

第二版

# 颜料料 工艺学

朱骥良 吴申年 主编



化学工业出版社  
精细化工出版中心

# 颜料工艺学

第二版

朱骥良 吴申年 主编

化学工业出版社  
精细化工出版中心  
·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

颜料工艺学/朱骥良, 吴申年主编. —2 版. —北京:  
化学工业出版社, 2002.1  
ISBN 7-5025-3312-5

I. 颜… II. ①朱…②吴… III. 颜料-工艺学  
IV. TQ620.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 040628 号

---

颜料工艺学

第二版

朱骥良 吴申年 主编

责任编辑: 顾南君

责任校对: 陶燕华

封面设计: 郑小红

\*

化学工业出版社 出版发行  
精细化工出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64918013

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 37<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 字数 942 千字

2002 年 1 月第 2 版 2002 年 1 月北京第 7 次印刷

印 数: 17001—21000

ISBN 7-5025-3312-5/TQ·1385

定 价: 75.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 再版前言

《颜料工艺学》自1989年12月出版以来，曾多次添印，似说明尚能符合颜料、涂料等行业的科技人员及有关读者的需要。不过本书出版至今已历时十余年，为此，有关作者都认为应对其内容进行修订，补充颜料工业的新品种及新进展。

本书的修订情况为：第一篇由原四章扩大至六章。第一章颜料的概况补充了近年来颜料工业的一些新情况，并新增加第五章颜料的毒性和生产过程中的“三废”治理、第六章颜料的标准和检验方法。第二篇无机颜料增加了原书未提及的颜料品种，第一章白色颜料作者刘华积多年实践经验，重新改写第一章钛白，使全章内容更新、更丰富，另外增加了第五节锆白。第二章黑色颜料增加了第三节石墨，第四节铜铬黑及其他金属氧化物混相黑色颜料。第三章黄色颜料增加了黄色颜料新品种钒酸铋/钼酸铋黄。第五章绿色颜料增补了钴绿和铁绿两个品种。在第六章蓝色颜料之后增加了第七章紫色颜料，增补了锰紫和钴紫两个品种。新增的第八章为棕色颜料，有氧化铁棕、铁酸镁和铁酸锌以及耐高温的金属氧化物混相颜料的品种，如铬锶钛棕、锰锶钛棕、锌铁铬棕。近年来防锈颜料的新品种增加颇多，经重新安排改为第九章，除了增补传统的氰氨基化铅和氰氨基化锌和铅酸钙以外，在聚磷酸铝、钼酸锌、硼酸锌之后，增加磷酸盐及含磷防锈颜料新品种。此外，离子交换防锈颜料及玻璃鳞片也作为较新的防锈颜料品种列入。体质颜料改列为第十章，金属颜料改列为第十一章。珠光颜料属近年来应用较广，品种增加较多的颜料，原书未论及，特邀请徐扬群编写第十二章珠光颜料。有机颜料篇由吴申年、施关林两位负责作了修改和补充，以体现该领域的新进展，并增添附录：有机颜料的染料索引分类号、结构号和结构式。

已故我国颜料专家，原本书顾问鲁慕颐所著的铁蓝稿，未作修改，列入于蓝色颜料章节。

部分原作者因工作变动或公务繁忙，未能参加这次第二版的修订工作。参加这次修订工作的原作者有朱莲芬、朱骥良、刘华、厉家禄、冯玉璋、郭隽奎、王廉君、宋志华、初健、胡志彤、袁诚、吴申年、施关林、沈耀良诸位。

