


全国中等职业技术学校培养复合型技能人才系列教材



焊工 知识与技能

(初级)

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUOXIAO PEIYANG FUHEXING JINENG RENCAI XILIE JIAOCAI

 中国劳动保障出版社

全国中等职业技术学校培养复合型技能人才系列教材

焊工知识与技能

(初 级)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊工知识与技能: 初级/武建设主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2006

全国中等职业技术学校培养复合型技能人才系列教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 5811 - 4

I. 焊… II. 武… III. 焊接 - 教材 IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 100607 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京印刷集团有限责任公司印刷二厂印刷 北京密云青云装订厂装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.75 印张 333 千字

2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷

定价: 19.00 元

读者服务部电话: 010 - 64929211

发行部电话: 010 - 64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010 - 64911344

前 言

伴随着我国各行业技术的发展、生产的合理化、管理水平的提高，一方面使得生产效率越来越高，另一方面也使得劳动密集型和半密集型的工作岗位越来越少，从而导致劳动分工由单一工种逐步向复合工种转变，这一转变无疑对创造社会财富的劳动者来说提出了更多更新的要求。

为了适应这种转变，培养更多掌握复合技能的人才，配合各地进行的复合工种教学，我们组织全国有关学校的职业教育研究人员、一线教师和行业专家编写了这套培养复合型技能人才的教材。这套教材包括《钳工知识与技能（初级）》《维修电工知识与技能（初级）》《焊工知识与技能（初级）》《铣工知识与技能（初级）》《磨工知识与技能（初级）》五本教材及与其配套的习题册。这套教材适合与目前的各类中级工的教材配套使用，可以满足以下复合工种教学：

1. 中级车工与初级铣工、初级钳工或初级磨工复合。
2. 中级钳工与初级维修电工或初级焊工复合。
3. 中级焊工与初级钳工或初级维修电工复合。
4. 中级维修电工与初级钳工复合。

本套教材的编写工作得到了江苏、新疆、河南、陕西、四川、湖北、广东、江西等省劳动保障厅及有关学校、企业的支持和帮助，对此我们表示衷心的感谢。

《焊工知识与技能（初级）》主要内容有：入门知识、焊接电弧及弧焊电源、焊条电弧焊、气焊与气割、埋弧焊、熔化极气体保护焊、钨极氩弧焊、碳弧气刨、电渣焊、焊接缺陷及检验。

本书由武建设、王玉英、杨东辉、王慧、付新平、薄清源、杨海明编写，武建设主编。

劳动和社会保障部教材办公室

2007年1月

目 录

第一单元 入门知识	(1)
课题一 焊接结构生产工艺流程	(1)
课题二 安全文明生产及劳动保护	(8)
第二单元 焊接电弧及弧焊电源	(14)
课题一 焊条电弧焊设备	(14)
课题二 焊接电弧的引燃	(26)
第三单元 焊条电弧焊	(37)
课题一 板对接平焊	(37)
课题二 板对接平焊、单面焊双面成形	(58)
课题三 管板 T形接头(插入式)焊接	(66)
课题四 管对接水平转动单面焊双面成形	(75)
课题五 板对接其他位置焊接、单面焊双面成形	(82)
第四单元 气焊与气割	(87)
课题一 气焊、气割设备及工具	(87)
课题二 气焊火焰的点燃、调节和熄灭	(97)
课题三 平对接气焊	(101)
课题四 手工气割的基本操作技术	(105)
课题五 管、板的氧—乙炔手工气割	(109)
第五单元 埋弧焊	(114)
课题一 埋弧焊设备及焊接材料	(114)
课题二 板对接平焊位置双面焊	(122)

第六单元 熔化极气体保护焊·····	(129)
课题一 焊接设备及焊接材料·····	(129)
课题二 板对接平焊，单面焊双面成形·····	(140)
课题三 板管 T 形接头垂直俯位角接焊·····	(150)
课题四 管对接水平转动焊·····	(152)
第七单元 钨极氩弧焊·····	(156)
课题一 钨极氩弧焊平敷焊·····	(156)
课题二 板对接平焊，单面焊双面成形·····	(163)
课题三 板管 T 形接头垂直俯位焊·····	(168)
课题四 管对接水平转动焊·····	(169)
第八单元 碳弧气刨·····	(172)
课题一 碳弧气刨基本技能训练·····	(172)
课题二 碳弧气刨清根·····	(181)
课题三 用碳弧气刨刨除各种焊接缺陷·····	(183)
第九单元 电渣焊·····	(186)
课题一 电渣焊基本技能训练·····	(186)
课题二 板对接单丝电渣焊·····	(191)
第十单元 焊接缺陷及检验·····	(196)
课题一 焊接缺陷与外观检查·····	(196)
课题二 焊接缺陷产生的原因及防止方法·····	(203)
课题三 焊接检验·····	(206)

