



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107719187 A

(43)申请公布日 2018.02.23

(21)申请号 201710913960.0

(22)申请日 2017.09.30

(71)申请人 合肥巨一动力系统有限公司

地址 230051 安徽省合肥市包河区上海路
海路东大连路北

(72)发明人 刘蕾 刘明亮 程胜民 舒吉祥

(74)专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有
限公司 32103

代理人 范晴

(51) Int. Cl.

B60L 15/20(2006.01)

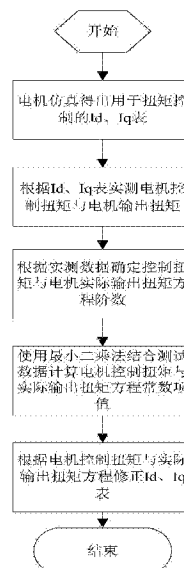
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法

(57)摘要

本发明公开了一种电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法,包括:电机模型仿真得出用于扭矩控制的电机性能参数;台架测试得出电机控制扭矩与电机实际输出扭矩对比的测试数据;根据台架测试数据使用智能优化算法修正电机性能参数。本发明在理论电机模型仿真得出用于扭矩控制Id、Iq表基础之上,根据测试得出电机控制扭矩与电机实际扭矩数据,使用智能优化算法优化修正Id、Iq表,保证控制扭矩精度的同时节约了大量的用于扭矩标定的时间和成本。



1. 一种电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法,其特征在于,包括:

- 1) 电机模型仿真得出用于扭矩控制的电机性能参数;
- 2) 台架测试得出控制扭矩与电机实际输出扭矩对比的测试数据;
- 3) 根据台架测试数据使用智能优化算法修正电机性能参数。

2. 根据权利要求1所述的电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法,其特征在于:步骤1)中,根据电机理论模型和实际使用要求仿真,得出用于扭矩控制的电机各转速下扭矩以 λ N.m步进对应的 I_d 、 I_q 表,其中 $1 < \lambda < 20$ 。

3. 根据权利要求2所述的电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法,其特征在于:步骤2)中,台架根据得出的 I_d 、 I_q 表在电机各转速下根据电机外特性选择足够的扭矩测试点进行测试,并记录电机控制扭矩和台架实测的电机实际输出扭矩。

4. 根据权利要求3所述的电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法,其特征在于:步骤3)中,根据台架测试数据的数量和电机控制扭矩与电机实际输出扭矩之间的数值关系,选择合适的电机控制扭与电机输出扭矩方程阶数,针对台架测试数据使用 n 次方程对电机控制扭矩和电机实际输出扭矩使用智能优化算法进行拟合,其中 $0 < n < 20$ 。

5. 根据权利要求4所述的电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法,其特征在于:步骤3)中,使用 n 次方程对电机控制扭矩和电机实际输出扭矩进行拟合的方法为:

- a) 设 n 次方程为: $y = ax^n + bx^{n-1} + \dots + 1$,其中 x 表示台架实测试扭矩, y 表示电机控制扭矩;
- b) 根据测试数据和 n 次方程,采用使用智能优化算法进行拟合,求解出 a 、 $b \dots 1$ 值。

6. 根据权利要求5所述的电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法,其特征在于:根据确定的 a 、 $b \dots 1$ 值,求解出需要修订的 x 范围内的 y 值;根据 x 确定条件下的 y 值,修正对应的 I_d 、 I_q 表,得出修正后的 I_d 、 I_q 作为电机扭矩控制的 I_d 、 I_q 表。

7. 根据权利要求5所述的电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法,其特征在于:根据确定的 a 、 $b \dots 1$ 值,使用 y 作为扭矩控制的中间变量,当控制扭矩 x 条件下,要求输出扭矩为 x 时使用 y 值查找对应 I_d 、 I_q 表的值作为实际的 I_d 、 I_q 值控制变量。

8. 根据权利要求5所述的电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法,其特征在于:所述智能优化算法包括但不限于极值优化算法、遗传算法、模拟退火算法蚁群算法、差分进化算法、PSO算法、最小二乘法。

一种电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及属于电动汽车电驱动系统控制技术领域,特别涉及一种电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法。

背景技术

[0002] 电动汽车使用电池中存储的电能作为唯一的能源供给,具有高效、节能、低噪音及零排放等特点,在节能和环保方面有着不可比拟的优势,因此逐渐成为汽车行业的重要发展趋势之一。电驱动系统作为电动汽车的重要组成部分,是实现机械能与电能相互转化的关键。

[0003] 电动汽车电驱动系统电机扭矩控制精度主要有以下两种方法实现:

[0004] 1、据理论电机模型仿真得出用于扭矩控制的电机性能参数:该方法缺点在于理论电机模型与电机的实际模型不可避免的会存在差异,再加上仿真不能完全模拟电机的实际使用工况,由于这种差异不可避免的会存在仿真得出的用于扭矩控制的电机性能参数与实际值存在偏差;

