

北京市地方标准公告

2021 年标字第 17 号（总第 292 号）

根据《中华人民共和国标准化法》《地方标准管理办法》和《北京市地方标准管理办法》的规定，结合 2021 年北京市地方标准复审结果，现公布现行有效北京市地方标准目录。

附件：现行有效北京市地方标准目录（2021 年标字第 17 号、总第 292 号）

北京市市场监督管理局

2021 年 12 月 31 日

地方标准信息服务平台

序号	标准号	标准名称	行业主管部门	备注
927.	DB11/T 1188-2015	农业标准化基地等级划分与评定	北京市农业农村局	
928.	DB11/T 1189-2015	地理标志产品 张家湾葡萄(张湾葡萄)	北京市知识产权局	
929.	DB11/T 1190.1-2015	古建筑结构安全性鉴定技术规范 第1部分:木结构	北京市文物局	(1) 将规范性引用文件中的“GB 50005 木结构设计规范”更新为“GB 50005 木结构设计标准”、“GB 50165 古建筑木结构维护与加固技术规范”更新为“GB/T 50165 古建筑木结构维护与加固技术标准”; (2) 将正文中的“GB 50165”更新为“GB/T 50165”
930.	DB11/T 1190.2-2018	古建筑结构安全性鉴定技术规范 第2部分:石质构件	北京市文物局	
931.	DB11/T 1191.1-2018	实验室危险化学品安全管理规范 第1部分:工业企业	北京市应急管理局	
932.	DB11/T 1191.2-2018	实验室危险化学品安全管理规范 第2部分:普通高等学校	北京市应急管理局	
933.	DB11/T 1192-2015	工作场所防暑降温技术规范	北京市卫生健康委员会	
934.	DB11/T 1193-2015	用人单位职业病危害现状评价导则	北京市卫生健康委员会	
935.	DB11/T 1194-2015	高处悬吊作业企业安全生产管理规范	北京市应急管理局	
936.	DB11/T 1195-2015	固定污染源监测点位设置技术规范	北京市生态环境局	2021年复审调整为推荐性标准
937.	DB11/T 1196-2015	公共租赁住房内装修设计模数协调标准	北京市规划和自然资源委员会	

ICS 91.080.20
P 23
备案号：45807-2015

DB11

北 京 市 方 标 准

DB11/T 1190.1-2015

古建筑结构安全性鉴定技术规范 第 1 部分：木结构

Technical code for appraiser of structural safety of ancient buildings

Part 1: timber structure

2015-04-30 发布

2015 - 08 - 01 实施

北京市质量技术监督局 发布

目 次

前言.....	III
古建筑结构安全性鉴定技术规范 第1部分：木结构.....	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 符号.....	2
5 基本规定.....	3
5.1 鉴定对象.....	3
5.2 鉴定程序.....	3
5.3 鉴定要求.....	3
6 勘察.....	5
6.1 基本要求.....	5
6.2 地基基础.....	5
6.3 上部承重结构.....	5
6.4 围护系统.....	6
6.5 木材强度等级确定.....	7
6.6 木构件缺陷检测.....	7
7 构件安全性等级判定.....	7
7.1 一般规定.....	7
7.2 木构件安全性等级判定.....	8
7.3 围护系统构件安全性等级判定.....	11
8 子单元安全性等级判定.....	13
8.1 一般规定.....	13
8.2 地基基础.....	13
8.3 上部承重结构.....	14
8.4 围护系统.....	16
9 鉴定单元安全性等级判定.....	16
附录 A（资料性附录） 古建筑落叶松木构件材料力学性能非破损检测方法.....	17
附录 B（资料性附录） 古建筑木构件内部缺陷非破损检测方法.....	20
附录 C（资料性附录） 木框架竖向承载力验算.....	24
附录 D（资料性附录） 抗震鉴定.....	25

前 言

本部分为DB11/T XXXX的第1部分。

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由北京市文物局提出并归口。

本标准由北京市文物局组织实施。

本标准负责起草单位：北京市古代建筑研究所。

本标准参加起草单位：中国建筑科学研究院、北京林业大学、中国林业科学研究院木材工业研究所。

本标准主要起草人：韩扬、徐福泉、姜玲、黎冬青、张涛、张厚江、陈勇平、马羽杨、周鼻磊、杜德杰、廖春辉等。

古建筑结构安全性鉴定技术规范 第1部分：木结构

1 范围

本部分规定了北京行政区域内木结构古建筑结构安全性鉴定的基本规定、勘察、构件安全性等级判定、子单元安全性等级判定和鉴定单元安全性等级判定。

本部分适用于以下建筑的安全性检查与鉴定：

- a) 被各级政府核定公布为文物保护单位的木结构古建筑；
- b) 尚未核定公布为文物保护单位，但被区、县级政府文物行政部门登记公布为不可移动文物的木结构古建筑；
- c) 尚未列为不可移动文物，但经各级政府确定公布为历史建筑的木结构古建筑；
- d) 尚未确定公布为历史建筑，但确有保护价值的木结构古建筑。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 50005 木结构设计规范
GB 50007 建筑地基基础设计规范
GB 50011 建筑抗震设计规范
GB 50023 建筑抗震鉴定标准
GB 50165 古建筑木结构维护与加固技术规范
GB/T 50344 建筑结构检测技术标准

3 术语和定义

下列术语与定义适用于本文件。

3.1

木结构古建筑 ancient timber building

以木构件为主要竖向承重构件的历代留传下来的对研究社会政治、经济、文化传承有价值的建筑物。

3.2

鉴定单元 appraiser system

将木结构古建筑划分成一个或若干个具有相同构造特点的可独立进行鉴定的区段。

3.3

子单元 sub-system

鉴定单元划分的若干部分。

3.4

构件 unit

子单元细分的单件或组合件。

3.5

主要构件 dominant member

其自身失效将导致相关构件失效，且危及结构系统安全的构件。

3.6

一般构件 common member

其自身失效不会导致主要构件失效，且不危及结构系统安全的构件。

4 符号

下列符号适用于本文件。

a_u 、 b_u 、 c_u 、 d_u ：构件或其检查项目的安全性等级。

A_u 、 B_u 、 C_u 、 D_u ：子单元或其中某组成部分的安全性等级。

A_{su} 、 B_{su} 、 C_{su} 、 D_{su} ：鉴定单元安全性等级。

B ：墙厚。

H ：柱、框架或墙的总高。

H_i ：多层古建筑第*i*层层间墙体高度。

H_0 ：木构架总高。

h ：截面高度。

L ：梁、枋、檩条、楞木的计算跨度。

L_0 ：柱的无支长度。

l_0 ：受弯构件计算跨度。

m ：房屋鉴定单元的层数。

R ：结构构件的抗力。

S ：结构构件的作用效应。

γ_0 ：结构重要性系数。

ρ_t ：木结构任一截面上，腐朽和老化变质（两者合计）所占面积与整截面面积之比。

ρ_b ：墙体在风化长达1米以上的区段平均风化深度与墙厚之比。

ω_1 ：受弯构件的挠度。

ω_1' ：300年以上梁、枋无其他残损时的挠度。

ω_2 ：侧向弯曲变形。

Δ ：房屋倾斜量。

Δ_i ：房屋层间倾斜量。

Δ_1 ：沿木构架平面的倾斜量。

Δ_2 ：垂直构架平面的倾斜量。

5 基本规定

5.1 鉴定对象

在下列情况下，应对木结构古建筑进行安全性鉴定：

- a) 重点维修工程；
- b) 定期鉴定的世界文化遗产地和全国重点文物保护单位；
- c) 改变用途或使用条件的；
- d) 使用过程中发现安全问题的；
- e) 有特殊使用要求的；
- f) 遭受地震、风灾、水灾、火灾、雷击等较大灾害的。

5.2 鉴定程序

5.2.1 木结构古建筑安全性鉴定应按下列程序进行：

- a) 受理委托：根据委托人要求，确定木结构古建筑安全性鉴定目的、内容和范围。
- b) 初步调查：收集分析古建筑原始资料，包括图纸资料、建筑物历史、以往修缮资料，并进行现场踏查。
- c) 检测验算：对古建筑现状进行现场检测，包括：建筑测绘、变形测量、损伤检查、材料性能测试等，必要时，采用仪器测试和结构验算。
- d) 等级判定：对调查和检测验算的数据资料进行全面分析，综合判定，判定其安全性等级。
- e) 处理建议：对被鉴定的古建筑提出原则性的处理建议。
- f) 出具报告。

5.3 鉴定要求

5.3.1 古建筑安全性鉴定项目应分为构件、子单元、鉴定单元。等级划分及要求见表1。

5.3.2 应根据构件各项目检查结果，判定单个构件安全性等级。

5.3.3 应根据子单元各项目检查结果及各种构件的安全性等级，判定子单元安全性等级。

5.3.4 应根据各子单元的安全性等级，判定鉴定单元安全性等级。

表1 等级划分及要求

项目	构件	子单元		鉴定单元
等级	a _u 、b _u 、C _u 、d _u	A _u 、B _u 、C _u 、D _u		A _{Su} 、B _{Su} 、C _{Su} 、D _{Su}
地基基础	—	按地基变形或承载力、地基稳定性（斜坡）等检查项目判定地基等级	地基基础等级判定	鉴定单元安全性等级判定
	按同类材料构件的各检查项目判定单个基础等级	每类基础等级判定		
上部承重结构	按承载力、构造、不适于继续承载的位移和残损等检查项目判定单个构件等级	每类构件等级判定	上部承重结构等级判定	
	—	按整体倾斜、局部倾斜、构件间的连系、梁柱间的联系（包括柱、枋间，柱、檩间的联系）、榫卯完好程度判定结构整体性等级。		

表 1 (续)

项目	构件	子单元	鉴定单元
围护系统	按围护系统检查项目及步骤判定围护系统承重部分各层次安全性等级	围护系统等级判定	

5.3.5 古建筑安全性鉴定分级及处理应按表 2 的规定执行。构件安全性等级应符合第 7 章的要求；子单元安全性等级应符合第 8 章的要求；鉴定单元安全性等级应符合第 9 章的要求。

