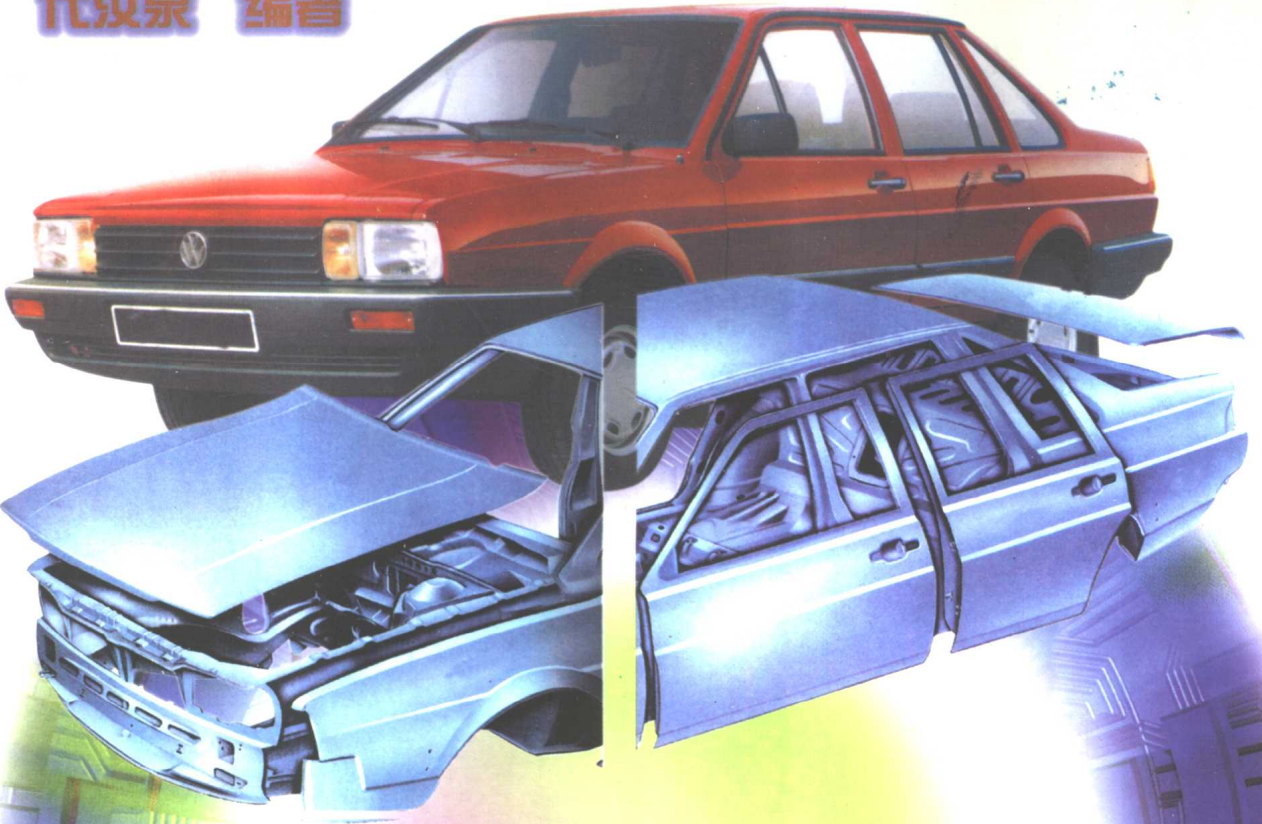


代汝泉 编著

2000年



# 汽车车身 修复技术

人民交通出版社



1006681

Qiche cheshen Xiufu Jishu

# 汽车车身修复技术

代汝泉 主编

人民交通出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

汽车车身修复技术 / 代汝泉编著. —北京: 人民交通出版社, 1999. 1

ISBN 7-114-03280-3

I. 汽… I. 代… III. 汽车-车体-车辆修理 N. U472.4  
中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 08561 号

**汽车车身修复技术**

代汝泉 主编

责任印制: 孙树田 版式设计: 刘晓方 责任校对: 张捷

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京京华印刷制版厂印刷

开本: 787×1092  $\frac{1}{16}$  印张: 13.5 字数: 328 千

1999 年 4 月 第 1 版

1999 年 4 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—3000 册 定价: 26.00 元

ISBN 7-114-03280-3  
U · 02339

1328001

## 内 容 提 要

本书针对汽车车身因断裂、锈蚀、撞击及其它原因所造成的损伤，较系统地介绍了进行合理修复的方法。内容共分十五章，主要包括钣金修复的基本知识、基本工艺和方法、典型零部件和非金属件的修复，以及车身修复常用涂料的一般知识和性能、涂料选配原则、修复喷涂工艺、涂料病态防治及检验等。

