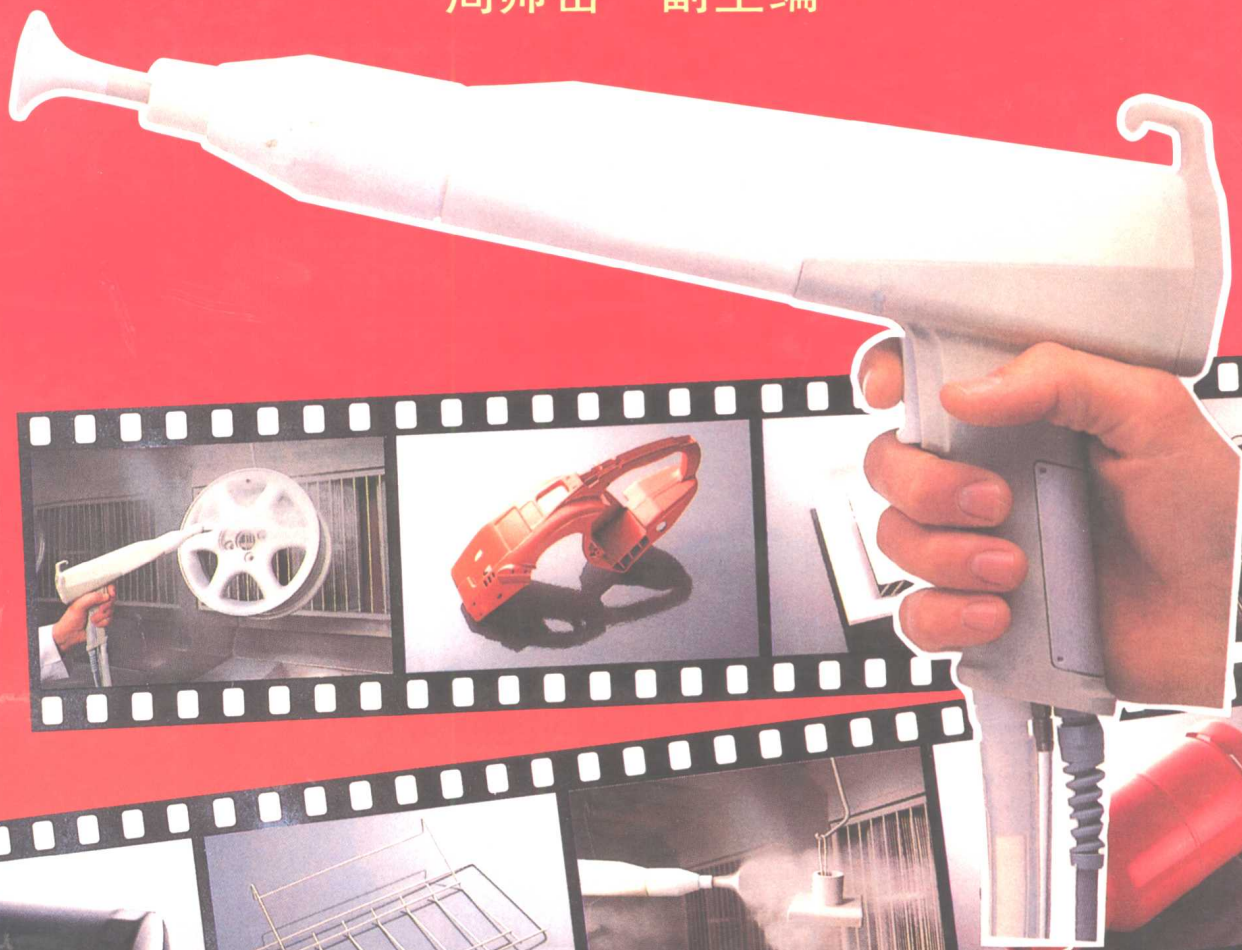


粉末涂料涂装工艺学

陈振发 主 编

周师岳 副主编



上海科学技术文献出版社

粉末涂料涂装工艺学

主 编：陈振发

副主编：周师岳

上海科学技术文献出版社

责任编辑：陆中伟

封面设计：石亦义

粉末涂料涂装工艺学

主编 陈振发 副主编 周师岳

*

上海科学技术文献出版社出版发行
(上海市武康路2号 邮政编码 200031)

