



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209071001 U

(45)授权公告日 2019.07.05

(21)申请号 201821166721.X

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2018.07.23

(73)专利权人 上海核工程研究设计院有限公司

地址 200233 上海市徐汇区虹漕路29号

(72)发明人 叶成 左巧林 陈丽 桂璐廷

王芳 袁钢 柴庆竹 秦文松

韩菲 匡以武 王文

(74)专利代理机构 上海精晟知识产权代理有限公司

公司 31253

代理人 冯子玲

(51)Int.Cl.

G21C 15/18(2006.01)

G21C 15/257(2006.01)

G21C 15/28(2006.01)

F28D 15/02(2006.01)

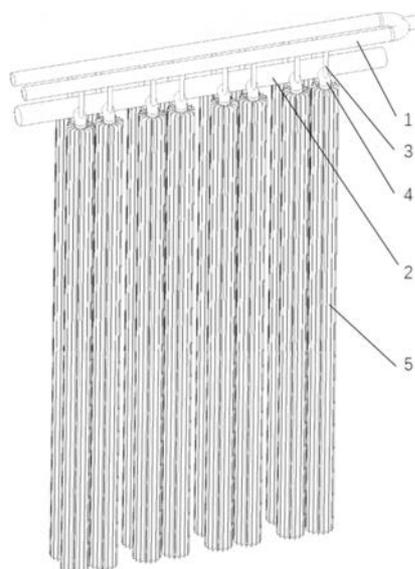
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)实用新型名称

一种用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器

(57)摘要

本实用新型提供一种用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,包括:冷凝液联箱、蒸气联箱、蒸发管以及竖直翅片;其中,蒸发管由蒸发管内套管和蒸发管外管组成,蒸发管内套管嵌套于蒸发管外管内;冷凝液联箱设置于蒸发管的上方,并位于蒸气联箱上部的左右两侧,冷凝液联箱在蒸气联箱出口端上方汇合成U型;蒸发管内套管的一端与冷凝液联箱的正下方相连接,蒸发管内套管的另一端与蒸发管外管相连接,蒸发管外管再与蒸气联箱相连接;以及竖直翅片设置于蒸发管外管的外部。本实用新型具有增强了热管换热器与乏燃料组件间的换热性能,保证了插入式热管的工艺可行性并且采用热管的非能动冷却性能,提高乏燃料池的安全性等有益效果。



1. 一种用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,其特征在于,所述插入式热管蒸发段换热器包括:冷凝液联箱、蒸气联箱、蒸发管以及竖直翅片;其中,

所述蒸发管由蒸发管内套管和蒸发管外管组成,所述蒸发管内套管嵌套于所述蒸发管外管内;

所述冷凝液联箱设置于所述蒸发管的上方,并位于所述蒸气联箱上部的左右两侧,所述冷凝液联箱在所述蒸气联箱出口端上方汇合成U型;

所述蒸发管内套管的一端与所述冷凝液联箱的正下方相连接,所述蒸发管内套管的另一端与所述蒸发管外管相连接,所述蒸发管外管再与所述蒸气联箱相连接;以及

所述竖直翅片设置于所述蒸发管外管的外部。

2. 如权利要求1所述的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,其特征在于,所述插入式热管蒸发段换热器布置于乏燃料池底部的乏燃料格架中,并完全浸没在乏燃料池水中。

3. 如权利要求1所述的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,其特征在于,所述蒸发管的数量为至少两排,所述蒸发管共用所述蒸气联箱。

4. 如权利要求1所述的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,其特征在于,所述蒸气联箱和所述冷凝液联箱均为不锈钢筒体。

5. 如权利要求1所述的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,其特征在于,所述蒸发管外管和所述蒸发管内套管均为不锈钢无缝圆柱形钢管。

6. 如权利要求1所述的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,其特征在于,循环介质通过所述冷凝液联箱分配到所述蒸发管中,通过改变所述蒸发管内套管插入所述冷凝液联箱的长度来平衡循环介质流量的分配。

7. 如权利要求6所述的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,其特征在于,所述循环介质为液态介质。

