



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103580383 B

(45)授权公告日 2016.08.10

(21)申请号 201310578726.9

H02K 1/16(2006.01)

(22)申请日 2013.11.18

(56)对比文件

(73)专利权人 沈阳工业大学

CN 202034877 U,2011.11.09,

地址 110870 辽宁省沈阳市经济技术开发
区沈辽西路111号

审查员 韦晓娟

(72)发明人 张凤阁 王天煜 王凤翔 杜光辉
李玉超 宋姝临

(74)专利代理机构 沈阳智龙专利事务所(普通
合伙) 21115

代理人 宋铁军

(51)Int.Cl.

H02K 9/19(2006.01)

H02K 9/02(2006.01)

H02K 5/20(2006.01)

H02K 1/27(2006.01)

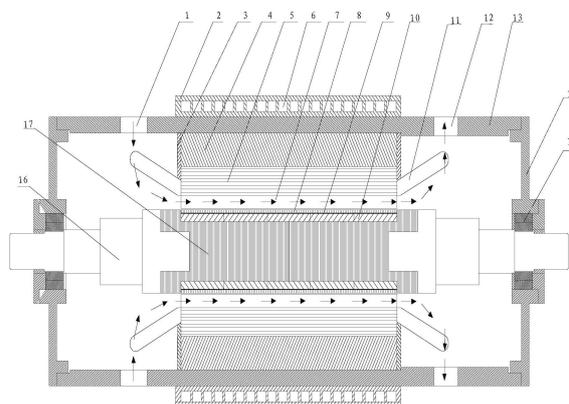
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机

(57)摘要

本发明是一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机,属于电机技术领域。其特征在于:在机壳的外部设置有冷却水套,冷却水套的内部为周向螺旋水道;所述定子包括定子铁心、定子绕组及绕组压板,定子绕组设置在定子铁心上,绕组压板设置在定子铁心的两端,定子绕组与转子外围之间设置有轴向内风道;在机壳上设置有进风口和出风口;混合护套是由碳纤维及合金屏蔽套组成,永磁体周向分为若干永磁块,轴向由多段粘接而成。本发明不仅可以从机械上解决永磁体在高速旋转情况下受较大的拉应力而发生破碎的问题,还解决了大功率高速电机损耗密度大、热量难以散出、温升过高的问题,也避免了永磁体在高温情况下易发生不可逆退磁的问题。



1. 一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机,机壳(13)和设置在机壳(13)内的定子与转子,机壳(13)的两端设置有端盖(14),其特征在于:在机壳(13)的外部设置有冷却水套,冷却水套的内部为周向螺旋水道(6);所述定子包括定子铁心(4)、定子绕组(5)及绕组压板(3),定子绕组设置在定子铁心(4)上,绕组压板(3)设置在定子铁心(4)的两端,定子绕组(5)与转子外围之间设置有轴向内风道(7);在机壳(13)上设置有进风口(1)和出风口(12);

转子由转轴(16)、转子铁心(17)、永磁体(10)、合金钢层(9)以及碳纤维层(8)组成,转子铁心(17)采用过盈配合套在转轴(16)上,永磁体(10)贴在转子铁心(17)的外圆表面,合金钢层(9)套在永磁体(10)外围,碳纤维层(8)捆扎在合金钢层(9)的外围;永磁体在转子铁心(17)的轴向和径向分成多段,每极永磁体(10)之间的间隙采用隔磁塑料(18)填充。

2. 根据权利要求1所述的一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机,其特征在于:永磁体(10)外套有合金钢层(9),合金钢层(9)外捆扎碳纤维层(8),合金钢层(9)与碳纤维层(8)组成混合保护套,套在永磁体(10)的外面,并与永磁体采用过渡配合,其中合金钢层(9)为非导磁材料,碳纤维层(8)为非导磁导电材料,永磁体(10)在机械加工后与混合保护套装配前进行径向充磁。

