

胶黏剂生产与 应用手册

程时远 陈正国 主编



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

胶黏剂生产与应用手册

程时远 陈正国 主编

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

胶粘剂生产与应用手册/程时远, 陈正国主编. —北京: 化学工业出版社, 2003.4

ISBN 7-5025-4329-5

I. 胶… II. ①程… ②陈… III. 胶粘剂-技术手册 IV. TQ430-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 013094 号

胶黏剂生产与应用手册

程时远 陈正国 主编

责任编辑: 丁尚林

责任校对: 郑捷

封面设计: 蒋艳君

*

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)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市管庄永胜印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 39 字数 981 千字

2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4329-5/TQ·1665

定 价: 78.00 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

胶黏剂的生产及应用在国民经济建设中的作用越来越大,有关的专著及研究论文也日益增多。随着科学技术的发展,社会的进步,人们对环保、能源意识的增强,胶黏剂的新品种、新的生产工艺、新的应用技术也在迅速增加,为适应不同领域读者的需求,迅速快捷地查阅有关信息。全面、系统介绍胶黏剂近年来发展的手册式读物非常必要。

本手册较系统地介绍了胶黏剂粘接基础、各类合成树脂胶黏剂、橡胶胶黏剂、橡塑复合胶黏剂、无机及天然胶黏剂、密封胶黏剂及特种胶黏剂的设计原理、制备工艺及性能以及胶黏剂在纺织、服装、制鞋、造纸、印刷、包装、建筑装饰、木材、光电子、金属机械、车船制造、航空航天、医疗卫生行业中的应用,力求全面收集胶黏剂的基本资料数据供胶黏剂生产和应用部门的工程技术人员使用,同时为从事胶黏剂教学、科研有关的高等院校师生及科研院所研究人员参考借鉴。

本手册是应化学工业出版社之约,在湖北大学化学与材料科学学院、高分子材料湖北省重点实验室的组织和支支持下编写而成的。全书由程时远、陈正国主编,各篇章编写者为:程时远、江学良、路国红(第1章、第2章),管蓉(第3章),陈沛智(第4章),何培新(第5章、第6章),肖卫东(第7章),黄世强、王国成、肖汉文、李盛彪、孙争光、刘少波(第8章),陈正国、高庆、娄兆文(第9章),陈正国、高庆(第10章),何本桥(第11章~第13章),艾照全(第14章~第17章),高庆(附录)。

本手册在编写过程中参阅引用了许多专家、学者、工程技术人员的专著、论文及胶黏剂研制、生产、应用单位的胶黏剂生产应用说明,在各章节中已注明引用出处,因编者较多,如有疏漏敬请原作者原谅,特此说明并致谢,由于编者水平限制,错误与不妥之处,敬请同行专家、学者和读者批评指正。

编 者

2003年1月30日

内 容 提 要

本手册共分为胶黏剂基础篇、胶黏剂生产篇及胶黏剂应用等三个部分，系统地介绍了胶黏剂粘接基础，各类合成树脂胶黏剂、橡胶胶黏剂、橡塑复合胶黏剂、无机及天然胶黏剂、密封胶黏剂及特种胶黏剂的配方设计原理、制备工艺、配方举例、产品性能以及胶黏剂在纺织、服装、制鞋、造纸、印刷、包装、建筑装饰、木材、光电子、金属机械、车船制造、航空航天、医疗卫生等行业中的应用。并对胶黏剂新品种、新工艺及新应用技术进行了较为详尽的阐述。书后还附有胶黏剂标准及生产单位等7个附录以供读者查阅。

本手册力求全面收集胶黏剂的基本资料数据，内容丰富，实用性强，可供胶黏剂生产和应用部门的工程技术人员使用，同时为从事胶黏剂教学、科研有关的高等院校师生及科研院所研究人员参考借鉴。

目 录

第一篇 胶黏剂粘接基础篇

第一章 胶黏剂概论	1	2.2.5 粘接接头的设计形式	15
1.1 胶黏剂的发展简史	1	2.3 胶黏剂的组成与选择	17
1.2 胶黏剂的发展趋势	1	2.3.1 胶黏剂的组成	17
1.3 胶黏剂在国民经济中的应用	3	2.3.2 胶黏剂的选择	23
1.4 粘接技术的特点	3	2.3.3 影响粘接强度的因素	24
第二章 粘接基础	5	2.4 粘接工艺	29
2.1 粘接的基本原理	5	2.4.1 表面处理	29
2.1.1 粘接表面的浸润	5	2.4.2 配胶	32
2.1.2 粘接机理	8	2.4.3 涂胶	33
2.2 粘接接头的设计	13	2.4.4 晾置	33
2.2.1 粘接接头的形成	13	2.4.5 粘接	34
2.2.2 粘接接头的破坏类型	13	2.4.6 固化	34
2.2.3 粘接接头的受力形式	14	2.4.7 检验	35
2.2.4 粘接接头设计的原则	15	2.4.8 修整或后加工	36

