

梁治齐 熊楚才 编

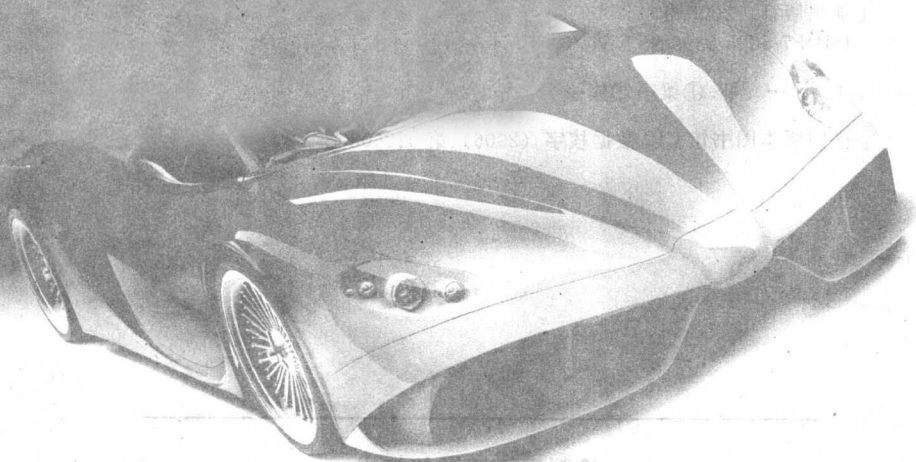


涂料喷涂 工艺与技术



化学工业出版社

梁治齐 熊楚才 编



涂料喷涂 工艺与技术

图书在版编目 (CIP) 数据

涂料喷涂工艺与技术/梁治齐, 熊楚才编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 3

ISBN 7-5025-8399-8

I. 涂… II. ①梁…②熊… III. 喷涂 IV. TQ639.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 022608 号

涂料喷涂工艺与技术

梁治齐 熊楚才 编

责任编辑: 夏叶清 曾照华

文字编辑: 咎景岩

责任校对: 郑捷

封面设计: 尹琳琳

*

化学工业出版社出版发行

(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

北京市振南印刷有限责任公司印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 14 $\frac{1}{4}$ 字数 384 千字

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8399-8

定 价: 29.00 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

前 言

把涂料均匀涂布在基体表面,形成连续、致密涂膜的操作工艺称为涂装。根据基材和使用的涂料不同,采用的涂装工艺也不同,但一般都包括前处理、涂布和固化成膜三个主要工序。而涂布方法包括刷涂、浸涂、淋涂、喷涂、电泳涂装等,其中喷涂是最常见和应用最广的涂布方法。随着我国工业的发展,尤其是汽车等支柱产业的飞速发展,对涂装技术特别是喷涂工艺提出了更高的要求。虽然许多介绍涂料的资料中对喷涂工艺及设备都有所涉及,但缺少一本专门介绍喷涂工艺的书,为满足读者这方面的实际需求,特参考国内外有关资料编写了这本书。

全书共分八章,以溶剂型涂料和粉末涂料的喷涂工艺及设备为核心,全面介绍了与喷涂工艺相关的知识。其中第一章介绍了适合喷涂使用的涂料的组成、性能特点及固化原理;第二章介绍了喷涂前对工件表面进行前处理的相关知识;第三章介绍了与喷涂工艺密切相关的涂料输送及供应压缩空气的设备;第四、五章介绍了溶剂型涂料的各种喷涂工艺及使用的设备;第六章介绍了粉末涂料的喷涂工艺及设备;第七章介绍了喷涂工艺的选择及其典型应用;第八章介绍了喷涂工艺中的劳动保护及环保方面的问题。在编写时力求做到简明扼要、通俗易懂、联系实际。

在编写过程中得到北京理工大学的陈兆璆、陈俊南、周志春、袁媛,天津商学院的张介玲,北京联合大学商务学院的刘承桓、刘书田、杨维平、李少英、王建隋、金辉、李英及张薇娜等老师的大力帮助,在此特表示衷心的感谢。由于编者水平所限,疏漏错误难免,恳请读者给予批评指正。

