

一种具有多程辐射炉管的乙烯裂解炉

技术领域

本发明属于石油化工领域，具体涉及一种在石油化工生产中使用的乙烯裂解炉中的辐射炉管结构。

背景技术

石油化工乙烯装置中所采用的乙烯裂解技术主要为美国 LUMMUS 公司、Stone&Webster 公司、Kellog & Braun Root 公司，欧洲的德国 Linde 公司、Technip(KTI) 公司以及中国石化所开发的 CBL 裂解炉。

图 1A 显示了一种典型的乙烯裂解炉 10，其包括辐射区 11、对流区 13、设置在辐射区 11 和对流区 13 之间的烟道 12。在辐射区 11 内设置了辐射炉管 14，其沿辐射区 11 的纵向布置在辐射区的中心面 P 内。在辐射区 11 内还设置了用于加热的底部燃烧器 15 和/或侧壁燃烧器 16。此外，乙烯裂解炉 10 还包括急冷锅炉 17、高压汽包 18 和引风机 19 等部件。为使一种对裂解气体原料较好的辐射炉管也适应液体原料，实现维持适当的运转周期和具有较好的原料适应性，目前大多数公司均采用 4~6 程（~60m）分枝变径或不分枝变径中等选择性炉管，将停留时间控制在 0.4~1.0 s。第一程或前两程采用小直径炉管，利用它比表面积大的特点达到快速升温的目的，第二程以后采用较大直径的炉管以降低对结焦敏感性的影响。所采用的四程中等选择性辐射段炉管有 4-2-1-1 型、2-2-1-1 型、1-1-1-1、2-1-1-1 型等炉管。

对于辐射炉管 14 来说，现有技术中所普遍采用的炉管的空间排布方式均为沿流体的流向将各程炉管按顺序地排列。同时，各程炉管之间采用普通的弯头连接件相连。

图 1B 显示了现有技术的乙烯裂解炉中的多程辐射炉管的典型布置。如图 1B 所示，该多程辐射炉管 30 为四程辐射炉管，沿流体的流

向（在该图中为从左至右）分别包括第一程炉管 1、第二程炉管 2、第三程炉管 3 和第四程炉管 4，其中第一程炉管为分支变径的 Y 形炉管。这四程炉管在空间上也按顺序地布置，即第二程炉管 2 布置成在空间上邻近第一程炉管 1，第三程炉管 3 布置成在空间上邻近第二程炉管 2 和第四程炉管 4，依此类推。也就是说，各程炉管在空间上均和与之相连续的那一程或两程炉管相邻。另外，各程炉管之间采用普通的弯头连接件 35 相连。从图 1B 中还可以看到，所有的炉管以及弯头连接件均布置在同一平面内，即辐射区的中心面 P 内。

在这种典型布置中，各程炉管在空间上按顺序地布置。由于流体在该多程辐射炉管内顺序地流动，因此各程辐射炉管的管壁温度逐渐提高，即第一、二、三、四程炉管的管壁温度按顺序逐渐提高。因此，这就造成了辐射区内的温度分布不均匀。同时，高温管程即第三程炉管和第四程炉管之间存在一定的辐射传热，这对降低管壁温度、延长运行周期来说也带来了一定的负面效果。

另外，现有技术的多程炉管中的各管程之间采用普通的弯头结构连接，这不利于吸收各程炉管之间的热膨胀，长期运行容易引起炉管弯曲，降低炉管使用寿命，造成运行周期缩短。

发明内容

本发明的目的是针对现有技术的缺陷，提出一种具有多程辐射炉管的乙烯裂解炉，其辐射炉管的特殊排布结构能够改善炉管的受热状况，使得炉管的受热更加均匀。此外，本发明还旨在提供一种具有多程辐射炉管的乙烯裂解炉，其能够改善辐射炉管的机械性能，提高裂解炉的在线率，减少操作费用，以及延长炉管的使用寿命和裂解炉的运行周期。

根据本发明提出了一种具有多程辐射炉管的乙烯裂解炉，包括至少一个辐射区。在辐射区内设置有底部燃烧器和/或侧壁燃烧器，以及沿辐射区的纵向布置的至少一组多程辐射炉管。其中，该多程辐射炉管为四程至十程辐射炉管。而且，该多程辐射炉管中的至少一程辐射炉管设置成在空间上与不和其连续的一程辐射炉管相邻。

