



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105634377 A

(43) 申请公布日 2016.06.01

(21) 申请号 201410619959.3

(22) 申请日 2014.11.06

(71) 申请人 南京蒙奇智能科技有限公司

地址 210012 江苏省南京市雨花台区宁双路
28号10层1063室

(72) 发明人 刘粤荣 姚飞

(74) 专利代理机构 北京方安思达知识产权代理
有限公司 11472

代理人 王宇杨 王敬波

(51) Int. Cl.

H02P 29/00(2006.01)

H02P 3/06(2006.01)

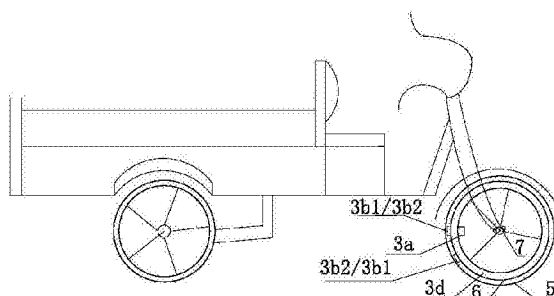
权利要求书2页 说明书14页 附图5页

(54) 发明名称

一种时序供电控制的电动车及其驱动、制动方法

(57) 摘要

本发明公开了一种时序供电控制的电动车，包括电源调制器(1)、驱动操控装置(9a)、车架(4)和至少一个车轮(5)；所述电动车至少一个车轮对应设置电动装置(3)；所述电动装置至少包括至少一个定子单元(3a)和若干个转子单元(3b)；所述若干个转子单元包括至少一个永磁体转子单元(3b1)和至少一个导磁体转子单元(3b2)，其组合设置于车圈上；所述永磁体转子单元多个在车圈上设置的磁极方向相同；所述定子单元安装在靠近车圈的车架上；所述电源调制器时序电流输出端(1b)连接定子单元的内部绕组，驱动信号输入端(1d)连接驱动操控装置获取用户的指令。本发明的电动装置结构简单、组合多样化、成本低，节能效果明显。



1. 一种时序供电控制的电动车,其特征在于,所述电动车包括电源调制器(1)、驱动操控装置(9a)、车架(4)和至少一个车轮(5);所述电动车至少一个车轮设置电动装置(3);所述电动装置至少包括一个定子单元(3a)和若干转子单元(3b);所述定子单元安装在靠近车圈(6)的车架上;所述若干转子单元包括至少一个永磁体转子单元(3b1)和至少一个导磁体转子单元(3b2),并相间设置于车圈上,且伴随车轮旋转,其与定子单元形成的周期性相对气隙(3d)不大于70mm;所述的永磁体转子单元多个在车圈上设置时,其磁极方向相同;

所述电动车的电源调制器包括电源输入端(1a)、时序电流输出端(1b)和驱动信号输入端(1d),其电源输入端电连接电池组(8)的正负极,时序电流输出端电连接定子单元的内部绕组,驱动信号输入端电连接驱动操控装置;所述电源调制器通过驱动操控装置获取用户的指令,并对定子单元的内部绕组输出电流。

2. 根据权利要求1所述的电动车,其特征在于,所述定子单元(3a)由至少一组良导线环绕磁介质材料的磁芯而成,其在车架(4)上组合排布得到的绕组之间通过串联或并联连接,或通过不同绕组之间引出中间抽头组成多线外接回路,其通电形成的电磁极与所述永磁体转子单元3b1运动相向的极性相反。

3. 根据权利要求1所述的电动车,其特征在于,所述电动车还包括传感装置,所述传感装置包括若干能感应所述转子单元(3b)与定子单元(3a)相对位置的传感单元(3c);所述传感单元与所述电源调制器的传感信号输入端(1c)电连接;所述电动车至少在车架(4)上的前轮或后轮、车轮(5)的内缘或外缘设置一传感单元。

4. 根据权利要求3所述的电动车,其特征在于,所述传感装置还包括定子单元(3a)的内部绕组,所述内部绕组包括环绕定子单元磁芯的绕组以及由若干定子单元绕组之间串联而成的多线外接回路。

5. 根据权利要求1所述的电动车,其特征在于,所述电动车还包括电磁制动装置(9b),所述电源调制器还包括制动信号输入端(1e),其电连接电磁刹车装置(9b),通过电磁制动装置获取用户的刹车指令,并于相应时序对电动装置(3)的定子单元(3a)的内部绕组输出电流。

6. 根据权利要求1所述的电动车,其特征在于,所述电动车包括一个车轮或多个车轮的电动车以及电动、脚踏两用车;所述设置电动装置的车轮(5),包括单轮以及同轴紧凑安装两个轮的准单轮结构。

7. 权利要求1~6任一电动车的驱动方法,该方法通过电源调制器(1)根据所述转子单元(3a)和所述定子单元(3b)的位置关系输出时序电流控制车轮转动;

所述时序根据车轮旋转方向而定义,所述时序电流根据定子单元电磁场在车圈上的有效作用区间结合车圈上的转子单元个数而设置若干个通断周期,每个通断周期包括供电时域和断电时域;所述供电时域位于 $\varphi_T/6 \leq \varphi \leq \varphi_T$ 相应的时间段,所述 φ 为转子单元绕轴并与轴确定的法线与定子单元和轴所确定法线所形成的动态夹角,所述 φ_T 为转子单元绕轴切线方向与其所受电磁力方向重合状态所确定的 φ 值;

所述断电时域内电源调制器(1)不输出电流。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述的电源调制器在供电时域内至少包

括两段不同电流幅值,且按时序呈幅值依次变小,供电时域或其子时域的幅值随时序呈线性递减关系;

或呈 2^k 递减关系,所述的指数 K 取值 0.2 至 0.99;

或为如下关系: $I/A = (I_0 - I_g) \sin \varphi * 90 / \varphi_T$, 其中 I_0 为起始通电强度, I_g 为通电终止时刻的电流强度。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法,其特征在于,所述通电时域内初始的电流、电压或定子单元 (3a) 的磁通强度由传感装置获取行车速度实时值结合驱动操控装置 (9a) 给出的指令而调整。

10. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括校正步骤;所述校正步骤为将转子单元和定子单元处同轴法线相对、 φ 为 0 的状态作为基准座标和基准时间,当转子单元每次前转至基准座标时,电源调制器 (1) 进行一次时间归 0 校准并记录本次周期时间,通过与上次转子单元前转至基准座标的周期时间比较,从而获知车轮旋转周期时间和车速,并控制输出电流。

11. 基于权利要求 1 ~ 6 任一装置的制动方法,该方法在所述转子单元趋近定子单元、转子单元和定子单元处同轴法线相对以及转子单元和定子单元处于远离状态的至少一个时域中,输出时序电流控制车轮制动;

所述转子单元趋近定子单元的时域为 $0 \leq \varphi \leq \varphi_T / 3$ 状态的相应时间段,所述 φ 为转子单元绕轴并与轴确定的法线与定子单元和轴所确定法线所形成的动态夹角,所述 φ_T 为转子单元绕轴切线方向与其所受电磁力方向重合状态所确定的 φ 值。

一种时序供电控制的电动车及其驱动、制动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电动车的电源动力设计领域,具体涉及一种基于电动装置内部磁流特点进行时序供电控制的电动车及其驱动和制动方法。

背景技术

[0002] 电动车是目前市场的热点,我国电动自行车的市场保有量已达到 1.5 亿辆以上,2013 年电动三轮车产量逾 1000 万台,区域用电动四轮车发展迅猛。

[0003] 目前市场电动车普遍配用的是永磁无刷电动机,配件产业链成熟,目前正从通用型向专业设计方向发展,其配备的电源控制器也力图运用开关电路,尤其是通过脉冲调制技术降低电机工作过程的无功损耗。目前电动车的动力技术发展主要有两个方向,一是改进电动机专业制造技术,二是改善电动机节能控制,但这两个方向在技术发展思路上都受到了较大局限,例如;

[0004] 1) 电机:电动自行车习惯配用的是轮毂式电机,市场普遍认为轮毂式电机技术已发展成熟,行业通常使用的电机结构原理大多属于通用型,主要竞争集中在材料和人力成本的控制,较少关注电机变形技术开发带来的应用效能提升。

[0005] 2) 电机控制:近年市场已普遍应用 PWM 技术来控制电机的转速,即占空比可变的脉冲波形,通过其对半导体电力器件的导通和关断进行控制,使输出端得到一系列幅值相同而宽度不相同的脉冲,用这些脉冲来代替正弦波或其他所需的波形。根据其特性,按一定的规则对个脉冲的宽度进行调制,即可改变电路输出电压或输出频率的大小,达到控制电机转速的目的。

[0006] 对目前市场电动车的电机,近年研发主流集中在传统“倒相”控制的思想范畴,普通直流电动机虽使用直流电源,但直流电进入电机内部是使用电刷或电子装置将直流电调制为通电方向交替变换的电流,使电机在内部产生旋转磁场,这一传统控制思想称之为“倒相”,伴随产生了电流相位、电机内部旋转相角、绕组感生电流及其相应的相角位控制等传统技术,技术开发收益不尽人意。

[0007] 近年国内外同行还试图开发在轮沿设置电动装置的电动车,这一思想方法古来有之,中国古代已普遍使用水车,其工作原理并非在水车的轮轴设置旋转动力机,而是沿水车轮页的切线方向在合适的时间给予一杯水(一份势能),该杯水的下落势能转变成水车环绕轴心旋转的动力。但是,当这一水车模型被平移到电动车领域时,并未获得预期的开发成功。例如市场上一种在车圈外缘设齿并安装输出轴带齿电动机的电动自行车,通过齿轮传递电动机的轴输出动力,这类设计虽有新意,但由于采用传统设计的电动机和常规方式的动力供电,其电能转换效率与轮毂式电机类同,并且在车圈外缘设置电动机会受到功率的限制。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服现有电动车的供电方式局限于电流方向逆变和配用单元

