

实用胶黏剂制备与应用丛书

电子电器用 胶黏剂

肖卫东 何培新 张刚升 曹杰 编



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

实用胶黏剂制备与应用丛书

电子电器用胶黏剂

肖卫东 何培新 张刚升 曹 杰 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

电子电器用胶黏剂/肖卫东等编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 3

(实用胶黏剂制备与应用丛书)

ISBN 7-5025-5265-0

I. 电… II. 肖… III. 日用电气器具-胶黏剂
IV. TQ 437

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 C19016 号

实用胶黏剂制备与应用丛书

电子电器用胶黏剂

肖卫东 何培新 张刚升 曹杰 编

责任编辑: 丁尚林

文字编辑: 赵媛媛

责任校对: 陈静

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

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市海波装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 13 $\frac{3}{4}$ 字数 366 千字

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5265-0/TQ·1935

定 价: 30.00 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

出版者的话

随着经济和科学的发展,胶黏剂在建筑、包装、汽车、船舶、木材、石化、冶金、机械、制鞋、纺织、医疗、航空航天和人们日常生活中得到广泛应用,几乎任何人、任何物品均涉及到胶黏剂,其发挥的作用和产生的经济效益也越来越显著。

我国胶黏剂行业起步于20世纪50年代,进入20世纪90年代后,胶黏剂行业取得了突飞猛进的发展,胶黏剂已成为一类重要的精细化工产品,预计到2005年中国合成胶黏剂消费量将达到265万吨,年均增长率将继续保持在8%~10%。

由于胶黏剂在国民经济建设中具有重要的意义,有关胶黏剂的理论、制备技术及应用技术等备受人们关注。随着科学发展的日新月异及整个社会环保意识的日益增强,各种新产品与新技术层出不穷。如何制备适应社会发展和经济建设需要且环境友好的胶黏剂,如何选择对所用基材、工艺更为适用的胶黏剂,以及各种胶黏剂的研究现状、发展前景、制备方法、配方实例、应用技术等都是行业内广大读者十分希望了解的。

为了满足读者的需求,推动胶黏剂行业的进一步发展,我社在经过广泛调研与反复分析的基础上,将胶黏剂产品按用途、组成及性能等进行分类,组织国内相关专家编写了《实用胶黏剂制备与应用丛书》,本丛书计划分批出版。

已出版的10本包括:《胶黏剂基础与配方设计》、《胶黏剂选用与黏接技术》、《建筑用胶黏剂》、《木材用胶黏剂》、《密封胶黏剂》、《制鞋与纺织品用胶黏剂》、《水基胶黏剂》、《热熔胶黏剂》、《压敏胶黏剂》、《特种胶黏剂》。

丛书第一批出版后,以其实用性与先进性受到读者的一致欢迎与好评。在此基础上推出的丛书第二批将保持原有特点,并更加注

重胶黏剂的生产技术与配方举例，共包括如下 10 个分册：

《电子电器用胶黏剂》

《包装用胶黏剂》

《无机胶黏剂》

《淀粉胶黏剂》

《天然胶黏剂》

《环氧树脂胶黏剂》

《厌氧胶黏剂》

《乳液胶黏剂》

《功能胶黏剂》

《环保胶黏剂》

以上各分册将于 2004 年年初全部出版。

我们真诚地希望本丛书的出版能对我国胶黏剂生产和应用部门的工程技术人员、管理人员及大专院校相关专业的师生有所帮助。

化学工业出版社

2003 年 5 月

前 言

电子电器元器件的防潮保护、绝缘密封、连接组装及导电、导磁等特殊性能的实施，无一不用胶黏剂。尤其微电子工业的迅速发展带来的电子元器件小型化、超薄化、高性能化、高可靠性和低成本化使电子电器工业对胶黏剂的依赖性大大加强，同时对新用胶黏剂的性能要求更高。为此，要求有更多性能优异、使用方便、应用广泛的电子电器用胶黏剂投入使用。为使广大电子电器研究、生产、应用的工作人员及管理人员获得电子电器用胶黏剂的有关知识，本书较系统地介绍了常用的电子电器用胶黏剂的性能要求、制备原理、生产和应用方法以及一些可供使用者参考的工艺方法和基本配方（如未标明计量单位的一般以质量份表示），希望为我国电子电器胶黏剂及电子电器工业的发展略尽微力。

