

中华人民共和国国家标准

木结构试验方法标准

Standard for methods testing of timber structures

GB/T 50329 — 2002

主编部门：中华人民共和国建设部

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2 0 0 2 年 7 月 1 日

关于发布国家标准 《木结构试验方法标准》的通知

建标〔2002〕106号

根据国家计委《一九九二年工程建设标准制定修订计划》（计综合〔1992〕490号附件二）的要求，重庆大学会同有关单位共同制订了《木结构试验方法标准》。我部组织有关部门对该标准共同进行了审查，现批准为国家标准，编号为 GB/T 50329—2002，自 2002 年 7 月 1 日起施行。

本标准由建设部负责管理，重庆大学土木工程学院负责具体技术内容的解释，建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国建设部

2002 年 4 月 25 日

前 言

国家标准《木结构试验方法标准》是根据国家计委计综合[1992] 490 号文的要求，由重庆大学土木工程学院会同有关单位共同编制而成。

本标准在编制过程中，编制组进行了广泛、深入的调查研究，认真总结了我国木结构工程试验的实践经验和理论研究成果，并借鉴了国际标准化组织和国外木材应用检测试验方面的标准，广泛征求了全国有关单位、专家和实际工作者的意见，经专家审定定稿。

本标准由建设部负责管理，具体解释工作由重庆大学土木工程学院负责。在木结构工程试验检测领域中，制定这类标准在国内外尚属首次，必定会有许多不足之处。为了进一步提高本标准水平，请各单位在执行过程中，注意总结经验，积累资料，并随时将问题和意见寄交重庆大学土木工程学院（重庆市沙坪坝重庆大学 B 区，邮编 400045），以供修订时参考。

本标准主编单位、参加单位和主要起草人名单

主编单位：重庆大学土木工程学院

参加单位：四川省建筑科学研究院

哈尔滨工业大学土木工程学院

主要起草人：黄绍胤、周仕楨、王永维、梁 坦、倪仕珠、
樊承谋、王振家

1 总 则

1.0.1 为了在木结构的试验中，能正确地反映木结构实际受力情况，对不同试验机构的试验数据能进行比较和相互引用，提供试验者共同遵循的统一试验方法，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于房屋和一般构筑物中承重的木结构和构件及其连接在短期荷载作用下的静力试验。

对于木结构中经防护剂处理的木材，当需测定化学药剂的透入度和保持量时，应遵循附录 E 的规定。

1.0.3 木结构的试验方法除应符合本标准外，尚应符合现行有关国家标准、规范的规定。

2 基本规定

2.1 试验的目的和设计

2.1.1 进行木结构试验时，应先进行试验设计。试验设计可根据该试验的目的和要求，对有关试材选择、试件设计及制作、试件数量、试验设备、试验程序以及预期试验结果等问题进行综合分析，制定详细计划和做好试验准备。必要时还应进行预试验。

2.1.2 本标准对木结构试验可分为验证性和检验性两类试验。对专门问题的研究性试验，可根据其研究目的，参照本标准进行设计。

2.1.3 当需验证某种计算方法的正确性时，应根据该方法的适用范围和要求验证的项目，按本标准进行试验设计和试验。

2.1.4 当需对成批构件进行检验验收、或对某些结构和构件的质量有怀疑、或对已有木结构需通过试验手段进行可靠性鉴定时，按检验的要求进行抽样，应按本标准规定的方法进行试验。

2.2 试材及试件

2.2.1 验证性试验所用试材的选择和存放应遵守下列规定：

1 同批试验用木材必须采用同一树种，并有确切的树种名称和产地。有条件时宜从林区采样。

2 试验用木材从林区采样时，所有生材的末端都要涂上可以延缓末端干燥和防止末端开裂的油漆、沥青或其它涂料，并应及时运回。当临时堆放试材的环境湿度较高时，应在样品上涂刷防腐剂。

3 当条件受限制时，试验用木材可采用商品材，但每根试材应有确切的树种名称。

4 试验用木材必须在不受日晒、雨淋、雪漂和地面潮湿的

室内存放。试材应离地疏隔堆放，每根试材的上下左右应留有供空气流通的空隙。

2.2.2 对检验性试验所用试材、试件的选择和存放应遵守下列规定：

1 当按送来的原件进行检验时，在存放期间应妥为保存，不致损伤和改变原件的形状、性质及其木材含水率。

2 当需在已有建筑物或某一结构中取样进行检验时，应遵守先进行结构加固后取样的原则。

2.2.3 试验前必须控制木材的含水率。除特定研究内容外，试验用木材必须在室内自然风干。

试材在风干存储期间，可采用电测法检查试材表面的含水率，但在制作试件前，必须事先抽取 3~5 根试材，各在距端部 400mm 处，锯一块 15mm 厚的试片用烘干法测定含水率，证实已达到当地平衡含水率，才允许制作试件和进行试验。木材平衡含水率应符合本标准附录 A 的规定。

2.2.4 试验用木材的材质等级应在试验设计中事先明确，在执行中不得任意改变材质等级。木材材质等级的确定方法应按现行的国家标准《木结构设计规范》GBJ5—88 附录二及第二章第一节中有关要求来确定。

2.2.5 试件的制作和检查应符合下列要求：

1 对验证性试验目的所用的试件，其制作质量和偏差应符合现行的国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206—2002 中有关规定；对检验性试验目的所用的试件应按原样进行测定，并按现行的《木结构工程施工质量验收规范》评定其制作质量。

2 测量试件的关键部位的设计尺寸不应少于三次，并取其平均值。

2.2.6 在进行试验前，应取得该批试验所用木材基本材性的有关数据，在制作试件的同时，应从靠近试件两端的试材上切取所需的标准小试件（包括密度）。各种标准小试件的制作要求、含

含水率测定及试验方法均应遵守《木材物理力学试验方法》(GB 1927~1943) 有关规定。各种标准小试件的数量, 除应符合本标准中该项试验方法的要求外, 尚应符合本标准第 3 章有关试验数据的统计规定。

2.2.7 在完成试验之后应立即在破坏部位的附近切取含水率试件, 用烘干法进行含水率测定, 试样的尺寸以 $20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 为宜。试样不应少于 3 个, 并取其平均值。若以 15mm 厚的整截面试片测定含水率, 可仅取一个试样。

2.3 试验设备和条件

2.3.1 试验设备应符合下列要求:

1 试验机或其他加荷设备, 试验前必须事先经过检验校方可使用。试验机的精确度应符合现行标准《拉力、压力和万能试验机》JJG 139—91 中准确度级别为 1 级的规定。其他加荷设备的示值误差应在 $\pm 3\%$ 以内。测变形的仪表在使用前应经过校正。

2 加荷装置、支承装置、侧向支承装置以及安设观测仪表的装置均应牢固, 且应彼此分开独立、互不干扰。上述装置不应与上人的脚手架相联系。

3 加荷装置中直接安放在试件上的传力装置, 其自重力不宜大于施加最大荷载的 10%。

2.3.2 木结构应在正常的温度和湿度的试验室内进行试验。当条件许可时, 木结构试验宜在室内温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $65 \pm 5\%$ 的环境中进行。不得在露天情况下进行木结构试验。在现场进行木结构检验性试验时也应搭设遮挡风雨的临时设施。

2.4 试验记录和报告

2.4.1 木结构的试验记录应遵守下列规定:

1 任何试验都应作好详细记录 (包括试验日期、地点、试验者的姓名等), 不得涂改。并按测定内容、使用仪表的不同情

况，可以分别采用各种形式的专用的记录表格。

2 试件的缺陷（木节、斜纹、裂缝等）在试验之前就应预先标绘在记录纸上，并应标明它们的位置和大小尺寸（图 2.4.1）。

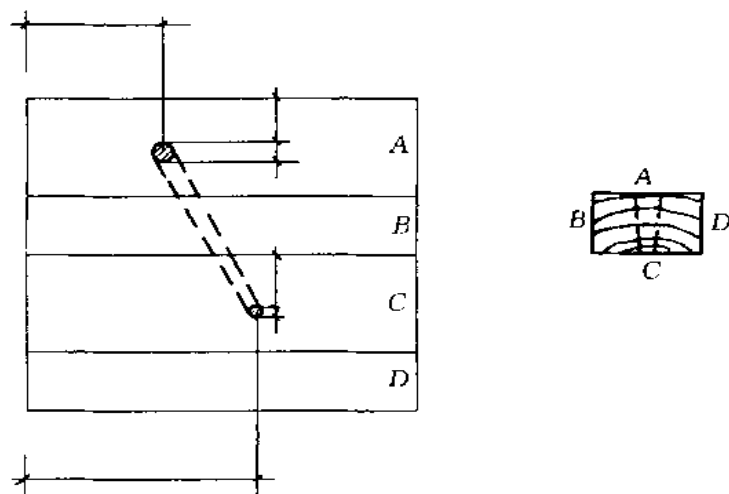


图 2.4.1 木节记录

3 试件的破坏情况应作详细描述。对破坏类型（剪、拉、压、弯坏或斜纹撕裂等）、破坏位置等均应用符号标述在草图上（包括木材缺陷等情况）。破坏过程中的各种迹象，均应作出描述。每根梁、柱等构件或每个连接试件的破坏截面附近的一段木材均应保留备查。

2.4.2 试验结果的整理应包括下列主要内容：

1 该批木材标准小试件的统计资料，包括其平均值、变异系数、准确指数等。

2 每根构件或每个连接试件的标准小试件试验的平均值，当需分析其组内变异时尚应列出其变异系数。

3 每根构件或每个连接试件的荷载与变形的关系曲线、破坏荷载、比例极限及对应于这些荷载的变形值，破坏时的强度及其与标准小试件强度的比值，破坏荷载与设计荷载的比值。

2.4.3 试验报告应包括下列内容：

1 试材的树种名称、来源或产地、木材等级、木材含水率、试件制作等情况以及有关木材标准小试件的力学性质。

2 试验设备的情况，包括加荷设备、支承装置、测量荷载及变形的装置。当采用侧向支撑时，应描绘其简图。

3 试验程序的情况，包括加荷方式、加荷速度、荷载读数分级以及进行步骤等。

4 试验所得的主要资料，包括经过计算所得的各种破坏强度、破坏特征、荷载-变形曲线和其他资料。

5 在试验过程中若有更改或变动本标准规定的细节及其依据或理由。

6 试验人员、时间、地点和环境的情况。

3 试验数据的统计方法

3.1 一般规定

3.1.1 在进行木结构构件和连接试验数据的统计处理时，除应遵守有关数据统计处理的国家标准外，尚应遵守本章的规定。

3.1.2 各项木材物理力学性质试验数据的统计分析，应按现行的国家标准《木材物理力学试验方法总则》GB 1928—91 有关规定进行。

3.1.3 在符合本标准各章的试验条件下，可采用该样本来自正态总体或近似正态总体的假设，而可不进行正态性检验。如有充分理由怀疑时，可按现行的国家标准《数据的统计处理和解释，正态性检验》GB 4882—85 进行检验。

3.1.4 试验设计应根据本标准各章有关规定和试验研究目的进行。样本应从符合研究目的总体中抽取，并保证抽样的代表性。

3.1.5 验证性试验的试件数目，当不分组时不宜少于 10 个；当分组时每组试件数目不应少于 5 个。

3.1.6 检验性试验，宜根据检验目的，对检验批量、抽样方法和数量、验收函数和验收界限等，可按已有的国家标准执行；对尚无国家标准的，宜在统计分析的基础上，由有关各方协商确定。

3.1.7 对专门问题的研究试验，试件的分组及每组试件数目，应根据研究目的、试验所需费用和时间综合分析确定。当分组时，每组试件数目不宜少于 5 个，也不宜超过 10 个；当用成对试件确定换算系数时，其试件数目不宜少于 10 对；当需检验分布时，试件总数不宜少于 30 个；当进行回归分析时，自变量（控制变量）的取值不宜少于 7 个，且试验设计时应合理确定自变量的起点和终点。

3.1.8 试验结果的数字修约应符合现行的国家标准《数字修约规则》GB 8170 的规定。

3.2 异常值的判断和处理

3.2.1 在进行正态样本的统计分析中，不应随意剔除观测值或修正观测值。若发现有异常值时应按本节的规定进行判断和处理。

3.2.2 异常值是指样本中的个别值，其数值明显偏离它所属样本的其余观测值。异常值可能是总体固有的随机变异性的极端表现，也可能是由于试验条件和试验方法的偶然偏差所产生的后果，或产生于观测、计算、记录中的失误。

3.2.3 异常值应按下述的统计检验规定确定：

- 1 允许检出异常值的个数大于 1 或等于 1；
- 2 异常值检验方法应按现行国家标准《数据的统计处理和解释正态样本异常值的判断和处理》GB 4883—85 的规定选用；
- 3 指定为检出异常值的统计检验的显著性水平（检出水平） α 取 5%。

3.2.4 检出的异常值按下列情况处理：

- 1 对检出的异常值，应寻找产生异常值的技术上、物理上的原因，作为处理异常值的依据，有充分理由时，允许剔除或修正；
- 2 检出的异常值表现为统计上高度异常时，允许剔除或进行修正；指定为判断异常值是否高度异常的统计检验的显著性水平（剔除水平） α^* 取 1%。
- 3 被检出的异常值、被剔除或修正的观测值及其理由，应予以记录备查。

3.2.5 剔除异常值后，宜追加适宜的观测值计入样本。

3.3 参数估计

3.3.1 根据研究目的，参数估计分别采用点估计和区间估计。

3.3.2 均值点估计 在剔除异常值后, 这批包含 n 个观测值 x_i ($i=1, 2, \dots, n$) 的数据, 用 n 个数据的算术平均值 \bar{x} 估计正态分布的均值 μ , 并按下式确定:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.3.2)$$

3.3.3 标准差点估计 用 n 个数据的标准差 s 估计正态分布总体的标准差 σ , 按下式确定:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.3.3)$$

3.3.4 根据公式 (3.3.2) 和公式 (3.3.3) 计算的结果, 按下式计算变异系数:

$$C_v = s / |\bar{x}| \quad (3.3.4)$$

3.3.5 均值的区间估计, 置信水平取 95%, 根据研究目的确定双侧或单侧的置信区间。

3.3.6 总体均值的双侧置信区间可由下列双重不等式确定:

$$\bar{x} - \frac{t_{0.95}}{\sqrt{n}}s < \mu < \bar{x} + \frac{t_{0.975}}{\sqrt{n}}s \quad (3.3.6)$$

式中, $t_{0.975}$ 见表 3.3.7。

3.3.7 总体均值的单侧置信区间由下列不等式中的一个来确定:

$$\mu < \bar{x} + \frac{t_{0.95}}{\sqrt{n}}s \quad (3.3.7-1)$$

或者

$$\mu > \bar{x} - \frac{t_{0.95}}{\sqrt{n}}s \quad (3.3.7-2)$$

式中, $t_{0.95}$ 见表 3.3.7。

3.3.8 当有特殊研究需要时, 才确定总体方差的置信区间, 在 $n \geq 25$ 时由下面的双重不等式确定:

$$\frac{s^2}{1 + u_{0.975} \sqrt{2/(n-1)}} < \sigma^2 < \frac{s^2}{1 - u_{0.975} \sqrt{2/(n-1)}} \quad (3.3.8-1)$$

式中, $u_{0.975}$ 取 1.96。

或用下式确定单侧上置信区间:

$$\sigma^2 < \frac{(n-1)s^2}{c_{0.05, n-1}} \quad (3.3.8-2)$$

式中, $c_{0.05, n-1}$ 见表 3.3.8

表 3.3.7 $t_{0.975}$ 和 $t_{0.95}$ 的值

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{0.975}$	12.71	4.303	3.182	2.776	2.571	2.447	2.365	2.306	2.262
$t_{0.95}$	6.314	2.920	2.353	2.132	2.051	1.943	1.895	1.860	1.833
n	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$t_{0.975}$	2.228	2.201	2.179	2.160	2.145	2.131	2.120	2.110	2.101
$t_{0.95}$	1.812	1.796	1.782	1.771	1.761	1.753	1.746	1.740	1.734
n	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$t_{0.975}$	2.093	2.086	2.080	2.074	2.069	2.064	2.060	2.056	2.052
$t_{0.95}$	1.729	1.725	1.721	1.717	1.714	1.711	1.708	1.706	1.703
n	29	30	40	50	60	120	∞		
$t_{0.975}$	2.048	2.045	2.024	2.008	2.000	1.980	1.960		
$t_{0.95}$	1.701	1.699	1.682	1.676	1.673	1.656	1.645		

表 3.3.8 $c_{0.05, n-1}$ 值

$n-1$	24	25	26	27	28	29	30	35	40	45	50	75
$c_{0.05, n-1}$	13.8	14.6	15.4	16.2	16.9	17.7	18.5	22.5	26.5	30.6	34.8	56.1

3.4 回归分析

3.4.1 回归分析是确定变量之间所含有的某种相关关系的经验方法, 其关系的表达式——经验回归公式应按最小二乘法确定。

3.4.2 在建立回归公式的同时, 应计算剩余标准差和相关系数(或相关指数)。

3.4.3 回归公式仅适用于在已经观测到的自变量(控制变量)

起点和终点之间的范围内，不得外推使用；当需外推时，应有充分的理论根据或有进一步试验数据验证。

3.4.4 对建立的回归公式能否满足实际使用要求，应视研究目的而定，但其相关系数的绝对值应大于 0.85。

4 梁弯曲试验方法

4.1 一般规定

4.1.1 本方法适用于测定梁受弯时的弹性模量和强度。横梁包括整截面的锯材矩形截面受弯构件、由薄板叠层胶合的工字形、矩形截面受弯构件以及侧立腹板胶合梁。

注：在木结构工程施工质量验收中，当需检测结构板材抗弯质量时，可参考附录 H 和附录 I 的暂行规定。

4.1.2 梁的受弯试验应采用对称的四点受力和匀速加荷的方法，用以观测荷载和挠度之间的关系，获得所需的各种数据和信息。

4.1.3 测定梁的纯弯曲弹性模量，应采用在规定的标距内测定在纯弯矩作用下的挠度的方法，据此测定的最大挠度值来计算纯弯曲弹性模量；测定梁的表观弹性模量应采用全跨度内最大的挠度来计算。

4.1.4 测定梁的抗弯强度，应使梁的测定截面位于规定的标距内承受纯弯矩作用直至破坏时所测得的最终破坏荷载来确定。

4.2 试件及制作

4.2.1 制作梁的弯曲试验试件时，有关试材的来源、树种、干燥处理、加工制作、尺寸测量以及试件的记载等事项均应遵守本标准中第 2 章基本规定。

4.2.2 试件的最小长度应为试件截面高度的 19 倍。

4.2.3 梁的截面尺寸应在规定的标距内用游标卡尺测量，应读到 1/10mm。

4.2.4 当需确定梁的抗弯强度与标准小试件的抗弯强度（或木材的其他基本材性）之间的比值时，在试验之前，在该根梁的两端试材中各切取受弯标准小试件不应少于 5 个，顺纹受压标准小

试件不应少于 3 个。

4.2.5 当需确定梁的弯曲弹性模量与标准小试件的弯曲弹性模量（或木材的其他基本材性）之间的比值时，在试验之前，在该根梁的两端试材中切取弯曲弹性模量小试件共不应少于 5 个，顺纹受压标准小试件共不应少于 5 个。

4.3 试验设备与装置

4.3.1 试验所用的试验机应符合下列要求：

1 有足够的净空能容纳试件及有关装置，且梁的挠曲变形不应受到限制。

2 测力系统应事先校正，应符合本标准第 2.3.1-1 条的要求，荷载读数盘的最小分格不大于 200N。

3 当试验机的支承臂的长度小于梁试件的长度时，应在试验机的支承臂上安设钢梁（工字型或槽型）。对跨度特别大的梁也可在反力架上进行试验。

4.3.2 梁试件在支座处的支承装置应符合下列条件：

1 梁试件的下表面应采用钢垫板传递支座反力。钢垫板的宽度不得小于梁的宽度，其长度和厚度应根据木材横纹承压强度和钢材抗弯强度来确定。

2 梁两端的支座反力均应采用滚轴支承，此滚动轴应设置在支承钢垫板的下面并垂直于梁的长度方向，应保证梁端的自由转动或移动，而两端滚轴之间的距离即梁的跨度应保持不变。

3 当梁的截面高度和宽度的比值等于或大于 3 时，在反力支座与荷载点之间应安装侧向支撑，并不应少于一处。此侧向支撑应保证试验的梁仅产生上下移动而不产生侧向移动和摩擦作用。

4.3.3 梁试件的加载装置应符合下列条件：

1 梁试件上的荷载应通过安设在梁上表面的钢垫板来传递。加荷钢垫板的宽度应等于或大于梁的宽度，钢垫板的长度和厚度应按木材横纹承压和钢板抗弯条件的计算来确定；若试验仅测量

梁在纯弯矩作用区段的挠度，钢垫板的长度尚不得大于截面高度的 0.5 倍。

2 在加荷钢垫板的上表面，应与加荷弧形钢垫块的弧面接触。弧形钢垫块的上表面刻槽应与荷载分配梁的刀口对正。弧形钢垫块的弧面曲率半径为梁高的 2~4 倍，弧面的弦长至少等于梁的高度。

3 在弧形钢垫块之上应设荷载分配梁。荷载分配梁可采用工字钢或槽钢制作，其刚度应按施加的最大荷载进行设计。分配梁的两端应分别带有刀口，刀口与梁上的弧形垫块上的刻槽应接触良好。刀口和刻槽均应垂直于梁的跨度方向。

4 在荷载分配梁的中央应设置球座，与试验机上的上压头应对正。宜将分配梁连系在试验机的上压头上。

4.3.4 测量挠度的装置应符合下列条件：

1 测量梁在荷载作用下产生的挠度时，可采用 U 形挠度测量装置。此 U 形装置应满足自重轻而又具有足够的刚度的要求，可采用轻金属（例如铝）制作。在 U 形装置的两端应钉在梁的中性轴上，在此装置的中央安设百分表用来测量梁中央中性轴的挠度。

2 当梁的跨度很大时，亦可采用挠度计直接测量梁两端及跨度中央的位移值而求得梁的挠度。

4.4 试验步骤

4.4.1 试件宜采用三分点加荷并且对称装置；最内的两个加荷点之间的距离宜等于梁截面高度的 6 倍（图 4.4.1-1 及图 4.4.1-2）。当测定纯弯区挠度时，尚要求最内的两个钢垫板之间的净距不应小于梁截面高度的 5 倍（图 4.4.1-1），且不应小于 400mm。如果受试验设备的限制，不能正好满足这些条件时，最内的两个加荷点之间允许增加的距离不应大于截面高度的 1.5 倍；或试件的两个支座反力之间允许增加的距离不应大于截面高度的 3 倍。

4.4.2 梁的弯曲弹性模量应按下列试验程序进行测定：

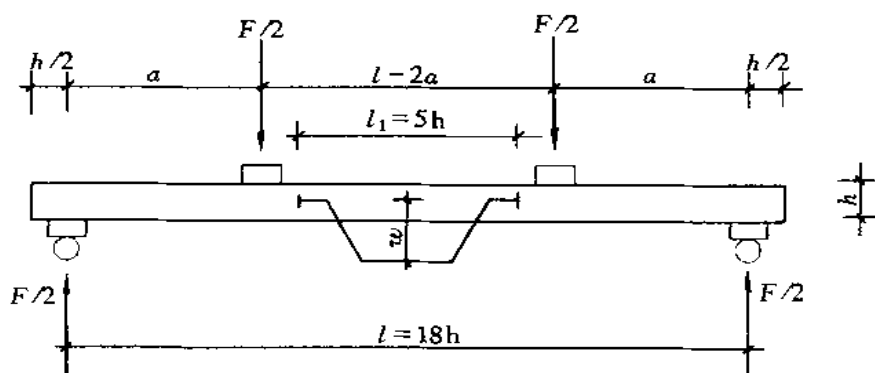


图 4.4.1-1 纯弯区挠度的测量装置

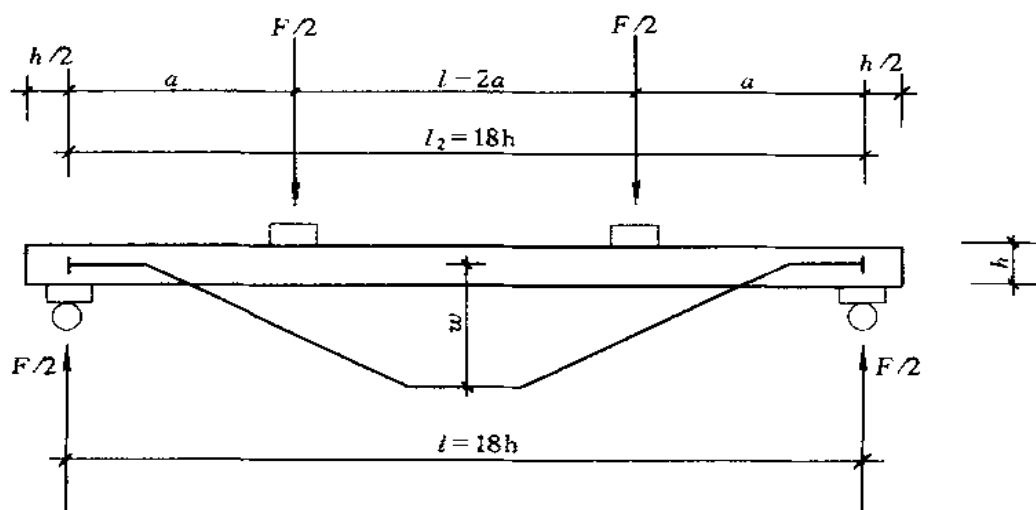


图 4.4.1-2 全跨度挠度的测量装置

1 加荷装置、支承装置和测量挠度的装置应安装牢固，在梁的跨度方向应保证对称受力，特别应防止出平面的扭曲。

2 安装在梁的上表面以上的各种装置的重量应计入加荷数值内，为此，应在这些装置未放在梁上进行试验机读数盘调零。

3 应预先估计荷载 F_1 值（小于比例极限的力）和 F_0 值（大于为把试件和装置压密实的力——即不产生松弛变形的力）。荷载从 F_0 增加到 F_1 时记录相应的挠度值，再卸荷到 F_0 ，反复进行 5 次而无明显差异时，取相近三次的挠度差读数的平均值作

为测定值 Δw ，相应的荷载值为 $\Delta F = F_1 - F_0$ 。

4.4.3 梁的弯曲弹性模量试验可以采用连续加荷的方式加荷，也可采用无冲击影响的逐级加荷方式。

当采用连续加荷时，试验机压头的运行速度不得超过按下式计算的允许值：

$$v = 5 \times 10^{-5} \times \frac{a}{3h} (3l - 4a) \quad (4.4.3)$$

式中 v ——试验机压头的运行速度 (mm/s)；

l ——试件的跨度 (mm)；

a ——加荷点至支承点之间的距离 (mm)；

h ——试件截面的高度 (mm)。

4.4.4 梁的抗弯强度试验可以采用无冲击影响的逐级加荷方式，其加荷速度应使荷载从零开始约经 8min 即可达到最大荷载，但不得少于 6min，也不超过 14min。

4.4.5 当需测定梁的比例极限及绘制荷载与挠度的关系曲线时 (图 4.4.5)，试验机压头的运行速度按本标准第 4.4.3 条采用；试验机压头所运行的行程从加荷算起应不小于按下式计算的距离：

$$s = 45 \times 10^{-3} h \quad (4.4.5)$$

式中 s ——试验机所运行的行程 (mm)；

h ——试件截面的高度 (mm)。

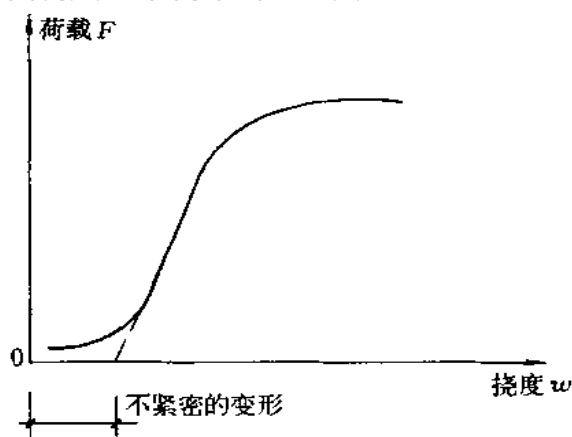


图 4.4.5 荷载-挠度关系图

当接近比例极限时、开始出现某一局部破坏时（例如裂缝响声、木纤维发生皱褶等）及最终破坏时，应记录相应的荷载及其挠度值。确定上述各种挠度值时，应将由于各种装置不紧密或其他原因所引起的松弛变形予以扣除。

4.5 试验结果

4.5.1 梁在纯弯矩区段内的纯弯弹性模量应按下式计算：

$$E_m = \frac{al_1^2 \Delta F}{16 I \Delta w} \quad (4.5.1)$$

式中 a ——加荷点至反力支座之间的距离（mm）；

l_1 ——测量挠度的 U 形装置的标距，此处等于 $5h$ ，（mm）；

ΔF ——荷载增量，在比例极限以下，此处等于 F_0 与 F_1 之差，（N）；

I ——实际截面的惯性矩（ mm^4 ）；

Δw ——在荷载增量 ΔF 作用下，在测量挠度的标距为 l_1 的范围内所产生的中点挠度（mm）；

E_m ——在纯弯矩区段内的纯弯弹性模量（ N/mm^2 ），应记录 and 计算到三位有效数。

4.5.2 梁在全跨度内的表观弯曲弹性模量应按下式计算：

$$E_{m,app} = \frac{a \Delta F}{48 I \Delta w} (3l^2 - 4a^2) \quad (4.5.2)$$

式中 a ——加荷点至反力支座之间的距离（mm）；

l ——测量挠度的标距，此处取等于梁的跨度（mm）；

ΔF ——荷载增量，在比例极限以下，此处等于 F_1 与 F_0 之差，（N）；

I ——实际截面的惯性矩（ mm^4 ）；

Δw ——在荷载增量 ΔF 作用下在全跨度内所产生的中点挠度（mm）；

$E_{m,app}$ ——在全跨度内梁的表观弯曲弹性模量（ N/mm^2 ），应

记录和计算到三位有效数。

4.5.3 当同一根梁试件同时测得全跨度内的及纯弯区段的两种挠度值时，可利用第 4.5.1 条及第 4.5.2 条的规定，并按下式计算出该梁的剪切模量：

$$G = \frac{1.2h^2}{(1.5l^2 - 2a^2)[1/E_{m,app}) - (1/E_m)]} \quad (4.5.3)$$

式中 G ——梁的剪切模量 (N/mm^2)，应记录和计算到三位有效数。

4.5.4 梁的抗弯强度应按下列式计算：

$$f_m = \frac{aF_u}{2W} \quad (4.5.4)$$

式中 a ——加荷点至反力支座之间的距离 (mm)；

W ——实际的截面抵抗矩 (mm^3)；

F_u ——最后破坏时的荷载 (N)；

f_m ——梁的抗弯强度 (N/mm^2)，应记录和计算到三位有效数。

5 轴心压杆试验方法

5.1 一般规定

5.1.1 本方法适用于测定整截面的锯材或胶合矩形截面构件轴心受压失稳破坏时的临界荷载。

注：当需测定无柱效应的短构件顺纹受压的应力应变曲线时，可按本标准附录 B 的方法进行。

5.1.2 本方法是在保证承重柱承受轴心压力的条件下匀速加荷直至破坏的过程中取得所需要的数据和信息。

5.1.3 轴心压杆试验试件轴线的对中方法，除有专门要求按物理轴线对中外，对验证性、检验性和一般的研究性目的试验均可采用几何轴线对中。采用几何轴线对中的方法，应保证构件截面的几何中心、双向刀铰的中心和试验机压头的中心重合在一条纵向轴线上。采用物理轴线对中的方法，应在加荷数次后，视试件同一截面的四个侧面的应变值是否相等，若不相等，则调整试件位置，反复进行，直至测得的应变值与其平均值相差不超过 5% 为止。