[0005] 2、台架实际测试电机各状态下用于扭矩控制的电机性能参数:该方法缺点在于台架实际测试需要花费大量的时间和资源标定用于扭矩控制的电机性能参数。

发明内容

[0006] 本发明目的是:为克服上述现有技术的缺陷与不足,本发明提供一种电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法,保证控制扭矩精度的同时节约时间和成本。

[0007] 本发明的技术方案是:

[0008] 一种电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法,包括:

[0009] 1) 电机模型仿真得出用于扭矩控制的电机性能参数;

[0010] 2) 台架测试得出控制扭矩与电机实际输出扭矩对比的测试数据;

[0011] 3) 根据台架测试数据使用智能优化算法修正电机性能参数。

[0012] 优选的,步骤1)中,根据电机理论模型和实际使用要求仿真,得出用于扭矩控制的电机各转速下扭矩以 $\lambda N \cdot m$ 步进对应的 I_d 、 I_q 表,其中 $1 < \lambda < 20$ 。

[0013] 优选的,步骤2)中,台架根据得出的 I_d 、 I_q 表在电机各转速下根据电机外特性选择足够的扭矩测试点进行测试,并记录电机控制扭矩和台架实测的电机实际输出扭矩。

[0014] 优选的,步骤3)中,根据台架测试数据的数量和电机控制扭矩与电机实际输出扭矩之间的数值关系,选择合适的电机控制扭与电机输出扭矩方程阶数,针对台架测试数据使用 n 次方程对电机控制扭矩和电机实际输出扭矩使用智能优化算法进行拟合,其中 $0 < n < 20$ 。

[0015] 优选的,步骤3)中,使用 n 次方程对电机控制扭矩和电机实际输出扭矩进行拟合的方法为:

[0016] a) 设 n 次方程为: $y = ax^n + bx^{n-1} + \dots + 1$,其中 x 表示台架实测试扭矩, y 表示电机控制扭

矩；

[0017] b) 根据测试数据和n次方程,采用使用智能优化算法进行拟合,求解出a、b...l值。

[0018] 优选的,根据确定的a、b...l值,求解出需要修订的x范围内的y值;根据x确定条件下的y值,修正对应的Id、Iq表,得出修正后的Id、Iq作为电机扭矩控制的Id、Iq表。

[0019] 或者,根据确定的a、b...l值,使用y作为扭矩控制的中间变量,当控制扭矩x条件下,要求输出扭矩为x时使用y值查找对应Id、Iq表的值作为实际的Id、Iq值控制变量。

[0020] 所述智能优化算法包括但不限于极值优化算法、遗传算法、模拟退火算法蚁群算法、差分进化算法、PSO算法、最小二乘法。

[0021] 本发明的优点是:

[0022] 本发明在理论电机模型仿真得出用于扭矩控制Id、Iq表基础之上,根据测试得出电机控制扭矩与电机实际扭矩数据,使用极值优化算法优化修正Id、Iq表,保证控制扭矩精度的同时节约了大量的用于扭矩标定的时间和成本。

附图说明

[0023] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步描述:

[0024] 图1为本发明扭矩控制提高扭矩精度的方法的流程图。

具体实施方式

[0025] 本发明公开了一种电动汽车电驱动系统扭矩控制提高扭矩精度的方法,主要有以下几点:

[0026] 1) 电机模型仿真得出用于扭矩控制的电机性能参数;

[0027] 2) 台架测试得出控制扭矩与电机实际输出扭矩对比的测试数据;

[0028] 3) 根据台架测试数据使用智能优化算法修正电机性能参数。

[0029] 下面参照图1,以电动汽车电驱动系统使用三相交流同步电机、控制算法使用矢量控制、智能优化算法采用最小二乘法为例做详细说明,

[0030] 1、根据电机理论模型和实际使用要求仿真,得出用于扭矩控制的电机各转速下扭矩以1N.m步进对应的Id、Iq表。

[0031] 2、台架根据得出的Id、Iq表在电机各转速下根据电机外特性选择足够的扭矩测试点进行测试,并记录电机控制扭矩和台架实测的电机实际输出扭矩,如表1所示给出了某电机某转速下部分测试数据。

[0032] 表1 台架测试数据

[0033]

电机控制扭矩 (N.m)	电机实际输出扭矩 (N.m)
5	5.9
10	12.1
15	16.2
20	21.7
25	25.9

30	31.7
----	------

[0034] 3、根据测试数据的数量和电机控制扭矩与电机实际输出扭矩之间的数值关系,选择合适的电机控制扭与电机输出扭矩方程阶数,针对表1测试数据使用二次方程对电机控制扭矩和电机实际输出扭矩进行拟合,具体方法如下:

