XEPOX

VIDEO

CE EN 1504-4

双组分环氧树脂胶粘剂

可靠
在木结构建筑领域拥有 30 年历史，具有久经验证的耐久性。

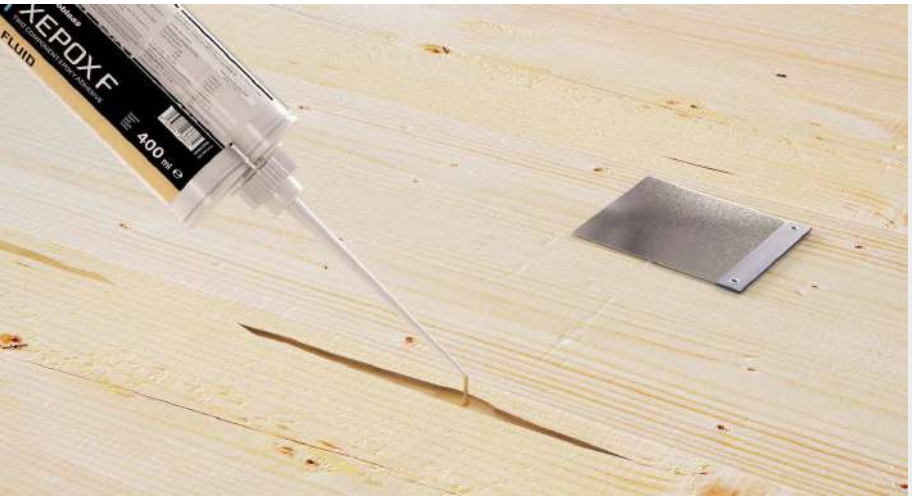
高性能
高性能双组分环氧树脂胶粘剂。由于胶粘剂性能良好，因此连接强度取决于木材自身。

