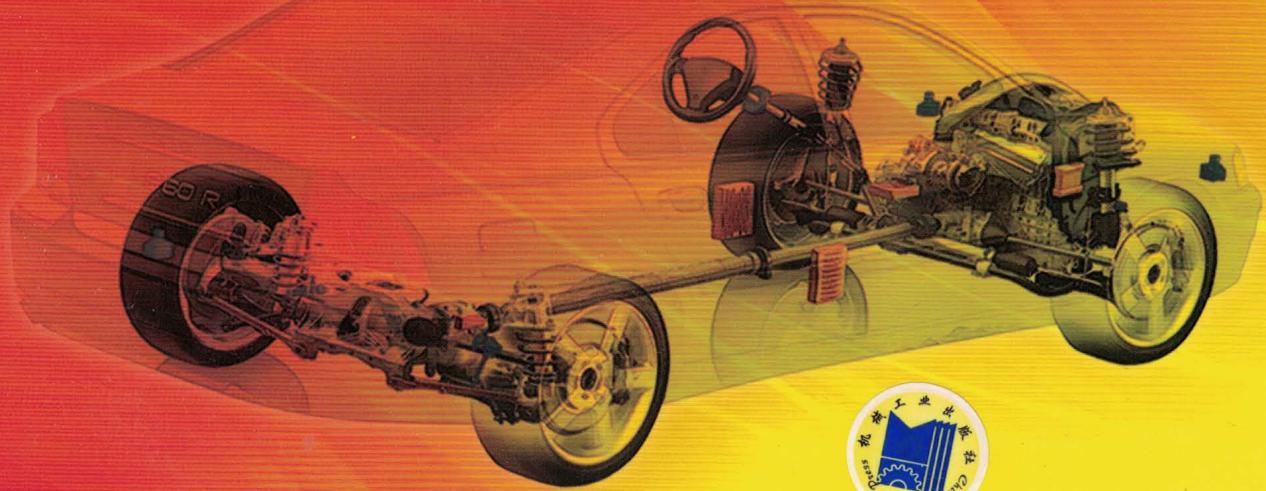




汽车行业零距离上岗指导丛书

汽车涂装技术

郗宏勋〇主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车行业零距离上岗指导丛书

汽车涂装技术

主 编 郜宏勋
副主编 贺展开
参 编 陈智勇
主 审 刘智婷



机 械 工 业 出 版 社

本书主要介绍了汽车涂装技术的相关知识。包括汽车修补材料、汽车修补涂料与配色、汽车修补施工设备、汽车修补施工实践、汽车修补涂料的性能检验及涂装施工安全与三废处理等。

本书适合于高职高专、中专院校的汽车整形技术、汽车装配技术、汽车运用技术、汽车保险与理赔等相关专业使用，也可用于成人高等教育以及培训教学使用，还可供汽车维修工、驾驶员、汽车行业专业人员以及汽车爱好者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车涂装技术/郗宏勋主编. —北京：机械工业出版社，2012.7
(汽车行业零距离上岗指导丛书)

ISBN 978-7-111-38672-8

I. ①汽… II. ①郗… III. ①汽车—涂漆
IV. ①U472.44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 120099 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：徐 巍 责任编辑：徐 巍

责任校对：刘秀芝 封面设计：陈 沛

责任印制：乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm 9.75 印张·234 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-38672-8

定价：26.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务 网络服务

社 服 务 中 心：(010)88361066 教 材 网：<http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部：(010)68326294 机 工 官 网：<http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部：(010)88379649 机 工 官 博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前　　言

汽车技术的迅速发展，使得汽车车身结构、车身材料、车身测量技术、车身校正设备和工艺、车身涂装设备和工艺等方面都有了较大的发展。对于汽车修复配套工业的要求也越来越高。汽车保有量的增加，带动了汽车修补涂料业的发展，与此同时，具有汽车涂装技术的职业技能型人才走俏市场。为适应市场对于汽车修补涂装技术人才的紧迫需求，特编写此书以供教学、培训及阅读参考之用。

本书主要介绍了汽车涂装技术的相关知识。包括汽车修补材料、汽车修补涂料与配色、汽车修补施工设备、汽车修补施工实践、汽车修补涂料的性能检验及涂装施工安装与三废处理共6个章节。

本书适合于高职高专、中专院校的汽车整形技术、汽车装配技术、汽车运用技术、汽车保险与理赔等相关专业使用，也可用于成人高等教育以及培训教学使用，还可供汽车维修工、驾驶员、汽车行业专业人员以及汽车爱好者阅读。

全书语言简洁，图文并茂，突出工学结合的特色，注重职业工作岗位的要求，特别强化了职业能力的提高和综合素质的培养。在各个章节中提供了学习要点，通过学习每个学习要点，可使读者掌握汽车涂装技术基础知识、汽车涂装设备相关知识和汽车涂装技巧。书中重点介绍规范的涂装方法，并相应增加了部分习题，供读者巩固学习成果，实现了理论与实践的高度融合。

本书由湖南交通职业技术学院教师郗宏勋任主编，贺展开任副主编，陈智勇任参编，刘智婷任主审。编写成员及分工为：郗宏勋负责前言、第1~3章的编写，贺展开负责第4~5章的编写，陈智勇负责参考文献和本书的统稿工作，刘智婷负责全书的审稿工作。

本书在编写过程中参考了大量文献资料，并咨询了相关专业人士。特别感谢广州金瀚塑胶喷漆制品厂的曾华先生，为我们提供了不少珍贵资料。由于编者水平所限，书中难免存在错误或疏漏之处，欢迎使用本书的广大师生和读者批评指正。

编　　者

目 录

前言

第1章 汽车修补材料	1
1.1 面漆	1
1.1.1 硝基纤维素类涂料	1
1.1.2 丙烯酸树脂类涂料	2
1.1.3 聚酯—聚氨酯类涂料	9
1.1.4 非异氰酸酯类交联型双组分涂料	11
1.1.5 醇酸树脂类涂料	11
1.1.6 色浆	11
1.2 辅料	13
1.2.1 底漆	13
1.2.2 腻子	15
1.2.3 中间涂料	18
1.2.4 防锈蜡	20
1.2.5 稀释剂、驳口水、防白水	20
思考与练习	23
第2章 汽车修补涂料与配色	25
2.1 汽车修补涂料品种的选择及配套	25
2.1.1 颜色基础知识	25
2.1.2 调色设备和工具	31
2.1.3 汽车修补涂料的基本组成	35
2.1.4 汽车修补涂料的配套	37
2.2 调漆与配色	40
2.2.1 人工及计算机配色	40
2.2.2 配色实践	43
2.2.3 调漆	44
思考与练习	45
第3章 汽车修补及施工设备	47
3.1 施工用设备	47
3.1.1 喷枪	47
3.1.2 空气压缩机	52
3.1.3 空气清洁器	55
3.1.4 喷漆用软管	56
3.1.5 喷漆间	56
3.1.6 烤漆房	59
3.2 表面处理	64
3.2.1 洗车	64

3.2.2 车身涂层表面的清洗	66
3.2.3 金属的表面调整	67
3.2.4 打磨和砂光	69
3.2.5 表面处理用其他辅料	76
3.3 喷涂施工	77
3.3.1 喷涂方式	77
3.3.2 喷枪的调整	80
3.3.3 喷枪的维护	83
3.3.4 喷涂技术	85
3.3.5 汽车修补涂装的一般施工工艺	86
3.4 漆膜缺陷、对策及再修补	90
3.4.1 面漆	90
3.4.2 中间涂层	101
3.4.3 腻子	102
思考与练习	102
第4章 汽车修补施工实践	104
4.1 汽车全车身或部分车身板面的修补施工	104
4.1.1 全车身板面修补施工	104
4.1.2 部分车身板面修补施工	105
4.2 斑点修补施工	106
4.2.1 斑点修补前的表面处理	106
4.2.2 斑点修补时面漆的喷涂施工	107
4.3 整车的修补施工	110
4.3.1 车顶的喷涂	110
4.3.2 发动机前盖的喷涂	110
4.3.3 后盖的喷涂	110
4.3.4 汽车侧面的喷涂	111
4.4 塑料零件的修补施工	111
4.4.1 常见塑料件修理工艺	111
4.4.2 内用塑料制品的鉴别和涂装	115
4.4.3 汽车外部塑料零部件及聚氯乙烯顶棚的涂装	116
4.5 汽车局部修补涂装技术和操作技巧	117
4.5.1 驳口修补技术	117
4.5.2 疤痕无痕修补技术	118
4.5.3 减少汽车局部修补色差的操作	

目 录

作方法	119
思考与练习	119
第5章 汽车修补涂料的性能检验	121
5.1 原漆性能检验	121
5.1.1 外观	121
5.1.2 相对密度	122
5.1.3 粘度	122
5.1.4 细度和清洁度	123
5.1.5 不挥发分	123
5.1.6 遮盖力	124
5.1.7 储存稳定性	125
5.1.8 干性	126
5.2 涂层的性能检验	127
5.2.1 厚度	127
5.2.2 硬度	129
5.2.3 柔韧性	131
5.2.4 冲击性	132
5.2.5 附着力	132
5.2.6 光泽	133
思考与练习	133
第6章 涂装施工安全与三废处理	134
6.1 安全操作知识	134
6.1.1 安全操作常识	134
6.1.2 防火知识	140
6.1.3 电气防爆	143
6.2 涂装材料储存知识	144
思考与练习	145
参考文献	147

第1章 汽车修补材料

学习目标：

- 掌握各种漆料的成分及含量。

重点难点：

- 漆料的作用及主要用途。

在市场上各类汽车修补涂料的品种和牌号很多，常用的有十几种。在按照应用领域划分的几大类涂料中，汽车修补涂料属于最大的一个类别。

汽车修补涂料和通常我们所说的工业或日常生活中采用的维修涂料比起来，各方面的要求都要高很多。它一方面要求涂料的综合性能必须优良，另一方面对于涂料的施工性能也有着非常严格的要求。

1.1 面漆

面漆的功用：面漆是汽车多层涂装中最后涂布的涂料，它不但应具有涂层色泽艳丽、光亮丰满的装饰效果，而且应具有良好的保护性、耐水性、耐磨性、耐油及耐化学品腐蚀性。

按照涂料的干燥机理不同，面漆可按如下分类：

- 1) 溶剂挥发干燥型，如硝基漆、热塑性丙烯酸改性醇酸树脂漆等。
- 2) 热固化型，如热固性丙烯酸树脂漆、氨基丙烯酸树脂漆、热固性环氧树脂漆和氨基醇酸树脂漆。
- 3) 双组分型，如丙烯酸—氨基树脂漆、聚酯—聚氨树脂漆和丙烯酸—环氧树脂漆等。
- 4) 催化固化型，如湿固性有机硅改性丙烯树脂漆、过氧化物引发固化的丙烯酸树脂漆和氨蒸气固化聚氨酯树脂漆等。

按照涂料装饰性不同，面漆可分为素色漆、金属漆、珠光色漆和罩光清漆等。

按照涂料成分不同，面漆可分为单组分漆和双组分漆。

1.1.1 硝基纤维素类涂料

硝基纤维素涂料的原料主要是：硝基纤维素、乙酸丁酯。常用的溶剂是微米级的氧化铝溶液。

纤维素分子中每个葡萄糖单元含有三个游离的羟基，用浓硝酸和浓硫酸处理时，可转化为硝基纤维素。呈微黄色，外观像纤维。一般表示为 $[C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_n$ ，产物的性质和用途取决于硝化的程度，当三个游离羟基都被硝化时产生三硝酸纤维素，通常称为火棉，含氮量为12.5%~13.6%，可用于制造无烟火药。当硝化程度低时，称为硝棉，不溶于水，溶于甲醇、丙酮、冰醋酸等，微溶于1:3(体积)的乙醇—乙醚混合溶剂。干燥的硝酸纤维素非常敏感，受摩擦或冲击立即爆炸。含水量对它的引爆性影响很大，含水1%~2%时瞬间可以

引爆，含水7%时勉强可以爆炸，当含水量高于20%后不燃烧也不爆炸。长期暴露于日光下可发生分解。

1.1.2 丙烯酸树脂类涂料

丙烯酸树脂漆属于溶剂挥发干燥型涂料，其中热塑性丙烯酸树脂漆的性能远远超过硝基漆。但是早期的热塑性丙烯酸涂料在应用过程中发现了许多不足，例如丰满度差、湿润性差、互溶性差、耐溶性差及对温度敏感等。所以人们在使用过程中对热塑性丙烯酸树脂涂料进行了大量的改进，使其性能有了很大的改善，如用硝基纤维素改性的丙烯酸树脂涂料、用醇酸树脂改性的丙烯酸涂料以及丙烯酸—聚氨酯涂料等。

丙烯酸—聚氨酯涂料是最好的双组分涂料，已成为国内外汽车修补业的首选涂料。它是由羟基丙烯酸类聚合物与含有异氰酸酯类聚合物的催干剂按一定比例调配而成的。在形成膜的过程中，随着溶剂的挥发，两类聚合物进行交联反应，最后形成热固性的丙烯酸—聚氨酯涂层。丙烯酸—聚氨酯涂层既具有丙烯酸树脂涂料良好的挥发成膜性，又具有异氰酸酯类的交联成膜性，充分发挥了前者的快干性和后者良好的涂层特性。

不同的共聚物有着不同的特性，所以可以根据产品的不同要求，制造出各种涂料的不同产品。它们有很多共同的优点：

- 1) 具有优良的色泽，可以制成透明度极好的水白色清漆和纯白色白瓷漆。
- 2) 耐光性好、紫外线照射不分解不变色。
- 3) 保光、保色，能够长时间保持原有色泽。
- 4) 耐热性好。
- 5) 可耐一般的酸、碱、醇和油脂等。
- 6) 可以制成中性的涂料，调入铜粉、铝粉，使其具有像金银一样光彩夺目的光鲜色泽，且不会变暗。
- 7) 长期储存不会变质。

丙烯酸酯涂料因为性能优良，已经广泛用于汽车的装饰和维修、家用电器、钢制电器、铝制品、卷材、机械、仪表电器、建筑木材、造纸、粘合剂和皮革等生产领域。应用面逐渐扩大，是一种比较新型的优质涂料。

丙烯酸类聚合物在国民经济的众多领域都有它们的市场，如：涂料、胶粘剂、塑料、合成纤维以及橡胶等，其中以塑料和涂料行业用得最多。涂料行业所用到的聚合物属于分子量较低，且大体成线型的品种。其主要特点是：

- 1) 颜色较浅。如果单体质量良好，聚合釜及聚合工艺配合得当，所得聚合物几乎可呈水白，无色透明。
- 2) 耐候性优良。有突出的耐户外暴晒性、保光及保色性、且不泛黄等优点。
- 3) 装饰性良好。硬度和光泽度均较高。
- 4) 耐介质性能好。丙烯酸类聚合物是耐非极性介质性能非常突出的高分子材料。其线型大分子弹性体是一种具有优良的耐各种油类介质的橡胶，作为涂料，它们对一般的酸、碱、盐以及油脂、洗涤剂等也比较稳定。
- 5) 抛光性能良好。丙烯酸系涂料可以打磨抛光从而获得极好的光泽、鲜映性，但是这种性能的涂料在市场上数量并不是很多。

总之，丙烯酸类聚合物是除了机硅、有机氟以外，其综合性能特别是耐候性最为优良的高分子聚合物。

采用不同丙烯酸类单体及不同用量的组合可以得到很多性能各异的聚合物，正是由于丙烯酸类聚合物的这种可调性能规律明显并且容易掌握，使它的应用面日趋广泛。尤其是在涂料行业，它的知名度日益升高，已经广泛用于交通车辆和建筑行业，成为这两个行业所采用涂料中不可缺少的原料。

一般涂料行业用得最多的丙烯酸类聚合物可以分为两大类，即：

- 1) 不含任何活性官能团的聚合物——热塑性丙酸树脂类。
- 2) 含有某种活性官能团的聚合物——交联型丙烯酸树脂类。

1. 丙烯酸树脂合成化学

(1) 自由基聚合基础 自由基聚合又可以称为游离基聚合。其反应机理是：聚合物单体在光、热、辐射或者引发剂的作用下生成自由基。自由基的活性很高，它可以和单体继续反应使其活化成为单体自由基，单体自由基进一步与单体分子反应形成新的自由基。这就是所谓的连锁反应，直到最后因某种外界的原因发生链终止反应。

(2) 单体及其对丙烯酸聚合物的性能影响 各个不同的单体聚合所产生的均聚物都有其独特的性能。比如，甲基丙烯酸甲酯的聚合物硬而且脆，而不含甲基的丙烯酸酯类聚合物较为柔软。如果将两者进行适当的搭配，就可以得到软硬相宜、具有很高的机械强度、适合涂料行业用的树脂。有一类丙烯酸类单体含有某种活性基团，例如，羟基、羧基、环氧基、氨基等，称为官能性单体。如果集聚反应中加有官能性单体，则所得聚合物称为官能性聚合物或者交联性聚合物。在当今的市场上用得最多的官能性单体有丙烯酸羟乙酯、丙烯酸羟丙酯、甲基丙烯酸羟乙酯、甲基丙烯酸羟丙酯、甲基丙烯酸环氧丙酯以及甲基丙烯酸二甲基丙酯等。

(3) 阻聚剂 正如前面讲过的那样，丙烯酸类单体在光和热的作用下极易发生聚合反应，因此单体的生产厂家为了防止单体在储存和运输的过程中聚合，一般都会在单体中加入一定量的阻聚剂，丙烯酸系单体常用的阻聚剂有酚类，如对苯二酚、对甲氧基苯酚等；硝基苯类，如硝基苯、二硝基苯、二硝基氯苯等；芳香族胺类，如苯基萘胺、对羟基二苯胺、N、N—二苯二胺等。从理论上说，这些阻聚剂的存在将会对聚合反应产生影响，具体体现在延长引发剂的诱导期、半衰期以及链终止等方面，对产品的性能也必将产生影响。所以，严格地讲，在生产过程中应该将单体中的阻聚剂设法除去。国外在丙烯酸系单体的生产、销售、运输、存储等方面都有一整套非常有效的管理方法。例如：单体的生产厂家要求在运输过程中温度保持在5℃以下，储存单体的储罐一般都设置在地下，并且装备有效的降温装置。所以国外用于工业生产的丙烯酸系单体中阻聚剂的含量相对偏低，有的甚至不加，一般在大生产前不设置除去阻聚剂的工序。国产的单体和国外的有很大区别，某些单体生产厂家为了延长单体的储存期，防止单体自聚，往往在单体中加有很大量的阻聚剂。因此在选用国内厂家生产的单体时务必谨慎，尤其是对一些小型生产厂，应该进行单体中阻聚剂含量的测定。一般来说这些检验方法的针对性都很强，首先应该从单体生产厂那里了解单体中所加阻聚剂的类型，然后再决定采用相应的办法。一般适用的方法有三氯化铁法、亚硝化法以及碱溶液检验法等。

(4) 聚合工艺 丙烯酸系不饱和单体理论中有四类方法聚合，即本体聚合、溶液聚合、

悬浮聚合以及乳液聚合。

本体聚合法不需要任何溶剂或者其他介质，参与聚合反应的丙烯类单体是在熔融状态下进行聚合。此法多用于塑料工业，例如各类有机玻璃的制备等。以往涂料行业一般不采用这类聚合工艺，现在多用于制造粉末涂料的树脂和复印机用油墨载体树脂的合成。

悬浮聚合法和乳液聚合法在涂料工业中多用于建筑用水性涂料。目前国内外市场广泛用做建筑涂料的苯并乳胶涂料、纯丙烯酸乳涂料就是采用这类工艺制造的。它们在建筑涂料市场中占有相当大的份额。

溶液聚合法特别是采用自由基引发的聚合法，由于其自身固有的特点被广泛用于涂料工业中。顾名思义，所谓溶液聚合就是聚合反应过程是在溶液中进行的，聚合的产物必然也是聚合物溶液。如果单纯从成膜的角度考虑，只要溶剂的沸点选配得当，聚合物溶液就可以作为基本成膜物质而直接用于涂料之中，这样就省去了一些复杂的工艺过程。这种聚合方法在涂料行业中被广泛采用。在汽车行业，无论是汽车总装厂还是汽车修配厂，所采用的丙烯酸系涂料都是各种丙烯酸系单体溶液聚合的产物。

溶液聚合工艺本身并不复杂，但是为了控制聚合反应的转化率、聚合物的分子量、分子量分布及支链结构等影响因素，一定要认真考虑。

1) 溶剂和链转移剂，在溶液聚合中，溶剂是一个非常重要的因素。它不仅影响所用引发剂的诱导期、半衰期，对于聚合反应的速度、链转移常数、分子量大小及其分布等也均有不同程度的影响。涂料用丙烯酸系聚合物的溶液一般只需要考虑除去机械杂质，而不需要经过任何特殊的处理就可以直接用作配漆的基料。因此聚合溶剂在涂料施工时具有稀释剂的作用。它的沸程范围、挥发速度以及潜热等对涂层的外观及物性必将产生非常重要的影响。所以溶剂在聚合中，它的正确选用是一个需要全面考虑的问题。

在自由基聚合反应的链增长过程中，大分子自由基可能与溶剂发生链转移反应，使得链增长终止。不同的溶剂有着不同的链转移常数。链转移常数越大，大分子自由基就越容易发生链终止反应。很明显，链转移常数较大的溶剂所获得的聚合物分子量也就越低。为了有效地控制聚合物分子量的大小，人们采用了在聚合反应后期添加链转移剂的方法。工业上用得最多的链转移剂有丁基硫醇、乙基硫醇和羟基醋酸乙酯等。应该严格按照不同单体、不同的反应条件以及对产品的不同要求等来选择链转移剂及其添加时机。

2) 引发剂乳液聚合法均采用引发剂引发。一般用得最多的引发剂有有机过氧化物、偶氮化合物等，他们在热辐射的情况下都极易分解，形成活性自由基，引发单体开始聚合。

在丙烯酸系树脂的聚合反应中，选择引发剂首先需要考虑的是这种引发剂必须能够溶解或者是能够很好地分散在反应体系中，其次需要考虑的是所选择的引发剂的分解度应该和聚合条件相适应，因为不同引发剂的活化能、分解温度和半衰期均不相同。

由于聚合反应一般是放热反应，如果引发剂的活化能太低，或者半衰期太短，引发剂的分解速度太快，会使得聚合反应的温度难以控制，甚至出现爆聚或者自由基消耗过早的现象，致使聚合反应不得不终止。如果引发剂的活化能太高，或者半衰期太长，引发剂分解速度太慢，聚合反应会变得相对较长，不适合在工业生产中应用。常用引发剂的半衰期和推荐使用温度范围见表 1-1。

表 1-1 常用引发剂的半衰期和推荐使用温度范围

项目/品名	温度/℃	半衰期/h	使用温度范围/℃	项目/品名	温度/℃	半衰期/h	使用温度范围/℃
过氧化二特丁醚	130	6	140 ~ 150	过氧化二异苯丙	110	23	160 ~ 190
	140	2			130	2.3	
	150	1			150	15.6min	
	160	15min					
过氧化苯甲酰	80	4.0	90 ~ 100	叔丁基过氧化氢	110	570	160 ~ 190
	90	1.25			130	100	
	100	20min			150	20	
	110	9min					
过苯甲酸特丁酯	110	5.5	115 ~ 130	偶氮二异丁腈	64	10	75 ~ 90
	120	1.75			82	1	
	130	35min			100	6min	
	140	12min			120	1min	
	150	4.5min					

在实际工业的生产过程中，引发剂的半衰期还和引发剂的用量、所选用的溶剂体系等因素有关。引发剂的浓度越低，则半衰期越长，反之半衰期越短。引发剂在不同的介质中所表现出来的半衰期也是不一样的。认真搭配、合理调整这些参数对于控制聚合物的分子量、分子量分布，提高单体的转化率都是很重要的。

为了提高单体的转化率，降低残留单体的含量，最近这几年国外大多采用了在聚合反应后期补加引发剂的措施。通常引发剂的补加量大约为原引发剂量的 $1/6 \sim 1/3$ 。也有人建议在聚合反应中采用复合引发剂。也就是说，将引发温度不同的几种引发剂搭配使用，可以达到同样的效果。

3) 单体的反应速率和竞聚率从理论上来说，丙烯酸系各种不饱和单体在一起共聚时，其产物主要是这些单体的共聚物和这些单体各自的均聚物的混合物。这是因为各个单体的自聚和共聚速度不同所表现的竞聚率的差异造成的，因此在设计丙烯酸系聚合物大分子的时候就要充分考虑到这些问题。正确的配方设计和工艺手段应该保证所得聚合产物中共聚物的比例尽可能的大，而各种单体的均聚物的比例尽可能的小。就好像先加某些共聚率较高的单体，或者是滴加某些特别容易自聚的单体的办法，都能够在很大程度上缓解自聚与共聚的矛盾，获得一定的效果。

2. 丙烯酸系涂料

(1) 热塑性丙烯酸系涂料 热塑性丙烯酸系涂料属于挥发型涂料。最早出现在 1956 年，美国将其应用到汽车上，特别是高级轿车的涂装中。由于它的性能大大超过了当时应用比较广泛的硝基纤维素类涂料，所以引起汽车行业极大的兴趣。当时通用汽车公司曾花费巨资来宣传，更有甚者，把它称为“魔术涂料”。

在制备热塑性丙烯酸树脂的聚合反应中所采用的所有不饱和单体中均不含有诸如羟基、环氧基之类的活性基团。但是为了解决树脂对颜料和基材的亲和性方面的问题，一般要用到一些含有羧基或者酰基氨基之类极性基团的单体。这类聚合物大多以甲基丙烯酸甲酯为主体，辅之以苯乙烯、丙烯酸丁酯等单体。如果各个单体之间的比例选配得当，所制得的树脂配漆成膜后，可得到刚柔相济，并且具有一定的机械强度的涂层。值得提起的是，目前的国

外各涂料公司在实用中普遍采用了硬树脂和软树脂搭配的做法，也就是说为同一类型的涂料准备了软、硬两种树脂。在涂料的生产中可以根据客户的要求，选用不同比例的软、硬树脂搭配，这样可以对其机械性能进行适当调节，满足客户的需求。这种构思比起在一个配方中仅仅采用一个主成膜物质的做法要科学、实用。

早期的热塑性丙烯酸系涂料无论从工艺上还是从性能上看，都有些不太健全，存在的不足也有很多，具体如下：

1) 施工性能。早期的热塑性丙烯酸树脂系涂料由于合成工艺还不尽成熟等原因，其分子量及其分布都不一定合理。有时候为了提高漆膜的性能，只好采用增加分子量的方法，但是在涂装时非常容易出现拉丝的现象。必须加入大量稀释剂以降低施工粘度来解决。显然，大量稀释剂的加入，必然导致漆膜干、瘦，丰满度差，很难获得满意的涂装效果。

2) 润湿性能。润湿性能差是无油合成树脂的通病。它不仅很容易给涂层表面带来缩孔、缩边等不足，还在制造色漆或者色浆的时候，很难快速将颜色、填料等分散于基料树脂中，而且比较容易出现浮色、发花等弊端。

3) 相容性能。早期热塑性丙烯酸树脂与大多数合成树脂的相容性都不是特别令人满意，这就给制漆加工带来了极大的限制。通常在制漆的过程中，混入其他类型的树脂来改善某一品种的某些不足是涂料行业一种惯用的手法。

4) 热敏性能。热塑性高分子合成材料都对热敏感。顾名思义，热塑性就意味着这种高分子材料达到一定的温度时，就会由玻璃态转化为粘弹态。显然，处于粘弹态下的高分子材料是不能像通常的涂层材料那样，发挥诸如保护、装饰作用的。工程技术人员就要为涂料用聚合物确定一个合适的玻璃化温度及软化点的范围。如果聚合物的玻璃化温度偏高，则漆膜较硬、脆，柔韧性就会变得较差。如果聚合物的玻璃化温度偏低，低于40~50℃，那么在气温相对较高的夏天当户外环境温度超过其玻璃化温度以上的时候，这种漆膜就会变得柔软、粘度增加，进而沾灰，就会损害涂层的装饰效果。提高聚合物的分子量可以相应提高其软化点，但是又可能带来施工固含偏低，粘度偏高的问题，并且漆膜在视觉效果上回显得非常的不丰满。这些都是热塑性丙烯酸系涂料能否进一步拓展的技术关键。

5) 耐溶剂性。热塑性丙烯酸高分子作为涂料的时候，仅仅依靠溶剂挥发成膜，这类漆膜遇到某些溶剂的时候一定会发生再溶解，至少是溶胀。所以热塑性高分子用做涂料的主成膜物质的时候，耐大多数有机溶剂性都相对较差。

(2) 其他合成材料改性热塑性丙烯酸系涂料 硝基纤维素改性热塑性丙烯酸树脂系涂料，可以使漆膜的拉伸性能和耐磨性明显地提高。但是其用量必须要有严格的控制。如果用量偏高，则对漆膜的耐候性、保光保色性以及柔韧性会带来不利的影响。

根据权威认证，随着配方中硝基纤维素的含量增加，漆膜的保光性能明显下降。所以在热塑性丙烯酸树脂中添加硝基纤维素的办法并不能满足人们的要求。但这并不妨碍将热塑性丙烯酸树脂添加到硝基纤维素体系当中。即利用热塑性丙烯酸树脂来弥补硝基纤维素涂料在力学性能和耐候性方面的某些不足。

在热塑性丙烯酸树脂中加入醋酸丁酸纤维素可以极大地克服热塑性丙烯酸树脂系涂料的许多固有的缺陷。醋酸丁酸纤维素具有良好的耐光性、不泛黄性等典型的耐老化性能。它与丙烯酸树脂并用还可以提高成品漆的流平性及溶剂释放性。众所周知，要充分发挥挥发性涂料的最佳性能，涂料在涂装施工、成膜后的溶液释放性必须非常好。如果漆膜的溶剂释放性

能不好，将会造成漆膜长时间不能硬干，或始终是外硬内干，或者始终都是外硬内软，达不到应该具有的机械强度。在丙烯酸系树脂中添加适量的醋酸丁酸纤维素(CAB)就可以在较大程度上提高涂层的溶剂释放性，即使是较厚涂层，溶剂的释放也都不成问题。

目前，几乎所有的汽车修补涂料生产厂家的热塑性丙烯酸系涂料中，都加有不同的牌号、规格的醋酸丁酸纤维素。例如：BASF公司、PPG公司、DuPont公司、AKZO公司等。世界上生产和销售CAB的公司主要是伊士曼公司。

过氯乙烯树脂、氯乙烯—醋酸乙烯共聚物等均能与多种热塑性丙烯酸系树脂混溶。它们主要用来提高涂料的耐化学介质性能。但是由于这两种聚合物的大分子中含有较多的C—Cl键，极易在受到热或强烈的光照的条件下降解，分解成HCl。而生成的HCl又可能进一步加速聚合物主链的降解，使漆膜变色、变黄、失光、变脆等，最后导致漆膜失去机械强度，漆膜开裂，剥落。所以含氯聚合物不能作为户外装饰性涂料使用，就是作为其中某些成分也不适合。所以，用作汽车修补涂料的热塑性丙烯酸树脂系涂料中建议不要加入任何含有氯的聚合物。

(3) 丙烯酸改性醇酸树脂系涂料 在涂料行业中，醇酸树脂类涂料一直是所有品种中地位最为重要的产品之一。几十年来尽管各种新型合成树脂相继问世，但是在产量上醇酸树脂仍然雄踞榜首。我国醇酸树脂的产量占合成树脂一半以上，即使是发达的西方国家也要占到30%~40%。长期以来醇酸树脂之所以受到用户的特别青睐，其主要原因就是在技术和经济上有着其他合成树脂无法与之比拟的优点。其主要特点体现在：价格低廉、综合性能平衡、漆膜丰满、施工性能特别好及品种多样等，可以满足不同方面的要求。

醇酸树脂系涂料用于汽车修补行业已经有很长的一段历史了，作为汽车修补涂料就像硝基纤维素涂料一样，也曾有过一段辉煌的时期。然而随着汽车工业的快速发展，汽车总装厂新车涂装水平的不断提高，醇酸树脂系汽车修补涂料也就越来越不能够适应新的要求。这主要体现在：

- 1) 表干时间或不沾灰时间太长，严重影响了汽车修补施工的工期以及涂装质量，尤其是涂层的外观。
- 2) 硬度偏差，不能适应现代高级汽车对面漆的要求。
- 3) 耐候性低于现在汽车行业普遍采用的氨基—醇酸树脂面漆的水平。
- 4) 打磨、抛光性能不理想。

虽然热塑性丙烯酸树脂系汽车修补涂料具有良好的综合性能、施工性，但它们的原始光泽不高，经过喷涂作业后，往往还需要抛光。另外，该类涂料还有一个致命的弱点，那就是它的软化点和其他力学性能之间的矛盾。如果树脂的软化点低，此时虽然漆膜的力学性能比较理想，但是在户外的阳光下，尤其是炎热的夏天，汽车表面温度超过漆膜的软化点就会使其变软、发粘导致沾灰，这是客户绝对不能接受的。而如果将树脂的软化点设计得偏高，则漆膜将会变得又硬、又脆，完全不符合汽车涂层的基本要求。要想两个问题都解决，并且不对成膜物质本身作基本的改变，几乎是不可能的。

针对这个问题，研发人员尝试采用其综合性能特别是耐候性能比较好的丙烯系衍生物来对醇酸树脂进行改性，经过多年的努力终于获得了极大成功。这类新型改性树脂叫做丙烯酸醇树脂，或者称作丙烯酸改性醇酸树脂。这类涂料的面世成功填补了上述几类涂料所存在的某些不足。而将上述丙烯酸系和醇酸系两类涂料的长处有效地结合在一起，成为近几年来国

外汽车修补涂料市场使用的比较多的品种之一。在汽车修补行业，国外把这类涂料统称为丙烯酸磁漆。

丙烯酸改性醇酸树脂的技术路线很多。从它的反应机理来说主要是利用双键的共聚反应、利用丙烯酸单元与醇酸树脂单元两部分基团间反应和丙烯酸微胶改性等。但是真正具有工业化价值或者说已经工业化了的技术只有三种：

1) 先预聚后缩聚法。先合成一种丙烯酸聚合物，其大分子中仅仅含有一个羧基，且大分子基本呈线型。然后再把它当做长链一元羧酸，与常规的多元酸、多元醇以及干性油一道按照常规方式合成醇酸树脂。

2) 先缩聚后共聚法。选择一种特殊的不饱和一元酸或者其他脂类，此种不饱和一元酸应能参与丙烯酸类单体的共聚反应。采用这种不饱和一元酸与其他醇酸树脂的基本原料如植物油、多元酸、多元醇等一道按照常规工艺合成醇酸树脂，再将其所得树脂与各种丙烯酸类单体共聚，即得丙烯酸改性醇酸树脂。

3) 冷拼法。合成可与常用醇酸树脂混溶的特种丙烯酸树脂。将其与普通醇酸树脂按照任意比例混合使用。

(4) 交联型丙烯酸树脂涂料 通常含有某种活性基团的丙烯酸系聚合物在热、光、辐照或者交联剂存在的条件下，可以交联，形成网络结构而固化成膜的这种丙烯酸系聚合物称为交联型丙烯酸树脂。这类交联型丙烯酸树脂按照其交联方式可以分为两种：

1) 自交联型。丙烯酸聚合物大分子中含有两个以上的活性官能团，在热或者催化剂的作用下，这些官能团能够相互进行交联反应，最后形成网络结构。自交联型聚合物一般含有下述活性官能团：缩水甘油基、羟甲基、烷氧基、亚乙基脲以及异氰酸酯基等。

2) 反应型。聚合物中的官能团即使在热或者催化剂的作用下也没有相互间进行交联反应的能力，必须要在其他具有两个以上的活性基团交联剂的参与下才能发生交联反应。反应型聚合物中一般含有下述活性基团：氨基、羟基、羧基、环氧基、酰胺基以及异氰酸酯等。含有这些基团的丙烯酸树脂可与含有下述基团的化合物发生交联：

- ① 可与羧基基反应的化合物：环氧树脂、多价金属盐化合物、三聚氰胺甲醛树脂。
- ② 可与羟基反应的化合物：三聚氰胺健全树脂、异氰酸酯。
- ③ 可与氨基反应的化合物：环氧树脂、异氰酸酯、酸酐、氨基树脂。
- ④ 可与环氧基反应的化合物：酸酐、氨基树脂、先氮化合物。
- ⑤ 可以与酰胺基反应的化合物：酸酐。
- ⑥ 可与氨基甲酸酯反应的化合物：酸酐。

到现在为止，自交联型树脂被用作汽车修补涂料，尤其是面漆的情况比较少。主要是由于自交联型树脂涂料目前还存在很多的技术问题等待解决。目前，仅仅在修补腻子中用到自交联型树脂，例如：不饱和聚酯树脂类原子灰就是其中的一种。

在汽车修补行业中采用最多、最普遍的是反应型丙烯酸系树脂涂料，尤其是含羟基及环氧基。其中含羟基的丙烯酸系聚合物用得最多。这类涂料就是当作为世界汽车修补涂料市场主要产品的丙烯酸—聚氨酯。而另外一类含有环氧基的丙烯酸系聚合物仅仅是新近推出市场的试验性产品，这是为了提高汽车表面涂层的耐酸雨性以及避免双组分丙烯酸—聚氨酯中，异氰酸酯类的毒性而开发出来的新品种。

- (5) 丙烯酸树脂 丙烯酸—聚氨酯系涂料为双组分涂料。由含羟基丙烯酸树脂和含异

氰酸酯基的脂肪族二异氰酸酯类混合而成。它成功地将丙烯酸系涂料良好的挥发成膜性与异氰酸酯的交联性结合在一起，充分发挥了前者的快干性以及后者的因交联成膜而带来的突出的漆膜性能，受到好评。一直以来都是国外汽车修补涂料行业中作为本色漆、金属闪光漆和罩光清漆的主要涂料。综合评价主要生产厂家所提供的汽车修补涂料用丙烯酸—聚氨酯，其主要性能如下：

- 1) 优良的耐候性、保光保色性，比同样在汽车修补涂料市场中占据相当大份额的聚酯—聚氨酯的耐紫外光性能好很多。
- 2) 漆膜的力学性能和耐介质性能都非常的优秀。
- 3) 可室温固化，有些产品的表干特别快，不沾灰时间也较短。特别适合汽车修补施工作业。
- 4) 相对于硝基纤维素涂料而言，它的施工不挥发分高，施工次数大为减少，提高了劳动生产率。

丙烯酸—聚氨酯中的主成膜物质为含羟基丙烯酸树脂。我们说的含羟基丙烯酸树脂乃是参与聚合的丙烯酸单体中包括有含羟基官能团的单体，像丙烯酸羟基酯、丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸羟丙酯等。这些含有羟基单体的品种、用量以及其他单体的品种、用量等都对丙烯酸聚合物的物性以及最终产品的性能有着很大的影响。

1.1.3 聚酯—聚氨酯类涂料

聚酯—聚氨类涂料是当今世界上汽车修补涂料业内使用较多的另一大类品种。很多汽车总装厂，特别是大型载客汽车总装厂也在使用这类双组分聚酯—聚氨酯类涂料。有的汽车装配厂甚至采用它来代替原先采用的氨基—醇酸和氨基—丙烯酸类涂料。根据调查，世界上已经有十多个汽车装配厂在其涂装线上使用聚酯—聚氨酯类涂料。这类涂料不仅可以低温固化，还可以在一般汽车装配厂常用的烤漆条件下烘烤成膜，所以在汽车总装厂，它们常被用作在线修补，有的汽车总装厂还直接将其用作新车面漆。这类聚酯—聚氨酯类涂料之所以受到汽车修配厂乃至总装厂的广泛青睐，原因就是，除了它本身的漆膜丰满、光亮的特点，力学性能以及耐候性能与其他涂料相比较，均高出一截，还在于它的施工性能、低温固化性能比以往任何一种汽车修补涂料都强。

聚酯—聚氨酯还有一个突出特点就是它的耐酸雨性能。世界各国的工业化飞速发展，三废对环境的污染越来越被人们所关注，三废带来的酸雨对汽车表面涂层的破坏作用也非常突出。双组分聚氨酯类涂料也正是以其卓越的耐酸雨性能、抗划伤性能日渐受到世界各个国家汽车行业的重视。

聚酯—聚氨酯类涂料与丙烯酸—聚氨酯一样，有含 NCO 基的甲组分和含 OH 基的乙组分。这里的乙组分就是聚酯树脂，确切地讲应该叫做饱和聚酯树脂。

作为汽车修补涂料，这里所采用的异氰酸酯甲组分应该为脂肪或脂环族异氰酸酯一类的化合物，具有耐候性比较好、不容易变黄的优点。

聚酯树脂是由多元酸、多元醇经过酯化缩聚反应得来的。常用的多元酸有：邻苯二甲酸酐、间苯二甲酸、己二酸、二聚油酸、合成脂肪酸以及顺丁烯二酸酐等。常用的多元醇有：乙二醇、二乙二醇、丙二醇、丁二醇、新戊二醇、甘油、三羟甲基以及季戊四醇等。

采用不同品种的多元酸、多元醇可以得到性能各异的一系列聚酯树脂。对于要求涂层柔

韧性较高的地方，应该使用聚酯树脂的大分子，主要呈线型，只含部分支链结构。所以在多元醇的搭配中，应该以二元醇为主再加上少量的三元醇。采用这种聚酯树脂与异氰酸酯配漆所制得的涂层，其低温柔韧性以及弹性等力学性能都会很理想，不足的是耐化学介质腐蚀性较弱。为了提高聚酯—聚氨酯涂层的耐介质性能，就必须要提高它的交联密度。具体的做法是增加用量。这样可以使得聚酯树脂的羟基含量增加，从而达到提高其交联密度的目的。采用不同的多元酸也可以起到类似的调节作用。例如采用某些长链的脂肪族二元羧酸，像己二酸，可使获得的树脂的低温柔韧性、弹性均有较大程度的改善；采用芳香族的多元酸，像间苯二甲酸，可以提高涂层的耐候性、耐热性以及其他力学性能。很明显，后者更能满足汽车工业对涂料的要求，所以被广泛用于汽车涂料用聚酯树脂的合成中。

在汽车修补行业中采用的聚酯树脂原料中，不管是一元酸还是多元酸，其分子中都不能含有不饱和双键。也就是说，即使是选用来自植物油的一元羧酸，也都尽可能选用那些碘值低的品种。多元酸中也尽可能不要选用顺丁烯二酸酐之类不饱和多元酸。这主要是因为双键很容易被氧化成过氧化物，从而进一步促进膜物质的大分子链结中的氨基甲酸酯键的降解，导致漆膜过早的老化。

聚酯—聚氨酯类涂料的力学性能，耐介质性能，特别是受到当今汽车业界普遍关注的耐酸雨性能等与涂层材料的交联密度关系密切。为了提高它们的交联密度，必须相应提高聚酯树脂的羟基含量或分子量。一般可以采用以下途径来达到目的：

- 1) 增加分子量，同时保持羟基含量不变。
- 2) 增加羟基含量，同时保持分子量不变。
- 3) 同时增加羟基含量和分子量。

根据大量研究表明，聚酯树脂的分子量从 2000 增加到 9000 的时候，涂层的耐酸雨指数可以从 43 增加到 52，而聚酯树脂的羟基含量由 3.5% 增加到 6.5% 的时候，耐酸雨指数则由 45 增加到 55。这主要是由于交联密度的增加使得涂层变得更加致密，外界的污染物、水分等更加难以侵入涂层内部的缘故。

聚酯树脂或者异氰酸酯组分的玻璃化温度对涂层的耐酸雨性能有很大的影响。比较明显的是，如果高分子材料处于玻璃化温度以下，聚合物链段的热运动减少，使得外界的污染物、水分等向涂层内部渗透、扩散的可能性就会受到一定的制约。反之，如果处于玻璃化温度之上，聚合物大分子链段的热运动加快，其自由体积增加，因此外界化学物质、污染物以及水分等就会比较容易侵入内部，造成涂层破坏。根据研究数据表明，如果将聚酯树脂的玻璃化温度固定不变，而将异氰酸酯组分的玻璃化温度从 5℃ 提高到 37℃，则涂层的耐酸雨指数可以由 36 提高到 50。如果将异氰酸酯组分的玻璃化温度固定不变，将聚酯树脂的玻璃化温度由 45℃ 提高到 80℃，则涂层的耐酸雨指数可以由 47 提高到 63。所以，体系玻璃化温度的改变对涂层的耐酸指数影响极大。设计聚酯—聚氨酯系涂料基本配方的时候，完全可以通过改变体系玻璃化温度来改善涂层的耐酸雨性能。

汽车在清洗时，无论是自动清洗机还是人工刷洗都要涉及涂层的抗划伤性、耐洗刷性。为了提高涂层的这两项性能，一般可以采用下面的措施：

- 1) 提高涂层的硬度。
- 2) 提高涂层材料的杨氏模量，使涂层更加柔韧。
- 3) 添加有机硅酮或者含氟助剂。

4) 大幅度降低涂层的粗糙度。

提高涂层的硬度，不如降低涂层的粗糙度，增加涂层的平滑性，更能明显地改善涂层的抗划伤性能。

所以，作为聚酯—聚氨酯类涂料的乙组分的聚酯树脂应该具备以下基本条件：

- 1) 与脂肪族或脂环族异氰酸酯类衍生物的混溶性良好。
- 2) 为了使所获得的涂层具有足够的交联密度，聚酯树脂应该含有足够的羟基。
- 3) 聚酯树脂的酸价不要太高，一般来说应该比常用醇酸树脂的酸价要低一些。

1.1.4 非异氰酸酯类交联型双组分涂料

前面所提到的双组分丙烯酸、聚酯都为聚氨酯系列涂料，所采用的固化剂也都是异氰酸酯类化合物。长期以来环保部门对于涂料用异氰酸酯类化合物的毒性一直都有争议。所以涂料业界对非异氰酸酯类新的交联系统的研发工作从来没有停止过。然而有关工业化特别是汽车修补涂料方面工业化成果至今还没有出现。在以前的几年中荷兰阿克苏公司向市场推出了一种非异性氰酸酯类双组分汽车修补涂料，商品牌号为“AUTONOVA”。阿克苏公司介绍，“AUTONOVA”具有各种双组分聚氨酯类涂料的特点，且交联剂不采用含异氰酸酯基团的化合物。该系列产品突出的特点是干燥的速度特别快，可以低温干燥。

1.1.5 醇酸树脂类涂料

醇酸树脂是涂料用树脂主要应用的品种之一。其出现要追溯到 1901 年，Waston Smith 采用苯二甲酸酐与甘油进行缩聚反应，合成一种可以受热固化的聚酯树脂。但是真正具有工业化价值，且能够用于涂料工业的醇酸树脂的问世却要推迟到 20 年后的 1920 年。Roy Kienle 采用植物油脂肪酸对聚酯树脂进行改性，合成了可溶性醇酸树脂，并投入工业化生产。从那以后，涂料工业才由原来大量采用天然树脂逐步过渡到使用各类合成树脂。半个多世纪以来，尽管各种合成树脂相继问世，但是醇酸树脂仍然作为涂料用树脂占有举足轻重的地位。主要是因为这种合成树脂无论从技术上还是经济上都有着其他合成树脂无法替代的优越之处。它们不仅价格较低而且也非常容易得到，制造工艺因为历史悠久所以很成熟，综合性能好。并且能够以多种途径进行改性，进而获得性能更为优异、能够满足多方面市场要求的新产品。

醇酸树脂类涂料按干燥的方法可以分为自干型和烘干型两大类。其中自干型是醇酸树脂类涂料的主流，用量也最大。在汽车行业，其早期作为公共汽车、载货汽车等对装饰性要求不高的大型车辆的涂料，同时也用于各类较低档车辆的修补、汽车总装厂线后修补以及小型汽车修配厂的修补涂装中。在汽车修补涂料中，它与之前提到的硝基纤维素涂料都有着同样高的地位。

1.1.6 色浆

色浆，顾名思义是一种有颜料的浓缩浆，是利用不同的颜料，通过对颜料表面处理、表面包裹等技术，经过严密的加工工艺研制而成的。

由于所使用的溶剂不同，色浆又分为水性色浆、油性色浆和水油通用色浆等。

根据色浆的用途不同又分为涂料色浆、胶带色浆、造纸色浆、纺织色浆、机械色浆、玩

具色浆和乳胶制品色浆等。

根据使用色浆的工具不同，人们把色浆简单地分为工厂用色浆和机用色浆等。色浆在自然界里协同装扮着整个世界，小到穿着打扮、日用、玩具等，大到桥梁、房屋建筑等，无不展示着五颜六色的色彩。

色漆主要由成膜物质、颜料、溶剂以及助剂所构成。色漆的生产按照它的加工工艺分为传统的主色浆法和新近发展起来的单色浆法。所谓单色浆法就是预先将各种颜料分别散在成膜物质中制成色浆，然后再按照配方，将主成膜物质、各种色浆、助剂以及溶剂等混合均匀，配制成各色油漆。传统的色漆生产工艺为主色浆法，这种工艺是将配方中的所有颜料全部加入到基料中经分散、研磨，待细度合格后再根据肉眼或者测色仪器的判断，决定是否加入某些单色浆对颜色进行微调，配置成漆。两种工艺各有优劣，现将其特点比较如下：

1) 生产周期。两种工艺生产色漆的总生产周期虽然差别不是很大。但是因为单色浆工艺中，各种色浆都已经储存入库，所以不需要临时对颜料进行加工，只要按照配方加入各种成分再混合均匀就可以。

2) 对助剂的要求。单色浆工艺对分散助剂的要求较高，相对于同一种产品的颜料而言，助剂的用量通常要比主色浆高。在实际操作中，几种颜料在一起混合研磨得到的色漆，比起分开研磨后再混合的工艺，不容易浮色、发花和絮凝。显而易见，单色浆工艺为了避免色漆成品的上述弊病，在制备单浆的时候，必须加强对助剂的添加，必要的时候相应增加助剂的用量或添加助分散剂。

3) 对研磨树脂的要求。主色浆法对研磨树脂没有什么要求，只要采用色漆中的主成膜物质就可以了。单色浆法就大大不同了，必须认真考虑研磨树脂与本公司各类涂料中的主成膜物质的相容性。否则就会带来浮色、发花、絮凝和失光等效果。

4) 对生产设备的要求。两种工艺对生产设备本身没有特殊的要求，但是以单色浆工艺法生产的工厂至少应该备有5~6台磨砂机，分别研磨黑、白、红蓝绿系类及褐黄系类等五大类颜色的色浆，而且还要求尽可能彻底清洗设备，否则会给单色浆带来污染，为下面的调色、配漆带来麻烦。

5) 经济性。研磨树脂不是万能的成膜物质，它不可能照顾得特别周全，为了降低研磨树脂对色漆成品物性的影响，应该尽可能减少色浆中研磨树脂的用量，这样就会增加润湿分散和助剂的用量。采用价格比较昂贵的润湿分散剂来代替研磨树脂，经济性较低。

德国的 BASF 公司曾就这两类工艺的优劣作过一番比较，他们认为，如果仅仅从技术和生产的角度来看，单色浆工艺显然比主色浆法好。但是单色浆工艺比较适合批量小于500kg产品的生产。生产大批量的色漆时，如果采取单色浆工艺，则生产成本将提高20%~50%。综合来讲，两类工艺各有优劣，制漆时可根据自身条件和需要进行选择。

汽车修补涂料因其自身的特点以及市场供货方面的需求，普遍都采用单色浆法。并且以这些色浆构成一整套自由的调色系统。同时这些色浆还可以作为商品直接进入市场。

建立色浆系统首先考虑的是颜色。一般大多数人会习惯用三元刺激值来描述颜色，即色调、明度及色饱和度。三元刺激值构成颜色的立体坐标。立体坐标的球面可看做完整颜色空间的反应。汽车修补涂料生产厂家都具备一套色浆系统，以便借助这些色浆调配出各色汽车面漆。色浆系统的构成是一个工厂的技术关键。衡量它是否实用或者完善的判断标准就是考量该系统对整个颜色空间的覆盖程度。换句话说，一个系统对颜色空间的覆盖越完全，调配

汽车成品漆的难度就越低。系统对颜色空间的完全覆盖就意味着该系统在调配汽车涂料方面将无所不能。也就是说，该系统就能够调配出几乎所有汽车涂料的颜色。

大多数汽车修补涂料公司提供的单色浆可以细分为金属闪光底漆用单色组分色浆和本色漆用双组分色浆。但是又有几家公司向市场推出了1K和2K系统中均可以采用的通用色浆。这样一来，用户使用起来会方便很多，但是不仅在技术上给涂料生产厂带来一定的麻烦，在性能方面也难保证不打折扣。

作为一种合格的单色浆需要具备如下条件：

1) 与公司1K和2K系统主成膜物质的混溶性良好，和市面上销路好的汽车修补涂料系统的混溶性也好。

2) 储存和运输过程中，无分层、絮凝及反粗现象。

3) 色调、色强度及色纯度稳定，无任何色污染。

4) 粘度适宜，可以适当流动，易于操作。

5) 对成品漆各项性能的不利影响较低。

6) 混入基料及其他组分的工艺简洁，只需要剪切力下搅拌、加入即可，不要求“在高剪切力分散的条件下，尽可能慢慢地加入”。这个时候不会产生絮凝、反粗甚至结块等弊病。

7) 研磨树脂及分散助剂的用量相对较低，以尽量减少它们对最终产品性能的影响。

汽车修补涂料中用到的色浆系统主要包括两大类，即含有普通彩色颜料的色浆和含有铝粉、珠光粉、纳米级钛白粉之类效应颜料的色浆。

1.2 辅料

1.2.1 底漆

底漆是油漆系统的第一层，它具有提高面漆的附着力、增加面漆的丰满度、提供抗碱性及提供防腐功能等作用，同时还可以保证面漆的均匀吸收，使油漆系统发挥最佳效果。有人认为面漆质量好就可以不用底漆，这种说法不对，因为面漆与底漆的功能不同，面漆更加侧重于最终的装饰与表观效果，而底漆则侧重于提高附着力、防腐功能及抗碱性等。

用作汽车底漆的涂料，主要是含有优质防锈颜料的环氧树脂涂料、酚醛树脂涂料及一些优质水溶性树脂涂料，常用的底漆名称、特性及使用范围见表1-2。

表1-2 常用的底漆名称、特性及使用范围

名 称	特 性	使 用 范 围
C06—1 铁红醇酸底漆	可以喷涂或者刷涂，自然干燥或者105℃下烘干30min；漆膜附着力、强度、耐硝基性和耐久性均好，使用环境不宜潮湿	车身构件与底盘
C06—17 铁红醇酸底漆	性能与C06—1相似，但与C06—1的耐水性好，自干速度也较快	汽车
F06—1 铁红酚醛底漆	喷涂和刷涂均可，比C06—1的耐水性好，自干速度也快，但附着力和耐候性相对较差；价格便宜	汽车

(续)

名 称	特 性	使 用 范 围
F06—9 铁红锌黄纯酚醛底漆	比 F06—1 的耐水性、防锈性、耐候性要好；最好涂于磷化底漆之上，可以与醇酸、纯酚醛面漆配套	汽车
F11—54 铁红酚醛电泳烘漆	采用电泳方法施工，经过烘干后，附着力相对较强	汽车
H06—2 铁红锌黄还氧酯底漆	力学性能及耐水、防潮性能优良；与磷化底漆配套使用、可以提高漆膜的防潮、防盐雾和防霉的能力	汽车车身与底盘
H11—95 铁红环氧烘干电泳漆	采用电泳方法施工；涂后需要烘干，漆膜性能与 H06—2 相当	汽车车身与底盘
L06—39 沥青烘干底漆	在 200℃下烘干 30min；漆膜会呈现良好的附着力和防潮、耐水、耐油脂性能	冲压件和挡泥板
Q06—4 各色硝基底漆	干燥快且漆膜坚硬、容易打磨；具有耐机油和油脂的能力；但是附着力、耐候性差、固体含量较低	铸造类车身构件
G06—4 锌黄铁红过氯乙烯	干燥快，如在 60~65℃下烘干 2h，可以增加附着力和改善其他性能；耐化学侵蚀、耐湿热、防霉且能与过氯乙烯磁漆配套	铸造类车身构件