表2 安全性分级及处理

项目	等级	分级	处理要求	
单个构件	a _u	安全性符合本标准对 a _u 级的要求，具有足够的承载能力	不必采取措施	
	b _u	安全性略低于本标准对 a _u 级的要求，尚不显著影响承载能力	可不采取措施	
	c _u	安全性不符合本标准对 a _u 级的要求，显著影响承载能力	应采取措施	
	d _u	安全性极不符合本标准对 a _u 级的要求，已严重影响承载能力	应及时或立即采取措施	
子单元	检查项目	A _u	安全性符合本标准对 A _u 级的要求，具有足够的承载能力	不必采取措施
		B _u	安全性略低于本标准对 A _u 级的要求，尚不显著影响承载能力	可不采取措施
		C _u	安全性不符合本标准对 A _u 级的要求，显著影响承载能力	应采取措施
		D _u	安全性极不符合本标准对 A _u 级的要求，已严重影响承载能力	应及时或立即采取措施
	每类构件	A _u	安全性符合本标准对 A _u 级的要求，不影响整体承载	可不采取措施
		B _u	安全性略低于本标准对 A _u 级的要求，尚不显著影响整体承载	可能有极个别构件应采取措施
		C _u	安全性不符合本标准对 A _u 级的要求，显著影响整体承载	应采取措施，且可能有个别构件应立即采取措施
		D _u	安全性极不符合本标准对 A _u 级的要求，已严重影响整体承载	应立即采取措施
	等级	A _u	安全性符合本标准对 A _u 级的要求，不影响整体承载	可能有个别一般构件应采取措施
		B _u	安全性略低于本标准对 A _u 级的要求，尚不显著影响整体承载	可能有极少数构件应采取措施
		C _u	安全性不符合本标准对 A _u 级的要求，显著影响整体承载	应采取措施，且可能有极少数构件应立即采取措施
		D _u	安全性极不符合本标准对 A _u 级的要求，严重影响整体承载	应立即采取措施
鉴定单元	A _{su}	安全性符合本标准对 A _{su} 级的要求，不影响整体承载	可能有极少数一般构件应采取措施	
	B _{su}	安全性略低于本标准对 A _{su} 级的要求，尚不显著影响整体承载	可能有极少数构件应采取措施	
	C _{su}	安全性不符合本标准对 A _{su} 级的要求，显著影响整体承载	应采取措施，且可能有少数构件应立即采取措施	
	D _{su}	安全性严重不符合本标准对 A _{su} 级的要求，严重影响整体承载	应立即采取措施	

5.3.6 地震区、特殊地基土地区或特殊环境中的木结构古建筑的安全性鉴定，除应执行本标准外，尚应遵守国家现行有关标准的规定。

6 勘察

6.1 基本要求

6.1.1 木结构古建筑的勘察应分为地基基础、上部承重结构和围护系统。

6.1.2 主要构件残损程度及榫卯节点应逐个检查。

6.1.3 应逐根检查明柱的柱根与柱础间的实际支承状况。包在墙内的柱根应逐根检查，宜采用探针、内窥镜、阻力仪等非破损方法探查，必要时可采用局部破损墙面抽查。

6.1.4 构件不具备检测条件时，应在检测报告中记录备案，待时补查。

6.2 地基基础

6.2.1 地基基础的勘察，应包括下列内容：

- a) 检查地基基础承载状况；
- b) 检测建筑物的整体沉降或不均匀沉降；
- c) 当现场条件适宜时，可进行岩土工程勘察；
- d) 当现场条件适宜时，可通过小范围局部开挖，确定基础的构造方式、材料性能、几何参数及外观质量；
- e) 检查地基基础滑动迹象及滑动历史。

6.2.2 当检测中发现基础有裂缝、局部损坏或腐蚀现象，应查明其原因和程度。

6.2.3 当建筑物存的不均匀沉降有缓慢发展的迹象时，应在较长时间内进行定期观测。

6.3 上部承重结构

6.3.1 上部承重结构的勘察，应包括下列内容：

- a) 结构构件及其连接的尺寸；
- b) 结构的整体变位和支承状况；
- c) 木材的材质状况；
- d) 承重构件的受力和变形状态；
- e) 主要节点连接的工作状态；
- f) 历代维修加固措施的现存内容及其目前工作状态；
- g) 承重结构的勘察还应按照本标准第7章的检查项目和内容进行。

6.3.2 承重结构整体变位和支承情况的勘察，应包括下列内容：

- a) 测算建筑物的荷载及其分布；
- b) 实测承重结构的倾斜、位移、扭转及支承情况；
- c) 检查支撑等承受水平荷载体系的构造及其残损情况。

6.3.3 承重结构木材材质状态的勘察，应包括下列内容：

- a) 测量木构件腐朽、虫蛀、变质等缺陷的部位、范围和程度；
- b) 测量对构件受力有影响的木节、斜纹和干缩裂缝的部位和尺寸；
- c) 当主要木构件需作修补或更换时，宜鉴定其树种；
- d) 对下列情况宜测定木材的强度等级：
 - 1) 需作承载能力验算，树种较为特殊；

DB11/T 1190.1-2015

- 2) 原因不明的过度变形或局部损坏;
- 3) 拟继续使用火灾后残存的构件;
- 4) 需研究木材腐朽、虫蛀、变质等缺陷的影响。

6.3.4 承重构件受力状态的勘察, 应包括下列内容:

- a) 受弯构件:
 - 1) 梁、枋跨度或悬挑长度、截面形状、拼接组合方式及尺寸、受力方式及支座状况;
 - 2) 梁、枋、垫板的挠度和侧向变形(扭闪);
 - 3) 檩、椽、橦栅(楞木)的挠度和侧向变形;
 - 4) 檩条滚动状况;
 - 5) 悬挑结构的梁头下垂和梁尾翘起状况;
 - 6) 构件折断、劈裂或沿截面高度出现的受力皱褶和裂纹。
- b) 受压构件:
 - 1) 柱高、截面形状、拼接组合方式及尺寸、柱的两端固定状况;
 - 2) 柱身弯曲、折断或劈裂状况;
 - 3) 柱头位移;
 - 4) 柱脚与柱础的错位;
 - 5) 柱脚下陷。
- c) 斗拱:
 - 1) 构件及其连接的构造和尺寸;
 - 2) 整攒斗拱的变形和错动;
 - 3) 各构件及其连接的残损状况。

6.3.5 主要连接部位工作状态的勘察, 应包括下列内容:

- a) 梁、枋拔榫、榫头折断或卯口劈裂;
- b) 榫头或卯口处的压缩变形;
- c) 铁件锈蚀、变形或缺。

6.3.6 历代维修加固措施的勘察, 应重点查清下列情况:

- a) 受力状态;
- b) 新出现的变形或位移;
- c) 原腐朽部分挖补后, 重新出现的腐朽;
- d) 因维修加固不当, 对建筑物其它部位造成的不良影响。

6.3.7 对建筑物的下列情况, 应在较长时间内进行定期观测:

- a) 建筑物的倾斜(歪闪)或扭转有缓慢发展的迹象时;
- b) 承重构件有明显的挠曲、开裂或变形, 连接有较大的松动变位, 无法断定已停止发展;
- c) 承重木结构的腐朽、虫蛀经药物处理后;
- d) 重点保护对象或科研对象专门设置的长期观测点。

6.4 围护系统

6.4.1 木结构古建筑的围护系统主要有自承重墙体、屋面及其它木构件等。自承重墙体主要有砖墙、土墙、毛石墙等。屋面通常指椽条以上的部分。

6.4.2 围护系统的勘察, 应包括下列内容:

- a) 构件及连接的尺寸;
- b) 墙体应检查风化、倾斜、裂缝等质量缺陷;

- c) 屋面应检查开裂、渗漏、歪闪、塌陷、腐朽等质量缺陷；
- d) 其它木构件应检查糟朽、缺失等质量缺陷。

6.5 木材强度等级确定

6.5.1 木材强度等级可按以下方法确定：

- a) 木材的弦向抗弯试验结果；
- b) 鉴定木材的树种，依据 GB50005 确定木材的强度等级；
- c) 落叶松木构件可通过木材材料力学性能非破损检测确定。

6.5.2 通过弦向抗弯试验判定木材的强度等级，应从维修替换下的原结构构件中选取与被鉴定构件材性相同的木材，制作试件。取样检测的要求及强度等级的判定，应按 GB/T 50344 的规定执行。

6.5.3 落叶松木构件非破损检测木材强度可参见本标准附录 A 的方法执行。木材强度等级的判定，应遵守下列规定：

- a) 抽取 5 个构件，在每个构件上设置 5 个测区；
- b) 以同一个构件 5 个测区换算抗弯强度的平均值作为代表值，取 5 个代表值中的最小代表值按表 3 判定木材的强度等级；
- c) 当判定的强度等级高于 GB 50005 所规定的同种木材的强度等级时，取 GB 50005 所规定的强度等级为最终判定等级；

表3 木材强度检验标准

强度等级	TC11	TC13	TC15	TC17
检测结果的最低强度值，(N/mm ²) ≥	44	51	58	72

6.6 木构件缺陷检测

6.6.1 木构件缺陷检测应采用经验检查法和非破损检测法。

6.6.2 经验检查应由有经验的检测人员实施，通过目视、尺量、探针、敲击等方法检查构件外观质量和内部缺陷。

6.6.3 经验检查无法确定内部缺陷状况或需要定量检测内部缺陷时，宜采用非破损检测缺陷的方法。参见本标准附录 B。

7 构件安全性等级判定

7.1 一般规定

7.1.1 木结构古建筑在下列情况下，应进行承载能力验算：

- a) 已产生局部破坏现象的构件和节点；
- b) 维修加固后荷载受力条件有改变的结构和节点；
- c) 存在明显变形、裂缝、腐朽、虫蛀等缺陷，需进行承载力验算的构件。

