



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108226560 A

(43)申请公布日 2018.06.29

(21)申请号 201611196217.X

(22)申请日 2016.12.21

(71)申请人 杭州海康威视数字技术股份有限公司

地址 310051 浙江省杭州市滨江区阡陌路  
555号

(72)发明人 徐耀飞

(74)专利代理机构 北京市广友专利事务所有限  
责任公司 11237

代理人 祁献民

(51)Int.Cl.

G01P 3/00(2006.01)

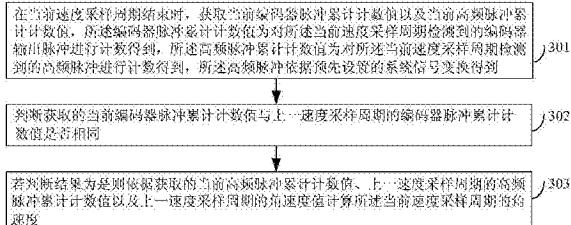
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54)发明名称

一种获取电机低转速角速度的方法及装置

(57)摘要

本发明的实施例公开一种获取电机低转速角速度的方法及装置，涉及电机低速测速技术，能够提升低转速下的角速度测量精度。方法包括：在当前速度采样周期结束时，获取当前编码器脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值，所述高频脉冲依据预先设置的系统信号变换得到；判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同，若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度。本发明适用于基于增强型M/T法实现电机在极低转速下的角速度测量。



1. 一种获取电机低转速角速度的方法,其特征在于,包括:

在当前速度采样周期结束时,获取当前编码器脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值,所述编码器脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的编码器输出脉冲进行计数得到,所述高频脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的高频脉冲进行计数得到,所述高频脉冲依据预先设置的系统信号变换得到;

判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同;

若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度。

2. 根据权利要求1所述的获取电机低转速角速度的方法,其特征在于,所述若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度包括:

计算所述上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值除以所述当前高频脉冲累计计数值的商值;

计算所述商值与所述上一速度采样周期的角速度值的乘积,得到所述当前速度采样周期的角速度。

3. 根据权利要求1所述的获取电机低转速角速度的方法,其特征在于,在所述若判断结果为是之后,依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度之前,所述方法还包括:

判断获取的当前高频脉冲累计计数值是否大于上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值,如果是,执行所述依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度的步骤。

4. 根据权利要求3所述的获取电机低转速角速度的方法,其特征在于,所述方法还包括:

若判断结果为否则依据获取的当前编码器脉冲累计计数值、上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值、当前高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值计算所述当前速度采样周期的角速度。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的获取电机低转速角速度的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在监测到编码器脉冲的上边沿或下边沿后,对编码器当前脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值进行清零。

6. 一种获取电机低转速角速度的装置,其特征在于,包括:计数值获取模块以及角速度更新模块,其中,

计数值获取模块,用于在当前速度采样周期结束时,获取当前编码器脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值,所述编码器脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的编码器输出脉冲进行计数得到,所述高频脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的高频脉冲进行计数得到,所述高频脉冲依据预先设置的系统信号变换得到;

角速度更新模块，用于判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同，若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度。

7. 根据权利要求6所述的获取电机低转速角速度的装置，其特征在于，所述角速度更新模块包括：第一判断单元、商值计算单元以及角速度计算单元，其中，

第一判断单元，用于判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同，如果相同，通知商值计算单元；

商值计算单元，用于计算所述上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值除以所述获取的当前高频脉冲累计计数值的商值；

角速度计算单元，用于计算所述商值与所述上一速度采样周期的角速度值的乘积，得到所述当前速度采样周期的角速度。

8. 根据权利要求7所述的获取电机低转速角速度的装置，其特征在于，所述角速度更新模块还包括：

第二判断单元，用于在第一判断单元判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值相同后，判断获取的当前高频脉冲累计计数值是否大于上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值，如果是，通知商值计算单元。

9. 根据权利要求8所述的获取电机低转速角速度的装置，其特征在于，所述角速度更新模块还包括：角速度第二计算单元，其中，

第二判断单元，还用于如果获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值不相同，通知角速度第二计算单元；

角速度第二计算单元，用于依据获取的当前编码器脉冲累计计数值、上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值、当前高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值计算所述当前速度采样周期的角速度。

10. 根据权利要求6至9任一项所述的获取电机低转速角速度的装置，其特征在于，所述装置还包括：

清零模块，用于在监测到编码器脉冲的上边沿或下边沿后，对编码器当前脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值进行清零。

## 一种获取电机低转速角速度的方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电机低速测速技术,尤其涉及一种获取电机低转速角速度的方法及装置。

### 背景技术

[0002] 速度测量是工控系统中最基本的需求之一,尤其是用于精细驱动的电机,获取准确的电机转动角速度是控制其驱动的其他设备运行精度的重要因素。在电机角速度测量中,目前一般采用脉冲测速法,即通过安装在电机上用来进行位置识别的编码器对电机进行测速,当电机转动时,编码器产生相应的脉冲波形,电机每转一圈,编码器产生固定的脉冲数,通过计算固定时间内的脉冲数,从而可以计算出电机的角速度,再根据不同应用环境下的机械比、直径,将角速度换算成线速度。

