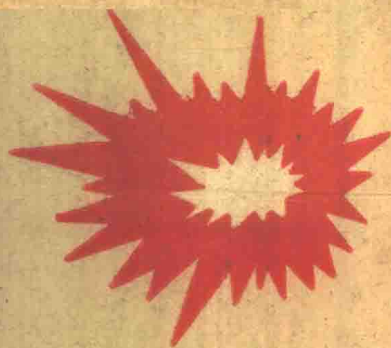




技术科学博士 B.E. 巴頓著

埋弧焊接指南

机械工业出版社



埋 弧 焊 接 指 南

Б. Е. 巴 頓 著

王 存 納 等 譯



机械工业出版社

1959

出版者的話

本書叙述埋弧自动焊接工艺的基本原理，介紹了現代自动和半自动焊机的結構及其运行和調整的知識。書中詳細地叙述了焊接工作和堆焊工作的特点，并在低碳鋼、中碳鋼、低合金鋼、高合金鋼和有色金屬的焊接技术及焊接规范方面提供了具体資料。

本書可供焊工和焊接技師参考。

苏联 Б. Е. Патона 著 ‘Руководство по электродуговой
сварке под флюсом’ 一書 (Машгиз 1957 年第一版)

* * *

NO. 2349

1959 年 4 月第一版 1959 年 4 月第一版第一次印刷

787×1092¹/₂₅ 字数 191 千字 印張 9⁸/₂₅ 0,001— 6,550 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

農 業 雜 志 社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业許可証出字第 008 号

定价 (11) 1.60 元

目次

原序	7
第一章 埋弧焊接现状	10
1 金属结构制造中的埋弧焊接	10
2 运输机械制造中的埋弧焊接	11
3 内河和海洋船舶制造的埋弧焊接	12
4 重型机器制造中的埋弧焊接	13
5 矿井设备制造中的埋弧焊接	16
6 汽车制造中的埋弧焊接	19
7 管子的埋弧焊接	20
8 干线管道敷設时的埋弧焊接	23
9 建造大型容器时的埋弧焊接	24
10 安装金属结构时的埋弧焊接	25
11 埋弧自动堆焊	27
第二章 埋弧焊接的实质	29
1 埋弧焊接的实质及其优点	29
2 埋弧焊接和堆焊的类型及方法的分类	34
第三章 焊剂和焊丝	37
1 焊剂的用途	37
2 现代熔炼焊剂的特性和化学成分	44
3 在火焰爐和电爐中制造熔炼焊剂的方法	47
4 陶瓷焊剂	52
5 自动和半自动焊接时焊剂的消耗量	54
6 焊丝	55
第四章 埋弧焊接时焊缝的形状和尺寸	58
1 焊接规范对焊缝形状和尺寸的影响	58
2 焊接技术对焊缝形状和尺寸的影响	67
3 埋弧焊接规范的计算	70
第五章 埋弧焊接前焊件的加工和装配	73

第六章 对接和角接焊缝的埋弧自动焊接技术	77
1 埋弧自动焊接时电弧的引燃和弧坑的填平	77
2 对接焊缝的分类	79
3 厚度大于4公厘的钢的对接焊缝的焊接技术	82
4 对接焊缝焊接的几种特殊情形	89
5 角焊缝的自动焊接技术	91
6 提高对接与角接焊缝的埋弧自动焊接生产率的措施	96
第七章 垂直和水平安装焊缝的埋弧焊接技术	98
1 垂直焊缝强制形成的自动焊接的实质和特点	98
2 立焊缝强制成形的埋弧焊接技术	100
3 在垂直和倾斜平面上的水平焊缝的埋弧焊接	103
4 安装焊缝在平焊位置的埋弧焊接	105
5 安装时运用埋弧焊接的组织工作	107
第八章 对接和角接焊缝的半自动焊接技术	110
1 对接焊缝的焊接技术	110
2 角焊缝的焊接技术	116
3 角焊缝的埋弧点焊技术	119
4 电铆钉焊接技术	121
第九章 堆焊技术	126
1 平面和圆柱面的单弧埋弧堆焊技术及其规范	127
2 其他几种埋弧堆焊方法	131
第十章 碳钢和合金钢的焊接	134
1 碳钢的简要特性	134
2 低碳钢焊接接头的性能	136
3 焊接中碳钢和高碳钢时须知	140
4 合金结构钢的简要特性	145
5 焊接合金结构钢时须知	146
第十一章 高合金钢和双相钢的焊接	152
1 高合金钢的特性	152
2 铬镍奥氏体钢焊接的主要特性	157
3 最常用的几种铬镍奥氏体钢的埋弧焊接须知	165
4 双相钢的简要特性和它的焊接特点	170

