

高等学校教学用书

自动电弧焊接

E. O. 帕統主編

高等教育出版社

高等学校教学用书



自动电弧焊接

E. O. 帕統主編
沈兆元譯

高等教育出版社

本書系根据苏联国立机器制造書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы) 1953 年出版, 已故院士帕統 (Е. О. Патон) 主編的“自动电弧焊接” (Автоматическая дуговая сварка) 一書譯出。原書經苏联高等教育部审定为高等工業学校焊接專業的教学参考書。

本書叙述有关輔助剂下焊接法的理論和实际問題, 討論在輔助剂下焊接时的电力过程和冶金过程、自动焊接和半自动焊接的工艺和技术, 以及用自动焊接法制成的結構的特点, 說明焊接自动机、半自动机及自动焊接用机床的工作原理和結構。对于輔助剂下焊接法在工業上的应用給以很大注意。

本書可作为高等工業学校焊接專業学生的教学参考書, 也可供焊接部門工作的工程师参考。

自 动 电 弧 焊 接

Е. О. 帕統主編

沈兆元譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7号

(北京市書刊出版業營業許可證出字第054号)

商务印書館上海厂印刷 新华書店發行

統一書号 15010·668 开本 787×1092 1/16 印張 22 2/8 字數 517,000 印数 1—1,600
1953 年 7 月第 1 版 1958 年 7 月上海第 1 次印刷 定价 (10) 元 2.70

关于本書中譯名的几点說明

1. 本書中人名地名等特別名称,大都照北京語音譯出,請讀者參閱“俄文教学”杂志 1953 年 6 月号朱式同志及 1954 年 1 月号刘迺隆同志兩文。

2. 本書中有关專業名詞,一律照俄文字面直譯,目的在保持俄文術語底完整性。凡原文中無“焊”字意义者,尽可能不加“焊”字。

3. флюс 一字普通譯作“熔剂”(有人譯为“焊剂”),因鑛冶金学用語。但焊接法中,特别是自动焊接法中, флюс 底任务相当复杂,例如保护高温金屬、掺入合金成分、改善結晶特性、协助焊缝成形等等,初不仅在助熔而已,故改譯为“輔助剂”。

4. наплавка 一字有兩种意义:(1)熔积,意即电極金屬熔化以后,集积在指定的地点上,有人譯作“熔敷”; (2)焊鍍,意即用焊接方法在一种金屬(基本金屬)表面鍍上另一种金屬(电極金屬),有人譯作“堆焊”。

5. 在輔助剂下自动电弧焊接法中, режим сварки 一語,普通譯作“焊接规范”;但根据本書內容,此語大都指:焊接电流、电弧电压和焊接速率等参数而言,如譯为“规范”似嫌夸大,故改譯为“焊接参数”。

6. условие сварки 一語,根据本書 § 24 中所述,除了包括焊接参数以外,又包括輔助剂牌号等等細节,故譯成“焊接条件”。

7. валик 一字通常譯作“焊道”或“焊波”,前者似乎失之过大,后者容易引起誤会;中国科学院出版的“冶金学名詞”譯作“小球”,有人譯为“焊球”,可能是照英文 bead 一字直譯的。但是焊接技术中的 валик 决不可能呈球形,故这一譯名似不妥当。其实 валик 是指凸出在板面以外的、剖面呈弧弓形的長条子,故本書譯为“焊壠”。

譯 者

原編者序

最近几年来,輔助剂下焊接法在苏联工業中获得了非常广泛的发展;在胜利完成斯大林战后五年計劃中,起了重大的作用。在苏联部長會議中央統計局关于战后五年計劃的总结报告中,曾經指出:广泛运用輔助剂下焊接自动机和半自动机,为推进机器制造技术过程的許多因素之一。

第十九次党代表大会根据斯大林同志天才著作“苏联社会主义經濟問題”所作出的历史性決議,規定了苏联国民經济底新高漲,信心百倍地向着共产主义迈进。在第五个斯大林五年計劃中,苏联工業底蓬勃發展系基于高度技术,基于全世界最新、最先进的苏联科学,包括焊接科学在內。苏联学者与生产工作者密切联系,在繼續发展和改进焊接技术的事業中取得了辉煌的成就,尤以輔助剂下焊接法为然。最近三、四年来,苏联創造了并广泛运用了各种新穎輔助剂下焊接法:軟管焊接法、利用焊縫强制成形作用的豎位焊接法、高速双弧焊接法、三相电弧焊接法、以及其他种类焊接法。此外,又創造并运用了新型焊接机。在制造完美的輔助剂事業中,在掌握新牌号鋼料底焊接法上,都取得了巨大的成就;在繼續深入研究輔助剂下焊接法底理論基础上,也获得了卓越的成績。

