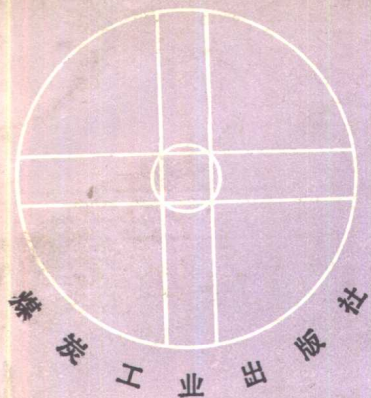
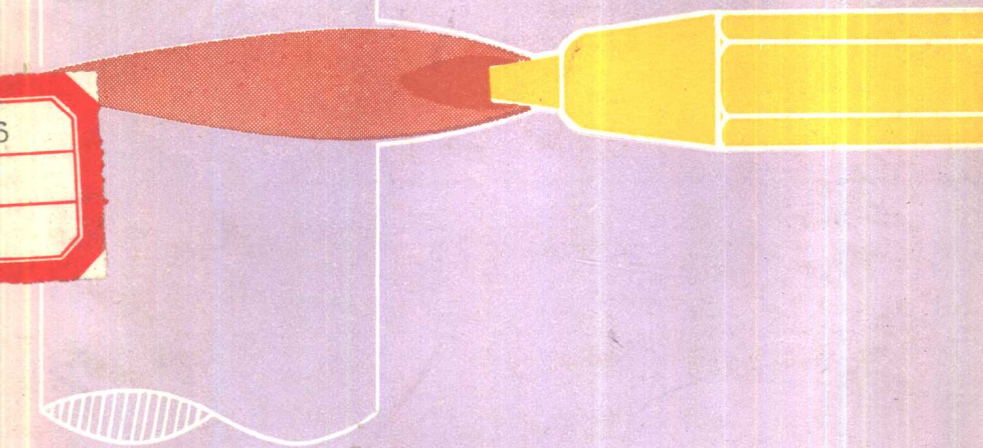


气焊技术



常柏春 编著



气 焊 技 术

常柏春 编著

煤 炭 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书是以气焊工作的实际操作经验为主。书中介绍了碳钢、合金钢、铸铁和铜、铝及其合金的焊接,并对气焊工具、设备、安全、故障消除方法和金属材料、热处理等有关焊接基础知识也做了简要介绍。

书中列举的各种金属及其合金的实物焊接与切割都是现场实际工作中经验的积累,也是切实可行的工艺操作方法。

本书可作为气焊工人自学和培训用的参考书,也可供气焊工艺、技术人员学习参考。

责任编辑: 李 秀 荣

气 焊 技 术

常柏春 编著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门内和平门北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $10^{1/2}$ 插页1

字数228千字 印数1—45,120

1983年4月第1版 1983年4月第1次印刷

书号15035·2553 定价1.10元

出版说明

目前气焊技术已成为现代工业生产中一种不可缺少的加工方法。气焊和其他焊接技术一样，非常广泛地应用于工业、农业、化工和建筑等各个行业。

本书是在《气焊与气割》的基础上，进行了必要的修改和补充写成的，内容比《气焊与气割》更充实完整。《气焊与气割》一书自一九七三年出版以来，先后重版三次，印数达51万余册，深受广大读者的欢迎。作者从事这项工作有四十余年，经验丰富，曾处理过许多较大的技术关键，本书就是他多年工作实践的总结。

气焊是各个厂、矿普遍使用的焊接方法之一，而且以手工操作为主。某些金属及其合金焊接技术较难掌握，所以焊接质量在很大程度上决定于焊工操作技术和工艺措施，本书将为读者提供这方面的知识。