5 双層鋼的埋弧焊接須知	171
第十二章 有色金屬的焊接	175
1 銅及其合金的自动焊接	175
2 鋁的自动焊接	178
第十三章 自动焊接的焊头和焊車	182
1 自行式焊头	182
2 焊車	190
3 悬挂式焊头	203
第十四章 半自动焊机	205
1 IIII-5 軟管半自动焊机	205
2 IIII-54 軟管半自动焊机	214
3 焊接設備的保养	218
第十五章 典型的埋弧焊接裝置	224
1 焊接裝置的用途和它的主要組成部分	224
2 焊接裝置的分类和簡述	225
3 焊接裝置的主要輔助設備	230
4 焊剂設備	238
参考資料	241

原 序

电弧焊接是祖国偉大的發明，是十九世紀俄罗斯学者和發明家——院士华西里·符拉基米洛維奇·彼得洛夫 (В. В. Петров)，工程师尼古拉·尼古拉也維奇·別那尔道斯 (Н. Н. Бенардос) 和尼古拉·格里洛維奇·斯拉汶諾夫 (Н. Г. Славянов) 的偉大貢獻。

电弧焊接的創始者們曾多次成功地致力于这种金屬不可拆接合的新方法的机械化和自动化，但是这些工作在別那尔道斯和斯拉汶諾夫死后就被遺忘掉，直到二十世紀二十年代才又恢复过来。

第一批自动电弧焊机創建于 25~30 年以前，它們采用裸焊絲、薄藥焊絲，最后是厚藥焊絲作为焊条。它實質上仿效了手弧焊接的技术。自动电弧焊机的生产率并不高，因為它們用几乎与手弧焊接相同的的不大的焊接电流來工作。

在三十年代的中期，以强规范（大电流、大直徑焊条）进行的手弧焊接生产率远远地超过了自动电弧焊机所能达到的生产率。为了更大地提高焊接工作的生产率，必須根本改变电弧焊接的过程，也就是放弃在焊絲上塗敷塗藥而采用撒放的焊藥——直接撒放到被焊邊緣的焊剂。这时，就有可能使焊接电流增加几十倍，而且还没有金屬的飞溅和燒損，也不損害焊缝正确的形成。因此电弧焊接的生产率就增長了許多倍，同时随着金屬厚度的增加，焊接的效能大大地提高了。由于焊剂的采用，把焊接技术提高到新的阶段，使焊接成为现代高生产率的工艺过程。

苏联的现代埋弧焊接方法是 1940 年由乌克兰社会主义共和国科学院 (АН УССР) 院士叶甫庚尼·奧斯卡洛維奇·巴頓 (Е. О. Патон) 領導下的荣获劳动紅旗勳章的乌克兰科学院电焊研究所研究成功的。

由于乌克兰社会主义共和国科学院巴頓电焊研究所、中央机

器制造和工艺科学研究所、莫斯科巴曼工业大学、“电工”工厂以及其他研究所和先进工厂的共同的創造性劳动，近15年来埋弧焊接在我国获得了异常广泛的应用。随着焊接科学和技术的发展，埋弧焊接已成为工业、运输和建筑中技术革新的强有力的工具。

