

塑料在化学工业中应用

吴国贞 桂文伯 于丁等编

化学工业出版社

塑料在化学工业中应用

吴国贞 桂文伯 于丁 等编

≡K218/13

化学工业出版社

内 容 提 要

本书详尽地介绍了各种塑料在化工生产中用作化工设备、管道、零部件和包装材料方面的实例、应用效果,及其设计、制造工艺与产品规格。对聚氯乙烯焊件施工技术作了重点阐述。

书中还介绍了各种塑料的规格、性能、应用范围及生产厂家。

本书是一本实用性读物,可供有关工厂、科研、设计单位从事塑料应用和防腐蚀方面的工人和技术人员参考。

塑料在化学工业中应用

吴国贞 桂文伯 于丁 等编

责任编辑: 龚浏澄

封面设计: 季玉芳

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ 印张 $18^{7/8}$ 字数518千字 印数1—11,670

1985年8月北京第1版 1985年8月北京第1次印刷

统一书号15063·3658 定价3.95元

前 言

从广义上讲，塑料是“合成树脂”的通称，也是我们所熟知的“三大合成材料”之一。它是近四十多年来新发展起来的“高分子合成材料”中的一个重要组成部分，也是材料发展史中的一种新兴材料。由于它的性能优异，能代替金属、木材、皮革、纸张、玻璃、陶瓷等传统结构材料，已广泛应用于工业、农业、交通运输、医药卫生和国防军工各个领域。如今已成为人们日常生活中的衣、食、住、行、用以及国民经济建设各行各业的发展，都不可缺少的重要材料之一。

在我国国民经济建设中，石油炼制和石油化学工业的发展，为三大合成材料的生产提供了丰富而广阔的原料基础，加工技术的提高更促进着应用领域的不断扩大。1981年我国合成树脂产量已达90万吨以上，塑料制品产量也超过120万吨。在三大合成材料年产量中，比合成橡胶和合成纤维单体发展快，近二十年来一直居于首位。

化学工业既是塑料的基础原料——合成树脂以及各种添加剂、改性剂等助剂的生产部门，也是广泛使用塑料制品的应用部门。特别是塑料在化工生产中用作防腐蚀材料和包装材料，其效用尤为突出。随着塑料应用范围的扩大，“以塑代钢”、“以塑代木”的经济价值和效果也越来越明显。

为了更好地了解塑料在化工生产中的应用情况、解决化工防腐和包装材料等问题、促进化学工业的生产发展，化工部炼化司和二局曾于1979年6~7月组织化工系统塑料加工企业的同志，对全国二十七个省、市、自治区化工厅（局）和一百四十多个化学矿山、化肥、氯碱、无机盐和石油化工企业，进行了塑料制品应用情况调查。调查证明：塑料制品已经成为化工防腐、化工产品包装和化工

机械零配件中必不可少的重要材料之一，也是化工生产发展和实现增产节约、提高产品质量的一个有效途径，许多化工企业都积累了使用塑料的丰富经验和成功的典型事例。但在调查中也发现，在推广应用工作方面，还不够普及，应用面还不广，尚有不少工作要做。主要原因是对合成树脂新品种的性能特点、质量标准、技术指标、规格牌号及用途等尚不甚熟悉；对塑料制品的性能用途、产品设计、加工、安装及检测方法等缺少专业知识。这充分说明要合理、有效地使用好合成树脂与塑料制品，认真做好推广应用工作是极为必要的。为此，在调查工作的基础上，又邀请天津近代化学厂、上海化工厂、重庆合成化工厂、上海胜德塑料厂、南京塑料厂、杭州塑料化工一厂及化工部晨光化工研究院、兰州化工机械研究院等单位的同志，共同编写了《塑料在化学工业中的应用》一书。

本书主要介绍国内生产的合成树脂与塑料制品的物理、机械、耐化学腐蚀特性及其在化学工业中的应用，通过化工企业在实践中获得成效的应用典型为实例予以说明。同时适当叙述国外生产动态和发展趋向，以资借鉴。

