

# 浅论真空炉节能环保自动化控制

王炜维<sup>1</sup> 展望<sup>2</sup>

(1.北华大学工程训练中心,吉林 吉林市,132021;2.吉化职业中等专业学校,吉林 吉林市,132001)

摘要 我国真空炉控制自动化程度不高,其操作基本上停留在手工和简单模拟仪表操作的水平,操作人员不仅劳动强度大,还容易造成运行事故。文中概述了真空炉自动控制系统,并讨论了系统的整体构成方案,制定出先进的计算机控制系统替代了传统的控制方法。

关键词 自动控制;真空炉;节能;计算机控制系统

中图分类号:TM924.6

文献标识码:A

文章编号:1672-545X(2008)03-0109-03

在金属热处理领域,真空炉是一种关键的大型专用设备。真空炉属于承压的能源消耗设备,生产和使用过程中要考虑真空炉的使用安全、能源消耗、污染物排放等问题。如何提高能源效率、调整能源结构、节约能源,保障国家能源安全,减轻大气环境污染,保护环境,已经成为实行经济社会可持续发展所必须解决的重要问题。在工业与民用锅炉的节能控制中,引用自动化控制技术,对真空炉进行改造升级,可得到显著的节能效果。

## 1 真空炉传统控制的弊端

真空钎焊是在真空气氛中不用施加钎剂而连接零件的一种先进工艺方法,可钎焊一般难以连接的材料和结构,从而得到致密、优良力学和抗腐蚀性能的钎焊接口。真空炉是用于小型高速钢、高合金钢工模具、精密轴承、油泵油嘴等精密机械零件多种真空热处理工艺的精密设备。在不同真空度下,真空炉炉温控制时间和准确度很大程度上决定了热处理产品的质量,所以其控温时间和控温精度的控制就显得非常重要。传统的手动控制系统严重地制约了真空钎焊的品质和工作效率,为此引入自动控制系统势在必行,考虑到真空钎焊工作设备和流程的实际需要,以PLC作为真空炉控制系统的核心。为了进一步提升真空炉的适用对象和经济性,所设计的真空炉系统具有高、中温的双室系统,它们既能独立工作,又能充分发挥共享设备的效能。

## 2 真空炉自动控制系统简介

钎焊工艺过程的必要设备,其工作性能的优劣直接影响到钎焊产品的质量。真空炉系统主要由真空系统和加热系统及有关控制设备组成。真空系统由机械泵、扩散泵、主路阀、旁路阀和高真空挡板阀等组成。机械泵为粗真空装置,其动力源是三相交流电动机,高真空油扩散泵为高真空装置,借助前级机械泵和油扩散泵及电炉加热的作用完成高真空度要求的抽气工作,均通过接触器进行控制。加热系统由加热电源和加热元件组成,加热电源选用磁性调压器,利用直流激磁电源实现无触

点带负载的平滑无级调压,其直流激磁电源由功率调压器控制,而功率调压器利用温控仪通过热电偶检测到的炉温当前值与设定值之差,经PID运算,输出直流信号,控制磁性调压器中的磁饱和电压,进而按温控仪所设置的温控曲线实现加热电流和温度的自动调控。真空炉自动控制系统的控制目标是:可以实现自动/手动抽气功能,仪表显示真空度,并按照真空度的要求进行手动或自动控制钎焊过程的有关工作步骤,温度采用温控仪和热电偶及触发器实现自动微机程控和手动控制,数字显示、自动记录,超温、断水、断偶自动报警,高温室和中温室均为真空冷却。

## 3 真空炉自动控制系统控制的组成

真空炉自动控制系统对真空钎焊工作的安全、质量、高效、可靠等各方面的要求,经充分论证和设备调试。电控自动系统由电极升降系统、炉体控制系统、通讯联网系统和控制画面设计组成,也可是说是由控制柜、操作显示台、检测元件和执行元件四大部分组成。控制柜内部装有可编程序控制器、接触器、熔断器、继电器、可控整流器等元件。操作显示台面上装有各种操作按钮、指示灯、温控仪、触发器、记录仪、真空计、电压表和电流表。真空炉系统的检测元件主要有热电偶、真空计及电离规和水压表。

### 3.1 电极升降系统

电极自动升降自动控制系统主要包括模拟量、数字量输入,以及模拟量、数字量输出。模拟量以三相输入为主,数字量输入包含变压器档位信号和电极控制操作信号等,模拟量输出为三相电极升降液压比例阀驱动信号。在加热过程中,可随时根据工艺所要求的指标,自动控制电极升降,以满足工艺的要求。

