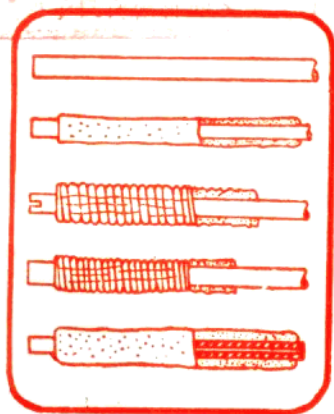
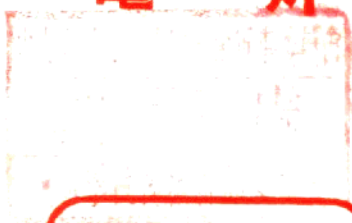


王 庶 編 著

談 電 焊 棒



機械工業出版社

出版者的話

祖國正在進行着大規模的經濟建設，大量的新工人將要不斷地參加到工業建設中來，同時現有的技術工人，由於在舊社會沒有學習的機會，經驗雖豐富，但理論水平較低。爲了使新工人能够很快地掌握技術的基本知識，並使現有工人也能把實際經驗提高到理論上來，因此，我們出版了「機械工人活葉學習材料」。

這套活葉學習材料是以機器工廠裏的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉚、焊等工種的工人爲對象的。每一小冊只講一個具體的題目，根據八級工資制各工種各級工人所應知應會的技術知識範圍，分成程度不同的「活葉」出版。

工件焊接得好壞，不單決定於焊接技術，接頭設計，而且和電焊棒的性能也有很大的關係。所以電焊棒的知識，也是焊工同志必須瞭解的。

本書介紹了電焊的基本原理，電焊棒種類和用途，被覆劑的作用和成分的配合等。內容淺顯易懂，可供給八級工資制三、四、五級焊工同志學習的。

目 次

一	電焊棒的種類	1
	1 金屬電焊棒——2 碳極棒	
二	金屬電弧焊接和金屬焊棒	3
	1 電焊原理——2 電焊棒和電壓、電流的關係	
三	裸焊棒和被覆焊棒的比較	6
四	電焊棒材料的成分	7
	1 軟鋼焊棒——2 其他金屬焊棒	
五	被覆劑的作用	8
	1 安定電弧——2 防止焊水和空氣接觸——3 去渣和脫氧作用——4 補給焊水中需要的元素——5 增加電弧的溫度和保溫——6 引導焊水走向一方	
六	被覆藥的種類	12
	1 還原劑——2 熔劑——3 電弧安定劑——4 金屬補加劑——5 熔渣易落劑——6 空氣隔斷劑——7 黏結劑	
七	被覆劑的配合實例	13
	1 軟鋼焊棒被覆劑——2 中碳鋼焊棒被覆劑——3 鑄鐵焊棒被覆劑	
附表		16
	1 蘇聯國家標準2246-43鋼心線的化學成分(適用電焊或氣焊)	
	2 蘇聯國家標準2523-44鋼焊條的技術條件	
	3 蘇聯一般焊條的塗料規定	
	4 焊接合金鋼的焊條的塗料成分(焊條由低碳鋼組成)	

電弧焊接自從發明到現在，已經有六十多年的歷史了。由於電焊方法的便利和簡單，再加上近來在技術方面的不斷改進，現在已廣泛地應用到各種工業上去了。目前的建築工業、機械製造以及農業機械、築路機械等等的製造和修理上都在使用着。電焊不但操作簡單便利，並且焊接出來的機件輕巧美觀，成本低廉，還可以做些鍛鍊所不能加工的工作。所以電焊工業，將來一定是會大大發展的。用電焊焊接出來的焊件質量，雖然要根據焊接技術的好壞；設計的優劣；焊接的方法是否恰當而決定，但電焊棒的好壞，也是影響焊件質量的主要原因之一。所以一個電焊工人，不但必須了解電焊原理和操作方法，對電焊棒的好壞和使用的方法也要明白；就是電焊棒在電焊時起的作用，這些作用是怎樣產生的，對於焊件的質量有什麼影響；甚至電焊棒的製造方法，也要知道。

