



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114923172 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 19

(21) 申请号 202210494766.4

F23D 14/48 (2006.01)

(22) 申请日 2022.05.07

F23D 14/58 (2006.01)

F23D 14/46 (2006.01)

(71) 申请人 北京航天石化技术装备工程有限公司

地址 100044 北京市海淀区交大东路41号
院1号楼三层311房间

(72) 发明人 杨阳 俞维根 李易峰 闫玉平
韩学斌 顾学颖 周春霄

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009

专利代理师 臧春喜

(51) Int. Cl.

F23D 14/02 (2006.01)

F23D 14/26 (2006.01)

F23D 14/60 (2006.01)

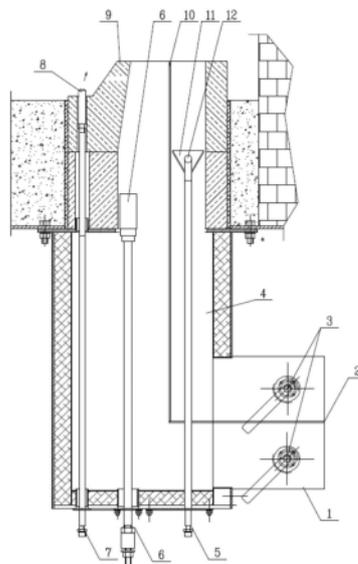
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器及其燃烧方法

(57) 摘要

本发明提供了一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,主要包括风箱、进风口、进风口隔板、风箱隔板、一级燃气喷枪、二级燃气喷枪;进风口安装在风箱上,进风口隔板将进风口分成一次风进风口和二次风进风口,风箱隔板将风箱内部分为一次风和二次风区域,一级燃气喷枪安装于一次风区域,二级燃气喷枪穿过二次风区域和烧嘴砖伸入炉膛内。本发明通过整体燃气分级和局部空气分级相耦合的燃烧组织方式,有效降低NO_x的排放;进一步通过一级燃气喷头和二级燃气喷头的设计,保证燃烧稳定可靠、温度场均匀并进一步降低NO_x排放。本发明还提供了上述燃烧器的燃烧方法。



1. 一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:包括风箱(4)、进风口(1)、进风口隔板(2)、风箱隔板(10)、一级燃气喷枪(5)、二级燃气喷枪(7),所述进风口(1)安装在所述风箱(4)上,所述进风口隔板(2)将所述进风口(1)分为一次风进风口和二次风进风口,所述风箱隔板(10)将所述风箱(4)内部分成一次风区域和二次风区域,所述风箱隔板(10)与所述进风口隔板(2)垂直相连,助燃风经过所述一次风进风口进入所述一次风区域,经过所述二次风进风口进入所述二次风区域;所述一级燃气喷枪(5)安装于一级风区域,与所述风箱隔板(10)平行,所述一级燃气喷枪(5)头部安装有一级燃气喷头(12),所述一级燃气喷头(12)用于形成V型平面火焰;所述二级燃气喷枪(7)穿过二次风区域伸入炉膛内,所述二级燃气喷枪头部安装有二级燃气喷头(8),所述二级燃气喷头(8)至少包括2层喷孔,每层至少包括2个喷孔。

2. 根据权利要求1所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述一级燃气喷头(12)开有两排沿轴向均匀分布的喷孔。

3. 根据权利要求2所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述两排喷孔喷射方向的夹角为 $40^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 。

4. 根据权利要求3所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述两排喷孔的总数量为10~60个。

5. 根据权利要求4所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述一级燃气喷头(12)的长度占一次风区域截面长度的40%以上。

6. 根据权利要求5所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述一级燃气喷头(12)上安装有V型稳焰器(11),所述V型稳焰器(11)两边夹角与所述一级燃气喷头(12)两排喷孔喷射方向的夹角一致。

7. 根据权利要求6所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述V型稳焰器(11)两边上有开孔,所述一级燃气喷头(12)任一喷孔位于V型稳焰器(11)两个相邻开孔之间。

