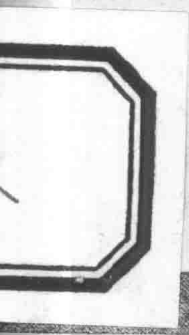


機械工人活葉學習材料

交流電焊機的構造

王厲行編著

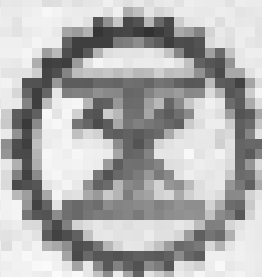


機械工業出版社

電工工人技術學習指導

交流電焊機的構造

王 惠 祥 編 著



機械工業出版社

出版者的話

本書講解交流電焊機的構造。內容包括：一般變壓器的簡單道理、交流電焊機的特點、阻抗和電抗器、交流電焊機的實用條件、交流電焊機的電壓和容量、交流電焊機的線路圖以及交流電焊機的種類。這些基本知識可以作為八級工資制三到四級電焊工的學習材料。

編著：王麗行 文字編輯：楊澤泉 責任校對：俞治本

1953年6月發排 1953年9月初版 00,001—10,000冊
書號 0322-8-74 31×43¹/₃₂ 16千字 13印刷頁 定價900元(丙)

機械工業出版社(北京區甲廠17號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲1號)印刷

中國圖書發行公司總經售

我們時常會看到，在工廠生產過程中，在大規模的基本建設工程中，很多的地方都使用到電焊。因為，用電焊來焊接的機件，既省工，又省料，而且機件的焊縫也嚴密，堅固，所以，電焊就廣泛地運用在各種工業中了。

電焊所使用的電力，一種是直流電，一種是用交流電。直流電是直流電焊，交流電是交流電焊。直流電焊所使用的機器，叫做直流電焊機，交流電焊所使用的機器，就叫做交流電焊機。交流電焊機的構造非常簡單，成本低廉，使用方便，各工廠採用的也比較多，所以，在這裏只就交流電焊機方面，加以說明。

交流電焊機和一般變壓器極相類似，所以通常又可以叫做電焊機變壓器。因此，我們說明交流電焊機的構造和它的道理時，都是和一般變壓器分不開的。

一般變壓器，在城市裏，到處都可以看到。現在我們就拿馬路上架在桿子上的變壓器來說吧，它的作用，是把較高的電壓（3,300 伏或 6,600 伏）變成較低的電壓（330 伏或 220 伏），以便供給用戶使用。

由上面所說的，我們知道一般變壓器，就是變更電壓的一種器具。它的構造，主要部分是由鐵部分的矽鋼片（又名變壓器磁鐵）做成磁路，和銅部分的線圈做成電路。磁路

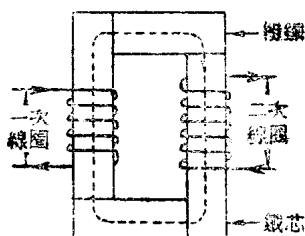


圖 1 簡單的變壓器

部分更有鐵芯與繼鐵（鋁頭）之分，在電路部分還有一次線圈和二次線圈之別（如圖 1）。電壓所以由高變低，或者由低變高的道理，

就是因為具備着這種一次線圈和二次線圈的圈數不同的原故。

一 一般變壓器的簡單道理

上面既然這樣說過了，電壓的變換，要由一次和二次各有不同的圈數來做，是的，正是這樣。當一次線圈通過了交變的電流，同時也發生了一個交變的磁場。二次線圈正是處在這同一的磁場裏邊，所以這另外的二次線圈，因為不斷的被穿過了變化的磁力線，就發生了感應作用，也有了電壓，加上負荷就有電流流通。為了使磁力線容易通過線圈，所以必需用鐵芯套在線圈內，用繼鐵聯接起來，修成很好的磁路。又為了一次線圈所發生的磁力線，要它絕大部分都通過另外的一套二次線圈，所以把一次線圈和二次線圈，都平均分成兩部分繞製。電壓低的線圈放在裏邊，電壓高的線圈放在外邊，分別套在兩個鐵芯上（如圖 2）。