一 電焊棒的種類

電焊棒在電弧焊接中，是用來作電極的。焊件是一個電極，焊棒是一個電極，如果兩極間發生了電弧，就會產生大量的熱。我們就是利用這些熱量來熔化金屬和進行焊接的，所以電弧焊接也叫電焊。比如用金屬棒作電極，電弧的熱量把金屬棒熔化成焊水填補在焊口上；如用碳極棒做電極，電弧的熱量把另外做焊料的金屬棒熔化後，填補在焊口上。電極棒可分為金屬電極棒（也叫做金屬電焊棒）和碳極棒兩種。

1 金屬電焊棒 金屬電焊棒是直接熔化填補在焊口上的，所以以金屬焊棒的好壞，對焊件質量的影響很大。使用這種電焊棒來進行焊接，設備比較簡單，操作也便利，所以使用範圍很廣。依金屬焊棒的材料來分，有軟鋼、特殊鋼、鑄鐵、銅、鋁等幾種電焊棒。因為機件多是軟鋼的，所以軟鋼焊棒使用得最多；其次是鑄鐵電焊棒。電焊棒的長度約為350~450公厘，直徑（或心線直徑）有1、1.5、2、2.5、3、3.5、4、5、6公厘等多種。

金屬電焊棒又分有裸焊棒（無藥焊棒）和被覆焊棒（有藥焊棒）。被覆焊棒由於使用的情形不同，又可分為輕藥式焊棒（薄藥皮焊棒）和重藥式焊棒（厚藥皮焊棒）。因為所用電流有直流的和交流的，所以焊棒又有直流焊接和交流焊接的區別。

圖1 A是裸焊棒。B和C是被覆焊棒。D和E是特殊鋼電焊棒，外面纏繞特殊合金線，在焊接時，合金線熔化，混在焊水中，改變焊接部分的金屬性質。F是在被覆劑的外面纏繞石棉繩的電焊棒。G是空心電焊棒，也叫做水底切割電焊棒，這種焊棒適用在水底的切割工作，如輪船在水中修理的時候，要把水中的鋼板切下來，就需要用這種焊棒。當焊

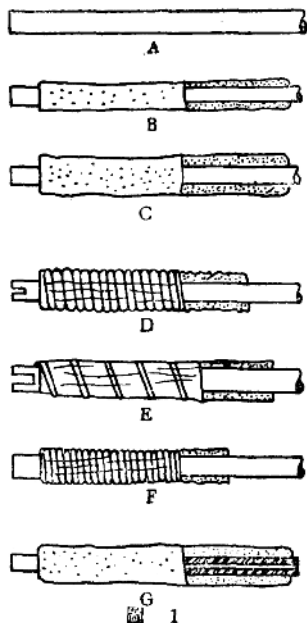


圖 1

棒在水中發火後，由焊棒的中心孔中通出氧氣，和我們常用的氧氣割斷的作用一樣。

2 碳極棒 碳極棒焊接法是最早的一種焊接法。用碳極棒和焊件作電極，當碳極棒和焊件間發生電弧產生高溫後，就把焊料的金屬棒熔化填補在焊口上，如圖 2。或用兩個碳極棒作電極，兩個碳極棒的尖端發生電弧後把焊料填補在焊口上；或不用焊料，只把焊接部分熔化，就把焊件焊接起來。

碳極棒焊接，現在多用在鑄鋼、鑄鐵工件的縮孔、氣孔的填補工作上；或有色金屬的焊接上。一般工件的焊接，多用金屬棒焊接，所以後面的介紹也就着重在金屬電焊棒上。

碳極棒可用在金屬切斷方面，這是利用電弧的熱量來熔去切割線上的金屬，把金屬切斷如圖 3。這種電弧切斷法多用在氧氣切割法所不易切割的金屬上，如鑄鐵、不銹鋼、有色金屬等，或用在氧氣切斷不方便的地方。