1. 对底漆的要求

- 1) 在工件的表面附着牢固，就是在工件的表面有良好的附着力。
- 2) 底漆要具有适当的弹性，既不会随着工件材料的膨胀和收缩而脆裂脱落，也不会因为面漆固化或老化时的收缩作用而折裂卷皮，能满足面漆耐久性的要求。
- 3) 有一定的填充性能，能够填充工作表面的细缝、细孔等，可作为上层涂料的坚实基础。
- 4) 底漆涂层应成为没有光泽的细致毛糙表面，以改变地面光滑不易附着的情况，使上层涂料易于附着。
- 5) 能防止金属的锈蚀，具有防锈蚀的作用。
- 6) 要能抵抗上层涂料中溶剂的溶蚀，不被咬起。
- 7) 便于施工，底漆在施工中应该易于溜平而不易流挂，干燥迅速，干后坚硬而略松，易于打磨，打磨时不沾砂皮。施工后不致使面漆油料渗透下去，避免造成表面涂层的失光、斑点等。
- 8) 与高温干燥的涂料配套使用时，底漆需要具有耐热性能，烘干后不应该失去弹性。
- 9) 底漆应该具有长期储存而不变稠、不沉底结块的性能，并可以随时稀释使用。

底漆与面漆最好选用同一品牌或配套的油漆，以防止底漆与面漆之间产生化学反应。选购时先仔细阅读其包装说明中注明的与之相配套的底漆(或面漆)类型或型号，如果使用不配套的底漆和面漆，还需做相溶性实验。

2. 汽车修补涂装中常用的底漆

汽车修补涂装常用的底漆主要有磷化底漆和环氧底漆。

- (1) 磷化底漆 一般也称为侵蚀底漆。是以聚乙烯醇缩丁醛树脂为主要成膜物质，并添加防锈颜料四盐锌铬黄制成，与分开包装的磷化液调配使用。

磷化底漆施涂到金属表面后，通过化学反应生成一层金属、不导电、多孔的磷化膜，磷化膜具有多孔性和不良导电性，使上层涂料能够渗入到这些孔隙当中，而不良导电性也预防了电化学腐蚀的形成。

磷化底漆能够提高底漆对金属表面的附着力、耐蚀力及热老化性能，可以代替磷化处理，适用于各种金属，并且能耐一定的温度，可以作为烘烤面漆的底漆，但是由于成膜很薄，一般不能单独作为底漆使用，必须与其他底漆配套使用。

(2) 环氧底漆 以环氧树脂为主要成膜物质制成的底漆，品种较多，有高温烘烤底漆、双组分底漆、单组分常温自干底漆。环氧底漆附着力强，漆膜坚韧耐久，对许多物体表面有较强的粘合力，但是涂料耐光性差，易粉化，所以只用作底漆。

在要求较高或者湿热环境下使用的车辆一般应使用环氧底漆。由于汽车经常伴有强烈的冲击、振动及磨损，还要受到各种多变的气候条件及酸、碱、盐的不断侵蚀，需要有良好的附着力、耐蚀性能、封闭性、耐化学品性能及耐碱性能，而且要求漆膜柔韧性好、硬度高、对铝镁合金、轻金属、钢铁及玻璃钢等有极好的附着力。

1.2.2 腻子

腻子是由大量的填充涂料和以各种涂料为粘结剂所组成的一种粘稠的浆状涂料。其用途是用来填充工件表面的缝隙、气孔及擦伤等缺陷，以获得平整的表面。虽然腻子可以改变整个涂层的外观，但是往往会在一定程度上降低涂层的机械强度和防护能力，所以尽量不用腻子或者少用腻子。

腻子的主要组分是填充料，占腻子总重量的70%~80%。为了使腻子在施工中易识别，在其中加入极少量的氧化铁红、炭黑及铬黄等颜色，使其呈现灰色或者红色。填充料是腻子的筋骨，对腻子的性质起很大作用。

1. 所使用的填充涂料

(1) 滑石粉 滑石粉的颗粒细而滑润，能增强腻子的弹性、抗裂性以及附着力，且易于刮涂，不容易起卷。但是由于它吸油量较高，所以它的用量不宜太多，以免消耗过多的粘结剂而增加成本，避免腻子干燥不彻底而出现干后发软的现象，避免涂上面漆后形成气泡的现象。

(2) 石膏粉 石膏粉用于腻子中，能使腻子涂刮较厚，使用时必须同时加水，使之转化成生石膏，一般用于自调腻子中，或在填补较明显的凹陷时，临时调入油性腻子中。

(3) 黄丹或者红丹 在腻子中加入少量黄丹或者红丹，能使腻子干后增加固结度、硬度和抗水性，但是如果用量过多会使腻子过早失去弹性。

一般油性腻子均采用中油度油基为粘结剂，油与树脂的重量比为3:1~1:1之间。油的含量过多时，会使配置成的腻子干燥缓慢，干后发软，不容易打磨。油的含量过少时，腻子的粘结性能降低且易于吸水。油基清漆中的油类应该具有易干燥、抗水性好、避免颜料沉淀的性能，因此一般采用桐油和聚合亚麻籽油作油料。油基清漆中的树脂，可以采用钙脂松香、酚醛树脂及醇醛树脂等。

2. 常用成品腻子的组成和性能

(1) Q07—5各色硝基腻子 硝基腻子是用硝化棉、醇酸树脂、顺酐树脂、大量体质颜料和稀料制成。它的特点是干燥快、容易打磨。但是因其固体含量相对比较低，所以干后收

缩比较大。可用来作工件表面的局部修补填嵌。

(2) C07—5 各色醇酸腻子 醇酸腻子由醇酸树脂、干性油、颜料及大量体质颜料、适量的催干剂、有机溶剂等制成。其特点是腻子层坚硬、耐候性好，附着力较强而且不容易脱落、龟裂，施工中易于刮涂。但每次刮涂厚度不宜超过0.5mm。可自干也可烘干。适用于填嵌涂覆过铁红醇酸底漆的金属或木材表面。

(3) F07—1 各色的酚醛腻子 酚醛腻子是用中油度酚醛涂料、颜料和体质颜料、适量催干剂和200号溶剂汽油等制成。其特点是容易干，刮涂性和打磨性好。适用于填平钢铁、木质表面凹陷、针孔及裂缝等。

(4) A07—1 氨基烘干腻子 氨基烘干腻子用氨基树脂、颜料及体质颜料、适量的催干剂、二甲苯等溶剂配制而成。它的特点是附着力好，容易打磨且不粘砂纸，需要烘干。适用于填平涂油底漆的金属表面。

(5) G07—3 各色的过氯乙烯腻子 用过氯乙烯树脂、醇酸树脂、增韧剂、颜料、体质颜料及少量溶剂等制成。其特点是附着力好，干燥快，耐水性和耐油性好。但是不易多次重复刮涂，比较适用于填平涂油醇酸底漆或者过氯乙烯底漆的钢铁及木质表面。

(6) H07—4 各色环氧酯烘干腻子 用环氧酯、颜料、体质颜料、少量催干剂及二甲苯等制成。腻子层牢固坚硬、耐潮性比较好，容易涂刮，对金属底漆的附着力好，打磨后表面光滑，但是干后比较坚硬不容易打磨，需要烘干。适用于填嵌有底漆的金属表面不平整的地方。

(7) H07—6 各色环氧酯腻子 与H07—4的组成、性能和用途基本相同，无需烘干，可自干。

3. 硝基纤维腻子

硝基纤维类腻子的组成与硝基纤维素面漆类似，它大体由硝基纤维素、醇酸树脂、增韧剂、颜料、填充剂及助剂所组成。醇酸树脂和增韧剂用以调整腻子的刚柔性，起平衡力学性能的作用。腻子中填料的应用尤为重要，它应该在保证腻子打磨性优良的同时，让腻子具有一定的内聚强度。这样，在整个涂层受到外界剥离应力时，既不允许在腻子处发生层间剥离，又不允许出现腻子内聚破坏。填料中具有针状结构的滑石粉可有效增加腻子的内聚强度，硬脂酸锌则具有非常好的打磨性能。其典型的配方见表1-3。

表1-3 典型配方举例

组 分	用量(%)	组 分	用量(%)
酸树脂(70%)	9.5	超级轻质碳酸钙	3.7
醋酸丁酯	2.7	锐钛型钛白粉	2.5
丁醇	0.5	氧化铁黄	0.5
环己酮	0.5	炭黑	少量
二甲苯	3.0	有机膨润土胶(8%)	8.0
油(1%)	0.2	硝基纤维素溶液(35%)	19.9
滑石粉	25.5	二甲苯	2.5
重晶石粉	16.6	醋酸丁酯	3.0

4. 环氧腻子

用于汽车修补的环氧型腻子既存在双组分环氧树脂型，也有单组分环氧树脂型，双组分环氧树脂采用的固化剂为多元胺类。H07—6 环氧腻子，又名 669 环氧腻子，其基本功能见表 1-4。

表 1-4 H07—6 环氧腻子基本功能

外 观	均匀膏状物、无颗粒	外 观	均匀膏状物、无颗粒
干燥时间		柔韧性	50mm
表干	4h	打磨性	易打磨，不容易卷边
实干	18h	耐硝基性	不咬底，不渗色

在实际生活中这种单组分环氧酯腻子用得不多，主要是这类腻子的干燥速度，尤其是实干速度相对慢得多，所以在修配厂里没法达到生产周期的要求。它的刮涂性能特别好，比较容易施工，但是打磨性较差，易沾砂纸，这与它的干燥性能欠佳有很大关系。单组环氧酯腻子的牌号常见的有 H07—5，所用主树脂仍然是脱水蓖麻油酸环氧酯。典型配方见表 1-5。

表 1-5 H07—5 腻子典型配方

组 分	用量(%)	组 分	用量(%)
脱水蓖麻油酸环氧酯	15.0	滑石粉	5.0
锌粉	12.0	硬脂酸锌	4.0
重晶石粉	29.0	双戊烯	3.0
沉淀硫酸钡	6.0	铅干料	1.0
碳酸钙	23.0	锰干料	1.0

5. 醇酸腻子

早期汽车修补除了应用硝基腻子外，应用最广泛的就是醇酸腻子了。国内目前仍然有很多汽车修理厂在用醇酸腻子，它的特点是施工性能特别好，受到专业人士的普遍认同。醇酸腻子中主成膜物质为短油度醇酸树脂、改性醇酸树脂及酚醛树脂等。国产醇酸腻子的牌号及性能见表 1-6。

表 1-6 用于汽车修补的国产醇酸腻子牌号及性能

型 号	C07—5	C07—6	C07—4
项 目	各色醇酸腻子	灰醇酸腻子	棕色醇酸腻子
组 成	醇酸树脂、颜料、填料、催干剂、助剂	酚醛改性醇酸树脂、颜料、填料	醇酸树脂、酚醛树脂、颜料、填料、助剂
外观及颜色	无结皮、硬块	无结皮、硬块	
稠度/cm	8~11	8~11	
干燥时间/h	≤18	≤18	
刮涂性能	良好、不卷边	不卷边	
柔韧性/mm	≤100		

(续)

型 号	C07—5	C07—6	C07—4
打磨性	200号水砂纸打磨，均匀、平滑、无明显白点	不沾砂纸	
性能及用途	涂层坚硬、附着力强。 用于一般交通工具	快干，适合各种交通工具	涂层坚硬
施工和配套	每刮一道腻子，需要间隔18h， 可以与所有瓷器配套		

1.2.3 中间涂料

中间涂料我们又叫做二道浆，也叫做底漆二道浆。在汽车修补业内，中间涂料又被称作“苏灰土”。它作用于底漆和腻子之上，面漆之下，用来增加厚度，协助底漆和腻子进一步填平细微凹陷，以提高漆面的鲜映性及光泽度。很早以前的汽车工艺一般是二道涂层，即一道底漆，一道中间涂料，一道面漆。顾名思义，二道浆即来源于此。近年来因为双层和多层金属闪光漆的流行，汽车行业又拓展到了四道或者更多道数的涂装工艺。

目前市场上见得比较多的中间涂料主要有硝基纤维素类、环氧树脂类以及醇酸树脂类等。至于双组分聚氨酯类中间涂料虽然也有少数修补涂料厂生产这一品种，但是因为它的固化速度慢的缺点不易被解决，所以使用范围不广。

1. 硝基纤维素中间涂料

汽车早期的面漆较为广泛地采用硝基纤维素类涂料。显然，与它搭配的中间涂料必然也是硝基类。这类涂料的干燥速度快，打磨性、配套性、施工性、外观均可，而且价格相对较低，长期以来深受汽车行业的欢迎。到目前为止很多名牌汽车修补涂装公司如德国 BASF 及 Herberts、美国 PCG 及 DuPont 等公司的中间涂料均使用这一品种。但是硝基纤维素类中间涂料的柔韧性欠佳，耐老化性能也不好，更为严重的是配方设计如稍有偏差，就会带来附着性能差的弊病。使用一段时间后，漆膜容易发生龟裂、脱落的现象。因此认真地均衡配方中的各个成分至关重要。硝基纤维素类中间涂料的配方见表 1-7。

表 1-7 硝基纤维素类中间涂料配方

组分名称及代号	用量(%)	组分名称及代号	用量(%)
1. 醇酸树脂	12.88	9. CM763	3.35
2. 国产钛白粉	4.98	10. 苯二甲酸丁苄酯	0.58
3. 立德粉	8.06	11. 膨润土胶(10%)	6.38
4. 沉淀硫酸钡	2.20	12. 硝基纤维素溶液(35%)	16.67
5. 滑石粉	16.57	13. 醋酸丁酯	10.35
6. 碳酸钙	0.35	14. 二甲苯	12.20
7. 硬脂酸锌	0.33	15. 醋酸乙酯	8.00
8. 炭黑	0.10		

配制中间涂料的工艺如下：

将表1-7中代号为1、9、10的材料以及部分醋酸丁酯、二甲苯投入到调漆缸中，搅拌均匀。在搅拌下慢慢加入表1-7中代号为2~8的材料，加完后再高速分散至少30min。在砂磨机上研磨至细度合格。再搅拌几下慢慢加入膨润土胶、硝基纤维素溶液和剩余的醋酸丁酯、二甲苯。最后加入醋酸乙酯调粘。

2. 环氧树脂类中间涂料

汽车修补行业中，环氧树脂类中间涂料现在多采用双子多元化的固化系统。单组分环氧酯不太常用，虽然它的耐硝基性能绝不会出问题，但是固化时间长是它的致命伤。较典型的环氧树脂类中间涂料的牌号及性能见表1-8。

表1-8 环氧树脂类中间涂料

名称	各色环氧树脂类中间涂料	名称	各色环氧树脂类中间涂料
组成	环氧树脂、颜料、填料、多元胺、助剂等	干燥时间	
		表干	2h
粘度(涂3~4杯)	90~130	实干	24h
细度	≤50	打磨性	容易打磨
不挥发分	(75±5)%	耐硝基性	不咬底、不渗色
柔韧性	≤3mm	性能及用途	附着力、机械强度、耐溶剂性均优，可以用于汽车、火车等运输车辆
冲击性	40cm		

3. 醇酸树脂类中间涂料

目前无论国外还是国内，单纯采用醇酸树脂作为中间涂料的已不多见，而多采用一些改良品种。正如前面提到的那样，硝基纤维素类中间涂料具有干燥速度快、硬度高及打磨性能好等方面的特点。但是它的柔韧性比较差，冲击强度很低，经过长时间的日晒夜露很容易发生整个涂层龟裂。而醇酸树脂类中间涂料，尽管柔韧性优良，但干燥速度较慢，打磨性差。采用硝基纤维素改性醇酸树脂能集中两者的优点，避免不足。硝基纤维素拼合醇酸树脂中间涂料的配方见表1-9。

表1-9 硝基纤维素拼合醇酸树脂中间涂料的配方

组分名称及代号	用量(%)	组分名称及代号	用量(%)
1. 特殊改性醇酸树脂	23.0	8. 钛白粉	4.0
2. 二甲苯	6.0	9. 硬脂酸锌	2.8
3. BYK-110	0.3	10. 磷酸三丁酯	1.2
4. 立德粉	11.0	11. TT-88A	0.1
5. 硫酸钡	5.0	12. 膨润土胶(10%)	1.5
6. 炭黑	0.1	13. 硝基纤维素溶液(30%)	36.6
7. 滑石粉	6.0	14. 醋酸丁酯	4.0

硝基纤维素拼合醇酸树脂中间涂料的配制工艺如下：

- 1) 将表1-9中组分代号为1、3的材料加入到调漆缸中，混合均匀。
- 2) 在搅拌时慢慢加入表1-9中组分代号为4~11的材料，然后搅拌分散至少30min。

- 3) 在砂磨机上研磨至细度合格。
- 4) 再在搅拌时慢慢加入膨润土胶和硝基纤维素溶液。
- 5) 用醋酸丁酯调节粘度。

1.2.4 防锈蜡

尽管汽车工业中的涂装系统近些年来获得了飞速的发展，特别是所采用的阴极电泳底漆，生产厂家经过不断的研究，接连不断的推出性能更加优异的新产品，使得汽车的防锈、防腐蚀性能的整体水平不断得到改善和提高。但是，汽车车身有些部位却无法单单依靠涂层就可以达到防锈的目的，如车身上通过点焊形成的缝隙，因屏蔽作用而造成的阴极电泳底漆达不到的一些空腔、夹层等。另外，由于尖劈效应的存在，很大一部分阴极电泳底漆在装配孔附近所形成的涂层都较薄，这些部位肯定都达不到有关防腐蚀规定的年限标准。为了解决这方面的问题，在汽车总装厂都设有喷蜡防锈的工段。一般要求轿车喷蜡防锈的部位主要有：

- 1) 前翼子板支撑板、后轮罩内壁、后翼子板内壁、焊缝及螺钉装配孔。
- 2) 前后梁空腔、底板空腔及车门下部空腔等。
- 3) 行李箱盖内筋板空腔等。

为此，国外汽车行业从 20 世纪 40 年代开始就发展了内腔防锈技术。到目前为止，随着该项技术的不断完善，已经成功地解决了汽车某些部位的防锈问题。

正像油漆涂层久而久之会逐渐破坏一样，防锈蜡更不会例外，蜡层也绝不可能比涂层的寿命长。一段时间以后，汽车肯定需要重新喷蜡保护。因此汽车修补涂料系列产品中也少不了防锈蜡。修补用防锈蜡的技术指标与新车的要求相差不是很大，修补用防锈蜡技术指标见表 1-10。

表 1-10 修补用防锈蜡技术指标

滴点	100℃	物化性能	物化性能好，均匀，无滴落
闪点	27℃	盐雾试验	(脱脂钢板 240h)0~1 级
干燥残留物	35℃	湿热试验	(脱脂钢板 30d)0~1 级

喷蜡工艺与新车的工艺完全一样。即应该在涂料修补施工完成后再进行喷蜡，国外一些汽车修补涂料生产厂家往往有配套的防锈蜡出售，例如 AKZO 公司就有好几个品种的防锈蜡供应市场，其中既有溶剂型，也有水性的。

1.2.5 稀释剂、驳口水、防白水

稀释剂、驳口水、防白水等辅料尽管组分简单，配方也不复杂，但是对修补涂装质量的好坏却有着很大的影响。

1. 稀释剂

稀释剂也称作稀料、稀薄剂，是多种溶剂的混合，是根据其溶解能力、挥发速度和对漆膜的影响等情况来考虑而配置的，是涂装施工作业中最常用的调漆材料。它不能单独溶解涂料中的成膜物质，但是能稀释现成物质溶液的挥发液体以降低涂料的粘度(稠度)，使之能够达到便于施工的目的，同时能增加被涂物体表面的湿润性和漆膜的流平性，使漆膜均匀平

整、附着力强。在涂装施工时，常用来调节涂料的粘度和用来清洗工具设备。

因为各种稀释剂的溶解能力和挥发的速度都是不相同的，所以使用的时候必须根据涂料的种类和性能合理选用稀释剂的种类。例如醇酸稀释剂能溶解醇酸树脂，也能溶解常规型酚醛树脂、酯胶树脂、钙脂树脂及桐油等油类，但不能溶解硝基漆、聚氨酯漆和过氯乙烯等涂料，硝基漆用香蕉水稀释；聚氨酯漆可用无水二甲苯、无水环己酮和无水醋酸丁酯的混合溶液做稀释剂；过氯乙烯漆可用醋酸丁酯与丙酮、甲苯及环己酮的混合溶液做稀释剂。千万不能乱用，更不能用错，以免发生质量事故造成浪费。国外主要汽车修补涂料公司稀释剂牌号见表 1-11。

表 1-11 国外主要汽车修补涂料公司稀释剂牌号

生产商	BASF	PPG	DuPont	Martin	Sherwin
热塑性丙烯酸涂料					
快速 10 ~ 18℃	PNT-48	DTL-131	3613S	3088	R7K205
中速 16 ~ 22℃	PNT-62	DTL-16	3608S	2092	R7K214
中速 18 ~ 27℃	PNT-88	DTL-876	3661S	3099	R7K248
慢速 18 ~ 27℃		DTL-135	3602S	3095	R7K203
极慢 ≥ 32℃	PNT-90	DTL-105	3696S	3094	R7K6231
防起泡剂	883	DTL-1140	3679S	8840	R7K251
改性丙烯酸类					
快速 10 ~ 22℃	MS-5	DTR-601	8034S	8834	R7K227
中速 22 ~ 32℃	MS-6	DTR-602	8022S	8831	R7K211
慢速 ≥ 30℃	MS-7	DTR-604	8093S	8832	R7K212
防起泡剂	MS-8	DTR-607	8096S	8840	R7K244
丙烯酸-聚氨酯类					
快速 10 ~ 22℃		DTU-501		8431	R7K6200
中速 18 ~ 30℃		DTU-504		8432	R7K6202
		DTU-170		8433	R7K6204
		DTU-870			
慢速 ≥ 27℃		DTU-185		8434	R7K6206
		DTU-885			
防起泡剂		DTU-505		8455	R7K6208
聚酯-聚氨酯类					
快速 16 ~ 27℃	MR-16	DTU-800	8575S	8834	R7K227
中速 18 ~ 30℃	MR-17	DTU-801	8585S	8831	R7K211
慢速 27 ~ 35℃	MR-18	DTU-803	8595S	8832	R7K212
防起泡剂	883	DTU-805		8833	R7K244

2. 驳口水

汽车在修补喷涂施工完毕后，特别是在进行局部修补的情况下，新旧漆膜的表面很难不

存在视觉差。这其中调色是否准确造成色相方面的问题，也有属于涂料雾化程度好坏方面的问题。为了使修补效果完美，这个差别必须想办法解决。通常的做法是涂一层溶解性较强的混合溶剂用来溶解新旧漆膜接口处那些粗糙的漆粒，使新旧漆膜融为一体，使之“驳口”，“驳口水”也因此得名。

汽车修补涂料公司都有配套的驳口水商品供应市场。驳口水一般由强溶剂混合而成。BASF 公司建议在适当的驳口中调加 20%~50% 的罩光漆，这样会使驳口的效果更好。ICI 公司在施工参考中明确指出需要添加 1~2 份漆料，甚至有时候直接使用罩光清漆，采用特殊施工手法来解决驳口。

一般驳口工艺则是在完成补漆后，立即在接口处轻喷一遍驳口水，大约 20 秒后再重复一次即可。

(1) 使用驳口水工艺需注意事项

适用范围：除了三工序珍珠漆之外的油漆小修补，适用于双工序金属闪光漆。

表面处理：确保将驳口区域严格清洁及除油；用不粗于 P800 砂纸打磨修补区域；在周边区域用 3M 灰色丝瓜布或水星研磨膏 P562—100 打磨；喷涂前用一块布除油、一块布清洁，除油剂为 P850—14/1402.

喷涂方式如下：

1) 用低压(200kPa)喷涂覆盖底漆，采用弧形手法将喷涂控制在打磨区域内。

2) 将一份 P850—1401 驳口水兑 1~2 份上述油漆于喷枪中，用低压，弧形手法覆盖上一层，仍然将喷涂控制在打磨区域内。

3) 按照要求干燥油漆。

4) 抛光或重涂，对于底色漆，采用普通方式喷涂 2K 清漆于打磨区域内或者用上述方法驳口。对于上述组分面漆或者清漆用 P971—399 进行机械或手工打蜡、抛光。

(2) 使用清漆驳口需注意事项

适用范围：适用于 P420 本色漆及 P421 单工序金属闪光漆。

表面处理：也是上述同样的方法。

喷涂方式如下：

1) 用正常调配的油漆喷涂覆盖底漆，用低压(200kPa)弧形手法。

2) 用一份正常调配的清漆兑 2 份油漆于喷枪中，用低压(200kPa)，弧形手法喷涂覆盖上一层，结束后立即清洗喷枪。

3) 喷涂 2 层正常调配的清漆于整个区域，枪压控制在 300 ~ 500kPa。

4) 按要求干燥油漆

(3) 三工序珍珠漆驳口需注意事项

适用范围：三工序珍珠漆修补及驳口。

表面处理：与上述方法相同。

喷涂方式如下：

1) 将调好的底色漆用 200kPa 的压力喷涂覆盖底漆，注意不要超过打磨区域。

2) 用一份 P850—1401 驳口水与两份上述底漆在喷枪内混合均匀，用 200kPa，弧形手法喷涂覆盖上一层漆膜。

3) 将一份调制好的珍珠漆与两份上述混合漆在喷枪内混合均匀喷涂 1 ~ 2 层于上述漆

膜的漆面边缘内，喷涂时使用低压，完成后将使用过的油漆倒掉并将喷枪清洗干净。

4) 喷涂正常调配好的珍珠层，用 170 ~ 200kPa 的压力，喷涂数层以达到颜色的要求，尽量不要超出底色漆层。

5) 将一份 P850—1401 及两份上述珍珠漆在喷枪内混合，用 170 ~ 200kPa 的压力喷涂，将上一层漆膜覆盖。

6) 将一份调好的 2K 清漆及 2 份上一步使用的混合漆在喷枪内混合，用 200 ~ 230 kPa 的压力喷涂，将上一步喷涂的漆膜完全覆盖。完成后倒掉混合漆并且将喷枪清洗干净。

7) 用普通方式，以 300 ~ 370kPa 的压力喷涂调配好的 2K 清漆整块板块或驳口边缘区域。

8) 按照要求干燥油漆。

3. 防白水

高温、潮湿天气或者大面积喷涂的时候，漆膜表面容易出现发白的现象。有些时候即使使用慢干稀释剂也无济于事。在稀释剂中添加高沸点极性溶剂可在一定程度上避免或者缓解漆膜发白的问题。这类高沸点极性溶剂在这里被称为“防白水”。它可以进一步延长挥发时间，使涂料更容易喷涂，流平效果更佳，避免漆膜表面出现水气乃至发白。一般室温达到 30 ~ 40℃ 时可以直接用它来代替稀释剂。

思考与练习

一、选择题

1. 车身涂层一般由()等三层或底涂层和面涂层构成。
A. 底涂层、中间涂层、面涂层 B. 溶剂、副料、颜料
C. 底漆、素色漆、珍珠漆 D. 原子灰、银粉、清漆
2. 涂料一般由()三部分组成。
A. 主要成膜物质、次要成膜物质、辅助成膜物质
B. 着色颜料、树脂、稀释剂
C. 真溶剂、替溶剂、助溶剂
D. 树脂、清漆、底漆
3. ()的性质决定涂料加工的品质和涂膜性能的好坏。
A. 颜料 B. 溶剂 C. 辅助材料 D. 树脂
4. 主要成膜物质是()。
A. 颜料 B. 溶剂 C. 增稠剂 D. 油类和树脂
5. 次要成膜物质是()。
A. 颜料 B. 树脂 C. 增稠剂 D. 油类和树脂
6. 颜料按化学成分可以分为()两大类。
A. 天然和合成 B. 鲜艳和昏暗 C. 有机和无机 D. 着色和防腐
7. 直接涂布于物体表面的打底涂料称为()。
A. 原子灰 B. 底漆 C. 中涂漆 D. 面漆
8. 低沸点溶剂的沸点是()℃以下。
A. 150 B. 100 C. 200 D. 70

9. 溶剂的主要特性有()。

- A. 燃点、沸点、纯度
- B. 燃点、闪点、挥发率
- C. 溶解力、沸点挥发率、闪点、毒性和气味
- D. 毒性和气味

二、判断题(正确画√,错误画×)

1. 汽车用涂装材料一般指的是涂装和修补汽车、摩托车和其他机动车及其零部件所用的涂料及其辅助材料。()

2. 大部分颜料都是有机物质。()

3. 汽车不同部位所使用的涂装材料没有明显的差异。()

4. 涂料中的颜料只是赋予涂膜颜色。()

5. 涂料中的主要成膜物质(树脂)大部分来自于自然界。()

6. 涂料的干燥方式只有自然干燥一种方法。()

7. 涂料的干燥成膜方式主要有溶剂挥发干燥和化学反应干燥成膜两大类。()

8. 汽车修补用的涂料大多是高温涂料。()

9. 涂料的命名 = 颜料名称 + 基本名称。()

三、简答题

1. 简述涂料的定义、分类。

2. 简述涂料分类代号的含义。

3. 汽车涂装常见的涂料有哪些类型?

4. 汽车涂装常见的辅助材料有哪些?

5. 常用的进口涂料有哪些?其品牌有哪些系列?

6. 简述稀释剂对涂料施工的影响。

7. 简述固化剂的概念和使用方法。

8. 常用的固化剂有哪些种类?各有何特性与用途?

9. 简述催干剂的概念以及其使用方法。

10. 原子灰的特点有哪些?

11. 原子灰有哪些种类?

第2章 汽车修补涂料与配色

学习目标：

- 掌握汽车修补涂料的基本组成。
- 了解汽车的涂装系统及修补涂料的配套系统。
- 学会人工及计算机配色。
- 学会如何调漆。

2.1 汽车修补涂料品种的选择及配套

2.1.1 颜色基础知识

1. 颜色的概念

颜色在生活中扮演着重要的角色。每个人从出生来到这个世界开始，就发现这个世界是如此的美丽。湛蓝的天空，绿色的草地。而当没有光线或灯光的时候，就是漆黑一片。这一切都是眼睛感知的结果。人们对能分辨出颜色都习以为常，很少有人探究其中的奥秘。但是如果要学习汽车涂装，在日常生活中会经常接触到各种各样的颜色及颜色的变化，需要进一步了解人们是如何感知和认识色彩的。

1) 光的分光和组成。1665年，牛顿经过试验发现，一束白光通过三棱镜后会发散，形成由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫各色光带，也就是人们所说的光谱，当时牛顿认为白光是这些色光的混合光，但是这种说法没有经过权威证明。后来经过麦克斯韦用红光、绿光、蓝光在白色屏幕上混合出黄色、品红色、蓝光和白光，证实了牛顿的猜测，从而得出“有光才有色，无光就无色”的结论。按照光束的波长大致将它们分为短波长(蓝紫色)、中波长(黄绿色)和长波长(红色)。

2) 光线的定义。光线是能够在人视觉上引起明亮颜色感觉的电磁波。人的眼睛只能感受到自然界400~760nm波长的电磁波。这段能看到的波长电磁波为可见光。

3) 颜色的特性。物体普遍存在对光线有选择地吸收、反射及透射等特征，只有少数未经过证实的巨型天体存在对光线非自然影响的现象。

当物体吸收了太阳光中的所有可见光，便呈现黑色。如果它反射了所有波长的可见光，便呈现白色。如果全能透射太阳光，它就是无色透明体；如果反射或者透射一部分波长的可见光，其余波长的可见光被吸收，物体则呈现反射或者透射光的颜色。

4) 色彩学。人们视觉生理感觉所有看见的物体颜色是由于光线中的色彩光照射在物体之上，物体在部分吸收、反射某些色光之后的结果。人们通过对颜色的认识，通过对色彩特征的研究和对色彩给予人们物理、生理、心理上的作用与感觉，得出有关色彩变化的理论，这些理论构成一门色彩学。

2. 颜色的三要素及其相互影响

影响颜色的三大要素为光源、物体和观察者，也被称为视觉的三大要素，换句话说，这也是我们看到和分辨出颜色必不可少的条件，缺一不可。

发光的物体叫做光源，像太阳、白炽灯、日光灯等，在不同的光源照明条件下，各种色彩在进行感知的时候是不同的。如果将一辆红色的车子停在由钠光灯照明的停车场内，车漆的颜色不再是红色，却呈现出橙色。物体只能反射它从光源接收到的波长。

光源有自然光源和人造光源两类，其相关知识如下。

(1) 自然光源 太阳是自然光源，也是最佳的光源。太阳中蕴藏了许多不同波长的光，并且光能的分布比较均衡。但是在太阳光的光谱曲线上，曲线在光谱的一段走势较高。太阳光光谱如图 2-1 所示。

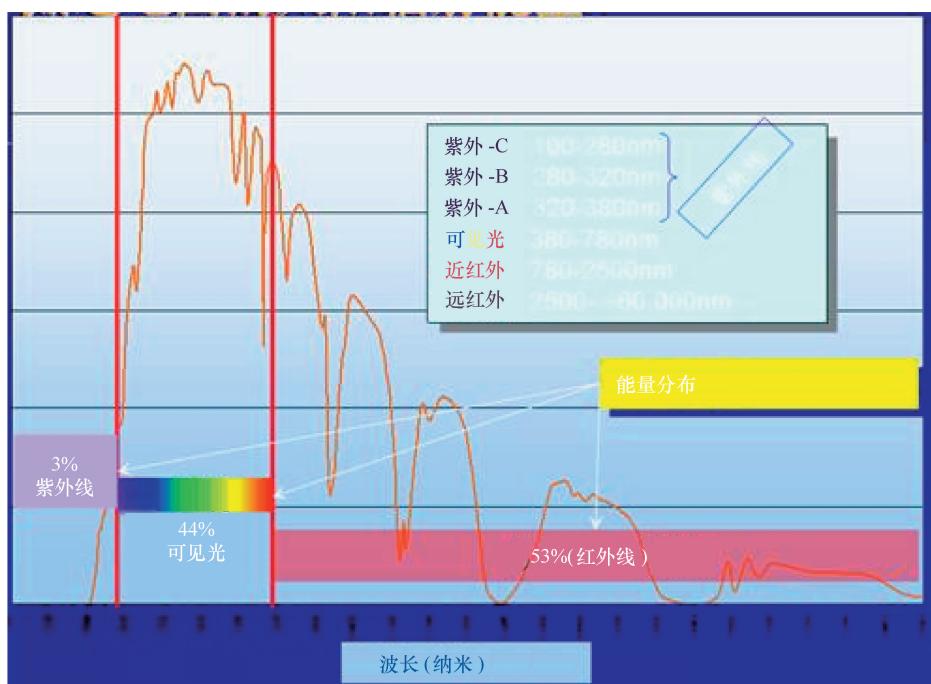


图 2-1 太阳光光谱

(2) 人造光源 常见的人造光源主要有白炽灯和日光灯，白炽灯的灯光与日光作比较，白炽灯产生的波长更趋向于在光谱的红色一端达到峰值。这是因为白炽灯发光时是由加热灯丝产生的，光中主要含有红色的光线，是属于较温暖的光线。白炽灯光谱如图 2-2 所示。

冷白色的日光灯在可见光的蓝色部分放射更多的能量，所以步入日光灯照明的房间，会发现衣服和脸色看上去发青。日光灯光谱如图 2-3 所示。

正是由于光有不同的时相，人造光源有不同的色温和显色指数，所以同一种颜色在不同光源下观察的结果是不一样的。一般来说，在日出 3 小时之后到日落 3 小时前的这段期间，色温的变化不是很明显，光谱的成分也比较齐全，是观察颜色、分析颜色的最佳时机。

3. 三大要素之间的相互作用

色彩是物体反射、光源和观察者三者的结合。如果这三个因素中的任何一个发生改变，

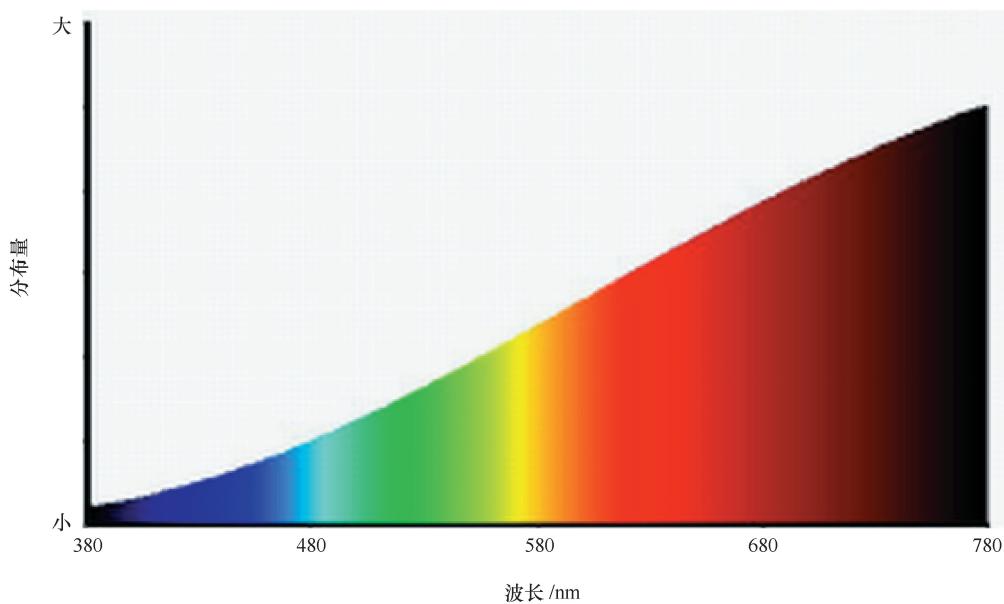


图 2-2 白炽灯光谱

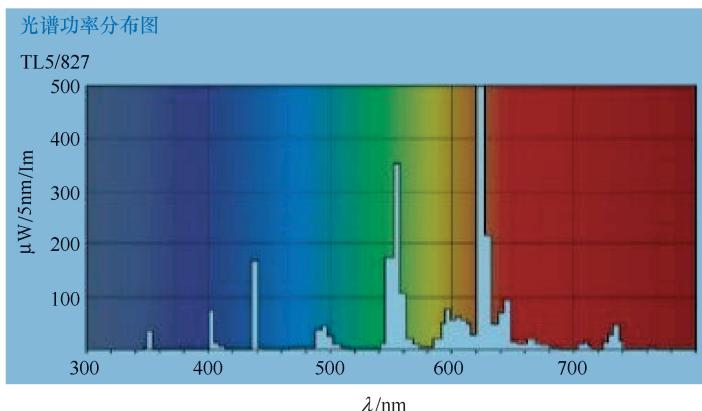


图 2-3 日光灯光谱

那么所产生的颜色也会随着改变，它们之间是相互影响的。如果把一个物体由蓝色变成红色，观察者和光源保持不动，物体的颜色将完全由所反射的波长决定。当物体和观察者保持不变，而光源改变的时候，色彩也自然而然地发生改变，这是由于反射到了其他波长。

在很多场合，这个规律可以帮助商品的卖家提高销售业绩。例如肉食市场使用粉红色灯光会使肉类看起来更新鲜；而百货商场则利用特殊的日光聚光灯以使服装的颜色看上去被更多人喜欢。精心布置的照明可以影响一个潜在顾客的情绪和购物的决定，商家和顾客都意识到了这一点。在车身修补车间，应当在“冷白”色灯光或者“日光”下判断颜色。

4. 标准光源和视觉比色

(1) 标准光源 由于日光有不同的时相，人造光源有不同的色温和显色指数，所以同一种颜色在不同的光源下观察的结果是不相同的。作为调漆师或者涂装的师傅来说，最好是

能在大家约定的某些具有代表性的光源条件下观察颜色、分析颜色和运用颜色。所以，国际照明委员会推荐三种标准光源和三种标准照明体。

(2) 视觉比色

1) 比色的方法。视觉比色是把样本的颜色和试样的颜色并排放在一起。用肉眼去判断它们的颜色是否相同。视觉比色的照明是用日出后3小时到日落前3小时的自然光，避免直射日光，采用北向窗进入光线。视线与光线成 45° 夹角，且视线与光线其中有一项与试样垂直。

2) 同色同谱与同色异谱。经过比色之后，如果两个试样在某一光源下观察是等色的，而在另一种光源下观察是不等色的，这种现象称为同色异谱；如果两个颜色试样在任何光源下观察都完全等色，称为同色同谱。

这两种现象对以后的调色影响非常大。为了评定试样是否存在同色异谱现象，应先用与日光灯具有相近的相对光谱的功率分布D65光源观察，再用标准光源A对试样进行观察比色。若试样颜色不一样，则这两种颜色为同色异谱，如果试样颜色相等则为同色同谱。

5. 光源变色

在进行颜色匹配的时候会出现一些特殊情况，如在第一种光源下两个物体的颜色相同，但是在另外一种光源下，这两个物体的颜色却有明显的色差，这个现象称为光源变色，如图2-4所示。

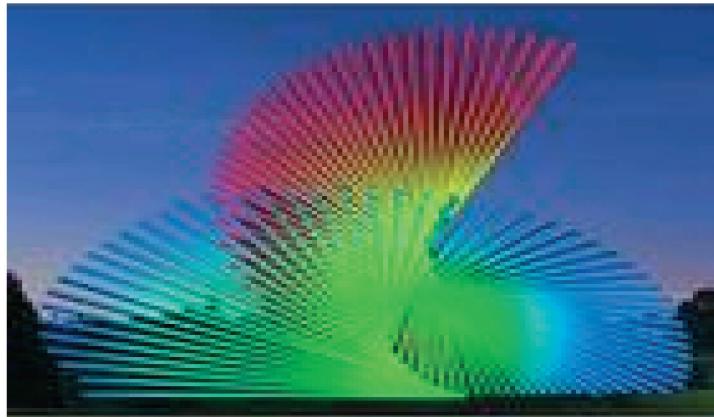


图2-4 光源变色

光源变色的原因是光源中各种色彩光线强度不同。比如一种油漆中含有红色的成分在钠光灯下看不出来，但是在太阳光或者日光灯下却很明显。光源变色的另外一个原因是修补漆和汽车原厂漆的面漆配方中所使用的颜料不同，导致修补漆在日光下和原厂漆匹配良好，在另外一种光源下看就会出现色差，这种情况通常需要在配方中添加调色剂来解决，最后还要在不同的标准光源下进行比色，观察是否还有色差。

6. 颜色的三属性

颜色的三属性是指颜色的色调、彩度及明度，也可以称为颜色的三个空间或颜色性质。要想完整准确地描述一个颜色，需要包含这三方面的内容，缺一不可。孟塞尔三维立体颜色体系图如图2-5所示，颜色的三属性图如图2-6所示。

很早以前研究颜色定量表示方法的是美国画家孟塞尔，他在1905年创立了孟赛尔颜色

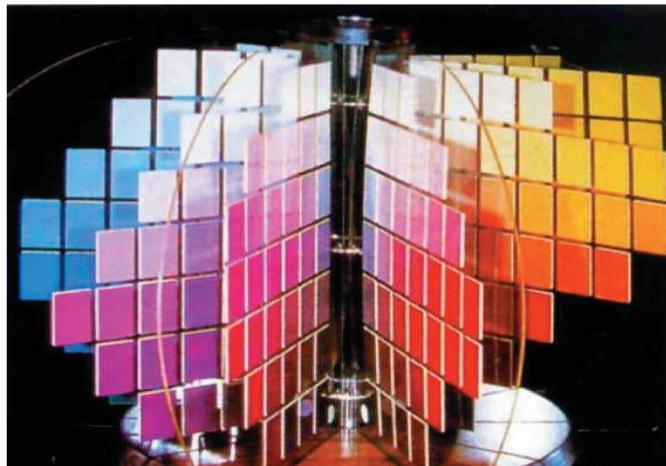


图 2-5 三维立体颜色体系

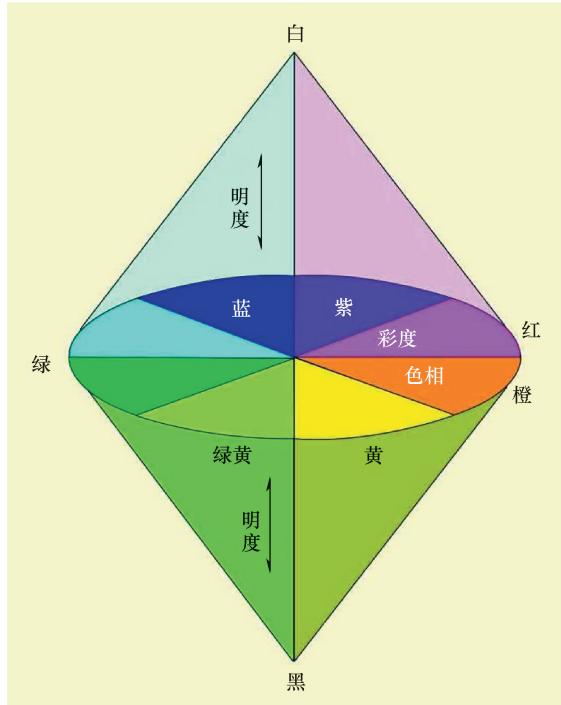


图 2-6 颜色的三属性

系统。这种系统可以利用三维空间的类似球体模型把物体表面颜色用三种基本特性表示出来。

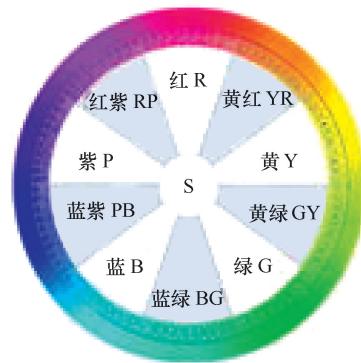
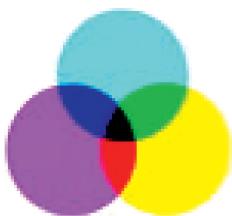
(1) 色调 色调也被称为色相，是颜色和颜色值之间的区别，是一定波长单色光的颜色相貌。色相是彩色的一种性质，正是有了这种特性我们才可将物体描述为红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫 7 色。

1) 三原色。色彩系统中最基本的色调是红色、黄色和蓝色，它们也被称为“三原色”，

几乎所有的颜色都可以用它们调配出来。

2) 三间色。橙色、绿色、紫色又是红、黄、蓝三原色按照 1 比 1 的比例两两相配得来的，称为“三间色”，又被称为三辅色。三原色和三间色如图 2-7 所示。

3) 孟赛尔色环。将三原色和三间色六种颜色统称为颜色的六种基本色调。把这些色调排成一个圆环，沿着圆环的周边每向前一步，色调都会产生变化，这个连续的、无间断的色环被称为孟赛尔色环。如果从色光的角度看，色调又随波长的变化而变化。如紫红、红、橘红等都是表明红色类中间各个特定色调，这三种红之间的差别就属于色调差别。同样的色调可能较深或者较浅。孟赛尔色环如图 2-8 所示。



(2) 明度 明度是人们用肉眼看到颜色所引起视觉上明暗或者深浅程度的感觉，我们也称之为深浅度、亮度或光度。明度随着光辐射强度的变化而变化，是色彩的第二个最容易分辨出的属性，明度是一种计量单位，它表明的是色彩呈现出的深浅或者明暗程度。

同一色调可以有不同的明度，例如红色就有深红、浅红的区分。不同色调也有不同的明度，如太阳光谱中，紫色明度比较低，红色和绿色明度中等，黄色明度最高，人们感知黄色最亮就是这个原理。明度可以标注在刻度尺上，从黑至白一次排列顺序。越接近黑色，明度就越低；越接近白色，明度就越高。所以无论是哪个颜色加上白色，就等于是提高了混合色的明度。加入灰色，则灰色的深浅决定混合色的明度。明度的连续变化如图 2-9 所示。

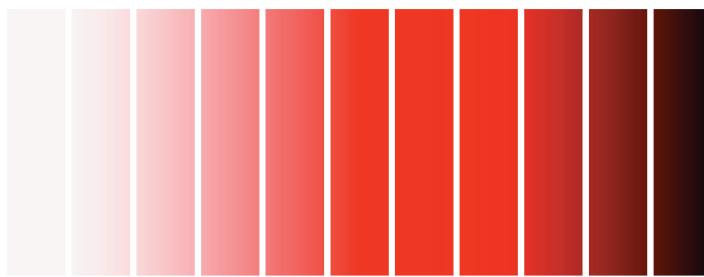


图 2-9 明度的连续变化

(3) 彩度 彩度有纯度、鲜艳度或者饱和度之称。是表示颜色偏离具有相同明度的灰色程度，是颜色在心理上的纯度感觉。彩色是颜色的第三个性质，也是一种不容易察觉并且经常受到曲解的性质。除非比较同一种色调和明度的两种颜色，才会意识到它的表现形式。

作比较的时候通常会使用“暗淡”或者“鲜艳”、“浑浊”或“鲜亮”这样一些词语来进行描述。如图 2-10 所示，最左侧的色球，颜色看上去很暗淡，从左到右彩球的彩度值会相应增加，而颜色看上去就会更加鲜亮。图 2-11 为不同的色调、彩度三属性的体现。

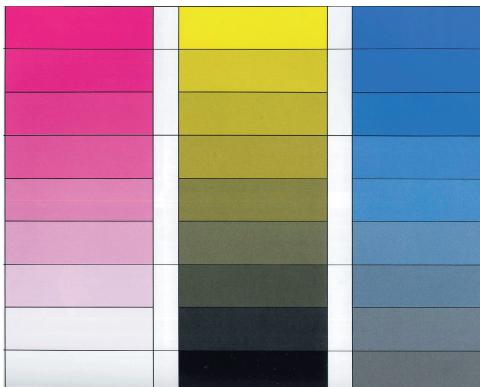


图 2-10 彩度的连续变化

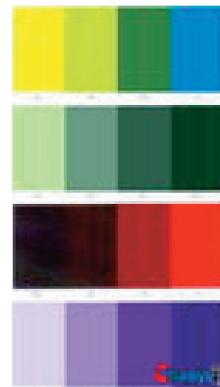


图 2-11 彩度三属性的体现

2.1.2 调色设备和工具

现代汽车工业的发展，汽车油漆的色彩也变得多种多样，巴斯夫、杜邦、阿克苏、PPG 等世界知名油漆公司在中国的发展都很迅速，这些公司对色彩都有专门的研究调制机构。每当有新款上市，这些公司就会根据自己公司的漆料将修补漆的颜色配方研制出来，和色卡一同提供给油漆经销商，送给调色中心。在进行配方研制比色的时候，常用光电比色的方法，或者用分光光度计测出分光比反射率的曲线，然后按照规定的基数得到测定值，这两种设备测色精度准确，但是价格相对较高。调色中心在进行调色的时候常用到的主要设备有：比色灯箱、电子秤、阅读机、调漆机、配方微缩胶片、比色卡及比例尺等。图 2-12 所示为分光光度计。



图 2-12 分光光度计

1. 调漆机

调漆机通常被叫做油漆搅拌机，各大油漆公司都有调漆机及其配套产品，分为 32、38、

59、108 等各种规格。调漆机备有电动机、搅拌桨，利用这些工具很容易混合及倒出涂料。由于涂料中的树脂、溶剂及颜料的密度不相同，经过一段时间就会分离，所以，涂料在使用之前需要充分地混合。图 2-13 为常用的油漆搅拌工具。



图 2-13 常用油漆搅拌工具

2. 胶片阅读机

胶片调色就是通过阅读菲林片、查配方来完成的。因为这种方法成本低、操作简单，所以现在应用较为广泛。

阅读机操作程序如下：

- 1) 打开阅读机总电源开关；
- 2) 拉开置片板，将微缩胶片按正确的方向置入置片板上。
- 3) 推回置片后，打开基座底部电源开关。
- 4) 检视微缩胶片，查出颜色配方。
- 5) 使用完成后，关闭机座底部白色开关，拉出置片板，取出微缩胶片，推回置片板。
- 6) 关闭阅读机的总开关。

3. 计算机调色系统

计算机调色就是计算机中存有色卡配方，用户只需要将自己所需要的漆号和数量输入计算机就可以直接查阅计算好的配方数据，快捷、方便、准确，而且数据随时更新，是一种较先进的调色方法。目前各大油漆公司都具有完善的计算机调色系统。常用的计算机调色系统需要一台计算机作为调色工作站。计算机调色系统如图 2-14 所示。计算机调漆系统操作界面如图 2-15 所示。

4. 电子秤

(1) 电子秤 是一种涂料用的专用天平，也叫做配色天平，帮助计算适当的混合比，由托盘秤、电子显示器和集成电路板组成。常用的电子秤量



图 2-14 计算机调色系统

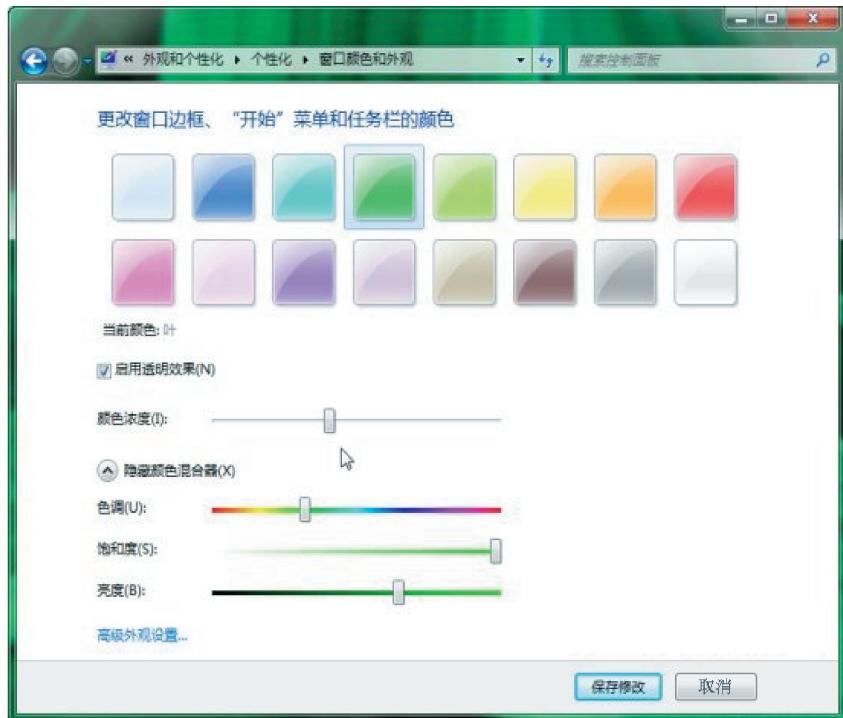


图 2-15 计算机调漆系统操作界面

程可以达到 7500g，精确度为 0.1g，由明亮的发光二极管作显示屏。电子秤的灵敏度非常高，使用的时候应该避免大的气流(图 2-16)。

(2) 电子秤的操作程序及注意事项 电子秤的操作程序及注意事项如下：

- 1) 电子秤必须水平放置，绝对避免高温振动。
- 2) 打开电子秤总电源开关，按下电子秤电源处，暖机 5min。
- 3) 按下归零键，将被称物体轻置于秤盘的中心，依照程序操作。
- 4) 使用完毕之后，按下电子秤电源关闭键，关闭电子秤电源总开关。

5. 粘度计

(1) 国内标准粘度计 粘度计是在涂装施工之前，将涂料稀释到合适的粘度时所使用的一种测量工具。根据国家标准《涂料粘度测定法》规定，常用的粘度计有涂—1、涂—4 和落球粘度计。计量单位为秒(s)。在实际生产中，涂—4 粘度计使用最为广泛。

常用的涂—4 粘度计按照其测试杯的材质主要分为铜制、不锈钢制和铝合金制等多种。测试杯上部为圆锥形，底部有同样材质的堵嘴，圆筒上沿有换洗凹槽，用于盛装流到外沿的测试涂料。粘度计容量为 1000ml，由于粘度计测试杯为精密测试件，所以长期使用过程中



图 2-16 电子秤

一定要注意保护测试杯，不可以磨损。图 2-17 所示为涂—4 粘度计。

(2) 国际标准粘度计 在国际上通用的有两种涂料粘度计，即福特杯和蔡恩杯。福特杯适用于大批量涂料粘度的测试，而蔡恩杯适用于修补或小批量涂料粘度的测试。除此之外还有刻度式旋转杯粘度测定仪。

汽车涂装用的福特杯是一个底部呈圆锥形的圆柱形容器。其顶部开有测量孔，以孔径的不同又分为台式和手提式两种。它们主要用于测试各种涂料的施工粘度，以使涂料达到便于喷涂、刷涂或者浸涂的施工粘度。台式计时固定型粘度计主要用于涂料检测室或者化验室测试涂料粘度。手提式涂—4 粘度计也叫做蔡恩杯式粘度计，具有体型小、重量轻。携带方便等特点，适用于涂装施工前现场测试涂料粘度。用得最多的进口粘度计是美国福特 4 号杯，计量单位为秒(s)。需要注意的是，使用台式粘度计的时候，需要配合一个容量为 250ml 的玻璃杯和一根玻璃棒或者刮漆的小刀。使用手提式粘度计时，可以直接将粘度杯浸入漆液中进行测试。测试的时候，还必须准备好秒表准备计时。

