



中等职业教育焊接专业规划教材

# 焊工工艺学

HANGONG GONGYIXUE

许莹 / 主编



赠电子教案



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

[www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

中等职业教育焊接专业规划教材

# 焊工工艺学

主编 许莹  
参编 张刚三 刘万山 隋洪波  
裘红军 关雪寒 赵大志  
主审 李桓



机械工业出版社

本书共分十二章, 主要内容包括气焊与气割、焊接电弧与弧焊电源、焊条电弧焊、金属熔焊过程、埋弧焊、气体保护电弧焊、等离子弧焊接与切割、电阻焊与钎焊、其他焊接方法、焊接应力与变形、各种金属材料的焊接和焊接检验。为便于教学, 每章节之后安排“思考与练习”并兼顾了中级焊工考证的考点。本书另外配备了电子教案和习题答案, 选用本书作为教材的教师可来电(010-88379201)索取, 或登录 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com) 注册免费下载。

本书主要用作中职、技工学校焊接专业的教学用书, 也可作为各类焊接培训及读者自学用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

焊工工艺学/许莹主编. —北京: 机械工业出版社, 2009.6  
中等职业教育焊接专业规划教材  
ISBN 978-7-111-27463-6

I. 焊... II. 许... III. 焊接工艺 - 专业学校 - 教材 IV. TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 105621 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
策划编辑: 齐志则 责任编辑: 齐志刚 版式设计: 张世琴  
责任校对: 樊钟英 封面设计: 鞠 杨 责任印制: 杨 曦  
唐山丰电印务有限公司印刷  
2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷  
184mm × 260mm · 12.25 印张 · 298 千字  
0 001—4000 册  
标准书号: ISBN 978-7-111-27463-6  
定价: 22.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换  
销售服务热线电话: (010) 68326294  
购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643  
编辑热线电话: (010) 88379182  
封面无防伪标均为盗版

# 前 言

本教材是结合中等职业教育教学实践和职业技能鉴定的需求,根据中等职业学校深化教学改革对教材建设的要求以及学生的特点而编写的。

焊接作为一种重要的连接方法,已被广泛应用于国民生产的各个方面。随着现代工业生产的需要和科学技术的迅猛发展,焊接技术在发生着日新月异的变化,新材料、新工艺、新方法的不断涌现,对焊接人才的培养也提出了更高的要求。中等职业学校的培养目标是培养综合素质高、动手能力强的技能型人才。因此本教材在编写过程中,遵循中等职业学校学生的认知规律,充分汲取中等职业学校焊接专业的教学经验,力求突出专业知识的实用性、先进性和针对性,同时还考虑到职业技能鉴定的需求,从而提高学生在劳动力市场上的竞争能力。

本教材内容主要包括各种焊接方法及工艺、焊接冶金基础知识、常用金属材料焊接性及焊接检验知识。在知识结构的安排和表达方式上,由浅入深、循序渐进、语言简洁、通俗易懂,具有较强的可读性。为便于教学,本书配备了电子教案,选择本书作为教材的教师可来电索取(010-88379201),或登录 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com) 网站注册、免费下载。

本教材共有十二章,参加编写工作的有许莹、张刚三、刘万山、隋洪波、裘红军、关雪寒、赵大志等,全书由吉林机械工业学校许莹任主编并统稿,天津大学李桓教授担任主审。

本书主要用作中职、技工学校焊接专业的教学用书,也适合作为社会各类焊接培训班及读者自学用书。由于编者水平有限和时间仓促,书中一定有欠妥之处,望广大读者批评指正。



# 目 录

前言		
绪论	1	
第一章 气焊与气割	4	
第一节 气焊与气割概述	4	
第二节 气焊与气割用材料	5	
第三节 气焊与气割设备及工具	6	
第四节 气焊与气割工艺	13	
【思考与练习】	16	
第二章 焊接电弧与弧焊电源	18	
第一节 焊接电弧	18	
第二节 焊接电弧的组成及静特性	19	
第三节 焊接电弧的稳定性	21	
第四节 对弧焊电源的基本要求	23	
第五节 常用弧焊电源	25	
【思考与练习】	29	
第三章 焊条电弧焊	32	
第一节 焊条	32	
第二节 焊接接头及坡口	42	
第三节 焊缝符号和焊接方法代号	44	
第四节 焊条电弧焊焊接参数	52	
第五节 焊条电弧焊常见焊接缺陷及 防止措施	54	
【思考与练习】	58	
第四章 金属熔焊过程	62	
第一节 焊条、焊丝金属向母材的过渡	62	
第二节 焊接化学冶金过程	64	
第三节 焊缝结晶	67	
第四节 焊接热影响区组织与性能	68	
【思考与练习】	71	
第五章 埋弧焊	73	
第一节 埋弧焊概述	73	
第二节 埋弧焊的自动调节	74	
第三节 埋弧焊机	76	
第四节 埋弧焊的焊接材料	79	
第五节 埋弧焊的焊接参数	83	
【思考与练习】	86	
第六章 气体保护电弧焊	88	
第一节 气体保护电弧焊概述	88	
第二节 CO <sub>2</sub> 气体保护焊	89	
第三节 氩弧焊	98	
第四节 熔化极活性混合气体保护焊	105	
第五节 特种气体保护电弧焊	107	
【思考与练习】	110	
第七章 等离子弧焊接与切割	113	
第一节 等离子弧的形成及特性	113	
第二节 等离子弧切割	115	
第三节 等离子弧焊接	118	
第四节 粉末等离子弧堆焊及喷涂	120	
【思考与练习】	121	
第八章 电阻焊与钎焊	123	
第一节 电阻焊	123	
第二节 钎焊	127	
【思考与练习】	129	
第九章 其他焊接方法	131	
第一节 电渣焊与爆炸焊	131	
第二节 先进焊接方法简介	133	
【思考与练习】	137	
第十章 焊接应力与变形	138	
第一节 焊接应力与变形产生的原因及 形式	138	
第二节 控制焊接残余变形的工艺措施和 矫正方法	140	
第三节 减少和消除焊接残余应力的 工艺措施和方法	144	
【思考与练习】	146	
第十一章 各种金属材料的焊接	149	
第一节 金属材料的焊接性	149	
第二节 碳素钢的焊接	150	
第三节 低合金高强度结构钢的焊接	152	
第四节 珠光体耐热钢的焊接	156	
第五节 低温钢的焊接	158	
第六节 不锈钢的焊接	161	



