

全国“星火计划”丛书

精细化学品系列丛书

涂 料

虞兆年 主 编

中国物资出版社

精细化学品系列丛书

涂 料

主编 虞兆年

中国物资出版社

图书在版编目(CIP)数据

涂料/虞兆年主编. -北京:中国物资出版社, 2001. 10

ISBN 7-5047-1752-5

I. 涂… II. 虞… III. 涂料 IV. TQ63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 044614 号

中国物资出版社出版发行

(北京市西城区月坛北街 25 号 100834)

全国新华书店经销

北京宏飞印刷厂印刷

开本:850×1168mm 1/32 印张:6.625 字数:210 千字

2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7-5047-1752-5/TQ · 0065

印数:0001—3000 册

定价:12.00 元

《全国“星火计划”丛书》编委会

顾问：杨 浚

主任：韩德乾

第一副主任：谢绍明

副主任：王恒璧 周 谊

常务副主任：罗见龙

委员：（以姓氏笔划为序）：

向华明 米景九 达 杰（执行）

刘新明 应日珪（执行） 陈春福

张志强（执行） 张崇高 金 涛

金耀明（执行） 赵汝霖 俞福良

柴淑敏 徐 骏 高承增 蔡盛林

《精细化学品系列丛书》编辑委员会

主 任 编 委:	姚锡福	张立中	俞志明	
副主任编委:	汪幼芝	任渝眉	居滋善	钮竹安
编 委:	王法曾	王润伟	王曾辉	王凤岐
	王德中	王家勤	尤 新	牛亚斌
	方锬声	叶青萱	江东亮	江建安
	石 碧	刘继德	刘霁馨	任渝眉
	朱光伟	孙丕基	李祖德	吴季洪
	汪幼芝	汪曾祁	纪锡平	张一宾
	张立中	张友松	居滋善	武兆圆
	杨文琪	杨新玮	杨国华	陈宗蓟
	陆仁杰	罗钰言	周国光	周华龙
	竺玉书	赵士刚	赵世忠	赵 骧
	胡云光	郑其庚	钮竹安	姚锡福
	姚锡禄	姚焕章	施召新	俞志明
	俞鸿安	袁亦丞	高晋生	凌关庭
	徐玉佩	郑 振	夏铮南	夏 鹏
	黄洪周	曹 伟	章基凯	郭保忠
	曾人泉	温铁民	童珣珣	萧安民
	虞兆年	谭寿洪		

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

《精细化学品系列丛书》序言

精细化学品的开发是当今世界化学工业激烈竞争的焦点,也是 21 世纪国家综合实力的重要标志之一。我国已把发展精细化工列为第九个五年计划的战略重点之一,通过优先发展精细化工实现中国化学工业精细化工率从现在的 35% 增长到 50%。为了配合精细化学品的市场开拓,从做好宣传介绍、推广应用和技术服务出发,我们邀请国内百余名专家学者编写一套含 40 分册的《精细化学品系列丛书》,计划在“九五”中期陆续出齐。

《精细化学品系列丛书》是一套具有普及和提高并重,集国内和国外以技术经济为主、技术工艺为辅的信息性知识读物,提供给精细化学品的生产者、经营者、应用者的各级成员以及学校师生阅读,其目的是有助于引导精细化学品的生产、应用和市场开拓;反映国内外精细化学品开发的历史演变,了解过去、反映当前、展望未来、便于借鉴;从技术经济的角度介绍、对比和分析近期重点发展的品类品种,为适应市场供需和应用要求提供依据。

《精细化学品系列丛书》的每本分册均为精细化学品的一个门类,包括传统的精细化学品门类、新领域精细化学品门类和今后将进一步开发的精细化学品门类。每本分册的篇幅为 30~50 万字。每本分册的内容为概述历史沿革、门类的形成、分类的原则和变迁、在国民经济中的地位和作用、生产和应用现状;按品类品种阐述生产