衷心感谢各位作者为修订本书作出的辛勤劳动。感谢化学工业出版社和本书的责任编辑顾南君女士。

朱骥良

2001年7月12日

2001.7.12

## 化工出版社·精细化工出版中心 (部分图书目录)

序号	书 名	定价 (元)	序号	书 名	定价 (元)
1	饲料添加剂(新领域精细化工丛书)	25.00	41	表面活性剂的功能	34.00
2	胶粘剂(新领域精细化工丛书)	24.00	42	功能性色素在高新技术中的应用	28.00
3	纤维素衍生物(新领域精细化工丛书)	15.00	43	润滑剂生产及应用	30.00
4	食品添加剂(新领域精细化工丛书)	35.00	44	溶剂手册(第二版)	92.00
5	油田化学品(新领域精细化工丛书)	28.00	45	溶剂萃取手册	180.00
6	生物化工(新领域精细化工丛书)	30.00	46	日用化工产品及其原料制造与应用大全	120.00
7	电子化学品(新领域精细化工丛书)	28.00	47	新编实用日用化学品制造技术	45.00
8	工业杀菌剂(新领域精细化工丛书)	27.00	48	实用日用化学品配方集	18.00
9	涂料工艺(上、下)(第三版)	198.00	49	化妆品——原理·配方·生产工艺	36.00
10	现代涂料配方设计	36.00	50	实用化妆品配方手册	20.00
11	涂层技术原理与应用	45.00	51	洗涤剂——原理·原料·工艺·配方	39.00
12	船舶涂料与涂装技术(涂料与涂装丛书)	25.00	52	实用洗涤剂配方手册	24.00
13	航空涂料与涂装技术(涂料与涂装丛书)	30.00	53	液体洗涤剂——新原料·新配方	28.00
14	建筑涂料与涂装技术(涂料与涂装丛书)	35.00	54	木器家具及装饰用漆实用配方100例	13.50
15	粉末涂料与涂装技术(涂料与涂装丛书)	26.00	55	洗涤剂概论	20.00
16	家具涂料与涂装技术(涂料与涂装丛书)	20.00	56	变性淀粉制造与应用	25.00
17	铁道涂料与涂装技术(涂料与涂装丛书)	20.00	57	香精概论——香精·调配·应用	28.00
18	塑料橡胶涂料与涂装技术(涂料与涂装丛书)	18.00	58	印刷油墨	24.00
19	机床涂料与涂装技术(涂料与涂装丛书)	20.00	59	精细化学品的现代分离与分析	28.00
20	家庭涂装问答	12.00	60	无机精细化学品手册	195.00
21	英汉·汉英涂料技术词汇	58.00	61	精细化学品配方大全(上、下册)	238.00
22	涂料技术基础	28.00	62	精细化学品合成化学与应用	48.00
23	涂料助剂——品种和性能手册	36.00	63	世界精细化工产品质量规格手册	120.00
24	国内外涂料助剂品种手册	58.00	64	实用精细有机合成手册	66.00
25	重防腐涂料	20.00	65	精细化工概论(第二版)	22.00
26	建筑涂料与涂装技术400问	14.00	66	精细高分子化工及应用	34.00
27	建筑结构胶粘剂与施工应用技术	18.00	67	工业精细有机合成原理	20.00
28	实用胶粘剂配方及生产技术	30.00	68	精细化工产品配方与工艺(一、二)	80.00
29	木材胶粘剂生产技术	26.00	69	汽车用精细化学品——原理及实用配方	20.00
30	聚氨酯胶粘剂	25.00	70	汽车修补涂装技术手册	26.00
31	胶粘剂应用手册	50.00	71	精细化工辞典	58.00
32	实用胶粘剂配方手册 研制、生产、应用	43.00	72	化学试剂·精细化学品产品目录	246.00
33	染料加工技术	35.00	73	化学配方集锦	28.00
34	还原染料	24.00	74	化学配方集锦 第二集	38.00
35	颜料工艺学	41.00	75	精细化工生产流程图解(一部)	120.00
36	食品添加剂手册(第二版)	145.00	76	精细化工生产流程图解(二部)	145.00
37	天然食品添加剂手册	58.00	77	精细化工中间体生产流程图解	120.00
38	饲料添加剂手册	56.00	78	精细有机化工原料及中间体手册	198.00
39	表面活性剂产品大全	180.00	79	无机精细化学品的制备和应用	38.00
40	表面活性剂应用手册(第二版)	94.00	80	新编精细化工产品手册	78.00

以上图书全国各大书店均有销售,也可直接从我社邮购。(欢迎索取我社图书目录)

- ◆ 您从邮局或银行汇款均可,包装邮寄费按10%计。
- ◆ 收款单位:北京市朝阳区惠新里3号 化学工业出版社发行部邮购科 邮编:100029  
开户银行:工商银行北京和平里分理处 账号:891269-66
- ◆ 邮购电话/传真:010-64918013, 64982511 E-mail: yougou@cip.com.cn 网址:www.cip.com.cn

# 目 录

## 第一篇 通 论

<b>第一章 颜料工业的概况</b> 朱骥良	1
第一节 颜料的定义和分类	1
第二节 颜料工业概况	2
一、颜料工业的简史	2
二、无机颜料的概况	3
三、有机颜料的概况	9
第三节 颜料工业的进展	10
一、钛白工业氯化法比重已超越硫酸法	10
二、颜料由通用型向专用型发展	11
三、实现规模生产	11
四、加强环境保护	11
<b>第二章 颜色</b> 朱莲芬	13
第一节 颜色的基本性质	13
一、颜色的产生	13
二、颜色的三个参数	13
三、颜色的分类	16
第二节 颜色的混合	18
第三节 颜色的测量	20
一、仪器测量	20
二、“制样方法”是准确测量的关键	26
三、目测法	26
<b>第三章 颜料通性</b> 朱莲芬	27
第一节 颜料的结晶	27
一、颜料制造与结晶学	27
二、晶体成长因素	27
三、颜料的结晶	31
第二节 颜料的光学性能	35
一、颜色	35
二、遮盖力	35
三、着色力	37
第三节 颜料的颗粒性质	37
一、颜料性能与颗粒的关系	37
二、颜料颗粒大小、形状及粒度分布表示方法	38
三、颗粒大小、形状和粒度分布对颜料性能的影响	39
四、颜料颗粒的观察方法	39
五、颜料粒子间的作用	40
六、颜料的密度和比容	41
第四节 颜料的表面性能	41