容易理解，对于第一程炉管来说，和其连续的炉管是第二程炉管，而对于第二程炉管来说，和其连续的炉管是第一程和第三程炉管；以此类推。通过使得至少有一程炉管设置成在空间上与不与其连续的一程炉管相邻，就能够使得至少有一程炉管与温度并不与其相近的一程炉管在空间上相邻，从而能够有效地改善辐射区内的温度均匀性。这样就能够有利于降低炉管表面温度，达到延长辐射炉管的使用寿命和裂解炉的运行周期的目的。

根据本发明的一个实施例，多程辐射炉管中的最后两程炉管设置成在空间上彼此不相邻。由于最后两程炉管的温度是所有各程炉管中最高的，因此这种设置能够有效地降低高温炉管之间的热辐射影响，进一步降低了炉管的表面温度，从而达到延长辐射炉管的使用寿命和裂解炉的运行周期的目的。

根据本发明的一个实施例，第一程炉管和最后一程炉管分别设置在多程辐射炉管的最外两侧。作为另选，也可将第一程炉管和最后一程炉管中的至少一个不设置在多程辐射炉管的最外两侧，而是设置在中间。

根据本发明的一个实施例，所述多程辐射炉管中的各炉管之间通过弯管连接件相连。由于多程辐射炉管中的各程炉管的壁温不同，因此相邻两程炉热膨胀不同而产生热应力。在一个例子中，至少一个位于辐射区下部的弯管连接件为由对称回弯管和分别设置在该对称回弯管的两端处的 S 形弯管组成的组合式连接件。通过这种设置，就能够由 S 形弯管 and 对称回弯管组成的组合式连接件来吸收因受热而导致的

的两侧燃烧不均匀而造成的热应力，因此可以防止炉管由于各种因素所产生的热应力引起的弯曲。这样就可以有效地改善辐射炉管的机械性能，避免由于炉管弯曲而造成的局部过热，从而达到延长裂解炉运行周期和延长辐射炉管使用寿命的目的。

在一个例子中，在所述辐射区的中心面内的炉管布置成在空间上不相临，且在中心面的两侧分别设置了数量相等的 S 形弯管（这些 S 形弯管通过对称回弯管相连接），从而使得辐射区内的温度更加均匀，

同时也能够更加均匀地吸收因热应力而产生的变形。其中，这些 S 形弯管的俯视投影可以彼此平行，或者因结构上的需要而其中的至少一个 S 形弯管的俯视投影与其它 S 形弯管的俯视投影不平行。所有的对称回弯管的俯视投影也可以设置成均彼此平行。这对于得到非常紧凑的结构是十分有利的。

在上述所有实施例中，处于辐射区下方的连接各程炉管之间的由 S 形弯管 and 对称回弯管组成的组合式连接件在其侧视图中构成了一个连续且对称的封闭曲线图形（关于这一部分将参照图 32 至 35 的侧视图在下文中详细介绍），其中的对称回弯管可以是各种型式的对称回弯管。

另外，不采用组合式连接件形式的其它普通弯管连接件设置在辐射区的中心面内。这些设置均有利于结构的紧凑。根据具体工艺的需要，第一程炉管可以采用分支变径管。或者，第一程炉管以及第二程炉管均可采用分支变径管。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：

（1）各程炉管采用高温炉管与低温炉管间隔或部分交错排列形式，可以降低高温管排之间的热辐射影响，使壁温低的炉管能够吸收壁温高的炉管的辐射热，有利于降低高温炉管的表面温度，达到延长裂解炉的运行周期和延长辐射炉管使用寿命的目的；

（2）炉管底部采用组合式连接件代替常规弯头直接连接，可以有效改善辐射炉管机械性能，有利于吸收由于相邻两程炉管温度差造成的热应力，防止炉管由于热应力引起的弯曲，避免由于炉管弯曲造成的局部过热，从而达到延长裂解炉运行周期和延长辐射炉管使用寿命的目的。

