

TUZHUANG JISHU



第二册

交通运输工具、机电产品涂装

王锡春 何 箫 蔡云露 主编

化学工业出版社

2004
2:2

涂 装 技 术

第 二 册

交 通 运 输 工 具 、 机 电 产 品 涂 装

王锡春 何 霁 蔡云露 主编

化 工 学 业 出 版 社

内 容 提 要

本册为《涂装技术》第二册，主要内容包括交通运输工具涂装和机电产品涂装。共计五篇、二十九章。

其中，第一篇为汽车涂装，介绍了汽车涂装的工艺、涂料的选用以及汽车分段涂装和汽车零部件涂装的要求；第二篇为电工电器产品涂装，介绍了热带电工产品的涂装工艺及部分家用电器产品的涂装工艺；第三篇为机床涂装，介绍了机床涂装的工艺及其涂料品种；第四篇为飞机涂装，系统地介绍了飞机涂料的防护作用、飞机各种材料涂层系统的选择以及对涂料品种的要求；第五篇为船舶涂装，系统地介绍了船舶在海水介质中电化学腐蚀和阴极保护的原理和方法，介绍了船舶常用涂料和船舶各部位对涂料的选择以及船舶涂装工艺。本册第一、二、三篇由王锡春主编，第四篇由何肅主编，第五篇由蔡云露主编。

本书可供上述工业领域的涂装人员、涂装设计和科研人员、专用涂料生产技术人员参考。

涂 装 技 术

第 二 册

交通运输工具、机电产品涂装

王锡春 何肅 蔡云露 主编

责任编辑：孔家明

封面设计：许立

*

化学工业出版社 出版经销

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 850×1168 1/32 印张 15 1/4 字数 400 千字

1988年9月第1版 1988年9月北京第1次印刷

印数 1—10000

ISBN 7-5025-0141-X/TQ·103

定 价 5.80 元

前 言

为加速社会主义四化建设,促使涂料生产和涂装应用技术更好地紧密结合起来,中国化工学会涂料学会为满足国内各工业部门使用涂料的技术人员学习的需要,特组织编写了本书。

全书陆续分册出版。第一册为总论,其余为汽车及机械工业涂装、航空及船舶工业涂装、建筑构筑物及铁道车辆涂装、轻工产品涂装。可供有关涂装设计、科研、涂料生产和应用部门的技术人员参考。编写过程中,注意了总结我国涂装技术经验,同时又反映了近年来世界涂装技术水平。

由于学会成立伊始,编写人员的水平有限,希望各界读者对本书存在的缺点多提宝贵意见,以便再版时修订。

谨向支持本书组稿、审订和出版的有关单位和同志致以衷心地谢忱。

中国化工学会涂料学会

目 录

第一篇 汽车涂装

(王锡春、何风云)

第一章 概述	(1)
第一节 汽车涂装的发展简史.....	(1)
第二节 汽车涂装的特点.....	(2)
第三节 汽车涂层标准.....	(5)
第二章 汽车用涂料	(18)
第一节 概述.....	(18)
第二节 汽车用底漆.....	(20)
一、有机溶剂型底漆.....	(21)
二、电泳底漆.....	(26)
第三节 汽车用的中间层涂料.....	(28)
第四节 汽车用面漆.....	(30)
一、氨基醇酸树脂磁漆.....	(32)
二、汽车用丙烯酸树脂磁漆.....	(33)
三、聚氨基甲酸酯磁漆.....	(35)
四、醇酸树脂磁漆.....	(36)
五、硝基磁漆.....	(36)
六、过氯乙烯树脂磁漆.....	(37)
第三章 汽车车身、车厢的涂装工艺	(43)
第一节 汽车车身涂装及其质量控制.....	(43)
一、被涂物(车身)的状态.....	(43)
二、漆前表面处理工艺.....	(46)
三、涂布工艺.....	(47)
四、烘干条件.....	(52)
第二节 汽车车身的典型涂装工艺.....	(53)