[0003] 脉冲测速法包括:测频率法(M法)、测周期法(T法)以及测频率/测周期法(M/T法),M/T法是目前应用较为广泛的脉冲测速法,结合有M法以及T法两者各自的优点。其中,M法是测量单位时间内的脉冲数,即在固定的定时时间 $T_c$ (以秒为单位)内,统计编码器脉冲数 $M_1$ ,利用下式计算角速度:

$$[0004] \omega = \frac{2\pi M_1}{CT_c}$$

[0005] 式中,

[0006]  $\omega$  为角速度;

[0007] C为常数,为电机旋转360度时编码器输出的脉冲数。

[0008] M法在电机转速较低时,因测量的单位时间内的脉冲数变少,误差变大。

[0009] T法是测量两个脉冲之间的时间,即在编码器两个脉冲的间隔时间 $T_t$ 之内,激活一频率为 $f_0$ 的高频脉冲,并在间隔时间 $T_t$ 内对该高频脉冲进行计数,如果计数值为 $M_2$ ,利用下式计算角速度:

$$[0010] \omega = \frac{2\pi}{CT_t} = \frac{2\pi f_0}{CM_2} \quad (1)$$

[0011] T法在电机转速较高时,测得的周期较小,误差变大。

[0012] M/T法是利用在一相对固定的时间间隔内,对编码器的脉冲数进行计数,得到 $M_1$ ,同时对频率为 $f_0$ 的高频脉冲数进行计数,得到 $M_2$ ,利用下式计算角速度:

$$[0013] \omega = \frac{2\pi M_1}{CT_t} = \frac{2\pi M_1 f_0}{CM_2} \quad (2)$$

[0014] 在实际应用中,M/T法可以通过定时器的捕捉功能实现。

[0015] 图1为现有M/T法测角速度的具体实现示意图。参见图1,作为时间同步的基准信号(高频脉冲)为: $F_{sys}/128$ ,其中, $F_{sys}$ 为预先设置的系统信号频率,A相(PHASE-A)信号以及B相(PHASE-B)信号为编码器输出的脉冲信号,作为定时器的捕捉功能的信号,以速度环为计算角速度的周期,该方法中,在 $t_0$ 时刻进入速度环,即开始进入角速度测试,导出用于对编码

器的脉冲信号进行计数的第一定时器累计的计数值,以及,用于对高频脉冲信号进行计数的第二定时器累计的计数值,并清除第一定时器以及第二定时器的捕获标志,同时使能第一定时器边沿触发中断;在 $t_1$ 时刻( $t_0$ 时刻至 $t_1$ 时刻的时间段为0.5ms),编码器的B相信号出现下降沿,第一定时器进入边沿中断,第一定时器和第二计时器对应的寄存器开始分别捕捉相应脉冲,通过中断函数,可以读取捕捉值,在该速度环对应的时间内,禁止第一定时器的边沿中断。

[0016] 在 $t_2$ 时刻,再次进入速度环,执行与 $t_1$ 时刻相同的操作,导出第一定时器在上一速度环累计的计数值( $M_{1(n-1)}$ ),以及,第二定时器在上一速度环累计的计数值( $M_{2(n-1)}$ ),并清除第一定时器以及第二定时器的捕获标志,同时使能第一定时器边沿触发中断;在 $t_3$ 时刻,编码器的B相信号出现下降沿,第一定时器进入边沿中断,第一定时器和第二计时器对应的寄存器开始分别捕捉相应脉冲,通过中断函数,可以读取捕捉值,得到第一定时器在该速度环累计的计数值( $M_{1(n)}$ )和第二定时器在该速度环累计的计数值( $M_{2(n)}$ ),从而可以在第一定时器的边沿中断内计算角速度,在该速度环对应的时间内,禁止第一定时器的边沿中断。

[0017] 如果编码器为1000线,即电机旋转一周,编码器输出1000个脉冲(对应A相信号以及B相信号分别有1000个脉冲,每一脉冲有两个跳变沿,A相信号和B相信号共有4000个跳变沿),则对式(2)进行变换,得到如下公式计算角速度:

$$[0018] \omega = \frac{2\pi * [M_{1(n)} - M_{1(n-1)}] * (\frac{f_{sys}}{128})}{4000 [M_{2(n)} - M_{2(n-1)}]}$$

[0019] 式中,

[0020]  $M_{1(n)}$ 为当前速度环累计的编码器脉冲计数值;

[0021]  $M_{1(n-1)}$ 为上一速度环累计的编码器脉冲计数值;

