



焊接技术及自动化专业规划教材

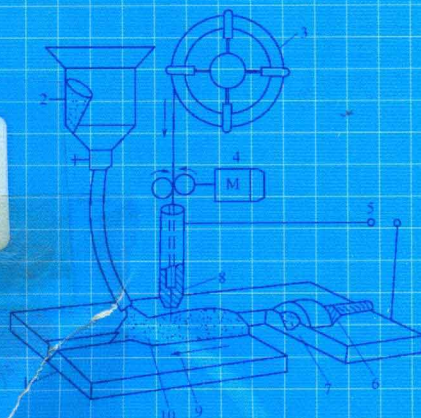
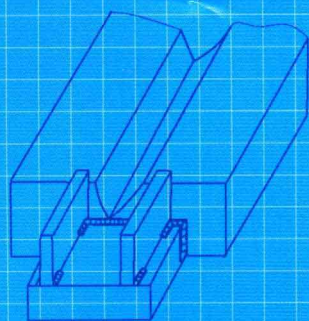
使用埋弧自动焊 焊接结构件

姜泽东 主编 陈保国 主审

SHIYONG MAIHU
ZIDONGHAN
HANJIE JIEGOU



化学工业出版社



焊接技术及自动化专业规划教材

使用埋弧自动焊焊接结构件

姜泽东 主编

陈保国 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以特种设备焊接操作人员考核细则规定的埋弧自动焊焊工考核项目 SAW- 1G (K) 为主线进行构建, 主要包括埋弧自动焊焊接设备的安装与调试、埋弧自动焊焊接材料和冶金特点、埋弧自动焊低碳钢厚板 I 形坡口平对接焊接、低碳钢厚板 V 形坡口平对接焊接、埋弧自动焊环焊缝焊接、埋弧自动焊横焊技术以及埋弧自动焊带极堆焊等焊接技术, 结合焊接技术及自动化专业的教学及实际生产, 选择了相应的典型生产案例作为教学任务, 涵盖了设备的安装调试, 工艺参数的选择及焊接质量的检查, 明确了每个教学项目和任务的能力目标、知识目标和素质拓展目标。

本书适合作高职高专焊接及自动化专业学生教材, 也适合作相应专业的工程技术人员的培训教材及焊接作业人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

使用埋弧自动焊焊接结构件/姜泽东主编. —北京:
化学工业出版社, 2012. 7

焊接技术及自动化专业规划教材

ISBN 978-7-122-14524-6

I. 使… II. 姜… III. 埋弧焊-自动焊-焊接工艺-
教材 IV. TG445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 127375 号

责任编辑: 高 钰 李 娜
责任校对: 顾淑云

装帧设计: 刘丽华

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: 北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 8 字数 195 千字 2012 年 11 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

本教材是根据高职高专的教育培养目标及焊接技术及自动化专业人才培养对象特点进行编写，依据高职教学特点以项目化教学模式进行内容的编排，明确了每个教学项目和任务的能力目标、知识目标和素质拓展目标，知识难易程度适中，非常适合高职教学的需要以及焊接作业人员参考。本教材以理论与实践相结合为原则，突出实践性、科学性和先进性，在编写过程中把相应标准规定的考核项目安排到教学过程中，以特种设备焊接操作人员考核细则规定的埋弧自动焊焊工考核项目为主线进行构建，涵盖了焊接工艺、焊接设备和焊接操作技术等各个方面，因此，该书是广大高职学院焊接相关专业的学生和教师、特种设备及结构件焊接从业人员提高理论和实际操作水平的良师益友。

本书由姜泽东主编，陈保国主审，史维琴、吴叶军、沈秋忠、马国兴以及常州锅炉有限公司羊文新等参加编写，本书出版之际，向关心和支持本书的各位领导特此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，以及时间仓促，错误和不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者
2012 年 5 月

目 录

工作任务篇

项目一 低碳钢厚板 I 形坡口平对接焊接	1
工作任务一 埋弧自动焊焊接设备的安装与调试	1
工作任务二 焊接工件的加工与装配	15
工作任务三 焊接工件 [SAW-1G (K)-07/08/19]	18
项目二 低碳钢厚板 V 形坡口平对接焊接	31
工作任务一 焊接工件坡口的加工与装配	31
工作任务二 焊接工件 [SAW-1G (K) -07/09/19]	33
项目三 埋弧自动焊环焊缝焊接	37
工作任务一 焊接操作机与滚轮架的安装与调试	37
工作任务二 环焊缝单丝堆焊焊接	42
项目四 埋弧自动焊带极堆焊焊接	46