8. 如权利要求6所述的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,其特征在于,所述循环介质沿所述蒸发管内套管向下流入所述蒸发管外管内,所述蒸发管内套管的底部浸没在所述循环介质中。

9. 如权利要求1所述的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,其特征在于,所述蒸发管内套管嵌入蒸发管外管的长度可以根据需要进行变换。

10. 如权利要求6所述的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,其特征在于,所述循环介质为氨或水或四氟乙烷。

一种用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器。

背景技术

[0002] 目前在先进压水堆核电厂中,乏燃料自核反应堆芯卸出后仍然具有较大的剩余衰变功率,被暂时贮存在乏燃料贮存水池中冷却,利用外部冷却系统将乏燃料的剩余衰变热导出,并通过水对放射性进行隔离。

[0003] 目前核电站乏燃料池冷却系统均为能动冷却系统,通过电动泵抽出乏燃料池内的高温水流,经过热交换器的冷却后输送回乏池内实现换热。若发生重大自然灾害或其他原因导致全厂断电时,乏燃料池内水温将持续上升,以致沸腾蒸发,乏燃料棒有可能裸露,暴露在空气中的乏燃料组件温度会逐步升高,威胁乏燃料安全。尤其是在日本福岛核泄漏事件后,乏燃料的安全贮存受到更加广泛的关注。

[0004] 因此,如何设计出一种能够具有增强了热管换热器与乏燃料组件间的换热性能,保证了插入式热管的工艺可行性并且采用热管的非能动冷却性能,提高乏燃料池的安全性等有益效果的冷却系统成为亟待解决的问题。

实用新型内容

[0005] 本实用新型针对现有技术的不足,提出一种用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,其特征在于,所述插入式热管蒸发段换热器包括:冷凝液联箱、蒸气联箱、蒸发管以及竖直翅片;其中,

[0006] 所述蒸发管由蒸发管内套管和蒸发管外管组成,所述蒸发管内套管嵌套于所述蒸发管外管内;

[0007] 所述冷凝液联箱设置于所述蒸发管的上方,并位于所述蒸气联箱上部的左右两侧,所述冷凝液联箱在所述蒸气联箱出口端上方汇合成U型;

[0008] 所述蒸发管内套管的一端与所述冷凝液联箱的正下方相连接,所述蒸发管内套管的另一端与所述蒸发管外管相连接,所述蒸发管外管再与所述蒸气联箱相连接;以及

[0009] 所述竖直翅片设置于所述蒸发管外管的外部。

[0010] 优选地,所述插入式热管蒸发段换热器布置于乏燃料池底部的乏燃料格架中,并完全浸没在乏燃料池水中。。

[0011] 优选地,所述蒸发管的数量为至少两排,所述蒸发管共用所述蒸气联箱。

[0012] 优选地,所述蒸气联箱和所述冷凝液联箱均为不锈钢筒体。

[0013] 优选地,所述蒸发管外管和所述蒸发管内套管均为不锈钢无缝圆柱形钢管。

[0014] 优选地,循环介质通过所述冷凝液联箱分配到所述蒸发管中,通过改变所述蒸发管内套管插入所述冷凝液联箱的长度来平衡循环介质流量的分配。

[0015] 优选地,所述循环介质为液态介质。

[0016] 优选地,所述循环介质沿所述蒸发管内套管向下流入所述蒸发管外管内,所述蒸

发管内套管的底部浸没在所述循环介质中。

[0017] 优选地,所述蒸发管内套管嵌入蒸发管外管的长度可以根据需要进行变换。

[0018] 优选地,所述循环介质为氨或水或四氟乙烷。

[0019] 与现有技术相比,本实用新型具有以下有益效果:

[0020] 1、本实用新型提供的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,采用蒸发管插入乏燃料格架的插入式布置形式,增强了热管换热器与乏燃料组件间的换热性能。

[0021] 2、本实用新型提供的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,采用套管形式将冷凝液联箱设置在蒸发管上部,保证了插入式热管的工艺可行性。

