

技 术 革 新 活 叶 資 料 022

焊 接 部 分

多快好省技术革新經驗交流會議資料匯編



機 工 業 出 版 社

編者：第一机械工业部第六局

NO. 2283

1958年11月第一版 1958年11月第一版第一次印刷

850×1168 $1/32$ 字数 29 千字 印張 $1\frac{3}{16}$ 0,001—16,100 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 新华書店發行

北京市書刊出版业营业
許可証出字第008号

統一書号T15033·1451

定 价 (9) 0.14 元

采用焊剂層下电鉚焊的初步总结

焊剂層下电鉚焊（簡称为电鉚焊）实际上就是焊剂層下自动焊接的变态，由于它具有自动焊接的优点，并能补偿其在薄壁結構制造中的不足，因而它完全有可能在农业机械的薄壁框架結構中代替繁重而价昂的鉚釘操作，所以它不但是鉚接工艺的新方法，同时也是薄板結構的設計和制造的新方法。

一 电鉚焊的过程实質及其电气原理圖

电鉚焊按过程的实質，是借助于强大的电弧功率，来熔透上層薄板，并借助于电弧的磁吹作用，排开电弧下面的熔化金屬，使电弧深入到下一層金屬的内部，而在二个金屬元件上造成一个局部的金屬熔池，在这同时，金屬电極又向熔池輸入一部分熔化金屬，这些熔化的液态金屬在熔化的焊剂复盖層下进行緩慢的冷却，当其冷却一定時間后，熔化的焊剂便形成了一个硬壳，并自行从工件上脫落，此时便可



从工件上看到一个圓滑而光潔的“鉚釘”，并 圖1 利用电鉚焊接法所得的鉚釘“外觀”。

把两个結構元件，牢固地联結成一体（圖1）。由上述电鉚焊过程的实質可以看出，这种方法与焊剂層下自动焊接的不同点仅在于一个是直接熔接二个元件而使其形成一体，另一則是借助于熔透上層鋼板来实現的；此外，电鉚焊与普通自动焊的区别在于电鉚焊的焊接电弧不像自动焊接那样在整个过程中保持不变，相反，而是随着过程的开始到終了，电弧的長度将由另值变化到最大值（当焊接过程保持焊絲固定不动时），这一点对电鉚焊接的实用价值和今后的發展有很大的意义，因它不但更加复杂化了焊接的电过程，

而且也直接地影响了被焊金屬的熔穿深度，實踐証明，在采用焊絲固定不动的情况下进行电鋤焊时，被焊零件的最大熔深，仅产生在过程开始的瞬間，随着过程的延長，熔池面积除了徑向有所增加外，在熔穿深度方面則没有什么增加。这可用焊接过程的电弧靜特性和电弧电压增高了的理由来解釋。

必須指出，当把焊接設備的机械部分进行固定，并装有焊絲自动輸送装置后，这样也能象自动焊那样，在过程中可近似地保持电弧長度的不变，这样亦可对被焊金屬的熔穿深度作一适当的調整。

电鋤焊用的电气系統的复杂与否，这主要决定于所采用的焊接設備的类型和焊条鋼芯向焊接区的輸送方法以及电弧激發的特点来選擇，例如在焊接过程中所采用的焊絲輸送方法脉冲式的要比固定不动式的电路复杂得多。圖 2 是我厂現行生产用的电路原理圖。这种电路結構，对焊絲固定不动式的焊槍來說，是适用的，这种电路的工作过程如下：