一、表面能和比表面积	41
二、表面电荷	42
三、润湿	42
四、表面吸附和吸油量	42
第五节 颜料的稳定性能	43
第六节 颜料的分散性	44
一、颜料在展色剂中的分散过程	44
二、颜料的分散稳定性	44
第七节 颜料中杂质的影响	46
<b>第四章 颜料的表面处理和颜料的应用 朱骥良</b>	<b>48</b>
第一节 颜料的表面处理	48
一、无机颜料的表面处理	49
二、有机颜料的表面处理	52
第二节 加工颜料的品种	54
一、涂料用色浆	55
二、纤维原液着色用色浆	57
三、橡胶着色浆及橡胶母粒	57
四、塑料着色母粒	57
五、易分散颜料	58
六、防尘颜料	58
第三节 颜料的应用	58
一、颜料在涂料中的应用	58
二、颜料在油墨中的应用	62
三、颜料在塑料中的应用	62
四、颜料在橡胶、纸张、化纤、美术、陶瓷、玻璃及其他方面的应用	63
参考文献	64
<b>第五章 颜料的毒性和生产过程中的“三废”治理 朱骥良</b>	<b>65</b>
第一节 颜料的毒性	65
一、有毒颜料的品种及其危害性	65
二、有毒颜料造成危害的途径及防护方法	66
第二节 颜料生产过程中的“三废”治理	67
一、“三废”排放的情况	67
二、“三废”的排放标准及有关环境保护法规	67
三、颜料工业“三废”治理的方法及效果	69
<b>第六章 颜料的标准和检验方法 朱骥良</b>	<b>73</b>
第一节 颜料的国家标准及专业标准、企业标准	73
第二节 颜料的检验方法	74
一、颜料检验项目	74
二、颜料标准检验方法	80
三、颜料的快速鉴定和系统鉴定	82

## 第二篇 无机颜料

<b>第一章 白色颜料</b>	<b>84</b>
第一节 钛白 刘华	84
一、发展概况	84
二、钛白的性质	85

三、钛白的生产	94
四、钛白的应用	141
五、“三废”治理及综合利用	145
六、二氧化钛的衍生物	151
第二节 氧化锌 厉家禄	155
一、组成、性质及应用范围	155
二、生产工艺及主要化学反应	157
三、展望	161
第三节 立德粉 厉家禄	161
一、组成、性质及应用范围	161
二、生产工艺及主要化学反应	162
三、展望	169
第四节 铅白、锑白	170
一、铅白 冯玉璋	170
二、锑白 厉家禄	175
第五节 铅白 朱骥良	178
一、组成、性质及应用范围	179
二、生产方法	179
三、展望	179
参考文献	180
<b>第二章 黑色颜料</b>	181
第一节 炭黑 郭隽奎	181
一、炭黑的形态特征	181
二、炭黑的表面性质	186
三、炭黑的生成机理	187
四、炭黑的分类	188
五、槽黑生产工艺	191
六、炉黑生产工艺	196
七、灯黑和热裂黑	200
八、生产过程的环境保护	201
九、炭黑对涂料性能的影响	202
十、展望	205
第二节 氧化铁黑 王廉君	206
一、基本性质和用途	206
二、工业生产过程及主要反应	206
第三节 石墨 朱骥良	208
一、组成、性质及应用范围	208
二、生产方法	208
第四节 铜铬黑及其他金属混相黑色颜料 朱骥良	209
一、组成、性质及应用范围	209
二、生产方法	209
参考文献	210
<b>第三章 黄色颜料</b>	211
第一节 铅铬黄 朱骥良	211
一、组成、性质及应用范围	211
二、生产工艺过程及主要反应	214



三、工艺流程及工艺指标分析 .....	216
四、铬黄的表面处理 .....	224
五、展望 .....	225
第二节 氧化铁黄 王廉君 .....	225
一、基本性质和用途 .....	225
二、工业生产过程及主要化学反应 .....	226
第三节 镉黄 裴晓青、周继泉 .....	230
一、性质及应用范围 .....	230
二、生产工艺 .....	231
三、展望 .....	234
第四节 钛镍黄 刘华 .....	234
一、钛镍黄的性质 .....	235
二、钛镍黄的生产及其应用 .....	235
第五节 钒酸铋/钼酸铋黄 朱骥良 .....	236
一、组成、性质及应用范围 .....	236
二、工业生产过程及主要反应 .....	237
三、展望 .....	238
<b>第四章 红色颜料 .....</b>	<b>239</b>
第一节 铁红 朱莲芬 .....	239
一、铁红的性质及应用范围 .....	239
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	241
三、展望 .....	254
第二节 铝铬红 朱骥良 .....	256
一、组成、性质及应用范围 .....	257
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	258
三、生产设备流程及工艺指标分析 .....	260
四、展望 .....	260
第三节 镉红 裴晓青、周继泉 .....	261
一、镉红的性质及应用范围 .....	261
二、生产工艺及主要化学反应 .....	263
三、展望 .....	269
第四节 银朱 冯玉璋 .....	269
一、组成、性质及应用范围 .....	269
二、银朱的生产方法 .....	270
<b>第五章 绿色颜料 朱骥良 .....</b>	<b>273</b>
第一节 铅铬绿 .....	273
一、组成、性质及应用范围 .....	273
二、生产工艺过程 .....	274
三、展望 .....	274
第二节 氧化铬绿 .....	275
一、组成、性质及应用范围 .....	275
二、工业生产过程及主要化学反应 .....	276
三、展望 .....	279
第三节 钴绿 .....	280
一、组成、性质及应用范围 .....	280
二、生产工艺 .....	280

