

28

(机子)

氧炔焰焊割術

孫昌勳編譯

商務印書館出版

氧 炔 焰 焊 割 術

孫 昌 助 編 譯

◆(368997)

氧炔焰焊割術

★版權所有★

編譯者 孫 昌 勤

出版者 商務印書館

上海河南中路二一八號

發行者 三聯中華書局 開明書店聯合經銷
中國圖書發行公司

北京誠順胡同六十六號

印刷者 商務印書館印刷廠

1952年7月初版

定價 15,000

(京)1—2000

目 錄

第一章	氧炔焰的發展史	1
第二章	氧氣和電石氣	9
第三章	氧炔焰	21
第四章	氧炔焰焊割設備	28
第五章	焊割設備的使用	43
第六章	與焊接有關的材料性質	59
第七章	材質鑑別法	74
第八章	焊接準備	78
第九章	脹縮影響	85
第十章	鋼皮的熔焊工作	101
第十一章	軟鋼板的熔接	116
第十二章	鋼管焊接法	134
第十三章	熟鐵 高碳鋼及鑄鋼的焊接	140
第十四章	合金鋼的焊接	144
第十五章	青銅焊接法	146
第十六章	鑄鐵焊接工作	152
第十七章	鍍鋅鐵件的焊接	164
第十八章	氧炔焰切割工作	166
第十九章	合金鋼材的切割	178
附 錄		182

氧炔焰焊割術

第一章 氧炔焰的發展史

氧炔焰 (Oxy-acetylene flame) 是氧氣 (Oxygen) 和電石氣 (Acetylene gas) 混合燃燒時生成的火焰。它的溫度估計在華氏表 6000 度左右,比一般金屬的熔點 (Melting point) 要高得多。所以我們能用它來焊接或切割金屬,或是把金屬部份的加熱。

當人們發現了金屬,發明了冶煉方法以後,懂得了金屬的性質,就用它來製造各種生產工具。從那時起,‘使用金屬’就成為人類社會發展的主要因素。在機器工業發展到相當程度的時候,金屬和它的合金,更成為製造機器的主要材料。到這時候,人類脫離了金屬已經不能生存。但直到十九世紀的末葉,切割金屬還是工業上的一個難題,甚至認為不可能。而焊接金屬,除了小件工作可以鍛接外,也是一個困難工作。

直到二十世紀初期,發明了氧炔焰,這些問題才算得到了解決。

氧炔焰的發明

目前氧炔焰使用得已經很普遍,幾乎大一點的鐵工廠裏都離不

了它。它能做各式各樣的工作。應用之廣，幾乎讓人難以相信。同志們一定以為氧炔焰已經有相當久遠的歷史。事實上它還很年青，只不過有五十多年的歷史，但是發育得特別快。

在 1895 年法國的一位化學家，賈鐵勒氏(Le Chatelier)在實驗室裏發現了氧炔焰。他在法國的科學學會裏發表了一篇論文，說明氧炔焰的性能，並且強調指出：‘當一個體積的氧氣和一個體積的電石氣相結合，生成氫氣(Hydrogen)和一氧化碳(Carbon monoxide)氣體，這兩種氣體都不致使物質氧化(Oxidizing)；當它們再和氧氣結合時，則生成水蒸汽和二氧化碳(Carbon dioxide)氣體。’

當氧氣或電石氣還不能大量生產的時候，氧炔焰只能在實驗室裏使用，還不可能有任何工業價值。可是事情就會那麼巧，差不多和賈鐵勒氏發明氧炔焰的同時，在 1892 年五月斯布雷氏(Spray)發明用電弧爐製造電石的方法；而在 1895 年，第一部製造液體空氣的機械也正好成功，這就是我們現在用的氧氣製造機的前身。這兩種極端不同的產物，一個是從極高溫度的電弧爐裏造成的電石(Calcium carbide)，另一個是從難以相信的低溫下生成的液體空氣裏提出來的氧氣，他們聯合在一起，也就可以做兩種極端不同的工作——一方面是焊接金屬，另一方面是切割金屬。

賈鐵勒氏的報告，得到一般科學家和企業家的注意，他們作了很多的實驗，想製成一種方便而又適用的燒把(Blow pipe)來作金屬的焊割工具。第一具可以應用的燒把是 1901 年試製成功的，到 1903 年就開始在工業上應用。就在這短短的一段時期裏，由於經驗的積累和技術的提高，已經可以焊接各種不同種類的金屬了。

