



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106817063 B

(45)授权公告日 2019.07.02

(21)申请号 201710231611.0

(22)申请日 2017.04.11

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106817063 A

(43)申请公布日 2017.06.09

(73)专利权人 嘉兴学院  
地址 314001 浙江省嘉兴市越秀南路56号

(72)发明人 张今朝 朱海燕

(74)专利代理机构 常州市权航专利代理有限公司 32280

代理人 袁兴隆

(51) Int. Cl.  
H02P 21/20(2016.01)

(56)对比文件

CN 101394146 A, 2009.03.25, 全文.

CN 103414418 A, 2013.11.27, 全文.

CN 101499755 A, 2009.08.05, 全文.

US 2009/0039813 A1, 2009.02.12, 全文.

US 2013/0020971 A1, 2013.01.24, 全文.

审查员 赵兴帮

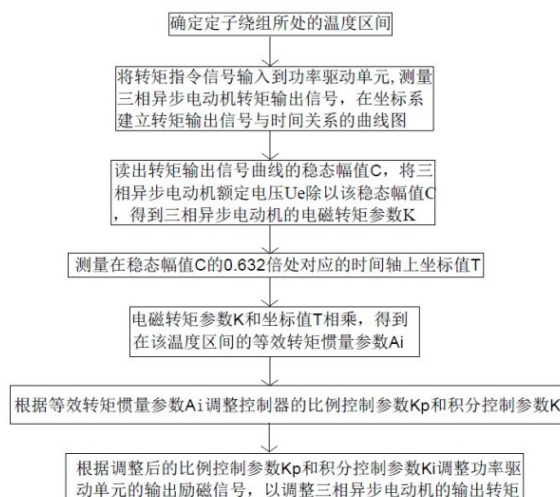
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

三相异步电动机的高精度转矩调控方法

(57)摘要

本发明公开了一种三相异步电动机的高精度转矩调控方法,属三相异步电动机控制领域。该控制方法使用的系统由控制器、第一功率驱动单元、三相异步电动机、转矩传感器、定子电压控制单元、第二功率驱动单元、测温装置以及记录仪器,其中控制器由比较器、比例器、积分器和加法器组成;本发明的控制方法是:先识别三相异步电动机的等效转矩惯量参数 $A_i$ ,然后调整控制器的比例控制参数 $K_p$ 和积分控制参数 $K_i$ 。本发明在调试时,由于PI控制器的参数是根据三相异步电动机参数进行调整的,所以PI控制器参数可以有的放矢进行调整,遏制了PI控制器参数调整的盲目性,节省了时间和精力,并能取得良好的转矩控制效果。



1. 一种三相异步电动机的高精度转矩调控方法,该转矩调控方法采用的系统包括:

控制器(110)、第一功率驱动单元(120)、三相异步电动机(130)、转矩传感器(140)、定子电压控制单元(600)、第二功率驱动单元(700)、测温装置(900)以及记录仪器(500),其中所述控制器(110)由比较器(111)、比例器(112)、积分器(113)和加法器(114)组成,所述比较器(111)的第一输入端接收转矩指令信号,所述比较器(111)的输出端分别与所述比例器(112)和所述积分器(113)的输入端连接,所述比例器(112)和积分器(113)的输出端分别与所述加法器(114)的输入端连接,所述加法器(114)的输出端与所述第一功率驱动单元(120)的输入端连接,控制器(110)用于生成定子电压的第一控制信号,第一功率驱动单元(120)输入端与所述控制器(110)的输出端连接,所述第一功率驱动单元接收所述定子电压的第一控制信号,并输出相应大小的第一驱动电压;定子电压控制单元(600)用于生成定子电压的第二控制信号,第二功率驱动单元(700)输入端与所述定子电压控制单元的输出端连接,所述第二功率驱动单元接收所述定子电压的第二控制信号,并输出相应大小的第二驱动电压;三相异步电动机的电源输入端通过第一切换开关与所述第一功率驱动单元的输出端连接、通过第二切换开关与所述第二功率驱动单元的输出端连接,所述三相异步电动机的定子接收所述第一驱动电压或第二驱动电压;转矩传感器(140)用于测量三相异步电动机(130)转矩输出信号,并分别输送至所述记录仪器中以及所述比较器(111)的第二输入端;测温装置用于测量所述三相异步电动机定子绕组的温度;记录仪器的输入端分别与所述控制器、转矩传感器以及测温装置的输出端连接,所述记录仪器用于记录所测量数据随时间的变化过程;其特征在于,该转矩调控方法包括以下步骤:

步骤一、识别三相异步电动机在不同定子绕组温度下的等效转矩惯量参数,包括以下步骤:

步骤A. 测温装置实时采集所述定子绕组的温度数据,并将该温度数据传送至记录仪器中,将所述温度数据从小到大划分为若干个温度区间;

