



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

涂装工艺与设备

吴复宇 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材

中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

涂装工艺与设备

吴复宇 主编

戴汝泉 冉广仁 主审

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会颁发的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》,并参考有关行业岗位技能鉴定标准编写的。

本书共分为10个章节,包括汽车涂装概述、喷枪、打磨及抛光设备、压缩空气供给及烘干设备、汽车修补涂装其他常用设备和涂膜检测设备、颜色调配系统、汽车漆涂装工艺、特殊涂料涂装工艺、涂膜缺陷的原因与对策和汽车涂料的发展等内容。

本书可作为中等职业学校汽车运用与维修专业教材,也可以作为汽车涂装行业从业人员的岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

涂装工艺与设备/吴复宇主编. —北京:高等教育出版社, 2006.6

ISBN 7-04-019464-3

I. 涂... II. 吴... III. ①汽车-涂漆-专业学校-教材②汽车-涂漆-设备-专业学校-教材
IV. U472.44

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第045962号

策划编辑 李新宇 责任编辑 李京平 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 张岚 责任校对 张颖 责任印制 尤静

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 11.5
字 数 270 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006年6月第1版
印 次 2006年6月第1次印刷
定 价 15.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 19464-00

出版说明

2003年12月教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合印发了《教育部等六部门关于实施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的通知》。为了配合该项工程的实施,高等教育出版社开发编写了汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材。该系列教材已纳入教育部职业教育与成人教育司发布实施的《2004—2007年职业教育教材开发编写计划》,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定,作为教育部推荐教材出版。

高等教育出版社出版的教育部推荐汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材(以下简称推荐系列教材),是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会最新颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写的。推荐系列教材力图体现:以培养综合素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者;职业教育以企业需求为基本依据,办成以就业为导向的教育,既增强针对性,又兼顾适应性;课程设置和教学内容适应企业技术发展,突出汽车运用与维修专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,具有一定的先进性和前瞻性;教学组织以学生为主体,提供选择和创新的空間,构建开放的课程体系,适应学生个性化发展的需要。推荐系列教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新尝试。主要特色有:

1. 以就业为导向,定位准确,全程设计,整体优化。
2. 借鉴国内外职业教育先进教学模式,突出项目教学,顺应现代职业教育教学制度的改革趋势,适应学分制。
3. 教材中各知识单元和技能模块都尽可能围绕与汽车紧密相关的案例来展开讲解,首先激发学生的兴趣,争取让学生每学习一个模块就掌握一项实际的技能。知识点以必需、够用为度。
4. 教材根据学习内容编写技能训练和考核项目,及时帮助学生强化所学知识和技能,缩短了理论与实践教学之间的距离,内在联系有效,衔接与呼应合理,强化了知识性和实践性的统一。
5. 有关操作训练和实训,参照国家职业资格认证标准或岗位技能考核标准,成系列按课题展开,考评标准具体明确,直观、实用,可操作性强。

推荐系列教材既注重了内在的相互衔接,又强化了相互支持,并将根据教学需求不断完善和提高。

查阅推荐系列教材的相关信息及配套教学资源,请登录高等教育出版社“中等职业教育教学资源网”(网址:<http://sv.hep.com.cn>)。

高等教育出版社

2006年4月

前 言

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会颁发的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》,并参考有关行业岗位技能鉴定标准编写的。

本书是在职业学校与维修企业的协作、专业教师与高级技师的合作下共同完成的,编写中力求做到以下几点:

1. 依据当前汽车维修企业车身涂装岗位核心技能的实际需要,以多数学员的实际接受能力为度,主要阐述相关设备的原理与操作、工艺流程的要求,而不是深入阐述理论内容,文字上力求简洁、通俗,尽量接近学生的认知水平和习惯。

2. 以学校能够达到的实训设备条件及一般维修企业的生产实际为基础设立实训项目,其目的是使学生掌握汽车修补涂装工艺的基本技能,实训方案具有可操作性。

3. 主要阐述当前国内先进的汽车涂装岗位的核心技能,使学生能看得进去,同时又易于教学使用。

4. 教材以学生的实际接受能力为依据,重实际操作,以案例的形式展开讲解,不深入阐述理论内容。

5. 通过学习本教材,使学生能掌握一定的车身涂装技术,经一定的生产实践磨炼后,能够独立进行车身涂装修复过程的操作。

本教材适应总课时 70 学时左右的教学,其中设置 8 个实训项目,占 20 学时左右,学时方案建议如下表,供参考。

章 节	课 程 内 容	学 时 数		
		讲 授	实 训	合 计
第一章	汽车涂装概述	4		4
第二章	喷枪	8	2	10
第三章	打磨及抛光设备	4	2	6
第四章	压缩空气供给及烘干设备	4		4
第五章	汽车修补涂装其他常用工具和涂膜检测设备	4		4
第六章	颜色调配系统	4	2	6
第七章	汽车漆涂装工艺	6	20	26
第八章	特殊涂料涂装工艺	4		4
第九章	涂膜缺陷的原因与对策	2		2
第十章	汽车涂料的发展	2		2