第七节 铸铁的焊补 .....	165	第一节 检验方法分类 .....	177
第八节 铝及铝合金的焊接 .....	168	第二节 非破坏性检验方法 .....	178
第九节 铜及铜合金的焊接 .....	172	第三节 破坏性检验方法 .....	182
【思考与练习】 .....	174	【思考与练习】 .....	184
第十二章 焊接检验 .....	177	参考文献 .....	187

# 绪 论

## 一、焊接的概念和分类

在机械制造工业中，金属结构采用的连接方法主要有两大类：一类是可拆卸的连接，拆卸时零件基本上不破坏，如螺栓、键、销等的联接；另一类是永久的连接，其拆卸只有在毁坏零件后才能实现，如铆接、焊接等。而焊接是工业生产中将零件（或构件）连接起来最常用的一种加工方法。它不仅可以连接金属，也可连接玻璃、塑料、陶瓷等非金属。

焊接就是将两种或两种以上同种或异种材料通过原子或分子之间的结合和扩散连接成一体的工艺过程。

促使原子或分子间产生结合和扩散的方法是加热或加压，或同时加热又加压。按照母材金属焊接时所处状态和工艺特点，可以把焊接方法分为熔焊、压焊和钎焊三类。

1) 熔焊是在焊接过程中，将待焊处的母材金属熔化以形成焊缝的焊接方法。

2) 压焊是在焊接过程中，必须对焊件施加压力（加热或不加热），以完成焊接的方法，在施加压力的同时，被焊金属接触处可以加热至熔化状态，如点焊和缝焊；也可以加热至塑性状态，如电阻对焊、锻焊和摩擦焊；也可以不加热，如冷压焊和爆炸焊等。

3) 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，低于母材熔化温度，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，常见的有烙铁钎焊、火焰钎焊等。

目前焊接方法的分类如图 0-1 所示。

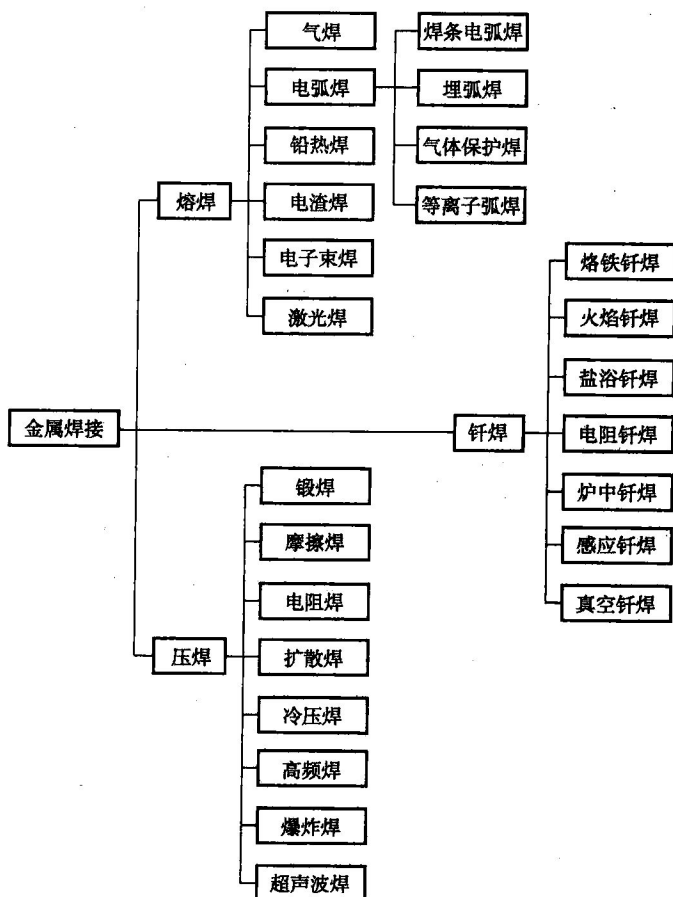
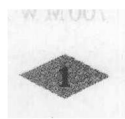


