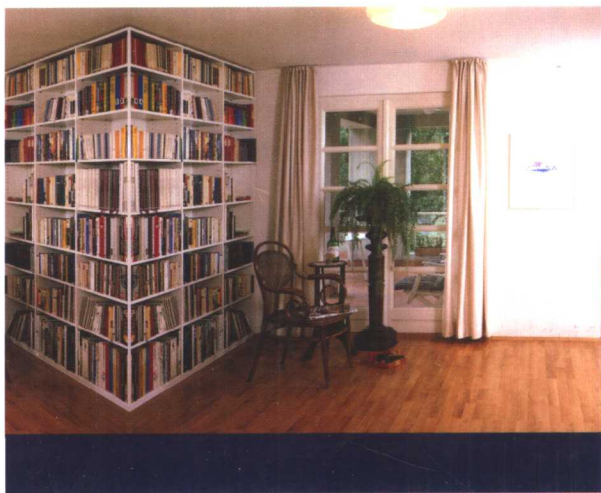


赵临五 王春鹏 编著

脲醛树脂胶黏剂

—— 制备、配方、分析与应用



Chemical Industry Press



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

脲醛树脂胶黏剂

——制备、配方、分析与应用

赵临五 王春鹏 编著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

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/赵临五, 王春鹏编著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 7
ISBN 7-5025-7465-4

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 (2005) 第 079728 号

脲醛树脂胶黏剂

——制备、配方、分析与应用

赵临五 王春鹏 编著

责任编辑: 丁尚林

文字编辑: 李·玥

责任校对: 周梦华

封面设计: 潘·峰

*

化学工业出版社 出版发行

材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京红光印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 13 $\frac{1}{4}$ 字数 358 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7465-4

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

我国人口众多，森林资源短缺。年耗木材 2.5 亿立方米，每年还耗资 30 亿美元进口木材和林产品以补不足。我国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，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。这将增大我国木材供需矛盾，同时也将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。

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，成为世界第二，而 MDF 产量为世界第一。随着人造板产量的增长和品种结构的变化，人造板胶黏剂得到迅速发展。据 2003 年我国人造板产量估算，约耗用脲醛树脂胶 360 万吨。

脲醛树脂胶由于胶合强度好，使用方便，原料丰富，成本低廉，已成为占人造板工业用合成树脂胶总量 70% 左右的主要胶种。但是，脲醛树脂胶制成的人造板存在甲醛释放量高、污染环境、有害人体健康的缺点。欧洲、美国、日本等发达国家对人造板甲醛释放量限量均有严格规定，而且逐步提高甲醛释放限量要求。研究降低脲醛胶制的人造板甲醛释放量问题，一直是各国科技工作者的研究热点。我国对人造板甲醛释放限量也逐步制订严格标准，至 GB/T 18580—2001《室内装饰装修材料 人造板及其制品中甲醛

释放限量》出台并强制执行，对人造板甲醛释放量的规定已与世界发达国家接轨。20世纪90年代，我国已有E₁级刨花板用脲醛树脂胶、E₂级MDF用脲醛树脂胶的制造和压板技术；1998年，我国已有低成本E₁级胶合板用脲醛树脂胶的生产压板技术，由于种种原因未能大力推广。GB/T 18580—2001强制性国家标准的推行，促进了低甲醛释放量人造板用脲醛树脂胶的研究的推广工作。据广东、江苏、浙江、黑龙江、四川等地统计，这些地区生产的人造板甲醛释放量大多能达到E₂级，少数出口的人造板甲醛释放量也能达到E₁级。近年来，介绍低甲醛释放量人造板用脲醛树脂胶的参考书不多见。为了满足读者需要，我们编写了本书，对脲醛树脂的反应机理、动力学、原料、配方、制备工艺、分析检验方法以及在人造板工业中的应用均做了较为详细的介绍。特别是收集了国内外近年来研究低甲醛释放量人造板用脲醛树脂胶的报道，结合我们多年的脲醛树脂研究成果，一起介绍给读者，希望能对低甲醛释放量人造板用脲醛树脂的研究和推广工作，尽一点绵薄之力。