3. 根据权利要求1所述的一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机,其特征在于:永磁体(10)在转子铁心(17)的轴向和径向分成多段,相邻的永磁体用高强度隔磁胶粘合在一起,每极永磁体之间的间隙采用填充物(18)填充,填充物(18)为隔磁塑料。

4. 根据权利要求1所述的一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机,其特征在于:转子铁心(17)采用转子轭与中心轴一体结构,转子铁心(17)套在转轴(16)上,转轴(16)采用高强度的碳素钢材料,转子铁心(17)与转轴(16)采用过盈配合。

5. 根据权利要求1所述的一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机,其特征在于:定子上用于设置绕组(5)的定子槽为矩形槽,绕组分上、下两层,采用分数槽短距绕组,定子绕组(5)的上部留有轴向内风道(7),绕组(5)嵌入定子槽中,定子铁心(4)由超薄低损耗冷轧无取向电工钢片叠压而成。

6. 根据权利要求1所述的一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机,其特征在于:定子绕组(5)与转子外围之间设置有轴向内风道(7);在机壳(13)上设置有风道的进风口(1)和出风口(12)。

7. 根据权利要求1所述的一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机,其特征在于:电机的机壳(13)外侧设置有周向螺旋水道(6),螺旋水道从一端进水,另一端出口。

一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机

技术领域

[0001] 本发明属于电机技术领域,涉及一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机。

背景技术

[0002] 高速电机由于转速高,功率密度大,体积小,可以有效地节约材料;由于转动惯量较小,所以动态响应较快;高速电机可与工作机或负载直接相连,省去了传统的机械变速装置,因而可减小噪音和提高传动系统的效率。高速电机的研究与应用符合节能减排的经济发展需要,目前已成为国际电工领域的研究热点之一,在高速磨床、空气循环制冷系统、储能飞轮、高速离心压缩机、鼓风机、航空航天等具有广泛的应用前景。

[0003] 永磁电机以其结构简单、力能密度高、无励磁损耗、效率高等优点,最适合于高速电机。高速高频电机与普通电机相比设计难度较大,高速电机转速高达每分钟数万转甚至十几万转,圆周速度可达200m/s以上,电机在高速旋转的情况下,空气和转子表面的摩擦会给电机带来很大的损耗,转子永磁体的涡流损耗也会很大,同时对高速永磁电机来说,定子铁心损耗和绕组损耗都高达数千瓦甚至上万瓦,造成电机温升过高,而永磁体在温度过高的情况下会发生不可逆退磁,给电机造成严重危害,因此电机的散热成为电机设计的核心问题之一。对于永磁电机来说,转子强度问题更为突出,因为永磁体不能承受高速旋转产生的拉应力而必须对其采取保护措施,转子设计及加工工艺也成为高速电机设计的难点之一。另外,为了减少离心力及产生需要的输出功率,转子一般为细长型,转子要求其额定转速跨越1阶弯曲临界转速,并小于2阶弯曲临界转速,因此转子动力学设计也是关键问题。

发明内容

[0004] 发明目的:本发明提供一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机,其目的是解决以往的电机转子在高速旋转的情况下永磁体强度不够而易发生破损的问题以及大功率高密度电机损耗密度大、热量难以散出、温升过高而严重影响电机可靠性和运行寿命的问题,同时对电机的温度、转速、有功和无功功率的精确控制,电机振动和重要部位的温度和参数在线监测,可保证电机系统的可靠运行。

[0005] 技术方案:本发明是通过以下技术方案实施的:

[0006] 一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机,机壳和设置在机壳内的定子与转子,机壳的两端设置有端盖,其特征在于:在机壳的外部设置有冷却水套,冷却水套的内部为周向螺旋水道;所述定子包括定子铁心、定子绕组及绕组压板,定子绕组设置在定子铁心上,绕组压板设置在定子铁心的两端,定子绕组与转子外围之间设置有轴向内风道;在机壳上设置有进风口和出风口。