第四节 铁绿 .....	280
<b>第六章 蓝色颜料</b> .....	282
第一节 铁蓝 鲁慕颐 .....	282
一、组成、性质和用途 .....	282
二、制造过程的化学原理 .....	283
三、工业生产过程 .....	285
第二节 群青 陈承美 .....	286
一、组成、性质及应用范围 .....	286
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	287
三、生产工艺流程及工艺指标分析 .....	292
四、展望 .....	293
第三节 钴蓝 朱骥良 .....	293
一、组成、性质及应用范围 .....	293
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	294
三、工艺设备流程及工艺指标分析 .....	295
四、展望 .....	296
<b>第七章 紫色颜料 朱骥良</b> .....	297
第一节 锰紫 .....	297
一、组成、性质及应用范围 .....	297
二、生产工艺 .....	297
第二节 钴紫 .....	297
一、性质、组成及应用范围 .....	297
二、生产工艺 .....	298
<b>第八章 棕色颜料 朱骥良</b> .....	299
第一节 氧化铁棕 .....	299
第二节 铁酸镁和铁酸锌 .....	299
一、组成、性质及应用范围 .....	299
二、生产工艺 .....	299
第三节 铬锑钛棕、锰锑钛棕及锌铁铬棕 .....	300
一、性质、组成及应用范围 .....	300
二、生产工艺 .....	300
<b>第九章 防锈颜料</b> .....	302
第一节 红丹 宋志华 .....	302
一、组成、性质及其应用 .....	302
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	303
三、红丹的防尘及安全生产 .....	307
四、展望 .....	308
第二节 改性偏硼酸钡 初健 .....	308
一、组成、性质及其用途 .....	308
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	310
第三节 铬酸盐类颜料 朱骥良 .....	316
一、锌铬黄 .....	316
二、锶铬黄 .....	320
三、钡铬黄 .....	322
四、钙铬黄 .....	324
五、展望 .....	325

第四节 磷酸锌 初健、彭华敏 .....	325
一、组成、性质及用途 .....	326
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	327
第五节 云母氧化铁 朱莲芬 .....	328
第六节 碱式硅铬酸铅 陈以春 .....	329
一、组成、性质及应用范围 .....	330
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	331
三、工艺设备流程及工艺指标分析 .....	332
四、展望 .....	333
第七节 聚磷酸铝、钼酸锌、硼酸锌、其他磷酸盐类及含磷防锈颜料 .....	333
一、聚磷酸铝 龚速 .....	333
二、钼酸锌 朱骥良 .....	336
三、硼酸锌 厉家禄 .....	338
四、其他磷酸盐类及含磷防锈颜料 朱骥良 .....	339
第八节 氰氨基化铅和氰氨基化锌 朱骥良 .....	341
第九节 铅酸钙 朱骥良 .....	341
第十节 离子交换防锈颜料 朱骥良 .....	342
第十一节 玻璃鳞片 朱骥良 .....	343
<b>第十章 体质颜料 .....</b>	<b>344</b>
第一节 碳酸钙 胡志彤 .....	344
一、组成、性质及其应用 .....	344
二、生产工艺过程及主要化学反应 .....	347
第二节 沉淀硫酸钡 李怀玉 .....	349
第三节 白炭黑 郭隽奎 .....	353
第四节 高岭土 胡志彤 .....	366
第五节 硅灰石 任友直 .....	369
第六节 白云石粉、石膏粉 胡志彤 .....	370
第七节 云母粉 胡志彤 .....	371
一、性质及其应用 .....	371
二、云母粉的制备 .....	372
参考文献 .....	373
<b>第十一章 金属颜料 袁诚 .....</b>	<b>374</b>
第一节 金属颜料的特性及其应用 .....	374
第二节 铝粉及铝粉浆 .....	375
一、铝粉及铝粉浆的性质及分类 .....	376
二、生产工艺过程及主要生产设备 .....	378
第三节 铜锌粉 .....	387
第四节 锌粉及其他金属颜料 .....	389
第五节 展望 .....	390
参考文献 .....	391
<b>第十二章 珠光颜料 徐扬群 .....</b>	<b>392</b>
第一节 珠光颜料及其发展 .....	392
一、概述 .....	392
二、云母钛珠光颜料 .....	392
三、钛系列珠光颜料的新秀——纳米级透明二氧化钛 .....	393
第二节 云母钛珠光颜料的构造特征 .....	393