5.2 试件及制作

5.2.1 轴心压杆试验的试件可采用正方形截面，试件的长度不应小于截面边宽的 6 倍，当最大长度受试验机条件的限制时，其长细比宜达到 150。试验柱的截面边宽不宜小于 100mm。

5.2.2 轴心压杆试验的试件，其木材缺陷应符合现行的国家标准《木结构设计规范》GBJ 5—88 中材质标准Ⅱ等材或Ⅲ等材的规定，不得改变等级，并应事先注明其材质等级。木材的主要缺陷（木节、斜纹、裂缝等）应位于试件长度中央 1/4 长度的范围内；靠近杆件端部 1 倍截面宽度的范围内不得有任何缺陷，但斜

纹率允许不大于 10%。

5.2.3 轴心压杆试件的制作、检查、含水率测定等事项除应符合本标准第 2 章中有关规定外，试件的制作尚应符合杆直、两个端面（承压面）平整、并垂直于轴线的要求，宜用制作模具用的平板等工具进行检验。

5.2.4 在制作试件之前，应从靠近压杆两端面的试材中切取顺纹受压强度和弹性模量标准小试件，每端各不少于 3 个。

5.2.5 轴心压杆试件和标准小试件宜同时制作、同时试验。若不能及时试验，轴心压杆试件和标准小试件应存放在同一环境中保证不改变木材已达到的室内气干平衡含水率状态。

5.3 试验设备与装置

5.3.1 轴心压杆试验所用的试验机应符合下列要求：

- 1 有足够的净空能容纳试件的长度及有关装置；
- 2 可使压头均匀运行并能控制其速度；
- 3 精度除应符合本标准第 2.3.1-1 条的要求外，液压式万能试验机荷载读数盘的最小分格不宜大于 200N；液压式长柱试验机荷载盘读数的最小分格不宜大于 1000N。

5.3.2 轴心压杆试验的支承装置应满足下列条件：

- 1 具有各向自由转动的作用；
- 2 可准确地轴心传力；
- 3 能均匀地分布荷载。

可采用球铰（或称球座）或专门设计的双向刀铰。

5.3.3 当采用球铰作为轴心压杆试验的支承装置时，球的半径宜小，以利于转动灵活和准确对中。通常球面半径可为试件截面尺寸最大边（试件与球座之间的承压面）的 1~2 倍。球座的上下面应为正方形的平面并应具有可与试件的承压面准确对中的、对准球心的十字形刻划线。球座的正方形表面应略大于试件的承压面。

5.3.4 当采用双向刀铰作为轴心压杆试验的支承装置时，双向

刀铰（图 5.3.4）应保证可在试件截面的相互垂直的两个轴线上绕任何方向转动。刀口接触面宜小，保证转动灵敏。双向刀铰的上下表面也应为正方形，并具有对准中心的十字形刻划线或有其他保证对中的方法。双向刀铰应预先固定在试验机的上下压头上。柱顶部和底部的双向刀铰的刀口放置方向应保证在任何方向柱的计算长度保持不变。

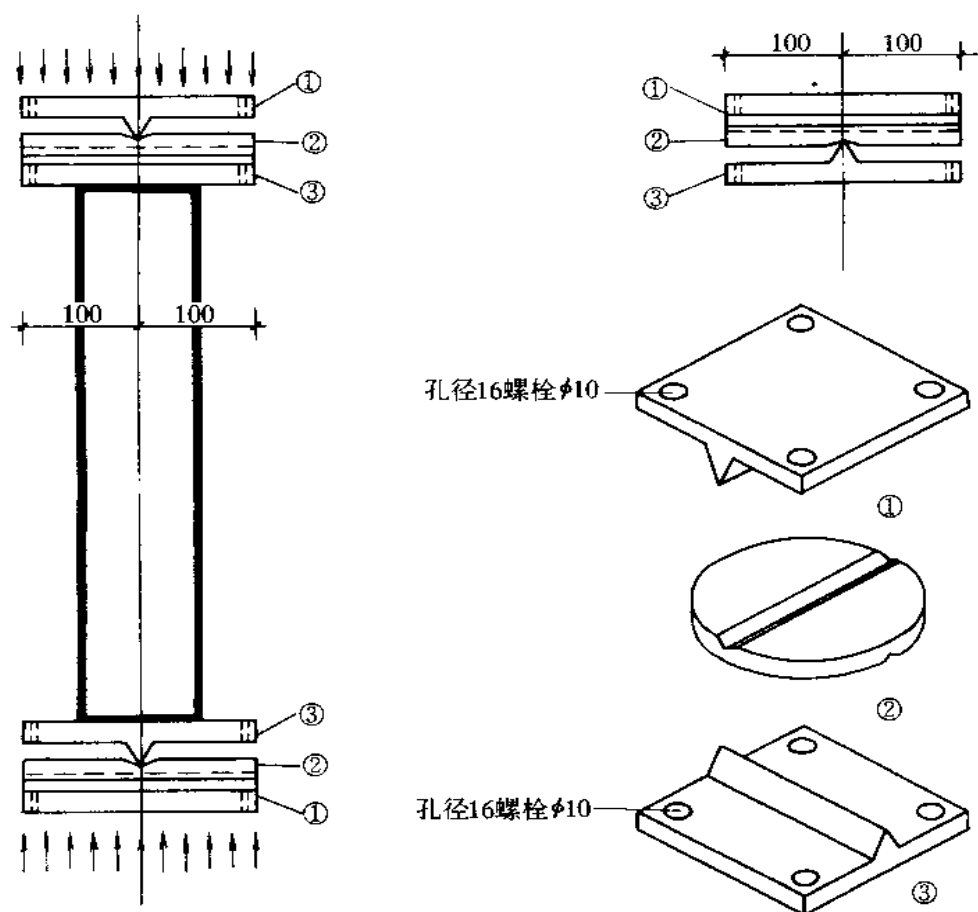


图 5.3.4 双向刀铰

5.3.5 木材顺纹受压的压缩变形可用电阻应变仪或千分表测定。轴心压杆的侧向挠度宜采用行程为 50mm 最小读数为 1/100mm 的位移计和 X-Y 函数记录仪测定。

5.4 试验步骤

5.4.1 轴心压杆顺纹应变值的测定，应在柱的长度中央截面的4个侧面粘贴标距为100mm的电阻应变片各一片。初加荷载到 F_0 后，用静态电阻应变仪测应变值，再加荷载到 F_1 后测相应的应变值。卸荷到 F_0 ，反复进行5次，取其中相近的3次读数的平均值作为计算初始偏心 and 初始弹性模量的应变值。然后卸载到 F_0 ，随即以均匀的速度连续逐级加荷，每级荷载为 ΔF ，并读出每级荷载下的应变值。 F_0 、 F_1 和 ΔF 应根据压杆的长细比和估计的破坏荷载的不同情况来确定。在正式加荷之前，应对安装好的试验柱进行预加压，使它进入正常的工作状态，同时检查试验装置是否可靠和所用测量仪表的工作是否正常。 F_0 就是为了满足这些要求所需的最小荷载值。 ΔF 约取预估的破坏荷载的 $1/15 \sim 1/20$ ， F_1 值约取为 ΔF 的1~2倍。

5.4.2 轴心压杆侧向挠度的测定，不宜使位移计直接与柱的表面接触，而宜采用细绳、垂球和转向滑轮将位移传递到位移计上。当逐级加荷 ΔF 时，在柱截面的两个方向均应测出每级荷载作用下的挠度值。在长度的中央、在截面的两个方向应各安设一个位移传感器，用X-Y函数记录仪绘出荷载-挠度曲线。为此，预先应进行标定，以求得荷载和位移的放大倍数。

5.4.3 轴心压杆试验，宜采用连续均匀加荷方式，并在大约6~10min内荷载从零开始到达破坏。

5.5 试验结果及整理

5.5.1 轴心压杆试验测得的初始弹性模量和初始偏心率的计算可按下列规定确定：

1 构件的初始弹性模量可按下式计算：

$$E_0 = \frac{F_1 - F_0}{A(\epsilon_1 - \epsilon_0)} \quad (5.5.1-1)$$

式中 ϵ_0 和 ϵ_1 ——分别为按5.4.1条规定方法测得的、在荷载

F_0 和 F_1 三次作用下、4 个侧面的应变值读数的平均值；

A ——构件截面的面积 (mm^2)；

E_0 ——构件的初始弹性模量 (N/mm^2)。

2 构件的初始相对偏心率可按式计算：

对 BD 方向的初始相对偏心率为：

$$m_{BD} = \frac{\epsilon_B - \epsilon_D}{\epsilon_B + \epsilon_D} \quad (5.5.1-2)$$

对 AC 方向的初始相对偏心率为：

$$m_{AC} = \frac{\epsilon_A - \epsilon_C}{\epsilon_A + \epsilon_C} \quad (5.5.1-3)$$

式中 $\epsilon_A, \epsilon_B, \epsilon_C, \epsilon_D$ 分别为构件的 A, B, C, D 四个侧面上的三次应变值读数的平均值。

5.5.2 轴心压杆失稳破坏时的临界应力及其与标准小试件顺纹抗压强度的比值，可分别按下列公式计算：

$$\sigma_{\text{cri}} = \frac{F_u}{A} \quad (5.5.2-1)$$

$$\frac{\sigma_{\text{cri}}}{f_c} = \frac{F_u}{A f_c} \quad (5.5.2-2)$$

式中 A ——杆件实际的截面面积 (mm^2)；

F_u ——杆件破坏时的荷载 (N)；

f_c ——标准小试件顺纹抗压强度 (N/mm^2)；

σ_{cri} ——轴心压杆试验失稳破坏时的临界应力 (N/mm^2)，记录 and 计算到三位有效数。

5.5.3 轴心压杆试验失稳破坏时的等效弹性模量及其与标准小试件顺纹受压弹性模量的比值可分别按下列公式计算：

$$E_{\text{equ}} = \frac{F_u l^2}{\pi^2 I} \quad (5.5.3-1)$$

$$\frac{E_{\text{equ}}}{E} = \frac{F_u l^2}{\pi^2 I E} \quad (5.5.3-2)$$

式中 l ——轴心压杆的计算长度 (mm);

I ——轴心压杆的截面惯性矩 (mm⁴);

E ——标准小试件顺纹受压弹性模量 (N/mm²);

F_u ——杆件破坏时的荷载 (N);

E_{equ} ——轴心压杆试验失稳破坏时的等效弹性模量 (N/mm²), 记录和计算到三位有效数。

5.5.4 轴心压杆试验数据可整理汇总并用表 5.5.4 列出有关资料。

表 5.5.4 轴心压杆试验主要结果

试件 编号	截面 尺寸 $b \times h$ (mm)	计算 长度 l (mm)	含水 率 w (%)	标准小试件		初始 相对 偏心 率	初始 弹性 模量 (N/mm ²)	破坏 荷载 (N)	临界 应力 (N/mm ²)	等效 弹性 模量 (N/mm ²)
				强度 (N/mm ²)	弹性 模量 (N/mm ²)					

6 偏心压杆试验方法

6.1 一般规定

6.1.1 本方法适用于测定整截面的锯材或胶合木材矩形截面构件偏心受压时的破坏荷载。

6.1.2 本方法是采用偏心压力均匀地分布于试件的端部截面(图 6.1.2)、试件两端的偏心距 e 相等、匀速加荷、单向弯曲的方法,在加荷直至破坏的过程中取得所需要的数据和信息。

6.1.3 偏心压杆的试验设计中应采取措施保证垂直于弯曲平面的压屈破坏的估计荷载大于弯曲平面内破坏的偏心荷载的估计值。

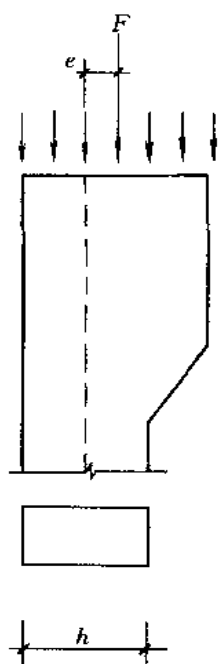


图 6.1.2 试件端部

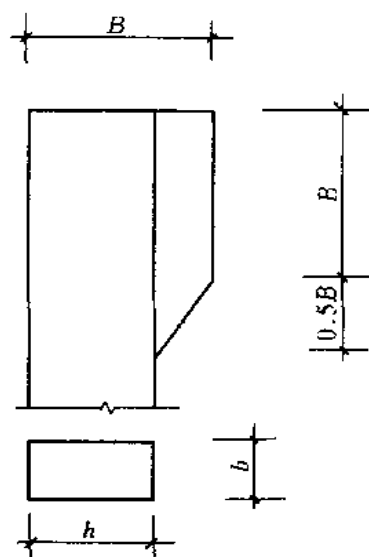


图 6.2.3 牛腿

6.2 试件及制作

6.2.1 试件截面的最小边宽不宜小于 60mm。在弯曲平面内，试件的最小长细比不宜小于 35；试件的最大长细比应根据试验设备的净空尺寸决定，但不宜超过 150。

6.2.2 试件压力的相对偏心率宜在 0.3~10 的范围内。

6.2.3 在弯矩平面内试件的两端应各胶粘一段木块，作为偏心压力的“牛腿”，木块的木纹方向应与试件轴线一致（图 6.2.3）。

6.2.4 偏压试件试材的材质标准应取 II 等材，最大缺陷（木节等）应位于长度中央 1/2 长度范围内；对试件的加工以及试件的原始资料、记录等事项，均应符合本标准第 2 章要求。

6.2.5 试件的两个端面应与试件的轴线垂直，且应加工光洁平整。制作时应借助刨光的钢板、角尺及其他工具对端面进行严格检查。

试件的四个侧面应相互垂直。

6.2.6 在制作试件之前，应从靠近两个端面的试材中切取标准小试件，每端各切取顺纹受压强度试件 3 个、顺纹受压弹性模量试件 3 个、静力弯曲试件 3 个。

6.3 试验仪表和设备

6.3.1 用于偏压试验的机械装置和仪表设备，均应满足本标准第 2 章基本要求。

6.3.2 试验设备的净空尺寸应取试件长度及其有关支承和加荷装置的总和尺寸，并应保证试件在试验的全过程中，仅沿指定方向挠曲，但对变形又不受约束。

设备的部件应不妨碍试件的对中校准。

6.3.3 偏压试验可根据实际条件选用长柱试验机或承力架进行试验。每批试验的所有试件，不分长细比大小，均应用同一设备进行试验。

6.3.4 当采用千斤顶施加荷载时，应注意下列各项：

1 千斤顶活塞在加荷的全过程中应具有足够的行程，千斤顶的吨位应与该批试件的最大承载能力相适应。

2 千斤顶应牢固固定在承力架底部的横梁上。千斤顶液压缸的外表面上应标出用于试件对中的、分别位于两轴互相垂直的纵剖面内的两对轴线。

3 千斤顶活塞的顶面应保持水平。安装每根试件时，均应用水准尺进行检验。

6.3.5 当采用压力传感器测定荷载大小时，应选择吨位约等于该批试件的最大荷载的 1.2 倍的压力传感器。对截面长边约 100mm 的试件，宜采用 150kN 的压力传感器。

6.3.6 测量偏压试件的挠度应采用量程不小于 100mm 的挠度计或位移传感器。对大挠度试件，宜安装滑动标尺测量试验后期的挠度值。

偏压试件需在其长度中点和上、下支承处布置测量挠度的仪表。对有特定目的的试验，应将仪表布置在其所需测定变形的地点。

6.3.7 测量试件边缘纤维的应变宜采用电阻应变仪。电阻应变片宜分别布置在试件长度中点处的弯曲凹侧和凸侧。电阻应变片的标距宜为 100mm。

6.4 试 验 步 骤

6.4.1 偏压试件两端应采用单向刀铰支承（图 6.4.1）。在单向刀铰的刀槽与试件的端面之间，应设置厚度不小于 20mm 的刨光的钢压头板。刀槽与钢压头板应有构造连接。刀槽的中心线与试件的轴线之间的距离应构成所需的偏心距（图 6.4.1）。

6.4.2 当采用承力架进行偏压试验时，在试件上端单向刀铰的刀刃应固定在承力架的上部横梁上；而在下端单向刀铰的刀刃宜固定在压力传感器上。两个刀刃的中线应上下对直，并与千斤顶液压缸外表面上标出的一对轴线重合。每根试件安装就位完毕，

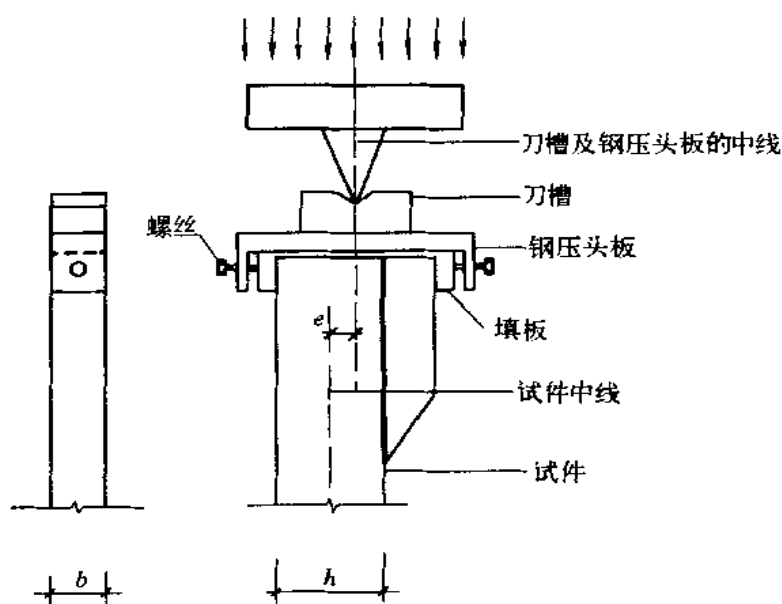


图 6.4.1 单向刀铰装置

均应检查上、下刀刃是否对准。

6.4.3 单向刀铰的刀槽及钢压头板应固定在试件的端部 (图 6.4.1), 钢压头板两侧宜各附有一块用于试件就位微调的、带丝孔和螺丝的钢板 (图 6.4.1)。

6.4.4 偏心压杆试验当采用连续均匀加荷方式, 加荷速度宜控制在从零开始连续加荷至试件破坏的全过程所经历时间为 6~10min; 若采用分级加荷方式, 宜控制试验全过程历时 15min。

6.5 试验资料整理

6.5.1 每根偏心压杆的主要试验数据可按表 6.5.1 逐一填入; 典型的荷载-挠度曲线以及其他有关细节也应按本标准第 2.4 节的要求详细列出。

表 6.5.1 偏心压杆每根试件的主要试验资料汇总表

试件 编号	截面 尺寸 (mm)	长细比	相对偏 心率或 偏心距	标准小试件		破坏 荷载 (N)	破坏 挠度 (mm)	含水率 (%)	木节 尺寸 (mm)
				顺纹抗 压强度	抗弯 强度				

6.5.2 偏心压杆试验结果的相对值分别按下列公式计算:

1 相对偏心率:

$$m = \frac{6e}{h} \quad (6.5.2-1)$$

2 构件破坏时压应力的相对值:

$$\frac{\sigma_c}{f_c} = \frac{F_u}{bh f_c} \quad (6.5.2-2)$$

3 构件破坏时杆端初始偏心弯矩产生的弯应力的相对值:

$$\frac{\sigma_m}{f_m} = \frac{6e F_u}{bh^2 f_m} \quad (6.5.2-3)$$

式中 e ——初始偏心距, 荷载与构件轴线之间的距离 (mm);

F_u ——破坏荷载 (N);

h ——构件实际截面的高度 (mm);

b ——构件实际截面的宽度 (mm);

f_c ——标准小试件的顺纹抗压强度 (N/mm²);

f_m ——标准小试件的抗弯强度 (N/mm²);

σ_c ——在初始偏心距为 e 的条件下构件破坏时的压应力 (N/mm²);

σ_m ——在杆端初始偏心弯矩作用下构件破坏时的弯应力 (N/mm²)。

6.5.3 根据表 6.5.1 所列资料, 对不同长细比的构件, 分别整理绘出压力-弯矩关系图: 图的纵坐标表示压力或它的对应值; 横坐标表示杆端初始偏心弯矩或它的对应值; 对相同长细比的构件, 将其组平均值的点子连成曲线。

7 横纹承压比例极限测定方法

7.1 一般规定

7.1.1 本方法适用于测定木构件横纹承压比例极限。

7.1.2 本方法是根据试验测定的荷载-变形曲线，按下述规则确定比例极限点的坐标位置：曲线上该点的切线与荷载轴夹角的正切值，应取该曲线直线部分与荷载轴夹角的正切值的 1.5 倍，以该点坐标对应的荷载值作为该试件横纹承压的比例极限。

7.1.3 木构件横纹承压按其受力方式可分为三种型式：

- 1 全表面横纹承压（图 7.1.3-a）；
- 2 局部表面横纹承压（图 7.1.3-b）；
- 3 尽端局部表面横纹承压（图 7.1.3-c）。

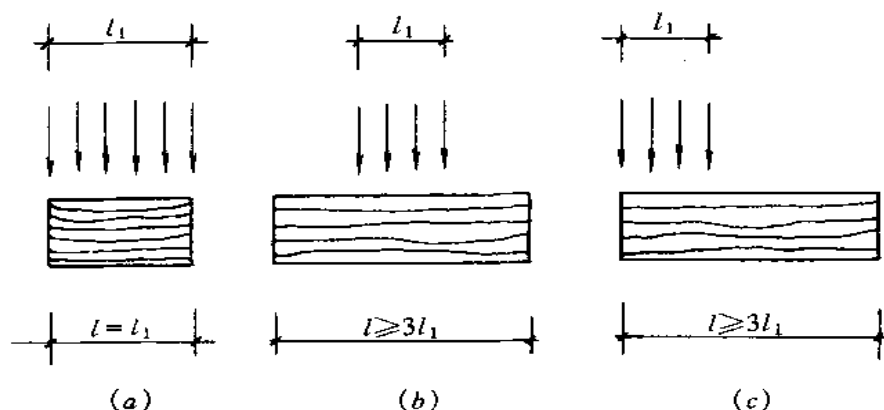


图 7.1.3 木构件横纹承压的三种受力型式

7.1.4 按本方法测定的木构件横纹承压比例极限，不要求进行含水率换算，但应保证试件的含水率调控至气干平衡含水率状态时，方可进行试验。

7.2 试材选取及试件制作

7.2.1 试件应从结构实际用材中选取，其材质除应符合本标准第2章规定外，尚应保证加工后的试件能符合下列要求：

- 1 截面上无髓心和钝棱；
- 2 在承压范围内无木节；
- 3 无水平方向或斜向裂缝，竖向裂缝的深度不得大于试件截面高度的1/5；
- 4 木材年轮的弦线与试件截面底边的夹角不宜大于15°。

7.2.2 试件尺寸应按其承压方式确定：对全表面横纹承压为120mm×120mm×180mm；对局部表面横纹承压和尽端局部表面横纹承压为120mm×120mm×360mm。若受条件限制，允许采用80mm×80mm×120mm和80mm×80mm×240mm的试件分别代替以上两种试件，但其试验结果应乘以尺寸影响系数 ψ_p 予以修正。对常用树种木材，可取 ψ_p 等于0.9。

7.2.3 试件加工时，其截面尺寸的允许偏差为±3mm；长度的允许偏差为±6mm；试件四角高度，在宽度方向彼此相差不应大于0.5mm，在长度方向彼此相差不应大于1.0mm。

试件尺寸应使用最小读数为1/10mm的游标卡尺测量。

7.2.4 试件含水率的测片，应于试验完毕后立即从试件中部锯取，其大小与试件截面尺寸相同，长度为10~15mm。

7.3 试验设备要求

7.3.1 当采用装备有自动记录荷载与变形图的试验机时，其荷载刻度间距不应大于200N/mm，变形刻度间距不应大于0.01mm/mm。若不具备自动记录条件，则要求试验机荷载读数盘的最小分格不应大于200N；测量试件变形的仪表，其读数盘的最小分格应为1/100mm。

7.3.2 试验机应配备能自动对中均匀加荷的球座式压头，压头的直径（或最小边尺寸）不应小于60mm，且应采用淬火钢材制

成。

7.3.3 在试验机中安装试件时，其上下均应设置厚度不小于20mm的钢垫板（图7.3.3），垫板表面应光洁平整、与试件贴合无肉眼可见缝隙。

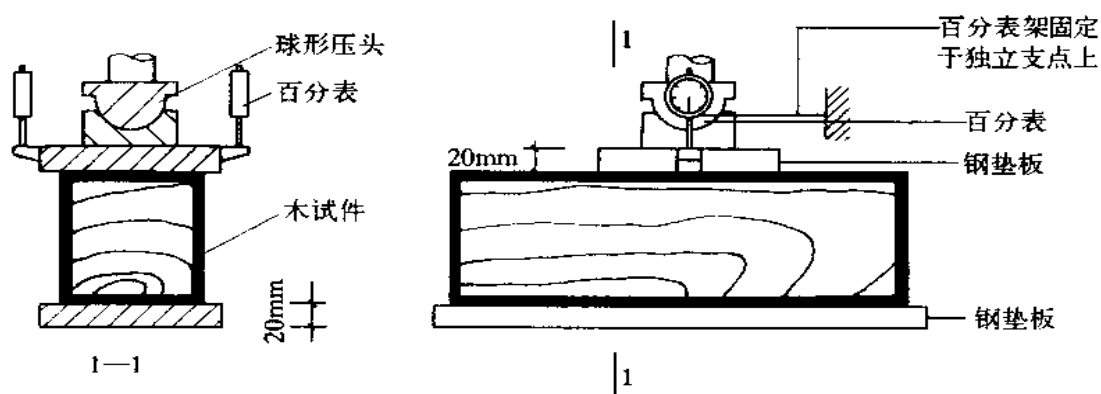


图 7.3.3 横纹承压用的附件

7.4 试验步骤

7.4.1 试验前，应测量试件的下列尺寸，测量值应读到1/10mm。

- 1 在截面宽度中点，测量试件长度 l ；
- 2 在试件承压面长度中点，测量截面宽度 b 。

7.4.2 当采用有自动记录装置的试验机进行试验时，应均匀地对试件施加荷载，并应保证在加荷开始后能以 $10 \pm 2\text{min}$ 的时间达到比例极限的荷载，此后尚应以同样速度加荷至荷载-变形图明显偏离直线轨迹为止。

7.4.3 当采用无自动记录装置的试验机进行试验时，除应按本标准第7.4.2条控制加荷速度外，尚应按相等的荷载增量，测读每级荷载的试件变形并按表7.4.3的记录格式进行记录。在估计的比例极限范围内，至少应有10级荷载的读数，超出此范围后，尚应有3~4级荷载的读数，每级荷载增量的确定，可在正式试验前，用3个试件进行探索试验，每级荷载的增量，对针叶材可

试用 4kN；对阔叶材，可试用 8kN。

表 7.4.3 木构件横纹承压比例极限测定记录表

试验内容		序号	时间		荷载			变形值	
			加卸荷	读数	每级 ()	累计 ()	为标 载 %	No.1	No.2
树 种									
实验室温度									
实验室湿度									
试件 尺寸	宽度								
	长度								
受压面积									
比例极限荷载									
比例极限应力									
备 注									

测读人：

记录人：

校核人：

日期：

7.5 试验结果的整理和计算

7.5.1 根据试验取得的每组荷载-变形值，以纵坐标表示荷载，以横坐标表示变形，绘制荷载-变形曲线图，按本标准第 7.1.2 条规定的方法从图上确定比例极限荷载 F_b 。

7.5.2 当试验机未配备精度符合要求的自动记录装置时，应根据测读记录绘制荷载-变形图。绘制时，其荷载轴（纵坐标）刻度间距不应大于 400N/mm；变形轴（横坐标）刻度间距不应大于 0.01mm/mm。

7.5.3 木构件横纹承压比例极限 $f_{c,90}$ 应按下列公式计算：

1 对全表面横纹承压：

$$f_{c,90} = \frac{F_b}{b \times l} \quad (7.5.3-1)$$

2 对局部表面和尽端局部表面横纹承压:

$$f_{c,90} = \frac{F_b}{b \times l_1} \quad (7.5.3-2)$$

式中 F_b ——比例极限荷载 (N);

$f_{c,90}$ ——横纹承压比例极限 (N/mm^2), 试验结果的记录和计算应精确至 $0.1N/mm^2$;

b ——试件截面宽度 (mm);

l ——试件长度 (mm);

l_1 ——试件承压面长度 (mm), 见图 7.1.3。

8 齿连接试验方法

8.1 一般规定

8.1.1 本方法适用于测定木结构单齿连接或双齿连接中被试木材的抗剪强度。

8.1.2 本方法是利用专门设计的加荷装置，保证压力与被试木材的木纹成交角的条件下，采用匀速加荷、测定试件的破坏荷载的方法，计算出齿连接的抗剪强度。

8.1.3 齿连接试验，除符合本章的规定外，尚应遵守本标准第2、3章有关规定。

8.2 试件的设计及制作

8.2.1 齿连接试件的设计应遵守下列规定：

1 试件截面的宽度不应小于 40mm，高度不应小于 60mm，高度与宽度的比值不应大于 1.5；

2 试件的齿槽深度：单齿连接不应小于 20mm；双齿连接第一齿深度不宜小于 10mm，第二齿深度至少应比第一齿深度多 10mm。

试件齿槽的最大深度不得大于试件全截面高度的 $1/3$ 。

3 试件的剪面长度：单齿连接不宜小于齿槽深度的 4 倍；双齿连接不宜小于齿槽深度的 6 倍；

4 齿连接的承压面必须保证垂直于压力的方向，压力与剪面之间的夹角应为 $\angle 26^{\circ}34'$ 。

5 试件在剪面长度以外的长度上的净截面高度，应等于剪面长度内的全截面高度减去齿槽深度。

8.2.2 试件的材质应符合下列要求：

1 试件的剪面附近不得有木节和水平裂缝，在其他部位亦不得有较大的缺陷；

2 试件的年轮弦线宜与剪面垂直,所有试件的年轮弦线与试件截面底边的夹角不宜小于 $\angle 60^\circ$ 。

8.2.3 试件截面加工的允许偏差为:试件截面的宽度和高度 $\pm 1\text{mm}$;试件的长度 $\pm 2\text{mm}$;齿槽深度 $\pm 0.1\text{mm}$;剪面长度 $\pm 1\text{mm}$ 。

