



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112311112 A

(43) 申请公布日 2021.02.02

(21) 申请号 202010960476.5

(22) 申请日 2020.09.14

(71) 申请人 珠海格力电器股份有限公司
地址 519070 广东省珠海市前山金鸡西路

(72) 发明人 陈彬 沈静文 张健 卢素华
韩允梅

(74) 专利代理机构 北京煦润律师事务所 11522
代理人 刘子辉 梁永芳

(51) Int. Cl.

H02K 1/16 (2006.01)

H02K 17/18 (2006.01)

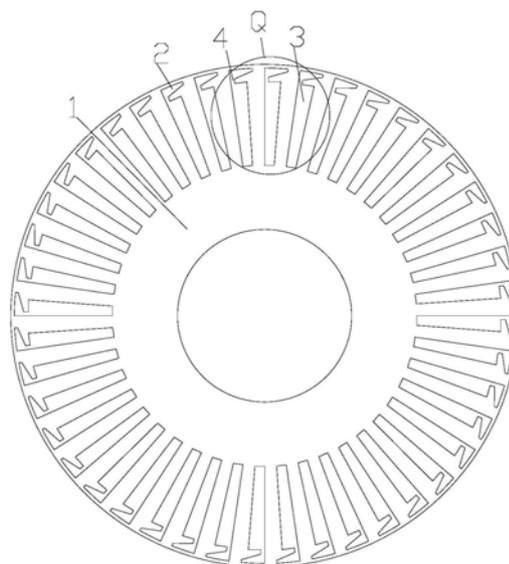
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

转子冲片、转子铁芯、电机转子、电机和压缩机

(57) 摘要

本申请提供一种转子冲片、转子铁芯、电机转子、电机和压缩机。该转子冲片包括冲片本体(1),冲片本体(1)上设置有转子槽,转子槽包括上笼(2)、下笼(3)以及中间部(4),下笼(3)、中间部(4)和上笼(2)沿着冲片本体(1)的径向依次向外设置,上笼(2)沿着远离中间部(4)的方向周向宽度递增。根据本申请的转子冲片,能够降低电机的启动电流,提高电机的启动能力,提高电机的运行效率和功率因数。



1. 一种转子冲片,其特征在于,包括冲片本体(1),所述冲片本体(1)上设置有转子槽,所述转子槽包括上笼(2)、下笼(3)以及中间部(4),所述下笼(3)、所述中间部(4)和所述上笼(2)沿着所述冲片本体(1)的径向依次向外设置,所述上笼(2)沿着远离所述中间部(4)的方向周向宽度递增。

2. 根据权利要求1所述的转子冲片,其特征在于,沿着径向向外的方向,所述下笼(3)的宽度递增。

3. 根据权利要求1所述的转子冲片,其特征在于,所述中间部(4)的宽度小于所述下笼(3)的径向外侧边的宽度。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的转子冲片,其特征在于,所述转子槽为非对称结构,所述转子槽包括沿径向方向延伸的公共边(5),所述下笼(3)、所述中间部(4)和所述上笼(2)的第一侧共用该公共边(5),所述下笼(3)、所述中间部(4)和所述上笼(2)位于所述公共边(5)的同一侧。

5. 根据权利要求4所述的转子冲片,其特征在于,所述上笼(2)的径向外侧边的圆心角为 α , $0.7*(360^\circ/n) \leq \alpha \leq 0.8*(360^\circ/n)$,其中n为转子槽数量。

6. 根据权利要求4所述的转子冲片,其特征在于,所述公共边(5)的总长度为H,所述上笼(2)的公共边(5)长度为H1,其中 $0.05 \leq H1/H \leq 0.2$ 。

7. 根据权利要求6所述的转子冲片,其特征在于, $0.1 \leq H1/H \leq 0.15$ 。

8. 根据权利要求4所述的转子冲片,其特征在于,所述中间部(4)的公共边(5)长度为H2,所述中间部(4)的周向宽度为B2,其中 $H2/B2 \geq 1$ 。

9. 根据权利要求8所述的转子冲片,其特征在于, $2.15 \leq H2/B2 \leq 2.67$ 。

10. 根据权利要求4所述的转子冲片,其特征在于,所述中间部(4)的周向宽度为B2,所述下笼(3)的径向外侧边宽度为B3, $B2 \leq B3$ 。

11. 根据权利要求10所述的转子冲片,其特征在于, $B2 \leq 0.85B3$ 。

12. 根据权利要求2所述的转子冲片,其特征在于,所述下笼(3)的径向内侧边宽度为B4,所述下笼(3)的径向外侧边宽度为B3,其中 $B4 < B3$ 。

13. 根据权利要求12所述的转子冲片,其特征在于, $0.5B3 \leq B4 \leq 0.85B3$ 。

14. 根据权利要求4所述的转子冲片,其特征在于,所述上笼(2)的公共边(5)长度为H1,所述上笼(2)远离所述公共边(5)的一侧的边长为H3,其中 $0 \leq H3 \leq 0.5H1$ 。

15. 根据权利要求1至3、5至14中任一项所述的转子冲片,其特征在于,所述上笼(2)的径向外侧还设置有隔磁槽(6),所述隔磁槽(6)的周向宽度为B0,所述中间部(4)的周向宽度为B2,其中 $B2 \leq B0 < 2B2$ 。