步骤B. 断开第一切换开关,闭合第二切换开关,采用定子电压控制单元输出三相定子电压幅值各为一正常数L的第二控制信号;

步骤C. 所述第二功率驱动单元接收所述第二控制信号后输出三相电压幅值各为所述正常数L的第二驱动电压,所述三相异步电动机的定子绕组接收所述第二驱动电压,将所述定子绕组升温;

步骤D. 当所述定子绕组的温度超过第j个所述温度区间的中间值时,断开所述第二切换开关,闭合所述第一切换开关,采用控制器输出定子 $\alpha$ 轴电压幅值为一正常数N、定子 $\beta$ 轴电压幅值为一正常数M的第一控制信号,其中,j为1、2、3...;

步骤E. 所述第一功率驱动单元接收所述第一控制信号后输出输出定子 $\alpha$ 轴电压幅值为一正常数N、定子 $\beta$ 轴电压幅值为一正常数M的第一驱动电压,所述三相异步电动机的定子绕组接收所述第一驱动电压,产生转矩输出信号;

步骤F. 采用转矩传感器(140)实时测量三相异步电动机转子的转矩输出信号;

步骤G. 记录仪器分别记录所述第一控制信号和所述转矩输出信号随时间变化的过程,并在坐标系分别建立所述转矩输出信号、第一控制信号与时间关系的曲线图,其中,时间为横坐标,转矩输出信号和第一控制信号为纵坐标;

步骤H. 在坐标系中读取转矩输出信号曲线的稳态幅值C,过该稳态幅值C作一条平行于

时间轴的直线,将三相异步电动机(130)额定电压 $U_e$ 除以该稳态幅值 $C$ ,得到三相异步电动机的电磁转矩参数 $K$ ;

步骤I.测量在转矩输出信号稳态幅值 $C$ 的0.632倍处对应的时间轴上坐标值 $T$ ;

步骤J.将所述电磁转矩参数 $K$ 和所述坐标值 $T$ 相乘,得到三相异步电动机在定子绕组温度处于第 $j$ 个温度区间的等效转矩惯量参数 $A_i, i=1,2\cdots j$ ;

步骤K.回到步骤B,在第 $j+1$ 个所述温度区间进行等效转矩惯量参数 $A_i$ 的测量,直至将各个所述温度区间对应的等效转矩惯量参数 $A_i$ 全部测量完毕;

步骤二、根据所述等效转矩惯量参数 $A_i$ 调整控制器的比例控制参数 $K_p$ 和积分控制参数 $K_i$ ,以调整第一功率驱动单元(120)的输出励磁电压,最终调整三相异步电动机的输出转矩。

2.根据权利要求1所述的三相异步电动机的高精度转矩调控方法,其特征在于,所述步骤二中,比例控制参数 $K_p$ 和积分控制参数 $K_i$ 的调整方法包括以下步骤:

步骤1.确定三相异步电动机(130)的额定电压 $U_e$ ;

步骤2.确定三相异步电动机(130)的额定转矩 $I_e$ ;

步骤3.调整控制器的比例控制参数 $K_p, K_p=U_e/I_e$ ;

步骤4.调整控制器的积分控制参数 $K_i, K_i=K_p/A_i$ 。

3.根据权利要求2所述的三相异步电动机的高精度转矩调控方法,其特征在于,所述步骤D中,所述的定子 $\alpha$ 轴电压幅值 $N$ 为所述三相异步电动机的额定电压 $U_e$ 的 $\frac{1}{2}$ 。

4.根据权利要求3所述的三相异步电动机的高精度转矩调控方法,其特征在于,所述步骤D中,所述定子 $\beta$ 轴电压幅值 $M$ 为所述三相异步电动机的额定电压 $U_e$ 的 $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 。

5.根据权利要求4所述的三相异步电动机的高精度转矩调控方法,其特征在于,所述步骤二中的所述积分控制参数 $K_i$ 的初值为0。

6.根据权利要求5所述的三相异步电动机的高精度转矩调控方法,其特征在于,所述第一功率驱动单元和第二功率驱动单元的额定电压大于所述三相异步电动机的额定电压,所述第一功率驱动单元和第二功率驱动单元的额定电流大于所述三相异步电动机的额定电流。

7.根据权利要求6所述的三相异步电动机的高精度转矩调控方法,其特征在于,步骤B中所述定子电压控制单元输出的三相定子电压幅值 $L$ 与所述三相异步电动机的额定电压幅值相等。

8.根据权利要求7所述的三相异步电动机的高精度转矩调控方法,其特征在于,所述第一切换开关和第二切换开关联锁设置,所述第一切换开关和第二切换开关在同一时刻不能同时闭合。

9.根据权利要求8所述的三相异步电动机的高精度转矩调控方法,其特征在于,所述测温装置设置在所述三相异步电动机的机壳上,所述测温装置为红外测温传感器,所述红外测温传感器的出光口朝向所述定子绕组。