[0022]  $f_{sys}$ 为预先设置的高频脉冲频率;

[0023]  $M_{2(n)}$ 为当前速度环累计的高频脉冲计数值;

[0024]  $M_{2(n-1)}$ 为上一速度环累计的高频脉冲计数值。

[0025] 但该M/T法测角速度的方法,当电机在极低转速情况下,由于每个速度采样周期(速度环)获得的编码器脉冲数极少,甚至不到一个脉冲,即编码器相邻脉冲间隔时间超过了速度采样周期,使得需要经过多个速度采样周期(速度环),才能获得一B相信号的下降沿进行角速度计算更新,在获取不到编码器脉冲的速度采样周期内,角速度采用上一次速度采样周期的数值。

[0026] 图2为现有极低转速下M/T法测角速度的具体实现示意图。参见图2,在B相信号第*i*个脉冲( $t_3$ 时刻)触发定时器捕捉和边沿中断后,角速度值更新为 $\omega_{(n-1)}$ ,之后,直到第(*i*+1)个脉冲( $t_7$ 时刻)后,触发定时器再次捕捉和边沿中断,才执行角速度重新计算并更新,更新角速度为 $\omega_n$ ,而在 $t_3$ 时刻至 $t_7$ 时刻的时间段内,由于未检测到编码器的脉冲,检测输出的角速度值维持上一速度环的角速度值,即 $\omega_{(n-1)}$ ,但实际上,在 $t_3$ 时刻至 $t_7$ 时刻的时间段内,实际的角速度已经降低,因而,将实际的角速度已经降低而角速度检测仍保持前一次数值的时间称为速度检测停滞时间。在速度检测停滞时间内,输出的角速度检测值偏离真实值,使得低转速下的角速度测量精度不高,进而影响电机驱动的其他设备的运行精度。

## 发明内容

[0027] 有鉴于此，本发明实施例提供一种获取电机低转速角速度的方法及装置，能够提升低转速下的角速度测量精度，以解决现有的获取电机低转速角速度的方法中，在低转速下，角速度检测值偏离真实值导致的角速度测量精度不高的问题。

[0028] 第一方面，本发明实施例提供一种获取电机低转速角速度的方法，包括：

[0029] 在当前速度采样周期结束时，获取当前编码器脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值，所述编码器脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的编码器输出脉冲进行计数得到，所述高频脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的高频脉冲进行计数得到，所述高频脉冲依据预先设置的系统信号变换得到；

[0030] 判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同；

[0031] 若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度。

[0032] 结合第一方面，在第一方面的第一种实施方式中，所述若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度包括：

[0033] 计算所述上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值除以所述当前高频脉冲累计计数值的商值；

[0034] 计算所述商值与所述上一速度采样周期的角速度值的乘积，得到所述当前速度采样周期的角速度。

[0035] 结合第一方面，在第一方面的第二种实施方式中，在所述判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同之后，若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度之前，所述方法还包括：

[0036] 判断获取的当前高频脉冲累计计数值是否大于上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值，如果是，执行所述依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度的步骤。

[0037] 结合第一方面的第二种实施方式，在第一方面的第三种实施方式中，所述方法还包括：

[0038] 若判断结果为否则依据获取的当前编码器脉冲累计计数值、上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值、当前高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值计算所述当前速度采样周期的角速度。

[0039] 结合第一方面、第一方面的第一种至第三种中任一种实施方式，在第一方面的第四种实施方式中，所述方法还包括：

[0040] 在监测到编码器脉冲的上边沿或下边沿后，对编码器当前脉冲累计计数值以及高

频脉冲累计计数值进行清零。

[0041] 第二方面，本发明实施例提供一种获取电机低转速角速度的装置，包括：计数值获取模块以及角速度更新模块，其中，

[0042] 计数值获取模块，用于在当前速度采样周期结束时，获取当前编码器脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值，所述编码器脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的编码器输出脉冲进行计数得到，所述高频脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的高频脉冲进行计数得到，所述高频脉冲依据预先设置的系统信号变换得到；

[0043] 角速度更新模块，用于判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同，若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度。

[0044] 结合第二方面，在第二方面的第一种实施方式中，所述角速度更新模块包括：第一判断单元、商值计算单元以及角速度计算单元，其中，

[0045] 第一判断单元，用于判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同，如果相同，通知商值计算单元；

[0046] 商值计算单元，用于计算所述上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值除以所述获取的当前高频脉冲累计计数值的商值；

[0047] 角速度计算单元，用于计算所述商值与所述上一速度采样周期的角速度值的乘积，得到所述当前速度采样周期的角速度。

[0048] 结合第二方面的第一种实施方式，在第二方面的第二种实施方式中，所述角速度更新模块还包括：

[0049] 第二判断单元，用于在第一判断单元判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值相同后，判断获取的高频脉冲累计计数值是否大于上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值，如果是，通知商值计算单元。