脲醛树脂在模塑粉、纸张和纤维处理、涂料、铸造、包装材料、皮革加工、迟效性肥料等方面也有应用，本书做了简要介绍。

本书编写过程中，顾继友教授、高振忠博士、雷隆和教授等提供了有关人造板用脲醛树脂有关数据，庞久寅博士、胡全先生、陈宓女士、金立维助理研究员帮助打印，特此致谢。

由于脲醛树脂胶的生产和应用技术发展较快，作者水平有限，书中错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2005年6月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 脲醛树脂发展简史	1
1.2 人造板工业用脲醛树脂胶的现状	3
1.2.1 人造板甲醛释放限量的变迁	3
1.2.2 脲醛树脂胶生产概况	6
1.3 脲醛树脂的研究进展	8
1.3.1 脲醛树脂结构研究发展	8
1.3.2 合成脲醛树脂的经典理论和糖醛理论	16
1.3.3 脲醛树脂固化理论的进展	17
1.4 脲醛树脂的改性研究	17
1.4.1 改进耐水性能	18
1.4.2 脲醛树脂稳定性研究	18
1.4.3 耐老化性能研究	19
1.4.4 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	44

2.4	影响脲醛树脂质量的因素	51
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	54
2.4.3	反应温度和反应时间的影响	58
2.4.4	原料质量的影响	60
第3章	脲醛树脂主要原料质量指标及分析检验	69
3.1	尿素	69
3.1.1	质量指标	69
3.1.2	测定方法	70
3.2	甲醛	74
3.2.1	质量指标 (根据 GB 9009—88)	75
3.2.2	测定方法	75
3.3	甲醛-尿素预缩液	78
3.3.1	质量指标	78
3.3.2	测定方法	78
3.4	三聚氰胺	80
3.4.1	质量指标 (根据 GB 9567—88)	80
3.4.2	测定方法	81
3.5	苯酚 (石炭酸)	84
3.5.1	质量指标 (根据 GB 339—89)	84
3.5.2	测定方法	84
第4章	脲醛树脂胶生产设备	89
4.1	脲醛树脂胶生产车间	89
4.1.1	对厂房建筑的要求	89
4.1.2	对脲醛树脂车间内部设施的要求	89
4.1.3	对管道布置及颜色的要求	90
4.1.4	对供水供气的要求	91
4.1.5	对化工物料贮存的要求	91
4.2	脲醛树脂胶制胶设备	91
4.2.1	反应釜	93
4.2.2	冷凝器	97
4.2.3	真空泵	102
4.2.4	输液泵	106

4.2.5	喷雾干燥	111
4.2.6	其他设备	112
4.2.7	调胶设备	113
4.3	制胶自动化	113
第5章	脲醛树脂胶的制备	116
5.1	脲醛树脂生产工艺过程	116
5.2	液状脲醛树脂胶的生产	119
5.2.1	原材料准备	119
5.2.2	加成反应	120
5.2.3	缩聚反应	121
5.2.4	真空脱水	122
5.2.5	补加尿素进行后缩合	122
5.2.6	成品树脂的冷却与稳定	123
5.2.7	液状脲醛树脂制备实例	123
5.3	粉状脲醛树脂胶的生产	132
5.3.1	喷雾干燥工艺	133
5.3.2	惰性粒子流化床工艺	136
5.3.3	制备实例	138
5.4	制备过程中注意事项及异常现象处理	142
5.4.1	制备过程注意事项	142
5.4.2	脲醛树脂生产中异常现象及处理措施	146
5.4.3	树脂的凝胶与再生	149
5.5	脲醛树脂生产过程中的“三废”治理	152
5.5.1	废气	153
5.5.2	废水	154
第6章	改性脲醛树脂胶	157
6.1	降低人造板甲醛释放量的方法	158
6.1.1	人造板释放甲醛的来源	159
6.1.2	降低甲醛与尿素的摩尔比	161
6.1.3	严格控制脲醛树脂的合成工艺条件	164
6.1.4	使用甲醛捕集剂	166
6.1.5	控制人造板制板工艺	170
6.1.6	对人造板进行后处理	174

