

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B01J 8/04 (2006.01)

B01J 8/06 (2006.01)

C01B 3/38 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02126304.3

[45] 授权公告日 2006 年 3 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1243607C

[22] 申请日 2002.7.18 [21] 申请号 02126304.3

[30] 优先权

[32] 2001.7.18 [33] US [31] 09/908040

[71] 专利权人 凯洛格·布朗及鲁特有限公司

地址 美国德克萨斯州

[72] 发明人 D·巴尼特 G·B·卡格勒

审查员 万雪松

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 曾祥凌 郑建晖

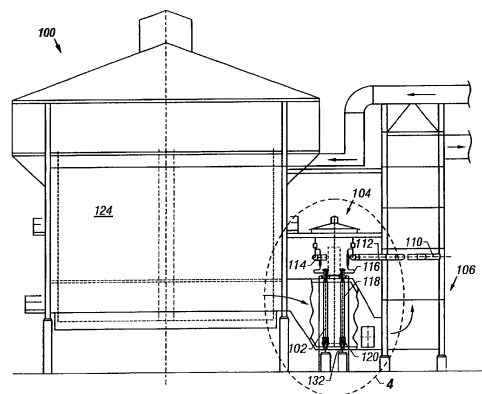
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称

具有对流加热预重整炉的蒸汽甲烷重整炉

[57] 摘要

公开一种利用对流预重整炉的蒸汽/烃类重整炉。该预重整炉包括诸多配置在辐射和对流段之间的转化段中的、装着催化剂的管子。预重整炉管子与来自辐射段的烟气流是横切的。该预重整炉达到总重整载荷的 10-20%，且可以作为一个或数个组件被安装在辐射段和对流段之间，但不加大该重整炉的尺寸。



1. 一种重整炉，其包括：

一产生热烟气的点火辐射段；

一接收来自辐射段的热烟气并部分冷却通过转化段的烟气流

5 转化段；

一进一步冷却来自转化段的已部分冷却的烟气的对流段；

一配置在对流段中、给烃类进料流预热的进料预热换热器；

一在转化段中、部分重整来自预热换热器的预热的烃类进料流、
以形成含氢的、部分重整进料流的对流加热预重整炉，该预重整炉包
10 括许多装有催化剂的管子，所述许多装有催化剂的管子被排列成横截
通过转化段的烟气流；

一把部分重整的进料流分配进许多配置在辐射段中的装有催化
剂的管子里用于重整进料流以形成富含氢的合成气的歧管；

一回来自辐射段中的装有催化剂管子的富含氢的合成气的歧
15 管。

2. 权利要求 1 的重整炉，其中预重整炉的负载大约是辐射段负
载的 5-20%。

3. 权利要求 1 的重整炉，其中转化段和预重整炉包括一个组件
式单元。

20 4. 权利要求 1 的重整炉，其中预重整炉管子的内径其码约为
125mm。

5. 权利要求 1 的重整炉，其中通过预重整炉管子的压降少于
0.1MPa。

25 6. 权利要求 1 的重整炉，其中装有催化剂管子中的催化剂的尺
寸分布是均匀的。

7. 权利要求 1 的重整炉，其中预重整炉中装有催化剂的管子中
的催化剂的镍含量为 15-19 重量百分比并可选择地用钾来促进。

8. 一种从包括辐射、转变和对流段的炉子中产生合成气体的蒸
汽重整方法，其包括下述步骤：

30 (a) 给辐射段点火，产生热烟气；

(b) 把该热烟气从辐射段连续地传递通过转变和对流段，以从
烟气中回收热量；

(c) 传递烃类进料流通过对流段中的预热换热器, 以与烟气非直接进行热交换来预热烃类进料流;

(d) 传递来自对流加热预重整炉中预热换热器的预热烃类进料流, 此预重整炉包括许多配置在转化段中, 与烟气流横截的装有催化剂的管子, 由此形成含氢的、部分重整的进料流;

(e) 把部分重整的进料流分配进配置在辐射段中、许多装有催化剂的管子中, 重整此进料流, 形成富含氢的合成气;

(f) 从辐射段中装有催化剂的管子中回收富含氢的合成气。

9. 权利要求 8 的方法, 其中预重整炉的负载约是辐射段的负载的 5-20%。

10. 权利要求 8 的方法, 其中预重整炉管子的内径其码约是 125mm。

11. 权利要求 8 的方法, 其中通过预重整炉管子的压降少于 0.1MPa。

12. 权利要求 8 的方法, 其中装有催化剂的管子中的催化剂的尺寸分布是均匀的。

13. 权利要求 8 的方法, 其中预重整炉中装有催化剂的管子中的催化剂的镍含量是 15-19 重量百分比并可选择地用钾来促进。

14. 权利要求 8 的方法, 还包括的步骤是: (g) 通过使至少部分燃烧气穿过对流段中的空气预热线圈, 给燃烧空气预热, 为辐射段点火; 及 (h) 根据预重整炉中催化剂活性的变化, 调节空气预热温度、副射部分点火率或其组合, 进行工序控制。

15. 权利要求 14 的方法, 还包括用预重整炉充当辐射段中催化剂的保护装置的步骤, 藉此部分重整的烃类进料流包含足够数量的氢, 从而避免了辐射段管子中的积炭形成。