第二篇 胶黏剂生产篇

第三章 热固性树脂胶黏剂	37	3.4 聚氨酯胶黏剂	50
3.1 酚醛树脂胶黏剂	37	3.4.1 聚氨酯胶黏剂的设计原理	50
3.1.1 酚醛树脂胶黏剂的设计原理	37	3.4.2 聚氨酯胶黏剂的配方及工艺	51
3.1.2 酚醛树脂胶黏剂的配方及工艺	39	3.4.3 聚氨酯胶黏剂的应用	52
3.1.3 酚醛树脂胶黏剂的应用	40	3.5 不饱和聚酯树脂胶黏剂	53
3.2 氨基树脂胶黏剂	42	3.5.1 不饱和聚酯胶黏剂的配方 设计原理	53
3.2.1 概述	42	3.5.2 不饱和聚酯树脂胶黏剂的配方及 工艺	54
3.2.2 氨基树脂的合成	42	3.5.3 不饱和聚酯树脂胶黏剂的应用	55
3.2.3 氨基树脂胶黏剂的性能	43	3.6 有机硅胶黏剂	55
3.2.4 氨基树脂胶黏剂的配方 设计原理	43	3.6.1 有机硅胶黏剂的配方设计	55
3.2.5 氨基树脂胶黏剂的配方及工艺	43	3.6.2 有机硅胶黏剂的配方及工艺	57
3.2.6 氨基树脂胶黏剂的应用	44	3.6.3 有机硅胶黏剂的应用	57
3.3 环氧树脂胶黏剂	44	3.7 热固性丙烯酸树脂胶黏剂	58
3.3.1 概述	44	3.7.1 第一代丙烯酸树脂胶黏剂	58
3.3.2 环氧树脂胶黏剂的原料	45	3.7.2 第二代丙烯酸树脂胶黏剂	59
3.3.3 环氧树脂的合成	46	3.7.3 第三代丙烯酸酯胶黏剂	60
3.3.4 环氧树脂胶黏剂的配方设计	47	3.7.4 α -氰基丙烯酸酯胶黏剂	60
3.3.5 环氧树脂胶黏剂的配方及工艺	48	3.7.5 厌氧胶黏剂	61
3.3.6 环氧树脂胶黏剂的应用	49		

3.8 其他热固性胶黏剂	62	5.1.1 酚醛-丁腈结构胶黏剂	98
3.8.1 聚酰亚胺胶黏剂	62	5.1.2 酚醛-氯丁橡胶型胶黏剂	107
3.8.2 聚苯并咪唑胶黏剂	62	5.2 增韧塑料胶黏剂	109
3.8.3 呋喃树脂胶黏剂	63	5.2.1 丁腈橡胶改性环氧树脂 胶黏剂	109
参考文献	63	5.2.2 聚硫橡胶改性环氧树脂 胶黏剂	123
第四章 橡胶胶黏剂	64	5.2.3 尼龙改性环氧胶黏剂	133
4.1 氯丁橡胶胶黏剂	64	5.2.4 改性聚醋酸乙烯胶黏剂	136
4.1.1 氯丁橡胶胶黏剂的基本组成	66	参考文献	141
4.1.2 氯丁橡胶胶黏剂的制备工艺	68	第六章 无机及天然胶黏剂	142
4.1.3 氯丁橡胶胶黏剂的配方	70	6.1 无机胶黏剂	142
4.1.4 氯丁橡胶胶黏剂的性能及应用	72	6.1.1 无机胶黏剂及其分类	142
4.1.5 氯丁橡胶胶黏剂新品种的开发	72	6.1.2 磷酸盐类胶黏剂	142
4.2 丁腈橡胶胶黏剂	73	6.1.3 硅酸盐类胶黏剂	143
4.2.1 丁腈橡胶胶黏剂的基本组成	74	6.1.4 腈腈树脂胶黏剂	146
4.2.2 溶剂型丁腈橡胶胶黏剂	75	6.2 天然胶黏剂	147
4.2.3 丁腈胶乳胶黏剂	77	6.2.1 蛋白质胶黏剂	147
4.2.4 丁腈橡胶胶黏剂的应用	77	6.2.2 碳水化合物胶黏剂	149
4.3 聚硫橡胶胶黏剂	77	6.2.3 天然树脂胶黏剂	154
4.3.1 聚硫橡胶胶黏剂的基本组成	78	参考文献	159
4.3.2 聚硫橡胶胶黏剂的配方及制备	80	第七章 密封胶黏剂	160
4.3.3 聚硫橡胶胶黏剂的特点及应用	80	7.1 密封胶黏剂及类型	160
4.4 天然橡胶胶黏剂	81	7.1.1 密封胶黏剂	160
4.4.1 天然橡胶胶黏剂的基本组成	82	7.1.2 密封胶黏剂的类型	160
4.4.2 天然橡胶改性	83	7.2 密封胶黏剂的密封机理	161
4.4.3 天然橡胶胶黏剂的配方示例	83	7.2.1 干性固着型和干性剥离型 密封胶的密封机理	161
4.4.4 天然橡胶胶黏剂的性能与应用	84	7.2.2 半干性黏弹性型和不干性粘着型 密封胶的密封机理	161
4.5 丁苯橡胶胶黏剂	84	7.3 密封胶黏剂的制备	163
4.5.1 丁苯橡胶胶黏剂的基本组成	85	7.3.1 密封胶黏剂的基本组成	163
4.5.2 丁苯橡胶胶黏剂的配方及制备	85	7.3.2 密封胶黏剂的基本制造方法	164
4.5.3 丁苯橡胶胶黏剂的特点及应用	86	7.3.3 密封胶黏剂的应用性能	164
4.6 丁基橡胶胶黏剂	86	7.4 常用密封胶黏剂	166
4.6.1 丁基橡胶胶黏剂的基本组成	87	7.4.1 液体聚硫橡胶密封胶黏剂	166
4.6.2 丁基橡胶胶黏剂改性	88	7.4.2 聚氨酯类密封胶黏剂	166
4.6.3 丁基橡胶胶黏剂的配方举例	89	7.4.3 室温硫化硅橡胶类密封 胶黏剂	167
4.6.4 丁基橡胶胶黏剂的特点及应用	89	7.4.4 环氧树脂类密封胶黏剂	168
4.7 硅橡胶胶黏剂	90	7.4.5 不饱和聚酯类密封胶黏剂	170
4.7.1 硅橡胶胶黏剂的基本组成	91	7.4.6 丙烯酸酯类密封胶黏剂	171
4.7.2 硅橡胶胶黏剂的特点及应用	93	7.4.7 丁基橡胶类密封胶黏剂	172
4.8 氟橡胶胶黏剂	93	7.4.8 氯磺化聚乙烯密封胶黏剂	172
4.8.1 氟橡胶胶黏剂的基本组成	94		
4.8.2 氟橡胶胶黏剂的特点及应用	96		
参考文献	96		
第五章 橡塑复合胶黏剂	97		
5.1 增强橡胶胶黏剂	97		