輔助剂下焊接法是苏联工業上自动电弧焊接底主要方法。采用金屬电極或其他可熔化电極的显露电弧自动焊接法,到处都被輔助剂下自动焊接法淘汰了。目前,除了輔助剂下焊接法以外,只有一种自动电弧焊接法,即保护气流中的焊接法,还在发展和改进。本書力圖說明机械化电弧焊接底基本問題,作者等除了把有关輔助剂下焊接法的資料編入書內以外,又把气流中的电弧焊接法另辟一篇。此外,对于显露电弧自动焊接法作一簡短的介绍,在目前,这种焊接法基本上是历史性的东西了。

有关焊接设备、品質檢驗、焊成結構强度等問題,因已有專籍及教学参考書問世,故本書不再重复。

本書主要根据电焊研究所底資料,并参考莫斯科巴烏芒高等工業学校、中央机器制造及工艺科学研究院焊接研究室和其他科学研究机关底許多資料,以及采用自动焊接法的各先进工厂底成功經驗編写而成。

在本書編写过程中,曾邀請烏克蘭科学院 E. O. 帕統电焊研究所底工作人員共同参加。

第一、第九、第十四和第十五諸章由技术科学副博士美多华尔 (Б. И. Медовар) 执笔。

第二章由技术科学副博士列別杰夫 (В. К. Лебедев) 执笔。

第三、第十二、第十三及第二十七諸章由技术科学副博士拉勃金 (Д. М. Рабкин) 执笔。

第四和第八兩章由技术科学副博士美多华尔和技术科学副博士拉勃金执笔。

第五章由技术科学副博士馬卡拉 (А. М. Макара) 和技术科学副博士拉勃金执笔。

第六和第二十六兩章由技术科学副博士拉勃金和技术科学副博士波德加也茨基 (В. В.

Подгаецкий) 执笔。

第七、第十和第十六諸章由技术科学副博士波德加也茨基执笔。

第十一章由技术科学副博士沃洛什凱維奇 (Г. З. Волошкевич) 和技术科学副博士芒杰耳別尔格 (С. Л. Мандельберг) 执笔。

第十七、第十九、第二十和第二十一諸章由技术科学副博士 В. Е. 帕統 (В. Е. Патон) 执笔。

第十八章由烏克蘭科学院通訊院士 Б. Е. 帕統 (Б. Е. Патон) 执笔。

第二十二、第二十三和第二十四諸章由技术科学副博士謝夫波 (П. И. Севбо) 执笔。

第二十五章由技术科学副博士喇什凱維奇 (Р. И. Лашкевич)、技术科学副博士謝夫波和技术科学副博士拉也夫斯基 (Г. В. Раевский) 执笔。

执笔同人对于莫斯科巴烏芒高等工業学校焊接教研組及其领导人技术科学博士尼科喇也夫 (Г. А. Николаев) 教授、技术科学博士雷卡令 (Н. Н. Рыкалин) 教授和烏拉尔多科性工学院技术科学博士米海洛夫 (Г. П. Михайлов) 教授在校閱本書时所提出的許多宝贵意見和指正, 表示深厚的謝忱。

Е. О. 帕統

目 录

关于本书中译名的几点说明	7
原编者序	8
緒論	1

第一篇 辅助剂下焊接时的电力过程、热力过程及冶金过程

第一章 辅助剂下焊接法底本质	8
§ 1 辅助剂下焊接法底概况	8
§ 2 辅助剂下焊接法底优越性	9
§ 3 辅助剂下焊接法在方式和方法上的分类	10
第二章 辅助剂下焊接时的电力过程	13
§ 4 电弧柱	14
§ 5 近电极区	19
§ 6 电弧燃烧底稳定性	24
§ 7 电渣焊接过程	27
第三章 辅助剂下焊接时的热力过程	28
§ 8 作为热源的辅助剂下电弧	28
§ 9 焊接时金属和辅助剂底熔化过程	32
§ 10 热在金属中的传播情况	41
第四章 辅助剂下焊接时焊缝底形成过程	48
§ 11 焊缝底形成过程	48
§ 12 基本金属底熔化过程	51
§ 13 金属从电极至焊潭的传输过程	52
§ 14 在各种焊接条件下焊缝成形底特征	54
§ 15 焊潭底初次结晶	57
§ 16 用强制成形法施焊时焊缝底形成过程	60
第五章 在辅助剂下作成的焊成联结底宏观组织和微观组织	62
§ 17 单層焊缝焊成联结底金相组织	62
§ 18 多層焊缝焊成联结底金相组织	73
第六章 辅助剂下焊接时的冶金过程	76
§ 19 辅助剂下焊接时,冶金过程底特点	76
§ 20 焊接辅助剂底冶金特点	79
§ 21 气相中的各种过程	81
§ 22 辅助剂下焊接时各种气体在液态金属中的溶解作用	83
§ 23 焊缝中气孔底成因及其根除方法	85
§ 24 液态金属与液态辅助剂的相互作用	89
§ 25 辅助剂下焊接时焊缝金属化学成分底控制方法	97
§ 26 焊缝金属化学成分计算例题	98
§ 27 辅助剂下焊成的焊缝中底热裂纹	100
§ 28 液态辅助剂与凝固了的焊缝金属的相互作用	106
第七章 自动和半自动焊接用的辅助剂和电极材料	108

