

第二版

# 脲醛树脂胶黏剂

——制备、配方、分析与应用

赵临五 王春鹏 编著

脲醛树脂胶黏剂



化学工业出版社

第二版

# 脲醛树脂胶黏剂

——制备、配方、分析与应用

赵临五 王春鹏 编著

藏书



化学工业出版社

·北京·

本书对脲醛树脂胶黏剂的制备原理、生产原料、工艺配方、制备过程及分析检验方法均做了较为详细的介绍。重点介绍了降低脲醛树脂胶黏剂游离甲醛、控制人造板甲醛释放量的方法，以及脲醛树脂胶黏剂在人造板工业中的应用。对脲醛树脂胶黏剂在其他领域的应用也作了简要介绍。

本书适用于从事脲醛树脂胶黏剂生产、应用、科研的技术人员和人造板企业的生产技术人员使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

脲醛树脂胶黏剂——制备、配方、分析与应用—2版/赵临五，  
王春鹏编著. —北京：化学工业出版社，2009.1  
ISBN 978-7-122-03894-4

I. 脲… II. ①赵…②王 III. 脲醛树脂胶黏剂  
IV. TQ433.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 161419 号

责任编辑：丁尚林  
责任校对：王素芹

文字编辑：徐雪华  
装帧设计：关 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：北京市彩桥印刷有限责任公司  
850mm×1168mm 1/32 印张 14 字数 393 千字  
2009 年 1 月北京第 2 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：35.00 元 版权所有 违者必究

## 前 言

我国人口众多，森林资源短缺，人均森林面积只有世界平均水平的 1/5，人均森林蓄积量仅为世界水平的 1/8。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，完全禁止禁区内的采伐。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，而有关方面预测，2000 年至 2010 年我国木材最低需求量为 2 亿立方米。据估计， $1\text{m}^3$  人造板可以代替  $3.1\text{m}^3$  原木制成的板材。木材供需矛盾也刺激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不断提高，建筑装潢、家居装饰、地板、家具等对人造板的需求与日俱增。2003 年我国人造板产量达到 4553.36 万立方米，成为世界第二，而 2006 年我国人造板产量达到 7428.56 万立方米，成为世界第一，其中胶合板产量 2728.78 万立方米，纤维板产量 2466.60 万立方米，刨花板产量 843.26 万立方米，细木工板产量 1155 万立方米。按人造板产量估算，2003 年约耗用脲醛树脂胶 360 万吨，2006 年约耗用脲醛（含改性脲醛）树脂胶 690 万吨。

脲醛树脂胶制成的人造板释放甲醛，污染环境，有害人体健康，始终是人们关注的问题。不少科技人员采用异氰酸酯、淀粉类等非甲醛系胶黏剂生产人造板，试验从根本上解决人造板甲醛释放问题，取得一些进展，但是由于成本和技术方面的原因尚未大规模工业生产。由于脲醛树脂胶合强度好，使用方便，原料丰富，成本低廉，更多的科技人员致力于脲醛树脂改性研究，试验减少人造板的甲醛释放，提高其耐水胶合强度。三年来，降低人造板甲醛释放量的研究取得很大进展。对降低甲醛释放量、提高胶合强度的脲醛树脂改性研究较为活跃，已有 E<sub>0</sub> 级人造板用改性脲醛树脂胶配方、制备工艺的报道。对低摩尔比脲醛树脂固化体系的研究报道较

多。有的科技人员提出降低脲醛胶人造板甲醛释放量的系统解决方法，也取得较好的效果。本书再版时将增补这方面的内容，希望有助于低甲醛释放量人造板用脲醛树脂胶的推广和应用。

近年来，国内脲醛树脂胶的生产有向大型化发展的趋势，一些大型人造板企业为了保证质量、稳定生产、降低成本，均自建万吨级的制胶装置，如大亚集团和丽人集团分别建有年产30万吨和16万吨的脲醛树脂胶的制胶设备，可满足自身MDF和刨花板的生产需要。也出现了一些10万吨以上专业制胶企业，如吉森集团通化胶黏剂公司年产20万吨脲醛树脂胶，广州长安黏胶制造有限公司和广和黏合剂有限公司分别年产15万吨脲醛树脂胶。制胶装置也在向大型化发展，大型人造板企业大多用 $10\text{m}^3$ 以上的反应釜制胶，通化胶黏剂公司有2台 $38\text{m}^3$ 的反应釜，江西罗宾木业公司用 $30\text{m}^3$ 的反应釜制胶，并用电脑控制。制胶设备的大型化无疑对稳定脲醛树脂胶的质量、降低能耗和生产成本有促进作用。近年来，国内生产应用脲醛树脂胶企业的情况有所变动，本书附录中收集了部分国内生产（应用）脲醛树脂胶企业情况，供参考。