一、 轿车车身的涂装工艺·····	(53)
二、 载重汽车驾驶室及覆盖件的涂装工艺·····	(54)
三、 客车车厢、旅游车车身的涂装工艺·····	(58)
第三节 车厢(货车)及其部件的涂装 工艺·····	(59)
第四章 汽车零部件的涂装工艺 ·····	(64)
第一节 车架的涂装工艺·····	(64)
第二节 车轮的涂装工艺·····	(65)
第三节 发动机的涂装工艺·····	(71)
第四节 底盘件的涂装工艺·····	(72)
第五节 防蚀涂层的涂装工艺·····	(74)
第六节 耐汽油、耐酸或耐热等涂层的涂装工艺·····	(77)
第七节 水箱、散热器、钢板、弹簧等的涂装工艺·····	(79)
第五章 汽车修补涂装 ·····	(81)
第一节 局部修补涂装·····	(81)
第二节 整车修补涂装·····	(83)
第六章 拖拉机和农业机械的涂装 ·····	(87)

第二篇 电工电器产品涂装

(何德泉)

第一章 热带电工产品的涂装 ·····	(95)
第一节 热带条件下对涂层的要求·····	(95)
第二节 在热带条件下,涂层损坏的几种主要形式·····	(95)
第三节 在热带条件下对涂层的选择·····	(96)
一、 涂漆前表面处理·····	(96)
二、 底漆·····	(98)
三、 面漆·····	(100)
四、 漆的层数、厚度和涂刷方法·····	(103)
五、 漆的干燥条件与施工的间隔时间·····	(103)
六、 漆的配套使用·····	(104)
七、 施工的环境和温湿度条件·····	(104)
第四节 热带电工产品典型涂装工艺·····	(104)
一、 中小型电机金属表面涂装工艺·····	(104)
二、 电机铁芯表面涂装工艺·····	(106)

三、 开关板涂装工艺·····	(107)
四、 低压电器零部件涂装工艺·····	(112)
五、 铜汇流排及母线涂装工艺·····	(120)
六、 电镀件涂装工艺·····	(121)
七、 低压电器油浸零件涂装工艺·····	(122)
八、 弹性零件涂装工艺·····	(123)
九、 仪表金属外壳涂装工艺·····	(123)
十、 仪表内部金属零件涂装工艺·····	(126)
十一、 铁芯叠片涂装工艺·····	(127)
十二、 仪表用磁钢涂装工艺·····	(128)
十三、 电工仪表铝合金支架涂装工艺·····	(129)
十四、 仪表标度盘涂装工艺·····	(130)
十五、 仪表木壳涂装工艺·····	(132)
第五节 热带电工产品涂层质量的检验·····	(135)
第二章 户外防腐电工产品的涂装·····	(138)
第一节 涂漆前表面技术要求·····	(138)
第二节 涂漆后表面质量要求·····	(138)
第三节 涂漆材料及施工工艺·····	(139)
第四节 涂漆施工工艺要求·····	(140)
第三章 潜水电机涂装工艺·····	(144)
第一节 适用范围及涂漆材料·····	(144)
第二节 涂装工艺及过程·····	(144)
第三节 质量检查及注意事项·····	(147)
第四章 家用电器的涂装·····	(149)
第一节 家用电器涂装的特点·····	(149)
第二节 家用电器的涂装·····	(149)
一、 洗衣机的涂装·····	(149)
二、 电冰箱的涂装·····	(151)
三、 涂层检验·····	(156)
第三节 家用电器涂装今后发展方向·····	(157)

第三篇 机床涂装 (金升元)

第一章 概述	(158)
第二章 机床涂装前的表面处理	(160)
第一节 铸件的表面处理	(160)
一、铸件表面的污物及其影响	(160)
二、铸铁件的表面处理	(161)
三、铸件表面处理方法及设备	(161)
第二节 钢板件制品表面处理	(163)
第三章 机床涂装用涂料	(166)
第一节 机床涂装用涂料选用原则	(166)
第二节 机床涂装常用涂料及其主要技术指标与性能	(168)
一、底漆	(168)
二、腻子	(170)
三、面漆	(173)
四、辅助材料	(179)
第四章 机床涂装工艺及标准	(184)
第一节 锤纹漆洒硅法施工工艺	(184)
一、洒硅法喷锤纹漆的优点	(184)
二、洒硅法施工原理	(184)
三、“硅水”的配制	(185)
四、洒硅法施工要点	(185)
第二节 机床漆膜常见弊病及防止方法	(187)
第三节 机床涂装标准	(190)
一、出口机床涂漆技术条件(JB1471—81)	(190)
二、出口机床涂漆典型工艺(JB/Z113—81)	(190)
三、机床涂漆层防护性能试验	(192)

