



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102843093 B

(45) 授权公告日 2015.02.04

(21) 申请号 201110165810.9

(22) 申请日 2011.06.20

(73) 专利权人 永济新时速电机电器有限责任公司

地址 044502 山西省运城市永济市电机大街18#

(72) 发明人 宋春龙 陈振锋 曾礼

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

代理人 刘芳

(51) Int. Cl.

H02P 25/02 (2006.01)

H02P 21/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101316093 A, 2008.12.03,

CN 1651927 A, 2005.08.10,

US 5909018 A, 1999.06.01,

王瑞等. 基于MRAS的转子时间常数辨识方法的参数敏感性分析. 《电气传动》. 2010, 第40卷(第1期),

审查员 白超

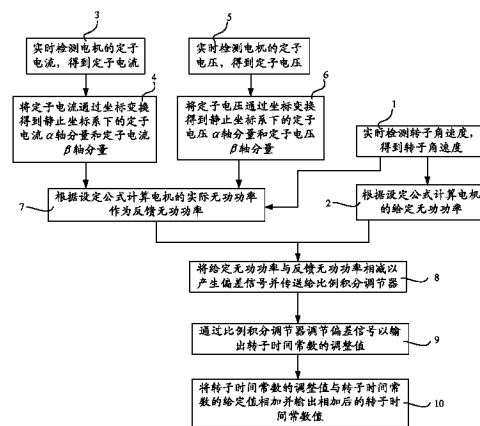
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

异步电机转子时间常数在线校正方法及装置和控制系统

(57) 摘要

本发明公开了一种异步电机转子时间常数在线校正方法及装置、异步电机驱动控制系统,该校正方法只需测量转子的角速度、定子电流和定子电压,即可通过公式的计算,得出电机的给定无功功率和实际无功功率,将计算出的实际无功功率作为反馈无功功率,进而通过将给定无功功率与反馈无功功率进行比较,产生偏差信号,通过比例积分调节器调节该偏差信号以输出转子时间常数的调整值,通过该调整值对转子时间常数的设定值进行校正,从而使转子时间常数的设定值与实际值相符合,该校正方法简单,对硬件的要求低。



1. 一种异步电机转子时间常数在线校正方法,其特征在于,包括:

步骤 1、实时检测转子角速度,得到转子角速度 ω ;

步骤 2、根据下面公式计算电机的给定无功功率 Q^* ,

$$Q^* = \omega P L_s i_{sd}^{*2} - \omega P \sigma L_s i_{sd}^{*2}, \text{ 其中, } L_s \text{ 为定子电感, } \sigma \text{ 为漏感系数, } P \text{ 为极对数, } i_{sd}^* \text{ 为给}$$

定的定子电流励磁分量;

步骤 3、实时检测电机的定子电流,得到定子电流 i ;

步骤 4、将所述定子电流 i 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电流 α 轴分量 $i_{s\alpha}$ 和定子电流 β 轴分量 $i_{s\beta}$;

步骤 5、实时检测电机的定子电压,得到定子电压 u ;

步骤 6、将所述定子电压 u 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电压 α 轴分量 $u_{s\alpha}$ 和定子电压 β 轴分量 $u_{s\beta}$;

步骤 7、根据下面公式计算电机的实际无功功率 Q 作为反馈无功功率,

$$Q = u_{s\beta} i_{s\alpha} - u_{s\alpha} i_{s\beta} - \omega P \sigma L_s (i_{s\alpha}^2 + i_{s\beta}^2);$$

步骤 8、将所述给定无功功率 Q^* 与反馈无功功率 Q 相减以产生偏差信号并传递给比例积分调节器;

步骤 9、通过比例积分调节器调节所述偏差信号以输出转子时间常数的调整值;

步骤 10、将所述转子时间常数的调整值与转子时间常数的给定值相加并输出相加后的转子时间常数值。

2. 一种异步电机转子时间常数在线校正装置,其特征在于,包括:

角速度检测模块,用于实时检测转子角速度,得到转子角速度 ω ,

给定无功功率运算模块,用于根据如下公式计算电机的给定无功功率 Q^* ;

$$Q^* = \omega P L_s i_{sd}^{*2} - \omega P \sigma L_s i_{sd}^{*2}, \text{ 其中, } L_s \text{ 为定子电感, } \sigma \text{ 为漏感系数, } P \text{ 为极对数, } i_{sd}^* \text{ 为给}$$

