



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114614603 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 14

(21) 申请号 202210274675.X

(22) 申请日 2022.03.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114614603 A

(43) 申请公布日 2022.06.10

(73) 专利权人 浙江理工大学
地址 310000 浙江省杭州市江干区杭州经
济开发区白杨街道
专利权人 杭州力源发电设备有限公司

(72) 发明人 马建峰 潘骏 陈文华 周叶
曹登峰 胡伟强 吴烈龙 刘顺

(74) 专利代理机构 杭州敦和专利代理事务所
(普通合伙) 33296
专利代理师 姜术丹

(51) Int. Cl.
H02K 1/32 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 102611253 A, 2012.07.25
 - CN 201584875 U, 2010.09.15
 - CN 204271784 U, 2015.04.15
 - JP 2016042770 A, 2016.03.31
 - JP 2021141781 A, 2021.09.16
 - CN 108258852 A, 2018.07.06
 - CN 203219037 U, 2013.09.25
 - JP 2009142091 A, 2009.06.25
 - CN 111654163 A, 2020.09.11
 - CN 205141935 U, 2016.04.06
 - CN 205753850 U, 2016.11.30
 - CN 207474092 U, 2018.06.08
- 吴义斌. 大藤峡水轮发电机组通风冷却系统介绍. 2019, 55-58.

审查员 王珂霖

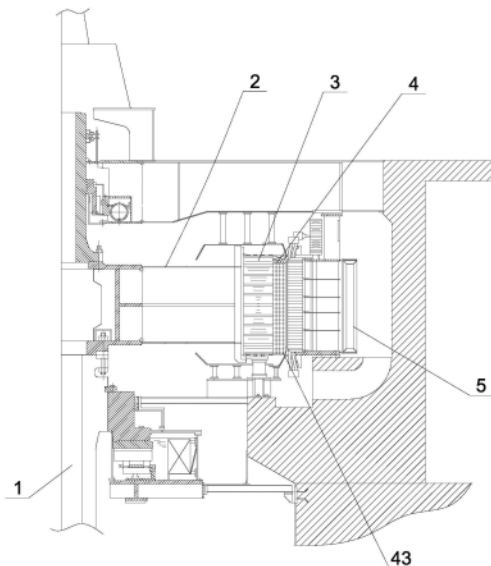
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种水轮发电机转子磁极散热结构

(57) 摘要

本发明公开了一种水轮发电机转子磁极散热结构,包括转子轴、转子支架、设置在具有磁极的转子磁轭、具有吸气端和出气端的冷却气源,磁极包括连接在转子磁轭上的铁芯、沿径向叠置在铁芯上的若干铜排,磁极上设有若干径向贯穿所有铜排的散热孔,当发电机运行时,冷却气源向转子输入冷却空气,散热孔内的吸热升温的空气径向甩出后被冷却气源的吸气端吸入,此时的散热孔内形成负压,散热孔吸入冷却气源出气端输出的冷却空气,从而使冷气空气在发电机内形成循环流动而吸热。本发明可显著地提升磁极内部的散热效果,继而有利于磁极的均匀散热,在不增加冷却空气功耗的基础上,确保转子的运行温度不会超出允许范围。



1. 一种水轮发电机转子磁极散热结构,包括转子轴(1)、设置在所述转子轴上(1)的转子支架(2)、设置在所述转子支架(2)上的转子磁轭(3)、用于对发电机冷却的冷却气源,所述转子磁轭(3)的外侧设有若干在周向上均匀分布的磁极(4),所述磁极(4)包括连接在所述转子磁轭(3)上的铁芯(41)、沿径向叠置在所述铁芯(41)上的若干铜排(42),所述冷却气源包括换热器、增压风扇(转子风扇)、与发电机连通的吸气端和出气端,其特征在于:所述磁极(4)上间隔地设置若干径向贯穿所有所述铜排(42)的散热孔(43),所述散热孔(43)在必要处贯穿所述铁芯(41),当发电机运行时,所述冷却气源向转子输入冷却空气,所述转子轴(1)带动所述转子磁轭(3)转动,所述散热孔(43)内的吸热升温的空气径向甩出后被所述冷却气源的所述吸气端吸入,此时的所述散热孔(43)内形成负压,所述散热孔(43)吸入所述冷却气源的所述出气端输出的冷却空气,从而使冷却空气在发电机内形成循环流动而吸热;

所述铜排(42)呈矩形框状,所述铜排(42)的四个边上分别间隔地设有若干所述散热孔(43);

所述散热孔(43)设置在所述铜排(42)靠近所述铁芯(41)的一侧,所述铜排(42)靠近所述转子轴(1)中心的一侧表面内设有若干与所述散热孔(43)对应的散热槽(6),所述散热槽(6)中间深且两端浅,所述散热槽(6)在纵向截面呈V形,所述散热槽(6)的一端靠近对应的所述散热孔(43),所述散热槽(6)的另一端至靠近所述铜排(42)外侧,即远离所述铁芯(41)的一侧,在相邻的两层所述铜排(42)之间设有绝缘层(44),所述绝缘层(44)使所述散热槽(6)密封,所述散热槽(6)内设有十氟戊烷。

