

农村劳动力技能培训系列教材

# 金属焊接 操作工

JINSHU HANJIE CAOZUOGONG

刘利群 王维荣 编著  
苏和堂 主审



时代出版传媒股份有限公司  
安徽科学技术出版社

农村劳动力技

# 金属焊接 操作工

刘利群 王维荣 编著  
苏和堂 主审

中国劳动出版社

ARCTIME  
时代出版

时代出版传媒  
安徽科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

金属焊接操作工/刘利群,王维荣编著. —合肥:安徽科学技术出版社,2011.7

农村劳动力技能培训系列教材

ISBN 978-7-5337-4872-2

I. ①金… II. ①刘…②王… III. ①金属材料-焊接-技术培训-教材 IV. ①TG457.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 222938 号

**金属焊接操作工**

**刘利群 王维荣 编著**

出版人:黄和平 选题策划:王菁虹 责任编辑:王菁虹

责任校对:盛东 责任印制:李伦洲 封面设计:武迪

出版发行:时代出版传媒股份有限公司 <http://www.press-mart.com>

安徽科学技术出版社 <http://www.ahstp.net>

(合肥市政务文化新区翡翠路 1118 号出版传媒广场,邮编:230071)

电话:(0551)3533330

印制:安徽新华印刷股份有限公司 电话:(0551)5859178

(如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂商联系调换)

开本:850×1168 1/32 印张:6.125 字数:150 千

版次:2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5337-4872-2

定价:13.00 元

版权所有,侵权必究

# 前 言

农村劳动力技能培训系列教材是根据国家近年来对农村劳动力技能培训相关政策及农村劳动力技能培训具体要求编写的。该套教材主要由《农民工维权、安全知识培训手册》《电子操作工》《服装缝纫操作工》《金属焊接操作工》等组成。

《金属焊接操作工》是该系列教材之一,主要由焊接技术概论、手工电弧焊、CO<sub>2</sub> 气体保护焊、手工钨极氩弧焊、气焊与气割、焊接缺陷及质量检验,以及各种焊接技术实训等部分组成,系统地讲述焊接操作的各个环节。本书针对性强,极具实用性,可作为农村劳动力技能培训的基础普及性教材。

本教材由蚌埠技师学院刘利群、王维荣编著,教材编写过程中,技师学院的陈元高院长及相关领导对书稿作了细致的审阅,同时得到了蚌埠市人力资源和社会保障局、蚌埠市财政局相关部门领导大力支持,也得到了技师学院实习、教务等多部门的支持,在此谨向他们表示衷心感谢。

由于时间仓促,水平有限,难免有不足之处,恳请广大农民朋友们批评指正!

# 目 录

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 第一章 焊接技术概论 .....                            | 1   |
| 前言 .....                                    | 1   |
| 第一节 焊接的定义 .....                             | 2   |
| 第二节 焊接安全技术 .....                            | 6   |
| 第三节 常用焊接术语及辅助设备 .....                       | 12  |
| 第二章 手工电弧焊 .....                             | 16  |
| 第一节 概述 .....                                | 16  |
| 第二节 焊条 .....                                | 22  |
| 第三节 接头形式与焊缝位置 .....                         | 29  |
| 第四节 焊接工艺参数的选择 .....                         | 33  |
| 第五节 引弧、平敷焊操作训练 .....                        | 36  |
| 第六节 板板对接平焊技能训练 .....                        | 47  |
| 第七节 板板对接立焊技能训练 .....                        | 54  |
| 第八节 板板对接横焊技能训练 .....                        | 64  |
| 第九节 板板对接仰焊技能训练 .....                        | 70  |
| 第三章 CO <sub>2</sub> 气体保护焊 .....             | 74  |
| 第一节 概述 .....                                | 74  |
| 第二节 焊接工艺参数 .....                            | 82  |
| 第三节 焊接材料 .....                              | 85  |
| 第四节 焊接设备 .....                              | 89  |
| 第五节 CO <sub>2</sub> 气体保护焊焊机的安全使用及劳动防护 ..... | 94  |
| 第六节 CO <sub>2</sub> 气体保护焊操作禁忌 .....         | 95  |
| 第七节 半自动 CO <sub>2</sub> 气体保护焊的操作要点 .....    | 103 |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| <b>第四章 手工钨极氩弧焊 .....</b>   | <b>110</b> |
| 第一节 概述 .....               | 110        |
| 第二节 钨极氩弧焊的焊接材料 .....       | 113        |
| 第三节 钨极氩弧焊设备 .....          | 117        |
| 第四节 钨极氩弧焊焊接工艺 .....        | 120        |
| 第五节 钨极氩弧焊焊接材料的使用与保管 .....  | 125        |
| 第六节 钨极氩弧焊的安全技术 .....       | 127        |
| 第七节 手工钨极氩弧焊的基本操作 .....     | 128        |
| <b>第五章 气焊与气割 .....</b>     | <b>134</b> |
| 第一节 气体火焰 .....             | 134        |
| 第二节 气焊 .....               | 137        |
| 第三节 气割 .....               | 149        |
| 第四节 气焊的操作技能训练 .....        | 157        |
| 第五节 气割的操作技能训练 .....        | 164        |
| <b>第六章 焊接缺陷及质量检验 .....</b> | <b>170</b> |
| 第一节 常见的焊接缺陷及质量检验 .....     | 170        |
| 第二节 焊接区中有害气体的危害 .....      | 178        |
| 第三节 焊接质量检验 .....           | 179        |
| <b>附录 焊工国家职业标准 .....</b>   | <b>183</b> |