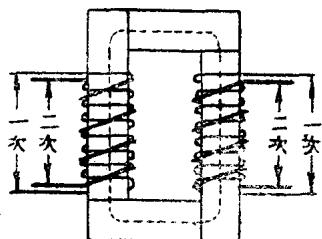


圖 2 一般變壓器的簡單道理

電壓的高低到底和圈數有什麼關係呢？我們肯定地說，這個問題是非常簡單的。電壓高就要纏較多的圈數，電壓低就少纏圈數。假如，我們要用算術的方法來說明它，那就更具體。就是電壓與圈數成正比例，也可以用下式公式來表示：

$$\frac{\text{一次電壓}}{\text{二次電壓}} = \frac{\text{一次線圈圈數}}{\text{二次線圈圈數}} \dots\dots\dots (1)$$

此外，我們又談過了當一次線圈通過交變的電流，同時也發生了變化的磁場。這種磁場力量的強弱，是和它的電流與圈數相乘積成正比例。在二次線圈裏必須產生同樣的反磁場來平衡它，所以可以得到下列的關係，（這種說法是忽略了無負荷電流，在實用是可

$$\text{一次線圈圈數} \times \text{一次電流} = \text{二次線圈圈數} \times \text{二次電流} \cdots (2)$$

所以，一次電流與二次電流之比，恰好是線圈圈數的反比。於是變化(2)式爲

$$\frac{\text{一次電流}}{\text{二次電流}} = \frac{\text{二次線圈圈數}}{\text{一次線圈圈數}} \cdots (3)$$

1 漏洩磁流 製造一般變壓器時，雖然，是儘了最大的努力，使一次線圈所發生的磁力線要它絕大部分都穿過二次線圈，起了互感作用，但是終究還有一小部分經過空氣自作回路（如圖3）。像這樣，凡是未穿過另外一套線圈的磁力線羣，就叫做漏洩磁流。這種漏洩磁流，不但不起互感作用，相反的它却對於線圈起着一種電抗的作用，阻止電流的流動。漏洩磁流在一般變壓器中要有一定的限制的，大了，將影響變壓器的作用。因為它和變壓器的電壓變動率有關係的，電抗值大電壓變動率大，電抗值小，電壓變動率就小。我們在下面就要說明什麼是變壓器的電壓變動率。

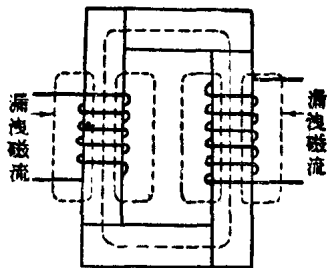


圖3 變壓器的漏洩磁流

2 電壓變動率 變壓器的二次方面若加上了負荷，二次端電壓要比無負荷時的電壓多少要降下些，並且負荷加的越大降下的也越大，（但是降下的程度是有一定的）這種表示降下程度的名詞，就叫做電壓變動率。也可以用公式來表示：

$$\text{電壓變動率} = \frac{\text{無負荷電壓} - \text{全負荷時的電壓}}{\text{全負荷電壓}} \times 100 \% \cdots (4)$$

在一般變壓器來講，此值應以越小越好，普通都有一定的標準如表1所示。

表 1 單相變壓器力率為 1 時 3,000 伏級 50 ω

電壓調變率 (變動率) %

仟 伏 安	合 格 數	容 許 限 度
1	5.49	6.59
2	4.96	5.63
3	4.23	5.08
5	3.77	4.53
7.5	3.32	3.99
10	2.97	3.57
15	2.74	3.29
20	2.52	3.03
25	2.40	2.88
30	2.40	2.88