本书编写过程中参阅了许多专家、教授、科技人员的专著、论文和内部资料，在此向各位同仁表示诚挚的谢意和歉意。由于知识面欠广，水平有限，书中错误疏漏之处在所难免，恳请广大同仁和读者批评指正。

肖卫东

2003年12月于湖北大学

内 容 提 要

本书共分7章,包括概论、电子电器用胶黏剂的基本原料、电子电器用胶黏剂的粘接与固化原理、电子电器用胶黏剂、电子电器用胶黏剂的应用、电子电器用胶黏剂的应用方法和电子电器用胶黏剂的性能测试。重点介绍了电子电器用胶黏剂的制备原理、制备和应用方法及性能测试,还列有制胶粘料的基本性能、国内常用的胶种及有关标准。

本书内容较全面、简明扼要、实用性强,可供电子电器领域里的广大科研、生产、应用和管理人员参考,也可作为大专院校师生的教学参考用书。

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 电子电器用胶黏剂	1
1.2 电子电器用胶黏剂的分类	2
1.3 电子电器用胶黏剂的基本性能	3
1.3.1 绝缘胶黏剂的介电性能	3
1.3.2 电子电器用胶黏剂的热性能	14
1.3.3 电子电器用胶黏剂的耐湿性能	20
1.3.4 电子电器用胶黏剂的耐环境性能	23
1.3.5 电子电器用胶黏剂的耐燃性能	26
1.4 电子电器用胶黏剂的发展情况	27
第 2 章 电子电器用胶黏剂的基本原料	30
2.1 电子电器用胶黏剂的粘料	30
2.1.1 合成树脂	30
2.1.2 合成橡胶	35
2.1.3 天然高分子化合物	38
2.1.4 无机物	39
2.1.5 低分子化合物	39
2.2 配合剂	39
2.2.1 变定剂	39
2.2.2 填充剂	41
2.2.3 溶剂	47
2.2.4 增塑剂	50
2.2.5 增韧剂	52
2.2.6 偶联剂	54
2.2.7 其他物质	58
第 3 章 电子电器用胶黏剂的粘接与固化原理	61
3.1 电子电器用胶黏剂的粘接原理	61

3.1.1	粘接件间的作用力	61
3.1.2	粘接过程的界面化学	63
3.1.3	粘接现象的理论解释	65
3.2	胶黏剂的固化	68
3.2.1	热熔胶的固化	68
3.2.2	溶液型胶黏剂的固化	69
3.2.3	乳液型胶黏剂的固化	69
3.2.4	增塑糊型胶黏剂的固化	69
3.2.5	反应型胶黏剂的固化	70
3.3	粘接强度及其影响因素	71
3.3.1	胶黏剂粘料的物理力学性能	71
3.3.2	胶黏剂粘料的化学结构与粘接强度	73
3.3.3	胶黏剂的物理结构与粘接强度	78
3.3.4	影响粘接强度的物理因素	79
第4章	电子电器用胶黏剂	83
4.1	环氧树脂类胶黏剂	83
4.1.1	环氧树脂类胶黏剂的原料	83
4.1.2	电子电器用环氧树脂胶黏剂的制备	101
4.1.3	常用电子电器用环氧树脂胶黏剂	103
4.2	酚醛树脂类胶黏剂	111
4.2.1	制备酚醛树脂的原料	111
4.2.2	酚醛树脂的制备	112
4.2.3	酚醛树脂的固化	119
4.2.4	酚醛树脂胶黏剂的配制与性能	120
4.3	聚氨酯类胶黏剂	122
4.3.1	聚氨酯类胶黏剂的主要原料	122
4.3.2	异氰酸酯基的化学反应	125
4.3.3	聚氨酯胶黏剂的制备	127
4.3.4	聚氨酯胶黏剂的配制与性能	131
4.4	有机硅胶黏剂	132
4.4.1	有机硅胶黏剂的主要原料	132
4.4.2	有机硅胶黏剂的制备	136
4.4.3	电子电器用有机硅胶黏剂	144

