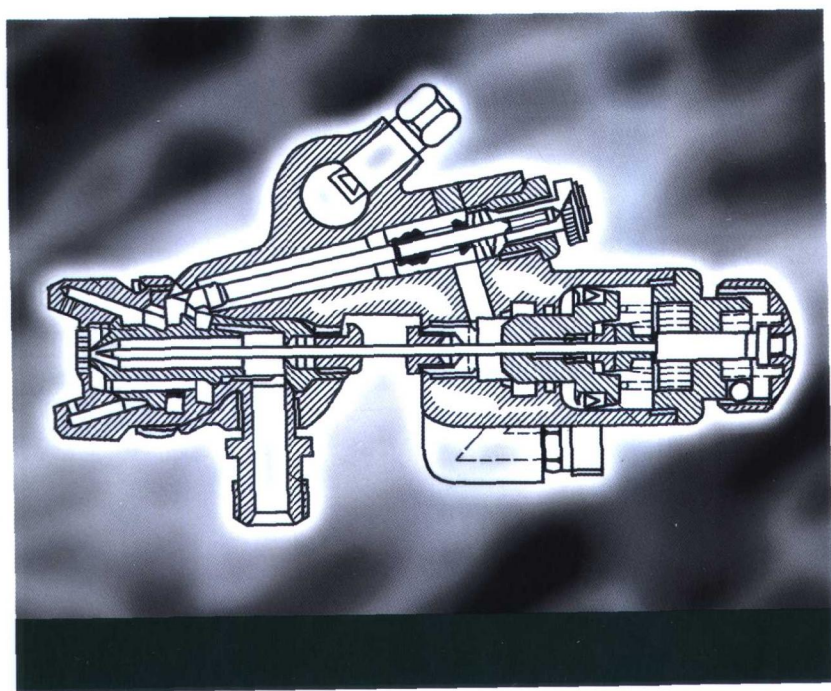


冯立明 牛玉超 张殿平 等编

涂装工艺与设备



Chemical Industry Press



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

涂装工艺与设备

冯立明 牛玉超 张殿平 等编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

涂装工艺与设备/冯立明, 牛玉超, 张殿平等编.
北京: 化学工业出版社, 2004. 8
ISBN 7-5025-5635-4

I. 涂… II. ①冯…②牛…③张… III. ①涂漆-
工艺学②涂漆-设备 IV. TQ639

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 061046 号

涂装工艺与设备

冯立明 牛玉超 张殿平 等编

责任编辑: 任文斗

文字编辑: 贾 婷

责任校对: 凌亚男

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 22¼ 字数 547 千字

2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5635-4/TH·207

定 价: 46.00 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

京朝工商广临字 [2004] 年第 007 号

前 言

涂装是表面科学领域的一个重要分支，因其具有优良的保护、装饰和独特的功能作用，广泛用于汽车、摩托车、家电及农用车等机电产品，是用途较为广泛的表面处理方法。由于该领域起步较晚，相关的理论、工艺、设备和管理正处于发展阶段，相关的书籍较少，对科研、设计、制造和教学有较大的影响。为适应涂装工业的发展形势，满足涂装工作者的需要，编写《涂装工艺与设备》，以期对我国涂装行业的发展起到一定的帮助作用。

涂装原材料、涂装技术与设备和涂装管理是影响产品质量的重要因素。本书主要介绍了溶剂型涂料、水性涂料、粉末涂料的涂料性能、涂装工艺、涂装设备及设计和涂装工艺管理；前处理和涂层固化工艺与设备。此外还重点介绍了涂装车间废气、废水处理以及涂装车间设计的基本知识，并结合生产实际介绍了汽车、家用电器、农用车和摩托车的典型工艺。

本书可作为相关研究所、企业工程技术人员、管理人员、工人等指导设计、生产用书，也可以作为大中专院校相关专业的必修课或选修课参考书。

本书共十章。山东建筑工程学院的冯立明编写第1章，第2章的2.1~2.6，第3章的3.1、3.2，第5章的5.1~5.3、5.5，第6章的6.1、6.2，第7章的7.1、7.2，第8章；牛玉超编写第2章的2.7、2.8，第3章的3.5，第5章的5.4，第6章的6.3~6.7；孙华编写第9章，第10章；第4章由上海新星静电喷涂设备有限公司周师岳编写；第3章的3.3、3.4由中国重型汽车集团有限公司张殿平编写；第7章的7.3由山东双力集团股份公司贺红梅编写；第7章的7.4由中国轻骑集团有限公司刘伟、杨燕奎编写。全书由冯立明统稿，中国兵器工业集团五三研究所许书道和山东建筑工程学院王国凡主审。