7.4.9 端羟基、端羧基液体聚丁二烯 及其共聚橡胶类密封胶黏剂	172	8.3.3 热熔胶的制备	222
7.4.10 液体丁腈橡胶类密封胶黏剂	172	8.3.4 热熔胶的配方及工艺	226
7.4.11 液体氯丁橡胶类密封胶黏剂	172	8.3.5 热熔胶的应用	227
7.4.12 液体密封垫料、密封腻子及密封 灌注材料	172	8.4 耐热胶黏剂	227
7.5 典型密封胶黏剂的配制	173	8.4.1 前言	227
7.5.1 不干性粘接型	173	8.4.2 耐热胶黏剂的合成反应	228
7.5.2 半干性黏弹型	174	8.4.3 耐热胶黏剂的主要组成和 性能	230
7.5.3 干性固着型	176	8.4.4 耐热胶黏剂的改性	232
7.5.4 干性剥离型	177	8.4.5 耐热胶黏剂的进展	233
7.5.5 丙烯酸酯类厌氧密封胶黏剂	178	8.4.6 耐热胶黏剂的配方设计	234
7.5.6 环氧树脂密封胶黏剂	179	8.4.7 耐热胶黏剂配方及工艺	235
7.5.7 液体聚硫橡胶密封胶黏剂	180	8.4.8 耐热胶黏剂的应用	236
7.5.8 硅橡胶类密封胶黏剂	181	8.5 水基型胶黏剂	237
7.5.9 聚氨酯类密封胶黏剂	182	8.5.1 概述	237
7.5.10 其他密封胶黏剂	184	8.5.2 酚醛树脂胶黏剂	237
7.6 常用密封胶黏剂及性能	185	8.5.3 氨基树脂胶黏剂	242
7.7 密封胶黏剂的选用原则	194	8.5.4 聚醋酸乙烯型胶黏剂	245
7.7.1 密封胶黏剂的选用原则	194	8.5.5 EVA乳液型胶黏剂	246
7.7.2 密封胶黏剂的涂胶工艺	195	8.5.6 聚丙烯酸酯型	249
7.7.3 密封胶黏剂的使用注意事项	196	8.5.7 聚氨酯型	250
参考文献	196	8.5.8 橡胶型乳液胶	253
第八章 特种胶黏剂	198	8.6 压敏胶黏剂	254
8.1 概论	198	8.6.1 概述	254
8.1.1 基本概念	198	8.6.2 溶液型压敏胶黏剂	258
8.1.2 应用领域	202	8.6.3 水乳型压敏胶黏剂	268
8.1.3 发展简史及趋势	209	8.6.4 热熔型压敏胶黏剂	272
8.2 厌氧胶黏剂	213	8.6.5 其他类型压敏胶黏剂	274
8.2.1 厌氧胶的主要化学反应	213	8.7 其他功能胶黏剂	276
8.2.2 厌氧胶的原料	214	8.7.1 医用胶黏剂	276
8.2.3 厌氧胶的品种及应用	217	8.7.2 导电胶、导热胶、导磁胶	280
8.3 热熔胶黏剂	221	8.7.3 水下胶黏剂	286
8.3.1 前言	221	8.7.4 光敏胶黏剂	287
8.3.2 热熔胶黏剂的类别和性能	221	8.7.5 点焊胶黏剂	289
		参考文献	289

第三篇 胶黏剂应用篇

第九章 胶黏剂在纺织、服装、 制鞋行业中的应用	291	9.1.5 静电植绒加工	305
9.1 纺织品加工	291	9.1.6 织物涂层加工	308
9.1.1 纤维和纺织品的粘接特性	291	9.1.7 服装加工	310
9.1.2 经纱上浆加工	292	9.2 制鞋	312
9.1.3 涂料印花及染色加工	296	9.2.1 鞋用胶的发展沿革及趋势	312
9.1.4 无纺织物加工	302	9.2.2 鞋用胶的种类和用途	313
		9.2.3 一般施胶方法	313