16. 一种改进蒸汽重整炉的方法, 该重整炉包括 (1) 一给装有催化剂的重整管子加热并产生热烟气的点火辐射段, (2) 一从该烟气中回收热量的对流段, (3) 一把烟气从辐射段传递到对流段的绝热转化段, (4) 一给烃类进料流预热的对流段中的进料预热线圈, (5) 一把预热的、来自进料预热线圈的烃类进料流分配进重整管子中的歧管, 该方法包括的步骤是:

在包含许多与从其穿过的烟气流横截的、装有催化剂的管子的转

化段中安装对流加热预重整炉，用于其形成含氢的、部分重整的进料流；

安装第一条或数条管路，把预热的烃类进料流从进料预热线圈传递到预重整炉中；

5 安装第二条或数条管路，把部分重整的进料流从预重整炉传递到歧管中。

17. 权利要求 16 的方法，其中预重整炉的负载是辐射段的负载的 5-20%。

10 18. 权利要求 16 的方法，其中预重整炉的管子的内径其码约是 125mm。

19. 权利要求 16 的方法，其中通过预重整炉管子的压降低于 0.1MPa。

20. 权利要求 16 的方法，其中装有催化剂的管子中的催化剂的尺寸分布是均匀的。

15 21. 权利要求 16 的方法，其中预重整炉中装有催化剂的管子里的催化剂的镍含量是 15-19 重量百分比并可选择地用钾来促进。

22. 权利要求 16 的方法，还包括的步骤是：(g) 通过使部分燃烧气从对流段中的空气预热线圈穿过，给燃烧空气预热为辐射段点火，及 (h) 根据预重整炉中催化剂活性的变化，调节空气预热温度、
20 辐射段点火率或其组合，进行工序控制。

23. 权利要求 22 的方法，还包括用预重整炉充当辐射段中催化剂的保护装置的步骤，藉此部分重整的烃类进料流包含足够数量的氢，从而避免了辐射段管子中的积炭形成。

具有对流加热预重整炉的蒸汽甲烷重整炉

技术领域

- 5 本发明涉及蒸汽甲烷重整炉，并特别涉及一种蒸汽甲烷重整炉设计中的对流加热转变管道预重整炉的应用。

背景技术

- 10 烃类重整炉被广泛地用来为氢、甲醇、氨及其诸如此类的设备制作含氢的合成气体。这些设备的容量往往受到可提供给它们的氢量的限制，其本身又受到了该重整炉的容量的限制。该重整炉的容量可受到几个因素的限制，包括点火率、辐射段的传热率、辐射段中可采用的传热面面积（亦即，装有催化剂的管子的数目），及该重整炉的辐射段的尺寸。最理想的是能增加重整炉的容量，但不加大该炉的辐射段的尺寸或传热面积。

- 15 辐射段及其元件的使用期限一般取决于辐射段的温度和点火率。一般情况下，辐射段的运作温度愈高，有效使用期限则愈短。辐射段必须脱机进行维修得愈频繁，该单元就变得愈无益。最理想的是降低辐射段的点火率并延长其有效使用期限和维修停车之间的时间，当其在使用中时却不减少该炉的氢容量。

- 20 一台重整炉的总效率及/或全部燃料点火需要量基本上由装有催化剂的辐射管子的所要求的吸收负载来决定。最好是降低辐射管子的负载需要量，从而辐射段点火率可以被降低及/或者更经济地实现废热回收。

- 25 通常的重整炉的辐射段中的管子一般装有像镍这样的催化剂，安置在矾土支撑上。平常必须特别小心，把催化剂上的焦碳形成，以及提供给这些管子的进料流中的催化剂中毒污染物质的引入减至最小。在该气体中存在着足够的氢以抑制焦碳形成之前，焦碳形成一般在热原料进入管子的入口处发生，并且由于这个原因，每个管子均装有在充填其剩余部分的较大形状催化剂之上的、较小规格的催化剂颗粒，这些较小的催化剂颗粒提供了较高的表面面积与容积之比，及低空隙度，这使界膜温度最小以抑制积炭形成，否则积炭形成可能降低催化剂活性并使这些管子失效。然而，每个管子中的小催化剂颗粒区
- 30

使催化剂装入管内变得极其复杂化，大大地增大了通过管子的压降。万一催化剂毒性被送到管子里，管子入口处的催化剂也就更易于钝化了。

5 一个传统的提高氢的生产率的方法已集中使用高镍、高活性催化剂以改进绝热（未加热的）预重整炉中的转换。然而，高活性催化剂用起来十分昂贵，并且可能对积炭形成和催化剂毒性过分敏感。

10 Mader 的美国专利 3,094,391 公开了与辐射加热重整并联的对流加热烃类重整。流入两个不同的重整反应管的液体从一个共同的原料供给源就被分裂了，而从对流加热管和辐射加热管中的流出液则被混合到一起。辐射部分的烟气被纵向沿着对流加热段中的管子传递，与横截穿过不同，这可以被装上鳍板以改进传热。据说这种构造改进了炉子的效率，但易受对流加热反应区内催化剂管中间的传热分布之间的差异之不利影响。此外，马德 Mader 设计方案还可能在对流加热反应区和辐射加热反应区之间带来不同的转变率，且对传热和转变率中
15 任何可能的差异没有提供补偿的装置。

