

研究 与 设计

单片机控制的多用途新型栓钉焊机

张瑞昌,孙松岭,黄贤聪,田晋川

(成都斯达特焊接研究所,四川 成都 610051)

摘要:介绍了集三项专利技术于一身的新型 RSN5-2500(T)/3150(T)栓钉焊机的主要特点、电路设计和使用情况。焊机采用全控桥整流,单片机控制、液晶显示和储存焊接参数,并具有焊接栓钉自动计数、防止同一栓钉重复焊接、焊机故障自检等功能;配以装有降温装置和油阻尼装置的焊枪,既能进行栓钉焊,又能进行钢筋埋弧螺柱焊和焊条电弧焊。其技术性能已达到了世界先进水平,并在上海 101 工程的第 51 层与进口焊机同时间、同地点、同条件下进行栓钉穿透焊,随后又在该工程的第 80~101 层进行长时间的焊接考核,证明该焊机操作舒适,焊接质量稳定,完全能替代进口产品。该焊机的主机采用积木式结构,通过简单的加、减“功能单元”,就可以组合成具有特殊用途的栓钉焊机,如具有防雷击功能的栓钉焊机、能穿透坚硬漆层的保温钉焊机、普及型栓钉焊机等,满足了不少用户的特殊要求。

关键词:单片机控制;栓钉焊机;电弧螺柱焊机;钢筋埋弧螺柱焊机;保温钉焊机;螺柱焊

中图分类号:TG439.9

文献标识码:A

文章编号:1001-2303(2009)10-0045-09

A new stud welder controlled by SCM with multipurpose

ZHANG Rui-chang, SUN Song-ling, HUANG Xian-cong, TIAN Jin-chuan
(Chengdu Stud Welding Research Institute, Chengdu 610051, China)

Abstract: The main features, circuit design and the using condition of the new stud welder of RSN5-2500(T)/3150(T) which possesses three patents are introduced in this paper. The welders use Full-control-bridge rectifier, SCM(single-chip microcomputer) controlling and LCD (liquid crystal display), and furthermore they have the functions as counting automatically the number of the studs which have been welded, preventing the same stud from being welded again and self-inspection. Equipped with a welding torch which is configured cooling device and oil damping device. The versatility of the high-end stud welder can not only do stud welding, but also do reinforced submerged arc stud welding and manual arc welding. Its technical performance has achieved the top of the world, and in the 51st floor of the "Shanghai 101 Project" the machines and the imported stud welder do stud penetration welding at the same time, in the same location, on the same conditions. Then the machines accepted the welding test from the 80th to the 101st floor. These facts have proven that the operation of this welding machine is comfortable, the quality is stable and the imported machine can be substituted by our new stud welder completely. The major unit of this welding machine uses the building block system structure, this structure can be combined into a special-purpose stud welding machine through simple addition or subtraction "functional unit", for instance, the stud welding machine with the function of anti-lightning, the insulation nail welding machine which can penetrate the rigid lacquer level, ordinary stud welding machine, these machines meet the special requirements of many users.

Key words: SCM control; stud welder; arc stud welder; reinforced submerged arc stud welder; insulation nail welder; stud welding

收稿日期:2009-01-13

作者简介:张瑞昌(1937—),男,河北安平人,教授级高级工程师,长期从事螺柱焊机的开发和螺柱焊接工艺的研究工作。发表了多篇文章,并制订了我国第一部螺柱焊机标准 JB/T8323-96。

1 国内外栓钉焊机的对比分析

目前进口栓钉焊机占了国内市场 60%以上的份额,主要有德国的 KOCO、SOYER、NIMAK,英国的 TAYLOR 等,其中德国 KOCO 的焊机销售量最大,影

响也最广。国内栓钉焊机制造厂有 10 多家,其中成都斯达特焊接研究所是专业研究、生产螺柱焊机的单位,能提供从 630~3 150 A 的全系列栓钉焊机。进口焊机的价格一般是国产焊机的 2~3 倍,其技术性能和产品的可靠性是用户选择进口焊机的根本原因。

进口焊机与国产焊机的技术差距多种多样,但主要表现在控制方式上:进口焊机的焊接电源和焊接程序都采用单片机控制,线路简单,控制精度高,并能引伸出许多有利于质量控制的新功能;而国产焊机大多采用分立元件,故障率高。在控制焊接飞溅方面,进口焊机的焊枪多采用油阻尼装置,调节准确,阻尼力均匀,运行平稳,因而焊接飞溅小;而国产焊机的焊枪要么没有阻尼装置,要么采用调节弹簧压力的方法改变其阻尼力。这种控制方式的差异,也就表现为技术水平和可靠性的差异,注定了进口焊机与国产焊机分属两代产品,不能相提并论。

