

# 粉末涂料技术经济手册

化学工业部科技情报研究所

# 粉末涂料技术经济手册

江苏工业学院图书馆  
藏书章

中国科学院图书馆  
化学工业部科技情报研究所

1980年 11月 25日 盖章

· 附内 ·

粉末涂料技术经济手册

**粉末涂料技术经济手册**

化学工业部科技情报研究所编辑出版

\* \* \*

中国中医研究院印刷厂印刷

1992年3月印刷

字数：20万 工本费：37元

## 前 言

本手册分别概述了粉末涂料的工业现状、配制、生产和施工。

在配制章节中探讨了配制粉末涂料用树脂和固化剂的化学过程，而在第四、五、六章中则提供了最新的有关专利文献说明。本资料也涉及这些领域的新发展。

在生产章节中讨论了配制粉末涂料用的设备及成本分析。在施工章节中介绍了粉末涂料涂装技术和设备，包括其经济评价。本报告还简介了一些尚未工业化的最新施工工艺。

附录 A 是评价涂料性能的试验方法摘要，附录 B 是环境保护方面的文献摘要。

本手册系由我所内部掌握的难得资料译编而成，主要依据是截至1989年中期的有关论文、参考书、工业界信息及专利文献。由于引用内部难得资料，故手册的内容不得公开引用和外传。

## 序

随着近代科学技术的发展，各国已把涂料列为一种不可少的工程材料之一。粉末涂料即属于涂料之一，它将为我国涂料工业的新技术、新工艺、新材料的发展和推广，提供极为重要的涂装材料。

粉末涂料是一种完全不含有机溶剂，以粉末形态出现的新型涂料。它不但涂装效率高、涂层机械强度大，并可一次成膜，这对贮存运输也较方便。在静电喷涂过程中，过量喷出的粉末还可回收利用。因此，不论在节约资源、能源以及消除环境污染，改善防火安全，提高施工效率等方面，都比其他低污染涂料优越，因而已日益受到各有关部门的重视和推广。

我国粉末涂料的生产、使用还是近十年来的事。据了解，我国粉末涂料的年消费量1990年近10 000吨，为我国涂料总产量的1.30%，预计1993年将有较大发展。品种已有环氧、聚酯、环氧/聚酯、丙烯酸、聚氨酯、聚酯/TGIC、环氧酚醛、聚乙烯、聚酰胺等粉末涂料。目前，我国粉末涂料已在家用电器、仪器仪表、机电、轻工产品、石油化工防腐、电器绝缘、建筑五金、钢木家具、船舶、丝网等工业产品上应用。生产粉末涂料所需的挤出机、研磨机，施工所需的静电喷涂装置等，我国都能自制，并有批量生产，基本上形成了从粉末涂料生产到施工应用的完整系列，为我国发展粉末涂料铺平了道路、创造了条件。

为了使我国粉末涂料工业健康地发展，目前，粉末涂料的生产、应用、科研单位应做好六项工作，①增加粉末涂料新品种，

②开发与粉末涂料品种相应的各种添加剂；③研究先进的喷涂工艺，不断改进施工应用技术，以适应生产的发展；④加强对引进技术的消化、吸收和国产化的工作；⑤重视市场调查，做好售前、售后的技术服务工作，不断开拓新的应用领域，使我国的粉末涂料工业稳步发展；⑥避免各自为政、互相分割和封锁所造成的低水平重复研究，避免浪费人力、物力与财力。

为了进一步推动我国粉末涂料与涂装行业的发展，化学工业部科学技术情报研究所编译出版了这本《粉末涂料技术经济手册》。本书国外部分由李树琛、余素梅、苏国杰、薛爱云、向多英、孟敏、赵翠芝、陈坚和李峰同志翻译，化工部科技情报研究所副总编辑徐维正同志校对；国内部分由化工部科技情报研究所孙宁和李峰同志编写。全书由李峰同志汇总，化工部科技情报研究所总工程师钱鸿元同志进行了修改和审核。

限于时间与业务水平，本书难免有缺点和错误，敬请读者加以指正。

编者

1991年6月30日

## 参加工作人员

国外部分翻译：李树琛、余素梅、薛爱云、向多英、李峰、苏国

杰、赵翠芝、孟敏、陈坚

国内部分编写：李峰、孙宁

英文校对：徐维正

审 核：钱鸿元

责任编辑：李峰

封面和正文设计：王媛文

# 目 录

## 第一章 摘 要

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 一、工业状况.....           | (1) |
| 二、粉末涂料的配制.....        | (2) |
| 1. 热固性粉末涂料.....       | (2) |
| 2. 热塑性粉末涂料.....       | (3) |
| 三、粉末涂料的生产.....        | (3) |
| 四、粉末涂料的施工.....        | (5) |
| 1. 静电喷涂装饰性薄膜粉末涂料..... | (5) |
| 2. 静电喷涂厚膜功能粉末涂料.....  | (6) |
| 3. 用流化床涂敷粉末涂料.....    | (8) |