格罗茨（Grotz）等人的美国专利 4,959,079 公开了在辐射加热催化剂管的上部分或进口部分的对流加热重整，使烟气直接穿过催化剂管通过其延伸的对流加热通道。每个催化剂管的这个上部分均被设计成有像螺柱或纵向鳍状物的延伸面以改进传热。而且，这个设计方案
20 还可能产生不同的传热和转变率，且没有提供补偿这些差异的方法。此外，这个设计方案没有改变这些辐射加热管子的数目，因而，其优越性是有限的。

发明内容

25 本发明把对流加热反应区与辐射加热反应区串联起来使用，从而该对流加热反应区起着向上游预重整炉的作用。为了避免对流加热预重整炉中各管子之间的传热和转变率之差异，最好把出自对流加热反应区的部分重整的流出液收集起来并分配到辐射加热催化剂管子中。对流加热预重整炉管子吸收该重整炉的所需重整负载多至 15%或 20%，以相应的比例降低该重整炉的点火或管子数。上游预重整炉可以
30 减小该重整炉的总体尺寸。这是因为，对于既定的容量，辐射段可以小 15-20%且对流加热预重整炉管子可以被安置在过渡管道中但不改变该过渡管道的轨迹或连接法兰。此预重整炉可使用较大直径的管

子，以增加较少的压降。可使用通常的镍催化剂；在辐射段或预重整炉中并不需要活性高的催化剂。预重整炉可充当辐射段催化剂的保护装置，保证较高的氢含量以避免在辐射段中积炭形成或催化剂中毒。在辐射段，可以使用均匀的、较大的催化剂规格，以简化催化剂装载并使整体压降减至最低。预重整炉的好处可以被用来降低对流段和燃烧空气预加热器的任何一个或二者的成本。

一方面，本发明提供了一台重整炉，包括：点火的辐射段、转化段和对流段。辐射段产生热烟气。转化段接收来自辐射段的热烟气并部分冷却了通过该转化段的烟气流。对流段进一步冷却来自转化段的部分冷却的烟气。一个进料预热交换器配置在对流段中，为烃类进料流预热。一个对流加热的预重整炉被安置在转化段中，部分地重整来自预热交换器的预热的烃类进料流，以形成含氢的、部分重整的进料流。该预重整炉包括许多装有催化剂的管子，与通过转化段的烟气流横截地排列。一个歧管被设置成把部分重整的进料流分配进许多配置在辐射段中的装有催化剂的管子，以重整进料流来形成富含氢的合成气。一个歧管被设置成回收来自辐射段中装有催化剂管子的富含氢的合成气。

另一方面，本发明为从包括辐射、转变和对流段的炉中制作合成气体提供了一种蒸汽重整方法。此方法包括的步骤是：（a）给辐射段点火以产生热烟气；（b）使此热烟气连续地从辐射段传递，通过转变和对流段，以烟气中回收热量；（c）通过对流段的预热交换器传递烃类进料流，使烃类进料流非直接地与烟气进行热交换预热；（d）把预热的烃类进料流从预热交换器传递到对流加热预重整炉里，其包括许多配置在与烟气流横截的在烟变部分中的、装有催化剂的管子；由此形成含氢的、部分重整的进料流；（e）把部分重整的进料流分配到配置在辐射段中的诸多装有催化剂的管子里，重整此进料流，形成富含氢的合成气体；及（f）从辐射段中的装有催化剂的管子内回收富含氢的合成气体。

再一方面，本发明提供了改进蒸气重整炉的方法，该重整炉包括（1）一给装有催化剂的重整管子加热并产生热烟气的点火辐射段，（2）一从烟气中回收热量的对流段，（3）一把烟气从辐射段传递到对流段的绝热转化段，（4）一给烃类进料流预热的在对流段中的进

料预热线圈，及（5）把预热的、来自进料预热线圈的烃类进料流分配进重整管子中的歧管。该方法包括的步骤是：（a）在包含许多与从其穿过的烟气流横截的、装有催化剂的管子的转化段中安装对流加热预重整炉，以形成含氢的、部分重整的进料流；（b）安装第一条或数条管路，把预热的烃类进料流从进料预热线圈送到预重整炉中；及（c）安装第二条或数条管路，把部分重整的进料流从预重整炉传递到分配歧管中。

在本发明中，预重整炉的负载最好是辐射段的负载的大约 5-20%。转化段和预重整炉最好是一个组合式单元。预重整炉管子的内径最好其码是约 125mm。通过预重整炉管子的压降最好低于大约 0.1Mpa。至少辐射段中的催化剂的管子里的催化剂的规格分布大体上是均匀的则更好。预重整炉中装有催化剂的管子里的催化剂，其镍含量最好大约是 15-19 重量百分比，并可选择地用钾来促进。

上述的工序或方法还可进一步包括为辐射段点火而给燃烧空气预热的步骤，至少使其部分通过对流段中的空气预热线圈；根据预重整炉中催化剂活性的变化，调节空气预热温度、辐射段点火率或其组合，进行工序控制。该工序还包括用预重整炉充当辐射段中催化剂的保护装置，藉此部分重整的烃类进料流包含足够数量的氢，从而大体上避免了辐射段管子中的积炭形成。