图 0-1 焊接方法的分类





## 二、焊接结构的优缺点

### 1. 优点

焊接结构与铆接结构、铸件及锻件相比，具有下列优点：

- 1) 重量轻，节省金属。根据大量的实践证明，焊接结构比铆接结构节省金属 15% ~ 20%；比铸铁件节省金属 30% ~ 40%；比铸钢件节省金属 30% 左右；比锻件也有不同程度的节省。
- 2) 与铆接和铸件相比，焊接结构强度高，接头密封性好。
- 3) 焊接结构劳动量小，生产率高，加工和装配容易，可以多人同时焊接。
- 4) 焊接时噪声小，劳动条件较好。
- 5) 容易实现机械化和自动化。

### 2. 缺点

焊接不足之处，首先是焊接容易引起变形和产生内应力，焊后有时要作校正处理，对重要构件还要进行焊后热处理，以改善焊缝组织和消除内应力；其次是某些焊接方法会产生强光或有害气体和烟尘，必须采取相应的劳保措施，以保护工人的身体健康。另外，有些先进的焊接方法的设备相当昂贵。

## 三、焊接技术的现状和展望

焊接技术是现代工业高质量、高效率制造技术中不可缺少的一种加工技术。焊接制造工艺具有多学科综合技术的特点，使得焊接技术能够更多、更快地融入最新科学技术的成就而具有时代发展的特征。

我国是世界上最早应用焊接技术的国家之一。远在战国时期，铜器的本体、耳、足就是利用钎焊连接的。明代科学家宋应星所著的《天工开物》一书中叙述：“凡铁性逐节粘合，涂上黄泥于接口之上，入火挥槌，泥滓成枵而去，取其神气为媒合，胶结之后，非灼红斧斩，永不可断也。”证明当时已经懂得在锻焊时使用焊剂，以获得质量较高的焊接接头。我们的祖先为古老的焊接技术发展史留下了光辉的一页。

在 19 世纪末期电力生产得到发展以后，人们有条件研究电弧的实际应用，近代焊接技术才得到不断发展的。从 1882 年发明电弧焊到现在已有百余年的历史，在电弧焊的初期，不成熟的焊接工艺使焊接在生产中的应用受到限制。直到 20 世纪 40 年代，焊接技术的发展迈进了一个新的历史阶段，特别是进入 50 年代之后，新的焊接方法以前所未有的发展速度相继研究成功，如用电弧作热源的 CO<sub>2</sub> 焊（1953 年）和等离子弧焊（1957 年）；属于其他热源的电渣焊（1951 年）、超声波焊（1956 年）、电子束焊（1956 年）、摩擦焊（1957 年）、爆炸焊（1963 年）、脉冲激光焊（1965 年）和连续激光焊（1970 年）等。到目前为止，基本的焊接方法已多达 20 余种。此外还有多种派生出来的焊接方法，例如活性气体保护焊、各种形式的脉冲电弧焊、窄间隙焊、搅拌摩擦焊和全位置焊等。

近几年来，中国制造业焊接技术的创新和进步举世瞩目，焊接技术在国民经济建设和社会发展中起着无可替代的作用。焊接技术的应用已遍及航空、造船、化工、电力、桥梁、建筑等各行各业，例如，中国第一艘 30 万 t 超大型原油船（长 333m，宽 58m）、三峡水电站 700MW 水轮机转轮（世界最大、最重的铸-焊结构转轮）、千吨级加氢反应器、神州六号飞



船、神州七号飞船、西气东输工程、“鸟巢”工程（用钢量最多、规模最大，施工难度最大的全焊钢结构体育场馆）、国家大剧院（世界最大的穹顶建筑）等。

焊接技术的发展趋势是“发展高效、自动化、智能型、节能、环保型的焊接，并适应21世纪新型工程材料发展趋势的焊接工艺、设备和耗材”，据工业发达国家统计，每年用于制造焊接结构的钢材占钢总产量的70%左右。焊接工作量越来越大，对焊接技术要求也越来越严格，我们必须加倍努力，刻苦钻研，为发展我国的焊接技术贡献力量。

#### 四、学习内容及要求

本教材主要包括三部分学习内容：焊接基本理论知识，各种基本焊接方法的原理、特点及工艺，金属的焊接性及焊接检验问题。

“焊工工艺学”是焊接专业的主要专业课，也是一门实践性很强的课程，学习时注意与其他课程和生产实习相配合，要理论与实践结合，通过实践深化所学知识。期望通过本课程和相关课程的学习，能够较熟练地从事焊接技术工作。

#### 【思考与练习】



##### 一、判断题

1. 焊接是一种可拆卸的连接方式。( )
2. 铆接不是永久性连接方式。( )
3. 焊接只能将金属材料永久地连接起来，而不能将非金属材料永久性地连接起来。( )
4. 压焊是依靠对焊件施加压力进行焊接，而不能加热。( )
5. 电阻焊是常用的压焊方法。( )

