

模块一 初识汽车涂装

学习目标

- ◎了解汽车涂装的发展概况。
- ◎了解汽车涂装的作用和特点。
- ◎掌握汽车涂装的分类和要素。
- ◎掌握汽车涂装的基本工艺。
- ◎掌握汽车涂装的方法。

学习单元一 汽车涂装概述

由于90%以上的汽车外表都是涂装表面，因而涂层的外观、颜色、光泽等方面的优劣影响人们对汽车质量的直观评价，从而影响汽车的市场竞争能力。同时，汽车涂装也是提高汽车产品的耐蚀性和延长使用寿命的主要措施之一，无论是在汽车制造行业还是在汽车维修行业，汽车的表面涂装都是一项非常重要的工作。

汽车涂装是指将涂料涂覆在经过处理的汽车底材的表面上，经干燥成膜的工艺。已经固化的涂料膜称为涂膜，由两层以上的涂膜组成的复合层称为涂层。汽车表面涂装就是典型的多涂层涂装。



视频
宾利涂装工厂
汽车涂装全
过程

一、汽车涂装的发展概况

1. 汽车涂装的发展历史

一直以来，汽车就与涂装结下了不解之缘。汽车创始人卡尔·本茨在德国斯图加特制造第一辆汽车时，就用过油漆进行防锈和装饰。以前的汽车涂装是以刷涂、自然干燥为主的小批量生产的手工作坊方式，到近代才发展成为以喷涂、烘干为主的批量生产的流水作业方式。

1) 世界汽车涂装的发展过程

由于工业发展条件和基础存在差异，所以世界各国汽车工业的涂装发展水平很不平衡。总体来说，世界汽车涂装的发展过程可以划分为五个阶段，如表1-1所示。

表 1-1 汽车涂装发展的五个阶段

阶 段	涂装方法	采用的涂料	涂装前处理	干燥方法	生产效率 / (工时·台 ⁻¹)
第一阶段 (1930 年以前)	手工刷涂	自干型油基涂料	手工擦洗	自然干燥	20 ~ 80
第二阶段 (1930—1946 年)	手工喷涂	硝基、醇酸树脂类涂料	碱液清洗	自然干燥或烘干	5 ~ 20
第三阶段 (1947—1963 年)	浸涂底漆、静电喷涂和手工喷涂面漆	水性底漆、氨基面漆、丙烯酸面漆	磷化处理	人工烘干、湿碰湿喷涂烘干	3 ~ 5
第四阶段 (1964—1974 年)	阳极电泳和自动静电喷涂	阳极电泳涂料、金属闪光漆	磷化处理	辐射和对流结合烘干	3
第五阶段 (1975 年以来)	阴极电泳、高速静电喷涂、污染废物无害处理	阴极电泳涂料、粉末涂料、高固体分涂料、水性涂料、金属漆	磷化处理、钝化处理、对回收液的回收和再利用	烘干室烘干、废气燃烧净化	< 3

2) 我国汽车涂装的发展过程

我国汽车工业起步于 20 世纪 50 年代，第一辆解放牌汽车下线以前，我国只有汽车修配业，汽车涂装只是作坊式的汽车修补涂装。经过 60 多年的发展，我国汽车涂装逐步走向现代化，并逐渐向世界先进水平靠拢。

我国汽车涂装变革过程大概可以分为四个阶段，如表 1-2 所示。

表 1-2 我国汽车涂装变革过程

阶 段	时 间	内 容
第一阶段	1956—1965 年	引进汽车涂装技术的消化阶段
第二阶段	1966—1985 年	阳极电泳阶段
第三阶段	1986—1995 年	阴极电泳、普及涂装前磷化处理阶段
第四阶段	1996 年至今	现代化、经济规模化阶段

2. 现代汽车涂装的发展趋势

目前，汽车涂装在保证高保护、高装饰性的同时，正朝着低污染、低能耗的方向发展。在今后的一段时期，汽车涂装的发展趋势主要集中在以下几方面：

(1) 为了适应市场竞争的需要，整个行业将努力提高汽车涂层的外观装饰性、抗石击性和耐候性。

(2) 为了使汽车涂装生产带来的环境污染得到有效控制，减少挥发性有机化合物 (VOC) 的排放量，汽车涂料正朝着水性化和粉末涂料方向发展。

(3) 为了提高生产效率，降低能源消耗，中涂、面漆的喷涂将普遍采用高速旋转杯式自动静电喷涂机喷涂和机械手补喷涂工艺。

总之，汽车涂装领域未来的发展方向就是在不增加汽车生产成本的前提下，提高产品质量，减少甚至消除对环境的污染。

二、汽车涂装的作用

1. 保护作用

汽车运行环境复杂,经常会受到水分、微生物、紫外线、酸碱气体或液体等的侵蚀(见图1-1),有时会被磨、刮而造成损伤。如果在车身表面涂上涂料,就能保护汽车免受损坏,延长汽车的使用寿命。涂料对汽车保护的机理是使零件的外表面与大气环境隔绝,防止零件的锈蚀;有些涂料还能与金属发生化学反应,生成一层保护膜,延缓金属的腐蚀。



视频
宝马汽车彩绘

2. 装饰作用

汽车涂装可以使车身表面具有一定的色泽,给人以美的享受。这主要体现在涂层的色彩、光泽、鲜艳程度和外观等方面。绚丽的色彩与优美的线条使汽车具有更佳的艺术美感,如图1-2所示。



