(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 118553975 B
(45)授权公告日 2024.09.24

(21)申请号 202411025516.1

(22)申请日 2024.07.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 118553975 A

(43)申请公布日 2024.08.27

(73)专利权人 天津泰然储能科技有限公司
地址 300457 天津市滨海新区天津经济技术开发区第四大街59号一号车间西侧1-4跨

(72)发明人 贾雄杰 姜帆 李威加 黄学东 李辉 李俊军 李鑫强 董弘川

(74)专利代理机构 北京保识知识产权代理事务所(普通合伙) 11874
专利代理师 汪浩

(51)Int.Cl.
H01M 8/2485(2016.01)
H01M 8/2484(2016.01)
H01M 8/18(2006.01)
H01M 8/04276(2016.01)

(56)对比文件
CN 102456905 A,2012.05.16
CN 112310456 A,2021.02.02

审查员 吴肖志

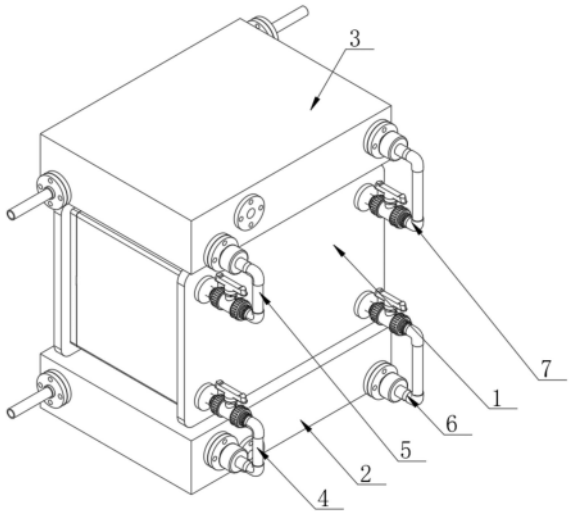
权利要求书2页 说明书6页 附图9页

(54)发明名称

一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构

(57)摘要

本发明公开了一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构,涉及储能技术领域,本方案有效降低了全钒液流电池系统的旁路电流损失,并集成了电解液的散热系统,通过将电解液母管到电堆进出液口的一段管路设计为电解液盘管结构,充分利用电堆顶部和底部空间,延长电解液的流经长度,增大电解液的电阻,减少电流通过电解液支管流动,从而降低旁路电流损失,本方案减少了冷却管路的使用,节省了空间,降低了系统整体的流阻,减少了泵功,同时,对每个电堆的进出口均进行了热管理,提升了冷却的均匀性,相较于传统仅在正极侧进液母管处安装换热器的方式,冷却效果更佳。



CN 118553975 B

1.一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构,其特征在于,包括:

电堆(1);

所述电堆(1)的下表面和上表面分别设置有进液冷却器(2)和出液冷却器(3);

所述电堆(1)的表面连通有正极进液管(4)、负极出液管(5)、正极出液管(7)和负极进液管(6);

所述正极进液管(4)与正极出液管(7)在电堆(1)内呈自下而上的对角线U型回路连通,所述负极进液管(6)与负极出液管(5)在电堆(1)内呈自下而上的对角线U型回路连通;

所述正极进液管(4)与负极进液管(6)共同位于进液冷却器(2)内设置,所述负极出液管(5)与正极出液管(7)共同设置在出液冷却器(3)的内壁;

所述正极进液管(4)、负极出液管(5)、负极进液管(6)和正极出液管(7)均包括电解液盘管(71),所述电解液盘管(71)的一端连通有用于连通电堆(1)的转接管(72),所述电解液盘管(71)的另一端连通有用于连通电解液母管的外接管(73)。

2.根据权利要求1所述的一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构,其特征在于,所述进液冷却器(2)包括封闭的底部壳体(21),所述底部壳体(21)的内壁固定连接有两个底部封架(22),所述正极进液管(4)和负极进液管(6)的两个电解液盘管(71)均位于两个底部封架(22)之间设置。

3.根据权利要求2所述的一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构,其特征在于,所述出液冷却器(3)包括顶部壳体(31),所述顶部壳体(31)的内壁固定连接有两个顶部封架(32),所述正极出液管(7)和负极出液管(5)的两个电解液盘管(71)均位于两个顶部封架(32)之间设置。

4.根据权利要求2所述的一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构,其特征在于,所述底部壳体(21)的表面设置有底部正极出液口(23)、底部正极进液口(24)、底部负极出液口(25)和底部负极进液口(26),所述底部壳体(21)的两侧错位设置有底部冷水进口(27)和底部冷水出口(28);

所述正极进液管(4)的外接管(73)位于底部负极进液口(26)安装设置,所述正极进液管(4)的转接管(72)位于底部正极出液口(23)安装设置;

所述负极进液管(6)的外接管(73)位于底部正极进液口(24)安装设置,所述负极进液管(6)的转接管(72)位于底部负极出液口(25)安装设置。

5.根据权利要求3所述的一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构,其特征在于,所述顶部壳体(31)的表面设置有顶部正极出液口(36)、顶部正极进液口(35)、顶部负极出液口(34)和顶部负极进液口(33),所述顶部壳体(31)的两侧错位设置有顶部冷水进口(37)和顶部冷水出口(38);

所述正极出液管(7)的外接管(73)位于顶部正极出液口(36)安装设置,所述正极出液管(7)的转接管(72)位于顶部正极进液口(35)安装设置;

所述负极出液管(5)的外接管(73)位于顶部负极出液口(34)安装设置,所述负极出液管(5)的转接管(72)位于顶部负极进液口(33)安装设置。

6.根据权利要求1所述的一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构,其特征在于,所述转接管(72)的表面设置有阀门(74),所述转接管(72)与电解液盘管(71)的一端设置有第一连接法兰(75),所述外接管(73)与电解液盘管(71)的另一端设置有第二连接法兰

(76)。

7.根据权利要求5所述的一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构,其特征在于,所述底部壳体(21)和顶部壳体(31)的内壁均设置有用于电解液盘管(71)密封放置的换热室(8),且换热室(8)的两侧均设置有隔断室(9)。

8.根据权利要求1所述的一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构,其特征在于,所述电解液盘管(71)包括直管、螺旋盘绕形、螺旋环绕形、方形螺旋形和S形设置。

9.根据权利要求7所述的一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构,其特征在于,所述换热室(8)通冷却介质或气流。

一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构

技术领域

[0001] 本发明属于储能技术领域,具体地说,涉及盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构。

背景技术

[0002] 由于风光发电的间歇性和波动性特征,储能系统的需求日益迫切,其中长时储能更是成为关键需求。全钒液流电池凭借其本征安全性、寿命长、布置灵活及技术成熟度较高的优势,成为长时储能技术的有力竞争者。

