在质量要求	27
13.5	房屋高度、层数限值	27
13.6	结构布置	27
13.7	墙体砌筑要求	28
13.8	房屋的楼、屋盖构造要求	28
13.9	房屋易损部位及其连接的构造要求	28
13.10	抗震评估结论	29
14	石结构房屋	29
14.1	适用范围	29
14.2	重点检查内容	29
14.3	抗震评估方法	29
14.4	第一级评估	29
14.5	外观和内在质量要求	29
14.6	房屋高度和层数	29
14.7	结构体系	30
14.8	材料强度	31
14.9	整体性连接构造	31
14.10	建筑易损部位及其连接构造	31
14.11	第一级评估结论	31
14.12	第二级评估	31
14.13	楼层平均抗震能力指数法	32
14.14	楼层综合抗震能力指数法	32
14.15	墙段综合抗震能力指数法	33
14.16	抗震承载力验算方法	34
14.17	第二级评估结论	35

15 高耸结构	35
15.1 适用范围	35
15.2 重点检查内容	35
15.3 抗震评估方法	35
15.4 第一级评估	35
15.5 外观和内在质量要求	35
15.6 材料强度等级	35
15.7 整体性连接构造	35
15.8 第一级评估结论	36
15.9 第二级评估	36
15.10 第二级评估结论	37
16 重点保护部位评估	37
17 综合评估	37
附录 A （资料性） 文物建筑附图	38
附录 B （规范性） 考虑老化和质量劣化的经年系数	42
附录 C （规范性） 砖房抗震墙基准面积率	43
C.1 多层砖房抗震墙基准面积率	43
C.2 底层内框架砖房的抗震墙基准面积率	43
C.3 多层内框架砖房的抗震墙基准面积率	43
附录 D （规范性） 钢筋混凝土楼层受剪承载力	46
D.1 钢筋混凝土结构楼层现有受剪承载力计算	46
D.2 矩形框架柱层间现有受剪承载力计算	46
D.3 对称配筋矩形截面偏压柱现有受弯承载力计算	46
D.4 砖填充墙钢筋混凝土框架结构的层间现有受剪承载力计算	47
D.5 带边框柱的钢筋混凝土抗震墙的层间现有受剪承载力计算	47
附录 E （规范性） 砌体、混凝土、钢筋材料性能设计指标	48
E.1 砌体非抗震设计的抗剪强度标准值与设计值	48
E.2 混凝土强度标准值与设计值	48
E.3 钢筋强度标准值与设计值	49
E.4 钢筋的弹性模量	49

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。

本文件由中华人民共和国国家文物局提出。

本文件由全国文物保护标准化技术委员会（SAC/TC 289）归口。

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。

文物抗震 近现代文物建筑评估规范

1 范围

本文件规定了近现代文物建筑抗震评估的基本要求、评估程序、评估内容（包括现状勘查、场地与环境、地基基础和上部结构、重点保护部位评估）。

本文件适用于抗震设防烈度为6度~9度地区、建于1840年至1949年的近现代文物建筑的抗震安全评估，其他同时期历史建筑的建筑抗震安全评估可参考本文件使用。**新中国成立后建成的现代文物建筑，可按照现行《建筑抗震鉴定标准》和有关文物建筑的规定进行评估。**

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 50003	砌体结构设计规范
GB 50005	木结构设计规范
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
GB/T 50165	古建筑木结构维护与加固技术标准
GB 50223	建筑工程抗震设防分类标准
GB/T 50344	建筑结构检测技术标准
WW/T 0048	近现代历史建筑结构安全性评估导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

近现代文物建筑 modern heritage building

建于1840年~1949年间，并经县级及以上人民政府公布的文物建筑。

3.2

抗震评估 seismic assessment

通过检查文物建筑的现状质量，按规定的抗震设防要求，对其在地震作用下的安全性进行评估。

3.3

重点保护部位 key protection area

近现代建筑中能突出体现该建筑的历史价值、艺术价值和科学价值的部位。

3.4

抗震设防烈度 precautionary intensity

按国家规定的权限批准作为一个地区抗震设防依据的地震烈度。

3.5

体系影响系数 influence coefficient of structural system

抗震评估时用于反映对结构整体抗震性能有影响的因素的系数。

3.6

局部影响系数 local influence coefficient

抗震评估时用于反映对抗震性能仅有局部影响的因素的系数。

3.7

经年系数 time index

抗震评估时用于反映与时间相关的裂缝、变形、劣化等结构缺陷的系数。

3.8

综合抗震能力 comprehensive seismic capability

整个建筑结构综合考虑其构造和承载力等因素所具有的抵抗地震作用的能力。

3.9

结构构件现有承载力 available load-carrying capacity of member

现有结构构件考虑材料强度标准值、结构构件（包括钢筋）实有的截面面积和对应于重力荷载代表值的轴向力所确定的结构构件承载力。包括现有受弯承载力和现有受剪承载力。

4 抗震评估程序及内容

4.1 评估程序

近现代文物建筑抗震评估应按照图1所示程序进行。

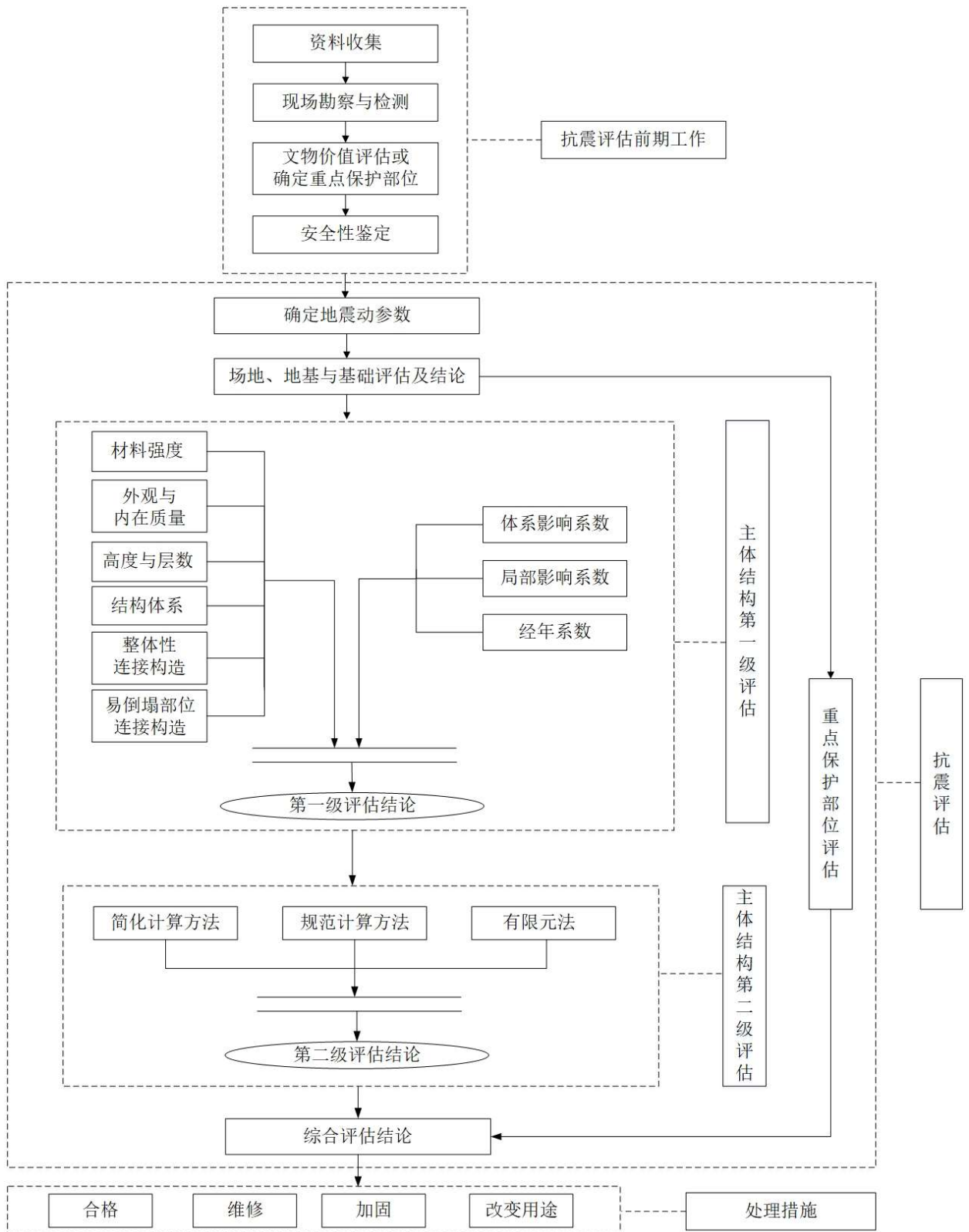


图1 近现代文物建筑抗震评估程序

4.2 主要调查内容

4.2.1 建筑历史

建筑历史沿革调查包含以下内容：

- a) 建筑风格及地域风格特征；
- b) 建筑立面、平面布置；
- c) 重要历史事件和重大自然灾害遗迹；
- d) 文物建筑价值。

4.2.2 结构历史

结构历史沿革调查应包含以下内容：

- a) 调查原始设计图纸、岩土工程勘察报告、竣工图纸等资料；
- b) 调查结构原始体系、结构构件材料强度和截面尺寸、节点连接及历史荷载作用（包括灾害情况）、加固维修、改造等情况。

4.2.3 人文历史

人文历史沿革调查应包含以下内容：

- a) 调查和收集文物建筑的相关资料，包括文物的描述、历史意义、历史照片和现状照片等；
- b) 调查与建筑设计、建造使用密切相关的人文历史资料，包括建造缘由、历史人物、重大历史事件描述。

4.2.4 重点保护部位确定

重点保护部位宜由文物主管部门所明确的文物建筑价值分析确定。

4.3 现场检测与勘察主要内容

现场检测与勘察应包含以下内容：

- a) 文物建筑结构图纸的复核，当资料不全时，根据抗震评估的需要进行适当的补充测绘；
- b) 重点保护部位现状勘察；
- c) 建筑结构使用环境勘察；
- d) 结构整体性、节点与连接勘察；
- e) 材料性能的检测；
- f) 结构外观质量与损伤的勘察；
- g) 建筑沉降与倾斜的检测；
- h) 必要时结构动力特性的检测和结构现场载荷试验等。

4.4 抗震评估内容

抗震评估应包含以下内容：

- a) 在现场勘察和检测基础上，对场地与环境、地基与基础进行评估；
- b) 根据文物建筑结构的特点和现状，对主体结构采用相应的分级评估方法；
- c) 近现代文物建筑主体结构第一级评估，应着眼于宏观控制和构造的评估，当建筑的平立面、质量、刚度分布和墙体等抗侧力构件的布置在平面内明显不对称时，应进行地震扭转效应不利影响的分析；当结构竖向构件上下不连续或刚度、强度沿高度分布突变时，应对薄弱楼层或薄弱部位进行评估；结构构件的连接构造应满足结构整体性的要求；

- d) 近现代文物建筑主体结构第二级评估，可采用 GB 50011 规定的地震动参数，考虑体系影响系数、局部影响系数和经年系数等，进行结构抗震验算，具体验算评价标准参见本文件有关章节规定；
- e) 对重点保护部位，尚应进行完损状况及其与主体结构连接可靠性的评估；
- f) 对文物建筑整体抗震性能做出评估，对符合抗震评估要求的建筑，应说明其后续检查年限，对不符合抗震评估要求的文物建筑，提出相应的抗震减灾对策和处理意见。

5 抗震评估基本规定

5.1 基本原则

5.1.1 最小干预原则

近现代文物建筑的检测和抗震安全评估应遵循不改变文物原状和最小干预原则，应在最大限度保存其历史信息的前提下，尽量减少人为的干预。

5.1.2 区别对待原则

抗震评估时应采取区别对待原则，包括：

- a) 不同结构类型的建筑，其检查的重点、项目、内容和要求不同，采用不同的评估方法；
- e) 对重点部位和一般部位，应区别对待；
- f) 对抗震性能有整体影响的构件和仅有局部影响的构件，在综合抗震能力分析时应区别对待。

5.2 抗震评估的设防目标

近现代文物建筑抗震设防的设防目标为，多遇地震时结构基本不坏或轻微损伤、重点保护部位不受影响；设防烈度地震时允许主体结构部分损伤，但不致倒塌，重点保护部位轻微损伤；罕遇地震时主体结构不致发生整体倒塌，重点保护部位不灭失。

5.3 抗震设防类别

近现代文物建筑应根据其使用功能和重要性，按照 GB 50223 的规定，确定其抗震设防类别。

5.4 主体结构评估方法

5.4.1 主体结构抗震评估采用两级评估法。第一级评估以宏观控制和构造评估为主进行。宏观控制系要求如下：

- a) 结构抗侧力构件的平面布置宜规则对称，避免产生扭转效应；侧向刚度沿竖向宜均匀变化，避免刚度和承载力突变。
- g) 当建筑的平、立面，质量、刚度分布和墙体等抗侧力构件的布置在平面内明显不对称时，应进行地震扭转效应不利影响的分析；当结构竖向构件上下不连续或刚度沿高度分布突变时，应找出薄弱部位并按相应的要求鉴定。
- h) 结构体系应具有明确的计算简图和合理的地震作用传递途径。
- i) 应避免因部分结构或构件破坏而导致整个结构丧失抗震能力或对重力荷载的承载能力。
- j) 应具备必要的抗震承载力、良好的变形能力和消耗地震能量的能力。
- k) 当房屋有错层或不同类型结构体系相连，或存在薄弱部位时，应提高其相应部位的抗震评估要求。

5.4.2 第二级评估可采用简化计算方法或 GB 50011 计算方法，并引入体系影响系数、局部影响系数、经年系数等，进行综合评估，计算方法见公式（1）。

$$S \leq (I_T \psi_1 \psi_2 R) / \gamma_{Ra} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

S —— 结构构件内力（轴向力、剪力、弯矩等）组合的设计值；计算时，有关的荷载、地震作用、作用分项系数、组合值系数，应按现行《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定采用；地震作用效应（内力）调整系数应按本文件各章的规定采用，8、9 度的大跨度和长悬臂结构应计算竖向地震作用；

R —— 结构构件承载力设计值，按 GB 50011 的规定采用，材料强度等级按现场实际情况确定；

γ_{Ra} —— 抗震评估的承载力调整系数，一般情况下，可按 GB 50011 的承载力抗震调整系数值采用，钢筋混凝土构件应按 GB 50011 承载力抗震调整系数值的 0.85 倍采用；

ψ_1 —— 体系影响系数，见各章；

ψ_2 —— 局部影响系数，见各章；

I_T —— 经年系数，见附录 B。

5.4.3 对结构体型复杂、重要性较大的大跨度和高耸结构的近现代文物建筑，可采用大型有限元软件进行整体结构或重点部位计算分析，计算分析模型应与实际结构相吻合。

5.5 后续检查年限

抗震评估及加固后，省市级及以下文物建筑按照每隔不超过 10 年、国家级文物建筑按照每隔不超过 5 年的时间，进行定期检查；检查中如发现异常情况，应重新进行抗震评估、处理。

6 现状勘查

6.1 一般规定

6.1.1 文物建筑勘查与检测应掌握下列基础资料：

- a) 文物建筑所在地区的地震、风灾、火灾、洪水等灾害历史资料；
- l) 文物建筑使用环境调查，包括抗震设防烈度、场地类别等；
- m) 工程地质与水文地质资料；
- n) 历史上扩建、改建、维修和加固等情况。

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，不应破坏文物建筑本体及其现状。在勘查过程中，若发现险情，或发现题记、文物等，应立即保护现场并及时报告文物管理部门，勘查人员不得擅自处理。

6.1.3 勘查成果应包括以下内容：

- a) 场地与环境、地基与基础（台基）现状调查成果；
- b) 现状测绘及主体结构形制与保存现状调查成果；
- c) 主体结构的破损现状与地基、基础（台基）相关分析成果；
- d) 重点保护部位的现状调查成果；
- e) 病害成因分析。

6.2 场地与环境、地基与基础勘查

6.2.1 场地与环境勘查宜包括以下内容：

- a) 场地稳定性状况，包括地震、滑坡、泥石流、地面沉降、洪水冲刷等；

- b) 场地地质条件，包括岩土性质、地层划分、岩土物理力学性质等；
- c) 地下水对文物建筑保护的影响；
- o) 尚应对相邻建筑（包括围墙、挡土墙等）、环境振动等的影响进行勘查和评估，新建工地尚需对降水及边坡支护等的影响进行勘查和评估。