按照苏联共产党第二十次代表大会的指示，埋弧焊接的使命是在加速发展我国重工业——机器制造、船舶制造、容器和鍋爐制造、渦輪机、重型机床和压力机、金属结构、铁路車輛和机車、直焊缝的管子和其他产品——的各项事业中起一种巨大的推动作用。堆焊工作的自动化有着特別的意义，既是显著节约金属的極有效的工具，也是創造新的双金属制件和零件的良好方法。

繼續提高焊接生产机械化的水平，以便順利地完成国民經济所提出的任务，只有在适当地培养工程技术干部和工作人員的条件下才是可能的。

近年来对埋弧焊接的各种問題已經出版了大量的文献供科学工作者、工程师和高等学校学生研讀。然而到目前为止我們还没有适当的供焊工們閱讀的書籍。“埋弧自动焊接指南”出版于1948年，已經很陈旧了，所以編写广大焊工所用的实际的讀本已有很大的必要。著者希望本書的出版能对工业和运输方面培养高度熟练的自动焊工的工作有所帮助。

本書基本上根据电焊研究所的資料和近年来在定期刊物中、在各文献中、在焊接代表會議的論文集以及其他書籍中發表的資料而編写成的。本書沒有詳細討論电渣焊接問題。这种新的先进的焊接方法在‘Машгиз’ 1956年出版的“电渣焊接指南”中已有詳細叙述。

本書由乌克兰社会主义共和国科学院巴頓电焊研究所的科学工作者們集体編写成的。

第一、二、四、六、十、十一各章由技术科学副博士Б. И. 曼道瓦尔編写的；第三、八、九、十二、十四各章是由技术科学副博士B. B. 帕德噶也茨基編写的；第五、七章由技术科学候补

9
博士С. Л. 馬捷里別尔格編写的；第十三和十五章是由技术科学
副博士С. Л. 任丘日尼柯夫編写的。

作者們期望本書的讀者能將一切的意見和希望投函：基輔市，
巴黎公社 11 号，国立机器制造書籍出版社烏克蘭分社（Г. Киев,
Парижской коммуны, 11, Укрмашиз）。

Б. Е. 巴頓

第一章 埋弧焊接現狀

近年来我国在發展埋弧自动和半自动焊接的工作中取得了巨大的成就。仅仅在最近几年內，由于各部門装备了数千台自动焊机和半自动焊机，因而在机器制造、建筑和运输工业中就可不必再配备大量的技术熟練的手焊工。在許多工业部門中由于广泛地应用了埋弧焊接，因而使基本工艺規程發生根本的改变，这样，在焊接生产实践中就可最先实现焊件和焊接結構的流水生产。

1 金屬結構制造中的埋弧焊接

在制造建筑用的金屬結構时，采用自动电弧焊机可使丁字梁和工字梁縱向角焊缝的焊接工作（圖1）、梁和組合架角焊缝的焊接工作、大梁的壁板割梁板的橫向对焊工作机械化。在建造高大