图 1-1 锈蚀的车门



图 1-2 具有艺术美感的汽车

3. 标识作用

汽车涂装的标识作用由涂料的颜色来体现。颜色标识广泛应用于各个方面,目前已经逐渐标准化了。例如,消防车涂成大红色,邮政车涂成橄榄绿色,救护车涂成白色并有红十字标记,工程车涂成黄色与黑色相间的条纹。

4. 特殊作用

具有特殊性能的应用涂料可使汽车具有特殊功能,以完成特种作业或适应特定的使用条件。例如,化工物品运输车辆要在车体表面或货箱、罐仓内部涂布耐酸碱、耐油、耐热、绝缘等涂料,以防止化学品的腐蚀和渗漏;军用汽车采用保护色达到隐蔽的目的;等等。

三、汽车涂装的特点

1. 高级保护性涂装

汽车属于户外用品,所覆盖的涂层对车身机体有极高的防腐蚀作用,其自身也应具有很好的耐腐蚀性、耐候性、耐化学制剂性等,以适应不同的环境。

2. 中、高级装饰性涂装

汽车外观的装饰性主要体现在车型设计和涂装方面,而涂层的装饰性则主要取决于色彩、光泽、鲜映性、丰满度等方面。色彩一般根据车辆类型、外形设计及时代流行色来选择。汽车涂装必须进行精心设计和施工,只有这样才能让装饰性平整光滑、丰满度高和鲜艳性高。

3. 多涂层体系

因为单涂层达不到上述的高保护性、高装饰性要求，所以汽车涂装采用多涂层体系。例如，轿车涂层由底涂层、中间涂层、面涂层、罩光涂层组成，其涂层总体厚度一般控制在 100 μm 左右。轿车车身涂层结构如图 1-3 所示。



视频
轿车车身涂层
结构



视频
典型的工业
涂装



图 1-3 轿车车身涂层结构

4. 典型的工业涂装

新车涂装的生产节奏快，短则几十秒，长则几分钟，因而必须选用高效、快速的涂装前处理、涂装、干燥及传输设备等组成工业涂装生产线。

四、汽车涂装的分类

由于汽车涂装的对象、涂装的目的不同，涂装技术的要求千差万别，因而采用的涂料和涂装工艺也相差甚远。汽车涂装按照涂装的对象大体可以分为新车制造涂装和旧车修补涂装，分别如图 1-4 和图 1-5 所示。



图 1-4 新车制造涂装



图 1-5 旧车修补涂装

新车制造涂装根据汽车的类型和结构分为车身外表涂装、车厢内部涂装、车身骨架涂装、底盘部件涂装、发动机部件涂装和电气设备涂装。

旧车修补涂装是使汽车恢复原有的涂层技术标准，达到无痕迹修补的效果。旧车修补涂装根据需要修补部位和修补面积的大小可以分为整车重涂和局部修补。

五、汽车修补涂装的涂装方法

涂装工艺的选择在某种意义上是涂装方法的选择，不同的涂装方法适用于不同条件下的涂装，因此选择正确的涂装方法是非常重要的。汽车修补涂装的涂装方法主要有喷涂、刮涂和刷涂三种。

1. 喷涂

喷涂（见图 1-6）是用特制的喷涂设备（主要是空气喷枪）将涂料雾化，并涂布在被涂物表面的涂装方法。喷涂的涂装方法应用范围很广，大多数的零部件都可以使用喷涂的方法进行涂装。喷涂可以使涂料相对节省，涂装质量较好，涂膜质量容易控制。但喷涂对操作人员的技术水平要求比较高，对喷涂设备的要求比较严格，对环境的危害也比较严重。

2. 刮涂

刮涂是用刮板将涂料刮在被涂物表面的涂装方法。刮涂对涂装设备的要求较低，对操作人员的技术要求较高，涂料浪费较少。刮涂多用于汽车修补涂装中凹陷的填充与外形的修复。车身凹陷处原子灰的刮涂如图 1-7 所示。



图 1-6 喷涂



图 1-7 车身凹陷处原子灰的刮涂

3. 刷涂

刷涂是一种古老但又普遍采用的涂装方法，是使用不同规格尺寸的毛刷蘸上涂料后，按照一定的操作方法把涂料刷涂在物体表面上，经干燥形成涂膜。刷涂的特点是使用设备简单，操作容易，涂料浪费少，适用于不同形状、大小物体的涂装。但刷涂的涂装质量差，劳动强度大，生产效率低。

