

高职高专交通运输类“十五”规划教材

汽车车身修复技术

主 编 宋年秀

副主编 戴耀辉

机 械 工 业 出 版 社

第一章 概 论

第一节 汽车车身修复的概述

一、汽车车身修复的现状 & 意义

随着我国汽车工业和交通运输业的迅速发展，汽车保有量逐年增加，汽车已成为经济生活中不可缺少的重要交通工具。保证汽车良好的技术状况和美观的外形，既关系到市场经济社会中汽车运输的竞争力，又关系到人们日益重视的环境保护。特别是在精神需求不断高涨的今天，具有漂亮外形的汽车不仅对环境起到很大的美化作用，同时也会在很大程度上满足人们的心理需要，对人们的精神起着很重要的作用。要保证汽车有漂亮的外观，除了汽车制造工业的先天因素外，维修时保证车身修复质量也是极为重要的一环。

汽车车身修复的发展，与汽车制造技术有着不可分割的关系。汽车修复与汽车制造技术由于在生产组织方式方面有着根本区别，形成了其自身的发展状况。

(1) 汽车车身的结构不断更新。由于近一二十年来，汽车车身的结构和材料均发生了较大的变化（在结构方面，如承载方式的变化、车身轻量化、追求车身优良的空气动力学特性、车身防振及隔音、车身防锈、车身防撞安全性及车身造型等；在材料方面，轻合金、高强度钢、高强度低合金钢、塑料和合成材料的大量采用等），这就要求车身维修者能较全面地掌握现代汽车车身的结构特点和所用材料的特性，只有这样才能在车身维修工作中保证修理质量，恢复车身原有的强度和可靠性。

(2) 车身修复企业设备陈旧、工艺落后。目前，我国的汽车钣金与涂装修理业虽然有了一定的发展，但还很不完善，设备陈旧、工艺落后，有些甚至还停留在白铁匠的水平。

(3) 车身修复从业人员专业技术水平低。复杂的车身结构、多样化的车身附属设施和人们对车身维修高质量的需求，过去的工匠式的修复方法已显得非常不适用了。要求车身修复人员具有广泛的专业知识，能够使用先进检测手段和融多种作业技能为一体的专业水平。

(4) 车身维修产业正逐渐形成。车身的维修，已成为汽车维修行业的热点之一，这是由于车身维修质量不仅会影响车身整体强度和安全性，而且直接影响汽车维修后的外观质量，因此倍受关注。如今，车身维修企业已经异军突起，形成了一支庞大的维修服务队伍。到处可见汽车喷漆和汽车钣金修理。伴随着汽车工业现代化的进程，高质量的车身维修，理所当然地成了人们追求的目标。

二、汽车车身修复的作用

作为汽车维修的重要组成部分，车身修复在汽车维修质量中有其特殊的意义。科学的车身整形手段，优质的喷涂质量不仅对车身起到极大的保护作用，而且对汽车外观的恢复也起着至关重要的作用。

1. 校正车身变形

运行中的汽车，碰刮之类的车身损伤是不可避免的，因此就需对汽车钣金的凹陷、突

起、皱褶变形等进行整形校正，以恢复原来的几何形状，为后续喷刮涂料奠定良好的基面；同时，对车身整体或局部构件的损坏进行修理，使相互位置准确、可靠，以保证车轮定位准确。

2. 改善车身局部的强度和刚度

由于生产工艺、设计方案、材料缺陷等因素造成车身局部的薄弱环节；因受冲击、振动、超载等原因引起车身的局部变形；因金属焊接后表层氧化、脱落加之防腐处理不当而引起车身的锈蚀；因焊接技术不佳或对不同金属材料的焊接特性了解不周，使焊接工艺错误造成焊口断裂等诸多因素，都会使车身覆盖件和结构件的技术状况变坏，导致车身强度劣化，严重时还会诱发不测事故的发生。通过对车身零件和关键结构件强度、刚度、损伤、锈蚀等技术状况的检验，通过换件，或直接有针对性地对其采取矫正、补强、防腐处理等修理措施，及时消除车身整体强度劣化现象。

3. 保护车身抵抗外界侵蚀

目前的车身结构主要由钢板制做而成，由于其特殊的工作环境，长期受到空气、水分和日光的侵蚀，有时还会受汽油、柴油、防冻液、酸、碱等许多化学物品的腐蚀，为使金属免遭腐蚀，涂膜起到了很好的隔离作用，所以钣金修复后的车身以及涂膜损伤严重的车身，需及时补涂涂膜，以达到保护车身表面、延长车身使用寿命的目的。

4. 使车身内外装饰精致、美观

随着人类文明的发展，人们在审美要求上越来越讲究物品与环境的协调统一。作为生产和生活所必需的交通工具，人们对车容装饰的要求越来越高，亮丽的外观、鲜明的色调在一定程度上都是靠涂料实现的。

第二节 汽车车身修复作业

一、汽车车身修复的主要内容

车身修复主要包括钣金修复和喷涂修复。

1. 钣金修复的主要内容

车身钣金修复主要包括：拆卸、鉴定、修整与装配等几项内容。

(1) 拆卸 拆卸的主要目的是便于车身维修前的检验和车身维修操作，同时也可避免维修时对拆卸件产生不必要的损伤，有时也对拆卸下的废旧件进行更换。拆卸操作应严格遵守尽量避免零件损伤和毁坏的原则，除螺母和螺栓用扳手拆卸外，常用的拆卸方法还有气割、锯割、凿开、钻孔等。

(2) 鉴定 鉴定就是对车身损伤部位用尺子、样板或模具进行检查，以确定损伤的性质以及具体的修复方法。

(3) 修整与装配 对车身的壳体及损伤严重部位进行修整，并按原车的要求进行总装。

2. 修复补漆的主要内容

车身修复补漆主要包括脱漆、表面预处理、涂料选择和色泽调配，以及施涂工艺方法等几个方面内容。

(1) 脱漆 根据车身维修和车身旧漆的情况，需部分或全部地除去车身上的旧漆，以保证重新涂装的质量要求，常用的清除方法有火焰法、手工和机械法，以及化学方法等。

(2) 表面预处理 预处理的主要工序是除污垢、去锈斑、氧化处理、磷化处理、钝化处理等。对被涂物面进行预处理的目的是清除物面上存在的尘埃、油污、水、锈蚀、磷片状氧化物, 以及旧涂层等影响涂膜与被涂表面间的附着力的杂质, 使涂层与基体金属很好结合。

(3) 涂料选择和颜色调配 车身修复补漆涂料的选择, 需要根据补涂的范围和作业内容、客户的要求, 以及原漆的特点性质而定。颜色调配的关键是保证新涂漆料干后色彩与车辆原漆色彩一致。

(4) 涂装 涂装的基本方法有刷涂法、浸涂法、空气喷涂法、静电喷涂法和电泳涂装等。另外还有滚涂法、淋涂法、粉末涂装和高压无气喷涂等。涂装质量与涂料性能和涂装方法有关, 应综合考虑被涂物的材质、形状和大小、使用涂料的性质、对涂装质量的要求、施工设备和环境条件以及经济性等各方面, 确定相应的涂装方法。

车身修复厂可以按其大小分为大、中、小三类。中等车间的平面布置实例如图 1-1 所示。车身修复厂有两个基本的作业区: (1) 金属加工区 (或称车身区); (2) 喷漆区。不管工厂总的实际规模大小, 作业流程应当是: 汽车从入口移向金属加工车间, 再到表面整修作业区。

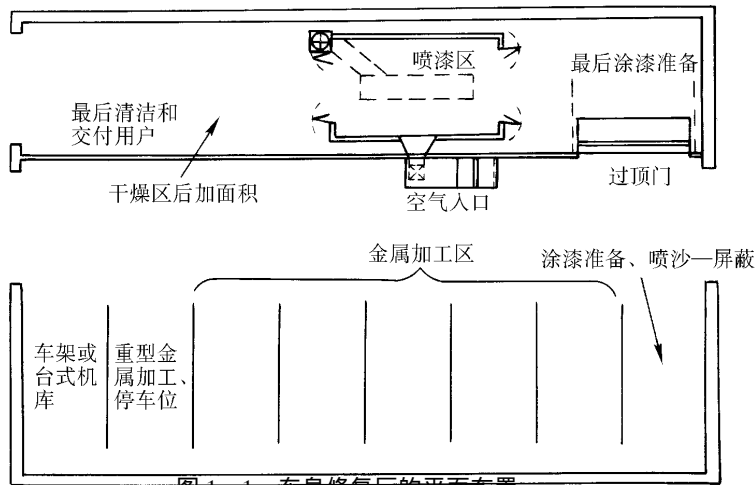


图 1-1 车身修复厂的平面布置

二、汽车车身修复的特点

车身修复与车身制造相比有如下特点:

1. 车身结构修复应保持与原车的一致性

由于车身结构具有动感的造型特点, 加上装饰和色彩, 能给人以美的享受和强烈的精神感染力, 特别是轿车, 其车身造型的流行式样不断更新, 成为市场竞争的一个重要手段, 所以, 人们对车身造型艺术的要求也越来越高, 因此在车身维修时, 必须保持原车的车型风格, 在车身构件的外形、线条、材料、装饰及色调等方面都不能破坏原车的特点, 并保证整车的一致性。

2. 车身材料具有多样性

由于车身所采用的材料品种很多, 除金属和轻合金以外, 还大量使用各种非金属材料 (如工程塑料、橡胶、复合材料、玻璃、油漆、纺织品和木材等)。客车与轿车车身覆盖件所用的钢板约占汽车材料构成的 50%, 这些覆盖件的加工方法, 大多采用冷冲压制造。为了改善车身覆盖件的防锈蚀性能, 从 20 世纪 80 年代以来, 国外轿车车身上已开始大量采用镀

锌钢板，有些轿车则采用含磷高强度冷轧钢板、减振复合钢板等。此外，为了减轻自重和提高汽车的安全性和舒适性，积极采用铝合金材料制造客车与轿车车身，而且非金属材料 and 复合材料的用量也逐年有所增加（国外一辆轿车上所用非金属材料 and 复合材料约占汽车自重的20%）。因此在车身修理时，必须弄清各构件的材料特性及其结构特点。

3. 车身修复工艺具有复杂性

车身是组成汽车的三大总成之一，它在设计、制造和修理上均与其他总成不同，车身修理时必须顾及到车身的造型艺术、内部装饰、取暖通风、防振隔音、密封、照明以及与人体工程有关的一些问题。由于需要修复的车身常常会出现磨损、腐蚀、机械损伤等各种损伤，这些损伤需要通过整体或局部的整形，局部更换或挖补，局部打磨、焊修，整体或局部涂装等方法予以修复，因此，车身修理时其技术的复杂程度和难度，较之车身制造时更高。这不仅要求操作者掌握科学的工艺和方法，而且需要一定的操作技术和经验，这与车身制造时主要依赖于工艺设备和工艺规范是很不相同的。因此车身修复时，必须根据车身的损伤部位和类型，采用科学合理的修理工艺和方法。

第二章 汽车车身的结构

车身是驾驶员和乘员工作和乘坐的场所，从某种意义上讲，汽车的车身不仅是现代化的工业产品和先进的交通运输工具的载体，也是一件精致的艺术品。现代汽车的车身特别是轿车车身，为了降低其自重，增加整体刚度，大多采用整体式承载结构，加之新材料的大量使用，使车身的结构与修复工艺更加复杂。为了保证车身修理质量，修理者必须十分熟悉车身材料和结构特点、生产工艺、车身造型及车身维修特点等，才能使所修理的车身修旧如新。

第一节 汽车车身的分类^①

车身通常按车身用途和结构进行分类，典型车身形状如图 2-1。

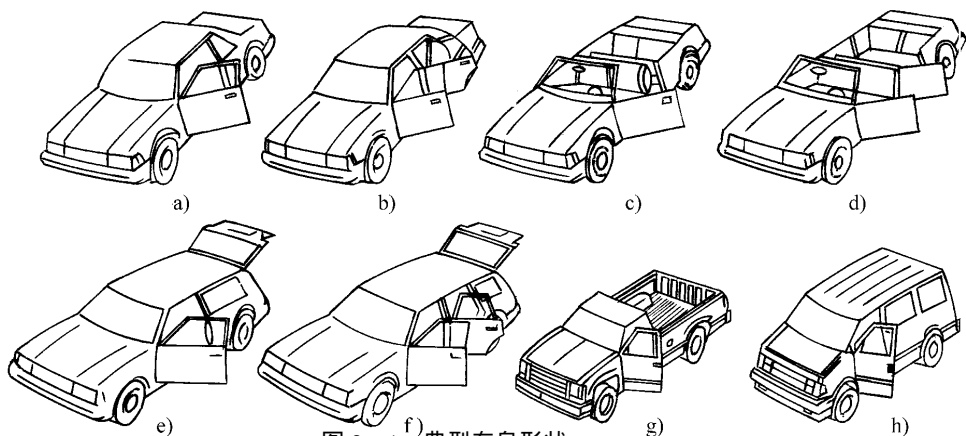


图 2-1 典型车身形状

a) 2 门轿车 b) 4 门轿车 c) 2 门敞篷车 d) 4 门敞篷车
e) 2 门旅行车 f) 4 门旅行车 g) 2 门货车 h) 4 门微型货车

1. 根据用途分为两大类：客车车身、货车车身

(1) 客车车身 客车车身又可按车身的大小、特点分为：

①轿车车身 有四门车身、双门车身、双座车身、活顶车身、客货两用车身等多种。根据顶盖的结构又有移动式顶盖、折叠式顶盖、可拆式顶盖等。

②大客车车身 如城市公共汽车车身、长途客车车身、旅游客车车身等。

(2) 货车车身 货车车身通常包括驾驶室和货箱两部分。而货箱往往可以分为传统的货箱、封闭式货箱、自卸式货箱、专用车货箱以及特种车货箱等多种。

2. 按壳体结构型式可分为三种：骨架式、半骨架式、壳体式

(1) 骨架式 壳体结构具有完整的骨架（或构架），车身蒙皮就固定在已装配好的骨架上。

^① 根据 GB/T3730.1—2001 的定义，座位数（包括驾驶员座位）最多不超过 9 个的汽车为乘用车；座位数 9 个以上的汽车为商用车。

(2) 半骨架式 只有部分骨架(如单独的支柱、拱形梁、加固件等),它们彼此直接相连或者借蒙皮板相连。

(3) 壳体式 没有骨架,而是利用各蒙皮板连接时所形成的加强筋来代替骨架。客车及较大型车箱多采用骨架式,轿车和货车驾驶室广泛采用壳体式。

3. 按车身的受力情况不同分为三类:非承载式、半承载式、承载式

(1) 非承载式 用弹性元件与车架相连,车身不承受汽车载荷。

(2) 半承载式 车身与车架系刚性连接,车身承受汽车的一部分载荷。

(3) 承载式 承载式车身由于全部载荷均由车身承受,底盘各部件可以直接与车身相连,所以就取消了车架。这种型式的身又分为两种:底座承载式(底座或底架部分较强,它承担了大部分载荷)和整体承载式(整个车身形成一个参与承载的整体)。承载式车身具有更轻的质量、更大的刚度和更低的高度。

车身的布置是在整车总布置的基础上进行的。整车总布置提供了汽车长、宽、高、轴距、轮距等控制尺度,轴荷分布范围以及散热器、动力总成、前后桥、传动轴与车轮的轮廓尺度和位置。在此基础上,即可初步确定前悬和后悬长度、前后风窗位置和角度、发动机罩高度、地板平面高度、前围板位置、座椅布置、内部空间控制尺寸、转向盘位置和角度以及操纵机构的相互位置等。

汽车车身布置如下:

(1) 车身壳体是一切车身部件和零件的安装基础,通常是指纵、横梁和支柱等主要承力元件以及它们相连接的钣金件共同组成的空间结构。大客车车身都具有明显的骨架,而轿车车身却没有明显的骨架。车身壳体通常还设置隔音隔热和防振材料或涂层。

(2) 对轿车和客车来说,其一般布置形式,是车前布置有散热器框架、发动机罩、翼子板、挡泥板等,这些钣金件形成了容纳发动机、车轮等部件的空间。

(3) 车身外部布置的装饰件主要有:装饰条、车轮装饰罩、标志、商标、文字等,散热器面罩、保险杠、灯具以及后视镜等也具有明显的装饰作用。

(4) 车身内部布置的装饰件有:仪表板、顶篷、侧壁、座椅表面覆饰,以及窗帘和地毯等。

(5) 在轿车上广泛采用天然纤维或合成纤维、人造革或多层复合材料、泡沫塑料等表面覆饰材料;在客车上则大量采用纤维板、工程塑料板、铝板、花纹橡胶板以及复合装饰材料板等装饰材料。

(6) 车身附件有门锁、门铰链、玻璃升降器、各种密封件、扶手、点烟器等。在现代汽车上还装有无线电收音机和杆式天线。有的轿车上还装有无绳电话机、单放机、电视机等。在豪华客车上还设置有小型食品加热器、小型电冰箱等附属设备。

(7) 为保证行车安全,在车上还装置有安全带、安全气囊及座椅头枕等。

第二节 汽车车身的构造型式

一、汽车车身的组成

虽然汽车的用途、型式是多种多样的,但现代汽车的车身,通常都包括以下一些基本组成:车身壳体、车身钣金件、车门、车窗、车身内外装饰件、车身附件、座位和其他装置。

(1) 车身壳体 车身壳体是一切车身零部件及附件的安装基础，是承力元件组成的空间结构，车身壳体的结构通常有两大类：

①整体式车身壳体：轿车、客车一般均为这种结构。

②组合式车身壳体：货车、专用车一般由驾驶室和货厢两部分组成。

(2) 车身钣金件 车身钣金件有水箱罩、发动机罩、翼子板、挡泥板、驾驶室上的踏脚板、承载式轿车的保险杠等。

(3) 车门、车窗 车门、车窗还包括有门泵、摇窗机构、车锁等总成。

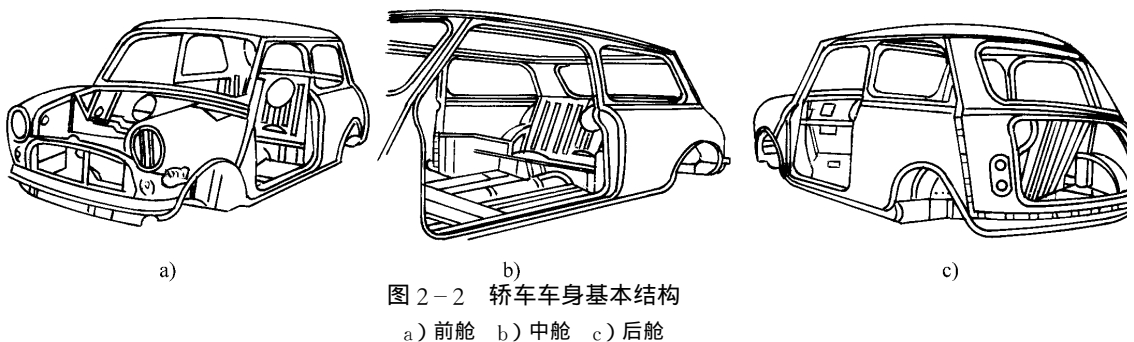
(4) 车身内外装饰件 车身内装饰件主要有仪表板、顶篷、侧壁、座位的表面覆饰等；车身外装饰件则有装饰条、车轮罩、车辆标志（标识）等。

(5) 车身附件 现代汽车的车身附件一般包括风窗刮水器、遮阳板、后视镜、收音机、杆式天线、车门扶手、点烟器、烟灰盒等。汽车车身上除了上述的结构外，还有安放行李的内、外行李架，取暖、通风装置，以及安全气囊装置等。

二、乘用车车身构造

1. 常见的轿车车身构造

常见的轿车的车身由前舱、中舱、后舱三个主要的功能构件组成。前舱用于安置发动机（或行李），中舱用来承载驾驶员和乘客，后舱用于安置行李（或发动机）。前舱和后舱主要取决于发动机的安置位置和安置方法以及行李舱的大小。而中舱通常是固定不变的或相类似的，因为它是由驾驶员和乘客坐位的相应尺寸要求所决定的。轿车的三舱如图 2-2 所示。



轿车车身壳体的结构，有三种基本类型。

(1) 平面式壳体（即承载平板式） 车身壳体的基本结构板面数量少，而且弯曲和扭转是由地板承受的。因此，平面式壳体，由用来固定发动机和底盘各部件的底座、框梁和梁等所组成。

(2) 开式壳体 应用在敞篷式、双门敞篷式等类型的车身中。轿车的开式车身壳体，一般有两种结构。一种是由地板、侧壁、前壁和后壁四大部件构成；另一种不带顶盖的轿车开式壳体，则由地板、前壁和后壁三大部件构成。

(3) 闭式壳体 应用在四门式、双门式类型的车身中。如果车身壳体的基本结构板面构成一个封闭的系统，而且当该壳体又承受扭转力矩作用时，这些板面的交界处出现力的作用，那么，这种壳体就是闭式壳体。闭式壳体是轿车车身壳体中最普遍的一种结构型式。

轿车中通常采用的承载式车身壳体就是一种闭式壳体。这种承载式壳体是由上、下两部分组成的。图 2-3 和图 2-4 为某种型号轿车承载式壳体的上、下两部分。

上、下两部分是通过橡胶衬垫，用螺栓来连接的。壳体的下部还包括可拆卸（用螺栓来连接的）构件：前、后保险杠，保险杠的弹性支架，前、后翼子板，脚踏板，行李舱盖以及发动机罩等。

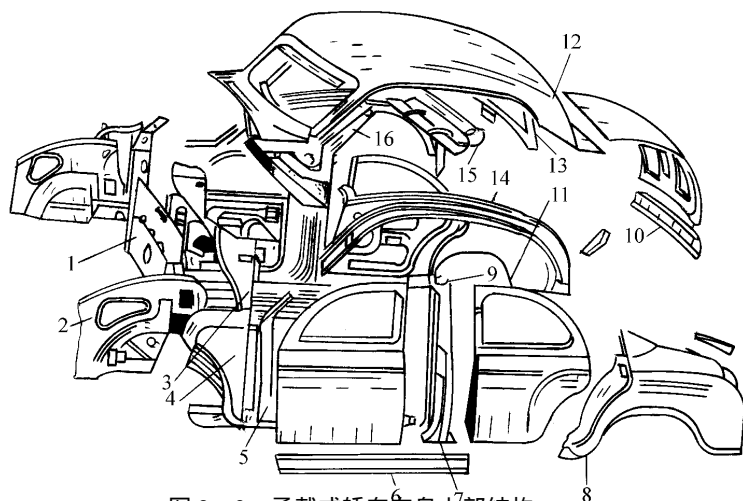


图 2-3 承载式轿车车身上部结构

- 1—前围板 2—前轮挡泥板 3—前围内侧板 4—外围内侧板 5—前立柱 6—门下边梁 7—中立柱
8—后翼子板 9—中立柱门内板 10—后围下板 11—车门上框加强板 12—顶盖
13—后风窗加强框 14—车门上框 15—后座隔板 16—前风窗加强框

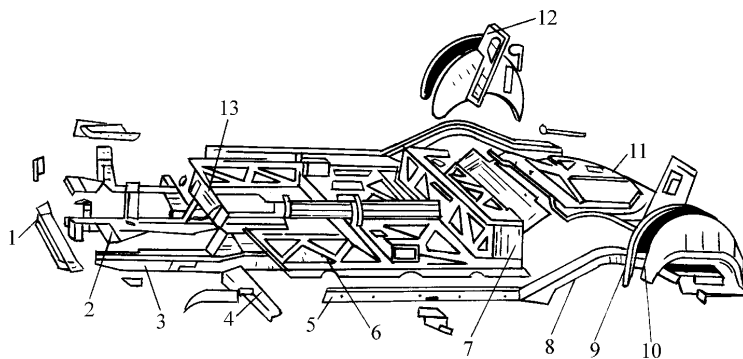


图 2-4 承载式轿车车身下部结构

- 1—前横梁 2—轮罩裙板 3—前纵梁 4—地板前横梁 5—门槛 6—前地板总成 7—后座横梁 8—后纵梁
9—后轮内罩 10—后轮外罩 11—行李舱地板 12—后座支板 13—前围板下横梁

2. 特殊要求的轿车车身构造

除了上述常见的轿车车身壳体结构外，还有一些具有某种特殊要求的轿车车身。

(1) 运动汽车车身 必须有更为严格的空气动力性能、强度以及人体适应工程学方面的要求。

(2) 高通过性的轿车车身 一般具有采用敞开的重量不大的壳体，其抗扭刚度一般较小；采用简单的外形和合理的装饰，以保证乘员动作的方便。

(3) 轿车的塑料车身 它通常具有能满足强度、抗振性好、质量最轻、耐腐蚀性好、成行容易等优点。

(4) 居住型轿车的车身 这类汽车能满足人最低程度的需要（即每天住留和睡眠要求），车身内可以乘坐、备餐和睡眠。

三、大客车车身构造

车身按承载方式可分为非承载式、半承载式、承载式三种。

1. 大客车车身结构型式

(1) 非承载式车身 这种结构的车身，载荷主要由车架来承担，车架产生的变形则由橡胶缓冲垫的挠性所吸收，所以车身是不承载的。目前国产客车大多采用这种结构。其优点是底盘和车身可以分开装配，然后再组装在一起，因而可简化装配工艺，又便于组织专业化协作生产，而且当发生碰撞事故时，车架对车身起保护作用。其缺点是整车重量较大，降低整车高度较为困难。图 2-5 所示即为非承载式的客车车身骨架。

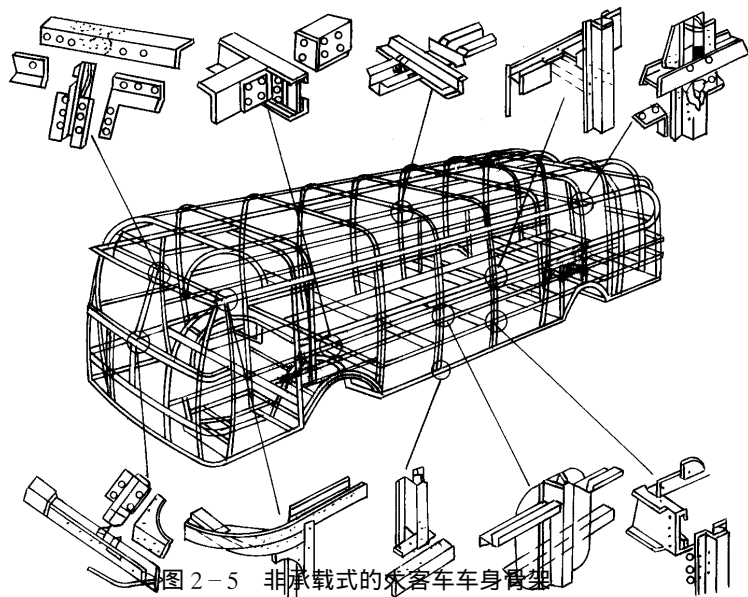


图 2-5 非承载式的大客车车身骨架

(2) 半承载式车身 这一型式的身结构是在非承载式车身结构的基础上，将车架横梁加宽到与大客车车身等宽，并与车身骨架刚性连接，将车身与车架组合为一个整体，车身骨架也承受了部分弯曲和扭转载荷，所以称为半承载式，如图 2-6 所示。

(3) 承载式车身 为了进一步减轻客车的自身重量并使车身结构更趋合理，在有些大客车上采用无车架的承载式结构。根据大客车车身上下受载程度的不同，又可将承载式结构分为基础承载式和整体承载式两种，如图 2-7 所示。

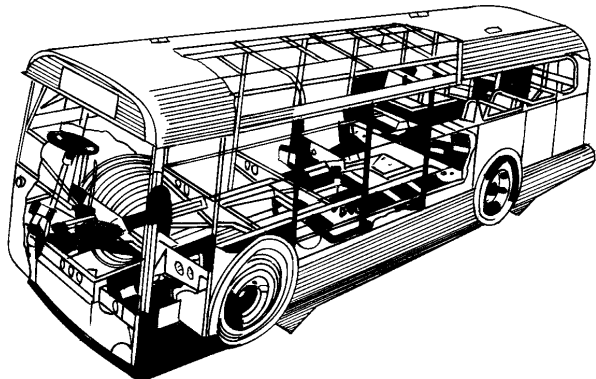


图 2-6 半承载式车身骨架

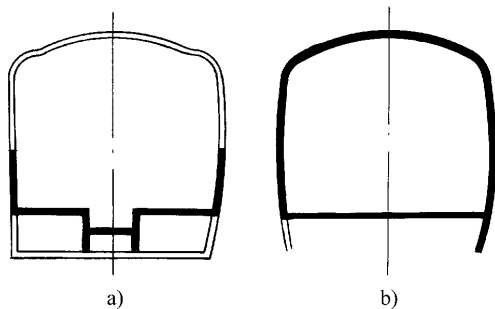


图 2-7 承载式大客车车身类型

a) 基础承载式 b) 整体承载式

基础承载式：这种结构的原理如图 2-7a 所示。它是将车身侧围腰线以下部分设计成为车身的主要承载件，而其顶盖和窗柱均为非承载件。这种结构的底部纵向和横向构件一般可采用薄壁铜或薄板来制造，其高度可达 0.5m 左右，因此，即使在质量很轻的情况下也能保证底架有很高的刚度和强度。基础承载式车身的结构特点是可以充分利用车身地板下面的空间来作为行李舱，但由于底架纵横梁的断面较高，地板离地高度也较大，因此一般在长途运输的大客车上采用。

整体承载式：整体承载式车身的上下部结构形成一个统一的整体，将承载底架省掉，降低汽车的总高度，车身与底部形成一个整体的空间框架，如图 2-7b 所示。

整体承载式车身结构的特点是整个车身均参与承载，同时因为车身地板下面的空间较大（通道平面离地高度约为 1.2m，乘客座椅下的平台比通道平面高出 150mm），当前后和两侧遭到撞击时，乘客均处于遭受冲击部位的上方，安全性较好。

2. 客车车身骨架

客车车身骨架通常由五大片构成，如图 2-8 所示，即由左侧骨架、右侧骨架、前围骨架、后围骨架及顶盖骨架组成，将五大片骨架合装在底架或车架的底横梁上构成一整体空间框架结构。客车骨架的弧形构件如顶横梁、立柱、前后风窗框以及轮罩等约占车身构件的 40%~50%，其曲率半径一般在 200~900mm 之间。

3. 客车车身外蒙皮

车身外蒙皮通常采用 0.8~1.0mm 厚的冷轧薄钢板或 1.5mm 厚的铝板。外蒙皮与骨架的连接方式主要有两种：铆接和焊接。铆接一般采用直径 5mm 的铝质铆钉。截面是门形的冲压骨架，采用实芯铝铆钉；矩形钢管骨架采用空芯铝铆钉进行拉铆，空芯铆钉的强度较实芯铆钉低，容易松动，故有时采用双排铆钉予以加固。外蒙皮与骨架的焊接一般采用二氧化碳气体保护焊。

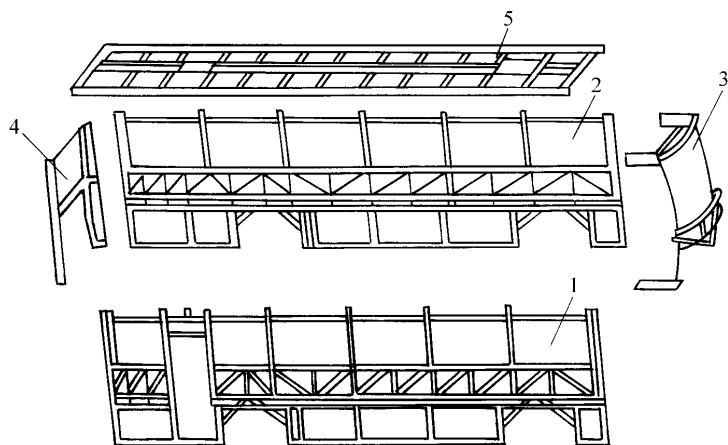


图 2-8 客车车身整体骨架

1—右侧骨架 2—左侧骨架 3—前围骨架 4—后围骨架 5—顶盖骨架

四、货车车身构造

载货汽车的车身，通常分为驾驶室和车箱两大部分。

1. 驾驶室

绝大多数载货汽车的驾驶室采用非承载式无骨架的全金属结构，且常以三点支承在车架

上。为减少驾驶室振动和车架歪扭变形对驾驶室的影响，其中二点往往采用弹簧或橡胶衬垫的浮式连接。

驾驶室按外形，通常可分为长头驾驶室、平头驾驶室和介于这两者之间的驾驶室。按内部座位来分有两座或三座的普通驾驶室，前、后有二排座位的双排座驾驶室以及具有一个卧铺（长途运输所需要的）的加长驾驶室等三种主要类型。

平头驾驶室通常还具有驾驶室的翻转功能（部分长头驾驶室也具备这一功能），为汽车的维修工作提供了很大的方便。平头驾驶室主要由前壁、侧框架、轮罩、顶盖、后壁等部分组成。如图 2-9 所示。

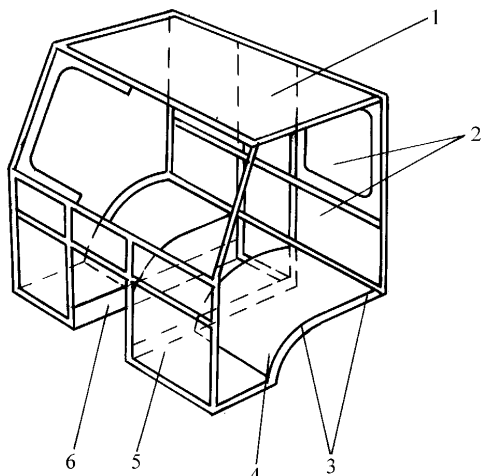


图 2-9 驾驶室壳体结构示意图

1—顶盖 2—后壁 3—侧框架 4—轮罩 5—前壁 6—纵梁

2. 货箱

载货汽车的货箱，可以是开式或栏板式的货台，或者是封闭式的货箱（即厢式货箱），也可以是特种形状的专用货箱（如罐式货箱等）。

（1）货台 货台是常规货箱结构都具有的最基本构件。一般货台有两种类型：一是平板式货台，另一种是框架式货台。

平板式货台通常有两支纵梁和若干横梁构成桁架，货台地板有铁木结构、全木结构和全铁结构三种。平板式货台主要用于装载笨、大、长料物资，如大型机器设备等。货台的离地高度一般较低，以便于装载和卸货。

框架式货台仅由纵梁和横梁构成桁架，而没有货台地板。主要用于装载集装箱或固定尺寸形状的构件等物资，如集装箱专用车、建筑构件的专用运输车等。

（2）栏板式货台 栏板式货台是一种带有可翻栏板或固定栏板的货台。栏板式货台是在平板式货台的基础上，增加了固定的前栏板（俗称前牌楼），可翻的侧栏板和后栏板等所组成。

栏板通常有铁木结构和全铁结构两种，多用钢板冲压件采用点焊连接组合而成的整体式栏板。

（3）厢式货箱 载货汽车为了执行某些运输任务，有时往往需要厢式货箱（或称封闭式货箱）。厢式货箱通常采用全金属结构（即铝结构或钢结构两种）。

第三节 汽车车身的各种装置

一、汽车车门及其附件

车门是车身上的重要部件之一。车门的结构与车门的开启方式关系很大。根据车门的开启方式，车门可以分为：顺开式车门、逆开式车门、推拉式车门、折叠式车门、外摆式车门。

(1) 顺开式车门 顺开式车门的车门铰链在前部, 即使在汽车行驶时还可以顺着气流关上车门, 比较安全稳妥, 而且便于驾驶员倒车, 故被广泛采用。但其缺点是减小了入座的通道, 特别是在载货汽车的平头驾驶室上。

(2) 逆开式车门 逆开式车门的车门铰链在后部, 与顺开式车门正好相反。因此, 当汽车行驶中如车门发生松开时, 迎面气流将会使车门大开, 以致破坏汽车的稳定性并易使车门铰链遭到损坏。所以, 只是在平头驾驶室为了方便上下车或者有一些特殊需要时才被采用。

(3) 推拉式车门 (又称侧移门) 它是整体式金属门, 在其上除了装有门锁及其手把外, 在移门内板的前上部装有上支承, 前下部装有下列支承, 后中部装有移门转臂, 移门转臂上装有滚轮。当移门打开时, 滚轮在车身上相应的导轨中滚动。侧移门打开后, 为了防止自动关闭, 在下导轨的后端部位, 装有移门缓冲器。

推拉式车门开启时, 几乎整个车门都在车身外部。因此, 车门开启的通道大, 方便乘员乘坐时的入座。推拉式车门广泛应用在轻型客车的乘客门上。

(4) 折叠式车门 折叠式车门开启时, 车门向车身内部成折叠状, 以减小车门开启时所占的车身空间, 便于乘客的上下车。折叠式车门结构比较简单。通常应用在城市公共汽车和大客车乘客门上。

(5) 外摆式车门 外摆式车门开启时车门向车身外部摆开, 它可以得到最大的车门通道。通常应用于后置发动机大客车的前乘客门上。车门一般都用铰链装在车身壳体的门框柱上。车门关闭时, 借铰链和门锁固定在门框中, 车门与门框之间采用橡胶密封条予以密封。

二、风窗刮水器和风窗洗涤器

1. 风窗刮水器

为了清除驾驶室风窗玻璃上妨碍驾驶员视线的雨水、雪花、尘土, 汽车上都装有风窗刮水器。

目前汽车上所用的刮水器有气动式和电动式两类。

(1) 气动式刮水器

气压式刮水器的工作原理是使空气缸的左右两腔交替地接通压缩空气和大气, 以造成活塞左右两端端面上交替变化的压力差, 使活塞左右往复运动, 带动风窗玻璃上刮水刷的左右摆动从而清除风窗玻璃上的雨雪和尘埃。

操纵刮水器的开关装在驾驶室内, 用来接通或断开刮水器与压缩空气气源之间的通道。

气压式刮水器的工作虽不受发动机工况变化的影响, 但只能用于有压缩空气气源的汽车上。因此, 在轿车和无压缩空气源的载货汽车上, 日益广泛地采用电动式刮水器。

(2) 电动式刮水器 电动式刮水器是由电动机驱动的刮水器。驱动刮水器的电动机有激磁式和永磁式两种型式。

它的工作原理是由电动机驱动蜗杆蜗轮传动副中的蜗杆轴转动, 通过蜗轮曲柄和连杆将旋转运动转化为刮水刷的往复摆动。

2. 风窗洗涤器

风窗洗涤器是把液体喷射到汽车风窗玻璃上的一种装置。它由储液箱、软管、洗涤泵、喷嘴以及控制装置等结构组成。通常应用的是电动洗涤器, 它可以与刮水器的控制装置连在一起协同动作, 也可以分别动作。

有些汽车的风窗玻璃还有除霜、除雾装置等。除霜装置用于清除风窗玻璃内外表面上的

冰霜，除雾装置用于将风窗玻璃内表面上凝结的雾清除掉。

三、车身的通风、取暖和空调装置

为了提高汽车的舒适性，保证车身内的空气流通、温度适当和调节车内空气的湿度，在现代汽车上普遍采用通风、取暖装置，许多轿车、长途公共汽车和某些特种车辆上还采用了空气调节装置。

1. 自然通风与强制通风

(1) 自然通风 自然通风是不依靠动力而利用车外的迎面气流来进行车内空气循环。通常自然通风是利用装在风窗玻璃前面或前围两侧的通风阀，以及前、后车门上的三角窗使空气进入车身。

自然通风的缺点是通风量不均匀，而且通风量取决于车速。

(2) 强制通风 强制通风是利用换气扇将新鲜空气送入车内。

无论是自然通风还是强制通风，为了提高通风效果，通风装置都应利用汽车行驶中产生的气动压力，进风口应安置在正压力较大的部位，例如前围的正面和前窗下部，出风口应选在负压区域或正压很小的区域，例如顶盖侧面和后风窗的上端及下端。

2. 暖风装置

轿车采暖可采用非独立式和独立式两种。

(1) 非独立式暖气装置 采用水暖或气暖，它是利用发动机余热来供暖的。水暖式暖气装置是将发动机冷却系的热热水引入车厢的热交换器内，用风机将车厢内的空气或外部空气吹向热交换器而使之升温。轿车由于车身容积小，采用这种采暖方式效果较好。

气暖式暖气装置是利用发动机排气温度来取暖，常用于风冷式发动机的汽车上，在轿车上已很少采用。

(2) 独立式暖气装置 独立式暖气装置具有单独的热源，它与发动机的工况无关，冬季还可以用来预热发动机。独立式暖气装置利用水或空气作为传热介质。

3. 空气调节装置

空气调节装置通常用于长途公共汽车上，因为长途汽车的车门很少开启，夏热冬凉，而且乘客连续乘坐的时间较长，故除通风、取暖以外，还应当去除空气中的灰尘、水气和有害气体，并使空气保持一定的湿度。

四、座椅及安全带

1. 座椅

座椅是汽车车身装备中一个最重要的基本构件。根据人体工程学的原则，座椅分为工作座椅（或称驾驶员座椅）和乘客座椅。乘客座椅主要是满足乘客在乘坐时舒适性的要求，其结构与汽车运行时间的长短有关。如城市公共汽车、长途公共汽车、豪华旅游客车等对座椅都有不同的要求。

驾驶员座椅除了要满足舒适的乘坐姿势外，更重要的是应为驾驶操作提供轻便、安全的工作环境和工作条件。

座垫的外蒙皮通常选用多孔性材料，使其具有较好的透气性和去湿性，同时还具有最大的伸缩弹性和最小的永久变形，以适应乘坐时的受力而伸缩自如。座垫外蒙皮的材料比较多，一般因车辆的乘坐要求和豪华高级的程度而定。

靠背的结构，原则上与座垫相同。靠背的弹性元件除了与座垫相同外，有时采用蛇形弹

簧。因蛇形弹簧质量轻，占有空间小，有一定的回弹限制，而且能自动调节背部的凭靠姿势，增加稳定性。有时在蛇形弹簧上面再增加一层刚度很小的圈形弹簧，则效果更好。但是，这种靠背的外形轮廓是平直的，故若用于驾驶员座椅，则需配装腰垫。腰垫常采用泡沫塑料制成所需要的弧形。

驾驶员座椅的椅架，除了具有一定的强度，还具有前后左右的调节装置。

2. 汽车座椅安全带

汽车座椅安全带是当汽车紧急制动或发生交通事故时，能保护驾驶员和乘员安全，避免或减少第二次伤害的保护用具。安全带由织带和起调节、固定、锁紧等作用的金属或塑料部件构成。

安全带根据固定点的状况，可以分为两点式、A型三点式、B型三点式等几种。

(1) 两点式安全带 这种安全带与车体或座椅构架仅有两个固定点。采用束紧腰部或(斜跨)束紧肩部的方法而起作用。它的构件除了皮革带(或纤维纺织带)外，还有能使安全带快速系上和打开的带扣、长度调节件、两端的固定连接件等。有的还装有织带卷收器。

(2) A型三点式安全带(可分离型三点式安全带) 它是在两点式腰带的基础上增加了肩带。肩带的一端与腰带带扣锁舌嵌入同一锁体中，另一端固定在靠近肩部的车体上，成为有三个固定点的安全带。在肩带部分也有一个长度调节件。

(3) B型三点式安全带(连续型三点式安全带) 它的主要特点是腰带与肩带为一条连续织带，带扣的锁舌套在织带上并可沿织带滑动。在肩部固定点附近装一个长度调节件。B型比A型使用方便。

五、安全气囊

安全气囊，即乘员安全保护装置又称气囊缓冲装置。它可以在汽车发生碰撞时迅速充气膨胀，垫在驾驶员和转向盘之间，以防止驾驶员头、胸等部位与转向盘、风窗玻璃等直接碰撞。

乘员安全保护装置由传感器、充气器、气囊以及诊断系统等主要部件所组成。

在汽车的行驶过程中，传感器会不断地向电子控制诊断系统发出汽车速度变化的信息，再由诊断系统不断加以分析、判断。如果所传的数值，经分析已超过预定值或已判明是发生碰撞，则诊断系统迅即向充气器(气体发生器)发出点火引燃的指令。于是气体发生器点火引燃，产生气体，并充胀气囊，此时驾驶员或乘员压向气囊而使之收缩，气囊收缩的同时吸收冲击能量，以保护驾驶员或乘员。

安全保护装置有驾驶员安全气囊、副驾驶员安全气囊、防侧向冲撞的气囊及后排座椅安全气囊等几种。而驾驶员安全气囊是最先采用和采用率最高的一种。

第三章 汽车钣金修复的基础知识和常用工具设备

第一节 车身常用的材料及其性能

汽车钣金有金属材料和非金属材料两类，并以薄板料或型材为主。金属板材是基本的钣金材料；非金属材料，如塑料、橡胶、玻璃等也是汽车钣金不可缺少的用料。

一、车身常用的金属材料

1. 金属材料的性能

金属材料的性能，一般分为两类：一类是使用性能，它反映金属材料在使用过程中所表现出来的特性，包括力学性能、物理性能和化学性能。它决定了金属材料的应用范围、安全可靠性和使用寿命；另一类是工艺性能，它反映金属材料在加工制造过程中的各种特性。包括铸造性能、锻压性能、焊接性能和切削加工性能等。它决定了金属材料制造零件时的难易程度。

(1) 金属材料的物理性能 金属材料的物理性能主要有密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性、磁性和耐磨性。

①密度 金属材料单位体积的质量称为该金属材料的密度，不同的金属具有不同的密度。

②熔点 金属由固态熔化成液态时的熔化温度称为金属材料的熔点。

③热膨胀性 它是指固态金属热胀冷缩的性能，工程上常用线膨胀系数来表示。

④导热性 金属材料传递热量的能力，常用热导率表示。

⑤导电性 金属传导电流的能力，常用电阻率来表示。所有的金属都能导电，但导电的能力有大有小。金属中导电性最好的是银，其次为铜和铝。

⑥磁性 金属能导磁的性能称磁性，其特征是能被磁铁所吸引，常用的磁性金属有铁、镍等。

⑦耐磨性 指金属材料在工作过程中承受磨损的耐久程度。耐磨性直接影响零件的性能和使用寿命。材料的耐磨性与其硬度、表面粗糙度、摩擦系数、相对运动速度等有关。

(2) 金属材料的力学性能 金属材料的力学性能是指金属材料抵抗各种不同性质载荷作用的能力。它包括强度、塑性、硬度、韧性和抗疲劳强度等性能指标。

①强度 强度是金属材料在外力作用下抵抗变形和破坏的一种能力。金属材料的强度越高，表示所能承受的外力越大。根据载荷的不同，强度又可分为抗拉、抗压、抗剪、抗扭和抗弯曲等五种。

②硬度 指金属材料抵抗更硬的物体压入其表面的能力。它是金属材料性能的一个综合物理量，表明金属材料在一个小的体积范围内抵抗变形或破坏的能力。硬度值是通过硬度试验机测定的。根据测定方法的不同，硬度可分为布氏硬度（HBS 或 HBW）、洛氏硬度（HR）、维氏硬度（HV）和显微硬度（HL）四种。汽车板料的硬度多用布氏硬度和洛氏硬

度两种方法表示。

洛氏硬度根据压头和压力不同，分别用 HRA、HRB、HRC 表示，其中 HRC 最为常用。硬度数值标写在洛氏硬度符号之前。

布氏硬度值和洛氏硬度值之间没有理论上的换算关系，在生产实践中，一般认为布氏硬度值在 $200 - 600\text{HBS} (W)$ 范围时， $\text{HRC} = 1/10\text{HBS} (W)$ 。

③弹性 金属材料在外力作用下或多或少都要产生变形，当外力撤除后，金属可能全部恢复或部分恢复原状。这种恢复其原来形状的性能，叫弹性；随外力消失而消失的变形称为弹性变形。

④塑性 金属材料在较大外力作用下产生永久变形而又不引起破坏的性能，叫塑性。在外力消失后留下来的这部分不可恢复的变形称为塑性变形。衡量材料塑性好坏的指标是延伸率 (δ) 和断面收缩率 (ψ)。塑性可以通过拉伸试验的方法测得。

延伸率和断面收缩率的数值愈大，表示金属材料的塑性愈好，可以进行冲压和大变形量的加工。这对汽车驾驶室外壳、车箱板、油箱、油底壳等钣金件的加工制造与维修是至关重要的。

⑤冲击韧性 金属材料抵抗冲击载荷的能力（也称为冲击韧度）。冲击载荷作用的速度快，应力及变形分布不均匀，因而其对材料的破坏作用远大于静载荷。

⑥疲劳强度 当金属材料在无数次重复交变载荷作用下而不至于引起断裂的最大应力，叫疲劳强度。如果在交变应力作用下，材料发生了断裂，这种现象叫疲劳破坏。

除了物理性能和机械性能之外，还有化学性能（金属材料抵抗各种化学作用的能力，如耐酸性、耐碱性、抗氧化性等）和工艺性能（即铸造性、可锻性、可焊性、切削加工性等）。

2. 金属热处理

金属热处理是工件制造过程中的一道重要工序。其目的就是利用加热再冷却的方法使金属内部的组织发生改变，从而获得所需的机械性能，如提高材料强度、硬度、塑性和韧性等。

（1）退火和正火 退火和正火常作为一些普通铸件、焊接件及某些不重要的热加工工件上的最终热处理工序，也可作为某些零件的预先热处理工序，其主要目的有如下几点：

- ①软化零件，便于切削加工；
- ②消除残余应力，以防零件变形、开裂；
- ③细化晶粒，改善组织，以提高零件的机械性能；
- ④为最终热处理（淬火或回火）作好组织上的准备。

退火和正火的操作方法是将材料加热到某一温度范围，保温一定时间，然后冷却至室温。不同点是正火冷却速度稍快，正火后的组织比退火细，硬度和强度稍有提高。

（2）淬火 将金属加热到一定温度，保温一段时间，然后在水或油中急速冷却的过程叫淬火。其目的是提高工件的硬度和耐磨性。一般淬火操作的难度较大，这是因为快冷总是不可避免地产生相当大的内应力，可能引起零件的变形和开裂，故淬火后通常应进行回火处理。

（3）回火 将淬火后的零件加热到一定温度后保温，然后在空气中或油中冷却，这种热处理方法叫回火。其目的是消除零件因淬火而产生的内应力和脆性，改善零件的力学性能。

（4）调质 淬火以后进行高温回火称为调质。其目的是为获得较高的强度、硬度，特别

是较好的冲击韧性。

3. 车身常用的金属材料

金属材料分为黑色金属和有色金属两大类。生铁和钢称为黑色金属，除钢铁以外的其他金属统称为有色金属。

(1) 钢的分类 钢通常分为碳素钢和合金钢两类。

①碳素钢 碳的质量分数低于 2.11% 的铁碳合金称为碳素钢，简称碳钢。

碳素钢按含碳量的多少，分为低碳钢（碳的质量分数在 0.25% 以下）、中碳钢（碳的质量分数为 0.25%~0.60%）、高碳钢（碳的质量分数大于 0.60%）。

按钢的质量通常又可分为普通碳素钢、优质碳素钢、高级优质碳素钢三类。

按钢的用途，可分为碳素结构钢和碳素工具钢。

②合金钢 碳钢中特意加入一种或几种合金元素，使钢的力学性能得以提高或获得某些特殊的物理化学性能，这种钢称为合金钢。

按主要用途，合金钢可以分为合金结构钢、合金工具钢、特殊钢（如不锈钢、耐热钢、耐磨钢等）。

按合金元素的含量，合金钢可分为低合金钢（合金元素总量不超过 5%）、中合金钢（合金元素总量为 5%~10%）、高合金钢（合金元素总量大于 10%）。

(2) 钢板 镀膜薄钢板俗称白铁皮，是在冷或热轧薄钢板上镀一层有色金属膜（锌、锡、铅）而成。按镀膜不同可分为：薄锌板、薄锡板、薄铅板。

薄锌板通常也叫白锌板。它具有抗腐蚀性好及表面美观的特点。这种板适合做防腐容器，如顶棚及房屋水道管等。轿车车身通常采用 0.8mm 左右厚度的单、双面电镀和热镀锌板。

(3) 有色金属及其合金 有色金属材料具有许多特殊的物理、化学和机械性能，是现代汽车工业中不可缺少的重要材料。汽车上一些零件必须用有色金属材料来制作，以满足某些特殊要求（如耐磨性、导热性、抗蚀性和导电性等），而这些性能是钢和铁所不及的。

①铝及铝合金 工业纯铝用（L）、铸铝（代号 ZL）、防锈铝（LF）、锻铝（LD）、硬铝（YL）、超硬铝（LC）、特殊铝（LT）。

常用薄铝板的厚度有 0.5、0.6、0.8、1.0、1.2、1.8mm 等几种规格。

铝是银白色的轻金属，密度小、熔点低，并具有良好的塑性、导电性、导热性和耐蚀性。所以，工业上常用铝板来制造不承受较大载荷的零件，如制作耐蚀容器、油箱等。

铝的化学性质很活泼，它和氧的亲合力很大，暴露于空气中时，表面上容易形成一层氧化薄膜，它能保护薄膜下的金属不再继续氧化，所以铝对大气的耐腐蚀性很强。

在纯铝中加入镁、锰、硅、铜及锌等合金元素而成的铝合金，除了具有纯铝的一系列优良性能外，其强度得到显著提高。这类铝合金及其板材在汽车上得到了越来越广泛的应用。汽车车身上常用铝板来作车身的蒙皮，以代替钢板蒙皮。

②铜及铜合金 纯铜呈紫红色，故亦称紫铜，其熔点为 1083℃，相对密度为 8.9g/cm³。它具有很好的导电性、良好的塑性和延展性。所以，纯铜很适合于压力加工。其抗拉强度较低，但经加工硬化后，强度可以显著提高。纯铜还具有良好的耐大气、海水及一些化学药品腐蚀的性能。因此，工业上广泛用于制造电缆、散热器、冷凝器以及热交换器等。

为了进一步改善铜的性能，在铜中加入了一些其它的合金元素，这就形成了铜合金。常

用的铜合金有黄铜, (黄铜用代号 H 表示, 如 H68、H62 等) 青铜中的锡青铜、铅青铜等。青铜用代号 Q 来表示。

黄铜比纯铜价格便宜, 强度较高, 塑性好。黄铜板适合于各种压力加工。

薄铜板有冷轧纯铜板和黄铜板两种, 钣金件常用的厚度有 0.4、0.45、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0、1.1、1.2、1.35、1.5mm 等多种。

二、车身常用的非金属材料

随着材料工业的迅速发展和新型材料的不断开发, 现代汽车上正越来越广泛地采用非金属材料, 以减轻汽车的质量, 节约金属材料, 提高汽车的经济性、安全性和使用性能。尤其是在汽车车身方面, 不但用非金属材料制造一些较小的零件或受力的构件, 而且还用来制造整个车身。

1. 塑料

塑料是以天然树脂或人造树脂 (合成树脂) 为基体, 加入填充剂、增塑剂、润滑剂、着色剂等而制成的高分子化合物。

塑料具有许多其它材料没有的优良性能。如质量轻, 吸水率小; 化学稳定性好, 一般塑料对酸、碱、盐和有机溶剂有良好的抗腐蚀性能; 对比强度 (指强度 σ_b 和密度 ρ 的比值) 相当高; 良好的电绝缘性能; 优良的耐磨、减摩性能和自润滑性; 优良的吸震性和消声性。

塑料件多采用挤压、压铸、压制等成型方法, 一般不需采用机械加工方法 (如车、铣、刨、磨、钻)。但塑料也存在机械强度、硬度比金属材料低, 耐热性也低于金属材料以及导热性差、易老化等不足之处。

(1) 一般结构零件用塑料 这类塑料有聚苯乙烯、低压聚乙烯、ABS (丙烯腈—丁二烯—苯乙烯) 聚丙烯 (PP)、有机玻璃 (聚甲基丙烯酸甲酯) 等。

(2) 一般耐磨传动零件用塑料 这类塑料有各种尼龙、聚甲醛、聚碳酸酯、线性聚酯等。

其中聚碳酸酯是近几十年内发展起来的新型热塑性工程塑料。它具有良好的透光能力, 收缩率、吸水率低, 良好的耐热、耐寒性能, 优良的电绝缘性、尺寸稳定性及耐化学腐蚀性等优越的综合性能。同时, 耐冲击性是热塑性塑料中最好的一种, 所以它常用来制造汽车上的整体外壳、分电器外壳, 还用来制造车身中的仪表板、附加板、翼子板等。

(3) 减摩零件用塑料 这类塑料有聚四氟乙烯和各种填充的聚四氟乙烯, 用聚四氟乙烯填充的聚甲醛、低压聚乙烯等。

(4) 耐高温零件用塑料 这类塑料有氟塑料、聚苯醚 (PPO)、聚酸亚胺及增强塑料等。

(5) 一般隔热、减振零件用塑料 这类塑料有聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料等。它们都具有相对密度小, 导热系数低等特点, 聚氨酯泡沫塑料还具有隔热防振的特性。聚氨酯泡沫塑料用于汽车上需隔热、隔声、防振的地方, 如驾驶室顶盖内饰板、塑料底垫等; 聚氯乙烯泡沫塑料常用作汽车上的地毯、密封条、垫条等。

2. 橡胶

橡胶是一种有机高分子弹性化合物, 它的最大特点是具有良好的柔顺性、易变性和复原性, 并具有不透水性、不透气性、耐酸碱性和电绝缘性等良好的综合物理机械性能。因此, 汽车上使用很多的橡胶零件。

橡胶根据原材料来源可分为天然橡胶和合成橡胶两大类。合成橡胶又有丁苯橡胶、氯丁

橡胶、丁腈橡胶、丁基橡胶、顺丁橡胶、氟橡胶、乙丙橡胶等等多种。

橡胶制品在使用和贮存保管过程中，它的机械性能（如弹性、机械强度、硬度、抗溶胀性能及绝缘性能）会发生变化，出现橡胶变色、发粘、变硬、发脆及龟裂等现象，以致失去使用价值，这就是橡胶的老化。老化现象主要是橡胶由表及里的氧化过程所致。

为了防止橡胶零件的老化，提高使用寿命，一般的橡胶零件应避免与酸、碱、油类接触，也不能用开水、热水、碱水或肥皂水长期浸泡，更应避免在阳光下曝晒。

汽车车身上的橡胶零件，主要是门窗密封条。密封条多采用耐老化橡胶（如氯丁橡胶、乙丙橡胶）制成，因这类橡胶具有良好的耐天候老化和耐臭氧老化的性能，同时还具有优良的不透气性。

3. 复合材料

复合材料是多相材料。凡是两种或两种以上不同化学性质或不同组织结构的材料，以微观或宏观的形式组合而成的材料，均可称为复合材料。复合材料在性能上突出的优点是：能克服单一材料的某些弱点，在性能上具有取长补短并保持各自的最佳特性，从而获得优良的综合性能效果。例如玻璃纤维—树脂复合材料，既提高了树脂的强度和刚度，又改善了玻璃纤维的脆性。

汽车车身方面采用的复合材料，主要是玻璃纤维增强的复合材料。

玻璃纤维增强塑料或玻璃钢（FRP），在汽车中用作一部分结构件及车身。玻璃钢是一类具有各种特性的高强度、低密度结构材料，也是目前应用最广的高分子复合材料。

4. 粘结剂

粘结剂一般又称粘结密封剂，粘结密封是车身修理中一种不可缺少的工艺，用来组装连接、填隙密封，还可以代替铆焊，以减轻汽车的质量、降低消耗，提高汽车和车身的耐用性和可靠性。

用于车身的粘接密封剂有合成橡胶型、合成树脂型和混合型等，现已有定型的汽车用粘接密封剂产品和标准。

用于车身的粘接密封剂有：

（1）点焊密封胶 冲压钣金件点焊前涂敷在接缝处的一种密封剂。点焊后和油漆一起烘干，形成密封层，防止水分和灰尘的侵入。它多为聚氯乙烯合成橡胶（如丁苯橡胶）类。

（2）焊缝胶 是点焊后对焊缝进行密封时用的。它主要有聚氯乙烯型塑料溶胶、还有双组分聚硫橡胶型（如 JLC—6 密封胶）、沥青型、改性环氧型和聚氨酯型胶等。

（3）折边粘接剂 用于轿车车门、发动机罩和行李箱盖折边的粘接密封，能起防水、防锈的作用。这种粘接剂可分为单组分环氧型和聚氯乙烯塑料溶胶型，它们均随油漆烘干而固化。

（4）风窗玻璃粘接剂 将风窗玻璃直接粘接在窗框上。常用的有聚硫橡胶型粘接剂、丁基胶带、聚氨酯密封胶三类。

（5）密封条粘接剂 用于汽车车门、发动机盖和行李箱盖的涂漆钢板上粘接各种橡胶密封条，以防止雨水、尘土的侵入。

（6）内饰件粘接剂 用于汽车内饰件，如顶盖衬里、仪表板、车门护板、侧护板、遮阳板、座垫、靠背和地毯等的粘接，以达到安全、舒适的目的。常用的有氯丁—酚醛胶和丁腈橡胶、聚异丁烯橡胶为主体材料的各种胶型以及水基型顶棚粘接剂等。

第二节 钣金修复的基本工具

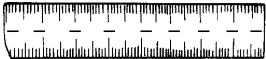
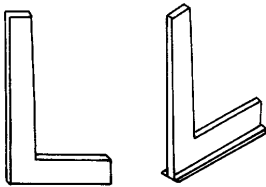
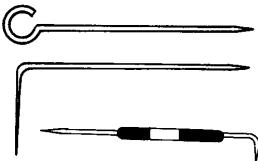
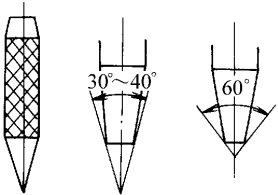
一、工作台与工具箱（见表 3－1）

表 3－1 工作台与工具箱

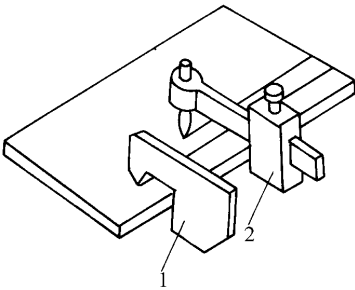
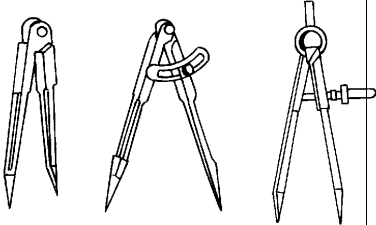
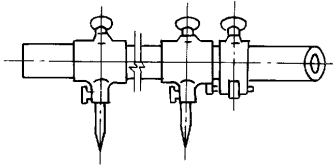
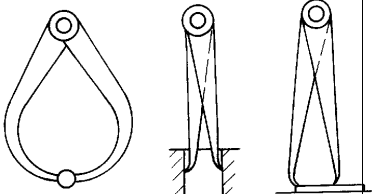
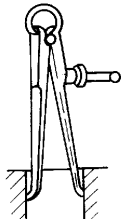
名称	规 格	作 用
工作台	台面高：650～750mm，台面厚：30～35mm	在其上平面进行划线、下料、板料敲平和校正等工作
平台	平面尺寸：2m×4m，板面厚度：30～100mm（表面要经过磨削）	供大型钣金件测量、划线、下料等用
工具架	高：787mm，宽：533mm，深：406mm，重量：14kg	整理工具或部件
工具箱	从 400mm×180mm×149mm 开始有各种规格	为了解、维修某钣金构件时，放入所需要的一组工具，可以根据需要移动作业
清洗盘	外形尺寸：550mm×300mm×100mm	清洗分解后的零件。底为双层，能使污物沉积到底部
零件盘	外形尺寸约为：850mm×500mm×50mm	为了不使清洗后的零件落地而脏污

二、划线工具（见表 3－2）

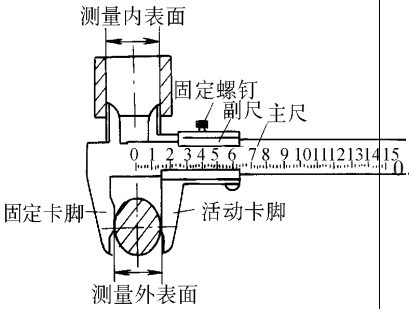
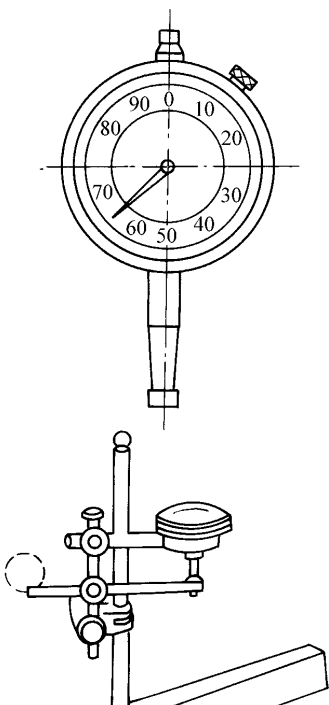
表 3－2 划线工具

名称	示意图	规格	作用
直尺		宽：40mm 以上；长：1～2m、2～4m	检测工件的直线度、平面度、平行度及线轮廓、面轮廓等
刻度尺		折尺、钢卷尺、钢直尺	测量钣金构件长度尺寸
90°角尺			检查车身骨架等的直角
划针		长约 120mm；直径为 4～6mm；尖端角度为：15°～20°	在板料上划标记线
样冲(心冲)		长约 90～150mm；尖端角度有 30°～40°和 60°两种	用来冲加工标记线和钻孔时冲中心孔

(续)

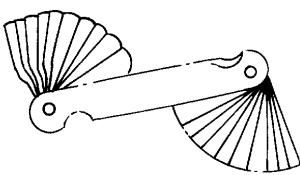
名称	示意图	规格	作用
划规	 1—不可调式 2—可调式		用于划折边线
划规	 	长：150~250mm	用于在金属板划圆、等分线段及测量两点间距等
单脚划规	 		用于测量工件内径和外径

(续)

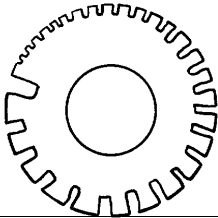
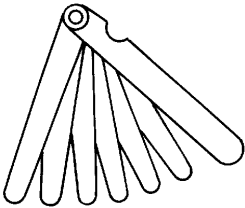
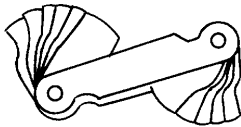
名称	示意图	规格	作用
游标卡尺		按精度可分为 0.1mm、0.05mm、0.02mm 等几种	用来测量工件的长度、宽度、深度以及内外圆直径等
千分表			用来测量工件的表面平面度、圆度、圆柱度及其他零件的配合间隙等

三、量规 (见表 3-5)

表 3-3 量规

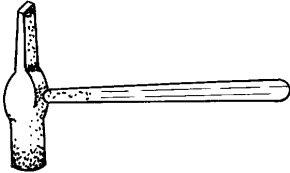
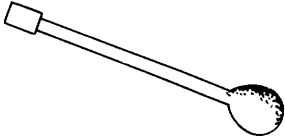
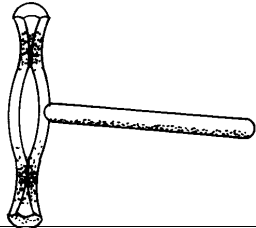
名称	示意图	作用
螺纹样板		测量螺纹螺距

(续)

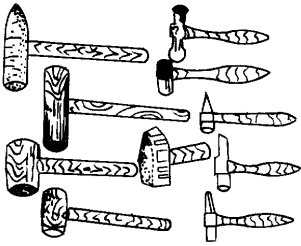
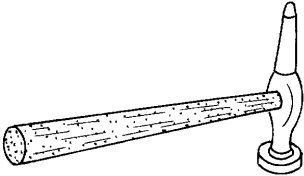
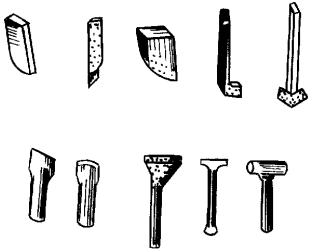
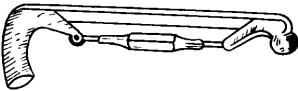
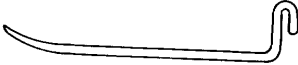
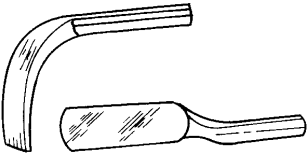
名称	示意图	作用
线径规		用于测量金属线的直径
塞尺		用于测量总成部件间装配间隙
半径样板		用于测量工件表面圆度

四、整形工具（见表 3-4）

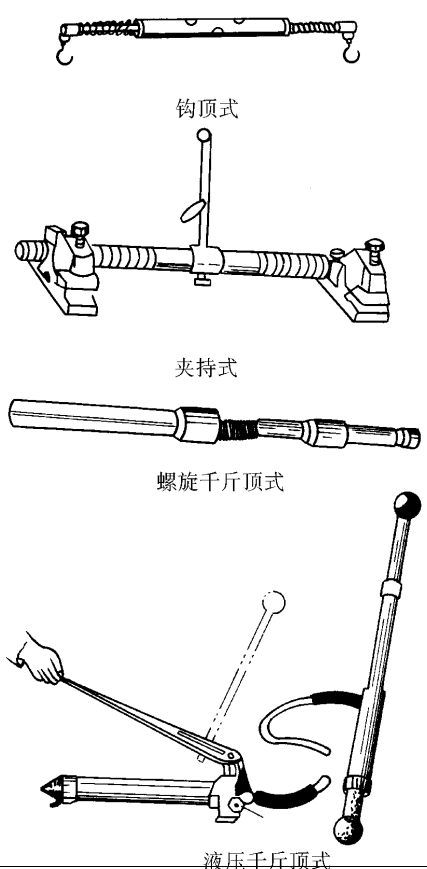
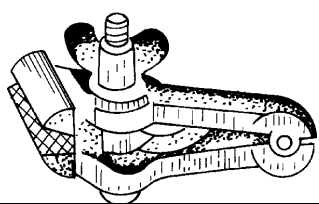
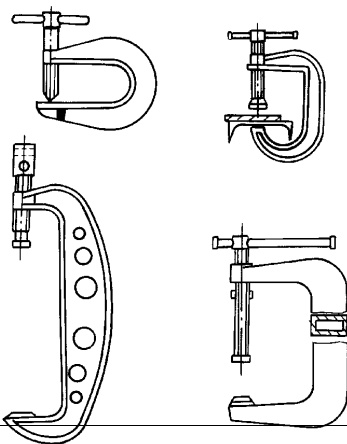
表 3-4 整形工具

名称	示意图	作用
扁头锤		用于敲击平面，也可以敲击较深的凹陷和边缘拐角
捅锤		用于直捅敲击弧形构件，也可以横击，还可以当撬具和垫铁使用
拱锤		用于圆弧形工件的整形和制作，如整修或配制小型车的轴头盖等
中间锤		为了使工件避免直接锤击

(续)

名称	示意图	作用
其他锤		根据锤击需要，锤头可以做成各种形状，如：橡胶锤、木锤、铜锤等
平头整形锤		用于修整箱形角等部位
鹤嘴锤		用于消除工件表面的小凹面
抵铁（抵座、托铁、垫铁）		是敲击整形的衬托工具，与手锤配合使用
车身锉刀		用于修整由于锤、抵座、修平刀等钣金工具作业留下来的凸凹不平的痕迹
折缘工具		折曲或延展金属板材凸缘部分而使用的工具
修平刀		用于较难修整的钣金部位及板材的修整

(续)

名称	示意图	作用
撑拉器	 钩顶式 夹持式 螺旋千斤顶式 液压千斤顶式	可以将压缩了的部位撑开，也可将扩大了的部位拉回
手虎钳		夹紧工件
弓形螺旋夹		夹紧工件

(续)

名称	示意图	作用
偏心夹具	弹簧支点式 固定销轴支点式	用于无振动场合的工件夹紧
薄板钳		可根据工件的厚薄，拧紧或拧松尾端的螺栓，调节钳嘴张开程度，达到夹紧的目的。主要用于薄板零件的装焊

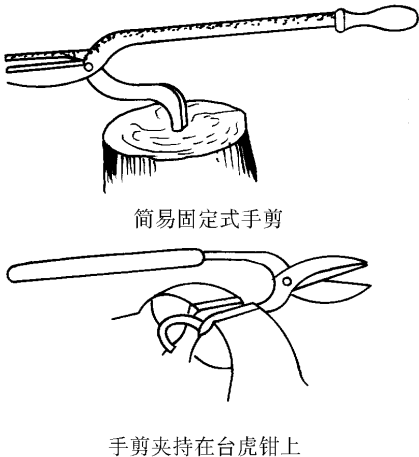
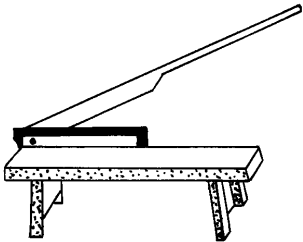
第三节 钣金修复的剪切工具