本书由北京市交通学校汽车涂装与整形教研室编写，吴复宇担任主编，北京市交通学校李新起、高月敏、王怡南、刘来红、郑毅等参加了编写工作。在编写过程中，北京雅亮汽车漆涂装工程顾问有限公司的技术人员提供了很多宝贵意见。教育部聘请戴汝泉、冉广仁审阅了本书，他们对本书提出了许多宝贵意见，在此一并表示衷心感谢。

由于编者学识和水平有限，不足之处在所难免，敬请批评指正。

编 者

2006 年 4 月



郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118



目 录

第一章 汽车涂装概述	1	第二节 色漆调配	98
第一节 汽车涂装的作用	1	第三节 影响颜色调配的因素	108
第二节 汽车修补涂装常用 涂料的性能	4	第四节 计算机调色技术	109
第三节 涂装作业的安全生产	8	思考复习题	110
思考复习题	11	第七章 汽车漆涂装工艺	112
第二章 喷枪	12	第一节 底材处理	112
第一节 喷枪的结构与工作原理	12	第二节 底层涂料的施工	116
第二节 喷枪的操作方法	21	第三节 面漆层的涂装	121
思考复习题	39	第四节 车身的涂装修补	128
第三章 打磨及抛光设备	40	第五节 涂膜的修整	133
第一节 打磨材料及手工打磨设备	40	思考复习题	136
第二节 干打磨设备	45	第八章 特殊涂料涂装工艺	137
第三节 抛光设备	50	第一节 塑料材料的涂装	137
思考复习题	52	第二节 三工序涂装及修复工艺	141
第四章 压缩空气供给及烘干设备	54	第三节 特殊涂装	143
第一节 空气压缩机及其他设备	54	思考复习题	147
第二节 压缩空气分配系统	61	第九章 涂膜缺陷的原因与对策	148
第三节 烘干设备	65	第一节 涂膜缺陷的分类和形式	148
思考复习题	71	第二节 外界因素导致的涂膜缺陷	150
第五章 汽车修补涂装其他常用工具和 涂膜检测设备	73	第三节 涂料或喷涂操作导致的 涂膜缺陷	155
第一节 汽车修补涂装中常用的 其他设备	73	思考复习题	163
第二节 汽车其他涂装方法和设备	77	第十章 汽车涂料的发展	164
第三节 涂膜检测设备	82	第一节 汽车涂装 VOC	164
思考复习题	88	第二节 水性涂料	166
第六章 颜色调配系统	90	第三节 幻彩颜料	170
第一节 调色的基础知识	90	第四节 研磨材料的发展	171
		思考复习题	174
		参考文献	175

第一章

汽车涂装概述



主要内容及学习要求

本章主要介绍汽车涂装的作用、特点以及分类方法,着重介绍了汽车修补涂装的有关知识和常用的修补涂装材料的性能及使用,在涂装操作中应遵守的安全规范和劳动保护措施等内容。通过学习应达到以下几点要求:

1. 掌握涂装的定义及涂装的功能。
2. 了解汽车涂装的特点和分类方法。
3. 掌握汽车涂装的三要素和它们之间的关系。
4. 了解常用汽车修补涂料的特性。
5. 掌握涂装施工过程中安全生产和劳动保护的措施。
6. 了解涂料存放和保管知识。

90%以上的汽车外表面是涂漆面,涂层质量的优劣将直接影响人们对汽车总体质量的评价。但无论汽车涂层质量如何优良,在使用过程中,由于气候的变化,各种原因引起的接触、摩擦,甚至碰撞等诸多原因都会导致涂膜的劣化、损伤。如何保持、恢复汽车良好的外表,是当今汽车修理业值得重视的课题。