8.2.4 在制作齿连接试件的同时,应在试件坯材受剪面一端预留 50mm 用以制作成 $2\sim 3$ 个顺纹受剪标准小试件。顺纹受剪标准小试件受剪面的年轮方向应与齿连接受剪面的年轮方向相同。

8.2.5 若试验目的为专门研究剪面长度 l_v 与齿槽深度 h_c 的比值对齿连接平均抗剪强度 τ_m 的影响,并建立这两个因素之间的关系曲线,试件和试材宜符合下列要求:

1 试材宜从林区采样,取胸高以上的原木段,长度不少于 4.8m ;

2 沿原木段纵向锯成至少7根试条,每根试条应按需要锯成不同长度的坯材至少7段,每段制成至少7个试件;

3 同一组中的7个试件应分别从不同的7根试条中各切取1个试件,并应有规律地相互错开;

4 试件的截面宽度宜取 40mm 高度为 60mm ,试件的长度应能保证安设足够的钢销,并经计算确定。

8.3 试验设备与装置

8.3.1 齿连接试验可采用万能试验机或其他加压设备,但应符合本标准第2.3.1条的有关要求。

8.3.2 齿连接试验的加荷装置,对试件截面宽度为 40mm 高度为 60mm 的齿连接试件宜采用专门设计的三角形支承架(图8.3.2-1);对试件截面宽度大于 40mm 和高度大于 60mm 的齿连接试件宜采用专门设计的三角形人字架(图8.3.2-2)。

8.3.3 齿连接试验用的三角形支承架(图8.3.2-1)应满足下列要求:

1 支承架顶端与试件的连接应采用圆柱形铰,利用钢夹板

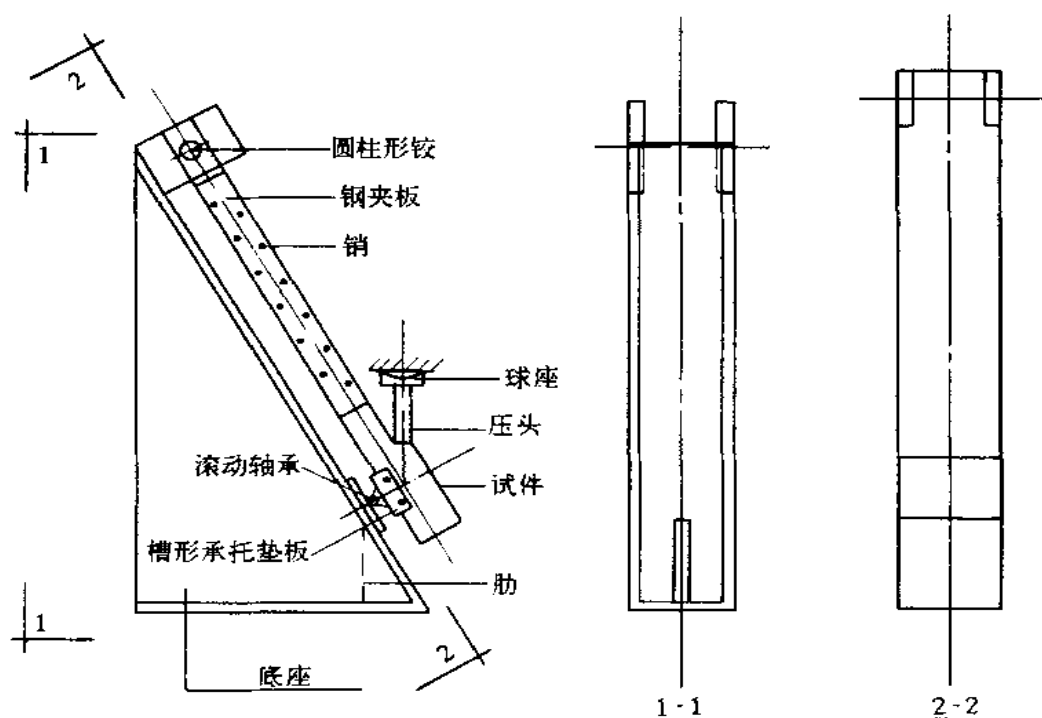


图 8.3.2-1 三角形支承架

和圆钢销与试件连接。要求圆钢销的孔位正确，保证试件受拉截面上轴心受力；

2 在试件的支座处应设槽形钢垫板和滚动轴承，保证支座反力的位置正确；

3 在试件的承压面上应设竖向压杆，压杆的上端与试验机的上压头连接处应形成活动铰，保证垂直方向传力。

8.3.4 齿连接试验用的三角形人字架（图 8.3.2-2）应满足下列要求：

1 三角形人字架中的人字杆应采用钢材制作，两根人字杆的上端应做成活动铰，连系于试验机的上压头；下端端面应与入字杆的轴线垂直，抵承在被试木材的齿槽上；

2 三角形人字架中下弦杆（即被试木材）的两端应放在钢垫板和滚轴上。

8.3.5 在安装试件时，应在试件上标出试件齿下净截面的轴线、承压面的中心线及支座的反力线；并要求确保此三条力线汇交于一点。

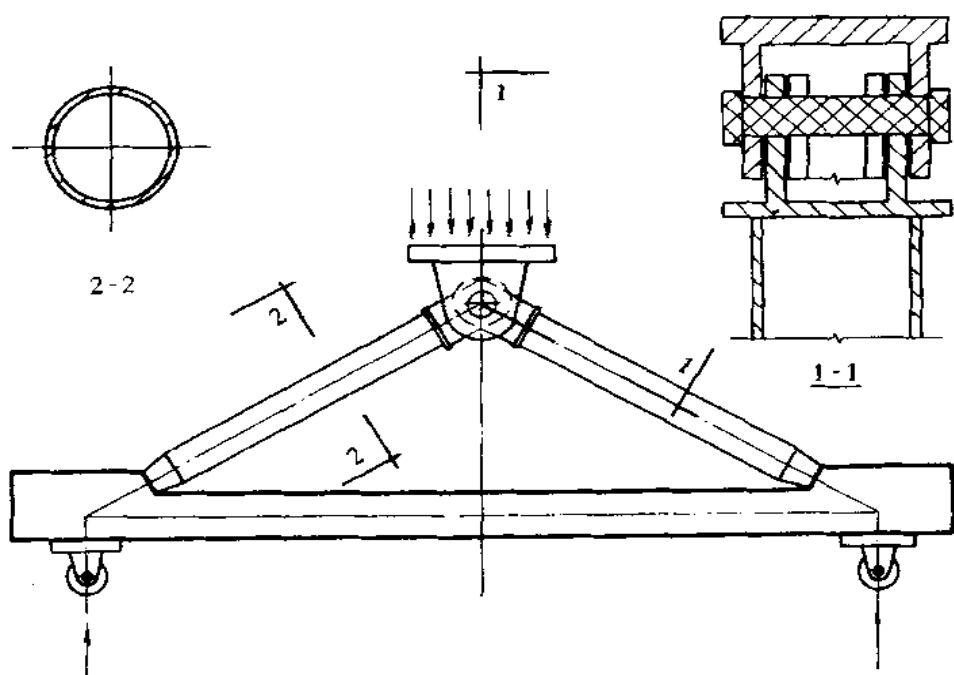


图 8.3.2-2 三角形人字架

8.4 试验步骤

- 8.4.1 试验室温度及试件的含水率应符合本标准第 2.3.2 条及第 2.2.2 条规定的要求。
- 8.4.2 齿连接试验的加荷速度应匀速进行，并保证在 3~5min 内达到破坏。
- 8.4.3 齿连接试件破坏后应在剪面下试材切取 2~3 个测定含水率的木块，并立即称其重量。
- 8.4.4 顺纹受剪标准小试件破坏后应立即测定其含水率。
- 8.4.5 齿连接试件破坏后应描绘端部横截面年轮方向及试件破坏状况。
- 8.4.6 齿连接抗剪呈脆性破坏，应注意设备和人的安全。

8.5 试验结果的记录与整理

- 8.5.1 齿连接试验记录应按表 8.5.1 要求逐项填写。

8.5.2 齿连接沿剪面破坏的平均剪应力应按下式计算：

$$\tau_m = \frac{F_u \cos \alpha}{l_v b_v} \quad (8.5.2)$$

式中 F_u ——齿连接破坏时齿槽承压面上的压力 (N)；

α ——破坏压力 F_u 和剪面之间的夹角；

l_v ——试件实际的剪切面长度 (mm)；

b_v ——试件实际的剪切面宽度 (mm)；

τ_m ——沿剪面破坏的平均剪应力 (N/mm^2)，记录和计算到三位有效数字。

8.5.3 齿连接沿剪面破坏时平均剪应力的相对值应按下式计算：

$$\phi_v = \frac{\tau_m}{f_v} \quad (8.5.3)$$

式中 ϕ_v ——齿连接沿剪面破坏平均剪应力的相对值；

f_v ——标准小试件顺纹抗剪强度 (N/mm^2)。

8.5.4 当齿连接试验符合本标准第 8.2.5 条规定时，齿连接试验结果的回归分析应符合本标准第 3.4 节的规定。

表 8.5.1 齿连接试验记录

试件类别		齿连接	顺纹受剪标准小试件			$\phi_v = \tau_m / f_v$	
试件编号							
破坏压力		$F_u =$	$F =$	$F =$	$F =$	室温	
剪面 尺寸	l_v		$l_b =$	$l_b =$	$l_b =$	空气相对湿度	
	b_v		$b_b =$	$b_b =$	$b_b =$	连接	
剪应力	$\tau_m = \frac{F_u \cos \alpha}{l_v b_v}$		$f_v = \frac{F}{l_b b_b}$			加荷速度	标准小试件
			平均值				
含水率						试验日期	
						记录者	
年轮方向破坏状况描述							

9 圆钢销连接试验方法

9.1 一般规定

9.1.1 本方法适用于测定被试木材圆钢销连接承弯破坏时的承载能力和变形。

9.1.2 本方法是在能保证圆钢销双剪连接顺木纹对称受力的条件下, 匀速加荷直至破坏的过程中测得接合缝间的相对滑移变形值和其他有关资料和信息。

9.2 试件的设计及制作

9.2.1 对称双剪圆钢销连接试件(图 9.2.1)的设计尺寸应遵守下述规定: 圆钢销直径 d 宜取 12~18mm; 中部构件的厚度应大于 $5d$; 边部构件的厚度应大于 $2.5d$; 中部构件及边部构件的宽度应大于 $6d$; 中部构件及边部构件的长度应取等于 $14d$ 减去 25mm。

9.2.2 制作试件的木材应为气干方木, 组成每个试件的三个构件均应从同一段试材中相邻的部位下料。并应用此相邻部位的试材制作成 3~4 个顺纹受压标准小试件。

9.2.3 圆钢销连接试件的制作应满足下列要求:

- 1 试件中两个边部构件的年轮应对称放置;
- 2 每个构件应四面刨光平整, 端部的承压面应与轴线垂直;
- 3 每个试件的三个构件应叠置后一次钻通, 不得各构件分别钻孔; 钻头直径与孔径一致; 进钻速度不应大于 120mm/min, 电钻的转速不宜过慢, 可取 300r/min;

4 中间构件的两个侧面和边部构件的内侧面应刨光取直。并在连接试件的结合缝处应留有 1mm 的缝隙。

9.2.4 连接试件中的圆钢销应符合下列要求:

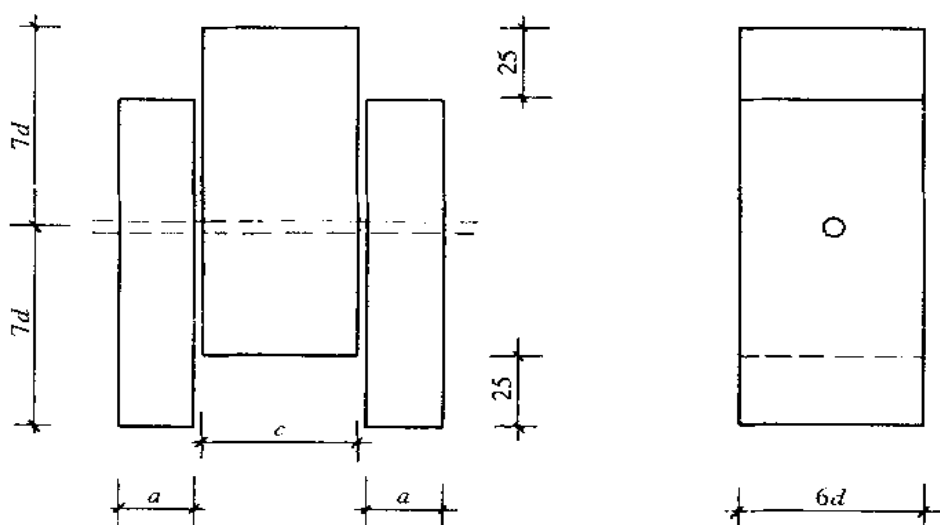


图 9.2.1 试件型式

- 1 圆钢销可直接采用 Q235 圆钢，不宜再进行表面加工；
- 2 连接试件中的圆钢销应取自同一根圆钢条，宜每隔三个圆钢销应留出一段圆钢作为材性试件，并应测定钢材的屈服点和抗拉极限强度；
- 3 圆钢销的端部宜做成圆锥形，可用锤轻轻敲击插入连接试件；
- 4 圆钢销的两端宜伸出被连接木材的表面 20mm。

9.3 试验设备与装置

9.3.1 圆钢销连接试验的加荷设备宜采用 1000kN 万能试验机。试验机的精度应符合本标准第 3.1.1 条的要求。

9.3.2 测量圆钢销连接相对滑移宜采用量程不小于 20mm 的百分表。

9.3.3 设置百分表应采用用铁件制作成的专门夹具（图 9.3.3），此夹具应能保证牢固固定百分表，和可用螺钉与试件的边部构件连接，并应能保证试件接合缝处的相对滑移变形不受阻碍。

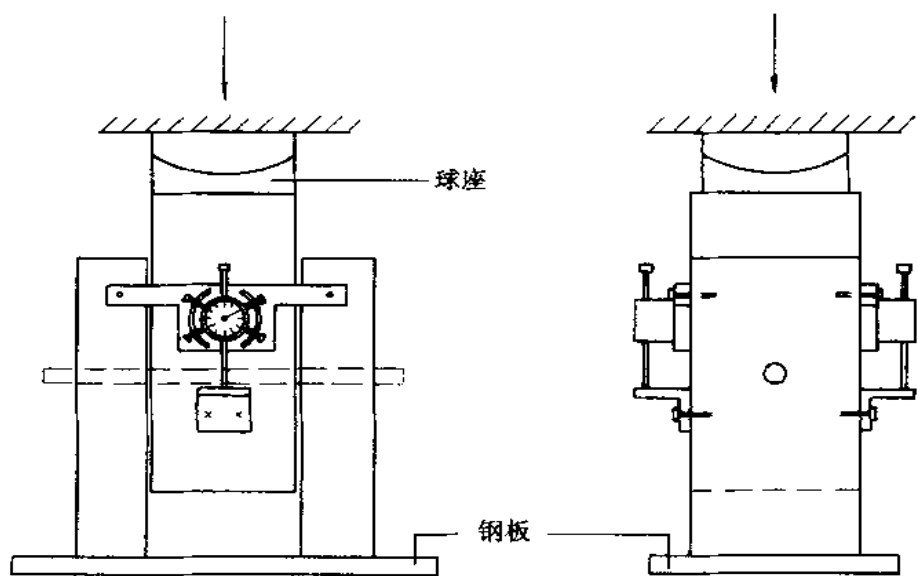


图 9.3.3 试件的装置

9.4 试验步骤

9.4.1 圆钢销连接的试件安装应符合下列要求：

1 量测试件接合缝上相对滑移的铁制夹具应安设在试件的两侧，宜靠近边部构件上端，百分表的触针应位于中部构件两侧的中心线上；

2 圆钢销连接试件应平稳地安放在试验机下压头的平板上，试件的轴心线应对准试验机上、下压头的中心。

9.4.2 圆钢销连接试验的加载程序（图 9.4.2）应遵守下述规定：首先加载到 $0.3F$ ，荷载持续 30s，然后卸载到 $0.1F$ ，再持续 30s，然后每 30s 增加一级荷载，每级荷载为 $0.1F$ ；当加载到 $0.7F$ 以上时，逐渐减慢加荷速度，仍逐级加载直至破坏，终止试验。此处， F 为预先估计的当钢材达到屈服点时圆钢销连接试件所承受的力。

9.4.3 圆钢销连接试验出现下列的破坏特征之一时方可终止试验：

1 圆钢销在试件的中部构件中发生弯曲且在边部构件表面

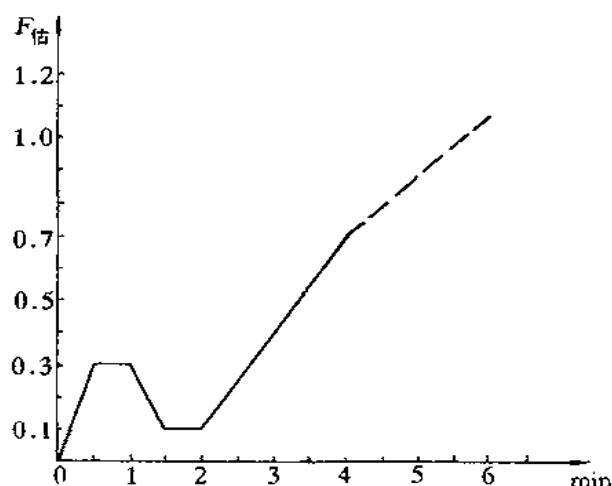


图 9.4.2 加载程序

出孔处销的末端上翘而表现出反向挤压现象，试件的相对变形达到 10mm 以上；

2 圆钢销在试件的中部及边部构件中均发生弯曲，圆钢销的末端虽无明显上翘现象，但试件的相对变形达到 15mm 以上。

9.4.4 对一根钢销的顺纹对称双剪连接，当钢材达到屈服点时连接试件所承受的力可按下列两式估算，并取两者中的较小者：

$$F = 2 \times \left[0.3d^2 \sqrt{\eta f_c f_y \times 1.7} + 0.09a^2 \eta f_c \sqrt{\eta f_c / (1.7 f_y)} \right] \quad (9.4.3-1)$$

$$F = 2 \times \left[0.443d^2 \sqrt{\eta f_c f_y \times 1.7} \right] \quad (9.4.3-2)$$

式中 d ——圆钢销直径 (mm)；

a ——边部构件厚度 (mm)；

f_c ——标准小试件木材顺纹抗压强度 (N/mm²)；

f_y ——圆钢销的钢材屈服点 (N/mm²)；

η ——木材承压折减系数，当 $d \geq 14\text{mm}$ 时取 0.8；当 $d < 14\text{mm}$ 时取 0.85；

F ——当钢材达到屈服点时估计连接试件所承受的力 (N)。

9.5 试验结果及整理

9.5.1 圆钢销连接试验的记录可按表 9.5.1 的内容逐一填入,并可绘出荷载-变形曲线(图 9.5.1)。

9.5.2 圆钢销连接试验的数据可整理汇总并用表 9.5.2 列出。

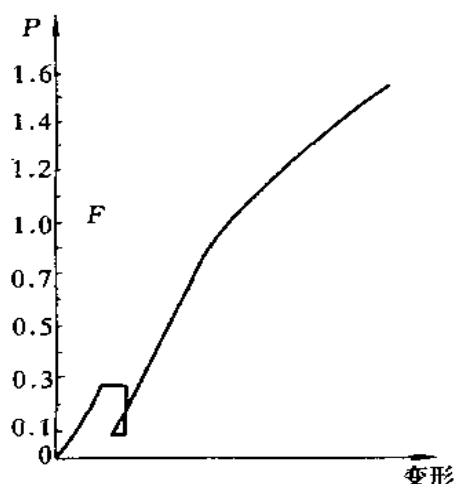


图 9.5.1 荷载-变形曲线

表 9.5.1 圆钢销连接试验的记录

试件编号	连接相对变形 (mm)				标准小试件抗压强度 (N/mm ²)
荷载值	百分表 a 测读值	百分表 b 测读值	$(a+b)/2$	总变形	$f_c = \sum f_{c,i}/n$
0					
0.1F					
0.2F					
0.3F					
0.4F					
⋮					
1.0F					
1.1F					
⋮					
⋮					
⋮					

室内温度

空气相对湿度

试验日期

记录

表 9.5.2

圆钢销连接试验结果汇总表

试件 编号	试件尺寸			标准小试 件顺纹抗 压强度 f_c (N/mm ²)	钢材屈 服强度 f_y (N/mm ²)	钢材抗 拉强度 f_{ts} (N/mm ²)	估计 荷载 F (kN)	估计荷 载作用 下的 变形 (mm)	设计 荷载 F_d (kN)	设计荷 载下的 变形 (mm)	变形为 10mm 时的 荷载 (kN)	变形为 15mm 时的 荷载 (kN)	破坏 类型
	a (mm)	c (mm)	d (mm)										
A-1													
A-2													
A-3													
.													
.													
.													
.													
B-1													
B-2													
B-3													
.													
.													
.													
C-1													
C-2													
C-3													
.													
.													
.													

* 注 设计荷载按现行国家标准《木结构设计规范》第 5.2.2 条计算。

10 胶粘能力检验方法

10.1 一般规定

10.1.1 本方法适用于检验承重木结构所用胶粘剂的胶粘能力。

注：在木结构工程施工质量验收中，当需检测构件胶缝质量时，可参考附录 G 的暂行规定。

10.1.2 本方法是根据木材用胶粘结后的胶缝顺木纹方向的抗剪强度进行判别。

10.1.3 当采用本方法检验胶粘剂的胶粘能力时，应遵守下列规定：

1 用于胶合的试条，应采用气干密度不小于 0.47g/cm^3 的红松或云杉或材性相近的其他软木松类木材或栎木、水曲柳制作。若需采用其他树种木材时，应得到技术主管部门的认可。

2 木材胶合时，在温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 50% ~ 70% 的条件下，应控制木材的含水率在 8% ~ 10%。

3 胶液的粘度及其工作活性应符合附录 D 检验要求。

4 检验每一批号的胶粘剂，应采用胶合成的两对试条来制作试件。每对试条应制成 4 个试件：两个试件作干态试验；两个试件作湿态试验。根据每种状态 4 个试件的试验结果，按本标准第 10.5 条的判定规则进行判别。

10.2 试条的胶合及试件制作

10.2.1 试条由两块已刨光的 $25\text{mm} \times 60\text{mm} \times 320\text{mm}$ 木条组成（图 10.2.1-a），木纹应与木条的长度方向平行，年轮与胶合面成 $40^\circ \sim 90^\circ$ 角，不得采用有木节、斜（涡）纹、虫蛀、裂纹或有树脂溢出的木材。

10.2.2 试条胶合前，胶合面应重新细刨光而达到保证洁净和密

合的要求，边角应完整。胶面应在刨光后 2h 内涂胶，涂胶前，应清除胶合面上的木屑和污垢。涂胶后应放置 15min 再叠合加压，压力可取 $0.4 \sim 0.6 \text{ N/mm}^2$ ，在胶合过程中，室温宜为 $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 。试条在室温不低于 16°C 的加压状态下应放置 24h，卸压后养护 24h，方可加工试件。

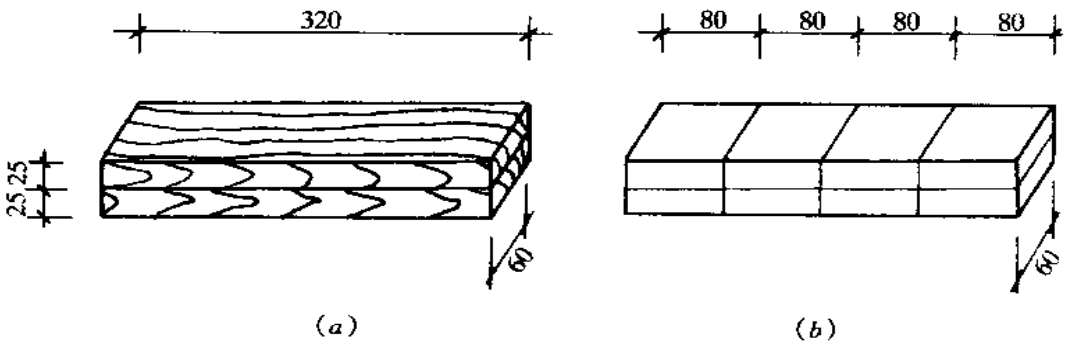


图 10.2.1 试条的形式与尺寸

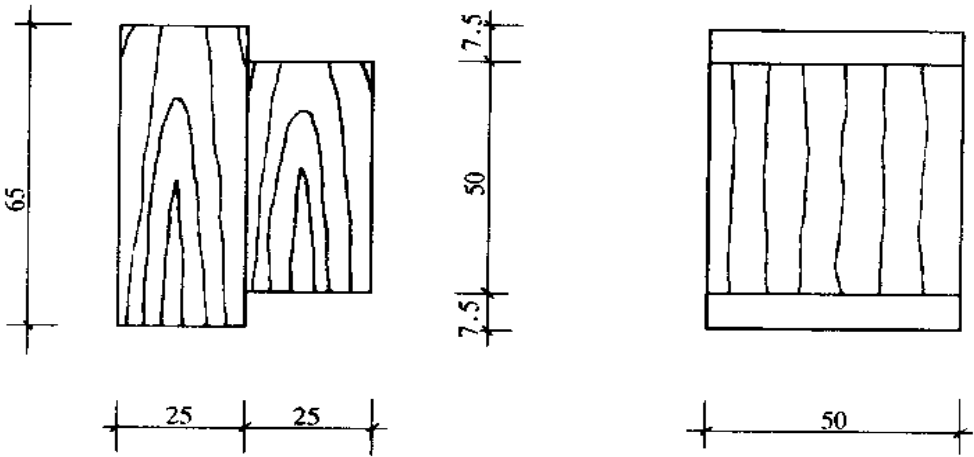


图 10.2.2 胶缝顺纹剪切试件

10.2.3 加工试件时，应将试条截成四块（图 10.2.1-b）。按图 10.2.2 所示的形式和尺寸制成 4 个顺纹剪切的试件。

制成后的试件应用钢角尺和游标卡尺进行检查，试件端面应平整，并应与侧面相垂直，试件剪面尺寸的允许偏差为 $\pm 0.5 \text{ mm}$ 。

10.3 试验要求

10.3.1 试件应置于专门的剪切装置（图 10.3.1）中，并在木材试验机上进行试验，试验机测力盘读数的最小分格不应大于 150N。

10.3.2 干态试验应在胶合后第三天进行，至迟不晚于第五天；湿态试验应在试件浸水 24h 后立即进行。

10.3.3 试验前，应用游标尺测量试件剪切面尺寸，准确读到 1/10mm。试件装入剪切装置时，应调整螺丝，使试件的胶缝处于正确的受剪位置。试验时，应使试验机球座式压头与试件顶端的钢垫块对中，采用匀速连续加荷方式，应控制从开始加荷到试件破坏的时间能在 3~5min 内。

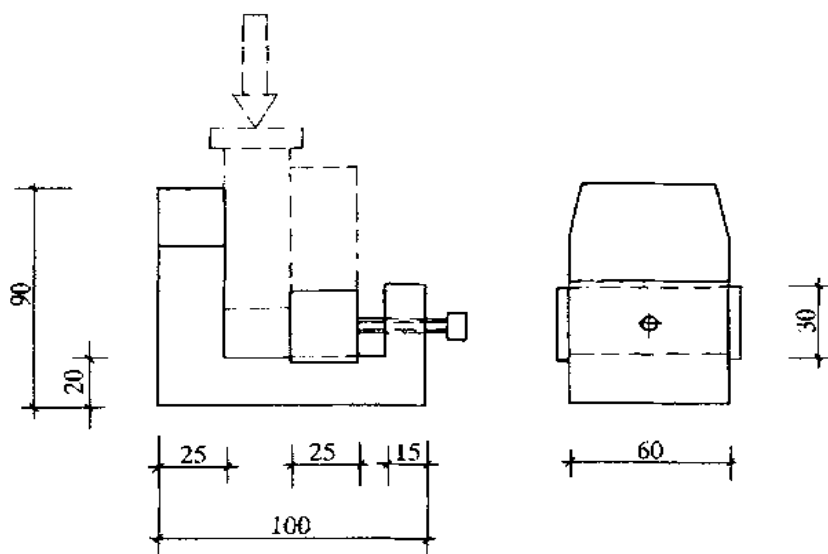


图 10.3.1 胶缝剪切试验装置

试件破坏后，应记录荷载最大值，并应测量试件剪切面上沿木材剪坏的面积，精确至 3%。

10.4 试验结果的整理与计算

10.4.1 试件的剪切强度应按下式计算：

$$f_v = \frac{Q_u}{A_v} \quad (10.4.1)$$

式中 f_v ——剪切强度 (N/mm²), 计算准确到 0.1N/mm²;

Q_u ——荷载最大值 (N);

A_v ——剪切面面积 (mm²)。

10.4.2 试件剪切面沿木材部分破坏的百分率应按下式计算:

$$P_v = \frac{A_t}{A_v} \quad (10.4.2)$$

式中 P_v ——剪切面沿木材部分破坏的百分率 (%), 计算准确到 1%;

A_t ——剪切面沿木材破坏的面积 (mm²)。

10.4.3 试验记录应包括下列内容:

- 1 胶的名称及其批号和生产厂家;
- 2 试件的树种名称与材质情况;
- 3 试件尺寸的测量值;
- 4 加荷速度;
- 5 破坏荷载和破坏特征;
- 6 沿木材部分破坏的百分率。

10.5 检验结果的判定规则

10.5.1 一批胶抽样检验结果, 应按下列规则进行判定:

1 若干态和湿态的试验结果均符合表 10.5.1 的要求, 则判该批胶为合格品。

2 试验中, 如有一个试件不合格, 则须以加倍数量的试件进行二次抽样试验, 此时若仍有一个试件不合格, 则应判该批胶不能用于承重结构。

3 若试件强度低于表 10.5.1 的规定值, 但其沿木材部分破坏率不小于 75%, 仍可认为该批胶为合格品。

表 10.5.1 承重胶合木结构用胶胶粘能力的最低要求

试件状态	胶缝顺纹剪切强度值 (N/mm ²)	
	红松等软木松类	栎木或水曲柳
干态	5.9	7.8
湿态	3.9	5.4

10.5.2 对常用的耐水性胶种，可仅作干态试验，但仍应按本标准第 10.5.1 条的判定规则进行判别。

11 胶合指形连接试验方法

11.1 一般规定

11.1.1 本方法适用于测定承重的整体木构件的胶合指形连接和胶合木构件中单层木板的胶合指形连接（以下简称指接）的抗弯强度。

11.1.2 指接的抗弯强度试验，除遵守本章的规定外，尚应遵守本标准第2、3、4章的有关规定。

11.1.3 指接必须是用专门的木工铣床加工成的、在木材端头的指形接头。指形接头应是在一组相同的、对称的尖形指榫上涂胶，并彼此相互插入而成。指榫的几何关系应如图11.1.3所示。