结构式电动机的设计缺陷,提供一种通过电源调制器将直流电源改变为通断时序供电方式的设计方案,同时为电动车提供一种非单元结构的电动装置,结构简单,转矩大,工艺容易实现,满足电动车的技术设计需求。

[0009] 本发明提供一种基于磁流控制的电动车,所述电动车包括电源调制器 1、驱动操控装置 9a、车架 4 和至少一个车轮 5;所述电动车至少一个的车轮设置电动装置 3;所述电动装置包括至少一个定子单元 3a 和若干转子单元 3b;所述定子单元安装在靠近车圈 6 的车架上;所述若干转子单元包括至少一个永磁体转子单元 3b1 和至少一个导磁体转子单元 3b2,并相间设置于车圈上,且伴随车轮旋转,其与定子单元形成的周期性相对气隙 3d 不大于 70mm;所述永磁体转子单元若干个在车圈上组合设置的极向相同;

[0010] 所述电源调制器包括电源输入端 1a、时序电流输出端 1b 和驱动信号输入端 1d,其电源输入端电连接电池组 8 的正负极,时序电流输出端电连接定子单元的内部绕组,驱动信号输入端电连接驱动操控装置 9a;所述电源调制器通过驱动操控装置获取用户的指令,并对定子单元的内部绕组输出电流。

[0011] 优选的,所述电源调制器的额定功率不超过 6KW。

[0012] 所述转子单元 3b1/3b2 相间设置于车圈 6 上,其安装位置包括嵌合于车圈的外缘、内缘、车圈内部或与车圈一体化设计制造,在不影响安装于车圈的前提下不限形状;若干个转子单元 3b1/3b2 在车圈 6 安装时优选均匀排布。

[0013] 优选的,所述永磁体转子单元 3b1 若干个在车圈 6 上同极向设置,包括 N/S 两极连线与车圈 6 同轴法线 10 重合/垂直的 4 种典型组合状态,以及在 4 种典型组合状态基础上 N/S 两极连线偏转不超过 25 度。

[0014] 优选的,所述定子单元 3a 由至少一组良导线环绕磁介质材料的磁芯而成,所述定子单元 3a 在车架 4 上组合排布得到的绕组之间通过串联或并联连接,或通过不同绕组之间引出中间抽头组成多线外接回路,其通电形成的电磁极与所述永磁体转子单元 3b1 运动相向的极性相反。

[0015] 优选的,若干个定子单元在靠近车圈 6 内缘或外缘的车架部位任意组合,包括在车圈 6 两侧的车架 4 部位对称安装;若干个定子单元排布组合的电磁极方向设置,遵循对应永磁体转子单元 3b1 与其运动相向极性相反的基本原则。

[0016] 优选的,所述电动车还包括传感装置,所述传感装置包括若干能感应所述转子单元 3b 与定子单元 3a 相对位置的传感单元 3c;所述传感单元与所述电源调制器的传感信号输入端 1c 电连接;所述电动车至少在车架 4 上的前轮或后轮、车轮 5 的内缘或外缘设置一传感单元。

[0017] 优选的,所述传感装置还包括定子单元 3a 的内部绕组,所述内部绕组包括环绕定子单元磁芯的绕组以及由若干定子单元绕组之间串联而成的多线外接回路。

[0018] 优选的,所述电动车还包括电磁制动装置 9b,所述电源调制器还包括制动信号输入端 1e,其电连接电磁刹车装置 9b,通过电磁刹车装置 9b 获取用户的刹车指令并于相应时序对电动装置 3 的定子单元 3a 的内部绕组输出电流;当本发明电动车需要设置电磁制动功能时,所述定子单元相应设置于车圈 6 内缘的车架部位。

[0019] 本发明中,所述驱动操控装置 9a 可设置为常规旋转把手式、推拉式操纵杆或其他任意手动控制方式,包括外置为遥控。

[0020] 本发明中,所述电源调制器 1 将直流电源转换为时序电流,使电动装置中的定子单元 3a 被限定在电源调制器设定的时域周期性地通电和断电。

[0021] 本发明中,所述电动车包括一个轮或多个轮的电动车以及电动、脚踏两用车;所述设置电动装置的车轮 5,包括单轮以及同轴紧凑安装两个轮的准单轮结构。

[0022] 本发明还公开了一种前述电动车的驱动方法,该方法通过电源调制器 1 根据所述转子单元 3a 和所述定子单元 3b 的位置关系输出时序驱动电流控制车轮转动;

[0023] 所述时序根据车轮旋转方向而定义,所述时序电流根据定子单元电磁场在车圈上的有效作用区间结合车圈上的转子单元个数而设置若干个通断周期,每个通断周期包括供电时域和断电时域;所述供电时域位于 $\varphi_T/6 \leq \varphi \leq \varphi_T$ 相应的时间段,所述 φ 为转子单元绕轴并与轴确定的法线与定子单元和轴所确定法线所形成的动态夹角,所述 φ_T 为转子单元绕轴切线方向与其隔气隙所受定子单元电磁力作用方向重合状态所确定的 φ 值;所述断电时域内电源调制器 (1) 不输出电流。

[0024] 优选的,所述供电时域的电流不限波形、频率及占空比;

[0025] 优选的,所述电源调制器在供电时域内至少包括两段不同电流幅值不同的子时域,且顺时序呈幅度依次变小,供电时域或其子时域的幅值随时序呈线性递减关系;

[0026] 或呈 2^k 递减关系,所述的指数 K 取值 0.2 至 0.99;

[0027] 或为如下关系: $I/A = (I_0 - I_g) \sin \varphi * 90 / \varphi_T$, 其中 I_0 为起始通电强度, I_g 为通电终止时刻的电流强度。

[0028] 优选的,所述通电时域内初始的电流、电压或定子单元的磁通强度由传感装置获取行车速度实时值结合驱动操控装置 9a 给出的指令而调整。

[0029] 优选的,所述方法还包括校正步骤;所述校正步骤为将定子单元与转子单元周期性隔气隙相对、处于同一法线的状态 ($\angle \varphi$ 为 0) 作为基准座标和基准时间,当转子单元每次前转至基准座标时,电源调制器进行一次时间归 0 校准并记录本次周期时间,通过与上次转子单元前转至基准座标的周期时间比较,从而获知旋转周期时间和车速,并控制输出电流。

[0030] 本发明还公开了所述电动车的制动方法,该方法根据所述转子单元趋近定子单元、转子单元和定子单元处同一法线相对 ($\angle \varphi$ 为 0) 以及处于远离状态的至少一个时域中,通过操控电磁制动装置 9b 使电源调制器 1 输出时序电流控制车轮制动;

[0031] 所述转子单元趋近定子单元的时域为 $0 \leq \varphi \leq \varphi_T/3$ 状态的相应时间段,所述 φ 为转子单元绕轴并与轴确定的法线与定子单元和轴所确定法线所形成的动态夹角,所述 φ_T 为转子单元绕轴切线方向与其所受电磁力方向重合状态所确定的 φ 值。

[0032] 优选的,所述方法还包括校正步骤,所述校正步骤将 $\angle \varphi$ 为 0 作为基准座标和基准时间,通过传感装置获知转子单元趋近 / 相对 / 远离定子单元的位置状态。

[0033] 优选的,所述输出电流控制步骤可包括:

[0034] 1) 驱动操控装置 9a 对电源调制器 1 无输入指令时,电源调制器休眠;

[0035] 2) 驱动操控装置 9a 给出加速指令时,电源调制器 1 相应输出时序电流;

[0036] 3) 当车速或通电频率达到设定的阈值时,所述的电源调制器断电。

[0037] 本发明电动车的电动装置结构非传统电动机的单元结构形式,电源调制器针对电

动车的应用特点植入了数控编程技术,明确了供电时序周期 T 及通电时域的子集强度特点和断电时域等工作逻辑构成,其对定子单元绕组供电是具有规律性的时序电流。这种设计可带来两项明显的节电效益:一是电动装置中的定子单元被限定在电源调制器设定的时域周期性地通电工作,在不需要工作的时域休眠,既节省了电能又减少了通电积热;二是在电源调制器设定的工作周期内,通电强度呈设定的规律性变化及中断,使电能的使用效率进一步提高,通电积热进一步减少。

[0038] 本发明提供了电动装置以及电源调制器时序电流的设计方法,其优点在于:具有时序供电控制带来的明显节能效果,电动装置结构简单、可在车轮多样化的设计方案组合、成本低,有效适应各类轻型电动车的节能设计要求。