第一节 汽车涂装的作用

一、涂装的定义及汽车涂装的功能

1. 涂装的定义

涂装是指将涂料涂覆于经过处理的物面(基底表面)上,干燥成膜的工艺。已经固化了的涂料膜称为涂膜(俗称“漆膜”)。由两层以上涂膜组成的复合层称为涂层。汽车的外表面涂装是典型的多涂层涂装。

2. 汽车涂装的功能

汽车经过涂装后,不但可使车身具有优良的外观,而且还可使车身耐腐蚀,从而提高汽车的商品价值和使用价值。总的来说,汽车涂装主要具有保护、装饰、特殊标识等作用。

(1) 保护作用

汽车运行环境复杂,经常会受到水分、微生物、紫外线和其他酸碱气体、液体等的侵蚀,有时会被磨、刮、蹭面造成损伤。如果在它的表面涂上涂料,就能保护汽车免受损坏,延长使

使用寿命。这是因为，车身表面经涂装后，使零件的基本材料与大气环境隔绝，起到一种“屏蔽”作用而防止锈蚀；有些涂料对金属还能起到缓蚀作用，比如磷化底漆可以借助涂料内部的化学组分与金属反应，使金属表面钝化，这种钝化膜加强了涂膜的防腐蚀效果。

(2) 装饰作用

现代汽车不但是实用的交通运输工具，而且更像是一种艺术品。车身颜色应与车内颜色相匹配，与环境颜色相协调，与人们的爱好以及时代感相适应。绚丽的色彩与优美的线型融为一体构成了汽车的造型艺术，协调的色彩烘托了汽车的造型，使汽车具有更佳的艺术美。尤其在当今追求个性的时代，汽车涂装的装饰作用更为突出。

(3) 特殊标识作用

涂装的标识作用是由涂料的颜色体现的。在汽车上涂装不同的颜色和图案可区别不同用途的汽车。例如，消防车涂成大红色；邮政车涂成橄榄绿色，字及车号为白色；救护车为白色并做红十字标记；工程车涂成黄色与黑色相间的条纹，字及车号用黑色等。另外，颜色在指示、警告、禁令、指路等标志中的含义作用也非常明显。

(4) 达到某种特定的目的

应用涂料的特殊性能，使汽车具有特殊功用来完成特种作业或适应特定的使用条件。例如，化工物品运输车辆要在车体表面或货箱、罐仓内部涂覆耐酸碱、耐油、耐热、绝缘等涂料以防止化学品的腐蚀、渗漏等；军用汽车采用保护色达到隐蔽的作用。其他类似的涂装还有：涂在船底上的防污漆，漆中的毒剂缓慢渗出，可杀死寄生在船底上的海洋生物，从而延长船舶的使用寿命，并保证其航行速度；为使导弹、航天器等在飞行过程中不至于被大气摩擦产生高温烧毁，在其表面涂覆一种既耐高温又耐摩擦的涂料，此外还有用于消音等方面的涂料。不胜枚举的各种特殊要求，必须有各种各样的涂料去适应。

二、汽车涂装的特点和分类

1. 汽车涂装的特点

汽车涂装的目的是使汽车具有优良的耐蚀性和高装饰性外观，以延长其使用寿命，提高其商品价值。

(1) 汽车涂装属于高级保护性涂装

汽车涂层必须具备极优良的耐蚀性、耐候性和耐沥青、油污、酸碱、鸟粪等物质的侵蚀作用，从而对汽车车体起到保护作用。汽车属于户外用品，因而要求汽车涂层能够适应寒冷地区、工业地区、沙漠戈壁、湿热带和沿海等各种气候条件。在国际上具有竞争能力的汽车以及汽车涂料都能很好地适应世界各地的气候条件。

(2) 汽车涂装(以车身涂装为主)属于中、高级装饰性涂装

车身(尤其是轿车的车身)必须进行精心的涂装设计，在具有良好的涂装设备条件和环境下，才能使涂层具有优良的装饰性。

汽车的装饰性除车型设计外，主要靠涂装，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、鲜映性、丰满度和涂层外观等。汽车的色彩一般根据汽车类型、汽车外形设计和时代流行色来选择。除特殊用途的汽车(如军用汽车)外，一般都希望汽车涂层具有极好的色彩、光泽和鲜映性。例如，运动型跑车的色彩多采用明快的大红色、

明黄色等,给人以强烈的动感;高级轿车多采用较深的色调,给人以庄重、稳健的感觉。

涂层外观的优劣直接影响涂层的装饰性,涂膜的橘皮、颗粒等是影响涂层外观的主要因素。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