附图说明

图 1A 为根据现有技术的乙烯裂解炉的布置图；

图 1B 显示了根据现有技术的典型四程辐射炉管结构；

图 2 到 9 分别显示了根据本发明的用于乙烯裂解炉的四程辐射炉管结构的八个实施例；

图 10 到 31 分别显示了根据本发明的用于乙烯裂解炉的六程辐射炉管结构的二十二个实施例；

图 32 到 35 显示了根据本发明的另一方面的四个实施例，其中连接各程炉管之间的弯管连接件在其侧视图中构成了一个连续的曲线图形。

在各幅图中，相同的附图标记显示相同的部件或结构。

需要说明的是，尽管在图 2 到 31 中未提供相应的侧视图，然而在这些图中，处于辐射区下方的连接各程炉管之间的组合式连接件在其侧视图中均构成一个连续的曲线图形，也就是说，这些图中的组合式连接件的侧视图实际上与图 32 到 35 中的组合式连接件的侧视图（图 32 到 35 中侧视图的下方部分）类似。

具体实施方式

下面将参照附图来对本发明进行详细的介绍。需要说明的是，本发明涉及的是对乙烯裂解炉的辐射区内的辐射炉管的改进。乙烯裂解炉中的其它结构如对流区、急冷锅炉等均属于在现有技术中公开的内容。例如，适用于本发明的急冷锅炉主要采用双套管式急冷锅炉（线性急冷锅炉、U 型急冷锅炉、二级急冷锅炉的第一级等），也可采用传统式、浴缸式、快速急冷等锅炉。另外，本发明的辐射炉管主要适合于裂解气体原料，但也可以裂解液体原料，可用于新建裂解炉或对裂解炉进行扩能改造。这些都是本领域的技术人员所熟知的，因此相关的介绍在此略去。

四程辐射炉管结构

图 2 显示了根据本发明的四程辐射炉管结构的第一实施例，其例如可用于图 1 所示的乙烯裂解炉 10 中。如图 2 所示，炉管沿着流体的流动方向依次分成四程，即第一程炉管 1、第二程炉管 2、第三程炉管 3 和第四程炉管 4。其中，第一程炉管 1 即入口管为现有技术中已知的 Y 形分支变径炉管，最后一程炉管即第四程炉管为出口管。各程炉管通过弯管连接件 21-23 连接起来。在本说明书中，将连接第一

程炉管和第二程炉管之间的连接件标为连接件 21, 将连接第二程炉管和第三程炉管之间的连接件标为连接件 22, 将连接第三程炉管和第四程炉管之间的连接件标为连接件 23。以此类推。

为方便说明, 将第一程炉管 1、第二程炉管 2、第三程炉管 3 和第四程炉管 4 中的管壁温度分别定义为 T_1 、 T_2 、 T_3 和 T_4 。容易理解, 随着裂解反应的进行, 按流向顺序各程炉管的温度将逐步提高。因此, $T_1 < T_2 < T_3 < T_4$ 。

如图所示, 第一程炉管 1 和第四程炉管 4 分别设置在该四程辐射炉管的最外两侧。然而, 根据本发明的该实施例, 第二程炉管 2 和第三程炉管 3 在空间上布置成使得第三程炉管 3 处于第一程炉管 1 和第二程炉管 2 之间, 而第二程炉管 2 处于第三程炉管 3 和第四程炉管 4 之间。通过这种布置, 具有 T_3 温度的第三程炉管 3 与具有 T_1 温度的第一程炉管 1 和具有 T_2 温度的第二程炉管 2 在空间上相邻, 而与具有 T_4 温度的第四程炉管 4 在空间上隔离开。也就是说, 辐射区 11 内的各部分温度依次为 T_1 、 T_3 、 T_2 和 T_4 。由于 $T_1 < T_2 < T_3 < T_4$, 因此这种布置就能够有利地降低辐射区内的温度不均匀性。同时, 由于第三程炉管 3 和第四程炉管 4 之间通过第二程炉管 2 间隔开, 因此就能够接受来自温度较高的第三程炉管 3 和温度最高的第四程炉管 4 的热辐射来降低它们的管壁温度。因此, 根据本发明的这种设置能够进一步地降低炉管的表面温度, 延长辐射炉管的使用寿命, 从而延长裂解炉的运行周期。

另外, 由于多程辐射炉管中的各程炉管的壁温不同, 因此相邻两程炉管热膨胀不同而产生热应力, 从而对炉管的使用寿命带来不利影响。为避免这一缺点, 在本发明中将弯管连接件 21 设置成组合式连接件, 其由对称回弯管 41 和分别设置在对称回弯管 41 的两端的 S 形弯管 42, 43 组成。这样, 由相邻两程炉管的热膨胀不同而产生热应力可通过组合式连接件而被吸收, 从而避免了炉管因热应力而引起的弯曲, 进一步地延长辐射炉管的使用寿命和裂解炉的运行周期。

