

最新气焊工教本

—日本劳动省认定教科书

中国劳动出版社

(京)新登字 114 号

最新ガス熔接技能省教本

日本劳动省认定教科书

产报出版株式会社

1988 年 27 版

最新气焊工教本

——日本劳动省认定教科书

王俊昌 译

龙如昌 校审

责任编辑 王绍林

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街 3 号)

北京市顺新印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

850×1168 毫米 大 32 开本 3.875 印张 100 千字

1993 年 3 月北京第 1 版 1993 年 3 月北京第 1 次印刷

印数:3600 册

ISBN 7-5045-1092-0/TG·094 定价:3.20 元

前 言

近来,在各种制造业广泛应用可燃性气体进行金属的焊接、切割以及加热等作业,已成为支撑现代工业的基础技术。而且,使用气体的燃烧火焰已不仅仅局限于金属加工工业,而呈现出逐渐向食品工业、玻璃工业、木制品工业以及其应用领域扩大的倾向。因此,出现了使用气体火焰的操作工人与日俱增的局面。

然而,伴随气体火焰使用的增多,由于使用不当而造成爆炸、火灾等事故也屡有发生,并呈现猛烈增长趋势。经调查分析事故的发生原因,主要是由于装置有故障,或者是操作者对气体以及装置缺乏使用知识、操作错误所致。

基于这种情况,不仅对作业者本人,而且对其周围工作的人的安全都构成威胁。因此,为了防止爆炸、火灾等事故发生,日本劳动省(相当于我国的劳动部—译者注)对劳动安全卫生规则进行了部分修订,规定从1968年4月以后的乙炔焊接工,凡未经都道府县劳动标准局长举办或指定举办的气体焊接技能培训班进修者,一律不得使用气体火焰进行金属焊接。

为此,遵循劳动省通知的培训规程所决定的培训科目,本书力图按顺序对准备从事气体焊接的人以深入浅出、简明系统具体地对所需知识予以讲解和说明。本书符合劳动省的意图。其内容全部收录了关于气体、焊接装置以及气体火焰等知识,即使是对气体的性质等基本不懂的人,也能掌握其内容达到正确使用目的。因此,确信本书不仅对气焊培训班,就是对日常生活用气来说,也是一部难得的方便使用的自修教科书。

最后,祝你根据本书教益,充分认识气体的危险性,作到正确使用,一年365天连续无事故。

——严格遵守标准作业——

另外,在本书的编辑过程中,有关技能部分得到了三上博博士(日本焊接协会理事、职业训练大学校主任教授)指导,有关法令部分得到了劳动省官员的大力协助。关于灾害事例的解说参考并引用了中央劳动灾害防止协会发行的《重大灾害事例及研究》——最近十年间的爆炸、火灾等以及《修订劳动安全卫生规则的解说》——爆炸、火灾的防止等文章的内容。

在此一并表示感谢。

产报出版

本书是根据日本劳动省认定教科书《最新ガス溶接技能者教本》翻译的。

本书主要包括：可燃性气体及氧气知识、气焊设备的构造及使用、有关法令摘抄（劳动安全卫生法、劳动安全卫生法实施细则、劳动安全卫生规则）及练习题。并增补了气焊工考试试题（A、B卷）。