汽车制造涂装流水线的生产节奏一般为几十秒至几分钟,为此必须选用高效快速的涂装前的表面预处理方法、涂装方法、干燥方法、传送方法和工艺设备。汽车修补涂装也是如此,为恢复汽车涂层的要求,达到无痕修补的目的,汽车修补涂装也采用了与汽车制造涂装相类似的先进的涂装设备、涂料和施工工艺,因此可以达到与汽车制造相同的良好效果。

(4) 汽车涂装件产品一般为多涂层涂装

汽车车身涂层如果是单涂层则会失去它的装饰性效果,漆面会显得不够饱满,色彩干涩且达不到上述优良的保护性。所以汽车涂层一般都是由三层以上的涂层组成的,如轿车车身的涂层就是由底涂层(主要是防锈底漆层)、中间涂层(提高上下涂膜的结合能力,提供韧性和抗冲击能力)和面涂层(提供多彩的颜色)组成的,涂层的总厚度一般控制在 $100\ \mu\text{m}$ 左右。

2. 汽车涂装的分类

由于涂装的对象不同,涂装的目的和要求千差万别,所以采用的涂料和涂装工艺也相差甚远。按涂装对象不同,汽车涂装大体可以分为新车制造涂装和旧车修补涂装。

汽车制造涂装包括车身外表涂装、车厢内部涂装、车身骨架的涂装、底盘部件的涂装、发动机部件的涂装、电气设备部件的涂装等内容。车身外表涂装是汽车制造涂装的重点,要求达到高装饰性和抗腐蚀的目的,并且与汽车用途相适应,具有优良的耐久性。

汽车修补涂装总的目的就是要恢复汽车原有的涂层技术标准和达到无痕迹修补的目的,根据需要修补部位和修补面积的大小可以分为重新喷涂(简称“重涂”或“全车喷漆”)、局部修补(根据修补面积又可分“点修补”和“板修补”)和零部件修补涂装。

三、涂装的三要素

为使涂层满足底材、被涂物要求的技术条件和使用环境所需要的功能,保证涂装质量,获得最佳的涂层和最大限度的经济效益,必须精心设计涂装工艺,掌握涂装各要素。无论是汽车制造涂装还是汽车修补涂装工作,其关键是涂装材料、涂装工艺和涂装管理这三个要素。

1. 涂装材料

涂装材料的质量和作业配套性是获得优质涂层的基本保障。

汽车修补涂料和汽车制造涂料是不同的,因此,在选用涂料时要根据实际情况,从涂膜性能、作业性能 and 经济效益等方面综合衡量,吸取他人经验或通过实验来确定。如果忽视涂膜的性能单纯考虑涂料的价格,有时会明显地影响涂膜质量,缩短涂层的使用寿命,从而造成更大的经济损失。如果涂料选用不当,即使精心施工所得涂层也不可能获得良好的效果,如内用涂料用作面漆,就会早期失光、变色和粉化;在硝基旧漆层上喷涂双组分面漆会出现咬底、开裂等现象。又如,含铁颜料的涂料涂在黑色金属表面是好的防锈涂料,而涂在铝制品表面上反而会加速铝的腐蚀。

2. 涂装工艺

涂装工艺是充分发挥涂装材料的性能,获得优质涂层,降低生产成本的必要条件。涂装工

艺包括涂装技术的合理性和先进性,涂装设备的先进性和可靠性,涂装环境条件和工作人员的技能、素质等。

如果涂装工艺与设备选择配套不当,即使采用优质涂料,要获得优质涂膜也是困难的。若设备生产效率低则势必造成涂装工程的成本增高,使经济效益下降。涂装环境的好坏直接影响到涂膜的质量,高级装饰性的汽车车身涂装必须在除尘、通风、照明良好的环境下操作。涂装操作人员的技能熟练程度和责任心是影响涂装质量的人为因素,加强操作人员的培训,提高人员的素质是非常必要的。

3. 涂装管理

涂装管理是确保所制定的工艺的实施,确保涂装质量的稳定,达到涂装目的和最佳经济效益的重要条件。涂装管理包括工艺管理、设备管理、工艺纪律管理、质量管理、现场环境管理、人员管理等