6.2.2 地基基础勘查应包括以下内容：

- a) 应着重调查上部结构有无不均匀沉降裂缝和倾斜情况及其发展趋势，基础有无腐蚀、酥碱、松散和剥落；
- b) 必要时可调查岩土的物理力学性能、地基承载力及地基稳定性、基础材料与形式。

6.2.3 对文物建筑的下列情况，应对地基与基础（台基）进行详细勘查或进行定期观测：

- a) 有不均匀沉降、倾斜（歪闪）或扭转等情况，不能判定是否趋于稳定；
- p) 有明显的翘曲、开裂或变形，连接处有较大的松动变位等情况，不能判定是否趋于稳定。

6.3 主体结构勘查与检测

6.3.1 主体结构勘查应包括结构勘查、外观和内在质量勘查、材料性能检测等内容。

6.3.2 结构勘查应包括下列内容：

- a) 主体结构现状，主要包括：结构、构件及其连接的尺寸；结构的整体变位和支承情况；承重构件和主要节点的受力和变形状态等；
- q) 局部构件或残损、病害部位，包括材质锈蚀退化；局部开裂、错位、下陷及位移等。

6.3.3 外观和内在质量勘查应包括下列内容，并宜进行现场实测：

- a) 裂缝宽度、长度、深度、走向、数量及其分布；
- r) 结构倾斜或差异沉降量；
- s) 砖石结构鼓胀范围及最大鼓胀变形量；
- t) 砖石结构风化、酥碱、粉化、缺损等范围及其形成的砌块截面损失；
- u) 木材腐朽、虫蛀、变质的部位、范围和程度；
- v) 对构件受力有影响的木节、斜纹和干缩裂缝的部位和尺寸；
- w) 榫卯连接处的拔榫部位和尺寸；
- x) 钢材的腐蚀、连接的可靠性、挠曲变形程度等。

6.3.4 材料性能检测应包括下列内容：

- a) 材料种类、结构构件尺寸及制作工艺；
- y) 砖、石块材的力学性能和风化程度；
- z) 灰浆、混凝土等材料组成及力学性能；
- aa) 钢材、木材的力学性能和腐蚀程度。

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；
- bb) 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；
- cc) 材料品种、规格和数量；
- dd) 与主体结构的构造连接，及其所附着的结构构件；

ee) 残损情况以及在维修中可能产生的问题。

7 场地与环境、地基与基础

7.1 场地与环境评估

7.1.1 按 GB 50011 将场地划分为对建筑抗震有利、一般、不利和危险地段。建筑场地类别划分应以土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度为准。

7.1.2 建造于对抗震有利和一般地段的建筑，可不进行场地对建筑影响的抗震评估。

7.1.3 建造于危险地段的建筑，场地对建筑的影响应专门研究，并采取应急的安全措施。

7.1.4 建筑场地为条状突出山嘴、高耸孤立山丘、非岩石和强风化岩石陡坡、河岸和边坡的边缘、液化等不利地段，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。

7.1.5 建筑场地有液化侧向扩展且距常时水线 100m 范围内，应判明液化后土体流滑与开裂的危险。

7.1.6 对近现代文物建筑存在相邻建（构）筑物、新建工地、环境振动等影响时，尚应对环境影响进行评估。

7.2 地基基础评估

7.2.1 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建筑，和地基基础无严重静载缺陷的建筑，可不进行地基基础的抗震评估。

7.2.2 对地基基础现状进行评估时，当基础无腐蚀、酥碱、松散和剥落，上部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，该地基基础可评为无严重静载缺陷。

7.2.3 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、建筑现状和基础类型，进行液化、震陷及抗震承载力的两级评估。符合第一级评估的规定时，应评为地基符合抗震要求，不再进行第二级评估。静载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。

7.2.4 地基基础的第一级评估，当基础下主要受力层存在饱和砂土或饱和粉土时，对液化沉陷不敏感的建筑和符合 GB 50011 液化初步判别要求的建筑，可不进行液化影响的评估，否则应按 GB 50011 规定评估液化的影响。

7.2.5 地基基础的第一级评估，当基础下主要受力层存在软弱土时，对地基土静承载力特征值大于 80kPa 或基础底面以下的软弱土层厚度不大于 5m 的建筑，可不进行建筑在地震作用下沉陷的影响评估，否则应按 GB 50011 规定评估建筑在地震作用下的沉陷影响。

7.2.6 地基基础的第一级评估，对 GB 50011 规定可不进行桩基抗震验算的建筑和位于斜坡上但地震时土体稳定的建筑，可不进行桩基的抗震验算；其余情况，应按 GB 50011 规定进行桩基抗震验算。

7.2.7 地基基础的第二级评估，当存在饱和土液化时，应按 GB50011 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。

7.2.8 地基基础的第二级评估，对软弱土地基及高层建筑和高耸结构，应进行地基和基础的抗震承载力验算。

7.2.9 现有天然地基的竖向抗震承载力，可按 GB 50011 规定的方法验算，其中，地基土静承载力特征值应改用长期压密地基土静承载力特征值，其值可按下式计算：

$$f_{sE} = \zeta_s f_{sc} \dots\dots\dots (2)$$

$$f_{sc} = \zeta_c f_s \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- f_{sE} ——调整后的地基土抗震承载力特征值，单位为千帕（kPa）；
- ζ_s ——地基土抗震承载力调整系数，可按 GB 50011 采用；
- f_{sc} ——长期压密地基土静承载力特征值，单位为千帕（kPa）；
- ζ_c ——地基土静承载力长期压密提高系数，其值可按表 1 采用；
- f_s ——地基土静承载力特征值，单位为千帕（kPa），按 GB 50007 采用。

表1 地基土承载力长期压密提高系数

岩土类别	p_0/f_s			
	1.0	0.8	0.4	<0.4
砾、粗、中、细、粉砂	1.2	1.1	1.05	1.0
粉土和粉质粘土				
地基土静承载力特征值大于100kPa的粘土				
注1：指基础底面实际平均压应力（kPa）； 注2：岩石、碎石土、其他软弱土，提高系数值可取1.0。				

7.2.10 承受水平力为主的天然地基验算水平抗滑时，抗滑阻力可采用基础底面摩擦力和基础正侧面土的水平抗力之和；基础正侧面土的水平抗力，可取其被动土压力的 1/3；抗滑安全系数不宜小于 1.1；当刚性地坪的宽度不小于地坪孔口承压面宽度的 3 倍时，尚可利用刚性地坪的抗滑能力。

7.2.11 桩基的抗震承载力验算，可按 GB 50011 规定的方法进行。

7.2.12 山区建筑的挡土结构、地下室或半地下室外墙的稳定性验算，可采用 GB 50007 规定的方法；抗滑安全系数不应小于 1.1，抗倾覆安全系数不应小于 1.2。验算时，土的重度应除以地震角的余弦，墙背填土的内摩擦角和墙背摩擦角应分别减去地震角和增加地震角。地震角可按表 2 采用。

表2 挡土结构的地震角 单位为度

类别	7 度		8 度		9 度
	0.1g	0.15g	0.2g	0.3g	0.4g
水上	1.5°	2.3°	3°	4.5°	6°
水下	2.5°	3.8°	5°	7.5°	10°

7.2.13 同一建筑单元存在不同类型基础或基础埋深不同时，宜根据地震时可能产生的不利影响，估算地震导致两部分地基的差异沉降，检查基础抵抗差异沉降的能力，并检查上部结构相应部位的构造抵抗附加地震作用和差异沉降的能力。

8 多层砌体房屋

8.1 适用范围

本章适用于黏土砖砌体承重的多层房屋，楼（屋）盖类型包括木制、现浇混凝土或砖拱楼（屋）盖。

8.2 重点检查内容

多层砌体文物建筑房屋抗震评估时，应重点检查房屋的高度和层数、抗震墙的厚度和间距、墙体材料实际达到的等级和砌筑质量、墙体交接处的连接以及女儿墙、楼梯间和出屋面结构等易引起倒塌伤人的部位；7度~9度时，尚应检查墙体布置的规则性、楼（屋）盖与墙体的连接构造等。

8.3 抗震评估方法

现有砌体房屋的抗震评估，应按房屋高度和层数、结构体系的合理性、墙体材料的实际强度、房屋整体性连接构造的可靠性、局部易损易倒部位构件自身及其与主体结构连接构造的可靠性以及墙体抗震承载力的综合分析，对整幢房屋的抗震能力进行两级评估。

当砌体房屋层数超过规定时，应评为不满足抗震评估要求；当仅有出入口和人流通道处的女儿墙、出屋面高耸结构等不符合规定时，应评为局部不满足抗震评估要求。

8.4 第一级评估

第一级评估以宏观控制和构造措施为主进行评估。

8.5 外观和内在质量要求

8.5.1 墙体不空鼓、无严重酥碱和明显歪闪。

8.5.2 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，券廊和独立砖柱不应出现竖向裂缝和斜裂缝。

8.5.3 木楼盖、屋盖构件无明显变形、腐朽、蚁蚀和严重开裂、拔榫。

8.5.4 工字钢密肋小梁无锈蚀，混凝土砌块或砖拱楼板无开裂、松动。

8.5.5 混凝土构件符合本文件第9章的有关规定。

8.6 房屋高度和层数

8.6.1 房屋的高度和层数不宜超过表3所列的范围。对横向抗震墙较少的房屋，其适用高度和层数应比表3的规定分别降低3m和一层；对横向抗震墙很少的房屋，还应再减少一层。

8.6.2 当超过规定的适用范围时，应提高对综合抗震能力的要求或提出改变结构体系的要求等。

表3 砌体房屋的最大高度和层数限值

单位为米

墙体类别	墙体厚度 (mm)	6度		7度		8度		9度	
		高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数
普通砖实心墙	≥240	19	六	16	五	13	四	7	二
	180	10	三	10	三	7	二	4	一
普通砖空心墙	420	13	四	13	四	7	二	4	一
	300	4	一	4	一	4	一		
普通砖空斗墙	240	7	二	4	一	4	一		

注1: 房屋高度计算方法同现行国家规范《建筑抗震设计规范》GB50011的规定;
 注2: 普通粘土砖空心墙指由两片120mm宽砖(或与240mm宽砖)通过卧砌、中间设有60mm的空腔形成的墙体;
 注3: 横墙较少和横墙很少的定义, 见现行国家规范《建筑抗震设计规范》GB50011的规定;
 注4: 重点设防类建筑应允许按本地区设防烈度查表, 但层数应减少一层且总高度应降低3m; 其抗震墙不应为180mm普通砖实心墙、普通砖空斗墙。

8.7 结构体系

8.7.1 房屋实际的抗震横墙间距和高宽比, 应符合下列刚性体系的要求:

- a) 抗震横墙的最大间距应符合表4的规定;
- ff) 房屋的高度与宽度之比不宜大于2.2, 且高度不大于底层平面的最长尺寸。对于有悬挑或砖柱承重外廊的房屋, 房屋宽度不包括其走廊宽度。

8.7.2 7~9度时, 房屋的平、立面和墙体布置宜符合下列规则性的要求:

- a) 质量和刚度沿高度分布比较规则均匀, 立面高度变化不超过一层, 同一楼层的楼板标高相差不大于500mm;
- gg) 平面的凹凸或转角尺寸, 不应大于相应投影方向总尺寸的30%;
- hh) 楼层的质心和计算刚心基本重合或接近。

表4 砌体房屋刚性体系抗震横墙的最大间距 单位为米

楼、屋盖类别	墙体类别	墙体厚度 (mm)	6度、7度	8度	9度
现浇或装配整体式混凝土	砖实心墙	≥240	15	12	8
	其他墙体	≥180	10	7	
装配式混凝土	砖实心墙	≥240	8	8	4
木、砖拱	砖实心墙	≥240	4	4	

注: 对IV类场地, 表内的最大间距值应减少3m或4m以内的一开间。

8.7.3 跨度不小于6m的大梁, 不宜由独立砖柱支承; 重点设防时不应由独立砖柱支承。骑楼亭仔脚、连续券廊(回廊)砖柱应加强与楼(屋)盖结构的连接, 各层宜设有圈梁。

8.7.4 横墙较少、跨度较大的房间, 宜为现浇或装配整体式楼、屋盖。

8.8 材料强度

8.8.1 砖强度等级不宜低于MU5.0, 且不低于砌筑砂浆强度等级。砖的强度等级低于上述规定一级以内时, 墙体的砂浆强度等级宜按比实际达到的强度等级降低一级采用。

8.8.2 墙体的砌筑砂浆强度等级, 不宜低于M1。

8.9 整体性连接构造

8.9.1 墙体布置在平面内应闭合, 纵横墙交接处应有可靠连接, 不应被烟道、通风道等竖向孔道削弱。平面凹凸不规则时, 应加强转角部位的联系。

8.9.2 木屋架不应为无下弦的人字屋架, 隔开间应有一道竖向支撑或有木望板和木龙骨顶棚。

8.9.3 纵横墙交接处应咬槎较好。

8.9.4 楼盖、屋盖的连接应符合下列要求:

- a) 楼盖、屋盖构件的支承长度不应小于表5的规定:

ii) 混凝土预制构件应有座浆；预制板缝应有混凝土填实，板上应有水泥砂浆面层。

表5 楼盖、屋盖构件的最小支承长度 单位为毫米

构件名称	混凝土预制板		预制进深梁	木屋架、木大梁	对接檩条	木龙骨、木檩条
	墙上	梁上	墙上	墙上	屋架上	墙上
支承长度	100	80	180 且有梁垫	240	60	120

8.10 易引起局部倒塌的部件及其连接

8.10.1 出入口或人流通道处的女儿墙、马头墙和门脸等装饰物应有锚固。

8.10.2 出屋面小高耸结构（烟囱、钟楼等）应有防倒塌措施。

8.10.3 钢筋混凝土挑檐、雨罩等悬挑构件应有足够的稳定性。

8.10.4 现有结构构件的局部尺寸、支承长度和连接应符合下列要求：

a) 承重的门窗间墙最小宽度和外墙尽端至门窗洞边的距离及支承跨度大于5m的大梁的内墙阳角至门窗洞边的距离，7度、8度、9度时分别不宜小于0.8m、1.0m、1.5m；

jj) 非承重的外墙尽端至门窗洞边的距离，7度、8度时不宜小于0.8m，9度时不宜小于1.0m；

kk) 楼梯间及门厅跨度不小于6m的大梁，在砖墙转角处的支承长度不宜小于490mm；

ll) 出屋面的钟楼、楼梯间、电梯间和水箱间等小房间，以及马头墙、高大山墙等墙体的砂浆强度等级不宜低于M2.5；门窗洞口不宜过大；预制楼盖、屋盖与墙体应有连接。

8.10.5 楼梯间的墙体，悬挑楼层、通长阳台或房屋尽端局部悬挑阳台、过街楼的支承墙体，与独立承重砖柱相邻的承重墙体，均应提高有关墙体承载能力的要求。

8.10.6 非结构构件的现有构造应符合下列要求：

a) 隔墙与两侧墙体或柱应有拉结，长度大于5.1m或高度大于3m时，墙顶还应与梁板有连接；

mm) 无拉结女儿墙和门脸等装饰物，当砌筑砂浆的强度等级不低于M2.5且厚度为240mm时，其突出屋面的高度，对整体性不良或非刚性结构的房屋不应大于0.5m；对刚性结构房屋的封闭女儿墙不宜大于0.9m。

8.11 第一级评估结论

多层砌体房屋符合本章各项规定可评为综合抗震能力满足抗震评估要求；当遇下列情况之一时，可不再进行第二级评估，但应评为综合抗震能力不满足抗震评估要求，且对房屋采取加固或其他相应措施：

a) 房屋高宽比大于3，或横墙间距超过刚性体系最大值4m；

nn) 纵横墙交接处连接不符合要求，或支承长度少于规定值的75%；

oo) 仅有易损部位非结构构件的构造不符合要求；

pp) 本章的其他规定有多项明显不符合要求。

8.12 第二级评估

砌体房屋采用综合抗震能力指数的方法进行第二级评估时，应根据房屋不符合第一级评估的具体情况，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。