定的定子电流励磁分量;

电流检测模块,用于实时检测电机的定子电流,得到定子电流 i ;

电流坐标变换模块,用于将所述定子电流 i 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电流 α 轴分量 $i_{s\alpha}$ 和定子电流 β 轴分量 $i_{s\beta}$;

电压检测模块,用于实时检测电机的定子电压,得到定子电压 u ;

电压坐标变换模块,用于将所述定子电压 u 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电压 α 轴分量 $u_{s\alpha}$ 和定子电压 β 轴分量 $u_{s\beta}$;

实际无功功率运算模块,用于根据如下公式计算电机的实际无功功率 Q 作为反馈无功功率,

$$Q = u_{s\beta} i_{s\alpha} - u_{s\alpha} i_{s\beta} - \omega P \sigma L_s (i_{s\alpha}^2 + i_{s\beta}^2);$$

偏差信号产生模块,用于将所述给定无功功率 Q^* 与反馈无功功率 Q 相减以产生偏差信号并传递给比例积分调节器;

比例积分调节器,用于调节所述偏差信号以输出转子时间常数的调整值;

时间常数运算模块,用于将所述转子时间常数的调整值和转子时间常数的给定值相加

并输出计算后的转子时间常数。

3. 一种异步电机驱动控制系统,包括电源和控制器,其特征在于,还包括权利要求2所提供的转子时间常数在线校正装置,将输出的转子时间常数作为控制器的一控制参数。

异步电机转子时间常数在线校正方法及装置和控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电机控制技术,特别是一种异步电机转子时间常数在线校正方法及装置、异步电机驱动控制系统。

背景技术

[0002] 异步电机以其坚固耐用、运行可靠、维护量小等优点在工农业得到广泛应用。但异步电机性能严重依赖电机参数,包括定子电感、定子漏电抗、转子电阻、转子漏电抗、励磁阻抗和转子时间常数等参数,尤其是转子时间常数,转子时间常数的波动会导致电机输出转矩和电机电压的波动,影响电机的效率。

[0003] 在异步电机的控制系统中需要使电机的设置值与实际值尽量符合,如果设置参数值与实际值相差太大,将会使控制系统失去原本方法上的优势,造成控制系统的不稳定,进而影响电机的动态性能和稳态性能,正确给定转子时间常数也是高性能的矢量控制系统的关键。

[0004] 但是由于转子时间常数会受到转子温度、转子磁链饱和等影响而发生变化,因此需要对转子时间常数进行校正,使设置值与实际值相符合,从而改善电机控制系统的性能。

[0005] 现有技术中,异步电机的控制系统中的参数设置值主要采用异步电机热态值或冷态值,但是采用参数的热态值或冷态值作为参数设置值无法根据异步电机状态对参数设置值做出改变,因此无法充分发挥对异步电机的控制性能。

[0006] 现有技术中也有采用增加参数在线辨识技术的控制方法,或者采用对参数鲁棒性很强的控制策略,通过对电机参数进行实时校正,改善控制系统的性能,但增加参数在线辨识技术和对参数鲁棒性很强的控制策略控制算法复杂,对硬件的要求较高,开发难度也大。

发明内容

[0007] 本发明提供一种异步电机转子时间常数在线校正方法及装置、异步电机驱动控制系统,以简化异步电机转子时间常数的在线校正方法。

[0008] 本发明提供的异步电机转子时间常数在线校正方法,包括:

[0009] 步骤 1、实时检测转子角速度,得到转子角速度 ω ;

[0010] 步骤 2、根据下面公式计算电机的给定无功功率 Q^* ,

[0011] $Q^* = \omega P L_s i_{sd}^{*2} - \omega P \sigma L_s i_{sd}^{*2}$, 其中, L_s 为定子电感, σ 为漏感系数, P 为极对数, i_{sd}^* 为给定的定子电流励磁分量;

[0012] 步骤 3、实时检测电机的定子电流,得到定子电流 i ;