2 加速产品更新换代,赶超世界先进水平

早在 2004 年,成都斯达特焊接研究所就分析了国内外栓钉焊机的差距,开发了单片机控制的多用途的新型栓钉焊机系列产品—RSN5-1000/1600/2500/3150。现以 RSN5-2500/3150 栓钉焊机为例作简单介绍。

2.1 RSN5-2500/3150 栓钉焊机主要技术指标

RSN5-2500/3150 栓钉焊机适用于钢结构建筑和桥梁建设中大直径栓钉的平焊、横焊和仰焊,尤其适用于压型钢板的穿透焊,同时该焊机还能用于钢筋埋弧螺柱焊和焊条电弧焊,其主要性能指标如表 1 所示。该焊机的焊接电源与控制器装在同一壳体内,称为焊机的主机,主机外形照片如图 1 所示。

2.2 RSN5-2500/3150 焊机的主要特点

2.2.1 采用全控桥整流以减小焊机的体积和质量

我国原来生产的栓钉焊机,其体积、质量几乎是进口产品的两倍,究其原因主要是焊接电源的主电路采用带平衡电抗器的双反星形电路结构。在 20 世纪 60~70 年代,晶闸管属于新产品,额定电流较小,在研发弧焊整流器时就采用了这种电路,一直沿用至今。栓钉焊机的焊接电源也是按照这条思路设计的。根据目前晶闸管的技术水平,完全有条件

表 1 RSN5-2500/3150 焊机主要技术指标

型号	RSN5-2500	RSN5-3150
供电电源	3~380 V, 50 Hz	3~380 V, 50 Hz
外形尺寸/mm	980×540×600	980×540×600
质量/kg	330	350
焊接电流 I/A	600~2 500	900~3 150
焊接时间 t/s	0.1~4.9	0.1~4.9
焊接栓钉直径/mm	10~25	13~28
栓钉焊 焊接速率	φ 25, 6 个/min	φ 28, 6 个/min
负载持续率/%	≤15	≤15
负载电压	$U_2=44 V (\geq 600 A)$	$U_2=44 V (\geq 600 A)$
焊接电流稳定性	电网电压波动±10%,焊接电流变化小于等于±5%	
钢筋埋弧螺柱焊 焊接电流 I/A	600~2 500	900~3 150
焊接时间 t/s	0.1~9.8	0.1~9.8
焊接钢筋直径/mm	10~28	16~32
负载持续率/%	≤15	≤15
手工焊 焊接电流 I/A	200~800	300~1 000
空载电压 U/V	100	110
负载持续率/%	60	60



图 1 RSN5-2500/3150 主机外形照片

将这种主电路改为全控桥整流,这样不但省去了平衡电抗器,减轻质量约 40~60 kg,而且变压器的利用系数也由 80%提高到 95%,同时还采用高性能硅钢片;变压器的安装方式也由立式改为卧式,大幅度降低焊机的体积和质量,质量由 500 kg 分别降到 330 kg 和 350 kg,体积也缩小到 980 mm×540 mm×600 mm,优于德国 KOCO 的同类焊机。体积小、质量轻的新型栓钉焊机特别适合于频繁移动的钢结构建筑使用现场。

2.2.2 采用单片机提高控制水平

用单片机控制已成为评定栓钉焊机技术水平的重要指标,RSN5-2500/3150 焊机采用高性能的 8 位单片机(PIC16F877A)控制焊接电源和焊接程序

及选用大屏幕液晶显示器,简化了线路,提高了运行的可靠性和焊接质量的稳定性。

焊机由于采用了单片机控制技术,就可以运用硬件与软件相结合的双负反馈方式进行焊接电流的调节,使之更能有效地补偿因电网电压波动对焊接电流造成的影响,特别是焊机启动时造成电网电压大幅度降低时的补偿尤其重要,从而保证了焊接质量的稳定性。

单片机控制和液晶显示、储存焊接参数以及焊接栓钉计数、防止同一栓钉重复焊接、焊机故障自检等功能,方便了焊工操作,有利于焊接质量的控制,并使栓钉焊接质量具有可追溯性,符合 ISO9000 系列标准的要求。

这些新功能的增加使焊机的技术水平由低档产品一跃成为高端产品,可与进口产品媲美。更值得一提的是:防止同一栓钉重复焊接功能,可确保焊工的人身安全。因为栓钉焊接后,在拔起焊枪的过程中,若偶然触及焊接开关,就相当于第二次焊接,焊机的次级处于短路状态,短路电流(可达 3 000~4 000 A)产生的强烈电弧将烧毁夹头和焊枪,严重时还会烧伤焊工,甚至引发连带的其他工伤,危及生命,焊机有了这一功能,就能避免发生这些事故。焊机的另一功能是焊接栓钉的自动计数和显示,而且只记录在工件上进行的栓钉焊接,对于栓钉正式焊接前,检验控制程序的焊接过程则排除在外,因此,不仅记录准确,而且极大地提高了效率,节约人力,这对于加强管理、推行工时定额制度具有重要的意义。