7.1.2 验算结构或构件的承载力时，应遵守下列规定：

- a) 结构构件验算采用的结构分析方法应参照国家现行设计规范的规定；
- b) 结构构件验算使用的计算模型，应符合其实际受力与构造状况；
- c) 结构上的作用应按 GB 50165 的规定执行；
- d) 木材强度等级应按照本标准 6.5 条方法确定；

DB11/T 1190.1-2015

- e) 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本标准 6.6 条的实测数据。
- 7.1.3 梁、柱构件应按 GB 50005 的有关规定验算其承载能力，并应遵守下列规定：
- a) 当梁过度弯曲时，梁的有效跨度应按支座与梁的实际接触状况确定，并应考虑支座传力偏心对支承构件受力的影响；
 - b) 柱应按两端铰接计算，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；
 - c) 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。
- 7.1.4 古建筑中的斗拱可依据缺陷状况判定其安全性等级。
- 7.1.5 结构构件安全性鉴定采用的检测数据，应符合下列要求：
- a) 当采用不止一种检测方法同时进行测试时，应根据检测结果综合判断。
 - b) 检测应有取样、布点方面的详细说明。当测点较多时，还应绘制测点分布图。
 - c) 当怀疑检测数据有异常值时，其判断和处理应符合国家现行有关标准的规定，不应随意舍弃数据。
- 7.1.6 当需通过荷载试验判定结构构件的安全性时，应按现行标准进行。若检验合格，可根据其完好程度，定为 a₀ 级或 b₀ 级，若检验不合格，可根据其严重程度，定为 c₀ 级或 d₀ 级。
- 7.1.7 结构构件仅作短期荷载试验，其长期效应的影响应通过计算补偿。
- 7.1.8 当木结构古建筑中的构件符合下列条件时，可根据其实际完好程度定为 a₀ 级或 b₀ 级：
- a) 该构件未受结构性改变、修复和使用条件改变的影响；
 - b) 该构件未遭明显的损坏；
 - c) 该构件工作正常，且可靠。

7.2 木构件安全性等级判定

- 7.2.1 木构件安全性等级判定，应按承载能力、构造、不适于继续承载的位移(或变形)、裂缝、腐朽、虫蛀、天然缺陷和历次加固现状等检查项目，分别判定每一受检构件的等级，并取其中最低一级作为该构件的安全性等级。
- 7.2.2 当木构件及其连接的安全性按承载能力判定时，应按表 4 的规定，分别判定每一验算项目的等级，并取其中最低一级作为构件承载能力的安全性等级。

表4 木构件及其连接承载能力等级的判定

构件分类	R/γ ₀ S			
	a ₀ 级	b ₀ 级	c ₀ 级	d ₀ 级
主要构件及连接	≥1.0	≥0.95	≥0.90	<0.90
一般构件	≥1.0	≥0.90	≥0.85	<0.85
注：表中R和S分别为结构构件的抗力和作用效应；γ ₀ 为结构重要性系数，世界文化遗产地及全国重点文物保护单位的建筑取1.1，其它建筑取1.0。				

- 7.2.3 验算古建筑木结构时，其木材设计强度和弹性模量应符合下列规定：
- a) 应按 GB 50005 的规定执行，并乘以结构重要性系数 0.9；有特殊要求另定。
 - b) 对外观已显著变形或木质已老化的构件，还应乘以表 5 中规定的调整系数。
 - c) 对仅以恒载作用验算的构件，还应乘以 GB 50005 中规定的调整系数。
- 7.2.4 当木构件的安全性按构造判定时，应按表 6 的规定判定检查项目的等级。

7.2.5 当木构件的安全性按不适于继续承载的位移（或变形）判定时，应按表7的规定判定检查项目的等级。木构件的位移（或变形）未发生表7各检查项目的情况，检查项目的等级可根据其完好程度判定为 a₀级或 b₀级。

7.2.6 当木构件的安全性按裂缝检测结果判定时，应按表8的规定判定检查项目的等级。木构件的裂缝未发生表8各检查项目的情况，检查项目的等级可根据其完好程度判定为 a₀级或 b₀级。

7.2.7 当木构件的安全性按腐朽判定时，应符合下列规定：

- a) 应按表9的规定判定检查项目的等级；木构件的腐朽未发生表9各检查项目的情况，检查项目的等级可根据其完好程度判定为 a₀级或 b₀级。
- b) 当封入墙体木结构或其连接已受潮时，即使木材尚未腐朽，也应直接定为 c₀级。

表5 考虑长期荷载作用和木质老化的调整系数

建筑物修建距今的时间 (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	0.9	0.9
300	0.85	0.8	0.85
≥300	0.75	0.7	0.75

表6 构造等级的判定

检查项目	a ₀ 级或 b ₀ 级	c ₀ 级或 d ₀ 级
连接或节点	连接、构造及榫卯现状完好，榫卯无严重松动，构造符合国家现行设计规范要求，无缺陷，或仅有局部表面缺陷，通风良好，工作无异常	无拉结，榫头拔出卯口的长度超过榫头长度的2/5，构造有严重缺陷，已导致连接松弛变形、滑移、沿剪面开裂或其它损坏
注1：判定结果取a ₀ 级或b ₀ 级，可根据其完好程度判定；判定结果取c ₀ 级或d ₀ 级，可根据其实际严重程度判定。		
注2：构件支承长度检查结果不参加判定，但若有问题，应在鉴定报告中说明，并提出处理建议。		

表7 不适于继续承载的位移（或变形）等级的判定

检查项目	c ₀ 级或 d ₀ 级	
最大挠度 ω_1 或 ω_1'	木梁、枋	
	当 $h/L > 1/14$ 时， $\omega_1 > L^2/2100h$	
	当 $h/L \leq 1/14$ 时， $\omega_1 > L/150$	
	对300年以上梁、枋，若无其他残损，可按 $\omega_1' > \omega_1 + h/50$ 判定	
	檩条	
	当 $L \leq 3m$ 时， $\omega_1 > L/100$	
	当 $L > 3m$ 时， $\omega_1 > L/120$	
椽条	> 椽跨的 1/100，并已引起屋面明显变形	
楞木	$\omega_1 > L/180$ ，或体感颤动严重	
翼角、檐头、由戗	已明显下垂	
侧向弯曲变形 ω_2	柱或其他受压构件	$\omega_2 > L_0/250$
	木梁、枋	$\omega_2 > L/200$
	楞木	$\omega_2 > L/200$

表7 (续)

检查项目	c ₀ 级或 d ₀ 级	
柱脚与柱础抵承状况	柱脚底面与柱础间实际抵承面积与柱脚处柱的原截面面积之比小于3/5	
	若柱子为偏心受压构件,尚应确定实际抵承面中心对柱轴线的偏心距及其对原偏心距的影响,按偏心验算不合格。	
柱础错位	柱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大于1/6	
木纹横向压缩	斗栱	大斗明显压扁
注1:表中L为梁、枋、檩条、楞木计算跨度;L ₀ 为柱的无支长度;h为截面高度。 判定结果取c ₀ 级或d ₀ 级,可根据其实际严重程度判定。		

表8 裂缝等级的判定

检查项目		c ₀ 级或 d ₀ 级
裂缝	木柱	有断裂、劈裂或压皱迹象出现
	木梁、枋	跨中断纹开裂,有裂纹,或未见裂纹,但梁的上表面有压皱迹象
		梁端劈裂(不包括干缩裂缝)有受力或过度挠度引起的端裂或斜裂
		非原有的锯口、开槽或钻孔按剩余截面验算不合格
	榫卯	已劈裂或断裂
	瓜柱、角背、驼峰	有劈裂
翼角、檐头、由戗	已劈裂或折断	

表9 腐朽等级的判定

检查项目		c ₀ 级或 d ₀ 级
腐朽	木柱	当仅有表层腐朽和老化变质时, $\rho > 1/5$ 或按剩余截面验算不合格
		当仅有心腐时, $\rho > 1/7$ 或按剩余截面验算不合格
		同时存在心腐、表层腐朽和老化
	木梁、枋、檩、楼盖梁、楞木	当仅有表层腐朽和老化变质时,对梁身 $\rho > 1/8$ 或按剩余截面验算不合格
		端部(支承范围内)有表层腐朽和老化变质时
		存在心腐
	椽条	已成片腐朽
	瓜柱、角背、驼峰	有腐朽
	翼角、檐头、由戗	有腐朽
	楼板	已不能起加强楼盖水平刚度作用
注:表中 ρ 为在任一截面上,腐朽和老化变质(两者合计)所占面积与整截面面积之比。		

7.2.8 当木构件有虫蛀孔洞,或未见孔洞,敲击有空鼓音,应直接判定为c₀级或d₀级。

7.2.9 当木构件的安全性按木材天然缺陷判定时,木构件的关键受力部位存在木节、扭(斜)纹或干缩裂缝的大小中任一超出表10的限值且有其它残损时,应直接判定为c₀级或d₀级。

表10 木材天然缺陷的判定

项次	缺陷名称		原木材强度等级		方木材强度等级	
			I 等材	II 等材	I 等材	II 等材
			受弯构件或压弯构件	受压构件或次要受弯构件	受弯构件或压弯构件	受压构件或次要受弯构件
1	木节	在构件任一面(或沿周长)任何 150mm 长度所有木节尺寸的总和不应大于所在面宽(所在部位原木周长)的	2/5	2/3	1/3	2/5
		每个木节的最大尺寸不应大于所测部位原木周长的	1/5	1/4	—	—
2	斜纹, 任何 1m 材长上平均倾斜高度不应大于		80mm	120mm	50mm	80mm
3	干缩裂缝	在连接的受剪面上	不允许	不允许	不允许	不允许
		在连接部位的受剪面附近, 其裂缝深度(有对面裂缝时用两者之和)不应大于	直径的1/4	直径的1/2	材宽的1/4	材宽的1/3
4	生长轮(年轮)其平均宽度不应大于		4mm	4mm	4mm	4mm
<p>注1: 供制作斗棋的木材, 不应有木节和裂缝。</p> <p>注2: 古建筑用材不允许有死节(包括松软节和腐朽节)。</p> <p>注3: 古木节尺寸按垂直于构件长度方向测量。木节表现为条状时, 在条状的一面不量, 直径小于10mm的活节不量。</p>						