4.5	反应型丙烯酸酯类胶黏剂	150
4.5.1	反应型丙烯酸酯类胶黏剂的原材料	150
4.5.2	反应型丙烯酸酯类胶黏剂的制备	153
4.5.3	反应型丙烯酸酯类胶黏剂的配制与性能	156
4.6	不饱和聚酯类胶黏剂	156
4.6.1	不饱和聚酯类胶黏剂的原材料	156
4.6.2	不饱和聚酯类胶黏剂的配制与应用	160
4.7	电子电器用杂环高分子胶黏剂	161
4.7.1	常用杂环高分子类电子电器用胶黏剂	161
4.7.2	聚酰亚胺类电子电器用胶黏剂	163
4.7.3	杂环高分子胶黏剂的制备	170
4.7.4	常用聚酰亚胺胶黏剂的配制	172
4.8	电子电器用热熔胶	174
4.8.1	热熔胶的分类	174
4.8.2	热熔胶的组成	175
4.8.3	几种常用的热熔胶	176
4.8.4	热熔胶的施工	182
4.9	电子电器用压敏胶黏剂	183
4.9.1	压敏胶黏剂的分类	183
4.9.2	压敏胶黏剂的组成	183
4.9.3	常用的压敏胶黏剂	184
4.9.4	压敏胶黏带的构成	185
4.9.5	压敏胶黏剂的黏附特性	186
4.9.6	压敏胶黏带的制备工艺	187
4.9.7	压敏胶在电子电器上的应用	187
4.9.8	电子电器用压敏胶的配制	189
4.10	其他胶黏剂	191
4.10.1	无机胶黏剂	191
4.10.2	天然聚合物胶黏剂	195
4.10.3	聚丁二烯胶黏剂	197
4.10.4	丁基橡胶类胶黏剂	198
第5章	电子电器用胶黏剂的应用	200
5.1	密封胶及绝缘密封	200

5.1.1	电子电器绝缘密封的类型	200
5.1.2	影响电子电器绝缘密封的主要因素	201
5.1.3	环氧树脂绝缘密封胶的应用	204
5.1.4	其他绝缘密封胶及其应用	257
5.2	电子电器组装中的一般粘接	260
5.2.1	电子电器组装粘接用胶黏剂	260
5.2.2	电子制品的组装粘接	266
5.3	导电胶及导电粘接	271
5.3.1	导电胶的种类	271
5.3.2	导电胶的组成	272
5.3.3	导电胶的导电机理	275
5.3.4	导电胶的性质	280
5.3.5	导电胶的应用	289
5.4	磁记录材料及导磁粘接	298
5.4.1	磁记录胶黏剂的组成	298
5.4.2	磁记录胶黏剂的制备	302
5.4.3	磁记录材料的制备	304
5.4.4	导磁与导热胶黏剂及其粘接	307
5.5	应变胶及应变片的制造和粘接	308
5.5.1	应变片及应变测量技术	308
5.5.2	应变胶黏剂	310
5.5.3	应变胶的应用	313
5.6	光刻胶黏剂及光致抗蚀作用	317
5.6.1	光刻胶	317
5.6.2	光刻工艺过程	318
5.6.3	光刻原理	321
5.6.4	影响光刻胶感光度的主要因素	325
5.6.5	电子工业中常用的光刻胶	327
第6章	电子电器用胶黏剂的应用方法	335
6.1	胶黏剂的选择	335
6.1.1	按胶黏剂的性能选择	335
6.1.2	按被粘物的性能选择	337
6.2	待粘面的表面处理	340