二 交流電焊機的特點

談到這裏，對於一般變壓器的簡單道理和結構，雖然有了一個概念。但是電焊機既然也是變壓器的一種，和變壓器又極相類似，爲什麼不可以把一般變壓器搬來，就當電焊機使用呢？我們說這是不可以的。因爲一般變壓器所擔當的工作和電焊機的電焊工作，在性質上是基本不同的。工廠裏轉動的馬達，夜間照明的電燈，若是低於規定的電壓時，馬達就要發熱，燈光也發暗了。所以我們要求一般變壓器要有穩定的電壓，才能不使馬達發熱和燈光發暗。但是電焊機的工作，並不是要嚴格的要求有這樣穩定的電壓，而是要追求得到穩定的電弧來供給電焊工作。這種電弧的由來，要有適宜的電壓就可以發生了。但是電焊發生電弧的同時，在電路中要不斷的發生短路，這是因爲焊條的熔化自然下落，電弧的長度不斷起着劇烈的變化。並且它可以在每秒鐘內，促成約有 20 次的短路行爲。短

路行為無論是發生在什麼樣的電路裏邊都是有害的。所以在各種的電路裏邊，要有各種不同的保安裝置，以防止萬一發生短路時好立刻切斷了電路，才能可以避免釀成燃燒的災害。既然電焊對於電焊機的電路要不斷的發生短路，所以也要設法加以保護。因此，在短路時我們要求電焊機一定要有很大的電壓降下，來阻止短路電流，不叫一次線圈受到過大電流的危險，這一點在一般變壓器是不可能做到的，也就是交流電焊機的特點。所以一般變壓器不能當作電焊機使用的道理也就在這裏。

三 阻抗和電抗器

在講解阻抗和電抗器以前，先讓我們來談一下電壓、電流和電阻的關係。

電壓、電流這兩個名詞，在以前各節裏邊已經先後都提過了，此外還有一個名詞叫做電阻，它是和電壓電流有密切關係的。我們爲了要說明即將到來的短路問題如何解決，所以藉便也要明確一下它們的關係，這三者的關係，可以用下列簡單的公式表示出來：

$$\text{電流} \times \text{電阻} = \text{電壓} \dots\dots\dots (5)$$

電流的單位是安培 (可以簡稱安)

電阻的單位是歐姆 (可以簡稱歐)

電壓的單位是伏特 (可以簡稱伏)

這個公式叫做歐姆定律，在電學上歐姆定律是一個極重要的定律。要使電流在一條電路中流通的時候，因為電路中有阻力（一切電路中都有阻力）所以需要相當的電壓來推動。假定電壓值不變，這條電路流通電流的大小，是和阻力成反比例。阻力大流過的電流小，阻力小則流過的電流大。前面曾經談過，交流電焊機電路

中常常發生短路，究竟什麼是短路呢？譬如，把燈頭上的燈泡取下來，用導體把燈口裏邊通電的兩點聯接起來；或者是把帶電的兩根導線直接碰在一起，這都是短路。保險絲會被立刻燒斷，通常我們說斷保險。這就是因為導體本身雖然也是也有阻力，但是這種阻力是極小，不能和燈絲的阻力相比。所以，要通過很大的電流，這種電流就叫做短路電流。交流電焊機的電路，什麼時候發生短路呢？一個是發生在點火的時候，另一個是在進行電焊時，由於焊條熔化的自然下落，就把電路給聯接起來了，這就是電焊機電路的短路。電焊機電路中的短路阻力是非常小的，所以也要有很大的電流通過電路。這種短路電流，必須想一個妥善的辦法加以解決。現在就可以把公式(5)，應用到這個的電路裏來，它可以幫助說明短路電流是怎樣用阻抗可以限制的。這種阻抗的發生，下邊就要談到。

電抗器是一種圈數很多的感應線圈，所以又可以叫做塞流線圈。倘使在這個線圈裏邊通過穩定的直流，除了銅線原有的阻力（即直流電阻）以外，不會受到另外的一種阻礙。公式(5)中的正是這樣的阻力。倘使在其中通過的電流是變動的交流，磁場也會變動。這種變動的磁場，它會反抗電流的流動，所以在交流電路裏邊阻礙着電流通的，除了銅線的電阻以外還要加上一個交流電抗，在漏洩磁流一節內提到過。交流電焊機上，我們除了利用漏洩磁流來增加電抗值外，還可以使用電抗器，來增加交流電路中的電抗（單位也是歐姆）以阻止交流電流的。