6.2 改进脲醛树脂的耐水性	176
6.2.1 改进脲醛树脂耐水性的方法	176
6.2.2 三聚氰胺改性脲醛树脂	177
6.2.3 聚乙烯醇改性脲醛树脂	184
6.2.4 苯酚改性脲醛树脂	188
6.2.5 异氰酸酯改性脲醛树脂	195
6.3 改进脲醛树脂的耐老化性	197
6.3.1 聚乙烯醇缩甲醛改性脲醛树脂	197
6.3.2 聚乙酸乙烯乳液改性脲醛树脂	200
6.3.3 醇类改性脲醛树脂	204
6.3.4 其他改性脲醛树脂的方法	208
6.4 降低脲醛树脂成本	212
6.4.1 面粉、淀粉增量剂	212
6.4.2 玉米蛋白增量剂	216
6.4.3 硅酸盐矿石粉增量剂	217
6.4.4 核桃壳粉增量剂	220
6.4.5 复合增量剂和木粉增量剂	221
6.4.6 W-2 耐水增强填料	224
6.4.7 纸浆废液改性剂	225
6.4.8 泡沫脲醛树脂胶黏剂	227
第7章 脲醛树脂胶的应用	231
7.1 脲醛树脂胶的使用方法	231
7.1.1 脲醛树脂的固化剂	231
7.1.2 脲醛树脂的助剂	237
7.2 脲醛树脂在胶合板生产中的应用	241
7.2.1 胶合板用脲醛树脂配方实例	243
7.2.2 胶合板用脲醛树脂胶的调制	250
7.2.3 胶合板胶压生产工艺	251
7.3 脲醛树脂在刨花板生产中的应用	255
7.3.1 刨花板用脲醛树脂配方实例	256
7.3.2 刨花板用脲醛树脂胶的调制和施胶工艺	264
7.3.3 刨花板的热压工艺	267
7.4 脲醛树脂在中密度纤维板 (MDF) 生产中的应用	269

7.4.1	MDF用脲醛树脂配方实例	270
7.4.2	MDF用脲醛树脂胶的调制和施胶	275
7.4.3	MDF的热压工艺	276
7.5	脲醛树脂在细木工板生产中的应用	277
7.5.1	细木工板用脲醛树脂的配方例	278
7.5.2	细木工板用脲醛树脂胶的调制	280
7.6	脲醛树脂在其他领域的应用	280
7.6.1	在建材工业的应用	280
7.6.2	在包装材料中的应用	294
7.6.3	在涂料工业中的应用	299
7.6.4	在胶黏剂工业中的应用	309
7.6.5	其他应用	318
第8章	脲醛树脂胶的分析检验	327
8.1	脲醛树脂化学组成的测定	327
8.1.1	羟甲基、亚甲基的测定	327
8.1.2	脲醛树脂中各种化学基团的测定	330
8.1.3	脲醛树脂摩尔比的测定	333
8.2	脲醛树脂成品分析检验方法	336
8.2.1	液状脲醛树脂的质量指标	336
8.2.2	液状脲醛树脂的分析检验	336
8.2.3	固体脲醛树脂的分析检测	361
8.2.4	脲醛树脂胶黏剂性能的测定	362
8.3	胶接制品性能的测定	365
8.3.1	胶合强度的测定	365
8.3.2	板材甲醛释放量的测定	369
附录		383
附表1	工业甲醛“密度-甲醇含量-甲醛含量”关系表	383
附表2	根据甲醛水密度的折射率查甲醛和甲醇的含量表	389
附表3	脲醛树脂折射率与固体含量对照表	394
附表4	脲醛树脂黏度对照表	394
附表5	胶黏剂黏度对应表	395
附表6	人造板用脲醛树脂生产厂家一览表(部分)	395
参考文献		403

