



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112234274 A

(43) 申请公布日 2021.01.15

(21) 申请号 202011038139.7

H01M 10/6554 (2014.01)

(22) 申请日 2020.09.28

H01M 10/6556 (2014.01)

(71) 申请人 南京航空航天大学

H01M 10/6567 (2014.01)

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

H01M 10/659 (2014.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

(72) 发明人 杨文 周飞 周浩兵 陈星

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51) Int. Cl.

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/617 (2014.01)

H01M 10/625 (2014.01)

H01M 10/63 (2014.01)

H01M 10/643 (2014.01)

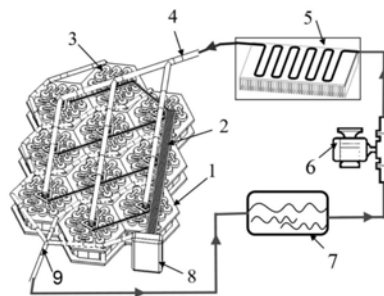
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于复合仿生结构的圆柱锂离子电池热管理系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于复合仿生结构的圆柱锂离子电池热管理系统,包括电池模组,所述电池模组包括圆柱电池、冷却板和空心导热柱,所述冷却板表面根据蜂窝结构加工圆形通孔,所述圆形通孔横截面与圆柱电池的横截面相同,冷却板通过圆形通孔套在圆柱电池上,所述冷却板内部根据类蜘蛛网形状和蜂窝结构加工仿生通道,所述空心导热柱内部填充相变材料。本发明将液冷和相变蓄热结合,当电池局部温度大于其融化温度时,发生相变吸热,自动调节电池模组整体温度分布;冷却效果良好,温度均匀分布,模块化的设计使其更加适合应用在大型锂离子电池包中。



1. 一种基于复合仿生结构的圆柱锂离子电池热管理系统,其特征在于,包括电池模组(1),所述电池模组(1)包括圆柱电池(11)、冷却板(10)和空心导热柱(12),所述冷却板(10)表面根据蜂窝结构加工圆形通孔,所述圆形通孔横截面与圆柱电池(11)的横截面相同,冷却板(10)通过圆形通孔套在圆柱电池(11)上,所述冷却板(10)内部根据类蜘蛛网形状和蜂窝结构加工仿生通道,所述空心导热柱(12)内部填充相变材料(16)。

2. 根据权利要求1所述的电池热管理系统,其特征在于,还包括水箱(7)、水泵(6)、控温模块(5),所述水泵(6)一端与水箱(7)连接,所述水泵(6)另一端与控温模块(5)连接,所述控温模块(5)另一端通过入水管(4)与电池模组(1)连接,所述电池模组(1)另一端通过出水管(9)与水箱(7)连接,所述控温模块(5)与冰箱连接。

3. 根据权利要求1所述的电池热管理系统,其特征在于,所述空心导热柱(12)的外壳为铝制外壳(15),所述铝制外壳(15)的弧形接触面(14)与圆柱电池(11)表面接触,上下端面与冷却板(10)接触。

4. 根据权利要求1所述的电池热管理系统,其特征在于,所述冷却板(10)的数量为1~3块,且在电池轴线方向上均匀分布,当冷却板(10)数量大于1块时,冷却板(10)之间用水管连接。

5. 根据权利要求4所述的电池热管理系统,其特征在于,所述冷却板(10)的形状为矩形、六边形、菱形中的一种。

6. 根据权利要求5所述的电池热管理系统,其特征在于,所述冷却板(10)为六边形时,周边的水管接口为2个、3个、6个中的一种,且均匀分布,水管接口设置在六边形的内角处。

7. 根据权利要求1所述的电池热管理系统,其特征在于,所述圆柱电池(11)为18650型圆柱锂离子电池,以等距蜂窝状排布。

一种基于复合仿生结构的圆柱锂离子电池热管理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及动力电池热管理技术,特别涉及一种基于复合仿生结构的圆柱锂离子电池热管理系统。