[0013] 步骤 4、将所述定子电流 i 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电流 α 轴分量 $i_{s\alpha}$ 和定子电流 β 轴分量 $i_{s\beta}$;

[0014] 步骤 5、实时检测电机的定子电压,得到定子电压 u ;

[0015] 步骤 6、将所述定子电压 u 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电压 α 轴分量 $u_{s\alpha}$ 和定子电压 β 轴分量 $u_{s\beta}$;

[0016] 步骤 7、根据下面公式计算电机的实际无功功率 Q 作为反馈无功功率，

$$[0017] \quad Q = u_{s\beta} i_{s\alpha} - u_{s\alpha} i_{s\beta} - \omega P \sigma L_s (i_{s\alpha}^2 + i_{s\beta}^2);$$

[0018] 步骤 8、将所述给定无功功率 Q^* 与反馈无功功率 Q 相减以产生偏差信号并传递给比例积分调节器；

[0019] 步骤 9、通过比例积分调节器调节所述偏差信号以输出转子时间常数的调整值；

[0020] 步骤 10、将所述转子时间常数的调整值与转子时间常数的给定值相加并输出相加后的转子时间常数值。

[0021] 本发明还提供了一种异步电机转子时间常数在线校正装置，包括：

[0022] 角速度检测模块，用于实时检测转子角速度，得到转子角速度 ω ，

[0023] 给定无功功率运算模块，用于根据如下公式计算电机的给定无功功率 Q^* ；

[0024] $Q^* = \omega P L_s i_{sd}^{*2} - \omega P \sigma L_s i_{sd}^{*2}$ ，其中， L_s 为定子电感， σ 为漏感系数， P 为极对数， i_{sd}^* 为给定的定子电流励磁分量；

[0025] 电流检测模块，用于实时检测电机的定子电流，得到定子电流 i ；

[0026] 电流坐标变换模块，用于将所述定子电流 i 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电流 α 轴分量 $i_{s\alpha}$ 和定子电流 β 轴分量 $i_{s\beta}$ ；

[0027] 电压检测模块，用于实时检测电机的定子电压，得到定子电压 u ；

[0028] 电压坐标变换模块，用于将所述定子电压 u 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电压 α 轴分量 $u_{s\alpha}$ 和定子电压 β 轴分量 $u_{s\beta}$ ；

[0029] 实际无功功率运算模块，用于根据如下公式计算电机的实际无功功率 Q 作为反馈无功功率，

$$[0030] \quad Q = u_{s\beta} i_{s\alpha} - u_{s\alpha} i_{s\beta} - \omega P \sigma L_s (i_{s\alpha}^2 + i_{s\beta}^2);$$

[0031] 偏差信号产生模块，用于将所述给定无功功率 Q^* 与反馈无功功率 Q 相减以产生偏差信号并传递给比例积分调节器；

[0032] 比例积分调节器，用于调节所述偏差信号通以输出转子时间常数的调整值；

[0033] 时间常数运算模块，用于将所述转子时间常数的调整值和转子时间常数的给定值相加并输出计算后的转子时间常数。

[0034] 本发明还提供了一种异步电机驱动控制系统，包括电源和控制器，还包括本发明提供的转子时间常数在线校正装置，将输出的转子时间常数作为控制器的一控制参数。

[0035] 本发明提供的异步电机转子时间常数在线校正方法及装置、异步电机驱动控制系统，其中运用的校正方法是基于无功功率的转子时间常数在线校正方法，通过反馈的转子电角速度、定子电流和定子电压即可实现对转子时间常数的在线校正，方法简单，对硬件的要求低。

附图说明

[0036] 图 1 为本发明实施例所提供的异步电机转子时间常数在线校正方法的流程图；

[0037] 图 2 为本发明实施例所提供的异步电机转子时间常数在线校正方法的原理图；

[0038] 图 3 为本发明实施例所提供的异步电机转子时间常数在线校正装置的结构示意

图。

[0039] 附图标记：

- [0040] 1- 角速度检测模块； 2- 给定无功功率运算模块；
 [0041] 3- 电流检测模块； 4- 电流坐标变换模块；
 [0042] 5- 电压检测模块； 6- 电压坐标变换模块；
 [0043] 7- 实际无功功率运算模块； 8- 偏差信号产生模块；
 [0044] 9- 比例积分调节器； 10- 时间常数运算模块。

