

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材
· 汽车运用与维修专业



电子·教育

汽车涂装技术

彭义军 主编 赵社教 副主编
白长城 主审



2.4



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

汽车涂装技术

彭义军 主编 赵社教 副主编
白长城 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书共分8章,全面、系统地阐述了汽车涂装技术的基础知识,汽车涂装常用修补涂料的种类、性能及选用,涂料的调配,常用工具设备的性能、选用及使用方法,汽车局部和整车修补涂装工艺,常见涂膜弊病及防治方法,汽车修补涂装的安全技术及防止公害的措施。内容新颖,图文并茂,实用性强,每章后附实训项目和复习思考题,除可作为汽车运用、交通运输等专业高职高专教材外,还可供汽车行业工程技术人员参考使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

汽车涂装技术 / 彭义军, 赵社教, 主编. —北京: 电子工业出版社, 2005.4
高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业
ISBN 7-121-01060-7

I. 汽… II. ①彭…②赵… III. 汽车—涂漆—高等学校: 技术学校—教材 IV. U472.44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 024407 号

责任编辑: 张荣琴 特约编辑: 晓鸽

印 刷: 涿州京南印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 11 字数: 286 千字

印 次: 2005 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 16.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

出版说明

高等职业教育是我国高等教育体系的重要组成部分,也是我国职业教育体系的重要组成部分。社会需求是职业教育发展的最大动力。根据劳动力市场技能型人才的紧缺状况和相关行业人员资源需求预测,教育部会同劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部启动了“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,明确了高等职业教育的根本任务是要从劳动力市场的实际需要出发,坚持以就业为导向,以全面素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践教学,努力造就数以千万计的制造业和现代服务业一线迫切需要的高素质技能型人才,并且优先确定了“数控技术应用”、“计算机应用与软件技术”、“汽车运用与维修”、“护理”等4个专业领域,在全国选择确定200多所高职院校作为承担技能型紧缺人才培养培训工程示范性院校,其中计算机应用与软件技术专业79所,软件示范性高职院校35所,数控技术应用专业90所,汽车运用与维修专业63所。为加快实施技能型人才培养培训工程,教育部决定,在3~5年内,高职院校学制要由3年逐步改为两年。

为了适应高等职业教育发展与改革的新形势,电子工业出版社在国家教育部、信息产业部有关司局的支持、指导和帮助下,进行了调研,探索出版符合高等职业教育教学模式、教学方法、学制改革的新教材的路子,并于2004年4月3~13日在南京分别召开了“计算机应用与软件技术”、“数控技术应用”、“汽车运用与维修”等3个专业的教材研讨会。参加会议的150多名骨干教师来自全国100多所高职院校,很多教师是双师型的教师,具有丰富的教学经验和实践经验。会议根据教育部制定的3个专业的高职两年制培养建议方案,确定了主干课程和基础课程共60个选题,其中,“计算机应用与软件技术专业”30个;“数控技术应用专业”12个;“汽车运用与维修专业”18个。

这批教材的编写指导思想是以两年制高等职业教育技能型人才为培养目标,明确职业岗位对专业核心能力和一般专业能力的要求,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力,并围绕核心能力的培养形成系列课程链路。教材编写注重技能性、实用性,加强实验、实训、实习等实践环节。教材的编写内容和学时数较以往教材有根本的变化,不但对教材内容系统地进行了精选、优化和压缩,而且适当考虑了相应的职业资格证书的课程内容,有利于学生在获得学历证书的同时,顺利获得相应的职业资格证书,增强学生的就业竞争能力。为了突出教学效果,这批教材将配备电子教案,重点教材将配备多媒体课件。

这批教材按照两年制高职教学计划编写。第一学期教学所用的基础教材将于2004年9月前出版。第二学期及之后的教材大部分将于2004年12月前出版。这批教材是伴随着高等职业教育的改革与发展而问世的,可满足当前两年制高等职业教育教学的需求,教材所存在的一些不尽如人意之处,将在今后的教学实践中不断修订、完善和充实。我们将在教育部和信息产业部的指导和帮助下,一如既往地依靠业内专家,与科研、教学、产业第一线人员紧密结合,加强合作,与时俱进,不断开拓,为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。

