(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103920429 A
(43)申请公布日 2014.07.16

(21)申请号 201310014767.5

(22)申请日 2013.01.15

(71)申请人 中国石化工程建设有限公司
地址 100101 北京市朝阳区安慧北里安园21号

(72)发明人 张迎恺 吴迪 戴文松 张铁钢 陈国柱 马婧 王卫军

(74)专利代理机构 北京思创毕升专利事务所 11218
代理人 韦庆文

(51)Int.Cl.
B01J 8/02(2006.01)
B01J 8/06(2006.01)
C10L 3/08(2006.01)

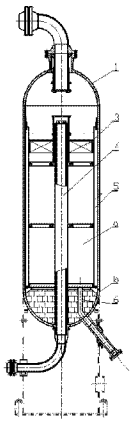
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种轴径向固定床甲烷化反应器

(57)摘要

本发明公开了一种轴径向固定床甲烷化反应器，包括承压壳体(1)和内构件，所述承压壳体(1)包括顶封头、底封头、中间壳体，所述顶封头上有反应原料入口，底封头上有反应产物出口；所述内构件自上而下依次包括顶部的密封帽罩(3)、中部的中心筛网管(4)和外筛网(5)以及底部的催化剂卸料管(6)；所述中心筛网管(4)顶部封闭；所述外筛网(5)与中心筛网管(4)及承压壳体(1)分别构成外、内两个环形空间，所述的承压壳体(1)和外筛网(5)之间外环形空间的上部是开放的，所述中心筛网管(4)和外筛网(5)之间的内环形空间分为上部催化剂床层a，下部隔热填料区b。本发明的壳体和内构件分别承压和承温，对反应器材质的要求低。



CN 103920429 A

1. 一种轴径向固定床甲烷化反应器，包括承压壳体（1）和内构件，其特征在于：

所述承压壳体（1）包括顶封头、底封头、中间壳体，所述顶封头上有反应原料入口，底封头上有反应产物出口；

所述内构件自上而下依次包括顶部的密封帽罩（3）、中部的中心筛网管（4）和外筛网（5）以及底部的催化剂卸料管（6）；

所述中心筛网管（4）位于反应器中心，其顶部封闭，底部与所述的底封头的反应产物出口连通；

所述外筛网（5）位于承压壳体（1）和中心筛网管（4）之间，其与中心筛网管（4）及承压壳体（1）分别构成内、外两个环形空间，其中：

所述的承压壳体（1）和外筛网（5）之间外环形空间的上部是开放的、底部是封闭的，用于接收从顶封头进入的反应原料，所述外筛网（5）底部设置环形支撑圈与所述承压壳体（1）固定；

所述中心筛网管（4）和外筛网（5）之间的内环形空间分为上、下两个区域，上部为催化剂床层 a，下部为填充隔热填料的隔热填料区 b。

2. 根据权利要求 1 所述的甲烷化反应器，其特征在于：

所述的密封帽罩（3）扣在中心筛网管（4）和内环形空间的顶部，所述密封帽罩（3）和所述外筛网（5）固定紧密连接，所述密封帽罩（3）和所述中心筛网管（4）外壁不固定而采用动态密封，所述密封帽罩（3）与所述中心筛网管（4）外壁和所述外筛网（5）内壁之间的间隙均不大于催化剂粒径。

3. 根据权利要求 2 所述的一种甲烷化反应器，其特征在于：

所述密封帽罩（3）是由顶面和侧壁的环形盖箱式结构或环形盖箱与中心盖箱的组合式结构；

当密封帽罩（3）为组合式结构时，其中心盖箱套扣在所述中心筛网管（4）顶部，并与扣在内环形空间的顶部的环形盖箱紧密连接；

所述的盖箱顶面封闭、底面敞开，环形盖箱的侧壁与中心筛网管（4）形成动态密封。

4. 根据权利要求 3 所述的一种甲烷化反应器，其特征在于：

所述中心筛网管（4）为两层结构，外层是由筛条和支撑杆焊接而成的楔形绕丝筛网，内层是冲孔钢板，所述外层的楔形绕丝筛网的筛条之间的间隙小于该中心筛网管（4）和外筛网（5）之间填充的催化剂粒径，所述内层的冲孔钢板厚度为 4~50mm。