本书编写过程中，受到中国化学化工学会涂料涂装专业委员会刘泽曦秘书长、山东建筑工程学院刘喜俊教授的大力帮助和指导，在此表示感谢。

参加本书编写工作的还有王玥、田清波、杨淑贞、曹爱利、王庆军、景才年、吕伟岩、匡成亮、刘春霞等。

由于编者水平有限，时间仓促，书中缺点错误在所难免，敬请各界读者批评指正，提出宝贵意见。

编 者
2004年3月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 涂料与涂装的概念	1
1.2 涂料与涂装的作用	2
1.3 涂料与涂装的发展现状及发展方向	3
1.4 涂料的组成与命名原则	5
1.4.1 涂料的基本组成	5
1.4.2 涂料的分类与命名规则	6
1.5 涂料用原材料及对涂料性能的影响	8
1.5.1 油料	8
1.5.2 颜料	10
1.5.3 溶剂	12
第2章 涂装前处理	16
2.1 前处理的意义	16
2.1.1 前处理的内容	16
2.1.2 前处理的意义	16
2.1.3 前处理方法选择的依据	17
2.2 脱脂	18
2.2.1 有机溶剂去油	18
2.2.2 碱液清洗	19
2.2.3 表面活性剂去油	19
2.2.4 超声波清洗	22
2.2.5 超临界 CO ₂ 清洗	23
2.2.6 清洗方式及脱脂中的注意问题	23
2.3 除锈	24
2.3.1 物理除锈	24
2.3.2 化学除锈	27
2.4 涂装前磷化处理	30
2.4.1 涂装前处理对磷化的要求	30
2.4.2 磷化膜形成的机理	31
2.4.3 磷化处理的分类	34
2.4.4 影响磷化处理质量的因素	35
2.4.5 磷化工艺管理	39
2.4.6 磷化液配方举例	43
2.5 钢铁材料的综合处理	44
2.6 非铁材料的涂装前处理	45

2.6.1	铝及其合金的化学处理	45
2.6.2	锌及其合金的化学处理	46
2.6.3	镁及其合金的化学处理	46
2.6.4	塑料表面处理	46
2.7	浸渍式前处理设备与计算	48
2.7.1	浸渍式涂装前处理设备	48
2.7.2	浸渍式表面处理设备的计算	51
2.8	喷淋式涂装前处理设备	60
2.8.1	设备类型	60
2.8.2	设备结构	61
2.8.3	喷射表面处理设备的计算	63
第3章	溶剂型涂料及其涂装	73
3.1	常用溶剂型涂料	73
3.1.1	酚醛树脂涂料	73
3.1.2	沥青涂料类	73
3.1.3	醇酸树脂涂料	74
3.1.4	氨基树脂涂料	75
3.1.5	环氧树脂涂料	77
3.1.6	丙烯酸树脂涂料	80
3.1.7	聚氨酯树脂涂料	81
3.1.8	元素有机涂料	84
3.1.9	乙烯基树脂涂料	86
3.1.10	特殊涂料	88
3.2	涂料的选用与配套	91
3.2.1	涂料的选择	91
3.2.2	涂层的配套性	95
3.3	溶剂型涂料的涂装工艺与设备	96
3.3.1	浸涂	96
3.3.2	高压空气喷涂	97
3.3.3	高压无气喷涂	102
3.3.4	静电涂装	107
3.4	溶剂型涂料与涂装的管理	114
3.4.1	涂料储存、运输、使用中常出现的问题及解决办法	114
3.4.2	涂层常见问题及解决办法	117
3.4.3	涂料及涂层的主要检测指标及相应标准	118
3.5	喷漆室结构与设备	118
3.5.1	喷漆室的形式	119
3.5.2	干式喷漆室	119
3.5.3	湿式喷漆室	121
3.5.4	喷漆室的有关计算	128

第4章 粉末涂料及其涂装	134
4.1 概述	134
4.1.1 粉末涂料涂装发展史	134
4.1.2 粉末涂装工艺的分类	135
4.1.3 涂装前的表面处理	136
4.1.4 粉末涂料涂装的特点	136
4.2 粉末涂料	137
4.2.1 热固性粉末涂料	137
4.2.2 热塑性粉末涂料	147
4.3 粉末涂料涂装工艺	149
4.3.1 流化床涂装	149
4.3.2 熔射法涂装	155
4.3.3 静电粉末涂装	157
4.3.4 其他涂装	167
4.4 粉末涂料涂装管理	176
第5章 水性涂料及其涂装	179
5.1 乳胶涂料	179
5.1.1 建筑乳胶涂料	179
5.1.2 工业用乳胶涂料	180
5.1.3 自泳涂料	180
5.2 水溶性涂料	180
5.2.1 水溶性树脂的结构特点	181
5.2.2 水溶性阴离子树脂涂料——阳极电泳涂料	182
5.2.3 水溶性阳离子树脂涂料——阴极电泳涂料	183
5.3 电泳涂装工艺	184
5.3.1 电泳涂装基本原理	185
5.3.2 电泳底漆涂装工艺条件及其控制	187
5.3.3 电泳涂装的后处理	192
5.3.4 电泳面漆涂装工艺	192
5.4 电泳涂装设备与设计	193
5.4.1 电泳涂装槽体及辅助设备	194
5.4.2 电泳涂装的水洗设备	195
5.4.3 电泳涂装超滤系统	196
5.4.4 电泳涂装设备的计算	199
5.5 电泳涂装的管理	206
5.5.1 电泳槽液的管理	206
5.5.2 电泳涂料主要性能的测定方法	207
5.5.3 超滤器的维护与管理	208
5.5.4 电泳涂装常见弊病及解决措施	209
第6章 涂层固化	210