第一单元

入门知识

据资料统计,世界上每年仅需要进行焊接加工之后就可使用的钢材占钢材总产量的45%左右。我国也有约35%~45%的钢材要经过焊接才能变为工业的最终产品。焊接作为一门基础工艺与技术,为人类经济建设作出了重要贡献,在人类引以为豪的各个领域,如航空航天、核能利用、电子信息、海洋钻探、高层建筑等,都离不开焊接技术的应用。而且科学技术的不断发展及电子计算机技术在焊接工艺上的应用,都给焊接技术的发展拓展了空间。什么是焊接,常用的焊接方法有哪些?焊接结构的生产工艺流程是什么,如何确保焊接生产的安全性等问题,便是本单元学习讨论的内容。

课题一 焊接结构生产工艺流程

【学习目标】

掌握焊接的概念,熟悉焊接方法和焊接生产工艺流程。

【所需设备、工具和材料】

1. 螺纹连接件、键或销连接件。
2. 铆钉连接件、焊接连接件。
3. 面罩。

【相关知识】

一、焊接及焊接方法

1. 焊接的概念

在日常生活和实际生产中,常常需要将两个或两个以上的零件按照一定的形式和位置连接起来。连接的类型比较多,按拆开连接后零件有无损伤,可分为可拆连接和不可拆连接。在拆开连接时不损坏任何零件的连接称为可拆连接,又称为临时连接。如键、销和螺纹连接等,如图1—1所示。若不损伤组成零件就不能拆开的连接称为不可拆连接,又称永久连接,如焊接、铆接等,如图1—2所示。

目前,焊接是一种应用极为广泛的不可拆连接方法。焊接通过加热或加压,或两者并用,并且用或不用填充材料,使焊件达到结合。

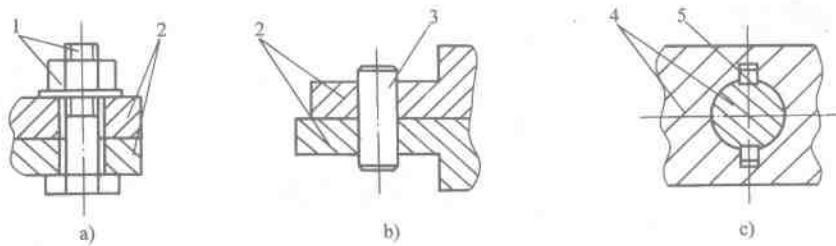


图 1—1 可拆连接

a) 螺纹连接 b) 销连接 c) 键连接
1—螺钉和螺母 2、4—零件 3—销 5—键

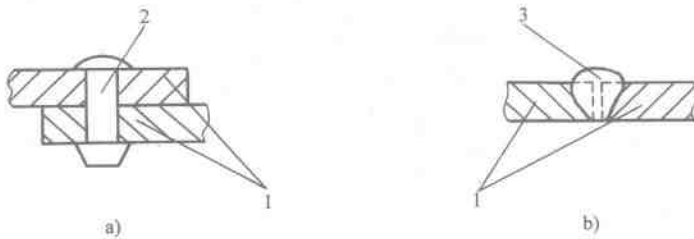


图 1—2 不可拆连接

a) 铆接 b) 焊接
1—零件 2—铆钉 3—焊缝

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之间或金属材料与非金属材料之间的永久性连接。而金属的连接在现代工业中具有最重要的实际意义，所以焊接主要用于金属材料的连接。

2. 焊接方法的分类

按照金属在焊接过程中所处的状态及工艺特点不同，可以把金属的焊接方法分为熔焊、压焊和钎焊三大类，每大类又可按不同的方法细分为若干小类，如图 1—3 所示。

(1) 熔焊 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。实现熔焊的关键是要有一个能量集中、温度足够高的局部热源。若温度不够高则无法使材料熔化；而能量集中程度不够，则会加大热作用区的范围，白白地增加能量损耗。当被焊接金属加热至熔化状态形成液态熔池时，原子之间可以充分地扩散和紧密地接触，待冷却凝固后，可形成牢固的焊接接头。常见的气焊、电弧焊、电渣焊、气体保护电弧焊等都属于熔焊。

