

胶黏剂配方与工艺精选丛书

木材胶黏剂

MUCAI JIAONIANJI

● 丛书主编 李和平
● 分册主编 李和平



化学工业出版社

- 丛书主编 李和平
- 分册主编 李和平

木材胶黏剂

MUCAI JIAONIANJI

胶黏剂配方与工艺精选丛书



化学工业出版社

· 北京 ·

北京朝阳区惠新东街甲15号

100029 电话：(010) 64786000

《木材胶黏剂》是《胶黏剂配方与工艺精选丛书》的一个分册。本书以配方和制备工艺为主线,按胶种分类介绍了各种木材胶黏剂。精选了脲醛树脂胶黏剂、三聚氰胺树脂胶黏剂、醋酸乙烯及其共聚物乳液胶黏剂、酚醛树脂胶黏剂、环氧树脂胶黏剂、氯丁橡胶胶黏剂、聚氨酯胶黏剂、蛋白质胶黏剂与碳水化合物胶黏剂、其他木材用胶黏剂等木材胶黏剂的典型配方 729 例。本书的每个配方,都对其所用原料物化性质、毒性、参考生产厂家等做了详尽的介绍,这为读者选用原料提供了方便,也是区别于其他配方类图书的亮点。

本书内容丰富、资料翔实、具有较强的理论性与实践性。本书的主要读者对象为从事木材胶黏剂科研、生产与应用的技术人员及管理人员,同时也可供中小化工项目的投资者和高校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

木材胶黏剂/李和平主编. —北京:化学工业出版社,
2008.8

(胶黏剂配方与工艺精选丛书)

ISBN 978-7-122-03484-7

I. 木… II. 李… III. 木材-胶黏剂 IV. TQ437

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 116418 号

责任编辑:路金辉 傅聪智

文字编辑:糜家铃

责任校对:郑捷

装帧设计:韩飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张19 $\frac{3}{4}$ 字数531千字

2009年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00 元

版权所有 违者必究



丛书前言

化学工业是近现代发展十分迅速的国民经济的支柱产业，而精细化工作为其重要组成部分，在 20 世纪得到了突飞猛进的发展，为解决人类的衣食住行及赖以生存的资源、能源与环境问题做出了重要贡献。进入 21 世纪以来，我国的精细化工已从导入期进入发展期，胶黏剂也成为精细化工产品种类中最为活跃的一大门类，其产值及销售额已跃居精细化工行业的首位。我国的胶黏剂工业已经形成了一个完整独立的工业门类，广泛应用于木材、织物、纸品、医疗、制鞋、建筑、汽车、航空航天、电子、机械、军工、金属、塑料、日用或民用等领域。

胶黏剂是现代工业发展和人类生活水平提高必不可少的重要材料，胶黏剂及粘接技术以其他连接方式无法比拟的特种工艺，在现代经济、现代国防、现代科技中发挥着重大作用。如现代航天航空的各种飞行器中几乎没有不采用胶黏剂和粘接技术的，可以说，哪里有人类，哪里就少不了胶黏剂产品与粘接技术，它为工业提供了新颖实用的工艺，为人类营造了多姿多彩的生活。胶黏剂与塑料、合成橡胶、合成纤维、涂料并称为五大合成材料，其生产与应用涉及多学科的高度综合，包括高分子化学、材料学、有机化学、无机化学、分析化学、高分子物理、物理学、流变学、生物学等学科。

21 世纪国内胶黏剂进入了高速发展的新时期，产量快速增长，应用领域不断扩大，高性能、高品质、专用的胶黏剂发展很快，特别是用于机械、电子、汽车、建筑、包装、医疗卫生、航天航空、军工等领域的胶黏剂将发展更快，部分特种用途的胶黏剂将以高于 20% 的速度增长。

根据国家精细化工行业发展规划，“十一五”期间，我国各类

胶黏剂及密封胶的需求量预测将以高于10%的速度增长，到2010年，产量将达到730万吨，销售额达人民币570亿元。同时，在中国成为世界制造中心的时候，全球胶黏剂产业也不例外，正在调整投资和生产结构以加紧向中国发展，中国将在不久的将来成为全球最大的胶黏剂生产基地。届时我国胶黏剂产量将居世界第一位，销售额居世界第三位。

