

# 胶合木結構的应用

建筑科学研究所綜合結構室 編著

建 筑 工 程 出 版 社

222  
2

# 胶合木结构的应用

建筑科學研究院綜合結構研究室 編著

建筑工程出版社出版

• 1958 •

**內容提要** 本书詳細地叙述了胶合結構的設計与制造方法及其应用范围,同时还介紹了几种胶原料及其保存方法。

本书系建筑科学研究院綜合結構研究室竹木結構研究組根据1956~1958年期間所做的胶合木結構研究工作的內容及一部分国外資料編写而成。

本书可供設計、施工人員参考之用。

### 膠合木結構的应用

建筑科学研究院綜合結構研究室 編著

編輯: 欧阳星耀 設計: 赵文林

---

1958年 8 月第1版 1958年 8 月第1次印刷 5,080册

787×1092 · 1/32 · 80千字 印张 1 1/2 定价(9)0.34元

建筑工程出版社印刷厂印刷 · 新华書店发行 · 書号15040·1148

---

建筑工程出版社出版(北京市阜成門外大街)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 緒 言 .....                 | 5  |
| 第一章 胶合木结构的发展概况 .....      | 7  |
| 第二章 胶合木结构的优缺点及其应用范围 ..... | 8  |
| 第一节 胶合木结构的优缺点 .....       | 8  |
| 第二节 胶合木结构的应用范围 .....      | 10 |
| 第三章 材料 .....              | 11 |
| 第一节 锯材 .....              | 11 |
| 第二节 胶 .....               | 12 |
| 第四章 胶合结构的设计 .....         | 21 |
| 第一节 层板胶合结构的结构形式 .....     | 21 |
| 第二节 断面的选择 .....           | 25 |
| 第三节 构件接头的布置 .....         | 26 |
| 第四节 胶合结构的计算 .....         | 27 |
| 第五章 胶合构件的制造 .....         | 28 |
| 第一节 准备工作 .....            | 28 |
| 第二节 制造过程 .....            | 40 |
| 第三节 胶合缺点及其原因 .....        | 58 |
| 第四节 对胶合构件的要求及验收 .....     | 60 |
| 第五节 劳动组织 .....            | 60 |
| 第六节 定额 .....              | 61 |
| 第六章 胶原料的保存方法 .....        | 64 |
| 第一节 酚醛胶原料的保存方法 .....      | 64 |
| 第二节 脲素水泥胶的保存方法 .....      | 64 |
| 第七章 胶合木结构的经济分析 .....      | 65 |
| 第一节 材料用量的比较 .....         | 65 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第二节 材料規格及價格的比較 .....           | 66  |
| 第三节 胶合构件加工制造費用的核算 .....        | 67  |
| 第八章 屋架的試驗結果 .....              | 69  |
| 第一节 試驗的目的 .....                | 69  |
| 第二节 三个屋架的簡述 .....              | 69  |
| 第三节 屋架的加荷方法 .....              | 71  |
| 第四节 試驗結果的分析 .....              | 71  |
| 第五节 結構物承載能力的分析 .....           | 76  |
| 附 录 .....                      | 78  |
| 附录一 胶合結構构件中木材允許疵病的規定 .....     | 78  |
| 附录二 胶合結構构件等級 .....             | 79  |
| 附录三 設計例題 .....                 | 81  |
| 附录四 使用KB-3胶时的卫生技術措施及預防措施 ..... | 106 |
| 附录五 胶液用量的計算 .....              | 108 |
| 参考书目 .....                     | 111 |

## 緒 言

在我国社会主义建設大跃进中，如何合理与節約的使用建筑材料这一問題，已經被提到首要地位，为了貫徹党的節約木材的指示，1956年我院与中国科学院土建研究所及化工部綜合化工研究院等单位即开始合作，研究胶合木結構。化工綜合研究院試制成功了两种防水性合成树脂胶 (KB-3 和 ВИАМ-Б3)，最近又試制成功六种配方的脲醛胶及由农作物糠皮废料中提取的糠醇胶。中国科学院土建研究所試制了半防水性的酚素水泥胶，并作了胶合工字梁的試驗。我院也以各种胶作了大量的小試件胶粘剪切强度試驗，最近并試制成功了冷压豆蛋白水泥胶。为进一步迅速推广胶合木結構創造了前提条件，使胶合木結構完全可以应用在中小企业的工业厂房中，从而可以節約大量的木材，使这方面的技术水平能够早日赶上国际水平。