需要说明的是, 在本实施例中, 处于辐射区上方的连接第二程炉管 2 和第三程炉管 3 的弯管连接件 22 仍采用的是普通的弯头连接件

或对称回弯管。然而，本领域的技术人员容易理解，该弯管连接件 22 也可以采用如上所述的对称回弯管和 S 形弯管的组合式连接件，这显然仍属于本发明的范围内。

如上所述，在现有技术中，多程辐射炉管中的所有炉管和它们之间的连接件均布置在辐射区的中心面 P 内。这将由于在辐射区内的离得较远的炉管的温度相差较大，使得辐射区内存在着温度不均匀。根据本发明，在该实施例中，所有四程炉管仍都布置成处于辐射区的中心面 P 内。然而如图 2 所示，与第一程炉管 1 的后端（即下端）相连的组合式连接件 21 中的第一 S 形弯管 42 从其前端（处于中心面 P 内）开始向着辐射区的后部（图中中心面 P 的上方）延伸，并在其后端处与组合式连接件 21 中的对称回弯管 41 的一端相连。对称回弯管 41 从辐射区的后部斜穿过中心面 P 而到达辐射区的前部（图中中心面 P 的下方），并在另一端与组合式连接件 21 中的第二 S 形弯管 43 相连。该第二 S 形弯管 43 的俯视投影平行于第一 S 形弯管 42 的俯视投影地朝向中心面 P 延伸，并且在其后端（处于中心面 P 内）处与第二程炉管 2 的前端（即下端）相连。第二程炉管 2 通过处于中心面 P 内的连接件 22 与第三程炉管 3 相连。第三程炉管 3、组合式连接件 23 以及第四程炉管 4 同样以这种方式布置，其中各个 S 形弯管的俯视投影均相互间平行。这样，在辐射区 11 的前部和后部分别都布置了两个 S 形弯管。这种布置实现了相邻两程炉管在空间上的不相邻能够使得辐射区 11 内的温度更加均匀，同时能够更加均匀地吸收因热应力而产生的变形，从而进一步降低炉管的表面温度，延长辐射炉管的使用寿命和裂解炉的运行周期。

从图中可以看到，这种四程辐射炉管的结构非常紧凑，这对于大型裂解炉来说是有利的。

下面将介绍根据本发明的四程辐射炉管结构的其它实施例。为节约篇幅起见，在下文中将仅描述那些与上面已经介绍的实施例中不同的特征或部分及其功能，而相同的特征或部分及其功能不再赘述。

图 3 显示了根据本发明的四程辐射炉管结构的第二实施例。在该实施例中，连接最后两程炉管即第三程炉管 3 和第四程炉管 4 的连接

件 23 并不是如图 2 所示的组合式连接件，而仅仅是采用了对称回弯管。这样，该连接件也处于辐射区的中心面 P 内。这种设置在结构上相比于第一实施例更简单一些，其制造简单、成本更低，可以适用于一些特殊要求的裂解炉。

图 4 和 5 分别显示了根据本发明的四程辐射炉管结构的第三和第四实施例。该第三、四实施例分别与第一、二实施例基本上相同，仅仅是第一程炉管 1 不是分支变径的 Y 形炉管，而是普通的不分支变径炉管。这对于特定的工艺和裂解炉来说是合适的。

图 6 显示了根据本发明的四程辐射炉管结构的第五实施例。该第五实施例与第一实施例大致相同。然而，尽管第一程炉管即入口管 1 仍设置在炉管的最外侧，但第四程炉管即出口管 4 并没有设置在相对的另一外侧，而是设置成在空间上紧邻于第一程炉管 1。如图 6 所示，各程炉管在空间上依次设置成第一程炉管 1、第四程炉管 4、第二程炉管 2 和第三程炉管 3。这样，辐射区内各程炉管的温度分布依次为 T_1 、 T_4 、 T_2 和 T_3 。考虑到 $T_1 < T_2 < T_3 < T_4$ ，因此这种布置同样能够实现和第一实施例相同的效果。另外，由于温度最高的第四程炉管 4 设置在温度最低的两个炉管即第一程炉管 2 和第二程炉管 3 之间，因此这种设置能够极大地减小温度不均匀性。

