



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109599640 A

(43)申请公布日 2019.04.09

(21)申请号 201811470246.X

H01M 10/6568(2014.01)

(22)申请日 2018.11.27

(71)申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街  
29号

(72)发明人 周浩兵 周飞 张茜 徐立鹏

王谦之 孔继周

(74)专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 贺翔 王慧颖

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/617(2014.01)

H01M 10/643(2014.01)

H01M 10/6556(2014.01)

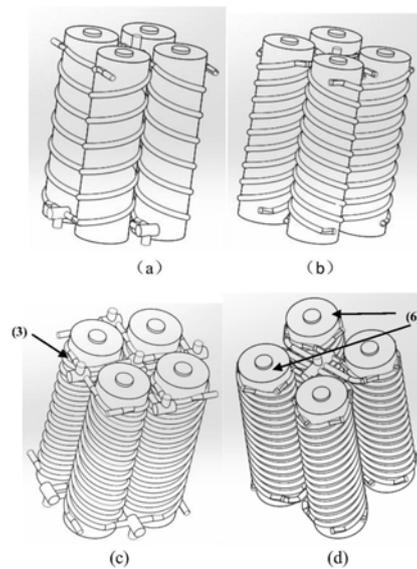
权利要求书1页 说明书5页 附图8页

(54)发明名称

一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案

(57)摘要

本发明公开了一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案,属于动力电池热管理技术领域,本发明的圆柱形电池位于圆柱形壳体中空内部;圆柱形壳体外侧上设置有螺旋盘管;螺旋盘管以不同的分支盘管缠绕在圆柱形壳体上;各个分支盘管的进出口交错布置;各个分支盘管的进出口采用对称或非对称的设计,螺旋盘管中各个分支盘管分别通过软管连接管与引入冷媒、热媒介质的歧管、引出冷媒、热媒介质的歧管相连接,再与电池模组的冷却系统和加热系统相连;采用蛇形盘管缠绕在电池圆柱形壳体上,电池位于壳体中的换热方式,引入歧管同时为各个电池提供冷媒、热媒介质,以此来减少电池模组中电池之间的温升,提高电池之间的温度一致性。



1. 一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案,包括圆柱形电池(7),其特征在于,所述的圆柱形电池(7)位于圆柱形壳体(1)中空内部;所述的圆柱形壳体(1)外侧上设置有螺旋盘管(4);所述的螺旋盘管(4)以不同的分支盘管缠绕在圆柱形壳体(1)上;所述的各个分支盘管的进出口交错布置;所述的各个分支盘管的进出口采用对称或非对称的设计,即所有的进口或者出口同时位于圆柱形电池(7)正极端或者负极端;或者所述的螺旋盘管(4)中一部分的分支盘管的进口或者出口位于圆柱形电池(7)正极端,另一部分的分支盘管的进口或者出口位于圆柱形电池(7)负极端;

所述的螺旋盘管(4)中各个分支盘管分别通过软管连接管(3)与引入冷媒、热媒介质的歧管(2)、引出冷媒、热媒介质的歧管(5)相连接;所述的引入冷媒、热媒介质的歧管(2)、引出冷媒、热媒介质的歧管(5)和电池模组的冷却系统和加热系统相连。

2. 根据权利要求1所述的一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案,其特征在于,所述的圆柱形壳体(1)与圆柱形电池(7)之间采用间隙配合,间隙填充导热材料或圆柱形壳体(1)与圆柱形电池(7)之间采用过盈配合进行组装。

3. 根据权利要求2所述的一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案,其特征在于,所述的圆柱形电池(7)设置若干个,若干个圆柱形电池(7)采用行列整齐排列形成电池模组(6)。

4. 根据权利要求1所述的一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案,其特征在于,所述的螺旋盘管(4)相邻或者不相邻。

5. 根据权利要求1所述的一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案,其特征在于,所述的螺旋盘管(4)布置采用流体回流的流动方式,半圆形截面的盘管中间通过隔板隔开,流体介质在一个腔体进,流过另一端绕流回从另一腔出。

6. 根据权利要求5所述的一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案,其特征在于,所述的盘管截面为类半圆形截面、类矩形截面。

7. 根据权利要求1所述的一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案,其特征在于,所述的引入冷媒、热媒介质的歧管(2)、引出冷媒、热媒介质的歧管(5)位于若干个圆柱形电池(7)之间的间隙;所述的引入冷媒、热媒介质的歧管(2)、引出冷媒、热媒介质的歧管(5)与电池模组的冷却系统和加热系统连接接口处、以及螺旋盘管(4)的连接处均设有密闭防水的密封圈。

8. 根据权利要求1所述的一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案,其特征在于,所述的圆柱形电池(7)包括但不限于18650、26650圆柱形锂电池。

## 一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案

### 技术领域

[0001] 本发明涉及动力电池热管理技术领域,具体是指一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案。

### 背景技术

[0002] 锂离子电池是目前最有发展前景的可循环式新能源,是学术界和工业界研究的热点,在纯电动、混动汽车,便携式电子设备等领域得到广泛应用。然而,锂离子电池对温度非常敏感,20-40°C是其适宜的工作温度范围,过低的温度会造成锂离子在阳极和电解质界面的扩散速率变慢和高的极化电阻,过高的温度会导致阳极和电解质界面的SEI膜退化,进而引起电池容量和功率的大幅度下降。另外,锂离子电池在高温高倍率放电过程中会产生大量的热量,这些热又反过来加速锂离子电池的化学反应,进一步导致电池过热,如果随之任之,有可能引发火灾或爆炸。因此,热管理不仅对于锂离子电池性能来说重要,对其安全性也至关重要。通常,锂离子电池的最佳工作温度范围为20-40°C,温差在5°C以内。