# 第一章 焊接技术概论

## 前 言

早在 1000 多年前,我国劳动人民就已采用焊接技术。古书上有这样的记载:“凡钎铁之法……小钎用白铜末,大钎则竭力挥槌而强合之。”这说明当时我国已掌握了用铜钎接和锻焊来连接铁类金属的技术。只是由于封建统治,我国工业发展长期处于停滞状态。解放前,我国焊接技术水平很低,只有少量的手工电弧焊和气焊用于修理工作。焊接材料和焊接设备全部依靠国外进口,焊工人数不多,更没有培养焊接技术人才的学校。

近代焊接技术是从 1882 年出现碳弧焊开始,直到 20 世纪的 30 年代,在生产上还只是采用气焊和手工电弧焊等简单的焊接方法。由于焊接具有节省金属,生产率高,产品质量好和大大改善劳动条件等优点,特别是 20 世纪 40 年代初期出现了优质电焊条后,焊接技术及其应用得到了一次飞跃。

随着科学技术的发展,焊接已发展成为一门独立的学科。焊接在机械制造中是一种十分重要的加工工艺,广泛应用于国民经济的各个领域,并渗透到日常生活中。它几乎已可解决当前工业中一切重要产品生产制造的需要,如航空、航天及核能工业中的重要产品等。新兴工业的发展迫使焊接技术不断前进,以满足其需要。例如,微电子工业的发展促进了微型连接工艺和设备的发展;又如陶瓷材料和复合材料的发展促进了钎焊、真空扩散焊、喷涂以及粘结工艺的发展,使它们获得更大的生命力,迈上了一个新台阶。

到目前,焊接方法已发展到数十种之多。要想正确选择和使用各种焊接方法,必须了解焊接的物理本质、分类、基本特点和适用范围。

## 第一节 焊接的定义

### 一、焊接的定义及分类

在工业生产中,使两个或两个以上零件连接在一起的方法很多,根据这些连接的特点,可以将其分为两大类:一类是可拆卸连接,即不必毁坏零件就可以进行拆卸,如螺栓连接、键连接等;另一类是永久性连接,其拆卸只有在毁坏零件后才能实现,如铆接、焊接等。

实现焊接过程,必须使两个补充焊物体(通常是金属)相互接近到原子间的力能够发生作用的程度,也就是说,要接近到像在金属内部原子间的距离一样。

因此,焊接就是需要通过加热或加压,或两者并用,用或不用填充材料,使焊件达到原子结合的一种加工方法。

焊接不仅可以连接金属材料,而且可以实现某些非金属材料的永久性连接,如玻璃焊接、塑料焊接等。在工业生产中,焊接主要用于金属的连接。

### 二、焊接接头的组成

用焊接方法连接的接头称为焊接接头(简称接头),焊接接头包括焊缝、熔合区和热影响区三部分。被焊的工件材料称为母材(或称基本金属)。焊缝是焊接后所形成的结合部分(即在焊接时,经受加热熔化后冷却凝固的那部分金属);热影响区是在焊接或切割过程中,材料因受热的影响(但未熔化)而发生金相组织和力学性能变化的区域;熔合区是焊缝向热影响区过渡的区域。因此,焊