稿写成之后，抚顺矿务局机修厂关世裕同志、清华大学第二分校王彝同志和鸡西煤矿机修厂尹宜民同志曾对书稿进行了审阅并提出了宝贵意见，谨此表示衷心感谢。

一九八二年六月

目 录

第一章 气焊、气割用的气体、设备和工具	1
第一节 氧气的性质和制取	1
第二节 氧气瓶、瓶阀及氧气贮量的测算法	4
第三节 碳化钙（电石）的性质和制取	9
第四节 乙炔的性质	12
第五节 乙炔（电石气）发生器	14
第六节 氧气减压器、焊炬和割炬	27
第七节 气焊工具的使用及气焊工作安全注意事项	40
第二章 金属材料的基本知识	43
第一节 金属材料及分类	43
第二节 金属的性质	45
第三节 钢铁的组织结构与焊接加热、冷却的组织变化	55
第四节 钢的热处理	59
第五节 金属及合金牌号表示方法	63
第六节 气焊丝与焊剂选用的原则	72
第三章 气焊与气割的原理、气焊冶金过程、 焊缝金属及热影响区	79
第一节 气焊与气割的原理及氧乙炔焰	79
第二节 气焊冶金过程及熔池	84
第三节 焊缝金属的氧化、氮化、氢化及合金元素蒸发 的影响	88
第四节 焊缝部位金相组织及其机械性能的影响	92
第五节 有关焊接接头机械性能的一些因素	95
第四章 焊接的热应力、应变及减少变形和防止 裂纹的方法	98

第一节	焊接热应力、应变与裂纹的原因	98
第二节	减少焊件变形和防止裂纹的工艺方法	101
第五章	各种焊缝型式符号及不同方位焊接的 操作方法	107
第一节	几种常见的焊缝图形符号及名称	107
第二节	焊缝接头型式	111
第三节	各种不同型式接头、不同方位的焊接操作方法	115
第六章	碳素钢的焊接	129
第一节	碳素钢的种类和用途	129
第二节	碳、硅、锰、磷和硫对钢性能的影响	136
第三节	焊接应注意的事项	137
第四节	碳素铸钢的焊接	147
第五节	碳素钢焊件的焊接实例	148
第七章	合金钢的焊接	154
第一节	合金钢的种类和用途	154
第二节	合金钢的焊接工艺	167
第三节	合金钢焊件的焊接实例	173
第八章	铸铁的焊接	188
第一节	铸铁的种类和性能	188
第二节	铸铁的性质和焊接应注意的事项	196
第三节	铸铁焊件的焊接实例	203
第九章	铜及铜合金的焊接	215
第一节	铜的性质和用途	215
第二节	铜合金的分类及各种元素的影响	216
第三节	铜及铜合金焊件的焊接实例	227
第十章	铝及铝合金的焊接	249
第一节	铝的性质及分类	249
第二节	各种铝合金的性能	253
第三节	施焊前的准备及焊丝、焊剂的选择	253

第四节	焊接时应注意的事项和焊接的要领	258
第五节	铝及铝合金焊件的焊接实例	260
第十一章	镁合金的焊接	279
第一节	镁的性质及镁合金的分类	279
第二节	焊接时应注意的事项和高热区组织变化	280
第三节	各种镁合金的可焊性及施焊前的准备	281
第十二章	某些金属及异性金属之间的焊接	286
第十三章	气割	300
第一节	割嘴喷射的火焰及纯氧气流的要求	300
第二节	火焰的功率和氧的工作气压	301
第三节	各种割件的切割实例	301
第四节	切割机的构造和使用方法	311

第一章 气焊、气割用的气体、设备和工具

第一节 氧气的性质和制取

一、氧气的性质

氧气是气焊与气割时必须使用的气体，尤其是气割各种形状复杂的钢板及各种型钢时，更需要用氧气来强化燃料气体的燃烧和氧的喷射能力来完成。

1) 氧是自然界的重要元素，在空气里占总体积的21%。在通常状态下，氧气是一种无色、无味、无毒的气体，微溶于水。氧气的分子式为 O_2 ，在标准状态下（0℃、一个大气压时）一升氧的重量是1.429克，比空气略重（空气为1.293克），当温度降到-183℃时，氧气由气态变成淡蓝色的液体，在-218℃时，液态氧则变成雪花状的淡蓝色固体。氧气本身是不能燃烧的，但能帮助其它可燃物质燃烧。氧气是一种极为活泼的气体，它能够同许多元素化合，生成氧化物。燃烧就是氧和其它物质进行剧烈化学反应的结果。

