

206970

基本館藏

鋼軌、零件及道岔
焊修手冊

吳西林編



人民鐵道出版社

3
4



統一書號: 15043·784

定 价: 0.62 元

543
2614

鋼 軌、 零 件 及 道 岔
焊 修 手 冊

吳 西 林 編

人 民 鐵 道 出 版 社

一 九 五 八 年 · 北 京

本书主要解决铁路线路上部建筑中钢轨及其联结零件破损后的焊修，介绍了用氧炔焊、电焊的焊补方法及原理。并重点介绍了在全国铁路系统中推行已久的彭兴德同志的焊补经验。

书中文句通俗，内容方面理论浅近易懂，而对实际操作步骤、方法、可能发生的焊修缺陷及其清除办法、和一些有关焊修方面的规定，均有很详尽确切的叙述。

此外，尤其可贵的是编者根据几年来工作中的实际情况特别将“安全规则”作为附录之一列入本书，这对实际生产过程中的安全工作可起指导作用。

本书可供铁路部门及其他工业部门从事实际焊接操作的熔焊工人作为学习资料，也可以供有关管理部门及技术人员参考。

钢轨、零件及道岔

焊 修 手 册

吳 西 林 編

人民铁道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第010号

新华书店发行

人民铁道出版社印刷厂印

(北京市建国门外七棵柳树)

书号1141 开本 850×1168^{1/32} 印张5^{3/8}插页1 字数156千

1958年11月第1版

1958年11月第1版第1次印刷

印数0001—1,200册 定价(9) ~~1.10元~~

0.62元

前 言

保持綫路上部建筑中鋼軌及其联結零件、道岔与運輸工具的完好状态，是保証行車安全，提高綫路行車速度的一項主要措施。

本书闡述了用焊补方法来修理上述物品，借以保持它們的完好状态，并延长它們的使用期，給国家節約資金。

书中重点地介紹了一些著名的焊补經驗，尤其是在全国鐵路部門推行已久的彭兴德同志的焊补經驗。可作为四、五級鍛工和熔焊工同志們的学习材料，也可以供有关同志們的参考。

由于編者能力的限制，經驗的不足，錯誤在所难免，尤希讀者提出批評和指正。

本书在編著过程中，齐齐哈尔鐵路管理局工务处材料厂和技术館的很多同志們在各方面給予了协助，編者在此一并致謝。

吳 西 林

1957.11.16.

目 录

第一章 氧炔焊接	5
一 什么是氧炔焊	5
二 进行氧炔焊的注意点	5
三 电石气筒原理	5
四 氧气瓶原理	9
五 氧气与电石气的气压调节器	9
六 焊把	10
七 烧尖	10
八 皮管	11
九 火焰理论	12
十 焊条	14
十一 乙炔过滤器	16
十二 回火防止器(水式安全器, 又称保险壶)	17
十三 用具的故障与修理	18
十四 工作中的故障及消除办法	20
十五 氧气量的计算法	20
十六 氧炔焊接的方法	21
第二章 电弧焊接	22
一 概论	22
二 焊条的选择	25
三 半自动电弧焊接法	26
四 多条焊接法	36
五 短弧焊接法	39
六 电焊机安全断电器	42
第三章 焊补作业	42
一 可焊性的决定与试验	42

二	焊接前的准备工作	44
三	焊接过程中的胀、缩、扭曲与剩余应力	50
四	低温对焊接的影响	55
五	焊接技术	55
六	道岔的焊补	58
七	焊接鋼軌	62
八	异型鋼軌的焊接	64
九	魚尾鋸的焊补	66
十	焊补低接头	70
十一	灰口鑄鉄的熔焊	71
第四章	彭兴德小組焊补道岔工作总结	73
一	概述	73
二	特点	73
三	工作方法	75
四	作业过程	77
五	焊补工作中应注意的事項	82
六	技术安全中的几个問題	83
第五章	切割	86
一	切割的条件	87
二	注意事項	87
三	鋼中各元素对于切割的影响	89
四	进行切割的作业过程	90
五	切割的理論数据	91
六	切割器的构造	91
第六章	鋼鉄的热处理	94
一	鋼鉄組織与热处理	94
二	热处理的方法	99
三	鋼在热处理时的缺陷	100
四	淬火	101
五	回火	113