教学案例篇

项目五 埋弧自动焊对接焊接典型工艺规程	61
工作任务一 20g 中厚板对接接头的双面埋弧焊	61
工作任务二 板厚为 65mm 的 Q235 钢 UV 组合形坡口对接焊接	62
工作任务三 材料为 20g 钢的高压加热器壳体纵缝双面埋弧焊接	64
工作任务四 90mm 以下 16Mn 钢板的埋弧焊接	66
工作任务五 板厚 30mm 的 16Mn 钢板 U 形坡口对接焊接	67
工作任务六 30mm 以上 15MnV 钢板的埋弧焊接	68
工作任务七 0Cr13 钢的埋弧自动焊接工艺规程	68
工作任务八 1Cr18Ni19Ti 不锈钢板对接埋弧焊接	69
工作任务九 30m ³ 奥氏体不锈钢发酵罐埋弧焊接	70
工作任务十 铜材精馏塔纵缝的埋弧焊接	71
工作任务十一 钢与铜的埋弧焊接	71
项目六 埋弧自动焊环焊缝焊接典型工艺规程	73
工作任务一 材料为 15MnMoVN 钢的高压球形气瓶环缝埋弧焊接	73
工作任务二 20MPa 蓄势器筒体环缝埋弧焊接	75
项目七 埋弧自动焊带极堆焊典型工艺规程	77
工作任务一 加氢精制反应器筒体内壁带极堆焊	77
工作任务二 5L 尿素合成塔球形封头内壁埋弧带极堆焊	78
工作任务三 20MnMo 管板上的埋弧堆焊	79
工作任务四 300MW 水轮机转轮双金属上冠不锈钢带极埋弧堆焊	80
项目八 窄间隙埋弧自动焊焊接典型工艺规程	83

工作任务一 液压机缸制造过程中窄间隙埋弧焊接	86
工作任务二 600MW 锅炉锅筒纵环焊缝窄间隙埋弧焊接	86
项目九 双丝埋弧自动焊焊接典型工艺规程	89
工作任务一 高层建筑钢结构双丝埋弧自动焊	90
工作任务二 厚壁容器的双丝埋弧自动焊	91
项目十 埋弧横焊焊接典型工艺规程	93
工作任务 材料为 Q235 系列钢材的 1 万 m ³ 储罐埋弧横焊	94
课程习题库	96
附表一 埋弧自动焊坡口基本形式及尺寸标准 (GB/T 985.2—2008)	112
附表二 埋弧焊常见缺陷及防止措施	119
附表三 埋弧焊机常见故障及处理方法	121
参考文献	122

工作任务篇

项目一 低碳钢厚板 I 形坡口平对接焊接

工作任务一 埋弧自动焊焊接设备的安装与调试



知识目标

1. 了解埋弧自动焊的特点及应用；
2. 掌握埋弧自动焊工作原理；
3. 掌握埋弧焊电源的种类及基本特性；
4. 理解埋弧焊设备的组成及埋弧焊机的选用；
5. 理解埋弧焊控制系统；
6. 掌握埋弧自动焊设备的使用和维护。



能力目标

1. 能够准备焊接设备调试用焊接试板；
2. 能够调试焊机及调节焊接参数；
3. 能够正确安装焊丝和焊剂；
4. 能够调试焊接小车并进行焊接；
5. 能够进行焊接设备的维护。



素质目标

1. 养成遵守各项安全操作规程的良好职业道德；
2. 养成良好的职业道德和吃苦耐劳、踏实肯干的工作作风；
3. 培养良好的心理素质和克服困难的能力；
4. 养成较强的质量、安全和环保意识；
5. 培养独立思考和自我学习的能力；
6. 养成“5S”管理意识。



知识要求

一、埋弧焊原理及应用

1. 埋弧焊工作原理

埋弧焊是以连续送入的焊丝作为电极和填充金属。焊接时，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。埋弧焊可以采用较大的焊接电流，埋弧焊焊缝形成过程如图 1-1 所示。