16. 根据权利要求15所述的转子冲片,其特征在于,所述隔磁槽(6)与所述转子冲片的外周缘之间形成有隔磁桥;或,所述隔磁槽(6)沿径向贯穿所述转子冲片的外周缘。

17. 一种转子铁芯,包括转子冲片,其特征在于,所述转子冲片为权利要求1至16中任一项所述的转子冲片。

18. 一种电机转子,包括转子铁芯,其特征在于,所述转子铁芯为权利要求17所述的转子铁芯。

19. 一种电机,包括转子铁芯,其特征在于,所述转子铁芯为权利要求17所述的转子铁芯。

20. 一种压缩机,其特征在于,包括权利要求17所述的转子铁芯或权利要求18所述的电机转子。

转子冲片、转子铁芯、电机转子、电机和压缩机

技术领域

[0001] 本申请涉及电机技术领域,具体涉及一种转子冲片、转子铁芯、电机转子、电机和压缩机。

背景技术

[0002] 三相异步电机是目前工业领域应用最广泛的电机之一,其起动方式有很多种,其中全电压起动是最简单的,并且最常用的一种起动方式。它是将电动机的定子绕组直接接入额定电压起动,因此也称为直接起动。全压起动具有起动转矩大、起动时间短、起动设备简单、操作方便、易于维护、投资省、设备故障率低等优点,因此采用比较广泛。但全压起动时,起动电流比较大,笼型电动机的起动电流一般为额定电流的6~8倍,甚至更高,将在线路和母线上产生较大的电压降,尤其是大容量电动机启动时造成电压的大幅跌落,影响平台设备的正常运行。

发明内容

[0003] 因此,本申请要解决的技术问题在于提供一种转子冲片、转子铁芯、电机转子、电机和压缩机,能够降低电机的启动电流,提高电机的启动能力,提高电机的运行效率和功率因数。

[0004] 为了解决上述问题,本申请提供一种转子冲片,包括冲片本体,冲片本体上设置有转子槽,转子槽包括上笼、下笼以及中间部,下笼、中间部和上笼沿着冲片本体的径向依次向外设置,上笼沿着远离中间部的方向周向宽度递增。

[0005] 优选地,沿着径向向外的方向,下笼的宽度递增。

[0006] 优选地,中间部的宽度小于下笼的径向外侧边的宽度。

[0007] 优选地,转子槽为非对称结构,转子槽包括沿径向方向延伸的公共边,下笼、中间部和上笼的第一侧共用该公共边,下笼、中间部和上笼位于公共边的同一侧。

[0008] 优选地,上笼的径向外侧边的圆心角为 α , $0.7*(360^\circ/n) \leq \alpha \leq 0.8*(360^\circ/n)$,其中 n 为转子槽数量。

[0009] 优选地,公共边的总长度为 H ,上笼的公共边长度为 H_1 ,其中 $0.05 \leq H_1/H \leq 0.2$ 。

[0010] 优选地, $0.1 \leq H_1/H \leq 0.15$ 。

[0011] 优选地,中间部的公共边长度为 H_2 ,中间部的周向宽度为 B_2 ,其中 $H_2/B_2 \geq 1$ 。

[0012] 优选地, $2.15 \leq H_2/B_2 \leq 2.67$ 。

[0013] 优选地,中间部的周向宽度为 B_2 ,下笼的径向外侧边宽度为 B_3 , $B_2 \leq B_3$ 。

[0014] 优选地, $B_2 \leq 0.85B_3$ 。

[0015] 优选地,下笼的径向内侧边宽度为 B_4 ,下笼的径向外侧边宽度为 B_3 ,其中 $B_4 < B_3$ 。

[0016] 优选地, $0.5B_3 \leq B_4 \leq 0.85B_3$ 。

[0017] 优选地,上笼的公共边长度为 H_1 ,上笼远离公共边一侧的边长为 H_3 ,其中 $0 \leq H_3 \leq 0.5H_1$ 。

[0018] 优选地,上笼的径向外侧还设置有隔磁槽,隔磁槽的周向宽度为 B_0 ,中间部的周向宽度为 B_2 ,其中 $B_2 \leq B_0 < 2B_2$ 。

[0019] 优选地,隔磁槽与转子冲片的外周缘之间形成有隔磁桥;或,隔磁槽沿径向贯穿转子冲片的外周缘。

[0020] 根据本申请的另一方面,提供了一种转子铁芯,包括转子冲片,该转子冲片为上述的转子冲片。

[0021] 根据本申请的另一方面,提供了一种电机转子,包括转子铁芯,该转子铁芯为上述的转子铁芯。

[0022] 根据本申请的另一方面,提供了一种电机,包括转子铁芯,该转子铁芯为上述的转子铁芯。

[0023] 根据本申请的另一方面,提供了一种压缩机,包括上述的转子铁芯或上述的电机转子。

[0024] 本申请提供的转子冲片,包括冲片本体,冲片本体上设置有转子槽,转子槽包括上笼、下笼以及中间部,下笼、中间部和上笼沿着冲片本体的径向依次向外设置,上笼沿着远离中间部的方向周向宽度递增。采用本申请的转子冲片制成的电机转子,采用双鼠笼转子槽型,启动过程中由于集肤效应,使电流多被挤到转子槽上笼,上笼电阻大,可以减小启动电流而增大启动转矩;但在启动结束后,转子电流频率很低,下笼漏电抗减小,其本身电阻又小,转子电流主要从下笼导条中通过,下笼在正常运行时起主要作用,双笼型异步电动机的机械特性是上下笼机械特性的合成,通过上下笼结构及配比,得到较好的启动和运行特性,由于本申请中的上笼沿着远离中间部的方向周向宽度递增,使得上笼径向外侧的宽度较宽,径向内侧的宽度较窄,因此能够加大上笼径向外侧与径向内侧的磁链差,使得启动过程中的集肤效应得到更加有效的利用,电流被更多地挤到上笼处,增大上笼的有效利用面积,增大上笼处的阻抗,从而更加有效地降低电机的启动电流,提高电机的启动转矩,提高电机的运行效率和功率因数。

附图说明

[0025] 图1为本申请一个实施例的转子冲片的结构图;

[0026] 图2为图1的Q处的转子槽的放大结构图;

[0027] 图3为本申请的转子冲片形成的转子铁芯的槽漏磁与传统双鼠笼电机的槽漏磁的比较图;