本书研究内容得到国家林业局948创新项目（2006-4-C03）、“十一五”支撑课题（2006BAD18B10）和“863”项目（2007AA100704）的资助，特此表示感谢。

再版将有关人造板和木材胶黏剂的新颁国家标准增补至相应章节。对脲醛树脂结构、反应动力学的研究报道做了简要介绍。

顾继有教授、雷得定教授、雷隆和教授、高振忠博士、刘志坤教授等提供了有关人造板用脲醛树脂胶数据，穆有炳先生帮助打印，特此致谢。

由于脲醛树脂胶的生产和应用技术发展较快，而编者水平有限，书中不妥之处，敬请读者批评指正。

编著者

中国林业科学研究院林产化学工业研究所

2009年1月

# 目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 人造板工业用脲醛树脂胶的现状	1
1.1.1 人造板甲醛释放限量的变迁	1
1.1.2 脲醛树脂胶生产概况	5
1.2 脲醛树脂的研究进展	7
1.2.1 脲醛树脂结构研究发展	7
1.2.2 合成脲醛树脂的经典理论和糖醛理论	15
1.2.3 脲醛树脂固化理论的进展	16
1.3 脲醛树脂的改性研究	17
1.3.1 改进耐水性能	17
1.3.2 脲醛树脂稳定性研究	18
1.3.3 耐老化性能研究	19
1.3.4 降低脲醛树脂甲醛释放量的研究	19
第 2 章 脲醛树脂化学	23
2.1 尿素与甲醛反应过程中 pH 值的变化	23
2.1.1 不同条件下 pH 值的变化	23
2.1.2 有关科学家的研究及其见解	26
2.2 尿素与甲醛的反应机理	27
2.2.1 碱性下反应	27
2.2.2 酸性下反应	28
2.2.3 羟甲基脲生成	29
2.2.4 树脂化	30
2.3 尿素与甲醛反应的动力学	33
2.3.1 羟甲基化反应	33
2.3.2 缩聚反应	36
2.3.3 初期缩聚物的结构和树脂的形成	45
2.4 影响脲醛树脂质量的因素	52

2.4.1	尿素与甲醛摩尔比的影响	52
2.4.2	反应介质 pH 值的影响	55
2.4.3	反应温度和反应时间的影响	59
2.4.4	原料质量的影响	61
<b>第 3 章</b>	<b>脲醛树脂原料质量指标及分析检验</b>	<b>70</b>
3.1	尿素	70
3.1.1	质量指标	71
3.1.2	测定方法	71
3.2	甲醛	76
3.2.1	质量指标 (根据 GB/T 9009—1998)	77
3.2.2	测定方法	77
3.3	甲醛-尿素预缩液	80
3.3.1	质量指标	80
3.3.2	测定方法	80
3.4	三聚氰胺	82
3.4.1	质量指标 (根据 GB/T 9567—1997)	83
3.4.2	测定方法	83
3.5	苯酚 (石炭酸)	87
3.5.1	质量指标 (根据 GB 339—2001)	87
3.5.2	测定方法	87
<b>第 4 章</b>	<b>脲醛树脂胶生产设备</b>	<b>92</b>
4.1	脲醛树脂胶生产车间	92
4.1.1	对厂房建筑的要求	92
4.1.2	对脲醛树脂车间内部设施的要求	93
4.1.3	对管道布置及颜色的要求	93
4.1.4	对供水供汽的要求	94
4.1.5	对化工物料贮存的要求	94
4.2	脲醛树脂胶制胶设备	95
4.2.1	反应釜	96
4.2.2	冷凝器	100
4.2.3	真空泵	104

