

焊接工作 安全技术

M. K. 阿布都拉也夫 著

国防工业出版社

焊接工作安全技术

M. K. 阿布都拉也夫 著
崔 連 信 等 譯



國防工業出版社

本書叙述了直接关系到从事焊接工作的主要劳动保护問題。

本書可供从事焊接工作的熟練工人、工長、工艺師、工程師以及安全技术工作人員和其他在业务性質上与保証金屬焊接及切割安全工作有关的人員等参考之用。

本書由崔連信，溫季华，李志清，赵曉望等同志譯出。

М. К. Абдуллаев
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
СВАРОЧНЫХ РАБОТ
ВТОРОЕ ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ ИЗДАНИЕ
Государственное
Издательство Оборонной Промышленности
Москва 1954

本書係根据苏联国防工业出版社
一九五四年俄文第二次增訂版譯出

焊接工作安全技术

〔苏〕 阿布都拉也夫 著

崔連信 等 譯

*

國防工業出版社出版

北京市書刊出版业營業許可証出字第074号

北京新中印刷厂印刷 新华書店发行

*

850×1168 1/32 • 5 3/16 印張 • 135,000字

一九五七年四月第一版

一九五七年四月北京第一次印刷

印数：1—7,000册 定价：(10)0.90元

目 次

序 言

第一篇 金屬气焊及气割的安全技術

第一章	各种可燃气体的特性比較及其使用方法	3
第二章	电石使用規則	8
第三章	乙炔發生器	13
第四章	回火防止器	40
第五章	氧气瓶及乙炔瓶使用安全措施	46
第六章	液体氧的运输及其保存方法	54
第七章	气体导管敷設及使用的基本規則	58
第八章	使用减压器及焊槍的安全工作条件	62
第九章	金屬切割安全措施	70

第二篇 电焊安全技術

第十章	电弧焊的电气安全及防护措施	80
第十一章	从事高生产效率电弧焊时的安全技术	101
第十二章	金屬接触焊的安全技术	114
第十三章	焊接工作的电气安全	122

第三篇 其他各种焊接的安全技術

第十四章	氩原子焊的安全措施	132
第十五章	在保护气体中焊接的安全措施	138
第十六章	在特殊焊接工作情况下的安全措施	141

第四篇 安全技術的一般規則

第十七章	試驗焊縫时的安全措施	150
第十八章	工作地点的通风	154
第十九章	焊接工作的防火措施	159
第二十章	焊工考試規則	160
参考文献		162

序 言

在苏联共产党第十九次代表大会上通过的有关1951~1955年苏联發展的五年計劃的指令規定了将机械制造业及金屬加工制品的产量大約增加一倍。在第五个五年計劃中規定了大量地增加蒸汽透平、水力透平及蒸汽鍋爐的生产。金屬結構制造厂的生产力增加一倍以上，装配式鋼筋混凝土結構的制造也增加了許多。

第五个五年計劃規定了国民經济各个部門未来的工艺过程，并規定了在生产上推广完善的工艺过程，其中金屬的焊接占了显著的地位。

金屬电焊是俄罗斯的最偉大的发明之一。

十八世紀末叶及十九世紀初俄罗斯著名的物理学家及第一位电工学家B. B. 彼得洛夫(Петров)院士在他的著作中写出了他在1802年發現的电弧現象，并首先指出利用电弧热能熔融金屬的可能性。H. H. 別納尔陀斯(Бенардос)首先将彼得洛夫所發現的电弧用于碳极焊接，而H. Г. 斯拉維雅諾夫(Славянов)第一个将电弧用于金屬电极焊接。