技术、应用开发和技术经济概况；展望行业在生产、市场和应用技术等方面的开发前景。

精细化学品不同于通用的基本化工原料，也不同于高分子聚合物材料。品种多、批量小、知识密集度高，更新换代快、专用性和商品性强，而各国对精细化学品的释义和分类也不统一，因此，我们对精细化学品系列丛书的分册选题及其内容恐不能完全适应当前国内市场开拓的要求，而搜集的有关资料，特别是有关技术经济方面的数据资料，残缺不全的情况也是存在的。更由于我们初次尝试编纂出版这样一套分册较多的丛书缺乏经验，如出现缺点和错误，竭诚欢迎读者批评指正。

本系列丛书被选入“星火计划”是值得高兴的事情，愿它能为“星火计划”做出贡献。但是，丛书中有的分册在农村开发会受到条件的限制，不能一视同仁。

《精细化学品系列丛书》编委会

前 言

鉴于国内已有不少有关涂料书籍出版,例如化工出版社之《涂料工艺》,对涂料制造技术作了详细介绍。故本书不再重复。本书仅对涂料的分类、特性、应用等作简明介绍。至于涂料品种既繁且多,限于篇幅,难以遍及,仅择其要者予以叙述。此外对于若干新的涂料品种,特邀几位同事执笔介绍,他们从事技术工作多年,颇有心得,特别推荐,计有:

吴克俭(振华造漆厂)	卷材涂料
蒋文群(现 UCD 公司)	粉末涂料
朱道文(开林造漆厂)	绝缘漆
郑公劭(原振华造漆厂)	辐射固化涂料
周承德(原上海造漆厂总工)	木材涂料

我们均在工暇执笔,疏漏失误在所难免,敬希读者指正。

编 者

2001 年 4 月

目 录

I. 概 论

1. 引言	(1)
1.1 涂料的分类	(3)
1.2 涂料的供销方式	(5)
1.3 涂料的包装和计量	(6)
1.4 涂料工业的若干经济数字	(7)
2. 涂料大类综述	(11)
2.1 植物油	(11)
2.2 油树脂涂料	(14)
2.3 酚醛树脂涂料	(18)
2.4 醇酸树脂涂料	(20)
2.5 氨基树脂涂料	(25)
2.6 环氧树脂涂料	(28)
2.7 聚氨酯涂料	(29)
2.8 丙烯酸树脂涂料	(31)
2.9 建筑漆	(32)
2.10 防腐蚀涂料	(39)
2.11 船舶涂料	(41)
2.12 集装箱涂料	(44)
2.13 挥发性涂料	(44)
2.13.1 硝基喷漆	(45)
2.13.2 氯化橡胶涂料	(48)
2.13.3 过氯乙烯涂料	(49)
2.14 汽车漆	(50)

2.15	飞机涂料	(51)
2.16	发光涂料	(53)
2.17	工业涂料	(54)
2.18	颜料	(54)

II. 专 论

1.	卷材涂料	(57)
1.1	概述	(57)
1.2	卷材涂装工艺	(60)
1.3	卷材涂装基材的预处理工艺	(63)
1.4	卷材涂料的品种	(66)
1.4.1	预涂卷材底漆	(66)
1.4.1.1	环氧底漆	(66)
1.4.1.2	聚酯底漆	(67)
1.4.1.3	水性丙烯酸乳胶底漆	(67)
1.4.2	背面漆	(68)
1.4.3	面漆	(68)
1.4.3.1	聚二偏氟乙烯(PVDF)卷材涂料	(68)
1.4.3.2	乙烯类卷材涂料	(71)
1.4.3.3	聚酯卷材涂料	(74)
1.4.3.4	有机硅改性聚酯卷材涂料	(78)
1.4.3.5	丙烯酸酯涂料	(79)
1.4.3.6	醇酸氨基树脂涂料	(80)
1.4.3.7	环氧类	(80)
1.4.3.8	其他类型	(80)
1.5	层压塑膜	(85)
1.6	发展趋势	(86)
2.	粉末涂料	(87)
2.1	简介	(87)
2.2	粉末涂料发展史	(89)