##### 二、简答题

1. 什么是焊接？焊接方法分为哪几类？各有何特点？
2. 焊接与铆接、铸造等方法相比有哪些优缺点？
3. 如何能学好“焊工工艺学”这门课程？

# 第一章 气焊与气割

**【学习指南】** 气焊与气割都是利用气体火焰进行金属材料的焊接与切割，是金属材料热加工常用的工艺方法之一。本章主要介绍气焊与气割的原理、特点、应用及所用材料、设备和工艺等。

## 第一节 气焊与气割概述

### 一、气焊基本原理、特点及应用

#### 1. 气焊原理

气焊是利用可燃气体和助燃气体通过焊炬按一定比例混合，熔化被焊金属和填充焊丝，使其形成牢固焊接接头。气焊过程如图 1-1 所示。

#### 2. 气焊的特点及应用

气焊设备简单、成本低、操作方便，在无电力供应的地区可以方便地进行焊接，但由于气焊热量分散，热影响区及变形大，因此气焊接头质量不如焊条电弧焊容易保证。目前，气焊主要应用于非铁金属及铸铁的焊接和修复，碳钢薄板及小直径管道的焊接。气焊火焰还可用于钎焊、火焰矫正等。

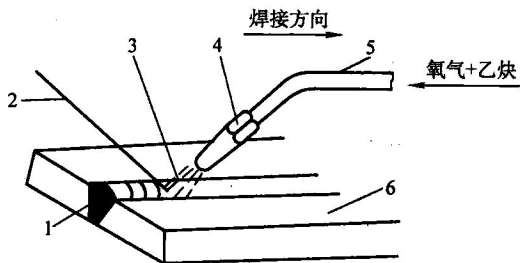


图 1-1 气焊过程示意图

1—焊缝 2—焊丝 3—气焊火焰 4—焊嘴  
5—焊炬 6—焊件

### 二、气割基本原理、条件、特点及应用

#### 1. 气割原理

气割是利用气体火焰热能，将工件切割处预热到燃烧温度后，喷出高速切割氧气流，使其燃烧并放出热量，从而实现切割的方法。

气割过程包括预热、燃烧、吹渣三个阶段。其实质是铁在纯氧中的燃烧过程，而不是熔化过程。

#### 2. 气割条件

金属进行氧气气割需符合下列条件：



1) 金属材料在纯氧中的燃点应低于其熔点, 否则金属材料在未燃烧之前就熔化了, 不能实现切割。

2) 金属氧化物的熔点必须低于金属的熔点, 这样的氧化物才能以液体状态从切口处被吹除。

3) 金属材料在切割氧中燃烧时应是放热反应, 如是吸热反应, 下层金属得不到预热, 气割无法继续下去。

4) 金属材料的导热性应小, 导热太快, 会使金属切口温度很难达到燃点。

5) 金属材料中含阻碍气割过程的元素(如碳、铬、硅等)和易淬硬的杂质(如钨、钼等)应少, 以保证气割正常进行及不产生裂纹等缺陷。

符合上述条件的金属材料有低碳钢、中碳钢和低合金钢等。目前, 如铸铁、不锈钢、铝和铜及其合金因不符合气割条件, 均只能采用等离子切割、激光切割等其他方法。

### 3. 气割的特点及应用

气割的效率高、成本低、设备简单, 切割厚度可达 300 mm 以上, 并能在各种位置进行切割和在钢板上切割各种外形复杂的零件, 因此, 广泛地用于钢板下料、开焊接坡口等。

## 第二节 气焊与气割用材料

### 一、氧气

氧气本身虽不燃烧, 但具有强烈的助燃作用。在高压或高温下的氧气与油脂等易燃物接触时, 能引起强烈燃烧和爆炸, 因此在使用氧气时, 切不可使氧气瓶阀、减压器、焊炬、割炬及氧气胶管等沾上油脂。

氧气的纯度对气焊与气割的质量和效率有很大的影响, 生产上用于气焊的氧气纯度要求在 99.2% 以上, 用于气割的氧气纯度要求在 98.5% 以上。

### 二、乙炔

乙炔是由电石(碳化钙)和水相互作用而得到的一种无色、带有臭味的碳氢化合物, 化学分子式为  $C_2H_2$ 。

乙炔是可燃性气体, 与氧气混合燃烧的火焰温度可达  $3000 \sim 3300^\circ C$ , 同时它也是一种具有爆炸性的危险气体, 在一定压力和温度下很容易发生爆炸, 因此使用乙炔时必须注意安全。乙炔与铜或银长期接触后会生成爆炸性的化合物, 凡是与乙炔接触的器具、设备, 都不能用纯铜或含铜量超过 70% 以上的铜合金制造。

### 三、液化石油气

液化石油气是一种略带臭味、无色的可燃气体, 它是油田开发或炼油厂裂化石油的副产品, 主要成分是丙烷、丁烷等碳氢化合物。在常温常压下, 它以气态形式存在, 如果加压到  $0.8 \sim 1.5 MPa$ , 就会变成液态, 便于装入瓶中储存和运输。

液化石油气与乙炔一样, 与空气或氧气混合后具有爆炸性。其燃烧的火焰温度可达  $2800 \sim 2850^\circ C$ , 比乙炔的火焰温度低, 而且完全燃烧所需的氧气量也比乙炔多。由于液化石





油气价格低廉，比乙炔安全，质量较好，用它来代替乙炔进行金属切割和焊接具有一定的经济意义。

#### 四、汽油

汽油是一种液体燃料，它以液体形式储存于防爆储油箱内，与氧气混合燃烧的火焰温度可达 3000~3300℃，与乙炔、丙烷、液化石油气相比可节省成本 50%~80%，并且焊接、切割质量好。汽油作为燃料时，油箱内无需加压，因其内装有单向阀可自动调节储油箱内正负压力，故操作简单、安全防爆，并且经济、环保。使用汽油进行气割（或气焊）是新生代技术，其独特的优势具有广阔应用前景。

