

弧焊焊机安全待机电源控制技术研究

邓攀

(武汉钢铁研究院检测试验研究所 武汉, 430080)

摘要: 针对弧焊焊机空载过程中存在的待机能耗和待机安全问题, 提出了一种新颖的实现方案, 给出了该方案的硬件结构图 and 软件流程图, 从理论上分析了此方案产生的待机能耗, 建立了能耗模型, 从而彻底解决了弧焊焊机待机能耗和待机安全。

关键词: 空载; 待机; 能耗模型

Abstract: Aimed at the problem of standby energy consumption and Security while welding being on non-load state, one kind of novel realization is proposed, and hardware structure and flow diagram is provided. Standby energy consumption is theoretically analyzed base on the plan, the energy consumption model is established, the problem of welding standby energy consumption and security is completely resolved.

Key words: Non-load; Standby; Energy consumption model

中图分类号: TP273+.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-9227(2011)02-0001-03

0 前言

弧焊焊机负载持续率较低, 一般焊机的额定负载持续率只有60%^[1]。在实际使用中, 由于焊接电源和焊接辅助工作, 负载持续率更低。因此, 造成了能源的白白浪费。据统计, 电焊机待机有功损耗约为额定容量的1%~2.5%, 无功损耗约为额定容量的8%~9%, 待机容量达到电焊机额定容量的10%左右。此外, 电焊机空载时二次侧电压约为60~90V(特种焊机能达到710V^[1]), 大大超过国际电工委员会(IEC)《电击保护》人体安全电压标准(人体直接接触交流电压不超过25V, 直流不超过60V^[2]), 被电焊机二次电压电击死亡的事故屡屡发生。

电焊机待机能耗问题和安全问题引起了人们的关注。一些工程技术人员也成功地开发了电焊机待机控制装置, 其中某些成熟方案已经投入了实际使用。虽然在一定程度上减小了电焊机待机能耗, 提高了待机时的安全, 但是它们控制装置电源部分受到体积、功耗、成本、可靠性、安装改造等因素的制约, 不可能从根本上消除待机能耗和待机安全问题。

本文通过一种极端低功耗设计方法, 实现了一种超低功耗待机电源控制结构, 将待机电源控制装置的平均电流降到十几个微安。采用一节一次性长寿命电池作为待机控制装置电源, 在电焊机安全使用寿命不需更换。真正实现了电焊机交流待机零功耗和本质安全待机。

1 电焊机安全待机电源控制实现方案

1.1 硬件结构

系统硬件电路主要由引弧检测电路、驱动开关电路、电源电路、焊接检测电路和控制器五部分构成。其中, 引弧检测电路包括脉冲发生电路和引弧检测隔离电路; 驱动开关电路包括驱动隔离电路、开关电路和交流检测电路;

电源电路包括整流电路、降压电路、稳压电路、+3.6V交流整流电源及其检测电路、电源切换电路和3.6V锂亚硫电池。结构框图如图1所示。

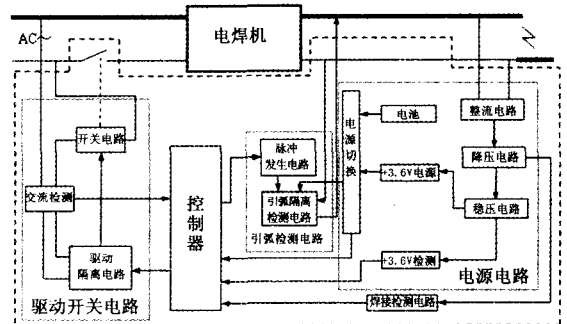


图1 系统硬件结构框图

1.2 系统硬件电路介绍

(1) 引弧检测电路

待机时电焊机一次侧交流电源被切断, 控制器进入睡眠状态, 脉冲发生器启动, 和引弧隔离检测电路一块作用, 时刻检测电焊机引弧动作。在焊条接触工件的瞬间, 引弧隔离检测电路输出引弧信号, 在电池支持下, MCU通过驱动隔离电路使开关器件动作, 从而接通电焊机的交流电源^[3]。