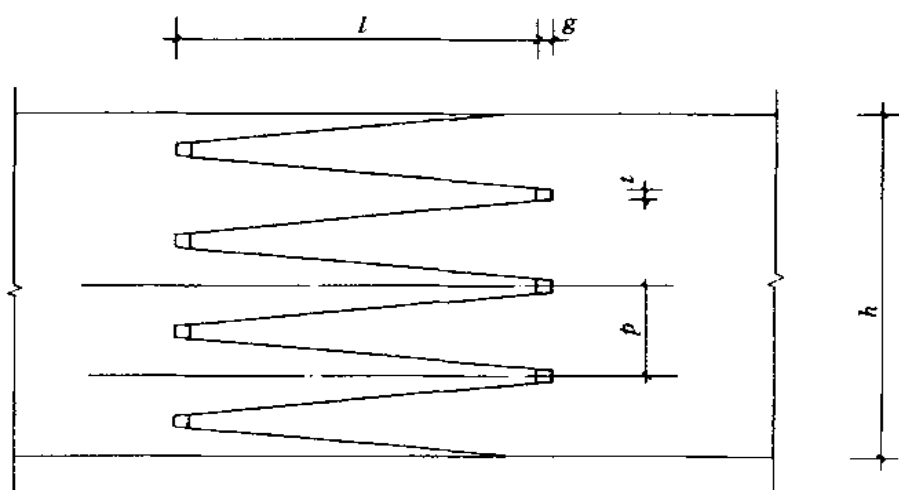


图 11.1.3 指榫的几何关系

l —指长，自指榫根部至指顶的长度； p —指距，两相邻指榫中线之间的距离； t —指顶宽，指榫顶部的宽度； g —指顶隙，两指榫对接胶合后，指顶与对应谷底之间的空隙； s —指斜率，指榫侧面的斜率； v —

宽距比，指顶宽与指距之比； h —板厚

指接的指斜率 s 应按下式计算：

$$s = (p - 2t) / [2(l - g)]; \quad (11.1.3-1)$$

指榫的宽距比 v 应按下式计算:

$$v = t/p; \quad (11.1.3-2)$$

11.2 试件设计

11.2.1 制作试件所用的试材和胶合工艺,除应符合本标准外,尚应符合现行的国家标准《木结构设计规范》有关规定。

11.2.2 指接的指榫长度应大于或等于 20mm。指接应位于试件长度的中央,并在中央 $1/2$ 长度范围内不得有任何木节和其他缺陷。在试件的两端部分不得有较大的缺陷。

11.2.3 对承重的整截面指接胶合木材,试件的高度不应小于 75mm,在截面的最小边内不得少于 3 个指榫。

试验应取 30 个完全相同的试件,其中 15 个在截面为立放条件下进行试验(图 11.3.2-1);其余 15 个试件在截面为平放条件下进行试验(图 11.3.2-2)。

11.2.4 对叠层胶合木构件中单层木板指接的试件,当采用一般针叶材和软质阔叶材时,试件截面高度(即木板厚度)不得大于 40mm;当采用硬木松或硬质阔叶材时,试件截面高度不宜大于 30mm。

试件的宽度(木板的宽度)宜采用 100mm。

试验应取 15 个完全相同的试件,均在试件截面为平放的条件下进行试验,(图 11.3.3)。

11.3 试验步骤

11.3.1 木材指接的抗弯强度的测定,应采用三分点加荷并按本标准第 4.4.1 条及第 4.4.4 条有关规定进行试验。

11.3.2 对承重的整截面构件的指接试验,试件的跨度应取等于所试验的截面高度的 12 倍,加荷点至支座反力之间的距离应等于所试验的截面高度的 4 倍(图 11.3.2-1 及图 11.3.2-2)。

11.3.3 对叠层胶合木中单层木板的指接试验，试件的跨度应取等于所试验的截面高度的 15 倍，加荷点至支座反力之间的距离应取等于所试验的截面高度的 5 倍，(图 11.3.3)。

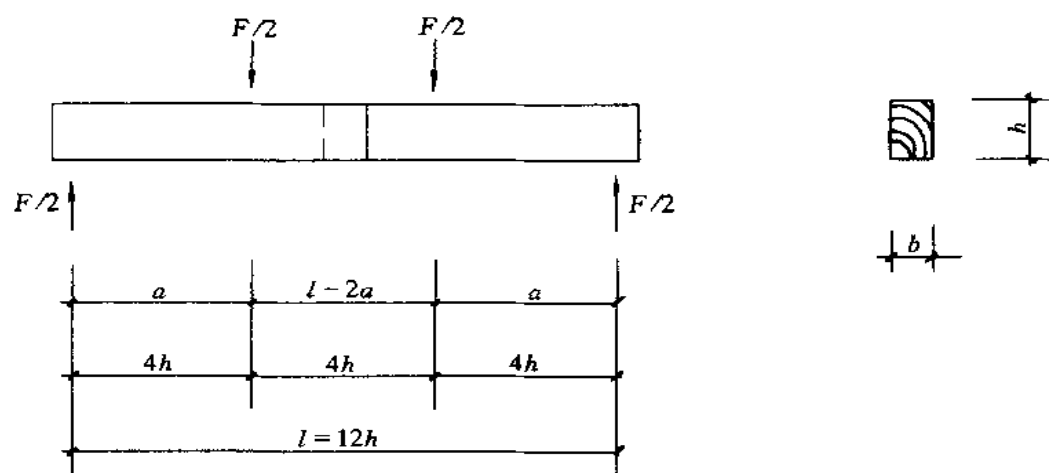


图 11.3.2-1 指接试件截面立放位置的试验

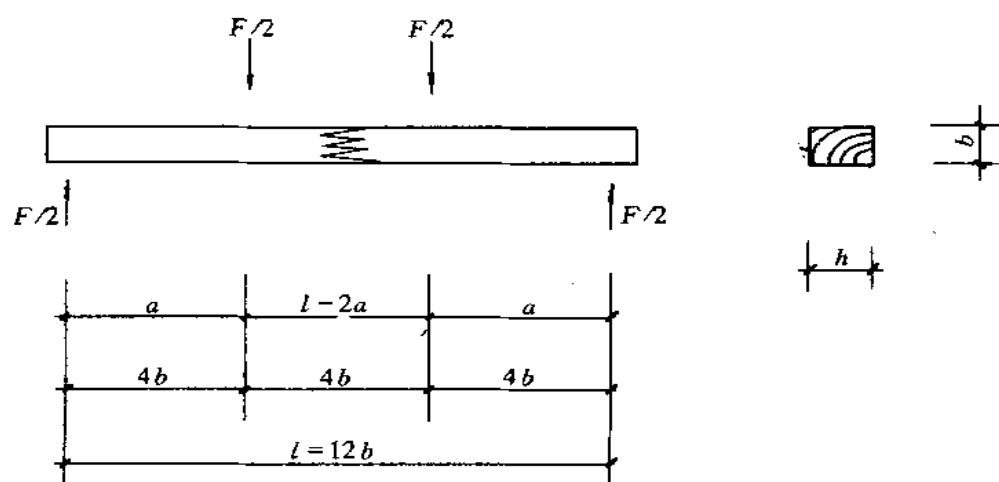


图 11.3.2-2 指接试件截面平放位置的试验

11.3.4 每个试件的荷载最大值、破坏形式、达到破坏所经历的时间、木材的含水率及气干密度应作记录。测定含水率和气干密度的试件应从接头的两侧各取 3 个，并应能代表整个截面。

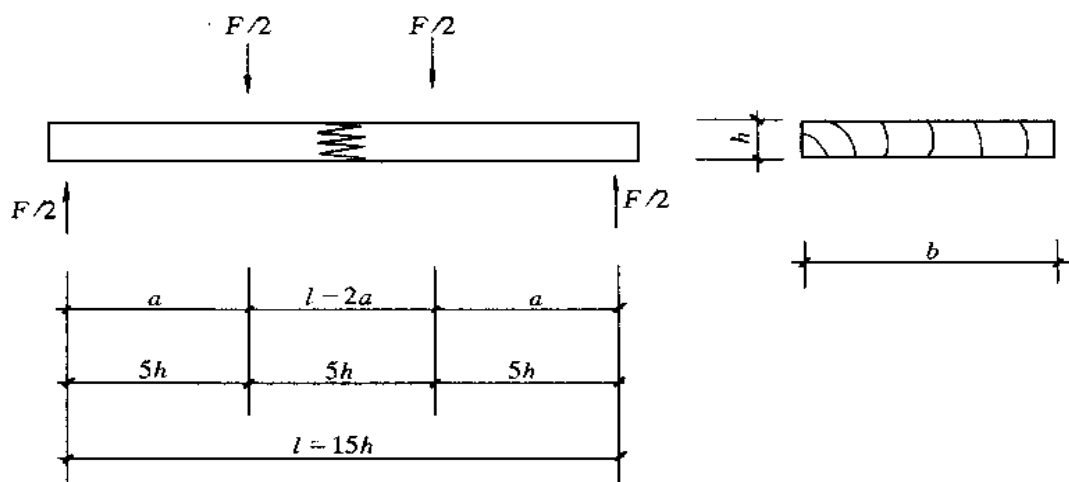


图 11.3.3 单层木板指接试验

11.4 试验结果的计算和判定

11.4.1 对指长等于或大于 20mm 的木材指接抗弯强度试验，试件的破坏型式为下列情况之一者属于正常破坏：

- (1) 木材在指榫根部破坏；
- (2) 沿指榫的胶合缝破坏，但沿木材部分破坏的百分率不小于 75%。

11.4.2 承重的整截面指接木材的指接抗弯强度应按下式计算：

- 1 当试件截面为立放位置时（图 11.3.2-1）：

$$f_m = \frac{3aF_u}{bh^2} \quad (11.4.2-1)$$

- 2 当试件截面为平放位置时（图 11.3.2-2）：

$$f_m = \frac{3aF_u}{hb^2} \quad (11.4.2-2)$$

式中 a ——加荷点至支座反力之间的距离（mm）；

b 、 h ——试件截面的宽度和高度（mm）；

F_u ——最后破坏时的荷载（N）；

f_m ——胶合指形连接的抗弯强度（N/mm²），应记录和计算到三位有效数。

11.4.3 叠层胶合木构件中单层木板的指接抗弯强度应按下式计算：

$$f_m = \frac{3aF_u}{bh^2} \quad (11.4.3)$$

式中 a ——加荷点至支座反力之间的距离 (mm)；

b ——所试验的截面宽度 (mm)；

h ——所试验的截面高度，等于单层木板的厚度 (mm)；

F_u ——最终破坏时的荷载 (N)；

f_m ——单层木板胶合指形连接的抗弯强度 (N/mm²)，应记录和计算到三位有效数。

11.4.4 指接抗弯强度的标准值应按下式计算：

$$f_{m,k} = \bar{x} - 1.991s \quad (11.4.4)$$

式中 \bar{x} ——15 个胶合指形连接抗弯强度试验值的平均值，其值可按本标准中的公式 (3.3.2) 计算；

s ——15 个胶合指形连接抗弯强度试验值的标准差，其值可按本标准中的公式 (3.3.3) 计算；

11.4.5 试件指榫的几何尺寸、胶合条件及抗弯强度等应分别按表 11.4.5-1、表 11.4.5-2 和表 11.4.5-3 逐项填写。

表 11.4.5-1 指榫的几何尺寸

指长 l (mm)	指距 p (mm)	指端宽 t (mm)	指端隙 g (mm)	指斜率 $s = (p - 2t) / [2(1 - g)]$	宽距比 $v = t/p$

表 11.4.5-2 指接的胶合条件

胶粘剂品种	纵向压力 (N/mm ²)	侧压力 (N/mm ²)	车间温度 (℃)	固化和养护制度

表 11.4.5-3

指接试件抗弯试验结果

试件 类型	试件 编号	荷载 最大值 F_u (N)	达到 破坏 时间 (s)	试件 高度 h (mm)	试件 宽度 b (mm)	试件 净跨 l (mm)	加荷点 到支座 距离 a (mm)	弯曲强度 f_m (N/mm ²)	含水 率 %	气干 密度	破坏 形式

12 屋架试验方法

12.1 一般规定

12.1.1 本方法适用于普通木屋架、胶合木屋架及钢木屋架的短期静力试验。

12.1.2 屋架的静力试验按其试验目的可分为两类：

1 验证性试验：包括新型屋架的试验、采用新的连接方法的屋架试验、新利用树种的屋架试验和为制定通用标准图而进行的试验以及为验证专门问题而进行的试验等。

2 检验性试验：包括成批屋架的抽样检验和旧屋架的检验等。

对验证性试验，应作破坏试验；对检验性试验可根据检验的目的和要求可作破坏试验或非破损试验。

12.1.3 试验的屋架应按下列要求进行验算或补充设计，并核定其设计荷载：

1 对木构件及其连接，应按现行的国家标准《木结构设计规范》进行验算；

2 除木屋架的保险螺栓和系紧螺栓外，屋架中的其他钢材部分（钢拉杆、焊接、拉力螺栓和垫板等）应按现行的国家标准《钢结构设计规范》进行验算。

12.1.4 当专门检验屋架中木构件及其连接的破坏强度时，屋架中的钢拉杆及其连接应进行补充的加强设计以保证能承受 3 倍以上设计荷载；补充设计的钢拉杆及其连接，尚应要求其构造便于安装，并对节点部位的木材不应造成损伤。

12.2 试验屋架的选料及制作

12.2.1 验证性试验的屋架的选料应符合下列要求：

1 屋架中各类木构件的材质等级应符合现行的国家标准《木结构设计规范》的规定，不得采用其他等级的木材代替。

木材的强度应按现行的国家标准《木结构设计规范》附录七的规定进行强度等级的检验。

2 所用钢材，除应有出厂检验合格证明外，尚应在使用前抽样测定其抗拉强度、屈服点、伸长率，对圆钢尚应进行冷弯试验。

12.2.2 验证性试验的屋架的制作质量应符合现行的国家标准《木结构设计规范》和《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206—2002 的要求。

12.2.3 检验性试验的屋架应从一批被检验的屋架中按检验目的，选取试验屋架；或按送来的原样进行试验。被试验的屋架应按现行的《木结构工程施工质量验收规范》评定其质量。

12.3 试 验 设 备

12.3.1 屋架试验的加荷系统应符合下列要求：

- 1 加荷装置应经设计验算，并宜选用 Q235F 钢制作；
- 2 传力装置应能保证力的大小和作用位置的准确；
- 3 不应因屋架变形较大而导致加荷系统失效（如吊篮触地、液压千斤顶行程不够等）；
- 4 应保证加荷系统在屋架破坏时的安全。

12.3.2 试验时支承屋架用的支座应符合下列要求：

- 1 在静力台上进行试验时，屋架的支座宜采用可调整高度和对中的工具式活动钢支座。
- 2 屋架的两个支座中，一个应为固定铰座；另一个应为活动铰座，支座上的垫板及其他配件应按能承受 3.5 倍以上的设计荷载进行设计。
- 3 若无静力台或在现场进行试验，支墩及其基础应经验算，不得有过大的不均匀沉降或侧倾，砌筑的两个支墩之间的距离应等于屋架的跨度，它的允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ ；两支墩高度的相对

偏差不得大于 5mm。

12.3.3 试验屋架应设有侧向支撑。选择或设计侧向支撑时，侧向支撑应符合下列要求：

- 1 应根据上弦在屋架平面外的计算长度设置侧向支撑；
- 2 侧向支撑的构造应牢固，但不得妨碍屋架在竖直方向的自由移动，也不得对屋架工作起卸载作用；
- 3 当侧向支撑采用支撑架时，支撑架与屋架构件的接触点应设置可以减少屋架下挠时的摩擦影响的滚轴。

12.4 试验准备工作

12.4.1 屋架试验宜在实验室内进行；若为现场检验性试验，应搭设能防雨的试验棚，若遇大风天气，试验尚应延期。

12.4.2 试验屋架安装前，应对各构件的木材天然缺陷进行测量，并作出记录或绘制木材缺陷分布图。

12.4.3 被试验的屋架，其安装应符合下列要求：

- 1 屋架正位后的安装偏差不应超出现行的国家标准《木结构设计规范》规定的允许偏差。

- 2 应对被试验的屋架进行一次全面大检查，安装质量不符合要求的应予返工。若检查中发现构件或连接有破损，应及时予以处理。

12.4.4 试验仪表的安装应符合下列要求：

- 1 仪表在安装前应检查校正；
- 2 仪表的安装位置应符合试验设计的要求，并保证测读的方便和安全；
- 3 试验仪表均应有防止意外触动和损坏的保护措施。

12.5 屋架试验

12.5.1 试验屋架的加荷点应符合屋架实际工作情况，当无专门要求时，可仅在上弦加荷。对破坏性试验的屋架，其加荷点处的木材局部承压应力应按能承受 3 倍以上设计荷载进行验算。

12.5.2 屋架试验的程序应符合下述规定:

试加荷→卸荷→全跨标准荷载→卸载→半跨标准荷载(必要时)→卸荷→全跨加荷直至破坏。

12.5.3 试验屋架正式加荷前,应进行一次试加荷,每级荷载取 $0.25P_k$ (P_k ——标准荷载),每级加荷的间隔时间宜为 30min。当加至标准荷载后,荷载保持不变,持续 12~24h。然后分两级卸完,每级卸荷的间隔时间仍为 30min。空载 24h 后测读残余变形。

通过试加荷检查以下各项准备工作的质量是否符合要求:

- 1 屋架受力是否正常;
- 2 仪表运行及读数是否符合要求;
- 3 加荷装置是否灵活、可靠;
- 4 对仪表、设备和试验人员采取的安全保护措施是否有效。

凡不符合要求者,应经调整校正后方可进行试验。

12.5.4 全跨标准荷载或半跨标准荷载试验,应按每级荷载 $0.25P_k$ 、每级加荷的间隔时间宜为 2h,加至标准荷载,然后荷载持续不变,并每隔 2h 测读一次仪表,荷载持续时间的长短视变形收敛情况确定。对变形收敛快者,可仅持续 24h;对变形收敛慢者,应适当延长持续时间。标准荷载持续试验结束后,可按每级荷载 $0.25P_k$ 卸荷,每级卸荷的间隔时间仍为 2h。空载 24h 测读残余变形。

12.5.5 全跨破坏荷载试验,应按每级荷载 $0.25P_k$,每级加荷的间隔时间宜为 2h,加至标准荷载。然后再分别按下列两种情况继续加荷:

1 对于屋架中钢拉杆及其连接未按本标准第 12.1.4 条规定进行加强设计的屋架,应按每级荷载 $0.1P_k$ 、每级加荷的间隔时间 30min,直至屋架破坏;

2 对于屋架中钢拉杆及其连接已按本标准第 12.1.4 条规定进行加强设计的屋架,按每级荷载 $0.2P_k$ 、每级加荷的间隔时间 30min 加至 2 倍标准荷载,然后,按每级荷载 $0.1P_k$ 、每级加荷

的间隔时间 30min，直至屋架破坏。

12.5.6 当以自动记录仪表为主进行测读时，应按下列要求控制试验过程：

- 1 试验应在室温为 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度为 $65 \pm 3\%$ 的室内进行；
- 2 供电应有保证，电压应保持稳定，且有断电保护器；
- 3 应采取措施保证不同测读系统能同步工作；
- 4 宜与计算机联机，对试验全过程进行实时控制；
- 5 若试验需在持续荷载条件下进行较长时间观测，应采取消除各种干扰因素对液压施荷系统和自动记录仪表工作的影响。

12.5.7 当采用人工操作的仪表进行测读时，测读数据应按下列要求：

- 1 各种仪表应有专人负责测读和记录；
- 2 每次测读的顺序应一致，且全部数据应在 1.5min 内测读完毕；
- 3 试验数据应记录正确，并不得涂改原始数据；当发现记录错误时，应将更正数字记在原数字上方；
- 4 在不影响试验的前提下，试验负责人应对某些关键数据作现场估计分析工作。

对下弦最大挠度处的节点位移，尚宜边测读边绘制荷载-变形曲线草图，及时观察变形的突变点，从而作出下一步计划的决策。

12.5.8 对破坏性试验的屋架，凡屋架出现下列破坏情况之一时，方可终止试验：

- 1 屋架中任一杆件或连接失去其承载能力；
- 2 屋架的挠度突然急剧增大，在图 12.5.8 中其挠度差 Δw 出现转折点；
- 3 屋架中的任一节点连接处的木材发生劈裂或连接的变形超过下列数值：

节点连接的承压变形

8mm

螺栓连接的下弦拉力接头的相对滑移

20mm。

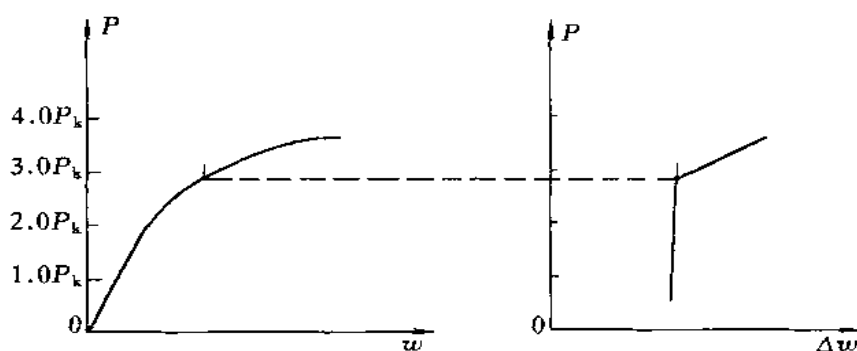


图 12.5.8 破坏试验时 $P-w$ 图

12.5.9 当屋架濒临破坏时，应不断观察，并以文字描述和绘图或拍照等手段记录其破坏全过程的实况。应从荷载 $P \geq 2.0P_k$ 时起，严禁非指定观察人员接近现场。

12.5.10 屋架破坏后，应立即在破坏处附近锯取下列试件：

1 木材含水率试件：沿构件截面取厚度为 10mm 的一个整片，并应立即进行第一次称量；

2 标准小试件：根据屋架破坏情况应按下列要求切取：

(1) 若屋架为上弦压弯破坏，应取顺纹受压及抗弯强度试件各 5 个；

(2) 若屋架为端部剪切破坏，应取顺纹受压和顺纹受剪试件各 5 个；

(3) 凡在测定杆件应变的地方，应在其测定杆件应变附近部位取 5 个抗弯弹性模量试件，并应立即测定该部位的木材含水率。

12.6 试验结果的整理和分析

12.6.1 试验结束后，应按下列要求对试验记录进行整理：

1 绘制在各级荷载下，上、下弦节点的位移图；

2 绘制主要节点连接的荷载与变形的关系曲线（结合缝的

相对滑移)；

3 绘制主要杆件的荷载与应变的关系曲线；

4 绘制屋架在破坏试验过程中的荷载-位移曲线；

5 绘制在标准荷载作用下，屋架上弦节点或下弦节点的挠度曲线；

6 其他需要描叙的项目。

12.6.2 在试验数据整理的基础上，应重点作好下列分析工作：

1 利用在标准荷载作用下所测得杆件应力或其他各种测读值，检验屋架的工作是否与计算相符。

2 通过试加荷后所测得的残余变形对屋架的制作质量作出评估。

3 分析屋架在全跨荷载下的受力性能，并应按下式确定最大破坏荷载与该屋架标准荷载的比值：

$$k = \frac{P_u}{P_k} \quad (12.6.2)$$

式中 P_u ——屋架节点荷载的最大破坏值；

P_k ——屋架节点荷载的标准值。

4 在半跨标准活荷载作用下屋架受力性能分析。

5 分析屋架破坏的原因，寻求屋架的最薄弱环节，评价屋架的型式、连接和构造的合理性。

在以上分析工作基础上，应提出试验报告或鉴定书。

12.6.3 屋架可靠性评定的合格指标规定如下：

1 屋架在标准荷载作用下的相对挠度 w/l ，不应大于 $1/500$ 。此处： w 为在标准荷载作用下测得的屋架最大挠度（图 12.6.3-1）； l 为屋架的计算跨度。

2 屋架在标准荷载下主要节点连接的变形（连接缝的相对滑移），不应大于下列数值：

(1) 直接抵承连接 0.5mm；

(2) 齿连接 1mm；

(3) 螺栓连接 2mm。

3 屋架在试加荷时的初始挠度（图 12.6.3-2）或松弛变形，对屋架的正常工作和外观应无不良影响。

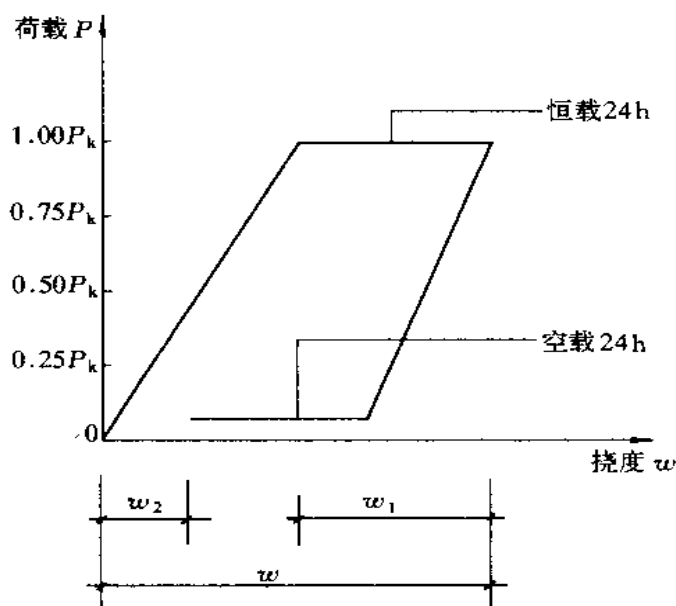


图 12.6.3-1 全跨荷载试验时屋架 $P-w$ 图

w —全跨标准荷载作用下的最大挠度； w_1 —全跨标准荷载作用下荷载持续期间的挠度增量； w_2 —全跨标准荷载试验时的残余挠度（第二次残余挠度）

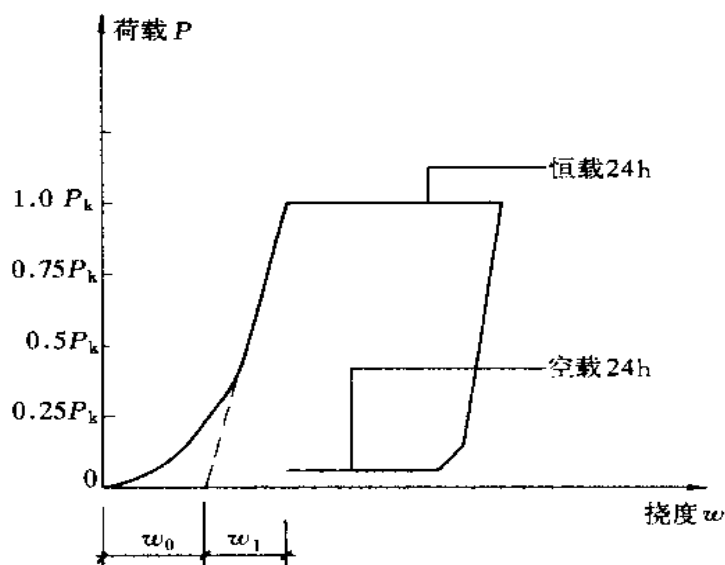


图 12.6.3-2 试加荷的 $P-w$ 图

w_0 —初始挠度； w_1 —试加荷的残余挠度（即第一次残余挠度）

4 屋架实际破坏荷载与标准荷载之比值 k ：对于一般木屋架，且由于木构件部分破坏时，不应小于 2.5；对新结构，不应小于 3。

附录 A 我国部分城市木材平衡 含水率估计值 (%)

城 市	月 份												年平均
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	
克 山	18.0	16.4	13.5	10.5	9.9	13.3	15.5	15.1	14.9	13.7	14.6	16.1	14.3
齐齐哈尔	16.0	14.6	11.9	9.8	9.4	12.5	13.6	13.1	13.8	12.9	13.5	14.5	12.9
佳木斯	16.0	14.8	13.2	11.0	10.3	13.2	15.1	15.0	14.5	13.0	13.9	14.9	13.7
哈尔滨	17.2	15.1	12.4	10.8	10.1	13.2	15.0	14.5	14.6	14.0	12.3	15.2	13.6
牡丹江	15.8	14.2	12.9	11.1	10.8	13.9	14.5	15.1	14.9	13.7	14.5	16.0	13.9
长 春	14.3	13.8	11.7	10.0	10.1	13.8	15.3	15.7	14.0	13.5	13.8	14.6	13.3
四 平	15.2	13.7	11.9	10.0	10.4	13.5	15.0	15.3	14.0	13.5	14.2	14.8	13.2
沈 阳	14.1	13.1	12.0	10.9	11.4	13.8	15.5	15.6	13.9	14.3	14.2	14.5	13.4
旅 大	12.6	12.8	12.3	10.6	12.2	14.3	18.3	16.9	14.6	12.5	12.5	12.3	13.0
乌兰浩特	12.5	11.3	9.9	9.1	8.6	11.0	13.0	12.1	11.9	11.1	12.1	12.8	11.2
包 头	12.2	11.3	9.6	8.5	8.1	9.4	10.8	12.8	10.8	10.8	11.9	13.4	10.7
乌鲁木齐	16.0	18.8	15.5	14.6	8.5	8.8	8.4	8.0	8.7	11.2	15.9	18.7	12.1
银 川	13.6	11.9	10.6	9.2	8.8	9.6	11.1	13.5	12.5	12.5	13.8	14.1	11.8
兰 州	13.5	11.3	10.1	9.4	8.9	9.3	10.0	11.4	12.1	12.9	12.2	14.3	11.3
西 宁	12.0	10.3	9.7	9.8	10.2	11.1	12.2	13.0	13.0	12.7	11.8	12.8	11.5
西 安	13.7	14.2	13.4	13.1	13.0	9.8	13.7	15.0	16.0	15.5	15.5	15.2	14.3
北 京	10.3	10.7	10.6	8.5	9.8	11.1	14.7	15.6	12.8	12.2	12.2	10.8	11.4
天 津	11.6	12.1	11.6	9.7	10.5	11.9	14.4	15.2	13.2	12.7	13.3	12.1	12.1
太 原	12.3	11.6	10.9	9.1	9.3	10.6	12.6	14.5	13.8	12.7	12.8	12.6	11.7
济 南	12.3	12.8	11.1	9.0	9.6	9.8	13.4	15.2	12.2	11.0	12.2	12.8	11.7
青 岛	13.2	14.0	13.9	13.0	14.9	17.1	20.0	18.3	14.3	12.8	13.1	13.5	14.4

