



普通高等教育“十二五”规划教材
21世纪普通高等院校规划教材——化学化工类

涂料基础教程

/ TULIAO JICHU JIAOCHENG /

主 编 朱万强



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

普通高等教育“十二五”规划教材

21 世纪普通高等院校规划教材——化学化工类

涂料基础教程

主编 朱万强

西南交通大学出版社

• 成 都 •

图书在版编目 (C I P) 数据

涂料基础教程/朱万强主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2012.6
普通高等教育“十二五”规划教材. 21 世纪普通高等院校规划教材. 化学化工类
ISBN 978-7-5643-1803-1

I. ①涂… II. ①朱… III. ①涂料—高等学校—教材
IV. ①TQ63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 140496 号

普通高等教育“十二五”规划教材
21 世纪普通高等院校规划教材 —— 化学化工类

涂料基础教程

主编 朱万强

责任编辑	牛 君
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都蓉军广告印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	18.125
字 数	474 千字
版 次	2012 年 6 月第 1 版
印 次	2012 年 6 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-1803-1
定 价	33.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本书是作者根据自己多年给我校化学系“应用化学”专业学生讲授“涂料化学与工艺”课程的心得体会编写而成的。作者本人还有在涂料生产企业长期从事生产、开发以及技术服务的经历。这本书就是这些经历和体会的总结。

作者在教学中发现，在给“应用化学”专业学生讲授关于涂料的课程时，要选择一本合适的教材，还不是十分容易。因为涂料学科涉及了很多知识领域，仅有化学知识是不够的。虽然国内现在出版的关于“涂料”的资料、文献很多，也有专门的大学教材，有些不乏涂料界公认的“经典”。但作者认为，这些文献对于初次接触涂料的学生来讲，有的属于“大部头”，有的太“精炼”，有的属于涂料某一方面的“专著”，还有的可能深浅度不适合初次接触涂料的学生。编写一本适合初次接触涂料的学生的教材，关键在于要给学生一个初步认识涂料的台阶，使其对涂料有一个全面的认识。而要真正成为涂料方面的专家，只有在通过对涂料知识的学习后，如能激发起对涂料领域的兴趣，并在今后继续从事这一领域的工作才可以实现。在这个过程中，上述涂料文献（本书未列出的部分中文参考文献），就是他们进阶学习的参考资料。本书不求“深”，不讨论过多的理论，只求“够用”就行。这就是本书作者的初衷。

本书适合作为高等院校化学化工与涂料专业方向的教材，也可作为涂料专业人员和对涂料感兴趣的人员的参考资料。

本书在编写过程中，参考和查阅了部分和涂料有关的文献，同时也通过互联网收集了一些资料，在此表示感谢！如有遗漏，敬请谅解！

本书的出版，得到了遵义师范学院重点学科建设经费的支持，在此表示感谢！

由于作者的水平有限，加以书中涉及的面很广，很多内容并非作者所长，所以一定存在不少的错误和缺点，敬请读者给予批评指正。

编 者

2012 年 4 月

目 录

1 绪 论	1
1.1 涂料的作用、功能	1
1.2 当代涂料的发展趋势	2
2 涂料基础知识	4
2.1 涂料的组成及涂料各成分的功能	4
2.2 涂料的分类及分类方法	7
2.3 涂料科学包含的学科知识	7
2.4 涂料科学常用术语	8
2.5 涂料质量的评价	10
3 成膜物质	11
3.1 与成膜物质有关的几个概念	11
3.2 丙烯酸树脂	15
3.3 聚氨酯树脂	24
3.4 醇酸树脂与聚酯树脂	37
3.5 氨基树脂	53
3.6 环氧树脂	64
3.7 有机硅树脂简介	90
3.8 有机氟树脂简介	94
3.9 其他涂料用树脂	101
4 溶 剂	105
4.1 概 述	105
4.2 溶剂的分类	106
4.3 溶剂的性质	108
5 涂料颜料	115
5.1 概 述	115
5.2 颜料的分类	115
5.3 颜料的颜色	120