在熔焊时，为了防止局部熔化的高温焊缝金属与空气接触而造成性能的恶化，熔焊过程都必须采取有效的焊接区保护，保护的方法通常有真空焊接、气体保护和熔渣保护三种。因此，保护形式也常常是区分熔焊方法的另一个特征，例如，采用熔渣保护的埋弧焊、采用气体保护的气体保护焊、采用熔渣和气体联合保护的焊条电弧焊、在真空中焊接的真空电子束焊等。此外，电弧焊方法还以电极是否熔化为特征分为熔化电极电弧焊和非熔化电极电弧焊两大类。



图 1—3 焊接方法分类

(2) 压焊 压焊是在焊接过程中，必须对焊件施加一定的压力（加热或不加热），以完成焊接的方法。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，以使金属原子间相互结合而形成牢固的不可拆连接接头，如锻焊、电阻焊、摩擦焊和气压焊等就是这种类型的压焊方法；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，借助于压力形成塑性变形，以使焊件的原子间相互接近而获得牢固的不可拆连接的压挤接头，这种压焊方法有冷压焊、爆炸焊等。

(3) 钎焊 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连接焊件的方法。常见的钎焊方法有铬铁钎焊、火焰钎焊等。按钎料的熔点不同可以将钎焊分为硬钎焊（熔点在 450°C 及以上）和软钎焊（熔点在 450°C 以下）两类。

3. 焊接技术的特点

作为金属结构的一种加工工艺方法，焊接与铆接、铸造等工艺方法相比，具有以下特点：

(1) 焊接与铆接的比较 焊接与铆接相比，首先可以节省大量的金属材料，减少金属结构的质量。例如，起重机采用焊接结构，其质量可以减小 $15\% \sim 20\%$ ，建筑钢结构可以减小 $10\% \sim 20\%$ 。这是由于焊接结构的材料截面能得到充分的利用，而不必像铆接那样通过在被连接件上钻铆钉孔，利用铆钉和辅助材料作为连接件连接成金属结构。其次，焊接结构

生产不需要钻孔，划线的工作量很少，简化了加工与装配的工序。因此，劳动生产率高。第三，焊接生产一般比铆接生产所需的大型设备（如多头钻床等）投资低。第四，焊接结构具有比铆接结构更好的密封性，这是压力容器特别是高温、高压容器不可缺少的性能。第五，焊接生产与铆接生产相比，具有劳动强度低，劳动条件好等优点。

(2) 焊接与铸造的比较 焊接与铸造相比，首先它不需要制作木模和砂型，也不需要专门熔炼、浇铸，工序简单，生产周期短，对于单件和小批量生产特别明显。其次，焊接结构比铸件能节省材料。通常其质量比铸钢件小 20% ~ 30%，比铸铁件小 50% ~ 60%。这是由于焊接结构的截面可以按需要来选取，不必像铸件那样受工艺条件的限制而加大尺寸，且不需要采取过多的肋板和过大的圆角。第三，采用轧制材料的焊接结构质量一般比铸件好。即使不用轧制材料，用小铸件拼焊成大件，小铸件的质量也比大铸件容易保证。

另外，焊接具有一些其他工艺方法难以达到的优点，如可以根据受力情况和工作环境，在不同的结构部位选用不同强度和不同耐磨、耐腐蚀、耐高温等性能的材料。

焊接也有一些缺点，如产生焊接应力与变形，而焊接应力会削弱结构的承载能力，焊接变形会影响结构的形状和尺寸精度。焊缝中还会存在一定形式的缺陷，焊接中也会产生有毒有害的物质等。这些都是焊接过程中需要注意的问题。

二、焊接结构生产工艺流程介绍

焊接结构的生产，除了焊接工序外，还需经过许多道其他工序，才能把各种类型的钢材制成符合设计要求的结构，达到要求的使用性能。尽管焊接结构的形式各种各样，但焊接结构生产的工艺流程基本上是一样的，如图 1—4 所示。

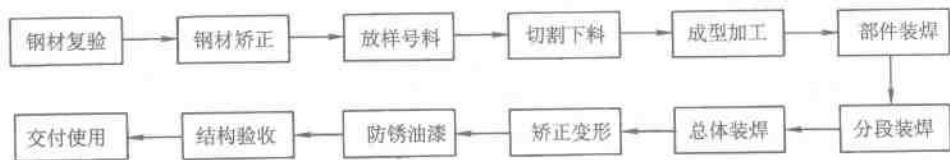


图 1—4 焊接结构生产工艺流程

1. 备料

焊接结构的备料，指钢材复检、钢材矫正、放样号料、下料切割、成型加工等工序。经过备料工序后，一张张钢板和一根根型钢便制作成可供组装的零部件，然后才能进行装配，并用焊接方法连接成为满足使用要求的结构件。

