

机械工业技术革新技术改造

熔化极脉冲氩弧焊

北京金属结构厂编

机械工业出版社

机械工业技术革新技术改造选编

熔化极脉冲氩弧焊

北京金属结构厂编



机械工业出版社

内容提要 本书在普通氩弧焊的基础上，重点介绍了熔化极脉冲氩弧焊的原理，设备的改装及生产工艺过程。尤其是对脉冲产生的机理有较详细的分析，可供焊接工人和技术人员参考。

熔化极脉冲氩弧焊

北京金属结构厂编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787 × 1092 $1/32$ · 印张 2 $6/16$ · 字数 48 千字

1975 年 11 月北京第一版 · 1975 年 11 月北京第一次印刷

印数 00,001—17,000 · 定价 0.19 元

*

统一书号：15033 · 4335

毛主席语录

社会主义革命和社会主义建设，
必须坚持群众路线，放手发动群众，
大搞群众运动。

我们必须打破常规，尽量采用先
进技术，在一个不太长的历史时期
内，把我国建设成为一个社会主义的
现代化的强国。

出 版 说 明

在批林批孔运动的推动下，机械工业技术革新和技术改造的群众运动蓬勃开展，先进经验层出不穷。为及时总结推广这些先进经验，我们组织编写了“机械工业技术革新技术改造选编”。

“机械工业技术革新技术改造选编”将陆续出版，内容包括：铸、锻、焊、热处理、机械加工、改善劳动条件、三废处理等方面，每本讲一个专题，内容少而精，便于机械工业的广大职工阅读参考。

在组织编写过程中，得到有关领导部门和编写单位的大力支持，对此我们表示感谢。欢迎广大读者对这些书多提宝贵意见。

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线的光照耀下，经过无产阶级文化大革命锻炼的我厂广大焊接工人和技术人员，高举“鞍钢宪法”伟大旗帜，坚持“独立自主、自力更生”的方针，在生产斗争中，经过反复实践，试验成动了一体式（三相整流式）脉冲弧焊电源及熔化极脉冲氩弧焊工艺。进一步提高了产品质量、生产效率，降低了成本和改善了劳动条件。

为了总结推广这一经验，在北京市机械局的直接领导和关怀下，我们在生产实践的基础上编写了《熔化极脉冲氩弧焊》这本书。

本书重点介绍了脉冲氩弧焊的原理，一体式脉冲弧焊电源的工作原理，焊接设备及18-8不锈钢、异种钢的焊接工艺，同时还介绍了接头性能，劳动卫生等。

由于水平有限，加之时间仓促，错误之处，请广大读者批评指正。

北京金属结构厂

一九七五年六月

统一书号：15033·4335¹

定 价：0.19 元

目 录

第一章	为什么要采用熔化极脉冲氩弧焊	1
第一节	熔化极氩弧焊的特点及局限	1
第二节	熔化极脉冲氩弧焊的工作原理	6
第二章	焊接设备	10
第一节	熔化极脉冲弧焊电源的几种形式	10
第二节	一体式脉冲弧焊电源	13
第三节	焊接设备	39
第三章	焊接工艺	47
第一节	规范参数及影响	47
第二节	18-8 不锈钢的焊接	51
第三节	不锈钢与低碳钢的焊接	62
第四节	碳钢的焊接	66
第五节	劳动卫生	67

第一章 为什么要采用熔化极脉冲氩弧焊

第一节 熔化极氩弧焊的特点及局限

一、熔化极氩弧焊的特点及应用

1. 熔化极氩弧的焊接方法 这种焊接方法如图 1-1 所示。工件与焊炬分别与焊接电源联接，焊炬上的电极也是填充焊丝。

焊接时，在电极（焊丝）与工件间引燃电弧，在电弧作用下工件局部熔化形成熔池，同时使电弧与熔池均处于惰性气体氩（Ar）的保护之下，熔化的焊丝熔滴，在电弧力的作用下向熔池过渡，并焊丝以一定的速度连续给送，保证焊接过程的连续和稳定，随着焊炬的移动推进，熔池冷却凝固并形成焊缝，完成焊接过程。因为在焊接过程中，电极（焊丝）是熔化的，因此，通常称之为“熔化极氩弧焊”。

