



教育部高职高专规划教材

涂料工艺

► 仓理 主编
彭德厚 主审



化学工业出版社

教材出版中心



教育部高职高专规划教材

精细化工专业教材

| | |
|-------------|-----|
| 精细化工概论 | 丁志平 |
| 精细有机合成技术 | 薛叙明 |
| 精细化工实验技术 | 冷士良 |
| 精细化学品分析 | 刘 春 |
| 涂料工艺 | 仓 理 |
| 表面活性剂 | 周 波 |

ISBN 7-5025-7262-7



9 787502 572624 >

ISBN 7-5025-7262-7

定价：16.00元

教育部高职高专规划教材

涂 料 工 艺

仓 理 主编
彭德厚 主审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

涂料工艺/仓理主编. —北京:化学工业出版社,
2005.7

教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-7262-7

I. 涂… II. 仓… III. 涂料-工艺学-高等学校:
技术学院-教材 IV. TQ630.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 086853 号

教育部高职高专规划教材

涂 料 工 艺

仓 理 主 编

彭德厚 主审

责任编辑:蔡洪伟 陈有华

责任校对:周梦华

封面设计:于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市兴顺印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 9 字数 213 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7262-7

定 价:16.00 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

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

本教材是在全国化工高职教学指导委员会精细化工专业委员会的指导下,根据教育部有关高职高专教材建设的文件精神,以高职高专精细化工专业学生的培养目标为依据编写的。教材在编写过程中征求了来自企业专家的意见,具有较强的实用性。

精细化工是备受工业发达国家重视的化工领域,它是在传统化工基础上发展起来的。精细化学品以其功能性和最终使用性直接服务于人类,是人类物质文明进入新阶段的重要保证。它的主要特点是产量小、品种多、附加价值率和利润率大、技术密集度高。

为了适应“科教兴国”的需要,培养更多的精细化工生产一线的专门人才,在中国化工协会、化工高职高专教学指导委员会的关心和支持下,按照新一轮高职高专教材的建设要求,我们组织了全国具有多年精细化工高职高专教学经验的教师编写了这套教材,全书将采用一横多纵的方式,一横指《精细化工概论》,多纵指精细化工领域的各分支。全套教材本着以培养精细化工生产一线人员为主线,重在实践技能的培养,以典型产品的生产为主导,强调应用。

本书为多纵里的一个分支,共分八章,依次为概论、涂料的剂型、典型涂料的生产技术、常见的专用涂料、涂料的施工和检测、涂料工业的发展趋势。其中第一、第二、第三章由仓理编写,第四章由刘爱民编写,第五章由郑国民编写,第六章由刘风云编写。彭德厚主审。

本教材既可作为精细化工专业的专业教材,也可作为其他专业的选修课教材,还可作为化工行业工程技术人员、供销人员的参考书;既可作为化工类高职高专教材,还可作为化工类其他层次学生的教材。

本教材由于编写时间仓促,内容上可能有许多不妥,望广大读者给以指正。

编 者

2005年2月

目 录

| | |
|----------------------------|----|
| 第一章 概论 | 1 |
| 一、涂料的定义..... | 1 |
| 二、涂料的作用..... | 1 |
| 三、涂料的组成..... | 1 |
| 四、涂料的分类..... | 2 |
| 五、涂料的命名..... | 3 |
| 六、涂料的原理..... | 4 |
| 思考题..... | 5 |
| 第二章 涂料的剂型 | 6 |
| 第一节 溶剂型涂料..... | 6 |
| 一、溶剂型涂料的主要品种..... | 7 |
| 二、配制低 VOC 的溶剂型涂料..... | 8 |
| 第二节 水性涂料..... | 9 |
| 第三节 粉末涂料..... | 10 |
| 一、热塑性粉末涂料..... | 12 |
| 二、热固性粉末涂料..... | 14 |
| 三、特殊粉末涂料..... | 18 |
| 思考题..... | 21 |
| 第三章 典型涂料的生产技术 | 22 |
| 第一节 醇酸树脂涂料..... | 22 |
| 一、醇酸树脂的原料..... | 22 |
| 二、醇酸树脂的分类..... | 23 |
| 三、醇酸树脂配方的计算..... | 24 |
| 四、醇酸树脂涂料的常用品种..... | 26 |
| 五、改性醇酸树脂..... | 27 |
| 六、醇酸树脂合成技术..... | 28 |
| 七、醇酸树脂合成设备..... | 29 |
| 第二节 丙烯酸树脂涂料..... | 43 |
| 一、丙烯酸单体..... | 43 |
| 二、热塑性丙烯酸酯树脂漆..... | 43 |
| 三、热固性丙烯酸树脂漆..... | 44 |
| 第三节 环氧树脂涂料..... | 45 |
| 一、环氧树脂的分类..... | 45 |