[0028] 图4为本申请的转子冲片形成的转子铁芯在电机启动时的有效槽面积与传统双鼠笼电机的有效槽面积的比较图;

[0029] 图5为本申请的转子冲片所形成的转子铁芯的机械特性图;

[0030] 图6为本申请另一个实施例的转子冲片的转子槽结构图;

[0031] 图7为本申请另一个实施例的转子冲片的转子槽结构图;

[0032] 图8为本申请实施例的电机转子的剖视结构图;

[0033] 图9为本申请实施例的电机与传统双鼠笼电机的启动电流比较图;

[0034] 图10为本申请实施例的电机与传统双鼠笼电机的运行转矩比较图。

[0035] 附图标记表示为:

[0036] 1、冲片本体；2、上笼；3、下笼；4、中间部；5、公共边；6、隔磁槽；7、转子铁芯；8、端环。

具体实施方式

[0037] 结合参见图1至图10所示,根据本申请的实施例,转子冲片包括冲片本体1,冲片本体1上设置有转子槽,转子槽包括上笼2、下笼3以及中间部4,下笼3、中间部4和上笼2沿着冲片本体1的径向依次向外设置,上笼2沿着远离中间部4的方向周向宽度递增。

[0038] 本申请的转子冲片制成的电机转子,采用双鼠笼转子槽型,启动过程中由于集肤效应,使电流多被挤到转子槽上笼2,上笼2电阻大,可以减小启动电流而增大启动转矩;但在启动结束后,转子电流频率很低,下笼3的漏电抗减小,其本身电阻又小,转子电流主要从下笼3的导条中通过,下笼3在正常运行时起主要作用,双笼型异步电动机的机械特性是上下笼3机械特性的合成,通过上下笼3结构及配比,得到较好的启动和运行特性,由于本申请中的上笼2沿着远离中间部的方向周向宽度递增,使得上笼2径向外侧的宽度较宽,径向内侧的宽度较窄,因此能够加大上笼2径向外侧与径向内侧的磁链差,使得启动过程中的集肤效应得到更加有效的利用,电流被更多地挤到上笼2处,增大上笼2的有效利用面积,增大上笼2处的阻抗和启动转矩,从而更加有效地降低电机的启动电流,提高电机的启动转矩,提高电机的运行效率和功率因数。

[0039] 沿着径向向外的方向,下笼3的宽度递增。

[0040] 中间部4的宽度小于下笼3的径向外侧边的宽度。由于下笼3与中间部4连接,因此下笼3的径向外侧与中间部4的径向内侧相连,由于中间部4的宽度小于下笼3的径向外侧边的宽度,而磁通总是以磁阻小的路径闭合,因此可以利用中间部4迫使上笼漏磁通路径也交链于下笼,这样交链于下笼3的漏磁通比上笼多,下笼悠久较大的漏抗,使得趋表效应更为明显。

[0041] 沿着转子冲片的径向方向,本申请中的上笼2小而宽,下笼3长且窄,能够改变转子的漏磁通分布,从而改变其参数,使得交链槽底部的漏磁通越多,这些漏磁通所经过的截面积就越大,磁阻越小,漏抗就越大,另外,下笼3槽窄,漏磁通经过槽内部分的长度越短,磁阻越小,故漏抗也越大,将上笼2设置为沿着远离中间部4的方向周向宽度递增,也即使得上笼2沿着径向向外的方向宽度递增,能够进一步加大上笼2的磁阻,减小下笼3的磁阻,从而进一步加大上笼2与下笼3之间的磁链差,使得趋表效应更加明显,可以获得更佳的启动能力,更高的运行效率及功率因数。

[0042] 转子槽为非对称结构,转子槽包括沿径向方向延伸的公共边5,下笼3、中间部4和上笼2的第一侧共用该公共边5,下笼3、中间部4和上笼2位于公共边5的同一侧。本实施例中的转子槽采用非对称结构,且使用单侧共边的半刀型结构,能够使得公共边5成为一条线的规则结构,而非是不规则结构,因此能够简化公共边5所在侧的结构,降低转子槽的加工难度,提高转子槽的加工工艺性。相对于传统的双鼠笼槽,采用本申请的上述非对称结构形成的转子槽型为半槽结构,在保证双鼠笼工作性能的情况下,能够进一步简化槽形结构,改善双鼠笼槽的加工性能。公共边5优选地为单一线型,例如为直线段或者弧形段,也可以为单一线型的组合,例如沿径向延伸的直线段和弧线段的组合,只要能够形成结构简单的单边结构,降低公共边5的加工难度即可。

[0043] 结合参见图3所示,对于双鼠笼电机而言,电机启动过程中,由于槽口与槽底磁链相差较大, $\psi_1 \gg \psi_2$,其中 ψ_1 为槽口磁链, ψ_2 为槽底磁链,致使电感 $L_1 \gg L_2$,其中 L_1 为上笼电感, L_2 为下笼电感,同时由于启动时转差率 $s=0$ 以及集肤效应,使槽上的电抗分布也不均匀,电流密度从槽口到槽底逐渐变小,即电流更多地被挤到转子槽上笼2,从而使导条的有效面积降低。

[0044] 结合参见图4所示,相比传统双鼠笼结构,本申请中上笼2采用三角型或者梯形结构,靠近转子槽口的部分较宽,靠近槽底的部分较窄,使得相比传统双鼠笼槽型的上笼而言,本申请的上笼2有效利用面积增大,阻抗变大,从而减小电机启动电流,同时提高启动转矩。

[0045] 图9为使用本申请槽型与传统双鼠笼槽型仿真的启动转矩情况,可以看出,本申请槽型的电机在启动时有效减小了电机启动电流,相比传统双鼠笼电机,启动电流倍数下降1左右,由于大电机电流较大,轻微的倍数减小对电网的冲击改善,能有效增加电机及前端设备寿命。

[0046] 上笼2的径向外侧边的圆心角为 α , $0.7 * (360^\circ / n) \leq \alpha \leq 0.8 * (360^\circ / n)$,其中 n 为转子槽数量。