本书可供管理人员和技术人员参考，也可供技工学校学生和在职工人自学使用。

译 者 的 话

本书的翻译基本尊重原文,对某些词汇作了注释;并对原文中的明显笔误进行了修正。本书涉及的计量单位由译者换算为我国的法定计量单位,将原文中的计量单位表示在括弧中。

另外,在原文翻译的基础上增补了气焊工考试试题 A、B 卷。试题为日本某试验所的气焊工考试原试题,可以作为我国气焊工参考。

本书的翻译出版,对我国的气焊工安全操作与培训方面,如能发挥点滴作用,本人则深感荣幸和欣慰。

在本书的翻译和校审过程中,得到刘东寅教授和陈杏梅高级工程师的大力协助,在此一并表示感谢。

由于水平所限,译文难免出现一些缺点和错误,热忱希望广大读者提出宝贵意见。

王俊昌

1991 年 11 月

目 录

第一章 可燃性气体及氧气知识.....	(1)
1. 燃烧与爆炸.....	(1)
〔练习题〕.....	(2)
2. 爆炸的条件.....	(3)
2.1 可燃性气体与氧或空气的混合比	(3)
2.2 点火源	(4)
〔练习题〕.....	(4)
3. 氧气.....	(5)
3.1 空气的组成	(5)
3.2 氧气的制取方法	(6)
3.3 氧气的性质	(7)
3.4 氧气的危险性	(7)
〔练习题〕.....	(8)
4. 乙炔.....	(9)
4.1 乙炔的性质	(9)
4.2 乙炔的危险性及其对策.....	(11)
〔练习题〕	(13)
5. 液化石油气	(14)
5.1 丙烷的性质.....	(14)
5.2 丙烷的危险性.....	(15)
〔练习题〕	(16)
第二章 气焊设备的构造及其使用方法	(18)
1. 容器	(18)
1.1 容器的和类.....	(18)

1.2 气瓶的构造.....	(21)
1.2.1 瓶体.....	(21)
1.2.2 瓶阀.....	(23)
1.2.3 瓶帽.....	(25)
1.3 气瓶的管理与使用.....	(25)
1.3.1 氧气瓶的管理与使用.....	(26)
1.3.2 乙炔瓶的管理与使用.....	(29)
1.3.3 丙烷瓶的管理与使用.....	(31)
1.4 可燃性气体钢瓶异常时的处置.....	(32)
1.4.1 气体泄漏时的处置.....	(32)
1.4.2 着火时的处置.....	(32)
〔练习题〕	(33)
2. 减压器	(34)
2.1 氧、乙炔减压器各部分的名称	(35)
2.2 减压器的构造.....	(35)
2.3 压力表.....	(37)
2.3.1 U型管压力表.....	(37)
2.3.2 布尔东管压力表.....	(38)
2.4 减压器的管理与使用.....	(39)
2.5 减压器安装注意事项.....	(39)
〔练习题〕	(42)
3. 导管	(43)
3.1 导管的种类.....	(43)
3.2 管道.....	(43)
3.3 橡皮胶管.....	(44)
3.4 导管的使用注意事项.....	(45)
〔练习题〕	(48)
4. 焊炬	(48)
4.1 气焊用焊炬和气割用割炬.....	(48)

4.2 焊炬的构造.....	(50)
4.2.1 喷射室的构造.....	(50)
4.2.2 JIS B型(法式)焊炬	(51)
4.2.3 JIS A型(德式)焊炬	(52)
4.2.4 低压用割炬.....	(53)
4.3 焊炬的管理与使用.....	(55)
4.4 焊炬安装注意事项.....	(57)
4.5 回火.....	(60)
4.5.1 回火的原因.....	(60)
4.5.2 回火时的处置.....	(60)
〔练习题〕	(61)
5. 安全作业	(62)
5.1 服装.....	(62)
5.2 劳保用品	(62)
5.3 回火防止器.....	(63)
5.4 其它.....	(64)
〔练习题〕	(65)
第三章 有关法令(解说与灾害事例)	(66)
一、劳动安全卫生法(摘抄).....	(66)
二、劳动安全卫生法实施细则(摘抄).....	(71)
三、劳动安全卫生规则(摘抄).....	(73)
第一编 通则	(73)
第二编 安全标准	(82)
第三编 卫生标准	(89)
灾害事例	(89)
〔练习题〕	(95)
附录	(98)
气焊设备的构造及使用(A卷)	(98)
气焊设备的构造及使用(B卷)	(101)

可燃性气体及氧气的知识(A 卷).....	(103)
可燃性气体及氧气的知识(B 卷).....	(106)
法令(A 卷).....	(108)
法令(B 卷).....	(110)

第一章 可燃性气体及氧气知识

金属的切割、热处理以及焊接等作业时,都需要利用气体的燃烧来提高金属的温度。当然,由于场合不同,也有利用摩擦热来进行焊接的摩擦焊,这时便不需利用气体的燃烧,即不需要利用气体的燃烧作为热源。