§ 29 輔助剂底分类	108
§ 30 輔助剂与电极綫材系統	110
§ 31 焊接低碳鋼用的現行輔助剂	114
§ 32 陶制輔助剂	117
§ 33 自动和半自动焊接用的輔助剂	118
§ 34 輔助剂制造法	121
第二篇 輔助剂下焊接法底技术和工艺	
第八章 輔助剂下焊接时焊縫形状和尺寸	130
§ 35 焊接参数对于焊縫形状和尺寸的影响	130
§ 36 工艺上的因素对于焊縫形状的影响	135
§ 37 結構上的因素对于焊縫形状的影响	138
§ 38 焊接参数底計算	140
第九章 輔助剂下自动焊接技术	145
§ 39 对焊縫底分类	145
§ 40 对焊縫底單程焊接法	147
§ 41 对焊縫底多程焊接法	156
§ 42 厚板对焊縫底焊接技术	158
§ 43 薄板对焊縫底焊接技术	160
§ 44 角焊縫底自动焊接技术	162
第十章 輔助剂下半自动焊接技术	167
§ 45 軟管半自动焊接技术	167
§ 46 电鉚焊接技术	172
§ 47 点狀角焊縫底焊接技术	173
第十一章 豎位焊縫在輔助剂下的自动焊接法	174
§ 48 輔助剂下强制成形焊接法底本質	174
§ 49 輔助剂下焊接豎位焊縫的技术	176
§ 50 豎位焊縫底金相組織和机械性能	178
§ 51 在豎直平面上和傾斜平面上的橫位焊縫底强制成形焊接法	180
§ 52 采用沒有人工冷却的成形滑模和成形滾輪的焊接法	180
§ 53 强制成形焊接法底發展前途	182
第十二章 鋼料对于焊接結構的适宜性底估計法	183
§ 54 关于鋼料底焊接性	183
§ 55 确定焊縫金屬底抗热裂性	183
§ 56 确定鋼料在近焊縫区中的抗热裂性	185
§ 57 确定焊成联結底机械性能及其对于脆性破坏的傾向	186
第十三章 碳鋼底輔助剂下焊接法	191
§ 58 碳鋼底特性	191
§ 59 低碳鋼底焊接法	193
§ 60 中碳鋼和高碳鋼底焊接法	198
第十四章 高强度合金結構鋼底輔助剂下焊接法	200
§ 61 高强度合金結構鋼底簡要特性	200
§ 62 高强度合金鋼輔助剂下焊接法底基本特点	201
§ 63 HJ2 号低合金建筑鋼底輔助剂下焊接法	204
§ 64 30XTCA 和 25H3 号高强度結構鋼底輔助剂下焊接法	206
第十五章 高合金鋼底輔助剂下焊接法	208
§ 65 高合金鋼底簡要特性	208

§ 66 18-8 型耐酸铬镍奥氏体钢底辅助剂下焊接法	209
第十六章 电镀工作	220
§ 67 电镀技术	220
§ 68 电镀工作举例	224
§ 69 辅助剂下电镀法在工业用途上的发展远景	226

第三篇 辅助剂下焊接用的设备

第十七章 关于辅助剂下焊接设备的概念	228
§ 70 辅助剂下焊接过程机械化	228
§ 71 辅助剂下焊接器械发展经过	228
§ 72 辅助剂下焊接用的现行器械底分类	230
§ 73 辅助剂下自动焊接器械底应用范围	231
第十八章 辅助剂下焊接过程底调节	235
§ 74 对于焊接电弧调节器的一般要求	235
§ 75 使用可熔电极进行辅助剂下焊接时, 电弧底自动调节作用	236
§ 76 辅助剂下焊接电弧底自动调节作用	239
§ 77 当用强制成形法进行竖位焊接时, 焊潭液面底自动调节	246
§ 78 当电源底外特性曲线发生变化时, 焊接参数底自动调节	248
第十九章 焊接机头底构造	252
§ 79 悬挂式焊接机头	252
§ 80 电焊研究所设计的 CAT 型自行焊接机头	256
§ 81 电焊研究所设计的 ABC 型总合式焊接机头	258
§ 82 多弧焊接机头	262
第二十章 焊接台车底构造	263
§ 83 特种焊接台车	263
§ 84 “电工”工厂出品的 ADC 型万能焊接台车	266
§ 85 中央机器制造及工艺科学研究院设计的 YT 型万能焊接台车	267
§ 86 电焊研究所设计的 TC 型万能焊接台车	270
§ 87 外国公司出品的焊接台车	275
第二十一章 软管焊接机底构造	276
§ 88 电焊研究所设计的 ППН-5 型软管半自动机	276
§ 89 “电工”工厂出品的 ПДН-500 型软管半自动机和 АДН-500 型软管自动机	282
第二十二章 焊接装置底主要元件	284
§ 90 驱动装置	284
§ 91 滚轮底座	287
§ 92 翻轉器及操縱器	288
§ 93 辅助剂器	290

