

国家机械工业委员会统编

初级涂装工艺学

(初级油漆工适用)

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

机械工人技术理论培训教材

初 级 涂 装 工 艺 学

(初级油漆工适用)

国家机械工业委员会统编



机 械 工 业 出 版 社

本书以介绍涂料、涂装的初级技术理论为主要内容,包括有“油漆”,“涂料”名称的演变史,油漆、涂料及涂装技术的历史和发展。涂料基本知识,涂装方法及设备工具,涂装操作技术,涂装工艺与涂层质量、安全与防护等基础知识。

本书由沈阳低压开关厂梁省三编写,由沈阳低压开关厂唐守讷,东北工学院表面加工技术研究所车承焕审稿。

初级涂装工艺学

(初级油漆工适用)

国家机械工业委员会统编

责任编辑:崔世荣

责任校对:丁丽丽

封面设计:林胜利 方 芬

版式设计:乔 玲

责任印制:张俊民

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

中国农业机械出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $8^{1/2}$ ·字数187千字

1988年12月北京第一版·1988年12月北京第一次印刷

印数 00,001-22,100 ·定价:3.60元

ISBN 7-111-01153-8/TQ·7

前 言

1981年，原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》，确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此，组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲（试行）》，编写了相应的教材，有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作，初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况，取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准（通用部分）》进行了全面修订，原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求，而且缺少高级部分；编写的教材，由于时间仓促、经验不足，在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此，原机械工业部根据新《标准》，重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划、培训大纲》（初、中、高级），于1987年3月由国家机械工业委员会颁发，并根据培训计划、大纲的要求，编写了配套教材149种。

这套新教材的编写，体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神，坚持了文化课为技术基础课服务，技术基础课为专业课服务，专业课为提高操作技能和解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上，力求以

基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力的培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂，长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易；教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组

1987年11月

目 录

前 言

第一章 概述	1
第一节 油漆与涂料	1
第二节 涂料的作用	7
第三节 涂料的组成	11
第四节 涂料生产工艺	15
第五节 国内涂料生产概况	21
复习题	25
第二章 涂料的基本知识	26
第一节 涂料产品分类、命名及型号	26
第二节 涂料的编号及原则	33
第三节 涂料的选择和配套使用	35
第四节 腻子	51
复习题	65
第三章 涂装方法及设备工具	66
第一节 涂装方法选择应用知识	66
第二节 涂装设备工具的结构、正确使用及维护保养方法	80
复习题	161
第四章 涂装操作技术	162
第一节 刷、浸、淋、滚涂法	162
第二节 空气喷涂法	171
第三节 刮磨法	177
第四节 高压无气喷涂法	182

第五节 电泳涂装法	185
第六节 静电喷涂法	192
第七节 粉末涂装法	200
第八节 其它涂装方法	209
复习题	223
第五章 涂装工艺与涂层质量	224
第一节 涂装工艺的选择	224
第二节 涂料选择与涂层作用	234
第三节 涂料的涂装方法影响涂层质量的因素	243
复习题	249
第六章 安全与防护	250
第一节 涂装生产中的安全措施	250
第二节 防火	257
第三节 防爆	259
第四节 涂装生产中的个人防护	261
第五节 其它安全防护措施	263
复习题	265

第一章 概 述

现代涂装是高度发展的科学技术领域里一门不可缺少的技术。利用涂料特有的多种多样的性能，按照一定的操作方法，将其涂装在产品表面上，形成一种固着的涂层，可以起到保护、装饰、标识和其他特殊的作用，因此被广泛地应用于各种制造工业和人类日常生活中。而现代涂装更能体现产品的精密加工技术，是综合应用新涂料、新技术以及表面防腐和现代光学最新成果的重要标志；它在一定程度上反映了一个国家工业化的程度以及科技发展和人民生活的水平。在现代工业技术高速发展的今天，涂装技术无疑将成为科技发展和国内外产品市场上激烈竞争的重要方面，因而，有关涂装的新的科研成果，已被纳入技术保密的范畴。

显而易见，涂装在我国四个现代化的建设事业中，在发展我国的机电工业，提高产品质量满足社会需要方面，具有重要的作用。从事涂装工作的管理人员和广大的涂装操作者们，应当认真学习，努力实践，不断提高自己的涂装技术水平，为振兴中华，振兴机电工业贡献自己的聪明才智。这就是我们编写本书的目的。

