



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209938306 U

(45)授权公告日 2020.01.14

(21)申请号 201920830819.9

H02K 7/116(2006.01)

(22)申请日 2019.06.04

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(73)专利权人 吉林大学

地址 130000 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 王军年 王凯 罗睿 张春林

郭大畅 张振浩 高九龙 倪健士

(74)专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11369

代理人 许小东

(51)Int.Cl.

B60K 7/00(2006.01)

B60K 17/08(2006.01)

B60T 1/06(2006.01)

H02K 7/102(2006.01)

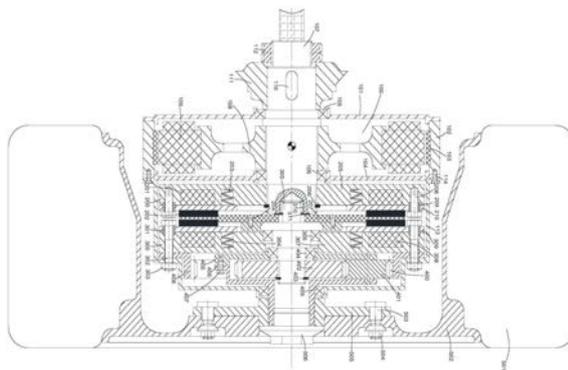
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)实用新型名称

一种基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统及电动汽车

(57)摘要

本实用新型公开了一种基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,其主要由外转子轮毂电机、平键、转向节、圆螺母、变速器壳体、螺钉、1号电磁制动器、2号电磁制动器、行星轮系、轮胎、轮辋、轮辋螺栓、轮辋螺母、轮毂和轴端螺栓构成。本实用新型还公开了一种电动汽车,其满足了电动汽车对动力性、经济性等多方面的需求,提高了电动汽车的综合性能,在实现换挡功能的同时,该外转子轮毂电机两挡变速系统还兼具驻车制动的功能。



1. 一种基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,其特征在于,包括:
  - 轮毂电机壳体;
  - 电机轴,其可旋转的穿过所述电机壳体两侧中心,并且在所述电机轴的穿出端具有中心孔;
  - 第一电磁制动器壳体,其与所述电机轴的穿出端固定连接,并且在所述第一电磁制动器周向设置第一环形凹槽,在所述第一环形凹槽的径向内侧沿周向均布第一盲孔;
  - 第一励磁线圈,其设置在所述第一环形凹槽内;
  - 第一磁轭,其与所述第一励磁线圈间隙设置;
  - 第一弹簧,其设置在所述第一盲孔,并且一端与所述第一盲孔的底部相抵触设置,另一端与所述第一磁轭固定连接;
  - 第二电磁制动器轴,其可旋转的支撑在所述中心孔内;
  - 第二电磁制动器壳体,其可旋转的支撑在所述第二电磁制动器轴上,并且在所述第二电磁制动器周向设置第二环形凹槽,在所述第二环形凹槽的径向内侧沿周向均布第二盲孔;
  - 第二励磁线圈,其设置在所述第二环形凹槽内;
  - 第二磁轭,其与所述第二励磁线圈间隙设置;
  - 第二弹簧,其设置在所述第二盲孔,并且一端与所述第二盲孔的底部相抵触设置,另一端与所述第二磁轭固定连接;
  - 摩擦盘,其间隙设置在所述第一磁轭和所述第二磁轭之间,并且所述摩擦盘与所述第二电磁制动器轴固定连接;
  - 其中,对所述第一励磁线圈和所述第二励磁线圈选择性的通电和断电,使所述摩擦盘选择性的与所述第一磁轭或者所述第二磁轭压紧。
2. 如权利要求1所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,其特征在于,还包括:
  - 变速器壳体,其与所述轮毂电机壳体和所述第二电磁制动器壳体固定连接;
  - 太阳轮,其与所述第二电磁制动器轴固定连接;
  - 多个行星轮,其与所述太阳轮啮合匹配;
  - 行星架盖,其可旋转的支撑在所述第二电磁制动器轴上;
  - 行星架,其可旋转的支撑在所述变速器壳体上;
  - 内齿圈,其与所述行星轮啮合匹配,并且所述内齿圈与所述变速器壳体固定连接。
3. 如权利要求2所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,其特征在于,还包括:
  - 轮毂,其与所述行星架固定连接;
  - 轮辋,其与所述轮毂固定连接;
  - 轮胎,其与所述轮辋固定连接。
4. 如权利要求3所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,其特征在于,还包括:
  - 第一衬套,其穿过所述第一磁轭嵌入到所述第一电磁制动器壳体中;
  - 第二衬套,其穿过所述第二磁轭嵌入到所述第二电磁制动器壳体中。

5. 如权利要求4所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,其特征在于,还包括:

多个摩擦衬片,其对称镶嵌在所述摩擦盘两侧。

6. 如权利要求2-5中任一项所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,其特征在于,所述轮毂电机壳体包括第一壳体和第二壳体;以及

还包括:

外转子,其固定安装在所述第一壳体和所述第二壳体端面之间;

永磁体,其固定在所述外转子上;

定子,其固定在安装在所述电机轴上;

绕组,其固定在所述定子上。

7. 如权利要求6所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,其特征在于,所述电机轴通过第一卡环对所述第一电磁制动壳体进行轴向限位;以及