随着科技与人们物质生活水平的提高，胶黏剂在国民经济中所起的作用越来越重要，对胶黏剂的需求量将越来越大，其发展的必然趋势是应用领域的扩大与专门化，对产品质量的要求高而精，对产品品种的要求多而全。因此，近年来有关胶黏剂的原材料、应用、配方及生产工艺技术的图书备受人们关注。为了推动胶黏剂工业的技术进步，满足胶黏剂行业广大读者的需求，化学工业出版社在广泛调研与分析的基础上，组织国内有关专家编写了《胶黏剂配方与工艺精选丛书》。丛书第一批由以下5个分册构成：

- (1) 木材胶黏剂
- (2) 包装胶黏剂
- (3) 建筑与装饰胶黏剂
- (4) 制鞋与皮革胶黏剂
- (5) 汽车胶黏剂

以后将陆续组织其他分册的出版。

本丛书的编写从实用的观点出发，各分册基本涵盖了目前胶黏剂领域中应用范围广、产量较大、发展较快的种类，从胶黏剂应用的角度介绍各类胶黏剂的配方、原料、合成原理、生产工艺及使用方法等内容。希望本丛书的出版能为胶黏剂生产与应用部门的工程技术人员、教学人员及从事胶黏剂开发的科研人员提供一套有价值的参考书。

全套丛书由李和平担任主编。由于胶黏剂的生产与应用技术发展较快，限于作者目前的水平，丛书一定会有一些不足之处，恳请读者批评指正。

丛书编者

2008年6月



前 言

目前,我国每年的木材消耗量大约为 3.8 亿~4.0 亿立方米,森林蓄积供给量约为 3.6 亿立方米(折合木材 2.0 亿立方米),仍有 0.2 亿~0.4 亿立方米的木材缺口。预计到 2010 年,我国对木材的年需求量将达到 4.3 亿~4.4 亿立方米。我国是少林的国家,森林资源非常宝贵。木材供需间存在较大的矛盾,解决这一矛盾的有效途径是大力发展以人造板为中心的木材综合利用。近年来,全球木材胶黏剂产量已占胶黏剂总产量的 3/4。但随着现代木材加工业的发展,木材胶黏剂不仅用量日益扩大、品种增多,而且其用量已成为衡量一个国家或一个地区木材工业技术发展水平的重要标志之一。我国木材工业经过近年来的快速发展,至“十五”末期,木材胶黏剂年产量已排名世界第一位,在“十一五”期间预计将以年约 12% 的速度持续增长。2007 年我国人造板产量达 7400 万立方米,生产企业 6000 多家,已成为世界人造板生产第一大国。在人造板中使用的木材胶黏剂年用量已达 500 多万吨。

据文献估算,生产 1.0m^3 人造板,可以代替 3.1m^3 原木制成的板材,这也激励我国木材工业向以人造板为主的木材高效利用方向发展。随着我国人民生活水平的不断提高,建筑装潢、家居装饰等对人造板的需求与日俱增,我国人造板工业的发展速度已远远超过 GDP 增长速度。同时,人造板产量的增长和品种结构的变化,使得木材及人造板胶黏剂得到迅速发展。随着人们环保意识的增强和国家环保法规的健全,木材胶黏剂品种将加速更新换代,向水性化、固体化、无溶剂化、低毒化方向发展。研究木材的粘接对发挥木材胶黏剂在工农业生产中的作用具有重大的现实意义。

本书是作者在多年来从事该领域科研与教学工作的基础上，总结和归纳工业实践经验与研究成果，同时参阅并收录了近几年国内外最新出版的有关科技期刊与专利中的胶黏剂配方和工艺技术，系统介绍了各种木材用胶黏剂的组成、所用原材料的性能、生产原理与工艺技术等。并对各种木材用胶黏剂合成的基本理论进行了阐述。全书精选了 729 例配方，其中配方中物质的用量除特别说明外，均以质量份计。