续表

城 市	月 份												年平均
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	
徐 州	15.7	14.7	13.3	11.8	12.4	11.6	16.2	16.7	14.0	13.0	13.4	14.4	13.9
南 京	14.9	15.7	14.7	13.9	14.3	15.0	17.1	15.4	15.0	14.8	14.5	14.5	14.9
上 海	15.8	16.8	16.5	15.5	16.3	17.9	17.5	16.6	15.8	14.7	15.2	15.9	16.0
芜 湖	16.9	17.1	17.0	15.1	15.5	16.0	16.5	15.7	15.3	14.8	15.9	16.3	15.8
杭 州	16.3	18.0	16.9	16.0	16.0	16.4	15.4	15.7	16.3	16.3	16.7	17.0	16.5
温 州	15.9	18.1	19.0	18.4	19.7	19.9	18.0	17.0	17.1	14.9	14.9	15.1	17.3
崇 安	14.7	16.5	17.6	16.0	16.7	15.9	14.8	14.3	14.5	13.2	13.9	14.1	15.0
南 平	15.8	17.1	16.6	16.3	17.0	16.7	14.8	14.9	15.6	14.9	15.8	16.4	16.1
福 州	15.1	16.8	17.5	16.5	18.0	17.1	15.5	14.8	15.1	13.5	13.4	14.2	15.6
永 安	16.5	17.7	17.0	16.9	17.3	15.1	14.5	14.9	15.9	15.2	16.0	17.7	16.3
厦 门	14.5	15.5	16.6	16.4	17.9	18.0	16.5	15.0	14.6	12.6	13.1	13.8	15.2
郑 州	13.2	14.0	14.1	11.2	10.6	10.2	14.0	14.6	13.2	12.4	13.4	13.0	12.4
洛 阳	12.9	13.5	13.0	11.9	10.6	10.2	13.7	15.9	11.1	12.4	13.2	12.8	12.7
武 汉	16.4	16.7	16.0	16.0	15.5	15.2	15.3	15.0	14.5	14.5	14.8	15.3	15.4
宜 昌	15.5	14.7	15.7	15.0	15.8	15.0	11.7	11.1	11.2	14.8	14.4	15.6	15.1
长 沙	18.0	19.5	19.2	18.1	16.6	15.5	14.2	14.3	14.7	15.3	15.5	16.1	16.5
衡 阳	19.0	20.6	19.7	18.9	16.5	15.1	14.1	13.6	15.0	16.7	19.0	17.0	16.9
南 昌	16.4	19.3	18.2	17.4	17.0	16.3	14.7	14.1	15.0	14.4	14.7	15.2	16.0
九 江	16.0	17.1	16.4	15.7	15.8	16.3	15.3	15.0	15.2	14.7	15.0	15.3	15.8
桂 林	13.7	15.4	16.8	15.9	16.0	15.1	14.8	14.8	12.7	12.3	12.6	12.8	14.4
南 宁	14.7	16.1	17.4	15.6	15.9	16.2	16.1	16.5	14.8	13.6	13.5	13.6	15.4
广 州	13.3	16.0	17.3	17.6	17.6	17.5	16.6	16.1	14.7	13.0	12.4	12.9	15.1
海 口	19.2	19.1	17.9	17.6	17.1	16.1	15.7	17.5	18.0	16.9	16.1	17.2	17.3
成 都	15.9	16.1	14.4	15.0	14.2	15.2	16.8	16.8	17.5	18.3	17.6	17.4	16.0
雅 安	15.2	15.8	15.3	14.7	13.8	14.1	15.6	16.0	17.0	18.3	17.6	17.0	15.7
重 庆	17.4	15.4	14.9	14.7	14.8	14.7	15.4	14.8	15.7	18.1	18.0	18.2	15.9

续表

城 市	月 份												年平均
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	
康 定	12.8	11.5	12.2	13.2	14.2	16.2	16.1	15.7	16.8	16.6	13.9	12.6	13.9
宜 宾	17.0	16.4	15.5	14.9	14.2	15.2	16.2	15.9	17.3	18.7	17.9	17.7	16.3
昌 都	9.4	8.8	9.1	9.5	9.9	12.2	12.7	13.3	13.4	11.9	9.8	9.8	10.3
昆 明	12.7	11.0	10.7	9.8	12.4	15.2	16.2	16.3	15.7	16.6	15.3	14.9	13.5
贵 阳	17.7	16.1	15.3	14.6	15.1	15.0	14.7	15.3	14.9	16.0	15.9	16.1	15.4
拉 萨	7.2	7.2	7.6	7.7	7.6	10.2	12.2	12.7	11.9	9.0	7.2	7.8	8.6

附录 B 木材顺纹受压应力 应变曲线测定法

B.1 一般规定

B.1.1 本方法适用于测定结构用木材的顺纹受压弹性模量和应力应变曲线。结构用木材是指按目测分级的材质标准具有明确的材质等级的木材。

B.1.2 本方法是对无柱效应的短构件进行顺纹受压试验，应保证木材轴心受力、匀速加荷直至破坏。在规定的标距内测量变形值，用以确定弹性模量或应力应变曲线。

B.2 试件及制作

B.2.1 测定木材顺纹受压弹性模量或应力应变曲线的试件，应采用正方形截面，试件的高度不应大于截面宽度的 6 倍，截面边宽不宜小于 60mm。两个端面必须平整、相互平行并垂直于纵轴线。

B.2.2 木材的主要缺陷（例如木节）应位于试件截面宽度和试件顺纹长度的中央。靠近试件端面处在等于 1 倍截面宽度的长度范围内不得有任何木节、裂缝等缺陷，且木纹倾斜率不得超过 10%。

B.2.3 在进行短构件顺纹受压试验之前，在每一个试件两端试材中应各切取顺纹受压强度和弹性模量标准小试件各 3 个。

B.2.4 试件的含水率和制作尺寸偏差应符合本标准第 2 章的有关规定。

B.3 试验设备与装置

B.3.1 所使用的加荷设备应保证测读荷载准确读到所施加荷载

的 1%，对于所施加的荷载低于最大荷载的 10% 时，也应保证准确读到最大荷载的 0.1%。

B.3.2 安装试件，应采用一个球座放置在试件的上部端面上，试件的几何轴线对准球座和试验机的中心线，并应从两个方向对正。

B.3.3 测量应变值时，规定的标距不应小于 100mm，也不应大于试件截面宽度的 4 倍。试件的 4 个面上都应在该面的中心线上安设测量木材压缩变形的计量器。计量器可采用千分表，成对的标点可采用 10mm 宽的小方木条胶粘在试件表面的方法，也可采用胶粘在试件表面上的金属标距脚架的方法。四个面的变形计量器的读数均应同步进行。

B.4 试 验 步 骤

B.4.1 测定顺纹受压弹性模量，要预先估计荷载 F_1 值（小于比例极限的力）和 F_0 值（试件无松弛变形的力），然后荷载从 F_0 增加到 F_1 ，读压缩应变值，再卸荷到 F_0 ，反复进行 5 次，无异常发现时取相近 3 次的读数的平均值作为测定值，顺纹受压弹性模量测定后，逐级匀速加荷，并读每级荷载下的压缩应变值，直至破坏。

B.4.2 测定木材的应变值试验，应采用连续匀速加荷，试验机压头运行速度不得大于按下式的计算值：

$$v = 5 \times 10^{-5} l \quad (\text{B.4.2})$$

式中 l ——试件顺木纹方向的长度 (mm)；

v ——试验机压头运行速度 (mm/s)。

B.5 试 验 结 果

B.5.1 无柱效应的构件顺纹受压弹性模量应按下式计算：

$$E_c = \frac{l_0 \Delta F}{A \Delta l_0} \quad (\text{B.5.1})$$

式中 A ——试件截面的实际面积 (mm²)；

ΔF ——荷载增量，在比例极限以下，其值为 $\Delta F = F_1 - F_0$ ，(N)；

Δl_0 ——在荷载增量 ΔF 作用下的压缩变形，取四个面的平均值 (mm)；

l_0 ——测量变形的标距 (mm)；

E_c ——木材顺纹受压弹性模量 (N/mm²)，应记录和计算到三位有效数字。

B.5.2 无柱效应的短构件顺纹抗压强度应按下式计算：

$$f_c = \frac{F_u}{A} \quad (\text{B.5.2})$$

式中 A ——试件截面的实际面积 (mm²)；

F_u ——试件最终破坏时的荷载 (N)；

f_c ——木材顺纹抗压强度 (N/mm²)，应记录和计算到三位有效数字。

B.5.3 绘制短构件顺纹受压应力-应变曲线时，宜以应力 σ 或它的相对值 σ/f_c 为纵坐标；以应变值 ϵ 或它的相对值 ϵ/E_c 为横坐标。此处 σ 为应力， ϵ 为该应力作用下的应变值， f_c 和 E_c 分别为该试件的木材顺纹抗压强度和弹性模量。

附录 C 胶粘耐久性快速测定法

C.0.1 本方法适用于评估新研制的耐水性胶粘剂的胶粘耐久性。

注：在木结构工程施工质量验收中，当需检测构件胶缝脱胶率时，可参考附录 F 的暂行规定。

C.0.2 本方法是根据提高环境强度以加速胶粘剂老化的原理，以试验破坏模式与室外暴露自然老化作用结果相似为条件，对胶粘的耐久性进行定性评估。

C.0.3 用于耐久性测定的胶液，其质量应经本标准第 10 章规定的方法检验通过。

C.0.4 用于耐久性测定的试条，应以软木松类木材制作，试条应全部取自同一段木材，且不得有木节、斜（涡）纹、虫蛀、裂纹、髓心和有树脂溢出等缺陷，试条截面上的年轮方向应与胶合面成 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 角。

C.0.5 一次耐久性测定，需以 8 对试条进行胶合，加工成 32 个胶缝顺纹剪切试件（图 10.2.2），其加工质量应符合本标准第 10 章的要求。

C.0.6 胶粘耐久性测定的方法如下：

1 试件应按下列步骤进行处理：

- (1) 在 20°C 水中，浸泡试件 48h；
- (2) 在 -20°C 的冰箱中，存放试件 9h；
- (3) 在室温为 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $65 \pm 3\%$ 的条件下，存放 15h；
- (4) 在 $+70^{\circ}\text{C}$ 烘箱中，存放 10h。

完成以上四个步骤为一个循环，应连续进行 8 个循环的处理。

2 对完成 8 个循环的试件，应立即按本标准第 10 章规定的干湿方法进行试验至破坏。若试件破坏后，其剪切面有 75% 以上的面积系沿木材部分破坏，则认为该胶粘剂的胶粘耐久性满足使用要求。

3 若处理因故中断，应将试件冰冻保存，否则该批试件不得继续用于试验。

附录 D 胶液工作活性测定法

D.0.1 本方法适用于胶液工作活性的测定。

D.0.2 胶液工作活性可根据其粘度的测定结果确定，承重结构用胶的胶液粘度应符合该胶种的产品标准规定的要求。

D.0.3 胶液粘度可使用经过计量认证的粘度计测定，但应连续测定 3 次，并以其平均值表示测定结果。在测定过程中，胶液的温度应始终保持在 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

D.0.4 胶液粘度测定完毕，应立即用适当的清洗剂清洗粘度计及盛胶容器。

附录 E 木材防护剂透入度和保持量的测定方法

E.1 一般规定

E.1.1 本方法适用于测定木材防护剂中含铜、锌、铬、砷、五氯酚等化学药剂的透入度和保持量。

E.1.2 当需测定木材防护剂的透入度作定性分析时,应采用化学药剂显色并测量木材样品被浸润部分显色长度的方法。

E.1.3 当需测定木材防护剂的保持量作定量分析时,可采用化学分析滴定方法或 X 射线荧光分析仪的方法。

E.2 被测样品的选择和制备

E.2.1 测定木材防护剂透入度和保持量的样品选择应具有代表性,取样部位应避开裂纹、木节、刻痕孔和避免“端部浸透”的影响。用空心钻钻取木芯样品的数量和长度应符合现行的国家标准《木结构工程施工质量验收规范》的规定。

E.2.2 当测定木材防护剂的保持量时,尚需将干状木芯样品用打击器或锤磨机粉碎成可通过 36 号试验筛的木芯粉末。

E.3 木材防护剂透入度的测定

E.3.1 仪器设备

测定木材防护剂透入度可采用下列设备:

空心钻	孔径	$\phi 5\text{mm}$ 或 $\phi 10\text{mm}$
平板直尺		150mm
指示剂瓶	棕色带滴管	100mL
	白色带滴管	100mL
表面皿	直径	$\phi 70\text{mm}$ 或 $\phi 90\text{mm}$

E.3.2 指示剂配制

1 对含铜防护剂应采用 0.5g 铬天青和 5g 醋酸钠先后溶于 80mL 蒸馏水中混匀成浓缩液，然后再稀释至 500mL 蒸馏水溶液作为显色剂储存备用。

2 对含砷防护剂应采用三种显色剂联合使用：

(1) 1 号显色剂：取 3.5g 钼酸铵溶于 90mL 蒸馏水，再加入 9mL 浓盐酸，限当天使用；

(2) 2 号显色剂：取 1g 茴香胺（邻氨基苯甲醚）溶于 99g 的浓度为 1.7% 的稀盐酸中贮存在棕色瓶备用，有效期 7 天；

(3) 3 号显色剂：取 30g 氯化亚锡溶于 100mL 的 1:1 的盐酸溶液中（1 份浓盐酸加 1 份水），贮存在棕色瓶备用，有效期 7 天。

3 对含铬防护剂应采用 0.5g 羟基萘磺酸溶于 100mL 的浓度为 1% 的硫酸溶液中作为试液备用。

4 对含五氯酚防护剂应采用 4.0g 醋酸铜溶于 100g 的水中，再溶入 0.5g 乳化剂备用；取 0.4g 醋酸银溶于 100g 的水中备用。临试验时，将以上两种溶液再加异丙醇和蒸馏水等量合并，混合均匀，注入滴瓶作为试液备用。

5 对含锌防护剂应采用铁氰酸钾、碘化钾和淀粉（可溶）各 1g，分别溶入 100mL 蒸馏水中备用，其中可溶淀粉须先用少许水浸湿，然后加水至 100mL，并在烧杯中加热，不断搅拌直到全部溶化。试验时，将三种溶液各取 10mL 混匀作为显色剂使用，有效期 3 天。

E.3.3 试验步骤

1 测定含铜防护剂的透入度，应将它的显色剂分装于 50mL 滴管玻瓶中并顺滴在木芯上，凡含铜的木芯部分应立即显示深蓝色。

2 测定含砷防护剂的透入度，应将三种显色剂分装于滴管玻瓶中，并按 1、2、3 号显色剂的顺序先后点滴在木芯上，每种显示剂浸入木芯后应干燥 1min，当三种显色剂试验完毕时，含

砷的木芯部分应呈蓝绿色，无砷部分呈橙红色。

3 测定含铬防护剂的透入度，应将木芯放置白色滤纸上并用试液不断滴在木芯上，经过 10min 后予以冲洗，然后检测滤纸，若呈现紫红色的部分，则证明该部分的铬未起固定作用，CCA（铜、铬、砷）防护剂有流失的可能性。

4 测定含五氯酚石油防护剂的透入度，应在测试的木芯上滴浸它的显色剂，则含五氯酚的木芯部分立即显示红色；无五氯酚的木芯部分，若木芯木材为松木类时呈绿色，木材为花旗松类时呈黄色或橄榄色。

5 测定含锌防护剂的透入度，应将它的三种显示剂各取 10mL，直接点滴在木芯上，含锌的木芯部分应立即呈深蓝色，无锌的木芯部分应保持原色。

6 测定有色的木材防腐油、环烷酸铜石油等防护剂的透入度，可直接在木芯上测量，对浅色的环烷酸铜、五氯酚石油，允许采用含有 5% 的红染料（碳酸钙）干粉喷刷显色。

E.3.4 试验结果及判别：

每个试件试验完毕后应按下列规定进行记录和判别：

1 木材防护剂的透入度应以测定木芯显色部分的长度（mm）来表示；

2 测量木芯显色部分的长度宜将试样放置在距离眼睛适当的位置用平板直尺测量，每一试件应测量三次，取其平均值，并记录和计算到三位有效数字；

3 当无双方协议时，该批试样的木材防护剂透入度的平均值，若符合现行的国家标准《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206—2002 的有关规定值时，则应判定为质量合格。

E.4 用 X 射线荧光分析法测定含铜、铬、砷防护剂的保持量

E.4.1 仪器及设备

采用 X 射线荧光分析应具备下列仪器和设备，并经检验合格：

X 射线荧光分析仪	200 系列	1 台
高速强剪切混合乳化机	实验用	1 台
精密微量天平	分度值 0.001mg	1 台
托盘天平		1 台
电热恒温干燥箱	具有自动定温装置	1 台
容量瓶	250mL	5 个

E.4.2 标样制作

1 制作标样应按 CCA（铜铬砷）防护剂标准配方分别称取共 70g（准确至 0.001g），加蒸馏水 30g 按工艺要求在实验用高强剪切混合乳化机内配制成有效浓度为 70% 的 CCA 木材防护剂。

2 应从有效浓度为 70% 的 CCA 木材防护剂中称取 0.45g、0.75g、1.04g、1.34g、1.64g 及 1.94g 分别装入 6 个容量瓶内并分别稀释为 0.3%、0.5%、0.7%、0.9%、1.1% 及 1.3% 不同元素含量的该防护剂标样。

E.4.3 测试步骤

1 将防护剂不同元素含量的标样分别装入样品杯加到 3/4 满，逐次放到 X 射线荧光分析仪的输入分析仪中，设置该防护剂标样的分析配制表。

2 应准确称量 40g 被测样品木芯粉末，倒入样品杯并宜压实到样品杯的 3/4 满。

3 将盛有被测试的木芯粉末的样品杯放到 X 射线荧光分析仪的样品孔里，使分析仪为“CCA 分析状态”并按“分析”键进行分析。

4 将 X 射线荧光分析仪分析结果分别显示出的铜（Cu）铬（Cr）砷（As）元素量分别换算成相应的氧化物量（CuO，CrO₃，As₂O₅）或干盐量（CuSO₄·5H₂O，Na₂Cr₂O₇·2H₂O，As₂O₅·2H₂O）。

E.4.4 结果计算

1 经防护剂处理的木材中含 CCA 的有效成分重量百分率

(%) 应按下式计算:

$$T = \frac{C}{W} \times 100$$

式中 C ——被测试的样品中含各种氧化物量或干盐量的总和 (g);

W ——被测试的木芯粉状物的重量 (g)。

2 经防护剂处理的干燥木材中含 CCA 的保持量应按下式计算:

$$D = \frac{T \times G}{100}$$

式中 D ——CCA 的保持量(有效成分氧化物或干盐)(kg/m³);

T ——有效成分重量百分率 (%);

G ——木材烘干后的密度 (kg/m³)。

3 当需测定干燥木材的密度时, 应在被测试木材中取 75mm×50mm×25mm 的木块在 105℃ 的恒温干燥箱中烘至恒重以计算其密度。

E.5 用化学滴定法测定含铜、铬、砷防护剂的保持量

E.5.1 样品制备

1 应准确称量 25g 被测试的干状木芯粉末, 并转移到一个烧瓶中, 加入 25mL 已冷却的 2:1 的过氧化氢和浓缩硫酸混合物。

2 徐徐加热使之进行强烈的液态燃烧, 当开始炭化时, 再加入 2~3 滴或更多的过氧化氢直至溶液出现白色烟雾, 停止加热并待冷却。

3 应将烧瓶内的溶液冲洗到有刻度的 500mL 容量瓶中, 加入 100mL 2N 的硫酸溶液, 并用蒸馏水准确稀释至 500mL 的刻度, 制成被测样品溶液。

E.5.2 含氧化铜防护剂的保持量测定

1 试剂

测定含铜量采用的试剂应包括：浓氨水、浓盐酸、浓硫酸、浓硝酸、无水乙醇、淀粉指示剂、冰醋酸、铜片或铜粒、5% 尿素溶液、20% KI 溶液、20% NaSCN 溶液、0.1N 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液和 0.05N 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液、氢氧化铵（浓）、氯化钾硝酸混合液。

2 测定硫代硫酸钠溶液的当量浓度

(1) 准确称量纯铜粉 0.25g 置于 250mL 的锥形瓶中，用 10mL 浓硝酸溶解，加热蒸发至 3~4mL，冷却至室温。

(2) 用蒸馏水冲洗瓶壁并加 10mL 的 5% 尿素溶液，煮沸 3min，冷却至室温。

(3) 徐徐加入浓氨水直至溶液颜色正好呈深蓝色。

(4) 加 5mL 冰醋酸，振荡，用蒸馏水冲洗瓶壁稀释至 50mL，冷却至室温。

(5) 加 10mL 的 20% KI 溶液，然后加 5mL 的 20% 硫氰酸钠 (NaSCN) 溶液。

(6) 用 0.1N 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液进行滴定，并摇荡，当溶液颜色由棕黑色变成淡褐色时，加 5mL 淀粉指示剂溶液并继续滴定，直至溶液颜色恰好从蓝色变成奶油色才终止滴定，并记录标准溶液的滴定用量。

(7) 硫代硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 溶液的当量浓度按下式确定：

$$N = 15.74Cr / V_0$$

式中 N ——硫代硫酸钠溶液 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 的当量浓度；

Cr ——铜粉的重量 (g)；

V_0 —— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定用量 (mL)。

3 测试步骤

(1) 将被测样品木芯粉末约 4g 置入一个 300mL 的锥形瓶中，加入 10mL 水再加 10mL 浓盐酸和数颗玻璃。

(2) 小心加入 15mL 乙醇，加热至黄绿色消失后呈澄清蓝绿色，用水冲洗瓶壁，煮沸 1min 后冷却至室温。

(3) 用浓氨水中和直至溶液中产生沉淀。用试纸调剂使溶液

微呈碱性，徐徐滴入浓硫酸，直至沉淀全部消失或微呈酸性。再者沸，使溶液浓缩至体积为 30mL，冷却至 20℃ 以下，再用蒸馏水稀释至 125mL。

(4) 加入 10mL 的 20% KI 和 5mL 的 20% NaSCN 溶液，振荡混匀。

(5) 用 10mL 玻璃滴定管通过 0.05N 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液进行滴定，当碘的棕色正好消失时，加 2mL 淀粉溶液，直到颜色由暗蓝色变成浅绿色溶液时终止，若为“CCA”则由暗蓝色变成奶油色时终止。并记录标准溶液的滴定用量。

4 结果计算

防护剂中的氧化铜含率应按下式确定：

$$\text{CuO} = 7.96NV/W$$

式中 CuO ——防护剂中氧化铜的含率 (%)；

N ——按 E.5.2.2 条确定的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的当量浓度；

V ——按 E.5.2.3 中测定的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的滴定用量 (mL)；

W ——被测样品木芯粉末的重量 (g)。

E.5.3 含氧化砷防护剂的保持量测定

1 试剂

测定含砷量采用的试剂应包括：浓盐酸、浓硫酸、次磷酸 (50% H_3PO_3)、甲基橙 (0.1% 水溶液)、0.1000N 的溴酸钾 (KBrO_3)。

2 测试步骤

(1) 将被测样品木芯粉末 4~5g 置入一个 250mL 的锥形瓶中，加入 50mL 水后再加 50mL 浓盐酸和 20mL 的次磷酸 (H_3PO_3)，混匀后在蒸气浴中加热直至溶液产生沉淀，再缓缓小心煮沸混合物 15min。

(2) 立即用一个含有瓦特曼 934AH 玻璃微纤维的 10mL 古氏坩埚趁热过滤，并用水将锥形瓶内壁清洗干净，弃去滤液，将

坩埚沉淀物全部洗入同一锥形瓶中。

(3) 将 10mL 硫酸加入锥形瓶中并由明火加热直至大量烟雾放出再冷却至室温。

(4) 小心缓慢加入 100mL 水，再加入 5mL 盐酸和 2 滴甲基橙溶液。

(5) 用 10mL 玻璃滴定管、0.1000N 的 KBrO_3 （溴酸钾）标准溶液进行滴定，直至溶液颜色变成无色时才终止，并记录标准溶液的滴定用量。

3 结果计算

防护剂中的氧化砷含率应按下式确定：

$$\text{As}_2\text{O}_5 = 0.5746 \text{VN} / W$$

式中 As_2O_5 ——防护剂中氧化砷的含率（%）；

V——按 E.5.3.2 条测定的 KBrO_3 标准溶液的滴定用量（mL）；

N—— KBrO_3 标准溶液的当量浓度；

W——被测样品木芯粉末的重量（g）。

E.5.4 含六价铬防护剂的保持量测定

1 试剂

测定含六价铬量采用的试剂应包括：85%磷酸、二苯胺磺酸钡溶液、硫酸亚铁胺-硫酸溶液、1:1 硫酸溶液、0.200N 重铬酸钾标准溶液。

2 测试步骤

(1) 准确吸取 100mL 被测样品溶液置入一个 500mL 的锥形瓶中。

(2) 加入 100mL 水和 3mL 磷酸和 6mL 的 1:1 硫酸溶液，振荡混匀。

(3) 立即加入 10mL 硫酸亚铁胺-硫酸溶液，然后加入 10 滴二苯胺磺酸钡溶液。

(4) 迅速用一个 10mLA 级滴定管通过 0.2000N 重铬酸钾标准溶液进行滴定，当溶液颜色呈淡紫色或深绿色时终止滴定，记

录标准溶液的滴定用量，表示为 V_1 。

(5) 在另一个盛有 100mL 水的 500mL 锥形瓶中，执行“测试步骤”的第 (2)、(3)、(4) 条，并记录标准溶液的滴定用量，表示为 V_2 。

3 结果计算

防护剂中的六价铬含率应按下式确定：

$$\text{CrO}_3 = 0.6668(V_2 - V_1)/W$$

式中 CrO_3 ——防护剂中六价铬的含率，(%)；

V_1 ——在有被测样品溶液的锥形瓶中测定的标准溶液滴定用量 (mL)；

V_2 ——在无被测样品溶液的另一锥形瓶中测定的标准溶液滴定用量 (mL)；

W ——被测样品木芯粉末的溶液重量 (g)。

E.6 石灰煅烧银量滴定法测定五氯酚防护剂的保持量

E.6.1 适用范围及方法要点

本方法是将五氯酚燃烧，使其中的氯原子转化为氯离子（释出原子与氢氧化钙），然后用银定量法测氯，并换算成五氯酚含量。本方法适用于任何含氯的有机物。

E.6.2 仪器

使用的仪器应包括：马福炉（能恒温在 800～900℃ 之间）、瓷坩埚（带盖 100mL）、酸滴定管、碱滴定管、烧杯、抽滤器。

E.6.3 试剂及试剂制备

氢氧化钙：分析纯、粉末状。

硝酸钾：分析纯、粉末状。

浆硝酸：分析纯。

0.1N 的 AgNO_3 溶液：取 16.9g 分析纯硝酸银溶解于 1000mL 的容量瓶，并稀释到刻度。然后以萤光黄做指示剂，以三个锥形瓶分别称量 0.14～0.15g 分析纯氯化钠，用 100mL 水稀释，滴入 2～3 滴萤光黄指示剂，以该硝酸银溶液进行滴定，

得出其准确当量浓度。

0.1N 的 NH_4CNS 溶液：称量 7.6g 分析纯硫氰酚铵，在 1000mL 容量瓶中稀释到刻度，然后以硫酸铁铵硝酸溶液（铁铵矾）作指示剂，用标准 0.1N 硝酸银溶液进行滴定，得出其准确当量浓度。

铁铵矾指示剂：10g 硫酸铁铵溶于 10mL 浓硝酸稀释到 100mL。

E.6.4 测试步骤

1 在 100mL 瓷坩埚中放入 10g 1:9 硝酸钾、氢氧化钙混合物，称重，用骨勺在混合物上做一小窝，将被测样品木芯粉末 5g 倒入后再覆上 20g 该混合物，称重。

2 上述坩埚盖好放入调温在 800~900℃ 的马氏炉中，燃烧半小时。

3 取出冷却，转移燃烧后的混合物于 400mL 烧杯中，用少量硝酸洗涤坩埚，再用蒸馏水洗两次，一并倒入烧杯。

4 在置于冷水浴的烧杯中慢慢加入硝酸进行中和，直到溶液对刚果红试纸呈蓝色为止。

5 在中和后的溶液中滴进 15mL 标准的 0.1N 硝酸银溶液，以玻璃棒搅拌到生成的白色氯化银胶状沉淀被絮凝。

6 抽吸过滤，用蒸馏水洗两次沉淀，滤液应澄清。转移入锥形瓶中，滴入 3~4 滴指示剂，以 0.1N 的 NH_4CNS 溶液滴定到溶液呈红色为止。记录 NH_4CNS 标准溶液的滴定用量。

E.6.5 结果计算

防护木材中五氯酚的含率应按下式确定：

$$\text{PCP} = \frac{266.5 N_2 \left(15 - \frac{N_1 V}{N_2} \right)}{5W}$$

式中 PCP ——防护剂中五氯酚的含率（%）；

N_1 —— NH_4CNS 溶液的准确当量浓度；

N_2 —— AgNO_3 溶液的准确当量浓度；

V —— NH_4CNS 标准溶液的滴定用量 (mL)；

W ——被测样品木芯粉末的重量 (g)。

附录 F 构件胶缝脱胶试验

F.1 一般规定

F.1.1 本附录提供确定层板胶合木控制胶缝完整性的 3 种脱胶试验方法。

F.2 基本原理

F.2.1 构成内应力是由于木材内部的含水率梯度，其结果是产生对胶缝的垂直拉应力。因而当胶结质量不高时，就要出现胶缝脱胶。

F.3 仪器设备

F.3.1 压力容器：压力容器应能在至少 600kPa（绝对压力 700kPa）压力下和构成至少 85kPa（绝对压力 15kPa）的真空下安全运转，并应配备抽气泵或其他与其功能相同的设备，用以形成至少 600kPa（绝对压力 700kPa）的压力，并能抽至少 85kPa（绝对压力 15kPa）压力的真空。

F.3.2 干燥箱：在干燥箱中空气循环的速度为 2m/s 至 3m/s，箱中的温度和空气的相对湿度按不同试验方法控制如表 F.3.2 所示。

表 F.3.2 干燥箱按不同试验方法控制人工气候

试验方法	温 度 ℃	相对湿度 %
A	60~70	<15
B	65~75	8~10
C	27~30	25~35

F.3.3 天平：准确度为 5g 的天平。

F.4 试件的准备

F.4.1 试件按能代表生产正常运转的原则来选择。试件应取自需进行试验的层板胶合木构件的全截面，即沿垂直木纹方向切割。试件顺木纹方向长度 (75 ± 5) mm。试件的端面应用锐利的锯或其他切割工具，以取得光滑的平面，若截面宽度 b 大于 300mm，可将试件切割为两个或更多一些的试件。每个试件的高度至少 130mm，若截面高度 h 大于 600mm，则可将其切割成两个或更多个试件，其高度至少 300mm。

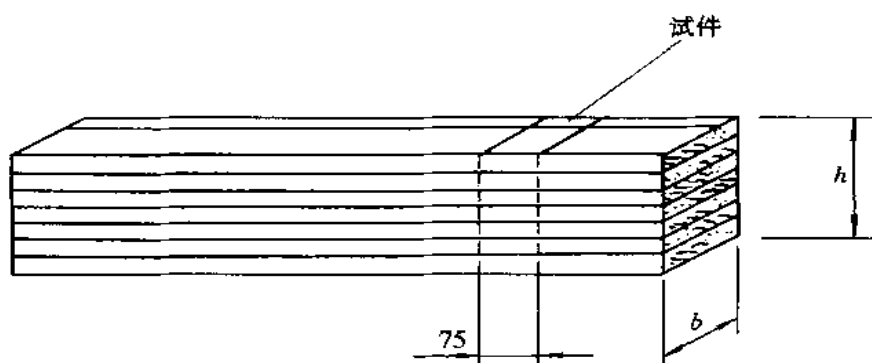


图 F.4.1 从层板胶合木构件切割出的试件

F.5 试验步骤

F.5.1 一般规定：胶缝的总长度从试件端面起始按毫米量度。将试件按所选定的试验方法进行不同的周期试验（如 F.5.2，F.5.3 或 F.5.4 中的规定），每种试验方法所要求的周期数目列于表 F.5.1。只有当按 F.6.2 求得的总脱胶百分比大于预定的最大值，才有必要进行一次额外周期试验。