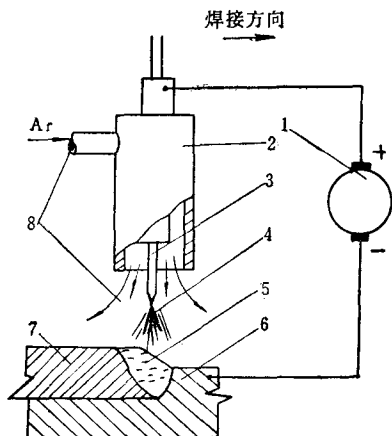


图1-1 熔化极氩弧焊

- 1—焊接电源；2—焊炬；3—焊丝；
4—电弧；5—熔池；6—工件；7—
焊缝；8—氩气

2. 焊接特点 由于焊接过程采用惰性气体氩进行保护，

因为氩气在焊接过程中不与其他介质起化学反应，并防止大气中的氧、氮等气体进入弧区，从而避免了这些气体对焊接过程和焊接质量的侵害。所以它不需要通常焊接方法所必须的焊剂或涂料，而基本上是金属的熔化与结晶的简单过程，因而能获得较为纯净的性能优良的焊缝金属。

在氩弧焊的过程中还有这样一个现象，即当工件处于负极时，在电弧中电离出的阳离子的轰击下，可使工件表面的一层氧化膜被破坏和清除，同时伴有“雾”生成，这个现象通常叫做“阴极雾化”。它会使熔化的填充金属与熔融的母材良好地熔合在一起，这对金属的焊接是非常有利的。例如，工业铝的熔点为 657°C 左右，它表面覆盖的一层氧化膜 (Al_2O_3) 的熔点为 2050°C ，如果不能及时除去铝材表面的氧化膜则填充金属是不能与工件金属很好地熔合在一起的，而利用“阴极雾化”就可以使二者可靠地熔合在一起。

由于前述的两个特点，对于一些化学性质活泼的金属材料如铝、镁、钛和它们的合金，以及采用一般焊接方法较难焊接的金属材料如镍、铜及其合金等的焊接就变得很容易和方便地实现。

在通常的熔化极氩弧焊接过程中，焊丝的端部呈现锥形，使得电弧非常集中有力，焊缝截面呈现为具有很大熔深的蘑菇状

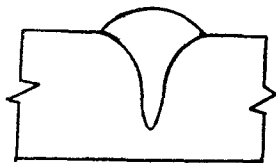


图1-2 焊缝截面形状

(图1-2) 例如，对于铝及铝合金，当焊接电流为 $450\sim 470$ 安时，工件无须预热其熔深可达 $15\sim 20$ 毫米，因此，它具有很高的焊接效率。

此外，由于焊接过程简单，明弧易于观察等也就较为容易实现焊接的机械化和自动化，而成为一种高效、优质的焊

接工艺。

3. 保证焊接质量的措施 良好的焊接设备和合理的工艺是获得优质焊接接头的基本条件。

首先，焊机能执行合理的焊接程序，使焊接连续、稳定地进行。例如，预先送氩、引弧送丝、焊炬能使氩气流充分地保护电弧与熔池，焊接规范有足够的调节范围，在焊接过程中规范稳定不受或基本不受电网波动的干扰，在停止焊接时，顺序实现停丝、停弧、断氩等等。为了电弧的稳定，一般采用直流弧焊电源。

其次，也要求有合理的焊接工艺。例如，在设备工作可靠、氩气能保证弧区及熔池与大气隔绝的条件下，如果焊丝或工件剖口表面不够清洁，仍能污染电弧气氛及焊缝金属而破坏焊接过程和焊接质量。另外还要合理地选择剖口形式、电流、电压、焊速等等规范参数。因此，为获得良好的焊接质量必须遵循合理的焊接工艺。