附图说明

图 1 为本发明的一个实施例所述的重整炉的方框流程示意图，示出了辐射、过渡和对流段之间的工序流程关系；

图 2 为本发明的一个实施例所述的重整炉的侧视图。

图 3 为图 2 的重整炉的平面图；以及

图 4 为图 2 的重整炉中转化段的放大的侧视图。

具体实施方式

参照图 1，如本发明的一个实施例所述的重整炉 10 的工序流程示意图被示出，它有辐射段 12、转化段 14 和对流段 16。辐射段 12 藉助于管路 18 由通常提供的燃料并通过管路 20 和 28 由燃烧空气点火，如果需要的话，其也能非直接地与燃烧空气预热器 17 中的烟气进行热交换来预加热，这已为那些精于此技术的人们所熟知。烟气从辐射段 12 连续传递，当它传递通过转化段 14，对流段 16 和燃烧空气预热

器 17 时就被冷却。冷却的烟气藉助于管路 22 从燃烧空气预热器 17 被排出。

5 对流段 16 被用于回收烟气中的热量，通过与烃类进料流 26 进行对流热交换、进一步给烃类和由管路 24 引入的蒸汽合成出来的混合物加热，及否则的话就用热烟气给对流段 16 中的其它管线（未示出）加热，这在本技术中已是众所周知了。一般地，流程蒸汽流 24 以所需要的蒸汽与烃类被与烃类进料流 26 混合起来，而此混合物就在对流段 16 中被加热，这在本技术中是惯用的。

10 如本发明所述，管路 30 中蒸汽和烃类的混合物藉助于分配歧管 31 被传递通过转化段 14 中装有催化剂的管子，部分重整烃类和蒸汽混合物并部分把它转换成氢氧化物和碳氧化物。此部分重整的气体混合物在收集歧管 35 中被回收，然后，藉助于管路 32 送至分配歧管 36，该分配歧管 36 在把进料分配给辐射段 12 中装有催化剂的管子，这在本技术中是惯常的。如果需要的话，全部或一部分烃类/蒸汽混
15 合物可藉助于跨接管路 38 绕过转化段 14。来自辐射段 12 的重整气体在惯常的歧管（未示出）中被收集并藉助于管路 34 被排出作进一步处理。

20 图 2、3 和 4 分别示出重整炉 100 的典型设计方案的测视、平面及放大的侧视图，经改进包括如本发明的一个实施例所述的转化段 104 中的对流加热预重整炉 102。该经改进的重整炉 100 或代表一个按照本发明的设计原理制造的新炉子，或代表一个经改进已把本发明的设计原理包括进去的现存的炉子。

25 对流段 106 有为烃类进料/蒸汽混合物预加热的线圈 108（见图 3）。预热的混合物在歧管 110 中被收集起来并流经跨接管路 112 进入转化段入口歧管 114。然后，此混合物藉助于入口猪尾管 116 进入垂直的装有催化剂的管子 118，它在那里被部分重整。然后，部分重整的气体在出口歧管 120 被聚集起来，并以通常的方式送至辐射段 124 的装有催化剂的管子 122（见图 3）。

30 转化段 104 最好被组合起来，作为一个或数个组合件安装，其可在辐射段 124 和对流段 106 之间适当地连接在一起，举例而言，藉助于用螺栓连接起来的配合法兰（未示出）。在使用多组件的地方，它们就可以在居中间的桥件 131（见图 3）侧面按照需要被连接。例如，

如图示的两个组件将需要一个桥件 131，而四个组件则将需要 3 个桥件 131。

管子 118 可以任意地是垂直的或是水平的，但我们更喜欢如图示的垂直结构，使催化剂装入管子 118 更便利，从而歧管 120 可以在其下端支撑管子 118。出口歧管 120 同样也由转化段 104 的但一侧的结构部件 132 支撑。我们建议相对通过转化段 104 的烟气流横向地给管子 118 取向，以提供更佳的外部传热系统。转化段 104 也应该配制有使烟气具有较高速度的截面。管子 118 的横向定位及通过转化段 104 的较高的烟气速度为管子 118 扣部分重整的反应得到了适当的对流热交换，并避免了扩展滑壁管子 118 上的面积的需要，在转化段 104 运作的高温条件下，这可能是成问题的。

辐射段 124 跟被那些精于此技术的人们典型采用的设计方案相比，实际上是未改变的，除了所使用的管子 122 的数量，及辐射段 124 中的点火率，可以减少到转化段 104 中达到部分重整的程度。用另一种方法，点火率和管子 122 的数量可以保持并获得更高的容量。我们建议使用的下点火的辐射段 124 所采用的装有拱顶的炉子，在世界规模的重整炉中可典型地见到。

对流段 106 跟典型地在本技术中被采用的设计方案相比，实际上同样是未改变的，除了从烟气中回收的热可以不同于所经历的且在转化段 104 中不进行预重整。举例而言，由于相对的烟气量及其温度可以因其改进效率之故由本设计方案降低，所以，就可能回收较少的蒸汽，或利用较小的燃烧空气预热。由于对流段 106 或其元件的相对小的规格和低成本之故，这就具有了降低资金和操作成本的潜在优势。

重整炉 100 的运作与不包括转化段 104 预重整的重整炉类似，最可看得出的差别是预重整炉的控制装置潜伏地给该控制系统加上了另一个变量。然而，预重整使重整炉 100 的运作更有灵活性了。除了空气预热装置和现有技术的重整炉设计方案中已控制的点火率之外，本设计还使预重整能被当作另一个控制机构来运用，举例而言，使一些或全部来自转化段 104 的周围的跨接管路 112 的预加热蒸汽/烃类混合物走旁路并直接进入供应辐射段管子 122 的歧管 120。