[0035] (a) 设二次方程为: $y = ax^2 + bx + c$,其中x表示台架实测扭矩,y表示电机控制扭矩;

[0036] (b) 根据测试数据和二次方程,采用最小二乘法进行拟合,求解出a、b、c值。

[0037] 4、根据确定的a、b、c值,求解出 $5 \leq x \leq 30$ 范围内以1N.m为步进的y值,如表2所示为采用该方法理论计算部分数据。

[0038] 表2 理论计算数据

[0039]

电机控制扭矩 (N.m)	电机实际输出扭矩 (N.m)
4	5
9	10
14	15
18	20
23	25
29	30

[0040] 5、根据x确定条件下的y值,修正对应的Id、Iq表,得出修正后的Id、Iq作为电机扭矩控制的Id、Iq表。例如针对表2所示数据,电机控制扭矩在4N.m时电机实际输出扭矩为5N.m,在这种条件下修改电机控制扭矩在5N.m条件下Id、Iq为Id、Iq未修正时4N.m条件下的Id、Iq,得出修正后的Id、Iq。

[0041] 6、用于扭矩控制的Id、Iq表更新为上述方法修正后的Id、Iq表,台架实测数据如表3所示。

[0042] 表3 修正Id、Iq表后台架实测数据

[0043]

电机控制扭矩 (N.m)	电机实际输出扭矩 (N.m)
5	5.2
10	9.8
15	15.1
20	19.8
25	25.3
30	29.7

[0044] 本发明也可以使用y作为扭矩控制的中间变量,当控制扭矩x条件下,要求输出扭矩为x时使用y值查找对应Id、Iq表的值作为实际的Id、Iq值控制变量。

[0045] 本发明的所述智能优化算法除了最小二乘法,还可以使用极值优化算法、遗传算法、模拟退火算法蚁群算法、差分进化算法、PSO算法。

[0046] 本发明在理论电机模型仿真得出用于扭矩控制Id、Iq表基础之上,根据测试得出电机控制扭矩与电机实际扭矩数据,使用极值优化算法优化修正Id、Iq表,保证控制扭矩精

度的同时节约了大量的用于扭矩标定的时间和成本。

[0047] 上述实施例只为说明本发明的技术构思及特点,其目的在于让熟悉此项技术的人能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此限制本发明的保护范围。凡根据本发明主要技术方案的精神实质所做的修饰,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

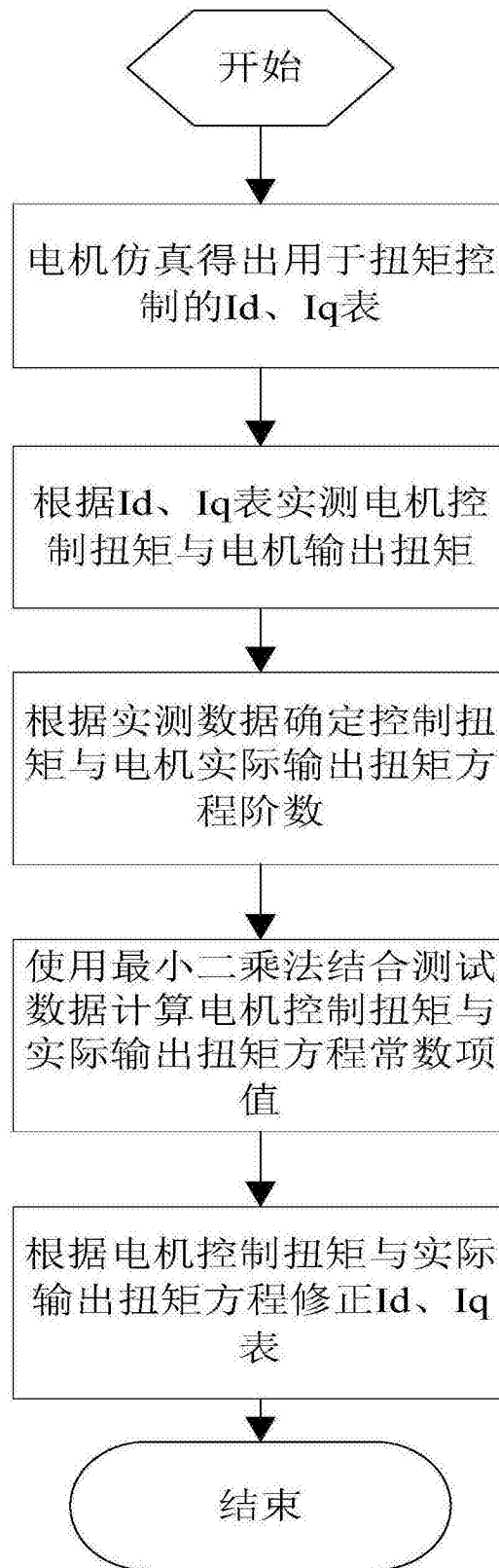


图1