

埋弧自动焊



工艺分析 及操作案例

姜泽东 主编



化学工业出版社

埋弧自动焊



工艺分析 (及) 操作案例

姜泽东 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

埋弧自动焊工艺分析及操作案例/姜泽东主编. —北京:
化学工业出版社, 2009. 4
ISBN 978-7-122-04705-2

I. 埋… II. 姜… III. 埋弧焊: 自动焊-案例
IV. TG445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 010904 号

责任编辑: 周 红
责任校对: 王素芹

文字编辑: 闫 敏
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
850mm×1168mm 1/32 印张 6 $\frac{3}{4}$ 字数 137 千字
2009 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)
售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

前 言

焊接技术在工业、农业、国防等各个领域的应用日益广泛，在经济建设中发挥着越来越重要的作用。近年来，随着我国工业现代化自动控制技术水平的提高，要求在生产一线造就一批懂技术、通晓生产过程的焊接人才。为了满足广大焊接技术人员的需求，我们编写了《埋弧自动焊工艺分析及操作案例》、《熔化极气体保护焊工艺分析及操作案例》、《钨极氩弧焊工艺分析及操作案例》以及《焊条电弧焊工艺分析及操作案例》等一系列图书，希望能对焊接专业技术人才的培训及专业技能水平的提高有所帮助。

本套书是在焊接专业各个岗位技术人员共同努力下，结合焊工教学和生产实践经验，并参考大量文献资料编写而成的。书的内容体现了理论与实践相结合的原则，突出了实践性、科学性和先进性，较全面地介绍了焊接生产中的各种实用技术，涉及焊接工艺、焊接设备和焊接操作技术等各个方面，因此，该套书是广大焊接技术人员提高理论和实际操作水平的良师益友。《埋弧自动焊工艺分析及操作案例》是这一系列图书中的一本，主要介绍了各种埋弧自动焊焊接方法、焊接设备、焊接工艺及工程应用操

作案例，内容新颖，文字简练，重点突出，通俗易懂，适合各层次焊接技术人员、焊接专业院校师生和科研人员参考。

本书由姜泽东主编，参加编写的有陈保国、史维琴等。在编写过程中曾得到常州工程职业技术学院任卫东、董海忠、沈秋忠、恽文种、马国兴、刘军威、戚月明、徐林冲、邵云龙等的帮助与支持。值本书出版之际，特向关心和支持本书的各位领导、专家表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不足和疏漏，恳请使用本书的读者和专家批评指正。

编者

目 录

第 1 章 埋弧自动焊基础知识	1
1.1 埋弧自动焊原理及应用	1
1.1.1 埋弧自动焊工作原理	1
1.1.2 埋弧自动焊的特点	3
1.1.3 埋弧自动焊的应用	4
1.2 埋弧自动焊焊接设备	4
1.2.1 埋弧自动焊电源的种类及基本特性	5
1.2.2 埋弧自动焊设备的组成	6
1.2.3 典型埋弧自动焊焊机简介	7
1.2.4 埋弧自动焊焊机的选用	11
1.2.5 埋弧自动焊焊接设备的使用和维护	13
1.3 埋弧自动焊控制系统	15
1.3.1 埋弧自动焊电弧的自动调节原理	15
1.3.2 埋弧自动焊送丝系统控制电路	17
1.4 埋弧自动焊焊接参数	18
1.5 埋弧自动焊时的冶金反应	24

1.6 埋弧自动焊焊接材料	25
1.6.1 埋弧自动焊焊剂	25
1.6.2 埋弧自动焊焊丝	27
1.6.3 埋弧自动焊焊剂与焊丝的选配	28
1.7 埋弧自动焊焊接技术	31
1.7.1 埋弧自动焊工艺过程	31
1.7.2 埋弧自动焊操作技术	34
 第2章 操作案例及工艺分析	44
2.1 碳钢的埋弧自动焊工艺	44
2.1.1 碳钢的基本特性	44
2.1.2 普通结构钢的基本特性	46
2.1.3 碳钢的焊接性及埋弧自动焊特点	46
2.1.4 碳钢埋弧自动焊典型工艺规程	58
2.2 低合金钢的埋弧自动焊工艺	68
2.2.1 低合金钢的焊接性	68
2.2.2 低合金钢焊接工艺分析	75
2.2.3 常用低合金钢埋弧自动焊典型工艺规程	90
2.3 不锈钢的埋弧自动焊工艺	99
2.3.1 概述	99
2.3.2 铁素体不锈钢的焊接性及埋弧自动焊特点	103
2.3.3 奥氏体不锈钢的焊接性及埋弧自动焊特点	112
2.4 铜及铜合金的埋弧自动焊工艺	130