此外，某些金属材料它本身含有较多的气体、杂质或有严重的偏析、夹层存在。此时，无论氩气怎样保护也会因电弧的作用使焊缝产生气孔或裂纹。在这种情况下，单单依靠氩气保护就不够了，而要采取一些冶金措施，在焊丝中往往添加一定数量的合金元素，就是合金化的焊丝来脱气或强化焊缝。如焊接工业纯镍时采用含钛、铝成分的焊丝，焊接工业纯铜时采用合锡、锰、硅的焊丝就是这个道理。有时，为了改善焊接工艺性能，往往也在氩气中混入一定比例的一种或几种其它气体。因此，有些材料的焊接常常是采取综合性的措施，即采用合金化的焊丝又采用混合气体来改善焊接的工艺性和焊接接头质量。

这些措施与手段对于后面所述的熔化极脉冲氩弧焊焊接

质量和工艺性能的改善也是基本上适用的。

4. 熔化极氩弧焊的应用 由于熔化极氩弧焊较其它一些常用的焊接方法有着非常显著的优越性。因此,在我国国民经济的各部门如国防、化工、炼油、电站、船舶等行业的设备制造中不仅是轻金属,有色金属、合金钢、甚至碳素钢的一些结构,如压力容器、换热器、反应器、管道、构架……的焊接中已经得到了较为普遍的应用。目前,它已经成为一个重要的焊接手段。随着我国社会主义建设的发展,氩气供应的增加,成本的继续降低,熔化极氩弧焊的应用定会越来越为广泛。

二、熔化极氩弧焊的工作条件及局限

1. 熔滴的过渡形式 熔化极氩弧焊焊丝的熔滴向熔池的过渡形式因焊接电流的大小而有明显的不同。

焊接电流较小又维持一定的电弧电压(弧长)时,焊丝的熔滴是以较大直径的珠滴和每秒钟较少的滴数向熔池过渡。这种过渡形式称为“珠滴式过渡”或“滴状过渡”,其焊接质量较差,一般不采用。

焊接电流、电弧电压(弧长)较小和焊丝较细时,焊丝与工件接触短路时焊接电流激增、焊丝熔化而引起电弧,此后焊丝与工件再次短路,这个过程反复进行(短路频率可达每秒几十次至几百次),这种过渡形式称作“短路过渡”,这种过渡形式在薄板焊接上得到了应用称之为“短弧焊”。

一定直径的焊丝、维持一定的电弧电压(弧长),当电流增大到一定数值时,焊丝熔滴的过渡形式会发生一个突变,由较大直径的珠滴变成每秒钟数百滴、直径十分细小的熔滴向熔池过渡,同时电弧有较大的吹力,明显地集中和有方向性。这种过渡形式称之为“喷射过渡”或“射流过渡”。应当

指出：这个现象通常只有在氩或富氩的气氛中才能产生。引起熔滴过渡形式突变的焊接电流值通常称为“临界喷射电流”。这个“临界喷射电流”值会因许多条件的不同而有一些变化，如焊丝的外伸长度、工件的温度、气体成分等。不同材料、不同直径焊丝的“临界喷射电流”值也不相同，一般说来，它随材料的熔点、焊丝直径的增加而增加。图 1-3 的 a、b、c、分别示出了碳钢焊丝随焊接电流变化过渡形式的变化；不同直径碳钢焊丝的临界喷射电流值；不同材料、不同直径焊丝的临界喷射电流值。