(1) 钢材复验 用于重要结构的钢材（钢板、型钢），可以按照订货要求或国家相应标准进行必要数量的抽查复验，如对钢材进行化学成分分析、机械性能试验等。

(2) 钢材矫正 钢材在轧制及运输、堆放过程中，会出现表面凹凸不平或弯曲、扭曲等，特别是薄钢板及截面小的型钢。这对要求平直的构件来说，会影响各项工序正常进行，因此，需矫平钢板或矫直型钢。

生产中常用的矫正方法有手工矫正、多辊式矫直机矫正、压力机矫正、火焰矫正等。手工矫正只需少量简单工具，如铁锤、千斤顶等，一般在缺乏或不便使用矫正设备的情况下采用。多辊式矫直机可用于矫平钢板，不平整的板材通过矫直机上、下辊之间的缝隙时发生反复弯曲和波浪形塑性变形，使缩短部分伸长，从而达到矫正的目的。

经过剪切或气割加工后发生变形的构件，也需进行矫正。较小的构件可放在预先矫平的厚钢板上，一起放入辊式矫直机将变形构件矫平。通常，钢板越弯曲，矫正时需要的轧辊数目越多。

缺少多辊式矫直机的情况下，可以用压力机矫正。火焰矫正是利用热胀冷缩的原理，用氧乙炔火焰加热钢材弯曲的某一部分，使其局部受热后产生收缩变形来矫正原来的变形，可矫正型材、板材的变形。

(3) 放样号料 对经过矫正的钢材，需用钢丝刷、手动砂轮等工具或喷丸、抛丸等方法，清除金属表面的污、锈和氧化物。大批量或大面积清理可采用喷砂、抛丸等方法，也可以用酸洗或其他化学方法去除金属表面的污、锈和氧化物。

经过表面清理的钢材，便可进行放样号料。放样是根据设计图样，按构件的实际尺寸或按一定的比例，用投影几何的原理，把构件画在样台或平板上，此图称放样图，画放样图的过程称为放样。对于复杂结构的线型曲面，必须展开成平面形和求出实长。根据放样图制出的样板和样杆，可作为号料、下料、加工、装配等工序的依据。

利用样板、样杆或根据图样，在钢材毛坯上或工件上用划线工具画出孔的位置和构件形状的加工界线，并标注加工的符号，这一过程称为号料。号料的目的是最大限度的提高钢材的利用率。

(4) 切割下料 沿着号料过程形成的加工界线把钢材切割成具有所需外形的构件的过程，称为切割下料。切割下料可以采用冷加工工艺，如剪切、锯割等；也可以采用热加工工艺，如气割、等离子弧切割、空气碳弧切割等。

1) 剪切 利用各种剪切设备完成剪切工作，例如压力剪切机、圆盘剪切机、型钢剪切机等，可按剪切要求选用。剪切机的工作部分由上、下两片剪刀组成，上下剪刀作相对运动，便形成剪切过程，中薄板可以采用剪切下料。

2) 气割 利用对钢板进行局部火焰预热，使其在高速氧流中燃烧，然后吹去金属氧化物熔渣而将钢材切开。生产中应用最多的是氧乙炔火焰气割。与剪刀相比，气割的特点是可切割的板厚较大，而且不论形状如何复杂都能切割，但切割薄板及直线形构件的生产率和经济性不如剪切。

3) 等离子弧切割 利用高温等离子弧进行切割的一种工艺方法。常用于一般气割方法不能切割的材料，如不锈钢、耐热钢、铸铁、有色金属等。

(5) 坡口加工和工件成形加工

1) 坡口加工 利用机械（如刨削、车削、铣削或砂轮打磨等）、火焰或电弧（碳弧气刨）等加工坡口的目的是为了保证电弧能深入接头根部，使根部焊透并便于清渣，以获得较好的成形，而且坡口还能起到调节焊缝金属中母材金属与填充金属比例的作用。

2) 工件成形加工 对于有不同角度或曲面（如圆、椭圆等）要求的构件，选用折边、弯板、压制、线状加热等方法，使钢板产生逆性变形，制成所需的形状，此工序称为成形加工。在常温下对切割后的构件进行成形加工的过程称为冷成形；如果构件的刚性和形变性能大，需把钢材加热到 800~1 000℃ 的温度进行加工的过程称为热成形。常用的工件成形加工包括以下几种。

