

等离子弧粉末堆焊控制系统的研究

王彦贞

【摘要】本文论述了等离子弧粉末堆焊的特点，对其工作过程及参数调整进行了研究，并根据自己的实践经验用单片机完成了等离子弧粉末堆焊设备的自动化控制，实现了一键操作功能。实践证明，实现自动控制后，使设备操作变得简单，既提高了产品质量，降低工人的劳动强度，又减少浪费，降低了企业的成本，提高了经济效益。

关键词：等离子弧，堆焊，单片机，控制

1. 概述

等离子弧粉末堆焊（亦称等离子喷焊，国外称为PTA工艺）是采用等离子弧作为高温热源，采用合金粉末作为填充金属的一种表面熔敷（堆焊）合金的工艺方法。

现代工业中（石油、化工、电站、煤矿等设备）很多机械设备零件由于工作条件恶劣，很多是在高温、高压及高腐蚀、高磨损等环境下工作，因此制造要求很高，而提高材料使用寿命是一个很实际的问题。等离子弧粉末堆焊就是将具有一定使用性能的合金材料借助一定的热源手段熔覆在母体材料的表面，以赋予母材特殊使用性能或使零件恢复原有形状尺寸的工艺方法。因此，等离子弧粉末堆焊既可用于修复材料因服役而导致的失效部位，亦可用于强化材料或零件的表面，其目的都在于延长零件的使用寿命，节约贵重材料，降低制造成本。

然而，等离子弧粉末堆焊工艺涉及参数较多，包括冷却水的启停控制；离子气、保护气、送粉气的控制；维弧、主弧的启停控制；合金粉末量、送粉时间、送粉启停的控制等。目前国内设备的集成度不高，不利于操作和提高生产效率。笔者自2012年起研制等离子弧粉末堆焊设备，并根据自己的实践经验利用先进的微计算机技术完成了低成本、操作简便的等离子弧粉末堆焊控制系统。经过现场实际应用，解决了工人操作不方便、生产效率低的问题，减少了浪费，提高了产品质量和经济效益。

2.主控芯片STC12C5410AD单片机介绍

STC12C5410AD单片机是由宏晶科技生产的单时钟/机器周期（1T）的兼容8051内核单片机，是高速/低功耗的新一代8051单片机，具有全新的流水线/精简指令集结构。包含中央处理器，程序存储器（Flash）10K字节，数据存储器（RAM）512字节，EEPROM 2K字节，6个16位定时器/计数器，4路PWM输出，8路10位精度高速ADC。内部还集成专用复位电路、硬件看门狗、UART接口和中断系统、SPI接口等模块。可以说STC12C5410AD单片机几乎包含了数据采集和控制中所需的所有单元模块，可以很容易地构成典型的测控系统。

3. 等离子弧粉末堆焊工艺过程的控制

（1）维弧、主弧启停控制

作为等离子弧电源，首先要启动维弧，然后才能启动主弧，维弧不能启动，主弧也将无法启动。目前，维弧的启动主要是高频引弧，为了保证启弧可靠，在维

弧线路中安装霍尔传感器，利用STC12C5410AD单片机自带的10位AD转换对维弧电流进行采集，如果没有采集到稳定的维弧电流，由CPU控制连续启动维弧，如果连续3次启动维弧不成功，CPU发出提示，请操工作人员检查焊枪、等离子气、维弧电源等，直到CPU检测到稳定的维弧电流，表示维弧启动成功。

维弧稳定后，启动主弧，主弧的启动分两种情况，一种是手动焊接，需要操作者按动焊枪柄开关来启动，一种是自动焊接，由CPU控制启动。

通过实现自动控制，避免了操作者频繁手动启动维弧，保证启弧的成功率达到100%，如果不能正确启弧，可以提供启弧失败的信息传递给操作者，以便于操作者及时发现并维修。

（2）送粉控制　粉末堆焊过程中合金粉末的送给是一个关键的工艺。合金粉末的送给是由送粉器完成的，当前应用比较广泛的是刮板式送粉器，送粉量的多少由送粉器的转速决定。送粉器和焊接电源是两个独立的设备，送粉器的启动、停止要在焊接开始前、停止后完成，造成合金粉末的大量浪费，尤其是送粉量的控制，必须停止焊接才能完成，降低了工作效率。

为了实现送粉器和电源的结合，将送粉器的动力改为步进电动机，利用CPU精确控制，将送粉器和焊接电源有机的合成为一体，可以实时调节送粉器的转速，从而调节合金粉末的送给量。操作者按下主弧启动键后，先开送粉器，当合金粉末到达焊枪时，主弧才启动，合金粉末到达焊枪的时间和送粉气的压力、流量、送粉管的长度有关。为了满足不同场合的应用，此时间可以调节。同样焊接停止时，操作者松开主弧启动按钮，送粉器立刻停止，而送粉气和保护气延时后停止，用来保证堆焊层的质量。采用这种方法，既节省了合金粉末，又提高了工作效率。

（3）离子气、保护气、送粉气的控制　离子气服务于维弧的建立，保护气服务于焊接过程中及焊接结束后堆焊层的保护，送粉气服务于合金粉末的输送，目前这些气体一般都采用氩气。

首先，离子气的控制。维弧的建立，目的是对离子气进行电离，从而为主弧自动做好准备，所以要先开离子气，根据经验3s后离子气流量和压力可以基本稳定下来，所以在启动维弧前3s先启动离子气并锁定，只要维弧在建立状态，离子气不能停止，焊接结束接到停止维弧的指令，维弧停止然后再停止离子气的供给。