本书受化工部炼化司合成材料处委托，由吴国贞组织编写，各章分工如下：第一章——程曾越、王建德；第二章——杨金明、洪修如；第三、四、五章——桂文伯、舒美玲；第六章——于丁、王懿钧；第七章——朱广琳、李文浩；第八章——黄迪祖、周正安。还请周伯达、丁浩、张士玉、袁再钦等同志分别对有关章节提出宝贵意见，最后由于丁、桂文伯、吴国贞汇总。

本书可供从事化学工业生产、包括合成树脂和塑料制品生产部门的工人、技术人员与管理干部以及专业院校的师生参考。

由于编写水平有限，时间仓促，将会有不少缺点和错误之处，热忱希望读者提出批评指正。

编者

一九八三年十月

目 录

第一章 绪论	1
一、塑料工业发展概况	1
二、塑料在化工防腐蚀及包装方面的应用	3
三、塑料在化学工业中的应用前景	9
第二章 合成树脂及塑料	12
第一节 通用塑料	12
一、聚氯乙烯	12
二、聚乙烯	15
三、聚丙烯	23
四、苯乙烯类树脂	31
五、酚醛树脂及模塑粉	34
六、氨基塑料	37
第二节 工程塑料	38
一、聚酰胺	39
二、聚甲醛	44
三、聚酯树脂	46
四、聚碳酸酯	51
五、聚氨酯	53
六、聚砜	56
七、氯化聚醚	58
八、聚苯硫醚	60
九、环氧树脂	61
十、呋喃树脂	65
十一、丙烯酸酯类树脂	67
第三节 特种工程塑料	69
一、含氟塑料	70
二、有机硅树脂	82

三、离子交换树脂	83
四、芳杂环聚合物	86
五、功能高分子材料	90
主要参考文献	91
第三章 腐蚀与耐腐蚀塑料选用	92
第一节 概述	92
第二节 耐腐蚀塑料的腐蚀特性	94
一、关于腐蚀的定义	94
二、塑料的化学老化类型	95
三、破坏主价键的化学老化	96
四、破坏次价键的化学老化	101
五、银纹与开裂	107
第三节 化学介质对塑料性能的影响	111
一、外观变化	111
二、重量变化	111
三、对机械性能的影响	114
第四节 填料和增强材料的耐腐蚀性	117
一、渗透与扩散	118
二、填料与增强材料的耐腐蚀性	118
第五节 耐腐蚀塑料的选用	119
一、选材基础	120
二、几种耐腐蚀试验方法	122
三、提高塑料制化工装备的使用效果	130
主要参考文献	133
第四章 塑料制化工设备的设计、施工与应用	134
第一节 硬聚氯乙烯塑料制化工设备	135
一、强度计算	135
二、结构设计	140
第二节 玻璃钢制化工设备	145
一、结构设计	145
二、施工要点	148
第三节 耐酸石棉酚醛塑料制化工设备	154
一、结构设计	154

二、施工要点	163
第四节 衬里的施工	163
一、玻璃钢衬里	163
二、软聚氯乙烯衬里	165
三、聚四氟乙烯衬里	166
四、氯化聚醚衬里	167
五、耐酸石棉酚醛塑料衬里	167
第五节 塑料在化工单元操作设备中的应用	171
一、塑料塔的应用	172
二、塑料热交换器的应用	186
三、塑料电除雾器的应用	197
四、塑料填料的应用	199
五、塑料在其它化工设备中的应用	206
主要参考文献	206
第五章 塑料流体输送装备的设计、安装和应用	207
第一节 塑料（包括玻璃钢）管路的设计与安装	207
一、塑料管路设计	207
二、玻璃钢管路	214
第二节 塑料管及管件的应用	217
一、历史与发展概况	217
二、硬聚氯乙烯管及管件	220
三、聚烯烃管及管件	251
四、聚酰胺管	264
五、氟塑料管及管件	264
六、玻璃钢管及管件	270
七、耐酸石棉酚醛塑料管路	278
第三节 塑料阀门的应用	294
一、硬聚氯乙烯阀	295
二、聚丙烯截止阀	297
三、ABS隔膜阀	299
四、氯化聚醚球阀	302
五、氟塑料阀门	304
六、聚苯硫醚阀	310