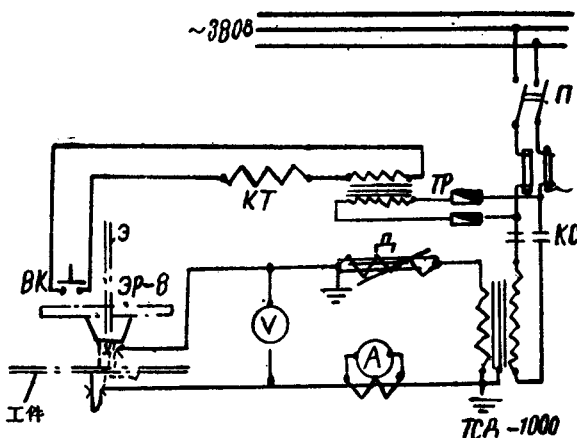


圖 2 电鋤焊电綫接綫圖：

KC—常开开关；II—閘刀开关；KT—电磁接触器；TP—降压变压器；
BK—輔助开关；ЭП-8—电鋤槍；TCA—焊接变压器。

当合上閘刀开关 II 后，降压器 TP 的一次綫卷便从 380 v 的工厂电路取得电源。当操作者按下輔助开关 BK 后，此时便借助电磁接触

器 KT 的作用而接閉常开开关 KC ，此时 $ЛД-1000$ 焊接变压器便于 380 В 的电路中取得电源，这样在焊接变压器的二次綫路中便有电压存在；如果此时焊条 $\varnothing$ 已与工件接触的話，則在焊条的末端有电弧产生，直到自然中断为止。輔助变压器 TP 和电磁接触器 KT 的主要作用是将 380 В 的电路降压到 36 В ，并及时地切断焊接变压器 $ТД-1000$ 的一次电路，这样不但保证了操作者和工件的安全，同时亦能节省变压器的无載損失，以节省用电。关于这部分的电气外观圖示于圖3。

由上述的电路原理圖可以看出，电鋤焊所用的設備是比較簡單的，一般的說，只要原来有焊接設備的工厂，都有可能将原設備稍加改装后，便可作为电鋤焊用。

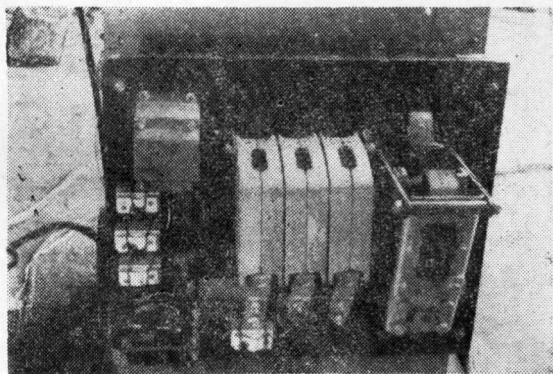


圖3 电磁接触器外观。

由于电鋤焊所用的电流强度較大，超过一般电焊机的額定电流，但在电鋤焊的情况下，焊机的暫載率（电弧燃燒時間与整个焊接周期之比）仅有 $5\sim 8\%$ 左右，远小于焊机在額定电流下的暫載率，根据这一点，便有可能把普通小容量的手工弧焊机进行改装或以二台同型号且功率相等的焊机并联亦可达到同样目的。

表1 成批出产的焊接变压器在电鋤焊时的电流許用值

变 压 器 型 号	CTЭ-22	CTЭ-23	CTЭ-24	CTЭ-32	CTЭ-34
在 $\Pi\P=65\%$ 时的額定电流(安)	230	300	350	450	500
电鋤焊时在 $\Pi\P=5\sim 8\%$ 的情况下的許用电流(安)	650~850	850~1100	1000~1250	1250~1600	1400~1800

附注： $\Pi\P$ 的意义为变压器的工作延續時間（也就是电弧燃燒时時間）与每焊一点总時間的相对比值。

成批生产的普通焊接变压器經改装后的电流許用值将提高到如表1所介绍的数值。

二 ЭР-8 型焊槍的构造

电鋤焊用的設備除其电气部而外，还需要机械部分，这就是所謂的电鋤焊槍。

电鋤焊槍可按其所用鋼焊絲向工件送进的方法不同可分为三大类型：

1. 用手工送进的：在焊接过程中鋼焊絲向焊接区的送进是依靠焊工以手或特制的小錘敲击焊絲的上端；

2. 以机械式間隔輸送的：这种輸入的特点，是每間隔一定時間由特制的机械装置作脉动形式向焊接区送入等量的焊絲；

3. 以机械連續輸送的：这种輸送形式与自动、半自动焊接的形式相似，并可保持电弧長度在一定的範圍內。

在这三种类型的焊槍中，前一种在焊接电弧燃燒期間，焊絲是保持固定不动的（即焊絲不作沿其軸向移动），因而这种方法又称为固定不动式的，限于設備的情况，对后二种型式不作討論。我厂所用的焊槍是自制的ЭР-8型焊槍，这种焊槍是属于焊絲固定不动式的，由于焊絲的輸送是靠手动型式来实现的，因而它只适用于厚度在2公厘以下的薄壁框架的制造中；这种焊槍在苏联已成功地用于农业机械制造业和电机制造中。