底下來談談電抗器的構造和使用。

電抗器的構造非常簡單，有氣芯電抗器和鐵芯電抗器。氣芯電抗器的構造，就是一種空芯的線圈；鐵芯電抗器就是把線圈繞在鐵芯上。它和變壓器的區別，就是只有一套線圈。

在交流電焊機上所使用的電抗器，是一種限流作用的，一般都是採用鐵芯電抗器的。爲了均勻而週密的調整焊接電流的強度，通常在電抗器線圈上作出許多的中間抽頭。以備調整各種不同的焊接電流。如圖 4 a 與電焊機二次線圈聯接。б в г д е 與工作物聯接。電焊電流調整的範圍 $\text{б} > \text{в} > \text{г} > \text{д} > \text{е}$ （‘>’號，代表大於的意思）。

根據以上這個事實，可以說明電抗器在交流電焊機上的作用，焊接電流經過電抗器的圈數越多，那麼焊接電流所通過的也就越小。

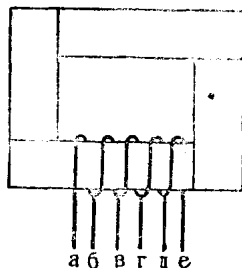


圖 4 電抗器和電抗線圈的抽頭

四 交流電焊機的實用條件

爲了保證電弧焊接的良好質量和製造的經濟起見，電焊機應當附合以下的主要要求：

1. 配合適宜的電壓，使電弧發生容易；
2. 在發生電弧的同時，電焊機的無負荷電壓應當立即降低。這個降低以後的電壓，是要適合於能够繼續維持弧光的發生（即電弧電壓）；
3. 在電弧電壓下焊接電流，應該具有「定電流的特性」，並且給與短路電流以適當的限制。這種限制的程度不應當超過電弧電流的20~40%。
4. 調準電流的強度，使弧長的波動變化達於極小；
5. 電焊機的電流強度，應當保證具有均勻而輕微調整的可能性；

6. 在無負荷時的耗電量應當是最小的;
7. 構造和結線方面, 應當保證運用方便, 操作安全;
8. 電焊機應當具有良好的效率;
9. 交流電焊機的功率因數, 在容許發生穩定電弧的情況下, 應當儘可能的高些;
10. 電焊機應當儘量使其輕小;
11. 電焊機的成本應當低廉。

五 交流電焊機的電壓和容量

1 交流電焊機的電壓 在這裏我們所談的電壓, 是專指交流電焊機的二次最大開路電壓和電弧電壓來說的。開路電壓又可以叫做無負荷電壓。電弧電壓就是在電焊時已經發生了電弧, 那時所測量出來的電壓, 就叫做電弧電壓。開路電壓的大小, 要能使突破焊條的一極, 和聯接工作機件一極中間的空氣電阻, 而發生電弧就成。當然, 電壓用的高一點, 電弧就容易發生了, 不過, 電壓用的低一些, 是爲了保證操作安全。蘇聯國家標準使用 65 或 85 伏, 我們自己試作的一台交流電焊機最大開路電壓也使用 85 伏, 效能很好, 操作也很安全。下面就談談電弧電壓, 在電焊開始後, 電弧所以能夠繼續不斷的工作, 就是需要這種電弧電壓來維持的。總之在二次工作線路中, 經過開路電壓打通了電路以後, 降下了大部分的電壓(無負荷電壓-負荷降下電壓), 保持着電弧電壓進行焊接工作。這種電壓一般都是使用 20 到 30 伏(蘇聯國家標準規定爲 30 伏)。

