

# 颜料工艺学

朱骥良 吴申年 主编

化学工业出版社



DF41/30  
88

# 颜 料 工 艺 学

朱骥良 吴申年 主编

化 学 工 业 出 版 社

(京) 新登字039号

### 内 容 提 要

本书介绍了颜料工业的概况,从颜料工艺学基础出发,讲述了颜料颜色的基本概念、颜料的通性、颜料的表面性质及其应用等。对无机颜料和有机颜料这两大类主要产品的性质、应用、主要化学反应、生产工艺过程及其展望等内容逐一作了介绍,内容丰富、实用性强。适合于广大从事涂料、颜料等行业生产、科研的技术人员参考,适用于有关从事这方面教学的高等院校、技术专业学校的教学参考以及广大青年职工自学参考。

本书由化工部(原)炼化司组织编写,参加本书编写工作的共有22位专家和学者(参见目录)由朱骥良、吴申年任主编,鲁慕颐兼任顾问。

## 颜 料 工 艺 学

朱骥良 吴申年 主编

责任编辑:孔家明

封面设计:任 辉

化学工业出版社 出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号)

妙峰山印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

开本787×1092 1/16 印张28 1/4 字数709千字

1989年12月第1版 1993年6月北京第3次印刷

印 数 3,671-6,670

ISBN 7-5025-0598-9/TQ·354

定 价 20.50元

## 目 录

## 第一篇 通 论

<b>第一章 颜料工业的概况</b> .....	任友直(1)
第一节 颜料的定义和分类 .....	1
第二节 颜料工业概况 .....	1
第三节 颜料工业的进展 .....	4
<b>第二章 颜色</b> .....	朱莲芬(8)
第一节 颜色的基本性质 .....	8
一、颜色的产生 .....	8
二、颜色的三个参数 .....	8
三、颜色的分类 .....	11
第二节 颜色的混合 .....	14
第三节 颜色的测量 .....	15
一、仪器测量 .....	15
二、目测法 .....	20
<b>第三章 颜料通性</b> .....	朱莲芬(21)
第一节 颜料的结晶 .....	21
一、颜料制造与研究结晶学的意义 .....	21
二、晶体成长因素 .....	21
第二节 颜料的光学性能 .....	26
一、颜色 .....	26
二、遮盖力 .....	27
第三节 颜料的颗粒性质 .....	29
一、颜料性能与颗粒的关系 .....	29
二、颜料颗粒大小、形状及粒度分布表示方法 .....	30
三、颗粒大小、形状和粒度分布对颜料性能的影响 .....	30
四、颜料颗粒的观察方法 .....	31
五、颜料粒子间的作用 .....	33
六、颜料的密度和比容 .....	33
第四节 颜料的表面性能 .....	34
一、表面能和比表面积 .....	34
二、表面电荷 .....	34
三、润湿 .....	35
四、表面吸附和吸油量 .....	35
第五节 颜料的稳定性能 .....	35
第六节 颜料的分散性 .....	36
一、颜料在展色剂中的分散过程 .....	36
二、颜料的分散稳定性 .....	37
第七节 颜料中杂质的影响 .....	39

<b>第四章 颜料的表面处理和颜料的应用</b> .....	朱骥良(40)
<b>第一节 颜料的表面处理</b> .....	40
一、无机颜料的表面处理 .....	41
二、有机颜料的表面处理 .....	45
<b>第二节 加工颜料的品种</b> .....	47
一、涂料用色浆 .....	48
二、纤维原液着色用色浆 .....	50
三、橡胶着色浆及橡胶母粒 .....	50
四、塑料着色母粒 .....	50
五、易分散颜料 .....	51
六、防尘颜料 .....	51
<b>第三节 颜料的应用</b> .....	51
一、颜料在涂料中的应用 .....	51
二、颜料在油墨中的应用 .....	56
三、颜料在塑料中的应用 .....	56
四、颜料在橡胶、纸张、化纤、美术、陶瓷、玻璃及其他方面的应用 .....	57
<b>参考文献</b> .....	58

## 第二篇 无机颜料

<b>第一章 白色颜料</b> .....	59
<b>第一节 钛白</b> .....	刘华(59)
一、钛白的性质 .....	59
二、钛白的生产 .....	70
三、钛白的应用 .....	101
四、“三废”治理和综合利用 .....	103
<b>第二节 氧化锌</b> .....	厉家驊(108)
一、组成、性质及应用范围 .....	108
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	110
三、展望 .....	114
<b>第三节 立德粉</b> .....	厉家驊(114)
一、组成、性质及应用范围 .....	114
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	115
三、展望 .....	122
<b>第四节 铅白、镉白</b> .....	123
一、铅白 .....	冯玉璋(123)
二、镉白 .....	厉家驊(129)
<b>第二章 黑色颜料</b> .....	133
<b>第一节 炭黑</b> .....	郭筠奎(133)
一、炭黑的形态特征 .....	133
二、炭黑的表面性质 .....	137
三、炭黑的生成机理 .....	138
四、炭黑的分类 .....	140