第一节 油漆与涂料

涂料是由油漆的发展演变而来的。油漆已有数千年的历史，涂料的历史还不足百年。人们把天然植（动）物油，天然树脂等物质混合并经炼制而成的产品叫做油漆；而将高分子化学合成树脂、合成油或改性油等混合炼制而成的产品称

为“有机涂料”，简称“涂料”。现代涂料生产的绝大多数是合成树脂涂料，油漆的生产量已逐年在减少。从现代涂料的生产结构，特别是油漆与涂料组成原材料的性质，已经发生了“质”的变化，把涂料继续称为“油漆”已名不符实，称为“涂料”，才是正确的科学叫法。

一、油漆演变为涂料的历史过程

我国是发明、制造、应用油漆最早的国家，追溯油漆的发展史，考古发现的古人类穴居中的泥壁画，生动的表明了远古人民使用油漆的美好史实。商、周时代，劳动人民用牛乳、蛋白、酒、蛋黄、蜡等调配成早期的油漆，迄今已有近3000年的历史。如果用现代涂料生产技术观点剖析：牛乳、蛋白、蜡等是成膜粘结物；带色的蛋黄、土浆等是着色物颜料；酒既是防腐剂，又是很好的稀释溶剂。这一采用天然原料与科学的实践巧妙的组合使油漆得以诞生，充分说明古代劳动人民发现、制造油漆之早，水平之高，以及他们的聪明才智。商周后期至春秋战国时代，人们已能从天然漆树中割取漆树分泌的白色乳液，从桐树的果实中榨取桐籽油，用来熬炼造漆或单独做为涂饰材料，迄今已有2000多年的历史。春秋时代，我国漆树和桐树的栽培很普遍，产地之广，割制漆业之兴旺已达到一定水平。天然大漆、桐油的出现，标志着真正油漆的诞生。随着社会的进步、历史的前进，人们继而用猪血、松香、虫胶等各种动植物胶液、土红、土黄、松烟、酒等为原料造漆，并不断的发展天然大漆和桐油多品种的提炼技术，是油漆的发展。不断的采用并发展以天然树脂、各种天然原料进行油漆多品种生产的历史发展到18世纪中期，已达很高的水平。除了技艺高超的大漆与桐油的制造技术外，人们用牛、羊、猪油、蓖麻油、亚麻油、罌子桐油（桐油）、豆油等多种动、植

物油，用松香、紫胶(虫胶)、琥珀、乳酪素天然沥青、皮胶、松节油、松烟等天然原料，造出多种水平很高的油漆。在这一时期，出现了初期的化学法造漆技术、即原材料的提炼并简单的改性。本世纪始至20年代初，石油化工工业的崛起，尤其是化工合成技术的发展，相继合成了多种高分子合成树脂(如硝基纤维、酚醛、醇酸树脂等)用于造漆。用化学方法加工天然原料(如加工甘油、脱水蓖麻油、硝化棉、松香脂)，有机颜料(如铁红、铁黄、群青、氧化锌、钛白、铬黄、立索尔紫红)。用石油馏化溶剂、煤焦提炼苯类溶剂、化工合成脂、酮、醇类混合溶剂等，使造漆工业技术真正进入了不同于油漆的新时代。40年代又有氨基、有机硅、环氧等合成树脂材料加入新型合成树脂材料的行列。新型高分子合成树脂，矿物和有机颜料、化工合成油料、溶剂等的不断涌现，使涂料生产使用的原料及涂料生产技术，发生了大幅度结构变革，并在涂料的配料中少用植物油或不用油料。生产的不同类多品种的合成树脂涂料，有着古老传统油漆所无法比拟的作用。以天然原料为主的油漆生产品种越来越少，新型合成树脂涂料占据了涂料工业的主导地位，决定了涂料涂装技术发展大趋势。80年代以来国内涂料生产的结构正在发生很大变化，已进入了新型合成树脂涂料为主体的生产并广泛应用的新历史时代。

二、油漆涂饰技术的历史及发展

油漆的涂饰技术在我国历史悠久，古代劳动人民的精湛技艺对油漆的涂饰技术的发展做出了极其宝贵的贡献。为中华民族5000年灿烂的文化增添了夺目的光彩，积累了极其丰富的油漆涂饰技术的宝贵经验。《尚书》中的〈顾命〉篇里有“漆仍几”句；〈禹贡〉篇有“兖州厥贡漆丝，豫州贡漆”。据说