第四篇 飞机涂装 (何甬)

第一章 飞机涂装的作用	(205)
第一节 防护作用	(205)
第二节 伪装作用	(208)

第三节	装饰作用	(211)
第四节	其它作用	(213)
第二章	飞机涂料的要求和主要品种	(216)
第一节	飞机涂料的要求	(216)
一、	对涂料的要求	(216)
二、	对漆膜的要求	(217)
第二节	飞机涂料主要品种	(218)
第三章	飞机的整机涂装	(246)
第一节	飞机蒙皮涂料的发展	(246)
一、	飞机蒙皮涂料发展的三个阶段	(246)
二、	聚氨酯飞机蒙皮涂料	(249)
第二节	飞机蒙皮涂层系统的选择	(252)
一、	金属表面预处理	(252)
二、	底漆与面漆	(258)
三、	涂装方式的选择	(259)
第三节	整机涂装工艺	(261)
一、	铝合金表面的阳极化处理	(262)
二、	头道底漆的喷涂	(263)
三、	中间底漆的喷涂	(266)
四、	面漆的喷涂	(268)
五、	飞机标志的喷涂	(271)
第四节	聚氨酯涂料的毒性问题	(272)
第四章	飞机蒙皮伪装涂层的涂装	(275)
第一节	涂层伪装机理	(275)
第二节	伪装涂料种类	(276)
第三节	伪装涂料组成和性能	(277)
第四节	迷彩伪装图案及其施工	(280)
一、	迷彩图案设计原则	(280)
二、	迷彩斑点面积分布	(280)
三、	迷彩伪装图案施工	(281)
第五节	涂料伪装效果检验	(282)
第六节	伪装涂料的发展	(283)
第五章	复合材料的表面涂装	(285)
第一节	复合材料在航空工业中的应用	(285)

第二节	复合材料的分类	(286)
第三节	复合材料的破坏与防护	(286)
第四节	复合材料的表面处理	(287)
第五节	复合材料表面的涂装	(290)
一、	碳纤维复合材料表面的涂装	(291)
二、	玻璃钢表面的涂装	(291)
第六节	雷达罩表面涂层的性能及施工	(293)
第六章	飞机镁合金零件的涂装	(296)
第一节	镁合金零件的表面处理	(296)
第二节	镁合金零件的封闭处理	(299)
第三节	镁合金零件的防护涂层系统	(302)
第七章	机载设备的涂装	(305)
第一节	涂层的“三防”试验条件及最终测试	(305)
第二节	涂层系统	(308)
一、	防护装饰涂层	(308)
二、	功能涂层	(309)
第三节	涂覆工艺	(315)
一、	溶剂型防护、装饰涂料的涂覆	(315)
二、	粉末涂料的涂覆	(316)
三、	导光板涂层的涂覆	(316)
四、	防雾涂层的涂覆	(317)
第八章	飞机涂层的返修	(318)
第一节	脱漆剂及其组成	(318)
第二节	脱漆剂的质量检验	(322)
第三节	飞机雷达罩涂层的脱除及返修	(323)
第四节	飞机蒙皮涂层的脱除及返修	(324)

第五篇 船舶涂装

(蔡云露、沈敬华、孙祖信)

第一章	船舶腐蚀与保护方法	(327)
第一节	金属腐蚀与保护	(327)
一、	腐蚀过程的分类	(327)
二、	腐蚀破坏形态	(328)
三、	船舶条件下金属腐蚀保护的原理	

