

聚氨酯材料 手册

徐培林 张淑琴 编著



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

聚氨酯材料手册

徐培林 张淑琴 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

聚氨酯材料手册 / 徐培林, 张淑琴编著. —北京: 化学工业出版社, 2002.7
ISBN 7-5025-3717-1

I. 聚… II. ①徐… ②张… III. 聚氨酯-生产-手册 IV. TQ323.8-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 010635 号

聚氨酯材料手册

徐培林 张淑琴 编著

责任编辑: 路金辉

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 于 兵

*

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

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 48½ 字数 1216 千字

2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3717-1/TQ·1497

定 价: 112.00 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

京工商广临字 2002-09 号

前 言

自 20 世纪初德国 Otto. Bayer 教授等科学家开创聚氨酯化学原理以来, 在经历了 70 年发展历程的今天, 尤其是近几十年, 聚氨酯已成为发展最快的高分子合成材料之一。该材料主要是由不同原料间的加聚等反应而生成的嵌段聚合物, 选择不同的原料品种、配方、加工方式等技术, 可以合成出不同嵌段结构、性能优异、加工方式多样、表观和应用形态各异的产品, 从坚韧的汽车外饰件到轻柔的织物涂层, 从高密度泡沫结构体的合成木材到中、低密度的家具垫材, 冰箱、冷库的绝热材, 从加工形式多样的耐磨弹性体到伸缩性能优越的弹性纤维, 从宇航火箭用的低温粘合剂到五彩缤纷的合成革、塑胶跑道等等, 林林总总的聚氨酯产品已被广泛用于国防、航天、交通、工业、农业及文体医疗卫生等各个行业和领域。

我国的聚氨酯工业虽然起步较晚, 但自改革开放以来发展十分迅猛。到 2000 年, 我国聚氨酯产品产量已接近 80 万吨, 理论研究、基础原料及产品应用开发等都取得了长足进步。随着我国经济的高速发展和众多国际著名聚氨酯生产厂商的加盟, 我国聚氨酯工业必将在 21 世纪取得突飞猛进的发展。

同时也应该看到, 我国的聚氨酯工业与国外先进国家相比, 在理论研究、基础原料、配套助剂、产品产量和质量以及应用研究开发等方面仍有很大差距。为适应我国聚氨酯工业高速发展, 我们应化学工业出版社之邀, 结合我们近 40 年的科研和产品开发经验, 在参阅大量国内外相关文献资料的基础上, 编撰成此书, 以供从事聚氨酯工业的技术人员和生产人员参考, 愿本书能成为我国聚氨酯工业大道上的一枚铺路石, 为我国聚氨酯工业的发展尽点微薄之力。

本书在编著的过程中, 得到了康隆集团薛健先生、志英行集团周宏先生、山西省化工研究院吴持生、林兆安先生、苏州吴县精细化工厂周健先生及青岛化工学院李再峰博士等同仁的大力支持。此外, 本书附录中汇集的“芳香族异氰酸酯操作之忠告”也经拜耳中国公司聚氨酯部何志文先生审校。同时, 在本书编撰、整理的过程中, 还得到周素心、周传才、徐起宏先生, 钟薇、徐晓君小姐的帮助以及化学工业出版社路金辉编辑的支持和鼓励, 在此深表诚挚的感谢。

由于作者水平有限, 书中遗漏、错误之处在所难免, 敬请读者不吝指正。

徐培林 张淑琴

2002 年 6 月于山东威海

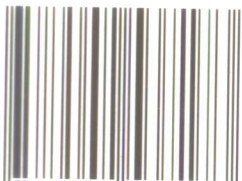
内 容 提 要

本书主要结合配方、工艺和产品性能介绍了聚氨酯生产的原料及其制法, 主要配合剂(包括催化剂、表面活性剂、发泡剂、阻燃剂、扩链剂), 聚氨酯软质泡沫塑料, 聚氨酯硬质泡沫塑料, 聚氨酯半硬质泡沫塑料, RIM-PU 材料, 聚氨酯计量混合装备, 聚氨酯泡沫后加工机械, RIM-PU 加工机械, 聚氨酯橡胶, 聚氨酯合成革, 聚氨酯合成纤维, 聚氨酯黏合剂, 聚氨酯涂料, 聚氨酯铺地材料, 聚氨酯防水材、灌浆材, 聚氨酯分析测定, 聚氨酯的燃烧和阻燃, 聚氨酯废料的回收处理, 聚氨酯工业安全及环保卫生。