[0047] 本申请主要通过上笼形状限定,使得启动过程中集肤效应得到有效利用,变相减小电机启动时的有效面积。对于本申请而言,通过仿真及实际试验,确定径向外侧边的圆心角范围在 $0.7 * (360^\circ / n) \leq \alpha \leq 0.8 * (360^\circ / n)$ 时,可以使得上笼得到较佳的结构性能。

[0048] 上笼2的公共边5长度为 H_1 ,上笼2远离公共边5的一侧的边长为 H_3 ,其中 $0 \leq H_3 \leq 0.5H_1$ 。

[0049] 考虑转子槽内金属铸造或插接工艺,上笼槽口一侧设置 H_3 , H_3 范围推荐 $0 \leq H_3 \leq 0.5H_1$ 。为保证铸铝工艺,采用圆弧作为上笼槽口曲线。

[0050] H_3 的值一般大于0,这是由于当 $H_3=0$ 时,上笼2远离公共边5的一侧表现为尖角,不利于上笼2的加工成型,因此需要对尖角位置进行处理,使其表现为弧形或者直倒角形的退刀结构,从而便于进行上笼2的加工。

[0051] 公共边5的总长度为 H ,上笼2的公共边5长度为 H_1 ,其中 $0.05 \leq H_1/H \leq 0.2$ 。

[0052] 优选地, $0.1 \leq H_1/H \leq 0.15$ 。

[0053] 启动结束后,转子电流频率很低,下笼3漏电抗减小,其本身电阻又小,转子电流主要从下笼3的导条中通过,下笼3在正常运行时起主要作用,双笼型异步电动机的机械特性是上下笼机械特性的合成,通过上下笼结构及配比,得到较好的启动和运行特性。对于本申请的双鼠笼结构而言,上笼沿径向方向的高度与鼠笼总高比值满足 $0.05 \leq H_1/H \leq 0.2$,优选地,为 $0.1 \leq H_1/H \leq 0.15$ 时,其运行时的效率及功率因数均能保持较高水平,且其启动特性也较好,如图5所示。

[0054] 通过本申请限定的上笼2及下笼3的高度比值及上笼结构,使得启动过程中上笼所提供的启动转矩增大,由 T_1 增大为 T_2 ,整体合成转矩也有所增加,电机出力更大性能更优。图10为本专利与传统双鼠笼的出力对比,在同等功率、同等电机叠高及材料用量一致的情况,本专利提出的槽型电机在电机运行过程中提升转矩至1.05倍。

[0055] 中间部4的公共边5长度为 H_2 ,中间部4的周向宽度为 B_2 ,其中 $H_2/B_2 \geq 1$ 。

[0056] 优选地, $2.15 \leq H_2/B_2 \leq 2.67$ 。

[0057] 中间部4的长宽比对电机启动电流也有较大影响,细长的颈部连接有利于提升电机启动性能,但由于目前的工艺可实施性,其连接部分不能过窄,通常 B_2 需大于1mm,公共边5长度 H_2 按照 $1 \leq H_2/B_2$ 进行设计,更优地, $2.15 \leq H_2/B_2 \leq 2.67$,能够使得电机启动电流更低,同时提升启动转矩。

[0058] 中间部4的周向宽度为 B_2 ,下笼3的径向外侧边宽度为 B_3 , $B_2 \leq B_3$ 。

[0059] 优选地, $B_2 \leq 0.85B_3$ 。

[0060] 通过限定上述的中间部4与下笼3在连接位置处的周向宽度的关系,能够使上笼2更加充分地发挥作用,进一步降低启动电流。上笼2与下笼3本身为同一个槽,通过设置中间部4能够让鼠笼槽人为的分为两槽,这样启动时由于中间槽口位置较小,更多的电流被计入到上槽中,能够实现集肤效应最大化。

[0061] 本实施例中,下笼3形状为梯形,位于径向内侧的槽底为径向内侧边,位于径向外侧的槽口为径向外侧边,下笼3的径向内侧边宽度为 B_4 ,下笼3的径向外侧边宽度为 B_3 ,其中 $B_4 < B_3$ 。

[0062] 优选地, $0.5B_3 \leq B_4 \leq 0.85B_3$,能够使转子齿部磁密更加均匀化,从而使得电机运行更加平稳。

[0063] 上笼2的径向外侧还设置有隔磁槽6,隔磁槽6的周向宽度为 B_0 ,中间部4的周向宽度为 B_2 ,其中 $B_2 \leq B_0 < 2B_2$ 。

[0064] 在其中一个实施例中,隔磁槽6与转子冲片的外周缘之间形成有隔磁桥,也即隔磁槽6为闭口槽。

[0065] 在另外一个实施例中,隔磁槽6沿径向贯穿转子冲片的外周缘,也即隔磁槽6为开口槽。当隔磁槽6为开口槽时,能够有效减少漏磁,提升电机运行特性。

[0066] 通过增加隔磁槽6,并限定隔磁槽6与中间部4周向宽度之间的关系,能够对电机运行过程中的漏磁进行调节,从而使得电机运行转矩更大,且运行更加平稳。

[0067] 根据本申请的实施例,转子铁芯包括转子冲片,该转子冲片为上述的转子冲片,转子铁芯由上述的转子冲片叠压而成。

[0068] 根据本申请的实施例,电机转子包括转子铁芯7,转子铁芯7为上述的转子铁芯。转子铁芯7的鼠笼槽内铸有铝液或其他金属材料。优选地,上笼2内的金属材料使用电阻率较大的黄铜或铝青铜等制成,下笼3内的金属材料采用电阻率较小的紫铜制成。在转子铁芯7的两端设置有端环8。