砌体房屋的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房屋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，应评定为满足抗震评估要求；当小于1.0时，应对房屋采取加固或其他相应措施。

8.13 楼层平均抗震能力指数法

现有结构体系、整体性连接和易引起倒塌的部位符合第一级评估要求，但横墙间距和房屋宽度均超过或其中一项超过第一级评估限值的房屋，可采用楼层平均抗震能力指数方法进行第二级评估。楼层平均抗震能力指数应按下式计算：

$$\beta_i = I_T A_i / (A_{bi} \xi_{oi} \lambda) \dots \dots \dots (4)$$

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 ——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，可按附录 C 采用；
- λ ——烈度影响系数，6、7（0.1g）、7（0.15g）、8（0.2g）、8（0.3g）、9 度时，分别按 0.65、0.65、1.0、1.3、2.0 和 2.6 采用。当场地处于本文件 7.1.4 条规定的不利地段时，尚应乘以增大系数 1.1~1.6；
- I_T —— 经年系数，见附录B。

8.14 楼层综合抗震能力指数法

现有结构体系、楼屋盖整体性连接和构造及易引起局部倒塌的结构构件不符合第一级评估要求的房屋，可采用楼层综合抗震能力指数方法进行第二级评估，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：

$$\beta_{ci} = \psi_1 \psi_2 \beta_i \dots \dots \dots (5)$$

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，可按本条第 2 款确定；
 - ψ_2 ——局部影响系数，可按本条第 3 款确定。
- qq) 体系影响系数可根据房屋不规则性、非刚性和整体性连接不符合第一级评估要求的程度，经综合分析后确定；也可由表 6 各项系数的乘积确定。当砖砌体的砂浆强度等级为 M0.4 时，尚应乘以 0.9。

表6 体系影响系数值

项目	不符合的程度	ψ_1	影响范围
房屋高宽比 η	$2.2 < \eta < 2.6$	0.85	上部 1/3 楼层
	$2.6 < \eta < 3.0$	0.75	上部 1/3 楼层
横墙间距	超过表 4 最大值 4m 以内	0.9 1.00	楼层的 β_{ci} 墙段的 β_{cij}
错层高度	$> 0.5m$	0.90	错层上下
立面高度变化	超过一层	0.90	所有变化的楼层
相邻楼层的墙体刚度比 λ	$2 < \lambda < 3$	0.85	刚度小的楼层
	$\lambda > 3$	0.75	刚度小的楼层

平面布置	扭转不规则	0.85	所有楼层
楼、屋盖构件的支承长度	比规定少 15%以内	0.90	不满足的楼层
	比规定少 15%~25%	0.80	不满足的楼层
骑楼亭仔脚或券廊砖柱、独立砖柱	支承上部楼层墙体	0.80	所有楼层
注：单项不符合的程度超过表内规定或不符合的项目超过3项时，应采取加固或其他相应措施。独立砖柱承重的体系影响系数和局部影响系数，两者不同时考虑			

rr) 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评估要求的程度，经综合分析后确定；也可由表 7 各项系数中的最小值确定。

表7 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	0.95	不满足的楼层
	比规定少 10%~20%	0.90	不满足的楼层
楼梯间等大梁的支承长度 l	$370\text{mm} < l < 490\text{mm}$	0.80 0.70	该楼层的 β_{ci} 该墙段的 β_{cij}
出屋面小房间、钟楼等		0.33	出屋面小房间
支承悬挑结构构件的承重墙体		0.80	该楼层和墙段
房屋尽端设过街楼或楼梯间		0.80	该楼层和墙段
有独立砌体柱承重的房屋	柱顶有拉结	0.80	楼层、柱两侧相邻墙段
	柱顶无拉结	0.60	楼层、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。			

8.15 墙段综合抗震能力指数法

实际横墙间距超过刚性体系规定的最大值、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评估要求的房屋，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评估。墙段综合抗震能力指数应按下式计算：

$$\beta_{cij} = \psi_1 \psi_2 \beta_{ij} \dots\dots\dots (6)$$

$$\beta_{ij} = I_T A_{ij} / (A_{bij} \zeta_{oi} \lambda) \dots\dots\dots (7)$$

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；
- I_T —— 经年系数，见附录B。

注：考虑扭转效应时，式（6）、（7）中尚包括扭转效应系数，其值可按现行国家规范《建筑抗震设计规范》GB50011的规定，取该墙段不考虑与考虑扭转时的内力比。

8.16 券（回）廊和独立砖柱的抗承载力验算

券（回）廊和独立砖柱的抗承载力验算，应符合本文件第10.12条的规定，支承上部楼层墙体的底层券廊砖柱，应提高抗震承载力要求。

8.17 抗震承载力验算方法

当房屋的质量和刚度沿高度分布明显不均匀，或房屋的层数超过本文件限值时，可按GB 50011的方法进行抗震承载力验算，并可按本文件的规定估算使用时间和构造的影响，进行第二级综合评估，其中砌体材料力学性能指标可按附录E取值。

8.18 第二级评估结论

楼层综合抗震能力指数不小于1.0的结构，或按GB 50011进行抗震承载力验算并满足要求的结构，可评定为满足抗震评估要求。

9 多层与高层钢筋混凝土房屋

9.1 适用范围

本章适用于现浇及装配整体式钢筋混凝土房屋。

9.2 重点检查内容

多高层钢筋混凝土文物建筑房屋抗震评估时，应重点检查结构体型的规则性、梁柱节点连接、构件配筋、非结构构件的连接构造、材料强度、外观和内在质量等。

如后期进行过加层，尚应检查加层部位结构与原有结构的连接。

9.3 抗震评估方法

现有钢筋混凝土房屋的抗震评估，应按结构体系的合理性、结构构件材料的实际强度、结构构件的纵向钢筋和横向箍筋的配置和构件连接的可靠性、填充墙等与主体结构的拉结构造以及构件抗震承载力的综合分析，对整幢房屋的抗震能力进行评估。

当梁柱节点构造和框架跨数不符合规定时，应评为不满足抗震评估要求；当仅有出入口、人流通道处的填充墙不符合规定时，应评为局部不满足抗震评估要求。

钢筋混凝土房屋应进行综合抗震能力两级评估。当符合第一级评估的各项规定时，除9度外可不进行抗震验算而评为满足抗震评估要求；不符合第一级评估要求和9度时，除有明确规定的情况外，应在第二级评估中采用综合抗震能力指数的方法做出判断。

当砌体结构与框架结构相连或依托于框架结构时，应加大砌体结构所承担的地震作用，再按本文件第8章进行抗震评估；对框架结构的评估，应计入两种不同性质的结构相连导致的不利影响。

9.4 第一级评估

第一级评估以宏观控制和构造措施为主进行评估。

9.5 外观和内在质量要求

9.5.1 梁、柱及其节点的混凝土仅有少量微小开裂或局部剥落，钢筋无露筋、锈蚀。

9.5.2 填充墙无明显开裂或与框架脱开。

9.5.3 工字钢密肋小梁无锈蚀，混凝土砌块或砖拱楼板无开裂、松动。

9.5.4 主体结构构件无明显变形、倾斜或歪扭。

9.6 结构体系

9.6.1 框架结构宜为双向框架，装配式框架宜有整浇节点，8、9度时不应为铰接节点。

9.6.2 框架结构不宜为单跨框架；重点设防时，不应为单跨框架结构，且8、9度时按梁柱的实际配筋、柱轴向力计算的框架柱的弯矩增大系数宜大于1.1。

9.6.3 结构体系的规则性应按下列要求检查：

- a) 平面局部突出部分的长度不宜大于宽度，且不宜大于该方向总长度的30%；
- ss) 立面局部缩进的尺寸不宜大于该方向水平总尺寸的25%；
- tt) 楼层刚度不宜小于其相邻上层刚度的70%，且连续三层总的刚度降低不宜大于50%；
- uu) 无砌体结构相连，且平面内的抗侧力构件及质量分布宜基本均匀对称。

9.6.4 抗震墙之间无大洞口的楼、屋盖的长宽比不宜超过表8的规定，超过时应考虑楼盖平面内变形的影响。

表8 钢筋混凝土房屋抗震墙无大洞口的楼、屋盖的长宽比

楼、屋盖类别	烈 度	
	8度	9度
现浇、迭合梁板	3.0	2.0
装配式楼盖	2.5	1.0
工字钢密肋梁加混凝土块、砖小拱	2.0	1.0

9.6.5 8度时，厚度不小于240mm、砌筑砂浆强度等级不低于M2.5的抗侧力粘土砖填充墙，其平均间距应不大于表9规定的限值。

表9 抗侧力粘土砖填充墙平均间距的限值 单位为米

总层数	三	四	五	六
间距	17	14	12	11

9.7 材料强度

梁、柱、墙实际达到的混凝土强度等级，6、7度时不应低于C13，8、9度时不应低于C18。

9.8 框架的配筋与构造

9.8.1 6度和7度Ⅰ、Ⅱ类场地时，框架结构应按下列规定检查：

- a) 框架梁柱的纵向钢筋和横向箍筋的配置应符合非抗震设计的要求，其中，梁纵向钢筋在柱内的锚固长度，HPB235级钢筋不宜小于纵向钢筋直径的25倍，HRB335级钢筋不宜小于纵向钢筋直径的30倍，混凝土强度等级为C13时，锚固长度应相应增加纵向钢筋直径的5倍；
- vv) 框架的中柱和边柱纵向钢筋的总配筋率不应少于0.5%，角柱不应少于0.7%，箍筋最大间距不宜大于8倍纵向钢筋直径且不大于150mm，最小直径不宜小于6mm。

9.8.2 7度Ⅲ、Ⅳ类场地和8、9度时，框架梁柱的配筋尚应着重按下列要求检查：

- a) 梁两端在梁高各一倍范围内的箍筋间距，8度时不应大于200mm，9度时不应大于150mm；

- ww) 在柱的上、下端，柱净高各 1/6 的范围内，丙类设防时，7 度 III、IV 类场地和 8 度时，箍筋直径不应小于 $\phi 6$ ，间距不应大于 200mm；9 度时，箍筋直径不应小于 $\phi 8$ ，间距不应大于 150mm；重点设防类框架柱箍筋的最大间距和最小直径，宜按当地设防烈度和表 10 的要求检查；
- xx) 净高与截面高度之比不大于 4 的柱，包括因嵌砌粘土砖填充墙形成的短柱，沿柱全高范围内的箍筋直径不应小于 $\phi 8$ ，箍筋间距，8 度时不应大于 150mm，9 度时不应大于 100mm；
- yy) 框架角柱纵向钢筋的总配筋率，8 度时不宜小于 0.8%，9 度时不宜小于 1.0%；其他各柱纵向钢筋的总配筋率，8 度时不宜小于 0.6%，9 度时不宜小于 0.8%；
- zz) 框架柱截面宽度不宜小于 300mm，8 度 III、IV 类场地和 9 度时不宜小于 400mm；9 度时，柱的轴压比不应大于 0.8。

表10 重点设防类框架柱箍筋的最大间距和最小直径 单位为毫米

烈度和场地	7 度(0.10g)、7 度(0.15g) I、II 类场地	7 度(0.15g) III、IV 场地~8 度 (0.30g) I、II 类场地	8 度(0.30g) III、IV 类场地 和 9 度
箍筋最大间距(取较大值)	8d, 150mm	8d, 100mm	6d, 100mm
箍筋最小直径	8mm	8mm	10mm
注：d 为纵向钢筋直径。			

9.8.3 框架结构利用山墙承重时，山墙应有钢筋混凝土壁柱与框架梁可靠连接；当不符合时，8、9 度应加固。

9.9 剪力墙的配筋与构造

8、9 度时，框架—抗震墙的墙板配筋与构造应按下列要求检查：

- a) 抗震墙的周边宜与框架梁柱形成整体或有加强的边框；
- aaa) 墙板的厚度不宜小于 140mm，且不宜小于墙板净高的 1/30，墙板中竖向及横向钢筋的配筋率均不应小于 0.15%；
- bbb) 墙板与楼板的连接，应能可靠地传递地震作用。

9.10 填充墙与主体结构的连接

9.10.1 考虑填充墙抗侧力作用时，填充墙的厚度，6~8 度时不应小于 180mm，9 度时不应小于 240mm；砂浆强度等级，6~8 度时不应低于 M2.5，9 度时不应低于 M5；填充墙应嵌砌于框架平面内。

9.10.2 填充墙沿柱高每隔 600mm 左右应有 2 $\phi 6$ 拉筋伸入墙内，8、9 度时伸入墙内的长度不宜小于墙长的 1/5 且不小于 700mm；当墙高大于 5m 时，墙内宜有连系梁与柱连接；对于长度大于 6m 的粘土砖墙或长度大于 5m 的空心砖墙，8、9 度时墙顶与梁应有连接。

9.10.3 房屋的内隔墙应与两端的墙或柱有可靠连接；当隔墙长度大于 6m，8、9 度时墙顶尚应与梁板连接。

9.11 第一级评估结论

钢筋混凝土房屋符合本章上述各项规定时，可评为综合抗震能力满足要求；当遇下列情况之一时，可不再进行第二级评估，但应评为综合抗震能力不满足抗震要求，且应对房屋采取加固或其他相应措施：

- a) 梁柱节点构造不符合要求的框架及重点设防类的单跨框架结构；
- ccc) 8、9 度时混凝土强度等级低于 C13；

- ddd) 与框架结构相连的承重砌体结构不符合要求；
 eee) 仅有女儿墙、门脸、楼梯间填充墙等非结构构件不符合本文件 8.10 条的有关要求；
 fff) 本章的其他规定有多项明显不符合要求。

9.12 第二级评估

- 9.12.1 采用平面结构的楼层综合抗震能力指数进行第二级评估。
 9.12.2 按 GB 50011 的方法进行抗震计算分析，按本文件第 5.4.1 条的规定进行构件抗震承载力验算，计算时构件组合内力设计值不做调整。可按本章的规定估算构造的影响，由综合评定进行第二级评估。

9.13 楼层综合抗震能力指数法

9.13.1 现有钢筋混凝土房屋采用楼层综合抗震能力指数进行第二级评估时，应分别选择下列平面结构：

- a) 应至少在两个主轴方向分别选取有代表性的平面结构；
 ggg) 框架结构与承重砌体结构相连时，尚应选取连接处的平面结构；
 hhh) 有明显扭转效应时，尚应选取计入扭转影响的边榀结构。

9.13.2 楼层综合抗震能力指数可按下列公式计算：

$$\beta = I_T \psi_1 \psi_2 \zeta_y \dots\dots\dots (8)$$

$$\zeta_y = V_y / V_e \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- β ——平面结构楼层综合抗震能力指数；
 ψ_1 ——体系影响系数；可按本文件 9.13.3 条确定；
 ψ_2 ——局部影响系数；可按本文件第 9.13.4 条确定；
 I_T ——经年系数，见附录 B；
 ζ_y ——楼层屈服强度系数；
 V_y ——楼层现有受剪承载力，可按本文件附录 D 计算；
 V_e ——楼层的弹性地震剪力，可按本文件第 9.14 条计算结果，乘以系数 0.65。

9.13.3 钢筋混凝土房屋的体系影响系数可根据结构体系、梁柱箍筋、轴压比等符合第一级评估要求的程度，按下列情况确定：

- a) 当各项构造均符合本章的规定时，可取 1.0；
 iii) 当各项构造均符合非抗震设计规定时，可取 0.8；
 jjj) 当结构受损伤或发生倾斜而已修复纠正，上述数值尚宜乘以 0.8~1.0；
 kkk) 当结构规则性不满足第 9.6.3 条规定时，尚应根据不满足的程度乘以 0.8~1.0。

9.13.4 局部影响系数可根据局部构造不符合第一级评估要求的程度，采用下列三项系数选定后的最小值：

- a) 与承重砌体结构相连的框架，取 0.8~0.95；
 lll) 填充墙等与框架的连接不符合第一级评估要求，取 0.7~0.95；
 mmm) 抗震墙之间楼、屋盖长宽比超过表 8 的规定值，可按超过的程度，取 0.6~0.9；
 nnn) 对砌楼顶层等悬挑墙体的下部支承构件承载力，取 0.8~1.0。