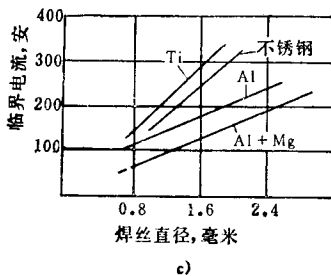
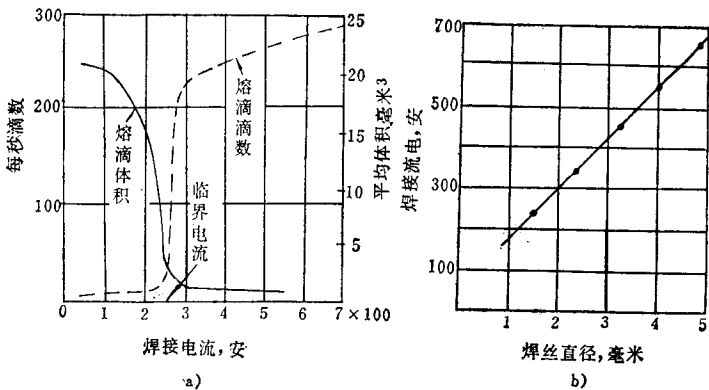


图 1-3

- a—电流与过渡形式的关系，低碳钢焊丝直径 1.6 毫米，Ar + O₂ 1% 气体，弧长 6 毫米反接；
- b—不同直径焊丝的临界喷射电流值；
- c—不同材料、不同直径焊丝的临界喷射电流值

2. 熔化极氩弧焊的工作条件及局限 一般金属材料的熔化极氩弧焊是使熔滴在射流式过渡的条件下工作,即对于一定直径的焊丝使用的焊接电流必须在临界喷射电流值之上,如采用 $\phi 1.6$ 的碳钢焊丝,其焊接电流必须大于250安。这个电流数值,在某些情况下是有些过大,如对薄板及热敏感性大的金属材料的焊接等,将直接影响焊接的正常进行和焊接质量。如果为了保持射流过渡又降低焊接电流,就必须减小焊丝直径,这样又会带来一系列的问题。如送丝机构的复杂化、送丝的困难、成本的提高等等。在这些生产领域内就限制了熔化极氩弧焊的使用。因此,自然就提出了一个问题:怎样才能适当的焊丝直径条件下,焊接电流较小、低于临界射流值而又能获得熔滴的射流过渡?这将导致了脉冲氩弧焊的产生,因熔化极脉冲氩弧焊由于采用脉冲焊接电流则能够很好地解决这个问题,因此也可以说它扩大了熔化极氩弧焊的使用范围,它是熔化极氩弧焊的一种特殊形式。而且由于它本身具有的许多特点而使其应用的领域更加广泛。如大厚度材料就是采用大直径的焊丝利用脉冲电流实现了高效优质的窄间隙焊接;多种金属材料的全位置焊接等等。

第二节 熔化极脉冲氩弧焊的工作原理

一、脉冲电流产生射流过渡的原理及基本参数

实现用低于临界射流值的焊接电流、熔滴以射流的过渡形式进行焊接,是由于在焊接过程中采用了如图1-4所示的脉冲焊接电流的缘故。

由图1-4可见脉冲焊接电流具有低于临界喷射电流值 I_c 的焊接平均电流 I_p ,因而焊接热量较小,但它有高于临界射流值 I_c 的脉冲峰值电流 I_s ,当脉冲电流的波峰高于 I_c ,

时，就要引起熔滴的射流过渡而满足工艺要求。数值较低的基本电流 I_g （亦称维弧电流）一方面用于维持电弧的连续，同时通过改变基本电流的大小（有时还须改变脉冲的频率、宽度）来调节电弧的功率，以适应不同焊接对象的不同要求。这样在较小的、又可以大幅度调节的焊接电流下就实现了熔滴的射流过渡。