2.2.3 具有降温装置和油阻尼装置的焊枪

焊枪虽然只是夹持栓钉,并把栓钉送入熔池的手持工具,但其技术性能的好坏在很大程度上决定着栓钉的焊接质量和焊工操作的舒适性,在此研制出性能优良的Ⅷ型焊枪(见图 2a),具有两大特点:



a 栓钉焊用焊枪



b 埋弧螺柱焊用焊枪

图 2 焊枪

a. 具有降温装置。

焊枪由于密封防尘、散热条件差,一般连续使用 1 h 后,其内部温度可高达 80 ℃~110 ℃,极易引起线圈骨架变形,严重时还可烧毁电磁铁的线圈,这大大降低了焊枪的可靠性,并可能引起烫伤,危及焊工安全。本研究发明专利——焊枪降温装置,可使焊枪连续使用 4 h 后,其手持部位的温升值低于 30 ℃,从根本上解决了上述难题。

b. 具有油阻尼装置。

栓钉插入熔池是采用挤压的方式,所以不可避免地会发生飞溅。栓钉直径越粗,其熔池也越大,飞溅也就越厉害,极易发生烫伤和火灾。因此焊枪必须有阻尼装置,以降低栓钉的插入速度。当栓钉直径大于 14 mm 时,其插入速度应限制在 100 mm/s。本研究研制的油阻尼装置已取代原有的压缩弹簧,有效地降低了焊接时的飞溅,效果良好。

由于Ⅷ型焊枪具有以上特点,其焊接质量和操作舒适度已超过进口焊枪。

2.3 RSN5-2500/3150 焊机的设计

2.3.1 焊机电路的设计

设计的焊机的主电路采用了全控桥整流,如图 3 所示。图中 T_1 为主变压器,初、次级分别采用 Y/ Δ 联接,符合栓钉焊接所需要的低电压大电流。 VT_1 ~ VT_6 为主晶闸管,组成全控桥整流,由电源控制板 KB_2 控制,进行移相触发,使主电路输出焊接过程所需要的电流和电压。程序控制板 KB_1 控制焊接的整个过程,包括引弧/提升电路的控制、主电路的开通和关断、手工焊/螺柱焊/埋弧螺柱焊三种工作方式的切换、焊接参数的显示等。

2.3.2 单片机控制的程序设计

(1)单片机的选择和程序控制电路的功能要求。

RSN5-2500/3150 焊机采用美国 Microchip 技术公司的 PIC 系列 8 位单片机的中级产品——PIC16F877A。

PIC16F877A 单片机是一款高性能 8 位微控制器,为 40 引脚的 DIP 封装。具有 8 kB 的 FLASH 程序存储器、368 B 的通用数据寄存器和 256 B 的 EEPROM 数据寄存器。PIC16F877 单片机具有精简指令集技术、哈佛(Harvard)总线结构、单字节指令、两级流水线指令结构、特殊的寄存器组结构等优点。此外, PIC16F877 单片机还具有功耗低、管脚驱动能力强(I/O 端口的灌电流和拉电流最大均可达 25 mA)、片内看门狗(WDT)、中断丰富(内置 8 级硬件堆栈,支持