本书主要供聚氨酯行业的工程技术人员、管理干部和具有一定生产经验的技术工人使用, 也可供有关部门工作人员和大专院校师生参考。

聚氨酯材料 手册

ISBN 7-5025-3717-1



9 787502 537173 >

ISBN 7-5025-3717-1/TQ · 1497 定价: 112.00元



烟台万华聚氨酯股份有限公司

烟台万华聚氨酯股份有限公司是以发起方式设立的股份有限公司。公司于1998年12月16日经山东省工商行政管理局注册成立，万华股票已于2000年12月在上交所成功发行上市。

烟台万华聚氨酯股份有限公司作为国家科委火炬技术产业开发中心认定的国家火炬计划重点高新技术企业、山东省十佳高新技术企业之一，主要从事聚氨酯及助剂、异氰酸酯及衍生产品的研究开发、生产、销售。公司是继BASF、Bayer、Huntsman-ICI、DOW、三井化学后第六个

拥有九十年代先进水平的MDI制造技术自主知识产权的企业，是国内唯一一家能生产MDI的技术密集型和资本密集型企业。现有纯MDI系列、聚合MDI系列、MDA系列等五大系列十九个牌号主导产品。



烟台万华聚氨酯股份有限公司

YANTAI WANHUA POLYURETHANES CO., LTD.

烟台市幸福南路2号

No.2 South Xingfu Road Yantai China



Yantai Wanhua Polyurethanes Co., Ltd was founded in Shandong Province on December 16, 1998. The Yantai Wanhua stock has been successfully listed on Shanghai Stock Exchange since December 2000. As a key high-tech enterprise of the National Torch Plan recognized by the Torch Tech Industry Development Center of the National Science & Technology Commission and one of the top ten high-tech enterprises in Shandong Province, Wanhua mainly engages in research and development (R&D), production and sales of polyurethane and additives, isocyanates and derivatives. Besides BASF, Bayer, Huntsman-ICI, DOW and Mitsui, Wanhua is the sixth company that independently owns intellectual property for MDI production technology, which is at the advanced level of the 90's. Wanhua is the only technical and capital intensive Chinese producer of MDI. Currently, its products consist of 19 brands in 5 series including pure MDI, polymeric MDI and MDA series.

邮 编(Postcode): 264002

电 话(Tel): 0535-6837888-8457, 8911 6872330

传 真(Fax): 0535-687390 6837119

网 址: <http://www.ytputp.com>



千禧®氨纶

华峰集团是国内最大的聚氨酯产品生产基地，主要产品为“聚峰”牌聚氨酯鞋底原液，年生产能力为8万吨，国内市场占有率超过50%；“聚峰”牌聚氨酯革用树脂，年生产能力为6万吨，国内市场占有率为30%左右；“千禧”牌氨纶，年生产能力达到5000吨，国内市场占有率近20%。

浙江华峰氨纶股份有限公司是华峰集团有限公司的控股子公司，是浙江省高新技术企业，累计投资近4亿元，建成三条氨纶生产线，目前四期工程也已启动，预计年生产能力超过8000吨。

我们把实现华峰集团跨越式可持续发展作为手段，将建成国内第一、世界一流的聚氨酯龙头企业作为目标。

“聚峰”牌聚氨酯鞋底原液适于制造运动、休闲、工作和安全鞋类的鞋底，能够为设计师赢得更多空间，支持开发造型独特、轻巧舒适、耐磨耐穿的鞋底。该产品先后被评为“温州市名牌产品”、“浙江省级新产品”等称号。