编者

2005年12月

目 录

第一章 概述	1
第一节 涂料的组成	1
一、涂料的基本特性	1
二、成膜物质（基料）	3
三、颜料	4
四、溶剂	8
五、助剂（添加剂）	21
第二节 溶剂型涂料与粉末涂料	24
一、溶剂型涂料	24
二、粉末涂料	27
第三节 涂料的特性	41
一、黏度及其相关的涂料特性	41
二、涂料的其他特性	49
第四节 涂料的涂布方法	54
一、刷涂	55
二、浸涂	57
三、淋涂	59
四、辊涂	60
五、电泳涂漆	62
第五节 涂层的固化	65
一、涂层固化的机理	65
二、涂层的固化方法	69
三、红外辐射干燥及其设备	71
四、UV（紫外线）固化	76
五、电子束（EB）辐射固化	79

第二章 喷涂前的表面处理工艺	83
第一节 概述	83
一、表面处理的重要性	83
二、表面处理的主要内容	83
三、选择表面处理方法的原则	85
第二节 钢铁的表面处理	86
一、除油	87
二、除锈	97
三、磷化	103
四、其他表面处理工艺	108
五、钢铁表面处理工艺的选择	112
第三节 有色金属的表面处理工艺	116
一、有色金属表面处理的特点	116
二、铝及其合金的表面处理	119
三、锌及其合金的表面处理	120
四、镁及其合金的表面处理	121
第四节 塑料的表面处理	122
一、塑料表面的特性	122
二、塑料表面处理的目的	122
三、表面处理方法	123
第五节 木材的表面处理	127
一、木材的特点	127
二、木材表面处理的目的及方法	128
第三章 涂料和压缩空气的供应	131
第一节 涂料的输送方式	131
一、重力式进料	131
二、虹吸式进料	132
三、压力式进料	134
第二节 液流泵	137
一、液流泵的类型	138
二、往复式活塞泵	142
三、加压泵输送系统的其他设备	151

第三节 软管和连接件	154
一、软管	154
二、连接件	162
三、使用软管和连接件时的注意事项	169
第四节 压缩空气的供应	170
一、压缩空气	170
二、空气压缩机	172
三、压缩空气供应系统	176
四、维护压缩空气供应系统的注意事项	190
五、压缩机的常见故障及处理方法	191
 第四章 喷涂技术与设备	195
第一节 空气喷涂	195
一、空气喷涂的原理与特点	195
二、空气雾化喷枪	197
三、空气喷枪的喷涂技巧	211
四、环保型空气喷涂技术	220
第二节 高压无气喷涂	228
一、高压无气喷涂的原理及特点	228
二、高压无气喷涂设备	230
三、高压无气喷涂的操作工艺	236
四、高压喷涂技术的进展	245
第三节 静电喷涂	249
一、静电喷涂的原理	249
二、静电喷涂的特点	250
三、静电喷枪的类型	252
四、影响静电喷涂的工艺条件	259
五、静电喷涂时应注意的问题	264
六、水性涂料的静电喷涂	268
第四节 加热喷涂	271
一、加热喷涂的原理及特点	271
二、加热喷涂装置	273
三、加热喷涂应注意的问题	277