虽然別納尔陀斯和斯拉維雅諾夫研究的电弧焊接法得到了公認，并在許多国家里获得了專利权，但沙皇俄国落后的工业却未能利用这些俄国发明。

只是在偉大的十月社会主义革命以后，苏联的电焊技术才获得了巨大的成就。

不仅电弧焊接，即是气焊在苏联也获得了巨大的發展，尤其在進行修理及安装工作以及在焊接有色金屬时应用的更为广泛。

如今在应用焊接的規模以及在焊接技术水平方面，苏联占世界第一位。

由于在工业及建筑上广泛采用了气焊和电焊，因而就要求建立以先进工艺过程、正确的生产組織及工作地点的生产文明为基

础的，具有高度生产效率且又安全的劳动条件。

苏联政府每年支出大量的資金用于改善劳动条件，用于安全技术設施及工业衛生設施上，旨在保証劳动的充分安全及消除能
在生产上造成人身事故的根源。

为了完成此項任务，通过訓練班提高全体工作人員在劳动保护及安全技术方面的知識，以及組織社会劳动保护檢查等是有着重要意义的。

在本書內研究了直接对焊接工作特点有关的劳动保护基本問題。本書的目的是向讀者介紹金屬焊接与切割工作安全的基本問題。本書可供熟練工人、工厂安全技术工程师、工会中央理事会劳动保护檢查員及工会活动分子等参考之用。

第一篇 金屬气焊及气割的 安全技术

第一章

各种可燃气体的特性比較及 其使用方法

利用可燃气体在氧气中燃燒时所产生之火焰热量来熔化金屬之焊接称为气焊。

除气焊外，金屬气割（氧气切割）在工业上的使用也日益广泛。气割时所使用的設備与气焊設備相似。

因此，有关金屬气割及气焊之基本安全措施方面之知識就有着重意义了。

金屬气焊及气割利用各种气体做为燃料。焊接及切割用的可燃气体之适用性取决于該气体之下述諸性質：

1. 发热量；
2. 与氧气混合后燃燒时之火焰温度；
3. 为生成焊接火焰所需的氧气量；
4. 使用是否方便及安全；
5. 运输方便与否；
6. 有效热量。

在表1內示出气焊及气割使用之各种可燃气体之一覽表，并列出了它們的基本性質。

由列举数据可見，較好的施焊用气体是乙炔。其余各种可燃气体可以做为乙炔的代用品。

乙 炔

乙炔为碳氢化合物。在普通温度及大气压力下，純乙炔呈无色气体，具有弱醚气味。

乙炔較氧气及空气为輕。乙炔的密度与空气比較为 0.9，与氧气比較为 0.8。

气焊及气割用之工业乙炔，由于內中含有杂质，所以放出一种討厭的蒜味。

当压力为 760 公厘水銀柱及温度低于 -83.6°C 时，乙炔即液化为略带臭味的无色易流动性液体。液体乙炔在大气压力下，冷却到 -85°C 以下时即变为固体。無論是液体乙炔或是固体乙炔，其爆炸危險均非常大，因而在实际焊接上并不使用。

将乙炔加热到 $450\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，并同时將压力增加到 $1.5\sim 2.0$ 計示大气压时就会爆炸，爆炸时分解物的温度可达 3000°C ，而爆炸波之压力要比乙炔原始绝对压力增大到 $10\sim 11$ 倍。

乙炔与空气混合时，如果空气中含有 $2.8\sim 80\%$ （按容积）之乙炔，即形成有爆炸危險的混合气。最易爆炸的混合气，其乙炔含量占 $7\sim 13\%$ 。

乙炔与氧气混合时如乙炔的含量按容积来講占 $2.8\sim 93\%$ ，則形成爆炸性混合气。乙炔含量約占 30% 的混合气最易爆炸。

乙炔跟紫銅、銀或水銀长期接触时，生成乙炔亚銅、乙炔銀及乙炔汞，此种化合物加热到 $110\sim 120^{\circ}\text{C}$ 或剧烈震击时就会爆炸。因此，制造乙炔設備及其附件时，禁止使用紫銅，只允許使用銅含量不超过 70% 之銅合金。