图 2-18 所示为蔡恩杯、福特 4 号杯粘度计，图 2-19 所示为刻度式旋转杯粘度测定仪。



图 2-17 涂—4 粘度计



图 2-18 蔡恩杯、福特 4 号杯粘度计

6. 其他调色工具

(1) 比例尺 比例尺是一种用金属或专业塑料制造的尺子，上面标有刻度，可以计量适当量的固化剂、稀释剂，能方便快捷地进行油漆调配。很多大型油漆公司的比例尺一般不可以混用。混合油漆的时候比例尺也可以作为搅杆，涂料一般不会粘在比例尺上，用完后也比较容易清洁。

(2) 容器 涂装所用的容器，多为聚丙烯型一次性容器。在调配油漆时最好使用上下口径一致的直筒型大型容器。

(3) 烘箱 烘箱是一种强制烘干试验样板的烘干设备，在人工调色烘干样板的时候使用。

(4) 比色灯箱 比色灯是一种接近于日光波长的灯，可以在夜间或者下雨的时候代替阳光，有时候作为灯箱，主要用于比色和调色。图 2-20 所示为比色灯箱。



图 2-19 刻度式旋转杯粘度测试仪



图 2-20 比色灯箱

2.1.3 汽车修补涂料的基本组成

汽车修补涂料是指对汽车车身原厂漆进行重新修补用的油漆。只能由工人手工完成，喷涂必须在低温(60℃以下)环境下操作。修补漆具有保护和美观两个功能。

1. 汽车修补涂料的特性

(1) 漂亮的外观 要求漆膜丰满，光泽华丽柔和，鲜艳性好，色彩多种多样并符合潮流，使其外观看上去更加赏心悦目，给人以美感。

(2) 极好的施工性和配套性 汽车涂装一般是多层涂装，因为单层涂装一般达不到良好的性能，这就要求各涂层之间的附着力好，无缺陷。

(3) 极好的耐候性和耐腐蚀性 能应用于各种温度、暴晒及风雨侵蚀的环境，在各种气候条件下保持不失光、不变色、不起泡、不开裂、不脱落、不粉化、不锈蚀，漆膜的使用寿命一般大于 10 年。

(4) 极好的力学性能 适应汽车的高速、多振和应变，要求漆膜的附着力好，具有坚硬柔韧、耐冲击、耐弯曲、耐划伤、耐摩擦等优越性能。

(5) 极好的耐擦洗性、耐污性和良好的可修补性 要求耐毛刷、肥皂、清洗剂清洗，与其他常见的污渍接触后不留痕迹。

2. 汽车修补涂料的组成

汽车修补涂料包括修补底漆、面漆和辅料，修补底漆多采用常温干性或热固性醇酸、环氧脂、丙烯酸氯基、硅烷类、氨酯油、硝基纤维素、2K PUR、2K 环氧涂料。

修补底漆是直接涂在经过处理的被涂物体表面的第一道漆，主要作用是防腐蚀以及填平

金属基材的细微缺陷和锈斑等，是整个涂层的基础。汽车底漆相对腻子和面漆，起着增强涂层间附着力的作用。

修补面漆离不开调色系统和各种车型涂料的基础颜色数据，汽车面漆不但要有装饰性，而且要具有保护性，以配合底漆提高对金属的保护作用。涂层性能的优劣取决于面漆性能的好坏，同时也与底漆、配套性、施工工艺等有较大关系。

3. 汽车修补涂装的常用涂料

(1) 沥青涂料 以天然沥青或人造沥青，加油料或不加油料为主要成膜物质的涂料。沥青是一种热塑材料，是历史悠久的涂料品种。由于其具有材料来源丰富、价格低廉、施工方便的特点，得到了广泛应用。主要品种有纯沥青漆、加油沥青涂料、加树脂沥青涂料。其主要特点有：优异的耐水性，良好的耐化学性能和绝缘耐热性，是一种很好的保护、防腐装饰涂料。

(2) 酚醛树脂涂料 酚醛树脂涂料是以酚醛树脂或改性酚醛树脂与干性植物油作主要基料，根据使用原料不同加入不同种类的催干剂、颜料和辅助材料调制而成的涂料。该涂料可分为醇溶性酚醛树脂涂料、油溶性纯酚醛树脂涂料、改性酚醛树脂涂料和水溶性酚醛树脂涂料。

(3) 醇酸树脂涂料 醇酸树脂涂料是以醇酸树脂为主要成膜物质的一类涂料。醇酸涂料用途范围广、适应性强。其主要性能有：漆膜干燥后耐候性好、不易老化、保光性能持久、耐摩擦、柔韧性好，可采用喷、刷施工方法，经烘干后耐油、耐水、绝缘性都大大提高了。

(4) 氨基树脂涂料 以氨基树脂和醇酸树脂为主要成膜物质的一类涂料，是热固性合成树脂中主要的品种之一。用来制备涂料的氨基树脂有3种：一种是三聚氰胺甲醛树脂，另外两种是脲醛树脂和苯代三聚氰胺甲醛树脂。如果单纯使用氨基树脂制备涂料，经过加热固化后的漆膜硬而脆，附着力也差。因此，氨基树脂必须和其他树脂配合使用。

(5) 硝基涂料 硝基涂料是以硝化棉为主要成膜物质的涂料，通常称为喷漆。硝基涂料虽然品种很多，但从性能和用途上讲，可分为外用硝基涂料和内用硝基涂料两大类。由于涂料中硝化棉的比例不同，改性树脂不同，以及增塑剂的品种不同，所以性能、用途也不尽相同。其优点是：涂膜干燥快、坚硬、耐磨，有良好的耐化学品性能，耐水耐弱酸和耐汽油、酒精的侵蚀且柔韧性好。调配合适的增塑剂，可制成柔韧性很好的软性硝基涂料，如硝基皮革漆。

(6) 过氯乙烯树脂涂料 过氯乙烯树脂涂料是以过氯乙烯树脂为基础的涂料，还包括其他树脂、增塑剂、稳定剂、颜料(不含颜料是清漆)及有机溶剂。过氯乙烯树脂涂料是一种挥发性涂料，其优点是：自然干燥较快，次于硝基涂料，适合多种施工方法。有优良的耐化学稳定性，能在常温下耐25%的硫酸、硝酸，40%的烧碱达几个月之久。有良好的耐候性、耐水、耐湿热及很好的防火性能。

(7) 丙烯酸树脂涂料 丙烯酸树脂涂料根据选用单体的不同，可以制成热塑性和热固性两大类涂料。热塑性丙烯酸树脂涂料具有很好的硬度，色泽浅不泛黄，具有很好的耐久性。主要用于要求耐候性、保光性良好的铝合金表面。热固性丙烯酸树脂涂料多采用氨基树脂、环氧树脂、聚氨酯低聚物等作固化剂进行固化。漆膜力学性能、丰满度、耐候性好，硬度大、保色好、光亮度高，有一定的耐水、耐油性。采用烘烤固化。

(8) 环氧树脂涂料 环氧树脂涂料具有多种优异性能，发展很快，品种多，产量大。为了更好地提高其性能，常加入其他树脂进行改性，得到更满足使用要求的涂料。环氧树脂

涂料的突出性能是附着力强，特别是对金属表面的附着力更强，耐化学腐蚀性好。

(9) 聚氨酯涂料 聚氨酯涂料工业发展很快，由于原料成本下降，性能良好，目前已成为品种、产量增长迅速的极为重要的一类涂料。聚氨酯涂料具有很好的力学性能，漆膜坚硬、光亮、丰满、耐磨，附着力好，防腐性能好，且耐酸、耐碱。它可室温固化或加热固化，电性能良好，和多种树脂并用，制成多种聚氨酯涂料。

(10) 杜邦可调灰度底漆 杜邦公司开发出一种全新的底漆，即可调灰度的底漆。这使珍珠色或透明色，在相应的可调灰度底漆上，只需2~3层面漆即可达到遮盖，并且没有任何颜色的影响。

2.1.4 汽车修补涂料的配套

1. 金属件涂料及其配套性

在汽车涂装工艺中，底漆与面漆的配套性对涂层质量和施工影响很大。如果搭配不当，将会影响涂层间的附着力，产生起层、脱落等问题。在选用涂料时，要合理选用底漆和面漆，使之具有良好的配套性，对提高产品的涂层质量起着重要作用。

各种金属材质的常用底漆与面漆的配套性见表2-1；进行车身涂层修复时，原车面漆与修补漆的配套性见表2-2。

表2-1 各种金属材质的常用底漆与面漆的配套性

金属	黑色金属 底漆 面漆	铝及其合金	铜及其合金	锌及其合金	镁及其合金	镉铜合金
油性漆						
醇酸漆						
酚醛漆	油性底漆 酚醛底漆 醇酸底漆	锌黄酚醛底漆 锌黄醇酸底漆	酚醛底漆	酚醛底漆	锌黄酚醛底漆	酚醛底漆
氨基漆	醇酸底漆 环氧底漆 氨基底漆	锌黄环氧底漆	环氧底漆	磷化底漆 酚醛底漆	酚醛底漆 醇酸底漆	酚醛底漆 醇酸底漆
沥青漆	沥青底漆	沥青底漆	沥青底漆	沥青底漆	沥青底漆	沥青底漆
过氯乙烯漆	醇酸底漆 酚醛底漆 丙烯酸底漆 过氯乙烯底漆 磷化底漆	锌黄酚醛底漆 锌黄醇酸底漆 丙烯酸底漆 环氧底漆 磷化底漆	酚醛底漆 磷化底漆 丙烯酸底漆 环氧底漆 过氯乙烯底漆	酚醛底漆 醇酸底漆 磷化底漆 环氧底漆 丙烯酸底漆	锌黄酚醛底漆 锌黄醇酸底漆 锌黄环氧底漆 丙烯酸底漆	酚醛底漆 环氧底漆 磷化底漆

(续)

金属	黑色金属	铝及其合金	铜及其合金	锌及其合金	镁及其合金	镉铜合金
底漆						
面漆						
丙烯酸漆	醇酸底漆	锌黄酚醛底漆 丙烯酸底漆 环氧底漆	酚醛底漆 环氧底漆	酚醛底漆 环氧底漆	锌黄酚醛底漆 锌黄环氧底漆	锌黄酚醛底漆 锌黄环氧底漆
	磷化底漆					
乙烯漆	环氧底漆	丙烯酸底漆 磷化底漆	酚醛底漆 环氧底漆	酚醛底漆 环氧底漆	锌黄酚醛底漆 锌黄环氧底漆	醇酸底漆 酚醛底漆 环氧底漆
	酚醛底漆					
	丙烯酸底漆					
	硝基漆	醇酸底漆 酚醛底漆 环氧底漆	锌黄酚醛底漆 锌黄环氧底漆 环氧底漆	酚醛底漆 环氧底漆	醇酸底漆 酚醛底漆 环氧底漆	锌黄酚醛底漆 锌黄环氧底漆 锌黄醇酸底漆
环氧漆	环氧底漆					
有机硅漆	醇酸底漆					
	酚醛底漆					
	或不用底漆					

表 2-2 车身涂层修复时，原车面漆与修补漆的配套性

原车面漆\修补面漆	醇酸	硅改性醇酸	醇酸/酚醛	乙酸	丙烯酸酯	催化的氧环	环氧脂	环氧沥青	氧环橡胶	油/酚醛	乙烯/醇酸	乙烯丙烯酸酯	聚氨酯	聚酯/玻璃片
醇酸	A	A	A	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C
醇酸/酚醛	A	A	A	C	C	C		C	C	A	A	C	C	C
乙烯/醇酸	A	A	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	C	C
乙烯	A	C	A	A	A	C	A	C	A	C	A	A	C	C
乙烯/丙烯酸酯		C		A	A	C		C	A	C	A	A	C	C
丙烯酸酯(溶剂型)				A	A	C		A		C	A	A	C	C
催化的氧环	C	C	C	B	B	B	B	B	C	C	B	B	B	B
环氧酯				A		C	A	C	A	A	A		C	C
环氧沥青	C	C	C	C	C		B	B	B	C	C	C	C	C
氧环橡胶	A	A	A	C	C	C	A	C	A	B	A	C	C	C
油/酚醛	A	A	A	C	C	C	A	C	C	A	A	C	C	C
聚氨酯	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	B	B
聚酯/玻璃片	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	B	B
硅改性醇酸	A	A	A	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C

注：A—正常可配套；B—需认真进行表面处理则可配套；C—一般情况下不推荐；空格—不能配套

2. 非金属件涂料及其配套性

(1) 车用塑料件和阻尼件涂料 汽车塑料件涂料与其他金属部件涂料相似，也分为底漆、底色漆、清漆或面漆(面漆用来代替底色漆/清漆体系)。底漆可直接涂在经表面处理过的塑料底材上，一般要求膜厚 $30\mu\text{m}$ 左右，以完全覆盖部件表面的流痕和缺陷。环氧—聚酰胺双组分塑料底漆主要用于汽车前后保险杠上，因保险杠一般是由聚丙烯制成的，该底漆中还加入了少量氯化聚丙烯作为基料，以提高底漆的附着力。另外还有溶剂型单/双组分聚氨酯底漆用于汽车保险杠和其他塑料部件上。底色漆一般多采用与金属部件用底色漆组分相同的体系，膜厚一般为 $10\sim15\mu\text{m}$ 。清漆主要是溶剂型双组分聚氨酯体系，即将聚丙烯酸酯及聚酯类与多异氰酸酯结合，其漆膜能达到所需的柔韧性，还具有高耐化学品性和良好的力学性能。清漆膜厚一般要求约 $35\mu\text{m}$ ，以提供色饱和度，并能达到与车身一致的光泽。塑料单色面漆也是采用双组分聚氨酯体系来达到与车身一致的外观和性能要求。各种汽车塑料涂料的烘烤温度均在 80°C 左右。

随着我国汽车特别是轿车工业向高档化的发展，对保温、防振、消声涂料的性能提出了更高的要求。其目的是用来提高密闭性、降低振动、减少噪声、提高汽车的舒适性和车身缝隙间的耐腐蚀性。车底涂料是在车身底板下表面，尤其是易受石击的轮罩、挡泥板表面，增添 $1\sim2\mu\text{m}$ 厚的耐磨涂层，它可以提高车底部件的耐撞击性和耐冲刷性，提高其耐腐蚀能力，延长汽车的使用寿命。防声涂料是为减轻因振动产生的噪声而涂装的涂料。近年来，汽车阻尼涂料一般采用以聚氯乙烯树脂(即PVC)为主要基料制成的一种无溶剂的PVC系列涂料，其固体部分一般可达到100%。这种PVC涂料有较好的硬度、伸长率、剪切强度和拉伸强度，能很好地满足阻尼涂料的性能要求。

(2) 塑料件涂装的常用涂料与配套 由于塑料表面具有优良的防腐性能，不需要进行防腐处理，所以塑料涂装的主要集中在装饰功能上，过去依靠在塑料的母料中添加颜料着色的方法增强装饰性，随着人们越来越高的装潢要求，已经不能满足使用要求，因而需进行更多的二次表面加工，以达到以下目的：使塑料制品表面具有多种颜色搭配；遮盖生产过程中的划伤等缺陷；改善塑料表面的质感，如制造金属感和木质感等；改善塑料制品的力学性能，如硬度、抗划伤性等；改善塑料制品的耐化学品性能，如耐候性、阻燃性、耐溶剂性等；改善塑料表面的物理性能，如导电性能、防静电性能等；还需要在塑料件上印刷文字、图案、商标等。

汽车行业的塑料件主要采用聚丙烯(PP)、聚乙烯(PE)、ABS、聚氯乙烯(PVC)、聚醚砜(PES)、聚醚醚酮树脂(PEEK)、聚氨酯(PU)、尼龙(PA)、不饱和聚酯(UP)和玻璃纤维增强复合材料等，其用量已达整车质量的20%~25%。塑料的种类繁多、用途广泛，对塑料件基材与涂料的适应性方面的要求也各不相同，主要是根据被涂塑料件的性质与其对涂膜性能的要求而定。首先，所选择的涂料对塑料件应具有良好的附着力。其次，所选择的涂料不得过分溶蚀塑料表面。对于极性强的、表面张力比较高的塑料，如聚氯乙烯、ABS塑料，要选择具有一定极性基团，如羧基、羟基、环氧基等的涂料品种，这样，有利于提高涂膜的附着力；而对于聚乙烯、聚丙烯等非极性塑料应选择具有相似结构的涂料品种，如高氯乙烯、石油树脂等，这样，可在塑料与涂料的界面上产生混溶层，有利于提高附着力；对于耐溶剂性很差的塑料，如聚苯乙烯、AS、聚碳酸酯塑料，应特别注意涂料中溶剂的溶解性能不能过强，应在保证附着力的前提下，将溶剂处于塑料溶解区的近边缘附近，可以选择醇酸

涂料、聚氨酯改性油或以醇类溶剂为主的涂料，这样，既不致过分溶蚀塑料基材，又可保证涂膜的附着力。在进行涂料选择时，还应考虑涂料与施工方式、施工条件的适应性、制品与涂料的价格因素等情况。

(3) 橡胶件涂装常用涂料及配套性 随着橡胶工业的发展，橡胶制品由天然橡胶为主扩展到氯丁橡胶、丁腈橡胶、丁基橡胶、乙丙橡胶、硅橡胶、聚氨酯橡胶等各种合成橡胶。人们对橡胶制品的使用性能、保护性能、装饰性能及各种特殊功能要求也越来越高。涂料可赋予橡胶制品多种表面性能，并保护橡胶表面不被老化，起到良好的装饰美化效果。涂料既可按照人们的要求赋予橡胶制品各种颜色和光泽，又比橡胶直接着色经济得多。且涂料也可保护橡胶制品免受紫外线的照射，减少老化，延长使用寿命，取得良好经济和环保效益。还可根据要求赋予橡胶阻燃性能、耐溶剂性能、导静电性能等优点。

橡胶涂料施工可采用多种方法，如刷涂、辊涂、喷涂、高压无气喷涂、静电喷涂、浸涂、淋涂等不同的涂装方法。它们对涂料的施工性能要求不同，因此橡胶涂料必须满足一系列适合橡胶底材的性能指标和涂装工艺要求。主要性能指标有：

- ① 涂料的流动性(粘度、触变性等)。
- ② 流平性、防流挂性。
- ③ 干燥条件、固化温度、湿度要求、固化时间等。
- ④ 双组分涂料混合后的适用期。
- ⑤ 单次涂装湿膜和干膜的厚度。
- ⑥ 涂装道数及单位面积涂漆量。

由于橡胶自身的特点，涂装时还要充分考虑到以下状况：

- ① 溶剂对橡胶的溶解性和溶胀性。
- ② 橡胶的电阻和导电性能。
- ③ 橡胶的弹性模量。
- ④ 橡胶表面润湿情况。

橡胶用涂料不仅要对橡胶具有良好的附着力，关键还要适应其变化较大的弹性模量。弹性模量会随橡胶的品种、硫化程度、填料及补强材料加量不同而变化，因此用于配套的涂料相对伸长率必须与之相配套。否则，由于撞击、压缩、拉伸和堆放等原因导致橡胶变形时，产生的内应力会引起涂层开裂，甚至脱落。

目前用于橡胶表面的涂料主要有氯化橡胶类、弹性聚氨酯类(双组分丙烯酸聚氨酯、脂肪族多异氰酸聚氨酯、聚酯聚氨酯等)、丙烯酸类、氯磺化聚乙烯类等。由于目前橡胶制品大多数尚未采用涂料进行保护和装饰，因此，橡胶用涂料品种相对较少。

2.2 调漆与配色

涂料颜色的调配是汽车修补涂装中最为关键、难度最大的操作程序。

2.2.1 人工及计算机配色

所谓配色是指根据颜色的三个基本属性，将两种或两种以上不同的基本颜色按一定的比例混合在一起，以产生所需要的理想颜色的过程。它主要适用于面漆的配色。

1. 人工配色

(1) 配色之前的准备工作 在配色前要对原色漆进行观察、分析及判断。首先观察色相是红色相、蓝色相还是绿色相。再分析由哪些颜色组成，判断组成颜色中主色、次色、再次色的大体比例。掌握旧涂层的性能，了解旧涂层面漆是什么性质。

配色的基本目的有如下三个：

- 1) 调节修补色漆与汽车原漆之间的细微差别，使两者相配。
- 2) 使修补色漆与褪色的汽车面漆相匹配。
- 3) 在无配方或无漆码的情况下，调配汽车修补色漆。

(2) 配色的基本原则 调配颜色时，两种原色混合成一种复色或两种复色混合成一种原色，如果需要和另一种原色或另一种复色混合，那么另一种原色或另一种复色称为该色的补色。

补色加入复色中会使颜色变暗甚至变成灰色或黑色，因此加入补色时需要特别注意。原色或复色用白色冲淡，可以得出深浅不同的颜色。

黑色和白色是色彩带以外的两种颜色，又叫无彩色。黑色和白色以不同的比例混合可得出不同程度的灰色。无彩色和不同的有彩色混合，可改变色彩的明度。无彩色是色彩调配中必不可少的颜色。

当需要调配某种颜色时，首先应分析判断这种颜色是由几种色漆组成的，哪种是主色，哪种是副色，拟出配方，再经过认真细致的小样调试对比，找出正确的配比方法，再进行调配。

(3) 配色的主要程序 在面漆的配色过程中，应借助不同的喷涂方法对亮度、色度、色相进行调整，以达到最佳的颜色。

亮度是指颜色的明暗程度；色相是人的眼睛看到的颜色；色度是指颜色的强度浓度，包括强度、浓度、饱和度、灰度等。

1) 颜色分析。先观察，看颜色是否太深或太浅，然后检查色相，看色漆是否比原色面漆更红、更蓝、更绿或更黄。最后检查色漆的色度是否比原面漆高或低。

2) 亮度调整。调整亮度应考虑车间环境、喷涂方法、溶剂的使用及油漆用量和混合料中的颜料用量等。在亮度调整过程时必须综合考虑各种因素，详见表 2-3。

表 2-3 喷涂条件与亮度

喷涂条件	颜色变亮	颜色变暗	作用程度	喷涂条件	颜色变亮	颜色变暗	作用程度
稀释剂选择	挥发快的	挥发慢的	中	喷枪与物面距离	远离	接近	中
涂料粘度	小	大	大	喷涂气压	高	低	大
涂料喷涂量	小	大	大	漆层厚	薄	厚	大
喷漆样式宽度	宽	窄	中	层间间隔	长	短	中
喷枪移动速度	快	慢	中				

3) 色相的调整。色相的调整必须在亮度调整之后才能进行。每种颜色的色相只能沿着各自对应的两个方向变化，具体情况如下：

① 蓝色、紫色、黄色、米黄色和棕色，这些颜色会朝着色相发绿或发红的两个方向变化。

② 绿色、黑色、褐红色、灰色、银色和白色，这些颜色会朝着色相发黄或发蓝的两个方向变化。

③ 青铜色、红色和橘红色，这些颜色会朝着色相发黄或发红的两个方向变化。

④ 海蓝色和青绿色，这些颜色会朝着色相发蓝或发绿的两个方向变化；

4) 色度的调整。色度的调整必须在亮度和色相调整之后进行。如果想要把颜色调得亮些，就要重新调整亮度和色相；如果要使颜色灰些，就要喷一层湿涂层，再以较远的距离和较低的气压喷一层少量白色与微量黑色混合的涂层。

5) 颜色的检查与校正。涂装完毕后可以从如下三个角度检查颜色：

① 垂直于汽车表面。

② 从刚好超过光源反射线角度。

③ 以小于 45° 的角度观察。

用上述方法检查喷涂后的颜色是否与其他部位一致，如不一致就校正，直至满意。

2. 计算机配色

随着科学技术的高速发展，尤其是计算机技术的突飞猛进，计算机在汽车涂装调色中也得到了广泛的认可和使用。计算机配色是近几年来发展起来的自动化调色工艺，是一种先进的配色方法。

在计算机调漆工作中，计算机就像一个大型的色漆配方资料库。资料库中储存所有色卡配方，用户只需要将所需要的漆号和数量输入计算机中，就可以直接查阅计算好的配方数据。复色漆和单色漆都由数码标记，各类色漆品种数量达千种之多，完全能满足汽车制造业和维修业的使用需求。

目前，各大涂料生产厂家都具有完善的计算机调色系统，并且在各地设有计算机调色中心使用计算机调漆。能把复杂繁琐的调色工作改变为一种快速、方便又准确的调色方式。工作起来非常容易，并且数据容易更新，大大方便了汽车修补涂装调色的工作。

(1) 计算机配色的特点 计算机配色有如下几个特点：

1) 配色标准、速度快、效率高，为汽车修补涂装配色节约了时间，有利于提高修补漆颜色的均匀度。

2) 采用计算机配色时，必须储备一定量的色漆配方和色号，如果储备的数量和品种规格不足，就很难按要求准确地配出所需要的颜色。

3) 采购的各种色漆必须严格保证质量，如果质量不佳，用计算机肯定配不出理想的颜色。

4) 单色漆应按色号数码的规律放置，使其标准化、定制化，以防出错。

(2) 计算机配色设备的组成 它由可见光分光光度仪、计算机及配色软件等部分组成。

1) 可见光分光光度仪。由光源、单色器、积分球、数据处理系统等部分组成。可以依据所测涂层的光谱反射率曲线，通过库贝尔卡、芒克配色理论计算出涂层颜色的标准数据，测出颜色，再通过计算机配色软件进行调色。

2) 配色软件。它由色质检测软件、调色软件等部分组成，主要作用是建立储存基础颜色数据库。

利用计算机调色时，计算机就像是一个大型的色漆配方资料数据库，能够储存数千种色漆标准配方和标准色漆颜色的色号。如果要调配某一种汽车面漆颜色时，可先将色号输入计算机，就可以显示该色号的面漆配方和颜料的用量比。

(3) 计算机配色的程序

- 1) 查阅汽车车身上的颜色代码。
- 2) 启动计算机中的调色软件。
- 3) 根据显示屏提示输入颜色代码。
- 4) 根据屏幕提示的配方进行调色。

如果无法获得颜色代码，可利用配套的仪器，将探头插入待修复车身漆膜内，计算机就会自动生成配方。

2.2.2 配色实践

在汽车的油漆护理中，有时涂料和汽车的表面颜色不同，这就要求对涂料进行调配，使之与汽车原色漆颜色一致。在调配中，要根据色彩的基本知识和原理，再结合涂料的使用要求进行配色。下面介绍几种涂料的配色。

1. 黄色漆的调配

黄色中主要有中黄和柠檬黄。利用颜料中的黄、红、蓝、白、黑五种基本的配色原料，按不同比例，可调配出多种黄色漆，如浅黄、奶黄、牙黄、棕黄、橘黄、中黄等色漆。

在调配时，中黄色漆习惯上是在原装深黄色漆的基础上加体积分数为30%~50%的白色漆而成。浅黄色漆是在体积分数为10%~20%的原装深黄色漆的基础上，加上体积分数为90%~80%的白色漆调配而成。

奶黄色漆 = 白色漆(94.57%) + 黄色漆(5.43%)。

牙黄色漆 = 白色漆(89.35%) + 黄色漆(10.65%)。

棕黄色漆 = 黄色漆(16.7%) + 黑色漆(5.77%) + 铁红(77.53%)。

橘黄色漆 = 黄色漆(84.92%) + 红色漆(15.08%)。

2. 红色漆的调配

在红色漆中，常有大红、铁红、朱红等单色漆。按一定的比例加入其他色漆就可以调配成金红(橙色)、玫瑰红、肉红、粉红、紫红等多种复色漆。以下是部分红颜色的调配公式：

金红(橙色) = 红色 + 铬黄。

玫瑰红 = 大红 + 群青 + 少许白色。

肉红 = 牙黄 + 粉红。

粉红 = 白色为主 + 少许大红。

紫红 = 铁红 + 少许黑色。

浅肉红漆 = 黄色漆(3.28%) + 白色漆(96.17%) + 红色漆(0.55%)。

橙色漆 = 黄色漆(52.7%) + 红色漆(47.3%)。

浅猩红色漆 = 白色漆(43.3%) + 黄色漆(26.7%) + 红色漆(30%)。

3. 蓝色漆的调配

在蓝色漆中，常有普鲁士蓝(铁蓝、华蓝)、群青等。可以用两种或两种以上单色漆调配成多种不同的复色漆。具体调配公式如下：

中蓝 = 深蓝 + 白色。

注：深蓝是指原装的普鲁士蓝色漆，而实际上用的深蓝色是在原装的普鲁士蓝色漆的基础上，加适量的白色漆调配而成的。加白色，可使颜色鲜艳，呈黑蓝色。天蓝是在以白色为

主的基础上，加适当的蓝色调配而成的，这种方法可以调成多种浅蓝色漆。

湖蓝 = 群青 + 白色。

深灰 = 中蓝 + 灰色。

注：群青色和钴蓝色很接近。

天蓝色漆 = 白色漆(93.55%) + 蓝色漆(6.45%)。

海蓝色漆 = 白色漆(46.78%) + 蓝色漆(41.63%) + 黄色漆(11.59%)。

蓝灰色漆 = 白色漆(77.31%) + 蓝色漆(6.22%) + 黑色漆(16.47%)。

浅孔雀蓝色漆 = 白色(82.25%) + 蓝色漆(15.64%) + 黄色漆(2.11%)。

4. 绿色漆的调配

在绿色漆中，常有中铬绿、草绿、翠绿等色漆。加入其他单色漆可以调配成浅绿、粉绿、嫩豆绿、果绿、墨绿、深黄绿、深灰绿、鸭蛋青等色漆。以下是绿色漆的调配公式举例：

中绿(翠绿) = 柠檬黄 + 中蓝。

深绿 = 中铬黄 + 中蓝。

水绿(粉绿) = 白色为主 + 浅绿。

嫩豆绿 = 柠檬黄 + 浅蓝。

深蓝绿色(军绿色) = 中铬黄 + 中蓝 + 少许红色。

果绿 = 以柠檬黄或中铬黄为主 + 浅蓝。

草绿 = 浅黄 + 浅蓝。

深草绿 = 草绿 + 墨绿。

深灰绿 = 铁灰 + 绿。

玉绿(鸭蛋青) = 白色为主 + 少许蓝 + 适量黄。

果绿色漆 = 白色漆(84.23%) + 蓝色漆(1.18%) + 浅黄色漆(14.59%)。

浅豆绿色漆 = 白色漆(67.82%) + 黄色漆(10.29%) + 黑色漆(1.58%) + 浅黄色漆(3.96%) + 绿色漆(16.35%)。

5. 灰色漆的调配

灰色漆加入其他单色漆可调配成多种灰色系列漆，如银灰、淡灰、浅灰、瓦灰、灰色黄、灰色蓝、铁灰色等。以下是灰色系列调色公式举例：

淡灰色 = 白色为主 + 蓝色 + 黑色 + 黄色。

瓦灰 = 白色为主 + 黑色 + 蓝色。

银灰色漆 = 白色漆(90.73%) + 蓝色漆(1.3%) + 黄色漆(3.25%) + 黑色漆(4.72%)。

浅灰色漆 = 白色漆(88.88%) + 蓝色漆(0.98%) + 黑色漆(10.14%)。

淡灰色漆 = 白色漆(91.34%) + 蓝色漆(2.29%) + 黄色漆(2.78%) + 黑色漆(3.59%)。

白色和黑色几乎可与其他任何颜色(金色、银色除外)调配，可以起到调配颜色深浅的独特作用。

2.2.3 调漆

1. 人工调漆的主要程序

(1) 确定颜色配方 根据提供的颜色要求，首先要准确辨别颜色，知道所要调配的复

色漆由几种原色组成，初步确定主色、次色及补色。

(2) 颜色配制 先加入主色，然后加入其他次要颜色，并不断搅拌，使之互融。应遵照先主后次、由浅入深的原则。先取得与所要调配的颜色相近的颜色，以这种颜色为基础，再判断所要加入的色料。这时，要少加多调，边调边与样板颜色对照比较，要有耐心，如果觉得十分接近了，可以进行试喷检查。

(3) 对比分析 将调好的色漆喷在试板上，一般要喷涂几次，每次喷涂后一定要干透，待色漆干后与原车漆进行对比。

(4) 颜色调整 等漆干透后进行颜色调整，试喷颜色与标准色或原车漆颜色对比，确定需要加入哪一种颜色，调整时每次只需加入少量调色剂，逐步接近标准色或原车漆颜色，还要对色漆的亮度、色相、色调进行调整，以达到最佳的配色。

2. 计算机调漆

(1) 计算机调漆的基本工作原理 计算机调漆资料为客户提供了各种汽车制造商不同品牌、年份的各种颜色编码的标准配方。如果计算机调漆中心或汽车维修厂有相同颜色编码的色漆，可以直接使用；若没有相同颜色编码的色漆时，可将颜色编码输入计算机，查出各单色漆的组分及重量，再进行调配。

使用计算机调漆，可使对汽车面漆的调配操作简便而准确。计算机调色系统一般由调色计算机、汽车颜色资料库、阅读机、电子天平、色卡等组成。各组成部分的作用如下：

1) 调色计算机。调色计算机中存有所有色卡配方。用户只需将自己所需的漆号和数量输入计算机就可以直接查阅计算好的配方数据。快捷、方便、准确，而且数据能及时更新，是一种先进的调色方法。

2) 阅读机。它实际上相当于一台放大镜，用它可以观察微缩胶片。只要把所属车型的微缩胶片放进阅读机，放大镜的屏幕上就显示出调漆的方程式。

电子天平：是一种涂料用的专用天平，可帮助计算适当的混合比。

色卡：在色卡正面是不同的颜色组别，背面或其他部位有代表该颜色的配发代码，根据色卡上的代码可在颜色代码册或计算机中找到该颜色的具体配方。

(2) 计算机调色操作过程 计算机调色的操作步骤如下：

- 1) 查出该车的颜色编码。
- 2) 根据不同品牌油漆的颜色索引查出油漆编码机色标卡。
- 3) 根据修补面积计算油漆用量。
- 4) 利用阅读机或计算机调色系统找出所用配方及用量。
- 5) 开动电子天平调节所需重量的油漆。

思考与练习

一、选择题

1. 当物体反射了所有波长的可见光，此时物体呈现()。
A. 黑色 B. 彩色 C. 灰色 D. 白色
2. 可见光的波长在()nm之间。
A. 100 ~ 300 B. 400 ~ 700 C. 500 ~ 600 D. 800 ~ 900
3. 色彩的第一种性质是()。

- A. 明度 B. 彩度 C. 亮度 D. 色相
4. 在日出后和日落前的()h期间，是比色的最佳时机。
A. 3 B. 2 C. 4 D. 5
5. 微缩胶片又称为()。
A. 菲林片 B. 影片 C. 照片 D. 拷贝
6. 无彩色从白到黑的黑白层次的明度等级有()个等级。
A. 10 B. 3 C. 9 D. 11

二、判断题(正确画√, 错误画×)

1. 进行金属漆比色时只需比对正面90°的颜色。()
2. 色彩是物体反射、光源和观察者三者的结合。()
3. 物体颜色观察结果会随环境光源的改变而发生变化。()
4. 从色调、明度、彩度三个方面可以准确地对一种颜色加以描述。()

三、简答题

1. 影响色彩观察的三要素是什么？
2. 人体视神经有哪些？其作用是什么？
3. 简述光源的概念和种类。
4. 简述调色时最佳的比色时间。
5. 简述色盲无法观察到色彩的机理。
6. 标准照明体和标准光源分别有哪些？
7. 什么是同色同谱和同色异谱？这两种现象是怎么造成的？
8. 决定色彩的三属性是什么？分别决定色彩哪些方面的性质？
9. 简述色彩的三原色和三间色是怎样进行配比的。
10. 简述常见的调漆设备和工具有哪些。
11. 简述金属漆和珍珠漆的调色程序。
12. 简述调色的基本程序。

第3章 汽车修补及施工设备

学习目标：

- 掌握汽车涂装常用工具的类型和使用方法。
- 掌握汽车涂装常用设备的类型和使用方法。

重点难点：

- 汽车涂装设备和工具的使用与维护方法。
- 喷枪的调整与维护，各构件的走枪手法。

3.1 施工用设备

3.1.1 喷枪

1. 喷枪的简介

喷枪由枪身和枪头构成。枪身和枪头通过一连接机构连接。枪头上有一喷嘴，该喷嘴内部焊有若干金属圆钢。连接机构包含法兰和链条销子。喷嘴制造成扁平状，这样更换比较方便，成本也较低，并能有效防止枪头脱落和磨损。它是汽车维修作业中的关键设备，是将涂料雾化后均匀地涂在板件表面，得到良好的防腐和涂装效果的主要设备。喷枪的功能是利用压缩空气对进入喷枪的涂料进行雾化，涂料在喷流中被分裂成微小、均匀的液滴附着在车身的表面，形成厚度均匀且具有光泽的薄膜。

2. 喷枪的工作原理

由空气压缩机产生的压缩空气，经喷枪前部的空气帽喷射出来时，就在与之相连的涂料喷嘴的前部产生了一个比空气大气压低的低压区(图3-1)。在喷枪口产生的这个压力差就把涂料从涂料罐中吸出来，并且在压缩空气高速喷射力的作用下，雾化成微粒喷洒在被涂物的表面(图3-2)。

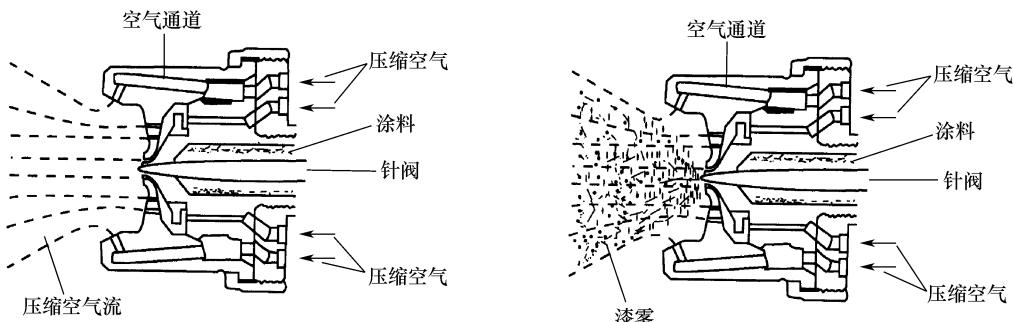


图3-1 空气喷枪工作原理图

3. 喷枪的种类

根据喷枪的工作原理，可将喷枪分为三类。第一类，同时采用涂料重力及前端真空吸力的重力式(图 3-3)。第二类，只用前端真空吸力的吸上式(图 3-4)。第三类，涂料泵把涂料压送到喷嘴前端的压送式(图 3-5)。另外，根据使用不同类型的涂料，还可以将喷枪分为底漆喷枪、面漆喷枪及小型喷枪，如图 3-6 所示。

4. 喷枪的使用和保养

在选择喷枪的时候应该注意，底漆在涂层中主要起填平作用，增加涂层的厚度作用，所以底漆的力度相对较大，粘度也较大，也就是指喷漆量大，所以要选择的喷嘴是大口径的，下面的储罐也要大。而喷到面漆的时候，雾化程度要高，常选用雾化程度好、喷口小的喷枪。常用喷枪的喷嘴有不同口径，主要有 0.6mm、0.8mm、1.0mm、1.2mm、1.3mm、1.5mm、1.6mm、1.8mm、2.0mm、2.2mm、2.5mm 等类型。可以根据所喷的涂料类型和所喷的物质确定喷枪喷嘴的大小。例如口径 2.0~2.5mm 的喷嘴，常用来喷涂颗粒度较粗，粘度较大的底漆或者大面积喷涂。口径 1.5~1.8mm 的喷嘴主要用来喷涂面漆。口径 0.6~1.3mm 的喷嘴主要用来喷涂小型物件或者工艺品，如图 3-7 所示。

5. 喷枪的调整

喷枪的调整主要是指出气量和出漆量的调整，这是两个互相联系的主要因素，出气量太小不容易使漆雾化，如果漆液滴落会使漆面涂膜不平整。出漆量的大小取决于出气量的大小。在喷涂之前要调整好合适的出气量和相应的出漆量，使漆液雾化好，并均匀地喷涂在物件上面。调整喷枪一要听(听气流的声音，知道气流的大小)，二要看(看喷枪口漆液的雾化程度和扇形面积的大小)。使用喷枪的几个重要参数如下：

- ① 空气压力：喷涂的空气压力一般为 0.4~0.6MPa。
- ② 喷幅宽度：喷涂在作业表面的宽度约为 10cm。
- ③ 喷涂距离：喷涂的时候，喷嘴与物件的距离为 15~20cm。
- ④ 移动速度：喷枪的移动速度一般为 30~60cm/s。
- ⑤ 重叠范围：喷涂时每一枪的重叠范围 1/2~1/3。
- ⑥ 喷涂角度：枪嘴与被喷物之间的角度一般为 90°。

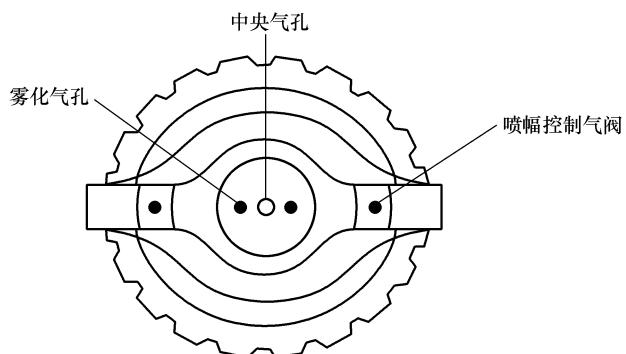


图 3-2 喷枪空气帽

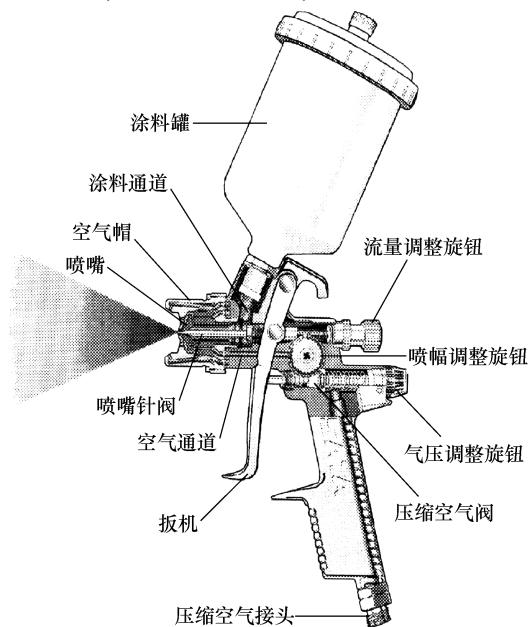


图 3-3 重力式喷枪结构

6. 喷枪的维护

喷枪使用完毕后，要用所喷涂的涂料稀释剂进行喷射清洁，直到喷射通道清洗干净为止。否则枪内涂料干固会使喷枪堵塞而影响正常使用。具体清洁方法为：关闭压缩空气，拆下储漆罐，将枪内涂料倒回储漆罐，再将罐中的涂料倒入容器中，向容器中倒入 $1/4$ 体积的溶剂进行冲洗。然后装上储漆罐，接通压缩空气，反复摇滚喷涂几次，再拆开喷头，用溶剂刷洗干净后装上，清洗枪身上的涂料。

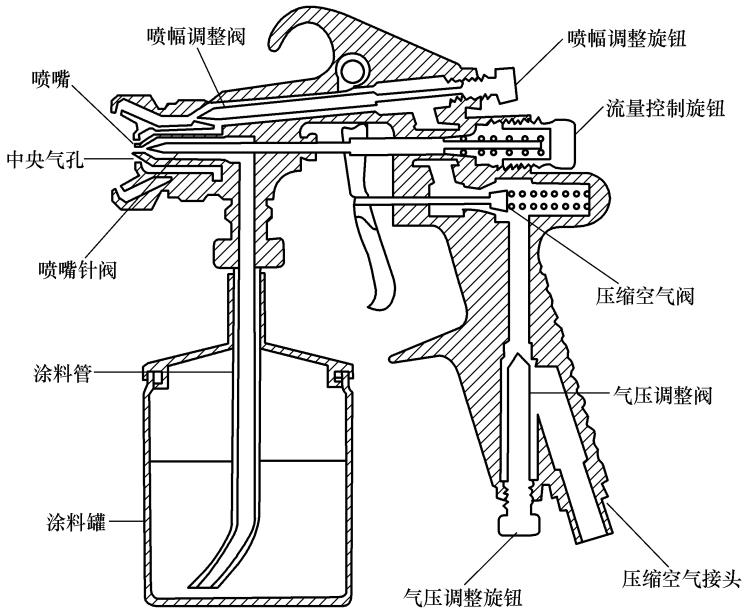


图 3-4 吸上式喷枪



图 3-5 压力式喷枪

清洗喷枪时要注意使用柔软的刷子，禁止使用金属刷，也不可用硬器去捅、刮，防止磨损喷嘴，使射流形状发生变化。要避免将喷枪泡在溶剂中，以防残余涂料附着在机件上。去



图 3-6 三种类型喷枪



图 3-7 使用压力式喷枪的喷涂操作

掉枪上的润滑油时，可使用沾有溶剂的软布擦。枪上的滚花部件均要求用手调节，避免使用钳子等工具调节。要定期在针阀及喷枪机销轴处滴润滑油，定期应用轻油脂或者凡士林润滑针阀弹簧，不得使用含硅的油。

1) 喷枪的正确使用及在日常生活中应该注意的事项：

- ① 喷枪在使用前，应该检查涂料盖上的空气孔是否被堵塞和涂料盖上的密封有没有渗漏。
- ② 按照施工的参数要求调整好气压、涂料流量和喷幅大小，如果发现故障要及时排除。
- ③ 在喷漆的工作过程中，如果要暂停作业，应该将喷头放到溶剂中，防止涂料干燥、结皮及堵塞喷嘴。
- ④ 喷枪如果出现故障，为了防止损坏零件，一般不要大拆大卸。必须检查的时候，应该注意各通道、阀及气孔等部位不能有异物，密封垫、喷嘴及空气帽等不能损坏。安装后，应该调整和试验，使拆检后的喷枪达到技术要求。

2) 重力式喷枪的清洗。喷枪在作业之后应该及时清洗，否则容易出现喷枪堵塞现象，影响下次的使用。清洗重力式喷枪的步骤为：

- ① 倒出涂料罐中剩余的涂料，并注意剩余涂料的回收处理，防止造成环境污染。
- ② 接上压缩空气，在试喷台上扣动扳机，清除喷枪中遗留的涂料，如图 3-8 所示。
- ③ 将适量稀释剂倒入涂料罐中，反复的试喷。
- ④ 在空气帽前罩一块擦拭布，并且用手压紧，扣动扳机，用压缩空气逆向冲洗喷枪，如图 3-9 所示。

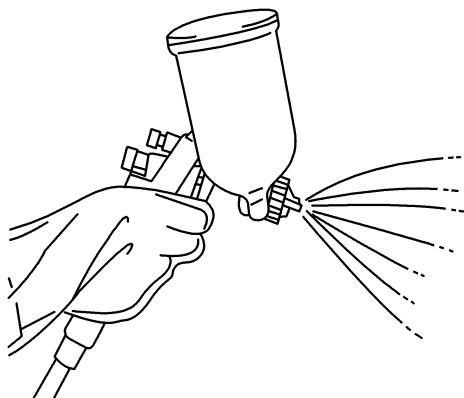


图 3-8 清除喷枪中的余料

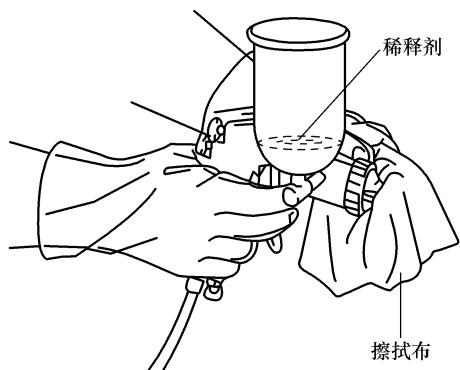


图 3-9 逆向冲洗喷枪

⑤ 清洗涂料罐的时候要使用毛刷，并且要用干净的擦拭布将涂料罐擦拭干净，如图 3-10 所示。

⑥ 空气帽、喷嘴及喷枪体用软毛刷和清洗剂清洗。一定不能使用硬的物品去捅喷孔和零件表面，如图 3-11 所示。

3) 吸上式喷枪的清洗。清洗吸上式喷枪的步骤如下：

① 将涂料罐卸下来，吸料管不动，把空气帽松开三圈，在空气帽前罩一块折叠多层的擦拭布，并且用手压紧，然后扣动扳机用压缩空气逆向冲洗喷枪，使喷枪内的涂料回流，如图 3-12 所示。

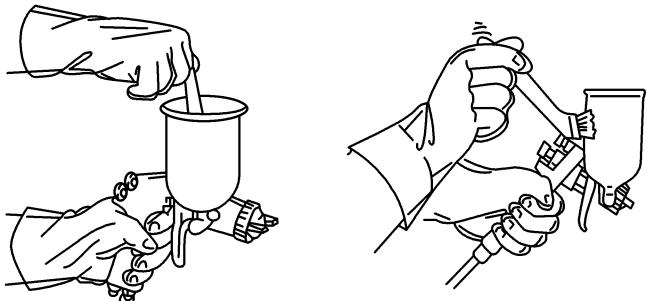


图 3-10 清洗涂料罐

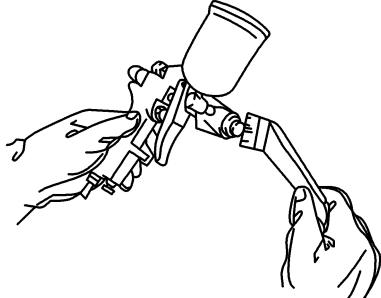


图 3-11 清洗喷嘴

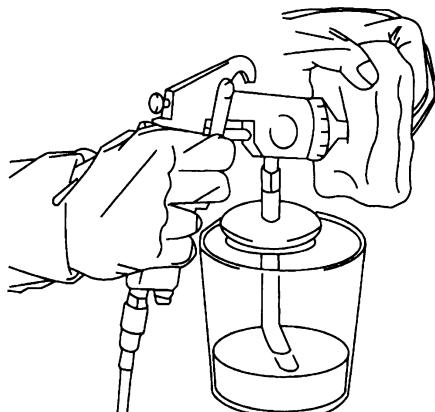


图 3-12 逆向冲洗喷枪

② 重新拧紧空气帽，倒出涂料罐中剩余的涂料，用毛刷和溶剂清洁涂料罐和盖子。并且用浸过溶剂的擦拭布擦掉残余物，如图 3-13 所示。

③ 向涂料罐中倒入少量的干净稀释剂，接上压缩空气，在试喷台上扣动扳机，将稀释剂喷出来清洗喷枪内的通道。

④ 卸下空气帽，泡在溶剂中，用软毛刷清洗空气帽及喷嘴，将阻塞的小孔疏通。一定不要用金属丝疏通小孔，防止出现损坏小孔的情况，如图 3-14 所示。



图 3-13 清洗涂料罐

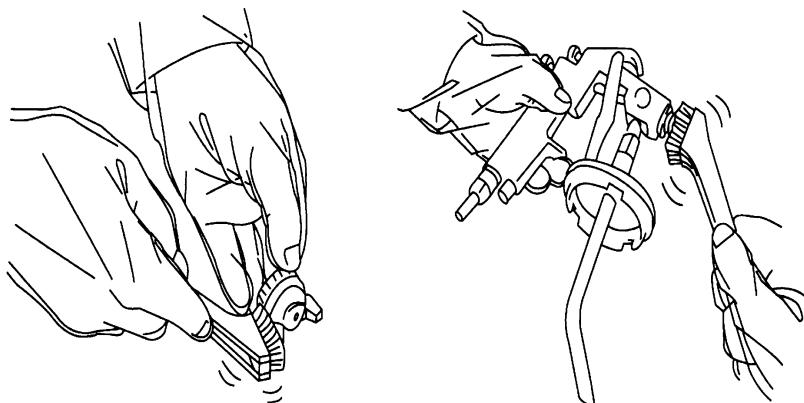


图 3-14 清洗空气帽及喷嘴

3.1.2 空气压缩机

空气压缩机的种类很多，按其工作原理可分为容积式压缩机和速度式压缩机两种。容积式压缩机的工作原理是压缩气体的体积，使单位体积内气体分子的密度增加以提高压缩空气的压力；速度式压缩机的工作原理是提高气体分子的运动速度，使气体分子具有的动能转化为气体的压力能，从而提高压缩空气的压力。

现在常用的空气压缩机有活塞式空气压缩机(图 3-15)，螺杆式空气压缩机(图 3-16)，螺杆式空气压缩机又分为双螺杆空气压缩机和单螺杆空气压缩机，以及离心式压缩机、滑片式空气压缩机和涡旋式空气压缩机。下面对各种压缩机进行一下简单介绍。

注：凸轮式，膜片式和扩散泵等压缩机没有列入其中，是因为它们用途特殊而且尺寸相对较小。

1) 容积式压缩机是直接依靠改变气体容积来提高气体压力的压缩机，如图 3-17 所示。



图 3-15 活塞式空气压缩机



图 3-16 螺杆式空气压缩机

2) 往复式压缩机是容积式压缩机的一种，其压缩元件是一个活塞，在气缸内作往复运动，如图 3-18 所示。



图 3-17 容积式压缩机



图 3-18 往复式压缩机

3) 回转式压缩机是容积式压缩机的一种，压缩是由旋转元件的强制运动实现的，如图 3-19 所示。

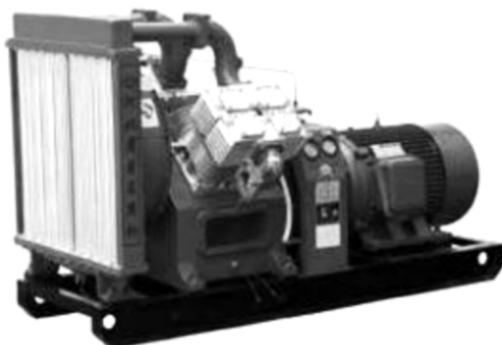


图 3-19 回转式压缩机



图 3-20 滑片式压缩机

4) 滑片式压缩机是回转容积式压缩机的一种，其轴向滑片在同圆柱缸体偏心的转子上作径向滑动。截留于滑片之间的空气被压缩后排出，如图 3-20 所示。

5) 液体-活塞式压缩机是回转容积式压缩机的一种，水或其他液体被当做活塞作压缩气体的运动，然后将气体排出，如图 3-21 所示。

6) 罗茨双转子式压缩机属回转容积式压缩机的一种，它通过两个罗茨转子互相啮合从而将气体截住，并将气体从进气口送到排气口，没有内部压缩，如图 3-22 所示。



图 3-21 液体-活塞式压缩机

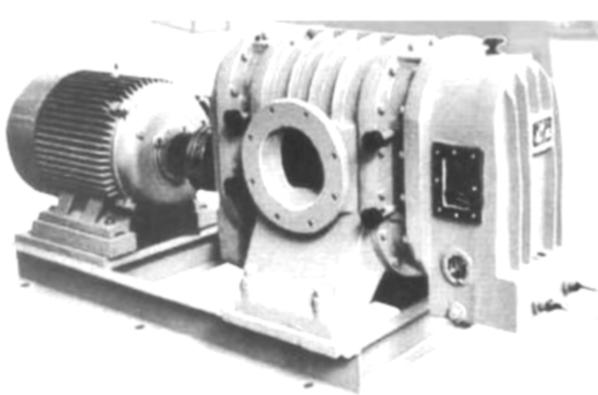


图 3-22 罗茨双转子压缩机

7) 螺杆压缩机是回转容积式压缩机的一种，通过两个带有螺旋形齿轮的转子相互啮合，从而将气体压缩并排出，如图 3-23 所示。

8) 速度型压缩机是回转式连续气流压缩机的一种，其内部的高速旋转叶片使通过它的气体加速，从而将速度能转化为压力。这种转化部分发生在旋转叶片上，部分发生在固定的扩压器或回流器挡板上，如图 3-24 所示。