学习单元二

安全防护用品与安全操作规范

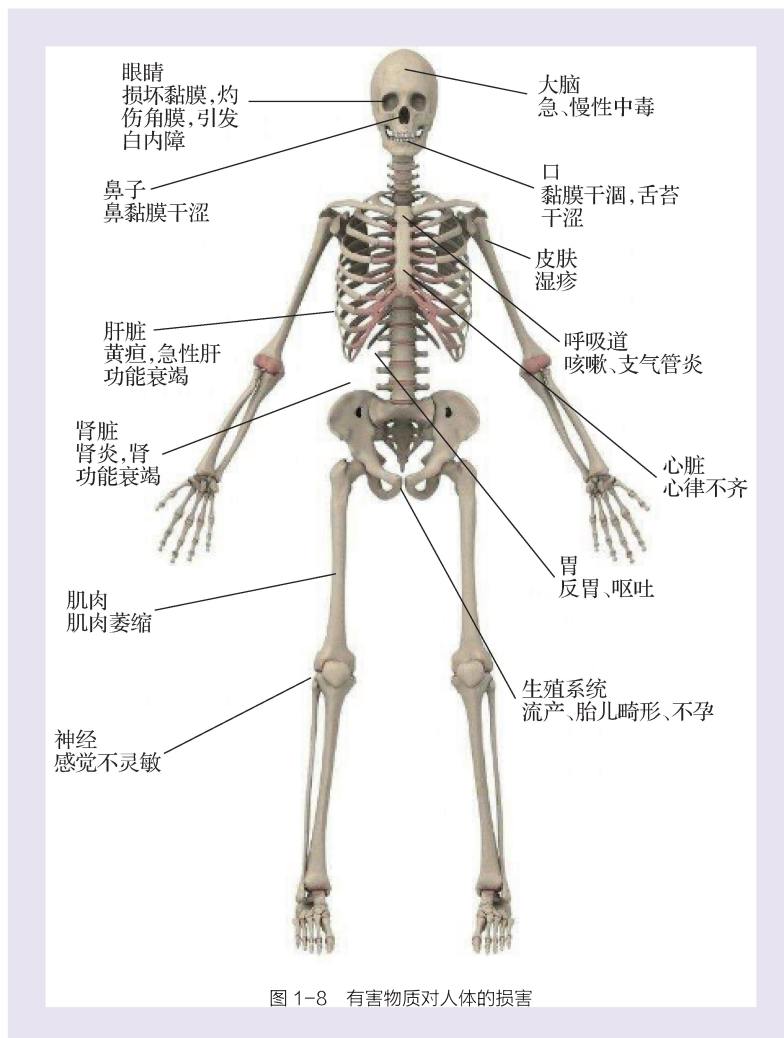
一、汽车涂装作业的危害

在汽车涂装作业中，汽车涂料及挥发的气体、汽车修补涂装中产生的粉尘等都对操作人员的身

体造成不同程度的损害，操作人员容易出现急性和慢性中毒、皮肤斑疹，患职业病。在涂装过程中形成的漆雾、有机溶剂蒸气、粉尘与空气混合积聚到一定的含量范围时，一旦接触明火，就很容易引起火灾或爆炸事故。另外，在涂料干燥过程中挥发出来的大量有机溶剂、随意丢弃的剩余涂料和溶剂、耗材等，都将给环境造成较大的污染和危害。

1. 汽车涂装作业对人体的危害

汽车涂装绝大部分涂料及溶剂都是易燃和有毒物质，这些有毒物质可以使人体的神经组织麻痹，产生行动和语言的障碍。汽车涂料中主要的有害物质有：有机溶剂型混合物或挥发气体，如甲氧基醋酸丙酯乙醇、丁醇、二甲苯、醋酸乙酯和醋酸丁酯；含有苯乙烯的聚酯类，如中涂底漆和原子灰；固化剂中的异氰酸盐和有机类过氧化物，水性涂料中的胺类化合物；侵蚀性防锈底漆，含有重金属铬、铅和锌的涂料。另外，打磨区研磨产生的细微粉尘对人体呼吸系统的危害不可忽视。油漆中的苯蒸气达到一定的浓度可致人死亡，长期接触苯会引起慢性中毒，出现白细胞减少、血小板降低、骨髓造血功能障碍等病征。有害物质对人体的损害如图 1-8 所示。



2. 汽车涂装作业对环境的危害

汽车涂装是一个高污染的行业，会形成废水污染、废气污染和废渣污染。

(1) 废水污染。很多汽车修理厂在涂装作业前和作业后都要进行整车清洗，在涂装作业中采用原子灰水磨和水帘柜喷漆，这些环节都会产生大量的污水。这些污水中酸或磷酸盐的含量大多超标，通常不经处理就直接排放到环境中。

(2) 废气污染。涂料在使用过程中挥发，产生大量的有害气体，如苯、甲苯、二甲苯、苯酚、醛、酮和胺等，涂层在干燥过程中产生大量含有苯类和酯类等有害物质的有机废气。这些有机化合物循环至大气层中，除了会发生光化学污染以外，还会随着降雨抵达地球各个角落，直接危害动植物的生长。高毒性的苯和苯系化合物还会通过生物链进入人体，造成生理性伤害。

(3) 废渣污染。废渣污染主要来自涂装作业中产生的漆雾颗粒、打磨粉尘，用剩的、变质固化的涂料和耗材及回收稀释剂时产生的废渣等。这些废料未经处理就丢弃，对环境产生了相当严重的污染。

汽车涂装作业带来的危害是巨大的，这就要求工作人员在实际的工作中做好卫生防护，坚持安全操作，预防爆炸和火灾，保护好环境，以确保汽车涂装作业的安全进行。

二、安全操作常识

1. 安全用电常识

安全用电常识具体如下：

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或动物体而引起的病理、生理效应，此时肌肉发生收缩，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的一种伤害。

电伤是指电弧或者熔体熔断时的金属碎屑等对人体的伤害，如烧伤、金属溅伤等。其虽然不如电击严重，但是仍然不能忽视。

人体的安全电压一般为 36 V，安全电流为 0.05 A。在这个范围内，电流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 60 V，但是在潮湿并且地面可导电的厂房内，安全电压则为 12 V。