全国新华书店经销

商务印书馆上海印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 28 字数 716 800

1997年9月第1版 1997年9月第1次印刷

印数：1—5 000

ISBN 7-5439-1143-4/T·492

定价：48.00 元

《粉末涂料涂装工艺学》编委会名单

主 编：陈振发

副 主 编：周师岳

编 委 会：(按姓氏笔划排列)

丁天敏	于业义	孔令和	王伟林	王国钧
王德中	伍秋琪	孙 毅	李文华	李永顺
邱坚明	余根基	陈光明	陈和翰	陈振发
张子鹏	张喜运	周师岳	周筱禔	胡宁先
赵永德	南仁植	冯素兰	徐庆平	曾东林
钱锦林				

执行编委：(按姓氏笔划排序)

丁天敏	陈振发	张喜运	周师岳	胡宁先
-----	-----	-----	-----	-----

本书出版支持单位：

杜邦中国集团有限公司
烟台高远塑粉有限公司(粉末涂料)
上海光明涂装工程成套公司(涂装设备)
宁波南海化学有限公司(流平剂、消光剂)
上海华迪塑粉厂(粉末涂料)
河北廊坊燕美化工有限公司(粉末涂料、树脂)
烟台开发区奇通化工设备有限公司(制粉设备)
上海迪斯姆化学有限公司(粉末涂料)
上海新星静电喷涂设备厂(涂装设备)
深圳松辉化工有限公司(粉末涂料、油漆)
烟台市粉末技术开发公司(制粉设备)
阿克苏诺贝尔杭州粉末涂料有限公司(粉末涂料、树脂)
海阳远丰自动化设备有限公司(制粉设备)
烟台三立机械有限公司(制粉设备)
上海浦东伟隆静电喷涂设备厂(涂装设备)
肇庆市星湖化工企业集团(粉末涂料、树脂)
安徽华佳化工有限公司(粉末涂料、树脂)
上海华锦涂料涂装发展公司(贸易、四技服务)

前 言

粉末涂料及其涂装技术,作为一项新的工艺、新的技术在国内推广应用已有十多年了,十多年来在广大科技人员、专家、领导和各个行业的努力下,粉末涂料的应用已扩展到冶金、机电仪表、纺织、轻工、家用电器、化工、石油管道、铁路、航天、航空、交通、农机、煤矿、水利、船舶等二十多个工业领域,热固性粉末涂料产量也已从1984年的180吨发展到1995年的40000吨,年平均递增60%以上,超出了日本位居亚洲第一。这在涂料工业和涂装行业的发展历史上是少见的。

粉末涂料不使用溶剂,100%固体份施工,减少了污染,改善了环境保护,保障了操作人员的健康。因而十多年来,粉末涂料和涂装技术先后被列为国家科委、国家经委、国务院有关工业部委的重点攻关项目。粉末涂料施工工艺简单,材料利用率高达99%以上,并易于自动化生产,从而大大节约了能源、节省了资源、提高了劳动生产率,它的发展无疑对社会作出了卓越的贡献。

粉末涂料是一种新型合成材料,它的生产和涂装工艺、涂装设备涉及到微电子、激光、机械、电器等高新技术,具有美好的发展前景。十多年来粉末涂料经过一个较长时间的摸索、应用和不断提高,初步形成了一个较完整的技术体系和管理体系。特别是在粉末涂料品种不断增加,施工设备日趋完善和应用领域的进一步开拓的今天,总结广大科技人员和操作人员的经验,编写成具有指导作用的粉末涂料涂装工艺学是很有意义的。

作为中国粉末涂料涂装行业的唯一全国性学术性组织,中国化工学会粉末涂料涂装专业委员会十分重视工艺学的编写工作,并为此专门成立粉末涂料涂装工艺学编辑委员会,经过编委会和委员会二年来辛勤努力,几经易稿才形成目前出版的这个版本。本书共60余万字分四篇,从粉末涂料原材料、各类粉末涂料、各种粉末涂装施工工艺到检验测试、环保安全以及工艺原理等作了较全面的阐述。对涉足本行业的科技人员、领导、操作人员以及广大应用行业的有关人员具有指导和启迪作用。

本书绪论由陈振发同志编写;第一篇原料篇由王德中、胡宁先、冯素兰、王国钧、梁民森同志编写;第二篇粉末涂料篇由周筱桢、丁天敏、伍秋琪、王国钧、余根基、孙毅同志编写;第三篇粉末涂装工艺篇由周师岳、张喜运、赵永德同志编写;第四篇检测与安全篇由孔令和、陈和翰同志编写。全书由陈振发、周师岳、张喜运、胡宁先、丁天敏同志复审。本书编辑和出版过程中,得到了本行业专家领导和有关人员大力支持,对此一并表示谢意。