[0003] 全钒液流电池系统的单堆功率通常为10至32kW,通过将6至8个电堆电气和电解液管路串并联组装在预制舱内,可以形成百千瓦级的电池系统。目前,管路通常采用并联的集中式设计,每个电堆的进出液管路连接至一根电解液母管,母管再与储液罐和循环泵形成电解液循环回路。然而,这种设计方式存在明显的技术弊端:由于电解液具有导电性,电堆之间的不一致性会导致电压差,进而通过电解液支管和母管形成电流回路,这种电流被称为旁路电流。

[0004] 旁路电流因为焦耳效应而引起热损失,从而降低了系统整体的充放电效率。依据电路潮流计算的理论知识,降低系统端电压可以减小旁路电流。目前,行业内普遍通过减少电堆串联数量以降低系统电压来减小旁路损失。然而,这种方法带来了新的问题:系统电压降低会导致主电流增大,增大了电气线路上的输电损耗。此外,较低的电压通常难以适配市场上同等功率的储能逆变器产品,增加了额外的定制化成本。

[0005] 另一种减小旁路电流的方式是增大电解液管路的电阻,这可以通过延长电解液在电堆进出液口处的流经长度来实现。然而,这种方法的实际效果和实施难度仍需要进一步验证和优化。

[0006] 综上所述,全钒液流电池系统在现有设计中面临旁路电流导致的效率损失难题。如何有效地减少旁路电流,维持系统电压的合理水平,同时避免增加输电损耗和定制化成本,已成为亟待解决的关键技术问题。

[0007] 有鉴于此特提出本发明。

发明内容

[0008] 为解决上述技术问题,本发明采用技术方案的基本构思是:

[0009] 一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构,包括:

[0010] 电堆;

[0011] 所述电堆的下表面和上表面分别设置有进液冷却器和出液冷却器;

[0012] 所述电堆的表面连通有正极进液管、负极出液管、正极出液管和负极进液管;

[0013] 所述正极进液管与正极出液管在电堆内呈自下而上的对角线U型回路连通,所述负极进液管与正极出液管在电堆内呈自下而上的对角线U型回路连通;

[0014] 所述正极进液管与负极进液管共同位于进液冷却器内设置,所述负极出液管与正

极出液管共同设置在外出液冷却器的内壁；

[0015] 所述正极进液管、负极出液管、负极进液管和正极出液管均包括电解液盘管，所述电解液盘管的一端连通有用于连通电堆的转接管，所述电解液盘管的另一端连通有用于连通电解液母管的外接管。

[0016] 优选的，所述进液冷却器包括封闭的底部壳体，所述底部壳体的内壁固定连接有两个底部封架，所述正极进液管和负极进液管的两个电解液盘管均位于两个底部封架之间设置。

[0017] 优选的，所述出液冷却器包括顶部壳体，所述顶部壳体的内壁固定连接有两个顶部封架，所述正极出液管和负极出液管的两个电解液盘管均位于两个顶部封架之间设置。

[0018] 优选的，所述底部壳体的表面设置有底部正极出液口、底部正极进液口、底部负极出液口和底部负极进液口，所述底部壳体的两侧错位设置有底部冷水进口和底部冷水出口；

[0019] 所述正极进液管的外接管位于底部负极进液口安装设置，所述正极进液管的转接管位于底部正极出液口安装设置；

[0020] 所述负极进液管的外接管位于底部正极进液口安装设置，所述负极进液管的转接管位于底部负极出液口安装设置。

[0021] 优选的，所述顶部壳体的表面设置有顶部正极出液口、顶部正极进液口、顶部负极出液口和顶部负极进液口，所述顶部壳体的两侧错位设置有顶部冷水进口和顶部冷水出口；

[0022] 所述正极出液管的外接管位于顶部正极出液口安装设置，所述正极出液管的转接管位于顶部正极进液口安装设置；

[0023] 所述负极出液管的外接管位于顶部负极出液口安装设置，所述负极出液管的转接管位于顶部负极进液口安装设置。

[0024] 优选的，所述转接管的表面设置有阀门，所述转接管与电解液盘管的一端设置有第一连接法兰，所述外接管与电解液盘管的另一端设置有第二连接法兰。

[0025] 优选的，所述底部壳体和顶部壳体的内壁均设置有用于电解液盘管密封放置的换热室，且换热室的两侧均设置有隔断室。

[0026] 优选的，所述电解液盘管包括直管、螺旋盘绕形、螺旋环绕形、方形螺旋形和S形设置。

[0027] 优选的，所述换热室通冷却介质或气流。

[0028] 有益效果：

[0029] 本发明提供了一种能够减低全钒液流电池系统旁路电流损失，同时集成了电解液散热系统的盘管-散热一体的电堆进出液管路结构，通过将电解液母管到电堆进出液口的一段管路合理设计为电解液盘管结构，这样可以在充分利用电堆顶部和底部空间的同时延长电解液的流经长度，增大了该部分电解液的电阻，这样可以有效降低电流从电解液支管流过，从而减少旁路电流损失，由于该盘管结构有效增大了管路散热面积，为充分利用这部分散热面积，使用底部壳体或顶部壳体包覆这部分管路，形成一种简易的管壳式换热器结构，相较于传统的解决方案而言，本方案相比传统的盘管与冷却管路分离设计的方式，减少了冷却管路的使用，节省空间，同时降低系统整体的流阻以减少泵功。此外，对每个电堆的

进出口均进行了热管理,相比传统的仅在正极侧进液母管处安装换热器的方式,冷却的均匀性要更好。

[0030] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细的描述。

附图说明

[0031] 在附图中:

[0032] 图1为本发明立体的结构示意图;

[0033] 图2为本发明另一视角立体的结构示意图;

[0034] 图3为本发明进液冷却器和出液冷却器拆除后的结构示意图;

[0035] 图4为本发明负极进液管和正极进液管在进液冷却器内的安装结构示意图;

[0036] 图5为本发明进液冷却器立体的剖面示意图;

[0037] 图6为本发明出液冷却器立体的剖面结构示意图;

[0038] 图7为本发明正极出液管的爆炸结构示意图;

[0039] 图8为本发明电解液盘管的不同实施方式结构示意图;

[0040] 图9为本发明采用自然冷却方式的实施方式结构示意图;

[0041] 图10为本发明采用风冷的实施方式结构示意图;

[0042] 图11为本发明电堆模组旁路电流示意图。

[0043] 图中:1、电堆;2、进液冷却器;21、底部壳体;22、底部封架;23、底部正极出液口;24、底部正极进液口;25、底部负极出液口;26、底部负极进液口;27、底部冷水进口;28、底部冷水出口;3、出液冷却器;31、顶部壳体;32、顶部封架;33、顶部负极进液口;34、顶部负极出液口;35、顶部正极进液口;36、顶部正极出液口;37、顶部冷水进口;38、顶部冷水出口;4、正极进液管;5、负极出液管;6、负极进液管;7、正极出液管;71、电解液盘管;72、转接管;73、外接管;74、阀门;75、第一连接法兰;76、第二连接法兰;8、换热室;9、隔断室。