第五节 双(多)组分涂料的喷涂	278
一、双(多)组分涂料	278
二、双(多)组分涂料喷涂的典型应用	281
第六节 手工喷涂技巧	290
一、影响喷涂质量的客观因素	290
二、手工喷涂技巧	293
第五章 喷漆室与自动喷涂设备	298
第一节 喷漆室	298
一、喷漆室的作用及分类	298
二、喷漆室的结构及工作原理	300
三、喷漆室的选用与维护	312
第二节 自动喷涂设备	317
一、自动喷涂设备的特点	317
二、自动喷涂设备的类型	318
三、自动喷枪及其运动系统	322
第六章 粉末涂料的喷涂	327
第一节 粉末涂料的喷涂工艺	327
一、高压静电喷涂	327
二、摩擦静电喷涂	332
三、热熔喷涂	337
四、粉末涂料涂层缺陷及解决办法	340
第二节 粉末涂料的静电喷涂设备	344
一、粉末涂料的静电喷涂系统	344
二、供粉器	346
三、喷粉枪	351
四、喷粉室	358
五、粉末回收装置	361
六、具有自动换色清洗功能的粉末喷涂设备	367
第三节 粉末涂料的烘干设备	370
一、热固化烘烤炉	370
二、UV 固化炉	373

第七章 喷涂工艺的选择与应用	376
第一节 喷涂工艺的选择	376
一、选择喷涂工艺的原则	376
二、喷涂工艺及设备的选择	382
第二节 喷涂在汽车涂装中的应用	384
一、汽车涂装的特点	384
二、喷涂在汽车车身涂装中的应用	385
三、喷涂在汽车塑料件涂装中的应用	393
第三节 喷涂在汽车修补和重涂中的应用	395
一、汽车的修补和重涂工艺	395
二、喷涂工艺的应用	401
第八章 喷涂作业中的劳动保护与环保	410
第一节 防火安全	410
一、喷涂作业中的火灾隐患	410
二、喷涂作业中的防火措施	416
第二节 人体健康与安全	421
一、喷涂作业中的安全隐患	421
二、喷涂作业中的安全防护措施	426
第三节 喷涂作业中的环保	430
一、涂装“三废”处理	430
二、噪声污染及其治理	435
参考文献	441

第一章 概 述

第一节 涂料的组成

一、涂料的基本特性

(一) 涂料的定义

涂料是一种液态或固体粉末状物质，将其均匀覆盖和附着在物体表面形成连续、致密的涂层，并经过自然或人工方法干燥固化，便会形成一层涂膜，涂膜对基体有保护、装饰或其他特殊作用。虽然在不同资料中对涂料定义的表述略有不同，但都强调了涂料成分中含有成膜性能的物质和涂膜对基体有重要作用两个特点。

(二) 成膜物质的分类

一般把涂料的成分分为主要成膜物质、次要成膜物质、辅助成膜物质三类。

1. 主要成膜物质

主要成膜物质是指涂料中含有的高分子材料。它可以单独成膜，也可以与涂料中其他成分共同成膜，是涂料中的基础物质。由于早期涂料中使用的主要成膜物是植物油或天然树脂漆，所以常称涂料为油漆。虽然目前涂料中使用的主要成膜物已改为合成树脂，但习惯上有时仍将涂料称为油漆。在具体的涂料名称中有时还用“漆”字，如清漆、磁漆等。

2. 次要成膜物质

次要成膜物质包括颜料、体质颜料及功能性材料添加剂等。它们自身没有单独形成完整涂膜的能力，但可以帮助主要成膜物更好地形成涂膜，赋予涂膜色彩或某种功能，并能改变涂膜的物理力学性能。

