

三相电弧手工鐸

格罗霍尔斯基著

机械工业出版社

三相电弧手工焊

张子厚 李国英 著

机械工业出版社

三相电弧手工焊

机械工业出版社

1956

出版者的話

三相电弧鐸是鐸接技術上的新發展,有許多技術-經濟上的优点,在我國勢將推廣,本書是作者根据苏联各机器制造厂和鐵路運輸企業中应用三相电弧鐸的綜合經驗,具体地介紹了三相电弧鐸的設備及其鐸接工藝。

本書可供机器制造部門的鐸工及从事鐸接專業的工程技術人員参考。

苏联 Н. Ф. Грохольский 著 'Ручная сварка трехфазной дугой'
(Машииз 1954 年第一版)

書号 1000

1956 年 3 月第一版

1956 年 3 月第一版第一次印刷

787×1092¹/₃₂ 字数 47 千字 印張 2⁸/₁₆ 0,001—4,500 册

机械工業出版社(北京东交民巷27号)出版

北京新華印刷厂印刷

新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号

定价(8)0.38元

目 次

緒論	5
第一章 三相电弧焊的一般概念	8
1 三相电弧焊的内容	8
三相电弧手工焊	8
三相电弧半自动焊	10
三相电弧自动焊	12
2 三相电弧焊勝於單相电弧焊的工藝性优点	13
第二章 三相电弧手工焊的焊接站設備	15
1 焊接电源及其接線圖	15
由两个 CT ₀ 型变压器來对一个焊接站供电	17
由三个 CT ₀ 型变压器來对一个焊接站供电	21
在一个焊接站上裝置两个电流强度調節器	21
在一个焊接站上裝置三个电流强度調節器	23
2 电磁接觸器	24
3 供三相电弧手工焊接的焊条和焊条夾鉗	29
焊条	29
焊条夾鉗	34
第三章 碳素鋼的三相电弧手工焊接工藝	38
1 邊緣無坡口的对接焊	43
2 邊緣有坡口的对接焊	47
3 角接头的焊接	50
4 搭接接头的焊接	53
5 敷焊工作	53
6 在熔渣上焊接和敷焊	57
7 用無載焊条的三相电弧焊接和敷焊	58
第四章 碳素鋼的三相电弧半自动焊接工藝	63

1 三相明弧半自动鐸	63
2 在熔剂下的三相电弧半自动鐸	63
第五章 三相电弧鐸接法的技術-經濟优越性	66
第六章 安全技術	70
参考文献	73

緒 論

作为金屬加工的先進技術方法之一的鐸接，在蘇維埃政权的年代中，已經得到特別廣泛的發展和推廣。在這些年代裏，在自動和半自動鐸接的範圍內已獲得了巨大的成就。但是，雖然自動電弧鐸有着飛速的發展，而手工鐸却仍舊具有很大的作用和廣闊的應用範圍，這是由於手工鐸接法有伸縮性和通用性的緣故。因此，與自動和半自動電弧鐸的進一步發展和應用的同時，當前的任務就是提高手工鐸接法的生產率、質量及經濟性。這些方法之一，就是用三相電弧來鐸接；這種鐸接法，早在 1903~1905 年間就已由院士米特凱維奇（Акад. В. Ф. Миткевич）所建議與詳細論述過了[1]，[2]及[3]。

後來，這種鐸接方法更詳細地由烏拉爾工廠（Уральский завод）和科學研究機關集體研究並應用到生產上〔米哈依洛夫（Г. П. Михайлов），西烏諾夫（Н. С. Сиунов），居里洛夫（А. А. Кириллов），史傑伯諾夫（В. В. Степанов）等〕。

在目前，三相電弧鐸被應用於烏拉爾、列寧格勒（Ленинград）、塔干洛格（Таганрог）及其他城市的各工廠中，在機器製造的各部門中，用來製造儲藏塔、鐸補鋼鑄件的粗大缺陷和中等缺陷，同時也用在修理工作上。

採用三相電弧手工鐸的結果，可以提高鐸接工的勞動生產率 2~3 倍，電能的節省達到 30%，功率因數（ $\cos \varphi$ ）提高到 0.6~0.75。除此以外，這種鐸接法還有許多其他勝於單相電弧手工鐸的優點，即：可以在鐸條和鐸件之間再分配三相鐸接電弧的熱力，而且可以使邊緣無坡口的工件金屬有較深的熔