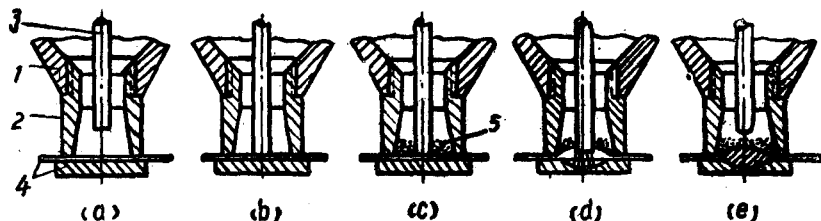


圖4 电鋤焊的基本操作步驟：

1—电鋤槍外壳；2—鋼套；3—焊絲；4—焊件；5—焊剂。

在介紹ЭР-8型焊槍構造之前，我們先來熟悉一下在焊絲固定不動下焊接過程的操作步驟。這種焊槍的基本操作步驟可分以下五點（見圖4）：

- a. 把焊槍放置到需要施焊的位置；
- b. 放下焊絲並使其末端與工件接觸；
- c. 向焊接區放入等量的焊劑；
- d. 接通電流激發電弧；
- e. 电弧自動熄滅。過程結束。

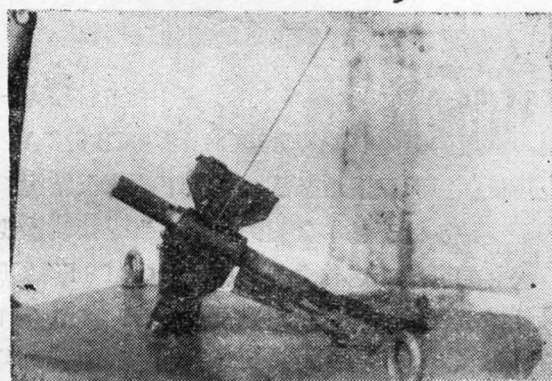
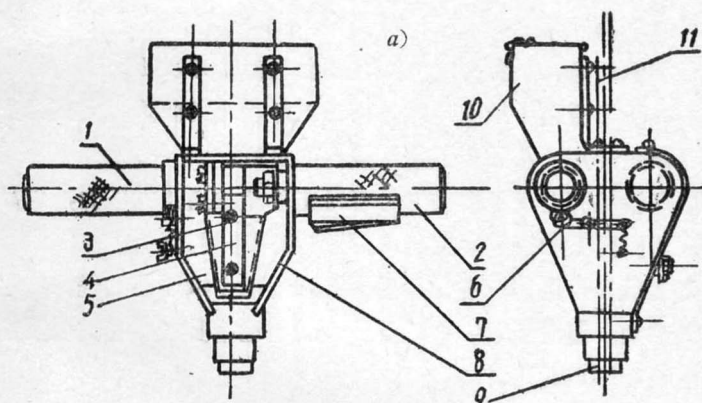


圖5 ЭР-8型電鉚焊槍

結構圖a及其實物b：

- 1、2—手柄；3—焊劑導料槽；4—接觸子；5、8—左右側壁；6—彈簧杠杆；7—輔助開關(BK)；9—焊劑導嘴；10—焊劑貯斗；11—鋼焊芯。

上述全部过程的完成只需時間 7~15 秒，而电弧燃燒時間为 2~3 秒。

ЭР-8 型电鉚槍之結構圖示于圖 5。使用时將焊劑導嘴，放置在需要施焊的工件上，并以手动的形式向工件輸送焊絲 11，然后轉动手把 1，此时貯藏于貯斗 10 中的焊劑便通过特制的計量器（圖中未示出）并經由焊劑導料槽 3 而进入焊劑導嘴 9，彈簧杠杆 6 的作用是控制手把 1 的轉动角度，从而保證每次加入的焊劑都近似相等；当焊劑都进入焊劑導嘴后，此时便可合上輔助开关（BK）7（參看圖 2 之 BK），此时焊接电路便被接通，并在焊絲 11 的末端激發出电弧，直到其自然熄滅为止（參看圖 4）。在合上輔助开关 BK 时，应以两手稍加压力于焊槍之手把上，以减少二工件之間間隙（尤其当上層鋼板平度較差时），从而保證鉚釘成形的良好。

这焊槍的优点便是在施焊时可对工件施加适当的压力，以减少二零件之間間隙和便于焊劑加入，其缺点則是焊芯的輸送，需由焊工的手工来实现和每焊完一批零件后，存在着很多鋼焊芯的殘头，这是比較不經濟的。要避免后一个缺点，可适当地增長鋼焊芯的長度，或把殘料經過对焊后代用。