6.2.1	表面清洗	341
6.2.2	机械处理	343
6.2.3	金属表面的化学处理	344
6.2.4	非金属材料的表面处理	348
6.3	胶黏剂的涂敷	351
6.4	粘接与固化	353
6.4.1	晾置	353
6.4.2	粘接	353
6.4.3	固化	354
6.5	胶黏剂的拆除	356
6.6	安全知识	357
6.6.1	胶黏剂的毒性	357
6.6.2	中毒途径及防护	358
第7章	电子电器用胶黏剂的性能测试	361
7.1	物理化学性能测定	361
7.1.1	外观	361
7.1.2	相对密度	361
7.1.3	黏度	362
7.1.4	针入度	362
7.1.5	不挥发物含量	363
7.1.6	酸值	363
7.1.7	适用期	364
7.1.8	固化速度	364
7.1.9	流动性	365
7.1.10	灰分	365
7.1.11	耐介质性	366
7.1.12	耐热性	366
7.1.13	电性能	368
7.1.14	胶黏剂的使用寿命	372
7.2	力学性能测定	372
7.2.1	剪切强度	372
7.2.2	拉伸强度	373
7.2.3	剥离强度	374

7.2.4	冲击强度	375
7.2.5	持久强度	376
7.2.6	疲劳强度	377
7.2.7	扯断强度	378
7.2.8	撕裂强度	379
7.3	老化试验	380
7.3.1	大气老化	380
7.3.2	大气加速老化	380
7.3.3	人工模拟气候加速老化	381
7.3.4	盐雾试验	381
7.3.5	湿热老化	382
7.4	粘接质量的无损检验	382
7.4.1	声学检测法	383
7.4.2	光学检测法	386
7.4.3	热学检测法	388
7.5	鉴别方法	389
7.5.1	燃烧试验法	389
7.5.2	溶解试验法	391
7.5.3	红外光谱鉴别法	392
7.5.4	特征元素检定	392
7.5.5	胶黏剂粘料的热分解试验	395
附录 1	电子电器用胶黏剂常用塑料的基本性能	397
附录 2	常用弹性体的电性能与使用温度	406
附录 3	国内常用电子电器用胶黏剂	407
附录 4	国内有关电子电器用胶黏剂的标准	416
参考文献		420

第 1 章 概 论

1.1 电子电器用胶黏剂

电子电器用胶黏剂是一个独特的胶种，它已应用于电子电器工业的各个领域。从雷达、计算机、通讯仪器等电子仪器到电视机、收录机、洗衣机、电风扇等家用电器，从晶体管、集成电路、印刷线路板等半导体器件到各种规格电机的制造，都不同程度地使用胶黏剂，尤其是对异型、微型、薄型或大面积的构件连接，粘接工艺几乎是其他连接方法所不能代替的。胶黏剂在一个电器上的用量小至微克，大至上吨，可用温度范围为 $-250\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，除少数做临时粘接的胶种外，其使用寿命要很长，不能影响电子电器元器件的正常使用。采用胶黏剂来连接材料具有耗能小、作用大、效益高和传递应力均匀的特点，特别适合于电子器件向微型化、轻量化、高效密集化方向发展的需要，表 1-1 为电子电器用胶黏剂的应用情况。

表 1-1 胶黏剂在电子电器中的应用

用 途	对胶黏剂性能的要求	胶黏剂主要成分	注 意 事 项
小型线圈成型 固定	急速固化	聚乙烯醇缩丁醛、缩 甲醛等热塑性树脂	对铜线的漆包膜层 不溶胀
发电机或马达 转子电线的特殊 成型	在高温下强度高，耐 振动，热稳定性好	环氧树脂、聚酯、酚 醛树脂	对铜线漆包膜无作 用，铜线相互间良好地 固定粘合
定子芯的粘合	能粘合组装成型，粘 合层薄	环氧树脂、橡胶、酚 醛树脂	粘合固化收缩低
电气用层压板	高绝缘，耐漏电性 良好	环氧树脂、聚酯、聚 氨酯	黏层压板延伸、加工 性好，胶层低模量
高频电机	能长久保持介电损 耗小，优良的电性能	非极性粘合型	特定场合可用高交 联度极性胶黏剂

