

合成胶粘剂丛书
第四册

关长参 编著

木材胶粘剂

科学出版社

合成胶粘剂丛书

第四册

木材胶粘剂

关长参 编著

科学出版社

1992

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书是《合成胶粘剂丛书》的第四册，重点介绍木材胶粘剂。内容分两部分，第一部分综述了木材粘合的基础知识、应用概况及使用工艺要点；第二部分介绍各类木材胶粘剂的合成化学及使用工艺学，同时还介绍了各类木材胶粘剂的最新进展。

合成胶粘剂丛书

第四册

木材胶粘剂

关长参 编著

责任编辑 徐宇星

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1992年7月第一版

开本：787×1092 1/32

1992年7月第一次印刷

印张：8 3/8

印数：1—2050

字数：186 000

ISBN 7-03-002702-7/O·511

定价：7.20 元

《合成胶粘剂丛书》编委会

主 编

王致禄

副主编

杨玉崑

编 委

卢凤才 余云照 陈道义

郑飞勇 杨淑兰

《合成胶粘剂丛书》序

合成胶粘剂是一类重要的精细化工产品。据估计，目前全世界合成胶粘剂的年总产量已超过 700 万吨，在合成聚合物材料中仅次于塑料、橡胶、纤维和涂料，占第五位。合成胶粘剂的应用已遍及到木材加工、建筑、轻纺、航空航天、汽车和船舶制造、机械、电子电器以及医疗卫生和日常生活等领域。

我国合成胶粘剂的研制、生产和应用近 30 年(尤其是近 5 年)来得到迅速的发展，但目前无论在产量上，还是在品种、质量和应用水平上都与世界先进水平有较大的差距。为了促进发展我国的合成胶粘剂事业，科学出版社于 1986 年初组织了一批长期从事合成胶粘剂工作的专家，编写这套合成胶粘剂丛书。

这是一套有一定理论水平的胶粘剂材料和应用技术丛书，将分十册陆续出版。前三册叙述合成胶粘剂概况和发展以及胶接原理、性能和测试等胶粘剂应用技术中的共同性问题，后七册则按应用分类，逐一介绍了各类重要的合成胶粘剂。每册书都各有侧重、自成体系；合在一起，又几乎涉及合成胶粘剂的所有方面。在编写过程中，作者们既注意系统介绍有关方面的基础理论知识，又密切结合我国的实际情况，介绍了许多实用配方、生产工艺和使用方法。其中许多内容则是作者们多年的研究成果和经验总结。

本丛书适于从事合成胶粘剂方面的科学研究人员以及合成胶粘剂生产、设计和应用的有关工程技术人员和广大工人们阅读，也可作为高等院校和中等专业学校有关专业的教学参考书。

• iii •

ABC 1234

欢迎广大读者对本丛书的编写及丛书中的错误和不妥之处不吝指正。

《合成胶粘剂丛书》编委会

1988年1月

前 言

粘合技术是一门古老而又年轻的工艺技术，人类使用胶粘剂已有几千年的历史，可以说粘接是迄今所有物体连接技术(包括焊接、铆接、螺栓连接、嵌接、紧配合及粘接)中历史最悠久的一种，而木材的粘接则是人类应用粘接技术的成功范例之一。

在木结构件、木制工具、家具等木制品的制造工艺中采用粘接技术的历史可以追溯到史前文化时期。随着历史的发展及科学技术的进步，木材胶粘剂已从早期的以天然原料为基础的水溶性胶粘剂发展成为今天以石油化学工业为基础的热固性合成树脂胶粘剂。

随着现代木材工业的进展，木材胶粘剂的应用范围日益扩大，产量日益上升，木材胶粘剂已成为现代木材加工业及木器制造业的支柱。目前全世界木材胶粘剂的产量占胶粘剂年总产量的四分之三。