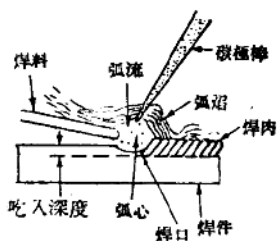


圖 2

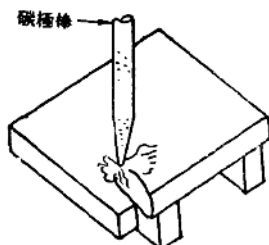


圖 3

二 金屬電弧焊接和金屬焊棒

1 電焊原理 電弧的發生，是電流通過兩電極間的空隙，所產

生的現象，如圖 4，焊棒聯在發電機的負極（-）；焊件接在發電機的正極（+）。焊棒前端和焊件接觸後，使電流通過，成為電路。這時稍把焊棒的前端離開焊件一點，焊棒就發生火花，產生熱量，使焊件和焊棒熔化。焊棒就熔化成細球狀的熔液，滴到焊口上。電流又通過熔化的金屬熔液，形成電路，因此，發生連續不斷的電弧使焊棒連續熔化，填滿在焊口上。電弧的溫度約可達到 $2500\sim 3200^{\circ}\text{C}$ 。這是直流電焊。

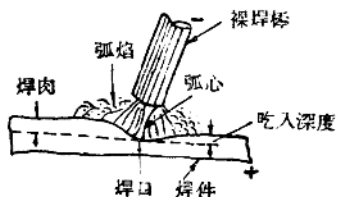


圖 4

通常所用的交流電焊機，多是變壓器形的。它的電焊電流是交流電。交流電在電路裏流動的方向，不像直流電那樣，連續從正極流向負極，而是兩極間往復不斷地變換着電流方向的。常用的交流電，每秒鐘要變換電流方向往復 50 次。所以交流電要用被覆電焊棒，因為當電弧發生後，電流變換方向時，有被覆劑形成的被覆筒保護着電弧，並且被覆劑燃燒時所發出的熱量，又可以使焊棒心線繼續熔化。在電流換過方向後，電流仍可藉焊水做導路通過焊棒空隙，所以電弧能連續地發生，而不致於中斷。如果在交流電中用裸焊棒，那就會發生電弧中斷的現象。

2 電焊棒和電壓、電流的關係

一、電壓和電弧長度——電弧的長短，是會影響焊接的質量。調整電弧的長短，可根據焊棒的直徑大小，和使用電壓的大小來定，焊棒直徑越大，使用電壓應該越大，電弧也越長。但是電壓不能

太大，以免電弧太猛烈，焊水飛濺，浪費焊棒；並且電弧發生的熱量太高時，焊棒熔化快，焊水球粒粗，焊接的工件也不堅固。電弧太長的時候，火花大，熱量不集中，焊水和空氣接觸的機會多，容易和空氣裏的氧氣氧化，和吸收空氣裏的氮氣，使焊水氮化，降低了熔接強度，使焊肉脆弱，焊肉含有氣泡。又會發生焊水滿溢和電弧不穩定的情形。可是電壓也不能太小，以免電弧所生熱量不夠，焊棒不能充分熔化，使焊件得不到良好的焊接結果。並且電壓太小的時候，電弧也太短，電弧的熱量集中，焊棒熔化快，焊水球狀粒大，焊接不堅固，並且容易短路或黏住，操作上也比較困難。

電弧的長度是否適宜，可由電弧發出來的聲音來判斷。長電弧發爆裂的聲音；短電弧發出的聲音急而尖；適當長短的電弧，發出一種尖銳的油煎聲音。由表 1 可以看出軟鋼裸焊棒的不同直徑，所用不同的電流、電壓和電弧長度的關係。被覆焊棒的電弧長度可以略長一些。

表 1 裸焊棒直徑和電流、電弧、電壓的關係

電焊棒直徑(公厘)	電 流 (安 培)	電弧長度(公厘)	電弧電壓(伏特)
1.5	20~50	1.5	14~17
2	40~80	2	15~18
2.5	60~100	2.5	16~20
3	70~120	3	17~21
4	110~180	4	18~22
5	150~230	5	18~24
6	180~280	6	18~26