接质量常用焊接接头的性能来评价。

### 三、金属的焊接性

金属的焊接性亦称为可焊性,是指金属材料对焊接加工的适应性。主要指在一定的焊接工艺条件下,获得优质焊接接头的难易程度。它包括两方面的内容:接合性能和使用性能。对于钢与铸铁,一般随含碳量的增加、合金元素的增多、材料的可焊性逐渐变差。因此低碳钢和低碳合金钢的可焊性良好,常用作合金结构件使用。

### 四、焊接的分类

在工业生产中应用的焊接方法很多,按照焊接过程中金属所处的状态不同,可以将焊接方法分为熔焊、压焊和钎焊三类。

熔焊是在焊接过程中,将焊件接头加热至熔化状态,不加压完成焊接的方法。当被焊金属加热至熔化状态形成液态熔池时,原子之间可以充分扩散和紧密接触,因此冷却凝固后,即可形成牢固的焊接接头。常见有:气焊、电弧焊、电渣焊、气体保护电弧焊等。

压焊是在焊接过程中,必须对焊件施加压力(加热或不加热),以完成焊接。这类焊接有两种形式:一是将被焊金属接触部分加热至塑性状态或局部熔化状态,然后施加一定的压力,使金属原子间相互结合而形成牢固的焊接接头,如锻焊、摩擦焊和气压焊等;二是不进行加热,仅在被焊金属的接触面上施加足够大的压力,借助于压力所引起的塑性变形使原子间相互接近而获得牢固的挤压接头。常见有:冷压焊、爆炸焊等。

钎焊是采用比母材熔点低的金属材料作钎料,将焊件和钎料加热到高于钎料熔点、低于母材熔点的温度,利用液态钎料润湿母材,填充接头间隙并与母材相互扩散实现焊件连接。常见的钎焊方法有烙铁钎焊、火焰钎焊等。

## 五、焊接技术的特点

焊接是目前应用极为广泛的一种永久性连接方法。在许多工业部门的金属结构制造中,焊接几乎全部取代了铆接;不少过去一直用整铸、整锻方法生产的大型毛坯也改成了焊接结构,大大简化了生产工艺,降低了成本。焊接与螺钉连接、铆接、铸件及锻件相比,具有以下优点:

- ①节省金属材料,减轻结构质量,经济效益好;
- ②简化加工与装配工序,生产周期短,生产效率高;
- ③结构强度高,接头致密性好;
- ④为结构设计提供较大的灵活性;
- ⑤焊接工艺过程容易实现机械化和自动化。

但焊接也有一些缺点:如产生焊接应力与变形。由于绝大多数焊接方法都采用局部加热,经焊接后的焊件,不可避免地在结构中会产生一定的焊接应力和变形,从而影响结构的承载能力、加工精度和尺寸稳定。焊缝中还会存在一定数量的缺陷,如裂纹、气孔、夹渣、不焊透、未熔合等,这些缺陷的存在会降低强度,引起应力集中,损坏焊缝致密性。由于焊缝的成分及金属组织与母材不同,焊接接头具有较大的性能不均匀性。焊接过程中还会产生有毒有害的物质,如高温、强光及一些有毒气体等对人体有一定的损害,故需要加强劳动保护。以上这些缺点都是在焊接过程中需要注意的问题。

