(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110571981 A
(43)申请公布日 2019.12.13

(21)申请号 201910866449.9

(22)申请日 2019.09.12

(71)申请人 华电电力科学研究院有限公司
地址 310030 浙江省杭州市西湖区西湖科技经济园西园一路10号

(72)发明人 阮炯明 罗城鑫 林达 赵大周 周宇昊 张海珍

(74)专利代理机构 杭州天欣专利事务所(普通合伙) 33209
代理人 陈红

(51)Int.Cl.
H02K 9/22(2006.01)
H02K 9/19(2006.01)
H02K 3/30(2006.01)
H02K 3/34(2006.01)

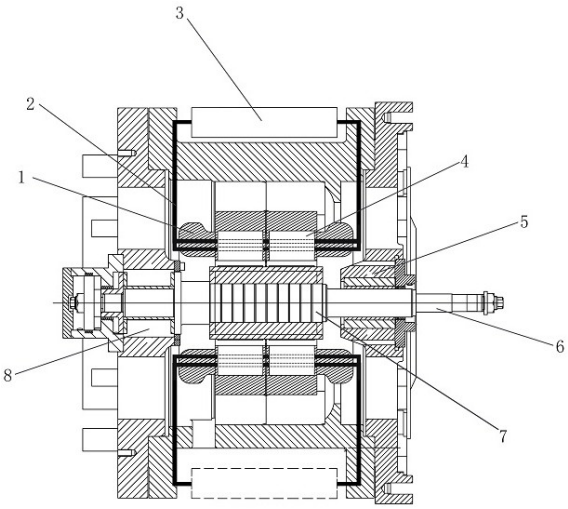
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统及其工作方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统及其工作方法,主要用于高转速、小体积、高功率密度的永磁电机,包括定子绕组和定子铁芯,还包括高导热材料热量导出装置和冷却系统,高导热材料热量导出装置的一端与定子绕组接触,高导热材料热量导出装置的另一端与冷却系统连接;冷却系统包括冷却腔体,且冷却腔体上设置有冷却液出口和冷却液入口,冷却腔体内设置有高导热材料冷却段,且高导热材料热量导出装置与高导热材料冷却段连接;定子绕组包括线圈,且线圈的两侧接触设置有高导热材料体,高导热材料热量导出装置与高导热材料体连接。本发明结构简单,可以明显改善电机温度分布的均匀性,强化高速永磁电机定子绕组的散热能力。



CN 110571981 A

1.一种基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统，包括定子绕组(1)和定子铁芯(4)，所述定子绕组(1)缠绕于定子铁芯(4)上，且定子绕组(1)被支承在定子铁芯(4)的凹槽内；其特征是，还包括高导热材料热量导出装置(2)和冷却系统(3)，所述高导热材料热量导出装置(2)的一端与定子绕组(1)接触，所述高导热材料热量导出装置(2)的另一端与冷却系统(3)连接；所述冷却系统(3)包括冷却腔体(19)，且冷却腔体(19)上设置有冷却液出口(17)和冷却液入口(18)，所述冷却腔体(19)内设置有高导热材料冷却段(20)，且高导热材料热量导出装置(2)与高导热材料冷却段(20)连接；所述定子绕组(1)包括线圈(12)，且线圈(12)的两侧接触设置有高导热材料体(16)，所述高导热材料热量导出装置(2)与高导热材料体(16)连接。

2.根据权利要求1所述的基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统，其特征是，所述定子绕组(1)包括两层旋卷式线圈(12)，所述线圈(12)采用F级绝缘材料和环氧树脂进行处理，在上层线圈(12)和下层线圈(12)之间设置有层间垫条(13)，所述线圈(12)的中部设置有排间立式隔板(11)，所述线圈(12)的外部包裹有主绝缘层(15)；所述定子铁芯(4)的凹槽内设置有槽底垫片(14)，所述上层线圈(12)上端的主绝缘层(15)与槽底垫片(14)接触；槽楔(9)通过调整垫片(10)与下层线圈(12)下端的主绝缘层(15)连接。

3.根据权利要求1所述的基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统，其特征是，所述高导热材料体(16)的导热系数比纯铜高两个数量级以上。

