

CP 腐蚀与防护全书

耐腐蚀塑料

中国腐蚀与防护学会 主编

邬润德 萧绪珮 李生柱 编著

化学工业出版社

腐 蚀 与 防 护 全 书

耐 腐 蚀 塑 料

中国腐蚀与防护学会主编

邬润德 萧绪珮 李生柱 编著

化 学 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书对工业中常用的耐腐蚀塑料,如聚乙烯塑料、聚丙烯塑料、聚乙烯塑料、氟塑料以及聚苯硫醚、氯化聚醚、聚甲醛、聚苯醚、聚酰胺、聚酰亚胺和聚碳酸酯等的结构、组织形态、耐腐蚀性能、物理性能、机械性能、各种影响性能的因素,以及加工方法、应用范围和使用效果作了较全面系统地介绍,并有应用实例。本书同时还介绍了耐腐蚀塑料的加工配方、设备设计的基础知识,书后还附有塑料耐腐蚀性能和物理性能数据表,以及塑料制品的规格、型号的生产厂家。

本书是一本有关塑料在防腐工程中应用的知识性和实用性书籍,可供从事防腐设备加工、防腐施工、防腐设计及防腐科研的工程技术人员、大专院校有关专业师生,以及企业管理人员参考。

本书由李国莱同志审校。

腐蚀与防护全书

耐腐蚀塑料

中国腐蚀与防护学会主编

邬润德 萧绪珏 李生柱 编著

责任编辑:刘 威

封面设计:任 辉

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

北京市顺义县李史山印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ 印张 $8 \frac{3}{4}$ 字数226千字

1988年10月第1版 1988年10月北京第1次印刷

印 数 1—6,800

ISBN 7-5025-0285-8/TG·3

定 价 3.25 元

《腐蚀与防护全书》编委会成员

主任委员：肖纪美

副主任委员：石声泰 曹楚南 朱日彰 杨永炎

郭长生

顾问：张文奇 李 苏 沈增祚

委员（按姓氏笔划序）

火时中	王广扬	王正樵	王光雅	许维钧
刘国瑞	刘翔声	朱祖芳	杜元龙	杜发一
宋诗哲	劳添长	李兴濂	李志清	李铁藩
吴宝琳	吴荫顺	杨文治	杨 武	杨熙珍
杨 璋	张其耀	张承濂	顾国成	徐乃欣
徐兰洲	徐克薰	袁玉珍	傅积和	曾宪焯
褚武扬	廖兆	黎樵桑	戴新民	
晏荫顺	王光耀	魏武扬	袁玉珍	李志清
刘 威				

编辑组：

前 言

塑料工业在我国已蓬勃发展，成为材料工业中的一支新军。多数塑料质轻、耐蚀性好、加工方便，在防腐工程中应用日趋广泛，效果极其显著，为国民经济建设节约了大量金属材料，减少了因腐蚀带来的损失。

本书较详细地阐述了防腐工程中主要应用的热塑性塑料的基本结构和性能，以及与这些材料加工有关的基础知识。目的是希望读者从理论上掌握这些材料的性能和特点，来指导选材、设计、加工和应用。另外，我们还收集了国内外防腐材料的加工、设备设计和施工工艺中的宝贵经验和实用的配方，供读者借鉴。

目前我国防腐工程中应用的塑料品种不多，这是因为单一品种的塑料在性能上不能满足各种使用场合。所以通过共混和共聚等方法可以得到性能全面的新材料。本书根据各塑料的特点对改性及其产品作了一些介绍。

本书第1—5章由邬润德编写、第6章由萧绪珮编写、第7章由李生柱编写。全书邬润德统稿，李国莱审校。本书在编写过程中许多单位提供了有价值的资料，有些同志提出了宝贵的建议、在此表示谢意。

限于编者水平，不足之处谨望读者指正。

编 者

1987. 8

序

腐蚀与防护科学是本世纪30年代发展起来的一门综合性的技术科学，目前已成为一门独立的学科，并正在不断的发展。

腐蚀是材料在各种环境作用下发生的破坏和变质，遍及国民经济各个部门，给国民经济带来巨大的损失。根据工业发达国家的调查，每年因腐蚀造成的经济损失约占国民生产总值的2—4%，我国每年因腐蚀造成的经济损失至少达二百亿元。搞好腐蚀与防护工作，已不是单纯的技术问题，而是关系到保护资源、节约能源、节省材料、保护环境、保证正常生产和人身安全、发展新技术等一系列重大的社会和经济问题。因此，全面普及腐蚀科学知识，推广近代的防护技术，以减少腐蚀造成的经济损失，延长材料和设备的使用寿命，促进城乡经济的发展和企业经济效益的提高，是当前亟待解决的问题。

