



中华人民共和国国家标准

GB/T 39422—2020

木结构销槽承压强度及钉连接承载力特征值 确定方法

Determination methods of characteristic values for dowel-bearing strength and
withdrawal capacity of nails and screws in timber structure

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家林业和草原局提出。

本标准由全国木材标准化技术委员会(SAC/TC 41)归口。

本标准起草单位：四川大学、中国林业科学研究院木材工业研究所、绥芬河市炜达木业有限公司、四川建筑职业技术学院、厦门市宏展工程建设有限公司、黑龙江省木材科学研究所、四川农业大学、德华兔宝宝装饰新材股份有限公司。

本标准主要起草人：张新培、周海宾、王春明、吴明军、雷昌祥、甄铎、张晓平、杨卫群、杨勇。



木结构销槽承压强度及钉连接承载力特征值 确定方法

1 范围

本标准规定了木结构销槽承压强度及钉连接抗拔承载力特征值的术语和定义、测试方法、数据分析统计方法、特征值确定方法。

本标准适用于木结构销槽承压强度及钉连接抗拔承载力特征值的确定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 102 六角头木螺钉
- GB/T 846 十字槽沉头自攻螺钉
- GB/T 847 十字槽半沉头自攻螺钉
- GB/T 1931—2009 木材含水率测定方法
- GB/T 1933—2009 木材密度测定方法
- GB/T 17657 人造板及饰面人造板理化性能试验方法
- GB 50005—2017 木结构设计标准
- LY/T 2059 木结构用钢钉

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

抗拔承载力 **withdrawal capacity**

拔出垂直钉入木材的钉所施加的最大力。

3.2

销槽承压强度 **dowel-bearing strength**

木质材料承受销类金属连接件压力的能力。

3.3

概率分布 **probability distribution**

随机变量取值的统计规律,一般采用概率密度函数或概率分布函数表示。

3.4

统计参数 **statistical parameter**

在概率分布中用来表示随机变量取值的平均水平和离散程度的数字特征。

3.5

特征值 **characteristic value**

概率分布的 5%分位值。

4 钉抗拔承载力

4.1 试材及取样要求

4.1.1 钉连接试件所用的钉与木材应随机取自工厂正常生产的钉与木材。取样批数不少于三批。每批取样数不少于 30 个。

4.1.2 试件木材应采用同一树种且等级相同。钢钉、木螺钉进入木试件长度在钉直径的 8 倍和 20 倍之间；但对于直径小于或等于 2 mm 的钢钉、木螺钉，钢钉、木螺钉进入木试件长度不应小于钉直径的 12 倍。

4.1.3 试验用木材在钉连接位置处应避免节子、斜纹理、裂缝或其他影响试验结果的自然或加工缺陷。对结构用木质复合材，其试件选择应考虑其生产工艺与材料构造特点。

4.1.4 试验用木材含水率范围应为 12%~18%，其全干密度应均匀分布在树种平均全干密度加减 1.645 倍均方差区间。木材含水率应按 GB/T 1931—2009 确定，全干密度应按 GB/T 1933—2009 确定；木质复合材应按 GB/T 17657 确定含水率和全干密度。

4.1.5 木结构用钢钉应符合 LY/T 2059 标准要求。

4.1.6 木螺钉应符合 GB/T 846、GB/T 847、GB/T 102 等标准要求。

4.2 试件尺寸

4.2.1 钢钉和木螺钉直径应取工程常用直径的较大值。

4.2.2 当测定木材径切面和弦切面和测定结构用木质复合材正面和侧面钢钉和木螺钉抗拔性能时，木试件的宽度和厚度不应小于 $(l_p + 5d)$ ，长度不应小于 $30d$ 。当测定端面钢钉和木螺钉抗拔性能时，木试件的宽度不应小于 $15d$ ，厚度至不应小于 $10d$ ，长度不应小于 $(2l_p + 5d)$ ，见图 1 所示。