[0007] 转子由转轴、转子铁心、永磁体、合金钢层以及碳纤维层组成,转子铁心采用过盈配合套在转轴上,永磁体贴在转子铁心的外圆表面,合金钢层套在永磁体外围,碳纤维层捆扎在合金钢层的外围;永磁体在转子铁心的轴向和径向分成多段,每极永磁体之间的间隙

采用填充物填充,填充物采用隔磁塑料。

[0008] 永磁体外套有合金钢层,合金钢层外捆扎碳纤维层,合金钢层与碳纤维层组成混合保护套,套在永磁体的外面,并与永磁体采用过渡配合,其中合金钢层为非导磁材料,碳纤维层为非导磁导电材料,永磁体在机械加工后与组合护套装配前进行径向充磁。

[0009] 永磁体在转子铁心的轴向和径向分成多段,相邻的永磁体用高强度隔磁胶粘合在一起,每极永磁体之间的间隙采用填充物填充,填充物采用隔磁塑料。

[0010] 转子铁心采用转子轭与中心轴一体结构,转子铁心套在转轴上,转轴采用高强度的碳素钢材料,转子铁心与转轴采用过盈配合。

[0011] 定子上用于设置绕组的定子槽为矩形槽,绕组分上、下两层,采用分数槽短距绕组,定子绕组的上部留有轴向内风道,绕组嵌入定子槽中,定子铁心由超薄低损耗冷轧无取向电工钢片叠压而成。

[0012] 定子绕组与转子外围之间设置有轴向内风道;在机壳上设置有风道的进风口和出风口。

[0013] 电机机壳外侧设置有周向螺旋水道,螺旋水道从一端进水,另一端出口。

[0014] 优点及效果:1.本发明的转子结构中永磁体混合保护套由非导磁的合金钢和非导磁导电的碳纤维共同组成,在合金钢外层缠上碳纤维材料共同组成混合保护套,混合保护套采用过渡配合嵌套在永磁体外面,由于合金钢材料的密度较大,在碳纤维内层套上一层较薄的合金钢,不仅可以大大减小永磁体分块造成的边缘效应,还大大的简化了加工的难度,同时碳纤维复合材料具有密度小、拉伸强度大、受温度影响较小的特点,可以对永磁体在高温高速旋转的情况下更安全有效地保护。

[0015] 2.永磁体在转子铁心的轴向和径向分成多段,相邻的永磁体用高强度隔磁胶粘合在一起,每极永磁体之间的间隙采用填充物填充,填充物采用隔磁塑料,不仅可以有效减小电机的极弧系数,改善电机的电磁特性,降低转子涡流损耗和转子温升分布,永磁体在径向分为多块,可以使永磁体在高速旋转时拉应力在边缘处得到释放,大幅减小永磁体所受拉应力,每极永磁体之间的间隙采用填充物填充,可以有效的避免永磁体间隙对保护套造成的较大的弯曲应力和边缘效应,增加永磁体在高速旋转下的安全系数,若永磁体在径向没有分为多块,则高速旋转时永磁体将承受较大的拉应力,易使永磁体发生破碎,若每极永磁体之间的间隙没有填充物填充,则在高速旋转的情况下会对保护套产生巨大的边缘效应和弯曲效应,严重影响保护套的可靠性;转子铁心套在转轴上,转轴采用高强度的碳素钢材料,转子铁心与转轴采用过盈配合,可以有效的防止高速电机在高速旋转下带负载运行时造成轴的弯曲与断裂,提高电机的稳定运行特性。

