

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>  
F28D 7/16



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01107671.2

[45] 授权公告日 2004 年 3 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 1140764C

[22] 申请日 2001.3.24 [21] 申请号 01107671.2

[71] 专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山

[72] 发明人 邓先和 张亚君

审查员 巩建华

[74] 专利代理机构 广州粤高专利代理有限公司

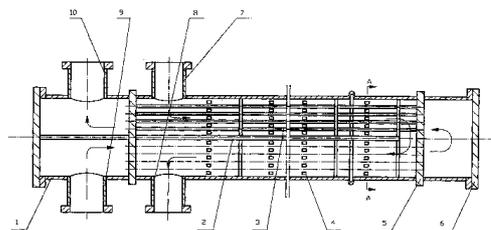
代理人 李卫东

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

[54] 发明名称 缩放管全逆流双壳程轴流式换热器及其换热方法

[57] 摘要

本发明是缩放管全逆流双壳程轴流式换热器及其换热方法。本换热器主要由壳体、隔板、缩放传热管、栅板式管间支承物、两端管板、两端封头盖、壳程及管程进出口管共同连接构成，采用缩放管作为强化传热管，用栅板作为管间支承物，用纵向隔板将壳体分隔为双壳程，壳程流体流道由传热管外壁、壳体内壁、纵向隔板及两端管板构成双壳程轴上往返流道并通过两端管板与封头盖构成双壳程全逆流轴流式换热器。本发明具有传热温差利用率高，流阻小，操作能耗低，传热强化性能好，设备耗材少，投资省，体积紧凑的优点和效果。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1、一种缩放管全逆流双壳程轴流式换热器，其特征在于：本换热器由纵向隔板在直径上将换热器壳体沿纵向分隔为双流程，壳程流体流道是由传热管的外壁，壳体的内壁，纵向隔板及两端管板四者构成的双壳程轴向往返流道；它主要由换热器壳体（1），纵向隔板（2），缩放型传热管（3），栅板式管间支承物（4），两端管板（5），两端封口盖（6），壳程进出口管（7）、（8）及管程进出口管（9）、（10）共同连接构成，其相互位置及连接关系为：在换热器壳体（1）内，多条缩放传热管（3）沿轴向均布，并与壳体（1）两端管板（5）相焊接或胀接，纵向隔板（2）紧靠壳程进出口管（7）、（8）一端的管板，并在管板的直径处相贴的壳体内壁密封连接，把壳体分为两程，而纵向隔板（2）在与另一端管板交接处流有一段缺口，构成壳程流道的回流路径，两端封头盖（6）与两端管板（5）相连接构成管程流道的回流路线及进出口管（9）、（10），栅板式管间支承物（4）沿轴向等距安置于管束间并与缩放传热管（3）相连接成为传热管的管间支承物，栅板式管间支承物分为纵向栅和横向栅两种，沿壳程轴向安置时将两种栅板相间安放以实现传热管的横向与纵向定位，防止管束振动。

2、按权利要求 1 所述的一种缩放管全逆流双壳程轴流式换热器，其特征在于所述的缩放管传热管（3）是由重复与连续的收缩与扩张管段构成，管壁厚度均匀一致。

3、按权利要求 1 所述的一种缩放管全逆流双壳程轴流式换热器，其特征还在于所述的栅板式管间支承物是由宽度为缩放管上一个肋间距以上的板条构成。

## 缩放管全逆流双壳程轴流式换热器及其换热方法

本发明是缩放管全逆流双壳程轴流式换热器及其换热方法，属传热强化技术设备，特别涉及管壳式换热设备。

管壳式换热器的壳程结构有多种，在工业中常用的是弓形折流隔板支承管束的管壳式换热器，简称为折流隔板管壳式换热器，壳程流体在折流隔板间作往返折流运动，也有栅板支承管束的管壳式换热器，中国专利号为：ZL93243442.8 和空心环支承管束的管壳式换热器，中国专利号为：89218385.3，后两种换热器的壳程流体为轴向流动，简称为壳程轴流型管壳式换热器。当冷热两物流体体积流量不大，而温升及温降较大，并且冷热两侧传热温差较小时，上述换热器都存在着下述不同缺陷，(1) 其折流隔板管壳式换热器的传热温差利用率低，往往单壳程甚至双壳程也难以完成热量传递任务；(2) 普通壳程轴流型管壳式换热器多为单壳程结构，且传热管多为光滑管，因此当管壳两侧物流量不大时，若要获得适当流速，壳径就会很小，换热器长径比太大，在工业系统中无法安置。由于以上原因，工业中常需多台折流隔板管壳式换热器串联才能完成换热任务，设备投资高，占地面积多，流体阻力损失大。