背景技术

[0002] 随着人工智能和物联网的繁荣,电动汽车已显示出巨大的市场潜力,锂电池以其高能量密度、长循环寿命、低自放电和无记忆效应等出色性能而被广泛用作电动汽车的主要电源。为了确保电池的有效和安全使用,仍然存在一些问题需要克服,例如电池工作不均衡、逐渐老化的影响以及狭窄的工作温度范围,其中电池的温度对工作性能有很大影响,建议将其保持在298K至313K之间,但是,在电池的工作过程中,极化反应和化学反应会产生大量热量,如果无法及时散热,电池的温度将急剧上升;此外,电池单元的温度差应保持在5K以内,因为严重的温度分布不均会加剧电池包中不同电池使用寿命之间的差异。因此,开发高效合理的电池热管理系统以确保锂电池的有效和安全使用至关重要。

[0003] 动力电池的热管理目标是将电池热量及时处理,使电池温度控制在安全范围之内,目前热管理方法主要有风冷、液冷、相变材料蓄热,其中液冷的冷却效率较高,而相变材料蓄热是被动冷却,无需能源驱动。电动设备在运行时,其功率是多变的,液冷在进行主动冷却时,如果保持恒定,当冷却速率小于电池生热速率时,电池的温升会过大;当冷却速率大于生热速率时,会造成能源的浪费,如果液冷的流速随着功率的不同而改变,对水管会造成冲击,增加泄露的可能性。

发明内容

[0004] 发明目的:针对以上问题,本发明目的是提供一种自动调节、散热效果好的综合液冷和相变材料蓄热的基于复合仿生结构圆柱锂离子电池热管理系统。

[0005] 技术方案:本发明所述的一种基于复合仿生结构的圆柱锂离子电池热管理系统,包括电池模组,所述电池模组包括圆柱电池、冷却板和空心导热柱,所述冷却板表面根据蜂窝结构加工圆形通孔,所述圆形通孔横截面与圆柱电池的横截面相同,所述圆形通孔的数量不少于圆柱电池数量,用于嵌入和固定圆柱电池,所述冷却板通过圆形通孔套在圆柱电池上,所述冷却板内部根据类蜘蛛网形状和蜂窝结构加工仿生通道,所述仿生通道均匀分布在圆形通孔周围,冷却液通过仿生通道对电池模组进行均匀冷却,所述空心导热柱内部填充相变材料,当电池模组局部温度大于相变材料的熔点时,发生相变吸热,自动调节电池模组的整体温度分布。

[0006] 所述电池热管理系统还包括水箱、水泵、控温模块和水管,所述水泵一端与水箱连接,所述水泵另一端与控温模块连接,所述控温模块另一端通过入水管与电池模组连接,所述电池模组另一端通过出水管与水箱连接,冷却液在水泵的驱动下从水箱流出经过控温模块后进入电池模组中,带走电池模组在工作中产生的大量热后,冷却液返回水箱形成循环系统,所述控温模块与冰箱连接,用来调节冷却液的温度。

[0007] 所述空心导热柱的外壳为铝制外壳,所述铝制外壳的弧形接触面与圆柱电池表面接触,空心导热柱的上下端面与冷却板接触,使圆柱电池快速与冷却液发生热交换。

[0008] 所述冷却板的数量为1~3块,且在电池轴线方向上均匀分布,当冷却板数量大于1块时,冷却板之间用水管连接,使冷却液在不同的冷却板中均匀流动。

[0009] 所述冷却板的形状为矩形、六边形、菱形中的一种,以适应多种电池包安装场合。

[0010] 所述冷却板为六边形时,周边的水管接口为2个、3个、6个中的一种,且均匀分布,所述水管接口为出口或入口,为出口时,冷却液从冷却板中心流入;为入口时,冷却液从冷却板中心流出。

[0011] 所述圆柱电池为18650型圆柱锂离子电池,以等距蜂窝状排布。

[0012] 所述仿生通道沿冷却液流向方向的截面为矩形,进一步,高度为2mm,宽度1~3mm。

[0013] 有益效果:本发明与现有技术相比,其显著优点是:

[0014] 1、将液冷和相变蓄热结合,当电池局部温度大于其融化温度时,发生相变吸热,自动调节电池模组整体温度分布;

[0015] 2、冷却效果良好,温度均匀分布,模块化的设计使其更加适合应用在大型锂离子电池包中。

附图说明

[0016] 图1为本发明结构示意图;