具体实施方式

[0045] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例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他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0046] 图 1 为本发明实施例所提供的异步电机转子时间常数在线校正方法的流程图，图 2 为本发明实施例所提供的异步电机转子时间常数在线校正方法的原理图，如图 1 和图 2 所示，该异步电机转子时间常数在线校正方法，包括以下步骤：

[0047] 步骤 1、实时检测转子角速度，得到转子角速度 ω 。

[0048] 步骤 2、根据下面公式 (1) 计算电机的给定无功功率 Q^* ，

$$[0049] \quad Q^* = \omega P L_s i_{sd}^{*2} - \omega P \sigma L_s i_{sd}^{*2} \quad (1)$$

[0050] 其中， L_s 为定子电感， σ 为漏感系数， P 为极对数， i_{sd}^* 为给定的定子电流励磁分量。

[0051] 定子电感 L_s 、漏感系数 σ 和极对数 P 均为已知值，定子电感和漏感系数在电机运行过程中的变化不大，可以采用电机的冷态或热态下测得的定子电感值和漏感系数作为公式 (1) 中的已知值。 i_{sd}^* 为给定值，为期望的定子电流励磁分量。

[0052] 步骤 3、实时检测电机的定子电流，得到定子电流 i 。

[0053] 步骤 4、将定子电流 i 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电流 α 轴分量 $i_{s\alpha}$ 和定子电流 β 轴分量 $i_{s\beta}$ 。

[0054] 步骤 5、实时检测电机的定子电压，得到定子电压 u ；

[0055] 步骤 6、将定子电压 u 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电压 α 轴分量 $u_{s\alpha}$ 和定子电压 β 轴分量 $u_{s\beta}$ 。

[0056] 电机的定子电流和定子电压在运行过程中会根据所带负载的情况发生变化，因此需要实时检测电机的定子电流和定子电压，以准确反应电机的运行状态。

[0057] 为给计算电机的实际无功功率提供必要的参数，将定子电流 i 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电流 α 轴分量 $i_{s\alpha}$ 和定子电流 β 轴分量 $i_{s\beta}$ ，将定子电压 u 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电压 α 轴分量 $u_{s\alpha}$ 和定子电压 β 轴分量 $u_{s\beta}$ 。

[0058] 步骤 7、根据下面的公式 (2) 计算电机的实际无功功率 Q 作为反馈无功功率，

$$[0059] \quad Q = u_{s\beta} i_{s\alpha} - u_{s\alpha} i_{s\beta} - \omega P \sigma L_s (i_{s\alpha}^2 + i_{s\beta}^2) \quad (2)$$

[0060] 通过反馈定子电流和定子电压，并通过坐标变换得到同步旋转坐标系下的定子电

流 α 轴分量 $i_{s\alpha}$ 、定子电流 β 轴分量 $i_{s\beta}$ 、定子电压 α 轴分量 $u_{s\alpha}$ 和定子电压 β 轴分量 $u_{s\beta}$ ，进而计算出电机的实际无功功率 Q 作为反馈无功功率。

[0061] 步骤 8、将给定无功功率 Q^* 和反馈无功功率 Q 相减以产生偏差信号并传送给比例积分调节器。

[0062] 步骤 9、通过比例积分调节器调节偏差信号以输出转子时间常数的调整值。

[0063] 步骤 10、将转子时间常数的调整值和转子时间常数的给定值相加并输出相加后的转子时间常数值。

[0064] 给定的转子时间常数 T_r^* 通常为电机冷态下测得的，但是由于转子时间常数在电机运行过程中会受到转子温度、转子磁链饱和等影响而发生变化，因此需要对转子时间常数进行校正。

[0065] 将转子时间常数的调整值 ΔT_r 和转子时间常数的给定值 T_r^* 相加得到的转子时间常数值 T_r 作为输出值，该输出值即为转子时间常数的实际值，通过对转子时间常数的给定值 T_r^* 进行调整使转子时间常数的给定值与实际值相符合，从而可改善利用转子时间常数对电机进行控制的驱动控制系统的性能。