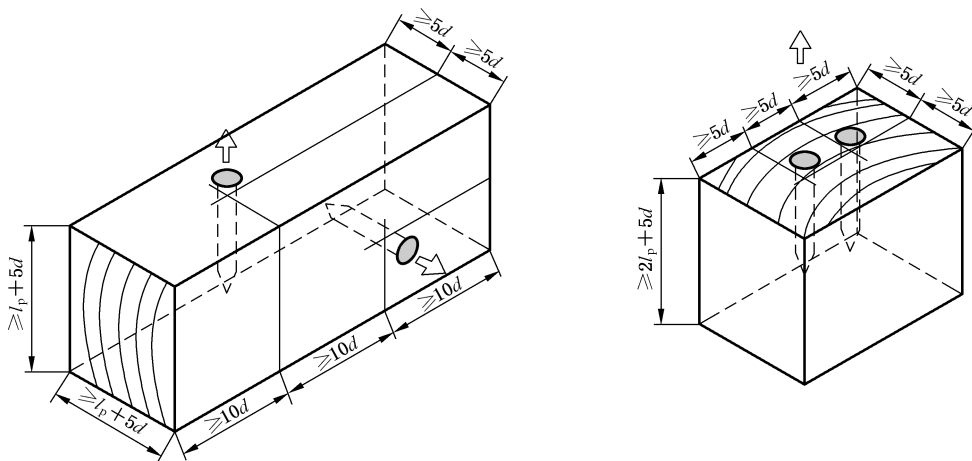


图 1 钢钉和木螺钉抗拔试验示意图

4.3 试件加工制作

4.3.1 木试件按常规方法锯制，木试件长度方向为木材顺纹方向或结构用木质复合材制造长度方向。木试件表面应刨平，相邻平面应垂直。

4.3.2 木试件按常规方法钻孔，钻孔时应避免木试件表面劈裂，孔应垂直于木试件表面。木试件的钻孔直径应按下列要求进行：

- 易开裂木试件钻孔直径取钢钉和木螺钉直径的 $0.8d \sim 0.9d$ 。
- 不易开裂木试件，钻孔直径取钢钉和木螺钉直径的 $0.7d$ 。

c) 使用木螺钉时宜钻引导孔, 钻孔深度应不小于 $0.6l_p$ 。

4.3.3 应使用敲入方式装配钢钉连接试件, 应使用拧入方式装配木螺钉连接试件。钢钉和木螺钉的轴向应垂直木试件表面。木试件在装配时不应发生劈裂。装配完成后, 应在 1 h 之内进行测试。

4.4 试验方法

4.4.1 试验机或其他加载设备应能满足试验加载要求, 精度应达到试验加载极限载荷的 1% 以上; 位移测量设备精度为 0.01 mm; 并能绘制荷载-位移曲线。

4.4.2 木试件尺寸测量设备精度为 1 mm。

4.4.3 钢钉、木螺钉直径测量设备精度为 0.02 mm, 长度测量设备精度为 1 mm。

4.4.4 匀速加载, 加载速度为 $2.0\text{ mm/min} \pm 1.0\text{ mm/min}$, 在 $90\text{ s} \pm 30\text{ s}$ 内使钉达最大抗拔承载力。

4.5 抗拔强度计算方法

按式(1)确定钢钉、木螺钉的抗拔强度 f_w , 计算结果保留 3 位有效数字。

$$f_w = \frac{F_{\max}}{\pi d \times l_p} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- f_w ——钢钉、木螺钉的抗拔强度, 单位为牛顿每平方米(N/mm^2);
- F_{\max} ——最大荷载, 单位为牛顿(N);
- d ——钉直径, 单位为毫米(mm);
- l_p ——普通圆钢钉为其进入木试件长度, 麻花钉、环纹钉和木螺钉为其进入木试件的螺纹部分长度, 单位为毫米(mm)。