8. 根据权利要求1所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述进风口(1)上安装有分别用于一次风和二次风调节的进风调节手柄(3)。

9. 根据权利要求1所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述二次风区域出口段为横截面积变小的收缩通道。

10. 根据权利要求1所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述二级燃气喷头(8)包括三层喷孔,分别为第一层喷孔、第二层喷孔、第三层喷孔。

11. 根据权利要求10所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述第一层喷孔喷射方向与所述二级燃气喷头(8)轴线的夹角 α 满足 $15^{\circ}\leq\alpha\leq 25^{\circ}$ 。

12. 根据权利要求10所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述第二层喷孔喷射方向与所述二级燃气喷头(8)轴线的夹角 β 满足 $30^{\circ}\leq\beta\leq 45^{\circ}$ 。

13. 根据权利要求10所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述第三层喷孔喷射方向与所述二级燃气喷头(8)轴线的夹角 θ 满足 $50^{\circ}\leq\theta\leq 65^{\circ}$ 。

14. 根据权利要求10所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述第一层喷孔数量为3,中间喷孔为第一中间喷孔,两侧喷孔以第一中间喷孔为中心对称分布。

15. 根据权利要求14所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述第二层喷孔数量为2,布置在所述第一层喷孔间隔的位置中间。

16. 根据权利要求14所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述第三层喷孔数量为3,中间喷孔为第二中间喷孔,所述第二中间喷孔水平位置与所述第一中间喷孔一致,其余两个喷孔以第二中间喷孔为中心对称分布。

17. 根据权利要求10所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述第一层喷孔直径大于3mm。

18. 根据权利要求10所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述第一层喷孔喷射的燃气流量大于燃烧器总燃气流量的50%。

19. 根据权利要求10所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述第二层喷孔直径为3mm。

20. 根据权利要求10所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述第二层喷孔喷射的燃气流量大于燃烧器总燃气流量10%~15%。

21. 根据权利要求10所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述第三层喷孔直径为2mm。

22. 根据权利要求10所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:所述第三层喷孔喷射的燃气流量大于燃烧器总燃气流量3%~5%。

23. 根据权利要求1所述的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,其特征在于:还包括长明灯(6),所述长明灯(6)安装于二次风区域。

24. 一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器的燃烧方法,其特征在于,包括以下步骤:

S201: 利用一级燃气喷枪(5)喷出燃气,与一次风区域的助燃风掺混进行一级燃烧,通过进风调节手柄(3)调节一次助燃风风量使一级燃烧为远离化学恰当比的欠氧燃烧;燃气通过一级燃气喷头(12)形成V型平面一级火焰,进一步通过V型稳焰器(11)形成低速回流区;

S202: 将一级燃烧中未燃尽的燃气以及燃烧中生成的烟气与二次风区域的助燃风混合,进行二级燃烧;

S203: 利用二级燃气喷枪(7)引射炉膛烟气进入二级燃烧区域与一级燃烧和二级燃烧生成的烟气混合,进行三级燃烧。

一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器及其燃烧方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器及其燃烧方法,属于燃烧器技术领域。

背景技术

[0002] 氮氧化物(NO_x)是造成大气污染的主要污染源之一,对人体及动植物具有致毒作用,是形成雾霾($\text{PM}_{2.5}$)、酸雨、酸雾的重要因素。 NO_x 污染的危害受到了国家的重视,国家对 NO_x 排放标准日趋严格。裂解炉等高温石化加热炉多采用燃气作为燃气,通常其 NO_x 排放会超过国家环保排放要求,在新的环保标准促进下,要求燃烧器实现更低 NO_x 排放。目前国内外采用较多的低 NO_x 技术包括:分级燃烧、浓淡燃烧、烟气再循环技术等,随着 NO_x 排放指标要求更加严格,常规低氮燃烧器降低 NO_x 排放已经难以满足要求。

发明内容

[0003] 本发明解决的技术问题是:克服现有技术的不足,提供了一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器及其燃烧方法,有效降低 NO_x 排放并保证燃烧稳定可靠、温度场均匀。