一、手动剪（见表 3-5）

表 3-5 手动剪

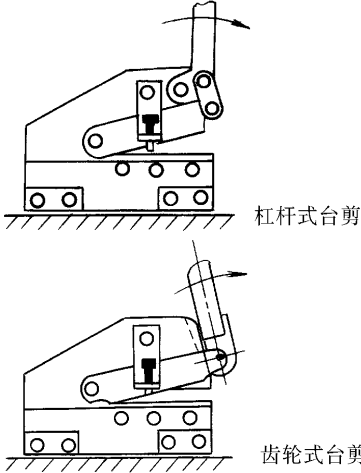
名称	示意图	作用
手剪刀	直剪刀 弯剪刀 直弯剪刀	常用于剪切薄钢板、紫铜皮、黄铜皮、薄铝板等。直剪刀适用于直线剪切；弯剪刀适用于曲线剪切；直弯剪刀既可沿直线剪切，又可沿曲线剪切

(续)

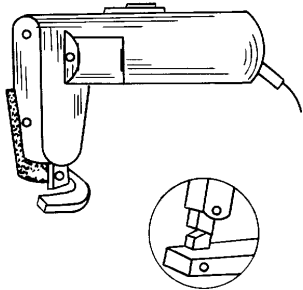
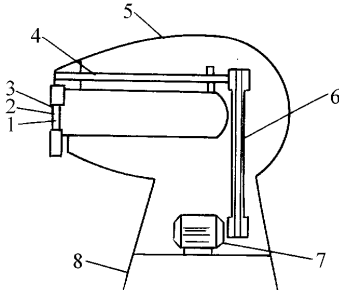
名称	示意图	作用
固定式手剪	 简易固定式手剪 手剪夹持在台虎钳上	单柄固定式手剪可剪切批量大且较厚的板料。如没有这种手剪可采取将手剪夹在台虎钳上的方法进行剪切。但手剪的下柄必须牢固夹紧，上柄套入一根 200~300mm 长的管子，可代替固定式手剪用
杠杆剪(压剪)		用于剪切 1~2mm 厚金属板

二、剪切机器 (见表 3-6)

表 3-6 剪切机器

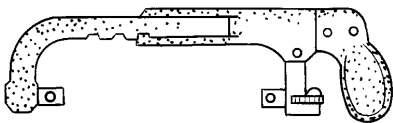
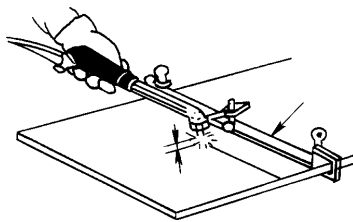
名称	示意图	作用
台剪	 杠杆式台剪 齿轮式台剪	利用在手柄与刀刃间增添的杠杆或齿轮构件，可使较小的作用力变成较大的剪切力，剪切厚度可达 10mm。为了防止板料在剪切时移动，还配以能调节的压紧机构

(续)

名称	示意图	作用
电动剪		在某些场合代替手工剪进行剪切工作
振动剪床	 1—下刀头 2—上刀头 3—滑块 4—偏心轴 5—外壳 6—传动带 7—电动机 8—底座	振动剪床可以剪切 2mm 以下厚度的直线或曲线板料，以及对成型后的零件进行切边工作

三、其他切割工具（表 3-7）

表 3-7 其他切割工具

名称	示意图	作用
手工弓锯		主要用于对扁钢、型钢的下料
火焰切割		用于对形状较复杂、板材较厚的钣金件进行切割

第四章 车身修复的切割与焊接

将汽车上的零部件联接在一起的方法有三大类，即机械联接、焊接和粘接。在汽车钣金修理作业中，焊接占的比重最大。因此，了解各种焊接方式的特点、设备使用性能以及其适用的范围是十分必要的。

按照焊接过程的物理特性不同，焊接方法可归纳为三大类，即熔化焊、压力焊和钎焊，如图 4-1 所示。

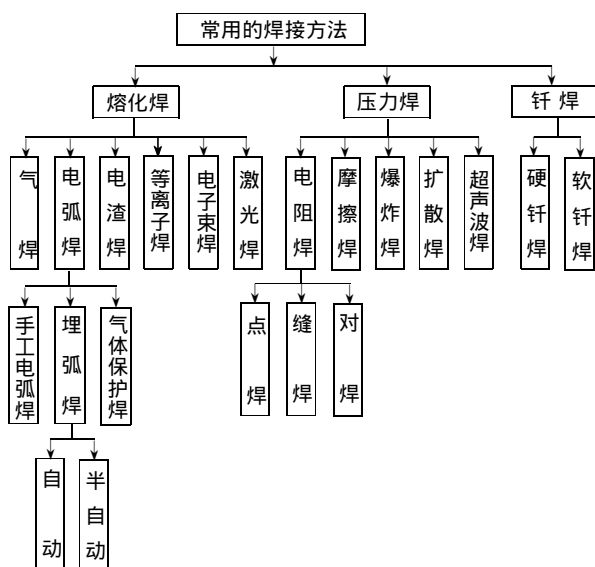


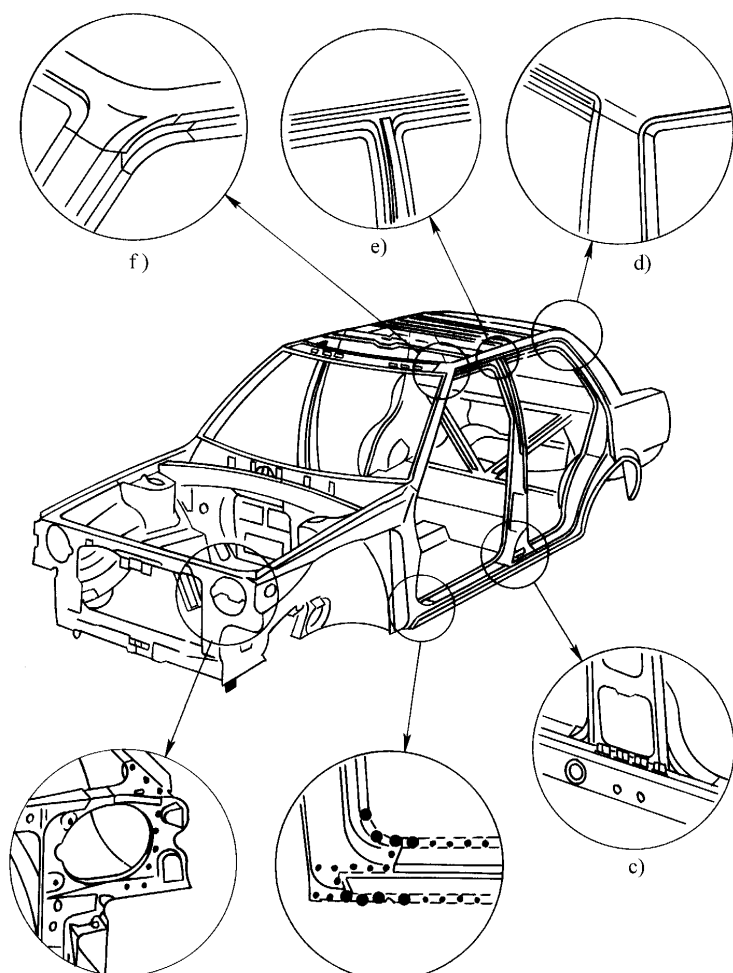
图 4-1 焊接方法分类

熔化焊是将被焊金属在焊接部位加热到熔化状态，并向焊接部位加入熔化状态的填充金属（焊条）。冷凝以后，两块被焊件即形成整体的焊接方法。根据熔化方式不同，熔化焊又分成气焊、电弧焊、电渣焊、等离子焊等六种方法。其中气焊、电弧焊在汽车修理中使用最多。

用电极对金属焊接点加热使其熔化并施加压力，使之焊接在一起的方法称为压力焊。各种压力焊中，因电阻焊的点焊法使焊件产生的变形较小，所以在汽车修理中获得广泛地应用。

钎焊是将熔点低于母材的钎料（钎焊填充材料）加热熔化滴在焊接区域，使工件焊接成一体的焊接方法，如铜焊、锡焊。由于钎焊时工件受热的温度低于工件材料的熔点，不致于影响工件的整体形状，因此被广泛应用于对水箱、油箱等的修理作业中。

车身各部位焊接方式如图 4-2 所示。车身修理前，先要查阅汽车制造厂家提供的汽车维修说明书，了解各部位焊接的特点。修理时要尽量采用点焊法或气体保护焊。



a)图 4-2 汽车制造中使用的各种焊接方法

a) b) 电阻点焊 c) CO₂ 气体保护焊 d) e) f) 钎焊

第一节 氧—乙炔焊

氧—乙炔焊俗称为气焊，它是熔化焊的一种形式。气焊是利用乙炔和氧气在一个密封腔内混合，通过焊嘴点燃产生高温，将焊条和母材金属熔化焊接在一起的。

一、气焊设备

图 4-3 为典型的气焊设备组成示意图，通常包括以下几个部分：

- (1) 氧气瓶和乙炔瓶，分别装有压缩的氧气和乙炔气。
- (2) 各种调节减压装置，用于将氧气瓶、乙炔瓶出口压力调至规定数值，供焊接用。
- (3) 各种软管，用于连通气瓶和焊炬。

(4) 焊炬，将氧气和乙炔气体输入到焊炬内以适当的比例混合，在焊嘴出口燃烧，产生加热火焰，使被焊接钢材熔化。焊炬的类型有两种，即焊炬和割炬，两者功能是不同的，不能混用。

使用焊炬之前，应根据焊件的板厚、焊接方法选择适用的焊嘴。一般薄板选用小号焊嘴，厚板选用大号焊嘴。焊嘴装在焊炬端部时应拧紧。

点燃焊炬之前，应先检查焊嘴、气阀及其管道有无漏气现象。检查方法是先打开氧气阀 1/4 圈，再打开乙炔阀门一圈，检查有无堵塞和漏气，确认可靠之后再点燃火焰。点火后，焊嘴应朝下方，并远离可燃物。此时，缓慢开启氧气阀，火焰将由黄色的乙炔焰变成蓝色的炭化焰，如图 4-4b 所示。炭化焰焰芯是蓝白色的，外围包着一层蓝色的火焰，轮廓不十分清楚，外焰呈橘红色。慢慢关闭乙炔阀门直到焊嘴处呈现一个很清晰的内焰芯，这时称为中性焰，如图 4-4a 所示。中性焰的焰芯也是蓝白色的，轮廓清晰，外焰呈淡橘红色。继续关闭乙炔阀门或打开氧气阀门，焊嘴处将出现一个更小的淡蓝色焰芯，此时称为氧化焰，如图 4-4c 所示。氧化焰内芯看不清楚，焊接时会发出急剧的“嗖嗖”声。

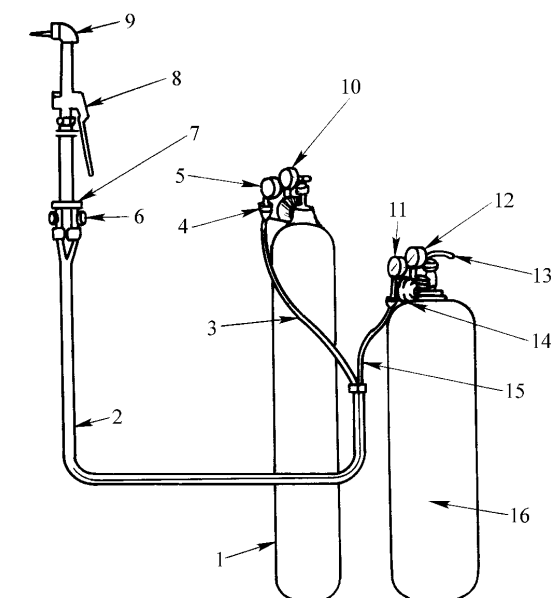


图 4-3 典型的氧乙炔焊接和切割设备

- 1—氧气瓶 2—双芯软管 3—氧气软管
4—氧气调节器 5、11—工作压力表 6—氧气软管接头
7—乙炔软管接头 8—焊（割）炬 9—焊嘴
10、12—气瓶压力表 13—乙炔阀扳手
14—乙炔调节器 15—乙炔软管 16—乙炔气瓶

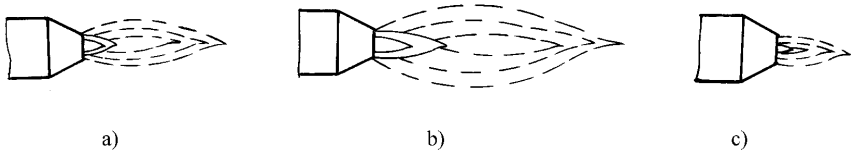


图 4-4 各种氧炔火焰示意图

a) 中性焰 b) 炭化焰 c) 氧化焰

二、气焊工艺参数的选择

1. 火焰类型的选择

火焰类型取决于焊接母材的材质。碳钢类材料多采用中性焰焊接，其它材料则有使用炭化焰和氧化焰的。

各类火焰适用范围见表 4-1。

表 4-1 各类火焰适用范围

火焰类型	特 点	适用范围
中性焰	混合气中氧气的含量正好保证乙炔完全燃烧，焊嘴处呈现很清晰的内焰态，这种火焰对炽热或熔化的金属没有明显的碳化和氧化作用，故广泛应用于金属焊接中	低碳钢件、紫铜件焊接

(续)

火焰类型	特 点	适用范围
炭化焰	混合气中氧气含量不足以使乙炔完全燃烧，火焰内有过剩的碳和氢，在焊嘴处呈现出两层白焰芯。炭化焰温度较低，当用以焊接碳钢材料时，会熔化金属，有渗碳作用，导致金属变脆	高碳钢、铝合金焊接、金属板料切割、镀锌钢板、一般铝板焊接
氧化焰	混合气中氧气含量大于乙炔完全燃烧所需的比例量，火焰内有过剩的氧气，焊嘴处呈现兰白色焰芯。这种火焰对炽热的金属有氧化作用，会降低焊缝质量，大多用来切割金属	金属板料切割

2. 焊嘴的选择

焊嘴的大小决定了火焰的能率。单位时间内火焰所提供的热能的大小代表火焰的能率。大号的焊嘴，火焰能率高，适于厚板的焊接。表 4-2 中给出了 HO₁—6 型焊炬配用各种焊嘴的适用范围。

表 4-2 焊嘴与焊件厚度的关系

焊件厚度/mm	0.5~1.5	1.5~2.5	2~3	3~5	5~7
焊炬型号	HO ₁ -6				
焊嘴号码	1~2	2	2~3	3~4	5

汽车钣金件金属板厚多在 1.5mm 左右，因此，2 号焊嘴使用最多。

3. 焊丝的选择

(1) 焊丝应选用与焊件相同的材料，汽车钣金件多为低碳钢板，选用一般铁丝即可。

(2) 焊丝直径与焊件厚度、坡口型式和操作方式有关。焊丝过细，焊接时焊件尚未熔化而焊丝已熔化下滴，焊接不良；焊丝过粗，则焊件熔化而焊丝尚未熔化，势必增加焊件接头区加热时间，使金相组织改变，降低了焊接质量。

对于薄板的焊接，焊丝直径与厚度相同即可。对于不同材料和性能要求的焊件，应采用不同的焊丝。表 4-3 分别列出了碳素结构钢、合金结构钢、灰铸铁、铜合金、铝合金等材料的气焊接用焊丝。

表 4-3 焊丝的用途

焊丝牌号	代 号	用 途
焊 08	H08	焊接一般低碳钢和碳素钢
焊 15 高	H15A	焊接中等强度工件（碳素结构钢）
焊 10 锰 2	H10Mn2	焊接重要的碳素钢及普通低合金钢
焊 10 锰硅	H10MnSi	焊接普通低合金钢
焊 0 铬 21 镍 10	HoCr21Ni10	焊接各种型号不锈钢
丝 401A	S401A	焊接灰口铸铁
丝 201	S201	焊接紫铜
丝 301	S301	焊接纯铝和要求不高的铝合金

4. 焊嘴倾角与焊丝倾角的选择

(1) 焊嘴的倾角一般应考虑焊件厚度、施焊位置和焊件材料的热物理性诸因素来确定。厚度大、材料熔点高、导热性良好时，焊嘴倾角可取大一些，反之，倾角应减小。低碳钢水平位置焊接时，焊嘴倾角与厚度关系如图 4-5 所示。

(2) 气焊时焊丝相对于焊嘴的角度一般在 $90^\circ \sim 100^\circ$ 之间，如图 4-6 所示。

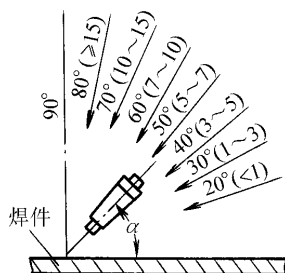


图 4-5 焊嘴倾角与焊件厚度的关系

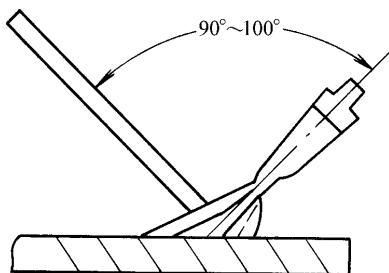


图 4-6 焊丝与焊嘴的相对角度

三、气焊的操作方法

气焊的操作方法有左焊法和右焊法两种。焊炬从右向左移动的焊接方法称为左焊法；焊炬从左向右移动的焊接方法称为右焊法，如图 4-7 所示。

对于较长的焊缝，应事先间隔焊上若干点，以保持整个焊缝位置相对固定，然后采取分段或逆向焊接完成整个焊缝的焊接，如图 4-8 所示的顺序。

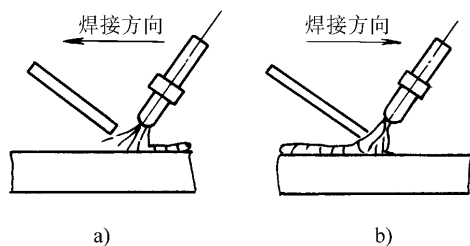


图 4-7 左焊法与右焊法

a) 左焊法 b) 右焊法

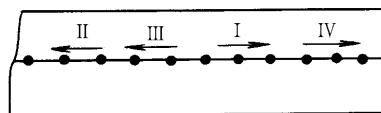
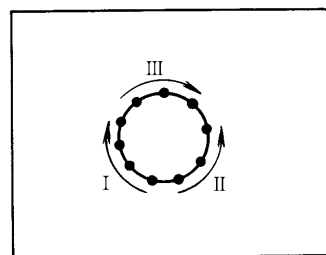


图 4-8 分段焊和逆向焊示意图

1. 气焊工艺要点

施焊时，应保证焊丝和金属焊接处材料同时熔化，在焊缝烧合后，焊嘴应及时离开。为提高焊接质量，防止焊接变形，施焊时应注意以下几点：

(1) 对于较薄的钢板，如 1mm 厚的钢板，焊接时应用小号焊炬，3 号焊嘴。焊丝直径为 2mm 左右；

(2) 焊接方向，以左焊为宜，可减少焊件受热变形或烧穿，焊接速度应迅速，焊缝一次完成，焊炬移动时应平稳；

(3) 焊嘴与焊件的倾斜角应根据板料厚度确定，施焊 1mm 厚的板料，倾角为 20° ；焊接 2mm 厚的板料，倾角应为 $60^\circ \sim 70^\circ$ ；起焊预热时，应适当增大倾斜角，焊接终了，倾斜角应略减小；

(4) 焊接部件边缘的裂缝, 应从裂缝尾部开始起焊, 焊嘴指向焊件外面, 以防止部件受热变形或焊后开裂; 对较长的焊缝, 可事先点焊几处, 再分段焊接。

(5) 根据焊接材料性质和火焰种类选择合适的火焰。对于需要尽量减少元素烧损或增碳的材料, 应选用中性焰; 对于母材含有沸点低的元素, 如锡、锌等, 需要生成氧化物薄膜覆盖在熔池表面, 以保护此类元素不再蒸发, 应选用氧化焰; 对于中合金钢、高合金钢、铝及其合金等材料, 可适当选用碳化焰。

2. 气焊的操作方法

(1) 起焊 焊接时, 火焰在起焊处往复移动, 保证焊接处温度均匀升高。此时焊嘴倾角应大些, 以使焊件尽快预热。如果两焊件厚度不同, 火焰应稍偏向厚度大的一侧, 保证两边材料同时熔化, 并在焊缝中间形成熔池。当起点出现明亮而清晰的熔池时, 焊丝即可加入。

(2) 填充焊丝的方法 当熔池形成以后, 火焰稍稍后退, 并同时利用火焰外层加热焊丝末端。焊丝熔滴送入熔池后, 抬起焊丝, 火焰稍靠近熔池, 使焊缝处熔化金属均匀分布。火焰前移, 又会形成新的熔池。如果火焰能量高, 金属熔化速度快, 焊丝可保持在火焰前端, 使熔化的焊滴连续滴入熔池。焊后的焊缝宽度和形状应保持均匀。

(3) 焊嘴和焊丝的摆动 正常气焊时, 焊丝与焊件表面倾斜角为 35° 左右; 焊丝与焊嘴中心线夹角为 100° 左右, 保证焊缝均匀、牢固, 为防止焊件过热或烧穿, 焊丝与焊嘴应随时协调摆动。

(4) 接头与收尾 在焊缝处重新起焊时, 应将原熔池充分加热, 使原熔池充分熔化后再熔入焊丝。收尾时, 由于焊件温度较高, 应减小焊嘴倾角, 加速焊接过程, 并适当多熔入焊丝, 以防熔池面积扩大。

(5) 焊接方向的确定 左焊法操作简便, 适于焊接薄板件和熔点低的金属; 右焊法焊接火焰指向焊缝已焊部位, 对熔池保护效果好, 不易产生气孔、夹渣, 冷却速度较慢, 焊缝组织得以改善, 但此法不易掌握, 多用于厚度较大的材料的焊接。

四、气焊作业操作要点

由于板面的位置和焊缝的方向不同, 气焊作业会有某些特殊要求。例如同样是水平板面, 焊缝在上表面, 称为平焊; 焊缝在下表面, 称为仰焊; 板面为立面, 焊缝沿板的纵向称为立焊, 沿横向则称为横焊等。各种不同位置上的气焊作业, 在汽车钣金修理中都会碰到, 有必要了解它们的特殊要求。

平焊如图 4-8 所示, 立焊、横焊和仰焊如图 4-9 所示。表 4-4 给出了不同位置焊接的操作要点。

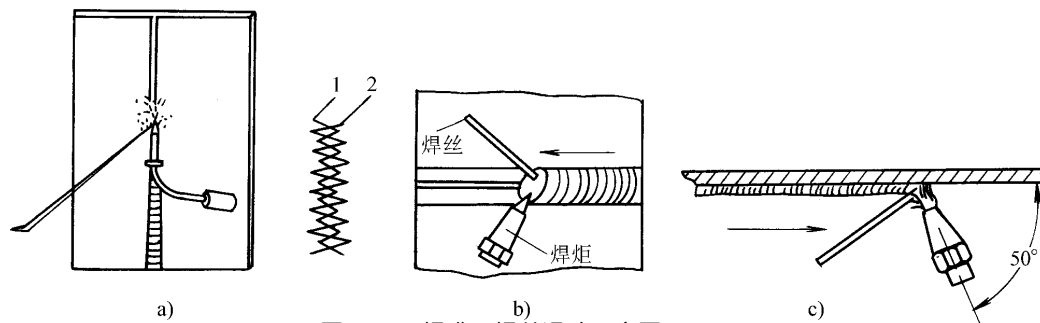


图 4-9 焊嘴、焊丝运动示意图

a) 立焊焊接 b) 横焊 c) 仰焊焊丝

表 4-4 不同位置焊接要点

焊法	焊缝位置	操作要点	焊嘴选用
平焊	板面水平，焊缝在上表面，任意方向	(1) 焊接切口对正、对齐，放平 (2) 间隔 40~50mm 点焊一点，再连续焊接 (3) 保持火焰焰芯的末端距表面 2~6mm	按表 4-3 选用焊嘴
立焊	与水平面成 45°~90° 角的倾斜板面，焊缝沿板纵向（立缝）	操作要点与平焊基本相同，但火焰能率应略低于平焊，焊接要由下至上进行，焊炬不能作纵向摆动，每次向熔池送焊丝少一些。也可做微小横向摆动	选用比平焊小一号的焊嘴
横焊	在工件立面或斜面上沿着横向焊接	操作要点与平焊基本相同，但火焰能率应高于平焊 (1) 采用自右向左的焊接方法 (2) 火焰气流直接朝向焊缝，利用气流压力阻止金属流下 (3) 焊接时焊丝始终浸在熔池中，并做环形运动，与熔池略带倾斜	选用比平焊小一号的焊嘴
仰焊	焊缝位于水平板面下方（或斜面下侧），焊工仰视焊接	(1) 采用较细的焊丝、小火焰能率的焊嘴 (2) 采用右焊法，利用焊丝末端和气流压力防止熔化金属流下 (3) 焊嘴与工件夹角约 50°，焊丝与工件表面保持 30°~40° (4) 严格掌握熔池大小和温度，使液态金属始终处于较稠状态	选用比平焊小一号的焊嘴

第二节 金属惰性气体焊

车身多以薄钢板冲压成型，对薄钢板的焊接又很容易产生焊接应力造成穿孔、变形，使焊接难度增大。金属惰性气体焊（MIG）也称惰性气体金属电弧焊（GMAW），最适宜焊接汽车车身所采用的薄型高强度钢板。其中最为常见的 CO₂ 保护焊，就是惰性气体保护电弧焊的一种。CO₂ 保护焊能够有效地限制焊缝周围的热量，不仅能够抑制上述不良状况，而且具有工作环境清洁、作业效率高和焊接质量好等优点，是汽车车身维修中普遍采用的一种焊接方法。

一、金属惰性气体焊的工作原理

图 4-10 为惰性气体保护焊的工作原理图。惰性气体保护焊使用一根焊丝，焊丝以一定的速度自动进给，在母材和焊丝之间出现短弧，短弧产生的热量使焊丝熔化，将母材焊接起来，实现半自动电弧焊接。在焊接过程中，惰性气体对焊位实施保护，以免母材被空气氧化。所使用惰性气体的种类由需要焊接的母材而定。大多数钢材都用二氧化碳（CO₂）进行气体保护焊；对于铝材则采用氩气或氩、氮混合气进行气体保护焊。

气体保护焊的工作过程可概括如下：

- (1) 焊丝在焊接部位经过短路—燃弧—短路—燃弧等循环过程，每一次短路电弧焊丝都从端部将微小的熔滴转移到母材熔池之中。
- (2) 在焊丝周围有一层惰性气体保护层，以免焊缝被氧化。
- (3) 焊丝采用自动进给，连续焊接。
- (4) 在整个焊接过程中，母材受热量小，变形小，不致影响钣金件整体几何形状。

MIG 焊与其它焊接方法相比，有如下特点：

- ①可进行高速焊接。
- ②焊接时工件变形小。
- ③工件加热区可控制，热影响区较小，如图 4-11 所示。

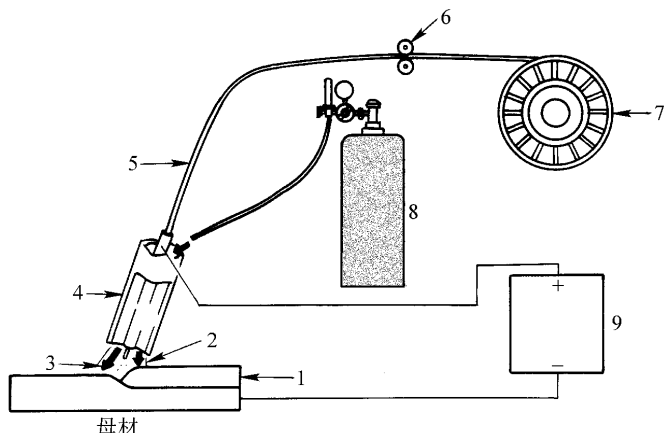


图 4-10 惰性气体保护焊的基本原理

1—焊缝金属 2—CO₂ 气体 3—电弧 4—焊枪喷嘴
5—焊丝 6—送丝滚轴 7—焊丝卷轴 8—CO₂ 气瓶 9—焊机电源

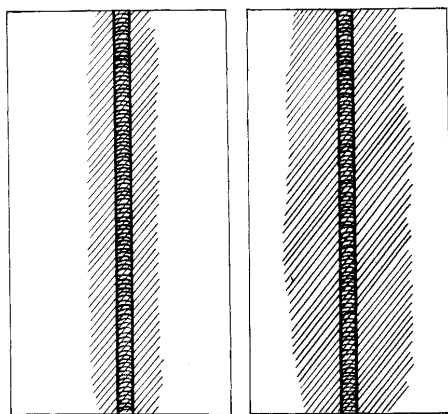


图 4-11 焊接热影响区的比较

a) MIG 焊热影响区 b) 氧乙炔焊热影响区

二、金属惰性气体保护焊接设备

汽车车身修理用的气体保护焊接设备大多是半自动的，在其焊接过程中，设备自动运行，但焊枪需用手工控制。气体保护焊接设备如图 4-12 所示，其基本组成部分如下：

- (1) 存储惰性气体的钢瓶、减压装置以及输送管道系统。
- (2) 送丝控制装置。
- (3) 配备指定规格的成卷的焊丝。
- (4) 供焊接用的机内电源装置。
- (5) 电缆及接线装置。
- (6) 焊枪和电缆。

气体保护焊所需的惰性气体由专门的工厂装瓶供给，有二氧化碳气体和氩气与二氧化碳的混合气体两种。

气体保护焊的焊丝是选用 H08Mn2Si 或 H08Mn2SiA 合金钢丝制成的。汽车车身钣金件厚度为 1.5~2.5mm 时，焊丝直径在 0.4~0.8mm 之间。

气体保护焊对电源电压稳定性要求较高，一般将电源、送丝装置、焊丝都装在机箱内，并有调节电压和送丝速度的设施。

气体保护焊电源都是直流的，一般情况下，焊丝接正极，工件接负极，俗称为反接法。反接法电弧稳定，飞溅小，熔深大，焊缝中含氢量低。汽车修理多采用反接法。

三、金属惰性气体保护焊的焊接

1. 焊接电流与电弧电压

根据起弧后的工作状态，可判断电压调整的是否合适。如果



图 4-12 金属惰性气体保护焊接设备

焊接时能听到一股连续的“滋滋”或轻微的爆裂声则为正常。从焊缝观察，电压提高，则弧长增加，熔深变浅，焊缝宽平，并使飞溅增加。电压降低，则弧长减小，熔深变深，焊缝窄尖，并且所见电弧减小。如图 4-13 所示。

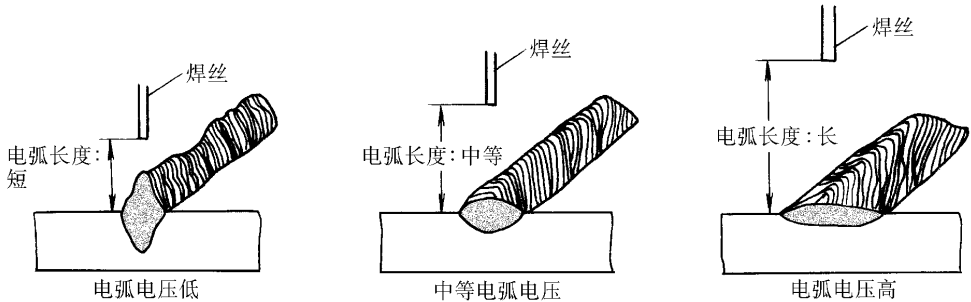


图 4-13 电弧电压和焊缝的形状

焊接电流的大小会影响母材的焊接熔深、焊丝熔化速度、电弧的稳定性、焊接溅出物的数量。随着电流增加，熔深、剩余金属的高度和焊缝宽度也会增大，如图 4-14 所示。表 4-6 推荐了焊丝直径、焊件厚度、焊接电流三者之间的正确关系，可供焊接作业中参考。

2. 导电嘴到母材的距离

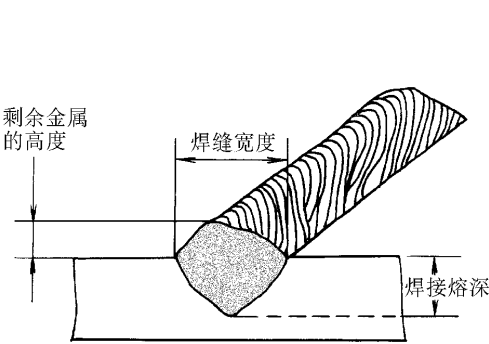


图 4-14 熔深、剩余金属和焊缝宽度

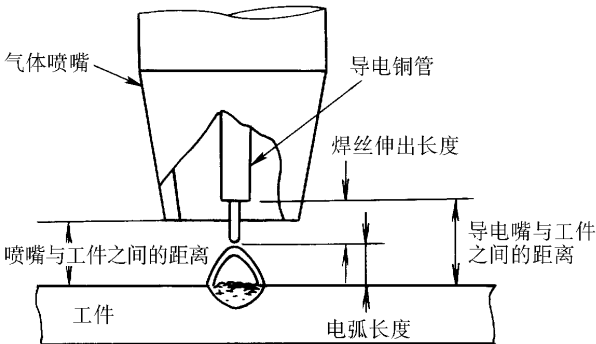


图 4-15 导电嘴到母材的距离

焊枪导电嘴与焊接表面之间的距离，是影响焊接质量的重要的参数（一般规定为8~15mm）。若此距离过大，焊丝的伸出量就长，同时保护气体的屏蔽作用也相应减弱。距离过小也不好，焊丝端头被喷嘴挡住，使观察焊接质量和行进都有困难。

3. 焊接速度

经验表明，速度过快将会使熔深、熔宽变小，焊缝呈尖形并且容易发生咬边现象，而焊接速度过慢则会造成焊件烧穿（图 4-16）。正确的焊接速度由焊件板厚及电压所决定，一般参照表 4-5 中所推荐的焊接速度即可。

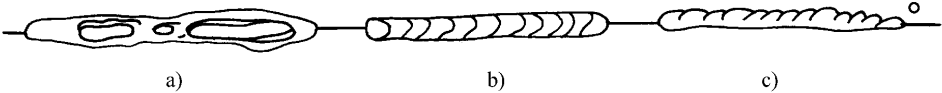


图 4-16 运枪速度对焊道形状的影响

a) 过缓易使焊件烧穿 b) 速度适当故熔深合适 c) 过快易造成熔深不足

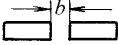
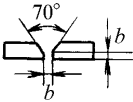
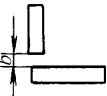
表 4-5 焊接速度的确定

钢板厚度/mm	0.8	1.0	1.2	1.6
焊接速度/(cm/min)	105~115	100	90~100	80~85

焊接过程产生均匀而且尖锐的噪声即表示焊丝与热量比率正常。可通过观察来判断送丝速度是否合适。若随着电弧的缩短，稳定的反光亮度开始减弱，此时送丝速度合适。如果送丝太慢，随着焊丝在熔池内熔化并熔敷在焊接部位，可以听到啪哒声，此时反光亮度增强。送丝速度太快，将堵塞电弧，此时熔敷速度大于熔池吸收速度，产生飞溅现象，并伴有频闪弧光。

二氧化碳气体保护焊工艺参数的选择如表 4-6 所示。

表 4-6 细丝 CO₂ 半自动焊工艺参数

材料厚度 /mm	坡口形式	装配间隙 <i>b</i> /mm	焊丝直径 /mm	焊接电流 /A	电弧电压 /V	气体流量 (L/min)
≤1.2 1.5		≤0.5	0.6 0.7	30~50 60~80	18~19 19~20	6~7
2.0 2.5		≤0.5	0.8	80~100	20~21	7~8
3.0 4.0		≤0.5	0.8~1.0	90~115	21~23	8~10
≤1.2 1.5 2.0 2.5 3.0 4.0		≤0.3	0.6	35~55	19~20	6~7
		≤0.3	0.7	65~85	20~21	8~10
		≤0.5	0.7~0.8	80~100	21~22	10~11
		≤0.5	0.8	90~110	22~23	10~11
		≤0.5	0.8~1.0	95~115	21~23	11~13
		≤0.5	0.8~1.0	100~120	21~23	13~15

四、金属惰性气体保护焊的焊接方法

1. 焊枪的操纵

将焊枪前端靠近焊件，按动开关便开始送丝，保护气体也同时喷出。此时只要操纵焊枪使焊丝端头与焊件金属表面接触即可起弧。如果焊丝顶端形成熔球，应将其剪断，否则会影响起弧。枪口处的焊接飞溅物也会影响送丝、送气，使用前应预先清理干净。

施焊过程中，应注意观察板件、焊丝的熔化情况及焊道的连续性，同时注意不要让焊丝偏离接缝。如果接缝较长最好先暂焊一下，分段的焊道应有重迭，起弧时应在上一段焊道末端前面一点，起弧后迅速回拉至下一段焊道起点（图 4-17）。焊道的高度和宽度也应力求一致，因为熔深不足将影响焊缝强度。反之，熔深过大则易将焊件烧穿，并给打磨工作造成一定困难。

2. 焊接方法

二氧化碳气体保护焊焊接形式有六种，如图 4-18 所示。

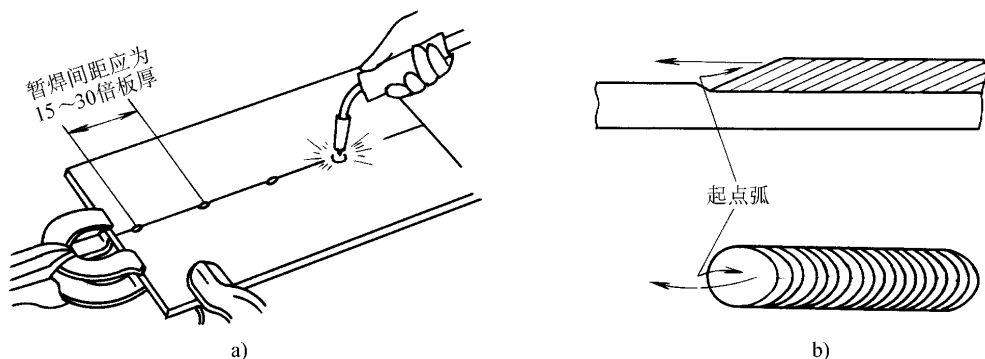


图 4-17 焊枪的操纵
a) 暂焊 b) 焊道的重迭方法

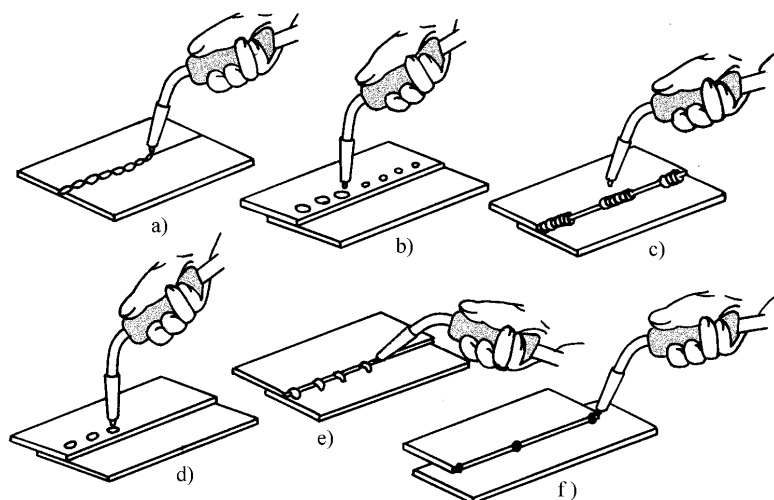


图 4-18 各种基本的焊接方法
a) 连续焊 b) 塞焊 c) 连续点焊 d) 点焊 e) 搭接点焊 f) 定位焊

(1) 对接焊 车身维修作业中局部更换金属覆盖件时，往往需要这种类型的焊接。对接焊可以分为端口对接焊（两焊件端面对齐）和角对接焊（两焊件垂直相接）两种。无论何种形式的对接焊，均应以 15~20 倍板厚的间隔先行定位暂焊。

对接焊一般采用左向焊施焊的办法，因为左向焊便于观察，可防止发生偏焊。除了低于 0.8mm 以下的薄钢板（连续焊接容易烧穿）以外，一般都要连续焊接。

对接焊操作时一般应注意如下几方面：

① 选好定位点作定位点焊，以防止金属板焊接时发生变形。

② 确定分段焊接的顺序。在点焊定位之后，焊接过程应分步进行。正确的分段焊接应当使上一段的焊缝能自然冷却，不致受下段焊接的热影响。每一段焊接长度最好不超过 20mm。

对接焊应从焊缝中部开始，向左右两侧依次交替进行，才能有效防止金属板弯曲变形，如果从边缘开始焊接，将产生热量的聚集，造成金属弯曲变形。正确的做法如图 4-19 所示，沿一条直线将焊缝分段，每焊完一段，下一个焊接位置都应在温度最低处。

③ 试焊。调节导电嘴至母材的距离和焊炬移动速度，直至获得最佳焊缝，然后进行实际的焊接。

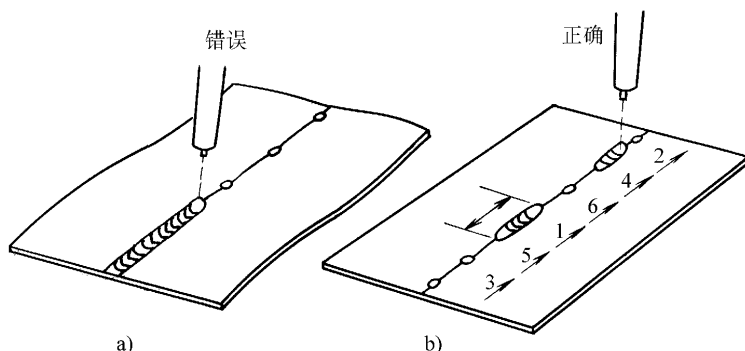


图 4-19 防止金属板弯曲变形

④母材厚度超过 2mm 时，对接焊前应磨出 V 形槽，使熔深抵达底部。

(2) 塞焊 用气体保护焊进行塞焊，是车身维修中应用比较广泛的一种焊接形式，很适宜两块钢板的搭接。塞焊前应将其中一块钢板钻孔或冲孔如图 4-20 所示，并将其夹紧以确保贴合紧密。塞焊时焊枪要与焊件表面垂直，沿塞孔周边缓慢运枪绕向中心（图 4-21a）。当孔径较小时，可将焊枪直接对准中心不动，将孔焊平。塞焊的焊点应以略高出焊件平面为宜，过高将给打磨带来困难，过低则使强度不足甚至造成脱焊（图 4-21b）。

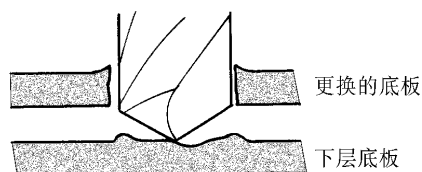


图 4-20 塞焊前进行钻孔

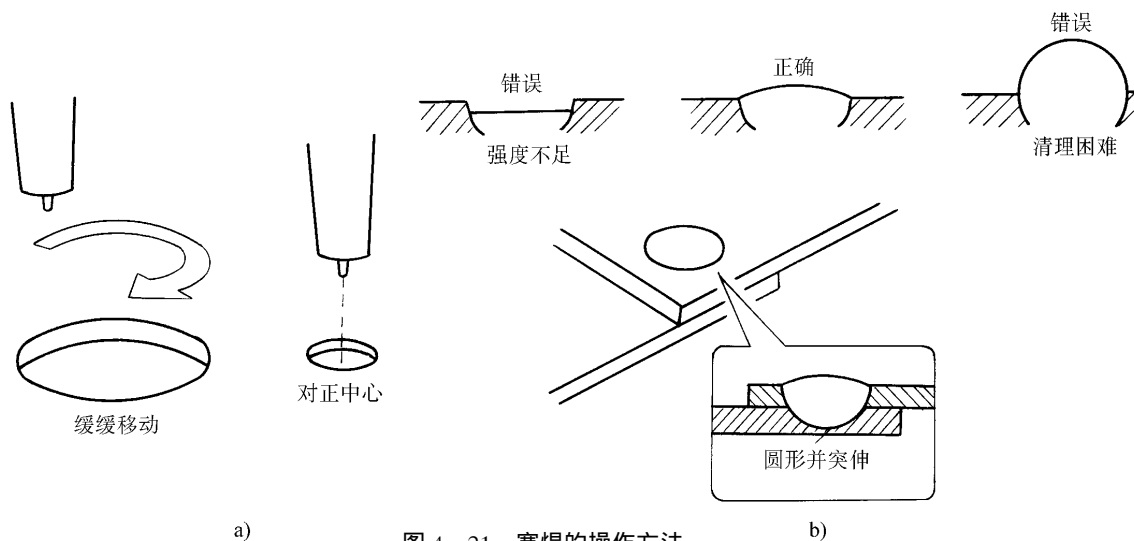


图 4-21 塞焊的操作方法

a) 运枪方法 b) 塞焊点的剖面分析与熔深

3. CO₂ 半自动气体保护焊注意事项

①施焊前清理焊件表面和焊丝表面的油污和锈迹，以防焊接时产生气孔。

②液态 CO₂ 钢瓶灌气后应倒置 1~2h，然后每 30min 打开瓶口气阀放水 2~3 次，以保证输出的 CO₂ 气体的纯度。使用前，打开瓶口气阀 2~3 秒，排出瓶顶部低纯度的 CO₂ 气体，然后接入焊枪使用。焊接过程中，瓶内气压低于 900kPa 时，应停止使用，更换新气源。

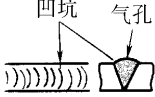
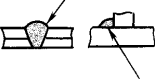
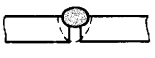
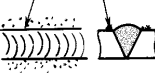
③引弧之前，调好焊丝伸出长度（一般应等于焊丝直径的 10 倍）。焊丝头部有粗大的球形头应当剪去。

④引弧点应距焊缝端部 2~4mm 处，引弧后再移向端头开始施焊。焊丝端头与焊件的距离保持在 2~3mm 之间。焊接时，应掌握好速度，防止熔化不良或焊波过高等缺陷。熄弧后，待金属熔池完全凝固，方可抬起焊枪。

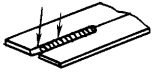
五、气体保护焊的缺陷分析

表 4-7 给出了气体保护焊常见的缺陷及产生的原因。

表 4-7 气体保护焊常见缺陷及产生原因

缺 陷	示 意 图	说 明	主 要 原 因
气孔和凹坑		气体进入焊接金属中会产生气孔或凹坑	(1) 焊丝上有锈迹或水分 (2) 母材上有锈迹或污物 (3) 不适当的阻挡（喷嘴堵塞、弯曲或气体流量小） (4) 焊接时冷却速度太快 (5) 电弧太长 (6) 焊丝规格不合适 (7) 气体被不适当地封闭 (8) 焊缝表面不干净
咬边		咬边是由于过分熔化的母材形成一个凹槽，使母材的横截面减小，严重降低了焊接部位的强度	(1) 电弧太长 (2) 焊炬角度不正确 (3) 焊接速度太快 (4) 电流太大 (5) 焊炬送进太快 (6) 焊炬角度不稳定
熔化不透		这种现象发生在母材与焊接金属之间，或发生在两种熔敷金属之间	(1) 焊炬送进不适当 (2) 电压较低 (3) 焊接部位不干净
焊瘤		角焊比对接焊更容易产生焊瘤。焊瘤会引起应力集中而导致过早腐蚀	(1) 焊接速度太慢 (2) 电弧太短 (3) 焊炬送进太慢 (4) 电流太小
焊接熔深不够		此种缺陷是由于金属板熔敷不足而产生的	(1) 电流太小 (2) 电弧过长 (3) 焊丝端部没有对准两层金属板的对接位置 (4) 槽口太小
焊接溅出物过多		过多的溅出物在焊缝的两边形成许多斑点和凸起	(1) 电弧过长 (2) 母材金属生锈 (3) 焊炬角度太大
溅出物（焊缝浅）		在角焊缝处容易产生溅出物	(1) 电流太大 (2) 焊丝规格不正确

(续)

缺 陷	示 意 图	说 明	主 要 原 因
垂直裂纹		裂纹通常只发生在焊缝顶部表面	焊缝表面被脏物弄脏（油漆、油污、锈斑）
焊缝不均匀		焊缝不是均匀的流线形，而是不规则的形状	(1) 导电嘴的孔被损坏或变形，焊丝通过嘴口时发生振动 (2) 焊炬不稳
烧穿		焊缝内有许多孔	(1) 焊接电流太大 (2) 两块金属之间的坡口槽太宽 (3) 焊炬移动速度太慢 (4) 焊炬至母材之间的距离太短

第三节 手工电弧焊

手工电弧焊是分别以手工操作的焊条和焊接零件作为两个电极，利用焊条与焊件之间产生的电弧的热量，熔化焊条和金属使构件焊接在一起的方法。

手弧焊的特点是所用设备简单、操作方便、灵活，适合于多种条件下的焊接。特别是对于结构复杂、焊缝短小、作业狭窄及高位作业等，有其它焊接方式不可比拟的优越性，被广泛地应用于汽车车身维修行业。

一、手工电弧焊的工作原理

手弧焊机通常分为两类：交流弧焊机和直流弧焊机。交流焊机适宜使用钛钙型焊条焊接低碳钢构件；直流焊机适宜使用低氢型焊条焊接重要构件。

交流弧焊机相当于一台可变电压与电流的变压器。对照图 4-22 所示的电路结构图，可大致了解漏磁式交流焊机的构造及其工作原理。相当于变压器的铁心分为两部分，即形成固定边框的静铁心和位于中间可移动的动铁心。变压器一次侧绕组绕在静铁心的一侧；二次侧绕组一部分紧绕在一次侧绕组的外部，另一部分绕在静铁心的另一侧。前一部分起建立电压作用，后一部分相当于一个起降压作用的电感线圈，位于变压器中间的动铁心起磁分路的作用。变动其与静铁心的相对位置，以漏磁量的变化来实现对输出电流的调整。电流调节分粗、细两档，其中粗调可拨动跳位开关选择二次侧绕组的匝数；细调可移动铁心位置，向外调磁阻增大，漏磁减小，则电流增大。反之则电流减小。

以直流电作电源的焊接过程如图 4-23 所示，电弧呈截面锥形，上部是阴极区，可达 2400℃，下部是阳极区，可达 2600℃，中间部分是弧区，其中心温度可达 6000℃。由于高温作用将导致金属氧化，因而在焊条上包有药皮，以减轻对被焊金属的氧化。

二、手工电弧焊的焊接材料

焊条是手工电弧焊的主要材料，它由焊芯和药皮组成。

1. 焊芯

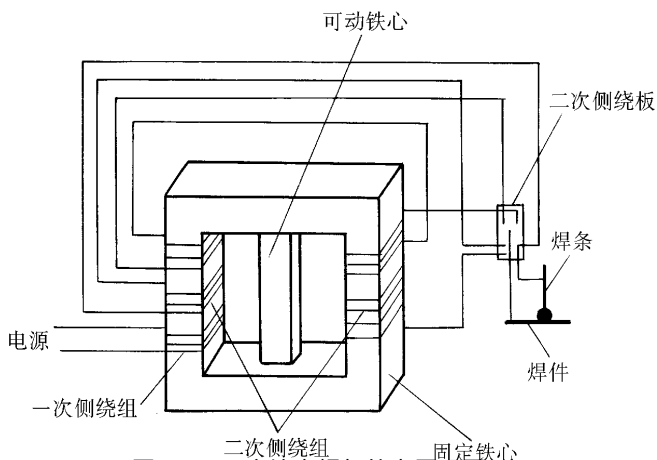


图 4-22 交流电焊机的电原理图

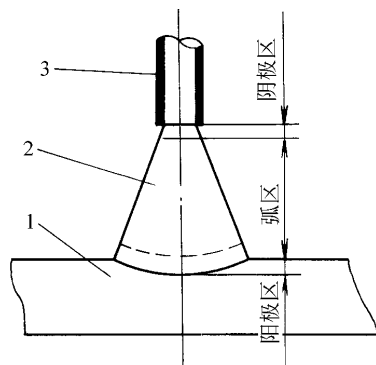


图 4-23 电弧示意图

1—焊件 2—电弧 3—焊条

焊芯的作用是传导电流，产生电弧，并为焊缝填充金属。常用的焊芯材料为碳素结构钢、合金结构钢和不锈钢等。

2. 药皮

药皮由各种矿石粉、铁合金、有机物（如木粉、淀粉、纤维等）和化工产品（如钛白粉、碳酸钾、水玻璃等）组成。其主要作用是利用药皮产生的气体和熔渣隔离空气，以防熔化金属腐蚀；通过熔渣与熔化金属的冶金反应，除去氧、氢、硫、磷等有害杂质，添加有益的合金元素，保证电弧稳定，减少飞溅。

根据药皮熔化后性能不同，焊条可分为酸性焊条和碱性焊条。酸性焊条药皮的主要成分是二氧化硅、二氧化钛和三氧化二铁等酸性氧化物。这类焊条电弧稳定，可用于直流、交流电弧焊。碱性焊条药皮的主要成分是萤石和碳酸盐。此类焊条焊接强度高，可用于高强度低合金钢和特种性能合金钢的焊接，但对水、锈等产生的气孔反应敏感，多采用直流焊接。

三、焊接操作工艺

1. 引弧

通常采用擦弧法和碰弧法引弧。

（1）擦弧法 手持焊钳，用焊条在焊缝处轻划，引燃电弧后，即刻使焊条末端与焊接表面距离保持在 3mm~4mm 之间，以便维持电弧稳定燃烧。

（2）碰弧法 用焊条末端轻轻碰击焊件表面，引着电弧。此法掌握较简单。

2. 运条

随着焊条不断燃烧和焊缝的形成，焊条应在三个方向上相应移动。

（1）焊条被电弧熔化变短，焊条必须随时向下移动，以保证焊条末端与焊接坡口处距离不变。当焊接距离变大，电弧变长，此时电弧燃烧不稳定，形成断弧。另外使焊缝质量变差，表面鱼鳞形状不均匀；焊缝熔深较浅，焊接强度差；周围空气易侵入熔池，造成熔化金属飞溅和氧化。

（2）当焊缝一点成形后，焊条应沿着焊缝方向前移。移动速度应根据电流大小、焊条直径和工件厚度及材料装配要求等情况确定。移动过快会造成熔池熔深太浅，焊接强度低；移动过慢会造成工件温度高，变形大或薄板料烧穿。

(3) 为保证形成一定宽度的焊缝，焊条必须作横向摆动。常用的几种横向摆动方法有直线往复运条、锯齿形运条、月牙形运条、三角形运条和斜环形运条等。具体焊接过程中应根据焊缝坡口的大小和焊缝焊接姿式选择不同的横向运条方法。

3. 焊缝收尾

恰当的焊缝收尾将会提高熔合质量和机械强度。收尾的方法有如下几种：

(1) 划圈收尾法 如图 4-24a 所示，收尾时，焊条在收尾处作圆弧运条，等弧坑填满时拉断电弧。此法多适于厚板焊接。

(2) 后移收尾法 如图 4-24b 所示，收尾时，焊条改变角度，并慢慢向后拉，弧坑填满后拉断电弧。

4. 焊缝连接

当后焊焊缝起点与先焊焊缝终点相接时，一般在弧坑稍前未焊处引弧，电弧比正常焊接弧稍长，然后将电弧移到原弧坑处，填满弧坑后立即沿着焊缝进行正常焊接。

四、焊接方法举例

1. 焊缝在焊件中的位置

(1) 按焊缝在焊件的位置不同，焊缝可分为对接焊缝、角焊缝和塞焊缝，如图 4-25 所示。焊接接头可分为对接接头、T 形接头、搭接接头、角接头、套管接头、卷边接头等，如图 4-26 所示。

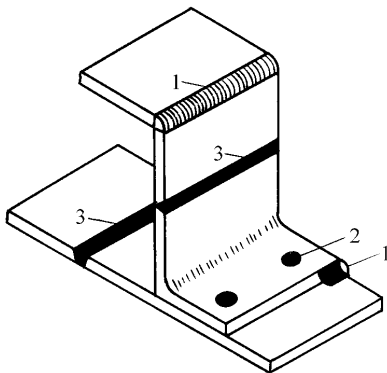


图 4-25 按焊缝位置分
1—角焊缝 2—塞焊缝 3—对接焊缝

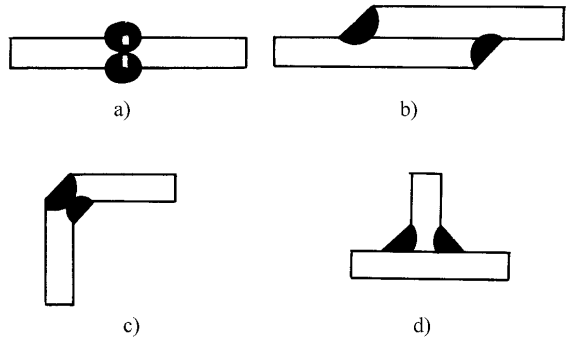


图 4-26 接头形式
a) 对接 b) 搭接 c) 角接 d) T形接

(2) 对于厚度较大的板料焊接，焊接前应在接缝处打坡口，以提高焊缝深度，增加焊接刚度。坡口形式可分为 I 形（不开坡口）、V 形、U 形等几种，如图 4-27 所示。

2. 各种位置的焊缝焊接

金属构件的焊缝在空间所处的位置各不相同，如图 4-28 所示，常见的有平焊缝、立焊缝、横焊缝和仰焊缝等。对于不同位置的焊缝应采取不同的焊接方法。

(1) 平焊 焊缝处在水平位置时进行的焊接。平焊时熔滴由于自重滴落在焊缝，操作较简单，可选用直径较大的焊条和较大的焊接电流。

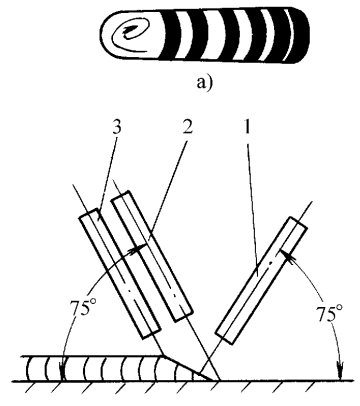


图 4-24 焊缝收尾法
a) 划圈收尾法 b) 后移收尾法
1~3 后移顺序

(2) 立焊 焊缝处在垂直于水平面位置上的焊接。焊接时熔滴会沿焊缝下淌，因而采用小直径焊条和小电流，采用短弧法焊接，且在操作过程中由下往上焊，焊条角度应向下倾斜至 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。

(3) 横焊 工件在竖直面而上焊缝水平放置的焊接。熔化金属流向缝隙下侧的材料，造成下边材料焊接边缘熔化过度。所以在焊接时除小电流短弧焊外，焊条与工件表面应成 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 角，并用焊条末端将熔化金属向上带，然后迅速回落。如果 V 形坡口间隙过大，可采用两道焊法，先在下坡口上堆焊一道，然后补完全部焊缝，如图 4-29 所示。

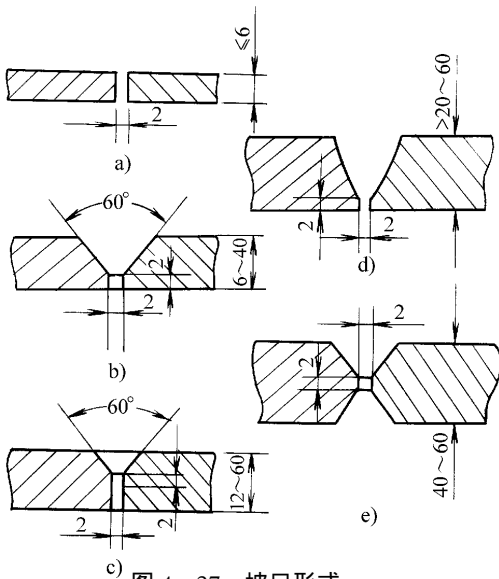


图 4-27 坡口形式

- a) 不开坡口 b) V 形坡口 c) X 形坡口
d) 单 U 形坡口 e) 双 U 形坡口

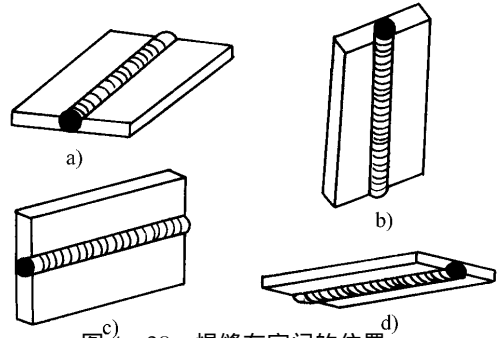


图 4-28 焊缝在空间的位置

- a) 平焊缝 b) 立焊缝 c) 横焊缝 d) 仰焊缝

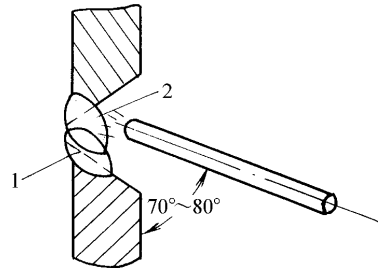


图 4-29 横向间隙过大时采用两道焊

- 1—第一道焊缝 2—第二道焊缝

(4) 仰焊 焊缝位于工件下方需仰视焊接。仰焊最难操作。焊滴易下坠滴落，焊缝不易焊透，一般采用尽可能短的电弧，电流应比立焊时稍大些，以增加电弧的吹力，有利于熔滴过渡。

五、焊接缺陷分析

按手工电弧焊焊接缺陷在焊缝中的位置，可将焊接缺陷分为内部缺陷和外部缺陷。其中，外部缺陷主要包括焊缝尺寸不符合要求、咬边、焊瘤、塌陷、表面气孔、裂纹和烧穿等；内部缺陷则主要包括未焊透、内部气孔、裂纹夹渣等。

1. 焊缝尺寸不符合要求

焊缝成型后高低不平、宽窄不一和焊波粗劣等。手工电弧焊的焊缝尺寸不合要求时，不仅影响焊缝的美观程度，更重要的是往往影响焊接金属与母材的结合强度，并在焊接部位形成内应力而影响焊件的品质和安全性能。

造成焊缝形状及尺寸不合要求的主要原因是：坡口角度不当或装配间隙不均匀、焊接电流调整不当（过大或过小）、焊接参数选择不当等。

2. 咬边

由于焊接参数或操作方法不当,使母材沿焊缝部位一边或两边产生沟槽或凹陷称为咬边(图4-30)。

咬边不仅影响焊缝的美观,减少母材金属的有效截面,降低焊缝的结合强度,而且在咬边处引起应力集中,承载后有可能在咬边处发生裂纹。

避免咬边缺陷的主要措施是:焊接电流不宜过大、电弧焊不要拉得过长、焊条的角度及运动方向应控制得当。

3. 未焊透

焊接后,接头根部有未完全熔透的现象称为未焊透(图4-31)。未焊透常出现在单面焊的根部或双面焊的中部。此焊接缺陷不仅降低了焊缝的机械性能,而且容易在未焊透的缺口及末端处形成应力集中。对于比较重要的焊缝,如果经检查有未焊透缺陷应铲除重焊。

造成未焊透的原因主要有:焊件接口不清洁、坡口处理不当(如坡口角度过小、接口不整齐、间隙太小或钝边过厚)、焊条运动速度过快、焊条角度不当或发生电弧偏吹、焊件散热过快、氧化物和熔渣等阻碍金属间的熔合等。

4. 未熔合

焊缝与母材或焊缝与焊缝之间未完全熔化,使结合的部分形成假焊,称为未熔合(图4-32)。

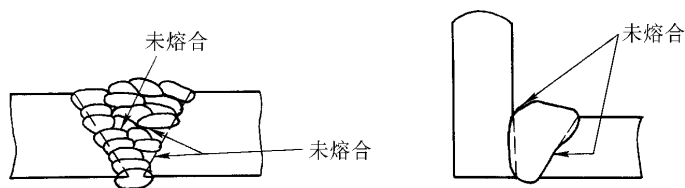


图4-32 未熔合

未熔合所造成的危害与未焊透基本相同。造成未熔合的主要原因是:焊接能量太低、焊接电流过小、电弧发生偏吹、坡口有油污、焊层之间清渣不彻底使焊层夹渣过多。

焊接时应注意观察焊缝的熔化情况,适当加大电流和使用大号焊条,焊接速度不宜过快,这样便能够有效地避免未熔合缺陷产生。

5. 烧穿

焊接使熔化金属自坡口背面流出,形成穿孔缺陷称为烧穿(图4-33)。烧穿在手工电弧焊,尤其是焊接薄钢板中最容易发生。

烧穿是一种绝不允许的焊接缺陷,它使焊接完全丧失机械强度。造成焊接烧穿的主要原因是:接头处间隙过大或钝边太薄;焊接电流过大或焊条型号选择不当;焊接速度过慢或对

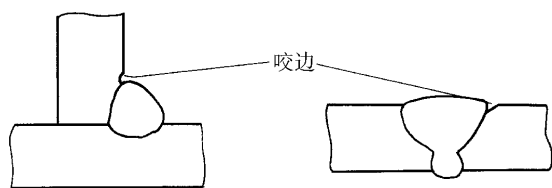


图4-30 咬边

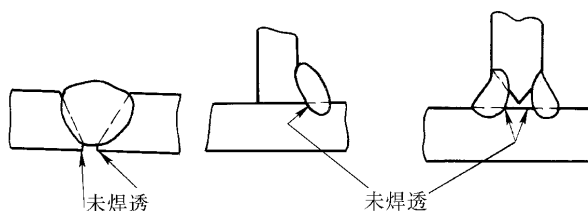


图4-31 未焊透

薄板进行焊接时有停顿现象等。

为了防止烧穿现象的发生，焊前应正确设计焊接坡口尺寸和角度，并且钝边预留的宽度不宜过小，以免钝边金属过热先熔化。如果是单面焊或焊接薄板时，可在背面加垫铜板散热，也可在施焊过程中适当加大焊剂量等方法。

6. 凹坑、塌陷及未焊满

凹坑是指焊接后在焊缝正面或背面形成焊缝表面比原金属表面凹进的现象（图 4-34）。塌陷是指单面熔化焊时，因焊接工艺不当造成焊缝金属过量透过，形成如图 4-35 所示的正面下凹、背面凸起的现象。由于焊缝处的金属填充量不足，在焊缝表面形成连续或断续沟槽的现象称为未焊满。

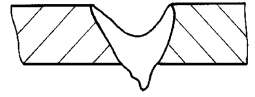
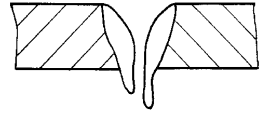


图 4-33 烧穿

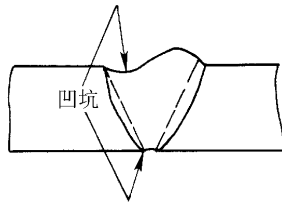
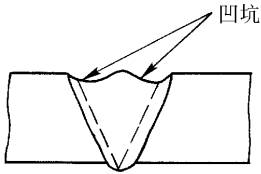


图 4-34 凹坑

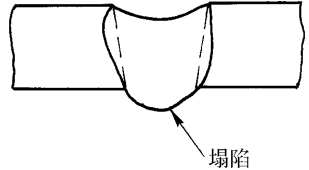


图 4-35 塌陷

上述三种缺陷削减了焊缝的有效截面积，容易造成焊缝的应力集中并使其机械强度下降。

7. 焊瘤

焊接过程中熔化的金属流淌到焊缝金属之外，在未熔化的母材上形成图 4-36 所示的金属瘤。

焊瘤不仅影响焊缝美观，更主要的是焊瘤的出现往往还伴随未焊透现象。因此，凡是出现焊瘤的焊缝均容易引起应力集中。

造成焊瘤的主要原因是：焊缝预留间隙过大、焊条位置和运动方式不当。

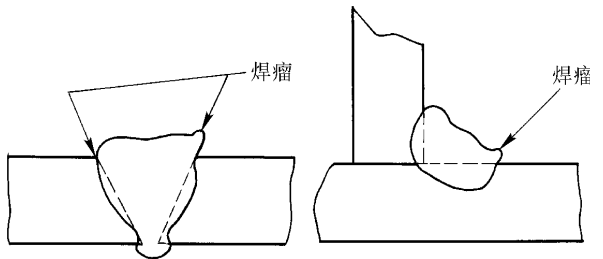


图 4-36 焊瘤

8. 夹渣

焊后在焊缝残留一定数量的熔渣称为夹渣（图 4-37）。焊缝夹渣与夹杂物有所不同。夹杂物是焊接时由冶金反应生成的，夹杂物尺寸很小并且呈分散状态分布于焊缝各处。气焊夹渣可在金相试磨片上直接观察到，用射线方式探伤也可检测出来。

产生焊缝夹渣的主要原因有：坡口边缘有油污，焊层和焊道间的熔渣未清除干净；焊条直径过粗而且焊接电流调节过小，使熔池金属和熔渣加热不足，造成熔池金属流动性差使熔渣不易浮出；金属冷却速度过快，使熔渣尚未浮出焊缝就已凝固；焊条药皮成块脱落而未熔

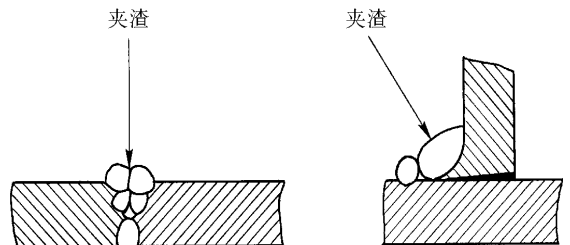


图 4-37 夹渣

化；以及焊条偏心和电弧无吹力等。

避免焊接产生夹渣的主要措施包括：选用合适的焊接工艺参数；焊前清理坡口并彻底清除焊条表面的油污和水分；焊接时尽量将电流调节得大一些；为避免熔化金属冷却过快，可把电弧缩短并适当增加电弧停留时间；焊接时注意随时调整焊条倾角和运动方式，并注意横向摆动幅度不宜过大；确保整个焊接过程中始终保持熔池有清晰的轮廓，这样熔渣就可以比较容易地浮上焊缝金属表面。

9. 气孔

焊接过程中熔池中的气泡在凝固前未能及时逸出，残留于焊缝中而形成空穴称为气孔。气孔可分为密集形气孔、长条形气孔和针状气孔。产生气孔的气体主要有氢气、一氧化碳和氮气。

焊接时形成气孔的主要原因是：焊缝接口不清洁或焊条受潮，使焊接时熔池周围气体中生成不良气体，通过溶解和化学反应进入熔池。正常情况下，这些气体在熔池结晶时，将以气泡的形式向外逸出。然而，如果气体在熔池凝固之前来不及逸出的话，气泡就会残留在焊缝中形成气孔。

防止造成气孔的有效措施是：

(1) 正确选用符合质量要求的焊条，如果焊条药皮受潮、变质、脱落以及焊芯生锈都会造成焊缝有气孔。焊条烘干对抑制焊缝气孔十分有效，一般酸性焊条抗气孔性好，但要求酸性焊条的含水量（质量分数）不得大于 4%，低氢型碱性焊条的含水量（质量分数）不大于 10%。

(2) 彻底清除坡口两侧 20~30mm 范围内的油污和其它污物；对于较大的工件，焊前应采取焊前预热措施，这样可以减慢熔池的冷却速度，从而给气体以充分由熔池中逸出的时间。

(3) 在焊接工艺方面，手工电弧焊的电流不宜调得过大，否则会使焊条发红造成药皮提前分解，失去对焊缝的保护作用。焊接速度也不宜过快，碱性焊条采用短弧焊接以防止有害气体的侵入。当发现焊条有偏心时，要及时转动或倾斜焊条。焊接速度不要过快，焊接过程中不要断弧，保证引弧处、接头处、收弧处的焊接质量。露天焊接时，应尽量避免风雨天气。

(4) 焊接极性对产生气孔也有一定影响，直流反接时的气孔倾向小，直流正接时产生气孔的倾向大，交流时的气孔倾向则介于这两者之间。

10. 裂纹

根据焊缝裂纹形成的温度可分为热裂纹和冷裂纹，根据裂纹所处的位置又可分为焊缝金属中的裂纹和热影响区中的裂纹。

(1) 热裂纹 在焊接过程中，焊缝和热影响区金属冷却到凝固相线附近的高温区产生的焊接裂纹。

热裂纹的显著特征是断口呈蓝黑色，即金属因过热被高温氧化后形成的颜色，有些场合下的热裂纹里有流入熔渣的现象。

为防止焊缝产生热裂纹，应选择合适规格和型号的优质电焊条；对于较大的焊接件，因为焊接时产生的变形小，所以更会增大焊接应力，促使热裂纹现象的生成，故焊接时应选择合适的焊接工艺参数，必要时还应采取预热和缓冷措施；收弧时，焊接电流应逐渐变小，待焊接熔池的体积减少到很小时再切断焊接电流；适当调整焊缝金属的合金成分，如焊接铬镍