在干性循环的末尾，从试件端面量度胶缝开胶的长度 (mm)。在木节处开胶应忽略不计，木材因开裂或其他原因引起破坏不应包括在脱胶之内。孤立的短于 3mm 的脱胶及与最近的脱胶相距大于 5mm 的脱胶皆应忽略不计。

注：1 若是木材发生分离，即使非常贴近胶缝，亦应明确称为木材破

坏或木材开裂。利用放大镜来判别究竟是胶或是木材发生破坏甚有必要。探测缝隙宜采用厚度为 0.08mm 到 0.10mm 的塞尺。

- 2 由于木节处或节群区的胶缝在严峻的暴露环境下是不耐久的，因而木节处发生的脱胶不必关注，并不计入脱胶面积。

表 F.5.1 不同试验方法所需的周期数目

试验方法	初始周期	额外周期
A	2	1
B	1	1
C	1	0

F.5.2 方法 A 的试验周期：将试件置于压力容器中，并将其压下去，注入数量足够的 10℃ 到 20℃ 的水，使试件没入水中。用钢丝网等器具将试件分隔开，使全部端面自由地暴露在水中。抽真空达到 70kPa 到 85kPa（即相当于海平面 15kPa 到 30kPa 绝对压力），并保持 5min。然后释放真空，加压到 500kPa 到 600kPa（绝对压力 600kPa 到 700kPa）1h。试件仍然完全没于水中。重复真空施压循环，达到两个循环浸水周期，总共需要 130min。

在空气温度 60℃ 到 70℃ 和相对湿度不超过 15% 的环境中干燥试件约 21h 到 22h，空气循环速度为 2m/s 到 3m/s。在干燥期间，试件应相互隔开至少 50mm，试件的端面应与气流方向平行。

F.5.3 方法 B 的试验周期：对每个试件称重准确到 5g 的误差范围内，并记录其结果。将试件置于压力容器中，并将其压下去，注入数量足够的 10℃ 到 20℃ 的水，使试件没入水中。用钢丝网等器具将试件分隔开，使全部端面自由地暴露在水中。抽真空达到 70kPa 到 85kPa（相当于海平面 15kPa 到 30kPa 的绝对压力），保持 30min，然后释放真空，加压到 500kPa 到 600kPa（绝对压力 600kPa 到 700kPa）2h。

在空气温度 65℃ 到 75℃ 和相对湿度 8% 到 10% 的环境中干

干燥试件约 10h 到 15h，空气循环速度为 2m/s 到 3m/s。在干燥期间，试件应相互隔开至 50mm，试件的端面应与气流方向平行。

在干燥箱中的时间应由试件的容积控制，只有当试件的容积控制在干燥箱容积的 15% 以内时，才可观测并记录试件的脱胶。

F.5.4 方法 C 的试验周期：将试件置于压力容器中，并将其压下去，注入数量足够的 10℃ 到 20℃ 的水，使试件没入水中。用钢丝网等器具将试件分隔开，使全部端面自由地暴露在水中。抽真空达到 70kPa 到 85kPa（相当于海平面 15kPa 到 30kPa 的绝对压力），并保持 30min。然后释放真空，加压到 500kPa 到 600kPa（绝对压力 600kPa 到 700kPa）2h。试件仍然没在水中，重复真空施压循环，达到两个循环浸水周期，总共需 5h。

在空气温度 25℃ 到 30℃ 和相对湿度 25% 到 35% 的范围内干燥试件约 90h，空气循环速度为 2m/s 到 3m/s。在干燥期间，试件应相互隔开至少 50mm，试件的端面应与气流方向平行。

F.6 试验结果

F.6.1 一般规定：应计算每个试件的脱胶百分率。如果有额外周期，应计算额外周期前后的结果。

F.6.2 总脱胶率：每一试件的总脱胶百分率，可按下式计算求得：

$$100 \times \frac{l_{\text{tot, delam}}}{l_{\text{tot, glue line}}}$$

式中 $l_{\text{tot, delam}}$ ——总脱胶长度 (mm)；

$l_{\text{tot, glue line}}$ ——总胶缝长度 (mm)。

F.6.3 最大脱胶率：一个试件的一条胶缝的最大脱胶率按下式计算：

$$100 \times \frac{l_{\text{max, delam}}}{2l_{\text{glue line}}}$$

式中 $l_{\text{max, delam}}$ ——最大脱胶长度 (mm)；

$l_{\text{glue line}}$ ——胶缝长度 (mm)。

F.6.4 试验报告：报告应包括下列内容：

- 1 试验日期。**
- 2 试件的说明及从那些构件中切割。其他有关的情况，例如关于预处理的情况。**
- 3 木材的树种。**
- 4 胶的类型。**
- 5 试验方法。**
- 6 经过规定的周期以及必需的附加周期后的总脱胶率和最大脱胶率。**
- 7 试验期间或试验后观察到的某些特征。**
- 8 试验负责人签字。**

附录 G 构件胶缝抗剪试验

G.1 一般规定

G.1.1 本附录提供测试构件胶缝顺纹抗剪强度的方法。

G.2 基本原理

G.2.1 剪应力作用于胶缝直到发生破坏，记录破坏荷载和评定木材破坏的百分率。

G.3 仪器设备

G.3.1 试验机：一台已经校准的试验机能按 G.3.2 的要求将压力施加到剪切装置。测量最大荷载的准确度应高于 $\pm 3\%$ 。

G.3.2 剪切装置：剪切装置示于图 G.3.2。柱面支承能自动调整，因而试件端部承载，宽度方向应力均匀分布。

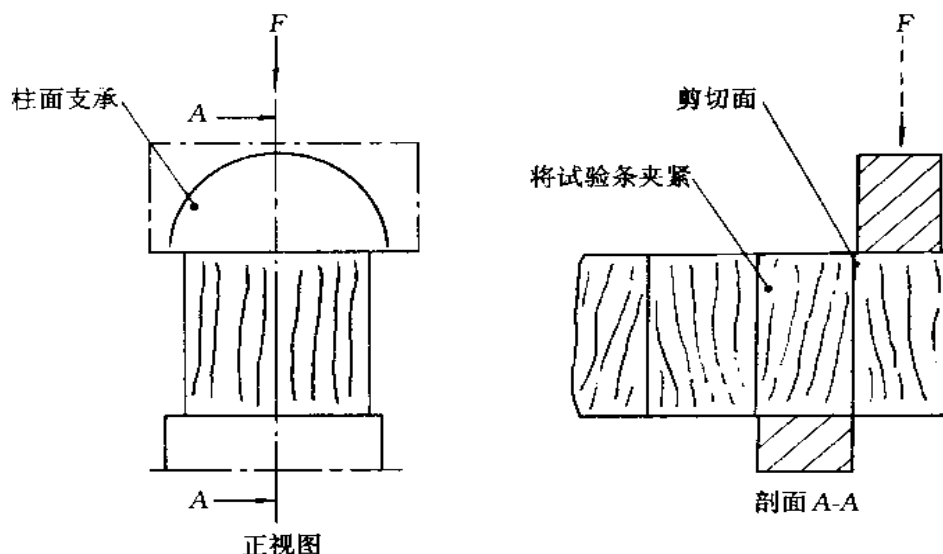


图 G.3.2 夹持试件的剪切装置

G.4 试件的制备

G.4.1 试件：制备试件时应特别小心，保证承压面平整并且相互平行，并垂直木纹。

试件的形状示于图 G.4.1-1 或图 G.4.1-2，其中图 G.4.1-1 所示者为标准试件。

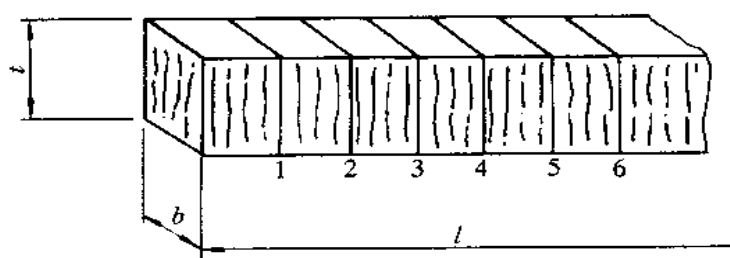


图 G.4.1-1 标准试件，从截面底部切割的
试验条，标上胶缝的编号（如切割处高
于底面，则编号起始不从 1 开始）
长度 l ，宽度 b 40~50mm；厚度 t 40~50mm

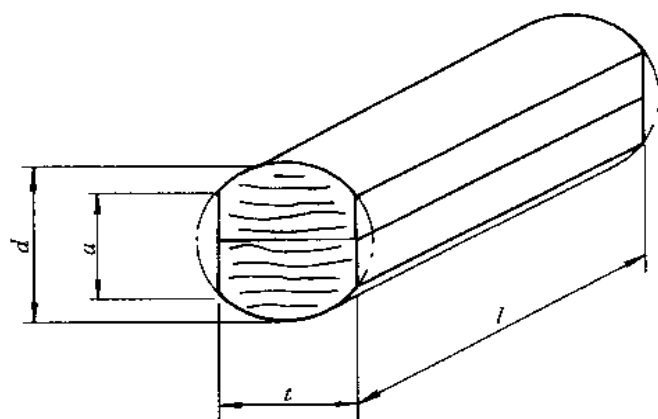


图 G.4.1-2 钻取的木心，并加工
出两个相互平行的表面
长度 l 约 70~80mm，直径 d 约 35mm，
侧面宽度 a 约 23mm，厚度 t 约 26mm

G.4.2 采样方法：

1 试验条应从全截面中截取。至少从全截面高度的上、中、下三区各截取 3 条胶缝。若截面少于 10 层,则全部胶缝均应测试。

注:全截面试件宜在层板胶合木构件有足够的压力区段截取。实际上往往是在层板胶合木构件达不到所要求的压力。如果在这种情况下确定的抗剪强度,那么构件胶缝的质量应被认可。

2 剪切试验应尽可能包括层板胶合木构件总的截面宽度,需要测试的试验条数目列于表 G.4.2。

表 G.4.2 试验条的数量

全截面的宽度 (图 G.4.2, mm)	试验条数目
≤ 100	1
$> 100 \leq 160$	2
> 160	3

注:为了准确钻取木心,建议采用一个适用的钻架。

如图 G.4.1-2 所示,木心应沿长度方向切出两个垂直于胶缝的平面,使试件具有一个矩形的剪切面。

3 如果两个或更多的构件在一个装置上夹紧时,从图 G.4.3-2 中可见,试验条必须按照本条第 2 款所要求的数量,从每个构件中截取。

4 当需要测试的胶缝位于层板胶合木构件的中部时,应进行钻孔取样。

应垂直层板胶合木构件的表面钻孔,使需测试的胶缝恰好位于木心的中心线上。

G.4.3 标志:每个试验条都应加永久性标志,这将标明这个试验条是从层板胶合木构件截面的那个位置切出。

注:1 标志与位置的关系示于图 G.4.3-1。

若层板胶合木构件为垂直层叠胶合木,则构件的前侧标 U,背侧标 L。

层板胶合木构件的胶缝编号,应从构件底部开始 (图 G.4.1-1)。

2 如果两根层板胶合木构件是在同一装置中加压,则在底部的构件的试验条应添加一个下标 1,从上部构件中截取的试验条应

加一个下标 2，图 G.4.3-2 示出标号的例子。

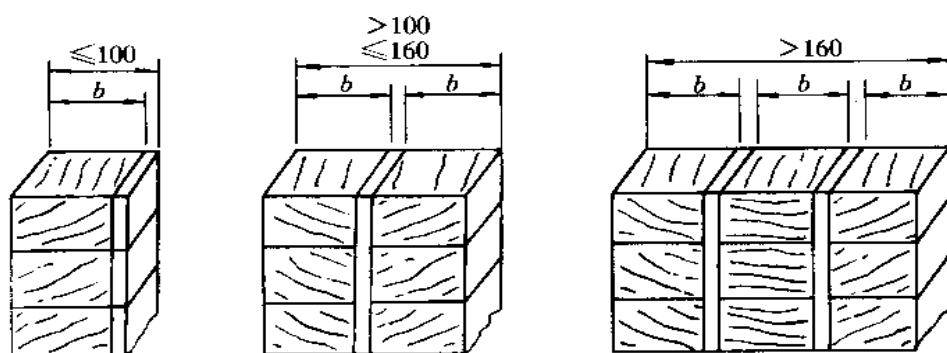


图 G.4.2 从全截面试件中切出的试验条

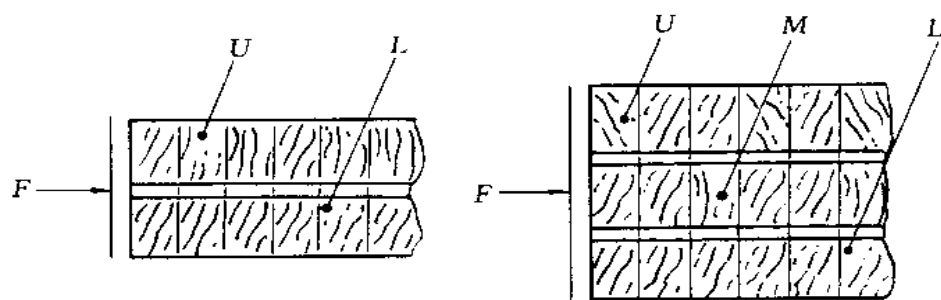


图 G.4.3-1 从水平层叠胶合构件中切出的试验条各部位标志

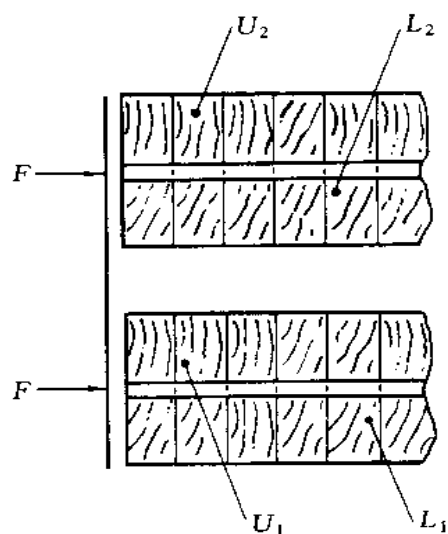


图 G.4.3-2 在同一装置中加压的层板胶合木构件，
在部位标志中加下标以资区别

G.5 试验步骤

G.5.1 全部试件应控制在空气温度为 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 $65 \pm 5\%$ 的标准人工气候条件下面达到平衡含水率。对于内部质量检验，试件木材的含水率应均匀地控制在 8% 到 13% 的范围内。

G.5.2 采用游标卡尺量测试件的尺寸，剪切面积的量度，准确到 0.5mm 。

G.5.3 将试件置于剪切试验装置中，沿木纹方向施加荷载，应将胶缝准确定位，使胶缝与剪切面的距离缩小到不论在那里都不超过 1mm 。

G.5.4 加载的速率保持常数，因而至少在 20s 后发生破坏。

G.5.5 估计木材破坏的总百分率，将其四舍五入后接近一个被 5 能除尽的数字。

G.5.6 从每个试验过的试验条，留下至少 5 条剩下的胶缝，用以标志有次序的数目，构件数量，胶合日期及按 G.4.3 规定的试件出处，按检验单位的要求，储存一个时期。

G.6 试验结果

G.6.1 按下式求得剪切强度 f_v ，要求两位有效数字：

$$f_v = k \frac{F_u}{A}$$

式中 F_u ——最大荷载 (N)；

A ——剪切面积 (对试验条取 $A = bt$ ，对钻取木心取 $A = lt$)；

k ——修正系数 $k = 0.78 + 0.0044t$ ；

l ——厚度 (mm)。

注：试件剪切强度的修正系数 k 是当顺木纹方向的厚度小于 50mm 时成立。

G.6.2 试验报告应包括下列内容：

1 试验日期。

2 试件的标志及从那个构件中切出的，其他有关情况，例如预先气干。

3 木材的树种和等级。

4 胶的型号。

5 试件的尺寸。

6 极限荷载和剪切强度。

7 在试验期间或事后观察到的某些特征。

8 试验负责人签字。

注：由 5 到 8 诸项并不要求直接记录和填写，如果其他已填写的资料能得出这些结果。

附录 H 木基结构板材弯曲试验方法之一 ——集中静载和冲击荷载试验

H.1 一般规定

H.1.1 本附录规定木基结构板材在集中静载和冲击荷载作用下弯曲试验的方法。

H.1.2 试验模拟木基结构板材用作楼面板或屋面板的使用条件。

1 屋面板：应进行在干态和湿态两种条件下的试验。

2 楼面板：应进行在干态和湿态重新干燥两种条件下的试验。

注：根据房屋使用情况，也可只进行一种条件下的试验或按房屋实际使用条件进行试验。

H.2 基本原理

H.2.1 模拟屋面板或楼面板实际受力情况，将板材试件平置在 3 根等距的支承构件上，形成双跨连续板，根据板材两端边缘的支承情况分为 3 种受力状态，在最不利位置加载。

H.3 仪器设备

H.3.1 集中静载：

1 加载装置——可采用不同方式加压至极限荷载，准确度应在 $\pm 1\%$ 以内，应通过球座平稳加载。

2 加载盘——需用两个钢盘，厚度至少 13mm，直径 76mm 的钢盘除用于测定刚度外也用于测定集中荷载下的强度，直径 25mm 的钢盘只用于测定强度（表 H.3.1）。

加载盘与试件接触的边缘应制成半径不超过 1.5mm 的圆形。

3 挠度计安装在固定于支承构件的三脚架上（图 H.3.1），

每格读数为 0.02mm，准确度为 $\pm \%$ 。

表 H.3.1 **测定强度时钢盘直径的选用 (mm)**

使用条件	应 用 情 况		
	屋面板	底层承重楼面板	屋面板
湿 态	76	76	76
干 态	76	76	25
湿后重新干燥	—	76	25

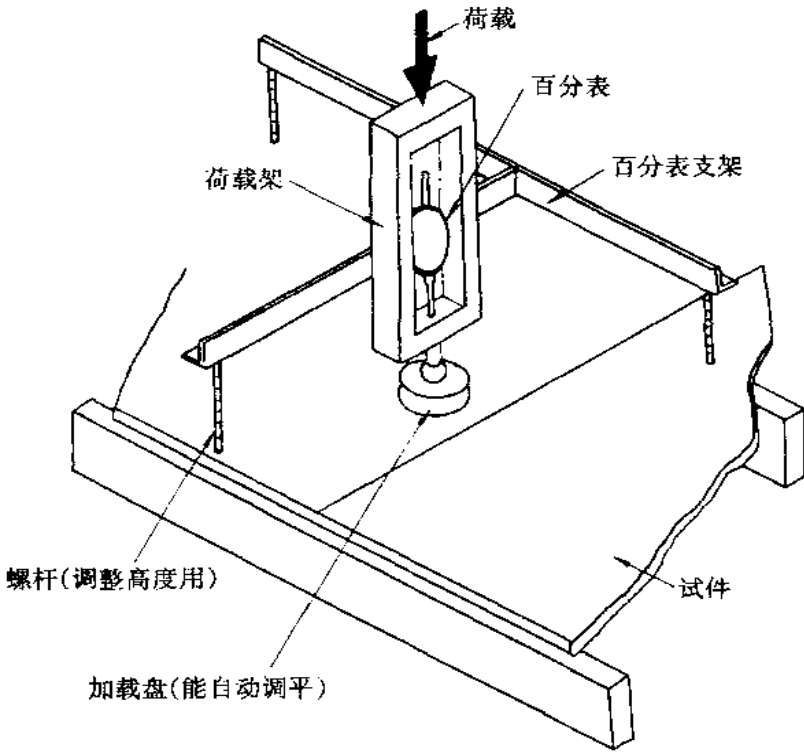


图 H.3.1 **集中静载试验装置**

H.3.2 **冲击荷载：**用专门皮袋（底部直径 230～265mm 高 710mm）装入直径为 2.4mm 的钢珠，从不同高度降落形成冲击。皮袋及钢珠的总重按板材的试验跨度确定（表 H.3.2）。

表 H.3.2 **冲击荷载试验用落体（皮袋及钢珠）重量**

板材的试验跨度 S (mm)	皮袋和钢珠总重 (kg)
$S \leq 610$	13.6
$610 < S \leq 1200$	27.3
$S > 1200$	待 定

皮袋及钢珠的降落高度用标杆确定，标杆上的滑动指针每格为 152mm。

H.4 试 件 的 准 备

H.4.1 试件数量：每种试验条件至少 10 个试件。

H.4.2 试件尺寸：

1 试件长度——垂直于支承构件跨越两个跨间的试件长度 $l=2S$ (S —实际制品的跨度，图 H.5.1)。

2 试件宽度——试件宽度至少 595mm。当试件四边支承时，试件宽度即为板材的标准宽度；当试件端部不完全支承或无支承时，试件宽度应不小于 595mm。

3 试件厚度——板材试件经过湿度调节后量测的厚度。

4 应在湿度调节之前按所要求的尺寸切割板材试件。

H.4.3 板材的湿度调节：在试验前应模拟板材可能发生的实际使用条件调节板材的含水率。用于屋盖的板材调节到干态和湿态两种条件（见本条第 1 和第 2 款）；用于底层楼面板或单层楼面板应调节到干态和湿后重新干燥两种条件（见本条第 1 和第 3 款）这种板材也可按本条第 2 款试验。

1 干态试验——在 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 和 $65 \pm 5\%$ 的相对湿度的条件下将板材调节至少 2 周使其达到恒重和不变的含水率。

2 湿态试验——将板材用水喷淋其上表面连续 3 天处于湿态，要避免板材表面局部积水或任一部分没入水中。

3 重新干燥试验——将板材处于湿态 3 天后重新调节到干态。

H.4.4 试件的安装——将调节好的板材按图 H.5.1 和图 H.5.5 所示安置在支承构件上，并用连接件固定达到正常使用状态。

H.5 试 验 步 骤

H.5.1 集中静载：集中静载应施加在板材上表面支承构件间的中线上（图 H.5.1）。当板材四边支承时，集中荷载施加在宽度

的中点；当板边未支承或不完全支承时（例如用企口连接），施加在距板边 65mm 处。

当加载点相距不小于 455mm，并处于不同的跨度时（图 H.5.1）且其他试验无导致破坏的迹象，则试件可多次使用。

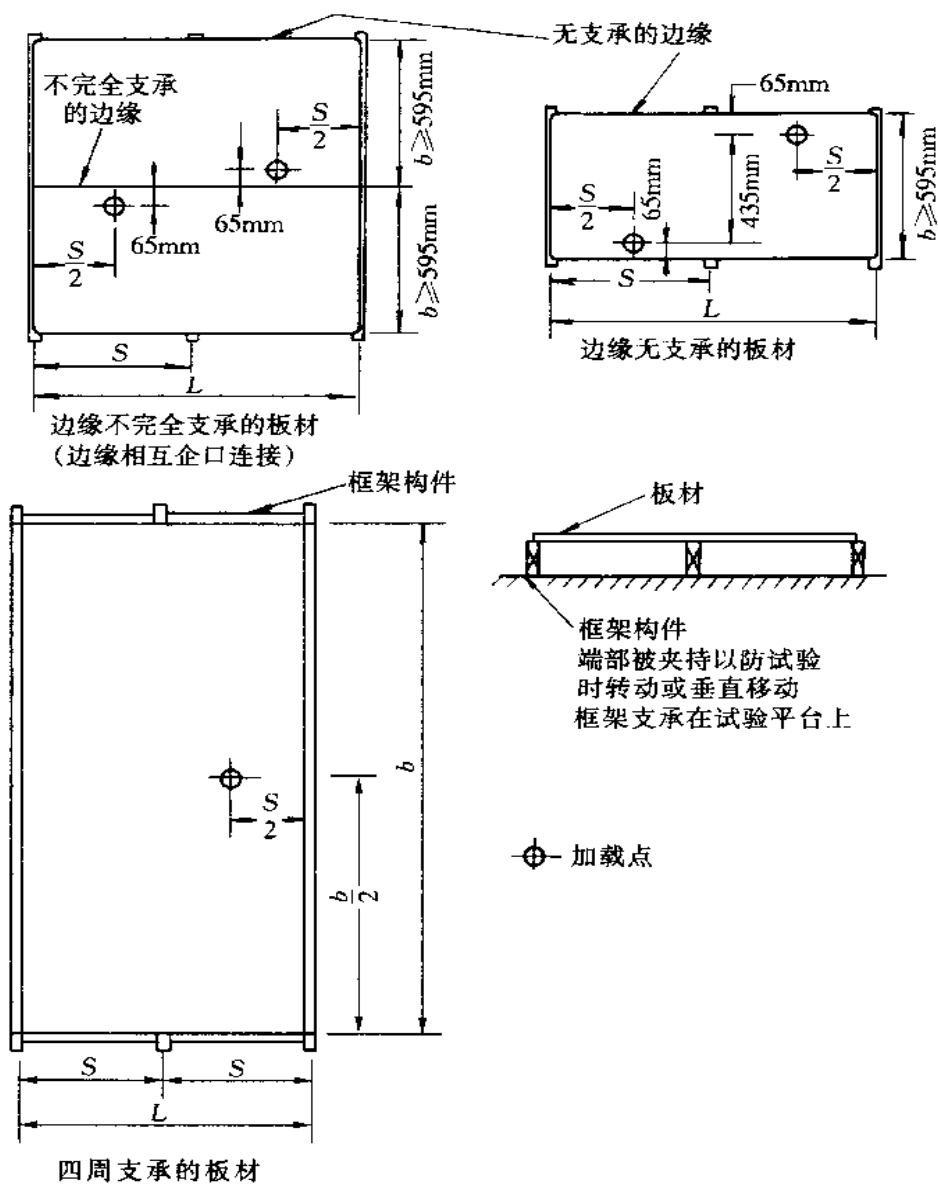


图 H.5.1 集中静载试验试件

H.5.2 测定刚度：用直径为 76mm 的加载盘在加载点下面量测相对于支座的板材挠度。

用 2.5mm/min 的加荷速度连续加载至 890N 并记录挠度计

的读数，然后卸荷。

H.5.3 测定屋面板和底层楼面板的强度：按表 H.3.1 的规定采用直径为 76mm 的加载盘，测定屋面板干态和湿态的强度，测定底层楼面板干态和重新干燥（如果需要则包括湿态）的强度。

用 5mm/min 的加荷速度从零逐渐加载直至达到最大荷载。

H.5.4 测定单层楼面板的强度：按表 H.3.1 的规定采用直径为 25mm 的加载盘测定单层楼面板干态和重新干燥的强度。

1 用 5mm/min 的加荷速度加载至最大荷载。

2 如果需要测定单层楼面板湿态的强度（见 H.4.3），则应采用直径为 76mm 的加载盘。用 5mm/min 的加荷速度从零加载至最大荷载。

H.5.5 冲击荷载：冲击荷载应施加在板材上表面支承构件间的中线上（图 H.5.5）。当板材四边支承时，冲击荷载施加在宽度的中点；当板边未支承或不完全支承时（例如用企口连接），施加在距板边 152mm 处。

当加载点相距不小于 890mm，并处于不同的跨间时（图 H.5.5），且其他试验无导致破坏的迹象，则试件可多次使用。

H.5.6 在冲击荷载试验前，用直径为 76mm 的加载盘在冲击荷载加载点（图 H.5.5）施加集中静载 890N，并量测相对于支座的板材挠度。

H.5.7 卸去集中静载试验装置，降落皮袋施加冲击荷载。

1 皮袋应落在板材上表面的加载点，起始的降落高度为 152mm，每次按 152mm 递增，应在邻近的支承构件上面的板材上表面到皮袋的底面量测降落高度。

2 在每次落袋之后，应用直径为 76mm 的加载盘施加 890N 的集中荷载在冲击荷载试验的加载点上，并量测挠度。

3 在测得板材在 890N 集中荷载作用下的挠度后，在冲击荷载试验的加载点上按 5mm/min 的加荷速度增加集中荷载，直至达到规定的保证荷载。作为保证荷载而施加的集中荷载应按板材预期的用途经有关方面同意确定的。当板材确能承受保证荷

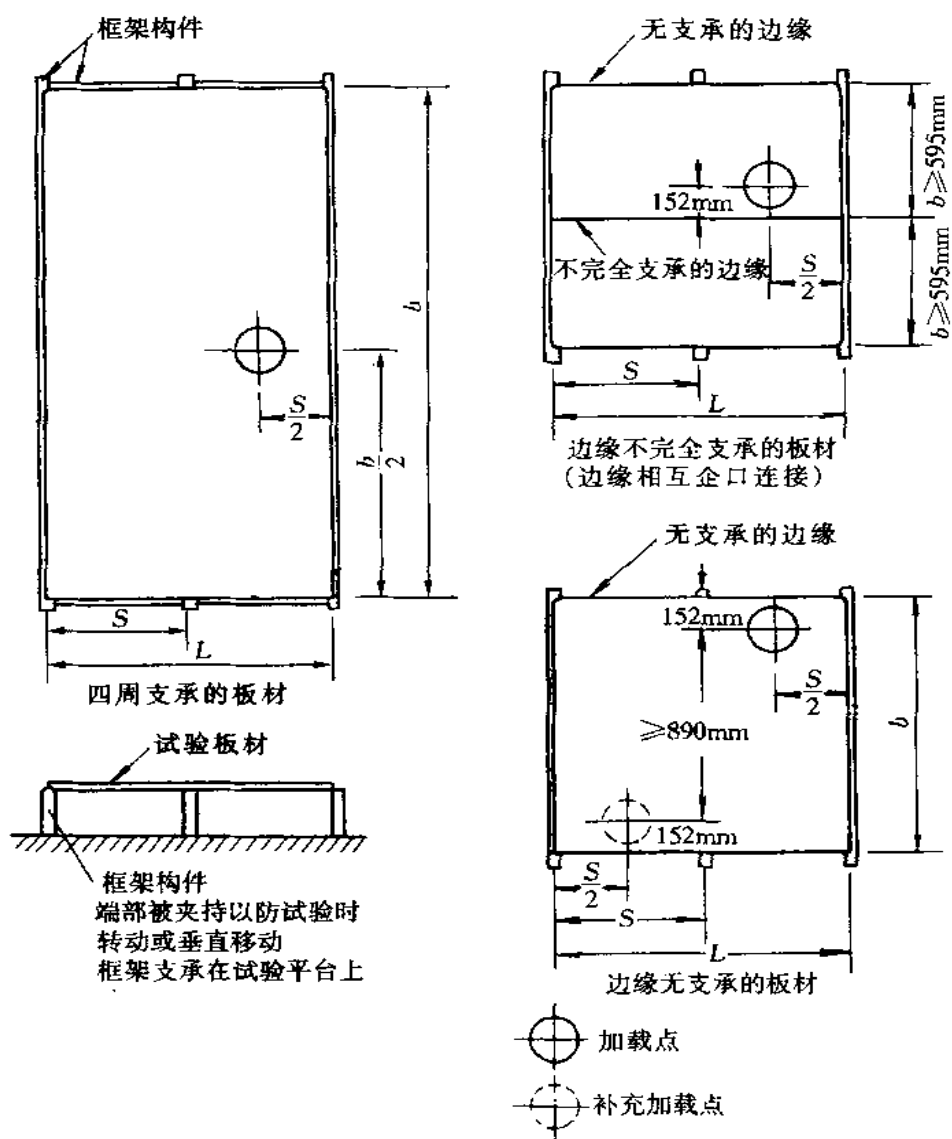


图 H.5.5 冲击荷载试验试件

载，即可卸荷。

4 仍按上述程序（从第 1 款到第 3 款）继续冲击荷载试验直至达到下列任一种情况：

- 1) 达到规定的降落高度；
- 2) 达到板材已不能再承受规定的保证荷载，即确定极限冲击荷载时的降落高度。

H.6 试验结果

H.6.1 试验数据记录

- 1 集中静载 890N 作用下的挠度。
- 2 冲击荷载试验前在集中荷载 890N 作用下的挠度和每次落袋后的挠度。
- 3 当发生第一个显著的损坏时的集中荷载和落袋高度，所用的保证荷载，冲击荷载试验终止时的最大降落高度或最大冲击荷载时的降落高度。

