库七七 www.kqqw.com 提供下载

UDC

中华人民共和国行业标准

JGJ

JGJ/T 488－2020

P

备案号 J 2841－2020

木结构现场检测技术标准

Technical standard for in-situ inspection of timber structure

2020－06－29 发布　　2020－11－01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部　发布

库七七 www.kqqw.com 提供下载

中华人民共和国行业标准

木结构现场检测技术标准

Technical standard for in-situ inspection of timber structure

JGJ/T 488－2020

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2020年11月1日

中国建筑工业出版社

2020 北 京

库七七 www.kqqw.com 提供下载

前　言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2014年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标［2013］169号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 材料性能检测 5. 尺寸偏差与变形检测；6. 缺陷检测；7. 防护性能检测；8. 连接节点质量检测；9. 结构性能检测。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由南京工业大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送南京工业大学土木工程学院（地址：南京市浦口区浦珠南路30号，邮编：211816）。

本标准主编单位：南京工业大学
苏州第五建筑集团有限公司

本标准参编单位：南京工大建设工程技术有限公司
南京工业大学建筑设计研究院
青岛理工大学
重庆大学
中衡设计集团股份有限公司
上海市房地产科学研究院
九江市第一建筑工程公司
中电投工程研究检测评定中心有限公司
南京市园林工程安全质量监督站
南京市房屋安全鉴定处

库七七 www.kqqw.com 提供下载

江苏省建设工程质量监督总站

本标准主要起草人员：陆伟东　刘伟庆　钱来源　李秋建
杨　放　苗吉军　周淑容　刘杏杏
张　谨　翟传明　程小武　陈　洋
杨会峰　陈　露　路　奎　喻云龙
刘　波　金少军　轩　元　赵　斌
岳　孔　孙小鸾　左中杰　蔡乐刚
彭　尧

本标准主要审查人员：杨学兵　祝恩淳　吴　体　周　乾
许锦峰　夏长春　周海宾　许清风
谢启芳

库七七 www.kqqw.com 提供下载

目　次

1　总则 …… 1
2　术语和符号 …… 2
2.1　术语 …… 2
2.2　符号 …… 3
3　基本规定 …… 5
3.1　检测分类 …… 5
3.2　检测程序 …… 6
3.3　检测方式与抽样方法 …… 7
3.4　检测报告 …… 8
4　材料性能检测 …… 10
4.1　一般规定 …… 10
4.2　木材物理性能检测 …… 10
4.3　木材力学性能检测 …… 11
5　尺寸偏差与变形检测 …… 13
5.1　一般规定 …… 13
5.2　尺寸与偏差 …… 13
5.3　变形检测 …… 14
6　缺陷检测 …… 16
6.1　一般规定 …… 16
6.2　裂缝检测 …… 16
6.3　腐朽检测 …… 17
6.4　虫蛀检测 …… 19
7　防护性能检测 …… 21
7.1　一般规定 …… 21
7.2　防护性能检测 …… 21

库七七 www.kqqw.com 提供下载

8 连接节点质量检测 …… 25
8.1 一般规定 …… 25
8.2 榫卯连接检测 …… 25
8.3 螺栓连接检测 …… 26
8.4 植筋连接检测 …… 26
8.5 金属连接件检测 …… 28
9 结构性能检测 …… 30
9.1 一般规定 …… 30
9.2 结构静力性能检测 …… 30
9.3 结构动力性能检测 …… 32
附录A 应力波、阻力仪检测木材力学性能方法 …… 33
附录B 阻力仪和应力波检测木构件缺陷方法 …… 36
附录C X射线检测法 …… 39
本标准用词说明 …… 41
引用标准名录 …… 42
附：条文说明 …… 43

库七七 www.kqqw.com 提供下载

Contents

1 General Provisions ····· 1
2 Terms and Symbols ····· 2
2.1 Terms ····· 2
2.2 Symbols ····· 3
3 Basic Requirements ····· 5
3.1 Classification of Testing ····· 5
3.2 Procedures of Testing ····· 6
3.3 Inspection Method and Sampling Scheme ····· 7
3.4 Test Report ····· 8
4 Inspection for Material Properties ····· 10
4.1 General Requirements ····· 10
4.2 Inspection for Material Physical Properties ····· 10
4.3 Inspection for Material Mechanical Properties ····· 11
5 Inspection for Dimension Deviation and Deformation ····· 13
5.1 General Requirements ····· 13
5.2 Dimension and Deviation ····· 13
5.3 Inspection for Deformation ····· 14
6 Inspection for Defects ····· 16
6.1 General Requirements ····· 16
6.2 Inspection for Crack ····· 16
6.3 Inspection for Decays ····· 17
6.4 Inspection for Termite Attack ····· 19
7 Inspection for Protection Performance ····· 21
7.1 General Requirements ····· 21
7.2 Inspection for Anticorrosive Performance ····· 21

库七七 www.kqqw.com 提供下载

8 Quality Inspection of Joints ····· 25
8.1 General Requirements ····· 25
8.2 Inspection for Tenon and Mortise Joint ····· 25
8.3 Inspection for Bolt Connection ····· 26
8.4 Inspection for Inserting Reinforcing Bar Connection ····· 26
8.5 Inspection for Metal Connectors ····· 28
9 Inspection for Structural Performance ····· 30
9.1 General Requirements ····· 30
9.2 Static Inspection of Structure ····· 30
9.3 Dynamic Inspection of Structure ····· 32
Appendix A Method for Testing Mechanical Properties by Means of Stress Wave and Drilling Resistance ····· 33
Appendix B Method for Testing Defects by Means of Stress Wave and Drilling Resistance ····· 36
Appendix C X-ray Testing Method ····· 39
Explanation of Wording in This Standard ····· 41
List of Quoted Standards ····· 42
Addition: Explanation of Provisions ····· 43

库七七 www.kqqw.com 提供下载

1 总 则

1.0.1 为了规范木结构现场检测程序，合理选择检测方法，正确评定结构性能，保证检测质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于各类木结构的工程质量和既有结构性能的现场检测。

1.0.3 木结构的现场检测，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 木结构现场检测 in-situ inspection of timber structure

对木结构实体实施的原位检查、检验和测试，以及对从结构实体中取得的样品进行的检验和测试分析。

2.1.2 非破坏性检测 non-destructive testing

在不破坏木材原有特性、受力状况和最终用途的情况下，正确检测出木材内部的腐朽、缺陷及物理、力学性能。

2.1.3 探针检测法 pin penetration testing method

将微型探针打入木材内部，根据进针深度的变化判断木材腐朽程度的一种非破坏性检测方法。

2.1.4 阻力仪检测法 drilling resistance testing method

将直径小于或等于1.5mm的微型钻头钻入木材内部，根据钻头前进时遇到的阻力，判断木材的密度及内部腐朽、开裂、节疤等缺陷的一种非破坏性检测方法。缺陷检测结果采用相对值表示，即用腐朽木材的阻力值相对于未腐朽木材阻力值变化的百分比表示。

2.1.5 阻力值曲线 resistance graph

以木材阻力仪钻头钻入木材的深度为横坐标，以探针钻入过程中受到的阻力值相对值为纵坐标绘制而成的曲线，用以反映钻头通过路径处木材的质量状况。

2.1.6 应力波检测法 stress wave testing method

在不破坏木材本身的前提下，使木材产生应力波并在木材内部传播，通过测定应力波的时间，计算其传播速度，来评估木材腐朽、计算木材弹性模量的方法。

2.1.7 X射线检测法 X-ray testing method

库七七 www.kqqw.com 提供下载

利用X射线的穿透能力，根据透射成像对被测物内部情况进行分析判定的检测方法。

2.1.8 植筋 glued-in rod

采用结构胶粘剂等将螺栓杆或钢筋等胶结固定于木材、混凝土等基材锚孔中的一种后锚固生根组件。

2.1.9 基材 base material

承载植筋的母体结构材料，本标准指木材。

2.1.10 劈裂破坏 splitting failure

外力作用下木材基材因植筋膨胀挤压力而造成的木材横纹开裂破坏形式。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能或结构设计指标

E_9 ——含水率9%时的抗弯弹性模量；

E_{12} ——含水率12%时的抗弯弹性模量；

F_9 ——含水率9%时的微钻阻力值；

F_x ——含水率x%时的微钻阻力值；

G_k ——永久荷载标准值；

M_g ——构件自重等荷载产生的跨中弯矩；

M_b ——从外加荷载开始至弯矩-挠度曲线产生拐点前的一级荷载产生的跨中弯矩实测值；

N_{Rk} ——植筋极限抗拔力标准值；

N_{Rm}^{c} ——植筋极限抗拔力实测平均值；

N_{sd} ——植筋拉力设计值；

N_{Rmin}^{c} ——植筋极限抗拔力实测最小值；

Q_s ——构件正常使用极限状态短期结构构件性能检验值；

Q_k ——可变荷载标准值；

r_0 ——未腐朽部位阻力仪检测值；

r_1 ——腐朽部位阻力仪检测值；

ρ_9 ——含水率9%时的密度；

库七七 www.kqqw.com 提供下载

σ_{b9} ——含水率9%时的抗弯强度；

σ_{b12} ——含水率12%时的抗弯强度；

v_x ——含水率x%时的应力波速度。

2.2.2 几何参数

a_b^0 ——从外加荷载开始至弯矩-挠度曲线产生拐点前的一级荷载对应的跨中挠度实测值；

a_q^0 ——消除支座位移（沉降）影响后的实测跨中最大挠度；

a_s^0 ——考虑自重等荷载修正后的跨中最大挠度；

A ——构件截面面积；

A_0 ——腐朽部位的面积；

A_r ——阻力仪修正的缺陷面积；

L_0 ——未腐朽部位的探针打入深度；

L_1 ——腐朽部位的探针打入深度；

L_{r1} ——单路径（第1条路径）上阻力仪检测缺陷长度；

L_{r2} ——单路径（第2条路径）上阻力仪检测缺陷长度；

L_{i1} ——第1条路径上对应的应力波扫描仪检测缺陷长度；

L_{i2} ——第2条路径上对应的应力波扫描仪检测缺陷长度；

u_l^0、u_r^0 ——两端支座位移（沉降）实测值；

u_m^0 ——包括支座位移（沉降）在内的跨中挠度实测值。

2.2.3 计算系数及其他

MC_{xv} ——含水率x%；

R_a ——截面内腐朽面积占比；

R_p ——探针打入深度增加变化率；

R_r ——阻力值降低率；

γ_u ——植筋承载力检验系数允许值。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

3 基本规定

3.1 检测分类

3.1.1 木结构现场检测应分为在建木结构工程的质量检测和既有木结构工程的结构性能检测。

3.1.2 当遇到下列情况之一时，应进行木结构工程质量检测：

1 结构工程送样检验的数量不足或有关检验资料缺失；

2 施工质量送样检验或有关方自检的结果未达到设计要求；

3 对施工质量有怀疑或争议；

4 发生质量或安全事故；

5 工程质量保险要求实施的检测；

6 对既有结构的工程质量有怀疑或争议；

7 未按规定进行施工质量验收的结构。

3.1.3 木结构工程质量的检测应进行检测结论的符合性判定。

3.1.4 当既有木结构建筑需要进行下列评定或鉴定时，应进行结构性能检测：

1 建筑结构可靠性评定；

2 建筑的安全性和抗震鉴定；

3 建筑大修前的评定；

4 建筑改变用途、改造、加层或扩建前的评定；

5 建筑结构达到设计使用年限要继续使用的评定；

6 受到自然灾害、环境侵蚀等影响建筑的评定；

7 发现紧急情况或有特殊问题的评定。

3.1.5 既有木结构建筑的结构性能检测应为既有木结构的评定提供真实、可靠、有效的数据和检测结论。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