电子工业出版社
高等职业教育教材事业部
2004年8月

参与编写《高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程 规划教材》的院校及单位名单

吉林交通职业技术学院
长春汽车高等专科学校
山西交通职业技术学院
湖南交通职业技术学院
云南交通职业技术学院
南京交通职业技术学院
陕西交通职业技术学院
浙江交通职业技术学院
江西交通职业技术学院
福建交通职业技术学院
南京工业职业技术学院
浙江工贸职业技术学院
四川职业技术学院
郴州职业技术学院
浙江师范大学高等技术学院
辽宁铁岭农业职业技术学院
河北承德石油高等专科学校
邢台职业技术学院
保定职业技术学院
武汉工交职业学院
湖南生物机电职业技术学院
大庆职业学院
三峡大学职业技术学院
无锡职业技术学院
哈尔滨工业大学华德应用技术学院
长治职业技术学院
江西机电职业技术学院
湖北省襄樊机电工程学院
河南漯河职业技术学院
吉林电子信息职业技术学院
陕西国防工业职业技术学院
天津中德职业技术学院
河南机电高等专科学校
平原大学
苏州工业园区职业技术学院
九江职业技术学院
宁波大红鹰职业技术学院
无锡轻工职业技术学院
江苏省宜兴轻工业学院
湖南铁道职业技术学院
顺德职业技术学院
广东机电职业技术学院
常州机电职业技术学院
常州轻工职业技术学院
南京工程学院数控培训中心
上海市教育科学研究院
深圳职业技术学院
深圳信息职业技术学院
湖北轻工职业技术学院
上海师范大学
广东技术师范学院
包头职业技术学院
山东济宁职业技术学院
无锡科技职业学院
钟山学院信息工程系
合肥通用职业技术学院
广东轻工职业技术学院
山东信息职业技术学院
大连东软信息技术学院
西北工业大学金叶信息技术学院
福建信息职业技术学院
福州大学工程技术学院
江苏信息职业技术学院
辽宁信息职业技术学院
华北工学院软件职业技术学院
南海东软信息技术职业学院
天津电子信息职业技术学院
北京信息职业技术学院
安徽新华学院
安徽文达信息技术职业学院

杭州电子工业学院软件职业技术学院
常州信息职业技术学院
武汉软件职业学院
长春工业大学软件职业技术学院
淮安信息职业技术学院
上海电机高等专科学校
安徽电子信息职业技术学院
上海托普信息技术学院
浙江工业大学
内蒙古电子信息职业学院
武汉职业技术学院
南京师范大学计算机系
苏州托普信息技术学院
北京联合大学
安徽滁州职业技术学院
新疆农业职业技术学院
上海交通大学软件学院
天津职业大学
沈阳职业技术学院
南京信息职业技术学院
南京四开电子有限公司
新加坡 MTS 数控公司
上海宇龙软件工程有限公司
北京富益电子技术开发公司
安徽职业技术学院
河北化工医药职业技术学院
河北工业职业技术学院
河北师大职业技术学院
北京轻工职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
广州铁路职业技术学院
广东番禺职业技术学院

桂林电子工业学院高职院校
桂林工学院
河南职业技术师范学院
黄冈职业技术学院
黄石高等专科学校
湖北孝感职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西蓝天职业技术学院
江西渝州科技职业技术学院
江西工业职业技术学院
柳州职业技术学院
南京金陵科技学院
西安科技学院
西安电子科技大学
上海新侨职业技术学院
四川工商职业技术学院
绵阳职业技术学院
苏州工商职业技术学院
天津渤海职业技术学院
宁波高等专科学校
太原电力高等专科学校
无锡商业职业技术学院
新乡师范高等专科学校
浙江水利水电专科学校
浙江工商职业技术学院
杭州职业技术学院
浙江财经学院信息学院
台州职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
天津滨海职业技术学院

前 言

本书是根据国家教委、交通部、汽车维修行业协会等5个部门关于“两年制高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案”编写的。

考虑到本专业特点,本书只介绍了汽车修补涂装的内容,而对新车涂装的内容不介绍。本书主要介绍了涂料的化学组成、物理性质;车身常用底漆、中间涂料、面漆的作用与组成以及使用方法;色彩的基本知识和搭配规律、调色的一般技术和调色的常用方法;涂装常用工具、设备的构造、使用方法以及设备维护(维修)知识;车身涂装前的表面处理、涂装工艺和关键工序以及典型的工艺过程;常见涂膜缺陷及防治办法;施工安全技术及防止公害措施。

本书的编写突出了职业技能培训的特点,以“够用”为原则介绍基本知识,克服了过去片面强调知识系统性的弊端。每章后附实训项目和复习思考题,适用于汽车运用与维修、汽车检测与维修、汽车技术服务与营销、交通运输等专业使用。本书内容新颖,图文并茂,实用性强,教学总时数建议60学时。

本书在编写过程中,参考、引用了部分资料(书目附后)。由于时间仓促,未能及时与这些资料的作者取得联系,在此谨向所有作者表示衷心感谢!扶爱民副教授对本书的编写提出了许多宝贵意见,在此一并表示衷心感谢!