续表

用 途	对胶黏剂性能的要求	胶黏剂主要成分	注 意 事 项
马达密封	不产生气体,不受冷却介质影响,对冷却介质无污染	高交联及热固性树脂	完全固化,保持密封与耐化学腐蚀性
电容器	形成均匀的粘合薄层	极性粘合型	挥发物少,能适用于机械涂布操作
变压器	吸湿性小,不受浸渍剂影响,也不影响浸渍剂	缩聚型树脂,酚醛改性环氧树脂、有机硅改性环氧树脂	对调压式变压器电气特性尤为重要
电器开关接触部件	不致形成由放电形成的碳化短路,即具有耐触导性	三聚氰胺、环氧树脂	当部件有离子型不纯物混入时,胶层有高耐触导性
超短波电器	可透过超短的电波	非极性粘合型	要求吸湿性低
原子反应堆电器	耐放射线辐照	有机硅、酚醛树脂、环氧树脂、聚苯乙烯、聚酯	具有较优良耐放射线辐射性能
高电压绝缘	长时期高温下使用	聚酯、环氧树脂	粘接层间无气孔与空隙
电子管	不产生气体,高温下能保持粘合成型	聚酯、环氧树脂	特定场合下,有良好的密封性,透气性极低
印刷电路	在湿度与温度循环变化下,具有良好的电性能与机械性能	环氧树脂	对铜薄板无化学作用,无侵蚀性
耐热性粘合	在 150~250℃ 有一定的强度	有机硅、环氧树脂、聚酯、聚酰亚胺等	希望高温下有适当的延伸率
导电粘合	有一定的导电性及黏合性	树脂胶黏剂中加银等金属	

1.2 电子电器用胶黏剂的分类

电子电器用胶黏剂可按不同方式进行分类,按化学成分可分为环氧树脂胶、酚醛树脂胶、有机硅胶、聚酯胶、聚氨酯胶、聚酰胺胶、聚酰亚胺胶、聚丙烯酸酯胶、沥青、虫胶等。

按电气性能可分为绝缘胶、导电胶、密封胶、导磁胶、导热胶、光刻胶、应变胶、防潮胶等。

按使用领域可分为电机胶、变压器胶、层压板胶、芯片胶、覆

铜板胶等。

按使用方法可分为浸渍胶、灌封胶、浇注胶、粘贴胶、涂层胶、热熔胶、压敏胶等。

1.3 电子电器用胶黏剂的基本性能

1.3.1 绝缘胶黏剂的介电性能

电子电器制造中所用的绝缘密封胶黏剂要求有很高的绝缘性能，构成这种胶黏剂的材料（尤其是黏料）必须是电介质（与绝缘材料同义，多用于学术方面，绝缘材料多用于工程技术方面），高聚物的介电性能是高分子电介质最基本的性能，它主要包括电阻、电导、介电常数、极化强度、介电损耗、击穿电压等内容，表 1-2 与表 1-3 为一些聚合物的介电性能。

