

基于 Profibus 的激光加载热疲劳实验控制系统

PROFIBUS- BASED CONTROL SYSTEM OF LASER INDUCED THERMAL FATIGUE TEST

(中国科学院力学研究所)周良 虞钢 宋宏伟 王立新
ZHOU LIANG YU GANG SONG HONGWEI WANG LIXIN

摘要:采用激光作为活塞热疲劳模拟实验的热源。为模拟活塞上表面的温度波动,设计了基于 Profibus 的实验控制系统,对激光器的开启、关闭及输出功率进行控制。实验结果表明,该系统实现了活塞热疲劳实验的设计要求,具有实验周期短、可靠性高等优点。

关键字:Profibus;激光应用;活塞;热疲劳

中图分类号:TP271 文献标识码:B

Abstract:Laser is used as the heat source of the pistons thermal fatigue test system. To simulate the temperature wave on the top of the pistons, the Profibus-based control system is designed. The control system manages to control the on-off and output power of the laser machine. According to the experimental results, it achieves the requirement of the experiment. It is also efficient and reliable.

Keywords:Profibus,Laser application,Piston,Thermal fatigue

1 引言

活塞是发动机中的重要受热部件,其寿命极大影响着发动机的性能和可靠性。为了对活塞的热疲劳寿命进行分析,许多研究机构建立了热疲劳模拟实验平台。活塞在发动机中的受热状态非常复杂,时间和空间分布上都存在着不均匀性。而激光的输出功率可控性高,并且空间分布可通过二元光学变换装置调整,其作为活塞热疲劳模拟实验热源的优势明显。

为模拟工作状态下活塞温度的波动,需要控制激光器的开启、关闭及输出功率。本实验系统使用的德国产 Hass 激光器支持 Profibus-DP 协议,可基于该协议对其进行控制。Profibus 现场总线技术已经广泛应用于楼宇自动化,能源管理,交通运输,生产过程控制等多个领域。Profibus 是一种国际化、开放式、不依赖于设备生产厂商的现场总线标准,它包括 Profibus-DP, Profibus-PA 和 Profibus-FMS 三种类型。其中 Profibus-DP 采用经过优化的高速、廉价通信连接,专为自动控制系统和设备级的分散 I/O 之间通信设计,适用于自动控制系统与现场设备间的实时通信,它采用 RS-485 传输技术。本文着重介绍了基于 Profibus 的活塞热疲劳实验系统的结构及控制机理。

2 系统结构体系

图 1 是实验系统的简图。根据热疲劳实验的特点,实验系统采用 Profibus-DP 单主-从的线形网络拓扑结构。上位机中嵌入西门子 CP5611 通讯卡,用于与

Profibus-DP 总线进行通讯。在组态设置中,将上位机中的 CP5611 设为主站,激光器设为从站,主站与从站间的指令字宽设定为 10。

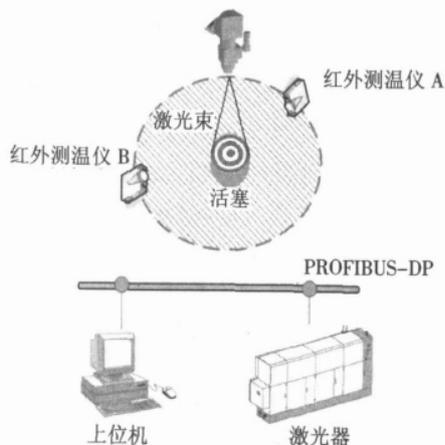


图 1 实验系统简图

激光束经过二元光学转换装置的转换,变成了三圆环状的光束分布投射于活塞的顶部。活塞顶面的温度用两台红外测温仪进行监测,通过串口将温度数据传到上位机。

温度数据的采集以及激光器的控制均由同一台上位机所完成,极大的简化的系统结构,提高了系统的集成化程度。

3 软件系统设计

本热疲劳实验系统有两种控制模式:时间控制模式和温度控制模式。两种控制模式的流程图如图 2 所示。

对激光器的控制是控制流程中的难点。激光器可通过自带的 Winlas 软件进行编程,编好的激光程序存在

周良:硕士研究生

基金项目:国家自然科学基金(10502049)