多用途的
管筒包装，实用、快速，对于大体积接头，有 3 升和 5 升规格可选。

特性

焦点	结构胶接
类型	使用杆的节点、使用冲孔板或喷砂板的节点
系列	5 款产品，适用于所有安装要求
施涂	使用喷涂、刷涂、渗滤或抹刀等方法施涂，具体取决于黏度

视频
扫描 QR 码并在我们的 Yuoku 频道观看视频

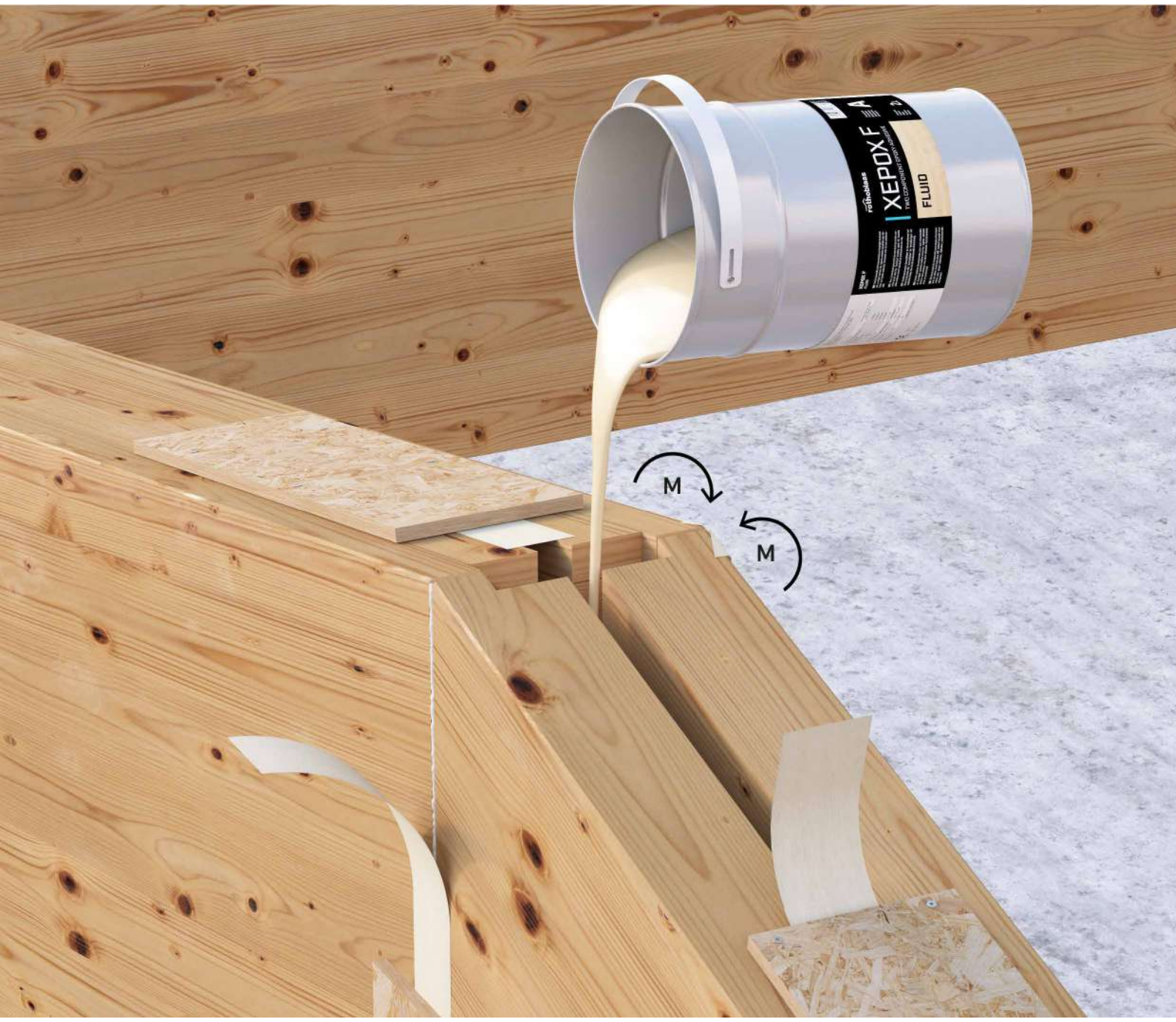


材料

双组分环氧树脂胶粘剂。

使用领域

抗剪节点、轴向作用和力矩，用于
- 实木和胶合木
- CLT
- 混凝土



结构

特别适合创建刚性多向节点。

静力固结

结合金属杆和其他材料，可用于重建“木料”。

产品编码和尺寸

桶

产品编码	描述	容量 [ml]	个
XEPOXP3000	P – primer	A + B = 3000	1
XEPOXL3000	L – liquid	A + B = 3000	1
XEPOXL5000		A + B = 5000	1
XEPOXF3000	F – fluid	A + B = 3000	1
XEPOXF5000		A + B = 5000	1
XEPOXG3000	G – gel	A + B = 3000	1

管筒

产品编码	描述	容量 [ml]	个
XEPOXF400	F – fluid	400	1
XEPOXD400	D – dense	400	1

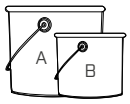
其他产品 – 配件

产品编码	描述	个
MAMDB	双筒枪	1
STINGXP	混合喷嘴	1

应用

XEPOX P – primer

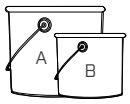
双组分环氧树脂胶粘剂具有极低的黏度和较高的润湿性，用于通过碳纤维或玻璃纤维结构实现结构加固。有助于保护磨砂金属板 SA2,5/SA3 (ISO 8501) 和实现 FRP（纤维增强复合材料）插件。施涂方式有滚涂、喷雾和刷涂。
+5°C 到 +30°C 温度下，原装未开封包装保质期 36 个月。



组分 A 分类：Eye Irrit.2; Skin Irrit.2; Skin Sens.1; Aquatic Chronic 2.组分 B 分类：Acute Tox.4; Skin Corr.1B; Eye Dam. 1;Skin Sens.1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX L – liquid

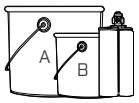
双组分环氧树脂胶粘剂用于结构用途，具有良好的流动性，通过浇注施涂到很深的竖向孔，适用于相当长的开槽中放有隐藏插件的大型节点。在间隔较小（1mm 或以上）的情况下也非常好用，但前提是凹槽要妥善密封。
可浇注、可注射。+5°C 到 +30°C 温度下，原装未开封包装保质期 36 个月。



组分 A 分类：Eye Irrit.2; Skin Irrit.2; Skin Sens.1; Aquatic Chronic 2.组分 B 分类：Acute Tox.4; STOT RE 2; Skin Corr.1B; Eye Dam.1; Skin Sens.1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX F – fluid

双组分环氧树脂胶粘剂用于结构用途，通过注射施涂到孔和凹槽中，但前提是凹槽要妥善密封。非常适用于利用新梁和现有梁将弯曲的木材连接件绑扎（Turrini–Piazza 方法）到木–混凝土复合楼板中的工艺；木材和金属之间的间隙约为 2 mm 或以上。插入金属板或杆式插件后渗滤到凹槽中的垂直孔中。
管筒包装，可浇注、可注射。+5°C 到 +30°C 温度下，原装未开封包装保质期 36 个月。



组分 A 分类：Eye Irrit.2; Skin Irrit.2; Skin Sens.1; Aquatic Chronic 2.组分 B 分类：STOT RE 2; Skin Corr.1A; Eye Dam.1; Skin Sens.1; Aquatic Chronic 3.

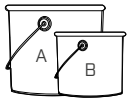
XEPOX D – dense

双组分环氧触变性（稠密）胶粘剂，用于结构用途，施涂方式是专门注入到胶合木和实木梁、砖石或钢筋混凝土墙中的水平或垂直孔中。
管筒包装，可注射。
+5°C 到 +30°C 温度下，原装未开封包装保质期 36 个月。

组分 A 分类：Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. 组分 B 分类：Repr. 1A; Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens.1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX G – gel

双组分环氧胶黏剂，用于结构用途，也可以使用泥刀施涂到垂直面，可以实现厚层或不均匀层。适用于大型木材重叠结构，通过使用玻璃纤维或碳纤维结构胶接结构加固构件，以及用于金属或木材涂层。
可扩散。+5°C 到 +30°C 温度下，原装未开封包装保质期 36 个月。



组分 A 分类：Eye Irrit.2; Skin Irrit.2; Skin Sens.1; Aquatic Chronic 2.组分 B 分类：Acute Tox.4; Skin Corr.1A; Eye Dam.1; STOT SE 3; Skin Sens.1; Aquatic Chronic 3.

