



焊工革新者叢書

伊斯科茲著

半自动焊接

机械工业出版社



理工类重点图书

★ ★ ★ ★ ★

半自动焊接

机械工业出版社

苏联 В. Б. Искоз 著 'Полуавтоматическая сварка' (ЛД-
НТП и ЛОНИТОС 1954 年第一版)

*

*

*

著者: 伊斯科兹 译者: 沈玉麟

NO. 1520

1957 年 11 月第一版 1957 年 11 月第一版第一次印刷

787×1092 ¹/₃₂ 字数 23 千字 印张 1 0,001—2,000 册

机械工业出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业
许可证出字第 008 号

统一书号 T15033·755

定价 (9) 0.14 元

目 次

前言.....	2
1 半自动焊接法的实质和使用的材料	2
2 半自动焊接的优点	5
3 焊接规范对焊缝形状和成分的影响	9
4 半自动焊接所用的设备	11
5 填角焊缝的焊接技术	18
6 对接焊缝的焊接技术	26

前 言

苏联在焊接科学和技术方面已经有了很大的成就，短时期内电焊就在金属结构制造中占了主导地位。但是，尽管大量采用自动焊接，手工焊接直到不久前仍然在广泛使用。

在不可能利用自动电焊机的情况下，为了使制件的焊接过程能够机械化，就必需有简单、工作可靠而尺寸又小的设备，它本身既有焊剂层下自动焊接在质和量方面的优点，又具备手工焊接在适用性、灵活性和结构简单方面的优点。

利用细焊丝（直径1.2~2.0公厘）在焊剂层下焊接的软管半自动电焊机满足了以上这些要求。

使用细焊丝在焊剂层下焊接使焊接设备和工艺起了根本的变化。由于使用这种方法才有可能使大部分填角焊缝的焊接机械化，才能掌握薄板金属的焊接和焊出焊脚尺寸小的填角焊缝，以及焊接一些特殊牌号的钢料并进行堆焊工作。运用细焊丝同时还可以提高焊接接头的质量，降低电能、焊剂和焊丝的消耗。

把软管半自动电焊机和自动电焊机合理的配合使用，可以大大增加焊接机械化范围。

1 半自动焊接法的实质和使用的材料

焊剂层下半自动焊接跟用金属电极的手工焊接和普通自动焊接一样，是以利用电弧热能的原理为根据的。它跟手工焊接的主要区别在于焊件和焊丝末端间的电弧是在叫做焊剂的颗粒物质层

下燃燒的。半自動焊接時使用細焊絲，電流密度達到 $100\sim 200$ 安培/公厘²（電流密度就是每1公厘²焊絲橫截面中所具有的焊接電流安培數），電弧沿焊件的移動却是用手工來操縱的。

圖1是半自動焊接的示意圖。電焊絲1從盤輪2沿彎曲軟管

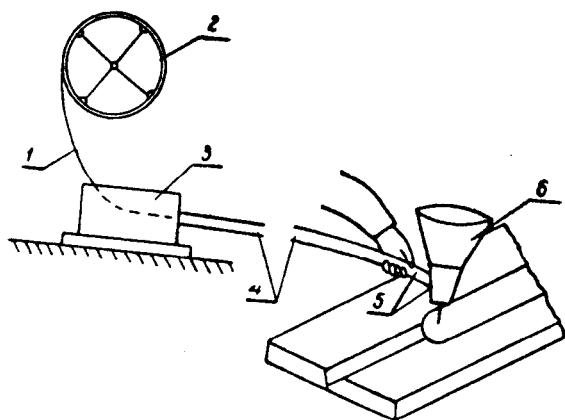


圖1 焊劑層下半自動焊接示意圖。

4由傳送機構3向焊接處輸送，軟管的末端和焊接機頭5連接。焊接處密集堆蓋着由漏斗6撒下來的焊劑。半自動電焊機的機頭和電弧在焊縫需要的尺寸範圍內沿焊接處用手移動前進。