全书按照木材胶黏剂的结构或功能特性分为 10 章，由李和平担任主编。参加本书编写的作者及编写章节如下：第 1 章、第 3 章由郑州轻工业学院冯辉编写；第 2 章由河南科技大学郭旭明编写；第 4~6 章由桂林工学院李和平编写；第 7 章由桂林工学院崔丽丽、李和平编写；第 8 章由桂林工学院江雄知、李和平编写；第 9 章由桂林工学院郝再斌编写；第 10 章由郑州轻工业学院梁新编写。全书由李和平教授统编、修改定稿。牛春花、袁庆广、何利霞等参与了文献资料的搜集及整理工作，在此表示感谢。同时对引用参考文献的作者表示诚挚的谢意。

本书内容丰富、系统全面、资料翔实、层次清楚，具有较强的理论性与实践性，可供从事木材胶黏剂科研、生产与应用的技术人员及管理人员参考。

由于木材胶黏剂发展较快，涉及范围广，加之编者水平和资料收集条件有限，本书难免有遗漏或不足，在此我们衷心希望广大读者批评指正。

编者

2008 年 6 月



目 录

第 1 章 概述

1.1 木材的特性与粘接	1
1.1.1 木材的化学组成与性质	2
1.1.2 木材粘接的特点和机理	4
1.1.3 影响木材粘接的因素	10
1.2 木材胶黏剂的分类与选用原则	17
1.2.1 木材胶黏剂的组成与分类	17
1.2.2 木材用胶黏剂的选胶原则	21
1.3 木材用胶黏剂的应用	25
1.3.1 在胶合板中的应用	27
1.3.2 在刨花板中的应用	28
1.3.3 在纤维板中的应用	29
1.3.4 在细木工板中的应用	30
1.3.5 在装饰板中的应用	31
1.3.6 在家具制造中的应用	32
1.3.7 在室内装修中的应用	32
1.3.8 在建材工业中的应用	33
1.4 木材用胶黏剂的现状与发展前景	34
1.4.1 木材用胶黏剂的现状	34
1.4.2 木材用胶黏剂的发展前景	37
参考文献	38

第 2 章 脲醛树脂胶黏剂

2.1 概述	40
2.1.1 脲醛树脂胶黏剂生产概况	40
2.1.2 脲醛树脂胶黏剂的性质和用途	42
2.1.3 脲醛树脂胶黏剂的分类	43
2.1.4 脲醛树脂的合成反应原理与工艺流程	44
2.1.5 合成脲醛树脂的经典理论和糖醛理论	48
2.1.6 脲醛树脂的改性研究	50
2.1.7 脲醛树脂胶黏剂的固化	54
2.1.8 脲醛树脂胶黏剂的助剂	57
2.2 脲醛树脂胶黏剂通用原料	61
2.3 通用液状脲醛树脂胶黏剂	64
2.3.1 普通液状脲醛树脂胶黏剂	64
2.3.2 装饰板专用脲醛树脂胶黏剂	75
2.4 改性脲醛树脂胶黏剂	91
2.4.1 三聚氰胺改性脲醛树脂胶黏剂	91
2.4.2 聚乙烯醇改性脲醛树脂胶黏剂	97
2.4.3 三聚氰胺-聚乙烯醇改性脲醛树脂胶黏剂	102
2.4.4 淀粉改性脲醛树脂胶黏剂	107
2.4.5 其他改性脲醛树脂胶黏剂	110
2.5 粉状脲醛树脂胶黏剂	118
2.6 环保型脲醛树脂胶黏剂	126
2.7 复配型脲醛树脂胶黏剂	143
参考文献	153

第 3 章 三聚氰胺树脂胶黏剂

3.1 概述	156
--------	-----

3.1.1	三聚氰胺树脂胶黏剂的性能与用途	156
3.1.2	三聚氰胺树脂胶黏剂形成的基本原理	157
3.1.3	影响三聚氰胺树脂胶黏剂质量的因素	159
3.2	三聚氰胺树脂胶黏剂通用原料	160
3.3	普通三聚氰胺树脂胶黏剂	162
3.4	尿素-三聚氰胺-甲醛树脂胶黏剂	164
3.5	改性三聚氰胺树脂胶黏剂	171
	参考文献	182