2) 保护接地线与保护接中线

人体带电通常是因为接触了带电导体或带电设备。对于这种情况，一般是采用保护接地线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

同类物质通过不断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

(1) 使用电气设备要注意的问题。

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的安全操作规程。

②一般只允许使用 36 V 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 12 V 的手电。

③在低压设备中，严禁直接接触及带电的部件，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在使用低压电器时，变压器的一次电压必须是 380 V 或者 220 V 而不能过高，变压器的外壳必须接地。

⑤在任何情况下，都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。

(2) 电动机的安全操作流程。

①电动机的旋转部分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。高压电动机开关使用时要由专人负责，开关附近要备有安全用具，以备操作时使用。

2. 工具与安全使用

喷漆间使用的工具主要有手动、电动和气动三种。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 200 kPa 以下的吹尘器。压缩空气的减压装置如图 1-9 所示。

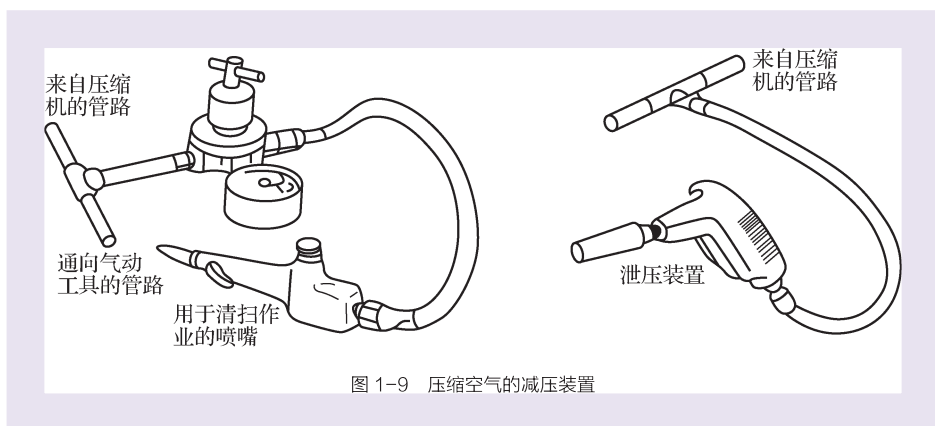


图 1-9 压缩空气的减压装置

(11) 使用液压机时应该保持液压压力处于安全值以下，操作时应该戴好安全镜，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. 涂装环境的控制和通风排放

(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、脱脂剂和表面涂料时，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，或者以通过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。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。任何一种材料触及皮肤，都要迅速用肥皂水清洗被污染部位。

④灰尘。除去灰尘是喷漆间的一个重要难题。灰尘是在喷砂、打底漆、涂填料等施工时产生的。在进行这类施工时，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。

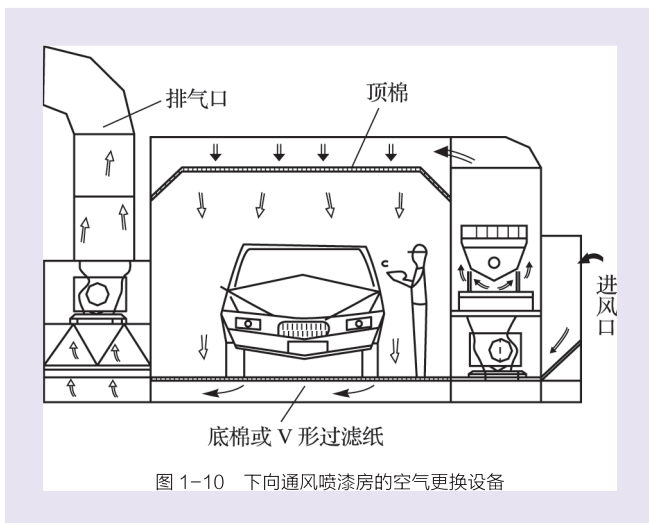
在作业区内进行喷涂作业，如果使用腐蚀剂、脱脂剂喷涂底漆和面漆，就会排出有毒气体或者颗粒。这不仅对人体有害，还对喷涂的质量有影响。下向通风喷漆房的空气更换设备如图 1-10 所示。

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。

湿过滤系统是用水作为过滤介质，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。



三、涂装施工中的人体保护

人身安全保护是从事涂装作业必须引起足够重视的问题。只有采取了有效的保护措施，才允许从事涂装作业。操作者本人应当具备最基本的保护知识和技能。

1. 呼吸系统的安全与保护

磨料的粉尘、腐蚀性溶液和溶剂所蒸发的气体、喷漆时的漆雾都会给呼吸系统带来危害。即使在通风良好的环境下，操作者仍需要佩戴呼吸保护器。

呼吸保护器有供气式全面罩、活性炭过滤面罩和防尘口罩三种。

1) 供气式全面罩

供气式全面罩是一种可以防止吸入氰酸盐漆蒸气和喷雾引起过敏的装置，如图 1-11 所示。供气式全面罩利用压缩空气供气系统过滤（精度必须达到 $0.1 \mu\text{m}$ 以上）供给的空气，空压机的空气入口必须置于空气清洁、远离喷漆的区域。

