

基于工控机的方波发生器的实现

潘海阳, 刘惠聪, 吕永健
(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:在分析某型飞机发动机状态控制系统、进气道控制系统的测试需求的基础上,利用 PCL-818L 卡模拟发动机转速信号连续变化,介绍了该卡产生方波的工作原理、软件的开发方法以及驱动程序,使用结果满足测试需求,表明该方法有效可行。

关键词:转速;CLK 脉冲;寄存器。

中图分类号:TP391.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2002)04-0053-03

某型飞机的发动机工作状态控制系统、进气道控制系统均为电子-液机械式控制系统,以上各系统的工作状态与发动机的工作状态密不可分,而发动机转速信号 n_1 、 n_2 又是反映发动机工作状态的重要参数。为了在地面检测与发动机相联接的各电气控制系统是否正常工作,从而确保发动机正常工作,就必须模拟飞机飞行时发动机在各种工作状态下的低压涡轮转速 n_1 、高压涡轮转速 n_2 经转速传感器转变为频率正比于转速的方波信号。为了实现自动化检测,我们利用 PCL-818L 卡实现了基于工控机的方波发生器的功能。

1 PCL-818L 卡的性能及产生方波的工作原理

PCL-818L 是 ADVANTECH 公司生产的可在 IBM PC/XT/AT 机或兼容机上使用的多功能数据采集卡,ISA 槽是它与计算机的接口。它提供了包括 A/D 转换、D/A 转换、数字输入、数字输出、以及 timer/counter 等 5 种通用的测控功能,ADVANTECH 公司自行开发的 160 条引脚、采用 $0.1\mu\text{m}$ CMOS 工艺的 ASIC 芯片是其核心器件,其包含有两个主要功能芯片,即:timer/counter 电路和 DMA 控制器。可编程的 timer/counter 电路,具有 3 个 16 位通道,其中的两个通道已固定作为可编程定时器为本模块所用,另外一个可供用户使用。DMA 控制器允许 PCL-818L 以 DMA 的方式把 A/D 转换的结果向 PC 机的内存传递。该卡在提供给用户尽可能大的准确性和可靠性的同时,在设计方面采用了低功耗,高集成度的设计方法。PCL-818L 在数据采集、过程控制、自动测试方面均有较广的运用。

用 PCL-818L 实现方波发生器功能的是利用 timer/counter 电路产生可编程的方波,操作过程是 GATE 端加高电平,在控制寄存器和计数寄存器的初值 N 置入后,OUT 口输出高电平,经过 1 个 CLK 脉冲周期开始减去计数。如果置入计数寄存器的初值是偶数,减法计数对每个 CLK 脉冲减 2,经过 $N/2$ 个 CLK 脉冲,计数值达到 0 值,OUT 输出变为低;计数寄存器内的初值装入计数工作单元并继续减 2 计数,经过 $N/2$ 个 CLK 脉冲计数值达到 0 值,OUT 输出立即变为高并重复上述过程。这样,OUT 输出完全对称的方波。如果置入的初值是奇数则稍有不同。当 OUT 输出变为高电平瞬间,计数寄存器内的初值计数工作单元装入时减 1 成为偶数,然后对 CLK 减 2 计数,达到 0 值时,OUT 输出不立即变为低,而是在经过一个 CLK 脉冲后变低。也就是说,方波高电平持续时间为 $(N-1)/2 + 1 = (N+1)/2$ 个 CLK 脉冲。OUT 从高变为低的瞬间,计数寄存器内的初值计数工作单元装入时减 1 成为偶数,然后对 CLK 减 2 计数,达到 0 值时,OUT 输出立即变高。即方波的低电平持续 $(N-1)/2$ 个 CLK 脉冲,然后重复上述过程。