[0017] 图2为本发明电池模组结构示意图和截面A-A剖面图;

[0018] 图3为本发明六角形冷却板截面图和现有矩形冷却板截面图;

[0019] 图4为本发明空心导热柱结构示意图和截面C-C剖面图;

[0020] 图5为六角形冷却板和矩形冷却板在不同流量时温度和相变材料液相率的变化曲线;

[0021] 图6为不同冷却板数量的电池模组示意图;

[0022] 图7为冷却板数量对电池模组温度变化的影响;

[0023] 图8为不同冷却板周边管道结构数量和冷却液流向示意图;

[0024] 图9为冷却板周边管道结构数量和冷却液流向对电池模组温度变化的影响;

[0025] 图10为仿生通道宽度对电池模组温度和压差变化的影响。

具体实施方式

[0026] 实施例1

[0027] 本实施例所述的一种基于复合仿生结构的圆柱锂离子电池热管理系统,包括水箱7,水泵6,控温模块5,电池模组1和水管,如图1所示。其中,冷却液由水泵6驱动,从水箱7经过控温模块5后由入水管4进入电池包中的每个电池模组1,带走电池模组1中大量热后通过出水管9返回水箱7形成循环系统。控温模块5与空调相连,以调节冷却液的温度,电池控制单元8通过电线束2与电池连接。

[0028] 每个电池模组1包括32个圆柱电池11、两块冷却板10、18个空心导热柱12,如图2所示,其中图2中右图为沿左图中A-A面的剖视图,六角形的冷却板10基于蜂窝结构加工有32个圆形通孔,用于嵌入圆柱电池11,每个圆柱电池11之间通过镍片3连接。冷却板10内部基

于类蜘蛛网和蜂窝结构加工有仿生通道,两块冷却板10之间通过水管连接,冷却液通过仿生通道对电池模组1进行均匀冷却,如图3所示。

[0029] 空心导热柱12包括铝制外壳15,ABS(丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物)密封17,相变材料16,如图4所示,其中中间图为沿B方向俯视图,右图为沿C-C面的剖视图,相变材料16填充在空心导热柱12内部,当电池局部温度大于相变材料16融化温度时,发生相变吸热,自动调节电池模组1整体温度分布。铝制外壳15的弧形接触面14与圆柱电池11表面接触,上下端面与冷却板10接触,使电池快速与冷却液和相变材料16发生热交换。与传统的矩形蜂窝冷却板13相比,六角形冷却板使电池模组1工作时温度分布更加均匀。采用16%的乙二醇溶液作为冷却剂,聚乙二醇作为相变材料16,利用软件仿真,当电池模组1以4C放电,仿生通道尺寸均为 $2 \times 2\text{mm}$ 时,六角形和矩形冷却板在不同流量时温度和相变材料16液相率随时间的变化如图5所示。最高温度、温差和液相率的变化曲线随着放电时间的增加而逐渐上升。放电810s后,最高温度和液相率随着流量的增大而减小,温差则相反。六角形冷却板和矩形冷却板比较时,在入口流量为 0.001kg/s 时,矩形冷却板方案的最高温度和温差分别比六角形大 0.36K 和 2.3K ,同时,六角形冷却板方案的相变材料16液相率比矩形大 0.07 ,六角形冷却板方案具有更好的冷却效果,并且对相变材料16的利用率更高。

[0030] 实施例2

[0031] 电池模组1中的冷却板10的数量是一块,两块或三块,在圆柱电池11轴线方向上均匀分布,如图6所示。空心导热柱12的尺寸需要根据冷却板10的数量进行调整。当冷却板10的数量大于一时,不同的板之间用水管相连,使冷却液在不同的板中均匀流动。利用软件仿真,当电池模组1以4C放电,仿生通道尺寸均为 $2 \times 2\text{mm}$,入口流量为 0.001kg/s 时,不同冷却板10数量对电池模组1的温度变化如图7所示。放电810s后,一块冷却板电池模组1的最高温度为 310.78K ,分别比两块和三块冷却板大 1.12 和 1.23K ;而温差方面,一块冷却板电池模组1的温差为 3.70K ,比两块和三块冷却板增加了 0.35K 和 0.54K ,一块冷却板电池模组1的最高温度和温差均在电池的合理使用范围内。考虑到冷却板10加工复杂和多块冷却板10之间需要管道相连,为了节约制造成本和简化管理路,优先采用一块冷却板电池模组1的方案。