4.一种如权利要求1-3中任一项所述的基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统的工作方法，其特征是，过程如下：高速永磁电机运行时，电流流过定子绕组(1)时产生热损耗，通过线圈(12)与高导热材料体(16)的合理布置，高效导出线圈(12)的发热量，热量导出到位于定子绕组(1)两侧的高导热材料热量导出装置(2)内，继而导出到冷却系统(3)内，由冷却系统(3)对高导热材料冷却段(20)进行冷却，冷却腔体(19)内温度通过恒温装置来控制，冷却系统(3)中冷却液在微型泵的作用下，通过冷却液入口(18)和冷却液出口(17)保证温度恒定，冷却系统(3)的高效冷却能力配合高导热材料体(16)的高效导热能力，使高速永磁电机的线圈(12)温升在安全可控范围，保证永磁电机安全、高效、稳定运行。

一种基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种冷却系统，主要用于高转速、小体积、高功率密度的永磁电机，属于电机散热技术领域，主要涉及一种基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统及其工作方法。

背景技术

[0002] 由于高速永磁电机无需齿轮等减速机构，具有电机体积小、功率密度大、效率高等显著优点，在高速压缩机、储能飞轮、纺织、高速磨床等方面具有广阔的应用前景；由燃气轮机驱动的高速发电机体积小、效率高、机动性强，可作为重要设施的备用电源，也可作为独立电源或小型电站，所以高速永磁电机具有重要的实用价值。

[0003] 然而，正是由于高速永磁电机体积小、功率密度大，使高速永磁电机散热困难，如公开号为CN108258852A、公开日为2018年7月6日的中国专利申请，温升过高会使定子绝缘材料发生老化，降低绝缘材料的绝缘性能，从而导致电机绕组匝间短路。因此，电机的温升制约着高速永磁电机的发展和应用，开发良好的高速永磁电机冷却系统，可以控制电机的合理温升，延长转子永磁体和绕组绝缘的寿命，保证高速永磁电机长期安全稳定运行。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术中存在的上述不足，而提供一种基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统及其工作方法。高速永磁电机运行时，由于电阻的原因，当电流流过定子绕组时会产生热损耗，本发明通过高导热材料体与电机定子绕组之间合理的结构设计，旨在增强高速永磁电机定子线圈的散热能力，保护绝缘材料的绝缘性能，保证永磁电机安全、高效、稳定运行。

[0005] 本发明解决上述问题所采用的技术方案是：一种基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统，包括定子绕组和定子铁芯，所述定子绕组缠绕于定子铁芯上，且定子绕组被支承在定子铁芯的凹槽内；其特征是，还包括高导热材料热量导出装置和冷却系统，所述高导热材料热量导出装置的一端与定子绕组接触，所述高导热材料热量导出装置的另一端与冷却系统连接；所述冷却系统包括冷却腔体，且冷却腔体上设置有冷却液出口和冷却液入口，所述冷却腔体内设置有高导热材料冷却段，且高导热材料热量导出装置与高导热材料冷却段连接；所述定子绕组包括线圈，且线圈的两侧接触设置有高导热材料体，所述高导热材料热量导出装置与高导热材料体连接。

[0006] 进一步的，所述定子绕组包括两层旋卷式线圈，所述线圈采用F级绝缘材料和环氧树脂进行处理，在上层线圈和下层线圈之间设置有层间垫条，所述线圈的中部设置有排间立式隔板，所述线圈的外部包裹有主绝缘层；所述定子铁芯的凹槽内设置有槽底垫片，所述上层线圈上端的主绝缘层与槽底垫片接触；槽楔通过调整垫片与下层线圈下端的主绝缘层连接。

[0007] 进一步的，所述定子绕组缠绕于定子铁芯的硅钢片上；所述定子铁芯由薄硅钢片

组合而成，每一叠片两面均涂有绝缘漆。

[0008] 进一步的，所述高导热材料热量导出装置通过永磁电机本体外壳开孔方式将其引出至冷却系统；所述冷却系统采用液体冷却方式。

[0009] 进一步的，所述高导热材料体的导热系数极高，可以高效导出电机定子绕组负载运行时产生的热量；所述高导热材料体的导热系数至少比纯铜高两个数量级；所述高导热材料体具有导电不导磁特性，为防止漏电，高导热材料体外部采用F级材料绝缘和环氧树脂处理。