六	焊接接縫的輕敲和热处理对于焊接接头 震动强度的影响	115
第七章	道岔的拼制与加固	116
一	普通道岔的构造及其各部分的作用	116
二	我国旧有轆岔在构造上存在的主要缺点	119
三	道岔的加固	121
四	道岔砍底式基本轨的加固	126
五	配制翼軌时的注意事項	126
第八章	焊接質量的检查及試驗	131
一	外觀检查	131
二	煤油試驗	131
三	机械試驗	132
四	簡便硬度測定法	134
五	魚尾鋏的更生与驗收	136
第九章	焊接的缺陷与糾正	139
一	氧炔焊	139
二	电弧焊	141
附 录 一	安全規則	146
附 录 二	加强焊补工作的有关指示	156
附 录 三	各种金属焊接方法的温度	165
附 录 四	英吋公厘对照表	166
附 录 五	摄氏($^{\circ}\text{C}$)和华氏($^{\circ}\text{F}$)温度对照表	插頁
附 录 六	压力換算表	168
附 录 七	金属鑑別法	169
	本书参考文献	176

第一章 氧炔焊接

一、什么是氧炔焊

氧炔焊(一名瓦斯焊又叫氧焊或气焊)，是无压焊接法的一种。热量系从氧气与电石气相燃烧的火中火焰中获得。二种气体在一特制的焊把内混合成适当的比例，由工作人员控制，调节产生所需要的火焰，将该火焰加在焊件的接缝上，于是部分金属受热而熔化，使分离的焊件彼此相熔化而接合(有时尚须使用助焊剂)。

二、进行氧炔焊的注意点

要完成一优良的焊接或焊补工作，对于所有的条件，包括烧尖大小、焊条品质、火焰调整及焊条与焊把(又称焊枪、熔焊器)的把持等都需十分准确而良好。在若干焊接或焊补工作中，尚有必要的附加工作，如预热、骤冷、焊接后的热处理及其他特殊的技术工作。在焊接某几种金属时，更需加放一种焊药，以便除去熔化金属中的氧化物及熔渣，并保护熔化金属使不与空气接触。

良好的焊接接头，应有平顺的外表，均匀的填充金属及完全熔化的焊接边等，故对于焊接缺陷的造成原因和纠正的方法，要特别注意。

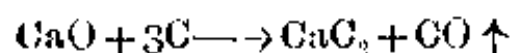
焊接边也须作适宜的准备。还须作好防止变形、应力和热处理工作，焊把的移动要稳匀，使焊件熔化平均。

焊接应用工具见表(4—2)。

三、电石气筒原理

电石是碳化钙的俗称，为一种灰色极硬似石子状的固体，系以生石灰与焦煤在通过高压电流的电炉中炼制而成。制成的电石规格如下表：

制作时的化学反应是：



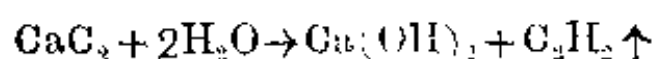
生石灰 焦煤 电石 一氧化碳

电石与水起化学作用，即产生熟石灰与电石气(乙炔)，化学反

表 1-1

規 格	單 位	一 号 電 石	二 号 電 石
乙炔比重		0.92	0.92
每公斤電石所產生的乙炔量	公升	250~280	230~250
燃燒之乙炔溫度	°C	3,700	3,300
含炭量	%	92.3	—
含雜質硫化氫量		輕 微	少 量

应为：



电 石 水 熟石灰 电石气

按理論，純电石每公斤应当产生乙炔 340 公升，但根据經驗只能产生 240 公升(因成份不純及含有雜質所致)。

电石气是无色的气体，但有特殊臭味，极易发觉，当与氧气相混合而燃烧时，即能产生高温度的火焰，燃烧后产生水蒸气与二氧化碳，并且放出很多的热量，在温度 20°C 和一个大气压力下为 10.8 立方公尺，其完全燃烧的化学反应如下：



电石气 氧气 二氧化碳 水蒸气 热 量

多数电石气是放热反应而成的。就是当生成时产生热量，而当燃烧时吸收等量的热。但是电石气却十足是吸热反应而成的。它在生成时吸收热量，而当燃烧或分解时则放出热量，由电石气发放的热再加由它的分解物燃烧所得的热量，即得上述总共热量 311.6 大卡茲分析如下：