2. 根据权利要求1所述的一种水轮发电机转子磁极散热结构,其特征在于:所述散热槽(6)的远离所述铁芯(41)一端贯穿有与外界连通的外定位槽(61),所述散热槽(6)的靠近所述铁芯(41)的一端贯穿有与所述散热孔(43)连通的內定位槽(62),所述外定位槽(61)和所述內定位槽(62)均小于所述散热槽(6),所述散热槽(6)内设有散热杆(7),所述散热杆(7)的远离所述铁芯(41)的一端嵌设在所述外定位槽(61)内并向外延伸形成散热翼(71),所述散热杆(7)的靠近所述散热孔(43)的一端嵌设在所述內定位槽(62)内并向內延伸位于对应的所述散热孔(43)内。

3. 根据权利要求2所述的一种水轮发电机转子磁极散热结构,其特征在于:所述散热杆(7)通过热挤压的方式嵌设在所述內定位槽(62)和所述外定位槽(61)内,所述散热杆(7)贴靠所述散热槽(6)底面。

4. 根据权利要求3所述的一种水轮发电机转子磁极散热结构,其特征在于:采用铝、铜等不易腐蚀、热传导性好的材料制造所述散热杆(7),并将所述散热杆(7)制成扁平杆状。

5. 根据权利要求4所述的一种水轮发电机转子磁极散热结构,其特征在于:所述散热杆(7)表面设置有铜粉烧结层,从而可在所述散热杆(7)表面形成无数相互连通的细微小孔,进而形成毛细作用。

一种水轮发电机转子磁极散热结构

技术领域

[0001] 本发明涉及水轮发电机技术领域,具体涉及到一种水轮发电机转子磁极散热结构。

背景技术

[0002] 随着全球范围内对碳排放的控制,清洁高效的水电装备正在大力发展,我们知道,水力发电是通过水轮机的转动带动发电机发电的,因此,其无需消耗化石能源,基本没有碳排放的问题。目前,水轮机的基本构造包括竖直的主轴、设置在主轴下端具有叶片的转轮,在主轴的上端设有包括转子和定子的发电机。水库上游的高压水流通过引水管引入并冲击到转轮的叶片上,从而驱动转轮高速转动,继而通过主轴带动转子转动,此时的发电机即可发电,而冲击转轮做功后能量减弱的“尾水”则向下游排出。

[0003] 现有用于水轮发电机的转子通常包括与主轴同轴连接的转子轴、通过转子支架与转子轴连接的转子磁轭、均匀设置在磁轭外侧的若干磁极。磁极通常包括铁芯、设置在铁芯上的若干层铜排(磁极线圈)。

[0004] 发电机在工作时,其转子、定子等会产生大量的热量,因而需要相应的散热系统。如果热量不能及时地散发而导致其温度过高,会影响其绝缘性能和发电效率。因此,需要通过散热系统使定子和转子的温度保持在合适的范围。

[0005] 目前,大容量的水轮发电机组的散热系统通常为封闭循环,优先采用风冷式,具体地,用增压风扇将低温的冷空气送入发电机内,冷空气从发电机组的定子和转子的一端流动至另一端,以带走发电时定子和转子产生的热量,同时避免温度过高对发电机的绝缘产生不良影响。冷却空气对于转子的冷却原理如下:输入到发电机内的冷却空气流过相邻磁极之间的空隙,从而对铜排进行冷却。冷却后温度上升的冷却空气在通过管路回流到空冷器进行冷却降温,继而重新输入到发电机内,已实现对发电机的循环冷却。然而,3000米以上高海拔地区,环境严苛、空气稀薄,大型水轮发电机组空气冷却散热冷却系统效果差,严重影响机组安全稳定运行是急需解决的问题。

[0006] 可以知道的是,对于发电机的转子而言,其磁极部分(尤其是铜排)是发热重点,而流经相邻磁极之间空隙的冷却空气主要是对铜排外露的表面进行冷却,而铜排内部的热量只能依靠铜排自身的热传导传递到表面,然后通过冷却空气散热。虽然铜排具有相对较高的热传导率,但是相比较用冷却空气散热,其散热效率显然会低很多,一方面会造成散热效率低,另一方面会造成磁极的温度不均匀。也就是说,铜排叠合在一起的内部温度会远高于外露的表面。在此情况下,即使我们增大冷却空气的通风量,也只能使铜排的表面大量冷却降温的目的,但是无法使铜排的内部达到良好的散热效果,因此,此时磁极表面的温度并不高,而真正需要散热的磁极的内部却无法得到良好的散热。由此可知,如果一味地增加冷却空气的通风量,除了增大功耗外,对磁极的散热并不会产生明显的效果。

发明内容

[0007] 为了克服上述现有技术中的缺陷,本发明提供了一种水轮发电机转子磁极散热结构,可显著地提升磁极内部的散热效果,继而有利于磁极的均匀散热,在不增加冷却空气功耗的基础上,确保转子的运行温度不会超出允许范围。

[0008] 技术方案

[0009] 一种水轮发电机转子磁极散热结构,包括转子轴、设置在所述转子轴上的转子支架、设置在所述转子支架上的转子磁轭、用于对发电机冷却的冷却气源,在所述转子磁轭外侧设有若干在周向上均匀分布的磁极,所述磁极包括连接在所述转子磁轭上的铁芯、沿径向叠置在所述铁芯上的若干铜排,所述冷却气源包括与发电机连通的吸气端和出气端,所述磁极上设有若干径向贯穿所有所述铜排的散热孔,当发电机运行时,冷却气源向转子输入冷却空气,所述转子轴带动所述转子磁轭转动,所述散热孔内的吸热升温的空气径向甩出后被所述冷却气源的所述吸气端吸入,此时的所述散热孔内形成负压,所述散热孔吸入所述冷却气源的所述出气端输出的冷却空气,从而使冷气空气在发电机内形成循环流动而吸热。