[0022] 3、本实用新型提供的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,采用热管的非能动冷却性能,提高乏燃料池的安全性。

附图说明

[0023] 图1为本实用新型提供作为优选实施例的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器的示意图。

[0024] 图2为本实用新型提供作为优选实施例的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器的正面剖视图。

[0025] 图3为本实用新型提供作为优选实施例的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器的侧面剖视图。

[0026] 1-冷凝液联箱;

[0027] 2-蒸气联箱;

[0028] 3-蒸发管内套管;

[0029] 4-蒸发管外管;

[0030] 5-竖直翅片。

具体实施方式

[0031] 为使本实用新型的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步详细的说明。

[0032] 如图1到3所示,本实用新型提供了一种用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,所述插入式热管蒸发段换热器包括:冷凝液联箱1、蒸气联箱2、蒸发管以及竖直翅片5;其中,所述蒸发管由蒸发管内套管3和蒸发管外管4组成,所述蒸发管内套管3嵌套于所述蒸发管外管4内;所述冷凝液联箱1设置于所述蒸发管的上方,并位于所述蒸气联箱2上部的左右两侧,所述冷凝液联箱1在所述蒸气联箱2出口端上方汇合成U型;所述蒸发管内套管3的一端与所述冷凝液联箱1的正下方相连接,所述蒸发管内套管3的另一端与所述蒸发管外管4相连接,所述蒸发管外管4再与所述蒸气联箱2相连接;以及所述竖直翅片5设置于所述蒸发管外管4的外部。具体而言,所述热管蒸发段换热器在运行过程中,热管内液态循环介质通过冷凝液联箱1流入内套管3中,在内套管3底部流入蒸发管外管4,使内套管3底端浸没在外管液态介质中,乏燃料衰变热通过外管4管壁传递给液态循环介质,介质沸腾蒸发,饱和气态介质自下而上流经蒸发管外管4,汇入蒸气联箱2后继续在冷却系统中循环流

动。乏燃料棒释放衰变热，将热量传递给水池中的冷却剂，冷却剂在浮力驱动的大空间自然对流循环中流经插入式热管蒸发段换热器后被冷却，热量转化为热管内循环介质的气化潜热被介质带走，由此保证乏燃料水池内冷却剂温度低于该条件下的饱和温度，并有效带走乏燃料衰变热。通过本实用新型，循环介质在蒸发段内吸热蒸发，依靠流体密度差驱动在冷却系统内循环流动，将乏燃料衰变热转化为循环介质气化潜热从乏燃料水池中带走，保证了乏燃料池的安全性。

[0033] 优选地，所述插入式热管蒸发段换热器布置于乏燃料池底部的乏燃料格架中，并完全浸没在乏燃料池水中。所述热管蒸发段换热器采用插入式布置形式，将蒸发管插入乏燃料池底部的乏燃料贮存格架中，与乏燃料组件间隔布置。热管是一种具有高导热性能的传热元件，并且分离式热管具有结构简单、输热距离长和非能动的特点被广泛应用。在本实用新型提供的乏燃料池的非能动冷却系统中，热管蒸发段布置于乏燃料池内，包括多种布置形式。其中，将热管蒸发段直接插入乏燃料格架区域内的布置形式，可以增强乏池内的对流换热。

[0034] 优选地，所述蒸发管的数量为至少两排，所述蒸发管共用所述蒸气联箱2。蒸发管根数可以变换，例如变为两排或者三排，或每排增减蒸发管根数。具体而言，当为蒸发管为两排时，为满足所述插入式热管蒸发段换热器工艺要求，蒸气联箱2和冷凝液联箱1都设置在蒸发管上方，两排蒸发管共用一个蒸气联箱2，每排蒸发管上部各设置一个冷凝液联箱1，两个冷凝液联箱1位于蒸气联箱2上部的左右两侧，并在蒸气联箱2出口端上方汇合成U型。冷凝液联箱1与蒸发管内套管3相连接，通过改变蒸发管内套管3管伸入冷凝液联箱1的高度来平衡每根热管的流量分配；蒸发管内套管3嵌套入蒸发管外管4，底部与外管相通，应确保内套管底部3插入外管4的介质液面以下。蒸气联箱2两侧与蒸发管外管4相连接。蒸发管外管4布置了竖直方向翅片5，增强对流换热能力。所述插入式热管蒸发段换热器保证了插入式布置方式的工艺可行性，使冷却系统有效带走乏燃料衰变热，能够保证乏燃料池的安全性。