6.1 涂层固化的机理	210
6.1.1 非转化型涂料	210
6.1.2 转化型涂料	212
6.2 涂层的固化方法	212
6.3 固化设备分类及选用的基本原则	215
6.3.1 固化设备的分类	215
6.3.2 固化设备选用的基本原则	216
6.4 热风循环固化设备	216
6.4.1 热风循环固化设备的类型	216
6.4.2 热风循环固化设备设计的一般原则	217
6.4.3 热风循环固化设备的主要结构	218
6.4.4 热风循环固化设备的计算	229
6.4.5 热风循环固化设备的安全与节能措施	237
6.5 远红外线辐射固化设备	238
6.5.1 影响辐射烘干的因素	238
6.5.2 远红外线辐射固化设备的主要结构	239
6.5.3 通风系统	243
6.5.4 温度控制系统	243
6.5.5 远红外线辐射烘干室的计算	244
6.6 远红外线辐射对流固化设备	249
第7章 典型涂装工艺	250
7.1 汽车涂装工艺	250
7.1.1 汽车车身涂层标准与涂层体系	250
7.1.2 汽车车身的涂装工艺	252
7.1.3 汽车零部件涂装工艺	256
7.2 家用电器涂装工艺	257
7.3 农用车涂装工艺	258
7.3.1 涂料选择	258
7.3.2 农用车涂层技术要求	259
7.3.3 农用车涂装材料	263
7.3.4 农用产品的涂装工艺	264
7.4 摩托车涂装工艺	267
7.4.1 摩托车用涂料的选择	267
7.4.2 摩托车涂装工艺	268
7.4.3 摩托车涂膜的质量检验	275
第8章 涂装车间管理	277
8.1 涂装原材料管理	277
8.1.1 原材料的选择	277
8.1.2 原材料的质量管理	277
8.1.3 原材料的储运和领用	277

8.1.4	涂料的调制	278
8.1.5	原材料的使用	278
8.2	涂装设备管理	278
8.3	涂装工艺管理	279
8.3.1	涂装工艺管理	279
8.3.2	涂装检查工序的设置	279
8.4	现场管理	281
8.5	涂装环境管理	282
8.5.1	采光与照明	282
8.5.2	温度和湿度	282
8.5.3	防尘与通风	283
8.6	人员管理与工艺纪律管理	284
8.7	涂装车间的安全与卫生	285
8.8	涂料用量估算	287
第9章	涂装车间设计基础	291
9.1	涂装车间设计程序	291
9.1.1	设计前期工作	291
9.1.2	设计任务书	293
9.1.3	技术设计	294
9.1.4	施工图设计	295
9.2	涂装车间工艺设计	298
9.2.1	涂装车间工艺设计的阶段与程序	298
9.2.2	涂装工艺的编制	300
9.2.3	工艺设计的通用部分	301
9.3	涂装车间平面布置	304
9.3.1	车间组成和总平面布置	305
9.3.2	车间设备平面布置	307
9.3.3	辅助部分布置	307
第10章	涂装三废处理	309
10.1	涂装车间对环境的污染及其有害物	309
10.1.1	涂装车间对环境的污染	309
10.1.2	涂装车间的有害物	310
10.2	涂装废水处理	310
10.2.1	涂装废水的来源、种类及排放的控制	310
10.2.2	前处理废水处理	312
10.2.3	电泳废水处理	319
10.3	涂装废气处理	328
10.3.1	概述	328
10.3.2	废气的排放控制	329
10.3.3	涂装废气的处理方法	330

10.4 废渣..... 339

10.4.1 概述..... 339

10.4.2 废弃物处理方法..... 340

10.4.3 处理方式..... 340

10.4.4 处理装置..... 340

10.4.5 燃烧中的注意事项..... 341

参考文献 342

第 1 章 绪 论

1.1 涂料与涂装的概念

涂料 (coating) 是以高分子材料为主体, 以有机溶剂、水或空气为分散介质的多种物质的混合物。该物质涂于物体表面, 可形成一层致密、连续、均匀的薄膜, 对基体具有保护、装饰或其他特殊作用。高分子材料是形成涂膜、决定涂膜性质的主要物质, 称为主要成膜物。由于早期的主要成膜物为植物油或天然树脂漆, 所以常称涂料为油漆。现在合成树脂已大部分或全部取代天然植物油或漆, 所以现在统称为涂料。但在具体的涂料品种名称中有时还延用“漆”字表示涂料, 如调和漆、磁漆等。