为此，中国腐蚀与防护学会和化学工业出版社决定共同组织编写《腐蚀与防护全书》。《全书》分总论、腐蚀理论、环境腐蚀与防护、耐蚀材料、防蚀技术、腐蚀试验监控六篇数十个分册，并将陆续出版。

《全书》属于专业百科性质的大型综合性工具书，全面系统地阐述腐蚀学科的理论和应用，总结国内外的腐蚀与防护经验，反映近代的防护技术；内容广泛，兼顾知识性、教育性和实用性。主要供腐蚀与防护专业以及与该专业有关的工程技术人员阅读使用，也可供企业管理干部与大专院校有关专业师生参考。

《全书》编写工作曾得到腐蚀与防护领域许多专家、工程技术人员及其所在单位领导的热情协助和大力支持，对此，表示衷心地感谢。

由于我们水平有限，缺点和错误在所难免，望读者批评指正。

《腐蚀与防护全书》编委会

1987. 2

符号及缩写符号

符号表

c —— 浓度、壁厚附加量	T_f —— 流动温度
c_p —— 定压热容	T_g —— 玻璃化温度
d —— 密度、直径	T_m —— 熔融温度
D —— 扩散系数	α —— 角度、线胀系数
E —— 弹性模量	β —— 角度
H —— 高度	γ —— 角度
K —— 导热系数	δ —— 厚度
L —— 长度	η —— 粘度
n —— 安全系数	λ —— 热导率
p —— 压力	σ —— 应力
Q —— 热量、结晶度	σ_b —— 抗拉断裂强度
R —— 半径	σ_h —— 焊缝抗拉强度
t —— 时间	σ_v —— 抗弯断裂强度
T —— 温度	$[\sigma]$ —— 许用应力
T_c —— 脆化温度	τ —— 剪应力
T_d —— 分解温度	φ —— 焊缝系数

缩写符号

CPE	chlorinated polyether
	氯化聚醚
CSPF	chlorosulphonated polyethylene
	氯磺化聚乙烯
E EA	ethylene-acrylate copolymer
	乙烯-丙烯酸酯共聚物
EPR	ethylene-propylene rubber
	乙-丙橡胶
EVA	ethylene-vinyl acetate copolymer
	乙烯-醋酸乙烯酯共聚物
HDPE	high density polyethylene
	高密度聚乙烯
LDPE	low density polyethylene
	低密度聚乙烯
LLDPE	linear low density polyethylene
	线型低密度聚乙烯
PA	polyamide
	聚酰胺

PC	poly carbonate 聚碳酸酯
PCTFE	polychlorotrifluoroethylene 聚三氟氯乙烯
PE	polyethylene 聚乙烯
PEC	chlorinated polyethylene 氯化聚乙烯
PF	phenol-formaldehyde resin 酚醛树脂
PFEP	polyfluorinated ethylene propylene 聚全氟乙丙烯
POM	polyoxymethylene 聚甲醛、聚氧化甲醛
PP	polypropylene 聚丙烯
PPO	polyphenylene oxide 聚苯醚
PPS	polyphenylene sulfide 聚苯硫醚
PTFE	polytetrafluoroethylene 聚四氟乙烯
PVC	polyvinyl chloride 聚氯乙烯
PVCC	chlorinated polyvinyl chloride 氯化聚氯乙烯
PVC-AC	polyvinyl chloride-vinyl acetate 聚氯乙烯-醋酸乙烯、氯醋共聚物
PVDC	polyvinylidene chloride 聚偏二氯乙烯
PVDF	polyvinylidene fluoride 聚偏二氟乙烯