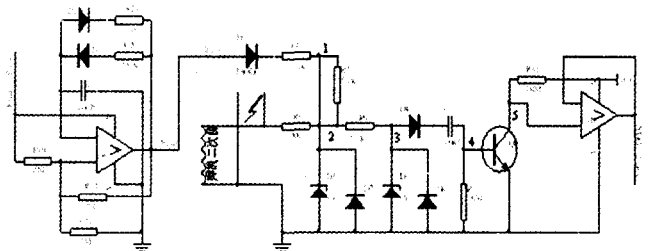


图2 引弧检测电路

收稿日期: 2010-11-01

作者简介: 邓攀(1982-), 男, 助理工程师, 主要研究方向为过程控制及智能仪表。

(2) 驱动开关器件主回路控制

驱动电路与开关电路构成了中继控制结构。启动过程中, 电池只需要驱动功率较小的驱动器件, 而且能够对驱动过程实现精确控制。这样就实现了较小的电池驱动电流与较强的交流电源隔离能力的折中。

(3) 焊接检测电路

在焊机引弧成功后, 二次侧电源建立, 焊接检测电路开始工作, 检测焊机空闲还是焊接。焊机处于空闲状态, 关机定时器开始计时; 焊机处于焊接状态, 复位关机定时器。如果关机定时器定时时间到, 说明焊机处于连续的空载状态, 系统停止驱动信号, 从而切断焊机一次侧交流电源, 转入待机状态; 否则继续处于焊接或空闲状态。焊接检测电路在系统待机时不产生能耗。据调查, 弧焊机二次侧额定空载电压为 50~100V, 额定焊接电压为 20~50V^[1]。因此, 焊接检测电路如图 3 所示。

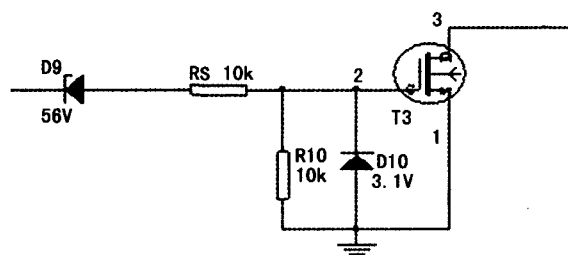


图3 焊接检测电路

(4) 电源电路

电源电路负责提供3.6V整流电源(焊机工作时), 完成电池和3.6V整流电源间的电源切换, 并且实现3.6V整流电源检测, 防止由于3.6V整流电源故障而造成的额外电池损耗。

1.3 软件结构

(1) 电焊机工作状态定义

启动: 在焊接准备完成, 待机控制装置检测到焊条接触工件的瞬间动作, 这个动作就被称为待机控制装置的启动状态。

焊接: 在电焊机引弧成功后, 待机控制装置检测到电焊机二次侧焊条不断溶化直至完成一次焊接的过程, 这个过程就称之为待机控制装置的焊接状态。

空闲: 在电焊机引弧成功后, 待机控制装置检测到电焊机一直处于闲置状态, 称为待机控制装置的空闲状态。

待机: 电焊机一次侧交流电源接通前, 控制装置一直检测电焊机的启动信号, 这一期间待机控制装置就处于待机状态。

(2) 软件流程图

系统设计的控制程序包括主程序和中断了程序两大部分, 采用模块化设计方法实现。主程序流程如图 4 所示。

具体控制思想: 上电复位后进行初始化, 主要完成变量声明、中断地址赋值、系统控制寄存器初始化、时钟初始化、中断初始化、I/O 初始化等。系统首先进入待机状态, 控制器迅速进入低功耗睡眠状态, 脉冲发生电路产生 2.76kHz 左右的脉冲方波信号, 发送到电焊机二次侧, 通

过引弧检测隔离电路时刻判断电焊机是否有引弧动作。焊把接触工件瞬间, 引弧检测隔离电路输出高电平信号, 控制器引弧定时器溢出, 发出控制信号, 驱动开关器件动作, 从而接通电焊机一次侧交流电源, 脉冲发生电路被关闭, 系统过渡到启动状态; 否则引弧检测隔离电路始终输出脉冲信号, 控制器引弧定时器不断被复位。焊机启动后, 通过焊接检测电路判断系统处于焊接或是空闲。系统处于焊接或是短暂的空闲, 控制装置始终接通电焊机一次侧交流电源; 当系统处于空闲时间超过设定的允许时间时, 控制装置认为没有焊接需求而切断电焊机一次侧交流电源, 脉冲发生电路开始工作, 系统过渡到待机状态。此后, 系统时刻监测电焊机二次侧状态, 等待再次引弧。