5. 根据权利要求 4 所述的一种甲烷化反应器，其特征在于：

所述承压壳体（1）底封头上设置中心开孔的与所述产物出口连通的环形管座，该中心筛网管（4）底部插入所述的环形管座内，该中心筛网管（4）的管壁与该环形管座之间密封；

所述环形管座内壁以及所述反应产物出口内壁均铺衬隔热材料。

6. 根据权利要求 1~5 之一所述的一种甲烷化反应器，其特征在于：

所述外筛网（5）选自下列两类结构之一：

所述外筛网（5）是由筛条和支撑杆焊接而成的楔形绕丝筛网整体单层的圆筒外筛网结构，其底部通过支撑件与承压壳体（1）封闭连接；

所述外筛网（5）是各种形状的筒形筛网单元组合结构，包括扇筒形、圆筒形和多边形筒形，每个筒形筛网单元顶部敞开，底部封闭。

7. 根据权利要求 6 所述的一种甲烷化反应器，其特征在于：

所述外部催化剂卸料管由所述承压壳体（1）的底封头插入连接所述内部催化剂卸料管（6），内部催化剂卸料管（6）穿过所述隔热填料区 b 与所述催化剂床层 a 接触。

8. 根据权利要求 6 所述的一种甲烷化反应器，其特征在于：

所述外部催化剂卸料管由所述承压壳体（1）的中间壳体侧壁插入连接所述内部催化剂卸料管（6），内部催化剂卸料管（6）与所述催化剂床层 a 接触。

9. 根据权利要求 6 所述的一种甲烷化反应器，其特征在于：

催化剂床层 a 内沿径向设置限位支撑件，用于支撑外筛网（5）与中心筛网管（4）所构成内环形空间，所述支撑件的一端与所述外筛网（5）或所述中心筛网管（4）固定，另一端限位支撑。

10. 根据权利要求 1 所述的一种轴径向固定床甲烷化反应器，其特征在于：

所述承压壳体（1）为钢板或钢锻件制造的压力容器。

一种轴径向固定床甲烷化反应器

技术领域

[0001] 本发明涉及制备替代天然气(SNG)的甲烷化反应装置,尤其涉及以煤经气化、变换、酸性气脱除单元后的合成气为原料制备 SNG 的甲烷化反应设备。本发明属于煤制天然气领域。

背景技术

[0002] 煤制替代天然气(SNG)正在成为煤化工领域的新热点。在我国天然气藏量有限、产能不能满足需求的局面下,煤制天然气是对我国天然气资源的有效补充手段。煤制 SNG 的核心工艺在于甲烷化技术,而甲烷化反应器正是其中的核心设备。

[0003] 甲烷化反应为剧烈放热反应,这使得反应器壳体既要承受较高压力又要承受甲烷化反应所带来的急剧温升。如果采用热壁轴向反应器设计,承压壳体材质需选用高合金钢材料,工程造价高;如果采用冷壁绝热反应器设计,反应器内壁需设置耐热衬里,这样不但增加了反应器壳体直经,规模放大困难,而且耐热衬里施工和维护困难;同时轴向固定床反应器具有移热效果差,床层压力降大等诸多弊端。比如专利 CN102205220A 公开了一种反应器,其具有外通道和内通道,以通过多个通道使反应原料反复通过填料床层,但是上述反应器的承压和承热能力仍然难以适应甲烷化反应的剧烈放热和高压力。目前,工业化的甲烷化反应器多采用冷壁绝热轴向固定床反应器,也没有很好地解决以上技术难题。

发明内容

[0004] 本发明提出一种轴径向固定床甲烷化反应器,这种反应器将目前煤制替代天然气甲烷化工艺中冷壁绝热轴向固定床甲烷化反应器替代为新型热壁轴径向固定床甲烷化反应器,使得主要压力载荷和主要温度载荷分别由承压壳体和反应器内构件承担;反应器采用热壁设计,反应原料从顶部轴向进入反应器,经盖板的阻挡进入外筛网与承压壳体间的环形空间,转为径向依次通过外筛网、催化剂床层 a、中心筛网管,并汇集到中心筛网管内,最终反应产物由反应器底部轴向排出,甲烷化反应为剧烈放热反应,其产物温度较高,约 600~700 度,因此本发明的反应器仅在底部设置隔热填料区 b(不在壳体内设置隔热衬里),以保护反应器底部壳体。

[0005] 本发明是通过以下技术方案来实现的:

[0006] 一种轴径向固定床甲烷化反应器,其包括壳体和内构件,其特征在于:

[0007] 所述承压壳体 1 包括顶封头、底封头、中间壳体,所述顶封头上有反应原料入口,底封头上有反应产物出口。

[0008] 所述内构件自上而下依次包括顶部的密封帽罩 3、中部的中心筛网管 4 和外筛网 5 以及底部的催化剂卸料管 6。

[0009] 所述中心筛网管 4 位于反应器中心,其顶部封闭,底部与所述的底封头的反应产物出口连通。

[0010] 所述外筛网 5 位于承压壳体 1 和中心筛网管 4 之间,其与中心筛网管 4 及承压壳

体 1 分别构成内、外两个环形空间，其中：

[0011] 所述的承压壳体 1 和外筛网 5 之间外环形空间的上部是开放的、底部是封闭的，用于接收从顶封头进入的反应原料，所述外筛网 5 底部设置环形支撑圈与所述承压壳体 1 固定。