图 3-23 螺杆压缩机



图 3-24 速度型压缩机

9) 离心式压缩机属于速度型压缩机，其内部有一个或多个旋转叶轮(叶轮上的叶片通常在侧面)使气体加速，主气流是径向的，如图 3-25 所示。

10) 轴流式压缩机属于速度型压缩机，内部气体由装有叶片的转子加速，主气流是轴向的。

11) 混合流式压缩机也属于速度型压缩机，其转子的形状结合了离心式和轴流式两者

的一些特点。

12) 喷射式压缩机利用高速气体或蒸气喷射流带走吸入的气体，然后在扩压器上将混合气体的速度转化为压力。

空气压缩机的选择主要依据起动系统的工作压力和流量。

气源的工作压力应比气动系统中的最高工作压力高 20% 左右，因为要考虑供气管道的过程损失和局部损失。如果系统中某些地方的工作压力要求较低，可以采用减压阀来供气。空气压缩机的额定排气压力分为低压

(0.7 ~ 1.0MPa)、中压(1.0 ~ 10MPa)、高压(10 ~ 100MPa)和超高压(100MPa 以上)四个档次，可根据实际需求来选择。常见使用压力一般为 0.7 ~ 1.25MPa。首先按空气压缩机的特性要求，选择空压机的类型。再根据气动系统所需要的工作压力和流量两个参数，确定空压机的输出压力 p_c 和吸入流量 q_c ，最终选取空压机的型号。

3.1.3 空气清洁器

为了保证获得高质量的修补涂层，除了要有高质量的汽车修补涂料、配套稀释剂、理想的喷枪和符合标准要求的压缩机外，还要求能够提供干净、无油污而且干燥的压缩空气。空气清洁器安装示意图如图 3-26 所示。



图 3-25 离心式压缩机

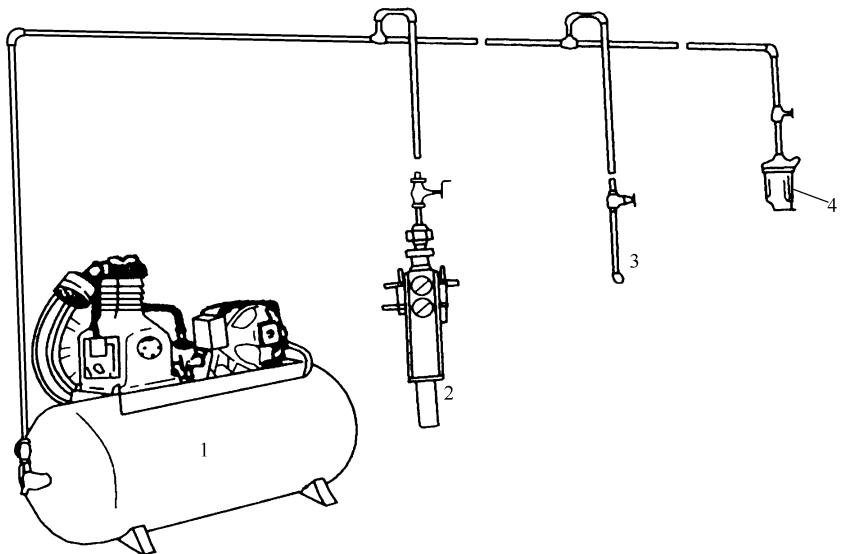


图 3-26 空气清洁器安装示意图

1—空气压缩机 2—空气清洁器 3—至车间用气设备 4—自动排水器

通常大型修理厂习惯将空气清洁器安置在喷漆间的一侧或者中心。它一般都会挂接在压缩空气主管距离压缩机至少 10m 的地方，而距离喷枪最多 7.5m。值得注意的是，连接空气清洁器和主管道时，必须先高出，然后拐弯向下。这样的目的是防止任何水分进入喷枪管

道。从接有空气清洁器的支管至压缩机的主管道，安装时不能取水平状态。另外，管道接压缩机内的一段稍微低下去一点。这样，如果压缩空气中的微量水分进入这一部分管道，就会由于重力的原因顺着倾斜方向流入压缩机的缓冲罐而不能反向进入接有喷枪管道的那一端。注意：空气清洁器要定期排水。

3.1.4 喷漆用软管

喷漆用软管主要由耐液体的内胶层、中胶层、2或4或6层钢丝缠绕增强层、外胶层组成，内胶层的作用是使输送介质不受损伤，钢丝层作为骨架材料起增强作用，如图3-27所示。

3.1.5 喷漆间

汽车在进行喷涂的过程中，大部分漆雾都会飘浮在空气中，污染空气并对人体产生危害。且当漆雾浓度达到一定程度后，还会造成火灾甚至发生爆炸。对小件、单件进行喷漆时，可以在通风的地方施工。工件量多或者尺寸大的时候，则应在喷漆间进行操作。喷漆间的作用就是将被

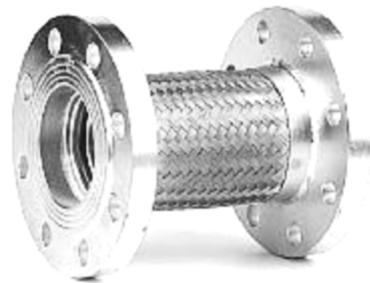


图3-27 软管

污染的空气限制在一定区域内，对漆雾进行处理，使之成为比较清洁的空气后再排出室外，并使操作者得到符合卫生安全规范的工作环境。同时，也为喷涂工件提供理想的施工条件。

1. 对喷漆间的基本要求

- 1) 进入喷漆间的空气，必须经过过滤，要保证空气中无尘。在寒冷的冬季，过滤后的空气还需要适当的加热，达到喷漆间施工工艺的要求。
- 2) 空气在室内的流动方向，必须与重力的方向相同，由天花板流向地面。
- 3) 空气的流速要达到16~40m/s。也就是空气量至少要达到每分钟更换两次。
- 4) 喷漆间与外面应达到有效的密封，防止在排气时外界的灰尘乘虚而入。
- 5) 喷漆间内的空气，应经过地下管路过滤后排到外面大气中，以防止对大气的污染。
- 6) 进入喷漆间的清洁空气，应该大于室内空气的排出量。要维持室内处于微正压状态，防止外界尘土进入室内，并迫使废气下行排出。
- 7) 喷漆间内的噪声不允许超标，一般规定其室内的噪声小于85dB。
- 8) 喷漆间内应该设有灭火装置，且符合安全防火的要求。

2. 喷漆间的类型

- 1) 按照喷漆间抽风方式：可以分为侧抽风式和底(下)抽风式。侧抽风式现在已基本被淘汰，喷漆间的单侧与双侧底抽风形式见图3-28。
- 2) 按照结构形式分为湿式喷漆室、通过式喷漆室和敞开式喷漆室。
- 3) 按照过滤装置的结构分为干式过滤和湿式过滤。干式过滤又分为折流式和滤网式。湿式过滤又分为喷淋式过滤装置、多级水帘式过滤装置和水旋式喷漆间，另外还有比较先进的蜗形水帘式和无泵式过滤装置。

3. 喷漆间基本结构

喷漆间结构的基本特征如下：

- 1) 合理的气流分布。从空气清洁器中送进来的气流运动速度逐渐增大，在接近扩散装

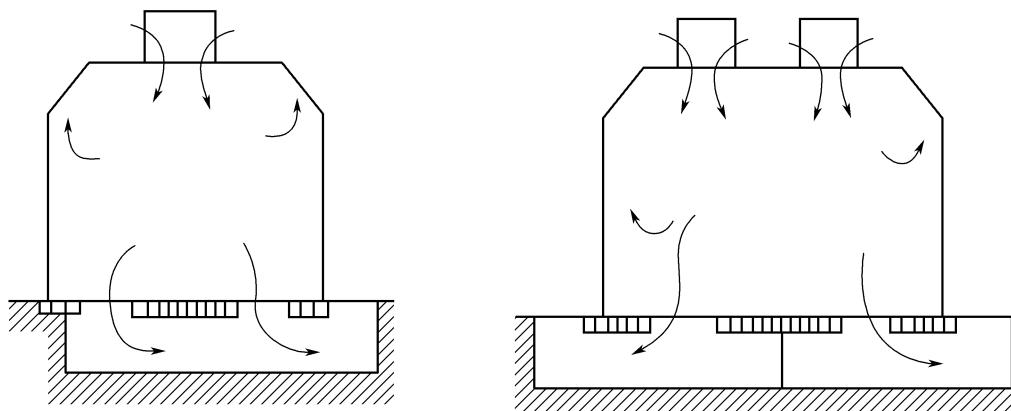


图 3-28 喷漆间的单侧与双侧底抽风形式

置的时候，气流达到相当高的速度而被喷出，屋顶中间部分的气流向下运动，与中心抽风系统结合，把汽车车身团团包围，这样可以避免发生过度喷涂，而且可以把剩下的漆雾顺利带走。屋顶两侧的气流从喷漆间的照明装置及玻璃墙掠过，使漆雾和灰尘不至于沉积。

2) 底面设有中心抽气系统，排除漆雾效果好。地面设有一层铁栅，其下中心部位有与水面持平的排气管。排气管之间的距离，双排为2m，单排为1m，这就是中心抽气系统。不工作时，水面处于静止状态；工作时，排风机工作，排气管内形成强大的涡流。这个时候，过剩的漆雾在排气管内与水充分混合而喷到下层。正对排气管下口处，设有带小孔的隔板，对喷下来的水流起缓冲作用。在屋顶气流和中心抽气系统的共同作用下，99.88%的漆雾都可以混入水中，因此，排气系统便可以做到无漆尘落人。

3) 喷漆间两侧是玻璃，墙上设有小门，室内清洁明亮，视野清晰，进出方便。

4) 不存在水管喷嘴堵塞现象。

5) 从顶部向室内输送新鲜的空气，且应该保持一定的风量、湿度、温度和清洁度。为此，进入喷漆间内的空气要经过清洁器才能进入。空气清洁器一般由空气过滤器、增湿漆、气流调节器、风扇等组成。为了防止冬季气温较低给喷漆带来不良影响，在空气供给系统中还需要增设恒温装置，用来提供适宜的空气来满足喷漆的要求。专门为喷漆间设计的独立换气系统如图3-29所示，可以把清洁和干燥的过滤空气从外面输送到室内。在比较寒冷的天气还可以把空气加热之后再补充到喷漆间。

6) 目前喷漆间的换气系统有三种形式：正向流动喷漆间、反向流动喷漆间和下向流动喷漆间。

正向流动喷漆间就是汽车从空气口进入，沿着气流方向进入喷漆间，从另外一端空气

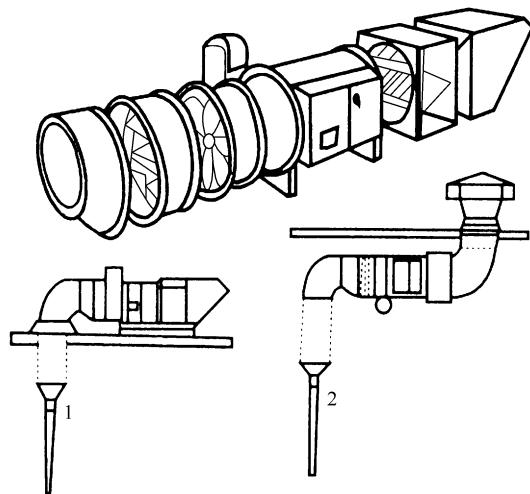


图 3-29 独立换气系统

1—水平进气引导空气进入 2—垂直进气引导空气进入

出口离开，气流是从汽车尾部向前吹的，如图 3-30 所示。

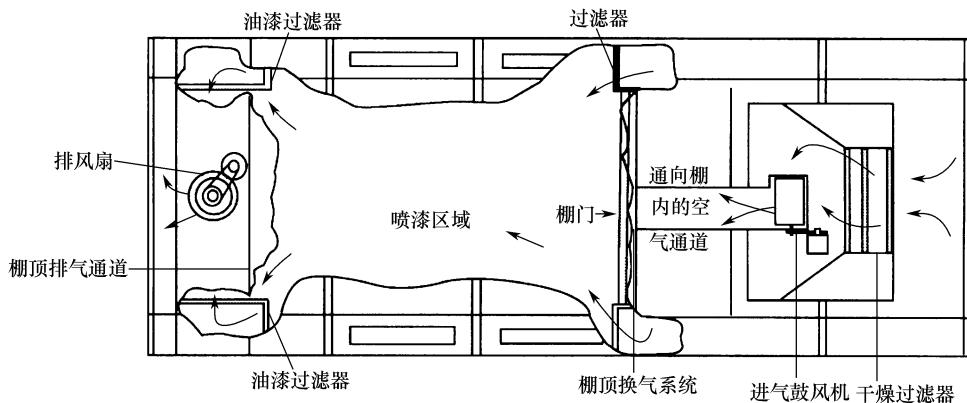


图 3-30 正向流动式喷漆间

反向流动喷漆间的气流从车前吹到车后，就是汽车倒着进入喷漆房，汽车迎着气流方向驶入。

下通风式喷漆间的气流是从喷漆间的天花板向下流动，从地板的格栅处排出。气流在汽车表面形成一层包围层，使漆雾不会沉积、污染已喷过的表面，保证喷漆作业的质量。这类喷漆间目前应用得最广泛，如图 3-31 所示。

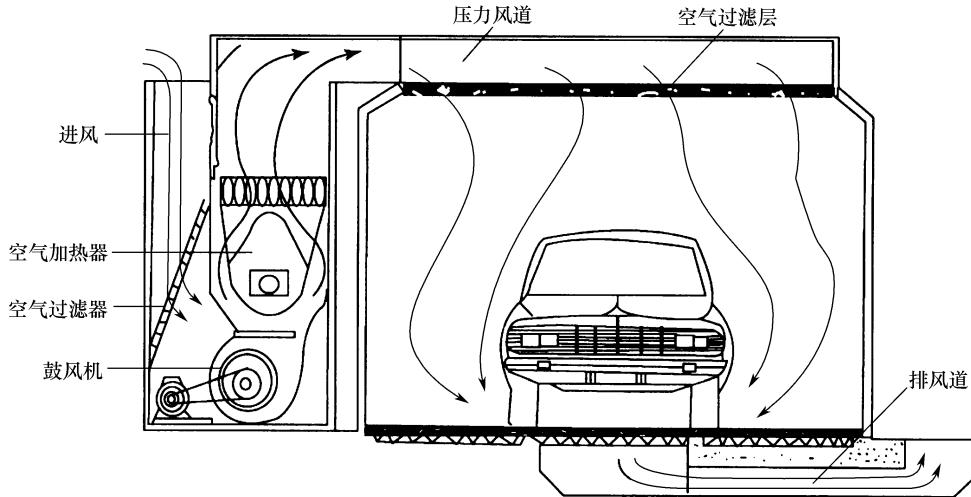


图 3-31 下通风式喷漆间

4. 喷漆间的正确使用和维护

喷漆间的主要功能是为喷漆工序提供良好的工作环境。影响喷漆质量的重要因素是周围环境，如空气的清洁程度、温度和湿度等。通常情况下进入喷漆间的人员和物品都会带来一定的污染，同时进入房内的空气更是主要的污染源。

正确使用和维护喷漆间的注意事项主要有以下几个方面：

- 1) 定期清洗内部墙体、地板等表面上的灰尘、油污，做好日常的保洁工作。
- 2) 喷漆间内禁止存放零件、涂料、包装纸和衣物等，以防止影响涂装施工质量。

3) 喷漆间内在清洗地板的时候应该防止水飞溅到车身上，并且要对污水及时进行处理。

4) 定期检查、及时更换干式过滤系统中的滤网；湿式过滤系统中的水位应该保持正常，并在水中加入添加剂。

5) 定期对喷漆间的排风扇和电动机进行维护与保养。

6) 定期检查喷漆间周围的密封情况，以防止灰尘进入。

7) 汽车进入喷漆间前应该清洗干净，并用压缩空气对车身上的缝隙和沟槽等不容易清洗的地方进行彻底清洁。

3.1.6 烤漆房

1. 烤漆房简介

烤漆房(Spray booth)是一种给设备表面进行喷漆染色并烘干的设备。它不但能对设备起到美观的作用，而且还能保护物品。烤漆房既可以防止物体在潮湿和灰尘的恶劣环境中遭到腐蚀，也可以延缓塑料件的老化。同时还可以通过喷漆上色对物体达到艺术化审美设计风格，让物体外型更美观，带来更多的商业价值和视觉美感。烤漆房就是利用这种专业的设施通过技术处理对物体表面进行装饰、修复的重要设备。

简言之，烤漆房一般是用于喷涂和烘烤油漆的设备。严格来说，烤漆房应被称为“喷烤漆房”。它广泛用于汽车、机械、五金、家具、玻璃钢制品、化工设备等行业的工件表面的喷漆施工作业。

随着生产技术的发展，目前的烤漆房正向着与打磨房合并为一体的设计方向迈进。

2. 分类

1) 以气流方向划分为三类，具体分类情况如下：

横流式烤漆房：气流从房的一端流向另外一端，这种机型成本低，容易安装。缺点是雾状沿着车身侧面移动，且雾气不能从操作者的面部周围除去，工作环境比较差。室内烤漆温度不均衡，影响烤漆质量。

侧面下冲式烤漆房：空气通过天棚的过滤装置进入烤漆房，由房的侧面墙脚排出。这是比较经济实用的烤漆房。由于气流沿着车身，且能从操作者的周围除去雾气，因而喷漆效果和工作环境都较为理想。

全下冲式烤漆房：体现了当今最先进的技术。空气从天棚进入，通过地坑或地下室排放到外面。这种排气方式可得到较洁净的喷漆过程和安全的工作环境。但其成本高，占用空间大。

2) 以加热方式分类，可以分成柴油加热烤漆房、电加热烤漆房、蒸气加热烤漆房、远红外加热烤漆房、废机油加热烤漆房、量子加热烤漆房等。

3) 以漆雾处理方式分类，可以分成干式烤漆房和湿式烤漆房两大类。

在修补涂装产量大的场合，一般都会独立设置一套低温烘烤房，如图 3-32 所示。

正常使用的烤漆房使用得最多的是干式处理，所以过滤系统要定期检查并进行更换，否则会影响烤漆质量，甚至可能会引起火灾。

随着科学技术的进步，处理多余漆雾的方式越来越先进。现在的高档汽车使用水处理烤漆房，将多余的漆雾经过处理溶解在水里。

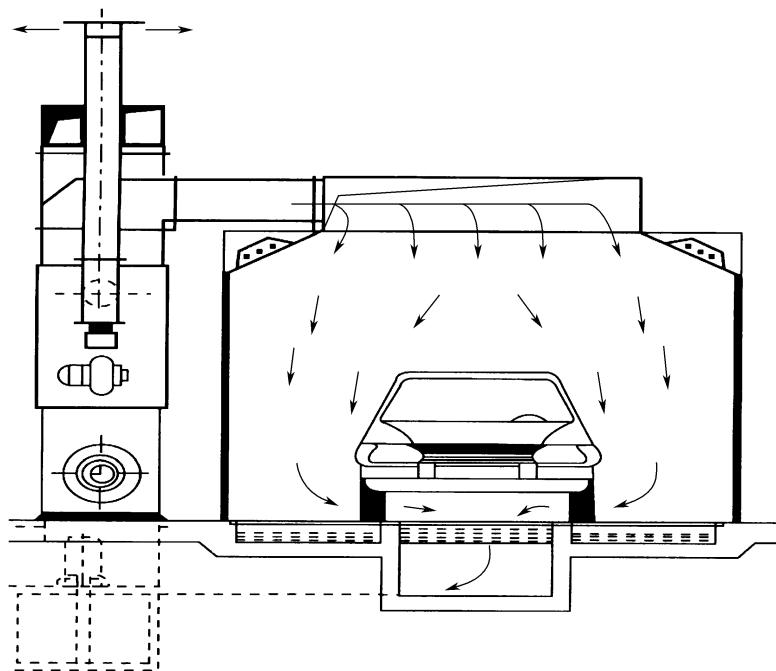


图 3-32 带有湿式过滤系统的烤漆房

喷—烤漆房在使用中有两种工作状态，即喷涂状态和烘烤状态。如图 3-33a 所示，在喷涂状态下，进风口处于打开状态，进气流经加热器在烤漆房内仅流通一次，就被排出，从而带走喷涂施工中产生的漆雾粒子，净化喷涂的环境。如图 3-33b 所示，在烘烤状态下，进风口关闭，烤漆房内大多数空气形成内部循环，在烤漆房内多次流通，提高了加热器的热量利用效率，便于保持合适的温度。同时在烘烤状态下，因为漆雾粒子已经不再产生，循环流动的空气净化程度比较高，在循环过程中只有一小部分新鲜空气被补充进来，因此在空气的出、入口处的进、排气量都很小。

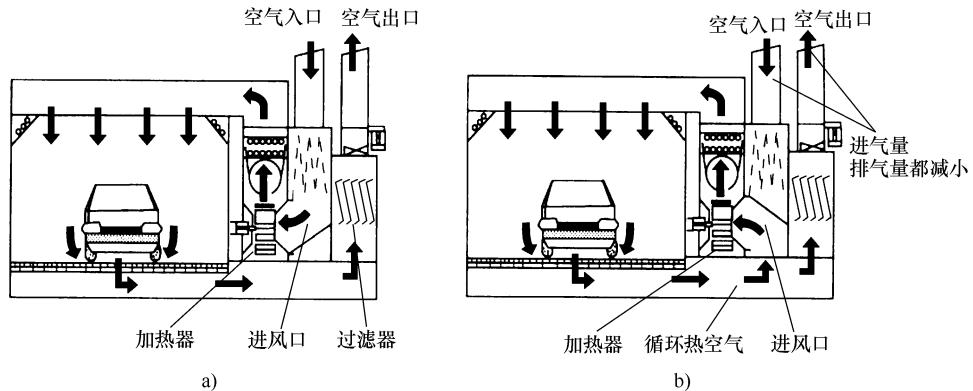


图 3-33 喷—烤漆房的两种工作状态

a) 喷涂状态 b) 烘烤状态

热空气对流式烤漆房采用热风对流的加热方式。被烘干件的金属底材温度在烘烤过程中不

超过80℃。热源一般是由煤油、废油、柴油、天然气、电力或者蒸气产生，如图3-34所示。

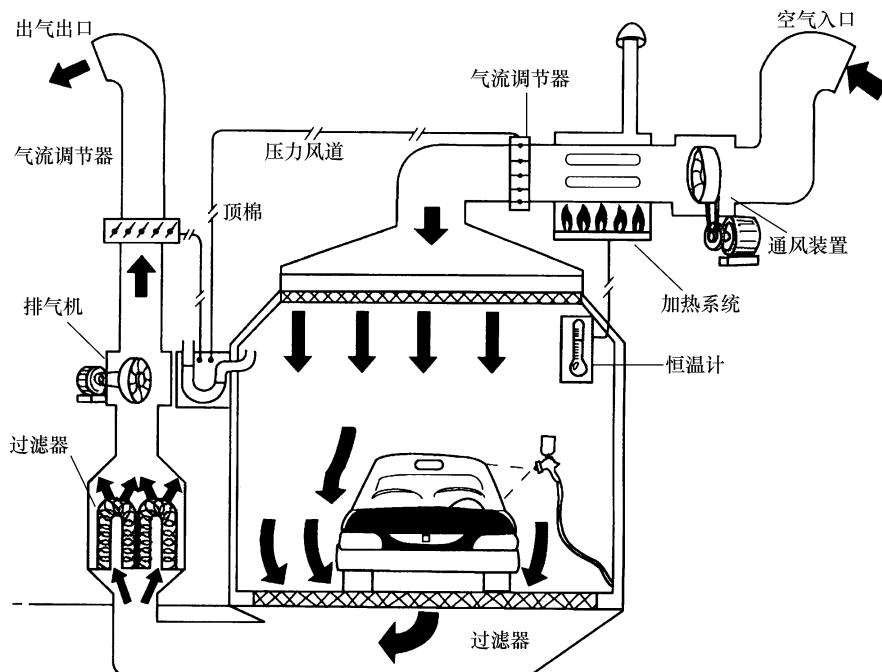


图3-34 热空气对流式烤漆房

辐射式烤漆房的烤漆干燥方式除了热空气对流式外，还采用辐射式。可以将辐射式干燥器根据烘烤室的结构合理布置，也可以用来进行局部烘烤，如图3-35所示。

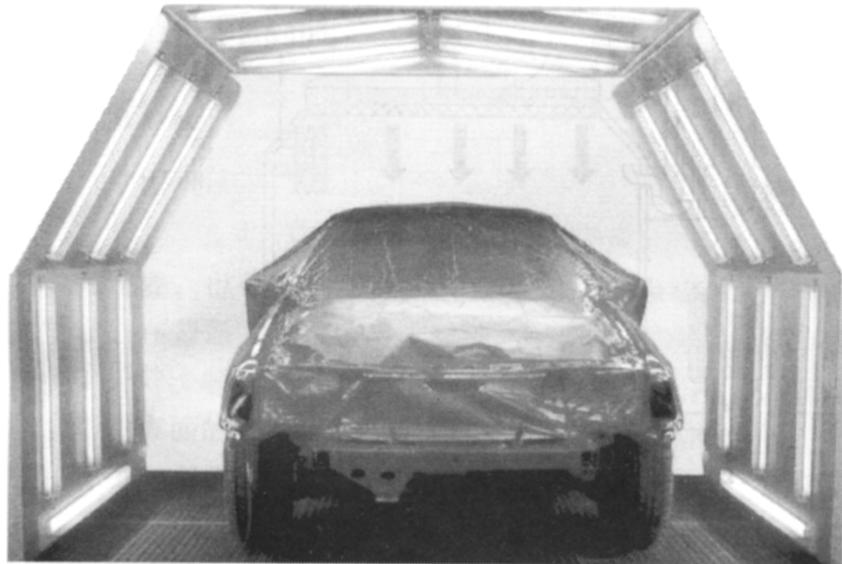


图3-35 辐射式烤漆房

3. 烤漆房的结构与工作原理

烤漆房是喷涂和烘烤车漆的场所，因此，烤漆房最确切的描述应为“喷烤漆房”。

喷漆的时候，外部空气经过初级过滤网过滤后由鼓风机送到房顶，再经过顶部过滤网二次过滤净化后进入房内。房内空气采用全降式，以 $0.2\sim0.3\text{m/s}$ 的速度向下流动，使喷漆后的漆雾微粒不能在空气中停留，而直接通过底部封口被排出房外。周而复始地循环转换，使喷漆房内空气清洁度高达98%以上，且送入空气具有一定的压力，可在车的四周形成一股恒定的气流以除去了过量的涂料，最大限度地保证喷漆的质量。

将风门调至烤漆位置时，热风循环，房内温度迅速升高到预定温度。鼓风机将外部新鲜空气进行初滤后，与热能转换器发生热交换后送至烤漆房顶部的气室，再经过第二次过滤净化，热风经过风门的内循环作用，除了吸进少量新鲜空气外，绝大部分热空气又被继续加热利用，烤漆房内的温度就会逐渐升高。当温度达到设定的温度时，燃烧器自动停止；当温度下降到设置温度时，鼓风机和燃烧器自动开启，使烤漆房内温度保持相对恒定。最后当烤漆时间达到设定的时间时，烤漆房自动关机，烤漆结束。

4. 如何选择烤漆房

当今科技迅速发展，烤漆房设备种类越来越多，面对种类繁多的烤漆房品牌，如何挑选一个合适的烤漆房？一般来说，烤漆房的好坏应该从以下几个方面考虑：

- 1) 明亮度。烤漆房内的明亮度需要达到 $800\sim1000$ 勒克斯，而且需要使用接近D65的光源，同时房内墙壁应为哑光白色。
- 2) 空气流量。烤漆房内的空气由上至下均匀流动，流速为 $0.2\sim0.3\text{m/s}$ 。
- 3) 过滤效果。重点是看烤漆房顶棉的型号，一般修理厂使用的有EU5和EU6两个型号，可以在使用烤漆房内用太阳灯照射上部，通常每平方米极细小灰尘应该小于5颗。
- 4) 墙壁密封效果。烤漆房必须是密封的，而且在接缝处不应该有灰尘的积聚。
- 5) 保证正压。烤漆房的进风量应该略大于出风量，使烤漆房保持在正压的状态下。
- 6) 加热系统的密封效果。在燃烧器和眼瞳周围应密封良好，不可出现燃烧后的油灰。
- 7) 升温速度。烤漆房从 20°C 提高到 60°C 所用的时间大概是 $10\sim15\text{min}$ ，同时应注意有些烤漆房的温度计有误差，测量时要以烤漆房内金属车身的温度为准。
- 8) 恒温。烤漆房加热到设定温度后，保持恒温。烤漆房内热空气饱和后，达到一定程度，烤漆内的热气由回风管输送回鼓风机循环利用。

在购买烤漆房时能够完全考虑到以上几点的话，烤漆房就能满足对高水平喷漆的要求，还会让我们在较短时间内喷涂出完美无瑕的车身漆面，并能给喷漆操作者提供安全、健康、明亮、舒适的工作环境。

5. 对低温烤漆房的要求

- 1) 烤漆房内空气的温度应该均匀、可调且控制准确。
- 2) 烤漆房的热空气对流为密闭式循环系统，单独的低温烤漆房的循环风速应该不低于 3.3m/min ，但是也不能过高。喷一烤两用漆房的风速较低。
- 3) 低温烤漆房内必须配置防爆泄压装置。
- 4) 烤漆房的隔热、保温性能必须良好，保温层厚度一般要 100mm 左右。

6. 低温烘干室的正确使用

- 1) 车辆在进入烘干室的时候应充分的晾干，以防止烘干过程中溶剂蒸发量过大而影响安全。
- 2) 烘干作业时应该按照规范操作，控制好升温空间、保温时的温度和时间以及降温的

速度等。

- 3) 烘干过程中必须持续排除和补给 10% 的空气，以防止因容积蒸气积累而引发爆炸。
- 4) 烘干室内严禁存放任何物品，特别是涂料、溶剂、稀释剂等挥发性材料。

7. 其他烘烤设备

1) 红外线烤灯。红外线烤灯如图 3-36 所示，是一种辐射式干燥设备，用于车身涂膜的局部干燥。电加热式红外线干燥设备以其结构简单、布置方便、污染小等优点，在汽车修补涂装中被大量的推广使用。

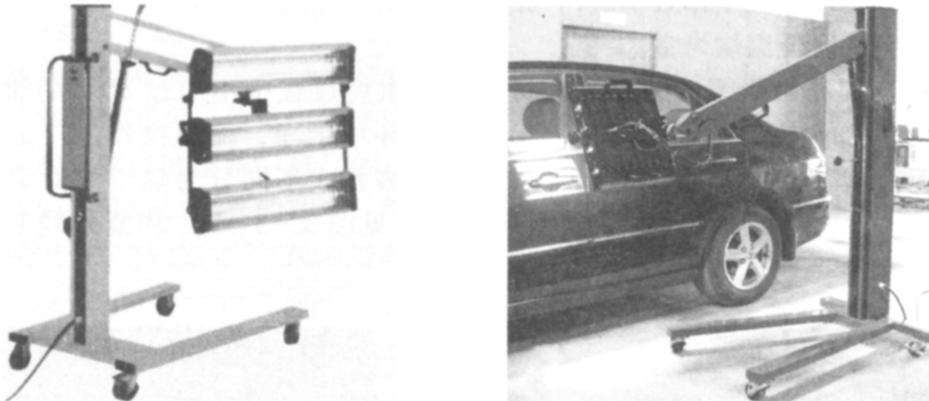


图 3-36 红外线烤灯

高红外线加热技术是在红外辐射光谱和被照射物吸收光谱相匹配的理论基础上发展起来的。高红外线烤灯的辐射元件是由钨丝作为热源，用石英作为热源外罩和定向反射屏组成的，其最大的特点是能反射出红外区的短波、中波和长波，达到全波辐射，使得辐射的能量增大，热响应速度快。

2) 烘箱。烘箱在喷涂作业中多用于喷涂样板的烘干，一般为柜式结构，加热方式一般采用电加热和红外线加热两种方式，它的特点是保温性能好，占地面积小。

8. 烤漆房的日常维护常识

选择一台合格的烤漆房固然重要，但是烤漆房设备在日积月累的使用过程中，很多师傅反映烤漆房的质量差、房内的灰尘较多、施工效果不佳，甚至有些时候还不如在室外的涂装效果。实际上，只要能正确使用和维护烤漆房，这些问题是可以完全避免的。以下是使用烤漆房应注意的事项：

- 1) 在进行喷涂前必须先检查喷涂的气压是否正常，同时确保过滤系统清洁。
- 2) 检查空气压缩机和油水微尘分离器，使喷漆软管保持洁净。
- 3) 喷枪、喷漆软管和调漆罐要存放在干净的地方。
- 4) 除了用吹风枪和粘尘布除尘外，其他所有喷涂前的工序都应该在烤漆房外完成。
- 5) 在烤漆房只能进行喷涂和烘烤工序，而且烤漆房房门只可在车辆进出时开启，开启房门时必须开动喷涂时的空气循环系统以产生正压，确保房外的灰尘不能进入房内。
- 6) 必须穿着指定的喷漆服和佩戴安全防护用具才能进入烤漆房进行操作。
- 7) 在进行烘烤作业时，必须将烤漆房内的易燃物品拿出房外。
- 8) 非工作人员，不得进入烤漆房。

3.2 表面处理

3.2.1 洗车

汽车进入汽车修理厂的第一件事就是洗车，对汽车进行表面处理。汽车的清洗分为户外和室内两种。如果有好的条件，应该尽可能设置清洗车间。特别是在对高级小汽车进行修补之前，更应该安排在清洗车间内进行。正规的清洗车间通常应该具备下列基本条件：

- 1) 可以停放大型车辆的混凝土停车空间或者是相当于混凝土的地面，操作方便，排污顺畅。
- 2) 配有足够的长度的水管，这种水管的手柄上应该安装控制喷水的开关，以喷出适量的水。
- 3) 充足的照明条件。
- 4) 一定数量的水桶、海绵或者泡沫塑料、洗涤剂、窗玻璃清洗剂、抹布及纸巾。
- 5) 备有压缩空气、气管、气枪、防护眼镜或者面罩、橡皮手套和围裙。

车内清洁工作看起来与汽车的修补无关。实际上，只有车内清洗干净了，才能真正做到不对最终的喷涂加工质量产生不良影响。正确的清洗步骤为：

- 1) 取出地毯，刷洗、晾干，清理烟灰缸、沙发座套等物品。
- 2) 关好门窗。
- 3) 在开始清洗汽车之前将汽车的表面淋湿，这个步骤很重要，它可以大大减少划伤汽车表面的可能性。
- 4) 喷淋预先配置好的泡沫洗涤剂，如图 3-37 所示。



图 3-37 擦有泡沫待洗车身

- 5) 用软海绵蘸稀释好的清洁水擦车。擦车的顺序是：车顶、风窗玻璃、发动机盖、保险杠、灯具、车的一个侧面、车身后部、车身的另一侧以及车轮等。清洗车轮留到最后是因

为怕划伤车身上未损坏的涂层。

- 6) 再按照上面的步骤用清水冲洗车身，将洗涤剂冲洗干净。
- 7) 戴好防护罩或面罩，按照冲洗相同的次序用压缩空气吹干表面，再用干净的毛巾及绒布擦干，如图 3-38 所示。

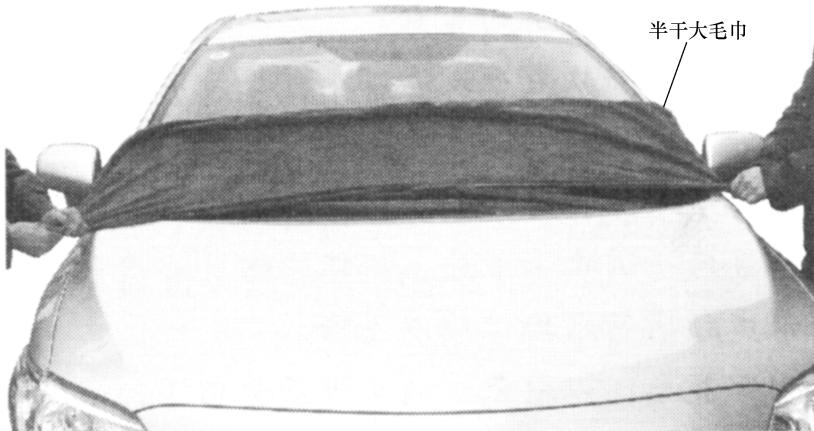


图 3-38 用半干的大毛巾擦拭车身

在洗车的时候应该注意以下几个问题：

- 1) 使用“死水”是造成汽车划痕的根源之一。洗车的时候要准备两桶水，因为车身下部三分之一总是最脏的，要和车身上面分开来洗。现在很多车主购买了洗车专用的高压水枪，但是由于其洗车所用的水是无法循环使用的，不利于环保。
- 2) 一定要将车身上的尘土、泥沙等冲洗干净，再擦拭车身，避免颗粒物划伤漆面。擦拭的时候应该顺着水流的方向，自上而下轻轻擦拭，最忌讳画圈和横向擦拭。
- 3) 漆面温度突然变化会产生热胀冷缩，出现失去光泽、早期老化、龟裂等现象，因此应该尽量避免长途行驶后车辆没有冷却或者在阳光直射的情况下洗车，尤其是冬天附着冰雪的车辆，一定不能用热水清洗。
- 4) 针对特殊的污迹，如动物的尸体或者粪便、沥青和油漆化工类材料，在清洗之余要用汽车专用清洗剂和擦拭工具清除。
- 5) 雨季要养成经常清洗车身的习惯。很多脏污都会随着雨水附在车身上，还有雨水中酸性成分如果不及时清洗，长时间的堆积，都会对车身产生腐蚀，伤及漆面。另外，雨季潮湿、闷热的空气有助于车内各种细菌的繁殖。所以应该特别注意车内的清洗，要经常使用专用内饰清洗剂对各个部位进行擦拭，坐垫、脚垫也要经常进行清洗和消毒。

有些小型的汽车修配厂没有条件设置清洗间，清洗工作要在户外进行，此时要注意季节对汽车清洗的影响。清洗工作应该针对不同的季节，南方和北方的气候不同，汽车清洗采用的方式也是不同的。如果是在炎热的夏季，特别是上午 10 点到下午 4 点之间，环境温度非常容易产生水痕。所以，如果户外温度比较高的话，水分蒸发的很快，一定要趁水分还没有蒸发完的时候，尽可能快地用海绵或者干净软布将车身表面擦干，尤其是汽车被阳光直接照射的一面。否则，残留下来的仅有的一点异物，都可能会对修补涂漆的外观和附着力或多或少带来一些不利的影响。

清洗车窗车身内饰的小窍门：洗车并不单纯是力气活儿，还得讲究方法。首先应注意要在汽车发动机罩彻底冷却下来以后进行清洗。在夏季，不要在强烈的阳光下清洗汽车。其次是要注意不同的污渍要用不同的清洗方法和不同的抹布。比如清洗轿车的车身应用分散水流喷射，切勿用高压水流冲洗，水压过大将损伤车身漆面。如遇车身上有坚硬的尘泥，先用水浸润，而后用水冲去，再用软而清洁的海绵从上而下地擦洗，擦洗时应经常将海绵在清水中洗涤，以免油漆表面留下擦伤痕迹，最后用麂皮擦掉水迹。如遇油渍，应用海绵蘸煤油或汽油轻轻擦拭，然后在擦过的地方打上抛光膏，使其光泽如初。擦拭车门上的玻璃时，不可使用含磨料的清洁剂。死虫等动植物汁液应先用肥皂水浸透，然后用海绵浸清水清洗，再用软布擦拭。擦拭转向盘、灯具等塑料和橡胶件，只能用普通的肥皂水清洗，不能用有机溶剂如汽油、去渍剂和稀释剂等。最后要注意科学保养汽车车身漆面。汽车漆面由于长期暴露在空气中，受到脏空气、沥青和砂石的污染和破坏，油漆容易脱落，因此切不可用硬质的清洁工具如塑料刷、普通毛巾或粗布擦车，以免留下刮痕。此外，为了保护汽车漆面的光泽，应定期对车辆进行抛光处理。

3.2.2 车身涂层表面的清洗

车身涂层表面的清洗主要采用有机溶剂系列清洗剂。它的作用是溶解和去除油脂、润滑油、污垢、石蜡、硅酮抛光剂、橡胶加工助剂及手印等。如果不彻底清除这些污垢，就会对修补漆的外观和附着力产生不良的影响。值得注意的是，任何清洗溶剂都不是万能的，在使用溶剂清洗时，除了针对相应的汽车面漆选择适当的清洗剂外，还应该考虑车身涂层表面油污的种类，选择适当的方法进行清洗。

1. 一般清洗

- 1) 用干净的白布蘸上清洗溶剂擦拭待涂装的汽车表面及其周围。
- 2) 需要擦洗的表面积如果超过 0.2m^2 ，则每次擦洗都要重叠 5~10cm。
- 3) 汽车待涂装表面还没有干的时候，应用清洁的白布擦干。如果表面积比较大或者是整车清洗，则应经常更换抹布。

2. 清洗硅酮类化合物

- 1) 用干净的白布蘸配套清洗溶剂擦洗待涂装的表面。如果有必要，使用溶剂多擦几次，再用清洁的白布擦干。
- 2) 再次用干净的白布蘸溶剂清洗表面，然后用 500 号，600 号或者超细砂纸打磨表面。
- 3) 再次用干净的白布蘸溶剂擦洗表面，然后用干净的白布擦干。千万不要用不干净的布或者用过的抹布擦洗表面。
- 4) 值得注意的是，绝对不允许采用清洁溶剂擦洗塑料密封胶的表面，因为塑料密封胶可能会吸附一些溶剂，这些残留下来的溶剂，在进行下一道工序后，极有可能导致起泡等漆膜弊病。

目前，国内用得比较多的 200 号溶剂油效果被人们认可。这种 200 号溶剂油对于去除沥青之类的污垢、润滑脂、脏的发动机油以及脏的防锈油等都非常有效。但是它不能用作喷漆前的最后清洗，因为采用这种溶剂擦洗过的表面，总要留下一些高沸点的残留物，无论挥发干燥或者是擦干，都要在表面上遗留下一层油膜，这对于以后的喷漆施工极为不利。这些油膜的存在对涂层的外观、附着力等都可能产生一些不良的影响。所以，喷漆前除非万不得

已，最好不要采用这类有机溶剂进行清洗，即使要用也要选择那些经过多次试验对油漆性能影响不大的专用清洗溶剂作最后的清洗。有机溶剂易燃、易爆、毒性较大，而且价格较贵。建议汽车尽量少用。

最近几年国内外都在推行一些水系清洗剂，受到广大客户的欢迎。汽车修配厂所采用的这些清洗剂不同于汽车总装厂所采用的那些除油脱脂剂。在其配方中基本不含有碱性盐类，如烧碱、磷酸三钠、硅酸盐、林盐酸等，它的主要成分是各种类型的表面活性剂。其中用得最多的则是一些非离子型的表面活性剂，如平平加、OP-10等。它的主要作用在于将存在于基材表面的无论是皂化油脂还是矿物油等非皂化油污通乳化，采用这些水系清洗剂之后，必须用清洁的水将汽车清洗干净，然后擦干。

3.2.3 金属的表面调整

1. 工艺流程

金属的表面调整是将金属制品前道工艺的残留物质清理掉，调节金属表面的状态，有利于后续工艺的进行。常见的金属表面处理工艺流程为：脱脂→除锈→水洗→表面调整→磷化→电泳或者涂装。而其中的磷化工序是将金属工件浸入磷化液，在金属表面沉积，形成一层不溶于水的结晶型磷酸盐转化膜的过程。

2. 金属表面调整剂

金属表面调整剂是一种金属表面涂装工艺中使用的前处理剂。它的成分包括：丙烯酸树脂及聚亚胺酯25%，二氧化硅6%，钛螯合物1%，丙二醇单丁基醚1.5%，水66.5%。

使用金属表面调整剂可以达到以下两个目的：

第一，降低金属表面反应活性，提高磷化液与金属表面的湿润性能，进而改善后续的反应状态。

第二，使金属表面微观结构细化，并且增加金属表面的反应点，有利于后续磷化工艺中更好成膜。

专业人士将金属表面的表面调整称为“表调”，采用的调整材料称为“表面调整剂”。在汽车修补涂装施工中多采用双组分表面调整剂。在此所说的双组分与涂料中所用之双组分的概念截然不同，这里的两个成分不存在任何的化学反应，都是各有各的功能。

A成分主要清洗金属表面的油污、润滑油脂、油墨、尘埃以及有可能给金属带来腐蚀的其他污垢。它的主要成分是酸性清洗剂。

B成分相当于一种洗涤涂料，可以增强基材表面的附着力和整个涂装系统的耐介质性能等。

国际上的汽车行业大部分的油漆供应商都有配套的表面调整剂供应。他们根据汽车所采用的三种不同材料供应表面调整剂。

1) 钢铁类：汽车外部绝大多数所采用的材料，除了车身前部的保险杠外。

2) 镀锌钢材：最早是从1960年开始，大多数汽车车门的嵌板采用镀锌钢板制造。

3) 铝材：最近几年，在汽车上采用铝材越来越多，特别是赛车这类对减轻车身重量有要求的车型。不过很多车型将它用于发动机盖和汽车的行李箱盖。

在汽车修配厂，表面调整剂的使用工艺与汽车总装厂有很大的相似之处。表调、底漆、面漆这几道工序都必须严格按照该产品使用说明书的要求进行。只有这样，才可能获得外观

良好、经久耐用的涂层。

金属表面调整剂一般都是含酸性的，厂家大多以浓溶液的形式出售。其主要原因在于大多数金属表面调整剂的浓溶液都呈惰性，这样有利于运输、储存。商品包装一般多用玻璃瓶，使用前需要按照说明将其兑成所需要的浓度。

这两种表面调整剂中B类的使用要特别注意，最重要的是时间。众所周知，化学反应是需要一定时间的。处理时间低于产品说明的标准，这样的反应未进行充分，效果肯定不令人满意；处理的时间高于标准，则没有这样的必要。而接下来的水洗、擦干等工序看似简单，其实也相当重要，必须认真、及时地进行。如果不能及时地冲洗干净，冲洗干净了又未能及时擦拭干，再加上天气炎热，就极有可能很快产生局部锈蚀，那么前面的工序，就只能说是徒劳无功了。

3. 金属表面调整处理的方法

金属表面调整处理的方法是采用磷化表面调整剂，使需要磷化的金属表面改变微观状态，促使磷化过程中形成结晶细小的、均匀、致密的磷化膜。磷化前工件的表面处理对磷化膜的影响很大，尤其是酸洗或者高温强碱清洗对薄层磷化影响最明显。研究结果表明，冷轧钢板表面存在着一层10A50A的四氧化三铁和三氧化二铁的完整氧化层，磷酸盐结晶就在此基础上生成，得到完整致密的磷化膜。如果经过酸洗，则三氧化二铁氧化层过于薄且不完整，所以很难得到良好均匀的磷化膜。又因为酸洗表面产生碳的析出，也影响磷化膜的形成。对于高温或者强碱清洗，由于钢板表面的活性点转变成氧化物或者氢氧化物，构成磷化膜的结晶晶核减少，因而促使生成稀疏粗大的结晶，影响磷化质量。尤其是低温薄层磷化及低锌磷化对预处理特别敏感，反应较强，不进行表面调整处理，就难以形成优良的磷化膜。

为了克服表面处理带来的很多不利影响，通常是在磷化前一步加入一些有机的或者无机的化合物，进行表面调整。这些表面调整剂可以是可溶性的，也可用搅拌的方法使之悬浮分散于水中，它是能改变金属表面状态、加速磷化过程、降低磷化液温度、促使形成结晶细微致密磷化膜的复合化学材料。这就是金属表面调整剂的基本功能。表面调整剂应用在磷化前表面调整工序，在结晶成长过程中，晶体之间能很快互相连接，限制了晶体继续生长，因而使得磷化膜结晶细密均匀。

4. 表面调整剂在生产实践中的一些作用

金属表面调整对于后续喷漆工作有着比较大的作用，主要体现在以下几方面：

- 1) 改善由前一步预处理中带入的杂质，特别是形状复杂的零件所带入的物质。改善因脱脂带来的不良的工件状况。还可改善因酸洗使工件表面碳的析出给磷化带来的不良影响。
- 2) 表面调整可以使磷化膜的膜厚处于稳定状态。
- 3) 它能减少磷化液里面的残渣量。
- 4) 减少磷化液的消耗量。
- 5) 减少促进剂的消耗量。
- 6) 降低磷化工艺温度。
- 7) 使磷化膜朝着有利的方向定向结晶。

在调整过程中，可加入一些促进剂，如硝酸盐、氯酸盐、亚硝酸盐等，还可加入一些能形成晶核并能随同金属一起转入磷化液的物质，如锌磷化可加入胶体钛、草酸、多磷酸盐。磷化镀锌钢可加入不溶性磷酸锌，锰磷化可加入不溶性磷酸锰等。其中以钛盐和锰盐最重

要，效果显著。这些物质可使经强碱、强酸处理过的金属表面活化形成大量的、分布均匀的晶核，因而生成均匀、致密、精细、与基体结合牢固、防护性能强的磷化膜。并且还可以加速磷化速度，缩短磷化时间，减少磷化材料消耗，减少磷化沉渣。

金属件化学成膜前的表面调整剂分为以下几种：

锌系磷化用表面调整剂(锌系磷化用表面调整剂分为胶钛表调剂和以草酸为主的酸性表调剂)、锰系磷化用表面调整剂、铝及铝合金用表面调整剂、镁及镁合金化学成膜前用表面调整剂(一般用酸性表面调整剂)。

3.2.4 打磨和砂光

打磨的主要作用是除锈和清理那些陈旧的、已经遭到破坏的涂层以及打薄它周围并未破损的涂层等。

打磨时要使用 P240 ~ P230 砂纸，打磨保险杠如图 3-39 所示。

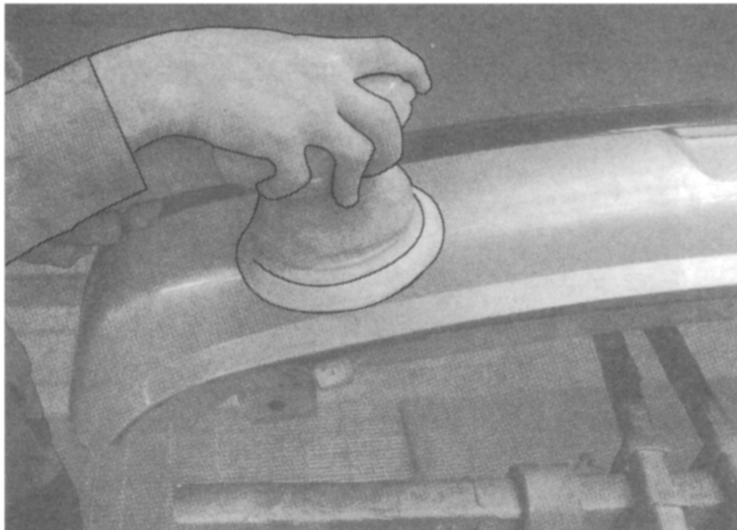


图 3-39 打磨保险杠

1. 汽车车身上的锈蚀类型

一般来说，打磨可以分为机械打磨和手工打磨两类。这要根据修补汽车破损及锈蚀的情况而定。汽车车身上的锈蚀大概可以分为以下三类：

(1) 表面锈蚀 表面锈蚀是金属生锈的开始，锈斑仅仅停留在金属表面，并没有深入到金属内部，属于轻度锈蚀。但轻度锈蚀正是锈穿金属的开始，如果这个时候选用了合适的除锈工艺，一般可以清理到合乎涂装标准的水平。

对于表面锈蚀的清除应该注意以下几个方面：

- 1) 打磨到显露出金属光泽。
 - 2) 采用双组分金属表面调整剂，可以清除有可能遗留在缝隙里的铁锈。
 - 3) 先用水清洗，然后采用压缩空气吹干表面。
 - 4) 尽快进行一道工序，即喷涂底漆、中间涂层等。
- (2) 锈坑 锈坑是表面锈蚀变严重的一种表现。如果不定期检查涂层，涂层表面的锈

蚀就会不断扩大，引起涂层起泡，并且深入到金属材料的内部形成锈坑。

(3) 大面积锈蚀 金属表面锈蚀发展到锈坑，它的数量就会不断增多、合并，最后发展成为大面积的锈蚀。严重的地步就会锈穿，一旦金属被锈击穿，就等于是无药可救了。

表面锈蚀和锈坑的除锈工艺有以下几个原则。

- 1) 喷砂是最有效也是最快的方法。
- 2) 如果无法在汽车车身上的某个部位实施喷砂，则可以采用小型电动磨光机或打磨叶轮直径较小的电动打磨机进行打磨。

采用哪一种除锈工艺好，取决于车身锈蚀的程度和锈蚀的部位以及修配厂的配置，甚至包括操作者的嗜好、习惯等。但是无论采用哪一种方式，它的要求和目的只有一个，就是快速、有效地除锈和除掉其他污垢。

2. 磨料的选择

打磨工序一般都要反复多次地进行。为了提高打磨的效率，有经验的操作者总是先选择粗颗粒的砂子或者粗砂纸进行初打磨，然后再选择细砂纸或砂纸进行后期打磨。所以，无论采用什么打磨方法，都要正确选择和使用磨料。实际上，用于汽车修补行业的磨料最多只有两种，即氧化铝和碳化硅。

(1) 氧化铝磨料 氧化铝磨料是金属打磨、抛光最为理想的磨料。因为它经久耐用，而且硬度很高。几乎所有的手工机械打磨机的叶轮都是采用氧化铝制作的。一般用作磨料的氧化铝按照自身的颜色区分用途，红褐色的用作经初打磨抛光后的打磨，白色的氧化铝用于清除旧漆。国外通常都是在采用氧化铝磨料的砂纸或者砂轮上标明 ALO 或者英文名 Aluminum oxide。

(2) 碳化硅磨料 碳化硅磨料是一种黑色、棱角非常尖利的磨料，最适合对汽车面漆打磨加工。很多用于汽车面漆打磨的砂纸都是用碳化硅制作的。它的标记是 SiC 或者它的英文名 Silicon Carbide。

美国磨料粒度的标准是由美国国家标准协会制定的。在汽车修补行业中，用于标准丙烯酸清漆或磁漆的磨料 CAMI 粒度范围为 16 ~ 600，而用于底色漆加清漆之类的金属闪光漆系统的磨料则是超细类磨料，例如 1200 或者 1500。欧洲采用不同的分级系统，由欧洲磨料制造者协会 (FEPA) 制定。标准的数字前标以字母 P，就像美国的 CAMI 标准一样，数码越大，磨料的粒度就越小。

3. 手工打磨

如果汽车待修补部位不大或者该部位的外形比较复杂，大多数会采用手工打磨。手工打磨的主要特点是操作比较灵活，可以根据待处理表面锈蚀的深浅状态以及油漆脱落等方面的状况来决定砂纸的细度、打磨时间的长短及力度等。

(1) 砂纸打磨的主要目的

- 1) 除掉金属表面的锈迹。
- 2) 去除金属表面已经被破坏的旧涂层。
- 3) 打掉金属表面的底漆。
- 4) 磨薄临近并未破损涂层的边缘。
- 5) 将基材表面打磨平整并且将它砂光。

(2) 手工打磨对砂纸的一些要求

1) 砂纸的选择。在进行手工打磨操作之前所需要做的第一件事是根据具体情况挑选合适的砂纸。砂纸的品种和型号虽然比较多，但其挑选相对而言比较简单。

国产普通砂纸，是由骨胶等水性胶粘剂将一定粒度的磨料粘在木浆纸上而制成的。这种砂纸强韧、耐折、耐磨，但是不耐水，只能用于干法打磨。为了延长干砂纸的使用寿命，大部分砂纸厂采用铝磨料、疏粒式结构，同时一般不用硬脂酸锌作化学处理。

国产水砂纸，由醇酸树脂、醇酸调和清漆等水砂纸专用涂料将一定粒度的磨料粘附在浸过桐油的纸上而成。水砂纸的规格大约为 $23\text{cm} \times 28\text{cm}$ ，是汽车修补工艺中用得最多的砂纸。这种砂纸所用的磨料没有尖锐的棱角，基本不会破坏平整的金属表面。它的主要特点就是耐水，打磨时通常要蘸水或者溶剂进行打磨。但是它也可以不蘸任何介质，包括水或者溶剂等进行干打磨。