2) 有机物在氧气中的氧化反应，具有放热的性质。当在压缩状态下的高压气态的氧气与矿物油等油脂或易燃有机物质，如碳粉、纤维等接触时容易产生自燃，造成火灾或爆炸。

3) 氧气突然压缩所放出的热量，在高速气流中和金属微粒的碰撞产生摩擦热，高速气流的静电火花放电，都可能造成起火。因此，在使用氧气时，不要和一些易燃的物质相接触。所用的氧气瓶阀门、氧气减压器、焊枪、割枪和氧气

导管等，要严禁弄进或粘污上有机易燃物质和油脂等。

4) 贮进氧气瓶中氧气的气压，随着温度的升降而起变化。也就是在原来的气压下，随着氧气温度的升高，体积的膨胀，气压也随着增加。反之，随着氧气温度的下降，体积的收缩气压也随着降低。

二、氧气的制取方法

氧气的制取方法，一般分为：化学方法、水电解法和液化空气分离法。

1) 化学方法：是用一些化合物，如过氧化钡 BaO_2 、过氧化钾 K_2O_2 、过氧化钠 NaO_2 、氯酸钾 KClO_3 、二氧化锰 MnO_2 等，放进催化剂加热，即分解出氧气。用化学方法制取氧气，因成本太高，工业上不采用这种制取方法。

2) 水电解法：是用直流电通过水，使水分解。电解的时候，先把20%的氢氧化钠 NaOH 溶液，放在有水的电解槽里，接通直流电源。氧的分离和收集是在电解槽的正极（阳极）周围。氢是在负极（阴极）周围。放出气体的比例是：每制取一立方米氧气的同时，可得到二立方米的氢气。然后用专用的钢瓶分别贮进即可使用。这种制取方法的好处是，既制取了氧气又制取了氢气。专制氧气和氢气的企业一般采用这种方法。

3) 液化空气分离法：在工业上制取大量氧气采用这种方法。液化空气分离法是利用空气中占有21%的氧气来制取的。空气中除了氧气以外，主要气体是氮气，占78%，其余是氩气、氦气、氢气、二氧化碳等气体，都是微量的，总共只占1%。

空气中所有的气体都是由几种单质和几种化合物所组成的混合物。液化空气分离法制取氧气的原理是，利用液态氧

和氮的不同气化温度，把氮和氧两种气体分离开来。其制取的基本过程是，先用强压压缩空气，再经冷却器使空气的温度降低，然后贮进液化器。液化的空气经由分油器除去其中的油类和水分，再在分馏器内将氮和氧分离。液体氮比液体氧沸点低，这是能使空气分离为氧气和氮气的主要原因。液体氮在低温 -195.8°C 时，即开始沸腾气化出去，剩下的一部分液体氧，当温度提高到低温 -183°C 时，开始沸腾气化成为氧气，输入贮气缸内，再经压缩机将气体压缩到120公斤/厘米²大气压或150公斤/厘米²大气压，将气体装入氧气瓶中即可贮存使用。

三、对氧气纯度的要求

气焊与气割对氧气的要求是纯度越高越好。按质量要求，纯度要在99.2%以上为准。这对气焊与气割的质量及工作效率，有直接的关系。一般要求氧气的纯度不应低于97.5%。氧气不纯，主要是一些氮气混在里面，这种气体不但不能帮助燃烧，相反在加温时还要消耗大量的热，使火焰的温度降低。在焊接时会严重的影响金属焊缝的质量，使金属焊缝被氮化。特别是在气割工作上，如氧气的纯度低于97.5%，气割时燃烧功率将显著的降低。因此，气割的速度也就随着显著下降，切割断面的光洁度将受到影响，割口底部氧化渣也很难除掉。特别是气割大厚度钢料，会造成割件底部落后量太大，形成氧气流被窝住而割不透，使质量低劣、效率降低。

思 考 题

1. 氧气的主要性质是什么？
2. 高压氧气接触矿物油等油脂，容易产生什么问题？

3. 高速度氧气流和金属微粒碰撞, 会产生什么问题?
4. 氧气瓶中的氧气随着温度升降, 会有什么变化?
5. 氧气纯度的高低对气焊与气割, 有什么影响?
6. 制取氧气的方法有哪几种? 大量制取氧气用哪种方法?
7. 液化空气分离法制取氧气, 主要是哪几个步骤?
8. 液体氧在什么情况下气化?