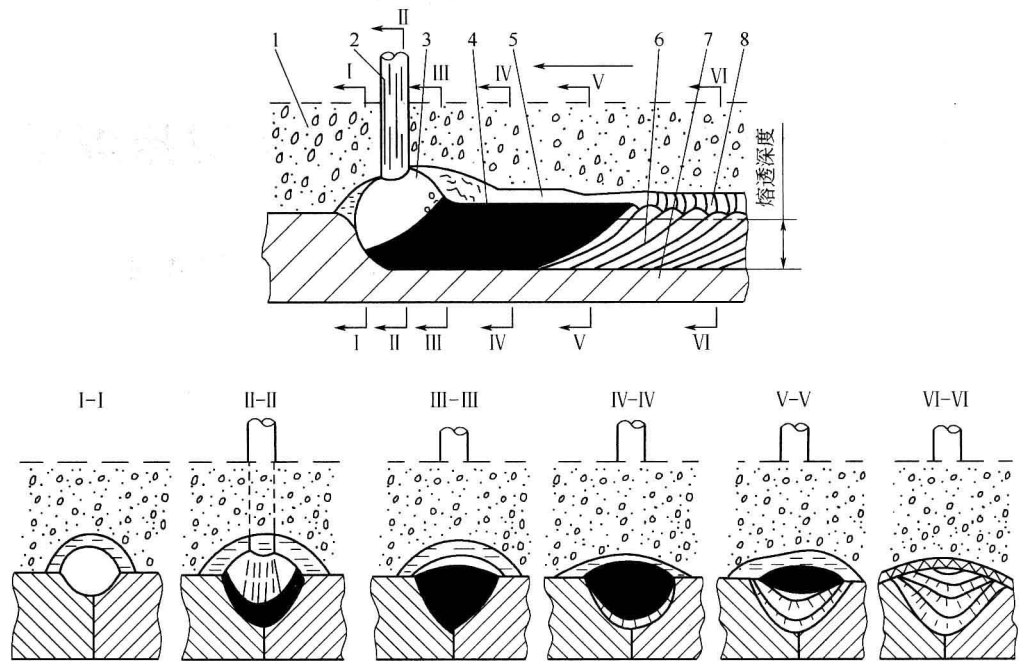


图 1-1 埋弧焊焊缝形成过程

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

埋弧焊过程如图 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。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。

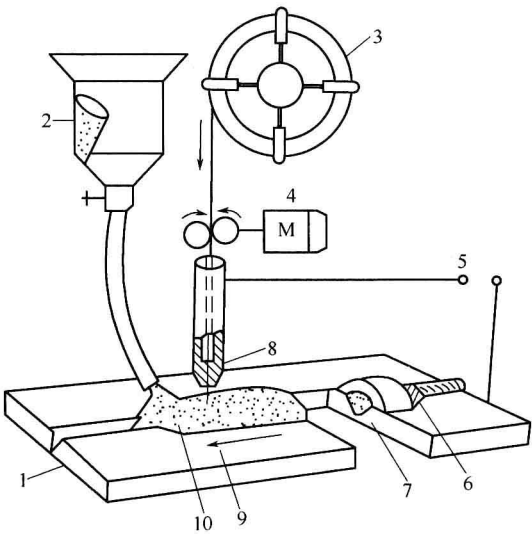


图 1-2 埋弧焊示意图

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

2. 埋弧焊的特点

(1) 埋弧焊的优点

- 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的条件。

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) 埋弧焊的缺点

① 可见度差。焊接区电弧和接头相对位置难于直接观察，易产生焊偏焊缝的现象，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，某些位置例如：立焊、仰焊难以实现埋弧焊。

③ 不适于薄件焊接。当埋弧焊电流低于 100A 时，电弧稳定性下降，在焊薄件时质量难以保证。

3. 埋弧焊的应用

埋弧焊与手弧焊相比，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以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。

二、埋弧焊焊接设备

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，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，采用其他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，焊接电源必须满足埋弧焊的工艺要求：

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. 埋弧焊电源的种类及基本特性

埋弧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，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贵一些,但其电弧燃烧稳定,特性容易控制,可以达到高质量、高精度要求,故使用愈来愈广泛。

外特性是弧焊电源的重要特性之一,根据埋弧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焊机。

2. 埋弧焊设备的组成

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

(1) 埋弧焊焊机

埋弧焊焊机由焊接小车、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,控制焊机启动和停止,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) 埋弧焊辅助设备

① 埋弧焊焊接操作机。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。

3. 典型埋弧焊机简介

(1) MZ-1000 型埋弧焊机的组成和功能

MZ-1000 型焊机是应用广泛的一种电弧电压自动调节、变速送丝的典型自动埋弧焊机,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)、MZF-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。控制盒结构如图 1-4 所示。