根据本发明的原理，运用预重整方法提供了许多在现有技术重整设计中没有的益处。对于既定的重整负载本设计具有 10-15% 的降低燃

料点火率的潜力或更多。这与在管子 118 中预重整所达到的重整量相当。因为点火率被降低了，相对于在相同的重整负载的情况下现有技术设计方案，还可能把辐射段 124 中的管子 122 的数目降低 10-15% 或更多。降低管子 122 的数量，反过来，就缩小了辐射段 124 的尺寸，包括其轨迹。由于管子 118 可以安置在转化段 104 中却不增大其轨迹，所以，重整炉 100 的整体尺寸被缩小了。此外，预重整炉 102 可以作为一个或一个以上的组合件来设计、制造、运输和安装，在这些方面具有极大的便利性。特别在改型应用方面，在安排辐射段 124 和/或对流段 106 维修的停机时间内，可以快速且方便地用本发明的转化段 104 组合式地来替换原转变部件。预重整炉 102 的检修也由于组件结构而变得便利，因为更换组件使重整炉 100 停机检修之前就可以运入工作区并在其现场作好准备安装。

管子 118 的内径可能比较大，最好其码 125mm，250mm 更佳。这个结果通过包括预重整炉 102 及其相关的管道系统和歧管只是最低限度地增大了压降。比如，以没有预重整炉 102 的重整炉为基准，压降增加至低于约 0.1MPa，最好 0.08-0.1MPa。管子 118 可以装上通常的重整催化剂，其有 15-19 重量百分比的镍含量，用或不用钾促进剂。高活性、高镍绝热预重整催化剂，及其伴随的焦化和活性劣化问题是不需要的，且最好得以避免。此外，预重整炉 102 充当了辐射管 122 中催化剂的保护装置的作用，保证进入的气体之较高的氢含量。这极大地消除了对管 122 中积炭的担忧。因此，管子 122 可以装有均匀、较大的催化剂，因为现有技术的在辐射管的入口处用较小规格的催化剂以避免积炭的作法已不再需要了。反过来，这就降低了压降，并有助于把以没有预重整炉 102 为基准的预重整炉 102 增加的压降减至最少。

示例 设计比较了一台按典型的 200 MMSCFD 氢设备重整炉设计方案的对流加热预重整炉的效果，有各不相同的燃烧空气预热等级。下表示出设计比较的结果。

5

表

	基本情况	用对流加热预重整炉			
燃烧空气温度, °F	740	575	625	675	725
总吸收负载, MMBtu/h	1322	1294	1274	1247	1224
总点火负载, MMBtu/h	1452	1421	1393	1370	1344
PSA 燃料, MMBtu/h	1050	1050	1050	1050	1050
RFG 燃料, MMBtu/h	402	371	343	320	294
总效率, %	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0
燃料节省, MMBtu/h	基值	30.8	59.0	82.4	107.6
5年价额 (\$3.50/ M. btu 及97%在 生产中)	基值	\$4,580,000	\$8,773,000	\$12,253,000	\$16,000,000
蒸汽排出, lb/h	353,720	340,850	319,300	301,000	281,000
增量蒸汽排出, lb/h	基值	(12,870)	(34,420)	(52,720)	(72,720)
5年价额 (\$3.50/ 1000 lb及97%在 生产中)	基值	(\$2,050,000)	(\$5,484,000)	(\$8,400,000)	(\$11,586,000)
净操作成本节省		\$2,530,000	\$3,289,000	\$3,853,000	\$4,414,000
基建费节省					
对流部分		\$265,000	\$271,000	\$275,000	\$279,000
空气预加热器		\$1,044,000	\$840,000	\$555,000	\$120,000
辐射/预重整炉		\$100,000	\$100,000	\$100,000	\$100,000
总基建费节省		\$1,409,000	\$1,211,000	\$930,000	\$499,000
估计成本差额		\$3,939,000	\$4,500,000	\$4,783,000	\$4,913,000

这个示例说明, 辐射段中的重整炉负载由于使用了如本发明所述的转化段预重整炉而被相当大地减少了。以基本情况为标准, 预重整炉装备单元中的辐射段有不到 96 个管子, 按每支管 922 磅算, 可节省 88,512 磅 25-Cr/35-Ni HP MOD 合金。这为按每支管子 600 磅算,

- 转化段的总 72,000 磅的 120 支预重整炉管所抵销。如果考虑附加的歧管、管道、控制装置,结构特点及诸如此类的成本,使用预重整炉节省\$100,000,恰恰是辐射段和转化段的花费。减小空气预热器的尺寸则会较大量地节省投资成本。由于取决于为辐射段点火的燃料成本
- 5 及高压蒸汽市场或出口价额,所以最理想的是能把空气预热器的成本减至最低并把燃料节省增至最大。举例而言,如果燃料成本高及/或者蒸汽出口价额低,那么加大空气预加热的规格或许是有益的。另一方面,如果燃料价格不昂贵及/或者蒸气出口市场强劲,那么,用较小规模的空气预加热则可能是有益的。
- 10 本发明参照优选的实施例和特殊示例已在上面予以论述,旨在举例说明,并非为了限制。由上述的公开看来,技术熟练的技工将会熟悉知许多改型。所有这样的改型定将藉此被包含在所附的权利要求书的范围和精髓之内是本文的意图。