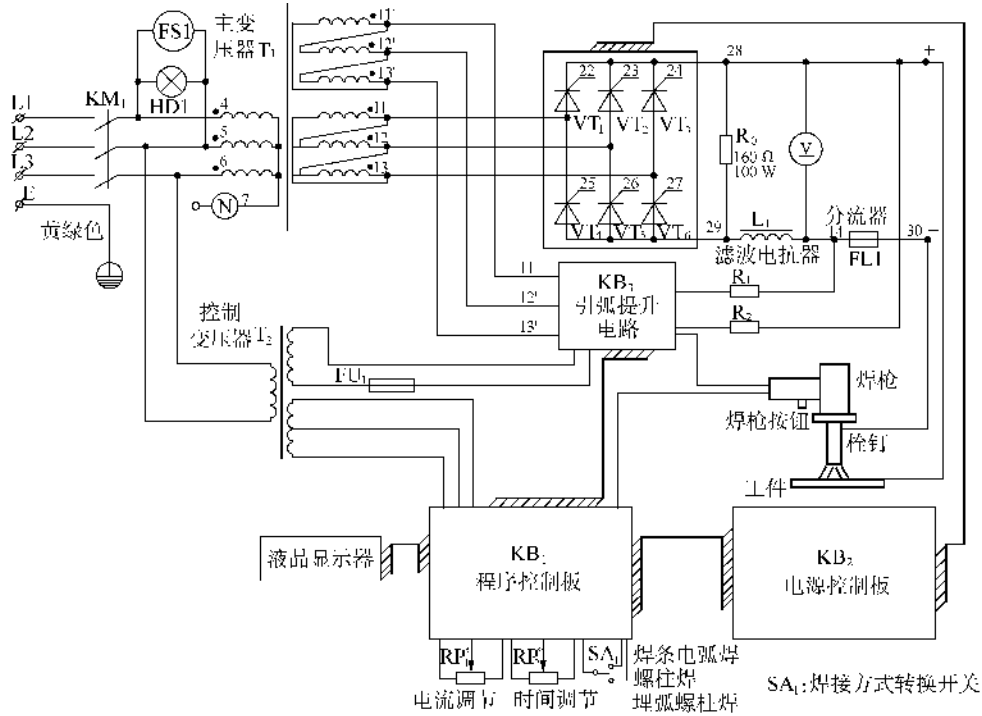


图 3 RSN5 系列栓钉焊机电气原理

多种中断源)等功能,适合在工业环境下应用。

PIC16F877A 单片机的集成度高,功能强大,能够在强电磁场干扰的环境下稳定工作。选用单片机 PIC16F877A 作为程序控制板 KB₁ 的核心,简化了线路,提高了运行的可靠性和焊接质量的稳定性。

栓钉焊接的过程可以分为以下几个步骤:

- a. 开通辅助电源,加引弧电流。
- b. 焊枪提升。
- c. 开通主电源,引燃主弧。
- d. 在设定的时间内,维持主弧稳定燃烧。
- e. 焊枪下降,将栓钉插入熔池。

对以上栓钉焊接过程进行程序控制,是单片机程控电路的基本功能,同时,由于单片机和液晶显示器的采用,该控制电路还能实现以下功能:

- a. 显示设定的焊接电流和焊接时间。
- b. 显示并存储栓钉焊接时的焊接电流、焊接时间、焊接电压、焊接栓钉自动计数等重要参数。
- c. 具有防止同一栓钉重复焊接、焊机故障自检等功能。

(2) 单片机程序控制电路的设计。

设计的程序控制电路如图 4 所示。设定电流和设定电压经运算放大器 OP07DP 进行变换,送单片机 PIC16F877A 的 A/D 转换口进行 A/D 转换;检测的电流信号(0~75 mV)从主电路的分流器两端取出,

经运算放大器 OP07DP 进行差分放大为 0~5 V 的信号,经模拟信号隔离放大器 ISO124P 进行 1:1 放大隔离,送单片机 PIC16F877A 的 A/D 转换口进行 A/D 转换;电压信号(0~110 V)从主电路的正负输出端取出,经电阻分压为 0~5 V 的信号,送模拟信号隔离放大器 ISO124P 进行 1:1 放大隔离,输入单片机 PIC16F877A 的 A/D 转换口进行 A/D 转换。数字开关量的输入、输出采用光耦 TLP521 进行隔离;数字开关量的输入包括焊枪按钮开关信号输入、螺柱焊/焊条电弧焊/埋弧螺柱焊功能切换开关输入等。

给定电流信号通过单片机 PIC16F877A 上的 PWM 模块进行 D/A 输出,经隔离放大后控制焊接电流;数字开关量的输出包括通过光耦隔离的高低电平控制三极管的通断,进而控制引弧电流的施加、焊枪提升、主电路的开通和关断;焊接参数通过单片机驱动液晶显示器显示,分别显示焊接电流、焊接电压、焊接时间、焊接数量(计数)等。

(3) 程控电路软件的设计。

将单片机的硬件电路设计好之后,即可进行软件编程。PIC16F877A 单片机的指令只有 35 条,指令位数为 14 位,指令系统除了程序分支指令是单字双周期指令外,其他指令都是单周期、单字指令,指令简洁而高效。采用 4 MHz 晶振,使每条单周期指令的执行时间为 1 μs。