2.3 粉末涂料的分类与品种介绍	(91)
2.3.1 热塑型粉末涂料	(91)
2.3.2 热固型粉末涂料	(93)
2.4 粉末涂料的组成	(94)
2.4.1 填料	(94)
2.4.2 颜料	(95)
2.4.3 助剂	(97)
2.4.4 基料及其相应的固化剂	(98)
2.4.4.1 环氧树脂粉末涂料及固化剂	(98)
2.4.4.2 聚酯粉末涂料及其固化剂	(102)
2.4.4.3 丙烯酸型粉末涂料	(113)
2.5 粉末涂料生产工艺简介	(115)
2.6 粉末涂料的涂装	(119)
2.7 粉末涂料的测试方法	(121)
3. 绝缘漆	(124)
3.1 绝缘漆的定义	(124)
3.2 绝缘漆的重要性	(124)
3.3 绝缘漆的性能	(124)
3.4 绝缘漆的分类	(128)
3.5 绝缘漆的发展概况	(130)
3.6 国内绝缘漆产品简介	(141)
4. 辐射固化涂料	(152)
4.1 辐射固化原理	(152)
4.1.1 紫外光固化	(152)
4.1.2 电子束固化	(155)
4.1.3 辐射固化技术的优缺点	(156)
4.2 辐射固化涂料用原料	(157)
4.3 辐射固化设备	(165)
4.3.1 紫外光源	(165)
4.3.2 电子束固化设备	(166)
4.4 辐射固化涂料的发展	(167)
5. 木材涂料	(173)

5.1 概述	(173)
5.1.1 木材涂料的作用	(173)
5.1.2 木材的结构和性质对木材涂料选用的影响	(174)
5.1.2.1 材质和结构的影响	(174)
5.1.2.2 含水率的影响	(174)
5.1.2.3 木材中的树脂、单宁与色素对涂漆的影响	(174)
5.2 木器涂料的选用	(175)
5.2.1 硝酸纤维素漆	(177)
5.2.2 酸固化木器漆	(178)
5.2.3 不饱和聚酯木器漆	(179)
5.2.4 聚氨酯漆	(182)
5.2.5 紫外光固化漆	(189)
5.2.6 水性木器漆	(190)
5.3 木器涂料用助剂	(191)
5.4 木材涂料的施工	(193)

I. 概 论

1. 引 言

名称 长期以来,涂料在我国习称油漆。最早的涂料是由油和漆制成的。数千年前,我们的祖先已掌握割漆树而采集流出的漆液,用以涂饰宫室、家具、棺木。从“漆”字可见,表征有液体,有“木”字,示意从漆树采割,是中国的特产。干性油中的桐油也是我国特产,国外称为“中国木油”China Wood Oil,因桐子生长在树上,不像亚麻籽 Linseed 是草本植物。

随着时代快速进展,许多新型涂料层出不穷,既不含生漆,也不含油脂,则“油漆”之名称,已不相符。回忆五十余年前笔者在交大由沈慈辉教授教涂料课时,课本是英人 Noel Heaton 所著“油漆技术大纲 Outlines of Paint Technology”书名中尚称 Paint(油漆),笔者 1946 年进入造漆厂见到美国的 Joseph Mattill。主编的五册一套丛书,书名为 Protective and Decorative Coatings(防护和装饰涂料),才首次见到 Coating 一字以取代 Paint,可译为涂料了。但 Coating 一字含义灵活模糊,可表示涂料,也可表示已干固的涂层。而且金属电镀也叫 Coating,衣服料也叫 Coating,笔者在上海涂料公司曾收到美国寄来给某服装(Coating)公司的商务信,误送到涂料公司。美国 Zeno Wicks 教授等出版的·书“Organic Coatings”有机涂料,但全球广泛应用的防腐蚀涂料无机富锌漆 Inorganic Zinc Rich Paint,却不是有机的。笔者认为日本习称为“涂料”,称干固的膜为“涂膜”,称漆字らるしえ则专指生漆,不会混淆。我国 20 世纪 70 年代已将“油漆”改称为涂料,但漆字仍广泛应用,如“船底漆”,“乳胶漆”,就连我国以前的化学工业部内设有“油漆染料处”,可见油漆与涂料二个字,在我国实是通用,但有些新型涂料如“粉末涂料”、“卷材涂料”等,未闻有称为“粉末漆”者。