第二节 汽车修补涂装常用涂料的性能

汽车修补涂装属于专业涂装,必须按照严格的规格选择涂料品种及施工工艺才能达到保护及装饰的目的。汽车修补涂料产品品种的选择决定了产品体系的综合性能。例如,20世纪70年代比较流行的汽车修补涂装产品主要为硝基、醇酸、单组分丙烯酸,进入90年代后双组分丙烯酸聚氨酯成为主流,目前汽车修补涂料的发展方向则是水性、高固含量等。

一、汽车修补涂料的分类

汽车涂料的种类繁多,按照其在汽车修补涂装中的功能分类,汽车修补涂料可分为底漆、中涂漆和面漆等。

色彩是汽车涂装的一个重要特点,也是面漆的重要性能。面漆系统比较复杂,按照施工方式分类,面漆可分为单工序涂装、双工序涂装和三工序涂装。双工序涂装和三工序涂装的最后一道是罩光清漆。如果按照色彩效果分类,面漆可分为纯色漆、银粉漆、珍珠漆以及特殊效果漆(如变色龙)。纯色漆可以有单工序和双工序的施工方式;银粉(铝粉)漆也可以有单工序和双工序的施工方式,但单工序银粉漆已在修补涂装中被逐步淘汰;珍珠漆的涂装一般有双工序和三工序的施工方式。三工序的涂装比较复杂,修补也比较困难。

如果按照涂料的树脂种类分类,常用的汽车修补涂料有双组分聚氨酯丙烯酸涂料、醇酸涂料、硝基涂料、环氧树脂涂料等。

二、常用汽车修补涂料的特性

1. 双组分丙烯酸聚氨酯涂料

目前,双组分丙烯酸聚氨酯涂料是汽车修补涂料领域用途最广泛的,几乎所有的汽车修补涂料生产商都力主推广该体系。双组分丙烯酸聚氨酯涂料由两个组分形成,漆基是羟基聚酯树脂为基料的组分,固化剂是异氰酸酯。当两个组分分别包装时各自可以稳定存储,当两个组分以一定的比例混合时会发生化学反应而固化,化学反应的基团分别是来自于聚氨酯树脂中的羟基($-OH$)以及异氰酸酯中的异氰酸基($-NCO$)。如图1-1所示,方框表示聚氨酯分子,交

界处的十字表示固化剂分子，该图形象地表现了“交联”反应。

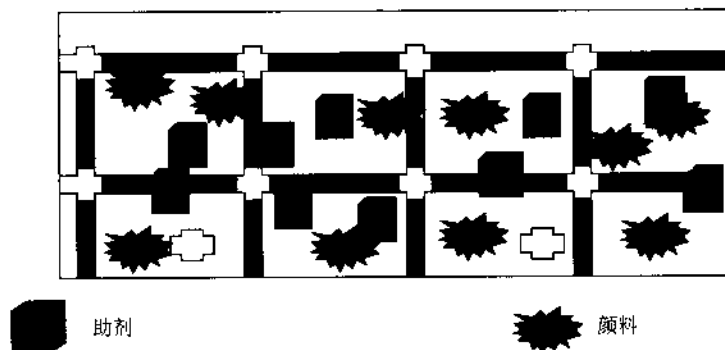


图 1-1 分子结构示意图

无论是饱和的聚氨酯还是丙烯酸树脂，由于含有较多的羟基，可以通过人工加工来达到各种目的，因此丙烯酸聚酯树脂可以用于纯色漆、底色漆（银粉漆）、清漆及底漆中，达到柔软性好、柔韧性强、坚硬耐久的各种涂料性能。双组分丙烯酸聚氨酯涂料的主要特点如表 1-1 所示。

表 1-1 双组分丙烯酸聚氨酯涂料的特点

优 点	缺 点
耐候性好。由于其结构是高分子产品经过交联反应而成的，同单组分产品比较，其分子间结构更紧密，因此其耐候性能非常好	操作复杂（双组分），使用条件要求高
光泽高，光泽保持性好	价格高
粘度低，容易施工，流平性好	
涂膜的力学性能及耐化学品性能好	