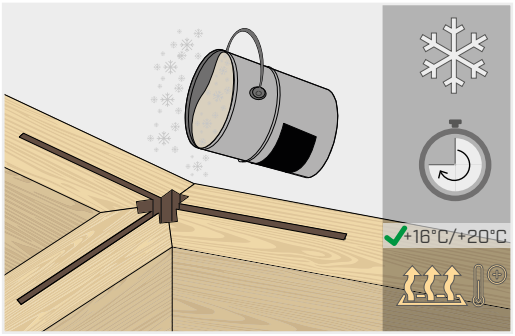
技术特点

属性	标准		XEPOX P	XEPOX L	XEPOX F	XEPOX D	XEPOX G
密度	ASTM D 792–66		≈ 1,10	≈ 1,40	≈ 1,45	≈ 2,00	≈ 1,90
化学计量体积比 (A/B)[1]	–		100 : 50 [2]	100 : 50	100 : 50	100 : 50	100 : 50
Pot life 23 ± 2° 150 cc	ERL 13–70	[min]	–	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60	60 ÷ 70
混合物使用寿命	ERL 13–70	[min]	25 ÷ 30	25 ÷ 30	25 ÷ 30	25 ÷ 30	–
适用温度 (最大相对湿度 90%)	–	[°C]	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	5 ÷ 40	5 ÷ 40
建议厚度	–	[mm]	0.1 ÷ 2	1 ÷ 2	2 ÷ 4	2 ÷ 6	1 ÷ 10
标称粘结张力 σ	EN 12188	[N/mm^2]	21	27	25	19	23
斜剪强度 σ_0 50°	EN 12188	[N/mm^2]	94	70	93	55	102
斜剪强度 σ_0 60°	EN 12188	[N/mm^2]	106	88	101	80	109
斜剪强度 σ_0 70°	EN 12188	[N/mm^2]	121	103	115	95	116
抗剪粘结强度 τ	EN 12188	[N/mm^2]	39	27	36	27	37
压缩时 整体破坏荷载[3]	EN 13412	[N/mm^2]	83	88	85	84	94
压缩下弹性模量	EN 13412	[N/mm^2]	3438	3098	3937	3824	5764
热膨胀系数 (范围从 –20°C 到 +40°C)	EN 177	[m/m•°C]	7,0 x 10^{-5}	7,0 x 10^{-5}	6,0 x 10^{-5}	6,0 x 10^{-5}	7,0 x 10^{-5}
抗拉强度[4]	ASTM D638	[N/mm^2]	40	36	30	28	30
张拉弹性模量[4]	ASTM D638	[N/mm^2]	3300	4600	4600	6600	7900
抗弯强度[4]	ASTM D790	[N/mm^2]	86	64	38	46	46
弯曲弹性模量[4]	ASTM D790	[N/mm^2]	2400	3700	2600	5400	5400
使用冲孔工具时的整体抗剪强度[4]	ASTM D732	[N/mm^2]	28	28	28	19	25
黏度	–	[mPa•s]	A = 1100 B = 250	A = 2300 B = 800	A = 14000 B = 11500	A = 300000 B = 300000	A = 450000 B = 13000

注意：

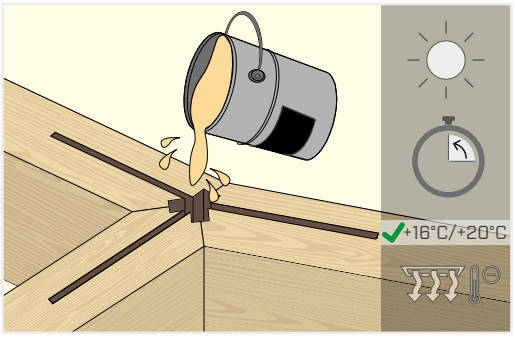
[1] 组分按预先测量的数量包装，随时可用。 是体积比（而非重量比）。
[2] 混合产品一次用量最好不要超过一升。 组分之间的重量比 A:B 约为 100:44,4。
[3] 加载/卸载循环结束时的平均值。
[4] 来自研究活动“木构件的创新连接”（米兰理工大学）的试验值。

施涂与保存温度



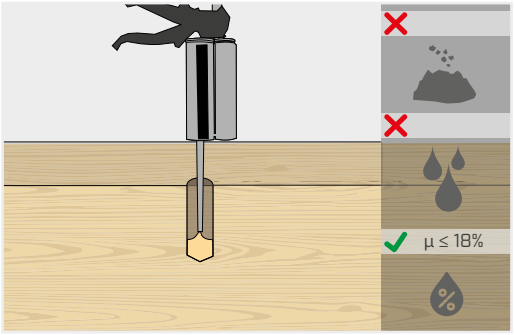
胶粘剂保存

冬季和夏季，环氧树脂胶粘剂都须保持在中等温度水平（约 +16°C/+20°C），直至使用为止。 请勿将包装存储在低温环境下，因为它可能会增加黏度，不利于浇注和管筒挤压。不要让包装暴露在阳光直射之下，因为高温会缩短聚合时间。