国产砂布由骨胶等胶粘剂将一定的粒度磨料粘附在粗布上而成。它的规格尺寸比上述两种砂纸要复杂一些。主要有 $21\text{cm} \times 29\text{cm}$ 、 $23\text{cm} \times 28\text{cm}$ 和 $29\text{cm} \times 29\text{cm}$ 等几种规格。它的主要特点是质地坚硬、耐磨、耐折、寿命长，但是价格比较高。

2) 砂纸的裁剪。有了合适的砂纸，还应当根据施工的要求将砂纸裁剪成合适的打磨形状、大小。一般汽车修配厂普遍流行以下几种形式：

① 对于小面积打磨，裁剪成原来的三分之一，即大约 $9.3\text{cm} \times 23\text{cm}$ 。将这三条砂纸叠成三叠，这样每一叠就有三片砂纸厚，打磨起来就方便得多。每当打磨的砂纸面被磨平的时候，就可以更换新的一面继续打磨。

② 对于大面积打磨，将砂纸剪成原来的四分之一，大多数工人喜欢将砂纸剪成这种形状。

③ 标准打磨用，一般把砂纸裁剪成 $7\text{cm} \times 23\text{cm}$ 的规格，并将这些 $7\text{cm} \times 23\text{cm}$ 的砂纸固定在打磨块上进行打磨操作。

(3) 砂纸打磨操作 采用砂纸进行打磨的时候，看似比较简单，但是要想得心应手还需要掌握很多的要领。

1) 砂纸的握法。采用砂纸进行打磨操作的时候，正确握住砂纸不仅可以省力，而且打磨效果也比较好。如果砂纸是垫在打磨块下进行打磨，就无所谓怎么握。换句话来说，就是怎么顺手怎么握。而在没有打磨块只用砂纸的情况下，则比较流行下述三种握法。

① 将砂纸夹在拇指和手掌之间，手平放在表面上，这是比较自然的握法。

② 将砂纸夹在小指和无名指中间，再将手平放在表面上。

③ 多数操作者则是综合了上述两种握法，也就是说，将砂纸用拇指和小指握住进行打磨。

2) 手工打磨的姿态。手工打磨的姿态应该以舒适、顺手为原则。对于较大的表面，最好采用食指和小指夹住打磨块，中间三指配合手掌用力的握法。

3) 打磨的力度。手工打磨的时候要注意：尽量轻握砂纸；避免用力压砂纸；打磨时用的力度和洗车的力度差不多；打磨时施压于表面的压力仅仅限于手掌的重量；有些时候还必须经常改变打磨姿势，以适应表面结构的不同。

4) 手指打磨法。在对汽车某个特殊部位进行打磨的时候，有时需要将手掌稍微抬起来一点，将重量加到手指上，进行所谓手指打磨。有的时候甚至还要将手掌再抬高一点，将重量加到指尖上，用指尖进行打磨。

5) 画圈打磨。用手指按住砂纸，在一个小范围内快速作圆周运动进行打磨。这种画圈打磨方式不得用于直径大于 25cm 的缺陷，也从来不用打磨块。

6) 交叉打磨法。在打磨较大面积的表面时，最好采用走直线的方法。在润色区对相邻表面打磨时就采用所谓的交叉打磨法，说的更加准确一点就是经常地改变打磨方向，因为这样的操作最有利于磨平基材表面。改变打磨方向可以起到和切削一样的作用，磨平表面的速度最快。如果是 90° 的角就没办法采用交叉打磨法，这主要是受到汽车表面绝大部分结构所限制。只有在角度为 30° 或者 45° 的时候改变方向才有可能。

(4) 湿打磨工艺 湿打磨工艺的工艺流程如下：

- 1) 挑选合适的水砂纸、一桶清水、泡沫塑料及橡皮刮胶板等。
- 2) 浸湿海绵、水砂纸以及待打磨表面。
- 3) 用海绵擦拭待打磨表面及其周围的区域，使它变得湿润。

4) 检查所用的砂纸，平放于待打磨表面。先用P320或P400水砂纸打磨，如图3-40所示。一般手指与打磨方向相同，根据表面轮廓也可以采用 45° 角，然后开始打磨。如果进行的是大面积的打磨，则应该将打磨区域分成几块，一块一块地进行打磨。每一块的面积不得大于 $0.1m^2$ 。不得将身体的重量支撑在砂纸上，只能轻轻地压着砂纸进行作业。然后使用P600水砂纸打磨，并且尽可能以旋转方式来减小砂纸痕，如图3-41所示。

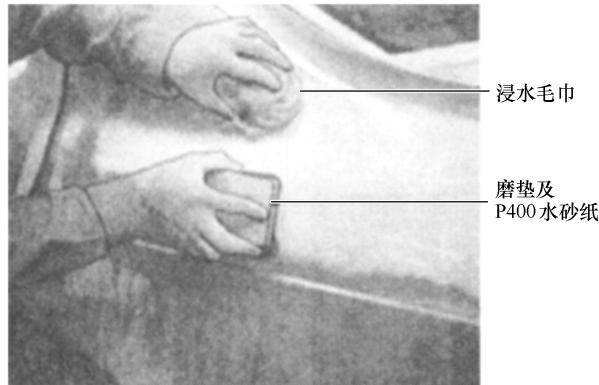


图 3-40 用 P400 水砂纸打磨

5) 在打磨过程中要不断用海绵蘸水浇到打磨的表面，以保持被打磨表面的潮湿。

6) 不时地停下来，仔细检查打磨效果，直到满意为止，此时应注意：

- ① 打磨表面要保持湿润，检查表面的时候，要用橡皮刮板把水刮干净。
- ② 在良好的照明条件下，从入射光的角度观看和检查打磨效果，特别要注意观察表面是否还留着一些明显的打磨痕迹、锈斑，是否已经将表面打磨平整等。

(5) 干打磨工艺 在汽车修补加工中，涂装前对汽车表面状态的要求比其他场合都要高。大多数情况下以采用干打磨工艺为主。应该引起注意的是，打磨工作必须尽快进行，以免新打磨好的金属表面重新产生锈斑。为此，有经验的工人多采用两种型号或者更多型号的砂纸进行打磨加工。先采用粗砂纸去除锈斑或者纹路后，再用细砂纸进行砂光精加工。基本有以下几个步骤：

- 1) 选择合适的磨料，采用氧化铝磨料的疏粒式砂纸比较适合干打磨。
- 2) 准备好气枪。
- 3) 戴好面罩。
- 4) 裁剪好砂纸，如果有必要须选用合适的打磨块。

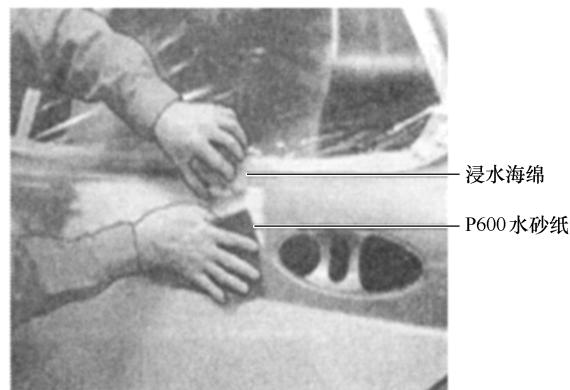


图 3-41 用 P600 水砂纸打磨

5) 无论是打磨面积大还是面积小，都要用粗砂纸打磨完成 50%~75%，再用细砂纸进行精加工。要想尽快除掉锈斑和大块的封闭底漆，用粗砂纸打磨是个非常好的选择。

6) 用手垫着抹布或者棉布头，凭借手感判定涂有封闭底漆的表面是否凹凸不平，是否符合金属表面涂装标准。

7) 用 180 号或者 220 号砂纸对涂有封闭底漆的表面进行精打磨。如果砂纸上粘上了封闭底漆，应该及时用枪吹干净或者用刷子刷掉。

8) 采用粘性抹布或者气枪对整车进行清理。

9) 如果封闭底漆被清除过多而导致表面凹凸不平，则需要重新喷涂封闭底漆，然后再重复上述操作。

10) 使用三维打磨材料，手工对修补区域的边角、研磨机不易打磨的区域进行细研磨修饰，如图 3-42 所示。

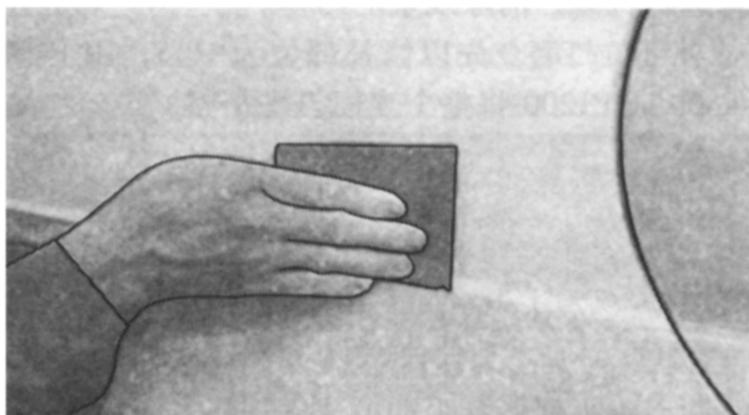


图 3-42 使用三维打磨材料做修饰

(6) 砂光工序 “划伤”的意思是指表面在受到外力的破坏后变得粗糙，“砂光”的概念是通过打磨使表面变粗糙。前面所谓的“粗糙”是指宏观较大的、无规则的凹凸不平的痕迹，不适合在表面上进行喷涂加工。后面所谓的“粗糙”意指微观，表面经过打磨产生轻微的、有规则的凹凸不平，是表面处理加工中为了提高涂层的附着力所采用的特定手法。砂光处理还可以清除表面的粗粒、未被清除的底漆、密封胶等。总之砂光可以使表面更加平整。其具体方法有下面几种：

1) 选择合适的粗砂纸以砂去面漆。一般在砂光工序中采用砂纸型号为 400、360、320 或者 220 等。砂纸上的磨料按照密式或者疏式都可以。

2) 将砂纸裁剪成所需要的大小或者包在打磨块上。

3) 按照传统的干打磨工艺走直线的方式进行打磨。

4) 经常检查砂纸的表面状态，如果砂纸上粘上了油漆，要用刚性毛刷、钢丝刷或者压缩空气将它清理干净。如果砂纸很快就被弄脏，则说明所选择的砂纸不合适。

4. 机械打磨

机械打磨又可以分为手工机械打磨、喷砂、喷丸及抛丸等。在汽车修补加工中只采用手工机械打磨和喷砂打磨，而喷丸及抛丸比较适合处理大型机械的表面，其处理方法不适合汽车修补施工，尤其是对于局部乃至斑点修补就更加不适合了。

1) 手工机械打磨就是采用专用机械——电动磨光机对基材表面进行打磨、砂光、抛光等项操作。毫无疑问，这种打磨方式的最大优点是比单纯的手工打磨的速度效率高，操作工人的工作量也大大下降了。这些机械不仅可以用来打磨，还可以用来进行涂装的抛光等项操作。这些电动工具大都是由油漆设备制造厂生产供应。市面上流行的专用于表面处理的电动工具有以下几个品种：直线轨道式打磨机、随机轨道式打磨机、振动式打磨机、低速抛光机(1500~3000r/min)。

目前国内已经有相应的电动磨光机投入市场。电动磨光机型号及规格见表 3-1。

表 3-1 电动磨光机型号及规格

型 号	叶轮直径/mm	转速/(r/min)	长度/mm	净重/kg
GV5000	125	4500	180	1.2
GV6000	150	4500	180	1.2

使用打磨机之类的电动工具时，为了保证安全，应该注意的安全问题主要包括：

① 作业的工人应该佩戴防护眼镜和防护面罩。
② 检查叶轮的品种及规格是否与当前操作所要求的性能相一致。破损的叶轮，即使是很小的一个缺陷也不能继续使用。

③ 检查电源电压和允许额定电流是否在该产品所规定的范围内。
④ 将电源插头插入电源插座之前应该仔细检查打磨机的电源开关是否关闭。
⑤ 更换叶轮的时候要按照说明书的要求进行作业。
⑥ 绝不可以采用电动打磨机打磨铝材、塑料等。无法准确判断基材材料类型的时候，可采用磁铁检查基材。

⑦ 决不可采用电动打磨机打磨边角、皱褶缝、焊缝、粘结处或者刮涂过塑料密封的地方。

在进行抛光操作的时候，为了使更换打磨垫更加方便、简捷，国外某些厂家特地为客户提供了一种专用胶粘剂。这种胶粘剂在使用的时候只要将它滴几滴在叶轮上，气干5~6s，然后将打磨垫与叶轮对号位置密合在一起就可以了。

采用电动打磨机进行打磨操作的具体工艺如下：

① 穿戴好安全劳保用品。
② 戴好手套，然后轻轻地摸一遍待打磨表面，这样可以帮助操作工人选择更好的方式进行打磨。
③ 握紧打磨机，打开开关并且将其以大约5°~10°的角度移向准备加工的表面。
④ 使打磨机向右移动，打磨机的叶轮左上方的1/4对准加工表面，如图3-43所示。

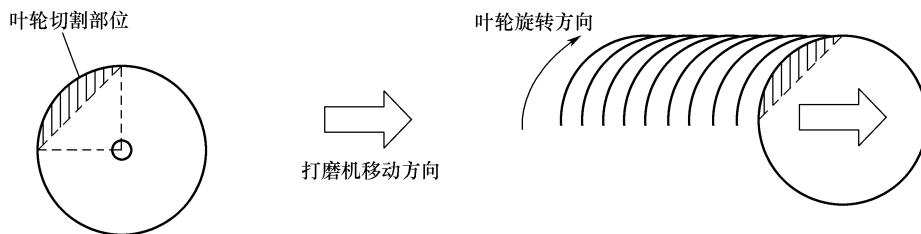


图 3-43 右移动时方式

⑤ 当打磨机从右向左移动时，叶轮右上方的 1/4 对准加工表面，如图 3-44 所示。

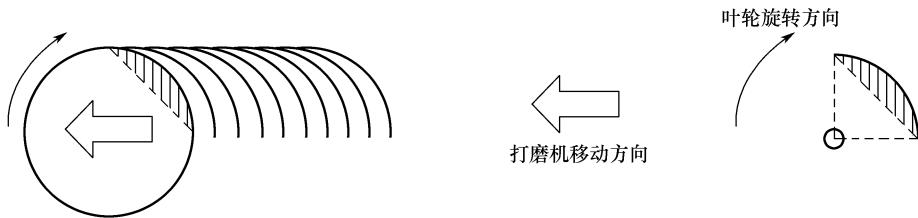


图 3-44 左移动时方式

⑥ 以上两个方法是对不平坦的平面进行打磨时有效的方法，也可以用于磨较为平坦的平面，如图 3-45 及图 3-46 所示。

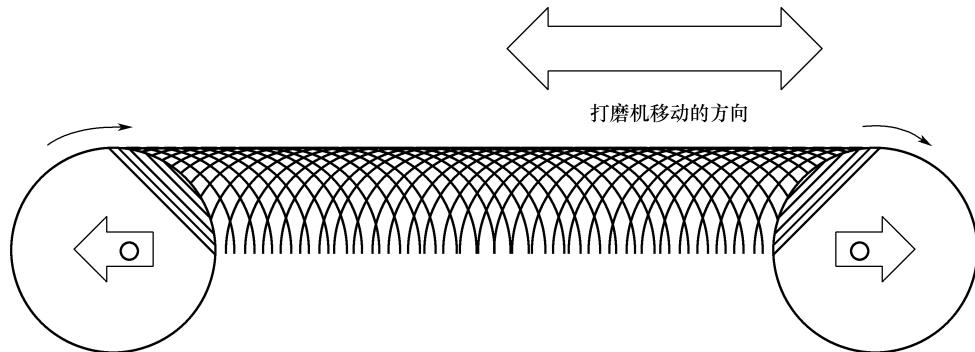


图 3-45 电动打磨机对平面打磨时的移动方式

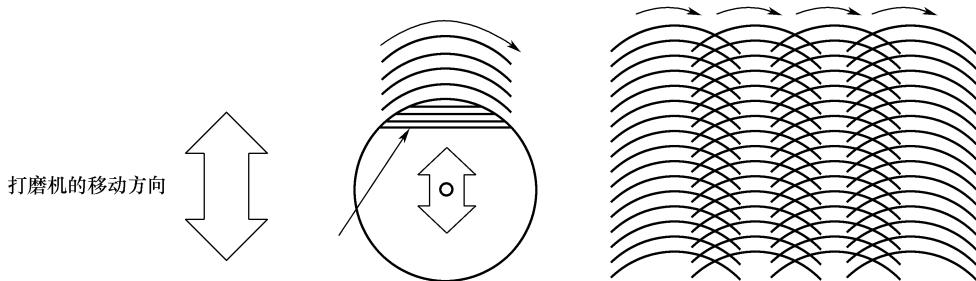


图 3-46 砂光作业轨迹

⑦ 应该经常检查叶轮磨料是否清洁，这是保证打磨效果最简单有效的方法。如果磨料被塑料密封胶污染，应该及时用毛刷、钢丝刷或者是气枪进行清理。如果出现类似的情况，则表明密封胶固化不完全。打磨时应在密封胶充分固化后才能进行。

值得注意的是：不允许采用粗砂子磨料以 90°角交叉打磨凸出很高的表面，否则将会造成很深的打磨伤痕。此外，千万不要让粗砂子磨料接触打磨区域附近完好的涂层表面，最好用胶带把完好的涂层部位保护起来。

2) 喷砂打磨。喷砂工艺以前是用来切割、雕刻玻璃或者其他硬质材料的方法，这是一种利用高速空气流驱动尖利的砂子冲击物品的加工部位而达到上述目的的加工方法。多年来这种工艺早已被各个相关行业用于除锈等表面加工中。喷砂打磨在汽车修补工艺中也开始慢

慢被采用，因为它是从金属表面上清除锈斑和污点的比较有效的方法。喷砂除锈还有一个最大的优点，那就是在汽车车身的某些部位存在锈斑或者其他污垢时，采用其他机械打磨方法无法进行，而只能采用喷砂打磨的办法。比如在汽车车身上的某些孔隙、缝隙或者手都很难伸进去的部位，采用喷砂进行打磨、除锈、砂光不仅快，而且实用。喷砂有干喷砂和湿喷砂两种，在汽车修补行业一般用到干喷砂的机会较多。另外，在汽车修补行业中使用的喷砂打磨系统一般又可以分为压入式和吸上式。它有几个主要配置：砂子储罐；用来过滤砂子的筛子或者过滤器；软管和空气管道配件；带压缩空气控制板机的喷砂喷枪

需要强调一点，如果喷砂操作在室内进行，则必须配置良好的通风装置，以免对操作者的健康造成危害。

3.2.5 表面处理用其他辅料

1. 车间抹布

大多数汽车总装厂的涂装车间都要根据各工段的需要，准备各种不同类型的抹布，其中用得最多的有三种：

1) 从供应商那里获得指定规格的抹布，供应商根据供货合同定期将挑选好的抹布洗干净送到修配厂。还有不少修配厂专门为车间抹布规定了指定的颜色和大小。这就方便了车间抹布的供货地点以及对它们进行有效的管理。干净抹布放在指定地点，用过的脏抹布放到指定的容器内，等待供应商回收。

2) 白色粗棉布及混合布头，做一般的擦拭用，是一次性的。

3) 涂装车间用到的纸巾也非常多，整个施工作业的过程都要用到它。

2. 粘性抹布

粘性抹布是粗棉布经过某种不干的粘性清漆处理而成。其尺寸与车间抹布差不多大。有时候也把它折成方便的形状，这种粘性抹布在整个涂装过程用到的频率都很高，因为它能有效地从金属、塑料、以前的涂层表面清除掉尘埃、污垢、锈渣、打磨的时候产生的粉尘以及喷留在表面的漆渣等。把它和空气喷枪结合起来用效果最好。在喷漆前用粘性抹布擦拭表面速度要快、力量要合适，否则就有可能将粘性抹布上的清漆遗留在待涂层表面。这就极有可能为接下来的涂装带来一些常见的弊病，如缩孔、针孔以及附着力、耐介质性下降等。

3. 橡皮刮刀

橡皮刮刀是用柔顺性好的橡胶制造出来的，它的尺寸按照涂装车间工人的个人习惯而定，用得比较多的尺寸是 $5\text{cm} \times 8\text{cm}$ ，主要是用来清理油灰，检查湿打磨工序。 $7\text{cm} \times 10\text{cm}$ 的刮刀用来刮腻子。这两种刮刀也可以互换使用，也可以用干砂纸或者湿砂纸把它包起来，在打磨加工中使用。

4. 打磨块

手工打磨的时候，有经验的操作者往往会挑选一块大小适中的木头或者其他类似的物品用砂纸包好，这样打磨起来就比较舒服。而国外的某些厂家也有专门用于此目的商品出售，制作它的材料大多是橡胶。

5. 海绵块

海绵块也是一种用作打磨的辅助工具。在打磨凹凸不平的表面或者有棱角的地方时，有经验的操作者都会用海绵块包上砂纸来打磨，利用海绵的柔润性可以缩小对突出部分的破坏。

3.3 喷涂施工

3.3.1 喷涂方式

1. 空气雾化的喷涂方法

空气雾化喷涂法是最简单最基本的一种喷涂方法，也是目前业界使用最广泛的一种喷涂方法，它的主要原理是利用压缩空气($0.3 \sim 0.5 \text{ MPa}$)流经喷嘴的时候，在喷嘴周围产生负压而使漆液被吸出，因为压缩空气的快速扩散漆液被雾化。其喷涂利用率在所有喷涂方法中最低，一般在 $30\% \sim 60\%$ 范围内，且环境污染最为严重。使用空气喷涂法，相当一部分涂料在喷涂时因为雾化、飞散而浪费。这不但增加了制造成本，而且还加重了喷烤房内过滤棉的堵塞，污染了环境和设备。要提高涂料的利用率，就必须从涂装方法、涂装工艺和涂装管理入手，实行全过程控制，才能取得良好的效果。

1) 影响涂料利用率的因素。对空气喷涂法、高压无气喷涂法、高压辅气喷涂法和经典喷涂法等喷涂方法进行对比分析。不同的喷涂方法，因为其原理不同而使涂料的利用率具有明显的差别，在其他因素相同的情况下，高压辅气喷涂比空气喷涂涂料利用率大的多，静电喷涂比空气喷涂涂料利用率大 $30\% \sim 40\%$ 。

喷漆操作者的操作技能也影响着喷涂的过程。在喷涂前，操作者对涂料的调配，对PQ-2型喷枪旋钮的调整，如漆量调控阀、空气调控阀和扇形调控阀的调整等；在喷涂的时候，喷枪与工件的距离、运枪的速度、匀速性能及前后喷幅搭接的掌握；在喷涂后，对喷枪的及时清洗和维护保养都会影响喷涂质量。一般气压控制在 0.5 MPa 左右、出漆量控制在 200 ml/min 左右、运枪速度控制在 $300 \sim 450 \text{ mm/s}$ 、喷幅控制在 150 mm 左右、喷距控制在 $200 \sim 250 \text{ mm}$ 、前后喷幅搭接 $1/3$ 左右比较理想。能否掌握这些技能，将直接影响涂料的利用率和喷枪的使用寿命。

除上述原因外，涂装场地分散对涂料的利用率也有一定影响。某公司涂料年用量达到 30t ，但是由于分散在3个点涂装作业，一次性喷涂作业批量小，降低了涂料的利用率。因为每次喷涂作业，损耗在输漆管、漆筒和喷枪中的涂料是一定的。一次性作业批量越少，需要作业次数就越多，所以浪费也就越多。此外，涂装场地分散还影响了一些新型高利用率涂装方法的推广应用。

喷烤漆房内的风速对涂料的利用率也有影响，涂料利用率最大的风速范围为 $0.3 \sim 0.5 \text{ m/s}$ 。此外，所使用的涂料种类、工件的形状大小对涂料的利用率也有一定的影响。

2) 改进措施。改进喷涂方法，其实就是改进喷枪及其设施，采用高压辅气喷枪替代现行的空气喷枪喷底漆，静电喷枪代替现行的空气喷枪喷面漆。在其他因素相同的情况下，不但涂料的利用率可以提高 20% 以上，还提升了面漆的质量。且漆雾、粉尘和压缩空气用量明显减少，从而可以兼顾经济效益和环境效益。此外，用高压辅气喷枪不但可以提高涂料的利用率，还可以提高功效。但是，在操作过程中还需要注意以下几点：

① 准备、结束时间相对增加。因为采用的是高压漆桶、高压漆管输送漆液，准备、结束时间相应增加 20min 左右。但是对于高压辅气喷枪，它的工作效率是空气喷枪的1.5倍。一次喷漆时间一个小时以上，即喷涂 12kg 以上的漆料，就可以节约 20min 左右的喷漆时间。

② 输漆管所剩余的涂料处理。每次清洗的时候管道中所剩余的涂料和所用稀释剂比较多，应该尽可能多地连续作业，即尽可能在大批量作业时使用，减少清洗的次数。在实际操作中，也可以通过及时添加稀释剂，把管道中涂料喷完，稀释剂经过滤后可以重复使用。

③ 静电喷枪对漆液的电阻值有一定范围的要求，且要求工件接地良好。漆液的电阻值主要是通过稀释剂来调整，接地是通过吊钩或者专用接地线来实现。但是这两者的好与坏，都可以通过漆雾的吸附情况及时判断，因此能及时发现问题。一般 20 天左右需要清理一次吊钩或接地线。

④ 一般溶剂型静电喷枪，大都采用外加电源方式，所以静电喷涂存在着火灾隐患。有一种新型内置式静电喷枪，无需外接电源，它利用压缩空气发生静电，安全性能很高。根据厂家的介绍，在保证工作件接地良好的情况下，即使喷枪带电极针与工件短路时，因释放能量极少，仅产生电弧光而不产生电火花，不会有起火的可能。

2. 静电喷涂法

1) 底涂。早在 20 世纪 70 年代，底漆的涂装已经从阳极电泳向阴极电泳发展（图 3-47）。80 年代起又研发出了防腐蚀能力更强的厚膜阴极电泳技术。到了 90 年代，钢板切口边缘边角已经都能在底涂中被涂装得很好了。因为在新开发的涂料中加进了适量的有极性和无极性的添加剂，能控制涂装时电化学过程和烘烤时候涂料的流动性，产生边角效应。目前全世界大型汽车厂很多都采用了阴极电泳进行底漆涂装，到目前为止已经使用第 5 代无铅阴极电泳涂料了。这种涂料有很强的高泳透率、高防腐蚀能力、低密度、抗污染能力、烘烤温度低等很多优点。

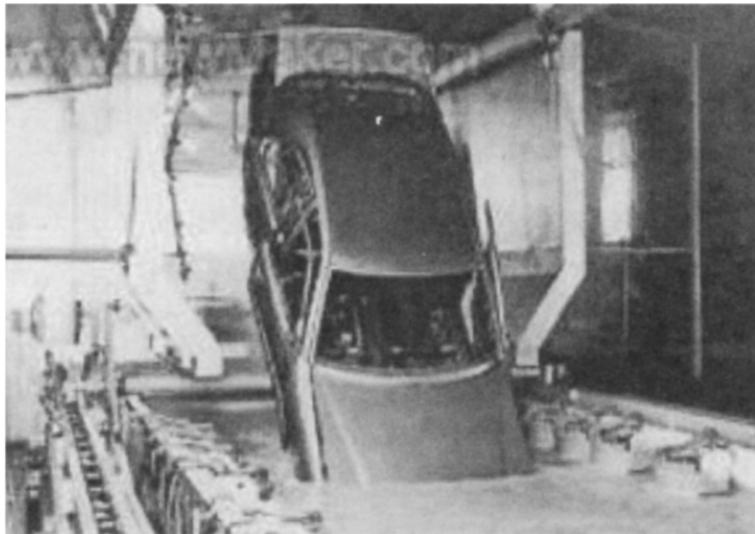


图 3-47 阴极电泳底涂

2) 中涂。中涂的作用是隔离和增加面漆的附着力，保证面漆的质量稳定性，涂装方法多为喷涂。实际上这种喷涂方式一直到 20 世纪 90 年代才基本成熟，为了更好地提高外观质量，开发出更新一代的阴极电泳涂料，作为第二次阴极电泳代替中涂，即双层阴极电泳，以减少涂装工序，达到提高质量、节省涂料、降低成本的目的。进入 21 世纪，出于环保的要求，工艺中粉末涂料、水性涂料的使用比例也越来越多，所以自动静电喷涂和空气喷涂法也

就成为了主流(图3-48)。

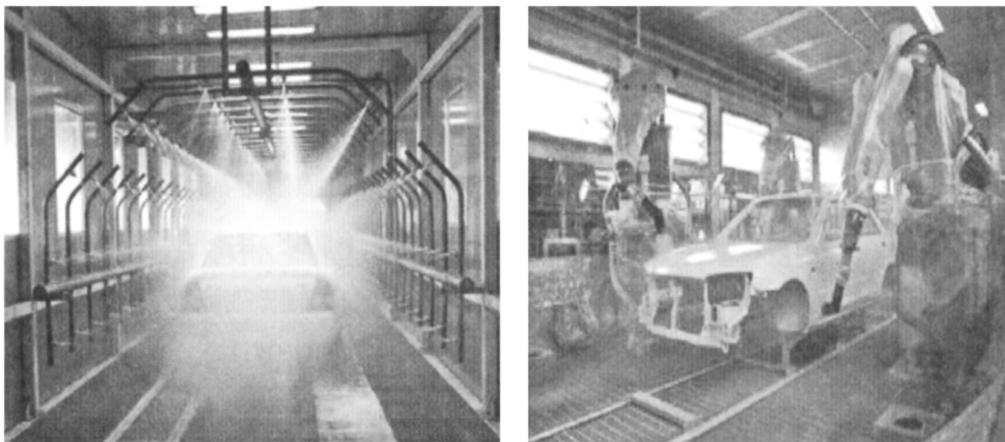


图3-48 自动化中涂喷涂

3) 面涂。面漆涂装的技术没有很大的变化，一直以喷涂为主。很早以前的工艺主要是“一喷一烘干”，后来涂装材料的改进可以做到无需一喷一烘干了，现在有了包含中涂的“三喷一烘干”的尝试。面涂的工艺主要体现在新涂装设备和新涂料的应用方面。

面漆的喷涂过去主要是手工喷涂，喷涂工具是手工喷枪。由于手工喷枪的漆雾大、涂料的浪费程度高，喷枪设备制造商就推出了静电喷枪。但是，对于大量流水线作业的汽车厂来说，每年几十万辆的汽车完全靠工人手工喷漆完成任务是不太可能的事情，仅仅靠一人一把喷枪时很难保证喷漆质量的。所以，在汽车制造厂的要求下，设备供应商推出了往复式喷涂机、圆盘式喷涂机代替人工完成部分喷涂任务。

随着人们的不断尝试，类似印刷那样的工艺方法也可以用于汽车的面涂工艺。为了改善现有涂装车间的高温、溶剂臭味等不良条件，需要创造一个比较舒适的环境。涂装作业人员的操作和身姿也是不符合劳动保护要求的，劳动力相对较贵的国家更多地用喷漆机器人代替人工。粉末涂装的换色、调色是一个问题。静电粉末涂装与静电复印机的原理比较相似，近年来彩色复印机已经普遍使用，若能参照它开发出新的粉末涂装机和喷枪等系统，一起解决换色、调色的问题，粉末涂装的应用状况将会有很大的变化(图3-49)。

4) 不同类别汽车涂装工艺的区别。涂装的施工工艺是根据不同的车型而有不同的侧

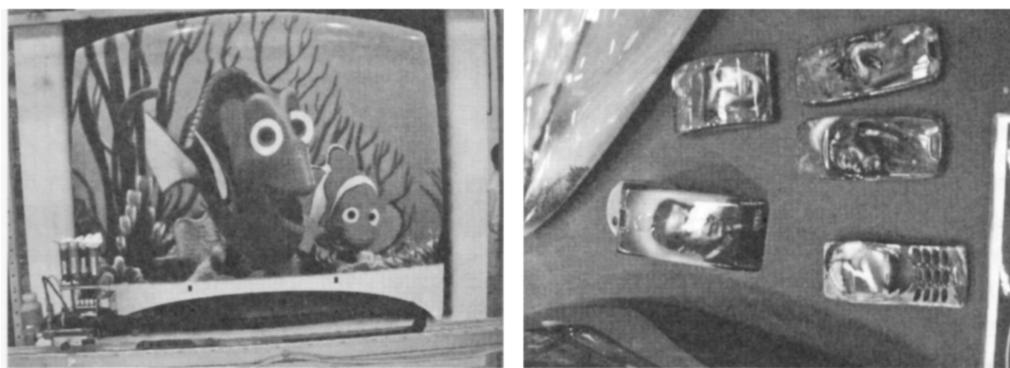


图3-49 “复印式”汽车涂装工艺

重。载货汽车的主要涂装件是前部驾驶室，涂装要求最高。其他部位相对于驾驶室就要求一般涂装。客车的涂装和载货汽车的涂装有比较大的区别。客车车身包括大梁、骨架、车厢内部、车身外表面，其中以车身外表面的要求较高。车身外表面不但要求具有良好的保护性和装饰性，而且喷涂面积大，平面多，有两种以上的颜色，有时候还有汽车色带。因此，施工周期比载货汽车长，施工要求比载货汽车复杂。轿车和小型旅行车，不论是在表面装饰性或者底层保护性上都比大型客车和载货汽车的要求高。它的表面涂层属于一级装饰精度，具有时尚的外观，光鲜的表面，还有足够的机械强度。它的底面涂层属于优良保护层，应该有优良的缓蚀性和防腐蚀性，以及很强的附着力，局部或全部刮涂附着力好且机械强度高的涂料，它的耐用程度可以几年都不会出现锈蚀或者脱落的现象。

3.3.2 喷枪的调整

1. 喷涂模式的调整

喷涂模式的调整是指喷雾扇形区域的调节，喷雾扇形取决于空气和雾化的涂料液滴的混合是否合适。涂料的喷涂要做到平稳，喷出的湿润涂层应该没有凹陷或者流泪现象，在一般情况下要想获得合适的喷雾扇形，有三种基本的调节方式。

(1) 空气压力的调节 喷枪喷嘴处的压力对得到合适的喷雾扇形有明显的影响。空气压力的调节一般可以通过分离或者调节压力器来调节，但是由于空气从调压器经过输气软管到达喷枪的过程会受到摩擦力的作用，因此存在压降。调压器处测得气压与喷枪处测得气压的差值与输气管的长度和直径有着密切的联系，一般来说孔径越大压降越小，管长越短压降越小，但是管长一般不超过10m。所以，应该在喷枪处测量气压值，而且我们所提到的压力值都是指喷枪处的气压。

测量气压的最可靠方法是使用一块插在喷枪和输气管接头之间的气压表。有些喷枪本身就带有气压表，可以用来检查和调节喷枪处的压力值，而大多数喷枪的气压表是可选件，所以建议在生产实际中使用气压表。

(2) 喷雾扇形调节 通过调节喷雾扇形控制旋钮可以调节喷雾直径的大小。调节喷雾扇形的时候，将扇形控制旋钮控制到最小，这样就能使喷雾的直径变小，喷涂到板件上的形状变圆。将扇形控制旋钮完全打开，可以使喷雾形状变宽呈椭圆形。较窄的喷雾可以用于局部的修理，而较宽的喷雾则用于整车的喷涂，扇形旋钮从旋紧到完全打开时，喷雾形状的变化如图3-50所示。

(3) 涂料流量的调节 调节涂料控制旋钮可调节适应不同喷雾形状所需要的涂料流量(图3-51)。逆时针转动涂料控制旋钮可以增大出漆量，而顺时针转动旋钮将减小出漆量。

通过人们不断地研究和摸索发现，最佳的喷涂压力是指获得适当雾化挥发率和喷雾扇形宽度所需要的最低压力。压力过高会产生过多弥漫的漆雾，就会增大用漆量，而涂层流动性降低。因此在喷射过程中，涂料到达喷涂表面之前就已经有了大量的溶剂被蒸发掉了，这就是造成桔皮缺陷的重要原因之一。

如果压力过低，就会使涂层的干燥困难，因为大多数溶剂都保留下来了，所以容易产生气泡和流挂。

2. 空气帽的调节

在喷枪的调整中，空气帽的调整最为简单，只有垂直、水平两种状态。调整它可以使喷

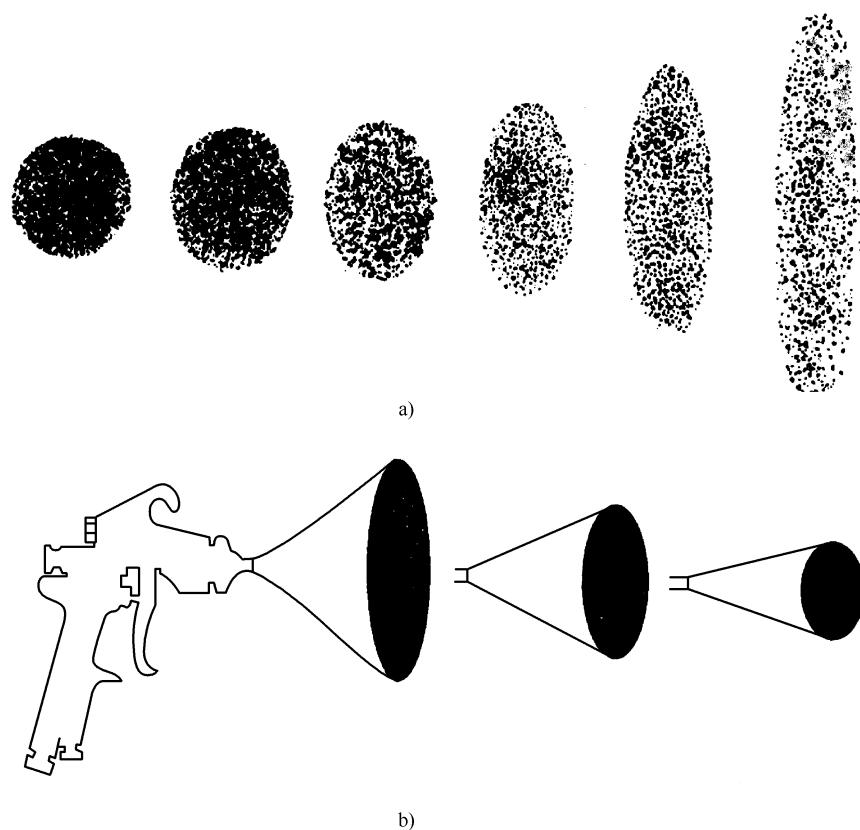


图 3-50 喷雾形状的变化

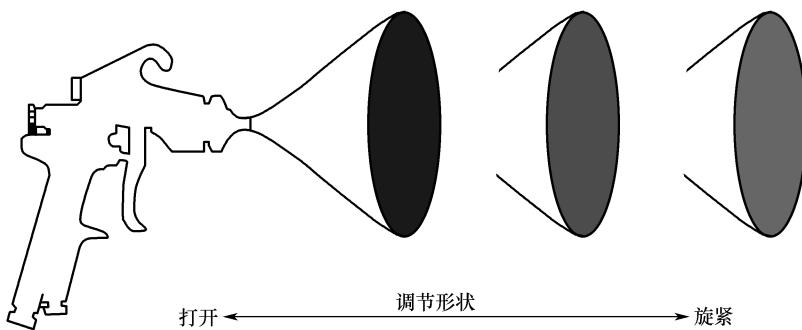


图 3-51 调节涂料控制旋钮控制出漆量

枪喷出两种方向不同的雾束。

(1) 垂直雾束 旋转空气帽，使它的两个耳和地面平行，就会喷出呈扁平扇面形的雾束，并且垂直于地面。这种方式是操作者用得最多的一种形式。

(2) 水平雾束 旋转空气帽使它的两个耳和地面垂直，则喷出的雾束呈扁平扇形，且平行于地面。这种状态一般都是用来喷完一道涂料以后，需要喷第二道而进行的垂直扫枪，或者进行交叉喷涂的时候用到它。实际上，这种情况在修补涂装施工中比较少见，除非是涂装大面积表面时才可能用到它。

3. 喷枪全开状态的调整

对整车、车辆的一侧或者较大面积进行修补的时候，应该将喷枪调整到雾束全开的状态。调整步骤如下：

1) 调整前的准备工作：

- ① 将喷杯加满涂料，并且将喷杯接到盆腔上。
- ② 将压缩空气管接到喷枪上。
- ③ 调整压缩空气的压力。

2) 将空气帽的位置调整到可喷水平雾束的状态，固定。

3) 打开雾束控制阀，反时针旋转至全开的位置。

4) 打开液体涂料控制阀，反时针旋转至全开的位置。这时应该可以看到调节螺栓上的螺纹。

5) 用喷枪对着垂直的墙面上的某一点作雾束形状试验。试验的时候喷嘴和墙面的距离大约一掌宽，时间为3~4s。

6) 检查喷涂到墙面上所形成的涂层图形的均匀性。涂层图形一般有以下两种情况：

① 雾束分裂。在所得的涂

层上，两端的流淌长度大于中心点的长度，如图3-52所示。

出现这种情况解决的办法有：顺时针旋转雾束控制阀一圈，以缩小扇幅。重新进行试验，并且检查结果；提高喷枪上的压缩空气压力（大约35kPa），重复上述试验，并且检查结果。

重复上述两项操作，直到所得到的涂层两端流淌的长度相等，如图3-53所示。

② 雾束集中。在所得涂层上，两端的流淌长度小于中心点的长度，如图3-54和图3-55所示。

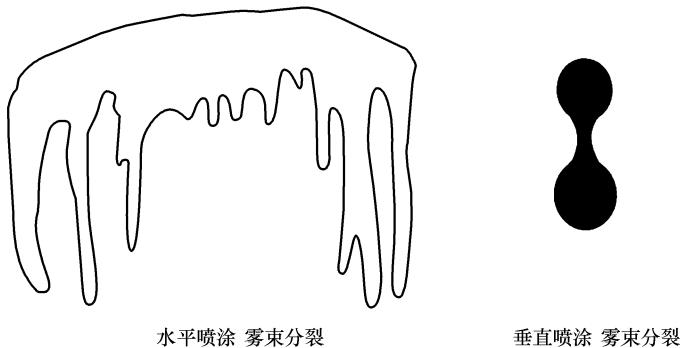


图3-52 雾束分裂

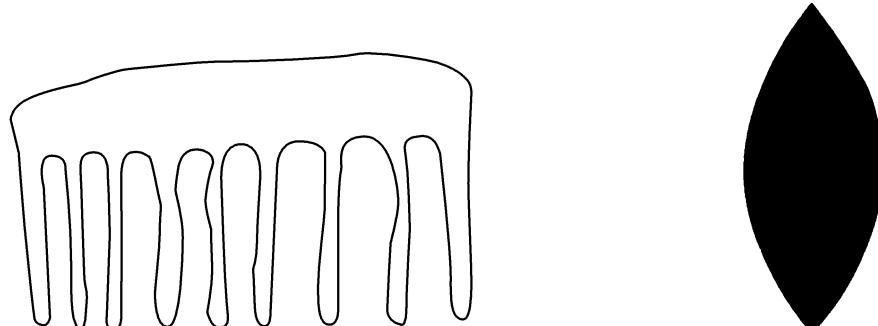


图3-53 雾束均匀

图3-54 雾束集中(垂直喷涂)

如出现类似状况，有两种比较适用的解决方法：第一种，顺时针旋转液体物料控制阀半圈或者再少一点，重复试验，一直到涂层两端流淌的痕迹长度相等。第二种，打开雾束控制阀，每次反时针旋转半圈或者少一点。重复试验，直到涂层两端流淌痕迹相等。

4. 干喷的调节

干喷的含义就是涂装后，涂层变干。喷漆操作者甚至刚刚喷涂完就马上用抹布擦拭新喷的表面涂层，以清除上面的尘埃或者喷涂所留下来的残留物。出现这种情况，应做如下操作：

- 1) 完全关闭液体物料控制阀和雾束控制阀。
- 2) 打开雾束控制阀 $1/8$ 圈 ~ $1/4$ 圈。
- 3) 打开液体控制阀 $1/4$ 圈 ~ $1/2$ 圈。
- 4) 对准某一点作干喷试验，这个点的直径大约为 $5.0 \sim 7.5\text{cm}$ 。

在喷涂的时候要注意两种情况：第一，材料太干，反时针旋转液体物料控制阀 $1/8$ 圈，以增加液体物料的供给。第二，材料太湿，也就是平时所说的材料发粘。增加喷枪到表面的距离，离开 $2.5 \sim 5\text{cm}$ 。关闭液体物料控制阀 $1/8$ 圈，以减少供漆量。喷漆操作者应该能够在喷涂施工的任何时候擦干净表面的灰尘或者打磨平整。

5. 雾束不正常的故障原因

雾束不正常的故障大部分都是由于有关零件被污染导致的，解决办法就是加强喷枪的清洗和维护。有经验的涂装操作者通常还利用一些简单的试验来判断堵塞发生在什么部位，发现雾束不正常后，将空气帽转半圈，再喷。如果所见到的雾束也反过来，则一定是空气帽被污染了，要不就是液体物料喷嘴被堵塞。另外还应该经常检查液体物料喷嘴上是否产生毛边，这是高速通过的液体物料长期摩擦造成的，仅仅靠清洗是无法去掉的。如要去掉，可以采用 600 号细砂纸细心地打磨平整，再用清洗剂清洗。

3.3.3 喷枪的维护

不注意保养和清洗喷枪是喷枪发生故障的主要原因。喷枪使用后应该立即对喷枪及其附件进行清洗，向磨损表面添加润滑油，并且小心操作对于保养喷枪也很重要。

现在大多数的地方还在使用手工清洗喷枪的原件，手工清洗不仅费时而且费力。在一些地区已经开始使用喷枪自动清洗机(图 3-56)，再结合人工手洗来清洗喷枪，清洗效果非常好。与传统的手工清洗方式相比，自动清洗机可以省去更换涂料操作十分钟的时间。这种清洗机增加了操作者的安全性，因为可以避免接触到那些有干燥作用的溶剂。该系统的设计上，底部有一个螺塞，可以很容易地除掉废液。

(1) 空气帽的清洗 首先把空气帽从喷枪上面拆下来，浸泡在清洁的溶剂里面，用油漆刷蘸溶剂刷洗所有的气孔，然后把它放好，保持清洁。在清洗之后再用压缩空气吹干。另外，空气帽要浸泡在清漆的稀释剂里面。清洗完空气帽后，要把它安装在喷枪上，试喷，观察雾束分布情况，决定是否还需要再次清洗。

(2) 吸上式喷枪和喷杯的清洗 把喷杯从喷枪上面拆下来，但这个时候液体物料管仍

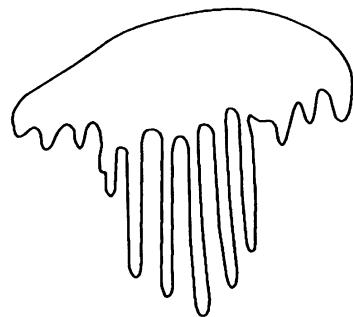


图 3-55 雾束集中(水平喷涂)

然留在喷杯内部，要拿开、松开空气帽。拿一块布罩在空气帽上，扣动扳机。这个时候空气从液体物料管中通过，将残留在管内的物料冲回喷杯内。倒掉喷杯内的物料，用刷子蘸溶剂将喷杯洗干净，最后用蘸有清洁剂的抹布将喷杯擦拭干净。将清洁的溶剂倒入喷杯内，通过喷枪喷溶剂以清洗液体物料管，最后用抹布蘸清洁的溶剂将喷枪擦拭干净。

(3) 压送式喷枪的清洗 在压送式喷涂系统中，油漆容器通过软管与喷枪连接，在压力下将油漆压送到喷枪。压送式系统速度很快，因为一旦扣动扳机，喷枪就会做出反应。由于液体物料存在于软管和油漆容器中，所以清洗操作应该从这里开始。具体方法如下：

- ① 关闭油漆罐的压缩空气。
- ② 从泄压阀或者调压阀泄压。
- ③ 将空气帽松开 3 圈。
- ④ 拿一块布罩在空气帽上，扣动扳机，使涂料由软管回到油漆罐内。
- ⑤ 清洗油漆罐并且加入一些溶剂在罐内。
- ⑥ 把油漆罐再次安装好，打开所有的空气阀，扣动扳机，使溶剂通过软管流动，以达到清洁软管的目的。
- ⑦ 通压缩空气 10~15s，吹干软管。
- ⑧ 清洗喷枪和空气帽。
- ⑨ 再次清洗油漆罐，使用前装配好。

喷枪清洗完毕后，在有相对运动的各部件之间都应该涂上机油，细心保养。

喷枪利用溶剂进行清洗即可，若遇上一些比较难洗的涂料时，可以采用油漆剥离剂(图 3-57)进行清洗。用刷子蘸取油漆剥离剂，或者把喷枪的喷嘴、空气帽浸泡在油漆剥离剂中进行清洁。这种油漆剥离剂是中性的，对喷枪不会引起腐蚀或者伤害，而且清洗效果非常好。

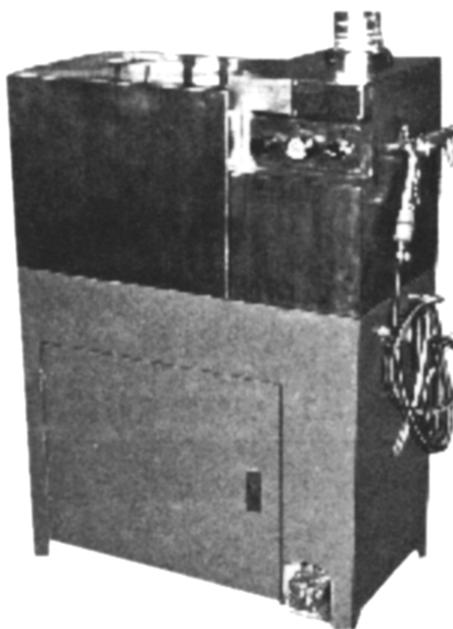


图 3-56 喷枪清洗机



图 3-57 中性油漆剥离剂

3.3.4 喷涂技术

汽车喷涂是一项技术含量很高的工艺，操作者不仅要掌握正确的喷涂方法，还要将每个细致的动作做到位。经验丰富的操作者在对汽车进行喷涂施工的时候，姿势自然，动作协调。要做到这点就要求操作者要有扎实的基本功和足够的耐心。下面介绍喷漆施工的要领。

1. 一般要领

(1) 握枪 首先要有正确的握枪姿势(图 3-58)。这是最正规的握枪方法，按照这种方法，喷枪是靠手掌、拇指、小指以及无名指握住的；中指和食指用以扣动扳机。有些操作者在较长时间工作的时候，时不时会改变握枪的姿势，有的时候仅仅用拇指，手掌配合小指，有时候又是配合无名指握枪，中指和食指来扣动扳机。这样可以缓解长时间喷漆施工带来的疲劳，有效提高工作效率。当然握枪方式的选择全凭借操作者的自我感受，根据个人的嗜好和习惯来决定。

(2) 喷枪对基材表面的相对位置 喷枪对基材表面应该保持垂直，或者尽量保持垂直。如果喷枪有一些歪斜，其结果必然会造成喷幅带偏向一边流淌，而另

一边则显得干瘦、缺漆，极有可能造成条纹状涂层。显而易见，只有压送式喷枪最适合喷涂车顶、前盖及后盖等较大平面部位的涂装。如果采用吸上式喷枪，尤其是当操作者又是一名新手的时候，那就必须准备好大量的抹布或者是纸巾，及时地将喷杯周围泄漏出来的油漆擦拭干净，以免滴落到涂层表面。现在，很多喷漆设备制造厂对此做出了一些改进，在塑料杯上增加了一个特制的密封圈，泄漏现象有所减少，但是仍然未从根本上解决喷枪对平面垂直喷涂的时候，喷杯内的漆料容易泄漏的问题。

(3) 喷枪到基材表面的距离 吸上式喷枪的最佳工作距离为 15~20cm 左右。如果距离太近，就有可能发生喷涂表面流淌。在喷涂金属闪光漆的时候，极有可能造成颜色和预期的有很大差别。如果距离太远了，超过 20cm 的时候，则可能导致干喷、过喷，使涂料的流平性能变差。如果喷涂的是金属闪光漆，也可能带来颜色的改变。压送式喷枪可以离工作表面远一点，一般的最佳距离是 20~30cm 左右。这些都是喷涂施工时操作者应该熟记于心的基本原则。

(4) 喷枪的移动速度 在喷涂的时候，喷枪的移动速度对涂装效果的影响非常大，如果喷枪移动速度太快，涂层表面就会显得干瘦、粗糙、流平性能差；如果喷枪的移动速度太慢，则所形成的涂层太厚，就有可能产生流挂。实际上喷枪移动速度也不能一概而论，对不同的雾束、不同的供漆量，要求不同的移动速度。总之喷枪的移动速度要根据现场施工的具体情况由操作者具体来决定。经验比较丰富的操作者往往针对不同的涂料品种、施工条件及



图 3-58 喷枪的标准握法

施工工具，适当进行调整，以便喷涂的时候能够采用大体相同的移动速度。喷涂的时候判断喷枪最理想的移动速度的方法是：新喷涂层看起来显得丰满、湿润，既不干瘦、贫瘠，也不过分堆砌。一般来说，如果仅仅作相对比较，那么压送式喷枪的移动速度要比另外两种类型的喷枪的移动速度要快一些。

(5) 扳机的控制 喷枪的工作原理是靠扳机来控制的。扳机扣得越深，涂料的流量就越大。在传统的走枪过程中，扳机是要扣死的。为了避免每次走枪快要结束的时候漆料的堆积，有经验的操作者都对扳机很熟悉，扣到什么程度喷多少漆，以达到好的喷涂效果。

2. 收边

操作者在进行斑点修补或者局部板面修补的时候，都要进行所谓的“收边”。它的具体操作是在走枪开始的时候不扣死扳机，也就是说，这个时候的供漆量比较小。随着喷枪的移动，供漆量也会逐渐加大，直到走枪结束的时候将扳机松开，使供漆量逐渐减少，从而获得特殊的过渡效果。

3. 走枪

喷漆的时候传统的走枪方式是保持喷枪离基材表面一定的距离，并且垂直于表面作水平方向的匀速运动。其实这些说起来容易，做起来就难了。要求在每次喷漆走枪的过程中始终保持喷枪垂直于基材的表面，并且平行于表面移动。这样操作者的手臂特别容易疲劳，劳动强度也比较大。如果工作的时间稍微加长，就很难保证符合上述的要求了。所以为了确保施工质量，操作者一次喷涂施工时间不要太长。

4. 整车的喷涂

怎样对整车进行喷涂，是对操作者技术的一个考验。这里说的技术包括确定喷涂程序，认真调整各项参数等。一般喷涂整车时采用两种方法，如图 3-59 所示。这两种方法是由德国巴斯夫等公司推荐的，目前已经为国内外汽车修配厂所认可并且采用。也有不少修配厂的喷漆工人先喷前盖，再喷车顶，后盖、侧面、前面以及后面等。总之，在进行整车修补之前，这件非常重要的事情是事先必须完成的。

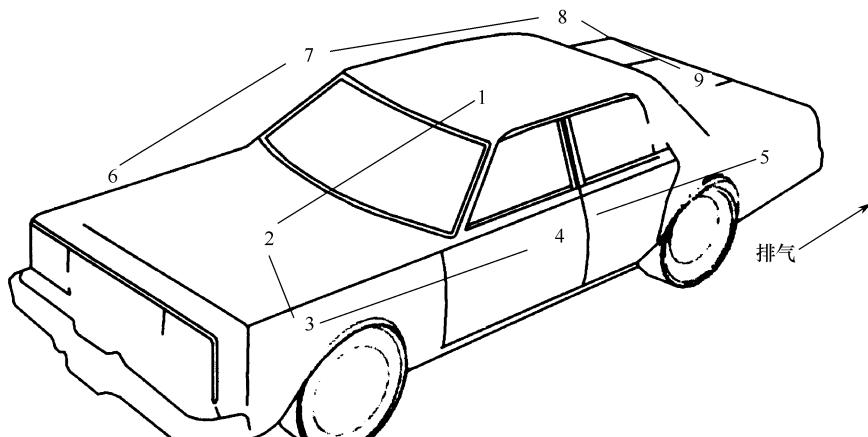
汽车最为挑剔的部位正好是最容易察觉的部位，像车顶、前盖和后盖等。因为这些地方便于在阳光下观察，从而检查起来也容易得多。在整车修补的时候，操作者碰到的比较难处理的问题就是在喷涂过程中如何控制和减少空气中可能飘落到涂层上的尘埃粒子。要想从根本上解决这个问题就得考虑很多方面，比如喷漆间空气的过滤精度、压缩空气和涂料的清洁度、涂料的不沾灰时间以及汽车表面的清洁程度等。整车修补的时候经常还会碰到的另外一个问题是新喷涂料与原装涂料之间的色差问题，要在进行修补喷涂前认真地调色，另外施工工艺的差异对色差也有一定的影响。