[0010] 本发明包括用于对发电机冷却的所述冷却气源,可以理解的是,所述冷却气源应包括换热器、增压风扇,这样,当发电机运行时,所述冷却气源同时启动,所述冷却气源的所述出气端在所述增压风扇的作用下将低温的冷却空气送入发电机内,对转子、定子等发热部件进行吸热冷却,此时的所述吸气端形成负压,温度升高的冷却空气则被吸入所述冷却气源的所述吸气端,并通过所述换热器换热降温冷却,重新形成低温的冷却空气,继而形成冷却空气的循环流动,实现发电机的冷却。

[0011] 和现有技术不同的是,本发明在所述磁极上设有若干径向贯穿所有所述铜排的所述散热孔,由于转子包括设置在所述转子轴上的所述转子支架,也就是说,转子靠近轴线的中间部分是可以冷却空气的,这样,当发电机运行并启动所述冷却气源时,所述冷却气源的出气端向转子内输入低温的冷却空气,低温的冷却空气先通过所述转子支架上的空隙流动至转子在轴向的各个部位,而此时高速转动的转子使径向的所述散热孔内的空气产生向外的离心力,从而使所述散热孔内的空气流向外侧的定子,进而造成所述散热孔的负压、并吸入转子支架内的低温冷却空气,吹向定子的空气对定子进行散热冷却后被吸入所述冷却气源的所述吸气端,然后经过所述冷却气源的所述换热器的散热冷却后再次从所述出气端输入转子内,进而形成冷却空气的循环流动,实现对转子、以及定子的连续循环散热冷却。

[0012] 可以理解的是,当低温的冷却空气经过贯穿所述铜排的所述散热孔时,可将所述磁极内部叠合在一起的所述铜排上的热量快速带走,进而实现所述铜排的均匀降温,在所述冷却气源相同的冷却空气输入量的前提下,有效的提升转子磁极的散热效果,也就是说,冷却空气在所述磁极内部的流动是依靠转子转动时所产生的离心力实现的,无需额外的驱动风机等机构,从而有利于简化散热结构。

[0013] 需要说明的是,我们可根据需要在所述磁极上需要散热降温的部位设置相应的散热孔,以确保转子磁极的有效散热。

[0014] 作为优选,所述铜排呈矩形框状,在所述铜排的四个边上分别设有若干所述散热孔。

[0015] 由于所述铜排的四个边上分别设有若干所述散热孔,因而有利于矩形框状的所述铜排的均匀散热。

[0016] 作为优选,所述散热孔设置在所述铜排靠近所述铁芯一侧,在所述铜排靠近所述转子轴中心的一侧面设有若干辐射状的散热槽,所述散热槽中间深、内外两端浅,从而使所述散热槽在纵向截面内呈V形,所述散热槽的一端靠近对应的散热孔,所述散热槽的另一端延伸至所述铜排外侧,相邻的所述铜排之间设有绝缘层,所述绝缘层使所述散热槽密封,所述散热槽内设有十氟戊烷。

[0017] 可以理解的是,所述铜排上远离所述铁芯的一侧即为所述磁极的外表面,其会有冷却空气流过而散热,相反,所述铜排上靠近所述铁芯一侧的散热条件较差,为此,本发明将所述散热孔设置在所述铜排靠近所述铁芯一侧,以有利于提升所述铜排靠近所述铁芯一侧的散热速度,继而实现所述铜排的均匀散热。

[0018] 特别是,我们在所述铜排靠近所述转子轴中心的一侧面设有若干以所述铜排的中心辐射状的所述散热槽,并且所述散热槽底面在纵向截面内呈V形,这样,当发电机运行并启动所述冷却气源时,一方面,所述冷却气源的所述出气端向转子内输入低温的冷却空气通过所述散热孔径向流动,另一方面,所述散热槽内的十氟戊烷在离心力的作用下沿着所述散热槽的底面自动流动至所述散热槽的中心V形底部,如前所述,所述铜排的两侧均有低温的冷却空气流过而散热,因此,相对来说,所述散热槽的中心V形底部的温度会较高,该部位的热量使沸点较低的液态十氟戊烷(其沸点为55℃)成为气态,进而迅速充满整个所述散热槽,由于所述散热槽的两端分别靠近散热较好、温度较低的铜排边缘侧以及散热孔一侧,因此,气态的十氟戊烷在所述散热槽的两端散热冷却成液态的十氟戊烷并附着在所述散热槽的内壁上,液态的十氟戊烷在离心力的作用下重新流回到所述散热槽的中心V形底部,如此循环,即可将所述散热槽中心处的热量快速地传导到所述散热槽的两端,进而通过冷却空气向外散发,以实现所述铜排的均匀散热。

[0019] 作为优选,所述散热槽的远离所述铁芯一端贯穿有与外界连通的外定位槽,所述散热槽的靠近所述铁芯一端贯穿有与所述散热孔连通的内定位槽,所述散热槽内设有散热杆,所述散热杆的远离所述铁芯一端嵌设在外定位槽内并对外延伸形成散热翼,所述散热杆的靠近所述散热孔一端嵌设在所述内定位槽内并向内延伸位于对应的散热孔内。