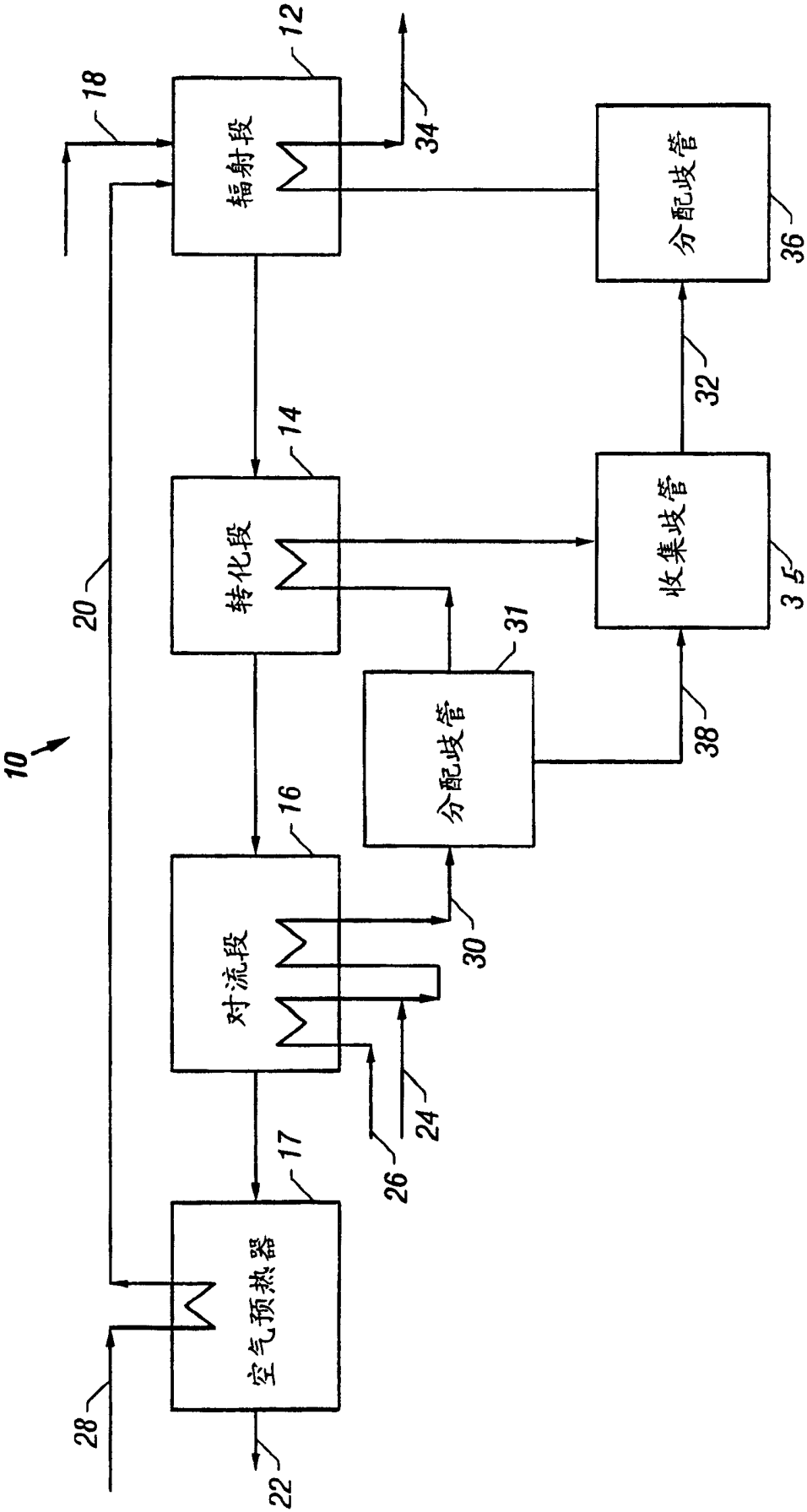
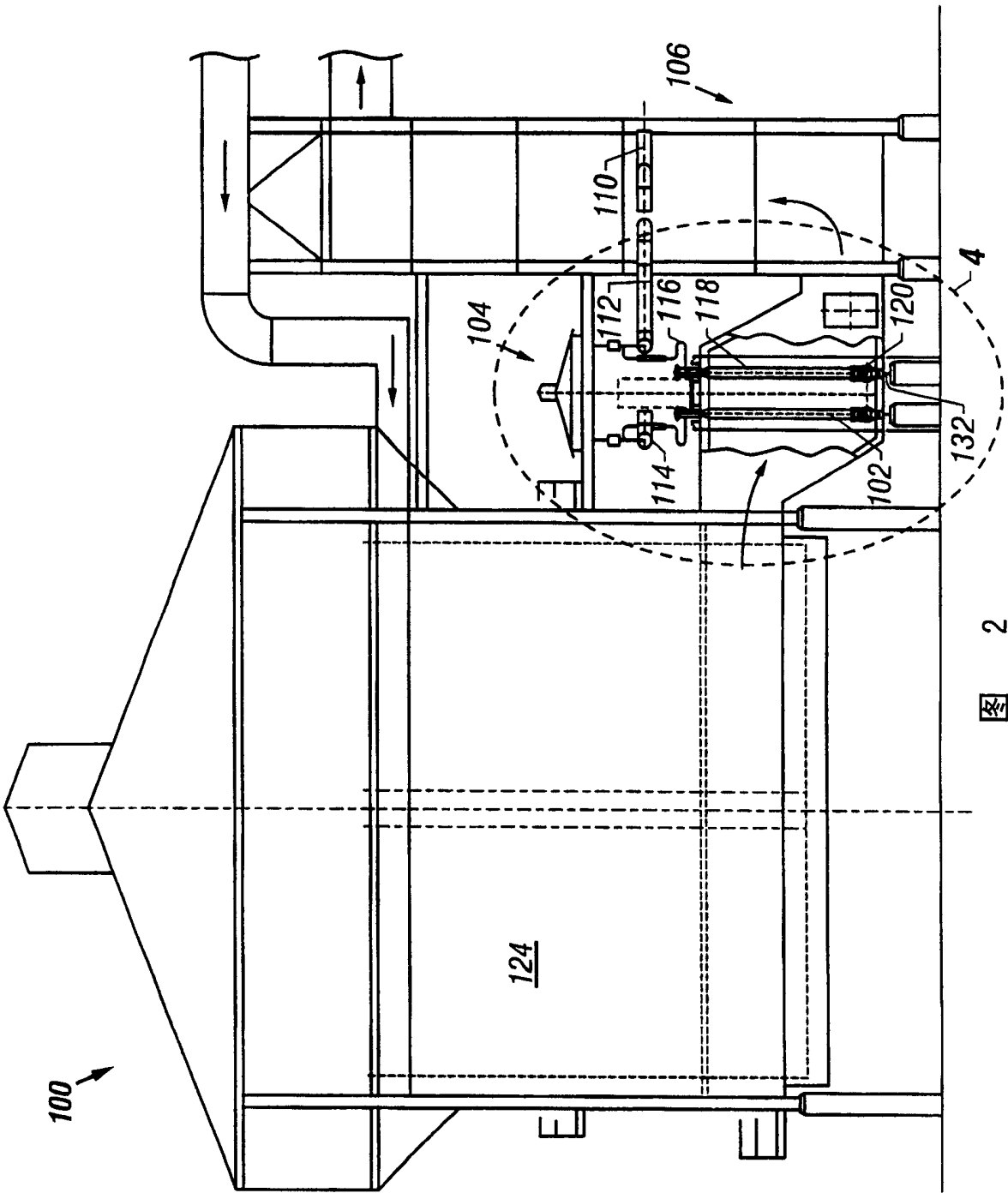