[0032] 实施例3

[0033] 六角形冷却板10周边上的管道接口是2个,3个,或6个均匀分布。此外,冷却板10周边接口是出口时,冷却液从冷却板10中心流入;或者,周边接口为入口时,冷却液从冷却板10中心流出,如图8所示。利用软件仿真,当电池模组1以4C放电,仿生通道尺寸均为 $2 \times 2\text{mm}$,入口流量为 0.001kg/s 时,不同周边接口数量和冷却液流动方向对电池模组1的温度变化如图9所示。六种方案对于电池最高温度影响很微小,相差在 0.21K 以内。比较两种流向方案对于温差的影响发现,中间流入方案的温差明显小于中间流出方案。此外,采用中间流入方案时,放电810s后,周边接口为2个的方案,只比6个接口方案大 0.06K 。为了简化管理路,优先采用六角形冷却板周边的管道接口为2个和冷却液中间流入的方案。

[0034] 实施例4

[0035] 六角形冷却板10内部仿生通道的高度为 2mm ,宽度 w_1 和 w_2 在 1mm 至 3mm 范围内变动,如图3所示。利用软件仿真,当电池模组1以4C放电,入口流量为 0.001kg/s 时,放电810s后,不同仿生通道宽度对电池模组1温度和压差变化的影响如图10所示。随着通道宽度的增加,电池模组1的最高温度逐渐增加,温差先减小然后增加,而进出口之间的压差逐渐减小。综

合考虑电池模组1的温度特性和压差,当 $w_1=w_2=2.5\text{mm}$ 时,电池热管理系统的冷却效率最高。

[0036] 实施例5

[0037] 本实施例针对圆柱形动力电池组进行散热均有效果,本实施例中的18650型圆柱电池11为26650,21700,32650型号圆柱形电池时有相同效果。同时,当电池分布间距和排列方式改变时,本发明也同样适用。