### 3.2 炉体控制部分

主要完成炉体系统全部液压系统、变压器、油水冷却器、高压系统的控制,同时监测水冷系统、变压器、高压系统、液压系统、炉体系统全部的故障,以及供电系统监测等。自动控制系统每个I/O口加隔离装置,并且数字量和模拟量模块的输入输出预留10%的余量。同时为上位机提供系统所有动作,以及状态

收稿日期:2007-12-01

作者简介:王炜维(1981—),男,吉林吉林人,助教,在读硕士,现在北华大学工程训练中心担任实训指导教师,主要从事自动化应用研究及实训教学工作;展望(1981—),女,初级,本科,主要从事智能建筑设计开发等方面的工程实践研究及教学工作。

的输入信号。与上位机联合完成设备运行全部动态的实时画面监控功能。

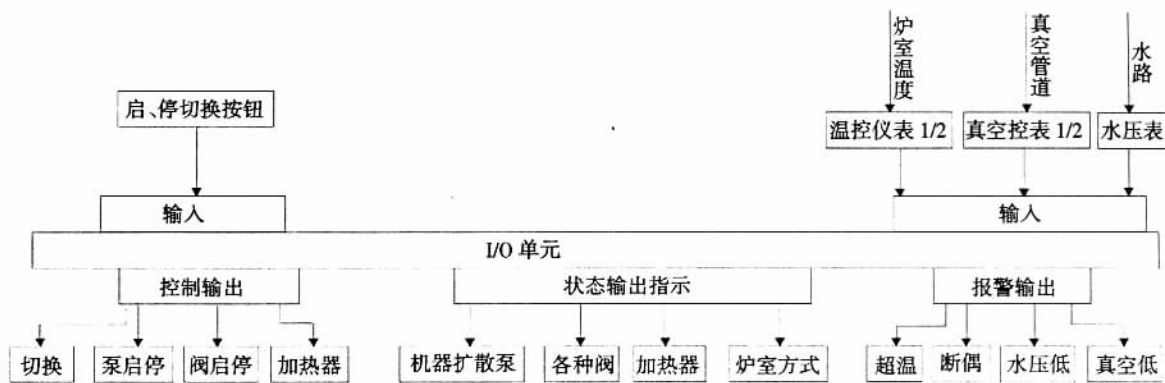
### 3.3 通讯联网系统

现代控制技术离不开网络技术,尤其是现场总线和 Internet 技术,使得控制系统规模变得非常庞大而有效,也使得信息共享和远程诊断成为可能。真空炉自动化控制系统由多级控制网络组成,现代计算机集散控制系统由基础自动化级、过程优化级和生产管理级构成。系统覆盖了工艺生产的各个阶段,在不同的层面上完成不同的任务,以保证最大的复用性、稳定性、有效性和简易性。

### 3.4 自动控制画面设计

自动控制画面由支持多媒体软件进行设计组态,然后从支持工具中下载到触摸屏即可使用。由自动控制系统对触摸屏状

真空炉工作稳定、安全、经济,需要提高对锅炉的监控品质,提高平均热效率,节省能源和减少污染,减轻操作人员的工作负担,提高真空炉的科学管理水平,可以获得可观的经济效益。应用自控技术节能可做到少投入多产出,见效快,效果好。美国 Centor 真空工业公司最近研究开发了用于金属喷射浇铸生产线上的新型高温真空炉。其中一台卖给欧洲特种金属生产,另一台卖给中国特种金属制造工厂。该新型真空炉包括:由钼合金丝制造的恒电阻加热元件,采用了 Centor 专利技术的高效能压力通风系统,干式机械泵系统等。该真空炉的优点是:炉膛内温度分布均匀,其温差  $< \pm 5$ 、加热元件的寿命长、再结晶温度高。氩气、氮气和氢气的分压力为 1.333~99.75Pa,控制系统采用了质子流控制原理。其实现了控温过程的 PID 自整定,控



态控制区和通知区进行读写达到两者之间的信息交互。自动控制系统读触摸屏状态通知区中的数据,得到当前画面号,而通过画面状态控制区的数据,强制切换画面。画面设计能够实现加热器实际电流、电压及循环水流量的实时显示,设定真空炉真空度与加热时间、温度及产生报警信息等。在画面上可以选择真空炉的运行方式:手动方式或自动方式。手动方式用于调整工作参数和系统维护,而在自动方式下真空炉按照预设参数运行,画面上的触摸按钮能实时地对自动控制通道中的内容进行写人和读取,产生相应的开关信号,或输入数值、字符给自动控制进行数据交换,从而控制系统的运行,另外还可以保存趋势图曲线和报警历史。

