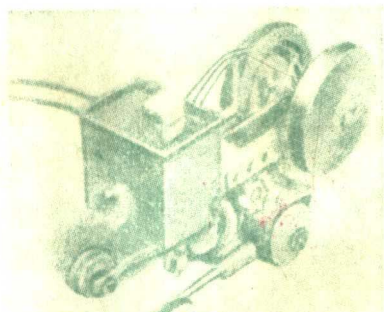


多焊条自动电焊

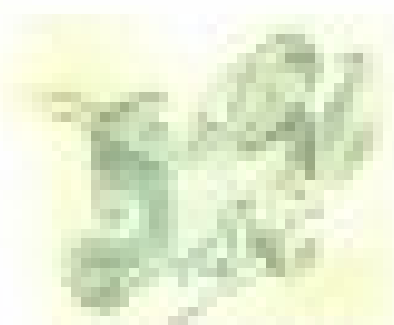
苏联 B.C.伏罗津著



石油工业出版社

多相系自动电焊

（苏联 A. И. 瓦西里耶夫）



机械工业出版社

內 容 提 要

本書敘述了熔劑管下多焊條自動電焊的新方法及其所用的設備，
同時還介紹了應用多焊條自動電焊的先進經驗。
本書可供從事電焊工作的技術員和焊工參考。

В. С. ВОЛОДИН

АВТОМАТИЧЕСКАЯ МНОГОЭЛЕКТРОДНАЯ
ЭЛЕКТРОСВАРКА

根据苏联国立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)
1953年列宁格勒版翻譯

統一書号：15037·221

多 焊 条 自 动 电 焊

顧 永 泉 譯

石油工業出版社出版(地址：北京六鋪炕石油工業部十号楼)

北京市書刊出版業營業許可証出字第083号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * 印張 $\frac{1}{2}$ * 15千字 * 印1—3,600册

1957年3月北京第1版第1次印刷

定价(10)0.13元

序

苏联共产党第十九次代表大会所通过的关于苏联发展国民经济的1951—1955年第五个五年计划的指示中决定，机械制造和金属加工的产量约增加1倍。

在第五个五年计划中规定要大大地发展汽轮机、水轮机和蒸汽锅炉的生产。石油设备的生产约增加2.5倍。输气管、输油管及储油罐的建造工作量要显著地增加。金属结构制造厂的生产能力至少要增加1倍。

第五个五年计划的指示中规定了在国民经济的各个部门中今后的技术发展和在生产中更广泛地使用完备的工艺过程。

过去的年代里，电弧焊已成为苏联国民经济各部门中广泛应用的、最先进的、生产率最高的金属加工方法之一。

我国现在正广泛地应用和改进最先进的焊接方法——熔剂层下自动焊。

在焊接理论和焊接技术的创立和发展中，走在前面的是俄国的学者和工程师B. B. 彼得洛夫、H. H. 别纳尔道斯和H. Г. 斯拉夫扬诺夫等。

本书介绍石油工业部建设工程全苏科学研究所拟定的熔剂层下多焊条自动电弧焊的新方法。

新的多焊条自动电焊方法是以作者较早研究出的电焊条束手工焊接法(确切地说，即多焊条焊接)为基础的。

由于多焊条自动电焊法在生产条件下进行过试验和实际

驗証，因此建議在生产中广泛地应用这种方法。

由于这种焊接方法很簡單，所以熔剂層下多焊条自动电弧焊的方法可以推广到各个不同的工業部門中去，而且所得的經濟效果相当大。

本書想必能帮助很多焊工和專家来竭力提高劳动生产率、改善焊接工作質量，节省电能和材料，从而完成党十九次代表大会关于苏联發展国民經济的第五个五年計劃的指示。

毫無疑問，本書的讀者中一定会有很多積極的焊工，他們研究上述焊接方法之后，在自己工作中將提出更多新的改进意見，在祖国电弧焊技术上繼續开辟新的道路。

除了作者以外，尚有焊接技術員 H. A. 斯魯欽柯同志也参加了多焊条自动电焊法的研究工作。

目 录

序 言

一、熔剂層下自动焊的一般方法·····	1
二、多焊条自动电焊·····	4
三、应用多焊条自动电焊的經驗·····	12
四、多焊条自动电焊用設備·····	17
五、熔剂層下多焊条自动电焊的今后發展途徑·····	18