3. 辅助成膜物质

辅助成膜物质包括各种助剂和稀料。助剂可改进涂料在生产加

工、储存、施工成膜过程中的某一特性。稀料对主要成膜物有溶解、稀释作用，便于涂料施工和形成完好涂膜。辅助成膜物都具有用量小、作用显著的特点。

（三）涂膜的作用

1. 保护作用

日常生活中使用的各类生产、生活用具和设备大都是由金属、木材、塑料等材料制成的，这些材料特别是金属材料易受到环境中的腐蚀性物质、水分、空气中的氧的侵蚀和腐蚀，在高盐、高湿及海洋等恶劣环境中腐蚀更为严重，全球每年因腐蚀造成的经济损失极为可观。而在各种金属防腐措施中，采用涂层保护是一种最简便、有效的方法。涂料在物体表面形成的漆膜屏障，一方面能保持物体表面的完整；另一方面使物体与环境隔绝，免受日光、空气、雨水、腐蚀性气体和化学药品的损害而变得更加经久耐用。涂膜除了起到“屏蔽”作用外，涂料中含有的能对金属起到缓蚀作用或先蚀作用的成分，还能起到延长金属制品使用寿命的作用。对于在严酷环境中使用的金属工件，涂膜的保护作用就更为显著。涂膜不仅对金属而且对木制品，塑料制品的表面也能提供良好保护。可使木制品免受潮气、微生物的损害而腐烂。可使易受光、热作用而降解变质的塑料减慢光老化和氧化的过程，避免溶剂和化学药品对塑料的腐蚀；降低塑料中含有的增塑剂挥发速率，从而延长塑料制品的使用寿命。

2. 装饰作用

用各种颜色来美化物品、美化生活和工作环境是人类情感上的需要。由于涂料很容易配成各种颜色，形成的涂层不仅平整光亮，还可以获得立体质感的效果，加上涂料施工便利，因此涂料涂装已成为生产、生活中的一种重要装饰手段。经过涂料装饰后的制品外观更加亮丽、悦目、给人以美的享受。

3. 功能作用

有些涂料除了具有保护和装饰作用之外，还具有特殊的功能，这类涂料称为功能涂料。功能涂料是基于涂料的组成和结构，并且与特殊的光学、声学、力学、电磁学及生物学性质相结合而发展起

来的专一性强、具有特殊功能的新材料。如将具有绝缘功能的绝缘漆涂在铜导线上形成的漆包线就是一种可在导线内导电、导线间又绝缘的导电材料。如利用其生物功能使用在船舶水下部位的防污涂料、防霉涂料；利用其热功能的高温涂料、耐高温涂料、防火阻燃涂料；如涂敷在火箭壳体表面的烧蚀涂料、卫星内部的温控涂料；利用其电磁学功能的防静电涂料、电磁波吸收涂料及电子工业中使用的导电涂料；利用其光学功能的发光涂料、荧光涂料、反光涂料；利用其化学功能的耐酸、耐碱等耐化学介质涂料等。涂料的这些特殊功能增加了产品的使用功能，拓宽了其使用范围，并对涂装技术提出了更高的要求。

此外，涂膜还有标志作用，常被用作色彩标志和交通标志，把亮度高、反差强烈的色漆涂在交通管理、化工管路及容器、大型或特种机械设备上作为标识，可起到引起人们警觉、避免危险事故发生的作用，也使操作人员易于识别，起到保证操作安全或交通安全的作用。

二、成膜物质（基料）

大多数涂料都包含成膜物质、颜料、溶剂、助剂四个组分，其中成膜物质是最主要的成分，是每种涂料所必需的。成膜物质又称成膜材料、胶黏剂或基料。

（一）成膜物质的性能特点

成膜物质是组成涂料的基础，它具有黏结涂料中其他组分形成涂膜的功能，它对涂料和涂膜的性质起着决定性作用。成膜物质的最基本特征是经过施工可形成薄层的涂膜，并为涂膜提供所需的各种性能。成膜物质的另一个特征是能与涂料其他组分很好地混容，形成均匀的分散体。成膜物质可以是液态的，也可以是固态的，最早使用的是植物油，后来曾使用过天然树脂，现在广泛使用的是包括热塑性树脂和热固性树脂在内的合成树脂。

（二）成膜物质的分类

1. 非转化型成膜物质

如果成膜物质在涂料成膜过程中组成结构不发生变化，成膜物质与涂膜的组成结构相同，在涂膜中可以检查出成膜物质的原有结

构，这类成膜物质称为非转化型成膜物质。

这类成膜物质的特点是：具有热塑性（受热软化、冷却后又变硬），多具有可溶解性。这类成膜物质形成的涂膜也具有可溶解和可熔化的特征。

属于这类成膜物质的品种有：天然树脂（如来源于植物的松香，来源于动物的虫胶，来源于化石的琥珀、柯巴树脂，来源于矿物的天然沥青），天然高聚物的加工产品（如硝基纤维素、氯化橡胶），热塑性合成高聚物（如过氯乙烯树脂、聚乙酸乙烯树脂等）。