鉴于粉末涂料涂装工艺学在中国还是第一次编写,限于编写人员的水平,希望读者对本书存在的缺点多提宝贵意见,以便再版时修订。

编 者
1996. 9. 1

目 录

前言	(i)
0. 绪论	(1)
0.1 发展简史	(1)
0.2 粉末涂料和涂装工艺分类	(5)
0.3 粉末涂料的特点和发展动向	(7)
第一篇 原料	
1. 树脂	(17)
1.1 环氧树脂	(17)
1.1.1 原料	(18)
1.1.2 树脂的合成	(22)
1.1.3 线型酚醛环氧树脂	(29)
1.2 聚酯树脂	(32)
1.2.1 聚酯树脂所用的原料	(33)
1.2.2 与聚酯树脂制造有关的化学反应	(36)
1.2.3 聚酯树脂的制备	(37)
1.2.4 聚酯树脂的物性参数与所配粉末涂料性能的关系	(40)
1.3 丙烯酸树脂	(49)
1.3.1 丙烯酸树脂所用的原料	(49)
1.3.2 与丙烯酸树脂制造有关的化学	(49)
1.3.3 丙烯酸树脂的配方设计	(51)
1.3.4 丙烯酸树脂的制备	(56)
2. 固化剂及固化促进剂	(66)
2.1 概述	(66)
2.1.1 固化剂和固化促进剂必需具备的性能	(66)
2.1.2 固化剂类型选择的原则	(66)
2.2 环氧型粉末涂料用固化剂及固化促进剂	(67)
2.2.1 双氰胺	(68)
2.2.2 酸酐	(70)
2.2.3 线型酚醛树脂	(72)
2.2.4 二酰肼	(73)
2.2.5 咪唑及其盐类固化促进剂	(73)
2.2.6 其他固化促进剂	(74)
2.3 聚酯、丙烯酸型树脂固化剂	(75)
2.3.1 三缩水甘油基异氰尿酸酯	(75)
2.3.2 β -羟烷基酰胺	(76)

2.3.3 封闭型异氰酸酯·····	(78)
3. 流平及流平剂·····	(82)
3.1 粉末涂料的流平·····	(82)
3.1.1 成膜过程·····	(82)
3.1.2 影响流平的主要因素·····	(83)
3.1.3 流平过程中的主要弊病及其成因·····	(85)
3.2 粉末涂料流平剂·····	(87)
3.2.1 流平剂促进流平的机理·····	(87)
3.2.2 流平剂的类型及品种·····	(88)
3.2.3 流平剂的应用·····	(89)
3.3 粉末涂料流平剂的新进展·····	(90)
3.3.1 流平剂的发展·····	(90)
3.3.2 GLP 流平剂·····	(90)
3.3.3 LA 流平剂·····	(93)
4. 消光及消光剂·····	(94)
4.1 物体的光泽及涂料的消光·····	(94)
4.1.1 物体的光泽及其量度·····	(94)
4.1.2 涂料的消光·····	(94)
4.1.3 粉末涂料的消光途径·····	(94)
4.2 物理消光剂·····	(96)
4.2.1 无机填料——体质颜料·····	(96)
4.2.2 金属皂·····	(98)
4.2.3 与基料不相容的聚合物·····	(98)
4.2.4 蜡和金属盐的复合物·····	(99)
4.2.5 金属有机化合物·····	(100)
4.3 化学消光剂·····	(100)
4.3.1 网络互穿型(IPN)消光剂·····	(100)
4.3.2 单盐型消光固化剂及消光固化流平剂·····	(103)
4.3.3 接枝型消光固化剂·····	(106)
5. 粉末涂料用其他助剂·····	(108)
5.1 光稳定剂·····	(108)
5.1.1 粉末涂膜的老化·····	(108)
5.1.2 光稳定剂的类别·····	(109)
5.1.3 光稳定剂的应用·····	(110)
5.2 美术型助剂·····	(115)
5.2.1 粉末涂料的纹理效应·····	(115)
5.2.2 纹理形成的途径及美术型助剂·····	(115)
5.2.3 美术型助剂的应用·····	(116)
5.3 增塑剂—增韧剂和消泡剂·····	(118)
5.3.1 增塑剂—增韧剂·····	(118)