所述太阳轮通过第二卡环在所述第二电磁制动器轴上轴向限位。

8. 如权利要求7所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,其特征在于,还包括:

转向节,其与所述电机轴固定连接,并且所述转向节通过悬架与车体固定连接。

9. 如权利要求8所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,其特征在于,所述行星轮两侧具有圆柱轴;

所述行星架与所述行星架盖具有径向外侧圆孔;

其中,所述圆柱轴和所述径向外侧圆孔匹配安装。

10. 一种电动汽车,其特征在于,使用如权利要求1-9所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统。

## 一种基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统及电动汽车

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及电动汽车领域,具体涉及一种基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统及电动汽车。

### 背景技术

[0002] 汽车工业的快速发展在很大程度上改变了人们的生活方式,提高了人们的生活质量。汽车在给人们带来诸多便利的同时,也带来了许多负面影响:大量消耗石油、天然气等不可再生能源,排放大量一氧化碳、氮氧化物等有毒有害气体以及二氧化碳等温室效应气体,产生大量噪声等,给人们的生活环境带来了不可估量的危害。如今,世界范围内的能源危机与环境问题日益严重,而且,当今世界汽车保有量在逐年上升,则所带来的上述问题将更加严峻。因此,当今汽车工业势必寻求低噪声、零排放、综合利用能源的发展方向,开发有别于传统汽车的新能源汽车已然成为了时代的必然选择。电动汽车是新能源汽车最主要的形式,其所消耗的电能为二次能源,可通过多种方式获得,避免了对一次能源的过度消耗。同时,电动汽车具有舒适干净、噪声低、不污染环境、操作简单可靠及使用费用低等优点,被称为绿色汽车,是一种真正意义上的零污染、零排放汽车。因此,电动汽车是经济可持续发展趋势下的必然产物,也是汽车发展的最终趋势。

[0003] 根据电动机驱动车轮方式的不同,电动汽车又可分为集中电机驱动形式和电动轮驱动形式;集中电机驱动形式的动力传递一般需经过变速器、差速器、万向传动装置等传递到驱动轮,驱动形式结构复杂,传动效率低,车轮不能独立控制,而电动轮驱动形式的汽车,则可将电机直接安装在驱动轮上或驱动轮附近,驱动系统简单,结构紧凑,占用空间少,传动效率高,而且可以对各电动轮进行独立的动力学控制;因此,电动轮汽车在追求节能环保的同时,也最大限度地提高了车辆的综合性能,满足了人们对驾驶乐趣的需求。因此,电动轮汽车是电动汽车的主流发展趋势之一;目前,电动轮驱动形式的电动汽车普遍没有变速器,一般是通过轮毂电机直接驱动车轮,或者在驱动电机与车轮之间设减速器,采用轮边驱动的形式减速增扭后驱动车轮,但减速器的速比是固定的。因此,无论是轮毂电机驱动,还是轮边驱动,电动轮系统只有一个固定的速比,而不能根据电动汽车的实际行驶工况合理切换速比,以满足电动轮驱动形式的电动汽车对动力性和经济性的要求。因此,为了兼顾电动汽车的动力性和经济性,为电动轮驱动电动汽车匹配变速器就显得十分必要。

### 实用新型内容

[0004] 本实用新型设计开发了一种基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,本实用新型目的是通过双电磁制动器进行换挡操作,满足驾驶员根据电动汽车的实际行驶工况,将变速器在不同挡位之间进行切换,同时其响应速度迅速,换挡过程瞬间完成,克服了现有电动轮驱动电动汽车两挡变速器换挡过程复杂、响应特性差的技术缺陷。

[0005] 本实用新型设计开发了一种电动汽车,其通过使用基于双电磁制动器的外转子轮

毂电机两挡变速系统满足电动汽车对动力性、经济型等多方面的需求,提高了电动汽车的综合性能,在实现换挡功能的同时,该外转子轮毂电机两挡变速系统还兼具驻车制动的功能。

[0006] 本实用新型提供的技术方案为:

[0007] 一种基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,包括:

[0008] 轮毂电机壳体;

[0009] 电机轴,其可旋转的穿过所述电机壳体两侧中心,并且在所述电机轴的穿出端具有中心孔;

[0010] 第一电磁制动器壳体,其与所述电机轴的穿出端固定连接,并且在所述第一电磁制动器周向设置第一环形凹槽,在所述第一环形凹槽的径向内侧沿周向均布第一盲孔;

[0011] 第一励磁线圈,其设置在所述第一环形凹槽内;

[0012] 第一磁轭,其与所述第一励磁线圈间隙设置;

[0013] 第一弹簧,其设置在所述第一盲孔,并且一端与所述第一盲孔的底部相抵触设置,另一端与所述第一磁轭固定连接;

[0014] 第二电磁制动器轴,其可旋转的支撑在所述中心孔内;

[0015] 第二电磁制动器壳体,其可旋转的支撑在所述第二电磁制动器轴上,并且在所述第二电磁制动器周向设置第二环形凹槽,在所述第二环形凹槽的径向内侧沿周向均布第二盲孔;

[0016] 第二励磁线圈,其设置在所述第二环形凹槽内;

[0017] 第二磁轭,其与所述第二励磁线圈间隙设置;