化，或者当熔敷金屬分量較多时，工件金屬的熔化可以較少；被鐸金屬的加热区可以調節。

由於这些优越性，三相电弧鐸的应用可以普及到以下各生產部門中：压力机、厚壁容器、鍋爐和化学器械，機車制造、桥樑建造、金屬建築結構，拖拉机、康拜因和其他農業机器的修理，在这些地方，这种方法可以保证高度的生產率和提高工作質量。

苏联共產党中央委员会九月全体大会決議“關於進一步發展苏联農業經濟的措施”中，为了大量地以新型的拖拉机、農業机器和设备來装备机器拖拉机站和國營農場起見，規定自1954年到1957年5月1日的期間中供給農業上50万部以上的一般用途拖拉机和25万部以上的耕种拖拉机，以及必要数量的農業机器、汽車、流动工場及其他设备。

为了有效地修理和使用農業机器和机械裝置，苏联共產党中央委员会九月全体大会決議規定了673个工場投入运转，並补充500个新工場的建築。除此以外，还規定在1954~1956年中建造十个修理工厂、六个大修理的区間工場、机器拖拉机站中的4200个修理工場，以及在1954~1955年完成建造36个修理工厂、15个大修理区間工場的計劃，並進行擴建和重建41个修理工厂与125个大修理的区間工場。

有如此巨量的農業装备，在机械裝置与修理基地方面便需要在拖拉机、康拜因以及其他農業机器方面的修理工場中，迫切地应用从工業的先進工厂中所傳授過來的高生產率的新方法。

这本小册子的目的是將机器制造厂和鐵路運輸企業在三相电弧手工鐸范围内的綜合經驗傳達給其他工厂、机器拖拉

机站、農業机器修理工場等,因为在这些地方,这种高生產率的、合理的金屬鐸接方法和敷鐸方法直到現在还没有得到应用。

第一章 三相电弧焊的一般概念

1 三相电弧焊的内容

金屬的三相电弧焊用手工、半自动和自动方法来進行。手工焊用三相明弧來施行，而半自动焊和自动焊則多半用熔剂下的埋弧來施行。

三相电弧手工焊

用三相电弧的手工焊焊接金屬，通常系用二根平行而互相絕緣的金屬焊条來实现(圖 1)。焊条位於双相焊条夾鉗中。

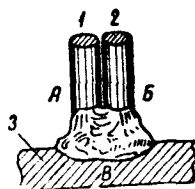


圖 1 三相焊接电弧：

1 及 2 金屬焊条；

3 焊件。

三相交流的焊接电流供送到焊接部位：其中的二相通过焊条夾鉗接通到金屬焊条上，而第三相——接至焊件。在这种焊接方法中，用普通的方法来引弧和燃烧，但不是一支單相电弧，而是三支單相电弧：第一支电弧 AB 在焊条 1 与焊件之間燃烧；第二支电弧 BB 在焊条 2 与同

一焊件之間燃烧；第三支电弧 AB 在二焊条本身之間燃烧。电弧 AB 名为“焊条間电弧”。

这样一來，用三相电弧焊接的时候，当配置兩焊条的末端使互相接近並与焊件接近时，所有三支單相电弧都燃烧在一个共同的焦点上。这就增高了焊接生產率和加强了电弧的电离作用，並因而增大了三相电弧的穩定性。三相电弧具有高度穩定性的原因，也由於供給此电弧的通过焊接迴路的三相

电流移相所致。

三相电弧要到所有三支电弧都在一个共同焦点上時才可能存在，这就決定於二鐸条与鐸件的相互配置。對於平行地配置着的鐸条，根据米哈依洛夫(Г. П. Михайлов)的資料，当双鐸条金屬芯子之間的距离在 1.0 至 9.0 公厘的範圍內時，三相电弧就可以存在。实际上二鐸条間的距离規定在 1.5~6 公厘之間。繼續增大平行鐸条間的距离，便引起“鐸条間电弧”燃烧不穩定和中斷(熄弧)，結果三相电弧鐸就变成二相电弧鐸了。当双鐸条金屬芯子之間的距离不够、鐸条芯子之間常常被熔化的金屬所短路的时候，也發生“鐸条間电弧”的中斷和不穩定燃烧。

