

文章编号: 1005-8451 (2007) 04-0011-03

基于 CPLD 的步进电机控制

董晓辉, 李国宁

(兰州交通大学 自动化与电气工程学院, 兰州 730070)

摘 要: 叙述基于 CPLD 的步进电机的控制, 采用 VHDL 语言实现其控制, 并在 MAXPLUS2 下实现理想的仿真效果。该控制采用 CPLD 作为核心器件, 减少分立元件使用, 在实时性和灵活性等性能上都有很大的提高。同时, 采用 VHDL 语言控制可以根据步进电机的不同, 改变程序参数就可以实现不同型号步进电机控制, 有利于步进电机的广泛应用。

关键词: 步进电机控制; 复杂可编程逻辑器件 (CPLD); 硬件描述语言 (VHDL); 控制

中图分类号: TN47

文献标识码: A

Stepmotor control based on CPLD

DONG Xiao-hui, LI Guo-ning

(Institute of Automation and Electroengineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: It was narrated the step-by-stepped electrical machinery control based on CPLD, implemented its control with the VHDL language, and implemented the ideal simulation effect under MXPLUS2. This control used CPLD to take the core component, to reduce enormously discrete component use, in performance and so on timeliness and flexibility all had the very big enhancement. At the same time, used the VHDL language control to be possible to act according to step-by-steps the electrical machinery difference, the change program parameter might implement the different model to step-by-step the electrical machinery control, was advantageous in step-by-steps the electrical machinery widespread application.

Key words: step-by-stepped the electrical machinery control; complex programmable logic device; very-high-speed integrated circuit hardware description language; control

步进电机是将电脉冲信号转变为角位移或线位移的开环控制元件。在非超载的情况下, 电机的转速、停止的位置只取决于脉冲信号的频率和脉冲数, 而不受负载变化的影响, 即给电机加一个脉冲信号, 电机则转过一个步距角。这一线性关系的存在, 加上步进电机只有周期性的误差而无累积误差等特点, 使得在速度、位置等控制领域用步进电机来控制变化非常简单, 因此广泛应用于数控机床、机器人、自动化仪表等领域。虽然步进电机已被广泛地应用, 但步进电机并不能象普通的直流电机、交流电机在常规下使用。它必须由双环形脉冲信号、功率驱动电路等组成控制系统方可使用。为了实现步进电机的运动控制, 较多采用的一种方案是以单片机作为控制系统的微处理器, 通过一些大规模集成电路, 如 8253、8254 等来控制其脉冲输出频率和脉冲输出数, 实现步进电机的速度和位置定位。但是这种方案中微处理器所需的周边器件较多, 对整

个系统的稳定性、可靠性有较大影响, 同时在某些控制场合, 其程序处理速度也成为制约提高系统实时控制性的一个瓶颈。

本文采用复杂可编程逻辑器件 CPLD (Complex Programmable Logic Device), 通过 VHDL 语言编程来实现步进电机的控制。整个系统选用器件少, 在实时性和灵活性等性能上都有很大的提高, 有利于步进电机的运动控制。

1 步进电机的运动控制

步进电机驱动原理是通过每相线圈中的电流顺序切换来使电机做步进式旋转, 切换是通过 CPLD 输出脉冲信号来实现的。所以调节脉冲信号的频率便可以改变步进电机的转速, 改变各相脉冲的先后顺序, 可以改变电机的旋转方向。步进电机的转速是可以通过 CPLD 来受控, 控制速度有加速、减速、保持原有状态 3 种。

电机驱动方式可以采用双四拍 (AB - BC - CD -

收稿日期: 2006-09-17

作者简介: 董晓辉, 在读硕士研究生; 李国宁, 副教授。

DA-AB)方式,也可以采用单四拍(A-B-C-D-A)方式或单、双八拍(A-AB-B-BC-C-CD-D-DA-A)方式。各种方式的时序图如下(高电平有效):