2 测试系统的结构体系及要求

该测试系统结构体系如图 1,工控机控制采集卡产生程控激励——方波,然后将执行机构的反馈信号反馈给采集卡进行 A/D 转换,并将转换后的信号传送给工控机进行处理,从而实现模拟从发动机到各控制模块的机电控制系统。

测试系统要求模拟发动机经转速传感器转变成的方波频率在 0 ~ 3 800 Hz 范围可连续变化,每次频率变化量为 1 Hz。

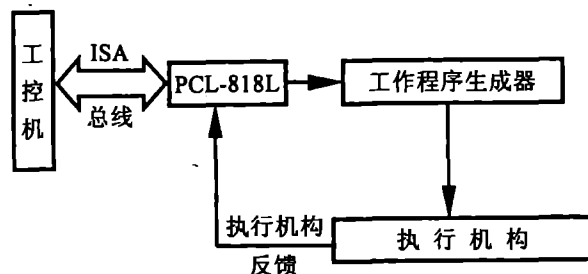


图 1 测试系统结构

3 方波发生器功能的实现

从 PCL-818L 产生方波的原理看,对产生方波频率的范围和变化量的大小起决定性作用的是 CLK 脉冲。由于该卡对集成进 160 引脚芯片的可供用户自用的 counter 0 计数器的 CLK 脉冲定为 100 kHz,不能满足测试需要。所以要利用其预留的外接 CLK 脉冲接口改变 CLK 脉冲频率以达到测试的要求。该卡技术要求外接 CLK 脉冲最大不超过 10 MHz,故根据 timer/counter 电路的工作原理选择一个 10 MHz 的外接 CLK 脉冲作为 counter 0 的基准时钟。

3.1 方波频率的计算

事件计数频率 = $f_{clk} / (Div1 * Div2)$, 当 f_{clk} 被选定后,事件计数频率是由先后写入 counter 0 的计数寄存器的数 Div1、Div2 决定。计算当 $f = 3 800$ 、 $f = 3 799$ 时 counter 0 应写入计数寄存器中的数,来判断可否满足通过程序控制实现方波频率变化量为一个赫兹的要求,经过计算,当 $f = 3 800$ 时,应写入计数寄存器中的数为 2 631,当 $f = 3 799$ 时,应写入计数寄存器中的数为 2 632,故可由程序控制。

3.2 软件的开发

虽然 ADVANTECH 公司采集卡附带了功能强大且丰富的驱动程序,由于采集卡的基准时钟改变了,其驱动程序无法控制采集卡发出与用户要求相符的准确的方波频率。我们编写一个通过读写采集卡的底层寄存器来实现发出准确频率的函数。

3.2.1 寄存器格式

818L 有 16 个地址连续的寄存器,以下是与产生方波有关的寄存器的数据格式。表 1 (BASE + ADDR + 10) 中 D7 - D2 位为可忽略不计位。D1·TC1 为计数器 0 输入脉冲源方式。TC1 = 0 为脉冲来自外部时钟脉冲;TC1 = 1 时脉冲来之板内的 100 kHz 时钟脉冲。由于选用外部时钟脉冲,D1 位应为 0。D0·TC0 为定时器禁止/允许工作。TC0 = 0 时禁止定时;TC0 = 1 时由 TRIG0 控制定时,当 TRIG0 为高电平时,成组的触发脉冲由定时器发往 A/D 转换器。表 2 (BASE + ADDR + 15) 中的 8 位数据分别控制对采集卡的计数器的选择 (D7、D6)、读写操作的选择 (D5、D4)、操作方式的选择

表 1 定时/计数器允许寄存器

bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Value	x	x	x	x	x	x	TC1	TC0

表 2 定时/计数器控制寄存器

bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Value	SC1	SC0	RW1	RW0	M2	M1	M0	BCD