焊接方法的简单分类,如图 1-1 所示。

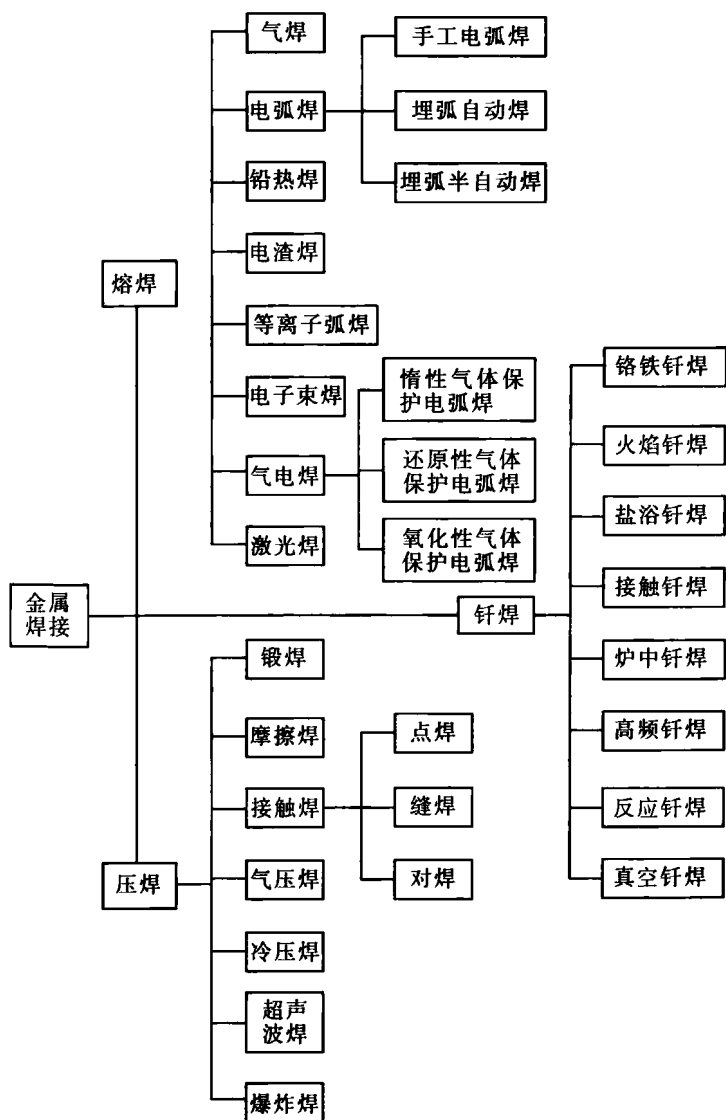


图 1-1 焊接方法简单分类

## 第二节 焊接安全技术

焊接工作中的安全防护是很重要的。因为工人在进行焊接操作时,强烈的弧光辐射会刺激眼睛和灼伤皮肤,熔滴飞溅会致烫伤。在焊接过程中还会产生一些有害气体、烟尘、高频磁场、噪声、射线等,还会与电、可燃及易爆的气体、易燃液体、压力容器等接触,如果不熟悉有关劳动保护、不遵守安全操作规程,就有可能造成事故。不仅给国家财产造成经济损失,而且直接影响焊工及其他工作人员的人身安全。因此必须采取一定的防护措施和制定必要的安全操作规程,以保障工人的安全和健康,保证焊接工作的顺利进行。

国家标准 GB5306《特种作业人员安全技术考核管理规则》中明确规定:金属焊接(气割)作业是特种作业,直接从事特种作业者——焊工,是特种作业人员。特种作业人员,必须进行专门的安全技术理论学习和操作训练,并经考试合格后,方可进行独立作业。

因此,焊接安全问题还是生产技术问题。只有仔细研究生产过程的特点和焊接工艺、设备、工具及操作方法后,才能得到解决。同样随着焊接技术的发展,还会出现新的不安全与不卫生因素,所以除了广大科技工作者和管理人员必须从焊接安全检查的观点来研究探求可靠的措施外,广大焊接作业人员更应该了解生产过程中的特点以及焊接设备、焊接工艺和操作规程,进而深刻理解安全技术和措施,严格执行安全操作规程和实施防护措施,减少事故与对职工的危害。从思想上重视安全生产,明确安全生产的重要性,增强责任感,有效地避免和杜绝事故的发生。

### 一、焊接安全技术

#### 1. 预防触电的安全技术

在整个焊接操作过程中,焊工需要经常接触电气装置,如在一

换焊条时焊工的手会直接触及焊条,同时大量的时间会站在焊件上进行操作,而电焊机的空载电压一般都超过了安全电压,故触电的概率也就增多。更危险的是,焊接电源与 380 V/220 V 的电网连接,一旦设备发生故障,或高压部分的绝缘破坏,网路中的高压电就会直接输入到焊钳、焊件及焊机外壳上,造成焊工的触电伤亡事故。所以,触电事故是焊接操作的最主要的危险事故,特别是在容器、管道、船舱、锅炉内和钢结构架上的操作,周围都是金属,触电危险更大。

通过人体的电流大小不同,对人体的伤害程度也不相同。当通过人体的电流强度超过 0.05 A 时,生命就有危险;达到 0.1 A 时,足以使人致命。人体的电阻为 800~50 000  $\Omega$ ,根据欧姆定律可知,当电压达到 40 V 时就足以对人体产生危险,而焊接工作场所的网路电压为 380 V 或 220 V,焊机的空载电压一般都在 60 V 以上。因此,焊工在工作时必须注意防止触电。

①焊工作业时需要熟悉和掌握相关的用电知识,严格按照规程进行作业;

②遇到焊工触电,严禁用手直接去拉触电者,应迅速将电源切断;

③焊工作业时应保持工作服、手套、绝缘鞋干燥,注意工作现场的防潮工作;