第二节 氧气瓶、瓶阀及氧气贮量的测算法

一、氧气瓶的构造

氧气瓶是贮存和运输氧气的一种高压容器。通常使用的氧气瓶是用低合金钢或优质碳素钢制成的。一般制造氧气瓶, 对钢材的机械性能的要求是: 抗拉极限强度 (σ_b) 等于或大于 65 公斤/毫米², 屈服点 (σ_s) 等于或大于 38 公斤/毫米², 延伸率 (δ) 不低于 12%。近年来也有用玻璃钢制成的。氧气瓶是圆柱体形的高压容器, 瓶体外部装有两个防震橡胶圈。瓶体和瓶帽外表面是用天蓝色的漆喷涂, 并用黑色漆注明“氧气”字样以区别其它气瓶。氧气瓶体的制造是用钢锭循环挤压、扩孔、拔伸、收口等工序制成的圆柱形无缝钢瓶体。壁厚 6~8 毫米, 瓶外壁直径 219 毫米, 瓶体高度 1150~1490 毫米, 氧气瓶容积为 38~44 公升, 工作压力为 150 公斤/厘米², 重量为 45~57 公斤。为使氧气瓶能平稳竖立的放置, 在制造时把底部挤压成向瓶内凹面形状。为使搬运时氧气瓶阀防止意外的碰撞, 在瓶体上部收口处, 装置一个带有内螺纹的氧气瓶阀保护罩。氧气瓶出厂前, 除对氧气瓶的各个部件严格检查外, 还需对瓶体进行水压试验, 一般试压的压力应为工作压力 150 公斤/厘米²的 1.5 倍, 即试验压力为 150 公斤/厘米² $\times 1.5 = 225$ 公斤/厘米²。并在氧气瓶上部记

载该瓶的容积和重量、制造年月、工作压力、水压试验、出厂年月等，以便在使用期间，经过3~5年后，用225大气压对氧气瓶进行水压试验。此外，还要看腐蚀情况，如重量减轻的太多（一般不得超过2公斤），就需要进一步用探伤仪或射线透视检查，来确定能否继续再使用。氧气瓶的构造如图1-1所示。

二、瓶内氧气贮量及测算方法

计算瓶内氧气的贮气量，主要依据氧气瓶内容积（升）和气压的大小来测算的。

氧气瓶的贮气量 V 可用下列公式计算：

$$V = V_0 \times P$$

式中 V ——瓶内氧气的贮气量，升；

V_0 ——氧气瓶的容积，升；

P ——氧气表所指示的压力数。

例如：氧气瓶内容积是40升，氧气瓶内气压是120公斤/厘米²。

则贮气量 $V = 120 \times 40 = 4800$ 升(或4.8米³)。

又如：使用一段时间以后，瓶内气压由原来120公斤/厘米²，降到70公斤/厘米²，测算瓶内还剩余多少升氧气？

瓶内还剩余氧气量 $V = 70 \times 40 = 2800$ 升(2.8米³)。

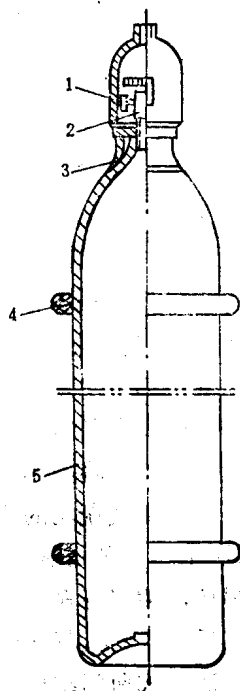


图 1-1 氧气瓶的构造

1—瓶帽；2—瓶阀；3—瓶箍
4—防震橡胶圈；5—瓶体

再一种测算氧气瓶内贮气量的方法，是依据不同温度时氧气的重量来测算。

例如：在0℃时，一立方米氧气的重量1.429公斤。

空瓶的重量是57公斤，装入氧气瓶重量是63公斤。

$$\text{则瓶内氧气量 } V = \frac{63 - 57}{1.429} = \frac{6}{1.429} = 4.198(\text{米}^3)。$$