二、電焊棒和電流量——使用電流量的大小，可隨焊件的材

料, 焊棒的材料, 焊件大小, 焊棒種類, 焊接頭的形式, 焊接的方式 (平焊, 仰焊, 立焊, 下焊), 焊接技術等條件而決定。如果電流太小, 發生熱量少, 電弧發生困難; 即使有電弧發生, 也不能保持安定, 吃入深度也小, 有滿溢現象。如電流太大, 吃入深度會太大, 使焊棒發紅, 焊接處過熱, 焊件強度降低, 脆弱, 並且容易含有氣泡。表 2 是軟鋼裸焊棒的電流表 (被覆焊棒由於散熱小, 效率高, 電流可以減低 10~20%)。

表 2 軟鋼裸焊棒的電流表

焊件厚度(公厘)	電 流 (安 培)			焊棒直徑(公厘)
	最 低	平 均	最 高	
1~2	15	32	50	1~1.5
3	40	60	80	2
4~5	60	80	100	2.5
6~8	70	95	120	3
8~12	90	120	150	3.5
9~16	110	145	180	4
17~25	150	190	230	5
20~25	180	200	230	6

三 裸焊棒和被覆焊棒的比較

用裸焊棒電焊時, 高溫的焊水是從焊棒流向焊件, 中間要和空氣接觸。於是空氣中的氧氣和部分焊水會起氧化作用, 生成氧化物; 如用軟鋼焊棒, 就會生成氧化鐵。這些氧化物在焊水冷卻的時候, 容易混在裏面, 萬一浮不出來, 就會使焊接處夾灰 (夾銹), 使焊肉脆弱。有時也會把焊水中的合金元素燃燒掉, 減低了焊接的強

度。高溫的焊水又容易吸收空氣中的氮氣或其他氣體，如軟鋼棒，氮氣更容易和鐵化合，發生氮化作用，使焊水冷卻後有硬點，加工困難。吸入焊水中的氮氣，在焊水表面凝固以後，就放不出來了，因此在焊接的地方，就成了氣泡，使焊接的強度減低。

焊水在氧化時，會發生爆炸，使焊水飛濺在焊口的周圍，這不但使焊出的工件不美觀，而且浪費了材料；實際能焊到焊件上的焊水僅佔 75%。焊水在焊口上因冷卻很快，容易變硬，加工困難，所以裸焊棒的材料都是用鐵或軟鋼的。

減少焊水的氧化和氮化，可用縮短電弧的方法；也就是說，縮短焊水通過空氣的距離。可是焊棒放低的時候，焊棒容易和焊件黏住而滅火，技術差的工人，是有困難的。裸焊棒只適用在直流電上，普通的交流電焊機不能用裸焊棒。

用被覆焊棒，由於被覆劑有多方面的作用，可以把裸焊棒的缺點完全克服，所以近來交流電和直流電所用的焊棒，都採用被覆焊棒。

四 電焊棒材料的成分

要保證焊接質量好，不發生什麼缺陷，最好使焊棒的成分和焊件的成分相同，或相差不太多。有的被覆焊棒，它的心線成分在電焊時不生變化，它的被覆劑的一部分作用，只是保護焊水不生變化。有的焊棒心線成分和焊件成分不同，而在被覆劑中加入一些元素，使焊水變成和焊件差不多的成分。比如有的鑄鐵和特種鋼焊棒的心線是軟鋼的，在被覆劑中加入一些元素，使焊水變成鑄鐵或特

殊鋼。焊棒和焊件的成分，也有時完全不同，但這只適用在特殊的情況下。

1 軟鋼焊棒 上面說過，普通的機件，多數是軟鋼的。所以軟鋼焊棒的用處最廣。在書後附有蘇聯標準的鋼心線的成分表，以及塗料的成分等附表；這可作為實際配合時的參考。如果自己作軟鋼焊棒，而又不知道鐵線的化學成分時，可以用下面這個簡單的方法來試驗看是否合用。試驗的方法是用力把鐵線彎曲，如果感覺得硬，就不適用。把鐵線放在火內燒，軟鋼應該受高溫而不會熔化，如果受不住高溫而熔化了，那就不適用。