理及方法分类·····	(330)
第二节 阴极保护·····	(333)
一、阴极保护的基本原理·····	(333)
二、牺牲阳极保护法·····	(343)
三、外加电流阴极保护法·····	(350)
第二章 船舶常用涂料·····	(369)
第一节 船舶涂料及其分类·····	(369)
第二节 车间底漆·····	(370)
一、船用车间底漆的性能要求·····	(370)
二、典型车间底漆种类及配方·····	(371)
三、车间底漆的发展趋势·····	(374)
第三节 船底涂料·····	(375)
一、船底防锈涂料·····	(375)
二、船底防污涂料·····	(381)
第四节 水线涂料·····	(389)
第五节 外舷壳板及上层建筑涂料·····	(391)
一、防锈底漆·····	(391)
二、船壳涂料·····	(393)
第六节 露天甲板涂料·····	(395)
一、露天甲板涂料的性能要求·····	(395)
二、露天甲板涂料品种及典型配方·····	(396)
第七节 船舱涂料·····	(398)
第八节 干货舱涂料·····	(399)
第九节 液体舱涂料·····	(400)
一、饮水舱涂料·····	(400)
二、海水压载舱涂料·····	(402)
三、燃油舱涂料·····	(403)
四、润滑油舱涂料·····	(406)
五、液体货舱涂料·····	(406)
六、其它液体货舱涂料·····	(407)
第十节 机舱涂料·····	(407)
第十一节 特种涂料·····	(408)
第十二节 海上平台用涂料·····	(410)
第三章 船舶涂装前处理·····	(414)

第一节	船舶各部位对涂料的要求及选用·····	(414)
第二节	钢材表面预处理·····	(419)
一、	涂装前的钢材表面预处理标准·····	(419)
二、	钢材表面预处理方法·····	(422)
第四章	船舶涂装技术 ·····	(422)
第一节	涂装施工条件·····	(422)
第二节	木质房间和木质家俱的涂装·····	(435)
一、	木质制品的表面处理·····	(435)
二、	木质房间的涂装·····	(437)
三、	木质家俱的涂装·····	(438)
第三节	非金属材料的涂装技术·····	(444)
一、	塑料制品的表面处理和涂装·····	(444)
二、	玻璃钢制品的表面处理和涂装·····	(444)
第四节	船舶建造中的分段涂装·····	(445)
一、	分段涂装工作程序·····	(445)
二、	分段涂装的性能比较·····	(446)
三、	新建船舶各部位涂装程序·····	(447)
第五节	油水舱的涂装·····	(449)
第五章	修理船舶的涂装维修 ·····	(453)
第六章	漆膜厚度管理 ·····	(458)
第一节	漆膜厚度测量·····	(458)
第二节	湿膜测量方法·····	(459)
第三节	干膜测量方法·····	(459)
第四节	漆膜平均的计算·····	(461)
第七章	船舶涂装的安全与卫生 ·····	(463)
第一节	船舶涂装中的安全与防护·····	(464)
第二节	船舶涂装对卫生健康的危害及防护·····	(466)

第一篇 汽车涂装

第一章 概 述

汽车是现代化交通工具之一，它对美化城市和点缀人民生活起到极其重要的作用，达到这一目的主要是靠涂漆来实现的，因从外表观察，汽车外表面90%以上是涂漆面。除造型外，涂层质量（外观、光泽、颜色等）的优劣给人们汽车质量以直观的评价，因而它直接影响汽车的销路。另外，涂漆也是延长汽车的使用寿命和提高汽车耐腐蚀的主要措施之一。因此汽车涂装是当今引人重视的汽车制造工艺之一。

汽车涂装一般系指轿车、大客车、载重汽车、吉普车等各种类型汽车车身及零部件的涂漆修饰，有时还包括部分农机产品（如拖拉机、联合收割机等）和摩托车的涂装，因它们的使用条件和涂装工艺与汽车相仿，另外有些汽车公司也生产拖拉机、农用汽车和摩托车等产品。按涂装对象，汽车涂装可分为新车涂装和修补涂装。

第一节 汽车涂装的发展简史

汽车涂装已有六十多年的历史，在近三十年内取得了显著的发展，尤其在近十多年中有突飞猛进之感。以汽车涂装的主要部件车身为例来研究其历史，世界汽车涂装的发展过程可划分为以下几个阶段（参见表1-1）。