表 1-2 常用聚合物的介电性能

聚合物名称	$\rho/\Omega \cdot m$	ϵ	$\tan\delta$	$E_b/\mu V \cdot m^{-1}$
低密度聚乙烯	$>10^{14}$	2.3	0.0004	18~28
高密度聚乙烯	$>10^{14}$	2.4	0.0004	18~20
聚丙烯	$>10^{14}$	2.2	0.0002~0.0003	30~35
聚苯乙烯	$10^{14} \sim 10^{15}$	2.4~2.7	0.0001~0.0003	20~28
聚氯乙烯(电缆用、绝缘级)	$10^{11} \sim 10^{12}$	5.0~6.0	0.05~0.15	>20
聚四氟乙烯	$>10^{15}$	2.0	<0.0002	>19
聚全氟乙丙烯	$>10^{15}$	2.1	<0.0003	20~24
ABS(高抗冲型)	$>10^{14}$	2.4~5.0	0.003~0.02	13~18
聚甲基丙烯酸甲酯	$>10^{13}$	3.0~3.7	0.02~0.06	18~22
尼龙 1010	$>10^{12}$	2.5~3.6	0.02~0.03	15~24
聚碳酸酯	$>10^{13}$	3.0	0.006~0.007	17~22
聚砜	$>10^{14}$	2.9~3.1	0.001~0.006	16~20
聚苯醚	$10^{13} \sim 10^{15}$	2.58	0.00035~0.001	16~21
酚醛塑料 4010	$10^8 \sim 10^{11}$			10~15
天然橡胶	$10^{13} \sim 10^{14}$	2.3~3.0 ^①	0.0023~0.003 ^①	>20
丁苯橡胶	10^{13}	2.9 ^①	0.0032 ^①	>20
三元乙丙橡胶	$10^{13} \sim 10^{14}$	3.0~3.5 ^①	0.004	30~40
丁基橡胶	$10^{14} \sim 10^{15}$	2.1~2.4 ^①	0.003 ^①	25~30
氯丁橡胶	$10^8 \sim 10^9$	7.5~9.0 ^①	0.03 ^①	10~20
丁腈橡胶	10^8	13.0 ^①	0.055 ^①	15~20
硅橡胶	$10^9 \sim 10^{11}$	3.0~3.5 ^①	0.001~0.01 ^①	20~30

① 为 10^3 Hz 时的测定值，未注明者为 50 Hz 时的测定值。

表 1-3 某些聚合物的介电性能

树 脂	体积电阻率 (相对湿度 50%, 20℃) / $\Omega \cdot \text{cm}$	介电强度/ $\text{kV} \cdot \text{mm}^{-1}$	介电常数 ^①	介电损耗角正切 ^②
脲醛树脂	$10^{12} \sim 10^{13}$	10~12	7.0~7.5	0.03
二聚氰胺树脂	$10^{12} \sim 10^{14}$	10~12	7.8~9.2	0.07
酚醛树脂	$10^{12} \sim 10^{13}$	10~16	5.5~6.0	0.05
环氧树脂	$10^{15} \sim 10^{17}$	15	3.67	0.002~0.02
有机硅树脂	10^{17}	6	—	0.002~0.01
聚苯乙烯	$10^{17} \sim 10^{19}$	16~24	2.5~2.6	0.0001~0.0003
聚乙烯醇缩丁醛	10^{10}	16	3.6	0.06
聚氯乙烯	$10^{14} \sim 10^{16}$	26~30	3.4~3.6	0.07~0.16
聚甲基丙烯酸酯	10^{15}	14~16	3.0~3.5	0.04~0.06
聚乙烯	10^{15}	—	2.3	0.0005
聚四氟乙烯	$>10^{15}$	17.2	2.0	<0.003
聚酯	—	11.2~16.8	2.8~5.2	0.01~0.06
聚醋酸乙烯酯	10^{15}	16	3.0	0.02
尼龙 66	10^{14}	16.4	3.5	0.014~0.04
硝化纤维素	10^{10}	2~22	7.0	0.03
醋酸纤维素	$10^{10} \sim 10^{18}$	—	5.0~6.0	0.025~0.04
氯化橡胶	10^{13}	—	3.0	0.006

① 10^3 Hz 。

1.3.1.1 电导与电阻

高分子电介质本身几乎是不导电的，它的电导主要是外来杂质（水分、电解质及其他）的离子移动所引起的离子电导。因此，若对常用的高分子电介质施加直流电压，都有很微小的所谓泄漏电流通过。

电介质内部有泄漏电流，其电阻即称为体积电阻，以 R_V 表示。另外，电介质表面洁净时，其电导极小，但当附着了外来的导电物质时，其电导就迅速增大。这种通过电介质表面所流过的泄漏电流，其电阻就称为表面电阻，以 R_S 表示。与 R_V 和 R_S 相对应的是体积电导 G_V 和表面电导 G_S 。它们之间的关系为

$$G_V = \frac{1}{R_V}, \quad G_S = \frac{1}{R_S}$$

在国际单位制（SI）中，电阻的单位为欧，以 Ω 表示；电导