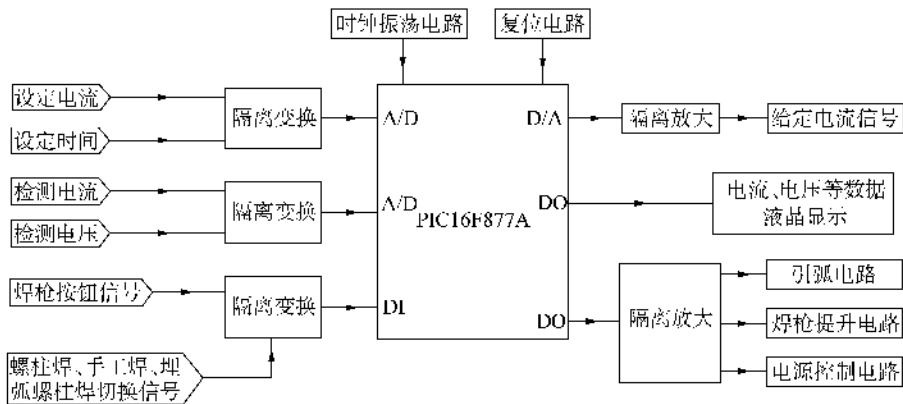


图 4 程序控制电路

PIC16F877A 内部集成了 8 通道的 8 位 A/D 转换模块,检测电流、检测电压、设定电流、设定时间信号占用了 4 个通道,分别为 RA₀、RA₁、RA₂ 和 RA₃ 管脚,设定参考电压为 5 V 电源电压,则 0~5 V 信号的分辨率为 1/255,可以满足焊机的电流、电压显示的精度要求。在采用 4 MHz 晶振的情况下,每一次的 A/D 转换速度最快约为 20 μs,检测电流、检测电压、设定电流、设定时间顺次 A/D 采样转换频率为 25 kHz,根据设计要求,设定的 A/D 转换频率为 1 kHz,即四组模拟量每秒各采样并转换 1 000 个值。为了防止采样转换值失真,采取每 4 个采样转换值做一次平均值计算,作为每一次的模拟量输出并保存。对于检测电流、检测电压两个模拟量数据,每次焊接完毕再把保存的采样输出做平均值计算,所得的值作为本次焊接的实际检测电流、电压值。最后,根据本次焊接检测电流值的大小判断是否是一次完整的焊接,把栓钉焊接个数进行加 1 操作并显示。

PIC16F877A 的 PORTA、B、C、D、E 5 组 I/O 管脚都可用作双向 I/O 口,可通过软件编程来设定,输入输出的特点是输入不锁存,输出锁存,由于 I/O 管脚多,驱动能力强,所以不需要扩展。PORTB 口的 RB₄~RB₇ 管脚可以作为引脚状态变化中断引脚来使用,将这 4 个管脚作为输入引脚来采集焊枪按钮开关等数字开关量的输入状态;采用 PORTC 口管脚作为输出引脚输出控制引弧电路、主电路、焊枪提升电路等的数字开关量;采用 PORTD 口作为 8 位的并行口,PORTE 口作为控制管脚与液晶显示屏通信,显示焊接参数。

主程序是一个循环程序,发送数据到液晶显示屏,显示焊接参数。PIC16F877A 有 12 个中断源,包

括外围功能中断、定时器中断以及外部中断等,因此,外围的 A/D 转换、按钮输入、焊接时间计时、螺柱焊接过程控制都采用了中断控制方法,设计相应的中断控制子程序。控制程序中最重要程序段就是焊接流程控制子程序,该程序是一个中断服务程序,其流程如图 5 所示。

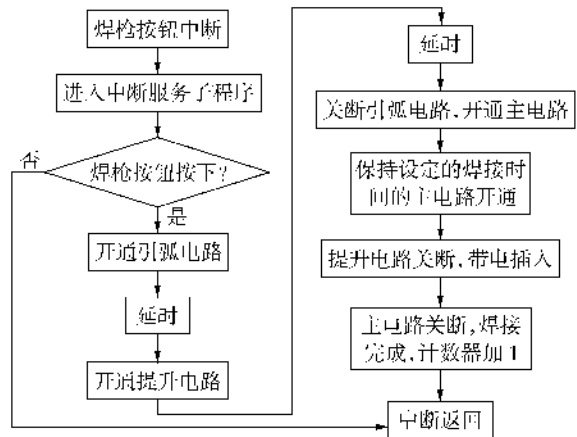


图 5 焊接流程控制中断程序

(4)系统抗干扰的设计。

变压器、电抗器等产生的强电磁场,对放置在焊机内部的控制线路板产生了严重的电磁干扰,因此,必须采取一系列措施防止干扰。本设计采取硬件和软件相结合的方法进行抗干扰设计,具体措施为:

在硬件上,选用 PIC16F877A 单片机作为控制核心,由于内部集成了程序存储器、数据存储器 and A/D 转换器,I/O 管脚多,驱动能力强,因此无需设计额外的单片机扩展电路和 A/D 转换器件,简化了电路设计,缩小了电路板面积,有效解决了因外围扩展而带来的干扰问题。在电路板设计上,采取单片机与外围电路隔离的方法防止干扰,电路如图 4 所

示;另外,还采取了配置去耦电容、信号输入端电容滤波、信号线采用屏蔽线等方法防止干扰。

在软件上,采用算术平均值滤波的方法消除电流、电压信号输入通道中的干扰信号;为防止程序运行失常,采用了 PIC16F877A 芯片内集成的看门狗定时器进行程序运行监视,一旦发生程序失常,看门狗定时器会在 18 ms 内产生溢出复位,将程序迅速拉回到复位状态;为防止程序“乱飞”进入死循环,在每个子程序的最后加入拦截程序,强行把乱飞的程序拉回到主程序循环。

通过以上的抗干扰设计,整个焊机的抗干扰能力大大提高。焊机调试结束后,RSN5-2500/3150 栓钉焊机均在 3150A 螺柱焊机测试台上进行了三天不间断老化试验,无一次焊接失常。