[0004] 本发明的技术解决方案是:

[0005] 一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,包括风箱、进风口、进风口隔板、风箱隔板、一级燃气喷枪、二级燃气喷枪,所述进风口安装在所述风箱上,所述进风口隔板将所述进风口分为一次风进风口和二次风进风口,所述风箱隔板将所述风箱内部分成一次风区域和二次风区域,所述风箱隔板与所述进风口隔板垂直相连,助燃风经过所述一次风进风口进入所述一次风区域,经过所述二次风进风口进入所述二次风区域;所述一级燃气喷枪安装于一级风区域,与所述风箱隔板平行,所述一级燃气喷枪头部安装有一级燃气喷头,所述一级燃气喷头用于形成V型平面火焰;所述二级燃气喷枪穿过二次风区域伸入炉膛内,所述二级燃气喷枪头部安装有二级燃气喷头,所述二级燃气喷头至少包括2层喷孔,每层至少包括2个喷孔。

[0006] 优选的,所述一级燃气喷头开有两排沿轴向均匀分布的喷孔。

[0007] 优选的,所述两排喷孔喷射方向的夹角为 $40^\circ \sim 120^\circ$ 。

[0008] 优选的,所述两排喷孔的总数量为10~60个。

[0009] 优选的,所述一级燃气喷头的长度占一次风区域截面长度的40%以上。

[0010] 优选的,所述一级燃气喷头上安装有V型稳焰器,所述V型稳焰器两边夹角与所述一级燃气喷头两排喷孔喷射方向的夹角一致。

[0011] 优选的,所述V型稳焰器两边上有开孔,所述一级燃气喷头任一喷孔位于V型稳焰器两个相邻开孔之间。

[0012] 优选的,所述进风口上安装有分别用于一次风和二次风调节的进风调节手柄。

[0013] 优选的,所述二次风区域出口段为横截面积变小的收缩通道。

[0014] 优选的,所述二级燃气喷头包括三层喷孔,分别为第一层喷孔、第二层喷孔、第三

层喷孔。

[0015] 优选的,所述第一层喷孔喷射方向与所述二级燃气喷头轴线的夹角 α 满足 $15^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ$ 。

[0016] 优选的,所述第二层喷孔喷射方向与所述二级燃气喷头轴线的夹角 β 满足 $30^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$ 。

[0017] 优选的,所述第三层喷孔喷射方向与所述二级燃气喷头轴线的夹角 θ 满足 $50^\circ \leq \theta \leq 65^\circ$ 。

[0018] 优选的,所述第一层喷孔数量为3,中间喷孔为第一中间喷孔,两侧喷孔以第一中间喷孔为中心对称分布。

[0019] 优选的,所述第二层喷孔数量为2,布置在所述第一层喷孔间隔的位置中间。

[0020] 优选的,所述第三层喷孔数量为3,中间喷孔为第二中间喷孔,所述第二中间喷孔水平位置与所述第一中间喷孔一致,其余两个喷孔以第二中间喷孔为中心对称分布。

[0021] 优选的,所述第一层喷孔直径大于3mm。

[0022] 优选的,所述第一层喷孔喷射的燃气流量大于燃烧器总燃气流量的50%。

[0023] 优选的,所述第二层喷孔直径为3mm。

[0024] 优选的,所述第二层喷孔喷射的燃气流量大于燃烧器总燃气流量10%~15%。

[0025] 优选的,所述第三层喷孔直径为2mm。

[0026] 优选的,所述第三层喷孔喷射的燃气流量大于燃烧器总燃气流量3%~5%。

[0027] 优选的,还包括长明灯,所述长明灯安装于二次风区域。

[0028] 一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器的燃烧方法,包括以下步骤:

[0029] S201:利用一级燃气喷枪喷出燃气,与一次风区域的助燃风掺混进行一级燃烧,通过进风调节手柄调节一次助燃风风量使一级燃烧为远离化学恰当比的欠氧燃烧;燃气通过一级燃气喷头形成V型平面一级火焰,进一步通过V型稳焰器形成低速回流区;