书中内容取材新颖、层次分明、简明扼要，充分综合当今汽车车身修复的最新方法和动态，具有较强的实用性和可操作性。本书可作为汽车行业工程技术人员和汽车车身修复人员的工具书，也可作为大专院校汽车专业师生的教学参考书。

# 前 言

汽车工业的迅猛发展，使我国的汽车拥有量不断增多。汽车在使用过程中的损伤是不可避免的，如何使损伤后的汽车恢复良好的状况，一直是汽车维修行业努力的主题。

车身，特别是轿车车身，作为汽车容貌和现代汽车档次的标志，在汽车维护作业中所占的分量越来越大。如何修复损坏的汽车车身，并使之在形状和色彩上都恢复原貌，是现代汽车维护作业内容中的重中之重。

本书是作者在多年执教实践中，总结众多实践经验，在理论分析的基础上编写而成的。书中内容着重讲述汽车车身损伤后整形修复和喷漆修复的方法、技巧，以及相关的理论基础。可供汽车行业的工程技术人员、车身维修人员参阅，也可作为大专院校汽车专业师生的教学参考书。

本书由代汝泉主编并统稿，绪论、第七~十一章由代汝泉编写；第一~第六章由李清民编写；第十二~十五章由吕安涛编写。借此对本书所参阅和引用的文献资料的作者表示诚挚的谢意。

由于作者的水平所限，书中难免有不足和欠妥，甚至谬误之处，诚望读者提出指正。

编著者

1998年11月

# 目 录

|    |   |
|----|---|
| 绪论 | 1 |
|----|---|

## 第一篇 车身钣金修复

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>第一章 钣金修复的常用工具及设备</b> | 4   |
| 第一节 钣金修复的常用工具           | 4   |
| 第二节 钣金操作的常用设备           | 10  |
| <b>第二章 汽车钣金修复的基础知识</b>  | 13  |
| 第一节 金属材料的基本性能           | 13  |
| 第二节 汽车常用金属板料            | 17  |
| 第三节 金属塑性变形及热处理          | 18  |
| <b>第三章 坯料展开图的作法</b>     | 21  |
| 第一节 基本几何作图法             | 21  |
| 第二节 等径圆管展开图             | 24  |
| 第三节 圆锥体制件展开图            | 30  |
| 第四节 棱锥体板件展开图            | 31  |
| <b>第四章 钣金件制作基本工艺</b>    | 33  |
| 第一节 钣金制作手工工艺            | 33  |
| 第二节 钣金制作工模具成形           | 40  |
| <b>第五章 车身修复基本工艺</b>     | 59  |
| 第一节 车身检验及拆卸             | 59  |
| 第二节 钣金焊接修复              | 64  |
| 第三节 钣金铆接修复              | 74  |
| 第四节 车身装配                | 76  |
| 第五节 钣金修复作业安全防护          | 77  |
| <b>第六章 典型零部件的修复</b>     | 79  |
| 第一节 翼子板的修复              | 79  |
| 第二节 车门的修复               | 81  |
| 第三节 轿车车身的修复             | 83  |
| 第四节 驾驶室的修复              | 87  |
| 第五节 大客车车身的修复            | 91  |
| 第六节 货车车厢的修复             | 96  |
| <b>第七章 车用非金属构件的修复</b>   | 100 |
| 第一节 车用玻璃钢板件的修复          | 100 |

|               |     |
|---------------|-----|
| 第二节 车用塑料板件的修复 | 102 |
|---------------|-----|

## 第二篇 车身修复喷漆

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>第八章 涂料的一般知识</b>      | 105 |
| 第一节 涂料概述                | 105 |
| 第二节 涂料的作用               | 105 |
| 第三节 涂料的分类、命名和型号         | 106 |
| 第四节 涂料的组成               | 109 |
| <b>第九章 汽车常用涂料的性能和施工</b> | 112 |
| 第一节 硝基涂料                | 112 |
| 第二节 醇酸涂料                | 116 |
| 第三节 过氯乙烯涂料              | 121 |
| 第四节 丙烯酸涂料               | 123 |
| 第五节 氨基醇酸烘漆              | 126 |
| 第六节 底漆                  | 128 |
| 第七节 腻子                  | 133 |
| <b>第十章 汽车涂料的选用与调配</b>   | 137 |
| 第一节 汽车涂料的选用             | 137 |
| 第二节 涂料的颜色与调配            | 145 |
| 第三节 涂料用量的确定             | 149 |
| <b>第十一章 涂装表面前处理</b>     | 150 |
| 第一节 除油                  | 150 |
| 第二节 金属表面的除锈             | 152 |
| 第三节 金属表面的氧化、磷化和钝化处理     | 155 |
| 第四节 金属表面的旧漆清除           | 158 |
| 第五节 木材及塑料的涂前处理          | 161 |
| <b>第十二章 汽车涂装方法</b>      | 162 |
| 第一节 刷涂                  | 163 |
| 第二节 空气喷涂                | 164 |
| 第三节 静电喷涂                | 171 |
| 第四节 高压无气喷涂              | 173 |
| 第五节 电泳涂漆                | 174 |
| 第六节 粉末涂装                | 178 |
| 第七节 涂装施工安全防护            | 179 |
| <b>第十三章 涂层的干燥</b>       | 180 |
| 第一节 涂料的干燥与成膜            | 180 |
| 第二节 涂料的干燥设备             | 182 |
| <b>第十四章 涂料和涂层的病态及防治</b> | 183 |
| 第一节 涂料在贮存中发生的病态与防治      | 183 |