不锈钢时，应适当提高焊缝金属的含铬量。在焊缝金属中加入可使晶粒细化的元素，如钼、钒、钛、铌、锆、铝等，同样有利于消除集中分布的液体薄膜，可以有效地防止热裂纹的产生。

(2) 冷裂纹 焊后冷却到一定温度后产生裂纹的现象称为冷裂纹。

冷裂纹产生的原因主要有：钢材的淬火倾向、残余应力、焊缝金属和向热影响区扩散氢含量等，其中氢的影响是形成冷裂纹的重要原因。

避免产生冷裂纹的主要措施为：焊前预热和焊后缓冷。这样不仅能改善焊缝的组织，降低热影响区的硬度和脆性，还有利于加速焊缝中氢的向外扩散，同时也起到了降低焊接应力的作用。除此之外，选择合适的焊接速度也是防止发生冷裂纹的关键因素。焊接速度过快容易使焊缝形成淬火组织；若焊接速度过慢，则会使热影响区的范围变宽，也会导致焊缝产生冷裂纹。

第四节 电 阻 点 焊

电阻点焊是通过低压电流流过夹紧在一起的两块金属产生电阻热，局部熔化并施加压力使之焊接在一起的焊接方法。电阻点焊具有许多优点，主要是：

(1) 焊接成本低，不消耗焊丝、焊条或气体。

(2) 清洁，焊接时不产生烟或蒸气。

(3) 焊接部位灵活，且对镀锌板的焊接有效。

(4) 焊接质量高，速度快。在 1 秒内便可焊接高强度钢、高强度低合金钢或低碳钢工件，焊接强度高、受热范围小，工件不易变形。

汽车车身构件的尺寸往往较小且形状复杂，加之电阻点焊具有上述优点，故点焊在整体式车身制造或修理时是最常用的焊接方法。

一、电阻点焊的焊接原理

电阻点焊是利用电流通过接触点加热，并在外加压力作用下使接触点附近的金属熔化，经冷凝后形成焊点的一种焊接方法。电阻点焊机如图 4-38 所示，图中右端有两个电极，通过上面的加压手柄即可获得所需的压力。将两块金属板夹持在电极之间，通电并加压一段时间，即可形成电阻焊点。



图 4-38 典型的挤压式电阻点焊机

1. 电阻点焊机的组成

挤压式点焊机是车身维修中理想的设备之一，它使焊点具有良好的接触强度而不会引起构件变形。电阻点焊机的工作原理如图 4-39 所示。两电极将焊件板夹紧，以保证大电流集中通过板上被压紧的这一点；夹紧并通电后，电流经电极和板件接合处流过，因接点处的电阻比电极大得多而迅速升温；继续加热，焊件的金属被熔化，其中焊件表面上的热量很容易被铜电极带走，显然加热最强的地方不在电极与焊件之间，而是在两个焊件相接触的部位；断电后冷却，熔合处便形成固化的圆点即焊接点。

2. 电阻点焊三要素

电阻点焊的三要素是压力、电流和加压时间。

(1) 压力 电阻点焊的焊接强度与电极施加在金属件上的压力有直接的关系。压力太小,会产生焊接溅出物;压力太大,会使焊点过小,降低了焊接强度(图 4-40)。具体操作时应遵守设备使用规程规定的压力范围。

(2) 电流 给金属件加压后通电,一股很强的电流流经两金属接触区,利用电阻作用发热,使金属温度上升,继而熔化并且熔合在一起,如图 4-41 所示。如果电流强度太大或压力太小,将会产生内部溅出物;减小电流强度或增加压力,可以使焊接溅出物降低到最小程度,形成良好的焊点。电阻点焊时

电流与压力之间是相互关联的,只有注意同时调节,才能保证焊接质量。

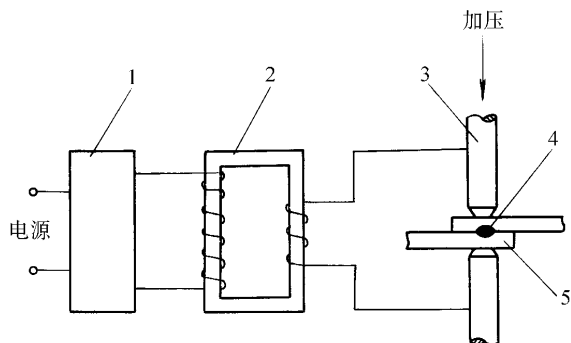


图 4-39 点焊机的工作原理图

1—通电时间调控器 2—变压器
3—点极(铜合金) 4—点焊熔核 5—焊点

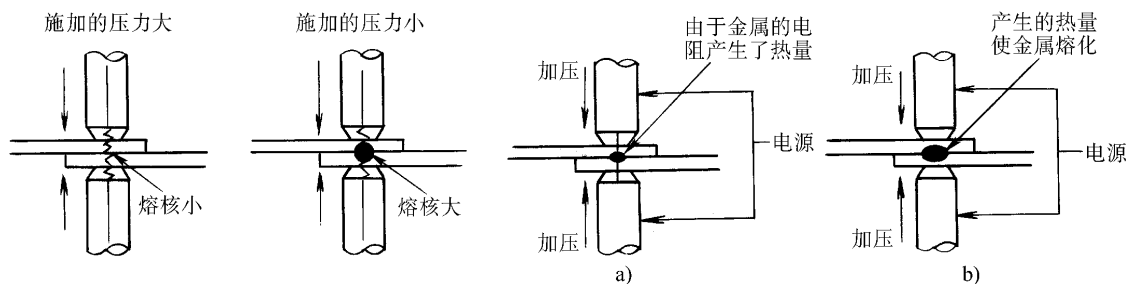


图 4-40 电极头的压力

图 4-41 电流强度

(3) 加压时间 加压时间是电阻点焊极为重要的因素。如果停止加电使熔化的金属冷却,就会在焊点位置便会形成一个圆形、呈扁平状的焊核。可见,在焊点处的金属冷却过程中,即焊核形成之前,保持焊点压力并使之维持一定时间是十分必要的。加压时间不可少于用户使用说明书上的规定值。

二、电阻点焊的操作技术

1. 焊前准备

点焊机完成一个焊点,仅需 1 秒时间,由于整个过程进行得很快,稍不留意,就可能造成不良后果,故在施焊前应做好充分的准备。

(1) 清除焊接金属表面层的油漆、油污、锈斑、灰尘等杂物,保持良好的导电性能。

(2) 对需要防锈处理的部位,焊接之前要涂上一层导电系数较高的防锈剂,方可进行焊接(图 4-42);整平被焊接的金属表面,并用夹紧装置夹紧,消除表面间的间隙,否则,点焊质量会明显下降。

2. 焊接规范

影响点焊质量的因素有电极压力、焊接电流、通电时间和焊点布置。

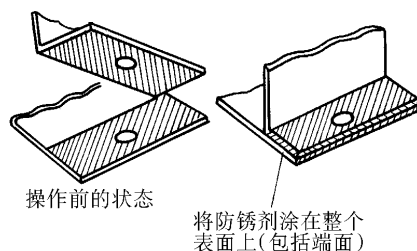


图 4-42 需要用防锈剂保护的各个表面

(1) 电极压紧力 焊点强度与电极压紧力密切相关。压力过小会在接触点处造成焊接飞溅；压力过大虽然通过的电流也大，但是由于热量的分布区域增大，使焊点直径和熔深反而变小。

(2) 焊接电流 焊点直径和焊接强度都随焊接电流的增加而增大。但电流过大且压力较小时，会造成板间的飞溅。

(3) 通电时间 通电时间长，热量生成多、焊点直径大、熔深也深。但通电时间过长也未必有利，如果电流一定，则通电时间过于延长也不会使焊点增大，反而还会出现电极压痕和热变形现象。

(4) 焊点布置 焊点的间距（焊点之间的距离）对焊点强度也起决定性作用。缩小焊点间距虽然可以提高焊件的连接强度，但实际上也是有限度的。因为间距小于一定的限度，焊接电流会经由上一个焊点导走、泄漏。这时所增加的焊点不再具有增强焊件连接强度的作用，而且还会适得其反。因此，焊点的间距一定要跨出电流的泄漏区。

表 4-8 给出了与不同规格板厚相匹配的焊接电流、电极压紧力、通电时间及焊点布置要求等。

表 4-8 低碳钢板点焊技术规范

板厚/mm	最佳条件			电极直径/mm		焊点布置/mm		结果
	通电时间/s	压紧力/N	电流/A	端部	杆部	间距	边距	抗剪力/N
0.6	0.11	1471	6600	4.0	10	11	5	2942
0.8	0.14	1863	7800	4.5	10	14	5	4315
1.0	0.17	2206	8800	5.0	13	18	6	5982
1.2	0.20	2648	9800	5.5	13	22	7	7649
1.6	0.27	3530	11500	6.3	13	29	8	10395

3. 焊接操作要领

(1) 尽量采用双面点焊法施焊。对无法实施双面点焊的部位，可采用气体保护焊的塞焊法，以保证良好的焊接强度。

(2) 保持电极与金属板之间夹角为 90°（图 4-43a）。否则，电流强度会减小，直接影响焊接质量。

(3) 当三层或多层金属重叠在一起时（图 4-43b），应进行两次点焊。

(4) 考虑到修理厂的点焊机功率一般都小于制造厂点焊机的功率，因此在修理时，点焊的焊点数目应多于原来的焊点数目，通常以增加 30% 为宜，如图 4-44 所示。

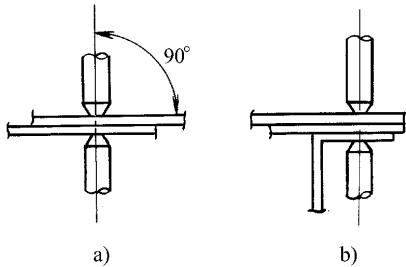


图 4-43 点焊时的注意事项

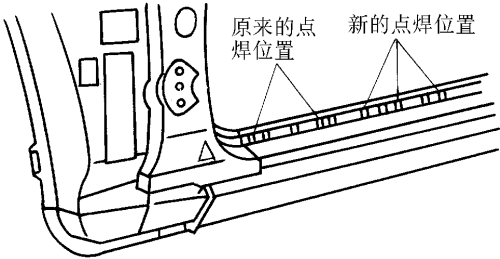


图 4-44 需点焊的焊点数量

(5) 点焊顺序如图 4-45 所示。当电极头发热并改变颜色时, 应停止焊接, 待冷却后重新施焊。

(6) 对于有过渡圆角的板件, 一般不应在圆弧过渡区施焊, 否则将导致开裂等缺陷, 只有采取了专门的措施, 才允许对圆角过渡区施焊。

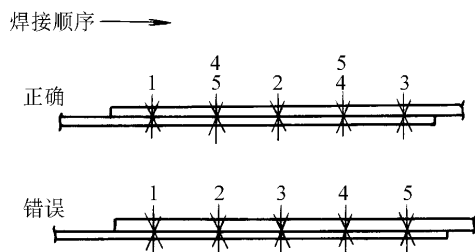


图 4-45 正确的焊接顺序

第五节 钎 焊

气焊和电焊都是要将焊件材料加热到熔化状态, 然后将焊丝(条)熔化滴入熔池, 待冷却后形成焊缝, 将被焊件焊牢。钎焊则不同, 只将焊件材料(母材)加热而不熔化, 利用低熔点的钎料填充在焊件衔接处, 使被焊材料焊接在一起。用熔点低于 427°C 的有色金属合金为钎料的焊接称为软钎焊。软钎料熔化流进两个连接面之间的空隙, 粘附这两个表面并凝固在一起, 如锡焊。用熔点高于 427°C 的金属钎料进行钎焊称为硬钎焊, 如铜焊。汽车钣金修理中如散热器、汽油箱、装饰钣金、车身缺陷等修理都离不开钎焊。钎焊必须借助于焊剂, 否则无法焊接成功。

一、钎焊的原理和特点

钎焊是指利用一种比母材熔点低的材料作填料, 熔化后靠其流动性好和毛细作用渗入母材, 使零件连接在一起的方法。如图 4-46 所示。

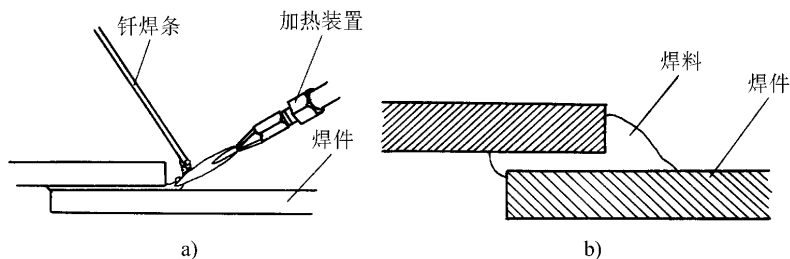


图 4-46 钎焊原理与断面

a) 钎焊方法 b) 断面图

钎焊的主要特点是：焊接温度低、母材变形小；还可以将本不相熔的材料焊接在一起；焊料的流动性好, 很适合于车身表面溜缝和填补(图 4-47a); 无熔深, 故连接强度较差, 对接头形式有着不同于其它焊接方法的特殊要求(图 4-47b、c)。

二、锡钎焊

锡钎焊是利用热烙铁接触加热焊件表面, 同时熔化的焊锡流向被焊接的缝隙之中, 达到焊接目的。为得到良好的效果, 锡焊操作必须注意以下几点：

(1) 彻底清除工件焊接部位的油污和氧化物。汽车钣金件多为低碳钢板或铜合金, 对其实行钎焊之前, 首先要对被焊部分用刮刀、挫刀、砂布打磨, 并用盐酸除锈, 直到呈现光亮, 涂上氯化锌溶液, 才能施焊(镀锌薄板材可用盐酸作焊剂)。

(2) 选取适当的烙铁, 修整其工作表面后放入加热炉加热。加热时宜将烙铁的大头加热

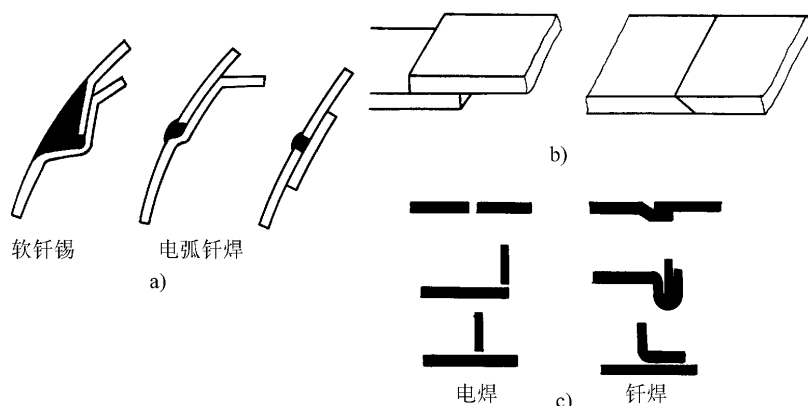


图 4-47 铅焊的搭接方式

a) 钎焊在车身的应用实例 b) 钎焊接头的基本形式 c) 钎焊接头与电焊接头的对比

以免烧毁烙铁工作面。加热温度不要高于 600°C 。

(3) 取出已加热的烙铁，用挫刀把烙铁工作端挫干净，放在氯化锌溶液中浸一下以清除氧化物，再与焊锡反复摩擦，使工作端两面均匀镀上一层焊锡。施焊时，烙铁在工件上拉动，焊锡靠近烙铁工作部分不断熔化流进待焊部位。若烙铁上的焊锡不能很快熔化，说明温度过低不宜施焊，应更换烙铁或重新加热。施焊时如发现锡珠离开焊缝或出现夹渣，表明焊接处还有污物或需再涂焊剂。

(4) 锡钎焊使用的焊剂氯化锌有用于清除烙铁工作面氧化物的，有用于涂抹焊接部位的，应分盛在两个容器里，不能混用。

三、铜钎焊

铜钎焊属于硬钎焊，通常用氧乙炔焊炬加热母材，以黄铜焊条作为钎料，以钢焊粉或硼砂、硼酸、硅酸作焊药进行焊接。铜钎焊操作注意事项如下：

(1) 施焊前将焊件清理干净，如除锈。

(2) 用气焊火焰加热铜钎条，蘸上硼砂。

(3) 将焊件用气焊火焰加热至樱红色，随即将蘸有焊料的铜条烧熔滴入焊件。

(4) 焊缝较长时，应一边加热，一边熔料，并随时蘸取焊药；必要时把焊药撒在焊接处，以消除焊接过程中焊缝内的氧化物。

第六节 等离子弧切割

等离子弧切割正在取代氧乙炔切割，成为当今汽车行业金属切割的最先进的方法。它能够迅速有效地切割受损坏的金属而不改变母材的性能。这一特点对于汽车行业有重要的意义，因为现在很多整体式车身的轿车上都装有高强度钢或高强度合金钢零部件，而原有的火焰切割法恰好又不适用于这两种钢材。等离子弧切割具有产生的热量多、运行速度快和输入的热量少等特点，再加上它可以轻易地切割生锈的、带有油漆或覆盖层的金属，因此，它在汽车车身修理领域是一种理想的切割方法。

一、等离子弧切割的工作原理

等离子弧切割（即等离子空气切割）实质上是在极小的范围内产生一般很强的热气流，

这股热气流熔化并带走金属。采用这种方法可以很整齐地切割金属。此外，由于热量非常集中，即使在切割薄金属板时，也不会使金属板弯曲。

从图 4-48a 可以看出，有两处有气体流过。进行等离子弧切割时，用压缩空气作为屏蔽气体，将割炬喷嘴的外部屏蔽起来，并对该区域进行冷却，使割炬不会过热。空气还用作切割气体。空气在流向喷嘴口的过程中，围绕着电极产生涡流。当设备接通时，在喷嘴和内部电极之间形成一个电锥弧（图 4-48b）。切割气体到达这里以后，达到过热状态。

这时，气体的温度很高，产生电离，所以能够传递电流（被电离的气体就是等离子体）。狭小的喷嘴口使膨胀的等离子体加速流向工件。当等离子体离工件足够近时，电弧穿过这一间隙，同时等离子体将电流传递到这里（图 4-48c），这就是切割电弧。

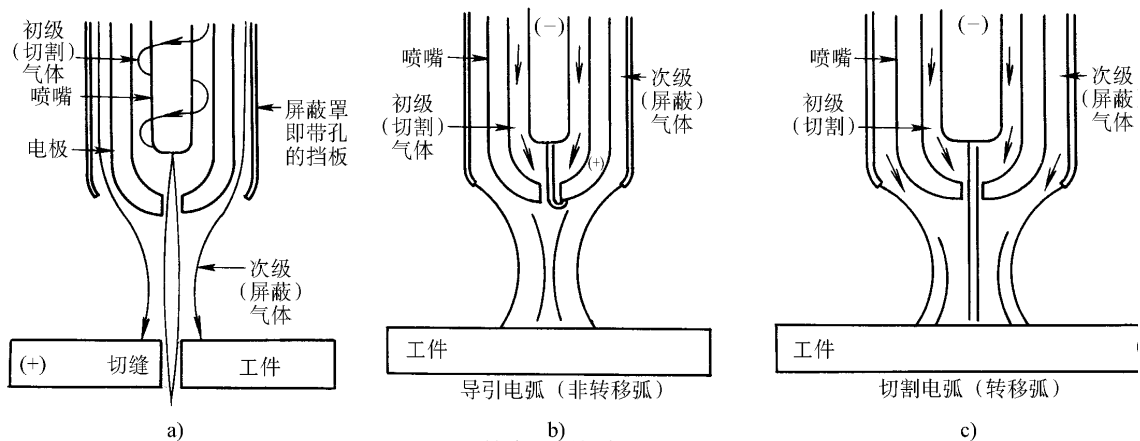


图 4-48 等离子弧切割工作原理

实际上，普通的空气不导电。但当电压很高时，气体分子电离后成为导体。这时的空气达到过热状态并形成一条通道，使电流能够通过极高的温度和切割电弧的共同作用，在金属上熔化出一条狭窄的通道，使金属扩散到空气中并形成微粒。等离子体的作用力将所有金属微粒吹走，形成一条整齐的切口。

二、等离子弧切割机的操作方法

等离子弧切割机的操作方法如下：

- (1) 将切割机连接到一个清洁、干燥的压缩空气源上。
- (2) 将割炬和夹紧装置的电线连接到切割机上。将切割机电源插头插到符合要求的电源上，然后将地线夹连接到工件的一个清洁表面上，连接处应尽量靠近切割部位。
- (3) 在等离子弧被触发以前，应先将切割喷嘴与工件上一个导电的部分相接触。一旦离子弧被触发以后，即使涂有油漆的表面切割机也很容易切入。
- (4) 拿起等离子割炬，使切割喷嘴与工件表面垂直。向下推动等离子割炬，使切割喷嘴向下移动，直到与电极相接触。这时，等离子弧被触发。然后，立刻停止推动等离子割炬，让切割喷嘴返回到原来的位置。当等离子弧被触发后，切割喷嘴与工件可以不保持接触，不过，两者保持接触会使切割更容易进行。当切割喷嘴与工件保持接触时，施加在等离子割炬上的向下的力（如果有的话）非常小。只需要将它轻轻地拉到工件的表面上。
- (5) 在金属需要切割的部位上移动等离子割炬。切割的速度由金属的厚度决定。如果割炬移动得太快，它将不切割工件。如果割炬移动得太慢，将会有太多的热量传入工件，而且还可能熄灭等离子弧。

第五章 车身修复的钣金作业

在现代化大生产中，绝大多数钣金成型工艺是在机器上完成的，手工方法只作为补充加工或修整。形状较复杂的钣金件和单件生产的钣金件，仍然离不开手工操作。钣金作业在车身维修中占据重要的技术地位，也是维修中的一项基础性作业。

第一节 钣金划线的基本方法

一、钣金划线所用工具

钣金划线、下料、敲平和校正工作都需要工作平台，工作平台通常用板厚约 30mm 的整块金属板制成，背面应加焊加强梁，台面由钢构架支承，高度为 700mm 或是可调的，台面大小依需要而定。

除工作平台外，钣金划线所需工具还包括：尺、划针、样冲、划规、圆规等。

(1) 尺 常用的是钢卷尺和钢直尺。常用于检测工件的直线度、平面度、平行度及线轮廓、面轮廓等。

(2) 划针 用于在钣料上划出清晰的标记线，一般由中碳钢或高碳钢制成，长度约为 200mm 左右，直径 4~6mm。为了划出清晰的标记线，其尖端必须尖锐，尖角约在 15° ~ 20° 之间，划针要耐磨，所以尖端应淬火。

(3) 样冲 用来冲钻孔时的中心眼，用高碳钢制成，长度约 90~150mm，尖端可根据用途不同磨成 30° ~ 40° 和 60° 两种角。 30° ~ 40° 角的用于冲标记线， 60° 角的用于冲中心眼，两端均需淬火。

(4) 划规 用于划折边线，有可调式和固定式两种。划规的工作基准是板的边缘，所以板的边缘必须平整。

(5) 圆规 用于在钣件上划圆，或测量两点间距离及等分线段等，圆规尖脚上焊有硬质合金，并进行了淬火处理；圆规长约 150~250mm。

二、基本线型的作法

1. 垂线

目前坯料展开中多用中垂线法作垂线。如图 5-1 所示，要求过直线 l 上一点 O 作直线 l 垂线，先以适当长度 R 为半径，以 O 点为圆心画弧，在直线上交两点 A 、 B 。分别以 A 、 B 为圆心，以大于 R 的长 r 为半径，在直线 l 两侧画圆弧，得两交点 C 、 D ，连接 CD ，即得直线 l 的垂线。

半圆法画垂线的方法也常使用，如图 5-2 所示。要求画直线 l 上一点 O 的垂线，任选一点 B ，以 B 为圆心， OB 为半径画圆，得 l 上交点 A ，连接并延长 AB 与圆相交得交点 C ，连接 OC 即得直线 l 过 O 点的垂线。

检验所画垂线是否准确，可在两直角边上选取两点 A 、 B ，使 OA 为 3 份， OB 为 4 份，检验 AB 长度，如果正好是 5 份，证明所画图线准确，如图 5-3 所示（两直角边与斜

边长度比为 3:4:5, 具体长度可依图形大小确定)。

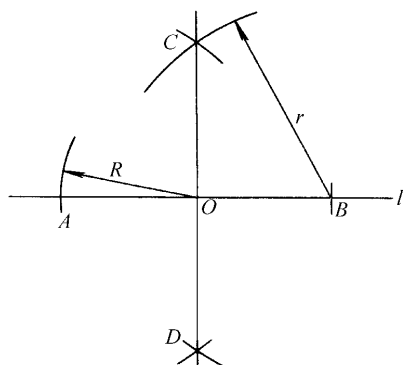


图 5-1 中垂线法

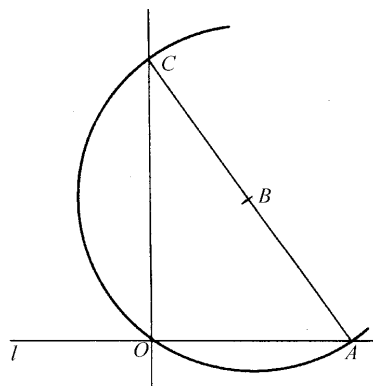


图 5-2 半圆法

2. 平行线 如要求作距离为 a , 且与直线 l 平行的直线。先在直线 l 上任取两点 A 、 B , 分别以 A 、 B 为圆心, 以 a 为半径在 l 同侧画弧, 再作两弧线的公切线即得所求直线, 如图 5-4 所示。

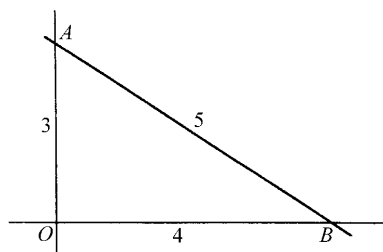


图 5-3 垂线检验方法

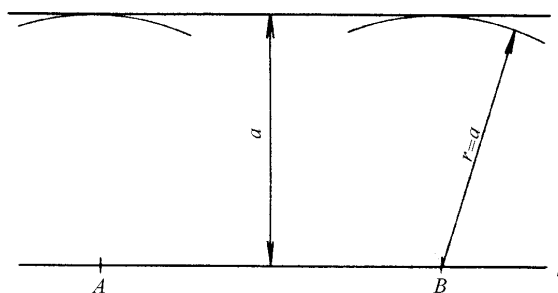


图 5-4 平行线作法

3. 弧线连接

如图 5-5 所示, 以要求半径的圆弧, 连接已知的直线和圆弧。

画直线 l 的平行线, 并使所画直线距已知直线为要求的圆弧半径 R 。以已知圆弧圆心为圆心, 以 $R + R_0$ 为半径画弧, 与所画直线交于一点 O_1 。以 O_1 为圆心, R 为半径画弧, 即得要求的图形。

三、几何图形的作法

1. 三角形的作法

已知三角形的三边长分别为 a 、 b 、 c , 作三角形。如图 5-6 所示, 在直线 l 上取线段 $AB = a$, 分别以 A 、 B 为圆心, 以已知长度 b 、 c 为半径画弧, 得交点 C , 连接 AC 、 BC 即得所求三角形。

2. 正方形的作法

已知正方形的边长 a , 求作正方形。如图 5-7 所示, 在直线 l 上取线段 $AB = a$, 以 A 为圆心, 分别以 a 和 $1.414a$ 为半径画弧, 与以 B 为圆心, 分别以 a 和 $1.414a$ 为半径所画圆弧相交, 得 C 、 D 点, 连接 AD 、 DC 、 CA 即得正方形 $ABCD$ 。

3. 正五边形作法

已知正五边形外接圆, 求作正五边形。如图 5-8 所示, 线段 AB 、 CD 为两相互垂直的

直径，以 OD 中点 E 为圆心， BE 长为半径画弧，交 OC 于 F 。以 B 为圆心， BF 长为半径画弧交圆上 1 点。顺次以在圆上所得交点为圆心， BF 长为半径画弧，得交点 2、3、4。从 B 开始，顺次连接各交点，即得所求正五边形。

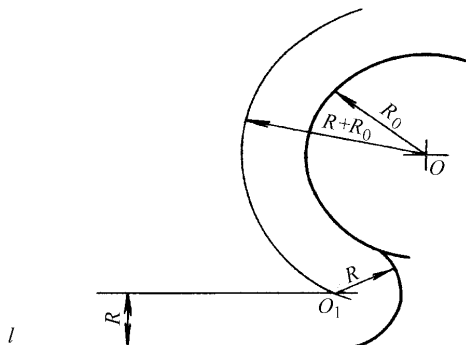


图 5-5 圆弧连接直线和圆弧

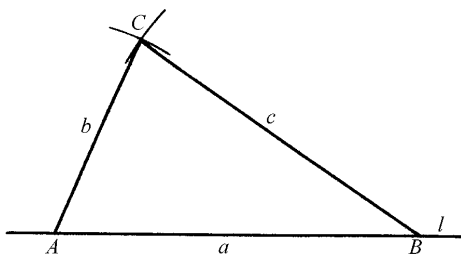


图 5-6 三角形的作法

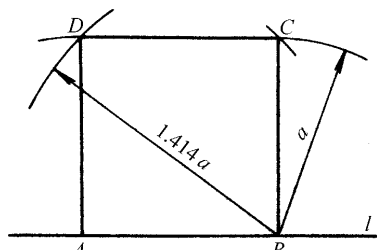


图 5-7 正方形作法

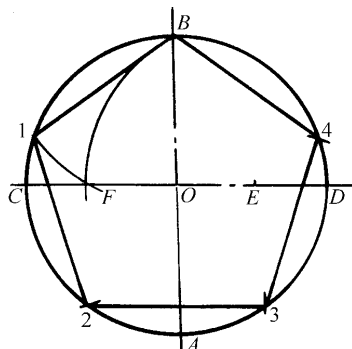


图 5-8 正五边形作法

4. 椭圆作法

如图 5-9 所示，以长轴和短轴的长为直径画两同心圆。在半圆圆周上进行 6 等分，大圆分点为 1、2、3、4、5，对应着小圆半圆周上分点为 1'、2'、3'、4'、5'。分别过对应分点作横向、纵向平行线得对应交点 1''、2''、3''、4''、5''，顺次光滑连接各点，即得所求椭圆的上半部分。下部可同理作出。

四、圆管展开图的画法

正圆管的展开图是一个矩形，如图 5-10 所示。要画其展开图，先作出投影图，一般是反映零件主要特征的主视图，再附以断面图或俯视图。用平行线法作零件展开图，其实质就是将相互平行的柱面素线平摆在一个平面上，如图 5-11 所示。

五、两节圆管接头展开图

图 5-12 所示为两节等粗圆管直角弯头投影图。两圆管接合线为一曲线，且平分两圆管轴线所成直角。两个圆管的接头处平面展开图形状是一致的，故只对其一节圆管进行展开即可。

图 5-13 所示为一节圆管展开图作法。按 1:1 的比例画出圆管的主视图和断面图。将断面图上半圆周 6 等分，其等分点为 1、2、3……7，由等分点向上引平行线，即得各分点对应的弯管表面素线的高度。将各素线依次对应展开，所得封闭曲线即为管接头展开图。

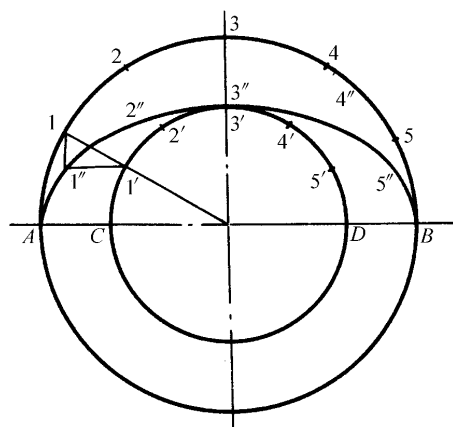


图 5-9 椭圆等分作法

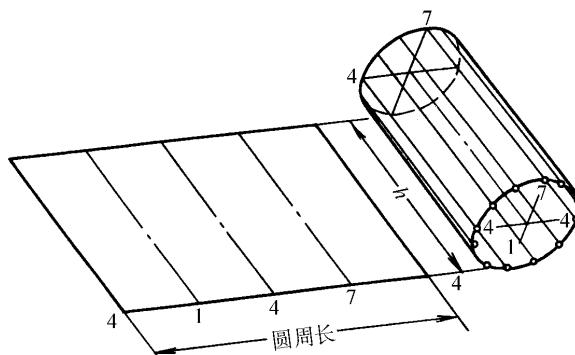


图 5-10 圆管展开图

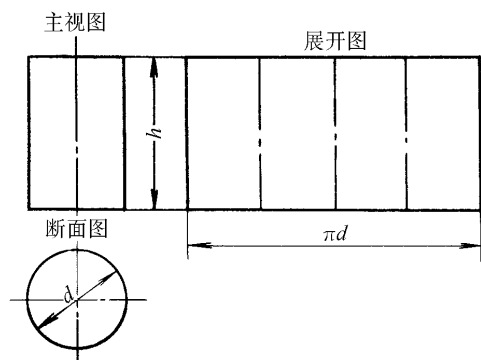


图 5-11 圆管的投影图和展开图

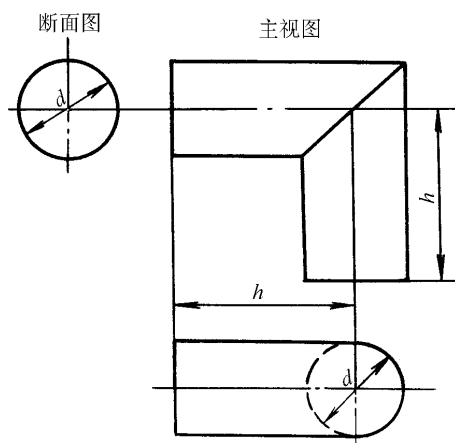


图 5-12 两节圆管弯头投影图

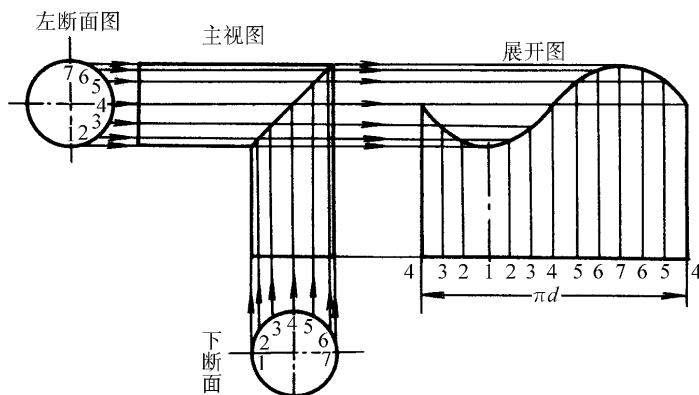


图 5-13 两节圆管弯头的主视图、断面图和展开图

第二节 钣金工艺的基本技能

汽车钣金修理主要是手工操作。掌握最基本的手工成型工艺，是汽车钣金工必不可少的技艺。汽车钣金工经常要对有缺陷的钣金件进行整修复原或者配制各种钣金件。钣金成型工艺是钣金工最基本的技能。常见的钣金件制作的基本技能有弯曲、收边、放边、拔缘、拱

曲、卷边、咬缝及校正等。

一、弯曲

板料弯曲是钣金成型基本操作工艺，弯曲形式一般有两种，即角形弯曲和弧形弯曲。

1. 角形弯曲

角形弯曲板料角形弯折后出现平直的棱角。弯折前，根据零件形状对板料划线下料，并在弯折处画出折弯线，一般折弯线画在折角内侧。车身钣金中多以角形弯曲构件为主，如：“└”、“┐”、“□”、“┌”、“└”形等。

(1)“└”形的弯曲 弯曲“└”形板料的操作过程，可以对照图 5-14 和图 5-15 所示的步骤进行如下操作：

将弯曲线对正下方钢的棱角并夹牢，用木锤直接敲击使其折弯（适于厚度小于 1.5mm 的钢板）也可将木块垫在欲弯曲处，用手锤敲击折弯。当板料较厚或强度较高时，也可以直接使用锤子敲打。对于较宽的板料（即弯边较长时），可以用手将其扳弯后再由下至上（从钳口开始）锤击。也可以一边用手揪住（图 5-15a），一边用木锤将其弯曲成形。对于过长的板料，还需要借助角钢或简易夹具来完成（图 5-15b）。但无论如何，锤击部位均应沿棱角的边缘从一端循向另一端。需要弯角的棱线比较清晰时，可在弯曲大致完成后，用平锤沿折边轻轻敲击找细。

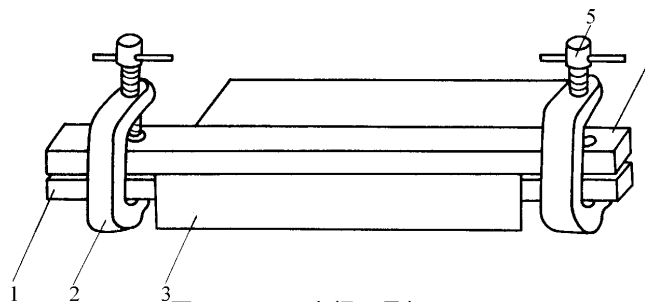


图 5-14 用专门工具加工

1—下方钢 2—弓形钢 3—板料 4—上方钢 5—压紧手柄

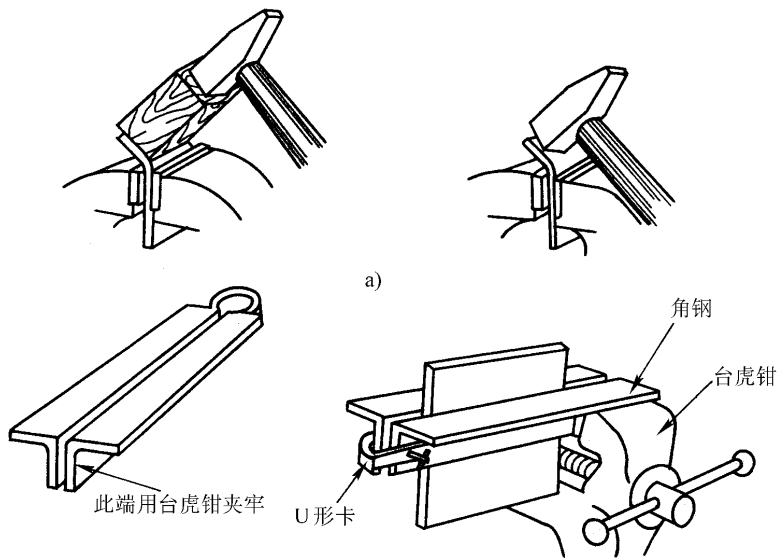


图 5-15 角形板料的弯曲

a) 用手锤加工 b) 借助角钢或简易夹具加工

(2)“□”形的弯曲 “□”形的弯曲仍以“└”形弯曲为基础，按图 5-16b 所示方法先弯曲成一直角后，再按图 5-16c 所示方案弯折成槽形。如果将板边扳向另一边，就形成了“┐”形构件（图 5-16d）。

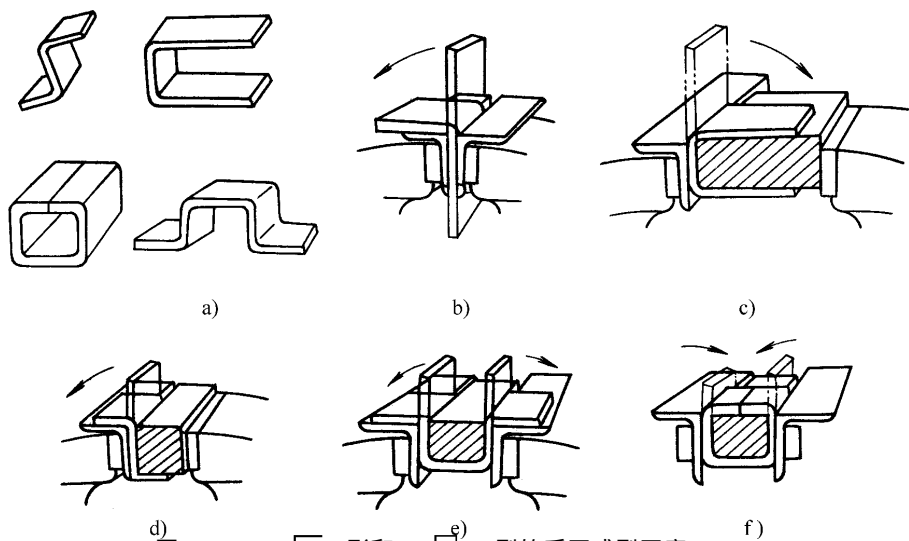


图 5-16 “U”形和“□”型的手工成型工序

- a) 欲扳边形状 b) 扳边形成“U”形 c) 扳另一边形成“□”形
d) 反向扳边而成“U”形 e) 向两边弯折形成“□”形
f) 向内弯折形成“□”形

“U”型和“□”型的弯曲都是在“U”形基础上完成的。按图 5-16e 所示方法，将槽形件夹持在台钳上并对准弯折线，向外弯曲并敲平便成为“U”形构件。如果改为向内弯曲并敲平，则成为“□”形构件（图 5-16f）。

弯曲板料最好不直接使用钳口作棱线基准，以防止因经常性锤击而使钳口发生损伤。

2. 弧形弯曲

以圆柱面弯曲为例，首先在板料上划出若干与弯曲轴线平行的等分线，作为弯曲的基准线，后用槽钢作为胎具，将板料从外端向内弯折。当钢板边缘对接时，将对接缝焊接几点。将零件在圆钢管上敲打成形，再将接缝焊牢。捶击时，应尽量使用木锤，以防板料变形，如图 5-17 所示。

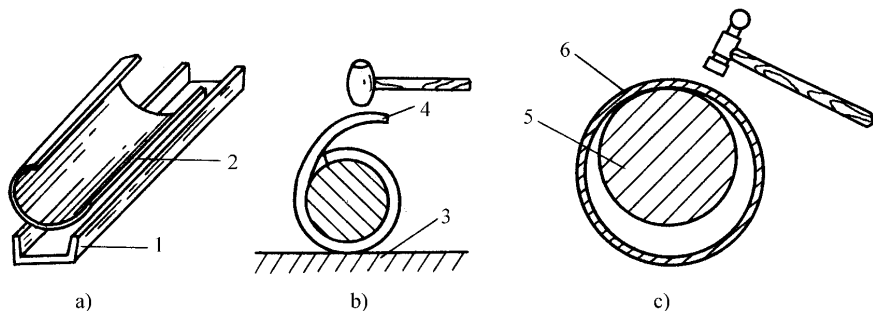


图 5-17 圆柱面的弯曲

- a) 在钢轨上弯曲 b) 在铁砧上弯曲 c) 在圆钢上整圆
1—钢轨 2—坯料 3—铁砧 4—坯料 5—圆钢 6—坯料

二、放边与收边

1. 放边

放边是利用角形件某一边材料变薄伸长来制造曲线弯边零件的方法,如图5-18所示。

(1) 捶放方法 制造凹曲线弯边的零件,可用直角型材料在铁砧或平台上捶放直角料边缘,使边缘材料变薄、面积增大、弯边伸长。捶放时,注意捶放力度,使靠近内缘的材料伸长较小,靠近直角料边缘的材料伸长较大,锤痕呈放射状均匀分布,这样直角料就逐渐被捶放成曲线弯边的零件,如图5-19所示。

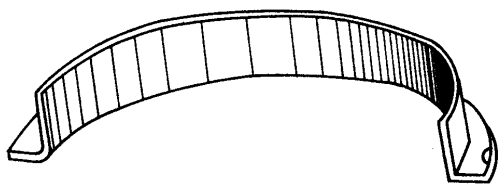


图5-18 放边零件

捶放操作要点:

- ① 计算零件的展开尺寸并下料。
- ② 放边前要校正直角料,使之平直。

③ 放边时,直角料底面必须与铁砧表面保持水平,否则放边时材料会产生翘曲。

④ 锤痕要均匀并呈放射形分布,捶击的面积占边宽的3/4,绝对不能捶击直角料的过渡圆角 R 处。遇有直角形件的直线部分时,不能捶放,应跳过这部分在弯曲部分捶放。

⑤ 在放边过程中,材料会产生冷作硬化。发现材料变硬后,要退火处理。否则,继续捶放会被打裂。

⑥ 操作过程中,随时用样板检查外形,达到要求后进行修整、校正和精加工。

(2) 放边零件展开尺寸的计算 以半圆形零件为例说明展开尺寸计算方法(见图5-20)。

① 板料的宽度 B ,由图5-20可知:

$$B = a + b - (r/2 + \delta)$$

式中 a 、 b —— 弯边宽度;

r —— 弯边圆角半径;

δ —— 板料的厚度。

图中带“//”处是弯折线。

② 展开长度 L 以边宽 b 的中点处的弧长计算如下:

$$L = \pi (R + b/2)$$

式中 R —— 零件弯曲半径;

b —— 放边一边的宽度。

实际操作时,根据展开图下料,首先弯折成直角料,然后放边,制成半圆形零件。

2. 收边

收边是利用角形材料某一边的收缩,长度减小、厚度增大来制造凸曲线弯边零件的方法,如图5-21所示。

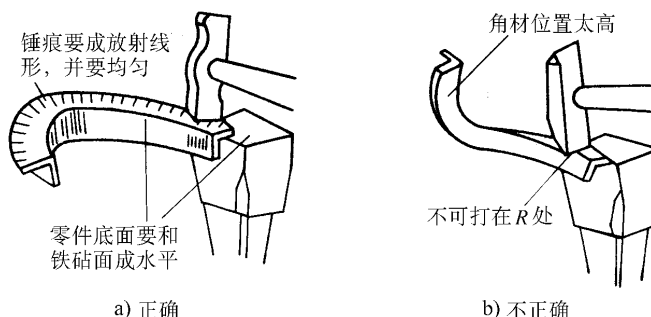


图5-19 “打薄”捶放

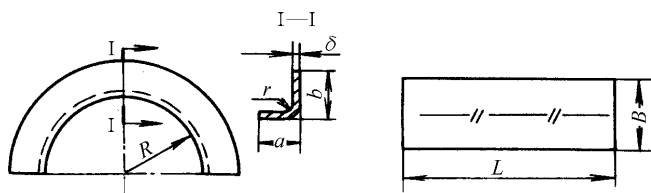


图5-20 半圆形放边零件

(1) 收边方法 最常用的收边方法是用折皱钳将收缩边折起皱褶,使收缩边边缘长度减小,使角料呈圆弧形,然后在规铁上用木锤敲平,如图 5-22 所示。

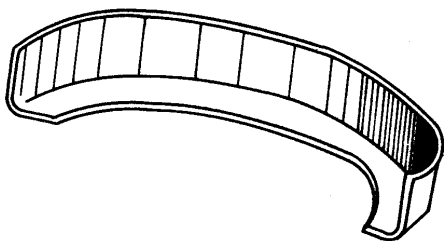


图 5-21 收边零件

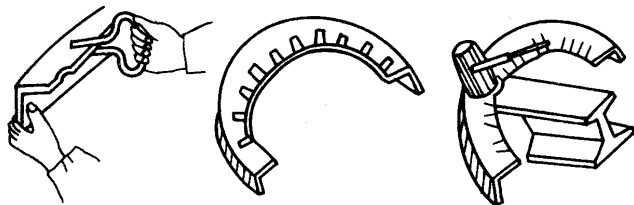


图 5-22 皱缩

(2) 收边零件展开计算 以半圆形零件为例说明展开尺寸计算方法,如图 5-23 所示。

①板料宽度 B

$$B = a + b - (r/2 + \delta)$$

式中 a 、 b ——弯边宽度;

r ——圆角半径;

δ ——板料厚度。

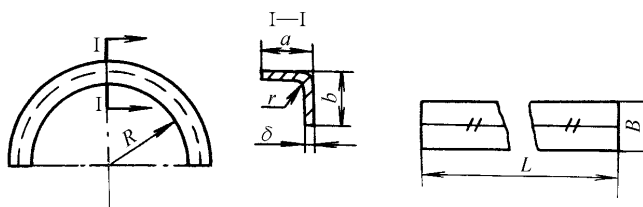


图 5-23 半圆形收边零件

②板料长度 L

$$L = \pi(R + b)$$

式中 R ——弯曲半径。

实际操作时,首先根据展开尺寸下料,弯折成直角料,然后收边,制成半圆形零件。

三、拱曲

拱曲是将板料用手工捶击成凹凸曲面形状的钣金工艺。拱曲时板料周边材料起皱向里收,中间材料被打薄向外拉。这样反复进行使板料逐渐变形成所需的形状。拱曲件一般底部变薄,如图 5-24 所示。拱曲分为冷拱曲和热拱曲两种。

1. 冷拱曲

(1) 用顶杆手工拱曲 这种方法适用于拱曲深度较大的零件,利用顶杆和手工捶击制成圆弧形零件(图 5-25)。其操作要点如下:

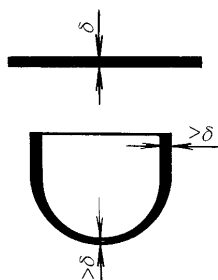
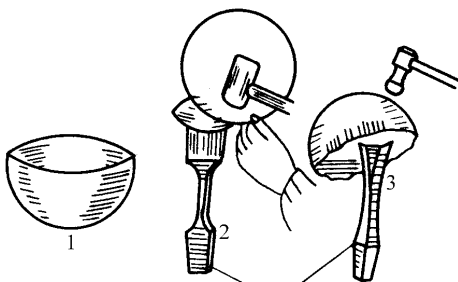
图 5-24 拱曲件
厚度变化

图 5-25 半球形零件的拱曲

1—零件 2—皱缩 3—伸展中部或修光

①拱曲时,先在板料的边缘制作皱褶,然后在顶杆上将边缘的皱褶打平,使边缘向内弯曲,同时用木锤轻轻且均匀地捶击中部,使中部的坯料伸展拱曲。注意捶击位置应稍超过支承点,以免打出凹痕。

②捶击力要轻且均匀,捶击点要稠密,边捶击边旋转坯料。根据目测随时调整捶击部

位,使表面光滑、均匀。凸出的部位不能再捶击,否则会愈打愈凸。

③捶击到坯料中心时要不断转动工件,不能集中在一处捶击,以免坯料中心伸展过多而凸起。依次收边捶击中部,并配合中间检查,使其达到要求为止。考虑到修光时会产生弹性回弹,一般拱曲度要稍大一些。

④用平头锤在圆杆顶上把拱曲成形的零件修光,然后按要求划线、切割、挫光边缘。在加工过程中,如发现坯料出现冷作而硬化,应及时退火处理,防止产生裂纹。

(2) 在胎模上手工拱曲 尺寸较大,拱曲深度较浅的零件可直接在胎模上拱曲,如图 5-26 所示。其操作要点如下:

①将坯料压紧在胎模上,用锤子从边缘开始逐渐向中心部分捶击,如图 5-26a 所示。

图 5-26b 表示在橡胶板上伸展坯料。

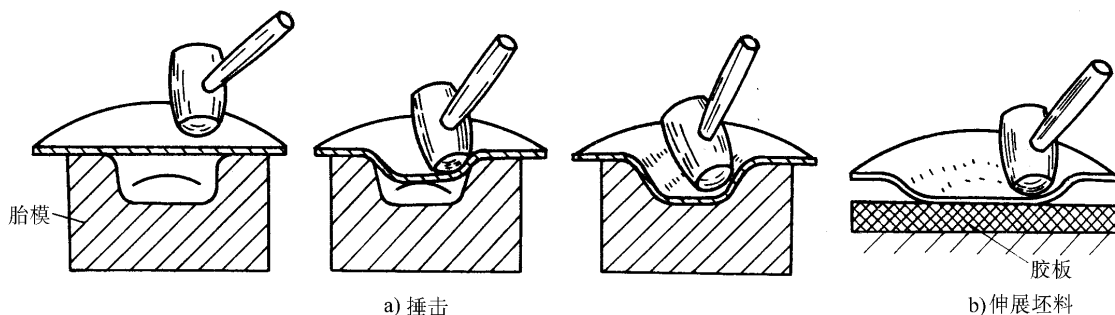


图 5-26 在胎模上拱曲

②拱曲时,捶击应轻且均匀,保持整个加工表面均匀伸展,形成凸起形状,并可防止被拉裂。为使坯料伸展得快,在拱曲过程中可垫橡胶板、软木、沙袋进行坯料伸展,改善表面质量。

③在拱曲过程中,不能操之过急,应分几次使坯料逐渐下回,直到坯料全部贴合胎模为止,最后用平头锤在顶杆上打光局部凸痕。

④在胎模上进行较深的拱曲时,随着捶击,制件的周边将出现皱褶。此时应停止捶击中部,将制件皱缩的边缘贴紧砧座,敲平皱褶。皱褶敲平之后,再继续对中部捶击拱曲。

图 5-27 所示为锤拱成形过程。

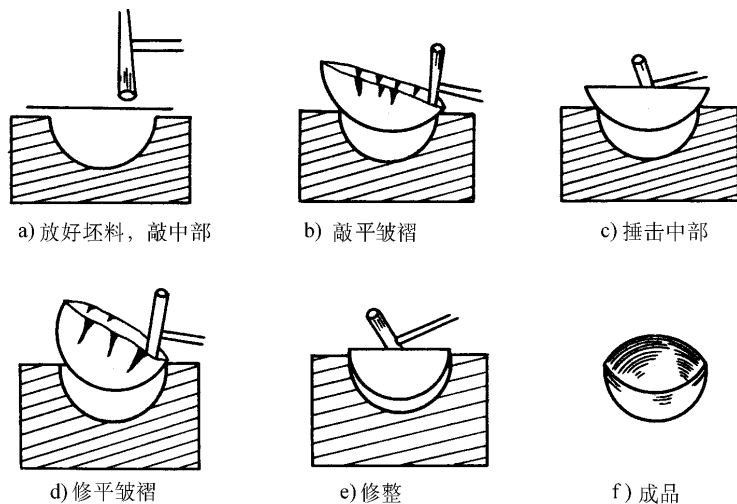


图 5-27 锤拱成形过程

精度要求不高、拱曲度不大的制件，也可以在木墩上挖坑代替铁砧座（见图 5-28）或在潮湿的土地上捶拱成形。较小的钣金制作也可以利用废轴承圈作砧座，用小锤子进行捶拱。

2. 热拱曲

热拱曲的基本原理是，利用金属热胀冷缩的性质，通过板料加热、冷却过程中内应力的变化，实现拱曲件的成形，如图 5-29 所示。按三角形影区加热板料，被加热部分的金属必定会因受热而膨胀。但是由于热影响，使这一部分金属的力学性能明显降低，并不断向其周围未被加热的板料方向伸展，反而因其自身的膨胀而被压缩变小；自然冷却后本身还将往里收缩（水冷的收缩率更大），于是使冷却后的三角形影区 $a'b'c'$ 变小到 abc ，使局部产生收缩变形。



图 5-28 在木墩上进行钣金捶拱

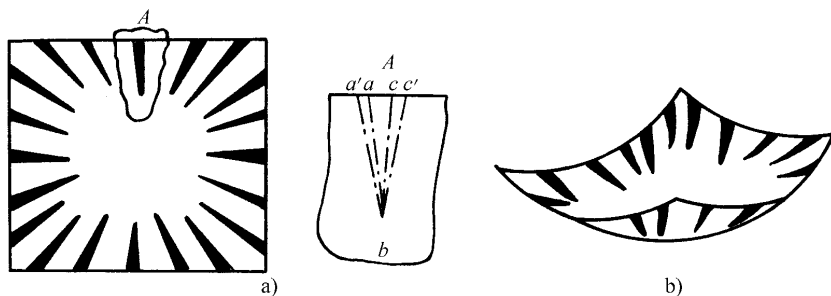


图 5-29 热拱曲原理

a) 沿周边加热 b) 冷却后因应力不均形成拱曲

四、卷边与咬缝

1. 卷边

为了增加零件边缘的刚度和强度，使板料制件安全、美观、耐用，将零件边缘卷起来，这种方法叫卷边。卷边零件如图 5-30 所示。空心卷边是将板料边缘卷成圆筒形；夹丝卷边是空心卷边内嵌入一根铁丝，以增强刚性。铁丝的尺寸可根据板件的使用要求确定，一般铁丝的直径应为板料厚度的 4~6 倍，包卷铁丝的板料加放宽度大致相当于铁丝直径的 2.5 倍。

(1) 卷边零件展开尺寸计算 如图 5-31 所示，确定卷边展开尺寸， L 为展开长度， L_1 为板料未卷边部分长度， L_2 为卷边部分长度，则

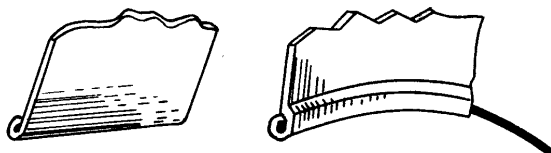


图 5-30 空心卷边和夹丝卷边

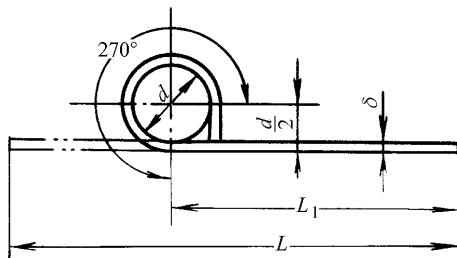


图 5-31 卷边展开尺寸的计算

$$L = L_1 + L_2$$

$$L_2 = 3\pi/4 (d + \delta) + d/2 = 2.35 (d + \delta) + d/2$$

$$L = L_1 + 2.35 (d + \delta) + d/2$$

其中
所以

(2) 卷边方法

①先在卷边部位画出两条卷边线，如图 5-32a 所示。

②将板料放在平台上，使卷边部分的 $d/2$ 伸出平台，左手压住板料，右手用木锤敲击，使伸出部分向下弯曲成 85° 左右。

③将板料慢慢向外伸，随时敲击伸出部分，但不能敲击过猛，直到伸出平台长度为 L_2 ，此时板料边缘应敲击成图 5-32d 所示形状。

④将板料翻转，使卷边朝上，均匀敲打卷边向里扣，使卷边部分逐渐成圆弧形。放入铁丝，一边放，一边扣。

⑤翻转板料，使接口抵住平台缘角，敲击使接口靠紧。

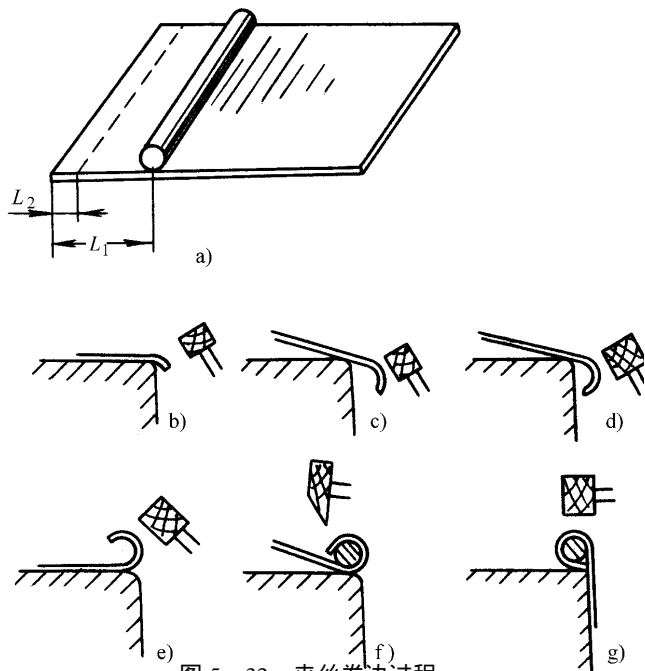


图 5-32 夹丝卷边过程

手工空心卷边在卷合过程中应轻而均匀敲打，避免将卷边打扁。

2. 咬缝

将薄板的边缘相互折转扣合压紧的连接方式叫咬缝。咬缝可将板料连接牢固，可代替焊接、铆接等工艺方法。

常见咬缝的种类，就结构不同可分为挂扣、单扣、双扣；以形式不同可分为站扣和卧扣，如图 5-33 所示。

(1) 咬缝余量

$$\text{咬缝余量} = \text{咬缝宽} \times (\text{咬缝层数} - 1)$$

对于较厚的板料，余量中还应加上板料厚度。

(2) 咬缝的操作方法

图 5-34 所示为咬缝的操作顺序。

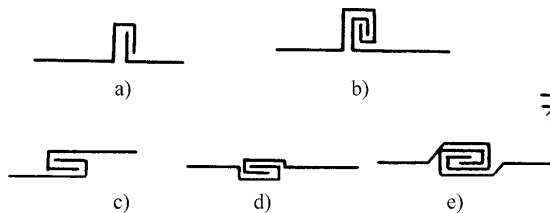


图 5-33 咬缝的种类

a) 站扣 (半咬) b) 站扣 (双扣)

c) 卧扣 (单咬) d) 卧扣 (咬缝) e) 卧扣 (双扣)

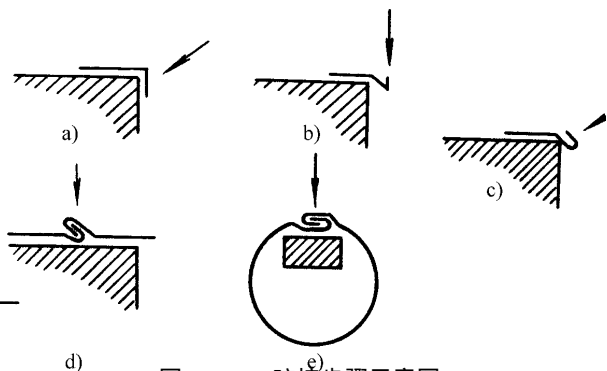


图 5-34 咬接步骤示意图

①留出咬缝余量,对板料划线,并将板料按折边线折弯 90° 。

②翻转板料,使弯边朝上,并伸出台面 3mm,敲击弯边顶端,使伸出部分形成与弯边相反的弯折。

③将第一次弯边向里敲成钩形。

④与之相接的另一边照上述方法加工后,将两弯钩扣合、敲击,即成咬缝。

手工制作咬缝构件效率较低,如果批量生产,可在咬缝机上进行操作。

五、拔缘

利用收边和放边的方法把板料的边缘弯曲成弯边的方法叫拔缘。拔缘常有两种形式,一种叫外拔缘,即把圆筒形制件的边缘向外延展折弯,其目的是增加刚性。一般在无配合要求的情况下多采用外拔缘;另一种是内拔缘,也叫孔拔缘,即将制件上孔洞的边缘延展弯折,其目的是增加刚性,减轻重量,美观光滑。如大客车框板、肋骨等板件上常有拔缘孔。如图 5-35 所示为部分板料构件的拔缘情况。

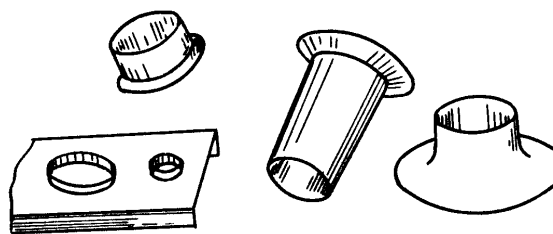


图 5-35 部分拔缘加工件图例

金属板件拔缘时,部分材料被拉长形成凸缘,因此,应根据材料厚度和其延展性能确定拔缘角度和宽度。拔缘的方法可分为自由拔缘和型胎拔缘两种。

1. 自由拔缘

以外拔缘为例说明自由拔缘的操作过程。

(1) 计算出坯料直径 D 坯料计算直径 D 等于零件内腔直径 d 加上两倍拔缘宽度 b 。实际下料直径可略小于计算直径。在坯料上划出内圆与外环的分界线(即外缘宽度线)。

(2) 拔缘 在铁砧上,按照零件外缘宽度线,用木锤敲击进行拔缘。首先将坯料周边弯曲,在弯边上制出皱褶,再打平皱褶,使弯边收缩成凸边。然后再次起皱褶、打平,使弯边再次收缩。如此反复多次(图 5-36),即可获得外拔缘件。

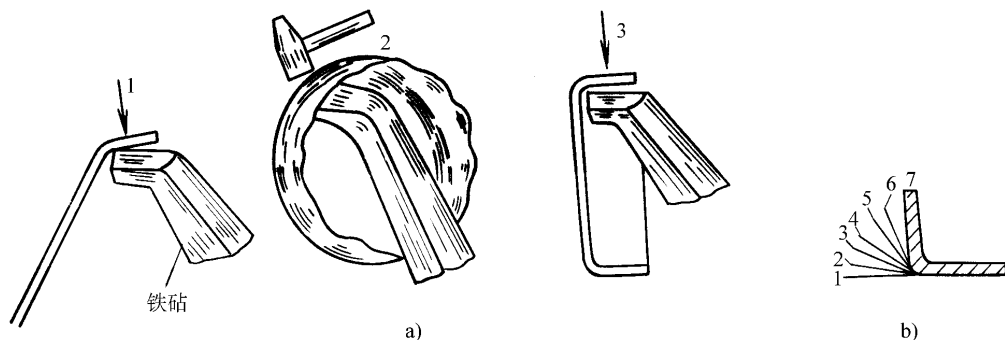


图 5-36 外拔缘操作过程

a) 拔缘

1—先弯 2—制波褶 3—打平波折

b) 薄板拔缘顺序

(3) 捶击方法 拔缘时,捶击点的分布要稠密、均匀,捶击力要保持不变,不能操之过急。捶击力不均匀,可能使弯边形成细纹皱褶或发生裂纹。

(4) 圆筒形零件拔缘 在圆筒形零件上拔缘可按下列步骤进行。

①划出拔缘标记线。

②将圆筒形件拔缘端靠在平台或砧座的棱边上，标记线与棱边对齐。伸出部分与砧座平面约保持 30° 左右（图 5-37a）。

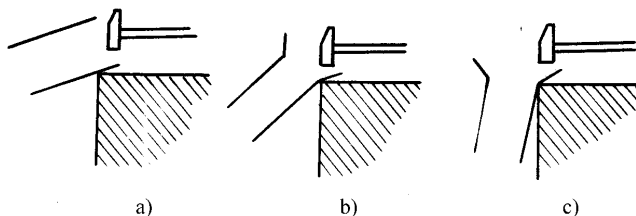


图 5-37 拔绕过程示意图

③捶击伸出部分，使之向外弯曲（图 5-37b）。敲击时用力适度，击点均匀，防止断裂。敲击完一周，将圆筒件压低一点，进行第二周敲击（图 5-37c），如此反复三四次，即可完成拔缘。

2. 胎型拔缘

图 5-38 为胎型拔缘的示意图，分外拔缘和内拔缘两种情形。

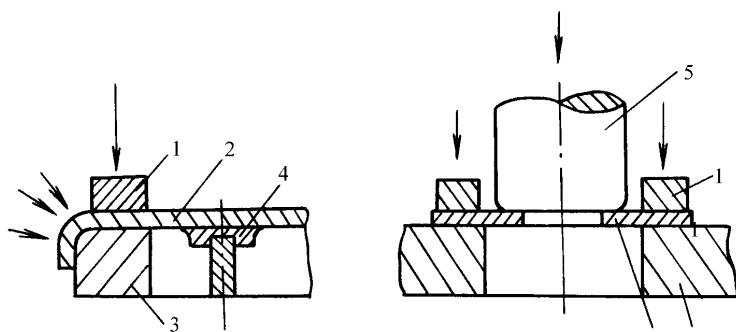


图 5-38 胎型拔缘

a) 外拔缘 b) 内拔缘

1—压板 2—坯料 3—胎型 4—钢套 5—凸块

(1) 胎型外拔缘 利用胎型外拔缘时，一般采取加热拔缘方法。拔缘前，先在坯料的中心焊装一个钢套，以便在胎型上固定坯料拔缘的位置，如图 5-38a 所示。坯料加热温度在 $750 \sim 780^\circ\text{C}$ 之间。每次加热不宜过度，加热面略大于坯料边缘的宽度，依次捶击被加热部分，分段完成拔缘过程，一次即可弯边成功。

(2) 胎型内拔缘 图 5-38b 所示为胎型内拔缘示意图。内孔直径不超过 80mm 的薄板内拔缘，可采用一个圆形木锤一次冲出弯边；较大的圆孔和椭圆孔的厚板内拔缘时，可制作相应的钢凸模进行一次冲出弯边。

图 5-39 为用模冲拔缘的情形。

六、制肋

金属薄板由于其厚度较小，若仅以其平面形式作为钣金件使用，刚度太低，极易产生凹陷变形，影响整体的美观和承载能力。在钣金件表面上制出各种凸肋，可以提高其刚度和使用性能，增加美感。肋的横断面一般为圆弧形和角形，如图 5-40 所示。

大量生产时，制肋工艺一般由相应的机器完成。手工制肋适用于单件生产和修配。简易的手工制肋方法有两种，如图 5-41 所示。

1. 扁冲制肋

图 5-41a 所示为用扁冲制肋的示意图，其过程如下：

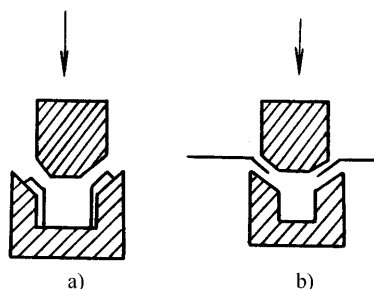


图 5-39 用模冲拔缘

a) 外拔缘 b) 内拔缘

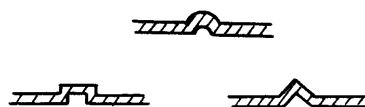


图 5-40 肋的截面形状

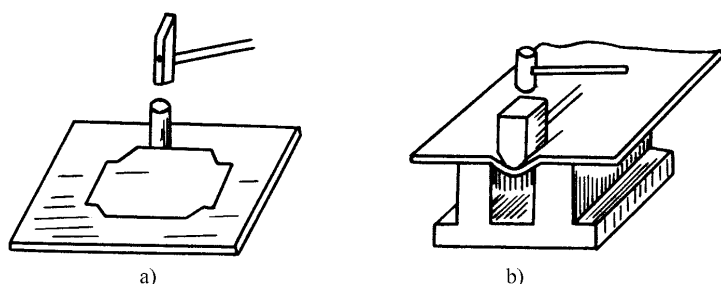


图 5-41 手工钣金制肋方法

a) 用扁冲制肋 b) 用简易模具制肋

(1) 在坯料上画出制肋棱线的标记线。

(2) 在平台上铺一块较厚的橡胶垫 (5~10mm 厚), 将制件放在橡胶垫上, 操作者手持扁冲对准标记线, 捶击扁冲; 每冲击一次, 要沿标记线移动一次扁冲, 移动距离不可超过扁冲的宽度, 以便冲痕前后相衔接。沿整个标记线冲击一次后, 再重复冲击若干次, 直至达到所需的肋的深度为止。最后, 去掉橡胶垫, 直接在平台上轻轻冲击一次, 使肋棱形成整齐的线条, 用木锤将非制肋部分的表面整平即可。

2. 简易模具制肋

图 5-41b 所示为用简易模具制肋的示意图。窄且深的条形肋, 最好用模具压制, 通过捶击模压而成形。

模具可以自制。两块方钢平行地焊在底板上, 留出一定的间隙, 即成阴模; 阴模成型部分的形状和尺寸应与肋截面的形状和尺寸相符。

制肋操作时, 将金属板料放在阴、阳模之间, 对准制肋标记线, 一人手持阳模的手柄, 另一人用大锤击压阳模顶部。操作要点与前述用扁冲制肋相同, 经几次冲击即可成形。

第六章 车身变形的测量、诊断与矫正

轿车或客车在长期使用中或遭遇碰撞事故时，其车身覆盖件或构件会发生局部变形，严重时车架或整体式车身都会发生变形，使其形状和位置关系不能符合制造厂的技术规范，这不仅影响美观，而且会影响到车身和汽车上其他总成的安装，使车辆不能正常行驶。因此必须对其矫正。

第一节 车身变形的测量

对于局部变形或损伤可以比较直观地作出判断。对于车身的整体变形，必须进行正确的测量。

一、车身测量的意义

车身整体定位参数如果发生变化，对汽车使用性能有至关重要的影响。所谓整体定位参数，是指那些对汽车发动机、底盘和车身主要构件的装配位置有着直接影响的基础数据，如汽车的前轮定位、轴距误差和各总成的装配位置精度等。而这些参数值，是原厂技术文件中规定的重要技术数据。车身维修时对这些参数进行测量，一方面用于对车身技术状况的诊断，另一方面用于指导车身维修。因此，车身变形的测量在车身维修中非常重要。