[0050] 结合第二方面的第二种实施方式，在第二方面的第三种实施方式中，所述角速度更新模块还包括：角速度第二计算单元，其中，

[0051] 第二判断单元，还用于如果获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值不相同，通知角速度第二计算单元；

[0052] 角速度第二计算单元，用于依据获取的当前编码器脉冲累计计数值、上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值、当前高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值计算所述当前速度采样周期的角速度。

[0053] 结合第二方面、第二方面的第一种至第三种中任一种实施方式，在第二方面的第四种实施方式中，所述装置还包括：

[0054] 清零模块，用于在监测到编码器脉冲的上边沿或下边沿后，对编码器当前脉冲累计计数值以及高频脉冲累计计数值进行清零。

[0055] 本发明实施例提供的一种获取电机低转速角速度的方法及装置，通过在当前速度采样周期结束时，获取当前编码器脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值，所述编码器脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的编码器输出脉冲进行计数得到，

所述高频脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的高频脉冲进行计数得到；判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同，若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度，能够提升低转速下的角速度测量精度，以解决现有的获取电机低转速角速度的方法中，在低转速下，角速度检测值偏离真实值导致的角速度测量精度不高的问题。

## 附图说明

[0056] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0057] 图1为现有M/T法测角速度的具体实现示意图；

[0058] 图2为现有极低转速下M/T法测角速度的具体实现示意图；

[0059] 图3为本发明的实施例一获取电机低转速角速度的方法流程示意图；

[0060] 图4为本发明的实施例二获取电机低转速角速度的具体实现示意图；

[0061] 图5为本发明的实施例三获取电机低转速角速度的装置结构示意图。

## 具体实施方式

[0062] 下面结合附图对本发明实施例进行详细描述。

[0063] 应当明确，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

[0064] 图3为本发明的实施例一获取电机低转速角速度的方法流程示意图，如图3所示，本实施例的方法可以包括：

[0065] 步骤301，在当前速度采样周期结束时，获取当前编码器脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值，所述编码器脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的编码器输出脉冲进行计数得到，所述高频脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的高频脉冲进行计数得到，所述高频脉冲依据预先设置的系统信号变换得到；

[0066] 本实施例中，编码器设置在电机上。作为一可选实施例，编码器为1000线，输出的编码器脉冲（信号）为时间同步的A相(PHASE-A)信号以及B相(PHASE-B)信号，高频脉冲的频率设置为系统信号频率的128分之一。其中，编码器脉冲累计计数值为前述的累计的编码器脉冲计数值。

[0067] 本实施例中，速度采样周期为进入速度环的时间至编码器的B相信号出现边沿的时间。在极低电机转速下，编码器的相邻两脉冲之间的间隔时间包含一个或多个速度采样周期，在编码器的相邻两脉冲之间的间隔时间内，编码器脉冲累计计数值以及高频脉冲累计计数值一直执行累计计数。

[0068] 步骤302，判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同；

[0069] 步骤303,若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度。

[0070] 本实施例中,作为一可选实施例,若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度包括:

[0071] 计算所述上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值除以所述获取的当前高频脉冲累计计数值的商值;

[0072] 计算所述商值与所述上一速度采样周期的角速度值的乘积,得到所述当前速度采样周期的角速度。

[0073] 本实施例中,可以利用下式计算当前速度采样周期的角速度:

$$[0074] \omega_n = \frac{M_{2(n-1)} * \omega_{(n-1)}}{M_{2(n)}}$$

[0075] 式中,

[0076]  $\omega_n$ 为当前速度采样周期的角速度;

[0077]  $M_{2(n-1)}$ 为上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值,即从第一个速度采样周期至上一速度采样周期累计的高频脉冲累计计数值;

[0078]  $M_{2(n)}$ 为获取的高频脉冲累计计数值,即当前速度采样周期的高频脉冲累计计数值,也就是从第一个速度采样周期至当前速度采样周期累计的高频脉冲累计计数值;

[0079]  $\omega_{(n-1)}$ 为上一速度采样周期的角速度。

[0080] 本实施例中,对于电机转速逐渐增高的情形,由于在两个速度采样周期内采集不到编码器脉冲的概率较低,为了有效节约计算资源,如果获取的编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值相同,可以直接采用上一速度采样周期的角速度作为当前速度采样周期的角速度。因而,作为一可选实施例,在所述判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同之后,若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度之前,该方法还包括:

[0081] 判断获取的当前高频脉冲累计计数值是否大于上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值,如果是,执行所述若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度的步骤。

[0082] 本实施例中,作为一可选实施例,该方法还包括:

[0083] 如果获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值不相同,依据获取的编码器脉冲累计计数值、上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值、当前高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值计算所述当前速度采样周期的角速度。