10.根据如权利要求9所述的三相异步电动机的高精度转矩调控方法,其特征在于,根据三相异步电动机的定子绕组所处的温度区间,选择在该温度下对应的所述等效转矩惯量

参数 $A_i$ ,根据所述等效转矩惯量参数 $A_i$ 确定所述控制器的控制参数。

## 三相异步电动机的高精度转矩调控方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于三相异步电动机控制领域,涉及三相异步电动机转矩控制系统,更具体地说,本发明涉及一种三相异步电动机的高精度转矩调控方法。

### 背景技术

[0002] 三相异步电动机转矩控制必须采用闭环控制才能获得优良的转矩控制性能,三相异步电动机转矩闭环控制系统包括控制器和被控对象,同时,三相异步电动机转矩控制系统如何根据不同的被控对象,PI(比例积分)控制器参数有的放矢调整,则是现有技术有待解决的问题。目前,公知的现有技术中,PI控制器其比例控制参数和积分控制参数都是直接采用试凑法或经验法进行调整,而不是根据被控对象参数进行调整,控制器参数的调整比较盲目,三相异步电动机转矩控制系统的调试费时费力,转矩控制性能难以满足要求。

[0003] 有相关在先前申请专利中做了初步探索研究,在先专利为:公开号是CN103427747B,专利名称为直流电机电流PI控制的参数调节系统的调节方法;公开号是CN103414418B,专利名称为一种直流电机电流PI控制系统的控制方法;公开号是CN103427758B,专利名称为单相感应电机励磁电流PI控制参数的调整方法;公开是CN103427748B,专利名称为一种单相感应电机励磁电流PI控制方法;公开是CN101499755A,专利名称为一种直流电机速度PID控制方法。但上述现有研究中,没有涉及到三相电机以及对转矩的闭环控制,另一方面,随着定子绕组温度的升高,电机参数会发生变化,导致控制精度出现偏差,为此,急需发明一种针对于在不同温度下一种针对于三相异步电动机的转矩调控方法。

### 发明内容

[0004] 本发明的一个目的是解决至少上述问题,并提供至少后面将说明的优点。

[0005] 本发明还有一个目的是为了解决在三相异步电动机转矩闭环控制采用PI控制器时,PI控制器参数难于根据被控对象参数进行调整的问题,而提出一种三相异步电动机转矩PI控制方法。

[0006] 为了实现根据本发明的这些目的和其它优点,提供了一种三相异步电动机的高精度转矩调控方法,该转矩调控方法采用的系统包括:控制器、第一功率驱动单元、三相异步电动机、转矩传感器、定子电压控制单元、第二功率驱动单元、测温装置以及记录仪器,其中所述控制器由比较器、比例器、积分器和加法器组成,所述比较器的第一输入端接收转矩指令信号,所述比较器的输出端分别与所述比例器和所述积分器的输入端连接,所述比例器和积分器的输出端分别与所述加法器的输入端连接,所述加法器的输出端与所述第一功率驱动单元的输入端连接,控制器用于生成定子电压的第一控制信号,第一功率驱动单元输入端与所述控制器的输出端连接,所述第一功率驱动单元接收所述定子电压的第一控制信号,并输出相应大小的第一驱动电压;定子电压控制单元用于生成定子电压的第二控制信号,第二功率驱动单元输入端与所述定子电压控制单元的输出端连接,所述第二功率驱动

单元接收所述定子电压的第二控制信号,并输出相应大小的第二驱动电压;三相异步电动机的电源输入端通过第一切换开关与所述第一功率驱动单元的输出端连接、通过第二切换开关与所述第二功率驱动单元的输出端连接,所述三相异步电动机的定子接收所述第一驱动电压或第二驱动电压;转矩传感器用于测量三相异步电动机转矩输出信号,并分别输送至所述记录仪器中以及所述比较器的第二输入端;测温装置用于测量所述三相异步电动机定子绕组的温度;记录仪器的输入端分别与所述控制器、转矩传感器以及测温装置的输出端连接,所述记录仪器用于记录所测量数据随时间的变化过程;该转矩调控方法包括以下步骤:

[0007] 步骤一、识别三相异步电动机在不同定子绕组温度下的等效转矩惯量参数,包括以下步骤:

[0008] 步骤A.测温装置实时采集所述定子绕组的温度数据,并将该温度数据传送至记录仪器中,将所述温度数据从小到大划分为若干个温度区间;

[0009] 步骤B.断开第一切换开关,闭合第二切换开关,采用定子电压控制单元输出三相定子电压幅值各为一正常数L的第二控制信号;

[0010] 步骤C.所述第二功率驱动单元接收所述第二控制信号后输出三相电压幅值各为所述正常数L的第二驱动电压,所述三相异步电动机的定子绕组接收所述第二驱动电压,将所述定子绕组升温;

[0011] 步骤D.当所述定子绕组的温度超过第j个所述温度区间的中间值时,断开所述第二切换开关,闭合所述第一切换开关,采用控制器输出定子 $\alpha$ 轴电压幅值为一正常数N、定子 $\beta$ 轴电压幅值为一正常数M的第一控制信号,其中,j为1、2、3...

