

步进电机的控制原理及其单片机控制实现

丁伟雄, 杨定安, 宋晓光

(佛山科学技术学院 机电与信息工程学院, 广东 佛山 528000)

摘 要: 首先对步进电机作了概要性介绍, 然后对步进电机的控制原理包括步进电机的控制方式和驱动方式作了系统的说明, 最后采用 8051 单片机来控制步进电机, 并给出了步进电机的双相三拍控制和三相六拍的单片机控制的具体实现方法。

关键词: 步进电机; 单片机; 控制

中图分类号: TM383.6

文献标识码: A

1 前言

步进电机可以对旋转角度和转动速度进行高精度控制。步进电机作为控制执行元件, 是机电一体化关键产品之一, 广泛应用在各种自动化控制系统和精密机械等领域。随着微电子和计算机技术的发展, 步进电机的需求量与日俱增, 在各个国民经济领域都有应用。

步进电机和普通电动机不同之处是步进电机接受脉冲信号的控制。

现在比较常用的步进电机包括反应式步进电机、永磁式步进电机、混合式步进电机和单相式步进电机等。其中反应式步进电机的转子磁路由软磁材料制成, 定子上有多相励磁绕组, 利用磁导的变化产生转矩。现阶段, 反应式步进电机获得最多的应用。

体摩擦变为非完全液体摩擦或半干摩擦, 而容易使轴瓦发生磨损烧蚀。

预防措施: (1) 柴油机使用中要避免长时间在大负荷, 尤其是在超载工况下运行。(2) 长时间行驶的汽车, 一定要按照技术要求定期更换润滑油, 要随时注意检查润滑油的品质, 一旦发现润滑油受到污染及理化指标大大下降时, 要立即更换。这样可减少轴瓦磨损烧蚀的现象发生。

6 结语

通过以上的分析可以看到, 柴油机曲轴轴瓦的磨损烧蚀, 不但柴油机润滑系有关外, 柴油机的其它

步进电机和普通电机的区别主要在于其脉冲驱动的形式, 正是这个特点, 步进电机可以和现代的数字控制技术相结合。不过步进电机在控制的精度、速度变化范围、低速性能方面都不如传统的闭环控制的直流伺服电动机。在精度不是需要特别高的场合就可以使用步进电机, 步进电机可以发挥其结构简单、可靠性高和成本低的特点。使用恰当的时候, 甚至可以和直流伺服电动机性能相媲美。

2 步进电机的控制原理

步进电机 2 个相邻磁极之间的夹角为 60° 。线圈绕过相对的 2 个磁极, 构成一相 (A - A', B - B', C - C')。磁极上有 5 个均匀分布的矩形小齿, 转子上没有绕组, 而有 40 个小齿均匀分布在其圆周上, 且相邻 2 个齿之间的夹角为 9° 。

系统及使用工况也会对其产生影响, 应该引起重视。只要加强日常的维护保养, 使柴油机有良好的技术状况。及时发现故障隐患, 并进行系统的机理分析, 找到发生故障的根源, 这样就可以减少或避免此类故障的发生。

作者简介: 刘秋军 (1971 -), 山东陵县人, 工程师, 工程硕士, 1994 年毕业于原黑龙江矿业学院机械系机械制造工艺及设备专业, 毕业后工作于内蒙古霍林河露天煤业股份有限公司机电管理部, 主要从事设备管理方面的工作。

收稿日期: 2005-02-03

The Analysis of Cause of Ablation and Prevention Measure about the Seat of Diesel Crankshaft

LIU Qiu-jun¹, WANG Yu-cheng¹, GUO Qiu-yan²

(1. Huolinhe Strip Coal Mine Limited - Liability Corporation of Innermongolia, Huolinguole 029200, China;

2. Shenyang Beichen Stell Structure Company, Shenyang 110121, China)

Abstract: The paper discusses a main cause of ablation about the seat of diesel engine crankshaft, analyzes the factors on the use of lube, the oil pressure of lubrication system, the intensity of cooling of coolant system and the working condition of diesel engine, and presents the prevention measure.