一、宏观特征描述 .....	393
二、云母钛珠光颜料的微观结构 .....	395
第三节 云母钛珠光颜料的光学特性 .....	395
一、珠光效应 .....	395
二、金属闪光效应 .....	395
三、视角闪色效应 .....	395
四、色转移效应 .....	396
第四节 云母钛珠光颜料的种类与化学组成 .....	396
一、云母钛珠光颜料的种类 .....	396
二、云母钛珠光颜料的化学组成 .....	397
第五节 云母基材——天然云母与人工合成云母 .....	397
一、天然云母 .....	397
二、人工合成云母 .....	399
第六节 云母薄片的生产工艺 .....	399
一、云母薄片的研磨加工工艺 .....	399
二、云母薄片的分散与分级 .....	401
第七节 云母钛珠光颜料的制造工艺 .....	403
一、工艺流程概述 .....	403
二、包膜材料的种类 .....	404
三、对包膜材料的技术要求 .....	404
四、银白云母钛珠光颜料的制造工艺与主要化学反应 .....	405
五、银白云母钛珠光颜料的制造工艺 .....	406
六、幻彩珠光颜料的制造 .....	408
七、着色类珠光颜料的制造 .....	410
八、有机化合物着色珠光颜料 .....	413
第八节 珠光颜料的表面改性处理 .....	414
一、表面化学改性 .....	414
二、表面包膜改性 .....	415
第九节 云母钛珠光颜料的应用 .....	416
一、云母钛珠光颜料在涂料工业中的应用 .....	416
二、云母钛珠光颜料在塑料工业中的应用 .....	417
三、云母钛珠光颜料在油墨制造中的应用 .....	417
四、云母钛珠光颜料在纸张生产中的应用 .....	418
五、云母钛珠光颜料在陶瓷与搪瓷生产中的应用 .....	418
六、云母钛珠光颜料在化妆品生产中的应用 .....	418
参考文献 .....	418

## 第三篇 有机颜料

第一章 概述 吴申年 .....	419
第一节 简史和概况 .....	419
第二节 有机颜料的特性 .....	420
一、有机颜料的性能和分类 .....	420
二、有机颜料性能与化学结构和物理构造的关系 .....	420
第三节 有机颜料的应用 .....	427
第四节 有机颜料的发展动向 .....	436
一、新产品的研究和开发 .....	436

二、新工艺和新技术的采用 .....	438
三、颜料配制品的推广应用 .....	438
第五节 工厂的“三废”治理 .....	439
<b>第二章 偶氮颜料 吴申年 .....</b>	<b>441</b>
第一节 重氮化反应 .....	441
第二节 偶合反应 .....	446
第三节 偶氮颜料生产工艺过程和主要生产设各 .....	452
第四节 偶氮颜料的主要品种及其化学性能 .....	460
一、不溶性偶氮颜料 .....	460
二、偶氮染料色淀 .....	468
三、缩合型偶氮颜料 .....	471
第五节 展望 .....	477
<b>第三章 酞菁颜料 吴申年 .....</b>	<b>482</b>
第一节 酞菁的化学结构、合成方法及其性质 .....	482
第二节 酞菁蓝 .....	486
一、粗酞菁蓝的合成 .....	486
二、粗酞菁蓝的颜料化加工 .....	491
三、酞菁蓝的主要品种和性能 .....	492
第三节 酞菁绿及其他酞菁颜料 .....	492
一、酞菁绿 .....	492
二、其他酞菁颜料 .....	494
第四节 展望 .....	494
<b>第四章 多环颜料 施关林 .....</b>	<b>496</b>
第一节 异吲哚啉酮类颜料 .....	496
一、四氯异吲哚啉酮类颜料 .....	496
二、异吲哚啉酮与其衍生物及异吲哚啉酮各类颜料 .....	499
第二节 喹吖啶酮类颜料 .....	503
第三节 卟啉二噻嗪紫颜料 .....	506
第四节 茈系颜料 .....	509
第五节 蒽醌(衍生物)型还原颜料 .....	512
一、蒽醌型还原颜料概况 .....	512
二、颜料品种及其化学结构 .....	512
第六节 硫靛类颜料和喹啉酮类颜料 .....	515
一、硫靛类颜料 .....	515
二、喹啉酮类颜料 .....	517
参考文献 .....	518
<b>第五章 芳甲烷系颜料及其他颜料 沈耀良 .....</b>	<b>520</b>
第一节 碱性芳甲烷等染料的色原和色淀 .....	520
一、磷钨钼杂多元酸颜料 .....	520
二、丹宁酸色原或色淀颜料 .....	527
第二节 酸性芳甲烷染料的色原和色淀 .....	528
第三节 亚硝基颜料 .....	532
第四节 甲亚胺颜料 .....	534
第五节 荧光颜料 .....	537
第六节 珠光颜料 .....	539
第七节 苯胺黑颜料 .....	542
参考文献 .....	543
<b>附录 有机颜料的染料索引分类号、结构号和结构式 .....</b>	<b>544</b>

# 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

颜料是一种有色的细颗粒粉状物质，一般不溶于水、油、溶剂和树脂等介质中，能分散于各种介质中。它具有遮盖力、着色力，对光相对稳定，常用于配制涂料、油墨以及着色塑料和橡胶，因此又可称是着色剂。