[0069] 根据本申请的另一方面,提供了一种电机,包括转子铁芯,该转子铁芯为上述的转子铁芯。

[0070] 根据本申请的实施例,压缩机包括上述的转子铁芯或上述的电机转子。

[0071] 本领域的技术人员容易理解的是,在不冲突的前提下,上述各有利方式可以自由地组合、叠加。

[0072] 以上仅为本申请的较佳实施例而已,并不用以限制本申请,凡在本申请的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。以上仅是本申请的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变型,这些改进和变型也应视为本申请的保护范围。

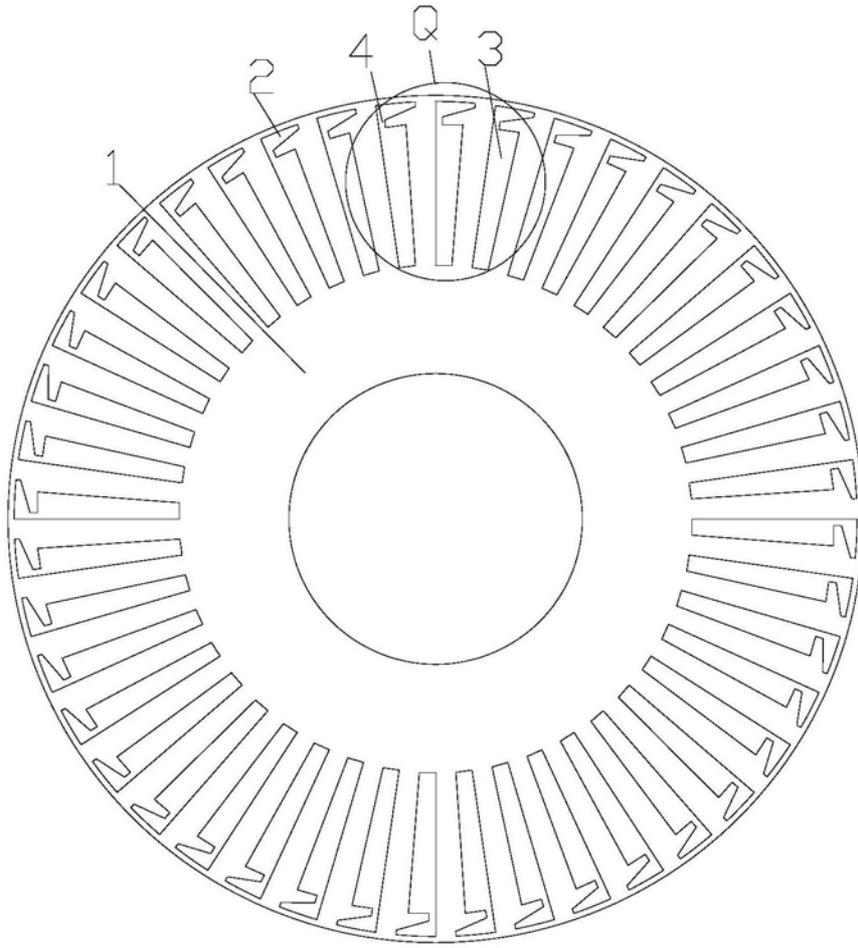


图1

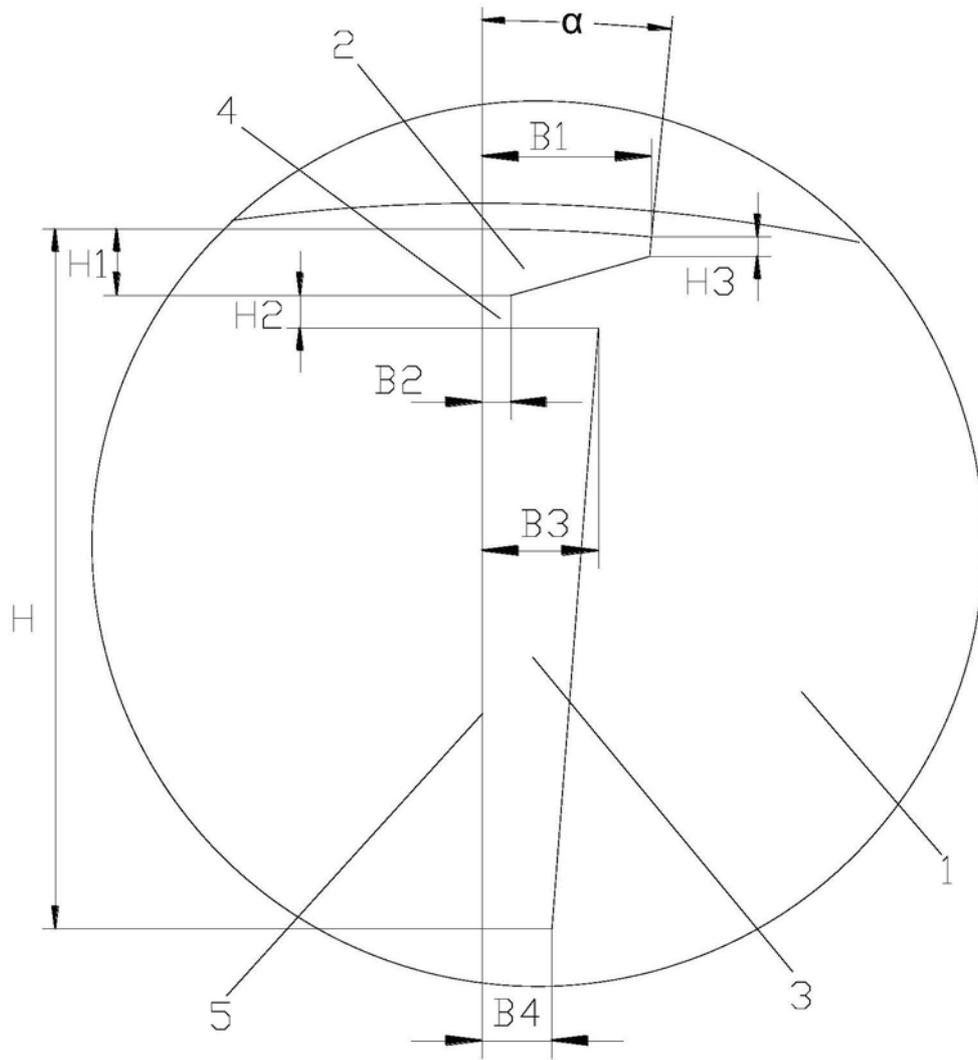