供气式全面罩主要用在如下喷漆情况和环境下：大量和长时间喷漆；在封闭或不通风环境中作业，如烤漆房、密封舱、油罐等。

2) 活性炭过滤面罩

当喷涂磁漆、硝基漆及其他非氰化物的油漆和喷涂量较少时，可以佩戴活性炭过滤面罩，如图 1-12 所示。这种面罩由一个适应人的脸型并具有密封作用的橡皮面具构成。它包括可拆卸的前置活性炭滤芯，可以滤去空气中的溶剂或喷雾。呼吸器还有进气和排气阀门，以保证呼吸顺畅。

活性炭过滤面罩的维护主要是保持清洁，定期更换活性炭滤芯。当出现呼吸困难时，应更换活性炭滤芯；应定期检查面罩，保持良好的密封性能。

注意：目前常用的双组分油漆均含有的氰化物无法用活性炭过滤面罩进行过滤，同时这种面罩不可在封闭或不通风的环境下使用。

3) 防尘口罩

图 1-13 所示为防尘口罩。此类口罩可以防止喷砂灰尘被吸入，仅用于喷砂作业时佩戴。在喷漆时，不能用它代替前两种保护器使用。



图 1-11 供气式全面罩

图 1-12 活性炭过滤面罩

图 1-13 防尘口罩

2. 人体其他部位的保护

许多涂料及其相关产品有燃烧和毒性的危害，会刺激皮肤、眼睛、鼻子、气管等，引起眼花、头痛、倦怠、白细胞减少等。长期暴露在有害物质含量、噪声较高的环境中，会导致头晕、耳聋等。这些症状不会立即出现，但会使人逐渐慢性中毒、耳聋。因此，操作者必须采取有效的保护措施。

1) 头部的保护

将长发扎结在头后，从事涂装或其他修理作业时佩戴安全帽。

2) 眼睛和面部的保护

工厂各处均有飞扬的灰尘和碎屑，可能会伤及眼睛。操作磨轮、气凿和在车底下工作时戴防尘镜、护目镜或防护面具。在焊接时，必须戴遮光镜和头罩，使眼睛和脸部不致受伤害。防护眼镜、防漆雾眼镜和头罩如图 1-14 所示。



(a) 防护眼镜

(b) 防漆雾眼镜

(c) 头罩

图 1-14 防护眼镜、防漆雾眼镜和头罩

3) 耳朵的保护

敲打钢板或喷砂时所发出的噪声，对人的听觉有不利的影响，重者会损伤耳膜。因此，在钣金作业及喷砂时应佩戴耳塞。

4) 手部的保护

为防止溶液、底漆及外层涂料对手的伤害，应佩戴安全手套进行操作，如图 1-15 所示。洗手时应用洗手膏（见图 1-16），而不用稀料洗手。



图 1-15 无硅乳胶手套

图 1-16 洗手膏

5) 脚的保护

在钣喷作业时，应穿带有金属脚尖衬垫及防滑的安全工作鞋。金属脚尖衬垫可以保护脚趾不被落下的物体碰伤。喷漆时还应穿着方便鞋套或鞋罩。

6) 身体的整体保护

在喷漆场地应穿清洁的喷漆防护服（见图 1-17），此类工作服面料应不起毛，以免影响漆面质量。脏的、被溶剂浸过的衣服会积存一些化学物质，对皮肤会产生影响，未经允许不要穿着。工作服的上衣应是长袖的，袖口必须是橡皮扎口。工作裤要有足够的长度，裤脚口也必须是橡皮扎口。



图 1-17 喷漆防护服

3. 个人安全要求

- (1) 了解工厂作业的安全规程。
- (2) 喷砂时必须佩戴防尘面具。
- (3) 使用压缩空气吹除灰尘时，应戴眼睛保护装置和防尘面具。
- (4) 处理金属表面时，金属调节剂含有磷，它对皮肤有刺激作用。为此，必须佩戴安全镜、手套和穿工作服。
- (5) 配制涂料时应戴防护镜，并在通风环境下进行。
- (6) 喷涂时应十分注意合理使用设备。
- (7) 漆料应存放在远离工作区的地方，工作区只保留一天的用量。一天作业完毕，应及时清洁所有用具与设备。

四、安全操作规范

汽车涂装作业中所用的涂料、稀释剂、固化剂等是易燃、易爆物品，同时也是有害气体产生之源。电动打磨机、空气压缩机、烤漆房等机电设备使用的均为高压交流电。车辆及各种气动工具、设备本身也存在许多不安全因素。如果操作人员安全意识淡薄，就很容易发生事故，严重时还会造成人员伤亡。因此，汽车涂装作业人员应严格遵守安全操作规范，预防工伤事故和职业病的发生。