如果高分子材料为有机物, 则该涂料称为有机涂料; 若高分子材料为无机物, 则称之为无机涂料。完全以有机溶剂为分散介质的涂料称为溶剂型涂料; 完全或主要以水为分散介质的涂料称为水性涂料; 不含溶剂, 即以空气为分散介质的涂料称为粉末涂料。涂料中含有的可挥发性有机化合物的含量称为 VOC (organic volatile compound), 该值越高, 涂料施工过程中, 对环境污染越严重, 造成的资源浪费越多, 因此 VOC 值是衡量涂料对环境友好与否的重要指标。

将涂料均匀地涂布在基体表面并使之形成连续、致密涂膜的加工工艺称为涂装。不同的基材, 不同的涂料, 涂装工艺有所不同, 但一般都包括前处理、涂布和固化成膜等主要工序。

整个涂膜的质量取决于所用涂装材料 (包括涂料、前处理液等)、涂装技术与设备和涂装管理, 三者相互联系, 相互影响, 通常称为涂装三要素。

在涂装材料中, 涂料的性能对涂层质量起重要作用, 涂料的质量和配套性是获得优质涂层的基本条件。在选用涂料时, 要从作业性能、涂膜性能、经济效益等方面综合考虑, 需要吸取前人和兄弟单位的经验或通过试验确定。要注意, 选用涂料时不能单从涂料的价格考虑, 如果片面强调选用价格便宜的涂料, 而忽视涂膜性能, 则会明显缩短涂层使用寿命, 造成早期补漆或重新补漆, 反而产生更大的经济损失。因在修补和重新涂漆的整体工本费中, 涂料费用所占比重较小, 例如汽车整车涂装的施工费远远高于所用涂料的费用, 还要损失创造产值的时间, 所以延长涂层使用寿命, 从经济上看意味着最大的节约。涂料选用不当, 例如在湿热条件下选用耐水性、耐潮湿性不好的涂料, 即使施工再精心, 所得涂层也不可能耐久, 涂层会早期起泡; 将耐候性不好的室内涂料, 错用作户外面涂层, 同样易失光、变色和粉化。

涂装技术与设备是涂层质量的关键, 主要包括所用涂装设备及涂装工艺条件。能否正确选用合适的涂装技术是充分发挥涂料性能的必要条件。涂料对涂层来说只是半成品, 因此涂料的最终产物应当是涂膜而不是涂料本身。评定涂料的优劣, 一般来说主要是涂膜性能的优劣, 而涂膜的优劣不仅取决于涂料本身的质量, 更大程度上取决于

形成涂膜的工艺过程及条件。劣质的涂料自然得不到优质的涂膜，但优质的涂料如果施工和配套不当，也同样得不到优质的涂膜。例如，良好的前处理能增强涂膜的附着力和防腐性能，延长涂层使用寿命。反之，则会引起涂层早期脱落、起泡和膜下锈蚀；含铅颜料的涂层是黑色金属制品极优良的防腐涂料，而在铝制品上反而会促进腐蚀；烘干设备和烘干规范选择不当，则会造成涂膜干燥不均、烘不干或过烘干，从而不能发挥涂料的性能。

涂装管理是涂层质量的保证，是确保涂装工艺实施、涂装设备正常发挥作用的必要条件。尤其在采用机械化、自动化程度高，先进技术较多的现代工业涂装中，严格、科学的管理显得更加重要。企业管理水平的高低，已成为企业的象征，成为企业产品质量的代名词，成为企业效益好坏的标志。涂装车间的管理制度主要包括涂装工艺的实施与监督制度、涂装设备的保养与维修制度、车间劳动组织分工、车间人员培训制度、车间环境管理规范、车间安全管理制度、奖惩制度等质量保证体系。

由此可知，涂料等原材料、涂装技术和涂装管理三要素是相辅相成的关系，忽视哪一方面，都不能达到涂装目的和获得优质涂层。涂料等化工原料生产技术人员、涂装技术及管理人员、涂装作业人员对这三要素，虽各有侧重，但都应有所了解。涂料配方设计人员也要学习和研究涂料施工知识，针对被涂物的使用环境和涂装工艺条件，设计出作业配套性好、价廉物美的专用涂料，更好地为工业生产服务。涂装技术人员不仅要熟知涂装工艺、有关基础理论、涂装设备的工作原理与结构，也要熟悉和研究各种涂料的性能、规格型号、施工要求、价格和国内外应用实例。只有这样，涂装工艺人员才能设计出先进的、经济效果好的涂装工艺和管理制度。涂装管理和作业人员要了解所用涂料的性能、涂装工艺及涂装设备等方面的技术知识，以提高技术水平、提高执行工艺的责任性和自觉性。如果一个操作工人只知其然而不知其所以然，盲目操作，极易产生安全或质量事故，也造成材料的浪费。因此本书主要介绍这三方面的基础知识和理论。