胶粘剂施涂

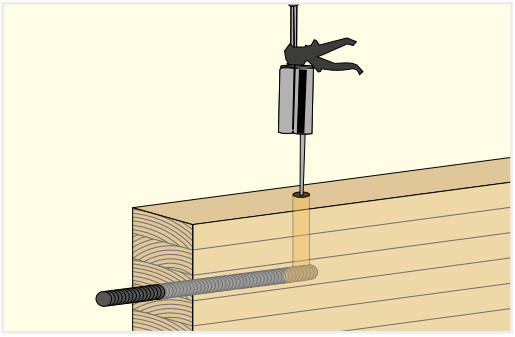
建议的环境施涂温度 > + 10 °C。如果温度太低，则须在使用前至少一小时预热包装，或者在渗滤产品前预热施涂部位和金属插件。如果温度太高，则须给产品降温，避免在一天温度最高时施工。



开槽和钻孔处理

在浇注和注射胶粘剂前，必须保护孔和凹槽不受大气降水和湿度影响，并用压缩空气清理干净。 如果需要灌封的部件是湿的，则须将其弄干。建议将 XEPOX 胶粘剂用于已充分干燥且含水量低于 18% 的木材。

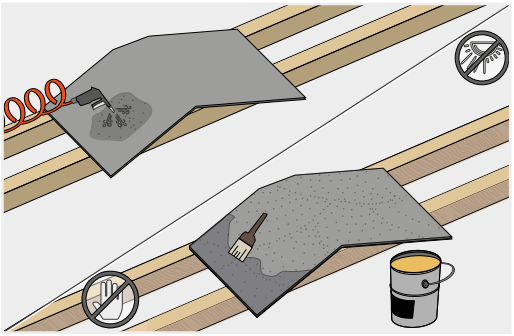
使用胶接杆的节点



树脂

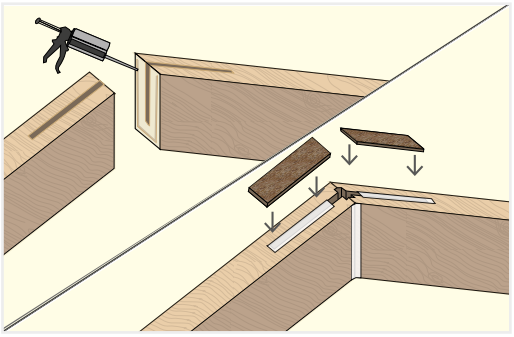
考虑到有少量树脂，配杆节点适用于双轴管筒挤压。 要更改胶粘剂的注入量，可切割喷嘴的端部。对于长杆胶接，建议在与杆成直角的位置制作填充孔。

使用连接板的力矩节点



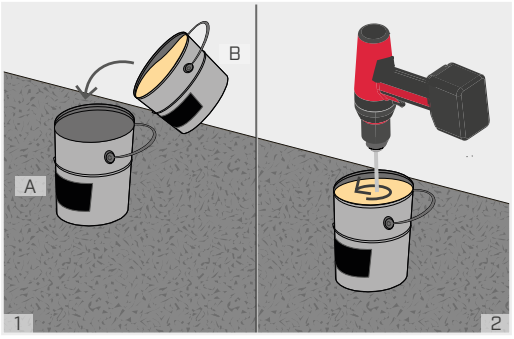
金属支架的制作

加固节点的金属插件必须清理干净且不得润滑。必须对光滑薄板进行 SA2,5/SA3 等级砂光处理，然后用一层 XEPOX P 加以保护，避免其氧化。特别是在高温季节，必须保护金属表面免遭太阳直射。



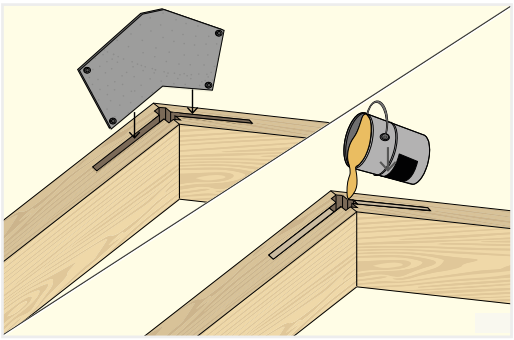
木支架的准备

在靠近垂直边缘距边缘约 2÷3 mm 处连续粘贴纸质胶带。
接下来，连续涂上一层醋酸硅酮，并施加压力，使其也粘附于用胶带保护的表面上。倾斜构件的外槽必须用板条或木板密封，仅在露出胶粘剂的最高点位置露出凹槽末端。



产品准备

要使用桶装产品，可以将固化剂（组分 B）倒入到含有环氧树脂（组分 A）的桶中。 用力混合两种不同颜色的组分。我们建议使用电动工具上安装有双螺旋的合适搅拌器，或者可以使用金属搅拌器。混合直至颜色一致。灌注制成的混合物。要将混合物分配到相当长的裂缝中，以及对于铸件，可直接用桶浇注混合物，或者用抹刀涂抹产品。



树脂

最好在结构木构件顶部提供使用专用机器制作的“实用”胶粘剂支承，以为接触系统的功能增加一份保障。金属插件和木构件之间每侧应有 2÷3 mm 宽的空间。要保证插件在凹槽中正确定位，可在使用 XEPOX P 保护聚合阶段期间，在嵌入件内放置垫片。