全书由彭义军主编(湖南生物机电职业技术学院),白长城主审(湖南生物机电职业技术学院)。第1,3,4,5章由赵社教编写(陕西交通职业技术学院),第6章由彭义军编写,第2,7,8章由粟洪志编写(湖南省桔州农用运输汽车制造总厂)。

由于编者水平所限,书中错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2005年1月

目 录

第1章 汽车涂装概论	(1)
1.1 汽车涂装的定义及作用	(1)
1.2 汽车涂装的发展概况	(2)
1.2.1 汽车涂装的发展过程	(2)
1.2.2 汽车涂装方法简介	(3)
1.3 汽车涂装的目的及特点	(5)
1.4 汽车涂装的基本要素	(7)
复习思考题	(7)
第2章 汽车涂料的基本知识	(8)
2.1 涂料的含义及对其性能的要求	(8)
2.2 涂料的基本组成	(9)
2.2.1 涂料的组成	(9)
2.2.2 汽车用涂料的基本构成及其作用	(9)
2.3 涂料的分类与命名	(10)
2.3.1 涂料的分类	(10)
2.3.2 涂料的命名与编号	(12)
复习思考题	(13)
第3章 车身表面修补常用涂料	(14)
3.1 车身常用底漆	(14)
3.1.1 底漆性能要求	(14)
3.1.2 国产常用汽车底漆	(14)
3.1.3 特殊用途底漆	(15)
3.2 车身常用腻子	(17)
3.2.1 腻子的作用与分类	(17)
3.2.2 汽车常用腻子的性能和用途	(17)
3.3 车身常用中间漆	(19)
3.3.1 中间漆的作用与类型	(19)
3.3.2 汽车常用中涂层涂料的性能及用途	(20)
3.4 车身常用面漆	(21)
3.4.1 面漆的功用及分类	(21)
3.4.2 面漆的选用	(21)
3.4.3 常用修补面漆的性能及用途	(22)
实习实训	(29)
复习思考题	(30)
第4章 涂料调配与选用	(31)
4.1 色彩的基本知识	(31)

4.1.1	颜色的形成	(31)
4.1.2	颜色的三属性	(33)
4.1.3	颜色的视觉效应	(33)
4.1.4	颜色的表示方法	(35)
4.1.5	影响颜色的主要因素	(37)
4.2	汽车涂料颜色调配	(38)
4.2.1	配色的基本原理	(38)
4.2.2	涂料调色的基本规律	(39)
4.2.3	涂料调色方法	(42)
4.2.4	调色失败的原因分析	(44)
4.3	涂料调制的方法	(45)
4.3.1	涂料调制用具	(45)
4.3.2	混合比例	(47)
4.3.3	涂料调制方法	(47)
4.3.4	涂料调制时的注意事项	(48)
4.3.5	调制涂料时可能出现的病态	(50)
4.4	涂料用量的估计	(50)
4.4.1	原材料消耗定额的制定	(50)
4.4.2	影响材料消耗定额制定的因素	(51)
4.4.3	涂装前的估料步骤	(53)
4.5	合理选用涂料的一般原则	(53)
4.5.1	涂料选用的一般原则	(53)
4.5.2	原车表面涂层涂料的识别方法	(56)
	实习实训	(57)
	复习思考题	(57)
第5章	汽车修补涂装常用工具设备	(58)
5.1	清除工具	(58)
5.1.1	手工工具	(58)
5.1.2	机械工具	(59)
5.2	刮涂工具	(59)
5.2.1	刮板的类型	(59)
5.2.2	刮具的选择和正确使用	(60)
5.3	打磨工具及材料	(62)
5.3.1	打磨材料	(62)
5.3.2	手工打磨工具	(65)
5.3.3	机械打磨设备	(67)
5.4	压缩空气供给系统	(71)
5.4.1	空气压缩机	(72)
5.4.2	空气压力调节器及过滤器	(74)
5.4.3	空气软管	(75)

5.4.4	压缩空气系统缺陷对喷涂质量的影响	(76)
5.5	喷漆枪	(77)
5.5.1	喷枪类型	(77)
5.5.2	虹吸式喷枪的结构和工作原理	(79)
5.5.3	喷枪的正确使用和维护	(82)
5.5.4	喷枪的操作规范及要点	(82)
5.6	喷漆、烤漆房	(86)
5.6.1	喷漆房	(86)
5.6.2	烤漆房	(91)
	实习实训	(92)
	复习思考题	(92)
第6章	车身涂层修补工艺	(94)
6.1	概述	(94)
6.2	涂装前表面处理	(95)
6.2.1	除锈	(96)
6.2.2	旧涂层的清除	(97)
6.2.3	除油	(98)
6.2.4	边缘接口的处理	(99)
6.3	底涂层涂装	(100)
6.3.1	涂底漆	(100)
6.3.2	刮腻子	(100)
6.3.3	打磨腻子	(101)
6.4	喷漆前的遮盖	(102)
6.4.1	遮盖材料	(102)
6.4.2	遮盖操作	(103)
6.4.3	遮盖操作注意事项	(103)
6.5	中间涂层涂装	(104)
6.5.1	喷涂中间涂层	(104)
6.5.2	干燥	(106)
6.5.3	补灰	(106)
6.5.4	打磨	(107)
6.6	面漆涂装	(108)
6.6.1	涂装前的表面处理	(108)
6.6.2	喷涂面漆	(109)
6.6.3	干燥	(115)
6.7	漆面的修饰	(115)
6.7.1	遮盖物的处理	(115)
6.7.2	漆面抛光	(116)
6.7.3	漆面打蜡	(117)
6.8	塑料件的修补涂装	(118)