[0003] 电池热管理的目的在于使电池的在最佳的温度范围内,同时提高各个电池之间的温度一致性,不同的热管理方法包括空气热管理、液体热管理、相变材料热管理、热管热管理等。总的来说,液体热管理由于具有高的导热系数,得到越来越多的关注。目前方型电池常采用液冷板,液体在液冷板内不循环或一端进口,一端出口进行循环,而圆柱形电池常采用蛇形扁管,扁管贴近电池,热媒或冷媒介质一端进,一端出。这样的设计冷媒或热媒介质的流程长,由于流体在流动过程中换热温度升高或降低,电池的温度随流程会产生大的温差。

### 发明内容

[0004] 本发明针对上述现有技术中存在的问题,公开了一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案,采用蛇形盘管缠绕在电池圆柱形壳体上,电池位于壳体中的换热方式,引入歧管同时为各个电池提供冷媒、热媒介质,以此来减少电池模组中电池之间的温升,提高电池之间的温度一致性。

[0005] 本发明是这样实现的:

一种圆柱形动力电池模组液体热管理方案,包括圆柱形电池,圆柱形电池位于圆柱形壳体中空内部;圆柱形壳体外侧上设置有螺旋盘管;螺旋盘管以不同的分支盘管缠绕在圆柱形壳体上;采用蛇形盘管缠绕在圆柱形壳体上,圆柱形电池位于圆柱形壳体中的换热方式,引入歧管同时为各个电池提供冷媒、热媒介质,以此来减少电池模组中电池之间的温升,提高圆柱形电池之间的温度一致性。所述的各个分支盘管的进出口交错布置;所述的各个分支盘管的进出口采用对称或非对称的设计,即所有的进口或者出口同时位于圆柱形电池正极端或者负极端;或者所述的螺旋盘管中一部分的分支盘管的进口(出口)位于圆柱形电池正极端,另一部分的分支盘管的进口(出口)位于圆柱形电池负极端;各个盘管进出口分支可以采用非对称的设计可以解决单个电池沿轴向方向温度分布不一致的现象,特别是

电池在大倍率充放电情况下,正极端和负极端温差较大(在大倍率放电情况下,温差可以达到5°C以上的现象。

[0006] 所述的螺旋盘管中各个分支盘管分别通过软管连接管与引入冷媒、热媒介质的歧管、引出冷媒、热媒介质的歧管相连接;所述的引入冷媒、热媒介质的歧管、引出冷媒、热媒介质的歧管和电池模组的冷却系统和加热系统相连。壳体上的螺旋盘管一端为冷媒、热媒介质的进口,另一端为冷媒、热媒介质的出口,螺旋盘管可以有多个分支,这样可以避免冷媒、热媒介质流程过长,加大电池温差的弊端。

[0007] 电池组内部设有温度传感器,并且冷却、加热系统中能接受控制温度信号。当温度高于设定值时,系统工作通入冷媒介质,当温度低于设定值时,系统工作通入热媒介质。

[0008] 进一步,所述的圆柱形壳体与圆柱形电池之间采用间隙配合,间隙填充导热材料或圆柱形壳体与圆柱形电池之间采用过盈配合进行组装。

[0009] 进一步,所述的圆柱形电池设置若干个,若干个圆柱形电池采用行列整齐排列形成电池模组。

[0010] 进一步,所述的螺旋盘管相邻或者不相邻,采用不相邻,例如采用3支盘管,2支进口从上面进,1支进口从下面进的方式,可以改善缩小电池正负极之间的温差。采用5支盘管,3支进口从上面进,2支进口从下面进的方式,能够更进一步降低电池的温度,减少正负极之间的温差。

[0011] 进一步,所述的螺旋盘管布置采用流体回流的流动方式,半圆形截面的盘管中间通过隔板隔开,流体介质在一个腔体进,流过另一端绕流回从另一腔出。具体热交换过程为:来自冷却系统和加热系统的冷媒和热媒介质通过歧管分流到引入冷媒、热媒介质的歧管,通过螺旋盘管和圆柱形电池进行热交换,经过换热后的冷媒或热媒介质歧管汇集到引出冷媒、热媒介质的歧管处。当圆柱形动力电池的温度过高时,来自冷却系统的冷媒介质经过引入冷媒、热媒介质的歧管分流到盘管里面,冷媒介质经过盘管和电池进行热交换后,冷媒介质汇集到引出冷媒、热媒介质的歧管返回到冷却系统。当圆柱形动力电池的温度过低时,来自加热系统的热媒介质通过引入冷媒、热媒介质的歧管分流到盘管里面,热媒介质通过盘管和电池进行热交换后,热媒介质汇集到引出冷媒、热媒介质的歧管返回到加热系统。

[0012] 进一步,所述的盘管截面为类半圆形截面、类矩形截面。

[0013] 进一步,所述的引入冷媒、热媒介质的歧管、引出冷媒、热媒介质的歧管位于若干个圆柱形电池之间的间隙,这样可以降低热管理组件的空间占用率。所述的引入冷媒、热媒介质的歧管、引出冷媒、热媒介质的歧管与电池模组的冷却系统和加热系统连接接口处、以及螺旋盘管的连接处均设有密闭防水的密封圈。

[0014] 进一步,所述的圆柱形电池包括但不限于18650、26650圆柱形锂电池。

[0015] 上述放置圆柱形电池的圆柱形壳体可以整体成型或者通过其它方式连接成一体,这样可以减少装配的复杂性,另外圆柱形壳体可以采用一些导热系数良好同时密度小的材料以提高换热效率降低热管理系统的重量。电池和圆柱形壳体之间采用很小的间隙配合填充导热材料或小的过盈配合进行组装。

[0016] 本发明与现有技术的有益效果在于:

1) 本发明通过在圆柱形壳体外侧上设置若干支螺旋盘管,盘管内流过冷媒、热媒介质,各螺旋盘管通过连接管汇总到歧管,歧管位于电池之间的间隙内,和冷却/加热系统相连。

当电池温度过高时,螺旋盘管内冷介质循环流动降低电池的温度,当电池温度过低时,螺旋盘管内的热介质循环流动升高电池的温度,以控制电池的温度在适宜的温度范围内;