汽车涂装作业安全操作规范如下：

(1) 汽车涂装作业时, 做好安全保护措施。操作前根据作业要求, 穿好三紧或连裤工作服和工作鞋, 戴好工作帽、手套、耳塞、脸部防护用具和呼吸保护器。

(2) 手动工具要保持清洁和完好, 以免使用时发生事故。

(3) 使用电动工具之前应检查是否接地, 导线绝缘是否良好, 只有确认电动工具上的电路开关处于断开位置才允许接通电源。

(4) 电动工具使用中发现异常(如火花、异响、过热、冒烟或转速过低等), 应立即停止使用, 并由专业维修人员进行检修。

(5) 在清理电动或气动工具上的切屑时, 必须先让电动或气动工具停止转动, 切勿在转动过程中用手或刷子去清理。

(6) 气动工具必须在规定的压力下工作, 吹尘用压缩空气的压力应保持在 200 kPa 以下。

(7) 喷涂结束后将设备工具清理干净并妥善保管, 操作现场应保持清洁, 废纸及废砂纸等要放置到垃圾箱内; 用过的残漆、剩余涂料和稀释剂等应妥善处理, 防止挥发。

(8) 汽车涂装车间应使用防爆灯和防爆开关, 工作灯必须使用 36 V 的安全电压。

(9) 喷漆房内不得进行喷涂以外的作业, 烤漆房的使用和保养应按说明书规定执行, 并由专人管理。

学习单元三 安全防火技术

一、火灾产生的原因

汽车涂装车间发生火灾和爆炸的原因有以下几个方面:

(1) 气体爆炸。如果喷涂车间或喷漆烤漆房空间太小, 加之换气不良, 充满溶剂蒸气, 在达到爆炸极限时遇明火就会爆炸。

(2) 粉尘爆炸。有些颜料(如铝粉、有机颜料等)、干漆雾粉尘和各种粉末涂料等属于易燃性粉末, 正常情况下这些粉末不易点燃, 但当这些粉末在空气中形成一定浓度时, 遇上明火或静电放电就会发生爆炸和火灾。

(3) 电气设备选用不当或损坏后未及时维修, 产生电火花导致火灾和爆炸。

(4) 原子灰废渣、漆雾沫、废遮盖物及被涂料和溶剂污染的废抹布等因保管不善, 堆积在一起而自燃。

(5) 不遵守防火规则, 防火安全意识淡薄, 在涂装现场使用明火或抽烟导致火灾和爆炸。

二、防火安全措施

防火安全措施如下:

(1) 汽车修补涂装车间属于火灾危险区, 应设置相应的消防设施, 一般布置在厂房的一侧, 并用防火墙与其他车间隔开。

(2) 汽车修补涂装车间的所有构件都应尽量采用防火性能好的材料。

- (3) 所有电气设备和开关都应有防爆装置，电源应设置在防火区以外。
- (4) 涂装车间的所有金属设备都应可靠接地，防止静电积聚和放电。
- (5) 涂装车间内严禁烟火，不许带火柴、打火机等火种进入车间。
- (6) 存储涂料应放在远离工作区的的地方，工作区最多保留一天的用量。
- (7) 擦过溶剂和涂料的棉纱、抹布等应放在专用的带盖铁箱中，并及时处理。
- (8) 严禁向下水道倾倒易燃溶剂和涂料。
- (9) 在涂装过程中应尽量避免敲打、碰撞、冲击、摩擦等动作，以免发生火花或静电放电而引起着火燃烧。

三、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设计的，通过降温或者使燃烧物表面和空气绝热达到灭火的目的。

(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。二氧化碳灭火器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 1-18 所示。

(2) 四氯化碳灭火器。它的适用范围和二氧化碳灭火器相同。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，其在 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。使用时，除掉铅封，拔出保险销，左手握着喷雾胶管，右手提着按下压把。干粉即可高速喷出，在离火源 3~4 m 的地方进行灭火。手提式干粉灭火器如图 1-19 所示。



图 1-18 二氧化碳灭火器



图 1-19 手提式干粉灭火器

(4) 泡沫灭火器。除了电器着火外，泡沫灭火器均可适用。使用时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。要定期检查喷嘴是否堵塞、药效是否失效，冬季要注意防冻。泡沫灭火器如图 1-20 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。使用时拔出铅封或保险销，用力压下手柄，1211 灭火器每年应检查一次。1211 灭火器如图 1-21 所示。

当涂装生产中发生火灾时，应该观察燃烧物的类型并采取相应的灭火措施。例如，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，应该及时报告应急管理部门，并且尽快将可燃物转移到安全的地方，避免不必要的损失。



图 1-20 泡沫灭火器



图 1-21 1211 灭火器

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，闪光时的温度称为闪点。如果温度比闪点高，就会引起燃烧。其发生的火焰能继续燃烧不少于 6 s 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 °C 以下的为一级易燃品，闪点在 28 ~ 45 °C 为二级易燃品，闪点在 45 °C 以上的为三级易燃品。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、运输和使用时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，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，不会引起爆炸。因此，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如表 1-3 所示。

表 1-3 通用漆用溶剂的混合气体闪点及爆炸界限

溶剂名称	混合气体闪点 / °C	爆炸界限 / %
苯	-11	1.4 ~ 4.7
甲苯	4	1.3 ~ 7.0
二甲苯	29.5	1.0 ~ 5.3
200 号溶剂汽油	32.0	1.1 ~ 6.0

续表

溶剂名称	混合气体闪点 / °C	爆炸界限 / %
乙醇	14	3.3 ~ 19
正丁醇	35	1.45 ~ 11.25
异丙醇	12	2.6 ~ 15.72
乙二醇单乙醚	40	2.6 ~ 15.7
醋酸乙酯	-5	2.6 ~ 15.7
醋酸丁酯	23	1.7 ~ 15.0
醋酸戊酯	25	2.2 ~ 6.1
丙酮	-17	2.2 ~ 13
甲乙酮	-7	1.8 ~ 11.5
环己酮	47	—
松节油	30	—