1957年我院与北京市地方工业局工程处及北京市木材厂共同进行推广胶合木結構試点工程的施工。采用 24 公尺胶合木弧形屋架建筑了約 1500 平方公尺的干燥棚。采用 20 公尺胶合木三角形屋架建造了約 1000 平方公尺的油工車間 (见图 1,2)，最近該厂已开始正式生产胶合木結構产品。

上述各項的試驗和工作，証明了我国新制造的胶和胶合木結構其質量是能够符合标准和使用要求的。采用胶合木构件不但能利用小材制成各种經濟断面和結構外形，而且可用来建造大跨度結構，由于它具有刚度强、材料省、断面尺寸

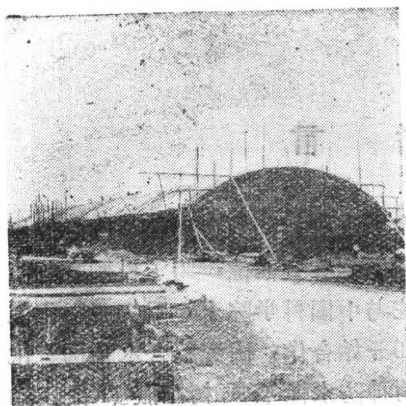


图 1 我国应用胶合结构的  
第一个建筑物外景

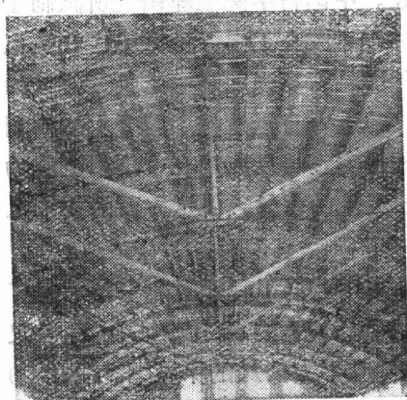


图 2 胶合木屋架

又不受限制等优点，就显得格外的经济。另外，胶合木结构适宜于工厂生产，可使木材的锯解、干燥、处理（如防腐、防火等）和构件制作都集中在工厂中完成，而工地上仅是安装工作，同时在加工过程中所造成的碎料亦便于充分利用来制造纤维板、刨花板等。其经济意义是十分重要的。

为了今后推广胶合木结构，特将有关研究和应用的资料，整理成这本小册子，供给采用和制造胶合木结构的单位作为参考。

1958. 7.

## 第一章 膠合木結構的發展概況

膠合木結構在1910年最先用于德國，但因當時所用的膠料受潮後強度大為降低，故結構上用得不多，僅在膠合板方面有相當的發展。直至1940年前後，由於防水性合成樹脂工業的發展，膠合木結構的應用才開始進入新的領域。

蘇聯在建築用膠和膠合木結構方面曾大力進行過研究，僅中央建築科學研究院(ЦНИПС)一單位從1934年到1951年就有46個有關的研究專題。並且獲得了顯著的成果。尤其是1938年研究成功的脲素水泥膠，大大地提高了脲素膠的防水性，使得這一廉價膠料能夠大量用于不受潮的木結構中。另外，在1947年還研究成功了膠合鋼木的膠結料(БФ-2膠)，所有這些都為膠合木結構的廣泛應用提供了有利條件。蘇聯所作的膠合木結構長期試驗(延續十餘年)的結果，更証明了膠合結構的優越質量和可靠性(木材破壞了，膠縫仍然完好)。蘇聯採用膠合結構的場合很廣。如工業與民用建築物，水工建築物，道路、電杆、船舶和航空等各方面，應用的數量也是不斷增長的，如1951年應用膠合木結構的建築約五十萬平方公尺，而1954年就建造了約一百萬平方公尺以上的膠合木結構建築。從而節約了大量鋼材與木材。

由於膠合木結構的優點很多，可以大量節約木材，近年來捷克斯、民主德國、羅馬尼亞等社會主義國家及其他國家，都在注意發展膠合木材的工業。為了加快膠合構件的生產速度，提高產品質量，蘇聯等國家正在研究利用高頻電熱的技

术胶合木材。

美国在1934年左右曾采用胶合三铰拱建造实验室建筑。二次世界大战中，增加了胶合木结构的使用数量，同时也提高了胶和胶合技术的水平。其所生产的胶已能抵抗大气、盐水、压力等反复作用，使应用范围由工业建筑物推广到造船、桥梁等露天结构方面，从美国树脂工业的发展和产量增加的情况也可以看出胶合结构应用数量的不断增多。胶合木结构在日本发展较迟。二次大战后，胶合工业才开始发展，1949年开始使用冷压酚醛树脂胶制造大跨度胶合木屋架。