|             |                      |            |
|-------------|----------------------|------------|
| 第二节         | 涂料质量不良引起的病态与防治·····  | 185        |
| 第三节         | 涂料在施工中发生的病态与防治·····  | 186        |
| 第四节         | 涂装后发生的病态及防治·····     | 192        |
| <b>第十五章</b> | <b>涂料及涂层的检验·····</b> | <b>195</b> |
| 第一节         | 涂料的检验·····           | 195        |
| 第二节         | 涂膜的检验·····           | 199        |
| <b>附录：</b>  | <b>各种单位的换算·····</b>  | <b>205</b> |



# 绪 论

随着汽车工业的发展和人民生活水平的提高，全国汽车拥有量迅猛增多，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，运行汽车在维修时如何保证车身修复质量也是极为重要的一环。

## 一、车身修复的作用和要求

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础，也是后续喷涂质量和效益得以保证的重要基础。对车身修复的成本和质量起着重要的作用。

### 2. 改善车身局部的强度和刚度

汽车钣金局部板材腐蚀或损伤到不可修理的程度，则需根据腐蚀和损伤的具体情况更换新材料，或直接更换新件，以恢复车身腐蚀或损伤前的强度，保证合理的车身刚度匹配。避免车身因局部损伤而导致其它部位，乃至整个车身的急剧损坏。

### 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，要长期受到空气、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，以起到保护物面、延长车身使用寿命的目的。

### 4. 美化环境给人以美的享受

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。汽车作为人们生产和生活所必需的交通工具，对其车容装饰的要求越来越高，漂亮的外观、鲜明的色调在一定程度上都是靠涂料实现的。可以毫不夸张地说，一辆能够给人以极大精神感染，使人得到美的享受的汽车，绝对离不开喷涂技术人员的精心装点。

所以，车身修复在汽车修理中是有其特殊意义的。要保证良好的车身修复质量，必须在车身钣金修复的基础上，严格按照喷涂技术的工艺要求，以良好的工艺技巧，使车身修复既起到保护车辆，又起到美化车辆的作用。

## 二、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。前者是后者的基础，是车身修复质量的内在保证；后者是前者的补充和完善，是车辆给人以美感的关键。

### 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，根据车身损坏程度的不同，各作业内容所占比重和要求也不尽相同。

#### (1) 拆卸

由于待修车损伤的性质、程度和部位不同，要求对其拆卸的件也不同，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，除螺母和螺栓的拆卸外，常用的拆卸方法还有气割、锯割、凿开、钻孔等。对脆而易碎或容易损坏的零件，如玻璃、内软饰等拆卸时需特别小心。

#### (2) 鉴定

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

车身的壳体修理往往由初步矫正壁板开始，在矫正的过程中，对出现的裂纹或断裂实施焊接；对损伤严重需切割的区段，一般用火焰、电动铣刀或气动刀具来完成。然后用制作的钣金镶补件进行修补。车身各部件修复后，按原车的要求进行总装，各几何尺寸应满足新车的技术要求，切不可勉强总装，以免破坏车身的刚度匹配或形成大的内应力。

### 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

表面预处理的质量如何，直接关系到涂层的附着力和使用寿命。因而要保证涂层经久耐用，充分发挥涂料的保护和装饰作用，除了涂料本身的质量，对被涂表面的预处理也是十分重要的。对被涂物面进行预处理，意在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。另外，表面预处理还可获得平整并具有一定粗糙度的被涂物面，从而使后序的涂膜光滑美观。预处理的主要工序是除污垢、去锈斑、氧化、磷化、钝化等。

#### (3) 涂料选择和颜色调配

汽车作为一种美化环境的工业制品，其美化作用是通过其装饰的涂料来实现的。各种不同的涂料颜色，有的鲜明夺目，有的朴素大方，有的光亮照人，有的暗淡雅静，都是根据车辆本身的特点和使用对象，通过认真反复的考虑而确定的。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。当汽车行驶一段时间后，其涂料的色泽与原来的标准涂料色泽之间。由于时化作用，使涂料发生变色现象而产生