6	涂料助剂	130
6.1	润湿分散剂	130
6.2	流平剂	133
6.3	消泡剂	140
6.4	流变剂与防沉剂	143
6.5	防浮色发花剂	145
6.6	消光剂和增光剂	146
6.7	紫外线吸收剂	148
6.8	附着力促进剂	148
7	涂料高分子化学	150
7.1	基本概念	150
7.2	聚合物的结构	153
7.3	聚合物的共混	163
7.4	聚合物的溶胀和溶解	164
8	流变学基础	165
8.1	流变学的产生	165
8.2	与流变学相关的基本概念	166
8.3	涂料中的表面化学	172
8.4	流变性 with 涂料质量	177
8.5	表面活性剂及其应用	180
9	涂料配方设计基础	185
9.1	涂料配方设计的一般原则	185
9.2	界面作用	185
9.3	溶剂对配方设计的影响	186
9.4	颜填料	187
9.5	配方设计中的助剂	190
9.6	树脂	191
9.7	涂料配方设计实例	194
10	闪光涂料基本原理	198
10.1	效应颜料的特性	198
10.2	影响效应颜料在金属闪光漆（底色漆）中平行取向的因素	199
10.3	溶剂型金属闪光漆的原料选择	201
11	涂料生产工艺基础	205
11.1	生产设备	205

11.2	生产过程	210
11.3	生产过程中应注意的问题	211
11.4	涂料生产实例	213
11.5	涂料性能测试与质量检验	214
12	电泳涂料	217
12.1	电泳涂料的基本知识	217
12.2	电泳涂料的组成	220
12.3	阳极电泳漆电泳过程存在的问题	220
12.4	阴极电泳涂料的特性	220
12.5	电泳涂料各组成的功能、制备、选择	221
12.6	阳极电泳涂料的成膜物质	223
12.7	阴极电泳涂料的成膜物质	225
12.8	电泳涂料的发展历程简介	227
12.9	阴极电泳涂料的种类简介	228
13	防腐蚀涂料基础	230
13.1	金属腐蚀原理简介	230
13.2	影响金属电化学腐蚀的趋势——电极电位 E	232
13.3	影响金属电化学腐蚀速度的因素	233
13.4	极化与超电压	233
13.5	腐蚀电池类型	234
13.6	金属防腐涂料简介	237
14	粉末涂料	244
14.1	粉末涂料概述	244
14.2	粉末涂料的成膜物质	245
15	辐射固化涂料	259
15.1	紫外光与电子束	259
15.2	紫外光固化涂料的组成	260
15.3	电子束 (EB) 固化涂料	268
15.4	辐射固化涂料的发展趋势	268
16	涂料施工简介	270
16.1	涂料涂覆方法	270
16.2	典型涂覆方法——喷涂	272
16.3	涂装前表面处理	276
	参考文献	280

1 绪 论

1.1 涂料的作用、功能

1.1.1 涂料的作用

涂料是由高分子物质和配料组成的混合物，并能涂覆在基材表面形成附着牢固、连续的涂膜的高分子材料。20 世纪 30 年代采用植物油、高分子化合物和有机溶剂、颜（填）料进行工厂化生产油漆，才开始使用涂料这一名称。古代西方国家也是使用天然物质做油漆，称为 paint，直到 19 世纪中叶才用合成树脂配制油漆，并将其涂膜与电镀膜一并称为 coating（涂料）。1867 年第一个涂料专利在美国出现，标志着涂料科学与技术的开始。

在我们日常生活中，很容易观察到涂料的存在。涂料的应用可以追溯到史前时代，我国应用涂料，最先是使用生漆和桐油，已有 4 000 年以上的历史，这也是涂料被习惯上称为油漆的原因。在历代王朝中，秦始皇墓的兵马俑就使用了彩色的涂料，而在马王堆出土的文物中，发现有精美的漆器。在我国民间，用天然的颜料拌和上一些能够干燥的天然树脂，就制成了原始的油漆。世界上其他具有悠久文明历史的国家，也都有很长的使用涂料的历史。埃及很早就使用阿拉伯胶、蛋白等来制造油漆和装饰。在 11 世纪，欧洲开始使用亚麻油制造清漆（不含颜料）。涂料对人类社会及文明的进步与发展作出过重要的贡献。

1.1.2 涂料的功能

实际上，现代涂料已经是一类多功能的工程材料。涂料的功能，主要有以下几种：

1. 装饰功能

这是涂料最早的功能，并且经常和艺术品相联系，那些美轮美奂、精彩绝伦的壁画，实际上是涂料色彩的巧妙组合。另一方面，在不同的环境，不同的物件上，涂覆上适宜的颜色、适宜的光泽、适宜质感的涂料后，可以使人心情舒畅，可以美化环境，也可以带来高雅的享受，如家中温馨的家具，城市道路上五颜六色、光鲜耀眼的汽车，涂上外墙涂料并可视作艺术作品的现代建筑等。

2. 保护功能

这是涂料的另一个重要的功能。在现代社会，随着经济的高速发展，各种暴露在大气中的

物件越来越多。它们可能因长时间受到光线的辐射、风霜雨雪的侵蚀、氧气的氧化、酸性气体的腐蚀等，最终造成金属腐蚀、木材腐朽、水泥风化等破坏。使用有机涂料可以大大降低或延缓这种腐蚀作用。现在已经成功开发出具有防火功能的防火涂料，火灾发生时可以增强防火作用。在某些特殊场合，涂料还可以在严冬、酷暑、高温条件下使用，如保护文物的特殊涂料，保护在大气层中飞行的导弹、宇宙飞船不被烧毁的耐高温涂料等。

