

ICS 79.060

B 70

LY

中华人民共和国林业行业标准

LY/T 3040—2018

齿板连接性能测试方法

Test method for truss plate connection

(发布稿)

2018-12-29 发布

2019-05-01 实施

国家林业和草原局 发布

前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由全国木材标准化技术委员会结构用木材分技术委员会（SAC/TC 41/SC 4）提出并归口。

本标准起草单位：中国林业科学研究院木材工业研究所、国际竹藤中心、内蒙古农业大学、国家林业和草原局竹子研究开发中心、苏州昆仑绿建木结构科技股份有限公司、上海中天绿色建筑科技有限公司。

本标准主要起草人：赵荣军、武国芳、费本华、周海宾、钟永、姚利宏、虞华强、王玉荣、邢新婷、黄成建、张训亚、王丽、王滋、邓丽萍、倪俊、张琴、杨春梅、王永兵。

齿板连接性能测试方法

1 范围

本标准规定了齿板连接测试相关的术语与定义、齿板连接试件、试验装置、齿板连接性能的试验方法。

本标准适用于轻型木桁架节点连接或受拉杆件接长的齿板的连接性能测试。

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 50005 木结构设计规范

GB/T 228.1 金属材料 拉伸实验 第一部分： 室温试验方法

GB/T 700-2006 碳素结构钢

GB/T1591-2008 低合金高强度结构钢

GB/T 1929-2009 木材物理力学试验方法总则

GB/T 50329 木结构试验方法标准

JGJ/T 265-2012 轻型木桁架技术规范

3 术语与定义

GB/T 50005 和 JGJ/T 265 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

齿板 truss plate

经表面镀锌处理的钢板冲压而成的多齿连接件，用于轻型木桁架节点的连接或受拉杆件的接长。

3.2

齿板主轴 principal axis of truss plate

齿板单位宽度受拉承载力较高的方向，即齿板上沿齿槽的方向。

3.3

极限载荷 ultimate load

齿板连接所能承受的最大荷载。

3.4

齿板极限强度 **plate tooth ultimate strength**

齿屈服或齿从木构件中拔出破坏时齿板连接的极限荷载与齿板有效净面积的比值。

3.5

齿板抗拉极限强度 **ultimate tensile strength**

齿板被拉断破坏时齿板连接的极限荷载与齿板宽度的比值。

3.6

齿板抗滑移强度 **strength at specified displacement**

齿板与木构件某一规定滑移量对应的荷载与齿板有效净面积的比值。

3.7

齿板抗剪强度 **shear strength**

齿板连接单位宽度的抗剪承载力。

4 试验方法

4.1 仪器、装置

4.1.1 万能力学试验机，量程不应小于齿板连接极限承载力的2倍，精度不小于0.01N。

4.1.2 位移测量仪，量程不小于15mm，精度不小于0.01mm。

4.1.3 夹具应保证加载过程中齿板连接试件不发生打滑等导致试验结果无效现象。

4.2 木构件与齿板

4.2.1 木构件

4.2.1.1 试验用木构件木材的材质等级应符合GB 50005《木结构设计规范》的要求，齿板连接木构件各部分的厚度相差不应超过0.5mm。

4.2.1.2 木构件的宽度、厚度应与实际工程所用一致。

4.2.1.3 齿板连接处木构件上无缺棱、裂纹、节疤等缺陷。

4.2.1.4 木构件两端端部应加工垂直、平整。

4.2.2 齿板

4.2.2.1 制作齿板的钢材宜采用Q235碳素结构钢或Q345低合金高强度结构钢。质量应符合GB/T 700《碳素结构钢》、GB/T 1591《低合金高强度结构钢》的相关规定。