焊接電流的電源通過彎曲軟管4向電弧供電，軟管內同時傳送焊絲。焊接規範根據電流表和電壓表來控制。

在焊劑層下燃燒的彼得洛夫電弧會把部分焊劑熔化，並在它中間形成氣泡，氣泡中充滿物質在電弧區域內汽化後的氣體和蒸汽。

焊劑可以保護熔化金屬不受空氣的化學作用，提高焊縫金屬

的質量，同時在使用大的焊接電流時能保證焊縫使它正常地形成。

手工焊接時如果增加電弧的壓力就會引起焊條熔化金屬強烈的噴濺，使焊縫不能正常地形成。因此阻礙了電流的加大和勞動生產率的提高。焊劑層在液體金屬熔池上的壓力達 $6 \sim 9$ 克/公分²，能阻止金屬噴濺和保證焊縫順利地形成。

半自動焊接中使用的焊劑和自動焊接中所用的牌號一樣。但是由於使用細焊絲，電流密度提高因而對焊劑有一些特殊要求：

- 1) 焊劑顆粒大小應該比自動焊接時小；
- 2) 焊劑內磷的含量應加特別限制；
- 3) 焊劑應該對人體無害。

提出這些要求的理由是因為隨着電流密度的增加電弧內氣體壓力提高，要使焊縫正常地形成，焊劑層必須把電弧區域更嚴密地復蓋起來。

顆粒細小的焊劑比重量相等的粗顆粒焊劑能更嚴密地復蓋電弧。此外，細焊劑可以提高電弧燃燒的穩定性，這點對於用手工移動電弧的情況很重要，因為這時電弧長度可能變動。

在焊劑層下焊接時焊絲金屬一小滴一小滴地流向熔池。這些熔化金屬的熔滴在電弧中傳送時以及在熔池的高溫區域都要和熔化的焊劑起相互作用。隨着溫度的上升這種相互作用進行得更活躍，增加了由焊劑過渡到焊縫的元素。

根據巴頓 (Е. О. Патон) 電焊研究所研究的資料，焊接規範不變，減少焊絲的直徑會提高弧柱的溫度。因此，在利用細焊絲焊接時由焊劑過渡到焊縫金屬的磷要比利用焊絲直徑為 $3 \sim 6$ 公厘的自動焊接時多。此外，半自動電焊機在採用某些焊接規範時會增加焊劑的消耗率（用每克熔化金屬消耗焊劑的克數來表示）。焊劑消耗率的增加促進了熔化金屬和焊劑間的相互作用，也就會使

过渡到焊缝金属的磷增加。

为了使半自动电焊机熔焊的焊缝金属不致有过高的含磷量，半自动焊接的焊剂中的含磷量必须比自动焊接中所用的焊剂加以更严格的限制。

焊剂熔化时分解出对人体健康有害的气体，其中主要是氟化物。在半自动焊接的某些焊接规范下焊剂消耗率上升，以致熔化的焊剂数量增多，因而使分解的气体量增加。

半自动焊接所用的 OCL-45П 和 AH-348M 焊剂并不能完全满足在防止对人体伤害方面的要求。所以目前推荐使用 ΦЛ-9 焊剂（见表 1）。

表1 ΦЛ-9 焊剂的化学成分

含 量(%)								
二氧化硅 SiO ₂	一氧化锰 MnO	氟化钙 CaF ₂	矾土 Al ₂ O ₃	氧化钙 CaO	氧化镁 MgO	氧化亚铁 FeO	硫 S	磷 P
37.0~42.0	36.0~41.0	1.5~3.5	9~13.0	5.0	5.0	1.5	0.15	0.08
不 得 超 过								

半自动焊接所用焊丝的化学成分由基本金属和焊剂的成分来决定。在牌号 ΦЛ-9、OCL-45П 和 AH-348M 焊剂层下焊接低碳钢和低合金钢时使用苏联国家标准 ГОСТ 2246-51 规定的牌号 CBI、CBIA 和 CBII 型直径 1.2、1.6 及 2.0 公厘的焊丝。焊接特种钢时需用特殊的焊丝。

2 半自动焊接的优点

在焊剂层下焊接时熔化系数和焊着系数可以认为是相等的，因为焊丝金属在烧化和飞溅方面的损耗不超过 1~2%，可以忽略不计。

熔化（焊着）系数由焊接电流的性質和焊絲直徑的大小来决定。

我們知道，在正極（陽極）和負極（陰極）上發生的物理过程不同。所以在極性和电流性質不同时焊絲的熔化系数会不一样。極性正接时焊着系数数值最大，反接时最小，用交流电时焊着系数的大小为正接和反接法的平均值。焊絲的熔化系数随焊接电流的增加而上升，对于直徑小的焊絲尤其显著（圖2）。