[0030] S202:将一级燃烧中未燃尽的燃气以及燃烧中生成的烟气与二次风区域的助燃风混合,进行二级燃烧;

[0031] S203:利用二级燃气喷枪引射炉膛烟气进入二级燃烧区域与一级燃烧和二级燃烧生成的烟气混合,进行三级燃烧。

[0032] 本发明与现有技术相比的优点在于:

[0033] (1) 本发明提供一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,采用整体燃气分级和局部空气分级相耦合的燃烧组织方式,有效降低 NO_x 生成量;

[0034] (2) 本发明提供一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,一级燃气喷头采用T型多孔燃气喷头,形成长V型平面火焰,将燃气尽快和全部一次风掺混燃烧,避免产生局部热点区域;

[0035] (3) 本发明提供一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,一级火焰和空气分级隔板平行,确保二级空气可以与一级火焰均匀相遇,保证火焰温度场均匀;

[0036] (4) 本发明提供一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,一级燃气喷头配有V型稳焰器,形成低速回流区,在提高低氮燃烧火焰稳定性的基础上,进一步降低 NO_x 生成;

[0037] (5) 本发明提供一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,通过进风口调节手柄调节一次风和二次风的比例,在不同工况下实现理想的预期燃烧效果,提高点火稳定性,降

低 NO_x 排放；

[0038] (6) 本发明提供的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器，二级燃气喷头采用三层喷孔结构形式，保证燃烧稳定可靠，提升二级燃烧反应均匀性，降低二级燃烧反应区域内 NO_x 的生成；

[0039] (7) 采用本发明提供的燃气空气双分级超低氮底部燃烧器的裂解炉或者其他高温炉膛加热炉(炉膛温度 $>1050^\circ\text{C}$)可以实现在正常工况下 NO_x 排放达到小于 $55\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，在炉膛温度较低的加热炉上可以实现 NO_x 排放小于 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

附图说明

[0040] 图1为本发明燃气空气双分级超低氮底部燃气燃烧器结构示意图；

[0041] 图2为本发明一级T型多孔燃气喷头结构示意图；

[0042] 图3为本发明一级T型多孔燃气喷头和V型稳焰器装配示意图；

[0043] 图4为本发明二级燃气喷头结构示意图，其中图4(a)为侧视图，图4(b)为正视图；

具体实施方式

[0044] 本发明提供了一种整体燃气分级和局部空气分级相耦合的燃气空气双分级超低氮底部燃烧器及其燃烧方法。

[0045] 图1示出了本发明提供的一种燃气空气双分级超低氮底部燃烧器的一个优选实施例。如图1所示，该燃烧器主要包括：风箱4、进风口1、进风口隔板2，风箱隔板10、一级燃气喷枪5、二级燃气喷枪7、长明灯6。风箱4上安装有进风口1，所述燃烧器风箱4和进风口1内分别设有风箱隔板10和进风口隔板2。所述进风口隔板2将助燃风分为一次风和二次风进入风箱4内部，所述风箱隔板2风箱纵向轴线平行，将风箱4内部分隔成一次风区域和二次风区域。所述进风口隔板2和所述风箱隔板10垂直，通过焊接连接；所述一次风区域出口段为横截面积不变的平直通道。所述二次风区域出口段为横截面积变小的收缩通道，对二级风进行增速，使其与一级火焰充分混合。所述一级燃气喷枪5从所述风箱底部4穿入，穿过所述进风口隔板2安装于一级风区域，所述一级燃气喷枪5与所述风箱隔板10平行，所述一级燃气喷枪5头部安装有一级燃气喷头12，用于形成长V型平面火焰；所述二级燃气喷枪7依次穿过风箱4底部、二次风区域和烧嘴砖9伸入炉膛内，所述二级燃气喷枪7头部安装有二级燃气喷头8；二级燃气喷头8引射炉膛烟气再进入一级燃烧区域进行燃烧；优选的，该燃烧器还包括长明灯6，穿过风箱底部安装于二次风区域。