目 录

第1章 概 论	(1)
1. 塑料防护的意义和特点	(1)
1.1 塑料防护的意义	(1)
1.2 塑料防护的特点	(2)
2. 塑料的种类和组分	(4)
2.1 塑料的种类及其在防腐工程中的地位	(4)
2.2 塑料的组分	(6)
3. 塑料组分对性能的影响	(7)
3.1 合成树脂的影响	(7)
3.2 增塑剂的影响	(8)
3.3 稳定剂的影响	(9)
3.3.1 抗氧剂	(9)
3.3.2 紫外光稳定剂	(10)
3.3.3 热稳定剂	(10)
3.4 填充剂的影响	(10)
3.5 润滑剂的影响	(11)
第2章 塑料的加工	(12)
1. 塑料制品和设备的加工方法	(12)
1.1 塑料制品的加工	(12)
1.1.1 注射成型	(13)
1.1.2 挤出成型	(13)
1.1.3 层压成型	(14)
1.1.4 模压成型	(15)
1.2 塑料整体设备的加工	(15)
1.2.1 塑料的机械加工	(15)
1.2.2 塑料设备的热成型	(16)
1.2.3 塑料焊接	(18)
2. 加工对塑料性能的影响	(19)

2.1	塑料加工中应力的影响	(20)
2.1.1	大分子在机械力作用下降解	(20)
2.1.2	塑料加工过程内应力形成及应力松弛	(21)
2.1.3	塑料挤出加工中的熔体破裂	(22)
2.2	塑料加工中温度的影响	(23)
2.3	塑料加工中取向的影响	(23)
2.4	塑料加工中聚合物分子降解的影响	(24)
第3章	聚氯乙烯塑料	(26)
1.	聚氯乙烯树脂的生产原理	(26)
1.1	氯乙烯单体的合成	(26)
1.1.1	乙炔法	(26)
1.1.2	二氯乙烯裂解法	(27)
1.1.3	乙烯、乙炔联合法	(27)
1.1.4	乙烯氧氯化法	(27)
1.2	氯乙烯的聚合	(28)
2.	聚氯乙烯的结构和性能	(28)
2.1	聚氯乙烯的结构和组织形态	(28)
2.1.1	结构	(28)
2.1.2	颗粒形态	(29)
2.2.	聚氯乙烯塑料的组分	(30)
2.2.1	聚氯乙烯树脂	(30)
2.2.2	稳定剂	(31)
2.2.3	润滑剂	(31)
2.2.4	填充剂	(31)
2.2.5	配方	(32)
2.3	聚氯乙烯塑料的物性	(33)
2.3.1	比重	(33)
2.3.2	使用温度	(33)
2.3.3	机械强度	(34)
2.3.4	其它物性	(35)
2.4	聚氯乙烯塑料的力学三态	(36)
2.4.1	玻璃态	(36)
2.4.2	高弹态	(37)

2.4.3 粘流态.....	(37)
2.5 聚氯乙烯塑料的长期力学性能.....	(37)
2.6 聚氯乙烯塑料的热性能.....	(39)
2.7 聚氯乙烯塑料的耐化学性.....	(40)
2.7.1 耐水、耐盐溶液性.....	(40)
2.7.2 耐酸碱性.....	(40)
2.7.3 耐溶剂性.....	(42)
2.7.4 耐应力腐蚀性.....	(42)
3. 聚氯乙烯塑料设备的设计.....	(46)
3.1 设计计算.....	(47)
3.1.1 内压圆筒形容器的计算.....	(47)
3.1.2 外压圆筒形容器的计算.....	(49)
3.1.3 圆筒形塔体受轴向压缩时的稳定性计算.....	(50)
3.1.4 卧式容器计算.....	(51)
3.2 结构设计.....	(53)
3.2.1 圆筒加强结构.....	(53)
3.2.2 平顶盖及加强结构.....	(54)
3.2.3 锥形封头结构及加强.....	(55)
3.2.4 椭圆封头结构及加强.....	(56)
3.2.5 连接结构.....	(57)
3.2.6 方型设备.....	(58)
3.2.7 接管结构.....	(58)
3.2.8 人孔结构.....	(59)
4. 聚氯乙烯塑料设备的加工.....	(59)
4.1 焊接.....	(60)
4.1.1 焊接过程.....	(60)
4.1.2 焊缝结构.....	(62)
4.1.3 热挤焊.....	(64)
4.2 热成型.....	(64)
4.2.1 热成型温度和时间.....	(64)
4.2.2 热成型工艺.....	(65)
4.3 设备组装与安装.....	(68)
4.3.1 组装.....	(68)