具体实施方式

[0044] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,以下实施例用于说明本发明。

[0045] 目前的全钒液流电池大多采用多个10-32kw电堆通过电气和电解液管路的串并联组装于预制舱内形成百千瓦级电池系统。管路通常采用并联的集中式设计,每个电堆的进出液管连接至一根电解液母管,母管与储液罐、循环泵形成电解液回路。在该种方式下,由于电解液是导电的,相邻的电堆之间由于生产的不一致性必然存在电压差,因此相邻的电堆通过电解液支管和母管形成了电流回路,该电流被称为旁路电流,如图11所示。电解液管道中的旁路电流由于焦耳效应造成热损失,从而降低了系统整体的充放电效率。

[0046] 根据电路潮流计算的知识可知,降低系统的端电压可以减小旁路电流。目前行业内通过减小电堆的串联数来降低系统电压以减小旁路损失。然而,系统电压的降低一方面会导致主电流增大,增大电气线路上的输电损耗,另一方面较低的电压通常不适配于市场上同等功率下的储能逆变器产品,带来额外的定制化成本。

[0047] 基于此,本方案提出以下方案解决上述的技术难点:

[0048] 如图1至图10所示,一种盘管-散热一体的液流电池电堆进出液管结构,包括:

[0049] 电堆1的下表面和上表面分别设置有进液冷却器2和出液冷却器3；

[0050] 电堆1的表面连通有正极进液管4、负极出液管5、正极出液管7和负极进液管6；

[0051] 正极进液管4与正极出液管7在电堆1内呈自下而上的U型回路连通，负极进液管6与负极出液管5在电堆1内呈自下而上的U型回路连通；

[0052] 正极进液管4与负极进液管6共同位于进液冷却器2内设置，负极出液管5与正极出液管7共同设置在出液冷却器3的内壁；

[0053] 正极进液管4、负极出液管5、负极进液管6和正极出液管7均包括电解液盘管71，电解液盘管71的一端连通有用于连通电堆1的转接管72，电解液盘管71的另一端连通有用于连通储液罐的外接管73。

[0054] 综上可知，本方案通过将电解液母管到电堆1进出液口的一段管路设计为电解液盘管71结构，充分利用电堆1顶部和底部空间，延长电解液流经长度，增大电解液电阻，有效减少旁路电流的产生，从而降低旁路电流导致的热损失，提高了系统的充放电效率。

[0055] 电解液盘管71结构不仅延长了电解液的流经路径，还显著增加了管路的散热面积。通过使用方形冷却壳体(底部壳体21和顶部壳体31)包覆电解液盘管71，形成简易的管壳式换热器，使电解液在流经电解液盘管71的过程中得到有效冷却。冷水由冷水机组提供，通过选择高导热性材料的冷却壳体。

[0056] 相比传统的电解液盘管71与冷却管路分离设计，本发明将二者一体化，有效减少了冷却管路的使用，节省了系统空间。同时，由于系统整体流阻的降低，减少了泵的功耗，提高了系统的运行效率。

[0057] 本发明在每个电堆1的进出口均设置了热管理，相比传统仅在正极侧进液母管处安装换热器的方式，冷却更加均匀，确保了每个电堆1的温度一致性，优化了系统的热管理。

[0058] 正极进液管4、负极进液管6、负极出液管5和正极出液管7的管路材料选用包括常规的UPVC耐腐蚀材质，冷却壳体材料选择高导热且耐腐蚀的材料，包括不锈钢、碳钢或铜，这些材料保证了设备的长寿命和高可靠性，符合液流电池系统的运行要求。

[0059] 通过第一连接法兰75和第二连接法兰76的连接设计，方便了管路的安装和拆卸，简化了维护过程，提高了系统的操作便捷性和可靠性。

[0060] 综上，本发明通过创新性的将电解液盘管71结构与冷却系统一体化设计，实现了减少旁路电流损失、集成高效散热、节省空间、提升冷却均匀性和系统可靠性等多个显著优点，为全钒液流电池系统的高效运行和长寿命提供了可靠的技术保障。

[0061] 具体的，如图4和图5所示：进液冷却器2包括封闭的底部壳体21，底部壳体21的内壁固定连接有两个底部封架22，正极进液管4和负极进液管6的两个电解液盘管71均位于两个底部封架22之间设置。出液冷却器3包括顶部壳体31，顶部壳体31的内壁固定连接有两个顶部封架32，正极出液管7和负极出液管5的两个电解液盘管71均位于两个顶部封架32之间设置。

[0062] 进液冷却器2和出液冷却器3位于电堆1的两侧设置，实现多个电堆1之间并联电解液相互之间流通能够进行降温，能够有效防止出现旁路电流由于焦耳效应出现热损失，充分保障了系统的整体充放电效率。

[0063] 具体的，如图6所示：底部壳体21的表面设置有底部正极出液口23、底部正极进液口24、底部负极出液口25和底部负极进液口26，底部壳体21的两侧错位设置有底部冷水进

口27和底部冷水出口28；

[0064] 正极进液管4的外接管73位于底部负极进液口26安装设置，正极进液管4的转接管72位于底部正极出液口23安装设置；

[0065] 负极进液管6的外接管73位于底部正极进液口24安装设置，负极进液管6的转接管72位于底部负极出液口25安装设置。

[0066] 顶部壳体31的表面设置有顶部正极出液口36、顶部正极进液口35、顶部负极出液口34和顶部负极进液口33，顶部壳体31的两侧错位设置有顶部冷水进口37和顶部冷水出口38；

[0067] 正极出液管7的外接管73位于顶部正极出液口36安装设置，正极出液管7的转接管72位于顶部正极进液口35安装设置；

[0068] 负极出液管5的外接管73位于顶部负极出液口34安装设置，负极出液管5的转接管72位于顶部负极进液口33安装设置。

[0069] 本方案采用了正极进液管4、负极出液管5、正极出液管7和负极进液管6相互之间形成下进上出的对角型流式，来自母管的电解液通过正极进液管4和负极进液管6的两个外接管73进入进液冷却器2，然后通过正极进液管4和负极进液管6的两个转接管72进入到电堆1，随即在电堆1内走U型回路从正极出液管7和负极出液管5的两个转接管72进入到出液冷却器3，最终通过正极出液管7和负极出液管5的两个外接管73流入到电解液回液母管。

[0070] 具体的，如图3和图7所示：转接管72的表面设置有阀门74，转接管72与电解液盘管71的一端设置有第一连接法兰75，外接管73与电解液盘管71的另一端设置有第二连接法兰76。