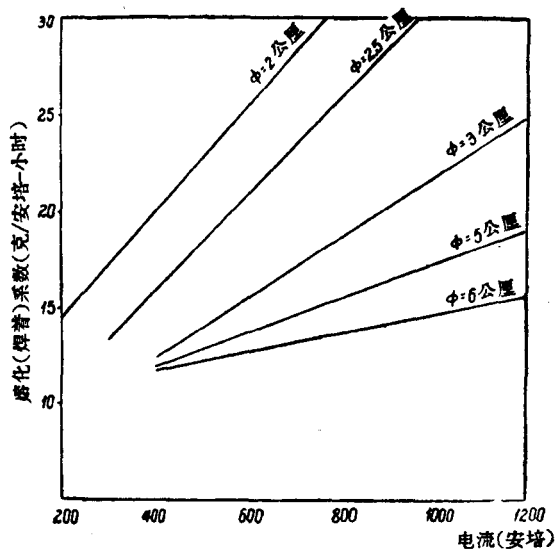


圖2 熔化（焊着）系数和焊接电流和焊絲直徑間的关系

（根据Л.Н.古施納列夫的资料）：

焊接速度 $V_{\text{св}}=30$ 公尺/时；交流电；电压数值适当。

利用細焊絲作半自动焊接时熔化或焊着系数比用直徑4~6公厘的焊絲进行自动焊接时大30~50%。

在焊剂層下焊接时的熔透深度比明弧焊时大得多，而且随着

焊接电流的上升而增加。焊絲直徑減小時电弧的摆动随之减少，傳導到焊件上去的电弧热量更加集中，以致熔透深度增加。此外，随着电流密度的提高在液体熔池表面上的电弧压力增大。因此熔化金屬能更好地从电弧弧柱下流出，电弧能更深地使基本金屬層熔透。焊接电流和焊絲直徑的大小对熔透深度的影响可从圖 3 中看出。

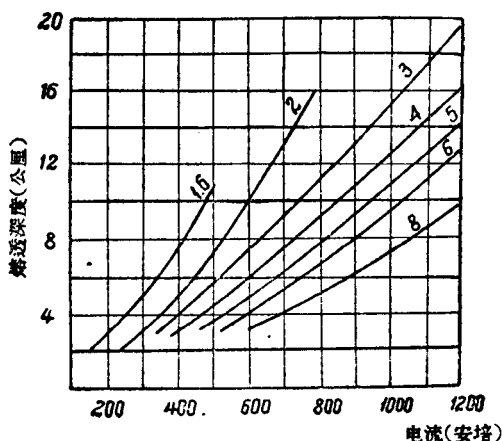


圖 3 熔透深度跟焊接电流和焊絲直徑間的关系

(根据Л.Н.古施納列夫的资料):

焊接速度 $V_{\text{св}} = 30$ 公尺/时; 焊剂 ОЦН-45; 交流电。

焊接电流数值不变，熔透深度随焊絲直徑的减小而急剧上升。因此在不改变焊接电流大小的情况下，减小焊絲直徑可以大大增加基本金屬的熔化深度。

电流的性質和極性对熔透深度也有影响。熔透深度的数值在極性反接时最大，極性正接时最小，交流电时为極性正接和反接間的平均值。

焊剂晶粒的大小因为能改变焊剂的气体渗透性，以致电弧区

域內的壓力不同，也就影響了基本金屬的熔透性。減小焊劑的顆粒大小可以增加熔透深度，反之會減少熔透深度。

所以，在利用細焊絲提高焊接電流密度的半自動焊接比用直徑4~6公厘焊絲的自動焊接，熔透深度顯著增長。

電能消耗量由所用的電流決定。用細焊絲焊接，電流密度提高，由於電弧熱能利用得更好，焊接電流可以比直徑4~6公厘焊絲的電流降低35~40%。因此電能消耗量也降低30~40%。