激光器上, 外围设备可通过程序编号对其进行调用。激光器基于 Profibus-DP 协议与其他外围设备的通讯指令, 已由厂家提供。输入指令的报文结构如表 1 所示。

表 1 输入指令报文结构

字	命令与参数															
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	标准输入信息															
1	未使用							程序编号的高位				程序编号的低位				
2-9	可将接收到的外部控制系统的命令字 2-9 设定为激光参数, 其分别与激光程序中输入参数 PBIW2-PBIW9 相对应															

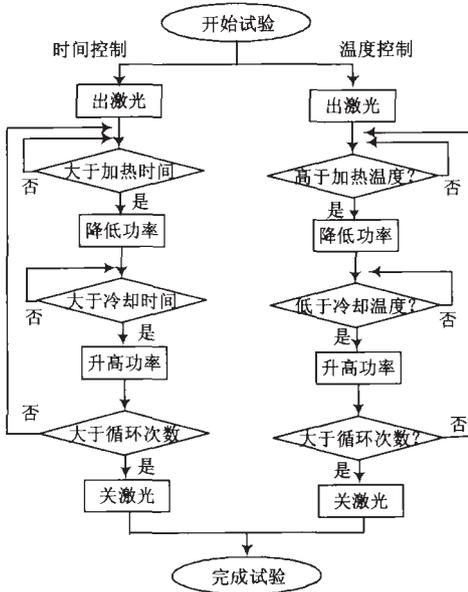


图 2 控制流程图

从报文结构中可看出, 该激光器给外部控制提供了极大的扩展空间。对于时间控制模式, 只需输出如图 3(a)所示的矩形波。其的输出功率峰值为 PBIW2, 占空比为 PBIW3/PBIW4, 矩形波脉冲个数为 PBIW5。进行时间控制模式下的热疲劳实验时, 只需在上位机上通过 Profibus-DP 总线通知激光器调用该矩形波程序, 并对输入命令字 2、3、4、5 进行设置, 使其分别对应于实验参数中的激光功率、加热时间、冷却时间和循环次数。温度控制模式则更为简单, 只需编写一个连续波激光程序, 其的输出功率设定为 PBIW6, 如图 3(b)所示。温度控制模式下, 只需在上位机上通过 Profibus-DP 总线通知激光器调用该连续波程序, 当监测到温度高于加热温度上限时, 将对应 PBIW6 的输入命令字 6 的数值调低; 当监测到温度低于冷却温度下限时, 则将输入命令字 6 的数值调高。

4 控制实例及结论

二元光学转换装置将激光光束变换成了三个圆环投射在活塞上表面, 在活塞顶面外环和中心区域中选取两个监测点, 用两台红外测温仪分别对他们进行监测。

图 4(a)所示的是时间控制模式下的温度曲线。实验参数中加热时间和冷却时间均为 2s, 激光功率为 3kw, 则 PBIW2、PBIW3 和 PBIW4 分别设置为 3000, 2

和 2。图 4(b)所示的是温度控制模式下的温度曲线。实验参数中选取外环处的温度控制范围为 260 ~320 , 实验过程中选取如图 4 所示的连续波程序, 当监测到外环处温度高于 320 时, 则将 PBIW6 设置为 30; 当外环处温度低于 260 时, 则将 PBIW6 设置为 3000。