颜料不同于染料在于一般染料能溶解于水或溶剂，而颜料一般不溶于水。染料主要用于纺织品的染色。不过这种区分也并不十分清楚，因为有些染料也可能不溶于水，而颜料也有用于纺织品的涂料印花及原液着色。有机颜料的化学结构同有机染料有相似之处，因此通常视为染料的一个分支。

颜料从化学组成来分类，可分成无机颜料与有机颜料两大类，就其来源又可分为天然颜料和合成颜料。天然颜料以矿物为来源的，如朱砂、红土、雄黄、孔雀绿以及重质碳酸钙、硅灰石、重晶石粉、滑石粉、云母粉、高岭土等等，以生物为来源的，如来自动物的胭脂虫红、天然鱼鳞粉等，来自植物的有藤黄、茜素红、靛青等。合成颜料通过人工合成，如钛白、锌钡白、铅铬黄、铁蓝、铁红、红丹等无机颜料，以及大红粉、偶氮黄、酞菁蓝、喹吡啶酮等有机颜料。以颜料的功能来分类的如防锈颜料、磁性颜料、发光颜料、珠光颜料、导电颜料等。以颜色分类确是方便而实用的方法，颜料可分为白色、黄色、红色、蓝色、绿色、棕色、紫色、黑色，而不顾及其来源或化学组成。著名的《染料索引》(Color Index)是采用以颜色分类的方法：如将颜料分成颜料黄(PY)、颜料橘黄(PO)、颜料红(PR)、颜料紫(PV)、颜料蓝(PB)、颜料绿(PG)、颜料棕(PBr)、颜料黑(PBk)、颜料白(PW)、金属颜料(PM)等十大类，同样颜色的颜料依次序编号排列，如钛白为PW-6、锌钡白PW-5、铅铬黄PY-34、喹吡啶酮PR-207、氧化铁红PR-101、酞菁蓝PB-15等。为了查找化学组成，又另有结构编号，如钛白为PW-6 C.I.77891、酞菁蓝是PB15 C.I.74160，就可使颜料的制造者和应用者能查明所列人的颜料的组成及化学结构。因此在国际颜料进出口贸易业中均已广泛采用。

中国的颜料国家标准 GB 3182—82 在 1995 年又重新报批为 GB/T 3182—1995，也是采用颜色分类，每一种颜料的颜色有一标志，如白色为 BA，红色为 HO、黄色为 HU，再结合化学结构的代号和序号，组成颜料的型号，如金红石型钛 BA-01-03、中铬黄 HU-02-02、氧化铁红 HO-01-01、锌钡白 BA-11-01，甲苯胺红 HO 与 2-01，酞菁蓝 BGS LA-61-02 等。

颜料可根据所含的化合物的类别来分类：无机颜料可细分为氧化物、铬酸盐、硫酸盐、碳酸盐、硅酸盐、硼酸盐、钼酸盐、磷酸盐、钒酸盐、铁氰酸盐、氢氧化物、硫化物、金属等。有机颜料可按化合物的化学结构分为偶氮颜料、酞菁颜料、蒽醌、靛族、喹吡啶酮、二

噁嗪等多环颜料、芳甲烷系颜料等。

从生产制造角度来分类又可分为钛系颜料、铁系颜料、铬系颜料、铅系颜料、锌系颜料、金属颜料、有机合成颜料，这种分类方法有实用意义，往往一个系统就能代表一个颜料专业生产行业。

从应用角度来分类又可分成涂料用颜料、油墨用颜料、塑料用颜料、橡胶用颜料、陶瓷及搪瓷用颜料、医药化妆品用颜料、美术颜料等等。各种专用颜料均有一些独特的性能，以符合应用的要求。颜料生产厂又可有针对性地推荐给专业用户一系列的颜料产品。

本书中无机颜料主要是按照颜色来分类的，但也顾及非着色的颜料如防锈颜料及体质颜料。有机颜料是以化学结构进行分类来叙述的，因为这样分类容易理顺（如以颜色来分类，也是可以的）。

## 第二节 颜料工业概况

颜料工业是化学工业的一个组成部分。颜料产品是制造涂料、塑料、橡胶、建材、油墨、化妆品、文教用品的主要配套材料。而涂料、塑料、橡胶等产品又是发展经济的支柱产业如汽车、建筑、船舶的必需材料。因此颜料工业在国民经济中占有一定的地位。

### 一、颜料工业的简史

人类在史前就有把红土、木炭、白垩、赭石等天然着色颜料用于装饰，保留至今的史前岩画也证实了这方面的应用。中国在古代就有炼丹家，用铅炼制黄丹、红丹，并有了铅白的生产。公元 1637 年宋应星在《天工开物》中就描述了人工合成银朱的方法。中国古代就用植物油制取炭黑，并制成书写用墨，不过未能脱离手工操作。