9.2.4 常见聚氨酯鞋用胶品种	314	12.2.7 集成材	369
9.2.5 其他常见鞋用胶品种	316	12.2.8 板材断面包边	369
9.2.6 几种新型鞋用胶	318	12.2.9 表面装饰性粘贴	370
参考文献	319	12.2.10 在其他方面的应用	372
第十章 胶黏剂在造纸、印刷、包装行业中的		参考文献	373
应用	320	第十三章 胶黏剂在光、电子行业中的应用	374
10.1 造纸印刷加工	320	13.1 胶黏剂在光学产品中的应用	374
10.1.1 造纸加工	320	13.1.1 光学零件粘接用胶黏剂及其	
10.1.2 印刷油墨加工	324	应用	374
10.2 包装加工	328	13.1.2 胶黏剂在光学零件加工过程中	
10.2.1 纸及塑料的粘接特性	328	的应用	377
10.2.2 纸塑覆膜加工	330	13.1.3 胶黏剂在光学产品结构和密封中	
10.2.3 复合薄膜加工	332	的应用	379
10.2.4 压敏胶黏制品加工	339	13.2 胶黏剂在电子行业中的应用	381
参考文献	342	13.2.1 在电子元件绝缘封装上的	
第十一章 胶黏剂在建筑行业中的应用	343	应用	381
11.1 建筑材料的表面处理及建筑工业用胶		13.2.2 在电子产品粘接及定位上的	
黏剂	343	应用	387
11.1.1 常用的表面处理方法	343	参考文献	392
11.1.2 建筑工业用胶黏剂的种类及		第十四章 胶黏剂在金属机械行业中的	393
性能	347	应用	393
11.2 胶黏剂在建筑工业中的应用	347	14.1 金属机械工业常用胶黏剂与	
11.2.1 应用于建材的生产	347	密封剂	394
11.2.2 在建筑施工中的应用	349	14.2 金属机械粘接中常用的修复	
11.2.3 在建筑装饰中的应用	357	方法	398
参考文献	361	14.2.1 辅助加强粘接修复法	398
第十二章 胶黏剂在木材加工工业中的		14.2.2 波浪键粘接扣合修复法	399
应用	362	14.2.3 加强块粘接扣合法	401
12.1 主要的木材加工用胶黏剂	362	14.2.4 铸件缺陷与零件损坏的填充粘接	
12.1.1 蛋白质胶黏剂	362	修复	401
12.1.2 酚醛树脂胶黏剂	362	14.2.5 镶套法	402
12.1.3 脲醛树脂胶黏剂	362	14.2.6 镶嵌塑料板法	403
12.1.4 三聚氰胺树脂胶黏剂	363	14.2.7 凸模定位修复法	404
12.1.5 环氧树脂胶黏剂	363	14.2.8 金属机械磨损的胶黏剂直接	
12.1.6 聚醋酸乙烯酯乳液胶黏剂	363	填补法	404
12.1.7 热熔胶黏剂	363	14.3 在常见机电设备生产与维修中的应用	
12.1.8 橡胶胶黏剂	363	实例	405
12.2 在木材加工业中的应用	364	14.4 在刀具、量具、模具及其他机械中的	
12.2.1 胶合板	364	应用	411
12.2.2 木质夹芯板	366	参考文献	418
12.2.3 空芯板	366	第十五章 胶黏剂在车船行业中的应用	419
12.2.4 刨花板	368	15.1 车船用胶黏剂、密封剂的选用原则及	
12.2.5 纤维板	368	常见品种	419
12.2.6 细木工板	369		

15.1.1 车船用胶黏剂、密封剂的要求	419	应用	443
15.1.2 车船常用胶黏剂、密封剂的种类概述	420	15.5.6 胶黏剂在车窗玻璃与托架粘接中的应用	443
15.2 汽车、火车车身用胶黏剂密封剂的应用部位及要求	426	15.5.7 汽车后视镜的粘接	443
15.2.1 车身焊装用胶黏剂、密封剂	426	15.5.8 标牌及装饰条装配中胶黏剂的应用	444
15.2.2 涂装线使用的密封剂	429	15.5.9 汽车装配过程中保护性压敏胶带的应用	444
15.2.3 防振隔热阻尼胶板在汽车身上的应用	432	15.5.10 胶黏剂、密封剂在模具、模型、刀具中的应用	444
15.2.4 快干型修补胶在车身制造中的应用	432	15.5.11 机车生产中铸造用胶黏剂	444
15.3 车船内饰中胶黏剂、密封剂的应用	432	15.6 胶黏剂在船舶行业中的应用	445
15.3.1 车门、行李箱盖、密封防雨条的粘接	433	15.6.1 胶黏剂在船舶中的应用部位分布	446
15.3.2 在车船顶棚、壁板、后围等内装饰件生产与装配中胶黏剂的应用	433	15.6.2 船舶用胶黏剂的类型和性能	448
15.3.3 车船内隔热毛毡、地毯的粘接	434	15.6.3 船舶用密封剂（或密封材料）的类型和性能	451
15.3.4 车门防水薄膜的粘接	435	15.6.4 船舶中粘接密封的典型应用	454
15.3.5 车窗玻璃的粘接及密封	435	参考文献	460
15.3.6 客车地板的粘接及密封	437	第十六章 胶黏剂在航空与航天行业中的应用	462
15.3.7 塑料车身件在装配中胶黏剂、密封剂的应用	437	16.1 航空、航天行业中胶黏剂与密封剂的选择	463
15.4 发动机、底盘配用胶黏剂、密封剂的要求	437	16.1.1 航空、航天飞行器生产中金属及蜂窝结构粘接用胶黏剂	469
15.4.1 概述	437	16.1.2 航空、航天用耐高低温胶黏剂与密封剂	474
15.4.2 机车发动机、底盘需要密封的部位及可选用的密封剂	438	16.1.3 航空、航天用其他非结构胶黏剂与密封剂	480
15.4.3 液态密封剂的使用	440	16.2 胶黏剂与密封剂在航空上的应用	481
15.4.4 发动机、底盘装配中涂密封剂的注意事项	441	16.2.1 铝金属蜂窝结构	482
15.5 车船其他部位胶黏剂、密封剂的应用及要求	441	16.2.2 玻璃钢零件及非金属蜂窝夹层的粘接	486
15.5.1 胶黏剂在刹车片、离合器片上的应用	441	16.2.3 非金属与铝合金金属复合蜂窝夹芯材料的粘接	488
15.5.2 浸渗堵漏剂的应用	442	16.2.4 橡胶零件的粘接	488
15.5.3 胶黏剂、密封剂在汽车车灯上的应用	443	16.2.5 钣金粘接件	489
15.5.4 胶黏剂在机车滤清器上的应用	443	16.2.6 嵌缝密封	490
15.5.5 密封剂在汽车燃油箱中的		16.3 胶黏剂与密封剂在航天上的应用	492
		16.3.1 热防护层的粘接与防热密封粘接	493
		16.3.2 蜂窝夹层结构的粘接	496
		16.3.3 超低温粘接与密封	496
		16.3.4 复合固体火箭推进剂的粘接	497