附图说明

- [0039] 图 1 是本发明应用于电动三轮车的一种整体结构示意图。
- [0040] 图 2a 是一种电动装置的基础结构及作用力方向分解示意图。
- [0041] 图 2b 是永磁体转子单元在车圈的一种磁极设置示意图。
- [0042] 图 2c 是永磁体转子单元在车圈的另一种磁极设置示意图。
- [0043] 图 2d 是导磁体转子单元在车圈的一种设置示意图。
- [0044] 图 3a 是定子单元绕组两端连线设置为与车轮法线垂直的示意图。
- [0045] 图 3b 是定子单元绕组两端连线设置为与车轮法线重合的示意图。
- [0046] 图 3c 是定子单元凹型绕芯上部正对车圈内缘的结构示意图。
- [0047] 图 4a 是转子单元转轴形成动态夹角 Φ 及所受电磁力方向分解示意图。
- [0048] 图 4b 是转子单元与定子单元处于同轴法线的状态示意图。
- [0049] 图 5a 是电源调制器的基本工作逻辑示意图。
- [0050] 图 5b 是一种实现电源调制器的数字技术逻辑的模块组合示意图。
- [0051] 图 5c 是电源调制器增设电磁刹车装置输入端的工作逻辑示意图。
- [0052] 图 6a 是电源调制器输出电流呈周期性通断的时序示意图。
- [0053] 图 6b 是一种两阶恒流呈递减关系的电流时序示意图。
- [0054] 图 6c 是一种首阶电流恒定、二阶电流呈曲线递减关系的时序示意图。
- [0055] 图 6d 是一种多阶电流呈连续递减关系的时序示意图。
- [0056] 图 6e 是一种幅值呈曲线递减关系的脉冲子集包络示意图。
- [0057] 图 6f 是对应一个定子单元组合一个转子单元的一种通电逻辑示意图。
- [0058] 图 7a 是一个定子单元组合 8 个转子单元的一种局部结构示意图。
- [0059] 图 7b 是车轮旋转周期 π 对应电源调制器的通断电时域示意图。
- [0060] 图 7c 是对应一个定子单元组合 8 个转子单元的一种通电逻辑示意图。
- [0061] 图 8 是一个定子单元组合 12 个转子单元的一种局部结构示意图。
- [0062] 图 9 是两个定子单元组合 8 个转子单元的一种局部结构示意图。

[0063] 附图标识:

[0064] 1、电源调制器;1a、直流电源输入端;1b、时序电流输出端;1c、感应信号输入端;1d、驱动信号输入端;1e、刹车信号输入端;2、控制单元;3、电动装置;3a、定子单元;3b、转子单元;3b1、永磁体转子单元;3b2、导磁体转子单元;3c、传感单元;3d、气隙;4、车架;5、

车轮 ;6、车圈 ;7、轮轴 ;8、电池组 ;9a、驱动操控装置 ;9b、电磁刹车装置 ;10、同轴法线 ;11、车轮切线 ;12、绕组两极方向连线 ; Φ 、法线夹角。

具体实施方式

[0065] 下面结合附图和实施例进一步对本发明进行详细说明。

[0066] 参见图 1, 本发明应用于电动三轮车, 该车的电动装置是设置在前轮车圈部位。

[0067] 本发明所述电动装置的基础结构包括定子单元 3a 和转子单元 3b, 定子单元由一组或若干组良导线环绕磁芯而成, 良导线通常使用铜线或镀铜铝芯线, 磁芯通常使用磁介质材料中的导磁体, 该类导磁体为本领域技术人员公知的一种在磁场作用下内部状态发生变化、并反过来影响磁场存在或分布的物质。转子单元使用了永磁体和导磁体两种基础材料, 永磁体为常规磁钢、钕铁硼等。

[0068] 如图 2a 所示, 车圈外缘设置有一个永磁体转子单元 3b1 和一个导磁体转子单元 3b2, 一个定子单元 3a 设置在靠近车圈内缘的车架上, 两者运动相对的气隙 3d 足够小, 则转子单元 3b (3b1 或 3b2) 趋近通电的定子单元时, 会受到其电磁力作用。在一个实施例中, 永磁体转子单元的 S 极面向车圈内设置, 定子单元绕组通电的 N 极面向车圈内缘, 两者磁作用为相吸, 会使车轮加速运动, 如图 2b 所示; 在另一个实施例中, 永磁体转子单元的 S 极运动相向定子单元, 定子单元绕组通电的 N 极逆车轮旋转方向与其相对, 两者磁作用同样为相吸, 如图 2c 所示。如果转子单元是导磁体, 因其载磁为被定子单元电磁场感应所至, 无论定子单元绕组的通电方向如何设置, 两者磁作用均为相吸, 如图 2d 所示; 该定子单元电磁极与转子单元相吸关系设置是本发明电动车的电动装置基础模型, 车圈上设置两种不同基材的转子单元是因为永磁体和导磁体具有主动载磁和被动载磁的两种不同特性, 可根据其不同特性多样化组合, 以适应电动车驱动、制动多种实时状态的控制。

[0069] 如图 4a 所示, 转子单元 3b (3b1 或 3b2) 隔气隙受到的电磁力 F 可分解为法线 10 方向 F_{10} 与切线 11 方向 F_{11} , 其中对转子单元绕轴有贡献的是 F_{11} , 转子单元绕轴并和轴所确定的法线与定子单元和轴所确定的法线为一个动态夹角 Φ ; 转子单元所受电磁力的作用区间与定子单元的设置方案相关, 例如单个柱状绕芯的定子单元电磁力线穿越气隙的最大值, 对应于电磁极的两极连线 12 与其在车圈所处的法线 10 垂直 (与相应切线 11 平行), 如图 3a 所示; 柱状绕芯的定子单元亦可设置为电磁极的两极连线 12 与其所处法线 10 重合, 如图 3b 所示, 该设置方式通常为多个定子单元组合时选用; 对于凹型绕芯的定子单元, 其电磁力对转子单元的有效作用区间, 位于凹型绕芯上部两端正对车圈 6 内缘的两端范围内, 如图 3c 所示。

[0070] 转子单元在车圈上绕轴时, 其绕轴切线方向与隔气隙所受到电磁力 F 作用方向重合为一特殊状态, 此时夹角 Φ 为定值 Φ_T ; 转子单元所受电磁力的有效作用区间, 位于以 Φ 为 0 状态为基准的 $\pm \Phi_T$ 位置区间内 (所述 \pm 根据车圈的旋转方向而相对定义)。当 Φ 为 0 时, F_{10} 为最大值, F_{11} 为 0, 此时对转子单元的绕轴完全无贡献, 如图 4b 所示。对该实时状态, 常规技术是通过控制电流倒相继续运行, 一般使用电刷或电子装置将直流电调制为通电方向交替变换, 从而伴随产生电流相位、感生电流及其相应的相角位控制等传统技术。

[0071] F_{11} 和 F_{10} 为一对此消彼长的运动变量, 其理论强弱变换以 $\Phi_T/2$ 为分界点, 转子单元对应应在 $\Phi > \Phi_T/2$ 的状态区间运动, 表现为以驱动力 F_{11} 为主; 而当转子单元对应应在 $\Phi < \Phi_T/2$

的状态区间运动,表现为以制动力 F_{10} 为主。本发明电动车的驱动方案原则是运用 F_{11} 为主的状态区间通电,其余状态区间断电以充分利用车轮的转动惯量;同时,可运用 F_{10} 为主的状态区间对电动装置通电,使电动车获得制动。

[0072] 本发明电动车的电动装置驱动供电技术方案为:电源调制器对应 $\varphi_T/6 \leq \varphi \leq \varphi_T$ 的状态时域通电,其余时域断电;当主要设计目标为节电时,优选 $2\varphi_T/3 \leq \varphi \leq \varphi_T$ 甚至 $5\varphi_T/6 \leq \varphi \leq \varphi_T$ 对应的时域通电;当需要充分利用车轮转动惯量时,优选 $\varphi_T/3 \leq \varphi \leq \varphi_T$ 甚至 $\varphi_T/6 \leq \varphi \leq \varphi_T$ 对应的时域通电;因 $\varphi < \varphi_T/2$ 的状态相伴有可观的 F_{10} ,在 $\varphi < \varphi_T/6$ 状态通电对驱动旋转已失去优化设计意义;该驱动电流的通断时域如图 6a 所示,其中 T_1 为通电时间, T_2 和 T_0 均为断电时间, $(T_1+T_2+T_0)$ 构成了时序驱动电流周期 T 。本发明电动车的电动装置制动供电技术方案为:电源调制器对应 T_2 和 T_0 的部分时域或全部时域设置为通电,所述 T_2 为转子单元绕轴对应 $0 \leq \varphi \leq \varphi_T/3$ 的时域, T_0 为转子单元远离定子单元的相应时域;同理, φ 在 $\varphi_T/3$ 至 $\varphi_T/2$ 对应状态存在可观的切向力 F_{11} ,对制动设计无益。所述的驱动电流和制动电流在其相应通电时域内,不限波形、频率以及占空比,其时序工作逻辑关系设置为或。

[0073] 上述根据 $\angle \varphi$ 对应状态的通、断电控制,在具体设计中可变换为相对时间控制的近似方式,因为 φ 为 0 状态和 φ_T 状态均为显态,电源调制器通过时序校准容易判知 φ 从 φ_T 到 0、即 (T_1+T_2) 的时间段,只要设定 T_1 与 T_2 的相对时间,即近似于对 φ 相应状态的通、断电时域控制;例如控制 φ 对应 φ_T 至 $\varphi_T/2$ 的时域通电,可近似设定为:在 (T_1+T_2) 的时间段起始 1/2 时域通电,之后 1/2 时域断电;同理,当控制 $\angle \varphi$ 对应 $\varphi_T/3$ 至 0 的时域通电,可近似设定为:在 (T_1+T_2) 的时间段起始 2/3 时域断电,之后 1/3 时域通电;但 (T_1+T_2) 是一个与车轮转速相关的量,以时序电流周期时间确定 φ_T 的状态在变速状态时会出现偏差,换言之是一种近似控制方式。