3.2 检 测 程 序

3.2.1 木结构检测工作的程序宜按接受委托、初步调查、制定并确定检测方案、现场检测、数据处理和检测报告等步骤进行(图 3.2.1)。

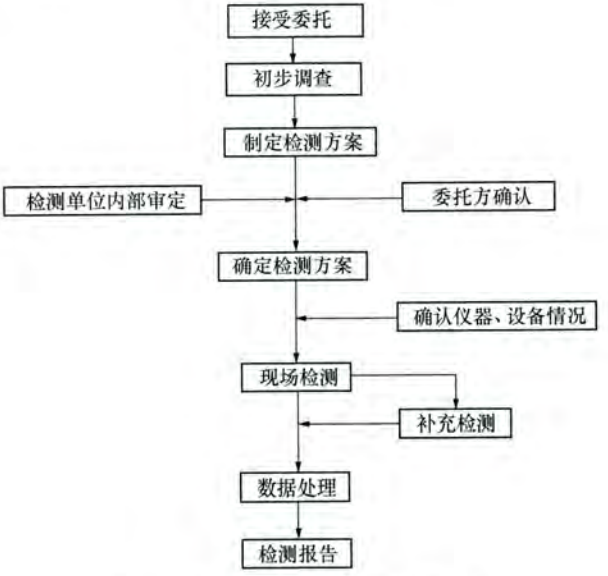


图 3.2.1 木结构现场检测工作流程

3.2.2 初步调查宜包括下列工作内容:

1 进一步明确委托方检测目的和具体要求;

2 收集被检测木结构的设计资料、施工资料和工程地质勘察报告等资料;

3 调查被检测木结构现状、环境条件、使用期间是否已进行过检测或维修加固情况以及用途与荷载等变更情况。

3.2.3 检测项目应根据现场调查情况确定,并应制定相应的检测方案。检测方案宜包括下列内容:

1 概况,包括设计依据、结构形式、建筑面积、总层数,

库七七 www.kqqw.com 提供下载

设计、施工及监理单位，建造年代等；

2 检测目的或委托方的检测要求；

3 检测依据，包括检测所依据的标准及有关的技术资料等；

4 检测项目和选用的检测方法以及检测的数量；

5 检测人员和仪器设备情况；

6 检测工作进度计划；

7 所需要委托方与检测单位配合的工作；

8 检测中的安全措施；

9 检测中的环保措施。

3.2.4 当发现检测数据数量不足或检测数据出现异常情况时，应进行补充检测。

3.3 检测方式与抽样方法

3.3.1 木结构现场检测可采取全数检测或抽样检测的方式。抽样检测时，宜采用随机抽样或约定抽样方法。

3.3.2 当遇到下列情况之一时，宜采用全数检测方式：

1 外观缺陷或表面损伤的检查；

2 受检范围较小或构件数量较少；

3 构件质量状况差异较大；

4 灾害发生后对结构受损情况的识别；

5 委托方要求进行全数检测。

3.3.3 木结构计数抽样检测时，其每批抽样检测的样本最小容量不应小于表 3.3.3 的限定值。

表 3.3.3 木结构计数抽样检测的样本最小容量

检测批的容量	检测类别和样本最小容量			检测批的容量	检测类别和样本最小容量		
	A	B	C		A	B	C
2～8	2	2	3	26～50	5	8	13
9～15	2	3	5	51～90	5	13	20
16～25	3	5	8	91～150	8	20	32

库七七 www.kqqw.com 提供下载

续表 3.3.3

检测批的容量	检测类别和样本最小容量			检测批的容量	检测类别和样本最小容量		
	A	B	C		A	B	C
151～280	13	32	50	10001～35000	125	315	500
281～500	20	50	80	35001～150000	200	500	800
501～1200	32	80	125	150001～500000	315	800	1250
1201～3200	50	125	200	>500000	500	1250	2000
3201～10000	80	200	315	—	—	—	—

注：1 表中A、B、C为检测类别，检测类别A适用于一般施工质量的检测，检测类别B适用于结构质量或性能的检测，检测类别C适用于结构质量或性能的严格检测或复检。

2 无特别说明时，样本为构件。

3.3.4 木结构计数抽样检测时，应根据检验批中不合格数，判断检验批是否合格。检验批的合格判定，应按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 相关规定执行。

3.3.5 对批量构件材料性能的特征值或均值作出推定时，可采用计量抽样的方案并提供被推定值的推定区间，计量抽样方案样本容量 n、推定区间限值系数，以及推定区间的计算方法，可按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 有关规定确定。

3.3.6 木结构的批量检测应采取随机抽样的方法，遇有下列情况时可采用约定抽样的方法：

1 委托方限定了抽样范围；

2 避免检测过程中出现安全事故或结构的破坏，选择易于实施检测的部位或构件；

3 结构功能性检测且现场条件受到限制。

3.4 检 测 报 告

3.4.1 检测报告应对所检测的项目作出是否符合设计文件要求或国家现行有关验收标准规定的结论，既有木结构的结构性能检

库七七 www.kqqw.com 提供下载

测报告应给出所检测项目的检测结论。

3.4.2 检测报告应包括下列内容：

1 委托单位名称；

2 建筑工程概况，包括工程名称、结构类型、规模、施工日期及现状等；

3 建设单位、设计单位、施工单位及监理单位名称；

4 检测原因、检测目的、检测环境，以往检测情况概述；

5 检测项目、检测方法及依据的标准；

6 抽样方案及数量；

7 检测日期，报告完成日期；

8 检测项目中的主要分类检测数据和汇总结果，检测结论；

9 主检、审核和批准人员的签名。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

4 材料性能检测

4.1 一般规定

4.1.1 力学性能现场检测测区或取样位置应布置在构件无缺陷、无损伤且具有代表性的部位，当构件存在缺陷、损伤或性能劣化现象时，检测报告应予以描述。

4.1.2 当委托方有特定要求时，宜对缺陷、性能劣化或损伤部位木材的力学性能进行专项测试。

4.1.3 当需要对木材进行树种鉴定时，应按国家现行有关标准执行。

4.2 木材物理性能检测

4.2.1 木材含水率抽检和判定规则应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的规定进行，木材含水率测定方法应按现行国家标准《木材含水率测定方法》GB/T 1931 的规定进行，木材密度测定按现行国家标准《木材密度测定方法》GB/T 1933 的规定进行。

4.2.2 烘干法测定含水率和密度时，取样方法应符合下列规定：

1 每栋建筑为一个检验批，每个检验批中每一树种的构件取样数量不应少于 5 根，每一树种的构件数量在 5 根以下时，全部取样；

2 每根构件应沿截面均匀截取 5 个尺寸为 20mm×20mm×20mm 的试样，应按现行国家标准《木材含水率测定方法》GB/T 1931 的有关规定测定每个试件中的含水率，以每根构件 5 个试件含水率的平均值作为木材含水率的代表值；

3 现场取样时应避免承重构件受损，宜在相同材质的非承重木构件或附属木构件上取样。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

4.2.3 电测法测定含水率时，应从检验批的同一树种、同一规格材、同一批木构件随机抽取5根为试样，应在每根试样距两端200mm处及中部设置测试部位。对于规格材或其他木构件，应在每个测试部位的四个面中部测定含水率；对于胶合木构件，应在构件两侧测定每层层板的含水率。

4.2.4 当进行木材含水率判定时，含水率测定值的最大值应符合下列规定：

1 对各类木结构工程质量现场检测时，其含水率测定值的最大值应符合现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206的有关规定；

2 对既有木结构的现场检测时，其含水率测定值的最大值不宜大于当地的平衡含水率。

4.2.5 现场检测木材密度可采用阻力仪检测法，检测操作方法与计算方法应按本标准附录A执行。当采用阻力仪检测法检测木材密度时，宜采用现场取样试验进行修正。

4.3 木材力学性能检测

4.3.1 木结构建筑中木材抗弯强度、抗弯弹性模量抽检应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206的规定进行，检测方法应按现行国家标准《木材抗弯强度试验方法》GB/T 1936.1的规定进行。

4.3.2 采用现场取样法进行木材抗弯强度检测，应符合下列规定：

1 取样时每栋建筑应为一个检验批，每个检验批中每一树种的构件取样数量应为3根，每根构件应在髓心外切取3个无疵弦向抗弯强度试件为一组。试样尺寸应符合现行国家标准《木材抗弯强度试验方法》GB/T 1936.1的规定。

2 除有特殊检测目的外，木材试样应没有缺陷、损伤及木节。

4.3.3 判定方木原木的木材强度等级时，检测获得的各组木材

库七七 www.kqqw.com 提供下载

抗弯强度试验平均值中的最低值应符合表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 木材抗弯强度试验平均值中的最低值

木材种类	针叶材				阔叶材				
强度等级	TC11	TC13	TC15	TC17	TB11	TB13	TB15	TB17	TB20
最低强度(N/mm^2)	44	51	58	72	58	68	78	88	98

4.3.4 采用现场取样法进行木材抗弯弹性模量检测，应符合下列规定：

1 取样时每栋建筑应为一个检验批，一个检验批中构件取样数量应为 3 根，每根构件应在髓心外切取 3 个抗弯弹性模量试件为一组，可与抗弯强度的测定用同一试件，先测定弹性模量后进行抗弯强度试验。试样尺寸应符合现行国家标准《木材抗弯弹性模量测定方法》GB/T 1936.2 的规定。

2 除有特殊检测目的外，木材试样应没有缺陷、损伤及木节。

4.3.5 现场检测木材抗弯强度、抗弯弹性模量可采用阻力仪和应力波检测法，本标准附录 A 给出了杉木、落叶松的力学性能检测方法。采用此方法检测其他树种力学性能时，应对计算公式进行验证并修正后使用。

4.3.6 当采用阻力仪检测法检测木材抗弯强度、抗弯弹性模量时，宜采用现场取样试验进行修正。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

5 尺寸偏差与变形检测

5.1 一般规定

5.1.1 构件尺寸偏差与变形检测可分为构件尺寸及偏差、倾斜、挠度等检测项目。

5.1.2 工程质量检测时，检验批的划分、抽样方法及判别规则应符合现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的有关规定。既有木结构建筑的结构性能检测时，检验批的划分、抽样方法应符合本标准第 3.3.2 条及第 3.3.3 条规定。

