

西门子 PLC 在爱协林多用炉中的应用

沈成斌

(河北省唐山市天捷机械有限公司, 河北 唐山 063004)

摘 要:爱协林公司是可控气氛渗碳多用炉。整个渗碳过程由 PLC 自动控制,通过人机操作面板 OP270 可以实现全部参数的设置和工艺编制,以及状态监视。另有一套上位机控制系统,可以监视、记录和在线控制。

关键词:系统描述;功能实现;人机接口

中图分类号: TN911

随着热处理行业的不断发展,客户对热处理设备的要求越来越高,为了满足工件的渗层、硬度、变形等越来越高的要求,热处理设备不断的向高科技发展,目前可控气氛热处理是世界上较高水平的热处理工业炉,爱协林可控气氛工业炉在世界上享有很好的声誉,自进入中国市场以来,一直以其高科技水准得到客户好评,通过西门子 S7 系列 PLC 及操作面板对整个热处理过程自动控制,保证了热处理工件的完全合格。爱协林工业炉有很多种,如多用炉、推盘炉、转底炉等,这里以多用炉为例介绍一下西门子 PLC 在控制上的应用。

1 系统描述

爱协林箱式多用炉的控制系统主要由上位机、PLC、OP270、2604/KS98 以及相应的传感器、执行元件和控制开关等组成,对其主要功能分述如下:

上位机的主要功能是:在离线模拟运算的基础上,输入、编辑、和存储多种热处理工艺程序,实现在线模拟的控制或在线时间控制,显示并贮存工艺数据和资料数据以及当前和历史的故障报警记录。

PLC 可编程序控制器是整个多用炉控制系统的核心,它能够将设备的各种工作状态、炉子的后室温度、碳势及油槽温度传送给上位机,同时也可以将上位机或 OP270 发送的工艺数据、控制信号实时进行处理,按工艺要求实现对温度和碳势的自动控制。在 PLC 内部最多可以存储 31 个工艺程序,即 0—30 号工艺,其中 0 号工艺为上位机在线控制的专用工艺,在 OP270 方式下,可以任选 1—30 号工艺中的任何一种作为即要运行的工艺程序。

温度、碳势控制器 2604f/KS98—1 是爱协林多用炉上专用的温度、碳势的测量和控制装置,手动状态下可设定炉温、碳势和油槽温度,具有 P、I、D 调

节功能,可分别用棒形图、曲线图或文字表示炉温、碳势和油槽温度的设定值和实际值的变化情况,并可对其进行修正。例如:可通过钢箔定碳来修正碳势。并选择自动输入或手动输入 CO 值的方式进行补偿修正。同时通过 PROFIBUS 通讯协议与 PLC 通讯,传递温度及碳势等信息。

爱协林箱式多用炉控制原理框图见图 1:

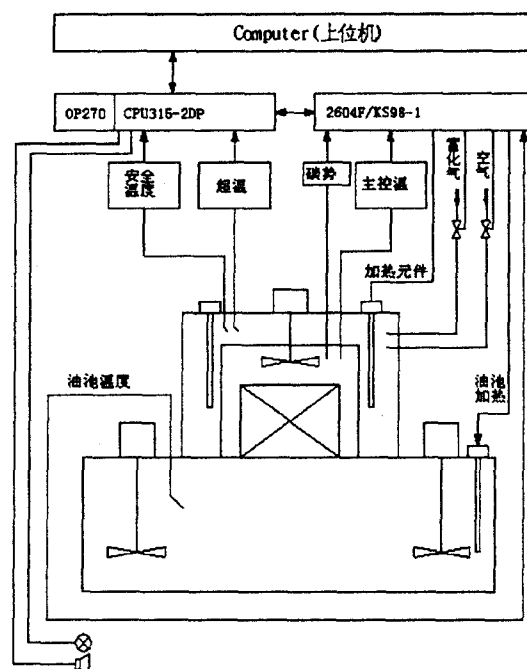


图1 爱协林多用炉控制系统原理框图

2 控制系统的功能实现

多用箱式炉采用电加热或气体加热,设备由测量,调节和控制装置控制。工件根据工艺程序的不同有三种运动方式:

a) 不带中间冷却的油淬火工艺程序:内推链条将料盘送到后室—热处理加热—料盘被拉到前室—

沉入油槽淬火。

b) 带中间冷却的油淬火工艺程序: 内推链条将料盘送到后室—热处理加热—料盘被拉到前室(中间冷却)—料盘再次送到后室—料盘被拉到前室—沉入油槽淬火。

c) 气冷淬火工艺程序: 工件进入炉室加热处理—工件被拉到前室气冷淬火。

整个运动过程在 PLC 的控制下自动完成, 不需要人工干预, 除非出现故障。动作过程如下:

自动模式下达到基本位置, 自动条件满足, PLC 将提示装炉, 装炉灯闪烁。此时打开炉前门(前门火镰要点燃, 否则打不开前门)后用装出料装置将工件装入前室, 装出料装置退出, 关好前门, 按下“装出炉结束”按钮, 之后 PLC 根据条件自动打开中间门由内推链条将工件推入后室。料盘的各个位置由凸轮限位开关和后限位杆确定。

热处理气氛需要的介质由装在炉顶上的进气管通入炉内。气体供应装置, 装在炉侧外墙上。炉上装有氧探头测量碳势, 为了使炉内气氛均匀炉内装有导向马弗和循环风扇。碳势的控制由 2604/KS98—1 智能仪表控制。工艺程序的运行只和温度有关, 温度达不到开始温度, 工艺不会运行; 温度达到要求工艺继续往下运行, 即使碳势没有达到要求。三个热电偶装在加热室内, 它们分别用于炉温控制, 超温报警和安全温度监测。

加热处理过程结束后 PLC 会自动打开中间炉门, 内推链条进入后室将料盘抓住, 然后中间门完全打开将工件拉到前室。

气冷淬火时, 为使工件能够在保护气氛下快速均匀地冷却, 必须使气体循环, 为此前室装有循环风扇和导风马弗。循环气体被前室壁冷却, 由此产生的热量经由充入油夹层内的淬火油带走, 冷却时间完成后, 程序结束, 将料盘拉出炉外。

油淬火时, 中门打开之前, 升降台升高, 然后打开中间门将工件迅速拉出并下降入油槽, 为了提高油的冷却能力, 油槽应高速度循环搅动。升降台有两个载物架, 上载物架用于炉子装料及二次装料, 下载物架负责将料盘降入油槽中淬火。淬火结束后开始淋油, 最后工件出炉。

二次装料操作意味着炉子内同时有两盘工件。淬火时间很长是二次装料的重要前提, 为了节约时间在工件淬入油槽时, 前室可进行二次装料。炉子控制系统提供每个炉子周期装料过程都是自动的, 如不需要第二盘工件, 也可不装入。

当第一盘工件从后室拉出降到油槽淬火时, 换气时间结束后“装料”信号灯则闪亮, 表示可以装入第二盘工件。此时可将前室门打开把第二盘工件装入炉子前室。第二盘工件装到前室后, 按下“装/出炉结束”键, 之后 PLC 根据条件自动打开中间门由内推链条将工件推入后室, 不影响第一盘工件的工艺运行。第一盘工件油淬火时间结束后, 根据该工艺程序, 升降台自动上升淋油, 淋油时间结束后“出炉”信号灯闪亮, 第一盘工件出炉, 第二盘工件的工艺程序继续运行。周而复始, 循环二次装料可以节约很多时间。二次装料自动运行有一个重要条件, 即工件进入油槽后油的温度至少有 3 度以上的升高, 否则下一盘料将停留在前室不动。

3 PLC 控制系统的特点及组成

PLC 是一种小型、高速、高性能、高可靠性的工业用的逻辑控制器, 在工业上的应用优于微计算机的, 在现代工业控制领域中早已得到了广泛的应用。以 PLC 的控制功能而言, 具有严谨、方便、易编程、易安装、可靠性高等优点。它通用性强, 适应面广, 特别在数字量输入/输出等逻辑控制领域有无可比拟的优点。PLC 具有丰富的逻辑控制指令和高级应用指令, 它提供高质量的硬件、高水平的系统软件平台和易学易编程的应用软件平台。另外, PLC 即有自身的网络体系又有开放 I/O 及通讯接口, 很容易组建网络并实现远程访问。对现场环境的适应能力更强。