6.8.1	塑料件机械损伤修理	(118)
6.8.2	喷漆前的表面处理	(121)
6.8.3	喷涂面漆	(123)
6.9	局部修补涂装实例	(125)
6.10	整车修补涂装实例	(129)
	实习实训	(131)
	复习思考题	(132)
第7章	常见涂膜弊病及防治方法	(133)
7.1	常见涂膜缺陷及防治方法	(133)
7.2	常见涂膜破坏状态及防治方法	(145)
	实习实训	(151)
	复习思考题	(151)
第8章	汽车修补涂装安全技术及防止公害措施	(152)
8.1	工具与安全设备的安全使用	(152)
8.2	安全防火技术	(153)
8.3	卫生安全防护	(155)
8.3.1	涂料的毒性	(155)
8.3.2	安全防护措施	(158)
8.4	防止公害的措施	(161)
	复习思考题	(163)
	参考文献	(164)

第1章 汽车涂装概论

学习目标

- (1) 了解涂装的定义及汽车涂装的目的；
- (2) 了解汽车涂装方法；
- (3) 掌握汽车涂装的作用及汽车修补涂装的特点；
- (4) 掌握汽车涂装的基本要素。

1.1 汽车涂装的定义及作用

1. 汽车涂装的定义

涂装是指将涂料以不同的方式涂布在物体表面上，干燥固化后形成一层牢固附着的连续薄膜的工艺，俗称“涂漆”或“油漆”。要达到满意的涂装效果，就必须正确选择涂料及其涂装方法，制定合理的涂装工艺（包括：被涂物体表面的正确处理、涂装施工工艺、涂装环境等）及练就高超的涂装操作技巧。

汽车涂装是指对轿车、大客车、载货车等各类车辆的车身及零、部件的涂漆装饰，也包括对摩托车、部分农机产品的涂装。汽车涂装不仅可以提高人们对汽车质量的直观评价，也可以提高汽车产品的耐腐蚀性和延长汽车使用寿命。

按涂装的对象不同，汽车涂装可分为新车涂装和旧车修补涂装。旧车修补涂装按涂装的面积大小又分为整车翻新涂装和局部修补涂装。若细分还可分为车身涂装、车架及底盘涂装、发动机涂装等。

2. 汽车涂装的作用

汽车涂装有如下作用。

(1) 保护作用。在物体表面涂装后形成一层连续而牢固的、具有一定的耐水、耐气候和耐腐蚀等性能，且具有一定硬度（抗划伤性）的薄膜，使物体与周围介质隔绝，形成一层良好的保护体，从而延长其使用寿命。汽车上的金属板件遭到腐蚀后，轻者会使金属板件失去原来的面目，重者可使金属板件腐蚀穿孔、金属构件丧失应有的强度和刚度，甚至报废。因此，涂装可以提高汽车的耐腐蚀性和延长汽车使用寿命。

(2) 装饰作用。涂装可以使被涂物体表面具有一定色泽，给人以美的视觉感受。这主要体现在涂层的颜色、光洁度、平滑性、鲜映性及立体感方面。人们评价汽车质量的第一话题往往是汽车的外表，即整车造型及色泽。所以，颜色的选配和涂装质量的高低将直接影响到汽车产品的市场竞争能力。

(3) 标志作用。通过涂装，可使某些产品表面具有特定的颜色，以标明该产品的用途，如钢瓶的外面涂上黑色为压缩空气瓶、涂上蓝色为氧气瓶、涂上黄色为乙炔气瓶等。在汽车产品上也具有标志作用，如消防车、救护车、警车、军用车等，人们从其外表的颜色特征就可知道是什么用途的汽车。若采用不同颜色与图案配合，可形成不同的交通标志。

(4) 特殊作用。除上述保护、装饰和标志作用外，还有其他特殊作用，如对船底涂装一

层特殊涂料，可起到防污、杀虫作用，提高船只的航行速度；在航天器的表面涂装一层特殊涂料，可消耗航天器与大气摩擦产生的热量（燃烧涂层）而起到保护航天器的作用；军事上采用的起伪装作用的涂装；电子领域采用的导电性涂装；在轿车底板涂上特殊涂料，可起到减震、消音作用等等。