[0074] 当定子单元设置(包括组合)方案确定后, φ_T 的显态位置同时被确定,实际设计时,通常是运用 $\angle \varphi_T$ 的显态位置作为传感装置判断电动装置内部相对位置的一种依据; φ_T 的精确位置是一个与车圈弧度、气隙间距、定子单元绕芯形状及其排布等参数相关的值,有多种理论模型,具体设计时应经实验校准。电源调制器相应输出驱动或制动电流的工作逻辑可由常规开关控制线路实现,也可采用 CPU 编程结合功率模块组电路实现,或采用大规模集成电路技术制造的专用芯片实现。

[0075] 由于 $\angle \varphi$ 不为 0 时 F_{10} 与 F_{11} 始终相伴,设计时存在一个驱动与制动、有用功与耗电/散热的优选问题,一种削弱 F_{10} 对电动装置潜在积热影响的优选方案为:在 T_1 时域内将通电强度/幅值设置为随时序递减,该优选方案包括设置 $m \geq 2$ 个通电强度随时序递减的子集,例如设置两段后阶恒定电流比前阶恒定电流小的子集、5 阶段强度恒定电流依次递减构成的子集,或利用脉冲数字技术设置 m 为 30、3K 或 30K 幅值依次连续递减构成的子集等等;该优选方案有别于通过驱动操控装置 9a 减少电流平均强度对电动装置的作用效果,因为人工操控的最佳电流值总存在实时微偏差,不可能在极短时间内按优选方式及时降流而充分节省电能。

[0076] 所述通电强度/幅值随时序递减,包括 T_1 时序启动时设置最大值,或启动不超过 $T_1/3$ 时域达到最大值,之后随时序以任意方式递减,至 T_1 时序终止时设置最小值或归

0。通电强度 / 幅值随时序递减的技术方案众多,例如设置为随时序线性递减,或由最大值按 2^k 关系时序递减, k 取值范围为 0.2 至 0.99 的正数,等等;图 6b 是一种两阶恒流随时序递减的设计方案,图 6c 是一种首阶电流恒定、二阶电流呈曲线递减的设计方案,图 6d 是一种多阶电流连续递减的设计方案,其多阶电流强度的幅值包络越接近 $I_t/A = (I_0 - I_g) \sin \varphi * 90/\varphi_T$ 的优选关系,节电效果越好;图 6e 是一种通电时序终止时刻的电流不为 0、其间强度随时序递减的通电幅值包络趋势示意图。

[0077] 对一个定子单元组合车圈上一个永磁体转子单元和一个导磁体转子单元的分析案例来说,转子单元绕轴周期 π 大部分时间不处于定子单元的电磁力有效作用区间,编程时应首先考虑电流时序周期 T 的中断时间 T_0 ,进而优选断电时间 T_2 和驱动通电时间 T_1 ,提高电能的利用率,图 6f 是本分析案例永磁体转子单元 3b1 和导磁体转子单元 3b2 相隔 180 度对称设置时、对应其中一个转子单元 3b1/3b2 的驱动通电时序逻辑示意图。车圈上组合设置两种材料转子单元的优点在于:如果车圈上仅设置永磁体转子单元,由于其磁极固定,在运动模型中无论磁极方向怎样排布,均不能以动态反极形式跟随定子单元的电磁力作用,对电动装置的驱动、制动控制效果不如采用感应生磁的导磁体转子单元好;如果车圈上仅设置导磁体转子单元,正因为其磁极是感应生磁,当其刚好处于与定子单元隔气隙处于同一法线 $10、\Phi$ 为 0 时,电动车很难从静态启动,容易出现堵转。当车圈上相间设置有永磁体转子单元 3b1,电源调制器可通过感应装置判知 Φ 为 0 的内部位置状态,实时相应发出电动车的静态启动时序电流;所谓静态启动时序电流的一个简单例,是碰到上述堵转、电源调制器在设定时间最大值得不到传感装置反馈信号的情况下,实时发出与正常驱动电流方向相反的启动电流,使车圈上至少一个永磁体转子单元 3b1 受到同极性相斥作用而偏离与定子单元隔气隙处于同一法线的状态,避免堵转发生。

[0078] 对一个定子单元组合 n 个转子单元 (3b1/3b2) 的分析案例来说,定子单元对应车轮旋转周期是与 n 个转子单元发生电磁作用,电源调制器优选发出 n 个周期为 T 的通电时序,对应车轮旋转周期有 n 个 $(T_1+T_2+T_0)$ 时序工作逻辑,这种组合设计对电源调制器提出了较高要求。转子单元并非设置越多越好,其在车圈上设置的数目 n 受限于所受定子单元电磁力有效作用区间相应的空间占位,否则电源调制器对应输出的时序电流周期会重叠。

[0079] 图 7a 是一个定子单元组合 8 个转子单元 3b (3b1/3b2) 的局部结构示意图,该实施例中,定子单元在车轮一个旋转周期 π 分别与 8 个转子单元发生磁作用,电源调制器对应输出的时序电流理论划分为 8 个 $(T_1+T_2+T_0)$ 周期,图 7b 标示了一种设定 T 为 $\pi/8$ 、对应车圈旋转方向的 $T_1、T_2$ 和 T_0 示意时域,图 7c 为其中一个周期的通电逻辑示意图。图 8 是一个定子单元对应 12 个转子单元 (3b1/3b2) 的局部结构示意图,定子单元对应车轮旋转周期分别与 12 个转子单元发生磁作用。

[0080] 图 9 是两个定子单元组合车圈上 8 个转子单元 (3b1/3b2) 的局部结构示意图,在车轮旋转周期中,电源调制器要为两个定子单元 3a 分别提供 8 个周期为 $(T_1+T_2+T_0)$ 的时序电流,这种组合对电源调制器提出了更高的设计要求。进一步可选择 4 个定子单元组合 10 个转子单元、6 个定子单元组合 12 个转子单元,等等。理论上当 H 个定子单元与 n 个转子单元组合设计时,如果电源调制器 1 对 H 个定子单元 3a 绕组分立供电,需对应设计 $n*H$ 个电流时序,即 $n*H$ 个 $(T_1+T_2+T_0)$ 电流时序,编程将十分复杂;因此在多个定子单元的实用系统设计中,优选 H 个定子单元绕组电串联组合,或 H 个定子单元绕组分为若干组外接电源调制

器,例如 4 个定子单元的内部绕组串联,串联绕组中间引出抽头共三根线对外电连接电源调制器,技术上还可利用该三根线两两比较的微分电位的不同,作为一种转子单元与定子单元相对位置判别的信号源,替代独立设置的传感单元。

[0081] 理论上,也可以在车圈安装转子单元与车架上若干个定子单元组合,但这种等效设计在技术上虽可实施,但因定子单元的造价相对较高,非优选方案。

[0082] 电源调制器可用常规开关电路设计或脉冲数字技术实现,优选后者,后者的基础功能模块一般包括电源变换电路、内存贮有工作程序的微处理器和信号输入输出电路,能通过传感单元 3c 反馈信号相应地控制驱动模块输出的时序电流,对电动装置 3 进行动态控制,其工作逻辑如图 5a 简示,图 5b 是一种实现电源调制器基本功能的数字技术逻辑的模块组合示意图。

[0083] 电源调制器的工作逻辑变换指令信号通常是从固连在车架的传感单元获得,常规传感单元使用磁电感应绕组、霍尔元件或光电编码器等,当转子单元绕轴周期性运动时,传感单元可获得电流(电压)的变化率反馈给电源调制器,电源调制器依据这一感应信号判知转子单元的相对位置而相应发出电流时序。根据对传感单元的工作精度及可靠性要求,可在车架上设置一个或若干个传感单元,甚至变形为从上述定子单元多绕组反馈的方式、以及运用定子单元双线环绕的绕组反馈方式获得工作逻辑变换指令信号,此时电源调制器的感应信号输入端 1c 相应内置,其响应处理对电源调制器的工作程序逻辑提出了较高要求。由于大规模集成电路技术的发展,实现上述工作逻辑变换的编程技术为行业专业人士所公知,所需了解的是时序脉冲周期、通电子集时域和幅值变化以及其间中断时间等基础设计参数。

[0084] 综上,所述的电源调制器是一个包括两级周期/频率设计的逻辑电源开关系统,一是驱动通电时域内 m 个子集的周期/频率设计,该频率越高越利于逼近理论节电优化的幅值递减关系设计;二是时序通电周期/频率,反映了单位时间内定子单元对转子单元(3b1/3b2)的通电作用次数,该时序频率间接定义了车速及定子单元所需要的通电幅值或电磁力(源于电源调制器向定子单元的绕组通电),因为驱动通电时域的幅值越大,单位时间内定子单元通电对转子单元的作用力越大、作用次数越多,其结果反映了车速越快。电源调制器所输出电流的时序频率,与车圈旋转一个周期隐含的($T_1+T_2+T_0$)时序作用次数、通电平均强度以及车速是相互对应的诸物理量关系,因此当电源调制器的诸多设定条件进入逻辑工作状态后,控制了时序通电的频率也就是控制了车速。该人工控制车速是通过驱动操控装置 9a 电连接电源调制器的输入端 1d 来实现,电源调制器可安装在车架上的任意位置。

[0085] 本发明电动车可运用电动装置增设电磁力刹车功能,此时电源调制器相应增设的刹车信号输入端 1e 与电磁刹车装置 9b 电连接,如图 5c 所示。制动时优选(T_2+T_0)全部时域设置通电,增强制动效果,电流强度越大,制动效果越好,从安全第一的设计理念出发,不必为制动通电的节能问题过多考虑。电磁刹车装置 9b 可设置为一个连续或多级的变阻器,其功能为可控制电源调制器所输出的电流。