PLC 采用的西门子(Siemens)公司生产的 S7—300 系列, I/O 模块全部用数字量的, 温度、碳势等模拟量用仪表 2604F/KS98—1 通过 PROFIBUS 协议与 PLC 的 DP 口通讯, 现场的 PLC 系统通过 CP340 模块与控制室的上位机进行通讯, 实现工艺过程的监视、记录, 工艺程序的编制、仿真、下传以及在线控制。

炉子的操作模式有三种:

手动模式

自动模式

调整模式

模式的选择: 在控制柜上“自动—调整”的钥匙开关打到调整一侧即为调整模式; 手动和自动模式在操作面板 OP270 上, 首先将“自动—调整”钥匙开关打到自动一侧, 在 OP270 上按动 **K15** 键选择自动模式, 按动 **K7** 键选择手动模式。**K8** 键是动作执行键, **K16** 键是动作停止键。手动模式与自动模式的

区别为:自动模式下工件进炉按动K8键后所有动作将自动按照步骤完成,直到出炉。动作过程中如果按动K16键动作将停止,需要再按动K8键动作才会继续;手动模式下工件进炉按动K8键动作将执行第一步,第一步走完需要再按动K8键才会执行下一步,以此类推每一步的执行都要按一下K8键。动作过程中如果按动K16键动作将停止,需要再按动K8键动作才会继续。在任何时候手动和自动操作模式均可交替选择。炉子可从手动或自动变成调整模式,但从调整模式变到手动模式或自动操作时,则需基本位置等条件后才可转换(见自动运行条件)。

在自动运行期间如果遇到停电故障,系统会自动记忆。来电后系统将保持停电前的状态,控制电压接通,再按下动作执行“K8”键,自动模式继续运行。利用此功能,当系统出现通讯故障或不能复位等故障时,可以通过断电重新启动方法修复故障,且不影响当前工艺运行。程序还设有清零功能,当由于各种原因程序走乱,实际位置与显示位置不符,自动不能正常运行时,可以将“自动—调整”的钥匙开关打到调整一侧,回到基本位置,按住“报警器关”按钮20秒后系统清零,再将“自动—调整”钥匙开关打到自动一侧重新开始即可。

工件的装/出炉是通过装/出料小车实现的,当炉子已做好装料准备,则在炉子上有“装炉”白色信号灯闪烁显示和报警喇叭提示。此时可以打开前门,在炉子的前门下面有火帘燃烧系统,当打开前门时先点燃火帘系统,燃烧的火帘可以阻止外部空气的进入和燃烧掉前室内的可燃气体,保证炉子不会发生爆炸等危险。如果火帘没点燃则前室门打不开,同时有“火帘故障”报警。装炉结束,关闭前门后一定要按“装/出炉结束”按钮。当工艺程序全部执行完,在炉子上有“出炉”白色信号灯闪烁显示和报警喇叭提示。此时可以打开前门(同样火帘要点燃),将工件用装/出料小车拉出,关闭前门,出炉结束后也是一定要按“装/出炉结束”按钮。

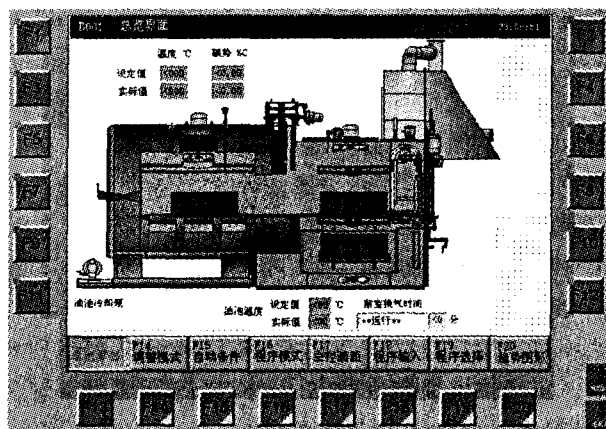
报警系统:如果炉子或系统有故障,操作面板上将有报警显示,如控制电压故障、温度超差等。按下ACK键报警被确认,操作面板上报警会消失。但是如果报警条件仍然满足,则在控制柜上的“集体故障”的故障信号灯闪烁,OP270上F2灯也闪烁,此时按F2键将显示仍然存在的报警,在此画面下按F16键将显示历史故障信息。所有报警条件消除,“集体故障”灯和F2灯熄灭。