## 第二章 涂料综述

|                  |      |
|------------------|------|
| 一、涂料种类.....      | (10) |
| 二、涂料用原材料.....    | (11) |
| 三、涂料的生产方法.....   | (12) |
| 四、涂料施工方法.....    | (12) |
| 五、涂料工业的近期变化..... | (13) |
| 1. 高固含量涂料.....   | (13) |
| 2. 水性涂料.....     | (14) |
| 3. 辐射固化涂料.....   | (15) |

|                    |      |
|--------------------|------|
| 4. 双组分涂料.....      | (16) |
| 5. 粉末涂料.....       | (16) |
| 6. 工艺和设备的改进.....   | (16) |
| 7. 涂装新工艺.....      | (17) |
| 六、决定涂料发展的主要因素..... | (17) |

## 第三章 工业状况

|                   |      |
|-------------------|------|
| 一、产量.....         | (19) |
| 二、市场.....         | (21) |
| 三、生产厂家.....       | (24) |
| 1. 树脂生产厂家.....    | (24) |
| 2. 粉末涂料生产厂家.....  | (24) |
| 3. 粉末涂料的施工厂家..... | (30) |
| 四、价格.....         | (30) |

## 第四章 粉末涂料配制

|                |      |
|----------------|------|
| 一、热固性粉末涂料..... | (32) |
| 1. 树脂和固化剂..... | (32) |
| 2. 杂混复合物.....  | (42) |
| 3. 颜料.....     | (45) |
| 4. 填料.....     | (47) |
| 5. 其他组分.....   | (48) |
| 二、热塑性粉末涂料..... | (49) |
| 1. 乙烯基树脂.....  | (49) |
| 2. 尼龙.....     | (51) |
| 3. 聚酯类.....    | (51) |

|               |      |
|---------------|------|
| 4. 聚烯烃类       | (51) |
| 5. 含氟聚合物      | (52) |
| 三、粉末涂料配制的专利摘要 | (53) |

## 第五章 粉末涂料的生产

|               |       |
|---------------|-------|
| 一、热固性粉末涂料     | (91)  |
| 1. 工艺过程的描述    | (91)  |
| 2. 加工过程讨论     | (101) |
| 3. 成本估算       | (102) |
| 二、热塑性粉末涂料     | (108) |
| 1. 干混合        | (108) |
| 2. 低温研磨       | (109) |
| 3. 沉淀法        | (111) |
| 4. 分散法        | (111) |
| 5. 喷雾干燥       | (112) |
| 三、粉末涂料生产的专利摘要 | (112) |

## 第六章 粉末涂料的施工

|             |       |
|-------------|-------|
| 一、薄膜热固性粉末涂料 | (116) |
| 1. 工艺描述     | (116) |
| 2. 工艺讨论     | (127) |
| 3. 费用估算     | (128) |
| 二、厚膜热固性粉末涂料 | (132) |
| 1. 工艺描述     | (132) |
| 2. 工艺讨论     | (138) |
| 3. 费用估算     | (138) |

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 三、热塑性粉末涂料          | (141) |
| 1. 工艺描述            | (141) |
| 2. 工艺讨论            | (145) |
| 3. 费用估算            | (147) |
| 四、其它施工方法           | (148) |
| 1. 模内涂装法           | (148) |
| 2. 接触充电法           | (149) |
| 3. 热栽绒法            | (149) |
| 4. 粉末水分散液法         | (150) |
| 5. 火焰喷涂法或等离子喷涂法    | (150) |
| 五、粉末涂料施工和施工设备的专利摘要 | (151) |

## 第七章 我国粉末涂料工业

|              |       |
|--------------|-------|
| 一、工业发展现状     | (172) |
| 1. 工业发展概况    | (172) |
| 2. 品种结构的发展阶段 | (173) |
| 3. 技术引进简况    | (174) |
| 二、应用领域       | (177) |
| 1. 建筑行业      | (177) |
| 2. 管道行业      | (182) |
| 3. 汽车工业      | (185) |
| 4. 金属丝网      | (186) |
| 5. 金属家具      | (188) |
| 6. 电器绝缘      | (188) |
| 7. 非金属产品涂塑   | (189) |
| 8. 其它行业      | (189) |

|                  |       |
|------------------|-------|
| 三、我国粉末涂料的成果..... | (190) |
|------------------|-------|

