

气焊工 基本技术

QIHANGONG JIBEN JISHU



金盾出版社

气焊工基本技术

高忠民 编著

金盾出版社

内 容 提 要

本书对气焊设备与工具、气焊的冶金原理、气焊焊接材料、气焊火焰和气焊工艺、常用金属材料的气焊进行了较系统的叙述,并较全面地介绍了焊接应力和焊接变形、气割、火焰喷焊和火焰喷涂、补焊、堆焊、钎焊等内容,介绍了气焊和气割的安全技术。

图书在版编目(CIP)数据

气焊工基本技术/高忠民编著. —北京:金盾出版社,
1996.8(1997.9重印)

ISBN 7-5082-0271-6

I. 气… II. 高… III. 气焊-焊接工艺 IV. TG446

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 68218137

传真:68214032 电挂:0234

封面印刷:北京翠通印刷厂

正文印刷:北京先锋印刷厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:11 字数:244千字

1996年8月第1版 1997年9月第3次印刷

印数:52001—83000册 定价:9.90元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

气焊是利用气体火焰作为热源的焊接方法。气割是利用气体火焰将工件切割处预热到一定温度,喷出高速切割氧流,使其燃烧并放出热量实现切割的方法,气割也是气焊的孪生工艺方法。气体火焰还可用于喷焊、喷涂、补焊、堆焊、钎焊、火焰校正变形和对工件表面火焰加工和局部热处理等工艺。气焊、气割等技术在工业生产、建筑施工中得到普遍应用。

由于气焊、气割及火焰加工所应用的乙炔、丙烷等都是易燃易爆气体,并与氧气和油脂或易燃物接触容易自燃,发生火灾和爆炸。氧气瓶、乙炔瓶、液化石油气瓶和乙炔发生器均属于压力容器,因此全面掌握气焊、气割等技术不仅对提高工业产品和建筑工程的质量,而且对保证生产和施工的安全都有着十分重大的意义。

本书共分十一章,在广泛收集资料的基础上对气焊设备与工具、气焊的冶金原理、气焊焊接材料、焊接火焰和气焊工艺、常用金属材料的气焊进行了较系统的叙述,并较全面地介绍了焊接应力和焊接变形、气割、火焰喷焊和火焰喷涂、补焊、堆焊、钎焊等内容,介绍了气焊和气割的安全技术。

在编写的过程中,针对初学者自学、上岗培训和实际工作的需要,力求文字简练,通俗易懂,重点突出,技术实用,内容系统、完整,使读者能较全面地了解 and 掌握气焊工基本技术,并在实际操作中不断提高。

目 录

第一章 气焊设备与工具	(1)
第一节 氧气和氧气瓶	(2)
第二节 乙炔、乙炔瓶和乙炔发生器.....	(8)
第三节 减压器	(22)
第四节 焊炬	(32)
第五节 安全装置	(38)
第六节 橡皮管及气焊辅助工具	(47)
第七节 乙炔化学净化器及干燥器	(49)
第二章 气焊的冶金原理	(52)
第一节 气焊的冶金过程	(52)
第二节 焊缝金属的结晶	(57)
第三节 焊接热影响区的组织和性能	(64)
第四节 焊接区内的气体对焊接质量的影响	(70)
第三章 气焊丝和气焊熔剂	(79)
第一节 气焊丝	(79)
第二节 气焊熔剂	(89)
第四章 焊接火焰和气焊工艺	(95)
第一节 焊接火焰	(95)
第二节 气焊焊接工艺参数.....	(100)
第三节 气焊焊接接头的种类和坡口型式.....	(104)