五、槽黑生产工艺 .....	143
六、炉黑生产工艺 .....	147
七、灯黑和热裂黑 .....	150
八、炭黑对涂料性能的影响 .....	151
第二节 氧化铁黑 .....	王廉君(155)
一、基本性质和用途 .....	155
二、工业生产过程及主要反应 .....	155
<b>第三章 黄色颜料</b> .....	158
第一节 铅铬黄 .....	朱骥良(158)
一、组成、性质及应用范围 .....	158
二、生产工艺过程及主要反应 .....	161
三、工艺流程及工艺指标分析 .....	163
四、展望 .....	171
第二节 氧化铁黄 .....	王廉君(171)
一、基本性质和用途 .....	171
二、工业生产过程及主要化学反应 .....	172
第三节 镉黄 .....	裴晓青、周继泉(176)
一、性质及应用范围 .....	176
二、生产工艺 .....	177
三、展望 .....	181
第四节 钛镍黄 .....	刘华(181)
一、钛镍黄的性质 .....	181
二、钛镍黄的生产及其应用 .....	182
<b>第四章 红色颜料</b> .....	184
第一节 铁红 .....	朱莲芬(184)
一、铁红的性质及应用范围 .....	184
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	186
第二节 钼铬红 .....	朱骥良(194)
一、组成、性质及应用范围 .....	195
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	196
三、生产设备流程及工艺指标分析 .....	198
四、展望 .....	199
第三节 镉红 .....	裴晓青、周继泉(199)
一、镉红的性质及应用范围 .....	199
二、生产工艺及主要化学反应 .....	202
三、展望 .....	207
第四节 银朱 .....	冯玉璋(207)
一、组成、性质及应用范围 .....	207
二、银朱的生产方法 .....	208
<b>第五章 绿色颜料</b> .....	朱骥良(212)
第一节 铅铬绿 .....	212
第二节 氧化铬绿 .....	214

一、组成、性质及应用范围 .....	214
二、工业生产过程及主要化学反应 .....	216
三、展望 .....	219
<b>第六章 蓝色颜料</b> .....	220
<b>第一节 铁蓝</b> .....	鲁慕颐(220)
一、组成、性质和用途 .....	220
二、制造过程的化学原理 .....	221
三、工业生产过程 .....	223
<b>第二节 群青</b> .....	陈承美(224)
一、组成、性质及应用范围 .....	225
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	226
三、工艺设备流程及工艺指标分析 .....	230
四、展望 .....	232
<b>第三节 钴蓝</b> .....	朱骥良(232)
一、组成、性质及应用范围 .....	232
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	233
三、工艺设备流程及工艺指标分析 .....	234
<b>第七章 防锈颜料</b> .....	236
<b>第一节 红丹</b> .....	宋志华(236)
一、组成、性质及其应用 .....	236
二、生产过程及主要化学反应 .....	237
三、红丹的防尘及安全生产 .....	242
四、展望 .....	242
<b>第二节 改性偏硼酸钡</b> .....	初健(243)
一、组成、性质及其用途 .....	243
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	245
<b>第三节 铬酸盐类颜料</b> .....	朱骥良(251)
一、锌铬黄 .....	251
二、锶铬黄 .....	256
三、钡铬黄 .....	258
四、钙铬黄 .....	260
<b>第四节 磷酸锌</b> .....	初健(261)
一、组成、性质及用途 .....	262
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	263
<b>第五节 云母氧化铁</b> .....	朱莲芬(265)
<b>第六节 碱式硅铬酸铅</b> .....	陈以春(266)
一、组成、性质及应用范围 .....	266
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	267
三、工艺设备流程及工艺指标分析 .....	268
四、展望 .....	269
<b>第七节 聚磷酸铝、钼酸锌、硼酸锌</b> .....	270
一、聚磷酸铝 .....	龚速(270)

二、钼酸锌·····	朱骥良(273)
三、硼酸锌·····	厉家驛(275)
<b>第八章 体质颜料·····</b>	<b>277</b>
第一节 碳酸钙·····	胡志彤(277)
一、组成、性质及其应用·····	277
二、生产工艺过程及主要化学反应·····	280
第二节 沉淀硫酸钡·····	李怀玉(283)
第三节 白炭黑·····	郭隽奎(287)
第四节 高岭土·····	胡志彤(291)
第五节 硅灰石·····	任友直(294)
第六节 白云石粉、石膏粉·····	胡志彤(295)
第七节 云母粉·····	胡志彤(296)
<b>第九章 金属颜料·····</b>	<b>袁诚(299)</b>
第一节 金属颜料的特性及其应用·····	299
第二节 铝粉及铝粉浆·····	300
一、铝粉和铝粉浆的性质及其分类·····	300
二、生产工艺过程及主要生产设备·····	303
第三节 铜锌粉·····	309
第四节 锌粉及其它金属颜料·····	312
第五节 展望·····	313
<b>参考文献·····</b>	<b>314</b>