三相电弧手工鐸通常用專門的双相鐸条夾鉗來实行。但用兩個單相的鐸条夾鉗也可以進行这种鐸法。在这情況下，鐸条被配置着互成角度。用兩個鐸条夾鉗來实施鐸接，可以在較大的範圍內、再分配鐸条与鐸件之間电弧热力；后者也就是这种方法的优点。三相电弧手工鐸的缺点是：在施行鐸接工作时，鐸接工必須使用双手；此外，鐸接工需要較大的注意力以便注視着兩根鐸条的关系位置、鐸条对鐸件邊緣的位置、鐸条的熔化、工作的質量等等。鐸接工常常很不容易造成三相电弧正常燃烧和鐸条均匀熔化的条件；他很快就会疲倦，工作的生產率也就降低了。只有高度熟練的鐸接工，經過長期訓練之后，才能用这种方法來掌握工作。

与用兩個單相鐸条夾鉗的三相电弧鐸接法相比較，用平行鐸条在双相鐸条夾鉗中的三相电弧鐸在目前已得到最多的应用。这是因为在各种各样的結構中、对各种型式的鐸接接头，用双相鐸条夾鉗來鐸接，採用得比較多；用这种鐸法时，工

作的方式与普通的單相手工鐸接时相似。

当用平行鐸条作三相电弧鐸接时,液体金屬的飛濺較少、电弧燃燒比較平靜、鐸縫的成形和敷鐸工作时的鐸波成形比別种鐸条配置法進行得比較好。

三相电弧半自动鐸

三相电弧半自动鐸,系用配置成角度的兩根鐸条、用明弧來实现,或者用兩根平行鐸条(在熔剂下)的埋弧來实现。在第一种情况中,在鐸件上(圖2)鋪放厚藥鐸条。这鐸条的一端

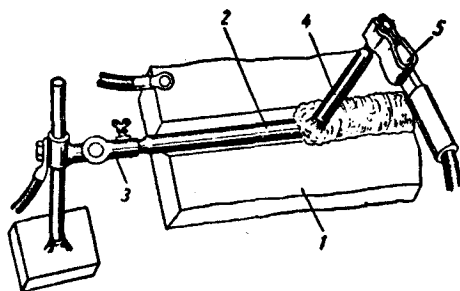


圖2 三相明弧半自动鐸接圖:

1—鐸件; 2—鋪鐸条; 3—關節式鐸条夾鉗; 4—傾斜鐸条; 5—單相鐸条夾鉗。

固定在專門的關節式單相鐸条夾鉗中,在鐸接时从第一相來的鐸接电流通过鐸条夾鉗供送到鋪鐸条上。鐸条4在通常的(也是單相的)手工鐸条夾鉗中;从第二相來的鐸接电流就供送到这个夾鉗上。从第三相來的电流則供送到鐸件上。

这种鐸接方法,用以下的方式來实现:开始时鐸接工借鐸条4用手引出工件与鐸条4之間的單相电弧。这支电弧是靠近鐸条2的末端引出的,並且立即轉移到鐸条2上面,这样便

引起了三相电弧的發生。

三相电弧在鉚件与鉚条 2 之間燃燒，在同一工件与鉚条 4 之間、在鉚条 2 和 4 本身之間燃燒。在鉚条 2 与工件之間的單相电弧，当这鉚条熔化时，自动地沿着这鉚条的軸線方向移动。鉚接工操縱其餘二支电弧（在鉚条 4 和鉚件之間、以及兩鉚条之間燃燒着的）。他將鉚条 4 跟隨熔化着的鉚条 2 之后移动，用心地保持所有三支單相电弧在一个共同的焦点上。

在連接到鉚条 2 的相位中，通常不裝設調節器，这样可以大大地增加鉚接电流在这鉚条上的强度——比在鉚条 4 和工件上的鉚接电流强度大。这一种情况，可以容許採用鉚条 2 的直徑比鉚条 4 大得多。

这种半自动鉚接法，使鉚接工有可能直接控制电弧的方向性。同时，鉚接工用一个較輕的單相鉚条夾鉗來工作，可以减少他的疲劳。

在熔剂下的三相埋弧半自动鉚，系用二根平行鋪放着的厚藥鉚条 1 及 2（圖 3）來進行。如果需要增大鉚縫的橫截面或熔敷金屬的鉚波时，在鉚条 1 及 2 上擱置無塗藥的無載鉚条 3。这样一來，得到了由兩根有載鉚条和一根無載鉚条所組成的鉚条束，或僅由兩根有載鉚条所組成的鉚条束。这种鉚条束，通常預先用細鉄絲在这些鉚条上捆紮數處來制备。有載