④在接、合电源开关或接触带电物体时,必须单手进行。

## 2. 预防火灾和爆炸的安全技术

在焊接过程中,焊接电源及线路的短路、超负荷运行,导线或电缆接触不良、松脱,焊接操作场所周围存在可燃易燃物品,焊接未经安全处理的燃料容器、管道等,或其他一些故障都有可能造成焊接过程中的火灾和爆炸现象的产生。为了防止火灾和爆炸事故的发生,必须采取以下安全措施。

①焊接前认真检查工作场所及周围有无易燃易爆物品,防止因金属火花飞溅而引起火灾;

②对被易燃易爆物质污染过的设备进行焊接时,必须先对此设备进行清洗,经检查符合施焊条件后方可进行作业;

③焊接后的焊条头以及焊件,不能乱扔,应妥善保管,更不能扔在易燃易爆物品的附近,以免发生火灾;

④离开焊接工作现场,必须切断气源、电源,如果是在容器内工作,焊接设备应随工作人员同时进出。

### 3. 预防有害气体和烟尘中毒的安全技术

在焊接过程各种影响人体健康的有害因素中,由于接触焊接烟尘的人数最多,因此焊接烟尘是影响最大的有害因素。有害气体及烟尘包括:氧化锰、氧化锌、臭氧、氟化氢、一氧化碳以及金属蒸汽等。

熔化焊都要产生烟尘,其中包括烟和粉尘。焊接烟尘的成分比较复杂,烟尘中的主要毒物是锰。长期吸入浓度超标的锰及其化合物的微粒和蒸汽,则可能造成锰中毒。慢性锰中毒早期表现为疲劳乏力,时常头痛、头晕、失眠、记忆力减退以及植物神经功能紊乱,如舌、眼睑和手指的细微震颤等。

焊工在作业过程中,由于长期吸入浓度超标的以氧化铁为主并有无定型的二氧化硅、硅酸盐、锰、铁、铬,以及臭氧、氮氧化物等混合烟尘和有毒气体而引起肺组织弥漫性纤维化的尘肺病。

焊工尘肺病主要表现为呼吸系统症状:气短、咳嗽、咳痰、胸闷和胸痛,部分焊工尘肺患者呈无力、食欲减退、体重减轻以及神经衰弱症,同时对肺功能也有影响。

预防措施:

①焊接场所应有良好的通风;

②合理安排,避免多名焊工拥挤在一起作业;

③做好个人防护工作,佩戴静电防尘口罩。

### 4. 预防弧光辐射的安全技术

焊接电弧是一种很强的辐射源,主要包括可见光、红外线、紫外线三种辐射。焊接弧光辐射对人的作用机制是:当弧光辐射长

时间作用到人体,可能被体内组织吸收,引起人体组织的致热作用、光化学作用和电离作用,致使人体组织发生急性或慢性的损伤。

可见光可使人感到耀眼、炫目,若长时间受到照射,会使眼睛疼痛、视线模糊;红外线被人体吸收后,使人产生灼热感觉,长期作用会使人体温升高,引起头痛、呕吐,眼睛受到强烈辐射后,会感到强烈的灼痛,产生闪光幻觉,长期接触可能造成红外线白内障,严重时可导致失明。适量的紫外线对人体健康有益,但焊接电弧产生的紫外线比较强烈,所以对人的皮肤和眼睛易造成损害。能引起电光性眼炎(俗称晃眼),电光性眼炎的症状表现为眼睛疼痛、多泪、畏光、怕风,但电光性眼炎治愈后一般不会有后遗症。皮肤受到紫外线照射后,通过光化学作用而产生发痒、变红、触痛、有烧灼感,以后变黑、脱皮,所以焊接过程中应注意防护。如果防护得当,以上症状是不会发生的。焊接过程中,焊工应采取如下的预防措施。

- ①严格遵守焊接操作规程;
- ②焊接操作过程中必须使用有电焊防护玻璃的面罩;
- ③应穿白色帆布工作服,以防止弧光灼伤皮肤;
- ④尽可能地使用屏风板,避免周围人受弧光伤害;