三 电鉚焊用的焊絲和焊劑

1. 电鉚焊用的焊絲：电鉚焊用的焊絲，是直徑为 4~6 公厘的冷拉低碳鋼絲，常用的鋼焊絲的牌号为 CB 08 和 CB 08 A，由于这种焊絲中含錳量較低，因而很适用于 2 公厘以下的薄板結構，因为在此情況下焊点的强度并不低于基本金屬的强度；当焊接較重要之結構时，需用含錳量較高的焊絲，这种焊絲的牌号为 CB 08 Г 和 CB 08 Г A，所有这些牌号的焊絲，其化学組成均应符合 ГОСТ 2246-54 的規定（見表 2）。此外焊絲在使用前需清除表面的油污及銹蝕，并把成盘供应的盘料切成 600~800 公厘長的棒料，太短則在使用中增加殘头，太長則使用不方便。用作电鉚焊用的棒料应保持清潔、平直，其不直度在全長內不得大于 1~2 公厘，否則易損坏焊槍之機件和造成焊芯与

表 2 低碳鋼焊芯的化学組成 (按照 ГОСТ 2246-54 的規定)

焊芯牌号	元 素 的 含 量 %						
	C 不大于	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
			不 大 于				
CB-08	0.10	0.35~0.60	0.03	0.15	0.30	0.04	0.04
CB-08A	0.10	0.35~0.60	0.03	0.10	0.25	0.03	0.03

焊剂导咀的不同心。

2. 电鋸焊用的焊剂：焊剂的主要作用就是在焊接过程中 保护电弧的稳定燃燒，保护熔化金屬不致被空气侵蝕，并盖复于熔化金屬上保护熔池緩慢的冷却，保証焊缝金屬具有一定的化学成分和良好的成形。由于焊剂应起到这些功用，因而对焊剂有以下这些要求：

- (1) 焊剂应保証电弧便于激發和稳定燃燒；
- (2) 焊剂应具有一定的化学成分；
- (3) 焊剂在熔化后应具有良好的流动性，以保証鋸釘头良好的成形；
- (4) 焊剂应有較大的膨脹系数，以便在冷却后便于从金屬表面脫落；
- (5) 焊剂应保証所焊得之鋸釘沒有气孔、夹渣和裂紋等缺陷。

电鋸焊所用的焊剂，除应滿足以上几点要求外，还应具有一定的顆粒度和水分不超过 0.1%。按照資料的試驗数据可以看出：当其他工艺参数保持一定时，随着焊剂顆粒增大，电弧的長度，有所增加，（例如由 0.5 增大到 3 公厘时，电弧長度增大到近似原来長度的 40%）电鋸釘的外圓直徑和高度亦略有增加，但电鋸焊的熔化深度反而有所降低。关于焊剂顆粒增大电弧長度所以亦增長的原因，这可能是由于在等体积的情况下，大顆粒的焊剂其实际数量被降低了，因而电弧与工件相接触的机会被增多，也就是說，电弧在燃燒期間沒有更多的熔渣来影响它，因而能延長它的燃燒時間，而寬度（直徑）的增加則是由于拉長了的电弧較不稳定所造成的，很明显，当电弧拉得很

長时，实际上便是延長了电弧的燃燒時間，那么釘头高度的增加便是很自然的事了，至于熔深的降低，則可能由于大顆粒的焊剂对电弧区的“压实性”較差的原因，也就是說，电弧有效热的利用被降低所造成的。

根据以上这些分析，我們規定了在正常情况下进行电鋸焊时，焊剂的顆粒度在0.5~2.5公厘以內較为适宜，最大亦不得大于3公厘，且大顆粒的焊剂在加入焊接区时，堆积情况将变坏，影响最后鋸釘質量，并促使計量器损坏。

此外，焊剂中含水量的大小，对鋸釘質量有很大的影响，含水量的增加，是促使鋸釘形成多孔性的主要因素，而且鋸釘的外觀也遭到了破坏。这是由于水在高溫时分解出的气体饱和了熔化金屬的原因，所以我們使用的焊剂，同自动焊接时一样，規定了它的含水量不得大于0.1%，要达到这一要求，只要把焊剂在使用前放在溫度为250~300°C的爐中烘1.5~2小时便可。