4.2.2.2 齿板用钢板应经镀锌处理，镀锌防锈层厚度不应小于275g/m²。

4.2.2.3 齿板的厚度误差不应大于 $\pm 5\%$ 。

4.3 试件

4.3.1 试件制作

4.3.1.1 一般要求

安装齿板时，板齿应与木构件表面垂直；板齿应全部压入木构件，齿板与木构件间应无间隙，且不得出现倒齿现象。拼装完成后齿板应无变形。

4.3.1.2 板齿极限强度和抗滑移极限强度

不同连接方式板齿极限承载力和抗滑移极限承载力试件如图 1。①荷载平行于木纹及齿板主轴 ($\alpha=0^\circ$, $\beta=0^\circ$) (图 1a)；②荷载平行于木纹但垂直于齿板主轴 ($\alpha=0^\circ$, $\beta=90^\circ$) (图 1b)；③荷载垂直于木纹但平行于齿板主轴 ($\alpha=90^\circ$, $\beta=0^\circ$) (图 1c)；④荷载垂直于木纹及齿板主轴 ($\alpha=90^\circ$, $\beta=90^\circ$) (图 1d)。

图 1c、1d 的齿板连接试件，齿板与水平木构件压接部分的长度 l_1 应小于与垂直木构件压接部分长度 l_2 ，并要求水平木构件压接部分的齿板长度 l_1 大于或等于 0.7 倍的水平木构件宽度 h 。

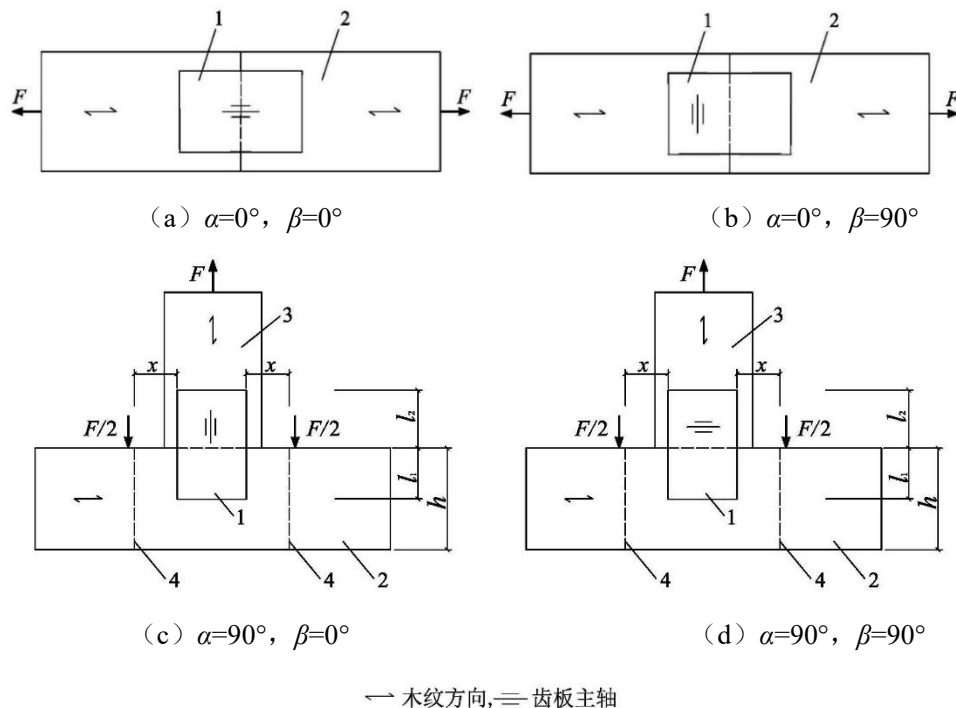


图 1 板齿极限承载力试件

1-齿板；2-水平木构件；3-竖向木构件；4-夹具内侧边沿线； F -外荷载； α -荷载作用方向与木纹之间夹角； β -荷载作用方向与齿板主轴之间夹角； x -夹具内侧边沿到齿板边沿距离