第四节	气焊操作技术·····	(109)
第五节	气焊工艺实例·····	(121)
第五章	常用金属材料的气焊·····	(134)
第一节	金属材料的焊接性·····	(134)
第二节	碳素钢的气焊·····	(136)
第三节	普通低合金钢的气焊·····	(145)
第四节	低合金珠光体耐热钢的气焊·····	(150)
第五节	不锈钢的焊接·····	(157)
第六节	铸铁的补焊·····	(164)
第七节	铜及其合金的气焊·····	(176)
第八节	铝及其合金的气焊·····	(191)
第六章	补焊、堆焊的气焊工艺和气焊火焰钎焊	
	·····	(203)
第一节	机械加工件的补焊和堆焊·····	(203)
第二节	气焊火焰钎焊·····	(209)
第七章	焊接缺陷及其检验方法·····	(225)
第一节	常见的气焊焊接缺陷及产生的原因·····	(225)
第二节	焊接检验·····	(235)
第八章	焊接应力和焊接变形·····	(247)
第一节	焊接应力和焊接变形的产生·····	(247)
第二节	焊接残余变形·····	(249)
第三节	焊接残余应力·····	(260)
第九章	气割·····	(266)
第一节	气割的基本原理·····	(266)
第二节	割炬·····	(270)
第三节	气割工艺和操作技术·····	(275)
第四节	气割工艺实例·····	(281)

第五节	机械气割简介.....	(287)
第六节	其它气割方法.....	(293)
第七节	气割切口质量.....	(305)
第十章	氧-乙炔火焰金属粉末喷焊及喷涂和火焰加工.....	(309)
第一节	氧-乙炔火焰喷焊	(309)
第二节	氧-乙炔火焰喷涂	(319)
第三节	火焰加工.....	(327)
第十一章	气焊、气割安全知识	(331)
第一节	使用气焊、气割设备的安全知识	(331)
第二节	气焊工劳动保护.....	(335)

第一章 气焊设备与工具

气焊是熔焊焊接方法的一种,主要利用气体火焰作为热源局部加热焊件的结合处,使其达到熔化状态,相互熔合,在冷却后凝固结合成为一体。气焊主要用于焊接薄钢板、有色金属、铸铁补焊、堆焊硬质合金及零部件磨损后的补焊等,除电焊外被广泛应用于工业生产和建筑施工。气焊的主要优点有设备简单,搬运方便,适于作业场地经常改变和无电力供应的情况。气焊的主要缺点是当随着被焊件的厚度增加时,加热区较大,焊接变形较大,接头性能和生产率均下降。

气焊的设备包括氧气瓶、乙炔发生器或乙炔气瓶以及回火防止器等;气焊的工具包括焊炬、减压器及橡皮气管等。这些设备和工具的连接详见图 1-1。

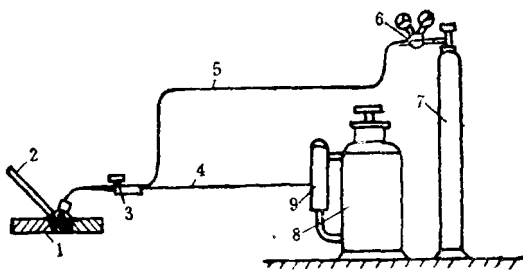


图 1-1 气焊设备和工具示意图

1. 焊件 2. 焊丝 3. 焊炬 4. 乙炔橡皮气管 5. 氧气橡皮气管 6. 氧气减压器 7. 氧气瓶 8. 乙炔发生器 9. 回火防止器

第一节 氧气和氧气瓶

一、氧气

气焊是利用可燃气体与氧气混合燃烧的火焰加热金属的。氧气本身是不能燃烧的,但它能帮助其它可燃物质燃烧,是助燃物质。所谓燃烧,实质上是指氧或氧化剂和其它物质进行强烈的氧化反应,并伴随有发光发热的过程。发生燃烧必须同时具备三个条件,即可燃物质、氧与氧化剂和导致燃烧着火源。

氧气是一种无色、无味、无毒的气体,分子式为 O_2 ,在 0.1MPa 和 0°C 时, 1m^3 的氧气,重量为 1.43kg,比空气略重(空气为 1.29kg)。当温度降至 -182.96°C ,氧气由气态变成淡蓝色的液体,在 -218°C ,液态氧则变成雪花状的淡蓝色固体。氧气具有很强的化学活泼性,它能和许多元素化合生成氧化物。

空气中氧气体积只占 21%,氮气体积占 78%,其余气体仅占 1%。工业常采用液化空气分离法制取氧气。制取氧气的过程是,先将空气高压压缩后冷却至液态储入液化器中,液化的空气经分油器除去其中的油脂和水分,再在分馏器内将氮和氧分离(液态氮在 -195.8°C 时开始气化,氧在 -182.96°C 由液态开始气化成氧气)。分离出的氧气被压缩到 12MPa 或 15MPa,装入氧气瓶内。