三、氧气瓶阀的构造及故障排除方法

1. 氧气瓶阀的构造

为了便于开启和关闭氧气，氧气瓶上都装有氧气阀（气瓶阀）。其构造如图1-2所示。除了手柄轮、旋转板、弹簧外，其余都是用黄铜或青铜压制和机械加工制成的。为使瓶口和瓶阀配合紧密，将阀体和氧气瓶口配合的一端加工成锥形管子螺纹，将阀体拧入气瓶收口内，用扳手拧紧即可。近年来国产氧气瓶阀的构造分为两种，一种是活瓣式的，如图1-2所示。一种是隔膜式的。隔膜式瓶阀气密性虽好，但容易损坏，使用寿命短。目前，主要采用的是活瓣式的氧气瓶阀。活瓣式的氧气瓶阀的构造如图1-2所示。

活瓣式瓶阀结构：主要是由阀体1，安全膜装置2，气阀杆3，旋转板4，气孔座垫5，密封垫圈6，压紧螺帽7，手柄轮8，弹簧9，弹簧压帽10等组成。使用氧气时，把手柄轮向反时针方向旋转，则可开启氧气瓶阀。若按顺时针方向旋转，则关闭瓶阀。旋转手轮时，气阀杆也跟着转动，再通过旋转板使活门一起旋转，造成活门向上或向下移动。活门向上移动，使气门开启，这时瓶内氧气即从瓶阀进入排气孔流出。活门向下移动时，则使气门关闭。

2. 瓶阀的故障及排除方法

氧气瓶阀由于长时间使用，通常会发生漏气或阀杆空转

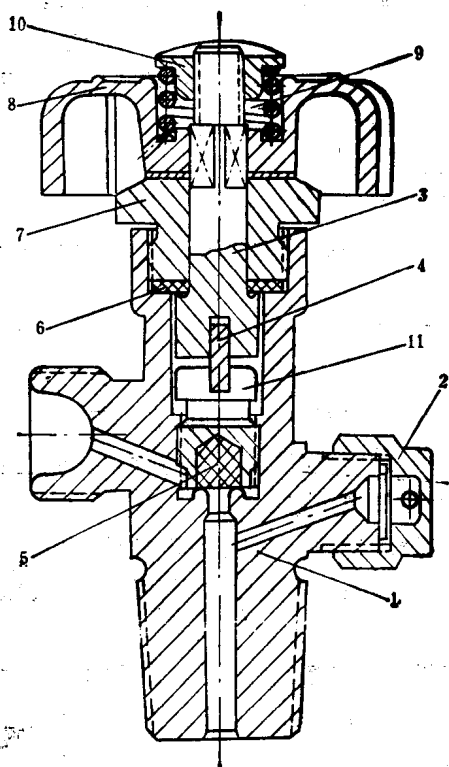


图 1-2 活瓣式氧气瓶阀

- 1—阀体；2—安全膜装置；3—气阀杆；4—旋转板；5—气孔座垫；
6—密封垫圈；7—压紧螺帽；8—手柄轮；9—弹簧；10—弹簧压帽；
11—活门

等故障。此故障往往是装上减压器后，开启氧气阀门时才易发现。一般瓶阀常见故障原因及排除方法如下：

1) 压紧螺帽的周围跑气

(1) 压紧螺帽没压紧，要用扳手拧紧；

(2) 密封垫圈破裂，要重新更换垫圈。

2) 气阀杆和压紧螺帽中间孔周围跑气

这是由于密封垫圈破裂和磨损造成的，应重新更换，或将石棉绳在水中浸湿后把水挤出，在气阀杆的根部缠绕几圈，再拧紧压紧螺帽。

3) 气阀杆空转，排不出气

(1) 旋转板断裂或方套孔和阀杆的方棱磨损呈圆形，要更换或修理；

(2) 瓶阀内有水被冻结，要关闭阀门用热水或热气缓慢的加温，使之解冻，严禁明火烘烤。

排除氧气阀故障时，要特别注意的是：一定要先把氧气阀门关闭以后，再进行修理或更换零件，以防发生意外事故。

四、使用氧气应注意的事项

1) 充满氧气的气瓶，要注意不要受冲击、碰撞和剧烈的震动，以防气体突然膨胀，气压超过气瓶的极限强度，而引起爆炸。

2) 充满氧气的气瓶，在炎热的夏季不得放在太阳下直射曝晒，冬季不要放在距离火炉或暖气太近的地方。以防氧气受热膨胀，引起爆炸。

3) 在使用氧气时，氧气瓶要放稳放牢，竖立放置时要用钢箍或软钢丝在上中部拦住，以防碰倒，发生意外事故。

4) 冬季，氧气瓶阀及减压器如冻结，只能用热水加热化开。严禁用明火或烧红的钢铁加热，更不准敲打，以免引起瓶阀断裂，在高压气流的冲击下，容易发生事故。加热氧气阀门前，要先关闭阀门。