①折边 即把钢板折个角度，折边加工可在专用的折边机或液压机上进行。

②弯板 把钢板弯制成圆柱或圆锥形，通常是在三辊弯板机上进行，如图 1—5 所示。调整辊轴的相对位置，可以弯制不同曲率半径的圆形构件。

③压制 分为模压或不用模子的压弯，都是用水压机或液压机进行。模压适用于球面、椭圆球及其他复杂曲面的成形，适用于批量生产；而压弯适用于型钢的弯曲成形。

④水火成形 用氧乙炔火焰进行局部加热，并在周围用水加以冷却，利用不均匀加热产生变形的原理使钢材形成所需形状的一种成形加工方法。

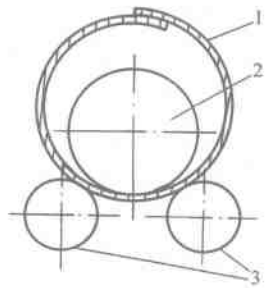


图 1—5 圆筒滚弯示意图

1—圆筒构件 2—上滚轴 3—下滚轴

2. 装焊

焊接结构的装焊是指结构装配、结构定位、部件装焊、分段装焊和总体装焊等工序。

(1) 装配定位 装配定位的任务是利用紧固装置或点焊，将加工好的构件按图样要求连接成部件或整体结构。对一般大型单件生产的结构，多采用划线定位、按图样要求确定构件的相互位置，用直尺、卷尺、角尺、水平尺、线锤等作为测量工具，先实现暂时定位或夹具定位，再用焊条电弧焊点固。成批生产的结构，通常采用挡板、紧固螺钉或样板装配，如在专用胎架上装配。

装配定位工作一般在平台或胎架上进行，装配定位后，需保证结构不出现移动、倾斜和扭转等现象；结构符合图样要求，接缝应满足焊接装配工艺的要求；结构经检验符合质量要求。

中小型结构在装配定位后即可直接进行焊接。对于大型结构的焊接应在胎架上进行，以便能抑制焊接变形，利于工件翻转，并保证焊接质量，大型结构的焊接需经过以下焊接工艺过程。

(2) 部件装焊 将切割或成形好的构件装配、焊接成部件，部件形状随结构类型不同而变化，尽管形式多种多样，但把它们分解开来，基本上都是由钢板及型钢组合而成。如图 1—6 所示的储油罐罐体焊接结构，其上板便是由多块钢板拼成，可先将两块钢板焊接成部件。

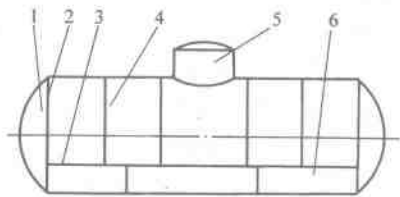


图 1—6 储油罐罐体结构

1—端板 2—环缝 3—纵缝
4—上板 5—空气包 6—底板

(3) 分段装焊 把部分构件组合装焊成“分段”。分段实际上也是部件，但它们的体积与尺寸要大些，构造更复杂些。如图 1—6 所示，罐体的上板和底板是由几个部件组焊而成。对于小型结构可以不采用分段装焊，而直接对部件进行总体焊接。

(4) 总体装焊 将分段组合装焊成整体结构。如罐体是由端板、上板、空气包、底板四个部分装焊而成。分段经焊接及质量检验后，吊运至现场或在平台上进行总装。总装时必须确定合理的装配顺序、焊接工艺，以减少焊接变形，使整体结构与尺寸符合图样设计要求。

