

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B01D 53/56

F23J 15/00



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95106035.X

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1131722C

[22] 申请日 1995.5.17 [21] 申请号 95106035.X

[30] 优先权

[32] 1994.5.18 [33] US [31] 245408

[71] 专利权人 普莱克斯技术有限公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 W·J·施奈德

[56] 参考文献

US4117075A 1978.09.26 C01B21/00

US5154596A 1992.10.13 F23M3/0

审查员 付明星

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

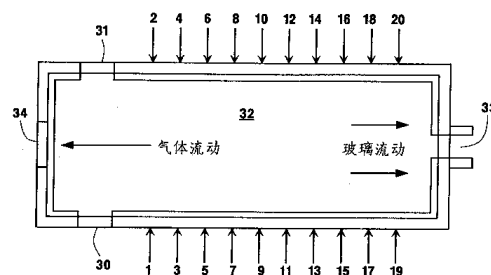
代理人 吴大建

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称 工业炉的操作方法

[57] 摘要

一种工业炉操作方法，包括在远离烟道处燃烧产生超过平衡值的 NO_x，和靠近烟道处燃烧产生较小值的 NO_x，优选低于平衡值的 NO_x。



ISSN 1008-4274

1. 一种减少从工业炉烟道中排放 NO_x 水平的工业炉操作方法，其中包括：

(A) 在第一燃烧反应中燃烧燃料和氧化剂，其中在炉内产生了 NO_x ；

(B) 在第二燃烧反应中，燃烧燃料和氧化剂，其中在炉内产生低于第一燃烧反应产生的 NO_x 值，上述的第二燃烧反应发生在比上述第一燃烧反应更靠近烟道的地方；

(C) 上述第一和第二燃烧反应生成的 NO_x 经烟道排出工业炉；其特征在於：

在第一燃烧反应过程中生成的 NO_x 超过当炉内燃烧产物中氮和氧的浓度在炉气温度下无限期地保持稳定时所产生的 NO_x 浓度，并且在第二燃烧反应过程中生成的 NO_x 低于当炉内燃烧产物中氮和氧的浓度在炉气温度下无限期地保持稳定时所产生的 NO_x 浓度。

2. 按照权利要求 1 所述的方法，其中第一燃烧反应进行多次。

3. 按照权利要求 1 所述的方法，其中第二燃烧反应进行多次。

4. 按照权利要求 1 所述的方法，其中第一燃烧反应和第二燃烧反应进行多次。

5. 按照权利要求 5 所述的方法，其中所有的第二燃烧反应全部发生在比任何第一燃烧反应都更靠近烟道的地方。

6. 按照权利要求 1 所述的方法，其中工业炉为一种玻璃制造炉。

7. 按照权利要求 1 所述的方法，其中炉内的温度超过 1482°C 。

工业炉的操作方法

本发明一般涉及工业炉的操作，更具体地说是涉及减少从炉中氮的氧化物(NO_x)的排放量。

许多工业过程要用到工业炉，通过燃料和氧化剂在炉中燃烧产生的热量将炉中炉料加热。在这些工业过程中，一种为玻璃制造业，其中的炉料为玻璃制造原料，或融化的或固态的玻璃；炼钢业，其炉料为钢或铁，还有炼铝业，其炉料为铝锭或铝片。

燃烧过程中产生的各种氮氧化物是一种严重的污染物质，在燃烧进行时总是希望能够减少他们的产生。我们知道，通过使用工业生产出的纯氧或富氧的空气作为氧化剂，可以减少燃烧过程中 NO_x 的产生，因为在供氧量不变的情况下，减少了供给燃烧反应的氮气量。然而，当使用含氧量比空气高的氧化剂时，燃烧反应的温度会升高，在动力学上较高的温度有利于 NO_x 的形成。