2) 本发明的热管理方案中由于冷媒、热介质只存在于螺旋盘管内,相比于夹层式的液冷热管理方案流体介质所占的重量会相应减少;另外歧管的引入也可以分散冷、热流体的入口,避免流体流动过程中一个入口,一个出口,流体流程过长,温差加大的弊端,另外歧管位于电池之间也可以减少热管理系统占有的空间;

3) 本发明的热管理方案与现有圆柱电池的散热方法相比,盘管中的流体采用回旋流动时,流体进出流程相邻,之间有热传导,流体在流程中的温度基本保持一致,这样可以消除由于流体流动过程中流程造成的温差不一致性。

## 附图说明

[0017] 图1为本发明中多个分支盘管的壳体示意图和仿真温升图;

图2为本发明中盘管进口、出口分别位于上下两端的示意图和仿真温升图;

图3为本发明中盘管不同数量的进口、出口分别位于上下两端的示意图和仿真温升图;

图4为本发明中圆柱形动力电池模组热管理方法的示意图;

图5采用回旋流动方式半圆界面盘管布置方式;

图6采用回旋流动方式矩形界面盘管布置方式;

图7电池热管理温度控制系统简图;

图8为设置不同多个分支盘管温度分布图;

图9为盘管进口、出口分别位于上下两端的温度分布图;

图10为盘管不同数量的进口、出口分别位于上下两端的温度分布图;

其中,1-圆柱形壳体,2-引入冷媒、热介质的歧管,3-软管连接管,4-螺旋盘管,5-引出冷媒、热介质的歧管,6-电池模组,7-圆柱形电池。

## 具体实施方式

[0018] 为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚,明确,以下列举实例对本发明进一步详细说明。应当指出此处所描述的具体实施仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0019] 如图1(a)所示,圆柱形电池7位于圆柱形壳体1空内部;圆柱形壳体1外侧上设置有螺旋盘管(4);如图1(b)所示,所述的螺旋盘管4以不同的分支盘管缠绕在圆柱形壳体1上,其中螺旋盘管以不同的分支缠绕在圆柱形壳体上,如3支、4、5支等、各个螺旋盘管可以相邻或不相邻,圆柱形电池位于中空的圆柱形壳体内,螺旋盘管的进出口可以分别位于电池的上下两侧或单独位于上侧和下侧,如图2~3所示,图2(a)所示的是本发明中盘管进口、出口分别位于上下两端的示意图,图3(a)所示的是本发明中盘管不同数量的进口、出口分别位于上下两端的示意图。

[0020] 如图4所示,圆柱形电池7设置若干个,若干个圆柱形电池7采用行列整齐排列形成电池模组6,其中4(a)所示的是两个分支盘管布置图;4(b)所示的是三个分支盘管布置图;4(d)所示的是四个分支盘管布置图;4(e)所示的是五个分支盘管布置图。螺旋盘管4的进口和出口分别连在歧管上,歧管分为引入冷媒、热介质的歧管2、引出冷媒、热介质的歧管5,歧管和和电池模组的冷却系统和加热系统相连。来自冷却系统和加热系统的冷媒和热媒

介质通过歧管分流到引入冷媒、热媒介质的歧管,通过螺旋盘管4和电池进行热交换,经过换热后的冷媒或热媒介质歧管汇集到引出冷媒、热媒介质的歧管处。

[0021] 如图7所示,设定热管理的温度范围为(a,b),接受温度传感器检测的温度大小。当圆柱形动力电池的温度过高时,即温度大于a,冷却系统工作,来自冷却系统的冷媒介质经过引入冷媒、热媒介质的歧管分流到盘管里面,冷媒介质经过盘管和电池进行热交换后,冷媒介质汇集到引出冷媒、热媒介质的歧管返回到冷却系统。当圆柱形动力电池的温度过低时,即温度小于b,加热系统工作,来自加热系统的热媒介质通过引入冷媒、热媒介质的歧管分流到盘管里面,热媒介质通过盘管和电池进行热交换后,热媒介质汇集到引出冷媒、热媒介质的歧管返回到加热系统。

[0022] 如图5所示,所述的螺旋盘管4布置采用流体回流的流动方式,半圆形截面的盘管中间通过隔板隔开,流体介质在一个腔体进,流过另一端绕流回从另一腔出。图5(a)所示的是半圆截面盘管回旋流动方式盘管布置示意图;图5(b)所示的是电池上部进出口示意图;图5(c)所示的是电池下部回旋流动示意图,图5(d)所示的是电池底部示意图。

[0023] 盘管截面为类半圆形截面、类矩形截面。如图6所示的是采用回旋流动方式矩形截面盘管布置方式。图6(a)所示的是矩形截面盘管回旋流动方式盘管布置;6(b)所示的是电池上部进出口示意图;6(c)所示的是电池下部回旋流动示意图;6(d)所示的是底部示意图。

[0024] 下述结合具体的仿真温度图进行阐述本发明能够控制电池模组的温升在合理的温度范围之内和降低电池之间的温差。具体如下:

本发明的圆柱形电池7温升过高或过低时,来自冷却系统或加热系统的冷媒或热媒介质进入歧管,冷媒或热媒介质经过歧管后分流经过各个软管连接管3后流入壳体上端螺旋盘管的各个分支盘管和温升过高或过低的电池进行换热,随后从各个分支盘管下端的各个出口流经各个软管连接管3后进入歧管,即引入冷媒、热媒介质的歧管2、引出冷媒、热媒介质的歧管5,汇集后返回到冷却系统或加热系统。

#### [0025] 实施例1

圆柱形壳体1上的螺旋盘管4布置方式按照图1所示,当电池的温度低于合理的温度范围时,热媒介质从各个分支盘管上面进入,热媒介质在流动过程中和电池进行热交换后从各个分支盘管下面流出。当电池的温度高出合理的温度范围时,冷媒介质从各个分支盘管上面进入,在流动过程中和圆柱形电池7进行热交换后从各个分支盘管下面流出。