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。

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。

焊丝盘:焊丝盘为盘绕焊丝的装置。

焊剂漏斗:焊剂漏斗的功能是将焊剂通过软管送到导电嘴的漏斗中,使焊剂撒布在焊丝周围,并堆积适当的厚度。

焊接小车:小车由直流电动机带动,其速度可在 $20\sim 62\text{m/h}$ 范围内均匀调节。

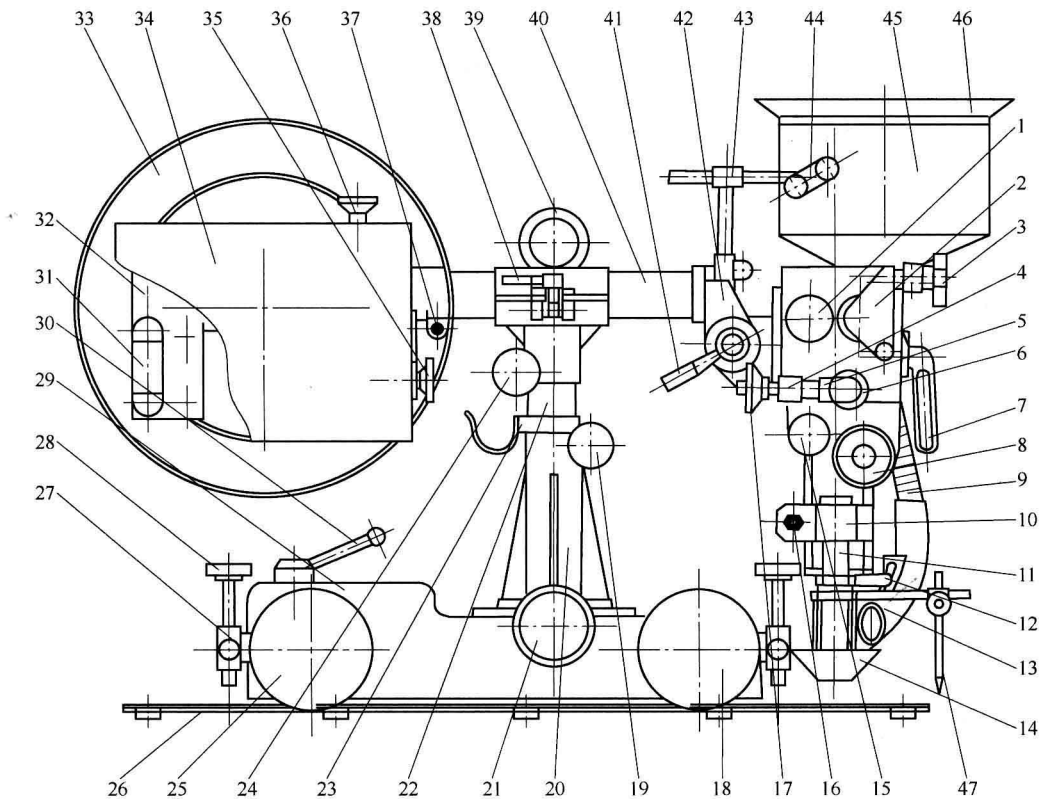


图 1-3 FD11-200T 自动埋弧焊焊接小车结构示意图

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

② MZP-1000 型控制箱。

其安装有一台电动机与发电机组，还有中间继电器、接触器、控制变压器、整流器、镇定电阻、互感器等元件，在控制箱正面的一侧装有一个操纵用的三相电源开关和电源控制线圈，另一侧接动力电源和控制电源。