[0035] 优选地，所述蒸气联箱2和所述冷凝液联箱1均为不锈钢筒体。优选为圆柱形。

[0036] 优选地，所述蒸发管外管4和所述蒸发管内套管3均为不锈钢无缝圆柱形钢管。不锈钢无缝钢管能够保证冷却系统回路密封，其高耐腐蚀性能能够抵御循环介质腐蚀，保证了系统运行的安全性。

[0037] 优选地，循环介质通过所述冷凝液联箱1分配到所述蒸发管中，通过改变所述蒸发管内套管3插入所述冷凝液联箱1的长度来平衡循环介质流量的分配。在乏燃料池冷却系统运行过程中，液态循环介质通过冷凝液联箱1分配到双排蒸发管中，通过改变蒸发管内套管3插入冷凝液联箱1的长度来平衡循环介质流量的分配，距离越远的蒸发管内套管3插入长度越短，以此来达到每根蒸发管流量的平均分配。

[0038] 优选地，所述循环介质为液态介质。此外，循环介质还可采用其他不同介质，例如氨、水、四氟乙烷(R134a)等，只要满足热管工作需求，且与不锈钢管道兼容即可

[0039] 优选地，所述循环介质沿所述蒸发管内套管3向下流入所述蒸发管外管4内，所述蒸发管内套管3的底部浸没在所述循环介质中。介质受热沸腾蒸发，沿蒸发管外管4向上流动，汇合至蒸气联箱2内，从蒸气联箱2一端流出热管蒸发段换热器。将乏燃料衰变热转化为循环介质的气化潜热并带出乏燃料池，保证乏燃料池的安全性。

[0040] 优选地，所述蒸发管内套管3嵌入蒸发管外管4的长度可以根据需要进行变换。只

要保证内套管3底部浸没在液态循环介质中即可。

[0041] 与现有技术相比,本实用新型具有以下有益效果:

[0042] 1、本实用新型提供的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,采用蒸发管插入乏燃料格架的插入式布置形式,增强了热管换热器与乏燃料组件间的换热性能。

[0043] 2、本实用新型提供的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,采用套管形式将冷凝液联箱设置在蒸发管上部,保证了插入式热管的工艺可行性。

[0044] 3、本实用新型提供的用于乏燃料池非能动冷却的插入式热管蒸发段换热器,采用热管的非能动冷却性能,提高乏燃料池的安全性。

[0045] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的系统而言,由于与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0046] 本领域技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本实用新型的范围。

[0047] 显然,本领域的技术人员可以对实用新型进行各种改动和变型而不脱离本实用新型的精神和范围。这样,倘若本实用新型的这些修改和变型属于本实用新型权利要求及其等同技术的范围之内,则本实用新型也意图包括这些改动和变型在内。