[0016] 3.本发明的电机定子槽型采用矩形槽,绕组采用扁铜线双层短距绕组,不仅可以获得较大槽口尺寸,还可以大大提高电机槽的利用率,获得更大的内风道通风面积,从而使冷风与电机转子更多的接触和热量更好的传递,有助于减小电机转子温升,提高电机可靠性运行。定子每极每相槽数采用分数槽,可以避免因槽口尺寸较大而产生较大的齿槽转矩,减小电动机运行时的转矩波动、振动和噪声,使电机更稳定的运行。

[0017] 4 本发明的电机冷却系统采用风冷与水冷相结合的冷却方式,风冷系统开设在定转子之间,冷风从机壳一侧的进风口流入,经过绕组端部,流向内风道,带走转子热量后,经过定子绕组另一端的绕组端部,从机壳另一端的出风口流出,水冷却系统开设在电机机壳

外侧,采用周向的一路螺旋管道,冷却水从电机一端流入,经螺旋水道,从电机另一端流出。此设计的冷却系统不仅解决了大功率高速电机损耗密度大、散热困难、易发生局部温升过高的问题,且能使转子温度更加均匀,避免转子出现较大的温度梯度,防止永磁体因温度过高造成不可逆退磁,致使电机无法正常运行的现象,大大的提高的大功率高速电机的安全运行寿命。

[0018] 附图说明:

[0019] 图1为本发明的整体结构图;

[0020] 图2为本发明的截面图;

[0021] 图3为本发明的转子截面图;

[0022] 图中:1.风道入口,2.水道外壳,3.定子压板,4.定子铁心,5.定子绕组,6.螺旋水道,7.轴向内风道,8.碳纤维层,9.合金钢层,10.永磁体,11.绕组端部,12.风道出口,13.电机机壳,14.电机端盖,15.滑动轴承,16.转轴,17.转子铁心,18.填充物。

[0023] 具体实施方式:下面结合附图对本发明加以具体描述:

[0024] 本发明是一种永磁同步电机,定子槽型采用矩形槽,每极每相槽数为分数槽,绕组采用双层短距绕组,散热系统采用风冷与水冷相结合冷却方式,风冷系统开设在定转子之间,冷风从机壳一侧的进风口流入,经过绕组端部,流向轴向内风道,经另一端绕组端部,从机壳另一端的出风口流出,水冷却系统开设在电机机壳外侧,采用周向的螺旋管道。电机转子采用面贴式永磁体,永磁体混合保护套采用非导磁的合金钢层与质量轻强度高的非导磁导电的碳纤维层共同组成保护套,混合保护套与永磁体采用过渡配合,永磁体在转子铁心的轴向和径向分成多段,相邻的永磁体用高强度隔磁胶粘合在一起,每极永磁体之间的间隙采用隔磁塑料,转子铁心套在转轴上,转轴采用高强度的碳素钢材料,转子铁心与转轴采用过盈配合。通过电磁和机械结构设计,使高速永磁电机达到性能要求,并解决上述存在的问题。

[0025] 本发明提供一种转子采用混合保护的风水混合冷却高速永磁电机,包括机壳1和设置在机壳13内的定子与转子,机壳13的两端设置有端盖14,在机壳13的外部设置有冷却水套,冷却水套的内部为周向螺旋水道6;所述定子包括定子铁心4、定子绕组5及绕组压板3,定子绕组设置在定子铁心4上,绕组压板3设置在定子铁心4的两端,定子绕组5与转子外围之间设置有轴向内风道7;在机壳13上设置有进风口1和出风口12。

[0026] 转子包括转轴16、转子铁心17、永磁体10、合金钢层9以及碳纤维层8组成,转子铁心17采用过盈配合,套在转轴16上,永磁体10贴在转子铁心17的外圆表面,合金钢层9套在在永磁体10外围,碳纤维层8捆扎在合金钢层9的外围;永磁体在转子铁心17的轴向和径向分成多段,每极永磁体10之间的间隙采用填充物18填充,填充物18采用隔磁塑料。