熱 量 的 來 源	反 應 公 式	每克分子最 所產生之熱量 (大卡)	總的百 分比
1. 乙炔分 解并 產生 一氧化碳	$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO} + \text{H}_2$ ($\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow 2\text{C} + \text{H}_2$) ($2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$)	107.2 (54.3) (52.9)	34.4
2. 氫變 為水 汽，氧 化碳變為二氧化碳	$2\text{CO} + \text{H}_2 + 1\frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ($2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$) ($\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)	204.4 (68) (68.4)	65.6
總 共 發 生 之 熱 量		311.6	100

凡空气中含有20~80%的电石气混合气时，一經点火，便易立即爆炸，所以对于氧炔焊应该有适当的安全设备及合宜的焊接器具。此外，乙炔容器上也禁止使用紫铜，以防发生爆炸。

发生器壁的厚度，在低压式可根据发生器直径来选定，其关系为：

外壳直径(公厘)	壁厚(公厘)
<500	1~1.2
500~700	1.25
700~900	1.25~1.5
900~1,200	1.5~2

中压及高压发生器的壁厚可根据下列經驗公式决定：

$$S = \frac{D}{200} + S' \text{ 公厘}$$

式中：

D = 发生器内径，公厘

S' = 考虑腐蚀所增加的厚度，一般为1公厘。

在移动式的发生器内使用碎电石时須注意，由于电石颗粒较小（4~20公厘），与水的接触面积就大，因而，在一瞬間所产生的大量热，可能引起爆炸或将筐内的电石点燃，因此，在使用时就必須作到以下各点：

1. 将放电石的筐改成下小上大的椭圆形，并加长到半公尺，用3公厘直径的铁线編成，线中心距为13~15公厘；
2. 及时换水，每公斤电石的水量保持15公斤；
3. 及时冷却（用冷水浇发生器壁）；
4. 将挂有碎电石的发生器上盖放入水中时应由人扶着慢慢放下，使电石与水的接触面积减少；
5. 每个发生器上可以接出两个火咀，以便将迅速产生的乙炔气及时輸出，防止发生器内的乙炔压力增高；
6. 必要时可增設儲气筒，用加大容积的方法减小压力、防止爆炸。

試驗証明，采用上述方法可使碎粒电石充分应用于移动式发生器

进行焊补或切割工作。(每公斤电石在焊补魚尾钣时可使用 12.6 分钟。)从而防止了碎电石的浪费。

电石气瓶用来盛装电石气，有不同大小的容量，如3.1、7、7.7及8.5立方公尺等。当气体被压入气瓶内，电石气应溶解于瓶内的丙酮($\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3$)液中，而该溶液复被若干松填料如木屑、木炭、细砂、碎石棉、不溶解的砂土等所吸收。

丙酮是一种无色液体，系由木材中干餾而得，在压力 17.6 公斤/平方公分之下，能溶解 420 倍体积的电石气，在储放电石气的任务上，丙酮是必需的，因为电石气的压力到达 1 公斤/平方公分时，加热或受撞击后，可能发生爆炸，而倘使到达 2.3 公斤/平方公分时，更会变成自炸，就是该气与空气或氧相接触，或者略受撞击即会发生爆炸性的分解。但丙酮对此，却有高度的溶解性。

当电石气从气瓶中放出而被应用时，设为由一具 7.7 立方公尺的标准气瓶放出，则连续的放气速率，每小时不能超过 1.8 立方公尺；否则丙酮液可能被带出而损坏焊接；倘使需要量大于此数时，宜用数只气瓶连接应用。电石气瓶内，含有全容量 75~80% 的松填料，如一大块大海棉，有吸收丙酮液的作用，而后者再吸收或溶解电石气；大概松填料仅有 40% 的体积是含有丙酮液的，以备因溶解电石气而增加体积。制造厂充气入气瓶时，多数以重量来判定瓶内的含气量，在温度 21.1°C 时，溶解液中的电石气每公斤为 0.21 立方公尺；在未充前及充满后，各将气瓶秤其重量，即能决定瓶内的含气量。

多数电石气瓶在制造时，已制备若干钢质保险塞，塞的中心，开一小孔注入低熔点合金，通常其熔点仅 $100^\circ\sim 104.4^\circ\text{C}$ 。该保险塞的位置是在瓶底及瓶顶气門旁，倘使气瓶受热太高，则该项低熔点合金即开始熔化而吹去，如此可让气体缓缓逸出，以免产生一有危险的高压；保险塞中心的孔很小，倘使逸出的电石气因着火而燃烧，亦不足回火烧入气瓶内，如无此种装置，气瓶内的气压急速增加，会遭受因高温而爆裂的危险。