9.14 抗震承载力验算方法

楼层的弹性地震剪力，对规则结构可采用底部剪力法计算，地震作用按本文件 5.4.1 条的规定计算，地震作用分项系数取 1.0；对考虑扭转影响的边榀结构，可按 GB 50011 规定的方法计算。当场地处于本

文件第7.1条规定的不利地段时，地震作用尚应乘以增大系数1.1~1.6。**钢筋和混凝土材料力学性能指标可按附录E取值。**

9.15 第二级评估结论

楼层综合抗震能力指数不小于1.0的结构，或按GB 50011进行抗震承载力验算并满足要求的结构，可评定为满足抗震评估要求。

10 内框架砖房

10.1 适用范围

本章适用于按丙类设防的粘土砖墙与钢筋混凝土柱混合承重的内框架砖房。

10.2 重点检查内容

10.2.1 现有内框架砖房抗震评估时，对房屋的高度和层数、横墙的厚度和间距、墙体的砂浆强度等级和砌筑质量应重点检查。

10.2.2 底层内框架砖房的底层楼盖类型及底层与第二层的侧移刚度比、结构平面质量和刚度分布及墙体（包括填充墙）等抗侧力构件布置的均匀对称性。

10.2.3 多层内框架砖房的屋盖类型和纵向窗间墙宽度。

10.2.4 7度~9度设防时，尚应检查框架的配筋和其他连接构造。

10.3 抗震评估方法

10.3.1 现有内框架砖房的抗震评估，应按房屋高度和层数、混合承重结构体系的合理性、墙体材料的实际强度、结构构件之间整体性连接构造的可靠性、局部易损易倒部位构件自身及其与主体结构连接构造的可靠性以及墙体和框架抗震承载力的综合分析，对整幢房屋的抗震能力进行评估。

10.3.2 当房屋层数超过规定或底部框架砖房的上下刚度比不符合规定时，应评为不满足抗震评估要求；当仅有出入口和人流通道处的女儿墙等不符合规定时，应评为局部不满足抗震评估要求。

10.3.3 对内框架砖房，应进行综合抗震能力的两级评估。符合第一级评估的各项规定时，应评为满足抗震评估要求；不符合第一级评估要求时，除有明确规定的情况外，应在第二级评估采用综合抗震能力指数的方法，计入构造影响做出判断。

10.4 第一级评估

第一级评估以宏观控制和构造措施为主进行评估。

10.5 外观和内在质量要求

10.5.1 砖墙体应符合本文件第8章的有关规定。

10.5.2 混凝土构件应符合本文件第9章的有关规定。

10.6 最大高度和层数限值

现有内框架房屋实际的最大高度和层数宜符合表11规定的限值，当超过规定的限值时，应提高对综合抗震能力的要求或提出采取改变结构体系等减灾措施。

表11 内框架砖房最大高度和层数限值 单位为米

房屋类别	墙体厚度 (mm)	6 度		7 度		8 度		9 度	
		高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数
多排柱内框架砖房	≥240	15	四	11	三	9	二	5	一
单排柱内框架砖房	≥240	10	二	9	二	6	一		
<p>注1：类似的砌块房屋可按照本章规定的原则进行评估，但9度时不适用，6~8度时，高度相应降低3m，层数相应减少一层；</p> <p>注2：房屋的层数和高度超过表内规定值一层和3m以内时，应进行第二级评估。</p>									

10.7 结构体系

10.7.1 内框架砖房抗震横墙的最大间距应符合表 12 的规定。

表12 内框架砖房抗震横墙的最大间距 单位为米

房屋类型	6 度	7 度	8 度	9 度
多排柱内框架砖房	24	21	18	9
单排柱内框架砖房	12	15	12	6

10.7.2 底层内框架砖房的底层和第二层，应符合下列要求：

- a) 在纵横两个方向均应有砖或钢筋混凝土抗震墙，每个方向第二层与底层侧移刚度的比值，7 度时不应大于 3.0，8、9 度时不应大于 2.0，且均不应小于 1.0；当底层的墙体在平面布置不对称时，应考虑扭转的不利影响；
- ooo) 底层框架不应为单跨；框架柱截面最小尺寸不宜小于 400mm，在重力荷载下的轴压比，7、8、9 度分别不宜大于 0.9、0.8、0.7；
- ppp) 第二层的墙体宜与底层的框架梁对齐，其砂浆实测强度等级应高于第三层。

10.7.3 内框架砖房的纵向窗间墙的宽度，6、7、8、9 度时，分别不宜小于 0.8m、1.0m、1.2m、1.5m；8、9 时厚度为 240mm 的抗震墙应有墙垛。

10.8 构件尺寸和材料强度

10.8.1 多层内框架砖房的砖抗震墙，厚度不应小于 240mm；

10.8.2 砖实际达到的强度等级不应低于 MU7.5；砌筑砂浆实际达到的强度等级不应低于 M2.5；框架梁、柱实际达到的强度等级不应低于 C20。

10.9 整体性连接构造

10.9.1 底层框架和底层内框架砖房的底层，8、9 度时应为现浇或装配整体式混凝土楼盖；6、7 度时可为装配式楼盖，但应有圈梁。

10.9.2 内框架砖房大梁在外墙上的支承长度不应小于 240mm，且应与垫块或圈梁相连。

10.10 易引起局部倒塌的部件及其连接

房屋中易引起局部倒塌的构件、部件及其连接的构造，砖房部分应符合本文件第8章的有关要求；内框架梁、柱应符合本文件第9章的有关要求。

10.11 第一级评估结论

内框架砖房符合本章各项规定时，可评为综合抗震能力满足抗震要求；当遇下列情况之一时，可不再进行第二级评估，但应评为不符合抗震评估要求并提出采取加固或其他相应措施：

- a) 横墙间距超过表 12 的规定，或构件支承长度少于规定值的 75%，或底层内框架砖房第二层与底层侧移刚度比不符合本文件第 10.6.2 条规定；
- qqq) 8、9 度时混凝土强度等级低于 C13；
- rrr) 仅有非结构构件的构造不符合本文件第 8 章的有关要求。

10.12 第二级评估

10.12.1 砖墙部分可按照本文件第 8 章规定的综合抗震能力指数方法进行。其中，纵向窗间墙不符合第一级评估时，其影响系数应该按体系影响系数处理；抗震墙基准面积率，应按本文件附录 C 采用；烈度影响系数，6、7 (0.1g)、7 (0.15g)、8 (0.2g)、8 (0.3g)、9 度时，分别按 0.65、0.65、1.0、1.3、2.0 和 2.6 采用。。

10.12.2 框架部分可按照本文件第 9 章的规定进行。其外墙砖柱（墙垛）的现有受剪承载力，可根据对应于重力荷载代表值的砖柱轴向压力、砖柱偏心距限值、砖柱（包括钢筋）的截面面积和材料强度标准值等计算确定。

10.12.3 多层内框架砖房各柱的地震剪力确定方法

$$V_c \geq \frac{\psi_c}{n_b n_s} (\zeta_1 + \zeta_2 \lambda) V \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- V_c —— 各柱的地震剪力设计值；
- ψ_c —— 柱类型系数，钢筋混凝土内柱可采用 0.012，外墙组合砖柱可采用 0.0075，无筋砖柱（墙）可采用 0.005；
- n_b —— 抗震横墙间的开间数；
- n_s —— 内框架的跨数；
- ζ_1, ζ_2 —— 分别为计算系数，可按表 13 采用；
- V —— 楼层地震剪力设计值，乘以系数 0.65。
- λ —— 抗震横墙间距与房屋总宽度的比值，当小于 0.75 时，采用 0.75；

表13 计算系数

房屋总层数	2	3	4
ζ_1	2.0	3.0	5.0
ζ_2	7.5	7.0	6.5

10.13 外墙砖柱的抗震验算要求

10.13.1 无筋砖柱地震组合轴向力设计值的偏心距，不宜超过 0.9 倍截面形心到轴向力所在截面边缘的距离；承载力调整系数可采用 0.9。

10.13.2 组合砖柱的配筋应按计算确定，承载力调整系数可采用 0.85。

10.14 第二级评估结论

楼层综合抗震能力指数不小于1.0，或按现行抗震规范方法进行抗震承载力验算并满足要求的结构，可评定为满足抗震评估要求。

11 空旷房屋

11.1 适用范围

本章适用于砖（石）柱和砖（石）墙承重，或与木结构、钢木结构混合承重的单层或两层空旷房屋，包括礼堂、教堂、影剧院、车站站房、体育馆、纪念馆、厂房等。

11.2 重点检查内容

11.2.1 空旷文物建筑房屋抗震评估时，应重点检查结构体型的规则性。

11.2.2 检查女儿墙和门脸及山尖墙、出屋面高耸结构、钟楼、穹顶等。

11.2.3 检查舞台口大梁上的砖墙、承重山墙等。

11.2.4 检查承重柱（墙垛）、舞台口横墙、屋盖支撑及其连接、较重装饰物的连接及相连附属房屋的影响、屋盖的类型等。

11.3 第一级评估

单层空旷房屋，应根据结构布置和构件型式的合理性、构件材料实际强度、房屋整体性连接构造的可靠性和易损部位构件自身构造及其与主体结构连接的可靠性等，进行结构布置和构造的检查。

空旷房屋的钢筋混凝土部分和附属房屋的抗震评估，应根据其结构类型分别按本文件的有关规定进行，但附属房屋与大厅相连的部位，尚应符合本章的要求并计入相互的不利影响。

11.4 外观和内在质量要求

11.4.1 承重柱、墙、塔体、穹顶无酥碱、剥落、明显裂缝、露筋或损伤。

11.4.2 钢（木）屋盖构件、穹顶无腐朽、严重开裂、歪斜或变形，节点无松动。

11.4.3 飞拱应连接可靠，无外观质量缺陷。

11.4.4 混凝土构件符合本文件第9章的有关规定。

11.4.5 石结构构件部分符合本文件第14章的有关规定。

11.5 材料强度

11.5.1 砖实际达到的强度等级，不宜低于 MU7.5。

11.5.2 砌筑砂浆实际达到的强度等级，不宜低于 M2.5。

11.5.3 混凝土材料实际达到的强度等级，不应低于 C20。

11.6 结构布置

11.6.1 大厅与前后厅、侧厅之间不宜有防震缝；附属房屋与大厅相连，二者之间应有可靠拉结措施。

11.6.2 空旷房屋的大厅，支承屋盖的承重结构，9度时宜为钢筋混凝土结构或钢结构。当7度时，有挑台或跨度大于21m或柱顶标高大于10m，8度时，有挑台或跨度大于18m或柱顶标高大于8m，宜为钢筋混凝土结构。

11.6.3 舞台后墙、大厅与前厅、教堂大厅与附属用房交接处等高大墙体，宜利用工作平台或楼层、飞拱作为水平支撑。

11.6.4 穹顶底部应有钢筋混凝土或钢结构环向约束构件。

11.7 整体性连接构造

11.7.1 大厅的屋盖构造，应符合本文件第9章和第12章的要求。木屋架不应为无下弦的人字屋

架，隔开间应有一道竖向支撑或有木望板和木龙骨顶棚。

11.7.2 8、9度时，支承舞台口大梁的墙体、山尖墙应有保证稳定的措施。

11.7.3 大厅柱(墙)顶标高处应有现浇闭合圈梁一道，沿高度每隔4m左右在窗顶标高处还应有闭合圈梁一道。

11.7.4 大厅与相连的附属房屋，在同一标高处应有可靠拉结措施。

11.7.5 山墙壁柱宜通到墙顶；8、9度时山墙顶尚应有钢筋混凝土卧梁，并与屋盖构件锚拉。

11.7.6 空旷房屋木柱与屋架(或梁)间应有斜撑；

11.7.7 石结构部分应符合本文件第14章的要求。

11.8 易损部位及其连接构造

11.8.1 8、9度时，舞台口横墙、山尖墙和出屋面钟楼顶部宜有卧梁，并应与构造柱、圈梁、屋盖等构件有可靠连接。

11.8.2 悬吊重物应有锚固和可靠的防护措施。

11.8.3 悬挑式挑台应有可靠的锚固和防止倾覆的措施。

11.8.4 8、9度时，顶棚等宜为轻质材料。

11.8.5 女儿墙、高门脸、出屋面钟楼等，应符合本文件第8章的有关规定。

11.9 第一级评估结论

当结构布置和构造符合要求时，应评为满足抗震评估要求；对有明确规定的情况，应结合抗震承载力验算进行综合抗震能力评估。当关键薄弱部位不符合规定时，应要求加固或处理；一般部位不符合规定时，应根据不符合的程度和影响的范围，提出相应对策。

11.10 第二级评估

11.10.1 空旷房屋除进行整体抗震验算外，其下列部位，尚应按GB 50011的规定进行纵、横向抗震分析，并可按本文件第5.4.1条的规定进行结构构件的抗震承载力验算：

a) 悬挑式挑台的支承构件；

sss) 高大山墙和舞台后墙的壁柱、出屋面的钟楼、塔体应进行的截面抗震验算。

11.10.2 对于教堂等体型复杂的空旷、高耸结构，可采用有限元软件进行计算分析。

11.11 第二级评估结论

楼层综合抗震能力指数不小于1.0，或按现行《建筑抗震设计规范》GB 50011进行抗震承载力验算并满足要求的结构，可评定为满足抗震评估要求。

12 木结构房屋

12.1 适用范围

本章适用于木结构承重房屋，包括抬梁式、穿斗式、井干式、干阑式木结构房屋。

12.2 重点检查内容

木结构房屋抗震评估时，应重点检查木构架、楼盖和屋盖的质量和连接、墙体与木构架的连接。

12.3 抗震评估方法

12.3.1 木结构房屋抗震评估分为两级进行，第一级评估以宏观控制和构造评估为主进行综合评

价，第二级评估以抗震验算为主、结合构造影响进行综合评价。

12.3.2 8度区Ⅲ、Ⅳ类场地和9度区的二层及以上木结构房屋，应进行两级评估。

12.3.3 其余建筑以抗震构造评估为主，可不进行抗震承载力验算。

12.4 第一级评估

木结构房屋的第一级评估，应按外观和内在质量、房屋高度和层数、结构体系的合理性、整体性连接构造的可靠性、结构和构件变形、非结构构件及其与主体结构连接构造的可靠性进行评定。

12.5 外观和内在质量要求

12.5.1 承重木构件无明显的变形、歪扭、腐朽、虫蛀、影响受力的裂缝和弊病，其变形和裂缝应满足 WW/T 0048 第七章的有关规定。

12.5.2 木构件的节点无明显松动或拔榫情况。

12.5.3 7度时，木构架倾斜不应超过木柱直径的1/3，8、9度时不应有歪闪。

12.5.4 木结构房屋中砌体围护墙无空鼓、酥碱、歪闪和明显裂缝，并符合本文件第8.3条的规定。

12.5.5 木结构房屋抗震评估时，尚应按有关规定检查地震时的防火问题。

12.6 结构布置

12.6.1 房屋的平面布置宜均匀对称，应避免拐角或突出，楼层的质心和计算刚心基本重合；刚度沿高度分布均匀。

12.6.2 同一房屋不宜采用木柱与砖柱或砖墙等混合承重的形式。

12.6.3 木屋架不应采用无下弦的人字屋架或无下弦的拱形屋架。

12.7 整体性连接构造

12.7.1 木构件在墙上的支承长度，对屋架和楼盖大梁不应小于250mm，对接檩和木龙骨不应小于120mm；檩在瓜柱上的支承长度，6、7度时不应小于60mm，8、9度时不应小于80mm；楼盖的木龙骨间应有剪刀撑，龙骨在大梁上的支承长度不应小于80mm。

12.7.2 柱顶在两个方向均应有可靠连接；穿斗木构架房屋在纵横两方向均应有穿枋，梁柱节点宜为银锭榫，并应在每一纵向柱列间设置1~2道斜撑；柱顶须有暗榫插入屋架下弦，并用U形铁连接；8度和9度时，柱脚应采用铁件与基础锚固。

12.7.3 通天柱与大梁榫接处、被楼层大梁间断的柱与梁相交处，均应有铁件连接；木柱被榫槽减损的截面面积不宜大于全截面的1/3；8度时，木柱上部与屋架的端部宜有角撑，多跨房屋的边跨为单坡时，中柱与屋架下弦间应有角撑或铁件连接，角撑与木柱的夹角不宜小于30°；柁木檩架的柁（梁）与柱之间应有斜撑。