近年来，国内合成胶粘剂的开发研究、生产及推广应用都取得了迅速发展，胶粘剂已渗入日常生活及国民经济各个领域。尽管国内出版了许多有关胶粘剂的合成、配方设计、性能及其应用等方面的书籍、期刊杂志以及各种胶粘剂手册，但从技术及经济角度专门讨论木材胶粘剂的制造、配方调试及其应用的专著十分缺乏。为填补这方面的空白，促进粘合技术在木材加工、木器制造行业的推广应用，以适应国内迅速发展的木材综合利用的需要，我们编写了本书。希望本书的出版能对木材胶粘剂的研究与推广应用起到促进作用。

国内的有关胶粘剂专著及手册介绍了许多商品胶粘剂及其各种合成树脂原料，这些胶粘剂及树脂从广义上讲可以用于木材的粘合，但是从木材的微观结构特点及胶粘剂的成本来看，这些胶粘剂是不适用的，木材胶粘剂有其自身的特点。

针对木材胶粘剂的特点，本书第一章首先对木材胶粘剂的性能和特点，以及各大类木材胶粘剂的性能与应用作了概要介绍，以使读者对目前国内外木材胶粘剂的现状及发展有初步了解。在以后各章中对目前国内外广泛应用的主要木材胶粘剂品种及近年来刚刚开发的有发展潜力的新品种作逐一介绍。这些新品种包括：丹宁木材胶粘剂、木素木材胶粘剂、一、二异氰酸酯木材胶粘剂等。这些木材胶粘剂目前正处于大规模工业应用的初期阶段，其优异的性能已引起用户的浓厚兴趣，相信不久将会得到广泛应用。对于那些传统的天然木材胶粘剂（葡萄糖衍生物：淀粉、糊精；氨基酸衍生物：酪素、豆粉、血蛋白、骨胶、鱼胶等），由于其性能欠佳，以及全球性的食用蛋白质不足等因素，已被合成树脂木材胶粘剂所取代，目前极少使用，故本书不再介绍。

本书不是胶粘剂手册，因此没有介绍各类木材胶粘剂的品种及牌号。有关配方设计的一般原则及配方与性能的关系均在各有关章节内阐述。由于作者水平所限，本书必有错误之处，恳请读者不吝指教。

《合成胶粘剂丛书》总目

- 第一册 合成胶粘剂概况及其新发展
- 第二册 胶接基本原理
- 第三册 合成胶粘剂的性质和性能测试
- 第四册 木材胶粘剂
- 第五册 橡胶型胶粘剂
- 第六册 结构胶粘剂及胶接技术
- 第七册 耐高温胶粘剂
- 第八册 压敏胶粘剂
- 第九册 快固型胶粘剂
- 第十册 特种胶粘剂

目 录

《合成胶粘剂丛书》序.....	iii
前言.....	v
第一章 木材胶粘剂的性能和特点	1
1.1 引论	1
1.1.1 木材胶粘剂的分类	4
1.1.2 木材的结构与粘合性能的关系	4
1.1.3 粘合木材的选择及制备	12
1.1.4 木材胶粘剂应具有的特点	17
1.2 木材胶粘剂的选胶原则	18
1.3 胶合木结构的优缺点	23
1.3.1 胶合木结构的优点	23
1.3.2 胶合木结构的缺点	25
1.4 木材胶粘剂的应用	25
1.5 木材胶粘剂性能的评价与检测	29
1.5.1 木材胶粘剂性能的评价	29
1.5.2 胶接木制品胶接质量的评价	32
1.5.3 木材胶粘剂性能测试的有关标准	39
参考文献.....	41
第二章 氨基树脂胶粘剂	43
2.1 引论	43
2.2 氨基树脂化学	44
2.2.1 尿素-甲醛缩聚反应.....	44
2.2.2 三聚氰胺-甲醛缩聚反应.....	48