[0071] 通过阀门74，能够方便通断的控制，配合第一连接法兰75和第二连接法兰76能够方便进行检测和维护作业处理。

[0072] 具体的，如图5和图6所示：底部壳体21和顶部壳体31的内壁均设置有用于电解液盘管71密封放置的换热室8，且换热室8的两侧均设置有隔断室9。

[0073] 换热室8与电解液盘管71的表面进行换热，实现热量的散发，同时两侧的隔断室9，能够对电解液盘管71的薄弱部分进行保护。

[0074] 具体的，如图8所示：电解液盘管71包括直管、螺旋盘绕形、螺旋环绕形、方形螺旋形和S形设置。

[0075] 电解液盘管71可以采用较长的直管、弯管、螺旋盘绕形、螺旋环绕形、方形螺旋形和S形设置，只要存在一定的长度均能够起到同样的技术效果。

[0076] 具体的，如图1所示：换热室8通冷却介质或气流。

[0077] 冷却介质包括纯净水和矿物油，其中气流包括干燥气流或雾化水混杂空气配合的冷却方式。

[0078] 使用液冷的方式在换热室8进行换热外，可以在换热室8内进行通风换热，同时还可以采用如图3的直接暴露方式，适用于低温环境下，以及如图9所示的安装翅片的方式进行散热，或加装风扇如图10的方式进行温度控制。

[0079] 综上该方案相较于传统的减小电堆1的串联量而言，不仅降低减小了旁路电流，同时主电路也更为稳定，在电气线路上的输电损耗波动较小，同时对市场同等功率的主流逆变器有着很好的适配性适配，整体设计更为标准化，可以预见的是本方案，设计上不仅改善