#### 五、焊丝

焊丝是气焊时起填充作用的金属丝。常用焊丝有碳钢焊丝、低合金钢焊丝、不锈钢焊丝、铸铁焊丝、铜及铜合金焊丝、铝及铝合金焊丝等。焊丝使用前应清除表面上的油、锈等污物。

#### 六、焊剂

焊剂是焊接时的辅助熔剂。其作用是与熔池内的金属氧化物或非金属夹杂物相互作用生成熔渣，覆盖在熔池表面，减少有害气体侵入，改善焊缝质量。

焊剂可预先涂在焊件的待焊处或焊丝上，也可以在气焊过程中使高温的焊丝端部沾上焊剂，再添加到熔池中。常用气焊焊剂的种类、用途及性能见表 1-1。

表 1-1 常用气焊焊剂的种类、用途及性能

牌 号	名 称	适用材料	基本性能
CJ101	不锈钢及耐热钢焊剂	不锈钢及耐热钢	熔点约为 900℃，有良好的润湿作用，能防止熔化金属被氧化，焊后熔渣易清除
CJ201	铸铁焊剂	铸铁	熔点约为 650℃，呈碱性反应，有潮解性，能有效地去除铸铁在气焊时产生的硅酸盐和氧化物，可加速金属熔化
CJ301	铜焊剂	铜及铜合金	熔点约为 650℃，呈酸性反应，能溶解氧化铜和氧化亚铜
CJ401	铝焊剂	铝及铝合金	熔点约为 560℃，呈碱性反应，能有效地破坏氧化铝膜，因具有潮解性，在空气中能引起铝的腐蚀，焊后必须将熔渣清除干净

### 第三节 气焊与气割设备及工具

气焊、气割设备及工具主要有氧气瓶、乙炔瓶、减压器、氧气管、焊炬、割炬等。气割所用的乙炔瓶、氧气瓶和减压器与气焊相同，其组成如图 1-2 所示。了解这些设备和工具的原理，对正确而安全地使用它们具有实际指导意义。

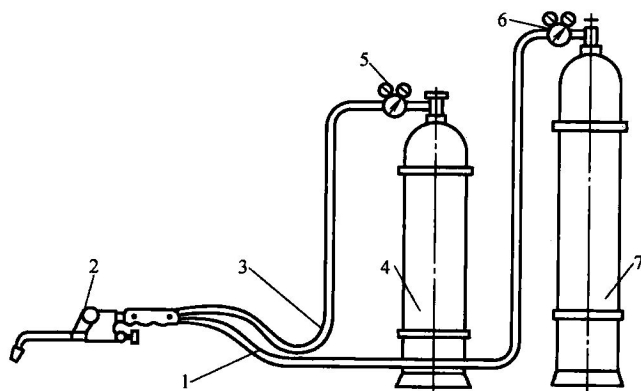


图 1-2 气焊、气割设备和工具的连接

1—氧气胶管 2—焊炬或割炬 3—乙炔胶管 4—乙炔瓶  
5、6—减压器 7—氧气瓶

## 一、氧气瓶

氧气瓶用合金钢经热挤压制成，瓶体外表涂蓝色油漆，并用黑漆标注“氧气”字样。国内常用氧气瓶的容积为 40L，在 15MPa 压力下可储存 6000L 的氧气，其构造如图 1-3 所示。

瓶阀是控制氧气瓶内氧气进出的阀门，使用时手轮逆时针旋转瓶阀开启，顺时针旋转瓶阀关闭。由于氧气是极活泼的助燃气体，瓶内压力高，使用时应注意安全，严格遵守以下使用规则：

1) 氧气瓶严禁与油脂接触。不允许用沾有油污的手或手套去搬运或开启瓶阀，以免发生事故。

2) 夏季使用氧气瓶应遮阳防晒晒，以免瓶内气体膨胀超压而爆炸。

3) 氧气瓶应远离易燃易爆物品，不要靠近明火或热源，其安全距离应在 10m 以上，与乙炔瓶的距离不小于 3m。

4) 氧气瓶一般应直立放置，安放要稳固，防止倾倒。取瓶帽时，只能用手或扳手旋取，禁止用铁锤等敲击。

5) 冬季要防止冻结，如遇瓶阀或减压阀冻结，只能用热水或蒸汽解冻，严禁用明火直接加热。

6) 氧气瓶内的氧气不应全部用完，最后要留 0.1MPa 的余压，以防其他气体进入瓶内。

7) 氧气瓶运输时要检查防振胶圈是否完好，应避免互相碰撞。不能与可燃气体的气瓶、油料等同车运输。

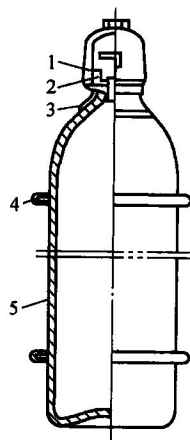


图 1-3 氧气瓶的构造

1—瓶帽 2—瓶阀 3—瓶钳  
4—防振橡胶圈 5—瓶体

## 二、乙炔瓶

乙炔瓶是由低合金钢板经轧制焊接而成，是一种储存和运输乙炔的容器。瓶体外面涂成白色，并标注红色“乙炔”、“不可近火”字样。瓶内最高压力为 1.5MPa，其构造如图 1-4 所示。乙炔瓶内装着浸满丙酮的固态填料，能使乙炔稳定而安全地储存在乙炔瓶内。乙炔瓶



