

內容提要 直流电焊机的电弧比較稳定，所需电压比交流电焊机的电压略低，所以在机械制造中还被广泛地采用。这本小册子概括地叙述了直流电焊机的原理和构造，可以供电焊工人工作时参考。

編著者：舒正芳

NO. 0929

1955年10月第一版 1958年11月第一版第三次印刷

787×1092 $1/32$ 字数9千字 印张 $1\frac{1}{2}$ 8,001—25,300册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市書刊出版业营业
許可証出字第008号

統一書号 T 15033·174
定 价 (2) 0.06元

舒正芳編著

直流电焊机的构造和使用



机 械 工 业 出 版 社



一 直流發電機的原理

用導線來切割磁力線或者使穿過線圈的磁力線發生變化時，便能在導線或線圈內產生電勢。這一現象實際上就是電磁感應發電的基本道理。所以發電機能够發電必須具備產生磁力線的磁場、切割磁力線的線圈裝置的電樞和運動三個主要因素。

磁場是由N(北)、S(南)極構成，如圖1，當磁極的線圈中通有電流時，便會產生磁力線，由N極出發經過空隙到電樞，再經空隙後到S極，然後返回到N極，因為發出的磁力線通過電樞，當電樞被其他動力拖動旋轉以後，電樞線圈中所通過的磁力線由於位置不同，便有了變化，因而電樞的線圈由感應作用便產生了電壓。

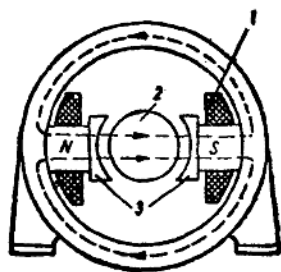


圖1 發電機的磁極：
1—磁極線圈；2—電樞；3—磁極。

電樞的構造。電樞是由薄矽鋼片疊成，表面有衝出裝電樞繞組的溝槽，電樞線圈即按着一定的形狀用楔子固定在這個槽內。當電樞轉動後，各個線圈即切割固定方向的磁力線而被感應發電，所以電樞又可以叫做發電子。

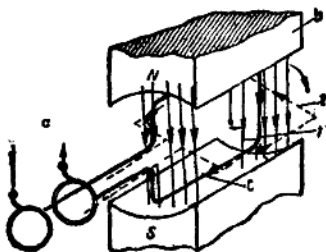


圖2 直流發電機構造的示意圖：
a—負載；b—磁極；c—線圈。

圖2是直流發電機基本工作原理，當電樞轉動後，線圈間因為位置改變，通過它內部的磁力線便有了

變化，譬如從位置1變到2時，通過線圈的磁力線就發生變化。在位置1時導線垂直地以最大速率割切磁力線，這時有電勢發生，而且電勢也是最大的。在位置2時線圈和磁力線成垂直，此時並不切割任何磁力線其電勢為零，所以電樞在每個瞬時所感應不同量的電勢是由電樞運動的變化來決定的。

實際的發電機裏，線圈是不只一個，是由許多個線圈繞成的，並且這些線圈是均勻地分佈在電樞四周圍的，這樣可以使發出的電，在任何時候大小都幾乎不變。

一台製好的發電機，它能發出多少電供我們工作是有一定的，但是發出電壓的高低，在一定的範圍是可以調節的。下面先講改變磁極線圈中電流（激磁電流）來改變發出電壓的方法。

要使發電機產生較大的電壓，我們可以使磁極線圈中通過較大電流，因為電流越大，產生的磁力線便越多。譬如說，當磁極線圈中通過1安培的電流時，這時發電機發出40伏特的電壓；當磁極線圈中通過2安培的電流，發電機便發出60伏特的電壓；如果再增加磁極線圈中的電流到3安培，這時發電機便發出70伏特的電壓；由前面的說明中可以使我們清楚的瞭解到，增加磁極線圈中的電流便可以提高發電機發出的電壓。但是另一方面我們還得注意到，當激磁電流增加到某種數值時，發電機所發出的電壓就不能按比例而增加了。這是因為磁極鐵心隨電流增大而漸漸趨於飽和的緣故，也就是電流增加時，磁力線開始時增加較快，隨後便增加得很少。在電鋸發電機中，我們也有利用改變磁極線圈中的電流來改變發電機的電壓的。同時也有利用鐵心飽和這一特性來獲取電鋸機特殊的工作性能，這些在後面都將提到的。