了上述缺陷,同时还针对温度控制做出了优化,对降低成本,提升效率,优化结构的综合作用下,整体性能相较于同行业产品而言有着显著的创新变化,作用效果也有着突出的改善。

[0080] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

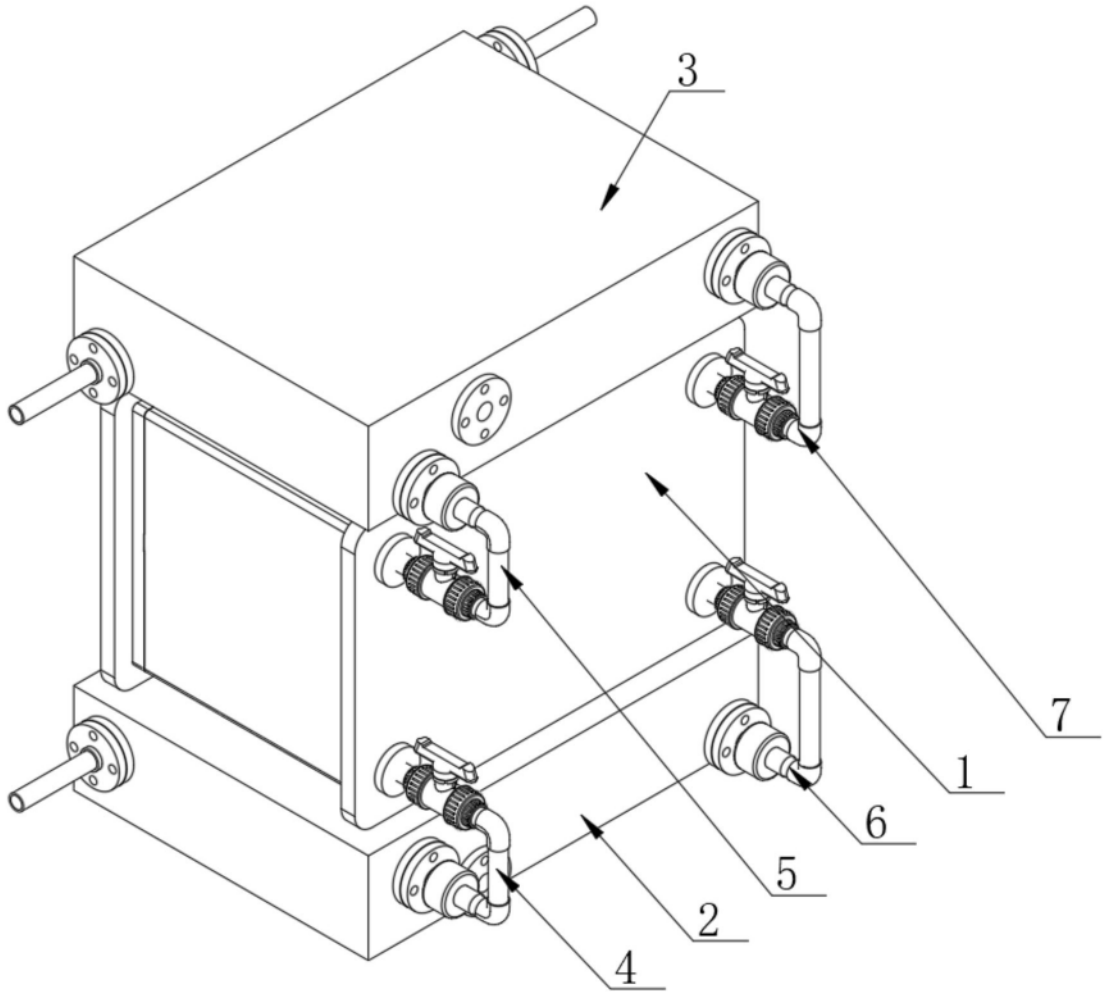