[0086] 转子单元固连于刚性金属车圈的方案可以有多种,例如将转子单元固连在车圈的内缘或外缘,也可以把转子单元嵌合在车圈内部与车圈实行一体化设计制造。定子单元在车架上的设置要点,是要使转子单元在周期性旋转中与其形成两者有效发生磁作用必须的相对气隙 3d,该气隙是定子单元向转子单元传递电磁力作用的能量通道,气隙越小越有

利于磁能量作用传递,但气隙过小易发生机械接触,设计时需综合把握材料的刚性和机械加工精度。

[0087] 电动装置 3 至少安装在电动车的一个车轮 5,所述一个车轮包括单轮以及同轴紧凑安装两个车轮的准单轮结构。图 1 所示电动两轮车的电动装置布局是定子单元设置在车圈内缘车架上的一种示例,该布局也可改变为定子单元设置在车圈外缘车架上的结构。需要注意的是,当定子单元设置于车圈外缘时,转子单元受到电磁力的法向分力是背离轴心,无相应的电磁力制动功能。

[0088] 传感单元优选设置在隔气隙与转子单元周期性相对的车圈内位置,也可以设置在车圈外,对两轮车甚至可以安装在另一个车圈位置,因为两个车圈总是同步旋转,从一个轮采集的旋转位置信号可间接反映另一个轮的相对同步状态。

[0089] 一般电动车的控制单元 2 包括照明灯、转弯 / 刹车信号灯、音鸣控制等常规使用功能,由若干个电连接电池组的电源开关组成,该类电源开关可单独设置,亦可将相关功能植入电源调制器系统实现,共用数据母线统一编程。

[0090] 驱动操控装置 9a 的传统产品为一个变形设计的、人工易操控的变阻器或电位器,伴随近年的技术发展,不少建立在光敏、霍尔控制原理基础上的专用操控装置日趋成熟,这类产品一般设计为常规旋转把手式,亦可设计为推拉式操纵杆或其他任意手动控制方式,包括遥控方式。电池组 8 可以放置在专用电池箱以任意方式安装在车架 4 上,或安装在车架内部,或与车架上的部件嵌合,例如将后座架设计为双层,中间夹层用于放置电池箱;亦可在后座架的下部设计有电池箱的吊装固连装置,电池箱设计为两个分体分别吊装在后座架下的后轮两侧,等等。

[0091] 本发明所述的优选例仅为推荐,若干技术方案可组合并用,可部分使用也可加入其他成熟技术。只要根据电动装置的磁流能量特点,通过对电源调制器设计可精确控制的时序电流,即可实现本发明方案的基本技术目标。

[0092] 对电动车以及电动机技术较深入了解的专业人士,都不难在本发明所述的方案基础上,举一反三地变形实施本发明内容。例如在现有市场的脉冲直流电动机基础上,通过传感方式的改变以及控制器电程序变换来部分实施本发明。本发明所述电动装置的基础结构方案、电源调制器的电流时序控制方法和通电时域的幅值递减设计特征及其衍生的技术变形实施,均应被列入本发明的保护范围。

[0093] 实施例 1、

[0094] 一种助力型电动三轮车,选用周长为 1000mm 的车轮 5,电动装置 3 设计为一个定子单元 3a 与车圈 6 上一个永磁体转子单元 3b1、一个导磁体转子单元 3b2 的组合,电动装置安装在前轮;定子单元安装在前轮车圈 6 内缘的车架 4 上。电池组 8 选用铅酸胶体电池并安装在车架专设部位。

[0095] 转子单元 3b1/3b2 的长度为 15mm,宽度在不影响车圈外橡胶轮的情况下取最大值,永磁体转子单元 3b1 和导磁体转子单元 3b2 相隔 180 度在车圈上对称设置,紧密安装在钛铝合金制成的车圈外缘,其中,永磁体转子单元 3b1 的两极连线与车圈切线平行,S 极面向车轮 5 轴 7,如图 2b 所示;定子单元绕芯材料选择市场易于采购的凹形铁磁体,这种铁磁体内部存在较多磁畴,在外磁场作用下磁畴易转向产生与外磁场方向一致且强得多的附加磁场,凹形绕芯下部加工成与车圈对应的弧形;绕组由一根直径 0.60mm 的铜线环绕磁芯 50

圈而成,安装要点:通过外加螺丝将定子单元固连在车圈 6 内缘的车架 4 部位,凹形绕芯上部正对车圈内缘,两者之间的气隙 3d 为 7mm,绕芯上部两端对应车圈占位 40 度机械角。

[0096] 电源调制器 1 通过常规电子控制线路实现,设计最大过载功率 550W,其电源输入端 1a 电连接电池组 8 的正负极,时序驱动电流输出端 1b 电连接定子单元 3a 的线圈绕组,感应信号输入端 1c 电连接传感单元 3c,驱动信号输入端 1d 电连接驱动操控装置 9。传感单元 3c 由一个磁电感应绕组构成,通过外加螺丝将传感单元固连在车架 4 上靠近前轮 5 车圈 6 内缘的部位。电源调制器 1 对定子单元 3a 内部线圈绕组的通电方向,设置为图 2c 所示的绕芯 N 极逆车轮 5 旋转方向。

[0097] 设定电动三轮车的最大时速约 20km/h 即 5.6m/s,计取限速对应的车轮 5 旋转周期时间为 180ms,由于车轮一个旋转周期中分别与永磁体转子单元 3b1 和导磁体转子单元 3b2 发生磁作用,最大时速对应的 ($T_1+T_2+T_0$) 时序周期最小值 T 为 90ms,其中 T_1 取值 5ms,其余 85ms 均为断电状态;本实施例在额定电压设置为 24V 时测得最大时速对应电源调制器输出的电流强度为 17A,该电流值是一个根据整车重量、驾驶员额定体重结合电动装置 3 设计并经实验校准的值,以实验值为准。

[0098] 该电动三轮车外置的驱动操控装置 9a 采用无级变阻的旋转式电位器,常规把手式,通过与电子控制线路的配套设计,可通过改变阻值实时控制电源调制器 1 输出的电流强度,从而控制电动车的车速。电动车常规使用的照明灯、转弯 / 刹车信号灯、音鸣等通断电操控的控制单元 2,均采用市购产品配套。

[0099] 电源调制器 1 设定的工作逻辑为:以定子单元与转子单元 3b (3b1/3b2) 周期性隔气隙相对、处于同一法线 10 (Φ 为 0) 的状态记为基准座标和基准时间,当人力助动或驱动操控装置 9a 给出电动车驱动信号、并且传感单元 3c 感知转子单元绕轴至夹角 Φ 达到 Φ_T 位置 (约 20 度角,对应转子单元进入凹形绕芯两端范围内隔气隙相对的初始时刻,该精细时刻是一个根据车圈圆弧及气隙等参数设计并经实验校准的值,以实验值为准) 的时刻,电源调制器启动输出 10A 电流;当转子单元每次绕轴至基准座标时,电源调制器进行一次时间归 0 校准并记录本次周期时间,通过与转子单元上次前转至基准座标的周期时间比较,获知本次周期时间的实时值,并根据实时状态对下一步工作逻辑进行判定:如果驱动操控装置无输入指令,电源调制器休眠;如果驱动操控装置对电源调制器给出的指令是加速,则电源调制器在下一周期对应转子单元绕轴至 Φ 为 20 度位置的时刻,继续执行 T_1 与 (T_2+T_0) 比值为 1:17 的通、断电时序,实时通电的平均强度由驱动操控装置给出;如果驱动操控装置维持在电源调制器输出电流接近 17A 的状态,上述设定的逻辑状态将使电源调制器的时序通电频率越来越高,对应车轮每周期中定子单元对转子单元的电磁力作用次数越来越多,车速越来越快;当时序通电频率高于 1/90ms 或电源调制器输出电流连续 4s 维持在 17A 的状态时,电源调制器无条件断电而达到自动限速的设计目标。

[0100] 该电动三轮车在骑座下设置有脚踏大链轮,通过链条与设置在后轮轴的飞轮相连接,由于电动装置使用铁磁体并配备时序电流控制,脚踏不象使用普通电动机那样具有阻尼,使之成为电动、脚踏两用性能皆优越的电动三轮车。

[0101] 实施例 2、

[0102] 将实施例 1 电源调制器的时序电流改变为: T_1 通电时域设置为两段时间和强度相互对应的恒定电流,特点为后 1/2 时间的电流强度 I_2/A 为前 1/2 时间电流强度 I_1/A 的一半;

电源调制器工作逻辑调整为：当定子单元绕组启动通电时，电源调制器 1 在 3s 内以 I_1 强度 12A（对应 I_2 为 6A）为基准、对应车轮旋转周期每下一个周期自动加大 10% 输出强度的逻辑电流时序，两段通电时域的相对比例为所设定的 1:1；从第 4s 起始等待驱动操控装置下一步工作指令；如果驱动操控装置 9a 无输入指令，电源调制器休眠；如果驱动操控装置给出加速指令，则电源调制器在下一周期启动通电时，继续执行 T_1 与 (T_2+T_0) 比值为 1:17 以及 I_1 与 I_2 的电流强度 2:1、通电时间比例 2:1 的电流时序，实时通电的平均强度由驱动操控装置给出。

[0103] 其余与实施例 1 相同，本实施例因设计为缓加速方式，适应电动车以安全第一的设计要求。前述电源调制器启动定子单元 3a 绕组通电的位置时刻，也可以改变为转子单元 3b 绕轴至 Φ 达到 19.5 度或 19.0 度相应的状态时刻。