2.4 RSN5-2500 焊机在上海 101 工程中的应用

单片机控制、液晶显示的 RSN5-2500/3150 栓钉焊机已广泛应用于钢结构建筑和桥梁建设中,用户普遍反映其技术水平高,焊接质量稳定,特别是液晶显示、存储焊接参数和防止同一栓钉重复焊接、焊接栓钉自动计数以及焊枪阻尼装置和降温装置等功能,给焊工操作提供了方便和安全保障。该焊机在上海 101 工程中与进口焊机 KOCO-3002 “同时间、同地点、同条件”下进行栓钉穿透焊,更显露出其优势。

上海环球金融中心为全钢结构的高层建筑,地面上有 101 层,简称上海 101 工程,是当前国内在建的最高建筑,如图 6 所示。在第 51 层使用国产焊机 RSN5-2500 和进口焊机 KOCO-3002 同时进行栓钉的穿透焊,并对焊接质量进行了检验和统计,具体情况如下:

- a. 镀锌压型钢板厚 1 mm,其镀锌量为 285 g/m²。
 - b. 栓钉 φ 19×100 mm,材质 ML15,栓钉和瓷环均符合 GB/T10433 标准规定。
 - c. 钢梁材质 Q345。
 - d. 两台焊机的焊接参数基本一致:焊接电流 1 750~1 800 A,焊接时间 0.9 s、伸出长度 4 mm、提升高度 3.5 mm。
 - e. 两台焊机均由经过培训的熟练焊工进行操作。
- 焊接中,中建三局钢结构质量总监和上海环球金融公司上海建设监理公司监理均派人进行现场监督,并根据 JGJ81 标准规定对栓钉的焊接质量进



a 在建的上海 101 工程



b 现场使用的焊机

图 6 上海环球金融中心和栓钉焊接使用的焊机

行检验和统计,其结果如表 2 所示。

表 2 栓钉焊接质量统计

检测内容	进口焊机 KOCO-3002	成都斯达特 RSN5-2500
焊接一次合格率	84.0%	89.8%
栓钉弯曲 30°时的合格率	90.5%	94.5%
栓钉倾斜小于 5°的合格率	94.0%	97.0%
有气孔(1~3 个)的栓钉比例	5.1%	2.3%

从表 2 不难看出,国产焊机 RSN5-2500 在栓钉穿透焊中的一次焊接合格率、栓钉弯曲 30°时的合格率、焊后栓钉倾斜小于 5°的合格率、焊缝有气孔(1~3 个)的栓钉比例等方面均好于进口焊机 KOCO-3002,这充分说明了国产焊机 RSN5-2500 的技术性能已经达到了世界先进水平,而且在实际焊接中具有焊接合格率高、焊接质量稳定、操作舒适等优点。

2.5 RSN5-2500/3150 焊机用于埋弧螺柱焊和焊条电弧焊

RSN5-2500/3150 焊机是栓钉焊接的首选,该焊机还可以进行钢筋埋弧螺柱焊和焊条电弧焊,现作简单介绍。

2.5.1 用于钢筋埋弧螺柱焊

RSN5-2500/3150 焊机的主机,再配以手持式焊枪,就是一台性能优良的钢筋埋弧螺柱焊机。焊接时,只要将主机面板上的转换开关拨至“埋弧螺柱焊”位置,按照产品使用说明书的要求进行操作,就能进行钢筋埋弧螺柱焊了。

埋弧螺柱焊是成都斯达特焊接研究所开发的一种焊机新品种,属于国内外首创,现已申请了专利。该焊机主要用于板—钢筋的焊接,俗称 T 型焊,其焊接试件如图 7 所示。这种焊接方法已应用于国家体育场(北京“鸟巢”)钢筋 T 型焊预埋件的焊接,其预埋件的外型结构如图 8 所示。焊接试件送冶金工业工程质量监督总站进行宏观金相检查和金相组织分析。经专家评定后认为,用埋弧螺柱焊的方法进行的钢筋 T 型焊,其焊缝和热影响区的金相组织较好,能够满足预埋件对焊接的要求。