4.2.4	输液泵	110
4.2.5	喷雾干燥	113
4.2.6	其他设备	115
4.2.7	调胶设备	116
4.3	制胶自动化	117
4.4	高效节能反应釜	119
<b>第5章 脲醛树脂胶黏剂的制备</b>		122
5.1	脲醛树脂生产工艺过程	122
5.2	液状脲醛树脂胶的生产	125
5.2.1	原材料准备	125
5.2.2	加成反应	127
5.2.3	缩聚反应	127
5.2.4	真空脱水	128
5.2.5	补加尿素进行后缩合	129
5.2.6	成品树脂的冷却与稳定	129
5.2.7	液状脲醛树脂制备实例	129
5.3	粉状脲醛树脂胶的生产	138
5.3.1	喷雾干燥工艺	139
5.3.2	惰性粒子流化床工艺	143
5.3.3	制备实例	144
5.4	制备过程中注意事项及异常现象处理	149
5.4.1	制备过程注意事项	149
5.4.2	脲醛树脂生产中异常现象及处理措施	153
5.4.3	树脂的凝胶与再生	155
5.5	脲醛树脂生产过程中的“三废”治理	159
5.5.1	废气	159
5.5.2	废水	161
<b>第6章 改性脲醛树脂胶</b>		164
6.1	降低人造板甲醛释放量的方法	165
6.1.1	人造板释放甲醛的来源	166
6.1.2	降低甲醛与尿素的摩尔比	168



6.1.3	严格控制脲醛树脂的合成工艺条件 .....	171
6.1.4	使用甲醛捕集剂 .....	173
6.1.5	采用复合固化剂体系 .....	177
6.1.6	控制人造板制板工艺 .....	179
6.1.7	对人造板进行后处理 .....	183
6.2	改进脲醛树脂的耐水性 .....	184
6.2.1	改进脲醛树脂耐水性的方法 .....	184
6.2.2	三聚氰胺改性脲醛树脂 .....	187
6.2.3	聚乙烯醇改性脲醛树脂 .....	193
6.2.4	苯酚改性脲醛树脂 .....	196
6.2.5	异氰酸酯改性脲醛树脂 .....	204
6.3	改进脲醛树脂的耐老化性 .....	206
6.3.1	聚乙烯醇缩甲醛改性脲醛树脂 .....	206
6.3.2	聚醋酸乙烯乳液改性脲醛树脂 .....	209
6.3.3	醇类改性脲醛树脂 .....	213
6.3.4	其他改性脲醛树脂的方法 .....	217
6.4	降低脲醛树脂成本 .....	221
6.4.1	面粉、淀粉增量剂 .....	221
6.4.2	玉米蛋白增量剂 .....	225
6.4.3	硅酸盐矿石粉增量剂 .....	227
6.4.4	核桃壳粉增量剂 .....	230
6.4.5	复合增量剂和木粉增量剂 .....	231
6.4.6	W-2 耐水增强填料 .....	233
6.4.7	纸浆废液改性剂 .....	234
6.4.8	泡沫脲醛树脂胶黏剂 .....	237
<b>第7章 脲醛树脂胶黏剂的应用</b> .....		241
7.1	脲醛树脂胶的使用方法 .....	241
7.1.1	脲醛树脂的固化剂 .....	241
7.1.2	脲醛树脂的助剂 .....	247
7.2	脲醛树脂在胶合板生产中的应用 .....	252
7.2.1	胶合板用脲醛树脂配方实例 .....	253

7.2.2	胶合板用脲醛树脂胶的调制	263
7.2.3	胶合板胶压生产工艺	264
7.3	脲醛树脂在刨花板生产中的应用	268
7.3.1	刨花板用脲醛树脂配方实例	269
7.3.2	刨花板用脲醛树脂胶的调制和施胶工艺	279
7.3.3	刨花板的热压工艺	281
7.4	脲醛树脂在中密度纤维板 (MDF) 生产中的应用	284
7.4.1	MDF 用脲醛树脂配方实例	285
7.4.2	MDF 用脲醛树脂胶的调制和施胶	292
7.4.3	MDF 的热压工艺	293
7.5	脲醛树脂在细木工板生产中的应用	294
7.5.1	细木工板用脲醛树脂的配方实例	294
7.5.2	细木工板用脲醛树脂胶的调制	297
7.6	脲醛树脂在其他领域的应用	297
7.6.1	在建材工业的应用	297
7.6.2	在包装材料中的应用	311
7.6.3	在涂料工业中的应用	316
7.6.4	在胶黏剂工业中的应用	327
7.6.5	其他应用	336
<b>第 8 章 脲醛树脂胶黏剂的分析检验</b>		<b>345</b>
8.1	脲醛树脂化学组成的测定	345
8.1.1	羟甲基、亚甲基的测定	345
8.1.2	脲醛树脂中各种化学基团的测定	348
8.1.3	脲醛树脂摩尔比的测定	351
8.2	脲醛树脂成品分析检验方法	354
8.2.1	液状脲醛树脂的质量指标	354
8.2.2	液状脲醛树脂的分析检验	355
8.2.3	固体脲醛树脂的分析检测	378
8.2.4	脲醛树脂胶黏剂性能的测定	379
8.3	胶合制品性能的测定	382
8.3.1	胶合强度的测定	382