一、熔剂層下自动焊的一般方法

熔剂層下自动焊的热源为强大的电弧。焊接电弧的热能在陽極輝点和陰極輝点上放出，同样也在弧柱中放出。熔剂層下自动焊接的电弧所佔的体积現在研究得还是不够的。根据 X 光透視照片判断的結果，当电流强度 $I=1000$ 安培和电压为 40 伏特时，弧柱的体积將近 1 公分³。在上述情况下弧柱內所放出的热能为 22000 焦耳/秒^①。

熔剂層下自动焊时，热量的分配不但是决定于与有效电流强度和电压的乘积成比例的电弧功率，同时也决定于电弧与焊件表面的相对位置以及弧柱底部液态金屬層的厚度。

例如，根据 E. O. 巴頓电焊研究所的資料，用沿焊縫方向使焊条傾斜而人为地增厚液态金屬層的方法可以在焊接区域重新分配热量。在这种情况下使熔化熔剂所消耗的热量增加，而使熔化主体金屬所消耗的热量减少。

电焊研究所的資料說明了当輸入功率为 32 瓩和焊接速度为 25 公尺/小时时，电弧的电流强度和电压对热量分配的影响。該資料列于表 1 中。

显然，通过应用各种不同数量的焊条来改变弧柱的形状，就可以改变焊接区域内热量的分配，从而影响到焊接过程的生产率和焊縫的形状。

單焊条自动电焊的过程是以在不大的金屬部分 (2—5 公

① “自动焊” E. O. 巴頓电焊研究所論文集，苏联国立机械制造出版社 1948 年版。

表 1

电 弧 的 电 流 强 度 和 电 压	焊接区域所消耗的热量, %			损 失
	熔 化			
	主体金属时	电 焊 条 时	熔 剂 时	
700安培; 45伏特	24	10	36	30
1000安培; 32伏特	35	17	18	30

厘)上非常集中的电弧来实现的。这就大大地阻碍了在工业中广泛应用自动焊。

利用单焊条对金属结构作自动焊时,待焊件相互连接处的精确度是具有特殊意义的。当待焊件之间的间隙为2—3公厘时,在大多数的情况下,没有特殊的装置(电磁焊接台、熔剂枕、各种垫环)是不可能使用熔剂层下自动焊的。

辅助设备的费用很大,接缝边缘必须很仔细的准备,这就降低了自动焊的效率。例如,在工厂条件下用卷板法焊接圆筒形油罐时,对接缝是在特殊的电磁焊接台上或用钢制垫环(用后拆除)来进行焊接的。在倾斜焊条焊接搭接缝时,时常能察觉到焊缝向上板或下板偏移,因而必须以二道施焊来代替一道。近来,在搭接焊接罐底时,焊接过程以垂直置放焊条和熔穿第一块板来进行的。同时,需要用强大的焊接电流,为此,就需要有功率大的变压器或直流电机。

熔剂层下单焊条自动电焊的数据列于表2中。

自动焊接用 E. O. 巴顿电焊研究所的 TC-17M 型焊接拖

表 2

待 焊 的 油 罐	焊条直径 公厘	电 流 安培	电弧电压 伏特	給条速度 公尺/小时	焊接速度 公尺/小时	焊接 道数
圓筒形油罐 (搭接, 板厚 4—6 公厘)	4	380—420	32—34	52	37	1
球形油罐 (开有坡口的 对接, 板厚 24 公 厘)	5	600—650	30—32	—	—	4

拉机进行。

曾企圖更有效地利用电弧的热能和改变建筑条件下的焊接方式, 但未能使技术經濟指标得到重大的改变。

正如以上所指出的, 在一点(待焊零件的一小段)上热量的高度集中, 不总是有利的。例如, 在堆焊(特种鋼等焊接)时, 焊接过程必須通过对主体金屬熔穿度較小的分散电弧来进行, 但單焊条自动电焊要保証这点是不可能的。断面为 75×75 公厘或更大的鋼筋的自动焊接工作証明, 用單焊条焊接会产生未焊透的現象。曾企圖以摆动电焊条来避免未焊透这一缺陷, 但未能得到良好的效果。