因工业发展条件的不同，各国汽车工业的涂装水平也不平衡。美国和西欧的汽车涂装工艺较先进，开发了不少新的涂装技术和汽车用涂料新品种；苏联在七十年代引进了国外涂装技术，装备了伏尔加和卡马河汽车厂；日本在六十年代初与我国汽车涂装水平

差不多,由于发展迅速,现在其汽车涂装技术水平已进入世界先进行列。

第二节 汽车涂装的特点

汽车涂装的目的是使汽车具有优良的外观和装饰性,使汽车具有耐腐蚀,以提高其商品价值和延长其使用年限。另外汽车生产一般都是大量流水生产,在工业发达的国家,一条涂装线的年生产能力能涂饰几十万台车身,甚至上百万件汽车零部件。因而汽车涂装的涂装质量要求十分高,是工艺最现代化的工业涂装的典型代表之一,很多涂装新工艺、新技术是由汽车工业开发的,很多涂料新品种的探索及开发是由汽车工业促进的。基于上述因素,汽车涂装具有下列特点。

1. 汽车涂装属于高级保护性涂装,所得涂层必须具备极优良的耐腐蚀性、耐候性和耐沥青、油污、酸碱、鸟粪等物质的侵蚀作用。汽车属户外产品,因而要求汽车涂层适应寒冷地区、湿热带、工业地区和沿海等各种气候条件;在国际市场上具有竞争能力的汽车应适应世界各地的气候条件。

在湿热带的沿海地区,使用的汽车的腐蚀特别严重,涂装不完美的汽车车身或车箱,几个月就能锈蚀穿孔。北美、北欧等国家在严寒季节为防止路面结冻打滑,在高速公路上撒盐、撒砂,造成汽车车身的严重腐蚀。许多国家颁布了汽车涂层的防蚀基准,如果达不到基准要求,用户有索取赔偿的权利(例如,表 1-2 是加拿大政府颁布的基准)。

汽车车身表面在储运和使用过程中常落上鸟粪、路面的沥青、油污等,如果涂层不耐上述污物的侵蚀,易产生斑印,影响汽车的装饰性。汽车在高速行驶过程中,常受前车扬起的尘土和砂石的冲击,如果汽车涂层的耐崩裂性不好,易产生麻坑,影响涂层装饰性和耐腐蚀。耐崩裂性是轿车涂层的主要指标之一,因轿车的行驶速度高,车身又离路面低。

在高温高湿条件下,涂层易起泡,在严寒地区使用涂层易开

表 1-1 汽车车身涂装发展史

阶段名称 (主攻方向)		汽车车身涂装发展史				
阶段 (年限)	阶段名称 (主攻方向)	所用涂料	漆前处理	涂装方法	干燥方法	工时(人/小时/台)
第一阶段 (1930年以前)	原始阶段	油性漆等自干型涂料	手工擦洗	手工刷漆刮腻子	自然干燥	80~20
第二阶段 (1930~1946年)	手工喷涂阶段(适应产量和快干燥施工需要)	汽车喷漆(硝基漆、合成树脂(酚醛或醇酸)涂料)	碱液清洗	手工喷涂	自然干燥和烘干	由20人/小时降到5人/小时
第三阶段 (1946~1963年)	提高汽车涂层质量阶段(提高汽车涂层的装饰性、耐湿性和底板的耐腐蚀性)	浸用合成树脂底漆和水溶性底漆氨基面漆、热塑性(58)和热固性(63)丙烯酸面漆	磷化处理喷射式(47)和转动浸喷式(50)	拖式或转动浸涂底漆、手工喷漆法、静电喷漆法(空调喷漆室)	烘干 湿碰湿烘干工艺	5~3人/小时以上
第四阶段 (1963~1974年)	电泳涂装和自动喷漆阶段(节省劳动力、提高焊缝、内腔的耐腐蚀性)	第一代电泳漆后采用第二代高泳透力电泳底漆(70)金属闪光色面漆	磷化处理(薄膜化)几乎100%进行磷化处理	阴极电泳涂装法 自动静电喷漆(程序控制)	烘干 烘底漆有采用辐射与对流相结合方式	3人/小时
第五阶段 (1975年以来)	净化工程阶段(进一步提高耐腐蚀、防止公害、节能、提高资源利用率)	阴极电泳涂料(76)粉末涂料和高固体份涂料等低公害型涂料	浸、喷结合式磷化处理 前处理废水回收利用	阴极电泳涂装法(76)机械手自动喷漆高速杯式自动静电喷漆	烘干室废气燃烧净化热能综合利用	小于3人/小时