但是, 電源電壓降下 10% 的範圍與二次電弧電壓降下不超過 4 伏時, 電焊機也應該在各種的電流強度調整的範圍內, 要保證有穩定電弧的發生。

其次關於交流電焊機的電源電壓，我們可以介紹幾個蘇聯國家標準(ГОСТ)的規定：如 CTЭ-32 和 CTЭ-23 型號交流電焊機電源電壓使用 220 或 380 伏或 500 伏，CTЭ-24, CTЭ-34 和 TC-1000 的電源電壓是用 220 或 380 伏的。還有個別型號 CTЭ-22 的電源，是兩用電壓 $120/220$ 伏或 $220/380$ 伏。

2 交流電焊機的容量 在變壓器上，我們常說這台是多少仟伏安，那台是多少仟伏安。仟伏安是用來代表變壓器容量的。交流電焊機的容量，也可以用仟伏安來表示。就是電壓乘上電流再除以 1000 倍就是仟伏安了，也可以用下列的公式來代表：

$$\frac{\text{電壓} \times \text{電流}}{1000} = \text{容量(仟伏安)} \dots\dots\dots (6)$$

如蘇聯國家標準(ГОСТ)的產品 TC-1000 型號的交流電焊機，它的容量為 65 仟伏安，焊接電流是 1000 安培。可以利用多頭同時焊接的。在這種焊接工作方式下，是需要配備幾個 PCTЭ-24 或 PCTЭ-34 型號的調整器(電抗器)。

六 交流電焊機的線路圖

我們往往在初看到一部電焊機的表面時，因為它的線頭很多，

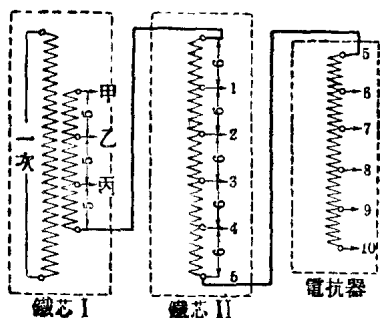
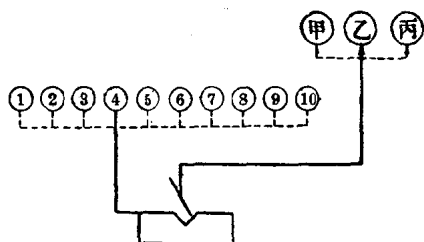


圖 5 單相交流電焊機的線圖

使我們也無從看起，又感到內容非常麻煩，也不容易了解它的構造。實際上電焊機的構造並不怎樣複雜，只要能用線路圖把它表示出來，就很容易明白。所以我現在把一台完全固定式電抗器調整單相交流電焊機，用線路圖表示出來以供參

考(如圖5)。圖6是表示交流電
焊機接線盤使用法的一種。

圖5中一次線圈纏在鐵
芯(I)上，二次線圈的一部
(甲乙丙)也纏在鐵芯(I)
上。



二次線圈的另一部分 圖6 交流電焊機接線盤使用法的一種
(1~5)纏在鐵芯(II)上，並與鐵芯(I)上的二次線圈串聯起來。
電抗器線圈(5~10)纏在電抗器的鐵芯上，它和鐵芯(II)的二
次線圈串聯起來。

圖6中充分說明了三種線圈互相串聯的關係。甲乙丙各抽頭
與焊條鉗子聯接，由1到10各抽頭之一，則與工作物聯接。

表2是說明圖5與圖6的各種電焊電流的調整範圍，表中所
表示的能有30種不同的電焊電流。其次是說明使用這種盤的便
利，只要變換兩個弧焊電源綫的塞子，就可以得到各種不同的電弧
電流。

表2 電焊電流的調整範圍

甲	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
乙	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
丙	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>