“聚峰”牌聚氨酯革用树脂已经形成六大系列，四十多个品种。该产品先后获得“温州市名牌产品”、“温州市科技进步奖特等奖”、“浙江省级新产品”等荣誉。

“千禧”牌氨纶全套引进日本东洋纺最新一代干法纺丝生产技术与设备，生产消光和有光两大系列，15D—1120D等多个品种，能够满足经编、纬编、包纱等不同用户的需要，广泛应用于内衣、休闲运动服、袜子及医用绷带等领域，产品主要性能达到世界先进水平，获得“浙江省级新产品”称号。



聚峰®聚氨酯鞋底原液

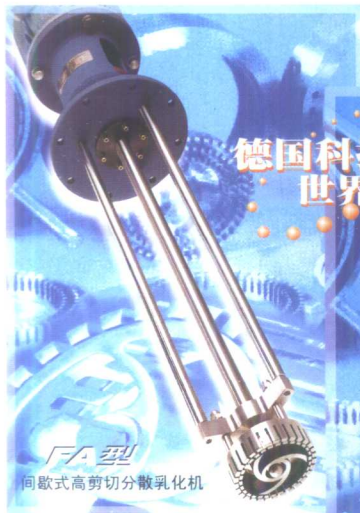


聚峰®聚氨酯革用树脂

欲索取详尽资料 请致电：86-0577-65178888 65179999 欢迎浏览 www.huafeng.com www.spandex.com.cn

High-shear Dispersing Emulsifying 高剪切分散乳化机

超细分散乳化—FLUKO
SUPERFINE

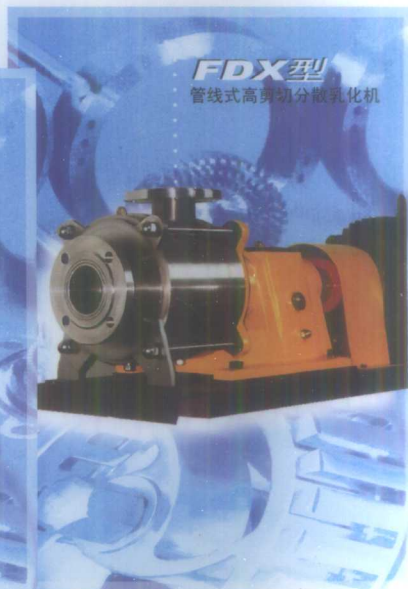


德国科技
世界领先

FA型
间歇式高剪切分散乳化机



FA25型
实验室高剪切分散乳化机



FDX型
管线式高剪切分散乳化机



专业分散乳化设备

应用于:

黏合剂
有机硅
颜料
塑胶跑道
浆料分散
分子筛
助剂
涂料
表面活性剂
纳米材料

FLUKO 高剪切分散乳化技术, 由高速旋转的转子与精密的定子工作腔配合, 依靠较高的相对速度, 产生强劲的液力剪切、离心挤压、高速切割, 而形成高频机械效应, 使物料充分分散乳化, 令您得到理想的产品而先人一等!

FLUKO FA25型实验室高剪切分散乳化机, 采用国际机型、模块组合, 德国原装调速马达, 最高28000转/分超高转速, 备有多种分散头组合表现格外出色, 让您尽享实验室分散乳化工作乐趣! 处理量0.2ml-5000ml/批。

FLUKO FA系列间歇式高剪切分散乳化机, 采用特殊设计的爪式剪切头, 具有更高效强劲分散乳化能力。工作时物料受到工作头产生的轴向吸力, 从工作头的上部和下部同时吸入, 形成完美的双向翻动流线, 解决了一般高剪切分散头单向翻动物料的缺陷, 避免了上部物料易产生死角现象, 使生产效率更高, 加工的物料更均匀, 处理量10L-10000L/批。

FLUKO FDX系列管线式高剪切分散乳化机, 定转子采用多层对偶咬合结构, 多级工作头设计, 以高线速度、高频率的强剪切力, 令物料迅速实现超细分散, 粒径分布范围更窄, 乳化匀度更高, 适合于在线连续分散乳化和循环分散乳化工艺, 具有处理量大, 无分散死角, 减少批量生产的品质差异。
流量0.2m³-100m³/h。

FLUKO 经营理念: 为客户提供高品质的产品和服务!