第 1 章 绪 论

1.1 脲醛树脂发展简史

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。

脲醛树脂具有悠久的历史，早在 1844 年，B. Tollens 首次合成脲醛树脂；1884 年，Hölzer 从尿素与甲醛反应得到的缩聚产物中分离出亚甲基脲；1896 年，C. Goldschmidt 已开始进行脲醛树脂生成机理的研究；接着 Einhorn 和 Hamburger 在 1908 年分离并鉴别出脲醛加成反应生成的一羟甲基脲和二羟甲基脲等初期产物；直到 1918 年，John 发表专利，用尿素与过量工业甲醛加热反应，制成树脂状物质，并提出将所得到的黏稠溶液，用于织物浸渍和作胶黏剂等方面才激发起工业应用的兴趣。

在 1920 年至 1924 年之间，Pollak 和 Ripper 在澳大利亚，Goldschmidt 和 Neuss 在德国先后获得一系列专利，揭示出多种树脂形成过程中的控制因素。Pollak 的研究主要是研制没有纤维素填充剂的脲醛塑料粉，所研究的材料具有透明性，但非常脆、耐水性差、收缩性也大，没有实用价值。Goldschmidt 和 Neuss 则明确指出生产脲醛塑料粉的可能性。1924 年，英国 British Cyanides 有限公司着手硫脲的研究，该公司的 Rossiter 研制出几种硫脲衍生物，并得到它们与甲醛的反应产物，他得到的第一个有实用价值的成果是尿素与硫脲以相同的摩尔比与甲醛缩聚生成的化合物。1926 年，British Cyanides 有限公司首先制造出采用填充剂的脲醛塑料粉。

此后有多种尿素-脲脘-甲醛树脂塑料粉问世。

1929年，美国 Toledo Scale 公司（后来的 Plaskon 责任有限公司）引进专利，并作了许多改进，使其尺寸稳定性、强度、韧性、耐水性和耐老化性有所提高，而且可以制成任意染色的模塑制品，其产品多种多样，被应用于很多工业部门。由于原料易得、价格便宜，第二次世界大战后在美国、前苏联、日本及西欧诸国得到较大发展，广泛用于无线电路板、电器零件、餐具、玩具和日用品等方面，成为与人们日常生活密切相关的工业材料。

脲醛树脂发展初期，主要用作模塑粉，随后又广泛地应用于胶黏剂、纸张处理、纤维处理、涂料、迟效性肥料等很多方面。

1929年，德国 IG 公司的 Farbenindustrie 将尿素和甲醛的初期缩聚物，在室温下用铵盐固化，得了第一个用作木材胶黏剂的专利，最初的商品名称叫做 Kanrit Leim。第二次世界大战期间作为飞机、船舶等军用胶合板的胶黏剂，在美国、德国、日本等国得到迅速发展。其后，脲醛树脂的应用范围从胶合板逐步扩大到刨花板、细木工板、中密度纤维板（MDF）等领域，成为人造板工业用的主要胶种。目前无论在我国还是世界上，脲醛树脂胶都是人造板工业中占绝对优势的胶种。

在脲醛树脂发展初期，无论做模塑粉还是制造胶黏剂，缩聚反应都在含水介质中进行。后来 Farbenindustrie 探索了在非水溶剂（一般为醇类）中完成缩聚的影响因素，发表了一系列专利，得到的脲醛树脂作为烤漆的基料。后来 Hodgins 也研制了脲醛树脂涂料，用酸性催化剂常温也可固化，在 50~60℃ 则固化迅速。而且，脲醛树脂涂料比三聚氰胺树脂涂料的韧性好。但是高温烘烤时，易发生褪色现象，是它的不足之处。为了弥补其缺点，现在多数是与三聚氰胺树脂混合使用。