由于丙烯酸聚氨酯涂料的以上特性，使得其在汽车涂装行业得到非常广泛的应用和发展，经严格施工控制的丙烯酸聚氨酯面漆系统一般可以提供 3~5 年的性能质量保证。

由于固化剂异氰酸酯气雾对人体的呼吸道有较大的影响，因此在喷涂双组分丙烯酸聚氨酯涂料时一定要严格使用安全防护用品，最好使用供气式面罩。

2. 环氧树脂涂料（简称环氧涂料）

由于其性质的特殊性，环氧树脂在涂料领域有着广泛的应用。

环氧树脂是由环氧氯丙烷和双酚 A 缩聚而成的，此反应非常复杂，树脂的结构不同可以得到各种目的和性能的产品以满足不同需求，环氧树脂涂料的特性如表 1-2 所示。

表 1-2 环氧树脂涂料的特性

优 点	缺 点	优 点	缺 点
良好的耐化学品性（包括腐蚀性强碱）	耐候性差	良好的硬度和柔韧性	
极好的附着力			

由于环氧树脂涂料的耐候性差，所以一般不用于面漆中。

环氧树脂可以制作成单组分的高温烤漆，通过和二聚氰氨树脂交联可得到硬度高、耐久性好、具有一定光泽的涂层，也可以制成以聚氰树脂为硬化剂的双组分产品，在常温下风干。

环氧涂料主要应用于耐腐蚀底漆，如飞机、汽车等的涂装。由于其相对分子质量小、粘度低，可以被制成高固体含量涂料，和煤焦油树脂（即沥青）作用形成较厚的涂层，用于船舶和港湾设施的涂装；也可以用于粉末涂料中，通过静电喷涂及高温烘烤形成有色涂层；还可用于水性涂料中，通过被有活性的氨基树脂乳化，通过电泳涂装用于汽车底漆等。

环氧树脂涂料在汽车修补涂装领域主要用于底漆，比如耐腐蚀的底涂和具有填充性的头二道复合底漆。

3. 醇酸树脂涂料（简称醇酸涂料）

醇酸树脂是由醇和酸缩合而成的线形聚合物。醇类原材料如亚麻油、豆油、桐油、蓖麻油等，酸类原材料如邻苯二甲酸酐。醇酸树脂中油的含量以百分数来表示，低于45%称为短油，45%~60%称为中油，60%以上称为长油。长油度醇酸涂料常用于家庭装修，其特点是柔软及韧性好；中油度醇酸涂料常用于风干磁漆；短油度醇酸涂料常和三聚氰氨一起用于工业和汽车制造的高温烤漆中。

醇酸涂料的主要干燥机理是氧化，因此其干涂膜不被溶剂溶解。

由于醇酸树脂干燥性较差，所以一般用其他聚合物改性来提高其干燥性并同时提高硬度。醇酸树脂一般可用于烤漆及风干漆中。当醇酸树脂用于风干漆中时，需要添加干燥剂。

同溶剂挥发干燥型产品比较（如硝基），醇酸树脂涂料的特点如表1-3所示：

表1-3 醇酸树脂涂料的特点

优 点	缺 点	优 点	缺 点
高膜厚	干燥时间长	温和的溶剂	打磨性差
光泽度高	重涂时间长	成本低	用做清漆可能黄变
流动性好	对施工环境要求高		

同双组分丙烯酸聚氨酯产品比较，醇酸涂料的干燥性、光泽、耐候性等都比较差，因此高档汽车修补涂装行业醇酸涂料已逐渐淡出市场，但在货车、低档小客车及客车的涂装和修补领域醇酸涂料仍在被使用。经改性的醇酸可以使用异氰酸酯作为固化剂的双组分产品用于汽车修补涂料中。

4. 硝基树脂涂料（简称硝基涂料）

硝基树脂常被称为硝化纤维，其实它的正确命名为纤维素硝酸盐。其主要来源是棉绒纤维或针叶木浆通过硝化过程，即用硝酸处理，一些纤维中的羟基氧原子被硝基取代，得到可溶于有机溶剂的纤维素。

硝化纤维可溶解于酯、酮或醇醚中。在制造硝基涂料时一定要注意很好地平衡各种溶剂以保证良好的干燥性和流平性。各种颜料都可以用于硝化纤维中，因此硝基涂料容易制作成各种颜色、各种效果的涂膜，如各种颜色的纯色漆和银粉漆等。当硝基涂料被制作成高粘度的涂料时，往往需要加入大量的溶剂才能达到施工粘度，因而降低了施工时固体含量，必须喷涂多

层。硝基涂料的成膜机理是溶剂挥发，即溶剂挥发后涂料变干、变硬，形成干涂膜，其干涂膜可溶于溶剂。硝基树脂涂料的特点总结如表 1-4 所列。

由于其涂膜的可溶性及不甚理想的耐候性，硝基涂料正逐渐从汽车涂装和修补涂装领域退出市场。

表 1-4 硝基树脂涂料的特性

优 点	缺 点	优 点	缺 点
快干	喷涂时固体含量低	抛光性能好	耐候性不佳
对重涂时间要求低	使用强溶剂、低闪点溶剂		

5. 热塑性丙烯酸涂料(TPA)