焊剂的牌号不同，則其物理性能亦不同，目前在电鋸焊中使用較广的焊剂实际上只有AH-348A和OCL-45二种，前者的游离性較大，因而电弧便于激發和燃燒，而后者則由于屬於中錳焊剂，由于其含錳量較AH-348A为高，所以对銹的敏感性較差，但它在电弧激發时要求的无載电压較高。这两种焊剂都能保証鋸釘有足够的强度和良好的成形，而且熔透也很容易脫落。在作焊絲固定不动式的鋸焊时，用AH-348A型的焊剂較好。

四 电鋸焊的工艺試驗及其物理性能

1. 工艺試驗部分：由鋸焊的工艺試驗，主要是确定当某些条件一定，变动其余因素时，对于鋸釘接头的机械性能、外形尺寸以及相应的熔深等的影响，从而确定出适当的焊接规范，为以后的工艺工作創造条件。此外，工艺試驗的另一作用便是通过它来确定这种方法的可能性。根据上述目的，我們分別进行了在一定厚度的板組情况下，当改变焊接电流时对机械性能的測定，以及当变动电流规范时对鋸釘

外形尺寸的測定，這些數據分別列於表 3 及表 4。

在這些試驗中我們假定電焊變壓器的二次無載電壓為常數；這應該是沒有什麼問題的。此外，還假定電弧燃燒時間為常數（因為電鋸焊的電路系統中未接入時間繼電器），實際上這是不可靠的，因為電弧燃燒時間的長短，不僅取決於焊劑的游離性的好壞，在某些情況下還受到焊劑的顆粒度、焊件表面的清潔情況以及電源電壓的波動因素的影響，因而對所測定各項幾何尺寸，僅能起一種參考作用，而不是一成不變的。

此外，在好多參考文獻中，把電鋸焊所用的電流規範，都以短路電流的數值來表示，這不但在實用上不方便，而且也不大可靠，因為在電鋸焊時電弧燃燒時間相當短，在一般情況下僅有 2 秒鐘左右，而且這種電流又是處於不斷的变化中，在這樣短的時間中要準確地量出变化的電流量來是較困難的，同時我們按照這種所介紹的短路電流進行試焊時，感到電流較小，電弧的激發沒有用大電流時來得順利，同時所得的釘頭外徑也較小。根據這些意見，所以在作規範試焊時，電流的數值干脆以電焊機上的刻度指標來表示，這樣作雖說對工藝真實性較差，但當其他條件一定時（例如工件厚度、電極直徑以及空載電壓等條件一定時），焊接電流的需用值的波動實際上並不大，而且這對今後在沒有電流互感器裝置的情況下工作時是比較實用的。

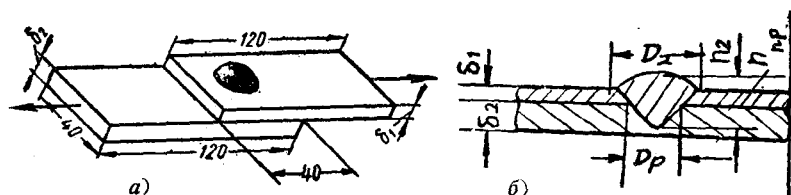


圖 6 試片圖：

a—試片的外觀及其尺寸；b—試片沿焊點中心的切面圖。

2. 與此相對比的我們亦做了二件 $\delta_1 + \delta_2 = 1.2 + 5$ 由鋸釘鋸成的試件，鋸釘直徑為 6 公厘，經在拉力機上作剪切試驗時，該試件在 400 ~ 600 公斤的負荷下破壞，試件破壞的特征是由鋸釘孔壁撕破，鋸釘

亦略有伸長。

3. 厚度为 $\delta_1 + \delta_2 = 1.2 + 1.2$ 和 $\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 1.2 + 1.2 + 1.2$ 公厘的以及 1 公厘以下的試片經在平台墊鉄上試焊后并作剪力試驗，其破坏力为 1090~1470 公斤，試件断于元件上（表中未列出）。

在焊絲固定不动式的焊槍上作电鉚焊时，其熔化深度照例不大，并随着电流强度的增加而略有改变，表 4 所列是由这种方法并用 ЭР-8 型焊槍焊成的試片所测得（焊剂 AH-348A 型，焊接变压器无載电压为 73 伏）。