8.3.2	板材甲醛释放量的测定	387
附录		400
附表 1	工业甲醛“密度-甲醇含量-甲醛含量”关系表	400
附表 2	根据甲醛水密度的折射率查甲醛和甲醇的含量表	406
附表 3	脲醛树脂折射率与固体含量对照表	411
附表 4	脲醛树脂黏度对照表	411
附表 5	胶黏剂黏度对应表	412
附表 6	氢氧化钠溶液的浓度和密度	412
附表 7	氨水的浓度和密度	414
附表 8	甲酸的密度与含量的关系	415
附表 9	人造板用脲醛树脂生产(应用)厂家一览表(部分)	415
参考文献		428

# 第1章

## 绪论

氨基树脂是热固性合成树脂中比较重要的一大类，而脲醛树脂则是目前用量最大的氨基树脂。脲醛树脂是尿素和甲醛在碱性或酸性催化剂作用下，经加成反应、缩聚反应生成初期树脂，然后在固化剂或加热作用下，形成不溶、不熔的末期树脂。

### 1.1 人造板工业用脲醛树脂胶的现状

脲醛树脂原料丰富、价格低廉，对木质纤维素有优良的黏附力，具有优良的内聚强度，制成的人造板（胶合板、细木工板、刨花板、MDF等）有一定的耐水胶合强度，处理和应用容易，占人造板工业中所用合成树脂胶总量的65%~75%，成为主要胶种。但是，脲醛树脂胶有二个主要缺点：耐候性、耐水性差和释放甲醛的敏感性，将威胁其在木材胶领域的主导地位。这二个缺点是由脲醛树脂本身的结构和其化学键所导致的固有性能，由于脲醛树脂制造的胶合板、细木工板、刨花板、MDF主要用于家具制造和室内装修，耐候性并不需考虑，因此脲醛树脂制造的人造板甲醛释放量高对其应用的影响显得更加重要。

#### 1.1.1 人造板甲醛释放限量的变迁

醛类物质达到一定浓度对中枢神经有麻醉作用，并对黏膜产生

局部刺激，短链醛类主要起到刺激作用，而较长链的醛类麻醉作用起主导地位。甲醛的刺激作用主要对上呼吸道。美国有关研究所用家鼠进行试验，发现经甲醛气熏的家鼠患鼻癌。普遍认为细胞组织损坏是癌变形成的先行，甲醛可以作为致变物起作用。德国研究协会（DFG）对健康有害物质检测委员会把甲醛列在某些致癌可能性物质的Ⅲ类B组。鉴于甲醛对人体健康有害，许多国家对环境允许的甲醛最大浓度均作出规定。不同国家有不同规定，如对工作场所最大允许甲醛浓度（MAK），德国、波兰等国为  $1.2\text{mg}/\text{m}^3$ ，意大利  $1.8\text{mg}/\text{m}^3$ ，英国、荷兰、瑞典  $2.4\text{mg}/\text{m}^3$ ，美国、澳大利亚  $3.6\text{mg}/\text{m}^3$ ，俄罗斯  $0.6\text{mg}/\text{m}^3$ 。对居室最大允许甲醛浓度（MIK），德国卫生部规定为  $0.12\text{mg}/\text{m}^3$ （居室指卧室、客厅、厨房、会议室、教室、办公室、商店等）。1996年中国卫生部提出的国家标准规定公共场所甲醛浓度小于  $0.12\text{mg}/\text{m}^3$ ，家庭居室甲醛浓度小于  $0.08\text{mg}/\text{m}^3$ 。