本发明的目的就是为了解决和克服现有换热器在上述特殊工况条件下传热温差有效利用率低，难以完成传热任务，需求用多个换热器串联运行，从而导致换热器流体阻力损失大，操作能耗高，设备投资大，或者壳体长径比过大，无法在工业系统中安置的问题和缺点，研究发明一种具有传热温差有效利用率高、仅需单台或两台换热器运行，换热器流体阻力小、操作能耗低、设备投资省、易于在工业系统中实施安置的缩放管全逆流双壳程轴流式换热器及其换热方法。

本发明是通过下述技术方案来实现的，缩放管全逆流双壳程轴流式换热器的结构示意图如图 1 所示，其 A-A 向视图如图 2 所示，缩放管如图 3 所示，栅板式管间支承物如图 4~5 所示，本换热器由纵向隔板在直径上将换热器壳体沿纵向分隔为双流程，壳程流体流道是由传热管的外壁，壳体的内壁，纵向隔板及两端管板四者构成的双壳程轴向往返流道；它主要由换热器

壳体 1，纵向隔板 2，缩放型传热管 3，栅板式管间支承物 4，两端管板 5，两端封口盖 6，壳程进出口管 7、8 及管程进出口管 9、10 共同连接构成，其相互位置及连接关系为：在换热器壳体 1 内，多条缩放传热管 3 沿轴向均布，并与壳体 1 两端管板 5 相焊接或胀接，纵向隔板 2 紧靠壳程进出口管 7、8 一端的管板，并在管板的直径处相贴的壳体内壁密封连接，把壳体分为两程，而纵向隔板 2 在与另一端管板交接处流有一段缺口，构成壳程流道的回流路径，两端封头盖 6 与两端管板 5 相连接构成管程流道的回流路线及进出口管 9、10，栅板式管间支承物 4 沿轴向等距安置于管束间并与缩放传热管 3 相连接成为传热管的管间支承物，栅板式管间支承物分为纵向栅和横向栅两种，沿壳程轴向安置时将两种栅板相间安放以实现传热管的横向与纵向定位，防止管束振动；其中：缩放传热管 3 是由重复与连续的收缩与扩张管段构成，管壁厚度均匀一致，管内外两侧缩放波形对称，栅板式管间支承物由宽度为缩放管上一个肋间距以上的板条构成。

本换热器的换热方法：壳程流体沿进口及进口壳体 1，沿轴向流道流动，在纵向隔板 2 的尾部缺口处折流返回，再沿轴向流道流动，然后从出口 8 流出壳体，管程流体沿进口 9 进入封头盖 6，并从管板 5 进入管程，与壳程流体作逆向轴流流动，在另一封头盖处折返，作双管程轴向流动，然后从出口 10 流出管程，管程与壳程流体在换热过程中作全逆流流动换热；其关键是采用管内外两侧凹凸肋面对称的缩放管，对两侧流体同时强化传热，并通过双壳程结构，使管壳两侧流体在体积流量不高时也能获得较适当流速，使得在全逆流条件下换热器也可获得较高的总传热系数，而且换热器的传热温差利用率可达 100%，由栅板作为缩放管束的管间支承物，流体阻力小，壳程压降低。

本发明与现有技术相比，具有如下的优点和有益效果：（1）本换热器是采用强化型缩放传热管束与双壳程换热器结构组成的全逆流换热器，换热器中管程与壳程流体在换热过程中为全逆流换热，传热温差利用率达 100%，避免了现有技术中错流换热有效传热温差小的缺点；同时保持较高流速，获得较高的总传热系数；（2）由于栅板管间支承物对流体阻力损失小，换热器壳程压降低，所需流体输送功耗小，故本换热器壳程轴流结构具有流体阻力损失小，运行操作能耗低的优点，避免了现有技术中折流隔板对流体造成的高阻力损失，可大大节省操作能耗；（3）换热器采用缩放管作为传热管，可