这是我国最早记载天然大漆用于涂饰漆器农家具的史书。《左传》中的“从其有皮，丹漆若何？”的记载；《山海经》中多处说到漆的制造业的兴旺，应用之广泛等等。距今两千多年前，我国古代劳动人民使用丹砂、大漆等材料，涂饰车辆。河南、湖北、河北、山西等地盛产大漆、桐油等，用以涂饰成精美的漆器。这一带的地方官把它做为贡品献给帝王，而百姓们以毛皮换漆，用涂饰各种手工艺品漆器，来交换各种生产工具或生活用品。长沙马王堆一号、三号西汉古墓中出土的大量精美漆器，都证实了这一历史事实。这批漆器虽埋藏地下已2100多年，依然可光亮照人，艳丽非凡，雄辩的说明了我国劳动人民用漆之早，涂饰技艺之高超。唐代《本草拾遗》，宋代《本草衍义》，元代《过木枋山诗》及明代名著《本草纲目》等名籍中都有一些古代人民造漆与涂饰技术的记载。到了唐、宋朝，涂饰技术之精湛已达很高超的地步了。北宋至元、明朝时代，更是饰漆名匠辈出，督造制漆和涂饰技术的官员应试于明成祖。说明上自皇帝，下至地方官，都对油漆的涂饰颇为重视，可惜现今找不到更详细记载这一历史时期的饰漆名匠们的高超技艺的史书，令后人无从学习继承。据权威考究，只有明隆庆年间，当时的饰漆名工匠黄大成著的《髹漆录》一书，较详细记载了饰漆技艺中的堆、剔、雕、嵌等饰漆方法，据说这是我国历代记载油漆的涂饰技术最完整的一本书了。自周朝至今，无别书可比，是我们了解并继承古代劳动人民饰漆名工匠们涂漆工艺的最宝贵资料了。到了清代，我国的漆器的涂饰技术更是锦上添花，清末的诸多国际赛会，多次连获金牌。至今涂饰精湛的福州、扬州、北京的漆器，多种涂饰工艺品等仍然是驰名中外，享誉五洲。其次象我国的桐油、紫胶、古时的炭黑的生产，涂饰

技术，也是很高超的，在历代的古书中也有记载。我国用桐花烟制的墨，纯黑光亮无比，而紫胶的用途就更多了；追溯到我国油漆的涂饰技术历史时，以历代的古建筑群的宫殿、楼台亭阁、庙宇的涂饰技术最为高超，虽饱经风吹、日晒、雨淋，依然未失其丰采。建国前的近百年来，我国近代工业的发展缓慢，才使涂料的涂装技术显得落后了。涂装技术的发展是伴随着国民经济与人民生活水平的增长而发展，经济的发展促进涂料工业的发展，涂料的发展又促进涂装技术水平的提高。建国后的1949年到80年代，我国的涂料工业生产有了很大的发展，并取得了很大成就。

三、涂料与涂装技术的历史及发展

涂料问世于18世纪，到20世纪的20年代得到了显著的发展。这一时期出现了化学法生产涂料，即采用化学法提炼涂料生产所需的原材料，对原用于油漆生产的很多原材料进行改性，使之性能、质量、品种等方面都有了根本上的改变。化学工业的发展，特别是石油化工合成技术的进步，相继生产出硝基纤维、酚醛、醇酸等多种高分子合成树脂用作涂料。采用化学方法生产替代天然原料，象涂料配料中的甘油、脱水蓖麻油、硝化棉、松香脂的加工等。许多的有机颜料如群青、氧化锌、铁红、钛白、铬黄、紫红等也都是在这个时期用化学法生产的。同时并能用石油馏化法生产溶剂，用化学法从石油或煤焦中提炼苯类溶剂、化工合成脂、酮、醇类溶剂并制成混合剂用于配套的合成树脂涂料。20世纪40年代，又相继合成氨基树脂、有机硅树脂、乙烯类树脂等高性能高质量的新型合成树脂材料。50年代又有环氧树脂、不饱和聚酯树脂、聚氨酯树脂等合成树脂材料。50年代后期研制成功水溶胶、水溶性阳极电泳涂料用多羟基树脂等用于生产溶胶涂