3. 特殊功能

现代涂料，有些是专门为某种特殊环境和功能研制的，如上述防火、耐高温涂料。此外，还有防水涂料、防结露涂料、绝缘（导电）涂料、防静电涂料、防辐射涂料、隔热涂料、示温涂料、防污涂料、防海洋生物黏附的特殊涂料，军事上应用于飞机、舰船的隐形涂料等。涂料还应用于标志，如公路上的各种标志牌、分离线、两旁扶栏的荧光涂料（晚上经车灯照射时，发出醒目的光）等。

特殊功能涂料对于高技术的发展有着重要的作用。高科技的发展对材料的要求越来越高，而涂料是对物体改性最容易和最廉价的方法。因为在物体上涂覆涂料后，很有可能给原来的物体赋予新的功能，而不管物体原来的形状、材质、大小等。因此，涂料对高技术、高科技的发展将起着越来越重要的作用，越来越受到人们重视。

1.2 当代涂料的发展趋势

当今涂料与塑料、黏合剂、合成橡胶、合成纤维并称为五大合成材料。涂料工业属于高新技术产业，其发展水平是一个国家化学工业发达水平的标志之一。由于涂料在干燥成膜时向空气中散发的挥发性有机化合物（volatile organic compound, VOC）对人类生态环境构成了严重的威胁。为此，世界各国根据自身特点制定了相应的环保法规，限制涂料中 VOC 的排放，例如，美国关于 VOC 大会排放的国家建筑和工业保护（aim）法规在 1999 年 9 月 13 日正式生效；北欧、丹麦、瑞典、荷兰等地规定，内墙涂料最大 VOC 含量标准为 75 g/L（包括水），并于 2000 年 1 月 1 日起生效；我国则于 2001 年针对 10 种室内建筑装饰材料制定了强制性的安全标准。

当今世界涂料发展潮流是向“5e”迈进，即提高涂膜质量（excellence of finish）、方便施工（easy of application）、节省资源（economics）、节省能源（energy saving）和适应环境（ecology）。涂料的研究应向水性化、高固体分化、高性能化和功能化方向发展，环境友好涂料（或称绿色涂料）是人们的共同期待。

环境友好涂料应体现如下思想：由于传统涂料对环境和人体健康有影响，所以现在人们都在想办法开发绿色涂料。所谓“绿色涂料”是指节能、低污染的水性涂料、粉末涂料、高固体含量涂料（或称无溶剂涂料）和辐射固化涂料等。20 世纪 70 年代以前，几乎所有涂料都是溶剂型的。70 年代以来，由于溶剂的价格昂贵和降低 VOC 排放量的要求日益严格，越来越多的低有机溶剂含量和不含有有机溶剂的涂料得到了大发展。现在越来越多使用绿色涂料，下面几种新涂料是目前开发较好的涂料。

1. 高固含量溶剂型涂料

这类涂料是为了适应日益严格的环境保护要求而在普通溶剂型涂料基础上发展起来的。其

主要特点是在可利用原有的生产方法、涂料工艺的前提下，降低有机溶剂用量，从而提高固体组分。这类涂料是 20 世纪 80 年代初以来以美国为中心开发的。通常的低固含量溶剂型涂料固体含量为 30%~50%，而高固含量溶剂型涂料（HSSC）要求固体成分达到 65%~85%，从而满足日益严格的 VOC 限制。

2. 水基涂料

水有别于绝大多数有机溶剂的特点在于其无毒、无味和不燃烧。将水引入涂料中，不仅可以降低涂料的成本以及在生产、施工、储存中由于有机溶剂的存在而可能导致的火灾，也可大大降低 VOC。因此，水基涂料从其开始出现就得到了长足的进步和发展。中国环境标志认证委员会颁布了《水性涂料环境标志产品技术要求》，其中规定：产品中的挥发性有机物含量应小于 250 g/L；产品生产过程中，不得人为添加含有重金属的化合物，重金属总含量应小于 500 mg/kg（以铅计）；产品生产过程中不得人为添加甲醛和聚合物，含量应小于 500 mg/kg。事实上，现在水基涂料使用量已占有所有涂料的一半左右。水基涂料主要有水溶性、水分散性和乳胶漆三种类型。