第四篇 辅助剂下焊接法在工业中的应用

第二十三章 在机器制造业中的辅助剂下焊接法	294
§ 94 在锅炉制造中的辅助剂下焊接法	294
§ 95 在矿山设备制造中的自动焊接法	299
§ 96 在汽车制造中的自动焊接法	303
第二十四章 在船舶制造业中的辅助剂下焊接法	304
§ 97 辅助剂下焊接法底运用特点	304
§ 98 流水作业线底配备	306
§ 99 船台上的焊接工作	308

201

第二十五章 在制管工業中，干綫管道敷設工程中及油罐建造工程中的輔助剂下焊接法	309
§ 100 在制管工業中的輔助剂下焊接法.....	309
§ 101 干綫管道底輔助剂下焊接法.....	313
§ 102 油罐底自动焊接法.....	317

第五篇 显露电弧自动焊接法

第二十六章 采用金屬电極和碳質电極的自动和半自动显弧焊接法	321
§ 103 采用金屬电極的自动显弧焊接法.....	321
§ 104 采用臥置电極和傾斜电極的半自动显弧焊接法.....	323
§ 105 采用碳質电極的自动及半自动显弧焊接法.....	324
第二十七章 气流中的自动和半自动电弧焊接法	326
§ 106 气流中的电弧焊接过程底特点.....	326
§ 107 气流中的电弧焊接工艺.....	331
参考書刊	337
附录	340
中俄名詞对照表	345

緒 論

电弧焊接法是俄国的杰出發明，它可以与其他的俄罗斯偉大發明（如無綫电、白熾电灯、噴气式發动机等）相媲美。

焊接作为物体底不可拆开的联結方法，为目前进步最快的許多工艺过程之一。假如沒有焊接法，現代机器制造業中任一部門以及整个建筑業和运输業都是不可想像的。

电弧焊接法是十九世紀俄罗斯杰出学者和發明家彼特罗夫（В. В. Петров）院士、別納尔多斯（Н. Н. Бенардос）工程师和斯喇維雅諾夫（Н. Г. Славянов）工程师創造的。

十八世紀末和十九世紀初，最偉大的物理学家、第一位俄罗斯电工技师、罗蒙諾索夫（М. В. Ломоносов）底学生和繼承者彼特罗夫在1802年，即在英国物理学家戴維（Davy）之前若干年，早已發現并記載了电弧放电現象，及利用电弧热能以熔化金屬的可能性。为了維護历史的正确性，必須把文献中根深蒂固的錯誤术语“伏打电弧”一律改为“彼特罗夫电弧”。彼特罗夫院士早在150年前即已了解他自己底發現对于工艺过程有重大的意义。



別納尔多斯像

在1803年，他曾这样写道：“我预料总有一天，公正而有識見的物理学家們至少能同意为我底努力說一句公道話，对这些最新試驗底重要性給以应得的評價”。过了几十年，直到杰出的俄罗斯学者雅勃洛契科夫（П. Н. Яблочков）运用彼特罗夫电弧發明了弧光灯，从而創立了全世界最早的电力照明系統。此項弧光灯当时叫做“北極光”，或“俄罗斯太陽”，名滿海外。

由于別納尔多斯和斯喇維雅諾夫底卓越努力，使彼特罗夫电弧在焊接方面取得了实际应用。

1882年，別納尔多斯在彼得堡制造蓄電池，就發明了“借电流底直接作用来联結金屬和分割金屬的方法”；即运用碳極电弧的金屬电焊法和切割法。他不但利用碳質电極，而且利用金屬电極来完成焊接工作；他創造了一种焊接裝置，运用兩条彼此傾斜成一角度的碳質电極来点燃电弧。利用該电弧底間接作用来进行焊接。他另裝电磁鉄一具，把电弧指引到所需的方向。別納尔多斯底这一發明就是焊接法底原始形式，后来竟錯誤地把它叫做澤烈涅尔法（способ Церенера）。此外，別納尔多斯也是气流中电弧焊接法底創始人。过了五十年，这一焊接法方才取得实际应用；并被美国人毫無根据地称做亞力山大法（способ Александра）。杰出的發明家別納尔多斯在世界上首先提出了用交流电进行焊接。他研究出而且實現了碳質电極自动焊接法。別納尔多斯也是接触焊接法、水下电弧焊接法和切割法底發明人。他首先运用液态补充金屬实现焊接。

在八十年代末，斯喇維雅諾夫發明金屬电弧焊接法，他把該法叫做“金屬电鑄法”。斯喇維

惟諾夫在世界上首先創制了采用可熔化電極的金屬電弧焊接自動機，即所謂“斯喇維雅諾夫熔化機”。

別納爾多斯和斯喇維雅諾夫底發明獲得了全世界的承認。他們在歐洲和美洲的許多工業國家中取得了專利權。1893年，在芝加哥世界博覽會上，斯喇維雅諾夫曾因發明金屬底電弧焊接法而得到獎狀和金質獎章。