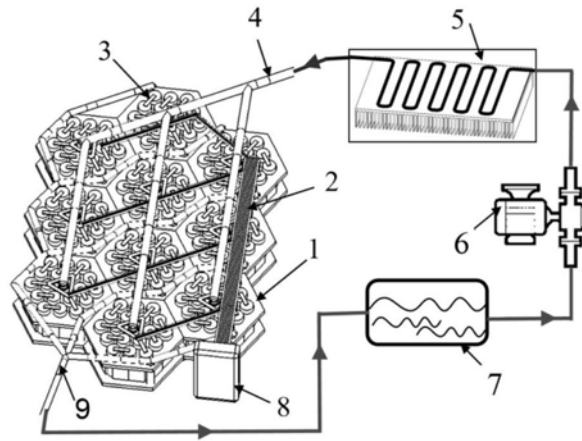


图1

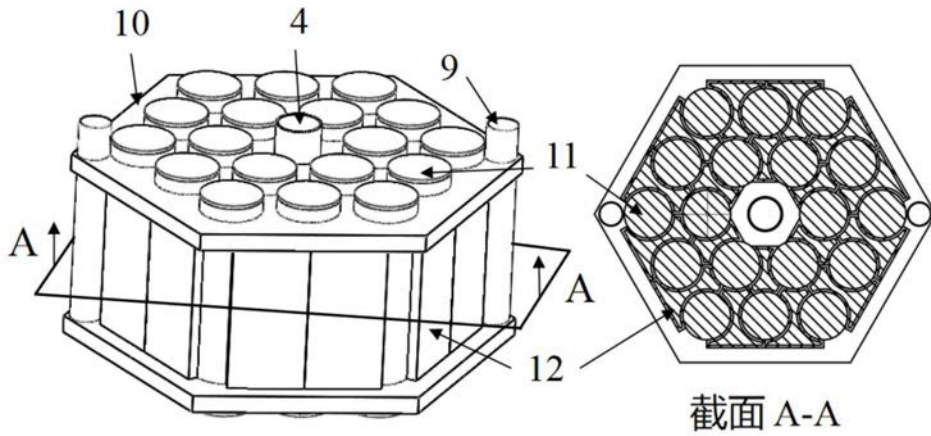


图2

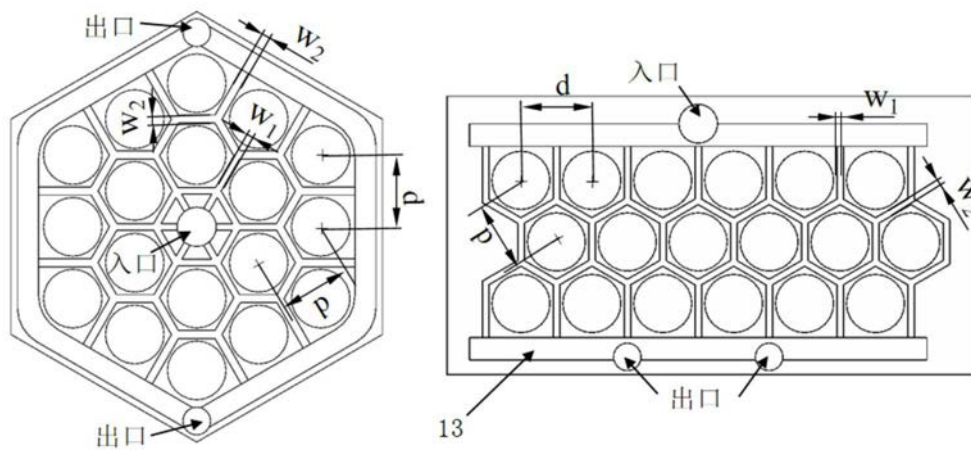