[0018] 第二弹簧,其设置在所述第二盲孔,并且一端与所述第二盲孔的底部相抵触设置,另一端与所述第二磁轭固定连接;

[0019] 摩擦盘,其间隙设置在所述第一磁轭和所述第二磁轭之间,并且所述摩擦盘与所述第二电磁制动器轴固定连接;

[0020] 其中,对所述第一励磁线圈和所述第二励磁线圈选择性的通电和断电,使所述摩擦盘选择性的与所述第一磁轭或者所述第二磁轭压紧。

[0021] 优选的是,还包括:

[0022] 变速器壳体,其与所述轮毂电机壳体和所述第二电磁制动器壳体固定连接;

[0023] 太阳轮,其与所述第二电磁制动器轴固定连接;

[0024] 多个行星轮,其与所述太阳轮啮合匹配;

[0025] 行星架盖,其可旋转的支撑在所述第二电磁制动器轴上;

[0026] 行星架,其可旋转的支撑在所述变速器壳体上;

[0027] 内齿圈,其与所述行星轮啮合匹配,并且所述内齿圈与所述变速器壳体固定连接。

[0028] 优选的是,还包括:

[0029] 轮毂,其与所述行星架固定连接;

[0030] 轮辋,其与所述轮毂固定连接;

[0031] 轮胎,其与所述轮辋固定连接。

[0032] 优选的是,还包括:

[0033] 第一衬套,其穿过所述第一磁轭嵌入到所述第一电磁制动器壳体中;

- [0034] 第二衬套,其穿过所述第二磁轭嵌入到所述第二电磁制动器壳体中。
- [0035] 优选的是,还包括:
- [0036] 多个摩擦衬片,其对称镶嵌在所述摩擦盘两侧。
- [0037] 优选的是,所述轮毂电机壳体包括第一壳体和第二壳体;以及
- [0038] 还包括:
- [0039] 外转子,其固定安装在所述第一壳体和所述第二壳体端面之间;
- [0040] 永磁体,其固定在所述外转子上;
- [0041] 定子,其固定在安装在所述电机轴上;
- [0042] 绕组,其固定在所述定子上。
- [0043] 优选的是,所述电机轴通过第一卡环对所述第一电磁制动壳体进行轴向限位;以及
- [0044] 所述太阳轮通过第二卡环在所述第二电磁制动器轴上轴向限位。
- [0045] 优选的是,还包括:
- [0046] 转向节,其与所述电机轴固定连接,并且所述转向节通过悬架与车体固定连接。
- [0047] 优选的是,所述行星轮两侧具有圆柱轴;
- [0048] 所述行星架与所述行星架盖具有径向外侧圆孔;
- [0049] 其中,所述圆柱轴和所述径向外侧圆孔匹配安装。
- [0050] 一种电动汽车,使用所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统。
- [0051] 本实用新型与现有技术相比较所具有的有益效果:
- [0052] 1、本实用新型提供的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,其轴向尺寸小,占用空间小,结构简单,布局紧凑合理,方便在车轮内部或车轮附近的布置;
- [0053] 2、本实用新型提供的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,两个电磁制动器共用一个摩擦盘,使零部件数目减少,具有集成化程度高的特点;
- [0054] 3、本实用新型提供的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,其换挡过程只需通过控制两个电磁制动器的通断即可自动完成,换挡过程只有几十毫秒,反应迅速,响应特性好;
- [0055] 4、本实用新型提供的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,不仅可以实现汽车的挡位切换,同时还具有驻车制动的功能,工作模式丰富,可满足汽车的多种需求。

#### 附图说明

- [0056] 图1为本实用新型所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统的机械结构示意图。
- [0057] 图2为本实用新型所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统的结构原理简图。
- [0058] 图3为本实用新型所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统处于前进一挡状态时的动力传递路线示意图。
- [0059] 图4为本实用新型所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统处于前进二挡状态时的动力传递路线示意图。

## 具体实施方式

[0060] 下面结合附图对本实用新型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。

[0061] 如图1所示,本实用新型提供了一种基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统,该外转子轮毂电机两挡变速系统搭配一个外转子轮毂电机作为动力源,通过两个电磁制动器进行换挡,使驾驶员可以根据电动汽车的实际行驶工况,将变速器在不同挡位之间进行切换,以适应电动汽车不同的行驶工况,同时其响应速度迅速,换挡过程瞬间完成,克服了现有电动轮驱动电动汽车两挡变速器换挡过程复杂、响应特性差的技术缺陷,满足了电动汽车对动力性、经济性等多方面的需求,提高了电动汽车的综合性能,在实现换挡功能的同时,该外转子轮毂电机两挡变速系统还兼具驻车制动的功能。

[0062] 本实用新型所提供的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统主要由外转子轮毂电机100、变速器壳体113、1号电磁制动器200、2号电磁制动器300、行星轮系400、轮胎501、轮辋502和轮毂505构成。

[0063] 外转子轮毂电机100包括电机左侧壳体101、外转子102、永磁体103、电机右侧壳体104、1号轴承105、2号轴承106、电机轴107、定子108和绕组109;