註 ①……⑩表示弧焊電源綫的塞子眼。>是表示左面大於右面的符號。

七 交流電焊機的種類

在這裏我們介紹兩種單相交流電焊機。第一種是鐵芯和線圈都是固定的。另外加上一個電抗線圈，用以調整電流的，我們把這樣的電焊機，叫做完全固定式電抗器調整單相交流電焊機。第二種是線圈，都是固定的，有一部分鐵芯是活動的，用以調整磁流，以達到調整電流的目的，這叫做活動鐵芯式單相交流電焊機。以上這兩種電焊機在各工廠裏可以看見。它的構造很簡單，在下面分別加以說明。

完全固定式電抗器調整單相交流電焊機，如圖 7 所示。

1) 是一次線圈與單相電源相聯接；

2) 是繞在鐵芯(I)上的二次線圈，留出 3 個頭(甲、乙、丙)和焊條鉗子相聯接；

3) 是繞在鐵芯(II)上的二次線圈留出 5 個頭，都是爲了利用抽頭的變換，以達到調整電流的目的；

4) 是電抗器線圈留出 5 個頭來，用以增加電抗值以調整二次

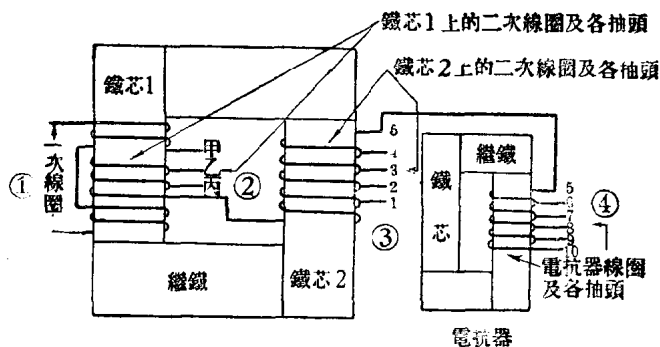


圖 7 電抗器調整單相交流電焊機的結構

電流。也是和工作物相聯接。

1 活動鐵芯式單相交流電焊機 這種電焊機的構造，大致和完全固定式電抗器調整單相交流電焊機相同，祇有在鐵芯(II)方面的繼鐵部分長出一塊，中間加上一個可以活動鐵芯(如圖 8)用以調整漏洩磁流。電焊機二次電流除用抽頭調節外，必要時可以用活動鐵芯調整，更周密而安定。圖 9 就是活動鐵芯動作位置和二次電流的關係。

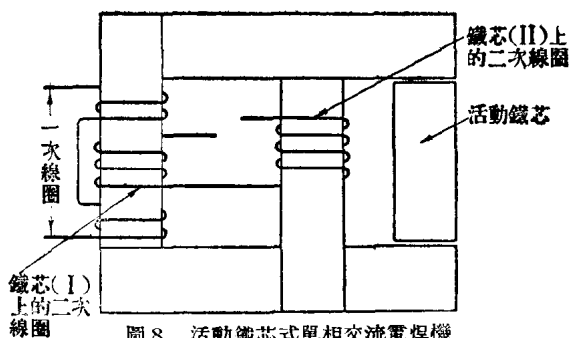


圖 8 活動鐵芯式單相交流電焊機

此外在蘇聯國家標準 (ГОСТ) 產品 TC-1000 型號的電焊機。不但裝配 PCT-1000 型號調整器，另外還有活動鐵芯可以調整，這樣由於二重的調整，焊接調整的範圍是益趨精確而週密的。這一優點特別是值得我們學習的。

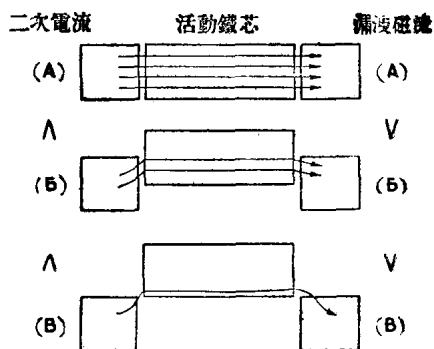


圖 9 用活動鐵芯調整漏洩磁(束)流

2 電抗器調整單相交流電焊機 我們曾經自己試作了一台單

相交流電焊機，但是，對於製作電焊機的工作是沒有什麼經驗的。所以，這台電焊機一定會存在着一些缺點。現在把它當作一個例子來談一談。爲了說明一下這種電焊機的一些計算與製作的方法，希望讀者提出改進的意見。設計製造時，可根據當時具體條件，靈活運用，能够製出最優良的型式。現在我就把它寫在下面。