由于用脲醛树脂胶制造的胶合板、细木工板、刨花板、MDF主要用于家具制造和室内装修，这种人造板的甲醛释放，是居室中的主要甲醛污染源。因而世界各国对人造板甲醛释放限量均有标准规定。欧洲各国大致沿用始于德国的标准，规定用穿孔法测定刨花板的甲醛释放量（ISO 9425—1985，ISO 9427—1989），见表 1-1。

表 1-1 甲醛散发值和穿孔法测定值

甲醛散发等级	散发值/ $(\text{mg}/\text{m}^3)$	穿孔值/ $(\text{mg}/100\text{g})$
E <sub>1</sub>	$\leq 0.12$	$\leq 10$
E <sub>2</sub>	$> 0.12 \sim 1.2$	$> 10 \sim 30$
E <sub>3</sub>	$> 1.2 \sim 1.68$	$> 30 \sim 60$

日本标准测定人造板甲醛释放量采用干燥器法，其标准规定值见表 1-2 和表 1-3。

表 1-2 日本 JIS 标准刨花板甲醛释放量

甲醛散发等级	测定值/ $(\text{mg}/\text{L})$
E <sub>0</sub>	$\leq 0.5$
E <sub>1</sub>	$> 0.5 \sim 1.5$
E <sub>2</sub>	$> 1.5 \sim 5.0$

表 1-3 日本 JAS 标准胶合板甲醛释放量

甲醛散发等级	测定值/ $(\text{mg}/\text{L})$
FC <sub>0</sub>	$\leq 0.5$
FC <sub>1</sub>	$> 0.5 \sim 1.5$
FC <sub>2</sub>	$> 1.5 \sim 5.0$

原先我国对人造板只要求强度高，能经久耐用，对甲醛释放量未作限定。随着人民生活水平的提高先后对刨花板、MDF板规定了甲醛释放量，刨花板甲醛释放量（穿孔法） $<60\text{mg}/100\text{g}$ 为合格， $<30\text{mg}/100\text{g}$ 为优等。随着人民生活水平从温饱型向小康型转变，人们越来越重视提高生活质量和环保，近年来对人造板甲醛释放限量标准多次修改。新制订的GB 18580—2001《室内装饰装修材料人造板及其制品中甲醛释放限量》（见表1-4）对人造板甲醛释放限量的规定已与世界发达国家接轨。GB/T9846—2006和GB/T5849—2006进一步规定E<sub>0</sub>级胶合板和细木工板的甲醛释放量应 $\leq 0.5\text{mg}/\text{L}$ （干燥器法），可以直接用于室内。

表1-4 GB 18580—2001人造板甲醛释放量的检验方法及限量

产品名称	检验方法 <sup>①</sup>	限量值	使用范围	产品标记 <sup>②</sup>
中密度纤维板、高密度纤维板、刨花板、定向刨花板等	穿孔法	$\leq 9\text{mg}/100\text{g}$	可直接用于室内必须饰面处理后可允许用于室内	E <sub>1</sub>
		$>9\sim\leq 30\text{mg}/100\text{g}$		E <sub>2</sub>
胶合板、装饰单板贴面胶合板、细木工板等	干燥器法	$\leq 1.5\text{mg}/\text{L}$	可直接用于室内必须饰面处理后可允许用于室内	E <sub>1</sub>
		$\leq 5.0\text{mg}/\text{L}$		E <sub>2</sub>
饰面人造板（包括浸渍纸层压木质地板、实木复合地板、竹地板、浸渍胶膜纸饰面人造板等）	干燥器法	$\leq 1.5\text{mg}/\text{L}$	可直接用于室内	E <sub>1</sub>
	气候箱法（仲裁）	$\leq 0.12\text{mg}/\text{m}^3$		

① 仲裁时采用气候箱法，限量值 $\leq 0.12\text{mg}/\text{m}^3$ （饰面人造板）， $\leq 0.20\text{mg}/\text{m}^3$ （未饰面人造板）。

② E<sub>1</sub>为可直接用于室内的人造板，E<sub>2</sub>为必须饰面后允许用于室内的人造板。

日本政府2000年对全国4482户居民住宅的室内空气质量调查，结果显示27.3%的住宅的甲醛浓度超过 $0.08\text{mg}/\text{kg}$ ，超过了日本健康省（MHLW）1997年规定的室内甲醛浓度标准。日本土地基础设施省（MLIT）对“日本建筑标准条例”进行修订，规定用JISA1901的小箱法（即气候箱法）检测建筑产品的醛类排放，从2003年7月1日起房屋装饰应按甲醛的释放程度进行分类，与