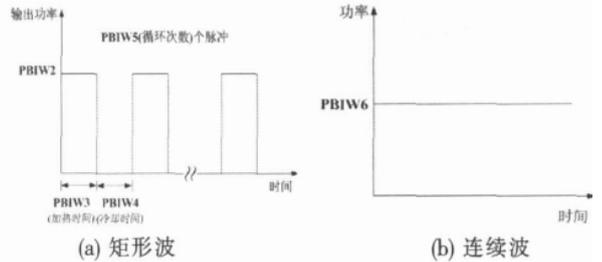
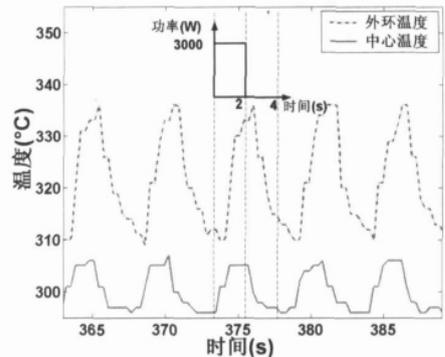
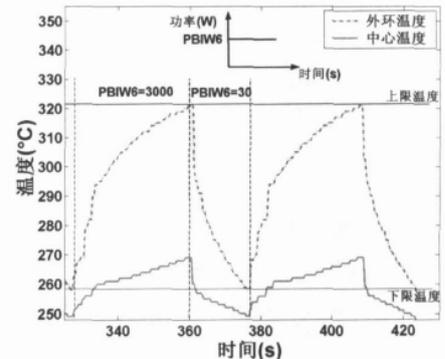


图 3 激光波形示意图



a) 时间控制模式



b) 温度控制模式

图 4 温度曲线图

从控制实例中可看到, 实验的控制过程有很高的准确性, 时间控制模式中的时间控制范围和温度控制模式中的温度控制范围都得到了很好的保证。

在激光加载活塞热疲劳实验系统中, Profibus-DP 现场总线的应用实现了对激光器的控制。采用燃起火焰加热 Profibus 现场总线本身很强的抗干扰能力, 保证了系统的可靠性和稳定性。报文结构提供的丰富扩展空间, 提高了系统的可控性, 简化了控制流程。基于 Profibus 的热疲劳实验系统, 实现了热疲劳实验的自动控制, 并完成了对实验过程的监控及实验数据的记录。

本文作者创新点: 采用 Profibus 总线对激光器进行控制, 并将其成功运用于活塞热疲劳模拟实验系统中, 缩短了实验周期, 提高了系统的可控性与稳定性。

(下转第 19 页)

技术创新

的温度,能够对燃料电池的温度实时的检测。

(2) DS18B20 与单片机的 I/O 口相连,将采集的温度信号送入单片机进行处理,如果温度高于 75°C,微处理器发出信号启动冷却风扇,温度低于 75°C 时,微处理器发出信号停止冷却风扇工作。

(3) 单片机产生脉宽调制 PWM 信号控制冷却风扇。温度控制方案的框图见图:

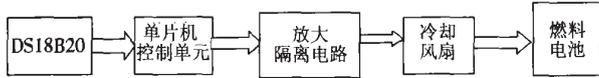


图3 温度控制方案框图

2. 湿度控制方案设计

质子交换膜的电导率与含水量密切相关,只有质子交换膜中的分子结合一定数目的水分子后才能进行质子传递,这取决于:反应气体在增湿过程中携带的水分。在有浓度梯度存在的情况下阴极反应生成的水向阳极扩散和质子从阳极到阴极携带的水若进入电池的反应气不增湿,氧电极侧生成的水向氢电极侧反向扩散的不足,容易造成质子交换膜失水变干,电池的内阻大幅度上升,甚至难以工作。因此必须对电池(或电池组)的反应气进行湿度检测,并根据需要进行相应的增湿处理。本设计采用 HS1101 湿度传感器测量增湿部分的湿度。HS1101 作为电容器接入桥式振荡器中,当相对湿度发生变化时,湿敏电容量随之变化,使得振荡频率也发生变化,在经过整流滤波器和放大器,即可输出与相对湿度成线性关系的电压信号 U,然后通过 A/D 转换器 MAX197 将模拟电压信号 U 转换成相应数字信号读入到单片机中。