第 4 章 醋酸乙烯及其共聚物乳液胶黏剂

4.1	概述	184
4.1.1	聚醋酸乙烯乳液的发展与应用	184
4.1.2	聚醋酸乙烯乳液的优缺点	185
4.1.3	聚醋酸乙烯乳液合成的基本原理及胶层形成理论	186
4.1.4	聚醋酸乙烯乳液胶黏剂的通用生产工艺流程	189
4.1.5	醋酸乙烯共聚物胶黏剂	191
4.2	醋酸乙烯及其共聚物乳液胶黏剂通用原料	191
4.3	聚醋酸乙烯乳液胶黏剂	198
4.3.1	通用型聚醋酸乙烯乳液胶黏剂	198
4.3.2	复配型聚醋酸乙烯乳液胶黏剂	205
4.4	改性聚醋酸乙烯乳液胶黏剂	207
4.4.1	内加交联剂改性聚醋酸乙烯乳液胶黏剂	208
4.4.2	外加交联剂改性聚醋酸乙烯乳液胶黏剂	216
4.4.3	其他改性醋酸乙烯乳液胶黏剂	224
4.5	醋酸乙烯共聚物胶黏剂	228
4.5.1	不饱和酯类与醋酸乙烯酯共聚乳液胶黏剂	229
4.5.2	醋酸乙烯酯-乙烯共聚物乳液胶黏剂	245
4.6	聚乙烯醇缩醛仿聚醋酸乙烯乳液胶黏剂	255
4.6.1	聚乙烯醇缩甲醛胶黏剂	255

4.6.2 其他聚乙烯醇缩醛胶黏剂	268
参考文献	272

第 5 章 酚醛树脂胶黏剂

5.1 概述	274
5.1.1 酚醛树脂的特点与应用	275
5.1.2 酚醛树脂的反应原理	276
5.2 酚醛树脂胶黏剂通用原料	279
5.3 醇溶性酚醛树脂胶黏剂	281
5.3.1 合成型醇溶性酚醛树脂胶黏剂	282
5.3.2 复配型醇溶性酚醛树脂胶黏剂	287
5.4 水溶性酚醛树脂胶黏剂	288
5.5 钡酚醛树脂胶黏剂	299
5.6 改性酚醛树脂胶黏剂	300
5.6.1 三聚氰胺改性酚醛树脂胶黏剂	300
5.6.2 尿素改性酚醛树脂胶黏剂	304
5.6.3 木质素改性酚醛树脂胶黏剂	308
5.6.4 聚乙烯醇缩醛改性酚醛树脂胶黏剂	313
5.6.5 间苯二酚改性酚醛树脂胶黏剂	315
5.6.6 其他改性酚醛树脂胶黏剂	321
参考文献	327

第 6 章 环氧树脂胶黏剂

6.1 概述	329
6.1.1 环氧树脂的发展	329
6.1.2 环氧树脂胶黏剂的应用及特性	330
6.1.3 环氧树脂胶黏剂的分类	332
6.1.4 环氧树脂胶黏剂的组成	333

6.2	环氧树脂胶黏剂通用原料	334
6.3	通用型环氧树脂胶黏剂	336
6.3.1	通用型合成环氧树脂胶黏剂	338
6.3.2	通用型复配环氧树脂胶黏剂	344
6.4	普通功能型环氧树脂胶黏剂	349
6.5	改性环氧树脂胶黏剂	360
6.5.1	橡胶改性环氧树脂胶黏剂	360
6.5.2	树脂改性环氧树脂胶黏剂	370
6.5.3	其他改性环氧树脂胶黏剂	383
	参考文献	390

第 7 章 氯丁橡胶胶黏剂

7.1	概述	393
7.1.1	氯丁橡胶胶黏剂的特点与用途	393
7.1.2	氯丁橡胶胶黏剂的分类	396
7.1.3	氯丁橡胶胶黏剂的组成	396
7.1.4	氯丁橡胶胶黏剂的基本生产工艺	401
7.2	氯丁橡胶胶黏剂通用原料	406
7.3	乳液型氯丁橡胶胶黏剂	409
7.4	混配型氯丁橡胶胶黏剂	412
7.4.1	通用氯丁橡胶胶黏剂	412
7.4.2	氯丁橡胶-酚醛树脂胶黏剂	414
7.5	接枝型氯丁橡胶胶黏剂	428
	参考文献	437