[0020] 在本方案中,所述散热槽内设有所述散热杆,由于所述散热杆的远离所述铁芯一端向外延伸形成位于所述铜排外侧的散热翼,而所述散热杆的靠近所述散热孔一端向内延伸并位于对应的所述散热孔内,因此,所述散热杆的两端可直接与低温的冷却空气接触散热,使气态的十氟戊烷在所述散热槽的两端与温度较低的所述散热杆接触而散热冷却成液态的十氟戊烷,也就是说,所述散热杆可有效的提升对所述散热槽内气态十氟戊烷的冷却散热速度和效率。

[0021] 作为优选,所述散热杆呈扁平杆状,位于所述散热槽内的所述散热杆表面设有烧结层,所述散热杆贴靠所述散热槽底面。

[0022] 呈扁平杆状的所述散热杆即可有效的增加所述散热杆的表面积,有利于提升其散热冷却效果,又不会增加其重量和材料的消耗,有利于降低制造成本,当然我们可采用铝、铜等不易腐蚀、热传导性好的材料制造所述散热杆。

[0023] 特别是,所述散热杆表面设有烧结层,从而可在所述散热杆表面形成无数相互连

通的细微小孔,进而形成毛细作用,冷凝在所述散热槽内外两端的液态十氟戊烷在所述散热杆的毛细作用下,可“自动”流回到所述散热槽的中心处,由于所述散热杆贴靠呈V形的所述散热槽底面,一方面有利于所述散热杆吸附液态的十氟戊烷,另一方面,有利于吸附在所述散热杆表面的液态十氟戊烷在离心力的作用下快速流回到所述散热槽的中心处。

[0024] 有益效果

[0025] 本发明与现有技术相比,具有以下有益效果:

[0026] 可显著地提升磁极内部的散热效果,继而有利于磁极的均匀散热,在不增加冷却空气功耗的基础上,确保转子磁极的运行温度不会超出允许范围。

附图说明

[0027] 图1是本发明一种水轮发电机转子磁极散热结构的结构示意图;

[0028] 图2是转子磁轭与磁极以及转子支架的连接结构示意图;

[0029] 图3是磁极的结构示意图;

[0030] 图4是铜排的结构示意图;

[0031] 图5是铜排左侧边的剖视图。

[0032] 图中:1、转子轴 2、转子支架 3、转子磁轭 4、磁极 41、铁芯 42、铜排 43、散热孔 44、绝缘层 5、定子 6、散热槽 61、外定位槽 62、内定位槽 7、散热杆 71、散热翼。

具体实施方式

[0033] 为更好地说明阐述本发明内容,下面结合附图和实施实例进行展开说明:

[0034] 如图1-图5所示,本发明公开了一种水轮发电机转子磁极散热结构,包括转子轴1、设置在所述转子轴上1的转子支架2、设置在所述转子支架2上的转子磁轭3、用于对发电机冷却的冷却气源(图中未示出),所述转子磁轭3的外侧设有若干在周向上均匀分布的磁极4,所述磁极4包括连接在所述转子磁轭3上的铁芯41、沿径向叠置在所述铁芯41上的若干铜排42,所述冷却气源包括换热器、增压风扇、与发电机连通的吸气端和出气端。

[0035] 当发电机运行时,冷却气源同时启动,冷却气源的出气端在增压风扇的作用下通过管路将低温高压的冷却空气送入发电机内,对转子、定子等发热部件进行吸热冷却,此时的吸气端形成负压,吸热后温度升高的冷却空气则被吸入冷却气源的吸气端,并通过换热器换热降温冷却,重新形成低温的冷却空气,继而形成冷却空气的循环流动,实现发电机的冷却。

[0036] 需要说明的是,低温的冷却空气从转子支架2的一段进入,继而可充满整个转子支架2,冷却空气在离心力的作用下径向流动而经过相邻的磁极4之间的空隙,以便对转子的外侧进行冷却,接着冷却空气进入转子和定子5的缝隙之间,进而对定子5进行冷却,由于发电机的上述散热冷却结构及原理属于现有技术,本实施例中不做详细的描述。

[0037] 进一步的,为了提升所述磁极4的冷却散热效果,在所述磁极4上间隔地设置若干径向贯穿所有所述铜排42的散热孔43,所述散热孔43在必要处贯穿所述铁芯41,当发电机运行并启动冷却气源时,冷却气源的出气端向转子内输入低温的冷却空气,低温的冷却空气先通过转子支架2上的空隙流动至转子在轴向的各个部位,而此时高速转动的转子使径向的散热孔43内的空气产生向外的离心力,从而使散热孔43内的空气流向外侧的定子5,进

而造成散热孔43的负压、并吸入转子支架2内的低温冷却空气,吹向定子5的空气对定子5进行散热冷却后被吸入冷却气源的吸气端,然后经过冷却气源的换热器的散热冷却后再次从出气端输入转子内,进而形成冷却空气的循环流动,实现对转子、以及定子5的连续循环散热冷却。