16.3.5	航天飞行器太阳能电池及电器 元件的粘接	497	17.4.3	牙科用水门汀	524
16.3.6	导热粘接与密封	499	17.4.4	义齿软衬材料与义齿基托树脂 粘接	524
16.3.7	卫星蒙皮加筋结构承力筒粘接 及其装配型架设计制造	499	17.4.5	矫正治疗中的应用	525
16.3.8	其他粘接密封技术	502	17.4.6	粘接修复治疗	525
16.4	航空、航天器粘接质量检查、控制 与维修	503	17.5	胶黏剂在医疗卫生行业其他方面的 应用	525
16.4.1	粘接质量检验与控制	504	17.5.1	胶黏剂在药贴及外科包扎中的 应用	525
16.4.2	粘接过程中的防护和安全 措施	504	17.5.2	胶黏剂在医用不干胶布中的 应用	526
16.4.3	飞机蒙皮维修粘接固化加压 工具	505	17.5.3	胶黏剂在计划生育方面的 应用	526
16.4.4	飞机复合材料夹芯结构的 粘接修补	507	17.5.4	胶黏剂在眼科手术方面的 应用	527
16.4.5	展望	508	17.5.5	胶黏剂在兽医方面的应用	527
参考文献		509	17.5.6	医用胶黏剂在整形外科的 应用	527
第十七章	胶黏剂在医疗卫生行业中的 应用	510	17.5.7	胶黏剂在耳朵医治中的应用	528
17.1	医用胶黏剂的选择原则	510	17.5.8	胶黏剂在捕鼠、捕蟑螂及苍蝇等 灭四害方面的应用	528
17.1.1	对医用胶黏剂的基本要求	510	17.5.9	胶黏剂在医疗卫生行业中的应用 展望	528
17.1.2	医用胶黏剂的种类	510	参考文献		529
17.1.3	医用胶黏剂的生物学特性	511	附录一	非法定计量单位换算系统	531
17.2	胶黏剂在外科手术中的应用	511	附录二	胶黏剂性能测试国家标准目录	532
17.2.1	粘接代替缝合	512	附录三	胶黏剂性能表	534
17.2.2	血液及其他体液渗漏的封闭	512	附录四	被粘材料选用胶黏剂参考表	535
17.2.3	管状组织的吻合	513	附录五	胶黏剂的无损检测方法	537
17.3	牙齿及牙科磨料的粘接	516	附录六	胶黏剂的快速初步鉴定	541
17.3.1	牙齿的粘接	516	附录七	全国胶黏剂产品、用途及生产 试制单位表	543
17.3.2	磨料的粘接	520			
17.4	胶黏剂在牙科其他方面的应用	523			
17.4.1	龋蚀治疗	523			
17.4.2	临时固定中的应用	524			

第一篇 胶黏剂粘接基础篇

第一章 胶黏剂概论

1.1 胶黏剂的发展简史

胶黏剂也称粘合剂，是能把两个物体粘接在一起，并且在结合处有足够强度的物质。用胶黏剂连接两个物体的连接技术称粘接技术。

粘接是一项古老而又实用的技术，它的发展经历了较长的历史。最初人们以天然产物骨胶、松脂、淀粉等作为胶黏剂，如用黏米粘城墙，用骨胶粘接弓等。我国是应用胶黏剂最早的国家之一。据文字记载和出土文物的考察证实，我国远在秦、汉时代就有粘接箭羽、泥封和建筑上应用粘接技术的记录。

在长期应用天然胶黏剂的时期，粘接技术未能得到显著的发展。胶黏剂在人类社会生活中并未占有重要地位。直到 20 世纪初，从酚醛树脂的发明开始，胶黏剂进入了一个崭新的发展时期。

20 世纪 20 年代，出现了天然橡胶加工的压敏胶，并试制成功醇酸树脂胶黏剂。30 年代，由于现代工业部门，特别是航空工业发展的需要，出现了以合成高分子材料为主要成分的新型胶黏剂。美国开始生产氯丁橡胶、聚酯酸乙烯和三聚氰胺树脂，德国开始生产丁苯橡胶、丁腈橡胶、聚异丁烯及聚氨酯，前苏联成功地研制了聚丁二烯橡胶。在此时期，橡胶型胶黏剂迅速发展。40 年代，瑞士发明了双酚 A 型环氧树脂，美国出现了有机硅树脂等。环氧树脂的问世大大地促进了合成树脂胶黏剂和热固浇注工艺的发展。50 年代，开始出现了环氧树脂胶，此胶具有强度高、种类多、适应性强的特点，成为主要的结构胶黏剂。1957 年美国 Eastman 公司发明的氰基丙烯酸酯胶黏剂，开创了瞬间粘接的新时期。在常温无溶剂的普通条件下，几秒到几十秒内就可以产生强有力的结合。此外，还出现了隔绝空气即会发生粘接的厌氧胶等。美国试制了第一代厌氧性胶黏剂。60 年代，醋酸乙烯型热熔胶、脂环族环氧树脂、聚酰亚胺、聚苯并咪唑、聚二苯醚等新型材料相继问世。70 年代以来，胶黏剂新品种的出现略有下降，但胶黏剂工业逐渐转入系列化和完善化阶段。

特别是近 20 年来，国内外胶黏剂及其技术理论发展十分惊人，可谓品种日新月异，性能指标不断推陈出新，产量逐年剧增，应用愈来愈广泛。例如，日本的三建（SANKAN）公司 20 世纪 80 年代就有 1700 余种，德国汉高（Henkel）公司超过 100 种，美国杜邦（Dupont）公司有 500 种，英国博斯帝克（Bostik）公司达 450 种，我国 1985 年达 3500 种。目前主要的胶黏剂国外有的，我国基本也有，性能也相差无几，但价格和应用上差别较大。