为了使整个接縫断面能均匀而又可靠地焊透, 曾用过特殊的焊嘴作双焊条自动电焊。这就保証能完全焊透直徑达 100 公厘的鋼筋。

按照焊縫調整焊接拖拉机、焊头或其他机构乃是熔剂層下自动焊时最重要的問題之一。大家都知道, 在單焊条焊接时, 电焊条对坡口中心或焊接件接触綫偏移 2—3 公厘就会使连接处产生未焊透現象, 而对接焊和丁字焊的焊接过程中的

間隙从1公厘到1公厘以上，就会使焊接处熔穿(燒穿)。在單焊条焊接时，要避免上述的缺点也是不可能的。

用熔剂層下單焊条自动焊时，很难而且在很多情况下也不可能一道焊接就得到需要的焊缝形式，同时也很难影响过渡区域的組織和使焊缝的金属形成合金。

由于熔剂層下單焊条自动焊有上述的严重缺点，于是电焊工和專家就不得不找寻較完善的自动焊接方法，好来部分或完全地消除在一般自动焊接时所存在的缺点。熔剂層下多焊条自动焊接法就是这样方法，它能在很大程度上消除單焊条自动焊的缺点。

二、多焊条自动电焊

多焊条自动电焊的實質

熔剂層下多焊条(焊条束)自动电焊这一新方法的實質即在現有的焊接裝置(例如:TC-17M型焊接拖拉机)上同时以二个或二个以上的电焊条盤供給电弧区域若干根电焊条(圖1)。

电焊条由适当的機構送入特制的接触閘板——焊嘴中。

强大焊接电弧放电的同时，交替地燃燒着弧柱处的每根焊条。位于高温区域的电焊条的某些部分借助于弧柱的热量而得到熔化。

在弧柱区域内电焊条可以有各种不同排列的方法(三角形排列、正方形排列、梳形排列等)。

电焊条排列的主要方法列于圖2。

电焊条在各种排列情况下，它們之間的距离可根据进行自动焊接过程的工艺特点来确定。

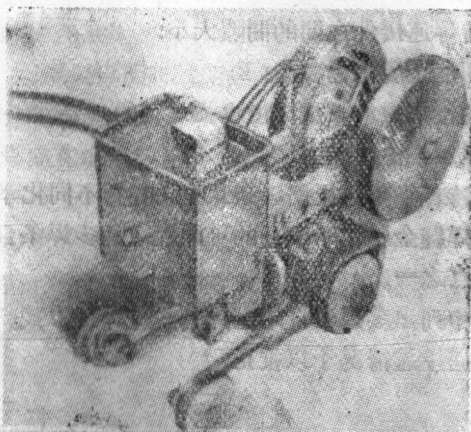


圖 1 具有兩個電焊條盤的 TC-17M 型焊接拖拉機

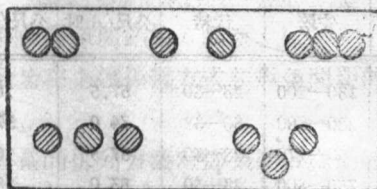


圖 2 多焊條電焊時電焊條的排列

焊 接 方 式

電焊條的數量和其直徑的選擇、電焊條對待焊邊緣的位置以及焊接方式都根據某些因素來確定。其中最重要的因素為：

1) 焊接工作的性質(熔焊、堆焊)；

2) 待焊金屬的厚度；

3) 待焊邊緣的準備；

- 4) 待焊連接件之間間隙大小;
- 5) 填注金屬的需要量;
- 6) 進行集中電弧或分散電弧過程的必要性;
- 7) 焊接設備的能力。

焊接特种鋼時，根據焊條束中用各種不同化學成分的焊條來調劑焊縫金屬化學成分的可能性乃是多焊條自動電焊最重要的優點之一。

表3中列出多焊條自動電焊的一些焊接方式。這些焊接方式應根據上述情況予以校正。

表 3

焊 條 數 量	焊條直徑 公厘	電 流 安培	電弧電壓 伏特	給條速度 公尺/小時	焊接速度 公尺/小時	焊接設備
2	2	180—200	28—30	57.5	16	СУГ-26
2	2	280—300	30—32	74.0	37	ТСД-1000
3	2	250—270	28—30	57.5	16	СУГ-26
2	3	750—800	28—30	83.0	28	ТСД-1000
3	3	750—800	28—30	56.0	26	ТСД-1000
2	4	700—750	30—32	57.5	25	ТСД-1000