[0012] 所述中心筛网管 4 和外筛网 5 之间的内环形空间分为上、下两个区域，上部为催化剂床层 a，下部为填充隔热填料的隔热填料区 b。

[0013] 该隔热填料区 b 内填充隔热填料，所述隔热填料区 b 内填充单一材质或多种复合材质的隔热填料，例如单一材质或多种复合材质的隔热绳、隔热带、隔热毡毯、隔热球或隔热粉末。如上所述，所述隔热材料区 b 装填隔热材料而不装填催化剂，形成介质不流动区，因为该区域没有催化剂，介质也不流动，不会产生反应热，使得该区域成为绝热区域，进一步避免了甲烷化反应放热而急剧升温对承压壳体 1 的影响；埋入所述隔热填料区 b 的中心筛网管 4 的管壁封闭。

[0014] 所述的密封帽罩 3 扣在中心筛网管 4 和内环形空间的顶部，所述密封帽罩 3 和所述外筛网 5 固定紧密连接，所述密封帽罩 3 和所述中心筛网管 4 外壁不固定而采用动态密封，所述密封帽罩 3 与所述中心筛网管 4 外壁和所述外筛网 5 内壁之间的间隙均不得大于催化剂粒径。

[0015] 所述密封帽罩 3 是由顶面和侧壁的环形盖箱式结构或环形盖箱与中心盖箱的组合式结构。

[0016] 当密封帽罩 3 为组合式结构时，其中心盖箱套扣在所述中心筛网管 4 顶部，并与扣在内环形空间的顶部的环形盖箱紧密连接。

[0017] 所述的盖箱顶面封闭、底面敞开，环形盖箱的侧壁与中心筛网管 4 形成动态密封，即当所述的催化剂床层 a 因温度变化而体积涨缩时，密封帽罩 3 会随着上下移动。密封帽罩 3 作用是将一部分催化剂或者催化剂替代物封闭在密封帽罩 3、中心筛网管 4、外筛网 5 和隔热填料区 b 所包围的内环形空间里。其环形盖箱应具有一定高度，其内部装填催化剂或催化剂替代物，比如瓷球，环形盖箱催化剂或催化剂替代物的料位会因下列原因导致降低：1. 内环形空间内催化剂因自然沉降或受压沉降导致环形盖箱内催化剂料位降低。2. 中心筛网管 4 和外筛网 5 因受热膨胀带动密封帽罩 3 向上移动导致环形盖箱内催化剂料位降低。环形盖箱的高度应使催化剂或其替代物料位维持在环形盖箱内部的一定高度，其作用是迫使反应原料径向走催化剂床层 a 区进行反应，而不至于因催化剂料位降低导致催化剂床层 a 区和环形盖箱间形成间隙，反应原料走短路。由于甲烷化反应强放热反应特性使外筛网 5 的温度较中心筛网管 4 的温度低，外筛网和中心筛网管 4 的受热膨胀量不同，环形盖箱的侧壁与中心筛网管 4 的动态密封和中心盖箱使中心筛网管 4 能自由膨胀而不漏催化剂或使反应原料走短路。

[0018] 所述内部催化剂卸料管 6 插入所述外部催化剂卸料管。

[0019] 所述中心筛网管 4 为两层结构，外层是由筛条和支撑杆焊接而成的楔形绕丝筛网，采用特殊加工方法焊接制造，其强度高、刚性好，可针对不同粒径的催化剂调整筛条间隙，所述外层的楔形绕丝筛网的筛条之间的间隙小于该中心筛网管 4 和外筛网 5 之间填充的催化剂粒径，以能将催化剂挡在筛网外，实现催化剂和反应原料的两相分离；内层是冲孔钢板，所述内层的冲孔钢板厚度为 4~50mm；所述冲孔钢板的厚度及开孔率和开孔直径根据

床层厚度、床层允许压降、反应原料流速和冲孔钢板的材质计算确定，通过控制薄钢板的开孔率可实现工艺反应原料以较低的压降均匀地径向通过。

[0020] 所述承压壳体 1 底封头上设置中心开孔的与所述产物出口连通的环形管座，该中心筛网管 4 底部插入所述承压壳体 1 底封头上的环形管座内，该中心筛网管 4 的管壁与该环形管座之间密封，一般通过销钉和陶纤绳进行定位和密封。