[0064] 其中,外转子102固定卡装在电机左侧壳体101与电机右侧壳体104之间的端面环槽内,三者固连为一体,永磁体103固定在外转子102上,螺钉114将变速器壳体113与外转子102和电机右侧壳体104固连为一体;电机左侧壳体101与电机右侧壳体104分别通过1号轴承105和2号轴承106支撑在电机轴107上,绕组109固定在定子108上,定子108与电机轴107之间通过花键连接固连;1号轴承105和定子108通过电机轴107的轴肩进行轴向限位,2号轴承通过定子108进行轴向限位;转向节111通过悬架与车体固定连接从而固定不动,转向节111通过平键110与电机轴107连接,从而使电机轴107周向固定,电机轴107左端与圆螺母112螺纹连接,且圆螺母112右侧端面与转向节111左侧端面接触,转向节111右侧端面与1号轴承105内圈左端面接触,从而对外转子轮毂电机100进行轴向固定。

[0065] 1号电磁制动器200位于外转子轮毂电机100右侧,包括1号励磁线圈201、摩擦衬片202、沿圆周方向均布的1号弹簧203、沿圆周方向均布的摩擦盘螺钉204、1号电磁制动器壳体205、第一卡环206、摩擦盘207、沿圆周方向均布的1号电磁制动器螺栓208、与1号电磁制动器螺栓208配套的1号衬套209和1号磁轭210;

[0066] 其中,1号电磁制动器壳体205与电机轴107之间通过花键连接固连,电机轴107通过花键轴肩和第一卡环206对1号电磁制动器壳体205进行轴向限位;1号电磁制动器壳体205的环形槽内绕有一组1号励磁线圈201,1号励磁线圈201与1号磁轭210之间留有气隙,环形槽的径向内侧开有沿圆周方向均布的盲孔,1号弹簧203布置在盲孔内,且1号弹簧203一端嵌入盲孔底部,另一端与1号磁轭210的端面粘接固定;1号电磁制动器壳体205的环形槽和盲孔的开口方向均向右侧;1号衬套209穿过1号磁轭210并嵌入到1号电磁制动器壳体205中,1号电磁制动器螺栓208穿过1号衬套209并旋入1号电磁制动器壳体205中,从而将1号电磁制动器壳体205和1号磁轭210固定连接,1号磁轭210可沿1号衬套209轴向窜动;1号衬套209可避免1号电磁制动器螺栓208在1号磁轭210轴向窜动的过程中产生磨损,同时也可保证1号励磁线圈201与1号磁轭210之间的最小气隙;

[0067] 2号电磁制动器300位于1号电磁制动器200右侧,包括沿圆周方向均布的2号衬套

301、与2号衬套301配套的2号电磁制动器螺栓302和螺母303、沿圆周方向均布的2号弹簧304、2号电磁制动器轴305、3号轴承306、2号电磁制动器壳体307、2号励磁线圈308、2号磁轭309、滚针轴承310和垫圈311；

[0068] 其中，摩擦盘207位于1号磁轭210与2号磁轭309之间，1号电磁制动器200与2号电磁制动器300共用摩擦盘207，并且摩擦盘207的左右两侧均镶嵌有摩擦衬片202，2号电磁制动器轴305左侧设有圆盘，摩擦盘螺钉204将摩擦盘207与2号电磁制动器轴305的左侧圆盘固定连接；电机轴107右端开有中心孔，2号电磁制动器轴305左端伸入中心孔，并在电机轴107与2号电磁制动器轴305之间布置滚针轴承310进行支撑，并在2号电磁制动器轴305上布置垫圈311对摩擦盘207进行轴向限位；2号电磁制动器壳体307与2号电磁制动器轴305之间布置有3号轴承306进行支撑，2号电磁制动器轴305的圆盘轴肩对3号轴承306进行轴向限位；2号电磁制动器壳体307的环形槽内绕有一组2号励磁线圈308，2号励磁线圈308与2号磁轭309之间留有气隙，环形槽的径向内侧开有沿圆周方向均布的盲孔，2号弹簧304布置在盲孔内，且2号弹簧304一端嵌入盲孔底部，另一端与2号磁轭309的端面粘接固定；2号电磁制动器壳体307的环形槽和盲孔的开口方向均向左侧，2号衬套301穿过2号磁轭309并嵌入到2号电磁制动器壳体307中，2号电磁制动器螺栓302穿过2号衬套301、2号电磁制动器壳体307和变速器壳体113，并通过螺母303将2号电磁制动器壳体307、2号磁轭309和变速器壳体113固定连接，2号磁轭309可沿2号衬套301轴向窜动；2号衬套301可避免2号电磁制动器螺栓302在2号磁轭309轴向窜动的过程中产生磨损，同时也可保证2号励磁线圈308与2号磁轭309之间的最小气隙。

[0069] 行星轮系400为单排单级行星轮系，其位于2号电磁制动器300右侧，主要包括行星轮401、太阳轮402、第二卡环403、4号轴承404、行星架盖405、行星架406、行星架紧固螺钉407、内齿圈408和5号轴承409；

[0070] 其中，太阳轮402与2号电磁制动器轴305通过花键固定连接，并通过第二卡环403对太阳轮402进行轴向限位，2号电磁制动器螺栓302和螺母303将内齿圈408与变速器壳体113固定连接，行星轮401向两侧伸出圆柱轴，并伸入行星架盖405和行星架406的径向外侧圆孔内且可自由转动，行星架盖405和行星架406之间通过行星架紧固螺钉407固定连接，行星架盖405与2号电磁制动器轴305之间布置有4号轴承404进行支撑，并通过4号轴承404左侧的轴肩对其进行轴向限位；