车身维修的测量，一般分为作业前、作业中和竣工后 3 个步骤。作业前的检测，目的是确认车身损伤状态和把握变形程度的大小；维修作业过程中的检测，旨在对修复过程的质量进行有效的控制；竣工后的检测，主要为验收和质量评估提供可靠的数据。

二、车身测量的基准

车身维修中对变形的测量，实际上就是对车身及其构件的形状与位置误差的检测，而选择测量基准又是形状与位置误差检测中十分重要的内容。

1. 车身测量的基本要素

控制点、基准面和中心线是车身测量的基本要素。

(1) 控制点原则 车身测量的控制点用于检测车身损伤与变形的程度。车身设计与制造中设有多个控制点，检测时可以按技术要求测量车身上各个控制点之间的尺寸，如果误差超过规定的极限尺寸时，应设法修复使之达到技术标准规定范围。

承载式车身的控制点如图 6-1 所示，第一个控制点通常在前保险杠或前车身水箱支撑部位①；第二个控制点在发动机室的中部相当于前横梁或前悬架支撑点②；第三个控制点为中间车身相当于后门框部位③；第四个控制点在后车身后横梁或后悬架支撑点④。

(2) 基准面原则 车身测量和维修时，选择与车身设计相同的基准面，来控制其误差的大小。在实际测量中，应根据上述基准面调整车身沿水平方向的高度，由此确定车身高度测量基准。如果遇到实际测量部位不便于直接使用量具时，可以根据数据传递方法将基准面上移或下移来获得测量结果。

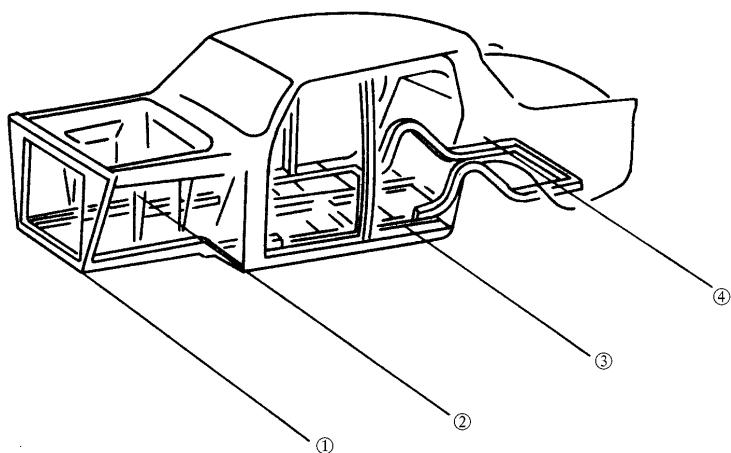


图 6-1 车身控制点的基本位置

(3) 中心线及中心面原则 中心线及其沿垂直方向平移获得的中心面，实际上是一个假想的具有空间概念的直线和平面，该平面将车身沿长度方向截为对称的两半。车身的各个点通常是沿这一平面对称分布的，因此所有宽度方向的尺寸参数及测量，都是以该中心线或中心面为基准的。

2. 对比法测量

对比法是以相同汽车车身的位置参数作为基准目标来进行测量的。当然，所选择的车身应完全符合技术文件规定要求的状况。运用对比法确定测量基准时，应注意以下两个问题。

(1) 数据的选取应遵循的原则

- ①利用车身壳体或车架上已有的基准孔，找出所需的定位参数值；
- ②以基础零件和主要总成在车身上的正确装配位置为依据；
- ③参照其他同类型车身图中的标示方法，来确定基准参数的量取方案。

(2) 误差的控制措施

- ①选择便于使用的测量器具（如测距尺）；
- ②不能以损伤的基准孔作为测量依据；
- ③同一参数值应尽量一次性量得。

三、车身测量方法的应用

对车身整体变形的测量，是依赖计量器具采集相关的技术数据，用以判定车身构件及其与基准之间的相对位置。

1. 测距法

测距法可以直接获得定向位置点与点的距离，是最简单、实用的一种测量方法，它主要通过测距来体现车身构件之间的位置状态。

测距法所使用的量具是钢卷尺、专用测距尺等。钢卷尺的使用方法简便、易行，但测量精度低、误差大，仅适用于那些要求不高的场合。尤其是当测量点之间不在同一平面或其间有障碍时，就很难用钢卷尺测量两点间的直线距离。使用专用测距尺，可以根据不同位置将端头探入测量点，应用起来显得十分灵活、方便。

对于图 6-2 所示的车架，发生变形时也可以运用测距法进行测量（图 6-2a）。将车架置于平台上并按一定的高度支稳，用高度尺逐一测量各基准点与平台的垂直距离，就可以分

别得出车架垂直方向上的相关参数。

有些图纸或技术文件，则是按图 6-2b 所示的方法标定的参数。在没有专用测量架的条件下，也可使用测距法来测量，但要先利用三角函数法或勾股定理进行相应的计算。

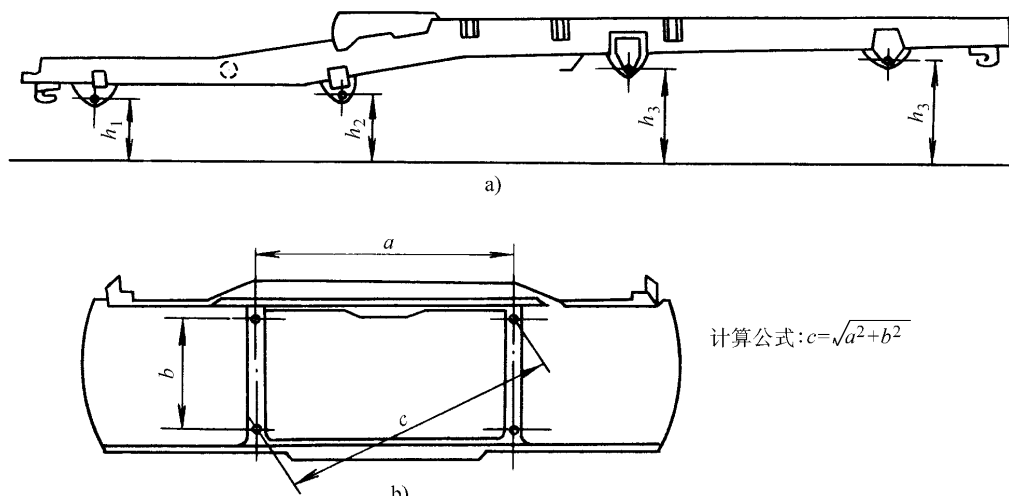


图 6-2 测距法测量实例

a) 车架垂直方向上的测量 b) 水箱支架的测量

2. 定中规法

车身的许多变形，尤其是综合性变形，用测距法测量往往反映出的问题也不够直观。如果使用定中规法，就可以比较好地解决这类测量问题。但使用中应注意区别具体情况，有针对性地做好对称性调整。否则，也会影响测量的准确性。

使用定中规诊断车身变形时，若定中销发生左右方向的偏离时，可以判断为水平方向上的弯曲；若定中规的尺面出现不平行时，可以判断为扭曲变形；若尺面的高低位置发生错落时，则可以诊断为垂直方向上的弯曲（图 6-3）。

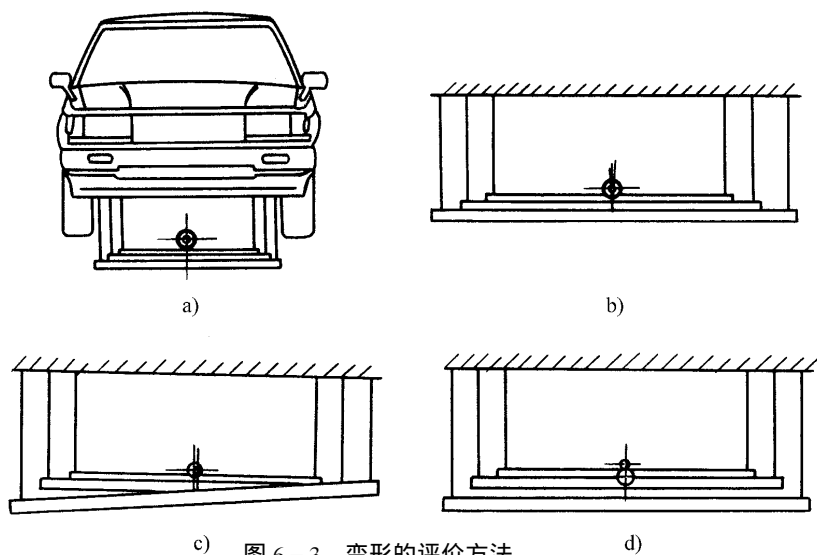


图 6-3 变形的评价方法

a) 正常 b) 水平方向上有弯曲 c) 扭曲 d) 垂直方向上有弯曲

3. 坐标法

坐标法适用于对车身壳体表面的测量。图 6-4 为桥式测量架。

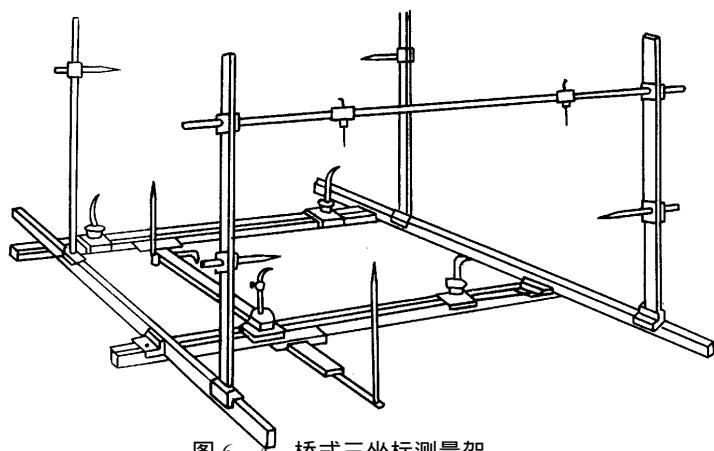


图 6-4 桥式三坐标测量架

桥式测量架由导轨、移动式测量柱、测量杆和测量针等组成。测量过程中，可以根据需要调整其与车身的相对位置，使测量针接触到车身表面，同时，还能够直接从导轨、立柱、测杆及测量针上读出所对应的测量值。

第二节 车身变形的诊断

测量只是从一个侧面提供了分析、确认变形的依据。然而，矫正变形还需要提供其它一些依据，如找出导致变形的诸因素中的主因素；确定损伤的类型及其严重程度；分析损伤倾向及其所产生的影响、波及范围等。

一、碰撞力分析

由碰撞所造成的车身损坏程度，主要取决于碰撞力的 3 个基本要素，即：力的大小、力的方向和力的作用点。

1. 碰撞力的大小

汽车行驶时运动能量（ W ）的大小与质量（ m ）和速度（ v ）的平方成正比，即：

$$W = \frac{mv^2}{2g}$$

式中 W ——运动能量（J）；

m ——汽车总质量（kg）；

v ——汽车行驶速度（m/s）；

g ——重力加速度（ 9.8m/s^2 ）。

如果汽车与固定物体相撞，则该冲击力为：

$$P = \frac{mv}{t}$$

如果汽车与相向的汽车相撞（对撞时），则有

$$P = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{t}$$

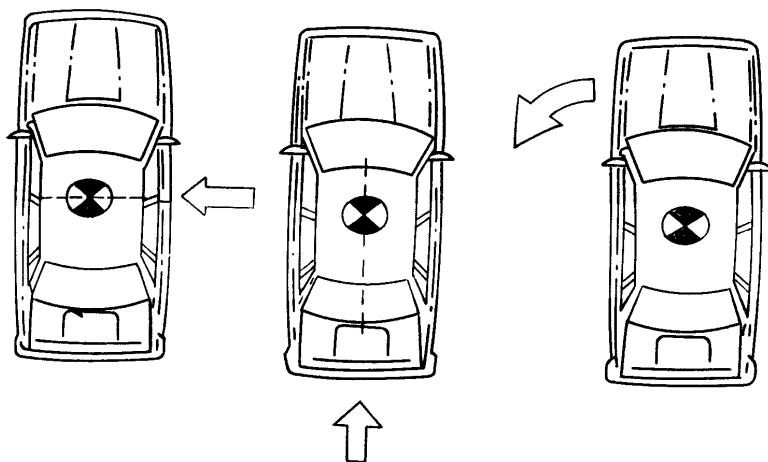
式中, m_1 、 v_1 、 m_2 、 v_2 分别为相撞汽车各自的质量与速度。 T 为力的作用时间
同理, 如果汽车与顺行汽车碰撞 (追尾) 时, 则

$$P = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{t}$$

由此可见, 同等条件下对撞事故所导致的伤害最大。

2. 力的作用方向

碰撞时作用力的方向与汽车重心的相对位置, 对车身的整体变形也会产生不同的影响。其中, 作用力的方向与汽车重心位置重合的, 称为向心式碰撞; 作用力的方向与汽车重心位置不重合的, 称为偏心式碰撞。一般有图 6-5 所示的几种类型。



a) 图 6-5 碰撞时作用力方向的分类
a) 侧面向心方式 b) 向心追尾方式 c) 侧向偏心方式

3. 力的作用点

如果车身是以其一个平面与另一平面物体相撞, 在其它条件等同的条件下所造成的损伤会小些, 因为作用力分布在一个较大的平面上。反过来, 如果车身以较小的端面与另一非平面 (如柱类、角类) 物体相撞, 则其它条件等同的条件下所造成的损伤就大, 因为作用力分布在一个较小的平面上。

如图 6-6 所示, 相同的力并且作用方向相同, 但碰撞力所导致的结果却存在着很大的不同。显然图 6-6a 的对壁损伤比图 6-6b 的对柱损伤程度轻得多。

二、损伤的形式

车身损伤的形态是多种多样的, 究其原因、性质可以分为: 直接损伤、波及损伤、诱发性损伤和惯性损伤。

直接损伤是指车身与其它物体直接碰撞而导致的损坏。直接损伤的特征是, 车身以外的物体直接接触及车身, 并在着力点上形成以擦伤、撞痕、撕裂为主要形态的损坏。

波及损伤是指冲击力作用于车身上并分解后, 其分力在通过车身构件过程中所形成的损伤。根据力的可传性, 碰撞力在分解、传播、转移的过程中, 比较容易通过强度或刚度高的构件; 但对于强度、刚度相对较弱的构件, 就会形成不同程度的损伤。波及损伤的特征是, 在某些薄弱环节上形成以弯曲、扭曲、剪切、折叠为主要形态的损坏。

诱发性损伤是指一个或一部分车身构件发生了损坏或变形以后, 同时引起与其相邻或装

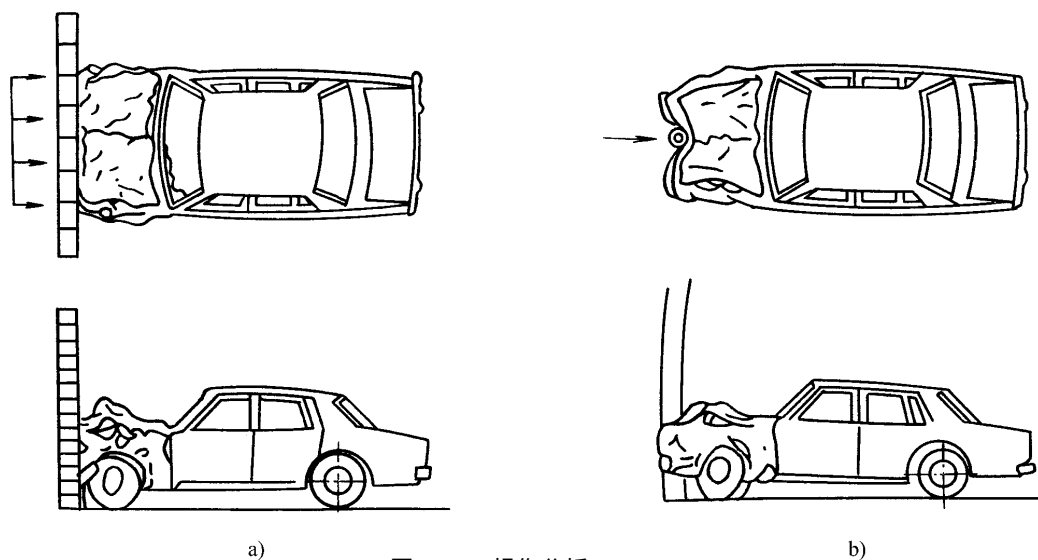


图 6-6 损伤分析
a) 对壁碰撞 b) 对柱碰撞

配在一起的其它构件的变形。与波及损伤的不同点在于，它在受碰撞过程中并不承载或很少承载，而主要是关联件的压迫、拉伸导致的诱发性损坏。其特征亦以弯曲、折断、扭曲等为主。

惯性损伤是指汽车运动状态发生急剧变化，由强大惯性力作用下而导致的损伤。汽车碰撞或紧急制动时，装配于车身上的发动机、底盘各总成和载运的人员或货物等，都会不同程度地产生一定的惯性力，而且这一惯性力有时还是非常剧烈和强大的。于是，与车身装配的结合部就有可能因过大的惯性载荷而损坏；被抛起的人或货物与车身撞击而造成另一种形式的损坏。惯性损伤的主要特征是，撞伤、拉断或撕裂、局部弯曲变形等。

三、变形的倾向性分析

汽车发生碰撞会给车身带来不同程度的损伤，而且变形将以各种不同类型的形式出现。对于直接损伤的诊断似乎比较容易些，但对于波及损伤、诱发性损伤等的诊断就需要通过车身变形的倾向性分析进行诊断。

1. 承载式车身的变形倾向

由于承载式车身没有车架，壳体主要是用薄板类构件组焊或装配起来的，当发生碰撞事故时，对整体变形的影响一般都比较大大。碰撞冲击波作用于车身的各个构件上，使冲击能量不断地被吸收、衰减，最终以不同的变形体现出来。

(1) 前车身的变形倾向 前车身主要由翼子板、前段纵梁、前围板及发动机罩等构件组成（图 6-7）。大多数轿车的前部，装有前悬架及转向装置等总成，当汽车受到正向冲击时，也靠前车身来有效地吸收冲击能量。

前车身的变形主要是由正面碰撞事故造成的，其变形倾向与冲击力的大小、方向和碰撞对象相关。

较为轻度的正面碰撞，一般会使车前的保险杠及其支架受到直接损伤，并首先波及散热器边框、翼子板、发动机罩锁支架等；由此还会诱发前轮定位失准等。较大一点的碰撞力，

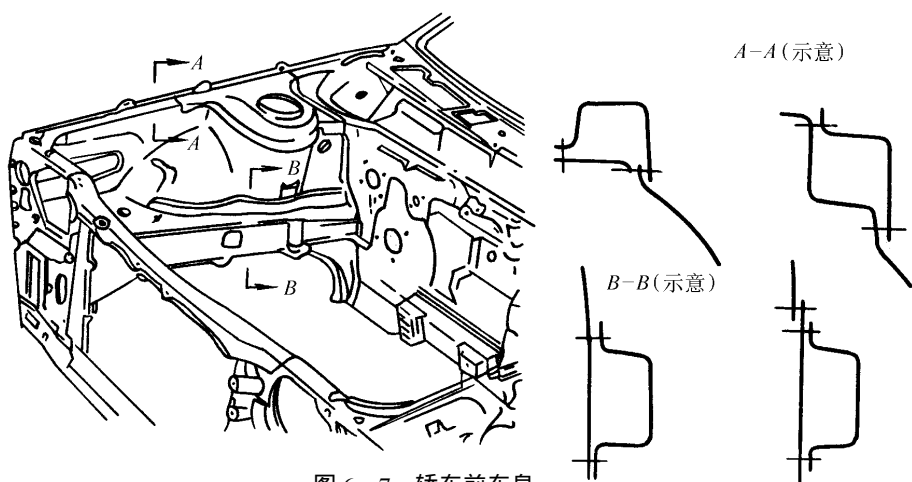


图 6-7 轿车前车身

会使直接损伤的范围进一步扩大，翼子板与车门挤到一块使车门启闭困难；发动机罩的铰链翘起并触及前围板；前段纵梁发生弯曲并引起前横梁的变形，使前轮定位严重失准。更严重的碰撞则会使保险杠、翼子板、散热器、纵梁等严重损坏，冲击力波及的结果使窗柱、车门前柱弯曲，前横梁、发动机支架等错位，并诱发车门下垂、车身底板和前围板拱曲等。

(2) 后车身的变形倾向 乘用车车身结构如图 6-8，后车身的主要载荷来自于汽车后悬架，尤其是对于后轮驱动的车辆，驱动力通过车桥、悬架直接作用于后车身上。

后车身的变形主要是由于倒车或追尾事故造成的，其变形规律和损伤倾向与前车身大致相同。

追尾碰撞不仅会使保险杠、行李箱等发生严重损坏，也会使拱形梁弯曲、后悬架失准。当然，更大的冲击力及其波及作用，同样也会导致车身壁板、底板、后围板乃至车顶、窗柱、门柱等的变形。需要在诊断过程中对损伤的性质、严重程度等认真鉴别。

2. 车架的变形倾向

汽车的车架与骨架是整车的基础，汽车车架的变形主要因碰撞、翻车、过载而致，一般可以分为弯曲和扭曲两大类。但在实际变形中往往还伴有皱褶类的损伤，这是几种简单变形的综合体现。

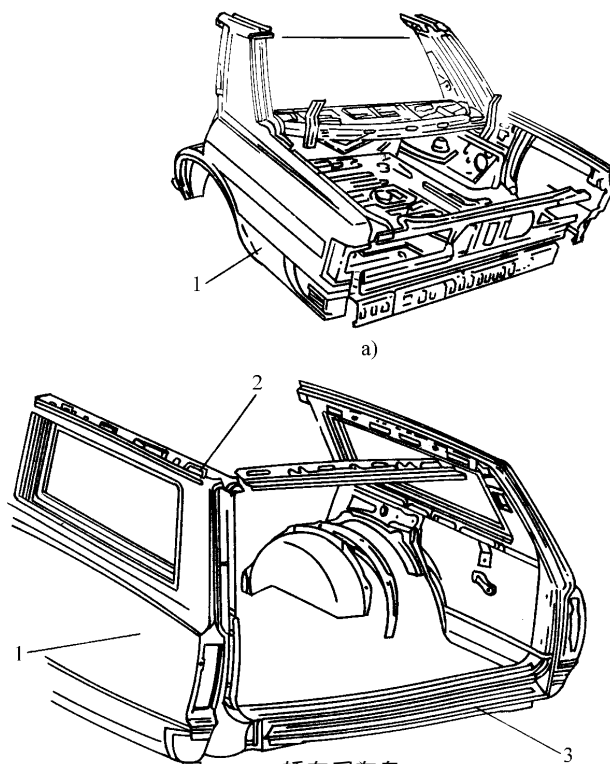


图 6-8 轿车后车身

a) 三厢式轿车后车身 b) 两厢式轿车后车身

1—后翼子板 2—窗柱 3—后门槛

①车架的弯曲。车架的弯曲有两种形式，一种是水平方向上的弯曲，另一种是垂直方向上的弯曲。其中，前者多为正面的碰撞所致，而后者则是由侧面的冲击所引起的。

②车架的扭曲。车架的扭曲也有两种形式。一种是水平方向上的对角扭曲（也称菱形），另一种是垂直方向上的扭转。其中，前者多为偏离车架中心线的角碰撞引起的，而后者则为垂直方向上非对称性冲击载荷所致。

当车架的一角在垂直方向受到剧烈冲击时，如高速上下台阶或重载状态下的过度颠簸等，都有可能使载荷大大超过车架的扭转刚度，从而导致车架发生永久性的扭转变形（图 6-9）。

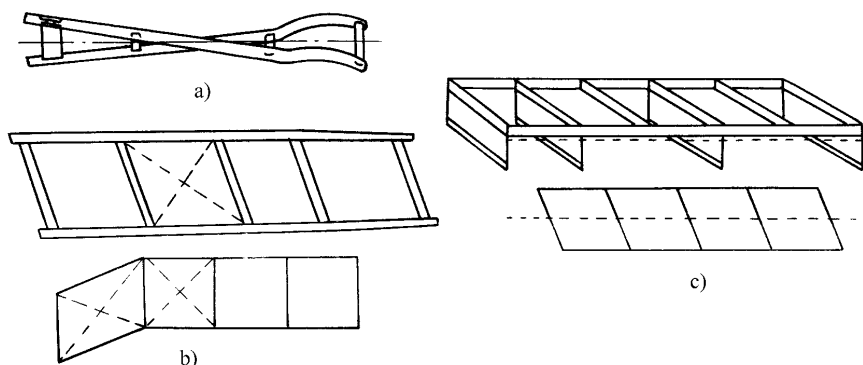


图 6-9 车架的扭曲与菱形变形

a) 扭转变形 b) c) 菱形变形

较为严重的扭转变形，可使车身四周的离地高度发生变化。因为这时车架所形成的扭转力，已经达到了足以克服空载状态下悬架弹力的程度。所以，有时将这种现象误诊为悬架方面的故障，即使几经处理，其离地高度也很难达到均等就是这个原因。当然，也不能将悬架弹簧的弹力不一误诊断成车架的扭转变形。在检验车身的离地高度时，一定要先排除悬架弹簧的弹力不均的问题。

第三节 车身变形的矫正

矫正作业必须以测量和诊断为基础，才能在修复过程中体现“有的放矢”；矫正作业所遵循的基本原则是，利用力的合成、分解和位移的原理，向与变形相反的方向牵引受到碰撞的车身构件，并根据金属材料的弹性，适度“矫枉过正”。

一、车身的固定

矫正将使车身构件承受很大的牵引力或压缩力，因此对车身可靠地进行固定就成了矫正变形的前提条件，否则就不可能使修理、矫正到位。

选择车身固定位置时，应在满足矫正力作用方向的前提下，选择车身上强度较高的封闭式或半封闭式构件，作为优选固定点装配夹具，如：底板梁、车架、门槛、侧梁等。这样，不仅使固定有效、可靠，而且还能避免因矫正所引起的固定点构件的二次损伤。

1. 插桩方式的固定

插桩方式实际上也是由传统方法演变而来的。如图 6-10 所示，将牵引用拉链的一端通

过夹具或其它连接装置与车身固定，另一端则与插入地面的插桩连接。为了便于调整拉链的松紧度，其间还装有紧链器。

插桩一方面用于固定车身，另一方面还要承担对变形构件的牵引。但无论是牵引还是对车身的固定，都需要视情况选择不同的位置和方向。为此，一般将插桩沿车身矫正场地的四周布置，以供不同方向固定车身或牵引变形时选择。当固定或牵引的水平高度需要调整时，则可通过上、下移动拉链的位置来实现。

这种固定车身的方式，只能解决整体水平移动问题，而且仅适合矫正车架以上部分水平方向上变形，对于垂直方向或其它方向变形的矫正，就难以选择固定点并实现可靠的固定。

2. 地锚方式的固定

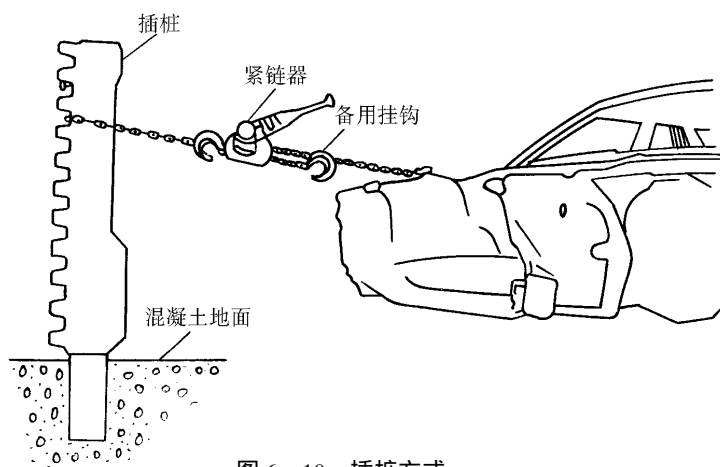


图 6-10 插桩方式

固定车身时总是要考虑选择最牢靠的构件，这是为防止因矫正而造成二次损伤。承载式车身的底板纵梁和非承载式车身的车架，是车身的重要基础构件，一般都符合固定的优选条件。采用如图 6-11 所示的地锚方式，就十分有利于在车身底部实施固定，而且对方向性的选择余地大，定位的可靠性也好。

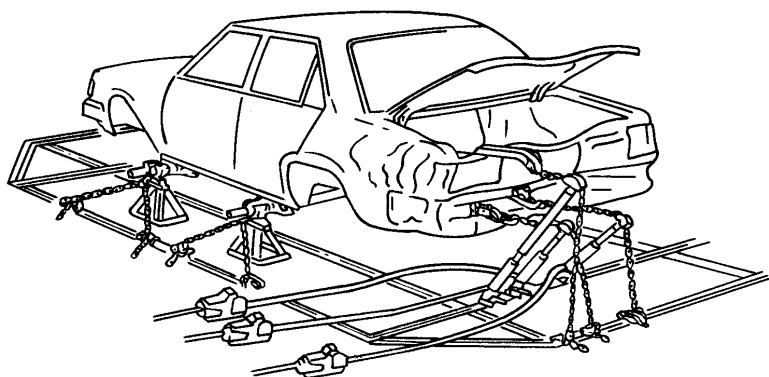


图 6-11 地锚方式

地锚与地面的固定方式有两种：一种是与地面位置相对固定的埋入式地锚；另一种是能与地面位置相对移动的滑动式地锚。前者施工简便、易行，但灵活性较差；后者虽然施工复

杂些，但车身固定点的可选范围较大，使用起来比较得心应手。

地锚拉链与车身的固定方法，比起插桩方式来就显得灵活得多。其中，需要对车身进行水平方向的牵引时，仍可采用如前所示的那几种牵引与连接方案。而对于垂直方向上的牵引与矫正，也可以借助液压千斤顶轻而易举地实现。

此外，以地锚方式固定车身，不仅可以满足水平方向上矫正的需要，对于垂直方向上的矫正也能实现可靠的固定，但要求车身摆放位置需要与地锚挂具的分布大致对应。尤其是埋入式地锚，由于挂环的位置不可调整，更需要预先计划好车身的摆放位置。

3. 台架方式

以台架方式固定车身，是迄今为止最优秀也是最流行的方案。由于车身是通过夹紧支撑装置与台架呈多点刚性连接，故具有固定可靠、支撑的稳定性好等优点。尤其是当对变形同时进行任意方向的矫正作业时，可以有效地使变形及其关联损伤一并得到矫正。

典型的连接与使用方式如图 6-12 所示。夹具的下部与台架横梁固定，上端则通过夹板、螺栓与车身门槛下边缘牢固地连接在一起。为了适应不同的车身宽度，一般固定架还可以沿车身的宽度方向水平滑动。如果车身的宽度与台架的差距较大，也可以借助贯通的中间轴和拉臂将车身固定在台架上。因此，这种台架方式可以实现多方位的牵引与矫正。这种台架方式固定的车身，还为测量工作提供了很大的方便。矫正与定位都是在同一台架上进行的，故操作过程中一般不会发生位移现象。作业前的检测、矫正过程中参数的校核、竣工验收的质量评价等测量工作，都可以在台式固定架上依次完成。

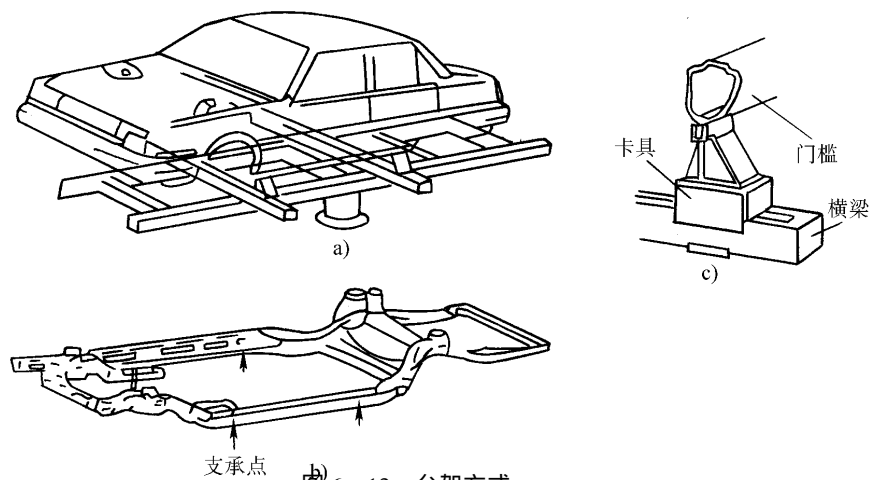


图 6-12 台架方式
a) 整车放置 b) 支撑点 c) 卡装

二、车身变形的矫正

对于现代汽车车身来说，要获得精确的整体定位参数和消除构件的内应力，手工操作或传统的作业方法很难保证矫正的精度和质量，所以主要采用机械和设备。

1. 矫正原理

车身变形的矫正原理是，充分利用力的性质（合成、分解、可移性和平行四边形法则等），按与车身碰撞力大致相反的方向牵引或顶压变形部位，使受损伤的构件得以修复。

对局部损伤已经基本得到修复的构件，一般可以其轴线的延长线作为牵引的施力点一次

完成矫正 (图 6-13)。

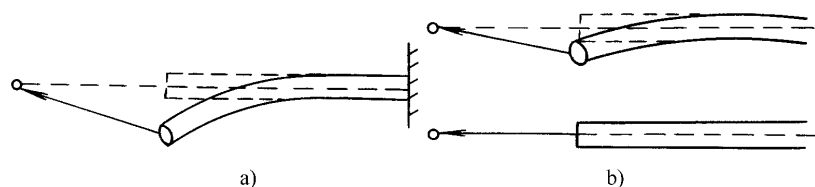


图 6-13 基本牵引方向

可以对照图 6-14 所示的方法,对矫正力 C 的方向与大小作出更加直观的分析。当牵引力为 C 时,其垂直方向上的分力 A 和水平方向上分力 B 大小相同,与牵引力 C 所形成的夹角也相等;当牵引的方向调整成 C' 时,则垂直方向上的分力减小变成 A' ,水平方向上的分力仍为 B ;当牵引力的方向调整成 C'' 时,则水平方向上的分力减小变成 B' 而垂直方向上的分力仍为 A 。对车身变形构件的矫正,就是以这种简单的平面力系分析为依据的。

事实上,由于车身构件多属于立体刚架式结构,这就决定了其碰撞时的受力状态多为空间力系,也就是说,作用在车身构件上的冲击力由于分解的结果,使力的作用线(即分力方向)不在同一平面内。

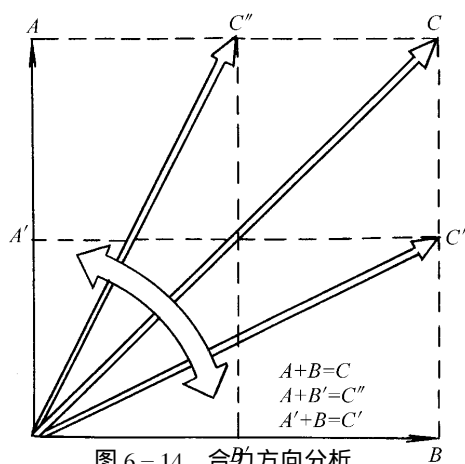


图 6-14 合力方向分析

当然,许多变形都很难通过一次矫正来完成,而是需要不断修正力的大小和方向,有时甚至还要调整矫正力的作用点。例如:矫正如图 6-15 所示的严重弯折,由于受牵引条件的限制而不能按理想方向施加矫正力时,也可以将牵引力分解成两个或两个以上的分力,通过辅助牵引同时对弯曲进行矫正。在垂直和水平两个方向同时牵引纵梁,就比较容易使变形的纵梁恢复到正常工作位置。

2. 矫正方法

正确的矫正方法在于,选择合理的牵引方向并准确控制矫正力的大小。

(1) 水平方向上的牵引 当车身受到较严重的正面碰撞、追尾碰撞或侧向冲击时,都需要从水平方向上对变形构件进行牵引。

图 6-16 为轿车前车身正面碰撞损伤的实例。矫正前应先测量变形状况,纪录有关数据,如对角线 A 、 B 和左右的垂直弯曲等。属于图 6-16a 所示的情形时,可斜向牵引变形最大的左梁的端部,左端的变形和右梁的弯曲自然会同时得以矫正。所设定的牵引方向应视变形的实际情形而定。如果纵梁变形向外倾,应将牵引方向适当向外倾斜一定的角度;如果变形是向内倾的,只需向前牵引即可,待弯曲的构件展开后再确定是否需要调整牵引方向(图 6-16b)。

车身受到侧向冲击的危害性很大,严重时可使车身整体弯曲。矫正方法如图 6-17 所示,像扳直一根铁条那样从三个方向进行牵引。

(2) 垂直方向上的牵引 当车身在垂直方向上发生变形时(其中包括扭曲),就需要进

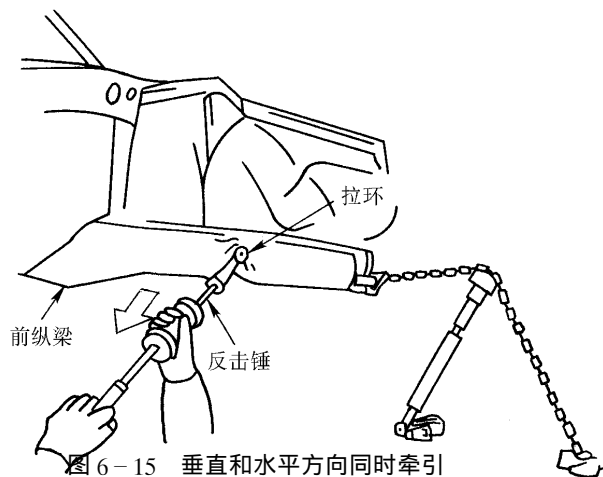
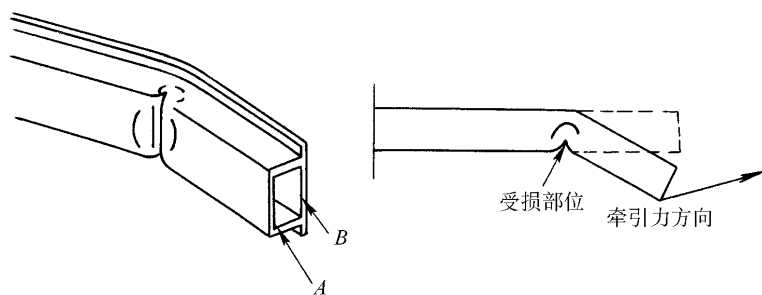


图 6-15 垂直和水平方向同时牵引

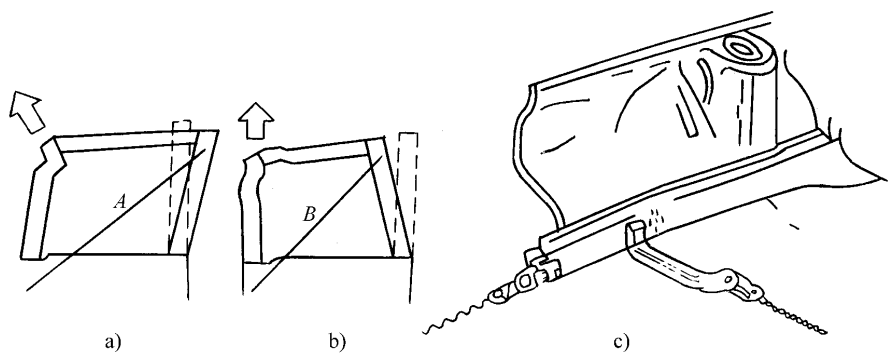
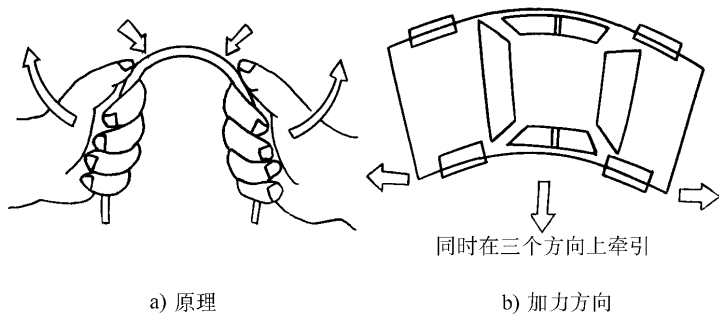


图 6-16 水平方向上的牵引

a) 斜向牵引 b) 正向牵引 c) 水平方向牵引时可视情况附加横向矫正力



a) 原理

b) 加力方向

图 6-17 矫正车身侧向整体变形的基本原理

行垂直方向上的上、下牵引。

对于前翼子上扬一类的变形,可以采取图 6-18a 所示的牵引方法装配拉链,将向上变形的车身构件向下牵引。进行向下牵引的操作时,车身构件将于三点承受两个不同方向上的作用力,门槛处的车身固定点 C 和牵引端 A 一样,都承受着垂直向下的拉力;而位于构件中间的支撑点 B 则承受着垂直方向上的支撑力。根据力的平衡原则,中间支点 B 所承受的力的大小为拉力 A 与 C 之和,这与图 6-18b 所示的对称牵引时的受力 ($A=B$) 存在明显不同。这一分析的意义在于,矫正过程中应十分注意 B 点的承受能力,一方面要选择变形开始的过渡点作为支撑点外,另一方面还要兼顾构件强度的大小,必要时应加垫木块等以减小单位面积上的压力。否则就有可能造成车身构件的损坏,也达不到矫正变形的目的。

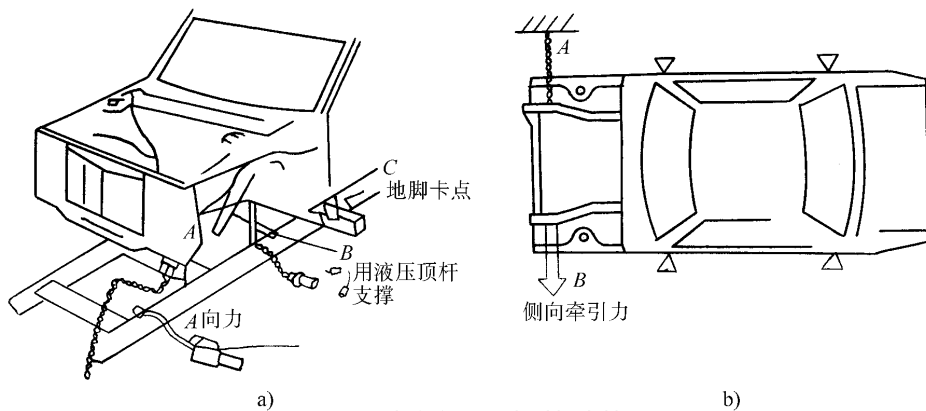


图 6-18 垂直方向上的牵引与支撑

与向下牵引的意义相同,向上牵引也存在支撑方式和支点的选择问题。所不同的是,中间部位的受力方向与前述的正好相反,应特别注意防止中间支撑部位的二次损伤。

(3) 车身任意方向折叠的牵引 车身发生冲撞事故后的损伤往往是十分复杂的,车身整体出现任意方向的折叠变形最为常见。

前、后车身发生严重折叠变形并伴随下垂损伤时,最好使用图 6-19 所示的台式矫正系统,利用车身底梁做整体固定后,借助拉链和挂钩分步骤牵引、矫正。牵引和矫正时应从强度较大构件开始,并首先修复对车身控制点影响较大的部位。

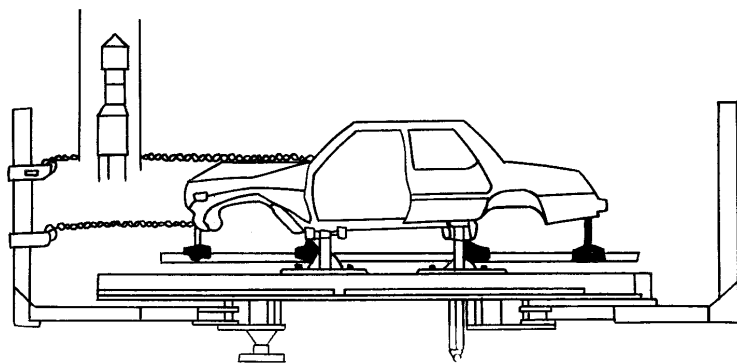


图 6-19 车身折叠的矫正

图 6-20 也是矫正车身多处折叠变形并伴随下垂损伤时的修复方案。矫正时可先用拉链

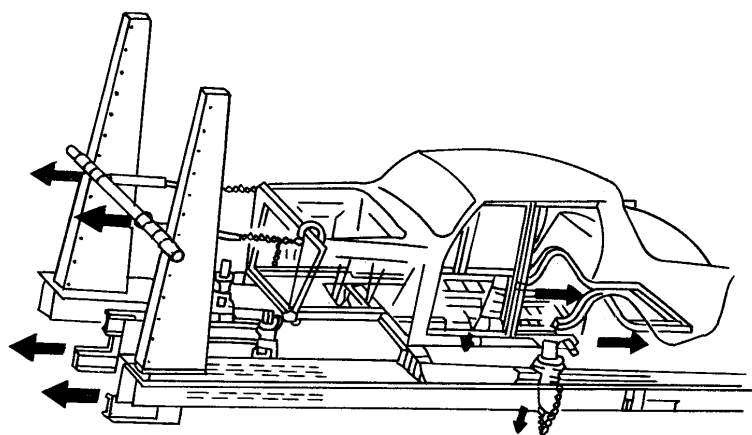


图 6-20 车身多处折叠变形的矫正

将变形部位拉紧，再用液压千斤顶将下垂的纵梁适当顶起至正确高度。操作时一定要注意两个方向的牵引同时进行，并且要反复矫正，反复测量，避免发生矫正过度现象。为了防止损伤支撑或牵引部位的构件，矫正时可在受力部位垫以木块或金属衬垫。

(4) 车架变形的矫正 对车架变形的矫正方案有两种：一种是就车法矫正；另一种是解体法矫正。前者的车架与车身及底盘的大部分总成，仍然处于基本装配状态；后者则将车架由车上拆下，矫正作业是在工作台上单独进行的。

就车矫正车架的变形，完全可以参照如前所述的垂直方向和水平方向的牵引方法。但要注意以下几个方面的问题：

① 矫正变形前应将与车架装配在一起的有关总成的连接螺栓松开（必要时应拆下），以免矫正过程中产生的位移将其损坏；

② 由于车架强度较高，固定点、牵引点以及支撑点的布置应尽量合理，以防止受到的应力过于集中；

③ 对不适宜就车矫正的变形，应及时改变修复工艺，不要强行牵引以免造成不可收拾的被动局面；

④ 矫正竣工后，还应检查车架各部的铆钉有无松动，发现时应予以拆除并更换。

车架变形的主要形式是弯曲和扭曲。其中，弯曲分为垂直方向和水平方向两种；扭曲则分为扭转和对角扭曲（菱形）。对于垂直方向上的弯曲变形，可参照图 6-21a 所示的方案予

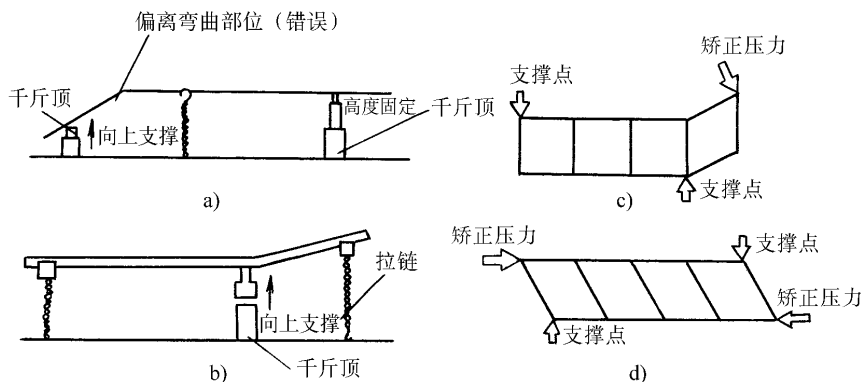


图 6-21 车架弯曲变形的矫正

a) 垂直向下弯曲 b) 垂直向上弯曲 c) 水平弯曲 d) 菱形变形

以矫正；对于水平方向上的弯曲变形，可参照图 6-21c 所示的方案予以矫正；对车架的扭曲变形，则可参照图 6-21b 所示的方案予以矫正。但是，无论那一种矫正方式，都要使力的作用点避开车架翼面的边缘或腹板的中部。对支撑点的选择亦应兼顾支撑力与矫正力的合理分布。

第七章 车身典型构件的修复

第一节 车身的检验与拆卸

车身修复前的检验是确定修理内容的重要依据，不同车辆及其损坏的情况不同，其检验的内容和方法也有所不同，在此以大客车和轿车为例简要说明其主要检验方法，以及拆卸的有关内容。

一、客车车身骨架的检验

骨架是客车车身的基础，其损坏的方式主要是局部锈蚀、变形和整车骨架的歪扭变形等。骨架损坏常用的检验方法有：目测、样板检测和量具测量。

1. 目测

目测主要是检查骨架各构件的断裂、裂纹及锈蚀等。

车身骨架的主要损伤点如图 7-1 所示，有车顶行李架对应的顶横梁，立柱的侧窗上、下沿及与底横梁连接处。这些部位是车身受扭时的高应力点，易产生断裂或裂纹。而立柱下端因外露而经常接触雨水、灰尘等，锈蚀较严重。检查时应仔细，多注意各连接部位是否脱焊、裂损，各装置是否牢固。

2. 样板检测

样板检测适合于数量较多的单一型号车辆。检查部位一般是前、后挡风窗框，驾驶员门框及左、右侧骨架弧度。根据有关标准规定，机动车门窗必须使用安全玻璃，前风挡玻璃应采用夹胶玻璃或局部区域钢化玻璃。由于钢化玻璃安装要求较高，如果窗框变形大，超出钢化玻璃外形尺寸，则会无法安装，即使勉强装上玻璃，窗框稍有变形，玻璃就会破裂。国产大客车进行样板检测时，应按下列技术条件进行：

(1) 前后挡风窗框整形后用样板检验。止口弧度的面轮廓度公差值为 4mm，止口高度应符合原设计要求；

(2) 驾驶员门框用样板检查，其线轮廓度公差值为 4mm；

(3) 顶横梁弧度分三段用样板检查，其面轮廓度公差值为 4mm。检查用样板的重叠长度必须超过检查部位长度的 100mm 以上；

(4) 骨架整形后，外形平整，曲面衔接变化均匀，侧窗下沿及地板围衬处用样板检查，其面轮廓度公差值为 4mm。

检查前后挡风窗框的方法，是用比名义尺寸小 4mm 的样架检查，样架应能放入框内，且周边间隙不大于 4mm，用样架紧贴窗框止口曲面，用厚薄规检查，其曲面形状与样架不

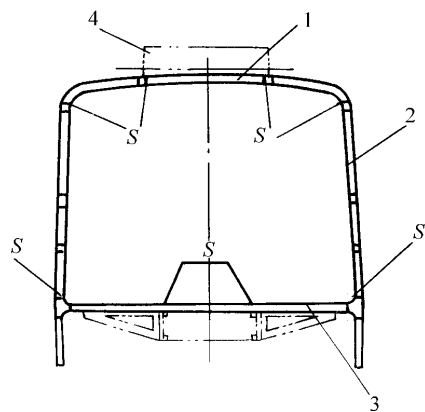


图 7-1 骨架主要损伤部位

1—顶横梁 2—立柱 3—底横梁
4—行李架 S—主要损伤点

贴合间隙不大于 4mm。

检查驾驶员门框的方法，是用比名义尺寸小 4mm 的样架检查，样架应能放入框内，且周边间隙不大于 4mm。

3. 量具测量

量具主要用于乘客门框、侧窗框及车身骨架横断面龙门框架对角线长度的检测。国产大客车各框架对角线允许误差分别为：

- (1) 侧窗框对角线长度差不大于 3mm；
- (2) 车身横断面框架（龙门框架）对角线长度差不大于 8mm；
- (3) 乘客门框对角线长度差不大于 6mm。

为保证测量的准确性，应制作专门定位杆，如图 7-2 所示。

测窗框对角线测量方法如图 7-3 所示。

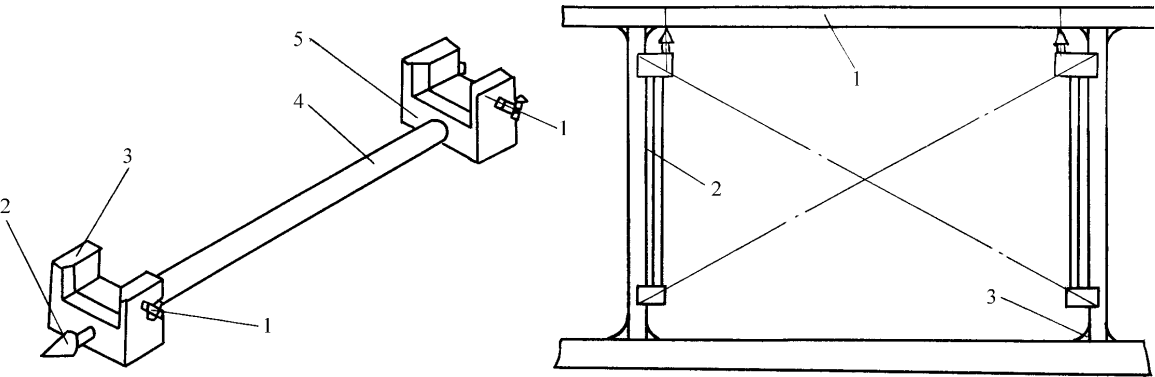


图 7-2 定位杆

1—固定螺钉 2—定位调整装置 3—上定位卡
4—连接杆 5—下定位卡

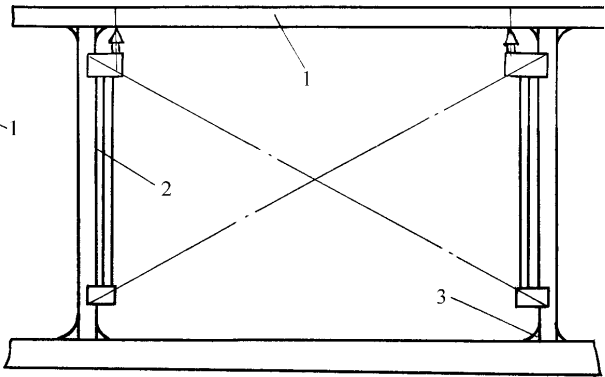


图 7-3 侧窗框对角线长度差的测量工具

1—上纵梁 2—定位杆 3—窗圆角

测量时先将定位杆固定在两侧窗框立柱内侧，以上纵梁下平面为定位基准，用卷尺测量对角线长度差。

龙门框架对角线长度差测量如图 7-4 所示。测量时先将定位杆固定在左、右两侧立柱内侧上，以底横梁上平面为定位基准，用测量杆测量对角线长度差。测量时测量点应在车身横断面上，中心左右对称，否则应另外制作特殊定位杆将测量点校正过来。测量杆结构如图 7-5 所示。

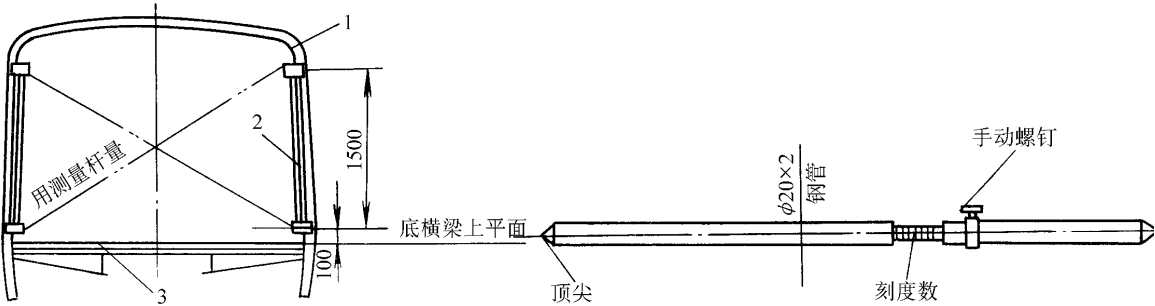


图 7-4 龙门框架对角线长度差的测量

1—龙门框架 2—定位杆 3—底横梁

图 7-5 测量杆

乘客门框对角线长度差的测量方法基本与龙门框架对角线的测量相同，但在大多数车上定位杆应固定在乘客门两立柱外侧或车内方向，定位杆也应特殊制作。

通过上述检测，如发现整车骨架、门窗等超出公差要求，则需进行修理。

二、轿车车身的检验

1. 发动机罩和锁扣

合上发动机罩后，进行下述检查：

①是否完全锁牢；

②检查罩与挡泥板的间隙，同时检查高度上是否有较大误差；

③打开发动机罩检查，检查罩锁口是否平稳解脱，罩锁扣钢绳工作是否正常，罩铰链行程是否合适，罩支撑柱工作是否可靠。

2. 车门

①检查门开闭时对其它部位有无挂碰，从打开直至停下应运转自如，门铰链工作状况良好，门闭合时应能可靠地锁紧，闭合后立缝间隙应符合要求；

②升起、降下门玻璃时应无异响，不发卡，无过重现象；

3. 后行李舱

开闭动作是否圆滑，锁紧机构是否正常，铰链是否松旷，闭合时后行李舱盖与后挡泥板的间隙及高度差应符合要求。

4. 车架

车架变形检验方法如图 7-6a 所示，把测量杆悬挂在车架基准尺寸图中示出的主要测量点（前、中、后）下，通过测量杆的中心上、下或左、右扭转变形状况来检查。

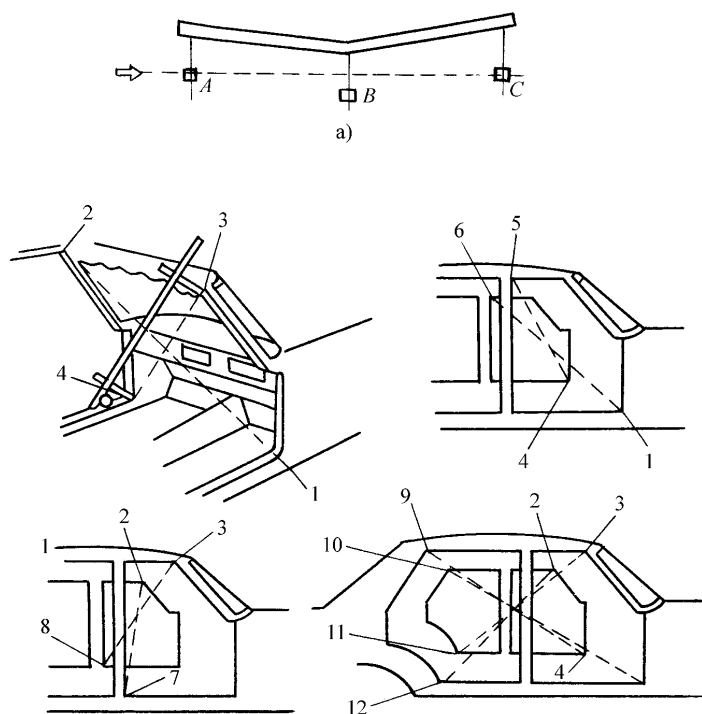


图 7-6 轿车变形检验

a) 车架 b) 车身

5. 车身变形检验

轿车车身对角线测量点如图 7-6b 所示，借助测量杆和卷尺进行测量，目前也有采用专用轿车测量系统的。

三、车身拆卸

待修车辆经外部清洗后需进行车身拆卸，可根据修理的类型和车身损伤情况，确定是局部拆卸还是全部拆卸。局部拆卸是只拆去必须拆下才能修理的部件，以及那些拆卸后才能保证车身损伤部分便于修理的零部件；当局部拆卸不能保证整车的技术要求，以及局部拆卸部位过多时应进行全部拆卸。

拆卸过程中，拆卸后作为废品处理的零件可以采用较快的方法拆卸，但不应损坏与它连接的有用零件。拆卸中常遇到的工作是拧动螺栓、铲除铆钉或焊点。

拆卸生锈的螺栓，常采用如下方法：

(1) 在螺母及螺栓的螺纹上蘸些煤油或缓解剂，稍等片刻，用小锤沿四周轻敲，使螺母松动，然后拧下。

(2) 用气焊炬将螺母加热，使螺纹松动。

(3) 用手锯将螺栓连锯断。

(4) 用錾子錾开螺母。先在螺母下放置垫铁，以小锤敲打錾子，将螺母上面（放置垫铁一面的对面）接近螺纹的地方錾开。

(5) 用手电钻在螺栓头部中心钻孔，钻头直径等于螺杆直径。

点焊连接的零件，如车身蒙皮等，多用扁而尖的錾子錾开。操作时錾子应尽量平放，以免损伤继续使用的骨架件。

拆卸脆而易损的零件，如玻璃、内软饰、木质材料及易变形的零件（如车窗铝框等）时应格外小心。

从车身上拆下的有用零件，应放置在专门的零件架或零件箱内，易混淆的零件应加以标记或编号。

第二节 车身非金属构件的修复

目前汽车车身应用较广泛的非金属材料是玻璃钢和塑料板件。

一、车身玻璃钢板件的修复

国外从 80 年代开始大量使用玻璃钢材料制作车身，如以玻璃钢的片状模塑料制作外翼板、后盖及前后门，并用聚碳酸酯及改性聚苯醚制造前后保险杠、内翼板之类的车身部件，甚至采用了全玻璃钢车身（不饱和聚酯玻璃钢）。

1. 玻璃钢材料的性能

目前使用的玻璃钢材料大多是由不饱和聚醛树脂和添加剂以及玻璃纤维构成，玻璃钢具有以下特点：

(1) 密度小，强度高，其比强度（强度与密度之比值）超过钢材。

(2) 热导率小，是优良的绝热材料。

(3) 是良好的热防护和耐烧蚀材料。

(4) 具有优良的耐磨蚀性。

- (5) 具有良好的电绝缘性。
- (6) 弹性模量低，一般只有钢的 $1/10 \sim 1/20$ 。
- (7) 长期耐高温性能较差，一般不超过 200°C 。
- (8) 剪切强度及疲劳强度较低。

2. 玻璃钢板件的修复

对玻璃钢板件局部撞伤应进行挖补修复；对板件连接处裂缝应进行胶粘修复。

(1) 补板制作 玻璃钢结构件有各种成型方法，如手糊成型、喷射成型、缠绕成型、模压成型等。对于补板制作，一般采用手糊成型。

手糊成型即接触成型或不加压成型。在阳模或阴模上，用手工将树脂及玻璃纤维织物一层层铺盖上去，经滚压后固化而成。操作过程中应注意以下问题：

- ① 使树脂均匀分布并固化完全，必须掌握树脂的合理配方及固化工艺；
- ② 使玻璃纤维层均匀地或按要求局部加强地分布各处，注意玻璃纤维表面与树脂界面应结合牢固，除了采用表面处理剂外，有时可适当加压片刻；
- ③ 手糊成型时应注意排出气泡，防止补板中空；
- ④ 制品表面应美观平整，符合修补要求；
- ⑤ 补板厚度应根据原板厚度和挖补处结构强度要求确定。

(2) 补板粘结 为提高粘结强度，一般采用环氧树脂粘结。这是一种含有环氧基的高分子化合物，应用最多的是双酚 A 型环氧树脂，由环氧氯丙烷和双酚 A 在氢氧化钠催化下缩聚而成。使用时加入固化剂。如果粘度较大，加入适当稀释剂。修理时为方便起见，常选用室温固化剂，如乙二胺、二乙稀三胺等；稀释剂有活性稀释剂和非活性稀释剂，活性稀释剂（如环氧丙烷丁基醚等）可参与树脂的固化反应，对固化后的树脂性能影响不大；非活性稀释剂（如丙酮、苯等），不参与树脂的固化反应，必须在树脂浸渍玻璃纤维后烘烤掉，以免残留气泡。为加速固化树脂，可在修补处用红外线灯适当加热。

修补时应注意将修补处清理干净，使粘结强度提高。另外，粘结面积应尽量大些。

二、车用塑料板件的修复

1. 塑料的性质

塑料的种类很多，但就其特性而言可分为两大类，即热固性塑料和热塑性塑料。热固性塑料在受热时起初软化具有一定的可塑性，继续加热，塑料中树脂分子不断增大，最后可以加热到硬化。硬化后如果再加热，它就不会再软化了。因而此类材料多用于制作一次性成形不需修复的零件；热塑性塑料在受热时，随着温度的升高，可以逐渐软化，但当冷却时，即重新硬化为固体。如果再加热，它又可以软化。这类塑料可以利用它们受热软化和冷却硬化的特性制成各种形状的构件，聚氯乙烯塑料是典型的热塑性塑料。

塑料板材抗拉强度较低，大约只有钢材的 $1/10$ ，且随着温度升高，强度减弱。一般塑料板件使用温度应低于 80°C 。但塑料板材具有较强的抗腐蚀能力，且其隔热能力良好，重量轻，重塑能力强，焊修性能特别好，因而可用于制作形状复杂及易损构件。

2. 塑料件的胶粘

车身塑料件的胶粘方法，有热熔胶粘、溶剂胶粘和胶粘剂胶粘三种。对于热塑性塑料，这三种方法都适用；而对热固性塑料，则只能用胶粘剂胶粘。胶粘法具有简单、实用、适用面广等许多优点，可以有效地胶粘断裂、填充裂缝、修补凹陷等。

(1) 划痕和裂纹的修理 塑料件的划痕和裂纹通常采用粘结剂修理。修复过程如下：

①用清水和塑料清洁剂擦拭修理部位，清洗结合面的油污。

②将塑料件加热，将催化剂喷到裂纹一侧，然后涂上粘结剂。

③将划痕或裂纹两侧迅速压合，约 1 分钟即可得到理想的粘结效果，然后需经 3~8 小时的硬化处理，提高粘结强度。

(2) 擦伤、撕裂和穿孔的修理 擦伤、撕裂和穿孔的修理采用化学结合方法。修理程序大致如下：

①用带有石蜡、油脂和硅脂溶剂的湿布彻底清洗损伤部位，然后擦干。

②用砂轮将待修孔、裂槽边削出 6~10mm 的坡口，造出有利于粘结的结构，磨削后，应涂上粘结促进剂。

③将待修部位周边的油漆用精细砂轮削去，至少保证孔边 30mm 附近表面油漆被清除干净。清洁这些表面，待粘结。

④对孔边的坡口进行火焰处理以改善粘结性。使用喷灯加热到坡口略呈棕色即可。

⑤粘结孔的背面彻底清洗后，粘上有强粘结力的铝箔和能防潮的胶带，做好修补前的准备工作。

⑥按照粘结剂使用说明书要求，将两种粘合剂混合调和后分两次堵涂到孔洞之中。第一次用刮板快速填满孔洞（1 分钟内完成），然后在室温下硬化处理（约 1 小时）或用加热法硬化；第二次粘结之前，用精细砂轮磨去第一次粘结时留下的凸点，并清除干净。

⑦第二次调好的粘结剂，将它填满待修部位，用软刮板整平。

⑧待粘结剂干后，用 80 号砂纸把周围修整出一个粗轮廓，用 180 号和 240 号细砂纸打磨。对于表面的凹坑、针孔均应用辅助材料填平。最后用 320 号砂纸修边打磨，清洁表面后，进行塑料补漆。

图 7-7 给出了粘结修理方法的顺序。

3. 塑料件的热矫正

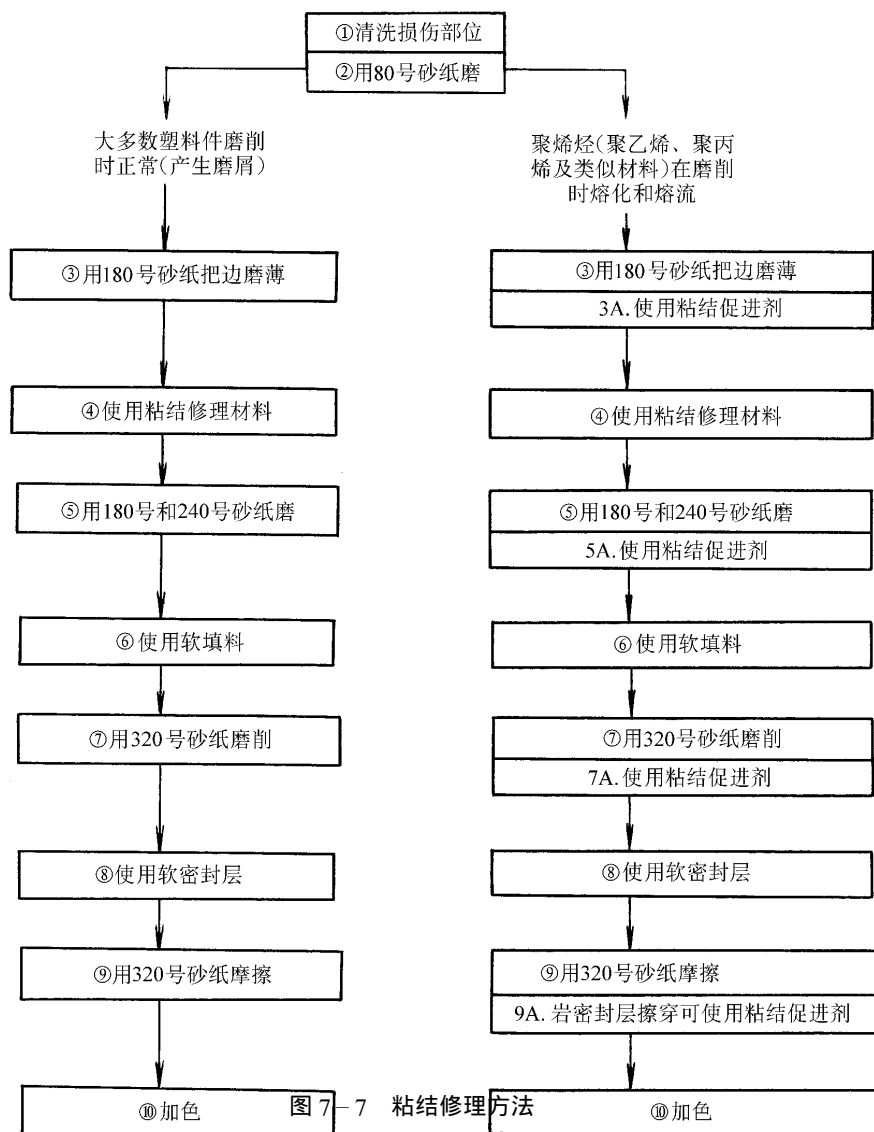
由于大多数车身塑料件都具有良好的弹性和柔性，所以受到冲击、挤压等机械损伤时，往往以弯曲、扭曲或弯扭变形共存的综合变形的形式出现。对此，可采用热矫正的方法恢复变形。

车身防擦条、前隔栅、仪表板、电器操纵箱等多用 ABS 共聚塑料制成，这种丙烯腈—丁二烯—苯乙烯共聚物，具有强度高、成形性好和二次加工容易等许多特点，这也便于对其变形进行热矫正。

当车身塑料件的变形与断裂并存时，应先进行热矫正后再按前述方法粘合断裂。一般先将发生整体变形的塑料件置于 50℃ 的烘箱内加热 30 分钟，热后再用手将变形依原样恢复。如果是局部小范围变形，可使用热风机等对变形部位加热（图 7-8）。由于热风机存在加热不均的缺点，容易造成局部过热而烧损塑料件，操作时最好在变形部位的背面烘烤，待塑料稍一变软就立刻用手（带手套）进行按压、矫正。

对于图 7-9 所示那样较大的变形，应使用红外线烘干灯来加热变形部位，当塑料件稍一变软，就应立即对变形部位加压、矫正。为了获得良好的外观，矫正较大面积的变形时，还应借助一些辅助工具如光滑的木板等。否则，仅凭手指则难以将变形矫正。

由于红外线烘干灯加热效率高、温升快，应注意严格控制塑料件的受热温度，一般应以



50~60℃为宜, 最多不得超过 70℃, 以免产生永久性变形。完成矫正后, 应让其在原处慢慢恢复到常温状态, 而不要采取其它强制性冷却措施或过早地搬动, 以避免发生构件的整体变形。