从 17 世纪到 18 世纪，西欧等国逐步从手工操作过渡到采用机器的工业化生产，颜料工业也不例外，合成的颜料制品也逐步出现。1704 年普鲁士人 Diesbach 发明了铁蓝的制造法；1809 年法国人 Vauquelin 合成了铬酸铅。1818 年德国开始了铅铬黄的工业化生产。19 世纪初开始生产氧化锌，并逐步代替了毒性很大的铅白。群青在中世纪以来一直视为珍贵的蓝色颜料，1828 年法国人 Guimet 完成了经济的工业生产方法，使群青能大量和廉价供应市场。1847 年法国人 Douhet 发明锌钡白，也就是立德粉（Lithopone）。锌钡白于 1874 年开始工业化生产，并成为一种重要的白色颜料。1847 年，苏格兰的 Murdock 制成锌铬黄。1872 年美国开始用天然气工业化生产炭黑。1894 年德国人 Harntag 开始使用密闭的球磨机生产干法铝粉。自从 1856 年英国人 Perkin 发明用苯胺制成紫红染料以后，在 1895 年第一个有机红色偶氮染料对位红问世，紧接于 1899 年又出现立索尔红。

20 世纪初，偶氮颜料新品种不断出现，如 1902 年有色淀红 C，1903 年立索尔宝红，1905 年银珠 R 和甲苯胺红，1907 年永固橙 RN，1909 年耐晒黄 G。1913 年又以染料配成的耐晒牢度较好的磷钨酸色淀、磷钼酸色淀。1916 年世界上第一个硫酸法钛白工厂在挪威诞生，从此钛白成为最重要的白色无机颜料，产量至今跃居各类颜料的首位。1910 年 Hall 用湿法制铝粉浆，保证了安全生产。

进入 20 世纪 30 年代，颜料工业已逐步发展成以科研为基础的产业。颜料的用户对颜料的质量提出更高的要求，不但要有鲜艳的色光，高的着色力，更要求有易分散性、优越的耐光、耐候性能。如在 1935 年出现性能十分优秀的蓝色颜料酞菁蓝 B、咔唑二噁嗪紫，以及联苯胺黄 G 等花色品种。1939 年又制成性能类似酞菁蓝 B 的酞菁绿 G。在 40 年代因二次大战而使品种发展工作有所停顿，战后集中力量进行恢复工作，欧美各大化学公司开始投入大

量科研费用, 竞相发展颜料新品种。1954 年瑞士 Ciba-Geigy 公司推出联苯胺缩合型偶氮颜料, 提高了原偶氮颜料的质量。1958 年美国 Du Pont 公司又推出著名的喹吖啶酮红及紫红, 在各项性能上是偶氮红颜料无法比拟的。1959 年 Du Pont 公司的氯化法钛白投产。同年磷酸锌防锈颜料开始应用于涂料。1964 年 Ciba-Geigy 公司又推出异吡啶酮黄, 性能优于单偶氮黄。1966 年德国 Hoechst 公司又在原偶氮颜料的结构中, 加接苯并咪唑酮基团, 使偶氮颜料的性能有所提高, 并形成系列品种。1968 年德国 BASF 公司又推出喹酞酮系统的颜料。1970 年 Ciba-Geigy 公司又改进缩合型偶氮颜料, 制成非联苯胺缩合型偶氮颜料, 至 1986 年, 该公司又推出色相较鲜艳, 性能优越的双吡咯酮 DPP 红颜料。近年来, 钛白颜料发展成多品种系列, 以符合各种特殊要求。新型的防锈颜料, 品种的发展也很快, 珠光颜料已改进发展用云母钛包膜的无毒品种, 为了要求耐高温, 以及优秀的耐候性, 已出现一批多种色泽的金属氧化物混相颜料。

中国在古代就开始制作颜料, 由于历史上的原因, 工业长期停滞不前。在 1949 年之前, 颜料工业相当落后, 仅有少量无机颜料以手工业方式生产。如 1915 年开始小规模生产铅白, 1924 年开始生产铅铬黄, 1929 年开始生产氧化锌。从 20 世纪 50 年代初开始, 各类重要颜料品种相继投产, 如在 1952 年就有合成氧化铁黄, 1953 年有合成氧化铁红投产, 1954 年硫酸法钛白试制成功, 并建厂投产, 1957 年开始生产钼铬红。进入 1958 年, 不少有机颜料品种投产, 如立索尔宝红 BK, 联苯胺黄、酞菁蓝等, 无机颜料品种有铝粉、钼铬黄。1959 年群青投产。20 世纪 60 年代初, 性能优良的有机颜料品种, 如酞菁绿 G、喹吖啶酮红、咪唑二噁嗪紫、稳定型酞菁蓝 BS 相继投产。至此, 中国的颜料工业已逐步接近国际发展趋势, 生产也初具规模, 有些品种, 如氧化铁黄、氧化铁红、钼白已大量进入国际市场。近年来, 除了开发高档的有机颜料品种, 尚开发不少无机颜料品种, 如氯化法金红石型钛白、珠光颜料、炭黑新品种, 新型高效防锈颜料, 为涂料、塑料、油墨等有关行业, 提供新的品种, 以满足这些行业发展的需要。

## 二、无机颜料的概况

世界颜料的总产量在 90 年代已达到 500 万 t/a, 其中无机颜料约占 96 %。估计到 2000 年, 总产量将超过 600 万 t/a。

无机颜料中以钛白的产量最大。各品种产量所占百分比大约如下 (不包括天然矿物颜料):