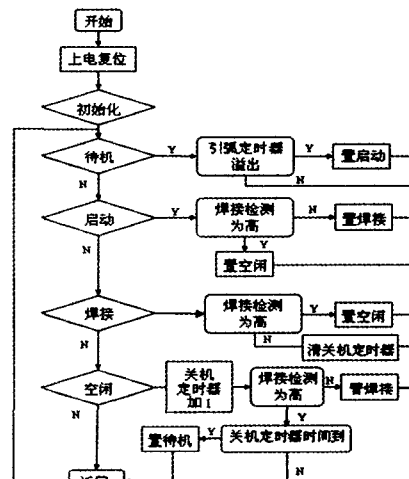


图4 主程序流程图

2 系统能耗模型及其总体能耗分析

2.1 能耗模型

图 5 是本文设计的控制装置电池能耗模型。

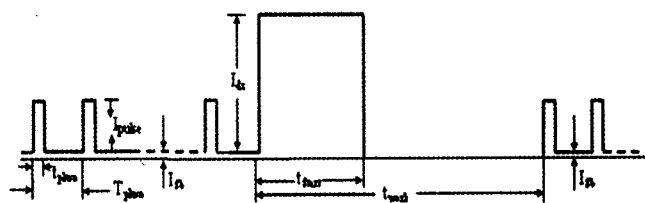


图5 系统电池能耗模型

其中, I_{dr} 为驱动电流, 毫安 (mA);

I_{pulse} 为检测脉冲电流, 微安 (μA);

I_{sb} 为系统待机电流, 微安 (μA);

t_{start} 为开关器件预留的起动时间, 毫秒 (ms);

t_{work} 为电焊机运行时间, 秒 (s);

t_{pulse} 为单个检测脉冲高电平持续时间, 微秒 (μs);

T_{pulse} 为单个检测脉冲周期, 微秒 (μs)。

2.2 能耗分析

在电焊机交流电源接通后, 电池通道被关闭, 待机控制装置采用交流电源供电。因此, 电池产生的能耗, 只与

(下转第9页)

能以多种形式对上位机发出反馈信息,包括声音报警提示和实时信息窗提示。

(3) 井下智能分站及传感器配置相应的看门狗电路,系统在破坏情况下可由看门狗程序修复并重新恢复正常工作的能力。

另外,KJ70煤矿安全监控系统具有良好的兼容性和开放性,它采用系统网络化,模块化程度高、集成方式灵活;在显示画面编辑、报表格式生成方面向用户全面开放,且标准数据库格式并向用户开放,用户可对监测数据进行二次开发;可以接入工业电视、投影、电视显示墙、模拟盘等设备。具有较好的可靠性和适应性。

4 总结

KJ70煤矿安全监控系统是集国内外煤矿监控技术优势并针对我国煤矿现状而开发的一套软、硬件结合的全矿

井安全生产综合监控系统,具有功能齐全、软件丰富、可靠性高、操作使用方便、配置灵活、经济实用等特点。可汇接多个安全与生产环节子系统,适用于各类大、中、小型及地方煤矿使用。

参考文献

- [1] 赵秀娟,刘振洲.煤矿安全监控系统的应用[J].煤矿安全,2008(3):71-73.
- [2] 祖自银.关于煤矿监控系统改造初探[J].煤炭工程,2009(7):15-17.
- [3] 成继勋.煤矿监控应用现场总线的探讨[J].世界仪表与自动化,2001(5):15-17.
- [4] 王晓阳.KJ95N型煤矿综合监控系统[J].西安科技大学学报,2008(6):397-400.