图 1



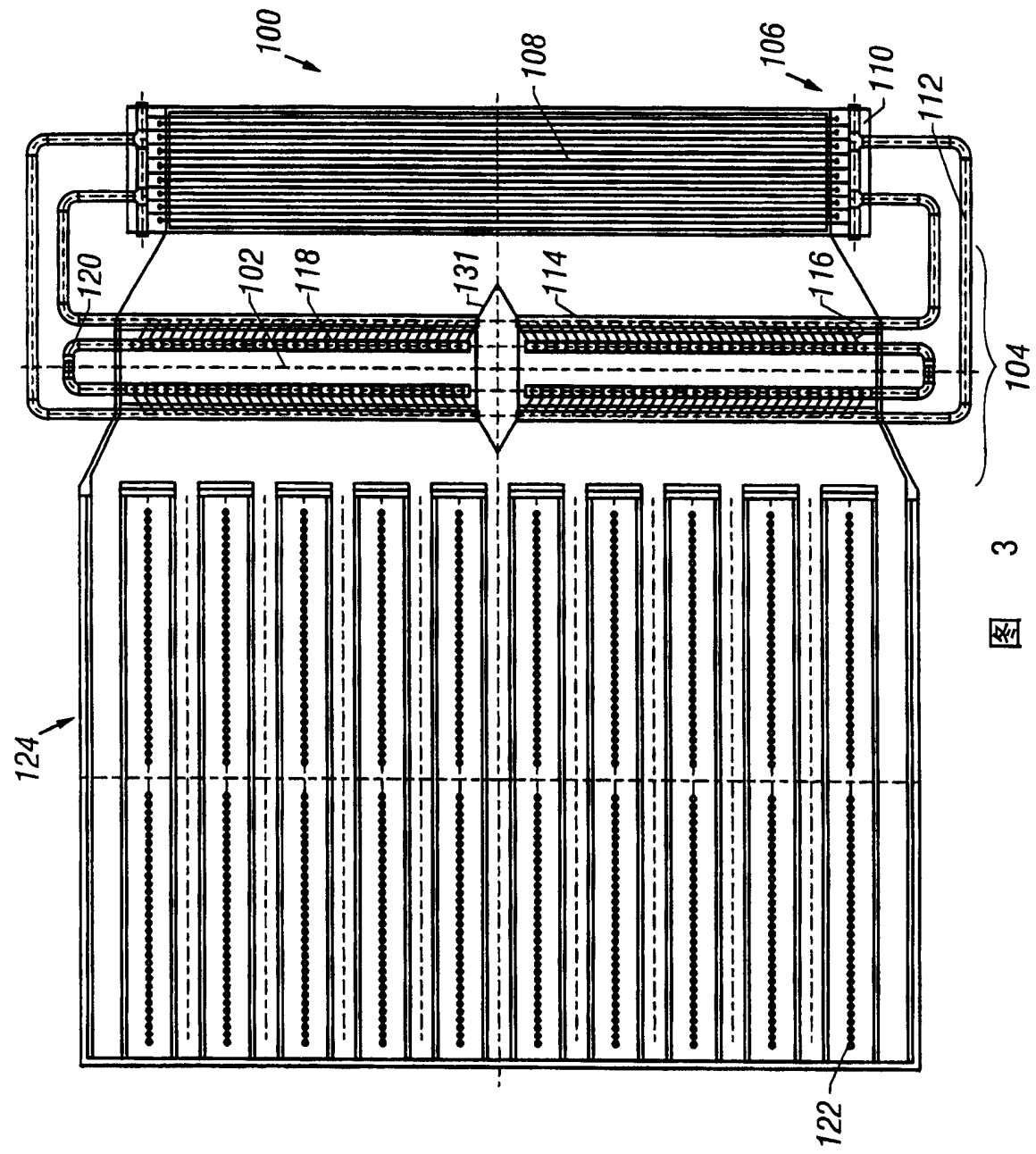