七、玻璃钢阀	310
八、耐酸石棉酚醛塑料阀	315
第四节 塑料泵的应用	319
一、101型硬聚氯乙烯塑料泵	320
二、聚三氟氯乙烯离心泵	322
三、氯化聚醚泵	323
四、玻璃钢泵	327
五、耐酸石棉酚醛塑料泵	331
六、其它塑料泵	336
第五节 塑料通风机的应用	337
一、硬聚氯乙烯离心式通风机	338
二、玻璃钢鼓风机	344
第六节 塑料尾气烟囱	345
主要参考文献	369
第六章 塑料在包装方面的应用	370
第一节 概述	370
第二节 塑料包装材料及其应用	372
一、薄膜	373
二、编织袋	377
三、塑料容器	379
四、塑料箱	381
五、打包带及捆扎绳	381
六、泡沫塑料	381
七、其它	382
第三节 塑料薄膜的焊接	382
一、高频焊接法	384
二、热板焊接法	388
三、脉冲焊接法	390
四、超声波焊接	391
五、其它焊接法	393
第四节 塑料薄膜的印刷	394
一、印刷方式	394
二、印刷油墨	397

三、薄膜的预处理	401
四、印刷工艺	404
第五节 包装材料的性能和技术指标	407
一、包装材料的性能	407
二、技术指标	408
主要参考文献	422
第七章 塑料在其它方面的应用	424
第一节 塑料密封材料	424
一、塑料活塞环	424
二、压缩机用塑料密封填料	441
三、泵、阀和转动轴承的塑料密封材料	448
第二节 保温保冷用泡沫塑料	459
一、泡沫塑料的种类、特性和加工方法	460
二、硬质聚氨酯泡沫塑料的应用	465
三、聚苯乙烯泡沫塑料的应用	474
第三节 塑料零部件的应用	480
一、工程塑料轴承与轴套	480
二、工程塑料在计量仪表中的应用	485
三、塑料过滤器材	488
四、其它塑料零部件	489
主要参考文献	491
第八章 塑料的热成型和焊接技术	492
第一节 塑料二次加工概述	492
一、塑料的二次成型	492
二、其它二次加工方法	493
第二节 硬聚氯乙烯焊接技术	495
一、热塑性塑料的可焊性	495
二、焊接设备	496
三、焊条的规格选择及排列	497
四、焊接操作和工艺条件	500
五、焊缝质量要求	502
六、焊缝的结构、断面尺寸及强度	503
七、焊缝的维护、检验及检修	508

第三节 硬聚氯乙烯塑料的热成型	510
一、成型温度和时间	511
二、圆形筒体的成型	512
三、拱形顶盖的成型	514
四、法兰成型	516
第四节 硬聚氯乙烯塑料制化工设备的施工工艺	517
一、全塑结构贮槽	518
二、硬聚氯乙烯塑料衬里施工	523
三、软聚氯乙烯塑料衬里施工	526
四、硬聚氯乙烯管的安装和维护	527
第五节 聚烯烃塑料的焊接和热成型	533
一、焊接	533
二、热成型	540
主要参考文献	543
附录	544
一、塑料性能一览表	544
二、塑料室外曝晒性能一览表	562
三、塑料及树脂缩写代号	568
四、硬聚氯乙烯管材技术条件 (摘自SG-78-75)	573
五、软聚氯乙烯管材技术条件 (摘自SG-79-75)	576
六、聚乙烯管材技术条件 (摘自SG-80-75)	579
七、聚丙烯管材规格 (草案摘要)	581
八、聚丙烯管件规格 (草案摘要)	583
九、塑料简易鉴别法	587

第一章 绪 论

一、塑料工业发展概况

随着石油化学工业的发展和加工技术的提高，塑料的产量逐年增多，应用领域不断扩大。塑料在整个国民经济中的地位显得更加重要，已成为各行各业不可缺少的重要材料之一。世界塑料产量在1950年为150万吨，到1970年已增到3000万吨，二十年中增长了19倍。七十年代以来，进入了相对稳定的发展阶段，但1979年产量已达6344万吨，1980年为6009万吨，近十年内又增长了一倍。其中美国、日本、西德等国家的产量一直居于领先地位（见表1-1）。