众所周知，不同燃烧器和燃烧器系统在操作中产生 NO_x 的速率也将各不相同。例如，在其它条件都相同的条件下，采用同轴式燃烧器装置一般比采用阶段式燃烧器装置更有利于 NO_x 的形成。因此，在采用复式燃烧器的炉子中，通过用低 NO_x 燃烧器来代替一个或多个高 NO_x 燃烧器可以减少炉中 NO_x 的排放量。然而，这种更换过程造价很高，并且总是希望不但能够减少复式炉中燃烧器的数目，而且要保

证实现从高 NO_x 向低 NO_x 的转换。

因此, 本发明的目的就是提供一种新的工业炉操作方法, 该方法不仅能够最大限度减少低 NO_x 燃烧器的数目, 而且还能满足对炉中 NO_x 排放量任何特定指标的要求。

本领域技术人员在读了这里所公开的内容之后将会明白, 上述的和一些其它目的依照下面的方法是可以达到的:

一种可以减少工业炉烟道 NO_x 排放水平的工业炉操作方法, 包括:

(A) 在第一燃烧反应中燃烧燃料和氧化剂, 其中在炉中产生其速率或产值超过平衡值的 NO_x ;

(B) 在第二燃烧反应中, 燃烧燃料和氧化剂, 其中在炉中产生其速率或产值均低于第一燃烧反应的 NO_x , 这里所讲的第二燃烧反应发生在比第一燃烧反应更靠近烟道的位置; 并且

(C) 第一和第二燃烧反应所产生的 NO_x 通过烟道排出工业炉。

这里所用的“烟道”一词是指能够将炉气排出炉子的一种通道, 一般情况下排出的炉气进入周围大气层。

这里所用的“平衡值”, 是指当炉内燃烧产物中氮和氧的浓度, 在炉气温度下无限期地保持稳定时, 所产生的一氧化氮和二氧化氮的加和浓度。本领域的技术人员都熟悉如何利用发表的平衡常数来计算该平衡值。

这里所用的“高 NO_x 燃烧器”是指燃烧反应所产生的 NO_x 高于平衡值的燃烧器。这种高 NO_x 燃烧器的实例可在美国专利 5, 267, 850 和 No. 5, 256, 058 号中找到。

这里所用的“低 NO_x 燃烧器”是指燃烧反应产生 NO_x 量较低的燃烧器，它不仅低于高 NO_x 燃烧器产生的 NO_x ，而且也低于平衡值。这种低 NO_x 燃烧器的实例可在美国专利 4,378,205；No. 4,907,061 和 No. 5,209,656 号中找到。

这里的“氮的氧化物”和“ NO_x ”是指一氧化氮 (NO) 和二氧化氮 (NO_2) 的总和。

这仅有的图是一张简化的设计图，代表了本发明实际应用中可以采用的一种炉子。

本发明包括了一个这样的认识，即燃烧反应中所产生的 NO_x 量不是固定的，而是处在动态变化之中，这一非静止状态的发展方向是平衡值。燃烧反应产生的气体在炉中滞留的时间越长，在气体通过烟道逸出炉子之前就越接近 NO_x 的平衡值。气体达到平衡值的速率取决于炉子的温度。当炉子的温度超过 1482°C 时，本发明取得的效果最佳。

在多燃烧器炉子中，采用本发明的实践方法可以使从烟道中 NO_x 的排放水平大大低于仅靠用低 NO_x 燃烧器取代一个或多个高 NO_x 燃烧器所能达到的水平。如果将一个低 NO_x 燃烧器安置在炉子中距烟道较远的位置，并且它产生 NO_x 的水平低于平衡值，那么燃烧生成的炉气由于向烟道移动将会延长在炉内滞留的时间。这种长时间的滞留将导致 NO_x 水平的增加，因为从动力学角度上讲燃烧所产生的低于平衡值的 NO_x 将会向平衡值发展。再者，如果将一个高 NO_x 燃烧器安置在靠近烟道的位置，那么燃烧产生的炉气在炉中停留的时间将会很短，这样也不会使 NO_x 得到有效地减少。然而，如果将一