5.3.2	消泡剂	(124)
5.4	偶联剂、边缘覆盖剂和防结块剂	(126)
5.4.1	偶联剂	(126)
5.4.2	边缘覆盖剂	(131)
5.4.3	防结块剂	(132)
6.	颜料与填料	(134)
6.1	颜料的定义及功能	(134)
6.2	颜料的基本性质	(134)
6.2.1	颜料与颜色	(134)
6.2.2	颜料的遮盖力	(136)
6.2.3	颜料的着色力	(137)
6.2.4	颜料的分散	(137)
6.2.5	颜料的热稳定性	(137)
6.2.6	颜料的耐候性	(137)
6.3	常用颜料分类	(137)
6.3.1	无机颜料	(137)
6.3.2	有机颜料	(141)
6.3.3	金属颜料	(143)
6.3.4	荧光颜料	(143)
6.3.5	珠光颜料	(143)
6.3.6	体质颜料	(144)
第二篇 粉末涂料		
7.	热固性粉末涂料	(147)
7.1	概述	(147)
7.2	热固性粉末涂料的分类及其特性	(148)
7.2.1	按照粉末涂料的使用范围分类	(148)
7.2.2	按照粉末涂料的涂膜状态分类	(149)
7.2.3	按照粉末涂料的成膜物质分类	(149)
7.3	制造工艺	(152)
7.3.1	在球磨机中的生产方法	(152)
7.3.2	在Z型叶片捏和机中的生产方法	(152)
7.3.3	湿法工艺生产粉末涂料	(153)
7.3.4	熔融混和挤出法生产粉末涂料	(153)
7.4	生产设备的选择	(156)
7.4.1	预混合器的选择	(156)
7.4.2	熔融混合挤出机的选择	(157)
7.4.3	微粉碎机	(160)
7.4.4	过筛分级	(162)
7.5	原料选择要求	(162)
7.5.1	合成树脂的选择	(163)

7.5.2 固化剂的选择	(163)
7.5.3 颜料和填料的选择	(163)
7.5.4 助剂的选择	(164)
7.6 颜料选用与配色要点	(166)
7.6.1 颜料的应用	(166)
7.6.2 配色要点	(169)
7.7 配方设计原则	(170)
7.7.1 原料组分的配合	(170)
7.7.2 电性能要求	(171)
7.7.3 粉末的含水量控制	(171)
7.7.4 粉末涂料的稳定性	(172)
7.7.5 粉末涂料的水平流动性	(172)
7.7.6 粉末涂料的胶化时间	(172)
7.7.7 粉末涂料的表观密度	(172)
7.7.8 粉末涂料的安息角	(172)
7.8 保证产品质量应进行的必要步骤	(173)
7.9 影响涂膜质量的因素	(175)
7.9.1 关于缩孔、麻点问题	(175)
7.9.2 关于涂膜机械强度问题	(176)
7.9.3 关于失光问题	(176)
7.9.4 关于涂膜产生桔皮问题	(176)
7.9.5 消除涂膜缺陷的主要途径	(177)
8. 各类热固性粉末涂料特性与配方	(178)
8.1 环氧粉末涂料	(178)
8.1.1 环氧粉末涂料的组分	(179)
8.1.2 环氧粉末涂料的固化体系	(181)
8.1.3 环氧粉末涂料的应用场合和配方实例	(183)
8.2 环氧聚酯粉末涂料	(184)
8.2.1 配方设计原理	(185)
8.2.2 原材料的选择	(186)
8.2.3 配方设计要点和技术参数	(186)
8.2.4 环氧聚酯粉末涂料的应用场合及配方实例	(186)
8.3 聚酯/TGIC 粉末涂料	(188)
8.3.1 特性和应用	(188)
8.3.2 配方实例	(192)
8.4 聚氨酯粉末涂料	(193)
8.4.1 特性和用途	(194)
8.4.2 配方实例	(197)
8.5 丙烯酸粉末涂料	(198)
8.5.1 特性和用途	(198)