3. 粉末涂料

粉尘涂料是国内比较先进的涂料。粉末涂料理论上是绝对的零 VOC 涂料，具有其独特的优点，也许在将来完全摒弃 VOC 后，是涂料发展的最主要方向之一。但其在应用上受到的限制需更为广泛而深入的研究，例如，其制造工艺相对复杂一些，涂料制造成本高，粉尘涂料的烘烤温度比一般涂料高很多，难以得到薄的涂层，涂料配色性差，不规则物体的均匀涂布性差等。这些都需要进一步改善，但它是今后发展方向之一。

4. 液体无溶剂涂料

不含有机溶剂的液体无溶剂涂料有双液型、能量束固化型等。液体无溶剂涂料的最新发展动向是开发单液型，且可用普通刷漆、喷漆工艺施工的液体无溶剂涂料。

此外，涂料中颜料的选择也越来越严格，以前不受限制使用的含有重金属铅、铬、镉的颜料，已有严格限制。就是在水性涂料中使用的乙二醇醚和醚酯类溶剂因对人体有害，也被禁止或限制使用。由于很多高性能涂料在成膜时需要高温烘烤，能量消耗很多，为了节约能量，特别是电能，在保证质量的前提下，降低烘烤温度或缩短烘烤时间，也是涂料发展的方向之一。

总之，涂料的研究和发展方向越来越明确，就是寻求 VOC 不断降低直至为零、能量消耗小、使用范围尽可能宽（多功能）、使用性能优越、设备投资适当等。因而水基涂料、粉末涂料、无溶剂涂料、低温成膜涂料等可能成为将来涂料发展的主要方向。

2 涂料基础知识

2.1 涂料的组成及涂料各成分的功能

涂料的成分：涂料通常由基料（又称树脂、成膜物质等）、颜（填）料、溶剂和助剂（少量功能性添加剂）等组成。

2.1.1 基 料

这是涂料中最重要的组分，对涂料和涂膜的性能起决定性作用，没有基料涂料就不能成膜。

可以作为涂料成膜物质使用的物质品种很多。原始涂料的成膜物质是油脂，主要是植物油，到现在仍在应用。后来大量使用树脂作为涂料成膜物质。树脂是一类以无定形状态存在的有机物，通指未经过加工的高分子聚合物。过去，涂料使用天然树脂为成膜物质；现代则广泛应用合成树脂，包括各种热塑性树脂和热固性树脂。

常见的涂料基料有天然树脂（桐油、大漆、豆油、蓖麻油、椰子油等）及其改性产品，现代涂料以合成树脂居多；常见的有丙烯酸树脂、氨基树脂、聚氨酯树脂、聚酯树脂、醇酸树脂、环氧树脂、合成橡胶树脂等。由于它们的性质迥异，制成的涂料用途差别也较大，例如，环氧树脂主要用于防锈而并不用于面漆；聚氨酯树脂和丙烯酸树脂涂料常用于要求高装饰性和高耐候性的物件，如汽车、飞机等。

根据形成涂膜的结构和机理，又将成膜物质分为两大类：非转化型成膜物质和转化型成膜物质。

1. 非转化型成膜物质

这类成膜物质在成膜过程中组成结构不发生变化，在涂膜中可以检查出成膜物质的原有结构。它们具有热塑性，受热软化，冷却后又变硬，多具有可溶解性。由此类成膜物质构成的涂膜，具有与成膜物质同样的化学结构，也是可溶及可熔的。属于这类成膜物质的品种有：

（1）天然树脂，包括来源于植物的松香（树脂状低分子化合物），来源于动物的虫胶，来源于文化石的琥珀、柯巴树脂等，和来源于矿物的天然沥青；

（2）天然高聚物的加工产品，如硝基纤维素、氯化橡胶等；

（3）合成的高分子线型聚合物即热塑性树脂，如过氯乙烯树脂、聚乙酸乙烯树脂等。用于涂料的热塑性树脂与用于塑料、纤维、橡胶或黏合剂的同类品种，组成、相对分子质量和性能都不相同，它应按照涂料的要求而制成。

2. 转化型成膜物质

这类成膜物质在成膜过程中组成结构发生变化,即成膜物质形成与其原来组成结构完全不同的涂膜。它们都具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聚合成与原组成结构不同、不溶及不熔的网状高聚物,即热固性高聚物。因而所形成的涂膜是热固性的,通常具有网状结构。

属于这类成膜物质的品种有:

- (1) 干性油和半干性油,主要来源于植物油脂,它们是具有一定数量官能团的低分子化合物;
- (2) 天然漆和漆酚,也属于含有活性基团的低分子化合物;
- (3) 低分子化合物的加成物或反应物,如多异氰酸酯的加成物;
- (4) 合成聚合物,有很多类型。属于低聚合度、低相对分子质量的聚合物有:聚合度为5~15的齐聚物、低相对分子质量的预聚物和低相对分子质量的缩聚型合成树脂,如酚醛树脂、醇酸树脂、聚氨酯预聚物、丙烯酸酯齐聚物等,属于线型高聚物的合成树脂,如环氧树脂、热固性丙烯酸树脂等。现在还开发了多种新型聚合物如集团转移聚合物、互穿网络聚合物等。

2.1.2 颜(填)料

颜料是有颜色的涂料即通称的色漆的一个主要组分。它通常是极小的结晶体,分散于成膜介质中。颜料和染料不同,染料是可溶的,以分子形式存在于溶液之中,而颜料是不溶的。颜料会直接影响涂料的质量,颜料的质量和数量在很大程度上决定了涂料的质量。

颜料的作用:颜料使涂膜呈现色彩,并使涂膜具有一定的遮盖物件表面的能力,以发挥其装饰和保护作用,颜料还能增加涂膜的机械性能和耐久性能,有的颜料还用来降低成本(体质颜料,又称填料);有些颜料还能涂膜提供某一种特定功能,如防腐蚀、导电、防延燃、发光(荧光)等。

颜料的分类:颜料按其来源可分为天然颜料和合成颜料两类。按颜料的化学成分,又可分为无机颜料和有机颜料。按其在涂料中所起的作用,可分为着色颜料、体质颜料、防锈颜料和特种颜料。每一类又有很多品种。

当颜料均匀分散在成膜物质(树脂或基料)或其分散体中之后即形成色漆。在涂膜中,颜料一般都是均匀分布的。因此,色漆的涂膜实质上是颜料和成膜物质的固-固分散体。

2.1.3 溶 剂

溶剂是除了无溶剂涂料(如粉末涂料)外,在液态涂料中组成涂料的一部分。溶剂在涂料中的作用,体现在两个方面:生产时可以帮助颜料在树脂中分散和流动,以及降低涂料成本;施工时,可以帮助涂料流动以得到平整光滑的薄膜。溶剂在施工后,一般不会留在涂膜中而挥发进入大气中,因此又称为挥发成分。

根据溶剂与成膜物质的相互作用情况,有的溶剂能够溶解成膜物质(树脂);有的不能直接

溶解成膜物质，但与其他溶剂在一起时，有助溶作用等，将溶剂又分为 5 类：真溶剂、助溶剂、稀释剂、分散剂、活性稀释剂。

真溶剂：能溶解成膜物质的溶剂；助溶剂：能增进溶剂的溶解能力；稀释剂：能稀释成膜物溶液；分散剂：能分散成膜物质；活性稀释剂：既能溶解又能分散成膜物，还可能在成膜过程中与成膜物质发生化学反应而形成不挥发组分留在涂膜中的溶剂，称为反应性溶剂或活性稀释剂。

涂料溶剂的选择标准，主要是溶剂的溶解能力、挥发性、表面张力、黏度、闪点、毒性及价格。常见的涂料溶剂有水和有机溶剂。

(1) 水：水是乳胶漆连续相的主要成分。它也可以单独或与醇类、醚醇类溶剂一起用做溶解水溶性树脂的溶剂。水作为溶剂的主要优点是价廉易得、无毒无味、不燃。但是它并不是一种十分理想的涂料溶剂，因为能与水混溶的有机液体种数有限，而以水为溶剂或分散相的成膜物质往往在成膜之后还对水敏感。由于自然界到处都有水存在，因此任何涂膜都要考虑抗水性的问题。

(2) 有机溶剂：有机溶剂型涂料，一般是不能混入水的，否则会带来不易克服的弊端。以上性质，将在后续课程中介绍。

2.1.4 助 剂

涂料助剂，又称涂料辅料，是涂料不可缺少的组分。助剂是除了主要成膜物质、颜（填）料、溶剂之外，一种添加到涂料中去的成分，能使涂料或涂膜的某一特定性能起到明显改进作用的物质。其在涂料配方中的用量很小，主要是多种无机化合物和有机化合物，包括高分子聚合物。