[0038] 由于冷却空气在磁极内部的流动是依靠转子转动时所产生的离心力实现的,无需额外的驱动风机等机构,从而有利于简化散热结构。

[0039] 当然,可根据经验以及需要在磁极4上需要散热降温的部位设置相应的散热孔,以确保转子磁极4的有效散热。

[0040] 进一步的,所述铜排42呈矩形框状,在所述铜排42的四个边上分别间隔地设有若干所述散热孔43,从而有利于矩形框状的所述铜排42的均匀散热。

[0041] 进一步的,所述散热孔43设置在所述铜排42靠近所述铁芯41的一侧,所述铜排42靠近所述转子轴1中心的一侧表面内设有若干与所述散热孔43对应的散热槽6,所述散热槽6中间深且两端浅,所述散热槽6在纵向截面呈V形,所述散热槽6的一端靠近对应的所述散热孔43,所述散热槽6的另一端至靠近所述铜排42外侧,即远离所述铁芯41的一侧,在相邻的两层所述铜排42之间设有绝缘层44,所述绝缘层44使所述散热槽6密封,所述散热槽6内设有十氟戊烷。

[0042] 可以理解的是,铜排42的远离铁芯41的一侧即为磁极4的外表面,铜排42的远离铁芯41的一侧会有冷却空气流过而散热,因此,其散热效果较好,相反,铜排42的靠近铁芯41的一侧的散热条件较差,而由于散热孔43设置在铜排42的靠近铁芯41的一侧,因而有利于提升铜排42靠近铁芯41一侧的散热速度,继而实现铜排42的均匀散热。

[0043] 由于在铜排42的靠近转子轴的一侧设有若干散热槽6,同时散热槽6的纵向截面呈V形且其一端靠近散热较好的铜排42边缘(即远离铁芯41一侧)、另一端靠近散热孔43,因此散热槽6的中心V形底部的温度会较高,当发电机运行并启动冷却气源时,一方面,冷却气源的出气端向转子内输入低温的冷却空气通过散热孔43径向流动,另一方面,散热槽6内的液态十氟戊烷在离心力的作用下会从散热槽6的其他部位自动流动至散热槽6的中心V形底部,而该部位的热量使沸点较低的液态十氟戊烷(其沸点为55℃)成为气态,进而迅速充满整个散热槽6,由于散热槽6的两端分别靠近散热较好、温度较低的铜排42边缘侧以及散热孔43一侧,因此,气态的十氟戊烷在散热槽6的两端散热冷却成液态的十氟戊烷并附着在散热槽6的内壁上,然后液态的十氟戊烷在离心力的作用下重新流回到散热槽6的中心V形底部,如此循环,即可将散热槽6中心处的热量快速地传导到散热槽6的两端,进而通过冷却空气向外散发,以实现铜排42的均匀散热。

[0044] 进一步的,所述散热槽6的远离所述铁芯41一端贯穿有与外界连通的外定位槽61,所述散热槽6的靠近所述铁芯41的一端贯穿有与所述散热孔43连通的內定位槽62,所述外定位槽61和所述內定位槽62均小于所述散热槽6,从而在所述外定位槽61与所述散热槽6之间、所述內定位槽62与所述散热槽6形成台阶,所述散热槽6内设有散热杆7,所述散热杆7的远离所述铁芯41的一端嵌设在所述外定位槽61内并向外延伸形成散热翼71,所述散热杆7的靠近所述散热孔43的一端嵌设在所述內定位槽62内并向內延伸位于对应的所述散热孔43内,散热杆7的两端可直接与低温的冷却空气接触散热,使气态的十氟戊烷在散热槽6的内外两端与温度较低的散热杆7接触而散热冷却成液态的十氟戊烷,从而提升对散热槽6内

气态十氟戊烷的冷却散热速度和效率。

[0045] 进一步的,所述散热杆7通过热挤压的方式嵌设在所述内定位槽62和所述外定位槽内61,从而使散热杆7与内定位槽62、外定位槽61形成密封配合,避免散热槽6内的十氟戊烷外泄。

[0046] 进一步的,采用铝、铜等不易腐蚀、热传导性好的材料制造所述散热杆7,并将所述散热杆7制成扁平杆状,以增加所述散热杆7的表面积,有利于提升其散热冷却效果,同时不会增加其重量和材料的消耗,有利于降低制造成本。

[0047] 进一步的,所述散热杆7表面设置有铜粉烧结层,从而可在所述散热杆7表面形成无数相互连通的细微小孔,进而形成毛细作用,冷凝在散热槽6两端的液态十氟戊烷在散热杆7的毛细作用下,可“自动”流回到散热槽6的中心处,也就是说,散热杆7即可起到对散热槽6内的十氟戊烷的传热作用,又可起到时液态的十氟戊烷“自行流动”的作用。

[0048] 在本实施例中,我们将铜排的四个边条上远离铁芯的一侧称为外侧,将铜排的四个边条上靠近铁芯的一侧称为内侧,将铜排上靠近转子轴中心的侧面称为内侧面,远离转子轴中心的侧面称为外侧面。

[0049] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明技术方案进行了详细的说明,本领域的技术人员应当理解,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行同等替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神与范围。