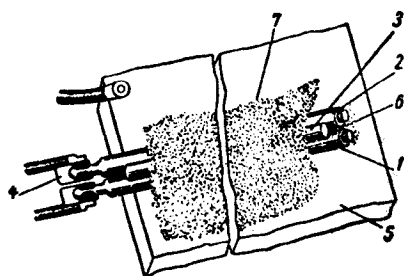


圖 3 三相埋弧半自動鉚：

1 及 2 鉚條；3—無載鉚條；4—雙相鉚條夾鉗；5 鉚件；6 鋼屑；7—熔劑層。

束，通常預先用細鉄絲在这些鉚条上捆紮數處來制备。有載

鋅條的末端，為了便於引燃電弧起見，應剝除鋅條塗藥2~3公厘長，並清除乾淨至出現金屬光澤為止。

在這以後，將鋅條束的有載鋅條梢端夾入專門的雙相鋅條夾鉗4中；在這夾鉗上，接通鋅接電流的兩相迴路。然後將鋅條束鋪放在鋅件上，使無載鋅條安置在有載鋅條之上。在有載鋅條清理過的末端撒上少量純鐵屑6，使二根有載鋅條和鋅件之間造成臨時的電接觸。這種臨時的電接觸是為了自動地在熔劑層下引出三相電弧所必需的。經過這些准备工作以後，在鋅條束上撒上OCII-45、AH-348A或其他牌號的粒狀熔劑層；熔劑層的厚度為60~70公厘。在有載鋅條和鋅件上、借電磁接觸器（配置在腳踏開關上的）來供給電壓和鋅接電流以後，便立即在兩鋅條本身之間自動地引燃三相電弧。三相電弧在熔劑層下燃燒得非常穩定。使鋅接設備與電力線路斷路來使電弧熄滅，也是利用這同一個電磁接觸器的。

在熔劑下的三相電弧半自動鋅應用於鋅接工作和敷鋅工作。它在狹窄不便、不易進入的部位施行鋅接工作和鋅接短鋅縫時，可以代替熔劑下的自動鋅。

無論三相明弧半自動鋅或熔劑下的三相電弧半自動鋅，其缺點都是：用這種方法只能完成在俯鋅位置的直線鋅縫。此外，鋪放鋪鋅條時，特別是它的長度較大時，須要增加很多的準備時間。

三相電弧自動鋅

三相埋弧自動鋅與熔劑下的單相電弧自動鋅同樣施行。在三相電弧自動鋅接時，向鋅接部位送進兩根互成角度的鋅條。鋅條向電弧燃燒部位的自動送進，用兩個單相鋅接機頭

或一个專門的双相鐸接机头來实现。三相电弧在熔剂層下、在鐸条与鐸件之間和在兩鐸条本身之間、在一个共同焦点上燃烧,同三相电弧手工鐸接时一样。鐸条沿鐸接方向的移动,由安裝在一个共同台車(拖拉机式裝置)上的两个鐸接机头來進行(其移动方向与鐸接方向相同)。在鐸接机头不动的裝置中,鐸件本身移动。各鐸条向电弧燃烧部位的進給速度相同。电流的强度在接通各鐸条的相位中來調節。

2 三相电弧鐸勝於單相电弧鐸的工藝性优点

三相电弧鐸具有許多勝於單相电弧鐸的工藝性优点。其中主要的,是: 1)三相电弧燃烧的高度穩定性; 2)可以在鐸条和鐸件之間再分配电弧的热力; 3)电弧的热力利用得比較合理,这与深度熔透有关; 4)三相电弧的热能率高等等。

三相电弧燃烧的高度穩定性和不中断性,使有可能用無載电压較低的电源來進行鐸接。当交流鐸接迴路中的無載电压为 50 伏特时,三相电弧便容易引燃而且以后能穩定地燃烧,而用交流單相电弧鐸接时,則必須無載电压 60~65 伏特。三相电弧有这样高的穩定性,並且它所放出的热量比單相电弧鐸接时要多得多,因而有可能在鐸条塗藥成分中加入比較少的电离物質。由於这个緣故,像 УОНИИ-13 这一类鐸条,虽然它是供直流电反接極(鐸条接正極,工件接負極)作單相鐸接用的,但用來作三相电弧鐸也顯得十分適用。