[0021] 所述环形管座内壁以及所述反应产物出口内壁均铺衬隔热材料。

[0022] 所述外筛网 5 选自下列两类结构之一 ：

[0023] 所述外筛网 5 是由筛条和支撑杆焊接而成的楔形绕丝筛网整体单层的圆筒外筛网结构，其底部通过支撑件与承压壳体 1 封闭连接。

[0024] 所述外筛网 5 是各种形状的筒形筛网单元组合结构，包括扇筒形、圆筒形和多边形筒形，每个筒形筛网单元顶部敞开，底部封闭。上述筒形筛网单元采用单一组合形成整体环形外筛网 5，即整体环形外筛网 5 由扇筒形单元组合而成、或由圆筒形单元组合而成，或由多边形筒形单元组合而成。

[0025] 整体单层的圆筒外筛网结构优点是整个催化剂固定床床层厚度一致，反应原料在床层内分布均匀 ；需要在承压壳体 1 未封闭前放入，通常对外筛网破损进行局部修补。因此，外筛网直径较大时通常采用筒形筛网单元组合而成的整体环形外筛网结构，其优点是可以分别将单个筒形筛网单元通过反应器顶部人孔放入反应器再组装成整体，一旦单个筛网单元出现破损，可以对单个筒形外筛网单元进行更换，维护和修理方便 ；较适用于催化剂固定床床层厚度存在变化的情况。

[0026] 所述外部催化剂卸料管由所述承压壳体 1 的底封头插入连接所述内部催化剂卸料管 6，内部催化剂卸料管 6，穿过所述隔热填料区 b 与所述催化剂床层 a 接触。

[0027] 所述外部催化剂卸料管由所述承压壳体 1 的中间壳体侧壁插入连接所述内部催化剂卸料管 6，内部催化剂卸料管 6 与所述催化剂床层 a 接触。上述内部催化剂卸料管 6 为可拆卸的弯管或直管结构。

[0028] 催化剂床层 a 内沿径向设置限位支撑件，用于支撑外筛网 5 与中心筛网管 4 所构成内环形空间，所述支撑件的一端与所述外筛网 5 或所述中心筛网管 4 固定，另一端限位支撑，以固定中心筛网管 4 和外筛网 5 之间的距离。

[0029] 所述承压壳体 1 为钢板或钢锻件制造的压力容器。

[0030] 由于甲烷化反应剧烈放热，反应器内构件受热膨胀，上述中心筛网管 4 和外筛网 5 底部固定且顶部区域扣有密封帽罩 3 的结构，使中心筛网管 4、外筛网 5 和密封帽罩 3 均能各自向上自由膨胀，满足各自不同膨胀量的要求，进一步适应反应。

[0031] 所述环形盖箱的高度根据催化剂的沉降量和反应器内件的膨胀量确定，应使环形盖箱内催化剂或催化剂替代物的料位仍然能满足反应所需要的高度，不致发生反应原料走短路情况 ；所述环形盖箱由多个扇环形盖箱密封连接而成，各扇环形盖箱之间采用可拆卸连接。

[0032] 如上所述，所述密封帽罩 3 扣在所述催化剂床层 a 顶部并紧贴所述外筛网 5 内壁和所述中心筛网管 4 外壁，使轴向进入反应器的进料反应原料只能进入承压壳体 1 和外筛网 5 间的环形空间，再转为径向通过外筛网 5、催化剂床层 a 和中心筛网管 4，而反应后的反应产物汇集到中心筛网管 4 内，并最终经中心筛网管 4 及承压壳体 1 出口轴向排出承压

壳体 1；所述环形盖箱的高度由催化剂的沉降量和反应器内件的膨胀量决定，以结合密封帽罩 3 的结构，进一步避免因催化剂自然沉降或受压沉降及反应器内件受热膨胀不均的情况导致催化剂或其替代物料位在环形盖箱内部高度过低或催化剂床层 a 区和环形盖箱间形成间隙，反应原料走短路的情况发生，比如反应原料不通过或基本不通过催化剂床层而直接通过之间缝隙进入中心筛网管 4，影响反应，所述环形盖箱由多个扇形盖箱密封连接而成。所述密封帽罩 3 环形盖箱的扇环形盖箱、中心筒盖可分体组装，拆装维修都很方便。所述中心筛网管 4、外筛网 5 和内部催化剂卸料管 6 均为可拆卸结构。所述承压壳体 1 为钢板或钢锻件制造的压力容器。