2.5 异种金属的埋弧自动焊工艺	134
2.5.1 异种金属的可焊性	134
2.5.2 异种金属埋弧自动焊典型工艺规程	136
2.6 埋弧堆焊焊接工艺	137
2.6.1 概述	137
2.6.2 埋弧堆焊方法原理	139
2.6.3 带极埋弧堆焊的冶金和工艺特点	143
2.6.4 各种材料的带极埋弧堆焊工艺	162
2.6.5 带极埋弧堆焊典型工艺规程	165
2.7 窄间隙埋弧自动焊焊接工艺	172
2.7.1 概述	172
2.7.2 窄间隙埋弧自动焊的技术关键	173
2.7.3 窄间隙埋弧自动焊的焊接工艺	174
2.7.4 窄间隙埋弧自动焊典型工艺规程	178
2.8 对接环焊缝埋弧横焊焊接工艺	182
2.8.1 埋弧自动横焊机	182
2.8.2 埋弧自动焊横焊的特点	183
2.8.3 埋弧横焊焊接实例	184
2.9 双丝埋弧自动焊焊接工艺	186
2.9.1 概述	186
2.9.2 双(多)丝埋弧自动焊基本原理	186
2.9.3 双丝埋弧自动焊的特点	188
2.9.4 双丝埋弧自动焊典型工艺规程	189

附录	192
----------	-----

附录一 埋弧自动焊坡口基本形式及尺寸标准	192
----------------------------	-----

附录二 埋弧自动焊常见缺陷及防止措施	200
--------------------------	-----

附录三 埋弧自动焊机常见故障及处理方法	202
---------------------------	-----

参考文献	204
------------	-----

第1章

埋弧自动焊基础知识

1.1 埋弧自动焊原理及应用

1.1.1 埋弧自动焊工作原理

埋弧自动焊是以连续送入的焊丝作为电极和填充金属，焊接

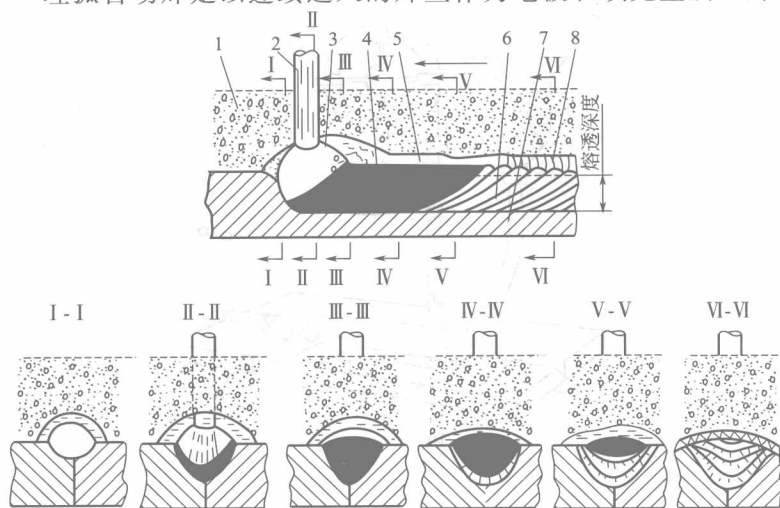


图 1-1 埋弧自动焊焊缝形成过程

1—焊剂；2—焊丝；3—电弧；4—金属熔池；5—熔渣；6—焊缝；7—焊件；8—渣壳

时,在焊接区的上面覆盖一层颗粒状焊剂,电弧在焊剂层下燃烧,将焊丝端部和局部母材熔化,形成焊缝。在电弧热的作用下,上部分焊剂熔化熔渣并与液态金属发生冶金反应。熔渣浮在金属熔池的表面,一方面可以保护焊缝金属,防止空气的污染,并与熔化金属产生物理、化学反应,改善焊缝金属的成分及性能;另一方面还可以使焊缝金属缓慢冷却。埋弧自动焊可以采用较大的焊接电流,埋弧自动焊焊缝形成过程如图 1-1 所示。