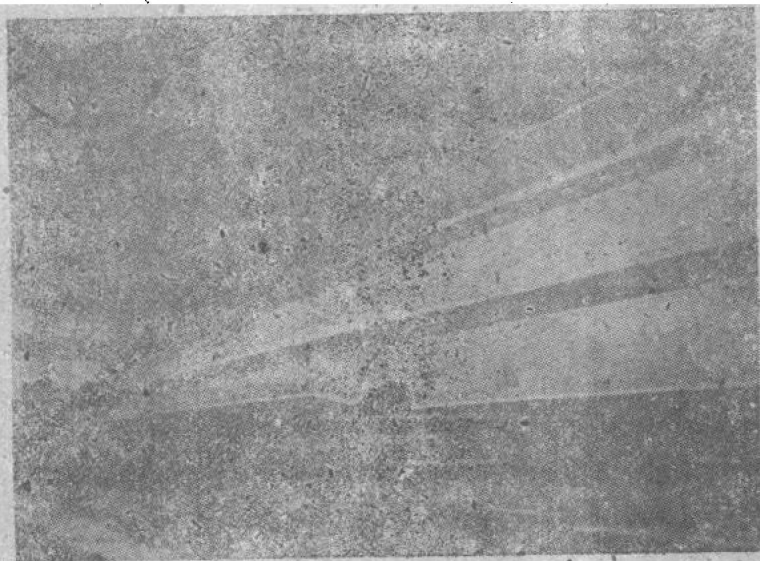


圖1 金屬結構制造中的自动焊接。

建筑物的骨架时我們已經掌握了十字形截面的大型柱子縱向角焊缝的自动焊接。組合断面(海底石油开采場金屬結構的桥架构件)的縱向焊缝的焊接已完全机械化了。在先进的金屬結構厂里(如第聶伯尔彼得洛夫斯克荣获劳动紅旗勳章的莫洛托夫厂, 克萊明楚克斯克桥梁制造厂等工厂), 对于鉄路和公路桥梁的桥孔結構件上的直長形縱向焊缝也已經广泛地采用着自动焊接。

自动焊接也用在鋼板結構的生产中。这时自动焊机極宜于焊接較長的对接焊缝和角焊缝。大型容器、汽車的油槽和燃料箱等生产即屬於这一类。水电站的金屬結構和閘門等构件也可用埋弧焊接方法来制造。

在建筑用的金屬結構中, 主要是丁字接头和搭接接头, 它們的焊缝都是較短的, 例如加强肋板的焊缝和金屬結構支撐部件的焊缝以及柵狀結構的絕大多數焊缝均屬於这一类。但是这类焊缝的焊接工作机械化程度还并不很高。

2 运输机械制造中的埋弧焊接

在鉄路油槽車筒壳的生产中获得了極大的成就。日丹諾夫斯克城伊里奇工厂在世界上首先实现了圓筒容器的流水生产。該厂容器的全部主要焊缝都用自动焊机焊成。在沒有应用埋弧焊接方法以前, 油槽車的筒壳是用几个筒身制成的(圖2, a)。

为了改善生产的工艺規程, 降低它的劳动量和减少焊接工作, 筒壳的結構改变成由四塊縱向瓦片所組成(圖2, b)。冲

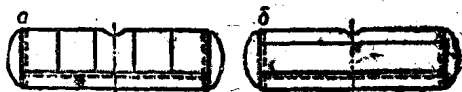


圖2 鉄路油槽車筒壳的自动焊接

a—旧式結構的筒壳; b—新式結構的筒壳。

压前, 筒壳的圓筒部分的坯料和球形封头的坯料都預先在各工地上进行拼焊, 然后将封头的平板进行冲压, 同时将由四塊鋼板拼成的坯料卷軋成長为8公尺或更長的不完全的筒身。最后在立式的装配台上将这一筒身和底部的加强板以及二个封头进行装配。此

后在專門的設備上对下列焊縫进行自动焊接：a) 筒壳和加强板之間的内外焊縫；6) 筒壳和封头之間的内外环焊縫。并在另一个工地上焊接筒壳上部人孔的焊縫。可是，到目前为止还没有将人孔和筒壳間的角焊縫的焊接工作發展为机械化。这种焊縫（二个不同直徑的圓柱体的交接綫）的自动焊接有相当的困难，因为它具有一种复杂的空間位置。

在战后的头几年內，在車輛制造厂中曾对鉄路敞車和車廂頂梁的焊接工作推行机械化。但是这项工作沒有繼續进行下去，因此在制造鉄路車廂时用自动焊机完成的工作量不超过总焊接工作量的2~3%。其实，像主梁、緩冲梁、自动装卸車轉船結構等都是自动焊接的極好的对象。全金屬客車結構的許多焊接工作也可用机械化焊接方法来完成。