7.2.10 木构件的安全性按历次加固判定时, 应按表 11 的规定判定检查项目的等级。木构件的历次加固未发生表 11 各检查项目的情况, 检查项目的等级可根据其完好程度判定为 a_u 级或 b_u 级。

表11 历次加固等级的判定

检查项目		c _u 级或 d _u 级
历次加固	木柱	柱身有新的变形或变位, 或榫卯已开裂, 或铁箍已松动
		原灌浆浆体与木材粘结状况不良, 浆体干缩, 敲击有空鼓音; 柱身有明显的压皱或变形现象
		原挖补部位已松动, 或又发生新的腐朽
	木梁、枋	原拼接已变形或螺栓已松动
原灌浆浆体干缩, 敲击有空鼓音, 或梁身挠度增大		

7.2.11 木结构古建筑承载力验算及抗震鉴定可参见附录 C、附录 D。

7.3 围护系统构件安全性等级判定

7.3.1 砖墙安全性等级判定, 应按风化、倾斜、裂缝 3 个项目检查, 按表 12 的规定分别判定每一受检构件的等级, 并取其中最低一级作为该构件的安全性等级。砖墙未发生表 12 各检查项目的情况, 检查项目的等级可根据其完好程度判定为 a_u 级或 b_u 级。

表12 砖墙安全性等级的判定

检查项目		c _u 级或 d _u 级
砖墙的风化	在风化长达 1m 以上的区段, 确定其平均风化深度与墙厚之比 λ	当 $H < 10m$ 时, $\lambda > 1/5$ 或按剩余截面验算不合格
		当 $H \geq 10m$ 时, $\lambda > 1/6$ 或按剩余截面验算不合格

表 12 (续)

检查项目		c _u 级或 d _u 级	
倾斜	单层房屋倾斜量 Δ	当 $H < 10\text{m}$ 时, $\Delta > H/150$ 或 $\Delta > B/6$	
		当 $H \geq 10\text{m}$ 时, $\Delta > H/150$ 或 $\Delta > B/7$	
	多层房屋	总倾斜量 Δ	当 $H < 10\text{m}$ 时, $\Delta > H/120$ 或 $\Delta > B/6$
		层间倾斜量 Δ_i	当 $H \geq 10\text{m}$ 时, $\Delta > H/120$ 或 $\Delta > B/7$
		$\Delta_i > H_i/90$ 或 $\Delta_i > 40\text{mm}$	
裂缝	地基沉降引起的裂缝	应与地基基础同级	
	受力引起的裂缝	有通长的水平裂缝, 或有贯通的竖向裂缝或斜向裂缝	
注: 表中H为墙的总高; H_i 为层间墙高; B为墙厚, 若墙厚上下不等, 按平均值采用。			

7.3.2 土墙或毛石墙有下列损坏, 应判定为 c_u级或 d_u级:

- a) 土墙:
- 1) 墙身倾斜超过墙高的 1/70;
 - 2) 墙体风化、硝化深度超过墙厚的 1/4;
 - 3) 墙身有明显的局部下沉或鼓起变形;
 - 4) 墙体经常受潮。
- b) 毛石墙:
- 1) 墙身倾斜超过墙高的 1/85;
 - 2) 墙面有较大破损, 已严重影响其使用功能。

注: 土墙和毛石墙中, 裂缝的检查及判定应按本标准 7.3.1 条执行。

7.3.3 屋面的安全性等级判定, 应分别检查望板、灰泥背、瓦面、屋脊, 按表 13 的规定判定。屋面未发生表 13 各检查项目的情况, 检查项目的等级可根据其完好程度判定为 a_u级或 b_u级。

表13 屋面安全性等级的判定

检查项目		c _u 级或 d _u 级
屋面	望板	望板40%以上出现糟朽、开裂、缺失, 有渗漏
	灰泥背	灰泥背40%以上出现空鼓、断裂, 产生滑移
	瓦面	瓦面40%以上破碎、脱节、起鼓变形, 并产生滑移、脱落
	屋脊	屋脊严重开裂、歪闪、坍塌、缺失, 有渗漏点

7.3.4 其他木构件的安全性等级判定, 应分别检查槛框、板墙, 按表 14 的规定判定。其他木构件未发生表 14 各检查项目的情况, 检查项目的等级可根据其完好程度判定为 a_u级或 b_u级。

表14 其他木构件安全性等级的判定

检查项目	c _u 级或 d _u 级
槛框	槛框缺失, 或因糟朽、开裂引起构件失效60%以上
板墙	板墙缺失, 或糟朽、劈裂60%以上

8 子单元安全性等级判定

8.1 一般规定

8.1.1 古建筑安全性等级判定，应按地基基础、上部承重结构和围护系统划分为3个子单元，并应分别按本章8.2条~8.4条规定的方法进行判定。

8.1.2 当计算上部承重结构的作用效应，或验算地基变形、稳定性或承载能力时，除应符合本标准7.1.2条的有关规定外，对地基的岩土性能标准值和地基承载力标准值，应根据现场检验结果按国家现行有关规范的规定取值。

8.1.3 当仅对某个子单元的安全性进行鉴定时，该子单元与其它相邻子单元之间的交叉部位，也应进行检查，并应在鉴定报告中提出处理意见。

8.2 地基基础

8.2.1 鉴定地基的安全性时，应遵守下列规定：

- a) 宜根据古建筑的整体沉降或不均匀沉降的观测检查结果进行判定；
- b) 现场条件适宜按地基基础承载力进行判定时，可根据古建筑基础的沉降情况和有关岩土工程勘察资料，并结合当地工程经验对地基的承载力进行综合评价；
- c) 当发现地基受力层范围内有软弱下卧层时，应对软弱下卧层地基承载力进行验算；
- d) 建造在斜坡上或毗邻深基坑的古建筑，应验算地基稳定性。

8.2.2 当地基的安全性按地基变形（建筑物沉降）观测资料或其上部结构反应的检查结果判定时，应按下列规定判定：

- a) A₀级建筑物无沉降裂缝、变形或位移；
- b) B₀级建筑物上部结构砌体部分虽有轻微裂缝，但无发展迹象；
- c) C₀级建筑物上部结构砌体部分出现宽度大于5mm的沉降裂缝；
- d) D₀级建筑物上部结构的沉降裂缝发展明显，砌体的裂缝宽度大于10mm。

8.2.3 当地基的安全性按其承载能力判定时，可根据本条标准8.2.1条规定的检测或计算分析结果，采用下列标准判定：

- a) 当承载能力符合GB50007的要求时，应根据建筑物的完好程度判定为A₀级或B₀级。
- b) 当承载能力不符合GB50007的要求时，应根据建筑物损坏的严重程度判定为C₀级或D₀级。

8.2.4 当地基基础的安全性按基础判定时，宜根据下列原则进行：

- a) 宜采用抽样或局部开挖进行检测，若检测中发现基础有裂缝、局部损坏或腐朽现象，应查明其原因和程度，并结合工程经验及相关现行地基基础规范做出综合判断。
- b) 在下列情况下，可不经开挖检查而直接判定基础的安全性等级：
 - 1) 当地基的安全性等级已判定为A₀级或B₀级，且建筑场地的环境正常时，可取与地基相同的等级。
 - 2) 当地基的安全性等级已判定为C₀级或D₀级，且根据经验可以判断基础也已损坏时，可取与地基相同的等级。

8.2.5 当地基基础的安全性按地基稳定性判定时，应符合下列规定：

- a) A₀级建筑场地地基稳定，无滑动迹象及滑动史；
- b) B₀级建筑场地地基在历史上曾有过局部滑动，经治理后已停止滑动，且近期评估表明，不会再滑动；
- c) C₀级建筑场地地基在历史上发生过滑动，目前虽已停止滑动，若触动诱发因素，仍有可能再滑动；

DB11/T 1190.1-2015

d) D_u 级建筑场地地基在历史上发生过滑动，目前又有滑动或滑动迹象。

8.2.6 地基基础的安全性等级，应根据本章对地基基础和地基稳定性的判定结果，按其中最低一级判定。

8.2.7 鉴定中若发现地下水位或水质有较大变化，或土压力、水压力有明显增大，且可能对建筑物产生不利影响时，应在鉴定报告中加以说明，并提出处理的建议。

8.3 上部承重结构

8.3.1 上部承重结构的安全性等级，应根据其所含各种构件的安全性等级、结构的整体性等级判定。

8.3.2 当判定一种主要构件的安全性等级时，应根据其每一受检构件的判定结果，按表 15 的规定判定。

表15 主要构件安全性等级的判定

等级	多层古建筑	单层古建筑
A_u	在该种构件中，不含 c_u 级和 d_u 级，可含 b_u 级，一个子单元含 b_u 级的楼层数不应多于 $\sqrt{m}/m\%$ ，每一楼层的 b_u 级含量不应多于 25%，且任一轴线（或任一跨）上的 b_u 级含量不应多于该轴线（或该跨）构件数的 1/3	在该种构件中不含 c_u 级和 d_u 级，可含 b_u 级，一个子单元的含量不应多于30%，且任一轴线（或任一跨）的 b_u 级含量不应多于该轴线（或该跨）构件数的1/3
B_u	在该种构件中，不含 d_u 级，可含 c_u 级，一个子单元含 c_u 级的楼层数不应多于 $\sqrt{m}/m\%$ ，每一楼层的 c_u 级含量不应多于 15%，且任一轴线（或任一跨）上的 c_u 级含量不应多于该轴线（或该跨）构件数的 1/3	在该种构件中不含 d_u 级可含 c_u 级，一个子单元的含量不应多于20%且任一轴线（或任一跨）上的 c_u 级含量不应多于该轴线（或该跨）构件数的1/3
C_u	在该种构件中，可含 d_u 级，一个子单元含有 d_u 级楼层数不应多于 $\sqrt{m}/m\%$ ，每一楼层的 d_u 级含量不应多于 5%，且任一轴线（或任一跨）上的 d_u 级含量不应多于 1 个	在该种构件中可含 d_u 级（单跨及双跨房屋除外），一个子单元的含量不应多于7.5%，且任一轴线（或任一跨）上的 d_u 级含量不应多于1个
D_u	在该种构件中， d_u 级的含量或其分布多于 C_u 级的规定数	在该种构件中， d_u 级含量或其分布多于 C_u 级的规定数。
注：表中“轴线”系指结构平面布置图中的横轴线或纵轴线，当计算纵轴线上的构件数时，对屋面梁等构件可按跨统计。m为房屋鉴定单元的层数。当计算的含有低一级构件的楼层数为非整数时，可多取一层，但该层中允许出现的低一级构件数，应按相应的比例进行折减（即以该非整数的小数部分作为折减系数）。		