差异，当某一部位的涂层受摩擦或其他机械损伤而被破坏时，需要补涂与原色一样的涂料，这样就存在一个问题，原来涂膜是一种干色，而新配的涂料补上去则为湿色，干后的色彩与湿时色彩相比肯定要发生变化，即非浅则深。如何保证新涂漆料干后色彩与车辆原漆色彩一致，便是涂前颜色调配的关键。这就需要对配色的基本原理有所了解，对各种涂料的性能基本掌握。

#### (4) 施涂工艺和方法

在前述工作的基础上，便可对被涂表面施涂。车身修复涂漆一般有两种情况：一种是漆膜小面积损坏，或车身局部损坏修复后，只需局部修复；另一种情况是换厢修理，车身大修或大部分涂层损坏，需重新涂漆。不管属于哪种情况，都需按一定的工艺过程进行涂装。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。要使涂膜质量优良、经久耐用，除了选用性能良好的涂料外，必须合理地选择涂装方法。各种涂装方法都有其优缺点，应根据被涂物的材质、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综合考虑，确定相应的涂装方法。

车身修复的每一项内容，对修复质量都有着极其重要的影响。操作中，必须根据车身特点，严格遵守工艺规程和技术要求。

# 第一篇 车身钣金修复

## 第一章 钣金修复的常用工具及设备

在汽车钣金修理中，需要经常使用各种工具及设备。对于和钳工通用的工具，一般不作介绍，而只将某些在使用中应提出注意的工夹具及设备，简述如下。

### 第一节 钣金修复的常用工具

#### 一、工作平台

板料划线、敲平及校正需要在工作平台上进行，它是钣金操作的基础。普通钣金工工作平台没有确定的尺寸标准，但常用的台面有如下几种规格：600mm×1000mm、800mm×1200mm、1500mm×3000mm。台面高度约650mm~700mm（有的平台其高度可调）。其材料多为铸铁，背面有加强筋。工件平板固定在支架上，便形成工作平台，如图1-1所示。平台上平面水平光滑，在使用时不应在台面上随意锤击，更不要在其上进行电气焊作业，以防烧伤工作板面。