1.2 胶黏剂的发展趋势

从世界角度看，胶黏剂不仅品种和产量增加很快，而且其研究出现以下新的趋势。

① 改进现有品种的性能 水乳型胶黏剂和热熔型胶黏剂是当前最具发展前途的胶黏剂品种。为了改善它们的性能，以适应不同的使用要求，通常采用共聚、共混合交联的方法进行改性。通过共聚既可降低大分子链段间的规整性和结晶度，还可引入各种极性或非极性侧链及含双键的链节，从而改善共聚物的机械性能和耐老化性能。比较突出的是使共聚物内增塑，增塑的性能持久，可直接接触食品使用，不会有增塑剂迁移的影响。共混方法工艺简便，很容易获得性优、价廉的产品。交联可提高聚合物的使用温度、耐老化性和抗蠕变性等。

例如在 EVA 树脂为基料的热熔胶中，掺加乙烯-丙烯酸乙酯共聚树脂，可改善对非粘接材料的粘接性，如加入端异氰酸酯预聚物制成交联型热熔胶，可提高起始粘接力，并且具有良好的稳定性。

② 研制更新换代的新产品 如丙烯酸酯胶黏剂由于存在脆性大、强度差等缺点，于 20 世纪 70 年代用氯磺化聚乙烯、ABS、丁腈橡胶等弹性体进行改性，开发成功第二代丙烯酸酯结构胶黏剂（SGA）。在此基础上又利用氨基甲酸酯或端羧基液体丁腈橡胶改性环氧树脂，制成第二代环氧胶黏剂，提高了韧性和强度。同样用聚氨酯或弹性体改性厌氧胶的主体材料——甲基丙烯酸双酯，具有较好的韧性和抗老化性能。第三代丙烯酸酯（TGA）也早已研制出来，采用光引发粘接，即所谓紫外固化胶黏剂，这些都说明当前胶黏剂的性能向结构胶发展的趋势，以扩大应用范围。

③ 开发节能、性能优异的新胶种 1982 年美国开发了一种“需氧”胶黏剂（或称喜氧、好氧），此胶既保持了 SGA 和厌氧胶的快速固化的优点和良好性能，又弥补了两胶的不足。它具有气味小、毒性低、不燃烧、对氧不敏感、稳定及固化速度快（仅 10~60s），能对多孔性能表面和较大间隙（1.5mm 缝隙）进行粘接，对金属材料的剪切强度达 19.6~34.3MPa，但对无填料的尼龙、ABS、橡胶的粘接性不如 SGA，价格也略高，目前已应用于马达磁芯、金属外壳、木质嵌板、高尔夫球等的粘接。

热熔型压敏胶具有无溶剂且快速固化的特点。一般压敏胶都会有大量溶剂，易燃且有毒，而水剂虽然没有这些困难，但固化速度慢，不利于生产，为此，热熔型压敏胶更受到青睐。

紫外光或电子束固化型胶黏剂，一般是无溶剂树脂体系的胶液，它无环境污染，能快速固化，可降低能耗 96%，因而近年来欧美各国开发工作进展显著。

此外双组分水乳液胶黏剂通过涂胶工具进行喷雾混合而发挥出胶液的特长，短时间内具有与溶剂型胶黏剂相似的起始粘接强度，用于汽车内顶、冰箱等绝热和隔音材料上的粘接，为水基胶黏剂开创了新用途。

④ 粘接技术和粘接工艺的新发展

a. 微胶囊技术 发展单组分包装的胶黏剂，一直为人们所关注，通常采用两个途径，一是用潜伏性固化剂提高贮存期；另一是将固化剂或促进剂包封在微胶囊中，配制成稳定的单组分胶液，使用时微微加压胶囊破裂，固化剂或促进剂与主体粘接，迅速固化。

b. 改进涂胶技术 由于水基胶黏剂黏度低，应用受到限制，采用双液混喷技术，可获得满意效果。其中一液是以丙烯酸乳液为主剂，另一液是能使乳液产生凝聚的有机金属盐溶液。涂布时采用双头喷雾枪，在空中混合，涂布于被粘接物表面，很快凝聚，产生初粘力，达到与溶剂型相似的效果。此技术目前用于汽车顶板、水箱、冷隔热层的粘接。

目前有些国家正在本着节能、快速固化、无公害的原则，大力采用紫外线或电子束固化

新工艺。由于紫外线能量低，穿透力差，故要求被粘物要具有透光性，并加光引发剂吸收紫外线，形成激发态分子或活性自由基，从而导致不饱和高聚物进行接枝、交联等反应，达到固化目的。

1.3 胶黏剂在国民经济中的应用

自从 1909 年发明了工业酚醛树脂——第一个合成胶黏剂用的基料，结束了胶黏剂只能以天然物质为原料的历史，开创了胶黏剂工业化生产的新时期。近年来，由于轻质、高强度工程塑料的出现和应用，以及节约人力、能源、原材料，提高制品质量和加工效率的迫切要求，以粘接技术代替机械连接的组装、加工方法已为发达国家的人们广泛接受，并日益普及，在美国几乎人人、处处、件件物品均涉及到胶黏剂。从 1965 年至 1985 年 6 月，世界胶黏剂和密封市场销售额几乎增至三倍，总额达到 110 亿美元，至 1997 年已增至 249 亿美元。

目前，全世界胶黏剂总产量大约为 1000 万吨，5000 多个品种，并以每年约 30 万吨的速度继续增长，技术先进的国家胶黏剂人均年消耗量超过 5kg，而工业不发达的国家人均年消耗量只有 0.1~0.2kg。