③ 焊接电源。

MZ-1000 型埋弧焊机在配用交流电源时，电源为 BX2-1000 交流弧焊变压器，也可选用相当功率的直流电源。

④ 外部接线。

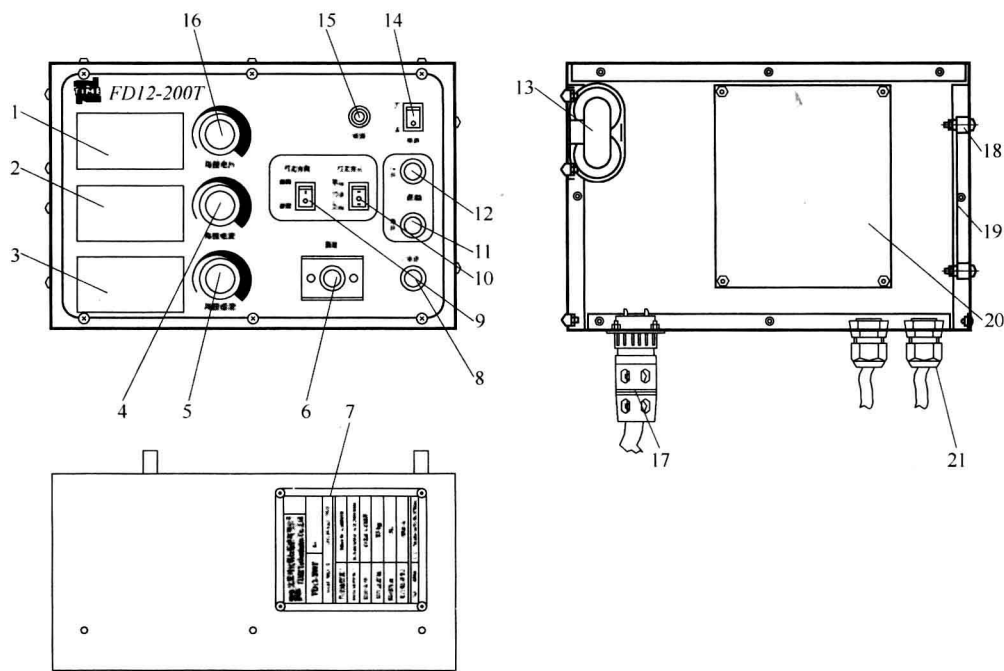


图 1-4 FD11-200T 控制盒结构示意图

- | | | |
|--------------|-------------|------------------------|
| 1—电压表； | 8—停止按钮（红）； | 15—电源指示灯； |
| 2—电流表； | 9—选择开关 S3； | 16—电压调节电位器； |
| 3—焊接速度表； | 10—选择开关 S2； | 17—电连接器（PLS2816PF+RM）； |
| 4—电流调节电位器； | 11—点动送丝按钮； | 18—连接器； |
| 5—焊接速度调节电位器； | 12—点动抽丝按钮； | 19—PCB04T 板； |
| 6—启动按钮； | 13—控制变压器； | 20—PCB05 板； |
| 7—铭牌； | 14—电源开关 S1； | 21—垫块 |

在焊机使用时必须按制造厂提供的外部接线图，将焊机各部分连接起来。如图 1-5 与图 1-6 所示。

(2) MZ-1000 系列埋弧焊焊机电路原理和结构

如图 1-7 所示为控制电路图，图 1-8 为主电路原理图。

4. 埋弧焊焊机的选用

埋弧焊用的弧焊电源选择必须考虑焊丝直径的粗细、自动送丝方式和焊接电流大小这三个因素。若用细焊丝（如焊丝直径 $\phi 1.6 \sim \phi 3\text{mm}$ ）且采用等速送丝方式，宜选用平特性的弧焊电源；若用粗丝（如焊丝直径 $\phi \geq 4\text{mm}$ ），最好采用以电压反馈的变速送丝方式，这时，宜用缓降外特性的弧焊电源。小电流（300~500A）焊接可用直流弧焊电源或矩形波交流弧焊电源；中等电流（600~1000A）可用交流或直流弧焊电源，如同体式弧焊变压器和大容量硅弧焊整流器等；大电流（1200~2500A）宜用交流弧焊电源。小电流焊时空载电压为 65~75V，大电流焊接时空载电压为 80~100V；额定负载持续率为 60% 或 100%。