8.3.3 当判定一种一般构件的安全性等级时，应根据其每一受检构件的判定结果，按表 16 的规定判定。

表16 一般构件安全性等级的判定

等级	多层古建筑	单层古建筑
A_u	在该种构件中，不含 c_u 级和 d_u 级，可含 b_u 级，一个子单元含 b_u 级的楼层数不应多于 $\sqrt{m}/m\%$ ，每一楼层的 b_u 级含量不应多于 30%，且任一轴线（或任一跨）上的 b_u 级含量不应多于该轴线（或该跨）构件数的 2/5	在该种构件中不含 c_u 级及 d_u 级，可含 b_u 级，一个子单元的含量不应多于35%，且任一轴线（或任一跨）的 b_u 级含量不应多于该轴线（或该跨）构件数的2/5
B_u	在该种构件中，不含 d_u 级，可含 c_u 级，一个子单元含 c_u 级的楼层数不应多于 $\sqrt{m}/m\%$ ，每一楼层的 c_u 级含量不应多于 20%，且任一轴线（或任一跨）上的 c_u 级含量不应多于该轴线（或该跨）构件数的 2/5	在该种构件中不含 d_u 级可含 c_u 级，一个子单元的含量不应多于25%，且任一轴线（或任一跨）上的 c_u 级含量不应多于该轴线（或该跨）构件数的2/5
C_u	在该种构件中，可含 d_u 级，一个子单元含有 d_u 级楼层数不应多于 $\sqrt{m}/m\%$ ，每一楼层的 d_u 级含量不应多于 7.5%，且任一轴线（或任一跨）上的 d_u 级含量不应多于该轴线（或）该跨构件数的 1/3	在该种构件中可含 d_u 级，一个子单元的含量不应多于 10%，且任一轴线（或任一跨）上的 d_u 级含量不应多于该轴线（或该跨）构件数的1/3
D_u	在该种构件中， d_u 级的含量或其分布多于 C_u 级的规定数	在该种构件中， d_u 级含量或其分布多于 C_u 级的规定数
注：表中“轴线”系指结构平面布置图中的横轴线或纵轴线，m为房屋鉴定单元的层数。		

8.3.4 当判定构件的整体性等级时，应按表 17 的规定判定检查项目的等级。构件的整体性未发生表 17 各检查项目的情况，检查项目的等级可根据其完好程度判定为 a₀ 级或 b₀ 级，按下列原则判定该结构整体性等级：

- a) 若 5 个检查项目均不低于 B₀ 级，可按占多数的等级判定。
- b) 若仅 1 个检查项目低于 B₀ 级，可根据实际情况定为 B₀ 级或 C₀ 级。
- c) 若不止 1 个检查项目低于 B₀ 级，可根据实际情况定为 C₀ 级或 D₀ 级。

表 17 结构整体性等级的判定

检查项目		C ₀ 级或 D ₀ 级
整体倾斜	沿构架平面的倾斜量 Δ_1	$\Delta_1 > H_0/120$ 或 $\Delta_1 > 120\text{mm}$
	垂直构架平面的倾斜量 Δ_2	$\Delta_2 > H_0/240$ 或 $\Delta_2 > 60\text{mm}$
局部倾斜	柱头与柱脚的相对位移 Δ	$\Delta > H/90$
构架间的连系	纵向连枋及其连系构件现状	已残缺或连接已松动
梁柱间的连系（包括柱、枋间，柱、檩间的连系）	拉结情况及榫卯现状	无拉结，榫头拔出卯口的长度超过榫头长度的 2/5
榫卯完好程度	材质	榫卯已腐朽、虫蛀
	其他损坏	已劈裂或断裂
	榫横纹压缩变形	压缩量超过 4mm
注：表中 H ₀ 为木构架总高；H 为柱高；判定结果取 A ₀ 级或 B ₀ 级，根据其实际完好程度判定；取 C ₀ 级或 D ₀ 级，根据其实际严重程度判定。		

8.3.5 上部承重结构的安全性等级，应根据 8.3.2 条～8.3.4 条的判定结果，按下列原则判定：

- a) 应按各种主要构件的判定结果，取其中最低一级作为上部承重结构的安全性等级；
- b) 当上部承重结构按 8.3.5a) 判定为 B₀ 级，发现其主要构件所含的各种 c₀ 级构件或其连接处于下列情况之一时，宜将所判定等级降为 C₀ 级：
 - 1) c₀ 级沿建筑物某方位呈规律性分布，或过于集中在结构的某部位；
 - 2) 出现 c₀ 级构件交汇的节点连接；
 - 3) c₀ 级存在于人群密集场所或其他破坏后果严重的部位。
- c) 当上部承重结构按 8.3.5a) 判定为 C₀ 级，发现其主要构件或连接有下列情形之一时，宜将所判定等级降为 D₀ 级：
 - 1) 古建筑中，有 50% 以上的构件为 c₀ 级；
 - 2) 多层古建筑中，其底层均为 c₀ 级；
 - 3) 多层古建筑的底层出现 d₀ 级；或任何两相邻层同时出现 d₀ 级；
 - 4) 在人群密集场所或其他破坏后果严重部位，出现 d₀ 级。
- d) 当上部承重结构按 8.3.5a) 判定为 A₀ 级或 B₀ 级，结构整体性等级为 C₀ 级时，应将所判定的上部承重结构安全性等级降为 C₀ 级。
- e) 当上部承重结构在按 8.3.5d) 作了调整后仍为 A₀ 级或 B₀ 级，各种一般构件中，其等级最低的一种为 C₀ 级或 D₀ 级时，还应按下列规定调整其级别：
 - 1) 该种一般构件参与支撑系统或其他抗侧力系统工作，或在抗震加固中，已加强了该种构件与主要构件锚固，应将所判定的上部承重结构安全性等级降为 C₀ 级。
 - 2) 当仅有一种一般构件为 C₀ 级或 D₀ 级，且不属于 1) 的情况时，可将上部承重结构的安全性等级定为 B₀ 级。

DB11/T 1190.1-2015

3) 当不止一种一般构件为 C_u级或 D_u级, 应将上部承重结构的安全性等级降为 C_u级。

8.4 围护系统

8.4.1 围护系统的安全性, 应根据该系统专设的和参与该系统工作的各种构件的安全性等级进行判定。

8.4.2 当判定一种构件的安全性等级时, 应根据每一受检构件的判定结果及其构件类别, 分别按 8.3.2 条或 8.3.3 条的规定判定。

8.4.3 围护系统的安全性等级, 应根据 8.4.2 条的判定结果, 按下列原则判定:

- a) 当仅有 A_u级或 B_u级时, 按占多数级别判定。
- b) 含有 C_u级或 D_u级时, 可按下列规定判定:
 - 1) 若 C_u级或 D_u级属于主要构件时, 按最低等级判定;
 - 2) 若 C_u级或 D_u级属于一般构件时, 可按实际情况, 定为 B_u级或 C_u级。

9 鉴定单元安全性等级判定

9.1 鉴定单元的安全性等级, 应根据其地基基础、上部承重结构和围护系统的安全性等级, 以及与整座建筑有关的其它安全问题进行综合性判定。

9.2 鉴定单元的安全性等级, 应根据子单元的安全性等级, 按下列原则判定:

- a) 应根据地基基础和上部承重结构的判定结果按其中较低等级判定。
- b) 当鉴定单元的安全性等级按上项判定为 A_{su}级或 B_{su}级、围护系统的等级为 C_u级或 D_u级时, 可根据实际情况将鉴定单元安全性等级降低一级或二级, 最终等级不应低于 C_{su}级。

9.3 对下列任一情况, 可定为 D_{su}级:

- a) 建筑物处于有危险的建筑群中, 且直接受到其威胁。
- b) 建筑物朝一方向倾斜, 且速度开始变快。

9.4 测定的动力特性与原记录或理论分析计算值相比, 基本周期显著变长或振型有明显改变时, 应经进一步检查、鉴定后再判定该建筑物的安全性等级。

附录 A (资料性附录)

古建筑落叶松木构件材料力学性能非破损检测方法

A.1 检测设备

A.1.1 阻力仪

A.1.1.1 工作原理

微型探针在电机驱动下以恒定速度刺入木材内部，测定刺入过程所受的木材阻力。

A.1.1.2 技术指标

阻力仪主要由探针、电池组、分析软件等部件组成。主要参数：微型探针轴直径不应大于1.5mm；微型探针针头直径不应大于3.0mm；最大探测深度不应小于43mm。阻力仪检测时在木构件内部形成直径约为3mm的通道，对木构件的结构性能没有影响。