### 第三篇 有机颜料

<b>第一章 概述·····</b>	<b>吴申年(315)</b>
第一节 简史和概况·····	315
第二节 有机颜料的特性·····	316
一、有机颜料的性能和分类·····	316
二、有机颜料性能对化学结构和物理构造的关系·····	316
第三节 有机颜料的应用·····	325
第四节 有机颜料的发展动向·····	330
第五节 工厂的“三废”治理·····	338
<b>第二章 偶氮颜料·····</b>	<b>吴申年(341)</b>
第一节 重氮化反应·····	341
第二节 偶合反应·····	347
第三节 偶氮颜料生产工艺过程和主要生产设备·····	353
第四节 偶氮颜料的主要品种结构和性能·····	357
一、不溶性偶氮颜料·····	357
二、偶氮染料色淀·····	367
三、缩合型偶氮颜料·····	370
第五节 展望·····	378
<b>第三章 酞菁颜料·····</b>	<b>吴申年(383)</b>
第一节 酞菁的化学结构、合成方法及其性质·····	383



第二节 酞菁蓝 .....	388
一、粗酞菁蓝的合成 .....	388
二、粗酞菁蓝的颜料化加工 .....	392
三、酞菁蓝的主要品种和性能 .....	393
第三节 酞菁绿及其它酞菁颜料 .....	394
一、酞菁绿 .....	394
二、其它酞菁颜料 .....	396
第四节 展望 .....	396
<b>第四章 多环颜料</b> ..... 施关林(398)	
第一节 异吲哚啉酮类颜料 .....	398
一、四氯异吲哚啉酮类颜料 .....	398
二、异吲哚啉酮及异吲哚啉各类颜料 .....	401
第二节 喹吖啶酮类颜料 .....	405
第三节 咪唑二噁嗪紫颜料 .....	409
第四节 芘系颜料 .....	412
第五节 葱醌(衍生物)型还原颜料 .....	414
第六节 硫靛类颜料和喹啉酮类颜料 .....	418
一、硫靛类颜料 .....	418
二、喹啉酮类颜料 .....	419
<b>第五章 芳甲烷系颜料及其它颜料</b> ..... 沈耀良(422)	
第一节 碱性芳甲烷等染料的色原和色淀 .....	422
一、磷钨钼杂多元酸颜料 .....	422
二、丹宁酸色原或色淀颜料 .....	429
第二节 酸性芳甲烷染料的色原和色淀 .....	430
第三节 亚硝基颜料 .....	434
第四节 甲亚胺颜料 .....	437
第五节 荧光颜料 .....	439
第六节 苯胺黑颜料 .....	442
<b>参考文献</b> .....	443

# 第一篇

## 通 论

### 第一章 颜料工业的概况

#### 第一节 颜料的定义和分类

颜料是一种具有装饰和保护作用的有色物质，它不溶于水、油、树脂等介质中，通常是以分散状态应用在涂料、油墨、塑料、橡胶、纺织、造纸、搪瓷和建筑材料等制品中，使这些制品呈现出颜色。

颜料至今还没有统一的分类方法，通常是按照生产方法、组成、功能、结构和颜色等进行分类的。

颜料按其生产方法可以分为天然颜料和合成颜料。天然颜料如：朱砂、红土、雄黄、铜绿、藤黄、靛青等；合成颜料如：钛白、锌钡白、铅铬黄、铁蓝、铁红、红丹、大红粉、酞菁蓝、喹吡啶酮红等。

颜料按其组成可以分为无机颜料和有机颜料。上述的钛白、锌钡白、铅铬黄、铁蓝、铁红、红丹等为无机颜料；大红粉、酞菁蓝、喹吡啶酮等为有机颜料。

颜料按其功能可以分为着色颜料、防锈颜料、体质颜料和特种颜料。着色颜料的功能主要是赋予制品所要求的颜色和遮盖力；防锈颜料是防止金属锈蚀，起到保护作用；体质颜料具有较低的遮盖力和着色力，一方面由于其价格较低，它的加入可以降低制品的成本，更重要的是可以增加制品机械强度、耐久性、耐磨性、耐水性和稳定性等；特种颜料包括示温颜料、发光（夜光）颜料和荧光颜料等，它主要用于标志、温度变化的显示等特殊用途。

颜料按其化学结构进行分类，如有机颜料可以分为偶氮颜料、酞菁颜料、多环颜料、芳甲烷系颜料等；无机颜料可以分为铁系颜料、铬系颜料、铅系颜料、锌系颜料、金属颜料、磷酸盐系颜料、钼酸盐系颜料、硼酸盐系颜料等等。

颜料按其颜色进行分类，如：白色颜料、黑色颜料、黄色颜料、红色颜料、绿色颜料、蓝色颜料等。从生产和应用角度考虑，本书中无机颜料是按照颜色进行分类，有机颜料是以化学结构进行分类来叙述的。

#### 第二节 颜料工业概况

据不完全统计，目前全世界无机颜料年产量约四百多万吨，有机颜料约十五万吨。1986年，我国无机颜料年产量35万吨，有机颜料7000多吨。

无机颜料的生有着悠久的历史。公元前2000~前3000年发现了铅白的生产方法，公元1世纪开始了红丹和黄丹的生产。1704年，普鲁士人Diesbach发现了铁蓝的制法，19世纪初制得锌白（氧化锌），从而逐渐代替了毒性较大的铅白。1818年，铬黄问世。1828年，出现了群青。1874年锌钡白开始了工业化生产，1916年，世界上第一个钛白工厂诞生。从此，钛白