图3

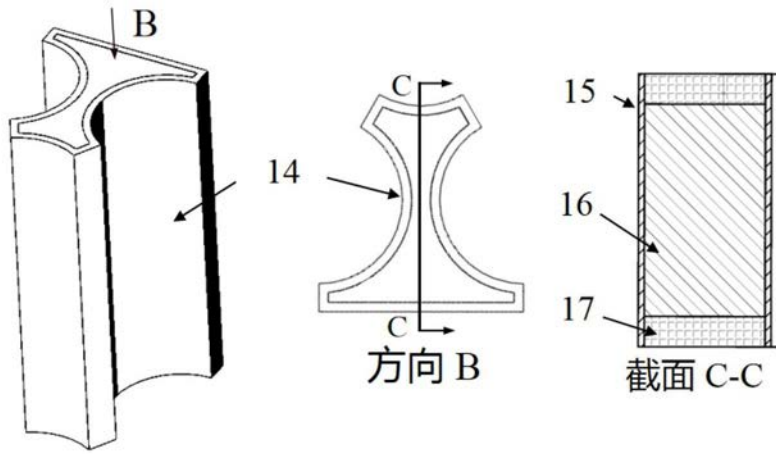


图4

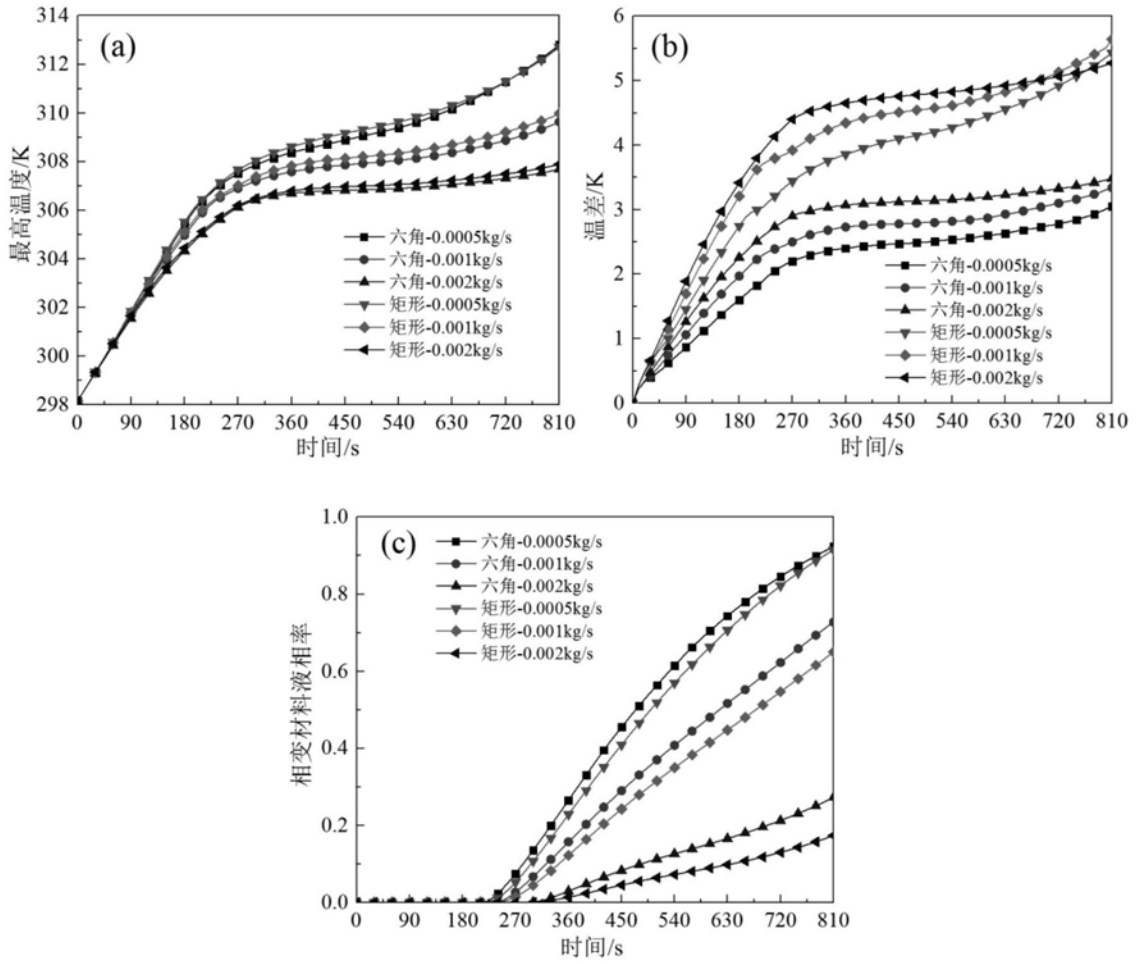


图5