[0084] 本实施例中,利用下式计算当前速度采样周期的角速度:

$$[0085] \quad \omega = \frac{2\pi * \left[ M_{1(n)} - M_{1(n-1)} \right] * (\frac{f_{sys}}{128})}{4000 \left[ M_{2(n)} - M_{2(n-1)} \right]}$$

[0086] 式中，

[0087]  $M_{1(n)}$  为当前速度采样周期(累计)的编码器脉冲累计计数值；

[0088]  $M_{1(n-1)}$  为上一速度采样周期(累计)的编码器脉冲累计计数值；

[0089]  $f_{sys}$  为预先设置的高频脉冲频率。

[0090] 本实施例中,作为一可选实施例,该方法还包括:

[0091] 在监测到编码器脉冲的上边沿或下边沿后,也就是脉冲的上升沿或者下降沿,对编码器当前脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值进行清零。

[0092] 本实施例中,在极低电机转速下,在一个或多个速度采样周期内,可能不会出现编码器脉冲的边沿(上边沿或下边沿),因而,在未监测到编码器脉冲的边沿前,对第一定时器中的编码器脉冲累计计数值以及第二定时器中的高频脉冲累计计数值执行累计计数。在监测到编码器脉冲的边沿,读取第一定时器中计数的编码器脉冲累计计数值并对第一定时器进行清零,读取第二定时器中计数的高频脉冲累计计数值并对第二定时器进行清零。

[0093] 本实施例中,针对速度检测停滞时间,为了最小化速度检测停滞时间,对M/T法进行改进,在每一速度检测时刻(速度采样周期),判断电机转速是否变慢,如果变慢,通过补偿的方式进行转速角速度更新。

[0094] 图4为本发明的实施例二获取电机低转速角速度的具体实现示意图,如图4所示,在保持原有逻辑架构,避免对原有逻辑架构进行改动的基础上,通过新设置一第三定时器,使能第三定时器的捕捉功能,对高频脉冲( $f_{sys}/128$ )进行计数,在每一B相信号边沿触发的同时,将第三定时器的计数器清零。在每一速度采样周期内计算角速度时,首先读取第三定时器的当前累计计数值,依据读取的累计计数值对角速度进行更新。例如,如果设置在图中B相信号下边沿、 $t_2$ 时刻、 $t_3$ 时刻、 $t_4$ 时刻、 $t_5$ 时刻以及B相信号上边沿分别进行角速度检测,其中, $t_2$ 时刻与 $t_3$ 时刻的间隔时间、 $t_3$ 时刻与 $t_4$ 时刻的间隔时间、 $t_4$ 时刻与 $t_5$ 时刻之间的间隔时间均为一速度采样周期。在B相信号的下降沿时刻,如果高频脉冲累计计数值为4,计算得到的角速度值为 $\omega_i$ ,在该时刻,对相应计数值进行清零;在 $t_2$ 时刻,累计的高频脉冲累计计数值为2,小于上一次的计数值4,角速度值为上一次的 $\omega_i$ ;在 $t_3$ 时刻,累计的高频脉冲累计计数值为5,大于上一次的计数值4,更新角速度值,更新的角速度值为:

$$[0095] \quad \varpi = \frac{4}{5} \omega_i.$$

[0096] 依据与前述相似的分析和计算,在 $t_4$ 时刻,累计的高频脉冲累计计数值为8,更新角速度值,更新的角速度值为:

$$[0097] \quad \varpi_1 = \frac{5}{8} \varpi = \frac{4}{8} \omega_i;$$

[0098] 在 $t_5$ 时刻,累计的高频脉冲累计计数值为11,更新角速度值,更新的角速度值为:

$$[0099] \quad \varpi_2 = \frac{8}{11} \varpi_1 = \frac{4}{11} \omega_i;$$

[0100] 在B相信号边沿,累计的高频脉冲累计计数值为12,更新角速度值并清零计数值,

更新的角速度值为：

$$[0101] \quad \varpi_3 = \frac{11}{12} \varpi_2 = \frac{4}{12} \omega_i = \frac{1}{3} \omega_i;$$

[0102] 在该B相信号边沿结束后，编码器输出的脉冲计数值发生变化。

[0103] 本实施例获取电机低转速角速度的方法，在当前速度采样周期结束时，获取当前编码器脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值，所述编码器脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的编码器输出脉冲进行计数得到，所述高频脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的高频脉冲进行计数得到；判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同，若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度。这样，在速度检测停滞时间内，通过高频脉冲累计计数值的变化对偏离真实值的角速度检测值进行补偿，能够有效提升低转速下的角速度测量精度，进而提升电机驱动的其他设备的运行精度，为电机的稳定控制提供有利条件。

[0104] 图5为本发明的实施例三获取电机低转速角速度的装置结构示意图，如图5所示，本实施例的装置可以包括：计数值获取模块以及角速度更新模块，其中，

[0105] 计数值获取模块，用于在当前速度采样周期结束时，获取当前编码器脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值，所述编码器脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的编码器输出脉冲进行计数得到，所述高频脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的高频脉冲进行计数得到；