5.2 尺寸与偏差

5.2.1 木构件尺寸偏差检测设备应符合下列规定：

1 木结构构件制作偏差可采用塞尺、靠尺、钢尺等进行检测，圆度测量时，钢尺量程应大于所测构件直径；

2 用于木构件制作偏差检测量具精度不应小于 1mm。

5.2.2 木构件截面尺寸及其偏差检测应符合下列规定：

1 对于等截面构件和截面尺寸均匀变化的变截面构件，应分别在构件的中部和两端量取截面尺寸，按照实测值作为构件截面尺寸的代表值；

2 对于不均匀变化的变截面构件，应选取构件端部、截面突变的位置量取截面尺寸，取构件尺寸实测最小值作为该构件截面尺寸的代表值；

3 应将每个测点的尺寸实测值与设计图纸规定的尺寸进行比较，计算每个测点尺寸偏差值。

5.2.3 对于难以直接测量截面尺寸的木构件，检测其尺寸及其偏差时，可采用三维激光扫描仪或全站仪等仪器测量。

5.2.4 截面尺寸及偏差测量时，应同时对所测构件的含水率进

库七七 www.kqqw.com 提供下载

行检测。

5.2.5 对于设计、施工阶段采用建筑信息化模型技术的木结构建筑，在检测其尺寸及偏差时，可采用三维激光扫描仪结合建筑信息化模型进行测量。

5.3 变形检测

5.3.1 木结构或构件变形检测应符合下列规定：

1 变形检测可分为结构整体垂直度、构件垂直度、弯曲变形、跨中挠度等项目；

2 在对木结构或构件变形检测前，宜局部清除饰面层。当构件各测试点饰面层厚度接近，且不影响评定结果时，可不清除饰面层。

5.3.2 木结构或构件变形检测主要设备应符合下列规定：

1 木结构或构件变形检测可采用水准仪、经纬仪、全站仪等仪器；

2 用于木结构或构件变形的测量仪器及其精度应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定，精度不应低于三级。

5.3.3 木结构或构件倾斜可采用投点法、测水平角法、吊垂球法、激光扫描法等。

5.3.4 测量木结构整体或构件倾斜宜采用全站仪，检测应符合下列规定：

1 仪器应架设在倾斜方向线上距照准目标 1.5 倍～2.0 倍目标高度的固定位置；

2 木结构整体倾斜观测点及底部固定点应沿着对应测站点的建筑主体竖直线，在顶部和底部上下对应布置；对于分层倾斜，应按分层部位上下对应布置；

3 木结构整体或构件倾斜，应测量顶部相对底部的水平位移分量与高差，并计算垂直度及倾斜方向；

4 对于上下两端直径不同的木构件，考虑其直径大小头的

库七七 www.kqqw.com 提供下载

特殊性，可分别选取顶部中心相对于底部中心的水平位移分量，通过实测水平距离计算构件倾斜量。

5.3.5 测量木构件的挠度，宜采用全站仪或拉线法，检测应符合下列规定：

1 木构件挠度观测点应沿构件的轴线或边线布设，分别在支座及跨中位置布置测点，每一构件不得少于3点；

2 当使用全站仪检测时，应在现场光线具备观测条件下进行；

3 应避免在测试结构或测试场地存在振动时进行全站仪检测。

5.3.6 当采用激光扫描测量方法进行木结构建筑位移观测时，应符合下列规定：

1 基准点应设置在变形区域外，数量不少于4个且应分布均匀。基准点的坐标应采用全站仪，按现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8关于工作基点测量的要求进行测定。

2 基准点和监测点应设置标靶，并应采用与激光扫描仪配套的标靶。标靶布设应牢固可靠，宜采用遮光防水膜保护，每次测量后应及时遮盖。

5.3.7 当采用激光扫描测量进行变形观测时，除应提交各类变形测量成果图表外，尚应提交下列资料：

1 激光扫描监测点、基准点及测站分布图；

2 激光扫描标靶成果及处理记录；

3 坐标转换成果及处理记录；

4 激光扫描点云数据。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

6 缺陷检测

6.1 一般规定

6.1.1 木构件缺陷检测应分为裂缝、腐朽、虫蛀等项目。木构件缺陷程度的分级应按表 6.1.1 的规定执行。

表 6.1.1 木构件缺陷程度分级

缺陷分级	状态
0	材质完好
1	轻微腐朽或虫蛀
2	明显腐朽或虫蛀
3	严重腐朽或虫蛀
4	腐朽或虫蛀至损毁程度

6.1.2 木构件外观缺陷应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 的有关规定进行分类并判定其严重程度。

6.2 裂缝检测

6.2.1 现场检测时，宜对受检范围内构件外观缺陷进行全数检查；当不具备全数检查条件时，应注明未检查的构件或区域。

6.2.2 木构件裂缝宽度检测应符合下列规定：

1 当木构件裂缝处在外表面部位，表面裂缝宽度可直接采用塞尺或直尺进行测量；

2 当木构件裂缝处在隐蔽或不利于操作检查的部位，裂缝宽度宜采用阻力仪检测法或 X 射线检测法进行检测。

6.2.3 木构件裂缝深度检测应符合下列规定：

1 采用超声波法测裂缝深度时，被测裂缝不得有积水和泥浆等；

2 采用 X 射线检测法检测裂缝深度时，射线透照方向宜与

库七七 www.kqqw.com 提供下载

裂缝深度方向垂直。

6.2.4 构件裂缝长度宜采用钢尺或卷尺量测。

6.2.5 构件外观缺陷检测结果应用列表或图示方法表述，并宜反映外观缺陷在受检范围内的分布特征。

6.3 腐朽检测

6.3.1 木构件表面腐朽可通过目测法判断腐朽程度，目测法可采用肉眼观察或尺规测量。

6.3.2 内部腐朽检测宜采用探针检测法、阻力仪检测法、应力波检测法以及X射线检测法等非破坏性检测方法。

6.3.3 对接触地面或长期处于潮湿环境下的木构件应全数检测。对单根构件检测宜从柱底开始，在距柱底1000mm范围内，检测部位间隔宜取200mm；距柱底1000mm以上部位，检测部位间隔宜取500mm。每个部位应至少从2个方向检测，直至检测到无腐朽为止。

6.3.4 对非接触地面的木构件，检测数量不宜少于3个构件，目视判断或疑似有腐朽的情况下，应从有腐朽的部位开始，向长度方向的两侧延伸，延伸间隔宜取200mm。每个部位应至少从2个方向检测，直至检测到无腐朽为止。

6.3.5 探针检测法可用于表层0～40mm范围的木材内部腐朽检测，同一木构件在腐朽和未腐朽部位应分别进行探针检测，且检测方向应相同，同一部位应设置不少于3个检测点。腐朽程度的探针检测分级应按表6.3.5的规定执行。

表6.3.5 腐朽程度的探针检测分级

缺陷分级	探针打入深度增加率 R_p（%）
0	$R_r=0$
1	$0<R_r\leqslant 25$
2	$25<R_r\leqslant 60$
3	$60<R_r\leqslant 90$
4	$R_r>90$

库七七 www.kqqw.com 提供下载

6.3.6 应根据腐朽部位的探针打入深度计算探针打入深度增加率。探针打入深度增加率应按下式计算，精确到0.1%：

$$R_p = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \tag{6.3.6}$$

式中：R_p——探针打入深度增加率（%）；

L_0——未腐朽部位的探针打入深度（mm）；

L_1——腐朽部位的探针打入深度（mm）。

6.3.7 阻力仪检测法可用于0～500mm范围的深层腐朽检测，检测操作方法与计算方法应按本标准附录B的规定进行。腐朽程度的阻力仪检测法分级应按表6.3.7的规定执行。

表6.3.7 腐朽程度的阻力仪检测法分级

缺陷分级	阻力值降低率 R_r（%）
0	$R_r=0$
1	$0<R_r\leqslant 15$
2	$15<R_r\leqslant 25$
3	$25<R_r\leqslant 35$
4	$R_r>35$

6.3.8 应根据腐朽部位的阻力平均值和未腐朽部位阻力平均值计算阻力值降低率。阻力值降低率应按下式计算，精确到0.1%：

$$R_r = \frac{r_0 - r_1}{r_0} \times 100\% \tag{6.3.8}$$

式中：R_r——阻力值降低率（%）；

r_0——未腐朽部位阻力平均值；

r_1——腐朽部位阻力平均值。

6.3.9 应力波法可用于构件全截面腐朽检测，木构件的腐朽面积精确测量宜采用断层成像仪与阻力仪相结合的检测方法，检测操作方法与计算方法应按本标准附录B的规定进行。应力波法腐朽程度的检测分级应按表6.3.9的规定执行。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

表 6.3.9 应力波法腐朽程度的检测分级

缺陷分级	截面内腐朽面积占比 R_a（%）
0	$R_a=0$
1	$0<R_a\leqslant 10$
2	$10<R_a\leqslant 30$
3	$30<R_a\leqslant 60$
4	$R_a>60$

6.3.10 应根据腐朽部位的面积检测值和整个构件截面面积，计算截面内腐朽面积占比。腐朽面积占比应按下式计算，精确到 0.1%：

$$R_a=\frac{A_0}{A}\times 100\% \tag{6.3.10}$$

式中：R_a——截面内腐朽面积占比（%）；

A——构件截面面积（mm^2）；

A_0——腐朽部位的面积（mm^2）。

6.3.11 对腐朽等级超过 3 级的构件，宜通过生长锥取样，对腐朽状况进行实物确定。

6.3.12 对于关键部位的腐朽检测，可采用 X 射线检测法辅助其他方法进行腐朽程度的判断，X 射线检测法的具体操作流程可按本标准附录 C 的规定进行。

6.4 虫蛀检测

6.4.1 虫蛀检测应包括木构件内部虫蛀孔洞检测及白蚁活体检测。木构件内部虫蛀孔洞的检测方法及分类等级宜按本标准 6.3 节的腐朽检测方法执行，白蚁活体检测宜采用温度检测法、湿度检测法和雷达检测法。

6.4.2 对白蚁活体进行检测时，应符合下列规定：

1 白蚁活体检测可通过目测判断白蚁侵害程度，应拍照、记录取证。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

2 对接触地面的木构件，应对近地端长度1000mm内的部位进行白蚁活体检测。对非接触地面的木构件，应对屋架上下弦两端长度1000mm、楼板贴墙长度500mm部位以及檩、椽、梁的支座部位进行白蚁活体检测。

3 当采用温度检测法检测白蚁时，温度传感器显示温差有变化，变化幅度大于3℃时，可判断有白蚁。

4 当采用湿度检测法检测白蚁时，湿度传感器显示湿度显示变化，湿度差大于30%时，可判断有白蚁。

5 当采用雷达检测法检测白蚁时，应将雷达传感器静止放置或固定，可用加速度计来校核有无人为振动。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

7 防护性能检测

7.1 一般规定

7.1.1 木构件所使用的防腐、防虫药剂应符合设计文件标明的构件使用环境类别。

7.1.2 木结构的使用环境应按表 7.1.2 的规定进行分类。

表 7.1.2 木结构的使用环境

使用环境分类	使用条件	应用环境
C1	户内，且不接触土壤	在室内干燥环境中使用，能避免气候和水分的影响
C2	户内，且不接触土壤	在室内环境中使用，有时受潮湿和水分的影响，但能避免气候的影响
C3	户外，但不接触土壤	在室外环境中使用，暴露在各种气候中，包括淋湿，但不长期浸泡在水中
C4	户外，且接触土壤或浸在淡水中	在室外环境中使用，暴露在各种气候中，且与地面接触或长期浸泡在淡水中