在機車（蒸汽機車、內燃機車、电气機車）制造中，許多重要的部件和結構的焊接都已經机械化了。許多先进的企业，像伏罗希洛夫格勒“十月革命”蒸汽機車制造厂、哥洛明斯克的古比雪夫工厂和其他一些工厂已經实现了機車鍋爐、貯气罐及煤水車的自动焊接；爐膛拉撐管的机械化环焊。而現在則正在掌握機車車架的自动焊接。

应当指出，在运输机械制造的企业中完全有可能繼續广泛地推行埋弧焊接。战后几年中，由于采用了新型的焊条，对車廂結構中的許多小尺寸角焊縫的手焊生产率已显著地提高了。因此同样也迫切需要在車廂制造中繼續提高埋弧焊接的效率，它可以用提高埋弧焊接的速度来达到；也可以依靠提高焊接設備的利用率来达到。

3 內河和海洋船舶制造的埋弧焊接

自动焊接在船舶制造中的广泛运用要比其他工业部門晚一些。但是它們所获得的成就并不小。在許多先进的內河和海洋船舶制造企业中，用自动焊机和軟管半自动焊机完成的焊縫占全部

焊缝的70~75%以上。船舶的分段制造法对焊接工作的机械化起了巨大的推动作用。这时，焊接装配工作的主要部分不是在船台上，也就是不在露天中完成，而是在车间内，在允许机械化地进行焊接装配工作、允许降低劳动量和改善质量的条件下完成的。

埋弧自动焊接在制造船壳板和构架组成的平面分段时获得了广泛的应用。

船壳板由相互间用对接焊缝焊成的钢板组成。

构架是用角焊缝把纵支骨和横支骨焊到壳板上的。

船壳板对接焊缝的焊接在电磁工作台上用焊机进行。这样可以减少各船体分段的挠曲。

在许多内河船舶制造厂中卓越地实现了各焊接分段的机械化的流水生产。至于在船台上，也就是在各分段合拢装配的场合下要使焊接工作机械化还需要做许多事情。船体外壳有着复杂的外形，所以只有少量的合拢装配焊缝是处于平焊位置，可以用普通的自动焊机或半自动焊机来完成焊接。

在垂直和倾斜平面上的合拢装配焊缝可以用强迫形成焊接熔潭的埋弧焊接方法来完成。但是在这种情况下，埋弧焊接的生产率比不上明弧的手工焊接。直接在船台上用来焊接内河和海洋船舶的船体外壳的立焊缝、横焊缝、曲线焊缝和倾斜焊缝的一种较有前途的焊接方法就是二氧化碳气体保护焊。在制造锚链、船舶管道附件和其他零件，以及焊装螺柱时，也能成功地采用埋弧焊接。

4 重型机器制造中的埋弧焊接

在锅炉制造和容器制造中，埋弧焊接用得最广泛。大家知道，在最先掌握埋弧焊接的一些企业中，如塔岗洛斯克锅炉厂（“红色锅炉工作者”工厂）和波多尔斯克的谢尔盖·奥尔忠尼启则锅炉厂和机器制造厂还在战前就享有盛名。目前这些工厂和其他一些工厂的高压锅炉汽包的全部纵环焊缝已完全实现了埋弧自动焊。

接。这类汽包的縱向焊縫系一次焊成，而环焊縫是用多層焊接焊成的。

厚度 50 公厘及更厚的鋼制鍋爐汽包可以用电焊研究所已經研究成功的电渣焊法一次焊成（參閱第七、第十四章）。在这种情况下，电渣焊接方法不仅可用来焊接縱向焊縫，而且也可以焊接环焊縫。焊接时，焊縫是用有活水冷却的銅滑塊来强制形成的。