氧气的纯度对气焊、气割的质量有很大影响。氧气不纯,主要是混有氮气,在燃烧时会消耗大量的热量,造成火焰温度降低,焊接时使金属焊缝氮化,严重地影响焊缝金属的质量。工业用氧气纯度分为两级:一级纯度不低于 99.2%,用于气

焊;二级纯度不低于 98.5%,用于气割。

二、氧气瓶

氧气瓶是储存和运输氧气的高压容器。瓶内要灌入压力为 15MPa(150 个大气压)的氧气,还要承受搬运时的振动、滚动和撞击等外部的作用力。氧气瓶的构造详见图 1-2,氧气瓶用 42Mn2 低合金钢锭经反复挤压、扩孔、拔伸、收口等工序制造成圆柱形容器,底部呈凹面形状,使气瓶直立时保持平稳。瓶体外部装有两个防震圈,瓶体上部瓶口内有螺纹,用以旋装瓶阀,瓶口外部套有瓶钳,用以旋装瓶帽,以保护瓶阀不受意外碰撞而损坏。

氧气瓶瓶体和瓶帽外表面漆成天蓝色,并用黑漆写明“氧气”字样。对氧气瓶有严格的材质要求和制造质量标准,为保证安全,氧气瓶在出厂前都必须经过水压试验。水压试验的试验压力是工作压力的 1.5 倍。试验合格后,在瓶的上部球面部分用钢印标明:瓶

号、工作压力和试验压力、下次试压日期、瓶的容量和重量、制造工厂、制造年月、检验员钢印、技术检验部门钢印等。氧气瓶经过三年使用期后,应进行水压试验。如果因腐蚀等原因使质量减轻超过 2kg,应进一步用无损探伤或射线透视测定其壁厚,确定能否继续使用。

我国生产的氧气瓶规格,详见表 1-1。其中 40L 容积的氧

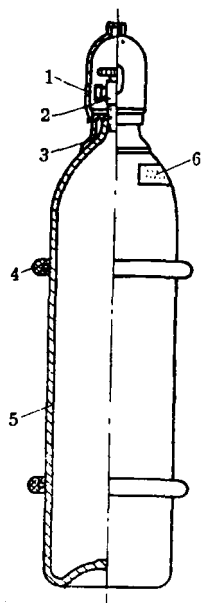


图 1-2 氧气瓶

1. 瓶帽 2. 瓶阀 3. 瓶钳
4. 防震圈 5. 瓶体 6. 标志

气瓶较普遍,这种氧气瓶在 15MPa(150 标准大气压)的压力下,可以储存相当于标准大气压下容积为 6m^3 的氧气。

表 1-1 氧气瓶的规格

瓶体表面漆色	工作压力 (MPa)	容积 (L)	瓶体外径 (mm)	瓶体高度 (mm)	重量 (kg)	水压试验压力 (MPa)	采用瓶阀
天蓝	15.0	33	219	1150±20	45±2	22.5	QF-2 铜阀
		40		1137±20	55±2		
		44		1490±20	57±2		

氧气瓶内氧气的储存量可以根据氧气瓶的容积和氧气表所指示的压力进行测算,测算公式为:

$$V=10V_0P(L)$$

式中 V ——瓶内氧气储气量(L);

V_0 ——氧气瓶容积(L);

P ——氧气表所指示压力(MPa)。

如氧气瓶容积为 40L,氧气瓶内气压(氧气表所指示压力)为 12MPa,则氧气瓶内氧气的储存量为:

$$V=10 \times 40 \times 12=4800(L) \text{ 或 } 4.8\text{m}^3$$

三、氧气瓶阀的构造和故障排除

氧气瓶阀是控制氧气瓶内氧气进、出的阀门。目前国产氧气瓶阀分为活瓣式和隔膜式两种,隔膜式气密性好,但因容易损坏,使用寿命短,所以目前主要采用活瓣式氧气瓶阀。活瓣式氧气瓶阀的构造详见图 1-3。