8.5.2	丙烯酸粉末涂料的改进	(202)
8.5.3	配方实例	(203)
8.6	功能性粉末涂料	(204)
8.6.1	导电型粉末涂料	(204)
8.6.2	绝缘型粉末涂料	(205)
8.6.3	环氧酚醛防腐型粉末涂料	(207)
8.6.4	耐热型粉末涂料	(209)
8.6.5	阻燃型粉末涂料	(209)
8.6.6	美术型粉末涂料	(210)
8.6.7	半光、平光粉末涂料	(213)
9.	热塑性粉末涂料生产工艺	(215)
9.1	概述	(215)
9.2	生产工艺	(216)
9.2.1	深冷机械粉碎	(217)
9.2.2	常温机械粉碎	(217)
9.2.3	控温机械粉碎	(217)
9.3	原材料的选择	(218)
9.3.1	基料的选择	(218)
9.3.2	颜填料的选择	(219)
9.3.3	防老剂及其他助剂的选择	(220)
9.4	生产设备的选型	(220)
9.5	配方设计原理	(221)
10.	各种热塑性粉末涂料的性能和配制	(225)
10.1	聚乙烯粉末涂料	(226)
10.1.1	聚乙烯的种类	(226)
10.1.2	聚乙烯粉末涂料材料的选择	(228)
10.1.3	生产工艺的选择	(229)
10.1.4	配方设计	(230)
10.2	聚氯乙烯粉末涂料	(231)
10.2.1	聚氯乙烯概况	(231)
10.2.2	聚氯乙烯粉末涂料材料的选择	(232)
10.2.3	生产工艺的选择	(237)
10.3	聚酰胺(尼龙)粉末涂料	(239)
10.3.1	涂膜的理化性能	(241)
10.3.2	尼龙粉末涂料的配制	(242)
10.4	氯化聚醚粉末涂料	(244)
10.4.1	涂层主要理化性能	(246)
10.5	聚丙烯粉末涂料	(248)
10.6	热塑性聚酯粉末涂料	(250)
10.7	乙烯/醋酸乙烯(EVA)粉末涂料	(251)

10.8	醋丁纤维素和醋丙纤维素粉末涂料·····	(253)
10.9	聚偏氟乙烯粉末涂料·····	(254)
10.9.1	加工·····	(254)
10.9.2	机械性能·····	(255)
10.9.3	化学耐蚀性·····	(255)
第三篇 粉末涂装工艺		
11.	粉末涂装概述·····	(259)
11.1	粉末涂装工艺概述·····	(259)
11.1.1	粉末热涂装工艺·····	(259)
11.1.2	粉末涂装工艺的分类·····	(260)
12.	涂装前表面处理·····	(261)
12.1	概述·····	(261)
12.2	除油·····	(261)
12.2.1	除油剂·····	(261)
12.2.2	除油方法·····	(265)
12.2.3	除油剂的配方·····	(266)
12.3	除锈·····	(267)
12.3.1	铁锈的组成及去除方法·····	(267)
12.3.2	化学除锈液成分及作用·····	(267)
12.3.3	除锈液配方·····	(268)
12.3.4	除油除锈“二合一”·····	(269)
12.4	磷化·····	(269)
12.4.1	概述·····	(269)
12.4.2	磷化膜的形成机理及结构·····	(270)
12.4.3	磷化处理的工艺·····	(271)
12.4.4	影响磷化处理的因素·····	(272)
12.4.5	除油、除锈、磷化“三合一”处理工艺·····	(274)
12.5	铝合金氧化处理·····	(275)
12.5.1	除油·····	(275)
12.5.2	化学氧化·····	(275)
12.6	前处理槽液性能的测定·····	(276)
12.6.1	游离碱度的测定·····	(276)
12.6.2	游离酸度的测定·····	(276)
12.6.3	总酸度的测定·····	(276)
12.6.4	磷化膜重量的测定·····	(276)
12.7	前处理工艺应用实例·····	(277)
12.8	前处理废水处理·····	(279)
12.8.1	概述·····	(279)
12.8.2	常用废水处理方法·····	(280)
12.8.3	前处理废水处理应用实例·····	(281)