XEPOX 环氧树脂胶粘剂

用于木构件之间节点、历史悠久的系列产品，能够保障良好的强度和刚度恢复能力

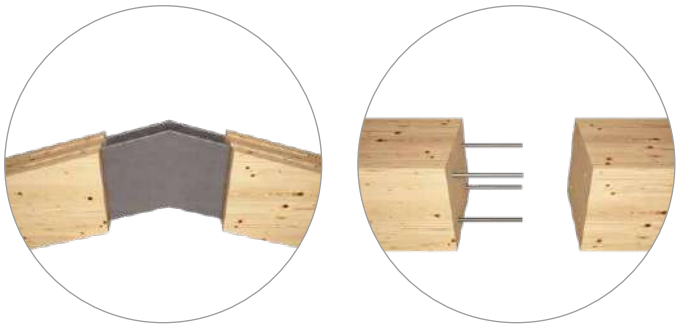
XEPOX 环氧树脂胶粘剂是双组分环氧树脂，专门配制用于渗透木材的微观结构并高效地附着在木材上，以及减少典型的树脂结晶现象。

组分 A 和 B 的混合物会引起放热反应（热增长），并且一旦固化后，即形成具有卓越性能的三维结构，例如经久耐用、无潮湿影响、出色的热稳定性、良好的刚度和强度。
配方中每一种化学或矿物元素都具有特定作用，在其共同作用下实现胶粘剂的性能和特性。

使用领域

XEPOX 产品的不同黏度保证其广泛用途，使其适用于不同类型的节点，无论是新建筑还是结构修复。与钢材（特别是喷砂钢板或钻孔钢板和钢筋）结合使用时能以有限的厚度提供高强度。

1.力矩连续节点



2.双向或三向连接件

3.木节点

4.受损部件的修复

美学改进

管筒包装允许其用于美学调整和少量胶接。

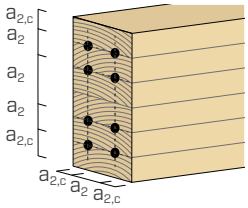
使用胶接杆的节点

报告了 DIN 1052:2008 和意大利标准 CNR DT 207:2018 中包含的指示。

杆的最小距离

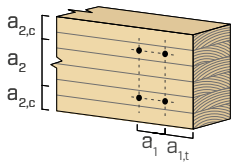
拉力
杆与纤维 // 胶接

a_2	5d
$a_{2,c}$	2,5d



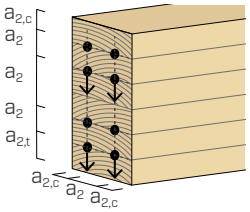
拉力
杆与纤维 ⊥ 胶接

a_1	4d
a_2	4d
$a_{1,t}$	2,5d
$a_{2,c}$	2,5d



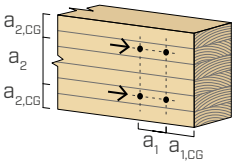
剪力
杆与纤维 // 胶接

a_2	5d
$a_{2,c}$	2,5d
$a_{2,t}$	4d



剪力
杆与纤维 ⊥ 胶接

a_1	7d
a_2	5d
$a_{1,CG}$	10d
$a_{2,CG}$	4d



最小插入长度为：

$$l_{min} = max \left\{ \begin{matrix} 0{,}5\ d^2 \\ 10\ d \end{matrix} \right\}$$

计算方法

抗拉强度

直径 d 为的杆的抗拉强度等于：

$$R_{ax,d} = min \begin{cases} f_{yd} \cdot A_{res} & \text{钢破坏} \\ \pi \cdot d \cdot l \cdot f_{v,d} & \text{木材剪切破坏} \\ f_{t,0,d} \cdot A_{eff} & \text{木材抗拉强度} \end{cases}$$

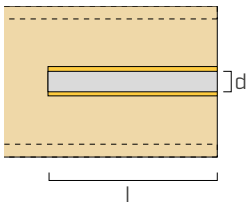
有效面积考虑最长边为 6d 的方形木材；对于构件之间距离较小或者距边缘距离较小的情况，该面积会减小。

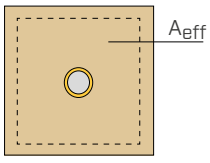
f_{yd} = 钢设计强度

$f_{t,0,d}$ = 木材设计抗拉强度

结合面的抗剪强度 $f_{v,k}$ 取决于插入长度

l [mm]	$f_{v,k}$ [MPa]
⩽ 250	4
250 < l ⩽ 500	5,25 – 0,005 x l
500 < l ⩽ 1000	3,5 – 0,0015 x l





对于相对于纤维的倾斜角度 α，会发生以下情况：

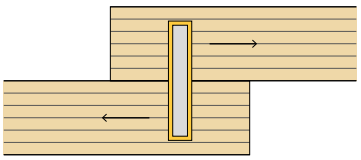
$$f_{v,\alpha,k} = f_{v,k} \cdot (1{,}5 \cdot sin^2\alpha + cos^2\alpha)$$

抗剪强度

杆的抗剪强度可使用 Johansen 著名的螺栓公式并结合以下方法进行计算。

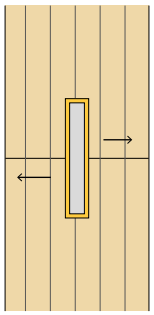
对于与纤维垂直的胶接杆，抗压强度最多可增加 25%。

$f_{h,k\perp} = f_{h,k} + 25\%$



与纤维水平的胶接杆其抗压强度是与纤维垂直的胶接杆的 10%。

$f_{h,k,//} = 10\%\ f_{h,k,\perp}$



通过空洞效应评估萃取黏合赋予的强度（破坏 b）。
为获得以 α 角度连接的杆的强度，允许在α 为 0° 和 90° 的强度值之间线性插值。

实验

报告了使用 XEPOX 胶接的杆的萃取计算，并将计算结果与在 University of Biel 执行的测试进行了比较，测量了测试值和计算值之间的超强因数。这证明了现有安全裕度：但是应记住，测试得出的值并非特征值，无意用于设计中。