[0010] 进一步的，所述高导热材料冷却段可以设计加工成不同形状来强化冷却效果。

[0011] 所述的基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统的工作方法，其特征是，过程如下：高速永磁电机运行时，电流流过定子绕组时产生热损耗，通过线圈与高导热材料体的合理布置，高效导出线圈的发热量，热量导出到位于定子绕组两侧的高导热材料热量导出装置内，继而导出到冷却系统内，由冷却系统对高导热材料冷却段进行冷却，所述冷却腔体内温度通过恒温装置来控制，冷却系统中冷却液在微型泵的作用下，通过冷却液入口和冷却液出口保证温度恒定，冷却系统的高效冷却能力配合高导热材料体的高效导热能力，使高速永磁电机的线圈温升在安全可控范围，保证永磁电机安全、高效、稳定运行。

[0012] 本发明与现有技术相比，具有以下优点和效果：通过高导热材料体对永磁电机的主要发热部件定子绕组进行冷却，及时导出永磁电机正常运行时定子绕组产生的热量，使永磁电机定子绕组的散热效率极大提高；同时本发明结构简单，可以明显改善电机温度分布的均匀性，强化高速永磁电机定子绕组的散热能力，保证永磁电机安全、高效、稳定运行。

附图说明

[0013] 图1是本发明实施例中基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统结构示意图。

[0014] 图2是本发明实施例中定子铁芯的槽内结构示意图。

[0015] 图3是本发明实施例中冷却系统的结构示意图。

[0016] 图中：定子绕组1、高导热材料热量导出装置2、冷却系统3、定子铁芯4、左轴承5、转子轴6、永磁体7、右轴承8、槽楔9、调整垫片10、排间立式隔板11、线圈12、层间垫条13、槽底垫片14、主绝缘层15、高导热材料体16、冷却液出口17、冷却液入口18、冷却腔体19、高导热材料冷却段20。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图并通过实施例对本发明作进一步的详细说明，以下实施例是对本发明的解释而本发明并不局限于以下实施例。

[0018] 参见图1至图3，本实施例中的基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统，包括定子绕组1和定子铁芯4，定子绕组1缠绕于定子铁芯4上，且定子绕组1被支承在定子铁芯4的凹槽内；还包括高导热材料热量导出装置2和冷却系统3，高导热材料热量导出装置2的一端与定子绕组1接触，高导热材料热量导出装置2的另一端与冷却系统3连接；冷却系统3包括冷却腔体19，且冷却腔体19上设置有冷却液出口17和冷却液入口18，冷却腔体19内设置有高导热材料冷却段20，且高导热材料热量导出装置2与高导热材料冷却段20连接；定子绕组1包括线圈12，且线圈12的两侧接触设置有高导热材料体16，高导热材料热量导出装置2与

高导热材料体16连接。

[0019] 本实施例中，定子绕组1包括两层旋卷式线圈12，每个线圈12由许多小方形铜导线组成，线圈12采用F级绝缘材料和环氧树脂进行处理，在上层线圈12和下层线圈12之间设置有层间垫条13，线圈12的中部设置有排间立式隔板11，线圈12的外部包裹有主绝缘层15；定子铁芯4的凹槽内设置有槽底垫片14，上层线圈12上端的主绝缘层15与槽底垫片14接触；槽楔9通过调整垫片10与下层线圈12下端的主绝缘层15连接。

[0020] 本实施例中，冷却系统3采用液体冷却方式，冷却液的主要作用是冷却高导热材料热量导出装置2带出的热量，

本实施例中，虽然图1下部虚线位置也画有冷却系统3，但实际设备中冷却系统3只有一个，示意图所示是为了方便理解所有定子绕组1内都设置有高导热材料体16并把热量传导至冷却系统3。