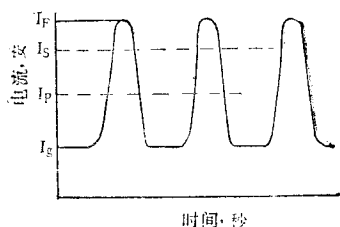


图1-4 脉冲焊接电流波形图
 I_F —峰值电流； I_S —临界喷射电流；
 I_P —平均电流； I_g —基本电流

二、熔化极脉冲氩弧焊的熔滴过渡

从图 1-4 可以看出，脉冲的峰值电流是间断的达到和超过临界喷射电流值的。因而由它引起的熔滴的射流过渡也是间断的。50赫芝以上的脉冲电流和射流过渡的频率已超过人的辨别能力，以肉眼观察很难和通常的熔化极氩弧焊相区别。只是伴随着电弧的相应缩胀、空气产生低频振荡而发出轻微的“啞—”声响。有人借助高速摄影机等设备对在脉冲电流作用下的熔滴过渡情况进行了观察和研究，例如图 1-5 所示。是在铝材上，用直径 $\phi 1.6$ 焊丝，脉冲频率 60 周实验所得。通过研究还发现，熔滴过渡及电弧的状况等，均受脉冲参数的影响。例如：每一脉冲过渡的熔滴滴数、电弧的等离子流密度、熔深等会因脉冲峰值电流、脉冲电流宽度、脉冲

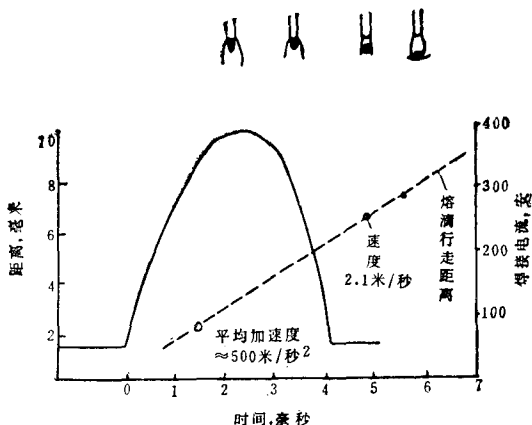


图1-5 熔化极脉冲氩弧焊的熔滴过渡

频率的增加而增加等等。

三、对脉冲参数的基本要求

1. 脉冲峰值电流 I_p ，它要大于临界喷射电流 I_s ，且超过 I_s 的部分有一定的宽度（时间）和幅值、使其能量足以造成熔滴的射流。当这部分能量增加时，每个脉冲引起的熔滴过渡数量、熔深要增加。特别是峰值幅度增加时对电弧的扰动加强，因而，要求氩气能更好地保护弧区与熔池。从使用的角度来看，只要 I_p 超过 I_s 能引起熔滴的射流过渡即可， I_p 过大有时也是有害的。实践指出：在焊接铝及铝合金时， I_p 过大使向熔池过渡的熔滴不仅是沿电弧的轴向运动而且发生径向运动而产生较多的飞溅，这是我们所不希望的。因此，在这种情况下要适当地控制 I_p 的幅值。但在焊接铬镍不锈钢及碳钢等材料时不会产生这种现象，而使电弧更加挺拔，这往往是焊工所希望的。因此在焊接这类金属材

料时，常常使 I_r 值更大一些。

2. 基本电流 I_g 它不能为“零”值，否则将使电弧熄灭，破坏电弧的连续。它的能量可以部分地熔化焊丝、给脉冲电流以能量的补充，帮助射流的实现。通常在脉冲电流的峰值能保证熔滴射流的条件，通过调节基本电流的数值来获得所需要的电弧能量。

3. 脉冲频率 脉冲频率的高低要引起电弧能量、产生熔滴射流的能量及电弧挺度等的相应变化。频率过低，如低于48赫芝电弧有明显的闪烁，引起不适的感觉。为使设备的简化实用，目前熔化极脉冲弧焊电源大都是用工频整流获得50周和100周的脉冲频率。

4. 脉冲电流波形 脉冲的波形直接影响达到和超过 I_r 值的脉冲电流的幅度和时间宽度，即影响引起熔滴射流的电弧能量。只要这个能量足够能保证熔滴的射流过渡条件下，应取最易获得的波形。大多数的熔化极脉冲弧焊电源都是采用正弦波或部分正弦波(用可控硅截去波形的一部分)。