7.1.3 构件防护性能的现场检测应包括药剂有效成分的载药量和透入度两项指标。

7.2 防护性能检测

7.2.1 木构件防护剂透入度的检测应符合下列规定：

1 每检验批应随机抽取 5 根～10 根构件，均匀钻取芯样，油性药剂芯样应为 20 个，水性药剂芯样应为 48 个；

2 检测方法应采用化学药剂显色的方法，测量样品被浸润部分的显色长度。

7.2.2 木构件防护剂载药量的检测应符合下列规定：

1 现场取样后带回实验室，应采用化学滴定方法或 X 射线

库七七 www.kqqw.com 提供下载

荧光分析仪的方法；

2 透入度和载药量的测试样品，在取样时应避开裂纹、木节、刻痕孔和避免过于靠近构件端部。

7.2.3 透入度和载药量的测试应按现行国家标准《木结构试验方法标准》GB/T 50329 的规定进行。

7.2.4 锯材、方材或原木构件载药量应符合表 7.2.4 的规定。

表 7.2.4 锯材、方材或原木构件载药量

防护剂			活性成分	组成比例（%）	最低载药量（kg/m³）			
类别	名称				使用环境			
					C1	C2	C3	C4A
水溶性	硼化合物		三氧化二硼	100	2.8	2.8	NR	NR
	季铵铜 ACQ	ACQ-2	氧化铜	66.7	4.0	4.0	4.0	6.4
			二癸基二甲基氯化铵 DDAC	33.3				
		ACQ-3	氧化铜	66.7	4.0	4.0	4.0	6.4
			十二烷基苄基二甲基氯化铵 BAC	33.3				
		ACQ-4	氧化铜	66.7	4.0	4.0	4.0	6.4
			DDAC	33.3				
	铜唑 CuAz	CuAz-1	铜	49	3.3	3.3	3.3	6.5
			硼酸	49				
			戊唑醇	2				
		CuAz-2	铜	96.1	1.7	1.7	1.7	3.3
			戊唑醇	3.9				
		CuAz-3	铜	96.1	1.7	1.7	1.7	3.3
			丙环唑	3.9				
		CuAz-4	铜	96.1	1.0	1.0	1.0	2.4
			戊唑醇	1.95				
			丙环唑	1.95				

库七七 www.kqqw.com 提供下载

续表 7.2.4

防护剂		活性成分	组成比例（%）	最低载药量（kg/m³）			
类别	名称			使用环境			
				C1	C2	C3	C4A
水溶性	唑醇啉 PTI	戊唑醇	47.6	0.21	0.21	0.21	NR
		丙环唑	47.6				
		吡虫啉	4.8				
	酸性铬酸铜 ACC	氧化铜	31.8	NR	4.0	4.0	8.0
		三氧化铬	68.2				
	柠檬酸铜 CC	氧化铜	62.3	4.0	4.0	4.0	NR
		柠檬酸	37.7				
油溶性	8-羟基唑啉酮 Cu8	铜	100	0.32	0.32	0.32	NR
	环烷酸铜 CuN	铜	100	NR	NR	0.64	NR

注：1 硼化合物包括硼酸、四硼酸钠、无硼酸钠、八硼酸钠等及其混合物；

2 NR 为不建议使用。

7.2.5 锯材、方木或原木构件防护剂透入度检测应符合表 7.2.5 的规定。

表 7.2.5 锯材、方木或原木构件防护剂透入度检测

木材特征	透入深度或边材透入率		钻孔采样数量（个）	合格率（%）
	$t<125$mm	$t\geq125$mm		
无刻痕	63mm 或 85%（C1、C2）、90%（C3、C4A）		20	80
刻痕	10mm 或 85%（C1、C2）、90%（C3、C4A）	13mm 或 85%（C1、C2）、90%（C3、C4A）	20	80

7.2.6 胶合木构件防护剂透入度应符合表 7.2.6 的规定。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

表 7.2.6　胶合木构件防护剂透入度

防护剂			最低载药量（kg/m^3）			
类别	名称		使用环境			
			C1	C2	C3	C4A
水溶性	硼化合物		2.8	2.8	NR	NR
	季铵铜 ACQ	ACQ-2	4.0	4.0	4.0	6.4
		ACQ-3	4.0	4.0	4.0	6.4
		ACQ-4	4.0	4.0	4.0	6.4
	铜唑 CuAz	CuAz-1	3.3	3.3	3.3	5.5
		CuAz-2	1.7	1.7	1.7	3.3
		CuAz-3	1.7	1.7	1.7	3.3
		CuAz-4	1.0	1.0	1.0	2.4
	唑醇啉 PTI		0.21	0.21	0.21	NR
	酸性铬酸铜 ACC		NR	4.0	4.0	8.0
	柠檬酸铜 CC		4.0	4.0	4.0	NR
油溶性	8-羟基唑啉酮 Cu8		0.32	0.32	0.32	NR
	环烷酸铜 CuN		NR	NR	0.64	NR

注：NR 为不建议使用。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

8 连接节点质量检测

8.1 一般规定

8.1.1 当榫卯连接、螺栓连接以及植筋连接在现场不便直接测量时，宜采用X射线检测法进行节点性能检测，X射线探测节点的方法应符合本标准附录C的规定。

8.2 榫卯连接检测

8.2.1 榫卯完整性检查，应对外观进行检查并记录是否存在下列现象：

1 腐朽、虫蛀；

2 榫头可见部位裂缝、折断、残缺；

3 卯口周边劈裂，节点松动。

8.2.2 榫卯拔榫量测量应符合下列规定：

1 采用钢直尺或者卷尺测量榫卯脱开距离作为拔榫量，当榫头各部位拔榫量不一致时，应取大值；

2 柱与梁、枋之间拔榫量应符合现行国家标准《古建筑木结构维护与加固技术标准》GB/T 50165的有关规定。

8.2.3 榫卯连接紧密度测量应符合下列规定：

1 应采用楔形塞尺测量榫头与卯口之间各边的空隙尺寸，斗拱构件的榫卯间隙允许偏差应为1mm，其他榫卯结构节点的间隙允许偏差应符合表8.2.3的规定；

表8.2.3 榫卯结构节点的间隙允许偏差

柱直径 D（mm）	$D\leqslant 200$	$200<D\leqslant 300$	$300<D\leqslant 500$	$D>500$
允许偏差（mm）	3	4	6	8

2 对于榫卯无空隙处，应检查并记录是否存在局部凹陷、

库七七 www.kqqw.com 提供下载

木纤维褶皱、局部纤维剪断等局部承压破坏的情况；

3 应检测榫卯倾斜转角与主构件倾斜转角是否一致，当不一致时，应补充检查榫头是否有折断点；

4 应测量榫头或卯口处的压缩变形，横纹压缩变形量不应大于4mm。

8.3 螺栓连接检测

8.3.1 螺栓连接的检查数量应为连接节点数量的10%，且不应少于10个。

8.3.2 螺栓连接检测应符合下列规定：

1 螺帽拧紧后螺栓外露长度不应小于螺杆直径的80%，且外露丝扣不应少于2扣。螺纹段剩留在木构件内的长度不应大于螺杆直径的1.0倍。

2 螺栓连接采用钢垫圈时，垫圈的厚度不应小于直径或者边长的1/10，且不应小于螺栓直径的30%。方形垫板的边长不应小于螺杆直径的3.5倍，圆形垫圈的直径不应小于螺杆直径的4.0倍。

3 螺栓的端距、间距、边距和行距除应符合设计文件要求外，尚应符合现行国家标准《木结构设计标准》GB 50005的有关规定。

4 螺栓孔直径不应大于螺杆直径1mm。

8.3.3 螺栓连接应满足设计文件要求，并应符合现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206、《木结构设计标准》GB 50005以及《胶合木结构技术规范》GB/T 50708等的规定。

8.4 植筋连接检测

8.4.1 对于新建木结构工程，木结构植筋连接施工质量宜进行抗拔承载力的现场检验。

8.4.2 木结构植筋抗拔承载力现场检验可分为非破坏性检验和破坏性检验。对于一般结构及非结构构件，宜采用非破坏性检

库七七 www.kqqw.com 提供下载

验；对于重要结构构件及生命线工程非结构构件，宜在受力较小的次要连接部位，采用破坏性检验。

8.4.3 现场检测试样应符合下列规定：

1 植筋抗拔承载力现场非破坏性检验可采用随机抽样方法取样；

2 同规格、同型号、基本相同部位的锚栓可组成一个检验批。抽取数量应按每批植筋总数的1‰计算，且不应少于3根。

8.4.4 现场检测仪器设备应符合下列规定：

1 现场检测用的仪器、设备，如拉拔仪、荷载传感器、位移计等，应定期检定。

2 加荷设备应按规定的速度加荷，测力系统整机误差应为全量程的±2%。

3 加荷设备应保证所施加的拉伸荷载始终与植筋的轴线一致。

4 位移计宜连续记录。当不能连续记录荷载位移曲线时，可分阶段记录，在到达荷载峰值前，记录点应在10点以上。位移测量误差不应大于0.02mm。

5 位移计应保证测量出植筋相对于基材表面的垂直位移，直至锚固破坏。

8.4.5 现场检测方法应符合下列规定：

1 加荷设备支撑环内径D_0应满足下式要求：

$$D_0 \geqslant \max(12d, 250\text{mm}) \tag{8.4.5}$$

2 植筋拉拔检验可选用下列两种加荷制度：

1） 连续加载，以匀速加载至设定荷载或锚固破坏，加载速度为(2.5±0.5)mm/min；

2） 分级加载，以预计极限荷载的10%为一级，逐级加荷，每级荷载保持1min～2min，至设定荷载或锚固破坏。

3 非破坏性检验，荷载检验值应取$0.9A_s f_{yk}$。

8.4.6 现场检测结果评定应符合下列规定：

库七七 www.kqqw.com 提供下载

1 非破坏性检验荷载下，以木材基材无裂缝、植筋无滑移等宏观损伤现象，且持荷期间荷载降低小于或等于5%时为合格。当非破坏性检验为不合格时，应另抽不少于3个植筋做破坏性检验判断。

2 对于破坏性检验，植筋的极限抗拔力应满足下列公式要求：

$$N_{Rm}^{c} \geqslant \gamma_u N_{sd} \tag{8.4.6-1}$$

$$N_{Rmin}^{c} \geqslant N_{Rk} \tag{8.4.6-2}$$

式中：N_{Rm}^{c}——植筋极限抗拔力实测平均值（N）；

N_{sd}——植筋拉力设计值（N）；

γ_u——植筋承载力检验系数允许值，对于植筋破坏：结构件取1.80，非结构件取1.65；对于木材劈裂破坏或植筋拔出破坏（包括沿胶筋界面破坏和胶木界面破坏）：结构构件取3.3，非结构构件取2.4；