| | |
|-----------------------|-----------|
| 二、环氧树脂涂料 | 45 |
| 三、环氧树脂的合成 | 47 |
| 第四节 聚氨酯涂料 | 48 |
| 一、聚氨酯涂料的主要原料 | 48 |
| 二、聚氨酯涂料的种类 | 49 |
| 三、聚氨酯涂料性能 | 49 |
| 第五节 乙烯类树脂涂料 | 50 |
| 一、氟醚共聚树脂涂料 | 50 |
| 二、偏氯乙烯共聚树脂涂料 | 50 |
| 三、聚乙烯醇缩醛树脂涂料 | 51 |
| 四、氯化聚烯烃涂料 | 51 |
| 五、过氯乙烯涂料 | 51 |
| 第六节 氨基树脂涂料 | 51 |
| 一、氨基树脂漆的制备 | 51 |
| 二、氨基树脂漆的特点和用途 | 53 |
| 三、氨基树脂漆的分类 | 53 |
| 第七节 聚酯树脂涂料 | 54 |
| 一、聚酯树脂涂料的制备 | 54 |
| 二、聚酯涂料的特性和用途 | 54 |
| 第八节 元素有机化合物涂料 | 54 |
| 一、有机硅涂料的制备 | 54 |
| 二、有机硅涂料的特性和用途 | 55 |
| 三、有机硅涂料的分类 | 55 |
| 思考题 | 56 |
| 第四章 专用涂料 | 57 |
| 第一节 防腐涂料 | 57 |
| 一、概述 | 57 |
| 二、防锈涂料 | 59 |
| 三、防腐蚀涂料 | 60 |
| 第二节 船舶涂料 | 62 |
| 一、概述 | 62 |
| 二、车间底漆 | 64 |
| 三、船底涂料 | 64 |
| 四、水线涂料 | 67 |
| 五、船壳、上层建筑及甲板用涂料 | 67 |
| 第三节 电绝缘涂料 | 68 |
| 一、概述 | 68 |
| 二、漆包线绝缘涂料 | 71 |
| 三、浸渍绝缘涂料 | 71 |

| | |
|----------------------------|------------|
| 四、黏合绝缘涂料 | 72 |
| 第四节 家用电器及自行车用涂料 | 73 |
| 一、概述 | 73 |
| 二、家用电器涂饰的要求 | 73 |
| 三、面漆 | 73 |
| 四、聚四氟乙烯涂料 | 75 |
| 第五节 塑料用涂料 | 75 |
| 一、概述 | 75 |
| 二、塑料涂饰的目的和要求 | 76 |
| 三、需进行表面涂饰的塑料品种和适用的涂料 | 76 |
| 四、塑料用涂料的选择 | 76 |
| 五、聚苯乙烯和高抗冲聚苯乙烯表面用涂料 | 77 |
| 六、ABS 塑料用涂料 | 77 |
| 七、聚丙烯 (PP) 表面用涂料 | 77 |
| 八、特殊用途的塑料用涂料 | 78 |
| 第六节 建筑涂料 | 78 |
| 一、概述 | 78 |
| 二、外墙涂料 | 80 |
| 三、内墙涂料 | 81 |
| 四、功能性建筑涂料 | 82 |
| 思考题 | 82 |
| 第五章 涂料的施工和检测 | 83 |
| 第一节 涂料的施工 | 83 |
| 一、概论 | 83 |
| 二、底材的处理 | 84 |
| 三、涂料的涂布方法 | 95 |
| 四、涂膜的干燥 | 104 |
| 五、涂料的施工过程 | 108 |
| 第二节 涂料性能检测 | 110 |
| 一、涂料的原漆性能检测 | 110 |
| 二、涂料的施工性能检测 | 113 |
| 三、涂膜性能检测 | 115 |
| 思考题 | 122 |
| 第六章 涂料工业的发展趋势 | 123 |
| 第一节 涂料工业的行业发展趋势 | 123 |
| 第二节 涂料工业的技术发展趋势 | 124 |
| 一、水性涂料研究进展 | 125 |
| 二、粉末涂料 | 125 |