[0026] 当电池在5C放电倍率下,进口冷媒介质为水,进口温度设为298.15K,进口质量流量设为 $1 \times 10^{-5}$ kg/s时,不同数量的分支盘管下(2支、3支、4支、5支)电池的温升曲线如图1(c)所示,可以看出,增加分支盘管数量可以有效的降低电池的温升和温差。

[0027] 从仿真温度图8(a)~8(d)所示的,8(a)为设置两个分支盘管的仿真温度图;8(b)为三个分支盘管的仿真温度图;8(c)为四个分支盘管的仿真温度图;8(d)为五个分支盘管的仿真温度图,上述仿真温度图可以看出盘管采用增加盘管分支数量可以有效的降低电池的最大温度和控制电池的温差。同时,各个分支盘管的进口位置对电池温度的分布有很大的影响,分支盘管靠近正极部位时,电池上端的温度明显低于下端的温度。

#### [0028] 实施例2

壳体上的盘管布置方式按照图2所示,在流程过程中流体由于和电池热交换造成的流体温度升高或降低,各个盘管的进出口交错布置,对于电池同一横向截面位置来说,能够抵

消这样的流体介质在不同流程上的温差造成单个电池不同位置温度的不一致性。

[0029] 当电池在5C放电倍率下,进口冷媒介质为水,进口温度设为298.15K,进口质量流量设为 $5 \times 10^{-5}$ kg/s时,不同数量的分支盘管下电池的温升曲线如图所示2(b)所示,可以看出,采用盘管进出口交错布置的方式可以有效的降低电池的温升和控制温差在5K以内。

[0030] 图9所示的是盘管进口、出口分别位于上下两端的温度分布图;图9(a)所示的两支盘管进口、出口分别位于上下两端的温度分布图;图9(b)所示的是四支盘管进口、出口分别位于上下两端温度分布图;从仿真温度图可以看出,采用进出口交错布置的方式能够有效的改变单纯的一端进一端出时电池温度分布不均匀的现象。在盘管数量为4支时,温度分布均匀性更好。

#### [0031] 实施例3

圆柱形壳体1上的盘管布置方式按照图3所示,考虑到单个电池沿轴向方向温度分布不一致的现象,特别是电池在大倍率充放电情况下,正极端和负极端温差较大(在大倍率放电情况下,温差可以达到 $5^{\circ}\text{C}$ 以上)的现象。各个盘管进出口分支可以采用非对称的设计。例如有3支盘管时,正极端盘管进口数可以设为2个,而负极端盘管进口数可以设为1个。有5支盘管时,正极端盘管进口数可以设为3或4个,而负极端盘管进口数可以设为2或1个。图10所示的是盘管不同数量的进口、出口分别位于上下两端的温度分布图。图10(a)所示的是3支盘管时,正极端盘管进口数可以设为2个,而负极端盘管进口数可以设为1个的温度分布图;图10(b)所示的是有5支盘管时,正极端盘管进口数设为3个,而负极端盘管进口数设为2个的温度分布图。

[0032] 当电池在5C放电倍率下,进口冷媒介质为水,进口温度设为298.15K,进口质量流量设为 $5 \times 10^{-5}$ kg/s时。3支盘管正极端盘管进口数可以设为2个,而负极端盘管进口数可以设为1个和5支盘管时,正极端盘管进口数可以设为3下电池的温升曲线如图3(b)所示,可以看出,采用盘管进出口交错布置的方式可以有效的降低电池的温升和控制温差在3K以内。

[0033] 从仿真温度图可以看出,采用3支盘管,2支进口从上面进,1支进口从下面进的方式,可以改善缩小电池正负极之间的温差,电池的温差在 $2^{\circ}\text{C}$ 以内。采用5支盘管,3支进口从上面进,2支进口从下面进的方式,能够更进一步降低电池的温度,减少正负极之间的温差,电池的温差在 $1^{\circ}\text{C}$ 以内。

#### [0034] 实施例4

如图5、6所示,为进一步消除流体介质在流动过程中由于流程引起的流体介质温度的变化,进而造成电池各个位置温度的不一致性。壳体上的盘管布置可以采用流体回流的流动方式,半圆形截面的盘管中间通过隔板隔开,流体介质在一个腔体进,流过另一端绕流回从另一腔出。其中盘管截面可以为类半圆形截面、类矩形截面等。本发明针对具有圆柱形状的电池组进行散热都有效果,例如本发明中的18650型圆柱电池或者是26650,42110等圆柱形电池。