直接应用碳化钙(电石)与水以产生电石气的器具，可以随需要而随时产生，称为电石气发生筒，分高压式及低压式两种。

四、氧氣瓶原理

氧氣是一種無色、無味、無臭的氣體，比空氣略輕，它的本身是不會燃燒的，但能支持或幫助其他物質的燃燒，並因此產生巨量的熱和光。氧氣與電石氣相燃燒產生高溫火焰，用來焊接金屬。

商業上製造氧氣，可用液化空氣法或電解法。

常用的氧氣瓶是一種無縫的鋼質圓筒，高約1.27公尺，內徑為216公厘；瓶壁厚度約6.35公厘，有6.2立方公尺的氧氣容量，約為6,000公升，當溫度 21.1°C 時，產生每平方公尺約980公斤的壓力。

五、氧氣與電石氣的气壓調節器

气瓶內的氧氣及電石氣，其壓力很高，不能直接應用於氧焊，所以必需有一氣壓調節器，以減低其氣壓，並且可操縱其氣體的流出。

氣壓調節器的設計，是隨各種需要而不同的，最通用的為單程式及二程式二種。單程式的氣壓調節器，由氣體貯藏壓力減低至工作氣壓，僅需一個步驟或一個階段，而二程式氣壓調節器則需要二個步驟或二個階段來完成同一工作。採用二程式氣壓調節器，可減少若干讀數準確的必需性。

1. 單程式氧氣氣壓調節器——由一通過高壓氣體的管嘴，另一可關閉該管嘴的氣門座墊及一膜片調整螺絲與一平衡彈簧等合制而成。每一調節器上附帶裝上二個氣壓表，用以指示气瓶（進氣）及工作氣體的壓力（出氣）。進氣氣壓表，用來指示气瓶氣壓，是一高壓表；而出氣氣壓表指示工作氣壓，是一低壓表。當气瓶上的氣門開啟以後，高壓表上的指針立即轉動，由此可知瓶內的氣體量；而在低壓表上指示出的氣壓，是隨調節器的調整螺絲的位置而不同的。旋轉螺絲向左是增加氣壓；向右則是減低氣壓。

隨氧气瓶的最高氣壓是約150公斤/平方公分而高氣壓表的讀數至少從0至211公斤/平方公分，且亦有高至352公斤/平方公分者。低壓表的讀數有自0至3.51、14及70.3公斤/平方公分等數種，普通氣焊所需氣壓甚低，21及70.3公斤/平方公分低壓僅用為特殊金屬切斷工作中。

2. 二程式氧氣氣壓調節器——二程式動作與單程式相類似，其主要不同點是全部氣壓的降落，分成二個過程，在高壓階段中是將瓶內氣壓減低至中間壓力，在低壓階段中，是將中間氣壓減低至工作所

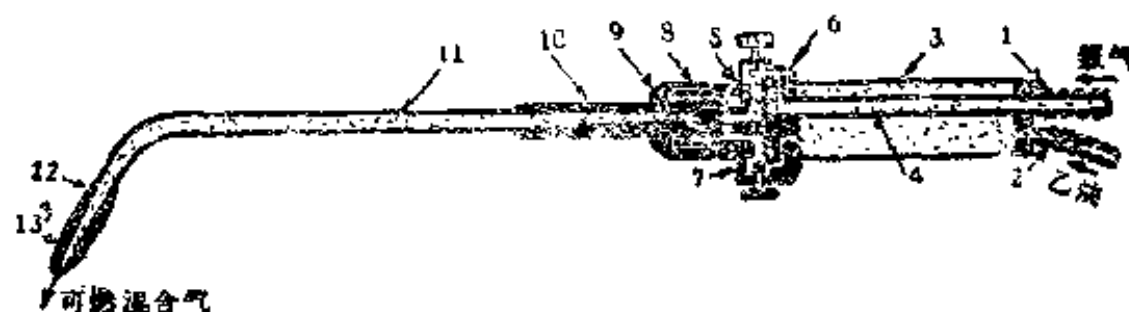
需的气压。

3. 电石气压调节器——完全与氧气气压调节器相同，但所能承受气压较低；高压仅 70.3 公斤/平方公分，低压由 0 至 2.11 或 4.22 公斤/平方公分，应用时电石气体绝不能超过 1.0546 公斤/平方公分压力。