[0033] 本发明为一种甲烷化反应器，由于甲烷化反应为剧烈放热反应，进料工艺反应原料压力较高，温度较低，经过反应后成为高温反应产物，通过以上内构件和隔热材料的设置，可实现反应器承压壳体只接触温度较低的进料反应原料，同时承受较高的进料压力，反应器可以采用热壁设计，因此避免了冷壁反应器耐热衬里所带来的制造、施工和维护上的困难。与过去的热壁轴向固定床反应器相比，承压壳体可以不选择高合金材料，降低了设备制造成本。内构件安装在反应器内部，它在承受较高的反应产物操作温度的同时，只承受催化剂床层 a 两端较低床层压差和床层静压力，而不必像承压壳体一样承受高压，因此，反应器内构件可选择高合金材料，同时从结构设计角度进行优化，提高内构件的刚性，这样就实现了较高的压力载荷和较高的温度载荷分别由承压壳体和反应器内构件分别承担的设计理念；同时采用径向催化剂床层 a 较轴向催化剂床层 a 更薄，具体而言，径向床中反应原料流过催化剂床层 a 方向沿半径方向，垂直壳体轴线；轴向床中反应原料流过催化剂床层 a 方向和壳中心轴线平行，同样容积的径向床和轴向床相比，径向床床层厚度更薄，接触面积更大，相应床层压降更小，反应热移出容易。本发明提供的轴径向床，即轴径向固定床，指反应原料沿壳体轴线方向流入反应器内部，再沿半径和轴线方向流过催化剂床层 a 后汇聚在中心管内，然后经中心管轴线方向流出，反应原料既沿轴向流动，又沿径向流动，与现有甲烷化反应器相比，可在更小体积内实现更好的效果。

[0034] 本发明反应器内构件均设计成全部可拆结构以方便维修；如果甲烷化反应装置规模需要扩大，只需要适当增加新型热壁轴径向固定床反应器的轴向高度即可，反应器直径不再是对规模的绝对制约因素，并且在规模放大时，对于同等规模的甲烷化反应器，采用新型热壁的轴径向固定床甲烷化反应器相对目前的冷壁轴向固定床反应器直径小，既控制了造价又便于运输。

[0035] 综合上述的所有优点，使得本发明的轴径向固定床甲烷化反应器相对于传统甲烷化反应器，规模放大能力强且设备制造、施工和维护成本减少。本发明尤其适用于煤气化合成气制取替代天然气（SNG）的甲烷化反应器。

附图说明

[0036] 图 1 为本发明的轴径向固定床甲烷化反应器的实施例 1 的结构示意图。

[0037] 图 2 为本发明的轴径向固定床甲烷化反应器的实施例 2 的结构示意图。

[0038] 图 3 为本发明的轴径向固定床甲烷化反应器的整体单层的圆筒外筛网截面示意图。

[0039] 图 4 为本发明的轴径向固定床甲烷化反应器的扇筒形单元组合的外筛网截面示

意图。

[0040] 图 5 为本发明的轴径向固定床甲烷化反应器的圆筒形单元组合的外筛网截面示意图。

[0041] 图 6 为本发明的轴径向固定床甲烷化反应器的多边形筒形单元组合的外筛网截面示意图。

[0042] 附图标记说明 :

[0043] 1- 承压壳体、3- 盖板、4- 中心筛网管、5- 外筛网、6- 内部催化剂卸料管、a- 催化剂床层、b- 隔热填料区

具体实施方式

[0044] 下面结合实施例,对本发明所提供一种轴径向固定床甲烷化反应器进行进一步说明。

[0045] 实施例 1

[0046] 如图 1 所示的一种轴径向固定床甲烷化反应器,所述反应器采用热壁设计,其包括壳体和内构件,其特征在于 :

[0047] 一种轴径向固定床甲烷化反应器,其包括壳体和内构件,其特征在于 :

[0048] 所述承压壳体 1 包括顶封头、底封头、中间壳体,所述顶封头上有反应原料入口,底封头上有反应产物出口。

[0049] 所述内构件自上而下依次包括顶部的密封帽罩 3、中部的中心筛网管 4 和外筛网 5 以及底部的催化剂卸料管 6。

[0050] 所述中心筛网管 4 位于反应器中心,其顶部封闭,底部与所述的底封头的反应产物出口连通。

[0051] 所述外筛网 5 位于承压壳体 1 和中心筛网管 4 之间,其与中心筛网管 4 及承压壳体 1 分别构成外、内两个环形空间,其中 :

[0052] 所述的承压壳体 1 和外筛网 5 之间外环形空间的上部是开放的,用于接收从顶封头进入的反应原料,所述外筛网 5 底部设置支撑件,所述外筛网 5 底部与所述承压壳体 1 固定。