常见的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，设备必须密封，炉灶应该设在隔离的厂房内。

(2) 撞击火花。撞击火花是指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。必须敲击时，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。电气火花主要是指电气设备或者电线超负荷工作导致的起火和爆炸现象。由于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的导线要良好接地，避免静电积聚。易燃易爆车间应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。

四、电气防爆

1. 燃烧和爆炸的产生

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

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，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。

五、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国家标准主要有《危险货物分类和品名编号》(GB 6944—2012)、《危险物品名表》(GB 12268—2012)、《化学品分类和危险性公示通则》(GB 13690—2009)。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。

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 ℃。

(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与其他物资分库储存，但是根据情况，如果与不燃性普通货物同库，至少应该间隔 3 m 以上的距离。但是绝不允许和可燃物、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) 不得在仓库内调漆。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) 仓库内应该保持清洁, 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。

学习单元四 涂装作业的安全卫生

涂装作业的安全卫生对策, 主要是针对腻子打磨中的粉尘与涂料中所含的有机溶剂制定的。

一、粉尘

1. 危险性

脱漆、腻子和中涂漆的打磨等作业中产生的粉尘, 若是长期直接吸入人体, 会引发呼吸功能的障碍, 甚至导致尘肺及哮喘等。

2. 对策

作业时佩戴防尘用口罩, 并使用具备吸尘功能的打磨机。但由于打磨机的吸尘装置无法完全处理腻子灰尘, 所以在地面和墙面都应设置有吸尘设备。

此外, 打磨后做清扫工作时也要佩戴口罩, 并且尽量降低吹尘枪的压力, 使粉尘不要到处飞扬, 以免对作业者自身及周围未做防护的作业者造成影响。

(1) 防尘口罩。防尘口罩是防止吸入打磨粉尘的重要防护工具, 有杯形口罩、纱布口罩等多种类型。另外, 还有由合成纤维的无纺布制成的筒易型口罩、放入专用活性炭具有防臭功能的口罩, 以及带有排气阀的口罩。一部分口罩还设计了不同的型号, 可以根据脸型选择合适且合格的口罩。

需要注意的是, 若不能严密地覆盖鼻子和嘴, 口罩的效果就得不到充分发挥; 口罩有使用期限, 尽量不要使用过期的口罩。

(2) 防尘眼镜。防尘眼镜能够预防粉尘进入眼中对眼睛造成伤害。除一般的防尘眼镜以外, 也有在普通的眼镜上佩戴的防尘眼镜。

(3) 集尘装置。集尘装置包括附带集尘袋的吸尘打磨机、手磨吸尘套件, 以及用于收集打磨粉尘的各种机器等。简单的集尘方式是将工业用的清洁机管与一台或多台吸尘打磨机的软管连接进行集尘。这样清洁效率较高, 可以实现从天花板及墙壁一直到地面等各处的吸尘。

另外, 还有由地板将灰尘吸入的集尘装置, 其作用原理是直接将吸尘软管接入地板上的格子, 用来吸入周围飞扬的粉尘, 可多台机器同时运作。

吸尘打磨机的软管口径不一, 选择时应格外注意。

二、有机溶剂

1. 危险性

涂装作业中使用的涂料及稀释剂类物质是可燃物, 具有一定的危险性, 且涂料中所含的有机溶剂也是对人体有害的化学物质。

吸入这些有害物质后会引起急性中毒，其症状有头痛、贫血、昏迷等。需要格外注意的是，刚开始吸入时会觉得是臭气或是刺激性气体，但长时间习惯后，就不易察觉异常。但长期吸入这些有害气体伤害肝脏和肾脏。

此外，涂料中使用了多种化学物质，部分有机溶剂及颜料中含有异氰酸酯等具有毒性的物质，这些有害物质会对眼睛和喉咙等造成损伤。

在涂装作业中，要佩戴防止吸入有机溶剂的涂装口罩，同时也要尽量避免皮肤与有机溶剂直接接触。由于有机溶剂也可以通过皮肤侵入人体，因此在调色和清洗喷枪等过程中，尤其是处理涂料和稀释剂时，应佩戴耐溶剂性手套。喷涂作业必须在喷烤漆房或具有进排气设备的场所进行，这是必须严格遵守的规则。

2. 对策

1) 有机溶剂中毒预防规则

有机溶剂中毒预防规则规定，在使用管制的毒性物质超过一定量情况下，有必要遵守下列规定：

(1) 公告。在涂装作业场地，必须设置记录关于有机溶剂危险性、使用注意事项及中毒时的处理措施等指定语言的公告栏。

(2) 有机溶剂作业负责人。作业过程要由经过有机溶剂作业责任人培训的人员来监督管理。

(3) 喷烤漆房。作业场所应设置排气装置，以保证通风良好。汽车修理中使用的是上送下吸式的排换气装置，且对于风量的大小也有所规定。有关设施还必须向相关管辖单位提交报告。

此外，喷烤漆房里有热源，所以需要由经过干燥设备处理作业责任人培训的人员进行管理。

(4) 健康诊断。不仅要测定作业场的有机溶剂浓度，还需要每隔半年对作业人员进行一次特别健康诊断，并保留诊断记录。

2) 涂装防护面罩

无论涂装作业是否使用涂装箱，都有必要佩戴涂装防护面罩。防护面罩根据使用目的的不同分为多种。虽有加入活性炭的简易式面罩，但喷涂作业时最好佩戴附有有机溶剂吸收罐的防毒面罩，如图 1-22 所示。