有资料预测，从现在起至2000年，世界国民经济生产总值的年增长率大约为4~5%，世界化工产值的增长为6~7%，而世界塑料产量的年增长率将为7~9%。预测在此期间，塑料产量将增长5倍，可见塑料生产和应用的发展前景极为广阔，大有可为。

塑料按用途一般分为两大类：通用塑料和工程塑料。通用塑料的聚乙烯，包括高密度聚乙烯（HDPE）与低密度聚乙烯（LDPE）及线形低密度聚乙烯（LLDPE）、聚氯乙烯（PVC），聚丙烯（PP）、苯乙烯类聚合物（聚苯乙烯及苯乙烯类共聚物）、酚醛塑料（PF）、氨基塑料等六大品种居主导地位，在塑料总产量中占80%以上。工程塑料中的聚碳酸酯（PC）、聚甲醛（POM）、聚酰胺（PA）、聚氨酯（PU）等是发展中的品种，也占有一定比例。由于工程塑料具有独特的性能，估计今后将会有较快的发展速度。

在塑料应用方面按用途领域分析，世界主要塑料生产国1979年的大体比例见表1-2。

上述数字说明：包装、建筑、粘合剂、电气、运输及日用制品方面是塑料的主要应用领域。

按人口消费量计，1979年全世界每人每年平均消费塑料量约15

表 1-1 世界塑料主要生产国的塑料产量

国 别	1980年产量, 万吨	占世界总产量比例, %
美 国	1700	28.3
日 本	751.8	12.5
西 德	671.0	11.2
苏 联	355.0	5.9
法 国	290.0	4.8
意 大 利	285.0	4.7
英 国	234.2	3.9

表 1-2 塑料用途分布表 (单位%)

用途 国别	建筑	包装	电气	运输	家俱	农业	玩具	日用 制品	机械 制品	粘合 剂	其它	合计
美 国	19.5	27	8	5	5	—	—	10	1	7	17.5	100
日 本	14	25	11	8	1	2.5	1	6	1	13	17.5	100
西 德	25	21	15	7	5	4	—	2.5	—	15	10	100
法 国	18	29	6	—	5	—	—	4	—	—	38	100
意大利	10.5	30	9	6	5.5	4	8	5.5	0.5	15	6	100
英 国	18	32	11	5	7	2	4	2.5	2	—	16.5	100

表 1-3 我国合成树脂及塑料制品产量

单位: 千吨

年 份	合成树脂 产 量	塑料制品 产 量	年 份	合成树脂 产 量	塑料制品 产 量
1960	54		1979	793	948.5
1966	139		1980	898	1140
1970	175		1981	916	1250
1978	679	922			

公斤。其中工业发达国家, 如西德、美国、日本三个国家, 每人每年分别高达105.1、77.5、62.5公斤。

我国合成树脂和塑料制品的生产, 随着国民经济的发展, 正在逐年增长中, 近十年来已增长了四倍多 (见表1-3)。

目前我国塑料产量只占世界总产量的 1.5% 左右、约居世界第十二位，每人每年消耗量也只有 1 公斤左右，与世界平均水平相比差距很大。

1980 年我国塑料制品应用比例大体如下：

工业用制品	36%	农业用制品	22%
日用 制品	33%	其 它	9%

产品结构及消费分布比例如下：

薄膜制品	35% (包括包装材料)
日用制品	15%
鞋 着	13%
管 材	6%
板 材	5%
电 缆 料	3.4%
中空容器	3.3%
编 织 袋	2.9% (包括包装材料)
泡沫制品	1.5%
单 丝	1.4%
其 它	12.5%