1892年，為了電弧在電焊工作上的成功應用，在第四屆電業展覽會上，別納爾多斯榮獲俄羅



斯喇維雅諾夫像

斯技術協會最高獎品——金質獎章。1899年，彼得堡電工學院授予別納爾多斯以名譽電氣工程師稱號，並把他所發明的電焊法與其他卓越的俄羅斯發明——如波波夫(А. С. Попов)底無線電、洛迪金(А. Н. Лодыгин)底白熾電燈——相媲美。

別納爾多斯和斯喇維雅諾夫逝世以後，焊接法發展很慢。他們兩位在電弧焊接機械化和自動化方面所做的工作被遺忘了很久。直到二十世紀二十年代，才在蘇聯和國外重新展開了電弧焊接法自動化的工作。不過在這些年月里，自動焊接技術是循着運用顯露電弧^①的途徑而發展的。

在二十年代末和三十年代初，第一批蘇聯電弧焊接自動機問世，它們都是運用金屬電極顯露電弧的焊接機頭；其中有哈爾科夫電機製造廠(ХЭМЗ)出品的喇什凱維奇式機頭、“電工”工廠

出品的機頭、杜耳切夫斯基(Д. А. Дульчевский)式機頭、烏克蘭科學院電焊研究所式機頭等等。這些自動機採用赤裸綫材、薄被復綫材^②、或厚被復綫材，在實質上摹仿了手工焊接法；但因為生產率不高，在工業上未曾獲得廣泛的應用。

電弧焊接法底生產率首先決定於單位時間內的熔化金屬量；而熔化金屬量又直接取決於電流底大小。當時的電弧焊接自動機幾乎在與手工焊接法所用的相同電流下進行工作；雖然在初期，運用電弧焊接自動機的焊接法尚能與手工焊接法競爭，但是在三十年代中葉，工業中廣泛展開了斯達哈諾夫運動，情勢就發生了顯著的變化。斯達哈諾夫式電焊工和生產革新者運用大直徑電極和大焊接電流，使手工焊接法底生產率大大提高，遠遠超過了焊接自動機。

為了繼續提高焊接工作底生產率，必須探求一些在原則上全新的焊接過程自動化底途徑。為此，要求在電弧焊接過程中發生質變，即放棄壓塗在焊接綫材上的電極被復，而改用散粒狀的被復劑(即輔助劑)，直接撒布在焊接部位上。在散粒狀輔助劑下施焊時，彼特羅夫電弧完全與空氣底作用隔絕。焊接電流可以增加許多倍，而焊縫依舊保持平滑的外形。生產率提高了几十倍。這樣，用了輔助劑就把焊接技術提高到了新的水平，使它成為現代的、高生產率的工藝過程。

被斯大林同志譽為最先進的輔助劑下焊接法，很快在工業中取得了鞏固的地位。在今日的蘇聯，輔助劑下焊接法是自動電弧焊接法底基本形式，顯露電弧自動焊接法早已完全絕迹，并被

① “顯露電弧”亦稱為“明弧”——編者注。

② “被復”一般稱為“藥皮”或“塗料”；“焊接綫材”亦稱“焊絲”——編者注。

輔助劑下焊接法所代替了。

必須指出，在外国（美、英及其他資本主義國家），焊接技術底發展情況大都決定於壟斷組織和大公司底利益，直到現在還使用生產率很低的顯露電弧焊接自動機〔例如英國的闊什阿克（Quazi-arc）機頭、美國的雷德阿凡萊（Reid-Avery）機頭〕。

利用輔助劑來保護焊接區，是別納爾多斯和斯喇維雅諾夫底理想。著名的俄羅斯學者、物理學家兼電工技師喇契諾夫（Д. А. Лачинов），曾經在 1887 年參與別納爾多斯底實驗，對於運用碳極電弧焊接鐵板，曾作如下的記載：“工匠手中所操縱的電弧遵循焊接路線前進；凡電弧接觸到的地方，鐵板即刻熔化，發出使人眩目的光芒，並射出成束的火星，同時，鐵液流入鐵板與鐵板之間的隙縫，把它們聯結在一起。這樣，工匠引導電弧沿着整個焊縫前進；焊縫上預先撒布細砂，用來溶解鐵鱗……”。

細砂在電弧焊接法中起了第一個輔助劑底作用。大家知道，幾乎所有現代輔助劑中都含有砂子。

1892 年在彼得堡出版的“金屬電鑄法”一書中，斯喇維雅諾夫寫道：“鋼和鐵獲得良好鑄造^①的必要條件是，澆鑄好的液態金屬^②應儘可能迅速地用熔渣掩蓋，而且要在整個澆鑄時期內一直掩蓋着。為此，在澆鑄之初，當被澆鑄的一段底部剛被液態金屬掩蓋時，就必須把碎玻璃拋入鑄模內，碎玻璃被迅速地熔化。蓋在液態金屬面上的熔渣層底厚度不宜過大，通常不超過 $\frac{1}{4}$ 吋（即 5~6 毫米）”。