乙炔加热到 300°C 时發生聚合作用，这种聚合作用就在于乙炔分子濃度加大及乙炔变为苯及其它产物。

有时在乙炔發生器里会發現聚合作用，其痕迹可以根据石灰淤泥上的褐色斑点来判断。在导热不充分时，所發生的聚合作用会

促使乙炔發生爆炸。为了預防聚合作用的可能及預防乙炔爆炸分解，制取乙炔設備中的溫度不應超過 100°C 。

乙炔爆炸之危險性，在頗大程度上取決於盛乙炔用的容器之尺寸（直徑）。如將乙炔置於毛細（微細）孔道中，則其爆炸危險就大為減低。人們就是利用它這種性能，在壓力下將乙炔充入鋼瓶。

乙炔能很好地溶解於某些液體中。也利用它這種性能將其充入鋼瓶內。

汽油氣及煤油氣

汽油是分餾石油時而得到的一種低沸點碳氫化合物。即使在常溫下，它也會迅速蒸發。

汽油氣對人的健康是有害的，此外，汽油氣與空氣混合後易於爆炸。因此，使用汽油時必須遵守預防辦法。由於汽油的火焰溫度較低（ $2400\sim 2500^{\circ}\text{C}$ ），因而在焊接上很少使用，但在氧氣切割上廣為採用。

煤油氣成功地使用在氣割上。氧煤油火焰之溫度較氧汽油火焰為低，但其切割過程是相當快的。用煤油氣切割時所使用之設備和汽油氣切割設備相同。

天 然 煤 氣

近年來蘇聯在掌握天然煤氣產地及敷設此種煤氣輸向工業中心的輸送幹管方面完成了巨大的工作，因此天然煤氣被使用在金屬氣體火焰加工上，也使用在氣體切割上。天然煤氣之成分主要為甲烷（按體積占 $77\sim 98\%$ ），含有 $1.2\sim 14.5\%$ 的氮雜質。甲烷與氧氣燃燒時之火焰溫度為 $1,900\sim 2,000^{\circ}\text{C}$ 。甲烷系於 150 計示大氣壓下盛在鋼瓶內運輸。鋼瓶塗上紅色，並標註白色“甲烷”字樣。

气 焊 及 气 割 用

燃料名称	0°C与760 公厘水银柱 时之比重 (公斤/公尺 ³)	发 热 量 (卡/公尺 ³)	火焰中部 发热量 (有效热 量) (卡/公尺 ³)	火焰温度 (°C)	着火温度 (°C)
乙 炔	1.1791	11500	5050	3100	428
氢	0.0898	2570	1300	2100	410.5
汽油	0.7~0.76 (公斤/公升)	30000 (卡/公斤)	1200	2400	—
苯	0.878 公斤/公升	33 840卡/公斤	1400	2600	—
灯用煤气	0.35~0.48	3800	900	1900	—
炼焦煤气	0.490	4500	1000	2100~2200	—
甲烷	0.715	8530	810	1900~2000	340
假丁烯	0.65 (公斤/公升)	11 000	—	—	450
石油煤气	0.776~0.357	10 500~11 000	—	2300~2400	—
丙烷	1.867	22 400	1150	2000	—
丁烷	2.460	28 800	1100	2100	—