5. 埋弧焊焊接设备的使用和维护

(1) 焊前准备

把焊车停放在焊件的工作位置上，并将准备好的焊丝和干燥处理好的焊剂分别装进焊丝盘和焊剂漏斗内；闭合弧焊电源的闸刀开关和控制系统的电源开关；按焊丝向下按钮，使焊

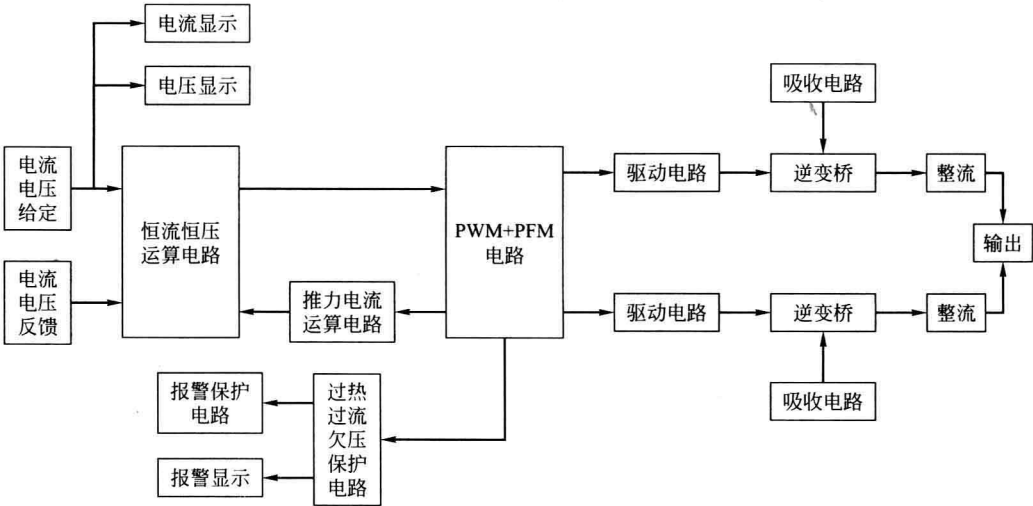


图 1-7 控制电路图

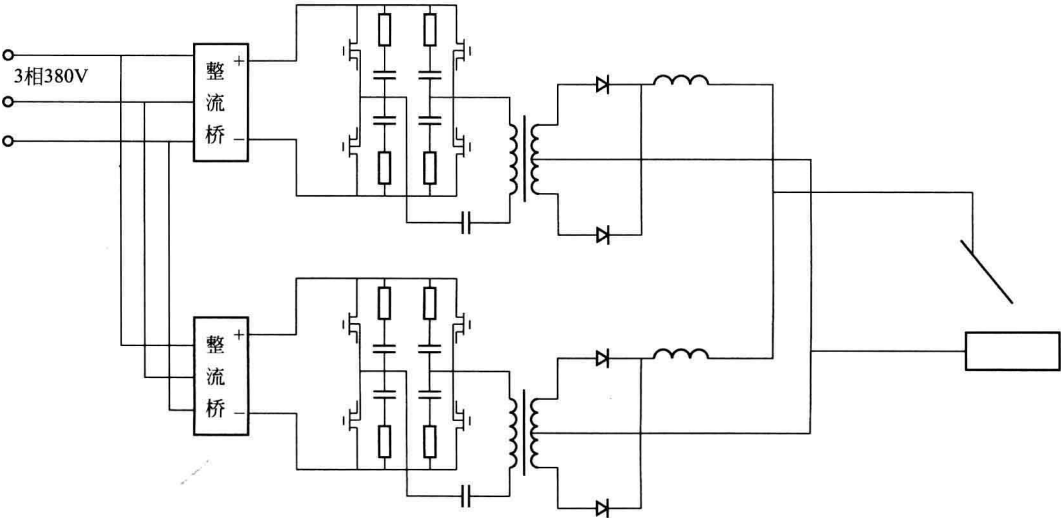


图 1-8 主电路原理图

按下启动按钮，焊丝提起，随即产生电弧，然后焊丝不断送进，同时焊车开始行走。在焊接过程中，操作人员要留心观察焊车行走情况，并注意焊剂斗内焊剂的数量，随时注意添加，以防影响正常的埋弧焊接。

(3) 停止

首先关闭焊剂斗闸门。在按停止按钮时，应分两步进行，先按下一半并不要松手，使焊丝停止送进。在这个过程中，电弧逐渐拉长，弧坑慢慢被填满，待电弧熄灭后，再继续将按钮按到底，切断电源，使焊机停止工作。最后扳下自动焊车手柄，推到其他位置，同时回收未熔化的焊剂，供下次使用，清除焊渣，检查焊缝质量。

(4) 埋弧焊机的日常维护

建立和实行必要的保养制度，重点做好以下几方面。

① 焊接电源、控制箱、焊机的接地线要可靠。要注意感应电动机的转动方向应该与箭

头所示方向一致,若用直流焊接电源时,要注意电表和电极的极性不要接反。

② 焊机必须根据设备使用说明书进行安装,外接电源电压与设备要求电压一致。外部电器线路的安装要符合规定。

③ 外接电缆要有足够的容量(粗略按 $5\sim 7\text{A}/\text{mm}^2$ 计算)和良好的绝缘。连按部分的螺母要拧紧,带电部件的绝缘情况要经常检查,避免造成短路或触电事故。

④ 线路接好后,先检查一遍接线是否完全正确,再通电检查各部分运转、动作是否正常,以免造成设备事故,影响生产甚至影响人身安全。

⑤ 定期检查控制线路中的电器元件,如接触器或中间继电器的触点是否有烧毛或熔化等,发现后立即清理或更换。

⑥ 定期检查送丝滚轮的磨损情况,发现有明显磨损时应予以更换。

⑦ 定期检查、更换送丝机构及自动焊车减速箱内的润滑油。

⑧ 经常检查焊嘴与焊丝的接触情况,若接触不良必须更换,以免导致电弧不稳定。

⑨ 为保证焊机在使用中各部件动作灵活,要随时保持焊机清洁,特别是机头部分,避免焊剂、渣壳的碎末阻塞活动部件,以免影响正常运行和增加机件磨损。

三、埋弧焊控制系统

埋弧焊时,电弧长度、电流及焊接速度是三项重要参数,控制系统的任务是使这些参数稳定,确保焊接质量。

1. 埋弧焊电弧的自动调节原理

电弧是一种气体放电现象。例如,在切断电源的时候,闸刀刚刚离开接触处的瞬间,经常会产生火花,是一种放电现象。电弧有两个特性,即它能放出强烈的光和热。根据电弧的特点,电弧的发光和发热被广泛应用在工业上,如电弧是所有熔化焊中电弧焊接的能源。电弧焊在焊接方法中占据主要地位,其中一个重要的原因,就是因为电弧能有效而简便地把电能转换成熔化焊过程中所需要的热能和机械能。