料、电泳等涂料。60年代中期又出现了热固型丙烯酸涂料、粉末涂料、电子束辐射固化涂料、紫外光固化涂料（又称为光固化涂料）等非水分散型涂料。涂料生产发展到70年代，为了改善阳极电泳涂料，又研制成功了多胺基的阴极电泳涂料。这一时代还生产出水溶性面层涂料、高固分涂料等。新型化工合成高分子合成树脂、有机颜料（还有加工的矿物颜料）、合成油或改性油料、有机配套溶剂等的不断涌现，使涂料生产使用的原材料、涂料生产类型、生产工艺、相应的设备、生产技术水平、科研等都发生了大幅度的结构变革。50年代是大发展时期，60年代是在研制新品种的同时，使涂料生产、相应的涂装技术都向着高性能、高效率、经济性方面发展。70年代则对涂料与涂装技术提出了高效、高质量、低耗、节省能源、减少或消除环境污染、改善劳动条件，提高健康水平的方向发展。许多的新型合成树脂涂料、相适应涂料涂装特点的涂装方法，都在不同程度上达到了上述的要求。合成树脂涂料具有古老的“油漆”所无法与之相比的性能，特别是适应现代化经济、科学技术、人民生活水平等高度发展的需要上，更有着十分明显的差别。因此，合成树脂涂料的生产占据了涂料生产的主导地位。涂料生产进入80年代后，发展的要求是：高保护、高装饰、低毒低污染，涂料组分配料中少用油或不用油，不允许使用纯苯、甲苯等毒性大的有机溶剂等。低污染的高性能高质量的涂料、水性涂料、水溶性阴极电泳涂料、无溶剂涂料（粉末状、液状）等会在今后得到更大发展。古老传统的油漆，除独具特殊性能的一些优良品种将继续生产外，生产量将会越来越少。涂料的涂装技术，总是同涂料相辅相成。首先有涂料诞生，才会有相适应的涂装方法，而涂装方法又要符合涂料的涂装特点。涂装

技术的发展历史过程是刷、刮、喷、手工辊涂，自动线喷涂，静电喷涂，自动辊涂，幕帘式淋涂，自动浸涂，水溶性浸渍电泳，高压无气喷涂，粉末静电喷涂等主要发展的顺序过程。这些都是伴随着涂料的发展，而由手工涂装开始，适应涂料特点的涂装方法，涂装设备的生产配套后形成自动流水线的大批量生产的。涂料的性能，涂装特点，涂装方法，干燥方法，涂料间的层次配套等，以及涂装工艺生产中的逐步完善等诸因素，构成了涂装技术的应用与发展。不同涂装特点的高性能涂料的出现，与之相适应的出现了先进的涂装方法、配套设备，相辅相成的促进了涂装技术向着高速度、高效率、高质量、低消耗、节省能源、减少环境污染的方向发展，普遍的建成了各种涂装方法的自动流水线生产，这是涂装技术今后发展的必然趋势，还将会时代新技术特色的机器人，电子设备，更新电远红外，光固化，电子束固化，高固液固化等先进技术，用以实现全自动程序控制的无人操作的涂装生产。

第二节 涂料的作用

涂料做为一种保护产品表面免受腐蚀、侵害、装饰美化产品的工程材料，无论呈液体或固体存在，必须经一定的方法，将其涂装在产品表面上，干燥成膜形成牢固附着的坚实涂层后，才能真正发挥涂料的作用。涂料除了具有保护作用，延长使用寿命，装饰产品表面，美化生活环境外，还具有色彩标志及各种特殊作用。

一、涂料的保护作用

未经防护处理的物体表面裸露在大气中，不可避免的会受到大气中的二氧化碳、二氧化硫、硫化氢等有害气体的腐

蚀。其中的二氧化硫气体与水作用后，对金属表面具有很强的腐蚀性。硫化氢气体对有色金属表面危害最大。现代工业的高速度发展，大量的有害气体进入大气中，使大气层受到严重污染。虽经不断的采取各种有效的措施，科学技术仍未达到大幅度降低的程度，有害气体对金属的腐蚀仍然是严重的。大气层受污染的空气中夹有许多有害的灰尘等污染物质，散落在金属表面上造成腐蚀。金属表面同潮湿的空气接触，在一定的温度下饱和易结露(又称露水)，雨、雪、冰、霜，潮湿气体，露水的附着等都是金属腐蚀的介质。运贮保管中的不善，金属表面被水浇淋、油污和酸、碱、盐等各种化学药品的侵蚀，也是金属表面遭到腐蚀的原因。金属腐蚀除了自然界和人为的污染侵蚀外，还有金属的内部原因。把金属型材加工成产品，除了冷加工外，还需要热加工的轧制、弯曲、焊接、热处理等工艺方法。高温热加工会在金属表面产生氧化皮，氧化皮是金属腐蚀的媒介物质，遇水或潮湿气体就会变成锈蚀物。打砂、抛(喷)丸处理后呈现新鲜的金属本色表面，如不采取防护措施则极易锈蚀。热处理后残留表面上的盐类处理不干净，也会造成金属腐蚀。金属及其制品受到腐蚀破坏的原因多种多样，不胜枚举。金属遭受腐蚀的主要表现是生锈、产生氧化皮，使金属层层剥落，外型、色泽改变，机械性能降低，直至报废。因此，人们为了防止金属的腐蚀破坏，不断的采取各种各样的办法，其中较普遍而又经济的是利用涂料，能够在金属等产品表面上形成一层固着的保护层，而又不会对金属表面产生腐蚀侵害，实践证明是诸多防治方法中的一种有效的防护方法。牢固附着在金属表面上的涂层，使表面与外界的多腐蚀介质、污染物质等隔离开，各种涂层本身具有不同程度的附着力，致密而坚