H.6.2 试验数据分析

- 1 在 890N 集中荷载作用下的最小、最大和平均挠度。
- 2 底层楼面板和单层楼面板的最小、最大和平均极限集中荷载。
- 3 每次冲击荷载增量后在 890N 集中荷载作用下的最小、最大和平均挠度。
- 4 在冲击荷载作用后，承受规定的保证荷载的试验达到规定的降落高度所占的百分率。
- 5 在极限冲击荷载下，最小、最大和平均落袋高度。
- 6 出现第一个显著的损坏时最小、最大和平均集中静载。
- 7 出现第一个显著的损坏时的最小、最大和平均冲击荷载。

H.6.3 试验报告

- 1 试验日期。
- 2 板材的特征：制造商、来源、尺寸、试件厚度以及其他有关的性能。
- 3 试验装置的详情，包括支承系统和连接措施以及其他有关的构造细部。
- 4 试验技术：湿度调节、仪器设备的配置，加载盘尺寸，加载点的定位，落袋重量的确定，保证荷载的采用，降落高度上限的规定以及本试验方法尚存在的问题。

附录 I 木基结构板材弯曲试验方法之二 ——均布荷载试验

I.1 一般规定

I.1.1 本附录规定木基结构板材在均布荷载作用下弯曲试验方法。

I.1.2 试验模拟木基结构板材作用楼面板或屋面板的使用条件：

- 1 屋面板：应进行在干态条件下的试验；
- 2 楼面板：应进行在干态和湿态重新干燥两种条件下的试验。

I.2 基本原理

I.2.1 模拟屋面板或楼面板实际受力情况，将板材试件平置在 3 根等距的支承构件上形成双跨连续板，用真空舱内的负压使板材均布荷载，测定板材的挠度。

I.3 仪器设备

I.3.1 均布荷载试验装置

1 支座——支承构件平置在真空舱的底槽上，并与其可靠的固定，防止在试验时转动或下挠（图 I.3.1）。

2 真空舱——由一个有足够强度和刚度的底槽，以板材试件作盖，用厚度为 0.15mm 的聚乙烯膜覆盖后，周边用胶带封闭牢固、形成的密封舱。

3 真空泵用来在试件下面形成负压。

4 压力计用来测定试件的荷载。

5 挠度计安装在刚性的三脚架上，三脚架固定在支承构件上（参照附录 G 图 G.5.1）。

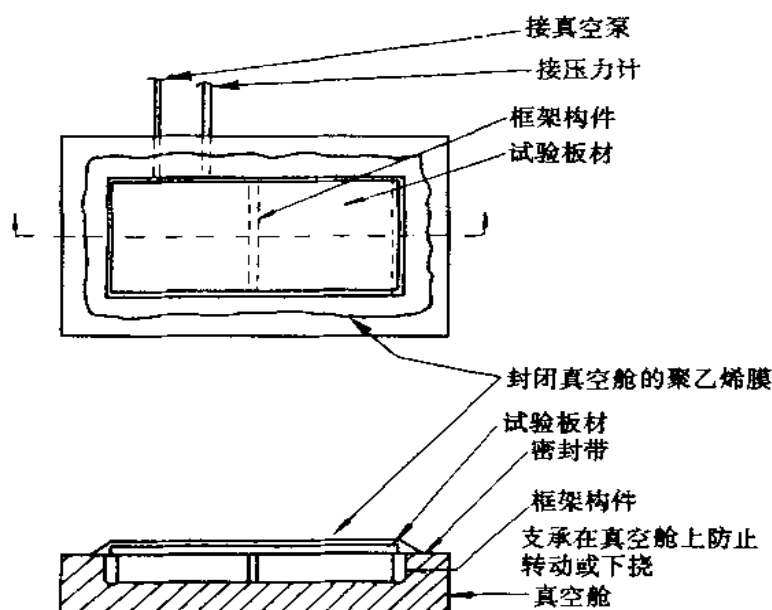


图 I.3.1 真空舱试验装置

I.4 试件的准备

I.4.1 试件数量：每种试验条件至少 10 个试件。

I.4.2 试件尺寸：

1 试件长度——垂直支承构件跨越两个试验跨度；

2 试件宽度——试件宽度至少 595mm，当跨度大于 610mm，试件宽度至少 1200mm。

I.4.3 板材试件的湿度调节：按附录 H 第 H.4.3 条规定的方法调节湿度。

1 用于屋面板的板材仅进行干态试验；

2 用于楼面板的板材应进行干态和重新干燥两种条件下的试验。

I.5 试验步骤

I.5.1 启动真空泵施加均匀荷载，以 $2.4\text{kPa}/\text{min}$ 的加荷速度加载。

I.5.2 将挠度计安置在均布荷载双跨连续板最大挠度的位置，

即从侧边支承构件的中心线至跨中 $0.4215S$ 与板材试件宽度中心线的交点处 (图 1.5.2)。挠度计的量测精确度应达到 0.025mm 。

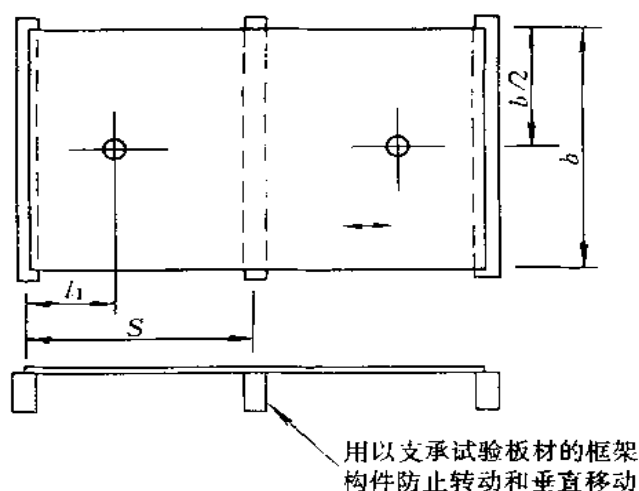


图 1.5.2 均布荷载试验的试件

S —支承构件的中心线距离； l_1 —对于双跨连续板为 $0.4215S$ ； b —板材宽度， $\geq 595\text{mm}$ ；
 \oplus —挠度测量点

按 1.2kPa 的增量记录挠度值直至极限荷载或所需要的保证荷载。

1.6 试验结果

1.6.1 应有足够数量的挠度测量数据来确定荷载-挠度曲线的直线段，绝不可少于 6 个数据。

1.6.2 为确定指定荷载下的挠度，应先将荷载-挠度曲线的斜线平移至通过原点，然后校正各组曲线。

1.6.3 对用于屋面板的板材试件，在 1.68kPa 荷载作用下的校正后挠度和用于楼面板的板材试件在 4.79kPa 荷载作用下的校正后挠度，应计算到接近 0.1mm 的精确度。每个试件的挠度值和检验批的平均值均应列入。

附录 J 本标准用词说明

J.1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词，说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

J.2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……要求或规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

木结构试验方法标准

GB/T 50329—2002

条 文 说 明

1 总 则

1.0.1 众所周知，试验结果与其所采用的试验方法有密切关系，试验方法各异，试验数据悬殊，若试验方法不当，有时甚至得出相反的或不合实际的结论。

为适应市场经济的发展，消除贸易障碍，技术标准的统一和通用是商业活动中的重要协约依据。欧洲共同体为实现其目标，早在十年前就着手技术标准的统一化工作，其中包括木结构设计规范和试验方法标准。

我国在工程建设标准主管部门的领导下，制订了《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068—2001，采用了以概率论为基础的极限状态设计方法，为建立这种设计方法需要大量的、系统的调查、实测和试验数据，这些试验统计数据的得来，自然需要一个统一的可靠的试验方法。

为了建立一个统一的、标准的试验方法，能使试验结果科学的、正确的反映木结构受力情况，试验数据能相互比较和引用，以及力求与国际标准相协调，进一步促进对外交流，原国家计委下达了制订本标准的任务。这就是本条所规定的本标准的服务宗旨。

1.0.2 本标准的适用范围主要是工业与民用房屋和一般构筑物中的木结构。即包括普通方木或原木结构、胶合木结构和钢木组合结构。主要说明两点：

1 木构筑物系指一般工业上应用的栈桥、平台、塔架等承重结构。

2 本标准中的主要内容是木结构的构件和连接，它们是木结构的基本组成部分，它们的试验方法亦可适用于临时性建筑设施以及施工过程中的工具式木结构。

1.0.3 本条主要是明确规范、标准应配套使用。但在写法上，国外标准在总则中对引用标准名称一一列出，同时在后面有关条文中又要说明直接有关的引用标准名称；我国标准、规范为了避免重复，遵照建设部“工程建设技术标准编写暂行办法”统一规定的标准写法。

2 基本规定

2.1 试验的目的和设计

2.1.1 为强调遵守本标准和试验设计（试验计划）的重要性，列入本条。当需要时尚宜在正式试验前进行预备试验或试探性试验。

2.1.2 由于试验的目的性不同，试验所用的试材、试件制作和数量，以及试验条件等要求都有所差别。征求意见稿按试验的目的性不同，划分为研究性试验、验证性试验和检验性试验。经征求专家意见，认为：

1 研究性试验一般只能在有较高水平的研究单位进行，且为数不多；

2 研究性试验不能规定过于具体，例如研究含水率、木材缺陷等对承载能力的影响，研究试验就需要设置一些变化因素；

3 研究性试验的范围很广，有时也接近于验证性试验。

考虑到我国木结构设计规范编制过程中，有的试验也属于研究性试验，又不宜不予纳入，因此改为本条写法。即本标准按试验的目的性不同，适用于验证性试验和检验性试验，而对研究性试验在写法上采用淡化处理，不与前两者并列、退居配合地位，当涉及时，用“对于专门问题的研究试验，应……”的写法分述于有关条文中。

此外，有建议按试件不同，划分为标准试件试验（全属于破坏试验）、模型构件试验（多数属破坏试验）和足尺构件试验（破坏性或非破坏性试验）；或按建筑的新旧分为破损试验和非破损试验（旧建筑物）。由于这本木结构试验方法是在我国实践和工作经验的基础上编制的，故采用本条规定。

2.2 试材及试件

2.2.1 除了检验性试验按送来的原样妥为保存外，对于验证性试验和专门问题的研究试验，制作试件用的木材应合理地选择和存放。本条的这些规定是根据木材树种多，易腐、易蛀、易裂等特殊性质和我国多年的使用和试验的经验，为保证试验质量和试验数据的正确性而制订的。

2.2.3 含水率对杆件、连接以及屋架等结构用木材受力性质的影响，明显地不同于标准小试件的木材，把用于标准小试件力学性质考虑含水率影响的换算公式应用于结构用木材，实践证明是不适合的。因为影响结构用木材力学性质的，还有更多的复杂因素。

为了消除含水率的影响，据国内外经验，采取控制木材含水率的办法。在制作试件之前，试材必须在室内自然风干达到平衡含水率，这样基本上可以反映木结构房屋使用中的木材含水率状态。在满足这一条件下，木构件、连接以及屋架等大试件静力试验所得的数据可以不进行含水率换算。

本条是为保持含水率的一致性，要求试材达到室内气干平衡含水率，这是本标准对木材含水率的起码要求，对于某些试验还可能附加规定，在本标准的有关条文中还会提出或予以强调。

本标准的附录 A，我国部分城市木材平衡含水率估计值，采用的是北京光华木材厂《木材蒸汽干燥法实践》附表。

此外，为了确保保证试验质量，试验者自觉认真执行本标准中关于对试件含水率、加荷速度和试验室温度的规定，有必要从木材构造的根本机理上加以认识，深刻了解上述三个因素对木材力学性质的影响，为此在本标准的条文说明中列入附录 A——木材材性的特点——纤维素结构与木材力学性能。此附录由哈尔滨建筑大学提供。

2.2.4 鉴于木材材质等级不同，对结构用木材受力性质的影响复杂、导致试验数据分散过大，故做此条规定。

2.2.5 本条是关于试件的制作和检查的某些共性要求，对于不同的试验项目还有某些具体要求，分别列于本标准的有关章节。

2.2.6 为了取得大试件（杆件、连接）受力性质和标准小试件的对比资料 and 该批试材的基本材性的信息，故做此条规定。对于不同试验项目的具体要求，分别列于本标准的有关章节。

2.2.7 虽然大试件的试验数据可不进行含水率换算，但为了掌握试验情况和做好试验监督，仍需进行含水率测定。

2.3 试验设备和条件

2.3.1 本条是根据 ISO 标准和我国一般的设备条件而定，在写法上本条系各种试验的共同要求，某些试验的特殊要求还分别列于本标准有关章节。

2.3.2 本条对木结构试验的条件提出要求，理由见本标准条文说明的附录 A。

本条文中“正常温度和湿度的……”，是指正常的自然气候条件，在此条件下木材的含水率达到平衡含水率。

本条文中建议的适宜温度和湿度（ $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 和 $65 \pm 5\%$ ）是根据 ISO 标准提出的。

2.4 试验记录和报告

2.4.1~2.4.3 是参考国外标准和我国实践经验而制订的。为避免重复，将各章的共同部分订为本条文，未能概括的内容列入有关各章。

3 试验数据的统计方法

3.1 一般规定

3.1 本章首先说明两点：

1 本章内容是针对木结构试验的特点和它的试验数据统计的需要，主要列出试件数量、异常值的判断和处理、参数估计和回归分析等问题的有关规定。由于这些问题在木结构试验中的重要性和应用的广泛性不同，有关条文规定的具体化程度也不相同，有的较为详细具体，有的仅给原则上的指示。

2 按统计学理论，每种试验方法应给出重复性 r 和再现性 R 的水平，但由于试验工作量和费用的巨大，一般工程试验的试验方法标准都难以办到。本标准的制定是在不同单位多次试验、多次改进的经验总结的基础上制定的，虽未明确给出重复性 r 和再现性 R 的水平，但在实际应用中是可以满足工程试验的要求的。

3.1.1~3.1.2 有关统计学名词及符号、数据的统计处理和解释、抽样程序及抽样表……等统计学内容已有不少国家规范，但不完全。根据木结构构件及连接试验的特点，应做一些必要补充规定，同时，上述国家规范已有规定的一些内容，可以根据实际情况选择。为方便使用，同时避免用户选择时可能造成的混乱，本章已集中进行统一选择。然而统计学内容非常丰富，本章不可能亦不必要全部包括。凡本章没有列入的内容，应根据“统计学”进行。

3.1.3 对于样本来自正态总体或近似正态总体的判断，可以根据物理上的、技术上的知识，也可通过与考查对象有同样性质的以往数据进行正态性检验。木结构安全度研究组在 1978~1980 年对建筑常用木材强度分布进行了研究，尽管木材各种性质不同

可能各自有其更好的分布类型，但总的结论是“不论大小试件，其强度的概率分布均可通过正态性检验”。同时，根据中心极限定理，木结构构件和连接的抗力系由多个随机变量相乘而得，所以一般确认为结构构件抗力服从对数正态分布。

3.1.4~3.1.7 试验设计是搞好研究和最终得出期望的试验结果的重要一环，应根据具体研究目的而定，但从历史经验看，至关重要的是确定好试件数量。构件和连接试验不同于小试件，大试件的选材、制作、及试验所需费用较大，且试验时间较长，过多的试件数显然不合适；但若试件数量过少，试验误差必将过大。因此本章规定了一些试件数量的下限值。分组试验时，每组的试验值的平均值是最重要的特征值，而平均值的误差与试件数量 n 的开方值成反比， n 增大时，其平均值的误差减少，当 n 从 1 增加至 5 时，其误差减小很快，当 $n = 5$ 或 6 时开始变慢，当 $n > 10$ 时，误差随 n 的变化已不显著，通常 $n = 10$ 或 12 已经够了；对做试验困难的情况，试件数量最少应不少于 5。不分组时试验仍规定不少于 10。

回归分析时，为更好地找出变量间的关系，自变量数不宜太少，不然难以找出较为准确的回归公式。经研究商定，不宜少于 7 个。由于回归公式已确定，不得外推延长使用，所以应研究好自变量的起点和终点。若无把握可将起点和终点之间的距离根据具体对象适当放大一些。

对检验性试验，本标准的任务是给出试验方法，而对抽样方法应另按有关标准的规定，本标准中只给出如 3.1.6 条文所述的原则指示。

3.2 异常值的判断和处理

3.2.1 异常值将给研究的问题带来不利影响，应认真对待。异常值产生的原因多种多样：有的是人为差错；有的是试验条件发生未被人发觉的改变；有的是不慎混入其他母体的试验数据；有的反映了本身的变异；有的表示新的规律；所以不能不查明原

因，就贸然舍弃其中任一个观测值。

3.2.2~3.2.5 当原因判断不明或试验者经验甚为不足时，应利用数理统计准则加以判别。考虑到构件试验的难度，以及由于剔除异常数据往往有一种心理上的吸引力，会产生一定主观希望剔除的愿望（因为剔除后，似乎可以得出比较有规律的情况，或主观希望达到的结论）。因此，为慎重起见，剔除水平 α^* 取 1% 而不是通常的 5%。

在我们的研究中，往往是在未知标准差情况下进行，异常值检验常用方法有格拉布斯检验法，狄克逊检验法和偏度、峰度检验法，可按现行的国家标准《数据的统计处理和解释，正态样本异常值的判断和处理》的有关规定选用。

3.2.4-3 应重视异常值给出的信息，在一段时间后，考查检出的异常值的全体，往往能明显地发现其物理原因和系统倾向，又若各个样本中出现异常值较为经常，又常不能明确其物理原因，则应怀疑分布的正态性假定，因此，应对异常情况予以详细记录，并作定期分析。

3.3 参 数 估 计

3.3.1 本标准适用于对抽自正态总体的随机样本的一系列试验的基础上，估计该总体的参数，或者利用试验所得的数据计算出一个区间，使得这个区间以给定的概率包含总体的参数。

3.3.5 置信水平是置信区间包含总体均值的概率，通常用百分数表示，一般考虑为 95% 和 99% 两个水平。本标准根据过去经验，仅只考虑 95% 一个水平。

3.3.8 方差区间估计不常用，仅只在特殊研究时才需要，估计 S^2 的良好程度如何。使用一种类似确定母体均值置信区间的方法，也可把母体方差 σ^2 的置信区间推导出来，但当 n 较小时，则结果很不精确，当 $n \geq 25$ 时，可以近似认为样本量足够大，可以应用本标准中公式 (3.3.8-1)，但一般讲 (3.3.8-2) 单侧上置信界限更为有用。

3.4 回 归 分 析

3.4.1 当问题涉及两个或更多变量时，常常会对变量之间的函数关系感兴趣。但是，如一个或两个变量（在有两个变量的情况时）都是随机的，则在这两个变量的值之间就没有特殊的关系——给定一个变量（控制变量）的一个值，则另有一变量就有一系列的可能值——这样就要求一个概率的描述，如果利用一个随机变量的均值和方差作为另一变量的值的函数来描述两个变量之间的概率关系，这就是所谓回归分析。在工程学中，回归分析已被广泛用来确定两个（或更多）变量之间的经验关系。

3.4.4 相关系数绝对值越大，方差的减小也愈大，按回归方程得出的预计值也愈精确，一般工程研究其相关系数绝对值不应小于 0.85。

4 梁弯曲试验方法

4.1 一般规定

4.1.1 本方法适用于锯材矩形整截面梁和胶合梁，包括由薄板叠层胶合的工字形或矩形截面梁、侧立木板胶合梁。对于原木以及其他不规则截面的梁也可参考使用。

测定这些横梁的抗弯强度、纯弯曲弹性模量、表现弹性模量以及剪切模量。

4.1.2 在我国国家标准《木材物理力学试验方法》中，按照 GB 1936—91，测定木材标准小试件的弯曲弹性模量采用的全跨度内的挠度，然而国际标准无论是标准小试件（ISO 3349）或梁试验（ISO 8375）均采用纯弯矩区段内的挠度，两者有一定的差别。

在制定本方法时经过反复认真的讨论，认为两种方法各有优缺点：

对标准小试件来说，采用全跨度（240mm）内的挠度比纯弯区（仅长 80mm）内的挠度易于获得变化较小的数据，但混入了由于剪切变形产生的挠度；采用纯弯区内的挠度可以排除剪切变形影响，但要准确测定有一定困难，为此，国际标准 ISO 3349 中列出了两种加荷点，即三分点加荷和四分点加荷，且跨度为 240 ~ 320mm，也就是说，纯弯区允许由 80mm 增加到 160mm。估计国际标准讨论过程中也曾有过不同意见，遂作出此变通办法。对于大截面的梁来说、无论测定纯弯区内的挠度或全跨度内的挠度都是不难办到的，本方法同时列入了两种挠度的测量方法。这样处理是基于三点考虑：

1 采用全跨度内的挠度以符合我国实用习惯，并和我国木材标准小试件试验的国家标准 GB 1936—91 相协调；

2 同时列出纯弯区内挠度的测定方法以便与国际标准 ISO 8375 相一致, 便于促进对外交流;

3 如果同一试件同时测定两种挠度, 还可利用本标准中公式 (4.5.3) 附带算得梁的剪切模量 G , 此剪切模量有时在连接或构件的局部强度的计算和设计中要用到, 同时也说明了纯弯曲弹性模量 E_m 和表观弹性模量 $E_{m,app}$ 的关系, 也说明了两者的区别而不致混淆。

此外, 尚须说明, 按标准小试件测定方法 (GB 1936—91) 测得的弯曲弹性模量并非纯弯曲弹性模量 E_m , 实质上是表观弹性模量 $E_{m,app}$ 。在长期的工程应用中已习惯用该方法测得弯曲弹性模量的数值代表木材的弹性模量, 并记为 E 。

4.1.3 被试验的截面, 例如测定木材缺陷最大的一个截面的抗弯强度, 应该注意使该截面位于梁的纯弯区段内。

4.1.4 本条说明两点:

1 对称四点受力是梁弯曲试验的基本原则, 对于不同的试验项目可以有不同的具体规定, 但都必须遵守这一基本原则。

2 相对来说, 梁试验的用途较广, 所得的数据和信息可以用于各个方面。例如:

- 1) 用于制订构件分级规则和标准规格的数据;
- 2) 用于制订构件强度的设计值或验算其可靠度方面的数据;
- 3) 木材的各种缺陷影响构件力学性质的数据;
- 4) 为研究不同树种、不同等级和不同尺寸的构件强度性质;
- 5) 树龄或生长环境等不同条件影响力学性质的数据;
- 6) 确定产品价格所需的各种力学性质的数据;
- 7) 制造胶合构件的各种因子如截面高度、斜度、切口、板的接头形式如指接接头等以及其他胶合工艺的影响的数据;
- 8) 在非破损试验中寻找力学性质同它的物理性质相关的数据。
- 9) 防腐药剂或其他化学因素影响构件力学性质的数据。

4.2 试件及制作

4.2.1~4.2.5 系根据我国实践经验而制订。试件长度至少应为试件截面高度的 19 倍,或 18 倍另加 150mm,以保证梁的跨度为 $18h$,两端支点外伸长度不少于 $0.5h$ 。此处 h 为梁的截面高度。其中 $18h$ 系根据 ISO 标准提出。

4.3 试验设备与装置

4.3.1~4.3.4 根据我国设备情况和实践经验而制订并与国际标准 ISO 8375 保持一致。荷载分配梁刀口下面的弧形钢垫块能使得试验时保证荷载传递的着力点位置正确,又能保证梁的变形不受约束。

4.4 试验步骤

4.4.1 参考 ISO 8375 而制订。

4.4.2~4.4.5 根据我国实践经验并参考国际标准 ISO 8375 而制订的。其中说明三点:

1 第 4.4.2-3 条要求预先估计荷载 F_1 和 F_0 值,可采用下列方法:

1) 根据拟订试验设计的负责人的经验;

2) 或者做一根梁的探索性试验;

3) 或者试取 F_1 值等于按现行的《木结构设计规范》计算的设计值的 0.9~1.0 倍;试取 F_0 为 F_1 的 1%~5%。

2 公式 (4.4.3) 是用来计算加荷速度的允许值,此公式是遵照国际标准 ISO 8375 的规定:梁的边缘纤维的应变值的增长速度为每秒 5×10^{-5} ,并运用材料力学的一般方法而导出的。

当恰好符合 $l = 18h$ 且 $a = 6h$ 时,(4.4.3) 式变为:

$$v = 3h \times 10^{-3} \text{ mm/s}$$

该条给出的普通公式,是为了提高本标准对不同情况的适应性。

3 第 4.4.5 条中, 公式 (4.4.5) 来自 ISO 8375, 其目的是为了取得至少的挠度值, 从而使得从荷载挠度曲线图中可以明显看出直线部分的情况。

4.5 试验结果

4.5.1~4.5.4 条文中, 公式 (4.5.1)、公式 (4.5.2)、公式 (4.5.3) 及公式 (4.5.4) 是根据定义和运用材料力学的一般方法而导出的, 其中公式 (4.5.3) 是考虑了剪切变形和弯曲变形共同产生的挠度, 式中 1.2 为矩形截面的形状系数。

这些公式和 ISO 8375 中相应的公式都是一致的。

5 轴心压杆试验方法

5.1 一般规定

5.1.1~5.1.2 本方法是根据我国有关单位：四川省建筑科学研究院、广东省建筑科学研究院、新疆建筑科学研究院和重庆建筑大学等单位的实践经验和参考国际标准 ISO 8375 和美国标准 ASTM 而制订的。

本方法主要适用于整截面的锯材或由薄板叠层胶合矩形截面的承重柱试验。原木或由薄板叠层胶合的工字型柱也可参考使用。

本方法是采取措施使能保证被试验的承重柱轴心受力、匀速加荷直至破坏，从而根据不同的试验研究目的，取得所需的各种试验数据和信息。例如，可测得和使用有关下列数据：

- 1 为制订压杆的强度设计值或验算其可靠度所需的有关数据；
- 2 为求得木材某种缺陷对轴心压杆受力的影响；
- 3 用于校正柱的现行设计公式或进行柱的某种理论分析；
- 4 新利用树种为选择适合的轴心压杆稳定系数 ϕ 值曲线所需的数据。

5.1.3 本方法主要采用几何轴线对中的方法，这样可以与工程实际以及设计、施工规范相一致。对于原木、非矩形截面或特殊要求的研究试验才采用按物理轴线对中的方法。

5.2 试件及制作

5.2.1 原来我国试验的试件长度最短为截面边宽的 5 倍，为了与 ISO 标准一致，现取为 6 倍。

5.2.2~5.2.3 实践表明，木材缺陷、含水率及试件尺寸的偏

差对轴心压杆试验结果的影响是很大的，常导致试验数据异常分散，故本方法中根据我国经验做了严格规定。

5.2.4 为了使柱子试验的结果能与其基本材性做对比，故做此规定。每种标准小试件的数目每端不少于 3 个，即总数不少于 6 个，才符合本标准第 3 章的规定。

5.2.5 由于气候原因会使制作好的长柱变得不直，故本条要求同时制作立即同时进行试验。

5.3 试验设备与装置

5.3.1~5.3.5 关于球座的规定是参考美国标准 ASTM，其余规定是根据我国的试验设备的情况而制订的。本方法推荐的双向刀铰，使用效果好，在条文中做了具体规定和详图。

5.4 试验步骤

5.4.1 本方法的试验程序分两步：首先测初始偏心率和初始弹性模量；其次匀速加荷直至破坏，测定相应的挠度及破坏荷载。其中初加荷载 F_0 及最终破坏荷载都要在未正式试验之前进行估计。一般采用下列方法：

- 1 根据制定试验设计负责人的经验；
- 2 或者做一根试探试验；
- 3 或者试取破坏荷载估计值等于按现行的《木结构设计规范》计算的设计值的 2 倍。

5.4.2 测定轴心受压柱的侧向挠度所用的位移计（例如百分表或电子位移计）的触针尖端都不宜与柱的表面直接接触，以防位移受阻或触针滑脱。

5.4.3 根据我国实践经验而制订。

5.5 试验结果及整理

5.5.1~5.5.4 本条列出的试验结果是起码的要求，还应根据试验研究的目的，列出木材缺陷、初始挠度、应力-挠度曲线等结果。

6 偏心压杆试验方法

6.1 一般规定

6.1.1 本试验方法主要根据重庆建筑大学、四川省建筑科学研究院等单位所做大量木构件偏压试验的实践经验编写而成。

本方法提供的试验数据可满足下列项目的需要：

- 1 研究木构件在偏心压力短期作用下的极限承载能力和变形性能；
- 2 验证偏压或压弯构件的现行设计计算公式或理论假设；
- 3 研究木材缺陷及其他因素对偏压或压弯构件的承载能力的影响；
- 4 研究偏压或压弯构件的可靠度及其有关统计参数；
- 5 确定新树种利用所需的调整系数；
- 6 确定树龄及其他自然因素对构件性能的影响；
- 7 确定防腐及其他化学处理对构件性能的影响。

6.1.2 偏压试验通常设计成等端弯矩单向弯曲试验。偏心荷载的合力要位于试件截面的长轴上，并保证偏心弯矩平面，在试验中能与试件的通过其截面长轴的纵向对称平面相一致。

偏心压力应均匀地作用于试件整个端面上。其目的不仅可使偏心压力的偏心距在试验的全过程中始终保持不变；同时又可避免试件端面在试验中出现开裂。

为了做到试件端面全表面均匀承压，不论偏心压力的相对偏心率的大小，均须在试件两端各胶粘一块“牛腿”。“牛腿”的厚度按试件截面尺寸及其偏心压力的相对偏心率计算确定。“牛腿”的其他尺寸要求见图 6.2.3。