助剂能改进涂料性能，促进涂膜形成，生产时可以改进生产工艺，保持储存稳定，改善施工条件，提高产品质量，赋予特殊功能。合理正确选用助剂可降低成本，提高经济效益。

经多年发展，涂料助剂种类众多，而且在涂料生产的各个阶段都发挥了不同的作用。制造阶段有：引发剂、分散剂、酯交换催化剂；反应过程有：消泡剂、乳化剂、过滤助剂等；储存阶段有：防结皮剂、防沉淀剂、增稠剂、触变剂、防浮色发花剂、抗胶凝剂等；施工阶段有：流平剂、防缩孔剂、防流挂剂、锤纹助剂、流动控制剂、增塑剂、消泡剂等；成膜阶段有：聚结助剂、附着力促进剂（也叫附着力增进剂）、光引发剂、光稳定剂、催干剂、增光剂、增滑剂、消光剂、固化剂、交联剂、催化剂等助剂。赋予特殊功能方面有：阻燃剂、杀生物剂、防藻剂、抗静电剂、导电剂、腐蚀抑制剂、防锈剂等助剂；改善涂膜性能并赋予特种性能的有：紫外线吸收剂、光稳定剂、阻燃剂、抗静电剂、防霉剂等。

涂料助剂又可以分为油性涂料助剂和水性涂料助剂两类。随着对环境保护的日益重视，水性涂料助剂有了飞跃的发展。新型环保类型的助剂越来越多，应用也越来越广泛，是涂料助剂今后发展的主流方向。

涂料助剂的生产厂家很多，针对自己的产品，都有专门的使用说明书。同时，也有专门介绍涂料助剂的手册，如《国内外涂料助剂手册》（化学工业出版社），已经出版了第二版。比较有影响的助剂厂商有：BYK 公司、德谦公司、阿克苏诺贝尔公司、埃夫卡公司、卡博特公司、汽巴公司等。

还有一部专门介绍涂料助剂功能与原理的著作：《涂料助剂——品种和性能手册》，也是一

本很好的参考书。

2.2 涂料的分类及分类方法

涂料产品分类方法很多,按基料种类或成膜物质分为:醇酸、环氧、氯化橡胶、丙烯酸、聚氨酯、氨基、纤维素、聚酯、有机硅、乙烯树脂、酚醛、沥青、天然树脂等 17 种;按性能特点可分为有机涂料、无机涂料、溶剂型涂料、无溶剂型涂料、水性涂料、粉末涂料、高固体成分涂料和厚浆型涂料等;按其功能特点又可分为磁漆、色漆、清漆(透明漆)、调和漆、底漆、面漆和中间漆等;按行业特点则可分为工业涂料、船舶(舰船)涂料、建筑涂料、家具涂料和汽车涂料等。船舶涂料还可根据使用部位和应用环境特点分为防锈涂料、防腐涂料、防污涂料、耐候涂料、耐热涂料、道路标线涂料以及船底漆、船壳漆、甲板漆、标志漆、油舱漆、电瓶舱漆、压载水舱涂料、弹药舱涂料、生活舱涂料和其他特殊功能涂料等。有机涂料由于其使用的溶剂不同,又分为有机溶剂型涂料和有机水性(包括水乳型和水溶型)涂料两类。

特别要指出,生活中常见的涂料一般都是有机涂料。无机涂料指的是用无机高分子材料为基料所生产的涂料,包括水溶性硅酸盐系、硅溶胶系、有机硅及无机聚合物系。有机-无机复合涂料有两种复合形式:一种是涂料在生产时采用有机材料和无机材料共同作为基料,形成复合涂料;另一种是有机涂料和无机涂料在装饰施工时相互结合。

此外,还可按装饰效果分类,可分为:①表面平整光滑的平面涂料(俗称平涂),这是最为常见的一种施工方式;②表面呈砂粒状装饰效果的砂壁状涂料,如真石漆;③形成凹凸花纹立体装饰效果的复层涂料,如浮雕;④橘纹漆、垂纹漆、哑光漆等。按在建筑物上的使用部位分类,分为内墙涂料、外墙涂料、地面涂料和顶棚涂料。按使用外观颜色效果分类,可分为如金属漆、透明清、珠光漆等。

2.3 涂料科学包含的学科知识

涂料的研究,要涉及多学科知识。尽管高分子科学的发展是涂料科学最重要的基础,但单是高分子科学并不能使涂料成为一门独立的科学。涂料不仅需要聚合物,还需要各种无机、有机颜料以及各种助剂、溶剂的配合,借以获得各种性能。为了制备出稳定、适用的涂料及获得最佳的使用效果,还需要有胶体化学、流变学、光学等方面理论的指导。因此,涂料科学是建立在高分子科学、有机化学、无机化学、胶体化学、表面化学和表面物理、流变学、力学、光学和颜色学等学科基础上的新学科。正因为涂料科学涉及如此多学科的理论,在过去相当长的时间内,不能发展成为一门学科。近来的一些研究表明,即使生物学科的研究,也可能对涂料的发展有重要作用,例如,信息素的研究,就有可能为具有杀虫或其他生物功能的新型涂料提供参考。当然,涂料并不是各种相关学科的简单合并,而是以它们为基础建立起具有本身特点的独立学科,包括涂料的成膜理论、表面结构与性能、涂布工艺及各种分析测试手段和理论,以及各种应用品种的有理论。