几何参数数据

试件侧	80	mm
A_{eff}	6400	mm
d	16	mm
l	160	mm
f_{yk}	900	MPa
$f_{t,0,k}$	27	MPa
γ_{M0}	1	
k_{mod}	1,1	
γ_M	1,3	

钢破坏	162,9	kN
木材剪切破坏	29,0	kN
木材抗拉强度	146,2	kN
$R_{ax,d}$ = 设计阻力轴向作用	29,0	kN
$R_{ax,m}$ = 实验平均强度轴向作用	96,3	kN
f = 超强因数	3,3	

注意：

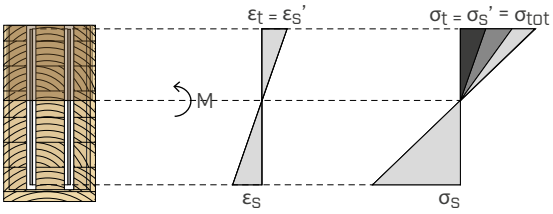
抗拉强度获取自测试所用试件的平均密度。

计算时考虑了值 k_{mod} 和 γ_M（根据 EN 1995 1–1）和以及 γ_{M0}（根据 EN 1993 1–1）。

使用连接板的力矩节点

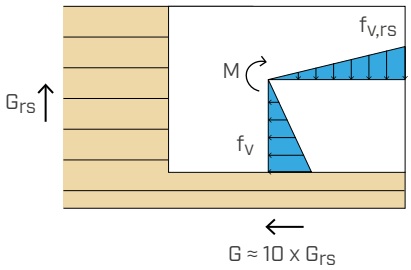
计算模式 | 头部

在平截面守恒假设下，因力矩和轴向作用产生的应力通过截面材料均质化来确定。剪应力只被板吸收。此外，还需要检查作用在开槽截面的木材截面网上的应力。



计算方法 | 钢–木–胶粘剂接合面的力矩分布

考虑到重心周围的极惯性矩以及不同的材料刚度，力矩分布于几个接合面，然后分解为应力。这样，在纤维的正交和平行方向即会获得最大切向拉力，并会在其相互作用中得到验证。



半个插件相对于重心的极惯性矩（在木材切割木块上称重）：

$$J_P^* = \frac{l_i \cdot h^3}{12} \cdot G + \frac{l_i^3 \cdot h}{12} \cdot G_{rs}$$

计算切向力并进行联合验证：

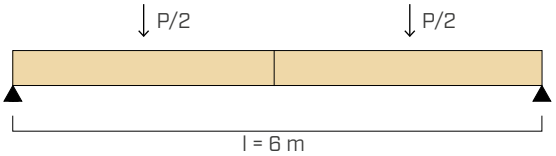
$$\tau_{max,hor} = \frac{(M_d + M_{T,Ed})}{2 \cdot n_i \cdot J_P^*} \cdot \frac{h}{2} \cdot G + \frac{N_d}{2\ n_i\ A_i}$$

$$\tau_{max,vert} = \frac{(M_d + M_{T,Ed}) \cdot e}{2 \cdot n_i \cdot J_P^*} \cdot G_{rs} + \frac{V_d}{2\ n_i\ A_i}$$

$$\sqrt{\left(\frac{\tau_{max,hor}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max,vert}}{f_{v,rs,d}}\right)^2} \leq 1$$

实验

显示了使用 XEPOX 制作的两个节点的计算，并将计算结果与的 Politecnico di Milano 执行的 4 点弯曲测试进行了比较。确定了测试值与计算值之间的**超强因数**，其证明了接头计算中存在的良好安全裕度。测试得出的值**并非特征值，无意用于设计中**。



图例：

B	梁底座
H	梁高
α_1	梁倾斜角度
n_i	插件数量
S_i	金属插件厚度
h_i	金属插件高度
l_i	金属插件插入长度
A_i	半插件表面
e	板重心与头部节点之间的偏心距
B_n	梁宽减去凹槽
σ_t	木材最大压应力
σ_s'	钢材最大压应力
σ_s	钢材最大抗拉应力
σ_{tm}	木材最大弯曲力
$\tau_{max,hor}$	最大水平切向力
$\tau_{max,vert}$	最大垂直切向力
$f_{v,d}$	平行于纤维的抗剪强度
$f_{v,rs,d}$	垂直于纤维的抗剪强度
$k_{c,90}$	EC 1995 1–1 中的参数