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 四、我国粉末涂料生产厂家目录..... | (203) |
|---------------------|-------|

## 第八章 粉末涂料的发展前景

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 一、世界粉末涂料工业的发展前景..... | (211) |
|----------------------|-------|

|            |       |
|------------|-------|
| 1. 产量..... | (211) |
|------------|-------|

|              |       |
|--------------|-------|
| 2. 品种结构..... | (213) |
|--------------|-------|

|              |       |
|--------------|-------|
| 3. 企业分布..... | (215) |
|--------------|-------|

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 二、世界粉末涂料的消费结构..... | (217) |
|--------------------|-------|

|                   |       |
|-------------------|-------|
| 1. 在涂料工业中的比重..... | (217) |
|-------------------|-------|

|              |       |
|--------------|-------|
| 2. 市场消费..... | (217) |
|--------------|-------|

|            |       |
|------------|-------|
| 3. 前景..... | (220) |
|------------|-------|

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 附录A 评价粉末涂料性能的方法..... | (221) |
|----------------------|-------|

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 附录B 粉末涂料生产和施工中的环境问题..... | (230) |
|--------------------------|-------|

|                  |       |
|------------------|-------|
| 附录C 公司的专利索引..... | (232) |
|------------------|-------|

# 第一章 摘 要

粉末涂料是固态可成膜的粉末，用于金属工件涂装。它是  
以树脂为基料配制的。用这些树脂与固化剂、颜料、填料和其他  
原料可制成美观装饰性或高度耐用性的粉末涂料。它们可以热固  
性树脂（如环氧或聚酯）和热塑性树脂（如乙烯基树脂或尼龙）  
为基料。

粉末涂料的制备和施工不需要任何溶剂，从而可高度满足生  
态环境的要求。它们涂装形成的漆面不但耐用，而且可耐各种腐  
蚀化学品的侵蚀。

粉末涂料按用途可分为三大类：

- 装饰性热固性粉末涂料（薄漆膜在 1 ~ 3 密耳）；
- 功能性热固性粉末涂料（厚漆膜在 8 ~ 15 密耳）；
- 热塑性粉末涂料。

## 一、工业状况

八十年代期间，装饰性热固性粉末涂料代替其他涂料品种增  
长很快，其原因有以下几点：

- 改进了原料和施工设备；
- 不同于许多其它相竞争的涂料技术，它的施工工艺无污  
染；
- 其强化施工工艺的能耗比其它涂料技术的低。

1988年世界装饰性热固性粉末涂料销售量约 21 万吨，估计  
1992年可增加到24万吨。

在美国，装饰性热固性粉末涂料占世界总销售量的72%，热

塑性粉末涂料占15%，功能性热固性粉末涂料占13%。

功能性热固性和热塑性粉末涂料的销售量预计不会像装饰性热固性粉末涂料增长那样快。

世界范围内，欧洲使用热固性粉末涂料的大部分，约占总量的53%，美国占20%，远东占16%。为了获得更好的效果，作为主要粘料系统使用最广泛的是杂混复合物（环氧和羧基聚酯的混合物）、环氧、羧基功能聚酯、羟基功能聚酯和丙烯酸树脂等。

一些装饰性热固性粉末涂料的主要市场是金属加工制品（医疗器械、办公设备、搁板、变压器等），民用器具（洗衣机顶和盖、干燥器滚筒、炉灶），汽车配件（车轮、装饰件、滤油器、发动机部件）和建筑构件（门窗框架）。功能性热固性粉末涂料用于涂装管道和钢筋。热塑性粉末涂料用于涂装货架搁板、洗碟机的盘碟篮筐、栏栅和室外草地用机器。

粉末涂料用的原料（如树脂和固化剂）大部是由大跨国公司生产。许多小型企业则为有限的地区或市场按配方配制粉末涂料。另外，还有许多涂装施工单位，其中包括大量工作间。几乎没有生产公司能包揽此行业一个以上部分。

## 二、粉末涂料的配制

下面介绍热固性和热塑性粉末涂料两大类的配制方法。

### 1. 热固性粉末涂料

下表介绍了热固性粉末涂料用的主要树脂和固化剂。

环氧树脂一般具有最好的韧性、屈挠性、耐化学品和耐腐蚀性、对工件附着力性等性能。聚酯比环氧有更好的户外耐候性，故适用于涂装室外草地用具、割草机和汽车轮。杂混复合树脂兼有环氧树脂和聚酯的一些所需性能。根据树脂和固化剂的成本计