12.7.4 房屋两端的屋架间应有竖向支撑；房屋长度大于30m时，在中段且间隔不大于20m的柱间和屋架间均应有支撑；跨度小于9m且有密铺木望板或房屋长度小于25m且呈四坡顶时，屋架间可无支撑；

12.7.5 斜撑和屋盖支撑构件，均应采用螺栓与主体构件连接；除穿斗木构件外，其他木构件宜为螺栓连接。

12.7.6 檩与椽、柁（梁）、屋架，龙骨与大梁、楼板应钉牢；对接檩下应有替木或爬木，并与瓜柱钉牢或为燕尾榫；梁与瓜柱、驼峰等应有可靠的连接。

12.7.7 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；角梁应有可靠的抗倾覆措施。

12.7.8 横隔墙较多的居住房屋在非抗震隔墙内应有斜撑，穿斗木构架房屋可没有斜撑；斜撑宜为木夹板，并应通到屋架的上弦。

12.7.9 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。

12.7.10 房屋宜有排山架，无排山架时山墙应有足够的承载能力。

12.7.11 围护墙应与木结构可靠拉结；土坯、砖等砌筑的围护墙宜贴砌在木柱外侧，不应将木柱完全包裹。

12.8 木结构房屋易损部位

12.8.1 楼房的挑阳台、外走廊、木楼梯的柱和梁等承重构件应与主体结构牢固连接；

12.8.2 梁上、柁（排山柁除外）上或屋架腹杆间不应有砌筑的土坯、砖山花等；

12.8.3 抹灰顶棚不应有明显的下垂；抹面层或墙面装饰不应松动、离臃；屋面瓦不应有下滑；

12.8.4 女儿墙、门脸等装饰和突出屋面小烟囱的构造连接应可靠；

12.8.5 用砂浆强度等级为M0.4砌筑的卡口围墙，其高度不宜超过4m，并应与主体结构有可靠拉结。

12.9 第一级评估结论

12.9.1 木结构房屋满足本文件构造评估各项规定时，可评为抗震评估满足第一级评估要求。

12.9.2 当木结构房屋出现下列情况之一时，应采取加固或其他相应措施：

a) 木构件腐朽、严重开裂而可能丧失承载能力；

ttt) 木构架的构造形式不合理；

uuu) 木构架的构件连接不牢或支承长度少于规定值的75%；

vvv) 墙体与木构件的连接或易损部位的构造不符合要求。

12.10 第二级评估

12.10.1 木结构房屋抗震承载力验算，除应按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：

$$F_{EK} = c_1 c_2 \alpha G_{eq} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

c_1 —— 与木结构类型相关的系数，对抬梁式木结构房屋， c_1 取0.6；对穿斗式、井干式和干阑式建筑， c_1 取0.8；

c_2 —— 地震作用调整系数，对木柱与柱础间平摆浮搁的木结构房屋， c_2 取0.5，其余取1.0；

α —— 相应于结构基本自振周期 T_1 的水平地震作用影响系数，按GB 50011取值，其中 α_{max} 按表14确定；

G_{eq} —— 结构等效总重力荷载。对单层木结构房屋取 $1.15G_E$ ；对多层建筑取 $0.85G_E$ ， G_E 为房屋

总重力荷载代表值；

F_{EK} —— 结构总水平地震作用的标准值。对单层木结构房屋， F_{EK} 作用于大梁中心位置。对多层木结构房屋， F_{EK} 的分配与作用位置，按 GB 50011 确定；

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。

12.10.2 计算木构架的水平抗力，应考虑梁柱节点连接的有限刚度。

12.10.3 结构或构件的几何参数应采用现场实测数据，木构件缺陷处的有效截面面积应采用实测数据。

12.10.4 抗震变形验算中，在罕遇地震作用下，木构架的位移角限值 (θ) 可取 1/30。

表14 水平地震作用影响系数

抗震设防烈度	6度	7度	8度	9度
抗震承载力验算时最大地震影响系数 α_{max}	0.11	0.23 (0.34)	0.45 (0.68)	0.90
抗震变形验算时最大地震影响系数 α_{max}	0.28	0.50 (0.72)	0.90 (1.20)	1.40

注：括号中数值分别用于设计基本地震加速度为0.15g和0.30g的地区。

12.10.5 结构构件及连接的抗震承载力，可按式(12)进行抗震验算：

$$S \leq R/\gamma_{Ra} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

S —— 结构构件及连接内力组合的设计值；

R —— 结构构件及连接承载力设计值；木结构材料力学性能指标可按 GB 50005 取值。

γ_{Ra} —— 承载力抗震评估调整系数，根据文物建筑重要性程度取 0.8~0.85。

12.10.6 梁、枋等构件应按 GB 50005 的有关规定验算其承载能力，并应遵守下列规定：

- 当梁过度弯曲时，梁的有效跨度应按实际搭接状况确定，并应考虑搭接处传力偏心对支承构件受力的影响；
- 柱的计算长度取侧向支承间的距离，对截面尺寸有变化的柱可按中间截面尺寸验算。柱两端按铰接计算时应考虑到柱两端相邻构件的影响对结果进行修正。
- 若原有构件已部分缺损或腐朽，应按剩余的有效截面进行验算。

12.10.7 木结构房屋进行设防地震作用下的抗震变形验算时，其层间位移角限值应符合表 15 的规定。

表15 设防地震作用下最大层间位移角限值

结构类型	层间位移角限值
抬梁式	1/150
穿斗式	1/130
井干式	1/130
干阑式	1/130

12.10.8 木结构房屋进行罕遇地震下的抗震变形验算时，其弹塑性层间位移角限值不应超过表 16 的规定。

表16 罕遇地震作用下层间位移角限值

结构类型	层间位移角限值
抬梁式	1/40
穿斗式	1/35
井干式	1/35
干阑式	1/35

12.11 第二级评估结论

进行抗震承载力或抗震变形验算并满足要求的结构，可评定为满足抗震评估要求。

13 生土房屋

13.1 适用范围

本章适用于6~8度未经焙烧的土坯、灰土、夯土墙承重的房屋（包括土楼、土堡、土围子）及土窑洞、土拱房。

13.2 重点检查内容

抗震评估时，对墙体的布置、质量（品质）和连接，楼、屋盖的整体性及出屋面小高耸结构等易倒塌伤人的部位，应重点检查。

13.3 抗震评估方法

生土房屋以抗震构造评估为主，可不作抗震承载力验算。土楼（堡）、土围子的木构架以及一般生土建筑的木楼（屋）盖，应符合本文件第12章的有关要求。

13.4 外观和内在质量要求

13.4.1 墙体无明显裂缝和歪闪。

13.4.2 木梁（柁）、屋架、檩、椽等无明显的变形、歪扭、腐朽、蚁蚀和严重开裂等。

13.4.3 各类生土房屋的地基应夯实，墙脚宜设防潮层；土墙的防潮碱草不腐烂。

13.5 房屋高度、层数限值

表17 房屋高度和层数限值

墙体类型	最大高度（m）	总层数	墙体厚度（mm）
卧砌土坯墙	2.9	1	≥250
单层夯土墙	2.9	1	≥400
灰土墙	6	2	≥250
土楼（堡）、土围子	18	5	底层墙体≥1300

13.6 结构布置

13.6.1 卧砌土坯墙、单层夯土墙、灰土墙房屋和福建土楼五凤楼每开间宜有横墙，灰土墙最大横墙间距不应大于二开间。

13.6.2 通廊式土楼的楼屋盖部分由木构架承重，部分由外墙承重；单元式土楼的楼屋盖由木构架和内外墙混合承重；土堡的外墙为自承重墙，楼屋盖荷载全部由木构架承重。

13.6.3 房屋每开间均应有横墙，不应采用土搁梁结构；土楼（堡）每开间均应有木构架，并与外墙可靠连接。

13.6.4 墙体布置宜均匀，多层房屋立面不宜有错层；大梁不应支承在门窗洞口的上方。

13.6.5 同一房屋不宜有不同材料的承重墙体。

13.6.6 硬山搁檩房屋宜呈双坡屋面或弧形屋面；房屋应采用轻屋面材料，平屋顶上的土层厚度不宜大于 150mm；坐泥挂瓦的坡屋面，其坐泥厚度不宜大于 60mm。

13.6.7 土拱房应多跨连续布置，各拱脚均应支承在稳固的崖体上或支承在人工土墙上；拱圈厚度宜为 300mm~400mm，应支模砌筑，不应无模后倾贴砌；外侧支承墙和拱圈上不应布置门窗。

13.6.8 土窑洞应避免易产生滑坡、山崩的地段；开挖窑洞的崖体应土质密实、土体稳定、坡度较平缓、无明显的竖向节理；崖窑前不宜接砌土坯或其他材料的前脸；不宜开挖层窑，否则应保持足够的间距，且上、下不宜对齐。

13.7 墙体砌筑要求

13.7.1 房屋的土坯宜采用粘性土湿法成型并宜掺入草苇等拉结材料；土坯应卧砌并宜采用粘土浆或粘土石灰浆砌筑，泥浆要饱满；土坯墙不宜有竖向施工通缝。

13.7.2 内、外墙体应咬槎较好；土楼（堡）夯土墙应分层错缝夯筑，不应出现通缝；土楼夯土墙沿高度每隔 300mm，设置竹筋或荆条进行拉结，水平间距不大于 200mm。

13.7.3 生土房屋的外墙四角和内外墙交接处，墙体不应被烟道削弱，沿墙高每隔 300mm 左右宜有一层竹筋、枝条、荆条等材料编织的拉结网片；砖抱角的土墙，砖与土坯之间应有可靠连接。

13.7.4 灰土墙房屋，内、外山墙两侧的内纵墙顶面宜有踏步式墙垛。

13.7.5 多层生（灰）土房屋每层均应有圈梁，并在横墙上拉通；木圈梁的截面高度不宜小于 80mm，钢筋砖圈梁的截面高度不宜小于 4 皮砖。

13.7.6 土楼（堡）的墙基用卵石或料石干砌，高度不低于当地历史最高洪水水位；墙身宜采用三合土分层夯实；墙身高厚比不宜大于 12；墙厚从下至上逐渐减薄，外皮略有收分，内皮分层退台递收，一般每层减少 10-15cm，以减轻墙身自重，同时保证墙体稳定性。

13.8 房屋的楼、屋盖构造要求

13.8.1 木屋盖构件应有圆钉、扒钉或钢丝等相互连接。

13.8.2 梁（柁）、檩下方应有木垫板，端檩应出檐；内墙上檩条应满搭，对接时应有夹板或燕尾榫。

13.8.3 木构件在墙上的支承长度，对屋架和楼盖大梁不应小于 250mm 或墙厚，对接檩和木龙骨不应小于 120mm。

13.8.4 楼盖的木龙骨间应有剪刀撑，龙骨在大梁上的支承长度不应小于 80mm。

13.8.5 7、8 度时，对生土结构屋盖尚应检查竖向剪刀撑和纵向水平系杆的设置情况，以免竖向剪刀撑的下端没有着力点。

13.9 房屋易损部位及其连接的构造要求

房屋出入口或临街处突出屋面的小高耸结构应有拉结；土楼（堡）和土围子的主入口大门应用条石包砌，门窗洞口应设置过梁；其他易损部位的构造宜符合本文件第8章的规定。

13.10 抗震评估结论

生土房屋抗震构造符合上述各项规定时，可评为满足抗震评估要求。

14 石结构房屋

14.1 适用范围

本章适用于设防烈度为6~8度地区的近现代石结构文物建筑的抗震评估。

14.2 重点检查内容

多层石结构文物建筑房屋抗震评估时，应重点检查房屋的高度和层数、楼屋盖材料类型、抗震墙的厚度和间距、砌筑墙体石材的规格种类和砌筑质量、纵横墙交接处的连接以及女儿墙、楼梯间和出屋面结构等易引起倒塌伤人的部位；7度~8度时，尚应检查墙体布置的规则性、楼（屋）盖与墙体的连接构造等。

14.3 抗震评估方法

现有石结构房屋的抗震评估，应按房屋高度和层数、结构体系的合理性、墙体材料的规格种类和实际强度、房屋整体性、连接构造的可靠性、局部易损易倒部位构件自身及其与主体结构连接构造的可靠性以及墙体抗震承载力的综合分析，对整幢房屋的抗震能力进行评估。

当砌体房屋层数超过规定时，应评为不满足抗震评估要求；当仅有出入口和人流通道处的女儿墙、出屋面高耸结构等不符合规定时，应评为局部不满足抗震评估要求。

14.4 第一级评估

第一级评估以宏观控制和构造措施为主进行评估。

14.5 外观和内在质量要求

14.5.1 石墙和石柱无明显风化、裂缝、错位和歪闪。砌筑砂浆无明显老化或酥碱现象。

14.5.2 支承大梁、屋架的承重墙体无明显竖向裂缝，纵横墙交接处无明显竖向裂缝，墙体无大于5mm的斜裂缝，拱券和独立石柱不应出现竖向裂缝和斜裂缝。

14.5.3 石板、石梁等受弯构件不应出现可见裂缝。

14.5.4 混凝土构件、木构件等应符合本规范相应章的规定。

14.6 房屋高度和层数

多层石结构建筑的高度和层数不宜超过表18的限值，且单层建筑层高不宜超过3.9m，多层建筑的底层层高不宜超过3.6m。

表 18 总层数和总高度限值 单位为米

墙体类别	最小 墙厚 (mm)	烈 度					
		6		7		8	
		高度	层数	高度	层数	高度	层数
细、半细料石砌体	200	16	5	13	4	10	3

粗料、毛料石砌体	250	13	4	10	3	10	3
^a 注：1. 建筑总高度指室外地面到檐口的高度；对带阁楼的坡屋面应算到山尖墙的 1/2 高度处； ^b 2. 底层石结构上部砖混结构建筑的层数与总高度限值同石结构建筑。							

14.7 结构体系

14.7.1 房屋实际的抗震横墙间距和高宽比，应符合下列要求：

- a) 抗震横墙的最大间距应符合表 19 的规定；
- b) 房屋的高度与宽度之比不宜大于 2.0，且高度不大于底层平面的最长尺寸。对于有悬挑或石柱承重外廊的房屋，房屋宽度不包括其走廊宽度。

表 19 抗震横墙最大间距 单位为米

楼、屋盖类别	墙体类别	墙体厚度 (mm)	烈 度		
			6	7	8
现浇或装配整体式混凝土	细料石、半细料石墙	≥200	15	12	10
	粗料石、毛料石墙	≥240	12	10	8
装配式混凝土	细料石、半细料石墙	≥200	10	8	6
	粗料石、毛料石墙	≥240	8	8	6
石楼板	细料石、半细料石墙	≥200	8	8	6
木	细料石、半细料石墙	≥200	6	6	5
	粗料石、毛料石墙	≥240	5	5	5

^c 注：抗震横墙指厚度不小于 200mm 的石砌体墙。

14.7.2 结构构件的布置，应符合下列规定：

- a) 墙体布置宜均匀对称，在平面上宜对齐，沿竖向应上下连续；
- b) 立面高度变化不超过 2m，同一楼层的楼板标高相差不大于 500mm；
- c) 大梁不应支承在门窗洞口的上方；
- d) 不宜采用素石梁(板)和石楼梯；
- e) 不应设置转角窗；
- f) 对于石墙房屋的横墙，洞口的水平截面面积不宜大于总截面面积的 1/3，且不应大于总截面面积的 1/2。

14.7.3 墙体局部尺寸限值，应符合表 20 要求。

表 20 局部尺寸限值 单位为米

部 位	烈 度	
	≤7	8
承重窗间墙最小宽度	1.0	1.2
承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	1.0	1.2
非承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	1.0	1.0