因為半自動焊接時所用的焊接電流降低，能容許利用功率較小的供電電源，成本也就低些。

薄板對接焊縫和尺寸小的填角焊縫的焊接。如果使用細焊絲進行半自動焊接同時電弧由直流電源供電，電流即使在120~130安培的情況下也能使電弧燃燒穩定，而利用直徑3~5公厘的焊絲時最低限度的電流要到350~500安培。電流能減低得這樣多就大大降低了電弧的能率，因而有可能在焊劑層下用直流電焊接厚度2~3公厘的板。用交流電焊接也能焊厚度3公厘的板，以及焊出3~4公厘焊腳的小尺寸填角焊縫。利用細焊絲焊接時改變焊接規範能在很大的範圍內變動基本金屬和焊著金屬在焊縫形成中所占的比例，同時比用直徑為4~6公厘的焊絲焊接時能限度更廣的調整焊縫金屬的化學成分。

用細焊絲焊接的這種特點可以順利地利用在低碳鋼和合金鋼的焊接上，以及堆焊和其他工作中。

操作上的優點 焊絲直徑的減小和所用電流數值的降低可以使軟管設備的重量大大減輕，結構大大簡化。半自動焊接站比手工焊接站只不過複雜一點點。尺寸不大、輕巧靈便的半自動電焊機的創制使得在一般自動電焊機所不能接近之處能使用焊劑層下焊接。

普通結構的自动电焊机主要是解决对接焊缝的焊接机械化問題。焊接填角焊缝时需要將焊件轉到「船形」位置。半自动焊接可以利用焊条斜置来进行焊接，無需將焊件轉到「船形」位置。

半自动电焊机可以焊接填角間断焊缝和点焊焊缝而不必添加复杂的設備。

所有这些优点使得焊剂層下焊接的应用范围有可能尽量扩大，焊接工作机械化总的百分比得以提高。

3 焊接规范对焊缝形状和成分的影响

上面曾指出过利用細焊絲提高电流密度进行半自动焊接会使电弧深入基本金屬。因此，用以熔化基本金屬和焊絲金屬的那部分热量比用直徑 5 公厘的焊絲焊接时增多，而熔化焊剂所消耗的热量减少。基本金屬的散热损失也同样减少。

增加熔化基本金屬和焊絲金屬所用的热量对焊缝的形状有重大的影响。所以利用不同的焊接规范时半自动焊接就有很大的可能来改变焊缝的形状，如圖 4 所示。

随着焊接电流的加大电弧深入到基本金屬內，同时焊出的縫也深，只不过窄些。为了得到正规的焊缝形状在电流加大时必须提高电弧的电压。这样焊缝变得寬些，增强量也正常。但是在提高电弧电压的同时，应该提高供电电源的空载电压。电弧电压超过 45 伏特时，电源的空载电压开始不能維持电弧的正常燃燒，因为空载电压一般不超过 60~70 伏特。电弧的燃燒会間断而整个焊接过程也变得不稳定。

將电弧的电压加大进行焊接，即利用長弧焊接，需要使用具有高度稳定性的焊剂。因此，半自动焊接时应该使用稳定性高的焊剂同时要根据焊接电流选择最适当的电弧电压。

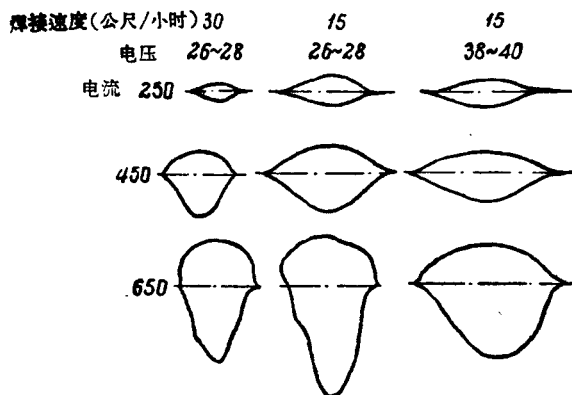


圖 4 半自动焊接规范对焊缝形状的影响。(根据Л.А.都特科的資料)

焊接速度同样要对熔透的形状发生影响。随着焊接速度的增加传导到基本金属上的热量减少，熔透深度也要减少。而且，随着焊接电流的上升液体金属熔池加大，同时熔透深度显著减低。焊接速度增加时焊缝宽度的减小比熔透深度的减少还要来得明显。

根据在判断焊接规范对焊缝形状的影响时所进行的试验工作，可以推荐表 2 所示的半自动焊接规范。

焊剂层下焊出的焊缝质量好是大家普遍了解的。利用细焊丝

表 2 半自动焊接规范的可能使用范围

电流种类	焊丝直径 (公厘)	电 流 (安培)	电弧电压 (伏特)	焊接速度 (公尺/小时)
交流电	1.6	180~440	32~38	20~40
	2.0	250~650	32~44	10~40
直流电	1.2	80~200	22~26	25~40
	1.6	140~400	24~32	20~40
	2.0	150~700	28~42	10~40