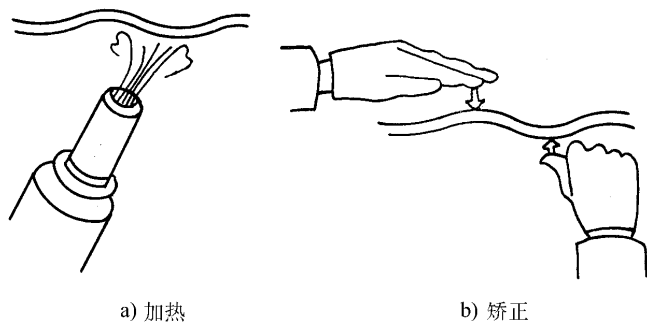


图 7-8 塑料件的热矫正

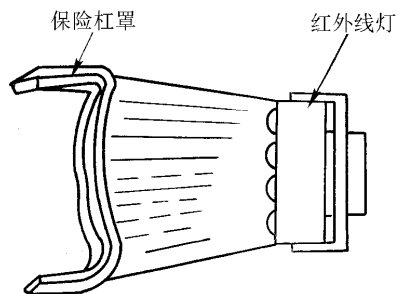


图 7-9 用红外线灯加热变形部位

4. 塑料件的焊接

(1) 塑料焊接原理 塑料焊接与金属焊接类似，都要使用热源和焊条。金属焊接时，焊条与基体材料熔成一体，待冷却后形成金属焊缝。塑料焊接时，塑料焊条仅有表面的软化，而芯部仍然维持原状，焊接完毕之后，焊条的形状并无多大变化。焊接时，可向焊条施加压力，使它进入焊区并形成永久结合。撤去热源后，焊条又恢复原状。塑料焊接仅是焊缝两侧有熔流带，中部与焊条原有形状一致。图 7-10 为手工焊接示意图。

一种高速焊接方式如图 7-11 所示。塑料焊条套在高速喷嘴的预热管中，在其前端具有热喷嘴。喷嘴使基体先熔化，与经预热的焊条相压合实现高速焊接。

(2) 热空气塑料焊接 图 7-12 所示为典型的热空气焊机。

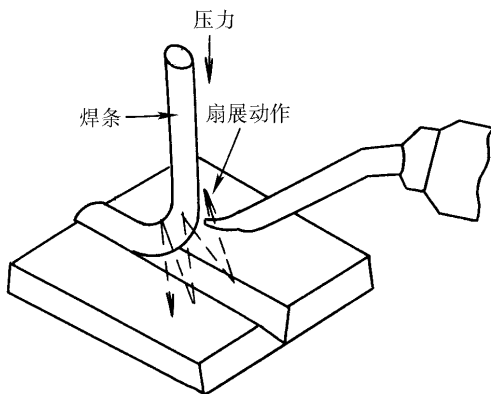


图 7-10 手工塑料焊接

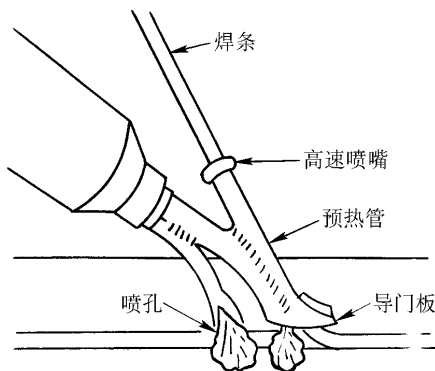


图 7-11 使用高速焊嘴的塑料焊机

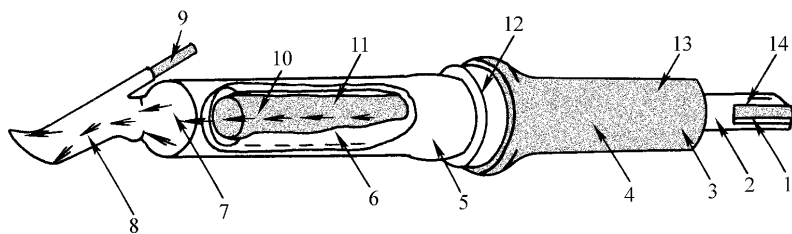


图 7-12 典型的热空气焊机

- 1—压缩空气或惰性气体 2—空气软管 3—螺栓 4—手柄 5—外筒体
6—内筒体 7—热空气 8—焊嘴 9—螺纹喷嘴 10—不锈钢电热元件
11—加热室 12—扳手螺母 13—冷空气 14—交流电源线

热空气焊机采用陶瓷电热元件加热产生热空气，通过喷嘴喷到塑料上。空气由压缩机供给。

塑料焊炬的焊嘴有三种型式：

- ①定位焊嘴 在焊接前，用定位焊嘴把断开部分定位粘合，然后再施焊。
- ②拐角焊嘴 拐角焊嘴主要用来填充小孔或一般焊嘴难以到达的位置上的局部焊接。
- ③高速焊嘴 高速焊嘴与塑料焊机组合，能适用各种形式的焊接。

(3) 塑料焊接注意事项 使用热空气焊接机时，应注意下列事项：

- ①焊条材料应与基体材料兼容，施焊前应首先确定焊条是否适用。

- ②温度和压力调节到适用值。
- ③注意焊条与零件的夹角应合适。
- ④速度选择适当，符合要求。

(4) 焊接程序 热空气焊接基本程序如下：

- ①把焊机调节到适当的温度。
- ②用塑料清洁剂清洗零件。
- ③在损伤区开 V 形槽。
- ④在损伤部位外围削成宽约 6mm 的斜坡。
- ⑤把断裂线进行定位焊或用铝制车身胶带粘好。
- ⑥选用合适的焊条和喷嘴。
- ⑦进行焊接。焊好后冷却硬化处理约 30min。
- ⑧把焊缝磨光、擦光或刮出适当的轮廓。

(5) 焊接形式

①平头焊接 这种焊接要求接边对准。较长的焊缝可先进行几小段平头焊，以便定位，然后再进行连续焊接，如图 7-13 所示。

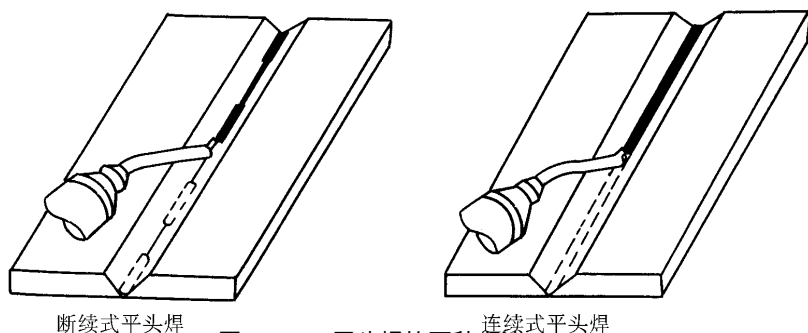


图 7-13 平头焊的两种方法

平头焊程序如下：

- a) 用夹子或夹具把损伤部位对准。
- b) 采用平头焊嘴把两边熔化，沿着裂纹根部形成薄的铰结焊。
- c) 把焊嘴尖端沿着焊区移动进行平头焊接。把焊嘴压下去，使它与裂纹两边接触并逐步移动。
- d) 焊嘴尖端使两接边熔化成一条细线。熔化的部分使得两接边对准形成焊缝。

②手工焊接 手工焊接程序如下：

- a) 开始焊接。开始焊接时，焊嘴放在基体材料上方约 10mm 处，并与基体平行，焊条与工件表面垂直，焊条与工件接触端应削成约 60° 的楔形，投入焊接，如图 7-14 所示。

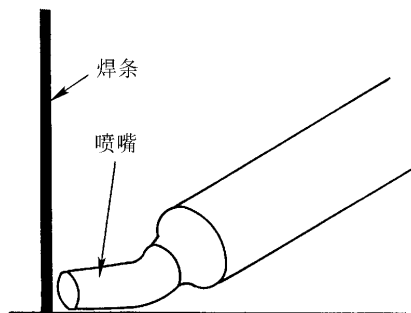


图 7-14 喷嘴与基体材料平行而焊条与表面垂直

使热空气交替吹向焊条和基体材料，把焊条压向焊缝时一定要使焊条与 V 形槽配合好。一旦焊条开始粘住塑料，即移动焊炬控制焊条流动。

- b) 连续焊接。一旦焊接开始，焊炬应继续从焊条吹向基体，把更多热量导向基体，便

于焊接顺利进行。

c) 焊条进给。在整个焊接过程中, 焊条逐渐消耗。焊工需要重新握好焊条, 换指时继续向焊条施加压力, 如图 7-15 所示。

d) 完成焊接。焊接即将完成时, 去除热源后仍要保持向焊条施加压力, 使焊条静止几秒钟, 使之得以充分冷却, 然后用锐利的刀子小心将焊条切割下来。

e) 粗磨焊缝。焊接部位可用 36 号金刚砂或砂纸磨光, 大焊缝则需用电动磨光机磨光。

f) 检查焊缝。粗磨后, 应检查焊接质量。有孔隙和裂纹者即不合格。

g) 精加工。焊接部位可先后用 220 号砂纸和 320 号砂纸精磨, 加上必要的手工磨光或抛光, 达到精加工表面光洁的要求。

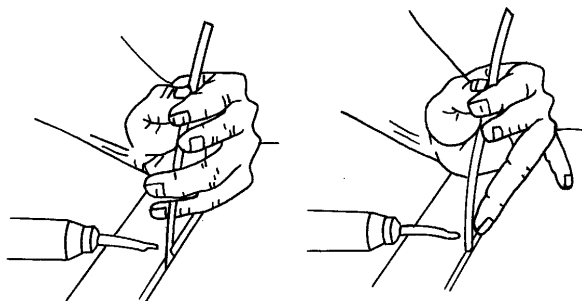


图 7-15 换指握住焊条的方法

第三节 车身附件的修复

车身附件维修作业的核心是: 拆装、密封、调整、修理。

一、汽车玻璃及其拆装

1. 车身玻璃的分类

现代汽车玻璃有淬火玻璃 (俗称钢化玻璃) 和夹层玻璃。这两种玻璃都是安全玻璃并可染色。

夹层玻璃是由两块薄玻璃夹一层透明塑料而成的, 适用于所有的风窗。这种玻璃在受到冲击时, 玻璃碎片会被夹层塑料吸附着不致飞溅伤人。

将普通玻璃加热到一定温度后急剧冷却就能大大提高玻璃的强度, 这种玻璃是淬火玻璃。淬火玻璃适用于边窗和后窗。它们是经过热处理的单片玻璃, 比厚度相同但未经回火处理的玻璃有更好的耐冲击性。

染色玻璃可以是夹层式的, 也可以是淬火式的。染色的夹层玻璃有乙烯树脂材料制成的淡绿色遮光层, 可以挡住大部分眩目的阳光, 减少驾驶员视觉疲劳。有些风窗则用遮光方法来减少眩目阳光, 在玻璃顶部加一条黑带。

这些安全玻璃还可装有除霜电路或天线或附加塑料层。后窗玻璃普遍采用除霜玻璃。后窗玻璃在回火处理前, 把导电的金属粉以加热导线形式印在玻璃表面上, 回火处理时金属粉就烧固在该玻璃表面上。需要除霜时, 接通电路加热即可达到除霜的目的。收音机天线也可在夹层玻璃的夹层中, 使车身外面不再需要另设置外露的天线。在侧窗玻璃上一边加上一层塑料可以起到防裂作用。

2. 固定式汽车玻璃的拆装

(1) 固定式汽车玻璃的固定形式 车身上装配的固定式玻璃以前后风窗和全密封客车的侧风窗为代表, 有胶粘法和橡胶条法。

①胶粘 图 7-16 所示为粘结式安装方法。此种方法采用粘结剂将玻璃与窗框粘结在一

起，外侧安装嵌条。首次安装采用此方法比较简便，且其密封性能良好，安装牢靠。缺点是拆卸不够方便，一般多用于前风窗和全封闭车身的侧车窗。

用胶粘法装配汽车玻璃时所使用的胶粘材料主要有：氨基甲酸乙酯、多硫化物、丁基胶带等。

②橡胶条法 橡胶条法装配的汽车玻璃有图 7-17 所示的两种形式，可用于前后风窗玻璃的装配，也可用于固定某些侧窗玻璃。

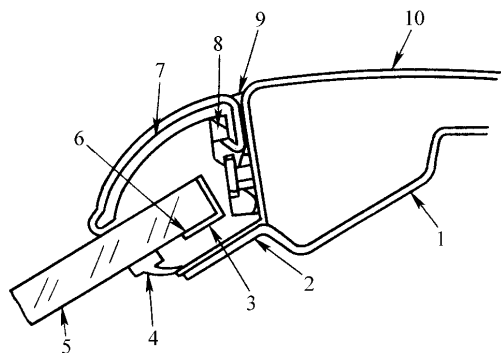


图 7-16 粘合风窗玻璃剖面图

- 1—风窗玻璃夹板 2—挤焊部位 3—粘结剂
4—垫片 5—风窗玻璃 6—底漆 7—嵌条
8—夹子 9—密封剂 10—顶板

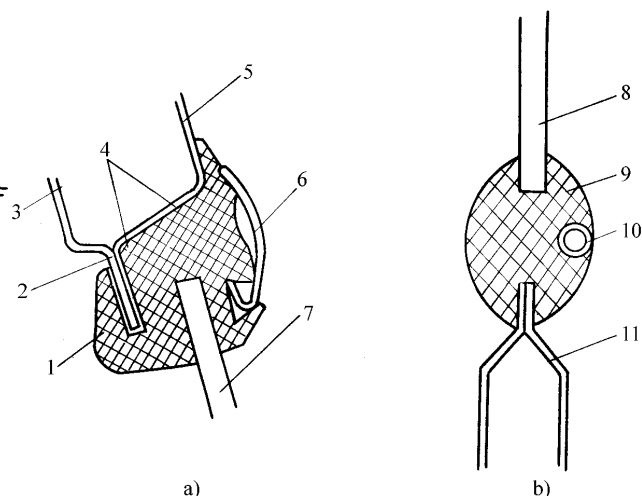


图 7-17 橡胶条法装配的玻璃

- a) 前后风窗的装配 b) 门窗的装配
1—密封胶条 2—框缘 3—上框 4—填充胶 5—顶盖
6—镶条 7—玻璃 8—玻璃 9—密封条 10—嵌条 11—窗框

一般用橡胶条法装配的汽车玻璃，也要用液体聚硫橡胶之类的玻璃密封胶剂，在橡胶条周围与车身及玻璃的接口处填充，这样可提高所装玻璃的密封性和可靠性。

(2) 固定式汽车玻璃的拆装 对于胶粘法镶装的风窗玻璃可以按照如下的步骤进行：

①先将玻璃周边的装饰条拆下，然后按图 7-18a 所示的方法，将一根细高碳钢丝（直径为 0.6mm 左右）由里沿玻璃穿出；再按图 7-18b 所示的方法，沿玻璃的周边横向拉动钢丝，使玻璃与胶粘材料被割断。

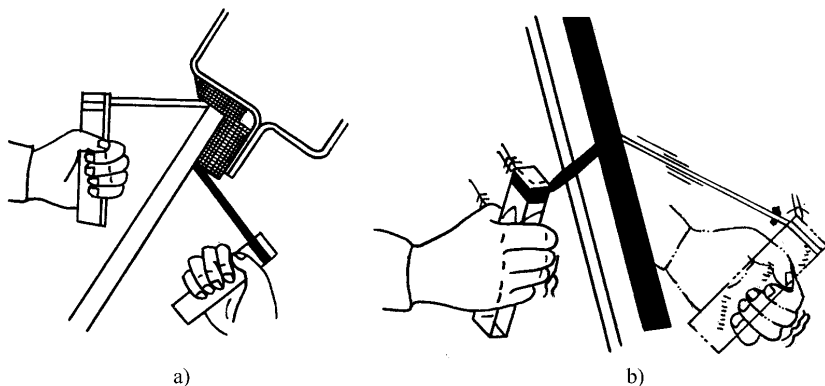


图 7-18 固定式汽车玻璃的拆卸

②玻璃镶装前应使用溶剂将玻璃清理干净，需要再次使用的旧玻璃须除去粘在上面的胶层（图 7-19a），并拆去车身上影响玻璃安装的任何障碍物（图 7-19b）。

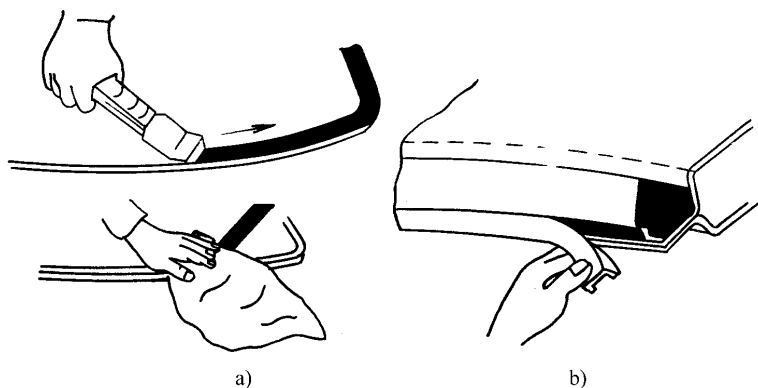


图 7-19 清理玻璃与窗口

a) 将玻璃上的旧胶层铲掉并清洗干净 b) 拆掉周围的障碍

③使用高弹性胶粘密封剂 JN-10、JLC-2 及其它同等性能的胶粘材料粘接。

涂胶前还应使用酒精把拟涂胶部位再擦拭一遍，然后按图 7-20a 所示的方法，将胶调匀后装入胶枪；然后分别于车身窗口和玻璃两处施胶（图 7-20b）。为了便于形成高 3~4mm 和宽 4~5mm 的涂胶轮廓，胶枪嘴切口的大小应使枪孔直径为 5mm；涂胶后的玻璃要按定位标记镶装到车身的窗口，用力压平、压紧，最后用抹刀刮去溢出的胶粘剂（图 7-21a）。

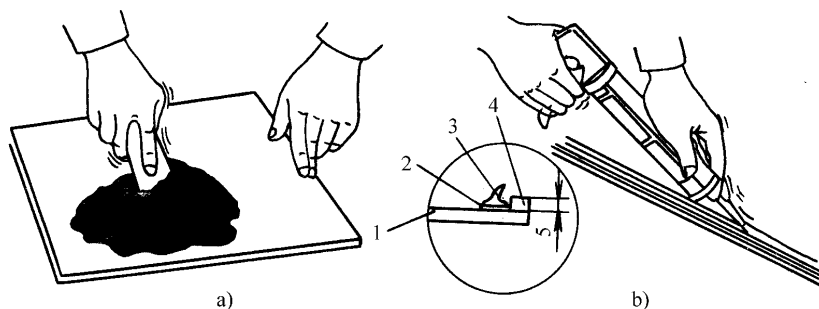


图 7-20 施胶

a) 按比例调胶 b) 用胶枪施胶

1—玻璃 2—胶带 3—挡水圈 4—接口胶

④经过 24 小时以上，待胶粘剂基本硬化后，再进行水密封性能试验。如有渗漏时，可使用上述胶粘剂或其他玻璃密封胶，按图 7-21b 所示的方法进一步密封。

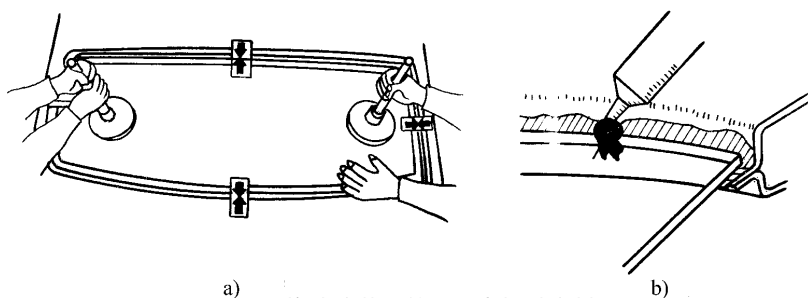


图 7-21 将玻璃装好并进一步加以密封

拆装橡胶条法镶装的风窗玻璃，可以按下列步骤进行：

①先用旋具或类似工具将风窗玻璃装饰条、刮水臂、后视镜等拆下（图 7-22a）。如果橡胶条还需要重复使用时，应按图 7-22b 所示的办法，于外侧用扁口旋具沿橡胶条周围将其与凸缘分开。为避免划伤车身或橡胶条，旋具头上还应包上一层薄布。

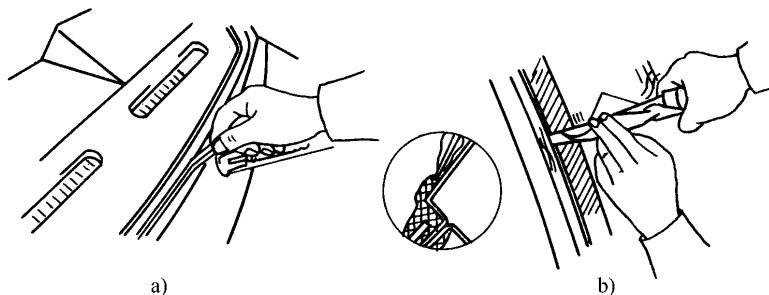


图 7-22 拆卸前的准备

a) 揭下装饰条 b) 松开车身与橡胶条的连接

②拆卸时可在车内，用旋具沿车身窗口凸缘将橡胶条拨开（图 7-23a）。如果橡胶条不准备继续使用，可直接用刀具沿玻璃边缘把橡胶条割断（图 7-23b），然后由车内将玻璃轻轻推出、取下，橡胶条也可随即拆下。

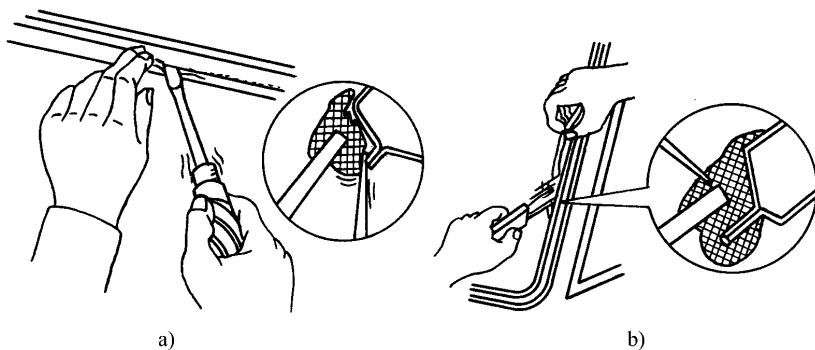


图 7-23 玻璃橡胶条的拆卸

③镶装时，应先将玻璃的边缘和窗口清理干净，然后按图 7-24 所示的方法，先将玻璃

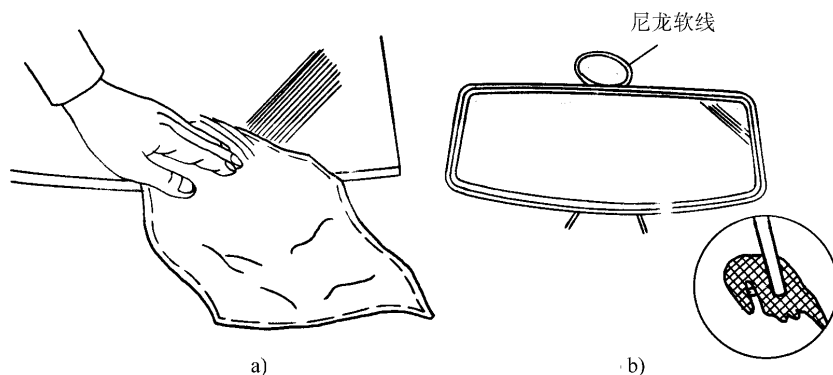


图 7-24 安装前的准备

a) 将玻璃边缘擦净 b) 装上橡胶条并埋入尼龙软线

边缘擦干净，再把橡胶条安装在玻璃上，并沿橡胶条的凸缘槽内埋入预先准备好的尼龙软线。为便于安装，应先在橡胶条凸缘槽和车身窗口的边缘上涂抹肥皂水（图 7-25a）；在车

外用手掌压住橡胶条的同时，从车内玻璃下部的中间部位起，牵拉装玻璃用的尼龙作业线（图 7-25b），风窗玻璃随之被镶装在车身的窗口上。

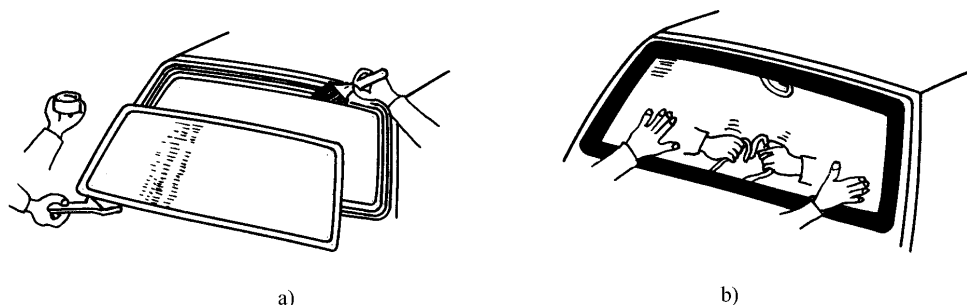


图 7-25 安装方法

a) 在安装部位涂上肥皂水 b) 在边缘按压的同时，在车身内牵拉尼龙软线

④最后在橡胶条、玻璃和车身三者之间按图 7-26a 所示方法加注玻璃密封剂（国产 JN-8、JLC-2 和进口乐泰 593、595 等）。但图 7-26b 中所示的玻璃下边缘 90% 以上的区域内，不宜涂施玻璃密封胶。

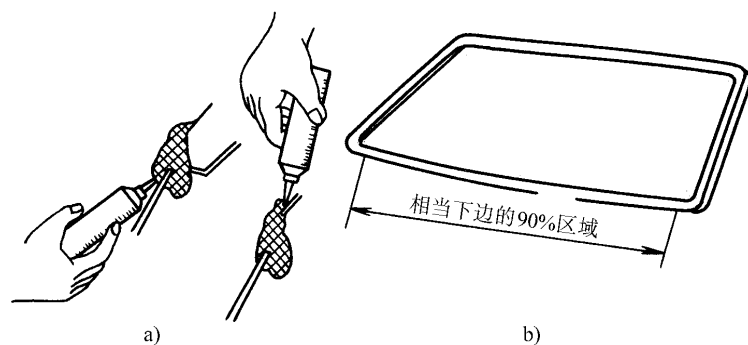


图 7-26 涂施密封剂

a) 沿胶条两边加注密封剂 b) 不加注密封剂的区域

3. 升降式汽车玻璃的拆装

旋转式车门上装配的玻璃多为升降式，为了防止玻璃滑动处透风、漏雨，除了在玻璃导槽中镶嵌有一定弹性的密封绒条以限制其前后移动外，在玻璃内外侧还分别装有弹性极佳的橡胶风雨条（图 7-27）。

升降式车门玻璃的拆装方法大体相同，步骤为：

①先依次拆下或拿下与玻璃相关的部件，如摇柄、门锁拉手、内饰板、玻璃托架和密封条等；将摇窗机降到最低位置后，拆下玻璃托槽固定螺栓（图 7-28a），即可将玻璃按图 7-28b 所示的方法取出。有些汽车的车门玻璃，需要由车门底端进行拆装，操作时应留意不同类型汽车在构造上的区别。

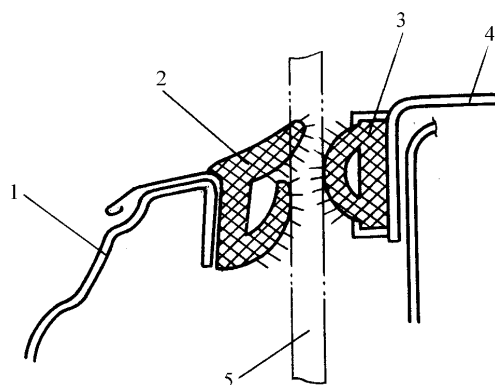


图 7-27 升降式玻璃的密封

1—车门外板 2—外侧密封条 3—内侧密封条
4—车门内窗框 5—玻璃

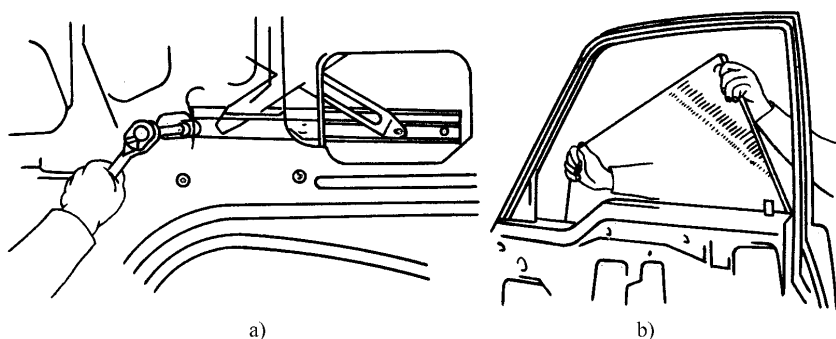


图 7-28 升降式车门玻璃的拆法

a) 先卸下玻璃托槽的固定螺栓 b) 由上部取下玻璃

②升降式汽车玻璃与摇窗机的连接，主要依赖托架对玻璃的夹持作用。因此，一方面应保证托架槽的直线度误差要小，另一方面要保证其对玻璃有足够的夹紧力。安装时应注意检查它的可靠性。否则，玻璃就会在升降过程中由槽内自行脱出。由于玻璃托架槽比较紧，安装时可把少许肥皂水涂于槽内的胶带上，这样会使安装更容易些。

③安装玻璃的顺序与拆卸相反，镶装过程中还应按图 7-29 所规定的要求，检查两端水平方向上的高度是否合乎标准，不合乎标准应调整托槽的安装高度或上下平衡臂及其他相关装配螺钉。最后将密封条装卡牢靠。

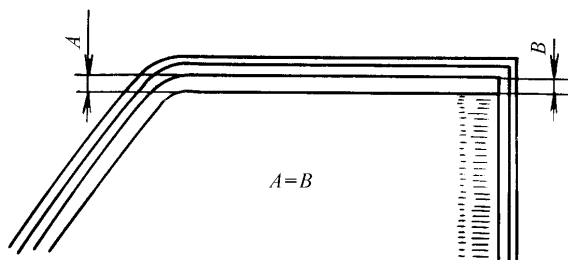


图 7-29 检查玻璃上边缘的水平高度

二、汽车玻璃升降机构

汽车玻璃升降器的作用是调节风窗玻璃升降和开度的大小。按其传动机构的结构，可分为：臂式玻璃升降器、钢绳式玻璃升降器、带式玻璃升降器、齿簧式玻璃升降器等；按操纵方式则可分为：手动式玻璃升降器和电动式玻璃升降器两种。

1. 手动式玻璃升降器

手动式玻璃升降器主要依赖手的摇转力来操纵玻璃的升降，即便是电动式玻璃升降器，也是在手动式玻璃升降器的基础上发展起来的。

(1) 臂式玻璃升降器 臂式玻璃升降器是汽车上最流行的一种类型。按升降臂的结构，可分为单臂式和双臂式两种。其中双臂式中还有交叉臂式和平行臂式两种（图 7-30）。

单臂式玻璃升降器（图 7-30 和图 7-31）的优点是结构简单、体积小、质量轻。但强度也远不如双臂式，而且玻璃升降时很容易因歪斜而阻滞。

臂式玻璃升降器的动力传递路线均为：手摇柄→小齿轮→扇形齿轮→升降臂（主动臂和从动臂）→玻璃安装槽板→玻璃升降运动。其工作原理是：通过摇动手柄使齿轮旋转并拨动弧形齿条摆动，玻璃升降器的摆臂用铰链轴固定在机体上，齿条的动作使风窗玻璃托架上、下移动。玻璃两侧装于定位导轨中，下端则直接插入与玻璃升降器托架相连的托槽中。摇转手柄使玻璃升降器工作，风窗玻璃便随托架连同托槽一起上下移动，玻璃也因此自由升降。

(2) 钢绳式玻璃升降器 图 7-32 为典型的钢绳式玻璃升降器结构，其动力传递路线为：手摇柄→小齿轮→扇形齿轮→卷筒→钢丝绳→运动托架→玻璃升降。

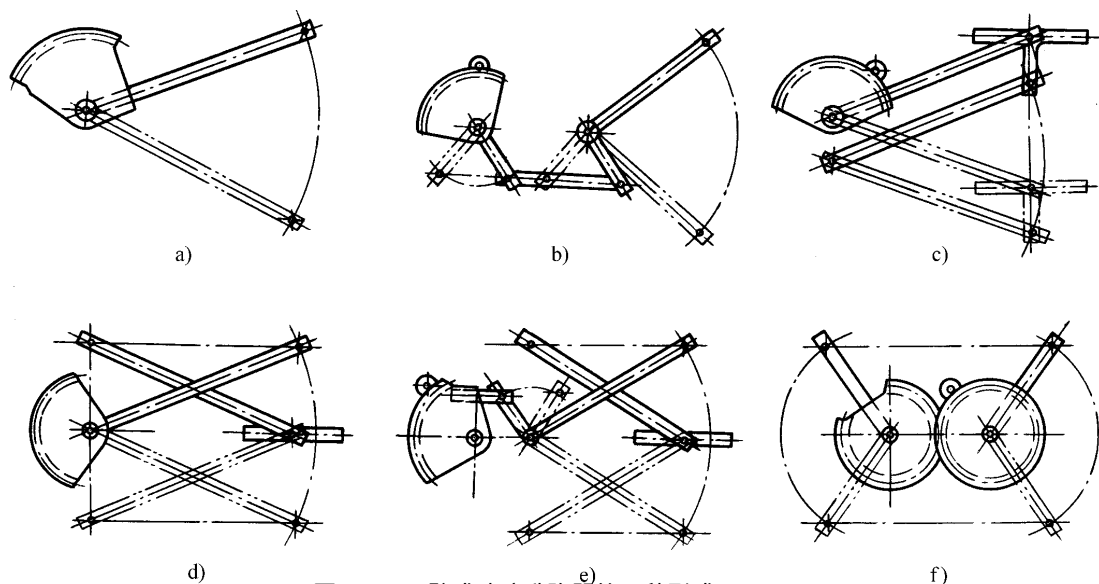


图 7-30 臂式玻璃升降器的几种形式

a) b) 单臂式 c) 双臂平行式 d) e) 双臂交叉式 f) 双臂反向式

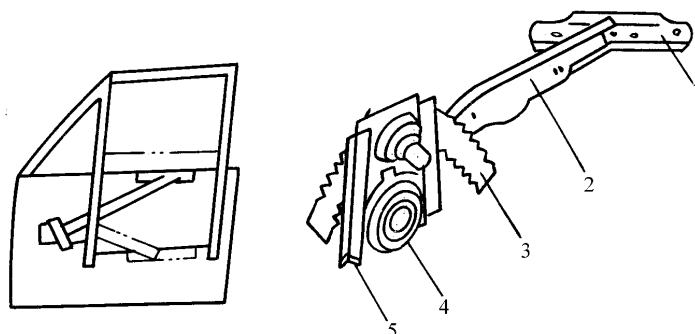


图 7-31 单臂式玻璃升降器

1—玻璃托槽 2—升降臂 3—扇形齿轮 4—平衡簧 5—座板簧

钢绳式玻璃升降器有许多优点：手柄位置可自由布置；钢丝绳的松紧度可利用张紧轮进行调节；结构简单、加工容易、体积小、质量轻；由于玻璃装配在运动托架上，故玻璃的重力线始终能与钢绳平行，玻璃升降过程均十分平顺。上海桑塔纳轿车采用的就是这种类型的玻璃升降器。

2. 电动式玻璃升降器

电动式玻璃升降器与手动式玻璃升降器的不同点是，用可逆式直流电动机和减速器取代了手摇柄，并使玻璃升降器很容易地实现了中央控制。

车身侧窗上所用交叉臂式电动玻璃升降器如图 7-33 所示，主要由玻璃 1、升降臂 2、玻璃托槽 3、齿轮箱 4、电动机 5 和扇形齿轮 6 等组成。电动机及其减速机构，主要由永久性磁铁、蜗轮、扇形齿轮、小齿轮、蜗杆、橡胶

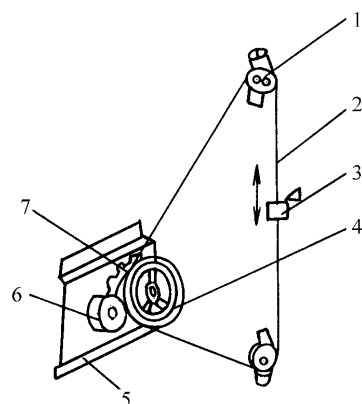


图 7-32 钢绳式玻璃升降器

1—滑轮 2—钢绳 3—运动托架
4—钢绳卷筒 5—座板 6—小齿轮
7—扇形齿轮

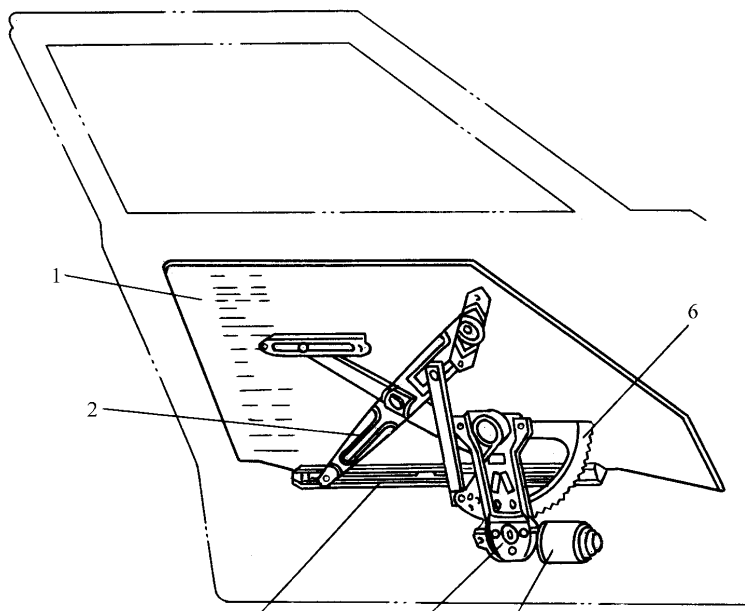


图 7-33 臂式电动玻璃升降器 5

1—玻璃 2—升降臂 3—托槽 4—齿轮箱 5—电机 6—扇形齿轮

联轴节和电动机转子等组成。其动力传递路线为：驱动电动机→蜗杆→蜗轮→小齿轮→扇形齿轮→升降臂→玻璃安装槽板→玻璃升降运动。

车身侧窗上所用两种钢丝绳式电动玻璃升降器如图 7-34 所示，主要由钢丝绳、玻璃安装槽板、钢丝卷筒、齿轮减速器和驱动电动机等组成。其动力传递路线为：电动机→减速器→钢丝卷筒→钢丝→玻璃安装槽板→玻璃升降运动。

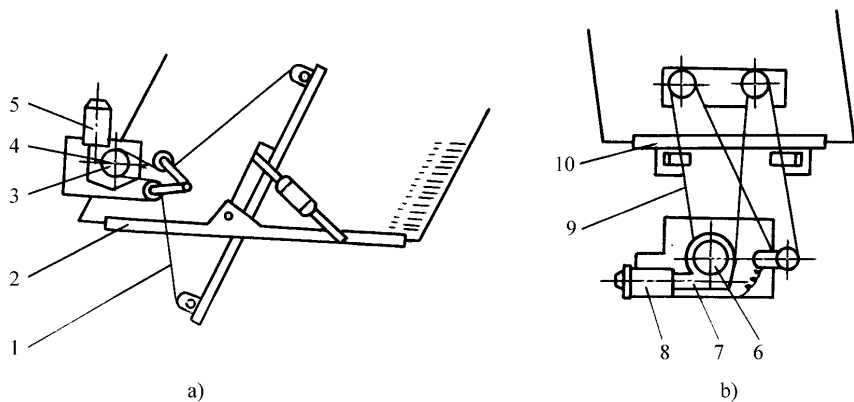


图 7-34 钢丝绳式电动玻璃升降器

a) 形式 I b) 形式 II

1—钢丝绳 2—玻璃安装槽 3—钢丝卷筒 4—齿轮减速器 5—电机
6—钢丝卷筒 7—齿轮减速器 8—电机 9—钢丝绳 10—玻璃托槽

三、车门及其调整

汽车车门在频繁使用过程中，会因磨损、变形而导致工作性能变坏；此外，车门进行修理之后，必然会引起装配位置等方面的问题。因此，对车门的调整就成了车身维修经常遇到

的作业。

车门的结构形式有旋转式（亦称直开式）车门（图 7-35）、滑动式车门（图 7-36）、折叠式车门（图 7-37）和上掀式车门（图 7-38）。

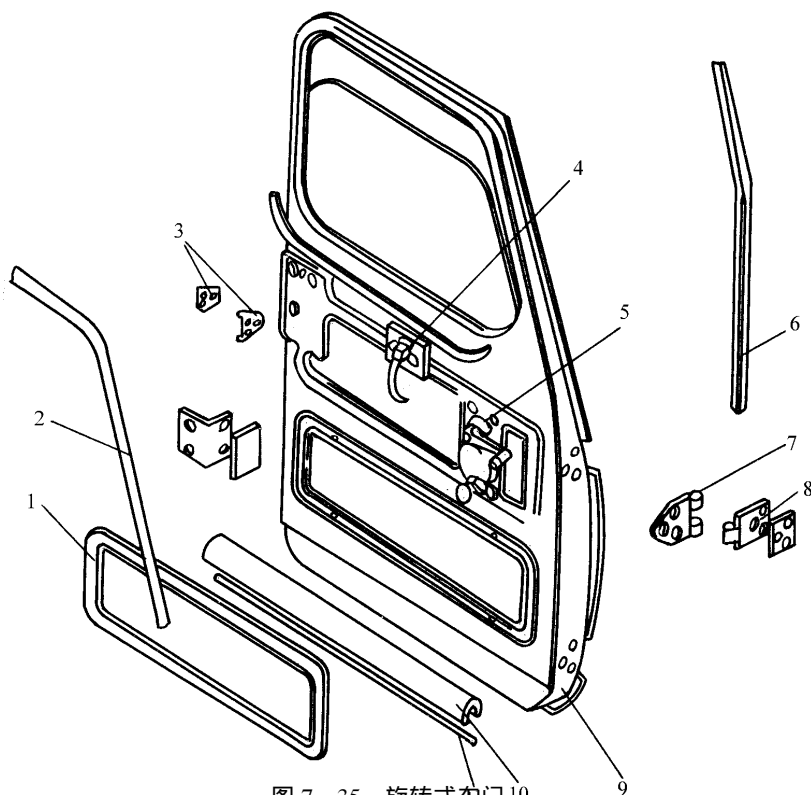


图 7-35 旋转式车门 10

- 1—盖板 2—车门密封条 3—定位器 4—门锁手柄
5—玻璃升降器手柄 6—玻璃密封条 7—双耳铰链板 8—单耳铰链板
9—门体 10—门框密封条 11—压条

以旋转式车门为例来说明车门的调整。

由于旋转式车门是直接安装在车门铰链上的，因此可以通过变动车门、铰链、车身三者之间的相对位置，实现前、后、上、下、左、右甚至内外的调整。如图 7-39 所示，车门调整可以解决如下 6 个方向的位置度问题：

①垂直方向。旋松车门一侧的铰链固定螺栓，变动车门与铰链间的上下位置，或者旋松车身一侧的铰链固定螺栓，变动铰链与车身的上下位置，都可以调整车门垂直方向的位置；

②水平方向。旋松车身一侧的铰链固定螺栓，变动车身与铰链间的前后位置，可以调整车门水平（前后）方向的位置；

③垂直倾斜。旋松车门一侧的铰链固定螺栓，将上下两铰链与车门的位置向相反的方向变动，或者增减车身与铰链间的垫片厚度，都可以调整车门垂直倾斜度；

④水平倾斜。旋松车身一侧的铰链固定螺栓，将上下两铰链与车身的位置向相反的方向移动，或者增减车门与铰链间的垫片厚度，都可以调整车门水平倾斜度；

⑤后端位置。旋转式车门的门闩挡块，决定着其处于关闭状态下后端的位置正确与否。

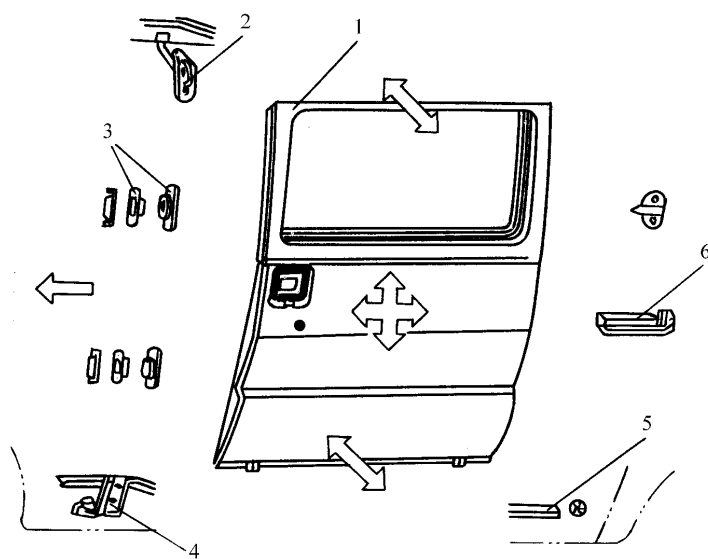


图 7-36 滑动式车门

1—门体 2—上滚柱体 3—上限位器 4—下滚柱体
5—下门槛限位块 6—中间滚柱

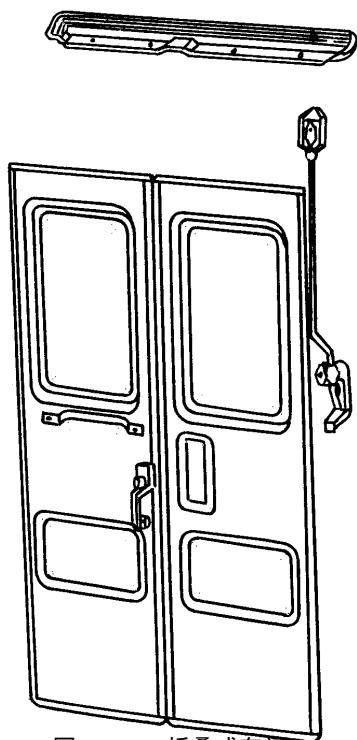


图 7-37 折叠式车门

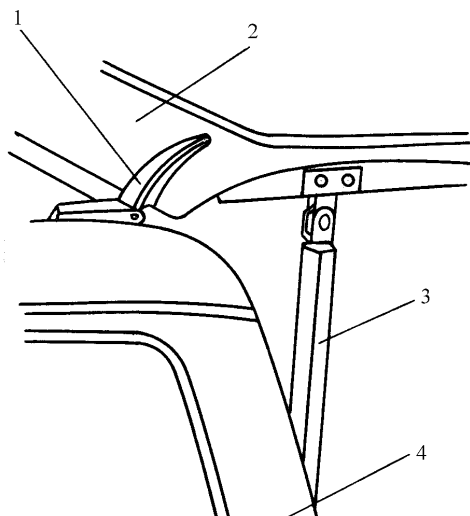


图 7-38 上掀式车门

1—铰链 2—后门体
3—气杆簧固定螺栓 4—气杆簧

旋松门与车身的固定螺栓，变动其与车身的相对位置，可以调整车门关闭位置时向内或向外；

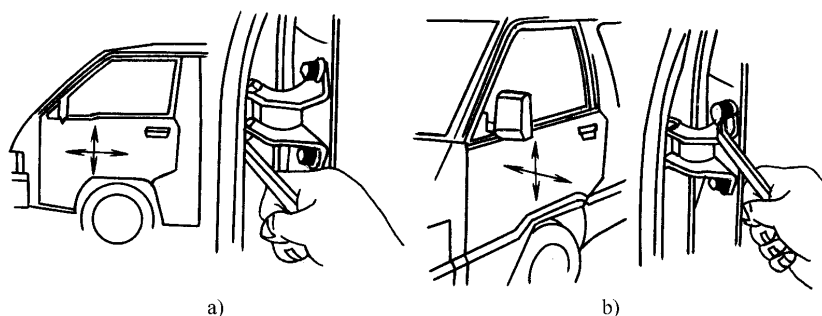


图 7-39 旋转式车门的调整

a) 沿前后方向或垂直方向调整车门 b) 沿左右方向或垂直方向调整车门

⑥前端位置。如果车门前端（即靠铰链一侧车门）相对车身的位置需要向内或向外调整时，可旋松车门一侧的铰链固定螺栓，变动车门与铰链向内或向外的位置，即可将车门前端与车身调平。

四、车身防擦条的拆装

车身防擦条与装饰镶条，具有保护车身蒙皮和装饰车身外表的双重功能，其作用相当于车身侧板的保险杠，它装于车身两侧的外蒙皮上。防擦条多为塑料制品，质量轻、成型性好、拆装方便、易与车身色调协调。也有用薄钢片、轻合金制作的车身防擦条。

车身防擦条与车身的连接，除个别车型使用螺钉外，绝大多数采用胶粘的方法。拆卸胶粘的防擦条，可对照图 7-40 所示的步骤，使用带保护套的铲刀将防擦条的端头铲起约 30mm，再用刀具逐步割断其间的胶粘剂。一般防擦条的两端约 30~80mm 处用的是强力胶粘剂，将此范围内的胶粘剂割断后，即可把防擦条从车身上揭下来。

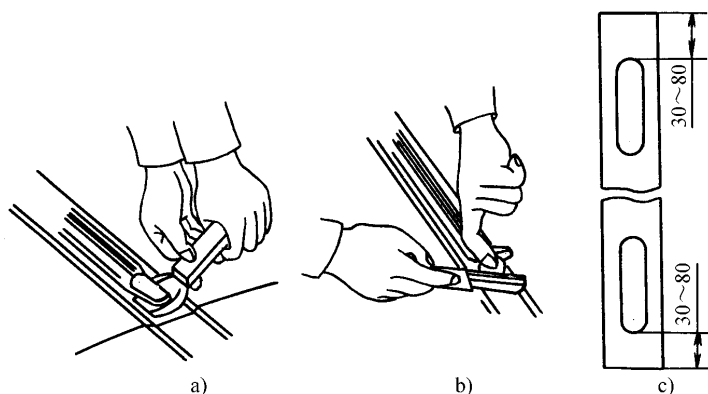


图 7-40 车身防擦条的拆法

a) 先铲起一端 b) 用刀具割断胶层 c) 强力胶粘剂所在部位

安装胶粘车身防擦条，可对照图 7-41 所示的步骤进行。①应先用汽油将原来残留的胶粘剂擦掉，然后再用清洁的布蘸酒精将表面擦拭干净；②用红外线烘干灯将拟涂胶部位分别加热，其中车身壁板加热至 30~50℃（胶粘时温度会有所下降，但不应低于 20℃），防擦条加热至 30~60℃（注意：加热时烘干灯与防擦条的距离不宜太近）；③分段涂敷底漆和 JN-10 胶粘剂，然后趁热将防擦条装于车身壁板上并注意对准标记；④随即把溢出的胶粘

剂清除掉。⑤用这种方法安装的防擦条，只有在室温以上温度条件下经过 24 小时以后，方可用水洗车。

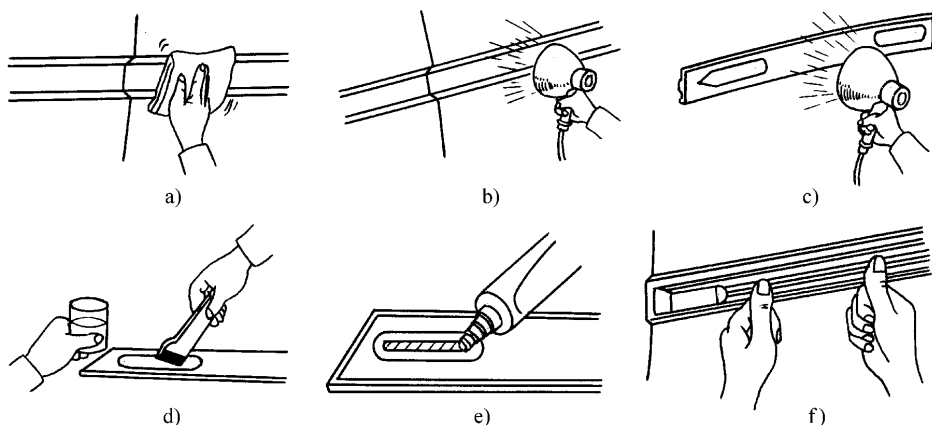


图 7-41 车身防擦条的安装

- a) 清洁安装部位 b) 加热车身壁板上拟涂胶部位
c) 加热防擦条上拟涂胶部位 d) e) 分段涂敷底漆和胶粘剂
f) 趁热将防擦条粘牢

第四节 轿车车身的修复

轿车车身的修复以事故性创伤修复为主，通常采用的方法是收缩整形、皱褶展开、撑拉及垫撬复位等。

一、收缩整形

车身壳体冲压件局部受到外力碰撞挤压后，便形成凹凸、翘曲等伸张变形，其中伸张部分厚度变薄，面积增大。为了使变形的部件恢复到原来的形状，需使伸展的部分收缩，收缩整形工艺过程如下：

(1) 利用焊炬火焰将伸张中心加热至樱红色，但注意不要将板料熔化或烧穿。加热范围的大小根据伸张程度确定，伸张程度大，加热范围大些，可在直径 15mm~30mm 之间，伸展程度小，可使加热范围在直径 10mm 左右。

(2) 加热后急速敲击红晕区域的四周，并逐渐向加热点的中心收缩，迫使金属组织收缩。敲击时应用合适的垫铁垫在部件敲击处背部，先用木锤敲击，冷却后再用铁锤轻轻敲击整平。敲击的力量要适度，敲击过重会使已经收缩的部分重新变得松弛。

(3) 如果只收缩一处不能达到整形的目的，可采用同样的方法多点收缩，并且每次加热收缩，都进行敲平校正。

(4) 轻度伸张时，加热后可不需敲击，只用棉纱蘸凉水冷却，或者由其自自然冷却。

二、开褶

车身碰撞可能造成冲压板料产生不规则皱褶，修理时，若方便可行，可就车用撑拉法解开皱褶，然后敲平；若不方便或不可行，应将车身解体，在车下修理。

开褶的要领，首先是将死褶由里边设法撬开，缓解成活褶，然后加温，用锤敲击活褶的最凸脊之处，逐渐使其展开，恢复原来的形状。

例如,某轿车车身右翼正面撞伤,形成皱褶,可具体采用如下修理方法:

(1) 拆下大灯圈及灯座,用一段合适的扁铁垫在大灯孔内侧,使扁铁两端卡住灯孔的弯边。把钢丝绳的一端系在扁铁上,另一端系在树桩上,然后倒行拖拉,使大的死褶得到基本修正。

(2) 卸下翼板,在工作平台上进行修整。用焊炬加热死褶,用撬具撬开,使其缓解。加热一段,撬开一段。

(3) 将翼板凹面向上置于平台上,从翼板一侧敲平活褶。敲击时,必须使平台起到垫铁作用。里侧皱褶基本敲平后,翻转翼板,用垫铁垫在里侧,由外向里敲击,使皱褶得以完全展开。

(4) 将翼板装在车上,用手锤和垫铁进行全面修整。修灯孔时,先整圆,后整边。

(5) 大样修整出以后,对比两侧,将伸张了的部分用加热方法收缩,并进行细致加工,使整个造型达到标准。

三、垫撬

如图 7-42 所示,越野车后轮胎罩外缘凹陷,可以借助轮胎的支撑作用,在撬杠下放一木块衬垫,将凹陷部分初步撬起,再用手锤、垫铁将折痕和凹凸不平处敲平。

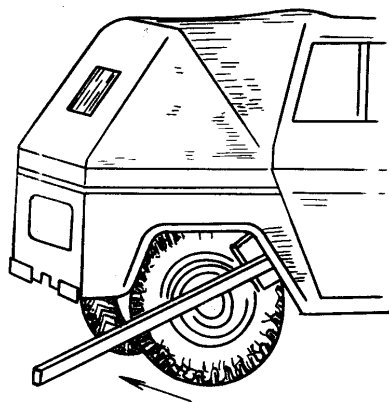


图 7-42 撬起轮胎罩外缘的凹陷

车门表面局部凹陷,可通过车门窗口下沿的夹缝(玻璃升降空隙),以内门板的窗边棱作支撑,用撬具将凹陷撬起。在垫撬的同时,用锤轻击凹陷四周,以消除内力并尽快恢复原来形状。为保证车门在撬垫处不受损伤,可在支点处和敲击部位垫一块胶皮或木板。

第五节 大客车车身的修复

大客车是载客交通工具,不仅要求乘坐舒适、安全,而且还有较高的外观质量,因而需要严格控制修理质量。

一、大客车车身修复要求

按照有关标准规定,客车车身修复后应满足如下要求:

1. 骨架

(1) 骨架各构件局部损伤、断裂或严重锈蚀时,允许加固修复或更换新件。

(2) 立柱下端锈蚀面积与其总面积之比达 $1/3$ 以上者必须局部截换;有断裂者,应整件更新。

(3) 顶横梁弧度分三段用样板检查,其面轮廓度公差值为 4mm 。

(4) 各装置支架应无脱焊、裂损,装置安装牢固。

(5) 骨架整形后,外形平整,曲面衔接变化均匀,侧窗下沿及地板围衬处用样板检查,其面轮廓度公差值为 4mm 。

(6) 立柱间距公差及相邻两侧框架间距累积公差应符合原设计要求。

(7) 车身横断面框架(龙门框架)对角线长度差不大于 8mm。

2. 内外蒙皮

(1) 外蒙皮外表平整,外形曲面过渡均匀,无裂损,所有铆钉或螺钉应平贴紧固,排列整齐,间距均匀。

(2) 内顶板、内侧板应平整,曲面过渡均匀,无凹凸变形、裂损、皱裂、刮痕,压条与各板之间应密合牢固,其面轮廓度公差值为 1.5mm。

(3) 内围板应无锈蚀、裂损、翘曲。

3. 地板

(1) 地板应密合,不进灰尘,表面平整,排列均匀,木质地板应作干燥、防腐处理。

(2) 驾驶区地板无裂损,安装严密,与各操作件不碰擦,各种操作机构在地板穿孔处应安装防尘罩或防尘垫。

(3) 发动机罩无裂损、凹陷变形,安装严密,边盖板应平整。

二、大客车车身修复

客车车身大修一般是将蒙皮和围板全部剥落,进行全面的检查修理,然后重新装配、装饰。当车身局部损坏时,将局部蒙皮剥掉再分别修复。

1. 蒙皮的修复

有时蒙皮并非因为碰撞或腐蚀而损伤,而是由于自身或车身骨架应力作用导致中间鼓胀,此时可在不解体情况下用 CO_2 保护焊点焊修复。

多数情况下应将蒙皮拆卸。使用扁铲或其它专用工具剔掉铆钉,将蒙皮一块块揭下。

(1) 蒙皮已严重锈蚀,无法修补,则应全部更换。蒙皮材料常用 1~1.2mm 的冷轧钢板,更换时,将旧板放在新板上,用划针沿原板边缘画线,然后使用风动剪或手剪将板料沿线剪开。将新板料边缘整平,并进行喷砂或磷化等表面处理,以利于漆层附着。

(2) 蒙皮出现凹陷、翘曲或皱折时应进行钣金修复。

① 平板的手工敲平 板料中间凸起如

图 7-43a 所示,原因可能是中间部分受挤压松弛导致变形,敲平校正的方法:将板料凸面向上放在平台上,一手按住板料,一手持锤由板料四周边缘向凸面中心逐步进行敲击。敲击时边缘处用力大,击点密度大,至凸面中心,用力逐渐减小,击点逐渐变稀。敲击后金属板从四周开始延伸,渐至鼓面中心,最后使整个金属板的组织应力达到平衡,板料因此得到矫正。

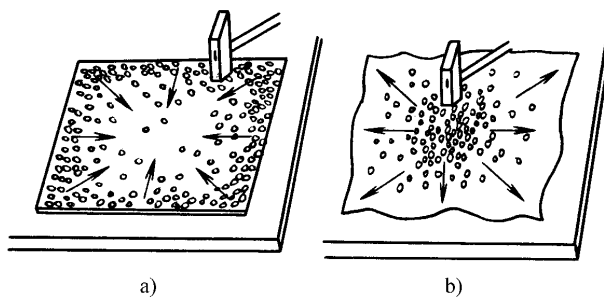


图 7-43 矫平金属板的敲击示意图

a) 矫平凸鼓面 b) 矫平翘曲面

在敲击修整过程中,要随时观察板料的形状变化,有针对性地增减敲击力和敲击点,不可在某一处敲击次数过多或用力过重,以免产生新的凸起变形。板料基本敲平后,再用木锤进行一次调整性敲击,以使整个组织舒展均匀。

板料四周翘曲变形,即周边组织松弛,中间紧密,如图 7-43b 所示,这种变形是由于板料边缘受到挤压而拉伸膨胀所造成。矫正时应从中间开始敲击,逐渐向四周扩散,击点由密变疏,击力也由强变弱。

②曲面板的校正 曲面板中间有凹凸变形,可用垫铁和手锤配合矫正,如图 7-44 所示。首先使锤和垫铁对正,手握锤柄通过手腕的力量敲击凸起点,敲击速度大约每分钟 100 次。当锤敲击钢板时,由于反作用力的影响,背面的垫铁将稍微浮起,并从下部对钢板产生反作用力,因而此法修整后,钢板产生延展变形,需进行复形作业。

有时垫铁放在稍偏一些的地方进行修整作业,如图 7-45 所示,此时锤击点为凹凸不平表面的较高部位,因此可使钢板在垫铁与手锤中间处受到作用力,故钢板的局部变薄延展得到缓解,但这种方法较难掌握。

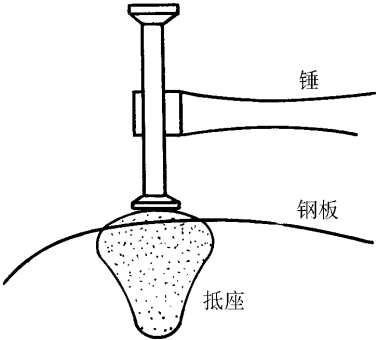


图 7-44 修整曲面凸鼓示意图

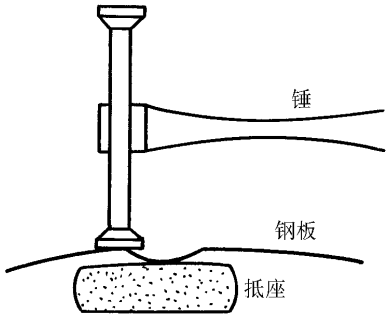


图 7-45 修整曲面凹陷的示意图

当板料产生较大凹面而曲率较小时,如图 7-46 所示,可先将凹面中间部位加热至樱红色,然后在中间部位下侧用垫铁顶起,从而形成较大平面,将大的凹陷面变成若干小的凹凸点,再用前述方法将凹凸点矫平。

2. 地板的修复

座椅和地板革拆除后,就可对地板检查修理了。

客车的地板材料多为木板,长期水沤会导致腐烂,局部过载会引起木地板断裂。一般需更换木地板,更换时应采用分段方法将木条接缝选在小横梁处,如图 7-47 所示,用自攻螺

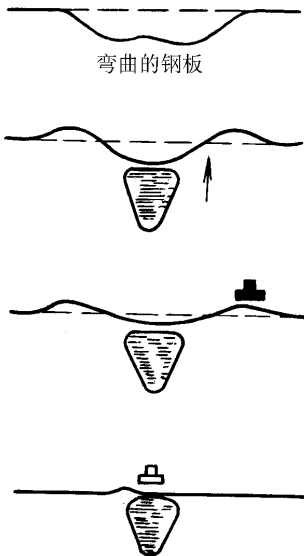


图 7-46 修整大凹面示意图

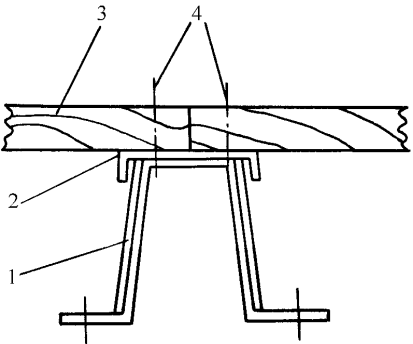


图 7-47 木地板的分段更换
1—小横梁支架 2—小横梁;
3—木地板 4—螺栓

钉将木条两端固定在薄钢板横梁上。比较长的木板中间也要用螺钉分段固定，以防止行车时地板的振动。在一定部位还留有活动地板口，如变速器及后桥加油孔等部位，因经常使用，在修理活动地板口时应该用硬木类材料，以防过早磨损变薄。

地板革一般起装饰和保护作用。地板革的铺设应平整、光滑、无皱折，地板革压条螺钉要和压条平行，不宜过高。

现在地板材料有的采用塑料。塑料不怕水，且防滑耐磨，可直接作为地板使用，不需防水层和地板革，因而几乎不需要修复。

3. 内顶棚板的修复

内顶棚板材料多为薄层胶合板或纤维板，具有保温和装饰作用。内顶棚板由于浸水会产生龟裂、变形，一般在修理时将损坏的部分更换下来，用旋具拧下棚板压条螺钉，取下压条，即可把棚板卸下。按原来形状和尺寸切割新板料。找正位置以后，盖上压条，按压条上的螺孔位置拧入自攻螺钉。内棚板修复以后，棚板边缘不可露在压条外面，棚板不得松动，压条紧固，顶棚整体光滑，弯曲过渡自然，没有裂纹、折断等。

第八章 汽车车身涂装的常用材料

第一节 涂料的基本知识

涂料按其属性分为两大类：有机涂料和无机涂料。有机涂料广泛用于金属、木材、塑料等材料表面的保护和装饰；无机涂料主要用在土建领域。汽车涂装用涂料为有机涂料。

一、涂料的组成与作用

1. 涂料的组成

涂料主要由五大类材料组成，如表 8-1 所示。

表 8-1 涂料的组成

涂料组成	材料名称	类 别	品 种 名 称
主要成膜物质	油 料	干性油	桐油、亚麻油、锌油等
		半干性油	豆油、葵花籽油、玉米油等
		不干性油	蓖麻油、椰子油等
	树 脂	天然树脂 合成树脂	虫胶、松香、天然沥青等 酚醛、醇酸、氨基、环氧、聚酯、丙烯酸等
次要成膜物质	颜 料	着色颜料 防锈颜料 体质颜料	钛白、氧化锌、氧化铁红、铬黄、炭黑等 红丹、锌铬黄、偏硼酸钡等 太白粉、钛白、重晶石粉、滑石粉、云丹粉等
辅助成膜物质	溶 剂	助溶剂 稀释剂	二甲苯、松节油、乙醇、丁醇等 石油溶剂、酯、酮、混合溶剂等
	辅助材料	添 料	固化剂、流平剂、防老化剂、润湿剂、防潮剂、催化剂、催干剂、增塑剂、防结皮剂等

油料、树脂是涂料组成中的基础，是主要成膜物质，常称为固着剂或粘接剂。能够把颜料等其他成膜物质粘接起来形成涂层，起到保护表面和装饰的作用。涂料中没有这两个部分，就不能形成牢固的涂膜，而且涂料的许多特性，主要取决于这两个部分的性能。

颜料使涂料具有一定的着色能力，呈现一定颜色，增加涂层厚度和遮盖力，起到调色、装饰和标志作用，是涂料中的次要成膜物质。

溶剂包括助溶剂、稀释剂两种。溶剂能溶解并稀释涂料中的成膜物质，改善涂层性能。稀释剂的主要作用是用来调整涂料的粘度，以利于形成均匀光滑的涂层。

辅助材料在涂料中的作用是辅助成膜物质改善涂料性能，如催干剂用来加快涂料的干燥速度，改善涂装性能和成膜后的质量；增塑剂用来提高涂层的韧性；防潮剂用来防止因施工环境湿度太大时引起涂层泛白等问题；此外还有固化剂、抗结皮剂、抗老化剂等。

2. 涂料的结构组分

按涂料的组成和结构类型不同，可将涂料区分为溶剂型涂料、水溶性涂料、粉末涂料、

光固化涂料等。涂料的组成不同就构成了不同的涂料品种，常用的有清漆、色漆、腻子等。

①清漆：涂料组分中没有加入颜料和体质颜料，而呈清彻透明的胶质液体涂料。

②色漆：涂料组分中加有颜料的不透明的涂料。

③粉末涂料：涂料组分中不含有挥发性物质的无溶剂固态粉末状涂料。这类涂料有热塑性和热固性两种。

④腻子：涂料组分中加有大量体质颜料的稠厚浆状体。

3. 涂料的作用

涂料是一种成膜物质，涂料是国民经济中一种不可缺少的重要材料。

（1）保护作用 物体表面被涂后，涂料便可使物面与空气、水分、日光以及有害气体和微生物等隔离，因而可以保护物面、防止腐蚀和老化从而延长使用寿命。对于某些工业制品和机械设备，还可以根据其特殊的工作环境的需要涂以专门涂料，如耐酸、耐碱、耐油、耐高温等性能的涂料，起到保护作用。

（2）装饰作用 不同民族和不同地区的人民，对颜色有着不同的喜好。涂料中的颜料能够赋予物体表面各种不同的色彩，从而使其与所处环境的色彩相协调，给人以不同质感的装饰作用。

（3）特殊作用 各种不同颜色的涂料给人们心理带来的不同感觉，可以用其表达各种示意，如不同颜色图案被用来示出各种交通标志，提醒驾驶员遵守有关交通规则。另外，涂在船底上的防污漆，漆中的毒剂缓慢渗出，可杀死寄生在船底上的海洋生物，从而延长船舶的使用寿命，并保证其航行速度。为使导弹、航天器等在飞行过程中不致于因与大气摩擦产生高热而烧毁，在其表面涂覆一种既耐高温又耐摩擦的涂料。还有用于绝缘、减振、消音、隔热等方面的涂料。

二、涂料的分类、命名和型号

1. 涂料的分类

国外的涂料产品都是根据各国的具体情况进行分类的，没有统一的国际标准，使用不同国家和不同品种的涂料，应首先了解其涂料产品的类别，否则会导致涂装质量事故。

化工部制定了以涂料基料中主要成膜物质为基础的分类方法，若主要成膜物质为混合树脂时，则按在漆膜中起主要作用的一种树脂为基础作为分类依据。这样，便可根据其类别、名称了解其组成、性能及施工方法等。根据此分类方法，将涂料产品分为 17 大类，详见表 8-2。

表 8-2 涂料分类表（GB/T 2705—1992）

序号	类 别	代号	主要成膜物质
1	油 脂	Y	天然植物油、动物油（脂）、合成油等
2	天然树脂	T	松香及其衍生物、虫胶、乳酪素、动物胶、大漆及衍生物等
3	酚醛树脂	F	酚醛树脂、改性酚醛树脂等
4	沥 青	L	天然沥青、（煤）焦油沥青、石油沥青等
5	醇酸树脂	C	甘油醇酸树脂、季戊四醇醇酸树脂、其他醇类的醇酸树脂等
6	氨基树脂	A	三聚氰胺甲醛树脂、脲（甲）醛树脂
7	硝酸纤维素（酯）	Q	硝基纤维素（酯）等
8	纤维素酯 纤维素醚	M	乙酸纤维素（酯）、乙酸丁酸纤维素（酯）、乙基纤维素、苄基纤维素等

(续)

序号	类 别	代号	主要成膜物质
9	过氯乙烯树脂	G	过氯乙烯树脂等
10	烯类树脂	X	聚二乙烯基乙炔树脂、聚多烯树脂、氯乙烯共聚树脂、聚乙酸乙烯及其共聚物、聚乙烯醇缩醛树脂、聚苯乙烯树脂、含氟树脂、氯化聚丙烯树脂、石油树脂等
11	丙烯酸树脂	B	热塑性丙烯酸树脂、热固性丙烯酸树脂等
12	聚酯树脂	Z	饱和聚酯树脂、不饱和聚酯树脂
13	环氧树脂	H	环氧树脂、环氧脂、改性环氧树脂
14	聚氨酯树脂	S	聚氨(基甲酸)酯树脂等
15	元素有机聚合物	W	有机硅树脂、有机钛树脂、有机铝树脂等
16	橡 胶	J	氯化橡胶、环化橡胶、氯丁橡胶、氯化氯丁橡胶等
17	其 他	E	除以上成膜物质外的成膜物质，如无机高分子材料、聚酰亚、胺树脂等

表 8-2 中前 4 类基料主要是以植物油和天然树脂作为主要成膜物质，通常称为油漆或涂料。其后 13 类都是采用合成树脂为主要成膜物质，其中有些品种类型的组成中无油料，是纯合成树脂为主要成膜物质的涂料，统称为合成树脂涂料。辅助材料，包括稀释剂、助溶剂、催干剂、防潮剂、催化剂、固化剂、脱漆剂、防老化剂等。辅助材料的代号见表 8-3。