[0053] 所述中心筛网管 4 和外筛网 5 之间的内环形空间分为上、下两个区域,上部为催化剂床层 a,下部为填充隔热填料的隔热填料区 b。

[0054] 所述中心筛网管 4 和外筛网 5 之间的环形空间分为上、下两个区域,上部为催化剂床层 a,下部为隔热填料区 b,该隔热填料区 b 内填充隔热填料,所述隔热填料区 b 内填充单一材质或多种复合材质的隔热填料,例如单一材质或多种复合材质的隔热绳、隔热带、隔热毡毯、隔热球或隔热粉末。如上所述,所述隔热材料区 b 装填隔热材料而不装填催化剂,形成介质不流动区,因为该区域没有催化剂,介质也不流动,不会产生反应热,使得该区域成为绝热区域,进一步避免了甲烷化反应放热而急剧升温对承压壳体 1 的影响 ;埋入所述隔热填料区 b 的中心筛网管 4 的管壁封闭。

[0055] 所述的密封帽罩 3 扣在中心筛网管 4 和内环形空间的顶部,所述密封帽罩 3 和所述外筛网 5 固定紧密连接,所述密封帽罩 3 和所述中心筛网管 4 外壁不固定而采用动态密封,所述密封帽罩 3 与所述中心筛网管 4 外壁和所述外筛网 5 内壁之间的间隙均不得大于

催化剂粒径。

[0056] 所述密封帽罩 3 是由顶面和侧壁的环形盖箱式结构或环形盖箱与中心盖箱的组合式结构。

[0057] 当密封帽罩 3 为组合式时，其中心盖箱套扣在所述中心筛网管 4 顶部，并与扣在内环形空间的顶部的环形盖箱紧密连接。

[0058] 所述的盖箱顶面封闭、底面敞开，环形盖箱的侧壁与中心筛网管 4 形成动态密封，即当所述的催化剂床层 a 因温度变化而体积涨缩时，密封帽罩 3 会随着上下移动。密封帽罩 3 的环形盖箱应具有一定高度，其内部装填催化剂或催化剂替代物，比如瓷球，环形盖箱催化剂或催化剂替代物的料位会因下列原因导致降低 :1. 内环形空间内催化剂因自然沉降或受压沉降导致环形盖箱内催化剂料位降低。2. 中心筛网管 4 和外筛网 5 因受热膨胀带动密封帽罩 3 向上移动导致环形盖箱内催化剂料位降低。环形盖箱的高度应使催化剂或其替代物料位维持在环形盖箱内部的一定高度，其作用是迫使反应原料径向走催化剂床层 a 区进行反应，而不至于因催化剂料位降低导致催化剂床层 a 区和环形盖箱间形成间隙，反应原料走短路。由于甲烷化反应强放热反应特性使外筛网 5 的温度较中心筛网管 4 的温度低，外筛网和中心筛网管 4 的受热膨胀量不同，环形盖箱的侧壁与中心筛网管 4 的动态密封和中心盖箱使中心筛网管 4 能自由膨胀而不漏催化剂或使反应原料走短路。

[0059] 所述中心筛网管 4 为两层结构，外层是由筛条和支撑杆焊接而成的楔形绕丝筛网，采用特殊加工方法焊接制造，其强度高、刚性好，可针对不同粒径的催化剂调整筛条间隙，所述外层的楔形绕丝筛网的筛条之间的间隙小于该中心筛网管 4 和外筛网 5 之间填充的催化剂粒径，以能将催化剂挡在筛网外，实现催化剂和反应原料的两相分离 ；内层是冲孔钢板，所述内层的冲孔钢板厚度为 4~50mm ；所述冲孔钢板的厚度及开孔率和开孔直径根据床层厚度、床层允许压降、反应原料流速和冲孔钢板的材质计算确定，通过控制薄钢板的开孔率可实现工艺反应原料以较低的压降均匀地径向通过。

[0060] 所述承压壳体 1 底封头上设置中心开孔的与所述产物出口连通的环形管座，该中心筛网管 4 底部插入所述承压壳体 1 底封头上的环形管座内，该中心筛网管 4 的管壁与该环形管座之间密封，一般通过销钉和陶纤绳进行定位和密封 ；

[0061] 所述环形管座内壁以及所述反应产物出口内壁均铺衬隔热材料。

[0062] 所述外筛网 5 选自下列两类结构之一 ：

[0063] 所述外筛网 5 是由筛条和支撑杆焊接而成的楔形绕丝筛网整体单层的圆筒外筛网结构，其底部通过支撑件与承压壳体 1 封闭连接。

[0064] 所述外筛网 5 是各种形状的筒形筛网单元组合结构，包括扇筒形、圆筒形和多边形筒形，每个筒形筛网单元顶部敞开，底部封闭。上述筒形筛网单元采用单一组合形成整体环形外筛网 5，即整体环形外筛网 5 由扇筒形单元组合而成、或由圆筒形单元组合而成，或由多边形筒形单元组合而成。

[0065] 所述内部催化剂卸料管 6 插入所述外部催化剂卸料管。

[0066] 所述外部催化剂卸料管由所述承压壳体 1 的底封头插入连接所述内部催化剂卸料管 6，内部催化剂卸料管 6，穿过所述隔热填料区 b 与所述催化剂床层 a 接触。