电弧的产生,即气体的放电,需要具备一定的条件,那就是气体的电离。在一般情况下,由于气体的分子和原子都呈中性,气体中几乎没有带电质点,因而不能导电。电流无法通过,电弧也就不能自发产生。要使气体导电,必须使气体电离,气体电离后,气体中原来的中性分子和原子转变为正离子、电子和带电质点,这样电流才能通过气体间隙而形成电弧。

焊接电源的负载是电弧,所需电弧的大小是根据工件的厚度及工艺要求等因素决定的,为了适应不同工件及不同工艺的焊接需求,要求电弧的大小可以调节。埋弧焊过程中,焊丝在高温电弧下熔化,焊丝通过送丝机构不断送进,理想的情况是焊丝的送进速度等于熔化速度,这样可使电弧维持稳定。但实际上焊接过程是一个复杂的过程,焊丝的熔化可能会使电弧拉长,而焊丝的补充送进又可能使弧长缩短。其他还有多种外界因素,如电网波动,工艺条件改变(如坡口间隙变化,定位焊点的影响等)都会使弧长变化。弧长调节系统的作用是当弧长变化时能立即调整送丝速度和熔化速度之间的关系,使弧长恢复给定值。调整的方法有两种:一种是送丝速度维持不变(即等速送丝),依靠电弧自身调节作用调节熔化速度;另一种是熔化速度基本不变(或变化很小),而对送丝速度(即变速送丝)进行强迫调节。

(1) 等速送丝电弧自身调节系统

这种系统在焊接过程中,焊丝以稳定的速度恒速送进,所以称作等速送丝系统。熔化极

等速送丝系统电弧稳定燃烧的必要条件是送丝速度 v_f 与焊丝熔化速度 v_m 相等。该系统在给定的保护条件、焊丝直径、伸出长度情况下,选定一种送丝速度和几种不同电源外特性曲线位置进行焊接,测出每一次焊接过程的 I_a 、 U_a ,即可在 I 、 U 的坐标系中作出这种调节系统的静特性曲线。等速送丝自身调节系统属于开环调节,不存在控制失稳问题。

(2) 电弧电压反馈变速送丝调节系统

电弧电压反馈变速送丝调节又称电弧电压自动调节,它和电弧自身调节作用的不同之处在于,当系统受到外界干扰时,弧长波动而引起焊接参数偏离原来的稳定值时,利用电弧电压作为反馈量,并通过一套专门的自动调节器,强迫改变送丝速度来恢复弧长,以保证焊接工艺参数稳定。从自动控制原理来看,它是以电弧电压为被调量,送丝速度为操作量的闭环系统。

2. 埋弧焊送丝系统控制电路

送丝系统控制着埋弧焊机焊接时焊丝的送进。在等速系统中,焊丝的输送要求稳定,尤其是当焊丝输送阻力变化或负载不均匀时;其次要求具有一定的调速范围,以满足不同的规范要求。在变速送丝系统中,焊丝的输送除了上述要求外,还应具有一定的响应速度,这就要求系统必须稳定工作同时具有较高的放大倍数,使系统以最佳状态工作。除此之外,送丝系统中还需考虑起弧问题,埋弧焊的起弧需要焊丝与工件接触后通过端部熔化或上抽引燃电弧。在配用短路电流大的电源时(如平特性电源),起弧可通过人为调节或慢速送丝使焊丝端部“刮擦”工件,引起接触产生电弧熔化焊丝端部。而大多数情况都是采用短路电流并不太大的下降特性电源,因此用上述方法使焊丝与工件接触后必须再进行反抽动作。

(1) 交流感应电动机、交换齿轮变速系统

这是一种等速送丝系统,由于交流感应电动机的出力大、体积小、机械特性硬,无需辅助电路即可使送丝稳定,故该系统的电路非常简单,使用寿命长,维修方便。采用此种送丝系统的埋弧焊机在结构上可以做得小巧,使之适应于操作空间较小的场合。齿轮变速结构使焊接规范不易变化,特别适用于工作量大,批量大的焊接场合。