A.1.2 应力波检测仪

A.1.2.1 工作原理

通过敲击钉入木结构表面的传感器测定应力波在木材内部的传播速度。

A.1.2.2 技术指标

应力波检测仪由传感器和信号采集器组成。主要参数：传感器数量不应小于2；可进入被测物体深度不应小于20mm；测量误差不应大于 $\pm 1\mu\text{s}$ 。应力波检测仪检测时在木构件表面形成直径约4mm的孔洞，对木构件的结构性能没有影响。

A.1.3 含水率检测仪

通过探针插入方式测定木材含水率。测量深度不应小于30mm，测量最小范围5%~30%，测量误差不应大于1%。

A.2 现场检测操作步骤与数据处理方法

A.2.1 检测对象确定

检测对象为在古建筑中起承重作用的关键木构件，包括横梁、立柱、枋、檩等。

A.2.2 测区位置确定

测区位置应选择木构件无缺陷的良好部分。对承受弯曲载荷的构件（如横梁），选择产生拉应力最大部位，为其中间部位下表面。对承受轴向载荷的构件（如立柱），选择沿高度方向的不同部位。

A.2.3 微钻阻力检测

A.2.3.1 微钻检测时，阻力钻头方向应垂直于被测木构件表面。

A.2.3.2 测定无缺陷木构件实木部分钻入深度20mm~40mm之间的阻力值，并求出阻力平均值。

A.2.4 应力波检测

A.2.4.1 应力波测量仪的两个探针沿被测木构件长度方向插入其表层，探针与试件长度方向夹角为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。记录两探针插入点间距。推荐两探针间距为600 mm。

A.2.4.2 用小锤敲击发射极探针，第一次敲击的传播时间读数无效，从第二次开始，连续敲击测定三次所得传播时间读数（单位：us）的平均值作为测定结果。

A.2.4.3 发现数据异常，可移动两探针到适当位置，重复步骤A.2.4.2。

A.2.4.4 根据两探针间距和应力波传播时间计算出应力波传播速度（m/s）。

A.2.5 含水率测定

设定好含水率测定仪各功能选择，将探针扎入被测部位，待数显稳定后读取数值，单位：%。

A.3 落叶松木构件材料力学性能计算公式

A.3.1 将实测含水率 $x\%$ 时的 F_x 、 v_x 转化为9%含水率时的 F_9 、 v_9 。转换公式（A.1）和（A.2）。

$$v_9 = 0.858v_x + 0.014MC_x + 0.536 \dots\dots\dots (A.1)$$

$$F_9 = 0.655F_x + 0.125MC_{xv} + 26.733 \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- v_9 ——含水率9%时的应力波速度，单位为（km/s）；
- F_9 ——含水率9%时的微钻阻力，单位为（Resi）；
- v_x ——含水率 $x\%$ 时的应力波速度，单位为（km/s）；
- F_x ——含水率 $x\%$ 时的微钻阻力，单位为（Resi）；
- MC_x ——含水率 $x\%$ ，适用含水率范围（6%~16%）。

注： F_x 若用德国Rinntech公司开发的微钻阻力仪测得，则直接代入公式（A.2）；如使用其它品牌微钻阻力仪时，则应乘以系数 k 后代入公式（A.2）。系数 k 为Rinntech阻力仪与所用阻力仪间输出阻力比值。

A.3.2 根据前面的 F_9 、 v_9 ，计算9%含水率时材料各项性能（95%置信度）和密度。计算公式如（A.3）、（A.4）、（A.5）、（A.6）。

$$r_9 = 3.8536F_9 + 354.9 \dots\dots\dots (A.3)$$

$$E_9 = 0.0041F_9v_9^2 + 5.353 \dots\dots\dots (A.4)$$

$$S_{b9} = 0.0298F_9v_9^2 + 35.4 \dots\dots\dots (A.5)$$

$$S_{b9} = 0.2F_9v_9^2 + 30.43 \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

- ρ_9 ——含水率9%时的密度，单位为（kg/m³）；
- F_9 ——含水率9%时的微钻阻力，单位为（Resi）；
- v_9 ——含水率9%时的应力波速度，单位为（km/s）；
- E_9 ——含水率9%时的抗弯弹性模量，单位为（GPa）；

σ_{b9} ——含水率9%时的抗弯强度，单位为（MPa）；

σ_{c9} ——含水率9%时的顺纹抗压强度，单位为（MPa）。

A.3.3 由含水率9%时的抗弯弹性模量 E_9 、抗弯强度 σ_{b9} 、顺纹抗压强度 σ_{c9} 推算标准含水率12%时的力学性能（ E 、 σ_b 、 σ_c ）。计算公式如(A.7)、(A.8)和(A.9)。

$$E_{12} = 0.955E \dots\dots\dots (A.7)$$

$$s_{b12} = 0.88s_{b9} \dots\dots\dots (A.8)$$

$$s_{c12} = 0.85s_{c9} \dots\dots\dots (A.9)$$

式中：

E_9 ——含水率9%时的抗弯弹性模量，单位为（GPa）；

σ_{b9} ——含水率9%时的抗弯强度，单位为（MPa）；

σ_{c9} ——含水率9%时的顺纹抗压强度，单位为（MPa）；

E_{12} ——标准含水率12%时的抗弯弹性模量，单位为（GPa）；

s_{b12} ——标准含水率12%时的抗弯强度，单位为（MPa）；

s_{c12} ——标准含水率12%时的顺纹抗压强度，单位为（MPa）。

A.4 裂纹、节子、地杖层等因素考虑

A.4.1 古建木构件难免会有裂纹、节子。裂纹、节子的影响复杂，实际测量时应尽量避开裂纹、节子处。

A.4.2 应力波检测时，仪器探针应越过地杖层，有效钉入木构件本体10mm~20mm。

附 录 B
(资料性附录)
古建筑木构件内部缺陷非破损检测方法

B.1 检测设备

B.1.1 阻力仪

B.1.1.1 工作原理

微型探针在电机驱动下以恒定速度刺入木材内部，根据刺入过程所受的木材相对阻力，判定木材内部缺陷。

B.1.1.2 技术指标

阻力仪主要由探针、电池组、分析软件等部件组成。主要参数：微型探针轴直径不应大于1.5mm；微型探针针头直径不应大于3.0mm；最大探测深度不应小于43mm。阻力仪检测时在木构件内部形成直径约为3mm的通道，对木构件的结构性能没有影响。

B.1.2 应力波扫描仪

B.1.2.1 工作原理

通过检测应力波在木材内部的传播时间，经波速计算并进行矩阵变换和图像重构后，以二维彩色图像直观地显示木材内部缺陷。

B.1.2.2 技术指标

应力波扫描仪主要由传感器、电池组、分析软件等部件组成。主要参数：传感器数量不应小于6个；检测断面周长允许的最大值不应小于1000mm。应力波扫描仪检测时在木构件表面形成直径约4mm的孔洞，对木构件的结构性能没有影响。

B.2 检测方法选择

B.2.1 古建筑木构件内部缺陷可以使用阻力仪或应力波扫描仪进行非破损检测。

B.2.2 被墙体包裹或被遮挡的木立柱使用阻力仪检测。

B.2.3 未被墙体包裹或未被遮挡的木立柱使用阻力仪或应力波扫描仪检测。

B.3 检测程序

B.3.1 阻力仪检测程序

B.3.1.1 选定木构件待检测断面，记录木构件断面尺寸及检测位置。

B.3.1.2 木立柱检测应从距柱基约200mm处起沿高度方向逐层向上进行检测，相隔检测层以300mm~500mm为宜，至某一高度，检测结果无较大缺陷则停止向上检测。以上检测点若存在铁箍或者其它因素不便检测时可上下偏移。

B.3.1.3 未被墙体包裹或未被遮挡立柱，直径大于500mm时，应在选定的断面不同位置向髓心区域阻力仪探测2次~8次；直径小于500mm时，应在选定的断面向髓心区域阻力仪探测1次及同方向左右偏移探测0次~4次。

B.3.1.4 被墙体包裹或被遮挡立柱，参照B.3.1.3直径小于500mm木立柱检测方法在立柱裸露区域检测。

B.3.1.5 其它主要木构件(非立柱)应在构件的中部或勘察发现缺陷的周边位置进行延伸检测。

B.3.1.6 有明显缺陷的区域，应在该区域增加检测次数，确定缺陷范围。

B.3.2 应力波扫描仪检测程序

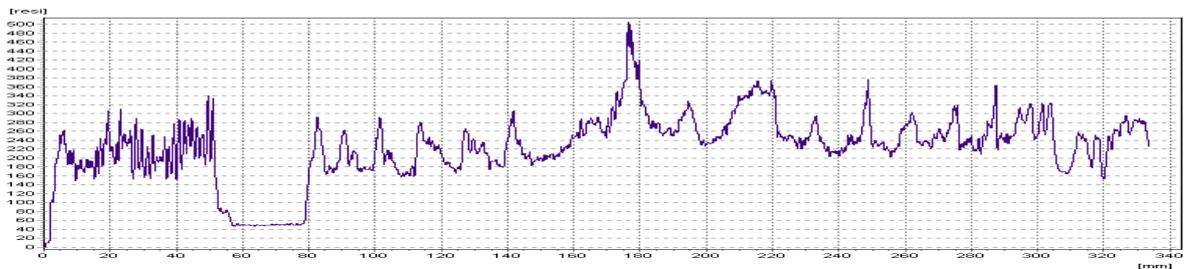
B.3.2.1 选定木构件待检测断面，记录木构件断面尺寸，测量中检测断面可以选择1个~3个。

B.3.2.2 在检测断面布置相应的传感器，打开系统附带成像软件，录入各传感器之间的距离，并确保每个传感器间连接良好。检测时，传感器均匀分布，相邻传感器间距不应大于200mm。

B.3.2.3 逐个敲击传感器震动销，使接收软件获取各位置点之间应力波传播时间，并根据距离换算为传播速度，每个传感器敲击3次~5次，各点之间传播速度经过成像系统加工，生成木构件内部缺陷图。