3. 质检及其他

经装焊后的结构还需进行变形矫正、质量检验、涂防锈油漆、结构验收，检验合格的结构方可提交用户使用。其中的质量检验环节应贯穿于焊接结构生产的整个工艺流程中，以保

证用最低的成本, 最少的工时, 最高的生产效率生产出符合使用和设计要求的焊接结构。

【实训】

该课题的实训以现场参观形式进行。

一、课时要求

该课题的实训可以在不同的现场内用 4~6 h 完成。

二、参观准备

1. 为保证在规定的课时内既能完成课题要求的参观内容, 又能通过参观达到课题要求的教学目标, 应做好如下准备。

(1) 在试验间摆好各种连接结构的样品。

(2) 准备好供学生参观的熔焊、压焊及钎焊设备, 保证技术状态完好, 准备好焊接材料和焊接用焊件。

(3) 与焊接生产企业联系, 确定参观时间、参观内容、参观工艺、操作现场、参观辅导人员。

2. 对学生进行参观安全教育。

3. 使学生明确参观的目的和参观内容。

4. 必要时须带好防护面罩。

三、参观要点

1. 在试验间参观认识连接结构, 注意焊接与其他连接的对比。

2. 在电焊间分别参观用熔焊、压焊、钎焊中的一种焊接方法焊接金属结构的过程。

3. 参观钢板、型钢的矫正设备及矫正操作过程。

4. 参观典型焊接结构的放样号料过程。

5. 参观切割设备(剪切设备、气割设备等)及切割操作过程。

6. 参观坡口的气割和机械加工过程。

7. 参观成形加工设备并参观焊接结构的成形加工过程。

8. 分别参观简单结构和复杂结构的装焊过程。

四、注意事项

1. 在参观期间, 学生必须服从老师的安排。

2. 本课题的内容只要求学生参观认识, 目的是给刚入校的学生建立专业学习的直观印象, 激发学习兴趣。因此, 在参观期间, 绝对禁止学生作任何操作。

3. 参观弧焊过程中, 要求学生戴好防护面罩, 以防灼伤眼睛, 同时, 要避免离焊接现场太近, 以防飞溅的焊渣伤人或烫坏衣物。

4. 参观前应加强安全教育, 禁止学生在参观时乱动乱摸。

5. 充分的实训准备, 是顺利完成实训内容的先决条件。

课题二 安全文明生产及劳动保护

【学习目标】

掌握焊工职业道德基本规范及职业守则；正确使用焊接劳动保护用品；能检查焊接、切割场地、设备及工夹具的安全性；熟悉焊工安全技术规范；了解焊接污染并能进行相应的劳动保护。

【所需设备、工具和材料】

1. 氧气瓶、氩气瓶、乙炔瓶。
2. 气体减压器。
3. 焊接防护用品。

【相关知识】

一、焊工职业道德

焊工职业道德是指从事焊工职业的人员在完成焊接及有关各项劳动的过程中，从思想到工作行为所必须遵守的焊接劳动道德规范和行为准则。在焊接劳动中，焊工遵守其职业道德，将有利于推动社会主义物质文明和精神文明建设，有利于焊接行业、企业的建设和发展，也有利于焊接人员自身素质的提高和自我发展。

焊工应遵守以下职业守则：

1. 遵守国家法律、法规与政策，以及企业的有关规章制度。
2. 爱岗敬业，忠于职守，认真自觉地履行各项职责。
3. 工作认真负责，严于律己，吃苦耐劳。
4. 刻苦钻研业务，重视岗位技能训练，认真学习专业知识，努力提高自身素质。
5. 谦虚谨慎，团结协作，主动配合工作。
6. 严格执行焊工工艺文件和岗位规程，重视安全生产，保证产品质量。
7. 坚持文明生产，创造清洁、文明、适宜的工作环境，塑造良好的企业形象。
8. 树立焊接污染意识，提高污染控制能力。

二、焊接安全知识

在焊接过程中，焊工要与电、可燃及易爆的气体、易燃的液体、压力容器等接触，焊接过程还会产生有害气体、烟尘、电弧光的辐射、焊接热源（电弧、气体火焰）的高温、高频磁场、噪声和射线等一些污染，有时还要在高处、水下、容器设备内部等特殊环境作业。因此，如果焊工不熟悉相应的安全操作知识，不注意安全操作规程，不注意污染控制，不重视劳动保护，就可能引起触电、灼伤、火灾、爆炸、中毒、窒息等事故，这不仅会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。

1. 预防触电的安全知识

每一位焊工都要和电打交道，防止触电便是头等重要的大事。通过人体的电流大小，决定于线路中的电压和人体电阻。人体电阻除人体自身的电阻外，还包括人所穿的衣服、鞋的电阻。干燥的衣服、鞋及干燥的工作场地，能使人体的电阻增大。人体的电阻约为 $800 \sim 50\,000 \Omega$ 。通过人体的电流大小不同，对人体的伤害轻重程度也不同。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。根据欧姆定律推算可知， 40 V 的电压就对人身有危险，而焊接工作场地所用的网络电压为 380 V 或 220 V ，焊机的空载电压一般也都在 60 V 以上。因此，焊工在工作时必须注意防止触电。