在這初期發展的階段裏，工業上感到的最大困難是氧氣運輸不

便，它只能在氧氣製造的地點使用，還不能用做商品。經過相當長的時期，才想到把氧氣壓縮在鋼製的瓶子裏，這就是現在常見的氧氣瓶。有了它，氧氣才可以運輸到較遠的工作地點去使用。

‘電石’，自從被人類發現以後，就用來做一般照明的材料。當人們想到把氧氣裝瓶運輸以後，也想把電石氣壓縮到鋼筒裏運輸，但都遭到失敗。事實證明，由於電石氣的特殊化學性質，是不適於這樣做的。有些國家還在法律上規定了禁律，不准把電石氣壓縮到每平方吋 15 磅的壓力（約合一個大氣壓力，或每方公分一公斤的壓力）以上。又經過了不少的實驗和失敗，才解決了這個難題。人們在鋼製的筒子裏，裝滿質地極鬆而多孔的材質，裏面浸足了丙酮（Acetone）——這是一種有機化學的產物，能溶解超過他自己體積若干倍的電石氣。用這種方法，電石氣也可以運輸了。我國在 1937 年七七事變以前，也曾見到裝筒的電石氣，賣給工廠使用。但現在則都用電石氣發生器，來解決電石氣的供應問題。

焊接技術的發展

利用氧炔焰焊接金屬的技術發展得非常快，當發現氧炔焰後，由於它的高溫和使用方便，使熱能可以在一定的工作部位上集中，使工作物熔融，並且熔融的多少深淺，都可以隨心所欲，達到工作者期望的目的。

又因為氧炔焰本身不致使金屬變質，只是單純的加熱。因此當兩塊金屬用氧炔焰熔接後，就變成一個整體，各部份的材質全都相同。假若焊接技術真好的話，可以接得和原件一樣好。再經過適當的加工以後，真可以做到‘天衣無縫’。並且焊接部份的強度，可以和工作物

的原來強度一樣，就是在相當的壓力下，也不致漏氣漏水。

因為氧炔焰有這許多優越的性能，很快的得到工業家的注意。

在焊接技術還不很發達的時候，各種金屬就都被研究過。當然，鋼是最通用的金屬，也就最早被研究，而發展了鋼鐵的焊接術。不久人們又發現，若想焊接得好，被焊的工作物焊接部份必須完全熔融。爲了達成這一目的，人們把工作物焊接部份的邊緣切成坡口 (Bevel the edges)。這樣就必須在坡口上添加一些材料來填滿這缺口，於是人們開始使用焊條，使被焊的工作物和焊條都全部熔融。再重新冷凝。

因為使用焊條，就必需研究焊條在氧炔焰下熔融時，在冶金學上的影響，使這些後加的材料，不致影響工作物的材質。

焊接技術漸次的發展，從鋼鐵材料開始，又應用到別的金屬。在特殊的環境下，發現還需要使用適當的熔劑 (Flux)。到現在幾乎所有商業上常用的金屬都可以用氧炔焰來熔焊。而且當一種新的金屬合金發明後，就考慮是否適於焊接工作，若不適於焊接的材質，很可能就會減低他的工業價值。

爲了獲得更多的經驗，更好的焊接方法，更優良的焊條和熔劑，和更合用的設備，人們作了不少的研究工作，研究焊接工作中，關於化學上和冶金學上的各種知識。

當這個新工作法發明後不過十年的期間，各種以氧焊製成的各式各樣工業產品，已經發展到相當程度。

接着是 1914 到 1918 的第一次世界大戰。戰爭的需要，刺激着工業加速的發展。而這位時代的寵兒——氧炔焰的優良性能，也更加顯著。在前線上利用氧炔焰修補各種機器設備，在工廠裏它成了鑲配匠和鉚工匠的工作利器。在任何一個場合裏，氧炔焰都充分的表現出它

是方便而有效的生產工具。

戰後，焊接工業得到更多的注意，成為工業上主要生產方法之一，成為大量生產的工業裏‘生產方法管制’中的一份子。

在這二十世紀生產技術高度發展的時代，人們特別注意工作的速度、準確、和經濟條件。所以氧炔焰焊接工作也已經機械化(Mechanized)起來，焊接機械和焊接機件用的燒把等已經普遍的用在鋼管焊接等類工作上。