钢筋 T 型焊之所以不能用普通的电弧螺柱焊,



a φ 20 mm 钢筋 T 型焊

b φ 32 mm 钢筋 T 型焊

图 7 钢筋 T 型焊试件

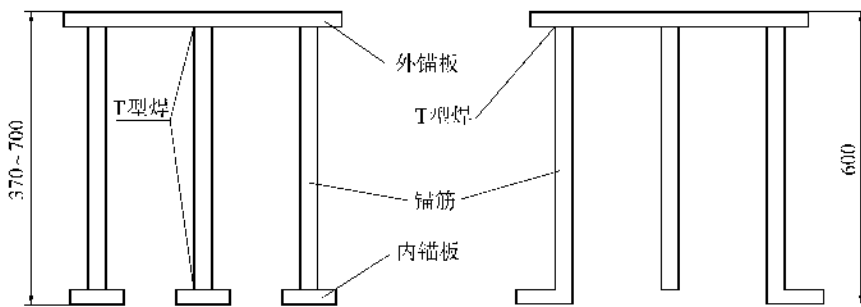


图 8 北京“鸟巢”钢筋 T 型焊的预埋件结构

就是因为钢筋的表面凹凸不平,瓷环不能有效保护熔池,造成焊缝内存在大量的气孔,拉伸试验时断裂,达不到力学性能要求。同样,对于栓钉直径大于 25 mm 或大尺寸异型件的 T 型焊也推荐用埋弧螺柱焊。

埋弧螺柱焊的主要优点是:焊剂能有效保护熔池和焊缝,使熔池内的冶金反应充分,改善焊缝性能;短时间(几秒钟)大电流(1 000~3 150 A)能加大熔深,使钢筋 T 型焊的直径达到 32 mm 以上;高高隆起的(6 mm 以上)光亮的环形焊缝大大提高了焊接

接头的力学强度,因此,埋弧螺柱焊是钢筋 T 型焊的首选方案。

2.5.2 焊条电弧焊

栓钉焊其焊缝外观检查的一次合格率为 90%~98%,横焊合格率还要低。不合格项主要是环形焊缝不连续,有咬肉或大的凹洞,有大量气孔。焊接缺陷主要是工件表面或栓钉或瓷环不符合焊接要求、焊工操作不当以及焊接设备技术性能差等原因造成的。处理焊接缺陷的方法是用手工焊进行补焊,情况严重的应铲掉栓钉重焊。因此在施工现场除了栓

钉焊机外,还应配备一台手工电弧焊机。如果使用集栓钉焊和手工焊于一身的 RSN5-2500/3150 焊机,就能承担施工现场的栓钉焊和手工焊的双重任务。

RSN5-2500/3150 焊机的主机,再配备一把电焊钳,并将主机面板上的转换开关拨到“手工焊”位置,使用碱性焊条或酸性焊条就可以进行手工焊。

RSN5-2500/3150 焊机同时具有钢结构建筑和桥梁建设所需要的三种焊接方法,这对于大幅度提高焊接设备的利用率、降低成本,具有重要的现实意义,特别是需要频繁移动焊接设备的建筑工地尤其如此。

3 主机具有积木式结构,能组合成多种用途的焊机

3.1 具有防雷击功能的 RSN5-2500T/3150T 栓钉焊机

每年夏天,我国各地雷击事故频频,2007 年因雷击而死亡的人数达 193 人之多,不能不引起高度重视,特别是雷击事故多发地区和高层建筑的施焊工地,更应该是防雷击的重点。如何解决栓钉焊机防雷击的问题?该设计方案是在 RSN5-2500/3150 焊机上加装防雷击装置和雷击计数装置的“功能单元”。这样既能保留焊机原有的技术性能,又增加了防雷击功能,简单方便,其电气原理如图 9 所示。方案核心是在焊机的输入端和输出端均安装电涌保护器,其防护标准分别达到一级和二级。当雷击发生在焊机的输入端或输出端时,产生的浪涌电流通过电涌保护器导入大地,化险为夷,从而保证了焊工和焊接设备的安全。至于焊机机壳,则因接有与大地相连的保护性导体而不会发生雷击危险。

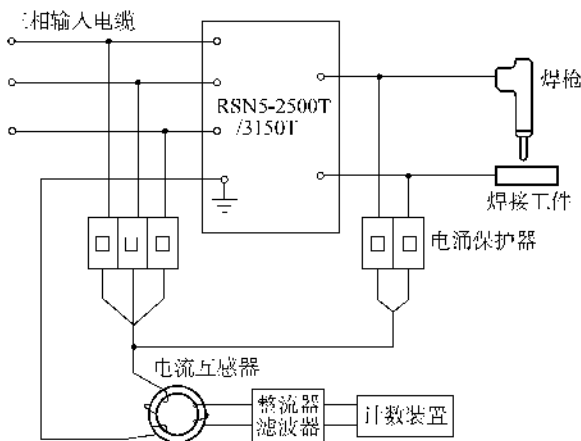


图 9 焊机防雷击电气原理

为了记录栓钉焊机遭受雷击的次数,研制了雷击计数装置,用以记录栓钉焊机遭遇雷击的时间和次数。工作原理为:雷击产生的电流通过电流互感器,输出脉冲电流信号,经整流滤波后,送至单片机的 I/O 管脚进行检测,计数器记录下脉冲信号发生的时间,并累计雷击发生的次数,输入液晶显示器进行显示。