[0046] 该燃烧器整体采用燃气分级的方式，一级燃气与助燃空气混合燃烧，二级燃气喷头引射炉膛烟气再进入一级燃烧区域进行燃烧，一级燃烧区域为生成 NO_x 的关键区域，由于此处燃烧是新鲜风和燃气直接燃烧，产生 NO_x 的量与常规扩散燃烧一致。本发明通过对一级燃烧进行局部空气分级显著降低一级燃烧 NO_x 生成量，进一步降低整体燃烧器 NO_x 生成量。

[0047] 优选的，所述燃烧器风箱4上安装有两个进风调节手柄3，分别负责一次风和二次风风量的调节，通过调节所述进风调节手柄3对一次风和二次风的比例进行调节，从而在不同工况下实现理想的预期燃烧效果。在点火和小负荷运行过程中，通过调节一次风量使一次燃烧区域接近化学恰当比，空气过剩系数在 $0.9\sim 1.3$ 之间，从而提高点火稳定性，实现更高调节比；在大负荷运行过程中，通过调节一次风量使一次燃烧区域远离化学恰当比，空气

过剩系数在0.6~0.9或1.6~2.3之间,降低 NO_x 排放。

[0048] 优选的,所述一级燃气喷头12为T型多孔燃气喷头,如图2所示,所述一级燃气喷头开有两排沿周向均匀分布的喷孔,喷孔与轴心连线之间的夹角 λ 为 $40^\circ\sim 120^\circ$,所述两排喷孔的总数量为10~60个,长度占通道截面长度的40%以上。所述一级燃气喷头12进行燃烧反应时,形成长V型平面火焰,火焰长度占一次风区域截面长度的40%以上,将燃气尽快和全部一次风掺混燃烧,显著提高燃烧温度场均匀性,避免产生局部热点区域带来的热力 NO_x ;同时一级火焰和风箱隔板平行,确保二次风可以与一级火焰均匀相遇,保证火焰温度场均匀,避免局部高温产生大量 NO_x 。

[0049] 进一步,所述一级燃气喷头12上安装有V型稳焰器11,如图3所示,所述V型稳焰器11为多孔间隔分布低氮稳焰器,优选的,V型稳焰器两边夹角为 $40^\circ\sim 120^\circ$,与所述一级燃气喷头12两排喷孔与轴心连线的夹角一致;在两边上距离V型尖处 $1/3\sim 2/3$ 处开孔,开孔率3%~15%,孔径 $\leq 4\text{mm}$;V型稳焰器长度占一次风区域截面长度的40%以上,横截面积占整个一次风流通面积的35%以上;所述一级燃气喷头12各喷孔喷射方向位于V型稳焰器11各开孔之间,确保一次风与一级燃气喷头相遇时,每个喷孔都喷射在V型稳焰器11孔板形成的回流低速区,在提升低氮火焰燃烧稳定性的基础上,通过小孔注入少量空气,使得燃气先部分反应,在还原环境下,燃气中的甲烷可以还原部分 NO ,进一步降低 NO_x 排放。

[0050] 优选的,所述二级燃气喷头8为三层结构,如图4(b)所示,包括第一层喷孔、第二层喷孔、第三层喷孔。如图4(a)所示,所述第一层喷孔与所述二级燃气喷头8轴线的夹角满足 $15^\circ\leq\alpha\leq 25^\circ$,所述第二层喷孔与所述二级燃气喷头8轴线的夹角满足 $30^\circ\leq\beta\leq 45^\circ$,所述第三层喷孔与所述二级燃气喷头8轴线的夹角满足 $50^\circ\leq\theta\leq 65^\circ$ 。所述第一层喷孔数量为3,两侧喷孔以中间喷孔为中心对称分布。该层喷孔为二次燃烧顶部火焰孔,喷孔直径大于3mm,其喷射的燃气流量大于总燃气流量的50%,从而显著燃烧火焰长度,降低燃烧反应速度。所述第二层喷孔数量为2,喷孔水平位置在第一层喷孔间隔的位置中间。该层喷孔是二次燃烧中间火焰孔,孔径较大,喷孔直径为3mm,其喷射的燃气流量占燃烧器总燃气流量的10~15%。第一层喷孔和第二层喷孔形成多层燃烧反应区域,有效提高燃烧区域与周围环境的温度交换,提升二级燃烧反应均匀性,进一步降低二级燃烧区域温度高点,从而降低二级燃烧反应区域内热力 NO_x 的生成。所述三层喷孔数量为3,中间喷孔水平位置和第一层喷孔中间喷孔一致,其余两个喷孔以中间喷孔为中心对称分布。该层喷孔为引燃孔,喷孔直径为2mm,其喷射的燃气流量占燃烧器总燃气流量的3~5%。下层喷孔迅速进入底部高温区域被引燃,确保燃烧稳定可靠。