中等熟練的鐸接工,在正常的鐸接規範下,可以使三相电弧毫無中断地燃烧,直至鐸条熔化完畢或至故意(人为的)熄弧为止。三相电弧燃烧的穩定性甚至在应用無載鐸条状态的填充金屬时也不致於降低。这样一來,当鐸接电弧沒有中断

时,那末,鐸縫中的弧坑將比較少,而鐸接接头的强度也將比較大,因为弧坑是鐸縫的弱点。

三相电弧手工鐸接时,比單相电弧手工鐸,得到熔化金屬的熔潭較大,鐸件金屬在鐸接部位的加热区域也寬廣得多。由於这种緣故,在三相电弧手工鐸接时,熔敷金屬冷却得比較慢,因而也就促成气体与熔渣从液体金屬中放出更加完全,並促成鐸縫强度和緊密度的增大。三相电弧手工鐸接时所得到的鐸縫和熔敷金屬的鐸波,比單相电弧鐸接时寬得多(圖4)。

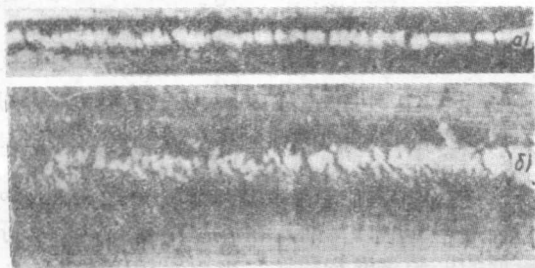


圖4 熔敷金屬的鐸波:

a—用單相电弧敷鐸; б—用三相电弧敷鐸。

三相电弧鐸具有很大的优点——可以分別調節各相中的电流强度,即,可以調節流过鐸条和流过鐸件的鐸接电流。例如,如果減少鐸件上的电流强度並增大鐸条上的电流强度,我們便可以得到最合理的敷鐸工作規範,这时,熔透將不深,但已足够使基体金屬和熔敷金屬相熔合,而熔敷金屬的分量可以得到最多;或者,如果增大工件上的电流强度,我們便可以在鐸件金屬上得到較深的熔化並变成了深熔鐸。

有可能廣泛地調節熔透深度和工件上放出的热量、造成了廣泛运用三相电弧鐸來鐸接合金鋼、鑄鉄和有色金屬的先决条件。

第二章 三相电弧手工鐸的 鐸接站設備

三相电弧手工鐸的鐸接站，应具有下列設備：1)鐸接电源；2)电磁接触器；3)双相鐸条夾鉗；4)金屬的鐸台、導架或台架，由工作种类和工作地点來決定；5)通風裝置；6)輔助設備。

1 鐸接电源及其接線圖

三相电弧手工鐸系用能保證供給三相电流到电弧燃烧部位並能發出足够的鐸接电流强度的鐸接电源來進行。在每一相中的鐸接电流强度在 75~700 安培之間。当施行三相电弧手工鐸接时，使用專門的 3-CT 型鐸接裝置最为方便。这种裝置系由烏拉尔 (Уральский) 工業大学电机教研室 (西烏諾夫——Н. С. Спунов) 会同斯維尔德洛夫 (Свердловский) 电气机械工厂的工作人員所創制。斯維尔德洛夫电气机械工厂出產了單站式和多站式的三相鐸接裝置以供三相电弧手工鐸和自动鐸。

供三相电弧手工鐸的 3-CT 型鐸接裝置具有陡降的电压-电流外特性。鐸接电流可以在 144~695 安培之間調節。在鐸接迴路內的無載电压为 60 伏特。此种裝置具有很高的技術-經濟指标：效率 ≈ 0.9 ；功率因数 ($\cos \varphi$) ≈ 0.78 。鐸接电流强度的調節容易而方便。在無載運轉时用來使鐸接变压器断路的电磁接触器，預定在 25~55 伏特的电压下使用，並可正常地工作於長時間中。电弧的引燃迅速並且燃燒得非常穩定。此