[0012] 步骤E.所述第一功率驱动单元接收所述第一控制信号后输出输出定子 $\alpha$ 轴电压幅值为一正常数N、定子 $\beta$ 轴电压幅值为一正常数M的第一驱动电压,所述三相异步电动机的定子绕组接收所述第一驱动电压,产生转矩输出信号;

[0013] 步骤F.采用转矩传感器实时测量三相异步电动机转子的转矩输出信号;

[0014] 步骤G.记录仪器分别记录所述第一控制信号和所述转矩输出信号随时间变化的过程,并在坐标系分别建立所述转矩输出信号、第一控制信号与时间关系的曲线图,其中,时间为横坐标,转矩输出信号和第一控制信号为纵坐标;

[0015] 步骤H.在坐标系中读取转矩输出信号曲线的稳态幅值C,过该稳态幅值C作一条平行于时间轴的直线,将三相异步电动机额定电压 $U_e$ 除以该稳态幅值C,得到三相异步电动机的电磁转矩参数K;

[0016] 步骤I.测量在转矩输出信号稳态幅值C的0.632倍处对应的时间轴上坐标值T;

[0017] 步骤J.将所述电磁转矩参数K和所述坐标值T相乘,得到三相异步电动机在定子绕组温度处于第j个温度区间的等效转矩惯量参数 $A_i, i=1,2\cdots j$ ;

[0018] 步骤K.回到步骤B,在第j+1个所述温度区间进行等效转矩惯量参数 $A_i$ 的测量,直至将各个所述温度区间对应的等效转矩惯量参数 $A_i$ 全部测量完毕;

[0019] 步骤二、根据所述等效转矩惯量参数 $A_i$ 调整控制器的比例控制参数 $K_p$ 和积分控制参数 $K_i$ ,以调整第一功率驱动单元的输出励磁电压,最终调整三相异步电动机的输出转矩。

[0020] 优选的,所述步骤二中,比例控制参数 $K_p$ 和积分控制参数 $K_i$ 的调整方法包括以下步骤:

- [0021] 步骤1.确定三相异步电动机(130)的额定电压 $U_e$ ;
- [0022] 步骤2.确定三相异步电动机(130)的额定转矩 $I_e$ ;
- [0023] 步骤3.调整控制器的比例控制参数 $K_p$ , $K_p=U_e/I_e$ ;
- [0024] 步骤4.调整控制器的积分控制参数 $K_i$ , $K_i=K_p/A_i$ 。
- [0025] 优选的,所述步骤D中,所述的定子 $\alpha$ 轴电压幅值 $N$ 为所述三相异步电动机的额定电压 $U_e$ 的 $\frac{1}{2}$ 。
- [0026] 优选的,所述步骤D中,所述定子 $\beta$ 轴电压幅值 $M$ 为所述三相异步电动机的额定电压 $U_e$ 的 $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 。
- [0027] 优选的,所述步骤二中的所述积分控制参数 $K_i$ 的初值为0。
- [0028] 优选的,所述第一功率驱动单元和第二功率驱动单元的额定电压大于所述三相异步电动机的额定电压,所述第一功率驱动单元和第二功率驱动单元的额定电流大于所述三相异步电动机的额定电流。。
- [0029] 优选的,步骤B中所述定子电压控制单元输出的三相定子电压幅值 $L$ 与所述三相异步电动机的额定电压幅值相等。
- [0030] 优选的,所述第一切换开关和第二切换开关联锁设置,所述第一切换开关和第二切换开关在同一时刻不能同时闭合。
- [0031] 优选的,所述测温装置设置在所述三相异步电动机的机壳上,所述测温装置为红外测温传感器,所述红外测温传感器的出光口朝向所述定子绕组。
- [0032] 优选的,根据三相异步电动机的定子绕组所处的温度区间,选择在该温度下对应的所述等效转矩惯量参数 $A_i$ ,根据所述等效转矩惯量参数 $A_i$ 确定所述控制器的控制参数。
- [0033] 本发明至少包括以下有益效果:
- [0034] 1、通过在不同定子绕组温度下,对三相异步电动机的参数进行定量识别,获得了对电机转矩控制时的电磁转矩参数 $K$ 和等效转矩惯量参数 $A_i$ ,为三相异步电动机的控制设计和调试节省了精力和时间,提高了对三相异步电动机在不同定子绕组温度下的控制性能,而且使得三相异步电动机获得了良好的静态性能和动态性能,实现了对三相异步电动机的精确控制;
- [0035] 2、实现了转矩的自动调整,且系统在调试时,由于PI控制器的参数是根据三相异步电动机参数进行调整的,所以PI控制器参数可以有的放矢进行调整,做到心中有数,遏制了PI控制器参数调整的盲目性,节省了时间和精力,并能取得良好的转矩控制效果,提高了三相异步电动机转矩的控制精度。
- [0036] 本发明的其它优点、目标和特征将部分通过下面的说明体现,部分还将通过对本发明的研究和实践而为本领域的技术人员所理解。