[0071] 行星架406向右侧延伸形成空心轴，且空心轴右端外径加工有花键，并与轮毂505内孔花键连接，行星架406的空心轴与变速器壳体113之间布置有5号轴承409进行支撑，并通过行星架406的空心轴的轴肩对5号轴承409进行轴向限位；轮毂505的空心轴伸入轮辋502中心孔内，轮辋螺栓503和轮辋螺母504将轮毂505与轮辋502固连，轮辋502又与轮胎501固连；行星架406的空心轴右端加工有内螺纹，轴端螺栓506旋入行星架406的空心轴，且轴端螺栓506的左端面与轮毂505的右端面接触，从而对轮毂505进行轴向固定；

[0072] 在本实施例中，作为一种优选，行星轮系400的行星排特征参数大于1，行星排特征参数为机械领域通常定义，指的是行星轮系中内齿圈与太阳轮的齿数之比。

[0073] 本实用新型在装配过程中，将外转子轮毂电机100、变速器壳体113、螺钉114、1号电磁制动器200、2号电磁制动器300与行星轮系400作为一个动力总成，通过左端伸出的电机轴107与转向节111固定连接，通过右端伸出的行星架406的空心轴与轮辋502和轮毂505

固定连接。

[0074] 如图2所示,表示所述的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统的主要连接关系;本实用新型提供的基于双电磁制动器的外转子轮毂电机两挡变速系统共有四种工作模式:前进一挡状态;前进二挡状态;倒挡状态;驻车制动状态;

[0075] 下面分别对四种模式的工作原理进行说明:转速关系方面,设定电动汽车前进时车轮的旋转方向为正方向,倒退时车轮旋转方向为负方向;

[0076] 1、前进一挡状态:当电动汽车处于前进一挡状态时,1号励磁线圈201断电,2号励磁线圈308通电;此时,2号励磁线圈308吸引2号磁轭309沿着2号衬套301进行轴向窜动,消除了2号磁轭309与摩擦盘207之间的压紧力;1号磁轭210在1号弹簧203的作用下压向摩擦盘207,使1号磁轭210与摩擦盘207接合;摩擦盘207固定不动,则太阳轮402固定不动,外转子轮毂电机100输出正向转矩,外转子102和变速器壳体113同步正转,且设此时外转子102和变速器壳体113的转速为 $n$ ,则内齿圈408的转速为 $n$ ,因为太阳轮402固定不动,故其转速为0,则根据单排单级行星轮系转速公式,可得行星架406的转速为 $\frac{k}{k+1}n$  ( $k$ 为行星轮系400

的行星排特征参数,且 $k > 1$ ),则轮毂505、轮辋502和轮胎501的转速均为 $\frac{k}{k+1}n$ ;

[0077] 因此,如图3所示,当电动汽车处于前进一挡状态时,动力依次经外转子102、变速器壳体113、内齿圈408、行星轮401、行星架406、轮毂505、轮辋螺栓503、轮辋502传递给轮胎501,从而驱动电动汽车向前行驶;此时,外转子轮毂电机两挡变速系统的一挡传动比为 $\frac{k+1}{k}$ 。

[0078] 2、前进二挡状态:当电动汽车由前进一挡状态切换为前进二挡状态时,1号励磁线圈201通电,2号励磁线圈308断电;此时,1号励磁线圈201吸引1号磁轭210沿着1号衬套209进行轴向窜动,消除了1号磁轭210与摩擦盘207之间的压紧力;2号磁轭309在2号弹簧304的作用下压向摩擦盘207,使2号磁轭309与摩擦盘207接合;摩擦盘207与变速器壳体113固连,则太阳轮402与变速器壳体113固连;外转子轮毂电机100输出正向转矩,外转子102和变速器壳体113正转,且设此时外转子102和变速器壳体113的转速为 $n$ ,则太阳轮402与内齿圈408的转速均为 $n$ ,根据单排单级行星轮系转速公式,可得行星架406的转速为 $n$ ,则轮毂505、轮辋502和轮胎501的转速均为 $n$ ;

[0079] 因此,如图4所示,当电动汽车处于前进二挡状态时,动力依次经外转子102、变速器壳体113、内齿圈408与太阳轮402、行星轮401、行星架406、轮毂505、轮辋螺栓503、轮辋502传递给轮胎501,从而驱动电动汽车向前行驶;此时,外转子轮毂电机两挡变速系统的二挡传动比为1,即二挡为直接挡。

[0080] 3、倒挡状态:当电动汽车处于倒挡状态时,只需使外转子轮毂电机100输出负向转矩、外转子102反转即可,其余工作原理与前进一挡状态和前进二挡状态完全相同,在此不再复述。

[0081] 4、驻车制动状态:当电动汽车停止行驶进行驻车制动时,1号励磁线圈201与2号励磁线圈308均断电;此时,1号磁轭210在1号弹簧203的作用下压向摩擦盘207,使1号磁轭210与摩擦盘207接合;摩擦盘207固定不动,太阳轮402固定不动;2号磁轭309在2号弹簧304的

作用下也压向摩擦盘207,使2号磁轭309与摩擦盘207接合,因此2号磁轭309也固定不动,进而阻止变速器壳体113和内齿圈408转动,进一步阻止行星架406转动,从而阻止轮辋502和轮胎501转动。