| | |
|----------------------|------------|
| 三、高固体分涂料..... | 126 |
| 四、光固化涂料..... | 126 |
| 五、防腐涂料..... | 127 |
| 六、建筑涂料技术的新进展..... | 127 |
| 七、汽车涂料发展趋势..... | 128 |
| 八、一些特种涂料的态势和发展..... | 128 |
| 九、涂装新技术、新工艺发展趋势..... | 129 |
| 十、其他有关方面的发展态势..... | 131 |
| 参考文献..... | 133 |

第一章 概 论

【学习目标】了解涂料的定义、作用、组成、分类、命名。掌握涂料的干燥原理。

一、涂料的定义

涂料是覆盖于物体表面且能结成坚韧保护膜的物料的总称。以前常被称为“油漆”是因为采用植物油作为成膜物质。自 20 世纪以来,由于各种合成树脂获得迅速发展,用其作主要成分配制的涂装材料被更广义地称为“涂料”。

石油化工和有机合成工业的发展,为涂料工业提供了新的原料来源,使许多新型涂料不再使用植物油脂。所以,“油漆”这个名词就显得不够贴切,而代之以“涂料”这个新的名词。因此,可以这样定义涂料:涂料是一种可用特定的施工方法涂布在物体表面上,经过固化能形成连续性涂膜的物质,并能通过涂膜对被涂物体起到保护装饰等作用。

二、涂料的作用

人类自远古以来,就使用涂料。如古埃及人在木乃伊箱上使用油漆。从古至今,中国漆器更是名扬世界。进入近代文明社会以来,涂料的应用更是日益广泛。总的说来,涂料的作用大致分述如下。

(1) 保护作用 金属、木材等材料长期暴露在空气中会受到水分、气体、微生物、紫外线辐射的侵蚀,若使用涂料就能延长其使用期限,因为涂料的涂膜能防止材料磨损并能隔绝外界的有害影响。对金属来说,有些涂料还能起缓蚀作用,如磷化底漆可使金属表面钝化。一座钢铁桥梁如果不用涂料保护,其寿命只有几年,而用涂料保护并且维修得当,则可以有百年以上的寿命。

(2) 装饰作用 房屋、家具、日常用品涂上涂料使人感到美观。机器设备涂上锤纹漆,不但美观,而且可以经常用水或上光脂擦洗打光。

(3) 色彩标志 目前,应用涂料作标志的色彩在国际上已逐渐标准化。各种化学品、危险品的容器可利用涂料的色彩作为标志;各种管道、机械设备也可用各种颜色的涂料作为标志;道路划线、交通运输也可用不同色彩的涂料来表示警告、危险、停止、前进等信号。

(4) 特殊用途 这方面的用途日益广泛。船底被海生物附殖后就会影响航行速度,用船底防污漆就能使海生物不再附殖;导电的涂料可移去静电,而电阻大的涂料却可达到加热保温的目的;空间计划中需要能吸收或反射辐射的涂料,导弹外壳的涂料在其进入大气层时能消耗自身同时也能使摩擦生成的强热消散,从而保护了导弹外壳;吸收声音的涂料可使潜艇增加下潜深度。