1.2 涂料与涂装的作用

涂料工业是在高分子科学、粉体科学、胶体与界面化学及化学工程学的基础上发展建立起来的，已逐步形成独自的基础理论和专门技术。涂装则是借助涂料工业、机械、电器与自动控制等学科建立起来的新兴科学。涂料与涂装的主要作用是保护金属材料与非金属材料不受环境的侵蚀，延长产品的使用寿命，以减少经济损失。具体来说，可表现出以下几个作用。

① 保护作用 金属材料或非金属材料，长期暴露于空气中，会受到氧、水分、酸雾、盐雾、各种腐蚀性气体、微生物和紫外线等的侵蚀和破坏。由于涂料能在被涂物表面形成一层连续而均匀的薄膜，与周围介质隔绝，从而使物体表面避免受到大气中的水分、气体、微生物、紫外线等腐蚀，延长其使用寿命。

② 装饰作用 产品质量是内在质量和外观质量的综合。随着国民经济的迅速发展和人民生活水平的不断提高，人们对产品外在质量，即美化装饰的要求也逐渐提高，外在质量在整个质量中所占的比重逐渐增大。涂料可赋予各种产品美丽的造型和外观，赋予产品不同的光泽和色彩，甚至可做出立体质感的效果，如锤纹、裂纹、闪光、珠光、多彩和绒面等。改进产品外观质量，起到美化人类生活环境，提高产品使用价值和商品价

值的巨大作用。

③ 功能作用 涂料除了上述两种基本功能外,还具有许多特殊作用。涂料可作色彩广告,利用不同色彩表示警告、危险、安全、前进和停止等信号;在各种管理、容器、机械设备的表面涂上各种色彩涂料以便于识别操作;在道路及交通信号标志色彩以示安全等。通过色彩调节人的心理、生理,与周围物体有机地联系起来,使色彩功能充分发挥。另外,涂料还可形成一些特殊功能的涂层,如耐磨、润滑、示温、耐热、阻燃、导电、防静电、电磁波吸收、荧光、防霉等涂层,使涂料发展成为功能性工程材料的一种,在国民经济中发挥着越来越重要的作用。

1.3 涂料与涂装的发展现状及发展方向

涂料是人类文化及科学发展的产物。涂料的产量及质量在某种程度上反映了一个地区、一个国家的科学和生活水平以及工业化程度。

在涂料诞生以后的两千多年的时间里,都是利用天然植物油、大漆、虫胶等天然树脂和天然颜料调配而成各种色漆,其品种、性能和适用性都很有限,施工方法全部采用手工涂饰。涂料工业的形成实际上只有一百多年的历史,并在 20 世纪中期随着石油工业的迅猛发展而得到飞速发展,出现了多品种、性能优越的合成树脂涂料。到 20 世纪 60 年代以后,工业用高档涂料几乎全部被氨基树脂涂料、丙烯酸树脂涂料、聚氨酯树脂涂料和环氧树脂涂料等合成树脂涂料取代,并出现了电泳涂料、粉末涂料等环保型涂料。涂装生产也由手工作业进入高效工业化生产方式,并由高压空气喷涂、浸涂、淋涂、滚涂等一般高效机械化涂装作业进一步发展到静电涂装、高压无空气喷涂、粉末涂装、电泳涂装和自动涂装等现代工业涂装技术,出现了大型自动线。到 20 世纪 80 年代后,涂料与涂装技术迅猛发展,形成了一门独立的科学。

我国是发明和应用涂料最早的国家,并且古代的中国涂料技术有过辉煌的成就。但中国涂料工业自 1915 年上海开林涂料厂创建算起,只有 80~90 年的时间,涂料行业通过自身不断的挖潜改造、技术进步和设备更新,全行业取得了巨大进步,产品质量、品种数量、技术装备水平以及为国民经济的配套能力都有了很大提高。特别是改革开放以来,涂料行业陆续引进了建筑涂料、汽车涂料、船舶涂料和防腐涂料等各类专用涂料的生产技术和关键设备,形成了各类专用涂料的生产基地,一定程度上满足了国民经济发展的需要。涂料产量也由 1980 年的 48 万吨,上升到 1990 年的 84.6 万吨、1996 年的 150 万吨,进而上升到 2002 年的 201.6 万吨,我国已跻身世界涂料生产大国之林。1980~1990 年 10 年间涂料产量的年均增长率为 10%,几乎较 20 世纪 80 年代高出 1 倍,可见中国经济的迅猛发展,加速了涂料工业的前进步伐。高档合成树脂涂料的比例也逐步提高,由 1980 年的 52% 上升到 1990 年、1996 年的 60% 和 70%。1996 年涂料消费量为 160 万吨,其中建筑涂料约 70 万吨,工业涂料 90 万吨;2000 年,中国对涂料的消费量达到 200 万吨,专家预测,到 2005 年我国涂料需求量将达到 400 万吨以上,成为世界第一涂料大国。中国涂料消费情况见表 1-1。

