

编码器四倍频电路的单片机高速算法设计

王子博

(大连理工大学 电子信息工程学院, 辽宁 大连 116023)

摘要: 文章针对增量式光电编码器输出信号的倍频鉴向处理问题, 介绍了一种用单片机设计的编码器四倍频电路。通过分析软件倍频鉴向的原理, 详细介绍了一种新颖的高速处理算法。该设计不仅电路简单, 响应速度也比一般单片机设计方案大为提高。

关键词: 编码器; 四倍频; 单片机; 高速算法

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A

Fourfold Frequency Circuit Design of Encoder Based on MCU with Speedy Arithmetic

WANG Zibo

(College of Electronic Engineering Dalian University of Technology Liaoning Dalian 116023 China)

Abstract: The paper introduces the fourfold frequency circuit design for photoelectric encoder based on MCU. Analyzes the principle of operation, and explains the speedy arithmetic particularly. The design is very simple and the speed is speedier than common design based on MCU.

Key words: encoder; fourfold frequency; MCU; speedy calculation

0 引言

增量式光电编码器是一种高精度的角位置测量传感器, 具有体积小、精度高、响应速度快、性能稳定等优点, 被广泛应用于数控机床、工业机器人等伺服控制系统中。对编码器输出信号的处理, 是测控系统要解决的常见问题。

编码器通常有 A 相、B 相、Z 信号等三路输出信号。Z 信号是一个代表零位的脉冲信号, 可用于调零、对位, 一般不须作额外处理。A、B 相信号则包含了被测对象的旋转方向、旋转角度等信息, 通常要经过倍频鉴向处理之后再有效利用。

编码器的 A、B 相输出信号如图 1 所示。A、B 相信号是相位相差 90° 的正交方波脉冲串, 每个脉冲代表被测对象旋转了一定的角度, A、B 之间的相位关系则反映了被测对象的旋转方向。当 A 相超前 B 相, 转动方向为正转, 当 B 相超前 A 相, 则为反转。对 A、B 相信号典型的处理是: 将信号四倍频, 并分离出正转脉冲 P+ 与反转脉冲 P-, 再进行计数, 最后得到被测对象的位置。倍频鉴向有多种方法, 并且各具特色。概括

来讲, 用数字电路方案的, 速度高, 但硬件复杂; 用单片机方案的, 硬件较简单, 但响应速度较低。本文提出的四倍频单片机设计方案, 采用了独特的高速算法, 结合功能先进速度快的 AVR 系列的单片机, 具有硬件电路简单, 并且响应速度高的双重优点。

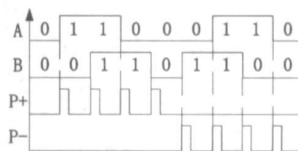


图 1 编码器的 A、B 相输出信号及倍频鉴向后的正、反转脉冲输出

1 倍频与鉴向原理

如图 1 所示, 编码器正转时, A、B 相信号电平状态的变化顺序为: 00→10→11→01→00...; 编码器反转时, 变化顺序为: 00→01→11→10→00...。用单片机编程实现倍频与鉴向时, 一般算法是: 设定一个寄存器存放上次电平状态, 一个寄存器存放本次电平状态, 将两个寄存器进行比较, 即可判断是正转还是反转。正转时输出正向脉冲, 或者进行加计数; 反转时, 输出反向脉冲, 或者进行减计数。再将本次电平状态存到上次电平状

收稿日期: 2007-10-16

作者简介: 王子博 (1986-), 男, 辽宁大连人, 大连理工大学电子信息工程学院学生, (E-mail) dwd@163.com

态寄存器中,为下次处理作准备。按此算法设计的程序,由于判断比较指令较多,运行时间较长,因而导致总体的响应速度较低。为了克服这一缺点,这里采用了利用先后两个电平状态组成一个地址向量,进行程序散转的方法。这就去掉了繁琐的判断与比较,使运行时间大大缩短,从而使响应速度得到了提高。

组成散转地址的方法是:将所有的前一个 AB 电平状态作为散转地址的高 2 位,所有后一个 AB 电平状态作为散转地址的低 2 位,合在一起共 4 位,排列组合共有 16 种状态,或者说有 16 个地址。每个地址都对应一种输出处理操作,见表 1。其中 00→11, 01→10, 10→01, 11→00 这 4 种状态属于异常状态,是不应该出现的,程序处理时将其忽略。