上面提到的是用改變激磁電流來改變發電機發出電壓的一般情況，除了這一點外，我們還必需瞭解發電機在工作時另一特性

——電樞反應。因為電樞反應在電焊發電機中有利用它的地方。

發電機所發電流大小是由負載的大小來決定的：負載大，發出的電流也大；負載小，發出的電流也就越小。假定發電機不供給電流而在空轉的時候，電樞的線圈中沒有電流通過，所以這時只有磁極發出的磁力線通過電樞與兩個空隙，如圖3（甲）所示，磁力線的方向是垂直電樞的中心線 AB 的。當發電機供給負載時，這時電樞線圈中便有電流通過。它本身便成爲一個電磁鐵，產生了一個沿中線的磁力線 Φ_a ，電樞電流越大時， Φ_a 也越大，如圖3（乙）。在這種情況下，發電機的磁力線有兩個，一個爲磁極所產生的 Φ_m ，另一個爲電樞所產生的 Φ_a ，它們互相作用的結果，使發電機的綜合磁力線 Φ 順轉動方向而向前移動，電樞磁力線對於磁極磁力線的這種作用叫做電樞反應。

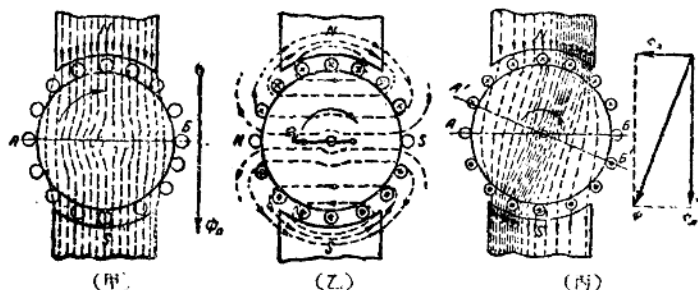


圖3 磁力線通過電樞的情況。

電樞反應對於一般直流發電機是有害的，需要採取各種可能辦法來減低它的影響或者根本來消去，但是在直流電焊機我們有利用它來獲取所必需的工作特性的，這一點將在後面討論到。

二 直流電焊機電源特性的要求

作爲直流電焊機的電源，必須滿足電弧焊接的工藝過程要求。

而電弧的負荷特性如●圖4，在A點稱為點火始點，需有適宜的點弧電壓（發電機之開路電壓），但是當電弧發生後，電流通過，電弧的電阻下降，所以電弧的電壓也就減少，由於電弧的電壓減低的結果，（等於反抗阻力減低）電流便增大；所以電弧便沿着曲線AB而變化，到達B點以後，電壓（工作電壓）便幾乎不變，增加電流的結果只是使鋁條加熱的程度與熔化速度加快，B點便成為電弧穩定的燃燒。所謂穩定燃燒是指不常滅火也不需要重新點火的電弧。

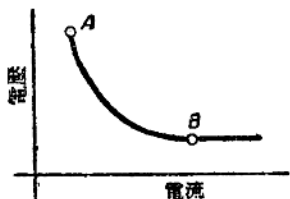


圖4 電弧電壓、電流曲線圖。

從上面的說明，就可以明白電鋁發電機必須滿足：

1. 適宜的點弧電壓，以保證電弧容易發生。
2. 當工作時，電流增大，發電機的電壓應該降低，並且電弧在一定範圍內變動時，電流幾乎不變。

要滿足上面兩個最基本條件，必須使發電機具有電壓下降較急的特性，如圖5。現在讓我們來看看當鋁接開始的階段，發電機的電壓便沿着曲線1~2變化，當到達點2時，鋁條離開工件，電弧伸長，便上升到電弧穩定點3。同時在圖中還可看到，在點3附近變化時，即伸長或者縮短電弧，電弧電壓雖有變化，而電鋁電流幾乎不變。