(5) 其他作用 在日常生活中,涂料用于纸、塑料薄膜、皮革服装等上面,使它们能抗水以及使服装具有抗皱的性质。

三、涂料的组成

涂料一般由不挥发分和挥发分组成。它在物体表面涂布后,其挥发分逐渐挥发逸去,留下不挥发分干后成膜,所以不挥发分又称为成膜物质。成膜物质又可分为主要、次要、辅助成膜物质三类。主要成膜物质可以单独成膜,也可以与黏结材料等次要成膜物质共同成膜,它是涂料的基础,简称基料。涂料的各组分可由多种原材料组成,见表 1-1。

表 1-1 涂料的组成

| 组 成 | | 原 料 |
|--------|------|--|
| 主要成膜物质 | 油料 | 动物油: 鲨鱼油、带鱼油、牛油等 植物油: 桐油、豆油、蓖麻油等 |
| | 树脂 | 天然树脂: 虫胶、松香、天然沥青等 合成树脂: 酚醛、醇酸、氨基、丙烯酸酯树脂等 |
| 次要成膜物质 | 颜料 | 无机颜料: 钛白粉、氧化锌、铬黄、铁蓝、炭黑等 有机颜料: 甲苯胺红、酞菁蓝、耐晒黄等 防锈颜料: 红丹、锌铬黄、偏硼酸钡等 |
| | 体质颜料 | 滑石粉、碳酸钙、硫酸钡等 |
| 辅助成膜物质 | 助剂 | 增塑剂、催干剂、固化剂、稳定剂、防霉剂、防污剂、乳化剂、润湿剂、防结皮剂、引发剂等 |
| | 稀释剂 | 石油溶剂(如 200 号油漆溶剂)、苯、甲苯、二甲苯、氯苯、松节油、环戊二烯、醋酸丁酯、丁醇、乙醇等 |

表中组成是对一般色漆而言, 由于涂料的品种不同, 有些组成可以省略。如各种罩光清漆就是没有颜料和体质颜料的透明体; 腻子是加入大量体质颜料的稠厚浆状体; 色漆(包括磁漆、调和漆和底漆在内)是加入适量的颜料和体质颜料的不透明体。由低黏度的液体树脂作基料, 不加入挥发性的稀释剂的称为无溶剂涂料; 基料呈粉状而又不加入溶剂的称为粉末涂料; 一般用有机溶剂的称为溶剂型涂料; 而用水作稀释剂的称为水性涂料。

四、涂料的分类

国际上涂料的分类有几种方法, 第一种分类方法是按用途来分类。如建筑用漆、船舶用漆、电气绝缘漆、汽车用漆等。第二种分类方法是按施工方法分类。如刷用漆、喷漆、烘漆、液态床涂装用漆等。第三种分类方法是按涂料的作用分类。如打底漆、防锈漆、防腐漆、防火漆、耐高温漆、头度漆、二度漆等。第四种分类方法是按漆膜外观分类, 如大红漆、有光漆、无光漆、半光漆、皱纹漆、锤纹漆等。第五种分类方法是按成膜物质分类, 见表 1-2。这也是目前使用最广泛的分类方法。

表 1-2 涂料分类表

| 序号 | 代号(汉语拼音字母) | 发音 | 成膜物质类别 | 主要成膜物质 |
|----|------------|----|--------|--------------------------------------|
| 1 | Y | 衣 | 油性漆类 | 天然动植物油、清油(熟油)、合成油 |
| 2 | T | 特 | 天然树脂漆类 | 松香及其衍生物、虫胶、乳酪素、动物胶、大漆及其衍生物 |
| 3 | F | 佛 | 酚醛树脂漆类 | 改性酚醛树脂、纯酚醛树脂、二甲苯树脂 |
| 4 | L | 肋 | 沥青漆类 | 天然沥青、石油沥青、煤焦沥青、硬质酸沥青 |
| 5 | C | 雌 | 醇酸树脂漆类 | 甘油醇酸树脂、季戊四醇醇酸树脂、改性醇酸树脂 |
| 6 | A | 啊 | 氨基树脂漆类 | 脲醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂 |
| 7 | Q | 欺 | 硝基漆类 | 硝基纤维素、改性硝基纤维素 |
| 8 | M | 模 | 纤维素漆类 | 乙基纤维、苧基纤维、羟甲基纤维、醋酸纤维、醋酸丁酯纤维、其他纤维及酯类 |
| 9 | G | 哥 | 过氯乙烯漆类 | 过氯乙烯树脂、改性过氯乙烯树脂 |
| 10 | X | 希 | 乙烯漆类 | 氯乙烯共聚树脂、聚酯酸乙烯及其共聚物、聚乙烯醇缩醛树脂、聚二乙烯乙炔树脂 |
| 11 | B | 玻 | 丙烯酸漆类 | 丙烯酸酯树脂、丙烯酸共聚物及其他改性树脂 |