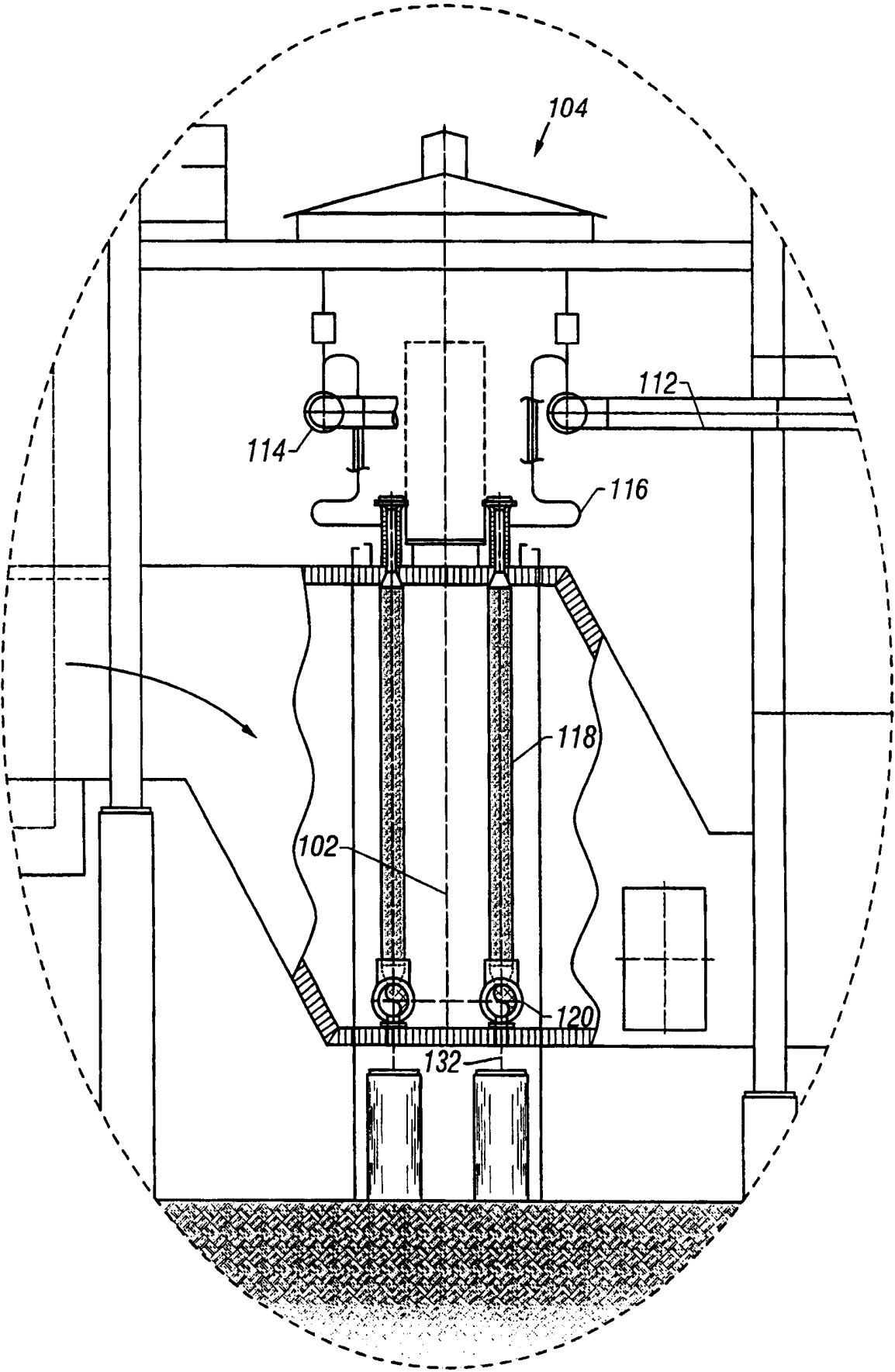


图 3



4

图