阀内活门的开启、关闭应使用方孔套筒扳手，当方孔套筒扳手逆时针方向旋转时，活门向上移动而开启瓶阀，反之则关闭瓶阀。乙炔瓶操作方便、安全卫生，目前已取代用电石和水相互作用制取乙炔的乙炔发生器。

由于乙炔是易燃、易爆气体，使用中除必须遵守氧气瓶的使用规则外，还应严格遵守以下使用规则：

1) 乙炔瓶应直立放置，不准倒卧，以防瓶内丙酮随乙炔流出而发生危险。

2) 乙炔瓶体表面温度不得超过 40℃，因为温度过高会降低丙酮对乙炔的溶解度，而使瓶内的乙炔压力急剧增高。

3) 乙炔瓶应避免撞击和振动，以免瓶内填料下沉而形成空洞。

4) 使用前应仔细检查乙炔减压器与乙炔瓶的瓶阀连接是否可靠，应确保连接处紧密。严禁在漏气的情况下使用，否则乙炔与空气混合，极易发生爆炸事故。

5) 存放乙炔瓶的地方，要求通风良好。乙炔瓶与明火之间的距离，要求在 10m 以上。

6) 乙炔瓶内的乙炔不可全部用完，当高压表的读数为零，低压表的读数为 0.01 ~ 0.03MPa 时，应立即关闭瓶阀。

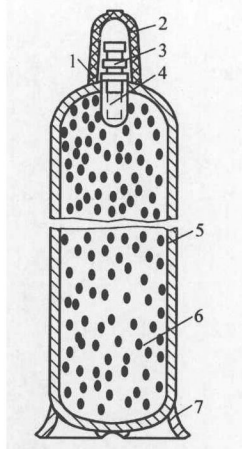


图 1-4 乙炔瓶的构造

- 1—瓶口 2—瓶帽
- 3—瓶阀 4—石棉
- 5—瓶体 6—多孔填料
- 7—瓶底

### 三、减压器

减压器是将气瓶内的高压气体降为工作时的低压气体（氧气工作压力一般为 0.1 ~ 0.4MPa，乙炔工作压力不超过 0.15MPa）的调节装置，同时也能起到稳压的作用。

减压器按用途不同可分为氧气减压器和乙炔减压器；按构造不同可分为单级式和双级式两类；按工作原理不同可分为正作用式和反作用式两类。目前常用的是单级反作用式减压器。

#### 1. 乙炔减压器的基本结构

单级反作用式乙炔减压器外部构造如图 1-5 所示。焊工平常操作部分是出气口 1、调压手柄（手轮）2、安全阀 3、进气口 6。焊工必须观察的是低压表 4 和高压表 5。

#### 2. 氧气减压器、丙烷减压器的基本结构

氧气减压器、丙烷减压器的构造、工作原理及使用方法和乙炔减压器相同，主要不同的是由于乙炔瓶的阀体侧没有连接减压器的接头，因此必须使用带有夹环的乙炔减压器，并起到安全保护作用如图 1-6 所示。

#### 3. 使用步骤

1) 将夹环装在乙炔减压器上，使连接管伸出一定长度（10 ~ 15mm）。

2) 将装有减压器的夹环从乙炔瓶阀的上面套在瓶阀上，连接管对准瓶阀出气口的密封圈，旋紧紧固螺栓。

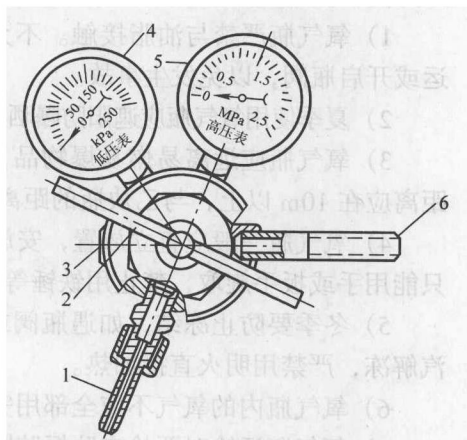


图 1-5 单级反作用式乙炔减压器

- 1—出气口 2—调压手柄 3—安全阀
- 4—低压表 5—高压表 6—进气口



3) 旋松调压手柄(原来应是已调松状态),用专用扳手打开乙炔瓶阀,观察乙炔减压器的高压表,指针应指向 1.6MPa 以下。

顺时针方向缓慢旋转调压手柄,乙炔减压器的低压表指针顺时针偏转,调到所需要的气压(一般是 0.05~0.1MPa)后停止。

工作结束后,熄火,关闭乙炔气瓶的瓶阀,将乙炔减压器的调压手柄顺时针旋转,打开焊炬的乙炔阀将管内的余气放掉再关好,此时低压表的指示应为零。

液化石油气减压器可使用一般民用减压器稍加改制即可,另外也可以直接使用丙烷减压器。如果用乙炔瓶灌装液化石油气,则可使用乙炔减压器。

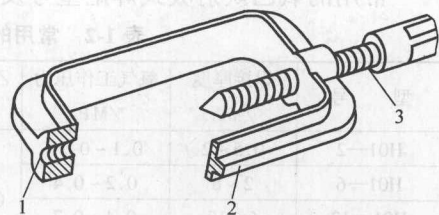


图 1-6 乙炔减压器夹环

1—减压器接口 2—夹环 3—紧固螺栓

## 四、焊炬

### 1. 焊炬的作用及分类

焊炬的作用是使可燃气体与氧按需要的比例在焊炬中混合均匀,并由一定孔径的焊嘴喷出,进行燃烧以形成一定能率和性质的稳定的焊接火焰。焊炬又称焊枪,它在构造上应安全可靠,尺寸小,质量小,调节方便。