除了玻璃以外，斯喇維雅諾夫又提議用鐵合金，例如錳鐵、硅鐵、鉻鐵等添入焊潭。大家知道，玻璃在化學成分上與現時使用的任何輔助劑都很接近。在斯喇維雅諾夫底實驗中，是用自動裝置把赤裸電極送入焊接區而進行焊接的。這樣，在 60 多年前斯喇維雅諾夫早已提出了現代輔助劑下自動焊接法底基本原理，即自動進給赤裸金屬電極，並以粉狀物質（即輔助劑）保護焊接區。

在 20 年代初，蘇聯焊接界發明家老前輩之一、斯大林獎金獲得者杜耳切夫斯基繼續斯喇維雅諾夫底實驗，利用埋沒在粉末層中的電弧實現了銅底焊接。杜耳切夫斯基底實驗首先記述在 1928 年。他在 1929 年取得了蘇聯對他的粉狀可燃物層（用以保護電弧和焊接部位免受空氣作用）下的銅底電弧焊接法所授與的第 10578 號專利權。

據此，由別納爾多斯和斯喇維雅諾夫首先發明的保護物質層下焊接法，在 1929 年被正式認定為蘇聯的發明；七年以後，美國林德（Linde）公司方在 1936 年取得第 2043960 號有關粒狀物質層下焊接法（所謂 unionmelt）的專利權。該林德公司至 1939 年方取得電弧焊接用自動機底專利權（第 2182575 號），而該機在實質上是蘇聯電弧焊接自動機底變相。

在美國文獻中，屢次企圖攫取蘇聯有關輔助劑下焊接法的發明權。顯然，沒有任何根據說輔助劑下焊接法是“美國天才”底成就。這自始至終是俄羅斯的、蘇聯的發明。為了力圖冒認蘇聯的發明，美國林德公司曾經宣稱：“美國的”輔助劑下焊接法（即 unionmelt），或所謂潛熔焊接法

① 指焊接——原編者注。

② 指焊縫——原編者注。

(Submerged melt welding) 与別納尔多斯和斯喇維雅諾夫底焊接方法(即电弧焊接法)毫無共同之处,因为在輔助剂下是沒有弧光放电現象的。

1943年,电焊研究所工作人員 B. E. 帕統和馬卡拉在其著作“輔助剂下自动焊接过程底实验研究”中指出,在輔助剂下施焊时,确有彼特罗夫电弧燃烧着。等到苏联研究人員底許多著作指出美国“理論”毫無根据以后,林德公司才不得不改变“它的”方法底名称,在原来名称上添加“arc welding”字样,意即“电弧焊接”。例如1942年在紐約出版的“焊接工手册”上指出:輔助剂下焊接法与电弧焊接法不能混为一談;而在1950年的美国刊物中却又改变了論調,馬上指出輔助剂下焊接法确是电弧焊接法。

苏联輔助剂下焊接法底现代形式,是在1940年由烏克蘭科学院电焊研究所在叶甫根尼·天斯卡罗維奇·帕統(Евгений Оскарович Патон)院士指导之下創制成功的。由于烏克蘭科学院 E. O. 帕統电焊研究所、中央机器制造及工艺科学研究院、莫斯科巴烏芒高等工業学校、“电工”工厂及其他許多学院和先进工厂底共同的、創造性的劳动,使这种焊接法得以繼續發展,并在生产上广泛运用。这种焊接法底基础就是別納尔多斯和斯喇維雅諾夫底卓越發明。党和政府極其贊揚輔助剂下焊接法底进步意义,在1941年三月为了表揚創造这种焊接法的功勛,曾以一等斯大林獎金授予 E. O. 帕統院士。

由于党、政府和斯大林同志关怀先进焊接科学和焊接技术底發展,輔助剂下焊接法成为推进技术的得力工具。由于这种焊接法底效率高、焊縫品質好、劳动条件佳、并以机械工作替代繁重的手工劳动,所以輔助剂下焊接法在苏联工業中取得了广泛的应用。这种焊接法底發展速率非常惊人,可以这样說,在战后五年計劃的岁月里,苏联工業中实际运用的焊接自动机和半自动机底数量剧增十倍,数达几千。最近几年来,运用这些自动机和半自动机,每年焊接几百万吨各种型式和各种用途的金屬結構。輔助剂底年耗量达到几千吨。在苏联成批地生产着各种型式的焊接器械、强力焊接变压器和操縱器械等。苏联在世界上首先培养了輔助剂下焊接方面的專業工程师,出版了許多学术性和通俗性的書刊。在有关輔助剂下焊接法底理論和实际問題上进行了广泛的研究。