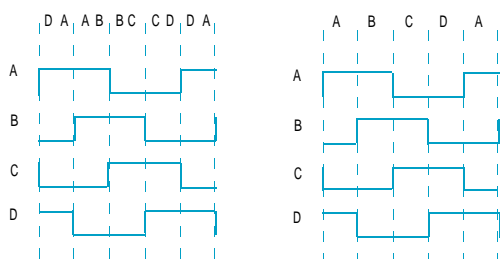


图1 双四拍方式

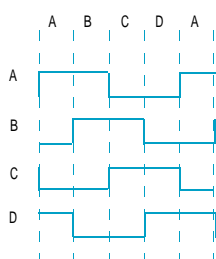


图2 单四拍方式

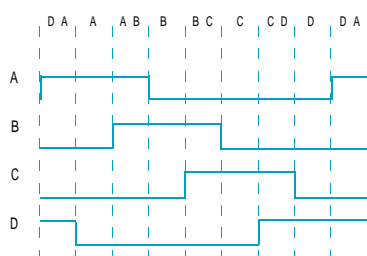


图3 单、双拍工作方式

上图中示意的脉冲信号是高有效,但实际控制时公共端是接在VCC上的,所以实际控制脉冲是低有效。CPLD的STEP[3..0]输出的脉冲信号经倒相驱动后,向步进电机输出脉冲信号序列。通过CPLD控制步进电机,利用VHDL语言编写程序输出脉冲序列到步进电机接口,控制步进电机正转、反转、加速、减速、保持原速。

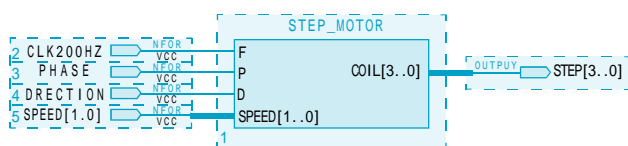


图4 步进电机控制原理框图

原理框图中CLK200 Hz为CPLD时钟输入信号频率取在200 Hz—400 Hz之间,PHASE为相位时钟信号,频率在38 Hz—76 Hz之间。

表1 步进电机转速表

SPEED0	SPEED1	步进电机转速状态
0	1	加速
1	0	减速
0	0	保持原速
1	1	保持原速

DIRECTION: 电机方向控制信号

2 VHDL语言设计及仿真

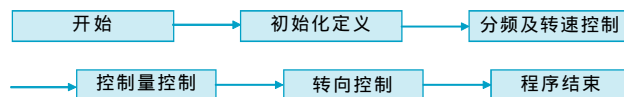


图5 程序流程图

(1) 根据原理框图可以定义输入与输出(略)

(2) 中间变量初始化定义如下:

```
ARCHITECTURE behavior OF step_motor IS
    SIGNAL indcoil: STD_LOGIC_VECTOR(3 downto 0) := "0001";
```

(3) 做单四拍工作工作方式时的初始化定义

```
SIGNAL clkscan: STD_LOGIC;          转速控制过程控制的脉冲
```

```
SIGNAL PHASE, DIRECTION: STD_LOGIC;
```

(4) phase控制direction的中间变量,direction控制步进电机左转、右转或者保持的中间变量

```
SIGNAL s: std_logic_vector(3 downto 0); 给输出变量赋值的中间变量
```

```
SIGNAL comp: integer range 0 to 2500;
```

```
SIGNAL osc: STD_LOGIC;                原cpId
```

提供的f的分频

```
BEGIN
```

```
coil <= s;
```

(5) osc的产生即f的分频如下:

```
process(f,osc)
```

```
variable delay: integer range 0 to 2500;
```

```
begin
```

```
if (f'event and f='1') then
```

```
if delay >= 2500 then delay := 0; osc <= not osc;
```

```
else delay := delay + 1;
```

```
end if;
```

```
end if;
```