2.4 涂料科学常用术语

(1) 表干时间。在规定的干燥条件下,一定厚度的湿漆膜,表面从液态变为固态,但其下层仍为液态所需要的时间;也指涂膜表面初步固化、形成干膜,达到不会黏住空气中灰尘的程度所需要的时间。

(2) 实干时间。在规定的干燥条件下,从涂覆好的一定厚度的液态漆膜至形成固态漆膜所需要的时间。

(3) 透明度。物质透过光线的能力。透明度可以表明清漆、漆料及稀释剂含有机杂质和可溶浑浊物的多少。

(4) 密度。在规定的湿度下,物体单位体积的质量。常用单位为千克每立方米(kg/m^3)或克每立方厘米(g/cm^3)。

(5) 黏度。液体产生的抵抗流动而具有的内部阻力。

(6) 固体含量。涂料所含有的不挥发物质的量。一般用不挥发物的质量百分数表示,也可以用体积百分数表示。

(7) 研磨细度。涂料中颜料及体质颜料分散程度的一种量度,也表示它们颗粒的大小。它是这样获得的:在规定的条件下,将液体涂料或正在分散的混合物于标准细度计上所得到的读数,该读数表示细度计某处槽的深度,一般以微米(μm)表示。

(8) 储存稳定性。在规定的条件下,涂料产品保证其性能不改变的能力,即抵抗存放后可能产生异味、黏度增高、结皮、返粗、沉底、结块等性能变化的程度。

(9) 相容性。一种产品与另一种产品相混合后而不至于产生不良后果(如沉淀、凝聚、变稠等)的能力。

(10) 遮盖力。色漆消除或覆盖底材上的颜色或颜色差异的能力。

(11) 施工性。涂料施工的难易程度。

注:涂料施工性良好,一般是指涂料易施涂(刷、喷、浸等),流平性良好,不出现流挂、起皱、缩边、渗色、咬底;干性适中,易打磨,重涂性好;对施工环境条件要求低等。

(12) 重涂性。同一种涂料进行多层涂覆的难易程度与效果好坏。

(13) 漆膜厚度。漆膜厚薄的量度,一般以微米(μm)表示。

(14) 光泽。涂膜表面的一种光学特性,以其反射光的能力来表示。涂膜表面越光滑,光泽越高。

(15) 附着力。漆膜与被涂面之间(通过物理和化学作用)结合的牢固程度。被涂面可以是裸底材也可以是涂漆底材。

(16) 硬度。漆膜抵抗诸如碰撞、压陷、擦划等机械力作用的能力。

(17) 柔韧性。漆膜随其底材一起变形而不发生损坏的能力。

(18) 耐磨性。漆膜对摩擦作用的抵抗能力。

(19) 打磨性。漆膜或腻子层,经用浮石、砂纸等材料打磨(干磨或湿磨)后,产生平滑无光表面的难易程度。

(20) 黄变。漆膜在老化过程中出现的变黄倾向。

(21) 耐湿变性。漆膜经过冷热交替的温度变化而保持其原性能的能力。

(22) 发混。清漆或稀释剂由于不溶物析出而呈现云雾状不透明的现象。

(23) 增稠。涂料在储存过程中通常由于稀释剂的损失,或涂料中基料变质、颜料凝聚而引起稠度增高的现象。

(24) 絮凝。在色漆或分散体中颜料重新形成松散聚集体的现象。

(25) 胶化。涂料中因基料(树脂)发生一定程度的交联,而变为不能使用的固态或半固态的现象。

(26) 结皮。涂料在容器中,由于氧化聚合作用,其液面上形成半干皮膜的现象。

(27) 沉淀。涂料在容器中,其固体组分(通常是颜填料)下沉至容器底部的现象。

(28) 结块。涂漆中颜料、体质颜料等颗粒沉淀成用搅拌不易再分散的致密块状物。

(29) 有粗粒。涂料在储存过程中展现出的粗颗粒(即少许结皮、凝胶、凝聚体或外来粗粒)。

(30) 返粗。已合格的涂料成品或半成品,在生产或储存过程中,由于颜料的絮凝而使颜料粒子重新结合变粗的现象。

(31) 发花。含有多种不同颜料的色漆在储存或干燥过程中,一种或几种颜料离析或浮出并在色漆或漆膜表面集中,呈现颜色不匀的条纹和斑点等现象。

(32) 浮色。发花的极端状况。

(33) 气泡(也称起泡)。涂料在施涂过程中形成的空气或溶剂蒸气等气体或两者兼有的泡。这种泡在漆膜干燥过程中可能消失,也可能永久存在。极小的气泡如果破裂,就是针孔。