[0066] 上述的校正方法，只需测量转子的角速度、定子电流和定子电压，即可通过公式的计算，得出电机的给定无功功率和实际无功功率，将计算出的实际无功功率作为反馈无功功率，进而通过将给定无功功率与反馈无功功率进行比较，产生偏差信号，通过比例积分调节器调节偏差信号以输出转子时间常数的调整值，通过该调整值对转子时间常数的给定值进行校正，从而使转子时间常数的给定值与实际值相符合。

[0067] 由上述技术方案可知，本发明实施例提供的转子时间常数在线校正方法，是基于无功功率的转子时间常数在线校正方法，所需要的检测电机参数少，所运用的计算公式算法简单，因此对相关硬件的要求低，并且能减少运算中的误差。将该校正方法运用到异步电机的驱动控制系统中可以简化驱动控制系统中的控制参数，降低驱动控制系统对电机参数的依赖程度，改善驱动控制系统的控制性能，进而改善异步电机的稳态性能和动态性能。

[0068] 本发明实施例还提供了一种异步电机转子时间常数在线校正装置，用于执行本发明实施例提供的校正方法，图 3 为本发明实施例所提供的异步电机转子时间常数在线校正装置的结构示意图，如图 3 所示，该校正装置包括角速度检测模块 1、给定无功功率运算模块 2、电流检测模块 3、电流坐标变换模块 4、电压检测模块 5、电压坐标变换模块 6、实际无功功率运算模块 7、偏差信号产生模块 8、比例积分调节器 9、时间常数运算模块 10。

[0069] 角速度检测模块 1 用于实时检测转子角速度，得到转子角速度 ω 。

[0070] 给定无功功率运算模块 2 用于根据如下公式计算电机的给定无功功率 Q^* ，

$$[0071] \quad Q^* = \omega P L_s i_{sd}^{*2} - \omega P \sigma L_s i_{sd}^{*2}。$$

[0072] 电流检测模块 3 用于实时检测电机的定子电流，得到定子电流 i 。

[0073] 电流坐标变换模块 4 用于将定子电流 i 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电流 α 轴分量 $i_{s\alpha}$ 和定子电流 β 轴分量 $i_{s\beta}$ 。

[0074] 电压检测模块 5 用于实时检测电机的定子电压，得到定子电压 u 。

[0075] 电压坐标变换模块 6 用于将定子电压 u 通过坐标变换得到静止坐标系下的定子电压 α 轴分量 $u_{s\alpha}$ 和定子电压 β 轴分量 $u_{s\beta}$ 。

[0076] 实际无功功率运算模块 7 用于根据如下公式计算电机的实际无功功率 Q 作为反馈无功功率,

$$[0077] \quad Q = u_{s\beta} i_{s\alpha} - u_{s\alpha} i_{s\beta} - \omega P \sigma L_s (i_{s\alpha}^2 + i_{s\beta}^2)。$$

[0078] 偏差信号产生模块 8 用于将给定无功功率 Q^* 与反馈无功功率 Q 相减以产生偏差信号并传递给比例积分调节器。

[0079] 比例积分调节器 9 用于调节偏差信号以输出转子时间常数的调整值。

[0080] 时间常数运算模块 10 用于将转子时间常数的调整值和转子时间常数的给定值相加并输出计算后的转子时间常数。

[0081] 上述的校正装置中的角速度检测模块可以为速度传感器,或者是光电编码器等,电流检测模块可以为电流传感器或者通过在电机的定子回路中设置电流表等方式实现;电压检测模块可以为电压传感器或者通过在电机的定子回路中设置电压表等方式实现;给定无功功率运算模块、电流坐标变换模块、电压坐标变换模块、实际无功功率运算模块、偏差信号产生模块和时间常数运算模块可以采用多种形式,可以通过设置具有运算功能的电路,也可以通过 PLC、或者是通过软件程序等方式实现,不限于本实施例。

[0082] 本发明实施例还提供了一种异步电机驱动控制系统,包括电源和控制器,还包括本发明实施例所提供的转子时间常数在线校正装置,将输出的转子时间常数作为控制器的一控制参数。