埋弧自动焊焊接过程如图 1-2 所示。焊剂 10 由焊剂漏斗 2 流出,均匀地撒在焊件 1 上,焊丝经送丝装置 4,通过导电嘴 8 将焊丝送向焊件焊接区,在焊接电源 5 的作用下,电弧引燃。电弧在焊剂 10 下燃烧,将焊剂、焊件、焊丝不断地熔化形成熔池。

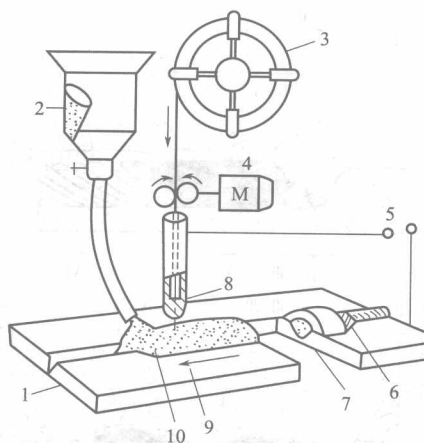


图 1-2 埋弧自动焊焊接示意

- 1—焊件; 2—焊剂漏斗; 3—焊丝; 4—送丝装置; 5—焊接电源;
6—熔渣; 7—熔敷金属; 8—导电嘴; 9—焊接方向; 10—焊剂

随着焊丝与焊件相对运动,不断形成熔池,经冷却、凝固完成焊接过程。在加热、熔化、凝固、结晶过程中,各种化学成分进行着复杂的冶金反应,因此,可以通过焊剂、焊丝向焊缝金属过渡各种化学元素。

1.1.2 埋弧自动焊的特点

(1) 埋弧自动焊的优点

- ① 焊接生产率高 其效率是焊条电弧焊的4~5倍。
- ② 电流大 在焊丝与焊条直径相同的情况下,埋弧自动焊使用的电流比焊条电弧焊大3~5倍,因此,热效率高、熔深大。
- ③ 焊接质量易保证 熔池及焊缝金属保护良好;焊缝成形美观。
- ④ 便于生产机械化 埋弧自动焊的参数易于实现自动调节,并将保持恒定,为实现机械化生产提供了便利条件。
- ⑤ 劳动条件好 没有强烈的弧光辐射,劳动强度明显优于焊条电弧焊。

(2) 埋弧自动焊的缺点

- ① 可见度差 焊接区电弧和接头相对位置难以直接观察,易产生焊缝焊偏的现象,所以一般应配有电弧导向焊缝自动跟踪装置。
- ② 焊接位置受到限制 由于采用粒状焊剂,某些位置如立焊、仰焊难以实现埋弧自动焊。
- ③ 不适于薄件焊接 当埋弧自动焊电流低于100A时,电弧稳定性下降,在焊薄件时质量难以保证。

1.1.3 埋弧自动焊的应用

埋弧自动焊与手弧焊相比,其最大的优点是焊缝质量好,焊接速度高,是最常采用的高效率焊接方法之一,它特别适于焊接大型工件的直缝和环缝。而且多数采用机械化焊接。目前主要用于焊接各种钢板结构,可用来焊接碳素结构钢、低合金结构钢、不锈钢、耐热钢和复合钢材等,还可用于焊镍基合金和铜合金及堆焊耐磨耐蚀合金。由于熔渣可降低接头冷却速度,故某些高强度结构钢、高碳钢等也可采用埋弧自动焊焊接。在造船、锅炉、压力容器、桥梁、起重机械及冶金机械制造业中广泛应用。