活瓣式氧气瓶阀主要由阀体、密封垫圈、弹簧、弹簧压帽、手轮、压紧螺母、阀杆、开关板、活门、气门和安全装置等构成,除手轮、开关板、弹簧、密封垫圈和活门外,其余都是用黄铜或

青铜制成的。为使氧气瓶阀和瓶口配合紧密，阀体与氧气瓶口配合的一端为锥形管螺纹。阀体旁侧与减压器连接的出气口端为 G5/8 英寸 (15.875mm) 的管螺纹。在阀体的另一侧有安全装置，它由安全膜片、安全垫圈和安全帽组成。当瓶内压力达到 18~22.5MPa 时，安全膜片自行爆破而泄至大气中，从而保证气瓶安全。

旋转手轮时，阀杆随之转动，再通过开关板使活门一起旋转，造成活门向上或向下移动。手轮按逆时针方向旋转，活门向上移动，使活门开启，瓶内氧气从瓶阀的进气口进入、出气口喷出。手轮按顺时针方向旋转，活门向下压紧，由于活门内嵌有用尼龙制成的气门，因此使活门关紧则关闭瓶阀。瓶阀活门的额定开启高度为 1.5~3mm。

氧气瓶阀由于长期使用，会发生漏气或阀杆空转等故障。这些故障是在装上减压器后，开启氧气阀门时才易发现。瓶阀

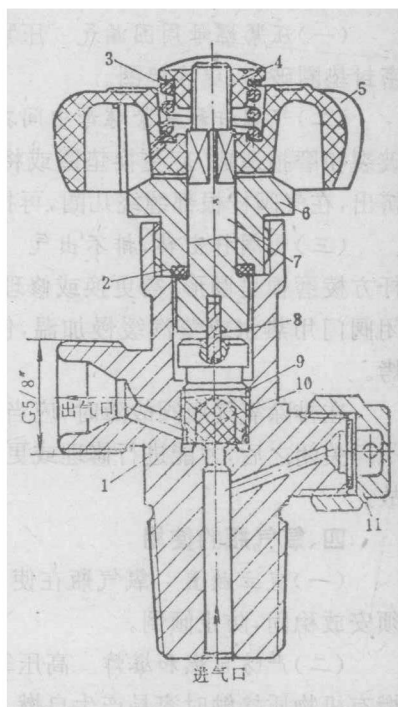


图 1-3 活瓣式氧气瓶阀的构造

1. 阀体 2. 密封垫圈 3. 弹簧 4. 弹簧压帽 5. 手轮 6. 压紧螺母 7. 阀杆 8. 开关板 9. 活门 10. 气门 11. 安全装置

常见故障及排除方法如下：

(一)压紧螺母周围漏气 压紧螺母未压紧，用扳手拧紧；密封垫圈破裂，更换垫圈。

(二)气阀杆和压紧螺母中间孔周围漏气 由于密封垫圈破裂和磨损造成，应更换垫圈或将石棉绳在水中浸湿后把水挤出，在气阀杆根部缠绕几圈，再拧紧压紧螺母。

(三)气阀杆空转，排不出气 开关板断裂或方套孔或阀杆方棱磨损呈圆形，需更换或修理；瓶阀内有水被冻结，应关闭阀门用热水或蒸汽缓慢加温，使之解冻，但严禁用明火烘烤。

在排除氧气瓶阀故障时，应当特别注意，一定要先把氧气阀门关闭之后，才能进行修理或更换零件，以防止发生意外事故。

四、氧气瓶的使用

(一)直立放置 氧气瓶在使用时一般应直立放置，并必须安放稳固，防止倾倒。

(二)严防自燃和爆炸 高压氧气与油脂、碳粉、纤维等可燃有机物质接触时容易产生自燃，甚至引起爆炸和火灾。因此应严禁氧气瓶阀、氧气减压器、焊炬、割炬、氧气皮管等沾上易燃物质和油脂等；焊工不得使用 and 穿用沾有油脂的工具、手套或油污工作服去接触氧气瓶阀、减压器等；氧气瓶不得与油脂类物质、可燃气体钢瓶同车运输，或在一起存放。