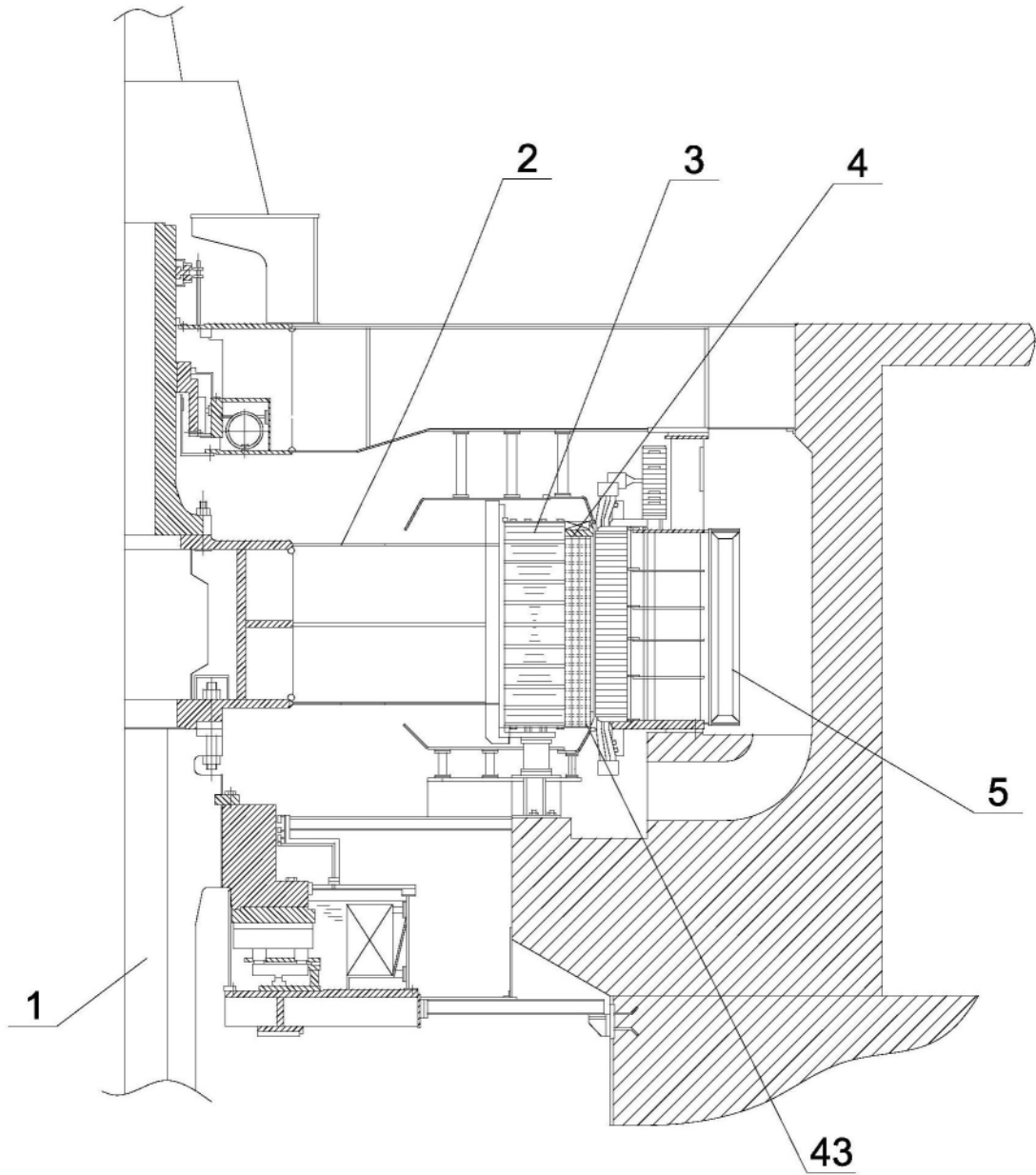


图1

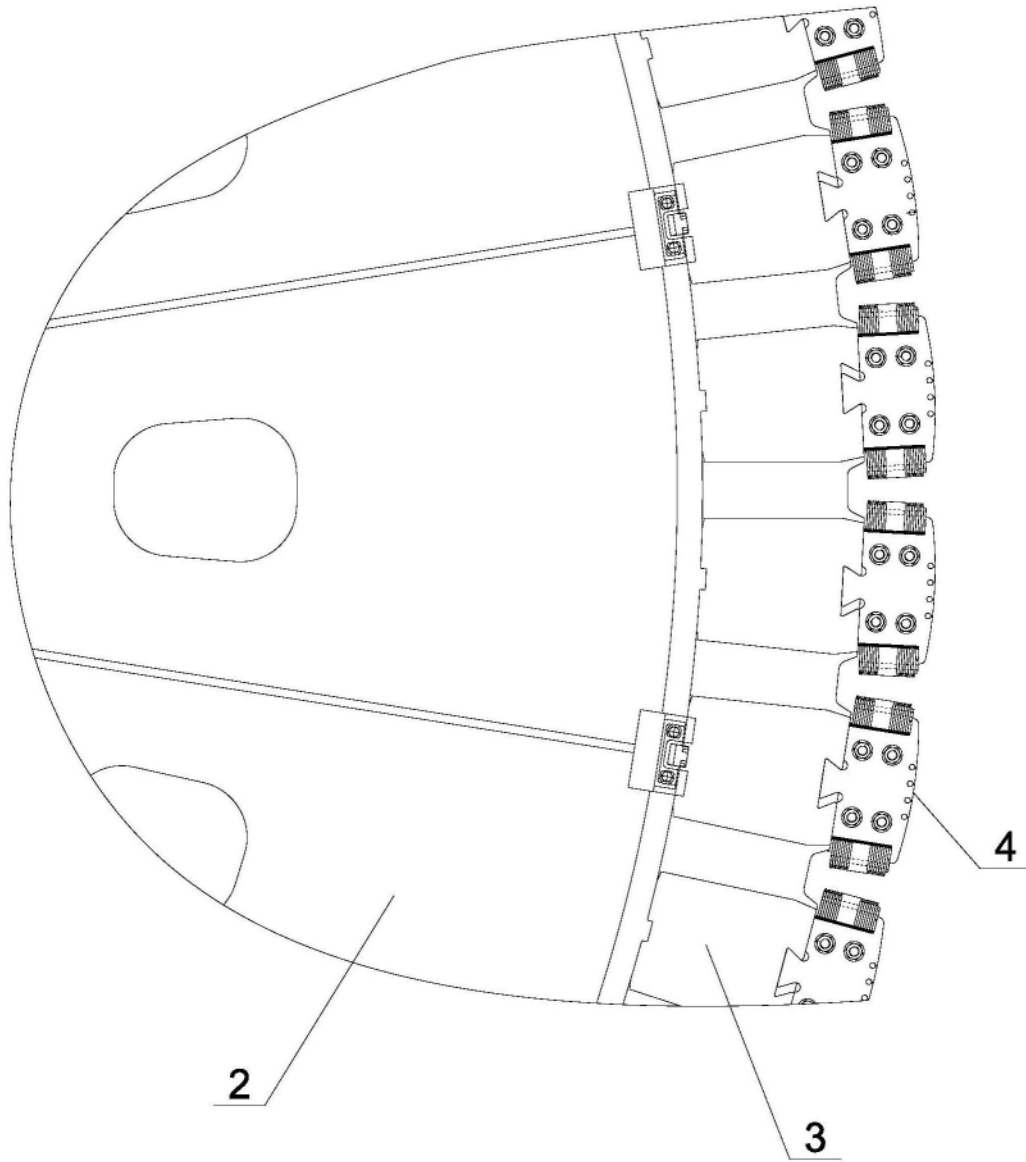