[0035] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进,这些改进也应视为本发明的保护范围。

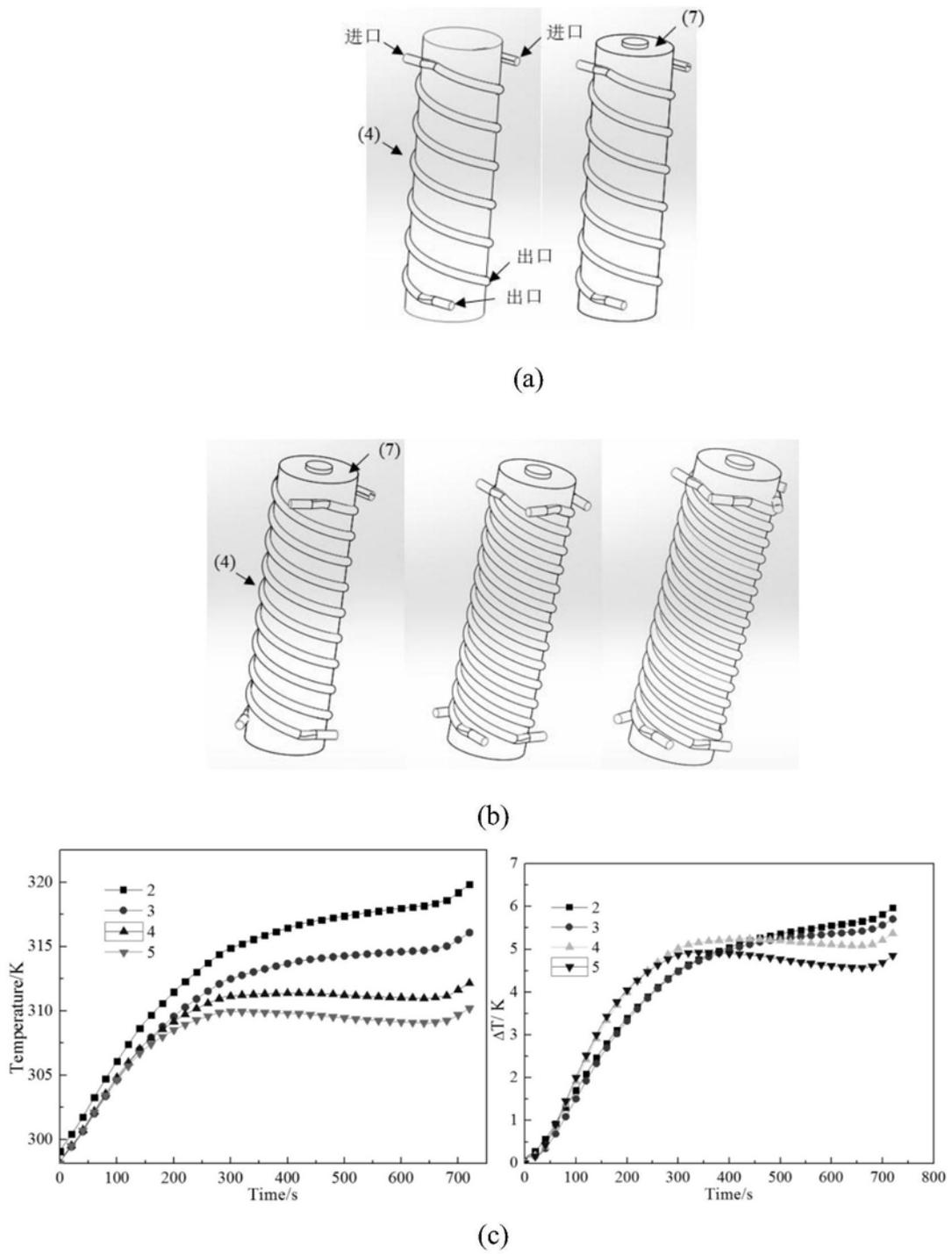


图1