我国的胶黏剂真正进入有规模的生产是从 1958 年开始的，20 世纪 70 年代一批中小专业厂相继建立投产，一批新型胶种被研制出来，到 80 年代胶黏剂发展形成了第一个高潮，进入 90 年代，我国胶黏剂工业有了突飞猛进的发展。1993 年 84 万吨，1996 年 133 万吨，2000 年达到 200 万吨，产值达 100 亿元。目前从事胶黏剂工作的单位约 1200 家，并具有约 300 万吨的年生产能力。

随着经济和科学技术的发展，胶黏剂的需求量将越来越大，工业、农业、交通、医疗、国防和人民日常生活各个领域都有胶黏剂的存在，在国民经济中将发挥愈来愈大的作用。其最大的市场为建筑，占将近 50%；其次为纸制品及包装、制鞋、木材加工、纺织、胶黏带和标签。

由于科学技术迅速发展，对胶黏剂性能指标提出一些更高要求，如良好的导电性、耐碱性、优良的光学性能、真空密封性能、应变传递性能以及对生物体组织有较佳的适应性等。特种胶黏剂就是具有上述某种性能的一类胶黏剂，如真空胶黏剂、应变胶黏剂、导电胶黏剂、光学胶黏剂、耐酸碱胶黏剂和医学胶黏剂等。

特种胶黏剂经常按配方加以制造，以满足各种特殊需要，这类应用包括包装、非刚性粘接、刚性粘接、建筑、胶带和标签以及运输。

据咨询性质的商务通信公司最近的《特种粘合剂》报告，1995 年特种胶黏剂市场总值为 34.7 亿英镑，2000 年达到 42.5 亿英镑。

1.4 粘接技术的特点

粘接技术是一种新颖的连接方法，与铆接、焊接、螺接等传统连接方法相比，具有独特的优点。

① 适用范围广，可以连接多种多样的弹性模量和厚度不同的材料，尤其是薄片材料，这是铆、焊、螺等连接方法所无法相比的。

② 延长结构寿命。由于粘接面大，接头处应力分布均匀，因此粘接件不会像点焊或螺接、铆接那样存在应力集中问题。粘接的多层板结构能够避免裂纹的迅速扩展。直升飞机旋翼由于改成粘接结构，使用寿命可以从 500~600h 提高到 1500h，甚至超过 6000h，一般粘

接的反复剪切疲劳强度破坏为 4×10^6 次，而铆接只有 3×10^5 次，疲劳寿命要高出近 10 倍，粘接薄板，其耐震性要比铆接与螺接高 40%~60%。

③ 制造成本低，粘接件质量轻。复杂的结构部件，采用粘接一次可完成，而铆接、焊接需要多道工序，并且焊接后，会产生变形，必须校正和精加工，增加了不必要的重复劳动。由于省去大量的铆钉、螺栓，故没有焊缝，不会起皱，表面光洁，外形美观。采用粘接可使飞机质量减轻 20%~25%，成本下降 30%~35%。

④ 粘接具有良好密封性能，可完全堵住三漏（漏气、漏水、漏油），有较好的耐水、耐介质、耐腐蚀性能和绝缘性能，这是铆接或螺接所不能做到的。

⑤ 粘接工艺，设备要求比较简单，操作容易，利于自动化生产，生产效率高，如在机械工业中每采用 1t 胶黏剂可节省 5000~10000 个人工。

⑥ 选用特种胶黏剂，可赋予粘接缝以各种特殊性能，如快速固化特性、耐湿性、绝缘性、导电性、导磁性等。

但是粘接技术并不是十全十美的，还存在以下应注意的问题。

① 与高强度的被粘物（如金属）相比，粘接强度不够高，容易在接头边缘首先破坏。

② 粘接结构与其他材料（尤其是高分子材料）一样，在使用或存放过程中由于受环境中水、热、光、氧等因素的作用，对粘接结构的耐久性有很大影响，导致性能逐渐下降，以致破坏，这就是粘接结构的老化，同时其耐高温、低温作用的性能有限。一般胶黏剂仅能在 150℃ 以下使用，即便是耐高温胶黏剂，长期工作温度也只能在 250℃ 以下，且在受热情况下，粘接机械强度远低于常温下的机械强度。

③ 某些胶黏剂易燃，有毒。

④ 迄今还缺乏准确度和可靠性都较好的无损检验粘接质量的方法。目前，无损检测技术对于胶层中的孔洞、缺胶和微孔等缺陷基本上能可靠地检测出来。但对胶黏剂内聚强度、接头界面粘附强度尚无可行的检测手段。而无孔洞缺胶等宏观缺陷的粘接接头的强度，离散性高达 300%。因此，对粘接接头强度的定量检测和评估就成为当前无损检测的主攻方向。从粘接无损检测技术方法来看，目前研究的重点主要集中在超声波、声、应力波等技术上。

第二章 粘 接 基 础

2.1 粘接的基本原理

2.1.1 粘接表面的浸润

粘接就其实质来说是一种界面现象，粘接过程是界面物理和化学发生变化的过程，因此从表面物理与化学角度来讨论粘接是很有意义的。

胶黏剂与被粘物之间形成浸润状态，是粘接接头具有良好粘接性能的先决条件，浸润得好，被粘物和胶黏剂分子之间紧密接触而发生吸附，则粘接界面形成了巨大分子间作用力，同时排除了粘接体表面吸附的气体，减少了粘接界面的空隙率，提高了粘接强度。为了研究的方便，我们用液体-固体系来讨论胶黏剂-被粘物体系。

(1) 浸润的热力学问题

① 浸润 液滴在固体表面上的状况及浸润可由图 2-1 所示，图中相接触处的张力分别以 γ_{LV} 、 γ_{SL} 和 γ_{SV} 表示，代表液/气接触、固/液接触和固/气接触，在平衡状态下这些张力与平衡状态接触角 θ 的关系可以用 Young 氏方程表示：

$$\gamma_{SV} = \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \cos \theta \quad (2-1)$$