許多金屬的生產製造和修補都靠氧炔焰來工作，沒有它，今天我們所知道的許多種工業品的修製方法可能都還有問題，至少因為有了氧炔焰才使許多修製工作變成簡單容易。例如齒輪打掉了牙齒，機器折斷了一部份等工作，利用氧炔焰來工作都可以得到經濟省工的效果。

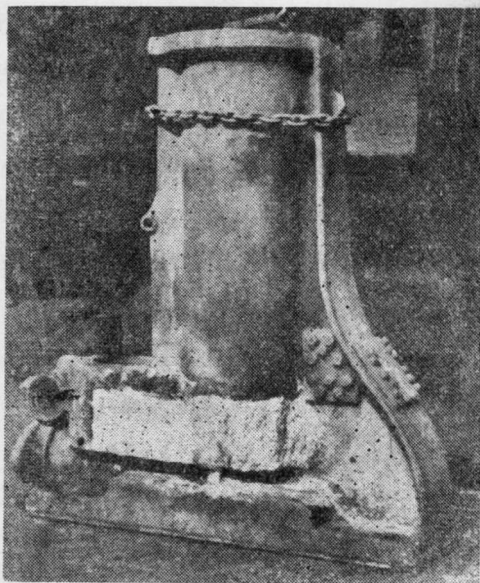


圖1 在這 4000 磅重，鑄鐵的蒸汽錘汽缸壁上，每側都有一條裂紋。用青銅焊法焊補起來，只是 14 個工時，還保證使用。重新鑄造同樣的一個汽缸，需要幾個星期，價格至少要超出十幾倍。

切割技術的發展

同志們在初級中學的理化課裏，講到氧氣的時候，一定聽到教師

們說過：‘氧氣是無色無味無臭的助燃氣體’吧。大概也都做過這樣一個實驗——把燒紅的鐵絲放進盛有氧氣的瓶裏，這根鐵絲立刻就像新年放花砲一樣的燃燒起來。如今工業上利用氧氣切割金屬，就是從上面這一個實驗裏開發出來的。

就在人們研究怎樣來設計一個完善的焊接燒把 (Welding blowpipe) 的時候，鍊鐵業裏管理鼓風爐 (Blast furnace) 的工人，在準備出鐵時，已經就在利用一股高壓的氧氣吹到鼓風爐堵口的紅熱鐵塊上，使它燒化而出鐵。用氧氣切割鋼鐵的工作方法，大約就是從這個工作上演變出來的。

在 1905 年時，切割用的燒把 (Cutting blowpipe) 已經得到了一個適當的設計。因此用氧氣來切割金屬的工作，也漸次在工業上普遍起來。切割時，是利用一般焊接用的氧炔焰，把準備切割的金屬表面部份施行預熱，使金屬得到適當的切割溫度，再把氧氣吹到已燒熱的金屬上，讓他燃燒，於是割斷了金屬。

鋼鐵燃燒的時候，生成氧化鐵。氧化鐵在常溫下是個固體 (Solid)，可是在鋼鐵燃燒時的高溫下，氧化鐵也熔化了，並且氧化鐵比鋼鐵的熔點還低得多。當熔融了的氧化鐵變成熔渣從切割的隙口流出來時，不只是讓未燃燒的鐵可以暴露出來，更容易和氧氣接觸，同時已經熔融的鋼鐵也隨着流了出來，使這些熔鐵不在鋼鐵裏面停留，留下一片光潔的表面。照這樣，鋼鐵就被這股氧氣切斷了。

也許有人要問：‘既然鋼鐵被切割時只靠氧氣的作用，而氧炔焰只作預熱的工作，那麼當氧氣已經開始把鋼鐵“燒着”以後，應該可以不用氧炔焰，只供給氧氣就够了’。事實上因為鋼鐵本身是良導熱體，尤其是表面上的熱散得更快，若表面上再有污垢、油漆甚至鐵銹，都