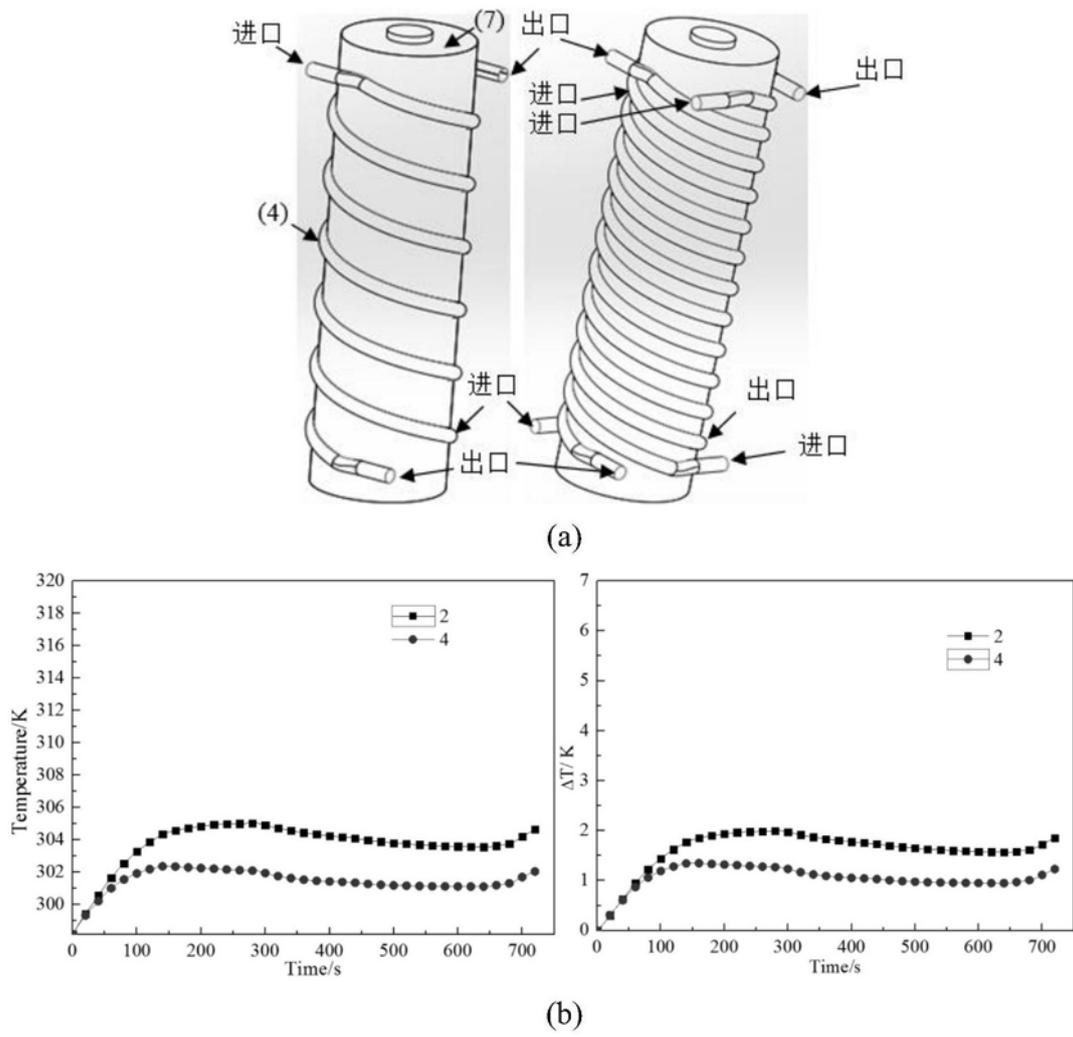


图2

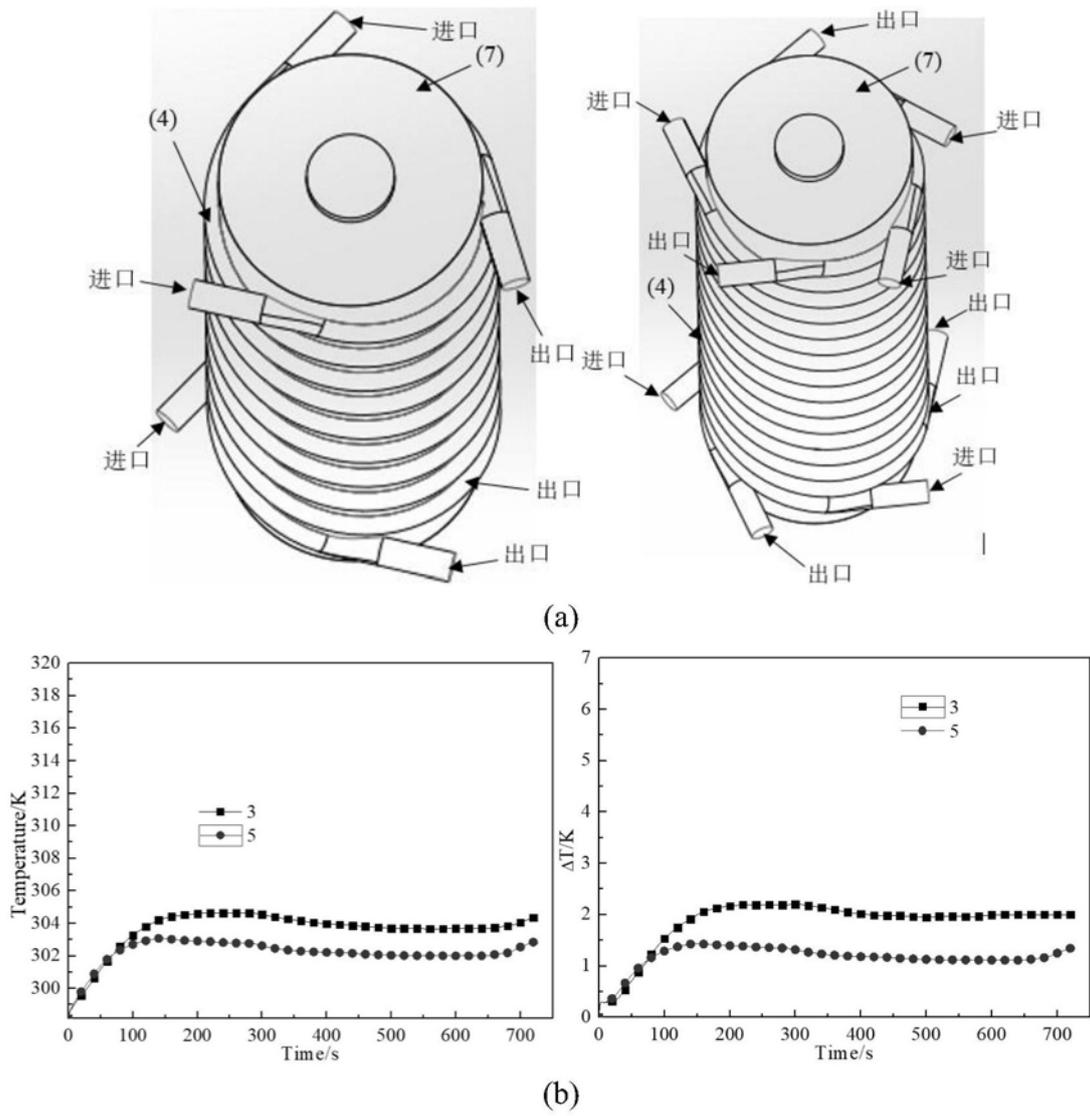


图3

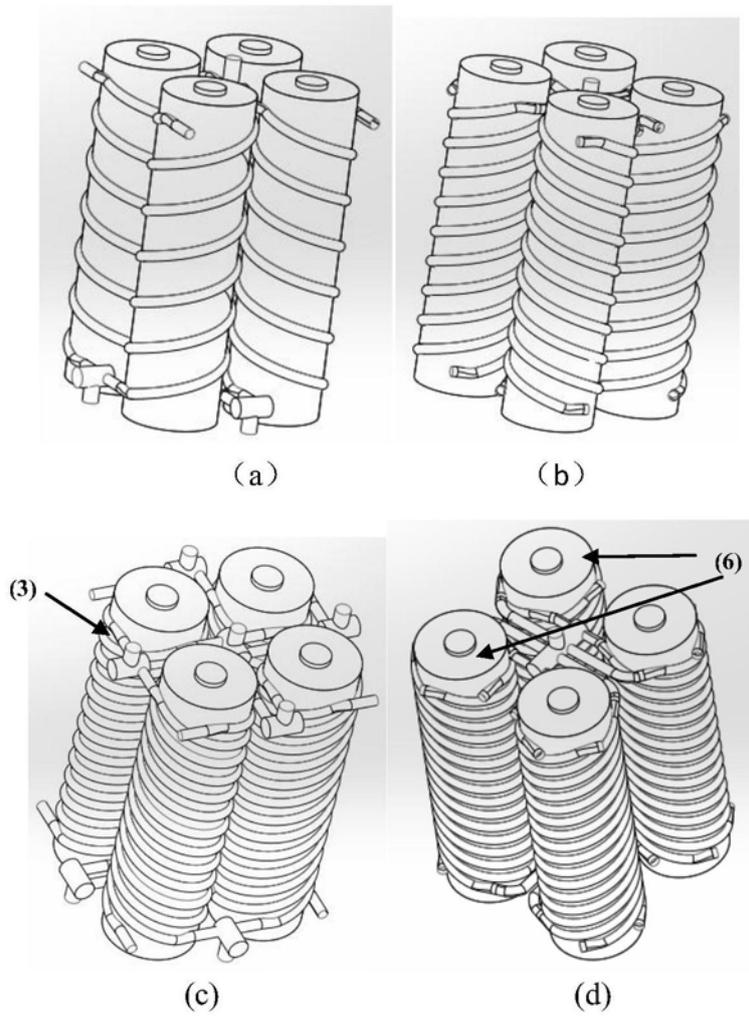


图4