4.6 试验记录信息

- 4.6.1 试验用木材的树种、来源或产地、等级、含水率、全干密度、裂纹等情况。
- 4.6.2 试验用钢钉和木螺钉的制造厂家、规格尺寸、等级等。
- 4.6.3 木试件、钢钉和木螺钉尺寸、表面处理情况和预钻孔情况。钢钉、木螺钉的进入方式, 进入木试件的深度、间距等情况。
- 4.6.4 主要仪器和设备及试验环境条件, 加载程序及过程, 以及相关偏差的说明。
- 4.6.5 试件荷载位移曲线、极限荷载及破坏模式等。
- 4.6.6 试验人员、时间及地点。

5 销槽承压强度

5.1 试材及取样要求

- 5.1.1 试件所用钢销类产品与木材应随机取自工厂正常生产的钢销类产品与木材。取样批数不少于三批。每批取样数不少于 30 个。
- 5.1.2 试件木材应采用同一树种且等级相同。
- 5.1.3 试验用木材在销连接位置处应避免节子、裂缝或其他影响试验结果的自然或加工缺陷。对结构用木质复合材, 试件选择应考虑其生产工艺与材料构造特点。
- 5.1.4 试验用木材含水率范围应为 12%~18%, 其全干密度应均匀分布在树种平均全干密度加减 1.645 倍均方差区间。试验用木材按 GB/T 1931—2009 确定含水率, 按 GB/T 1933—2009 确定全干密度; 试验用木质复合材, 按 GB/T 17657 确定全干密度和含水率。
- 5.1.5 试件所用钢销类产品应符合 GB 50005—2017 标准要求。

5.2 试件尺寸

5.2.1 试件所用木试件最小尺寸要求见表 1。

表 1 木试件最小尺寸要求

厚度 h	38 mm 和 2 倍销直径中的较小值 (对于结构用木质复合材,厚度是其制造厚度)
宽度 b	50 mm 和 4 倍销直径中的较大值
长度 L	50 mm 和 4 倍销直径中的较大值
注 1: 进行顺纹试验时, L 的方向为木材顺纹方向或结构用木质复合材制造长度方向。 注 2: 进行横纹试验时, b 的方向为木材纹理方向或结构用木质复合材制造长度方向。	

5.2.2 试件用钢销类产品直径应取工程使用直径范围中的较大值。

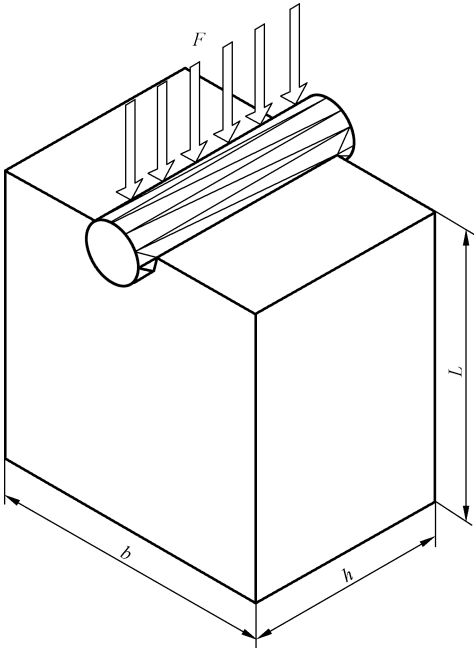
5.3 试件加工制作

5.3.1 木试件按常规方法锯制,木试件表面应刨平,相邻平面应垂直。

5.3.2 木试件按常规方法钻孔,钻孔时应避免木件表面劈裂,孔应垂直于木试材表面。钻孔直径应取试验用钢销类产品直径。

5.4 试验方法

5.4.1 应采用半孔试验方法确定销槽承压强度,试验示意图见图 2。



说明:

- F —— 荷载,单位为牛顿(N);
- L —— 木试件长度,单位为毫米(mm);
- b —— 木试件宽度,单位为毫米(mm);
- h —— 木试件厚度,单位为毫米(mm)。