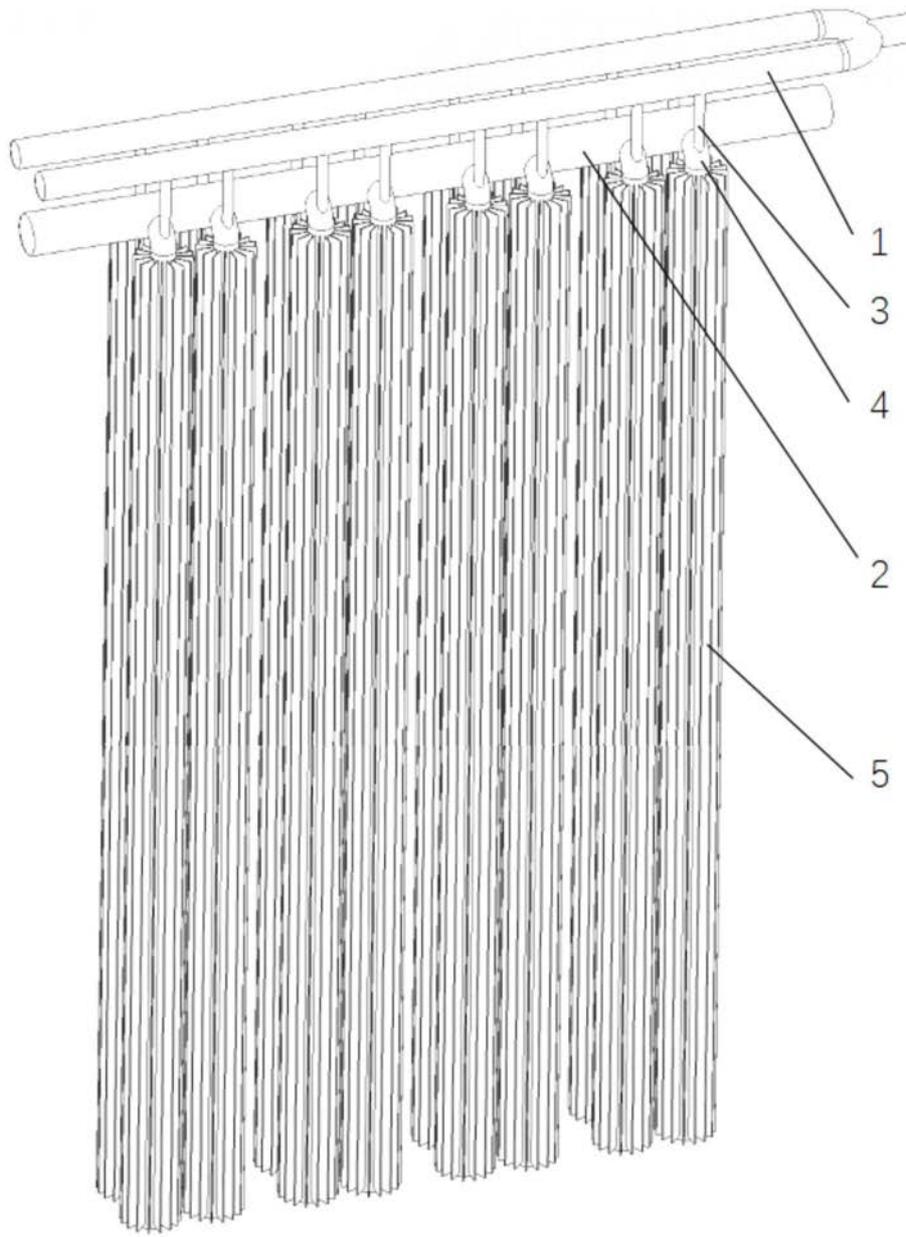


图1

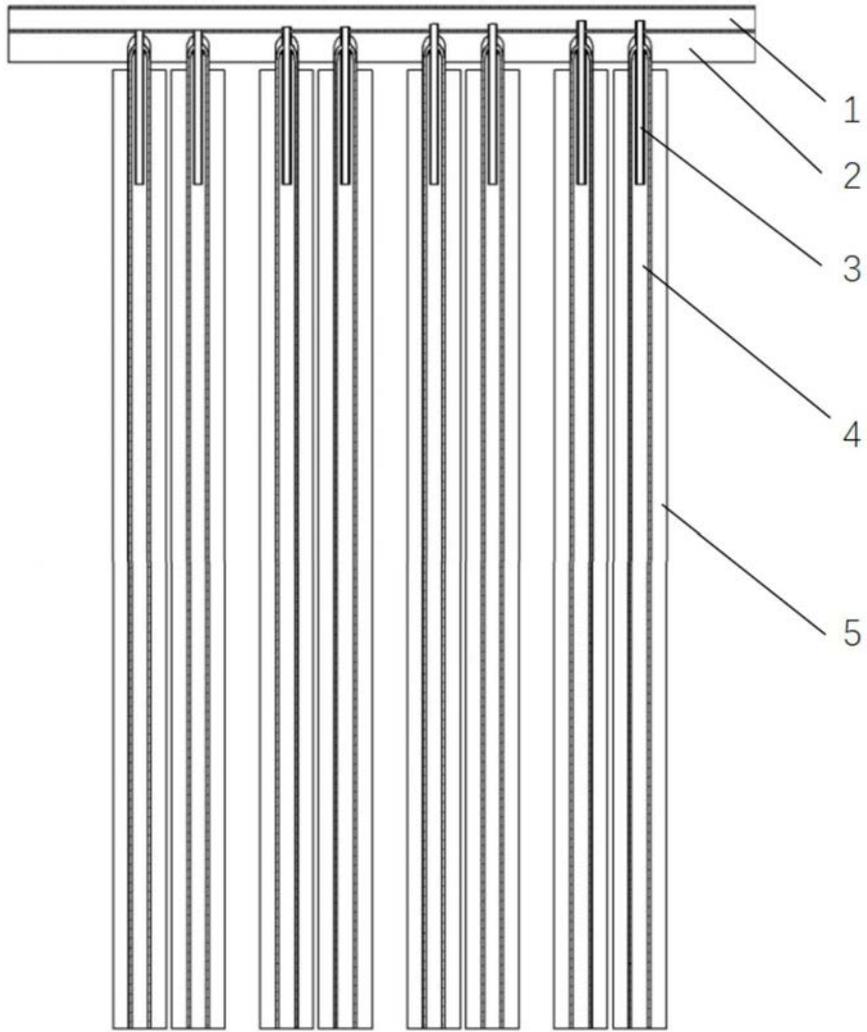