示例 1 | 连续节点

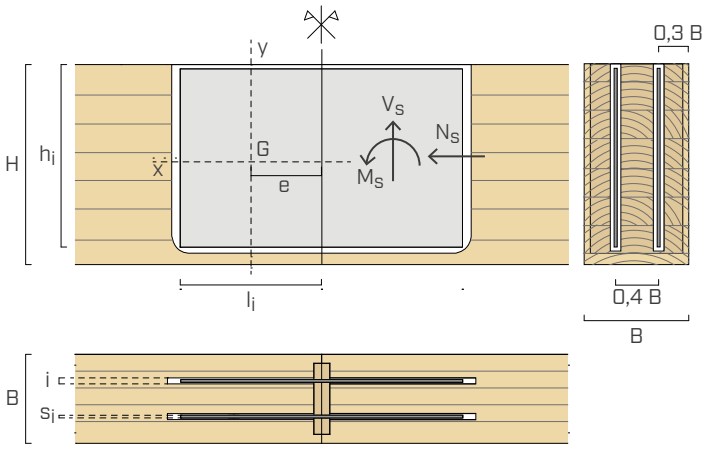
节点几何参数：梁和板

n_i	2	mm	B	200	mm
S_i	5	mm	H	360	mm
h_i	320	mm	B_n	182	mm
l_i	400	mm			
e	200	mm			

项目材料和数据

钢级	**S275**
γ_{M0}	1
木材等级	**GL24h**
k_{mod}	1,1
$\gamma_{M\,木}$	1,3

喷砂至等级 SA2.5/SA3 (ISO8501) 的金属插件。



XEPOX 的使用

使用 XEPOX P 防止插件氧化。使用 XEPOX F 或 XEPOX L 胶粘剂。

控制

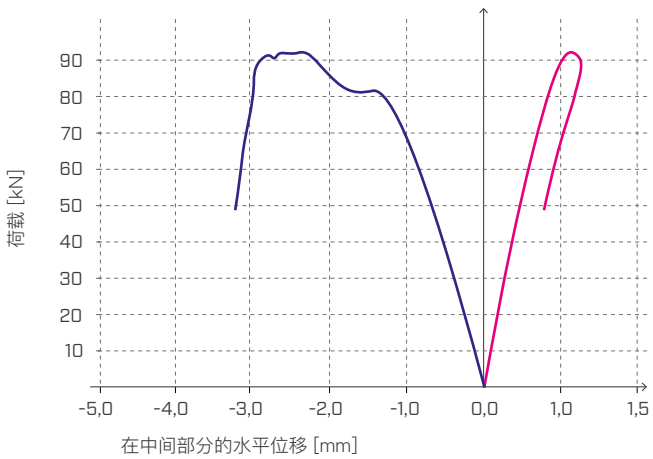
M_d	施加设计力矩		54,3 kNm
头部插件验证 (1), (2)			
			验证百分比
σ_t		10,6 MPa	53 %
$\sigma_{s'}$		185,8 MPa	68 %
σ_s		274,9 MPa	100 %
未开槽木材横截面验证			
			验证百分比
σ_{tm}		14,1 MPa	70 %
接合面最大切向拉力检查 (3)、(4)			
			验证百分比
J_P*		$8{,}56*10^{11}$ Nmm²	
$\tau_{max,hor}$ (3)		1,7 MPa	57 %
$\tau_{max,vert}$ (3)		0,2 MPa	20 %
组合验证			60 %

$M_d = M_{Rd}$	外施力矩 = 设计强度力矩		**54,3 kNm**
$M_{测试}$	试验阻力矩		**94,1 kNm**
f	超强因数		**1,7**

力 – 位移图

中间部位拉伸和压缩纤维的水平位移。

图表显示拉伸纤维的最大位移，验证了木结构和金属组件一起应对压缩（从而使中性轴向上运动）这一计算假设。



上部边缘
下部边缘

示例 2：关节节点

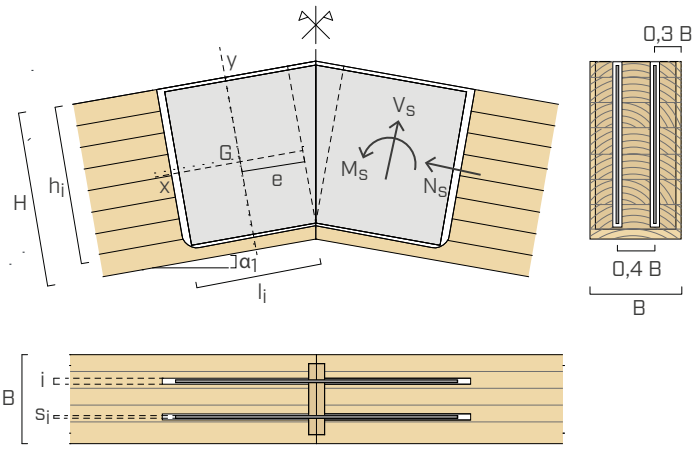
节点几何参数：梁和板

n_i	2	mm	B	200	mm
S_i	6	mm	H	360	mm
h_i	300	mm	B_n	176	mm
l_i	568	mm	α_1	21,8	°
e	332	mm			