表 8-3 辅助材料分类表

序 号	代 号	类 别	序 号	代 号	类 别
1	X	稀 释 剂	4	T	脱 漆 剂
2	F	防 潮 剂	5	H	固 化 剂
3	G	催 干 剂			

2. 涂料的命名

除粉末涂料外，涂料均称为漆。涂料的命名规则如下：

涂料名称 = 颜色或颜料名称 + 成膜物质名称 + 基本名称

如大红醇酸磁漆、铁红酚醛防锈漆等。

涂料命名应注意以下问题：

- ① 涂料的颜色位于名称的最前面。若颜料对涂层性能起显著作用，则用颜料的名称代替颜色的名称。
- ② 涂料名称中的成膜物质名称均作适当简化。如聚氨基甲酸酯简化成聚氨酯。
- ③ 如果基料中含有多种成膜物质时，选取主要的一种成膜物质命名。必要时选取两种成膜物质命名，主要的在前，次要的在后。例如红环氧硝基磁漆。
- ④ 必要时可在成膜物质名称和基本名称之间标明专业用途及特性等。例如醇酸导电磁漆、白硝基外用磁漆等。
- ⑤ 基本名称仍采用我国广泛使用的名称，如清漆、磁漆等，基本名称如表 8-4。
- ⑥ 凡是需要烘烤干燥的涂料，名称中都有“烘干”或“烘”等字样。如果涂料名称中未标明，则为常温干燥。

表 8-4 涂料基本名称编号

编号	基本名称	编号	基本名称	编号	基本名称
00	清 漆	30	(浸漆) 绝缘漆	55	耐水漆
01	清 漆	31	(覆盖) 绝缘漆	60	防火漆
02	厚 漆	32	绝缘磁烘漆	61	耐热漆
03	调合漆	33	(粘 合) 绝缘漆	62	变色漆 (示温漆)
04	磁 漆	34	漆包线漆	63	涂布漆
05	烘 漆	35	硅钢片漆	64	可剥漆
06	底 漆	36	电容器漆	65	粉末涂料
07	腻 子	37	电阻漆、电位器漆	66	感光涂料
08	水溶性漆、乳胶漆	38	半导体漆	67	隔热涂料
09	大漆 (天然漆)	40	防污漆、防蛆漆	80	地板漆
10	锤纹漆	41	水线漆	81	渔网漆
11	皱纹漆	42	甲板防滑漆、防滑漆	82	锅底漆
12	裂纹漆	43	船壳漆	83	烟囱漆
13	晶纹漆	44	船底漆	84	黑板漆
14	透明漆	50	耐酸漆	85	调色漆
15	斑纹漆	51	耐碱漆	86	标志漆、路线漆
20	铅笔漆	52	防腐漆	98	胶液
22	木器漆	53	防锈漆	99	其 他
23	罐头漆	54	耐油漆		

3. 涂料的型号

国产涂料的型号是根据化工部标准 (GB 2705—92) 编制的，由三部分组成：第一部分是主要成膜物质代号 (见表 8-2)；第二部分是基本名称，用二位数字表示 (见表 8-4)；第三部分是序号，表示同类品种间的组成、配比或用途。例如 C04—2，其中 C 表示成膜物质为醇酸树脂；04 表示磁漆 (基本名称)；2 表示序号。

涂料中辅助材料型号由两部分组成：第一部分为辅助材料的种类代号，如表 8-3 所列；第二部分是序号，用来表示同类品种间的组成、配比和用途的不同。例如 F—2，其中 “ F ” 表示防潮剂，“ 2 ” 表示序号。又如 X—1，其中 “ X ” 表示稀释剂，“ 1 ” 表示序号。

三、涂料的性能

由于组成的成分不同，涂料的物理化学性能也各不相同。

1. 油脂类涂料

油脂类涂料是以各种干性油脂作为主要成膜物质，再加入催干剂和其他辅助材料混合而成的一种涂料，其特点是：具有较好的渗透能力，附着力强；与空气中的氧作用自行干燥成膜；干燥后涂层柔韧性好，气味和毒性小；耐候性强、防锈能力好 (如红丹防锈底漆) 等，可调配成为腻子。

2. 天然树脂类涂料

天然树脂类涂料是以天然树脂（如虫胶、松香、天然沥青、琥珀、珂巴树脂、安息香脂等），加上各种干性植物油混合炼制后，再加入催干剂、有机熔剂、颜料等组成的一类涂料。这类涂料成膜性好、外观光亮丰满、色泽鲜艳、装饰与保护性能好，但耐久性差，在空气中使用不长时间就会失去光泽，并发生龟裂、粉化等，而且抗水性、耐热性差。

3. 酚醛树脂类涂料

酚醛树脂类涂料是以酚醛树脂和改性酚醛树脂为主要成膜物质，加入桐油和其他干性油混合炼制后，再加入颜料、催干剂、有机溶剂和其他辅助材料混合调制而成的一类涂料。这类涂料涂层坚硬、光亮、易干燥，有良好的电绝缘性能和防腐性能。其不足之处是涂层易泛黄，且耐水性和力学性能差。

4. 醇酸树脂类涂料

醇酸树脂类涂料是由多元醇、多元酸及脂肪酸经缩合而成的醇酸树脂和改性醇酸树脂为主要成膜物质的涂料。这类涂料中有短、中、长油度的干性、半干性、不干性等三种醇酸树脂为主基料配制的多个品种，是合成树脂类涂料中最重要的一种类型。这类涂料具有优良的附着力、耐候性好、不易老化、涂层光泽好、保光保色性好、涂层坚硬耐磨、机械性能好、耐油性能好等多种优点。

5. 氨基树脂类涂料

氨基树脂类涂料是以氨基树脂与醇酸树脂混合制成的。这类涂料经烘烤成膜，所形成的涂层附着力强、色泽鲜艳、机械强度高、光泽好，有优良的保光保色性，具有耐油、耐水、耐碱、耐溶剂、耐热、抗老化等优点。其缺点是涂层必须烘烤才能成膜，且烘烤温度不能过高，否则涂层会变色、变脆，使涂层性能下降。

6. 硝基类涂料

硝基类涂料是以硝化纤维类（硝化棉）、改性醇酸树脂、增韧剂，加入各种颜料及有机溶剂混合而成的一类涂料。这类涂料在常温 25℃ 左右能快速自干，低温时也可烘干。干燥形成涂层后，坚硬耐磨，经抛光打蜡后光泽发亮能延长使用寿命。但其漆膜薄，耐水、耐温变、耐腐蚀性能较差。

7. 过氯乙烯树脂类涂料

这类涂料的主要成膜物质是过氯乙烯树脂或改性过氯乙烯树脂，有时还加入改性醇酸树脂以提高性能。这类涂料干燥迅速（可自干）、涂层柔韧光亮，具有好的耐候性和好的耐油、耐水、耐腐蚀性。但其附着力稍差，涂层较软且耐热性差，对涂装条件要求高。

8. 乙烯树脂涂料

乙烯树脂类涂料是以含双键的乙烯及其衍生物本体聚合或共聚形成的乙烯树脂为主要成膜物质，再加入其他辅助材料调制而成。若再加入其他类树脂，可调制成各种不同性能的专用涂料。乙烯树脂类涂料的共同特点是：涂层柔韧性好、色泽艳丽、保色保光性好、耐久不变色、不泛黄、附着力强、耐磨。其缺点是涂层耐溶剂性能差，涂层薄。该类涂料可自干或烘干。

9. 聚酯树脂类涂料

这类涂料的主要成膜物质有饱和聚酯树脂和不饱和聚酯树脂两类。其中以不饱和聚酯树脂制成的涂料品种较多，这类涂料形成的涂层能自干也可烘干。涂料含溶剂少，涂层较厚，光亮丰满，保色保光性能好，涂层坚硬耐磨，以及能耐弱酸、弱碱等。其缺点是涂层附着力

差，涂层较脆，涂料稳定性差，难以保管。

10. 环氧树脂类涂料

环氧树脂类涂料是以环氧树脂和改性环氧树脂为主要成膜物质的一类涂料，这类涂料干燥成膜后其涂层坚硬耐磨、柔韧性好，耐水、耐热、耐腐蚀，有好的附着力，电绝缘性好。其缺点是不耐紫外线，室外使用时涂层易失光、龟裂和粉化。

11. 聚氨酯树脂类涂料

聚氨酯树脂类涂料是以聚氨基甲酸酯树脂为主要成膜物质。有优良的附着力，涂层光滑平整、坚硬而柔韧，且色泽鲜艳装饰性好，能耐油、耐酸、碱腐蚀，保色保光性好。其缺点是涂料必须现用现配，在潮湿情况下涂装，涂层易起泡，涂料毒性大。

四、涂层质量的技术指标

涂层质量是指涂料形成涂层后的各种机械物理性能和化学性能。熟悉和掌握涂层这些技术指标，对正确选择涂料和合理施工有一定的指导意义。反映涂层质量的技术指标主要有以下几个。

1. 涂料的粘性

液体在外力作用下流动时，液体分子间的内聚力会阻碍分子相对运动，即分子之间产生一种内摩擦力。液体这种内摩擦力抵抗流动的特性就称为液体的粘性。

采用特定的粘度计在规定的条件下测出来的液体粘度称为相对粘度。根据测量条件不同，各国采用的相对粘度单位也不同，我国采用恩氏粘度（°E）（没有单位，是一个比值），美国采用国际赛氏秒（SSU）（单位为秒，代号 s）。

涂料的粘度不当，会引起各种油漆面层的缺陷。所以，应正确选用。

2. 涂层附着力

涂层附着力是指涂膜与被涂物面的结合力，表示它们之间的牢固程度。涂层附着力有七个等级，1级最佳，7级最差，一般涂层的附着力均要求在3级以内。涂膜附着力差，则施工要求高，被涂物面处理要求严格，稍不注意会导致涂膜脱皮、剥落等弊病。

各种底漆、防锈漆的附着力为1~2级，硝基底漆、过氯乙烯底漆在2级左右，硝基二道底漆为3级，醇酸底漆、环氧底漆等都达1级；各种磁漆涂层的附着力在1~2级，醇酸磁漆、酚醛磁漆、氨基磁漆、丙烯酸漆等均是1级，个别的如G04—9过氯乙烯外用磁漆为3级。

3. 涂层颜色和外观

涂层颜色和外观是反应涂料物理性能，体现装饰性的重要技术指标。

测定涂层颜色和外观，通常采用产品标准样品法或标准色板法来评定等级。普通面漆的颜色应符合国家规定的技术允差范围内；外观应平整、光滑。

4. 涂层柔韧性

这是反映涂膜受到冲击或受力发生弯曲延伸时不发生破坏的极限程度。一般以涂膜的弯曲直径来表示，最好为1mm，最差为15mm，它在某种程度上也表示了涂层的附着力指标。

普通油基的各种底漆和磁漆，柔韧性都不大于1mm；各种烘漆在1~3mm内；各类硝基漆、过氯乙烯漆，其它各类底漆和磁漆（除个别品种外）都小于3mm。

5. 涂层抗冲击强度

涂层在高速负荷作用下抵抗变形的能力即为抗冲击强度。这是涂层受到机械冲击后不发生裂纹、皱纹及剥落等破坏现象的极限强度。它包含了涂料的弹性和附着力。

各种酚醛底漆、磁漆，醇酸底漆、磁漆的抗冲击强度大于 $490\text{N}\cdot\text{m}$ ；各种烘漆大于 $490\text{N}\cdot\text{m}$ ；各种涂料抗冲击强度最低不小于 $294\text{N}\cdot\text{m}$ 。

6. 涂层光泽

涂层光泽用涂层正反射光量之比的百分数来表示。在一定条件下涂层光泽愈高，涂层的装饰性愈好。

各种油漆的正反射光量之比的百分数为：普通油基磁漆的可达 90% 以上；各类清漆可达 95%~100%；各色硝基磁漆为 70%~90%；各色过氯乙烯磁漆为 80%~90%；各类各色烘漆可达 90% 以上；各类半光磁漆的光泽在 $30\% \pm 10\%$ 之间；各类无光磁漆都小于 10%。

7. 涂层的耐水性

涂层在浸泡水中时，能保持原状，不发生起泡、失光、变色、生锈或者从水中取出时有变色现象，但过一定时间能恢复原状的性能，浸泡的极限时间就是涂层的耐水指标。

酚醛漆耐水性比醇酸漆好。如 F04—11 各色酚醛磁漆浸泡 24 小时，不起泡、不脱落，基本保持原状；C04—2、C04—42 各色醇酸磁漆浸泡 6~8 小时，可能有轻微失光、发白、起小泡，但可在 3 小时内恢复原状。

氨基漆和聚氨酯漆等耐水性比酚醛漆更好。如 A05—9 各色氨基磁漆，浸泡 60 小时后不起泡，即使有轻微变化，在 3 小时内就能复原；S04—1 各色聚氨酯磁漆，浸泡 48 小时，涂层不发生任何变化。

8. 涂层的耐热性

涂层在高温条件下使用，会加速的老化，表面发生起层、皱皮、鼓泡、开裂、变色等破坏现象。涂层在高温下，在一定时间内不发生破坏现象的性能，就是涂层的耐热性，用极限温度来表示。它关系到涂层的性能和使用寿命。

9. 涂层的耐腐蚀性

涂层的耐腐蚀性是指涂层抵抗酸、碱、盐等化学物品侵蚀的性能。这在防腐涂层中尤为重要。通常将涂层浸泡在一定浓度的酸液、碱液或盐溶液中，把不发生涂膜破坏的极限时间作为该涂层的耐腐蚀性指标。如 H52—3 各色环氧防腐漆涂层，浸泡在机油中 10d（天），盐水中 15~30 天，碱液中 8 小时、二氯乙烷中 8 小时或三氯乙烯中 8 小时，最多只出现轻微变色。

10. 涂层的“三防”性和耐候性

在湿热地区使用的涂层，抵抗湿热、盐雾、霉菌侵蚀的能力称为涂层的“三防”性。它是反映涂层在特殊环境的使用价值，在某种程度上也反映它的防腐性。涂层的“三防”性分为优、良、中、差、劣五个等级。

涂层的耐候性是反映涂层在户外使用的寿命，对装饰性涂层尤为重要。例如中、高级轿车使用的面漆，除对色彩、外观、光泽等要求外，还需要有良好的耐候性。户外装饰要求愈高，对耐候性要求也愈高。

涂层耐候性指标分为优、良、中、差、劣五个等级。户外中、高级装饰涂层的耐候性要求在优、良级。

第二节 涂漆前处理的常用材料

汽车在涂漆之前,都要先将金属表面的油污、锈蚀等杂物,彻底清除干净以后,方可涂头道底漆(即有防锈作用的底漆),这样才能使漆膜直接附着于金属表面,起到防锈作用,提高漆膜的附着能力,使漆膜真正起到防锈和金属保护作用。

常用的汽车涂漆前处理材料主要有脱脂材料、除锈材料、磷化剂和钝化材料等几类。

一、脱脂材料

常见的脱脂材料有:有机溶剂、酸性脱脂剂、强碱液脱脂剂、弱碱性脱脂剂。

1. 有机溶剂

有机溶剂对油污的溶解力较强,除油效率高,但不能溶解盐和碱类。常见的有机溶剂有:200号溶剂汽油或松香水、三氯乙烯、全氯乙烯、二氯甲烷、四氯化碳、甲基氯仿。

2. 酸性脱脂剂

酸性脱脂剂兼有除锈和除油双重功能,也称之为“二合一”处理液。这种脱脂剂可能对后序的处理有不良影响。

3. 强碱液脱脂剂

强碱液除油是一种传统的有效方法。它是利用强碱对植物油的皂化反应,形成溶于水的皂化物而达到除油的目的。常见的强碱液脱脂剂有:氢氧化钠、硅酸钠、磷酸钠、复合碱(碳酸钠:氢氧化钠:磷酸钠=8:4:3)(质量分数)。

4. 弱碱性脱脂剂

弱碱性脱脂剂是当前应用最广泛的一种脱脂剂,其作用是提供一定的碱度,起分散悬浮作用,可防止脱下来的油脂重新吸附在工件表面上。弱碱性脱脂剂的碱度低,对设备腐蚀较小,对工件表面状态破坏小,可在低温和中温下使用,脱脂效率较高,特别在喷淋时使用,效果更佳。常见的弱碱性脱脂剂有:硅酸钠、三聚磷酸钠、磷酸钠、碳酸钠。

二、除锈材料

常见的除锈材料有:缓蚀剂、润湿剂、酸洗所用的酸。

1. 缓蚀剂

缓释剂的作用是在酸洗过程中吸附在金属表面形成保护膜,阻止酸与金属反应。常用的缓释剂油有“KC”缓蚀剂、六次甲基四胺、沈1—D缓蚀剂、54牌缓蚀剂。

2. 润湿剂

酸洗液中所用的润湿剂,大多是非离子型和阴离子型表面活性剂,通常不使用阳离子型表面活性剂。表面活性剂具有润湿、渗透、乳化、分散、增溶和去污等作用,能大大改善酸洗过程,缩短酸洗时间。常见的润湿剂有:平平加、OP乳化剂、曲通X—10、吐温—80、601洗涤剂。

3. 酸洗所用的酸

有机酸作用和缓,残酸无严重后患,被处理物件不易重新锈蚀,物件处理后表面干净。但价格较贵、效率低。无机酸除锈效率高、速度快、原料来源广、价格低廉,缺点是残酸腐蚀很强,如酸液清洗不彻底,会影响涂料的保护性能。常见的有机酸有:醋酸、乳酸、草酸、柠檬酸。无机酸包括:硫酸、盐酸、硝酸、磷酸、氢氟酸。

三、磷化剂

磷化剂是金属制件经除油、除锈、水洗、表面调整（简称表调）后使用的一种材料。它能使金属表面形成一层薄而均匀的磷化膜，起到防锈和提高涂漆层或电镀层附着能力的作用，使涂层或镀层更加牢固和耐久。

常见的磷化剂有：高温锰系磷化液、高温高锌磷化液、中低温低锌磷化液。

（1）高温锰系磷化液主要成分是酸式磷酸锰与酸式磷酸铁，高温高锌磷化液的主要成分是氧化锌或磷酸二氧化锌、硝酸、磷酸等。由于它们的处理温度高，磷化残渣多，磷化膜与油漆配套不好。

（2）中低温低锌磷化液主要成分是氧化锌、磷酸、硝酸、细化晶粒的添加剂、催化剂等。特点是：形成的磷化膜有较好的耐碱性或耐酸性，并且膜薄而致密，结晶细，呈粒状或柱状。

四、钝化材料

1. 含铬钝化剂

含铬钝化剂的主要作用是除去磷化膜表面的疏松层，并对磷化膜不完整的部分或孔隙进行封闭（这对采用阴极电泳涂装工艺的前处理非常重要）。它的主要成分是三价铬和六价铬。

2. 无铬钝化剂

无铬钝化剂主要是为符合环保法规的要求，但钝化效果稍差。

第三节 汽车涂装的常用材料

汽车涂装常用材料主要包括底漆、腻子、中间涂料以及面漆等。有的人认为，汽车修补效果的好坏主要靠面漆，至于其它配套材料似乎都是无关紧要的配角。其实不然，国外大部分汽车涂料公司，在其汽车修补涂料的说明书中都要严格地规定了与面漆配套的底漆、中间涂料、封闭剂以及腻子等，这充分表明了涂装系统配套的重要性。国外主要汽车涂料公司底漆、中间涂料、封闭剂、腻子如表 8-5。

表 8-5 国外主要汽车涂料公司底漆、中间涂料、封闭剂、腻子

配套材料名称及用途	BASF R—M	DuPont	PPG	Martin—Senour	Sherwin—Williams
1. 底漆：用于裸露的金属、热浸镀锌钢板、镀锌钢板、玻璃纤维增强塑料、铝板	834	615S + 616S	DP—40/401	8827	E2G973
2. 中间涂料	831 或 HP—100	131S 或 181S	DZ—3 或 K—200 + K—201	3254 或 5100 + 5150	P2A23 或 P6H49 + V6V79
3. 封闭剂：用于改进附着力，减少溶剂的渗透	CS150 + 870， RS200 或 PS—29	1984S 或 1985S	DL—1970 或 DAS—1980	5105 + 5150 + 5110	E6H59 + V6V79 + R7K89
4. 增粘剂：用于改进热塑性丙烯酸清漆与原面漆之间的附着力	811	222S	DSX—1900	3061	PIC48

(续)

配套材料名称及用途	BASF R—M	DuPont	PPG	Martin—Senour	Sherwin—Williams
5. 封闭剂：用于改进丙烯酸清漆与原丙烯酸清漆之间的附着力，减少打磨痕迹	PS—19 870 CS150 RS200	1984S 1985S	DL—1947 DL—1070	3060	PIA38
6. 中间涂料：用于改性丙烯酸瓷漆	PS—19 CS 150 PS—21 RS—200 870	1984S 1985S	DAS—1980	8823 8098	E2A52 E2A28
7. 屏蔽涂料：一种中间涂料，用于已开裂的面漆，可用来封闭自干性瓷漆	HP—100 或 806				
8. 挥发性腻子：需要用中间涂层封闭	76	2286S 2288S	DFL—1 DFL—17	6390 6394	D3R7 D3A2737

一、底漆

底漆是直接涂在经过表面处理的被涂物表面上的第一道漆，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。

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，常用的底漆型号、规格及其性能列于表 8—6 中。

表 8—6 我国汽车工业常用的底漆

涂料名称	特 性	适用范围
C06—1 铁红醇酸底漆	可喷涂或刷涂，自然干燥或 105℃ 下烘干 30 分钟；漆膜附着力、强度、耐硝基性和耐久性均好；不宜在潮湿气候下使用	车身构件与底盘
C06—17 铁红醇酸底漆	性能与 C06—1 相似，但比 C06—1 的耐水性略好，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，但附着力和耐候性较差；价格低廉	汽车
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，可与醇酸、氨基、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，经烘干后漆膜与 F06—9 相当，但附着力较强	汽车

(续)

涂料名称	特 性	适用范围
H06—2 铁红锌黄环氧酯底漆	能自干,经烘干后漆膜的附着力更好;机械性能及耐水、防潮性能优良;与磷化底漆配套使用,可提高漆膜的防潮、防盐雾和防霉能力;可与环氧、硝基、氨基、丙烯酸磁漆配套使用	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 30 分钟;漆膜附着力较好且有良好的防潮、耐水、耐油脂性能;流平性好、适合浸涂	冲压件和挡泥板
Q06—4 各色硝基底漆	干燥快且漆膜坚硬、易打磨;具有耐机油和油脂的能力;但附着力、耐候性差,且固体含量较低	铸造类车身构件
G06—4 锌黄铁红过氯乙烯漆	干燥快,如在 60—65℃ 下烘干 2 小时,可增加附着力和改善其他性能;耐化学侵蚀、耐湿热、防霉并且能与过氯乙烯磁漆配套	铸造类车身构件

对底漆有如下要求:

①在工件表面附着牢固,即在工件表面,有良好的附着力。

②适当的弹性,即能随着工件材料的膨胀和收缩而不致脆裂脱落,也不致因为面漆的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,即能够填没工件表面的细孔、细缝、洞眼等,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,以改变底面光滑不易附着的情况,使上层涂料易于附着。

⑤要能防止金属的锈蚀,具有防锈作用。

⑥要能抵抗上层涂料中溶剂的溶蚀,不被咬起。

⑦要便于施工,底漆在施工中应易于流平而不易流挂,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,底漆需具有耐热性能,烘后应不失去其弹性。

⑨底漆应具有长期贮存不变稠、不沉底结块的性能,并可随时稀释使用。

二、腻子

腻子是由大量的填充料和以各种涂料为粘结剂所组成的一种粘稠的浆状涂料。其用途是用来填嵌工件表面的凹陷、气孔、裂纹、擦伤等缺陷,以获得均匀平整的表面。虽然腻子可改变整个涂层的外观,但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少用腻子。

腻子的主要组份是填充料,占腻子总重量的 70%~80%。为使腻子在施工中易标识,在腻子中加入极少量的氧化铁红、炭黑、铬黄等颜料,使其呈浅灰色或棕红色。填充料是腻子的筋骨,对腻子的性质起很大的作用。

常用的填充料有：

(1) 滑石粉 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，不起卷。但由于其吸油量较高，故其用量不宜太多，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，以及涂上面漆后造成气泡等弊病。

(2) 重质碳酸钙 又名粗石粉，为 $1\sim 5\mu\text{m}$ 颗粒的碳酸钙粉，其优点是吸油量小，价格便宜，缺点是不易浸润且易沉淀。

(3) 轻质碳酸钙 颗粒为 $0.5\sim 2\mu\text{m}$ 之间的碳酸钙粉，优点是颗粒较细，使腻子在涂刮后匀整细密，减少针孔等，缺点是吸油量大，用量过大时会降低腻子的弹性，腻子易结块。

(4) 沉淀硫酸钡 颗粒在 $0.5\sim 2\mu\text{m}$ 之间，在腻子中的作用与轻质碳酸钙相似，吸油量小，与涂料混合后粘性较小，故较易刮涂，往往与轻质碳酸钙配合用于腻子中，可增加腻子的硬度。

(5) 石膏粉 用于腻子中能使腻子涂刮较厚，使用时必须同时加入水，使之转化成生石膏，一般用于自调腻子中，或在填补较显著的凹陷时，临时调入油性腻子中。

(6) 黄丹或红丹 在腻子中加入少量，能使腻子干后增加固结度、硬度和抗水性。但用量过多，会使腻子过早失去弹性。

一般油性腻子，均采用中油度油基清漆为粘结剂，油与树脂的重量比为 $3:1\sim 1:1$ 之间。油的含量过多时，会使配制成的腻子干燥缓慢，干后发软，不易打磨。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具有易干燥，抗水性好和浸润能力大，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，可采用钙脂松香、酚醛树脂及醇酸树脂等。

汽车常用成品腻子的组成和性能如下：

(1) Q07—5 各色硝基腻子 用硝化棉、醇酸树脂、顺酐树脂、大量体质颜料和稀料制成。其特点是干燥快、易打磨。但因其固体含量相对较低，所以干后收缩较大。作工件表面的局部修补填嵌之用。

(2) C07—5 各色醇酸腻子 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、耐候性较好，附着力较强而不易脱落、龟裂，施工中易于刮涂。但每次涂刮厚度不宜超过 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—I 各色酚醛腻子 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。其特点是易干、刮涂性和打磨性好。适用于填平钢铁、木质表面凹坑、针孔、裂缝等。

(4) A07—I 氨基烘干腻子 用氨基树脂、醇酸树脂、颜料及体质颜料、适量催干剂、二甲苯等溶剂配制而成。其特点是附着力较好，易于打磨且不粘砂纸，需烘干。适用于填平涂有底漆的金属表面。

(5) G07—3 各色过氯乙烯腻子 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。其特点是附着力较好，干燥快，耐水耐油性较好。但不宜多次重复涂刮。适用于填平已涂有醇酸底漆或过氯乙烯底漆的钢铁及木质表面。

(6) H07—4 各色环氧树脂烘干腻子 用环氧树脂、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，耐潮性好，易于涂刮，对金属底漆的附着力好，打磨后表面光

洁，但干后坚硬不易打磨，需烘干。适用于填嵌涂有底漆的金属表面不平处。

(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，不须烘干，可自干。

三、中间涂料

中间涂料又名二道浆，也称之为底漆二道浆。它是处于底漆或腻子之上、面漆之下，用来提高其总涂层厚度，协助底漆和腻子填补细微凹陷之类欠缺，以提高面漆的鲜映性及光泽等方面作用的一类涂层。早期汽车涂装工艺一般是二道涂层，即一道底漆，一道面漆，就是所谓的二涂二烘。稍后则发展成为三道工艺，即一道底漆，一道中间涂层，一道面漆。顾名思义，二道浆即来源于此。现代又发展成了四道甚至更多的涂装工艺。有时为了提高涂层的抗石击性能，还要在中间涂层之上加涂一道抗石击中间涂层。目前我国汽车业，特别是档次比较高级的汽车，如奥迪、桑塔纳、捷达、神龙富康、依维柯、夏利等，在其涂装系统中毫无例外地均采用了中间涂层。

目前，汽车上使用的中间涂料主要有：

①Q—06—5 灰硝基二道底漆：干燥速度快，填平性好，专用于填平腻子孔隙及砂纸打磨痕迹。

②H06—16 各色环氧二道底漆：附着力好，机械强度高，易打磨。

四、面漆

汽车面漆是汽车车身涂装中最后的一层涂料。常用的主要有醇酸面漆、氨基醇酸面漆、硝基面漆、聚氨酯面漆、丙烯酸面漆、过氯乙烯面漆和聚酯面漆等七大类。

我国用于汽车修补的涂料截止目前为止尚以硝基、醇酸为主，而在国外作为汽车修补主导产品的是丙烯酸聚氨酯树脂涂料、聚酯聚氨酯树脂涂料等。

目前常用的国产汽车面漆规格型号见表 8—7，进口汽车面漆见表 8—8。

表 8—7 国产汽车面漆涂料

涂料名称	特 点	适用范围
Q04—2 硝基外用磁漆	干燥快，易打蜡抛光，易施工或修补；涂膜色泽鲜艳，但户外耐久性较差，需采用上光蜡维护	汽车车身与底盘
Q04—34 和 Q04—31 硝基磁漆	改进了 Q04—2 的耐候性和保色保光性	高级轿车车身
C04—9 过氯乙烯外用磁漆	干燥快，漆膜可抛光打蜡；耐候性、耐腐蚀性、防湿性、防盐雾和防霉性等均比 Q04—2 好；耐寒性亦好；对底漆要求无水、无油污，否则易引起面漆整个脱皮；抛光后的外观、光泽及耐汽油性差	寒带运行条件下的车身和底盘
C04—9 氨基烘漆	漆膜丰满光亮、坚硬耐磨；附着力、耐水、耐皂液、耐油和耐候性优良；耐温变性也好；但漆膜不能抛光；与 F06—1 和 H06—2 配套使用，则耐湿热性更好	客车与中级轿车车身
B05—4 丙烯酸烘漆	属热固性漆，漆膜丰满，光泽、硬度良好，保光保色性极好，三防性能好	轿车车身
B04 特里川·热固性丙烯酸磁漆	耐候性好，漆膜丰满，能抛光，硬度显著地优于一般的面漆	高级轿车车身

表 8-8 进口汽车面漆涂料

名称及型号	性 能
日本关西清漆（1000、1026、1056）	属硝基型，常用于罩光，有较好的耐候性和光泽度
英国 ICI 清漆	属硝基型，只能用于单独罩光
荷兰“式肯士”清漆	属改性丙烯酸漆，用于面漆罩光，需喷 2~3 道
日本关西磁漆（ACRICI 1000）	属丙烯酸硝基漆，性能与硝基漆相似，遮盖力、光泽、耐候性较好
英国 ICI 磁漆（P030、P031）	属丙烯酸硝基漆，光泽好，流平性好，干燥稍慢一些
硝基银底色漆（纯底色漆）	只起到着色遮盖底层，金属粒子闪光，与清漆配合形成完整涂层
美国杜邦 150S 多效用表面平整底漆	附着力强，防腐蚀，涂层平滑，干燥快，可作为二道底漆，打磨性好，但不能与硝基漆混合
英国 ICIP086—1 底漆	涂层平滑，快干，坚硬耐用，易打磨，可作二道底漆
日本关西底漆	与杜邦 150S 相似，但平滑度比 150S 差
荷兰“式肯士”680 底漆	干燥迅速，易打磨，有好的附着力和防浸蚀性能
美国杜邦 1020R 底漆	属于双组分底漆，对钢铁、铝等金属有好的附着力、防蚀性、防锈性、密封性和隔离性好，可在旧涂层上施工，不会引起脱层等问题

第四节 涂漆后处理的常用材料

抛光打蜡是在车身面漆彻底干燥后进行的修饰作业，包括磨光、抛光和打蜡三个步骤。未经磨光的漆膜表面均有不同程度的加工痕迹和尘染微粒，同时原光亦呈刺眼的“浮光”状态。经过磨光后可消除上述现象，使漆膜呈无光的暗色，然后进行抛光使漆膜表面重新取得“实光”，最后打蜡使漆膜更加光亮并保持持久。这样做的目的是为了取得类似镜面的光泽，以提高装饰效果，同时光亮的漆膜可以反射太阳光，以保护涂层。

汽车面漆用涂料不是都可以磨光和抛光的，能抛光的有氨基漆、硝基漆、纤维素漆、聚酯漆和过氯乙烯漆。不能抛光的涂料有油脂漆、天然树脂漆、醇酸漆等。

一、抛光、增光材料

在喷完面漆后，为了消除漆膜表面缺陷，如颗粒、桔皮等，要用抛光材料进行局部抛光修饰。常用的抛光材料有：

- ①抛光浆。分粗细两种；
- ②抛光水。供擦净被抛光表面用；
- ③抛光蜡去污增光剂。用于保护漆面，其维护漆面的性能优于抛光蜡，能增光，提高鲜映性。

以上三种材料适用于丙烯酸树脂漆、硝基面漆、丙烯酸酯或聚酯改性的氨基面漆，不适用于漆膜硬度较低的油性漆及醇酸漆。

二、保护材料

在涂装修补之后，一般在汽车的焊缝及内腔涂不到漆的部位都要喷一层防锈蜡。轿车要求喷蜡防锈的部位有：

- ①前翼子板支撑板、后轮罩内壁、后翼子板内壁、板材焊缝、螺钉装配孔等；
- ②前、后纵梁空腔、底板空腔、车门下部空腔等；
- ③后厢盖内筋板空腔。

第五节 汽车涂装的辅助材料

汽车涂装常用的辅助材料有：稀释剂、防潮剂、催干剂、固化剂和脱漆剂等。

一、稀释剂

在涂料施工中，稀释剂用来溶解及稀释涂料，调整涂料的粘度，使之符合施工要求，以达到涂层表面平整光滑的目的。稀释剂对涂膜性能有一定影响。稀释剂用错会使涂料混浊析出，导致报废。稀释剂用量不当也会影响涂膜质量：用量过多，造成色漆遮盖力差、光泽差；用量过少使涂料过稠，喷涂时涂膜流平性差，呈桔皮状，甚至起皱、流挂。

稀释剂最好直接使用造漆厂配制的稀释剂，并按产品使用说明操作。

常用的稀释剂品种见表 8-9。

表 8-9 常用稀释剂的名称与用途

型号名称	曾用名称	成分(质量分数)(%)	用途
X-1 硝基漆稀释剂	喷漆稀料 甲级香蕉水 甲级信那水 甲级天那水	醋酸丁酯 29.8 醋酸乙酯 21.1 丁 醇 7.7 甲苯乙苯 41.3	稀释能力高于 X-2，用于硝基清漆、硝基磁漆、硝基底漆，也可用于稀释各种热塑型丙烯酸漆
X-2 硝基漆稀释剂	乙级香蕉水 乙级天那水 乙级信那水	醋酸丁酯 18 醋酸乙酯 9 丙 酮 3 乙 醇 10 甲 苯 50 丁 醇 10	一般用途的硝基漆料，也可用于洗涤喷漆工具
X-3 过氯乙烯漆	甲级过氯 乙烯稀释剂	醋酸丁酯 12 丙 酮 26 甲 苯 62	稀释各种过氯乙烯底漆、磁漆、清漆腻子等
X-4 氨基漆稀释剂	胺基稀料	丁 醇 30 二甲苯 70	用于氨基漆、氨基锤纹漆、短油度醇酸漆、环氧酯类漆等
X-5 丙烯 酸漆稀释剂	648 丙烯 酸稀释剂		用来稀释各种丙烯涂料，也可用来作硝基漆稀料
X-6 醇酸漆稀释剂	醇酸漆稀料 磁漆稀料	松节油 50 二甲苯 50	用于稀释中、长油度的醇酸磁漆、底漆、清漆，也可用于酯胶漆和酚醛漆
X-7 环氧漆稀释剂	环氧稀料	由二甲苯、丁醇、酮 类、醚类混合而成	稀释用环氧树脂制成的清漆、磁漆、底漆、防腐漆、腻子等

(续)

型号名称	曾用名称	成分(质量分数 %)	用 途
X—8 沥青酯稀释剂		苯 80 煤油 20	供稀释沥青漆用,不能用于常温干燥的沥青漆
X—10 聚氨酯稀释剂	聚氨酯酯稀释剂	无水二甲苯 70 无水环乙酮 20 无水醋酸丁酯 10	用于稀释聚氨酯涂料
X—15 硝基漆稀释剂	铅笔漆稀料	苯、丙酮、醋酸、乙酯及丁酯混合而成	专供 Q20—30、Q20—80 硝基漆用,也可稀释其它铅笔漆
X—20 硝基漆稀释剂	特级香蕉水 基丙烯酸稀料	醋酸丁酯、乙酯、丁酯、酮类混合而成	用于要求高的硝基漆,热塑性丙烯酸漆,环氧酚醛、罐头色装漆

二、防潮剂

防潮剂又名防白剂,是由高沸点和挥发速度较慢的酯类、醇类、酮类等有机溶剂混合而成的液体。在潮湿的条件下(相对湿度 70% 以上),空气中的水蒸汽含量高,这时喷涂硝基漆或挥发性涂料时,空气中的水蒸气就会凝聚在漆膜表面。因水与溶剂不相溶,使漆膜变成白色雾状,明显无光,这种现象叫做泛白。加入适量的防潮剂,提高溶剂沸点,使挥发速度降低,可防止泛白现象。

三、催干剂

催干剂又称干料,是一种加速漆干燥的液体或固体材料,其作用是促进涂料干燥成膜。主要用于油性涂料和醇酸树脂涂料。

如亚麻油,不加催干剂约需 4~5 天才可干结成膜,而且干后涂膜性能不好;加入适量催干剂后,可缩短到 12 小时之内即可干结成膜,涂膜光滑不粘手。

常用催干剂的种类与品种如下:

钴催干剂(环烷酸钴);锰催干剂(环烷酸锰、植物油酸锰);铅催干剂(环烷酸铅);锌催干剂(环烷酸锌);钙催干剂(环烷酸钙);铁催干剂(环烷酸铁)。

大多数油基涂料中,已加入催干剂,使用时一般不需要再加。使用催干剂时,一定要控制好用量,更要注意主催干剂不能用得太多。否则,会使涂膜造成出现皱纹、表干里不干等不良后果;甚至影响涂膜的耐久性,加速涂膜的老化,引起涂膜变脆、变黄以及早期龟裂等。

四、固化剂

固化剂是具有催化作用的化合物。通常采用的有胺类、有机酸酐、脂肪酸类及有机过氧化物等。它们能与合成树脂发生化学反应而使其干结成涂膜。

固化剂主要用于不能自干或烘烤干结成膜的涂料中,如环氧漆、聚氨酯漆、聚酯漆、氨基漆等。常用固化剂名称、性能与用途见表 8-10。

固化剂用量应尽量准确,不能随意增减;用量过大,涂膜干燥快并易产生脆性,造成施工困难、影响涂层质量。

室温固化的涂料,固化剂与涂料混和后要充分搅拌,并在室温下静置几十分钟再使用,让固化剂有充分反应的时间。

表 8-10 常用固化剂名称、性能与用途

名 称	主 要 性 能	用 途
H—1 环氧漆固化剂	固化快、用量小，但毒性和腐蚀性较 H—2 大，相对湿度大时不宜使用	胺固化环氧漆
H—2 环氧漆固化剂	毒性小，配比易掌握，相对湿度大时不宜使用	胺固化环氧漆
H—4 环氧漆固化剂	可室温下固化、粘结力强、柔韧性好、坚固耐磨，有一定绝缘性和耐化学气体腐蚀好，且湿度较大时可施工	胺固化及无溶剂环氧漆
H—3 聚氨酯漆固化剂	能与羟基以及水、酸、碱类基团反应	与 SO—15、SO4—7、SO6—4 配套使用
H—5 聚氨酯漆固化剂	固化剂中含有一定的异氰酸	含羟基的聚酯、聚醚类漆
H—7 聚氨酯漆固化剂		聚氨酯漆
H—6 聚酯漆固化剂	室温下迅速固化。固化时能隔绝空气，避免涂层表温发粘	聚酯漆

五、脱漆剂

脱漆剂又叫去漆剂，主要是利用有机溶剂对漆层表面的溶解、溶胀作用，将旧涂层清除掉。脱漆剂一般分为两类，一类是由酮类、醇类、苯类和酯类加石蜡混合制成的，有很好的溶胀漆膜性能，主要清除油脂、酚醛、硝基等旧漆层。另一类脱漆剂是由二氯甲烷、纤维素醚、石蜡等配合而成，毒性较小，脱溶速度快，主要用于环氧漆、聚氨脂漆等。

第九章 汽车车身涂装的工具与设备

第一节 车身表面预处理的工具与设备

喷漆的一般工艺流程为：底板面的修整（预备处理）→涂底漆→涂敷填料（腻子）→打磨→涂二道底漆→补腻子→打磨→喷面漆→干燥→抛光。

喷漆的面层质量与喷漆前底板面的修整有密切的关系。底板面的修整包含了喷面漆之前各道工序。底板面越是光洁，喷漆之后所形成的面层质量越好，因此，喷漆前对底板面的处理就成为获得良好面层的关键。

一、手工机械除锈工具

1. 电动除锈工具

电动除锈工具具有结构简单、体积小、重量轻、使用方便、易于维修等特点。主要用于汽车维修涂漆前钢铁表面的除锈。

（1）电动针束除锈机 是一种带有针束的手工机械除锈工具。它是利用斜盘将电动机的圆周运动变为直线运动，使针束对物面进行冲击，达到除锈目的。主要用于凹凸不平面、狭缝、角缝及弯曲等部位的除锈。

（2）手提式砂轮机 也称三相手提式砂轮机（或钢丝刷轮机），不仅用于除重锈（厚锈层），也用于磨平焊缝及毛刺等。安装钢丝刷轮适于清除重锈及中锈。

（3）软轴砂轮机 用于大中型工件表面除锈，并可视工件锈蚀程度不同，在轴头上装上砂轮或钢丝刷轮进行除锈。这种工具与三相工频手提式砂轮机相比，具有重量轻、劳动强度低等优点。它主要由电动机、软轴软管、手柄等组成。

2. 气动除锈工具

（1）气动砂轮 国产气动砂轮有 S40、S60、S80 和 S150 四种型号，其组成略有差别。S40 型气动砂轮是由节流阀、滑片式气马达、夹头等部件组成。它的工作原理是，当按动压柄（或转动开关套）时，压缩空气便进入气马达内部，作用于滑片的伸出部分，推动滑片使转子带动主轴与砂轮片进行连续的旋转动作而达到除锈目的。主要用于大中型金属工件表面的除锈。

（2）XH3 型除锈器 空心转轴的气缸排出的废气，经心轴内孔从除锈轮处排出，可洗净工件表面的浮物（浮锈）。其工作原理是，压缩空气经节流阀进入滑片式气马达，使转子转动，转子的旋转运动经心轴传给除锈轮，除锈轮上装有四组除锈片，可交替高速摩擦冲击工作表面，达到除锈目的。可用于各种大型金属工件或大面积工件的除锈。

二、手工机械打磨工具

1. 电动磨灰机

电动磨灰机也称电动磨光机、电动打磨器等，主要用于腻子表面的磨光（或磨平）。其特点是打磨腻子时噪声小，振动小，粉尘飞扬少，可在无压缩空气设备条件下作用。不足之

处是电动磨灰机的重量一般比气动磨灰机重，且不适于水磨。

2. 气动磨灰机

气动磨灰机也称为风动磨光机、风磨机等。它与电动磨灰机相比，具有体积小、重量轻、可干磨也可加水湿磨等特点。

第二节 喷涂的工具与设备

常用的喷涂设备与工具有喷枪、空气压缩机等。

一、喷枪

喷枪是漆装修理的关键设备。喷枪的类型和规格较多，适用于各种不同场合的喷涂，但其基本功能和原理是一致的。

1. 喷枪的功能

喷枪的功能是利用压缩空气的压力将液体雾化，形成雾状射流，雾状化的油漆在喷流中分裂成微小而且均匀的液滴喷在汽车表面上，形成薄厚均匀具有光泽的薄膜。油漆的雾化过程可分成三个阶段，如图 9-1 所示。

第一阶段（图 9-1a），高速气流将油漆通过小管从罐中吸到喷嘴处，随即环形空气流包围油漆，促使油漆液体开始分裂。第二阶段（图 9-1b），在后续气流的冲击下，使油漆加速分裂。第三阶段（图 9-1c），油漆被来自喇叭筒的空气喷流冲击，使之成为扇形的雾状喷流。

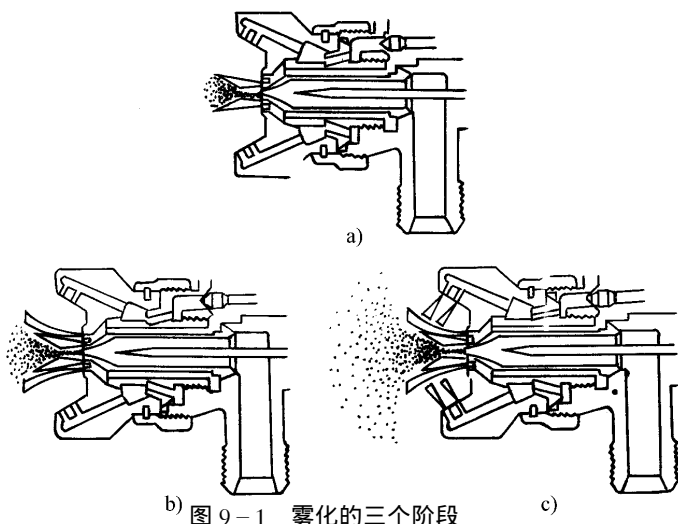


图 9-1 雾化的三个阶段

典型喷枪的主要零件包括气帽、喷针、针阀、扳机、气流控制钮、气阀、扇形调节钮（模式控制钮）和手柄。它们的相互装配关系如图 9-2 所示。

气帽把压缩空气流吸上来的油漆雾化并形成一定形状。

压缩空气从气帽喇叭筒的两个侧口流过形成一定的喷射形状。如果关闭扇形调节钮（模式控制钮），喷出的涂料呈圆形；打开调节钮，喷出的涂料则呈椭圆形。

针阀直接控制着油漆的吸入量。从喷枪前端喷出油漆的实际数量取决于针阀控制的喷嘴开口的大小。不同的涂料应选用不同规格的喷嘴。扳动扳机时，流体控制钮即可调节喷嘴实

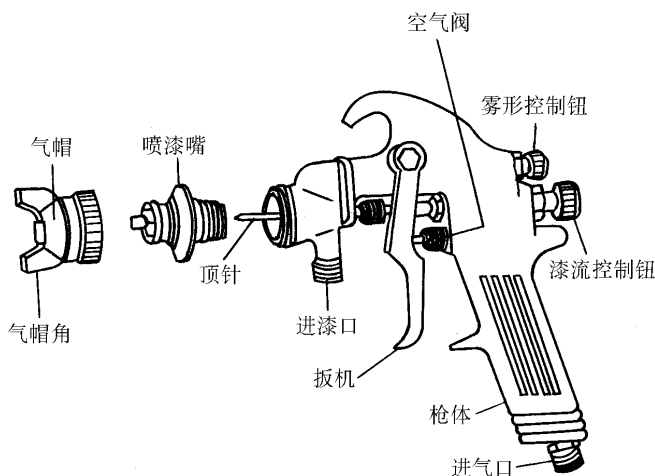


图 9-2 典型喷枪的组成

际开度。

气阀是在扳机扳动时开启的，针阀也随之开启。

2. 喷枪的类型

喷漆枪（简称喷枪）可分为普通喷枪、高压无气喷枪、静电喷枪三种类型。

普通喷枪中，压缩空气以很高的速度从喷枪喷嘴流过，使喷嘴周围形成局部真空。当涂料进入该真空空间时，被高速气流雾化，喷向工件表面形成漆膜。

高压无气喷涂是将漆料增加到 $11.8 \sim 21.2 \text{ MPa}$ 的高压，经稳压过滤后输送到高压喷枪，漆料从喷嘴小孔到达大气中时，立即剧烈膨胀，雾化成极细的、有一定速度和形状的漆流喷到被涂物面上。因漆流未混入压缩空气，所以称为高压无气喷涂。

高压无气喷涂效率高，每支喷枪每分钟可喷涂 $3.5 \sim 5.5 \text{ m}^2$ 以上的面积，喷后的漆膜紧密，附着力强，漆料在喷涂过程中不会因混入压缩空气中的水、油等杂质而降低涂层的质量，且喷出的漆雾因没有压缩空气，所以喷涂时没有回弹现象，减少了漆雾飞扬的损耗，改善了施工场所的工作环境。

静电喷涂是依据静电场对电荷的作用原理，静电喷枪的枪头上接有负高压静电，电压足够高时，枪头附近区域的空气产生强烈电晕放电，形成气体离子区域。当由静电喷枪雾化了的油漆粒子通过该区域时，便与气体离子结合而带上电荷。带电荷的油漆粒子在枪头（即电场源）的电场力作用下，向异极性工件表面运动，在电场力的作用下被吸附并沉积在工件表面上，形成均匀的涂膜。

静电喷涂的特点有：

- ① 漆膜均匀丰满，附着力强，装饰性好。
- ② 生产效率高，漆料的利用率高达 90%，减少漆雾飞扬的损耗，改善了施工环境的卫生条件。
- ③ 对于形状复杂的工件、凹凸尖等部位容易喷到，但对孔处等不易喷到。
- ④ 静电喷涂维护管理要求严格，操作不当或管理不善容易发生电击、高压击穿放电，甚至造成火灾事故。

国产气动高压无气喷涂机主要有 GP—Q 型、GP2A 型、GPQ1C 型、GPQ 型等多种。国

产手提式静电喷枪主要有 GP—3 型气动旋杯式静电喷枪等。

3. 普通喷枪的类型

按油漆进给方式分，普通喷枪有三种类型，见表 9—1。普通喷枪油漆进给的原理示意如图 9—3 所示。

表 9—1 普通喷枪类型

类 型	油漆进给方法	优 点	缺 点
吸力进给式	油漆罐安装在喷嘴下方，仅用吸力提供油漆	喷枪工作稳定，便于向油漆罐加油漆或变换颜色	喷涂水平表面困难，粘度变动导致排量变化，油漆罐比重力进给式大，因而操作者较易疲劳
重力进给式	油漆杯安装在喷嘴上方，用重力及喷嘴尖的吸力提供油漆	油漆粘度不变，所以喷量不会变化；油漆杯的位置可按喷漆件的形状变更	由于油漆杯安装在喷嘴上方，反过来就会影响喷枪的稳定性；油漆杯容量小，不适合喷射较大的表面
压力进给式	用压缩空气罐或泵给油漆加压	喷涂大型表面时不必停下来向油漆罐加油漆，也可使用高粘度油漆	不适合小面积喷漆，变换颜色及清洗喷枪需较多时间

（1）吸力进给式喷枪 吸力进给式空气喷枪是使用最普遍的一种喷枪。油漆置于罐内，扣动扳机，压缩空气冲进喷枪，气流经过气帽开口时形成局部真空，罐中的油漆被真空吸住已开启的针阀，形成雾状喷射流。

吸力进给式喷枪的连接方法如图 9—4 所示。

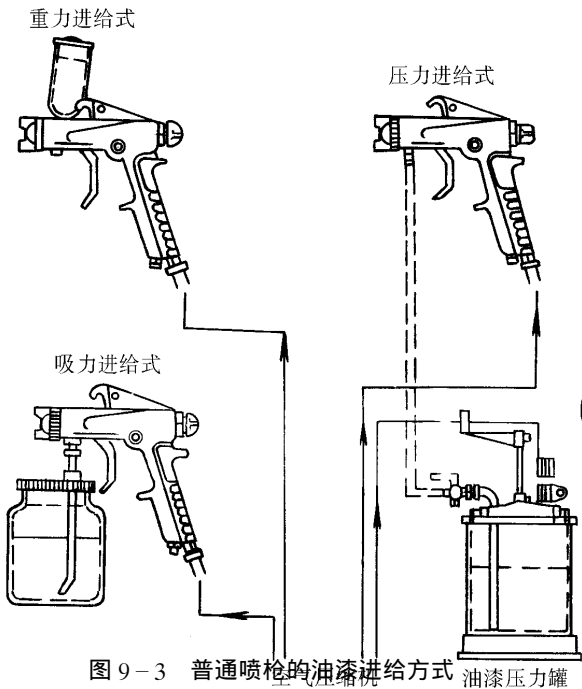


图 9—3 普通喷枪的油漆进给方式

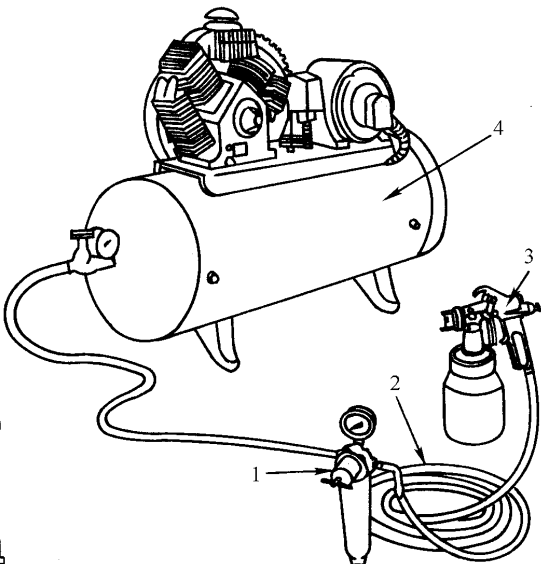


图 9—4 吸力进给式喷枪的连接方法

1—空气控制装置 2—空气软管 3—喷枪 4—空气压缩机

(2) 重力进给式喷枪 重力进给式喷枪是利用油漆自身重力流入喷嘴进行雾化喷射的。这种喷枪适用于较稠的涂料（如车身填料）的喷涂。喷枪的操作方法与吸力式喷枪相同。

(3) 压力进给式喷枪 压力进给式喷枪是利用压缩空气进入油漆罐中，推动油漆从细管进入喷嘴的。压力进给式喷枪的连接方法如图 9-5 所示。

三种类型喷枪的应用场合略有不同。吸力进给式喷枪是迄今在汽车面层修理中使用最普遍的。压力进给式喷枪主要用于车辆全部重新油漆，或喷涂某些较稠的面层。重力进给式喷枪一般用于喷涂基体涂料和清漆、底层涂料和密封剂等。

二、空气压缩机

空气压缩机（俗称气泵）是提供压缩空气的设备。除了喷漆需要用压缩空气之外，所有的气动工具和设备都要利用有一定压力和流量的压缩空气作为动力。

一套空气压缩装置由空气压缩机、电动机、控制机构、过滤器与消声器、储气罐和配气装置等部分组成。大型喷漆车间压缩空气管路布置情况如图 9-6 所示。喷涂用压缩机空气压力不高于 0.8MPa 。排气量根据同时工作的喷枪数确定，一般排气量应大于同时工作的喷枪耗气量的 2 倍，以确保喷涂时气压稳定。在选择空气压缩机时，应遵循排气量较高、功率低、体积小、工作可靠、操作简便的原则。

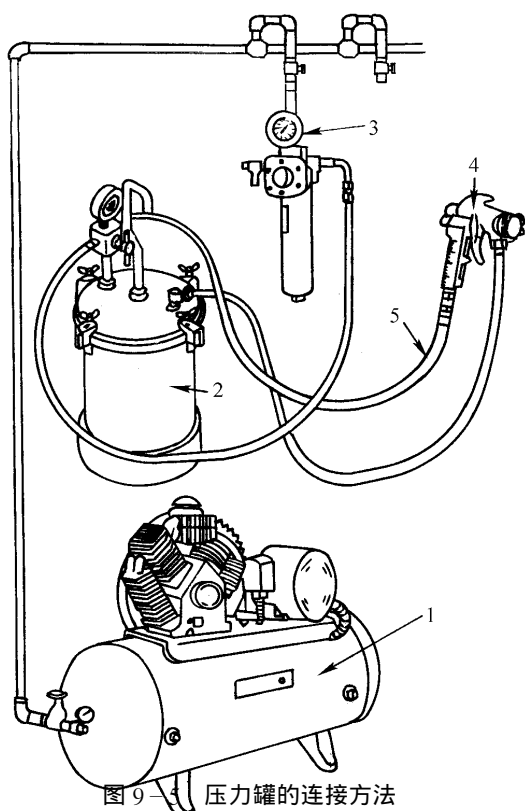


图 9-5 压力罐的连接方法
1—空气压缩机 2—压力罐 3—压力计
4—喷枪 5—空气软管

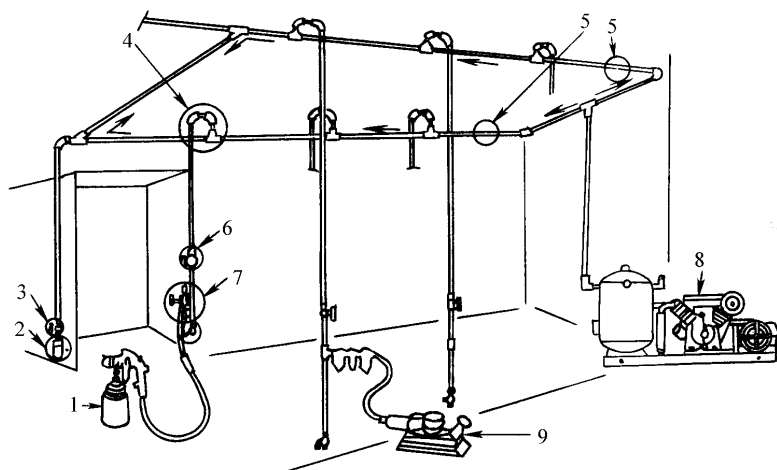


图 9-6 车身修理和喷漆厂内常见的压缩空气管路
1—空气喷枪 2—自动排水器 3、6—截止阀 4—支管（应由总管向上分支）
5—总管 7—空气转换阀 8—空气压缩机 9—砂轮机

第三节 干燥设备

涂层的干燥有自然干燥和强制干燥两大类。涂膜的干燥方法、特点及范围如表 9－2 所示。

表 9－2 涂膜干燥方法、特点及使用范围

干燥方法	热源或加热器	特 点	使用范围
自然干燥		①不需设备，只需要灰尘少和通风良好的较大的场地； ②干燥时间受气候变化的影响较大	适用于气干漆
热空气对流干燥	①蒸汽	①干燥温度范围 50～100℃； ②应用得比较普遍，造价低，比较安全	适用于低温干燥的油漆
	②煤气	①干燥温度范围 60～220℃； ②需要专用煤气加热器； ③有煤气供应的地方较经济	适用于各种高低温干燥的油漆
	③重油或柴油	①干燥温度范围 60～220℃； ②需有专用的燃油热风发生器； ③有油供应的地方较经济	适用于各种高低温干燥的油漆
	④电热	①干燥温度范围 60～220℃； ②耗电量较大	适用于各种高低温干燥的油漆
红外线辐射干燥	①红外线灯泡	①干燥温度在 120℃ 以下； ②干燥速度快，但耗电量大，寿命短	可作移动式干燥板，用于总装后补漆干燥，也可用于间歇式或通过式干燥室
	②碘钨灯	①干燥温度可达 130℃ 以上； ②升温快，温度均匀，但灯管易坏，成本高	用于间歇式或通过式干燥室
	③碳化硅或氧化镁辐射器（管式或板式）	①干燥温度可达 200℃； ②干燥速度快； ③寿命较长但耗电量大	用于通过式干燥室较多
	④煤气红外线辐射器	①干燥时间短，温度易控制，成本低； ②操作要求严格	用于通过式干燥室较多
	⑤远红外线辐射器	①干燥温度可达 200℃； ②干燥速度快，涂膜干燥质量好；	用于通过式干燥室较多

(续)

干燥方法	热源或加热器	特 点	使用范围
紫外线干燥	采用的光源有高低压水银灯、弧光灯、荧光灯等	①漆膜可在 1~2min 内固化, 生产效率高; ②装置简单, 设备投资少, 占地面积小; ③含紫外线透射率大的体质颜料的涂料二道浆、填充剂都可采用; ④遮盖力大的涂料不适用; ⑤光的照射角度对固化效果影响很大, 因此形状复杂的工件易出现死角	目前国外工业化生产应用的光固化树脂以不饱和聚酯为主。这种干燥工艺适用于流水生产, 适用于涂饰在不宜高温加热的材料上的涂料的干燥固化
电子束干燥	电子束发生器	①干燥效率高; ②设备复杂, 成本较高	目前国外多数用聚酯、丙烯酸、氰化的聚氯乙烯

按外形结构, 干燥设备可分为室式(烘房)、箱式(烘箱)、通道式(烘炉)等几种。按其操作方式可分为周期式和连续式, 前者适用于单件或小批量生产, 后者适用于大批量的流水作业生产。

根据加热或传热方式, 干燥设备常分为三类:

(1) 对流式干燥设备 目前较普遍采用蒸汽、炉气、电热、燃油热风发生器、利用废油喷烧等多种方法间接加热, 使涂层表面受热而干燥成膜。

(2) 辐射式干燥设备 这是将热能转变为各种波长电磁振动的辐射能, 利用辐射能干燥涂层的方法。以红外线为辐射热源的干燥设备, 称为红外线干燥设备。

(3) 感应式干燥设备 利用电磁感应加热, 如高频加热器、工频加热器。

汽车维修行业常用的干燥设备主要有: 电热烘箱、烘干室和烤漆房。

一、电热烘箱

电热烘箱是一种最简单的热空气对流式烘干箱, 主要用于烘干小型涂装工件。

如图 9-7 所示, 烘箱内部装有 1000W 或 1500W 的电热丝多根, 分布在烘箱内部两侧及底层。烘箱壳体分内外两层(铁皮制成), 中间填充矿渣、石棉粉等隔热保温材料。烘箱的顶部装有排雾管及测温用的热电偶。烘箱内部的底面装有两根小钢轨, 便于推盘出入烘箱。烘箱门上装有玻璃小窗, 便于观察工件在烘箱内的加热情况。

二、连续式通道烘干室

连续式通道烘干室是广泛应用在大量生产的工业制品场合下的一种烘干设备。大多采用红外线或远红外线干燥。根据输送带运行的路线和方向, 可分为单程和双程的通道烘干室。

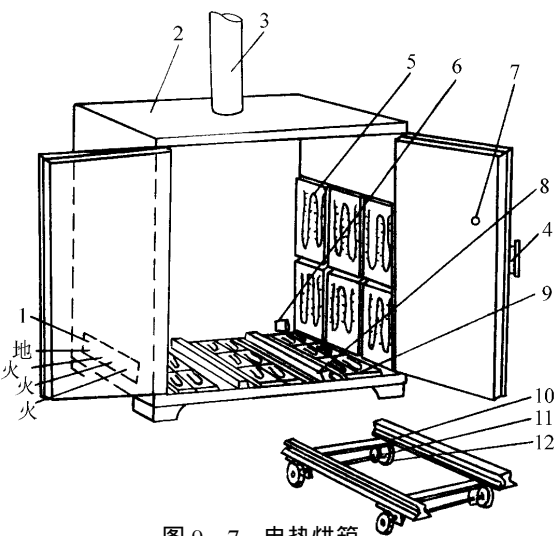


图 9-7 电热烘箱

- 1—绝缘胶木板与三相电源接线 2—箱体 3—排雾管
4—拉手 5—电热丝 6—进气口 7—玻璃小窗 8—小
钢轨 9—电炉板 10—活动推架 11—滚轴 12—滚轮

烘干室的结构可用角钢焊成骨架，外壳用钢板焊接在骨架上；钢板外加保温层，厚度约为 50~100mm，顶部安装排风管，两侧按需要可以安装活门。为了制造和安装方便，整个烘干室可分为若干节，相互之间用螺钉连接起来，每节长约 2m，节数视需要而定。为适应涂膜烘干过程的要求，一般烘干室分为预热、加热、保温三个部分，每个部分占若干节。

在每个部分的若干节烘干室内，配置数量不等的红外线辐射器。常用的辐射器有红外线灯泡、碘钨灯、碳化硅管状红外线辐射器、碳化硅板状红外线辐射器、氧化镁管状红外线辐射器、金属板式红外线辐射器、煤气红外线辐射器等。

三、喷漆烤漆房

封闭式喷漆烤漆房图 9-8 所示，该类型的喷漆烤房不仅密封优良，而且还附加了带有过滤系统的强制换风装置。使用时开动风机，可以将过滤的新鲜空气不断送至喷漆室，随即再通过设在地板上的过滤网过滤后排入大气。清净的通风效果既有利于操作（能见度高），又改善了工人的作业环境。

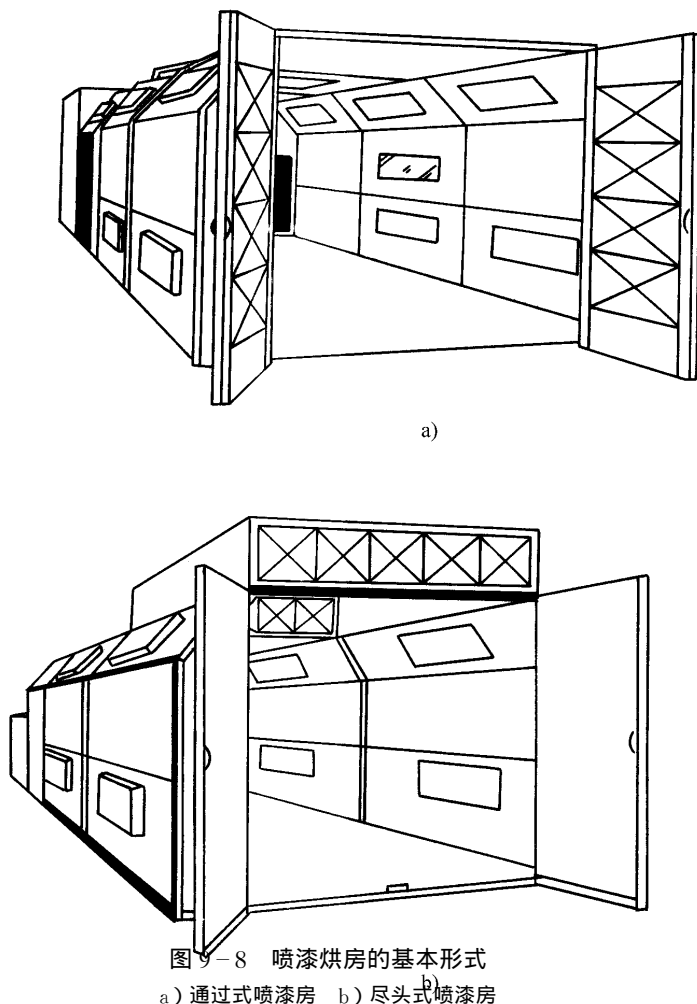


图 9-8 喷漆烘房的基本形式

a) 通过式喷漆房 b) 尽头式喷漆房

在电控方面，应用电子技术进行温度自动控制，而且还可根据需要显示出烘烤过程中的

温度、时间。在结构上采用过压原理，室内风压高于室外 $4 \sim 12\text{Pa}$ ，使灰尘不能进入室内。外部空气进入室内前已经多次过滤，因而空气净化程度较高。

如果启动热交换器使其工作，不仅可以改善喷漆室内的环境，还可将其调整到所需的烘干温度，对车身涂层进行烘干。

第十章 车身涂装材料的调配与使用

第一节 汽车涂料的选用

在汽车修补喷涂作业中，涂料的选择是极其重要的一个环节，不仅关系到涂装后能否满足性能要求，还关系到涂装的经济性问题。

一、车身涂料的等级及特性

1. 汽车涂料涂层的分组和等级

根据汽车各零件的使用条件和涂漆质量要求，汽车涂料涂层共分为 10 个组和若干等级（表 10-1）。

表 10-1 汽车油漆涂层的分组和等级

涂层代号	分组名称	级别	油漆涂层名称	备 注
TQ1	车身组	甲	优质装饰、保护性涂层	适用于湿热带地区
		乙	一般装饰、保护性涂层	
		丙	低级装饰、保护性涂层	
TQ2	轿车车身组	甲	高级装饰性涂层	适用于高级轿车
		乙	防蚀、装饰性涂层	适用于中级轿车
TQ3	车箱组	甲	防腐、装饰性涂层	适用于木车箱
		乙	防蚀、装饰性涂层	适用于金属车箱
TQ4	车架、车轮、挡泥板组	甲	优质防蚀性涂层	适用于使用条件苛刻，耐蚀性要求高的零件
		乙	一般防蚀性涂层	
TQ5	发动机组		保护性涂层（快干）	
TQ6	底盘组		保护性涂层（快干）	
TQ7	毛坯、冲压件半成品组	甲	防锈底漆涂层	
		乙	防腐涂层	
TQ8	特种涂层组	甲	耐酸涂层	适用于蓄电池箱及其托架
		乙	耐汽油涂层	适用于汽油箱内表面
		丙	耐热涂层	适用于消声器、排气管
		丁	防声、绝热涂层	
TQ9	散热器（水箱）、管子、弹簧组		耐水防锈涂层	
TQ10	车内装饰件组	甲	车内高级装饰性涂层	适用于高级轿车内饰件
		乙	车内装饰性涂层	适用于中级轿车和公共汽车内饰件

2. 汽车涂料涂层的特性

由于汽车涂料涂层分组情况和等级的不同，各涂层所用涂料亦有所区别，见表 10－

2。

表 10－2 汽车油漆涂层的特性和用途

涂层 代号	等级	涂层特性	用途举例
TQ1	甲	属于优质装饰、保护性涂层，具有优良的耐候性、耐水性、装饰性和机械强度，适用于湿热带气候地区，可作为出口载货汽车的油漆涂层	载货汽车驾驶室，公共汽车、轻型越野汽车车身，工程车车箱覆盖件及与上述总成使用条件和外观、耐候性、装饰性要求相同的中小零件（如前大、小灯外壳，风窗框，门手柄，大灯支架及护网，仪表板，各种盖板）等
	乙	属于装饰、保护性涂层，它的耐候性、装饰性和机械强度与 TQ1 甲相仿，仅耐水性差，适用于温带和北方气候	载货汽车驾驶室，公共汽车、轻型越野汽车车身，工程车车箱覆盖件及与上述总成使用条件和外观、耐候性、装饰性要求相同的中小零件（如前大、小灯外壳，风窗框，门手柄，大灯支架及护网，仪表板，各种盖板）等
	丙	属于一般装饰、保护性涂层，除它的装饰性与上述相仿外，其耐候性、机械强度较差。本涂层适用于小批生产或无烘干条件的施工现场	载货汽车驾驶室，公共汽车、轻型越野汽车车身，工程车车箱覆盖件及与上述总成使用条件和外观、耐候性、装饰性要求相同的中小零件（如前大、小灯外壳，风窗框，门手柄，大灯支架及护网，仪表板，各种盖板）等
TQ2	甲	属于高级装饰性涂层，具有极优良的装饰性、耐候性、耐水性，适用于各种气候条件	高、中级轿车车身及覆盖件
	乙	属于中级装饰性涂层，具有优良的装饰性、耐候性、耐水性和机械强度。装饰性仅次于 TQ2 甲，优于 TQ1 甲，机械强度优于 TQ2 甲，适用于各种气候条件	中级轿车车身覆盖件及车内门窗框
TQ3	甲	属于防腐、装饰性涂层，具有较好的耐候性、机械强度和防腐作用，可作为木制品涂层	木车箱各部件和铁木混合车箱的木质件
	乙	属于防蚀装饰性涂层，具有较好的耐候性、防蚀性和机械强度，装饰性次于 TQ1	铁车箱各部件和铁木混合车箱的金属件、翻斗、油罐和汽油箱外表面
TQ4	甲	属于优质防蚀性涂层，具有优良的耐盐雾性、耐水性和机械强度。适用于使用条件苛刻、防蚀性要求高的零部件，如经常与泥水接触的车下零件	车轮各部件，踏脚板、挡泥板、风扇、汽油箱托架及箍带、翼子板托架、车身底板上各种检查孔盖板等
	乙	属于一般的防蚀性涂层，具有较好的机械强度，其耐盐雾和耐水性次于 TQ4 甲	除 TQ4 甲所述零件外，还适用于底盘小件（如 U 形螺栓、钢板弹簧吊耳和吊环、制动系统零件等），装在车身内的小件（如压条、门玻璃夹框及滑槽等），水箱固定架，备胎托架，贮气筒，车架等

(续)