图2

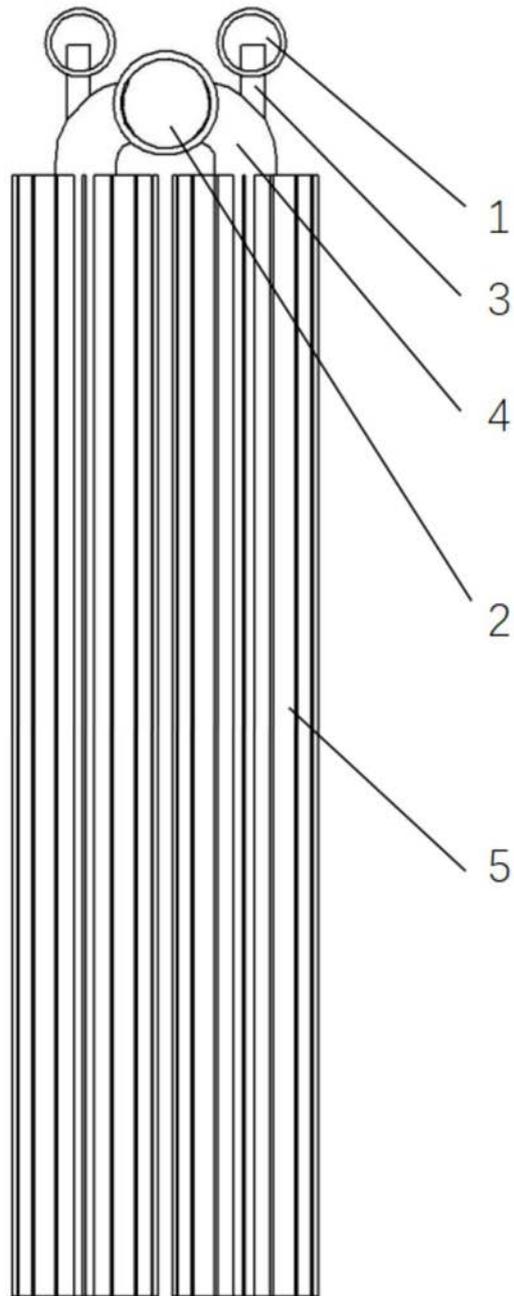


图3