热塑性丙烯酸也称风干型丙烯酸，英文名简称为 TPA，是由甲基丙烯酸酯和乙基丙烯酸酯交联而成，其性能取决于交联比值。此共聚物的分子结构很大，因此制成涂料后的粘度很高，往往需要使用大量的溶剂稀释才能施工。

热塑性丙烯酸树脂可以溶解于酯、酮和芳香烃中。热塑性丙烯酸涂料的成膜机理是溶剂挥发形成干涂膜，而干涂膜是可以溶解于溶剂的。

热塑性丙烯酸涂料干涂膜在加热到 160 ~ 180 °C 时会发生软熔现象，即涂膜会变软，而冷却后涂膜的光泽更高。该技术在汽车原厂涂料涂装时应用，但由于其涂装工艺是低温烘干涂膜再高温烘烤，比较繁琐，所以该技术也正在被逐渐淘汰。在汽车涂装领域，一般只利用热塑性丙烯酸树脂的溶剂挥发成膜性能，不用软熔技术。但由于其喷涂时固体含量低，涂膜光泽低等缺点也正逐渐被双组分丙烯酸聚氨酯技术替代。热塑性丙烯酸涂料的特点总结如表 1-5 所列。

表 1-5 热塑性丙烯酸涂料的特点

优 点	缺 点	优 点	缺 点
耐久性好	喷涂固体含量低	银粉的控制性好	耐水性好
涂膜不黄变	溶剂挥发涂膜，漆膜亮度不高	非常好的抛光性	
使用方便	必须使用低闪点溶剂，不安全		

三、其他类型涂料

除以上各种在汽车修补涂装行业常用的涂料品种外，还有如聚酯、氨基及酚醛树脂等类型的涂料在汽车原厂或修补涂装中应用。简单介绍如下。

1. 聚酯树脂

这类聚酯树脂是不饱和聚酯，溶解于苯乙烯单体中，涂膜在干燥剂的作用下，通过氧化反应，由聚合物和单体共聚而成。苯乙烯既作溶剂又参加反应成为涂膜的一部分。聚酯涂料一般固体含量高、涂膜坚固、耐磨并具有一定的光泽。

在汽车新车涂装和修补涂装领域，聚酯树脂被广泛地用在原子灰以及同氨基树脂反应形成烘烤型高厚膜的底漆中。

2. 氨基树脂

氨基树脂一般不单独用于涂料中。氨基树脂可以和其他含羟基树脂交联以得到坚固的涂膜，一般有两种类型的氨基树脂在涂料上用途较广，即羟甲基脲型氨基和羟甲基三聚胺型氨基。

羟甲基脲型氨基树脂一般和非干性醇酸树脂在烘烤 120℃ 的条件下形成坚固的涂膜，但涂膜的耐候性不好，只能用于室内用品涂装。羟甲基三聚胺型氨基树脂和干性醇酸或丙烯酸一起使用，可以得到耐候性较好的涂膜，适合室外用品涂装。

在汽车新车涂装领域，氨基树脂常用于氨基醇酸面漆或热固性丙烯酸涂料中。

3. 酚醛树脂

由于酚醛树脂比较脆，所以一般不单独用于涂料中，但却常作为改良剂来提高其他树脂的性能。一般有以下几种用法：

干性油/酚醛树脂：一般用做面涂罩光，干燥非常迅速，有很好的耐水性。

环氧/酚醛树脂：通过高温烘烤（300℃，20 s）快速成膜。该涂膜有非常好的耐化学品性能、附着力、柔韧性和耐磨性，一般用在管线、洗衣机内部件等。

聚乙烯醇缩丁醛/酚醛树脂：和磷酸反应用于磷化底漆中，在铝材、钢材表面有良好的附着力和耐蚀性。

第三节 涂装作业的安全生产

涂料施工操作中安全生产和劳动保护是防止发生火灾、防止发生伤亡事故、防止职业病、保护企业财产、保障职工身体健康的重要措施。由于涂料及稀释剂都是易燃品，都易挥发并且具有一定毒性，涂料施工过程中还会产生大量的飞漆和粉尘，若不严格遵守安全操作规程和安全施工方法，极易发生生产事故。事故造成的伤害是十分严重的，轻者损害健康，重者则可能引起残疾，甚至死亡。其结果不仅仅伤害受害者本人，还会伤害受害者家庭，乃至整个社会。涂料施工人员应该学习相关的安全技术规程，了解和掌握安全施工方法，在施工中严格执行劳动保护法规和条例。