4.3.2	安装	(70)
4.4	检验	(70)
4.4.1	外观检验	(70)
4.4.2	尺寸检验	(70)
4.4.3	压力检验	(71)
4.4.4	模拟试验	(71)
5.	聚氯乙烯塑料的粘接	(71)
5.1	粘接剂	(72)
5.2	粘接工艺	(73)
6.	聚氯乙烯塑料在防腐工程中的应用	(75)
6.1	管道、管件、阀门	(75)
6.1.1	管道	(75)
6.1.2	管件、阀门	(77)
6.2	贮槽	(77)
6.2.1	立式贮槽	(78)
6.2.2	卧式贮槽	(78)
6.2.3	球形贮槽	(79)
6.2.4	真空贮槽	(80)
6.3	塔器	(80)
6.4	烟囱	(82)
6.5	反应器、热交换器	(83)
6.6	电除雾器	(84)
6.7	其它应用	(85)
7.	软聚氯乙烯塑料及其应用	(85)
7.1	软聚氯乙烯塑料的组分	(86)
7.1.1	脂肪族二元酯	(86)
7.1.2	直链醇苯二甲酸酯	(86)
7.1.3	二元醇脂肪酸酯	(87)
7.1.4	环氧增塑剂	(87)
7.1.5	脂肪族磷酸酯	(87)
7.2	软聚氯乙烯塑料的性能	(87)
7.2.1	物理机械性能	(87)
7.2.2	耐腐蚀性	(88)

7.2.3 热稳定性.....	(89)
7.3 软聚氯乙烯塑料的焊接.....	(89)
7.3.1 焊条焊接法.....	(89)
7.3.2 烙铁烫焊法.....	(90)
7.3.3 热风熔融焊接.....	(90)
7.4 软聚氯乙烯塑料的应用.....	(91)
8. 氯乙烯类塑料.....	(92)
8.1 氯化聚氯乙烯.....	(92)
8.1.1 氯化聚氯乙烯的生产原理.....	(92)
8.1.2 氯化聚氯乙烯的结构和性能.....	(92)
8.1.3 氯化聚氯乙烯的应用.....	(94)
8.2 聚偏氯乙烯.....	(95)
8.2.1 聚偏氯乙烯的生产原理.....	(95)
8.2.2 聚偏氯乙烯的结构和性能.....	(96)
8.2.3 聚偏氯乙烯的应用.....	(97)
8.3 氯醋共聚物.....	(98)
8.3.1 氯醋共聚物的生产原理.....	(98)
8.3.2 氯醋共聚物的结构和性能.....	(100)
8.3.3 氯醋共聚物的应用.....	(100)
第 4 章 聚丙烯.....	(101)
1. 聚丙烯树脂的生产原理.....	(101)
1.1 单体精制.....	(101)
1.2 催化剂制备.....	(102)
1.3 聚合.....	(102)
2. 聚丙烯的结构和性能.....	(102)
2.1 结构和变态.....	(102)
2.1.1 立体规整性.....	(102)
2.1.2 结晶变态.....	(103)
2.1.3 球晶结构.....	(104)
2.2 结晶性.....	(105)
2.2.1 结晶度.....	(105)
2.2.2 结晶速度.....	(106)
2.2.3 添加剂对聚丙烯结晶的影响.....	(106)

2.3	结晶高聚物的力学状态	(107)
2.4	聚丙烯塑料的物理机械性能	(109)
2.4.1	比重	(109)
2.4.2	透明性	(110)
2.4.3	电性能	(110)
2.4.4	机械性能	(110)
2.5	聚丙烯塑料的热性能	(113)
2.5.1	耐热性	(113)
2.5.2	热稳定性	(113)
2.5.3	低温脆性	(114)
2.5.4	热传导性	(114)
2.5.5	热膨胀性	(114)
2.5.6	燃烧性	(115)
2.6	聚丙烯塑料的耐化学性	(115)
2.6.1	耐无机酸、碱、盐性	(115)
2.6.2	耐有机介质性	(116)
2.6.3	耐应力开裂性	(116)
3.	聚丙烯塑料设备及管道的加工	(119)
3.1	聚丙烯塑料的加工特性	(119)
3.1.1	收缩特性	(119)
3.1.2	氧化性和结晶性	(120)
3.2	热成型及挤出成型	(121)
3.2.1	热成型温度、时间	(122)
3.2.2	热成型过程	(122)
3.2.3	热成型后的冷却与退火	(124)
3.2.4	聚丙烯管道的挤出成型	(124)
3.3	焊接	(125)
3.3.1	焊接方法	(125)
3.3.2	焊接操作	(126)
3.3.3	焊条	(127)
3.4	粘接	(127)
3.4.1	聚丙烯的表面处理	(128)
3.4.2	聚丙烯的热熔胶粘接	(128)