| 序号 | 代号(汉语拼音字母) | 发音 | 成膜物质类别 | 主要成膜物质 |
|----|------------|----|--------|---------------------------------|
| 12 | Z | 资 | 聚酯漆类 | 饱和聚酯树脂、不饱和聚酯树脂 |
| 13 | H | 喝 | 环氧树脂漆类 | 环氧树脂、改性环氧树脂 |
| 14 | S | 思 | 聚氨酯漆类 | 聚氨酯甲酸酯 |
| 15 | W | 吴 | 元素有机漆类 | 有机硅、有机钛、有机铝等元素有机聚合物 |
| 16 | J | 基 | 橡胶漆类 | 天然橡胶及其衍生物、合成橡胶及其衍生物 |
| 17 | E | 额 | 其他漆类 | 未包括在以上所列的其他成膜物质,如无机高分子材料、聚酰胺树脂等 |
| 18 | | | 辅助材料 | 稀释剂、防潮剂、催干剂、脱漆剂、固化剂 |

五、涂料的命名

中国对涂料的命名原则规定如下。

① 全名=颜料或颜色名称+成膜物质+基本名称。如红醇酸磁漆、锌黄酚醛防锈漆等。

② 对于某些有专业用途及特性的产品,必要时在成膜物质后面加以说明。如醇酸导电磁漆、白硝基外用漆等。

涂料的型号分三个部分,第一部是成膜物质,第二部分是基本名称,第三部分是序号,以表示同类产品间的组成、配比或用途的不同。如 C-04-2, C 代表成膜物质醇酸树脂, 04 代表基本名称磁漆(见表 1-3), 2 则是序号。

表 1-3 基本名称编号表

| 代号 | 基本名称 | 代号 | 基本名称 | 代号 | 基本名称 |
|----|--------|----|-----------|----|---------|
| 00 | 清油 | 22 | 木器漆 | 53 | 防锈漆 |
| 01 | 清漆 | 23 | 罐头漆 | 54 | 耐油漆 |
| 02 | 厚漆 | | | 55 | 耐水漆 |
| 03 | 调和漆 | 30 | (浸渍)绝缘漆 | | |
| 04 | 磁漆 | 31 | (覆盖)绝缘漆 | 60 | 防火漆 |
| 05 | 粉末漆料 | 32 | 绝缘(磁、烘)漆 | 61 | 耐热漆 |
| 06 | 底漆 | 33 | 黏合绝缘漆 | 62 | 变色漆 |
| 07 | 腻子 | 34 | 漆包线漆 | 63 | 涂布漆 |
| | | 35 | 硅钢片漆 | 64 | 可剥漆 |
| 09 | 大漆 | 36 | 电容器漆 | | |
| | | 37 | 电阻漆、电位器漆 | 66 | 感光涂料 |
| 11 | 电泳漆 | 38 | 半导体漆 | 67 | 隔热涂料 |
| 12 | 乳胶漆 | | | | |
| 13 | 其他水溶性漆 | 40 | 防污漆、防蛆漆 | 80 | 地板漆 |
| 14 | 透明漆 | 41 | 水线漆 | 81 | 渔网漆 |
| 15 | 斑纹漆 | 42 | 甲板漆、甲板防滑漆 | 82 | 锅炉漆 |
| 16 | 锤纹漆 | 43 | 船壳漆 | 83 | 烟囱漆 |
| 17 | 皱纹漆 | 44 | 船底漆 | 84 | 黑板漆 |
| 18 | 裂纹漆 | | | 85 | 调色漆 |
| 19 | 晶纹漆 | 50 | 耐酸漆 | 86 | 标志漆、路线漆 |
| 20 | 铅笔漆 | 51 | 耐碱漆 | 98 | 胶液 |
| | | 52 | 防腐漆 | 99 | 其他 |