電焊條的排列

焊接質量在頗大的程度上決定於電焊條的相互排列的位置，且主要是決定於正在熔化的電焊條對待焊件邊緣的位置，這乃是多焊條自動電焊的一個特點。

改變電焊條對待焊邊緣的位置，在同一焊接方式下可以使邊緣得到各不相同的熔穿度。這在焊接各種不同結構時，

具有很大的实际意义。

例如,双焊条焊接时改变焊条间的距离,可以使两根焊条间的主体金属得到不同的熔穿度。圖3所示为以两根直径为2公厘的焊条在电流强度为200—220安培和电弧电压为28—30伏特下用TC-17M型焊接拖拉机所焊成的焊缝之外形。圖4所示为该焊缝的宏观組織。

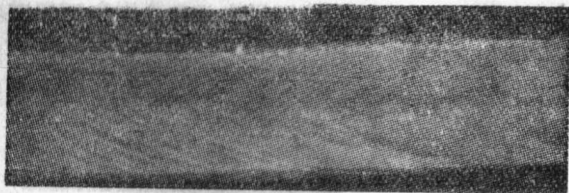


圖3 多焊条焊接的管子焊缝的外形

焊接过程中焊条间距为6公厘。

圖5所示为在上述焊接方式和焊条间距的条件下搭接焊缝的宏观組織。

关于电焊条的排列方法对焊条间金属的熔穿度之影响曾經作过試驗,試驗的結果証明:两根焊条间的距离由0到6—8公厘时熔穿度的变化很小,且这样的熔穿度没有多大的实际意义。当繼續將焊条间距从8公厘增加到10公厘或10公厘以上时,熔穿度就显著地降低。当两根焊条间距为12公



圖4 多焊条电焊焊成的对接焊缝的宏观組織

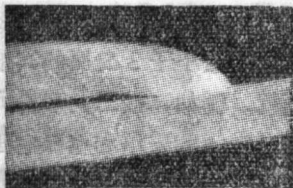


圖5 多焊条电焊焊成的搭接焊缝的宏观組織

厘时，从圖 6 中可看出，就会形成兩条相互平行的焊波。在某些情况下(特殊堆焊工作等)，焊接工艺的这种特点可当作独立的工艺方法来利用。

电焊条与待焊边缘相对的位置在很大的程度上会影响主体金屬的熔穿度，尤其是影响焊条間的主体金屬的熔穿度。圖 7 (1、2 和 3) 所示为自动对接焊接时电焊条之間的不同的距离。

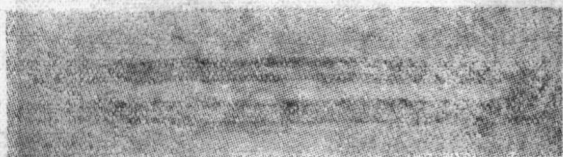


圖 6 当兩根焊条間距为 12 公厘时堆焊成兩条焊波

当待焊件之間的間隙为 1—3 公厘时，按照第 1 及 2 方案排列焊条最为合理。当待焊件間無間隙或間隙为 0.5 公厘时可采用第 3 方案来排列。

討論这些焊条排列的方案的同时，应该指出，按照第 1 方案排列焊条时，焊条間的熔穿度最小，而按照第 3 方案排列焊条时，焊条間的熔穿度最大。

圖 8 所示为按三角形排列电焊条的方案。

試驗証明，三角形排列电焊条能保証均匀而又充分地焊透和三根焊条間金屬的熔合。这样排列焊条，可以自由地焊接鋼板或間隙小于 3 公厘的其他对接連接，不需要任何垫环或熔剂枕。例如，按三角形排列直径为 2 公厘的焊条且电流强度为 500—600 安培和电弧电压为 30—32 伏特时，焊接具有間隙小于 3 公厘、厚度为 8 公厘的鋼板，焊透深度达 70—75% (單面焊接)。