[0082] 尽管本实用新型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实用新型的领域,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,本实用新型并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

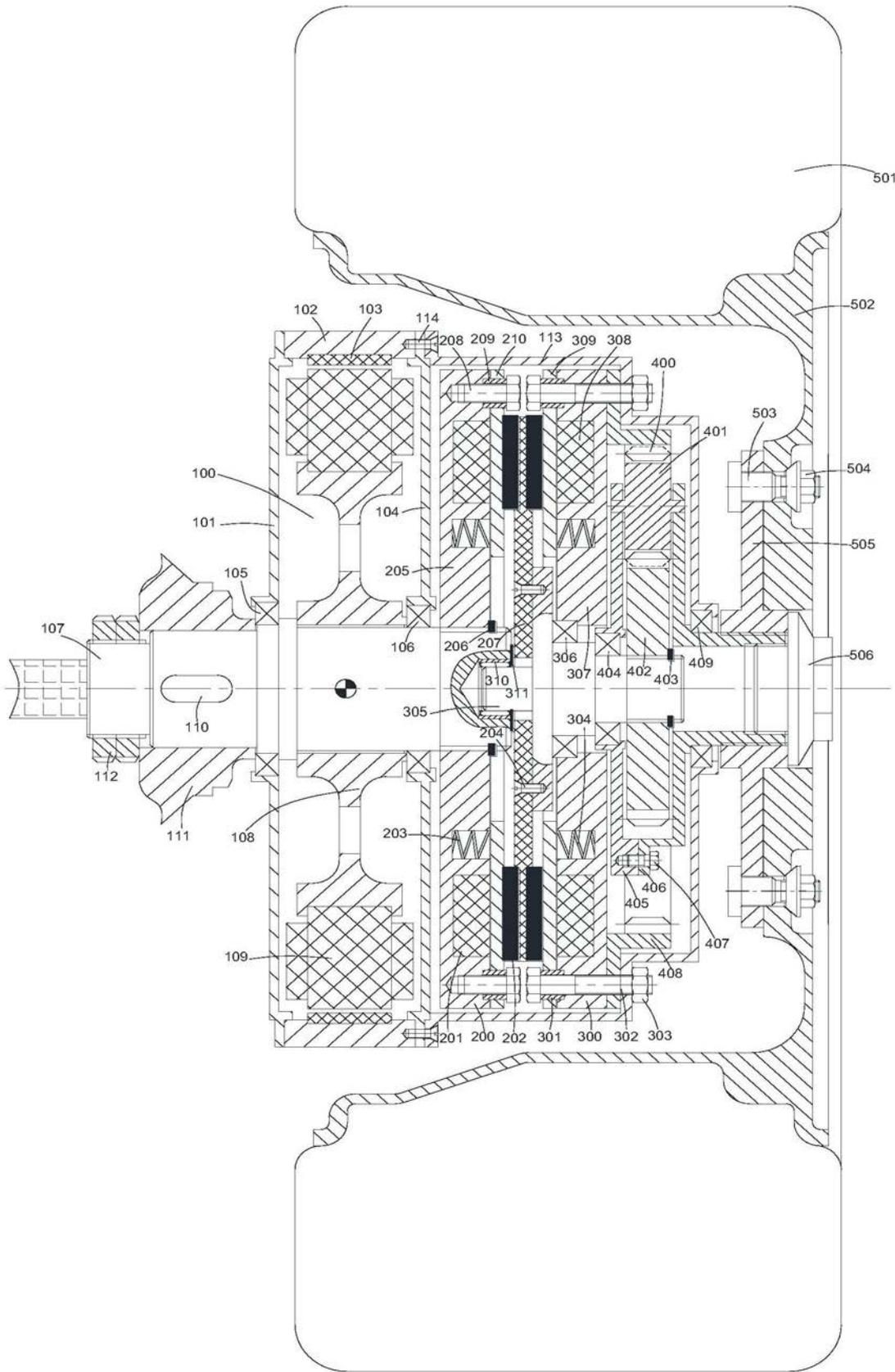


图1