图1

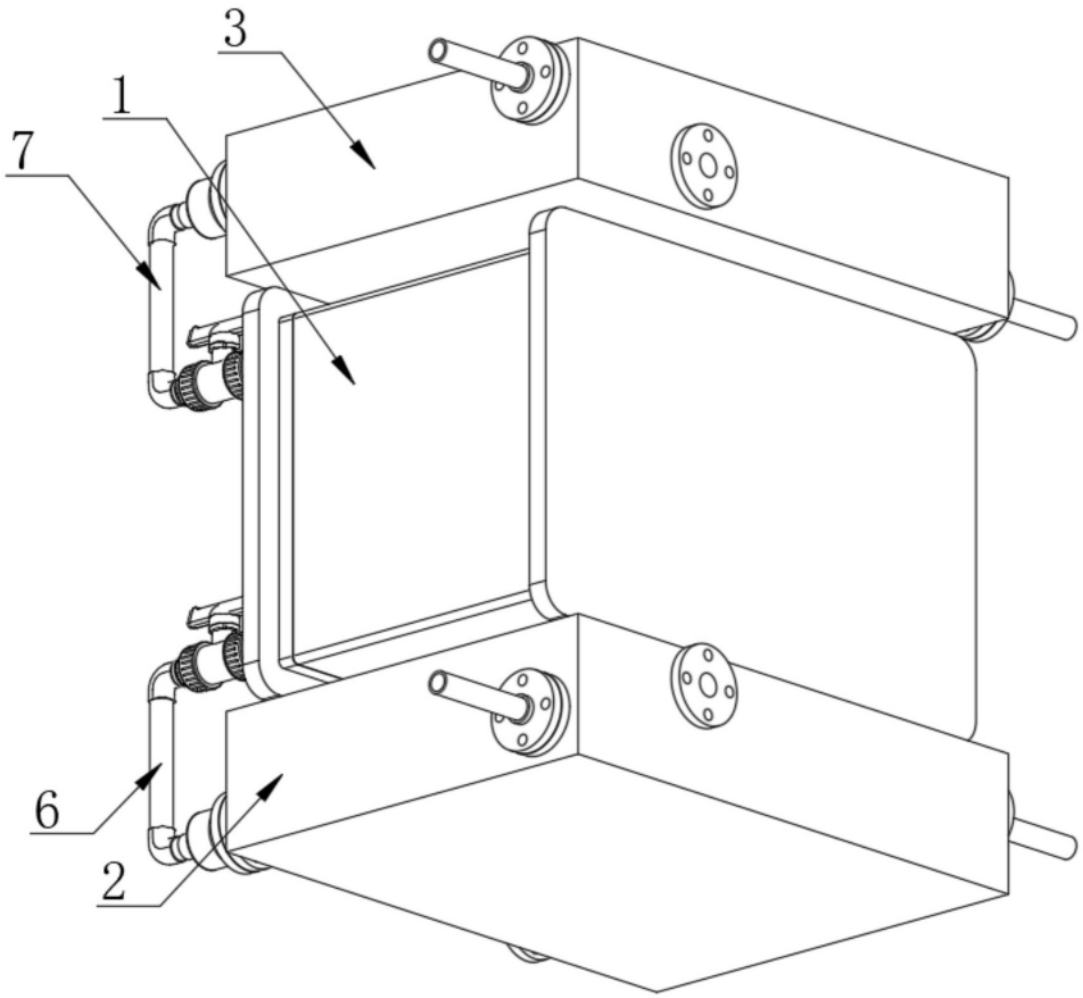


图2

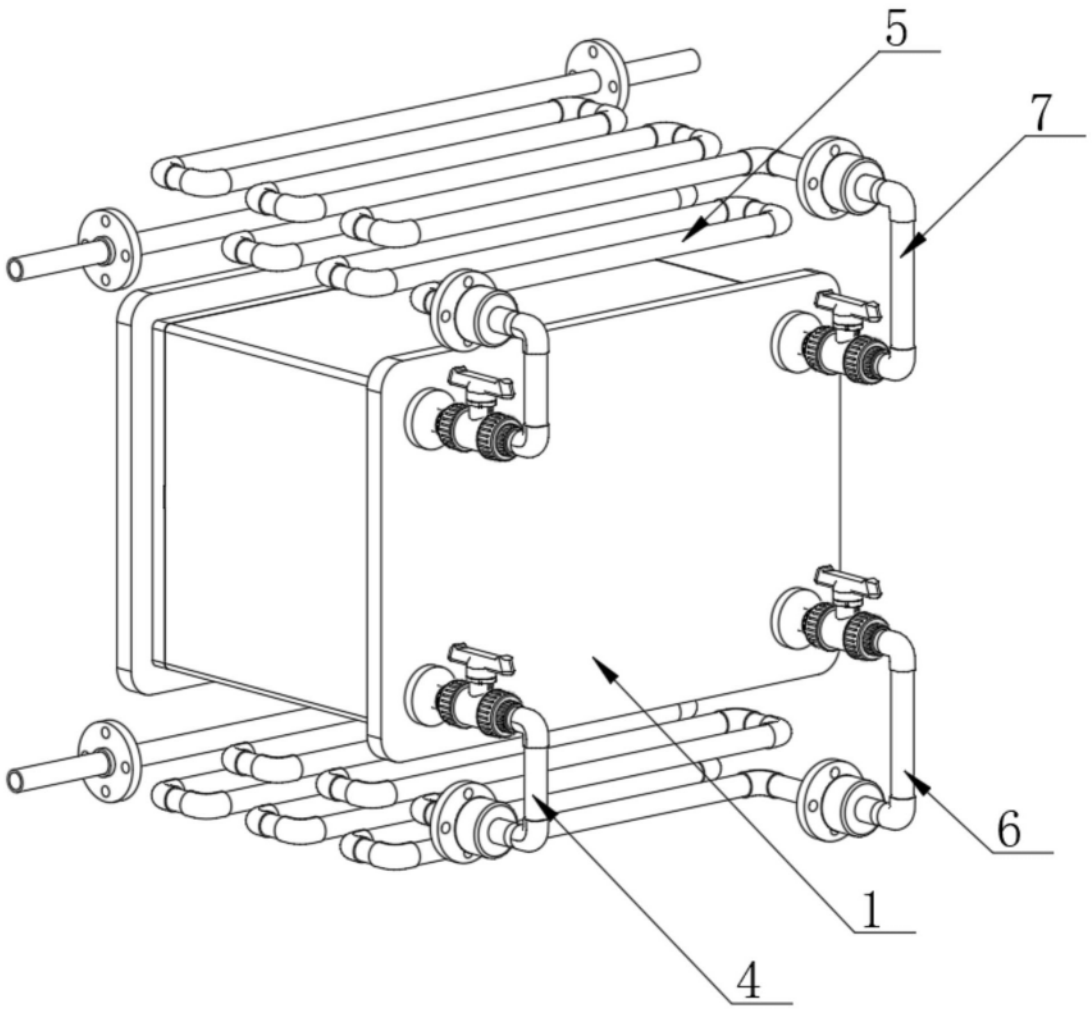


图3

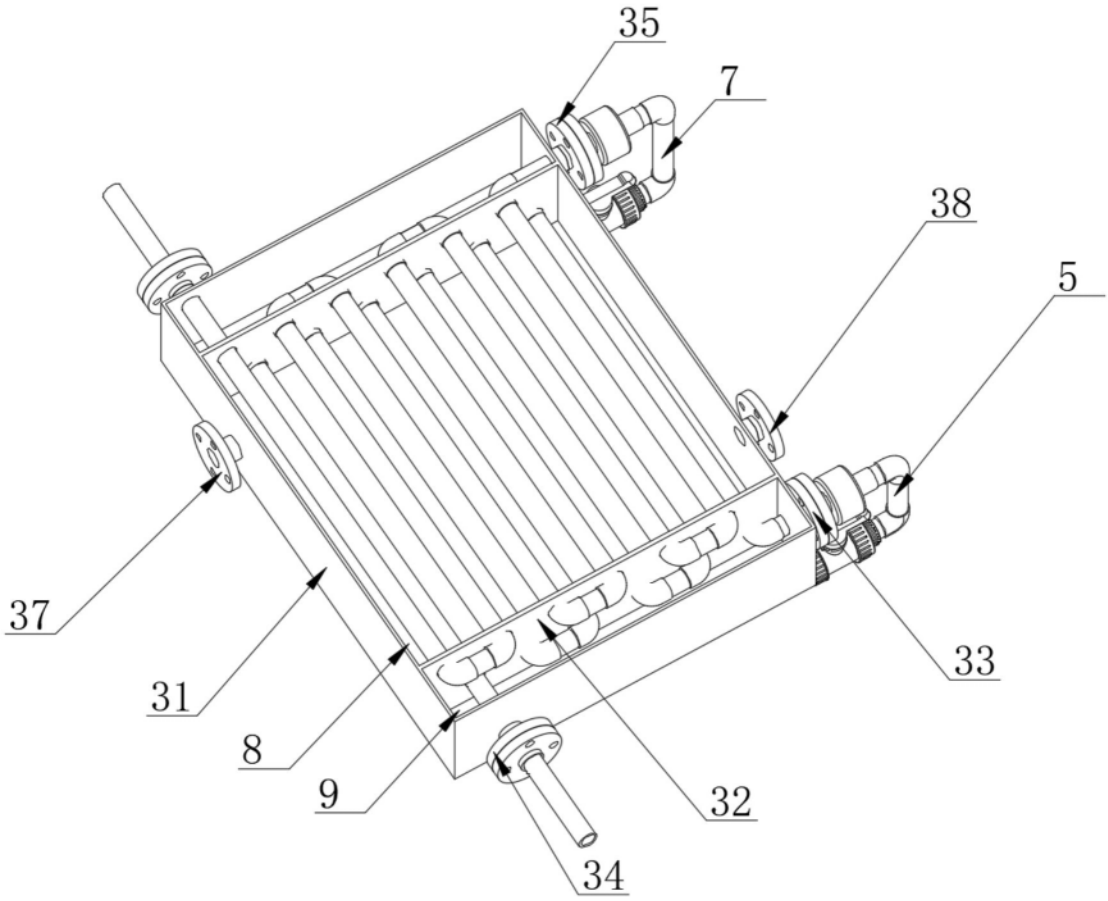


图4