内墙阳角至门窗洞边的最小距离	1.0	1.2
----------------	-----	-----

14.7.4 横墙较少、跨度较大的房间，宜为现浇或装配整体式楼、屋盖。

14.8 材料强度

14.8.1 石材的抗压强度等级不宜低于 MU30。

14.8.2 砌筑砂浆强度等级不宜低于 M2。

14.9 整体性连接构造

14.9.1 石墙的砌筑方式和纵横墙连接应满足：

a) 料石砌体宜采用无垫片砌筑或有垫片座浆砌筑，不宜采用干砌拌浆砌筑；平毛石砌体应每皮设拉结石；

www) 墙体布置在平面内应闭合，纵横墙交接处石砌体应充分咬槎或可靠连接；

14.9.2 楼（屋）盖的支承长度应满足表 21 的要求。

表 21 楼（屋）盖构件的最小支承长度 单位为毫米

构件名称	混凝土预制板	木屋架、木梁	石楼板	石梁
支承位置	墙、梁	墙、柱	墙、梁	墙、柱
支承长度	80	100	80	100

14.10 建筑易损部位及其连接构造

14.10.1 门窗洞口处不宜采用无筋砖过梁和料石过梁，且过梁支承长度不应小于 150mm。

14.10.2 不宜采用素石板挑檐和雨棚板，钢筋混凝土挑檐、雨棚板等悬挑构件应有足够的稳定性。

14.10.3 隔墙与两侧墙体或柱应有拉结，当隔墙长度大于 5.1m 或高度大于 3m 时，墙顶还应与梁板有可靠连接。

14.10.4 独立料石柱与周围构件应有可靠连接。

14.10.5 筒支石梁跨度不应超过 3.6m，悬挑石梁的悬挑长度不应超过 1.2m。

14.11 第一级评估结论

石结构房屋符合本章各项规定可评为综合抗震能力满足抗震评估要求；当遇下列情况之一时，可不再进行第二级评估，但应评为综合抗震能力不满足抗震评估要求，且对房屋采取加固或其他相应措施：

a) 采用石板楼屋盖，且没有采取保证整体性措施。

xxx) 房屋高宽比大于 2.5，或横墙间距超过表 20 规定值 2m。

yyy) 纵横墙交接处连接不符合要求。

zzz) 易损部位非结构构件的构造不符合要求。

aaaa) 本章的其他规定有多项明显不符合要求。

14.12 第二级评估

石结构房屋采用综合抗震能力指数的方法进行第二级评估时，应根据房屋不符合第一级评估的具体情况，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。

石结构房屋的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房屋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，应评定为满足抗震评估要求；当小于 1.0 时，应对房屋采取加固或其他相应措施。

14.13 楼层平均抗震能力指数法

现有结构体系、整体性连接和易引起倒塌的部位符合第一级评估要求，但横墙间距超过第一级评估限值的房屋，可采用楼层平均抗震能力指数方法进行第二级评估。楼层平均抗震能力指数应按下式计算：

$$\beta_i = A_i / (A_{bi} \xi_{oi} \lambda) \dots\dots\dots (12)$$

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，可按现行《建筑抗震鉴定标准》采用；

λ —烈度影响系数，6、7（0.1g）、7（0.15g）、8（0.2g）、8（0.3g）、9 度时，分别按 0.65、0.65、1.0、1.3、2.0 和 2.6 采用。。当场地处于本规范 7.1.4 条规定的不利地段时，尚应乘以增大系数 1.1~1.6。

14.14 楼层综合抗震能力指数法

现有结构体系、楼屋盖整体性连接和构造及易引起局部倒塌的结构构件不符合第一级评估要求的房屋，可采用楼层综合抗震能力指数方法进行第二级评估，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：

$$\beta_{ci} = I_T \psi_1 \psi_2 \beta_i \dots\dots\dots (13)$$

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，可按本条第 2 款确定；

ψ_2 —局部影响系数，可按本条第 3 款确定；

I_T —经年系数，见附录 B。

b) 体系影响系数可根据房屋不规则性、非刚性和整体性连接不符合第一级评估要求的程度，经综合分析后确定；也可由表 22 各项系数的乘积确定。当墙体的砂浆强度等级为 M0.4 时，尚应乘以 0.9。

表 22 体系影响系数值

项目	不符合的程度	ψ_1	影响范围
房屋高宽比 η	$2.0 < \eta < 2.5$	0.85	上部 1/3 楼层
	$2.5 < \eta < 3.0$	0.75	上部 1/3 楼层
横墙间距	超过表 4 最大值 2m 以内	0.9	楼层的 β_{ci}

		1.00	墙段的 β_{cij}
错层高度	>0.5m	0.90	错层上下
立面高度变化	>2.0m	0.90	所有变化的楼层
相邻楼层的墙体刚度比 λ	$1.5 < \lambda < 2.5$	0.85	刚度小的楼层
	$\lambda > 2.5$	0.75	刚度小的楼层
平面布置	承重墙存在明显不对称	0.85	所有不规则楼层
楼、屋盖构件的支承长度	比规定少 15% 以内	0.90	不满足的楼层
	比规定少 15%~25%	0.80	不满足的楼层
独立石柱	存在这种情况	0.90	存在独立石柱楼层 ^a
^d 注：单项不符合的程度超过表内规定或不符合的项目超过 3 项时，应采取加固或其他相应措施。独立石柱承重的体系影响系数和局部影响系数，两者不同时考虑。			

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评估要求的程度，经综合分析后确定；也可由表 23 各项系数中的最小值确定。

表 23 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	0.95	不满足的楼层
	比规定少 10%~20%	0.90	不满足的楼层
出屋面小房间		0.33	出屋面小房间
支承悬挑结构构件的承重墙体		0.85	该楼层和墙段
房屋尽端设过街楼或楼梯间		0.80	该楼层和墙段
由独立石柱或石砌体柱承重的房屋		0.80	楼层、柱两侧相邻墙段 ^a
^e 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。			

14.15 墙段综合抗震能力指数法

实际横墙间距超过刚性体系规定的最大值、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评估要求的房屋，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评估。墙段综合抗震能力指数应按下式计算：

$$\beta_{cij} = I_T \psi_1 \psi_2 \beta_{ij} \dots \dots \dots (14)$$

$$\beta_{ij} = A_{ij} / (A_{bij} \xi_{oi} \lambda) \dots \dots \dots (15)$$

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；

I_T ——经年系数，见附录B。

注：考虑扭转效应时，式（15）中尚包括扭转效应系数，其值可按现行国家规范《建筑抗震设计规范》GB50011的规定，取该墙段不考虑与考虑扭转时的内力比。

14.16 抗震承载力验算方法

房屋的质量和刚度沿高度分布明显不均匀，或房屋的层数超过本文件限值时，可按本文件的方法进行抗震承载力验算，并可按本规范的规定估算构造的影响，进行第二级综合评估，其中**石结构材料力学性能指标可按GB 50003取值**。

a) 干砌甩浆砌筑石墙沿阶梯形截面破坏的抗震受剪强度设计值，可按下式确定：

$$f_{vE} = \frac{\mu \lambda_s f_{vs}}{\zeta} \quad (16)$$

$$f_{vs} = 0.048 \sqrt{f_2} + 0.877 \gamma \sigma_n \dots\dots\dots (17)$$

$$\lambda_s = 1 - \frac{l_0}{l} \dots\dots\dots (18)$$

$$\mu = \frac{1.5}{1.0 + 0.5 h/b} \dots\dots\dots (19)$$

式中： f_{vE} ——石砌体墙沿阶梯形截面破坏的抗震受剪强度设计值；

μ ——高宽比影响系数（ $\mu \leq 1.0$ ），当 $\mu > 1.0$ 时，取 $\mu = 1.0$ ；

λ_s ——洞口影响修正系数，无洞口时取 $\lambda_s = 1.0$ ；

ζ ——石墙截面剪应力分布不均系数，对矩形截面取 $\zeta = 1.2$ ；

f_{vs} ——石墙灰缝受剪强度设计值，单位为兆帕（MPa）；

f_2 ——砂浆抗压强度设计值，单位为兆帕（MPa）；

σ_n ——灰缝所受到的法向压应力设计值，单位为兆帕（MPa）；

γ ——带洞口石墙压应力分布调整系数，对带窗洞口石墙取 $\gamma = 1.23$ ，

对带门洞口石墙取 $\gamma = 1.08$ ，对非洞口墙，取 $\gamma = 1.0$ ；

l ——验算墙段总长度，单位为毫米（mm）；

l_0 ——验算墙段中洞口宽度，单位为毫米（mm）；

h ——验算墙段高度，单位为毫米（mm）；

b ——验算墙段长度，单位为毫米（mm）。

b) 干砌甩浆砌筑石墙抗震受剪承载力，应按下式计算：

$$V \leq I_T \psi_1 \psi_2 f_{vE} \frac{A}{\gamma_{Ra}} \quad (20)$$

式中： V ——石墙受剪承载力设计值；

A ——墙体横截面面积，单位为平方毫米（ mm^2 ）；

γ_{Ra} ——抗震评估承载力调整系数，取1.0；

14.17 第二级评估结论

楼层综合抗震能力指数不小于1.0的结构，或按现行抗震规范进行抗震承载力验算并满足要求的结构，可评定为满足抗震评估要求。

15 高耸结构

15.1 适用范围

本章适用于6度~8度时砖、石砌筑或钢筋混凝土浇筑纪念碑（塔）、钟楼、宣礼塔、佛塔、灯塔等高耸结构。

15.2 重点检查内容

高耸结构文物建筑抗震评估时，应重点检查高耸的高度、材料强度、外观质量、整体性连接、变形等。

15.3 抗震评估方法

高耸结构的抗震评估包括抗震构造评估和抗震承载力验算。当符合本章各项规定时，应评为满足抗震评估要求；当不符合时，可根据构造和抗震承载力不符合的程度，通过综合分析确定采取加固或其他相应对策。特殊形式及重要的高耸结构应采用专门的评估方法

15.4 第一级评估

第一级评估以宏观控制和构造措施为主进行评估。

15.5 外观和内在质量要求

高耸结构的筒壁不应有明显的裂缝和倾斜，砖石砌体不应松动，混凝土不应有严重的腐蚀和剥落，钢筋无露筋和锈蚀。

15.6 材料强度等级

筒壁砌筑用砖实际达到的强度等级不应低于MU7.5，砌筑砂浆实际达到的强度等级不应低于M2.5；混凝土实际达到的强度等级不应低于C20。

15.7 整体性连接构造

15.7.1 高耸结构沿竖向宜有配筋，在顶部应有圈梁或铁箍。8度时在总高度1/3和2/3处还应加设钢筋混凝土圈梁或铁箍各一道。

15.7.2 高耸结构的实际配筋应符合表24的规定；6度时，高度不超过30m的高耸结构可不配筋，高度超过30m的高耸结构宜符合表24中7度时I、II类场地的规定。

表24 高耸结构的最小配筋要求

烈度	7度		8度	
场地类别	I、II	III、IV	I、II	III、IV

配筋范围	从 0.6H 到顶	从 0.4H 到顶	全高
竖向配筋	φ8, 间距 500mm~750mm 且不少于 6 根		φ8~φ10, 间距 500mm~700mm 且不少于 6 根
环向配筋	φ6, 间距 500mm		φ8, 间距 300mm
注: H 为高耸结构高度。			

15.8 第一级评估结论

6度、7度时, 外观质量良好且符合上述构造要求、高度不超过10m的砖(石)砌高耸结构和高度不超过15m的钢筋混凝土高耸结构, 可评为综合抗震能力满足抗震评估要求, 其余高耸结构均应进行第二级评估。

15.9 第二级评估

15.9.1 高耸结构的水平抗震计算, 可采用振型分解反应谱法; 对于高度不超过 15m 的砖(石)砌高耸结构和高度不超过 30m 高的钢筋混凝土高耸结构, 可采用水平抗震简化方法。第二级评估计算参照本文件公式(1)进行。

15.9.2 当采用采用水平抗震简化方法时, 水平地震作用标准值应按下列规定计算。

15.9.3 普通类型的独立高耸结构的自振周期, 可分别按下列公式确定:

a) 高度不超过 15m 的砖、石砌筑高耸结构

$$T_1 = 0.26 + 0.0024H^2/d \dots\dots\dots (16)$$

d) 高度不超过 30m 的钢筋混凝土高耸结构

$$T_1 = 0.45 + 0.0011H^2/d \dots\dots\dots (17)$$

式中:

- T_1 —— 高耸结构的基本自振周期(s);
- H —— 自基础顶面算起的高耸结构高度(m);
- d —— 高耸结构筒身半高处横截面的外径(m)。

15.9.3.1 高耸结构底部地震弯矩和剪力, 应按下列公式计算:

$$M_0 = \alpha_1 G_k H_0 \dots\dots\dots (18)$$

$$V_0 = \eta_c \alpha_1 G_k \dots\dots\dots (19)$$

式中:

- M_0 —— 高耸结构底部由水平地震作用标准值产生的弯矩;
- α_1 —— 相应于高耸结构基本自振周期的水平地震影响系数, 按本文件5.5.1条的规定取值;
- G_k —— 高耸结构恒荷载标准值;
- H_0 —— 基础顶面至高耸结构重心处的高度;
- V_0 —— 高耸结构底部由水平地震作用标准值产生的剪力;
- η_c —— 高耸结构底部的剪力修正系数, 可按表25采用;

表 25 高耸结构底部的剪力修正系数

特征周期 T_g (s)	基 本 周 期 T_1 (s)					
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
0.20	0.80	1.10	1.10	0.95	0.85	0.75
0.25	0.75	1.00	1.10	1.05	0.95	0.85

0.30	0.65	0.90	1.10	1.10	1.00	0.95
0.40	0.60	0.80	1.00	1.10	1.15	1.05
0.55	0.55	0.70	0.85	1.00	1.10	1.10
0.65	0.55	0.65	0.75	0.90	1.05	1.10
0.85	0.55	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00

15.9.3.2 高耸结构各截面的地震弯矩和剪力，可按图 2 确定：

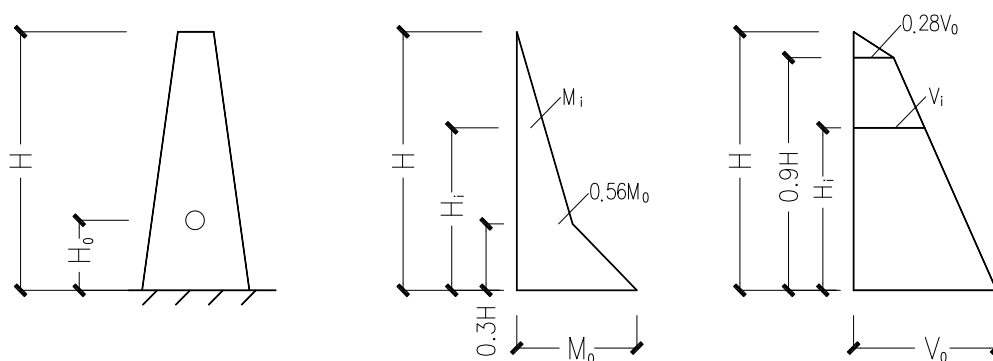


图2 高耸结构地震作用效应分布

15.9.4 对于高度大、体型复杂的高耸结构，可采用有限元法进行分析。

15.9.5 8、9度时应进行高耸结构的竖向抗震验算，竖向地震作用可按 GB 50011 的规定确定，竖向地震作用效应的增大系数可采用 2.5。

15.9.6 钢筋混凝土高耸结构应计算地震附加弯矩；截面抗震验算时可不计入筒壁的温度应力，但应计入温度对材料物理力学性能的影响，其承载力抗震调整系数可采用 0.9。