个高 NO_x 燃烧器放置在炉中距烟筒较远的位置, 燃烧产生的炉气由于向烟道移动, 在炉中滞留的时间将会延长, 而长时间的停留将会导致 NO_x 水平的减少, 因为由燃烧产生的 NO_x 的上述平衡值, 在动力学作用下会向着其平衡值发展。这种朝着平衡值发展的动力学过程, 不管是增加还是减少, 在炉区之外将不能再继续。因为正是炉中的热量, 流体的流动以及反应物的浓度等条件, 才能使朝着平衡发展的动力学过程发生。

在本发明的实际应用中所使用的燃料可以是任何气体, 或者是含有在炉中或燃烧区可以燃烧的可燃性物质的其它燃料。这些燃料中包括天然气, 炼焦炉气、丙烷、甲烷、油料或碎煤。

在本发明的实际应用中所使用的氧化剂, 可以是含氧量足以在炉中或燃烧区与燃料发生燃烧反应的任何流体。空气也可以作为氧化剂。优选的氧化剂是氧的浓度至少达到 30% (体积) 的流体, 而最优的氧化剂则要求流体中含氧量至少 90% (体积)。氧化剂也可以是工业生产的纯氧气, 氧的浓度为 99.5% 或更高。

应用本发明时所使用的工业炉是一般工业炉。在玻璃制造炉的运行过程中, 由于涉及高温, 所以本发明特别有用。一台炉子包括许多用来放置燃烧器的燃烧器通道, 有些燃烧反应可以在此发生。

通过参考附图以及下面的实例和比较实例, 本发明将会得到更详细的描述。提供实例是为了说明发明的目的, 但并不打算局限于此。

现在来看图, 这里所展示的是一个玻璃制造炉(32)的简化形式, 玻璃制造原料通过进料口 30 和 31 被送入炉内。玻璃制造原料按图中标明的玻璃流动的箭头方向从左向右通过工业炉, 在此过程中, 由

于受到来自用箭头表示的燃烧器 1-20 进行燃烧产生的热量而被熔化。被熔化的玻璃经过喉管33 而排出工业炉。燃烧反应产生的气体在玻璃制造原料之上沿着气体流动箭头朝着相反的方向流动，并通过烟道 34 而排出工业炉.32。

一台类似于图中所示的炉子，可以全部采用 20 台美国 NO. 5, 267, 850 专利中所描述的那种型号的高 NO_x 燃烧器运行。所使用的燃料为天然气，使用的氧化剂为含氧量为 93mol% 的流体。那些燃烧器产生 NO_x 的产率为 0.30 lb/百万 BTU。从烟道的测量结果发现，生产一吨玻璃， NO_x 的排放量为 1.43 lb。

将 1-12 号燃烧器更换成低 NO_x 燃烧器，仍用天然气作燃料和用 93mol% 氧的流体作为氧化剂，再次运行，生产熔融玻璃。低 NO_x 燃烧器按照美国 1993 年 11 月 17 日提交的，序号为 153, 505 的专利中所描述的方法进行， NO_x 的产生率为 0.067lb/百万 BTU。基于对两种不同燃烧器运行的实验结果，可以预料将 20 个高 NO_x 燃烧器中的 12 个更换成低 NO_x 燃烧器，烟道中 NO_x 的排放量将减少 45%。然而，当本发明被实际采用时，在烟道上所测到的 NO_x 的排放量只有 0.51b/吨玻璃，减少了 65%。

在此之前，传统的做法是一种复式燃烧器的工业炉全部使用一种类型的燃烧器。如果一个燃烧器需要更换，典型的做法是所有的燃烧器都得被换掉。本发明采用了一种不同寻常的措施，那就是在一个多燃烧器的工业炉中，采用了两种不同类型的燃烧器。再者，通过实施本项发明，在一多燃烧器工业炉的运行过程中，对于在任何给定水平上使燃烧器从高 NO_x 型更换为低 NO_x 型，都可以获得比其它方法

更有效地减少 NO_x 的产生。尽管本发明是通过参考一个特定的优选实施方案而进行详细描述, 但本领域技术人员将会认识到, 在权利要求的精神和范围之内, 还包含着本发明的一些其它实施方案。