原日本 JAS 和 JIS 标准的对比见表 1-5。

表 1-5 新标准与原日本 JAS 和 JIS 甲醛释放限量对比

标准分类名称	甲醛释放浓度(28℃,50%RH) /[mg/(m <sup>2</sup> ·h)]	原 JIS, JAS 分类
高于限制标准	<0.005 F★★★★(新标准)	新规定标准,无限制标准
甲醛释放三级标准	0.005~0.02 F★★★	原 JIS E <sub>0</sub> 原 JAS FC <sub>0</sub>
甲醛释放二级标准	0.02~0.12 F★★	原 JIS E <sub>1</sub> 原 JAS FC <sub>1</sub>
甲醛释放一级标准	>0.12 F★	原 JIS E <sub>2</sub> 原 JAS FC <sub>2</sub>

随着越来越严厉的环保法规的推行,欧、美、日等发达国家和地区生产的人造板的甲醛释放量基本上达到 E<sub>1</sub> 级, E<sub>2</sub> 级人造板也有一定用量。我国生产的人造板甲醛释放量符合 E<sub>1</sub> 级标准才允许出口到欧、美、日本等地。

我国在 20 世纪 80 年代曾引进芬兰制胶技术在长沙、南岔等地生产 E<sub>2</sub> 级刨花板。20 世纪 80 年代末东北林业大学采用三聚氰胺改性脲醛胶的办法制成 E<sub>1</sub> 级刨花板,并在多家人造板企业推广。20 世纪 90 年代中国林业科学研究院木材工业研究所研制成 E<sub>2</sub> 级 MDF 用脲醛胶,也在多家 MDF 生产企业推广。1998 年中国林业科学研究院林产化学工业研究所研制成不加三聚氰胺的低成本 E<sub>1</sub> 级胶合板用脲醛胶在张家港荣丰木业公司投产。然后东北林业大学又研制开发了 E<sub>1</sub> 级 MDF、胶合板用改性脲醛胶。2007 年中国林业科学研究院林产化学工业研究所制成 E<sub>0</sub> 级胶合板用三聚氰胺改性脲醛胶,已在数家企业推广。应当说国内已经具备了有自主知识产权的 E<sub>1</sub> 级人造板用的脲醛胶的制胶压板技术,但是由于 E<sub>1</sub> 级脲醛胶生产的人造板比 E<sub>2</sub> 级或普通人造板的成本略高,在 2000 年前推广该项技术有一定难度。随着 GB 18580—2001《室内装饰装修材料人造板及其制品中甲醛释放限量》的制订,并在 2002 年 7 月 1 日起强制执行,不允许甲醛释放量超过 E<sub>2</sub> 级的人造板上市场销售,促进了我国低甲醛释放量人造板的发展。目前在广东、浙江、江苏、四川、黑龙江等地生产的胶合板、细木工板、MDF 的甲醛释放量基本上符合 E<sub>2</sub> 级标准。一些注意品牌的人造板企业也生产部分甲醛释放量达到 E<sub>1</sub> 级要求的人造板,供应国内市场或出

口国外。据 2002 年国家人造板质检中心完成的三千多项人造板产品检验结果统计,刨花板和 MDF 绝大多数能达到 E<sub>2</sub> 级,以前只有几个大型企业才能生产 E<sub>1</sub> 级产品,现在已占了一定比例。而胶合板和细木工板有 50% 以上企业能达到 E<sub>2</sub> 级要求, E<sub>1</sub> 级产品也不再是个别现象。正规企业的强化地板和实木复合地板的甲醛释放量都能达到 E<sub>1</sub> 级要求。上海、江苏、浙江少数企业已能生产 E<sub>0</sub> 级胶合板、贴面板,出口日本、美国。

### 1.1.2 脲醛树脂胶生产概况

脲醛树脂胶有液状胶和粉状胶两种。液状脲醛胶的固体含量一般为 50%,主要用于胶合板、细木工板、MDF;固含量为 60%~65% 的主要用于刨花板。液状胶能耗低,价格便宜,但运输费用高,销售半径小,贮存期一般为 1~2 个月。粉状脲醛胶能耗高,价格贵,但运输费用低,销售半径大,贮存期可达 2 年。