1.2 埋弧自动焊焊接设备

焊接设备是将电能转换为焊接能量,使金属或非金属工件的焊接部分熔融或塑性挤压,达到原子间的结合,从而实现焊接的一种热加工设备。电焊机作为基本的加工设备,广泛应用于国民经济各个部门。随着工业和科学技术的发展,对焊接技术和焊接设备提出了新的要求,并促使其发展,而焊接技术和焊接设备的发展,又推动了工业和科学技术的进一步发展。

电焊机通常由机体、焊接电源和控制器三部分组成。但不同品种结构差别很大。例如,最简单的手工电弧焊机,仅由弧焊电源和焊钳组成,焊条送进及焊接电弧移动均靠人手工操作。电焊作为一种基本的金属加工方法,在国民经济各部门中应用极为普遍。电焊机按焊接热源原理分为电弧焊机和电阻焊机两种基本类

型。前者是通过电弧产生的热量熔化工件结合处而实现焊接,后者则是通过大电流使工件结合处产生电阻热达到塑熔并加压而实现焊接的,这两类焊机应用最广。随着生产和科学技术发展的需要,采用其它新能源或新焊接原理的焊接设备(包括一些不是直接利用电能加热焊接工件的设备)在不断增加。

焊接电源为埋弧自动焊提供电能,其基本原理与普通弧焊电源相同,但在电气特性和结构方面有一些特殊要求,这是因为弧焊电源的供电对象不同,电弧是一种特殊负载,焊接电源必须满足以下埋弧自动焊的工艺要求。

① 容易引弧。

② 电弧能稳定地燃烧,并保证焊接规范的稳定。

③ 有足够宽的焊接参数调节范围。

因此对埋弧自动焊电源提出了诸如外特性、动特性、电流(或电压)调节范围等许多要求。

1.2.1 埋弧自动焊电源的种类及基本特性

埋弧自动焊所使用的电源有交流与直流两大类。通常的交流电源都是以正弦波输出的,其最大的特点为结构简单,成本低,少量以交流矩形波输出的电源。因为其结构复杂,故仅在某些特殊工艺要求情况下才采用。

直流弧焊电源在成本上比普通交流电源要高一些,但其电弧燃烧稳定,特性容易控制,可以达到高质量、高精度的要求,故使用越来越广泛。

外特性是弧焊电源的重要特性之一,根据埋弧自动焊设备的

电路控制方式、送丝控制形式及工艺要求不同，外特性有陡降、缓降、水平及复合等不同形式。

埋弧自动焊电源有多种结构，形成不同的类型，以各自的特点实现各种特性以满足焊接要求。目前用得最多的是新型的逆变式直流多特性埋弧自动焊焊机。

1.2.2 埋弧自动焊设备的组成

埋弧自动焊设备包括主要设备和辅助设备。主要设备是埋弧自动焊焊机；辅助设备有埋弧自动焊焊接操作机、埋弧自动焊焊件变位装置和埋弧自动焊焊缝成形装置等。

(1) 埋弧自动焊焊机

埋弧自动焊焊机由焊接小车、焊接电源和控制电路等组成。其主要功能是连续不断地向电弧焊焊接区输送焊丝，传输焊接电流，使电弧沿焊缝均匀移动，控制电弧的能量参数，控制焊自启动和停止，向焊接区铺撒焊剂，焊前调节焊丝末端位置，预置有关焊接参数等。

(2) 埋弧自动焊辅助设备

① 埋弧自动焊焊接操作机 焊接操作机，常称之为焊机变位装置，主要功能是将焊机机头准确地送到待焊部位上；以给定的速度均匀地移动焊机；它与焊件变位装置配合使用，可以完成各种位置焊件的焊接。常用的变位装置有平台式、悬臂式和龙门式等几种。