一、一般安全措施

(1) 手工清除铁锈、旧涂膜、焊渣及打磨时应该戴护目镜、棉纱手套、防尘口罩，穿工作服和带钢头的防滑皮鞋。用溶剂型清洁剂清洗工件，用脱漆水脱漆和喷涂时应该戴护目镜、橡胶手套、双筒活性炭口罩，穿防静电工作服和带钢头的防滑皮鞋。如果喷涂的是含异氰酸酯化剂的双组分涂料，必须带供气式面罩。

(2) 施工环境有良好的通风条件，尤其是室内施工时。在喷漆房内，充足的空气交换量不仅有利于涂层干燥，还能及时排出有害漆雾和挥发性气体。如果是干打磨，要安装吸尘装置。

(3) 在进行登高作业时，要注意凳子是否牢固，严禁穿拖鞋操作和登高，超过一定高度必须系安全带。

(4) 使用电动工具操作时，应该检查工具是否接地，电线要用胶管保护，而且在潮湿场

地操作时必须穿胶皮鞋，戴橡胶手套。

(5) 施工场地的照明设备必须有防爆装置，涂料仓库照明开关应安装在库房外面。

(6) 电气设备(空气压缩机、电气工具、照明设备)发生故障时，应立即切断电源，并且立即报告，由专业人员进行检修。修理电气设备时，要切断电源，所有能够接通电源的配电柜或开关箱都要上锁，并且挂上禁止开启的警告标牌。

(7) 操作人员要熟悉所使用的设备(空气压缩机、通风设备及其他设备)，定期检查有关设备和装置(如贮气筒、安全阀等)。

(8) 使用空气压缩机的安全阀时，要随时注意压力计的指针不超过极限红线。

(9) 施工场地的易燃品、棉纱等要随时清除，并且严禁烟火。涂料库房要隔绝火源，要配备消防器材，要有严禁烟火的标志。

(10) 施工完毕后，盖紧涂料桶盖，收拾工具，清理余料和棉纱，防护用品放在专用柜中。

二、防火防爆措施

由于涂料绝大多数是易挥发、易燃烧的物料，涂料本身遇明火会发生火灾。而施工时挥发的溶剂蒸气与空气混合达到一定的浓度时，一旦遇到明火即会发生爆炸，造成重大损失。为了消除隐患、安全生产，施工时应该做好以下安全防火防爆工作：

(1) 由于涂料在施工中有大量溶剂挥发，并且相当一部分溶剂是一级易燃品，其闪点低，极易燃烧，因此施工场地应该配备防火设备，涂料桶盖要盖紧，防止溶剂蒸发而使空气中的溶剂浓度超过规定的界限。

(2) 施工完毕要清理易燃材料，盖紧涂料桶盖，并且把材料入库。

(3) 清理所用过的没有涂料、溶剂的棉纱、碎布等易燃物，并集中存放在金属桶内，用清水浸没，防止材料因过热而自燃。

(4) 施工场地严禁明火操作和点火、吸烟，附近不得有明火，消除火灾隐患。

(5) 施工现场的电气设备必须有防爆装置，专业人员必须经常检查电气设备，消除隐患。必须使用防爆插座，禁止使用闸刀开关。

(6) 施工现场必须放置足够数量的灭火器、黄沙及其他防火器材。

(7) 施工场地不准堆放易燃品，出入口及其通道上严禁堆放任何货物，易燃品应放入危险品仓库。

三、防毒措施

涂装施工中所使用的涂料和溶剂大部分都是有毒有害物质。吸入喷涂时产生的漆雾或涂膜在干燥过程中挥发出来的溶剂气体，会危害人体健康。空气中的溶剂超过一定浓度时，对人体中枢神经系统有严重的刺激和破坏作用，会引起抽筋、头晕、昏迷等症状，因此对空气中各种有机溶剂最高浓度允许值都有明确的规定(见表1-6)。为了防止发生中毒事故，施工中应该注意以下几点：

(1) 施工场地应该有良好的通风或者安装排风设备，使空气流通，加速溶剂气体散发，降低溶剂在空气中的浓度；要有吸尘装置，以便及时抽走磨料粉尘。