以其优异的颜料性能取代了大多数白色颜料，其产量迅速增长，一跃而居颜料产量之首位。

无机颜料生产工艺比较成熟，大多数产品的价格低廉，产品具有较高的耐光性、耐热性和耐候性，着色力和遮盖力都较高。不少的颜料品种经受住长时间的考验，除了铅白、碱式碳酸铜等被毒性小、性能好的品种所取代外，大多数产品如铅铬黄、铁蓝、群青、红丹、氧化锌、氧化铁等，至今仍在沿用。

有机颜料的生产开始于19世纪末20世纪初。1895年世界上第一个有机颜料——红色偶氮颜料（对位红）问世。之后，色淀红 C、2B 红、立索尔红、耐晒黄 G、耐晒黄 10 G 等相继出现。随着各种不同着色材料的需要，有机颜料的品种和产量增长很快。据 1975 年出版的“Colour Index”第三版补篇的统计，有机颜料品种已达679种。

无机颜料和有机颜料品种众多，只能择其重要的品种，将有关国内外的工业生产情况简要地进行叙述。

### （一）无机颜料

#### 1. 钛白

钛白是最重要的无机颜料，其产量占无机颜料的50%以上。据统计，1984年世界钛白生产能力为286.9万吨/年。由于钛白在颜料工业中的重要地位，工业发达国家都非常重视钛白工业的发展，形成钛白生产高度集中的格局。钛白生产能力的80%集中在美国、英国、联邦德国、日本、法国和芬兰。钛白的生产工艺路线有硫酸法和氯化法两种。硫酸法早在本世纪10年代就已形成工业化生产；氯化法是50年代末期美国杜邦（Du Pont）公司首先实现工业化生产的。目前，世界钛白的生产以硫酸法为主，据统计，1984年硫酸法占总生产能力的66%，氯化法占34%。

我国钛白生产始于50年代中期。三十年来，我国钛白工业从无到有，产量和品种都有所发展，由于我国钛资源十分丰富，居世界领先地位，所以钛白生产有着广阔发展的前景。

#### 2. 锌钡白

锌钡白的生产历史已有100多年。由于钛白工业的迅速发展，从本世纪50年代中期到70年代中期（1957~1977年），产量下降了近20万吨。但由于锌钡白产品价格较低，又具有吸油量小、能防霉和杀藻等特殊功能，70年代中期以后，产量趋于稳定。目前世界锌钡白的产量约30万吨。

由于环境污染，1973年日本曾停止了锌钡白的生产。1979年以来，美国和部分西欧国家因锌钡白市场的缩小和金属锌价格的不断上涨等原因，相继关闭了锌钡白的工厂。西欧和北美地区唯有联邦德国继续锌钡白的生产，年产量约五六万吨。

苏联和东欧一些国家，锌钡白的生产一直保持着增长的趋势。

联邦德国的 Sachtleben 公司 1878 年开始生产锌钡白，应用了低品位锌原料、连续混合的合成工艺和锌钡白的超微细化技术。

我国锌钡白的生产始于40年代。1986年产量约15多万吨，产品除能满足国内需要外，每年有大量出口，在国际市场上享有较高声誉。

产品品种有ZnS含量为28%和30%的两大类产品。水性涂料用锌钡白和彩色锌钡白等新品种也相继开发出来。由于我国钛白产量还不能满足需要，80年代以来，锌钡白产量增长速度较快，平均年增长速度为12%左右。

#### 3. 氧化锌

氧化锌全世界生产能力约70万吨，其中美国约30万吨/年，苏联约28万吨/年。氧化锌主

要应用于橡胶、涂料、陶瓷、玻璃、电子等行业以及作为化工原材料使用，其中橡胶工业的消费量最大。1984年北美和西欧氧化锌的消费量为55万吨/年。

我国氧化锌的产量1986年为5万吨，每年有部分产品出口。生产方法采用直接法和间接法两种工艺路线。和世界情况一样，我国氧化锌的消费对象主要是橡胶工业和涂料工业，根据其它部门的需要，光敏氧化锌、针棒状脱硫氧化锌、活性氧化锌、药用氧化锌、试剂氧化锌等品种也都有生产。

#### 4. 氧化铁

氧化铁是无机彩色颜料中产量和需求量最大的一类产品。氧化铁的生产主要集中在西欧和北美，1985年国外合成氧化铁的生产能力达57万吨，天然氧化铁的生产能力为10万吨/年。联邦德国Bayer公司的生产能力居世界首位，年产量三十万吨，占世界氧化铁生产能力的53%。

在国外，氧化铁的消费对象主要是建筑材料工业和涂料工业。建筑材料消费量占60%，涂料工业占29%，塑料工业占6%，其它用途占5%。

氧化铁的生产工艺主要有湿法（沉淀法），干法（热分解法）和苯胺法三种。工艺路线的选定是依据原料的来源和技术经济效益。其中苯胺法是联邦德国BEYER公司的独家采用路线，它是苯胺和氧化铁两个产品联合生产。钛白的副产品硫酸亚铁可以采用湿法或干法来生产氧化铁，苏联、捷克等国家已实现了工业化生产。