(三)禁止敲击瓶帽 取瓶帽时，只能用手和扳手旋取，禁止用铁锤和其它铁器敲击。

(四)防止氧气瓶阀开启过快 在瓶阀上安装减压器之前，应先拧开瓶阀吹掉出气口内杂质，并应轻轻地开启和关闭氧气瓶阀。装上减压器后要缓慢地开启阀门，防止氧气瓶阀开

启过快而造成高压氧气流速过高而引起减压器燃烧或爆炸。

(五)防止氧气阀连接螺母脱落 在瓶阀上安装减压器时,和氧气瓶阀连接的螺母至少应拧上三扣以上,以防止开气时脱落。人体要避开阀门喷射方向。

(六)严防瓶温过高引起爆炸 气瓶由于保管和使用不妥,受日光曝晒、明火、热辐射等作用而致使瓶温过高,压力剧增,甚至超过瓶体材料强度极限而发生爆炸。氧气瓶在环境温度 20℃、压力为 15MPa(150 标准大气压)的条件下,随瓶温的增高,瓶内压力可用下式估算:

$$P=15 \times \frac{273+t}{273+20} (\text{MPa})$$

式中 t ——瓶温,℃。

所以,夏季必须把氧气瓶放在凉棚内,以免受到强烈的阳光照射;冬季不应将氧气瓶放在距离火炉和暖气太近的地方,以防氧气受热膨胀,引起爆炸。

(七)冬季氧气瓶冻结的处理 冬季使用氧气瓶时,瓶阀或减压器可能会出现冻结现象,这是由于高压气体从钢瓶排出流动时吸收周围热量所致。如果氧气瓶已冻结,只能用热水或蒸汽解冻,严禁敲打或用明火直接加热。

(八)氧气瓶与电焊同时使用时的注意事项 氧气瓶与电焊在同一工作地点使用时,瓶底应垫以绝缘物以防气瓶带电;与气瓶接触的管道和设备应有接地装置,防止产生静电造成燃烧或爆炸。

(九)氧气瓶内应留有余气 氧气瓶内氧气不能全部用完,应留有余气,其压力为 0.1~0.3MPa,以便充氧时鉴别瓶内气体和吹除瓶阀内的灰尘,防止可燃气体、空气倒流进入瓶内。

(十)氧气瓶运输时的禁忌。氧气瓶在搬运时必须戴上瓶帽,并避免相互碰撞。在厂内或工地运输应使用专用小车,并固定牢靠,严禁把氧气瓶放在地上滚动。

(十一)氧气瓶必须定期进行技术检验 氧气瓶在使用中必须根据国家《气瓶安全监察规程》进行定期技术检验,一般氧气瓶每三年检验一次,如有腐蚀、损伤等问题时可提前检验。经技术检验合格后才能继续使用。

第二节 乙炔、乙炔瓶和乙炔发生器

一、乙炔

乙炔俗称电石气,是气焊用的可燃气体,其分子式为 C_2H_2 ,为无色的碳氢化合物。压力为 $0.1MPa$ 和温度为 $0^\circ C$ 时, $1m^3$ 的乙炔重量为 $1.17kg$,较氧气轻。乙炔的自燃点为 $335^\circ C$,在空气中的着火温度为 $428^\circ C$ 。当完全燃烧时,一个体积的乙炔须有 2.5 个体积的氧气助燃。乙炔和氧气混合燃烧时,火焰温度可达 $3200^\circ C$ 左右。

乙炔是易爆炸的气体。在容器中当温度在 $300^\circ C$ 以上或压力在 $0.15MPa$ 以上时,乙炔就会自行爆炸。因而乙炔发生器的工作压力极限不得超过 $0.15MPa$ 。

在容器中的乙炔遇到明火就会燃烧爆炸。乙炔和空气或乙炔与氧气的混合气体,只要遇到火星或明火就会爆炸。因此在从事气焊、气割的场所,应注意通风。

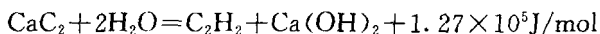
乙炔能溶解在水中或其它液体体内,在 $0.1MPa$ 的压力作用下, 1 单位体积的水可溶解 1 单位体积的乙炔,而 1 单位体积的丙酮能溶解 25 个单位体积的乙炔。随着压力的增加,乙炔溶解的体积也随之增大,如在 $0.5MPa$ 的压力作用下, 1 个