[0051] 本发明提供的燃气空气双分级超低氮底部燃烧器工作过程如下:

[0052] 一级燃气喷枪5喷出燃气,与一次风区域的助燃风掺混燃烧,通过调节一次风量使一级燃烧为远离化学恰当比的欠氧燃烧,在欠氧燃烧环境下, NO_x 生成量极低;通过一级燃气喷头12形成长V型平面一级火焰,火焰截面布满整个一次风区域,显著提高燃烧温度场的均匀性,从而避免局部高温点带来的热力 NO_x ;进一步通过V型稳焰器11形成的低速回流区,在保证火焰稳定性的基础上,通过小孔注入少量空气,使得燃气先部分反应,在还原环境下,燃气中的甲烷可以还原部分 NO ,进一步降低 NO_x 生成。

[0053] 一级燃烧中未燃尽的燃气与二次风区域的助燃风相遇,进行二级燃烧;一级燃烧中生成的大量烟气同时参与燃烧反应,稀释了反应物浓度,显著降低燃烧和 NO_x 生成的反应

速度;并且一级燃烧烟气和二次风的流向基本平行,相互之间掺混流动较低,也进一步降低反应速度,从而显著降低二级燃烧的 NO_x 生成。

[0054] 二级燃气喷枪7引射炉膛烟气进入二级燃烧区域进行三级燃烧,燃气中的甲烷在炉膛还原环境下先还原炉膛内部烟气中的 NO_x ,进一步降低 NO_x 生成;进入二级燃烧区域时,一、二级燃烧生成的烟气和二级燃气喷枪引射的烟气将燃烧和 NO_x 生成两项反应的反应物浓度显著降低,一方面通过降低燃烧反应速度,使得燃烧反应峰值温度显著降低,反应温度场更加均匀,最终降低热力 NO_x 的生成,另一方面通过降低 NO_x 生成反应的反应物浓度,使得 NO_x 生成显著降低。

[0055] 本发明还提供了一种如上所述的燃气空气双分级超低氮底部燃烧器的燃烧方法,其包括以下步骤:

[0056] S201:利用一级燃气喷枪5喷出燃气,与一次风区域的助燃风掺混进行一级燃烧,通过进风调节手柄3调节一次助燃风风量使一级燃烧为远离化学恰当比的欠氧燃烧;燃气通过一级燃气喷头12形成V型平面一级火焰,进一步通过V型稳焰器11形成低速回流区;

[0057] S202:将一级燃烧中未燃尽的燃气以及燃烧中生成的烟气与二次风区域的助燃风混合,进行二级燃烧;

[0058] S203:利用二级燃气喷枪7引射炉膛烟气进入二级燃烧区域与一级燃烧和二级燃烧生成的烟气混合,进行三级燃烧。

[0059] 本发明所提供的燃气空气双分级超低氮底部燃烧器,能够有效降低 NO_x 的排放,同时确保燃烧稳定可靠,采用此设备的裂解炉或者其他高温炉膛加热炉(炉膛温度 $>1050^\circ\text{C}$)可以实现在正常工况下 NO_x 排放达到小于 $55\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。在炉膛温度较低的加热炉上可以实现 NO_x 排放小于 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