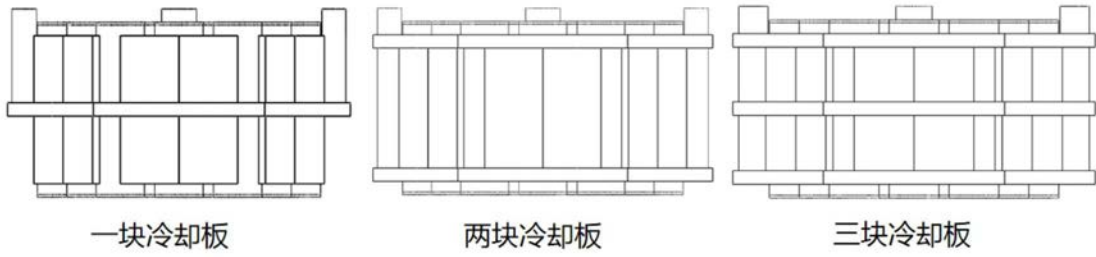


图6

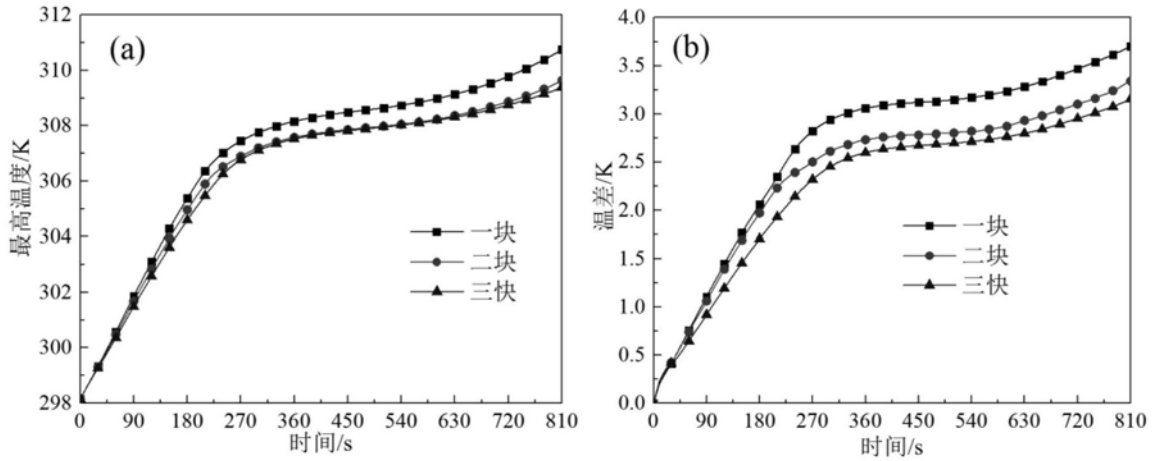


图7

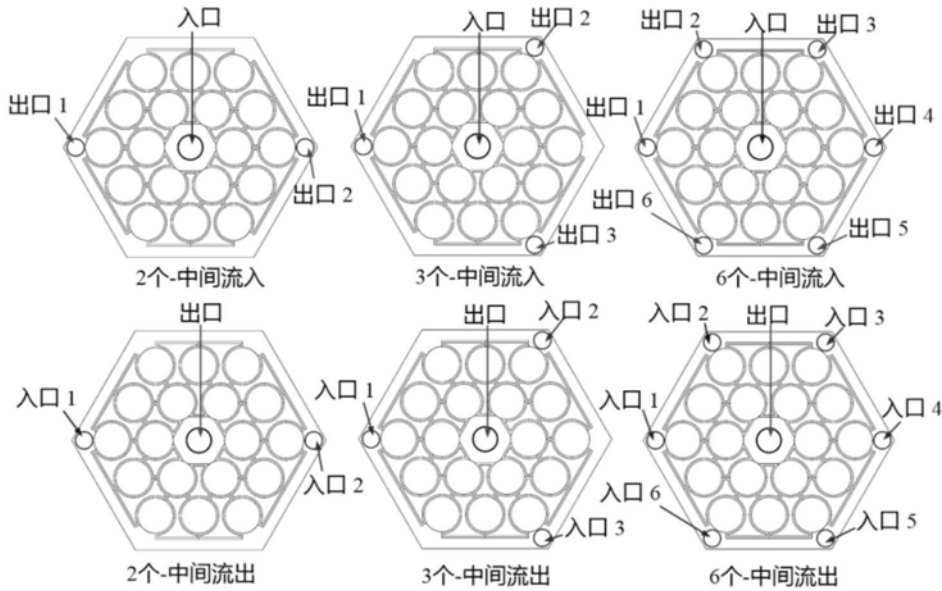