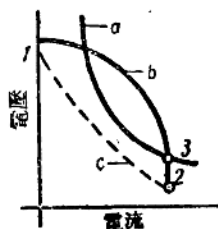


圖5 電鋁機工作時電流、電壓曲線圖：
a—電弧燃燒特性；b—電鋁機特性；c—電弧引火特性。

除了上面提到的基本特性外，還須滿足：

1. 電弧發生時，電鋁條和工件接觸，這時發生的電流稱為短路

● 在曲線圖中，以曲線形式所顯示的電壓和電流之間的關係，稱為電鋁機的特性。

電流，它的數值不能太大，過大了便會燒壞了發電機。

2. 銲接電流應該能準確而細微地調整。

3. 電弧恢復的時間應該短，正常銲接時，發電機電壓從零恢復到空載電壓所需時間不得超過 0.3 秒。

4. 直流發電機的整流子應該不易發生火花，因為發生火花的結果使整流子易於損壞。

5. 構造應該堅固，裝置應該簡單，而價格要便宜。

在工業製造生產中使用電銲進行銲接是很普遍的，在大多數場合都是採用交流電銲機，這是因為交流電銲機設備和維護費用低，同時交流電源供給運用方便，但是為什麼直到現在，直流電銲機還有它的使用地位呢？主要原因是由於直流電銲機的電弧比較穩定的原故。

當電弧中通過電流便產生金屬蒸汽，蒸汽冷却，電弧消滅或者電阻增大，電弧便不穩定。用交流電銲機，因為交流電流正負極性老是在變化，經過零點時，電弧蒸汽冷却，電弧便不穩定，交流電中每秒鐘有 100 次經過零點的時候。但是在直流電銲機中，電流方向一定，所以電弧也就十分穩定。

除此之外，使用交流電銲機時，當電弧在銲接過程中消滅，需重新點弧，要求開路電壓也就較直流電銲機為高，交流電銲機需要 120~170 伏特，直流電銲機只需 80 伏特左右，因為開路電壓高，使用交流電銲機便較直流觸電的危險程度來得大了。

使用交流電銲時應該用帶有藥皮的電銲條，而直流電銲可以使用不帶藥皮的電銲條。

三 直流電銲機的構造

直流電銲機的構造根據用途來分，有下列二種：

1. 單人電焊機;

2. 多人電焊機。

單人電焊機是專供一人使用的焊接設備，它又可分成：

1 分裂磁場式

蘇聯出品 CMT 型電焊機是分裂磁場式的一種，它的基本原理圖如圖 6。從圖中可以看到磁極 N_2, S_2 的截面較 N_1, S_1 為小，同時磁極排列的順序為相鄰的磁極的極性相同，其中水平的為主磁極，(圖中 N_2, S_2)，垂直的為橫磁極(圖中的 N_1, S_1)，磁極繞組的接法如圖中所表示，主磁極上為一個線圈，橫磁極上為兩個線圈。

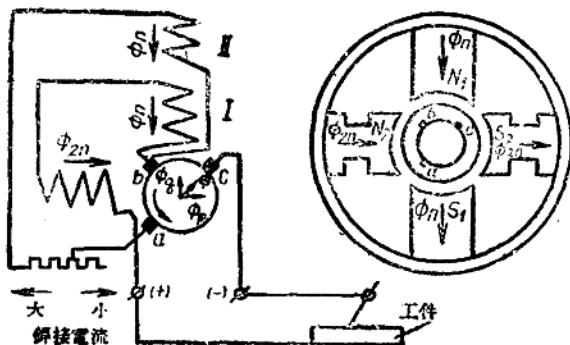


圖 6 CMT 型電焊機線路圖。

發電機上有三個電刷， a, c 是工作電刷，焊接電流由它們引出， b 是補助電刷，它與工作電刷 a 供給磁極繞組的激磁電流， a, b 間的電壓在任何運轉情況下都將保持到 24~26 伏特的一定值。