[0067] 所述支撑件为带加强筋板的环形支撑圈，所述外筛网 5 底部通过紧固件与所述环形支撑圈相固定或者通过与该环形支撑圈相焊接的限位卡板限位固定。

[0068] 所述催化剂床层 a 内沿径向设置限位支撑件，其与所述外筛网 5 固定连接或与所述中心筛网管 4 固定连接，即所述限位支撑件的一端固定，另一端限位支撑，以固定中心筛网管 4 和外筛网 5 之间的距离。

[0069] 所述承压壳体 1 为钢板或钢锻件制造的压力容器。

[0070] 实施例 2

[0071] 如图 2 所示的一种轴径向固定床甲烷化反应器，该反应器的结构除了其外部催化剂卸料管和内部催化剂卸料管 6 的位置和结构与实施例 1 的反应器不同之外，其他结构与实施例 1 中的反应器相同。具体而言，实施例 2 的外部催化剂卸料管由所述承压壳体 1 的中间壳体侧壁插入连接所述内部催化剂卸料管 6，内部催化剂卸料管 6 与所述催化剂床层 a 接触，其为可拆卸的直管结构。

[0072] 上述实施例 1 和实施例 2 中反应原料流向路径：反应原料先轴向进入反应器，然后进入外筛网 5 和承压壳体 1 间的环形空间(进料反应原料通道)，转为径向通过中心筛网管 4 和外筛网 5 之间环形催化剂床层 a 进行反应，反应后的反应产物汇集到中心筛网管 4 内，并最终经中心筛网管 4 及承压壳体 1 出口轴向排出承压壳体 1。

[0073] 上述实施例 1 和实施例 2 中反应器主要设计参数确定：外部承压壳体 1 可根据反应原料进料的实际温度作为反应器的操作温度，反应原料进料的实际压力作为反应器的操作压力，同时结合工艺反应原料特性和设备腐蚀情况来确定反应器的设计温度、设计压力，进而确定反应器外部承压壳体 1 的材质。由于进料反应原料反应后的高温热反应产物(约 600~700 度)不与反应器外部承压壳体 1 进行完全接触，所以反应器外部承压壳体 1 的选材将热反应产物的高温因素作为次要因素考虑或不考虑。反应器内构件，即盖板 3、中心筛网管 4、外筛网 5 和内部催化剂卸料管 6 装配在反应器内部，与反应产物进行充分接触，上述内构件的设计主要考虑反应产物的高温、床层压降和催化剂及反应原料的静压力等因素，对于较高的实际进料压力可作为次要因素考虑或不考虑。

[0074] 本发明的原理是根据甲烷化反应强放热、体积减小的特点，利用反应器内构件将过去轴向固定床反应器转变为热壁轴径向固定床反应器，让承压壳体和反应器内构件分别承担压力载荷和温度载荷，进而降低对反应器材质的要求，还可以通过加长反应器高度达到反应器规模放大、直径减小，降低成本，便于运输的目的。