13. 流化床涂装法	(285)
13.1 流化床涂装原理	(285)
13.1.1 概述	(285)
13.1.2 原理	(285)
13.2 流化床涂装设备	(287)
13.2.1 流化床结构	(287)
13.2.2 微孔透气隔板	(287)
13.3 流化床涂装工艺	(289)
13.3.1 工件前处理	(289)
13.3.2 工件预热	(290)
13.3.3 流化床浸涂	(290)
13.3.4 加热固化(塑化)	(291)
13.3.5 流化床施工注意事项	(291)
13.4 流化床涂装工艺应用实例	(293)
13.4.1 在机电工业中绝缘和防腐蚀涂层应用	(293)
13.4.2 流化床涂装工艺在装饰性涂层中的应用	(294)
13.4.3 流化床涂装工艺在化学工业中的应用	(295)
14. 静电涂装法	(297)
14.1 高压静电喷涂法	(297)
14.1.1 应用原理	(297)
14.1.2 施工工艺	(298)
14.1.3 粉末高压静电喷涂典型工艺	(299)
14.1.4 工艺流程及主要设备	(301)
14.1.5 典型的应用实例	(311)
14.1.6 影响涂膜施工质量的因素	(312)
14.2 摩擦静电喷涂法	(315)
14.2.1 应用原理	(315)
14.2.2 施工工艺	(317)
14.2.3 喷枪的结构	(318)
14.2.4 典型的应用实例	(320)
14.3 静电流化床涂装法	(321)
14.3.1 应用原理	(321)
14.3.2 施工工艺	(322)
14.3.3 使用的设备	(324)
14.3.4 典型的应用实例	(325)
14.4 静电振荡粉末涂装法	(328)
14.4.1 应用原理	(328)
14.4.2 施工工艺	(329)
14.4.3 工艺流程	(330)
14.4.4 应用范围	(330)

15. 其他涂装法	(331)
15.1 火焰喷涂法	(331)
15.1.1 用途	(331)
15.1.2 原理和火焰喷枪	(331)
15.1.3 工艺流程	(332)
15.1.4 操作步骤	(332)
15.1.5 施工工艺	(332)
15.1.6 应用实例	(333)
15.2 粉末热喷涂法	(334)
15.2.1 原理	(334)
15.2.2 施工工艺	(334)
15.2.3 工艺流程及主要设备	(336)
15.2.4 典型的应用实例	(337)
15.3 振动床法和瀑布法	(339)
15.3.1 振动床法	(339)
15.3.2 瀑布法	(339)
15.4 真空吸涂法	(339)
15.5 粉末电泳涂装法	(340)
15.5.1 原理	(340)
15.5.2 EPC 的优缺点	(341)
15.6 无喷嘴静电喷涂	(342)
16. 输送机 and 固化炉	(344)
16.1 输送机	(344)
16.1.1 概论	(344)
16.1.2 输送机械的类型和特点	(344)
16.1.3 输送机械的选择	(344)
16.1.4 封闭轨悬挂输送机	(347)
16.1.5 普通悬挂输送机	(350)
16.1.6 积放式悬挂输送机	(352)
16.1.7 板式输送机	(356)
16.1.8 粉末涂装工艺中悬挂输送机线路设计	(356)
16.1.9 输送机的安装、维护与保养	(359)
16.1.10 输送机线路布置实例	(361)
16.2 干燥固化设备	(362)
16.2.1 涂层质量与烘烤固化的关系	(362)
16.2.2 对烘炉的基本要求	(363)
16.2.3 烘炉的类型及选择	(364)
第四篇 检测与安全	
17. 粉末涂料及其涂膜的检测	(369)
17.1 概述	(369)

17.2 粉末涂料(成膜前)的性能试验方法	(370)
17.2.1 安息角测定	(370)
17.2.2 表观密度	(370)
17.2.3 流出性	(371)
17.2.4 粒度分布	(372)
17.2.5 软化温度	(373)
17.2.6 胶化时间	(373)
17.2.7 熔融流动性	(373)
17.2.8 倾斜流动性测定	(374)
17.2.9 挥发物含量	(375)
17.2.10 贮存稳定性	(375)
17.3 涂膜性能试验方法	(376)
17.3.1 冲击强度	(376)
17.3.2 附着力	(377)
17.3.3 硬度	(378)
17.3.4 柔韧性	(380)
17.3.5 杯突试验	(380)
17.3.6 涂膜光泽测定	(382)
17.3.7 边角覆盖率	(383)
17.3.8 涂膜耐磨性	(384)
17.3.9 气孔性	(385)
17.3.10 耐水性测定	(385)
17.4 性能指标	(386)
18. 安全生产及环境保护	(387)
18.1 安全生产的重要意义	(387)
18.2 卫生与安全问题的提出	(387)
18.2.1 粉末制造工艺过程中的卫生与安全	(387)
18.2.2 涂装工艺生产中的卫生与安全	(388)
18.3 影响卫生与安全的因素	(390)
18.4 卫生、安全与环保措施	(391)
18.5 生产组织管理	(392)
附录1 一步法合成中等分子量环氧树脂的指标及主要生产厂家	(395)
附录2 二步法合成中等分子量环氧树脂的主要生产厂家、牌号及技术指标	(396)
附录3 我国环氧树脂分类、型号、命名方法	(397)
附录4 本书所引用的稳定剂对照表	(399)
附录5 本书所引用的增塑剂(增韧剂)对照表	(401)
附录6 硅烷偶联剂的有关牌号及应用范围	(402)
附录7 钛酸酯偶联剂的类型及应用范围	(403)
附录8 涂料用杜邦钛白粉参考对照表	(404)
附录9 影响粉末涂装质量的粉末涂料因素	(405)