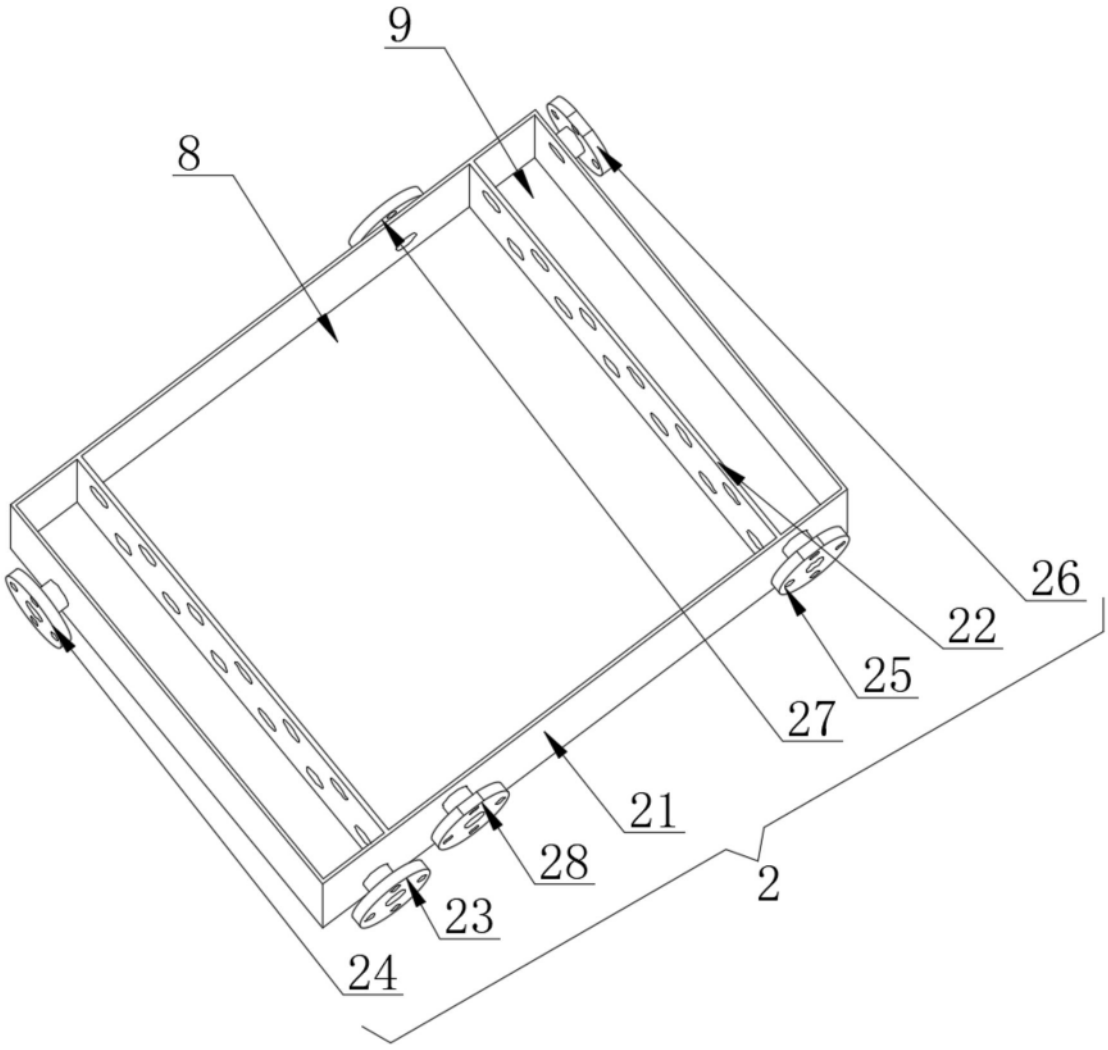


图5

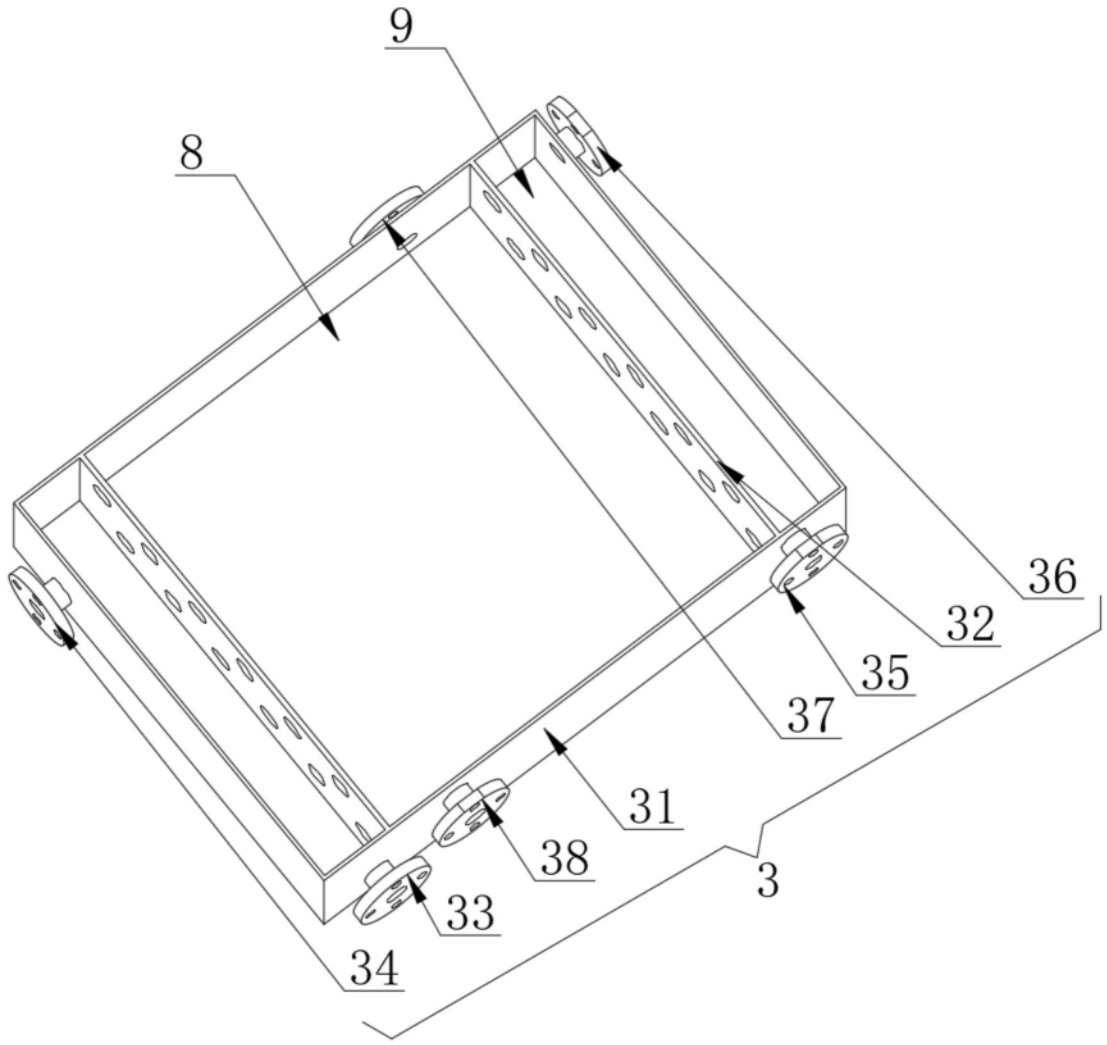


图6

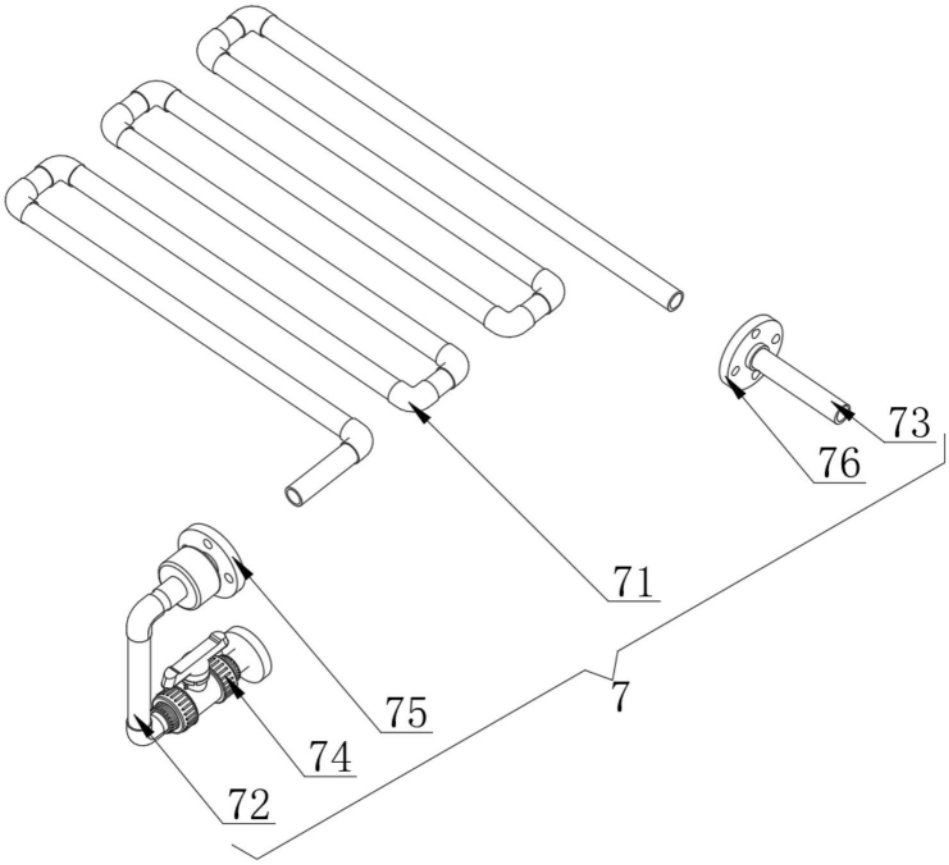


图7

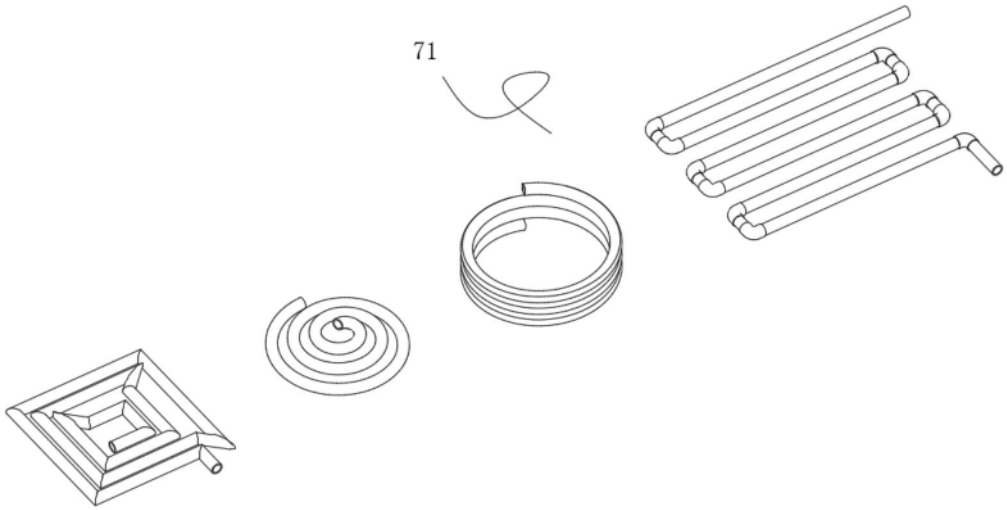