塑料在化学工业中的应用量正在逐年增多，目前约占塑料制品生产总量的 10% 以上，主要用作包装材料和防腐蚀材料。

二、塑料在化工防腐蚀及包装方面的应用

化学工业是一个行业多、品种多、生产过程复杂的生产部门。随着各种化工产品的生产特点、化学反应条件、介质和反应物性质的千差万别，对于生产所用的设备、管道、阀门、仪表以至厂房建筑，都相应地提出了各式各样的要求，如：耐腐蚀、耐温、耐压、真空、防爆、自熄阻燃、减摩、耐磨……等。生产中使用的原材料和生产出来的半成品、产品，分别呈现为气、液、固态、具有各不相同的性质，也都需要使用适当的容器和包装材料。传统使用的结构材料和包装材料如钢铁、有色金属、玻璃、陶瓷、木材、棉麻丝织物及纸张等等，尽管都有各自的性能特点，但在很多情况下，由于不能完全适应化工生产的特点和要求而使用寿命不长，正常的消

耗量很大，影响化工生产的发展。在人力、物力以及资金、能源各方面，造成惊人的损失和浪费。

众所周知，塑料具有独特的优异性能，它的重量轻、比强度高、耐腐蚀性能好，有些品种还具有光、电、磁、声和生物机能。一般来说，塑料的重量只有钢材的五分之一到七分之一，比钢铁和玻璃要轻得多，聚乙烯、聚丙烯塑料比水还轻。结构泡沫塑料（或称低发泡塑料）是一种比重在0.5左右并具有一定强度的新型材料。高发泡塑料更是一种良好的隔音绝热材料和防震包装材料。虽然钢铁等一些传统材料与塑料相比，在强度、刚度、耐温等方面占有显见的优势，但是塑料荣冠群材、无能媲美的耐腐蚀性和比重小、比强度和比刚度大、减摩、耐磨、绝缘、易成型、复合能力强等优良的综合性能，却大大提高了塑料的使用价值。结构发泡、使用各种高强度、高模量纤维增强，以及多种多样的复合、增韧，更使塑料在机械力学性能方面得到了极大地改善，成为质轻而又兼具高模量、高强度的优质结构材料。（塑料衬里、塑料喷涂、金属铠装等等塑料）与天然材料的复合结构，使传统材料和塑料各尽其材、扬长抑短地发挥了各自的特点。塑料、这种新兴的材料已经稳步进入了结构材料的行列。使用塑料作为化工结构材料，已经成为化工材料发展史上的一大进步。

建国三十多年来，随着我国合成树脂和塑料制品工业的发展，在满足化工生产本身的需要，使用塑料解决化工腐蚀问题和包装材料等方面，许多化工企业做了大量工作，积累了使用塑料的丰富经验。化学工业中腐蚀问题多、包装材料使用量大的一些重点行业，塑料的应用已较为普遍。化学矿山、化学肥料、酸、盐、氯碱、农药、医药、染料、试剂以及有机原料、石油化工、煤焦化工等生产企业中，涌现了一大批效果显著的典型应用实例，有力地推动着塑料在化工中应用的开展。

在化学硫铁矿开采时，矿内水质 $\text{pH}=2\sim3$ ，环境潮湿，对机、泵、管道腐蚀严重、苏州潭山硫铁矿及衢州化工厂硫铁矿的压缩空气管、排水管、进水管都使用了聚乙烯和聚氯乙烯增强塑料管，基