附录 10	中华人民共和国国家标准——电气绝缘涂敷粉末试验方法	(406)
附录 11	中华人民共和国化工行业标准——环氧-聚酯粉末涂料	(422)
附录 12	中华人民共和国国家标准——涂装作业安全规程粉末静电喷涂工艺安全	(425)

0. 绪 论

0.1 发展简史

粉末涂料及其涂装技术是十多年来在我国迅速发展的一项新工艺、新技术,具有节省能源和资源、减少环境污染、工艺简便、易实现自动化、涂层坚固耐用、粉末可回收再用等特点。它的出现引起世界各国涂料和涂装行业的广泛重视和兴趣。80年代,法国、联邦德国、意大利、英国、美国、日本等发达国家的粉末涂料产量平均年增长在10%左右。目前粉末涂料的应用已涉及到家用电器、仪器仪表、金属、纺织、轻工、器具、建筑装饰、机电设备、纺织机械、石油化工设备和管道、农业机械、金属网架、火车客车车辆、汽车零部件、飞机仓板、电子元器件、化妆品瓶、船舶防锈等二十多个行业,已经取得了巨大的经济和社会效益。随着粉末涂料新产品的不断开发,粉末涂料涂装工艺的创新以及粉末涂料生产和涂装施工设备的自动化程度不断提高,应用领域将会得到更进一步的开拓,该项新工艺、新技术将具有更大的生命力。

粉末涂料是一种含有100%固体份的、以粉末形态进行涂装并涂层的涂料,它与一般溶剂型涂料和水性涂料不同,不是使用溶剂或水作为分散介质,而是借助于空气作为分散介质。

早在40年代,由于石油化工等行业的迅速发展,聚乙烯、聚氯乙烯、聚酰胺树脂产量迅速增长,从而开拓了聚乙烯树脂等在金属表面的涂装工艺的研究,由于这类树脂很难溶解成液态,因而开始研究采用火焰喷涂技术,将树脂粉末熔融涂敷于金属表面。1950年,树脂粉末除应用火焰喷涂法外,还采用直接散布法。这是一种将树脂粉末均匀地撒在加热工件表面,并使粉末熔融形成涂层的最简便施工方法。为了使散布法能自动进行,1952年联邦德国Gemmer试验成功了流化床法,此法乃通过空气或惰性气体作用,使粉末在专门容器内流动浮游,并使其熔融附着于预热工件上,通过加热使其熔融流平,从而得到光滑的涂层。当时所应用的树脂主要是聚乙烯、聚氯乙烯、聚酰胺(尼龙)等热塑性树脂粉末。

50年代,欧洲开始了热固性粉末涂料的研究,经过多年的改进,50年代后期,热固性环氧粉末涂料率先试制成功,并开始了批量生产,最初开发的是适用于流化床工艺涂布的几个品种,其主要应用于电气绝缘以及化学防护方面。热固性粉末涂料的出现,使粉末涂料发展进入了实质性发展阶段。

60年代初期,Shell公司研究所致力于粉末涂料制造的研究。它们提出了热固性环氧粉末涂料的两种制备方法。第一种制法是将液体环氧树脂和液体固化剂进行聚合反应,生成一种能制成细粉状、低熔点的部分聚合固化的B阶树脂。这种B阶树脂再通过高温烘烤而得到完全固化的C阶树脂。该法的缺点在于B阶树脂对微小温度变化很敏感以及在低温时形成B阶树脂时间很长,所以极难保证产品各批质量的重复。另外,该法还有一个致命的缺点,就是当涂层较厚时,将会发生放热反应,因而B阶树脂很快发生交联变成C阶树脂,所