用心線作焊棒以前，可以把心線加以預熱（燜火），在出爐後是極軟的就可應用。重要工作的心線，一定要經過預熱以後，才可作焊棒使用。

2 其他金屬焊棒 鑄鐵，特殊鋼和有色金屬的焊棒成分，在後面可以談到。

五 被覆劑的作用

1 安定電弧 電弧的安定，雖然跟電壓電流的大小等都有關係，就是焊件熔接處不清潔，有銹、有油、有水等，在發生電弧時，油和水變成蒸氣昇入電弧中，吸去大量熱量，也會使電弧不安定。但是，所用的裸焊棒和被覆劑的好不好，是決定電弧安定的主要因素。

良好的焊棒，被覆劑的熔化速度要比心線慢，使被覆劑能形成一個筒形，把電弧包在當中（如圖 5），使電弧發出的熱量集中，電

弧安定；也防止了焊水濺到外面的毛病。被覆藥在電弧中燃燒時，所發出的熱量，也能幫助電弧安定。在被覆劑中，加入鋇(Ba)、鈣(Ca)等容易電離的物質，使電流更加容易通過電弧，使電弧更加安定。被覆焊棒，可用於直流和交流，如果在交流中不好用，就是被覆劑中的電弧安定藥配合不適當的緣故。爲了使裸焊棒的電弧安定，也可以把焊棒蘸石灰水後使用。

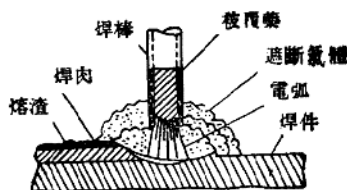


圖 5

如果被覆的熔化速度，比心線的熔化速度慢得很多，熔化相差的長度恰好等於電弧長度，使被覆筒把電弧完全包住，使熱量集中，這樣，不但電弧安定而且吃入深度也深，焊水也濺不到外面來。這樣的電弧，在外面也不易看到，電弧的長短是由被覆筒控制着，所以技術不好的工人也能焊接，而且焊件良好，質地堅固，不浪費材料，這就是潛弧焊棒(超短弧焊棒)。

2 防止焊水和空氣接觸 前面已經說過，裸焊棒在電焊時，焊水和空氣接觸，焊水一部分被氧化和氮化，氧化物容易混在焊水裏，氮氣容易使焊接處有氣泡，使焊接處變脆、變硬、不堅固。有被覆劑的焊棒，被覆劑在電弧中燃燒，發生一種一氧化碳(CO)和氫氣(H₂)等還原性遮斷氣體，把電弧包圍，使空氣不能和焊水接觸，既可防止氧化氮化，又可安定電弧，起還原的作用。

使用有被覆劑的焊棒，如焊接處仍有氣泡發生，這當然和被覆劑配合的好壞，焊棒心線材質的好壞，焊件材質的好壞都有關係；

焊水的過熱，焊接技術不好，也會產生氣泡的。如果不是被覆劑有毛病的話，在焊接的時候，焊棒可擺動着焊，這可減少產生氣泡的機會。

3 去渣和脫氧作用 被覆劑雖然能隔斷空氣和焊水的接觸，但是要完全隔斷是不容易的，不免仍要有些空氣侵入電弧，生成氧化物。這空氣也會使焊水中一部分元素燃燒掉，而改變了焊水原有的性質，使焊接不良。爲了防止這一點，被覆劑中要加入一些還原藥品（叫做還原劑或脫氧劑），使已被氧化的元素還原。比如在被覆劑中加入黃血鹽、錳鐵和能够發生一氧化碳和氫氣的藥品。有的焊棒在心線上纏一層細鋁線，這也是加還原劑的一種方法。