硬耐磨性、柔韧性、抗潮、抗化学药品，耐高温、低温，耐油抗污、优良的耐候性，能抵抗机械的冲击碰撞等。涂层的保护作用，有效的阻止并减缓了对金属的腐蚀破坏，延长了金属产品的使用寿命。金属车辆、机械设备，机床，仪器仪表，电器、轻工产品、船舶，化工设备、兵器等军工产品，桥梁、铁塔、地下管道、地下工程构筑物等，采用涂料做为保护层，能够长年累月的耐受阳光曝晒，风霜雨雪、潮湿、气候变化、油污、酸、碱、盐等化学品，海水及污染物，霉菌等的损害。一般各种车辆的保护涂层可使用3~5年，桥梁铁塔可达5~10年不脱落，船舶表面的涂层使用时间更长。

涂料的保护作用是显著的，不但用于金属材料及其产品表面防腐，非金属表面也广为使用。涂料已成为经济，人们生活中一种必需的重要材料。

二、涂料的装饰作用

涂料的组分中加入了红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等颜料，使涂料呈现各种色彩，涂装在物体表面上，改变了物体表面原来的颜色，形成了五光十色的美丽外观，给人们以赏心悦目的感觉。涂料除了能够美化各种物体的形象外，还能美化环境，给人们以舒适、美观、淡雅、热情奔放的视觉感，丰富了人们的社会物质生活，带给人们以美的享受。各式造型美观大方的构筑物、机械设备、仪器仪表、电器、机床、车辆、洗衣机、电冰箱、电风扇、缝纫机、电视机、录音机、钟表、乐器、玩具、罐头、暖水瓶、船舶内外表面、皮革、塑料、纸张、橡胶、木材等，数以万计的不同产品，涂以多种色彩的涂料，在很大程度上美化了产品，改善了使用条件，扩大了产品的应用范围，为人们喜用乐见，从而在很大程度上增强了产品的市场竞争能力。涂料的万紫千红的颜色可以

把一件很普通的产品，如玩具、乐器及其很多的产品装饰成为富有艺术魅力的工艺品。在工艺美术中，涂料是装蚀技术中的重要材料之一。高装饰涂料与美术型涂料的不断问世，必将会更大范围的增强产品的装饰作用。

三、涂料的标志作用

涂料在制造过程中几乎都加入了着色颜料，使涂料呈现红、橙、黄、绿、青、蓝、紫色等各种色彩，用于涂装各种设备（或设施物体），是最好的标志材料之一。人们除了睡眠以外，工作、生活、一切社会活动，几乎每时每刻都生活在色彩之中，每时每刻都同色彩打交道，各行各业的人们，色彩标志与之息息相关。利用红、黄、绿等颜色的涂料涂装铁路、机场、城乡交通等设施的指示灯、指示信号、道路划线等，用来表示警告、前进、停止、起飞、降落的标志，对保证空中交通安全，地面的交通秩序、交通安全，起到了举足轻重的作用。易燃、易爆、毒性不同的化学药品，药品的储存仓库、包装箱、器皿、运输药品的车厢等，利用涂料的颜色，给人们以表示警告、危险、毒性等级等标志，做到安全管理与安全使用。各种机械设备及电器设备、仪器仪表等的操作系统，利用涂料的红、黄、绿等颜色指示起动停止。电压、电流的高、低、大、小、安全使用等的的数据，方便了操作者识别与操作，有力的保证了工作生产的顺利进行，从而减少或杜绝很多设备人身安全事故的发生。输送管道、容器以及橱窗、商店的标志与装璜，同样利用涂料的色彩，给人们易于识别使用，并能表示功能。利用涂料所具有的色彩做为标志的范例成千上万，涂料的标志作用在一定程度上还达到了装饰产品、美化使用环境的目的，涂料的标志为国民经济的发展，人们的工作、生活，环境等发挥了良好的作用。