表 1 AB 相电平状态组合表

前一个 AB 相 电平状态 (记为 $A_0 B_0$)	后一个 AB 相 电平状态 (记为 $A_1 B_1$)	组成散转 地址向量 (二进制)	处理内容
00	00	0000	状态无变化,不处理
00	01	0001	输出反转脉冲 $P-$
00	10	0010	输出正转脉冲 $P+$
00	11	0011	异常状态,不处理
01	00	0100	输出正转脉冲 $P+$
01	01	0101	状态无变化,不处理
01	10	0110	异常状态,不处理
01	11	0111	输出反转脉冲 $P-$
10	00	1000	输出反转脉冲 $P-$
10	01	1001	异常状态,不处理
10	10	1010	状态无变化,不处理
10	11	1011	输出正转脉冲 $P+$
11	00	1100	异常状态,不处理
11	01	1101	输出正转脉冲 $P+$
11	10	1110	输出反转脉冲 $P-$
11	11	1111	状态无变化,不处理

除了要有好的算法之外,指令还要有一定技巧,才能使程序更精简。程序流程见图 2。

图 2 中,16 个散转目标地址的处理程序,都按表 1 进行。虽然限于篇幅仅画出了 3 个,但不影响理解。每个目标地址的处理内容虽然都要占用一段程序,指令的总数比较多,但程序执行速度却加快很多。这种算法,实际上是采用了用程序容量来换取执行速度的思路。用 AVR 系列单片机汇编语言,从头到尾任何一个流程(包括子程序返回指令)最长只需要 12 条汇编指令,执行时间不到 $2\mu s$,可见其处理速度是相当快的。

2 典型设计方案

对于检测控制一体的应用场合,例如用 ATmega32 等单片机实现位置检测,并完成定位输出功能的,可以

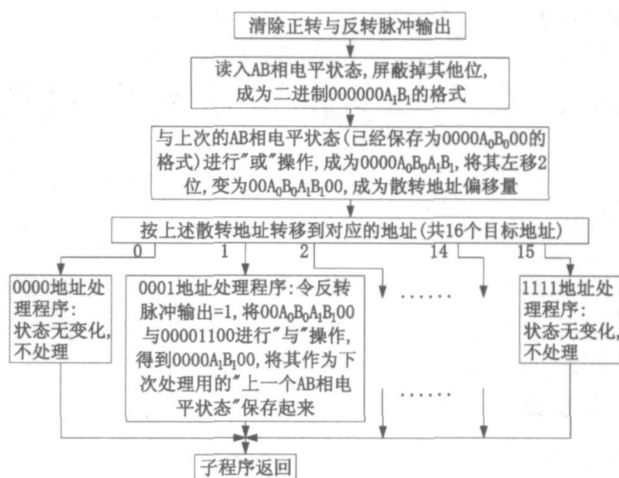


图 2 高速算法子程序流程图

采用外部中断的方案。AB 两相信号可分别接到单片机的两个外部中断输入口 $INT0$ 与 $INT1$ 上。中断方式设置为电平变化触发中断。即只要 AB 相电平状态发生变化,就会触发中断。在中断程序中,采用上述高速算法进行处理。与上述不同的是,最后不需要输出正反转脉冲,而是正转时位置量加 1 反转时位置量减 1。

采用 AVR 系列 8 引脚的单片机的 ATtiny13 结合上述高速算法,可构成硬件电路非常简单的独立四倍频鉴向电路,见图 3。图中的 CD40106 为施密特触发器,对信号进行整形处理,使整个电路更可靠。如果省略,电路将更简单。

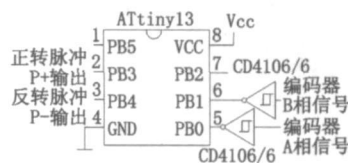


图 3 ATtiny13 接线图

由于 ATtiny13 单片机仅用于倍频鉴向,没有别的任务,因此可采用反复循环扫描 AB 相电平状态的方式。ATtiny13 的典型主频是 9.6 MHz 采用上述高速算法,利用汇编语言编程,完成一次 AB 相电平状态扫描处理,只需不到 $2\mu s$ 的时间,相当于 500 kHz 的响应速度。而 ATtiny13 单片机的价格约为 5 元,可见这是一个电路简单、成本低廉设计方案。而 ATtiny13 本身是一款高性能、高可靠的单片机,并且内含看门狗电路。经实用验证,该电路工作可靠,性能优良,是一款不可多得的优秀设计。

3 结束语

本文提出的高速算法,对任何一款(下转第 78 页)