[0060] 本发明说明书中未作详细描述的内容属本领域技术人员的公知技术。

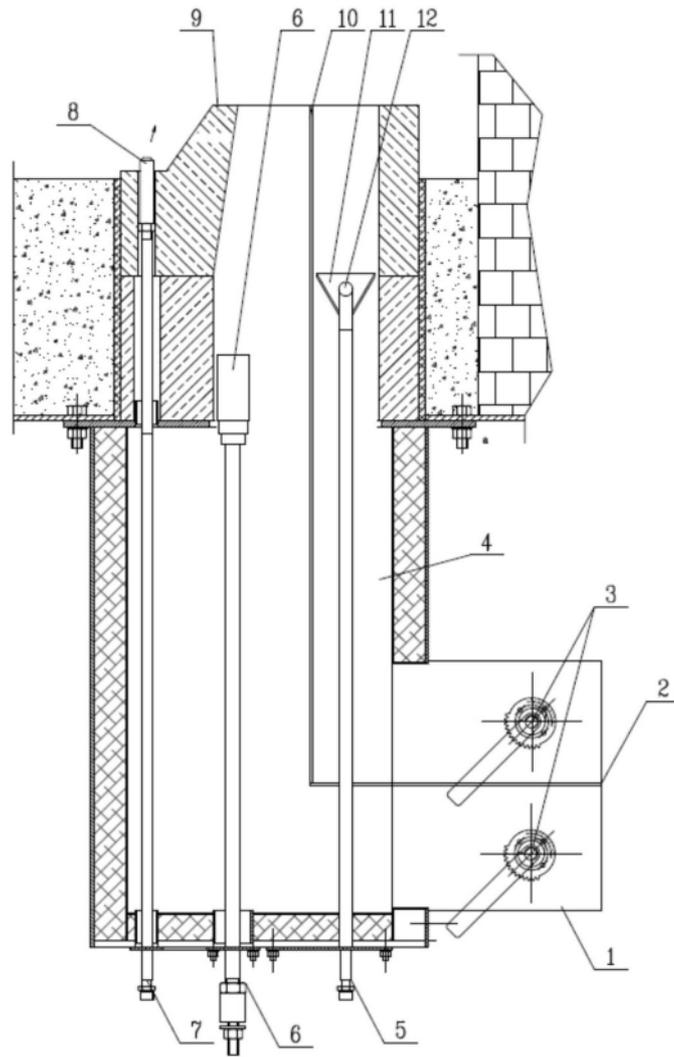


图1

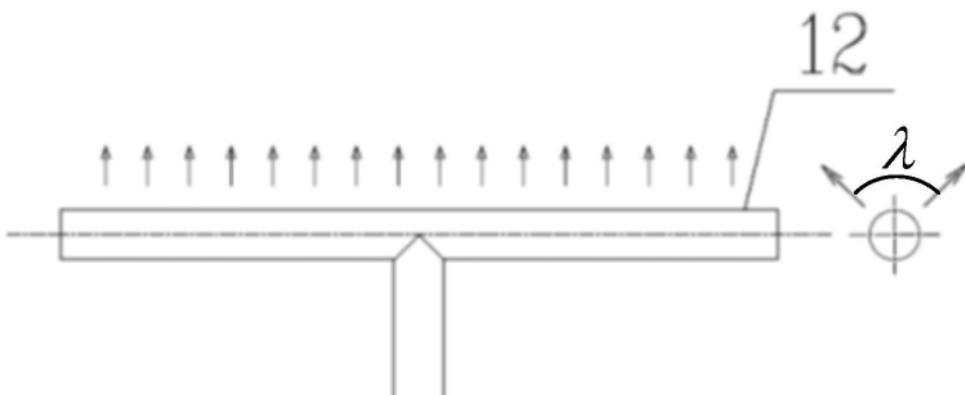