由于烏克蘭科学院 E. O. 帕統电焊研究所、苏联科学院电焊及电热研究部、莫斯科巴烏芒高等工業学校、中央机器制造及工艺科学研究院、列宁格勒学院、斯維尔德洛夫斯克学院,及其他学院中科学工作者底努力,在最近8~10年中創立了真正的焊接科学,發掘出許多新的規律和新的現象,为进一步發展苏联焊接技术建立了巩固的理論基础,創立了輔助剂下焊接法底冶金理論,完成了有关焊接結構强度的問題,及有关輔助剂下焊接法底电工問題等方面許多巨大工作。

这样,苏联在世界上首先創立了真正的焊接科学。焊接法由手工艺轉变为先进工艺过程,并以苏联焊接科学最新成就为基础而繼續發展着。

由于苏联科学家和生产革新者劳动的結果,創造了新的效率很高的輔助剂下焊接法,并用于工業中。利用焊潭强制冷却和强制成形作用的新穎輔助剂下焊接法这一創造,是屬於最近苏联焊接科学和技术界卓越成就之一。此法成功以后,就能在世界技术上首先实现一切焊縫底机械化焊接,不論焊縫处于俯、仰、横、豎等任何空間位置。这种焊接方法是电焊研究所在 E. O. 帕

統院士亲自指导下創造成功的,过去还不大为人所熟悉。这种焊接法是苏联發明的,能以新的方式解决厚鋼板單程焊接的問題。此法有兩大特点:(1)大大提高焊缝金屬底品質;(2)随着焊板厚度底增大,焊接过程生产率有累进性的提高。

最近几年来,由于电焊研究所及“电工”工厂工作人員底努力,創造了并在生产上大規模地运用了新穎半自动軟管焊接法。运用这种方法,能够对曲綫形焊缝、短的焊缝、以及焊接自动机难以接近的那些焊缝作机械化的焊接。这就可能大大地縮减手工焊接底工作量。不久以前,在大多数工厂中只有焊缝总数底 30% 以下用自动机焊成,其余作業量都用手工焊接法焊成。目前,在苏联有不少工厂已用自动机和軟管半自动机完成焊接作業总量底 70~80%。电焊研究所和“电工”工厂工作人員曾为了創造軟管焊接法有功而荣获斯大林獎金。

外国也有軟管半自动机,不过無論在应用規模上或者在軟管焊接技术上,都远远落在苏联之后,即使美国亦不能例外。

苏联創造了并在生产上运用了生产率很高的新穎高速双弧焊接法,該法能在制造大直徑鋼管时提高焊接生产率达几十倍。用这种焊接法可能焊接对焊缝^①和角焊缝,其速率比外国所用的大 2~3 倍。电焊研究所和頓巴斯制管厂底工作人員曾为了創造双弧焊接法有功而荣获斯大林獎金。

在敷設煤气干綫管路的野外条件下,苏联在世界焊接技术中首先实现了可以迴轉的管子对接口的輔助剂下焊接法。在战后斯大林五年計劃的几年中,苏联創造了并运用了各种高合金鋼和双層鋼底自动和半自动輔助剂下焊接法,創制了許多种第一流的輔助剂以供焊接不同鋼种之用。在創造含錳輔助剂的工作中,苏联占絕對的首位,該輔助剂与普通不含合金元素的低碳鋼綫材配合运用。此外并制造了大批新穎焊接台車和机头,广泛用于工業中。所有这些工作都荣获过斯大林獎金。

苏联首先創造并运用了現代焊接变压器兼調节器,足以保証电弧焊接自动机能够稳定工作,并当配电网电压發生波动时,能够保持恒定的焊接参数。

佳特洛夫(В. И. Дятлов)曾創議以新的原理,即以定速进給电極綫材(进給速度与电弧長度无关)的原理来設計电弧焊接自动机。这一原理早在 1943 年已在苏联取得專利权,并因而奠定了極大多数苏联焊接自动机和半自动机底基础。必須指出,在美国居然有人企圖把这一苏联發明擢为己有;在 1950 年曾有美国人肯乃第(Kennedy)^②竟对佳特洛夫在 1943 年(即比 1950 年早七年)所發明的定速进給电極式焊接法申請到專利权。

在苏联,輔助剂下焊接法循着采用交流电源的途徑發展,而与美国迥然不同。在这一方面,首位屬於偉大的苏联。如前所述,早在十九世紀末,別納尔多斯就已运用交流电实现了电弧焊接法。

米特凱維奇(В. Ф. Миткевич)院士早在二十世紀初就确定了用三相电弧进行焊接的可能性。

① 亦称“对接焊缝”——編者注。

② 指美国 Linde Air Products Company 底 Harry E. Kennedy, 見 Welding Engineer 杂志 1957 年三月号第 35 頁——譯者注。