根据控制步进电机的频率不同,以上仅是适合步进电机分频的一种。根据转速和步进电机频率要求可以更改其分频程序即其中的delay的变化范围。

以下是控制转速变化过程的程序

```
if (osc'event and osc='1') then
```

```
case speed is
```

```
when "10" => if comp < 2500 then comp
```

```
<= comp + 1;
```

```
else comp <= comp;
```

```

    end if;          控制加速
    when "01" => if comp>2 then comp<=comp-1;
        else comp<=comp;
    end if;          控制减速
    when others => if comp<2 then comp<=2;
        else comp<=comp;
    end if;          保持原速
end case;
endif;
end process;

```

控制clkscan, phase和direction的脉冲产生过程根据需要可以编程实现。这里不再把程序一一列出：

```

motor:
process          该过程是控制步进电机左
                转、右转和保持的原程序
begin
    if (clkscan'event and clkscan='1') then
    WAIT UNTIL clkscan= '0';
    CASE phase IS
        WHEN '1' =>
            IF direction = '0' THEN
                IF ((indcoil = "1001") or (indcoil =
"0000")) THEN
                    indcoil <= "0001";
                ELSE
                    indcoil <= (indcoil(2 downto 0) &
indcoil(3)); --循环左移
                END IF;
            ELSE
                IF ((indcoil = "1001") or (indcoil =
"0000")) THEN
                    indcoil <= "1000";
                ELSE
                    indcoil <= (indcoil(0) & indcoil(3
downto 1)); --循环右移
                END IF;
            END IF;
        WHEN OTHERS =>
            indcoil<=INDCOIL;          保持
        END CASE;
    s<=not indcoil;
END PROCESS motor;

```

END behavior;

根据以上程序，可以在maxplus2下编译仿真，仿真图如下：

在图7中坐标处DIRECTION处于上升沿脉冲的左侧STEP信号按顺序是“DE7B”，右侧是“B7ED”方向正好相反，仿真结果符合该程序设计目的。

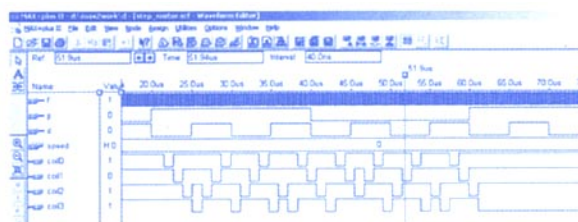


图6 中间变量仿真图

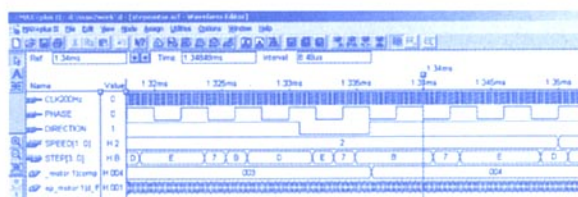


图7 步进电机工作仿真图

3 结束语

步进电机作为一种数字伺服执行元件，具有结构简单、运行可靠、控制方便、控制性能好等优点，但现实中步进电机的控制比较复杂。

文章中利用CPLD语言较简单直观，对于各种控制比较实用的特点，同时与CPLD器件结合实现对步进电机的控制，控制较简单方便。并且可以根据步进电机的不同，改变程序参数实现控制，在实际应用中有利于步进电机的广泛应用。

参考文献：

- [1] 常东来, 苏彦民. 步进伺服系统输入信号的设计[J]. 微电机, 1999, (1).
- [2] 朱明程. 可编程逻辑系统的VHDL设计技术[M]. 南京: 东南大学出版社, 1998.
- [3] 王晓初, 何捷. 步进电机自动升降速及其单片机控制[J]. 微特电机, 1998, (3): 14-16.
- [4] Stefan Sjöholm, Lennart Lindh, 边计年, 薛宏熙. 用VHDL设计电子电路[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.