由表 4 可以看出，焊芯直径一定时，随着电流强度的增加，熔化深度亦略有增加，而焊点外形直径及增强度虽也略有增加，但这并不是那样的稳定，而主要决定



圖 7 电鉚焊試件破坏的一般实例。

于电弧燃烧时间的長短和焊剂加入的数量而有所改变。

从表 3 及表 4 所列之电鉚焊的形状尺寸及剪切强度的数据来看都远較有关文献所介绍的为低，这一点尚有待于进一步的試驗。

根据这些試驗数据，和农业机械的结构情况，我們初步地制定了一个焊接规范（表 5）作为生产的参考，同时根据这些数据进一步进行試驗，以求得这些数据的实用性，且厚度在 2 公厘以上所焊接规范待进一步試驗后再行补充。

电鉚焊的金相組織与普通焊剂層下的焊接没有什么区别，圖 8 a 为焊缝金屬的組織，b 为热影响区（相当于正火区）組織，c 是热影响区向基本金屬原始組織过渡的情况，d 是基本金屬的原始組織。由圖 8 可看出，这与普通电弧焊的金相組織是没有什么大的差别的。

工艺試驗中所遇到的几个問題和解决的措施

表 3 在不同厚度和改变焊接规范时对电焊焊外形及其破坏强度的平均数值

序 号	被焊钢板厚度 (公厘) ($\delta_1 + \delta_2$)	焊丝直径 (公厘)	电流强度 (a)	变压器二 次线路元 载电压 (b)	外圆直径 (公厘) (D_2)	增强高度 (公厘) h_2	焊点破坏负荷 (公斤/点)	备 注
1	1.2+3	4	700~800	73	15	0.8~1.8	1240~1360	需在平台垫板上焊
2	1.2+4	4	750~800	73	14.5~15.5	1~1.8	1350~1460	
3	1.5+2.2	4	750~800	73	14.5~15.8	2~2.6	1500~1530	
4	1.5+3	4	750~850	73	15.5~17	1.5~2	1380~1760	
5	2+2	4	750~850	73	14.5~16	1.8~2.2	1320~1800	在平台垫铁上施焊
6	2.2+3	4	750~850	73	16.5~17.2	1.6~2	1360~1800	
7	1.2+3	5	700~750	73	17	2~2.6	1360	
8	1.2+4	5	700~750	73	16.3~16.6	2.6~2.8	1300~1460	
9	1.5+3	5	750~850	73	16~17.2	2.5~2.8	1550~1760	增强高度 h_2 低于平 面
10	1.5+4	5	750~900	73	16.6~17.5	1.3~2.5	1990~2100	
11	2.2+3	5	1000~1100	73	19.5~20	1.7~2	2320~2690	
12	2.2+3	5	1100~1150	73	20	—1	1470	

附注: 1. 试件厚度在 1.5 公厘以下者均断于试片元件上或沿着焊点被断将整个焊点拔出 (见图 7)。

表 4 当焊接规范变动时电钎焊切面的几何尺寸 (参看图 6)

序号	焊件厚度 $\delta_1 + \delta_2$ (公厘)	焊接规范		电钎焊切面的形状尺寸(公厘)					附注
		焊条 直径 (公厘)	上層零件 鑽孔直径 (公厘)	电流 强度 (安)	外圆 直径 (公厘)	增强高度 h_2 (公厘)	熔化深度 h_{np} (公厘)	計算 直径 DP (公厘)	
1	—	4	—	500	14	1.5	23	—	序号 1 ~10是 在一塊 厚度为 8 公厘 的試板 上試焊 而得
2	—	4	—	600	14	1.8	2.5	—	
3	—	4	—	700	16	2	3	—	
4	—	5	—	450	12.5	3	2.5	—	
5	—	5	—	500	14.5	2.8	2.8	—	
6	—	5	—	600	15.5	2.5	3.0	—	
7	—	5	—	700	16.2	2.2	3.2	—	
8	—	5	—	800	16.5	3	3.2	—	
9	—	5	—	900	16.5	3.5	3	—	
10	—	5	—	1000	17.0	2.5	3.5	—	
11	1.2+5	5	—	800	16.5	2.6	3.2	9.2	
12	1.5+5	5	—	900	16.2	3	3.2	8.5	
13	2+5	5	—	1000	16.8	2.5	3.6	8.2	
14	2+5	5	6.5	1000	17.5	1.5	5.2	7.5	
15	3+5	5	6.5	1200	16.2	1.2	6	7.2	