4 人机接口

OP270 多功能控制面板提供了操作者与 PLC 之间实现可视化人机对话的各种界面,其主要功能:选择运行模式,操作、控制设备的启动、停止和运行,并可在各种运行模式之间进行切换;显示工艺程序运行状态、炉子温度、油槽温度和碳势的实时控制曲线;显示当前的和历史的故障信息;当脱离上位机时,在 MP270 上可输入或调用已经贮存的各种热处理工艺程序,对炉子的各种工作状态、炉温、碳势和油槽温度进行预选或设定,并实现本地控制。

下面介绍几个重要画面:

4.1 F13总览画面



在图中所有的电机的工作状态都以动态图形表示:当任一电机以灰色的动态图形显示时,表示其处于正常运行状态;当电机工作不正常时,以红色的闪动图形进行显示。热处理工件所在位置、前门、中门、升降台、推拉链的位置都将随其限位开关的检测在画面中显示出来。温度、碳势以及安全保护的换气时间在画面中也有显示,让人能及时观察工件及运动部件的实际位置及状态。要求装料或出料时在画面的前炉门处将有箭头显示。

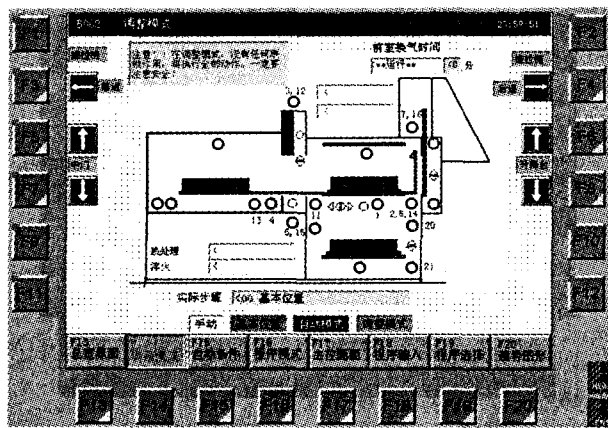
注意! 门、推拉料机构、升降料台以及推拉料钩的位置有时可能与图画不符! 要以调整画面的限位指示灯为准! 所以实际位置或状态必须由培训人员检查。

4.2 F14调整模式

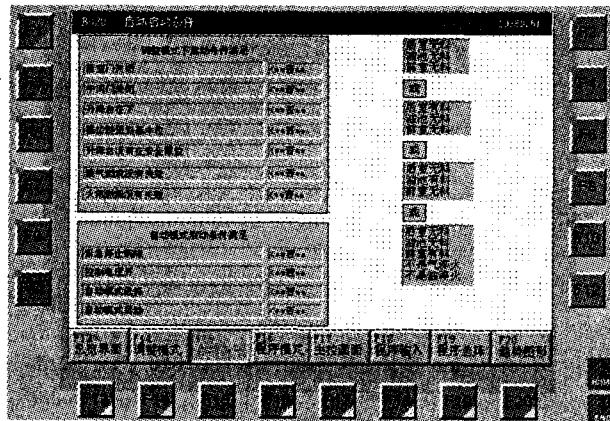
除前门外的所有动作的操作按钮都在调整画面内。当柜面上“自动—调整”钥匙开关打到调整,调整模式框常亮,中门由F5中门打开和F7中门关闭控制。升降台由F6升降台上升和F8升降台下降控制。推拉料装置由F3推拉料装置前进和F4推拉料装置后退控制。所有按键都是点动控制,推拉料装置的控制,要想到中间位置自动停止,必须一直按

住 F3 或 F4 键, 当到达限位位置时才会自动停止, 松开按键再按下推拉料装置会继续动作。①至⑦步是将工件从前室送到后室加热渗碳处理, (11)至(16)步是将工件从后室拉到前室淬火。当柜面上“自动——调整”钥匙开关打到自动, 以上按键将不起作用。