图2

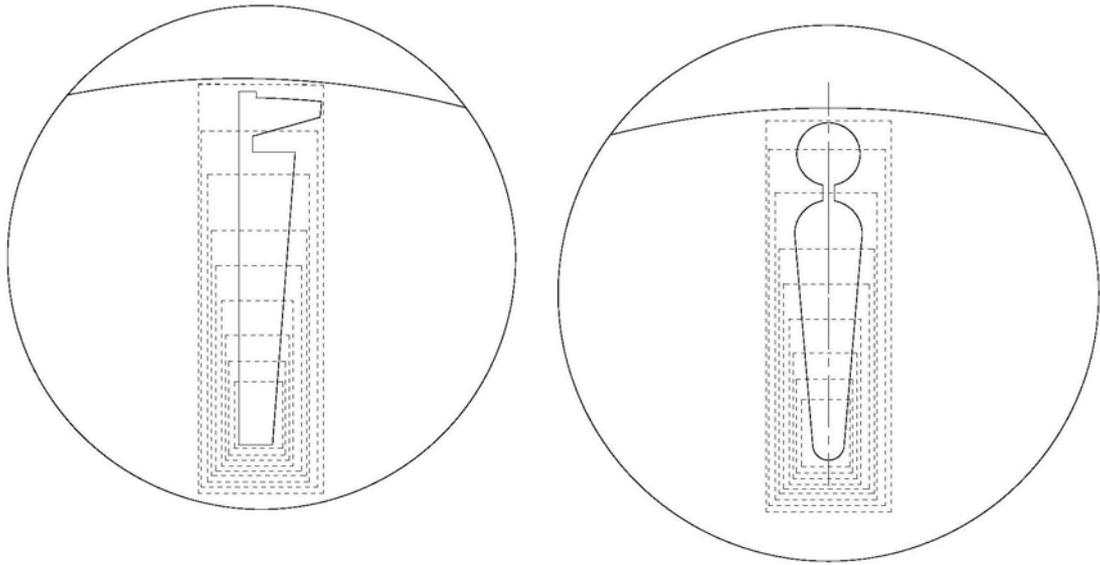


图3

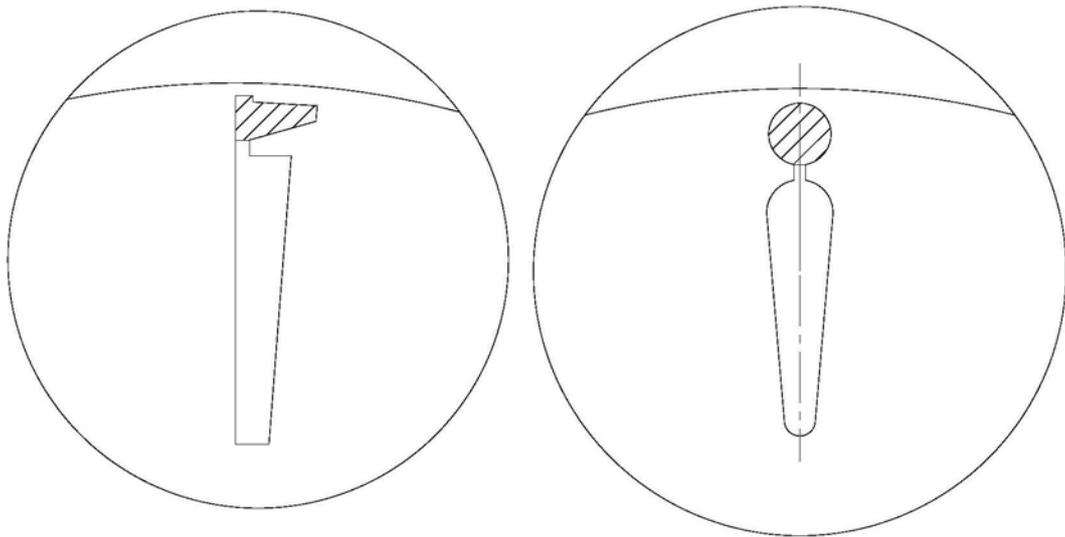


图4

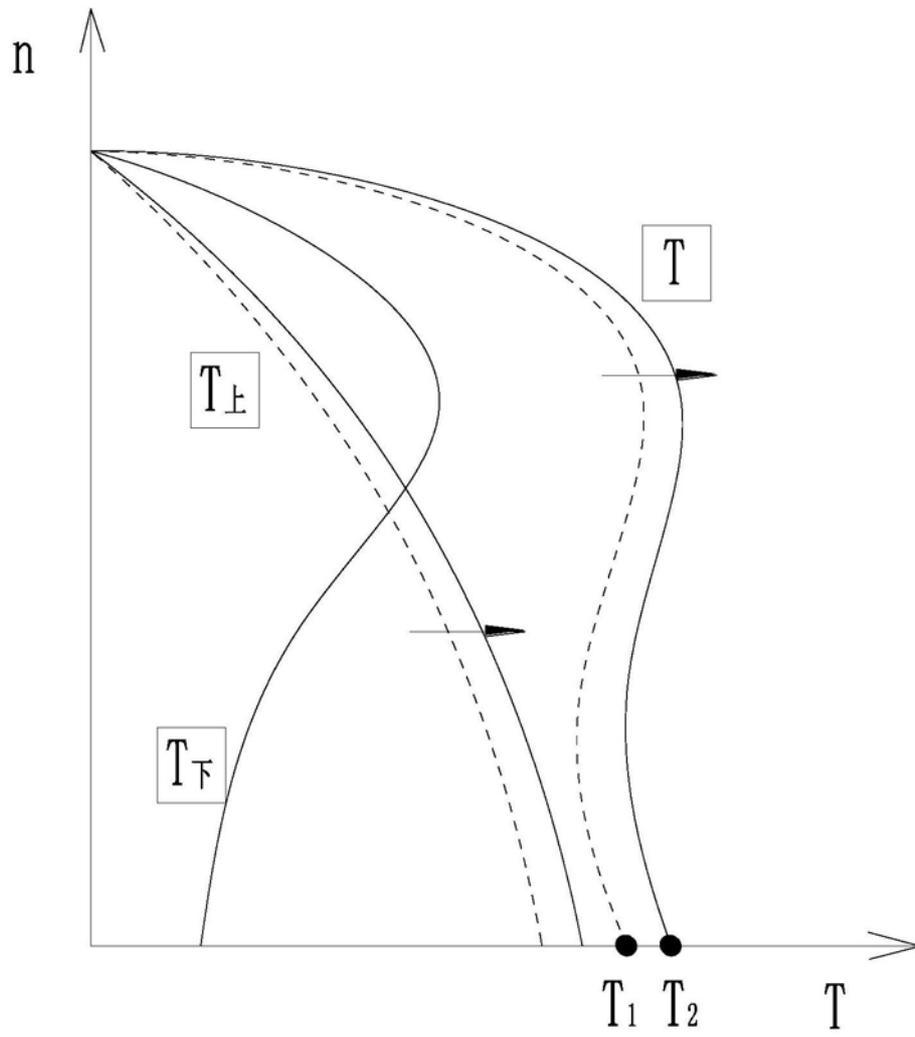


图5

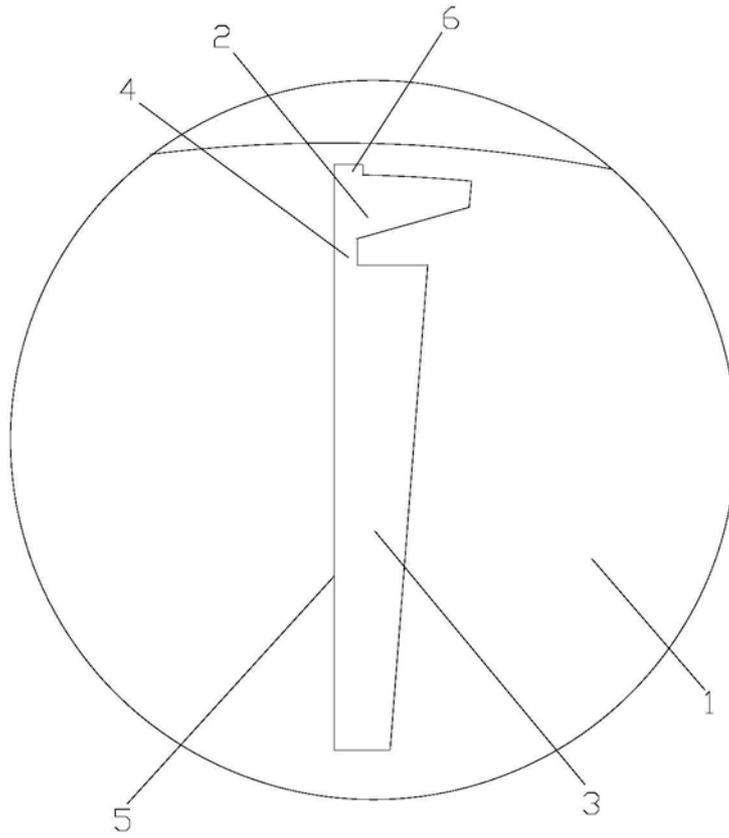