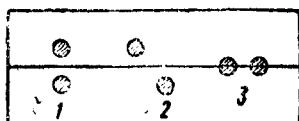


圖 7 多焊条电焊时排列电焊条的方案

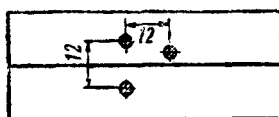


圖 8 对焊时排列电焊条的方案

以上列举了这些电焊条排列方案，还不能詳尽無遺地說明熔剂層下多焊条自动电焊时所有可利用的可能性。但就这些例子已很明显地表示出，多焊条自动电焊比單焊条自动焊优越得多。

焊 接 質 量

熔剂層下多焊条自动焊的焊接質量，我們是取用 CT. 2 和 CT. 3 号低碳鋼来确定的。焊接时用 AH-348A 号熔剂。焊接試样用的焊接方式列于表4中。用 CYT-26 型焊机供电的 TC-17M 型焊接拖拉机进行焊接。

表 4

电 焊 条 数量	电焊条直径 公厘	电 流 安培	电弧电压 伏特	試样的焊接条件
2	2	200—220	28—30	对接焊接，金屬厚度为 12 公厘，坡口角为 60—70°，鈍边为 2—3 公厘，間隙为 1—2 公厘
3	2	270—300	28—30	同 上

表 5 中列出了强度的平均值，此数值是由多焊条自动电焊的 5 个試样試驗結果所得到的。

圖 9 所示的为三根焊条自动电焊焊成的焊縫的X-光透視

表 5

电 焊 条 数量	电焊条直径 公厘	强度極限 公斤/公厘 ²	弯 曲 角 度	冲 度 韌 性 公斤-公厘/公分 ²
2	2	48.2	180	8.0
3	2	48.5	180	8.1

照片。

試样的宏观組織的研究証明，主体金屬和填注金屬熔合得很好。在各种不同电焊条間距(从 0 至 12 公厘)的情况下用双焊条焊成的試样，其过渡区域内的宏观組織的研究表明，随着焊条間距的增加，过渡区域的組織反而变好，即过热区域显著地縮小，而在某些情况下可以完全沒有过热区域。

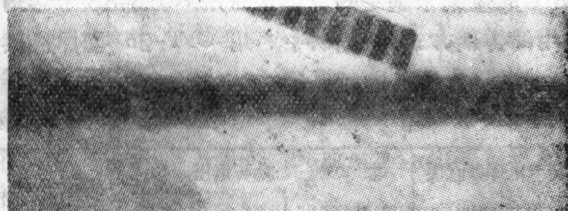


圖 9 三根焊条对接焊成的焊縫的X-光透視照片

多焊条自动电焊的焊縫質量經全面檢查，沒有發現多焊条焊比單焊条焊有任何不好的地方。

技术-經濟指标

表 6 列举出用直流电單焊条自动焊和多焊条自动焊的生产率的数据。

这些都是在同样的条件(單焊条及多焊条的輸送速度、

表 6

电 焊 条 数量	电焊条直径 公厘	断 面 积 公厘 ²	电 流 安培	电弧电压 伏特	熔化金属量 公斤/小时
1	2	3.14	130—150	28—30	1.5
2	2	6.28	180—200	28—30	3.0
3	2	9.42	250—270	28—30	4.5
1	3	7.1	250—270	28—30	3.37

焊接速度、熔剂牌号、金属的均一性等)下进行测量的。每种方案至少测量 3 次。

电能用量可以用接在焊接发电机的电动机上的,也可用接在焊接电弧线路上的电表来控制。电流由 CYT-26 型焊机来供给。

表 7 中列出焊接电弧中电能用量的测量结果,和用交流电进行单焊条焊接和多焊条焊接时每小时熔化金属量的测量结果。焊接是在同一功率的电弧下,用 CT3-34 型变压器供电来进行的。

表 7

电 焊 条 数量	电焊条直径 公厘	电 流 安培	电弧电压 伏特	熔化金属量 公斤/小时	熔化每公斤 金属所消耗 的电能, %
1	3	200—230	32—34	3.37	100
3	2	260—280	28—30	4.5	84

以不同直径的和不同根数的焊条焊接时,熔化每公斤金属所消耗的电能和焊接过程生产率的数据,列于表 8 中。