N_{Rmin}^{c}——植筋极限抗拔力实测最小值（N）；

N_{Rk}——植筋极限抗拔力标准值（N）。

3 当试验结果不满足上述两款的规定时，应依据试验结果，研究采取专门处理措施。

8.5 金属连接件检测

8.5.1 金属连接件的现场检测项目和检测方法应符合下列规定：

1 应对各种金属连接件的类别、规格、数量等进行全面检测，可采用目测法；

2 应对金属连接件的安装位置和方式、安装偏差、变形、松动以及金属齿板的板齿拔出等进行全面检测，可采用目测法或用卡尺进行检测；

3 应对连接处木构件之间的缝隙、木构件受压抵承面之间的局部间隙以及木构件的开裂情况进行全面检测，可用卡尺或塞尺进行检测；

库七七 www.kqqw.com 提供下载

4 对金属齿板连接，尚应对连接处木材的表面缺陷面积、板齿倒伏面积以及木材的劈裂情况等按检验批全数的20%进行抽样检测，可采用目测法或用卡尺测量；

5 应对金属连接件的锈蚀情况进行全面检测。检测时，可按现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理　表面清洁度的目视评定　第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1确定锈蚀等级。对于锈蚀等级为D级的连接件，尚应采用测厚仪或游标卡尺检测连接件的厚度削弱程度。

8.5.2 金属连接件采用的钢材品种及性能应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206的规定进行检测。

8.5.3 金属连接件的厚度应用游标卡尺检测。当无法用游标卡尺检测时，可按现行国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621的规定，采用超声测厚仪进行检测。检测时，应取连接件的3个不同部位进行检测，并取3个测试值的平均值作为连接件厚度的代表值。

8.5.4 金属连接件的焊缝质量应按现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206的规定进行检测。

8.5.5 金属连接件防腐层的检测，应在外观检查合格后，按下列规定进行：

1 当金属连接件采用镀锌钢板制作时，对连接件的锌层质量可按现行国家标准《钢产品镀锌层质量试验方法》GB/T 1839的规定进行抽样检测；

2 当金属连接件采用油漆类防锈涂层时，可采用涂层测厚仪，按现行国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621的规定进行检测。

8.5.6 当金属连接件直接暴露在外并用防火涂层进行防护时，应在外观检查合格后，对连接件的涂层厚度进行抽样检测。对薄型防火涂层可采用涂层测厚仪进行检测；对厚型防火涂层可采用卡尺、探针等进行检测。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

9 结构性能检测

9.1 一般规定

9.1.1 结构性能检测应分为结构静力性能检测、结构动力性能检测两部分。

9.1.2 结构静力性能检测，应根据材料力学性能、尺寸偏差、变形、损伤及内部缺陷等情况，确定木结构的静力计算参数。

9.1.3 结构动力性能检测，应通过测点处采集的速度或加速度的信号进行处理，获得结构的振型、自振频率、阻尼比等结构模态参数。

9.1.4 对初步调查时发现结构体系主要连接节点不可靠、无有效支撑、存在失稳可能的，或存在不利的结构构造及明显变形等情况的，应在材料性能、节点性能、缺陷及损伤检测后，制定静力、动力性能检测方案，再进行结构性能检测。

9.2 结构静力性能检测

9.2.1 结构静力性能检测是以静载试验为现场检测方法，对单个或几个构件进行原位加载，其构件选取应考虑下列因素：

1 具有代表性的构件，且宜处于荷载较大、抗力较弱的部位；

2 便于搭设操作平台、实施加载和布置测点；

3 受检构件宜按照同施工条件、同施工材料、同施工方法划分检验批，在不同检验批中分别选取代表性构件进行试验；

4 试验过程不应对结构造成损伤。

9.2.2 静载试验加载过程应符合下列规定：

1 确定试验目的，选定试验构件，应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《木结构设计标准》GB 50005

库七七 www.kqqw.com 提供下载

以及设计文件的规定，计算试验荷载。

2 施加荷载应包括预加载和正式加载两部分。加载过程应符合下列规定：

1）预加载宜为试验荷载的5%，正式加载宜分5级～8级进行；

2）当荷载累加值低于试验总荷载60%时，每级加载幅度宜为试验总荷载的15%～20%；

3）当荷载累加值超过试验总荷载60%时，每级加载幅度宜为试验荷载的5%～10%；

4）每级加载间歇不应少于15min，且需所测数据稳定时才能进行下一级加载。最后一级荷载施加后持荷时间不宜少于60min。

9.2.3 加载方式可根据实际情况选择下列方式：

1 楼板、屋盖宜采用注水、表面重物堆载，重物堆载应避免起拱效应；

2 梁类构件宜采用水囊、表面重物堆载、悬挂重物等。

9.2.4 静载试验过程中基本观测项目应包括下列内容：

1 测点处应变、挠度；

2 裂缝的出现及扩展情况；

3 其他可能存在的扭转、倾斜等变形情况。

9.2.5 加载过程中，当出现下列情况之一时，应立即停止加载：

1 测点的挠度已达到挠度限值或者设计计算值；

2 测点的应变已达到理论计算限值；

3 构件出现裂缝或变形急剧发展；

4 发生其他形式的意外试验现象；

5 荷载达到最大试验荷载。

9.2.6 加载过程中应将各测点挠度、应变的计算值与稳定实测值对比，以调整加载速度。

9.2.7 加载全部完成或加载终止后应分级卸载，卸载分级宜与加载分级一致，最大不应超过加载分级的2倍。每级卸载间歇不

库七七 www.kqqw.com 提供下载

宜少于15min，卸载过程中应测读数据，至卸载完成后，空载不少于60min，并记录稳定数据值及构件表面情况。

9.3 结构动力性能检测

9.3.1 符合下列情况之一的木结构，宜进行结构动力性能检测：

1 古建筑及灾后的木结构；

2 结构局部动力响应过大的；

3 需要进行抗震、抗风或其他激励下的动力响应计算的。

9.3.2 结构动力性能检测的测试方法、数据处理应按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344的有关规定执行。

9.3.3 对日常生活行为、道路交通、邻近建筑施工和其他工业活动导致的振动影响，其振动测试要求、评价标准应按现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868和《古建筑防工业振动技术规范》GB/T 50452的规定执行。

9.3.4 对受到爆破振动影响的木结构，其测试要求、评价标准应按现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722的规定执行。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

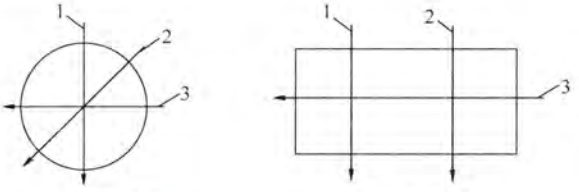
附录 A　应力波、阻力仪检测木材力学性能方法

A.0.1　非破损检测力学性能取样应符合下列规定：

1　取样时每栋建筑应为一个检验批，每个检验批中测试构件数量不应少于总构件数量的 10%，且不应少于 3 个构件；

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

A.0.2　阻力仪检测法检测木构件力学性能时，每个构件应至少钻取 3 个测点，取三者平均值作为该试件的阻力值，3 个测点不应位于同一横截面。应沿构件木材横纹方向钻入，并垂直于构件表面（图 A.0.2）。



(a) 圆形截面　　(b) 矩形截面

图 A.0.2　典型截面阻力仪检测示意

1—检测方向 1；2—检测方向 2；3—检测方向 3

A.0.3　应力波检测法测量木构件力学性能应符合下列规定：

1　应力波测量仪的两个探针应沿被测木构件长度方向插入其表层，记录两探针插入点间距，两探针间距宜为 600mm，探针与试件长度方向夹角应为 30°～45°（图 A.0.3）；

2　应取连续敲击测定五次所得传播时间读数的平均值作为测定结果，根据两探针间距和应力波传播时间计算出应力波传播

库七七 www.kqqw.com 提供下载

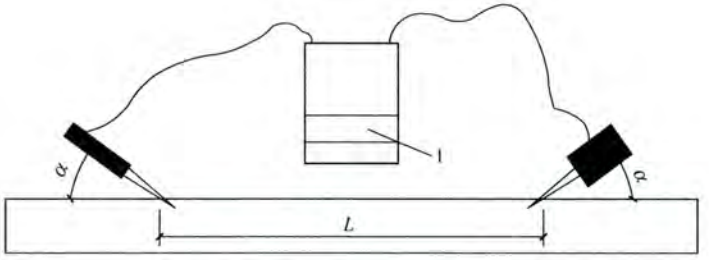


图 A.0.3 构件纵向应力波检测示意

1—应力波检测仪；α—探针与试件长度方向夹角；L—测点距离

速度。

A.0.4 落叶松的力学性能检测，应采用阻力仪与应力波结合检测法，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，按下列公式计算：

$$v_9 = 0.858v_x + 0.014MC_{xv} + 0.536 \quad (A.0.4\text{-}1)$$

$$F_9 = 0.655F_x + 0.125MC_{xv} + 26.733 \quad (A.0.4\text{-}2)$$

$$\rho_9 = 3.8536F_x + 354.9 \quad (A.0.4\text{-}3)$$

$$\sigma_{b9} = 0.0298F_9v_9^2 + 35.4 \quad (A.0.4\text{-}4)$$

$$E_9 = 0.0041F_9v_9^2 + 5.353 \quad (A.0.4\text{-}5)$$

式中：v_9——含水率 9%时的应力波速度（km/s）；

F_9——含水率 9%时的微钻阻力值（示值）；

ρ_9——含水率 9%时的密度（kg/m³）；

v_x——含水率 x%时的应力波速度（km/s）；

F_x——含水率 x%时的微钻阻力值（示值）；

E_9——含水率 9%时的抗弯弹性模量（GPa）；

σ_{b9}——含水率 9%时的抗弯强度（MPa）；

MC_{xv}——含水率 x%，适用含水率范围 6%～16%。

A.0.5 标准含水率 12%时的抗弯弹性模量、抗弯强度可由含水率 9%时的抗弯弹性模量 E_9、抗弯强度 σ_{b9} 按下列公式推算：

$$E_{12} = 0.955E_9 \quad (A.0.5\text{-}1)$$

$$\sigma_{b12} = 0.88\sigma_{b9} \quad (A.0.5\text{-}2)$$

库七七 www.kqqw.com 提供下载

式中：E_{12} ——含水率12%时的抗弯弹性模量（GPa）；

σ_{b12} ——含水率12%时的抗弯强度（MPa）。

A.0.6 杉木的力学性能检测，现场检测宜采用阻力仪检测的方法，含水率12%时的 σ_{b12} 和 E_{12} 可按下列公式计算：

$$\sigma_{bx} = 0.40F_x + 22.74 \qquad \text{(A.0.6-1)}$$

$$E_x = 0.1934F_x + 2.168 \qquad \text{(A.0.6-2)}$$

$$\sigma_{b12} = \sigma_{bx}[1 + 0.04(MC_{xv} - 12)] \qquad \text{(A.0.6-3)}$$

$$E_{12} = E_x[1 + 0.015(MC_{xv} - 12)] \qquad \text{(A.0.6-4)}$$

式中：F_x ——含水率 x%时的微钻阻力值（示值）；

σ_{bx} ——含水率 x%时的抗弯强度（MPa）；

E_x ——含水率 x%时的抗弯弹性模量（GPa）；

MC_{xv} ——含水率 x%，适用含水率范围（9%～15%）；

E_{12} ——含水率12%时的抗弯弹性模量（GPa）；

σ_{b12} ——含水率12%时的抗弯强度（MPa）。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