[0021] 本实施例中，定子铁芯4由薄硅钢片组合而成，每一叠片两面均涂有绝缘漆，定子绕组1和定子铁芯4共同组成永磁电机定子。

[0022] 本实施例中，转子轴6固定于左轴承5和右轴承8上，轴承的设计同时考虑了转子的轴向和径向运行精度。永磁体7安装在转子轴6上，永磁体7外表面加装一层过盈配合的高强度非导磁不锈钢护套，永磁体7在转子轴6高速旋转的带动下产生旋转磁场。

[0023] 本实施例中，高导热材料体16在定子线圈12中加工成导线形状，高导热材料体16具有导电不导磁特性，为防止漏电，高导热材料热量导出装置2在定子绕组1的两侧端部及引出至冷却系统3的部分均需要进行绝缘处理。

[0024] 本实施例中，高导热材料冷却段20表面加工成环肋结构，以增加高导热材料冷却段20与冷却液的接触面积、增强冷却液流动扰动来强化冷却效果。为强化冷却系统的冷却能力，本发明高导热材料冷却段20的结构可以设计成不同的结构形式，本实施例所描述的只是其中一种可以强化冷却的结构设计，其他结构设计不再赘述。

[0025] 具体的，基于高导热材料增强永磁电机冷却的系统的工作方法如下：高速永磁电机运行时，电流流过定子绕组1时产生热损耗，通过线圈12与高导热材料体16的合理布置，高效导出线圈12的发热量，热量导出到位于定子绕组1两侧的高导热材料热量导出装置2内，继而导出到冷却系统3内，由冷却系统3对高导热材料冷却段20进行冷却，冷却腔体19内温度通过恒温装置来控制，冷却系统3中冷却液在微型泵的作用下，通过冷却液入口18和冷却液出口17保证温度恒定，冷却系统3的高效冷却能力配合高导热材料体16的高效导热能力，使高速永磁电机的线圈12温升在安全可控范围，保证永磁电机安全、高效、稳定运行。

[0026] 虽然本发明已以实施例公开如上，但其并非用以限定本发明的保护范围，任何熟悉该项技术的技术人员，在不脱离本发明的构思和范围内所作的更动与润饰，均应属于本发明的保护范围。