图 2 销槽承压强度试验示意图

- 5.4.2 试验机或其他加载设备应能满足试验加载要求,精度应达到试验加载极限载荷的 1% 以上;位移测量设备精度为 0.01 mm;并能绘制荷载-位移曲线。
- 5.4.3 木试件尺寸测量设备精度为 1 mm。
- 5.4.4 钢销类产品直径测量设备精度为 0.02 mm,长度测量设备精度为 1 mm。
- 5.4.5 试件支座应使用球铰支座。
- 5.4.6 将钢销类产品放置在木件的半孔槽中,放置时应避免螺纹部分与木件接触。试验机沿着钢销类产品长度方向匀速施加垂直载荷;加载速度为 1.0 mm/min ± 0.5 mm/min,在 1 min 到 10 min 内完成加载。当钢销类产品直径的一半压入木件或试验达到最大载荷时,终止试验。从载荷施加开始测量在加载方向连接件的位移,记录荷载和位移值,绘制荷载-位移曲线。

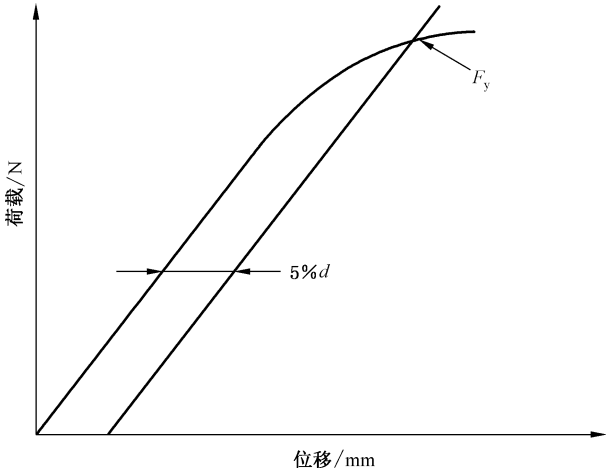
5.5 销槽承压强度计算方法

取试验所得荷载-位移曲线直线段数据。沿横坐标向右平移钢销类产品直径 5% 的位移,绘制一条与拟合直线平行的直线。取该直线和荷载-位移曲线交点作为屈服载荷 F_y 点。如果该直线未与荷载-位移曲线相交或相交在下降段,则按附录 A 确定 F_y 。试验的荷载-位移曲线图见图 3。销槽承压强度按式(2)计算,计算结果保留 3 位有效数字。

$$f_e = \frac{F_y}{d \times h}$$

.....(2)

- 式中:
- f_e ——销槽承压强度,单位为牛顿每平方米(N/mm²);
 - F_y ——屈服荷载,单位为牛顿(N);
 - d ——销类产品直径,单位为毫米(mm);
 - h ——木件的厚度,单位为毫米(mm)。



- 说明:
- 荷载,单位为牛顿(N);
 - 位移,单位为毫米(mm)。

图 3 荷载-位移曲线示意图

5.6 试验记录信息

- 5.6.1 试验用木材的树种、来源或产地、等级、尺寸、含水率、全干密度、裂纹等情况。
- 5.6.2 试验用销类产品的制造厂家、规格尺寸、等级等。
- 5.6.3 主要仪器和设备及试验环境条件,加载程序及过程,以及相关偏差的说明。

5.6.4 试件荷载位移曲线、极限荷载和破坏模式等。

5.6.5 试验人员、时间地点。

6 销槽承压强度和钉抗拔承载力特征值确定方法

6.1 概率分布及统计参数确定原则

6.1.1 销槽承压强度和钉抗拔承载力宜采用随机变量概率模型描述。其统计参数和概率分布应以按本标准确定的实验数据为基础,应用参数统计和概率分布假设检验方法确定,检验的显著性水平可采用 0.05。