总之，涂装是与国民经济和人民的生活密切相关的，应用范围非常广泛。大到桥梁、建筑物，小到细小的工艺制品，几乎都要用涂装来起到保护和装饰作用，在提高产品性能、延长使用寿命的同时，也给人们创造五光十色、绚丽多彩的美好环境。

1.2 汽车涂装的发展概况

1.2.1 汽车涂装的发展过程

汽车涂装的发展过程主要以新车的涂装为代表，其中包括涂装前处理的方法、涂料性能的提高、涂装的方法、产量及对涂层质量的要求等方面的内容。最初的汽车涂装是以刷涂和自然干燥为主的手工作坊式方式，后来才发展成为以喷涂为主的大批量、流水线涂装。世界各国的工业发展条件和基础不同，涂装技术的发展也不相同。欧洲和北美的汽车工业先进，不断开发新的涂装技术和涂料，尤其是日本的汽车涂装技术发展最快，其涂装技术水平已进入世界先进行列。

1. 国外汽车涂装的发展过程

尽管世界各国的涂装技术发展程度不一，但从总体上看，世界汽车涂装的发展可分为 5 个阶段。

第 1 阶段：1930 年前采用的以刷涂和自然干燥为主的手工作坊式小批量涂装。涂装前的表面处理以手工擦洗为主，使用的是自然干燥的油基涂料。其工效和涂装质量非常低，每台大约需要 20~80 工时。

第 2 阶段：1930 年~1946 年采用的以空气喷涂和快速（或烘干）干燥为主的手工喷涂，涂装前处理以碱液清洗为主，使用的涂料为硝基、醇酸树脂类；采用自然干燥或烘干方式。其工效和涂装质量相对第 1 阶段有明显提高，每台大约需要 5~20 工时。

第 3 阶段：1946 年~1963 年，是以提高涂层质量为主的涂装阶段。主要体现在：涂装工艺以提高涂层耐腐蚀性和装饰性为主，如采用水性底漆、氨基面漆、热塑性和热固性丙烯酸面漆等涂料；涂装前对被涂物体表面进行磷化处理，提高物体表面自身的抗腐蚀性和增强涂层与机体之间的附着力等作用；涂装方法采用浸涂底漆、静电喷涂和手工喷涂面漆；为了提高生产量和降低生产成本，采用人工烘干和湿碰湿喷涂烘干工艺。与前两个阶段相比，涂层的耐腐蚀性和装饰性得到明显提高，且工效高，每台大约需要 3~5 工时。

第 4 阶段：1963 年~1974 年，是以提高生产过程中的机械化程度和增强焊缝、构件内腔的耐腐蚀性为主的涂装阶段。主要体现在：使用阳极电泳涂料和金属闪光色漆；磷化处理；阳极电泳涂装（涂料的渗透性好，可在焊缝、缝隙及构件的内腔形成良好的保护涂膜）和自动静电喷涂；采用辐射和对流相结合的烘干方式等。由于整个涂装生产过程的机械化程度高，使操作工人从恶劣的生产环境中摆脱出来。此阶段的生产效率高，每台大约需要 3 工时。

第 5 阶段：1975 年后，是以进一步提高涂层的耐腐蚀性、面漆的装饰性、节能和防止公

害等为主的涂装阶段。主要体现在：使用阴极电泳涂料（其耐腐蚀性比阳极电泳涂料高）、粉末涂料（涂料的利用率高，且涂料中没有有机溶剂）、高固体分涂料、水性涂料及金属闪光面漆、珠光面漆等；磷化处理、钝化处理及对处理液的回收再利用；阴极电泳涂装、高速静电喷涂及对喷涂间排出的废物进行无害处理；对烘干室排出的废气进行燃烧或其他无公害处理。

2. 国内汽车涂装的发展过程

我国的汽车工业起步较晚，在 1956 年 7 月第一辆“解放”牌汽车下线前，我国仅有汽车修配业，汽车的涂装也是作坊式的手工操作。回顾我国汽车车身涂装的发展过程，在改革开放前的计划经济时期，涂装技术的发展速度较慢，与世界汽车涂装技术水平差距很大。在市场经济条件下，为了缩小与世界先进涂装技术的差距，采取技术引进和自主开发相结合的政策，我国现今的汽车车身涂装技术有了长足的发展。总结我国汽车车身涂装发展过程，可分为 4 个阶段。