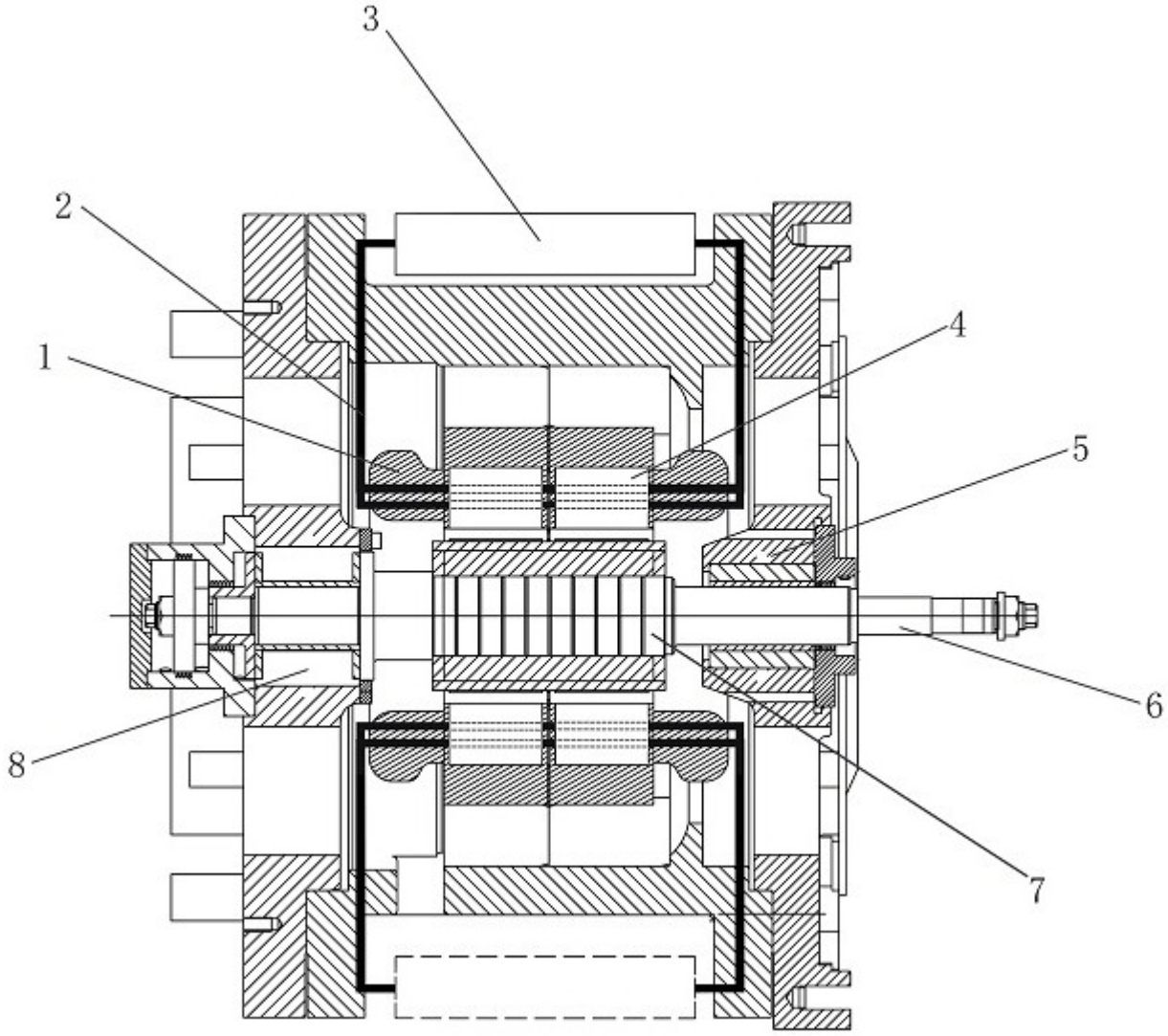


图1

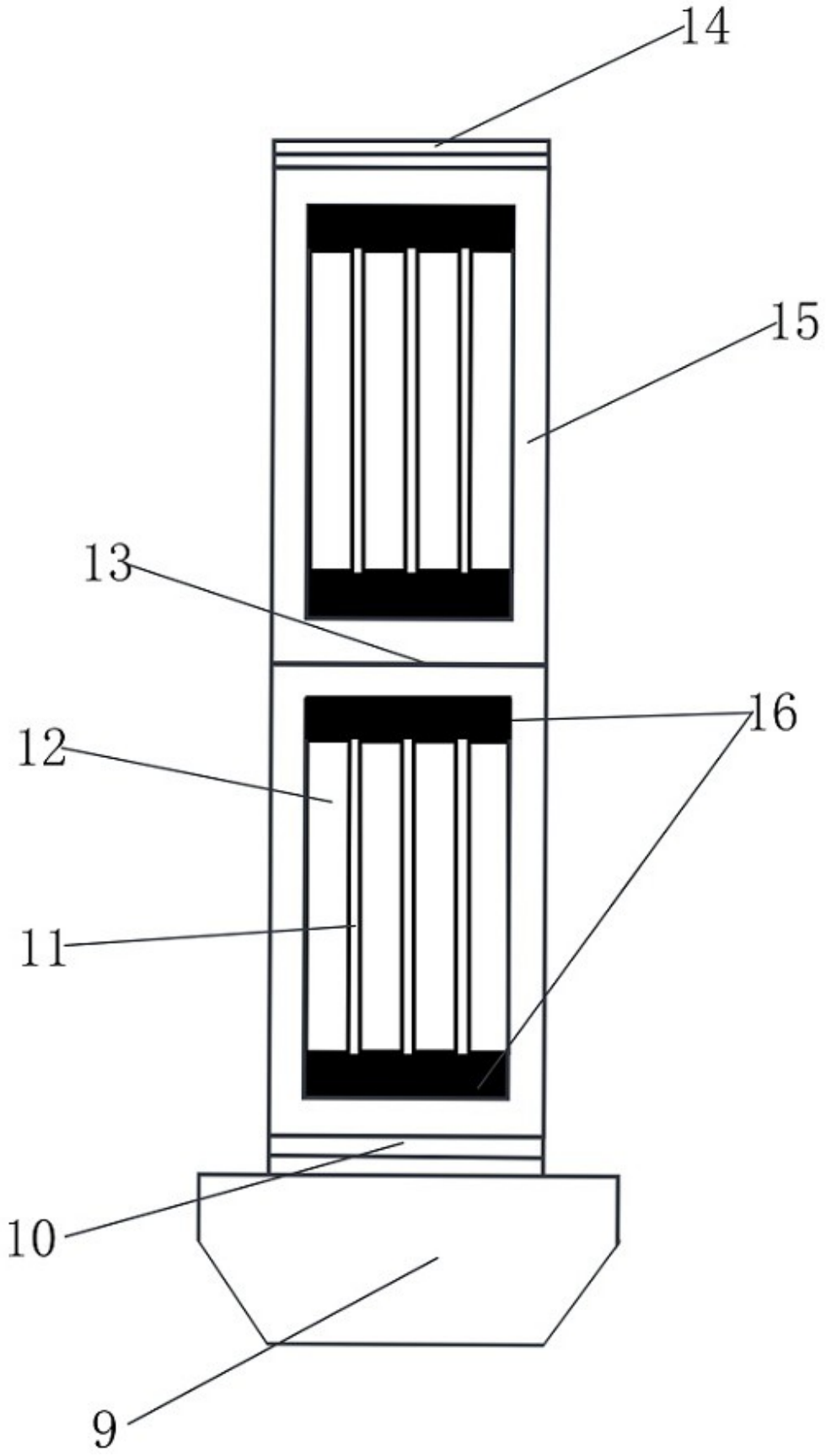