[0106] 本实施例中，编码器设置在电机上。作为一可选实施例，编码器为1000线，输出A相(PHASE-A)信号以及B相(PHASE-B)信号，高频脉冲的频率设置为系统信号频率的128分之一。

[0107] 本实施例中，编码器脉冲累计计数值为前述的累计的编码器脉冲计数值。

[0108] 本实施例中，速度采样周期为前述进入速度环的时间至编码器的B相信号出现边沿的时间。在极低电机转速下，编码器的相邻两脉冲之间的间隔时间包含一个或多个速度采样周期，在编码器的相邻两脉冲之间的间隔时间内，编码器脉冲累计计数值以及高频脉冲累计计数值一直执行累计计数。

[0109] 角速度更新模块，用于判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同，若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度。

[0110] 本实施例中，作为一可选实施例，角速度更新模块包括：第一判断单元、商值计算单元以及角速度计算单元(图中未示出)，其中，

[0111] 第一判断单元，用于判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同，如果相同，通知商值计算单元；

[0112] 商值计算单元，用于计算所述上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值除以所述获取的当前高频脉冲累计计数值的商值；

[0113] 角速度计算单元，用于计算所述商值与所述上一速度采样周期的角速度值的乘

积,得到所述当前速度采样周期的角速度。

[0114] 本实施例中,可以利用下式计算当前速度采样周期的角速度:

$$[0115] \omega_n = \frac{M_{2(n-1)} * \omega_{(n-1)}}{M_{2(n)}}$$

[0116] 式中,

[0117]  $\omega_n$ 为当前速度采样周期的角速度;

[0118]  $M_{2(n-1)}$ 为上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值;

[0119]  $M_{2(n)}$ 为获取的高频脉冲累计计数值;

[0120]  $\omega_{(n-1)}$ 为上一速度采样周期的角速度。

[0121] 本实施例中,为了有效节约计算资源,如果获取的编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值相同,可以直接采用上一速度采样周期的角速度作为当前速度采样周期的角速度。因而,作为另一可选实施例,角速度更新模块还包括:

[0122] 第二判断单元,用于在第一判断单元判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值相同后,判断获取的当前高频脉冲累计计数值是否大于上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值,如果是,通知商值计算单元。

[0123] 本实施例中,作为再一可选实施例,角速度更新模块还包括:角速度第二计算单元,其中,

[0124] 第二判断单元,还用于如果获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值不相同,通知角速度第二计算单元;

[0125] 角速度第二计算单元,用于依据获取的当前编码器脉冲累计计数值、上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值、当前高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值计算所述当前速度采样周期的角速度。

[0126] 本实施例中,利用下式计算当前速度采样周期的角速度:

$$[0127] \omega = \frac{2\pi * \left[ M_{1(n)} - M_{1(n-1)} \right] * \left( \frac{f_{sys}}{128} \right)}{4000 \left[ M_{2(n)} - M_{2(n-1)} \right]}$$

[0128] 式中,

[0129]  $M_{1(n)}$ 为当前速度采样周期的编码器脉冲累计计数值;

[0130]  $M_{1(n-1)}$ 为上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值;

[0131]  $f_{sys}$ 为预先设置的高频脉冲频率。

[0132] 本实施例中,作为一可选实施例,该装置还包括:

[0133] 清零模块(图中未示出),用于在监测到编码器脉冲的上边沿或下边沿后,对编码器当前脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值进行清零。

[0134] 本实施例中,在极低电机转速下,在一个或多个速度采样周期内,可能不会出现编码器脉冲的边沿,因而,在未监测到编码器脉冲的边沿前,对第一定时器中的编码器脉冲累计计数值以及第二定时器中的高频脉冲累计计数值执行累计计数。在未监测到编码器脉冲的边沿,读取第一定时器中计数的编码器脉冲累计计数值并对第一定时器进行清零,读取第二定时器中计数的高频脉冲累计计数值并对第二定时器进行清零。

[0135] 本实施例中,编码器的相邻两脉冲之间的间隔时间包含一个或多个速度采样周期,在编码器的相邻两脉冲之间的间隔时间内,编码器脉冲累计计数值以及高频脉冲累计计数值一直执行累计计数。

[0136] 本实施例的装置,可以用于执行图3和图4所示方法实施例的技术方案,其实现原理和技术效果类似,此处不再赘述。

[0137] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0138] 本说明书中的各个实施例均采用相关的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。