第 1 阶段：1956 年~1965 年，此阶段主要是消化吸收从前苏联引进的汽车涂装技术。当时，解放牌卡车驾驶室的涂装特点是：采用的涂料是醇酸树脂底漆和面漆，涂装前磷化处理（喷射式脱脂磷化），涂装主要以手工操作为主。通过对引进技术的全面消化，为我国汽车涂装技术的发展打下了良好的基础。

第 2 阶段：1966 年~1985 年，此阶段也称为阳极电泳涂装阶段。随着技术进步，我国也自主开发并开始使用阳极电泳涂料、氨基面漆、湿碰湿涂装工艺、表面活性剂清洗、静电喷涂及辐射烘干等。第一汽车制造厂对老式的涂装生产线进行了改造，并设计建造了越野车和轿车涂装生产线。20 世纪 70 年代后期集国内涂装技术之精华，设计建造了第二汽车制造厂的涂装生产线。但此阶段仍以手工涂装为主。

第 3 阶段：1986 年~1995 年，此阶段可称为阴极电泳涂装和普及涂装前磷化处理阶段。六五期间，一汽、二汽和济南汽车制造厂从 Hadeb Drysys 公司引进汽车车身浸式磷化处理、阴极电泳涂装、Hydrospin 喷漆室及推杆式运输链等，并在 1986 年 7 月建成投产。在消化引进技术的基础上，一汽、二汽和济南汽车制造厂为兄弟单位设计和建造了几十条涂装生产线。

为了适应我国的轿车工业发展，上海大众引进了 6 万辆车身涂装生产线；北京吉普、南京依维柯（IVECO）也引进了车身涂装生产线。一汽则自己设计了 CKD 和奥迪（AUDI）轿车的车身涂装生产线，并于 1991 年建成投产，同时也对生产线上的运输机械进行了改进。

第 4 阶段：1995 年以来，我国对轿车工业投入较大，相继通过技术引进和合资建厂的办法，使轿车工业得到了长足发展，轿车车身的涂装技术水平跨入世界先进行列。如一汽大众和上海大众引进了高转速杯式静电涂装、机械手自动喷涂、全浸式磷化处理、阴极电泳涂装等轿车涂装生产线。

1.2.2 汽车涂装方法简介

汽车涂装中涉及的涂装方法有：刷涂、空气喷涂、高压无气喷涂、空气辅助高压无气喷涂、浸涂、静电喷涂、粉末涂装及电泳涂装等。

（1）刷涂。刷涂是一种古老但又普遍采用的涂装方法，是手工使用不同规格尺寸的毛刷蘸上涂料后，按照一定的操作方法把涂料刷涂在物体表面上，经干燥形成涂膜。特点是设

备简单、容易操作、适用于不同大小、规格物体的涂装，适应性强，特别适合于桥梁等大型构件的涂装。但手工操作的涂装质量差，劳动强度大，生产效率低。

(2) 空气喷涂。空气喷涂是利用经油、水分离过的高压空气把涂料吸出并吹散雾化后，涂布于物体表面上，干燥固化形成涂膜。空气喷涂的特点是操作方法简单；形成的涂膜均匀性好；适合于不同材质、形状产品的涂装，可用于生产线上的机械手喷涂，是车身维修涂装中常用的一种涂装方法。但空气喷涂的缺点是一次成膜太薄，需多次喷涂才能达到预定的涂膜厚度；涂料的利用率低，仅为 30%~40%，涂料微粒及溶剂飞散严重，污染环境，损害操作者的健康。

(3) 高压无气喷涂，也就是高压无空气喷涂法或厚浆涂料喷涂法。如图 1.1 所示是由高压无气喷涂设备组成，以压缩空气或电力为动力，把涂料加压后通过高压无气喷枪特殊的喷嘴喷出，使涂料高度雾化成细小的微粒涂布在物体表面。高压无气喷涂法多用于喷涂高黏度的涂料，一次成膜厚度大，涂装效率高，一般用于涂装质量要求不高、涂装面积较大的构件表面，如车身底部、油罐、货箱等部位的涂装。

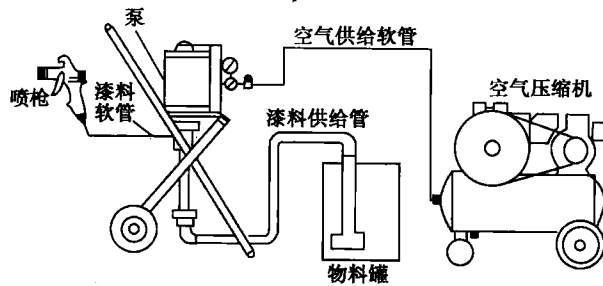


图 1.1 高压无气喷涂设备组成

(4) 浸涂。浸涂是把被涂物体全部浸没于已配制好的涂料液槽中，经一定时间后取出，干燥后在物体表面上布满一层均匀的涂膜的方法。浸涂法生产效率高，材料消耗少，多用于小型零件（无小孔及深内腔类）的大批量生产。但涂膜质量不高，容易形成流挂，可用于大型机械的底层防腐涂层的涂装施工；溶剂的挥发量大，工作场所必须有严格的防火措施和通风装置。不适合对结构复杂的零件或构件进行涂装。