可以使溫度降低，使鋼鐵不能繼續燃燒，至少會讓它燃燒得不合適，不痛快。因此我們要準備幾股氧炔焰，圍在氧氣的四周，把鋼鐵繼續‘預熱’。

於是在切割金屬時，先用氧炔焰來燒，等到把準備開始切割的一部份燒到紅熱時，再把氧氣閥開放，噴出氧氣，開始切割。而氧炔焰仍繼續燃燒着，以補償走失的熱量。

因為氧氣切割，純粹是化學作用——燃燒，而不是機械的作用，所以被切割的鋼鐵不論多厚，都沒有什麼影響。第二圖就是用氧氣切割鋼鐵的情形。

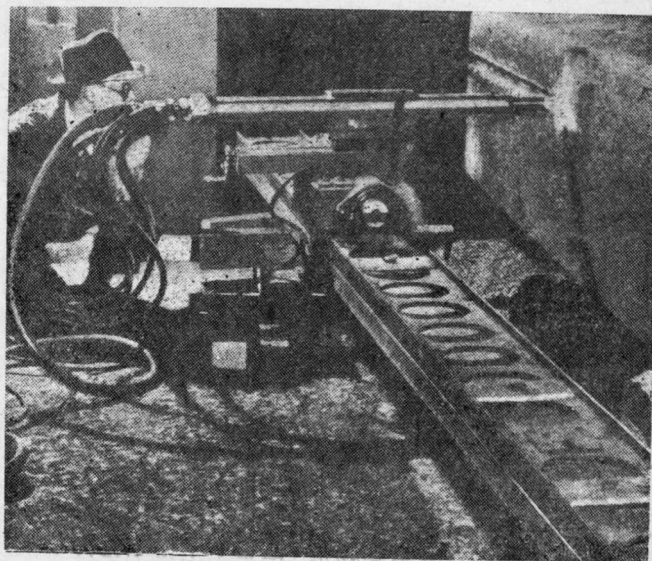


圖2 這一具切割機，可以切割 16 吋到 50 吋厚的鋼錠。

利用氧氣可以迅速經濟的切割鋼、熟鐵和生鐵。若干特殊的切割技術，例如剷除鉚釘，切割焊口，切割加厚材質和在鋼鐵表面挖槽等方法，都已經有了相當的成就。

雖然手工切割術的使用範圍已經相當廣泛並有相當的成就，到底不如把切割燒把裝在機械上切割來得準確。現在用的切割機械種類很多，最簡單的是‘直線切割機’一般用來切割鋁邊。其他特種機械，如‘圓形切割機’等，均已普遍的在各工業先進國裏被採用。最近發明的‘樣板切割機’如第三圖所示，可以照圖樣切割，也可以照樣板

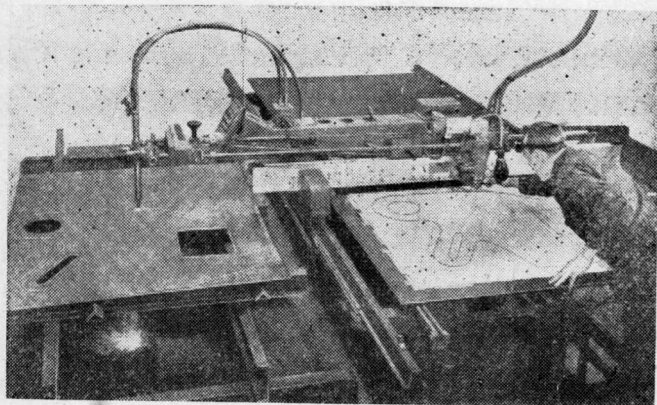


圖3 這具切割機可以照着圖樣切割各式各樣的鋼板。

自動切割任何形狀的板料。前面的燒把座上，同時可以裝幾個燒把，切割幾塊同樣的板料。

在壓延鋼料的工廠裏，在鋼材壓延的過程中，常用氧氣掃過鋼材的表面，燒去一薄層的金屬，以消除鋼材表面的疵痕。

氧炔焰的使用範圍，還在繼續的增長着，因為他是個多才多藝的工作者，隨時隨地都可能發現新陣地，因為和本書關係較少，不準備多談。而使用機械或手工的焊割修配方法，也在不停的發展着，假使再過一二十年再來比較一次的話，一定還可以發現許多不同的新工作法。

第二章 氧氣和電石氣

大量生產氧氣和電石氣，是普遍使用氧炔焰的先決條件。現在國內氧氣製造業還不發達，各工廠常感到氧氣的供給不足，這是使用氧炔焰的一個大困難。不過在目前政府大力發展生產的情況下，這個困難是一定可以克服的。