3.3.5 汽车修补涂装的一般施工工艺

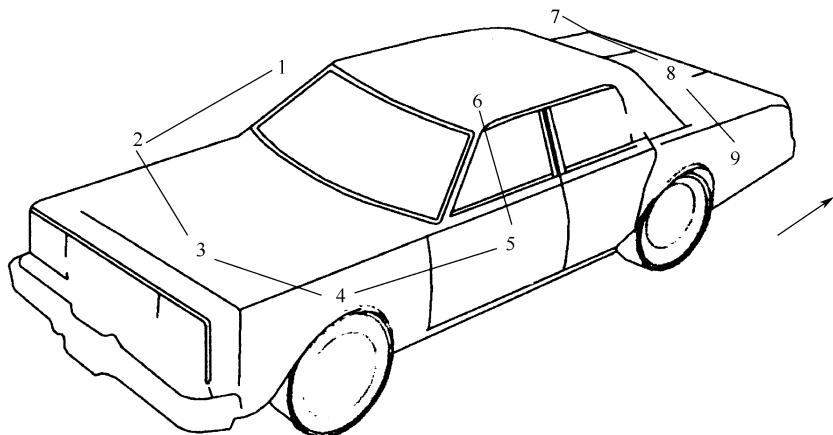
底漆是直接涂覆在经过表面处理过的施工物体表面的涂层。底漆施工可以刷涂，也可以喷涂。底漆的作用一是防止金属表面的氧化腐蚀；二是增强金属表面与原子灰、原子灰与漆面之间的附着力。

合适的底漆是面漆耐久、美观的前提。如果底漆不好，面漆的外观就会受到影响，甚至出现裂纹或者剥落。

底漆的种类繁多，针对不同的底材要选用适当的底漆。



方法 1



方法 2

图 3-59 整车喷涂的方法

1. 底漆的特性与类型

正如前面讲过的那样，底漆是直接涂覆在经过表面处理的工件表面上的第一道涂层，也是整个涂层的基础。

(1) 底漆的特性 底漆具有如下特性：

① 对经过表面预处理的车身金属表面有良好的附着力，所形成的涂膜应具有良好的机械强度。

② 具有极好的耐蚀性、耐水性及耐化学品性能。

③ 应该具有钝化金属表面的性能及对外界有优良的封闭性，防止渗水、渗氧离子。

④ 具有原子灰、中涂漆层及面漆层良好的配套性。

⑤ 应该具有良好的施工性能。

(2) 汽车修补底漆的类型 汽车修补用的底漆品种越来越多。要根据不同的质量要求、表面材质及配套的面漆进行选择。其主要类型如下：

① 磷化底漆。一般也称为侵蚀底漆。是聚乙烯醇缩丁醛树脂为主要成膜物质，并且添

加缓蚀颜料四盐锌铬黄制成，是与分开包装的磷化液调配使用的。

磷化底漆施涂在金属表面后，通过化学反应生成一堆非金属、不导电、多孔的磷化膜，磷化膜具有多孔性和不良导电性，使上层涂料能渗入到这些孔的缝隙中，而不良导电性也预防了电化学腐蚀的形成。

磷化底漆是双组分涂料和活化剂。另外有时候还配备高粘度的活化剂。使用的时候应该将两组分混合后才可以使用，而活化剂是专做磷化底漆配套使用，不是溶剂，用量不能任意增减。要严格参照生产商的要求混合比例调和。

② 环氧底漆。以环氧树脂为主要成膜物质制成的底漆，品种比较多，有高温烘烤底漆、双组分底漆、单组分常温自干底漆。环氧底漆附着力强，漆膜坚韧耐久，对许多物体表面有较强的粘合力，但是涂料耐光性能较差，容易粉化，所以只适用作底漆。

2. 遮护

遮护就是人们平常所说的遮蔽或者贴护，是一种保护方法或者手段，使用遮护材料遮盖必须要修饰或者防止损伤的表面。保护车窗边框、玻璃、轮胎和其他板件，防止给不需要修饰的地方造成污染。在清除旧漆层的时候对无需打磨的区域进行遮护可以防止对良好部位的损伤等。

遮护作业之前，将一些妨碍遮护而又不需要喷涂的部件拆下，如刮水器、收音机天线等。粘贴遮蔽胶带的时候一手拿住夹带，另一只手进行导向和压紧。撕断胶带的时候可以用大拇指夹住防护带，另外一只手压住防护带，迅速地向上撕，这样可以整齐地撕断防护带，而不会对已经遮蔽好的防护带造成拉伸。遮护的时候，首先用遮蔽胶带沿遮蔽区域的边缘进行轮廓勾勒，然后将遮蔽纸粘贴在勾勒轮廓的胶带上，这样有利于保证遮蔽区域的整齐。

(1) 遮蔽胶带 如图 3-60 所示，遮蔽胶带要求耐热性好，能经受高温烘烤。要求抗溶剂性能好，不受涂料中的溶剂影响。遮蔽胶带的粘合胶在胶带剥落时应不会粘在车身的表面。

(2) 遮蔽纸 遮蔽纸表面光滑，不容易沾染涂料雾化粒子、灰尘及毛絮，它可以防止渗透、成本低，所以被广泛使用。遮蔽纸及遮蔽纸架如图 3-61 所示。

进行大面积或者整车防漆防尘遮护时，一般采用塑料薄膜。塑料薄膜通常置于遮蔽纸架上。

使用塑料薄膜对整车进行遮蔽防护如图 3-62 所示，喷涂施工中的遮蔽防护如图 3-63 所示。

3. 遮护时的注意事项

1) 注意清洁和除油。车辆开上工作台之前，要先清洗车辆。特别脏的部位要彻底清洗。用除油剂清洁贴有遮蔽胶带的区域，以防止在吹风或者涂装时候遮蔽胶带剥落。遮蔽胶带需要和遮蔽纸及车身紧密结合。

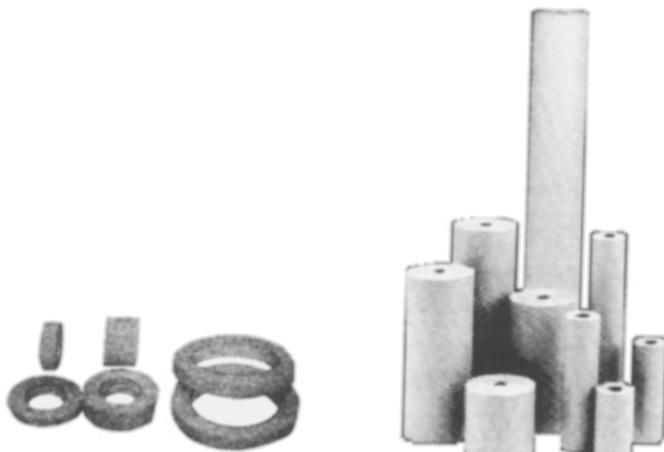


图 3-60 遮蔽胶带

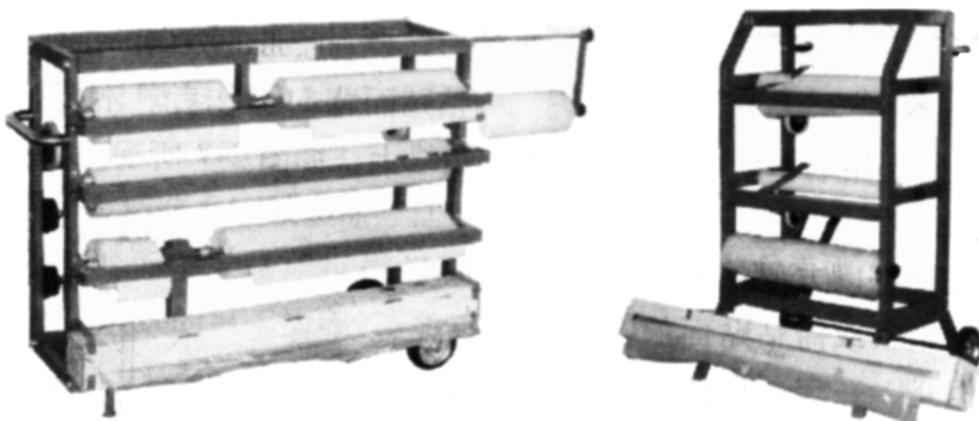


图 3-61 遮蔽纸及遮蔽纸架



图 3-62 整车防漆防尘遮护



图 3-63 喷涂施工中的遮护

2) 遮护的范围。所用的喷涂方法和喷枪的操作方法不同，遮护的范围就有所不同。必须要适当地遮蔽在每一种情况下的最小面积。

3) 不可拆卸部件的遮护。将遮蔽胶带贴在不可拆卸的部件上，并且留下一个小小的间隙。如果不留下间隙，涂料形成的突出部分将会连接新涂层表面和遮蔽胶带，从而使遮蔽胶带难以脱落。如果间隙太宽，那么遮蔽胶带便不能很好地遮蔽部件。

4) 清除遮护材料。沿边界的遮蔽胶带应在涂装后趁涂层还软的时候小心地取下。这是因为一旦涂料变干变脆，它便不会均匀地分离，从而使结果不理想。

4. 打磨前的遮护。

打磨前的遮护主要是为了避免打磨过程中产生的灰尘对车身内部装饰物的污染和对其他非维修表面的防护。

1) 车身内的防护。同样是将车辆内部清洁干净，然后用车辆防护套保护车辆内部前后座椅、中控台等，如图 3-64 所示。

2) 车身遮护。为了避免车内污染和非维修区域受到损伤需要对车身进行遮护，如图 3-65 所示。具体步骤如下：

- ① 确定需要遮护的区域，裁剪适当的遮蔽纸及遮蔽胶带。

- ② 遮蔽门窗。
- ③ 遮蔽不需要维修的区域，以免被损伤及污染。



图 3-64 车身内的防护



图 3-65 车身遮护

3.4 漆膜缺陷、对策及再修补

3.4.1 面漆

1. 表面涂层的起泡

车身表面涂层起泡的原因有很多，起泡的形状、区域、大小、密度也各不相同。一般来说，在喷漆间空气的相对湿度较低或者气候比较干燥的条件下，涂层起泡的弊病相对比较少。所以，施工时相对湿度的大小是引起涂层起泡的主要原因之一。如果采用的是双组分聚

氨酯系涂料的话，湿度的影响还可能要更大。

(1) 起泡的主要原因 起泡的主要原因如下：

- ① 采用交联型面漆的时候，烘烤温度偏高。
- ② 如果采用的是水性底漆或者腻子，其中所含的水分未能挥发完全，而面漆又采用的是双组分聚氨酯型涂料。

③ 涂装表面未经清洗干净。湿打磨的时候采用了不干净的水，手上的汗液导致水溶性盐的污染。工件长时间在潮湿的环境下工作，都有可能造成起泡现象。

(2) 防护措施 防止表面涂层起泡的主要措施如下：

- ① 喷涂表面的清洗工作一定要使用清洁、干净的水。
- ② 要给底漆、中间涂层、腻子特别是水性材料留有足够的干燥时间，喷涂面漆要保证足够的厚度。

(3) 解决办法 涂层起泡的解决方法如下：

- ① 仔细用清水清洗。
- ② 表面进行严格处理。
- ③ 底漆、中间涂料涂装。
- ④ 面漆涂装等。

2. 渗色

渗色现象多以黄色或者红色色相的形式出现在涂层中。

1) 造成这种现象的主要原因如下：

① 旧涂层中使用的某些颜料耐溶剂性能不合格，被修补涂料中的溶剂所溶解，导致面漆褪色。

② 腻子中含有某些过量的有机过氧化物被修补材料中的溶剂所溶解、渗透，然后与涂层中的某些颜料反应。

③ 中间涂层或者腻子上残留有沥青或者焦油等残留物。

2) 如何预防渗色。预防渗色有如下措施：

① 如果在长期的修补施工中发现某些车辆的涂层特别容易出现渗色的现象，就应该在喷漆之前，喷涂一层隔离层，就是人们通常所说的中间涂料。

② 调制腻子的时候，一定要按照说明中的配方比例加入过氧化物。千万不要认为有机过氧化物加得越多越好，其实是适得其反。

3) 如何解决渗色。如果渗色严重了，应该将其全部打磨掉，然后重新进行修补施工。

3. 工业污染

面漆受到工业废气、汽油、某些化学品等有害物质的污染，会使表面失光、变色，严重的时候甚至会出现黑褐色斑点。高级轿车表面出现这种情况，问题就比较严重了。

(1) 主要原因 造成工业污染的原因如下：

- ① 面漆如果受到焦油的污染，涂层中部分成膜物质向表面迁移，形成黑褐色的斑点。
- ② 工业废气、化学品或者焦油渗透进入漆面，使漆面褪色。这是因为涂层中颜料发生化学反应造成的。
- ③ 有很多有害物质，如汽油、某些树脂等，长期覆盖在面漆的表面，严重侵蚀油漆表面，并且导致面漆表面进一步分解。

(2) 怎样预防 为了避免工业污染，车辆应该经常清洗。最好在每次清洗之后采用抛光蜡进行细致的抛光，以起到一种对漆面的防护作用。

(3) 如何解决 轻微的褐色可以用抛光来解决。如果无法清除，就需要进行彻底地打磨、砂光，再重新喷涂面漆。

4. 附着力不良

附着力不良有两种情况：一是基材的附着问题，二是涂层与涂层之间的附着问题，专业人士将涂层与涂层之间的附着问题称之为层间附着力。

1) 附着力不良的主要原因有以下几个方面：

- ① 表面没有清理干净，尚存在一些阻碍附着的物质。
- ② 底漆使用的不恰当。
- ③ 基材打磨不充分，或者根本就未经过打磨。
- ④ 喷涂底漆的时候采用了干喷的喷涂手法，或者是喷得太薄。

2) 预防措施。预防出现附着力不良现象的发生，应注意以下几个方面：

- ① 认真清理表面。
- ② 正确选用底漆，尤其是一些难粘的表面，比如铝材之类的轻合金，聚烯烃之类的工作塑料。

③ 严格按照制造厂的说明进行施工，在喷涂的时候形成干喷。喷涂厚涂层的时候，一定要留出足够的干燥时间。

3) 解决办法。对附着力不良的地方进行打磨，重新修补。

5. 漆面的气泡

1) 面漆形成气泡的主要原因有以下几个方面：

- ① 面漆喷得太厚，或者施工的时候粘度太高。
- ② 稀释剂匹配的不合适，挥发速度太快。
- ③ 工作温度过高，造成溶剂挥发速度过快。

2) 怎样预防。预防漆面形成气泡的方法如下：

- ① 采用与环境温度匹配的稀释剂。
- ② 严格控制面漆的厚度，第一次的成膜厚度是最重要的。
- ③ 严格控制基材与红外灯的距离，保证正确的挥发时间和干燥温度。

3) 如何解决。面漆气泡有如下处理方法：

- ① 如果漆面气泡面积不大，可以采用200号水砂纸打磨，然后再用抛光膏进行抛光。
- ② 如果发生气泡面积比较大，必须将其整个打磨平整，重新进行修补施工。

6. 流泻、流挂、成帘

流泻是指当周围表面已经填满之后，过量的涂料会继续流动，向下运动形成窄条。

流挂是指涂料以“窗帘状”或者片状向下运动。当涂料的向下运动仅限于长度方向的时候就是我们说的流挂，当涂料的向下运动在长度上更具有延展性的时候，就称为成帘。

造成流泻和流挂最常见的原因就是每道涂层施工的涂料过多。

每一种涂料都有一个所谓的流挂点。这是指在垂直表面上所能施工的湿涂料的最大厚度。如果涂料过多，就会形成涂料成帘流挂，涂料的稀释会降低流挂点。当采用传统喷涂的时候，也可能在涂料上吹出流挂，当喷枪距离表面过近的时候会发生这种情况。雾化空气会

将涂料吹离喷枪所指的位置，并且在该点的周围形成流挂。

这三种漆膜缺陷在本质上比较相近，主要的区别是涉及面积的大小。流泻最常发生在细部，如螺母和螺钉，尤其是在进行喷涂的时候，要在覆盖所有表面的同时控制成膜厚度是非常困难的。

涂料的向下流动可能是由于不规则的表面积聚了过量的涂料，如螺母、螺钉、凹陷、孔洞、裂缝和小孔等。

可能造成成帘情况的原因有：

- ① 由于喷枪距离表面过近，或者横向移动速度太慢，造成局部成膜过厚。
- ② 涂层重叠过多。
- ③ 表面或者涂料本身的过热，影响了涂料的触变性。
- ④ 表面或者涂料过冷，影响了涂料中溶剂的蒸发速率，使干燥时间过长。
- ⑤ 涂料的触变机理不够充分。
- ⑥ 涂料稀释过度。
- ⑦ 新鲜涂料的施工表面太过平滑。

有经验的涂装操作者在进行喷涂施工的时候都会随身带一把小刷子，用于修补流泻和流挂。在涂料还没有干的情况下除去流泻或流挂，要比涂料干燥后用砂纸将其磨去容易得多。通过以下措施可以避免或者尽量减少流泻和流挂的发生，包括检查湿膜的厚度以确保施工的涂料不会过量，尽可能减少用稀释剂来控制粘性，以及喷涂涂料的时候不要过于靠近表面等。

7. 橘皮

橘皮是指在涂料中出现像橘子皮一样的凹凸不平。这种现象也被称为麻点。造成这种现象的原因可能是：

- ① 空气雾化的压力过低。
- ② 喷枪表面过近。
- ③ 涂膜中溶剂的蒸发速率过快。
- ④ 所使用的稀释剂不当。
- ⑤ 无空气喷涂的压力过高。
- ⑥ 环境温度或者雾化空气的温度过低。

通常来说，橘皮并不属于严重的技术问题，只是一种外观问题。如果不影响审美的话，可以保留。如果必须采取措施去掉的话，要遵循下列原则：

如果涂料已经凝结或者固化，对于较小的区域必须用金刚砂纸来打磨表面，对于较大的区域则必须进行喷砂处理，然后喷涂溶剂或者一层很薄的同种涂料。如果这是可以重新溶解的涂料，就可以用金刚砂纸进行打磨。

判定橘皮现象的原因，并且要采用相应的修补措施。橘皮的固化取决于问题的成因。首先要检查设备的装配和喷涂技术。检查喷涂模式，并确认已经使用了足量的雾化空气。注意不要使用过多的空气，否则会造出干喷。采用无空气喷涂的时候，要尝试降低泵气压。

最后，应该检查喷涂技术，确认喷枪与表面的距离合适。如果上述问题经过调整都无法解决，就要像涂料生产厂商咨询了。

8. 破裂起泡

这是由于涂层内或者涂层下残留了溶剂或者溶剂蒸气，或者水的渗透，导致粘着力的部

分缺失造成的。涂层过厚也可能产生起泡的现象。在接触甲醇/水循环液，破裂起泡是非常普遍的现象。

9. 外观不均匀

外观不均匀涵盖了很多不同的情况，包括遗漏、缺失、厚度不均、光泽不均或者表面粗糙等。外观不均通常是由于喷涂失误造成的，包括混合不当、张力、喷涂技术或者设备陈旧。

遗漏、漏涂、过薄和过厚的区域一般是由于拙劣的喷涂技术造成的。设备的正确装配对于获得均匀的涂层来说也至关重要。

为了尽量减少与喷涂有关的问题，请不要忘记正确混合以及涂料张力的重要性。混合不当或者混合不充分可能引发不少问题，包括无法喷涂所要求的湿膜厚度，罐中还留有颜料，双组分材料的固化不均匀，光泽不均匀，以及其他问题。混合不充分将使涂料结块进入液体管，导致喷枪堵塞。堵塞会造成喷涂图案不均匀，并且会造成很长的维修停工期。用旧的喷枪元件，如针头和盖子，也会造成喷涂的不均匀。如果出现拖尾，将导致涂层出现厚薄不均的区域。

10. 泛白。泛白是指涂料表面变白的现象。这种表面现象的成因一般是：

- ① 雨、雾或者冷凝水沉积在静止的湿膜表面。
- ② 湿涂料中混入了水。
- ③ 稀释不当。

④ 胺固化剂过多，使涂层表面活化，与空气中的水分反应，造成了涂层表面上的颜色的改变和油状的微光。

如果要喷涂新的涂层，就必须清除涂膜表面的泛白层，因为泛白可能造成渗透性起泡，并且损伤附着力。

泛白的处理方法一般是通过清水或者洗涤剂冲洗从涂膜表面去除。有些情况，必须进行溶剂清洗，而在特别的情况下，则必须采用砂纸打磨或者进行彻底的重新喷砂处理。

11. 水痕

水痕以环形斑纹出现，大部分是白色斑点或者痕迹。

1) 主要原因。如果水滴和其他污染物一起干燥，在涂层表面没有及时清除，就会产生水痕。一般情况下这些水痕并没有造成涂层的破坏，而只是在其边缘形成轻微的凸起。在没有彻底干燥的新涂层上最容易产生这一现象。

2) 水痕的预防措施。预防水痕的产生主要有以下措施：

- ① 重新修补的时候，要对施工前后的温度及湿度条件控制适当，避免潮湿空气的影响。
 - ② 如果发现水痕，立即用软的粘性抹布将其擦拭干净。
- 3) 解决水痕的办法就是采用 P1200 ~ P1500 号水砂纸打磨，然后用高光泽抛光蜡进行抛光。

12. 缩边

在涂装烘干的过程中收缩，使被涂物的边缘、角等部位的漆膜变薄，严重的时候甚至露底。在水性涂料施工的时候常出现这种缺陷。

1) 产生的原因主要有以下几个方面：

- ① 漆基的内聚力大。

- ② 涂料的粘度偏低，所用溶剂挥发较慢。
- 2) 如何防治。防治缩边有如下措施：
 - ① 在设计涂料配方的时候应该注意消除缩边缺陷。
 - ② 添加阻流剂，降低内聚力。

13. 丰满度不良

所谓丰满度不良是指漆膜虽然喷涂得很厚，但是从外表上看仍然很薄而且显得很干瘪的现象。

- 1) 产生丰满度不良的原因主要有以下几方面：
 - ① 使用高聚合度的涂料，其本身丰满度比较差。
 - ② 颜料含量少，涂料比较稀。
- 2) 如何防治。预防产生丰满度不良现象发生的方法如下：
 - ① 选用丰满度高的材料。
 - ② 选用固体成分比较高的涂料。
 - ③ 打磨以消除施喷件表面的粗糙度，涂隔绝底漆以消除底材对面漆的吸收。

14. 漆雾

在喷漆的过程中漆雾飞溅，落在施喷件表面或者漆膜上成虚雾状，会出现影响漆膜的光泽和外观装饰性的现象。

- 1) 产生原因。漆雾的产生有如下原因：
 - ① 喷涂操作不正确，喷枪距离被涂物的表面距离太远，与施喷件的表面不垂直或者压力过大。
 - ② 施喷件之间的距离太近。
 - ③ 喷漆间气流混乱，风速较低。
 - ④ 涂装的表面未遮盖或者遮盖不严密。
- 2) 如何防治。防止漆雾产生有如下措施：
 - ① 纠正不正确的喷涂操作。
 - ② 施喷件之间应该留有足够的距离，以防飞溅。从汽车车身为例，间距应该不小于1.5m，并且喷涂方向正确。
 - ③ 喷漆室的气流应该有一定的方向，风速在静电喷漆场合不小于0.3m/s，在手工喷涂场合应该在0.5m/s以上。

15. 色差

涂装完毕的漆膜在色相、明度、彩色度与标准色板有差异，或者在补漆的时候与原来颜色有差异。

- 1) 产生原因。产生色差有如下原因：
 - ① 所用涂料各个批次之间有较大的色差。
 - ② 在更换颜色的时候，输漆管路或者涂装工具未能清洗干净。
 - ③ 干燥规范不一致，尤其是在烘干的场合，产生局部烘干过度。
 - ④ 补漆的时候造成斑痕。
 - ⑤ 没有使用涂料厂推荐的配方。
 - ⑥ 原车因为长期使用而褪色。

⑦ 涂料没有充分搅拌。

2) 如何防治。避免产生色差可采取如下措施：

① 加强涂料进厂检验。

② 更换涂料颜色时输漆管路或者涂装工具一定要清洗干净。

③ 烘干的时间、温度应该严格控制在工艺标准范围内。

④ 尽量少补漆，如果需要补漆，应该将整个部件都补漆。

⑤ 按照厂商的说明书，使用正确的配方。

⑥ 运用喷涂技术调整，使颜色与原车匹配。

⑦ 将涂料仔细地搅拌均匀。

16. 掉色

在用蜡和布擦拭面漆的时候，布上粘有涂层颜料的现象称为掉色。产生掉色的原因是涂料中所含的颜料，尤其是有机颜料渗透到漆膜上面所致。此时应该根据说明改进涂料的配方，选用不掉色的涂料或在选用的涂料中添加漆基或者罩光。

17. 鲜映性不良

涂层的鲜映性不良，也就是平时说的涂层的装饰性差。如现代高级轿车的车身涂层的鲜映性应为 0.6 ~ 1.0，稍微低一点的应在 0.6 ~ 0.7 范围内。普通轿车、轻型车和装饰性要求较高的中型载货车的涂层鲜映性应该在 0.5 左右，如果低于上述规定数值，则称为鲜映性不良。

1) 产生原因。出现鲜映性不良的原因如下：

① 施喷件表面的平整性差。

② 所选用的涂料展平性差，光泽度差和涂料细度不达标。

③ 涂装环境差，涂层表面产生颗粒。

④ 喷涂工具不好，施工粘度及溶剂选用不得当，喷涂时涂料雾化不良，涂层的桔皮严重。

⑤ 涂层厚度不足，丰满度差。

2) 防治方法。防治出现鲜映性不良的方法如下：

① 提高加工精度，防止储运过程中的磕碰伤，保证施喷件表面的质量达到理想要求。

② 选用展平性好，细度和光泽度优良的涂料。

③ 改善涂装环境，高装饰性涂料的涂装宜在条件比较好的喷漆间内进行，进入的空气要达到无尘的标准。

④ 选用雾化性能良好的喷涂工具，选择合适的施工方法和施工粘度，使涂料达到最佳的雾化。

⑤ 高装饰性涂层一般采用多层涂装体系，增加涂层厚度，以提高涂层的丰满度和平滑性。

18. 接触伤痕、划碰伤、笔划痕

涂层受外界作用会产生伤痕，失去完整性。在涂层未干前因为喷漆胶管、手等接触留下的伤痕称为接触伤痕；被涂物在储运和装配过程中因为划碰造成的干漆膜的损伤称为划碰伤；用笔做标记在漆面上留下的痕迹称为笔划伤。

1) 产生的原因。划痕产生的原因如下：

① 湿漆膜受外界作用，漆膜表面遭到破坏。

② 干漆膜受机械划碰。

③ 做标记的笔不符合要求。

2) 防治方法。防止产生划痕的原因如下：

① 涂层未干之前严禁外界物体接触，保护好湿漆膜。

② 加强被涂物在储运、装配过程中的保护，严禁磕碰。凡是挂具与被涂物有接触的位置，应该有软化保护，在装配过程中漆面要加保护罩保护。

③ 用笔在喷涂前的施喷件表面做的标记，在喷涂面漆的试喷件表面做的标记，在喷涂面漆前一定要清除干净。面漆上严禁用普通粉笔做标记。

19. 发霉

漆膜在使用的过程中，其表面由于霉菌的滋生，使漆膜产生破坏现象。

1) 产生原因。造成涂层发霉的原因如下：

① 被涂物处于潮湿环境，不见阳光或者背光。阴冷、潮湿，给霉菌的生长提供了有利的环境。

② 所用涂料的基材或底材本身可能就是霉菌的养料。

③ 涂层表面在使用过程中没有经常地清洗维护。

2) 如何防治。避免发生发霉现象的措施如下：

① 按照被涂物的使用条件选择涂料，防止霉菌的滋生。

② 在所用涂料中添加防霉剂，易发霉的底材在喷涂前应该进行防霉处理。

③ 涂层表面应该经常清洗和维护，不给霉菌留下可以生存的环境。

20. 颗粒

1) 现象。漆膜中的凸起物呈颗粒状分布在整个或者局部涂层的表面。由于混入涂料中的异物，涂料变质或者过喷涂而引起的颗粒称为涂料颗粒；金属闪光涂料中铝粉在涂层造成的凸起异物称为金属颗粒；在涂装时或涂装刚完成时的湿膜上附着的灰尘或者异物称为尘埃。

2) 主要原因。产生颗粒的原因如下：

① 涂装环境的空气清洁度差。调漆室、喷漆间内有灰尘。

② 施喷件表面不清洁。如打磨之后施喷件内外没有彻底清洁；选用质量较差的棉布做清洁，而棉布的纤维物留在施喷件上。

③ 涂料棉质，如漆基析出或返粗，颜料分散不佳或者产生凝聚，有机颜料析出，闪光色漆的漆基中铝粉分散不良等。

④ 易沉淀的涂料未充分搅拌过滤。

⑤ 漆雾过多，涂料粘度过高。

⑥ 喷漆间内温度过高或者溶剂挥发过快。

⑦ 输漆系统中用的泵不合适，喷漆间压力不平衡，压缩空气没有过滤或者过滤不充分。

3) 处理方法。避免产生颗粒的方法如下：

① 涂料充分过滤。

② 涂装环境应该充分清洁。

③ 操作人员的个人防护用具应该使用不脱纤维的防护用具。

- ④ 油漆粘度、输漆压力调整适当。
- ⑤ 喷漆时的风速和温度要适当。
- ⑥ 严格按照喷涂顺序进行施工。
- ⑦ 出现严重起粒现象后，用砂纸打磨干净并重新喷涂。

21. 针孔

1) 现象。漆膜干燥后，在漆膜表面形成针状小孔，严重的时候针孔大小好像牛皮的毛孔。

2) 主要原因。

- ① 被喷涂表面其底层上已经有针孔。
- ② 溶剂挥发速度过快。
- ③ 涂料流动性不良，流平性差，起泡性差。
- ④ 晾干不够充分或者烘干时升温过快造成的表面干燥过快。
- ⑤ 涂料变质或粘度过高。
- ⑥ 被涂物表面温度过高。
- ⑦ 喷涂压缩空气中存在水分、油脂等。

3) 处理方法。避免出现针孔现象及出现针孔现象的处理方法如下：

- ① 选用挥发速度较慢的稀释剂。
- ② 施工时严格防止水分及其他杂质混入。
- ③ 选择适宜的涂料粘度。
- ④ 用清洁的空气喷涂。
- ⑤ 出现严重针孔现象，填补原子灰后重新磨光补漆。

22. 色分离

1) 现象。色分离也叫浮色。涂料中各种颜料的粒度大小、形状、密度、分散性、内聚性等性质的不同，使漆膜表面和下层的颜料分布不均匀，各个断面的色调有差异。色分离与色不均的差别在于浮色漆膜外观色调一致，但湿漆膜和干漆膜的色差大。

2) 主要原因。产生色分离现象的原因如下：

- ① 涂料中的颜料密度相差过大。
- ② 在涂料中含有两种以上的复色涂料时，由于溶剂在涂层的表里挥发不一，容易出现对流而产生浮色现象。
- ③ 喷涂时喷涂压力不稳定。

3) 改进。避免出现色分离的措施如下：

- ① 改进涂料的配方
- ② 喷涂时喷枪的走枪要均匀，喷涂压力要适当。
- ③ 添加浮色剂，如硅油对防止浮色有很好的效果。

23. 银粉不匀

1) 现象。银粉不匀也叫做云斑、走丝。在喷涂金属银粉漆面时，因喷涂的厚度不均匀，施工方法不当和所用溶剂与涂料不配套而引起的银粉分布不匀，定向不匀，银粉颗粒沿同一方向排列，呈现明暗相间的条纹。如果在垂直表面上出现走丝现象，导致漆膜外观颜色不均匀。这种缺陷常常发生在喷涂大面积的金属银粉漆面的时候。

2) 主要原因。出现银粉不匀的原因如下：

- ① 涂料的配制没有严格按照说明执行。
- ② 喷涂时候涂料的粘度过高或过低。
- ③ 涂层过厚或厚度不均匀，雾化差，喷涂操作不够熟练。
- ④ 喷涂银粉漆与清漆工艺时，中间相隔时间太短。
- ⑤ 喷涂环境温度低。
- ⑥ 涂层受湿空气或潮湿天气影响。

3) 改进方法。避免出现银粉不匀现象的措施如下：

- ① 改进涂料配方，使用涂料厂商指定的溶剂及按照说明配制。
- ② 选用合适的喷涂粘度。
- ③ 提高操作者的技术水平，采用专业的喷涂工具。
- ④ 喷涂银粉漆与清漆时，中间相隔时间要适中。
- ⑤ 将喷涂环境温度调节到合适的范围。

24. 砂纸纹

1) 现象。喷涂面漆和干燥后仍能清楚地看到大量呈现凹槽状印迹的现象称为砂纸纹。这是由于在喷涂面漆之前，砂纸打磨留下的痕迹，它会影响涂层外观的光泽、平滑度及丰满度等。

2) 主要原因。出现砂纸纹现象的原因如下：

- ① 砂纸选用不当，打磨砂纸太粗，质量太差。
- ② 打磨时机不当，涂层未干透就打磨。
- ③ 被涂物表面状态不良，没有达到喷涂前的处理要求。
- ④ 涂膜厚度不足。

3) 改进方法。避免出现砂纸纹现象的措施如下：

- ① 正确选用打磨砂纸。
- ② 打磨工序应该在涂层干透和冷却后进行。
- ③ 对装饰性要求较高的部位，以湿打磨代替干打磨。
- ④ 被涂物表面状态不良，应涂原子灰填平。
- ⑤ 提高喷涂厚度。

25. 变脆

1) 现象。涂料干燥成膜之后，漆膜失去弹性或弹性变差称为变脆。

2) 主要原因。导致涂层变脆的原因如下：

- ① 涂膜的柔韧性及附着力差。
- ② 涂膜过厚。
- ③ 涂膜过度烘烤或者烘烤时温度过高、烘烤时间过长。
- ④ 使用环境温度过低。

3) 处理方法。避免涂层变脆的措施如下：

- ① 严格按照要求进行喷漆前的表面处理，提高漆膜附着力。
- ② 选用配套良好的涂层。
- ③ 选择合适的漆膜厚度。

④ 选择合适的烘干范围。

26. 风化

1) 现象。涂层在使用过程中受到空气环境的影响，漆膜厚度变低称为风化。

2) 主要原因。导致涂层风化的原因如下：

① 被涂物使用环境较差。

② 选用涂料的耐候性差。

③ 被涂物使用的时间过长。

3) 处理方法。避免出现涂层风化的措施如下：

① 选用耐候性良好的涂料。

② 根据涂层的破坏程度，及时进行重新涂装。

27. 剥落

1) 现象。当涂料干燥成膜后，涂膜受到外力作用从底材上脱落下来。

2) 主要原因。产生剥落现象的主要原因如下：

① 底材金属表面过分光滑，结合力不够。

② 被涂表面受到蜡、油脂、硅酮、水、铁锈等污染。

③ 被涂表面未使用金属表面处理剂，或者使用的处理剂型号不匹配。

④ 喷涂底漆的方法不当，底漆未充分干燥。

⑤ 喷涂时，基底表面温度太高或者太低，压缩空气的压力过高。

⑥ 涂料所用稀释剂型号不对或者质量太差。

⑦ 漆膜过厚。

3) 处理方法。避免出现剥落现象的主要措施如下：

① 被涂表面太光滑时应该打磨或者经过化学处理，提高涂层的附着力。

② 仔细清洗被涂表面并且用干净的抹布将表面擦拭干净。

③ 被涂表面要正确使用金属表面处理剂，处理 30min 后开始喷涂，以防被涂表面生锈。

④ 喷涂和干燥过程中要保证表面处于规定的温度范围。

⑤ 使用正确的工艺喷涂底漆，要保证底漆充分固化后才可以继续喷涂。

⑥ 用规定型号的稀释剂将涂料稀释到正确的范围。

⑦ 在保证涂料能够充分雾化的前提下，将压缩空气的压力尽可能调低。

⑧ 每次喷涂的涂层要薄而湿。

28. 斑污

1) 现象。漆膜表面出现色斑、腐蚀点或者粘附着污垢。

2) 主要原因。涂层表面出现斑污现象的主要原因如下：

① 漆膜粘有灰尘、水泥灰、焦油、煤烟、酸性物质、昆虫或者鸟类的粪便等杂物。

② 所用颜料不耐酸、碱。

③ 涂层滋生霉菌。

3) 处理方法。避免涂层出现斑污的主要措施如下：

① 选用耐腐蚀和耐油污性好的涂料。

② 汽车不要在室外停放，尤其不要停在污染源附近。

③ 汽车表面要涂防护蜡。

29. 粉化

1) 现象。漆膜在使用过程中受到紫外线、氧气及水分的作用，涂层老化呈粉状脱离。

2) 主要原因。造成涂层粉化的主要原因如下：

① 高分子成膜材料发生老化，导致不能更好地润湿颜料而在漆膜表面析出颜料粒子。

② 涂料中所用漆基和颜料的质量差。

③ 涂料的耐候性差。

3) 处理方法。避免涂层老化的主要措施如下：

① 选用质量好的漆基材料和抗粉化性能好的颜料。

② 选用耐候性优良的涂料。

③ 在涂料中加入适量紫外线吸收剂。

④ 加氢漆膜的保养。

30. 雨斑

1) 现象。受雨淋或者雨露的侵蚀，使涂层表面形成不透明的点状乳白色痕迹。

2) 主要原因。导致涂层出现雨斑的主要原因如下：

① 所用涂料的防水性能差。

② 涂层表面未涂防水保护剂。

3) 处理方法。避免涂层出现雨斑现象的主要措施如下：

① 选用防水性能好的优良涂料。

② 必要的时候可以试验加入硅烷类助剂，提高涂层的防水性。

③ 不要将车停放在没有遮挡的空地上。

3.4.2 中间涂层

1. 开裂

1) 开裂的主要原因。在外观良好的汽车表面喷涂过多的中间涂层，漆膜过厚，容易开裂。

2) 怎样预防开裂。预防开裂主要有如下措施：

① 在喷涂的时候注意只喷到待修补区域。

② 有时候可以将高度稀释的中间涂料作为封闭底漆喷涂到热塑性丙烯酸面漆上。

2. 附着力差

1) 主要原因。表面没有清理干净，造成附着力差。

2) 如何预防。在喷涂前采用清洗溶剂或者金属调整剂清除掉所有表面的杂质。

3. 表面粗糙

1) 表面粗糙的主要原因。操作者在调漆的时候，喜欢把中间涂料的粘度调得稍微高一些，以为喷得厚一点就可以覆盖表面比较严重的划痕，结果造成表面粗糙，并出现严重的桔纹。而且在清漆之后，还可能发现比较明显的打磨痕迹。

2) 如何预防。按照产品说明书的要求进行稀释，调漆的时候将漆料调得稀一些，调匀，使其喷出来的时候形成薄薄的湿涂层。每一道涂层都要留下足够的干燥时间。将其表面打磨平整，打磨痕迹不能太深。

3.4.3 腻子

腻子的主要缺陷是开裂。正如前面说过的那样，刮腻子的目的是填平斑点等小面积的缺陷，不能用来填补大面积破损。不少从事修补工作的师傅把腻子当做可以用来修复金属基材任何缺陷的万能胶。千万要记住，首先要采用机械修复的办法使车身受损表面尽可能平整，然后再刮涂腻子。

下面介绍腻子出现残痕的原因及处理方法。

1. 现象

在刮涂腻子部位喷涂后，涂膜表面出现腻子痕迹。

2. 主要原因

- 1) 腻子刮涂后，打磨不充分。
- 2) 对刮腻子的部位未封涂底漆。
- 3) 所用腻子的收缩性大，固化后变形。

3. 处理方法

- 1) 对刮腻子部位充分打磨。
- 2) 在刮腻子部位涂封底漆。
- 3) 选用收缩性小的腻子。

思考与练习

一、选择题

1. 空气喷枪按涂料的供给方式可以分为()3种。
A. 吸上式、自进式、压力式 B. 上壶枪、下壶枪、无壶枪
C. 常压枪、高压枪、低压枪 D. 吸上式、重力式、压力式
2. 在进行清漆类涂料的喷涂试验时，喷枪与试纸的距离为()cm。
A. 20~25 B. 10~15 C. 15~20 D. 25~30
3. 环保型喷枪又称为()喷枪。
A. HVLP(高流量低气压) B. HP(高气压)
C. HPLV(高气压低流量) D. HV(高流量)
4. 现代喷烤漆房的供气系统一般采用()形式。
A. 上送下排 B. 下送上排 C. 涡旋 D. 紊流
5. 环保型喷枪的材料传递效率一般在()%以上。
A. 75 B. 40 C. 65 D. 35
6. 手持喷枪一次移动的水平距离以()为好。
A. 15~20cm B. 50~60cm C. 50~100mm D. 70~80cm
7. 空气压缩机的控制系统中自动卸载器又称为()。
A. 调压阀 B. 限压阀 C. 回流阀 D. 安全阀
8. 往复直线式打磨机的砂垫运动方式是()。
A. 圆周运动 B. 往复直线运动
C. 小幅振动 D. 既有圆周运动又有直线运动

9. 钣金磨属于()处理工具。

- A. 面漆层 B. 底材 C. 原子灰 D. 中涂层

10. 使用手工打磨时,应沿()处理工具。

- A. 垂直方向 B. 水平方向 C. 圆周 D. 车身轮廓线

二、判断题(正确画√,错误画×)

1. 使用喷枪进行喷涂前应调整喷枪的气压、流量及扇面宽度。()

2. 喷枪使用完毕之后需要进行清洗。()

3. 用于抛光的抛光垫有毛巾式、毛绒式和海绵式三种。()

4. 喷枪的口径并不是因所喷涂涂料的类型而改变。()

5. 在进行喷涂操作过程中不必关注喷枪与工件的距离。()

6. 在进行喷涂操作时对喷枪的移动速度是有一定要求的。()

7. 手工水磨的工作效率要高于机器干磨。()

8. 使用环保型喷枪能够显著减少涂料的用量。()

9. 喷烤漆房并不能为喷涂工作提供清洁的工作环境。()

10. 红外线烤灯适用于局部加热。()

三、简答题

1. 在使用喷枪进行喷涂工作前应进行哪些方面的调整?如何进行?

2. 喷枪使用完毕之后应该注意哪些问题?

3. 刮涂的手法有哪些?在车身轮廓特征线处如何刮涂?

4. 在喷涂长板件时如何走枪?

第4章 汽车修补施工实践

学习目标：

- 掌握各类漆料的喷涂方法。
- 掌握车上各个部分的喷涂方法。

重点难点

- 斑点修补的过程及方法。
- 车身各部分在喷涂中要注意的细节。

4.1 汽车全车身或部分车身板面的修补施工

4.1.1 全车身板面修补施工

1. 全车身板面修补传统方法

- 1) 在全车身板面修补之前必须要洗车。
- 2) 用溶剂清洗待修补的板面及其周围的表面。
- 3) 打磨，目的是清除待修补表面有可能存在的污垢、锈斑等。对已没有涂层保护的金属表面，要将锈蚀的部分打磨干净，为了提高修补质量还要进行磨薄边缘处理。所有待修补表面都要用360号、400号砂纸打磨，至少应打磨掉1/3的涂层厚度。
- 4) 在全部打磨加工完成后，用溶剂重新清洗板面及相邻的区域。根据需要将邻近的部位采用不干胶带保护起来。如果采用热塑性丙烯酸面漆涂覆在热塑性丙烯酸面漆表面，而且采用了慢干稀释剂，则需要在待修补板面周围15cm的范围内用两层胶带贴好。
- 5) 如果需要，可以对已没有涂层保护的金属表面刷涂组分金属表面调整剂。
- 6) 喷涂底漆。
- 7) 喷涂中间涂料。最好是进行轻度打磨。在整个修补表面上，涂封闭底漆。如果面漆是交联型涂料，则应该采用交联型封闭底漆。
- 8) 如果使用的面漆是挥发性面漆，应该选用挥发性面漆系统的封闭底漆，并喷涂适合的面漆，如热塑性丙烯酸涂料、交联型丙烯酸涂料、丙烯酸—聚氨酯涂料、聚酯—聚氨酯涂料、热塑性丙烯酸底色漆加入清漆，交联型底色漆加入清漆等。

2. 热塑性丙烯酸涂料的喷涂施工

- 1) 将丙烯酸涂料按照说明书稀释。要严格根据施工现场的环境温度选择最合适的稀释剂。
- 2) 确定喷枪的压缩空气压力，一般为200~250kPa。
- 3) 喷涂面漆并且使它的色相与原装面漆色相相同。在小样板上面喷涂几道面漆，每道面漆之间要有准确的快干时间。调整稀释比、空气压力、稀释剂类型等参数，使样板的颜色与车身上原来的颜色一致。为了有更好的视觉效果，将样板喷涂至全遮盖，再仔细比较颜色。如果颜色仍然不对，就要按照说明进行调色。重复上述过程，直到两者的明度、色相完全一致。

4) 在正式喷涂面漆到汽车表面待修补区域的时候，每道涂层都要留有足够的干燥时间。干燥的时间要根据产品说明书的具体要求而定。

5) 待面漆干燥一定时间后，根据说明书，在其表面喷涂2~4道丙烯酸清漆或者丙烯酸—聚氨酯清漆。

6) 在喷涂热塑性丙烯酸清漆之后至少干燥1天，最好3~4天，然后进行抛光打蜡。

3. 标准丙烯酸—聚氨酯树脂涂料的喷涂施工

1) 严格按照产品说明书所要求的两组分配比，并进行混合，然后再稀释。应根据不同的天气条件采用不同挥发速度的稀释剂。

2) 为了获得与原装面漆一致的颜色，需要事先确定正确的喷涂工艺。在小样板上面喷涂几道色漆，每道色漆之间要有正确的快干时间。喷枪的压力从280kPa开始逐渐下调。调整稀释剂比例、空气压力、溶剂的类型等参数，使样板的颜色与车身上原装面漆的颜色一致。为了防止色差，将样板喷涂至全部遮盖，再仔细比较颜色。如果样板颜色与原装漆有色差，就要按照要求进行调色，重复上面的过程，直到色差消失。

3) 喷涂色漆到修补板面上，要达到全部遮盖。颜色不同，喷涂的次数也就不同，有的喷涂2~3次，有的喷涂3~4次。

4) 等色漆完全干燥之后，在表面上喷涂两道全湿的清漆，每道之间也同样留有一定的干燥时间。

5) 确认车身修补的表面是否全部干透，在确认其不会沾灰之后一个小时左右，将车开出喷漆间。

4.1.2 部分车身板面修补施工

当汽车车身上损坏小于全车身板面50%的时候，其修补工艺介于整板修补和斑点修补之间，称为部分板面或者局部板面的修补。它的工艺有如下特点：

1) 最好利用车身上自然的分界线将车身上准备修补的区域划分开，从而对部分板面进行修补。不少车身的侧面存在着三个区域：曲折叠线、模塑料嵌条以及边缘，将它们分为上区、中区及下区，如图4-1所示，其折线部分用不干胶带保护起来。

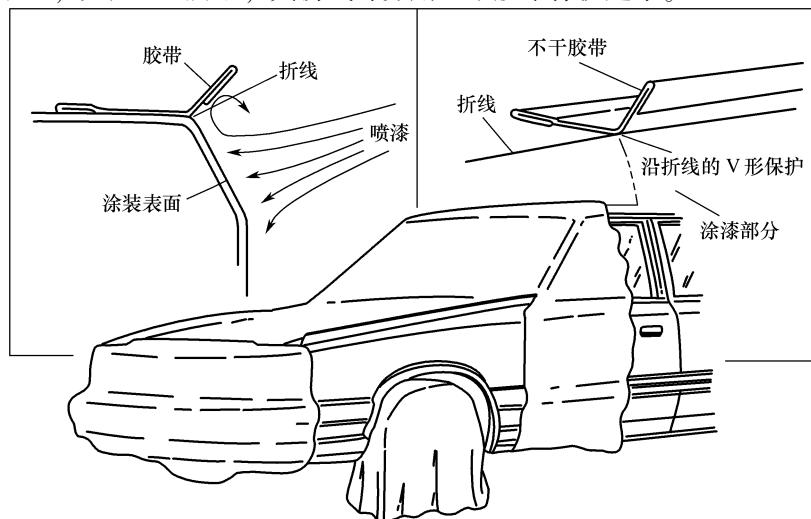


图4-1 折线部分用不干胶带粘贴保护

2) 每次喷涂之后，都要稍稍向外移动一下胶带，以有利于在润色区收边。为此在每次喷涂前将不干胶揭下来，然后再稍稍离修补区域远一点再次粘贴好胶带。

4.2 斑点修补施工

4.2.1 斑点修补前的表面处理

1) 用中性洗涤剂和水清洗车身。

2) 用溶剂清洗车身。

3) 磨斜口(俗称薄边)。如果新涂层直接盖在旧涂层的损坏部位，那么损坏的漆膜外形就能透过新涂层显露出来。因此必须把已遭损坏部位的边缘，打磨成逐渐变薄的平滑过渡状态。当修补涂层的破坏程度还没有深到金属基材时，则这里的薄边要求更为精细、平滑，为无痕迹修补创造条件。

如果用磨块磨斜口，其步骤为：当修补面积直径在 15 ~ 20cm 时，建议用橡胶打磨块或其他体积较大的打磨块包砂纸进行打磨。打磨的方法采用画圆圈的方法，对于大面积打磨则是走直线。采用手工打磨时首先用 80 号粗砂纸磨掉破損部位的外缘，再用 240 号砂纸打磨，然后用 360 号或 400 号砂纸打磨。打磨过程中要经常用海绵蘸水，使表面始终保持湿润，除去粗砂纸打磨时留下的痕迹。

如果用打磨机磨斜口，建议采用装有柔性衬垫的轨迹式或双作用打磨机。用磨盘约 2.5cm 宽的外边打磨粗糙的涂层边缘。打磨机与被磨表面的夹角不能大于 10°，否则会在涂层上磨出沟来。

对粗糙的涂层磨平后，把磨盘放平，前后移动打磨机磨出斜口。按从里向外的方向打磨整个破損部位。在施工期间，应经常停下来用手摸一摸，看看还有没有粗糙边缘。整个外边缘都要磨出新口，所有原来损坏的边缘都要磨掉，以免重涂漆时起皮。表面磨光滑后，当出现面漆和底漆的环带时，这时磨斜口的工作才算完成。

4) 对斑点中心裸露出的金属基材进行除锈后，按照产品说明书的要求，用双组分金属表面调整剂进行处理。稍后用抹布蘸水，擦拭涂有金属表面调整剂的表面及其周围区域。要反复擦拭几次，直到擦拭干净为止。

5) 在裸露出的金属表面上，应覆盖与原来底漆相匹配的底漆，要避免交联型的底漆夹在挥发型涂层之间。随即喷涂 3 ~ 4 层中间涂料，喷涂到比原面漆稍高些(中间涂层一般收缩 50%)，干燥 30min 后，用 400 号砂纸进行打磨。

中间涂层和相邻原装面漆的加工，采用 400 号水砂纸蘸水打磨中间涂层的中心部位，打磨中间涂层应平滑地延伸到原来面漆的上面。采用手工抛光的方法，清除相邻原面漆上的过喷，并擦拭打磨中间涂层的边缘，同时对本色漆上面整个润色区域进行抛光。用蘸有少量水和清洗溶剂的抹布把已抛光的表面擦拭干净。

对改性丙烯酸面漆进行斑点修补时，打磨中间涂层要特别注意先采用 400 号砂纸打磨斑点周围过喷的边缘。打磨时要注意采用适当的打磨模块，蘸水打磨，开始打磨时不要打磨斑点的中心部位。在打磨斑点的中心部位时，要经常注意打磨的程度，千万不可打磨过头。一旦发现斑点中心部位的粗打磨痕迹被打磨平整，马上停止打磨。打磨过程中要使中间涂层平滑地延伸

到原来面漆的上面。最后，再次用蘸有水和少许清洗溶剂的抹布将打磨好的表面擦拭干净。

4.2.2 斑点修补时面漆的喷涂施工

1. 素色漆的喷涂

斑点修补和整板修补所用面漆的品种是一样的，但涂料的施工工艺却有所不同。在素色漆的喷涂中，主要以热塑性丙烯酸面漆的喷涂为例来介绍其施工工艺。

(1) 喷涂前的准备 首先全面检查涂料的品种、色号、稀释剂的型号及喷枪等设备的完好情况。在确定涂料已经搅拌均匀的情况下，准备好两把喷枪。第一把喷枪的喷杯上做好记号“色漆”，放入已配好的面漆。把喷枪暂时设定在中间位置上，对样板喷涂，记录其喷涂层次、间隔时间、稀释比、喷枪压力等，以使面漆的颜色与原装面漆的颜色一致。为了与原厂车面漆颜色作比较，以全遮盖的方式喷涂样板，直至调色结果满意为止。在第二把喷枪中加入1份慢速稀释剂与1份中速稀释剂，并加入体积分数5%的热塑性丙烯酸清漆，在喷杯上做“消雾圈涂料”的记号，备用。

(2) 面漆的喷涂施工 先用第一把喷枪在中间涂层的表面上喷涂第一层面漆，每次走枪开始和结束时采用收边施工法。然后用第二把喷枪喷涂消雾圈涂料于斑点的边缘，间隔数分钟后，以同样的方法喷涂第二层、第三层，每一层都要比前一层范围大些，直至达到全遮盖。喷涂后，在常温下干燥1h，随后喷涂3层热塑性丙烯酸清漆。这里用的清漆为慢速稀释剂，体积分数200%，最后用消雾圈喷剂喷涂丙烯酸清漆的边缘。自干1天(最好1周)后，才能进行抛光操作。由于热塑性丙烯酸漆喷涂后大约要收缩50%，所以必须在施工时，预留一定的量。

2. 二工序漆的喷涂

二工序面漆的涂装也与素色漆涂装一样，要将已遭损坏部位磨斜口，清除旧漆，并进行除锈、喷涂中间涂料，经打磨后喷涂清漆。

1) 二工序热性丙烯酸面漆的喷涂，主要包括底色漆的喷涂和清漆的喷涂。

① 底色漆的喷涂：首先采用清洗溶剂清洗整个打磨后的表面，严格按照产品说明书的标准，喷涂增粘剂到整个打磨过的表面上，干燥30~60min。根据说明书的要求先准备好喷枪，喷杯中装上热塑性丙烯酸底色漆，按照素色漆同样的要求先喷好底色漆。在施工中应注意底色漆切不可打磨，如果出现非打磨不可的情况，则底色漆必须干透后，才能再用超细砂纸进行湿打磨，而且操作时务必小心谨慎。

② 清漆的喷涂：在对热塑性丙烯酸清漆喷涂时，先按照说明书的要求稀释，检查粘度合格后将其装入喷杯中，做好“清漆”记号。配制消雾圈涂料，装入另一个喷枪中，做好“消雾圈涂料”记号。将喷枪压力调整为0.25~0.28MPa，喷涂2~3层中等湿度的涂层，每层间隔时间15~20min。作润色时一直扩展到邻近的板面上，但不要超过喷涂过增粘剂的区域，喷涂消雾圈涂料到清漆的润色区域，在0.14MPa的压力下，喷涂消雾圈涂料至整个涂过清漆的表面上。抛光前要干燥24h以上，直至清漆完全干透，采用抛光机进行抛光。

丙烯酸聚氨酯清漆是用于底色漆罩光最好的清漆系统，喷涂后不需要抛光就能得到良好的光泽和鲜映性。喷涂清漆前，要让热塑性丙烯酸面漆干燥2h以上(如有必要，在喷涂清漆前可对丙烯酸面漆作轻微的抛光)，然后用丙烯酸聚氨酯清漆罩光。丙烯酸聚氨酯清漆是双组分漆，与固化剂的配比必须十分准确，喷涂压力一般为0.35MPa，在待修补区域喷涂2~3层中等湿度的涂层，每层间隔15~20min。如在夏天可在配好的聚氨酯混合涂料中添加50g/L左右的延