我国氧化铁的生产已有30多年的历史。1986年产量为五万多吨。工艺路线以湿法为主，品种有氧化铁红、黄、黑、棕和透明氧化铁红、黄等品种。我国氧化铁90%用于涂料工业，建筑材料和电子工业氧化铁消费量正在迅速增长。近年来，我国对用钛白副产物硫酸亚铁、人造金红石副产物二氯化铁、酸洗钢铁废液中的硫酸亚铁生产氧化铁的技术正在进行技术开发，逐步应用于工业生产中。

#### 5. 铬系颜料

铬系颜料的品种主要有铅铬黄、锌铬黄、钼铬红等。据报道，1984年国外铬系颜料产量为11.9万吨。铬系颜料主要用于涂料，也用于塑料和橡胶制品的着色以及广告色的制造等。

我国铬系颜料的生产始于40年代。1986年产量接近万吨。主要品种有柠檬黄、浅黄、中黄、深黄、钼铬红和作为防锈颜料的锌铬黄等。每年还有部分产品出口。

#### 6. 红丹、黄丹

红丹是一种古老的防锈颜料，它还用于光学和电真空用玻璃的制造、蓄电池的制造等行业。黄丹是作为化工原料用于涂料和铅铬黄等颜料的制造，还可以作为试剂和制造聚氯乙烯的铅稳定剂。全世界红黄丹的产量一直稳定在35万吨以上。

我国红黄丹的生产有着悠久的历史，我国古代炼丹家就是炼制黄丹，用于医药方面。1986年，我国红黄丹产量3万多吨，产品主要用于涂料工业，用于玻璃工业的约占20%，每年有部分产品出口。

我国红黄丹的生产工艺采用熔融铅氧化法和固体铅氧化法。近几年来，为配套彩色显像管的生产，粒状黄丹研制成功并投入生产。这种粒状黄丹新品种，贮存运输都方便，还可以减少接触中铅中毒的危险。

#### 7. 铁蓝和群青

铁蓝和群青是历史悠久的无机颜料。铁蓝耐光、耐候和耐酸，可用于制造涂料、油墨、水彩、油画色和蜡笔等；群青可制成蓝、紫和桃红色，色泽鲜艳，耐碱、耐光和耐候。在涂

料中用以冲淡和抵消白色涂料中油料的颜色，使之更加洁白美观，也可以作橡胶、漆布、塑料、纸张、搪瓷中的着色剂和用作绘画颜料。这两类颜料世界生产能力约为2.6万吨/年。美国、英国、日本、联邦德国都有铁蓝的生产，群青的生产主要集中在西欧的英国、比利时和西班牙。

我国1986年铁蓝和群青的生产为四千多吨，其中群青有少量出口。铁蓝主要用于涂料和油墨工业。由于酞菁蓝的发展，无论产量和质量都在不断提高，价格不断降低。因此，在涂料工业中使用的蓝色颜料，酞菁蓝比重逐渐增长。但在油墨工业中，由于铁蓝对油墨色调的调整起重要作用，在大部分无机颜料被有机颜料取代的情况下，铁蓝在油墨制造中仍保持着重要的地位。

### 8. 珠光颜料

天然珠光颜料是从鱼鳞中提取而来的。

合成珠光颜料的老品种，如碱式碳酸铅、氯化铋、磷酸氢铅等，或因颜料性能差，或因为有毒、或因为物理机械强度差而发展缓慢。近一时期，云母系，特别是云母钛系珠光颜料发展迅速，因为这种珠光颜料具有耐化学、耐热、耐候、机械强度高、无毒等特点。云母钛系珠光颜料除传统的银色类，又发展了虹彩类和着色类。还有一种具有闪光效应的珠光颜料，它可以代替传统的铝粉和铜粉颜料用于汽车涂料。珠光颜料主要用于塑料、涂料和日用化妆品的生产。

#### (二) 有机颜料

有机颜料的的生产虽然只有不到100年的历史，但由于它色泽鲜艳、色谱丰富、着色力强，因而在本世纪里获得了很快的发展。特别是随着合成树脂、合成纤维以及塑料工业的发展，涂料、油墨对颜料性能提出越来越高的要求，这些都促进了有机颜料新品种的开发和生产。世界的产量按地区分，西欧占8万吨，美国占3.4万吨，日本占2万吨，其它地区占0.9万吨。美、日、西欧有机颜料主要用于油墨、涂料和塑料工业，用量约占有机颜料总产量的90%。美国有机颜料的消费结构是：油墨占45%，涂料占26%，塑料占20%，其它占9%；西欧的有机颜料消费中，油墨占45%，涂料占30%，塑料占15%，其它占10%。偶氮颜料和酞菁颜料产量最大，偶氮颜料约占有机颜料总产量的50%，酞菁颜料约占40%。