处于手动模式时“手动”将变为黄色, K7 键指示灯亮; 处于基本位置时“基本位置”将变为绿色; 处于自动模式时“自动模式”将变为兰色, K15 键亮; 处于调整模式“调整模式”将变为浅兰色, “自动——调整”按钮在调整侧。实际步骤处将显示执行的步骤及内容。



4.3 F15 自动运行的条件



自动运行的条件:

1. 装料情况:

- 后室, 前室, 或油槽都无料。
- 后室有料, 前室和油槽无料。
- 油槽有料, 前室、后室无料。
- 前室有料, 后室、油槽无料, 工艺没有运行。

2. 炉子的机械基本位置均已完成(在模拟图表上的所有的绿色的 LEDs 均已照亮):

前门已关闭; 中门已关闭; 升降台在下面; 推链

退到位; 升降台安全限位正常。

3. 废气燃烧器已点燃。

4. 火帘无故障。

5. 控制电压已接通。

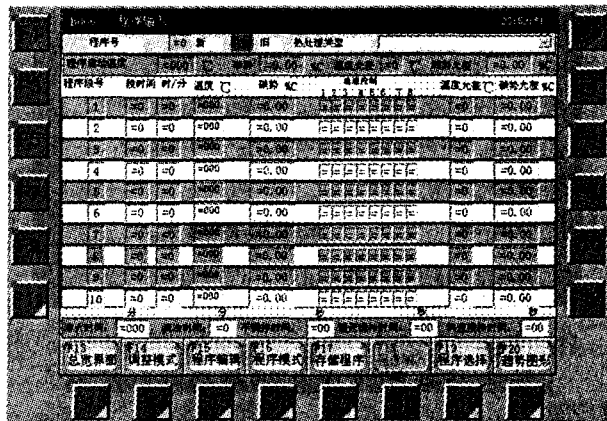
6. 没有按下紧急停止按钮。

7. 后室风扇已打开; 油槽温度设定值与实际值相差不到 30 度。工艺程序已经选择好。

达到上述条件后, 可通过按 K7 进入手动模式或按 K15 进入自动模式, 按 K8 开始动作执行, 按 K16 停止动作。

在任何其它条件下, 如果打到自动模式, 在调整模式图框中“调整模式”字样闪亮, 则设备仍处于调整模式下, 没有达到基本位置等条件。

4.4 F18 工艺输入

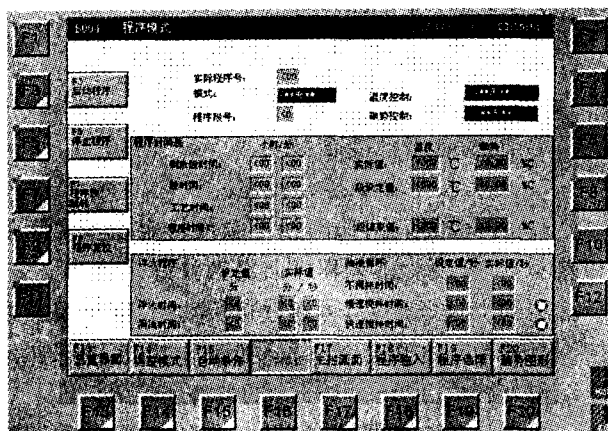


在“新”方框中输入新的工艺程序号, 一般为 1—30 号, 并按“ENTER”键确认。在键盘上, 通过按动上下左右键移动光标, 输入工艺程序的内容, 程序编制好后按 F17 保存程序, 此时在“旧”方框内的工艺号将变为新的工艺号, 最新出厂的炉子在屏当中会出现“存储成功”字样, 表示这些数据已被接收。

查看工艺程序内容按 F15“程序编辑”, 在“新”方框中输入新的工艺程序号, 按 VF15 将该程序调出, 程序内容将全部显示在屏上。如果要改变此程序, 要通过按 F17 将程序保存, 否则修改的内容不会被接收。

