

高速步进电机的最佳控制方法

杨青峰¹, 马琨哲²

(1. 山东工业职业学院; 2. 山东铝业公司)

[摘要] 介绍高速步进电机启动与准确停位的控制方法, 并给出单片机控制的中断服务源程序。

关键词 高速步进电机 最佳起动 准确停位 中断服务程序

1 控制原理

步进电机是工业过程控制及智能化仪表中的主要控制元件之一, 其作为执行元件的一个显著特点就是快速起停及停位准确。如果负荷(包括惯性力)不超过步进电机所能提供的动态转矩值, 就能在瞬间使步进电机启停。但这必须建立在步进电机及其驱动电路有足够的功率(即足够大的动态转矩值), 并且步进电机步进转速不高的基础上。当以上两点有一项不满足, 就会失控, 这是因为步进电机是通过各绕组依次通入一定宽度的脉冲电流, 使每个磁极下的小齿和转子的小齿依次对齐, 产生驱动转矩而旋转的。当启动时脉冲的频率太高, 宽度不够使吸力作用的时间不够长时, 由于转子及负载惯性的原因, 在此脉冲作用期间没有将该对齐的小齿对齐, 就换另一个绕组通电流, 结果产生排斥的阻转矩, 而使步进电机失步而停下(不能启动)。同样道理, 当停车时, 由较高频率的脉冲突然降低为零频率或只给一个绕组通电流, 企图使步进电机立即停下, 但由于惯性的原因, 使转子冲过而失步, 结果停位不准确。这样在驱动能力有限的情况下, 需要变频启动, 使脉冲频率逐渐加大, 脉宽逐渐变窄, 作用时间逐渐缩短, 而制动时则需反之。

2 起制动最佳变频控制

笔者在瓷印印花机电路改造

设计中, 采用一个单片机定时器来确定脉冲的宽度, 即每中断1次, 在中断服务程序中结束一个脉冲, 开始另一个绕组的脉冲, 同时修改定时器中的时间常数, 以确定下个脉冲的宽度。

步进电机旋转虽是不连续的过程, 但由于步长相对很小, 可近似认为是连续的, 这样可以用普通电机起制动的概念分析, 由于步进电机的最大驱动电流是定值, 说明最大驱动转矩是定值, 即启动加速度最大值也是定值。如果脉冲频率变化太快(即脉冲的宽度减小太快), 在不失步时, 就要求加速度较大, 若超过其最大值就会失步。若保证其加速度始终接近最大值, 步进电机就不会失步, 且能最快起制动。

在匀变速旋转运动中, 初转速为零, 则转角(步进电机可用步数)与时间的关系为 $\theta = kt^2$ 。其中 k 是常数, t 是旋转 θ 角需要的时间。若用步数 n 表示 θ , 则 $n = kt^2$ 。每步需要的时间 Δt_n 是相应脉冲的宽度, 也是定时器的时间常数求取的依据。不同的步进电机, k 值是不同的。 k 值可以由实验测得: 先用固定脉宽(不变频)起动机, 开始先用较低的频率启动, 逐渐提高频率(减小脉宽), 直到不能启动为止, 把最后这个脉宽作为第1个脉冲的脉宽, 即为 Δt_1 , 则: $k = 1/(\Delta t_1)^2$ 。考虑到电流有一个上升阶段(不是一直最大), 特别是高频下更明显, 实际上加速度没这么大, 根据经验将第一个脉宽增加1倍, 实践证明完全可行。

3 两相式步进电机控制源程序

```
ORG 001BH
PUSH DDOH
PUSH ACC
PUSH DPL
PUSH DPH
JB 1BH, ZDW2; 停车停止中断
JB 08H, JAN; 减速制动
MOV DPL, 66H; 时间常数低8位地址
MOV DPH, 67H; 时间常数高8位地址
MOV A, #00H
MOVC A, @+DPTR; 取时间常数送定时器
MOV TH1, A
MOV A, #01H
MOVC A, @+DPTR
MOV TLI, A
MOV A, 66H
ADD A, #02H; 第一次地址加1
JNC FGH
INC 67H; 高8位加1
FGH: INC 65H; 送时间常计数
MOV A, 65H
CLRC
SUBB A, #0B8H; 共多少数(由转速高低定)
JC TEY1; 判断转速够高不再变时间常数
SETB OFH
MOV 65, #0B7H
MOV A, 66H
CLRC
SUBB A, #02H; 地址退回两个单位保证只送同一常数
MOV 66H, A
JNC TEY1
```