辅助材料型号分两个部分，第一部分是种类；第二部分是序号。例如，F-2，代表防潮剂，2 则代表序号。

六、涂料的原理

涂料涂布于物体表面上后，由液体或不连续的粉末状态转变为致密的固体连续薄膜的过程，称为涂膜的干燥或固化。涂膜干燥是涂料施工的主要内容之一。由于这一过程不仅占用很多时间，而且有时能耗很高，因而对涂料施工的效率和经济性产生重大的影响。

涂膜的固化机理有三种类型，一种是物理机理，其余两种是化学机理。

第一，物理机理固化。只靠涂料中液体（溶剂或分散相）蒸发而得到干硬涂膜的干燥过程称为物理机理固化。高聚物在制成涂料时已经具有较大的相对分子质量，失去溶剂后就变硬而不黏，在干燥过程中，高聚物不发生化学反应。

第二，涂料与空气发生反应的交联固化。氧气能与干性植物油和其他不饱和化合物反应而产生游离基并引起聚合反应，水分也能和异氰酸酯发生反应，这两种反应都能得到交联的涂膜，所以在储存期间，涂料罐必须密封良好，与空气隔绝，通常用低相对分子质量的聚合物（相对分子质量 1000~5000）或相对分子质量较大的简单分子，这样，涂料的固体份可以高一些。

第三，涂料之间发生反应的交联固化。涂料在储存间必须保持稳定，可以用双罐装涂料法或是选用在常温下互不发生反应，只是在高温下或是受到辐射时才发生反应的组分。

三种机理之间的比较见表 1-4。

表 1-4 涂膜固化机理

| 干燥机理 | (1) 涂料中液体的挥发 | (2) 涂料和空气之间的交联反应 | (3) 涂料组分之间的交联反应 |
|----------------|--|----------------------------|---------------------------------------|
| 涂料中成膜物质的相对分子质量 | 高 | 低 | 低或高 |
| 涂料的固体分 | a. (溶液型涂料) 低, 10%~35% b. (乳液型涂料) 中到高, 40%~70% | 中到高 25%~100% | 中到高 30%~100% |
| 涂膜中聚合类型 | 线型 | 交联型 | 交联型 |
| 抛光性、修补性、再流平性 | 好 | 可或差 | 可或差 |
| 不加热时的干燥速度 | 快 | 慢到适中 | 较快 |
| 最低干燥温度 | 无实际限制(对溶液型而言) | 在冷天很慢 | 不一定, 一般为 10~15℃ |
| 储运情况 | 好 | 涂料罐必须密封良好 | 除烘干和辐射固化型之外, 必须双罐装 |
| 举例 | 硝酸纤维素和其他挥发性漆 某些乳胶漆 某些有机溶剂漆 | 装饰性(建筑)漆 某些烘漆 单罐装聚氨酯 | 工业烘漆 酸催化漆 聚氨基甲酸酯涂料 不饱和聚酯木器涂料 |

【阅读材料】

环顾一下我们的周围，涂料无所不在。如果你在室内，涂料在墙壁上、冰箱上、橱柜上和家具上；不太明显的涂料可能会在电动机电线、电视机内印刷电路、录音录像带上和光盘上。如果你在室外，涂料在你的房屋上和汽车上，以及在车内发动机罩下面和汽车立体声和