(上接第2页)

静态待机电流 I_q (脉冲电流 I_{pulse} 和待机电流 I_{sb})和驱动电流 I_{dr} 有关。

出于习惯,在这里电焊机以“天”作为基本的工作循环周期。计算出各部分每天的平均电流,也就得到整个控制装置每天总的平均电流。

引弧检测电路消耗的电流称为检测脉冲电流,它包括RC多谐振荡器电流(I_{pulse1})、检测处理部分电路电流($I_{Startupdetect}$)和引弧检测程序执行消耗电流(I_{pulse2})三部分。检测脉冲电流是一个脉冲电流,在电焊机循环工作周期中,除了电焊机一次侧交流电源接通期间不需要电池供电,其它时间内都消耗电池能量。因此,检测平均电流和电焊机的利用率有关。根据容量不变原理,可以将脉冲形式的检测电流等效为连续的检测电流 I_{che} 。具体计算公式如下:

$$I_{che} = (1 - \zeta) \times \{I_{pulse} \times t_{pulse} + I_{sb} \times (T_{pulse} - t_{pulse})\} / T_{pulse} \quad (1)$$

其中, I_{sb} 是控制器待机电流; $\zeta = \left(\sum_{i=1}^N t_{work}(i) \right) / T$ 是电焊机的利用率。

选取美国TI公司TLV3492低功耗模拟比较器(最大静态电流小于 $1.2 \mu A$);美国TI公司MSP430F1222单片机($0.1 \mu A$ 掉电保护电流; $0.8 \mu A$ 实时时钟电流; $250 \mu A$ 运行电流)^[4];设计检测脉冲周期 $T = t_1 + t_2 = 15.2 + 346.5 = 361.7 \mu s$,脉冲频率 $F = 1/T = 1/361.7 = 2.76 kHz$;按照每个脉冲周期 $346.5 \mu s$ 中, $10 \mu s$ 控制器活动, $336.5 \mu s$ 低功耗睡眠;选取0%的焊机利用率。由此根据公式(1)可以计算出最大检测脉冲电流为:

$$I_{che} = (1 - \zeta) \times \{ (I_{pulse1} + I_{Startupdetect} + I_{pulse2}) \times t_{pulse} + I_{sb} \times (T_{pulse} - t_{pulse}) \} / T_{pulse} = 14.4 \mu A$$

驱动隔离电路驱动开关电路所消耗的电流称之为驱动电流。驱动电流是一个脉冲电流,并且每次启动中只有第一个驱动电流由电池供电。因此,根据容量不变原理,可以将脉冲形式的驱动电流等效为连续的驱动电流 I_d 。具

体计算公式如下:

$$I_d = (I_{dr} \times t_{dr}) \times N / T \quad (2)$$

其中, N 为电焊机平均每天最大启动次数; T 为电焊机循环工作周期(天)。在这里选 I_{dr} 为 $10 mA$,系统+3.6V整流电源建立时间 t_{start} 为 $700 ms$,焊机每天启动40次,由上述公式(2)计算得到驱动电路平均驱动电流 I_d 为 $3.2 \mu A$ 。

整个系统最大平均电流为: $I = I_d + I_{che} = 14.4 \mu A + 3.2 \mu A = 17.6 \mu A$ 。假定待机装置工作8年,其所消耗的电池能耗为 $E = I_t = 17.6 \mu A \times 24h \times 366d \times 8y / 1000 = 1236.8 mAh$ 。在这里选取80%的电池放电能力,锂亚硫电池漏电1%/年,总体电池利用率为72%,可计算出需要选取锂亚硫电池容量为1800mAh。

3 结束语

本文研制的弧焊焊机安全待机电源控制装置,不仅具有结构简单、工作稳定可靠、响应快、功耗低、适用场合广泛等优点,而且克服了传统电焊机待机控制装置难以从根本上消除待机能耗和待机安全问题。采用一节一次性长寿命电池作为待机控制装置电源,在电焊机安全使用寿命内不需更换,从而真正实现了电焊机交流待机零功耗和木质安全待机。实际使用证明,该待机电源控制装置完全符合弧焊焊机待机控制,性能稳定,可靠性高,超低功耗,节能效果显著。

参考文献

- [1] GB/T8118-1995.电弧焊机通用技术条件.
- [2] 国际电工委员会(IEC).电击保护[M].
- [3] Jeffrey S. Beasley(美)著,蔡勉,王建明等译,电子器件与电路(第6版)[M].北京:清华大学出版社,2006,1.
- [4] 成都电焊机研究所.焊接设备选用手册[M].北京:机械工业出版社,2006,3.
- [5] 魏小龙著.MSP430系列单片机接口技术及系统设计事例[M].北京:航空航天大学出版社,2002,11.