提高电流密度进行半自动焊接时，由于这种焊接法所具有的工艺可能性，还可以更进一步提高焊缝的质量。改变焊接规范可以在很大的限度内变动基本金属和焊着金属在焊缝组成中所占的比例。增加焊丝金属在焊缝组成中所占的比例会降低焊缝的含碳量，因为焊丝含碳百分比很小（通常在0.1%以内）。此外，碳的强烈氧化是用细焊丝焊接的特征。相反地，减少焊丝金属在焊缝组成中所占的比例会使焊缝的化学成分和基本金属的成分相近。

进入焊缝成分内的硅和锰由这些元素在基本金属、焊丝金属和焊剂内的含量来决定。基本金属和焊丝金属中的含量低时由焊剂进入焊缝的硅和锰就要增加，反过来说就要减少。随着电弧电压的提高焊剂的熔化量增加，所以进入焊缝中的硅和锰也增长。

焊缝中含磷量过高会引起焊缝的冷脆性。半自动焊接中进入焊缝的磷过多是发生在焊接规范低和多层焊缝的情况下。但是，由于含碳量低和含锰量高，磷的危害作用大大降低。

这些半自动焊接的特点可以顺利地利用以焊接含碳量高和有害杂质多的钢，焊接合金钢及堆焊等工作。结果，利用细焊丝在焊剂层下焊出的焊缝质量比一般还要高。

4 半自动焊接所用的设备

巴頓电焊研究所曾证明，利用细焊丝焊接时它的熔化速度增加，所以电弧自行调节的频率急剧增长而保持规定的规范的时间缩短。因此，对于半自动电焊机使用焊丝等速传送的线路比较合理，它比焊接过程自动调节的所有线路都要简单。

ПШ-5 型半自动电焊机 巴頓电焊研究所出产的 ПШ-5 型万能软管半自动电焊机（圖 5）用在自动电焊机难以接近焊接处时或使用自动电焊接不合算时，在焊剂层下半自动焊接焊缝。这种

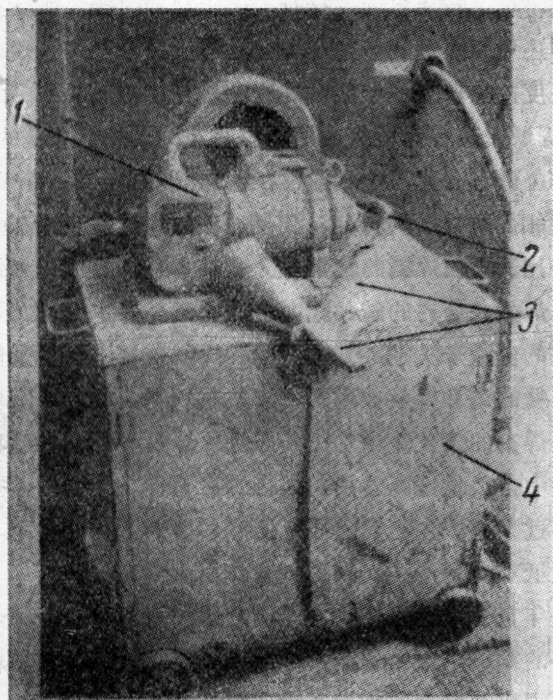


圖 5 ПИИ-5型軟管半自动电焊机总圖。

半自动电焊机利用直徑 1.2~2 公厘的焊絲在 650 安培的電流下焊接。

利用这种半自动电焊机可以在俯焊位置和傾斜位置（跟水平綫偏斜达 20° ）焊接任何形狀和長度的对接、搭接、槽形及角接焊缝。焊缝可以是單層或多層的。半自动电焊机可以用来进行堆焊工作，以修補鑄造生产中的廢品等。

ПИИ-5 型半自动电焊机可以保証：

甲) 焊絲以并不受电弧电压影响的速度向焊接区域自动

傳送；

乙) 有可能在难以接近处焊接；

丙) 机动性 (能以很少的輔助時間在大部分工地进行工作)。

这种半自动电焊机各个部件的功用和構造如下：

1) 傳送機構 1 把焊絲通过軟管 2 向电弧区域作等速傳送。傳送機構由功率 0.1 仟瓦，电压 36 伏特的三相感应电动机傳动。焊絲的傳送速度利用兩個齒輪减速器的变换能在 79~600 公尺/小时的範圍內变动。