涂层代号	等级	涂层特性	用途举例
TQ5		属于保护性涂层，具有较好的耐机油、汽油性和快干的特点，一般适用于常与机油、汽油接触的或不宜过高温烘干的工件	发动机总成和变速器总成
TQ6		属于一般防护性涂层，具有较好的耐蚀性和耐机油性	前、后、中车桥总成，传动轴，转向部件，制动系统零件，分动器绞盘，减振器，千斤顶总成等
TQ7	甲	属于防锈底漆涂层，它对金属表面有良好的附着力，具有良好的防锈性能和机械强度，适用于工序间防锈和零件底漆	各种铸件毛坯，木车厢用的各种金属连接件，发动机、变速器、分动器、车桥总成上用的冲压件（如底壳盖板、离合器盖等）
	乙	属于防腐涂层，对木材具有好的渗透性、防腐作用和耐酸性能	各种木制垫板
TQ8	甲	属于耐酸涂层	蓄电池托架及常与硫酸接触的工作件
	乙	属于耐汽油涂层	汽油箱盛油槽的内表面，与汽油经常接触的零件
	丙	属于耐热涂层	消声器、排气管、气缸盖密封垫圈
	丁	属于防声、绝热、耐磨涂层，它具有抗震防声、绝热降温、耐磨和密封的作用	驾驶室和车身的顶盖内表面和底板下表面、车身的焊接缝、门板内表面、翼子板内表面
TQ9		属于耐水防锈涂层，具有较好的耐水性和机械强度	水箱，机油散热器，各种钢板弹簧、螺旋弹簧、座垫靠背弹簧及各种弹簧等
TQ10	甲	属于车内的高级装饰性涂层	轿车车内装饰件（如仪表板、风窗、护条等），木制件或仿木纹的金属件
	乙	属于车内装饰性涂层，具有皱纹、锤纹、冰花纹等花样	轿车和公共汽车内装饰件

注：对汽车各部件油漆的颜色，在本标准中未作统一规定，由各汽车厂根据用途和用户的要求确定。

二、车身涂料的选用原则

1. 根据使用环境条件选用涂料

根据涂料所处的外界环境条件选择合适的涂料，可以参阅表 10－3。

表 10－3 常用涂料适用的环境条件

涂 料 品 种 环 境 条 件	油性漆	脂胶漆	沥青漆	酚醛漆	醇酸漆	氨基漆	环氧漆	有机硅漆	过氯乙烯漆	丙烯酸漆	聚氨酯漆	硝基漆	乙烯漆
在一般大气条件下使用，对防腐、装饰性要求不高	▽	▽		▽									
在一般大气条件下使用，但要求耐候性、装饰性好	▽				▽							▽	
在湿热条件下使用，要求防湿热、防盐雾、防霉菌性能好				▽		▽	▽		▽	▽	▽		
在一般大气条件下使用，但要求防潮、耐水性好			▽	▽			▽				▽		
在化工大气条件下使用，或要求耐化学腐蚀性好			▽	▽			▽		▽		▽		▽
在高温条件下使用								▽					

注：有“▽”符号表示的可选用。

2. 根据被涂物面的材质和要求选择涂料

选用汽车涂料，既要重视保护性，又要注意装饰性；既要注意钢铁金属的涂装，又要考虑锌、铝金属和塑料、木材等其它材料的涂装。由于不同的被涂物面材质的极性、吸附能力不同，被涂物品的要求和结构不同，所以选择的涂料也不同。

涂料与被涂材质的适应性列于表 10－4。

表 10－4 各种涂料与被涂材质的适应性

涂 料 品 种	被 涂 材 料						
	钢铁	轻金属	塑料	木材	皮革	玻璃	织物纤维
油脂漆	5	4	3	4	3	2	3
醇酸树脂漆	5	4	4	5	5	4	5
氨基树脂漆	5	4	4	4	2	4	4
硝基漆	5	4	4	5	5	4	5
酚醛漆	5	5	4	4	2	4	4
环氧树脂漆	5	5	4	4	3	5	—
氯化橡胶漆	5	3	3	5	4	1	4
丙烯酸漆	4	5	4	4	4	1	4
氯醋共聚漆	5	4	4	4	5	4	5
过氯乙烯漆	4	4	5	4	5	—	5
有机硅漆	5	5	4	3	3	5	5
聚氨酯漆	5	5	5	5	5	5	5
呋喃树脂漆	5	3	5	5	3	3	3
聚醋酸乙烯漆	4	3	5	5	4	4	5
醋丁纤维漆	4	4	4	4	1	2	3
乙基纤维漆	4	4	5	3	5	3	5

注：表内数字 5 表示最好，1 表示最差。

3. 根据涂料的主要性能选择涂料

常用的溶剂型有机涂料层主要性能（抗化学品性能、物理性能、装饰性）以及应用见表 10－5，可供选择涂料时综合参考。

4. 根据施工条件选择涂料

由于涂料的性能、特点各异，因此不同的涂料所适用的涂装方法、涂装设备、涂装技术要求也不同。例如，没有喷涂设备，就不应采用挥发性漆；没有烘干设备，就不可采用各种烘烤漆等。总之，要根据涂装方法、涂装设备条件来选择适合的涂料，选择自干或烘干等不同的涂料。

表 10-5 常用溶剂型有机涂层的主要性能

性 能		涂 层															
		酚醛	沥青	醇酸	氨基醇酸	硝基纤维	乙基纤维	乙烯基	丙烯酸	聚酯	胺固化环氧	环氧树脂	环氧咪喃	环氧酚醛	聚酸酯基	有机硅	氯化橡胶
抗化学性能	盐水喷雾		5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
	汽油		5	1	3	5	3	1	3	3	5	5	5	5	5	2	3
	盐类		5	3	4	5	3	3	5	4	3	5	5	5	5	3	5
	氨气		1	—	1	1	1	3	5	1	1	3	1	5	2	2	1
	油酸、硬脂酸		5	1	2	3	2	—	5	2	2	3	5	5	5	3	2
	磷酸		2	5	1	1	5	—	5	1	2	3	1	5	5	5	2
	水（盐水、淡水）		5	5	2	3	3	5	5	5	3	3	4	5	5	5	5
	柔韧性		3	5	5	4	5	5	5	5	3	2	4	5	5	5	5
	抗磨失性		4		3	4	2		4	2	3	4	4		4	5	2
物理性能	抗冲击性		3	5	4	5	5	5	5	2	3	5	3	4	5	2	3
	粘附性	铁基金属上	5	5	5	5	4	1	3	4	2	5	5	5	5	5	2
		非铁基金属上	5	5	2	5	3	3	4	4	1	5	5	5	5	5	4
		旧漆层上	3		4	3	1	1		1	1	3	4	5	1		5
	介电性		5		3	3	2	5	5	4	3	4	4	3	4	5	5
	毒性		无		无	微	无	无	无	无	无	无	无	无	微	无	微
	最高使用温度 /℃		177	93	93	121	82	149	66	82	93	204	149	177	204	149	538
装饰性	保色性		1		3	4	5	5	5	5	2	3	3	1	5	5	3
	原始光泽		4	1	5	5	5	5	3	5	5	5	3	4	5	5	4
	光泽保持性		2	—	5	3	4	4	5	5	3	2	3	3	2	5	5
应用	易用程度		5	1—4	5	烘	4	4	2	4	2	催化剂	5	5	烘	5	3
	所用溶剂		烃类酯类	—	烃类	烃类	混合型	混合型	混合型	混合型	苯乙烯	混合型	烃类	酮类	混合型	混合型	烃类
	固化条件（烘干或气干）		均可	气干	均可	烘干	气干	气干	均可	气干	均可	气干	均可	烘干	烘干	均可	均可
	烘干	时间 /min 温度 /℃	30		30	20	—	—	15		15	—	30	30	30	15	60
177				135	160	—	—	149		149	—	160	177	264	149	232	

注：表中数字 5 表示最好，1 表示最差。

三、各种车身涂料的选用及配套

1. 汽车金属底漆的选用

汽车的金属底漆对金属表面起到防锈、防水、防蚀，保护基体的作用；对腻子 and 面漆，起增强涂层间附着力的作用。

（1）高级轿车的装饰性涂层的底漆 主要有 H06-2 铁红、锌黄环氧底漆，H06-33 铁红、锌黄环氧底漆，H06-43 铁红、锌黄环氧酯烘干底漆，H06-11 铁红、锌黄环氧醇酸底漆，H06-5 铁红环氧酯电泳底漆，H06-9 环氧酯烘干二道底漆，H06-12 环氧醇酸二道底

漆等。铁红色宜用于黑色金属，锌黄色宜用于有色金属。

（2）中级轿车装饰性涂层底漆 主要有 F06-9 铁红、锌黄纯酚醛底漆，C06-1 铁红醇酸底漆，C06-11 铁红醇酸底漆，C06-11 醇酸二道底漆等。

（3）防锈和快干性底漆 主要有 C06-17 铁红醇酸底漆，Q06-4 各色硝基底漆，Q06-5 灰硝基二道底漆，G06-4 铁红、锌黄过氯乙烯底漆，G06-5 过氯乙烯二道底漆等。

（4）汽车底盘和车身骨架内表面保护性的底漆 主要有 H06-10 环氧酯富锌底漆，L06-33 沥青烘干底漆，L06-37 沥青烘干底漆，L44-81 铝粉沥青底漆，F06-8 铁红、锌黄灰酚醛底漆等。

（5）汽车的一般性防护底漆 主要有 T06-5 铁红脂胶底漆，T06-6 各色脂胶二道底漆，F06-1 各色酚醛底漆，F06-13 各色酚醛二道底漆，F53-39 硼钡酚醛防锈漆等。

对不同金属，可参见表 10-6 选择底漆。

表 10-6 不同金属对底漆的选择

金属种类	底漆品种
黑色金属	铁红醇酸底漆、铁红纯酚醛底漆、铁红酚醛底漆、铁红脂胶底漆、沥青底漆、铁红过氯乙烯底漆、磷化底漆、各种红丹防锈漆、铁红环氧底漆、铁红硝基底漆、富锌底漆、氨基底漆、丙烯酸底漆
铝、铝镁合金	锌黄纯酚醛底漆、环氧底漆、钙黄丙烯酸底漆、磷化底漆、锌黄醇酸底漆、锌黄酚醛底漆
锌	锌黄纯酚醛底漆、磷化底漆、钙黄丙烯酸底漆、环氧富锌底漆、环氧底漆、醇酸底漆、酚醛底漆
镉	锌黄纯酚醛底漆、环氧底漆
铜及合金	氨基底漆、磷化底漆、铁红环氧底漆、醇酸底漆、酚醛底漆
铬	铁红环氧底漆、醇酸底漆
铅	铁红环氧底漆、醇酸底漆
锡	铁红醇酸底漆、环氧底漆、磷化底漆
铜铝合金	铁红纯酚醛底漆、环氧底漆、磷化底漆、醇酸底漆、酚醛底漆、丙烯酸底漆
镁及合金	锌黄纯酚醛底漆、锌黄环氧底漆、丙烯酸底漆、锌黄醇酸底漆、锌黄酚醛底漆

2. 汽车面漆的选择

汽车面漆不但要具有装饰性，而且要具有保护性，以配合底漆提高对金属的保护作用。因此，面漆性能的好坏主要取决于本身的性能好坏，同时也和与其配套的底漆性能、配套性、施工工艺等有较大关系。同样，合理选择面漆也是一项非常重要的工作。

（1）高级装饰性涂层的面漆 用于高级轿车车身的高级装饰性涂层的面漆，主要有 Q04-31、Q04-34 各色硝基磁漆，A04-15 各色氨基烘漆，B04-4 各色丙烯酸烘漆等。

（2）中级装饰性涂层的面漆 用于中级轿车。这类面漆主要品种有 B04-9、B04-11 各色丙烯酸磁漆，A04-9 各色氨基烘漆，Q04-2 各色硝基磁漆等。

（3）一般装饰性涂层的面漆 如用于公共汽车车身的面漆等。这类面漆主要有 C04-2、C04-18、C04-2、C04-8 各色醇酸磁漆。

（4）具有一定的装饰和保护性涂层的面漆 如湿热地区使用的汽车的面漆。常用的有 G04-9 各色过氯乙烯外用磁漆，又称为过氯乙烯汽车喷漆。根据环境条件选用面漆，可参阅表 10-3。

3. 汽车金属常用底漆与面漆的配套

在汽车涂装中，底漆与面漆的配套性对涂层质量和施工影响很大。如果配套不良或配套不当，将会影响涂层间的附着力，产生起层、脱落等。因此，在根据材质选用涂料的同时，合理选用底漆与面漆，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。

常用底漆与面漆的配套可参考表 10－7。汽车维修中，原来面漆与重涂面漆的配套性，可详见表 10－8。

表 10－7 各种金属与常用底漆、面漆的配套性

面漆类型	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
油性漆	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
醇酸漆	油性底漆 酚醛底漆 醇酸底漆 环氧底漆	锌黄酚醛底漆 锌黄醇酸底漆	磷化底漆 酚醛底漆	醇酸底漆	锌黄醇酸底漆	环氧底漆
酚醛漆	油性底漆 酚醛底漆 醇酸底漆	油性底漆 磷化底漆 锌黄酚醛底漆	酚醛底漆	锌黄环氧底漆	锌黄环氧底漆	磷化底漆
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	醇酸底漆 酚醛底漆	醇酸底漆 酚醛底漆
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 过氯乙烯底漆	酚醛底漆 醇酸底漆 磷化底漆 环氧底漆	锌黄酚醛底漆 锌黄醇酸底漆 锌黄环氧底漆 丙烯酸底漆	醇酸底漆 环氧底漆 丙烯酸底漆 磷化底漆
丙烯酸漆	醇酸底漆 磷化底漆 环氧底漆 酚醛底漆 丙烯酸底漆	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
乙烯（缩醛）漆	磷化底漆	丙烯酸底漆 磷化底漆				
硝基漆	硝基底漆 醇酸底漆 酚醛底漆 环氧底漆	锌黄酚醛底漆 锌黄醇酸底漆 环氧底漆	酚醛底漆 环氧底漆	酚醛底漆 醇酸底漆 环氧底漆	锌黄酚醛底漆 锌黄醇酸底漆 锌黄环氧底漆	酚醛底漆 醇酸底漆 环氧底漆
环氧漆	环氧底漆	环氧底漆	环氧底漆	环氧底漆	环氧底漆	环氧底漆
有机硅漆	醇酸底漆 酚醛底漆 或不用底漆	锌黄醇酸底漆 锌黄酚醛底漆 锌黄环氧底漆	环氧底漆			

表 10-8 维修时原来面漆与重涂面漆的配套性

重涂面漆 原来的面漆	醇酸	硅改性醇酸	醇酸酯醛	乙烯	丙烯酸酯	催化的环氧	环氧酯	环氧沥青	氯化橡胶	油/酚醛	乙烯/醇酸	乙烯/丙烯酸酯	聚氨酯	聚酯/玻璃片
醇酸	√	√	√	×	×	×	×	×	×	√	×	×	×	×
醇酸/酚醛	√	√	√	×	×	×		×	×	√	√	×	×	×
乙烯/醇酸	√	√	√	√	√	×	√	×	√	√	√	√	×	×
乙烯	√	×	√	√	√	×	√	×	√	×	√	√	×	×
乙烯/丙烯酸酯		×		√	√	×		×	√	×	√	√	×	×
丙烯酸酯	×	×		√	√	×		×		×	√	√	×	×
催化的环氧	×	×	×	△	△	△	△	△	×	×	△	△	△	△
环氧酯	√	√	√	√		×	√	×	√	√	√		×	×
环氧沥青	×	×	×	×	×	△	△	△	×	×	×	×	×	×
氯化橡胶	√	√	√	×	×	×	√	×	√	△	√	×	×	×
油/酚醛	√	√	√	×	×	×	√	×	×	√	×	×	×	×
聚氨酯	×	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	△	△
聚酯/玻璃片	×	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	△	△
硅改性醇酸	√	√	√	×	×	×	×	×	×	√	×	×	×	×

注：√——正常可配套的；△——需经认真表面处理则可配套；
×——一般情况下不推荐；空格为不配套的。

四、选择车身涂料应注意的问题

选择车身涂料时应着重考虑以下几点：

- （1）极好的耐候性和耐腐蚀性。要求适用各种环境气候条件，在风吹、日晒、雨淋情况下，保光保色性好，不开裂、不脱落、不粉化、不起泡、无锈蚀现象。
- （2）极好的机械强度。适应汽车行驶中的振动和应变，漆膜坚硬耐磨，各部位涂层达到设计要求。
- （3）耐汽油、机油、公路用沥青等。在上述介质中浸泡一定时间不产生变色、失光、软化或留下痕迹。在和肥皂、清洗剂、鸟和昆虫排泄物接触时，不留下斑印。
- （4）极好的施工性和配套性。涂膜干燥时间短，适合烘干或自然干燥。在配套方面，底漆对底材要有优良的附着力，对中间层和面层要有良好的结合力，并且注意底漆对底材不能产生副作用。各层次之间应配套，不产生咬底、渗色、开裂等涂膜弊病。
- （5）颜色外观应达到标准，满足设计要求。汽车涂料不仅应色彩多种多样，且要色泽鲜艳。
- （6）货源广泛，价格低廉，低污染，毒性小。在选用涂料时要全面考虑，既要了解涂料品种来源是否充足，购买是否方便，又要考虑优质价廉以及低毒或无毒低公害。

第二节 涂料颜色的调配

为保持原车的色彩，大多数情况下，在车身修复喷漆中，要对颜料进行适当的调配后才能使用。要使所涂涂料的颜色与原车目前的颜色一样，就需要在掌握色彩的基本知识的基础上，按涂料调配程序操作。

一、色彩的基本常识

物质的颜色虽然来自于光，但色光和颜色的性质却是不同的，色光是直接产生的，其三原色是红、蓝、绿，而颜色是物质在光的照射下，其一部分被吸收，而另一部分被反射而产生的，其三原色是红、黄、蓝。色光是愈加愈亮，而颜色是愈加愈暗。另外，色光的三原色相加为白色，而颜色的三原色相加为黑色。所以不能将色光和颜色混为一谈。

1. 色的三属性

形成千变万化的色彩主要有三要素，即色相、明度、纯度，人们常称其为色的三属性。

(1) 色相 指各种色彩的相貌，它是区别各种色彩的基本手段。如日光中存在红、橙、黄、绿、青、紫六种色相，再用这六种色相调合，便可以产生很多种色相。色相是光谱色的本色，色相是一定的，只是照射的光源与物体反射光的波长在一定范围内变化，才会有不同色相。将外表相似的颜色按顺序排列下去，即红、橙、黄、绿、青、青紫、紫、紫红，列到最后又回到红色，这说明有关色相的感觉变化是循环的（见图 10-1）。

(2) 明度 指色的明亮程度。颜色的明暗度决定于光源的照射与物面的反射光强度。在一个表面，涂同样一种颜色由于光照射角度不同，颜色的明暗就有很大的区别。明度与光的反射也有很大关系，同一种色相的颜色由于反射率不同，而呈现出很明显的明亮度差别，大红明度最高，紫红次之，深红最暗。

明度是以白为顶点沿浅灰、灰、深灰、黑的垂直方向延伸来表示，黑的最暗，理想的黑反射率为零。

(3) 纯度 指色的饱和度，也称之为色彩的鲜艳程度。明度与纯度并不完全一致。明度强的颜色，纯度不一定高，明度弱的，纯度并不一定差，如蓝色中加白，蓝的明度提高了，相反纯度减弱了。

2. 颜色的感觉

在成千上万的色彩中，由于人们年龄、性别、地位、环境和地区之间的差别，对颜色的要求也不一样。有人喜欢鲜明的，有人喜欢和谐的，也有人喜欢沉着、高雅的等等。而且颜色的变化，可以对人们的生理和心理产生各种各样的反应。

(1) 颜色的冷暖感 在寒冷的冬天，当一轮红日从东方大地升起，整个大地染上了一层橙红色暖调的时候，人们感到温暖，精神振奋；在炎热的夏天，当你走到海边看到一望无际的蓝色海洋，你就会感到无比凉爽。从火红的太阳到蓝色的大海，使人精神和心理上产生不同变化。色彩中的红、橙、黄色使人感到温暖、欢乐、活泼，看到红色时，会联想红旗、火与血，能够催人奋进，称之为暖色；蓝色、绿色使人感到清晰、安静，引起人们美好的回忆；蔚蓝的天空，绿色的大地和原野都会使人感到心旷神怡，所以称之为冷色。

(2) 颜色的轻重感 蒸汽机车的颜色涂黑色，看上去感到很沉重。与之相比较，国际铁路上使用的集装箱，采用明亮的黄绿色，给人以轻松的感觉。由此可以得出，深的颜色感觉

重，浅颜色感觉轻。在涂装工业产品中，一般小型产品都涂装较浅的颜色。

(3) 颜色的远近感 纯度高的红、黄、橙使人感到距离近，明显；蓝、绿、青色使人感到距离远，有后退感。因此，画家在作画的时候巧妙地利用色彩的变化规律，把景色画得逼真，远、中、近分明，使人看到后感觉身临其境。

(4) 颜色的疲劳感 在红、黄颜色环境下生活工作，人们会感到疲劳，刺激性强，又觉得时间过得慢；而浅色天蓝、浅绿、水绿等冷色布置的环境，会给人以淡雅、清静舒适的感觉，使精神舒展、愉快，时间亦显得快，使人不易疲劳。

3. 原色、间色、复色、补色

(1) 三原色 在千变万化的色彩中，许许多多的色彩都是由红、黄、蓝三色互相混合变化而来的。而红、黄、蓝三色中任何一色都不能由另外两种原色混合产生，它是最基本的颜色，故称原色，也叫第一次色（图 10-2）。

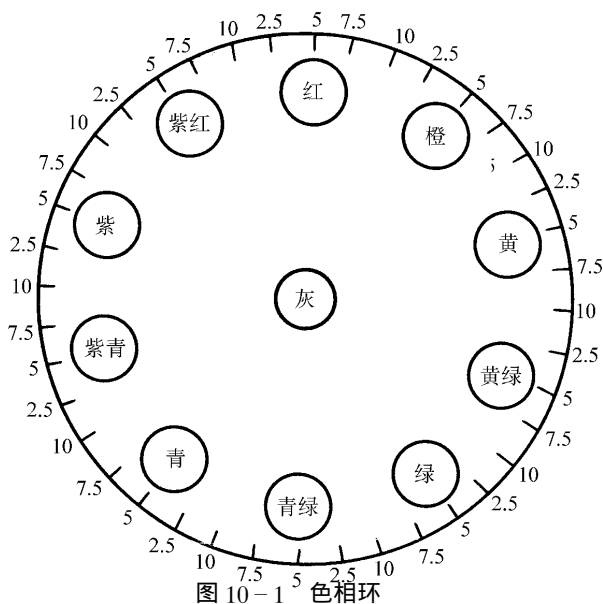


图 10-1 色相环

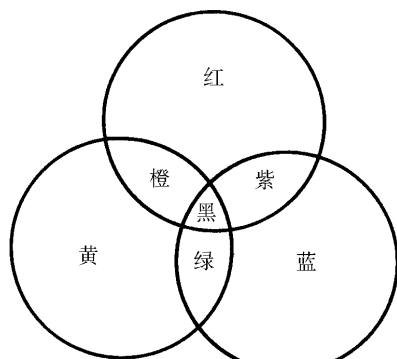


图 10-2 三原色混合

从三原色的原理来讲，任何颜色都可以由红、黄、蓝调出来。

(2) 间色 间色又叫第二次色，是由两种原色混合而成。间色也只有三个，如：红 + 黄 = 橙、红 + 蓝 = 紫、蓝 + 黄 = 绿。

(3) 复色 复色又叫再间色或第三次色，是间色与间色混合所产生的色，如橙 + 紫 = 橙紫、橙 + 绿 = 橙绿、绿 + 紫 = 绿紫。

由此可见，每一种复色都包含着三原色，只不过有一种颜色成分较多，如橙紫中的红的成分较多，橙绿中的黄的成分较多，绿紫中蓝的成分较多。

复色的混合有四种方法：一种是间色互相混合，第二种是相对色适量的混合，第三种是原色或间色与黑色混合，第四种是原色或间色与复色混合。

(4) 补色 两个原色混合配成一个间色，而另一个原色则称补色。两个间色相加调成一个复色，而与其对应的另一个间色也称为补色。

(5) 消色 原色或间色、复色调对不等量的白，可以调配出许许多多的深浅不一的颜色。如果加入不同比例的黑，则可以调配出很多灰色、暗色，白和黑起到消减作用，因此称

为消色。

(6) 调合色 凡两种色相较接近, 性质相差不大, 放在一起使人们看起来较和谐的色称为调和色。如色环中相邻近的两色为调和色, 同类色和类似色都是调和色。如: 红与橙红、黄与黄绿; 又如: 大红、浅红、粉红等。

二、原车漆膜颜色分析

一般情况下, 汽车制造厂对所用涂料的颜色进行编号, 其配方是不公开的。所以在局部修补涂装时, 要使修补部分完好如初达到无痕迹修补, 首先应分析原漆膜的色调、明度和彩度, 调出符合要求颜色的涂料, 其次才是合适的涂装工艺。

原车漆膜颜色分析的方法

(1) 查知原车颜色编号 进口汽车大多在产品铭牌上标有车身颜色编号 (COLOR), 按汽车生产年份、生产厂和颜色编号制成色卡和颜色图册以及菲林片, 利用菲林机, 可查出某一编号颜色的配方。查找颜色编号时应先找出各品牌汽车的漆码位置。查找各种汽车漆码位置可参考图 10-3 及表 10-9。

(2) 用测量法分析原漆膜颜色 用分光计测出原车漆膜对光的折射率, 初步确定出配方范围, 然后制作一系列的样板, 干燥后与原漆膜对比, 直到完全相符为止。还可用颜色分析仪来检查漆中颜料微粒的定向, 以达到与原车颜色准确地吻合。这种方法可靠, 但需要仪器, 投资较大。

(3) 试验法分析原漆膜颜色 这种方法主要靠操作人员的经验。一般是根据原漆膜颜色, 初步确定出色调范围, 然后制作样板与原漆膜对比, 根据比色结果调整配方再作样板与原漆膜对比, 直到符合为止。

(4) 电脑测试 世界各大电脑配色仪生产厂都有适合汽车修补用的便携式仪器。这些仪器的探头均可直接放到汽车上待修补的部位, 以获取最为可靠的数据, 该数据经配色系统处理后就可获得按色浆配漆的精确配方, 然后再由人工或与电脑配色仪配套的专用机械调制涂料。

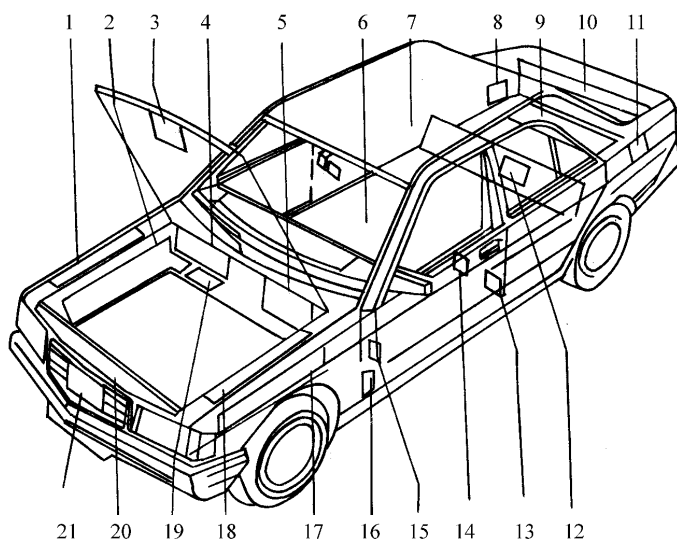


图 10-3 各种牌号汽车的漆码位置

表 10-9 各种牌号汽车的漆码位置（见图 10-3）

车厂（车牌）名称	漆码位置	车厂（车牌）名称	漆码位置
阿库拉	13	五十铃	4 5 13 14 20
阿尔法·罗密欧	3 8 9 10 18	依维柯	3
奥迪	8 9 10	美洲豹	2 3 13 20
宝马	1 2 4 18 20	起亚	13
克莱斯勒	2 3 5 17 18 20	拉达	2 3 9 10 11 18
雪铁龙	1 2 4 5 18 20	朗勃基尼	10
大宇	20	兰西亚	2 3 10
达夫	15	兰德·罗孚	1 4 5 9 13 20
大发	4 5 6 20	凌志	1 4 5 13
托马斯	10 13	莲花	1 18
法拉利	3 10	马萨拉蒂	3
菲亚特	2 3 8 10	马自达	4 5 13
欧洲福特	1 2 4 9 10 13 18 20	奔驰	1 5 13 15 18 20
福特	13	三菱	1 2 3 4 5 13 18 20
波罗乃茨	4 5	莫斯科人	8
伏尔加	10	日产	2 4 5 20
通用	4 5 15 20	欧宝	1 2 4 5 18 20
本田	13	标致	1 18 20
现代	4 5 13 20	保时捷	4 5 13 15 18 20
无限	4 5	伯罗顿	4 5 20
南斯拉夫红旗	1 3 10 20	利拉特	1 2 4 5 17
雷诺	1 4 5 13 18	斯巴鲁	4 5 13 16 18 20
劳斯莱斯	1 3	铃木	4 5 6 9 16
罗季	1 3 4 5 20	白鱼	1 2 4 17 18 20
萨伯	1 5 9 13 18	丰田	1 2 4 5 9 13 15 16 18
双龙	13 15	伏克斯豪尔	5 17 18 20
福特土星	11	大众	1 4 8 9 10 11 18 20 21
西特	1 9 10 18	伏尔伏	1 4 5 13 15 16 18 20

三、颜色调配

在车身维修中，涂料调色是经常进行的作业。虽然涂料厂家生产的涂料颜色很多，但仍满足不了车身维修中涂装作业的需求，颜色品种还远远不够。尤其是当需要对车身局部补漆时，就非得依原车身的颜色进行调配不可。

涂料调色主要是调色相、明度、纯度，以红、紫、黄、蓝、白、黑、绿、银色、金色等涂料颜色为主，另外还要考虑到清漆和辅料的颜色（如催干剂等），还有底层涂料的颜色和色漆颜色上浮下沉等问题。因此，涂料调色是一项科学、复杂的技术，既需要有理论的知识又要有多年实践经验的积累。

1. 调色前的准备

车身维修涂装一般分为全车涂漆和补漆两大类。全车涂漆又分为用原来颜色涂装和改变原来颜色涂装。整车涂装调配颜色较容易；而补漆则要求颜色的误差性小，越接近越好，在没有先进仪器设备的情况下，调配时较为困难。

在调色前要对原色漆进行观察、分析判断。首先观察色相是红色相、蓝色相还是绿色相；然后分析由哪些颜色组成，判断组成的颜色中主色、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。如油基漆、挥发性漆、烘干漆、固化型漆等。

目前涂料工业使用的颜料有八大色系（见表 10-10），相互调配可以产生数以千计的不同颜色的复色。

表 10-10 八大色系颜料表

八大色系名称	各色系的颜料
红色系	大红、铁红、酞青红
紫色系	甲苯胺紫、酞青紫
黄色系	深中浅铬黄、深浅汗砂黄、深浅镉黄
蓝色系	铁蓝、酞青蓝
白色系	酞白、锌钡白
黑色系	色素碳黑、硬质碳黑、软质碳黑松烟
绿色系	酞青绿、氧化铬绿
橙色系	铅铬橙

2. 调色程序

(1) 手工调配色漆 手工调配色漆主要凭实际经验，根据调配色漆的样板（目标）来识别其中由那几种单色组成，以及各单色分别约占的比例，并据此将色漆调配出来。

手工调配色漆时的操作要点为：根据颜色形成的机理仔细分析样板的颜色，待基本估计出参配色漆的种类、比例、份量后，再着手试配漆色的小样，并以其实际比例作为调配大样时的参考依据；调配时应先加入主色（指用量大、着色力小的色漆），再慢慢地、有间断性地加入副色（用量小、着色力强的色漆）；分析、调配、检查均应在较好的天气下进行，“灯下不观色”，强烈的阳光直射也会造成色差；参配的色漆其基料必须一致，如：醇酸系列色漆就不能与硝基系列色漆相配；此外，还要考虑到色漆干湿状态下的颜色变化，一般湿时显得浅些，干时会转深些。

具体操作方法：在做好调色准备后，可开始进行调色。先调小样，根据掌握的主色和其它副色（次色），先用干净水棒将涂料搅拌均匀，将主色倒进容器中，再按先浅后深的加入次序，将其它颜色边加入、边搅拌、边对照。如果涂料较稠，可用该涂料的稀料调整。当颜色接近样色时，可涂抹在玻璃片或白铁板上与样色比较，按颜色的三属性分析、查看。观察色相是否正确，然后检查明度、纯度，发现误差后继续调对，一直到符合样板色为止。

(2) 电脑调配色漆 目前广泛使用的电脑调漆系统包括菲林机、菲林片、电子秤和颜色资料箱（如图 10-4 所示），以及色标卡（图 10-5）、调色机（图 10-6）。



图 10-4 菲林电子秤
1—菲林机 2—电子秤 3—颜色资料箱

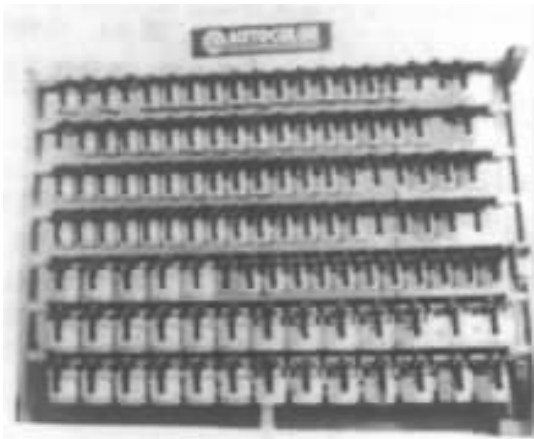


图 10-5 色标卡

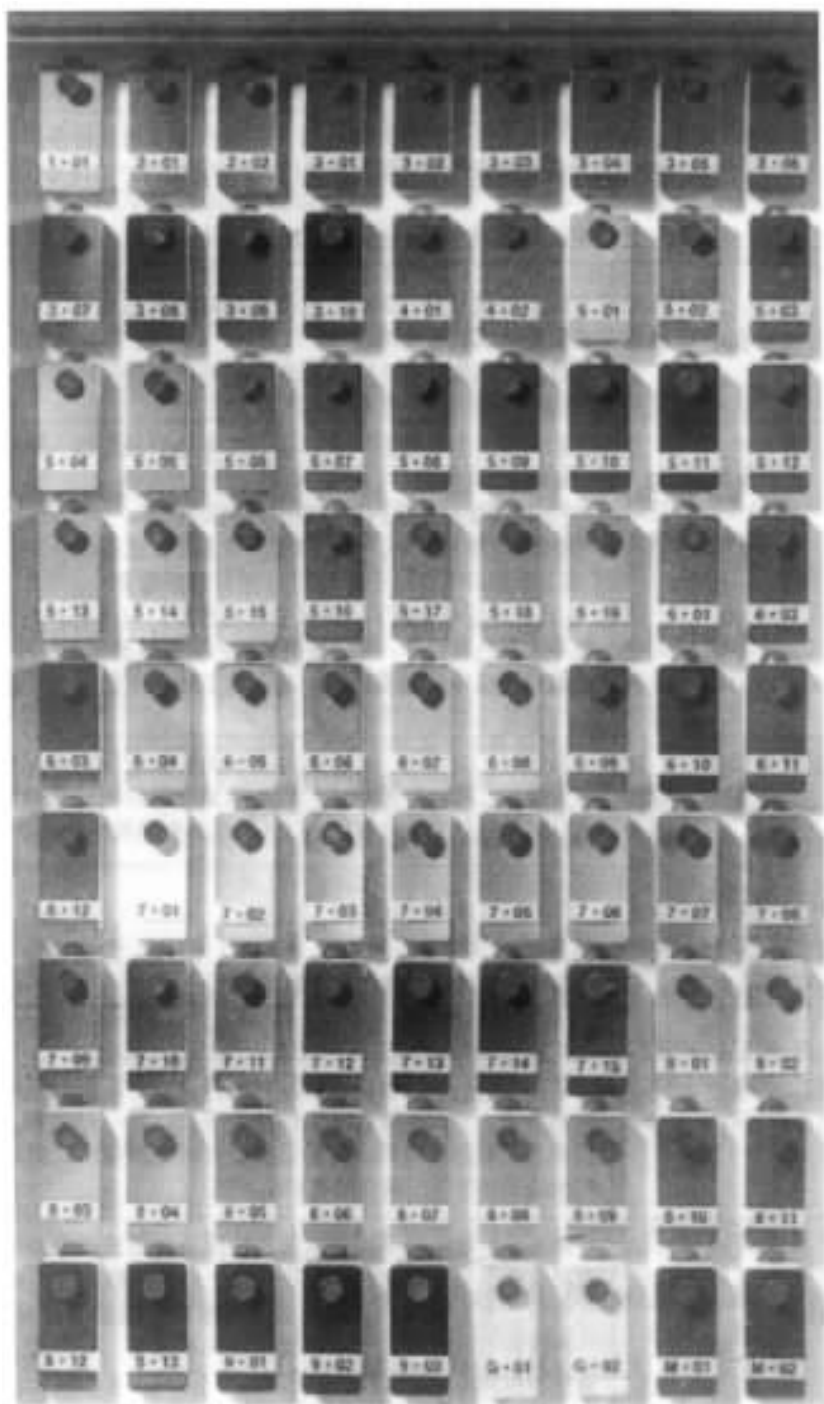


图 10-6 调色机

涂料搅拌机是完成调漆的动力设备，带有几十乃至上百个机头，并配以搅拌桨，可使罐内的涂料搅拌均匀，使调漆效果跟原厂漆一致。

电子秤是调漆过程中各种色漆的称量设备，其精确度较高。

微型胶片放大器在调漆过程中扮演重要角色，它将汽车颜色浓缩在胶片上，只要将所属

车型的微型胶片放进放大器，放大器的屏幕便显示所需调漆的具体步骤。

汽车颜色资料箱储有汽车颜色资料，包括颜色登记手册、颜色辨别扇和微型胶片等。

使用电脑调漆设备，要特别注意遵循正确的配色原则和程序。为保证得到优质的调配涂料，应注意以下几点：

①所有的基本色母在放到搅拌机前，必须先用手搅拌，然后靠机器定时搅拌，以免颜料的沉淀造成先倒漆的浓度不足，而罐底漆的浓度过高，致使配色不良。

②必须保持搅拌倒出口的清洁，不要让涂料堆积于倒出口，以免影响倾倒涂料的精确性，每次倾倒后要擦净罐口。

③用遮盖纸盖住秤量盘面，以利于清除溅滴的涂料。

④当换用一罐新的色母时，把带有倒出口的搅拌头对向漆罐背面，以免漆滴弄脏罐上的色号资料。

⑤不同制造厂的产品不能混用，即使是白色，不同厂牌的产品其浓度也有差异，混用会使配色不准。

⑥空罐应倒置存放，以免灰尘或其它污染物积聚到罐内。

⑦注意保持所有的装配机具处于最佳状态，以确保配色精确。

实际生产中，特别是汽车局部补漆操作中，为了保证补漆与原漆同样的色彩效果，要将添加并搅拌均匀后的漆与调配的标准色板进行对比（色相、明度和饱和度 3 个方面），对比方法有以下几种：

①比较法：调漆棒与车色直接对比。

②点漆法：将漆点在车身上，待干燥后进行对比。

③涂抹法：将漆均匀涂布在车身上，待干燥后进行对比。

④喷涂法：将漆喷涂在试板上，待干燥后与车身进行对比。

①～③速度较快，但不够准确，④速度较慢，但准确度高。如果对比后发现颜色有差异，则进行微调。如果对比结果已经满足要求，则可进行实车修补。

第三节 涂料质量及涂装病态与防治

涂层质量好坏直接关系到产品的质量和使用寿命。汽车涂装的品质缺陷表现为多种多样，必须根据不同的情况采取相应的措施加以避免。

一、涂料自身质量和贮运中发生的病态与防治

涂料质量不良而产生的病态主要有以下几种：

1. 涂料太稠或太薄

漆质过厚，使用时容易起皮，新开桶的涂料，一般应加稀释剂调至适当的粘度。如果新开桶的涂料过薄，色漆颜料太少，涂漆稍厚就易发生流挂现象，可用同品种同颜料的稠涂料掺兑搅拌均匀后使用。

2. 不干或返粘

涂料中使用的油料不当，或油料热炼程度不够或溶剂选择不当以及催干剂用量不足或配制比例不当都可能引起不干或返粘。因此，若漆质不良，应该进行调换。因催干剂用量不足而干燥较慢时，可适当加催干剂调整。

3. 颗粒突起

涂料制造控制不严，颜料过粗，容器不干净，细碎漆皮或其它杂质混入都能产生这种现象。使用时应搅拌均匀，用细筛过滤。

4. 桔皮与皱纹

涂料中油漆聚合不当，溶剂选用不合理，涂料粘度过大都造成这种现象。因此，如果漆质不良，应予以调换，施工前作涂膜试验，使粘度适当。

5. 失光

涂料中溶剂质量差，或稀料、催干剂用量过多等，导致涂膜表面干燥太快而失光。为了保持涂膜光泽，可用同类涂料掺兑调至适当粘度，或加入部分清漆，以提高光泽度。

6. 变白

天气潮湿，或硝基漆中溶剂与稀释剂配合不当，稀释剂配合不合理，造成涂料的变白。使用时可根据情况加适量防潮剂或调换稀释剂等。

7. 不盖底

涂料中颜料含量不足，装桶时稀释剂太多，使涂膜盖不住工件的本色。为此可用同一种颜色的稠涂料，互相搭配搅拌均匀，调整好粘度再施工。

涂料在运输、贮存中易出现的缺陷有沉淀、变稠、结皮、浑浊等几种：

1. 沉淀

沉淀主要是指色漆而言。色漆在贮存中，颜料往往会与漆液分离，沉淀在容器底部结成硬块。

(1) 产生沉淀的原因

- ① 颜料密度大，颗粒粗或填充料多，漆液粘度小，以及研磨分散的不均匀等。
- ② 保管不当。如贮存时间过长，且贮存时翻动不够，或贮存温度过高，破坏了颜料的悬浮性，降低了油漆的粘度。
- ③ 调制不当。使用时加入过多的稀释剂，使油漆的粘度降低也易发生沉淀。

(2) 防治沉淀的方法

- ① 定期将涂料桶横放或倒置，不时翻动，缩短贮存时间。
- ② 控制贮存温度，一般不能高于 28℃。
- ③ 对于已成为干硬无油的硬块，必须取出碾轧成碎末，再放回原桶，充分搅拌均匀，过滤后使用。

2. 变稠

(1) 产生变稠的原因

- ① 用 200 号溶剂汽油稀释沥青漆。
- ② 快干氨基漆存贮中容易变稠。
- ③ 漆桶漏气、漏液，或使用后桶盖没盖紧。
- ④ 贮存温度过高或过低。

(2) 防治变稠的方法

- ① 沥青漆不用 200 号溶剂汽油稀释，改用松节油或二甲苯。
- ② 快干氨基漆的溶剂中至少用 25% 的丁醇来防止变稠。
- ③ 贮存环境防止曝晒，室温保持在 20℃ 左右。

3. 结皮

油漆开桶时，表面往往有一层漆皮，这种现象称为结皮。

(1) 产生结皮的原因

- ①漆桶不满，桶中留有空气，桶盖不严，漏气。
- ②色漆过稠，颜料含量多，钴锰催干剂太多。
- ③贮存时间过长，贮存温度较高。

(2) 防止结皮的方法

- ①盖严桶盖。
- ②粘度大的漆应尽量先用。

4. 浑浊

(1) 产生浑浊的原因

- ①溶剂中含有水分，或容器内的水未倒干净，或贮罐内渗入雨水。
- ②溶剂、稀释剂选择或使用不当，溶解性差，成膜物质不能完全溶解；稀释剂用量过多，树脂被析出。
- ③清油和清漆中加入催干剂后，在有水分或低温的地方放置。
- ④性质不同的两种清漆混合。
- ⑤贮存时间过长。

(2) 防治浑浊的方法

- ①涂料和溶剂的容器要干净并盖严，防止水分、杂质侵入。
- ②根据成膜物质的不同，用合适的溶剂和稀释剂。
- ③贮存温度应保持在 20℃ 左右。
- ④避免两种不同性质清漆混合。
- ⑤遵守规定的贮存期，改善贮存条件。

5. 胶化

涂料在存放时由液体状态变成固体，不能使用的现象称为胶化。

(1) 产生原因

- ①双组分涂料，如固化剂（硬化剂）产生胶化是由于桶口封闭不严，空气中的潮气进入桶内。
- ②双组分涂料加入固化剂后没有完全用完，过夜后产生胶化。

(2) 防治办法

- ①双组分涂料使用的硬化剂用后应将桶盖封闭严密，不让其接触潮湿空气。
- ②盛装硬化剂的容器应用小口嘴，带螺口盖，容易拧紧。
- ③使用双组分涂料时，用多少调配多少，防止一次配料过多。

二、涂料在施工和操作中发生的病态与防治

涂料在施工中由于各种原因可能使漆膜产生流挂、发白、渗色、起泡、咬底等病态现象。

1. 流挂

垂直或倾斜的表面喷涂过量涂料，造成涂料干燥过慢而向下流挂或滴流，如彩图 1 所示（彩图在封二，封三）。

(1) 产生原因

- ①喷涂时喷枪距离物面太近，移动速度慢。

②道层之间静置时间不足，涂料没有按规定稠度调对稀释剂。

③喷涂气压过低或喷涂图样太窄（圆形）。

④使用化白水（延干稀料）过量。

（2）预防办法

①喷涂时喷枪嘴与物面的距离控制在 250~300mm，保持均匀的移动。

②控制道层之间的静置时间，烤漆在 20℃ 环境温度下 5~15 分钟。普通漆如采用湿喷方法，喷涂时应根据涂料品种和涂装时的温度，合理掌握并按规定调对稀释剂。

③按产品说明书和喷枪嘴的口径，一般喷涂气压控制在 0.45~0.5MPa 为宜，以气压到达喷枪的压力表指示为准。

④使用化白水或慢干稀释剂时，其用量应不超过稀释剂的 25% 为宜。

2. 发白

涂料喷涂物面以后产生的白色雾状，严重无光或光亮不均，称为发白，如彩图 2 所示。

（1）产生原因

①空气中湿度过大。当空气相对湿度高于 70% 时，会产生发白，在干燥过程中由于溶剂挥发过快，涂膜表面温度急剧下降，使水汽凝聚在涂膜表面上，也会产生发白，这种现象常发生在挥发性涂料中。

②涂料或稀释剂中含有水分，或使用低沸点、挥发快的稀释剂。

③施工环境差，喷涂气压太高，油水分离器失效，水分进入使漆膜喷涂后变白。

（2）防治办法

①施工环境相对湿度不能过高。如高于 70% 时应采取措施提高物件温度，如烘烤或在漆中加入 10%~20% 的防潮剂或化白水。

②使用空气压缩机前应检查放水，安装油水分离器，不让水分进入涂料中。

③合理使用稀释剂。在稀释剂中加入一些高沸点溶剂，以减慢漆膜干燥速度。

（3）处理办法

①已发白的涂膜可待涂膜干燥后进行打蜡工序，消除白雾。如发白严重，可在稀料中加入 10%~20% 的防潮剂，加入少许涂料再喷 1~2 道。

②用红外线喷灯边烤边喷，或将涂料隔离加热后喷涂。

3. 起泡

涂料喷涂后片刻，表面产生不规则的小泡，有水泡和气泡两种，如彩图 3 所示。

（1）产生原因

①空气压缩机排出的水分太多，或供气系统中的油水分离器失效，造成喷涂中水分通过喉管及喷枪出现在物件上。

②喷涂的底材表面粗糙或有砂洞，使空气能藏于空隙中，当喷涂完成后，漆膜下的空气受温度影响产生膨胀，漆面出现气泡，情况严重时表面会出现针孔现象。

（2）解决方法

①应于每天下班时，将空气压缩机气缸内的水分排放，空气压缩机进气口过滤器如有损坏应立即更换。

②空气压缩机输气口处安置油水分离器，在喷漆房内还应设置具有气压调节功能的油水分离器。

③空气压缩机应放在较干燥地方，并经常排放油水分离器内的水分和油污。

④确保道层间有足够的静置时间，温度略低时约 10min，温度稍高时可间隔 5min。

⑤使用适当的喷涂气压，约 0.45~0.5MPa。挥发性涂料应避免在温度较高、太阳直射的条件下喷涂。

(3) 补救办法

①轻微起泡可待涂膜干燥后用水砂纸轻轻打磨，然后抛光、打蜡，如轻磨后漆膜太薄不适合抛光，必须重新喷涂面漆。

②打磨后漆面如有砂洞存在，可喷涂中间漆。情况严重需补上填眼灰，干燥后再打磨，重新喷涂面漆。

4. 咬底

上层涂料把底层涂料咬起来，使表面浮肿起皱并与物体脱离，称为咬底如彩图 4 所示。

(1) 产生原因

①底漆、面漆或面漆层间两种类型涂料不配套。如硝基漆喷于油性漆上，硝基漆的溶剂渗入油性漆内而分解油性漆，使其产生胀皱。

②下层涂膜未干透，就涂上层涂膜。如一般油脂涂料、醇酸涂料等油基涂料的涂膜未曾干透时，遇到含有强溶剂的涂料（尤其面漆很厚时）或一层硝基涂料（或过氯乙烯涂料）尚未干透前，再加涂同一种涂料时，则下层涂膜往往被上层涂料中的溶剂所溶解而膨胀、鼓起。

③稀释剂选用不当或加入过量高沸点溶剂，底层涂料经不起强溶剂的作用而产生咬底。

(2) 防治方法 施工时必须注意底、面漆的配套性，尽量使用同一类型的涂料；喷涂环境温度低时，不能急于求成，必须使涂膜干透后再喷涂上一层，涂膜不要喷得过份湿润，可以喷得薄一点、干一点；根据环境温度，选择挥发适宜的稀释剂。

(3) 处理方法 将起皱分离部分的涂膜铲除后重新修补，重新喷涂。

5. 桔皮

喷涂的涂膜干固后，其表面呈现许多半圆状突起，形如桔子皮，这种现象称为桔皮，如彩图 5 所示。

(1) 产生桔皮的原因

①由于涂装条件控制不适当，如涂料的粘度过大、压力太高、喷嘴太小、喷枪距物面太远（或过近）、涂装环境温度太高（或太低）等，都会影响涂膜的流平性，而产生桔皮。

②低沸点溶剂过多，在急剧挥发的情况下，漆液来不及流平，而涂膜已经表干以致造成涂膜粗糙。

(2) 防治桔皮的方法

①采用良好的喷涂技术。

②调整喷枪气压，以获得回喷粒子最少的良好喷雾。

③采用较多的稀释剂，稀释剂中最好酌加沸点高的溶剂。

④确保正确的粘度。

⑤待色漆完全干固后，视桔皮的情况，用水砂纸或粗蜡磨去桔皮，进行补涂。如果情况严重，用水砂纸整平，并重新喷涂。

6. 针孔

涂膜表面因受热太快，漆层内溶剂未能完全挥发表面已开始干燥结膜，当溶剂强制挥发

时, 穿越结膜的面层, 使涂膜表面出现细微小孔 (针孔), 如彩图 6 所示。

(1) 产生原因

- ①涂膜粘度高, 喷涂过厚, 第一道喷完后未待溶剂挥发便喷第二道。
- ②底漆或底灰表面有针孔未能解决。

(2) 解决办法

- ①必须按技术要求调整涂料稠度。
- ②烘干漆加温前应让涂层有足够的置干时间。
- ③底漆完全干燥后再进行下道工序。
- ④底层或中间层经打磨后仍有针孔时, 必须填平, 待干燥经打磨后再喷涂面漆。

(3) 补救办法

- ①情况较轻, 可采取抛光打蜡工序。
- ②情况严重时, 应填补腻子, 重新磨光后喷涂面漆。

7. 渗色

当表面面漆喷涂后下层漆的颜色透过表面, 使面漆的颜色发生被污染现象, 如彩图 7 所示。

(1) 产生原因

①面漆是强溶剂的涂料, 如硝基漆、过氯乙烯漆等, 当面漆与底漆颜色不相同时, 容易发生渗色现象。

- ②在红色底色漆上涂装白色 (或其它浅色) 漆时, 红色易渗透出来。
- ③喷枪或贮漆罐内残余可溶解的颜料, 将涂料沾污。

(2) 解决办法

- ①可在底层漆上先喷涂 1~2 道底漆, 待干后经打磨 (不要露底) 再喷涂面漆。
- ②如在喷涂时发生渗色现象, 应立即停工。可在底漆上喷涂相适应的银粉漆或金粉漆, 待干后再喷涂浅色漆。

(3) 补救办法

- ①可待漆膜干后打磨, 喷涂隔离底漆, 待底漆干后再喷涂面漆。
- ②可待漆干后经打磨喷 1~2 层面漆 (如醇酸漆)。

8. 皱纹

涂膜在干燥过程中产生皱纹现象, 如彩图 8 所示。

(1) 产生原因

- ①温度较高, 一次喷涂的涂层过厚, 或使用大量桐油制得的涂料。
- ②在涂料中过多使用钴、锰催干剂, 表面干燥过快。
- ③溶剂使用不合理, 在涂料中使用易挥发的溶剂。
- ④烘烤温度升高过急过快, 造成涂膜表面干燥过快。

(2) 解决办法

①适量控制桐油的用量, 少用钴、锰催干剂, 多用铅、锌催干剂, 对于烘烤型涂料加锌催干剂, 可有效防止起皱。

- ②控制涂层一次喷涂厚度, 或避开高温时间喷涂。
- ③在涂料中使用配套的稀释剂或少量加一些防起皱剂。如: 在醇酸磁漆中加 5% 的氨基

树脂可防止起皱，一次喷涂达 $40\mu\text{m}$ 以上也不会起皱。

(3) 补救办法

①对已起皱的涂层，待漆层干透后用水砂纸打磨平滑，重新喷涂。

②如涂层起皱较严重，应将起皱表面铲除后，刮一层腻子，干后打磨重新喷涂。

9. 失光

有光涂料成膜干燥后无光泽或光泽不足，称为失光，如彩图 9 所示。

(1) 产生失光的原因

①被涂表面多孔或相当粗糙。用有光涂料涂上仍似无光，即使再加涂一层涂料，也难以增加光泽。

②稀料用量过多或选用不当。稀料过多会冲淡光泽，用了挥发性很快的溶剂，往往使涂膜来不及流平，颜料积聚在漆面上，形成空穴，肉眼观看便呈失光。

③气候的影响。在较冷的条件下施工，或在过分潮湿的环境中施工，水汽容易凝结膜面，涂料会失光。

④环境影响。煤烟或其它化学气体会使涂料无光或光泽不好。

⑤底漆未干透或面漆将底漆咬起。

(2) 防治失光的方法

①加强被涂表面的预处理和涂层表面的光滑处理，主要用腻子刮光滑，这样才能发挥有光泽的作用。

②稀料的加入应适量，以保持油漆正常的粘度，刷涂为 30s，喷涂为 20s。

③施工场地应排除有害气体的影响。

④依据其失光程度，选用液态磨光剂、抛光打磨蜡和粗蜡予以打磨抛光。如果不能使光泽重现，应仔细检查是否有脆裂或发泡，若有，应进行修补。

三、涂装后发生的病态与防治

涂料在施工后由于各种原因使漆膜产生粉化、裂纹、生锈、起泡等病态现象。

1. 粉化

漆膜喷涂后不久，经阳光直射和风吹雨淋，涂膜表面发生分解变化，呈粉面状，经擦洗脱落掉色，如彩图 10 所示。

(1) 产生原因

①涂料耐候性差，在大气中紫外线、水分、氧气等的作用下，涂膜提前老化，树脂失去作用，颜料被游离出来而掉面。

②涂料在喷涂时未搅拌均匀，大量清油被甩掉，剩少量清油留在桶上部，底部颜料过多，喷涂后不久，涂膜经不住大气变化。

③涂层喷涂过薄，在喷涂时涂料粘度较低，或喷涂时层次少，涂膜达不到一定的厚度，造成漆膜早期粉化。

(2) 预防办法

①选用耐候性好的涂料，注意涂料的使用范围，如户内涂料不能用于户外。

②在涂装时将涂料搅拌均匀，如发现喷涂在最后一层涂膜时颜料过多，可加入 30% ~ 40% 同类产品清漆。

③涂装时应增加涂装层次，按比例添加稀释剂，涂膜厚度应达 $50\mu\text{m}$ 以上。

(3) 处理办法

根据粉化的等级不同采取相应的处理办法，见表 10－11。

表 10－11 粉化等级及处理办法

等级	粉化程度	处理方法
优，无粉化	用手指压擦无颜色	应正常维护涂膜
良，轻微粉化	擦后手指沾有一些颜料，擦痕处颜色无光泽或有一定差异	应根据涂膜情况进行打蜡处理；延长膜的使用寿命
差，较强粉化	擦后手指有很多颜料，擦痕处颜色无光泽或有很大差异	应用细砂纸打磨，喷涂 1～2 道色漆、混合清漆
劣，严重粉化	擦后手指满带颜色，涂膜颜料没有粘结力	应彻底打磨，重新涂漆

2. 裂纹

涂装不久漆膜外观产生大小不规则的裂纹，外形各有差异，像龟甲状称为龟裂；像鳄鱼皮状称鳄鱼皮裂纹；像松针状称松针状裂纹；用肉眼能见到裂缝到底，而呈玻璃开裂那样称玻璃裂纹，如彩图 11 所示。

(1) 产生原因

- ①涂层不配套。在长油度底漆或腻子上涂短油度的面漆，使面漆弹性不够，产生开裂。
- ②面漆品质不良，如涂料中含有过多松香或催干剂，漆膜失去弹性也易裂纹。
- ③底层过厚，干燥不彻底又涂面漆，造成底、面层收缩不均，形成早期裂纹。
- ④涂料耐候性差，对热带和寒带气候变化不适应产生裂纹。

(2) 预防办法

- ①涂装时应选用配套涂料，底层、中间层应配套，涂层不宜过厚，一定要待底层干燥后再涂面漆。
- ②不能随意使用催干剂和稀释剂。
- ③选用耐候性优良的涂料产品。

(3) 处理办法 根据涂层裂纹情况的不同采用不同处理办法，如表 10－12 所示。

表 10－12 涂层早期裂纹及处理办法

涂层损坏程度	裂纹形态	产生原因	处理办法
轻度裂纹	涂膜虽有裂纹，但裂纹细小不深，经附着力检验状况良好	底层基础很好，由于面层油漆不配套所造成	用砂布或砂纸磨平磨光，喷涂二道底漆，找补细腻子，磨好后喷涂
局部裂纹	局部涂膜裂纹深，稀疏，细而长，个别裂纹翘起，用铲刀铲除时，裂纹周围附着牢固	腻子刮涂较厚或局部厚薄不均，腻子层次间使用不合理，头道腻子软，二道腻子较硬，底部不牢固，铁皮振动	用铲刀顺裂纹方向铲开，不牢固处铲掉，露底，上下大小形成斜坡，沟状底部，也可重新修整或垫平，补腻子，涂漆
严重龟裂纹	涂膜裂痕细深，有清角，涂膜底部有腻子，裂纹细深，很杂乱	涂膜老化失修，腻子调制成分不稳定，底层有油污，处理不干净	全部除掉，重新涂装

3. 生锈

涂层经一段时间使用后，表面出现不规则的锈迹和凸泡，如彩图 12 所示。

(1) 产生原因

①底材表面品质较差，锈未除净就涂装，或涂层过薄，不是复合涂层，如底漆、中间层、面层。

②漆前底层磷化处理不当，或底漆选择不当。

③涂料品种选择不合理，不适应湿热气候或盐碱环境。

(2) 防治办法

①涂装前底层处理和进行磷化处理配套施工应有较厚的复合涂层，确保涂层的完整性。

②选择耐水、耐候、耐盐碱性较好的面漆。

(3) 处理办法：根据锈蚀起泡程度分别进行处理。

①小泡面积很大，带有锈迹，这是由于涂层过薄，没有配套涂装的原因，应全部砂磨，重新涂装。

②小泡、大泡不均，泡心锈蚀严重，这是由于底层没有彻底除锈，或直接喷涂面漆造成。务必全部清除，合理涂装。

③局部起泡，泡的个较大，连成一片，这是由于腻子中油料过小，填料里有水分，没有彻底干燥造成。应将所有起泡部分清除彻底，重新涂装。

4. 水印

当一滴水在漆过的表面蒸发后，水滴的外沿仍然可见，而且无法用抹布擦拭去除。此即为水印；如留下白色点状，则称为水迹点，如彩图 13 所示。

(1) 产生水印及水迹点的原因

①不正常的气候状况，比如遇大雨后随即出现强烈的太阳。

②在涂膜未完全硬化前即曝露于雨中。

③蜡涂得过多。

(2) 防治水印及水迹点的方法

①在重新涂蜡打光时，应将旧蜡彻底除净。抛光时，首先使用抛光水，再根据水印或水迹点的深浅，使用较粗粒的抛光剂或粗蜡。

②如重复打蜡仍无效时，则应湿磨整平缺损区域，并重喷。

5. 脱落

涂层脱落是指涂层干裂而失去附着力，最后造成涂层小片脱落或整张揭皮，如彩图 14 所示。

(1) 产生脱落的原因

①被涂表面过分光滑，或表面预处理不彻底，存在水分、油污、氧化皮等。

②烘烤时，温度太高或时间太长，涂层太厚。

③涂层不配套，或层间有油污等，可能造成大面积脱落。

(2) 防治脱落的方法

①涂装前对工件表面认真处理，使其表面洁净干燥并且有一定的粗糙度。过分光滑的物面要用砂纸打磨成平光。

②按涂料品种的技术要求，烘烤温度和时间应严格控制，涂层不宜太厚。

③必须考虑涂层间的配套性并增加其结合力。

④刮至裸铁板，使用磷酸清洗剂，用钢丝刷清理后，重新涂装。

第十一章 车身涂装的修复工艺

第一节 表面预处理

表面预处理是涂装工艺的第一阶段，通过表面预处理，清除被涂工件上的表面污物，消除或减轻表面缺陷，以提供适应涂装要求的良好基底。它是涂装工艺的基础，是漆膜达到平整、耐久的保证。

表面预处理的目的是使工件表面无油污及水分，无锈斑及氧化物，无粘附性杂质，无酸碱等残留物，使表面有一定的粗糙度和稳定的保护膜。因此表面预处理是涂装工艺中的重要一环，它关系到底漆层的附着力、面漆层的装饰性和使用寿命，所以应引起足够的重视，否则会影响涂装作业质量。表面预处理包括脱脂、除锈、消除表面缺陷、化学转变等作业项目。

常见的表面污物及缺陷有：氧化皮、铁锈、焊渣、油污、旧漆、其他污物及表面缺陷。

一、洗车

对汽车车身进行修复应首先洗车。汽车的清洗分户外清洗和室内清洗两种。如果条件允许，修配厂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清洗。

1. 清洗车间通常应该具备下列基本条件

- (1) 可停放大型车辆的混凝土地坪，使操作、排污水方便；
- (2) 足够长度的水管，这种水管的手柄上应该安装有控制喷水的开关，喷出足够的水量；
- (3) 适度的照明；
- (4) 一定数量的水桶、海绵或泡沫塑料、洗涤剂、窗玻璃清洁剂、抹布以及纸巾等；
- (5) 压缩空气、气管、气枪、防护眼镜或面罩、橡皮手套以及围裙。

2. 清洗步骤

- (1) 取出地毯（分开清洗、晾干），清理烟灰盒、沙发坐垫等物品；
- (2) 关好车窗、车门；
- (3) 将汽车的表面淋湿，这一步很重要，可以大大减少划伤汽车表面的可能性；
- (4) 配制清洗剂；
- (5) 用软海绵沾肥皂水擦车。擦车的顺序是：车顶、挡风玻璃、发动机盖、保险杠、灯具、车的一个侧面（包括玻璃）、车身后部（包括玻璃、尾灯）、车身的另一侧（包括玻璃）以及车轮等。
- (6) 按（5）中规定的顺序冲洗整车，直到将肥皂水冲洗干净；
- (7) 戴好防护眼罩，按与冲洗相同的次序用压缩空气吹干表面，再用干净的绒布擦干。

3. 车身待涂装表面的清洗

车身待涂装表面的清洗主要使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、硅酮抛光剂以及手印等。车身待涂装表面，清洗方法与步骤为：

(1) 一般清洗

- ①用干净的白布蘸清洗溶剂擦洗待涂装的汽车表面；
- ②擦洗表面积如果超过 0.2m^2 ，则每次擦洗都应该要重叠 $5\sim 10\text{cm}$ ；
- ③在汽车待涂装表面还是湿的时候，用清洁的白布擦干。如果表面积较大或者是整车清洗，则应该频繁地更换抹布。

(2) 清洗硅酮类化合物

- ①用干净的白布蘸清洗溶剂擦洗待涂装的表面。如有必要，用溶剂多次擦洗，然后用清洁的白布擦干；
- ②再次用干净的白布蘸溶剂擦洗表面，然后用超细砂纸打磨表面；
- ③再次用干净白布蘸溶剂擦洗表面，然后用干净白布擦干。不要用不干净的布或用过的布擦洗表面。

二、金属表面除油

工件表面存在油脂，会影响涂膜的附着力和干燥等性能，也会影响涂膜的防锈能力和使用寿命。常用的除油方法有碱液清洗、乳化清洗和溶剂清洗等三种。

1. 碱液除油

这种方法主要借助于碱的化学作用（皂化作用）来清除物质表面的油脂和轻微锈蚀，使被涂表面净化，其特点是操作简便、价格低廉，故应用较为广泛。碱液的主要成分有氢氧化钠、碳酸钠、磷酸三钠、碳酸锂、硅酸钠、肥皂等，其中起皂化和洗涤作用的是氢氧化钠，磷酸三钠则起软化水的作用，酸碱度（PH 值）由碳酸钠进行调整，硅酸钠则起加强润湿和乳化作用。

常用的碱液清洗剂配方（均为质量分数）有以下几种：

①氢氧化钠 0.5%、碳酸钠 4%、三聚磷酸钠 0.5%、无水偏硅酸钠 7%、树脂酸钠醚醇 0.05%，加 87.95% 的水混合；其操作温度为 $70\sim 100^\circ\text{C}$ ，浸渍滚动时间为 $10\sim 30\text{min}$ 。清洗后用清水冲干净，彻底干燥后进行涂装。

②氢氧化钠 0.15%、碳酸钠 0.15%、三聚磷酸钠 14.7%、无水硅酸钠 0.25%、非离子型聚氧乙烯醚 0.01%，加水 84.75% 调解均匀；适用于喷淋法除油污，温度为 $54\sim 74^\circ\text{C}$ 时使用，清洗时间为 20 分钟左右。

③氢氧化钠 30%~32%、碳酸钠 60%~65%、硅酸钠 3%~10%；工作温度为 $80\sim 90^\circ\text{C}$ ，处理时间为 15~18 分钟。适用于油垢严重的钢铁零件。

④磷酸三钠 80%~100%；工作温度为 $80\sim 90^\circ\text{C}$ ，处理时间为 10~40 分钟。适用于铜及其合金零件。

⑤氢氧化钠 15%~20%、磷酸三钠 45%~50%、硅酸钠 20%~30%，工作温度为 $60\sim 90^\circ\text{C}$ ，处理时间为 3~5 分钟。适用于铝及合金零件。

碱液除油法的分类：

①电解法 把被清洗物浸入碱液，然后通电，依靠电解产生的气体的物理作用而清洗脱脂。

②喷射法 将碱液喷射到被清洗物表面而进行清洗。此法适用于大量生产和流水作业。

③旋转法 将被清洗物放入碱液容器内，通过旋转实现脱脂。此法一般适用于形状小、油脂多的工件。

④浸渍法（煮沸法） 把被清洗物放在加热的清洗剂中浸渍而完成脱脂。同时，还可以通过搅拌、振动等机械作用，进一步改善脱脂效果。

操作上还应注意以下事项：

①浸渍时间 根据物件表面油污的程度，一般 10~30min。

②碱液温度 油脂只有在高温条件下才有可能被软化，且有利于脱脂作用。一般情况下，温度愈高，清洗效果愈好。通常碱液温度为 60~100℃。一般认为温度在 50℃ 以上时，每增加 10℃，清洗效果就增加一倍。

③酸碱度（PH 值） PH 值愈大，油与液之间的表面张力愈低，易形成乳浊液，对脱脂有利，但过大会对一些非铁金属产生腐蚀，过小（PH=8 以下）又失去脱脂效果，故决定 PH 值时必须考虑金属的种类。

④水洗 碱洗后的物件一定要用流动的热热水充分洗净，如果清洗不彻底，附着在被洗物上的硅酸钠会生成二氧化硅胶体，影响磷化处理。

另处还应注意，脱脂碱液在使用一段时间后，脱脂能力逐渐减弱。为了保持良好的除油效果，应经常调整槽液。有时也可用刷子刷除油污、再用清水冲洗和手工擦洗干净。

2. 乳化除油

此方法又叫表面活性剂清洗法。清洗剂以表面活性剂为主，它既可使油脂在乳化液中溶解除掉，又可使水溶性的污染物也溶解并被清除。其特点是：除油率强、清洗效率高、腐蚀小，既适用于有色金属清洗，又能用于黑色金属除油。

乳化洗净液是由有机溶剂和表面活性剂组成的。这种清洗液对油脂类物以及固体的粒子或其他污物等能一起除掉，对锌、铝等不适合碱脱脂的金属也能使用，脱脂工艺时间短、清除油污作用效果好，无毒、无害、对工作人员安全，洗净液对温度反应不大，在常温条件下就可以进行，且无需特殊的装置。

以下是乳化洗净液的两种配方：

①水 90%、煤油 9%、表面活性剂 1%，混合后在每升中加 20~30g 的偏硅酸钠。

②煤油 67%、松节油 22.5%、月桂酸 5.4%、三乙醇胺 3.6% 丁基溶纤剂 1.5%。使用这种清洗剂时应注意，清洗后表面活性剂残留在金属表面，将会给下道工序带来影响，因此必须先用清水冲洗，然后用热水冲洗干净。

3. 有机溶剂的除油

有机溶剂除油法是一种常用的较为简便的除油方法，它是利用有机溶剂的溶解力除去物件表面上的油污。操作时先把物件浸泡在溶剂中，用铲刀铲掉较厚油污，然后用棉纱或用刷子将零件清洗晾干。不能浸泡的物件也可直接用有机溶剂擦洗。表面光滑的物面，如新铁板表面的油污，可先用有机溶剂擦洗干净，然后再用砂纸打磨，这样才能增强涂层的附着力。

常用的有机溶剂有：汽油、煤油、松香水等。使用这些有机溶剂时应远离火源，严禁在明火操作区使用，同时要求有良好的通风条件和消防设施。

三、金属表面除锈

清除工件表面锈蚀物，是获得具有牢固附着力涂膜的保证。其主要清除方法有物理方法和化学方法两种。

1. 物理方法除锈

(1) 手工除锈法 这是一种最简单也是最古老的除锈方法。用刮刀、锤子、钢刷、砂轮等工具进行手工铲、敲、砂磨等达到除锈的目的。这种方法施工简单、方便,但工人操作劳动强度大,除锈质量也较差,因而只能用于物面不太复杂的情况。故目前应用较广的还是机械除锈、喷射除锈和火焰除锈。

(2) 机械除锈法 用机械产生的冲击、摩擦作用,替代手工的除锈方法。常用的工具为电动砂轮、风动砂轮、电动刷、风动刷、电动除锈器和电动锤等。这种方法能减轻劳动强度、提高工作效率和除锈效果。但也仅用于外形简单、精度较低的工作表面除锈。

(3) 喷射除锈法 这种方法是利用一定的介质,使其达到一定的速度后喷射到工件表面,通过介质的冲击摩擦作用,达到除锈的目的。另外还可使金属表面形成带有微孔粗糙不平的表面,使涂层与金属表面间的附着力和彼此间的结合力增强,从而延长了涂层的使用寿命和周期。由于所用介质的不同,处理的方法又分为以下几种:

① 喷砂法 这种方法是选用直径 $1\sim 2\text{mm}$, 颗粒均匀, 强度足够, 干燥无油, 且有棱角的黄砂或石英砂等介质, 利用压缩空气流将砂粒从喷砂枪的枪嘴高速喷射到工件表面, 在砂粒的冲击和摩擦作用下, 将氧化皮、铁锈、旧涂层、油脂等污物去除。喷砂后的工件, 应用毛刷或压缩空气清除尘屑, 并在半小时内涂底漆, 以防再度锈蚀。

② 喷丸法 这种方法与喷砂相似, 其主要区别在于它是以直径为 $0.2\sim 1\text{mm}$ 的金属弹丸代替砂粒喷射到工件表面上, 其除锈效果好, 效率高, 碎丸可回收, 使用的压缩空气压为 $392\sim 488\text{kPa}$ 。