## 第二章 胶合木结构的优缺点 及其应用范围

### 第一节 胶合木结构的优缺点

胶合木结构的优点甚多，择要分述如下：

一、合理、充分地利用木材：这是胶合木结构的基本优点。首先，层板胶合时，各层在纵横向都可以接长或接宽。因此便能利用短小的碎料或细圆木锯得的板料胶合成大构件，以承受较大的荷重或制成大跨度结构。这样，既提高了木材的使用价值，又解决了大料缺乏的困难，而且还降低了成本。

其次，胶合构件一般断面较大，长度较长，故可按不同的受力区域，使用不同质量的木材。例如弯曲及压弯构件只用20%的Ⅱ等材，80%均为Ⅲ等材。

另外，胶合结构还可利用有超出规定的疵病木材，这时

只要將不合格部分截除，然後再沿長或寬方向接合起來。

二、減少木材疵病對質量的影響，連接緊密因而提高了允許應力(或計算強度)，節約了木材。

膠合構件是由許多木材拼成的，因而木材的疵病如節疤、斜紋、裂縫髓心等可以分散於各斷面上。與整體的木材相比：疵病對強度的影響要小些。同時膠縫是緊密的，無須考慮鬆弛性的影響，所以當斷面大於 $15 \times 15$ 公分高寬比小於3.5時，彎曲應力可以提高15%。相應地節省了木料。

三、構件可以做成經濟的斷面和外形：

膠合構件是用短小的薄板膠合起來，因此可以做成任意的、經濟的斷面和外形，例如外形可以是直的，曲綫形的和變截面的。斷面可以作成矩形、工字形、T形、箱形等等。從而節約了木材。例如弧形屋架較直綫形的節省木料百分之三十以上。

四、便於防腐防火處理、減少構件開裂的危險：

一般整體木材因為截面大，藥劑不易浸入，因而很難處理。膠合構件則可在木板膠合前進行處理，木板較薄易於吸收藥劑。同時，膠縫嚴密，不易遭受外來的浸蝕。膠後的斷面較大又可提高防火性能。

另外，膠合構件用的木板薄而小，乾燥過程中不象整體構件那麼容易開裂，於是提高了構件的質量。

五、結構簡單、可靠。剛度強，變形小：

膠合構件能夠做得較大較長，就可以應用節間大、節點少的屋架形式，因而結構簡單、傳力好且剛度強。膠合結構通常作成鋼木合用的類型，所以變形小而工作可靠。

六、膠合結構便於工廠化、機械化施工。可以提高生產效率。相應地降低了成本。

胶合木结构的缺点：胶合木结构制造过程较复杂，要求有一定的设备和一定的温湿度。胶合的木材要求干燥至含水量少于18%且須刨光后才能应用，所以加工費較高，加工木材又有損耗，而且只能在工厂内进行生产。

其次，制造胶合结构必須配备一定的技术力量和一些熟練的工人。

## 第二节 膠合木結構的应用范围

胶合木结构可以代替其他木结构用于不同场合中。在国外，特别是苏联已經广泛地应用于工业与民用建筑物、造船工业、航空工业、水工建筑物（如胶合桩）和道路建筑物（如枕木、桥梁等）等各方面。甚至电綫杆也曾用过胶合木的。

在国内，现在仅仅开始在一些工业与民用建筑物方面試用，它适宜于制造大跨度的结构物，如12公尺以上的桁架、拱等，經濟价值比較大。

胶合木结构建議在以下房屋中应用：工业方面：木材加工厂、食品工厂、紡織工厂、机械工厂、修配厂、實驗室、大型倉庫、車庫、飞机庫等。民用建筑方面：大礼堂、室內球場、剧院、电影院、食堂等建筑物。

## 第三章 材 料

### 第一节 鋸 材

胶合结构一般采用針叶类（松，云杉）木材制造，也可以按现行规程；在允許采用闊叶材的结构中，采用指定的闊叶材。

木材的含水量对胶縫强度影响很大，高的含水量既影响胶的硬化和胶結能力，又易因干縮而在制造或使用吋产生很大的胶縫內应力。所以，根据試驗的結果，把制造胶合构件的木材含水量限制在18%以下（最好在15%以下）。

制造胶合结构用的板材允許采用的最大厚度为50公厘，最大宽度为220公厘，太厚的板，加压困难，大部分的压力消耗于将板压平的工作上，而彼此間压不紧就影响了胶縫的质量。过大的宽度在干燥时易造成严重开裂或翹曲，不但不好施工，而且会严重的造成胶縫或其附近的木材出现裂縫。因为它会引起很大的胶縫內应力。上述规格必須在选料及設計中加以注意。