本解决了矿内防腐难题。

氯碱工业使用塑料已较普遍。例如电解槽出口湿氯气总管（直径268~500毫米）、进口盐水管（直径100~200毫米），全国大多数氯碱生产企业都使用硬聚氯乙烯管，有的厂还在管外用环氧树脂玻璃钢加固，防止温度高管材变形。许多氯碱化工厂用厚聚氯乙烯板（20毫米）制作电解槽盖，加水泥块增重，每个槽使用PVC硬板150~200公斤。较使用花岗石槽盖提高了开工率，又降低了成本。另外，星火化工厂采用耐酸石棉酚醛塑料的湿氯气总管，直径150毫米，长达130米，多年来使用效果也很好。广州化工厂采用的聚丙烯管，已使用3年多，情况良好。至于盛放盐酸用的槽、罐、槽车和槽船，使用聚氯乙烯等塑料制做，都很实用。如沈阳化工厂有800米³水泥池内衬5层玻璃钢的贮槽，液面采用液体石蜡液封，防止了酸雾外溢，对改变工厂环境、防止污染起到了很好的作用。合肥化工厂用聚氯乙烯板材制成30米³的贮槽，代替上万只陶瓷坛，改变了以往酸雾迷漫的景象。青岛染料厂用硬聚氯乙烯板制成的3米³的汽车槽车，使用多年完好无损。九江化工厂做了0.5米³手推车用槽车，作为厂内运输，坚固适用。还有复合结构的贮槽，如内胆为聚氯乙烯，外用玻璃钢加固，最大容积达300米³（直径9.5米，高4.5米）；长寿化工厂的30米³贮槽，衢州化工厂75米³球形贮槽已使用9年多，仍在继续使用。复合结构槽车，目前有汽车与大车槽车（50米³）两种，如东北制药厂使用复合汽车槽车，来往沈阳天津之间，运送三氯乙醛已使用五年。衢州化工厂制成了外壳为钢筋水泥内衬软聚氯乙烯，容积为800米³的盐水贮槽，已使用7~8年。软塑料衬里耐酸效果也很好。

硝酸工业中常压硝酸所用的吸收塔，按照正规程序设计，用硬PVC板制造，作为年产五千吨与年产一万吨的常压硝酸生产工艺中的硝酸吸收塔（直径2.6米、高15米），全国已有几十套在使用。全国第一台PVC硝酸吸收塔（直径2米，高15米），在49%的硝酸介质，温度30~47℃的条件下，代替不锈钢塔，在上海化工研究院已正常使用了19年之久，目前还在使用中。

在硫酸工业中，因文氏管后温度下降，很多管道塔器均用硬PVC制造。如硫酸电除雾器、复胆除沫器、二氧化硫泡沫吸收塔、沉淀槽、二氧化硫回收器等净化设备均用塑料制成。吴泾化工厂的电除雾器是全国最大的塑料电除雾器（直径2.3米，高15.6米，内装直径264毫米管子330根），上下底座用玻璃钢加固，仅此一座设备就用硬PVC板、管达80吨之多。该厂的尾气烟囱（直径1.4米，高80米）全部用硬PVC加工而成。天津化工厂的96%浓硫酸贮槽和广州化工厂的稀硫酸贮槽和管道，也都采用硬PVC代替青铅，既节省有色金属，又延长了使用寿命。大连化工厂SO₂泡沫吸收塔直径2米，原来用铅2.3吨，外加钢外壳，使用半年即被腐蚀，现改用聚氯乙烯，每个用料3吨，自1970年使用至今，仍很完好。

农药生产的工艺特点是操作温度高、有酸、碱、有机溶剂等多种介质，腐蚀性强、南通农药厂自制聚四氟乙烯塔器获得成功，并将三氯乙醛生产工艺从阶梯式反应改为塔式连续反应，酒精单耗由600公斤/吨降低至400公斤/吨，仅1978年就节约酒精197吨，节约费用17万元，只此一项就将塑料塔等设备投资全部回收还有余。广州农药厂使用聚丙烯管道效果也很好。杭州农药厂在乐果水洗塔内，使用氯化聚醚塑料，其结果耐腐蚀性比特种钢材316L还好。福州化工厂使用聚三氟氯乙烯泵输送熔融黄磷，运转也很正常。

在医药工业应用塑料管道及高位槽，计量槽较为普遍。兰州合成药厂溴乙烷管道以往采用铅或不锈钢，两周到一个月即须更换，现使用聚丙烯管，已用三、四年而未坏。如有机酸雾的真空管道及醋酸蒸气管路，温度高达100℃，原用不锈钢，一个月就要更换一次，现用聚丙烯管材效果良好。医药工业很多管道、容器，必须经得住消毒温度，聚丙烯就是一种良好的耐温防腐塑料。至于染料及试剂工业生产，需用大量的软化净水，现已广泛采用了塑料板制作的离子交换器、离子交换树脂做成的电渗析膜等设备，也取得很好效果。

化肥工业也是广泛应用塑料的一个行业。在磷肥生产中，南京化学工业公司化肥厂氟化氢尾气烟囱、太原磷肥厂四氯化硅气体吸