一般使用气体作为燃烧的热源时,将这种气体称为可燃性气体。通常,可以用于焊接、气割的可燃性气体有乙炔、丙烷、丙烯、丁烷、丁烯、甲烷、氢气、煤气、城市煤气等。

把可燃性气体作为热源使用时,需要高的热效率,因此就带来在使用上的危险性。此外,一旦不小心就会引起无法挽救的重大事故。要永远记住,可燃性气体的使用与管理是一项无论何时都绝对不可懈怠的与人类生命安全攸关的重要工作。

当然,如果能充分地了解和掌握可燃性气体的性质和使用上的注意事项,就可以防患于未然。因此,首先学习下述基本事项,对于防止由于无知而引起事故的危险是非常重要的。

1. 燃 烧 与 爆 炸

“物质燃烧”是怎么回事呢?

“物质燃烧就是热量放出”这不是正确的理解。因为引起燃烧现象需要具备各种条件。

作为燃烧的必要条件就是,必须有氧的存在。由此对于气体燃烧可以这样定义,即“所谓燃烧,是可燃性气体与氧发生激烈的化学反应放出热和光”。这时的氧,可以用氧乙炔焊接那样的纯氧,也有用丙烷气加热那样利用包括在空气中的氧等。

存在于空气中的氧,即使在常温也可以与金属发生化学反应。这时的化学反应与燃烧不同,是极缓慢进行的,其反应速度乍一看是不能觉察的。如果将金属(如钢铁)长时间置于室外,其表面就会生锈,就是由于与氧发生化学反应造成的。

如果把金属与氧的缓慢作用定义为生锈,则氧化作用激烈时叫燃烧,当发生比燃烧更激烈更急剧的氧化化学作用时,就进入称之为爆炸^①的范围。气焊作业就是靠控制可燃性气体的燃烧及爆炸的化学反应而进行的,这种控制失败时就会发生气焊事故。

然而,可燃性气体即使不与氧共存而单独存放时,也有时会因为施加冲击、压力或者温度升高等原因而引起爆炸。其最典型示例就是乙炔 C_2H_2 。如果对乙炔施加上述条件,就会引起爆炸性的分解,即产生: $C_2H_2 \rightarrow 2C + H_2$ 的反应,将其称之为分解爆炸。

此外,可燃性气体与其它的金属作用时,也会产生爆炸性化合物。譬如,乙炔 C_2H_2 与铜或银作用就会产生爆炸性化合物,乙炔化合物就会由于冲击、加热等原因,发生激烈分解爆炸的危险性。

〔练习 题〕

(1)除了可燃性气体之外,产生燃烧和爆炸,还需要有以下物质中的哪种物质存在?

(a)燃料 (b)水分 (c)空气(氧气)

(2)以下气体中,哪个不是可燃性气体?

(a)丙烷 (b)乙炔 (c)氧气

(3)所谓氧化作用就是物质与氧的结合。下面的氧化作用中,

^① 可以将爆炸分为两种:一种叫爆燃;一种叫爆轰。起初,爆燃这个词是“爆炸性燃烧”的省略语,是指火焰在混合气体(可燃性气体和氧气)中的传播速度比声速(340m/s)慢。与此相反,将火焰的传播速度比声速快(超音速)就称为爆轰。爆轰时,若传播介质在气体中,则速度可达 1000~2000m/s,若传播介质在液体或固体中,则速度可达 6000~8000m/s。而且,传播速度越快,伴随着激烈冲击波的传播,其破坏力就越显著。

哪一种发生最激烈的反应？

(a)爆炸 (b)生锈 (c)燃烧

(4)即使没有空气(氧气),可燃性气体,特别是乙炔也会发生爆炸,在如下的条件中,请指出哪种原因是错误的。

(a)温度 (b)水分 (c)压力(冲击)

2. 爆炸的条件

爆炸的发生是有条件的。如果在气焊操作中加以控制,是可以做到安全使用的。如果粗心大意,不注意使用方法则是危险的。那么,应该在什么样的条件下使用为好呢?