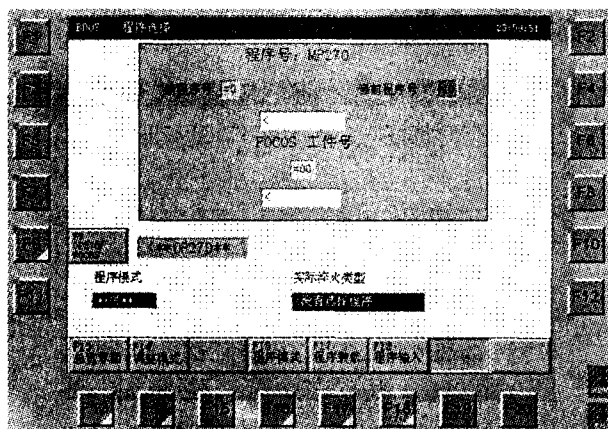
4.5 F16 工艺模式

工艺模式画面能够显示工艺运行情况的全部信息。工件装到后室 1—3 分钟工艺程序将自动运行, 也可以按 F3 键直接启动, 不等待延时。F5 键是停止工艺程序, 按下之后程序将停止在当前工艺段。F7 键是跳转工艺段, 按下之后程序将跳过当前段进入下一段, 但最后一段不能跳过。F9 键是程序复位键, 按住此键 5 秒后程序将复位, 被清除, 但要先按



F5键停止工艺。

4.6 F19工艺选择



在工艺选择模式中F9是选择在FOCOS或OP270—operation模式。在FOCOS模式下所运行的工艺程序是上位机在线控制的,输入工件号,按enter键表示确认,通过按F17键,装入程序,通过“FOCOS数据库”检查这个部件数字是否有效。如

(上接第 46 页)

3 结语

本文用B方法对TCP状态的非典型变迁进行了形式化研究,由于TCP状态的非典型变迁发生概率较小,在实际网络中较难进行测试,故易被测试所忽略,成为网络安全的隐患^[5],通过形式化研究可提供相应的测试用例^{[6][7]},从而提高TCP协议一致性测试的可靠性和质量。

下一步的工作是据此进行TCP协议相关网络安全问题研究,寻找网络安全解决方案。

参考文献:

[1] 龚正虎. 计算机网络协议工程[M]. 长沙 国防科技大

果无效,将出现“错误”对话框,这个程序号将删除。重新输入一个有效的部件号,在检测过程中,将显示“装载”文字,检测通过后,将显示“装载成功”文字。在OP270模式下,在新程序号内输入已经编好的且要执行的工艺程序号,按enter键表示确认,此时在下面将出现“装载”字样,按F17装入程序字样将变为“装载成功”,并且当前工艺号内也变为输入的工艺号,证明装载成功。

如果工件已经装到后室,发现选择的是错误程序,可通过如下方式安装另一程序:柜面上的钥匙开关“自动——调整”打到调整模式,然后再打回自动模式,重新选择一个不同工艺号的程序装载,并启动自动运行模式。

5 结束语

爱协林多用炉是以PLC为主体的设计,当上位机出现故障是可以单独工作,不会影响生产。正因为PLC的高可靠性,稳定性使它能够承担工业环境中高科技生产任务,使零件达到最好的热处理效果,产品的质量大幅度提高,为企业提高自己品位和知名度。

参考文献:

- [1] 第一机械工业部设计总院 控制气氛热处理 爱协林培训专用教材
- [2] 高鸿斌,孔美静,赫孟合. 西门子PLC与工业控制网络应用. 电子工业出版社,2006年
- [3] 廖常初. S7—300/400 PLC应用技术,机械工业出版社,2008

学出版社,1993年12月

- [2] 裘宗燕. 译J—R Abrial B方法[M]. 北京:电子工业出版社,2004年6月
- [3] Information Sciences Institute University of Southern California. RFC793:transmission control protocol[C]. California,USA,Sept,1981,1—90
- [4] Steve Schneider The B method: an introduction[J]. Palgrave 2001
- [5] 张大兴. TCP/IP协议异常状态转换及其安全性分析[J]. 计算机工程与设计,005,06:1441—1443
- [6] 魏怀鉴,等. 形式化方法和测试技术及其在安全中的应用[J]. 微计算机信息,2006,11—3:55—57
- [7] 肖美华. 形式化方法B及其程序归约机理[J]. 计算机工程,2004,16:16—18