[0104] 实施例 3、

[0105] 在实施例 1 的基础上优化电源调制器的通电程序：将 T_1 通电时域设置为 5 段通电时间相同但电流强度规律递减的电流，5 段通电强度按 $K*I_1/A$ 的线性关系分级递减，递减系数 K 为 0.68，即 T_1 通电时域内设置的 5 段电流强度分别为 23A、15.64A、10.64A、7.23A、4.92A；该通电程序逻辑使用常规电子电路实现控制的设计较复杂，制造成本也较高，将电源调制器改为采用成熟的脉冲数字技术实现。

[0106] 电源调制器核心模块包括常规 CPU 和一个设计功率 500W 的驱动模块，其工作逻辑如图 5b 所示，其中脉冲变换调理电路主要是完成将脉冲信号转换为阶梯波信号，脉冲信号发生器主要产生所需的脉冲信号，其次经微分电路输出尖峰脉冲，然后经过限幅电路将尖峰脉冲的负半周滤除，剩下正半轴尖峰脉冲，用集成运放组成的积分电路进行积分累加，加上电压比较器和控制电路组成了完整的阶梯脉冲信号，对电路的各个元件进行参数调整，从而得到满足工作逻辑要求的阶梯波信号。

[0107] 电源调制器在 T_1 通电时序内，通过控制芯片使驱动模块产生一系列幅值随时序递减的脉冲电流，脉冲频率 30KHz，其余与实施例 1 类同；本实施例因电源调制器采用脉冲数字技术，容易实现所设定工作逻辑，成本低，节电效果相对好。

[0108] 实施例 4、

[0109] 将实施例 3 的脉冲子集幅值改设置为连续递减，即电源调制器对应 T_1 启动电流为 23A 时，通电时域的幅值包络趋势呈 $(23-4.92)\sin\theta$ 的规律递减。为提高位置信号传感的工作可靠性，本实施例将传感单元设置为两个。

[0110] 本实施例因电源调制器 1 选择了更优化的时序递减关系，节电效果比实施例 3 好。所述的三轮车的电动装置，亦可设置在单轮车和两轮车的轮上。

[0111] 实施例 5、

[0112] 本实施例运用 T_2 时域通电对实施例 4 增设电磁力刹车功能，电磁制动装置 9b 为一个十级变阻器，电源调制器相应增设刹车信号输入端 1e 与电磁制动装置电连接，如图 5c 所示。电源调制器的制动逻辑为：当人工控制电磁制动装置发出刹车信号时，电源调制器切断 T_1 对应的时序电流，同时启动 T_2 时域通电，制动供电时域设置为 Φ 从 5 度（ $\Phi_{T/4}$ ）到 0 度位置的时间段。

[0113] 电源调制器所输出的制动电流，对应电磁制动装置 9b 的十级阻档设置为十级强度，设定输出的电流强度为：首级 6A、末级 23A，十级电流平均设置。

[0114] 本实施例由于增设有电磁软制动式制动装置,减速效果平缓。

[0115] 实施例 6、

[0116] 将实施例 5 的制动逻辑进一步优化为:电源调制器启动 T_2 时域通电的同时,将 T_0 部分时域的工作逻辑同步变换为通电,所述该 T_0 部分时域的数值与 (T_1+T_2) 相等(转子单元远离定子单元形成反方向夹角 Φ 约 20 度的位置), T_0 通电启动时刻以 Φ 为 0 开始计时;该制动时域可以对应周期时序而简要设定为:在 $(T_1+T_2+T_0)$ 时序中,起始 3/8 对应的 T_1 时域断电,之后 5/8 对应的 (T_2+T_0) 时域通电。

[0117] 电源调制器在该 T_0 部分时域所输出的制动电流强度与 T_2 时域相同。本实施例大大加强了电磁刹车的制动效果。

[0118] 前述制动供电时域 Φ 从 5 ~ 0 度也可以更改为 Φ 从 2 ~ 0 度位置的时间段。

[0119] 实施例 7、

[0120] 在实施例 5 基础上,将车圈 6 上安装的转子单元 3b 增设为 8 个,其中包括 4 个永磁体转子单元 3b1 和 4 个导磁体转子单元 3b2,4 个永磁体转子单元 3b1 的 S 极全部正对车轮 5 的轴 7,8 个转子单元永磁体与导磁体相间平均设置,其局部结构如图 7a 所示;绕芯改为圆柱状,圆柱状绕芯加工成与车圈对应的圆弧,绕组由一根直径 0.50mm 的铜线环绕圆柱状磁芯 48 圈而成,安装要点:通过外加螺丝将定子单元固连在靠近车圈内缘的车架 4 部位,绕芯与车圈圆弧平行设置,间隔气隙 3d 为 9mm,两端对应同轴车圈 6 占位 45 度机械角;电源调制器对定子单元绕组的通电电流方向,设定凹形绕芯电磁极与转子单元运动相向的一端为 N 极。

[0121] 本实施例中,定子单元 3a 对应车轮一个旋转周期分别与车圈上均匀分布的 8 个转子单元发生电磁力作用,基础参数参照实施例 1 选定,例如选用周长为 1000mm 的车轮,最大时速 20Km/h 即 5.6m/s、最大时速对应的车轮旋转周期时间为 180ms;电源调制器 1 对应车轮 5 一个旋转周期相应设计有 8 个 $(T_1+T_2+T_0)$ 的电流时序,最大车速对应的每个时序 T 为 22.5ms。本实施例电源调制器选用技术明显占优的大规模数字逻辑开关集成电路,通过编程实现每个 $(T_1+T_2+T_0)$ 时序脉冲子集,其中优选 $(T_1:T_2:T_0)$ 的时间段 3.25:8:11.25。

[0122] 其余设置及控制方法与前述例类同,通过周期校准记录的时序通电频率可获知实时车速,当其高于 1/22.5ms 时,电源调制器无条件断电而达到限速目标。

[0123] 实施例 8、

[0124] 在实施例 7 基础上将定子单元 3a 增设为 2 个,绕组匝数相同,安装时圆柱形绕芯两端连线 12 与同轴车圈 6 的相应法线垂直,如图 3a 所示;车圈与转子单元实行一体化设计制造的,8 个永磁体与导磁体两两相间的转子单元嵌合在车圈内部;所述两两相间,是指 8 个转子单元在车圈内部相间组合中,每两个相邻永磁体与两个相邻导磁体相间设置,其局部结构如图 8 所示。

[0125] 两个定子单元 3a 安装在车架 4 上车圈的任意一侧、靠近车圈内缘 10mm 的环形部位,技术要求与车轮旋转方向毗邻转子单元 3b(3b1/3b2) 的机械间距相同,内部绕组电串联连接,在车轮旋转周期中共同与车圈上均匀分布的 8 个转子单元发生电磁力作用;电源调制器对应车轮旋转周期时间为 8 个 $(T_1+T_2+T_0)$ 时序。

[0126] 本实施例中,驱动电流时域定义为 Φ 从 Φ_T 到 $\Phi_T/3$ 位置的时间段,制动电流时域定义为 Φ 从 Φ_T 到 $\Phi_T/3$ 位置的时间段。因采用了两个定子单元,动力效果倍增。

[0127] 实施例 9、

[0128] 实施例 8 中两个定子单元 3a 是安装在车架 4 上车圈的一侧,由于两个定子单元并非处于 8 个转子单元 3b 与轴 7 构成的车轮平面内,对转子单元的电磁力作用方向与行车的方向存在微偏差,如不对定子绕芯及其安装方案作出机械布局的优化调整,则当大电流对定子单元内部绕组通电时,可能导致行车在左右方向欠稳定。本实施例为克服这一单侧安装两个定子单元的机械布局缺陷,将两个定子单元改为在车圈两侧的车架 4 上空间对称分别安装,电串联时注意两个定子单元内部绕组的通电磁场方向相同;其余设置与实施例 8 类同,行车效果较之相对稳定。

[0129] 本实施例进一步改变实施例将电池组安装在表面设计有若干凹槽的电池箱,该表面凹槽与双层后座架夹层内部的凸形筋条一一对应,使电池箱可方便地嵌入双层后座架的夹层,外加紧固件。

[0130] 实施例 10、

[0131] 在实施例 8 和 9 的基础上,本实施例采用 8 个圆柱形绕芯定子单元在车圈 6 内缘的车架 4 上对称设置,每侧设置 4 个定子单元,安装要点:绕芯两端连线 12 与定子单元所处同轴车圈的法线 10 重合,如图 3b 所示;两侧 4 个定子单元内部绕组串联后并联电连接电源调制器 1 的时序驱动电流输出端 1b,电串联时注意每个定子单元内部绕组的通电磁场方向相同,每侧 4 个定子单元在车圈上占位 45 度角平均设置;电源调制器驱动供电时域定义为定义为 φ 从 φ_T 到 $\varphi_T/2$ 位置相应的时间段。

[0132] 本实施例因采用多个定子单元组合,动力效果更好。

[0133] 实施例 11、

[0134] 在实施例 9 的基础上,电动装置同时安装在电动自行车的两个车轮上,即前轮和后轮对应的车架 4 部位均设置有 2 个定子单元 3a、前轮和后轮的车圈 6 均安装有 8 个与车圈实行一体化设计制造的转子单元 3b (3b1/3b2),在前轮和后轮车圈 6 内缘的车架 4 位置各设置一个传感单元 3c,电源调制器 1 相应设置为两路电流输出并分别电连接前轮和后轮定子单元 3a 的线圈绕组,可取得倍增的电动效果。