2.1 可燃性气体与氧或与空气的混合比

如前所述,“燃烧(爆炸)必须有氧或空气存在”。那么,需要何种程度的混合呢?表1所示为可燃性气体与空气或与氧混合时的爆炸范围以及此时的着火温度(燃点)。

表1. 可燃性气体与空气或氧气混合时的爆炸范围与着火温度(燃点)

可燃性气体的种类	爆炸范围(容量%)		着火温度(℃)② (空气中)
	与空气混合①	与氧气混合	
乙炔 C_2H_2	2.5~100.0	2.3~100.0	335
丙烷 C_3H_8	2.2~9.5	2.3~55.0	525
丙烯 C_3H_6	2.0~11.1	2.1~53.0	458③
丁烷 C_4H_{10}	1.9~8.4	1.8~50.0	489

由此表可知,主要的可燃性气体的化学组成都是由C(碳)和H(氢)相互组合而成的。此外,由于气体的种类不同,也有如一氧化碳含有氧的情况。不过那样的气体很少。

① G·S·Scoff, G·W·Jones; Anual chem, 20 238(1948)。

② CRV·221(1938)

③ 最低着火温度。

由表 1 还可看出,可燃性气体爆炸的混合比例上限和下限的范围相当宽。此时最低侧的界限叫做爆炸下限,最高侧的界限叫做爆炸上限。另外,与丙烷相比,无论是与空气混合,还是与氧混合,乙炔的爆炸上限明显高得多。例如,与空气混合时,乙炔的爆炸上限为丙烷的 8 倍,与氧混合时其值也达丙烷的 2 倍。从乙炔的爆炸范围极大这一点也足以说明,在使用乙炔时必须十分注意。

另外,与被混合的气体做比较,混合气用氧时比用空气时的爆炸范围大,相应地也就说明用氧气的危险性增大。

可燃性气体与空气或氧混合时,其混合比例达到表 1 所列爆炸范围的混合气体即称为爆炸性混合气体。

当不认识这种爆炸性混合气体的时候,粗心大意使用是非常危险的。其混合气体的最佳比例受作业环境影响很大。例如,通风好的作业场所或在露天作业时,即使有少量的可燃性气体泄漏,由于浓度稀释未达到爆炸范围,但如果大量泄漏,即使是上述情况也会引起爆炸。当然,在通风不良的场所作业时,即使有少量的气体泄漏,也会在未被人感觉的情况下逐渐加浓,是非常危险的。因此,在通风环境很差的条件下作业时,如在大罐内、船仓里以及地下工程中作业时,对于少量的气体泄漏也不能麻痹大意^①。

2.2 点火源

对于已经构成爆炸性的混合气体,只要一点火,就会立即引起爆炸。作为其点火源,除了火焰(火柴等)、电火花之外,由于静电、冲击、摩擦等引起的火花也是其构成原因。此外,还有如油脂、火药类物质的自然氧化、自然着火等现象均可以构成点火源。

〔练习 题〕

(1)乙炔与空气混合时,其混合气体的爆炸范围上限容量的百

^① 1967 年 7 月,在东京都江东区焊接地下水管道时,曾经发生过爆炸,造成重大死伤事故。

分数(%),为以下的哪一种?

(a) 70 (b) 80 (c) 90 (d) 100

(2)乙炔与氧气混合时,其混合气体的爆炸范围上限容量的百分数(%),为以下的哪一种?

(a) 80 (b) 95 (c) 100

(3)下列内容中,哪种说法是错误的?

(a)可燃性气体与氧气混合时比与空气混合时的爆炸范围广,所以危险性增大。

(b)将乙炔或丙烷与空气或氧气混合时,乙炔具有比丙烷大得多的爆炸范围。

(c)丙烷(包括丙烯、丁烷)与空气混合时,按容量比为丙烷的20%、与空气80%的比例进行混合的气体会引起爆炸。

(4)以下哪种不是可燃性气体主要成分的元素?

(a) 氢(H_2) (b) 碳(C) (c) 氮(N_2)

(5)可燃性混合气体发生爆炸,受作业环境的影响。当然,以下各方面都是重要因素,但其中最重要的是哪一个?

(a) 通风(换气) (b) 照明 (c) 环境的整理。

(6)以下内容中,哪句是正确的?