3. 单片机与 PC 机接口

51 单片机有一个全双工的串行通讯口,所以单片机和电脑之间可以方便地进行串口通讯。进行串行通讯时要满足一定的条件,比如电脑的串口是 RS232 电平的,而单片机的串口是 TTL 电平的,两者之间必须有一个电平转换电路,我们采用了专用芯片 MAX232 进行转换,虽然也可以用分立进行模拟转换,但是还是用专用芯片更简单可靠。数据传输形式有并行和串行两种。本设计采用串行传输方式,串行口只能用 1 条线传输一位数据,每次传输一个字节的一位。并行口由于同时传输更多的信息,速度明显高于串行口,但串行口可以用于比并行口更远距离的数据传输。我们采用了三线制连接串口,也就是说和计算机的 9 针串口只连接其中的 3 根线:第 5 脚的 GND、第 2 脚的 RXD、第 3 脚的 TXD。这是最简单的连接方法,但是对一般通讯来说已经可以了,电路如图 23 所示,MAX232 的第 11 脚和单片机的 11 脚(P31)连接,第 12 脚和单片机的 10 脚(P30)连接,第 15 脚接地。

5 结束语

本系统综合了模数/数模转换、数据采集、独立控制、串行通信、PWM 控制等多方面的内容,并结合 VB

设计人机交互系统界面,实现了对基于燃料电池的船舶推进监控系统数据的采集、传送、分析、处理、显示功能。同时,此系统实现的功能也具有智能化,如加强了软件功能,将单片机接口与计算机相连,增加控制的灵活性及下线时数据的非易失性。

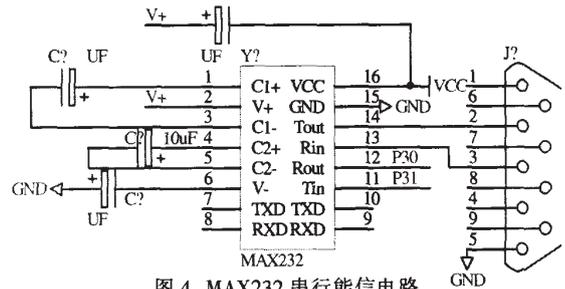


图4 MAX232 串行通信电路

本文作者创新点:燃料电池应用于船舶的电力推进上的研究还很少。本系统综合了模数/数模转换、数据采集、独立控制、串行通信、PWM 控制等多方面的内容,并结合 VB 软件设计,系统具有人机交互功能,使得控制方便、精确。此系统实现的功能也具有智能化,如加强了软件功能,将单片机接口与计算机相连,增加控制的灵活性及下线时数据的非易失性。

参考文献:

- [1]张志明.基于信息技术的燃料电池电源变换技术研究[J].微计算机信息,2005,11-2.
- [2]毋茂盛,杨延玉.质子交换膜燃料电池监控仪的研制[J].微计算机信息,2005,10-1.
- [3]吴震宇.燃料电池用高速单螺杆压缩机的仿真研究.浙江大学学报(工学版),2006(2).

作者简介:王建飞,男,1984年11月生,主要从事自动控制技术方向的研究. E-mail:wjf28945@yahoo.com.cn
Biography:Wang Jianfei, Male, born in November 1984, mainly engaging in the research of autocontrol technology.
(410073 湖南长沙 国防科学技术大学光电科学与工程学院二队)王建飞

(收稿日期:2006.5.27)(修稿日期:2006.6.25)

(上接第 17 页)

参考文献:

- [1]陈庆文,田作华,刘山.基于 Profibus 的温度控制信息管理系统[J].微计算机信息,2005,1:109-110
- [2]周明.现场总线控制.中国电力出版社.2002:110-131
- [3]TRUMPF. Winlas Manual. 2002

作者简介:周良,男,1980年出生,硕士研究生,主要从事内燃机活塞热疲劳方面的研究.E-mail:jcoaleon@msn.com;虞钢,男,1958年生,研究员,博士生导师,主要从事激光与材料相互作用和智能系统集成化领域,及其应用方面的研究工作, E-mail:gyu@mech.ac.cn.
Biography:Zhou Liang, was born in 1980. He is now a Master candidate and researches on the thermal fatigue on pistons.
(100080 北京 中国科学院力学研究所)周良 虞钢
宋宏伟 王立新

(收稿日期:2006.5.27)(修稿日期:2006.6.25)