计算机系统的元件上。涂料的功能性和装饰性跨越广阔领域。各种科学和技术都支持涂料的开发、生产和使用。

思 考 题

1. 什么是涂料？涂料的作用是什么？涂料如何分类？
2. 涂料的一般组成是什么？
3. 试述涂料的固化机理。

第二章 涂料的剂型

【学习目标】了解溶剂型涂料、水性涂料和粉末涂料的特点、主要品种和用途。

第一节 溶剂型涂料

大多数涂料含挥发物，它们在施工和成膜时挥发。一般将挥发性有机物称为溶剂，不管它是否能溶解树脂。涂料工业是溶剂工业的最大用户，一半以上是烃类，其余是酮、醇、乙二醇、醚、酯、硝基直链烷烃以及少量其他物质。溶剂有利于薄膜形成，当溶剂蒸发时，高聚物就互相结合。假如溶剂混合物保持一个适当的蒸发速率，就会形成平滑和连续的薄膜。

溶质和溶剂可分为非极性、弱极性和极性三类。分子结构对称而又不含极性基团的烃类是非极性的。分子结构不对称又含有极性基团的分子则带有极性。极性溶质溶于极性溶剂中，但不溶于非极性溶剂中。弱极性溶质则不溶于极性溶剂而溶于非极性溶剂中。极性溶剂分子间互相缔合，黏度要比相对分子质量接近的非极性溶剂的黏度高，沸点、熔点、蒸发潜热也较高。而且内聚能较高，挥发度较低。

对于挥发性涂料所用溶剂可以分为三类：第一、真溶剂，是有溶解此类涂料所用高聚物能力的溶剂。第二、助溶剂，在一定限量内可与真溶剂混合使用，并有一定的溶解能力，还可影响涂料的其他性能。第三、稀释剂，无溶解高聚物能力，也不能助溶，但它价格较低，它和真溶剂、助溶剂混合使用可降低成本。但这种分类是相对的，三种溶剂必须搭配合适，在整个过程中要求挥发率均匀又有适当溶解能力，避免某一组分不溶而产生析出现象。

溶剂应对涂料中所有不挥发组分都有很好的溶解能力和互溶性，有较强的降低黏度能力，在挥发过程中不允许有某一组分产生析出现象。

溶剂的挥发应随涂膜干燥而匀速减少，不可忽多忽少。湿涂料膜的黏度应缓慢增加，不可突然增稠，以避免表面疵病。湿涂料膜的流变性是一个很重要的问题，流变性不良将导致结皮、麻点、针孔等表面症病。而溶剂的挥发率和溶解力以及湿涂料膜的黏度都是影响流变性的因素，施工和操作也对流变性有影响。

真溶剂中，醋酸乙酯、丙酮、甲乙酮属于挥发性快的溶剂；醋酸丁酯属于中等挥发性溶剂；醋酸戊酯、环己酮等属于挥发性慢的溶剂。一般说来，挥发性快的溶剂价格低。

助溶剂一般是乙醇或丁醇。乙醇有亲水性，用量过多易导致涂膜泛白。丁醇挥发性较慢，适宜后期作黏度调节。

此外，对溶剂还要求色浅、透明、化学性质稳定、无刺激性气味、毒性小。

从历史上看，几乎所有的涂料都是溶剂型涂料，到目前已有水性涂料、粉末涂料、辐射固化涂料等，这些涂料得到发展的主要原因是为了减少火灾危害和气味以及便于用水清洗。20世纪60年代以后涂料发展的主要推动力是减少挥发性有机化合物（VOC）排放。由于其他类型涂料产量迅速增长，涂料工业的溶剂使用量明显减少，有人认为，从长远观点看，溶剂型涂料会消失。但是，溶剂型涂料有其他涂料无法超越的优点：其施工的费用一般比较低，特别是与水性涂料比，因为水性涂料施工需要不锈钢设备，而溶剂型涂料的静电喷涂设备比水性涂料花费少；湿度对溶剂挥发影响不大；涂膜滞留空气和爆孔问题少。通过使用高