单位体积的水就能溶解 5 个单位体积的乙炔,而 1 个单位体积的丙酮能溶解 125 个单位体积的乙炔。乙炔瓶就是盛装溶解于丙酮的乙炔的压力容器。

乙炔和铜或银长时间接触后,在铜或银的表面会生成乙炔铜或乙炔银等化合物,这种化合物受到摩擦或冲击时就会发生爆炸,所以乙炔发生器、安全器、乙炔净化器、乙炔管接头和乙炔气管都不能用铜和银制造,只能用含铜量或含银量低于 70% 的铜合金或银合金来制造。乙炔还能和氯、次氯酸盐等化合,发生燃烧和爆炸。因此,由于乙炔燃烧引起的火灾,绝对禁止使用四氯化碳灭火器来灭火。

工业用乙炔气中含有磷化氢和硫化氢等有害杂质。在气焊时,磷和硫会过渡到焊缝内影响焊接质量。此外,磷化氢自燃点很低,气态时温度在 100℃ 时就会自燃,当其为液态时,在温度略低于 100℃ 时也能在空气中自燃。一般规定乙炔气中磷化氢含量应小于 0.08%,硫化氢含量应小于 0.15%。

乙炔在工业上是通过电石和水发生反应来制取的。其反应式如下:



式中 CaC_2 为碳化钙的分子式,即电石。理论上分解 1kg 电石需要 0.56kg 的水,但因电石和水发生反应时,会放出大量的热,实际上分解 1kg 的电石需要 5~20kg 的水。电石的分解速度由水的温度、纯度和电石的颗粒度、纯度决定。水的温度和纯度越高,电石分解就越快,电石的颗粒度越细,其分解速度也越快。一般乙炔发生器要求使用的电石块颗粒度以 50~80mm 为宜。

电石是用按重量比约 62% 的生石灰和约 38% 的焦炭或无烟煤作原料,混合后在电炉中经过 2000~2300℃ 的高温,

使之熔化成液体,再经过一定时间的冶炼后,使之生成固体碳化钙。冷却后,经破碎机粉碎成所需块状,最后装入电石桶内密封。

工业用电石按质量可分为四级:一级品发气量为 270~300L/kg,二级品发气量为 250~270L/kg,三级品发气量为 230~250L/kg,四级品发气量为 230L/kg 以下。

盛装电石的桶要加密封盖,放在电石库房内,并与地面和墙壁保持一定距离,以免受潮。开启电石桶时应在室外并用含铜量小于 70%的扳手松开桶盖螺母,不得用铁器敲打,以免产生火星引起爆炸。取出部分电石后,应将桶盖盖严,以防潮气进入。如发现桶内进入潮气而膨胀时,应马上把电石桶搬到室外,慢慢打开桶盖放出乙炔气。

电石库房必须是通风良好的耐火建筑,应建在不受潮、不漏雨、不易浸水和距明火 10m 以外的地方;严禁热水管、自来水管、蒸汽管道通过库房;电灯开关采用密封式或装在室外,电灯应采用防爆灯;库房内严禁烟火。搬运电石桶不宜在雨天进行,应轻装轻卸,严禁抛掷和剧烈滚动。电石桶、电石库起火时,只能用干砂、干粉灭火器或二氧化碳灭火器扑灭,绝对禁止用水。电石的储存和运输应注意防水、防火、防爆。

二、乙炔瓶

乙炔瓶是一种储存乙炔用的压力容器。因乙炔不能以高压压入普通钢瓶内,必须利用乙炔能溶解于丙酮的特性,采取必要的措施才能把乙炔压入钢瓶内。

乙炔瓶的构造详见图 1-4。乙炔瓶主要由瓶体、瓶阀、瓶帽和瓶内的多孔性填料等组成。瓶体内装着浸满丙酮的多孔性填料,使乙炔稳定而安全地储存于乙炔瓶内,填料可采用多孔轻质的活性炭、硅藻土、浮石、硅酸钙、石棉纤维等,目前广