FLUKO 弗鲁克
www.fluko.net

FLUKO Equipment Shanghai Co., Ltd
上海弗鲁克流体机械制造有限公司

电话: 021-63178096 63177018
传真: 021-63178193

地址: 上海市恒丰路600号机电大厦16楼A区 邮编: 200070
广州办事处: 020-81368603 81361532
地址: 广州市东风西路142号南油大厦913室 邮编: 510170
E-mail: fluko@fluko.net

目 录

第一章 绪论	1
参考文献	6
第二章 聚氨酯化学	7
第一节 异氰酸酯的结构特征	7
第二节 异氰酸酯的化学特性	7
一、R基的电负性	7
二、芳香族二异氰酸酯的诱导效应	8
三、空间位阻效应	8
第三节 异氰酸酯的基本反应	9
一、亲核加成反应	9
二、自聚反应	12
第四节 聚氨酯合成的主要反应	12
一、异氰酸酯与醇的反应	13
二、异氰酸酯与苯酚的反应	14
三、异氰酸酯与水的反应	14
四、异氰酸酯与羧酸的反应	14
五、异氰酸酯与胺的反应	14
六、异氰酸酯与氨基甲酸酯及脲基的反应	14
七、异氰酸酯的自聚反应	15
八、其他反应	15
九、缩聚反应	15
参考文献	16
第三章 有机异氰酸酯	17
第一节 概述	17
一、发展	17
二、异氰酸酯的分类	17
第二节 异氰酸酯的合成	26
一、复分解反应	26
二、卡蒂斯、霍夫曼、莱森重排	27
三、由异氰酸酯衍生物制备异氰酸酯	27
四、光气化法制备异氰酸酯	28
五、其他异氰酸酯合成方法	30
第三节 重要的异氰酸酯及其制备	31
一、甲苯二异氰酸酯	31

二、二苯基甲烷二异氰酸酯和多苯基甲烷多异氰酸酯	35
三、六亚甲基二异氰酸酯	44
四、氢化 TDI	47
五、氢化 MDI	48
六、异佛尔酮二异氰酸酯	49
七、对苯二异氰酸酯	52
八、亚苯二甲基二异氰酸酯	52
九、含磷等元素的其他异氰酸酯	53
参考文献	53
第四章 有机多元醇聚合物	55
第一节 概述	55
第二节 聚醚多元醇	56
一、主要原料	56
二、反应机理	60
三、聚醚多元醇的合成	62
四、特种聚醚多元醇	64
五、组合聚醚多元醇	77
六、农林副产行生的聚醇化合物	81
第三节 聚酯多元醇	83
一、聚酯多元醇的制备	84
二、聚己内酯多元醇	86
参考文献	91
第五章 主要配合剂	93
第一节 催化剂	93
一、概述	93
二、催化剂的分类	93
三、叔胺类催化剂	93
四、有机金属催化剂	101
五、催化剂使用指南	105
第二节 表面活性剂	109
第三节 发泡剂	118
一、概述	118
二、CFCs 替代品的动向和目标	118
三、CFCs 替代品种和技术	120
第四节 阻燃剂	146
一、对阻燃剂的要求	147
二、重要的阻燃剂品种	147
第五节 扩链剂	150