涂料涂膜的特征 涂料干燥固化后,形成了一层高分子聚合物薄膜称

为涂膜。但它与通常的聚乙烯等塑料薄膜不同。塑料薄膜是独立脱开的膜，而涂料的膜则紧密粘附在物体表面上的。涂料与粘合剂相近似，都有粘附力，所以古语“如胶似漆”。但粘合剂是夹在二个物面中间，与二个物面粘附，而涂料则仅有一面与物体粘附，另一面则暴露在外边空气中，所以粘合剂不必注重外观，而涂料的外边一面或要求彩色美观，或要求消光伪装，或要求能防止腐蚀，防止海洋生物污损，或要求能电气绝缘，或要求能暗处发光，或指示物面温度等等许多性能，这是涂料的特征。

涂膜的性能 许多物体的性质往往与其表面有关。涂料可改变物体的某些性质，故是一种有效的化工材料，例如：

1. 光学性质

日常可见汽车、摩托车、自行车等，用涂料装饰外观，使美观促销。教室的黑板是涂料使呈消光的黑色，并使表面毛糙，易用粉笔书写。然而对于白板，则涂层制成光滑致密，使彩色笔迹容易擦除。港湾大吊车往往涂成桔红色，工程车常涂成黄色，令人注目避防，而坦克战车则涂成伪装迷彩色以致隐蔽，此二种车壳均为灰色钢板制成，原本相似，薄薄的涂层，可使表面完全不同。

2. 电磁性质

许多电动机和变压器的作用是靠通过铜线的线圈的电流。但铜线之间又必须绝缘，否则会短路烧毁。人们制成了漆包线，有聚酯、聚酯亚胺、聚酰亚胺等涂料，使电机能正常可靠地工作，所以绝缘漆是人类文明不可或缺的化工材料，请参阅本书的绝缘漆专章。有些物体本身不能导电（如塑料、木材、混凝土地坪等），人们又开发了导电涂料，能泄放静电、防止火灾、防止尘埃等。含有镍粉的涂料，涂在电子仪器塑料壳体内壁，可屏蔽电磁波而互不影响干扰，薄薄的涂层可改变物体的电磁性质。

3. 保持清洁

木材是多孔物料。用浅色木材制成的桌面，若无涂层，则偶有墨水、酱油等倾倒，即会吸入木内难以消除。皮革不仅是多孔物质，且是蛋白质胺基酸，极易与各种色素脏物吸附反应，不能褪除，使浅色皮衣、皮鞋染斑。有了薄涂层则很易去污，保持皮件的品质。

笔者在新加坡，其美丽洁净的景观令人心怡。探其原因之一，乃在政府部门严格规定外墙涂防腐漆。否则该地是终年盛暑，又湿又热，霉菌易滋长蔓延。今涂了防腐漆，终年美观清洁。此外，世上有许多蚊、蝇、蟑螂滋长地