第 8 章 聚氨酯胶黏剂

8.1	概述	439
8.1.1	聚氨酯胶黏剂的发展	439

8.1.2	聚氨酯胶黏剂的特性	440
8.1.3	聚氨酯胶黏剂在木材加工中的应用	441
8.1.4	聚氨酯胶黏剂的分类	443
8.1.5	聚氨酯胶黏剂的反应原理	444
8.2	聚氨酯胶黏剂通用原料	446
8.3	芳香族二元及多元异氰酸酯胶黏剂	449
8.3.1	湿固化聚氨酯胶黏剂	450
8.3.2	其他单组分聚氨酯胶黏剂	455
8.4	双组分聚氨酯胶黏剂	460
8.5	水性聚氨酯胶黏剂	473
8.6	改性聚氨酯胶黏剂	483
	参考文献	495

第9章 蛋白质胶黏剂与碳水化合物胶黏剂

9.1	蛋白质胶黏剂与碳水化合物胶黏剂通用原料	499
9.2	动物蛋白质胶黏剂	501
9.2.1	血胶	502
9.2.2	皮胶	504
9.2.3	骨胶	507
9.2.4	明胶	511
9.2.5	其他动物胶	515
9.3	植物蛋白质胶黏剂	517
9.3.1	豆蛋白胶	517
9.3.2	酪素胶	522
9.3.3	复合蛋白胶	528
9.4	变性淀粉及其衍生物胶黏剂	531
9.4.1	氧化淀粉胶黏剂	532
9.4.2	淀粉接枝共聚物胶黏剂	537
	参考文献	542

第 10 章 其他木材用胶黏剂

10.1	不饱和聚酯树脂胶黏剂	544
10.2	热熔树脂胶黏剂	553
10.2.1	乙烯-醋酸乙烯酯 (EVA) 热熔胶	553
10.2.2	聚酰胺热熔树脂胶黏剂	565
10.2.3	聚酯热熔树脂胶黏剂	570
10.3	纤维素胶黏剂	573
10.4	木质素胶黏剂	576
10.5	单宁胶黏剂	581
10.6	丙烯酸酯类木材用胶黏剂	586
10.7	聚苯乙烯及其共聚物胶黏剂	594
10.7.1	用废聚苯乙烯塑料制备的系列胶黏剂	595
10.7.2	改性苯乙烯胶黏剂	597
10.7.3	苯乙烯-丁二烯-苯乙烯系列胶黏剂	601
10.8	其他木材用橡胶胶黏剂	607
10.8.1	丁苯橡胶胶黏剂	607
10.8.2	丁腈橡胶胶黏剂	609
	参考文献	611

第 1 章 概 述

我国目前年耗木材约 2.5 亿立方米，每年还耗资约 30 亿美元进口木材和林产品以补不足。而我国森林资源短缺，可采伐利用的成熟林只有 14 亿~15 亿立方米，按目前消耗水平只能维持 5~6 年，优质大径材断档局面难以避免。为防止我国生态环境进一步恶化，1998 年起我国开始实施天然林保护工程，对重点地区划为生态保护区的林业用地，完全停止禁区内的森林采伐。为此，木材产量由 1997 年的 3355.5 万立方米调减到 2000 年的 1755.4 万立方米，增大了我国木材供需矛盾，同时也刺激了我国木材工业向以人造板为主的木材高效利用方向发展。

据估算， 1m^3 人造板可以代替 3.1m^3 原木制成的板材。随着我国人民生活水平的不断提高，建筑装潢、家居装饰等对人造板的需求与日俱增，我国人造板工业的发展速度远远超过 GDP 增长速度。2003 年，我国人造板产量达到 4553.36 万立方米，居世界第二位，而木材用胶黏剂产量已达世界第一。随着人造板产量的增长和品种结构的变化，木材及人造板胶黏剂得到迅速发展。

1.1 木材的特性与粘接

我国是少林的国家，森林资源非常宝贵，木材供需间存在较大的矛盾，解决这一矛盾的有效途径是大力发展以人造板为中心的木材综合利用。胶黏剂在木材加工中的用量约占胶黏剂总量的 $\frac{3}{4}$ ，研究木材的粘接对发挥木材胶黏剂在工农业生产中的作用具有重要

的现实意义。

1.1.1 木材的化学组成与性质

木材是一种不均质、各向异性的毛细孔天然高分子复合材料，具有独特的生物学特征和物理化学特性。在人类的文明发展史中，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有极其丰富的经验。随着近代科学的发展，人类对木材的化学组成及其性质已有了深入的了解。