收稿日期: 2004-03-18

飞来峡电厂检修水泵改造方案

刘 杰

(广东省飞来峡水利枢纽管理局, 广东 清远 511825)

[摘要] 飞来峡电厂检修水泵至投运来出现了3次烧电机事故,其启动回路和监控系统都存在严重缺陷,必须对其进行改造,以保证机组检修工作的安全。

关键词 检修水泵 改造 软启动 监控系统

0 引言

飞来峡电厂有3台检修水泵,其作用是在机组检修期间将机流道排空,以及将流道前后闸门的渗漏水及时排到下游河道,它们的可靠运行是机组检修工作顺利进行的有力保障。投运5年来,3台水泵运行良好,但也暴露出一些问题,因此,需对其进行改造。

1 检修水泵存在问题

1.1 常规Y- Δ 降压启动不可靠

在Y- Δ 降压启动回路中,有

3个主接触器且必须都能可靠动作,任何一个接触器的动作不正常都将造成电机和水泵不能启动,并且在由Y接线方式转换到 Δ 接线方式的过程中容易引发因接触器及其辅助触点动作不可靠而造成电机三相电源短路。另外,在停泵过程中,当主接触器断开后,由于主动力的牵引立即消失,水泵、电机处于自由停止的状态,此时残留在输水管道中的水在其重力作用下,将对水泵和电机形成一个巨大的水锤作用,该水锤的反向作用力对水泵和电机的机械特性会造成破坏性的伤害,可能出现使水泵连轴器松动,水泵下沉卡死无法运行等,严重影响电机

和水泵的运行质量和寿命。

1.2 电机的保护不完善

检修排水泵电机的主回路中都串联1只双金属片式热继电器作为电机的保护装置,该热继电器也是电机现有的唯一的电气保护。从双金属片式热继电器的工作原理可看出,热继电器是靠当流过热继电器发热元件的电流大于我们对它整定的额定电流时致使双金属触片发生较大的弯曲变形,当双金属触片变形到一定程度时使得热继电器两端的触头不再接触,断开电机的电源回路来保护电机。由于能量的转换和双金属触片形状的改变不是瞬时可以完成的,而有一个热积累和形

收稿日期: 2004-03-24

作者简介: 刘杰(1974-),男,助理工程师。

```
DEC 67H
STMP TEYI
JAN: MOV DPL,66H ; 减速制动
MOV DPH,67H
MOV A,#01H
MOVC A,@A+DPTR
MOV TL1,A
MOV A,#00H
MOV A,@A+DPTR
MOV TH1,A
CLRC
MOV A,66H
SUBB A,#02H
MOV 66H, A
JNCLYU
DEC 67H
LYU DEC 65H
MOV A, 65H
```

```
JNZ TEYI
MOV TH1, #EEH
MOV TL1, #00H
SETB 1BH
SJMP ZDW1
ZDW2: CLR 1BH ; 最后停车
CLR TR1
MOV TH1, #FFH
MOV TL1, #FEH
MOV 65H, #00H
MOV DPTR, #TABOL ; 恢复数据
区地址指针
MOV 66H, DPL
MOV 67H, DPH
MOV P3, #OFFH
SJMP ZDW1
TEY1: MOV A, 60H ; 四相步进电
机依次输出脉冲
```

```
ORL A, 60H
RLC A
ORL A
ORL A, #OFH
JC ZDW
MOV A, #0EFH ; 只能一相有脉
冲
ZDW: MOV P3, A ; P3口控制各
脉冲
MOV 60H, A
ZDW1: POP DPH
POP DPL
POP ACC
POP ODOH
RETI
```

参考文献

[1] 林秀端. 电机再起应用技术. 重庆: 电工技术. 2003 (6): 51~52