氧氣的製造

製造氧氣最常用的方法是從液體空氣 (Liquid air) 提氧法。還有把水電解成氫氣和氧氣的方法，後者是用在有水力發電，電價便宜的地方，在中國還不用這個方法，因此我們不準備談它。

空氣是幾種氣體的混合物 (Mixture)，這裏面五分之一是氧氣，其餘的五分之四差不多都是氮氣 (Nitrogen)，還有極少量的其他氣體，如氬氣 (Argon) 氖氣 (Neon) 氦氣 (Helium) 二氧化碳氣和水蒸氣等。

很多人以為空氣既然是混合物而不是化合物 (Chemically united compound)，那麼從空氣提氧一定相當容易。而事實上並不簡單。最初人類想從空氣裏提取氧氣時，還用的是化學方法。人們讓水銀 (Mercury) 或其他物質在空氣裏氧化，生成氧化汞 (Mercury oxide)，

再把它分解放出氧氣來。這個方法很不經濟，但是說明從混合物裏提取氧氣並不一定比從化合物裏提取氧氣來得容易。

爲了讓讀者更容易了解這‘液體空氣提氧法’，先談個比較熟習的例子。

當兩種液體混合在一起時，例如水和酒精混合成的酒，若想從酒裏提出酒精來，最簡單的辦法是蒸溜 (Distillation)。因爲酒精和水的沸點 (Boiling point) 不同，當酒熱到一定的溫度時，酒精達到了沸點，先行蒸發成氣體，這樣就提出酒精來。假若我們把溫度控制得很準確，讓它停在酒精的沸點上，不高也不低，那麼我們可以提出相當純的酒精，留下的全部是水。

我們若把空氣的溫度降低，再把壓力加高，就可以把它變成液體，再利用這液體混合物裏各種物質的不同沸點，在一定的溫度下，混合液裏的某一種液體就揮發成氣體。照這樣從沸點最低的氣體起，讓各種不同的氣體在不同的溫度下，一種一種的揮發出去，就可以得到各種不同的氣體。

這是最簡單的解釋，是從液體空氣裏提取氧氣的理論根據。在實際工作上並不這樣的簡單。第一、我們要有很好的機件和技工把空氣變成液體空氣。液體空氣是非常冷的液體，裏面包含有液體氧氣和液體氮氣。液體氧氣的沸點是攝氏表零度下 182.9 度 (相當於華氏零度下 297.2 度)，液體氮氣的沸點則是攝氏表零度下 195.8 度。因此在較低的溫度裏先把氮氣放掉，剩下液體氧氣。再經過適當的乾燥和壓縮工作，壓到氧氣瓶裏，運到各處使用。

從液體空氣提製的氧氣，其純淨度可達百分之 99.5 以上。

氧 氣 輸 送

氧氣普通是裝在氧氣瓶裏輸送到遠方使用。氧氣瓶是用拉力強質料好的整塊鋼板壓製成的，經過適當的熱處理 (Heat treatment) 以增加材質的強度 (Strength) 和韌性 (Toughness)。爲了保證安全，在裝氧氣以前，要作一次水壓試驗。水壓的壓力要比氧氣裝瓶的壓力高百分之三十，並且在使用五年以後，應該再用水壓檢查一次。若發現有不安全的象徵時，就不得再繼續使用。

氧氣製造廠都備有相當數量的氧氣瓶，以備用戶租用。在工業發達的國家裏，有些工廠直接把‘液體氧氣’裝瓶出售。

氧 氣 瓶 閥

每個氧氣瓶上都有一個氧氣閥，如第四圖，這種氧氣閥是專爲高壓氣體設計的。在閥桿上有兩個閥座，下面一個是爲關閉氣閥時，保持氧氣不致漏出，另一個則準備使用氧氣時，保證氧氣不致從氣閥桿的周圍漏出。因此開放氧氣閥時，應該全部開足，讓上面的閥座靠緊。閥桿上端備有手輪，以便於握緊。氣閥開閉應全部用手扭轉，不得用板手等工具，以保持氣閥的壽命。