脲醛树脂胶的消费主要在亚洲、欧洲和北美。在发达国家,脲醛树脂胶的生产厂一般独立于木材加工厂,生产专业化水平高,能力大,产品质量好,品种多。发达国家脲醛树脂胶的生产比较集中,年生产能力数万吨以上的厂家较多,约占总生产能力的 90% 以上。这些胶黏剂厂有一套行之有效的售后服务体系,工厂必须根据每个用户的要求配制不同的胶黏剂,用户购置后即可直接应用。胶黏剂专家定期走访用户,或随热压机取样测定板材的粘接性能,可以向人造板厂及时提供协助或建议。人造板厂质量管理员的意见和胶黏剂专家的报告是改进胶料配方和研制新配方的基础。例如对于同样生产中密度纤维板的不同用户,由于使用的原料种类不同,或针叶材与阔叶材的比例不同,为了生产相同质量的中密度纤维板,所采用的胶黏剂在性能上应略有差异。胶黏剂专家对用户的定期回访,将有助于针对性地完善和改进胶黏剂配方。实践证明,这套体系是行之有效的,它保证了胶黏剂生产的活力。目前发达国家主要使用 E<sub>1</sub> 级脲醛胶, E<sub>2</sub> 级脲醛胶也有一定用量。发达国家粉状脲醛胶也有相当数量,如我国浙江等地竹地板厂大多用芬兰太尔公司的粉状脲醛胶生产出口竹地板。



由于历史原因从 20 世纪 50 年代起我国的大型木材加工企业就自设胶黏剂生产车间。至今我国约有 80% 的脲醛树脂胶还是由木材加工企业自产自自，只有约 20% 是由化工企业生产。这就造成脲醛树脂胶的生产高度分散，专业水平低，产品质量差，特别是游离甲醛含量高，污染严重。在东北、内蒙等高寒地区，为了解决冬季运输甲醛冻结问题及减少运输量（甲醛中含有 63% 的水分），在人造板企业内除建设制胶车间外，还加设了甲醇氧化车间，自己生产甲醛，生产装置的年加工能力为 1.5~2 万吨甲醛，形成从甲醇原料到胶黏剂的生产线。

近年来，随着我国人造板产量迅速增加，在上海、广东、浙江、江苏、东北、山东、河北等人造板生产集中的地区，出现了一批专业脲醛树脂胶生产厂，如吉林森工股份有限公司通化胶黏剂分公司年产 20 万吨液状脲醛胶、1 万吨粉状脲醛胶、广州长安胶黏剂制造有限公司年产 15 万吨液状脲醛胶、广州增城广和黏合剂厂年产 15 万吨液状脲醛胶、山东济宁高兴木业有限公司年产 5 万吨液状脲醛胶、山东合力化工有限公司年产 2.2 万吨液状脲醛胶、0.7 万吨粉状脲醛胶、浙江嘉善有五六家年产 1 万吨液状脲醛胶的工厂、长春天源黏合剂有限公司年产 1 万吨液状脲醛胶。同时，沿袭自产自自习惯，一些大型人造板企业往往自设年产万吨液状脲醛胶的生产车间（厂），如大亚集团自设胶厂年产 30 万吨液状脲醛胶、浙江升华云峰新材股份有限公司下属中环佳科技有限公司年产 1.2 万吨液状脲醛胶、年产 5 万立方米 MDF 的人造板企业大多下设 1 万吨液状脲醛胶生产车间（厂）。

随着商品经济的发展，我国脲醛树脂胶正在从人造板企业自产自自过渡到自产自自和专业化生产相结合，逐步增加脲醛树脂胶的商品化率。而且生产规模也变大，这样有利于降低产品单耗，发展新胶种，便于集中治理环境污染，降低生产成本。脲醛胶的生产规模增加，也使反应釜容量增大，一般年产万吨液状胶的工厂均用  $5\text{m}^3$  反应釜。广州长安胶黏剂制造有限公司已用  $16\text{m}^3$  反应釜生产脲醛胶反应平稳、控制方便，计划逐步以  $16\text{m}^3$  反应釜替换  $5\text{m}^3$  反应釜生产脲醛胶。吉林森工集团通化胶黏剂分公司有二台  $38\text{m}^3$  反