傳送機構的重量不大，容易搬运。它上面裝有軟管導綫和帶有焊絲的盤輪。

2) 長度 3.5 公尺的弯曲軟管用向焊接区域傳送焊絲，向焊把的咀子供送焊接电流并將操縱电路的導綫通向起動按钮。弯曲軟管的構造在圖 6 中表示得很清楚。

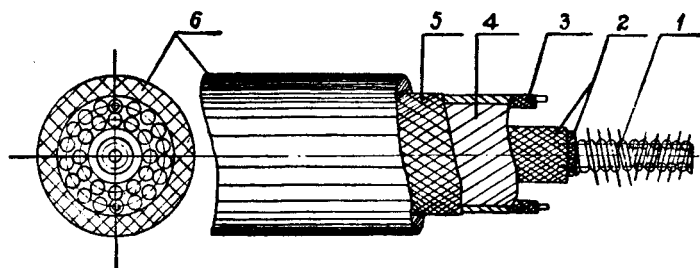


圖 6 弯曲軟管：

- 1—彈簧；2—絕緣帶；3—操縱电路的導綫；4—多股導綫；
5—棉織包皮；6—外層橡皮絕緣。

3) 焊把 3 用来把电流导向焊絲并向焊接处供送焊剂。根据用途的不同半自动电焊机可以配备各种焊把 (圖 7)。由于創制活动可換的焊把使焊剂下焊接的使用範圍能够大大擴張。焊把包括导电管、焊把末端活动可換的咀子、焊剂漏斗和用来开动和停止

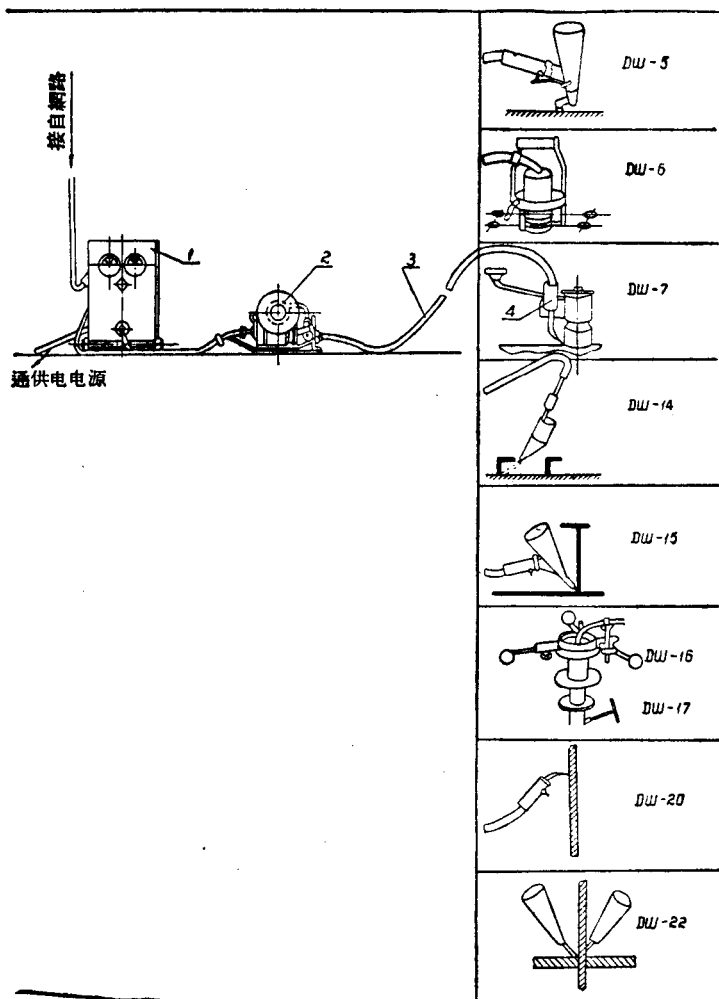


圖7 DW-5型軟管半自動電焊機的全套配備：
1—設備箱；2—傳送機構；3—彎曲軟管；4—活動可換的焊把。