## 4 真空炉自动控制系统控制的原理

控制原理为:由温度检测元件将温度信号提供给调节器,调节器根据可编程控温曲线设定参数,进行不同时间段的 PID 自整定,并向执行器可控硅调功器发出控制信号,通过调整电炉丝的功率,实现对炉温的自动控制。由于可编程调节器灵活的曲线编程功能,通过选择适合工艺的编程曲线设定参数,便可实现炉温的全程控制,见图 1。

## 5 真空炉自动控制系统的发展

真空炉是我国生产、生活中主要的耗能设备,按照国际先进水平衡量,我国能源的利用率很低,节能的潜力很大。为了使

温精度达到  $\pm 1$ ,配合可编程控制器 PLC 将真空炉机械动作及热处理工艺所要求的充气、增压、电磁阀等控制过程完全实现自动控制,极大提高了系统的可靠性,保证了工件的热处理质量。日本 SHIMADEN(岛电)最近开发了可编程真空炉温度控制器 FP-21,将热处理控温曲线及设定编程参数输入调节器,以其快捷、直观、丰富的现场工作界面经不同功能的组合设定便可实现现场炉温的全过程控制。实际运行中调节效果良好,保证了各温段的控温精度,实现了真空炉炉温的自动过程控制,大大地提高了精密机械零件的热处理质量。

总之,在真空钎焊炉控制系统中引入自动控制,不仅提升了真空钎焊的焊接质量和工作效率,也提高了系统的经济效率,实现了系统的节能与可持续发展。

参考文献:

- [1] 郑玉红. 热处理炉温度均匀性测量方法的改进及数据处理[J]. 西安航空技术高等专科学校学报, 2002, 20(1): 38-39, 41.
- [2] 史国生. 电气控制与可编程控制器技术[M]. 北京: 北京化学工业出版社, 1999.
- [3] 王鹏, 任耀文. 双室真空钎焊炉的自动控制[J]. 北京: 电焊机, 2003(5): 40-43.
- [4] 任耀文. 真空钎焊工艺[M]. 北京: 机械工业出版社, 1993.
- [5] 王永华. 现代电气及可编程控制技术[M]. 北京: 航空航天大学出版社, 2002.
- [6] 周泽魁. 控制仪表与计算机控制装置[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

# Discussion about Auto- control on Energy Conservation and Environment Protection of Vacuum Furnace

WANG Wei-wei<sup>1</sup>, ZHAN Wang<sup>2</sup>

(1. Engineering Training Center, Beihua University, Jilin 132021, China 2. Jihua Secondary Vocational School, Jilin 132001, China)

Abstract : The auto- control level of vacuum furnace in our country is not high. The control operations are mainly made by hand and simple simulation instrument, so operators are not only tired but also suffering operation accident. The auto- control system of vacuum furnace is outlined, as well as the system design plan, which presents that advanced computer controlled system should take place of conventional control, is discussed.

Key words : auto- control ; vacuum furnace ; energy conservation ; computer control system



[上接第 97 页]

2)如果它们的刀补不同,刀补的建立放在主程序,如上述(3)、(4)二种情况,刀补取消放在子程序。书写格式如下:

O1 (主程序)	O2 (子程序)
G90...;	...;
...;	G40 (刀补取消)
G41...D01 (刀补建立)	M99;
M98 P2 (调用子程序)	
G41 ...D02 (刀补建立)	
M98 P2 (调用子程序)	
...	
M30;	

## 6 结束语

数控程序的编制,除了要满足零件的加工要求外,还要求程序尽可能短,以减少编程的工作量。熟练运用子程序,就可以简化编程,有利于程序的修改和重复调用,使程序优化。

参考文献:

- [1] 李宏胜,黄尚先.机床数控技术及应用[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [2] 沈建峰,朱勤惠.数控机床编程与操作[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2005.
- [3] 李体仁,夏田,杨立军.加工中心编程实例教程[M].北京:化学工业出版社,2006.

# The Application of Subprogram in NC Milling

LI Hong-ying

(Guangxi Mechanical Senior Technical School, Liuzhou Guangxi 545005, China)

Abstract :The concept, format, application and points for attention of subprogram are outlined.

Key words : NC milling ; subprogram ; application