表 5 厚度在 2 公厘以下的薄板电钎焊用的焊接规范

序号	被焊零件的厚度(公厘)		焊芯直径 (公厘)	变压器二次 无載电压 (伏)	焊接电流 (安)	备 注
	上部的	下部的				
1	0.5~0.8	3~6	4	73~81	400~500	
2	1	2~3	4~5	73~81	500~600	
3	1	3~6	4~5	73~81	550~700	
4	1~1.5	2~4	4~5	73~81	600~750	
5	1.5~2	2~3	5	73~81	700~850	
6	2	3~6	5	73~81	750~1100	

注: 当上層薄板厚度超过 2 公厘时, 应将上層薄板进行鑽孔后再焊 (或多層焊接时上面几塊薄板厚度超过 2 公厘时亦同), 所鑽之孔的直径应大于所用之电极直径 1.5~2 公厘 (或更大, 看电极直径及总厚度而定)。

这里所提到的問題, 在电钎焊中是較為关键的, 而一般性的問題及其补救方法分別列表于 7。

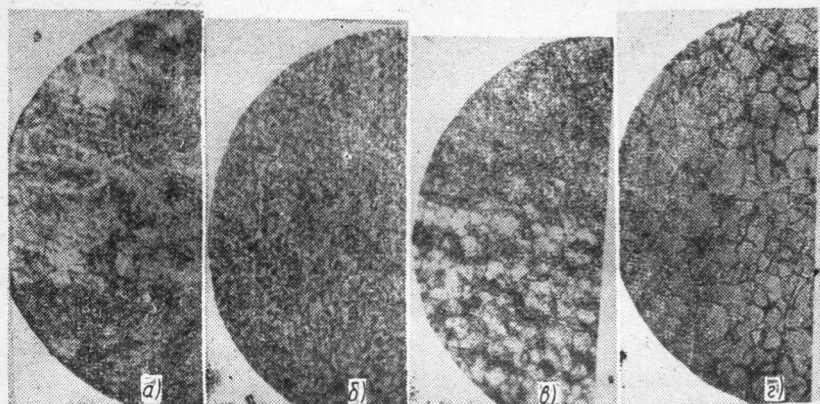


圖 8 电鋤焊的金相显微組織（用4%硝酸酒精溶液侵蝕×270）。

1. 焊剂每次加入量的問題：电鋤焊的質量的好坏及其輔助時間的長短在很大程度上決定于焊剂加入量的多少，而焊剂加入数量的程度，又決定着电鋤焊时的电弧激發的速度，也就是直接地影响着整个电鋤焊的生产效率的高低。

在开始設計时，当时只考虑到焊剂加入量对焊接質量的影响，而未曾考虑到焊剂数量的多少，对施焊过程中电弧的熄灭与开始下个电鋤焊时的“点火”的影响，所以当时只偏重于保証鋤焊接头的質量，故意地加大了焊剂的加入量，因而在电弧熄灭后有很多熔化了了的熔渣結于焊芯的末端，这种熔渣阻碍了电极与鋼板的接触，因而阻碍了电弧的激發。所以，在設計新焊槍时，焊剂計量器的設計，应在这样的原則下进行：使所設計的焊剂儲存量的空間，它所能容放的焊剂数量，当它（焊剂）落到焊剂导咀后的堆积高度，不能大于电弧熄灭时的最大長度，必須保持电弧在焊剂層外熄灭，同时也不能过少，否則所焊出的鋤釘形成多孔性，直至有形成鋤釘端头隆起的危險。如果不遵守这一原則所設計出的焊槍一定不能滿足生产的要求。

根据实验的結果，在焊絲固定不动式的焊槍上施焊时，常用的电焊絲直徑为4~6公厘，且焊机的二次无載电压在65B~79B时，电弧的熄灭長度一般在12~18公厘（当用AH-348A細顆粒焊剂），它亦

决定于焊接电流的强度。

現在我厂所用的焊槍，其焊剂加入的数量是由实验而求得的，基本上解决了电焊絲端头結渣的問題。

2. 电鋤焊时，焊接电弧的激發問題：这里所要討論的是如何使电弧引發得快和稳定燃燒的問題。这里我們先看一下在焊絲固定不动式电鋤焊时电弧引發的特点与手工电弧焊时引發的特征。