(1) 焊工要掌握有关电的基本知识，以及预防触电和触电后的急救方法等知识，严格遵守安全操作规程，防止触电事故的发生。

(2) 遇到焊工触电时，应先迅速切断电源，不可赤手去拉触电者，如果切断电源后触电者呈昏迷状态，应立即对其实施人工呼吸，直至送到医院为止。

(3) 推拉电源闸刀或接触带电物体时，手应干燥，且必须单手进行，以防电流通过双手构成回路造成触电事故。

(4) 在光线昏暗的场地或容器内操作时，使用的工作照明灯的安全电压应不大于 36 V ，高空作业或特别潮湿的场所，其安全电压不超过 12 V 。

(5) 焊工的工作服、手套和绝缘鞋应保持干燥。

(6) 在潮湿场地工作时，应用干燥的木板或橡胶板等绝缘物作垫板。

2. 预防火灾和爆炸的安全知识

焊接时，由于电弧及气体火焰温度很高，而且在焊接过程中有大量的金属火花飞溅物，焊接现场又可能存在氧气瓶、乙炔气瓶、氩气瓶等各种带压气瓶，如果稍有疏忽，就会引起火灾甚至爆炸。因此，焊工在工作时，为了防止火灾及爆炸事故的发生，必须采取以下一些安全措施：

(1) 焊接前应认真检查工作场地周围是否有易燃、易爆物品（如棉纱、油漆、汽油、煤油、木屑等），如有易燃、易爆的物品，应将其搬离焊接场地 10 m 以外。

(2) 在焊接作业时，应注意防止金属火花飞溅而引起火灾。

(3) 严禁设备在带压时焊接或气割，带压设备要先解除压力（卸压），并打开所有孔盖后方可焊接或气割，未卸压的设备严禁焊割操作，常压而密闭的设备也不允许进行焊割作业。

(4) 凡被化学物质或油脂污染的设备都应清洗后再进行焊割。如果是易燃、易爆或者有毒的污染物，更应彻底清洗，经有关部门检查，并填写动火证后，才能进行焊接或气割。

(5) 在进入容器内工作时，焊接或气割工具应随焊工同时进出，严禁将焊接或切割工具放在容器内而焊工擅自离去，以防混合气体燃烧和爆炸。

(6) 焊条头及焊后的焊件不能随便乱扔，要妥善管理，更不能扔在易燃、易爆物品的附近，以免发生火灾。

(7) 离开施焊现场时，应关闭电源、气源，并将火种熄灭。

3. 预防有害气体和烟尘中毒的安全知识

焊接作业时，焊工周围的空气常被一些有害气体及烟尘所污染，如氧化锰、氧化锌、氟化氢、一氧化碳和金属蒸气等。焊工长期呼吸这些烟尘和气体，对身体健康是不利的，因此

应采取下列措施：

(1) 焊接场地应有良好的通风，以便及时排出焊接形成的烟尘和有毒气体。可通过正确调节车间的侧窗和天窗，加强自然通风，或利用风机进行强制机械通风。

(2) 合理组织劳动布局，避免多名焊工拥挤在一起操作。

(3) 在容器内或狭小的地方焊接时，应充分注意通风排气工作。通风应用压缩空气，严禁使用氧气。

(4) 尽量扩大埋弧自动焊的使用范围，以代替焊条电弧焊。

4. 预防弧光辐射的安全知识

弧光辐射主要包括可见光、红外线、紫外线三种辐射。过强的可见光耀眼炫目；眼部受到红外线辐射，会感到强烈的灼伤和灼痛，发生闪光幻觉；紫外线对眼睛和皮肤有较大的刺激性，它能引起电光性炎眼，电光性炎眼的症状是眼睛疼痛，有沙粒感、多泪、畏光、怕风吹等。但电光性炎眼经治愈后一般不会留任何后遗症。皮肤受到紫外线照射时，先是痒、发红、触痛，以后变黑、脱皮。如果工作时注意防护，以上症状是不会发生的。因此，焊工应采取以下措施预防弧光辐射：

(1) 焊工必须使用有电焊防护玻璃的面罩。

(2) 面罩应该轻便、成形合适、耐热、不导电、不导热、不漏光。

(3) 焊工工作时，应穿白色帆布工作服，防止弧光灼伤皮肤。

(4) 操作引弧时，焊工应注意周围的工人，以免强烈弧光伤害他人眼睛。

(5) 在厂房内和人多的区域进行焊接时，尽可能地使用防护屏，避免周围人受弧光伤害。

(6) 重力焊或装配定位焊时，要特别注意弧光的伤害，因此要求焊工或装配工应戴防光眼镜。

三、焊接劳动保护

焊接劳动保护就是指为保障职工在劳动生产过程中的安全和健康而采取的一些相应措施。焊接劳动保护应贯穿在焊接工作的各个环节，能够采取的措施很多，但主要应从以下几方面着手：