[0135] 本实施例中,驱动供电时域定义为 φ 从 φ_T 到 $\varphi_T/6$ 位置相应的时间段。

[0136] 实施例 12

[0137] 一种准单轮结构的电动车,所述准单轮结构是同轴紧凑安装两个车轮,电动装置 3 的定子单元设在两个车轮中间,两个车轮的车圈 6 均内置一体化设计制造的 8 个转子单元 3b (3b1/3b2),两个电串联的定子单元 3a 设置在两个车圈 6 中间部位的车架 4 上,电源调制器 1 和电池组 8 安装在车架 4 任意位置。

[0138] 本实施例中,驱动供电时域定义为 φ 从 φ_T 到 $5\varphi_T/6$ 位置相应的时间段。

[0139] 本实施例所述同轴紧凑安装两个轮的准单轮结构可进一步在前后两轮电动车的前轮、后轮甚至前后两个轮加以变形实施,使电动车行驶效果更稳定。

[0140] 实施例 13、

[0141] 将实施例 11 电动装置同时安装在前后两轮的设计,变形为两个电动轮同轴并行安装,两个电动轮对应的车架 4 部位均设置有 2 个定子单元 3a、车圈 6 均安装有 8 个与车圈实行一体化设计制造的转子单元 3b (3b1/3b2),两个电动轮车圈 6 内缘的车架上各设置一个传感单元 3c,电源调制器 1 相应设置为两路电流输出并分别电连接同轴并行两轮的定子

单元 3a, 同样可取得倍增的电动效果。本实施例因两个电动轮同轴并行安装, 转弯行驶时两个电动轮存在差速, 因此应特别设计限速, 或通过电源调制器 1 内置转弯行驶的差速程序, 使转弯行驶更稳定。

[0142] 实施例 14、

[0143] 对实施例 1 定子单元 3a 凹形绕芯的安装方法改变为: 凹形绕芯的上部逆车轮旋转方向偏转 5 度角, 其余类同。本实施例因定子单元内部线圈绕组通电后形成电磁场的偏转角, 更符合转子单元 3b (3b1/3b2) 伴随车轮 5 在绕轴旋转中被周期性相吸的动态模型, 所取得的实施效果比实施例 1 要好。

[0144] 本实施例还可进一步改变绕组匝数以及凹形绕芯上部正对车圈 6 的空间占位, 例如改变为凹形绕芯两端对应车圈占位 25 度机械角, 此时电源调制器相应发出时序电流的时域, 应根据凹形绕芯两端对应车圈的空间占位而调整。

[0145] 实施例 15、

[0146] 实施例 1 的传感单元 3c 是固连在靠近后轮 5 车圈 6 内缘的车架 4 部位, 本实施例将传感单元固连在靠近后轮外缘的车架部位, 取得的效果与实施例 1 类似; 此外还可以进一步变形为传感单元 3c 设置在前轮车圈内缘的车架上, 在前轮周期面对传感单元的环形区域任意部位, 专门设置一块永磁体, 使传感单元的感应绕组伴随车轮 5 旋转而周期性感应, 从而获得周期性传感信号。

[0147] 实施例 16、

[0148] 实施例 8 的两个定子单元的绕组是电串联连接, 单相外接, 电源调制器 1 的电连接回路相应设计为两线; 本实施例将两个定子单元 3a 绕组电串联接口引出一个抽头, 绕组电连接回路改变为外接的三根线, 电源调制器的电连接输出端相应设计为三线回路, 其输出的时序脉冲电流在三线构成的各个回路中平均分配; 本实施例可以利用定子单元 3a 绕组外接两相反馈的两两比较微分电位差, 作为转子单元伴随车轮 5 旋转相对位置判别的信号源, 替代独立设置的传感单元。

[0149] 实施例 17、

[0150] 将实施例 1 单线环绕磁芯的定子单元绕组, 改变为双线环绕磁芯, 两个绕组由两根直径 0.60mm 的铜线并行环绕磁芯 50 圈而成, 其中一个绕组回路用于动力供电, 电连接电源调制器 1 的时序电流输出端, 另一个绕组回路用作替代独立设置的传感单元, 作为转子单元伴随车轮 5 旋转相对位置的判别信号源。

[0151] 本实施例还可以将定子单元的绕组设计进一步优化为: 动力供电绕组由一根直径 0.60mm 的铜线环绕凹形磁芯 50 圈而成, 传感绕组由一根直径 0.20mm 的铜线环绕凹形磁芯 18 圈而成, 可更节省铜材。

[0152] 实施例 18、

[0153] 将前述任一实施例的电动装置, 在常规四轮电动车或更多轮设置的电动车上, 对应至少一个轮加装本发明电动车所述的电动装置, 使本发明电动车所述的电动装置成为主要电动系统或辅助电动系统, 多途径有效节省电能。

[0154] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制, 尽管参照实施例对本发明进行了详细说明, 本领域的普通技术人员应当理解, 对本发明的技术方案进行修改或者等同替换, 都不脱离本发明技术方案的精神和范围, 其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