6.1.2 销槽承压强度和钉抗拔承载力的概率分布假设检验应采用两种以上概率分布假设检验方法、三种以上概率分布模型作检验。取通过概率分布假设检验方法较多者作为其概率分布。按概率分布假设检验方法不能判定时,可通过对经验概率分布与理论概率分布的残差平方和的比较分析并结合工程经验作出规定。常用的概率分布函数可取:对数正态分布、正态分布、截尾正态分布、二参数威布尔分布、三参数威布尔分布。

6.2 统计样本要求

6.2.1 作销槽承压强度和钉抗拔承载力的概率分布假设检验时,样本数量应满足所采用的概率分布假设检验方法的要求,且每一工况样本数量应大于 90。

6.2.2 每一工况样本数量中不应包含试验中开裂试件的强度数据。

6.3 统计参数

6.3.1 样本均值、标准差可采用点估计进行。样本均值、标准差应按式(3)和式(4)计算:

$$\mu_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

μ_x ——样本均值;

n ——样本数量;

x_i ——第 i 个子样。

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

S_x ——样本标准差。

6.3.2 样本变异系数应按式(5)计算:

$$C_v = S_x / \mu_x \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

C_v ——样本变异系数。

6.3.3 概率分布函数的参数宜采用极大似然法确定。

6.3.4 作样本的均值、方差的区间估计时,置信水平宜取 75%。

6.4 特征值

6.4.1 销槽承压强度和钉抗拔承载力特征值应取其按 6.1~6.3 确定的概率分布的 5%分位值,置信水平应取 75%。

6.4.2 销槽承压强度和钉抗拔承载力服从对数正态分布时,其与概率分布的 5%分位值对应的特征值可按下式确定:

$R_k = \exp(\mu_{\ln R} - k_s S_{\ln R})$ (6)

式中：
 R_k ——特征值；
 $\mu_{\ln R}$ ——样本均值；
 $S_{\ln R}$ ——样本标准差；
 k_s ——系数，取值见表 2。

$\mu_{\ln R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln R_i$ (7)

式中：
 R_i ——试验值；
 n ——试件数量。

$S_{\ln R} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\ln R_i - \mu_{\ln R})^2}$ (8)

表 2 系数 k_s 的值

试件数量 n	系数 k_s
15	1.99
20	1.93
30	1.87
50	1.81
100	1.76
500	1.71
∞	1.65

附录 A
(规范性附录)

确定销槽承压屈服强度的能量等值法

A.1 能量等值法确定销槽承压屈服强度原理见图 A.1。

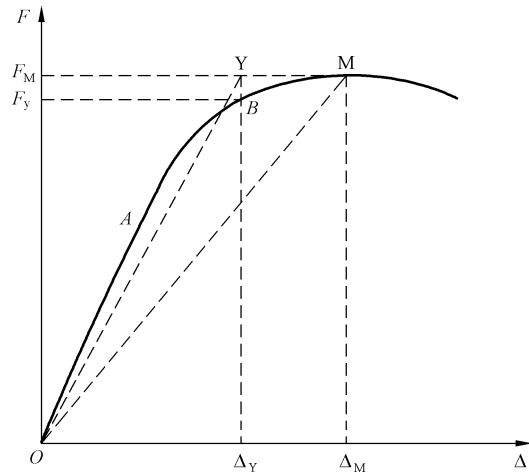


图 A.1 能量等值法原理图

- A.2 根据原始数据绘制曲线图并确定极值点 M 坐标(即 F_M 和 Δ_M)。
- A.3 计算曲线 OABM 与直线 OM 围成的面积 S_1 。
- A.4 过极值点 M 作水平轴的平行线,即水平线 MY(Y 点水平坐标未知)。
- A.5 计算 OYM 围成的三角形面积 S_2 。
- A.6 计算 Y 点的水平坐标 Δ_Y 。令

得到

$$\overline{MY} = \frac{2S_2}{F_M}$$

从而

$$\Delta_Y = \Delta_M - \overline{MY}$$

A.7 在水平轴上根据 Δ_Y 横坐标所在位置做垂线,该垂线与曲线相交点 B 即为屈服点,B 点对应纵坐标即为屈服值 F_Y 。