图2

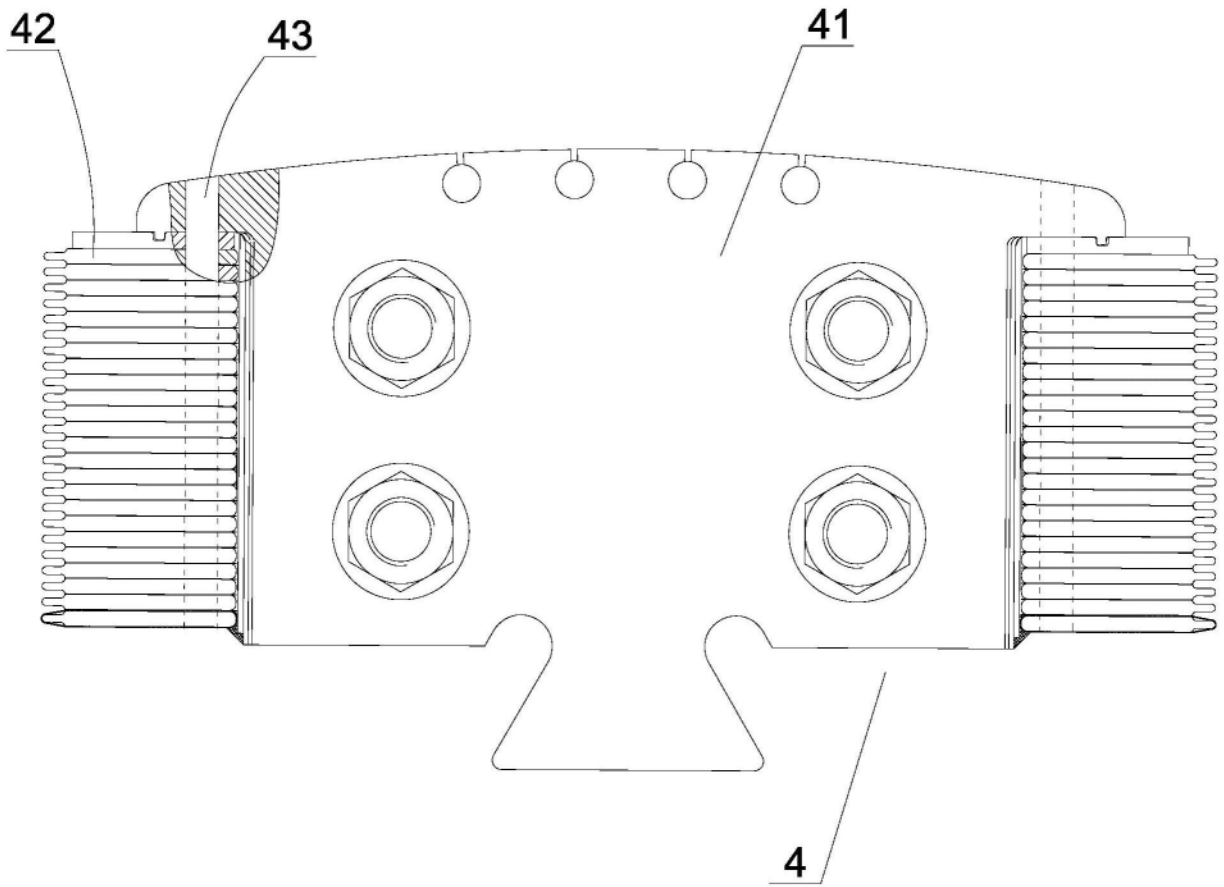


图3