## 附图说明

- [0037] 图1为本发明调控系统的结构方框图;
- [0038] 图2为本发明调控方法框图。

## 具体实施方式

[0039] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明,以令本领域技术人员参照说明书文字能够据以实施。

[0040] 应当理解,本文所使用的诸如“具有”、“包含”以及“包括”术语并不配出一个或多个其它元件或其组合的存在或添加。

[0041] 本发明提供了一种三相异步电动机的高精度转矩调控方法,如图1所示,该转矩调控方法采用的系统包括:控制器110、第一功率驱动单元120、三相异步电动机130、转矩传感器140、定子电压控制单元600、第二功率驱动单元700、测温装置900以及记录仪器500。

[0042] 其中所述控制器110由比较器111、比例器112、积分器113和加法器114组成,所述比较器111的第一输入端接收外界输入的转矩指令信号,所述比较器111的输出端分别与所述比例器112和所述积分器113的输入端连接,所述比例器112和积分器113的输出端分别与所述加法器114的输入端连接,所述加法器114的输出端与所述第一功率驱动单元120的输入端连接,控制器110用于接收转矩指令信号后生成定子电压的第一控制信号,第一功率驱动单元120输入端与所述控制器110的输出端连接,所述第一功率驱动单元120接收所述定子电压的第一控制信号,并输出相应大小的第一驱动电压;定子电压控制单元600用于生成定子电压的第二控制信号,第二功率驱动单元700输入端与所述定子电压控制单元600的输出端连接,所述第二功率驱动单元700接收所述定子电压的第二控制信号,并输出相应大小的第二驱动电压;三相异步电动机130的电源输入端通过第一切换开关810与所述第一功率驱动单元120的输出端连接、通过第二切换开关820与所述第二功率驱动单元700的输出端连接,所述三相异步电动机130的定子接收所述第一驱动电压或第二驱动电压以给定子绕组励磁,其中,所述第一切换开关810和第二切换开关820联锁设置的,也就是所述第一切换开关810和第二切换开关820在同一时刻不能同时闭合,使得第一功率驱动单元120与第二功率驱动单元700只能有一者可以为定子绕组励磁。

[0043] 转矩传感器140用于测量三相异步电动机130转矩输出信号,并分别输送至所述记录仪器500中以及所述比较器111的第二输入端;测温装置900用于测量所述三相异步电动机130定子绕组的温度,本实施例中,所述测温装置900为红外测温传感器,其他实施例可以根据具体条件选择合适的温度传感器,所述红外测温传感器的出光口朝向所述定子绕组,以提高测量定子绕组温度的准确性。

[0044] 记录仪器500的输入端分别与所述控制器110、转矩传感器140以及测温装置900的输出端连接,所述记录仪器500用于记录所测量数据随时间的变化过程;本实施例中,记录仪器500接收所述转矩输出信号、定子绕组电压的第一控制信号、定子绕组电压的第二控制信号以及定子绕组的温度,并分别记录所述转矩输出信号、定子绕组电压的第一控制信号、定子绕组电压的第二控制信号以及定子绕组的温度与时间关系的曲线图。

[0045] 上述技术方案中,所述第一功率驱动单元120和第二功率驱动单元700的额定电压大于所述三相异步电动机130的额定电压;所述第一功率驱动单元120和第二功率驱动单元700的额定电流大于所述三相异步电动机130的额定电流。

[0046] 如图2所示,该转矩调控方法包括以下步骤:

[0047] 步骤一、识别三相异步电动机130在不同定子绕组温度下的等效转矩惯量参数,包括以下步骤:



[0048] 步骤A. 测温装置900实时采集所述定子绕组的温度数据,并将该温度数据传送到记录仪器500中,将所述温度数据从小到大划分为若干个温度区间,将所述温度数据从小到大划分为若干个温度区间,划分的温度区间越小,每个温度区间对应的等效转矩惯量参数 $A_i$ 越精确,可以根据具体情况来划分温度区间,本实施例中,将定子绕组温度从 $-30^{\circ}\text{C}\sim 110^{\circ}\text{C}$ 每 $5^{\circ}\text{C}$ 划分为一个温度区间,一共22个温度区间;