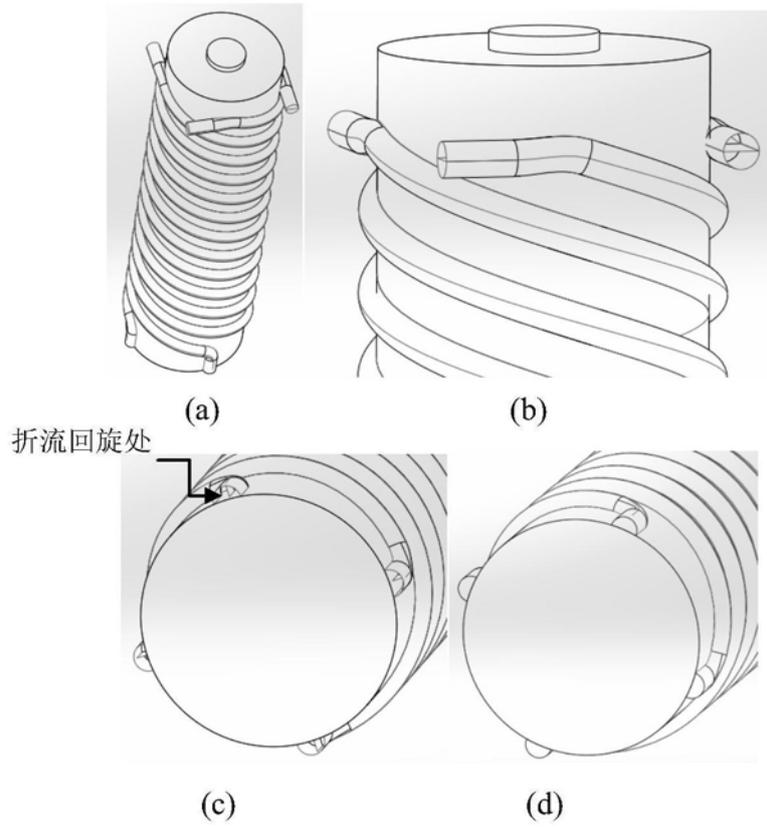


图5

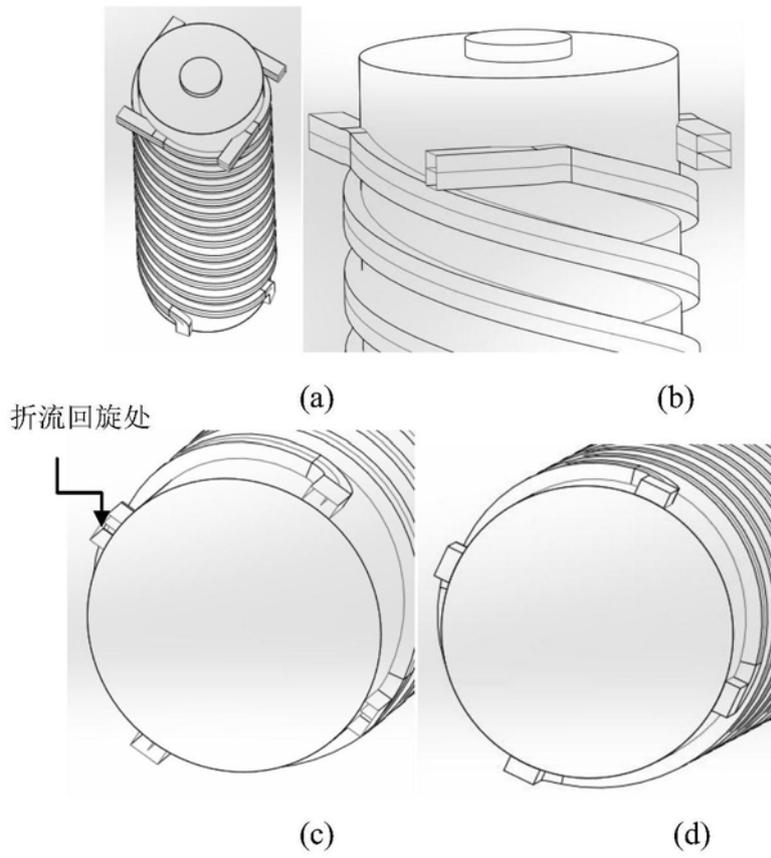


图6

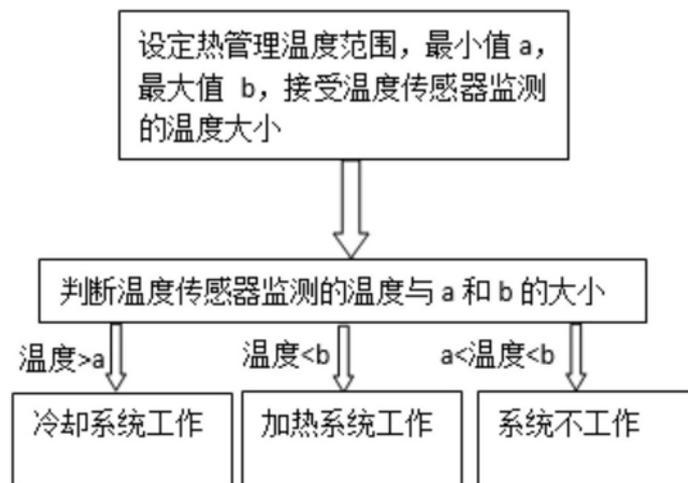


图7