在流速不高的条件下，也能获得良好的传热强化效果，这有助于缩短传热管长度，避免使用光滑管时管长过长的缺点，在工业系统中易于安置；（4）由于采用了高效传热管及双壳程轴向流全逆流换热方式，换热器的传热性能大幅提高，特别在湍流条件（Re 数 $>5000$ ）下，采用管内外两侧凹凸肋面对称的缩放型传热管内外两侧纵向流动的流体作强化对流换热，可获双面良好传热强化效果，两侧流体传热膜系数较高；可大大减少所需的换热面积，比现有技术的换热设备投资可有较大幅度减少，同时体积紧凑，便于设备的安装与维修。

下面对说明书附图进一步说明如下：图 1 是缩放管全逆流双壳程轴流式换热器的结构示意图；图 2 是图 1 的 A-A 向视图；图 3 是缩放管示意图；图 4、图 5 均是栅板式管间支承物示意图。

本发明的实施方式较为简单，可选用不锈钢或碳钢作材料，可采用普通的板金工艺和机加工方法及设备即可加工。实施本发明，只要按图 1~5 所示设计、加工本装置的各部件，并按上面说明书所述的相互连接关系进行连接装配构成图 1 所示的流道结构，便能较好地实施本发明。例如，发明人推荐设计由 $\Phi 500 \times 6 \times 6000$ mmmm 的壳体，用 $488 \times 5750$ mm 纵向隔板沿轴向把壳体分为两程，每程均布 300 根 $\Phi 19 \times 2 \times 6000$ mm 的缩放管，管子按正方形排列，与两端 $\Phi 560 \times 20$ mm 管板相接，管间用栅板式支承物支承定位，防止管束振动，两端管板处用 $\Phi 500 \times 500$ mm 封头盖密封。