Key words: diesel engine; the seat of crankshaft; cause of ablation; prevention measure

当某组绕组通电时,相应的 2 个磁极就分别形成 N - S 极,产生磁场,并与转子形成磁路。如果这时定子的小齿与转子没有对齐,则在磁场的作用下转子将转动一定的角度,使转子齿与定子齿对齐,从而使步进电机向前“走”一步。

2.1 步进电机的控制方式

如果通过单片机按顺序给绕组施加有序的脉冲电流,就可以控制电机的转动,从而实现数字角度的转换。转动的角度大小与施加的脉冲数成正比,转动的速度与脉冲频率成正比,而转动方向则与脉冲的顺序有关。以三相步进电机为例,电流脉冲的施加共有 3 种方式。

(1) 单相三拍方式(按单相绕组施加电流脉冲):

A B C 正转; A C B 反转。

(2) 双相三拍方式(按双相绕组施加电流脉冲):

AB BC CA 正转; AC CB AB 反转。

(3) 三相六拍方式(单相绕组和双相绕组交替施加电流脉冲): A AB B BC C CA 正转;

A AC C CB B BA 反转。

单相三拍方式的每一拍步进角为 3°,三相六拍的步进角则为 1.5°,因此,在三相六拍下,步进电机的运行反转平稳柔和,但在同样的运行角度与速度下,三相六拍驱动脉冲的频率需提高 1 倍,对驱动开关管的开关特性要求较高。

2.2 步进电机的驱动方式

步进电机常用的驱动方式是全电压驱动,即在电机移步与锁步时都加载额定电压。为了防止电机过流及改善驱动特性,需加限流电阻。由于步进电机锁步时,限流电阻要消耗掉大量的功率,故限流电阻要有较大的功率容量,并且开关管也要有较高的负载能力。

步进电机的另一种驱动方式是高低压驱动,即在电机移步时,加额定或超过额定值的电压,以便在较大的电流驱动下,使电机快速移步;而在锁步时,则加低于额定值的电压,只让电机绕组流过锁步所需的电流值。这样,既可以减少限流电阻的功率消耗,又可以提高电机的运行速度,但这种驱动方式的电路要复杂一些。

驱动脉冲的分配可以使用硬件方法,即用脉冲分配器实现。现在,脉冲分配器已经标准化、芯片化,市场上可以买到。但硬件方法结构复杂,成本也较高。

步进电机控制(包括控制脉冲的产生和分配)也可以使用软件方法,即用单片机实现,下面给出具体的使用单片机以软件方式驱动步进电机的实现方

法。

3 步进电机的单片机控制

步进电机控制的最大特点是开环控制,不需要反馈信号。因为步进电机的运动不产生旋转量的误差累积。

由单片机实现的步进电机控制系统如图 1 所示。

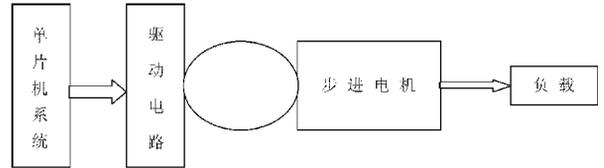


图 1 单片机控制步进电机

Fig. 1 SCM control stepping motor

假定以 8051 的 P₁ 口线接步进电机的绕组,输出控制电流脉冲,其中 P_{1.0} 接 A, P_{1.1} 接 B, P_{1.2} 接 C。

(1) 双相三拍控制

双相三拍的控制模型如表 1 所示。

表 1 双相三拍控制模型

Tab. 1 The control model of two - phase three - strike stepping motor

步序	P ₁ 口输出状态	绕组	控制字
1	0000011	AB	03H
2	00000110	BC	06H
3	00000101	CA	05H

假定有如下工作单元和工作位定义:

R₀ 为步进数寄存器;