4. 聚丙烯塑料在防腐工程中的应用.....	(129)
4.1 管道.....	(130)
4.2 贮槽.....	(133)
4.3 换热器.....	(133)
4.4 其它应用.....	(134)
5. 聚丙烯塑料的改性.....	(135)
5.1 共聚改性.....	(135)
5.2 共混改性.....	(137)
第 5 章 聚乙烯.....	(138)
1. 聚乙烯的合成与种类.....	(138)
1.1 低压聚乙烯.....	(138)
1.2 高压聚乙烯.....	(138)
1.3 中压聚乙烯.....	(139)
1.4 线性低密度聚乙烯.....	(140)
2. 聚乙烯的结构和性能.....	(140)
2.1 聚乙烯的结晶结构.....	(141)
2.2 聚乙烯的结晶性.....	(142)
2.3 聚乙烯塑料的物性.....	(143)
2.3.1 物理机械性能.....	(143)
2.3.2 热性能.....	(144)
2.3.3 介电性能.....	(145)
2.4 聚乙烯塑料的环境应力开裂现象.....	(145)
2.5 聚乙烯塑料的耐化学性.....	(147)
2.5.1 耐酸、碱、盐性.....	(147)
2.5.2 耐溶剂性.....	(147)
2.6 聚乙烯的交联.....	(148)
2.6.1 辐照交联聚乙烯.....	(148)
2.6.2 化学交联聚乙烯.....	(149)
3. 聚乙烯塑料在防腐工程中的应用.....	(150)
3.1 设备、管道、容器.....	(150)
3.2 粉末喷涂.....	(152)
3.2.1 粉末制备.....	(152)
3.2.2 喷涂工艺.....	(152)

4. 氯化聚乙烯.....	(154)
4.1 氯化聚乙烯的生产原理.....	(154)
4.2 氯化聚乙烯的结构和性能.....	(154)
4.3 氯化聚乙烯在防腐工程中的应用.....	(156)
5. 氯磺化聚乙烯.....	(157)
5.1 氯磺化聚乙烯的生产原理.....	(157)
5.2 氯磺化聚乙烯的结构和性能.....	(158)
5.3 氯磺化聚乙烯在防腐工程中的应用.....	(159)
第6章 氟塑料.....	(161)
1. 聚四氟乙烯.....	(161)
1.1 聚四氟乙烯的生产原理.....	(161)
1.1.1 四氟乙烯的制造.....	(161)
1.1.2 聚四氟乙烯的制造.....	(161)
1.1.3 聚四氟乙烯的品种.....	(162)
1.2 聚四氟乙烯的结构和性能.....	(162)
1.2.1 聚四氟乙烯的结构.....	(162)
1.2.2 聚四氟乙烯的性能.....	(163)
1.3 聚四氟乙烯的加工.....	(167)
1.3.1 模压成型.....	(167)
1.3.2 等压成型.....	(168)
1.3.3 挤压成型.....	(168)
1.3.4 压延成型.....	(169)
1.3.5 分散液加工.....	(169)
1.3.6 机械加工.....	(169)
1.3.7 缠绕成型.....	(170)
1.3.8 加工因素对制品因素的影响.....	(171)
1.4 聚四氟乙烯的粘接和焊接.....	(172)
1.4.1 粘接.....	(172)
1.4.2 机械接合.....	(173)
1.4.3 焊接.....	(173)
1.5 聚四氟乙烯在防腐工程中的应用.....	(174)
1.5.1 设备衬里.....	(174)
1.5.2 密封件.....	(175)