图8

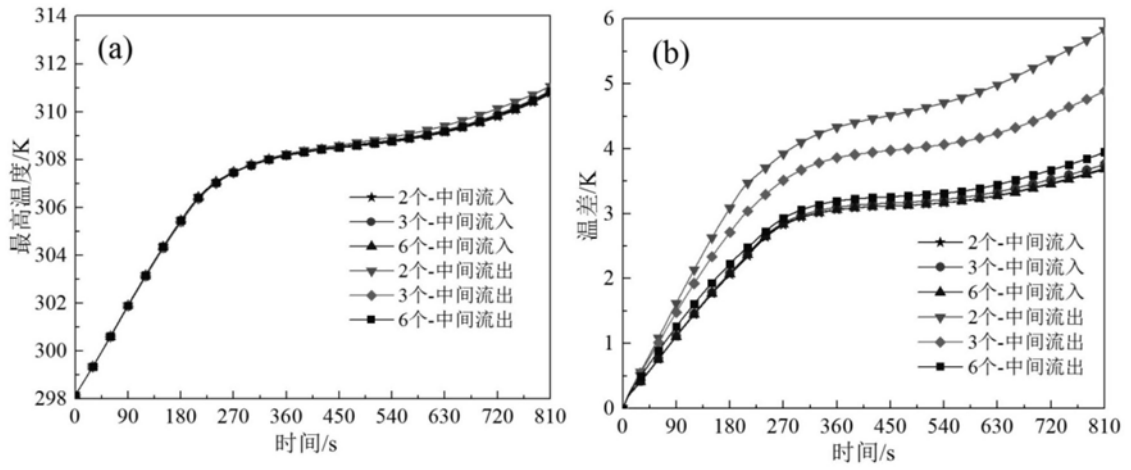


图9

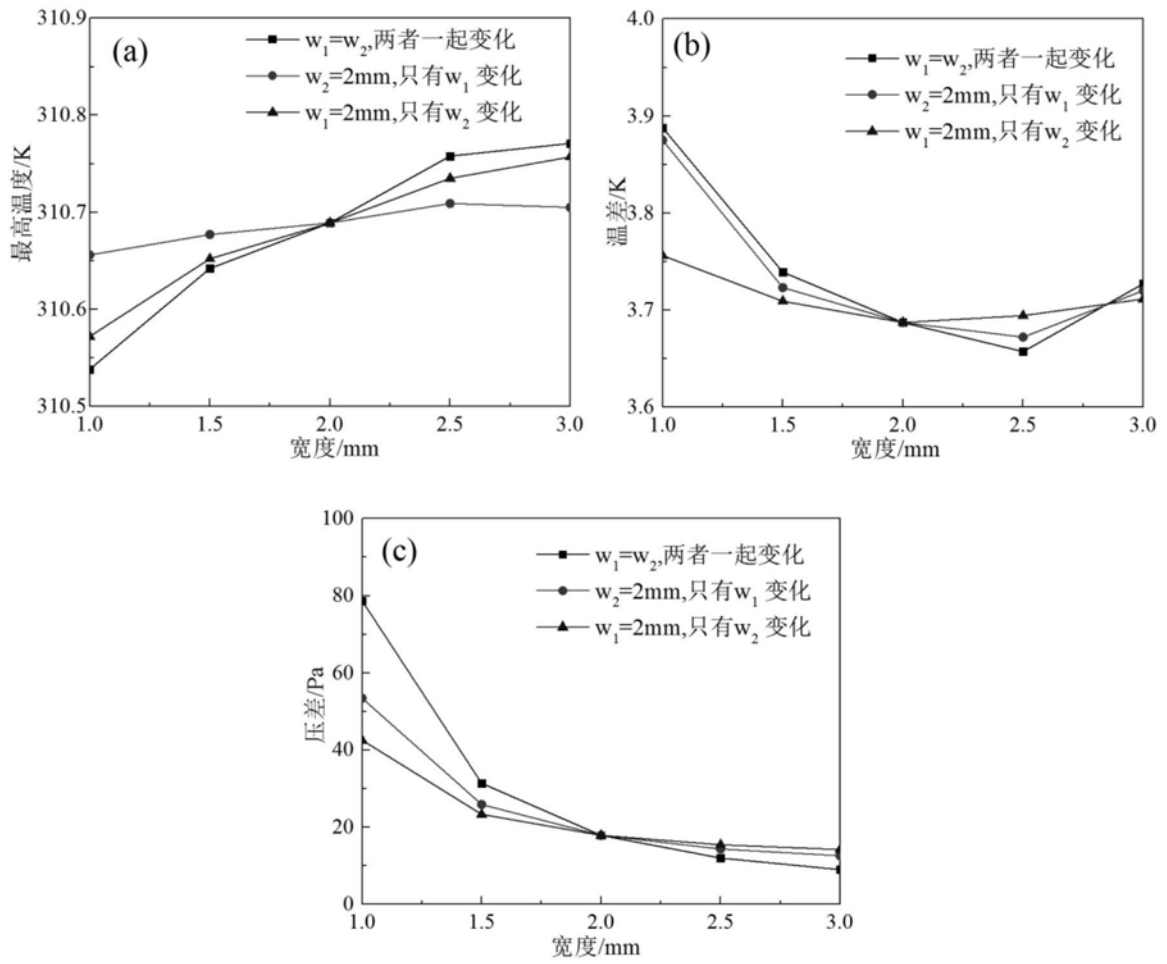


图10