[0049] 步骤B. 断开第一切换开关810,闭合第二切换开关820,采用定子电压控制单元600输出三相定子电压幅值各为一正常数L的第二控制信号;本实施例中,该定子电压控制单元600输出的三相定子电压幅值L与所述三相异步电动机300的额定电压幅值相等;

[0050] 步骤C. 所述第二功率驱动单元700接收所述第二控制信号后输出三相电压幅值各为所述正常数L的第二驱动电压,所述三相异步电动机130的定子绕组接收所述第二驱动电压,将所述定子绕组升温,测温装置900实时测量定子绕组的温度,将温度数据反馈至记录仪器500中;

[0051] 步骤D. 随着定子绕组温度的升高,当所述定子绕组的温度超过第j个所述温度区间的中间值时,其中,j为1、2、3...22,比如定子绕组的温度超过了第8个所述温度区间的中间值时,也就是超过了 $7.5^{\circ}\text{C}$ 时,断开所述第二切换开关820,闭合所述第一切换开关810,采用控制器110输出定子 $\alpha$ 轴电压幅值为一正常数N、定子 $\beta$ 轴电压幅值为一正常数M的第一控制信号;

[0052] 步骤E. 所述第一功率驱动单元120接收所述第一控制信号后输出输出定子 $\alpha$ 轴电压幅值为一正常数N、定子 $\beta$ 轴电压幅值为一正常数M的第一驱动电压,所述的定子 $\alpha$ 轴电压幅值N为所述三相异步电动机130的额定电压 $U_e$ 的 $\frac{1}{2}$ ,所述定子 $\beta$ 轴电压幅值M为所述三相异步电动机130的额定电压 $U_e$ 的 $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ,所述三相异步电动机130的定子绕组接收所述第一驱动电压,产生转矩输出信号;

[0053] 步骤F. 采用转矩传感器140实时测量三相异步电动机130转子的转矩输出信号;

[0054] 步骤G. 记录仪器500分别记录所述第一控制信号和所述转矩输出信号随时间变化的过程,并在坐标系分别建立所述转矩输出信号、第一控制信号与时间关系的曲线图,其中,时间为横坐标,转矩输出信号和第一控制信号为纵坐标;

[0055] 步骤H. 在坐标系中读取转矩输出信号曲线的稳态幅值C,过该稳态幅值C作一条平行于时间轴的直线,将三相异步电动机130额定电压 $U_e$ 除以该稳态幅值C,得到三相异步电动机130的电磁转矩参数K;

[0056] 步骤I. 测量在转矩输出信号稳态幅值C的0.632倍处对应的时间轴上坐标值T;

[0057] 步骤J. 将所述电磁转矩参数K和所述坐标值T相乘,得到三相异步电动机130在定子绕组温度处于第j个温度区间的等效转矩惯量参数 $A_i, i=1、2\cdots j$ ,本实施例中,也就是测得了第八个温度区间的等效转矩惯量参数 $A_i, i=8$ ;

[0058] 步骤K. 回到步骤B,继续对定子绕组升温,直到定子绕组的温度超过第j+1个所述温度区间的中间值,在第j+1个所述温度区间进行等效转矩惯量参数 $A_i$ 的测量,也就是在第九个温度区间中测量等效转矩惯量参数 $A_i, i=9$ ,直至将各个所述温度区间对应的等效转矩惯量参数 $A_i$ 全部测量完毕,得到每个温度区间对应的等效转矩惯量参数 $A_i$ 。

[0059] 步骤二、根据所述等效转矩惯量参数 $A_i$ 调整控制器110的比例控制参数 $K_p$ 和积分控制参数 $K_i$ ,以调整第一功率驱动单元120的输出励磁电压,最终调整三相异步电动机130的输出转矩。

[0060] 所述步骤二中,比例控制参数 $K_p$ 和积分控制参数 $K_i$ 的调整方法包括以下步骤:

[0061] 步骤1.确定三相异步电动机130(130)的额定电压 $U_e$ ;

[0062] 步骤2.确定三相异步电动机130(130)的额定转矩 $I_e$ ;

[0063] 步骤3.调整控制器110的比例控制参数 $K_p$ , $K_p=U_e/I_e$ ;

[0064] 步骤4.调整控制器110的积分控制参数 $K_i$ , $K_i=K_p/A_i$ 。

[0065] 上述技术方案中,所述步骤二中的所述积分控制参数 $K_i$ 的初值为0。

[0066] 本发明的三相异步电动机的高精度转矩调控方法,基于对三相异步电动机转矩的PI闭环控制,具体对转矩的调控流程为:比较器111将输入转矩指令信号和从转矩传感器140反馈回来的转矩输出信号进行比较,产生转矩误差信号;在转矩调整过程中,根据上述方法对比例控制参数 $K_p$ 和积分控制参数 $K_i$ 进行调整,随后,比例器112对转矩误差信号乘以比例控制参数;积分器113对转矩误差信号进行积分并乘以积分控制参数;加法器114对比例器112和积分器113输出信号相加送到第一功率驱动单元120;第一功率驱动单元120根据控制器110输出的控制信号,产生相应大小的励磁电压,为三相异步电动机130适时提供适当的能量,使三相异步电动机130产生相应大小的转矩,以对上一时间段的转矩误差进行自行修正,以对三相异步电动机转矩进行快速的调整,提高对三相异步电动机转矩的控制精度,三相异步电动机拖动所要控制的对象,同时,转矩传感器140实时测量三相异步电动机130的转矩输出信号,并反馈至比较器第二输入端,以验证转矩调整效果。