[0139] 尤其,对于装置实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0140] 在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤,例如,可以被认为是用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列表,可以具体实现在任何计算机可读介质中,以供指令执行系统、装置或设备(如基于计算机的系统、包括处理器的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令并执行指令的系统)使用,或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言,“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。计算机可读介质的更具体的示例(非穷尽性列表)包括以下:具有一个或多个布线的电连接部(电子装置),便携式计算机盘盒(磁装置),随机存取存储器(RAM),只读存储器(ROM),可擦除可编辑只读存储器(EPROM或闪速存储器),光纤装置,以及便携式光盘只读存储器(CDROM)。另外,计算机可读介质甚至可以是可在其上打印所述程序的纸或其他合适的介质,因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描,接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得所述程序,然后将其存储在计算机存储器中。

[0141] 应当理解,本发明的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。

[0142] 在上述实施方式中,多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。例如,如果用硬件来实现,和在另一实施方式中一样,可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现:具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路,具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路,可编程门阵列(PGA),现场可编程门阵列(FPGA)等。

[0143] 本技术领域的普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,该程序在执行时,包括方法实施例的步骤之一或其组合。

[0144] 为了描述的方便,描述以上装置是以功能分为各种单元/模块分别描述。当然,在实施本发明时可以把各单元/模块的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

[0145] 通过以上的实施方式的描述可知,本领域的技术人员可以清楚地了解到本发明可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在存储介质中,如ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0146] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

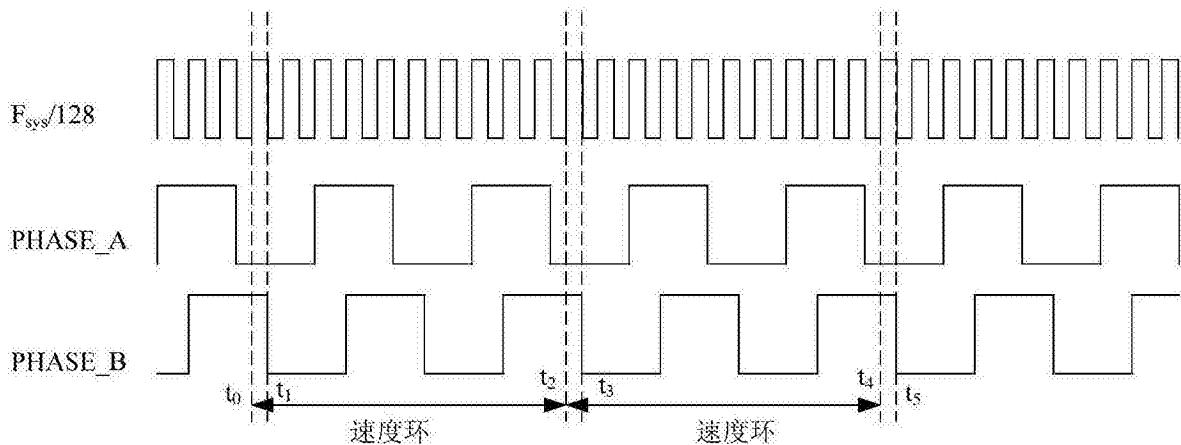


图1

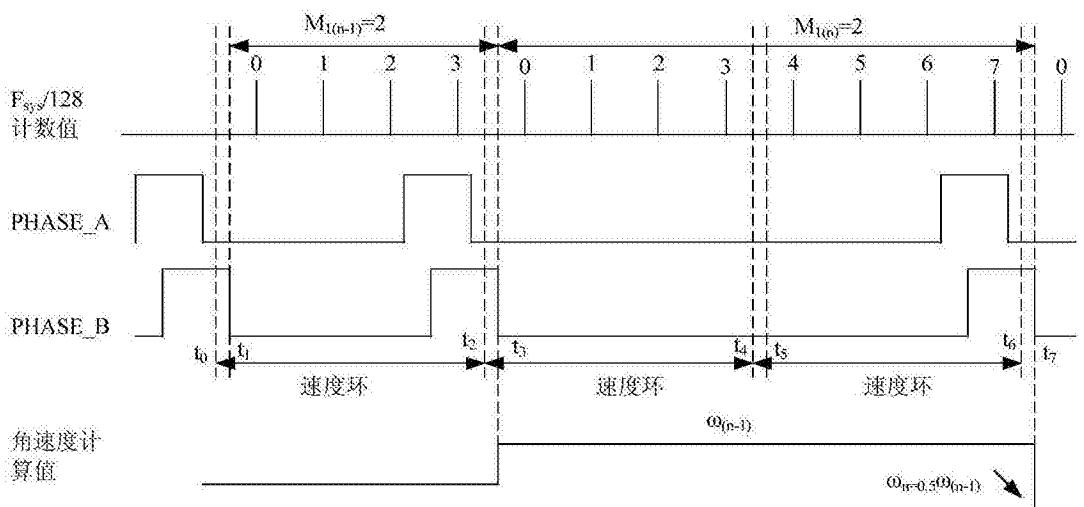


图2

在当前速度采样周期结束时，获取当前编码器脉冲累计计数值以及当前高频脉冲累计计数值，所述编码器脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的编码器输出脉冲进行计数得到，所述高频脉冲累计计数值为对所述当前速度采样周期检测到的高频脉冲进行计数得到，所述高频脉冲依据预先设置的系统信号变换得到