六、焊 把

焊把是用来混合氧气及电石气使成一特定的适当比例，并能调节在烧尖燃烧气体体积，焊把上装有二只针头气门，其一用以调整电石气流量，另一用以调整氧气，其他尚有一把手，二条气管，一个混合头部附一烧尖。二条气管在焊把的头部相会合，其前端多用银钎焊相结合，焊把的后部则用锻接方法制成，使装在把手上极为稳固，焊把普通式样有二：

1. 低压式——所用电石气压力小于 0.07 公斤/平方公分，所以必需有一高压氧气喷出，而在喷口上产生一吸引的作用，以吸出所需要的电石气量。在焊把设计时，需要利用其喷射原理，完成二种气体混合动作。



1. 插头；2. 乙炔接头管；3. 把手；4. 进气管；5. 外壳；6. 氧气阀；7. 乙炔阀；
8. 喷射器；9. 螺牙；10. 混合室；11. 管；12. 联结接头管；13. 喷嘴

(圖 1—1)

2. 等压式——所用电石气的压力，在 1 至 1.0546 公斤/平方公分之間氧气与电石气二者的压力是相等的。电石气并不靠高压氧气的吸引作用而吸出，使用等压式焊把比较容易调整，并获得所需要的火焰及不容易在烧尖发生回爆现象。

有的焊把随烧尖尺寸的不同装用各别的混合头部及混合管，而有的焊把仅有一个混合管来配合几种不同大小的烧尖。

七、烧 尖

用紫铜制成，亦有数种式样，有的整体制成，有的二块合成。其

大小多以號碼為定。其出氣孔的直徑不同，在不同場合下，配合各個不同焊件的需要，而獲得不同熱量。

1. 若應用低壓式焊把則對於不同大小的燒尖，其所需要工作氣壓約如表1—2：

表 1—2

燒尖號碼	電石氣壓力 (公斤/平方公分)	氧氣壓力 (公斤/平方公分)
0	0.0703	0.6320
1		"
2	"	0.7031
3	"	0.7031
4	"	0.7734
5	"	0.8437
6	"	0.9843
7	"	1.1249
8	"	1.3359
10	"	1.4765
12	"	1.7577
15	"	2.1092

2. 若應用等壓式焊把則需要工作氣壓大約表1—3：

燒尖號碼 蘇聯 以 00 號起到 7

表 1—3

燒尖號碼	電石氣壓力 (公斤/平方公分)	氧氣壓力 (公斤/平方公分)
0	0.0703	0.0703
0	"	"
1	"	"
2	0.1406	同 左
3	0.2109	"
4	0.2812	"
5	0.3515	"
6	0.4218	"

號為止，分為 9 級；德國從 000 號起至 8 號為止共分 11 級；英制從 68 號起至 25 號止共分為 13 級。

八、皮 管

皮管用以連接氣壓調節器至焊把間的气体通路，堅固無氣孔、很輕並有足夠的彎曲性，使焊把易于轉動。

皮管的大小是以皮管內徑及所包含纖維層數而定，普通皮管其內徑自 3.18 公厘至 12.7 公厘，用於輕焊把皮管內徑為 3.18~4.76 公厘，而含有一層或二層纖維素，用在厚焊件或切割工作中的皮管，其內徑為 $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{2}$ 吋，並有三至五纖維層，

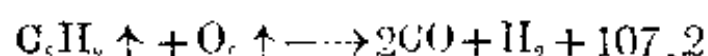
氧氣及電石氣的皮管成分及大小等級均相同，但外表的顏色則不同；氧氣管是綠色或黑色，而電石氣則用紅色。

皮管的二端各裝有一接頭及螺絲帽，用以接在氣壓調節器的出口及焊把的進口處。應用時，先將氧氣調節器裝在氧氣瓶上，而將電石氣調節器裝在電石氣瓶上，並用特制扳手將螺絲帽旋緊。所有氧氣氣門螺絲均有順手螺絲，而在電石氣瓶螺絲或為順手或為反手，但為