焊棒和焊件在熔化時，生出的氧化物，和還原劑起化學作用，又生成另外一種氧化物。這些氧化物，熔化點很高，在焊水中很黏，不易流動，容易和焊水混合而不易浮出焊水表面，使焊肉夾灰。在被覆劑裏加入些熔劑，使這些黏的氧化物變成稀而容易流動東西，在焊水冷卻時，很快的浮到焊水的表面，這些東西就是熔渣。

這些沒有流動性的氧化物，有的是酸性氧化物、鹼性氧化物。如果被覆劑中的鹼性熔劑和酸性氧化物配合的適當，或酸性熔劑和鹼性氧化物配合適當，熔渣就會稀薄，流動性也好，容易浮出焊水表面。酸性熔劑有：二氧化矽（ SiO_2 ）、硼砂（ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）、酸性碳酸鈉（ Na_2HCO_3 ）、硼酸（ H_3BO_3 ）、氧化鋁（ Al_2O_3 ）等。鹼性熔劑有：氧化鐵（ FeO ）、二氧化錳（ MnO_2 ）、氧化鈣（ CaO ）、氧化鎂（ MgO ）、石灰石（ CaCO_3 ）、碳酸鎂（ MgCO_3 ）等。對於熔劑的配合要求，不但要使熔渣容易浮出，並且冷卻後熔渣還容易脫落。

4 補給焊水中需要的元素 焊水的化學成分，可以由被覆劑的成分支配。也就是說，在被覆劑中加入一些必要的元素，可以改變焊水的化學成分。如軟鋼心線的鑄鐵焊棒，在被覆劑中加入矽鐵、黑鉛，可使軟鋼的焊水變成鑄鐵。軟鋼心線的特殊鋼焊棒，在被覆劑中加入一些需要的元素，可使軟鋼焊水，變成特殊鋼。焊水在電弧中，一部分碳和錳會被氧化掉；如果在被覆劑中加入碳和錳，可以再補入焊水中，使焊水的成分不變。

5 增加電弧的溫度和保溫 焊水焊在焊件上後，直接和外界空氣接觸，冷卻太快，吸入的氣體，不能排出，所生成的氣泡，和可能使焊接處龜裂變硬，尤其是焊棒中的碳素較高的，更為顯著。被覆劑中的一些藥品，在燃燒後就產生出部分的熱量和熔渣；這熱量會增加電弧的溫度，那熔渣又會浮蓋在焊水的上面，一方面可以防止氧化，又可以使焊水慢慢地冷卻，而不至於龜裂的現象。

熔渣的熔點不可過高，過高比焊水凝固早，不能浮出焊水表面，就是能够浮出焊水表面，因為凝固過早，也防礙氣體排出；如果凝固太遲，也失去保溫作用。

6 引導焊水走向一方 被覆焊棒在焊接的時候，因為前端有一被覆筒，可以幫助焊水射到焊件上，如仰焊、豎焊時，又可在被覆筒中盛一部分焊水，使焊水容易焊在焊件上，不致從焊件上流下來。

被覆劑應該很堅固地黏結在心線上，絕緣要很好，焊接強度要大，組織細密，在熱鍛、冷彎中，都不應該產生裂紋。這是要依靠被覆藥的選擇和配合，以及心線的選擇。

六 被覆藥的種類

被覆藥的種類很多，不是每種被覆劑都要把它們用上，普通只選幾種就够了。

1 還原劑 被覆劑中加還原劑，如鋁、錳、鎂、矽、黃血鹽等。還原劑也有用木漿、鋁末、棉紙等。

常用的還原劑有下列幾種：

矽鐵(Si 約 25%，Fe 約 75%)； 鎂(Mg)；
鋁(Al)； 錳鐵(Mn 50~80% C 3~7% Si 1.5~5%)；
黃血鹽($K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$)； 氧化鎂(MgO)；
碳酸鎂($MgO \cdot 3MgCO_3 + Mg(OH)_2 + 3H_2O$)； 銅(Cu)；
木炭(C)； 鈦(Ti)；以及木漿、鋁末棉紙等。