焊炬按可燃气体进入混合室的方式不同,可分为射吸式焊炬(也称低压焊炬)和等压式焊炬(也称中压式焊炬)两种。等压式焊炬使用的氧、乙炔气压力相近,乙炔压力较高,不易回火,但不能用于乙炔瓶输出的低压乙炔,所以,目前常用的是射吸式焊炬。

### 2. 射吸式焊炬的构造及原理

射吸式焊炬的构造如图 1-7 所示。

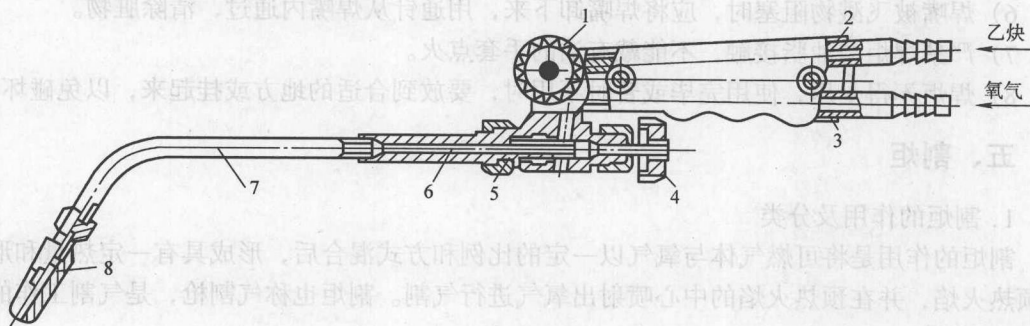


图 1-7 射吸式焊炬的构造

1—乙炔阀 2—乙炔管接头 3—氧气管接头 4—氧气阀 5—喷嘴 6—射吸管 7—混合气管 8—焊嘴

施焊时,打开氧气阀 4,氧气从喷嘴 5 快速射出,并在喷嘴外围造成负压,产生吸力;再打开乙炔阀 1,乙炔气即聚集在喷嘴的外围。由于氧气射流负压的作用,聚集在喷嘴外围的乙炔气即被氧气吸出,并按一定的比例与氧气混合,经过射吸管 6、混合气管 7 后从焊嘴 8 喷出。

射吸式焊炬既可使用中压乙炔,又可使用乙炔瓶输出的低压乙炔,但缺点是焊接过程中焊炬温度升高后,会使乙炔流入量减少,火焰变成氧化焰,因此常需重新调整火焰或把焊嘴和混合管浸入水中冷却。



常用的氧乙炔射吸式焊炬型号及有关参数见表 1-2。

表 1-2 常用的氧乙炔射吸式焊炬型号及有关参数

型 号	焊接厚度 /mm	氧气工作压力 /MPa	乙炔使用压力 /MPa	可换焊嘴 个数	焊嘴孔径/mm				
					1	2	3	4	5
H01—2	0.5~2	0.1~0.25	0.001~0.10	5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
H01—6	2~6	0.2~0.4			0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
H01—12	6~12	0.4~0.7			1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
H01—20	12~20	0.6~0.8			2.4	2.6	2.8	3.0	3.2

注：型号中 H 表示焊炬，O 表示操作方式为手工，1 表示射吸式，后缀数字表示可焊接的最大厚度，单位为 mm。

### 3. 焊炬的安全使用

1) 根据焊件的厚度选用合适的焊炬及焊嘴，并组装好。焊炬的氧气管接头必须接得牢固。乙炔管接头又不要接得太紧，以不漏气又容易插上、拉下为准。

2) 焊炬使用前要检查射吸情况。先接上氧气胶管，但不接乙炔胶管，打开氧气和乙炔阀，用手指按在乙炔进气管的接头上，如在手指上感到有吸力，说明射吸能力正常；如没有射吸力，则不能使用。

3) 检查焊炬的射吸能力后，把乙炔胶管接上，同时把乙炔管接头接好，检查各部位有无漏气现象。

4) 检查合格后才能点火，点火后要随即调整火焰的大小和形状。如果火焰不正常，或有灭火现象时，应检查焊炬通道及焊嘴有无漏气及堵塞。在大多数情况下，灭火是乙炔压力过低或通路有空气等原因造成的。

5) 停止使用时，先关乙炔阀，后关氧气阀，以防止火焰回烧和产生黑烟。当发生回火时，应迅速关闭乙炔和氧气阀。待回火熄灭后，将焊嘴放入水中冷却，然后打开氧气吹除焊炬内的烟灰，再重新点火。此外，在紧急情况下可将焊炬上的乙炔胶管拔下来。