[0027] 永磁体10外套有合金钢层9,合金钢层9外捆扎碳纤维层8,合金钢层9与碳纤维层8共同组成混合保护套,套在永磁体10的外面,并与永磁体采用过渡配合,其中合金钢层9为非导磁材料,碳纤维层8为非导磁导电材料。永磁体在机械加工后与组合护套装配前进行径向充磁。

[0028] 永磁体10在转子铁心17的轴向和径向分成多段,相邻的永磁体用高强度隔磁胶固接在一起,每极永磁体10之间的间隙采用填充物18填充,填充物18采用隔磁塑料。

[0029] 转子铁心17采用转子轭与中心轴一体结构,转子铁心17套在转轴16上,转轴16采

用高强度的碳素钢材料,转子铁心17与转轴16采用过盈配合。

[0030] 定子上用于设置绕组5的定子槽为矩形槽,绕组分上、下两层,采用分数槽短距绕组,定子绕组5的上部留有轴向内风道7,绕组嵌入定子槽中,定子铁心由超薄低损耗冷轧无取向电工钢片叠压而成。

[0031] 定子绕组5与转子外围之间设置有轴向内风道7,在机壳13上设置有风道的进风口1和出风口12。

[0032] 电机机壳13外侧设置有周向螺旋水道8,螺旋水道从一端进水,另一端出口。

[0033] 如图1和2所示,水冷系统安装在电机机壳13外侧,在机壳13上直接加工出螺旋水道6,冷却水从电机一端流入,经螺旋水道6,从电机另一端流出,此种水路设计解决了大功率高速电机定子损耗过大温升过高的问题,防止了绕组内温升过高而减少绕组绝缘寿命的现象。定子铁心4两端装有定子压板3,定子绕组5嵌入定子铁心4的定子槽中。定子槽型采用矩形槽,绕组5采用扁铜线双层短距绕组,定子每极每相槽数采用分数槽,不仅可以获得较大槽口尺寸,提高槽的利用率,使冷风与电机转子更多的接触和热量更好的传递,还可以避免因槽口尺寸较大而产生较大的齿槽转矩,减小电动机运行时的转矩波动,使电机更稳定的运行。

[0034] 如图1和3所示,转子结构中永磁体混合保护套由非导磁的合金钢层9和非导磁导电的碳纤维层8共同组成,在合金钢层9外缠上碳纤维材料8共同组成混合保护套,保护套采用过渡配合嵌套在永磁体10外面,由于合金钢材料的密度较大,在碳纤维内层8套上一层较薄的合金钢9,不仅可以大大减小永磁体10分块造成的边缘效应,还大大的简化了加工的难度,同时由于碳纤维复合材料具有密度小、拉伸强度大、受温度影响较小的特点,可以对永磁体10在高温高速旋转的情况下更安全有效地保护;永磁体10在转子铁心的轴向和径向分成多段,相邻永磁体间留有一定间隙,并用高强度隔磁胶固接,每极永磁体10之间的间隙采用填充物18填充,填充物18采用隔磁塑料,不仅可以有效减小电机的极弧系数,改善电机的电磁特性,降低转子涡流损耗和转子温升分布,永磁体10在径向分为多块,可以使永磁体10在高速旋转时拉应力在边缘处得到释放,大幅减小永磁体10所受拉应力,每极永磁体之间的间隙采用填充物18填充,可以有效的避免永磁体10间隙对保护套造成的较大的弯曲应力和边缘效应,增加永磁体10在高速旋转下的安全系数;转子铁心17套在转轴16上,转轴16采用高强度的碳素钢材料,转子铁心17与转轴16采用过盈配合,转轴16由两端滑动轴承15支承并安装在电机两端的端盖14中,可以有效的防止高速电机在高速旋转下带负载运行时造成轴的弯曲与断裂,提高电机的稳定运行特性。