图 7 到 9 分别显示了根据本发明的四程辐射炉管结构的第六至八实施例。它们相比于第五实施例的变化与第二至四实施例相比于第一实施例的变化相同，是本领域的技术人员在参考附图后容易理解的，因此这里不再对其进行详细描述。

六程辐射炉管结构

图 10 显示了根据本发明的六程辐射炉管结构的第一实施例，其例如可用于如图 1 所示的乙烯裂解炉 10 中。如图所示，炉管沿着流体的流动方向依次分成第一程炉管 1、第二程炉管 2、第三程炉管 3、第四程炉管 4、第五程炉管 5 和第六程炉管 6。其中，第一程炉管 1 即入口管为现有技术中已知的 Y 形分支变径炉管，第六程炉管 6 为出口管。各程炉管通过弯管连接件 21-25 连接起来。

为方便说明，将第一程炉管 1、第二程炉管 2、第三程炉管 3、第四程炉管 4、第五程炉管 5 和第六程炉管 6 中的管壁温度分别定义为 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 和 T_6 。容易理解，随着裂解反应的进行，按流向顺序各程炉管的温度逐步提高。因此， $T_1 < T_2 < T_3 < T_4 < T_5 < T_6$ 。

如图 10 所示，各程炉管在空间上依次设置成第一程炉管 1、第四程炉管 4、第五程炉管 5、第二程炉管 2、第三程炉管 3 和第六程炉管 6。这样，辐射区内各程炉管的温度分布依次为 T_1 、 T_4 、 T_5 、 T_2 、 T_3 和 T_6 。考虑到 $T_1 < T_2 < T_3 < T_4 < T_5 < T_6$ ，因此，这种布置就能够有利地降低辐射区内的温度不均匀性。同时，由于第五程炉管 5 和第六程炉管 6 之间通过第二程炉管 2 和第三程炉管 3 而间隔开，因此就能够接受来自最高的第六程炉管 6 和温度次高的第五程炉管 5 之间的热辐射来降低它们的管壁温度。因此，根据本发明的这种设置能够进一步地降低炉管的表面温度，延长辐射炉管的使用寿命，从而延长裂解炉的运行周期。

如同图 2 所示的四程炉管结构的第一实施例一样，处于辐射区下方的弯管连接件 21、23 和 25 均为组合式连接件，即其由对称回弯管 41 和分别设置在对称回弯管两端的 S 形弯管 42、43 组成。这样，相连续的两程炉管之间的热应力可通过组合式连接件而被吸收，从而避免了炉管因热应力而引起的弯曲和局部过热，进一步地延长辐射炉管的使用寿命和裂解炉的运行周期。

同样，在本实施例中，处于辐射区上方的弯管连接件 22 和 24 仍采用的是普通的弯头连接件。然而，本领域的技术人员容易理解，该弯管连接件 22 和 24 也可以采用如上所述的对称回弯管和 S 形弯管的组合式连接件，这仍属于本发明的范围内。

在该实施例中，所有六程炉管都设置成处于辐射区的中心面 P 上。连接件 21 的第一 S 形弯管 42 从其与第一程炉管 1 相连的前端（处于中心面 P 内）开始向着辐射区的后部（图中中心面 P 的上方）延伸，并在其后端处与组合式连接件 21 中的对称回弯管 41 的一端相连。对称回弯管 41 从辐射区的后部斜穿过中心面 P 的连接件 21 而到达辐射区的前部（图中中心面 P 的下方），并在另一端与组合式连接件 21 中

的第二 S 形弯管 43 相连。该第二 S 形弯管 43 的俯视投影平行于第一 S 形弯管 42 的俯视投影地朝向中心面 P 延伸，并且在其后端（处于中心面 P 内）处与第二程炉管 2 的前端（即下端）相连。第二程炉管 2 通过处于中心面 P 内的连接件 22 与第三程炉管 3 相连。第三至六程炉管及其之间的连接件也以同样的方式布置，其中各个 S 形弯管的俯视投影均相互间平行。这样，在辐射区 11 的前部和后部分别都布置了三个 S 形弯管。这种布置能够使得辐射区 11 内的温度更加均匀，同时能够更加均匀地吸收因热应力而产生的变形，从而进一步降低炉管的表面温度，延长辐射炉管的使用寿命和裂解炉的运行周期。