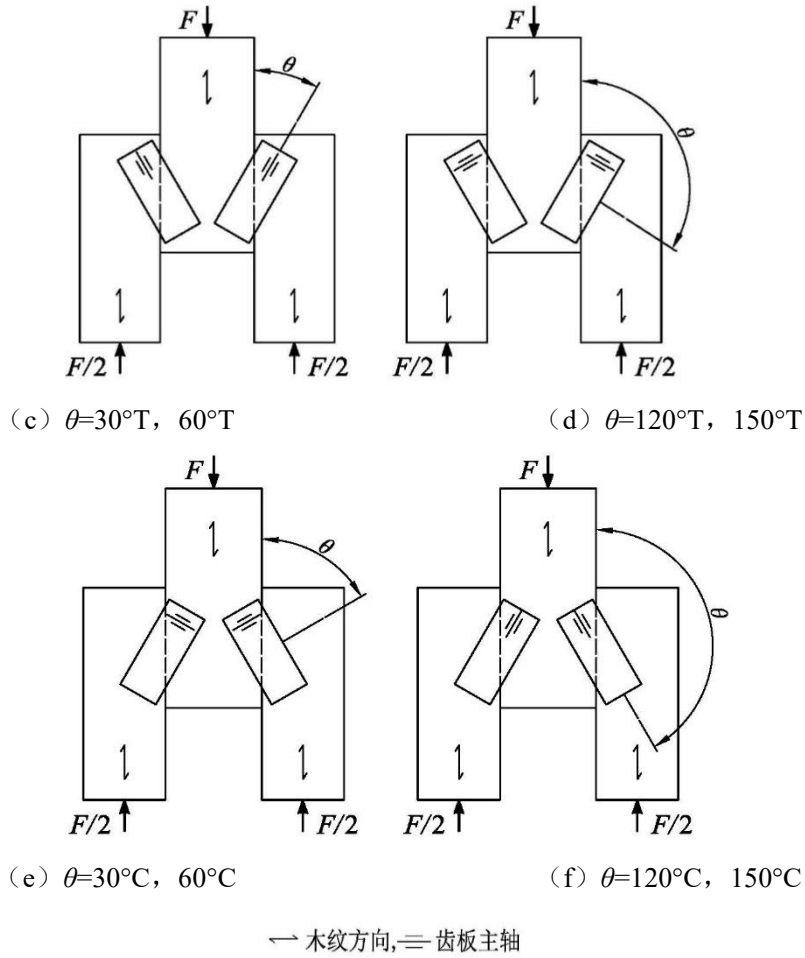
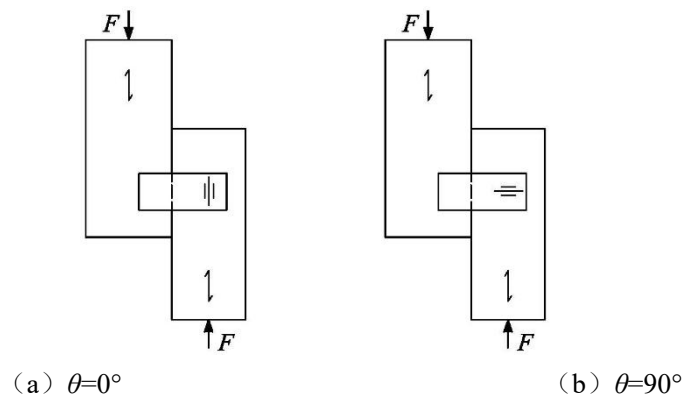