从产品结构上看,溶剂型涂料用量逐渐降低,而低 VOC 的水性涂料、粉末涂料、高固体分涂料和非水分散性涂料用量大幅度增加。专家对世界各国工业涂料生产进行统计,并对未来的发展进行预测,工业涂料构成的预测见表 1-2。

表 1-1 中国涂料消费情况

应用领域	1996 年		2000 年		1996~2000 年 年均增长率
	消费量/kt	比例/%	需求量/kt	比例/%	
建筑	700	43.75	900	45	6.5
防腐	200	12.5	220	11	2.4
汽车	60	3.75	140	7.0	23.6
海洋	100	6.25	120	6.0	4.7
家电	80	5.0	100	5.0	5.7
机械	90	5.63	100	5.0	2.7
家具	120	7.5	130	6.5	2.0
铁路车辆	60	3.75	70	3.5	3.9
交通标志	50	3.12	70	3.5	8.8
其他	140	8.75	150	7.5	1.7
合计	1 600	100.00	2 000	100.0	5.7

表 1-2 工业涂料构成的预测

类 别	1995 年	2000 年	2005 年	2010 年
低固体分溶剂型涂料	39.5	30.5	15.0	7.0
高固体分涂料	12.5	12.0	10.0	8.5
电泳涂料	8.5	10.0	15.5	17.0
其他水性涂料	14.0	16.0	19.0	22.5
反应型涂料	14.0	15.0	16.5	17.5
粉末涂料	8.0	12.0	17.5	20.0
电磁波硬化涂料	3.5	4.5	6.5	7.5

我国低污染型涂料在工业涂料中的比例 1997 年占 15%，2000 年约占 30%，远低于世界水平。随着我国《环保法》和《清洁生产促进法》的颁布实施，大力推进了环境友好型涂料的生产，势在必行。

从涂料的发展方向上看，为适应环保要求，国内外都在积极开发和利用“节能源、省资源、低污染、高效率”的涂料品种，即国际上流行的“四 E”原则（Economy、Efficiency、Ecology、Energy）。具体来说，主要包括水性涂料、粉末涂料、非水分散型涂料、光固化涂料和高固体分涂料等。为适应不同底材、不同行业需要，各国投入大量精力开发多种性能和用途的专用型涂料，如汽车涂料、船舶涂料、机床涂料、塑料专用涂料和木材专用涂料等，努力使涂料生产系列化、专业化。

随着纳米工程技术（Nanoscale Science Engineering and Tecnology，简称 NSET）的发展和推广，纳米材料在涂料中的应用越来越广泛，如无机纳米粒子/热固性树脂复合材料、聚合物/有机插层改性无机纳米复合涂料、聚合物/聚合物复合材料等，使涂料具有特殊的力学、电学、光学、磁学和热学等性能，产生了一些特殊用途的涂料，如武器的隐身涂料、豪华轿车金属闪光面漆等。但该领域的研究还刚刚起步，无论是基础研究还是应用研究都有广阔的前景。

从涂装来看，主要向着减少污染、节省能耗、提高施工效率、提高涂层装饰性以及涂装设备的通用化、系列化、自动化方向发展。国内外已经出现了大量工艺先进、自动化程度高的大型生产线，尤其在汽车行业发展极为迅速。例如，通用汽车公司在德国的欧宝公司经过十多年的努力，于 1992 年底从底漆到面漆全部实现了水性化，并采用高涂

着效率的自动静电涂装法,使该厂轿车车身涂装的 VOC 排放量达到 $35\text{g}/\text{m}^2$ 。德国宝马汽车公司在 Dingolfing 厂于 1997 年初建成投产第一条车身粉末罩光线,又于 1998 年初建成第二条线,日产量可达 1 000 辆。在美国已有多条车身涂装线的中涂采用了粉末涂料,如通用汽车公司在 20 世纪 90 年代初,在 Shreveport Linden 和 Moraine 等工厂又建了 6 条皮卡车粉末中涂喷涂线。日本汽车涂装在 20 世纪 80 年代为赶超欧美,在提高涂层质量,如外观装饰性、耐久性、耐酸雨性和抗划伤性等做了大量工作,而在环保、开发和利用低 VOC 型涂料方面没有像欧美那样重视,近几年,日本才将环保要求列为汽车涂料需求的首位。我国至今还是以 20 世纪 80 年代传统的阴极电泳底漆、有机溶剂型中涂、面漆配套的三涂层体系为主。

涂装设备非标化程度很高,给生产厂家制造、使用厂家的选择、管理带来极大不便。近几年该现状有所改善,超滤设备、喷粉室、喷漆室、回收系统和喷枪等设备逐步趋于标准化、系列化,自动喷涂系统,即所谓的喷涂机器人的性能和智能化程度大大提高,并在轿车等涂装线上得到应用。