从图中可以看到，这种六程辐射炉管的结构非常紧凑，这对于大型裂解炉来说是有利的。

下面将介绍根据本发明的六程辐射炉管结构的其它实施例。为节约篇幅起见，在下文中将仅描述那些与上面已经介绍的实施例中不同的特征或部分及其功能，而相同的特征或部分及其功能不再赘述。

图 11 显示了根据本发明的六程辐射炉管结构的第二实施例。该第二实施例与第一实施例基本相同，仅仅是第一程炉管 1 未采用分支变径的 Y 形炉管，而是普通的不分支变径炉管。

图 12 显示了根据本发明的六程辐射炉管结构的第三实施例。在该实施例中，连接最后两程炉管即第五程炉管 5 和第六程炉管 6 的连接件 25 并不是如图 10 所示的组合式连接件，而仅仅是采用了对称回弯管。这样，该连接件 25 也处于辐射区的中心面 P 内。这种设置的结构相比于第一实施例更简单一些，其制造简单、成本更低，可以适用于一些特殊要求的裂解炉。

图 13 所示的根据本发明的六程辐射炉管结构的第四实施例与第三实施例基本上相同，仅仅是第一程炉管 1 未采用分支变径的 Y 形炉管，而是普通的不分支变径炉管。

图 14 显示了根据本发明的六程辐射炉管结构的第五实施例。该第五实施例与第一实施例大致相同。然而，尽管第一程炉管即入口管 1 仍设置在炉管的最外侧，但第六程炉管即出口管 6 并没有设置在相对的另一外侧，而是设置成在空间上紧邻于第一程炉管 1。如图 14 所示，

各程炉管在空间上依次设置成第一程炉管 1、第六程炉管 6、第三程炉管 3、第二程炉管 2、第五程炉管 5 和第四程炉管 4。这样，辐射区内各程炉管的温度分布依次为 T_1 、 T_6 、 T_3 、 T_2 、 T_5 和 T_4 。并且，第一程炉管 1、第三程炉管 3 和第六程炉管 6 处于辐射区后部，而第二程炉管 2、第四程炉管 4 和第五程炉管 5 处于辐射区前部。考虑到 $T_1 < T_2 < T_3 < T_4 < T_5 < T_6$ 以及炉管的空间构形，因此这种布置同样能够实现和第一实施例相同的效果，且结构也十分紧凑。此外，由于温度最高的第六程炉管 6 设置成邻近于温度最低的第一程炉管 1，因此有利于进一步地降低辐射区内的不均匀性。

图 15 至 17 显示了根据本发明的六程辐射炉管结构的第六至八实施例。它们相比于第五实施例的变化与第二至四实施例相比于第一实施例的变化相同，是本领域的技术人员在参考附图后容易理解的，因此这里不再对其进行详细描述。

图 18 显示了根据本发明的六程辐射炉管结构的第九实施例。在该实施例中，各程炉管在空间上依次设置成第一程炉管 1、第六程炉管 6、第二程炉管 2、第三程炉管 3、第五程炉管 5 和第四程炉管 4。也就是说，与第五实施例相比，第二程炉管 2 和第三程炉管 3 的空间位置互换。这样，在辐射区内最高温度的炉管 6 与最低温度的两个炉管 1、2 相邻，极大地降低了温度的不均匀性。需要注意的是，在这种布置中，最后一个连接件 25 的第一 S 形弯管 42 的俯视投影与其它的 S 形弯管的俯视投影不平行。

图 19 至 21 显示了根据本发明的六程辐射炉管结构的第十至十二实施例。它们相比于第九实施例的变化与第二至四实施例相比于第一实施例的变化相同，是本领域的技术人员在参考附图后容易理解的，因此这里不再对其进行详细描述。

图 22 显示了根据本发明的六程辐射炉管结构的第十三实施例。在该实施例中，各程炉管在空间上依次设置成第一程炉管 1、第二程炉管 2、第三程炉管 3、第六程炉管 6、第四程炉管 4 和第五程炉管 5。在这种设计中，第一程炉管 1 和第二程炉管 2 之间的连接件 21 为普通的弯头连接件，连同另两个连接件 22、24 一起，它们都处于辐射