固体涂料、精调操作方法可以使溶剂需求量减少至最低程度，以显著降低 VOC 的排放。

一、溶剂型涂料的主要品种

1. 醇酸树脂涂料

在 1930~1940 年期间，醇酸树脂是涂料用主要基料，虽然有被其他基料替代的趋势，但醇酸树脂仍是目前用量最大的一类树脂，醇酸树脂有三个主要优点。一是价格较低。二是应用较为简单。由于大多数醇酸树脂涂料表面张力比较低，在所有类型涂料中溶剂型醇酸树脂涂料受涂膜缺陷的影响最小，它很少出现缩边、缩孔以及其他因表面张力驱动流动或表面张力差驱动流动所造成的缺陷问题。对于醇酸树脂来说，由于不会造成絮凝，所以相当容易进行颜料分散。第三个优点是具有通过自动氧化进行交联的能力，可以采用空气干燥或低温烘烤干燥，从而避免了因干燥需要使用具有潜在毒性危害的交联剂。

醇酸树脂的主要缺点是相当差的烘烤保色性、有限的户外耐久性、在溶剂型醇酸树脂涂料中也难以达到极高的固体含量，再有就是在烘烤炉中产生烟，这会引发空气污染问题。

2. 聚酯类树脂涂料

聚酯树脂主要用来替代三聚氰胺甲醛树脂 (MF) 交联烘烤瓷漆中的醇酸树脂，也广泛用于聚氨酯涂料中。与其他树脂相比，聚酯树脂成本一般比氧化醇酸树脂略高些，但在某些情况下却要比非氧化醇酸树脂价格低；其颜色、保色性、户外耐久性以及抗脆化性要好于大多数醇酸树脂；其户外耐久性和耐皂化性一般不及涂装于不含底漆、清洁、处理过的钢和铝底材上的丙烯酸类聚酯涂料；其附着力和耐冲击相似于醇酸树脂而优于丙烯酸树脂。基于聚酯作为基料的涂料比醇酸树脂涂料表面张力高，因此较易产生缩边以及由表面张力差驱动流动缺陷如缩孔等。大多数聚酯类为羟基封端，因此可用 MF 树脂或用异氰酸树脂类交联。MF 树脂费用低，一般使用甲醚化或混合甲/丁醚化 MF 树脂，对较低温度固化或气干型涂料来说，则使用脂肪族多异氰酸酯类。

3. 丙烯酸类树脂涂料

丙烯酸树脂作为基料的涂料主要优点是价格适中、颜色浅、保色性、抗脆化性以及户外耐久性优良等。它们的表面张力和对涂膜缺陷的敏感度介于醇酸树脂涂料和聚酯类树脂涂料之中，对金属表面的附着力低于醇酸树脂涂料和聚酯类树脂涂料，因此它们常用在底漆之上作为面漆。

热塑性溶液丙烯酸树脂曾广泛用于汽车涂料中，但现在已被热固性丙烯酸 (TSA) 代替，以减少 VOC 排放。热固性丙烯酸用 MF 树脂或用多官能团的异氰酸酯交联。脂肪族异氰酸酯交联剂价格要比 MF 树脂高，且呈现更大的毒性危害，但可以在较低温度下固化。而且，HALS (位阻胺) 稳定剂通常能产生稍高的户外耐久性，又常常呈现出较好的耐环境腐蚀性。用双羟基交联的环氧官能团丙烯酸也可获得优良的耐环境性。

制造高固体分丙烯酸树脂比较困难，不大可能制造出像聚酯类树脂涂料那样高的固体分。

4. 环氧树脂和环氧酯类涂料

环氧树脂主要的用途是底漆。基于环氧树脂的涂料一般对金属有优良的附着力 (特别是在水汽存在下) 以及耐皂化性，它们一般作单道涂料使用，其主要的缺点是户外耐久性差，可以作为啤酒或软饮料罐衬里使用。用多元酸交联的环氧官能团丙烯酸树脂类产生的涂膜具有优良的户外耐久性。

环氧酯类提供的性能介于醇酸树脂与环氧树脂之间，用在面漆中的一个例子是涂装瓶盖