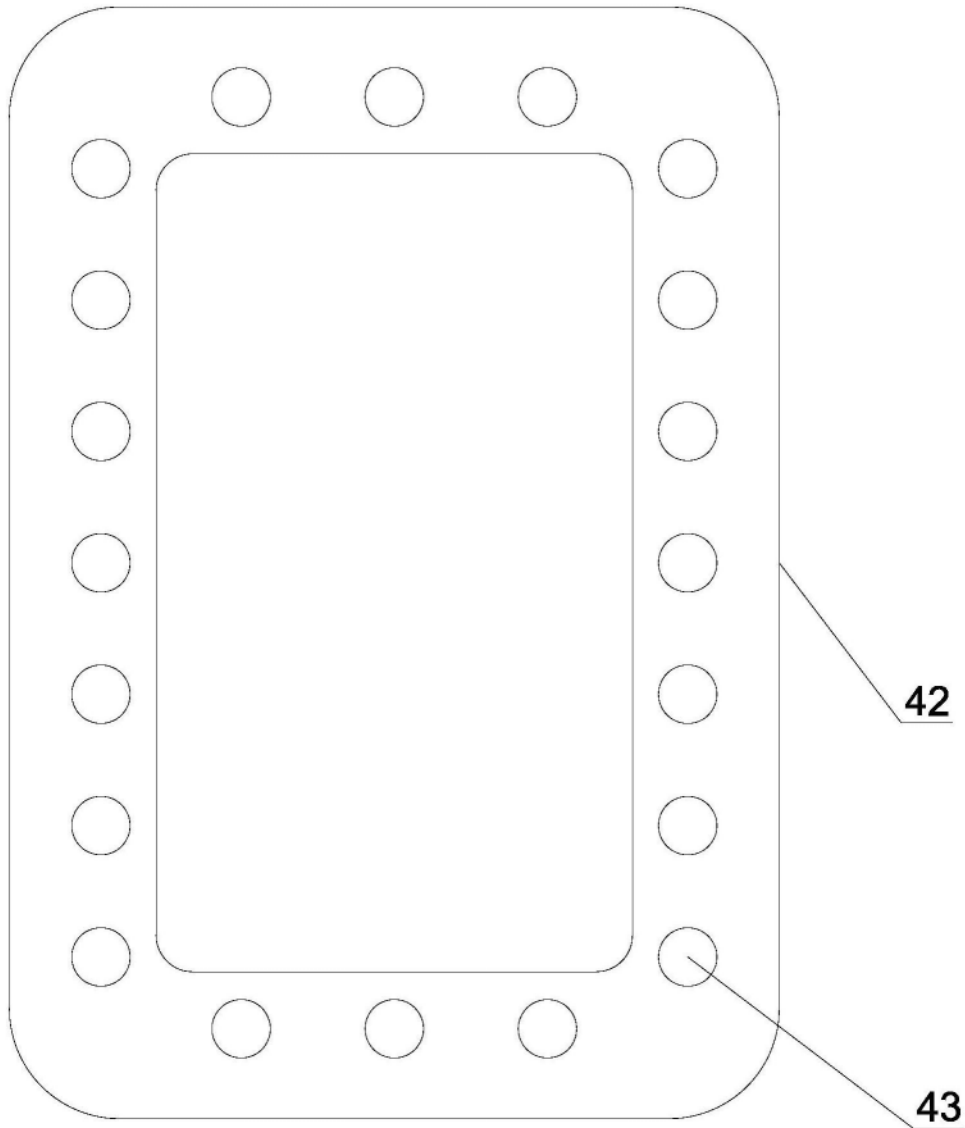


图4

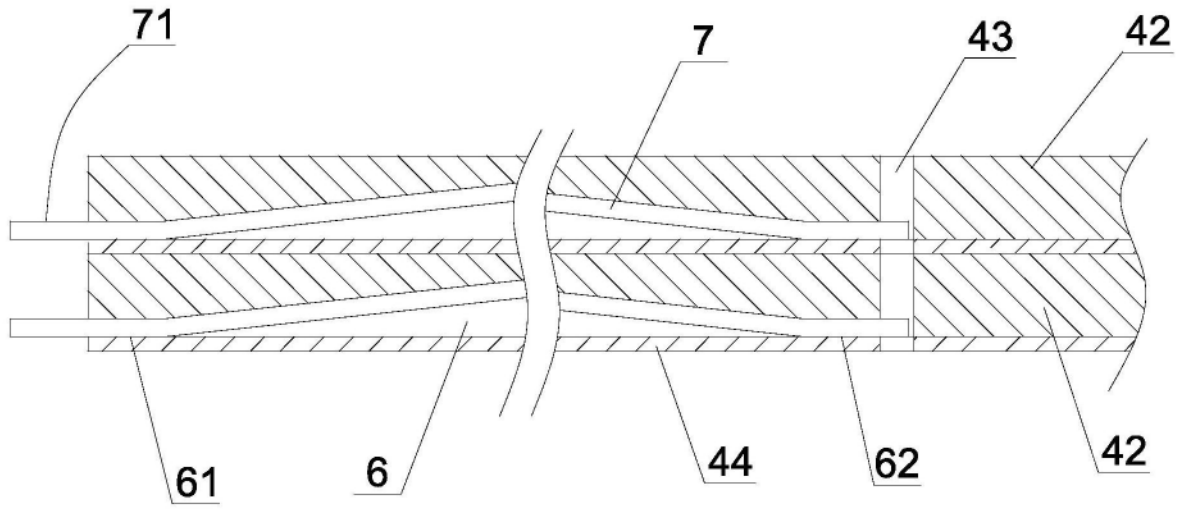


图5