区,室内可涂阿帝兰等灭虫乳胶漆,以保持清洁卫生。

4. 机械性质

有些材料如聚碳酸酯光学透明性好,质地又韧,但性稍软,易擦伤。将其表面涂了硬的有机硅涂层,就可改善,广泛用作眼镜片。有些材料质地坚硬,如金属工具的铁柄,若用塑溶胶涂层,则手感舒适。有些照相机壳体用聚氨酯弹性涂料改进手感。还有一种习称“绒毛涂料”也可改进物体(如钢笔等)的手感。

关于摩擦系数,有一种干膜润滑涂料,用于飞机上以降低摩擦系数。反之在舰艇上常用防滑甲板漆,以保护人员不致在海浪波动中滑倒。

5. 防腐蚀 全球今日已进入高科技信息时代,但钢铁仍是构造人类文明的主要材料。在汪洋的狂浪中,巨轮和采油平台,都靠钢的坚强而屹立海中。但钢铁极易腐蚀,许多钢铁结构和物体采用涂料来保护。跨海大桥、水利工程闸门、铁塔、长距离输油输气管道、港湾码头、大型贮槽、汽车火车、战斗舰艇等等若无涂料均难以维护。笔者在船厂亲见,一艘潜艇执勤了五年回坞,括除其 0.3mm 的涂层,层下钢板光亮如新。这像是健康的人们,有坚强的骨骼和肌肉,也必须有完好的表皮。表皮破损则细菌滋生溃烂患疾。

以上所述仅是示例,涂料除了防蚀和装饰外,还有许多特殊功能,如飞机的防雷达波涂料、示温涂料、示芥子毒气涂料、示温涂料、防火涂料等等不胜枚举,连乐器也与涂料有关。普通低级的小提琴是用聚氨酯涂料,但高级的古老的小提琴其涂层是用天然树脂配成的,音质极佳,每把成分迄今在探索中。可见涂料涉及面之广,是一种用途广泛的化工材料。

1.1 涂料的分类

涂料是一种应用广泛的化工产品,花色门类很多,往往不易为用户所辨别,有不少分类方法,有按化学成分(如醇酸漆)分类和应用分类(如船舶漆)两种。详细分类则有多种:

一、按采用部门,可分为军用品涂料和民用涂料。军品涂料是按军工部门的特殊要求而制造,具有严格的标准,如美国军标 MIL 规格。民用品涂料则是除军品涂料以外的产品,其中又分为许多门类。

二、按销售给用户的方式,可分为直供品涂料和店售品涂料。

三、按干燥过程的变化,可分为热塑型挥发性涂料如硝基喷漆、氯化橡

胶漆和热固性涂料,如三聚氰胺烘烤漆、双组分聚氨酯漆。

四、按干燥温度,可分为常温干燥和烘烤固化(在美国称为 Baking Finish,在英国则称为 Stouing Finish)。一般汽车约在 130—140℃烘烤。粉末涂料常在 180—200℃烘烤。卷材涂料在高温(PMT240℃)短小时内(几十秒)烘烤固化。烘温低者(TO℃)称为强制干燥(Forced dry)涂料。

五、按涂料施工前后程序,可分为:

封底漆(又称封固漆),封多孔的墙面等等。

底漆

中涂,或称二道底漆

面漆

若为车辆的金属色漆则又分为二层:底色漆

罩光清漆

六、按涂料状态可分为:

有机溶剂型

有机无溶剂型

粉末型

水性漆,如电沉积漆,硅酸钾富锌漆。

水性分散体型,如乳胶漆、聚氨酯分散体涂料。

七、民用漆中按应用领域可分为:

建筑漆

船舶漆和防腐蚀漆

一般工业产品漆 如冰箱,自行车等在流水线上烘烤固化。

食品罐头涂料

汽车的原厂漆及修补漆

木器漆及光固化木材漆等等。

八、按成膜物质(基料)分类,在我国涂料工业中采用此分类法,分为 18 大类:

1. 油脂涂料

2. 天然树脂涂料

3. 酚醛树脂涂料

4. 沥青涂料

5. 醇酸树脂涂料