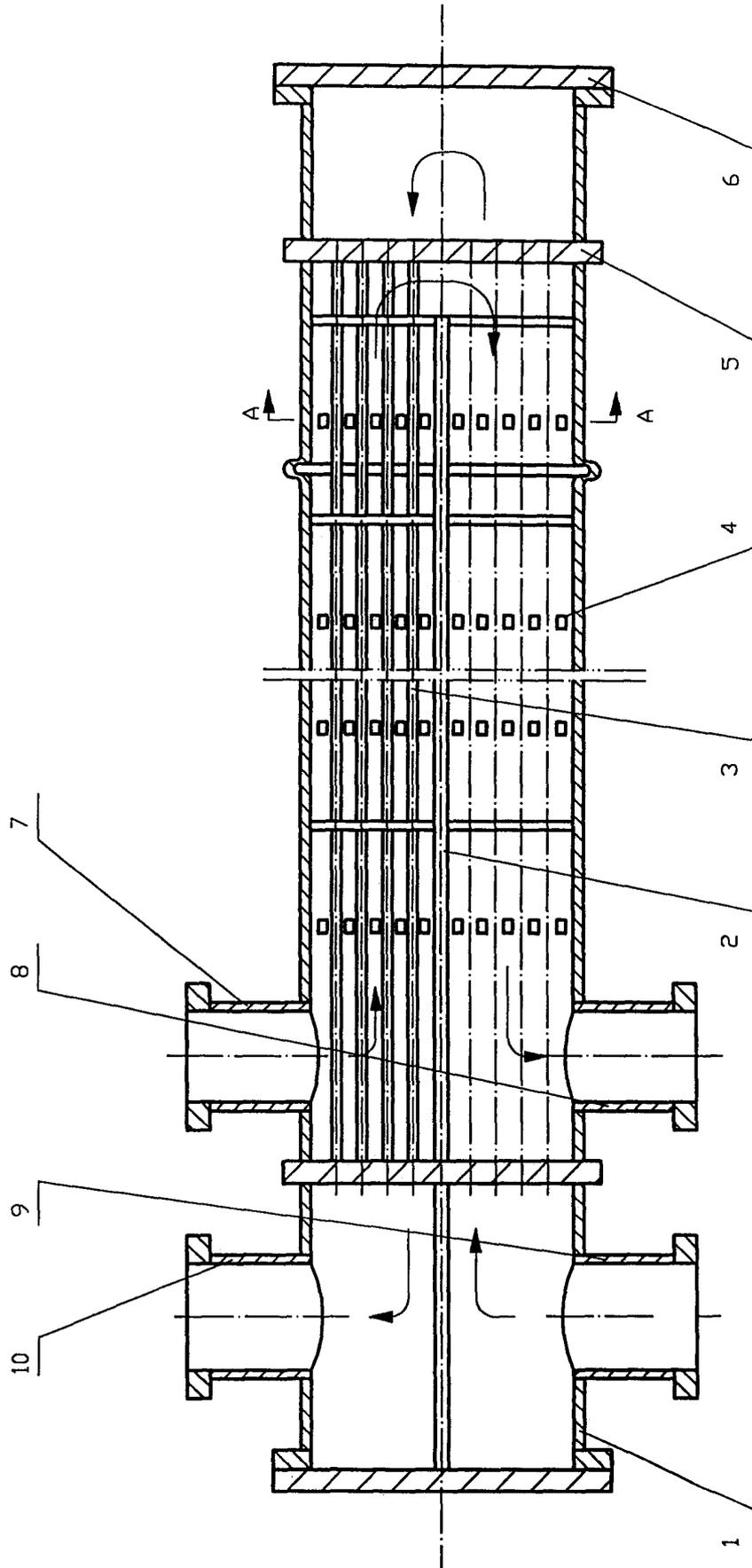


图1

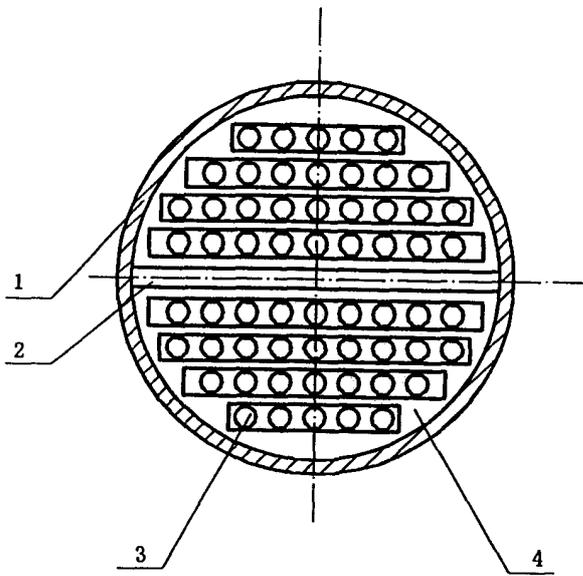


图2

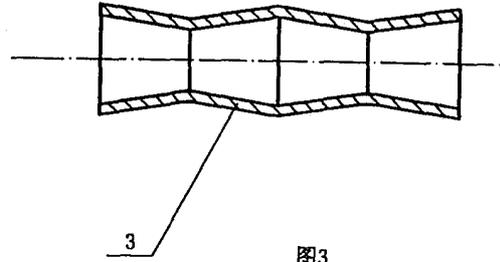


图3

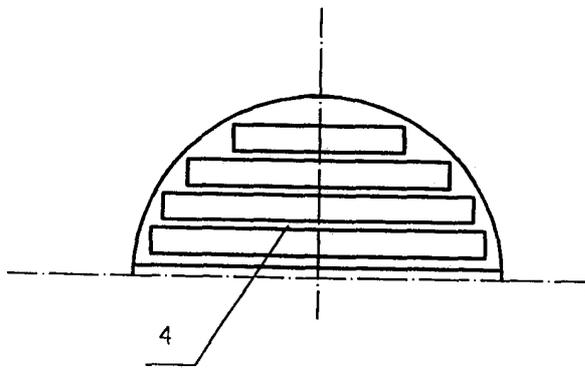


图4

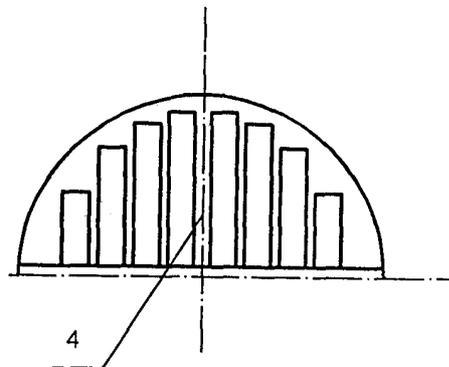


图5