## 二、焊接劳动保护

劳动保护是指为保障职工在生产劳动过程中的安全与健康所采取的措施。在整个焊接过程中,必须重视焊接劳动保护。加强焊接劳动保护的措施很多,加强焊工个人的防护不容忽视。

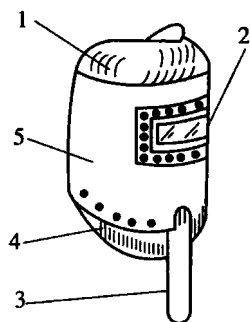
### 1. 佩戴个人防护用具

焊接过程中产生有害因素是多方面的,如有害气体、焊接烟尘、强烈弧光辐射、高频电磁场,以及放射物质和噪声等。这些有害因素对人体的呼吸系统、皮肤、眼睛、血液及神经系统都有不良影响。

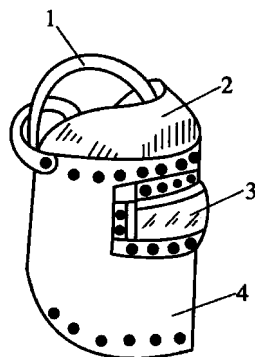
所谓个人防护用品,即为保证工人在劳动过程中安全 and 健康所需要的、必不可少的个人预防性用品。在各种焊接与切割中,一定要按规定佩戴防护用品,以防止上述有害气体、焊接烟尘、弧光等对人体的危害。

## 2. 个人防护用具

①面罩。焊接面罩是一种为防止焊接时的飞溅、弧光及其他辐射对焊工面部及颈部损伤的一种遮盖工具。最常用的面罩有手持式面罩和头戴式面罩两种,见图 1-2 和图 1-3。面罩是用 1.5 mm 厚钢纸板压制而成,质轻、坚韧,绝缘性与耐热性好。



1—上弯司 2—观察窗 3—手柄  
4—下弯司 5—面罩主体  
图 1-2 手持式电焊面罩



1—头箍 2—上弯司  
3—观察窗 4—面罩主体  
图 1-3 头盔式电焊面罩

②焊接防护镜片。焊接弧光的主要成分是紫外线和红外线。防护镜片的作用是适当地透过可见光,使操作人员既能观察熔池,又能将紫外线和红外线减弱到允许值(透过率等于 0.0003%)以下。防护镜片由滤光玻璃(用于遮蔽焊接有害光线的黑玻璃)和防护白玻璃(为保护黑玻璃不受飞溅损坏而罩在其外的一种无色透明玻璃)两种组成。

护目镜片可以启闭的 MS 型面罩见图 1-4,手持式面罩护目



镜启闭按钮设在手柄上,头戴式面罩护目镜启闭开关设在电焊钳胶木柄上。使用引弧及敲渣时都不必移开面罩,焊工操作方便,得到更好的防护。

③防尘口罩及防毒面具。焊工在焊接、切割作业时,当采用整体或局部通风不能使烟尘浓度降低到卫生标准以下时,必须选用合适的防尘口罩或防毒面具。国产自吸过滤式防尘口罩见图 1-5。

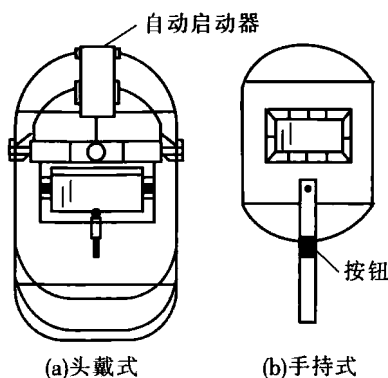


图 1-4 MS 型电焊面罩

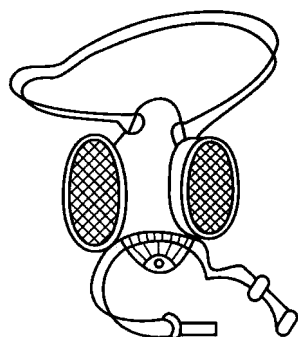


图 1-5 自吸过滤式防尘口罩

④防护眼镜。防护眼镜包括滤光玻璃(黑色玻璃)和防护白玻璃两层,焊工在气焊或气割中必需佩戴,它除与防护镜片有相同的滤光要求外,还应满足不能因镜框受热造成镜片脱落,接触人体面部的部分不能有锐角,接触皮肤的部分不能用有毒材料制作这三个要求。

⑤噪声防护用具。国家标准规定若噪声超过 85 dB 时,应采取隔声、消声、减振和阻尼等控制技术。当采取措施仍不能将噪声降低到允许标准以下时,操作者应采用个人噪声防护用具,如耳塞或防噪声头盔等。

⑥安全帽。在高层交叉作业现场,为了预防高空和外界飞来物的危害,焊工应佩戴安全帽。

⑦防护服。焊接用防护工作服,主要起隔热、反射和吸收等屏