一、扩链剂的分类	156
二、多元醇类扩链剂	156
三、二元胺类扩链剂	158
四、醇胺类扩链剂	162
第六节 脱模剂	162
参考文献	165
第六章 聚氨酯软质泡沫塑料	167
第一节 概述	167
第二节 聚氨酯泡沫塑料合成的化学反应	168
一、—NCO与—OH、—NH ₂ 、H ₂ O之间的反应	170
二、交联反应	170
三、异氰酸酯的自聚反应	171
第三节 聚氨酯泡沫体的胶体化学和物理化学	72
一、泡沫的形成	72
二、泡沫的稳定作用	73
三、发泡过程中粘弹性的变化	75
第四节 聚氨酯软质泡沫体的分类及制备	177
一、预聚体法	178
二、半预聚体法	183
三、一步法	184
第五节 聚氨酯软质泡沫体用原料	197
一、聚醚多元醇	198
二、聚合物多元醇	200
第六节 聚氨酯软质泡沫塑料的生产	203
一、生产概况	203
二、生产方法的变革	209
第七节 软质模塑聚氨酯泡沫塑料	216
一、热模塑泡沫塑料	217
二、冷模塑泡沫塑料	220
三、沫状发泡工艺技术	227
参考文献	229
第七章 聚氨酯硬质泡沫塑料	231
第一节 概述	231
第二节 聚氨酯硬质泡沫塑料的特点	232
第三节 聚氨酯硬质泡沫塑料的合成化学及原料	233
第四节 聚氨酯硬质泡沫塑料的结构与性能的关系	238
第五节 聚氨酯硬泡绝热板材的生产成型方式	241
一、间歇箱式保温板材的生产	242

二、间歇式复合绝热板材的生产	243
三、保温复合板材的连续化生产	247
第六节 聚氨酯保温管材	250
一、概述	250
二、聚氨酯保温管材的生产	250
第七节 喷涂发泡	253
一、喷涂发泡的特点	253
二、喷涂发泡方法	254
三、喷涂发泡装备	255
第八节 冰箱等装备保温层的生产	257
一、转盘式生产线	258
二、固定多线式生产线	259
三、冰箱保温门体的生产	260
四、原料体系的改进	262
第九节 合成木材	264
一、概述	264
二、原料	265
三、主要工艺影响因素	266
参考文献	267
第八章 聚氨酯半硬质泡沫塑料	268
第一节 概述	268
第二节 聚氨酯半硬质泡沫塑料的生产	268
一、半预聚体法	268
二、一步法	269
第三节 聚氨酯半硬质泡沫制品模塑加工	269
一、注模形式	269
二、模具设计	270
三、保护性外支层的制造	274
第四节 聚氨酯半硬质泡沫制品的性能特点	276
第五节 典型产品的生产和应用	277
一、吸能性泡沫体	277
二、自结皮模塑泡沫制品	279
三、微孔弹性体——聚氨酯鞋底	284
参考文献	298
第九章 RIM-聚氨酯材料	300
第一节 概述	300
第二节 RIM-聚氨酯的化学反应特性	303
第三节 RIM-聚氨酯用原料	305

一、聚醚多元醇	306
二、RIM-聚氨酯用异氰酸酯	308
三、扩链剂	310
四、催化剂	311
五、发泡剂	312
六、补强填料	312
第四节 RIM-聚氨酯材料的生产	315
一、RIM-聚氨酯的加工	316
二、RIM-聚氨酯-聚脲	318
三、RIM-聚脲	319
四、RRIM-聚氨酯	322
五、SRIM-聚氨酯	322
第五节 RIM-聚氨酯类制品的后处理	325
一、固化脱模	325
二、修饰整理	325
第六节 RIM-聚氨酯类产品生产中的问题及解决办法	327
参考文献	327
第十章 聚氨酯计量混合装备	328
第一节 设备特点	328
第二节 聚氨酯发泡机构成的基本单元	329
一、原料贮存和工艺条件准备	329
二、计量装置	331
三、混合装置	335
参考文献	339
第十一章 聚氨酯泡沫类产品的后加工机械	340
第一节 聚氨酯产品生产流程配置	340
第二节 聚氨酯泡沫制品后加工设备	343
第三节 聚氨酯泡沫体连续生产线上的切断设备	345
第四节 后熟化运贮设备	345
第五节 立式切割机械	346
第六节 卧式切割机械	347
第七节 连续薄片旋片机	348
第八节 旋转型辊异形材成型机	349
第九节 压缩变形异形材成型机	350
第十节 仿形切割装备	350
第十一节 垫肩专用切割机	352
第十二节 角槽切割机	353
第十三节 异形修边机械	353