区的中心面 P 内。第三至六这四程炉管的设计类似于图 8 所示的结构。这种设计在结构上实现起来相对容易一些。

图 23 所示的根据本发明的六程辐射炉管结构的第十四实施例与图 22 所示的第十三实施例的区别仅在于第一程炉管 1 是不分支变径的普通炉管。

图 24 所示的根据本发明的六程辐射炉管结构的第十五实施例与图 22 所示的第十三实施例的区别仅在于，第三至六这四程炉管的设计类似于图 9 所示的结构。

图 25 所示的根据本发明的六程辐射炉管结构的第十六实施例与图 24 所示的第十五实施例的区别仅在于第一程炉管 1 是不分支变径的普通炉管。

图 26 显示了根据本发明的六程辐射炉管结构的第十七实施例。在该实施例中，各程炉管在空间上依次设置成第一程炉管 1、第三程炉管 3、第二程炉管 2、第六程炉管 6、第四程炉管 4 和第五程炉管 5。在这种设计中，处于辐射区下方的三个连接件 21、23 和 25 均为组合式连接件。由于结构设计的原因，连接第三程炉管 3 和第四程炉管 4 的连接件 23 中的第二 S 形弯管 43 的俯视投影不平行于其它的 S 形弯管的俯视投影。如图所示的这种结构与前述结构一样，同样能够实现降低炉管的表面温度、延长辐射炉管的使用寿命和裂解炉的运行周期的技术效果。

图 27 所示的根据本发明的六程辐射炉管结构的第十八实施例与图 26 所示的第十七实施例的区别仅在于第一程炉管 1 是不分支变径的普通炉管。

图 28 所示的根据本发明的六程辐射炉管结构的第十九实施例与图 26 所示的第十七实施例的区别仅在于连接最后两程即第五程炉管 5 和第六程炉管 6 的连接件 25 是布置在中心面 P 内的对称回弯管。

图 29 所示的根据本发明的六程辐射炉管结构的第二十实施例与图 28 所示的第十九实施例的区别仅在于第一程炉管 1 是不分支变径的普通炉管。

图 30 显示了根据本发明的六程辐射炉管结构的第二十一实施例。

在该实施例中，第一程炉管 1 和第二程炉管 2 均采用分支变径的 Y 形管设计。各程炉管在空间上依次设置成第一程炉管 1、第二程炉管 2、第三程炉管 3、第五程炉管 5、第四程炉管 4 和第六程炉管 6。

如图所示，在该实施例中，第一至三这三程炉管的设置与图 10 中所示的第一至三程炉管的设置类似，而第三至六这四程炉管的布置与图 2 中所示的结构类似。所有 S 形弯管的俯视投影彼此平行，所有对称回弯管的俯视投影也设置成彼此平行。

图 31 显示了根据本发明的六程辐射炉管结构的第二十二实施例。它与第二十一实施例的不同之处在于，第三至六这四程炉管的布置与图 3 中所示的结构类似。

图 32 显示了一种四程辐射炉管结构，其中各程炉管基本上采用如图 4 所示的结构。这是采用了两组炉管的一种组合方式，形成一种 2-2-2-2 型结构。

另外，处于辐射区下方的连接各程炉管之间的连接件仍采用的是对称回弯管与 S 形弯管的组合式连接件。然而，如该图的右半部分（即左视图）所示，这些组合式连接件 21, 23 从其侧视图看上去形成了一个封闭的光滑曲线形状。这种设置使得连接件能够更加有效地吸收辐射区内产生的热应力。

同时，如该左视图所示，两个处于辐射区上方的连接件 22 即传统的普通弯头连接件不再处于辐射区的中心面 P 上，而是分别处于与中心面 P 斜交且相互间镜像对称的平面上。这种设置使得辐射炉管的吊挂在机械结构上更加合理。

图 33 所示的结构与图 32 中的类似，不同之处在于其第一程炉管中的各分管均为 Y 形分支变径管，其中各程炉管基本上采用如图 2 所示的结构，并且是采用了两组炉管的一种组合方式，从而构成一种 4-2-2-2 型结构。

图 34 显示了一种六程辐射炉管结构，其中各程炉管基本上采用如图 10 所示的结构。它是采用了两组炉管的一种组合方式，形成一种 4-2-2-2-2-2 型结构。然而，S 型弯管的俯视投影与中心面 P 垂直。