現在,輔助劑下三相電弧焊接法經過烏拉爾多科性工學院米海洛夫教授底努力,已經得到極廣泛的應用。反觀美國,交流電弧焊接法只在最近幾年來方才有些發展。

在許多工廠中,由於輔助劑下自動焊接法不斷發展,在焊接工藝過程中發生了根本變化,提高了焊接車間的生產率,改進了產品品質,大大地改善了勞動條件,節省了大量金屬、電能、各種原料和燃料,顯著地提高了生產技術水平,根本改變了整個工業部門底面貌。對於大直徑鋼管製造廠來說,這一點尤其明顯。此外,輔助劑下焊接法根本改變了高壓容器、化工器械、石油器械、金屬結構、鐵路車輛、油槽車、運煤車等項底製造工藝,並以新穎方式解決了大容量油罐底製造問題:運用新的工廠內油罐製造法,以自動焊机焊成屏板,然後卷成屏板卷,不再用各塊板料以手工方式焊成油罐。輔助劑下焊接法也改變了船舶製造工藝,使之能夠廣泛運用流水作業法;又在技術上首先創立了汽車輪子底輔助劑下自動焊接流水綫。

以輔助劑下焊接法作基礎,順利解決了現代焊接技術上一個最複雜的問題——焊接橋梁底製造問題。過去曾製造並安裝了一批帶有鉚釘安裝聯結的焊接橋梁。現在正掌握着鐵路橋和公路橋上全焊橋架底製造和安裝技術。這些橋梁底製造特點是,不僅在工廠內製造、而且在工地上安裝時,也廣泛運用自動和半自動輔助劑下焊接法。外國根本就沒有這種橋梁。

利用焊縫強制成形作用的新穎焊接法,能夠在安裝條件下施行煉鐵爐爐壳、船體等的機械化焊接。

輔助劑下焊接法被廣泛運用於機器製造、鍋爐製造,以及偉大共產主義建設中所用的鋼筋、土工機械、和水力發電機等項底製造中。此外,輔助劑下焊接法在修復鐵路車輛底磨損零件時,以及修復軋鋼機中軋輥等項時,取得了極其廣泛的應用。

目前已經沒有一個工業部門不用輔助劑下焊接法。

科學工作者與各先進企業的密切合作,使輔助劑下焊接法得以順利發展。在這些先進企業中必須指出的有:“電工”工廠、烏拉爾車輛工廠、“紅色鍋爐工”工廠、莫洛托夫工廠、奧爾忠尼啓則工廠、德魯日科夫卡(Дружковка)地方的伏羅希洛夫工廠、頓巴斯制管廠、烏拉爾機器製造廠及其他工廠等。

由於蘇共第十九次代表大會關於1951~1955年發展國民經濟的第五個五年計劃的歷史性決議,輔助劑下焊接法在促進焊接工作機械化方面具有更大的作用。根據第十九次黨代表大會指示,在五年內要提高工業生產水平約70%,這就要求在工業中和建築業中推廣輔助劑下焊接法底各種成就,並繼續改進這一方法,以大大提高焊接工作機械化底水平。

在機器製造業和建築業中,如要把焊接工作繼續機械化,則尚有許多特別重要的問題等待解決。

第十九次黨代表大會關於1951~1955年發展蘇聯的第五個五年計劃的指令,規定要飛速地增加石油器械底生產(增加2.5倍)和化工設備的生產(增加2.3倍)。

製造化工器械和石油器械時,廣泛採用高合金不銹鋼、高強度鋼和有色金屬。必須在最短期間擬訂這些鋼料和合金底新的焊接工藝,並在生產上加以廣泛運用。

根據第十九次黨代表大會的決議,蒸汽透平和蒸汽鍋爐在第五個五年計劃中增產到兩倍以

上,而水力透平增产到7.8倍。不久以前,輔助剂下焊接法在动力机械制造中应用不多,必須在最短期間广泛运用輔助剂下焊接法,特別是蒸汽透平、水力透平和高压鍋爐制造中的豎位焊接法。

第十九次党代表大会的指令規定建筑物要大量增加,并須动用許多干綫輸油管和儲存石油及石油制品的容器。在順利完成这些任务时,輔助剂下焊接法必然起重要的作用。

由于大規模水电站工程底展开,在建造水工建筑物中的金屬結構时、在修理翻土設備及其他設備时,必將广泛运用輔助剂下焊接法。

只有相应地培养干部,并把有关焊接过程理論基础的精湛智識教給他們,才能提高焊接工作底机械化水平,以順利完成第十九次党代表大会所提出的任务。刊行本書的目的就是为了便于培养焊接工程师之用。

輔助剂下焊接法是苏联工業中自动电弧焊接法底基本形式,故本書主要論述这一先进焊接法。举凡有关輔助剂下焊接法的理論問題和实际問題,都結合到各該問題底最新成就中来闡明。

显露电弧自动焊接法是焊接技术史上的前一阶段,故只辟一章論述显露电弧自动焊接法。

对于工業中常用的各种自动焊接法,本書只論述保护气流中的焊接法。这种焊接法在焊接由鋁、鎂及其他有色金屬薄板做成的工件时,以及焊接由高合金鋼做成的薄壁結構时都可应用。