(5) 静电喷涂。静电喷涂是 20 世纪 60 年代发展起来的新型涂装方法，我国从 1965 年开始使用静电喷涂。静电喷涂法利用高频高压静电发生器产生负高压直流电，把被涂工件接地作为正极，静电喷具作为负极与静电发生器连接。这样静电喷涂时，在高压电场的作用下负极（静电喷具）产生电晕放电，使正、负极之间形成强大的静电场。当涂料以一定的方式雾化喷出，立即进入强电场中使涂料粒子带负电，带负电的涂料粒子迅速“奔向”正极（被涂物体）并吸附在物体表面，干燥后便形成一层牢固的涂膜。静电喷涂原理如图 1.2 所示。

静电喷涂按施工方式不同可分为：固定式和活动式。固定式一般用于涂装生产线，活动式静电喷涂一般使用的是手提式喷枪。在车身修补涂装中，使用手提式静电喷枪喷涂金属面漆的效果很好。

静电喷涂法的涂料利用率高，一般可达 80%~90%，且容易实现自动化。但静电喷涂对非金属进行喷涂时，必须进行特殊的表面处理。由于电场的强、弱差别，静电喷涂法会使涂膜的厚度不均匀，一般用于喷涂面积较大的平面部位。

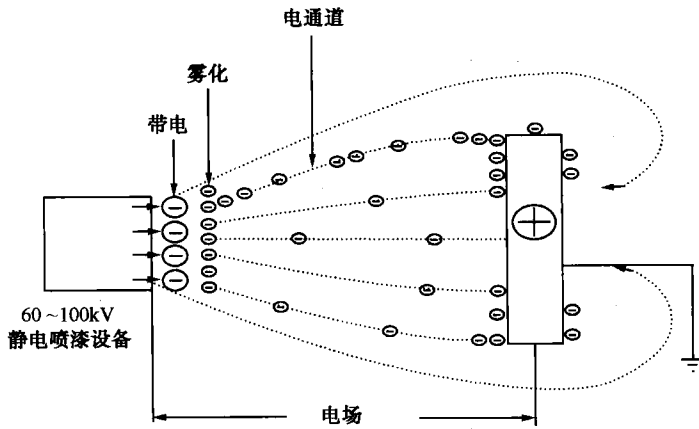


图 1.2 静电喷涂原理示意图

(6) 电泳涂装。电泳涂装采用蒸馏水或离子水与专用的电泳涂料混合成电泳液，在工件与泳槽之间通电后，带电的胶体粒子（涂料）在电场的作用下游向异性电极（工件），经过电泳、电沉积、电渗及电解等反应，使涂料牢固吸附在工件表面。根据工件的极性不同，电泳涂装分为阳极电泳涂装和阴极电泳涂装，所使用的涂料也分为阳极和阴极电泳涂料。

电泳涂装使工件的内腔、缝隙及焊缝等细微空间都能形成涂膜，提高工件的防腐能力，这一点是其他涂装方法不可比拟的。若采用阴极电泳涂装，防腐性能更好。电泳涂装所形成的涂膜均匀且附着性好；涂料的利用率高且不含溶剂；生产效率高且容易实现机械化、自动化。现在各厂家基本上都采用阴极电泳涂装。

(7) 粉末涂装。粉末涂装是把粉末涂料涂布在工件表面形成均匀涂膜的一种涂装方法。粉末涂装使用的是无溶剂、无污染的粉末状固体，散布在工件表面后，必须靠一定温度使固体的粉末涂料熔融成液态流平后固化成膜。

粉末涂装方法有融射法（涂料熔融后喷出）、流化床法（工件在涂装前预热）、静电粉末喷涂法（静电形成涂膜后加热工件）。粉末涂装一次形成的涂膜厚，一般达 $60\sim 100\mu\text{m}$ ，涂膜均匀且附着力强；涂料可回收，利用率可达 95%。粉末涂装方法一般用于一次成膜较厚的金属类零件。

除以上方法外，还有刮涂法、揩涂法、淋涂法、滚涂法等。

1.3 汽车涂装的目的及特点

1. 汽车涂装的目的

汽车涂装的目的使汽车具有极强的耐腐蚀性和高装饰性外观，以延长其使用寿命和提高商品价值。为了使汽车能适应不同地区的使用，在设计和制造中应确保汽车在 10 年之内不腐蚀穿孔及结构性损坏。为了使外观具有高装饰性、耐候性、耐腐蚀性和抗划伤性等，汽车涂装均采用多涂层体系。一般载货车采用两涂层体系（2C2B，C 代表涂层 Coat，B 代表烘干 Bake），客车及轿车车身一般采用三涂层（3C3B）或以上体系，高档轿车甚至采用 5C5B，7C5B 涂层体系。