1986年，我国的有机颜料产量为七千多吨，其中偶氮类三千多吨，酞菁类二千多吨。联苯胺黄G、甲苯胺红、色淀红、立索尔红、永固红2B、立索尔宝红BK、酞菁蓝、酞菁绿等，这些世界上属于大吨位的有机颜料产品我国都有生产，另外还有百余种小品种的有机颜料产品。每年有少量有机颜料产品出口。

## 第三节 颜料工业的进展

### (一) 钛白工业氯化法比重逐渐增加，产品的应用领域不断扩大

70年代以来，由于经济上的原因，加之环境保护法的日益强化，欧美一些大型硫酸法钛白工厂被迫关闭或限产，致使全世界钛白的生产能力下降了二十几万吨。钛白生产能力中氯化法的比重不断增长，1984年已占34%，预计1992年可达44%。美国是氯化法钛白发展最为迅速的国家，1984年，美国钛白生产能力中氯化法占88%。英国和联邦德国也在加快向氯化法工艺的转移。最近一个时期，世界上新建和扩建的钛白装置，多数采用氯化法工艺。

钛白品种的发展趋势是，涂料用钛白向水性发展。例如北美涂料用钛白中60%为水性钛白，西欧为50%，东欧为20%。塑料用钛白无论品种和产量一直都在稳定增长。值得注意的

是，不断开拓钛白应用的新领域是钛白工业一个新的发展动向。例如：导电用钛白、化妆品用钛白、食品添加剂用钛白、药用钛白和超微细钛白等，都是各大公司近一时期致力开发的品种。各种钛系彩色颜料，如：钛镍黄、钛铬黄、钛铁黄、钛黑、云母钛系珠光颜料等，一些钛白工厂利用本身钛系颜料生产的技术优势，已经工业化生产。

30年代以来，我国钛白工业在技术进步方面也取得了明显的成绩。例如：四川攀枝花地区钒钛磁铁矿选铁后的尾矿，可以将二氧化钛富集到47%，但这种钛铁矿中钙和镁、硫和磷的含量都比两广矿高，致使酸解和过滤困难。目前在工艺和设备方面都攻克了使用攀矿生产金红石型钛白的技术难关，生产出质量上优异的钛白产品。另外，配合我国化纤工业的发展，建设了第一个年产1000吨化纤用钛白的生产装置，生产出各种化纤用钛白产品，质量达到了用户的使用要求。

70年代，我国就开始了氯化法钛白工艺技术的开发。一氧化碳和等离子两种形式的内加热法的中间试验都取得了进展。对于氯化法钛白生产的原材料——金红石。采用电炉冶炼法、锈蚀法和稀盐酸浸取法三种工艺，目前均有工业生产或工业试验产品。对四氯化钛制造技术的科研工作也取得了成就。

## (二) 颜料品种由通用型向专用型发展，形成种类繁多的颜料系列产品

纵观颜料工业的发展历史，可以看到，任何一种颜料在它问世的初级阶段，品种总是比较单一，是通用型的颜料产品。但是，随着市场用途的不断开拓，用户在实际应用中，从各自不同的特殊需要出发，对颜料性能的某些方面提出新的要求。为了满足各种不同的用户需要，颜料生产厂不断研制出不同产品用途的颜料品种，这样就使其品种牌号不断增加，直到各种不同专业用途的颜料品种能满足用户的需要。因此，在这种颜料发展的成熟阶段，就形成了种类繁多的系列化品种。

钛白是最有代表性的专用型的颜料。据统计，国外钛白的品种牌号共有600多个。产品除分为涂料、油墨、塑料、化纤、造纸、搪瓷等，具体某一用途的产品又派生出许多专用的牌号，如涂料用钛白，既分为锐钛型和金红石型两个系列外，又分为溶剂型涂料用和水性涂料用钛白；对不同类型的涂料树脂，又有专用的钛白品种与之对应；同一个颜料性能指标，如耐候性，又分成高耐候和一般耐候等几个品种类型。这样，就形成了种类繁多、专用性很强的系列化的钛白颜料品种。

我国颜料产品多为通用型品种，专用品种相对而言就显得很少。由于颜料品种中专用品种少，当作为某一用途的产品使用时，就不可能达到尽善尽美，不能充分发挥出颜料的技术经济效益。近年来，我国也在积极开发专用型颜料品种，如用于涂料工业的水性钛白、水性锌钡白、水分散铝粉浆，塑料工业制造色母粒专用的有机颜料，电子工业用的颗粒状黄丹等。

专用型颜料品种的生产，主要是通过表面处理技术实现的。表面处理可采用无机物或者有机物在颜料粒子的表面上沉积“改性层”，从而改变颜料的表面性质，以达到下述几种效果：

- (1) 在颜料的水选、沉淀过程中控制粒子，以取得最佳粒度；
  - (2) 改变颜料的表面性质，改进其润湿性、分散性，降低吸油量；
  - (3) 提高颜料的光泽、着色力、耐光性、耐候等性能；
  - (4) 使颜料在分散体系中保持一定的絮凝状态或具有触变流动性，防止浮色或发花。
- 除了表面处理技术以外，将粉状颜料制备成膏状、浆状、粒状、片状等不同的“剂型”