注:表中所列各阶段的新材料、新工艺、新技术是指该阶段有代表性的技术进步、括号中的数字为投产采用的年份。

表 1-2 加拿大汽车涂层的防蚀基准

生产汽车的年度	所要求的耐腐蚀性		
	外板无锈蚀	外板无穿孔锈蚀	不应有损坏结构的锈蚀
1978—1980年	1年或40000km 以上	3年或120000km 以上	6年或240000km 以上
1981年以后	1.5年或60000km 以上	5年或200000km 以上	同上
1985年	5年	10年	20年或300000km*

* 系国外汽车制造厂的奋斗目标,希望车身使用寿命达到20年或300000km以上。

裂,在热带地区强日照的条件下使用,涂层易失光、变色、粉化。

2. 汽车涂装(以汽车车身涂装为主)又属于中、高级装饰涂装,必须进行精心的涂装设计和具备良好的涂装环境及条件,才能使涂层具有优良的装饰性。汽车是城市和短途运输的主要交通工具,它对城市直接起到美化作用。汽车的装饰性除车型设计外,主要是靠涂装,因此汽车涂层的装饰性直接影响汽车的商品价值。

汽车涂层的装饰性主要取决于色彩、光泽、丰满度和外观等方面。汽车的色彩一般根据汽车类型、汽车外形设计和时代流行的色彩等来选择。除特殊用途的汽车(如军用汽车)要求,一般都希望汽车涂层具有极好的光泽。光泽的优劣不仅取决于所选用的涂料,还与汽车车身外形设计、车身加工(钣金加工、装配)的外表精度有关,一般感觉圆弧面或凸出面的光泽较平面要好。另外光泽还与涂层的配套工艺有关。

涂层的外观优劣直接影响涂层的装饰性,漆膜的桔皮、颗粒是影响涂层的外观主要因素。一般要求汽车外表涂层平整光滑、镜

物清晰,不应有颗粒。

3. 汽车涂装是最典型的工业涂装,除修补涂装外,生产节奏一般为几十秒钟至几分钟。为此必须选用高效快速的漆前处理方法,涂装方法,干燥方法和传送方式及工艺准备。

4. 汽车涂装一般系多层涂装。因靠单层涂装一般达不到上述优良的保护性和装饰性。如汽车车身涂层由底涂层、中间涂层、面涂层组成,涂层的厚度控制在 $100\mu\text{m}$ 左右。

第三节 汽车涂层标准

我国现行的汽车涂层标准 JB/Z111—74 是由一机部 1974 年颁布的。该标准是根据汽车各零部件的使用条件和涂漆质量要求不同,将汽车涂层分为 10 个组和若干等级,并提出了各组涂层的主要质量指标。该标准对所用涂料和涂装工艺无统一规定,只要求涂层的质量达到标准指标即可。汽车涂层的标准的组别和等级一般标注在汽车零部件的图纸上。例如:高级轿车车身需选用装饰性涂层,则在车身图纸上标注如下。

漆以 T Q₂ 甲 JB/Z111-74

表 1-3 所列汽车涂层的分组和表 1-4 所列的汽车用涂料涂层的主要质量指标是正在修订中的推荐的标准,供参考。

日本汽车工业会 1964 年 3 月提出的采用三聚氰胺醇酸树脂面漆的汽车涂层的性能基准列于表 1-5 中供参考。近年来为进一步提高汽车的耐用性和符合耐腐蚀六年以上的要求,采用了阴极电泳底漆,防蚀性(耐盐雾性)由 150h 提高到 800h 以上,耐水性由 200h 提高到 1000h 以上,并增加耐崩裂防蚀性。