这种结构的缺点是速度调节不方便,系统无法实现闭环控制。同时,由于系统不能闭环控制,起弧过程无法通过电弧电压反馈实现反抽。一般只能由手动控制,难以达到理想效果。

(2) 电动机—发电机组调速系统

系统由交流感应电动机带动直流发电机运转,通过励磁电流控制发电机的输出,为送丝电机提供工作电压,这种机组经久耐用,对电网要求低,是一种简单可靠的调速系统。

四、埋弧焊焊接参数

埋弧焊选择工艺参数的原则是:应保证电弧稳定燃烧,保证焊缝良好的成形及形状尺寸符合要求;焊缝内部无气孔、裂纹、夹渣、未焊透等缺陷;焊缝及接头性能满足技术要求。因此应合理地选择热输入,并充分考虑到焊缝成形系数和熔合比的影响。在保证质量的前提下,力求较高的生产率,消耗较低的电能和焊接材料。

埋弧焊焊接参数主要包括焊接电流、电弧电压、焊接速度、焊丝倾角、焊件倾斜角度、坡口尺寸、焊剂层厚度、焊丝伸出长度等。

(1) 焊接电流

当其他条件不变时,焊接电流增加,则焊缝厚度和余高都增加,而焊缝宽度几乎保持不变(或略有增加)。电流是决定熔深的主要因素,增大电流能提高生产率,但在一定焊接速

度下，焊接电流过大会使热影响区过大，易产生焊瘤及焊件被烧穿等缺陷，若电流过小，则熔深不足，产生熔合不好、未焊透、夹渣等缺陷，并使焊缝成形变坏。焊接电流决定了焊丝的熔化速度和焊缝的熔深。焊丝直径与适用的电流范围见表 1-1。焊接电流对熔深的影响，如图 1-9 所示。

表 1-1 焊丝直径与适用的电流范围

焊丝直径/mm	2	3	4	5	6
电流密度/(A/mm ²)	63~125	50~85	40~63	35~50	28~42
焊接电流/A	200~400	350~600	500~800	700~1000	800~1200

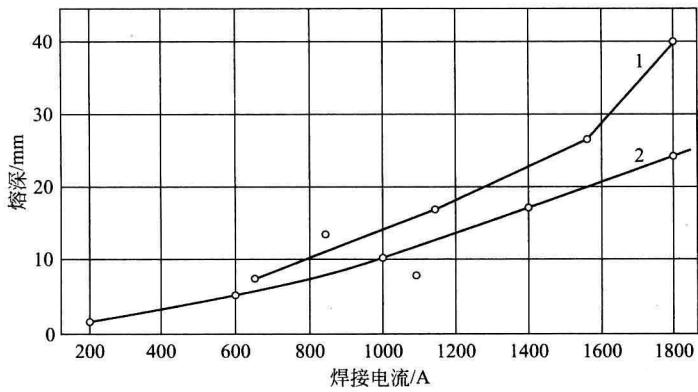


图 1-9 焊接电流对熔深的影响

(2) 电弧电压

电弧电压增加，焊缝熔宽 B 增加，而熔深 H 和余高则略有减小，其变化趋势如图 1-10 所示。应当指出电弧电压的调节范围是不大的，它要随焊接电流的调节而相应地调节，即当电流增加时，要适当增加电弧电压，这样才能保证焊缝成形系数 B/H 在良好的范围内。其对应关系见表 1-2。焊接电压是决定熔宽的主要因素。焊接电压过大时，焊剂熔化量增加，电弧不稳，严重时会产生咬边和气孔等缺陷。

表 1-2 焊接电流与焊接电压的对应关系

焊接电流/A	600~700	700~850	850~1000	1000~1200
电弧电压/V	36~38	38~40	40~42	42~44

(3) 焊接速度

其他参数不变时，焊接速度增加时，焊缝厚度和焊缝宽度都大为下降。如焊接速度过快时，会产生咬边、未焊透、电弧偏吹和气孔等缺陷，以及焊缝余高大而窄，成形不好；如焊接速度过慢，则焊缝余高过高，形成宽而浅的大熔池，焊缝表面粗糙，容易产生满溢、焊瘤或烧穿等缺陷；当焊接速度太慢而且焊接电压又太高时，焊缝截面呈“蘑菇形”，容易产生裂纹。焊接速度对熔深、熔宽的影响如图 1-11 所示。

(4) 焊丝倾斜角度

埋弧焊焊丝在运动的平面内与焊件垂直的夹角称为焊丝倾斜角。前倾角如图 1-12(a) 所示，后倾角如图 1-12(b) 所示，图 1-12(c) 是焊丝后倾时，倾角从 $0^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 焊缝形状的变化