其次，保护气的控制。为了保证焊接质量，焊接开始前启动保护气，焊接结束后要延时一段时间才能关闭。保护气的延时时间，可以在线调整。

最后，送粉气的控制。合金粉末是由送粉气吹送到电弧当中，所以送粉前要先开送粉气，焊接结束时主弧停止，此时要先停止送粉，延时一段时间后再停送粉气，避免送粉管路的堵塞。

通过对气体的控制，保证了焊接工艺的实施，离子气、保护气、送粉气根据工艺需要分别启动和停止，改变了过去焊接前所有气体全开，焊接后所有气体全停这种粗放式操作模式，在保证焊接质量的同时，也避免了气体的大量浪费。

（4）设备过热保护　首先，焊枪的冷却保护。等离子弧焊接的特点是温度高，能量密度集中，对焊枪的冷却非常重要，如果焊枪没有得到有效冷却，哪怕即使只启动维弧，焊枪也会很快烧坏。因此焊接开始前，必须要先开冷却水，目前冷却水由专用冷却水箱供给，和焊接电源是分开的独立设备。由于操作工的疏忽极易造成启动维弧时忘掉开冷却水，从而造成设备的损坏，所以将冷却水箱的控制整合到控制系统是有必要的，设备上电前必须先开冷却水，否则将闭锁焊接设备，焊接结束后需要延时1min以上，保证焊枪得到有效冷却然后才能停止冷却水。

其次，设备内部温度的控制。等离子弧粉末堆焊设备电流大，功率高，一般主弧电流可达400A，设备的散热是重要的一环。因此，在机箱内部专门设计一路温度测量装置，实时检测设备内部的温度，当温度达到40℃时启动散热风扇，当温度达到65℃时，CPU进行高温报警并停止主弧，保护设备的安全。

4. 控制系统软件的设计

本系统采用了宏晶科技STC12C5410AD作为主控芯片，利用其10位AD进行维弧、主弧电流的测量，利用IO口对维弧电源、主弧电源、送粉器、冷却水箱及离子气、保护气、送粉气进行控制，用DS18B20对机箱内部



带式输送机铸焊滚筒焊接工艺研究

陈艳红

【摘要】滚筒是带式输送机中的重要部件，其结构性能、可靠性和使用寿命直接影响到带式输送机的性能。焊接工序是滚筒加工制作中的关键工序，也是质量控制中的关键环节。文章通过对带式输送机铸焊滚筒焊接工艺进行分析研究，并通过应用单面焊双面成形工艺、柔性粘贴式陶质衬垫、滚筒自动焊接中心等工艺、设备，制定出满足生产需求的焊接工艺规程。

关键词：滚筒；焊接；单面焊双面成形；陶质衬垫；工艺

1. 概述

带式输送机作为运煤系统的主要组成部分，其可靠性直接影响煤量运输，而滚筒作为带式输送机的主要零部件，在输送过程中担负着传动、卸载、改向的重要功能，滚筒质量的好坏直接关乎到带式输送机整机的质量，同时也影响设备的运行效率，尤其是作为传动滚筒使用时，更承担着重要的传递动力的工作任务，它的质量好坏，决定着输送机的使用性能。滚筒一旦在运行中失效，将导致整条输送机不能正常运行，严重时滚筒开裂会将胶带划破，造成重大事故及经济损失。由于大多滚筒失效都是因焊缝的破裂而产生的，所以滚筒焊缝质量成为决定带式输送机产品质量的关键因素。

铸焊结构滚筒在重载下应用最为普遍，是大型带式输送机传动滚筒的首选结构。此结构由筒体与接盘焊接而成，焊缝分为筒体纵向对接焊缝及筒体与接盘环向搭接焊缝。铸焊滚筒筒体为钢板卷制而成，钢板材料为Q235，接盘材料为ZG230－450，其结构形式如图1所示。

2. 焊接工艺

（1）焊接方法　经查阅文献并结合我公司现有设备及焊接技术，确定采用CO_2和Ar混合气体保护焊打底、埋弧焊填充盖面的焊接方式，进行筒体纵向对接焊缝及筒体与接盘环向搭接焊缝的焊接，而且打底焊和填充盖面焊焊接工序均在滚筒自动焊接中心上完成。纵焊缝焊接时，将筒体

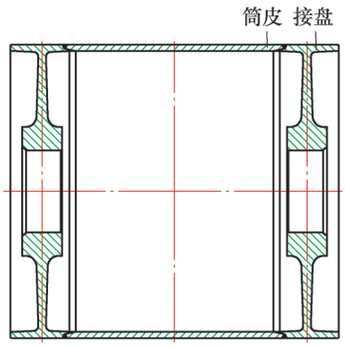


图1　铸焊滚筒结构

进行温度测量，利用外部中断实现送粉量的调节控制，用定时器中断1每隔1s对电流、温度测量1次。另外，为了使用方便，控制系统实现了手动自动功能，具有一键启动功能。

5. 结语

采用微处理器对粉末堆焊工艺过程进行自动控制，将冷却水箱、送粉器和等离子弧电源有机的结合在一起，有效地解决了等离子弧粉末堆焊操作复杂的问题。不仅降低了工人的劳动强度，提高了劳动效率，而且减少浪费，为企业节约了成本，提高了经济效益。

参考文献：

[1]周昭伟，等.焊工手册[M].北京：机械工业出版社，2001：7.

作者简介：王彦贞，河北软件职业技术学院。

MW 20170327