防彼此誤認故所有电石气皮管接头气压調節器出口及焊把进口螺絲均
为反手。

九、火焰理論

氧焊焊把是用本生灯原理制造而成，亦即在未燃燒前預先將燃料
气体与空气相混合。如此所产生火焰，比仅將該气体导入于空气未曾
預先混合而即燃燒所产生的火焰更热并更短。但空气中仅含有少量
氧，故以純氧代替空气，預先与电石气相混合，火焰温度可以显著增
加。若应用空气，因空气中含有 4/5 体积的氮，虽然并不燃燒，但必
被火焰加热，以至損失若干热量。故純氧的应用，可使燃燒所得产物
的体积(火焰体积)大为减小，而火焰温度提高甚多。今若純氧与电石
气在未燃之前預先混合，其比例为 1 比 1，則經初燃后产生一光亮的
內焰，再經副燃后始完全燃燒。这是因为在高温时二氧化碳会分解成
一氧化碳与氧，使氧与电石气不可能在一简单的焰心內完成燃燒。

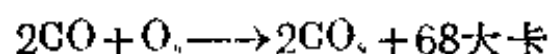


电石气 氧气 一氧化碳 氢 热量大卡

在中性焰中初燃的产物为一氧化碳(CO)与氢气，該二种气体均
无氧化或碳化其熔化金属的傾向，即对于熔化金属都是中性的，故名
为中性焰。中性焰是一种最常用的氧焊焰，在該焰中，是清晰地分成
二层：其内部为明亮的光心，作白色而略带微青；包围在外面的是一
很大的外焰，其顏色为暗淡的青黄色。

在电石气的副燃中，由于初燃所产生的一氧化碳与氢，再与周围
空气中的氧相燃燒而产生二氧化碳及水蒸汽，此点亦提高氧焊焰外层
的温度：

一氧化碳的燃燒



一氧化碳 氧 二氧化碳 热量

氢的燃燒



氢 氧 水蒸气 热量

在中性焰的副燃阶段中，一个单位体积的电石气，就需要有一个
半单位体积的氧方能完全燃燒，而这是由环绕在外焰四周的空气中取

得的。即無論如何，一个单位体积的电石气，需二个半单位体积的氧气方能使其燃烧完全。

在外焰中，氢燃烧成水蒸汽的作用发生于中心部分，在该点維持到 2093°C 的温度；一氧化碳变为二氧化碳的燃烧发生于外焰的邊緣部分，使近于末端火焰温度約为 1260°C 而在內焰前端的温度可到达 3482°C 。所以氧焊焰具有一明显的温度范围—— 1260° 至 3482°C 。在預先混合时，若氧与电石气的量并不作相等之比例，則氧焊焰的性能即随气体比率而改变。在混合中，若电石气稍多，則火焰为三个极易認識的焰层所构成，在介乎內焰与外焰間的羽焰称为中层或中焰；中焰之內含有极細的白热碳粒，此为氧气不足在內焰中末层燃烧而余留者，从中焰的长度可以量度出在混合气体中电石气量的多寡，該項火焰即称为还原焰。

在混合气体中若氧較多，則火焰与中性焰相似，惟內焰略微縮短，并变成尖而粗之狀，在此內焰中完全燃烧亦属不可能，在此高温中，二氧化碳与水蒸汽不安定而急欲分解，由于分解在氧化焰的內焰中，經初燃后的产物便包括一氧化碳、二氧化碳、氢、水蒸汽及游离氧，其比例視氧的过多量而定。在火焰中，游离氧具有氧化的性能故称此为氧化焰。

故氧焊火焰計分下列三种：

1. 中性焰——自焊把出来氧气与电石气，二者約略相等，若要获得該焰，可逐漸开启氧气門，使純电石气火焰随之縮短，直待发现有一界限清楚的明亮內层时止。一正确的中性焰，其在內层的末端應該沒有任何帶白色的羽焰，当用中性焰焊接普通鋼时，熔化金属甚易流动而沒有任何沸騰、吹泡及火花四濺的現象。在中性焰中，其內层尖端处温度最高为 3204°C 在外焰末端为 1260°C 。

2. 还原焰——在中性焰时，倘使略将氧气門关小，或将电石气門开大，則在內层外面生出一圈白色羽焰。用此种火焰应常調整其中层长度，使等于內心的二倍。还原焰內层是蓝白色，中层是白色，最外面黄色，燃烧时发生一粗暴冲击声，而內层尖端温度高达 3148°C 。

还原焰应用于焊接鋼件时，金属会熔化而沸騰，当冷却时，填充