埋弧焊接也成功地用来制造蒸汽鍋爐受热面組件和阻流管。每根長 6 公尺的阻流管有 6~12 条焊縫，总長达 72 公尺。由于焊縫的尺寸較小，且焊接后管子有很大的扭曲，因此要使这些管子焊接机械化需要克服不少的困难。斯大林格勒的彼得洛夫工厂曾在焊接时沿阻流管通以活水，其結果显著地减小了阻流管的扭曲。

在大多数化学和石油容器制造厂中，如苏姆斯克城荣获列宁勛章的伏龙芝工厂、基輔的布尔什維克工厂、斯大林格勒的彼得洛夫工厂、烏拉尔化学机械制造厂和其他的一些工厂，对大型容器的主要縱环縫的焊接已完全机械化了（圖 3）。

除了用普通碳鋼制造的容器外，用自动焊机焊接的尚有不锈钢和双層鋼制的制件、銅和銅合金的制件以及鋁和鋁合金制件。同时在鍋爐制造厂和容器制造厂中有很很大一部分的焊接工作还是用手工完成的，例如各种手孔、人孔、管道附件及容器或鍋爐壳体的連接件的許多焊縫就是用手工焊接焊成的。这些焊縫也像铁路油槽車的人孔和鍋体之間的焊縫一样（參閱圖 7），在空間占有复杂的位置，所以很难采用自动焊接。以前曾多次試圖創造各种自动焊机和半自动焊机来焊接管道附件，但最后終于失敗，直到 1956 年才最后获得良好的成績。

特殊类型的埋弧焊接——用所謂專用焊把进行半自动焊接（圖 4）——用来焊装蒸汽鍋爐的水冷壁管的橫銷和制造專門的热交换器以及其他許多产品。

近来，随着大型水力發电机和水輪机生产量的增加，埋弧焊接的应用范围在这一机器制造部門中显著地扩大了。水力發电机



圖3 化学容器制造中的自动焊接:
 a—縱向焊縫的焊接; б—环焊縫的焊接。

定子壳体的对接焊縫和角焊縫是用自动焊机焊成的，而且我們已經掌握了直徑1公尺和長度超过10公尺的水輪机大型主軸的一次强制形成的电渣焊接。

目前对大型和重型的鑄焊、鍛焊和軋焊結構已獲得廣泛的应

用，并用来代替全鑄或全鍛的制件。像烏拉爾重型機器制造厂、新克拉瑪托爾斯克的斯大林工厂和另外一些工厂对于大型水压机的床身、偏心式模鍛機和大型金屬切削機床的床身都是用电渣焊接制造的。

自动焊接在生产煤炭工业用的重型設備中已經有着巩固的地位。例如矿井起重机的卷揚筒、磨煤機和其他設備的外壳等都是把主要焊縫用自动和半自动焊机焊成的。

在动力机器制造中，埋弧焊接用来制造大型的汽輪機和燃气輪機、柴油機和其他發动机。在機車制造中也广泛采用埋弧焊接。在留基諾夫斯克和赫爾松斯克機車厂中，所有的機車鍋爐的全部焊縫和火箱拉撐件的焊接几乎都是用自动焊机完成的。

在第五个五年計劃期間，埋弧焊接在吊車制造中取得了巩固的地位。大家知道，不久以前在冶金工厂和其他工厂中用的大型桥式吊車的結構还广泛采用着鑄接，但現在鑄接已全被埋弧焊接所代替。在先进的企业中，像列寧格勒“起重工”工厂几乎所有重型桥式吊車中較長的焊縫的焊接都已机械化了。

5 矿井設備制造中的埋弧焊接

在这一工业部門中可以用羅斯柯夫斯克城伏羅希洛夫工厂中煤矿用小車的流水生产作为采用埋弧焊接的例子。矿井小車的車身（圖5）由二塊前板1、一塊側板2和边框所組成。上述零件



圖4 螺柱的埋弧半自动焊接。