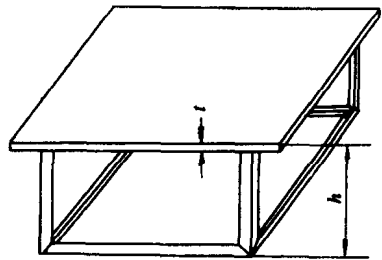


图 1-1 普通钣金工工作平台示意图

#### 二、手锤垫块和修平刀

手锤和垫铁是汽车维修钣金工进行錾切、矫正、铆接、整形和装配等作业的锤击工具。

##### 1. 手锤

常见的手锤形状如图1-2所示，其中有些是车身维修作业中的专用手锤。锤头的材料有

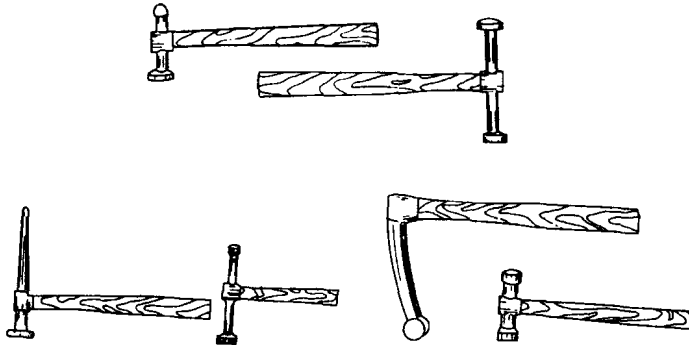


图 1-2 各种手锤

碳素工具钢、铜、木头或橡皮等。铜锤、木锤和橡皮锤多用于锤击薄钢板或有色金属板材，而专用手锤只能敲打具有特别形状的车身金属板面。

### 2. 垫铁

垫铁也叫抵座，是在敲击金属板料时用来衬托金属板料反面的工具。其材料多为中碳钢，而形状各异，如图 1-3 所示。

### 3. 修平刀

主要用于抛光金属表面，把修平刀置于修整表面上，再用手锤敲打。有时如整修表面空间受到限制，不易使用垫铁时，修平刀可以代替垫铁使用，如图 1-4 所示。

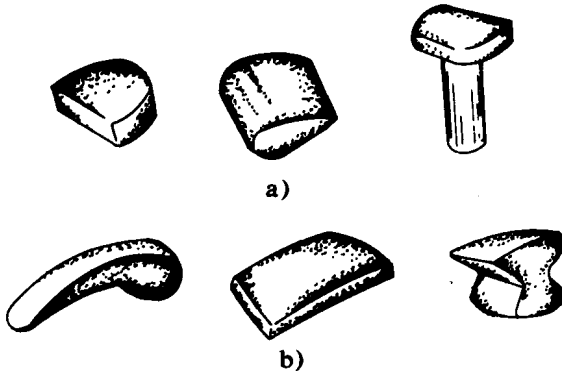


图 1-3 各种垫铁

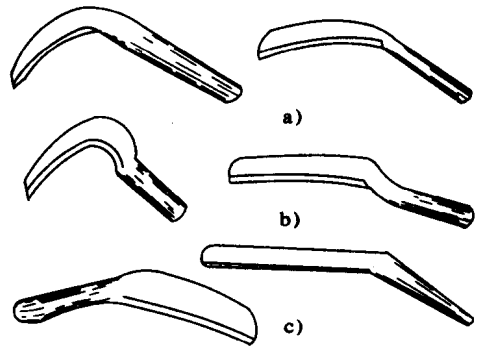


图 1-4 各种修平刀

## 三、钢板尺、划针、划规、圆规和样冲

### 1. 钢板尺

钢板尺为我国工业规定使用的公制标准尺，另外还刻有英制度量单位。公制长度单位的关系和公、英制长度单位换算关系可参见附录有关内容。

### 2. 划针、划规

划针是用来在板料上划线的基本工具。一般是由中碳钢或高碳钢制成，如图 1-5 所示。长度约为 120mm，直径 4mm~6mm。为了能使其在板料上划出清晰的标记线，划针尖端非常锐利，尖端角度一般在  $15^\circ \sim 20^\circ$  之间，且具有耐磨性。弯头划针灸用于直头划针划不到的地方。划线时，划针的尖端必须紧靠钢板尺或样板，划针应朝向划线方向倾斜  $50^\circ \sim 70^\circ$  的角度；同时向外倾斜  $10^\circ \sim 20^\circ$ ，如图 1-6 所示。

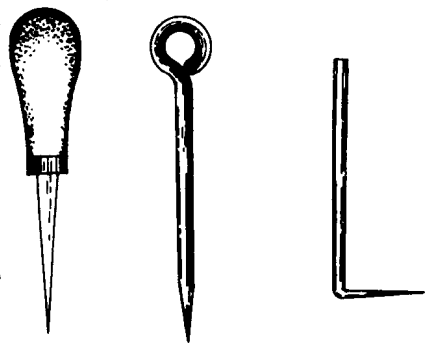


图 1-5 划针

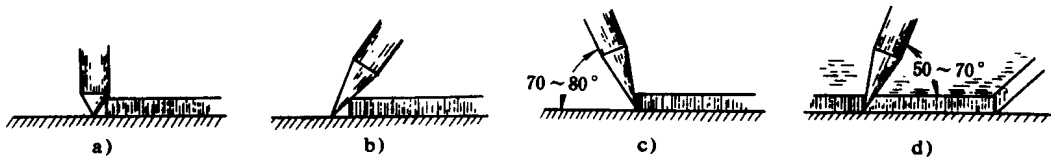


图 1-6 正确划线基法

划规用于划折边线，它可沿板料边缘以等距离引线，如图1-7所示。

### 3. 圆规、样冲

圆规用来在金属板上划圆或圆弧，并可测量两点间的距离，或直接将钢板尺上的尺寸引导金属板上。圆规尖脚上焊有硬质合金，并经淬火处理。常用圆规如图1-8所示，a)、b)两种刚性较好，目前应用较多；c)种为弹簧圆规，调节尺寸较为方便，但刚性较差。当划直径在350mm以上较大的圆或圆弧时，需用(d)所示的特种圆规（通常称为地规），它由一根圆管和装有划针的两个套管组成。套管可在圆管上移动，以调节圆半径的大小，其中一个套管还可以微量调节。