项目材料和数据

钢级	**S275**
γ_{M0}	1
木材等级	**GL32c**
k_{mod}	1,1
$\gamma_{M\,木}$	1,3

喷砂至等级 SA2.5/SA3 (ISO8501) 的金属插件。



XEPOX 的使用

使用 XEPOX P 防止插件氧化。使用 XEPOX F 或 XEPOX L 胶粘剂。

控制

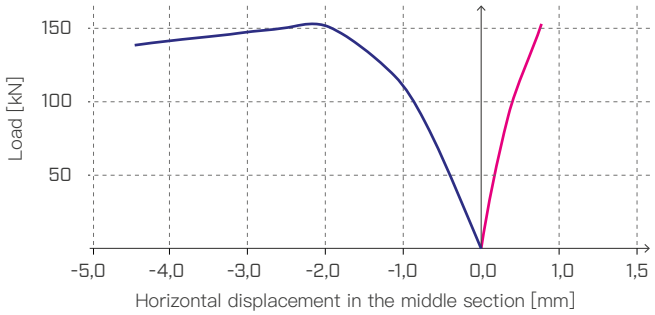
M_d	施加设计力矩		63,5 kNm
头部插件验证 (1), (2)			
			验证百分比
$k_{c,90}$(A)		1,75	
σ_c		12,7 MPa	100 %
$\sigma_{s'}$		180,7 MPa	66 %
σ_s		262,0 MPa	95 %
未开槽木材横截面验证			
			验证百分比
σ_t		16,7 MPa	62 %
接合面最大切向拉力检查 (3)、(4)			
			验证百分比
J_P*		$1{,}52*10^{12}$ Nmm²	
$\tau_{max,hor}$ (3)		1,1 MPa	38 %
$\tau_{max,vert}$ (3)		0,2 MPa	21 %
组合验证			43 %

$M_d = M_{Rd}$	外施力矩 = 设计强度力矩	63,5 kNm
$M_{测试}$	试验阻力矩	131,8 kNm
f	超强因数	2,1

力 – 位移图

中间部位拉伸和压缩纤维的水平位移。

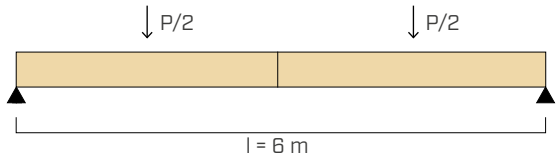
图表显示拉伸纤维的最大位移，验证了木结构和金属组件一起应对压缩（从而使中性轴向上运动）这一计算假设。



上部边缘
下部边缘

节点刚度

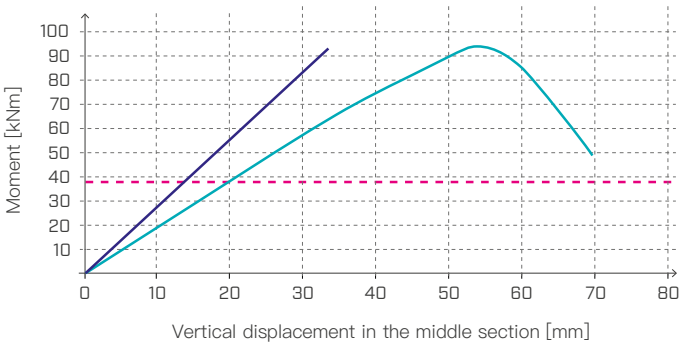
使用 XEPOX 胶粘剂制成的力矩接头可保证连接构件的刚度。为支持这一结论，我们对从等跨、等横截面和等荷载的未连接梁的分析计算中获得的挠度值与计算示例 1 中的实验数据进行了比较。



要从可用实验数据获得挠度参考值，必须确定运行荷载。为此，可以考虑计算示例 1 中为梁计算的 54.5 kNm 强度力矩，理想情况下，此力矩对应于最终极限状态下的最大可接受应力。从此数据开始向梁上分配真正的荷载分布，这样可以根据参考标准，使用荷载放大系数确定运行时的最大应力力矩。
因此，假设要确定不能在上面行走的木质平屋顶的尺寸，明确了以下荷载。
$p = 1{,}5\ kN/m^2$；$q = 1{,}5\ kN/m^2$
在此假设中，最严格组合运行条件下，总荷载约为最终极限状态下荷载的 70%。
因此，总最大工作力矩为 54.3 x 0.7 = 38 kNm，这会导致未连接梁产生约 13 mm 的瞬时挠度，而试验测得的挠度为 19 mm。因此，运行期间竖向位移增加量为 l/1050。

力矩 – 位移图

带 XEPOX 接头的梁
连续梁
运行中的最大力矩



注意：

(A) $k_{c,90}$ 是 Hankinson 公式中调节木结构相对于力–纤维夹角的抗压强度的因数 (EC 1995–1–1，第 6.1.5 款）。不过，公式并未考虑木材孔隙中所填充树脂为木纤维提供的稳定性；设计师可以决定提高此因数。

(1) 计算横截面时考虑了所有材料的弹性线粘合情况。应注意的是，存在轴向和剪切荷载时，需要检查这些力的组合。

(2) 在此计算中，认为树脂支承让接合面完全接触，因此木结构可以对压缩作出反应。如果未制作支承，则建议将金属钻头作为试剂单独检查，并结合应用公式和钻头的几何参数：

$$f_{yd} \le \frac{M_d}{\frac{B \cdot h^2}{6}}$$

(3) XEPOX 胶粘剂的特性是其抗拉和抗剪强度值远远高于木材，且长久保持不变。因此，考虑到胶粘剂满足相同要求，可以仅对木构件进行接合面抗扭能力检查。

(4) 对于平行或垂直于木材纹理的情况，木材–胶粘剂–钢材接合面传递至木材的剪切应力“τ”以其最大值计算。分别针对木材抗剪强度和轧制抗剪强度对这些应力进行了比较。此处计算还应考虑运输力矩 $M_{T,Ed}$ 的值，该值是剪切应力产生的(如有)。

应注意的是，计算时考虑了值 k_{mod} 和 γ_M（根据 EN 1995 1–1）和以及 γ_{M0}（根据 EN 1993 1–1）。