2.2.3	苯胺-甲醛缩聚反应	50
2.2.4	反应动力学: 尿素-甲醛	51
2.2.5	反应动力学: 三聚氰胺-甲醛	54
2.2.6	在纤维素存在下羟甲基脲的反应	56
2.2.7	反应机理: 尿素-甲醛	56
2.2.8	反应机理: 三聚氰胺-甲醛	57
2.3	氨基树脂胶粘剂的应用化学及工艺学	60
2.3.1	脲醛树脂质量控制的一般原则	61
2.3.2	三聚氰胺甲醛树脂质量控制的一般原则	69
2.3.3	氨基树脂生产工艺	73
2.3.4	氨基树脂的化学改性	80
2.3.5	氨基树脂胶粘剂的配方设计	85
2.3.6	毒性	92
	参考文献	93
第三章	酚醛树脂胶粘剂	98
3.1	引论	98
3.2	酚醛树脂化学	99
3.2.1	反应机理	99
3.2.2	机理的探讨: 亚甲基及亚甲基醚桥	103
3.2.3	酸性催化剂	107
3.2.4	碱性催化剂	108
3.2.5	金属离子催化剂及反应的定位效应	109
3.2.6	反应动力学	112
3.2.7	酚醛树脂的固化	116
3.2.8	间苯二酚、间氨基酚与甲醛的缩聚物	122
3.3	酚醛树脂胶粘剂应用化学及工艺学	126
3.3.1	影响酚醛树脂胶粘剂质量的因素	126
3.3.2	酚醛树脂的化学改性	132
3.3.3	酚醛树脂生产工艺	133
3.3.4	酚醛树脂胶粘剂的配方设计	138

3.3.5 木材层压及指压胶合胶粘剂	141
3.3.6 冷固化酚醛树脂胶粘剂合成	146
参考文献	150
第四章 单宁胶粘剂	154
4.1 引论	154
4.2 缩聚单宁化学	156
4.2.1 导论	156
4.2.2 单宁的化学组成及结构	157
4.2.3 缩聚单宁的反应活性	161
4.3 工业单宁胶粘剂应用化学及工艺学	171
4.3.1 导论	171
4.3.2 单宁在木材胶粘剂制造中的应用	175
参考文献	186
第五章 木素胶粘剂	189
5.1 引论	189
5.2 木素交联反应	191
5.3 木素在木材胶粘剂中的应用	196
参考文献	207
第六章 二异氰酸酯胶粘剂	210
6.1 引论	210
6.2 异氰酸酯化学	211
6.2.1 异氰酸酯的化学反应	211
6.2.2 催化剂	213
6.2.3 异氰酸酯与羟基化合物的反应机理及反应动力学	217
6.3 二异氰酸酯胶粘剂应用化学及工艺学	220
6.3.1 刨花板胶粘剂	220
6.3.2 胶合板胶粘剂	221
参考文献	229

第七章 聚乙酸乙烯酯胶粘剂	232
7.1 引论	232
7.1.1 聚乙酸乙烯酯乳液的发展与用途	232
7.1.2 聚乙酸乙烯酯乳液的优缺点	233
7.2 聚乙酸乙烯酯化学	234
7.2.1 乙酸乙烯酯的制造	234
7.2.2 聚乙酸乙烯酯的合成	235
7.3 聚乙酸乙烯酯胶粘剂的应用化学及工艺学 ...	238
7.3.1 聚乙酸乙烯酯乳液生产工艺	238
7.3.2 影响聚乙酸乙烯酯乳液质量的主要因素	241
7.3.3 有关聚乙酸乙烯酯乳液质量检测的标准	242
7.3.4 聚乙酸乙烯酯乳液胶粘剂的化学改性	243
7.3.5 胶粘剂的配方设计及应用指南	246
参考文献	254