附录 B　阻力仪和应力波检测木构件缺陷方法

B. 0. 1　阻力仪检测法检测木构件缺陷应符合下列规定：

1　当采用阻力仪检测法时，宜采用特制钢架等固定装置进行操作，检测宜垂直于木构件的长度方向进行，应保证钻针始终垂直于木构件表面，同时应保持钻针进入木构件时角度不发生变化；

2　对木构件中贴近楼面、地面等不易进行垂直构件长度方向检测的部位，可在阻力仪端部安装 45°钻孔适配器进行斜向检测。

B. 0. 2　应力波检测法检测木构件缺陷应符合下列规定：

1　选定木构件待检测断面时，应记录木构件断面详细尺寸、形状及检测位置，测量中检测断面宜选择 1 个～3 个；

2　当采用应力波检测法检测构件断面时，应确保每个传感器间连接良好，传感器应均匀分布（图 B. 0. 2），相邻传感器间距不应大于 100mm；木构件直径或宽度不小于 300mm 时，传感器布置数量不宜少于 10 个；

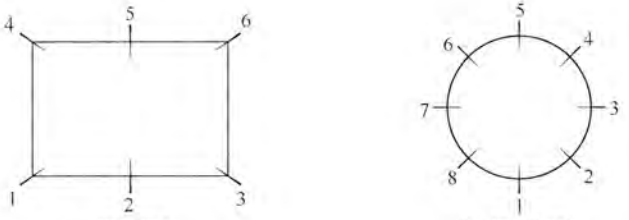


图 B. 0. 2　构件截面传感器布置示意

1～8—检测位置及方向

3　当采用应力波检测法敲击传感器时，应逐个敲击传感器

库七七 www.kqqw.com 提供下载

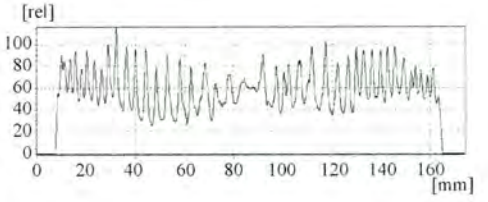
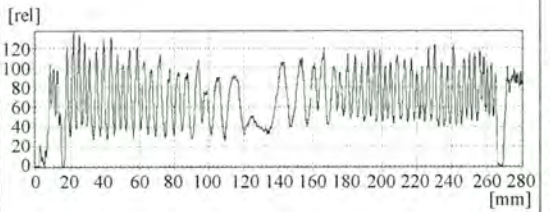
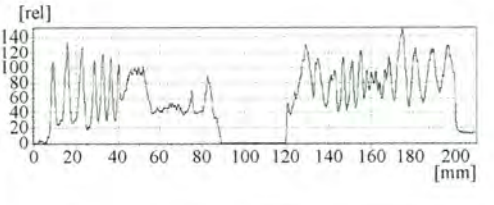
振动销，每个传感器敲击不少于5次。

B.0.3 主要木构件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。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.0.4 木构件缺陷检测判定应符合下列规定：

1 根据阻力值曲线的变化，可将钻头测定的全区域分为无缺陷区、腐朽虫蛀区、裂缝或空洞三类区段，各区段的判别方法可按表B.0.4确定。

表B.0.4 阻力值曲线判别木材缺陷的参考方法

区段分类	典型阻力值曲线图	典型曲线特征分析
无缺陷区		曲线总体较为平稳、均匀并呈现连续的波峰-波谷现象，通常，波峰处木材密度较大，波谷处木材密度相对较小
腐朽虫蛀区		曲线中相对阻力值明显下降，但过渡区坡度较缓。相对阻力值下降越多说明该区段木材腐朽越严重
裂缝或空洞区		曲线中相对阻力值发生突降，曲线坡度非常陡，且相对阻力值接近于零，说明该区段为裂缝或空洞

库七七 www.kqqw.com 提供下载

2 当采用应力波扫描仪获得木构件测定断面的彩色图像时，图像的颜色应直观显示木构件的健康状况，并且图像颜色的分布应由波速值大小决定，颜色由紫红色过渡到绿色表示波速由低值逐渐增大至高值（图 B.0.4）。

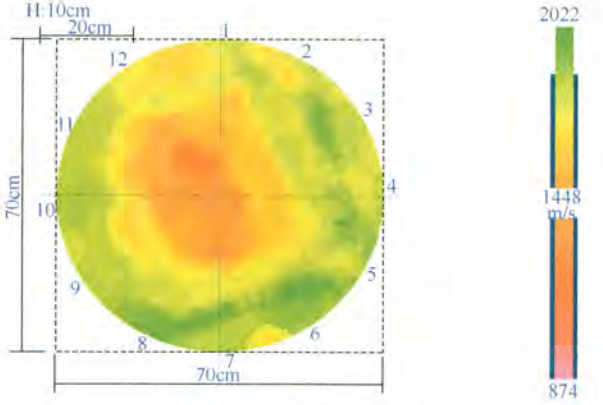


图 B.0.4 应力波扫描结果

3 应对木构件断面材质的应力波扫描断面图的缺陷大小面积进行偏差修正。采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应按下式进行：

$$A_r = A_i \times \frac{L_{r1} \times L_{r2}}{L_{i1} \times L_{i2}} \qquad (B.0.4)$$

式中：A_i——应力波扫描仪检测的缺陷面积（mm^2）；

A_r——阻力仪修正的缺陷面积（mm^2）；

L_{r1}——单路径（第 1 条路径）上阻力仪检测缺陷长度（mm）；

L_{r2}——单路径（第 2 条路径）上阻力仪检测缺陷长度（mm）；

L_{i1}——第 1 条路径上对应的应力波扫描仪检测缺陷长度（mm）；

L_{i2}——第 2 条路径上对应的应力波扫描仪检测缺陷长度（mm）。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

附录C　X射线检测法

C.0.1　X射线检测系统的各项设备参数应符合下列规定：

1　射线机最大管电压不宜小于100kV；

2　数字探测器的动态范围不应小于2000∶1，A/D转换位数不应小于12bit，探测器供应商应提供探测器的坏像素表和坏像素校正方法；

3　数字成像系统软件应包含叠加降噪、对比度增强等基本数字图像处理功能，同时还应包括信噪比测量、缺陷标记、尺寸测量、尺寸标定功能，宜具有不小于4倍的放大功能；

4　当采用工业X射线胶片成像时，工业X射线胶片的相关参数应符合现行国家标准《无损检测　工业射线照相胶片　第1部分：工业射线照相胶片系统的分类》GB/T 19348.1的有关规定，胶片处理方法、设备和化学药剂应符合现行国家标准《无损检测　工业射线照相胶片　第2部分：用参考值方法控制胶片处理》GB/T 19348.2的有关规定，胶片供应商应对所生产的胶片进行系统性能测试并提供类别和参数。

C.0.2　进行X射线作业时必须采取辐射防护措施，辐射防护应符合现行国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871、《工业X射线探伤放射防护要求》GBZ 117的有关规定。作业现场应按现行国家标准《工业X射线探伤放射防护要求》GBZ 117的规定划定控制区和管理区、设置警告标志。检测工作人员应佩戴个人剂量计，并携带剂量报警仪。

C.0.3　透照时X射线束中心应垂直指向透照区中心，宜选用有利于发现缺陷的方向透照。

C.0.4　应按现场操作的实际情况记录检测过程的有关信息和数据，主要包括：射线机有效焦点尺寸、透照布置、像质计、滤波

库七七 www.kqqw.com 提供下载

板、射线能量、曝光量或透照时间、射线机与胶片或探测器的相对关系、透照几何参数等。

C.0.5 当对成像结果进行定量判断时，应考虑透照成像的投影畸变并加以修正。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

引用标准名录

1 《木结构设计标准》GB 50005

2 《建筑结构荷载规范》GB 50009

3 《古建筑木结构维护与加固技术标准》GB/T 50165

4 《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206

5 《木结构试验方法标准》GB/T 50329

6 《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344

7 《古建筑防工业振动技术规范》GB/T 50452

8 《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621

9 《胶合木结构技术规范》GB/T 50708

10 《建筑工程容许振动标准》GB 50868

11 《钢产品镀锌层质量试验方法》GB/T 1839

12 《木材含水率测定方法》GB/T 1931

13 《木材密度测定方法》GB/T 1933

14 《木材抗弯强度试验方法》GB/T 1936.1

15 《木材抗弯弹性模量测定方法》GB/T 1936.2

16 《爆破安全规程》GB 6722

17 《涂覆涂料前钢材表面处理　表面清洁度的目视评定　第1部分未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1

18 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871

19 《无损检测　工业射线照相胶片　第1部分：工业射线照相胶片系统的分类》GB/T 19348.1

20 《无损检测　工业射线照相胶片　第2部分：用参考值方法控制胶片处理》GB/T 19348.2

21 《工业X射线探伤放射防护要求》GBZ 117

22 《建筑变形测量规范》JGJ 8

库七七 www.kqqw.com 提供下载

中华人民共和国行业标准

木结构现场检测技术标准

JGJ/T 488－2020

条 文 说 明

库七七 www.kqqw.com 提供下载

编 制 说 明

《木结构现场检测技术标准》JGJ/T 488－2020 经住房和城乡建设部 2020 年 6 月 29 日以第 161 号公告批准、发布。

本标准编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结并吸收国内外有关木结构现场检测技术的成熟经验，参考国际先进标准，同时结合我国传统木结构建筑的特点，确定了各项技术要求。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《木结构检测现场技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

目　次

1　总则…… 47
2　术语和符号…… 48
2.1　术语 …… 48
2.2　符号 …… 48
3　基本规定…… 49
3.1　检测分类 …… 49
3.2　检测程序 …… 49
3.3　检测方式与抽样方法 …… 49
3.4　检测报告 …… 50
4　材料性能检测…… 51
4.1　一般规定 …… 51
4.2　木材物理性能检测 …… 51
4.3　木材力学性能检测 …… 52
5　尺寸偏差与变形检测…… 53
5.1　一般规定 …… 53
5.2　尺寸与偏差…… 53
5.3　变形检测 …… 53
6　缺陷检测…… 55
6.1　一般规定 …… 55
6.2　裂缝检测 …… 55
6.3　腐朽检测 …… 55
6.4　虫蛀检测 …… 56
7　防护性能检测…… 57
7.1　一般规定 …… 57
7.2　防护性能检测 …… 57

库七七 www.kqqw.com 提供下载

8 连接节点质量检测 …… 58
8.1 一般规定 …… 58
8.2 榫卯连接检测 …… 58
8.3 螺栓连接检测 …… 58
8.4 植筋连接检测 …… 58
8.5 金属连接件检测 …… 59
9 结构性能检测 …… 61
9.1 一般规定 …… 61
9.2 结构静力性能检测 …… 61
9.3 结构动力性能检测 …… 63
附录A 应力波、阻力仪检测木材力学性能方法 …… 65
附录B 阻力仪和应力波检测木构件缺陷方法 …… 66
附录C X射线检测法 …… 67

库七七 www.kqqw.com 提供下载

1 总 则

1.0.2 本条规定明确了本标准的适用范围，包括新建木结构工程的工程质量现场检测，以及既有木结构建筑的结构性能现场检测。此处的木结构除了全木结构以外，还包括混合/组合结构（如木-混凝土、钢-木和砖木等）中的木结构部分。