當焊接開始後，電流從 a 流出經過工件返回到 c ，所以在發電機中便產生電樞反應磁力線 Φ ，此 Φ 可以分為 Φ_p, Φ_q 兩磁力線，(即 Φ_p, Φ_q 兩分磁力線的合成效果等於 Φ ，它是根據平行四邊形原理來處理的) Φ_q 方向的磁力線就是電樞反應中的去磁部分，它與

Φ_a 方向相反，所以橫磁極的磁力線便相應的減少了，而 Φ_p 的磁力線與 Φ_{2a} 方向相同；但是因為主磁極截面較小，磁力線已經高度飽和了，所以主磁極的磁力線幾乎不變，便使 a, b 間的電壓保持不變，但是 a, c 間電壓由於橫磁極磁力線減少因而也跟着下降了，這樣就保證了下降的外特性曲線，就是當外線路的電阻突然減少而電流上昇時，便引起了 a, c 間的電壓下降，使電流保持不變。

調整電流可以採用兩個辦法，即調整橫磁極線圈 II 中的變阻器與移動電刷的位置，前者為細調整，即可得到細微的電流調整，後者為粗調整，可以得到較大範圍的調整。電刷的調整位置有三個，在第一位置時，加上變阻器的調整，電流可自 80 安培到 130 安培；在第二位置時，加上變阻器的調整，電流可自 115 安培至 235 安培；在第三位置時，加上變阻器的調整，電流可自 220 安培至 350 安培。

當改變變阻器時，由於串聯在橫磁極線圈 II 的電阻值發生變更，所以通過的電流便有變化，當電阻增大時，通過電流減少， a, c 間的電壓便跟着降低。反之當電阻減少時，一切情況正好相反。

移動電刷時，如在第一位置，即將電刷順發電機轉動方向轉到極限位置，這時電樞反應的磁力線更偏向 Φ_a ，所以 Φ 的 Φ_q 分磁力線更大，也就是抵消 Φ_a 的效應更大，因而發電機電刷 a, c 間的電壓便越低，達到了電流減低的目的。同樣當電刷移到第三位置，即與發電機旋轉相反的方向移到極限位置時，電樞反應磁力線 Φ 偏向 Φ_{2a} ， Φ_q 的分磁力線減少，所以 Φ_a 的抵消效應也減少，電刷 a, c 間的電壓降低得較小，電流值便可增大；這時 Φ_p 的分磁力線值雖然增大，但是由於主磁力線已經高度飽和， Φ_{2a} 的磁力線正如前面已指出的幾乎保持不變。當電刷在第二位置時，即在上述兩位置的中间，這時 Φ_q 的效應也就在上面兩種情况的中间，電刷 a, c 間的

電壓便為中間值，這就使電流保持在中間數值的變化範圍裏。

2 交軸磁場式

交軸磁場式電焊機如圖 7，它的磁極形狀比較特殊的，磁極的極掌很大，中間並有一凹口，是用來改善換向的；磁極內有一可以移動的磁軛，磁軛的面積很小，當磁軛位置改變時，磁阻便發生變化，使磁力線跟着變化；磁軛移出時，加大了磁阻，因而減少了磁力線，發電機電壓便減低，銲接電流也就因此而得到調整。