15.10 第二级评估结论

抗震构造和抗震承载力验算均满足要求的高耸结构，可评定为满足抗震评估要求。

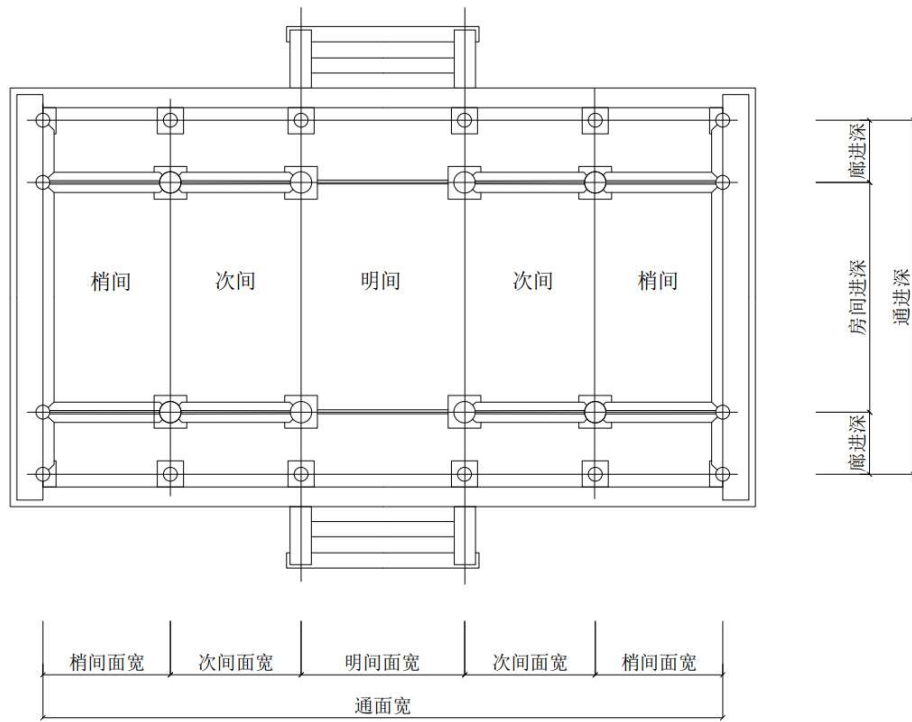
16 重点保护部位评估

根据文物保护要求和近现代文物建筑的具体情况，确定重点保护部位，在现场勘察和检测的基础上，对重点保护部位的完整性、老化性及其与主体结构连接的可靠性进行评估。

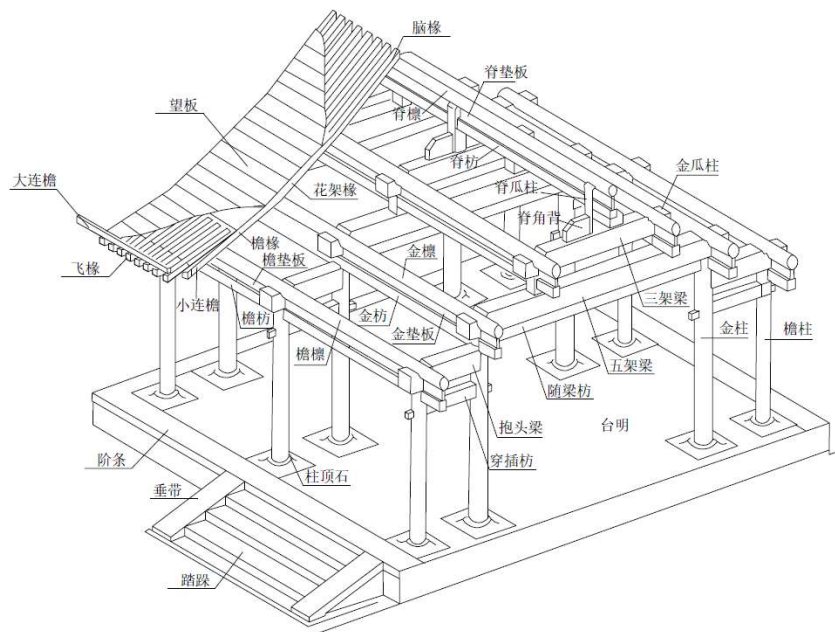
17 综合评估

根据场地与环境、地基与基础、各类结构与非结构构件、重点保护部位的抗震评估结果，综合得出近现代文物建筑的抗震评估结论，对符合抗震评估要求的建筑，应说明其后续检查年限，对不符合抗震评估要求的文物建筑，提出相应的抗震减灾对策和处理意见。

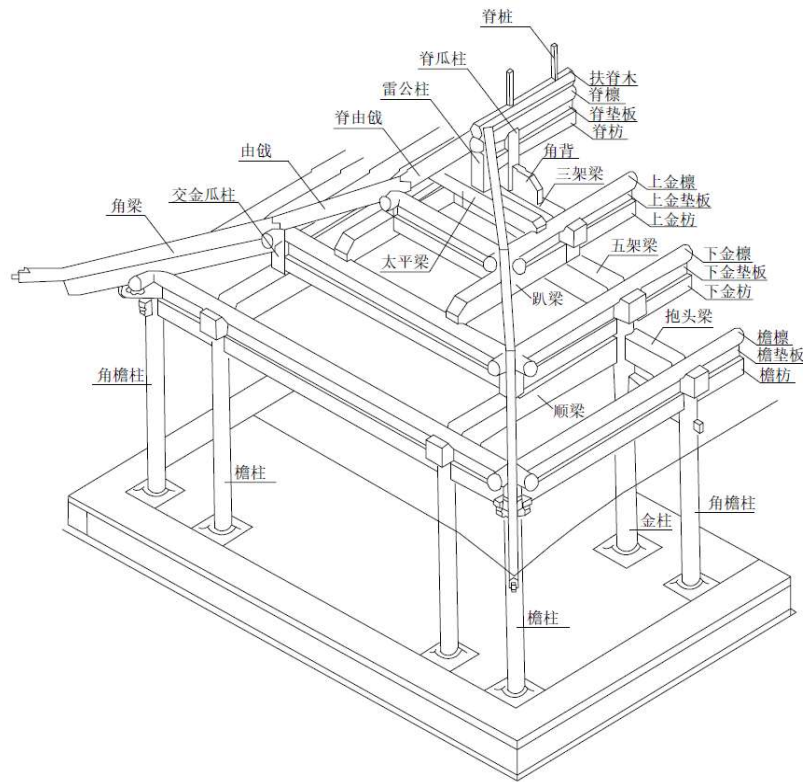
附录 A
(资料性)
文物建筑附图



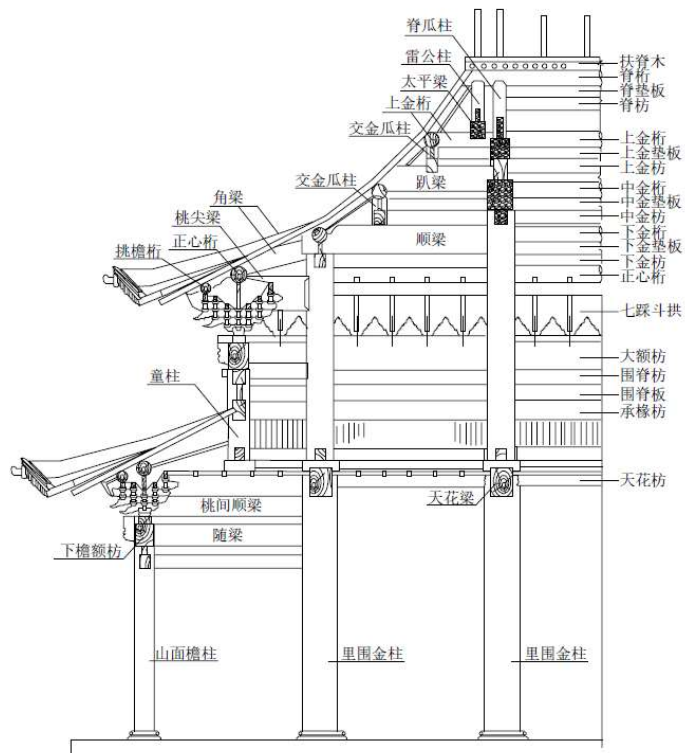
图A.1 中式古建筑平面图



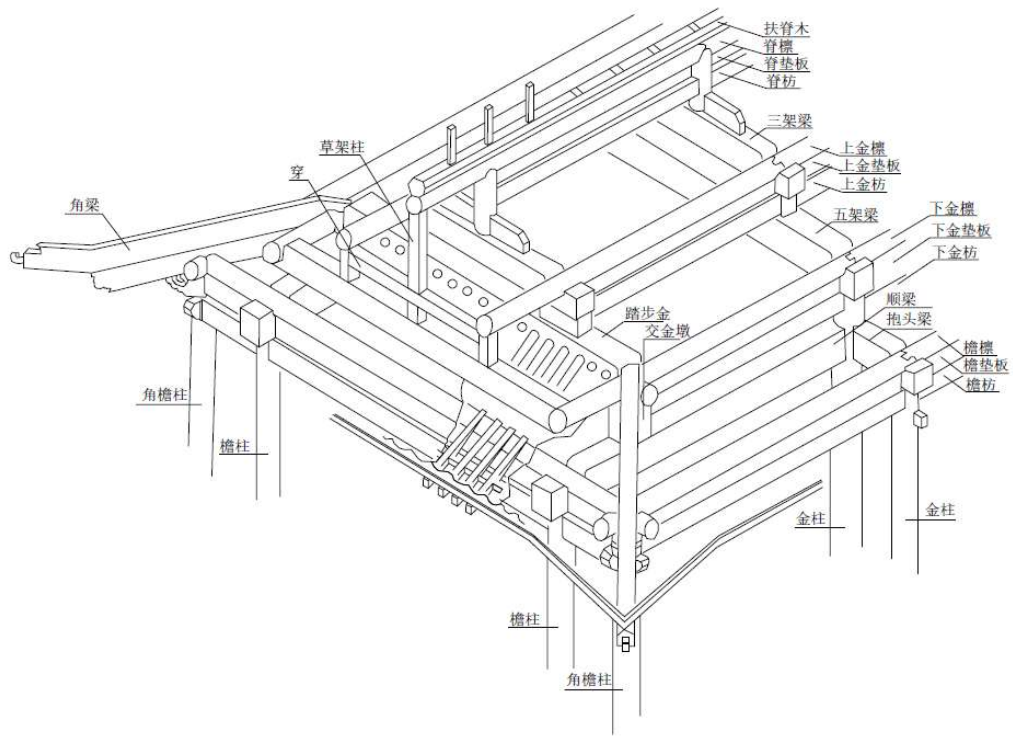
图A.2 中式硬山古建筑木构架部位名称



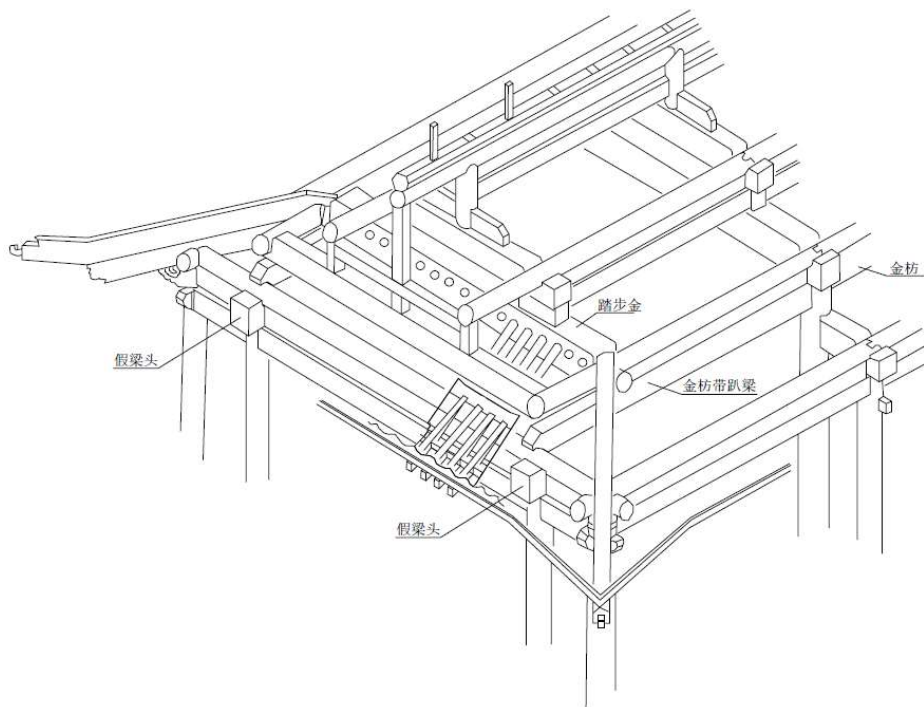
图A.3 虎殿基本构架示意图



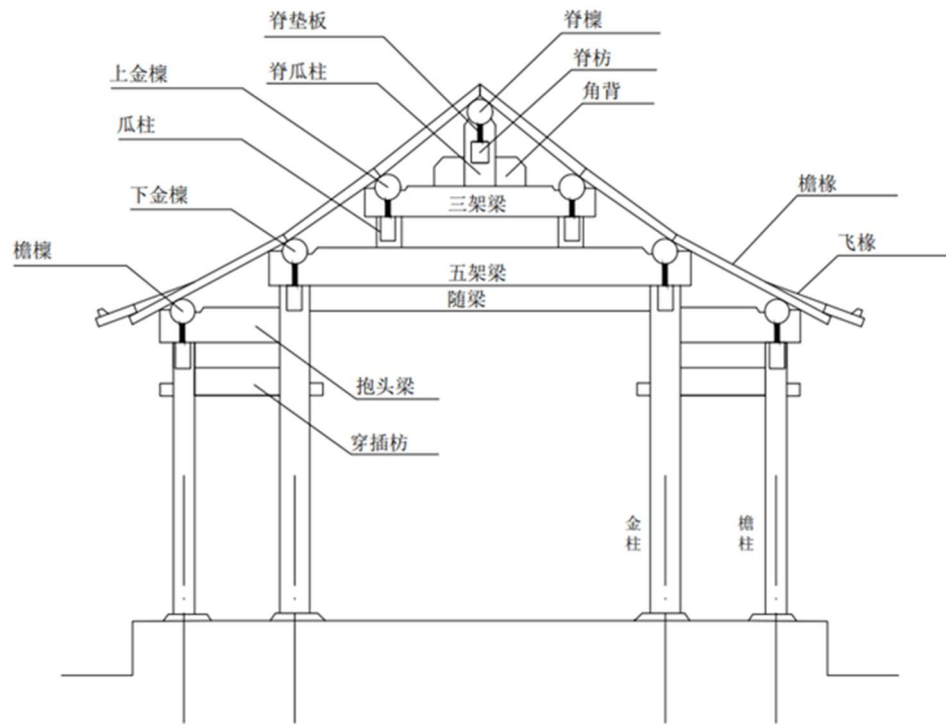
图A.4 梁架剖视图示例



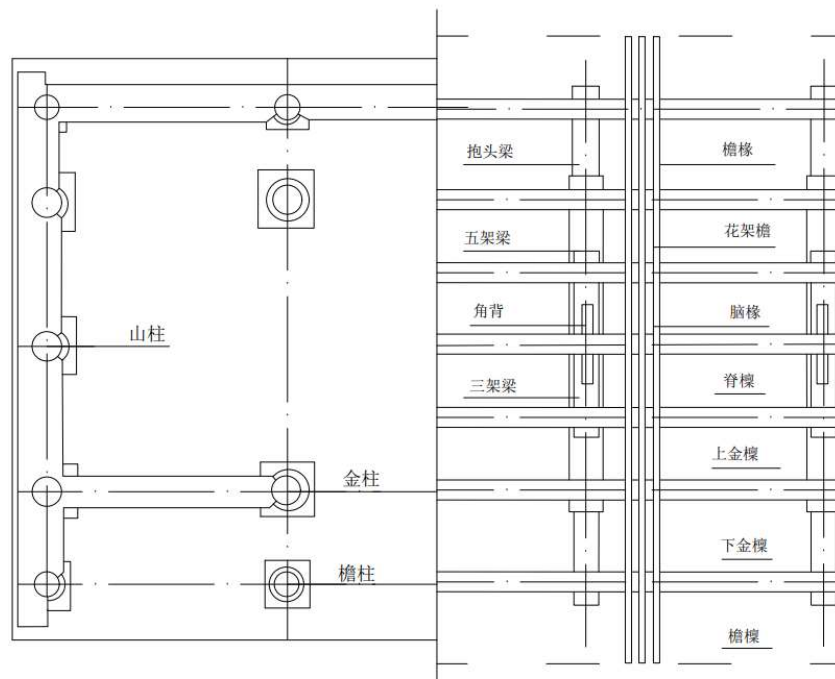
图A.5 歇山建筑山面基本构造-顺梁法



图A.6 歇山建筑山面基本构造-趴梁法



图A.7 七檩硬山构架剖面图



图A.8 七檩硬山平面及构件平面图

附录 B
(规范性)