PSW 中, F₀ 为方向标志位, F₀ = 0 正转, F₀ < > 0 反转。

参考程序如下:

```

BEGIN:  JB      F0,      ;判正反转
        LOOP2
LOOP1:  MOV     A, # 03H ;第 1 拍控制码
        MOV     P1, A    ;
        LCALL  DELAY ;延时
        DJNZ   R0, DONE ;
        MOV     A, # 06H ;第 2 拍控制码
        MOV     P1, A    ;
        LCALL  DELAY ;
        DJNZ   R0, DONE ;
        MOV     A, # 05H ;第 3 拍控制码
        MOV     P1, A    ;
        LCALL  DELAY ;
        DJNZ   R0, DONE ;
        AJMP  LOOP    ;循环
LOOP2:  MOV     A, # 03H ;反转

```

```

MOV    P1 ,A    ;
LCALL  DELAY    ;
DJNZ   R0 ,DONE ;
MOV    A , # 05H ;
MOV    P1 ,A    ;
LCALL  DELAY    ;
DJNZ   R0 ,DONE ;
MOV    A , # 06H ;
MOV    P1 ,A    ;
LCALL  DELAY    ;
DJNZ   R0 ,DONE ;
AJMP   LOOP2    ;循环
DONE:  RET      ;返回
MOV    R1 , # POINT ;建立正转数据指针
LOOP1: MOV    A , @R1 ;读控制字
JZ     LOOP3    ;结束符转
MOV    P1 ,A    ;
ACALL  DELAY    ;延时
INC    R1      ;数据指针加 1
AJMP   LOOP1    ;循环
LOOP2: MOV    A , @POINT ;建立反转数据指针
ADD    A , # 06H
MOV    R1 ,A    ;
AJMP   LOOP1    ;
LOOP3: DJNZ   R0 ,BEGIN ;判步数到否
RET    ;

```

(2) 三相六拍控制程序

在双相三拍程序中, P1 口输出的控制字是在程序中给定的。而在三相六拍的控制中, 由于控制字较多, 故可以把这些控制字以表的形式预先存放在内部 RAM 单元中, 运行程序时以查表的方式逐个取出并输出。

假定正反转控制字依次存放在以 POINT 为首地址的内部 RAM 中, 表的内容如下:

```

POINT: DB 01H ;正转 A
        DB 03H ;AB
        DB 02H ;B
        DB 06H ;BC
        DB 04H ;C
        DB 05H ;CA
        DB 00H ;循环标志
        DB 01H ;反转 A
        DB 05H ;AC
        DB 04H ;C
        DB 06H ;CB
        DB 02H ;B
        DB 03H ;BA
        DB 00H ;循环标志

```

参考程序如下:

```
BEGIN: JB    F0 ,LOOP2 ;判正反转
```

4 结语

使用单片机以软件方式驱动步进电机, 不但可以通过编程方法, 在一定范围内自由设定步进电机的转速、往返转动的角度以及转动次数等, 而且还可以方便灵活地控制步进电机的运行状态, 以满足不同用户的要求。因此, 常把单片机步进电机控制电路称之为可编程步进电机控制驱动器。步进电机控制(包括控制脉冲的产生和分配)使用软件方法, 即用单片机实现, 这样既简化了电路, 也降低了成本。

参考文献:

- [1] 张洪润, 蓝清华. 单片机应用技术教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 1997.
- [2] 秦曾煌. 电工学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [3] 常斗南, 等. 可编程序控制器原理、应用、实验[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [4] 于海生, 等. 微型计算机控制技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.

作者简介: 丁伟雄(1971-), 广东梅州人, 工程实践教学中心副主任, 计算机及应用工程师, 在佛山科学技术学院从事机电一体化教学和科研工作, 主要研究方向为: 网络工程、信息系统、计算机控制及 EDA 技术等. Tel: 0757 - 83888012, E-mail: fsdwx @163.com.

收稿日期: 2005-01-24

The Control Principle and SCM Control Realizations of the Stepping Motor

DING Wei - xiong, YANG Ding - an, SONG Xiao - guang

(Foshan University of Science and Technology Electromechanical and Information Engineering Institute, Foshan 528000, China)

Abstract: This paper introduces outline of the stepping motor at first, then introduces the control principle, includes the control method and the drive way of the stepping motor, adopts SCM 8051 to control to the stepping motor finally, gives the SCM control realizations of the stepping motor, include two - phase three strikes and three - phase six strikes implementation method.

Key words: stepping motor; SCM; control