纤维加工是脲醛树脂具有重要意义的应用，用脲醛树脂处理纤维和棉纱，可以改善纺织品的抗皱性能；通过脲醛树脂与纸浆纤维结合，可以提高纸张的湿强度。

1947年，美国的 Rohner 和 Wood 提出用尿素与甲醛反应生成

亚甲基脲，作为迟效性肥料，以改善尿素施肥后流失大的缺点，获得了第一项迟效性肥料的专利。美国、日本及西欧各国先后将这种肥料用于谷类栽培试验中。

此外，脲醛树脂还可以用于皮革加工、无机纤维的黏结、铸造车间砂芯的黏结、石墨电阻和石膏增强、泡沫结构和离子交换树脂等方面，虽然用量少，却充分体现了脲醛树脂多种用途的性能。

1.2 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，脲醛树脂胶有两个主要缺点：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。这两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。

1.2.1 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 $3.6\text{mg}/\text{m}^3$ ，前苏联 $0.6\text{mg}/\text{m}^3$ 。对居室最大允许甲醛浓度

(MIK), 德国卫生部规定为 $0.12\text{mg}/\text{m}^3$ (居住室指卧室、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来源。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—85, ISO 9427—89), 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/ (mg/m^3)	穿孔值/ $(\text{mg}/100\text{g})$
E ₁	≤ 0.12	≤ 10
E ₂	$> 0.12 \sim 1.2$	$> 10 \sim 30$
E ₃	$> 1.2 \sim 1.68$	$> 30 \sim 60$

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/ (mg/L)
E ₀	≤ 0.5
E ₁	$> 0.5 \sim 1.5$
E ₂	$> 1.5 \sim 5.0$

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/ (mg/L)
FC ₀	≤ 0.5
FC ₁	$> 0.5 \sim 1.5$
FC ₂	$> 1.5 \sim 5.0$

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

甲醛释放量的规定已与世界发达国家接轨。

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 ^①	限量值	使用范围	产品标记 ^②
中密度纤维板、高密度纤维板、刨花板、定向刨花板等	穿孔法	≤9mg/100g ≤30mg/100g	可直接用于室内 必须饰面处理后 可允许用于室内	E ₁ E ₂
胶合板、装饰单板贴面胶合板、细木工板等	干燥器法	≤1.5mg/L ≤5.0mg/L	可直接用于室内 必须饰面处理后 可允许用于室内	E ₁ E ₂
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 气候箱法 (仲裁)	≤1.5mg/L ≤0.12mg/m ³	可直接用于室内	E ₁

① 仲裁时采用气候箱法，限量值≤0.12mg/m³（饰面人造板），≤0.20mg/m³（未饰面人造板）；

② E₁ 为可直接用于室内的人造板，E₂ 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 0.08mg/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 ² ·h)]	原 JIS, JAS 分类
高于限制标准	<0.005mg/(m ² ·h) F★★★★(新标准)	新规定标准, 无限制标准
甲醛释放三级标准	0.005~0.02mg/(m ² ·h) F★★★	原 JIS E ₀ 原 JAS FC ₀
甲醛释放二级标准	0.02~0.12mg/(m ² ·h) F★★	原 JIS E ₁ 原 JAS FC ₁
甲醛释放一级标准	>0.12mg/(m ² ·h) F★	原 JIS E ₂ 原 JAS FC ₂

随着越来越严厉的环保法规的推行，欧洲、美国、日本等发达国家生产的人造板的甲醛释放量基本上达到 E₁ 级，E₂ 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 E₁ 级标准才允许出口到欧洲、美国、日本等国。

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 E₂ 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 E₁ 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 E₂ 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 E₁ 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 E₁ 级 MDF、胶合板用改性脲醛胶。应当说，国内已经具备了有自主知识产权的 E₁ 级人造板用的脲醛胶的制胶压板技术，但是由于 E₁ 级脲醛胶生产的人造板比 E₂ 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 E₂ 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 E₂ 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 E₁ 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 E₂ 级，以前只有几个大型企业才能生产 E₁ 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 E₂ 级要求，E₁ 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 E₁ 级要求。

1.2.2 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，为了能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E₁级脲醛胶，E₂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1.5万~2万吨甲醛，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、吉林、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，如上海吴泾化工厂与新加坡太平洋公司