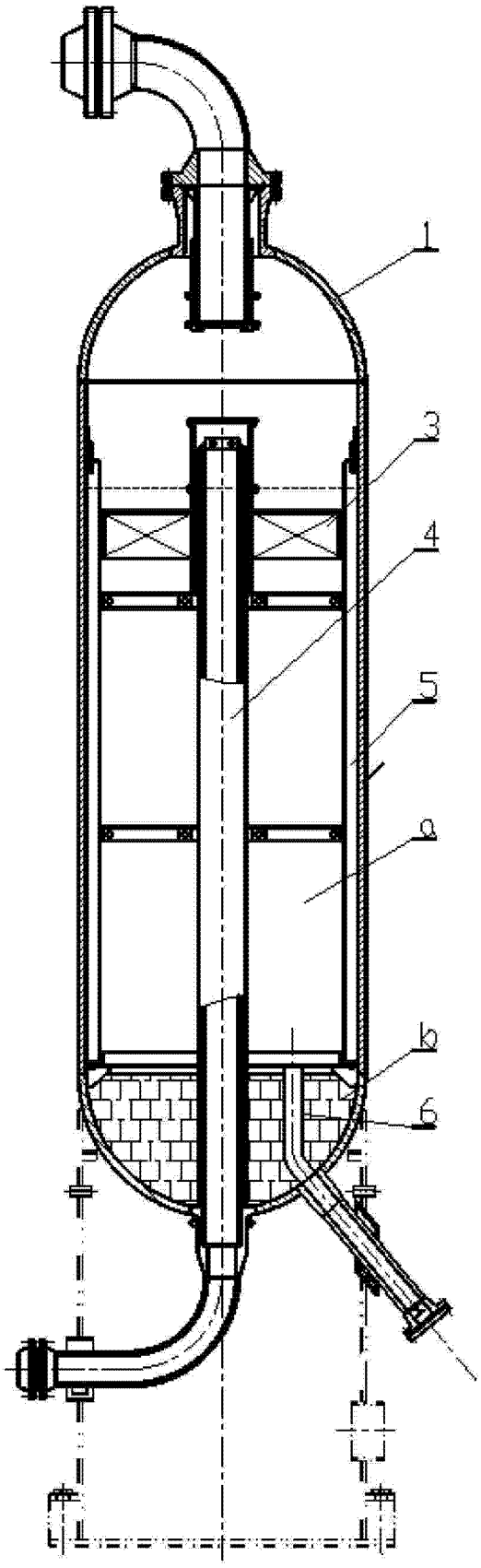


图 1

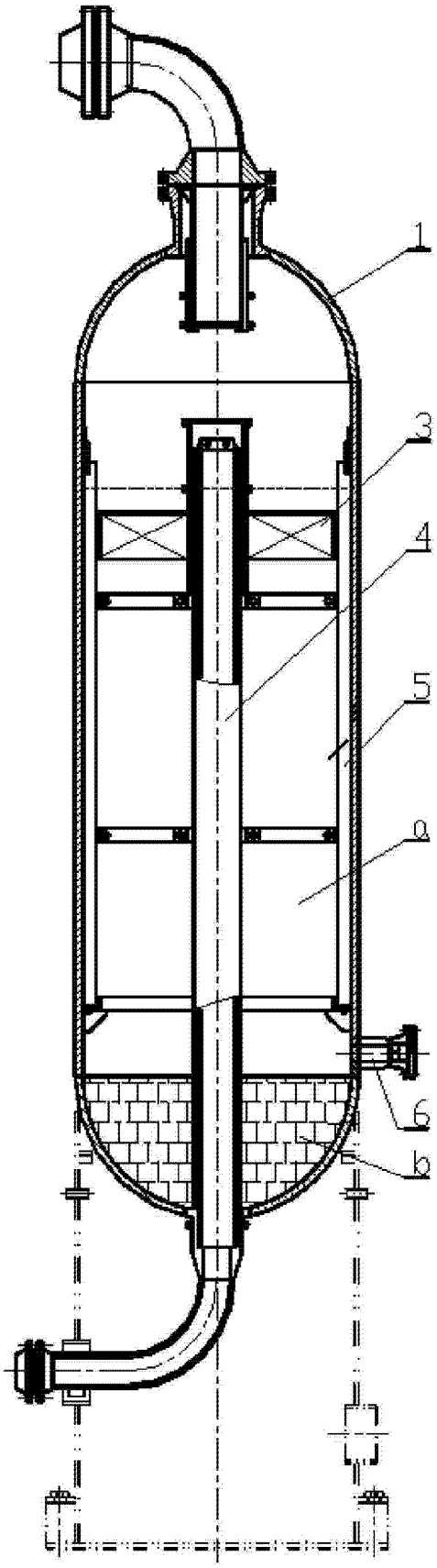


图 2

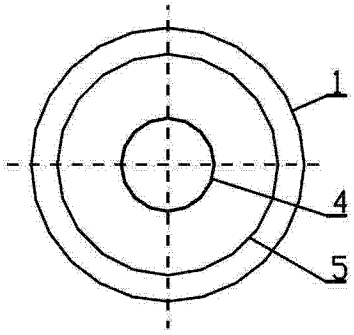


图 3

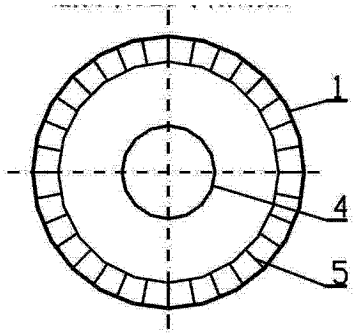


图 4

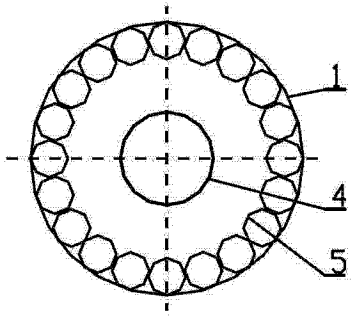


图 5

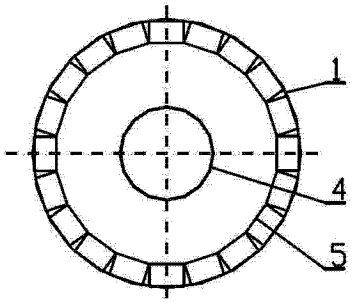


图 6