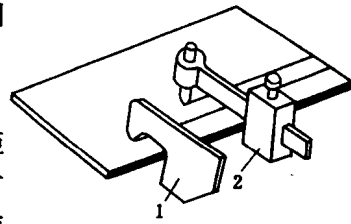


图 1-7 划规

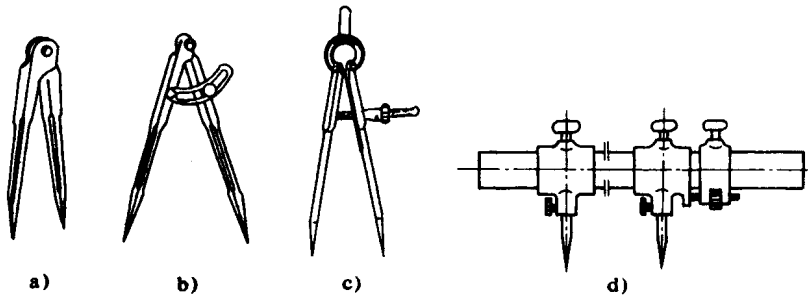


图 1-8 圆规

样冲也叫心冲，由高碳钢制成，长度约90mm~150mm，尖端磨成30°~40°或60°角两种，并经淬火处理。样冲主要用来冲圆心或钻孔时冲中心眼，如图1-9所示。用样冲打中心眼时，先把样冲斜着放上去，样冲尖端对准中心点。但在锤打时要把样冲放正，用手握牢样冲，用锤轻轻敲击，如图1-10所示。

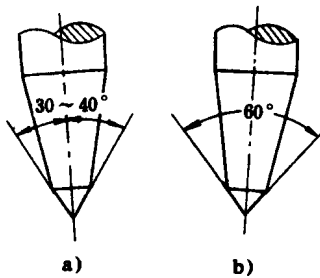


图 1-9 样冲

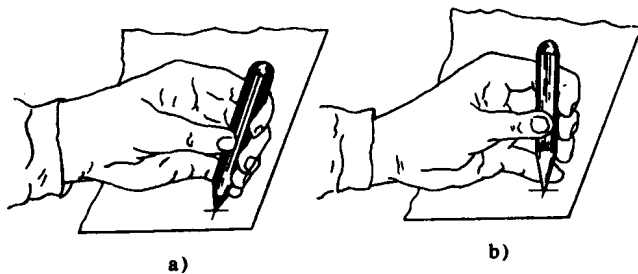


图 1-10 打中心眼的方法

## 四、剪 刀

人工剪刀分为手剪和台式剪刀，一般用于某种条件下单件生产或半成品的修整工作。手剪只能剪切0.8mm以下的金属板料，而台式剪刀可以剪切1.5mm~2mm以下的板料，如图1-11所示。

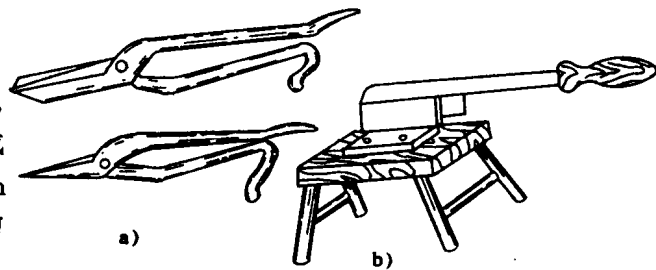


图 1-11 手剪和台式剪刀

## 五、手电钻

手电钻是以电为动力的手持式钻孔工具，电源电压一般为 220V 和 36V 两种，其尺寸规格有 3.6mm~13mm 若干种。手提式手电钻可钻厚度较大的金属板料，而手枪式手电钻常钻较薄的板料，如图 1-12 所示。使用手电钻时，应注意用电安全，同时在钻孔过程中，手电钻应持牢。

## 六、风 枪

风枪是一种风动工具，是利用压缩空气驱动风枪中的活塞，作往复运动，快速冲击冲头进行工作。一般用于客车车身蒙皮的铆接，铆钉直径不超过 13mm。风枪头部内孔尺寸，可以制成形状不同的冲头：冲头头部制成铲形，可以用来铲削板边毛刺或焊接坡口；制成“窝头”，可用来铆铆钉；制成平头可用来矫平钢板等。其外形如图 1-13 所示。

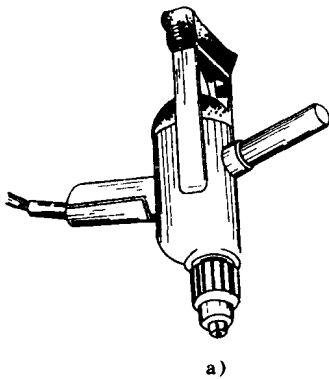


图 1-12 手电钻

a) 手提式；b) 手枪式

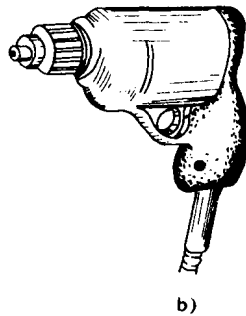


图 1-13 风枪

## 七、手提砂轮机

手提砂轮机主要用来磨不易在固定砂轮机上磨削的零件。如发动机罩、驾驶室、翼子板及车身蒙皮等经过焊修的焊缝，可用手提砂轮机磨削平整。手提砂轮机有电动和风动两种类型。按砂轮直径分，常用的规格有 150mm、80mm、40mm 三种，图 1-14 为手提电动砂轮机的基本结构图。