301

判断获取的当前编码器脉冲累计计数值与上一速度采样周期的编码器脉冲累计计数值是否相同

302

若判断结果为是则依据获取的当前高频脉冲累计计数值、上一速度采样周期的高频脉冲累计计数值以及上一速度采样周期的角速度值计算所述当前速度采样周期的角速度

303

图3

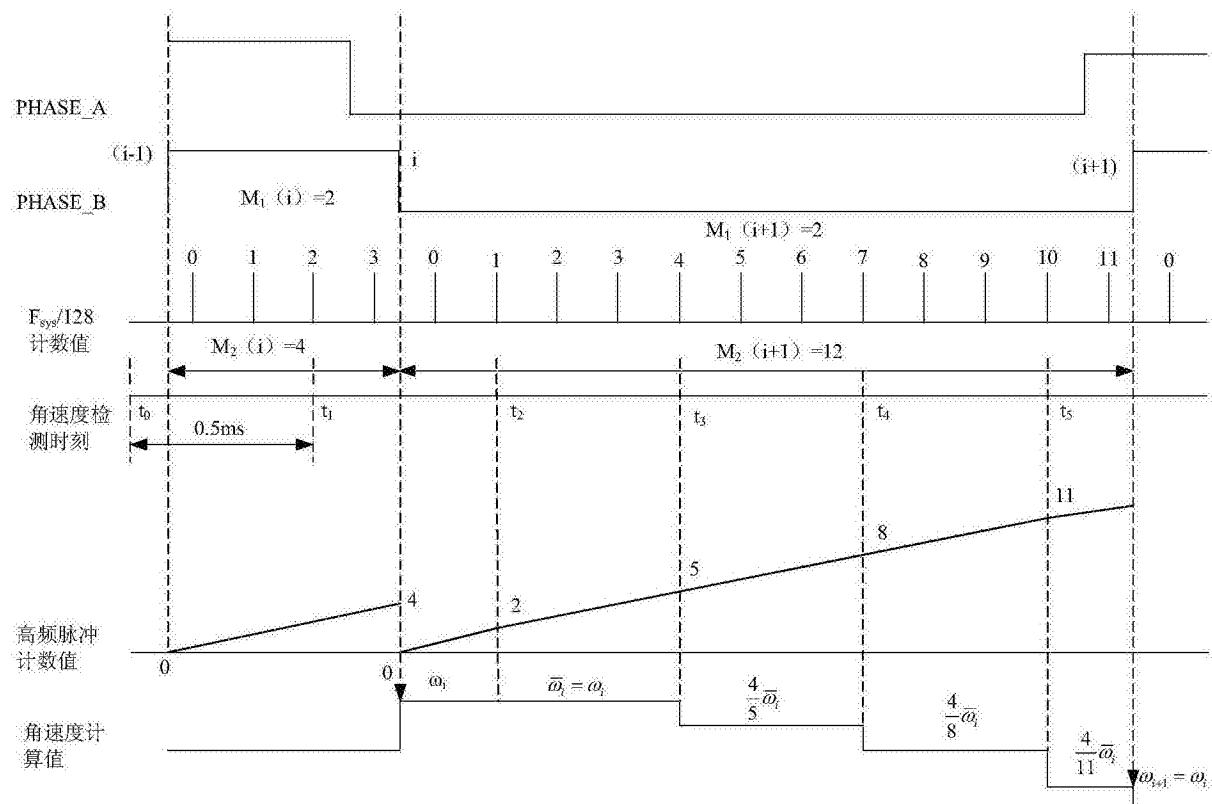


图4

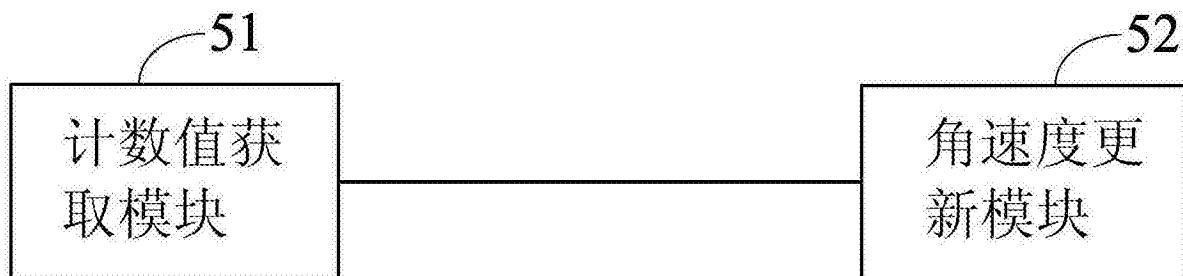


图5