图6

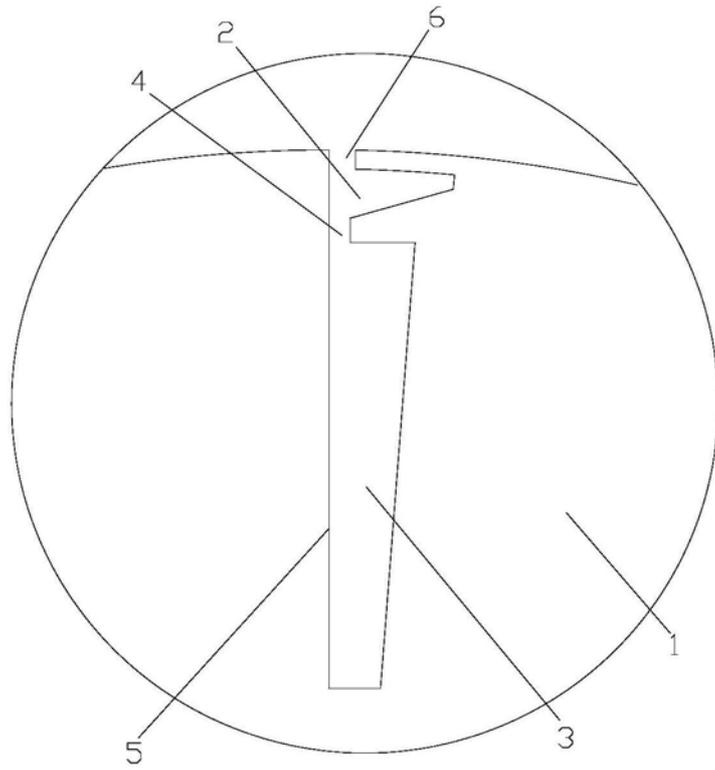


图7

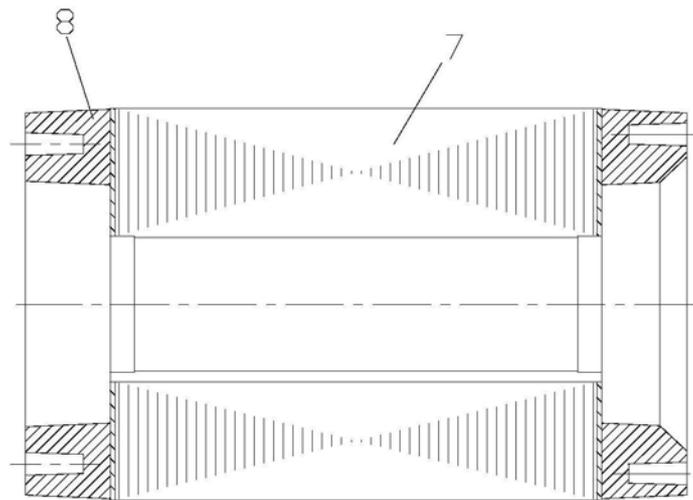


图8

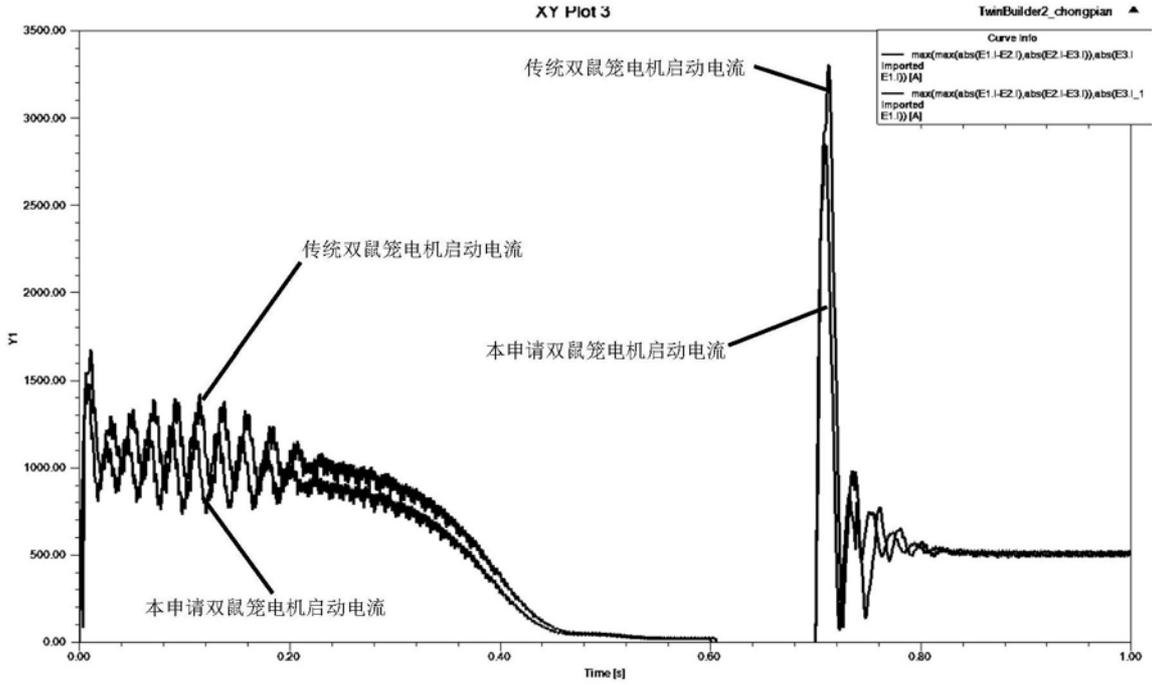


图9

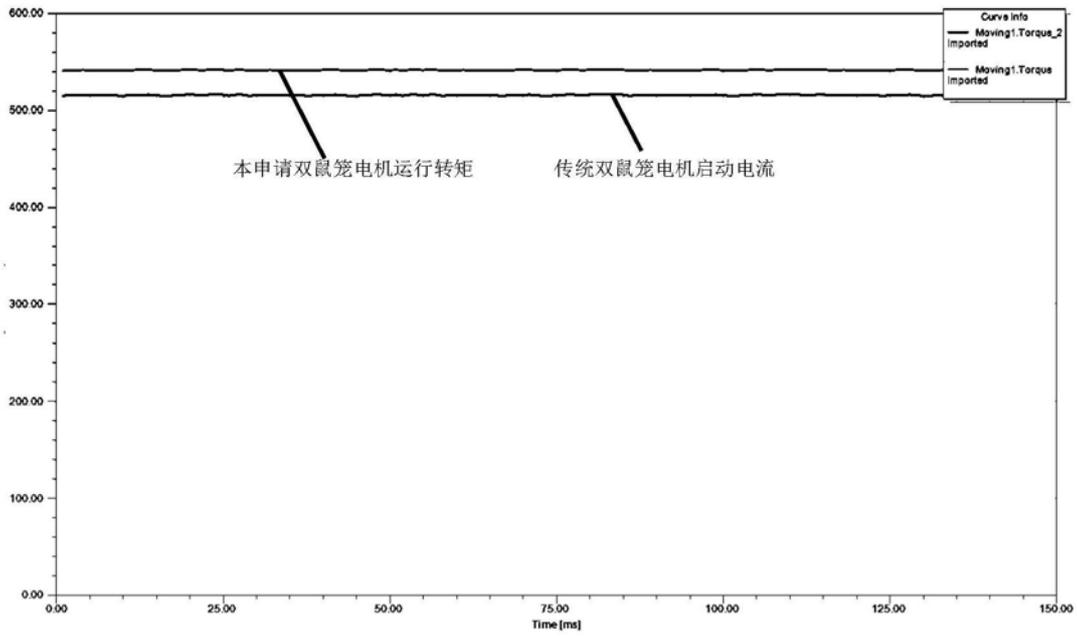


图10