表 3 计数器选择

计数器	SC1	SC0
0	0	0
1	0	1
2	1	0

(D3 - D1) 以及对写入计数寄存器中的数据格式的选择,D0 为 1 时计数寄存器中的数据格式为 BCD 码,为 0 时计数寄存器中数的数据格式为 16 进制数。表 3 为 SC1、SC2 取值的定义。818L 只将 counter 0 提供给用户自行使用,所以 D7、D6 位的值都应为 0。表 4 为 RW1、RW2 取值的定义。timer/counter 电路的计数寄存器是 16 位的,要完整的将 16 位数写入计数寄存器,应该先写低 8 位,再写高 8 位,所以 D5、D4 位的值都应为 1。表 5 为 M2、M1、M0 取值的定义。当模拟发动机转速时选用方波发生器模式,在程序结束时必须将 M2、M1、M0 赋值为 0,否则 counter 0 将持续产生方波。

3.2.2 驱动模块的开发

该驱动模块可以满足选用外部时钟脉冲时准确频率的方波的产生。函数预留的两个软件接口是所要产生的方波的频率以及外接时钟脉冲的频率。用 C 语言开发的源程序如下:

```
void freqout(int freq,float clock)
{
    int send_to_c0,send1 = 0,send2 = 0;
    send_to_c0 = clock /freq; /* 计算写入寄存器中的数 */
    if( send_to_c0 <= 255) /* 数据格式的转换 */
        send1 = send_to_c0;
    else
    {
        send2 = send_to_c0;
        send2 >> = 8;
        send1 = send_to_c0&0xff;
    }
    outp( base_addr + 15,54); /* 对采集卡进行操作 */
    outp( base_addr + 10,0);
    outp( base_addr + 12,send1);
    outp( base_addr + 12,send2);
}
```

表 4 读写操作选择

操作	RW1	RW0
计数锁存	0	0
读/写低 8 位	0	1
读/写高 8 位	1	0
先低 8 位,再高 8 位	1	1

表 5 选择操作方式

M2	M1	M0	模式
0	0	0	计数结束中断方式
0	0	1	可编程单稳态
×	1	0	频率发生器
×	1	1	方波发生器
1	0	0	软件触发选通
1	0	1	硬件触发选通

freqout 函数的两个形参 clock、freq 相除计算出应写入计数寄存器中的数。计数寄存器是 16 位的,写该寄存器是先写低 8 位,再写高 8 位。数据格式转换将应写入计数寄存器中的数分割为两个 8 位的二进制数。最后根据数据采集卡寄存器的数据格式,控制其产生方波。

4 结论

从上述问题可以看出,开发商提供的驱动程序虽好,但在特定的条件下仍无法满足要求。如果不了解采集卡的硬件原理,通过访问底层寄存器的编程方法来实现测试功能,是不可能从根本上解决问题的。驱动程序与寄存器编程的关系犹如“傻瓜”相机与调焦相机一样,驱动程序编程只需按一下“快门”便可。虽然灵活性差,但简捷方便在大多情况下均能满足测试要求。寄存器编程过程繁琐、需要了解采集卡硬件的工作原理,只有这样才能使软件和硬件相配合使的采集卡功能完全发挥出来。

参考文献:

[1] Adventech 公司. PC - LabCard User's Manual[M]. 北京: Adventech 公司,1995.
 [2] 侯伯亨,李伯成. 十六位微型计算机原理及接口技术[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1997.
 [3] 武自芳,虞鹤松. 微机控制系统及其应用[M]. 西安:西安交通大学出版社,1998.

(编辑:姚树峰)

The Realization of Square Wave Generator Based on Industrial Computer

PAN Hai - yang, LIU Hui - cong, LV Yong - jian

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710038, China)

Abstract: On the basis of analyzing the test demand in the mode control system and intake control system of a certain type of aircraft engine, and through simulating the continuous variation of engine speed signal with PCL - 818L card, this paper presents the operating principle of the card in generating the square wave, and introduces the development of its software and the driving program. The result shows that the method is effective and feasible.

Key words: speed of revolution; CLK pulse; register