表 1

各种燃料的性能

燃烧时所需之氧气体量 (公尺 ³ /公尺 ³)		燃料的化学分子式	与空气混合 之爆炸极限 (燃料%)	温度 效率	保存方法	运输情况
完全燃烧 用	送至焊接 器之氧气体 数量					
2.5	1.15	C_2H_2	2.8~80	0.57	保存及运输的不是乙炔，而是盛在钢筒内的碳化钙，由它可取得乙炔。有时乙炔亦溶解于钢瓶中之丙酮内	碳化钙便于运输
0.5	0.25	H_2	9.5~66.3	0.355	在钢瓶内保存	运费昂贵
1.3~1.7 (公升/克)	—	—	2.6~6.7	0.437	在油箱或油桶内保存	运输方便
7.5	3	C_6H_6	—	0.483	同上	
1.1~1.2	0.6~0.7	—	9.8~24.8	0.29	在气罐内保存	不便于远程运输
1.035	0.55~0.6	—	—	0.325	同上	同上
2	1	CH_4	6.26~11.91	0.206	在钢瓶内保存	运费昂贵
6	2	—	1.8~7.8	—	以液化形式装在钢瓶内保存	比其它气体之运费低廉
3.5	0.65	—	—	0.39	同上	同上
5	1.5	C_8H_8	2.1~3.5	0.325	同上	同上
6.5	2	C_4H_{10}	1.5~3	0.355	同上	同上

灯 用 煤 气

这种煤气系于1000~1300°C之温度下由煤炭、木炭或泥煤中取得之蒸馏产品。由煤炭中取得之业經純淨之灯用煤气之平均成分如下：氢51%；甲烷32.7%；氧化碳9.2%；乙烯等2.5%；苯等1.2%；炭酸2.1%；氮1.3%。

灯用煤气因不便于运输，所以仅有地方性的意义。由于火焰温度很低，所以灯用煤气完全不适于鋼之焊接。

液化石油煤气

近几年来在气体切割上采用了液化石油煤气——丙烷和丁烷。此种煤气是在石油加工时取得的。当压力不大和处于常温时，液化石油煤气变为液态。液化石油煤气的优点是爆炸极限不大。在丙烷与空气的混合气中，2~3.5%的丙烷含量为其爆炸极限。

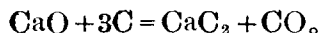
保存及运输时，液化石油煤气盛在焊接的輕質薄壁筒內。一般在向筒內注入液化石油煤气时，最多只能注到其容积的一半，因为筒內液化煤气因受热而膨胀时，压力增高，以至会促使筒发生爆炸。

第 二 章

电 石 使 用 規 則

电 石 性 質

实际上获取工业乙炔之最广泛方法是用水分解电石（碳化鈣）。电石是鈣与碳的化合物。在电爐中以2000°C使氧化鈣（生石灰）与无烟煤或焦炭互相熔合就可以获得电石。此时所进行的化学反应可以写成：



工业用电石中 CaC_2 的含量一般为65~70%。在电石的断面上呈浅灰色(CaC_2 含量较多时,断面呈紫色)。

下面列出工业用电石的大略成分(重量百分比):

碳化钙(CaC_2)	70%
石灰(CaO)	24%
氧化镁(MgO)	0.4%
氧化铁及氧化铝($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$)	2.3%
硅酸(SiO_2)	2%
硫(S)	0.3%
碳素(C)	1%

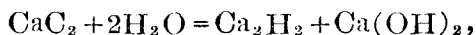
一般用的电石呈块状,其尺寸(颗粒)为2~80公厘。

电石颗粒小于2公厘的就成为余料,称之为“细末”。

在每种尺寸的电石内允许有:比规定大一号之颗粒不得超过5%,小一号的颗粒不得超过15%。精选电石内之细末含量不得超过3%。

大块电石应在乙炔站室外捣碎。

电石与水相互作用时产生乙炔及熟石灰。其反应按下列方程式进行:



反应过程析出大量的热。

每公斤电石一般可得到200~300公升乙炔,析出的热量大约等于400卡。

理论上分解1公斤电石,需要0.56公升水,并产生1.154公斤熟石灰及0.406公斤或344.4公升乙炔。实际上,如将各种损失计算在内,欲得到1000公升(1公尺³)乙炔需要消耗3.7~5公斤电石。水不足时,会使乙炔大大过热。所以分解时,1公斤电石一般需要5~15公升水。