B.4 结果与判定

B.4.1 阻力仪缺陷判定：阻力仪检测曲线与探针的进入过程同步进行，如图B.1曲线图的横坐标为探针进入木材的深度，纵坐标为阻力仪检测值，阻力仪检测值的高低与走势反应了木构件的健康状况。阻力仪检测曲线中阻力仪检测值较高、早晚材(曲线中表现为波谷和波峰)差异明显的为健康区域，阻力仪检测曲线中阻力仪检测值较低、早晚材差异变小的为缺陷区域。



图B.1 阻力仪检测曲线

B.4.2 阻力值保留率：根据缺陷部位的阻力仪检测值和健康部位阻力仪检测值计算阻力值保留率，按式(B.1)计算，精确到0.1%。

$$R = \frac{r_1}{r_0} \times 100\% \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

R ——阻力值保留率，%；

r_0 ——健康部位阻力仪检测值；

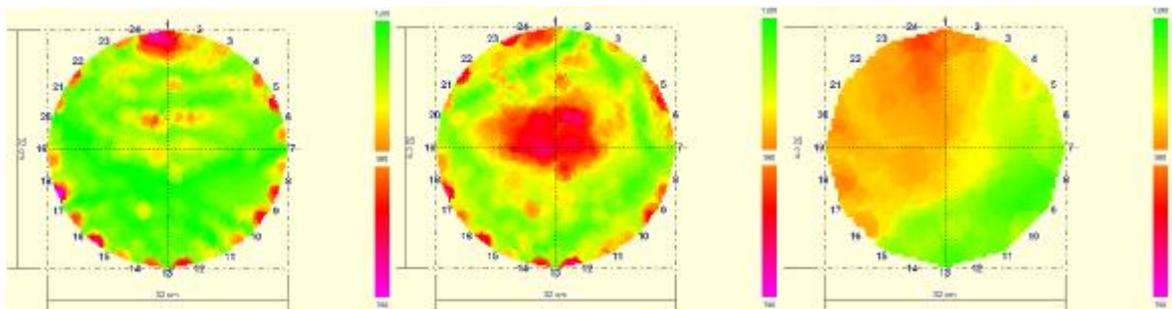
r_1 ——缺陷部位阻力仪检测值。

B.4.3 根据阻力仪检测曲线特征及阻力值保留率对木构件是否存在缺陷按表B.1判断,木构件的缺陷范围依据缺陷位置阻力仪的多次探测结果综合界定。

表 B.1 木材缺陷类型的阻力仪判断

缺陷判定	阻力值保留率	阻力仪检测曲线特征
空洞、开裂	<30	阻力仪曲线中早晚材变化不可识别
腐朽	30~70	阻力仪曲线中早晚材所对应的阻力仪检测值差异变小

B.4.4 应力波扫描断面图：通过检测应力波在木材内部的传播时间，经波速计算并进行矩阵变换和图像重构后，显示的木材断面二维彩色图像。



图B.2 应力波扫描结果

B.4.5 应力波扫描仪可得到木构件测定断面的彩色图像，图像的颜色直观显示了木构件的健康与否，该图像颜色可人为选定但颜色分布由波速值大小决定，如图B.2：颜色棒内紫红色过渡到绿色表示波速由低值逐渐增大至高值，根据颜色变化可对图像内各区域是否存在缺陷按表B.2判断。

表 B.2 木材缺陷类型的应力波扫描仪判断

缺陷判定	应力波扫描图像显现的非健康颜色	应力波扫描图像非健康颜色的分布特征
开裂	紫红色 (或设定的其它颜色,该颜色对应区域的波速值相对较低)	图像显示边缘存在缺陷,并向木构件中心延续,外缘部位宽度较大,随着向木构件中心的延续,宽度逐渐减小
空洞、腐朽	紫红色 (或设定的其它颜色,该颜色对应区域的波速值相对较低)	图像显示木构件的髓心及附近位置存在缺陷,判定存在空洞或腐朽
腐朽	紫红色 (或设定的其它颜色,该颜色对应区域的波速值相对较低)	图像显示边缘部位和内部散乱分布的缺陷

B.4.6 应力波扫描断面图的修正：通过应力波扫描，可以得到木构件断面材质的图像，但是该图像受诸多因素影响，故其显示的缺陷大小存在一定的偏差。利用阻力仪对存在缺陷的木构件进行单路径上缺陷长度的修正，可获得更为准确的缺陷面积。其修正公式参考如下：

$$A_r = A_i \times \frac{L_{r1} \times L_{r2}}{L_{i1} \times L_{i2}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

A_r ——阻力仪修正的缺陷面积，单位为（ mm^2 ）；

A_i ——应力波扫描仪检测的缺陷面积，单位为 (mm^2)；

L_{r1} ——单路径(第1条路径)上阻力仪检测缺陷长度，单位为 (mm)；

L_{r2} ——单路径(第2条路径)上阻力仪检测缺陷长度，单位为 (mm)；

L_{i1} ——第1条路径上对应的应力波扫描仪检测缺陷长度，单位为 (mm)；

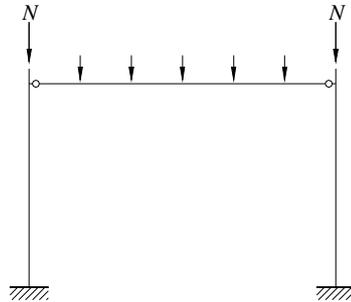
L_{i2} ——第2条路径上对应的应力波扫描仪检测缺陷长度，单位为 (mm)。

附录 C
(资料性附录)
木框架竖向承载力验算

C.1 排架计算

C.1.1 木框架在垂直荷载作用下，基本受力单元简化成排架。排架计算简图见图C.1。计算假定如下：

- a) 梁与柱的榫卯节点简化为铰接连。
- b) 柱顶竖向力 N 为上部由屋盖构件传来的集中荷载，依据实际荷载作用位置，柱偏心受压。
- c) 柱底与基础的连接为有限刚性连接，可承担偏心压力。



图C.1 排架计算简图

C.1.2 排架计算简图适用范围如下：

- a) 柱底与基础连接面的轴向拉力值不应大于 N 。验算该连接面承载能力时，基本组合的荷载分项系数均取 1.0；
- b) 剪力值不应大于 μN ， μ 为摩擦系数，取 0.5；
- c) 偏心距不应大于 $ND/6$ ， D 为柱的直径。

C.1.3 采用结构力学方法计算构件内力，然后按本标准第7.1.3条验算梁、柱承载力。

附录 D
(资料性附录)
抗震鉴定

D.1 木结构古建筑的抗震鉴定

木结构古建筑的抗震鉴定除应符合现行国家标准GB 50023的要求外，还应遵守下列规定：

- a) 抗震设防烈度为 6 度及 6 度以上的建筑，均应进行抗震构造鉴定；
- b) 表 D.1 规定的建筑，还应对其主要承重结构进行截面抗震验算。

表 D.1 古建筑需作截面抗震验算的范围

建筑类别	6 度		7 度		8 度	9 度
	近震	远震	近震	远震		
一般古建筑	—	—	—	—	III、IV 类场地	所有场地
结构特殊古建筑 300年以上古建筑	—	—	IV 类场地	III、IV 类场地	所有场地	
500年以上古建筑	IV 类场地	III、IV 类场地	II、III、IV 类场地		所有场地	
注：“近震”和“远震”的定义见现行国家标准GB 50011的名词解释。						

D.2 木结构古建筑及其相关工程的抗震构造鉴定

木结构古建筑及其相关工程的抗震构造鉴定，应遵守下列规定：

- a) 抗震设防烈度为 6 度和 7 度的建筑，应按本标准第 7 章进行鉴定。存在 C 级、D 级构件和连接，其可靠性应被判为不符合抗震构造要求。
- b) 对抗震设防烈度为 8 度和 9 度的建筑，除应按本条 a) 项鉴定外，尚应按表 D.2 的要求鉴定。

表 D.2 设防烈度为 8 度和 9 度的建筑抗震构造鉴定要求

检查对象	检查项目	检查内容	鉴定合格标准
木柱	柱脚与柱础抵承情况	柱脚底面与柱础间实际抵承面积与柱脚处柱的原截面面积之比 ρ_c	$\rho_c \geq 3/4$
	柱础错位	柱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 ρ_d	$\rho_d \geq 1/10$
梁枋	挠度	竖向挠度最大值 ω_1 或 ω_1'	当 $h/L > 1/14$ 时， $\omega_1 \leq L^2/2500h$
			当 $h/L \leq 1/14$ 时， $\omega_1 \leq L/180$
			对于 300 年以上的梁枋，若无其他残损，可按 $\omega_1' \leq \omega_1 + h/50$ 判定
柱与梁枋的连接	榫卯连接完好程度	榫头拔出榫卯的长度	不超过榫长的 1/4

表 D.2 (续)

检查对象	检查项目	检查内容	鉴定合格标准
柱与梁枋的连接	柱与梁枋拉结情况	拉结件种类及拉结方法	应有可靠的铁件拉结, 且铁件无严重锈蚀
斗拱	斗拱构件	完好程度	无腐朽、劈裂、残损
	斗拱榫卯	完好程度	无腐朽、松动、断裂或缺
木构架整体性	整体倾斜	构架平面内整体倾斜 Δ_1	$\Delta_1 \leq H_0/150$, 且 $\Delta_1 \leq 100\text{mm}$
		构架平面外整体倾斜 Δ_2	$\Delta_2 \leq H_0/300$, 且 $\Delta_2 \leq 50\text{mm}$
	局部倾斜	柱头与柱脚相对位移量 Δ (不含侧脚值)	$\Delta \leq H/100$, 且 $\Delta \leq 80\text{mm}$
	构架间的连系	纵向连系构件的连接情况	连接应牢固
	加强空间刚度的措施	构件间的纵向连系	应有可靠的支撑或有效的替代措施
梁下各柱的纵、横向连系		应有可靠的支撑或有效的替代措施	
屋顶	椽条	拉结情况	脊檩处, 两坡椽条应有防止下滑的措施
	檩条	锚固情况	檩条应有防止外滚和檩端脱榫的措施
	大梁以上各层梁	与瓜柱、驼峰连系情况	应有可靠地榫接, 必要时应加隐蔽式铁件锚固
	角梁	抗倾覆能力	应有充分的抗倾覆连接件连接
	屋顶饰件及檐口瓦	系固情况	应有可靠的系固措施
檐墙	墙身倾斜	倾斜量 Δ	$\Delta \leq B/10$
	墙体构造	墙脚酥碱处理情况	应予修补
		填心砌筑墙体的拉结情况	每 3m^2 墙面应至少有一拉结件