此外，板材的厚度根据制作、使用和工作情况还有以下的規定：

（1）采用压力机加压，当构件高度超过40公分时，板厚不超过40公厘。以免胶縫內压力分布不均。

（2）在露天及經常受潮的结构中，板厚不超过40公厘。

(3) 制造弧形构件的木板厚度一般不大于构件曲率半径的  $\frac{1}{300}$ ，如果不能满足时，则全部木板的接头应用斜接。

根据以上对厚度的要求，不应理解为尽量用较薄的板，相反的，应该在允许的限度内，尽量用得厚些。这样可以减少木材损耗和加工的劳动量。另外也减少了胶缝数量，因而省胶。

锯材的质量应按其工作性质及所处部位遵照附录一、二来挑选，对于质量较差的木料，可将不符规定的疵病部分截除，然后再沿长度或宽度方向接起来。

## 第二节 胶

制造承重结构用的胶，应该大体上符合以下几个要求：

(1) 胶粘强度——小试件胶粘面的剪切强度和拉力强度应等于或超过所胶木材的顺纹剪切强度和横纹拉力强度。

(2) 防水性——用于不受潮的结构应有半防水能力，用于露天或经常受潮的结构应有完全防水能力。

(3) 抗菌性——应能抵抗菌类或虫类对胶缝的破坏。

(4) 使用方便——应具有足够的活性，能在室温下凝固。

(5) 在操作过程中，胶液应对人体无害或危害甚少，在简单的设备下即可防止。

(6) 价格便宜，供应量充足。

目前可用的防水胶是酚甲醛树脂胶中的 KB-3 胶与糠醇胶，半防水胶是脲醛胶、酪素水泥胶与豆蛋白水泥胶。现就这几种胶的配方及制备方法叙述如下：

1. 酪素水泥胶：是一种半防水性的胶，在干燥情况

下，胶縫强度已超过一般木材的順紋剪切强度和橫紋受拉强度。短期受潮或浸水时仍具有相当高的强度，当浸水18个月后尚可達干燥时抗剪强度的25%。受潮后的胶縫一經干燥又能恢复它的强度。这些足以說明在有遮盖的結構中，酪素水泥胶是完全可以应用的。

酪素水泥胶是由干酪素、消石灰、氟化鈉、硫酸銅、水泥和水所組成。它的配方如下：

表 1

| 編号 | 原 料 名 称                                                   | 重量配合比<br>(克) | 单 价<br>(元/公斤) | 規 格                      |
|----|-----------------------------------------------------------|--------------|---------------|--------------------------|
| 1  | 干 酪 素                                                     | 100          | 3.68          | 内蒙、海拉尔或沈阳产品              |
| 2  | 消 石 灰<br>$\text{Ca(OH)}_2$                                | 27           | 0.18          | 化学用                      |
| 3  | 氟 化 鈉<br>$\text{NaF}$                                     | 12           | 2.00          | 工业用                      |
| 4  | 硫 酸 銅<br>$\text{CuSO}_4$                                  | 0.5          | 2.70          | 工业用                      |
| 5  | 水 泥                                                       | 104.6        | 0.06          | 400 <sup>#</sup> 普通砂礫盐水泥 |
| 6  | 水                                                         | 310~350      | —             | 清洁的饮用水即可                 |
| 7  | 二 硝 基 酚<br>$\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{OH}$ | 3            | 12.66         | 工业用，作为防腐剂，可以不加           |
| 8  | 火 油                                                       | 2            | —             | 工业用，用于防止胶粉結块，如胶粉現拌現用可以不加 |

上述配方平时可以預先将2、3、4、5四种原料按比例預先配好存放，酪素則单独存放，使用时可按酪素41份、混合物59份之比进行配制，水的用量为它們的1.25~1.44倍。这样，取用方便。同时，也避免了全部配成胶粉容易因搬动产生分层，使得胶粉成分不均匀的缺点。更重要的是在大批配制胶液时較少甚至不出现胶块。

在酪素水泥胶中，酪素是形成胶液的基本成分，它不溶于水而能溶于碱性溶液中。消石灰即用来溶解酪素成为胶液，但是，纯粹用消石灰溶解的胶液经过15~45分钟后即失去粘性，不能供胶合用。加入氟化钠则可延长胶液工作粘度的时间，使便于施工。加入硫酸铜的作用主要为了提高胶的抗水性。至于水泥，它本身即是一种防水的胶接剂，同时它在硬化过程中是吸水的，这对胶缝的脱水硬化是有好处的。另外，它也起了填料的作用，增大了胶层的强度。