2. 转化型成膜物质

如果成膜物质在成膜过程中其组成结构发生变化，成膜物质形成与原来组成结构不相同的涂膜，这类成膜物质称为转化型成膜物质。

它们的特点是在结构中都含有能起化学反应的官能团，在热、氧或其他物质的作用下能够形成不溶解、不熔化的网状结构的热固性高聚物，所以形成的涂膜也具有热固性和网状结构。

属于这类成膜物质的品种有：①干性和半干性的植物油；②天然漆和漆酚；③多异氰酸酯等低分子有机物形成的加成物；④酚醛树脂、醇酸树脂、环氧树脂、聚氨酯预聚物、丙烯酸酯等有机物形成的均聚物和缩聚物。

我国把涂料的成膜物质分为 18 类，见表 1-1（其中最后一类为辅助材料，包括稀释剂、催干剂、脱漆剂和固化剂等，未在表中列出），并以此作为划分涂料种类的依据。

三、颜料

（一）颜料的性能与作用

颜料是色漆中的主要成分，是不溶于水、溶剂及油类的细微粉末，不仅可使涂膜具有色彩，并使涂膜对被涂物有更好的遮盖力，从而更好地发挥装饰和保护作用。颜料不仅能改变涂料的流平性、黏度、刷涂性等流动特性，而且还能增强涂膜的韧性、抗冲击性等力学性能、耐久性能。有些颜料还能为涂膜提供如防腐蚀、导电、防延燃等特定功能。在底漆中加入颜料有助于提高底材的防腐蚀性；在中涂涂料中和腻子中加入颜料可获得良好的涂膜厚度、填平

表 1-1 涂料的成膜物质

序号	命名代号	成膜物质类别	主要成膜物质
1	Y	油性漆类	天然动植物油、清油(熟油)、合成油
2	T	天燃树脂漆类	松香及其衍生物、虫胶、乳酪素、动物胶、大漆及其衍生物(包括由天然资源所产生的物质,以及经过加工处理后的物质)
3	F	酚醛树脂漆类	改性酚醛树脂、纯酚醛树脂、二甲苯树脂
4	L	沥青漆类	天然沥青、石油沥青、煤焦沥青、硬质酸沥青
5	C	醇酸树脂漆类	甘油乙酸树脂、季戊四醇醇酸树脂、其他改性醇酸树脂
6	A	氨基树脂漆类	脲醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂
7	Q	硝基漆类	硝基纤维素、改性硝基纤维素
8	M	纤维素漆类	乙基纤维、苄基纤维、羟甲基纤维、乙酸纤维、乙酸丁酯纤维、其他纤维酯及醚类
9	G	过氧乙烯漆类	过氧乙烯树脂、改性过氧乙烯树脂
10	X	乙烯基漆类	氯乙烯共聚树脂、聚乙酸乙烯及其共聚物、聚乙烯醇缩醛树脂、聚二乙烯基树脂、含氯乙烯树脂
11	B	丙烯酸漆类	丙烯酸酯树脂、丙烯酸共聚物及其改性树脂
12	Z	聚酯漆类	饱和聚酯树脂、不饱和聚酯树脂
13	H	环氧树脂漆类	环氧树脂、改性环氧树脂
14	S	聚氨酯漆类	聚氨基甲酸酯
15	W	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	橡胶漆类	天然橡胶及其衍生物、合成橡胶及其衍生物
17	E	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、聚酰亚胺树脂等