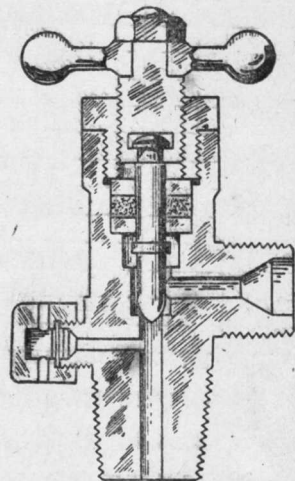


圖 4 氧氣瓶閥剖面圖

在氧氣閥上都罩着一個鐵帽子，以免氣閥在運用中不小心而碰壞。當氧氣閥關閉時，一定要罩上鐵帽。

氧 氣 瓶 裏 的 壓 力

在華氏表 70 度的溫度下，一滿瓶氧氣的壓力應該是每平方吋 2200 磅。氧氣瓶裏的容積固定不變，瓶裏的氣體因為熱脹冷縮的原故，使壓力隨着溫度的高低而昇降。例如一滿瓶的氧氣，在冬天氣溫只有華氏表 30 度時，放在露天裏，瓶裏的氧氣會降低到每平方吋 2000 磅的壓力。這並不是說瓶裏的氧氣損失了，就是因為氣溫低，氧氣體積收縮，以致壓力降低。若把這瓶氧氣拿到室溫華氏 70 度的房間裏，它的氣壓就會恢復每平方吋 2200 磅的數值。這也不是說拿進屋裏來氧氣就變多了，而純粹是受溫度的影響。

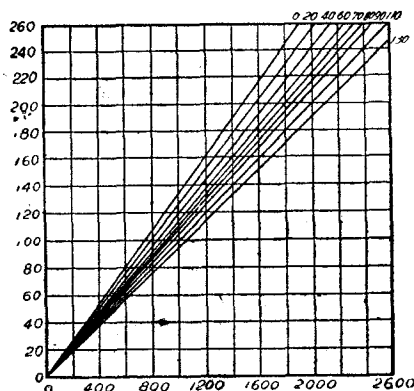


圖 5 244 立方呎容積的氧氣瓶內壓力、溫度和氣體存量的關係圖。

第五圖是表示氧氣瓶裏氣壓體積和溫度的關係。從這圖裏，假使我們知道瓶裏的氣壓和當時的溫度，就可以求出瓶內氧氣的體積來。（這圖是給能裝 244 立方呎氧氣的氧氣瓶準備的。別種容積的氧氣瓶可以用比例法求出氧氣的實在體積）例如有一瓶氧氣，壓力是每平方

吋 1400 磅，氣溫是華氏表 60 度，於是在下面的橫座標上找到 1400 磅的壓力，劃一條垂直線，和表示 60 度的溫度斜線相交時，轉向水平方

向，就可以在表示體積的縱座標上讀到160立方呎的數值。這就是瓶裏所存氧氣的真正體積。有了這個圖，我們很容易就可以查知這瓶氧氣已經用掉多少，還剩多少。若知道某一次工作時，工作前後瓶內的氣壓，就可以算出這次工作使用了多少氧氣。

假若溫度超過了華氏70度，那麼滿瓶的氧氣壓力就要超過每平方吋2200磅的數值。爲免氣壓太高發生危險，在氧氣閥的旁邊，應該有個保安裝置，叫做保安閥，裏面有一塊特製的金屬片。當瓶內氣壓高到有出危險的可能時，這塊金屬片就會破裂，放出高壓的氧氣，以免氧氣瓶有爆破的危險。

使用氧氣瓶時應注意的事項

使用氧氣瓶時，應注意下列事項，以免意外傷害：

1. 氧氣瓶必需放在安全的地點：

(1) 應指定專門存放氧氣瓶的地點，不得時常遷移，並注意不致有其他移動的工具機件或其他物體在附近經過，以免不小心撞傷氧氣瓶。

(2) 存放氧氣瓶時，必需避開火爐暖汽管和其他熱的地方，並不得接近油脂燃料等易燃物品。

(3) 存儲氧氣與電石的地點接近時，應該用耐火材料作成隔板把他們隔開。

(4) 露天存放的氧氣瓶，應避免冰雪堆積，還要避免受陽光直射，使氧氣瓶溫度過高。

(5) 國家所制定的存儲氧氣保障安全的禁例，應注意學習嚴格遵守。