如果我們平时注意电焊老师們燒焊时引發電弧的方法大致不外乎有这二种方法，即以擦火柴的方法（圖9 a）和敲击焊件法（圖9 b）。不論那种方法，从圖9中可看出焊条經与焊件接触都是迅速离开焊件的。而焊絲固定不动式的焊接特点，就是在过程中焊絲沒有任何方向的移动（圖10），它所以能够激發電弧，在过程开始时完全依靠金屬电子的热放射作用，而后則在電場的作用下来維持二極之間的光弧放电，直到電場的能力不能克服二極之間的空气阻力为止，此时电弧便自行熄滅。

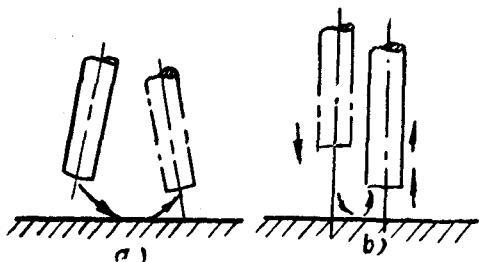


圖9 手工电弧焊时的引弧特征。

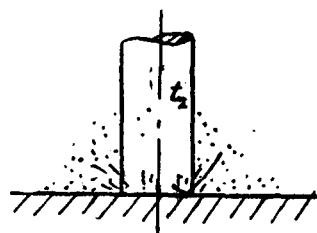


圖10 电鋤焊时电弧的激發。

从圖10可以看出，如果焊芯与焊剂牌号一定，而在焊芯末端及焊件表面均沒有阻止电流流通的污物时，則电弧激發的速度根据金屬电子热放射的条件，将同流经焊芯的电流的平方以及二極之間的电位差成比例，在交流电源施焊的情况下，又同电源的頻率成比例。

所以，在焊接时如果能够增加电流密度和提高焊机的无載电压时，則对电弧的引發有好处，但电焊机的設計能率是有一定的，而且这将影响电鋤焊的形状系数，所以这二方面着手，实际上不是最好的

办法，所以最好的办法还是在电路中加接一个振荡器来提高焊接电源的频率较为妥当。

3. 焊剂计量器机构的结构问题：计量器的构造见圖 11 所示，圖 11 (a) 是第一次设计的經試用后，發現在薄片 3 之間有間隙 A，当使用时，常在 A 中嵌有小顆粒的焊剂，这不但增加了薄片 3 与壳体

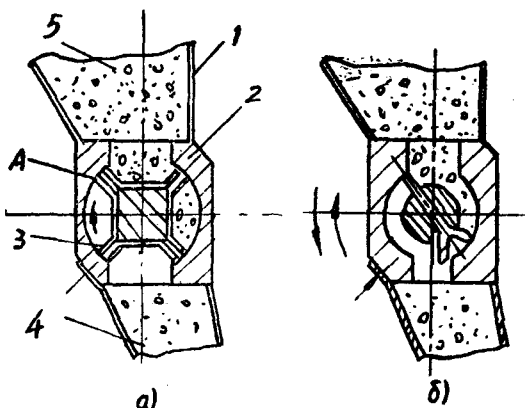


圖 11 焊剂导料閘构造。

2 之間發生強烈的摩擦，促使計量器損壞而失去作用，且操作起來頗不方便。后改成圖 11 (b) 的形式后，這一問題不再存在。

4. 焊剂导咀的设计问题：在设计焊剂导咀时应考虑到与焊剂計量器相对应外，还应考虑电弧燃燒的長度，导咀所选用的材料，以及焊剂在融化后可能流到的范围等因素，因为当导咀的半径小于电弧的最大長度时，电弧将不能按时熄灭而延着其内壁向焊槍的上部燃燒上去（即使在沒有焊剂的情况下也会如此），这不但增加釘头的增强高度，亦加速导咀的損壞；同时內徑太小亦会造成焊渣結塞的后果。

圖 12 (a) 是我們第一次試用的导咀，由于这种导咀的內徑較小（而且越向上越小），所以易造成上述缺陷，經改成圖 12 (b) 形式以后，这种缺陷不再存在，而且这种結構形式的导咀，可以保证电弧燃燒到一定長度后自然中斷，导咀的材料应选用导热性良好的金屬制成。

5. 电鋸焊时，两焊件之間の間隙問題：厚度在 1 公厘以下的薄板往往由于搬运和存放不当而造成薄板的凹凸不平，經装配后，在二零件之間存在着很大的間隙，由于間隙的存在，則往往成为釘头低塌，和上層薄板燒穿的主要原因。这种缺陷的解决办法，主要是消灭