性能并降低成本;在面漆中颜料可赋予涂层持久的美观装饰效果。

(二) 颜料的种类

颜料有多种分类方法,如按化学成分可分为无机颜料和有机颜料两类,按用途可分为着色颜料、体质颜料、防锈颜料、特殊颜料、功能颜料五类。

1. 着色颜料

着色颜料是主要起着色和遮盖作用的颜料。着色颜料是涂料中使用最多的颜料,其中包括白色、黑色和其他各种颜色的颜料。目前主要使用的着色颜料从化学成分看仍是无机颜料,因为它们不仅能赋予涂料五彩缤纷的颜色和色调,而且化学稳定性和耐光性都很

好。而耐光性较差的有机颜料主要作着色助剂使用。

(1) 白色颜料 主要包括钛白 (TiO_2)、锌白 (ZnO)、立德粉 (又称锌钡白, $\text{ZnS} \cdot \text{BaSO}_4$)、锑白 (Sb_2O_3) 等无机颜料, 其中钛白具有白度高、光泽好、消光性强、遮盖力好的特点, 是最常用的白色颜料, 而且有质轻、易与油混合、无毒、化学稳定性好的优点。钛白颜料有锐钛型和金红石型两类, 前者白度较好而后者耐候性和抗粉化性较好, 所以更适合配制户外用涂料。在使用中应根据实际需要进行选择。

(2) 黑色颜料 主要是炭黑, 另外还有氧化铁黑。炭黑是由液态或气态的碳氢化合物在适当控制条件下经不完全燃烧或热分解而制成的酥松、极细的黑色粉末, 主要成分是碳和少量来自有机物原料的挥发物。根据生产炭黑使用的原料和生产方式不同, 又可分为灯黑、乙炔黑、炉黑、槽黑、热裂黑等不同类型的。氧化铁黑主要做底漆和二道漆中的着色剂用。

(3) 黄色颜料 主要有铅铬黄 (PbCrO_4)、锌铬黄 (ZnCrO_4)、铁黄 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)、镉黄 (CdS) 等。其中铅铬黄着色力强、色坚牢度好且不透明, 但有毒, 多用作装饰性涂料和工业涂料的二道漆和面漆; 锌铬黄的色坚牢度好, 对碱和二氧化硫稳定但遮盖力低; 铁黄的优点是着色力高、价廉, 多用于户外漆配方; 镉黄耐高温、耐碱、色坚牢度好, 适合做烘烤型面漆。

(4) 绿色颜料 主要有铬绿 (Cr_2O_3) 和铅铬绿 ($\{\text{PbCrO}_4 \cdot \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\}$)。前者耐酸碱, 有较好的稳定性, 但遮盖力低; 后者有良好的遮盖力, 耐酸但不耐碱。

(5) 蓝色颜料 主要有铁蓝 ($\{\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\}$)、群青 ($\text{Na}_6\text{Al}_4\text{Si}_6\text{S}_4\text{O}_{20}$) 等。铁蓝有较高的着色力, 色坚牢度好并有良好的耐酸性, 但遮盖力差, 群青是已使用了几个世纪的天然产品, 色坚度好, 耐光、热和碱, 但可被酸分解, 着色力和遮盖力低。

(6) 红色颜料 氧化铁红 (Fe_2O_3), 有天然型和合成型两种类型。它具有较高的着色力, 耐碱和有机酸, 能吸收紫外辐射, 具有较强的耐光性, 而且其价格低廉, 因此被广泛应用。

(7) 有机着色颜料 有机颜料具有颜色齐全、色泽鲜艳、着色力较强的优点，但最突出的缺点是遮盖力较差，因此应用范围受到限制。常用的有机颜料有耐晒黄、联苯胺黄、颜料绿 β 、酞菁蓝、甲苯胺红、芳酰胺红等。