名牌記載

名稱	單相交流電焊機	製造廠
型式	完全固定式電抗器調整	廠號
容量	12仟伏安	一次電壓 380 伏
一次電流	31.6 安培	二次最大開路電壓 85 伏
周波數	50 ω	二次負荷電壓 20—36 伏
二次負荷電流—焊接範圍	300 安培—20 安培	

我們曾實際作過如下的試驗紀錄：

180 安培——1 小時——34 伏

一、單相交流電焊機的總圖——圖 10 就是完全固定式電抗器調整單相交流電焊機的總圖。不過在這張圖裏所表示的，還不算是十分完整的，因為：

1. 線圈部分的接線端和抽頭已經在交流電焊機的線圖 5 上和交流電焊機的種類一節內圖 7 上都說過了，所以在這張圖裏就不再加以重複，以便看得更清楚些；

2. 接線盤的構造要另用專圖說明；

3. 絕緣材料部分另加說明。

二、圓鐵芯的切法——在裁切這部電焊機的鐵芯以前，必需要知道這部電焊機的鐵芯，需要多大的截斷面積和它應有的高度（鐵芯長），然後才能下料進行裁切。

這部圓形鐵芯的截斷面積，是使用 86 平方公分，鐵芯的圓周

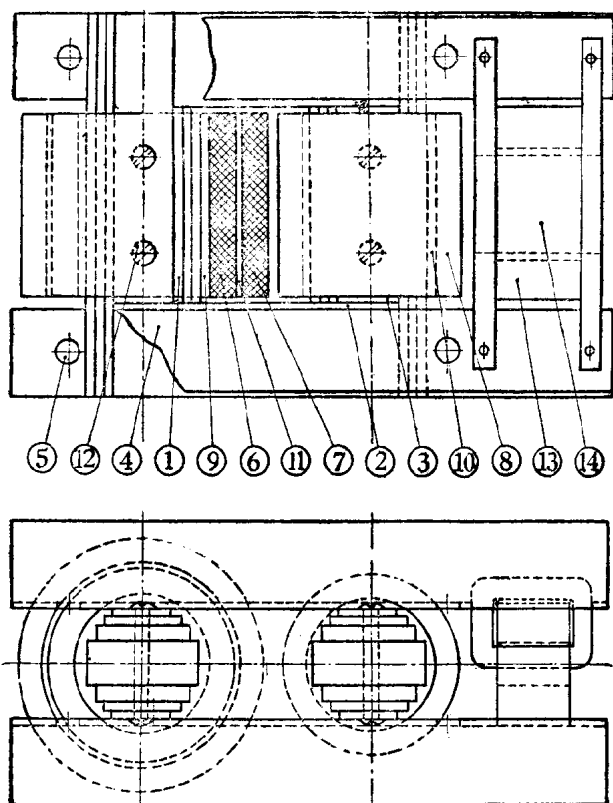


圖10 完全固定式電抗器調整單相交流電焊機總圖

- ①交流電焊機的鐵芯(I)
- ②交流電焊機的鐵芯(鑲頭)
- ③交流電焊機的鐵芯(II)
- ④三角鐵
- ⑤下穿釘和螺絲母的眼
- ⑥鐵芯(I)上的二次線圈
- ⑦鐵芯(I)上的一次線圈
- ⑧鐵芯(II)上的二次線圈
- ⑨空氣溝(鐵芯外徑和線圈內徑的距離)
- ⑩空氣溝(一次線圈的內徑和二次線圈外徑的距離)
- ⑪圓形鐵芯砂鋼片積疊後夾緊所用的穿釘和螺絲母
- ⑫電抗器鐵芯和電抗器線圈