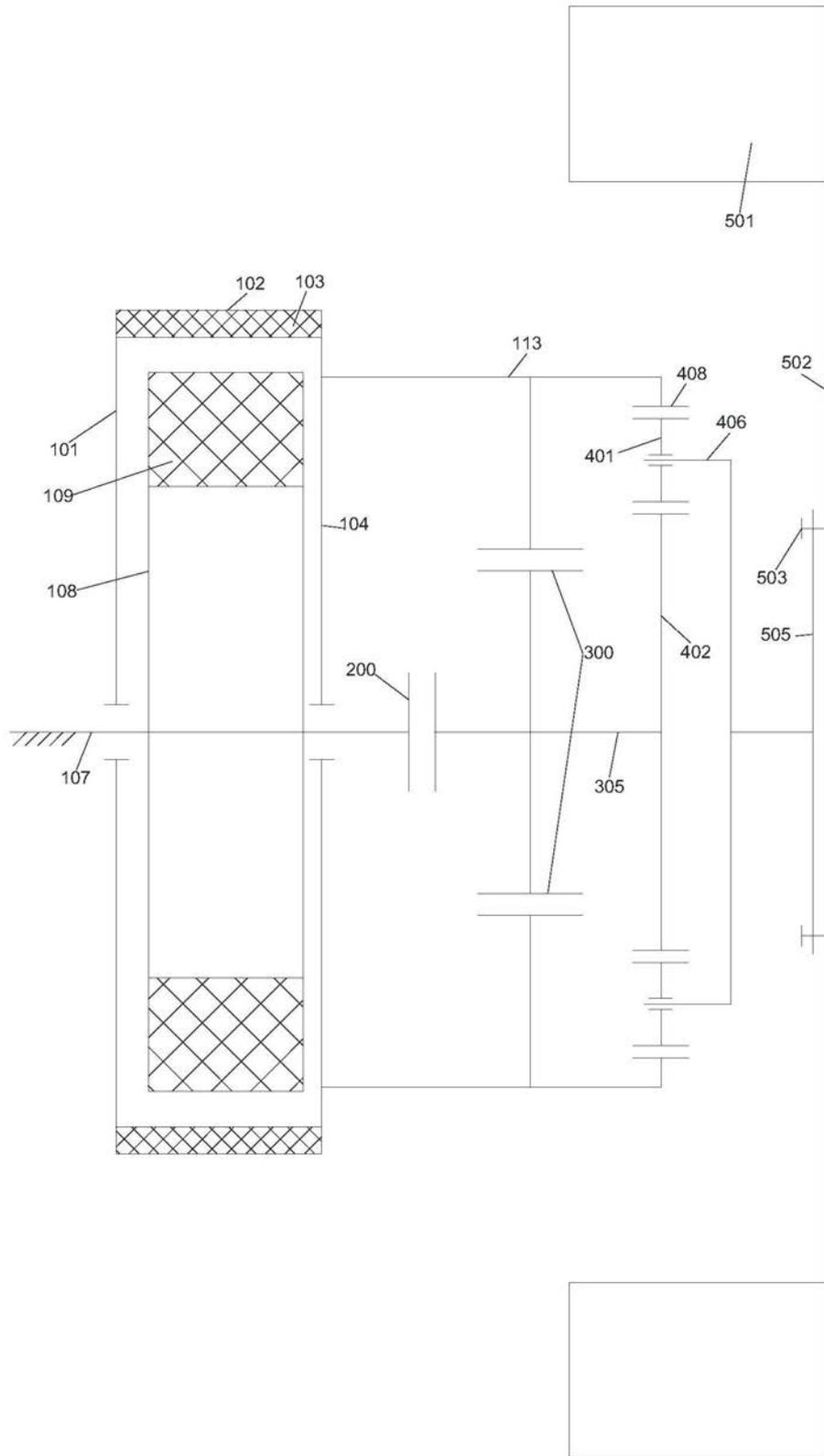


图2

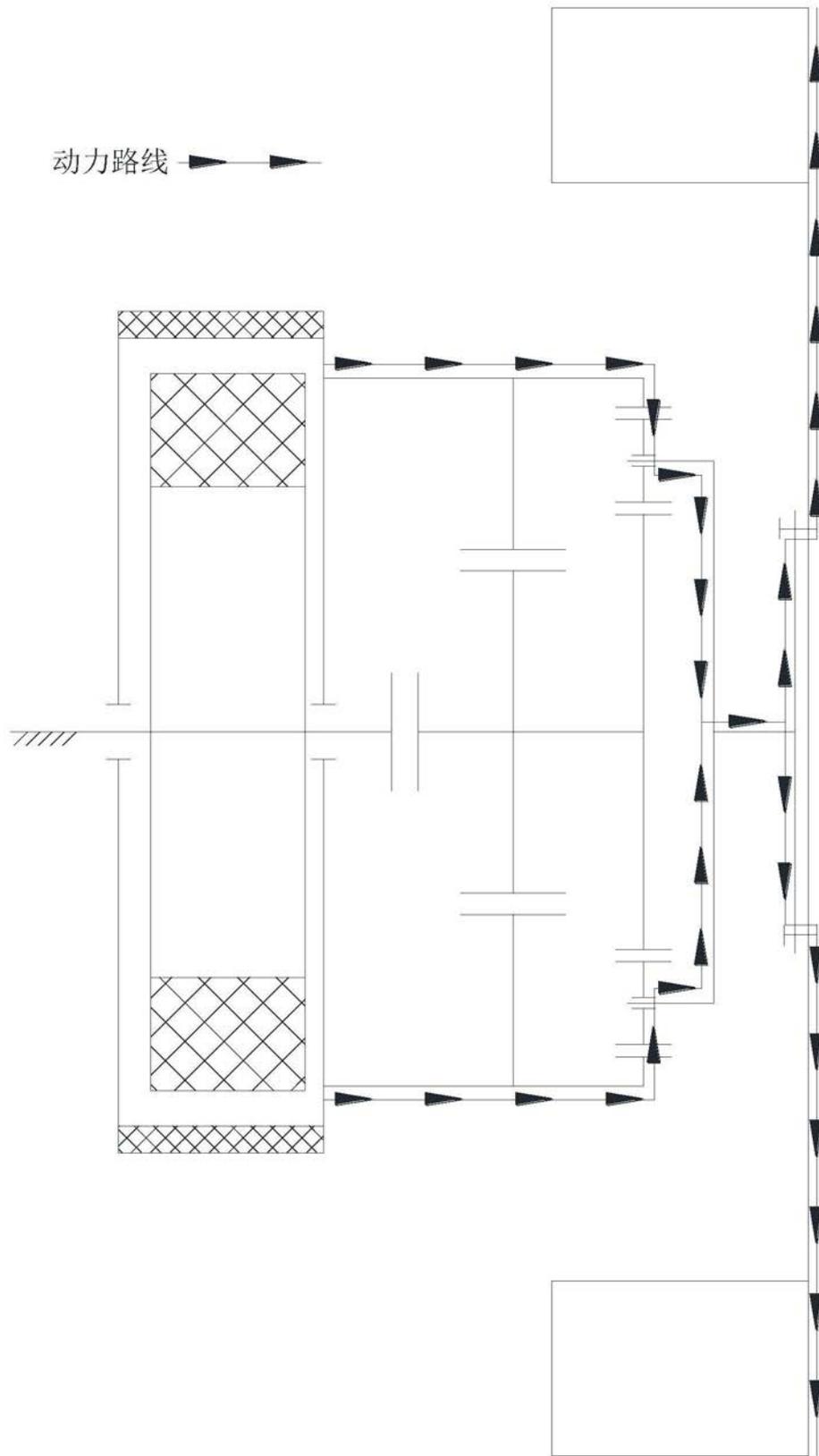


图3

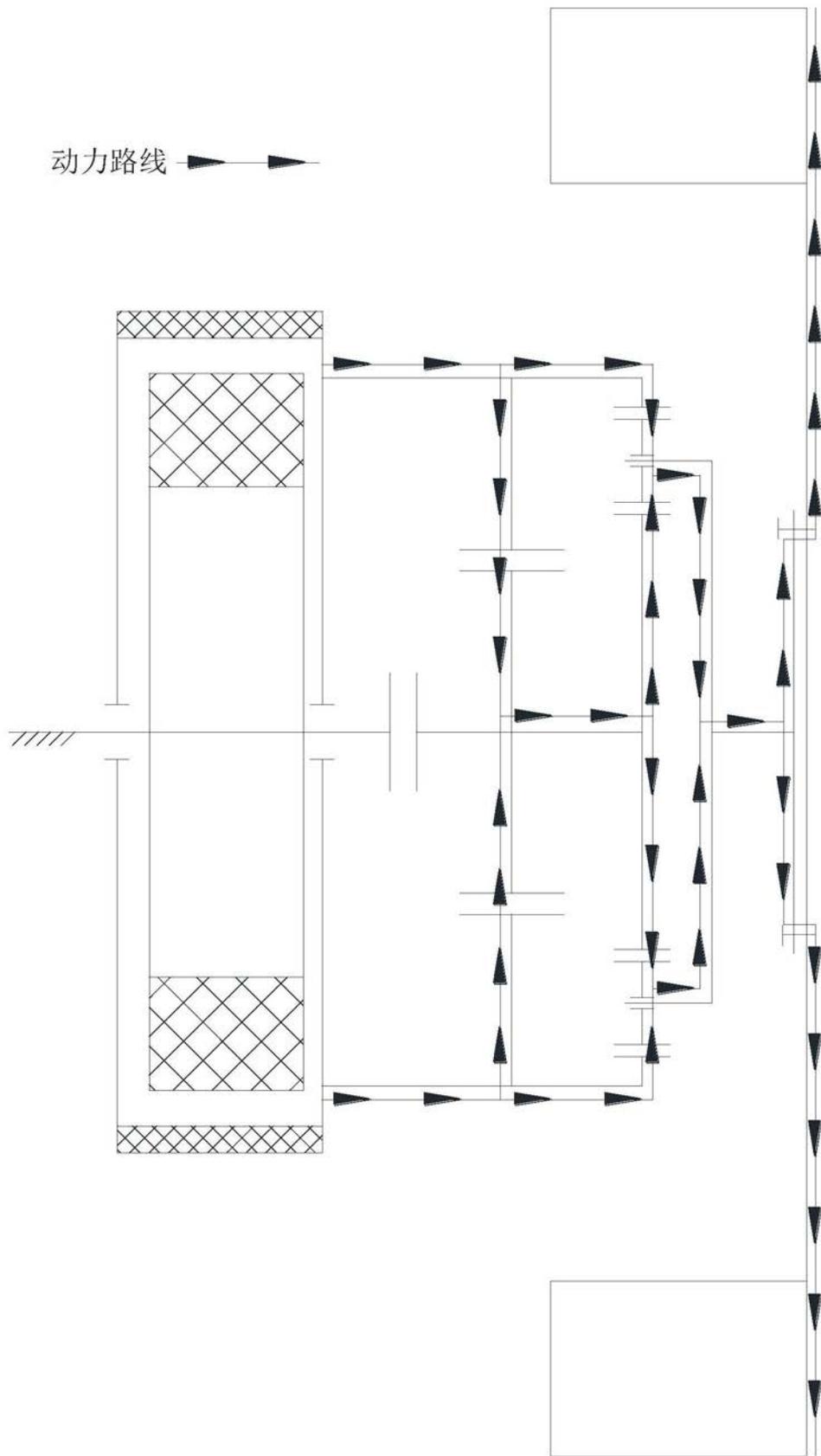


图4