为了保证胶液的质量，对各种原料必须有一定的要求：

(1) 酪素：应是淡黄色、松散、多孔及无定形的粒子，无臭有奶香，其粒度应95%能通过60号筛。对于有酸败、发霉、生虫和受潮结块的酪素都不能使用。详细规格及配成现成胶粉的分级标准可参阅苏联ГОСТ-3056“粉状酪素胶”一书。

(2) 消石灰：需要高钙石灰，镁含量应在7%以下，并须消化完全的。不溶于水的固体杂质如 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaCO}_3$ 等应尽量少。消石灰的粒度应能通过120号筛。

(3) 氟化钠：它的纯度应在75%以上，不含游离氟化氢。它的粒度应能通过120号筛。

(4) 硫酸铜：工业或化学用的均可。粒度应通过120号筛。

2. 豆蛋白水泥胶：是一种半防水性的胶，它的性质与酪素水泥胶完全相同，这里不再叙述，成分列于表(2)中。

配胶的方法按照酪素水泥进行。

豆蛋白水泥胶除蛋白的化学指标符合下列数值外，其他成分的要求同酪素水泥胶。

表 2

| 編號 | 原料名称  | 重量配合比<br>(克) | 单 价  | 規 格         |
|----|-------|--------------|------|-------------|
| 1  | 干 蛋 白 | 100          | 0.3  | 各地区均产       |
| 2  | 消 石 灰 | 27           | 0.18 | 氧化钙含量在80%以上 |
| 3  | 氮 化 鋤 | 12           | 2.00 | 工业用         |
| 4  | 硫 酸 銅 | 0.5          | 2.70 | 工业用         |
| 5  | 水 泥   | 104.6        | 0.06 | 400*普通矽酸盐水泥 |
| 6  | 水     | 310~350      |      | 水温10~20°C   |

豆蛋白的化学指标如下:

1. 含水量不大于 25~15%
2. 灰分不大于 4.5%
3. 油脂不大于 1%
4. 酸度不大于 40°
5. 在3%硼砂溶液中的溶解度 膨胀, 部分被溶解
6. 在1%氢氧化钠溶液中的溶解度。 差不多完全溶解

注: 以上所列数值均以干蛋白重量作比较。

豆蛋白应存放在温度为0°C~20°C的室内, 存放时间不得过长(一般不超过3天), 如酸败、发霉的蛋白不能使用。

3. KB-3 胶: 是酚-甲醛树脂胶的一种, 其优点在于耐水性高, 胶结力强, 耐菌性好, 毒性小, 同时它能在室温下硬化, 所以使用和操作均较方便。

KB-3胶是以树脂B和定量的硬化剂(石油磺酸或苯磺酸)配得的。

制造树脂B的原料及配合比为:

- |      |      |
|------|------|
| 苯酚   | 100份 |
| 福尔马林 | 150份 |

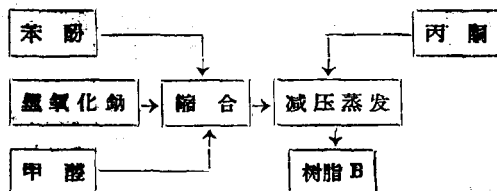
氫氧化鈉

2 份(配成40%的水溶液)

丙酮

18份

製造的程序為：



由於KB-3膠的活性很小，所以工廠中不生產現成的KB-3 膠，只生產樹脂B。我們購得樹脂B和硬化劑在現場使用時按比例進行配制。

它的配方如下：

表 8

| 膠 名  | 膠 的 配 方   |          |
|------|-----------|----------|
|      | 名 稱       | 各成分的重量分配 |
| KB-3 | 醛-甲醛樹脂B   | 100      |
|      | 一般石油磺酸硬化劑 | 15~25    |

石油磺酸硬化劑的數量系根據車間室溫決定：

當室溫為15~16°C時 25份(重量)

當室溫為18~20°C時 20份(重量)

當室溫為22~25°C時 15份(重量)

注：上述石油磺酸硬化劑的數量是酸值 $a=80$ 的平均數值。當酸值 $a$ 與平均值(80)有10%以上出入時，接觸劑的數量應按 $\frac{80}{a}$ 這一比例改變。

驗收樹脂B应符合下列要求

(1) 含游离酚不得多于 5%