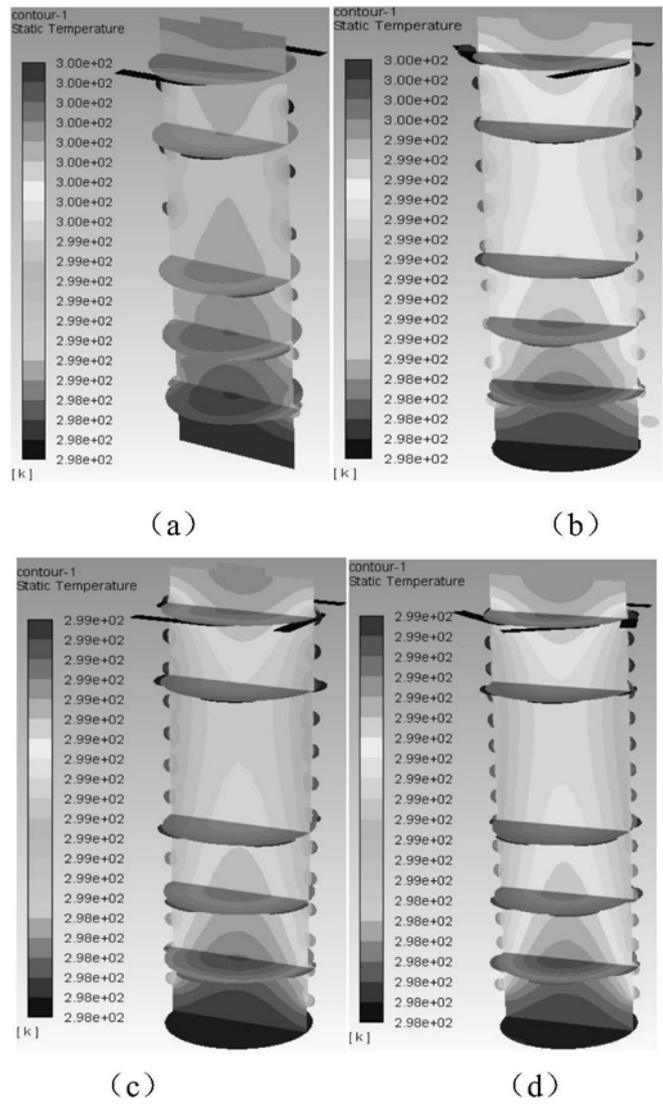


图8

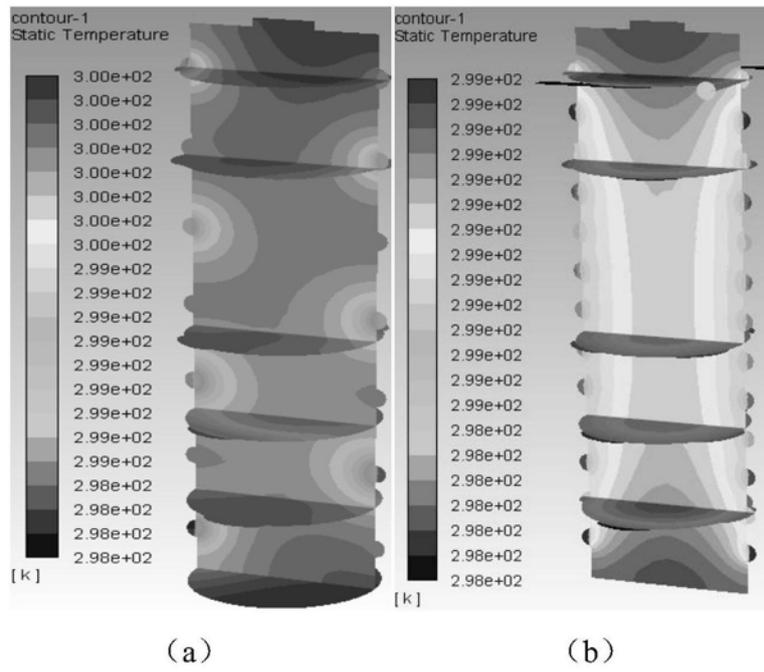


图9

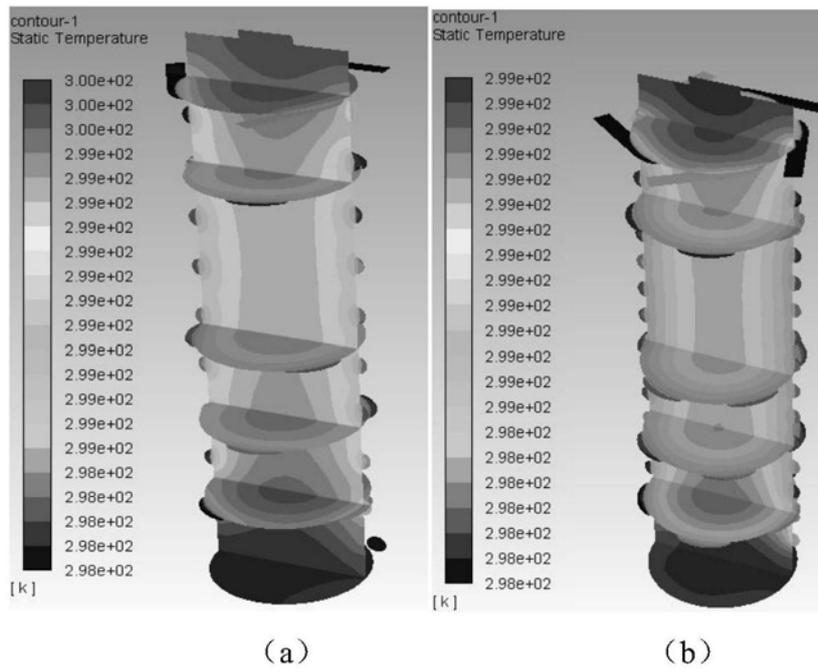


图10