算，生产复合树脂来替代环氧树脂和聚酯，可能更有经济吸引力。丙烯酸具有优异的薄膜表现和透明度，但它比较脆，而且价格也高。

表1.1 主要树脂和固化剂

| 树 脂       | 常 用 的 固 化 剂              |
|-----------|--------------------------|
| 环氧/羧基功能聚酯 | 无                        |
| 环氧        | 胺类或酚类                    |
| 羟基功能聚酯    | 三缩水甘油异氢脲酸酯 (TGIC)        |
| 羧基功能聚酯    | 异佛尔酮二异氰酸酯 (IPDI)         |
| 丙烯酸树脂     | 胺类、酚类、TGIC或IPDI (取决于官能度) |

目前研究工作的方向是改善热固性粉末涂料用树脂的性能。原材料供应厂商的近期目标是：

- 研究开发树脂/固化剂，使其固化耗能低，且具有合乎要求的贮存和稳定性；
- 生产出无光和不增加填料用量的环氧树脂和聚酯树脂。

## 2. 热塑性粉末涂料

以聚氯乙烯 (PVC) 为基料的乙烯基粉末涂料，所形成的涂层具有良好的户外耐候性。尼龙粉末涂料以其坚韧性、耐磨性而引人注目。它价格适中，仅用于涂装高质量物品。

目前，热塑性粉末涂料的有关专利非常少。

## 三、粉末涂料的生产

近二十年，生产粉末涂料的工艺并没有太大变化。生产热固性粉末涂料的工艺基本有以下三个步骤：

- 树脂粉末的预混合；

- 挤出，
- 研磨，研磨到细粒平均直径为30~40微米。

已开发一种专门设计的挤出机，用来生产粉末涂料。

表1.2概括了装饰性热固性粉末涂料生产的一般成本。

**表1.2 热固性粉末涂料生产成本（费用指数：485）**

|                     |        |
|---------------------|--------|
| 装置产量（百万磅/年）         | 7.5    |
| 基建费（千美元）            |        |
| 界区内                 | 5 714  |
| 界区外                 | 410    |
| 总固定资本（TFC）          | 6 124  |
| 生产成本（美分/磅）          |        |
| 原料                  | 126.41 |
| 公用工程                | 0.29   |
| 可变成本                | 126.70 |
| 维修材料和生产辅助费用         | 2.84   |
| 劳动力费用               | 13.23  |
| 直接费用小计              | 142.77 |
| 车间管理、税及保险费用         | 12.21  |
| 折旧费                 | 5.29   |
| 行政、销售及科研费用          | 45.19  |
| 生产费用小计              | 205.46 |
| 税前投资回收率，总固定资本的25%/年 | 20.41  |
| 产品价值                | 225.87 |

销售、科研及其他生产辅助费用比生产大宗化学品高。在生产配方涂料中，开发费和维持质量标准的检测费特别高。

热塑性粉末涂料制备的主要工艺是干混方法，即树脂要加热和搅拌。然后，掺入添加剂，主要作用是将其附着在树脂的表面。这种工艺的较大支出是原材料费用。热塑性粉末涂料（特别是尼龙）还可以用低温研磨和沉积工艺生产。

#### 四、粉末涂料的施工

热固性粉末施工通常采用静电喷涂法，而热塑性粉末施工一般采用流化床浸渍涂敷法。流化床设备已经采用较长时间，但后来注意力又很快转向开发静电喷涂设备。静电喷涂工艺的主要优点是薄膜涂层喷涂施工简便。

##### 1. 静电喷涂装饰性薄膜粉末涂料

这些粉末涂料大部分喷涂于由上面传送线连续传送的金属工件。通常，传送线传送的工件系用手工装卸。主要有以下四个步骤：

(1) 工件预处理，即先除去工件表面的污垢，并在其表面涂上磷酸盐转换型涂料，以增强涂料的粘附力。

(2) 干燥工件

(3) 用设备喷涂粉末涂料，该设备将粉末分散空气中并使其带静电电荷，以增强粒子附到工件上的吸引力。

(4) 粉末涂料在烤箱内固化

这种粉末涂料经常由工作间施工。影响涂装施工费用的主要因素是原材料（粉末）、前期工作和操作时间。如果加工许多小工件，则劳动力费用开支很大。用本法涂装工作的工作间成本估算，如表1.3所示。

涂装设备的制造厂商正集中力量开发一些设想课题：①在变换涂料颜色时，缩短设备清除和前期工作时间；②考虑到精粉末涂料的运输，应改善粉末涂料的输送系统，使其便于处理细颗粒粉末；③改善摩擦电喷枪的功能，使其通过绝缘或导电的套筒时能让粉末带静电电荷。