水分解电石的过程不是均衡的;随着分解过程的进行,其反

应之強烈性也不断减弱。最初，当电石块表面尚未被石灰外皮包住时，电石块表面适当增大，乙炔析出猛烈，即反应速度增大。随着电石块的减小及其上之石灰外皮不断产生，未分解之电石与水之接触也困难，反应之強烈性也逐漸减低。攪拌会使乙炔析出較迅速及均衡。

分解時間与电石块尺寸之变化关系見表 2 之数据。

工业乙炔之有害雜質包括磷化氫 (PH_3) 及硫化物。ГОСТ 1460—46 規定了乙炔中雜質之极限允許含量。根据該标准，乙炔（以水分解电石时）中磷化氫的含量按体积不得超过 0.06%，而硫化物之含量，以硫化氫 (H_2S) 計，按体积不得超过 0.1%。

表 2

	电石块尺寸 (公厘)						
	細 末	2 ~ 4	4 ~ 8	8 ~ 15	15 ~ 25	25 ~ 50	50 ~ 80
分解時間 (以分鐘計)	若干秒	1.17	1.65	1.82	4.28	13.5	16.6

在电石內必然要含有若干数量的磷化鈣及磷化碳，当它們与水相互作用时即生成磷化氫。如果电石含有过多的磷化物，則从电石中产生出来的乙炔，在較高的温度下与空气接触后会自行着火。

电石的包装、运输及保管

为防止电石分解及防止产生易爆炸的空气乙炔混合气，在向用户发送时，必須用气密鋼桶将电石封起。标准鋼桶盛 50~130 公斤电石。鋼桶系由厚度不小于 0.5 公厘的波紋鋼板制成。在桶上标明：制造厂名称；重量（淨重及毛重）；顆粒状态；品种及“ГОСТ 1460—46”印記。此外，在桶上还書有“防潮防火”字样。

从事电石搬运的人員必須經過細心指导，并預先对其說明有

关谨慎对待电石桶之必要性。尤其在用馬車運輸或汽車運輸更应谨慎，勿使鋼桶受到推撞及冲击。鋼桶之氣密性遭到破坏时，电石即会与空气接触（空气总是含有水分的），如此首先要导致乙炔产生及着火。在運輸盛有电石之鋼桶时，必須蒙上帆布。

搬运电石桶时，即使距离不远，也同样要谨慎。因而，电石桶之搬运距离超过 5 公尺时，就必须使用小搬运車。若卸貨时，鋼桶离地高度不大时，要順坡板将其滑下。绝对禁止摔投鋼桶，因为这样会破坏其氣密性。

从車箱或汽車上将鋼桶卸下以后，应立刻将其运往倉庫，并馬上仔細檢查是否有破坏氣密性的损伤。不許用损坏的鋼桶盛电石。因此鋼桶一旦损坏，就应将电石換裝到另一氣密桶內。

使用最广之电石包裝桶是用 1.2~1.5 公厘厚的鋼板制造的鋼桶（见图 1）。鋼桶之折动盖借橡皮垫进行密封。

儲存电石的庫房必須建筑在不能被淹沒的地方，且要遵守既定的規則，以保証存放之可靠性及安全。庫房的地板，根据地方的条件及电石運輸工具（鐵路之車箱、汽車、窄軌台車等）不同，应比地平面高出 0.8~1.0 公尺。在現有的电石倉庫內，如地板高度低于离地平面的标准，則应放置不低于 0.2 公尺的电石貨架。为了减少所需之倉庫面积，允許电石桶叠起几层存放，但不得多于 4 层。此时，要将电石桶橫放，而且在各层鋼桶之間必須垫上厚为 40~50 公厘的木板。禁止在地下室儲存电石。