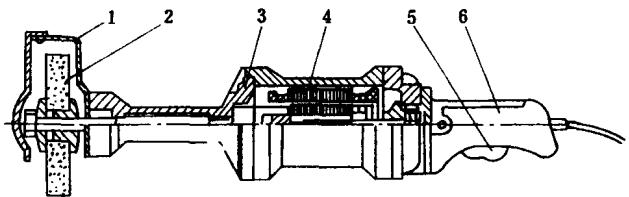


图 1-14 手提电动砂轮机

1-护罩；2-砂轮；3-长端盖；4-电动机；5-开关；6-手柄

使用砂轮机前，首先应检查砂轮片有无裂纹和破碎，防护罩是否完好。风

动砂轮所用的压缩空气压力一般为 0.3MPa~0.5MPa。风管内的脏物，应先用压缩空气吹净后，才能和砂轮相连接。磨削过程中，人不要站在出屑的方向，以防铁屑飞出伤害人眼。磨薄板制件时，砂轮应轻轻接触工件，不能用力过猛，并密切注意磨削部位，以防磨穿。使用手提砂轮机应轻拿轻放，用后及时切断电源或气源，妥善放置，清理好工作场地。

## 八、夹具、撬具等

在钣金修理中，对部件整形、板料折边或固定工件划线等工作，经常用到各种夹具，形状如图 1-15 所示。

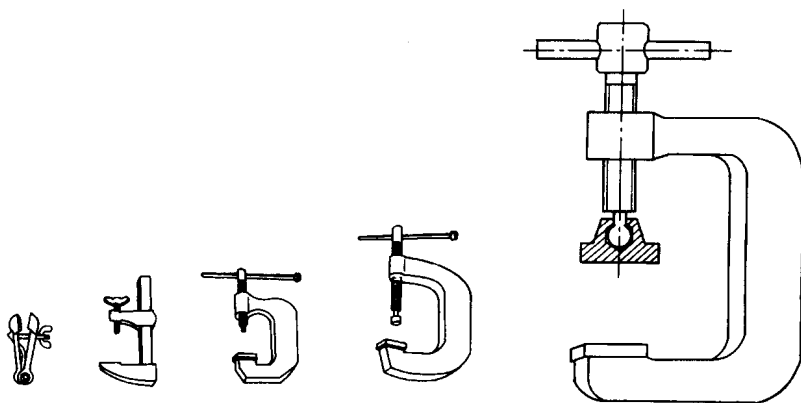


图 1-15 各类夹具

另外，为完成某一特定形状的板件而使用各类撬具，如图 1-16 所示。

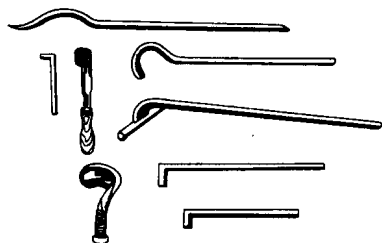


图 1-16 各类撬具

## 九、圆盘抛光器

抛光器有电动和气动两种，主要用于轿车、大客车钣金修整后的抛光。它比徒手抛光效率高得多，而且简便易行。但由于用研磨材料制成的抛光盘回转速度极高，故要求抛光盘安装牢固可靠，同时要求作业者戴好安全眼镜和防护面罩。

正确的抛光方法如图 1-17 所示，使抛光盘的 1/3 表面与被加工表面接触进行研磨效果最好。因为当盘与研磨面接触角度过大时，则盘仅有小部分与金属板发生强力研削，从而将留下粗糙的加工面；当盘与研磨面平行接触时，又将因研削阻力大而造成动作不稳，故将留下凹凸不平的加工面。

抛光盘因研磨作业而使其外侧磨料逐渐脱落，脱落后可采用适当方法去掉外侧磨损部分，减小盘的尺寸后继续使用。此外在研磨小的凹坑处或带孔部位时，可使抛光盘沿八角形轨迹运动。

## 十、风动手提式振动剪

此剪简称风剪。其特点是体积小，重量轻，操作灵活轻便。剪板时要将铁板略微垫起，使风剪前进时不受阻碍即可。其最大剪切厚度为：普通热轧低碳钢板可达 2mm；铝板可达 2.5mm；最小剪切曲率半径为 50mm，功率 0.21kW，使用气压