② 埋弧自动焊焊件变位装置 焊件变位装置主要有滚轮架和翻转机。它的作用是灵活、准确地旋转、倾斜、翻转焊件，使

焊缝处于最佳位置,以达到提高劳动生产率和改善焊接质量的目的。

(3) 埋弧自动焊焊缝成形装置

焊缝成形装置有多种,如铜垫板、焊剂衬垫、焊剂-铜垫等。

1.2.3 典型埋弧自动焊焊机简介

1.2.3.1 MZ-1000 型埋弧自动焊焊机的组成和功能

MZ-1000 型焊机是应用广泛的一种电弧电压自动调节、变速送丝的典型埋弧自动焊焊机,适合于水平位置或与水平面倾斜不大于 15° 的各种有坡口或无坡口的对接、搭接和角接接头的焊接;如果借助转胎还可焊接圆筒焊件的内、外环缝。焊机主要由 FD11-200T 型自动焊接小车(或悬臂式支架)、MZP-1000 型控制箱和焊接电源三大部分组成。其焊接电源既可选用交流,也可选用直流;交流电源常配用 BX2-1000 型焊接变压器,直流电源则可配用具有相当功率,并具有陡降外特性的直流弧焊机或焊接整流器。

(1) FD11-200T 型自动焊接小车

其由机头、送丝电动机、小车拖动电动机、操作控制盘、焊丝盘及焊剂漏斗等组成。焊接小车的结构如图 1-3 所示。

① 机头 机头的功能是输送焊丝。它由一台送丝电动机、减速机构和送丝滚轮组成,焊丝经送丝滚轮送出,经矫直滚轮进入导电嘴,然后到达焊接区。

② 操作控制盘 操作控制盘装有电压表、电流表、电弧电压与焊接速度调节器,还有各种控制开关和按钮等。

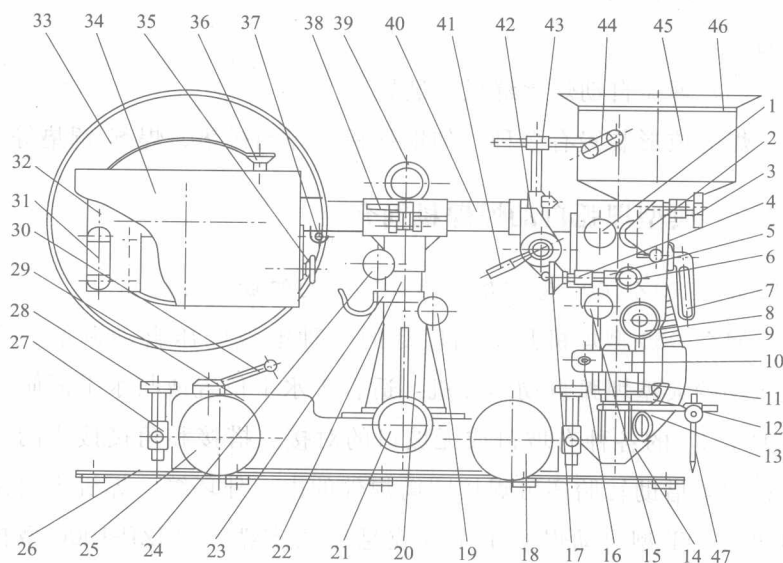


图 1-3 FD11-200T 型自动埋弧焊焊接小车结构示意图

1—送丝轮；2—压紧轮压块；3—压紧轮调节手轮；4—校直轮支座；
 5—校直轮支架；6—校直轮；7—焊剂漏料开关；8—导电嘴升降手轮；
 9—送料软管；10—电极板；11—焊枪；12—漏料弯管支架；13—漏料弯管；
 14—焊剂导向漏斗；15—导向轮；16—电缆固定螺栓；17—校直轮调节手轮；
 18—车身从动轮；19—立柱升降锁紧手轮；20—立柱座；21—立柱水平移动手轮；
 22—立柱；23—电缆挂钩；24—横梁水平回转锁紧手轮；25—车身主动轮；
 26—小车行走导轨；27—靠模支架；28—靠模导向轴承；29—车身；30—手动、自动手柄；
 31—电缆安装支架；32—分流器安装支架；33—焊丝盘；34—控制箱盒；35—控制箱垂直锁紧手轮；
 36—控制箱水平锁紧手轮；37—抱箍锁紧螺栓；38—横臂锁紧手柄；39—吊环；
 40—横臂；41—机头锁紧手柄；42—机头离合器座；43—导丝轮支架；
 44—导丝轮；45—焊剂盒；46—焊剂筛网；47—跟踪器