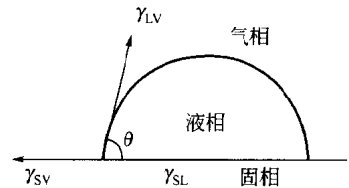


图 2-1 液滴在固体表面的情况

γ_{SV} 表示固体物质的表面自由能，它是由固体对液体的蒸气吸附而产生的。在数值上，它可能比固体在真空里的表面自由能 γ_S 小得多。这一减少值被定义为平衡扩展压 Π_S ，它表示固体表面覆盖一层服从理想气体定律的蒸气后，其表面自由能的减少为：

$$\Pi_S = \gamma_S - \gamma_{SV} = RT \int_0^{P_0} \Gamma d(\ln P) \quad (2-2)$$

式中， P 为蒸气压； P_0 为平衡蒸气压； R 为气体常数； T 为绝对温度； Γ 为被吸附蒸气的表面浓度。以真空下固体的表面自由能表示时，Young 氏方程则改写为：

$$\gamma_S = \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \cos \theta + \Pi_S \quad (2-3)$$

当 $\theta > 0^\circ$ 时，液体不能在固体表面扩展，而当 $\theta = 0^\circ$ ，液体对固体完全浸润，且自发地扩展到表面上。其扩展速率取决于多种因素，例如液体的黏度和固体表面的粗糙度。由以上的理论分析可知，要能产生自发浸润，必须满足

$$\gamma_{SV} \geq \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \quad (2-4)$$

$$\gamma_S \geq \gamma_{SL} + \gamma_{LV} + \Pi_S \quad (2-5)$$

② 表面张力和表面自由能 表面张力是分子间力的直接表现，表面张力产生是由于物体主体对表面层吸引的结果，这一吸引力使得表面区域的分子数减少，从而导致分子间的距离增大。增大分子间的距离则需作功，而要使得体系恢复为正常状态就需要恢复功作用于体系上，因而产生了表面张力，也有了表面自由能。

为了研究粘接体系的浸润性，必须测定液体及固体的表面张力（表面自由能）。液体的表面张力可用一般的物理化学方法直接测定。但固体的表面自由能不能直接测定，需要采用

特别的间接方法测算，下面介绍几种实验测定方法。

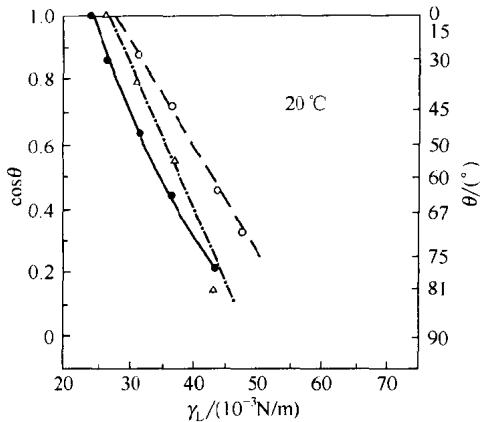


图 2-2 高聚物浸润临界表面的张力

○—乙烯-丙烯共聚物 $\gamma_c = 28 \times 10^{-3} \text{ N/m}$
△—异丁烯-异戊间二烯共聚物 $\gamma_c = 27 \times 10^{-3} \text{ N/m}$
●—无规聚(4-甲基-1-戊烯) $\gamma_c = 25 \times 10^{-3} \text{ N/m}$

γ_c^A 代表用非极性液体得到的， γ_c^B 代表用极性液体得到的， γ_c^C 代表用有氢键液体得到的浸润临界表面张力，结果列于表 2-1。

表 2-1 聚氟代乙烯的 $\gamma_c (\times 10^{-3} \text{ N/m})$

聚合物名称	γ_c^A	γ_c^B	γ_c^C	$\gamma_c(\text{Zisman})$
聚四氟乙烯	19.3	21.4	14.3	18.5
聚三氟乙烯	22.2	26.4	29.0	22.0
聚偏二氟乙烯	26.0	39.1	40.0	25.0
聚氟乙烯		43.4	44.2	28.0
聚乙烯		38.3	30.9	31.0

b. 利用高聚物液体或熔体的表面张力与温度关系外推求得固体表面张力 该方法是利用滴型等方法测定不同温度下高聚物液体或熔体的表面张力，外推到 20°C 时的表面张力，称为该高聚物固体的表面张力。但此方法外推时得考虑相变过程对表面张力的影响，而二级相变的玻璃化转变则不受影响，可以不予考虑。图 2-3 为线型聚乙烯 (L-PE)、聚二甲基硅氧烷 (PDMS)、聚异丁烯 (PIB) 的表面张力与温度的关系，外推到 20°C，得到 L-PE 的表面张力为 $35.7 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ ，PIB 的表面张力为 $34.0 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ ，PDMS 的表面张力为 $19.8 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ 。

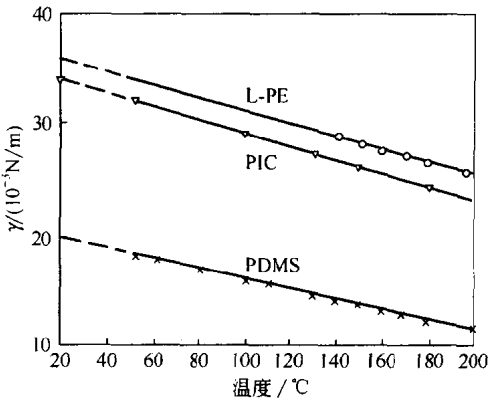


图 2-3 表面张力与温度的关系

c. 状态方程测求法 Wu 将 Young 方程和 Good 方程结合在一起，得到如下关系式：