图3 双剪连接试件

F -外荷载； θ -荷载作用方向与齿板主轴方向夹角；T-齿板处于剪拉状态；C-齿板处于剪压状态



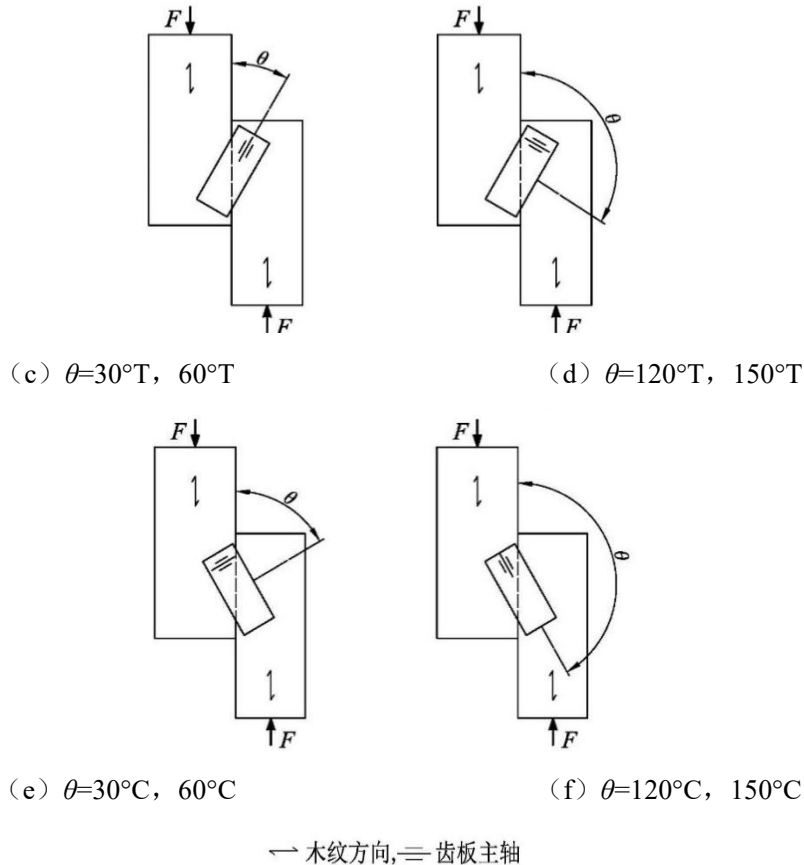


图4 单剪连接试件

F -外荷载； θ -荷载作用方向与齿板主轴方向夹角；T-齿板处于剪拉状态；C-齿板处于剪压状态

4.3.2 试件平衡处理

齿板连接试件制作完成后，应在温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $65\% \pm 5\%$ 的环境中放置至木构件达到平衡含水率。

4.4 测试方法

4.4.1 试验时实验室的温度和湿度应符合 GB/T 1929-2009 木材物理力学试验方法总则的相关要求。

4.4.2 应按 0.1 倍预估破坏荷载进行预加载，加载过程中不应出现夹具打滑等现象。

4.4.3 齿板连接试验的加载应匀速进行，并在 5min-20min 之内达到试件的极限承载力。当采用等位移加载时，加载速度应为 $1.0\text{mm}/\text{min} \pm 0.5\text{mm}/\text{min}$ ，并记录加载速度。

4.4.4 当齿板连接试件破坏或者荷载下降至最大荷载的 80% 时，应停止加载。

4.4.5 对于板齿极限承载力和抗滑移极限承载力试件，应在试验完成后立即在发生脱齿的木构件上靠近齿板附近切取一块厚度为 5mm-15mm 无缺陷的整截面木材，用于测试木材的含