5) 在向瓶阀安装减压器之前，应拧开瓶阀吹掉咀内杂质。要轻些关闭阀门，以备装上减压器后能够缓慢的开启阀

门，以防阀门开启的太快，高压氧气流速过急，产生静电火花而引起减压器燃烧和爆炸。

6) 在向瓶阀安装减压器时，和阀门连接的螺帽，最少也要拧上三扣以上，以防开气时脱落。身体要避开瓶阀门喷射方向，并要缓慢的开启阀门。

7) 氧气瓶阀门严禁沾污有机油脂类，更要严禁与易燃物和油类放在一起。

8) 在更换氧气和开始用时，要检查瓶阀压紧螺帽是否松动，以防开气时发生危险。瓶内氧气不要全部用完放净，最少要留2~3个气压，以备再装氧气时的试验和吹掉瓶阀门上的杂质用。并能预防其它气体和杂质进入瓶中。

思 考 题

1. 对氧气瓶钢材的机械性能和瓶体的标注有哪些要求？
2. 氧气瓶阀的压紧螺帽周围跑气，应怎样排除？注意什么？
3. 氧气瓶阀杆和压紧螺帽中间孔周围跑气，应怎样排除？注意什么？
4. 氧气瓶用过几年后，应怎样进行检查？
5. 依据什么条件测算氧气瓶中的贮气量？
6. 氧气瓶内容积40公升，瓶内气压80公斤/厘米²，贮气量是多少公升和多少立方米？
7. 空瓶时的重量56公斤，装入氧气后重量61公斤。氧气的温度是0°C，贮气量是多少立方米？

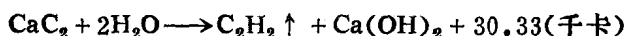
第三节 碳化钙（电石）的性质和制取

一、碳化钙（电石）的性质

碳化钙 CaC_2 是碳与钙的化合物，它的物理化学性质如下：

1) 从物理性质来说,它是坚硬的块状物体,它的断面呈深褐色或棕色,表面气化后则呈浅灰白色。在温度 $18\sim 20^{\circ}\text{C}$ 时的比重为 $2.22\sim 2.8$ 克/厘米³。它的比重与它的质量有关,碳化钙的纯度越高比重就越小,反之,纯度越低,比重就越大。

2) 从化学性质来说,碳化钙与水接触后的化合反应非常活跃,能迅速生成碳与氢的化合气体(乙炔)和氢氧化钙(熟石灰),并放出一定的热量。其反应式如下:



碳化钙不仅和水的化学分解力很强,也能与空气中少量的水蒸气分解成 CaO 和 $\text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$ 。长时间和空气接触生成的氧化钙(CaO)与水化合后也能分解和放热。其反应式如下:



在使用碳化钙时,和水分解的过程中,水不要太浓,以防碳化钙消耗的太快。若连续时间过长,氢氧化钙(熟石灰)把碳化钙外表包围住而使碳化钙分解时产生的热量散发不出来,形成局部温度过高。特别是块度碎小的碳化钙,包裹住的氢氧化钙变成为干燥的黄色粉状,这时如果放在暗处,将碳化钙外表的氢氧化钙清除掉,就会发现碳化钙已成为暗红色的了。这时如果乙炔发生器受到震动,氢氧化钙脱落和乙炔接触,即会产生燃烧爆炸。

二、碳化钙(电石)的制取方法

1. 制取碳化钙 CaC_2 的原料

制取碳化钙是用生石灰(氧化钙 CaO)和焦炭或无烟煤,按重量比例为:生石灰约62%,焦炭或无烟煤约38%混合起来后装入炉中。经炉中高温 $2000\sim 2300^{\circ}\text{C}$ 使之熔化成为液体,再经过一定时间冶炼,使它凝固成固体碳化钙,冷却