图8

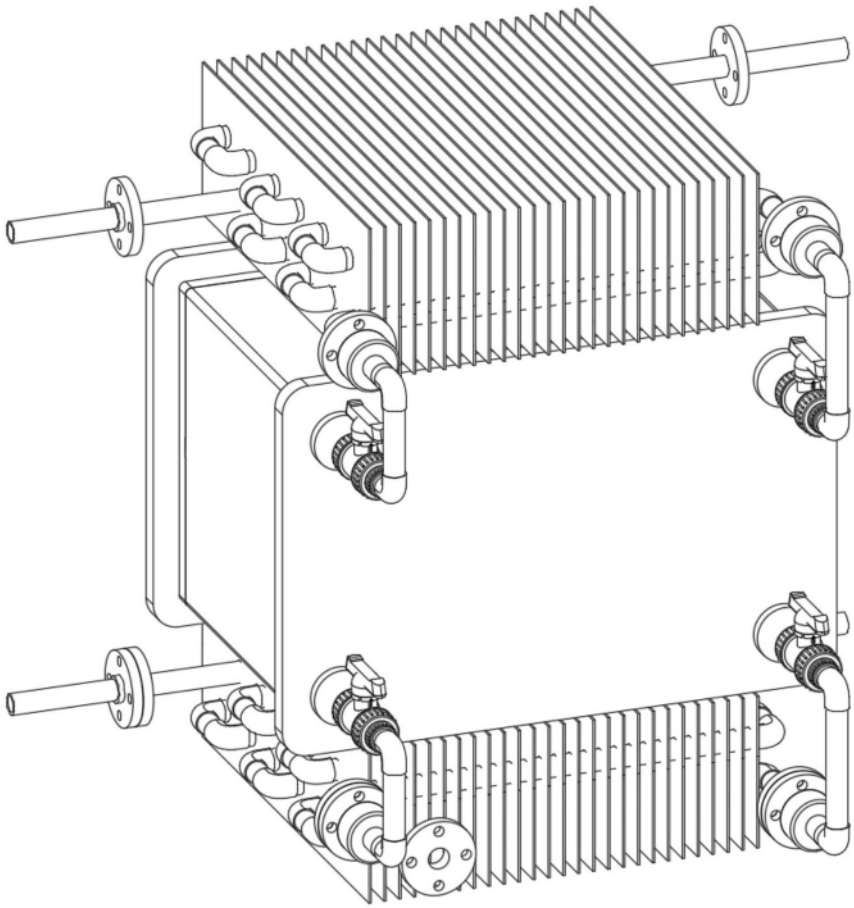


图9

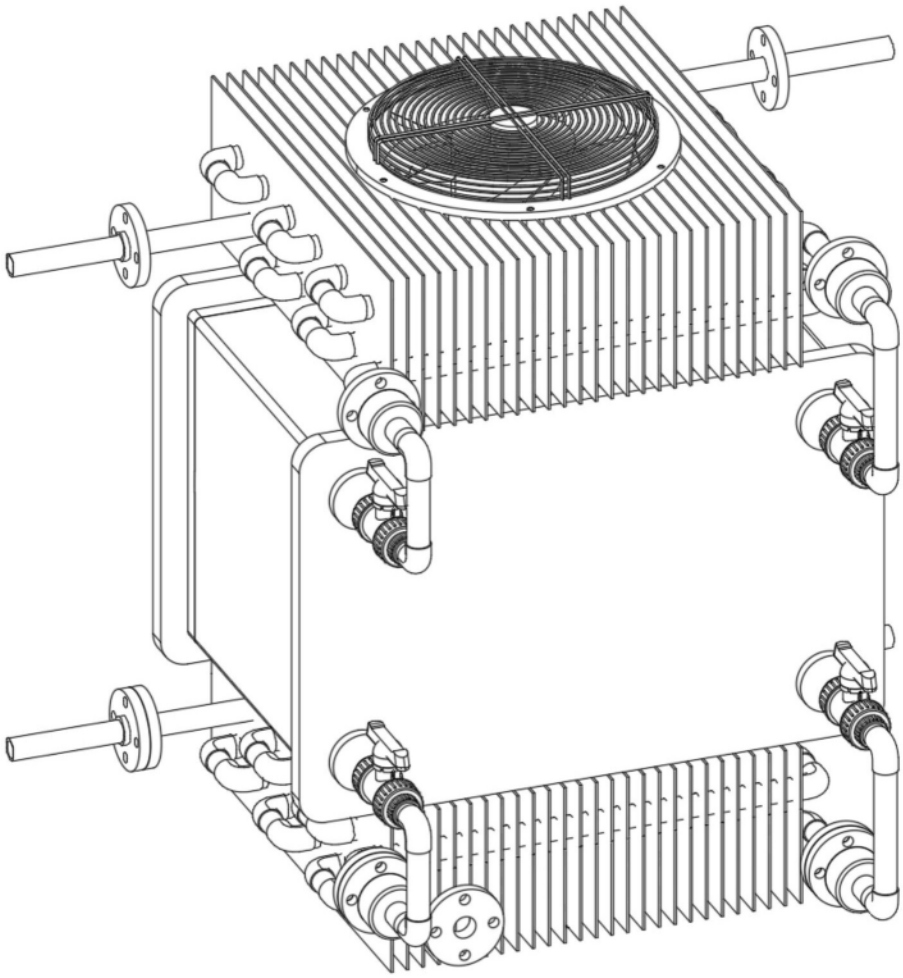


图10

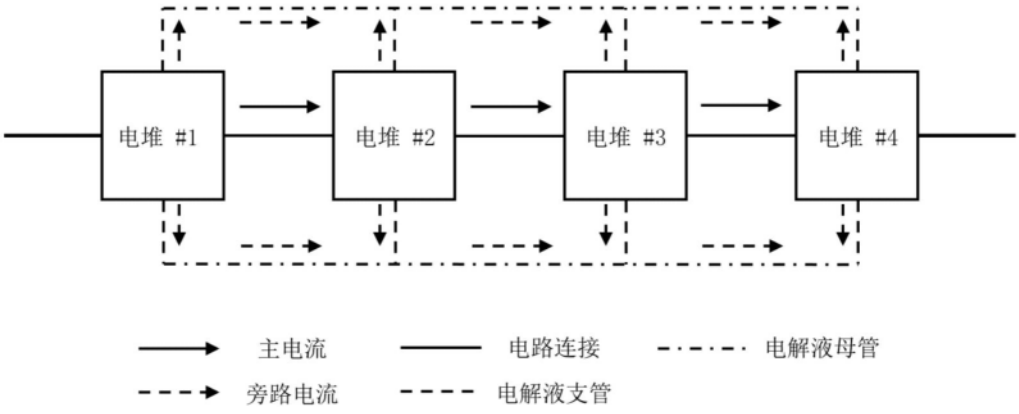


图11