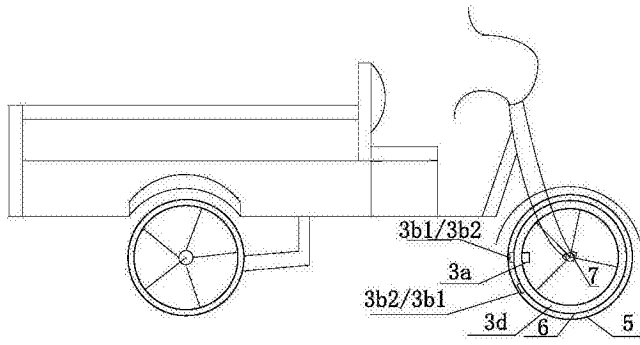


图 1

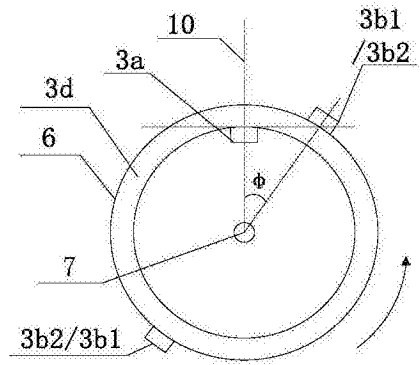


图 2a

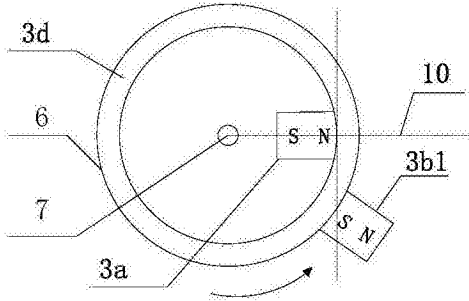


图 2b

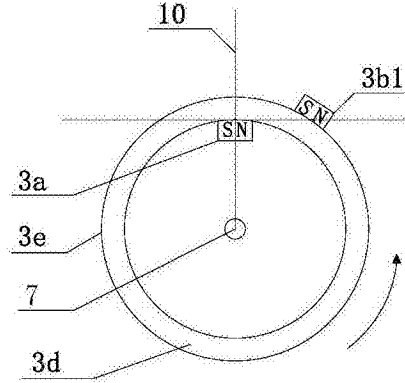


图 2c

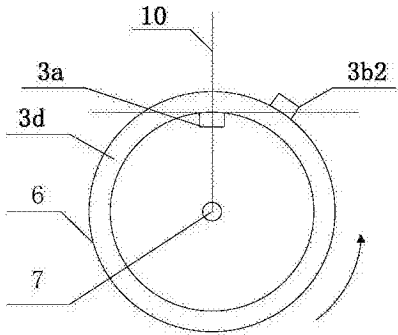


图 2d

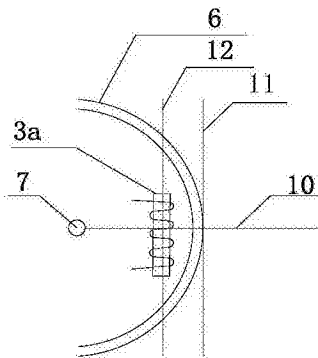


图 3a

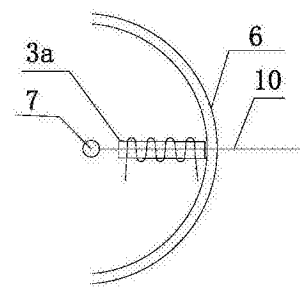


图 3b

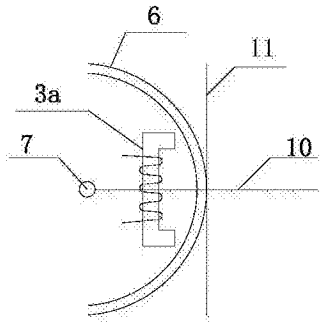


图 3c

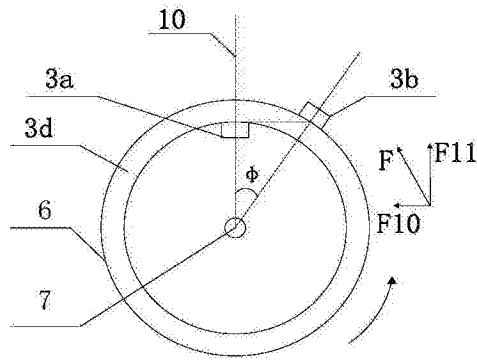


图 4a

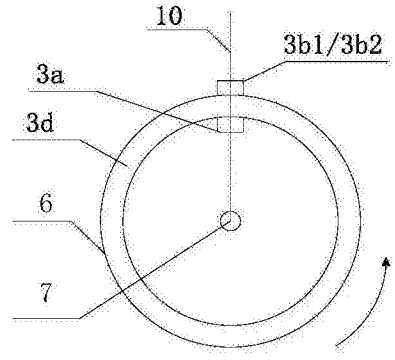


图 4b

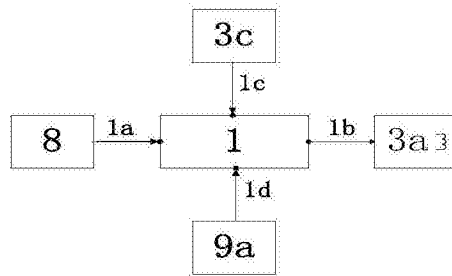


图 5a

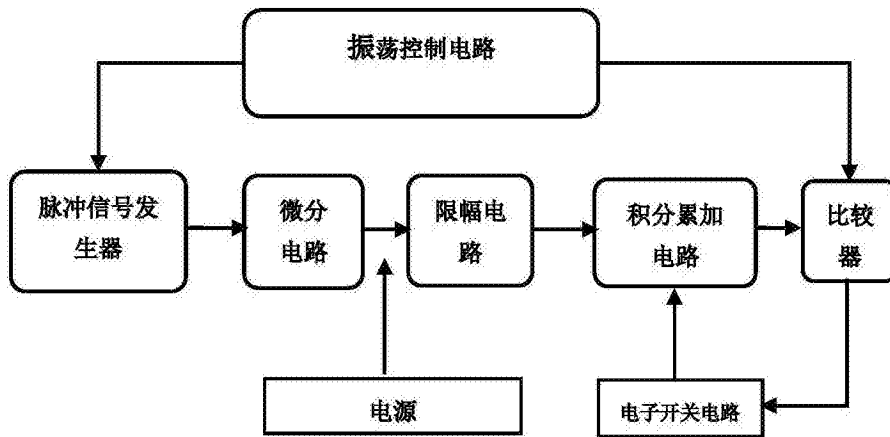


图 5b

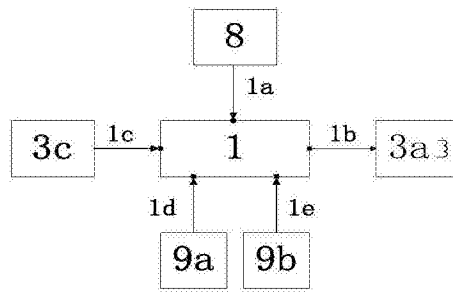


图 5c

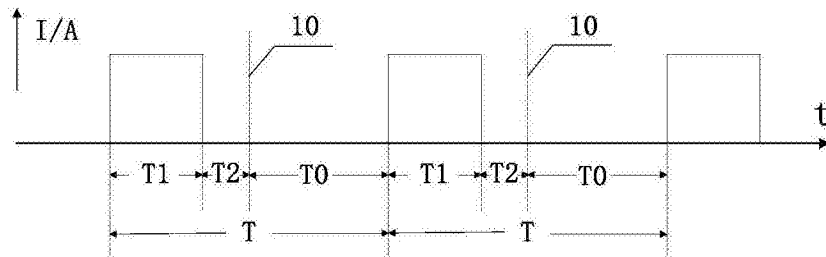


图 6a

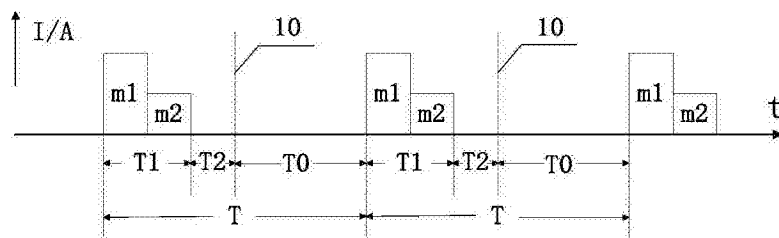


图 6b

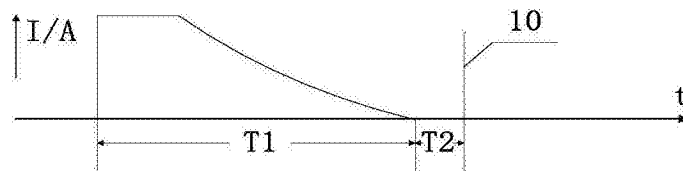


图 6c

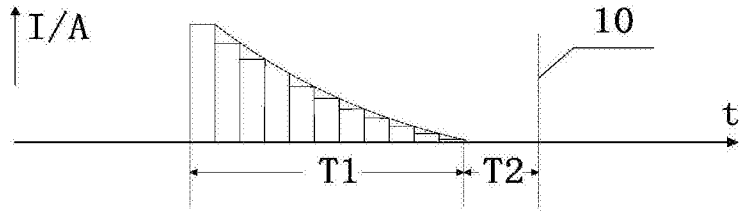


图 6d

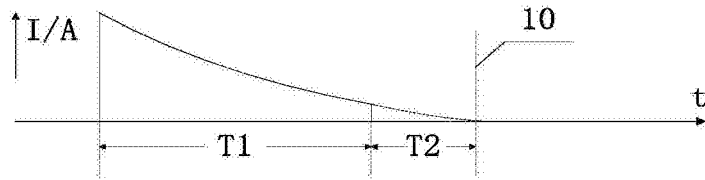


图 6e

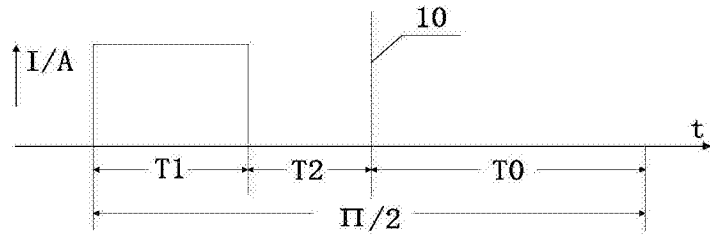


图 6f

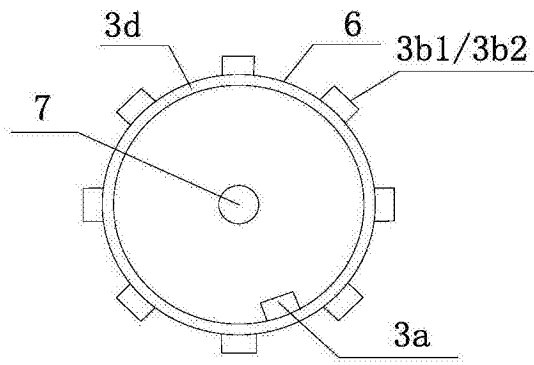


图 7a

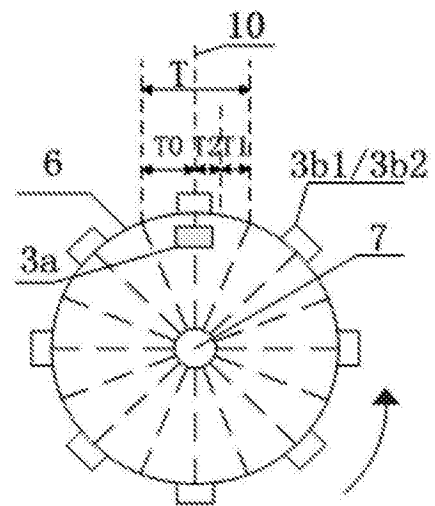


图 7b

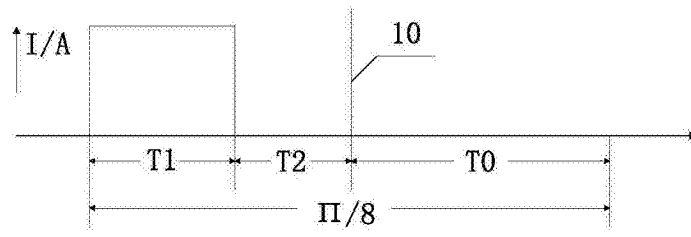


图 7c

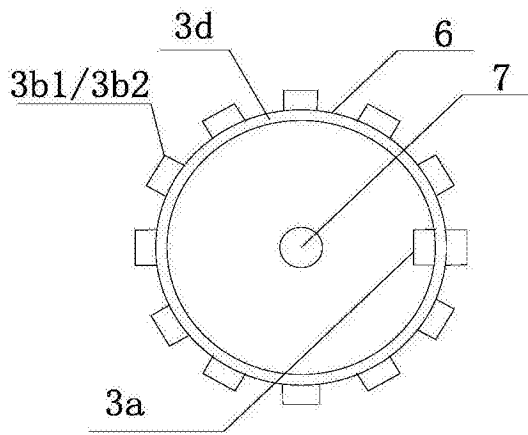


图 8

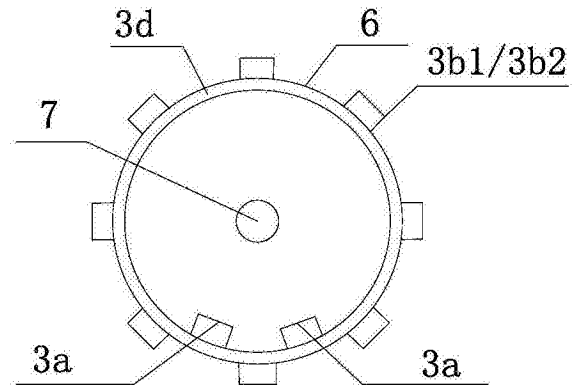


图 9