成为精加工颜料,这种精加工颜料用户使用起来十分方便,不但能减少污染,更重要的是,可以使颜料充分发挥出它的颜料特性,如着色力、鲜艳度和分散性等。这种精加工颜料一般分为溶剂型和水分散型两种。

60年代以后,超微粉碎技术应用于颜料生产,为制造专用型颜料品种提供了新的手段。在氧化铁系、钛白、铅铬黄、铝粉等颜料中增加了超细品种。超细颜料不仅粒径小,粒度分布也狭窄,这样不但能改善颜料的主色调和亮度,而且能提高颜料的润湿性能和分散性能。如联邦德国Bayer公司的超微氧化铁红,就是一种专用于涂料的氧化铁。由于超微氧化铁消除了由磁性吸引力而引起的絮凝现象,因而易分散,有优良的抗絮凝性和抗浮色性,特别适用于电泳涂料。一些超微氧化铁还兼具有耐高温性能,可以作为耐高温涂料,塑料和其它合成材料的专用品种。

此外,将有机颜料和无机颜料拼混或复合,制造出用户所需要的颜料,也是颜料工业进展过程中开发出的一种技术手段。这种复合颜料除扩大了颜料的色谱范围,还可以取长补短,使颜料性能更加符合用户的技术要求。

包核颜料、晶格颜料的出现和发展,为减少防锈颜料的毒性和增加耐高温彩色颜料的品种,提供了广阔的道路。

### (三) 改革工艺、扩大原料来源、提高产品质量、降低成本,推动着颜料工业的发展

长期以来,随着化学工业的技术进步,颜料工业不断引入新的工艺技术,改革传统的生产方法,同时努力寻找新的原料来源,以达到不断提高产品质量、降低成本的目的。

现代化的颜料生产,工艺过程开始采用计算机控制。如钛白生产中的水解和煅烧、锌钡白生产中硫化钡和硫酸锌的连续混合、氧化铁晶型生长过程中色光的发展、酞菁蓝生产的全自动化程序控制等,实现了计算机操作,有效地保证了产品的质量。颜料的过滤、洗涤、干燥粉碎和成品包装等工序,根据各种不同颜料的特点,选用自动化、连续化和高效率的单机设备,和昔日颜料工业发展初期阶段作坊式的生产已截然不同。

从资源的综合利用目的出发,使用廉价的原辅材料进行生产,从而降低成本,提高产品在市场上的竞争能力,是颜料工业进展中受到瞩目的技术。

硫酸亚铁是硫酸法钛白的副产物,生产一吨钛白副产4~5吨七水硫酸亚铁,成为硫酸法钛白工业沉重的负担。许多国家研究综合利用,用它生产氧化铁颜料取得成功。在美国、苏联、联邦德国、英国等国家的钛白工厂中都有氧化铁车间,作为联合企业的一部分,使经济上更加合理。此外,氧化法钛白和人造金红石副产的氯化铁和三氯化铁,也可以作为合成氧化铁的原材料。

由于锌资源短缺,世界市场锌价格不断上涨,为了维持锌钡白生产的进行,国外十分注重锌资源的综合利用,开发了使用低品位锌料生产锌钡白的技术(如使用含锌硫铁矿焙烧后的废渣作原料等),使锌钡白生产成本相对稳定,在锌原料价格不断上涨的情况下,能使锌钡白价格上涨不大,保住了产品的销售市场。

我国颜料工业也在不断改革工艺和设备,如锌钡白生产,实现了“三转炉”的工艺,即重晶石还原、干燥焙烧和成品干燥都在转窑中进行,不但改善了操作条件,而且保证了产品质量的稳定。硫化钡和硫酸锌的合成也实现了连续混合和计算机控制。一些现代化的过滤、干燥和粉碎设备,如连续过滤机、自动板框过滤机、气流干燥器、喷雾干燥器、沸腾干燥器、气流粉碎机等已应用到一些颜料品种的生产中。工艺过程中关键工序工艺条件的控制应用计算机的技术正在开发之中。

我国氧化铁的生产原以湿法为主，一定程度上限制了氧化铁生产的发展。近几年来，开展综合利用，开始使用硫酸亚铁、三氯化铁为原料制取氧化铁的工艺。

#### (四) 加强“三废”治理，开发无毒和低毒颜料

“三废”治理是关系到颜料工业生存和发展的重大课题。无论是无机颜料还是有机颜料，在生产过程中都有废副产物生成。这些废副产物中，含有多种有毒物质，如：铅、铬、镉、氟、砷等，对环境造成严重污染。60年代以来，许多国家都制订了环境保护法，限制有毒物的生产，规定了废副产物的排放标准。如日本，规定红丹、铬黄和其它铅系颜料的生厂大气中含铅量要在 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，排出废水中含铅量在 $1\text{ppm}$ 以下，六价铬在 $0.5\text{ppm}$ 以下。

硫酸法钛白生产过程中产生大量的废酸，1吨钛白产生20%左右的废酸8~10吨。过去，国外一些硫酸法钛白工厂将废酸向公海倾倒，由于环境保护法的限制，不允许这种排放方式，一些企业被迫停止了硫酸法钛白的生产。另外一些企业为了继续生产，开发废酸浓缩循环利用的技术，或采取利用废酸制取石膏、芒硝的治理方法，使硫酸法钛白的生产得以继续生存和发展。