从生产方式和生产管理上看,涂料生产向集团化、规模化、专业化方向发展已成必然。21 世纪既是一个信息时代,又是一个经济全球化的时代,我国也将从小康社会向中等发达国家水平发展。在这样的环境中,我国涂料工业要在激烈的国际竞争中立足和发展,就要优化经济结构,实现集约化经营,从组织上、体制上着手,打破条块分割、政企不分的格局,建设一批政企分开、以资产经营为主要方式,原料、技术、产品销售等方式为纽带的跨地区、跨部门,以至跨国的大公司。

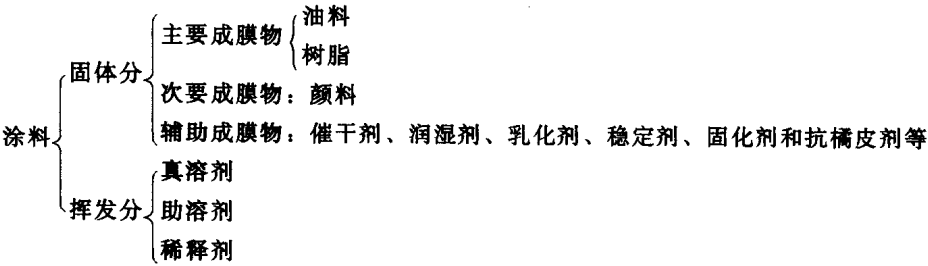
世界涂料工业正日益集中,一些大涂料公司以全球市场为目标,通过相互收购、合资合作、技术转让等方式,充分发挥各自在技术、市场销售等方面的优势,形成生产、技术、销售和原料供应等要素的最佳组合,从而加强在某一产品市场领域的竞争力,达到全球化、合理化经营的目的。如美国 1963 年有 1 800 家涂料生产厂,涂料产量 354 万吨。经过 30 年的不断改组,到 1994 年涂料生产厂减少到 800 家,而涂料产量却高达 490 万吨,平均劳动生产率为 $100\text{t}/(\text{人}\cdot\text{年})$ 。30 年间,涂料生产厂减少了 55.6%,而涂料产量却增加了 38.4%,前 15 家公司的销售额占全美涂料销售额的 45%~50%,前 50 家占 85%。西欧也是如此,1970 年共有涂料生产厂 2 500 家,到 1987 年减少到 2 000 家,1995 年进一步减少到 1 715 家。1980 年西欧前 10 家涂料公司在西欧涂料市场的占有率仅 20%,1994 年上升到 55%,并且今后还将继续增大。由于涂料生产具有投资少、见效快的特点,我国改革开放以来乡镇企业遍地开花,蜂拥而上。现在我国涂料生产厂家达 8 000 多家,然而年产量万吨以上的只有几十家,年产量 2 万吨以上的不足 20 家。我国涂料生产企业数量多、产量少、规模小、设备简陋、工艺落后、布局分散、产品档次低、开发能力弱、环境污染大,不仅严重影响了我国涂料工业整体水平的提高,同时也加剧了市场竞争,必然导致优胜劣汰,因此企业间的相互收购与兼并就成为市场经济发展的必然结果。

1.4 涂料的组成与命名原则

1.4.1 涂料的基本组成

涂料的品种很多,主要原料性能差别较大,但每种涂料都由油料、树脂、颜料、稀料和辅助材料等组成。油料和树脂可单独形成均匀的薄膜,也可粘接颜料等物质共同成膜,它们

是涂料的基础，对涂料的性能起决定作用，所以是涂料的主要成膜物；颜料及其他功能性助剂自身没有形成完整涂膜的能力，但能与主要成膜物一起参与成膜，并赋予涂膜色彩或其他功能，也能改变涂膜的物理、力学性能，称之为次要成膜物；涂料助剂，如流平剂、稳定剂、催干剂、乳化剂、消泡剂、增塑剂、固化剂和抗橘皮剂等，主要使涂料便于生产加工、储存、施工或满足成膜过程中的某些特殊性能，它们的共同特点是用量小、作用显著，对涂料某一方面的性能起重要作用，称其为辅助成膜物。主要成膜物、次要成膜物和辅助成膜物构成了涂膜，它们在涂料中的质量分数称为固体分含量（简称固体含量）。一般来说，固体分含量越高，涂料的利用率、遮盖力等就越高，因此涂料的固体分含量无论对涂料生产厂，还是涂料使用厂都是一项重要指标，必须经常检测。稀料对主要成膜物起溶解、分散等作用，并能调节涂料的施工性能和储存稳定性，该组分在涂料固化过程中完全挥发，因此又称为挥发分。当挥发分为有机溶剂时，有机物的蒸发是 VOC 的主要来源，而且有机物易燃易爆，对环境造成严重污染，对资源造成浪费，所以生产和使用高固体分涂料和水性涂料，降低 VOC 值，是涂料的重要发展方向。