第一章 木材胶粘剂的性能和特点

1.1 引 论

我国是个少林国家,森林覆盖率仅为12%,大大低于世界各国的平均水平。木材的总蓄积量仅为 $9.5 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。其中,可供采伐利用的过熟林则更少,只有 $3.5 \times 10^9 \text{ m}^3$ 左右,并且正以每年 $2.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的速度在消耗中。因此木材供需间的矛盾日趋尖锐。解决矛盾的有效途径是开展全民植树造林工作并保护好现存森林,同时严格控制木材的采伐量并大力开展木材综合利用,充分提高木材的利用率^[1]。我国木材的年采伐量约为 $4.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。据统计,针叶树原条只占全树的 61.5%、阔叶树原条只占全树的 58.5%,其余的 38.5—41.5% 大多以采伐剩余物的形式丢弃在林场。也就是每年要产生约 $2.8 \times 10^7 \text{ m}^3$ 的采伐剩余物。而在木材加工厂进行制材时,成材率约为 60%,其余 40% 为木材加工剩余物,每年总量约为 $1.6 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。这样每年可产生超过 $4.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ 木材采伐-加工剩余物。充分利用这些剩余物可使木材利用率大幅度提高,一般 1 m^3 木材加工剩余物所制成的刨花板相当于 3.1 m^3 原木所制成的板材,而 1 吨纤维板可以代替 5.6 m^3 原木所制成的板材。可见人造板材的加工乃是提高木材利用率的可靠途径^[2]。人造板材品种较多,主要有:胶合板、刨花板、纤维板、细木工板、空心板及装饰板等。在制造中通过粘合加工,一方面改善了木料的物理机械性能和外观质量,提高了木材的使用价值,大大扩大了应用范围,另一方面由于木材采伐与加工剩余物的综

表 1.1 木材胶粘

标准缩写	热固树脂								
	尿醛树脂	三聚氰胺-尿醛树脂	酚醛树脂	间苯二酚-苯酚甲醚树脂	丹宁-苯酚-甲酚树脂	丹宁-甲酚树脂	亚硫酸木素	二异氰酸酯	交联聚乙烯烯酯
标准缩写	UF	MUF	PF	RF	TPF	TF	SL	MDI	PVA
层压屋梁及桁材	4	4	1	1	1	1			
造船板材		2	1	1					
窗框、户外门、窗		2	1	1	1	1			2
定位连接	3	2							2
户内门	3								2
家具	3	2							
木装饰壁板	3	2							2
防水薄木层压板	1	1							
刨花板	3	2	1	1	1	1	1	1-3	
胶合板	3	2	1	1	1	1			
纤维板(中密度)	3								
水泥木丝板									

*: 1 适用户外气候及水浸条件下长期使用。

2 户外户内间歇使用。

3 适用于有通风采暖设施的建筑物内部或可确保户内的木材的含水率保持在 18% 左右、室温为 05°C 以下的环境。

4 在特种条件下使用，一般不通用。

剂及其应用^[4]

弹性体					热塑树脂			其他
聚氯丁二烯(接触型)					聚乙烯-乙酸乙烯酯		聚乙酸乙烯酯乳液	水泥
聚氯丁二烯(填缝型)			SBR				PVA	
聚丙烯腈-苯乙烯	3	3	3	3			3	
	4				3	3	3	1
3					3	3	3	1

合利用，明显地提高了木材加工业的经济效益。在各种人造板材的加工中，视板材的种类不同，胶粘剂的用量约为木材重量的10—30%。所以木材工业中胶粘剂的消耗量是很高的，约占世界胶粘剂总产量的四分之三，胶粘剂在木材工业中的重要性可想而知^[3]。

综上所述，木材胶粘剂是最有发展前途的一类胶粘剂。随着石油化学工业的发展及高分子合成工艺水平的不断提高，木材胶粘剂的科研、生产及推广应用前景良好。

目前国内外木材胶粘剂品种很多，更新速度也较快，应用面日益扩大，并有从通用型转向专用型的发展趋势。目前国内外主要木材胶粘剂品种及其应用情况见表1.1。

根据木材的胶合理论和长期生产实践得知，影响粘合效果的因素较多，这些因素概括起来有胶粘剂、木材及木材的胶合工艺三个主要因素。

1.1.1 木材胶粘剂的分类

木材胶粘剂品种繁多，性能各异，涉及面较广，给分类工作带来诸多不便。尽管分类方法很多，但都各有其不足之处。对比之下较成熟的方法只有一种，即按主要的化学成分进行分类^[5,6]。

1.1.2 木材的结构与粘合性能的关系

在人类文明发展史中，木材曾是人类的主要建筑材料及燃料。人们对各类木材的加工方法及使用方法均有丰富的经验。随着近代科学的发展，特别是植物分类学及植物解剖学的发展，人类对木材的组织结构及其与性能的关系已有了深入的了解。

据测算，为满足各方面的需求及生态环境平衡的需要，地