图2

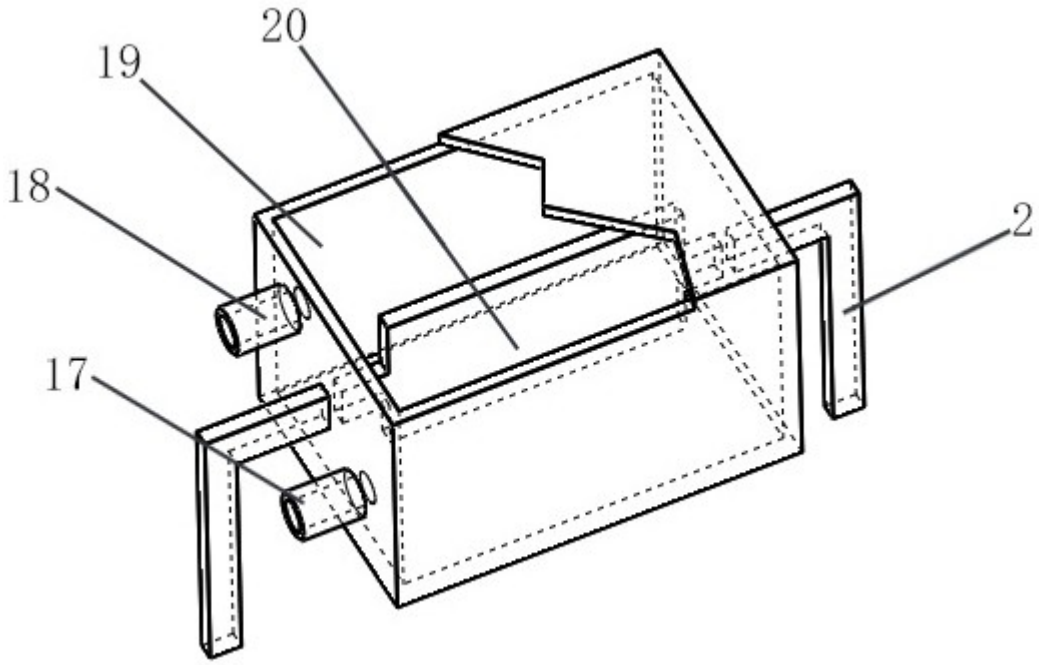


图3