颜料工业在加强三废治理的同时，对无毒和低毒颜料加紧了技术开发。出现了一系列新型无毒或低毒的颜料品种。如磷酸盐系、钼酸盐系、铁酸盐和铁系复合颜料、偏硼酸钡等。包核颜料也是一种减小毒性、节约有色金属和降低成本的一种颜料产品，它是将活性成分包覆在惰性核体的表面上，使颜料具有活性成分应有的颜料性能。碱式硅铬酸铅就是最有代表性的品种，它是以二氧化硅为核体，表面包覆碱式铬酸铅和硅酸铅复合物的膜，二氧化硅占颜料重量的50%，可节约大量金属铅。其毒性亦比红丹低。

我国颜料工业“三废”治理工作也在逐步深入，并取得一定成绩。如硫酸法钛白生产中酸解尾气、煅烧尾气和废硫酸的治理工作，经过多年努力，解决了废气的净化，使其达到国家排放标准。废酸浓缩从工艺和设备上做了探索，完成了中间试验，为废酸浓缩应用于钛白生产提供了技术依据。锌钡白废水、铁蓝含氟废水、铅铬黄含铬废水的治理都取得一定的成效。但是，仍有相当数量的颜料工厂三废治理工作未能跟上去，有些颜料品种三废治理技术尚须加紧科研。随着我国环境保护法的实施，必将促进我国颜料工业“三废”治理工作的深入和提高。



## 第二章 颜色

### 第一节 颜色的基本性质

#### 一、颜色的产生

颜色是不能用一个简单的概念加以描述的，至今颜色科学已形成一门学科，它涉及物理学、生理学、心理学等学科的知识。

颜料工作者对颜料的颜色非常重视，颜料的颜色是颜料的重要技术指标之一。

对于颜色的辨认，它是人眼受到一定波长和强度的辐射能的刺激后所引起的一种视觉神经的感觉，通过这种光波的物理刺激，人的生理系统，而引起人的心理反应，这三部分是缺一不可的。如没有光的辐射，就不能产生色彩。人的生理过程发生了缺陷，如患有色盲，也就不会有颜色的心理感受。

#### 二、颜色的三个参数

在这绚丽多彩的世界里，颜色的种类看起来是无穷无尽的，归类大致可分红、橙、黄、绿、蓝、紫、黑、灰、白等诸色。它们之间并非都是孤立存在的，各种颜色之间存在着一定的内在联系，一个颜色可以由三个参数来确定，即色调、饱和度、明度。

##### (一) 色调

色调是彩色彼此相互区别的特性，物体的色调决定于光源的光谱组成和物体表面所反射（或透射）的各波长辐射的比例对人眼所产生的感觉，色调体现了颜色在“质”方面的关系。

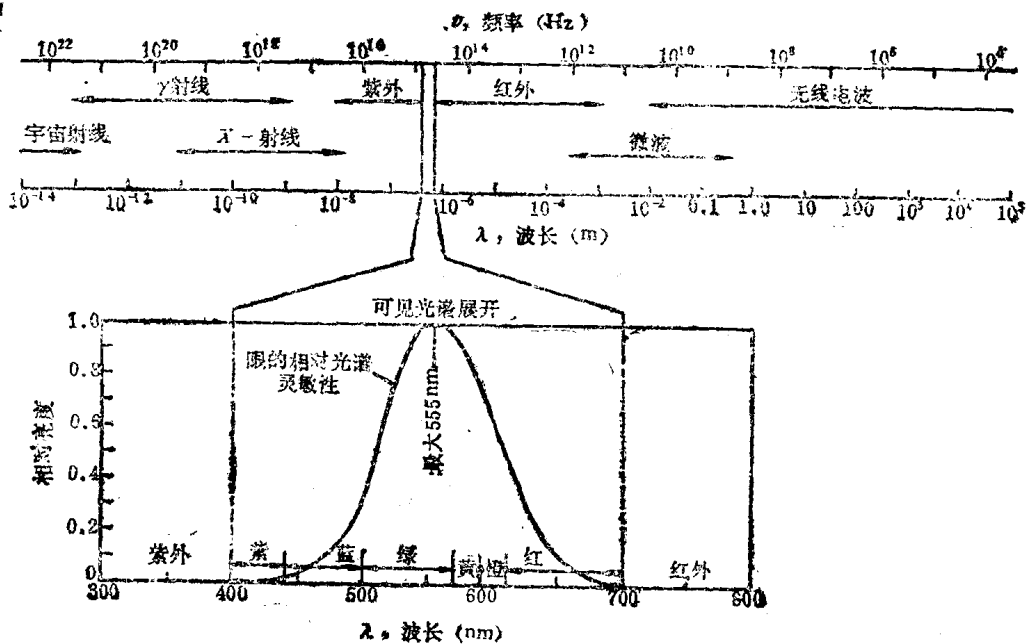


图 1-1 电磁辐射光谱和眼的相对光谱灵敏度