具有防雷击功能的 RSN5-2500T 焊机于 2007 年夏天在上海 101 工程的第 80~101 层使用,效果良好,已获得了国家专利。

3.2 能穿透坚硬漆层的船用保温钉焊机

某船厂订购的焊机,用于焊接 $\varphi 3 \text{ mm}$ 的保温钉,这本是一个极其简单的焊接,但用户要求在下列条件下进行焊接:**a.** 双枪焊接,使用同一台焊机;**b.** 每把焊枪必须带 100 m 长的焊接电缆;**c.** 在涂有 $80 \mu\text{m}$ 漆层的钢板上进行焊接。

按规定,栓钉焊接应在无铁锈及未涂漆和防火涂层的工件上进行,其焊接质量才能有保证。用户要求在涂有 $80 \mu\text{m}$ 厚漆层的钢板上焊接保温钉,实属罕见。经试验,该漆层能承受交流有效值 2 000 V 的高压,属于耐腐蚀、高强度的特殊油漆,使用普通的保温钉焊机根本无法进行焊接。认真分析上述条件,经过反复的试验,终于找到了解决方案:在原 RSN5-1000 焊机的基础上,增加电子功能转换单元,并更换一块控制板,变为 RSN5-1000A 焊机,就能在上述使用条件下进行保温钉焊接,其焊缝的外观质量和力学性能均能达到用户要求。

3.3 普及型 RSN5-1000L/1600L/2500L/3150L 焊机

RSN5-1000/1600/2500/3150 系列焊机由于采用单片机控制、液晶显示,属于高端产品。但对于栓钉焊接直径单一,焊接参数无需频繁调节,使用环境特别恶劣的场合,并不需要这么高档的焊机,只要求栓钉能够牢固,焊机的可靠性高就行,另外产品的价格也应低些。根据这部分客户的需求,仅将液晶显示器换成指针式仪表,成为普及型 RSN5-1000L/1600L/2500L/3150L 系列焊机,但焊机的主电路和单片机控制、焊枪的阻尼装置和降温装置等均保持不变,焊机仍然具有原来的操作简单、焊接质量稳定、可靠性高等特点。

组合派生的几种焊机外形如图 10 所示。



图 10 组合成的几种派生型号焊机

4 结论

(1)RSN5 系列焊机既能进行栓钉焊,又能进行钢筋埋弧螺柱焊和焊条电弧焊,是一款多功能的焊机。其积木式结构,只要进行简单的加、减“功能(控制)单元”,就能组合成多种栓钉焊机的派生型号,使之具有特殊的性能和用途,以满足不同使用场合的焊接需要。

(2)RSN5-2500(T)/3150(T)是集三项专利的高科技产品,具有如下特点:

a. 采用单片机控制,液晶显示和存储焊接电流、焊接时间、焊接电压、焊接栓钉自动计数等重要参数,并具有防止同一栓钉重复焊接、焊机故障自检等功能。

b. 首创具有防雷击功能的栓钉焊机,焊机的输入端和输出端分别达到一级和二级防护标准。

c. 焊枪具有降温装置和油阻尼装置,操作舒

适,飞溅小。

d. 体积小,质量轻。

总之,RSN5-2500(T)/3150(T)栓钉焊机的技术性能已达到世界先进水平。

(3)RSN5-2500(T)/3150(T)栓钉焊机完全可以替代进口焊机。RSN5-2500(T)栓钉焊机在上海 101 工程使用情况说明:栓钉焊接质量好,焊接一次合格率高,与进口焊机相比,毫不逊色。

RSN5-2500T/3150T 栓钉焊机与进口 KOCO-3002 焊机技术性能和价格的对比如表 3 所示,从表 3 中不难看出:RSN5-2500T/3150T 是两款性价比很高的栓钉焊机,完全能够替代进口焊机,上海 101 工程的使用已经证明了这一事实。目前该焊机已出口到马来西亚、塔吉克斯坦等国,说明这两款焊机已取得越来越多国内外用户的信赖,市场前景广阔。

表 3 国内外栓钉焊机性价比

主要参数	进口焊机 KOCO-3002	成都斯达特 RSN5-2500T	成都斯达特 RSN5-3150T
焊接电流/A	300~2 600	600~2 500	900~3 150
焊接时间/ms	20~2 000	100~4 900	100~4 900
焊接栓钉直径/mm	6~25	10~25	13~28
焊接速率	φ 25, 6 个/min	φ 25, 6 个/min	φ 28, 6 个/min
额定焊接电流/A	2 000	2 500	3 150
焊接电缆截面积/mm ²	120	120	120
焊接电缆长度/m	50	50	50
允许电网波动	-15%~+6%	-10%~+10%	-10%~+10%
外形尺寸/mm	960×610×625	980×540×600	980×540×600
质量/kg	355	330	350
一机三用功能	无	有	有
防雷击功能	无	有	有
参数存储	无	有	有
焊枪阻尼装置	有	有	有