[0035] 冷却系统采用风冷与水冷相结合的冷却系统,风冷系统开设在定转子之间,定子绕组5预留一定的高度作为轴向内风道7,冷风从机13一侧的进风口1流入,经过绕组端部11,流向轴向内风道7,带走转子热量后,经过定子绕组5另一端的绕组端部11,从机壳13另一端的出风口12流出,带走转子和定子端部产生的热量,水冷系统安装在电机机壳13外侧,在机壳13上直接加工出螺旋水道6,冷却水从电机一端流入,经螺旋水道6,从电机另一端流出,此种设计方法不仅解决了大功率高速电机定转子损耗过大温升过高的问题,防止绕组5内温升过高而减少绕组5绝缘寿命问题,且能使转子温度更加均匀,避免转子出现较大的温度梯度,防止永磁体10因温度过高发生严重失磁甚至不可逆退磁,致使电机无法正常运行的现象,大大提高的电机的可靠性运行。

[0036] 该电机具有较高的可靠性,较好的散热系统,结构简单,转子强度高特点,特别适合用作大功率的高速发电机和电动机。

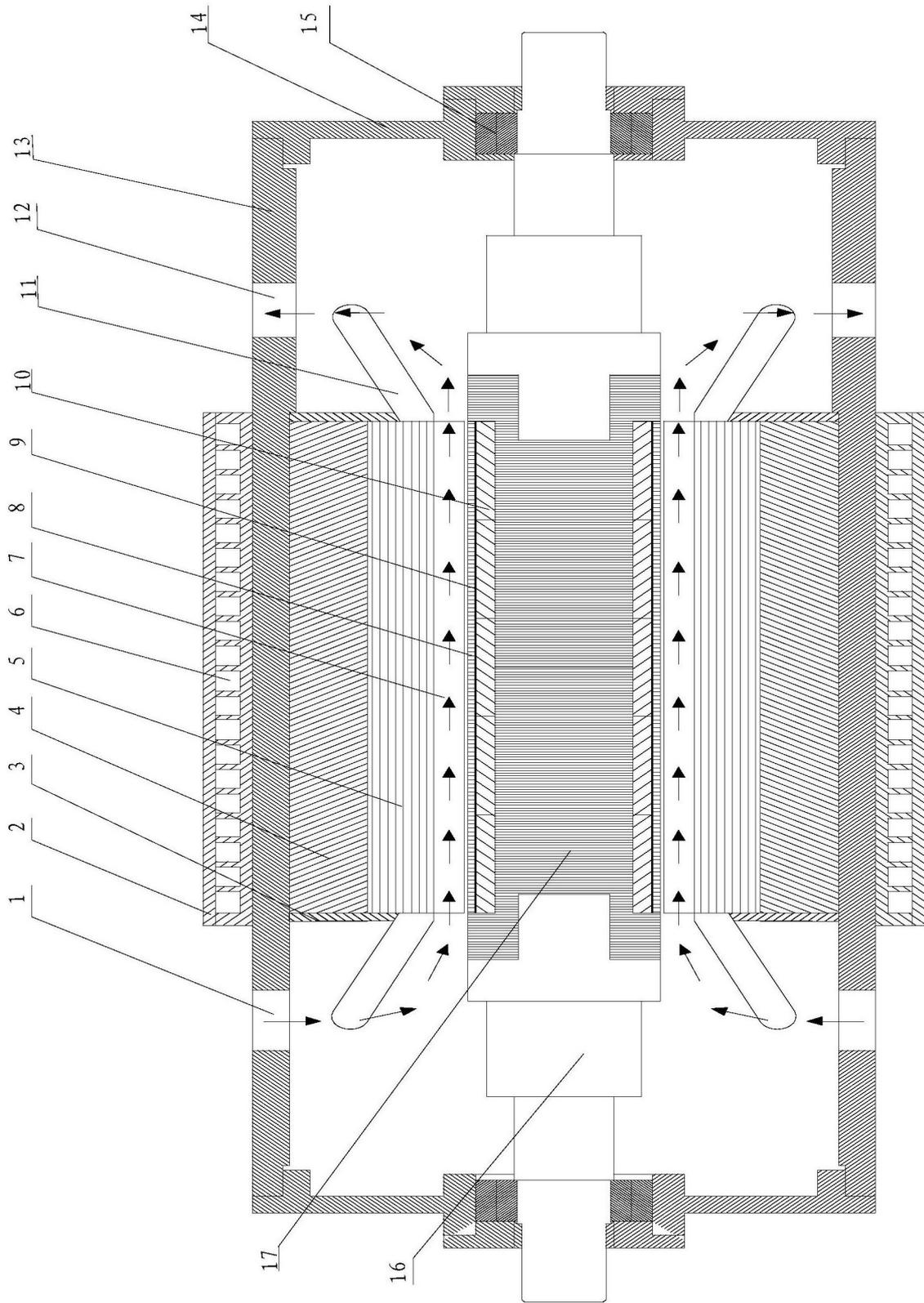


图1

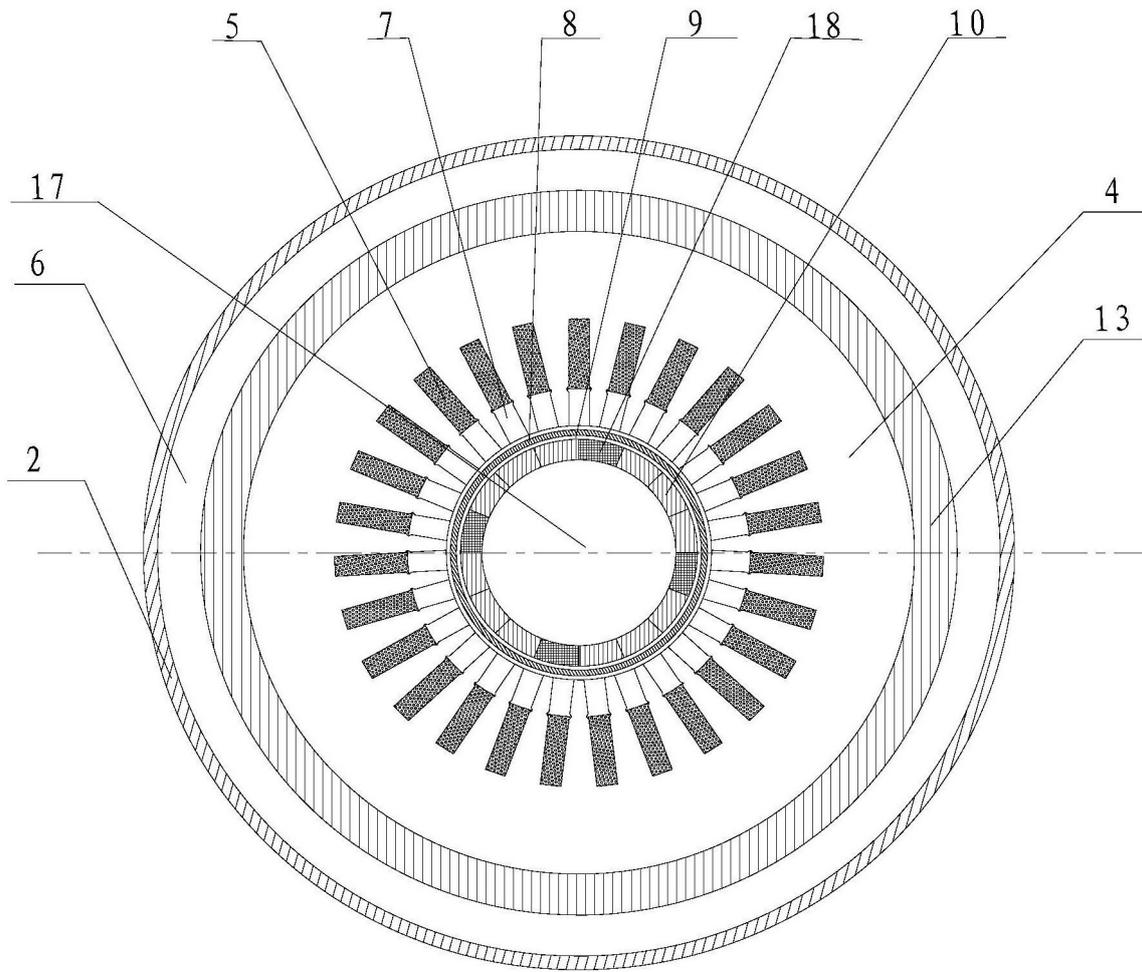


图2

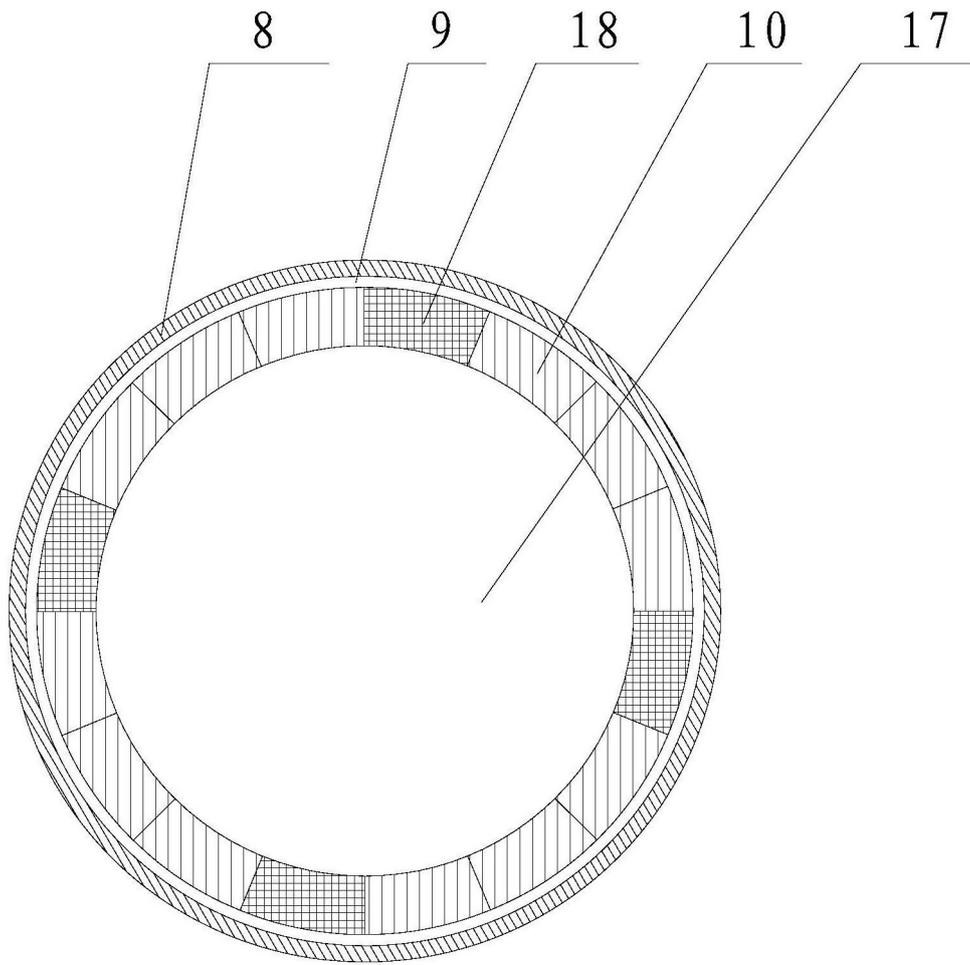


图3