水率和密度。

4.4.6 试件破坏后应描绘并记录试件的破坏状况。

5 计算与结果表示

5.1 板齿的极限强度试验值应按下式计算，精确至 0.01 N/mm²；

$$n_u = \frac{F_u}{2A}$$

式中： n_u —板齿的极限强度试验值（N/mm²）；

F_u —按本标准进行试验所得板齿极限承载力试验值（N）；

A —齿板表面有效面积（mm²），如图 2 所示，取连接一侧齿板覆盖木构件的面积减去端距 a_0 和边距 e_0 内的齿板面积。

5.2 板齿的抗滑移极限强度试验值应按下式计算，精确至 0.01 N/mm²；

$$n_s = \frac{F_s}{2A}$$

式中： n_s —板齿的抗滑移极限强度试验值（N/mm²）；

F_s —按本标准的齿板连接试件进行试验时，连接处产生 0.8mm 滑移时对应的承载力试验值（N）。

5.3 齿板抗拉极限强度试验值应按下式计算，精确至 0.01 N/mm；

$$t = \frac{F_t}{2l} \gamma$$

式中： t —齿板抗拉极限强度试验值（N/mm）；

F_t —按本标准的齿板连接试件进行试验所得齿板抗拉极限承载力试验值（N）；

l —齿板连接处垂直于荷载方向的齿板宽度（mm）；

γ —修正系数，按本标准 5.6 条计算。

5.4 齿板连接抗剪极限强度试验值应按下式计算，精确至 0.01 N/mm；

$$v = \frac{V}{ml_s} \gamma$$

式中： v —齿板连接抗剪极限强度试验值（N/mm）；

V —按本标准齿板连接试件进行试验所得齿板连接抗剪极限承载力试验值（N）；该值应取荷载-滑移曲线上的最大荷载值，若相连两木构件之间的相对滑移超过 6mm 或 6 倍齿板

厚度的较大值，则应取该较大值所对应的荷载值；

m —齿板受剪面数目，单剪： $m=2$ ，双剪： $m=4$ ；

l_s —齿板连接处平行于荷载方向的齿板剪切面长度（mm）。

5.5 修正系数 γ 应按下式计算，精确至 0.01；

$$\gamma = \frac{f_u}{f_{us}}$$

式中： f_u —用于制作齿板的钢板型号所规定的最小极限抗拉强度（N/mm²）；

f_{us} —用于制作齿板的钢板的极限抗拉强度实测值（N/mm²）。其值应按现行国家标准《金属材料 拉伸实验 第一部分：室温试验方法》GB/T 228.1 进行材性试验获得，并取扣除镀层厚度之后 3 个试件极限抗拉强度的平均值。

6 试验报告

6.1 试验报告应包括下列内容：

6.1.1 试验记录表，可按表 A.1-表 A.3 进行记录。

6.1.2 木构件的尺寸、树种、密度和强度等级。

6.1.3 齿板的尺寸、齿板连接试件的尺寸。

6.1.4 齿板的特征，包括板齿的尺寸和间距、钢板涂层厚度以及用于制作齿板的钢板型号和力学性能（包括抗拉强度、屈服强度、伸长率等）。

6.1.5 齿板连接试件加工和试验时，木构件的含水率。

6.1.6 齿板连接试件的破坏荷载、破坏形态、极限承载力、荷载-位移曲线等。

附录 A

(资料性附录)

表 A.1 板齿极限承载力试验记录表

试验类型	试件编号	齿板规格 $a \times b$ (mm)	连接一侧 齿板尺寸 $a_1 \times b_1$ (mm)				连接一侧 齿板齿数				木构件 含水率 w (%)	全干相 对密度 ρ	位移为 0.8mm 时荷载 (kN)	破坏 荷载 (kN)	破坏 形态
			左 前	左 后	右 前	右 后	左 前	左 后	右 前	右 后					
			$\alpha=0^\circ$ $\beta=0^\circ$												
$\alpha=0^\circ$ $\beta=90^\circ$															
$\alpha=90^\circ$ $\beta=0^\circ$															
$\alpha=90^\circ$ $\beta=90^\circ$															
实验室温度		空气相对湿度				加载速度				试验日期		记录人			

注： a 、 a_1 表示平行于齿板主轴方向的齿板长度； b 、 b_1 表示垂直于齿板主轴方向的齿板长度。

表 A.2 齿板连接抗拉极限强度试验记录表

试验类型	试件编号	齿板规格 $a \times b$ (mm)	垂直于荷载方向的 齿板宽度 l_w (mm)		破坏荷载 (kN)	破坏形态
			正面	背面		
$\beta=0^\circ$						
$\beta=90^\circ$						
实验室温度 空气相对湿度 加载速度 试验日期 记录人						

表 A.3 齿板连接抗剪极限强度试验记录表

试验类型	试件编号	齿板规格 $a \times b$ (mm)	齿板剪切面长度 l_v (mm)				破坏荷载 (kN)	破坏形态
			正面		背面			
			左	右	左	右		
$\theta=0^\circ$								
$\theta=30^\circ\text{T}$								
$\theta=30^\circ\text{C}$								
...								
实验室温度	空气相对湿度	加载速度	试验日期	记录人				