图 35 显示了一种六程辐射炉管结构，其中各程炉管基本上采用如

图 11 所示的结构。它是采用两组炉管的一种组合方式，形成一种 2-2-2-2-2 型结构。

需要说明的是，尽管在上面的实施例中所有的第一程炉管 1 均设置在整个多程辐射炉管的最外侧，但容易理解，第一程炉管 1 也可以如同最后一程炉管 4 或 6 一样设置在多程辐射炉管的中间。

以上通过四程炉管结构和六程炉管结构为例对本发明进行了说明。然而容易理解，本发明所披露的结构同样可以适用于八程、十程、甚至是更多程的辐射炉管中。这是本领域的技术人员在阅读了本发明之后能够容易得到的。

容易理解，在一个未示出的实施例中，所有炉管都可以是两组炉管的组合，即 2-2-2-2 型结构。在另一些未示出的变型中，也可以采用 4-2-2-2 型结构，也可以是多组炉管的组合。

此外，尽管在上文中以在一台裂解炉中设置一组或两组辐射炉管为例对本发明进行了描述，然而可以理解，在一台裂解炉中也可以设置更多组辐射炉管，这完全取决于具体情况的需要。对于一台裂解炉通常布置以上实施例中的多组辐射炉管，一种布置方式可以是按顺序布置，另一种布置方式是以出口管集种方式布置（此布置适合最后一程管布置在最外侧），此时通常以镜像对称的方式布置。

虽然在上文中已经参考一些实施例对本发明进行了描述，然而在不脱离本发明的范围的情况下，可以对其进行各种改进并且可以用等效物替换其中的部件。尤其是，只要不存在结构冲突，本发明所披露的各个实施例中的各项特征均可通过任意方式相互结合起来使用，在本说明书中未对这些组合的情况进行穷举性的描述仅仅是出于省略篇幅和节约资源的考虑。因此，本发明并不局限于文中公开的特定实施例，而是包括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

权利要求书

1. 一种具有多程辐射炉管的乙烯裂解炉，包括：
至少一个辐射区，其中设置有底部燃烧器和/或侧壁燃烧器，以及沿辐射区的纵向布置的至少一组多程辐射炉管；
其中，所述多程辐射炉管为四程至十程辐射炉管；以及
所述多程辐射炉管中的至少一程炉管设置成在空间上与不和其连续的一程炉管相邻。
2. 根据权利要求 1 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，所述多程辐射炉管中的最后两程炉管设置成在空间上彼此不相邻。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，第一程炉管和最后一程炉管分别设置在所述多程辐射炉管的两侧。
4. 根据权利要求 1 或 2 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，第一程炉管和最后一程炉管中的至少一个未设置在所述多程辐射炉管的两侧。
5. 根据权利要求 1 或 2 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，各程炉管均垂直地布置在所述辐射区的中心面内。
6. 根据权利要求 1 或 2 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，各程炉管之间通过弯管连接件相连。
7. 根据权利要求 6 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，至少一个位于所述辐射区下部的弯管连接件为由对称回弯管和分别设置在该对称回弯管的两端处的 S 形弯管组成的组合式连接件。
8. 根据权利要求 7 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，在所述辐射区的中心面的两侧分别布置有数量相等的 S 形弯管。
9. 根据权利要求 8 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，所有 S 形弯管的俯视投影彼此平行。
10. 根据权利要求 8 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，至少一个

S 形弯管的俯视投影不平行于其它的 S 形弯管的俯视投影。

11. 根据权利要求 8 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，连接对称回弯管两端的两个 S 形弯管的俯视投影相互平行。

12. 根据权利要求 7 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，所有所述组合式连接件中的各对称回弯管的俯视投影均彼此平行。

13. 根据权利要求 7 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，未采用组合式连接件形式的弯管连接件均设置在所述辐射区的中心面内。

14. 根据权利要求 1 或 2 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，第一程炉管为分支变径管，或者第一程炉管和第二程炉管均为分支变径管。

15. 根据权利要求 6 所述的乙烯裂解炉，其特征在于，处于所述辐射区下方的弯管连接件从其侧面看去形成了一个封闭的、大致光滑的曲线形状。

16. 根据权利要求 1 所示的乙烯裂解炉，其特征在于，设有两组或以上多程辐射炉管，其中处于所述辐射区上方的弯管连接件从其侧面看去分别处于与所述辐射区的中心面 P 斜交且两两镜像的对称平面内。