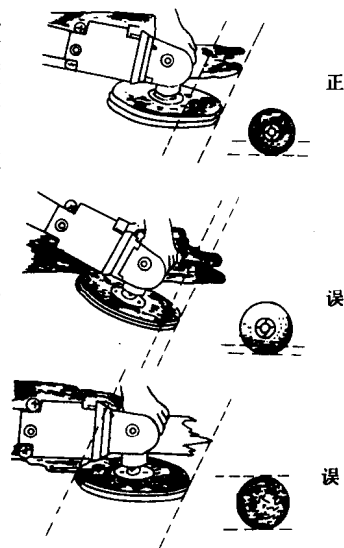


图 1-17 抛光盘与研磨面的正确接触方法



490kPa。风剪结构如图 1-18 所示。

## 十一、锯割工具

目前钣金修理中多使用可调式弓锯，如图 1-19 所示。弓锯可分为两段，前段可在后段中伸出或缩入，由此可安装不同长度的锯条，通常为 200mm、250mm、300mm 三种规格的锯条。

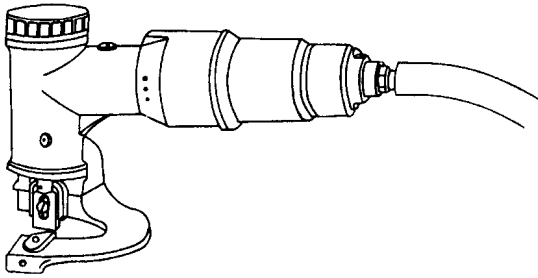


图 1-18 风动手提振动剪。

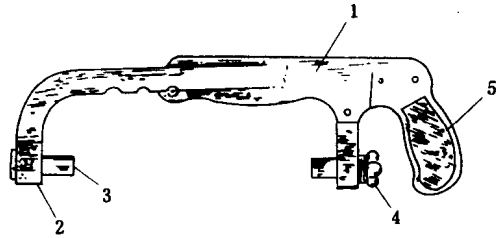


图 1-19 可调式锯弓

1-锯弓；2-夹头；3-方孔导管；4-蝶形螺母；5-手柄

1. 锯条的选择 目前常用锯条长度为 300mm（锯条两端小圆孔中心距）、宽 10mm、厚 0.6mm。按齿距大小可分为粗、中、细三种规格。锯条一般由碳素工具钢制成，性脆易断，并经淬火处理。锯割硬度不高的金属时应选用粗齿锯条，如软钢、铝、紫铜、塑料等软质材料，锯齿容易切入，且锯屑较多，需要有较大的容屑空间容纳锯屑。细齿锯条可用来锯割一些硬金属和板材，如型钢、薄壁管、角钢等，锯割时硬金属不易被锯齿切入，锯屑量少而碎，锯齿不易堵塞，同时在锯割时至少要保证三个齿在锯割面上工作，保证锯割顺利进行。

2. 锯条的安装和锯割方法 安装锯条时，锯齿向前，使手锯在向前推进时才起切割作用。锯条安装的松紧度应适中，保证锯条既有弹性又不至扭曲。安装锯条时，先使锯条两端圆孔靠在销钉根部，再拧动蝶形螺母，使锯条自动靠正。

将工件夹持在虎钳上，锯缝应靠近虎钳钳口处，以免切割时工件颤动。手锯握持方式如图 1-20 所示，右手紧握锯柄，左手挟持前端弓架。锯割时，右手推动手锯，左手向下略施压力，并扶正弓锯作往复运动；后拉时，左手使锯的前端微向上提，使锯条和工件倾斜成一定的角度，以减少锯齿的磨损；起锯时，锯齿与工件表面应成一定角度，大约  $15^\circ$ ，且锯齿面应保持在 3 个齿以上，如图 1-21 所示。锯

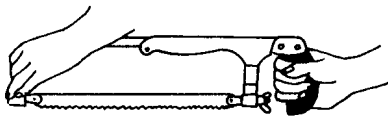


图 1-20 手锯的握持

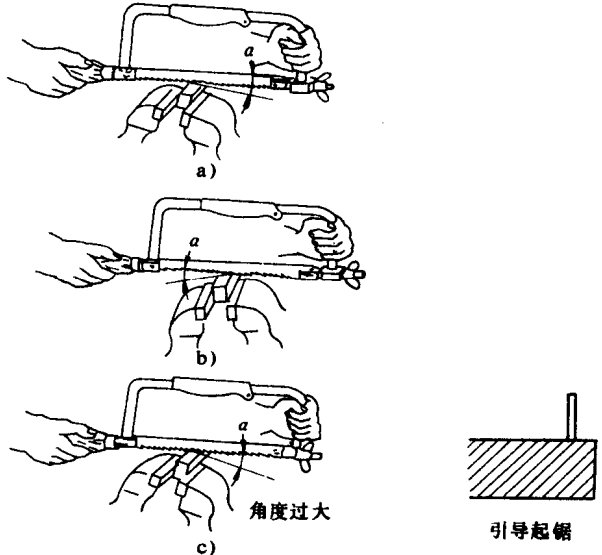


图 1-21 台起锯方法

a) 在工件前起锯；b) 在工件后起锯；c) 起锯角度过大