2. 防腐颜料

防腐颜料又称防锈颜料，广泛应用于金属底漆中，是用于保护金属基材免受腐蚀的颜料，主要作用是提高涂料的防锈能力。

按防锈机理可分为物理防锈颜料、化学防锈颜料和电化学防锈颜料三类。其中物理防锈颜料又称惰性颜料，主要利用一些惰性物质的遮盖作用防止水分和空气进入基材表面而起到防锈作用。常用的有玻璃鳞片粉、云母和不锈钢粉等。化学防锈颜料是利用颜料在基体表面生成钝化膜或提供碱性介质等起到防锈作用的，使用最多的是铬铬黄 (ZnCrO_4)，但由于毒性和污染问题，目前已逐渐被低毒性和污染小的其他无机盐所代替。电化学防锈颜料是利用活泼金属的阳极保护作用使金属基体得到保护的，铝、铅、锌等金属粉末常被用于此目的，如铝粉常与亚麻仁油配合，在涂料中形成铝皂，由于铝是比铁更活泼的金属，所以可发挥先被腐蚀的阳极作用。锌粉常配成富锌保护底漆，也可发挥先蚀性阳极的作用。铝粉因表面存在氧化铝保护膜，涂在钢铁表面时，在漆膜中能发生定向排列，起到隔离大气的作用，同时还具有先蚀性阳极的作用。所谓先蚀性阳极作用，是指当被保护金属发生电化学腐蚀时，防腐颜料中的活泼金属作为原电池的阳极而被腐蚀，从而使金属基体得到保护的作用。

3. 体质颜料

体质颜料又称惰性颜料、填料，是不溶于成膜物和溶剂的涂料助剂。它对涂膜几乎没有遮盖力和着色力，但适当地选用它可降低涂料的黏度，改善涂料的流动性，提高涂料的涂刷性，增加涂膜的厚度，使涂装表面平整、沉淀减少，增强抗磨蚀性，改善涂膜的光泽，降低紫外线对涂膜的侵害，并可降低生产成本。

经常使用的体质颜料主要品种有：

(1) 重晶石和沉淀硫酸钡 (BaSO_4) 前者为天然无机矿物, 由于耐酸耐碱稳定性好, 广泛用作调合漆、底漆和腻子中的体质颜料。

(2) 瓷土 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 也称高岭土, 是天然存在的水合硅酸铝。由于它有消光作用, 可作二道漆或面漆的消光剂, 也适用于乳胶漆中。

(3) 云母 ($\text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 是天然存在的硅铝酸盐, 呈薄片状, 由于能明显降低漆膜的透气性、透水性, 减少漆膜的开裂和粉化, 所以常用于户外涂料的配方。

(4) 滑石粉 ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 是天然存在的层状或纤维状无机矿物, 能提高漆膜的柔韧性和降低其透水性。

(5) 碳酸钙 (CaCO_3) 可分为由天然石灰石经研磨而成的重质碳酸钙和人工合成的轻质碳酸钙两类, 广泛用作室内、户外用的乳胶漆中。

4. 特种颜料和功能颜料

特种颜料包括珠光颜料、荧光颜料、示温颜料等。功能颜料包括耐高温彩色复合颜料、含镍不锈钢片颜料、防霉颜料等。在涂料中加入它们可以赋予涂料特殊的效果或功能。有兴趣的读者可进一步查阅有关资料, 由于与喷涂工艺关系不大, 在此不多作介绍。

四、溶剂

溶剂是传统使用的涂料中必不可缺的组分, 由于是在涂料施工和成膜过程中逐渐挥发掉的成分, 所以又称为挥发性组分。虽然涂料中使用的溶剂包括水, 但通常指的是有机溶剂。

溶剂在涂料中的作用主要有两个, 一是在制备涂料时溶解成膜物质, 配成溶剂型涂料, 二是在施工过程中稀释涂料, 用来改善涂料的可涂布性和改善涂膜的性能。起前一种作用的溶剂称为真溶剂, 起后一种作用的溶剂称为稀释剂 (稀料)。

(一) 混合溶剂

应该指出的是, 在涂料的实际应用中, 为了获得溶剂优良的溶解性能和挥发成膜效果, 使用的往往不是一种单一组分的溶剂, 而