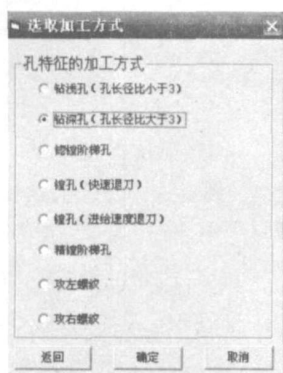


图 5 选择加工方式界面

射成 NC代码的参数值做准备,如图 6和图 7所示。

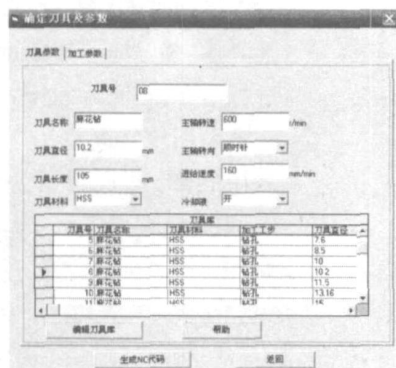


图 6 确定刀具及切削参数界面

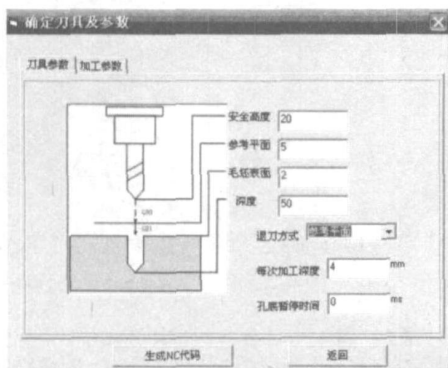


图 7 确定加工参数界面

(4) NC代码的生成与排序: 根据前面对特征的选取, 并设定加工方法以确定相应的 G代码, 以及设定相应代码的参数值后, 映射成 NC代码及参数值。根据

加工中心工步排序原则, 把生成的 NC代码排序, 生成数控程序, 为了提高编程效率, 程序前后格式以固定格式在系统中规定好, 结果如下:

```
O0001;
N010 G92 X0 Y0 Z35;
N020 T01 M06;
N030 G90 G80 G43 G00 Z10;
N040 S600 M03;
N050 G99 G81 X30 Y50 Z-5 R3 F120;
N060 G80 G00 Z100;
...
N430 T11 M06;
N440 Z10 S260 M03;
N450 G99 G84 X30 Y50 Z-31 R3 P100 F260;
N460 G80 G00 Z100;
N470 M30;
```

4 结论

本文基于特征技术开发了液压集成块数控编程原型软件系统。采用面向制造的特征映射技术, 实现液压集成块单个设计特征的加工映射和代码映射, 然后进行单特征规划, 实现工步重组及排序, 自动生成程序代码, 用于数控机床加工。应用实例表明了本系统可快速生成液压集成块的 NC加工代码, 并便于工艺设计人员对 NC程序进行人机交互式的快速、便捷地编辑和修改, 系统既可以实现液压集成块 NC加工代码的快速生成, 又具有良好的适应性和可编辑性。

[参考文献]

- [1] 熊壮, 喻道远, 段正澄. 液压集成块 CAD/CAM系统的设计与研究[J]. 华中理工大学学报, 1999 27(8): 27—29
- [2] 牛文铁, 刘玲, 高卫国. 基于特征的液压集成块 CAPP系统建模[J]. 天津大学学报, 2007 40(5).
- [3] 陆兵. H型钢数控火焰切割机数控编程系统的开发[J]. 机床与液压, 2005(3): 77—78
- [4] Feillet D, Dejax P, Gendreau M. Traveling salesman problems with profits. Transportation Science[J]. 2005 39(2): 188—205

(编辑 赵蓉)

(上接第 74页) 单片机都是有效的。由于指令少速度快, 即使对运行速较慢的 51 系列单片机, 也可以取得较好的效果。对采用单片机进行四倍频鉴向的设计, 具有很好的参考价值。

[参考文献]

- [1] 许理, 赵英俊. 基于单片机的增量式光电编码器接口的设计[J]. 机械与电子, 2006(12): 9—11

- [2] 韩壮志, 李伟, 王田苗, 等. 光电码盘四倍频分析[J]. 电子技术应用, 2000(12): 38—40
- [3] 王立锦, 刘亚东, 焦让, 等. 磁旋转编码器四倍频电路分析与集成化设计[J]. 电子器件, 2005(6): 358—360
- [4] Amel Corporation. ATtiny13 数据手册[S]. 1997

(编辑 李秀敏)