图 1-22 喷涂作业时佩戴防护面罩

由于面罩有有效期限，所以在使用了一定时间或能感到臭气后，就应更换新的吸收罐。

另外还有能输送干净空气的送气口罩，有的面罩能够覆盖整个头部，有的面罩只是普通形状。

3) 耐溶剂性手套

由于有机溶剂能够通过皮肤渗入体内，因此在处理涂料和稀释剂时要佩戴耐溶剂性手套，尤其对于皮肤敏感的人。

4) 手部清洁剂或护手霜

在涂料作业中如弄脏手指，可使用专用的手部清洁剂清洗。此外还有防止干燥的护手霜、在作业前涂抹的护手霜等。

三、危险物的保管

在汽车修理厂使用的涂料中，除水性涂料以外，大部分都是可燃物。由于涂装作业需使用具有爆炸性的汽油，因而要十分注意预防火灾和爆炸的发生。

具体的操作方法是：选择安全的场所放置易燃物。在使用汽油作业时，应选择通风良好的作业场所，并提醒周围的工作人员提高警惕。操作及保管易燃涂料时，切勿使用容易产生静电的塑料水泵和容器。抽出的汽油要存放在事先选定的安全场所，如图 1-23 所示。

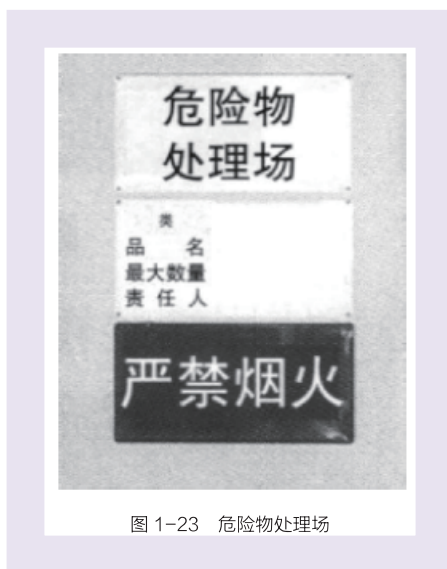


图 1-23 危险物处理场

在储存（短期储存也包括在内）含有一定量以上可燃性有机溶剂的涂料和汽油时，有关储存设备的设置及处理方式等都要在危险物处理者的指导下向所管辖的应急管理部门提交申报。

含有汽油和有机溶剂的涂料属于危险品，归类于第四类易燃性液体。汽油在第四类中又被归类于第一石油类，涂料根据成分的不同归类于第一石油类或第二石油类。涂料罐上应注明其分类及使用的注意事项。

危险品处理者的资格分为甲、乙、丙三类，这是依据处理方法的不同所进行的分类。汽车修理厂的工作人员均需取得乙种第四类（乙四）的资格，取得资格后需要每三年接受一次培训，否则取消资格。

我国消防法规定，按照国家标准、行业标准配置消防设施、器材，设置消防安全标志。虽然量上有差别，但在危险品的处理方面没有太大差别，即至少要设有粉末灭火器、泡沫灭火器，消防安全标识。

此外，还必须注意除涂料以外含有稀释剂的布、腻子的残余及使用后的涂料罐的处理，因为有些物质存在自燃的危险。在涂装作业场所内要设置严禁烟火的标识，如图 1-24 所示，吸烟须到指定的休息室内。涂装箱、烘干机等发热设备使用前必须严格检查，不得在不完备的状态下使用。



图 1-24 涂装作业场所的防火标识

四、废弃物的处理和环境对策

1. 废弃物的处理

关于涂料的使用和废弃，从环境对策的角度出发，应按有关废弃物管理的规定进行处理。社会环境在不断变化，有关法律法规也在不断完善，因此我们需知晓最新的法律内容，并严格遵守。

有机化合物（VOC）被排放到空气中，会对大气造成污染。欧美有些地区严格规定了排放量并强制要求记录使用量。在日本，《危险化学品安全管理条例》就是有关特定化学物质对环境的排出量及管理改善的法律，其中要求在处理特定化学物质时，提交排出量的申报和 MSDS 化学品安全数据说明书。所需提交的申报内容中包含有机溶剂的甲苯和二甲苯。

另外，在向业务人员交付含有指定化学物质产品之前，必须提供化学品安全说明书。产品类别的表格可以通过涂料制造商、网站的首页等多种途径获取。

涂料类物质最好由持有收集、搬运、处理资格证的从业者或涂料制造商处理。

废溶剂再生装置是指用以减少废弃物中所含溶剂量量的装置。其基本原理是将废溶剂间接加热、蒸馏再生后用作清洁用途的稀释剂。因此，有些装置直接与喷枪清洗器连为一体，进行涂装后的清洗工作。

2. 恶臭污染物排放标准

恶臭污染物排放标准是指针对恶臭污染物（甲苯和二甲苯）排放的要求。

除臭装置用于除去涂装及干燥时涂料的臭味。其种类繁多，一般在涂装箱的排气管道内侧或外侧安装，通过活性炭或者除臭剂吸收。

思考与练习

1. 简述汽车涂装的发展历史。
2. 汽车涂装的作用是什么？
3. 汽车涂装有哪些特点？其如何进行分类？