2. 汽车涂装的特点

汽车涂装具有如下特点。

(1) 汽车属高保护性涂装。汽车属户外用品，所覆盖的涂层对车身机体有极高的防腐蚀作用外，其自身也应具有很好的耐蚀性、耐候性、耐化学制剂性等，适应不同的气候环境。

(2) 汽车属中、高级装饰性涂装。汽车是城市和短途运输的主要交通工具，不仅可以美化城市环境，而且在很大程度上反映出主人的精神面貌和地位。汽车外观的装饰性主要体现在车型设计和涂装方面，而涂层的装饰性则主要取决于色彩、光泽、鲜映性、丰满度等方面。色彩一般根据车辆类型、外型设计及时代流行色来选择。所以，汽车涂装必须进行精心设计和施工，才能达到平整光滑、镜物清晰（丰满度和鲜映性高）、无缺陷的高装饰性涂层。

(3) 汽车涂装是典型的工业涂装。除修补涂装外，新车涂装的生产节奏快，一般为几十秒至几分钟。所以，必须选用高效、快速的涂装前处理、涂装、干燥及传输设备等组成涂装生产线。

(4) 汽车涂装一般是多涂层体系。因单涂层达不到上述的高保护性、高装饰性要求。故汽车涂装一般采用多涂层体系。载货车采用底漆涂层一面漆涂层；客车采用底漆—中涂层—面漆涂层；轿车则采用底漆—中涂层—面漆涂层—罩光涂层。轿车涂层一般控制在 $100\mu\text{m}$ 左右。汽车车身涂层的结构如图 1.3 所示。

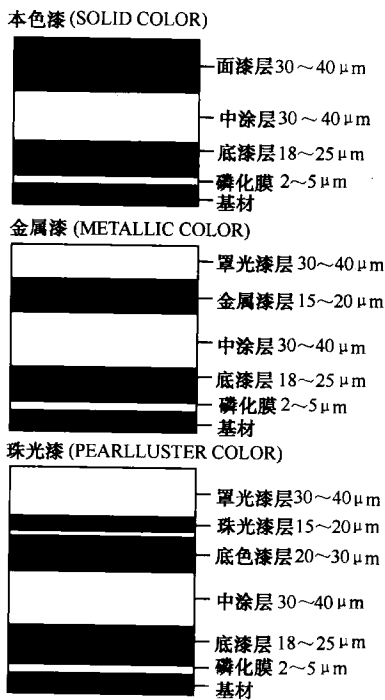


图 1.3 汽车车身涂层结构示意图

3. 汽车修补涂装的特点

汽车修补涂装具有如下特点。

(1) 修补涂装属恢复性涂装。修补涂装是对局部损坏的涂层或老化褪色涂层进行恢复性涂装，恢复涂层的保护和装饰作用并力求达到与原车涂层一致。修补涂装与新车涂装存在着较大的差别。如新车的车身一般采用模压而成，涂装过程中不存在刮涂和打磨腻子；喷涂面漆时不存在单独调配颜色；而修补涂装中难免要使用刮涂腻子来填补维修缺陷，并打磨平整；涂装前处理以手工为主，且有对旧漆、油脂及其污物的清除工序，但还是很难达到新车的前处理效果；调配面漆是修补涂装最难的工序，尽管使用先进的调色设备，也很难达到与原车漆色一致，只能做到接近。所以，修补涂装在保证质量方面比新车涂装更难。

(2) 品种多而数量少。需修补涂装的车辆在类型、颜色、损坏的部位和损坏的程度等都不尽相同，使得修补涂装必须针对具体的车辆进行施工，不可能使用同一种修补工艺或方法。需修补的车辆数量少且无规律，这使得修补涂装的生产难以组织，不可能有计划地安排维修产量。

(3) 质量要求高。修补涂装最大的缺陷就是不可能达到与原车涂层绝对一致，但用户的要求却是非常苛刻的。所以，从事汽车修补涂装的个人和企业，必须不断提高修补质量、精心施工、严格管理，最大限度地满足用户的要求。

(4) 修补涂装以手工操作为主。因需修补涂装的车辆少、品种多、损坏部位和损坏程度等千差万别，只能采用适应性强的手工操作方法进行施工。所以，修补涂装劳动强度大、工作环境差。涂层质量的高低与涂料的选择、涂装操作及涂装环境等有很大关系。为了减轻操