1. 改进工艺

提高焊接机械化、自动化程度；推广采用单面焊双面成形工艺；采用水槽式等离子弧切割台或水射流切割技术；用无污染或污染较少的焊接方法（如埋弧焊和电阻焊等）来代替污染较严重的焊接方法（如焊条电弧焊、二氧化碳保护焊、氩弧焊和等离子弧焊等），这些方法对消除或减少污染、避免或减轻职业危害都是十分有利的。

2. 改变焊条

焊条电弧焊产生的烟尘和有害气体都来自焊条的药皮。所以，焊条药皮是该焊接方法的污染源。因而，改变焊条，减少发尘量和烟尘中致毒物质含量应从焊条药皮着手，这对减少或消除焊接污染，提高劳动保护是有直接意义的。例如，用低锰焊条代替高锰焊条，可减少烟尘中致毒物质（锰）的含量；采用低尘、低毒的碱性焊条代替普通焊条，可减少总发尘量和烟尘中的致毒物质含量。

3. 实行密闭化生产

所谓密闭化生产就是将污染源控制在一定的空间里，不让污染物向周围散发，从而起到

劳动保护的作用。例如,可将等离子弧堆焊工艺置于密闭罩内进行。密闭罩可用屏蔽材料制成,并连接排风系统,将弧光、有害气体、电焊烟尘限制在罩内,防止任意散发,再通过排风除尘系统进行妥善处理。

4. 使用个人防护用品

在焊接过程中,焊接操作人员必须穿戴个人防护用品。例如,工作服、工作帽、电焊面罩(或送风头盔)、护目镜、电焊手套、专用口罩、绝缘鞋及套袖等。进行高空焊接作业时,还需戴安全帽、安全带等。所有的安全防护用品必须符合国家标准,焊接操作人员要正确使用这些防护用品,不得随意穿戴,这也是加强焊工自我防护、加强焊接劳动保护的主要措施。

5. 采用通风除尘系统

在焊接过程中,焊接烟尘和有害气体是危害焊工健康的主要因素之一。因此,切实地作好施焊现场的通风除尘,是焊接劳动保护的极为重要的内容。如图1—7所示,焊接通风除尘是通过通风系统向车间送入新鲜空气,或将作业区域内的有害烟尘排出,从而降低作业区域空气中的烟尘及有害气体浓度,使其符合国家卫生标准,达到改善作业环境,保护焊工健康的目的。

应该强调的是,一个完整的通风除尘系统,不是简单地将车间内被污染的空气排出室外,而是将被污染的空气净化后排出室外,由此才能有效地防止对车间外大气的环境污染。

按焊接通风除尘的范围及空气流动动力的不同,通风方式可分为自然通风和机械通风两大类。自然通风是依靠车间内外空气温度所造成的热压,或者车间外风力作用在建筑物上所形成的风压,使车间内的空气和车间外的空气进行交换的一种通风方式,其通风量随气象条件而发生变化。机械通风是用通风机产生的动力来进行换气的方式,其风量、风压不受气象条件的影响,比较稳定,对空气的处理也较方便。焊接机械通风可采取局部通风和全面通风两种形式。从环保及劳动保护的复合角度考虑,局部排风和局部送风的焊接局部通风措施中,局部排风方式得到广泛重视和采用;而全面排风和全面送风的通风措施中,以全面排风方式较为合适。因此,下面就介绍局部排风系统和全面排风系统。

(1) 局部排风系统 在施焊作业点安装的排除烟尘和有害气体的系统称为局部排风系统,它由排气罩、风管、净化装置及风机四部分组成,如图1—8所示。



图1—7 焊接现场机械通风系统

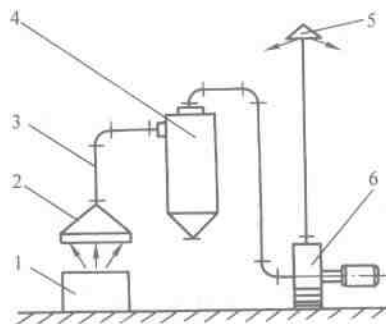


图1—8 机械局部排风系统

1—施焊场地 2—排气罩 3—风管
4—净化装置 5—风帽 6—风机