[0067] 具体的,根据三相异步电动机130的定子绕组所处的温度区间,选择在该温度下对应的所述等效转矩惯量参数 $A_i$ ,根据所述等效转矩惯量参数 $A_i$ 确定所述控制器110的控制参数,包括比例控制参数 $K_p$ 和积分控制参数 $K_i$ 。三相异步电动机控制器就可以根据这两个参数进行设计和调整,以更好的控制三相异步电动机。

[0068] 随后,根据三相异步电动机130的定子绕组所处的温度区间对应的等效转矩惯量参数 $A_i$ ,设定若干个控制器,根据每个温度下对应的所述等效转矩惯量参数 $A_i$ ,来确定用于控制所述三相电机运行状态的转矩控制器的控制参数。

[0069] 在三相异步电动机具体运行时,测温装置900实时测量定子绕组的温度,根据定子绕组所处的温度区间,来选择切换对应的控制器,以根据不同温度下的电机参数来对电机进行转矩控制,提高控制性能。

[0070] 由上所述,本发明通过在不同定子绕组温度下,对三相异步电动机的参数进行定量识别,获得了对电机转矩控制时的电磁转矩参数 $K$ 和等效转矩惯量参数 $A_i$ ,为三相异步电动机的控制设计和调试节省了精力和时间,提高了对三相异步电动机在不同定子绕组温度下的控制性能,而且使得三相异步电动机获得了良好的静态性能和动态性能,实现了对三相异步电动机的精确控制;同时,本发明的三相异步电动机130的高精度转矩调控方法,实现了转矩的自动调整,且系统在调试时,由于PI控制器110的参数是根据三相异步电动机130参数进行调整的,所以PI控制器110参数可以有的放矢进行调整,做到心中有数,遏制了PI控制器110参数调整的盲目性,节省了时间和精力,并能取得良好的转矩控制效果,提高了三相异步电动机130转矩的控制精度。

[0071] 尽管本发明的实施方案已公开如上,但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用,它完全可以被适用于各种适合本发明的领域,对于熟悉本领域的人员而言,可容易地实现另外的修改,因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下,本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