第十四节 火焰复合机械	354
参考文献	357
第十二章 RIM-聚氨酯加工机械	357
第一节 概述	357
第二节 高压机的基本组成	357
一、原料工作贮罐系统	358
二、计量系统	358
三、高、低压切换装置	359
四、混合注射系统	360
五、控制系统	365
第三节 RRIM 加工机械	370
第四节 RIM 生产用模具	372
第五节 载模器	375
参考文献	390
第十三章 聚氨酯橡胶	391
第一节 概述	391
第二节 聚氨酯橡胶的分类	391
第三节 聚氨酯橡胶的化学反应	395
第四节 混炼型聚氨酯橡胶	397
一、生胶的合成	398
二、生胶的加工	399
第五节 主要的 M-PUR 品种	410
一、Urepan	410
二、Elastothane 系列	410
三、Genthane 系列	411
四、Vibrathane	412
五、Formrez MG 系列	412
六、CKY 系列	413
七、Adiprene C、CM 系列	414
八、Vulcaprene A	415
九、Vulkollan	415
十、Mildic	416
十一、Millathane 典型应用配方例	416
第六节 浇注型聚氨酯橡胶	417
一、优点和类型	417
二、C-PUR 的主要原料	421
三、C-PUR 的生产	426
第七节 C-PUR 主要品种	450

一、Vulkollan	450
二、Adiprene L	455
三、Cyanaprene	457
四、TONE	458
五、Takanate	463
六、Canathane EN	463
七、Vibrathane 系列	465
第八节 热塑型聚氨酯橡胶	466
一、T-PUR 的发展	466
二、化学原理	467
三、T-PUR 的生产	471
四、T-PUR 制品的注射加工	477
五、T-PUR 的挤出加工	484
六、T-PUR 的溶液加工	487
七、T-PUR 的共混改性	488
八、典型 T-PUR 产品	489
九、T-PUR 主要性能特点	494
十、T-PUR 材料的后加工	496
十一、T-PUR 加工中易出现的问题及解决办法	497
第九节 喷涂型聚氨酯橡胶	498
一、喷涂型 PUR 的原料	498
二、典型产品	500
三、喷涂加工装备	501
第十节 聚氨酯橡胶主要特性及典型应用	502
一、耐磨性及应用	502
二、高弹性模量及典型应用	520
三、PUR 高强度及其应用	527
四、能量吸收性能及应用	532
五、耐油性能及其应用	537
六、PUR 的电性能及其应用	541
参考文献	551
第十四章 聚氨酯合成革	553
第一节 概述	553
第二节 聚氨酯合成革生产方法	554
一、干法聚氨酯合成革	554
二、湿法聚氨酯合成革	559
第三节 半成品的后加工和修饰	567
第四节 合成革生产用基布	568

一、合成革用基布织物	568
二、合成革基布的前处理	570
三、对合成革用基布的基本要求	571
第五节 合成革表面印刷色浆及涂饰剂	571
第六节 合成革主要质量指标的检验	577
一、外观质量	578
二、内在机械力学性能	580
三、穿着性能	581
第七节 溶剂的回收	582
参考文献	583
第十五章 聚氨酯纤维	585
第一节 概述	585
第二节 氨纶的原料及合成	586
第三节 聚氨酯弹性纤维的纺丝工艺	587
一、溶液干纺法	587
二、溶液湿纺法	588
三、化学纺丝法	589
四、熔融纺丝法	590
第四节 聚氨酯弹性纤维的性能	592
第五节 聚氨酯弹性纤维的后加工及应用	594
参考文献	596
第十六章 聚氨酯粘合剂	597
第一节 概述	597
第二节 粘合机理	598
一、物理吸附理论	599
二、静电吸附理论	599
三、扩散理论	599
第三节 聚氨酯粘合剂的发展	600
第四节 单组分湿固化型聚氨酯粘合剂	602
第五节 单组分热固化型聚氨酯粘合剂	604
第六节 单组分非反应型粘合剂	608
第七节 双组分聚氨酯粘合剂	612
第八节 水分散型聚氨酯粘合剂	616
一、自乳化型聚氨酯粘合剂	616
二、外乳化型聚氨酯水乳液	621
第九节 聚氨酯粘合剂的应用	621
一、低温粘合密封材料	621
二、磁粉用粘合剂	622