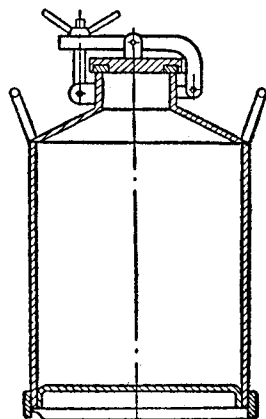


图 1 电石桶

在电石庫房內部禁止敷設水道管及暖气管，因为一旦管子损坏，庫房就有遭到水淹的危險。庫房的人工照明必須做戶外式斜射光綫；电綫、开关及可熔保險絲均要裝在外牆上。

电石桶須在单独的屋子里进行启封，因为启桶时，电石細末

不可避免的要飞揚，由其中析出的乙炔会将空气弄脏。根据这些理由，也就不許将业經启封的或损坏的电石桶置于庫內保存。空桶里的細末要彻底清除干淨。大家都知道：如果空桶內殘留电石細末，就可能形成空气乙炔混合气的爆炸事故。

为了避免空气乙炔混合气之产生，必須将庫房內堆集起来的电石細末定期地（每晝夜不少于一次）、細心地加以收集并拿出毀掉，假如有特种的乙炔設備規定使用电石細末时，則将它裝在关闭的气密箱內加以保存。

电石倉庫必須备有干性灭火器或碳酸灭火器，和砂子，以防火灾。

电石桶啓封

启开电石桶时必须記住：位于各个电石块間之空气含有一些乙炔成分。乙炔之所以能产生，是因为受到下述影响所致：向桶內裝电石时在桶內留有空气中的水分，或封桶之气密性不良，或运输、装卸及在潮湿处保存时，鋼桶遭到破坏而透入空气。如果在明火附近启桶，空气乙炔混合气就会着火。启桶时禁止吸烟。

在电石內有硅鉄也是危险的。用鋼鑿击打硅鉄，以及电石块之間相互撞击都会产生火星及引起爆炸。

在电石內之所以有硅鉄，是由于原料內含有不洁杂质（焦炭含有鉄及石灰含有硅酸），以及用以制造电极套的鉄化为爐料所致。

电石工厂是利用特种电磁分离器将搗碎电石中之硅鉄除掉，但是包在大块电石內部的硅鉄块可能殘留在里面不能被吸出，以后，又从包裹它們的电石外皮中解脱出来而留于桶內。应当指出：硅含量超过30%的硅鉄不带磁性。不許用鋼鑿开启桶盖，因为开启时容易产生火星，因此在电石启桶时最好使用黃銅工具。

近来制造的电石桶上有一小孔（直徑为100公厘），用盖子封严。在打开此种电石桶时，只消用特种开桶刀（見图2）启开小桶盖即可。

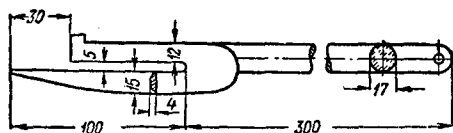


图 2 电石桶开桶刀

第三章

乙炔发生器

乙炔发生器的分类

用水分解电石，而从其中产生乙炔用的器具称为乙炔发生器。金属气焊及气割时所使用的乙炔发生器，其种类极其繁多，但根据一系列共同的特征可以将乙炔发生器分为若干个组。

根据所产生乙炔的极限压力，乙炔发生器分为低压式乙炔发生器——其极限压力为0.1计示大气压，及中压式乙炔发生器——乙炔压力介于0.1到1.5计示大气压之间。

在这种情况下，低压式乙炔发生器又可以按贮气罐的构造加以区分。

其中的一种贮气罐是一个浮在水里的浮钟。气体（乙炔）的压力取决于浮钟的重量，等于100~140公厘水柱。在工作过程中，气体的压力几乎是恒定不变的。

另一种贮气罐是由两个连通的容器——上下容器组成。气体的压力取决于两容器内之水位差，实际上气体的压力是在300~500公厘水柱范围内变动的。在工作过程中，气体的压力是随着乙炔消耗的多寡而变。

中压式乙炔发生器的贮气罐是一个容积不变的容器。乙炔的压力取决于位于贮气罐内之气体数量。

根据电石用水分解的方法不同，乙炔发生器可分为以下各种：