考虑老化和质量劣化的经年系数

表B.1 考虑老化和质量劣化的经年系数 I_T

检查项目	程度	I_T	
变形	不均匀沉降	0.7	
	梁柱有视觉可见变形	0.9	
	无上述情况	1	
墙柱裂缝	渗漏、钢筋锈蚀	0.8	
	墙柱斜裂缝	0.9	
	无上述情况	1.0	
火灾经历	有过火痕迹	0.7	
	火灾,但未发现痕迹	0.8	
	火灾后经过加固或未受火灾	1	
用途	有害化学物质侵蚀	0.8	
	无	1	
建筑年龄	70-100年	0.9	
	100-130年	0.8	
	130-160年	0.7	
	160年-190年	0.6	
	200年以上	0.5	
a			
<p>注: 1、I_T表示所检查楼层对应检查项目的经年系数, I_T取各系数的最小值。 2、当有可靠数据或经验判定材料老化、劣化情况时,也可根据经验数据确定经年系数取值。</p>			

附录 C

(规范性)

砖房抗震墙基准面积率

C.1 多层砖房抗震墙基准面积率

多层砖房抗震墙基准面积率查表时应注意：

- a) 住宅、单身宿舍、办公楼、学校、医院等，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 C.1~C.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 $g_E/12$ ；
- e) 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 C.2~C.3 采用；自承重墙宜按表 C.1 数值的 1.05 倍采用；同一方向有承重墙和自承重墙或砂浆强度等级不同时，可按各自的净面积比相应转换为同样条件下的数值；
- f) 仅承受过道楼板荷载的纵墙可当做自承重墙；支承双向楼板的墙体，均宜做为承重墙。

C.2 底层内框架砖房的抗震墙基准面积率

- a) 上部各层，均可根据房屋的总层数，按多层砖房的相应规定采用；
- g) 底层内框架砖房的底层，仍可按多层砖房的相应规定采用。

C.3 多层内框架砖房的抗震墙基准面积率

多层内框架砖房的抗震墙基准面积率，可取按多层砖房相应规定值乘以下式计算的调整系数：

$$\eta_{fi} = [1 - \sum \psi_c (\zeta_1 + \zeta_2 \lambda) / n_b n_s] \eta_{0i} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

- η_{fi} —— i 层基准面积率调整系数；
- η_{0i} —— i 层的位置调整系数，按表 C.3 采用；
- ψ_c 、 ζ_1 、 ζ_2 、 λ 、 n_b 、 n_s ——按现行 GB 50011 的规定采用。

表C.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	砂浆强度等级				
			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
	三层	3	0.0328	0.0221	0.0143	0.0104	0.0075
		1~2	0.0478	0.0343	0.0236	0.0180	0.0133
	四层	4	0.0350	0.0236	0.0152	0.0111	0.0080
		3 1~2	0.0513 0.0577	0.0358 0.0418	0.0240 0.0293	0.0179 0.0225	0.0131 0.0169
	五层	5	0.0365	0.0246	0.0159	0.0115	0.0083
		4 1~3	0.0550 0.0656	0.0384 0.0484	0.0257 0.0343	0.0192 0.0267	0.0140 0.0202
	六层	6	0.0375	0.0253	0.0163	0.0119	0.0085
5		0.0575	0.0402	0.0270	0.0201	0.0147	
4 1~3		0.0688 0.0734	0.0490 0.0543	0.0337 0.0389	0.0255 0.0305	0.0190 0.0282	
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
	三层	3	0.0298	0.0205	0.0135	0.0101	0.0072
		1~2	0.0411	0.0301	0.0213	0.0164	0.0124
	四层	4	0.0318	0.0219	0.0144	0.0106	0.0077
		3	0.0450	0.0320	0.0221	0.0167	0.0124
		1~2	0.0499	0.0362	0.0260	0.0203	0.0155
五层	5	0.0331	0.0228	0.0150	0.0111	0.0080	
	4	0.0482	0.0344	0.0237	0.0179	0.0133	
	1~3	0.0573	0.0423	0.0303	0.0238	0.0183	
六层	6	0.0341	0.0235	0.0155	0.0114	0.0083	
	5	0.0505	0.0360	0.0248	0.0188	0.0139	
	4	0.0594	0.0430	0.0304	0.0234	0.0177	
	1~3	0.0641	0.0475	0.0345	0.0271	0.0209	
墙体平均压应力 σ_0 (MPa)		0.09(n-i+1)					

表C.2 抗震墙基准面积率(承重横墙)

墙体类别	总层数 <i>n</i>	验算楼层 <i>i</i>	砂浆强度等级				
			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
	三层	3	0.0387	0.0268	0.0178	0.0132	0.0095
		1~2	0.0528	0.0388	0.0275	0.0213	0.0161
	四层	4	0.0413	0.0286	0.0189	0.0140	0.0102
		3	0.0579	0.0414	0.0287	0.0216	0.0163
		1~2	0.0628	0.0464	0.0335	0.0263	0.0241
	五层	5	0.0430	0.0297	0.0197	0.0147	0.0106
		4	0.0620	0.0444	0.0308	0.0234	0.0174
		1~3	0.0711	0.0532	0.0388	0.0307	0.0237
	六层	6	0.0442	0.0305	0.0203	0.0151	0.0109
		5	0.0649	0.0465	0.0323	0.0245	0.0182
		4	0.0762	0.0554	0.0393	0.0304	0.0230
1~3		0.0790	0.0592	0.0435	0.0347	0.0270	
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
	三层	3	0.0367	0.0255	0.0172	0.0129	0.0094
		1~2	0.0491	0.0363	0.0260	0.0204	0.0155
	四层	4	0.0391	0.0273	0.0183	0.0137	0.0100
		3	0.0541	0.0390	0.0274	0.0210	0.0157
		1~2	0.0581	0.0433	0.0314	0.0249	0.0192
	五层	5	0.0408	0.0285	0.0191	0.0142	0.0104
		4	0.0580	0.0418	0.0294	0.0225	0.0169
		1~3	0.0658	0.0493	0.0363	0.0289	0.0225
	六层	6	0.0419	0.0293	0.0196	0.0146	0.0107
5		0.0607	0.0438	0.0308	0.0236	0.0177	
4		0.0708	0.0518	0.0372	0.0289	0.0221	
1~3		0.0729	0.0548	0.0406	0.0326	0.0255	

	墙体平均压应力 σ_0 (MPa)	$0.12(n-i+1)$
--	-----------------------------	---------------

表C.3 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）				
			砂浆强度等级				
			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
	三层	3	0.0335	0.0237	0.0162	0.0122	0.0090
		1~2	0.0435	0.0325	0.0235	0.0187	0.0144
	四层	4	0.0357	0.0253	0.0173	0.0130	0.0096
		3	0.0484	0.0354	0.0252	0.0195	0.0148
		1~2	0.0513	0.0384	0.0283	0.0226	0.0176
	五层	5	0.0372	0.0264	0.0180	0.0136	0.0100
		4	0.0519	0.0379	0.0270	0.0209	0.0159
		1~3	0.0580	0.0437	0.0324	0.0261	0.0205
	六层	6	0.0383	0.0271	0.0185	0.0140	0.0108
		5	0.0544	0.0397	0.0283	0.0219	0.0167
		4	0.0627	0.0464	0.0337	0.0266	0.0205
1~3		0.0640	0.0483	0.0361	0.0292	0.0231	
	墙体平均压应力 σ_0 (MPa)		$0.16(n-i+1)$				

表C.4 位置调整系数

总层数	2		3			4			5			
检查层数	1	2	1	2	3	1~2	3	4	1~2	3	4	5
η_{0i}	1.0	1.1	1.0	1.05	1.2	1.0	1.1	1.3	1.0	1.05	1.15	1.4

附录 D
(规范性)
钢筋混凝土楼层受剪承载力

D.1 钢筋混凝土结构楼层现有受剪承载力计算

$$V_y = \Sigma V_{cy} + 0.7 \Sigma V_{my} + 0.7 \Sigma V_{wy} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

- V_y —楼层现有受剪承载力;
- ΣV_{cy} —框架柱层间现有受剪承载力之和;
- ΣV_{my} —砖填充墙框架层间现有受剪承载力之和;
- ΣV_{wy} —抗震墙层间现有受剪承载力之和。

D.2 矩形框架柱层间现有受剪承载力计算

$$V_{cy} = \frac{M_{cy}^u + M_{cy}^l}{H_n} \dots\dots\dots (D.2)$$

$$V_{cy} = \frac{0.16}{\lambda + 1.5} f_{ck} b h_0 + f_{yvk} \frac{A_{sv}}{s} h_0 + 0.056 N \dots\dots\dots (D.3)$$

式中:

- M_{cy}^u 、 M_{cy}^l ——分别为验算层偏压柱上、下端的现有受弯承载力;
- λ ——框架柱的计算剪跨比, 取 $\lambda = H_n / 2h_0$;
- N ——对应于重力荷载代表值的柱轴向压力, 当 $N > 0.3f_{ck}bh$ 时, 取 $N = 0.3f_{ck}bh$;
- A_{sv} ——配置在同一截面内箍筋各肢的截面面积, 单位为平方毫米 (mm^2);
- f_{yvk} ——箍筋抗拉强度标准值, 单位为兆帕 (MPa);
- f_{ck} ——混凝土轴心抗压强度标准值, 单位为兆帕 (MPa);
- S ——箍筋间距, 单位为毫米 (mm);
- B ——验算方向柱截面宽度, 单位为毫米 (mm);
- h 、 h_0 ——分别为验算方向柱截面高度、有效高度, 单位为毫米 (mm);
- H_n ——框架柱净高, 单位为毫米 (mm)。

上述两个公式计算结果取小值。

D.3 对称配筋矩形截面偏压柱现有受弯承载力计算

当 $N \leq \xi_{bk} f_{cmk} b h_0$

$$M_{cy} = f_{yk} A_s (h_0 - a'_s) + 0.5 N h (1 - N / f_{cmk} b h) \dots\dots\dots (D.4)$$

当 $N > \xi_{bk} f_{cmk} b h_0$

$$M_{cy} = f_{yk} A_s (h_0 - a'_s) + \xi (1 - 0.5 \xi) f_{cmk} b h_0^2 - N (0.5 h - a'_s) \dots\dots\dots (D.5)$$

$$\xi = [(\xi_{bk} - 0.8) N - \xi_{bk} f_{yk} A_s] / [(\xi_{bk} - 0.8) f_{cmk} b h_0 - f_{yk} A_s] \dots\dots\dots (D.6)$$

式中:

- N ——对应于重力荷载代表值的柱轴向压力；
- A_s ——柱实有纵向受拉钢筋截面面积，单位为平方毫米（ mm^2 ）；
- f_{yk} ——现有钢筋抗拉强度标准值，单位为兆帕（MPa），按本文件附录 E 采用；
- f_{cmk} ——现有混凝土弯曲抗压强度标准值，单位为兆帕（MPa），按本文件附录 E 采用；
- a'_s ——受压钢筋合力点至受压边缘的距离，单位为毫米（mm）；
- ξ_{bk} ——相对界限受压区高度，一级钢取 0.6，二级钢取 0.55；
- h ——柱截面高度，单位为毫米（mm）；
- h_0 ——柱截面有效高度，单位为毫米（mm）；
- b ——柱截面宽度，单位为毫米（mm）。

D.4 砖填充墙钢筋混凝土框架结构的层间现有受剪承载力计算

$$V_{my} = \Sigma(M_{cy}^u + M_{cy}^l) / H_0 + f_{vEk} A_m \dots\dots\dots (D.7)$$

$$f_{vEk} = \zeta_N f_{vk} \dots\dots\dots (D.8)$$

式中：

- ζ_N ——砌体强度的正压力影响系数；
- f_{vk} ——砖墙的抗剪强度标准值，单位为兆帕（MPa）；
- A_m ——砖填充墙水平截面面积，单位为平方毫米（ mm^2 ），可不计入宽度小于洞口高度 1/4 的墙肢；
- H_0 ——柱的计算高度，单位为毫米（mm），两侧有填充墙时，可采用柱净高的 2/3，一侧有填充墙时，可采用柱净高。

D.5 带边框柱的钢筋混凝土抗震墙的层间现有受剪承载力计算

$$V_{wy} = \frac{1}{\lambda - 0.5} (0.04 f_{ck} A_w + 0.1N) + 0.8 f_{yk} \frac{A_{sh}}{s} h_0 \dots\dots\dots (D.9)$$

式中：

- N ——对应于重力荷载代表值的柱轴向压力，当 $N > 0.2 f_{ck} A_w$ 时，取 $N = 0.2 f_{ck} A_w$ ；
- A_m ——抗震墙的截面面积，单位为平方毫米（ mm^2 ）；
- A_{sh} ——配置在同一水平截面内的水平钢筋截面面积，单位为平方毫米（ mm^2 ）；
- λ ——抗震墙的计算剪跨比；其值可采用计算楼层至该抗震墙顶的 1/2 高度与抗震墙截面高度之比，当小于 1.5 时取 1.5，当大于 2.2 时取 2.2。

附录 E
(规范性)

砌体、混凝土、钢筋材料性能设计指标

E.1 砌体非抗震设计的抗剪强度标准值与设计值

表E.1 砌体非抗震设计的抗剪强度标准值，单位为兆帕(N/mm²)

砌体类别	砂浆强度等级					
	M10	M7.5	M5	M2.5	M1	M0.4
普通砖、多孔砖	0.27	0.23	0.19	0.13	0.08	0.05
粉煤灰中砌块	0.07	0.06	0.05	0.04	—	—
混凝土中砌块	0.11	0.10	0.08	0.06	—	—
混凝土小砌块	0.15	0.13	0.10	0.07	—	—

表E.2 砌体非抗震设计的抗剪强度设计值，单位为兆帕(N/mm²)

砌体类别	砂浆强度等级					
	M10	M7.5	M5	M2.5	M1	M0.4
普通砖、多孔砖	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.04
粉煤灰中砌块	0.05	0.04	0.03	0.02	—	—
混凝土中砌块	0.08	0.06	0.05	0.04	—	—
混凝土小砌块	0.10	0.08	0.07	0.05	—	—

E.2 混凝土强度标准值与设计值

表E.3 混凝土强度标准值，单位为兆帕(N/mm²)

强度	符号	混凝土强度等级													
		C13	C15	C18	C20	C23	C25	C28	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
轴心抗压	f_{ck}	8.7	10.0	12.1	13.5	15.4	17.0	18.8	20.0	23.5	27	29.5	32	34	36
弯曲抗压	f_{cmk}	9.6	11.0	13.3	15.0	17.0	18.5	20.6	22.0	26	29.5	32.5	35	37.5	39.5
轴心抗拉	f_{tk}	1.0	1.2	1.35	1.5	1.65	1.75	1.85	2.0	2.25	2.45	2.6	2.75	2.85	2.95

表E.4 混凝土强度设计值，单位为兆帕(N/mm²)

强度	符号	混凝土强度等级													
		C13	C15	C18	C20	C23	C25	C28	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
轴心抗压	f_c	6.5	7.5	9.0	10.0	11.0	12.5	14.0	15.0	17.5	19.5	21.5	23.5	25.0	26.5
弯曲抗压	f_{cm}	7.0	8.5	10.0	11.0	12.3	13.5	15.0	16.5	19.0	21.5	23.5	26.0	27.5	29
轴心抗拉	f_t	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.65	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2

E.3 钢筋强度标准值与设计值

表E.5 钢筋强度标准值，单位为兆帕 (N/mm²)

种类		f_{yk} 或 f_{pyk} 或 f_{ptk}
热轧钢筋	HPB235 (Q235)	235
	HRB335 (20MnSi、20MnNb (b)) (1996年以前的 d=28~40)	335 (315)
	(1996年以前的III级 25MnSi)	(370)
	HRB400 (20MnSiV、20MnTi、K20MnSi)	400
热处理钢筋	40Si2Mn (d=6) 48Si2Mn (d=8.2) 45Si2Cr (d=10)	1470

表E.6 钢筋强度设计值，单位为兆帕 (N/mm²)

种类		f_y 或 f_{py}	f'_y 或 f'_{py}
热轧钢筋	HPB235 (Q235)	210	210
	HRB335 (20MnSi、20MnNb (b)) (1996年以前的 d=28~40)	310 (290)	310 (290)
	(1996年以前的III级 25MnSi)	(340)	(340)
	HRB400 (20MnSiV、20MnTi、 K20MnSi)	360	360
热处理钢筋	40Si2Mn (d=6) 48Si2Mn (d=8.2) 45Si2Cr (d=10)	1000	400

E.4 钢筋的弹性模量

表E.7 钢筋的弹性模量，单位为兆帕 (N/mm²)

种类	E_s
HPB235	2.1×10^5
HRB335、HRB400	2.0×10^5