缓剂以改善其流动性。此时干燥时间必须适当延长，最好在24h以上。如有必要，进行润色加工；如发现表面存在着疵点或灰尘，可在清漆干燥48h后再进行打磨抛光。

2) 丙烯酸聚氨酯清漆的修补。首先用清洗溶剂清洗表面，对修补表面进行加工，做好打磨工作后涂底漆，喷涂热塑性丙烯酸底色漆至全遮盖。干燥2h以上，按照说明书要求喷涂丙烯酸聚氨酯清漆，干燥12h，或在汽车离开喷漆间之前干燥数小时。

3. 底色漆+清漆系统的修补施工

1) 有时候汽车表面只是在清漆层存在轻微的划伤或灰尘、化学作用留下的斑点、流挂以及轻微的桔纹等小伤。这个时候不需要重新涂修补漆，表面的抛光和打磨就可以遮盖这些小伤。在这种情况下的抛光和打磨操作和以往的抛光打磨有点小小的区别，它的工艺如下：

- ① 用中性洗涤剂和清水冲洗车身。
- ② 用溶剂清洗车身。
- ③ 采用中等抛光膏进行抛光，抛光机的转速为2700r/min。
- ④ 保持打磨平整，稍稍加压。经常检查打磨效果，若有必要，抛光膏要适当加量。
- ⑤ 上述伤痕经过打磨除去之后，再加上抛光蜡，对修补点及周边区域进行抛光。
- ⑥ 如果经过上述打磨、抛光处理，仍然无法消除伤痕，则可以采用1200号或者1500号砂纸进行湿打磨。有些轻微的桔纹、痕迹、灰尘以及化学作用留下的斑点等可以用打磨块帮助打平。
- ⑦ 完成砂纸打磨之后，重复进行上述操作进行抛光。

2) 底色漆+清漆系统对局部板面的修补施工。斑点修补和局部板面的修补并没有很大的差别，所以不少涂装工人在施工的时候会发现，如果在修补施工中能够综合这两类施工工艺的特点，将可以又快又好地完成任务。其工艺如下：

- ① 在表面的颜色没有色差后进行润色操作。
- ② 在车身上的天然分界线以内喷涂清漆，否则会把清漆喷到下一个相邻的区域内，如图4-2所示。

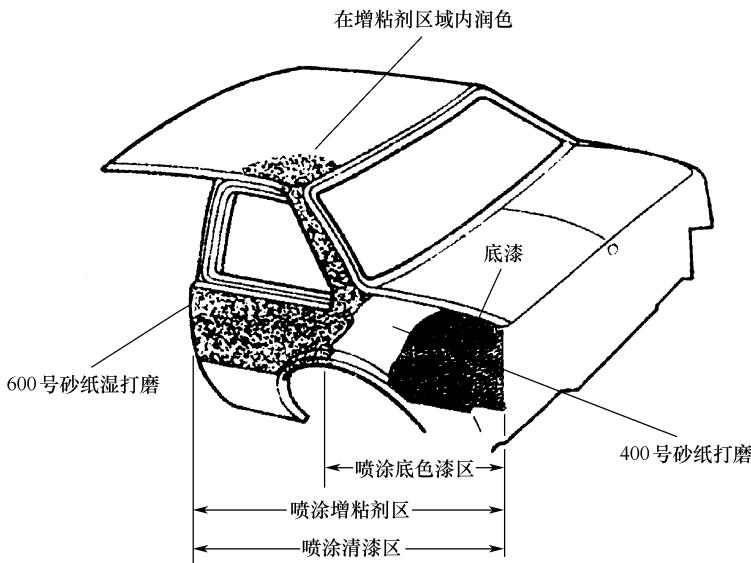


图4-2 典型斑点及部件板面修补工艺

3) 采用热塑性丙烯酸底色漆的喷涂工艺如下：

① 采用 600 号或者更细的砂纸进行整块板面打磨，一直到分界线的部位。如果修补处没有分界线或者折叠线，则可以稍稍打磨得宽一点，允许扩展到与其相邻的板面上。

② 采用清洗剂清洗整个经过打磨的表面。

③ 严格按照产品说明书的要求，喷涂增粘剂到整个打磨的表面上，干燥半小时到一个小时。

④ 按照要求准备好喷枪，喷杯中装上热塑性丙烯酸底漆。检查涂料的粘度，看它是否符合施工粘度的要求。这对于是否能够获得满意的颜色关系重大。

4) 丙烯酸—聚氨酯清漆的施工工艺的特点及注意事项如下：

① 丙烯酸—聚氨酯清漆是用来在底色漆或色漆表面罩光最好的清漆系统，喷涂后不需要抛光就能得到良好的光泽和鲜映性，受到广大客户的欢迎。

② 在调漆和喷涂施工期间，施工人员必须戴好劳保用品，车间通风必须良好。

③ 如果有必要，在喷涂清漆前可以对丙烯酸面漆做轻微的抛光。

④ 如果整车都是丙烯酸面漆，在喷涂丙烯酸—聚氨酯清漆之前允许进行打磨。

⑤ 热塑性丙烯酸底色漆在干燥一个小时后，可以用丙烯酸—聚氨酯清漆罩光。

5) 丙烯酸—聚氨酯清漆的施工工艺如下：

① 用清洗溶剂清洗表面。

② 对修补表面进行加工，仔细磨薄涂层的边缘，然后涂装底漆。

③ 按照说明书的要求，在整个板面上涂 5~6 道屏蔽涂料。用 500 号、600 号砂纸打磨屏蔽涂料。并且进行比色，看其色相是否一致。

④ 让底色漆干燥至少两个小时。按照要求喷涂丙烯酸—聚氨酯清漆，干燥一天。

⑤ 对整个修补表面进行抛光打磨，以便喷涂增粘剂。在对比喷涂色漆和清漆范围大一点的区域内喷涂增粘剂，按照要求将底色漆稀释。在喷涂前，用粘度杯检查稀释后的底色漆和清漆的粘度。

6) 车身上边角处的刷涂修补施工。对于车身上的边角、拐弯等结构特殊、离边角至多只有一厘米宽的部位是无法采用喷涂方法进行修补施工的。传统的刷涂法在这里就可以起到很大的作用。

① 其优点是：不需要喷枪，修补的速度快。而且施工设备只需要几把刷子，其他如空气压缩机、空气净化系统、喷枪等都不需要。但是这种方法受到很多条件的制约，修补的质量达不到喷涂施工的效果。一些喷枪施工的特殊工艺在刷涂的时候就根本无法实施，如润色收边、走虚枪等。所以在修补的过程中不到万不得已的时候都不会采用这种方法。

② 工艺过程。刷涂过程中需注意以下事宜：

表面处理：清洗表面，采用合适的砂纸磨薄涂层边缘，220 号或者 320 号砂纸均可。彻底除去所有的锈蚀。在裸露的金属表面刷涂表面调整剂。

刷涂底漆：采用刷涂的方法，刷涂一道底漆在裸露的金属表面，并且干燥一定时间。刷涂一道中间涂料，同样干燥一定时间。

在实施上述操作的过程中要注意的问题是：不要采用传统的工艺进行打磨，而只能采用 400 号或者 500 号砂纸进行表面抛光。如果将色漆直接刷涂到裸露的金属表面上，则附着力将会很差，要避免这种施工方式。

4.3 整车的修补施工

整车修补是汽车美容修补施工中最具代表性，最为全面，也是得到最多人认可的一种涂装工艺。它的关键之处就是要保持湿边，同时应该尽量减少水平表面上的飞漆，以防止漆雾沉积到已干的部位而造成砂状表面。前面所提到的汽车修补中有关表面处理、表调、刮腻子、中间涂层喷涂等工艺，整车修补和局部修补没有什么太大的区别。所以本节重点以整车面漆喷涂修补为例介绍面漆喷涂的全过程。

在整车涂装程序中，目前较为普及的是德国巴斯夫等公司推荐的两种方法。第一种是在喷漆室中首先喷涂车顶，然后依次喷涂发动机前盖和侧面，这样的喷涂方法能在减少水平面上飞漆的同时总能保持“湿边”，可以防止飞漆落到已经干了的区域而产生砂状表面。如果有可能，选用下吸式喷漆室会更好，因为气流从车顶流向车底，使喷雾形状有所不同。另外一种方法是按照第一种方法的喷涂顺序，在保持飞漆最少的同时，使三个主要水平面尽可能的湿一些。

4.3.1 车顶的喷涂

在车顶和风窗玻璃、后窗交界的地方采用带状涂装法进行涂装。首先从靠近施工人员的车边缘的地方开始喷涂。从左到右，再从右到左进行喷涂，使之达到中等湿度的效果。应该注意的是，每道走枪都要从车顶的边缘处开始。

由于修补施工的时候多采用重力式或者虹吸式喷枪，受喷枪杯的影响，喷枪的俯角受到一定限制。应采用每层扇幅重叠覆盖 60% ~ 70% 的方法从边缘向中心喷涂，一直喷涂到可以看见明显柔和的光泽时为止。

4.3.2 发动机前盖的喷涂

发动机前盖的喷涂方法如下：

- 1) 首先用抹布把表面擦拭干净，为了防止前盖上灰尘吹到刚刚喷过的车顶，不得采用气枪吹压缩空气法来清理表面，而只能用粘性抹布把表面擦拭干净。
- 2) 采用带状喷涂法喷涂风窗玻璃与前盖交界处。在喷涂发动机前部边缘时，最好不要采用带状喷涂法。
- 3) 喷涂施工的时候操作者应站在挡泥板附近，从这一边的边缘开始喷涂。从左到右，再从右到左，使之形成中等湿度的涂层。喷涂的要求是，每一道走枪都要从边缘开始。
- 4) 喷涂的方法和喷涂车顶一样，由于受喷枪杯自身的限制，每一道之间重叠 60% ~ 70%。每一道都是从边缘到中心进行喷涂，仔细查看每道走枪所获得的涂层光泽。
- 5) 换到发动机盖的另外一端，从中心开始往边缘移动进行喷涂。
- 6) 从中心开始往边缘移动进行喷涂，每层扇幅的覆盖大约有 10cm。

4.3.3 后盖的喷涂

后盖的喷涂和前盖的喷涂一样，在施工之前都要对其表面进行清理。都只能用粘性的抹布把表面擦拭干净。检查喷杯中的涂料，看看是不是足够喷涂，在对一个比较大的板面进行

喷涂的时候，千万要将涂料装足，避免还没喷完一道，喷杯内的涂料就已经用完了，而还要重新加料、重新开始喷涂的现象。这样就会给喷涂的表面留下痕迹。后盖的喷涂方法如下：

- 1) 采用带状喷涂法沿着后窗玻璃的底边喷涂一遍。
- 2) 站在后盖的某一边，从这一边的边缘部位开始喷涂，以中等走枪速度从左至右，再从右至左喷一道中等湿度的涂层。
- 3) 继续采用上一道喷涂的方法直到后盖的中心，两道雾束之间重叠度约 60% ~ 70%。
- 4) 换到另一边，还是从中心开始向边缘移动喷枪进行喷涂。在整个喷涂的过程中，涂层应该总保持是湿的，所有走枪速度要快。
- 5) 喷涂汽车的后部，每一道雾束的重叠也是大约 10cm。

4.3.4 汽车侧面的喷涂

汽车侧面的喷涂方法如下：

- 1) 施工前表面的清理与前盖和后盖相同，也是采用粘性抹布将表面清理干净。检查喷杯中的涂料数量，看看是否足够下一步操作。
- 2) 从前到后对汽车的侧面进行分段。在适合于操作者走枪的距离采用带状喷涂法垂直向下喷涂一道，以此将车身侧面分出一段来。
- 3) 在这一段内从底部或者顶部开始走两道枪，先从左到右，再从右到左，重复上述喷涂法继续喷涂下去。
- 4) 每一道枪之间扇幅重叠覆盖 50%，直到这一段表面全部被涂料覆盖完全。接着转移到下一阶段，也是先采用带状喷涂法垂直向下喷一枪，划出第二段。继续重复上述操作，喷涂第二段，直到侧面全部喷涂完毕。

4.4 塑料零件的修补施工

4.4.1 常见塑料件修理工艺

1. 塑料件的类型和塑料零件

汽车上的许多部件为塑料件，从汽车的内外部件到发动机和变速器等都有许多塑料件。塑料来自于天然物质，包括从植物沉淀和分泌出来的树脂，以及来自于人工合成的树脂。

(1) 塑料的分类 塑料分为以下两类：

1) 热塑性树脂。这类树脂是最常见的树脂类型。树脂受热会软化，显示出较好的塑性，冷却时树脂会固化。重复加热和冷却树脂，不会改变树脂的性质，但是它的性能会有所下降，这种树脂的性能与蜡烛相似。

2) 热固性树脂。这种塑料在汽车上比热塑性树脂用得少。开始的时候，它是以液体的形式呈现，受热会发生化学反应，变成固态。它最显著的特征就是热固性，即使再次加热也不软化。

(2) 特性 塑料有下列特性：

- 1) 质量轻，相对密度在 1.1 ~ 1.3 之间。
- 2) 塑料不导电。

- 3) 塑料的导热性能较差，不容易储存和积累热量。
- 4) 塑料在热量和压力下容易成形。
- 5) 防振和隔噪声性能好。
- 6) 透明或半透明，可以喷涂自己想要的颜色。
- 7) 一般在50~70℃之间，塑料不受温度的影响。如果温度超过70℃，许多塑料就会发生变形，甚至融化。
- 8) 弯曲性小。
- 9) 受热伸长。
- 10) 吸收水或者溶剂的时候性能和尺寸会变化。

2. 修理塑料保险杠注意事项

修理塑料保险杠时应注意以下事项：

- 1) 如果聚丙烯保险杠底材露出，就一定要喷漆聚丙烯底漆。
- 2) 如果塑料保险杠表面有油脂，会降低聚丙烯底漆的附着力。将油脂清洗干净，要用空气吹净除油剂。
- 3) 由于聚丙烯底漆干燥后，不能抵抗溶剂，涂底漆之后，不能使用除油脂溶剂，所以在漆面干燥之后必须尽快进行下一道工序。
- 4) 一定不要在氨基甲酸乙酯保险杠上涂聚丙烯底漆，这样会影响保险杠的附着力。
- 5) 如果涂的聚丙烯底漆或者中涂底漆过厚，会产生针孔，使干燥时间延长或吸收面漆。
- 6) 由于树脂制成保险杠有柔性，不能使用普通的中涂底漆，否则保险杠会出现裂痕。所以，一定要加入软化剂或者用专门为塑料保险杠设计的固化剂。
- 7) 塑料件的温度比钢板升温慢，热量不容易传到红外线烤灯照不到的地方。所以，移动红外烤灯，均匀干燥喷涂过的整个部位，如图4-3所示。
- 8) 加热保险杠的温度不可以超过80℃，因为塑料保险杠超过这个温度会产生变形。
- 9) 喷涂的保险杠在加热干燥后不应立即安装，因为保险杠上的涂料在加热干燥后相对柔软。应该让保险杠在室温下再干燥1~2h。

3. 修理工艺

(1) 修正变形 修正变形的方法如下：

- 1) 安装红外线烤灯，加热保险杠变形部位和变形周围，如图4-4所示。
- 2) 调节红外线的灯光，使保险杠表面温度达到40℃，保持这个温度10~20min，升高变形周围的温度。然后，将变形部位的表面温度升高到60℃，保持大约5~10min。经过上面的操作后，较大的变形部位会基本恢复到原来的状态。
- 3) 其余小的变形部位用手修正即可，如图4-5所示。
- 4) 将红外线灯关掉，在室温下冷却保险杠。

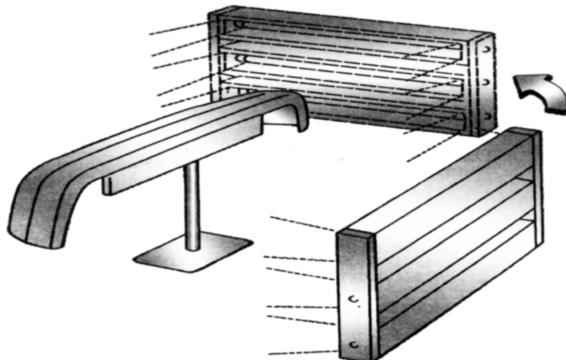


图4-3 塑料件的干燥

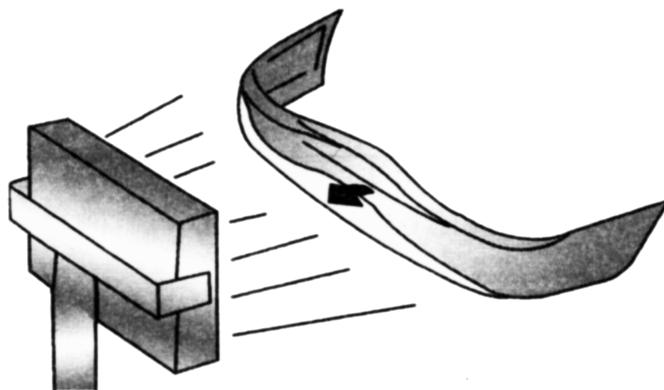


图 4-4 加热保险杠

(2) 防止裂纹的进一步产生 防止裂纹进一步产生的措施如下：

1) 用水清洗要修理的部件，然后晾干或者用吹尘枪吹干。

2) 使用 4mm 直径钻头，在裂纹的末端钻一个小孔，防止裂纹进一步发展，如图 4-6 所示。

(3) 做 V 形沟槽 用 120 号砂纸打磨裂纹处的 V 形沟槽，如图 4-7 所示。

(4) 涂聚丙烯底漆 涂聚丙烯底漆的方法如下：

1) 清洗和除掉保险杠后面的裂纹和周围区域的油脂。

2) 为保证保险杠光面和粘合剂之间的附着力，在塑料材料的表面涂特殊的聚丙烯底漆薄涂层，并且干燥 10min 左右。

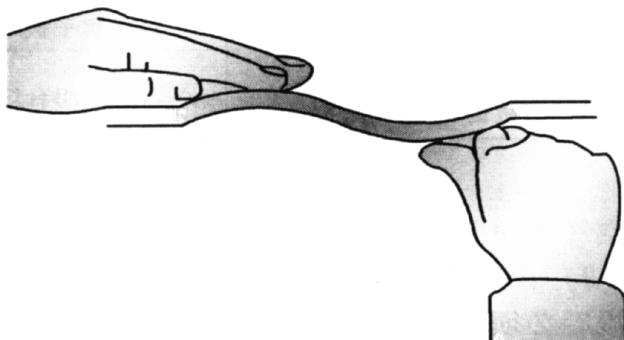


图 4-5 用手修正塑料件的小变形部位

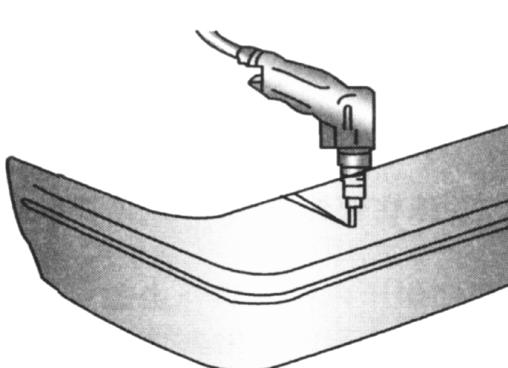


图 4-6 为防止裂纹继续开裂，在末端钻孔

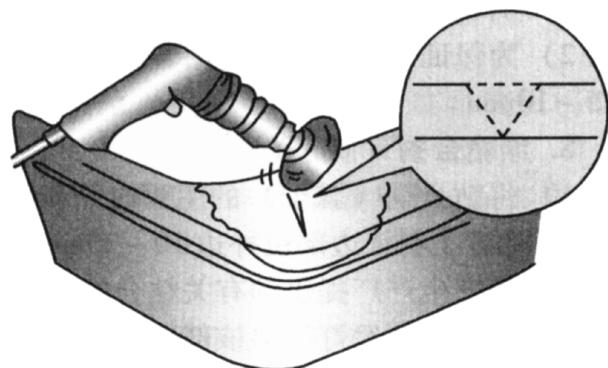


图 4-7 打磨 V 形沟槽

(5) 增强裂纹后面部位 增强裂纹后面部位的方法如下：

- 1) 将粘合剂的主要成分与固化剂完全混合，涂在保险杠的后面，直接涂在裂纹后面。
- 2) 严格按照生产厂家有关粘合剂使用的方法进行操作。
- 3) 在开裂的末端固定一块辅助材料，用夹子将辅助材料放入缺口，这样就可以缓解裂纹产生的高度差别。
- 4) 在涂粘合剂的部位固定一块玻璃纤维，压紧布，用刮刀将流到纤维带外面的粘合剂刮到纤维布的表面，形成平整涂层。
- 5) 遵守粘合剂生产厂商的指导，按照生产厂商提供的加热固化时间进行操作。

(6) 涂粘合剂 涂粘合剂的方法如下：

- 1) 将粘合剂的主要成分和固化剂完全混合，并涂在要修补的部位及其周围。
- 2) 严格按照生产厂商提供的有关粘合剂的使用方法和注意事项施工。
- 3) 使用红外线灯加热修补部位到70℃左右，使粘合剂固化。
- 4) 遵守粘合剂生产厂商的指导。

(7) 打磨粘合剂 打磨粘合剂的方法如下：

1) 保险杠冷却后，先将120号砂纸贴到往复式打磨机或者手动磨块上，对涂有粘合剂的表面打磨，然后用240号砂纸打磨，打磨的时间要合适。

- 2) 使用320号砂纸打磨，其打磨区域比粘合剂部位稍大。
- 3) 清洁打磨部位的周围并除油。

(8) 涂聚丙烯底漆 在磨光表面裸露的部位涂特殊的聚丙烯底漆，并干燥10min左右。

(9) 涂中涂底漆 涂中涂底漆的方法如下：

- 1) 遮蔽损坏部位周围的地方，防止中涂底漆喷到其他部位。
- 2) 向损坏的部位涂特殊的中涂底漆。
- 3) 按照生产厂的说明干燥中涂底漆。

(10) 打磨中涂底漆 打磨中涂底漆的方法如下：

- 1) 在有针孔或者砂纸刮痕的部位涂刮填眼灰。
- 2) 填眼灰干燥之后，用320号砂纸打磨中涂底漆并且打磨工件，准备喷涂面漆。
- 3) 局部修理用500号砂纸打磨。
- 4) 清洁打磨部位周围并除油。

(11) 珠纹涂层 珠纹涂层的操作方法如下：

1) 喷涂一块实验板，使其珠纹效果与原车最接近。用较低的空气压力，喷涂高密度颜色涂料。如果喷涂未稀释的金属漆，由于涂料会粘住喷枪，不能喷出好的效果，这时使用相似颜色的纯色漆喷涂珠纹效果。

- 2) 检查涂料的珠纹状况并且向损坏部位喷涂珠纹漆。
- 3) 按照说明干燥涂层。
- 4) 对珠纹部位清洁除油。

(12) 涂面漆 涂面漆需注意以下问题：

- 1) 涂与原车颜色匹配的涂料。
- 2) 按生产厂商的要求干燥漆层。

4.4.2 内用塑料制品的鉴别和涂装

了解汽车的人都知道汽车内部用塑料制品往往都设计成一种颜色或者涂上底漆，装车之前再进行面漆涂装，这样就可以使一种塑料件能够用于数种不同的车型，大大有利于减少这些塑料零件的存储量。其实汽车上的塑料制品需要重新涂装有很多理由，最重要的是塑料件在储存和运输的过程中避免不了磕磕碰碰，造成零件表面涂层的破损，所以塑料制品在安装前都要进行严格的再涂装。

正像汽车其他部分的表面涂层一样，国外有关部门也对塑料零件的颜色规定了标准色卡及编码。一般编码的头两个数码代表基本色，后面的数码则表示材料的类型和设计。例如 19N，19 表示颜色是黑色，N 表示材料是由聚烯烃构成。

1. 汽车内部塑料制品的鉴别

在汽车中普遍采用的塑料制品主要有三类，PP、PVC 和 ABS，其中用得最多的是 PP。由于这几种塑料的涂装体系不一样，因此涂装的时候就要求正确判定有关塑料制品是由什么合成材料构成的。判定塑料品种最常用也最简单的方法是火焰燃烧法。

如果火焰没有明显的烟雾发生，并且呈现出明亮的火焰，就证明是 PP。如果塑料燃烧的时候，会产生黑色的烟雾，这种烟雾看起来很像乙炔燃烧时候产生的烟雾，则表示这种材料可能是 ABS。

将烧热的铜线和待测零部件的背面或不显眼的部位接触，铜线上会粘上一点熔融的塑料。将铜线再拿回到火上烧，如果此时呈现绿色或者青绿色，则表示这种塑料是 PVC。

2. 涂装用材料

1) PVC 清洗剂或者所用涂料的清洗溶剂。PVC 清洗剂由混合溶剂配制而成。在喷涂面漆之前，也可以采用面漆稀释剂对表面进行清洗。

2) PVC 表面调整剂。PVC 专用表面调整剂的作用是对 PVC 表面进行处理，使其有利于重涂。PVC 专用表面调整剂具有强烈的渗透性，而且能够软化 PVC 表面并且产生轻微的膨胀。这样涂装的时候修补涂料就很容易地渗透进入塑料表面，这就是人们常常提到的“锚链反应”。它可以大大提高涂料对基材的附着力，这是塑料涂装前不可缺少的步骤。

3) PVC 用面漆的喷涂施工。PVC 用的涂料是由涂料制造厂专门生产的，国外的汽车内部塑料用涂料有着非常规范的标准。他们为各个汽车制定了特殊的颜色色码代号，包括很久以前生产的车型，现在生产的车型等。不仅规定了颜色，而且还规定了两种不同光泽级别的产品，即低光泽和半光两种产品供客户选择。遗憾的是，国内到目前为止还没有类似严格的标准出台，因此在选材方面要比国外困难很多。

在选择涂料的品种牌号的时候最好征求一下汽车总装厂和涂料厂商的意见，并且要仔细研究各个品种的性能效果。

4) PVC 用清漆的喷涂施工。根据客户的要求，一般清漆有两个不同光泽级别的品种，即低光泽和半光两种。如仪表就是先喷涂半光面漆，再喷涂两道低光泽的清漆。当然很多面漆本身就是低光泽的产品，那就不需要再次喷涂清漆了。

5) 丙烯酸面漆的喷涂施工。面漆的选用首先应该考虑的问题是颜色。国外对于各种用途的涂料颜色编码的规定是非常严格的。在选定颜色的时候要特别注意的是有关光泽的描述，如平光、低光泽及半光等。

6) PP 底漆的喷涂施工。PP 底漆是涂料制造厂为了提高涂料对 PP 塑料的附着力而专门设计的产品。值得注意的是不要采用其他底漆来代替这种专用底漆。这种专用修补 PP 件的底漆在国外多采用自喷灌的形式包装。

7) 平光剂。由于国外很多汽车装配厂对汽车内部塑料零部件都采用了两种不同光泽的涂料装饰，为了客户使用方便，涂料厂专门为其实配供应平光剂。汽车塑料零部件修补用涂料采用的平光剂有两大类，即聚氨酯用和非聚氨酯用平光剂，选用的时候一定要小心谨慎。

3. 涂装

汽车内部塑料零件是涂装好之后才安装到汽车上的。涂装前必须仔细选择适当的涂料系统。一般可以分为 PP 塑料件、硬质 ABS 塑料件、PVT 和软质 ABS 塑料件三类。

1) PP 塑料制品。PP 塑料制品是一种难粘、难涂的材料。所以 PP 的涂装必须先采用专门底漆进行打底或者对其进行表面特殊处理，然后才能涂热塑性丙烯酸清漆。

2) 硬质或者刚性 ABS 塑料不需要专用的底漆，传统的热塑性丙烯酸涂料就能获得满意的结果。

3) PVC 和软质 ABS 塑料零件的涂装。汽车内部很多地方都采用了 PVC 及软质 ABS 塑料，如仪表板、门框、扶手以及人造革座椅等。这两种塑料采用的涂料系统大都是 PVC 专用的色漆或者底漆。要提醒用户的是这两种塑料在涂装前都不需要专用底漆。

4.4.3 汽车外部塑料零部件及聚氯乙烯顶棚的涂装

为了防止汽车在行驶过程中遭受撞击，或者比较严重的擦伤，或者在停靠的时候不小心碰到周围的墙壁、电线杆等意外情况的发生，不少型号的汽车特别是高级轿车在其车身外面的某些敏感部位，比如保险杠、反光镜、车门把手及装饰条等采用柔性塑料件制造，国外有很多汽车采用聚氯乙烯顶棚，经常会碰到涂装方面的问题。

通常情况下，汽车的以下几个部位采用了柔性塑料：

1) 填料嵌件。位于保险杠和汽车车身之间，由于它们填充了保险杠至车身之间的空隙，所以叫做填料嵌件。填料嵌件的装入在一定程度上改善了汽车的外观。

2) 柔性前端板：某些型号的汽车，特别是赛车的前端设计有这种柔性板。

3) 聚氨酯和聚丙烯涂装的保险杠，在某些型号的赛车上装置了钢制保险杠，而且采用了柔性聚氨酯或聚丙烯塑料进行了涂装覆盖。也有的采用弹性磁漆涂装，使视觉效果非常好。

绝大多数外部塑料零部件使用的涂料都是烘烤型弹性磁漆。弹性指的就是涂层具有较大的柔韧性，类似弹性体或橡胶，也可以弯曲、折叠和拉伸，然后还可以恢复到原来的尺寸和形状而不会被破坏，且柔性塑料本身也不会出现开裂、断裂等破坏现象。换句话说，弹性涂料是专门为柔性塑料的涂装而设计的。

弹性涂料在涂装前必须通过以下几种试验：

1) 做色调对比。涂装后塑料的颜色与车身上相邻部位的颜色进行比较，应该没有大的色差。

2) 光泽对比。修补涂装后，零部件的光泽必须和原装件的光泽一致。

3) 抗裂开性。修补涂料应该像原装涂料一样能够开裂，即能够通过弯曲试验。

4) 足够的附着力。一旦涂装完成，并且干燥后，涂层应该不能从零件上用胶带剥离。

5) 新车涂料外观标准。修补后的涂层应该和原来涂层非常相像，修补涂料应该有良好的外观及耐候性等基本性能。

所以，选用合适的涂料就是进行修补施工前首先要认真对待的事情。现在市面上有不少品种，可以供汽车修配厂挑选。

4.5 汽车局部修补涂装技术和操作技巧

4.5.1 驳口修补技术

所谓的驳口修补技巧就是将修补的地方，溶入周边的原色，看不出来有修补的痕迹。

1. 素色漆驳口修补

1) 底材准备。用 P400 砂纸干磨局部的修补区域，其他的融入区域进行抛光打蜡处理，整个修补面再用去蜡剂清洗。

2) 喷涂色素漆。配置好面漆，在局部修补地区及周边喷涂两道色漆，每一次都由内往外扩展喷涂面积。第二道比第一道重，每一层喷涂之间间隔五分钟。

3) 配制驳口稀释剂。加色的部分：一份已调好的色素面漆添加 5 份驳口稀释剂；不加色的部分：100 份驳口稀释剂加 2 份固化剂，或者直接使用驳口稀释剂。在最后一道素色面漆喷完之后，马上用以上调配好的驳口稀释剂喷涂在修补涂层的边缘，让它落入旧漆的其他区域，一般轻喷 2 至 3 道就基本完成了驳口的工作。

4) 干燥。温室下自然烘干或者 60℃ 烘烤 40min。

5) 抛光。如果有必要，在完全干燥之后，可以用抛光蜡抛光。

2. 珍珠银粉漆的驳口修补

使用银粉漆、珍珠漆做驳口修补的时候，具体步骤如下：

(1) 底材准备 首先把底材分成三个区域，如图 4-8 所示，并做以下准备。

1) 首先要使用腻子填平修补区域，再用 P320 砂纸磨平腻子后喷涂中涂漆并且干燥。

2) 用 P800 砂纸湿磨或 P400 砂纸干磨区域①，最后用 P1000 砂纸湿磨锈蚀。

3) 底色漆驳口区②用细灰级的 3M 研磨。

4) 清漆溶入区③用细灰级的 3M 研磨。

5) 将所有区域都用除油剂仔细清洗，并且擦干。

(2) 银粉漆 需完成如下工作：

1) 搅拌均匀，在驳口区域喷涂一道中湿的涂层(不要超出清漆溶入区)。

2) 第一道底色喷涂于区域①，间隔 3~5min 继续喷涂下一道。

3) 喷涂二、三道漆的时候，延伸到驳口区域②。

(3) 珍珠漆 需完成如下工作：

1) 将第一道素色漆喷涂于修补区域①，第二道延伸至驳口区域②，有时候需要喷三道漆，才能达到所要的遮盖力效果。

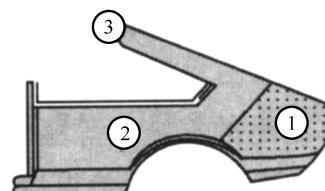


图 4-8 底材三个区域

- 2) 珍珠漆搅拌均匀并且过滤，然后5份珍珠漆加上1份素色底色漆混合。
 - 3) 喷涂2至3道于①、②区域，每一道漆间隔5min。
 - (4) 喷涂清漆 按照产品说明配置好清漆，在①、②区域上喷涂2至3道漆。
 - (5) 后处理 使用驳口稀释剂，在完成最后一道清漆的喷涂时，立即喷涂2至3道驳口稀释剂于区域③；或者1份已经配置好的清漆加上5份慢干稀释剂，再喷2道于区域③的边缘，注意不要超出范围。
- 要是有特殊需要，这些溶入区域最后只能用极细的或非研磨级的研磨蜡来修饰。

4.5.2 疤痕无痕修补技术

汽车的修补工作，一般认为完美的修补是在必须修补的情况下，达到一种最好的状态，就是跟新车一样的效果，看不出修补痕迹，这种效果也被称为“无痕修补”。显然，无痕修补需要两个方面的努力，也就是准确调色、准确喷涂。

准确调色，就是颜色的可调性和可喷性。很多操作者很苛求颜色的绝对准确性，却容易忽视涂料本身的性能。事实上，涂料的颜色会受到银粉和珍珠排列的影响，而喷涂的手法、气压、距离等因素也会影响漆膜的厚度和均匀度，从而对银粉和珍珠排列产生影响。

1. 汽车修补的配色技巧

汽车修补的调色依据是按照“光谱色”制作标准卡，从色卡中找到要配的颜色，也可以依据用户提供标准涂层样片来配色，具体步骤如下：

1) 准确辨别颜色。首先按照色板上的颜色，在光源充足的条件下准确辨别其色相、明度及纯度，确定主色、底色以及其他必用的成色，并调正色相、明度、纯度及原色色料。

2) 仔细选择色料。按照涂料的类型、品种、稀释剂及辅助料配套使用的原则，选择性能优良又经济的原色色料备齐待用。

3) 先调样品，合适之后再大量调剂。在无配色设备条件下，一定要按照此规则来调剂，才能使得色料配比准确度高，也可以避免大量调剂而产生的浪费。

4) 调制的步骤及方法应该严格本着先主后次，由浅至深的顺序，调配的时候要充分搅拌互溶均匀。

5) 辅助材料的加入，要严格按比例加入相适应的品种，调配的时候适时适量一起加入并搅拌调匀。

值得注意的是，调色漆是湿状而样板色是固态，所以色漆调好后颜色应该比样本稍微浅一些，不可相近，更不可太深。这样等到漆干后就会同样板色一样，否则色差会大，颜色较深。

2. 准确喷涂及飞驳口技术

如果在调色上出了问题，后面不管多认真都不可能做出准确的漆膜颜色；如果喷涂的手法、气压及距离等因素有了明显的变化，则再准确的调色也不可能保证得到理想的、一致的漆膜颜色。

对于准确的喷涂，有两点是必须注意的：与调色的配合和飞驳口技术。

所谓与调色的配合，就是通过控制气压、距离及手法等人为因素，达到一个标准的漆膜颜色。但是就像前面例子所表现出来的，色差是绝对的。我们设法达到一个准确的漆膜颜色，实际上是尽量减少色差的程度。所以我们强调“飞驳口”技术，通过飞驳口将事实上

存在的色差减少到肉眼几乎看不到。

4.5.3 减少汽车局部修补色差的操作方法

局部喷涂在实际操作中是很难把补漆颜色与旧漆颜色调配得完全一致，就算是成分完全一样的面漆喷涂之后仍然会出现色差。通过下面的具体操作方法就可以将局部补漆喷涂中的色差减少到最小的程度。

1) 驳口渐渐退去。当没办法使所调补漆颜色调配到与旧漆膜一致的时候，可以在施工操作中使局部修补的颜色渐渐地过滤到与旧漆膜的颜色相接近。即在最后一层涂装的时候，在原来已稀释的涂料中加入适量同类清漆，这样处理后可以缓解新旧的色差。

2) 使用双层粘带进行局部整喷法。利用车身、车型的变化部位如角度等，在喷涂前进行双条胶带技术遮盖法。首先沿折口用第一条胶带加遮盖纸，将角度边缘粘贴好，接着在第一条胶带之上粘贴第二条胶带。局部整顿后，可以利用角度相邻两面的明暗视觉差，减缓新旧漆的色差程度。此方法用于银底色漆效果好些。需要说明的是，在喷涂到两层胶带处的时候，应尽量减薄，漆膜干燥撕下胶带之后，需要打磨抛光，其目的是为了避免出现硬边。

3) 在喷涂的时候也要运用技巧，以车门或者车身部位分界折口为界限，进行局部整喷。喷涂之前，应该把损坏部位打磨抛光，并且喷涂二道底漆，按照说明使用合适的水砂纸对需要整喷部位的旧漆进行打磨，以溶剂擦洗，然后进行局部整喷。经过局部整喷之后，利用部件间的分界折口，可以减少视觉差。

思考与练习

一、选择题

1. 通过在原涂层表面涂覆稀释剂判断其类型的方法是()。
A. 视觉判别法 B. 加热判别法
C. 溶剂涂抹判别法 D. 电脑检测判别法
2. 羽状边的打磨是为了()。
A. 增加涂层之间的附着力 B. 增加美观性和装饰性
C. 消除原子灰打磨光滑之后的印记 D. 可使初级从业者便于施工
3. 旧涂层清除时主要使用消除快速、但噪声较大的设备是()。
A. 角向磨光机 B. 磨光机
C. 打磨机 D. 喷砂机
4. 对表面进行砂光处理的目的是()。
A. 提高附着力 B. 可以更好地去除锈斑
C. 消除原子灰打磨光滑之后的印记 D. 获得更加平整的表面
5. 颜料含量最低、填充性能较弱，具有较强附着力的底漆类型是()。
A. 头道底漆 B. 二道底漆
C. 头二道合用底漆 D. 封闭底漆
6. 常用在局部板件喷漆的遮盖方法是()。
A. 方向遮盖法 B. 遮蔽膜遮盖法
C. 正向遮盖法 D. 部分遮盖法

7. 下列原子灰中干燥速度最快的是()。
A. 幼滑原子粉 B. 塑料原子粉
C. 油性原子粉 D. 钣金原子粉
8. 钣金原子灰一次刮涂最大不允许超过()mm 厚。
A. 3 B. 7 C. 5 D. 10
9. 原子灰和固化剂在包装上没有说明时, 夏季的配方比例一般为()。
A. 100: (2~3) B. 100: 1 C. 100: 10 D. 100: 15
10. 进行金属漆修补时, 喷漆修复区和原车身接口区域使用的喷涂手法是()。
A. 虚枪喷涂 B. 干喷喷涂
C. 挑枪喷涂 D. 飞漆喷涂

二、判断题(正确画√, 错误画×)

1. 车身待涂装表面的清洗主要采用除油剂清洗, 其他部位可以用水洗或不洗。()
2. 手触摸评估底材损伤程度时必须戴上手套。()
3. 加热判别法是用来判别原涂层是氧化交联型还是热塑型的方法。()
4. 经过粗打磨露出白亮金属光泽, 从侧面观察, 颜色有些变暗的底材是铝合金。()
5. 化学除漆法的速度没有机械除漆法的速度快。()
6. 待涂装的板件表面除油主要使用除油剂。()
7. 打磨羽状边和砂光的作用相同, 都是为了获得更加平整的表面。()
8. 红外线烤灯适用于局部加热。()
9. 涂料的选配要根据涂料的适应环境选择, 酚醛漆适合在高温条件下用。()
10. 面漆喷涂要注意环境温度及手法, 不需要关注涂料的粘度。()

三、简答题

1. 判断原车旧漆层有什么意义? 如何进行判别?
2. 贴护时需要注意哪些问题?
3. 简述原子灰施工的要领。
4. 对裸金属和良好的旧漆层在处理时有什么不同?
5. 银粉漆如何施工?
6. 中涂层有什么作用?
7. 修补驳口的大小和位置如何确定?
8. 如何修补面漆上的小颗粒?
9. 进行整车喷涂时喷涂路线是如何要求的?

第5章 汽车修补涂料的性能检验

学习目标：

- 了解汽车涂装参照的国家标准。
- 掌握汽车涂料和涂层质量常见项目的检测方法。

重点难点

- 重点：汽车涂料和涂层质量常见项目的检测方法。
- 难点：涂层鲜映性、附着力和涂层柔韧性检测方法。

5.1 原漆性能检验

5.1.1 外观

面漆是整个涂层的最外面一层，当面漆喷涂完毕并且干燥后，就需要对整个涂装过程进行总体评价。因为新车涂装生产过程中的质量控制非常严格，此时主要用眼睛观察漆表面是否有划痕、灰尘颗粒、针孔及气泡。而且对整个涂层的附着力、硬度等指标的检测只进行抽样检查。外观质量检测如图 5-1 所示。

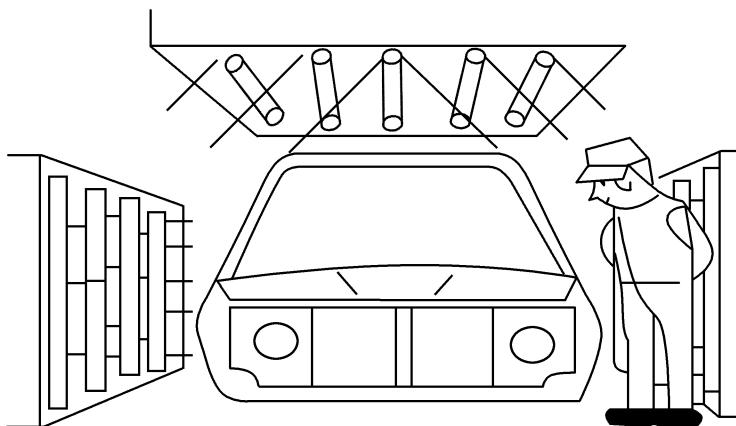


图 5-1 外观质量检测

1. 透明度的测定方法

将样品倒进干净的、无色透明的试管内，在自然散射光下观察，看其是否有机械杂质，是否浑浊、含水等。

2. 颜色的测定方法

一般采用铁钴比色法。由氯化铁、氯化钴及盐酸按照不同的比例配置成 18 个标准颜色的阶梯溶液，将其装入无色透明的试管内。检验的时候将样品也装入同样规格的试管内。在

天然散射的光源或者人工光源的散射光下进行观察，以此来决定样品的色号。

很多客户对于清漆的要求是越浅越好，透明度越高越好。值得注意的是，近年来国外某些公司出于兼顾其他性能的考虑，他们的汽车清漆并不是很清亮透明的液体，而是一种类似乳液，或者是带有明显乳光、半透明的液体。比如德国巴斯夫公司用于底色漆的罩光清漆就属于这一类产品，估计这种方法极有可能是在漆产品的主要成膜物质中采用了先进的微胶技术或者是加入了某些流动变助剂的原因。微胶的折光指数与一般丙烯酸系聚合物或者氨基醇酸树脂存在较大的差别，所以看起来感觉像是乳液。

对于涂料颜色而言，一般对原漆的外观不作为指标列入出厂标准进行评价。如果客户有这方面的要求，则该项指标仅仅可能涉及有无明显机械杂质方面的问题，而其他方面就很难评定了。

5.1.2 相对密度

一般来说相对密度指标不被列入产品的出厂标准，涂料生产厂家则多采用“加重”的概念。所谓“加重”是过去沿用英制单位的结果，意思是每加仑涂料的重量[1usgal(美加仑)=3.785dm³]。拟定这项指标主要是出于涂料生产厂家自身包装方面的需要。截至目前为止，我国几乎所有的生产厂家的包装桶仍然使用加仑为单位，比如包装桶的大小分别为1加仑、5加仑、10加仑、20加仑等。采用“加重”比较直观、简便，也就是说，从该项指标的大小就可以清楚地知道每加仑容器能够装多少千克产品。“加重”习惯采用一种被称为加重杯的容器来进行测定。

5.1.3 粘度

喷涂工艺中，粘度的控制是一项非常重要的参数。不仅产品出厂前、客户购进产品后要对粘度进行认真的检验，就是在施工前也要进行严格的控制，以保证稀释到施工规定的粘度指标。粘度的测定一般有三种方法。

1. 相对粘度的测定

在相同温度下将产品的粘度与事先配制好液体的粘度作比较所测定的粘度称为相对粘度，如采用加氏粘度计所测得的加氏粘度。具体的方法是在一套相同规格的玻璃管内装入不同粘度的标准流体，将待测样品装入同样规格的玻璃管内，当两者的温度相同的时候，同时翻转过来，比较管中气泡运动的速度相同，则该管的序号即为样品的加氏粘度值。在这一类型的粘度测试中，国内涂料厂家多采用一种与加氏粘度相近的所谓格氏粘度。它是将样品置于专用的格氏管中，测得一定温度下气泡在快速翻转180°并且处于垂直状态的管中从底部运动到顶部运动的时间，单位为秒。相对粘度多用于涂料生产厂家对熟油、树脂等半成品的中间控制。

2. 绝对粘度的测定

在一定温度下流体分子之间相互作用而产生的具有阻碍分子之间相对运动能力的所谓内摩擦力称为绝对粘度，单位是泊或者厘泊。当前运用较多的还有运动粘度。运动粘度的概念是流体绝对粘度与流体密度之比，单位是斯。

对于大多数情况而言，除了粘度相对较高的腻子、厚浆涂料外，一般情况下都测定相对粘度或者条件粘度，很少测定绝对粘度或者运动粘度。

3. 条件粘度的测定

在一定的温度下，一定体积的流体从规定的容器中通过一定直径的小孔流出所需要的时间，称为条件粘度。

5.1.4 细度和清洁度

决定涂料质量的重要指标还有细度，它主要用于检测色漆或色浆内颜料粒子的大小及分布程度。过去对于清漆一般不检验，但是现在国内外不少厂家为了进一步提高罩光清漆的装饰性能，也在清漆的质量标准中增加了细度这一指标，其单位以微米表示。涂料的细度对于涂层的外观、光泽、鲜映性、渗透性甚至耐候性等都有不同程度的影响。原则上来说，涂料的细度越细越好。国外的汽车涂料，尤其是轿车涂料面漆的细度都只有几微米。有的时候采用通用的刮板细度计根本测不出来。这一类涂料经涂装成膜之后，涂层显得细腻、柔和，表现出一种很美的效果。不同用途的品种有着不同的细度指标，就好像底漆的细度与面漆的细度比起来就要高一些。

在高级轿车上的涂层无论怎么平整光滑，其光泽和鲜映性无论有多高，只要涂层上的疵点稍稍多一点，前面的工作再怎么努力也是白做了，因为这些疵点完全地破坏了整车表面的装饰效果。造成疵点的原因有很多方面，问题可能出在汽车修配厂，也有可能出在涂料厂。例如：汽车修配厂喷漆车间、烘房的空气过滤系统出现故障，空气中尘埃粒子混入压缩空气，在喷枪内混入漆雾；或者是从空气中直接飘落到尚未达到表干的涂层表面；或者是涂装前表面未处理干净还残留有灰尘粒子等，都可以是造成疵点的原因。涂料厂成品过滤不精细，造成小的脏污粒子混入成品中，这个时候如果单纯依据上述检测细度时所谓“四要三不要”的原则就无法检验出来。也就是说，有些涂料的细度是合格的，但是不排除混有少许赃物的可能性，在这种情况下，国外的高档涂料产品中都倡导清洁度的概念。像上述那种细度计某个部位仅仅出现2到3个颗粒的情况，就是人们说的清洁度。也就是说，对于高档汽车涂料而言在这一方面就存在两个指标——细度和清洁度。说得准确点，细度反映了颜料粒子在成膜物质中的分散情况，而清洁度则反映了成品中是否混入了某种颗粒杂质。这两个指标中任何一个不合格都将从不同的角度严重影响到涂层的外观质量，所以无论是涂料生产厂还是汽车修理厂都必须严格控制。检测清洁度的时候应该采用细度范围较宽的细度板。采用范围较窄的细度板无法检测出比较大的赃物粒子。

5.1.5 不挥发分

不挥发分指的是涂料在一定温度下，经过一定的时间后，尚未挥发的部分在涂料总重中所占有的份额，以百分含量表示。换句话说，就是涂料经涂装后，不会再挥发而残留在涂层之内，从而构成漆膜本身的所有成分。过去一直把它称为固体含量或者固体成分，简称为固含。其实固体含量的提法是不太科学的，因为涂料中除了溶剂类挥发性物质外并不一定全都是固体，即使原来的都是液态的树脂、交联剂等经过交联成膜之后也会转化为固态了，涂层中还是会存在某些不会很快挥发的液态杂质，比如某些液态增塑剂、柔韧剂、流平剂、分散剂等。因此近年来国家标准改用“不挥发分”的概念更为准确一些。不挥发分一方面反映了涂料厂供应给客户的商品中有效成分的含量，另一方面把它与粘度综合起来考虑，就可以比较客观、科学地评价或者估计成膜物质分子量的大小及分布。了解各批产品之间的差异，

从而有效地控制产品质量。

不挥发分的基本测定方法是在物理天平上称取一定量样品，将它置于红外灯下或一定温度的烘箱中，保持至恒重，由此计算出不挥发分的含量。要严格控制烘烤的时间与温度，因为它们因品种不同而不同。对温度和时间的基本要求是：

- 1) 一定温度下烘至恒重，继续延长时间就没有意义了。
- 2) 烘烤温度不能高于涂料中某些分子的热分解温度，以免受热分解，从而造成测得数据不准。

5.1.6 遮盖力

遮盖力一般有两种表现形式：

- 1) 测定遮盖单位面积所需要的最少用漆量，单位是克/平方米(g/m^2)。
- 2) 测定能对基材形成有效覆盖的最小湿膜厚度，单位是微米(μm)。

遮盖力的指标对于供需双方都比较重要。对于涂料厂而言，遮盖力意味着对客户的一项保证或者承诺。对于汽车修配厂而言，遮盖力的因素很多，包括树脂与颜料的种类、颜料的用量以及它们在树脂溶液中的分散程度等。

工程测定遮盖力一般有两种方法：单位面积重量法和最小湿膜厚度法。

1. 单位面积重量法

将专用黑白格玻璃板置于物理天平上称重。用刷子将涂料样品均匀地涂刷在玻璃板上，直到看不见黑白格为止称重。按照下列公式计算遮盖力

$$X = G/A \times 1000$$

式中 X ——遮盖力，单位为 g/m^2 ；

G ——黑白格完全遮盖时涂漆量的重量，单位为 g ；

A ——黑白格玻璃板涂漆的面积，单位为 cm^2 ，测试的时候标准黑白格板的面积 $A = 10\text{cm} \times 20\text{cm} = 200\text{cm}^2$ 。

这种方法简单方便，不需要特殊的设备和仪器，但是缺点是误差相对较大，重点判断存在人为因素。另外，所采用涂料的流平性及每次涂刷操作时候刷痕的深浅等都对检验结果有不同的影响。

2. 最小湿膜厚度法

这种方法是采用遮盖力测定仪进行测定的。遮盖力测定仪主要由一块黑的、一块白的光学玻璃板熔结在一起的底板构成。底板的边缘有刻度，精确到毫米。沿着底板整个长度的两边还有两个凹槽，是用来防止检验的时候多余的样品溢出。底板 P 是透明的玻璃板，具有光学平面。它的一段还备有一片一定高度的小片，这样当底板与底板合在一起的时候，他们之间就形成了一个具有一定梯度的空间。测定的时候在底板上倒入少量样品，来回移动底板，直到通过底板及涂层看不到底板上黑白分界线的时候为止。记录从分界线到底板前端的毫米读数。由于梯形空间的角度是已知的，所以可以算出该涂层遮盖住分界线时的最薄涂层。该仪器一般都配备有查对表，使用起来很方便。

这种方法的优点是操作简便，测定速度比较快，比较适合工程中间控制用。缺点是终点的判断或多或少存在一定的人为误差。

5.1.7 储存稳定性

储存稳定性是考核涂料在密闭的容器中，经过一段时间后，它的质量是否发生了本质性改变的检验项目。涂料由生产厂出厂到客户使用之间往往要经过一定的商业环节，而且即使是生产厂直接对用户也不一定是随到随用，都很可能要在仓库储存几个月、一两年乃至很多年的时间，所以再好的涂料也不可能避免地出现一些增稠、返粗、沉降以及结块的弊病，如果这些改变在产品说明书所规定的标准允许范围内，尚可继续使用。如果超出了允许的范围，就不能轻易下结论了。一般来说，涂料厂对于任何一种产品都规定了严格的储存期，国内各大厂都是一年，国外大都为半年。产品在规定的储存期内，涂料厂对产品的质量负完全的责任，如果超过产品的储存期，原则上应该由客户自己负责。这时客户就必须对产品的有关性能指标进行检验。若差别不是很明显，或者说是在自己允许的范围内，还可以继续使用。

目前对于储存稳定性大都是按照 GB/T 6753.3—1986 标准执行，一般是测定产品粘度、沉降性等。

1. 粘度

产品经过储存一定时间后，测定其粘度的改变，按照 GB/T 6753.3—1986 标准进行检验。取三种试样，将其装入规定的容器中，装样量应该以距离容器顶部 15mm 为宜。再在自然环境条件下储存 6~12 个月。一般在 $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的条件下储存 30 天，大致相当于自然环境下储存半年到一年。根据储存后粘度和原始粘度比值的百分数划为以下几个等级进行评定：

- 10——粘度改变值不大于 5%。
- 8——粘度改变值不大于 15%。
- 6——粘度改变值不大于 25%。
- 4——粘度改变值不大于 35%。
- 2——粘度改变值不大于 45%。
- 0——粘度改变值大于 45%。

最终评定的时候以“通过”或者“不通过”为结论性评定用语。如一汽公司在卡车用面漆的标准中关于储存稳定性限定为 6 级。也就是说，经过一定的储存期后粘度的改变不大于 25%。

实际上，任何一家用户在对进厂产品进行检验的时候，根本不允许把产品放置十天半月以后再做出结论，而是及时检验，合格才可以入库，不合格则要退货处理。一般情况下，比较正规的大型涂料厂或者汽车总装厂都制定了相应的加速储存试验方法。如上海某汽车厂关于储存稳定性试验规定了下述条件：

60°C，15h 后，粘度增加不得超过 20 Pa·s，或者在室温下放置三个月后，粘度增加不得超过 15 Pa·s。换句话说，按照该厂规定的加速储存条件，一天以内就可以作出判断。根据了解很多比较大的生产厂家也有类似的自定标准。只要买卖双方经过友好协商，共同确定试验条件和标准，也不难找出有关涂料储存稳定性的快速检验方法来。这里要注意的是，每种产品，特别是那些交联型涂料产品都有自己特有的活化温度。所以确定的加速储存温度不得高于该产品的活化温度，否则所得出的结论的可靠性就值得怀疑。

2. 沉降性

- 1) 沉降程度的检验。如果有结皮，应该小心地去除结皮，然后在不振动或者不摇动容

器情况下，将调刀垂直放置在油漆表面的重心位置，调刀的顶端与油漆罐的顶面取齐，从此位置下调刀，用调刀测定沉降程度。

如果颜料已经在容器底部形成硬块，则将上层液体的悬浮部分倒入另一清洁容器中，存着备用。用调刀搅动颜料块使它们分散，加入少量倒出的备用液体，使之重新混合分散、搅匀。再陆续加入倒出的备用液体，进行搅拌混合，直到颜料被重新混合分散，形成适于使用的均匀色漆，或者已经确定用上述操作不能使颜料块重新混合分散成均匀的色漆为止。