图2

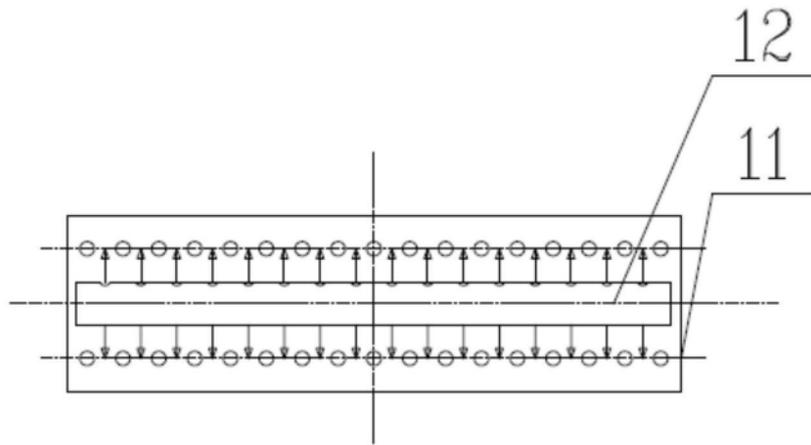


图3

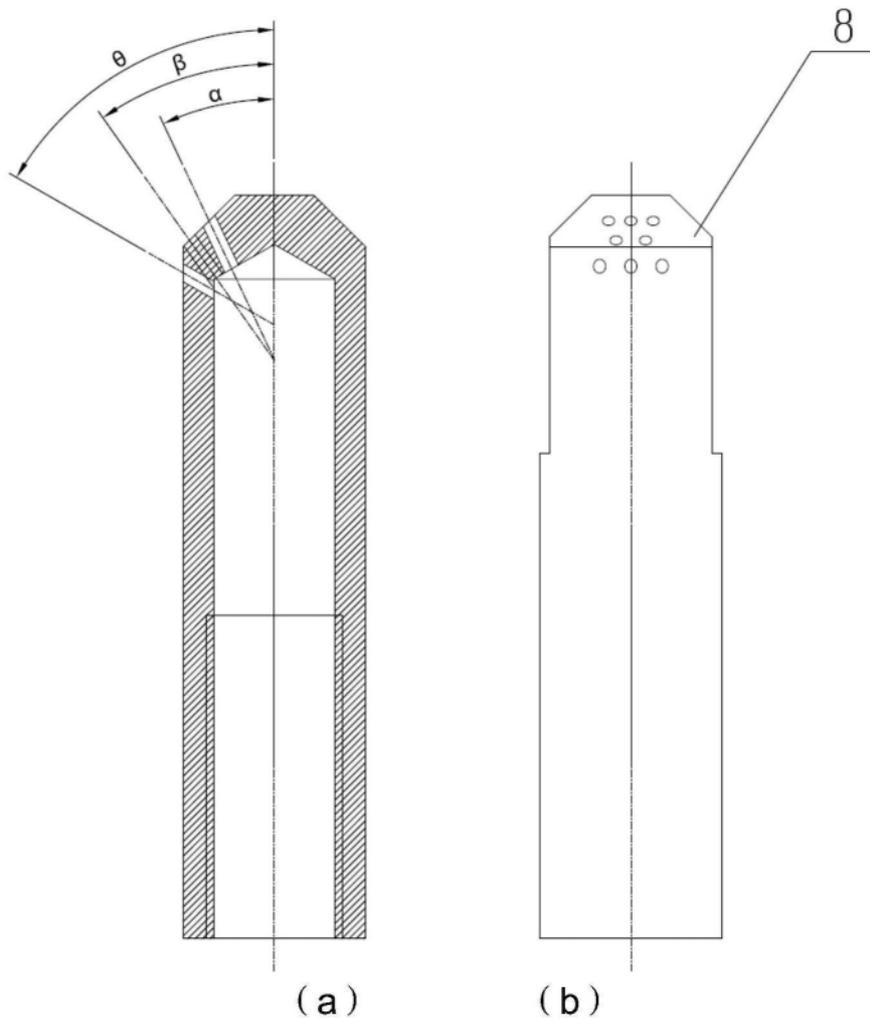


图4