1.0.3 本条规定了本标准与其他木结构相关标准之间的关系。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

2 术语和符号

2.1 术　　语

本章所给出的术语是本标准的专用术语，除了与有关标准协调外，多数是从本标准的角度赋予其涵义的，但涵义不一定是术语的定义，主要说明本术语所指的工程内容的涵义。同时还给出了相应的推荐性英文术语，但该术语不一定是国际上的标准术语，仅供参考。

2.2 符　　号

本章的符号符合现行国家标准《工程结构设计基本术语标准》GB/T 50083 的有关规定。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

3 基本规定

3.1 检测分类

3.1.1 本条对木结构现场检测进行了分类，工程质量的检测需要进行符合性判定，为了避免引发异议，其检测操作等应严格执行国家现行有关检测标准的规定。既有结构的检测结果主要用于结构性能的评定，无须进行符合性判定。这是这两类检测最为明显的区别之一。

3.1.2 本条规定了需要开展木结构工程质量检测的情形。

3.1.3 本条规定了对检测结果的符合性判定要求，即对检测结果是否符合技术标准进行明确判定，并给出合格或不合格的结论。

3.2 检测程序

3.2.1 本条规定了木结构现场检测工作的基本程序。检测工作的质量应有一套程序来保证，对于一般的木结构现场检测工作，图 3.2.1 表达的各个阶段是必不可少的。对于特殊情况的检测，应根据检测目的确定其检测程序和内容。

3.2.2 初步调查是开展木结构现场检测的前提。包括了解检测对象的相关设计资料、施工记录、施工验收等，从而进一步明确委托方检测目的和具体要求。

3.2.3 本条规定了检测方案的具体内容。检测方案通常会作为检测合同的附件，应经过检测机构内部的评定，从而保证检测工作的准确与有效。

3.2.4 当进行复测或补充检测时，应有必要的说明。

3.3 检测方式与抽样方法

3.3.1 木结构现场检测分为全数检测或抽样检测两种方式。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

3.3.2 本条规定了全数检测的适用情况。

3.4 检 测 报 告

3.4.1、3.4.2 结构性能检测报告应能为结构功能性评定提供足够、实用的检测数据和检测结论。对于当事方容易混淆的术语和概念可书面予以解释。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

4 材料性能检测

4.1 一般规定

4.1.1 木材力学性能易受木节、缺陷、裂缝的影响，为削弱缺陷对材料力学性能的影响，实验室中对于木材力学性能检测是基于无瑕疵的清材小试样。在现场检测中，应同样选取无缺陷、无损伤的部分进行检测。

4.1.2 对既有的木结构构件，其内外部通常都存在缺陷，为了适应现场检测的需要，本标准提供了缺陷、损伤的力学性能测试方法。

4.1.3 树种鉴定属于木材学的范畴，由于树种差异性大且影响强度因素多，本标准没有采用通过鉴定树种类型去判定木材强度等级的方法。通过木材取样后在实验室进行测试，或者采用现场无损检测法，获得的物理力学性能精确度较高，适用于对木材强度等级的确定。如果在实际工程中确需知道树种类型，可以参考木材树种鉴定的相关标准进行。

4.2 木材物理性能检测

4.2.2、4.2.3 木材含水率的测定可分为烘干法和电测法，烘干法是通过不同状态条件下木材试样的质量变化来测定含水率。电测法是根据木材中水分含量与电导（或电阻）关系来测定含水率。烘干法测量精确，只能在实验室进行，电测法可用于现场检测，但测量精度低于烘干法。

4.2.4 既有木结构的木材含水率随现场的气温、相对湿度变化，不是一个定值。我国目前对既有木结构的木材含水率没有给出标准限值，为便于对既有木构件的含水率进行评定，本条建议以当地的平衡含水率作为参考值，超过参考值则认为构件含水率超出

库七七 www.kqqw.com 提供下载

要求。

4.3 木材力学性能检测

4.3.1 木材力学性能包含多种强度，在进行现场检测时，受限于实际条件，无法对每种强度试验试样进行取样。根据《木结构施工质量验收规范》GB 50206－2012，木材强度等级可由无瑕疵小试样的抗弯强度推定出，根据推定的木材强度等级，再通过《木结构设计标准》GB 50005－2017 确定其他强度值。因此，本节仅给出了木材抗弯强度和抗弯弹性模量的现场取样方法。

4.3.2 木材现场取样时，应在不影响构件受力性能的部位取适量样品，用仪器对木构件的密度、含水率等特性进行测定。采取替换构件的取样方法进行木结构构件的实验室力学性能检测时，取样构件应具有代表性，且要保证原结构的安全性。

4.3.3 目前木结构施工人员对树种的识别往往存在一定困难，为确保其木材的材质等级，木材均应作弦向静曲强度见证检验。本标准表 4.3.3 与《木结构设计标准》GB 50005－2017 的规定是一致的。

4.3.5 我国可用于建筑结构的树种较多，本标准以我国北方常用的落叶松、南方常用的杉木作为代表树种，给出了现场检测的抗弯强度和抗弯弹性模量的计算公式。对于其他树种，使用者可基于已有计算公式进行阻力值和应力波速的修正，也可以通过实验室测定力学性能后与微钻阻力值或应力波速进行拟合得出计算公式，拟合公式的相关系数不应小于 0.7。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

5 尺寸偏差与变形检测

5.1 一般规定

5.1.1 本条规定了构件尺寸偏差与变形检测的主要项目。这些检测项目来自于相关验收规范和鉴定标准的要求。

5.1.2 对于木结构工程质量检测，主要是对新建木结构工程进行检测，相关检测行为及结果判定应符合现行国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206 要求。对于既有木结构建筑的结构性能检测，目前未有其他标准对检测数量及检验批的划分作出规定，本标准进行了统一规定。

5.2 尺寸与偏差

5.2.2 木构件截面尺寸及偏差是检测过程中不可缺少的环节，对于传统木结构建筑，主要结构构件大多为原木构件，其截面尺寸沿着长度方向并不一致。对于截面尺寸沿着长度方向均匀变化时，可按照实际变化率记录截面尺寸，并在构件承载力鉴定计算时，按照截面尺寸均匀变化的构件进行计算。对于截面尺寸不均匀变化时，从增加构件承载力安全储备的角度，应按照实测截面最小值作为构件截面尺寸的代表值，构件承载力鉴定计算时应按照截面最小值进行复核。

5.2.3 通过三维激光扫描仪或全站仪可测量构件的空间坐标，从而实现高空或者大跨等构件的测量。

5.3 变形检测

5.3.1 本条规定了木结构或构件变形检测包含的主要项目，在对木结构或构件变形检测前，有些表面有较厚饰面层的构件宜清除饰面层后再进行检测。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

5.3.3 对于三等位移观测，可采用激光扫描测量方法。所用激光扫描仪性能及观测要求，应符合表1的规定。

表1 激光扫描仪性能及观测要求

控制项目	标称精度 (mm)	采样点间距 (mm)	有效测程 (m)	测回数
误差要求	测距中误差≤ 2@D 或点位中误差≤ 3@D	≤3	≤D 且≤$S/2$	7

注：1 标称精度中@前的数据是指扫描仪的标称测距中误差或点位中误差值，D是指标称精度对应的距离，S是指标称测程。

2 测回数是指照准扫描的次数。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

6 缺陷检测

6.1 一般规定

6.1.1 根据木构件的特点，木构件常见的缺陷及损伤形式有腐朽、开裂、节疤、虫蛀。虫蛀检测主要分为两部分，一是对已经被白蚁侵蚀、内部存在孔洞的构件检测，二是对构件内部白蚁活体的检测，两种检测方法的原理不同。

6.2 裂缝检测

6.2.5 本条规定了构件外观缺陷检测结果的图表表示法，并应反映外观缺陷在受检范围内的分布特征，从而能直观科学地反映检测结果，以利于后续分析鉴定。

6.3 腐朽检测

6.3.3、6.3.4 木构件缺陷检测时，宜首先对全部木构件进行目测判断，对疑似有腐朽的构件，再采用仪器设备进行针对性检测。对于长期接触潮湿状态的木结构构件，如木柱、桥梁木构件等，应进行全数检测，检测时根据不同位置，调整测点间距。

6.3.9、6.3.10 根据木构件不同检测部位的应力波传播速度，参照同种木材健康材应力波横向传播速度，确定整个木构件内部的腐朽状况，同一构件的不同检测部位，应力波的传播速度越小，该部位的腐朽越严重。通过比较健康部位与缺陷部位的应力波波速，确定缺陷面积。

6.3.11 对内部腐朽严重的木构件，上述几种方法的检测已不能反映其内部状况，因此要通过生长锥取样，对腐朽情况进行实物确认。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

6.4 虫蛀检测

6.4.1、6.4.2 白蚁是一类以木质纤维素物质为食料，又喜温暖潮湿环境的社会学昆虫，蚁害是木结构房屋重要危害之一，严重影响房屋的结构安全。

虫蛀的检测应包含两部分内容：一是检测构件内部是否存在虫蛀孔洞，如果仅有虫蛀孔洞，而没有白蚁活动迹象，则虫蛀孔洞实际上是缺陷的一种形式，对木构件以及结构的影响主要体现在截面面积的缺损，因此，其检测方法可参考缺陷的检测方法执行；二是寻找木构件中是否存在白蚁活体并确定其活动区域，如果存在白蚁活体活动的迹象，则有可能对房屋结构造成后续不可估量的危害，必须进行全面检测和治理，可通过温度、湿度、雷达等多种方式进行白蚁活体探测。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

7 防护性能检测

7.1 一般规定

7.1.1、7.1.2 木结构工程的防护包括防腐和防虫害两个方面，这两个方面的处理要求由工程所在地的环境条件和虫害情况决定。开展的检测，也应根据工程所处的环境类别进行。

7.2 防护性能检测

7.2.1、7.2.2 木构件防护剂透入度、载药量的现场检测，应先在现场进行取样，取样可采用树木生长锥等取样器，取样带回实验室后，按照《木结构试验方法标准》GB/T 50329－2012 开展试验。

7.2.4、7.2.6 表 7.2.4～表 7.2.6 分别规定了不同类型的木构件所对应的防护剂载药量和透入度。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

8 连接节点质量检测

8.1 一般规定

8.1.1 本条规定了连接节点不便直接测量时的处理措施。

8.2 榫卯连接检测

8.2.1 本条规定了榫卯完整性检查的内容。榫卯的外观损坏类型多样，因此检查时应详细分类进行。

8.2.3 本条对榫卯密实度测量、榫卯节点的间隙允许偏差等进行了规定。

8.3 螺栓连接检测

8.3.2、8.3.3 对于被检测节点有工程项目图纸、计算报告等设计文件时，检测时首先需要复核现有节点与设计文件的吻合度，除此之外还需注意下列几点要求：

1 螺杆在连接节点中可能承受剪力、弯矩或拉力的作用，预留外露长度的目的是避免螺杆受力时螺帽滑移，发生失效；

2 受剪螺栓或系紧螺栓中拉力不大，施工中可按照构造设置垫圈（板）。

3 确保螺栓连接的紧密性。

8.4 植筋连接检测

8.4.1、8.4.2 木结构植筋连接应进行抗拔承载力的现场检验，其抗拔承载力现场检验可分为非破坏性检验和破坏性检验，优先选用非破坏性检验。两者的选择可以根据结构的重要程度来进行区分。