(34) 针孔。一种在漆膜表面存在的类似针刺破的细孔的病态。

(35) 起皱。漆膜呈现一定规律的小波幅波纹形式的皱纹,它可深及部分或全部膜厚。

(36) 橘皮。漆膜呈现橘皮状外观的表面病态,但在特定要求的涂装效果时除外。

(37) 发白。有光涂料干燥过程中,漆膜上有时呈现出乳白色的现象。

(38) 流挂。涂料施于垂直面上时,由于其抗流挂性差或施涂不当、漆膜过厚等原因而使湿漆膜向下移动,形成各种形状的下边缘厚的不均匀涂层。

(39) 刷痕。涂刷后,在干漆膜上留下的一条条脊状条纹现象。这是由于涂料干燥过快、黏度过大、漆刷太粗硬,涂刷方法不当等原因使漆膜不能流平而引起的。

(40) 缩孔。漆膜干燥后仍滞留的若干大小不等、分布各异的圆形小坑的现象。

(41) 厚边。涂料在涂膜边缘堆积呈现脊状隆起,使干漆膜边缘过厚的现象。

(42) 咬底。在干漆膜上涂覆同种或不同种涂料时,上层湿涂膜溶解下层干膜并使其发生软化、隆起或从底材上脱离的现象(通常的外观如起皱)。这种现象可在上层涂膜涂覆或干燥期间发生。

(43) 渗色。来自下层(底材或漆膜)的有色物质,因扩散进入或透过上层漆膜,使漆膜呈现不希望有的着色或变色的现象。

(44) 表面粗糙。漆膜干燥后,整个或局部表面分布着不规则形状的凸起颗粒的现象。

(45) 积尘。干漆膜表面滞留尘垢等异粒的现象。

(46) 失光。漆膜的光泽因受气候环境的影响而降低的现象。

(47) 开裂。本应是连续的漆膜出现断裂、不连续的外观变化。通常是由于漆膜老化而引起的。

(48) 剥落。一道或多道涂层脱离其下涂层,或整个涂层完全脱离底材的现象。

(49) 回黏。干燥不发黏的漆膜表面又呈现发黏的现象。

(50) 触变助剂。能使涂料具有触变性的助剂。

(51) 触变性。指涂料由于搅拌而液化、变软的特性(在漆刷、滚筒的机械剪切力作用下,黏度急剧降低的特性),静止后仍然会恢复原来状态,这有助于涂料抵抗重力作用。

(52) 成膜物质。涂料介质中不挥发,并把颜料颗粒等连接在一起的部分。

(53) 半光涂料。指涂料的 60° 光泽值处于 $10\sim 40$ 之间 '(正常光泽值的一半以下)。

(54) 表面张力。液体表面扩张单位面积需要的能量 (N/m 或者 J/m^2)。由于分子间力的作用,液体一般将尽量缩小表面积。

(55) 表面活性剂。能降低表面张力,提高润湿性能,提高颜料分散性,抑制泡沫等性能的助剂。表面活性剂一般同时具有亲油和亲水两种基团。

(56) 玻璃化温度 (T_g)。聚合物性质发生急剧变化,结构呈现玻璃状脆性状态的温度。一般认为,在 T_g 温度以下,聚合物分子的部分运动受到限制,聚合物变得坚硬、脆弱;在 T_g 温度以上,则类似橡胶状态。

2.5 涂料质量的评价

涂料生产完成后,首先要对涂料进行产品质量检验。涂料工厂对产品进行的质量检验,实际上仅是对涂料生产过程的质量控制。要对涂料质量进行全面评价,只有在涂料已经完成涂装并形成涂膜后,且经一定的实际使用环境的检验才能给出。这样的全面评价,要很长的时间。有些性能参数,可以经过人工加速进行,如人工老化、人工腐蚀、加温储存等。另一方面,不同用途的涂料,其性能指标的要求差别很大,不能一概而论。

一般而言,涂料在生产和使用时,要例行检测的指标参数有:细度、不挥发分、黏度、遮盖力、干燥条件(时间、温度、湿度)、流平性、施工性、光泽、硬度、附着力、漆膜厚度、抗冲击性能、杯突实验、色差、鲜映值、储存性等;施工完成后要观察的参数有:耐水性、耐油性、耐酸性、抗老化、耐盐雾、耐湿热、失光率、抗污性、打磨性(底涂)、层间附着力等。每一种参数,针对使用的对象不同,其检测方法也不同。很多参数都有标准检测方法(国标 GB)可参阅。目前,对涂料检测方法进行总结和介绍的著作已有多部可供参考,在此不再赘述。