[0083] 该异步电机驱动控制系统,采用本发明实施例提供的转子时间常数在线校正装置,并且该校正装置可执行本法发明实施例提供的校正方法,该驱动控制系统中的控制参数简单,对电机参数的依赖程度低,提高了系统的控制性能,进而改善了异步电机的稳态性能和动态性能。

[0084] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

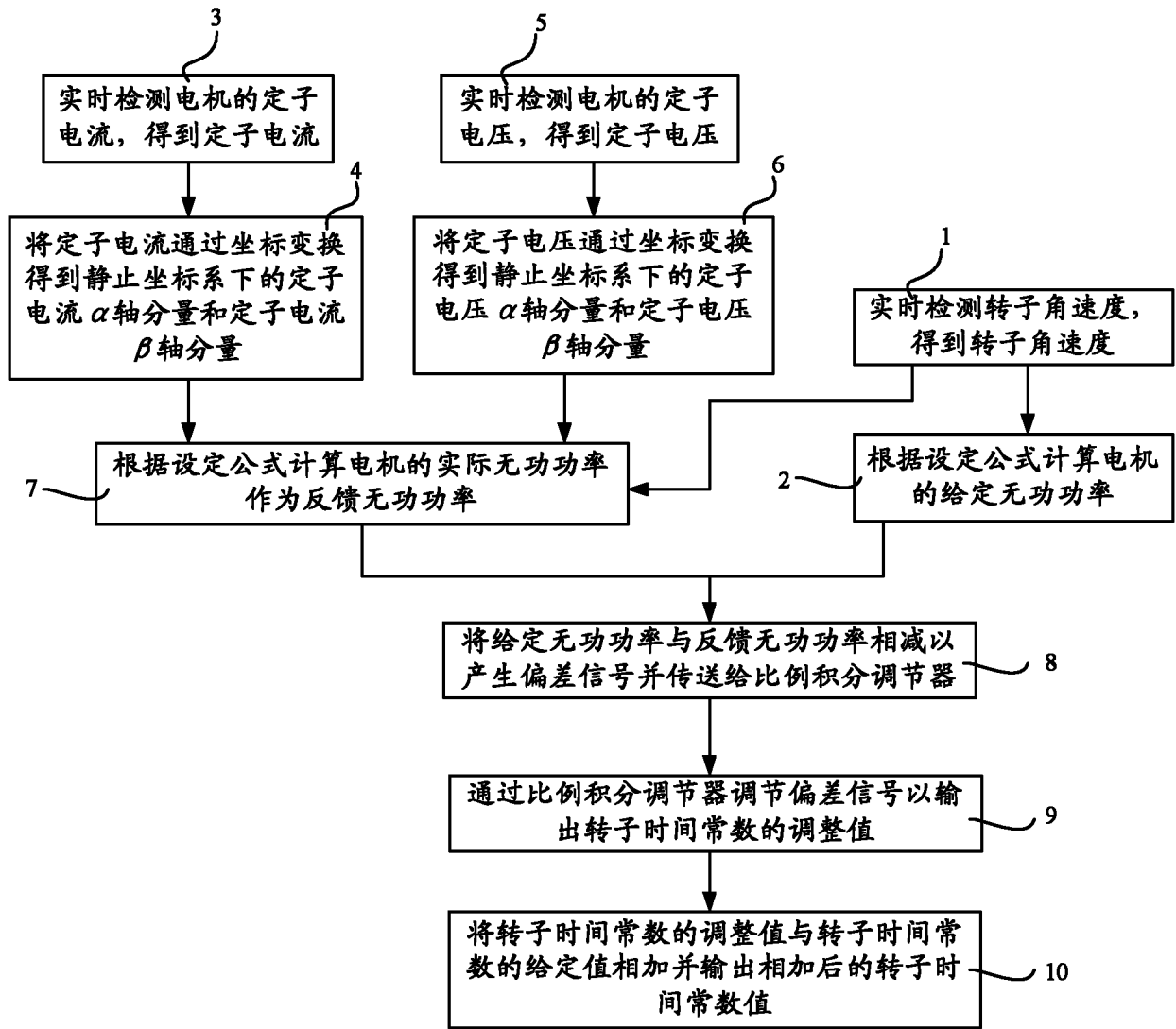


图 1

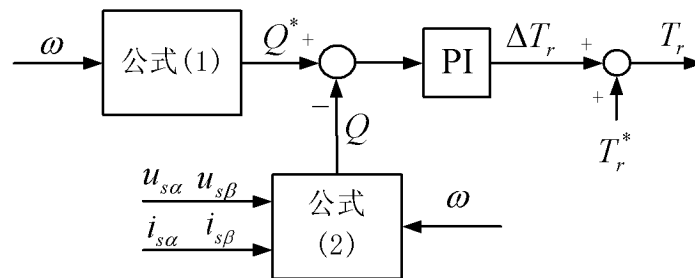


图 2

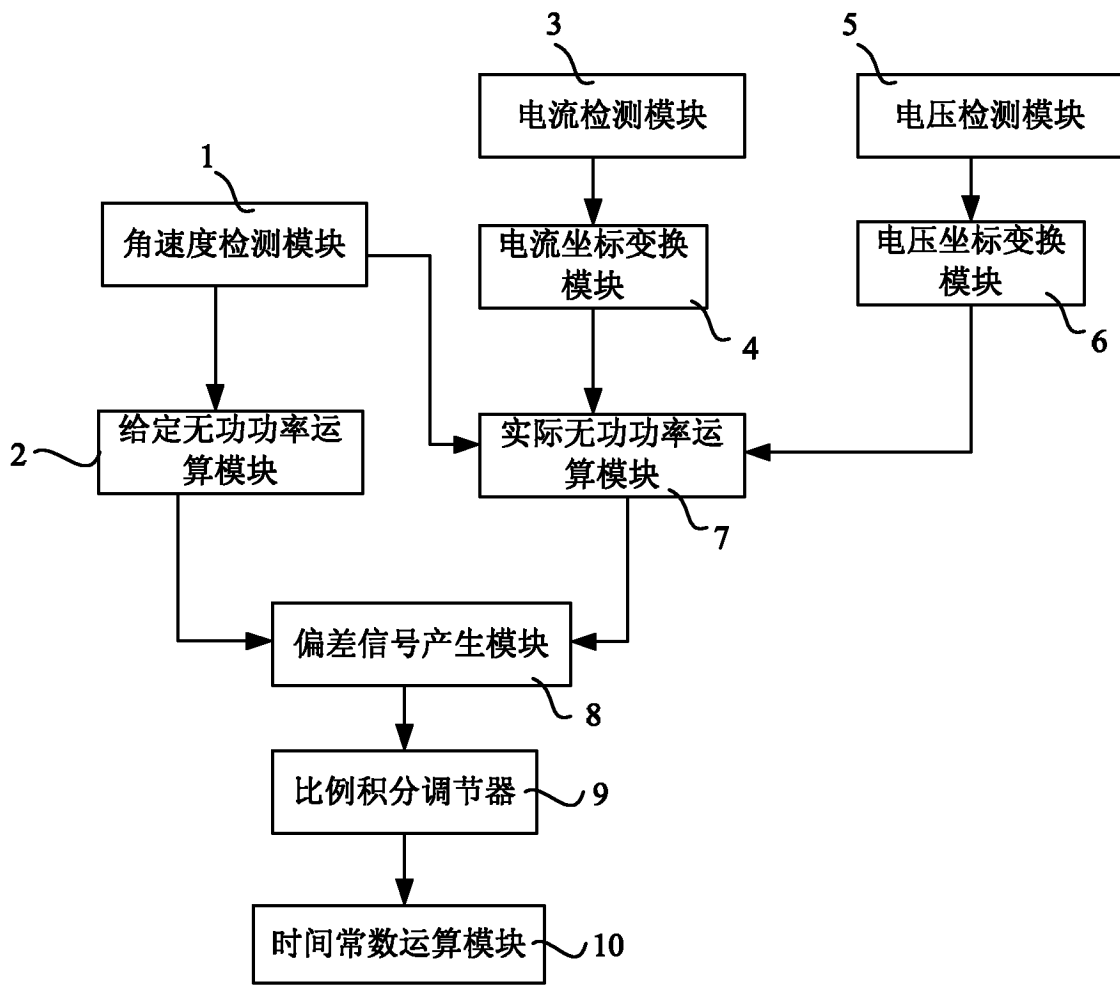


图 3