6.1.3 主要是对试件的上、下两部分，试件的支承装置以及设有固定的仪表等，要用绳索适当系住，以防止它们在试件折断时

飞溅。

6.1.4 为了防止杆件在垂直于弯矩作用平面的方向发生压屈破坏故做此条规定。破坏荷载的估计，一般可采用下列方法：

1 根据拟订试验设计的负责人的经验，或预做试探性试验。

2 或者按现行的《木结构设计规范》计算的设计值进行估计：对垂直于弯矩作用平面可按轴心受压构件进行计算，破坏荷载的估计值取设计值的 2.0~2.5 倍；对弯矩作用平面内可按压弯构件进行计算，破坏荷载的估计值取设计值的 2.5~3.0 倍。

此外，对冷杉树种某些专门问题的研究性试验，偏压木构件的破坏荷载 F 值，也可试用条文说明附录 B 中的公式进行估算，该公式由重庆建筑大学提出，其计算值与该试验数据吻合甚佳。

6.2 试件及制作

6.2.1 试件分组时，试件的最小长细比不宜取得太小。这主要考虑到两个问题：其一是，当“牛腿”较长时，若试件太短，则会出现“牛腿”伸展至试件长度中央附近，从而用“牛腿”加强了试件的工作区段，人为提高其承载能力。其二是，试验实践表明，试件太短时，试件可能因纵向剪裂而破坏。所以分组时，可按试件压力的最大相对偏心率（或偏心距）及试件截面尺寸算出“牛腿”长度，进而大致求得试件长细比的一个相应的下限值。

6.2.2 试件压力的相对偏心率 $m = 6e/h$ ，其中 h 为试件在偏心弯矩平面内的截面尺寸， e 为偏心压力的偏心距。相对偏心率的取值要有利于偏心距为一整数（以毫米为单位）。 $m = 0.3 \sim 10$ 是常用范围。

6.2.3 牛腿尺寸是根据实践经验而制定的，当受条件限制，“牛腿”的长度无法满足图 6.2.3 的要求时，亦可经过一定试验检验后，适当缩短“牛腿”的长度。

6.2.5 本条目的在于保证偏心压力平行于试件轴线，并垂直作用于试件端面（包括“牛腿”在内）的全表面。

为保证试件轴向平直，减小试件的初弯度，试件制作宜以机

械加工为主。试件制成后，在试验前要采取措施防止试件弯曲。制作完毕到试验之间，时间不宜太长。

6.3 试验仪表和设备

6.3.2 当用承力架做试验时，试件按长细比分组，其每组长细比的取值，都应使试件长度及其支承装置和加荷设备的总和，均与调整后的承力架上、下横梁间的净空相适应。

6.3.4 本条根据实践经验而制定。为将千斤顶固定在承力架的下部横梁上，可把千斤顶的底座点焊在一块预先钻有螺栓孔的钢板上。该钢板放在下部横梁上，对准螺栓孔，经找平后，再用螺栓将钢板与横梁连牢。

6.3.7 偏压试件在试验的初始阶段挠曲很小，其跨中最大挠度一般以 0.1mm 计；但在试件破坏前的阶段，有些试件（长细比较大者）则挠曲很厉害，跨中最大挠度达 100mm 以上。因此，试验时采用的测量挠度的仪表，应既能测定 0.1mm 的小变形，又能度量 100mm 的大挠度。

6.4 试验步骤

6.4.1 偏压试验过程中出现下列情况之一，即认为试件达到破坏：试件发生折断；试件发生纵向剪裂；挠度迅速增大而荷载加不上去。

6.4.2 计算试件的长细比时，试件长度应包含其两端的刀槽（或刀刃）在内。

试验实践表明，单向刀铰能保证试件在偏心弯矩平面内自由挠曲，而在弯矩平面外无挠曲。

6.4.4 刀槽、刀刃和钢压头板没有定型的标准规格，其尺寸应由试验者根据试件的具体情况设计确定，并自行加工制造。

为将刀槽或刀刃与钢压头板在构造上加以连接，可在两者接触面的中心处各攻丝深约 10mm，再用螺杆（长约 20mm）将两者拧在一起。考虑到刀槽（或刀刃）要有相当高的硬度，因此，

它们应先攻丝而后淬火。

6.5 试验资料整理

6.5.1~6.5.3 条文清楚，不用说明。

7 横纹承压比例极限测定方法

7.1 一般规定

7.1.1~7.1.2 木材横纹承压，随着压力荷载的增大，在外观上只是产生压缩，而无明显的破坏特征出现，因此，作为强度指标的极限值难以确定。针对这一特点，一般多采用专门定义的比例极限应力来表示其横纹承压的能力。木材横纹承压的比例极限之所以需要专门定义，是因为它属于弹粘体材料，比例极限不象钢材那样明确，不同的测定方法将得到不一致的结果。本标准采用的定义是参照国际标准 ISO 3132 拟定的。其优点是方法简便，而其效果与逐段回归得到的数值十分相近。

7.1.3 木构件横纹承压之所以需要按其受力方式分为三种型式，是因为局部表面横纹承压时，其受力将得到承压面以外两边木材纤维的支持，从而使其强度显著高于全表面横纹承压；至于端部局部表面横纹承压，其受力虽不如局部表面横纹承压，但仍优于全表面横纹承压。因此，有必要加以区别对待。另外，还需指出的是，“局部表面横纹承压”仅指沿构件长度（即顺纹方向）的局部表面横纹承压，而不包括沿截面宽度方向的局部表面横纹承压，因为木材纤维横向联系很弱，在局部宽度承压的条件下，其两侧纤维不能起到应有的支持作用。

7.1.4 一般的含水率换算公式仅适用于截面尺寸很小的标准小试件，如果引用于换算截面尺寸较大的木构件，不仅误差很大，而且得不到有规律的结果。但这并不等于说，木构件的强度试验不考虑含水率的影响，只是改而将试件的含水率严格调控至气干状态再进行试验。这时，各试件之间的含水率差异很小，而又很接近实际工作条件下的构件含水率状态，因此能保证试验结果的实用性。

7.2 试材选取及试件制作

7.2.1 木构件的试验结果，不可避免地存在着波动，在一般情况下，造成这种波动的主要原因有三：一是由试验的偶然误差所引起；二是由材料的固有变异性所产生；三是由各种干扰因素所致。前两种原因造成的波动无法避免。但干扰因素的影响，则必须尽可能采用有效的措施予以消除。当按本条的规定选材时，可望将主要干扰因素的影响减小到较低的程度。

7.2.2 木构件横向承压试件的尺寸，是根据不同尺寸试件的试验结果确定的。试验表明，当全表面承压试件的承压面尺寸大于或等于 $120\text{mm} \times 180\text{mm}$ ，局部表面承压试件的承压面尺寸大于或等于 $120\text{mm} \times 120\text{mm}$ 时，其比例极限的测定值趋于稳定，因此，选这两组尺寸作为标准尺寸。若试件尺寸改为 $80\text{mm} \times 80\text{mm}$ ，则应乘以尺寸系数 ϕ_a ，本条文取 ϕ_a 值等于 0.9，是根据试验确定的。

7.2.3 本标准编制组对试件加工质量与试件受力状态的对比观测结果表明，要保证试件在试验中受力不受加工偏差的影响，只控制试件每一标定尺寸的偏差不超过允许值是不够的，还必须进一步把有关尺寸之间的相对偏差控制在允许的范围内，才能使试件处于正常的受力状态。这一点在加工中容易被忽视，因此，本条做了明确而具体的规定，以保证测试结果的有效性。

7.3 试验设备要求

7.3.1 本条是根据有关国际标准的规定，在考察了不同型号国产设备的技术条件后拟定的，因而能在使用国产设备的前提下，保证试验结果的精度符合国际标准的要求。

7.3.2~7.3.4 这三条要求都是为保证试件均匀受力、均匀压缩而提出的。在试验中，必须全面加以执行，才能取得可供确定比例极限使用的数据。

7.4 试验步骤

7.4.1 根据国际标准 ISO 3132 的规定，承压面的尺寸应在统一指定的位置上量取。这样做的好处是可以复检量测的结果，从而也使实测数据的有效性得到更好的保证。

7.4.2~7.4.3 本标准采用的加荷方式是参照目前国际上常用的控制加荷总时间，并均匀移动试验机压头的施荷方式拟定的。其优点在于可以不必处理加荷后期所遇到的无法控制匀速变形或匀速施荷等问题。

7.5 试验结果的整理和计算

7.5.1~7.5.3 在整理试验结果时，若遇到荷载-变形图中直线部分的各试验点不在一直线上时，宜用回归方法确定该直线。至于回归直线的上界点，应取哪一个试验点，可先凭目测选择一点，然后再加入该点和去掉该点对相关系数的影响来确定。

8 齿连接试验方法

8.1 一般规定

8.1.1、8.1.2 本方法是对在编制木结构设计规范期间使用过的两种试验方案进行总结分析而后拟订的。

一种方案为三角形支承架（图 8.3.2-1），即本方法所采用的第一方案。

另一种方案为人字架，相当于一个简单的没有腹杆的三角形桁架。桁架的上弦即人字杆，采用钢材制作。两根人字杆的上端为活动铰，连系于试验机的上压头；人字杆的下端抵承在下弦（即被试木材）的齿槽上。下弦的两端为滚动支座，如图 8.3.2-2。

第一种方案被试木材的一端为受剪端；第二种方案被试木材的两端均为受剪端。

在木结构规范组进行过大量齿连接试验之后，长沙铁道学院专门进行过两种方案的对比试验。试材为湘西靖县产马尾松，在同一段试材上，使两种方案的木材受剪面成为相邻部位。试件分为 4 组：剪面长度与齿槽深度的比值为 4、6、8、10；试件共 34 对。

根据现行的国家标准《数据的统计处理和解释，在成对观测值情况下两个均值的比较》GB 3361—88，将上述试验结果进行整理和统计分析，两种方案的均值确有显著差异，第一方案比第二方案平均高出 9%。

经讨论研究，认为第二方案的破坏剪面是被试木材的两端之一，时而左端，时而右端，不如第一方案是唯一的剪面破坏。但是第一方案的加荷装置仅适用于小截面的试件，当试件截面较大时仍必须采用第二方案。经审查会议决定：两种方案同时列入，

并在第 8.3.2 条中规定了两种方案各自的适用范围。

8.2 试件的设计及制作

8.2.1 本条是根据现行的《木结构设计规范》结合试件要求而制订的。压力与剪面之间的夹角是按常用的取为 $26^{\circ}34'$ ，若为其他角度时，可自行设计加荷装置和试件的角度。

8.2.2~8.2.5 执行条文时，需要注意几点：

1 应严格遵守试材必须达到气干材的规定。为此常需将锯解后的试条坯材放置在室内空气相对湿度约为 65%，温度 20°C 的环境中持续一年以上，切不可急于求成用人工烘干法干燥试条。

2 除 8.2.5 条外，都可采用商品材锯解试条，但应符合本标准的 2.2.1-3 条的规定。

3 试条坯材截面尺寸较试件增大 3~5mm，考虑翘曲变形后的取直刨平；如果备料时直接将试条锯成短段，则坯材余量可减至 1~2mm。

8.3 试验设备与装置

8.3.1 万能试验机上的测力盘要符合两个要求：

- 1 试件破坏时测力盘指针至少应超过测力盘圆周的 $1/3$ ；
- 2 测力盘每格读数值应小于破坏荷载的 1%。

8.3.3 制作齿连接试验专用三角形支承架时应注意以下几点：

1 三角形底座由钢板焊成，要求有足够的刚度和强度，对滚动轴承下的钢板尚要求有足够的硬度，为此，此块钢板宜采用硬质合金钢或采用粹火钢材，并须刨平；

2 试件用钢夹板和圆钢销与底座上端“耳状”夹板（厚度 20mm）通过圆柱形轴（直径 30mm）相连，与木材连接的钢夹板厚度不小于 10mm，圆钢销的直径取为 10mm，圆钢销的个数由计算确定并取偶数。圆钢销的设计承载力应大于试件抗剪破坏的 1.5 倍。若被试木材为硬质阔叶材，必要时圆钢销及钢夹板可

用 16Mn 钢或其他合金钢制成；

3 槽形承托垫板用以均匀分布试件支座反力，承托垫板的尺寸大小应按木材横纹承压强度来计算确定；

4 在槽形承托垫板的下面应焊接滚动轴承。保证试验机压头的压力、试件齿下净截面轴线的拉力与通过滚动轴承传递的支座反力三力交汇于一点。

8.3.4 三角形人字架强调人字杆必须用钢材制作，并保证人字杆的上端为活动铰。

8.4 试验步骤

8.4.1~8.4.5 说明和强调以下几点：

1 为什么要求控制木材含水率和试验室温度？有两方面的原因：一方面木材在纤维饱和点以下，含水率对木材强度的影响颇为敏感，含水率高则强度低，通常呈指数函数关系。只有在相同含水率条件下木材强度才具有可比性；另一方面木材纤维素是天然的高聚物，温度高时大分子键运动活泼，分子间力减弱，导致木材强度低，只有当介质温度相同的条件下试验结果才具有可比性。要统一这两方面的要求，最可行的办法就是试件必须风干至平衡含水率后，方可进行试验。

2 三力线汇交于一点至为重要，必须严格遵守规定，谨慎仔细对中。理论和试验表明：若支座反力力线向内偏移，将恶化齿连接抗剪工作，抗剪强度急剧降低；若向外偏移则抗剪强度也会产生很大的影响；两者均不能得出正确结果。

3 试验表明，加荷速度愈快则强度愈高，其原因可参见条文说明的附录 A。

8.5 试验结果的记录与整理

8.5.1~8.5.4 根据我国实践经验而订。

9 圆钢销连接试验方法

9.1 一般规定

9.1.1、9.1.2 本方法是参照 ISO 标准结合我国实践经验而订。说明三点：

1 除专门问题的研究试验外，一般都以顺木纹对称双剪连接作为典型的型式，当需进行横木纹或斜木纹受力的销连接时，可另行设计试件和装置，并按本方法进行试验。

2 圆钢销连接要求做全过程破坏试验，从而获得更多的数据和信息，例如比例极限、变形为 1mm、2mm、10mm 以及其他各种数据。

3 若遇螺栓连接检验性试验，应将螺栓松开，不宜考虑夹紧作用的有利影响。

9.2 试件的设计及制作

9.2.1~9.2.4 说明三点：

1 对称双剪圆钢销连接试件的设计尺寸是根据现行的《木结构设计规范》而规定的。

2 圆钢销可直接采用 Q235 圆钢，除特殊研究外，不得在车床加工，以保证和工程实际所用圆钢销一致。

3 圆钢销不得采用其他钢种代替，因 Q235 钢具有足够的塑性，理论分析和规范中的计算公式都已考虑了这种塑性性质。

9.3 试验设备与装置

9.3.1~9.3.3 万能试验机的吨位采用 1000kN，理由同条文说明 8.3.1。

9.4 试验步骤

9.4.1~9.4.3 说明以下三点：

1 先预加荷 $0.3F$ 并且持续 30s 的目的在于使连接紧密，以消除由于连接松弛引起的非弹性变形，这一过程不可忽视。

2 圆钢销连接破坏时具有很大的塑性变形，当荷载达到一定程度后，变形继续增加而荷载增加得很少，为了获得更多的数据和信息，要求直到圆钢销被压弯、变形至少达到第 9.4.3 条规定数值方可终止试验。

3 预先估计圆钢销连接当钢材屈服时试件所受到的力 F ，它仅是为了在加载程序中使用，它总是小于终止试验时的荷载。

9.5 试验结果及整理

9.5.1、9.5.2 条文清楚，不用说明。

10 胶粘能力检验方法

10.1 一般规定

10.1.1 由于决定一种胶能否用于承重结构，需要根据若干试验得到的指标进行综合评价，才能作出最后的结论。因而本标准明确了本方法仅供检验使用，也就是说，作为检验的对象必须是批量生产的商品胶，而不是正在研制的新胶种，这一点必须在使用时予以注意。

10.1.2、10.1.3 用胶粘接木材，通常以两项指标来衡量其粘接能力，一是沿木材顺纹方向的胶缝抗剪强度；另一是垂直于木纹方向的胶缝抗拉强度。但后者的试验结果不如前者稳定，因此，作为检验的用途，一般可仅用胶缝的抗剪强度进行判别。但需要指出的是，在本方法中并非任何树种的木材都可以用来检验胶的粘接能力。因为有些树种结构疏松，抗剪强度很低，用以做试件容易误判胶的粘结能力合格；有些树种胶着力差，用以做试件容易误判胶的粘结能力不合格。因此，本条对试件的树种及其气干密度做了具体规定。

10.2 试条的胶合及试件制作

10.2.2 执行本条应注意的是：经过重新细刨光的试件，宜成对合拢，以保护其胶合面的洁净。倘若在涂胶前受到沾污，可用丙酮沾在脱脂棉花上予以清洗。

10.2.3 加工剪切试件时，主要应保证的是试件受荷端面与支承端面之间的相互平行。因为这是使试件在专门剪切装置中保持正确受力状态的关键。

10.3 试验要求

10.3.2 执行本条应注意的是，湿态试验的试件在浸水过程中不能浮在水面，宜采用铁栅等将其浸没水中。另外，湿态试验尚应按时进行，不能随意延长浸水时间，以免使试件数据失效。

10.3.3 为了使试验结果能够随时得到复查，宜将破坏的试件保留到试验报告完成的时候。这一点对于沿木材部分破坏率低的试件尤为重要。因为可能需要重新检查其破坏原因。

10.4 试验结果的整理与计算

10.4.1、10.4.2 在执行中应注意的是：有些试件可能在浸水过程中已脱开。对这些试件的湿态剪切强度极限 f_v 应取为 0，但应记载它的剪切面是否仍粘有一层薄薄的木纤维，以供分析使用。

10.5 检验结果的判定规则

10.5.1 本条的规则是参照原苏联国家标准制定的，经我国多年使用未发现有什么问题，因而又继续予以引用。

10.5.2 本条中的常用耐水胶种，一般可理解为苯酚-甲醛树脂胶、间苯二酚树脂胶以及用间苯二酚改性的酚醛树脂胶等。

11 胶合指形连接试验方法

11.1 一般规定

11.1.1 制定本方法时考虑以下几点:

1 本方法的服务对象包括整截面的结构指接材和胶合木构件中的单层木板的指接;

2 本方法的任务是提供指接接头抗弯强度的数据,而不包括由指接构成的承重用的指接木材和叠层胶合木材的分级方法,因为它们的分级方法不只是依赖于指接抗弯强度一项,而应另按有关标准进行;

3 有的国家采用指接的抗拉强度试验,本方法是参照欧共体推荐性标准《指接针叶锯材》和其他有关标准而制订的,考虑到指接的抗弯强度试验方法简易,并且试验数据的离散性小于抗拉强度试验,所以采用抗弯强度作为测定指接强度的指标。

11.1.3 关于指接的符号,我国林业部门编制的国家标准《指接材》GB 11954—89 与欧共体标准和国际标准 ISO 10983 略有不同。

考虑到欧共体标准已为国际标准 ISO 所接受,为了与国际标准靠拢,促进国外交流;且其符号简单并含英文字义,易于记忆和使用;因此采用本条所订符号。

11.2 试件设计

11.2.1~11.2.4 根据我国现行的《木结构设计规范》、欧共体标准《木结构设计统一规则》和《指接针叶锯材》等标准而制订的。

11.3 试 验 步 骤

11.3.1~11.3.4 本方法对试件的跨度做了规定，试验步骤同本标准梁抗弯强度的测定方法。

11.4 试验结果的计算和判定

11.4.1 本条根据中国林业科学研究院的试验和建议而制订。

11.4.2、11.4.3 指接试件的抗弯强度按材料力学的公式计算。

11.4.4 为了测定指定的强度，凡是在木材缺陷处破坏的试件，均不能代表指接的强度，必须排除，并至少补足 15 个试件。

由于只有 15 个有效数据，指接抗弯强度的标准值是根据 ISO 标准取置信水平为 0.75，并按现行的国家标准《正态分布完全样本可靠度单侧置信下限》GB 4885—85 而确定的。

12 屋架试验方法

12.1 一般规定

12.1.1 本方法适用范围中所指的屋架，应理解为用作屋盖结构的平面桁架，包括普通方木或原木屋架、钢木屋架和胶合木做成的木屋架或钢木屋架；不包括空间网架，也不包括中国穿逗式木结构。

12.1.2 屋架试验之所以需按验证性和检验性分为两类，是因为它的全套测定项目工作量很大而又不是每类试验都需要全做。因此，宜根据不同的试验目的和要求，选择必需测定的项目以节约人力、物力和时间。

12.1.3、12.1.4 执行本条文应注意的是：当钢木屋架需要做破坏试验时，宜准备两套钢构件，一套按设计荷载设计，用于测定屋架工作性能；另一套按 3 倍设计荷载设计，用于做破坏试验，以保证屋架能沿木构件部分破坏。试验屋架首先用第一套钢构件组装，直至破坏试验开始前才换上第二套钢构件。由于增加了更换构件的工序，因而要求第二套钢构件的设计，不仅要考虑便于安装，而且还不能改变屋架节点原来的传力方式。这一点一定要在试验设计中加以注意。

12.2 试验屋架的选料及制作

12.2.1、12.2.2 屋架试验不可能做得很多，即使是验证性试验，也需要先充分掌握其构件和连接的基本性能后，才能进而考虑以少量的屋架进行综合的观测与评估其系统功能。在这一前提下，一般都要求在做好试验设计的同时，还要注意做好选料与加工工作，这里需要说明的是，本条之所以只要求按现行规范严格选料与加工制作，而不要求选用上好材料，由高级工人进行制

作，主要是因为只有在最接近规范要求的情况，才最能说明问题，最能取得对工程实践有指导作用的试验结果。

12.2.3 屋架检验的目的性很明确。一般总是在委托方对它的安全性或施工质量有怀疑时才提出来的。因此，选择外观质量相对最差的屋架进行测定，最易弄清疑点，查出隐患。这样，也就是更有利于对要求检验的问题作出正确的判断。

12.3 试验设备

12.3.1~12.3.3 对屋架试验设备提出这三条基本要求，其内容从表面上看，较多属于细节问题。然而，长期经验表明，屋架试验所出的问题，有不少是由于加荷系统行程不多、传力偏心、支座条件与设计不符以及侧向支撑失效等所造成的。特别是侧向支撑失效，往往是试验屋架在荷载不大的情况下，就很快失稳破坏的主要原因之一。因此，有必要引起试验人员的重视。

12.4 试验准备工作

12.4.1 屋架试验需要较大的荷载和较多的仪器设备，且试验的要求也较高，最好能在正规的结构实验室内进行。至于现场试验，一般是不推荐的，只有对检验性试验，且无法解决屋架运输时，才考虑就地检验，即使这样，也应搭设能防雨的试验棚，并在大风天停止试验。由此可知，现场试验很麻烦而且费用高，不宜提倡。

12.4.3 执行本条文需要注意的是，当试验的是使用过的旧屋架时，其安装偏差可能不满足本条的要求。在这种情况下，不宜强行校正，而只需逐项记录其实际偏差，提供分析试验结果时使用。

12.4.4 本条需要说明的是，当仪表较多，安装有交叉而影响测读时，不能随便改变其安装位置，而应由试验的负责人重新修改试验设计，作出统一的调整考虑。

12.5 屋架试验

12.5.1 当屋架试验沿木构件部分破坏时，其破坏荷载一般为设计荷载的 2.5~3.0 倍。在这种情况下，倘若忽略了对加荷点钢垫板的受力和上弦杆木材承压的验算，便有可能因承压应力过大而使垫板陷入木材，切断纤维，并造成不应有的应力集中。如果情况严重，还可能引起上弦杆在加荷点处发生不正常的破坏。因此，本条规定了该部位木材的局部承压应按能承受 3 倍以上的设计荷载进行验算。

12.5.4 在木屋架试验中，每级加荷的时间间隔之所以需要 2h，是因为木结构的变形收敛很慢，如果每级加荷不给予足够的间歇时间，结构变形就不能得到充分发展，致使测读的变形值偏小，在屋架破坏试验时，还会得到偏高的极限荷载值，以致影响试验的准确性。因此，有必要对加荷的间歇时间作出统一的规定。

另外，在标准荷载作用下，之所以需要有足够的持续荷载时间，是因为这时的屋架挠度值反映的是结构刚度。根据以往的经验，对木屋架荷载持续的时间至少要 24h，甚至更长，因此，做了相应的规定。执行时应注意的是，倘若在持续荷载期间，木屋架的变形无收敛趋势，则应及时检查其变形异常的原因，以便作出必要的处理。

12.5.5 屋架破坏试验的分级加载，到了后期之所以需要缩小级差，是为了能取得较准确的破坏荷载值。

12.5.10 过去从试验破坏的屋架上锯取小试件时，对取样的部位和数量没有统一的规定，全凭个人的经验决定。因此，不仅试件数量居多偏少（1~3 个），而且取样的部位也带有很大的随意性。所有这些混乱情况，都对试验结果的整理带来很多问题。为此，本条对锯取小试件的部位、种类和数量做了统一的规定。在执行中应特别注意的是，不要随意减少试件的数量，因为本条对试件数量的规定是根据统计的最低要求确定的。

12.6 试验结果的整理和分析

12.6.1 在全跨荷载作用下，屋架上下弦节点的位移图，其左右各对应节点的位移量，在正常情况下应基本上呈对称形状。倘若根据试验数据绘出的图形严重不对称，则表明：或是节点工作不正常，或是测读有差错，必须立即予以查明。这一工作到了整理数据时才发现，一般嫌晚了一些，很可能无法纠正。因此，本标准第 12.5.7 条第 4 款规定：试验负责人应对某些关键数据随时作现场估计分析工作，以便及时发现问题，并加以解决。

12.6.3 本条第 4 款，关于破坏荷载与标准荷载的比值 K 的取值规定是根据我国设计经验并参照原苏联有关标准确定的。经不少单位多年使用均认为较为合理、可靠。

附录 A 木材材性的特点 ——纤维素结构与木材力学性能

本标准第 2.2.2 条，2.3.2 条和有关章节，分别对木材试件的含水率，试验加荷速度以及试验室温度提出了相应的要求，这是基于木材材性的特点提出来的。含水率、加荷速度和温度对木材的力学性能影响均较敏感，因此为使试验数据科学，可资比较和利用需对上述三个影响因素加以规定。

为了确实保证试验质量，试验者自觉认真执行本标准关于对试件含水率、加荷速度和试验室温的规定有必要从木材构造的根本机理上加以认识，深刻了解上述三因素对木材力学性能的影响。这也就是本附录的宗旨。

木材的力学性能主要依赖于构成细胞壁主体的纤维素，而纤维素是由碳、氢、氧三种元素组成的长链大分子结构的高分子聚合物。这个链的基本单位是脱水 D——六环葡萄糖基，藉助于氧桥顺链长相连，横向大分子链间有分子间力（范德华力）相互连接。此外脱水 D——六环葡萄糖基中有三个羟基，当大分子链间距较近时，这些羟基将和旁邻的氧原子形成较坚固的完全饱和的氢键。氧桥主价键能和分子间力以及氢键能的集合，构成纤维素的机械强度。

大分子链的聚合度（或者说链长）极不相同。有的链长些，有的短些，一般链长与直径之比达数千或更多。如此细长的大分子链呈蜷曲态存在。

纤维素长链的每个基本链节的三个极性羟基极易吸湿，吸湿后使纤维膨润，结果使大分子链间距增大，从而降低了分子间力。这是因为分子间力与分子间距成反比，大致上是分子间距 n 次方的倒数，此外羟基吸留水分时部分氢键能将被消耗转变为热

能，以上两种现象就是木材含水率增加则强度降低的根源所在。木材含水率与强度之相关，可用指数方程回归表达，即：

$$R_w = R_{15} e^{bw}$$

式中 R_w ——含水率为 w 时的木材强度；

R_{15} ——含水率为 15% 时的木材强度；

b ——回归系数，它与材种及受力情况有关；

w ——木材的含水率。

显然这种因含水率增加引起木材强度降低、变形增大的现象只当木材含水率 w 小于或等于纤维饱和点时才会出现。

含水率对木材的弹性模量也有影响，含水率越大弹性模量越小，这是因为水使纤维素膨润，大分子链间分子力减少，致使链段分子柔顺性增大，从而降低了弹性模量。

塑性变形主要是大分子链间相互滑动所致，而水分变化恰恰引起分子间力的改变，因此含水率对木材塑性变形的影响较弹性变形为大。

作用外力值不变，木材的变形将随作用外力时间的增长逐渐加大，这种现象称作蠕变。作用外力越小这种蠕变历程（从开始变形到变形终止的时间）越长。

蠕变现象和大分子链的运动有关。在外力作用下，大分子链将由原平衡态过渡到新平衡态，由于大分子链的蜷曲以及链间有相互作用的分子间力和氢键的阻碍，这种过渡不可能与加荷过程同步，在加荷结束后尚需经历一段时间后才能完成，这个过程称蠕变历程。显然作用外力越大这种历程就越短，总变形亦小。此外它还与加荷速度以及纤维素结构，含水率和温度等因素都有关。

若加荷速度很快（例如试验机上几分钟内试件破坏），此时链段间还来不及蠕变，变形将主要由瞬间弹性变形（指加荷过程中的弹性变形它是分子链角和链长的改变）和塑性变形（大分子链间的滑动）组成；如果加荷速度甚慢（例如几天、几个月甚至几年后结构破坏），则除上述两类变形外，还有随荷载作用时间延

长而变形速度逐渐递减的弹粘变形。加荷速度趋于零，即作用力延续时间 t 趋于无限大时，弹粘变形得到充分发展，弹粘变形速度趋于零，此时的木材强度为长期强度。因此，在分析试验结果（变形、强度、弹性模量）时，只有在相同的加荷速度下才有意义。

分子间力与温度成反比，因此温度升高，大分子链段的分子运动活泼柔顺大，从而蠕变历程缩短，强度也低。温度低时，大分子链刚劲，蠕变历程加长，强度也高。

含水率增大，大分子链间分子力减小，从而大分子链柔顺，蠕变历程缩短。

综上所述，在进行木质试件构件和结构试验时，必须对含水率、加荷速度和室温予以规定，只有在这些条件相对稳定的条件下，方可相互比较分析。

附录 B 冷杉树种偏压构件试验 破坏荷载估算公式

对冷杉树种某些专门问题的研究性试验，偏压木构件的破坏荷载 F 也可试用下述公式进行估算：

$$F = \frac{R_c A}{1 + \frac{6(e + f_F) R_c}{h R_b}}$$

式中 R_c ——试件的顺纹抗压强度，它等于该组试件的标准小试件顺纹抗压极限强度平均值，乘以疵病及尺寸影响系数 0.754；

R_b ——试件的横向弯曲强度，它等于该组试件的标准小试件横向弯曲极限强度平均值，乘以疵病及尺寸影响系数 0.558；

A ——试件的截面面积；

h ——试件的弯矩平面内的截面高度；

e ——试件的偏心距；

f_F ——预计的试件跨中最大破坏挠度，可按下式估算：

$$f_F = \frac{\lambda^2 h R_c}{24 E_c \left(3 - \frac{R_b}{R_c} \right)}$$

其中 λ ——试件的长细比；

E_c ——试件的顺纹抗压弹性模量，它等于该组试件的标准小试件顺纹抗压弹性模量平均值，乘以疵病及尺寸影响系数 0.792；其余符号意义同前。