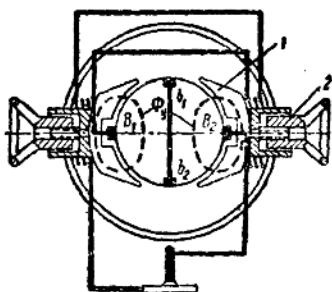


圖 7 交軸磁場式電焊機線路示意圖：

1—磁掌，2—磁軛。

發電機中的 B_1 、 B_2 電刷與磁極線圈及銲接回路相串聯，稱為工作電刷；電刷 b_1 、 b_2 自己短路。當發電機空轉時，由於剩磁存在， b_1 、 b_2 間便有電流通過，產生了磁力線 Φ_r ，因為 Φ_r 的磁路如圖中所示的是經過面積很大的磁極掌，磁阻很低，磁力線通過這裏也就很方便，使電刷 B_1 、 B_2 間產生了電壓，供給銲接時使用；當銲接時，工作電流產生的磁力線與磁極磁力線方向相反，電流越大，順軸的磁力線也就減少得越多，由於順軸磁力線減低的結果， b_1 、 b_2 電刷間的電流減少， Φ_r 跟着減低，發電機的電壓也就減低，達到了下降的外特性。

3 複式

蘇聯出品的複式電焊機有 CMII 型，它的主要工作原理可以參考圖 8。

水平位置的激磁線圈 H 產生 S 極，它的電流由電刷 $a-b$ 供給， $a-b$ 間的電壓，當發電機在所有工作情況下（空載，負載，短路），電壓幾乎不變，這是因為產生電壓的磁極是在飽和的狀況下，外界的

去磁作用對它來說是幾乎沒有影響的。

垂直位置的勵磁線圈 P 是與工作電路串聯的，當發電機供給負載電流以後，便產生去磁的磁力線，使發電機的總磁力線減少，發電機的感應電勢也就跟着減低，使發電機得到了下降的外部特性。

線圈 P 分成三段，各引出接點，改變它的接點便可以得到粗調整電銲電流的目的；調整發電機勵磁線圈中的變阻器可得到細調整電銲電流的目的。

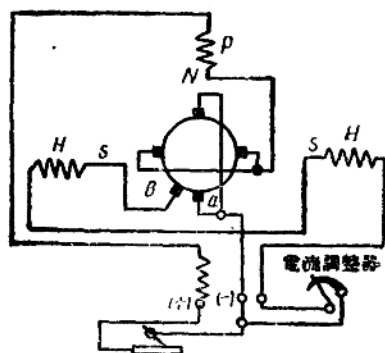


圖 8 CMII 型複式電銲機線路圖。

多人電銲機是用一個較大的直流電源供給兩人以上銲接的，所以多人電銲機在基本原理上與單人電銲機不同，它的外部特性應該保證電流增加時，發電機的電壓幾乎不下降，因為只有這樣，才能滿足多人銲接的工藝要求，否則，當一人銲接時，發電機的電壓隨之下降至工作電壓數值時（如同前面所提及的單人銲接機那樣），那麼當第二人開始銲接時便無法起弧了。至於銲接時要求得到外部下降的特性，是從每個銲接回路中所串入的[變阻穩定器]來取得的，它的阻值變化範圍很大，實際的聯結線路圖可以參考圖9。

圖中線圈 M 為並激磁極線圈，它與發電機的電刷並接，線圈 C 為串激磁極線圈，它與外部電路相串聯。當發電機空轉，外部沒有電流時，這時主要由並激磁極線圈供給磁場，使發電機產生電壓，當外部有負載時，有電流通過串激磁極線圈，使它產生一磁場，方向與並激磁極一樣，也就是說當發電機加上負載時，二者合成的磁