1.1.1.1 木材的化学组成

木材的主要成分是纤维素、半纤维素及木质素，它们都属于高分子化合物，因而木材是一种高分子复合体，既可以发生交联反应又可以进行降解反应，还可以进行酯化、醚化、氧化、卤化反应；其副成分有灰分、油脂、树脂、精油、单宁、色素、含氮化合物等。木材的化学组成见图 1-1。主成分是构成细胞膜、细胞间隙的成分，普遍存在于所有树种之中，其含量可达 90%~95%，其分子结构、性质及相互间的关系不仅是木材各种性质的物质基础，也是木材改性和阻燃处理的化学基础。关于副成分，有一部分在细胞膜沉淀，但大部分存在于细胞内腔或特殊的组织之内，其含量根据树种的不同而变化很大。从粘接的角度考虑，副成分对木材粘接的强度影响较大，它对木材胶黏剂润湿、硬化、老化等都所有影响，往往不利于粘接。

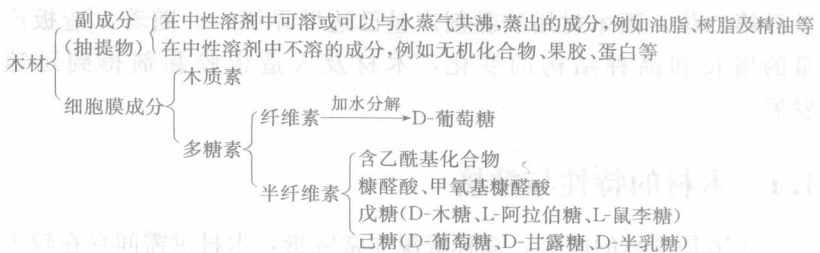


图 1-1 木材的主要化学组成

材料的结构决定了其性能，木材的多孔性及结构的不均一性也必将对其性能造成明显的影响。一般看来，木材的化学性质对粘接

过程及胶黏剂的黏合效果没有直接的不利影响，而对黏合质量产生明显影响的是某些物理性质。

1.1.1.2 木材的物理性质

(1) 相对密度与水分 湿木材的相对密度为 1.45~1.60，且一切种类木材的真实密度几乎都是相同的。

木材的物理性质根据木材各部分组织中水分存在的状态而有很大的变化。对于刚砍伐的木材及水饱和的木材，细胞膜以外的空隙部分（即细胞内腔及细胞间隙）都含有水分。但这部分的水含量多少对木材的性质没有大的影响，这些水分称为自由水。与此不同，细胞膜中的水叫作结合水，它侵入纤维素微结晶的间隙，改变了微结晶的内在结合力。木材结合水的多少主要受大气温度、湿度的影响。与大气的水蒸汽压相平衡的含水率称为平衡含水率。当结合水增加到极限，但仍不含有自由水时的含水率叫作纤维饱和点。其值根据树种、密度而有所变化，一般为 25%~35% 左右。在纤维饱和点以下，木材的膨胀收缩率、力学性质等随含水率的增减而有规律地发生相应变化。

在干燥过程中，游离水先蒸发，然后胶态的结合水蒸发，在干燥中结合水与毛细管之间建立一个动态平衡，此平衡随木材中的水分含量而变动，与干燥温度有密切关系。干燥过程是一个复杂的物理化学过程。此外，由于木材是一种多孔性吸湿材料，干燥与吸湿将处于动态平衡状态，所以说木材的湿度永远是一个变量。自然风干的木材湿度约为 15%，对于待黏合的木材，其含水率以 8%~12% 为宜，为防止霉菌及昆虫侵蚀，含水率最高不得超过 20%。

(2) 膨胀收缩性 木材因吸湿或烘干而发生膨胀与收缩，其膨胀收缩率因切面方向不同而有所差异。一般而言，膨胀率在切线方向是半径方向的 2 倍左右，而在长度方向是切线方向的 1/10 左右。木材吸收有机液体发生膨胀的情况视有机液体的种类而异。研究得知，有机液体的氢键能力和膨胀作用之间有一定的关系。可以认为，有机液体使木材发生膨胀的能力就是该液体和木材的纤维素