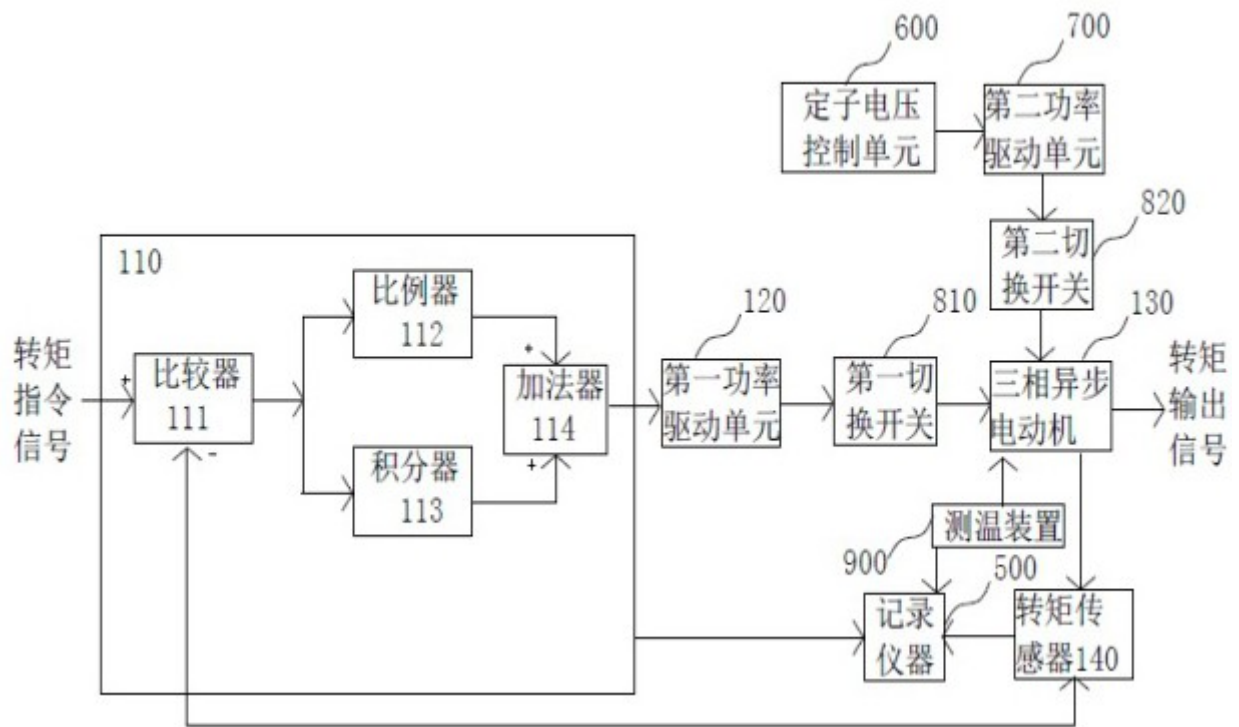


图1

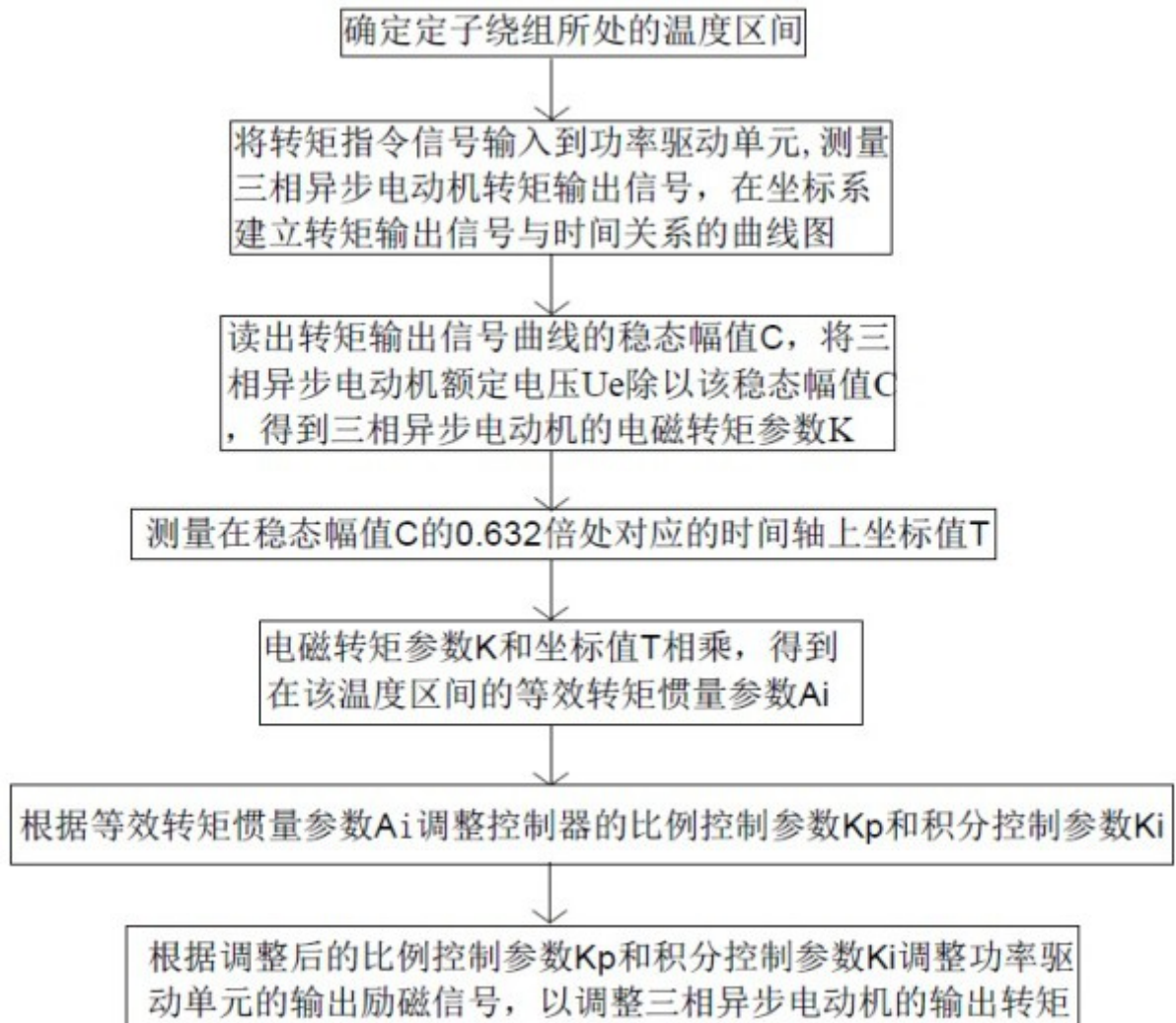


图2