6) 焊嘴被飞溅物阻塞时，应将焊嘴卸下来，用通针从焊嘴内通过，清除脏物。

7) 严禁焊炬与油脂接触，不能戴有油的手套点火。

8) 焊炬不得受压，使用完毕或暂时不用时，要放到合适的地方或挂起来，以免碰坏。

## 五、割炬

### 1. 割炬的作用及分类

割炬的作用是将可燃气体与氧气以一定的比例和方式混合后，形成具有一定热量和形状的预热火焰，并在预热火焰的中心喷射出氧气进行气割。割炬也称气割枪，是气割工作的主要工具。

割炬按用途不同可分为普通割炬、重型割炬、焊割两用炬等；按可燃气体进入混合室的方式不同，可分为射吸式割炬（也称低压割炬）和等压式割炬（也称中压式割炬）两种。目前常用的是射吸式割炬。

### 2. 射吸式割炬的构造及工作原理

射吸式割炬的构造如图 1-8 所示。

这种割炬的结构是以射吸式焊炬为基础，增加了切割氧气管和切割氧气调节阀，并采用专门的割嘴，割嘴的中心是切割氧的通道，预热火焰均匀地分布在它的周围。割嘴根据具体结构不同，可分为组合式（环形）割嘴和整体式（梅花形）割嘴，如图 1-9 所示。

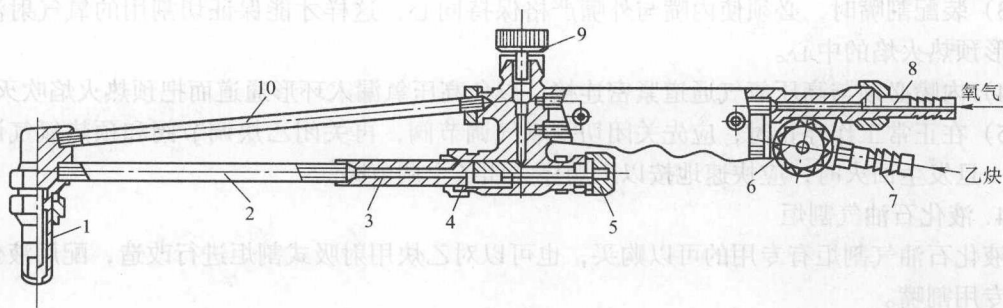


图 1-8 射吸式割炬的构造

1—割嘴 2—混合气管 3—射吸管 4—喷嘴 5—预热氧气调节阀 6—乙炔调节阀 7—乙炔管接头  
8—氧气管接头 9—切割氧气调节阀 10—切割氧气管

气割时，先开启预热氧气调节阀 5，再打开乙炔调节阀 6，使氧气与乙炔混合后，从割嘴 1 喷出并立即点火。待割件预热至燃点时，即开启切割氧气调节阀 9。此时高速切割氧气流由割嘴的中心孔喷出，将割缝处的金属氧化并吹除。

常用的射吸式割炬型号及有关参数见表 1-3。

### 3. 割炬的安全使用

焊炬的安全使用方法基本上也适用于割炬，此外还应注意以下几方面：

1) 在切割前要注意将工件表面上的漆皮、铁锈和油水污物等加以清理，以防油漆燃着爆溅伤人。在水泥地面切割时，应垫高工件，防止水泥地面受热爆溅伤人。

2) 进行切割时，飞溅出来的金属微粒与熔渣微粒很多，割嘴的喷孔很容易被堵塞，因此，应该经常用通针通，以免发生回火。

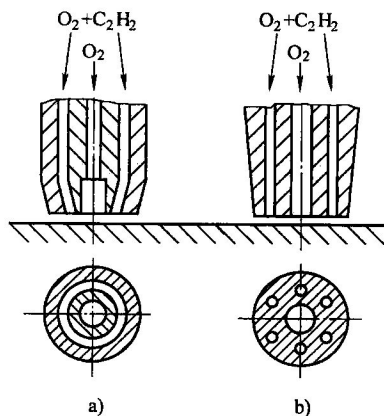


图 1-9 割嘴的形状

a) 环形 b) 梅花形

表 1-3 常用的射吸式割炬型号及有关参数

型 号	配用割嘴	割嘴形式	切割氧孔径 /mm	切割厚度范围 /mm	氧气压力 /kPa	气体消耗量/(L/h)	
						氧气	乙炔
G01—30	1	环形	0.7	3 ~ 10	196 ~ 294	800 ~ 2200	210
	2		0.9	10 ~ 20			240
	3		1.0	20 ~ 30			310
G01—100	1	梅花形	1.0	16 ~ 25	294 ~ 490	2200 ~ 7300	350 ~ 400
	2		1.3	25 ~ 50			400 ~ 500
	3		1.6	50 ~ 100			500 ~ 600
G01—300	1	梅花形	1.8	100 ~ 150	490 ~ 637	9000 ~ 14000	680 ~ 780
	2		2.2	150 ~ 200			800 ~ 1100
	3	环形	2.6	200 ~ 250	784 ~ 900	14500 ~ 26000	1150 ~ 1200
	4		3.0	250 ~ 300			1250 ~ 1600

注：1. 气体消耗量为参考数据。

2. 型号中 G 表示割炬，01 表示射吸式，后缀数字表示切割的最大厚度。