8.4.3～8.4.6 规定了植筋连接现场检测试样、检测仪器设备、

库七七 www.kqqw.com 提供下载

检测方法、检测结果评定等应满足的要求，检测方法主要参考了现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定，根据植筋连接破坏类型及被连接结构类型的不同，给出了破坏性检测中有关植筋承载力检验系数允许值等的确定方法。

8.5 金属连接件检测

8.5.1 本节所指的金属连接件主要为钢材制作的各种连接件，包括金属齿板以及其他标准的或非标准的金属连接件（如用于搁栅与梁连接的搁栅吊、梁与梁连接的梁托、梁与柱连接的柱帽以及柱脚连接件等）。也包括少量既有木结构建筑采用的铁制连接件。

由于现代胶合木以及各种复合木材等工程木产品的应用，极大地促进了多高层、大跨及空间木结构的发展。采用金属连接件进行节点连接，可以很好地替代传统的齿连接和螺栓连接等连接方法，减小连接处木构件截面的削弱，并可以获得较高的节点承载力，从而满足现代木结构、特别是大跨空间木结构对节点承载力的较高要求。节点连接的性能是影响结构性能的关键因素，金属连接件的承载力相对较高，因此，对金属连接件节点连接进行现场检测就显得特别重要，例如，当金属连接件的类型和规格不满足设计要求时，将会直接影响节点的安全性；如果金属连接件的固定位置和方法不正确，就会出现因连接件限制木材的变形而导致木材开裂等现象。

各种钢制或铁制连接件受环境的影响可能会产生锈蚀。对于锈蚀等级为 D 级的连接件，其锈蚀程度可由其截面厚度的变化来反应。检测连接件厚度时必须先除锈，再用超声波测厚仪或游标卡尺测量连接件厚度。

8.5.2 对既有木结构建筑中由国产钢材加工制作的金属连接件，如果原始资料丢失，可以按照现行国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 的规定，采用化学成分分析方法来确定钢材的品种，依据钢材的品种即可定出相应的设计强度。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

8.5.3 采用超声波原理进行测量时，由于耦合不良、探头磨损等因素的影响，超声测厚仪的测量误差往往比直接用游标卡尺的测量误差大，因此，连接件的厚度应尽可能采用游标卡尺进行测量。为了减小测量误差，测量金属连接件的厚度前，应去除金属表面油漆层、氧化层和锈蚀层等，在不损伤金属材料本体的情况下可采用砂纸、钢丝刷或抛光片等打磨出金属光泽后再进行测量。

8.5.4 对于焊接而成的金属连接件，应对焊缝的长度、焊脚尺寸以及焊缝等级等进行检测。

8.5.5 木结构用金属连接件的防腐处理通常采用油漆类防锈涂层，当板厚小于 3mm 时，应采用镀锌防锈层。油漆类防锈涂层的防腐效果的判定通常以涂层厚度为指标。检测前若外观检查不合格，应进行修补后再检测涂层质量或涂层厚度。

8.5.6 防火涂层的厚度检测，可按现行国家标准《建筑结构现场检测技术标准》GB/T 50344 的规定进行。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

9 结构性能检测

9.1 一般规定

9.1.2 结构静力性能检测前，需要先对构件的材料物理性能、尺寸偏差、力学性能、变形情况、损伤情况等进行检测和调查，无法进行上述检测时，需要根据已知类似构件的受力情况进行估判，同时考虑待测构件与相邻构件、整体结构之间的关系，并据此设计相应的试验方案和终止条件。

9.1.3 结构动力性能特性包括自振频率、振型、阻尼比等，这些参数是结构自身的模态参数，结构损伤可以通过这些模态参数进行识别；如考虑交通、施工、爆破等振动作用影响需同时测试结构在相应影响状态下的振动速度、加速度、频率等。在整体结构性能测算时，除需考虑各构件的静力性能，还需考虑结构整体的模态特征。

9.1.4 对木结构而言，对结构体系和结构布置的检查，是最重要的基础工作，如果结构体系有问题（如有明显变形、主要连接节点不可靠、无支撑有失稳可能等），则静载与动载试验的执行时存在较大安全风险，如处理不当可能导致结构更大的损伤甚至是破坏。在该情况下，必须先进行其他项目的检测，包括材料、节点、损伤等，之后根据相应的检测结果制定结构性能检测方案，并严格按照要求逐步加载。

9.2 结构静力性能检测

9.2.1 静载试验中构件的选取必须具有较好的代表性，能够通过部分构件的荷载响应反映结构整体的受力特征。宜选取受力较大、抗力较弱的构件或位置，同时因为试验为现场加载还需考虑试验的可操作性。构件数量选取不宜过多，因为一次性加载中其

库七七 www.kqqw.com 提供下载

受力构件可能同时包括板、梁、柱等构件又包括榫卯、螺栓、齿板等连接件，其检验批的划分无法按照单一构件或材质进行。因此可考虑按照检验批的基本概念即：相同施工条件、相同施工材料、相同施工方法所形成的构件作为同一批次，在不同批次中分别选取最不利位置的构件进行试验，其结果应具有明显的代表性。

9.2.2 静载试验是在结构实体上进行的，因受检结构和构件的不确定性，使结构实体存在一定的风险，不仅受检构件有可能因试验出现破坏，相邻构件甚至结构整体都存在破坏的风险，因此需对试验方案和操作过程进行严格控制。正式加载前进行预加载是为了使受检构件进入工作状态，并对仪器设备、数据采集等内容进行检查，以保证正式加载试验的准确性。

静载试验目的不同，其施加荷载所用的荷载组合不同。对于结构实体上的静载试验主要考虑正常使用极限状态下的试验荷载，对应的试验荷载不应小于荷载标准组合，具体可按下式计算：

$$Q_s = G_k + Q_k \tag{1}$$

式中：Q_s ——构件正常使用极限状态短期结构构件性能检验值；

G_k ——永久荷载标准值；

Q_k ——可变荷载标准值。

9.2.3～9.2.6 静载荷试验过程中应持续对相应数据进行记录，并动态对比，当出现第9.2.5条现象时，及时中止加载，避免出现结构损伤或失稳等现象。

实测的挠度值需进行两次修正，分别为：

消除支座处位移的修正：

$$a_q^0 = u_m^0 - \frac{u_l^0 + u_r^0}{2} \tag{2}$$

式中：a_q^0 ——消除支座位移（沉降）影响后的实测跨中最大挠度；

库七七 www.kqqw.com 提供下载

u_l^0、u_r^0 ——两端支座位移（沉降）实测值；

u_m^0 ——包括支座位移（沉降）内的跨中挠度实测值。

考虑构件自重等荷载产生挠度的修正：

$$a_s^0 = a_q^0 + \frac{M_g}{M_b} a_b^0 \tag{3}$$

式中：a_s^0 ——考虑自重等荷载修正后的跨中最大挠度；

M_g ——构件自重等荷载产生的跨中弯矩；

M_b、a_b^0 ——从外加荷载开始至弯矩-挠度曲线产生拐点前的一级荷载产生的跨中弯矩值和对应的跨中挠度实测值。

如试验中采用的是集中荷载替代均布荷载进行现场试验，还需再行荷载替换作用修正。

9.2.7 卸载完成后需空载 1h 以上，待变形恢复稳定后记录相应数据。

9.3 结构动力性能检测

9.3.1 本条规定了宜进行动力性能检测的木结构范围。

9.3.3 对于普通木结构，在使用过程中可能存在因不同因素导致的振动，常见的振动原因主要有日常生活行为导致的振动、附近交通导致的振动和邻近建筑施工导致的振动。在不同因素导致的振动中，可能降低人体对此环境的舒适度。影响舒适度的原因除不同人体的主观感受外，主要有两点：（1）结构本身的刚度；（2）振动能量的大小。

对于日常生活行为导致的振动，其振动能是相对稳定且较小的，如产生舒适度降低，其原因主要考虑为结构本身刚度不足；对于交通及邻近建筑施工等导致的振动，如产生舒适度降低，其原因主要考虑为振动能量过大。

因此，其测试要求、评价标准虽均按照现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868 执行，但其处理手段是不同的。在第一种情况中，主要考虑增大结构或构件本身的刚度；在第二

库七七 www.kqqw.com 提供下载

种情况中，除考虑增加结构或构件本身的刚度外，还应考虑降低振动能，采取减振、隔振等措施。

此外，对于古建筑木结构的振动测试还应执行现行国家标准《古建筑防工业振动技术规范》GB/T 50452 的相关规定。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

附录 A　应力波、阻力仪检测木材力学性能方法

A. 0. 4、A. 0. 5　落叶松为我国北方地区木结构建筑常用的材料，本标准引用国内已有标准的测试方法，给出了采用阻力仪和应力波相结合的测试方法，测试落叶松木材力学性能。

A. 0. 6　我国南方地区木结构建筑多用杉木，编制组针对杉木的物理力学性能与微钻阻力值之间的关系，进行了试验和理论研究(图 1)。试验用杉木采购自木材交易市场，为了减少同区域同批次木材相近材性的影响，采购自全国不同区域不同批次，并且随机选取木材。为了模拟既有木结构构件，本次试件尺寸为：直径 15cm，长度 40cm，共 95 个。为减少影响因素，制作试件时，尽可能去除木节。



图 1　微钻阻力值试验

库七七 www.kqqw.com 提供下载

附录B　阻力仪和应力波检测木构件缺陷方法

B.0.4　阻力仪检测法通过阻力值的下降判定木材缺陷，可在阻力值曲线图上精确测量出缺陷的长度，但是阻力仪检测法仅能实现单一方向上的缺陷测量，无法直观地反映木构件断面的缺陷情况。

应力波检测法通过在构件四周测点均匀布置传感器，利用传感器发射和接受应力波，通过测定截面内各测点之间的波速分布情况，显示出构件断面的缺陷图像。由于测试精度的问题，缺陷图像不能精确地测出缺陷的面积。

因此将阻力值检测与应力波检测结合应用，既可以获得构件断面缺陷的直观显示图，又可以对缺陷严重的地方进行精确测定。

库七七 www.kqqw.com 提供下载

附录C　X射线检测法

X射线在医疗、工业探伤等领域应用广泛且技术成熟。近年来，伴随着X射线设备便携化发展，X射线检测在建筑工程中的应用日趋广泛，尤其在装配式建筑节点连接质量检测中发挥了关键性的作用。X射线穿透被测物时，射线衰减的程度除了与射线的能量相关外，还直接与被测物的性质、厚度、密度等相关。编制组研究发现，X射线对木材具有很强的穿透性，通过成像可以判别出木构件内部是否存在其他介质材料（金属连接件）或者孔洞，解决了木结构植筋节点、隐蔽式螺栓节点、榫卯节点等内部构造难以现场检测的难题。

由于不同射线系统的区别，本标准没有给出统一的测试方法，仅对使用X射线检测时的注意事项进行规定，使用时需要根据射线系统、测试场景编制测试方案。X射线检测法对周边会造成一定的辐射，对使用场景和工作人员有特殊的要求，在使用时需要注意安全。