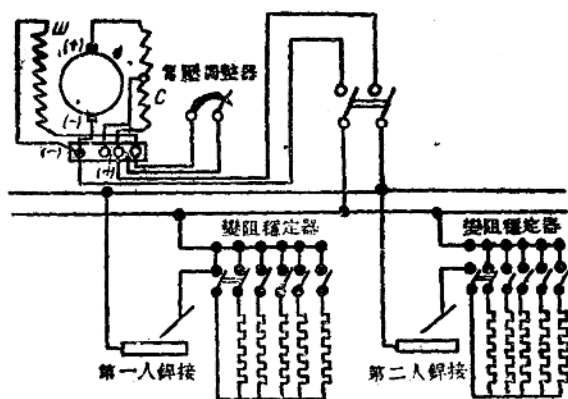


圖9 多人電銲機線路圖。

場較空載為大，使發電機產生電壓較高，補償了由於負載電流通過所引起的電壓降，使供給外部的電壓幾乎保持不變。

四 直流電銲機在使用與維護中應注意事項

要保證直流電銲機的良好工作性能，首先在日常使用與維護中應做到：

1. 直流電銲機的內外部應該保持清潔，經常用棉紗揩抹塵埃與油膩，這樣可使發電機散熱正常，不會發生過熱；但在揩抹時應注意勿使棉紗留在機體裏。

2. 經常檢查電動機與發電機靠背輪（聯軸節）的聯結螺絲，因為直流電銲機是旋轉的機器，聯結螺絲帽常有鬆脫的危險。

3. 軸承應經常檢查是否發熱。滾珠軸承每年應用汽油清洗2~3次，並用新的純黃油注到軸承的一半。油環潤滑的瓦軸承，每月應用汽油清洗一次，並注入新的潤滑油，油量應達到一定的水平，使機器轉動時，油環能帶上油來。

在補充潤滑油脂的時候，應在機器靜止的時候進行，如果在機器轉動的時候加油，靜止時油便會過多。加油過多往往會造成軸承發熱，並易將油擠到電機線捲上。

4. 電刷是最容易損壞的，應該常常檢查，檢查時注意電刷是否與整流面很好接觸，如果接觸得不好，便應把電刷按圖 10 用砂紙修整。

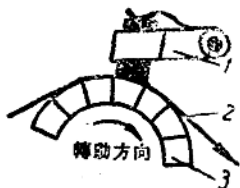


圖10 電刷修整的情況：
1—電刷握架；2—砂紙；
3—整流子。

電刷裝置的方向應如圖 11，因為這樣的裝置能夠保證電刷在電刷握架內自由地移動，使得接觸良好，並能避免電刷被擠斷的可能。發現電刷磨損過於厲害，應另換新品。

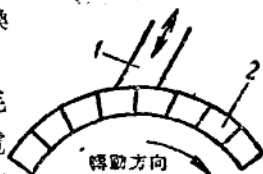


圖11 電刷安放的位置：
1—電刷；2—整流子。

5. 直流電焊機的整流子是最易發生毛病的，注意清掃整流子表面上所遺留的電刷的碳粒及塵埃，應經常保持整流子表面清潔光亮。

6. 在使用時，應檢查電線路的各處連接點，如發現鬆脫應該加緊接合，否則在接頭處容易發生高熱而損壞。

電焊夾的鉗口要注意保持清潔，勿被電焊藥皮等弄髒。

7. 用直流電焊機焊活時，要注意到極性，平常都是採用正極性接法：將發電機正極（流出電流的一頭）接到工件上，將負極接到電焊夾上。但焊薄鐵板時，是採用負極性接法：將發電機的負極接到工件上，正極接到電焊夾上。

8. 為了避免觸電，應依照下面的規定：

- 一) 電焊機的外殼與工作台都應該接地。
- 二) 應穿膠皮鞋及帆布衣服，並應戴無指手套。

三)在換焊條時應該特別注意，因為這時電壓最高，所以不要使身體任何部分接觸到金屬物。最好換焊條時應該停電。

四)在焊金屬罐或船體時，如發現氣悶，或衣服被汗濕透時，應外出稍停工作。

五)不能利用電焊條火花來作香煙的引火物。

9. 禁止在易燃物(如汽油，麻等)附近進行電焊工作，兩者相距至少應在 5 公尺以上。