1.4.2 涂料的分类与命名规则

1.4.2.1 涂料的分类

国际上涂料的分类标准很不一致，有的按用途分，如工业用涂料、船舶用涂料和建筑涂料等。建筑涂料又分为内墙涂料、外墙涂料、混凝土涂料和木材涂料等；工业用涂料包括汽车专用涂料、塑料专用涂料和自行车专用涂料等。也有的按施工方法分，如静电涂料、电泳涂料、自干型涂料和烘干型涂料等。还有的按功能分，如防锈涂料、防火涂料、导电涂料和耐高温涂料等。

这些分类方法都不够全面，不够科学，不够系统。我国综合了各分类方法，制定了以主要成膜物为基础，结合专业用途分类命名的规则。按主要成膜物将涂料分为 18 大类，其中第 18 类为涂料用辅助材料。涂料类别及代号见表 1-3。

表 1-3 涂料类别与代号

序号	代号	涂料类别	序号	代号	涂料类别	序号	代号	涂料类别
1	Y	油脂树脂	7	Q	硝基树脂	13	H	环氧树脂
2	T	天然树脂	8	M	纤维素	14	S	聚氨酯树脂
3	F	酚醛树脂	9	G	过氯乙烯树脂	15	W	元素有机树脂
4	L	沥青树脂	10	X	乙烯基树脂	16	J	橡胶类树脂
5	C	醇酸树脂	11	B	丙烯酸树脂	17	E	其他
6	A	氨基树脂	12	Z	聚酯树脂	18		辅助材料

1.4.2.2 涂料的命名规则

涂料的名称由颜料（颜色）、主要成膜物、基本名称及用途等组成。

表 1-4 辅助材料分类

序 号	代 号	名 称	序 号	代 号	名 称
1	X	稀释剂	4	T	脱漆剂
2	F	防潮剂	5	H	固化剂
3	G	催干剂			

涂料全名=颜料或颜色名称+主要成膜物名称+基本名称

在对涂料命名时，需注意以下问题。

a. 涂料的颜色位于名称的最前面，若颜料对涂膜性能起显著作用，则可用颜料名称代替颜色名称，如白醇酸磁漆、锌黄酚醛防锈涂料等。

b. 对于有专业用途及特性的产品，必要时在主要成膜物后面加以说明，如醇酸导电磁漆、白硝基外用磁漆等。

c. 涂料名称中的主要成膜物名称应适当简化，如聚氨基甲酸酯树脂可简化为聚氨酯树脂。

d. 由两种以上成膜物组成的涂料，应选取起主要作用的一种成膜物命名。必要时也可选取两种成膜物命名，起主要作用的成膜物名称在前，起次要作用的成膜物在后，如橘黄氨基醇酸烘漆。

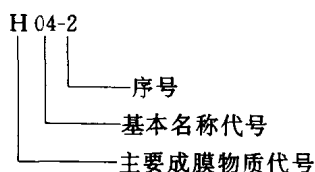
e. 基本名称仍沿用我国习惯名称。如清漆、磁漆、底漆等，涂料基本名称及其代号见表 1-5。

表 1-5 涂料基本名称及其代号

代号	基本名称	代号	基本名称	代号	基本名称	代号	基本名称
00	清油	17	皱纹涂料	40	防污涂料	64	可剥漆
01	清漆	18	裂纹涂料	41	水线涂料	66	感光涂料
02	厚漆	19	晶纹涂料	42	甲板涂料	67	隔热涂料
03	调和漆	20	铅笔涂料	43	船壳涂料	80	地板涂料
04	磁漆	22	木器涂料	44	船底涂料	81	渔网涂料
05	粉末涂料	23	罐头涂料	50	耐酸涂料	82	锅炉涂料
06	底漆	30	(浸渍)绝缘涂料	51	耐碱涂料	83	烟囱涂料
07	腻子	31	(覆盖)绝缘涂料	52	防腐涂料	84	黑板涂料
09	大漆	32	(绝缘)磁涂料	53	防锈涂料	85	调色涂料
11	电泳涂料	33	(黏合)绝缘涂料	54	耐油涂料	86	标志涂料、马路
12	乳胶漆	34	漆包线涂料	55	耐水涂料		划线涂料
13	其他水性涂料	35	硅钢片涂料	60	耐火涂料	98	胶液
14	透明涂料	36	电容器涂料	61	耐热涂料	99	其他
15	斑纹涂料	37	电阻涂料	62	示温涂料		
16	锤纹涂料	38	半导体涂料	63	涂布涂料		

1.4.2.3 涂料型号的编号规则

涂料型号由主要成膜物质代号、基本名称代号和产品序号三部分组成。例如：



基本名称代号由 00~99 之间的两位数字表示（见表 1-5）。其中 00~13 代表涂料基本品