钛白	69 %	钼白 (立德粉)	5 %	氧化铬绿	<1 %
合成氧化铁	11 %	铬酸盐	3 %	混相金属氧化物	<1 %
炭黑 (不包括橡胶用炭黑)	9 %	氧化锌	1 %	其他	<1 %

生产无机颜料的地区以欧洲为发源地, 以德国为首, 依次为法国、意大利、英国、西班牙、俄罗斯等国。美国是生产无机颜料的主要国家。中国和日本是亚洲生产无机颜料的主要国家, 其他依次为韩国、印度、印度尼西亚、泰国、新加坡、菲律宾等。中国的台湾地区也占一定的比例。

中国在 1980 年无机颜料总产量仅为 20.42 万 t, 以后逐年增长, 1995 年各种主要无机颜料的产量列于表 1-1-1。

1. 钛白 钛白是最重要的白色无机颜料, 其世界产量占无机颜料的总产量 70 % 以上, 占白色颜料的总产量 80 % 以上。据统计, 1995 年世界钛白生产能力为 410 万 t/a, 预见 2000 年可接近或超过 500 万 t/a。



表 1-1-1 中国 1995 年各种无机颜料的产量/万 t

品种	产量	品种	产量	品种	产量	品种	产量
黄丹	4.98	氧化铁红	10.35	锌钡白	21.47	银粉浆	1.01
红丹	3.03	氧化铁黄	3.36	氧化锌	7.3	其他无机颜料	7.95
钛白	12.18	氧化铁黑	0.98	铬黄	1.6	合计	74.21

钛白的生产工艺路线有硫酸法和氯化法两种，硫酸法早在 20 世纪初期已形成工业化生产；氯化法是 20 世纪 50 年代由美国杜邦 (Du Pont) 公司首先实现工业化生产，目前较成熟的氯化法有杜邦法和 K-M 法 (Kess McGee)。硫酸法发展较早，工艺经过不断改进已较完善，可同时生产锐钛型和金红石型钛白，产品质量已接近或达到氯化法的质量水平，不过生产过程中有大量废酸排放，三废治理的压力很大。氯化法的三废排放量较少，但生产设备和工艺复杂。据统计 1984 年时，全世界采用硫酸法的占总生产能力的 66%，氯化法占 34%，至 1994 年氯化法上升至 54%，而硫酸法下降至 46%，预见至 2000 年氯化法将继续上升至 61%。在美国钛白生产以氯化法为主，约占 90%。

中国的钛白生产始于 20 世纪 50 年代中期，到 1995 年已上升至 12.18 万 t，其中绝大部分是锐钛型钛白，金红石型约为 2000t。近年来，生产能力不断增大，预计将在 20 万 t 以上。氯化法钛白也开始进行生产。近年来，经过多方努力，中国产的钛白，已达到高档钛白粉的质量水平，符合涂料生产较高的要求，如白度、分散性、耐光性等主要质量指标，已同国际上著名的品牌不相上下。

2. 锌钡白 锌钡白俗名立德粉，原是主要的白色颜料。其生产历史已有百余年，由于钛白工业的发展，其市场中的地位已绝大部分为质量优越的钛白所取代。20 世纪 50~90 年代，由于锌钡白的市场缩小，金属锌价的不断上涨，以及环境污染等原因，产量曾大幅度的下降，美国、日本和部分西欧生产国，相继关闭了锌钡白工厂，仅德国的 Sachleben 公司和俄罗斯等地的工厂，仍保持一定的产量。但由于锌钡白价格低廉，并有提高细度、增加品种等改进，能不断适应一些新的用途，产量有所上升。

中国的锌钡白生产，始于 20 世纪 40 年代。1986 年年产量就已超过 15 万 t，1995 年年产量 21.5 万 t，约占世界总产量的 70%，实际的生产能力可达到 28 万 t。在品种方面，在原含 ZnS 28% 的 B301 及含 ZnS 30% 的 B311 的基础上，生产含 ZnS 35%，及 45%、60% 等高着色力品种，以及适用于水性涂料用的品种。

中国有丰富的锌精矿和重晶石粉的自然资源，目前已成为世界上锌钡白的主要生产国，每年有大量出口，供应国际市场的需求。

3. 氧化锌 生产氧化锌基本上有三种方法：以锌锭为原料的是间接法，约占 80%~90%，以锌精矿为原料的是直接法，约占 10%~20%，尚有少量的湿法，约占 1%~2%。

氧化锌的世界生产能力约 70 万 t。橡胶行业对氧化锌的消费量最大，约占总产量的 45%~50%，作为化工原料约需消费 30% 左右，而涂料行业约消费 7% 左右。

氧化锌的产品质量以间接法生产的最优，但直接法生产的品种的生产成本低，价格也较低，因此有一定的销路。湿法生产的氧化锌比表面积可以很高，适用于特殊的用途。各种特殊规格的氧化锌可适用于不同的用途，如饲料氧化锌、药用氧化锌、电子工业用氧化锌、光敏氧化锌、彩色显像管玻璃用的氧化锌，以及比表面积很高的特殊轮胎橡胶专用品种。