注: B为墙厚, 若墙厚上下不等, 按平均值采用。

D.3 木结构古建筑抗震能力的验算

木结构古建筑抗震能力的验算, 结构总水平地震作用的标准值应按 (D.1) 计算。

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

式中:

F_{EK} ——结构总水平地震作用的标准值。对单层古建筑, F_{EK} 作用于大梁中心位置。对多层古建筑, F_{EK} 的分配与总作用位置, 按现行国家标准GB 50011确定。

α_1 ——相应于结构基本自震周期 T_1 水平地震影响系数, 可根据现行国家标准GB50011确定。

G_{eg} ——结构等效总重力荷载代表值。对单层坡顶古建筑取 $1.15G_E$; 对单层平顶古建筑取 $1.0G_E$; 对多层古建筑取 $0.85 G_E$; G_E 为结构总重力荷载代表值。

T_1 ——结构基本自震周期, 宜根据实测值确定, 也可按GB50165附录二的要求确定。

D.4 结构构件的抗震承载力

结构构件的抗震承载力, 可按 (D.2) 进行结构构件抗震验算:

$$S \leq R/g_{RE} \dots \dots \dots (D.2)$$

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

g_{RE} ——木构架承载力的抗震调整系数,可取0.8。

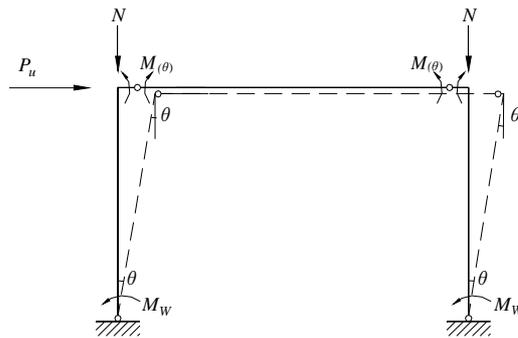
D.5 木材设计强度和弹性模量

木材设计强度和弹性模量应按本标准7.2.3条确定。

D.6 木框架侧向承载力计算

D.6.1 木框架侧向承载力计算简图见图D.1。基本假定如下:

- 榫卯节点和柱底连接均为有抗弯刚度的铰,木框架受力状况类同有转动约束的侧移机构;
- 柱侧移转角与榫卯节点转角相同;
- 各连接部位的约束弯矩随连接构件的相对转角增大而增长;
- 当各连接的约束弯矩达到极限承载力时,木框架形成破坏机构。



说明:

$M_{(\theta)}$ ——榫卯节点的约束弯矩,即榫卯节点的抗弯承载力;

M_w ——在侧向力作用下,柱体偏转,柱顶竖向荷载产生的重力恢复弯矩。

图D.1 木框架侧向承载力验算简图

D.6.2 计算简图适用范围如下:

- 柱底与基础连接面的轴向拉力值不应大于 N , 验算该连接面承载能力时,基本组合的荷载分项系数均取 1.0;
- 剪力值不应大于 μN , μ 为摩擦系数,取 0.5。

D.6.3 木结构古建筑木构架的侧向承载力可采用下式计算:

$$P_u = \frac{2(M_{(q)} + M_w)q}{H \cdot \tan \alpha} \dots \dots \dots (D.3)$$

式中:

P_u ——古建筑木构架侧向承载力;

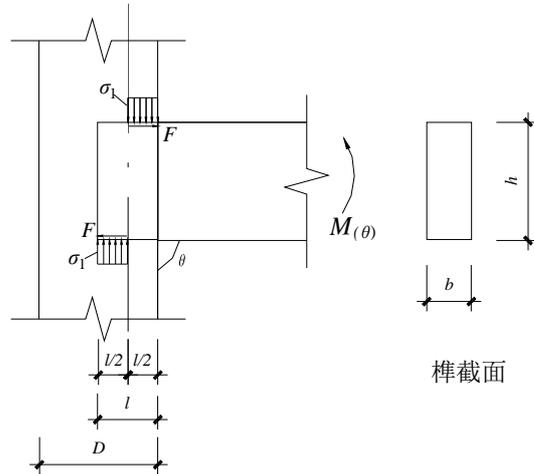
H ——木构架高度;

DB11/T 1190.1-2015

θ ——木构架在侧向荷载下的极限转角；取1/30rad。

D.7 直榫节点（包括透榫和半榫）计算

D.7.1 直榫节点（包括透榫和半榫）计算简图见图D.2:



说明:

D——圆形柱直径或矩形柱的边长；

l——榫的长度， $l \geq 1/3D$ ；

h——榫的高度；

b——榫的厚度；

$M_{(q)}$ ——直榫节点的抗弯承载力；

F——榫与卯口接触面上的摩擦力。

图D.2 直榫节点计算简图

D.7.2 直榫抗弯承载力按下式验算:

$$M_{(q)} = bl\sigma_1 k_1 \left(nh + \frac{1}{2} \right) \dots \dots \dots (D.4)$$

式中:

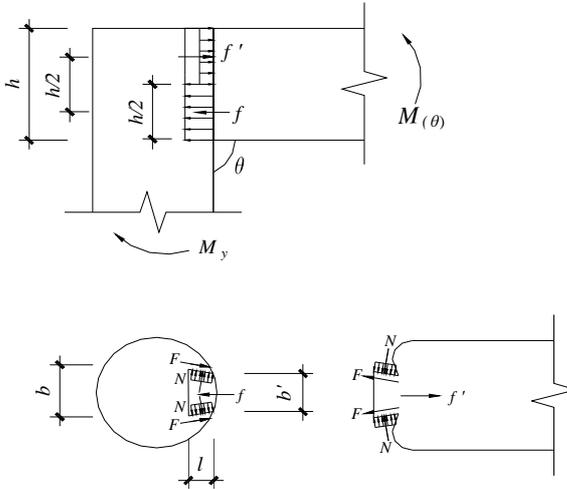
σ_1 ——直榫与卯口接触面上的压应力，采用GB 50005的木材横纹承压设计强度 $f_{c.90}$ （全表面）；

μ ——摩擦系数取0.43；

k_1 ——直榫节点承载力调整系数；采用单向木楔填充卯口涨眼时，节点角变形比原有夹角增大时取1，节点角变形比原有夹角减小时取0.6。

D.8 燕尾榫节点计算

D.8.1 燕尾榫节点计算简图见图D.3。



说明:

- N—— σ_2 的合力;
- F——沿榫头与卯口接触面上的摩擦力;
- $M_{(\theta)}$ ——燕尾榫节点的抗弯承载力;
- h——梁高度;
- f——燕尾榫与卯口接触面上沿梁轴线方向的合力;
- f' ——梁肩与柱接触面上的挤压应力合力;
- l——榫的长度;
- b——榫截面最大宽度;
- b' ——榫截面最小宽度;

α ——燕尾榫榫头斜面角度,
$$a = \frac{b-b'}{2l} .$$

图D.3 燕尾榫节点计算简图

D.8.2 燕尾榫节点承载力按下式计算:

$$M_{(q)} = 0.35lh^2\sigma_2k_2 (\mu\cos\alpha + \sin\alpha) \dots\dots\dots (D.5)$$

式中:

- σ_2 ——榫头斜面上的正压应力, 采用GB 50005的木材横纹承压设计强度 $f_{0.90}$ (全表面);
- μ ——摩擦系数取0.43;
- k_2 ——燕尾榫节点承载力调整系数, 按表D.3选用。

表 D.3 燕尾榫节点承载力调整系数

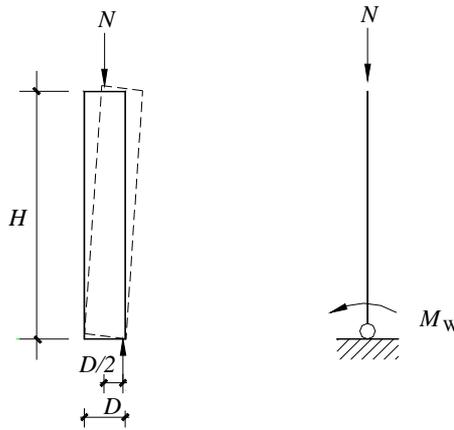
燕尾榫节点工况	k_2
无平板枋, 节点角变形比原有夹角减小时	0
平板枋在柱顶对接时	1.5

表 D.3 (续)

燕尾榫节点工况	k_2
平板枋在柱顶以外区域对接	2.0

D.9 柱偏转时的重力恢复力矩计算

D.9.1 古建木结构的柱在水平力作用下，产生偏转时，柱顶的竖向荷载产生的重力恢复力矩计算简图见图D.4。



图D.4 柱偏转时的重力恢复力矩作用原理和计算简图

D.9.2 柱长细比D/H不大于1/12时，按下式计算重力恢复力矩：

$$M_w = \frac{1}{2} cDN \dots\dots\dots (D.6)$$

式中：

c ——内力组合修正系数，图D.1计算简图中，不考虑 $M_{(0)}$ 作用时， $c=1$ ，考虑 $M_{(0)}$ 作用时， $c=0.6$ 。

D.9.3 计算木框架侧向承载力时，柱顶竖向荷载N产生对结构有利的效应，基本组合的荷载分项系数均取1.0。