2) 沉降程度的评定。沉降程度的评定有如下等级：

10——完全悬浮，与色漆的原始状态比较，没有变化。

8——有明显的沉降触感并且在调刀上出现少量的沉积颜料。用调刀刀面推移有一定的阻力。

6——有明显沉降的颜料块。以调刀的自重能穿过颜料块到容器的底部，用调刀刀面推移有一定的阻力，凝聚部分的块状可以转移到调刀上。

4——调刀的自重不能落到容器的底部。调刀穿过颜料块，再用调刀面推移困难很大，而且沿着罐边推移调刀刀刃有轻微阻力，但是能够容易地将色漆重新混合成均匀的状态。

2——当用力使用调刀穿透颜料沉降层的时候，用调刀刀面推移很困难，沿着罐边推移调刀刀刃有明显的阻力，但是色漆可以被重新混合成均匀状态。

0——结成很坚硬的块状物。通过手工搅拌在3~5min内不能再使这些硬块与液体重新混合成均匀的色漆。

3) 漆膜颗粒、胶块及刷痕的检查。将储存后的色漆刷涂于一块试板上，待刷涂的漆膜完全干燥后，检查试板上有直径为0.8mm左右的颗粒或更大的胶块，以及由这种颗粒或者胶块引起的刷痕，对不适宜刷涂的涂料，此时可以用200目滤网过滤调稀的被测涂料，观察颗粒或者胶块的状况。

4) 漆膜上的颗粒、胶块或者刷痕的评定。每一项都分别按照下面六个等级评定：

10——无。

8——很轻微。

6——轻微。

4——中等。

2——比较严重。

0——严重。

5.1.8 干性

涂料由液态转化为固态涂层的物理化学过程称为干燥。其实“干燥”只是一个古老或者传统的叫法。拿交联涂料来说，严格讲，叫做“固化”更为合适。

涂料的干燥过程可以分为不沾灰干燥、表干、实干及硬干等几个阶段。一般情况下只测定表干和实干的时间，至于不沾灰时间和硬干时间则往往由客户和生产厂家协商确定。表干和实干的测定方法一般有下列几种方法：

1. 仪器测定法

由于涂料的干燥和成膜是一个连续而缓慢的物理化学过程，所以为了能够观察到干燥的过程，有必要采用自动干燥时间测定仪来进行测定。因为它的实际意义不是很大，所以无论

是涂料厂还是汽车修配厂在实践中都不采用这种方法对产品进行验收。

2. 棉球法

采用适当的方式，喷涂或者刷涂一块样板并且开始计算时间。一定时间以后在涂层表面放置一团棉球，将样板置于离嘴约有 10~15cm 的地方，顺着涂层表面的方向吹棉球，如果能够吹走棉球，则证明已经达到表干时间。如果在涂层上放置棉球并且将干燥试验器压在棉球上，半分钟后将棉球和干燥试验器拿走，涂层上不留下棉纱或者不生产失光现象，则可以认为涂层已经达到实干时间。

3. 滤纸法

滤纸法只用来测定实干时间，也就是用滤纸代替棉球。在涂层上放置一张要求规格的定性滤纸，再压上干燥试验器，经过半分钟后拿走干燥试验器，将样板翻转过来使有涂层一面向下，滤纸能够自由落下，或者在样板的背面用食指敲几下，使滤纸能够自由落下，如果这个时候发现涂层上没有滤纸纤维粘在涂层上，就证明该涂层已经达到实干时间。

5.2 涂层的性能检验

涂料成膜以后，其涂层的性能比该产品的原涂料性能更加直观，更加实际地反映了涂料的内在质量，所以一直都受到涂料厂商和客户的重视。

5.2.1 厚度

在涂层性能检测试验中，涂层厚度是一项很重要的控制指标。涂层的厚度对涂层的其他性能影响很大。在谈论到某个产品的某项性能时，如果不附加涂层的厚度或者道数，该项性能可以说没有很大的实际意义。在谈及某个产品比另外某个产品的性能如何的时候，如果不是在同样厚度下作比较，也没有任何实际意义。所以，控制涂层厚度就是控制涂层性能的第一件需要做的事情。

涂层厚度可以分为干膜厚度和湿膜厚度。

1. 湿膜厚度的测定

目前测定湿膜厚度有两种方法，也就是轮规法和梳规法。轮规法可以用在实验室，也可以用在生产过程控制，而梳规法仅仅能够粗略地测出湿膜厚度，主要用于施工现场对喷漆操作进行控制。

1) 轮规法。轮规测量仪器由三个等间隔的并且同轴的轮组成，中间的轮略小于靠外的轮，而且偏心。当轮规仪在湿膜上滚动的时候，操作者能够从中间轮的边缘刚刚触及湿膜表面的位置，对应于外轮刻度上的标尺，读出湿膜厚度值，如图 5-2 所示。

涂料施工的时候立即将轮规仪置于涂层上，使两个外轮的最大刻度处与底材接触，沿着涂层表面使轮规滚动 180°。检查中间轮缘与湿膜表面首先接触的位置，标定的尺度将指出这一点的湿膜厚度。

2) 梳规法。梳规仪由梳齿组成，两端的外齿形成一条基线，内齿则呈梯度缩短，于是在内齿与基线之间形成一系列缺口，每个缺口的空隙大小都能够从仪器上的刻度盘读出，如图 5-3 所示。它的具体操作如下：

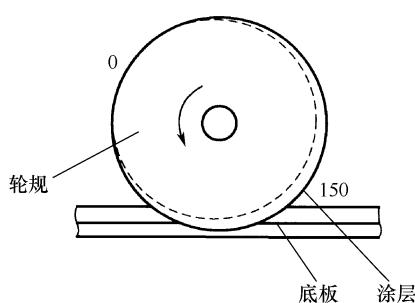


图 5-2 轮规湿膜厚度测试仪

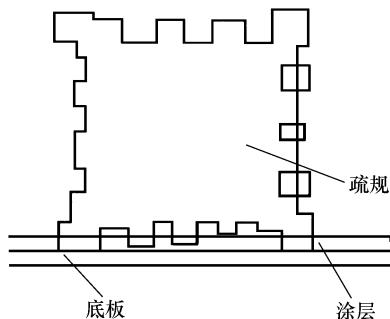


图 5-3 梳规湿膜厚度测试仪

涂料施工之后，应该立即将梳规小心地放到涂层上，并且使齿垂直于基材的平面。移走梳规，检查内齿，确定与湿膜表面接触的最短的一个齿，以最后触及湿膜的齿和第一个未触及湿膜的齿显示的刻度的平均值记作湿膜的厚度。

2. 干膜厚度的测定

在日常生活中我们所说的漆膜厚度大部分指的是干膜厚度，其测定方法大致分为两类，即破坏性测试法和非破坏性测试法。破坏性测定法包括千分尺法、指示表法及显微镜法等，非破坏性测定法包括非磁性层漆膜厚度测定法和 β 射线反向散射法等。上述五种测定法中最常用的只有两种，即千分尺法和非磁性层漆膜厚度测定法。

(1) 千分尺法 千分尺法适用于金属板或者类似的平整、均一的表面，也可用于圆棒状涂层厚度的测量。千分尺法测定的精确度可以达到 $2\mu\text{m}$ 。它的具体操作如下：

① 选用千分尺能够伸进若干测试部位，该部位的表面应该非常平整，而且任何漆膜边缘不得小于 20mm 。测定点的间距约为 50mm 。

② 在每个测定部位轻轻画一个直径约 10mm 的圆圈作标记，并且要详细标明号码。

③ 把千分尺的固定卡头与样板底部水平接触，并且接触漆膜的第一个测试部位，轻轻扭动活动卡头至有顶住的感觉。

④ 读取千分尺上的度数，在测试记录上记下读数和测定部位的编号。放开千分尺，在其余的测定部位重复上面的操作。

⑤ 用适当的溶剂或者脱漆剂去除每个测试部位内的漆膜，并且清理干净。在每个测试的部位用千分尺测定基材的厚度。

⑥ 两次相同部位的厚度差即为漆膜的厚度。根据每个点测出的漆膜厚度值计算样板漆膜厚度的平均值。

(2) 非磁性层漆膜厚度测定法 这种方法是汽车修理厂和涂料厂广泛采用的一种漆膜厚度的测试方法。由于这种方法具有简便易行、精确度高、测量数据稳定及仪器价格低等特点，所以受到广大用户的欢迎。这种类型的仪器有台式和便携式两种。台式非磁性层测厚仪在国内各个专业厂家都有标准的产品型号出售，用户反映质量优良。

1) 便携式测厚仪品种比较多，其主要品种如下：

① 磁性测厚仪。它是用电磁场磁阻的原理测量钢铁底板上涂层厚度的。铝板、铜板等不导磁底板，是利用非磁性测厚仪的涡流测厚原理来测量的。现在有的磁性测厚仪结构紧凑，并且非常便于携带，它是由永久性磁体来代替电磁场，但是精确度比较低，如图 5-4

所示。



图 5-4 便携式磁性测厚仪

② 香蕉式测厚仪。这种仪器用于测量钢铁表面非磁性涂层(例如涂料、塑料、镀层、磷化膜等)的厚度。测量的时候只需要操作钴稀土金属永久磁铁，不用电池，使用方便，特别适合技术服务类施工现场的测量工作。

③ 数字式测厚仪。这种测厚仪可以测量铁或者非金属基材上的涂层厚度，测量范围一般为 $0\sim1250\mu\text{m}$ 。这种仪器测量之前必须进行校正。其主要特点有：校正简便；自动进行归零调整；不需要计算就可以定为英制密尔；能够自动关机；可以延长电池的寿命；电源不足的时候能够自动报警；最多可以储存250个测量数据。

2) 典型台式非磁性涂层测厚仪的具体操作有以下几种：

① 调零。取出探头，插入仪器上规定的插口内，将已经打磨但是未涂漆的样板擦洗干净，把探头放在底板上，按下按钮，再按下磁芯，待磁芯跳开的时候，如果指针不在零位，应该旋动调零电位器，使指针回到零位。重复上面的操作，必须使指针保持在零位。

② 校正。取标准厚度的样片放在调零用的底板上，再将探头放在标准厚度的样片上，按下电钮，使指针在标准厚度的度数位置上。重复上述操作，直到不按下标准按钮，指针指示的位置正确为止。

③ 测量。在距样板边缘不小于10mm及其中、下三个部位进行测量。将探头放置在样板上，按下按钮，再按下磁芯，使之与被测漆膜完全吸合，这时指针会缓缓降下来，等待磁芯跳开，就可以读出漆膜的厚度值。取各点厚度的算术平均值为漆膜的平均厚度值。

5.2.2 硬度

涂层的硬度是表征涂层机械强度的重要性能之一。它的物理意义可以理解为漆膜表面对作用其上的另外一个硬度较大的物体所表现出来的阻力。这个阻力可以通过一定重量的负荷，作用在比较小的接触面积上，测定漆膜抵抗变形的能力而表现出来。涂层硬度测定的方法很多，有摆杆式硬度、铅笔硬度、斯瓦特硬度及压痕硬度等，其中以摆杆式硬度和铅笔硬度用得最为广泛。

1. 摆杆式硬度测定法

摆杆式硬度可以分为单摆式和双摆式两种，前者的测量值以秒数表示，后者则以相对于玻璃硬度的百分数表示。

单摆式又称为科尼格和柏萨兹摆杆硬度。国外很多大型汽车涂料制造厂大都是采用这两种硬度表示，如巴斯夫公司、斯托拉克公司、阿克苏公司等。几种摆杆阻尼试验的工作原理基本相同，即接触涂层表面的摆杆以一定的周期摆动的时候，如果表面比较软，摆杆的摆幅衰减得越快，相反则衰减的越慢。通常科尼格硬度大约为柏萨兹硬度值的一半。由于各种摆杆的结构、重量、尺寸、摆的周期及摆幅都不一样，另外摆杆与涂层之间的相互作用还取决于涂层自身的弹性和粘性，由此各种摆杆的测定结果无法建立相互之间的换算关系，所以在产品标准中列出涂层的摆杆硬度值的时候，必须同时指明所采用的摆杆仪的类型。

科尼格和柏萨兹两种硬度计摆杆的形状虽然不同，但是它的主要结构由一根摆杆和一个开口框架相连，摆杆下面都会嵌入两个用作支点的钢珠，框架的一端为一个指针式的尖端。测量的时候首先应该按照规定调整好仪器，然后将样板放置在水平工作台上，再使摆底杆慢慢降落到样板上。核对标尺零点与静止位置时候的摆尖是否处于同一垂直位置。将摆杆偏转一定的角度，松下摆杆，同时打开秒表，记录摆幅由 6° 到 3° 、 12° 到 4° 的时间。以同一块样板上的三点测量值得出算术平均值作为最后的结果。国外不少公司出售的摆杆式硬度仪往往是一台仪器，两个摆杆，即一个科尼格和一个柏萨兹，这就给客户提供了很大的方便。

2. Sward 硬度计

Sward 硬度计由两个直径为 100mm 的金属圆环组成，两个环之间的距离为 25mm。在圆环的下半部有两个玻璃指示泡，用来表示试验开始或者结束。在测量的时候，让它在待测漆膜表面来回摆动，记录摆动的次数，并且与玻璃值比较。计算出的比值即 Sward 硬度值。这种方法无论在国内还是国外都已经过时，很少看到某个产品的硬度值是用 Sward 硬度值来表示的。

3. 铅笔硬度

铅笔硬度最简单的解释就是用一套铅笔来进行漆膜硬度的测定，判定的方法是以铅笔能够穿透漆膜而深达基材的铅笔的号数来表示。国内所用铅笔一般为中华牌高级绘图铅笔。其主要规格如下：

B 为软、H 为硬、HB 为中度。

1B、2B、3B……6B 越来越软。

1H、2H、3H……6H 越来越硬。

铅笔大多数是用碳的同素异形体石墨做笔芯。铅笔的分类正是按照笔芯中石墨的分量来划分。一般分为 H、HB、B 三大类。其中 H 类铅笔，笔芯硬度相对较高，适合用于界面相对较硬或者粗糙的物体，比如木工划线，野外绘图等；HB 类铅笔笔芯硬度适中，适合一般情况下的书写；B 类铅笔，笔芯相对较软，适合绘画，也可以用来填涂一些机器可识别的卡片。另外还有常见的彩色铅笔，就是常说的蜡笔，其主要用途是画画。

铅笔硬度测试的具体操作步骤为：用手握住铅笔，与待测表面保持 45° 角。尽量用力，但是不要将笔芯弄断，以速度为 3mm/s 的速度移动。一根长为 3mm 的笔芯在不同的部位往返五次之后，用橡皮或者柔软的布将笔灰擦干净，检查漆膜上的划痕，就可以确定铅笔的号数。

为了避免人为因素的影响，国外推出了专门用于铅笔硬度测定的铅笔硬度试验机。测定的时候只要把仪器轻轻向前推动就行。显然它可以在相当大的程度上减少人为因素的影响，所得监测数据的重复稳定性相对较好。

铅笔硬度在汽车涂料领域比较流行，尤其是汽车用阴极电泳底漆、中间涂层等不少产品都是以铅笔硬度表示。这里需要特别指出的是，国产铅笔所测定的硬度值比国外铅笔所测定的硬度值一般会降低两个等级。

5.2.3 柔韧性

1. 漆膜柔韧性的定义、目的及意义

漆膜随着底材一起变形而不发生损坏的能力，称为柔韧性。涂料的柔韧性与所用的树脂种类、分子量、油度、颜基比等有关，也与涂层变形的时间和速度有关。

漆膜柔韧性是衡量涂料性能的重要指标之一，对涂料品种的选择和应用具有很大的参考价值，如漆膜在外力作用下很容易拉长，但是在去除外力以后，漆膜又没有明显的收缩，像这类塑性涂料不适合涂在经常受膨胀、压缩的材料和设备上。否则漆膜就会出现起皱、龟裂、脱落等现象，失去涂装的意义。

2. 相关标准

测定漆膜柔韧性的相关标准主要有：

GB/T 1731—1993《漆膜柔韧性测定方法》。

GB/T 6742—1986《漆膜弯曲试验(圆柱轴)》。

GB/T 11185—1989《漆膜弯曲试验(锥形轴)》。

GB/T 1748—1979《腻子膜柔韧性测定法》。

3. 检验方法要点介绍

以 GB/T 1731-1993《漆膜柔韧性测定法》为例，向大家介绍漆膜柔韧性的测定步骤：

1) 测试原理。通过将漆膜连同底材一起受力变形，检查其破裂伸长情况，其中也包括了涂膜与底材的界面作用。

2) 材料和仪器设备。柔韧性测定仪：QTX 型漆膜弹性测定仪。它由粗细不同的 6 根钢制轴棒组成，每个轴棒长度 35mm，曲轴半径分别为 0.5mm、1mm、1.5mm、2mm、2.5mm、5mm、7.5mm。

3) 操作要点。将漆膜面朝上，用双手将涂料样板紧压在所需直径的轴棒上，在 2~3s 内绕棒弯曲，弯曲后两拇指应该对称于轴棒的中心线。

4) 结果的判定。用目视或者 4 倍的放大镜观察漆膜有无网纹、裂纹及剥落等破坏现象，以样板在不同直径的轴棒上弯曲而不引起漆膜破坏的最小轴棒直径表示该漆膜的柔韧性。

圆柱形轴弯曲试验仪主要用于测定金属表面漆膜的抗裂开和抗剥离性能。一般厂家会提供 12 个不同直径的圆柱形轴，其尺寸为 2mm、3mm、4mm、5mm、6mm、8mm、10mm、12mm、16mm、20mm、25mm、32mm。试验的时候将已涂漆膜的样板绕在圆形轴上，一次换成直径较小的圆柱形轴，直到漆膜发生开裂为止。

锥形弯曲试验仪用于测定金属表面漆膜的拉伸性能。测定的时候将已涂装的样板夹在适当的位置，通过旋转作用使样板绕在锥形轴上。锥形轴的长度为 200mm，大端直径为 37mm，小

端直径为3mm。弯曲后检查样板，找出因为拉伸而造成漆膜损坏的最小直径的部位。

5.2.4 冲击性

漆膜的耐冲击性指涂于底材上的漆膜在高速率的重力作用下发生快速变形而不出现开裂或者从金属底材上脱落的能力。

由于漆膜在实际应用中，往往因各种原因不可避免地要同其他物体撞击，这时漆膜如果不耐冲击的话，就很容易从被涂物体上脱落下来，起不到应有的装饰和保护作用。耐冲击性表现了被试验漆膜的弹性和对底材的附着力。需要注意的是耐冲击性实际是一个冲击负荷造成的快速变形，应该与漆膜经受静态负荷下的冲击性能分开。静态负荷下的变形受到塑性和时间等因素的影响，而在冲击负荷的情况下就不存在这个问题。

一般情况下，国家标准的冲击试验器材的重锤为1kg重。试验用的基材都为马口铁板。随着汽车以及其他工业的发展，试验样板仅仅使用马口铁板已经不能客观地反映实际需要了，于是很多工业用漆的标准中都规定采用厚度大约为0.45~1mm的薄钢板。因此对冲击试验重锤的重量又有了新的标准，如国外的裸体冲击试验仪器的重锤为2.7kg，管式冲击试验仪的重锤标准还是1kg，但是厂家备有加重重锤，重量也是1kg，那么实际的实验仪器就有2kg的重量。而落锤的高度也由原来的50cm增加到100cm。

试验的时候，将样板放在仪器下部的铁钻上，漆膜向下或者向上都可以。将重锤提升到规定的高度，然后使重锤自由落体冲击样板。用四倍放大镜观察漆膜有无裂痕、脱落等破坏现象。

5.2.5 附着力

1. 漆膜与被涂表面的极性适应性

漆膜与被涂表面的极性适应性关系如下：

- 1) 漆膜的附着力产生于涂料中聚合物的分子极性基与被涂表面极性分子的极性基之间的相互吸引力。
- 2) 附着力随着成膜物极性增大而增强，在成膜物质中加入极性物质，附着力增大。
- 3) 漆膜被涂表面任何一方极性基减少，都会严重影响附着力。被涂表面存在污物、油脂、灰尘等会降低极性。漆膜中极性点减少，降低附着力。聚合物分子内的极性基自行结合，会造成极性点减少。

2. 漆膜附着力与内聚力的相互关系

漆膜附着力与内聚力的相互关系如下：

- 1) 减低涂层厚度，缩小内聚力。
- 2) 涂料中加入适当颜料，降低内聚力。
- 3) 漆膜干燥过程中，溶剂挥发交联产生，漆膜收缩引起附着力降低。

3. 表面张力与湿润现象对涂层附着力的影响。

表面张力与湿润现象对涂层附着力的影响因素如下：

- 1) 降低表面张力，提高湿润效率，增加附着力。
- 2) 通过涂料的流动来湿润表面，涂料湿润不好接触界面就小，附着力就会变差，反之，附着力增强。
- 3) 溶剂对树脂的溶解能力差，湿润性差，附着力差。

- 4) 涂料中低分子量物质或者助剂，如硬脂酸盐、增塑剂等在涂层和被涂物的界面形成弱界面层，减少极性，降低附着力。
- 5) 被涂基面水、灰尘、酸、碱等杂质造成弱界面层，降低附着力。
- 6) 膨胀系数对漆膜附着力也有影响，涂料热涨系数越小，附着力越好。
- 7) 被涂表面处理对附着力的影响。被涂表面对附着力的影响如下：
 - ① 粗糙不平的表面，有效附着面积增大。
 - ② 除掉表面污物，获得极性表面，应及时使用，不宜过久。
 - ③ 被涂基面的材质对附着力有影响。

5.2.6 光泽

通常所说的光泽，就是涂层表面把投射到它上面的光线向着同一方向反射出去的能力。反射的光量越大，光泽度就会越高。很明显，漆膜表面的光泽对于装饰性要求较高的汽车涂层来说，是一个非常重要的指标。

测定光泽的基本原理是以一块高光泽的标准为基础，并且把它定位为100%。早期光泽测定实验方法采用单一的、固定的入射角。实际应用中发现这远远不能满足各种不同装饰效果、不同光泽范围测定的要求，为此国外早就采用了多变角光泽来进行测定，并且为它制定了相应的标准。一般20°入射角对于高光泽色漆涂层具有很高的分辨率，它适合于60°光泽测定时高于70个单位的涂层。而85°入射角则对于低光泽涂层具有很高的分辨率，它适合于60°光泽测定时低于30个单位的涂层。测定的时候务必根据所测定的对象进行具体情况确定适当的入射角。

思考与练习

一、选择题

1. 涂膜质量检测项目主要有()。
 - A. 附着力、柔韧性、硬度、光泽度、厚度
 - B. 颜色、透明度、附着力、硬度
 - C. 厚度、附着力、透明度
 - D. 纯度
2. 透明度测定时使用的设备主要为()。
 - A. 暗箱
 - B. 黑白格玻璃板
 - C. 刮板细度计
 - D. 光泽仪

二、简答题

1. 简述涂料产品性能检查的主要目的。
2. 简述涂料的细度和粘度的测定方法。
3. 固体含量如何进行测定？
4. 涂料施工性能的检测主要项目有哪些？
5. 涂料的遮盖力和流平性如何测定？
6. 涂膜性能的检查主要有哪些项目？
7. 简述漆膜光泽度、硬度及附着力的测定方法。
8. 简述漆膜耐冲击性的测定方法。
9. 简述漆膜柔韧性的测定方法。

第6章 涂装施工安全与三废处理

学习目标：

- 掌握涂料涂装施工时的安全防护知识和注意事项。
- 掌握涂装施工中的三废处理和常用方法。

重点难点：

- 施工过程中正确的操作方法和安全防护知识。
- 安全防护设备和工具的使用与维护。

在汽车修理行业中涂装作业是钣金修理的进一步升华，也是最后一道修理工序。为了使其作业工序方便快捷，一般都与钣金修理的场地很近。在喷漆间内从事涂装作业，必须重视安全保护工作，以免发生各种意外事故和对人身安全、环境安全造成危险。

一般在汽车涂装作业过程中，由于接触对身体有害的化工物料比较多，汽车修补涂装中还会产生很多粉尘类的有害物质，这些物质长时间侵入人体，会对人体的不同部位和器官产生不同程度的伤害。另外，涂装也是对环境污染较大的污染源，无论在涂料干燥过程中挥发出来的大量有机溶剂，还是每次喷涂完毕之后人为丢弃的剩余涂料、溶剂及耗材管等，这些废料都会给环境造成较为严重的污染和危害。所以在涂装行业工作，安全防护工作是不可避免的，对环境有害的废料一定要经过处理后才能排放。

6.1 安全操作知识

6.1.1 安全操作常识

1. 安全用电常识

1) 电流对人的作用与危害。人体触电后，产生电击和电伤两种伤害。电击是指电流通过人体内部器官而受到的伤害，此时肌肉发生收缩，最后由于神经系统受到损害，使心脏在短时间内停止跳动，呼吸停止，造成死亡事故。所以电击是一种危险性极高，也是经常遇到的一种伤害。

电伤是指由于电弧或者熔体熔断时的金属碎屑等对人体的伤害，比如烧伤、金属溅伤等，虽然不如电击严重，但是仍然不能忽视。一般人体心脏通过 0.05A 以上的电流，就会有生命危险，达到 0.1A 就会致命。

人体的安全电压一般为 36V，电流为 0.05A。在这个范围内，对人体不会产生什么伤害。在低温或比较干燥的厂房内，安全电压定为 60V，但是在潮湿并且地面可导电的厂房内，安全电压则为 12V。

2) 保护接地线与保护接中线。人体带电通常是由接触带电导体，或者带电电气设备而造成的。对于这种情况。一般是采用保护接地或者保护接中线的装置来避免危险的

产生。

3) 静电现象的产生与危害。静电的产生是由于同类物质通过紧密接触和迅速分离，使一些物质失去电子，另一些物质得到电子。得到电子的物质带负电荷，这些电荷又不容易移动，就会不断堆积，形成集团电荷而产生静电。

由于静电的影响会使易燃物质产生燃烧和爆炸，为了安全生产，就要设法抑制静电的产生和消除静电。

4) 使用电气设备的安全常识。使用电气设备要注意如下问题：

① 防止触电。为了防止触电，高、低压电气设备都应该制定相关安全操作规程。

② 一般只允许使用 36V 的手电，在金属结构和特别潮湿的屋内，则只允许使用不超过 12V 的手电。

③ 在低压设备中，严禁直接触及带电的部件，并且应该有适当的保护装置，或者采用保护接地或者保护接地中线。

④ 使用低压电器的时候，变压器的一次电压必须是 380V 或者 220V 而不能过高，而变压器的外壳必须接地。

⑤ 在任何情况下，不能用手来鉴定导体是否带电。

⑥ 电流尚未切断之前，不得更换熔体。

电动机要按如下安全操作流程进行操作：

① 电动机的旋转部分，都要有良好的绝缘遮盖。

② 电动机及起动装置不得在运行时检查修理。

③ 电动机的接线端必须遮盖好，以免漏电。

④ 高压电动机的开关及起动设备必须严格关闭。使用的时候要由专人负责，开关附近要备有安全用具，以备操作的时候使用。

2. 工具与设备的安全使用

喷漆间使用的工具主要有三种，手动、电动和气动。使用工具和设备基本的安全要求有以下几点：

1) 手动工具要保持清洁。对手动工具要经常清洗，检查破损程度，以免在施工作业时发生机械事故。

2) 使用比较锐利或者有尖角的工具时应该小心谨慎，以免造成不必要的机械损伤和人身伤害。

3) 专用工具只能用于专门的操作。

4) 不要将旋具、手钻、冲头等锐利工具放在口袋中，以免伤及本人或者汽车表面。

5) 使用电动工具之前要检查是否接地，检查导线的绝缘是否良好。施工时，站立的位置也要是绝缘物体。

6) 使用电动或者手动工具进行打磨、修补、喷砂类作业时，必须佩戴安全镜。

7) 施工之前要确认电动工具上的电路开关处于断开位置后，再接通电源。电动工具使用完毕之后，应该立即切断电源。

8) 清理电动工具在工作中产生的碎屑时，必须让电动工具停止转动，一定不要在转动过程中用手或者刷子清理。

9) 任何操作都不宜过度探身，防止滑倒事故。

10) 气动工具必须在规定的压力下工作。当喷嘴处于末端的时候，使用气压在 200kPa 以下的吹尘器，压缩空气的减压装置如图 6-1 所示。

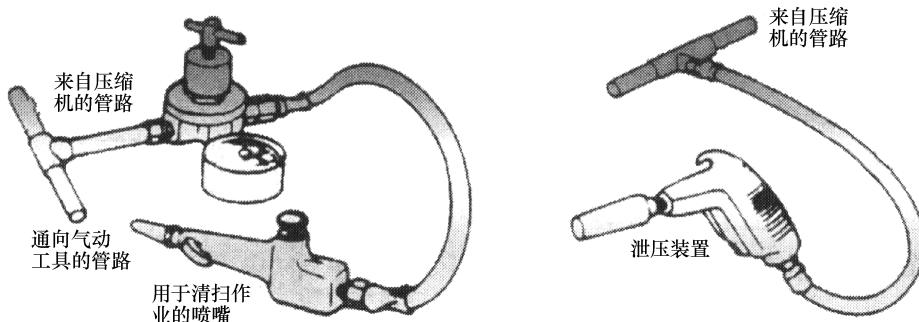


图 6-1 压缩空气的减压装置

11) 使用液压机时，应该保持液压压力处于安全值以下，操作的时候应该戴好安全眼镜，并且站立在液压机的侧面。

12) 只有经过训练的操作人员才能在涂装岗位上进行施工作业。

3. 涂装环境的控制、通风和排放

1) 涂装环境控制。涂装环境需控制以下方面：

① 通风。在使用腐蚀剂、脱脂剂和表面涂料的时候，适当的通风是非常重要的。可以采取换气系统进行地面抽气，或者以强力抽气来抽吸磨料和喷漆场地灰尘的方法进行通风。喷漆室需要充分换气，这样不仅可以加速涂面的挥发和干燥，最重要的是去除有害气体的混合物。

② 一氧化碳。只有在通风较好的地方运行发动机才能防止一氧化碳的毒害。如果工厂没有设置排气系统，可以用直接通往室外的管道系统或者机械通风系统排气。有些工厂使用加热器，这也是产生一氧化碳的主要来源。所以为了安全起见，一定要定期检查，使通风系统处于畅通状态。

③ 涂料、填料和稀料。由于大多数涂料的稀料具有麻醉作用，操作人员长期接触会引起不可挽救的伤害。除通风外，在喷涂场地内，操作人员还应该戴上呼吸保护器和安全手套。如果任何一种材料触及皮肤，一定要迅速用肥皂水清洗污染部位。

④ 灰尘。除去灰尘是喷漆间的一个重要难题。灰尘的产生是在喷砂、打底漆、涂填料等施工时产生的。进行这类施工的时候，操作人员应戴好灰尘和微粒呼吸保护器或者面罩。

2) 涂装作业中的通风排放。涂装环境随着涂装工业的快速发展，变得越来越恶劣。人们也越来越重视这方面造成危害。

在作业区内进行喷涂作业，如果使用腐蚀剂、脱脂剂，喷涂底漆和面漆的时候，都会排出有毒气体或者颗粒。这不仅仅对人身体有害，还对喷涂的质量有影响。下向通风喷漆间的空气更换装置如图 6-2 所示。

良好的通风系统可以将涂料、填料和稀释剂产生的有害气体排出作业区，也可以将工作区内汽车排出的有害气体、各种灰尘排出喷漆间。

喷漆系统应该在进气道设有空气过滤装置，滤去空气中的杂质，保证进入作业区的空气达到要求的纯净度；在排气道也要加装过滤器，目的是将作业区的污染物挡在过滤器表面。

上，使排出的气体不会受到较大的污染。

湿过滤系统是利用水来作为过滤介质，喷涂区的污水排出也有相应的环境保护措施，防止废渣、废液对环境的污染。

总体来说，通风系统是涂装作业中非常重要的一个环节。

4. 涂装施工中人体保护

虽然涂装作业有一定的危险性，但是如果作业者采取适当的防护，以上危害都是可以避免的。由于涂装作业中有害物质主要通过呼吸系统侵入人体，所以涂装作业的防护重点是呼吸系统。

1) 呼吸系统和肺部保护。磨料的尘沫、腐蚀性溶液和溶剂的蒸发气体、底面涂层和表面涂层的喷雾，都会给呼吸系统和肺部带来危险，特别是给那些天天在污染环境中工作的人员带来危害。即使工作场地通风良好，操作人员仍然需要佩戴呼吸保护器。呼吸保护器有三种主要形式：通风帽式或者供气式的呼吸保护器、窗式过滤呼吸保护器和防尘呼吸保护器。

① 供气式或通风帽式呼吸保护器。经国家职业安全与卫生局批准的供气呼吸保护器可防护因吸入异氰酸盐漆蒸气和雾，以及危险溶剂蒸气所引起的过敏和其他危险。

供气式呼吸保护器由半面罩、整面玻璃、帽盔组成，可供呼吸的清洁空气通过小直径的软管单独供给。

供气式呼吸保护器的空气源必须来自喷漆间外面的清洁的新鲜空气。供气式呼吸保护器如图 6-3 所示。

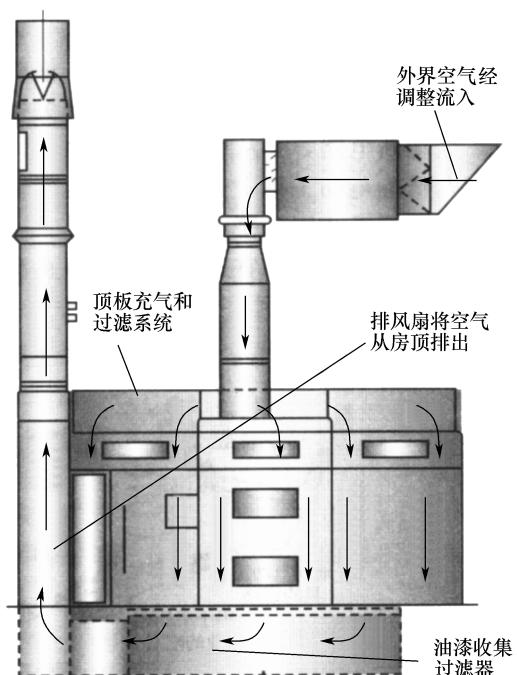


图 6-2 下向通风喷漆间的空气更换装置



图 6-3 半面式和全面式呼吸保护器

② 滤筒式呼吸保护器。如果表面整修的喷漆中不会有异氰酸盐，可以采用带有有机蒸气滤筒的滤筒式呼吸保护器。这种呼吸保护器可以防止吸入非活性磁漆、硝基漆以及其他非氰化物的蒸气和喷雾。

这种呼吸保护器由一个适应面形成密封的橡皮面具构成。它包括可以拆卸的前置过滤和滤筒，呼吸保护器还有进气和排气活门，以保证所有进入的空气都通过过滤器。使用滤筒式呼吸保护器时，要将面孔和保护器贴合以防止污染的空气从漏缝中进入呼吸系统，这一点非常重要。

在使用呼吸保护器前，应该进行定量的配合试验及正压和负压检查。穿戴者应该将手心放在滤筒上面并且吸气来检查面罩的负压。如果面罩凹陷到穿戴者的脸上，就说明保护器与面部配合良好。穿戴者盖上呼吸阀门呼气作正压检查，如面罩鼓胀而无泄漏，就表示合适。面部毛发也会妨碍面罩贴紧面部从而影响呼吸保护器的效能。另外滤筒式呼吸保护器只适用于通风良好的场地，一定不能在含氧量少于 19.5% 的环境中使用。滤筒式呼吸保护器的维护，主要是保持它的清洁，按照制造厂的说明定期更换前置过滤器和滤筒。

滤筒式呼吸保护器如图 6-4 所示。

③ 防尘呼吸保护器的使用。防尘呼吸保护器，可以防止吸入喷砂灰尘。车身修理厂喷砂作业会产生粉尘，如吸入后能引起支气管发炎，也有可能长期危害肺部。不管在什么时候，只要在靠近喷砂场地工作，就应该戴上防尘呼吸器。按照说明书对防尘呼吸保护器进行正确的维修和佩戴。防尘呼吸保护器如图 6-5 所示。



图 6-4 滤筒式呼吸保护器

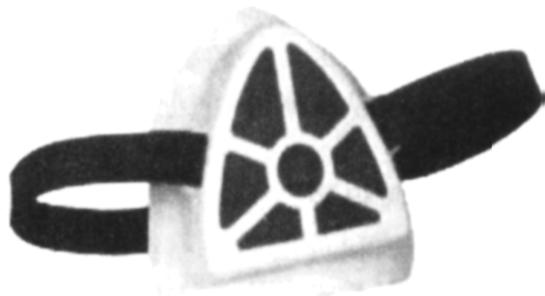


图 6-5 防尘呼吸保护器

2) 头部保护。车身修理人员应该戴上安全帽，在车下工作的时候应该戴上硬质安全帽。值得注意的是，防尘护罩不能防止蒸气的吸入。在开始施工之前一定要将长发扎在头后，头发也必须防灰尘和防喷涂污染。从施工开始就要戴着安全帽直到喷涂结束。还要佩戴喷涂防护罩，以保持头发清洁。喷涂防护罩如图 6-6 所示。

在施工的现场都会有飞扬的灰尘和碎屑，对眼睛的危害很大，所以要将眼睛保护好。在操作磨床、砂轮机、钻床、气动凿等，以及在清除碎玻璃或在汽车底下工作的时候，应该戴上清晰的安全防尘镜、护目镜或者防护面具等保护用品。即使已带有一般的眼镜，也要戴上防尘镜或安全镜。因为在施工现场随时随地都有可能飞来杂物和碎屑还有灰尘等微粒，对眼

睛的危害很大。在焊接时必须佩戴有遮光镜的焊接头罩或焊接保护镜，它可以保护眼睛和面部不受飞溅物、融化微粒和有害光线的伤害，太阳镜不能保护脸部不受伤害。3M 安全防尘镜如图 6-7 所示。3M 防护面具如图 6-8 所示。



图 6-6 喷涂防护罩

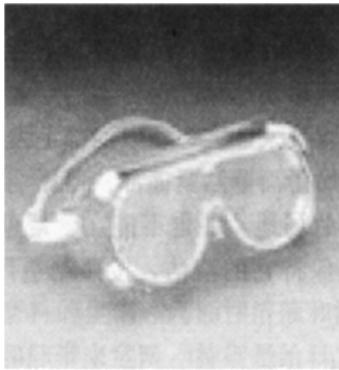


图 6-7 3M 安全防尘镜

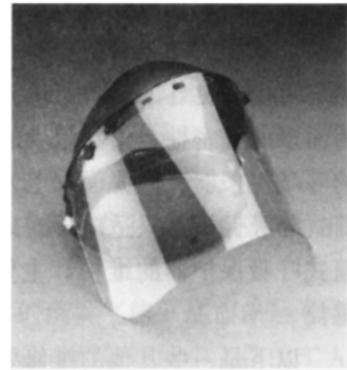


图 6-8 3M 防护面具

3) 耳部的保护。施工场地经常会噪声不断，如敲打钢板、喷砂发出尖锐的噪声，巨大的响声，会使操作人员不能听到其他声音，如果不采取适当的措施，对耳朵的危害是非常大的。在金属加工车间工作时，要戴上耳塞或者耳机护套，用来保护耳膜不受到噪声的伤害。常用的耳塞护耳器如图 6-9 所示。耳机护耳器如图 6-10 所示。



图 6-9 耳塞护耳器



图 6-10 耳机护耳器

4) 身体的保护。在车间内施工必须要穿着规定的修车工作服。在喷涂场地要穿着清洁的修车工作服或者不起毛的工厂工作服。一定不要穿着肥大的衣服、未扣纽扣的衬衣、旋摆的领带、首饰等，这些都是非常危险的。脏的、被溶剂浸渍的衣服会积存一些化学物质，贴近皮肤的时候会导致皮肤疼痛引发皮炎或者皮疹。一定要穿长袖工作服以保证安全。涂装连体工作服如图 6-11 所示。

5) 手的保护。为防止溶液、底漆及外层涂料对手的伤害，可以戴上手套，在涂装作业中应该使用不透水手套，如橡胶手套。手套的选择可以参考手套的材料及手套佩戴说明书。粗厚强力手套应在准备工作时使用，在离开工作场地的时候要彻底洗手，以防止任何有害成分，洗手的时候建议使用适当的清洁剂。每天工作结束时要用不含硅的护肤霜滋润皮肤，不要把稀释剂当清洁剂来用。无硅乳胶安全手套如图 6-12 所示。PVC 和丁



图 6-11 穿戴涂装连体工作服

腈混合手套如图 6-13 所示。3M 洗手膏如图 6-14 所示。



图 6-12 无硅乳胶安全手套



图 6-13 PVC 和丁腈混合手套



图 6-14 3M 洗手膏

6) 脚的保护。穿上有金属脚尖衬垫及防滑鞋底的安全工作鞋。金属衬垫可以保护脚趾不受落下物体的伤害。好的工作鞋会使长时间站立的工作者感到舒适。使用方便的鞋套、鞋罩已经是涂装工厂必备的物品。

6.1.2 防火知识

1. 燃烧与防火

燃烧就是指可燃物质在一定条件下，被氧化产生光和热的化学过程。燃烧的发生必须具备三个条件：可燃物、氧气及达到一定的温度。可燃物在受热遇火发生燃烧时的最低温度称为该物质的燃点。燃点越低，起火的危险性越大。以上三个条件是燃烧的三要素，三者缺一不可。只要将三要素中任何一点除去，就可以达到灭火的目的。一切消防器材和消防措施都

是根据燃烧三要素的原理而设计的，是通过降温或者使燃烧物表面和空气绝热而达到灭火的目的。

1) 二氧化碳灭火器。二氧化碳灭火器适用于室内油脂、电气及贵重仪器的灭火，不适用于扑救着火的钾、钠、镁、铝等。使用时应该将二氧化碳的喷射口尽量靠近火源，以控制火势的蔓延。平时应该避免长期日晒撞击，存放温度不宜超过40℃，并定期进行检查。二氧化碳灭火器如图6-15所示。



图6-15 二氧化碳灭火器

2) 四氯化碳灭火器。它的适用范围和二氧化碳灭火器相同。因为四氯化碳灭火器不仅灭火效率低，而且其灭火时还会产生有毒气体。随着灭火器材技术的发展和新产品的应用，在20世纪90年代已经停止销售。

3) 干粉式灭火器。干粉式灭火器适用于对有机溶剂和电气设备的灭火。使用的时候，将灭火器放在手上，手握喷雾胶管，一手用力拉起钢瓶上的提环，干粉即可高速喷出，在离火源3~4m的地方进行灭火。手提式干粉灭火器如图6-16所示。

4) 泡沫灭火器。除了电器着火外，均可适用。使用的时候，将钢瓶顶部压盖内玻璃瓶口的螺旋盖打开，并将钢瓶倒置，二氧化碳泡沫就可以自己喷出来。喷嘴要定期检查是否堵塞，药效是否失效，冬季要注意防冻。泡沫灭火器如图6-17所示。

5) 1211灭火器。它适用于扑救油类、电气设备、化工纤维原料等初期火灾。使用时拔出铅封或横销，用力压下手柄。1211灭火器每年应检查一次，如图6-18所示。

当涂装生产中发生火灾的时候，应该观察燃烧物的类型并采取相应的灭火措施。像油类、有机溶剂、金属钾、钠等起火，绝对不能用水来灭火，电气设备着火不能用泡沫灭火器，同时，如果火势太大，应该及时报告消防部门，组织灭火，并且尽快将可燃物转移到安全的地方，避免不必要的损失。

在涂装施工中要使用各种溶剂，当其蒸气和空气混合，达到一定温度后，遇火就会发出蓝色的突然闪光，闪光时候的温度称为闪点。如果温度比闪点高，就会引起燃烧。当其发生的火焰能继续燃烧不少于6s的温度就为该溶剂的着火点。溶剂的闪点和着火点，表明了其



图 6-16 手提式干粉灭火器



图 6-17 泡沫灭火器



图 6-18 1211 灭火器

发生爆炸或者火灾可能性的大小。因此常用闪点来划分溶剂及其涂料的危险等级。闪点在28℃以下为一级易燃品，闪点在28~45℃之间为二级易燃品，闪点在45℃以上为三级易燃品。在涂装施工中使用的绝大多数溶剂都属于一级易燃品，所以在储存、运输和使用的时候都必须特别注意火灾的发生。

2. 爆炸极限与防爆

当溶剂蒸气与空气混合达到一定比例，遇到火源就会发生爆炸，此时的最低爆炸浓度称为爆炸下限，最高爆炸浓度称为爆炸上限。当混合气体里可燃气体过少时，由于过剩空气可吸收爆炸放出的热量，使爆炸的热量不再扩散到其他部分而引起燃烧和爆炸；当可燃气体过多时，混合气体内含氧量不足，也不会引起爆炸。所以常用爆炸界限来衡量溶剂的危险等级。通用漆用溶剂的闪点及爆炸界限见表6-1。

表 6-1 通用漆用溶剂的闪点及爆炸界限

溶剂名称	闪点/℃	爆炸极限/(%)	溶剂名称	闪点/℃	爆炸极限/(%)
苯	-11	1.4~4.7	醋酸乙酯	-5	2.6~15.7
甲苯	4	1.3~7.0	醋酸丁酯	23	1.7~15.0
二甲苯	29.5	1.0~5.3	醋酸戊酯	25	2.2~136~6.1
200号溶剂汽油	32.0	1.1~6.0	丙酮	-17	2.2~13
乙醇	14	3.3~19	甲乙酮	-7	1.8~11.5
正丁醇	35	1.45~11.25	环己酮	47	
异丙醇	12	2.6~15.72~2.02	松节油	30	
乙二醇单乙醚	40	2.6~15.7			

常见引起爆炸的主要原因及其预防方法如下：

1) 明火。明火是引起混合气体或者粉尘爆炸的直接原因，所以在涂装施工现场和仓库严禁吸烟，禁止携带火柴和打火机，严禁任何使用明火或者易于燃烧的用具及装置。若必须采用明火时，设备必须密封，炉灶应该设在隔离的厂房内。

2) 撞击火花。撞击火花是由于快速摩擦和严重撞击而产生的火花，更容易引起爆炸，所以在涂装施工的时候，房间内禁止进行可以产生火花的工作，不能用铁棒敲打开封的金属漆桶。必须敲击的时候，可以采用铜质工具或者木棍，这样就可以避免撞击产生火花。

3) 电气火花。电气火花主要是由于电气设备或者电线超负荷工作时导致的起火和爆炸现象。在生产现场接错线路也将产生火花而引起爆炸。所以，在涂装施工车间的照明电灯应该设有防爆装置，电气设备一律应使用防爆型的，并要定期检查电路及设备，如绝缘有无破损，电动机是否超负荷。不准使用能发生火花危险的电气用具和仪器。在使用溶剂的生产现场，禁止安装闸刀开关、配电盘、断路器和普通的电动机。

4) 接地。所有电气设备的接地要牢固可靠。在生产过程中不可避免要发生摩擦，这是产生静电的主要原因，当静电电荷聚集到一定量时便出现放电现象而产生火花，引起爆炸和火灾。所以针对这样严重的问题，主要的预防措施是管道和设备应使导线良好接地，避免静电积聚。易燃易爆车间，应该保持一定的相对湿度，在带轮传动装置上，禁止使用松香擦传动带。

6.1.3 电气防爆

1. 易燃易爆的产生

由于涂装施工中使用的原料大多数是易燃易爆的物质，这些物质的燃点低，极易挥发，加上生产设备多为非密封式，因而在生产场所的空间，一定存在高浓度的混合性气体。如果生产场所通风装置不好，那么，这类气体就会积聚，很容易达到燃烧和爆炸的极限。如果遇到敲打、振动、冲击、过热或者微小火花等情况，就可能引起燃烧和爆炸。因此，这类生产场所内的电气装置一般都采用防爆型及安全型的，以确保安全。

2. 防爆措施

通常来说，防爆场所的照明灯具，电动机控制按钮及指示信号均应采用防爆型。导线应

尽量采用电缆和穿钢管铺设，至于电路的主要元器件也应尽量采用封闭式。

3. 注意事项

- 1) 使用防爆电器需有防爆标记和许可证。
- 2) 防爆电器的金属外壳必须保证接地。
- 3) 建立防爆电器设备档案。
- 4) 制定严格的防爆电器检修规程。
- 5) 对有关工作人员定期进行防爆知识的教育培训。

6.2 涂装材料储存知识

1. 涂装危险品的等级划分

为了确保涂料的安全储存和运输，每个国家都有相关涂料危险的等级划分规定。我国目前已经公布的法规、标准，主要有GB 6944—1986《危险货物分类和品名编号》、GB 12268—1990《危险货物品名表》、GB 13690—1992《常用危险化学品分类及标志》及2002年3月开始实施的《危险化学品安全管理条例》。在其中危险化学品被分为八大类，每一类又分为很多项。汽车涂料属于易燃液体，这类物质在常温下容易挥发，其蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物。

闪点是决定液体火灾危险性大小的重要依据，目前，按照我国的划分标准，闪点在28℃以下的为一级易燃品，闪点在28~45℃为二级易燃品，闪点在45℃以上为可燃液体。汽车涂料大多数属于一级易燃品和二级易燃品，极易发生火灾事故，一旦着火，燃烧猛烈，燃烧时间长，会造成严重后果。

2. 涂料储存知识

- 1) 涂料产品储存的位置要加强明火管理，禁止明火的产生，标明“严禁火种”、“禁止吸烟”等醒目字样，平时加强看管力度，严格出入制度。
- 2) 一级易燃危险品必须储存在经当地公安部门审核指定的场所，不得随意存放。
- 3) 涂料产品储存处必须备有相适应的灭火器材，如干粉灭火器、泡沫灭火器及二氧化碳灭火器等。
- 4) 涂料产品应储存在干燥、阴凉、通风、隔热、无阳光直射、邻近无直接火源的仓库内，严格控制库房温度，最好保持在6~32℃之间。
- 5) 涂料产品储存过程中，应该严防烈日暴晒，风吹雨淋及过度寒冷。温度过高，溶剂挥发会引起包装桶变形、爆裂或涂料变稠；温度过低，水性涂料、乳胶漆会结冰而影响水溶性能；涂料遭受雨淋或雨水渗入，轻者涂层起泡、发白，重者霉烂变质报废。
- 6) 涂料产品原则上应该和其他物资分库储存，但是根据情况，如果和不燃性普通货物同库，至少应该间隔3m以上的距离。但是决不允许和可燃物、氧化剂、爆炸品、自燃品及容易飞扬的金属粉末等物资在一个库内储存。
- 7) 仓库内不要调漆。调漆场所和仓库要有一定的距离，以免易燃有毒的挥发性蒸气移散到库房内。仓库内不允许存放开启的未用完的敞口油漆桶。
- 8) 库内应该保持清洁，通道应该宽敞，特别是擦过涂料或溶剂的纱头、碎布、纸屑等易燃物品不得随意乱堆，以免造成不必要的损失。

- 9) 库内严禁热源火种。焊补渗漏包装桶的时候不能直接用火烧烙铁，最好用电烙铁，并且要搬到库外安全地点进行施工作业。
- 10) 在收存双组分涂料产品的时候，要特别注意各组分的配套，一定要按照规定进行。
- 11) 涂料产品在搬运堆放时，应轻装轻卸以保持容器密封和包装完整。
- 12) 在储存过程中应该注意观察涂料产品的变化，如果发现有结皮、沉淀、结块、增稠等现象，要采取相应的措施先使用这些涂料，以免造成不必要的损失。
- 13) 在储运过程中，要尽量避免冲击和静电引起的燃烧和爆炸，若发生火灾，应该及时切断电源，立即以黄沙及泡沫灭火器施救，切忌不可用水灭火。

思考与练习

一、选择题

1. 人体的安全电压一般定为()V。
A. 60 B. 110 C. 220 D. 36
2. 人体通过的安全电流一般定为()A。
A. 1 B. 5 C. 0.05 D. 0.01
3. 总挥发性有机化合物的缩写是()。
A. TVC B. TV C. TVOC D. TVO
4. 以下方法中不能有效消除涂装车间静电的是()。
A. 接地 B. 工艺控制法 C. 短接法 D. 泄露法
5. 双组分涂料中的固化剂含有()，对人体的危害比较特殊，要特别注意防范。
A. 芳香烃类 B. 醚类
C. 醇类 D. 甲苯二异氰酸酯(TDI)
6. 涂装过程中针对呼吸系统和肺部的保护用具中不包括以下()选项。
A. 供气式或通风帽式呼吸保护器 B. 防尘呼吸保护器
C. 滤筒式呼吸保护器 D. 医学防护口罩
7. 在喷涂过程中为保护听觉要佩戴()防护用具。
A. 防尘镜 B. 护目镜 C. 护耳器 D. 防护面具
8. 衡量溶剂的危险等级通常用()来进行衡量。
A. 燃点 B. 沸点 C. 爆炸界限 D. 挥发速率
9. 灭火效率低、使用时还会产生有毒气体的灭火器的类型是()。
A. 二氧化碳灭火器 B. 干粉灭火器
C. 四氯化碳灭火器 D. 泡沫灭火器
10. 一级易燃品和二级易燃品区别闪点是()℃。
A. 22 B. 24 C. 28 D. 30

二、判断题(正确画√，错误画×)

1. 在特别潮湿且地面可导电的厂房内，安全电压定为36V。()
2. 通过接地法可以有效地消除静电。()。
3. 电动机及其起动装置一般都在运行中修理，可以很方便地发现故障部位。()
4. 甲苯二异氰酸酯的英文缩写是TVOC。()

5. 用气动或电动工具从事打磨、修整、喷砂或类似作业时，必须戴安全镜。（ ）
6. 为防止异氰酸盐漆蒸气和漆雾必须佩戴防尘呼吸保护器。（ ）
7. 燃烧发生三个必然条件是可燃物、氧和温度。（ ）
8. 当混合气体里可燃气体高于爆炸上限或低于爆炸下限时即发生爆炸。（ ）
9. 1211 灭火器适用于扑救油类、电气设备、化工化纤原料等初期火灾。（ ）
10. 废气处理主要是通过燃烧的方式进行处理。（ ）

三、简答题

1. 简述电路对人体的伤害。
2. 静电是如何产生的？如何消除静电？
3. 涂装作业中为什么要进行通风和排放？
4. 涂装过程中避免对人体的危害有哪些防护措施？如何进行防护？
5. 涂装过程中对环境的危害有哪些？
6. 常见的灭火器有哪些种类？各适用于什么场合？
7. 简述爆炸极限和发生爆炸的条件。
8. 涂料如何储存？

参 考 文 献

- [1] 汪盛藻. 汽车修补涂料与涂料技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 2006.
- [2] 彭小龙. 汽车车身修复与涂装[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [3] 欧玉春. 童忠良. 汽车涂装技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [4] 陈纪民. 汽车涂装技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2009.
- [5] 胡小牛. 汽车涂装技术[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2010.
- [6] 程玉光. 汽车涂装技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2010.
- [7] 王锡春. 汽车修补涂装技术手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.
- [8] 汪士选. 汽车涂装[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [9] 宋东方. 汽车涂装技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.
- [10] 翟大峰. 汽车涂装技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011.
- [11] 周长庚. 汽车涂装技术[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [12] 吴兴敏. 汽车涂装技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [13] 许平. 汽车钣金与涂装[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011.
- [14] 吴复宇. 汽车涂装技术[M]. 北京: 中央广播电视台大学出版社, 2011.
- [15] 耿川虎. 汽车涂装技术[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2010.
- [16] 李远军. 汽车涂装技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2009.
- [17] 李庆军. 汽车钣金与涂装技术[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2008.
- [18] 邱英杰. 汽车钣金·涂装·装潢与美容[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [19] 杨智勇. 汽车涂装技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2005.
- [20] 张湘衡. 汽车车身涂装[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2011.



汽车行业零距离上岗指导丛书

汽车知识与文化

汽车装配技术

汽车涂装技术

汽车电器构造检修及案例分析

汽车发动机构造检修及案例分析

如何做好汽车维修业务接待

汽车谈判与推销技巧

二手车鉴定与评估

地址：北京市百万庄大街22号

邮政编码：100037

电话服务

社服务中心：010-88361066

销售一部：010-68326294

销售二部：010-88379649

读者购书热线：010-88379203

网络服务

教材网：<http://www.cmpedu.com>

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-38672-8



9 787111 386728 >

上架指导 交通运输 / 汽车维修

ISBN 978-7-111-38672-8

策划编辑◎徐巍 / 封面设计◎陈沛

定价：26.00元