(a)爆炸性混合气体,点火时发生初次爆炸。

(b)爆炸性混合气体,只能由电火花引发爆炸。

(c)爆炸性混合气体静止不动,只要稍一受到冲击就会发生爆炸。

3. 氧 气

3.1 空气的组成

在讨论燃烧或是爆炸的原因时,人们说空气或氧是必要条件,这是因为空气中含有氧的缘故。诚然,为了维持人类的生命,空气中的氧是非常重要的因素。

表 2 是按容积的比例所列的空气组成。从表 2 可知,空气中大约有 21% 为氧气,78% 为氮气,其余为氩气、二氧化碳、氢、氦等。

若大略地看也可以按图 1 所示,空气是由 20% 的氧和 80% 的氮组成的。因此,如果用空气代替氧时,仅以氧的量来看,似乎需

表 2 空气的组成(容积 %)

成 份	容积比 (%)
氮气(N ₂)	78.3
氧气(O ₂)	20.99
氩气(Ar)	0.94
二氧化碳(CO ₂)	0.33
氢气(H ₂)	0.01



图 1 空气的组成比例

供给约 5 倍的空气。但是,这时所残留的氮与其说与燃烧、爆炸完全无关,而不如说它起着阻碍燃烧、爆炸的作用。因此不能笼统而言。

3.2 氧气的制取方法

由于空气中含有 20% 的氧,因此,在制取用于气焊时的氧气,当然就要把空气中的氧和氮分离开来。将空气冷却至 -140°C 以下,并将其压缩,在空气的温度降到更低的同时,变成清澈的青白色液体,称其为液体空气。因为液体空气中的氮在 -195.8°C 、氧气在 -183.0°C 的温度(沸点)下开始沸腾,因此可以利用约 13°C 的温度差,将氧和氮分离开来。首先将氮气放掉,把氧部分在 35°C 、 14.7MPa (150kgf/cm^2) 的压力下装入氧气瓶①中,这就是工业用压缩氧。

此外,还可以用水的电解制取氧气,但一般不用于焊接及切割。

① 氧气瓶中的氧量 $L(\text{L})$, 可以按下式求出: $L = Vp$ 这里, V 是氧气瓶的内容积(L), p 是压力计显示的容器内的压力值(Pa)。

3.3 氧气的性质

氧气具有主要性质如下：

- (1) 氧气是无味、无臭、无色的气体。
- (2) 氧气比空气重(相对于空气的密度为 1.1)。
- (3) 氧气自身不燃烧,但对于可燃性气体的燃烧是不可缺少的条件,因而称为助燃气体。

(4) 化学性质活泼,与空气中的情况相比,在氧气中更容易与其它元素直接作用制成化合物。例如,把未完全燃尽的火柴棒放入氧气中它会重新燃烧;将赤热的铁丝放入氧气中,它会产生青白色火花燃烧起来。

3.4 氧气的危险性

在使用乙炔气焊接作业时,氧气是不可缺少的。因此,充分了解氧的危险性是非常必要的。在此,就氧的危险性列举如下:

(1) 因为氧比空气重,所以如果在通风性差的地方发生氧气泄漏,容易在下部积聚形成高浓度氧部分。

(2) 氧气泄漏,随着其浓度的增加可燃物的燃烧速度加快。

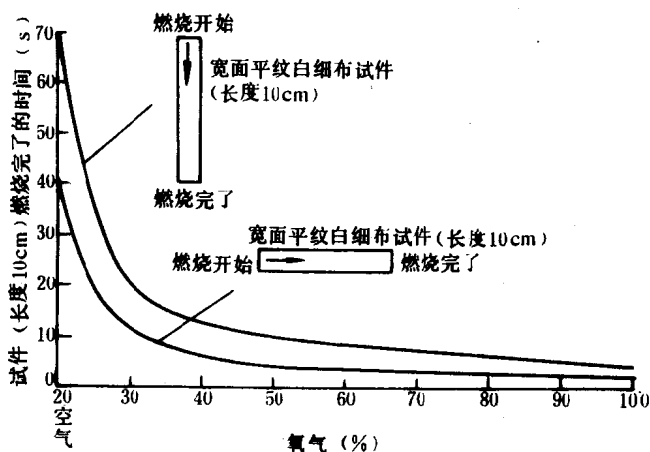


图2 氧浓度升高,宽面平纹白细布的燃尽时间减少