(4) 抛丸除锈法 这种方法是利用高速旋转抛丸器的叶轮抛出的高速弹丸(铁丸或钢丸、铁渣、钢渣等)对工件的冲击、摩擦等作用达到除锈的目的, 弹丸的直径为 $0.5\sim 0.9\text{mm}$, 拉伸强度为 $157\sim 176\text{kPa}$, 含碳量不少于 0.65% , 且应保持干燥, 以防工件除锈后重新生锈。它具有生产效率高, 劳动条件好, 成本低等优点。另外还具有消除工件内应力, 使工件表面硬化的作用。

(5) 火焰除锈法 这种方法是用喷灯或氧炔焰加热锈蚀的工件表面, 利用金属与锈层的热膨胀系数不同, 受热后产生错位而导致锈蚀物的剥落。这种方法通常需辅以手工或机械法, 才能使除锈较彻底。

2. 化学方法除锈

又称酸洗法, 它利用酸溶液与金属氧化物发生化学反应, 从而除掉金属表面的锈蚀物如锈垢、氧化皮等。目前应用得较为广泛的是浸渍酸洗, 构件在酸液中经过浸泡除锈以后, 还要经过冷、热水的清洗、中和处理、再清洗等工序。故化学除锈法不适合于局部作业, 车身维修中只有当构件整体需要进行除锈时, 才能使用这种方法。

酸洗常用无机酸和有机酸。无机酸有: 硫酸、盐酸、硝酸、磷酸、氢氟酸等。有机酸有: 醋酸、柠檬酸等。在除锈过程中, 由于酸和金属接触产生大量氢气, 并且氢原子很容易扩散至金属内部, 使金属脆性和硬度提高(称氢脆)。此外, 氢气从酸液中逸出, 形成很多酸雾, 危害人的身体健康。

使用中为防止产生过蚀、氢脆及减少酸雾的形成, 可在酸洗过程中加适量的缓蚀剂, 这样可以大大减轻金属的腐蚀及氢脆现象, 而对除锈并无显著影响。

常用的缓蚀剂有明胶若丁、琼脂、铬酸盐、硫脲、乌洛托品、OP 缓蚀剂等, 由于缓蚀

剂本身带电荷，在微电池电场作用下吸附到阳极，在金属表面形成一层分子膜，以阻碍酸对金属的作用，从而达到缓蚀的目的。

(1) 钢铁件表面的酸洗 由于盐酸价格便宜，酸腐蚀容易控制，对氧化物的溶解力大，酸洗处理简单，故酸洗中多采用盐酸。

酸洗中，为了抑制铁与酸的反应，提高酸的除锈能力，酸洗液中需要加入抑制剂。抑制剂有无机和有机两类。有机类抑制剂如苯胺、吡啶、哇林、甲醛、硫脲、明胶等，它们的抑制效果和稳定性好，用量为 1% 以下。

酸洗时酸液浓度根据锈层的厚度、种类、工作温度等条件而定。温度高，易产生气体蒸发，使成分变稀，故温度根据酸的种类不同而不同，大多工作温度不超过 40~70℃。当然，酸液浓度和工作温度高时，酸洗的时间可以缩短，但对钢铁的腐蚀也加速，所以必须适当选择酸液的浓度、工作温度、工作时间等参数（可参考表 11-1）。

表 11-1 酸洗的配方与参数

溶液配方 适用范围	溶液成分及浓度/（g/L）	工作温度/℃	处理时间/min
厚钢板强酸蚀	硫酸：180~200 缓蚀剂：3~5	20~60	5~50
热轧钢板除油除锈	硫酸：200~250 硫脲：3~5 OP-10：6~8	60~65	40~90
轻微锈除油除锈	硫酸：68 硫脲：5 OP-10：10	60~70	10~15
铸铁制件或钢制件	硫酸：75~100 盐酸：110~180 食盐：200~500 缓蚀剂：3~5	20~60	5~50
不宜加温的较大工件	盐酸：5%~20%（质量分数）	常温~40	锈除尽为止

(2) 有色金属件的酸洗

①铜及铜合金的酸洗 一般采用 10%~40% H_2SO_4 溶液，在常温~80℃。如果用这配方氧化膜还不容易去除干净时，可在每升酸液中加 20 克 Na_2CrO_4 ，必要时把溶液升温到 80℃，效果较好。

②铝及铝合金的酸洗 用 10% H_2SO_4 水溶液在 50℃ 下浸数分钟；经水洗后在 5% 的 NaOH 溶液内，常温浸数分钟或经水洗后在 5% HNO_3 溶液中，90℃ 下浸 0.5~5min。

③锌及锌合金的酸洗 在 2%~3% HCl 或 HF 溶液中快速进行。

(3) 酸洗后的处理 从酸洗槽中取出的金属，表面附着酸液，必须用温水充分冲洗把酸完全除去，否则又会马上生锈。

为了彻底把酸除去，往往采用碱液中和处理，最好立刻进行磷化处理或用稀 H_3PO_4 、 CrO_3 溶液浸渍（指对钢铁）后再行冲洗。

四、金属表面磷化处理

金属表面经化学除锈后，为提高其防腐蚀能力和增强涂膜的附着力，用锰、锌、铁等金

属的正磷酸盐溶液处理金属表面，使其生成一种不溶性的磷酸盐保护膜，这种方法称为磷化处理。

磷化处理形成的磷酸盐膜具有以下特点：

- ①具有一定的防腐性，附着性能好，适宜于做涂膜的底层，使涂料性能足以充分发挥；
- ②磷酸盐膜呈结晶状，表面积增大，所以与涂膜的附着力增大；同时磷酸盐膜是绝缘层；
- ③耐热性强，涂膜烘烤时也不受影响；
- ④磷酸盐膜不耐强酸、强碱，它的屈服强度比较低，磷化处理后最好不要再进行变形加工；
- ⑤磷化后长期暴露时，结晶膜会损伤或破坏，耐蚀性能会减弱。

五、金属表面的旧漆处理

为保证新涂层质量，涂装前必须部分或全部清除旧涂层，除去旧涂层常用的方法有：

1. 火焰法

利用火焰的高温对金属表面的油脂、旧涂层、污垢及氧化物等进行烘烤。对油脂有机物是通过燃烧使之碳化后被清除；对于金属，利用加热后基体金属和氧化皮、铁锈等之间的热膨胀系数不同，以及吸收的水分因受热迅速蒸发所产生的压力，使氧化皮崩裂，铁锈脱落。然后用刷子扫除干净。操作时的动作应敏捷，旧涂层烧焦后应立即刮净，因冷却后不易铲刮。此法清除旧漆只需喷灯和铲刀，操作简单，能在任何条件下施工，经济实用。但其缺点是：生产率不高，清除不彻底，须用钢丝刷作补充处理。

2. 机械法

凡是除锈的机械都可用以除去旧漆。风动、电动的除锈设备喷砂、喷丸、抛丸等都是清除旧漆的良好方法。砂纸、钢丝刷、铲刀等也可除去旧漆，只是劳动强度大，工效较低，但方便简单，局部除去旧涂层也可采用。

3. 化学法

化学清除旧涂层的方法有碱液脱漆和有机溶剂脱漆两种。碱性脱漆成本低，生产安全，对人体伤害不大，但它需要一定的设备（如脱漆槽、清洗槽、蒸气加热装置等）；有机溶剂脱漆法施工简单，效率高，常温条件下对金属腐蚀性小，但这种方法毒性大，易挥发、易燃烧，对人体危害性大，成本也较高。

（1）碱液脱漆法 碱液的配制方法有：

①在 100kg 的水内，加入 0.3kg 的亚硫酸钠、0.2kg 碳酸钠、0.2kg 硅酸钠和 0.2kg 肥皂制成。脱漆时一般要在溶液中浸泡 10~30min。

②用苛性钠 77%、碳酸钠 10%、多羟醇 5%、甲酚钠 5%、表面活性剂（如脂肪酸皂、石油磺酸脂、磺化蓖麻油等）3%，按质量计配比混合。使用时取上述混合物 6%~15%，用 90℃ 以上的水 94%~85% 配制成水溶液进行脱漆。此溶液脱漆质量好，尤对松香酯漆、醇酸漆效果最好，而对酚醛漆和乙烯漆效果略差。

汽车车身表面平整，采用碱性脱漆膏，可以得到良好的脱漆效果。碱性脱漆膏的配制（两种）如下：

①用冷水 0.5kg 调合马铃薯粉 0.5kg；另用 2kg 热水，放入苛性钠 2kg，待碱溶化后将马铃薯混合液与其混合，再加入热水 5kg，经过充分搅拌均匀即可。

②用苛性钠 16kg，溶化在 34kg 的热水中，再加入生石灰 18kg，搅拌均匀后，再加入机油 10kg 和碳酸钠 22kg，拌合成膏状即可。

将脱漆膏涂于车身表面上 2~5 层，每平方米用量 1.5~1.6kg。一般在 2~2.5 小时涂层破坏。对于厚层涂膜，可用铲刀刮破涂层后涂搽，以使碱液浸入内层。如旧涂层除不彻底，可以再涂 1~2 层，直至涂膜完全脱落为止。

为使脱漆膏温度升高，并保持湿度，可在涂后表面用潮湿物盖上，这样效果较好。待漆膜被破坏后，即可用高压水冲洗干净。涂碱性脱漆膏不应在强阳光下操作，以防水分蒸发，影响脱漆效果。

(2) 有机溶剂脱漆法 去除汽车驾驶室、翼子板、发动机盖及车身等处的旧漆，普遍采用有机溶剂脱漆法。

这种方法的特点是：效率高；可常温施工，操作简单，不需要增加脱漆设备；对金属的腐蚀性小。但溶剂易挥发、有毒性、易燃，施工成本高。

常用的有机溶剂脱漆剂产品有 T-1、T-2、T-3 等。

①T-1 脱漆剂 由酮、醇、苯、酯类溶剂，加适量石蜡配制而成的乳白糊状物。它能有溶胀漆膜使之剥离的性能，主要用于清除油脂漆、酯胶漆、酚醛漆的旧漆膜。在重新涂漆前，要将工件面上的蜡清除。使用量 $\leq 150\text{g}/\text{m}^2$ 。

②T-2 脱漆剂 由酮、醇、苯、酯类溶剂混合制成。脱漆效果较 T-1 好，主要用于清除油基漆、醇酸漆、硝基漆的旧漆膜。使用量 $\leq 170\text{g}/\text{m}^2$ 。

③T-3 脱漆剂 由二氯甲烷、有机玻璃、乙醇、甲苯、石蜡及有机酸配制成。此剂毒性较小，脱漆速度较快，效果较 T-1、T-2 好，供清除各类旧漆膜用。但对环氧漆、聚氨酯漆等效果较差。

有机溶剂脱漆的施工方法及注意事项：

①脱漆的施工以刷涂为主，浸涂更好。

②刷涂要掌握浸渗时间，旧涂层软化起皱后，可以用铲刮刀将涂层铲下，细小部位可以用钢丝刷搓刷，将铲下来的旧涂膜皮及时扫除干净，以防着火。

③浸涂要有密封或浸涂脱漆设备，防止挥发浪费。

④脱除旧涂层时，溶剂易挥发，而石蜡附在表面，所以必须用汽油或中和剂洗涤，以免影响以后的涂膜干燥和附着力。

⑤脱漆时不要直接在阳光下进行，因为溶剂挥发太快，会降低脱漆效果，还会增加脱漆剂的消耗量。工作时要正确使用防护用品，不要吸烟并防止明火。脱漆剂溅在皮肤上有些痒痛，禁止使用溶剂擦手，以免引起皮肤病和溶剂中毒，工作后应将手洗净。

六、非金属表面的处理

汽车工业使用的非金属材料较多，如塑料、玻璃钢、木材、皮革等，在涂装前都要进行合理的处理，才能获得优质的涂层。

1. 塑料件的表面处理

对于塑料制品，由于加工和成型的原因，有脱膜剂残留在表面，在运输、组装及使用过程中，也容易使表面粘有油污、脏物等。此外，许多塑料表面光滑、湿润性差，造成涂装后产生漆膜缩孔和附着力差等缺陷。因此，也需在涂装前进行表面处理，以提高涂膜的附着力及耐久性。常用的表面处理方法有以下几种：

(1) 化学氧化处理 以聚乙烯为例,其处理工艺为:先用汽油或二甲苯擦去表面油脂、污物等,再将物件放在铬酸处理液中,在 50℃ 的处理液中浸蚀 10min 后,用清水彻底洗净,晾干或在 50℃ 下烘干。

(2) 喷砂处理 用高压空气或将细砂喷打在塑料制品表面,可除去油脂得到粗糙的表面,但应将砂粒和高压气流控制好,以免使塑料制品损坏变形。

(3) 溶剂清洗 聚丙烯塑料可用热三氯乙烯甲苯、丙酮溶液清洗,其除去油污、杂物的效果也很好。

(4) 溶剂或乳液 用溶剂或乳液(煤油、皂水)清洗,清洗后用砂纸打磨,使表面粗糙,以增强涂料的附着力。

2. 玻璃钢的表面处理

由于玻璃钢制品在成形后表面常带有脱膜剂(如蜡脂、硅等),表面比较光滑坚硬。如果涂料直接涂装在表面上,将因附着力不强而影响涂膜质量。因此,需对零件进行表面处理。

最常用的方法是:用热水浸煮,去掉表面蜡质油污,然后用砂纸打磨晾干或低温烘干。也可用松香水、二甲苯混合溶液除去表面的油脂,再用热水擦洗,最后用砂纸打磨晾干或低温烘干。

3. 木材表面处理

木制品表面处理有两类:涂装清漆的底层处理和涂装色漆的底层处理。涂清漆要求表面木纹清晰,颜色一致。因此,在底层处理时要进行一整套作业,其主要方法是:

(1) 去除尘污、胶痕、笔迹 木制品由于制作时要粘贴、划线等,常有余胶、笔迹留在木器表面,在涂漆前均要彻底清除掉。首先用铲刀把胶痕铲净并用溶剂揩洗,有笔迹的地方用橡皮擦涂,然后用砂纸打磨,打磨完后用干净的软布将表面清理干净。

(2) 除木毛 木制品表面虽经加工,但是常有木毛出现在表面,这是由于木纤维吸潮膨胀形成的。如果这些浮毛不处理掉,将会影响木制品着色和涂装质量。去木毛时可在木制品表面用排笔薄涂一遍酒精,在酒精未干时立即用火点着,经火燎的木毛变脆,然后用砂纸磨掉。在刷酒精时一定要将物面放平,一面面地进行,也可用挥发快的清漆,调稀后在物件表面刷一遍,干后用砂纸打磨去掉浮毛。

(3) 漂白法 许多木材,如樟木、菲律宾木和水曲柳木等,由于树种的不同和制造板材的选料不同,颜色差别很大。要想得到颜色一致的木制品表面,除在制做时精选板材外,还要在涂漆前进行漂白处理。漂白处理的方法很多,可根据具体情况选用。

比如,使用浓度为 15% 的过氧化氢溶液。过氧化氢能放出氧,分解木材中的色素使颜色褪掉。如果在过氧化氢中加入部分氨水涂刷在深色板面上,经过 2~3 天后即可得到均匀的白色板面。

另一种方法是,将次氯酸钠 30g 溶于 1L 温水(70℃ 左右)中。将这种溶液涂刷在木材板面上,然后立刻以浓度为 0.5% 的冰醋酸溶液涂刷,两种溶液交替使用,至木材变白为止。此种方法对深色木材效果较好。

4. 皮革的表面处理

汽车内装饰部分用皮革材料较多(如仪表盘、内装饰板等),在涂漆前也要进行表面处理。使用的清洁剂配方如下:

醋酸乙酯	200mL
丙酮	250mL
氨水	50mL
乳酸	50mL
水	1000mL

混合后擦拭皮革表面，可去掉油脂、污物及其它物质，擦拭后应立即进行下道工序。

另外还可用 3% 的防霉剂（五氯酚钠等）溶解于 97% 的松节油中，配制成防霉剂溶液，均匀地涂刷在皮革制品表面，亮干后可再涂刷软性硝基清漆或皮革漆。

第二节 涂装方法及工艺

一、汽车车身修复涂装常用的方法

1. 刷涂

刷涂是以刷子为工具，用手工进行涂装的一种方法。其特点是：设备简单，施工方便，灵活性大，适应性强。刷涂可用于涂装各种厚漆、调合漆、沥青漆及其他慢干的干性涂料。有些底漆（如红丹防锈漆），采用刷涂则十分合适。刷涂时，必须将涂料搅拌均匀，并调整至粘度适当。一般以 40~100s 的粘度为宜，刷涂时，刷子进入涂料的部分一般为刷子的 1/2，然后按一定方向轻轻涂刷。自里向外，先难后易，纵横涂刷。最后漆刷轻轻修饰边缘棱角，以保证涂层厚薄均匀，光亮平滑，无刷痕、流挂、斑点等。刷涂时，对垂直的表面刷最后一道应由上而下地涂刷；对水平表面涂最后一道时，应顺光线投射方向涂刷。涂刷厚度要适当，过厚易起皱，且附着力低；过薄则易露底，涂层保护性能差。刷涂完毕，应用稀释剂清洗漆刷，否则，涂料干结刷子就无法再使用。

2. 刮涂

刮涂是用手工涂装以获得较厚涂层的一种方法。刮涂使用的工具是刮刀，有金属刮刀、牛角刮刀、木刮刀、橡皮刮刀等，不同材质和不同形状的刮刀分别用于填平、补孔隙、塞缝、抹平等作业。刮涂法主要用于腻子的涂装，也可用于粘度较大的调合漆及其他厚浆涂料的涂装。

3. 浸涂

浸涂就是将被涂物件全部浸没在涂料槽中，待全部都涂上涂料后再提起，让多余的涂料自然滴尽，经干燥后即可。这种涂装方法的效率高，操作简便，但有一定的局限性。

4. 空气喷涂

空气喷涂就是利用喷枪，通过压缩空气的气流将涂料从喷枪的喷嘴中喷出形成雾状，喷涂在涂装表面。其特点是可以获得厚度均匀、光滑平整的涂层，且效率高。适用于绝大多数涂料的涂装，特别是快干性涂料和大面积形状复杂的涂装表面。在汽车车身修补涂装中大多采用这种涂装方法。但这种方法的缺点是涂料损耗大、利用率低，使用溶剂和稀释剂的量大。

5. 静电喷涂

为克服空气喷涂涂料损耗大的缺陷，在大面积喷涂时可采用静电喷涂。静电喷涂是利用静电基本原理，使雾化时涂料带有静电，并在电场力的作用下，被吸附在带异性电荷的涂装

面上。其特点是生产效率高、涂料损耗少（比空气喷涂节约 10%~50%），涂料的利用率可达 80%~90% 以上。但静电喷涂的设备比较复杂，设备投资大，所以一般修理厂很少采用。

二、汽车车身修复涂装典型工艺

1. 局部修复涂装工艺

局部修复涂装的涂前表面处理步骤为：

（1）涂前表面处理

①彻底清理需修补部位的污物、油漆、锈斑等。清理范围应比损伤范围扩大 125~325mm。

②铲除损伤部位的旧涂层，伤口涂层边缘应打磨成斜坡。

③用粗砂纸磨掉表面铁锈，同时打磨涂层断裂边，使边缘平整，消除涂层棱边。

④吹净或擦净浮尘或污物。

⑤用汽油擦除手印和油污。

（2）涂底漆

①按照生产厂家的提示稀释底漆，根据气候状况，认真选择合适的溶剂。

②将涂料彻底搅拌均匀。

③采取刷涂法涂第一道底漆。

④按照标签指示留出闪干时间，然后再涂二至三道中湿涂层，增加涂层厚度，每道之间都应留出闪干时间。

⑤待底涂层干透以后，用磨块打磨至平滑。如果仍有很细小的磨痕，再涂一道底漆就可填平。

（3）刮腻子 刮腻子是将腻子刮涂在工件表面上，填补工件表面的不平，为汽车涂装作业提供平整、光洁的底材。

①腻子的刮涂 涂刮腻子是为了使工件表面既平整光滑又无缺陷，涂刮层数应根据工件表面的粗糙程度和形状，以及对涂层精度要求而定，工件表面粗糙或加工要求较高时，则要刮多层腻子，反之则涂刮层数可少些。

涂刮腻子的方法有局部填嵌和满刮两种，局部填嵌是对局部明显凹陷处填嵌腻子。这种涂刮方式，一般用于毛坯零件的初步填嵌或对整个涂层的修补。在局部填嵌时，对明显的凹陷处，应用适当的腻子填平，同时在其四周应刮得薄而光洁。满刮是对整个涂饰面的全面涂刮腻子，满刮时应使腻子层平整光滑。

在涂刮腻子的过程中总是包含着敷与收两种手法，敷腻子是把腻子涂于工件表面，所谓收是把已涂于工件表面的多余的腻子刮去，并把腻子层涂刮平整。涂刮腻子时，往往采用边上腻子边收平整的手法，即用刮具从腻子板上挖取腻子后，先将腻子团附着于工件表面，继而手持刮具，使刮具与工件成 45°到 30°角并逐渐变化角度，同时移动刮具，使腻子在加工区域摊满摊平，分布均匀，然后沿与上一次刮具相反的方向，刮平已敷好的腻子表面，使腻子层进一步平整。注意刮具往复次数以 1~2 次为宜，过多的往复刮压腻子，往往会导致腻子中油份的挤出并封闭在腻子表面，影响腻子的干燥。边上边收涂刮腻子的手法，一般适用于工件的小平面或形状复杂的部位。

涂刮腻子所应用的刮具也应有针对性。可以利用硬刮具如钢板、嵌刀、胶木刮板等，使腻子层易于达到平整的要求，也可以利用如橡胶刮板甚至油漆刷等软刮具，使腻子容易粘敷

于工件表面。采用软刮具涂刮腻子，虽然不易涂刮平整，但在加工曲面部位是较优越的。刮具的刮口的宽窄，对施工效率，涂刮的平整程度也有直接影响，一般刮口宽，工效高，易涂刮平整。

②腻子的打磨 腻子干燥后所形成的腻子层必须经打磨，以消除其不平，造成涂层表面的粗糙，提高涂层间的结合力。常用的打磨腻子的材料有水磨石、砂纸等，这些材料也可应用于砂磨底漆和面漆层。

砂纸是将磨料用粘合剂粘敷在纸或布上制成，磨料粒子的粗细直接影响砂磨效果，磨料的粗细即磨料的粒度，用“目”表示。“目”是指筛内每平方英寸上的孔数，如 120 目，即为通过 120 目筛的磨料的细度。根据其应用场合不同分为三种：木砂纸是将玻璃屑粉粘敷于纸上制成的，习惯上采用浅黄色的纸作基料，主要用于木制品表面的磨光；水砂纸是用氧化铝细粒作磨料，采用耐水的醇酸清漆作粘合剂粘于纸面制成的，习惯上采用黄到灰色的纸作基材，主要用于较精细的施工，蘸水（或肥皂水或 200 号溶剂汽油）砂磨腻子或其它涂层；铁砂纸是由氧化铝粒、粘合剂和布制成，习惯上采用棕褐色的棉布或化纤织物，用于砂磨底层腻子或底漆层，也常用于清除铁锈或旧涂层。

打磨时通常用拇指和食指拿住砂纸，拇指在砂纸之下，四个手指在砂纸上压住打磨，也可用中指将砂纸夹在无名指之间，拇指在前下侧，食指和中指在上，往下压住打磨。打磨边角和螺栓周围的一些细小部位，用拇指压住砂纸，其余四指弯缩，来回往返摩擦即可。腻子表面如有干结的堆积、残余的渣块等，应先用铲刀削平，再用浮石带水作粗磨。为了减轻劳动强度，提高工效，改善质量及劳动环境，可采用电动或风动磨腻子机。

③腻子施工注意事项

a. 腻子刮涂前底漆必须干透，以免产生气泡或龟裂起皮。若底漆太光滑，可先用砂纸打磨，以使腻子与底漆结合良好。

b. 腻子要在一两个来回中刮平，手法要快且稳，不可来回拖拉。拖拉刮涂次数太多，腻子易拖毛、表面不平不光，甚至将腻子里的油挤到表面，造成表干内不干，影响性能。

c. 洞眼缝隙之处，要用刮刀尖将腻子挤压填满，但一次不宜刮涂太多太厚，防止干不透。

d. 刮涂时，四周的残余腻子要及时收刮干净，否则表面留下残余腻子块粒，干燥后增加打磨的工作量。

e. 头道或二道腻子要求刮平，二道或四道腻子要求刮光。每刮完一道都要充分干燥，每道腻子不宜过厚，一般掌握在 0.5mm 以下，否则容易收缩开裂或干不透。

f. 腻子刮涂工具用完后，须清洗干净再保存。刮刀口及平面要平整无缺口，以保证刮涂腻子的质量。

g. 夏季天气炎热、温度较高，易使腻子干燥，成品腻子可用稀料盖在上面，自配的腻子可用湿布或湿纸盖住。冬季放在暖处，以防冻结，用时可加清漆和溶剂，但不宜久放。

h. 腻子层或底漆层未干燥时，不允许砂磨。

i. 不允许砂纸碰到非涂饰区的镀铬层等表面。

j. 不同层次的腻子应选用不同粒度的砂纸干磨或湿磨。打磨后应用水冲干净腻子浆或粉尘，干燥后方可进行下道工序。

k. 可将砂纸包在橡胶或木块外进行打磨，以利于打磨平整。用手直接持砂纸打磨时，

打磨方向应与指缝呈一定角度，以避免手指与指缝的压力不均而导致打磨不平整。

(4) 喷涂中层涂料 中层涂料可用底漆代替，涂层要求不高时可省略，步骤如下：

①用胶带纸和废报纸（用润滑脂粘贴）覆盖在需涂装表面的周围所有可能被喷涂到的涂层和装饰件上。

②喷涂配套的二道浆或稀一点的底漆 2—3 道。

③自干或烘干。

④如有砂眼或磨痕，可刮涂少许快干腻子将其填平。

⑤用水砂纸湿打磨，使涂装面光滑平整。

⑥洗净、擦干涂装表面。

(5) 喷涂面漆 喷涂面漆前的准备：

①配制面漆。根据要求涂装的颜色，严格按前述调配规则和程序调制面漆，可先试制小样待与原涂层颜色比较一致后再按需要量配制。对于进口轿车，可根据原涂层代码查找油漆配方，按配方配制。

②用汽油擦净涂装面灰尘、污物。

喷涂面漆施工操作：

①持枪 以右手持喷枪时，用拇指、中指和无名指握住枪柄，用食指勾在扳机上，两肩放松自然下沉。左手拿着喷枪附近的一段输气胶管，以减轻右手拉胶管的力量；有的是靠手掌、拇指、小指和无名指握住喷枪，中指和食指用以扣动扳机。握枪方式全凭喷漆工的自我感受，在这方面没有一成不变的程式，可以根据各人的习惯来决定。

②喷枪对被喷涂表面的方位 喷枪要持平，要垂直于被喷涂表面。即使在喷涂曲面时也要保持喷枪垂直于被喷涂表面。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。正确的位置关系如图 11—1 所示。

③喷枪至被喷涂表面的距离 喷枪距被喷涂表面的距离要合适，对于硝基漆为 15—20cm，磁漆为 20—25cm。如果距离太近，会因速度太快而使湿漆膜起皱；如果距离太远，稀释剂挥发太多，会形成桔皮状或砂状表面，还会使飞漆增多。

使用慢干稀释剂时，距离变化范围可大一些，如果太近则会产生流挂。

④喷枪的移动速度 在喷涂时，喷枪的移动速度对涂装效果的影响非常大。如果喷枪移动太快，表面显得干瘦、流平性差、粗糙；如果喷枪移动太慢则所形成的涂层太厚，极有可能产生流挂。实际上喷枪的移动速度也不能一概而论，不同的雾束、不同的供漆量要求不同的移动速度。最理想的喷枪移动速度应该是一旦喷涂结束后，新喷涂层看起来显得那么丰满、润湿，既不干瘦、贫瘠，也不过分堆积。

在喷涂时，沿计划好的行进路线稳定地移动喷枪，速度约为 30cm/s，而且速度必须均

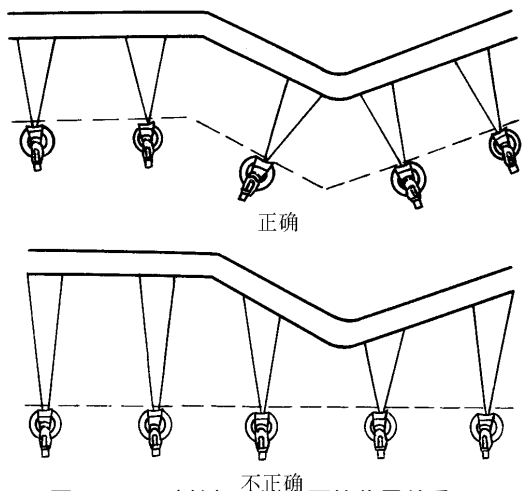


图 11—1 喷枪与喷涂表面的位置关系

匀。

⑤扳机的控制 喷枪是靠扳机来控制的。扳机扣得越深，液体流速越大。在传统走枪的过程中，扳机总是扣死，而不是半扣。为了避免每次走枪将要结束时所喷出的涂料堆积，有经验的喷漆工都要略放松一点扳机，以减少供漆量。正确的扳机操作方法如下：手握喷枪向待喷涂表面移动，当喷枪接近表面的边缘（距离待喷涂表面的边缘大约 5cm 的地方）时，扣动扳机。当喷枪扫过所喷涂的表面（也就是在喷枪扫过已喷涂表面的边缘大约 5cm 以外的地方）后，放开扳机。

⑥收边 进行斑点修补或者在新喷涂层与旧涂层的边缘混色加工时，都要进行“收边”操作。“收边”的意思是在走枪开始时不扣死扳机，此时的供漆量很小，随着喷枪的移动，逐渐加大供漆量，直到走枪将要结束时再将扳机放开，使供漆量大大减少，从而获得一种特殊的过渡效果。具体操作方法是：

平稳地移动喷枪，到接近被喷涂表面时，逐渐扣动扳机进行喷涂，然后突然但平稳地放开扳机，喷枪继续移动，这是从外向内喷；使喷枪置于待喷涂表面上方，扣死扳机进行喷涂，然后平稳地向外移动喷枪，一旦喷枪接近收边区域时，慢慢放开扳机，然后继续移动喷枪，这是从内向外喷。

（6）抛光 面漆喷涂结束，经过干燥并拆除所有的遮盖物后，还应进行修整。修整的内容包括表面抛光（磨光）及微小缺陷的修理两部分。

①抛光 通过溶剂的挥发而干燥的漆层通常需要进行轻微的抛光，以获得理想的光泽。

a. 磨光剂类型 磨光剂是呈膏状或液态的清洁剂，它们都含有浮石一类的磨料，用来磨平漆层表面，使其光滑并显示光泽。

通常将含有较粗颗粒磨料的磨光剂称为擦亮剂，将有较细颗粒磨料的称为擦光剂。一般情况下统称磨光剂。磨光剂的主要用途是：消除修理部位周围的轻微打磨划痕；修理剥皮或有砂的表面，使面漆层光滑并产生光泽。

b. 手工磨光 用一块柔软、不起毛的布包在厚板上（或卷成球状），涂上少量磨光剂，以中等压力直线式往复摩擦需要磨光的表面，直到获得理想的平滑度。

c. 机器磨光 在磨光机的缓冲垫上涂上少量磨光剂进行磨光（抛光），一次磨光范围不要太大，因为磨光剂会很快干燥。磨光时，不能加太大的压力，而且要连续均匀缓慢地移动机器。磨光结束后，可再换上一个抛光套进行抛光。

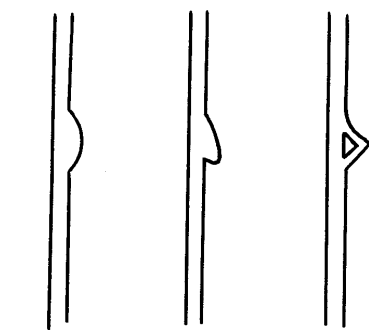
②漆面微小缺陷的修理

a. 用油石和刀修理 对于漆面上出现的凸出型缺陷，可先用油石或刀修理，然后再用擦亮剂磨光。如图 11-2 所示。

若凸出部分不太明显，可用油石或砂纸磨圆其边缘和各处之拐角；油石放到漆面上的凸出处，左右移动油石打磨（可加少量油润滑），如图 11-3 所示。将凸出部分基本磨平后，吹除油石颗粒，再用很细的擦亮剂进行磨光。

对于凸出比较明显的部位，可用单边刀片切除凸出部分，然后用砂纸磨去剩余的凸出部分，最后用极细的擦亮剂磨光，如图 11-4 所示。

b. 用刷子进行修理 对于轻微的漆面剥落和划痕可用细毛刷蘸上修饰漆来填补，如图 11-5 所示。



使用油石修理 使用刀修理
图 11-2 缺陷类型及修复工具

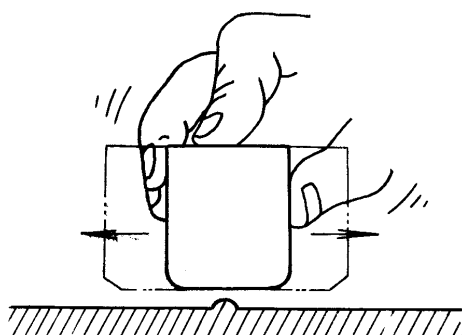


图 11-3 用油石磨光的方法

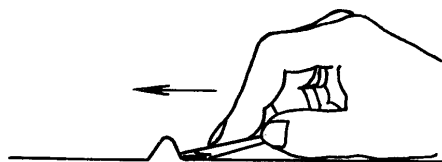


图 11-4 用刀（单片刀）进行表面修理

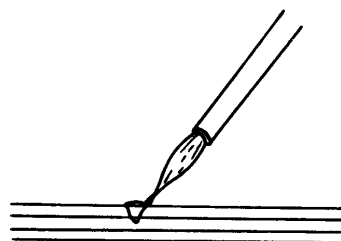


图 11-5 用刷子进行表面修理

用硅溶剂或类似的溶剂清除缺陷部位的油脂；用小刷子蘸取少量的修饰漆迅速滴到修理部位上；用刷子蘸少量稀释剂涂在修饰漆周围，使修饰漆能平摊铺开，遮盖住缺陷部位；干燥后视情况磨光。

c. 用锉进行修理 用锉平法可以清除表面的灰尘、划痕和下垂。用于修理漆面的锉与普通锉并无明显的区别，只是它的齿形需修整光滑平坦，同时将棱边打光滑。普通平锉用砂轮切断之后，将它们粘结在木制的垫块上就构成了车身表面专用锉。使用之前，应先在砂纸上将锉齿打磨光滑。

操作时，只能用短行程，沿一个方向平锉（不能来回锉）。一般一二个单行程即可消除缺陷。锉平之后，需要进行磨光。

③打蜡 为了更进一步的修饰，采用上光剂进行上光处理称为打蜡。以增强漆膜表面的光亮度，使光亮持久，并起防潮、防水、防污染的作用。

上光剂也称上光蜡，是由蜂蜡、石蜡、硬脂酸铝等组成，加热熔化后加入 200 号溶剂汽油，冷凝成胶冻状，很像猪油。一般不需自制。

打蜡操作类似磨光，比磨光操作更细致更轻巧。打蜡后表面应光亮如镜。然后清理边棱转角处，使各处清洁干净。

打蜡时，对不同的车型使用不同的车蜡，较高档的车蜡有美国的保丽一号、英国的多宝系列和日本的 99 系列。中档的车蜡有强力上光蜡、珍珠色及金属漆车蜡系列，适合普通车辆使用。

使用车蜡应注意以下几点：

a. 首先根据车辆漆膜颜色深浅选用车蜡，深色漆选用黑色、红色、绿色系列；浅色漆选用银色、白色或珍珠系列；

- b. 上蜡前先用清水洗净车身并擦干，液体蜡在使用前需摇匀；
- c. 确认车身不发热后在阴凉处打蜡。

2. 整车修补涂装工艺

整车重涂，可根据涂层损坏程度或涂装要求分为全涂装和翻新涂装。全涂装是指涂层损坏严重、必须用机械方法或用脱漆剂全部除去旧涂层，露出被涂材质的表面，然后再进行整车重新涂装。而翻新涂装是指涂层的底层完好，仅面层出现失光、变色、粉化等现象或者要求改色涂装时，只需打磨掉面涂层即可对整车进行涂装。随着涂装技术的进步，整车涂装大多为翻新涂装。

(1) 涂装表面的处理

- ①用脱漆剂、打磨机或铲刀清除旧涂层。若经补焊应清除掉焊渣。
- ②打磨铁锈，并用汽油擦净表面污垢和灰尘。涂刷一薄层磷化底漆，涂层应平整均匀，涂层厚度不小于 $30\mu\text{m}$ 。

(2) 涂装底漆

- ①刷涂或喷涂底漆，如 C06—1 型铁红醇酸底漆或 H06—2 铁红环氧底漆。
- ②自干或在 60°C 以下烘干。
- ③在钣金涂装表面刮涂第一道腻子。
- ④自干或在 $40\sim 80^{\circ}\text{C}$ 下烘干，初步打磨腻子层。
- ⑤刮涂第二道腻子，自干或烘干。
- ⑥用粗砂纸包在木块上进行粗打磨，除去灰尘后，在腻子层上涂刷一层 H06—1 环氧底漆，并在 90°C 下烘干 1 小时。
- ⑦刮涂第三道腻子，涂层要薄而均匀平整。涂层可自干或烘干。
- ⑧用水砂纸湿打磨整个车身。
- ⑨吹净灰尘，擦干水分。

(3) 涂装中层涂料

- ①喷涂一道和二道浆。
- ②自干或在 60°C 以下烘干。
- ③修补腻子，用快干腻子消除砂眼、磨痕。
- ④待修补腻子干燥后，用水砂纸进行湿打磨，使涂层表面平整光滑。
- ⑤清洗表面污物并擦干水分。

(4) 涂装面漆前的表面准备

- ①用汽油擦净待涂表面。
- ②按照要求的颜色色彩调制面漆，并用配套的稀释剂调整粘度，然后用滤布进行过滤。

(5) 喷涂面漆

- ①喷涂面漆。对硝基磁漆或其他挥发性强的涂料一般需喷 3~4 道，其余面漆一般为 1~2 道。

- ②自干或烘干。

(6) 对大客车一般还需喷涂色带，其步骤如下：

- ①按原车色带位置弹出灰线，用胶带沿灰线粘贴，再用润滑脂将报纸遮盖不涂装色带的表面。清洁需喷涂色带的表面。

- ②喷涂所需颜色的配套性面漆（色带要求的颜色）。
- ③待自干或低温烘干后除掉报纸和胶带，用汽油擦净表面上的润滑脂。
- （7）涂层修饰：待整个涂装表面干燥后，如需抛光打蜡，可按前述方法进行抛光打蜡。

3. 塑料件的喷涂

鉴于车身塑料件与金属构件的涂漆方法大致相同，这里仅就其所用涂料的选择和塑料件的漆前处理方法作一简单介绍。

（1）塑料件涂料的选择 由于车身塑料件的材料品种较复杂，加上合成树脂中化学成分不同所带来的影响，使塑料件的涂装对漆料有很强的选择性。但如果掌握了选择塑料件涂料的基本原则，就可以得心应手地在众多涂料中，选出更能满足装饰性要求的漆料了。车身常用塑料件所适用的配套性涂料类型如表 11-2 所示。

表 11-2 塑料表面涂料选择

塑 料 种 类	涂 料 品 种
玻璃纤维增强聚酯	醇酸、硝基、乙烯及缩醛涂料
酚醛塑料	醇酸、硝基及缩醛涂料
环氧塑料	大部分涂料均可使用
氨基塑料 聚氨酯塑料	醇酸氨基、乙烯、环氧聚氨酯涂料
醇酸塑料	醇酸、聚氨酯、硝基涂料
聚氯乙烯塑料	过氯乙烯、醋酸乙烯涂料
聚酯酸乙烯及其共聚塑料、丙烯酸塑料	乙烯涂料、硝基、醋酸丁酸纤维涂料
聚苯乙烯塑料	乙基纤维、缩丁醛、乙烯涂料
聚乙烯塑料	大部分涂料均可用
聚丙烯塑料	大部分涂料均可用
尼龙塑料	聚酯、聚氨酯涂料
涤纶塑料	聚酯、聚氨酯涂料
缩丁醛塑料	乙烯涂料
氯丁橡胶	聚氨酯、丙烯酸涂料
醋酸纤维	醋酸纤维、醋酸丁酸纤维涂料
乙基纤维	硝基、乙基纤维涂料
硝基纤维	硝基、其他纤维涂料

（2）塑料件的表面处理 与车身金属构件一样，塑料件在涂漆前也要进行认真的表面处理。如此，才能获得可靠的涂料附着力和满意的覆盖层。车身塑料件的表面处理应在修补或矫正作业完成之后进行。对于塑料件上存在的表面缺陷，要先修补完善，并将修补过的部位打磨平整。

表面处理旨在使车身塑料件涂漆部位清洁、无污。有些塑料件的表面相当光滑，涂漆前还要将表面打毛以增加涂料的附着力。对于塑料件表面上存在的灰尘、油污、塑料润滑脂及上光蜡等，可用适当的溶剂或乳液（煤油、洗涤剂、清水）加以清洁；需要得到粗糙表面时，可用砂纸、砂纸打磨或用喷砂的方法解决；软质或硬质聚氯乙烯塑料，可放入三氯乙烯

溶剂中浸几分钟取出擦净；聚丙烯塑料可用加温三氯乙烯或甲苯、丙酮液处理；对耐溶剂能力差的塑料件，还可以充分利用其这一弱点，于涂漆前喷施一层溶剂使其表面软化。

三、涂装施工安全防护

1. 涂装施工中的一般安全措施

涂装工作人员必须学习有关的安全技术规程，掌握安全操作方法，严格执行劳动保护条例和安全操作规程。

(1) 施工场所必须通风良好，室内施工，应设置有效的通风设备，每小时至少换气两次。

(2) 坚持穿戴安全防护用具，如工作服、手套、护目镜、口罩、胶鞋及安全带等。

(3) 涂装作业中，电气工具、设备及照明灯具中任何一个发生故障时，应立即切断电源，由专业人员进行检修。

(4) 在使用机具设备时，必须遵守有关规定，不得违章操作。

(5) 按照规定，检查、维护机具设备，不得带病运行。

(6) 使用高压无气喷涂前，应检查高压涂料缸、高压过滤器的螺母，高压气路接头是否旋紧。

(7) 高压无气喷涂机，最高进气压力不得超过 690kPa。

(8) 使用高压无气喷涂机，在停喷时，应及时将扳机自锁档片锁住。在任何情况下，不得将喷枪枪口朝向自己或他人。

(9) 以槽体为阴极，电泳涂装时，应注意使工件与槽壁保持一定距离。

(10) 电泳涂装时如采用阳极接地方式，槽外配管应有绝缘设施，避免电流通过。

(11) 手提式静电喷涂设备，电源开关接通后，严禁移动静电发生器。

(12) 静电设备的高压电缆应悬空吊架，与其它电力线至少要保持 50cm 的距离。

(13) 烘箱顶部应装有通风管。每 0.042m^3 的烘箱容积，至少应有 0.028m^2 的防爆保险门。

(14) 随时清除施工场地的火源及易燃物。涂料库房要隔绝火源，并有相应的消防用具，库房应有“严禁烟火”的醒目标志。

(15) 施工完毕后，应封闭漆桶，清理工具及余料，用后的棉纱等要集中妥善保管，防护用品应放在专用柜中。

2. 涂装施工中预防中毒的措施

涂料的组分中含有对人体有害的挥发性溶剂苯类、酯类、醇类、酮类等。超过允许浓度的溶剂蒸气对人体神经有严重的刺激和破坏作用，造成抽筋、昏迷、瞳孔放大等症状，即使低浓度时也会有轻微头痛、恶心、呕吐等现象。防止中毒的有效方法，主要是尽量减少对溶剂蒸气的吸入和对溶剂的直接接触。同时还需采用下列措施：

(1) 工作场所须有良好的通风、照明、防毒、除尘设备。施工环境中，溶剂蒸气的浓度不得超过国家规定的标准。

(2) 操作人员必须穿戴好各种防护用品，如工作服、手套、口罩、眼镜等。

(3) 若皮肤上沾有油漆，不要用苯类溶剂擦洗，可用去污粉、肥皂水及少量 200 号溶剂油等混合物洗涤。

(4) 使用某些含有红丹、铅铬黄等的涂料时，容易引起急性或慢性铅中毒。聚氨酯漆中

含有游离异氰酸根，胺固化环氧漆中含有二乙烯三胺等能引起中毒，所以在使用时要严防吸入与接触。有剧毒的涂料严禁采用喷涂。

(5) 涂装工作人员如觉头痛、眩晕、恶心等，要立即停止工作，到室外呼吸新鲜空气。工作完毕后，应用温水和肥皂清洗手脸，最好进行淋浴。要定期给涂装工作的人员体检，发现有中毒迹象时，应调换工作岗位。

第三节 车身附件的涂装工艺

一、汽车保险杠涂漆工艺

对汽车的前后保险杠，通常可采用两种涂漆工艺，即金属保险杠涂漆工艺与玻璃钢保险杠涂漆工艺。

1. 金属保险杠涂漆工艺

其程序如下：

(1) 基层处理 先用棉纱蘸汽油除净油污，而后用砂纸磨除锈蚀，压缩空气吹净或毛刷扫净，擦净浮灰。

(2) 喷涂头道底漆 用 H06—2 铁红环氧酯底漆或 C06—1 铁红醇酸底漆，调稀至粘度 22~26s。将保险杠里外全面均匀喷涂一道。喷后的漆膜干后应达到 25~30 μ m 厚。

(3) 干燥 常温 24 小时，烘烤环氧酯底漆 120℃ 1 小时，醇酸底漆 100℃ 1 小时。

(4) 刮腻子 用灰醇酸腻子，将不平之处刮涂平整，腻子层厚度以 0.5~1 毫米为宜。

(5) 干燥 常温 24 小时，烘烤 100℃ 1.5 小时。

(6) 水磨 用水砂纸，将腻子部位水磨平滑、擦净，并彻底晾干水分，或低温烘干水分。

(7) 喷第一道面漆 用黑醇酸磁漆，调稀至粘度 18~22s，过滤清洁，均匀喷涂一道。

(8) 干燥 常温 24 小时，烘烤 100℃ 1 小时。

(9) 水磨 用水砂纸，将正视面漆膜轻轻水磨平滑，擦净，并彻底晾干水分，或低温烘干水分。

(10) 喷第二道面漆 用黑醇酸磁漆，调稀到粘度 18~22s，将正视面和次要面都均匀喷涂一道。喷后的漆膜应平整、光亮，不得有漏喷、流淌、流挂、皱纹、杂质等缺陷。

(11) 干燥 自干 24 小时，烘干 80~100℃ 40~60min。

对金属保险杠的涂漆，为获得丰满光亮、坚硬而附着力强的漆膜，最好涂装氨基烘干漆，以提高漆膜的质量。

2. 玻璃钢保险杠涂漆工艺，其程序如下：

(1) 脱蜡 玻璃钢保险杠在制品脱模时，表面往往有一层蜡质。蜡质如不彻底清除，会严重影响涂层的附着力，使涂后的漆膜稍遇碰撞，就易脱层（掉块）。

(2) 刮腻子 用过氯乙烯腻子或醇酸腻子，将不平之处满刮平整。过氯乙烯腻子由于干燥较快，可连续刮涂，直至平整。

(3) 干燥 过氯乙烯腻子干燥 4~6 小时，醇酸腻子干燥 24 小时。

(4) 水磨 用水砂纸，将腻子层反复水磨平滑，擦净，彻底晾干水分。

(5) 喷底漆 用 C06—10 灰醇酸二道底漆（二道浆）先彻底搅拌均匀，而后加二甲苯

稀释至粘度 22~25s, 将正视面均匀喷涂一道。喷涂时漆膜厚度以将砂痕充分填平为准。

(6) 干燥 自干 12 小时, 烘干 70~80℃ 1 小时。

(7) 刮细腻子 用过氯乙烯腻子或硝基腻子, 加少量的稀料调和成稀腻子, 迅速将针孔等细小缺陷刮涂平整。如一次不易刮平时, 可连续刮涂 2~3 次, 直至缺陷处达到非常平整。

(8) 干燥 硝基腻子干燥 1~2 小时, 过氯乙烯腻子干燥 3~4 小时。

(9) 水磨 将腻子部位用水砂纸先水磨平整。然后, 改用水砂纸, 将腻子部位与正视面的全部漆膜全面水磨平滑, 反复擦净, 并彻底晾干水分, 或低温烘干水分。

(10) 喷第一道面漆 用过氯乙烯磁漆或醇酸磁漆(颜色为黑色或灰色), 调稀至粘度 18~22s, 将工件的里外面都薄而均匀地喷涂一道, 但喷后的漆膜不得有漏喷、露底、咬底、流淌及明显的流挂等缺陷。

(11) 干燥 过氯乙烯磁漆干燥 4~6 小时, 醇酸磁漆干燥 18~24 小时。

(12) 水磨 用水砂纸将正视面漆膜全面水磨平滑, 擦净磨污, 并彻底晾干水分。

(13) 喷第二道面漆 过氯乙烯磁漆调稀至粘度 16~18s, 醇酸磁漆调稀至粘度 26~30s, 将保险杠里外全部均匀喷涂一道。喷涂时应注意面漆的配套, 如第一道面漆是过氯乙烯磁漆, 这道面漆可喷过氯乙烯磁漆, 也可喷醇酸磁漆。但第一道面漆是醇酸磁漆时, 这一道只能喷醇酸磁漆, 而不能喷过氯乙烯磁漆, 以防将醇酸磁漆咬起造成皱纹。

(14) 干燥 过氯乙烯磁漆干燥 8~12 小时, 醇酸磁漆干燥 48 小时。

(15) 交验 正视面漆膜应平整光滑, 光泽强, 附着力好, 不得有气泡、流淌、流挂、光泽不均、皱纹、杂质等缺陷。次要面漆膜应平整光亮, 附着力强, 不得有明显的流淌、流挂、杂质等缺陷。

二、汽车车轮涂漆工艺

微型汽车和小轿车的车轮多是用不同厚度的热轧、冷轧钢板卷压焊接而成, 加上车轮经常受泥水侵蚀和冲刷, 需选用有一定耐腐蚀力的涂料。其工艺举例如下:

(1) 静电粉末喷涂施工 先将工件进行除油、水洗、磷化等漆前处理, 完毕后, 用环氧静电粉末涂料, 采用静电粉末喷涂设备均匀喷涂一道, 之后用 190℃ 烘烤 20min。

(2) 手工喷涂施工 用手工先将工件表面油污等杂物清除干净。擦净浮灰, 喷涂一道磁化铁黑酚醛或醇酸防锈底漆。自干或烘干后, 再均匀喷涂一道自干或烘干型沥青磁漆。

三、仪表盘涂漆工艺

对汽车仪表盘的涂漆, 通常可采用手工静电喷涂方式。

采用手工喷涂施工前, 工件表面的油污、锈蚀等杂物, 必须彻底清除干净, 并反复擦净。之后, 先喷涂一道 H06—2 铁红环氧酯底漆或 C06—1 铁红醇酸底漆, 自干或烘干后, 用过氯乙烯腻子、醇酸腻子或水质腻子, 将缺陷刮涂平整, 干燥后, 水磨平滑, 擦净, 晾干或烘干水迹后, 均匀喷涂一道 C06—10 灰醇酸二道浆, 干后, 再喷二道氨基静电锤纹漆即可。

四、挡泥板涂漆工艺

汽车车轮的挡泥板, 通常可采用喷涂、浸涂和刷涂三种方法进行。多采用烘干型沥青漆和磁化铁黑酚醛或醇酸漆。

①喷涂法 先将工件表面的油污及锈蚀清除干净, 吹光擦净后, 喷涂一道沥青底漆, 烘干后, 用旧砂纸轻轻将漆膜打磨平滑, 擦净浮末。之后, 用沥青烘干面漆, 先喷涂一道, 间

隔 15~20 分钟后,再喷涂一道,然后一次进行烘干。如果采用自干型沥青面漆时,底漆应采用铁红酚醛防锈漆或磁化铁黑酚醛防锈漆,以提高底漆的防锈性和耐蚀性能。

②刷涂法 在涂漆之前,先用汽油洗净工件表面上的油污,如有锈蚀,用砂纸磨除干净,擦净浮末。之后,用磁化铁黑酚醛防锈漆,调稀至粘度 40~50s,均匀涂刷一道,干燥 24 小时,用旧砂纸轻磨平滑。再用磁化铁黑酚醛面漆,均匀涂刷一道,干燥 48 小时。

第四节 货车翻新的涂装工艺

汽车进入车间拆散解体之前要进行整车清洗,用高压水枪将车箱底、车架、挡泥板、驾驶室、翼子板、前后桥等表面泥沙脏物清洗干净,待水晾干后进入车间拆散。

一、喷涂底漆

驾驶室、翼子板、铁车箱、车架和一些覆盖件拆散后最好进行喷沙处理。发动机、底盘各总成需要涂漆的基础件,应将部件拆散后用碱液清洗干净,待组装后进行涂装。

铁车箱和其他覆盖件内、外喷涂 C06—1 铁红醇酸底漆一道,要求喷涂均匀无流淌,无露底现象。车架可以喷涂 F06—8 铁红、灰酚醛底漆自然干燥 24 小时,喷涂 F04—1 黑色酚醛磁漆或 C03—3 黑色醇酸调合漆。

驾驶室翼子板、发动机室盖等一些外露覆盖件,先用风管将里外尘砂吹扫干净,用棉纱蘸点汽油擦净表面油污,用砂纸打磨表面清除残余旧漆层后,再喷涂一道 C06—1 铁红醇酸底漆。喷涂均匀、无流挂、无露底现象,自然干燥 2 小时后或 60~80℃ 烘烤 30min 后刮涂腻子。

二、刮涂腻子

第一道腻子用 F07—5 醇酸腻子。先将较大坑凹处刮一下,也叫填腻子。由于汽车表面覆盖件破损、刮碰或其它原因造成车况不佳,虽经修复也达不到新车标准,所以涂刮腻子可能局部较厚。因此,第一道醇酸腻子须加入少量石膏和一些漆料进行调整,这样使腻子厚度可达到 5mm,头道腻子刮填后自然干燥或 60~80℃ 烘干。

腻子干后,用铲刀铲平表面干结的腻子块粒。再刮第二道 C07—5 醇酸腻子,这次可以满刮找平,最大厚度以 0.5mm 为宜。经自然干燥或 60~80℃ 烘干后,用水砂纸衬木块打磨。磨完后擦净晾干或烘干。

彻底干燥后再刮 C07—5 腻子,也称第三道醇酸腻子,这道腻子要刮得薄一些。如果腻子过稠,可用 X—6 醇酸稀料调整。腻子刮完后自然干燥或烘干,干后用水砂纸打磨,擦净多余浆沫晾干或烘干。

再找补第四道腻子,将 C07—5 醇酸腻子用 X—6 醇酸稀料调稀,将上道腻子表面处细小缺陷找平找细,自然干燥或烘干。用水砂纸将驾驶室的后部、前部、内部砂磨后,晾干或烘干后,喷涂一道指定颜色的 C04—2 或 C04—42 醇酸磁漆;自然干燥后,移到下道工序,全车覆盖件组装。

三、整车喷漆

经组装调试好的车辆进行全车喷涂面漆,首先将刮碰处用 Q07—5 或 Q07—6 各色硝基腻子找补,自干后用水砂纸全车水磨,一定要磨光磨细,自干或低温烘干。

全车喷涂面漆前,应用塑料胶条、废报纸等将驾驶室门窗、玻璃、灯光、仪表等不该涂

漆的地方粘贴严密,用风管将驾驶室内外彻底吹干净,按指定颜色将 C04—18 (或 C04—2 或 C04—42 或 C—4—48) 醇酸磁漆用 X—6 醇酸稀料调到常温 25~40s,采取湿喷涂方法。

待漆膜干燥后拆去报纸,擦净不应涂漆的部件,修补分清各色之间的界面,喷涂车号和标记。

第五节 客车车身的涂装工艺

客车车身整体喷涂的顺序应本着“先内后外,先上后下”的原则来进行。当车身内部也需涂漆时,应先完成内部的涂漆而后再进行车身外表面的喷涂。

一、普通客车喷涂氨基烘漆工艺

客车车身的整车喷涂,可供使用的面漆品种较多。常用的有各色醇酸磁漆、各色外用硝基漆、过氯乙烯漆、丙烯酸漆和氨基烘漆等。

客车骨架经修复除锈后(指黑色金属),喷涂一道 F53—3 红丹酚醛防锈漆或 F53—39 硼钎酚醛防锈漆;铝制品骨架可喷涂 F53—34 锌黄酚醛防锈漆。其它覆盖件内部经除油、除锈后,根据不同金属也可喷涂以上两种防锈漆。

客车车身整体涂漆工艺,主要指客车车身外皮和客车内部的涂装。

1. 底层处理

底层处理主要包括:用汽油去除经钣金工焊修或更换新铁板后工件上面的油污;接口的焊渣毛刺应用砂轮磨平;然后用砂纸将表面的锈迹打磨干净,吹净尘土、杂物,涂一层 X06—1 磷化底漆。

经修复的旧铁板上残留的旧涂层,可用 T—2 或 T—3 脱漆剂脱掉,或用喷灯烤软用铲刀除净;然后用砂纸打磨,清除杂物再涂 X06—1 磷化底漆待干。

2. 喷底漆和刮磨腻子

外部车身在干燥的磷化底漆表面喷涂 H06—2 铁红醇酸底漆,净置 10 分钟后,在 60~80℃ 烘干 60min。

刮第一道 H07—34 或 H07—5 环氧腻子最大厚度不超过 1mm。腻子过稠时可用二甲苯与丁醇 1:1 混合稀料调整,在 80~100℃ 烘烤 90min 后,用铲刀铲去腻渣、棱刺。

刮第二道 H07—34 或 H07—5 环氧腻子最大厚度不超过 1mm,在 80~100℃ 烘烤 90 分钟。干后用水砂纸垫木块打磨,磨完后擦净或吹净粉尘,80℃ 烘干 30 分钟;喷涂 H06—2 环氧底漆 60~80℃ 烘烤 60 分钟。

干后刮第三道环氧腻子,最大厚度 0.5mm,在 80~100℃ 烘烤 45 分钟。干后用水砂纸全车磨光,然后用水冲净,在 60~80℃ 烘干 30min。

3. 面漆喷涂

根据设计要求的颜色,用 A04—9 氨基烘漆湿喷湿方法连续喷涂 2~3 道,最后一道可加入适量 A01—10 清烘漆混合喷涂。喷完后需在常温下静置 15~20min,让漆膜充分流厚并使一部分溶剂挥发后,方能进行烘烤。先低温 60~80℃ 烘烤 30min,逐渐升温到 100℃ (浅色漆) 烘烤 120~180min。

4. 色带喷涂

浅色漆干后,按指定图案要求,用胶带纸标出色线并用报纸遮盖,使色带图案、颜色线

分明、笔直流畅。如几种颜色色带连接过密，应在每道漆烘干后多次粘贴，喷涂后在 100～105℃ 烘干 120～180min。

5. 全车修补喷涂标记车号

当全车覆盖件组装后，进行修补和喷涂标记符号，擦净玻璃和装饰件污物，并将车身内外清扫干净，交竣工检验人员验收。

二、旅行车喷涂丙烯酸涂料工艺

旅行（面包）车属于中型客车一类，它的涂层品质要求比大货车和普通客车更高一些，不但要有美丽的外观并且应有良好的机械强度，底涂层和面层要有很强的附着力，并要求防腐、防锈作用和耐候性、耐久性优良。

中型面包车采用的面漆种类较多，如：Q04—31、Q04—34、Q04—2 各色硝基外用磁漆，Q04—9 各色过氯乙烯酸磁漆，A04—15、A04—9 各色氨烘漆，B04—9、B04—11 各色热塑性丙烯酸磁漆，B4—54 各色固型丙烯烘漆和以上各种类型清漆等。

（1）脱漆除锈 用喷砂方法或用 T—3 脱漆剂脱漆方法将旧涂层除掉，再用砂纸打磨干净，清除表面油污、锈迹、焊渣等。

（2）喷涂底漆刮磨腻子 在干净表面用喷涂或刷涂方法涂一道 X06—1 磷化底漆，底漆膜层较薄，厚度为 8～15μm 左右，可用乙醇、丁醇按 3:1 比例配制稀释剂调节稠度。

磷化底漆在常温下干燥 2 小时后，喷涂 H06—2 铁红环氧底漆 1～2 道常温干燥 24 小时或 60℃ 烘烤 2 小时。

填刮腻子时，用 H07—5 环氧腻子将全车表面大的坑凹处和焊接处填刮一次，最大厚度 1.5mm，自然干燥 24 小时或 60～80℃ 烘烤 2 小时，待腻子干燥后用刮刀铲掉腻子表面硬漆。

刮第二道 H07—5 环氧腻子时，要求将全车大小凹坑焊缝棱角等满刮一遍，厚度控制在 1mm 左右，自然干燥 24 小时，60～80℃ 烘烤 2 小时，干燥后用水砂纸垫硬胶块打磨。

打磨时以平整为准，磨完后用水洗净腻子。如果腻子过稠可用二甲苯调节稠度，要求刮到、刮平、刮细，厚度在 0.5～1mm 左右，腻子刮完后自然干燥 24 小时，烘烤 60～80℃ 干燥 1 小时。

喷涂 H06—2 环氧底漆一道，要求喷涂均匀，自然干烘 24 小时或 60～80℃ 烘烤干燥 1 小时。

刮第四道腻子时应满刮一次，厚度 0.5mm 左右自然干燥 24 小时或 60～80℃ 烘烤干燥 1 小时。用水砂纸打磨光滑，边角处注意磨平整光滑，用水洗净晾干。

找补细腻子，用 Q07—5 硝基腻子或 G07—3 过氯乙烯腻子，将砂眼细小缺陷填平，常温干燥 1～2 小时。

用水砂纸水磨光滑，擦净浆迹晾干或 60℃ 烘干 30 分钟。

喷 G06—4 铁红过氯乙烯底漆一道作为中间层，以增加面漆和底层的配套性，自干 12 小时，60℃ 环境温度下烘干 30 分钟。如发现细小砂眼或轻微缺陷，应局部填刮腻子予以修平。

用水砂纸将全车打磨，凡应涂漆的地方均应满磨一遍，然后用水冲洗干净，自然干燥 4 小时或 60℃ 环境温度下烘干 30 分钟。

（3）喷涂面漆 选择指定颜色，将 B04—11 丙烯酸磁漆用 X—5 丙烯酸稀释剂，调至喷

涂粘度并用 120 目滤网过滤, 然后开始进行喷涂。一般每道间隔 30 分钟左右(常温), 需喷涂 4~6 道。

如果需喷色带, 先将色带地方用水砂纸磨光, 然后量好尺寸并用胶带纸、废报纸粘贴整齐, 用规定的颜色 B04—11 丙稀酸漆喷完后, 去掉胶带报纸, 自然干燥 24 小时。

最后对涂膜表面进行抛光、打蜡。漆膜表面如果要求精度高, 可进行抛光、打蜡。

第六节 轿车车身的涂装工艺

随着汽车工业的发展, 轿车的保有量在不断增加, 并且轿车车身对装饰性的要求越来越高, 因此, 轿车车身的涂装质量显得更为重要。

一、普通轿车喷涂硝基漆工艺

轿车车身维修时其外表涂装属于一级涂层标准, 从高保护和高装饰的角度分析, 应把高装饰放在首位。因此, 不仅有优良的底漆层、中间涂层, 还要求有高品质的外观。

较好适用轿车的面漆有丙稀酸烘漆和氨基烘漆。这两种涂料优于硝基外用磁漆、过氯乙烯磁漆、醇酸磁漆, 但是因其对干燥条件的要求, 又不太适合维修时涂装使用。

轿车涂硝基漆在漆工工艺中是一个比较传统的工艺方法, 近几年来由于中间涂层品种的增加, 使涂漆工艺也有大大改进。其具体涂装工艺程序如下:

1. 旧涂层的处理

(1) 脱漆 用碱液脱漆法、溶剂脱漆法、打砂除漆除锈法、火焰除漆法等, 将旧漆层除掉; 用砂轮钢丝刷将氧化皮、焊渣除掉; 将焊口磨光、修平, 用砂纸将锈斑彻底打磨干净; 用溶剂汽油擦净油污并用压缩空气除净尘埃。

喷 C06—1 铁红底漆一遍, 要求喷涂均匀, 自然干燥 24 小时。

(2) 刮腻子 刮第一道腻子。将不饱合聚脂腻子加固剂按 100:2 或 100:4 (根据季节温度掌握) 的比例调配均匀, 刮涂到较大的坑凹处。

用砂纸机械打磨, 将多涂腻子去掉、找平, 吹干净覆盖件上的粉尘。

然后再按刮涂第一道腻子的方法刮二道腻子, 刮涂腻子时应将车身表面上需喷涂的部位全部刮平、找齐。自然干燥 1 小时后用砂纸机械打磨。

再刮第三道腻子, 这次应将砂纸道迹、微小缺陷、造型线条、棱角边线全部刮细铲齐, 自然干燥 1 小时后用水砂纸垫板打磨。圆角和弧形处应用手掌垫砂纸打磨光滑、齐整, 然后用水将腻子浆冲净晾干。

喷涂 Q06—5 灰硝基二道底漆, 二道底漆应喷涂均匀并自然干燥 2 小时。

刮第四道不饱合聚脂腻子。按上述方法将腻子调制均匀, 将全车细小腻子砂眼、棱角缺陷处刮平、找齐, 干燥 1 小时后用水砂纸将全车应涂漆的部分打磨光滑, 用水擦洗干净晾干。用风管吹净全车尘渣, 用胶带纸及报纸将不该涂漆部分遮严, 待喷漆。

2. 喷漆

用 Q04—31 或 Q04—34 硝基磁漆和 X—1 硝基漆稀释剂按 1:1~1:1.5 比例调配均匀, 用 120~180 目绢丝网过滤, 喷涂 2~3 道, 如环境相对湿度大于 70% 时, 可按稀释剂比例的 15%~25% 加入 F—1 石漆防潮剂, 常温干燥 4 小时。

用 Q07—5 硝基腻子或用硝基漆加化石粉, 自调腻子将涂膜表面的细微砂眼打平, 要求

刮涂很薄并常温干燥 0.5~1 小时。

用水砂纸打磨全车，注意粘稠报纸处不要用水浸坏。将涂膜表面桔皮纹等打磨光滑，擦净表面脏物，常温干燥 1 小时。

用 Q04—31 或 Q04—34 硝基磁漆按上述方法调制后（硝基漆稀释剂可按 1:1~1:2 调对）喷涂 3~4 道，每喷涂一道需在常温下间隔 10~20min，最后两道可在磁漆中加入 20%~30% Q01—1 硝基清漆，最后常温干燥 24 小时。

将粘贴胶带、报纸部分揭掉，用稀料擦净不该涂漆部分，以及装灯光和其它装饰零部件。如果表面品质要求较高，可进行全车抛光打蜡。

3. 刮涂不饱合聚脂腻子注意事项

（1）不饱合聚脂腻子，通称原子灰腻子，因固化干燥较快，调配时一次不得调配过多，随用随配。

（2）调配固化剂比例时可参照产品说明书，根据气温情况，在使用范围内酌情调整。

（3）调配腻子时主剂与固化剂一定调配均匀，不能用不干净的铲刀或带有固化剂的工具搅拌桶内主剂。

（4）未用完的腻子不可回收再用。

二、高级轿车车身涂装工艺

高级轿车涂装属于一级涂层，表面要求有美丽的外观、丰满光亮的膜层，耐候性强，机械强度特佳。外表看不到细小的缺陷、砂纸道痕和坠流现象。因此在施工中，除要有较高档次的涂料外，还需具备良好的施工作业环境和合理的工艺流程，以及精湛的操作技能。

高级轿车全车涂装要比普通轿车施工多几道工序，也就是说从操作上更细致一些。现将德国“施必快”涂料施工方法列举如下：

1. 喷涂底漆

（1）底层处理 要求把全车的旧涂层处理掉，全车露白，根据汽车外皮的材质，如铁板、铝板、玻璃钢硬塑料等，采取不同的处理方法，如喷砂、脱漆、火焰喷射等方法，清除掉表面旧涂层。

用砂纸打磨表面锈迹氧化层，用砂轮、钢丝刷等对钣金焊接部分进行打磨、抛光。用溶剂汽油擦净表面油污，清理覆盖件表面尘埃。用保美耐除硅清洁剂 7799 进一步清洁表面。

（2）喷涂底漆 用保丽光红底漆 8583 与 3060 快干硬化剂按 4:1 比例混合后，喷涂 1~2 道。要求喷涂均匀，并在 20℃ 环境温度下 4 小时用完。喷涂粘度为 15~18s。用 3363 保丽光稀释剂调节稠度。喷涂后 20℃ 环境温度下经 30~40 分钟可刮涂立得柔原子灰腻子。

2. 刮腻子

刮 1~4 道原子灰腻子。可选用立得柔原子灰 0920 聚酯腻子或其它进口、国产原子灰腻子刮涂。

第一道腻子填刮将全车较大的坑凹处全部填平，棱角造型处填补好，待 20 分钟干燥后用砂纸粗磨，或用铲刀铲掉腻子硬渣、凸棱。

吹净腻子灰尘，刮第二道原子灰腻子。这次刮涂要把全车大小坑凹处和棱角造形部位刮齐补平，待 20℃ 环境温度下 30~40 分钟后，用砂纸垫硬橡胶块打磨。打磨时以局部高点为准，棱角造形处注意磨顺。

磨光后吹净尘灰，刮第三道腻子。这道腻子要求把前两道腻子的缺陷处理顺、刮齐、刮

平,根据物面的平整度,适当掌握腻子厚度,也可在刮涂这道腻子前先用手掌检查一下全车平整情况,然后有目的地进行涂刮。在 20℃ 环境温度下经过 30~40 分钟后,用水砂纸垫硬胶块打磨。边打磨边检查,尤其是造形的边线处应格外注意防止磨坏。

磨光后擦净灰尘、腻子浆痕后晾干,刮第四道原子灰腻子。这道腻子应把前几道腻子的细小缺陷、砂纸道痕刮平刮细,在 20℃ 环境温度下经 30~40 分钟后,用水砂纸打磨,要求磨平、磨到、磨细,待干后可喷涂保美耐快干中间漆 7460 (单组分),或多功能中间漆 8590 (双组分)。

使用中间漆时,应添加保丽光特殊快干硬化剂 MS3060。方法是按 2:1 混合后,使用保丽光稀释剂 3363 调整稠度,喷涂粘度约 20s。喷涂气压约 392~490kPa,干膜厚度喷两道约 50 μ m,在 60℃ 环境温度下烘烤 20~30 分钟,空气干燥约 12 小时 (20℃)。

找补腻子时可用保美耐硝基合成填眼灰 7700 单组分幼灰,填补细小砂眼和微小缺陷,自然干燥 30~60 分钟后,用水砂纸全车通磨一遍。磨光后再用水洗净晾干,用胶带纸、报纸覆盖好不喷涂部分,待喷涂面漆。

3. 喷涂 257 系列面漆

保丽光面漆 257 系列是一种双组分丙稀氨基异氰酸酯系列面漆。使用时要与硬化剂按规定比例混合,喷涂后既可常温干燥,也可在 70℃ 环境温度以下烘烤。烘烤后的涂膜性能优于常温干燥。喷涂后光泽特佳,抗御性强,符合高档轿车车身的涂装要求。

参 考 文 献

- 1 顾建国. 汽车车身维修. 北京: 人民交通出版社, 1999
- 2 代如泉. 汽车车身修复技术. 北京: 人民交通出版社, 1999
- 3 侯建党. 汽车钣金与涂装修补图表解. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1999
- 4 罗伯特·斯卡福. 汽车车身修复. 北京: 机械工业出版社, 1998
- 5 刘森. 汽车钣金工基本技术. 北京: 金盾出版社, 2001
- 6 刘森. 汽车漆装修理基本技术. 北京: 金盾出版社, 2001
- 7 唐米发. 高级汽车车身维修工速成培训教材. 北京: 人民交通出版社, 1999
- 8 戴冠军. 汽车车身维修大全. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2000
- 9 周长庚, 胡书琴. 汽车涂漆装饰. 太原: 山西科学技术出版社, 1999
- 10 杨民生. 涂装修理. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1995
- 11 旺盛藻. 汽车修补涂料与修补技术. 北京: 中国物资出版社, 1997
- 12 王锡春, 包启宇. 汽车修补涂装技术手册. 北京: 化学工业出版社, 2001