2 熔劑 常用的熔劑如下：

碳酸鈉($Na_2CO_3 + 10H_2O, Na_2CO_3$)； 重碳酸鈉($NaHCO_3$)；
硼砂($Na_2B_4O_7 + 10H_2O, Na_2B_4O_7 + 5H_2O$)； 生石灰(CaO)；
消石灰($Ca(OH)_2$)； 石灰石($CaCO_3$)； 螢石(CaF_2)；
二氧化錳(MnO_2)； 碳酸鋇($BaCO_3$)； 氧化鐵(Fe_2O_3)；
二氧化矽(SiO_2)； 黏土； 石棉($CaMg_3(SiO_3)_4$)；
碳酸鉀(K_2CO_3)； 碳酸錳($MnCO_3$)。

3 電弧安定劑 就是加入容易電離的物質，增加電弧中的導電性，以安定電弧。常用的安定劑如下：

碳酸鈉(Na_2CO_3)； 重碳酸鈉(或酸性蘇達)($NaHCO_3$)；
黃血鹽($K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$)； 生石灰(CaO)； 石灰石($CaCO_3$)；
碳酸鋇($BaCO_3$)； 螢石(CaF_2)； 氧化鐵(Fe_2O_3, Fe_3O_4)；
小麥粉(澱粉)； 二氧化錳(MnO_2)； 石棉。

4 金屬補加劑

碳(C)； 鈮鐵合金(Fe-V)； 鉬鐵合金(Fe-Mo)； 鎢鐵合金(Fe-W)；
鎳(Ni)； 鉻(Cr)； 銅(Cu)； 鎳鉻鐵(Ni+Cr+Fe)； 錳鐵(Fe-Mn)；
矽鐵(Fe-Si)；

5 熔渣易落劑

螢石(CaF_2)； 二氧化錳(MnO_2)； 冰晶石； 玻璃； 以及木漿、鋸末、
棉紙、綿等有機纖維。

6 空氣隔斷劑

木炭(C)； 碳酸化物； 有機纖維；

7 黏結劑 各種藥品配合後，塗在心線上，由於電力的破壞，
運搬和振動等原因，被覆劑容易脫落，必須用黏結劑把被覆劑和心
線堅固地黏在一起，不使脫落。普通用的黏結劑有水玻璃、膠、麵粉
等。

各種藥品都研成細末，加入黏結劑，用水（冬天略為加熱）混合
成糊狀，混合時要用力攪拌均勻。覆藥有的是用手覆，有的用機器
覆，覆劑厚度可分兩種，就是薄覆（輕藥式）和厚覆（重藥式）。厚的
用於厚鐵板 and 吃入深度深的地方；薄的用在薄板上。厚覆不得超過
1.5 公厘。薄覆不得超過 0.5 公厘。覆完陰乾後，就可使用。

七 被覆劑的配合實例

1 軟鋼焊棒被覆劑

一、石景山鋼鐵廠（李金泉同志創造）

1) 軟鋼甲種焊棒

錳鐵	30%	氧化鐵	33%
----	-----	-----	-----

花崗石 32%

藥粉 5%

2) 軟鋼乙種焊棒

氧化鐵 50%

石英 10%

二氧化錳 25%

石棉 5%

澱粉 10%

二、唐山某廠

氧化鐵 20%

二氧化矽 40%

二氧化錳 30%

氧化銅 10%

另加:

硼酸 10%

水玻璃 30%

澱粉 30%

膠 10%

碳 20%

三、大連鋼鐵廠

石灰石 53.48%

青鐵礦 18.78%

矽砂 2.67%

黑鉛 2.14%

華北粘土 1.60%

水玻璃 18.72%

螢石 2.67%

2 中碳錳焊棒被覆劑 石景山鋼鐵廠(李金泉同志創造)

碳酸鉀 17.67%

螢石 37.7%

二氧化錳 17.67%

矽砂 15.3%

碳酸鈣 11.8%

3 鑄鐵焊棒被覆劑

一、長辛店鐵路工廠

矽鐵 40%

碳酸鉍 4%

黑鉛 40%

鉛 4%