



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103776042 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201210408301. 9

B01D 50/00(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 10. 24

(71) 申请人 中国石油化工股份有限公司

地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街  
22 号

申请人 中国石油化工股份有限公司抚顺石  
油化工研究院

(72) 发明人 彭德强 李欣 齐慧敏 刘志禹  
陈新 王明星 王岩

(51) Int. Cl.

F23J 15/02(2006. 01)

B01D 53/86(2006. 01)

B01D 53/56(2006. 01)

B01D 45/08(2006. 01)

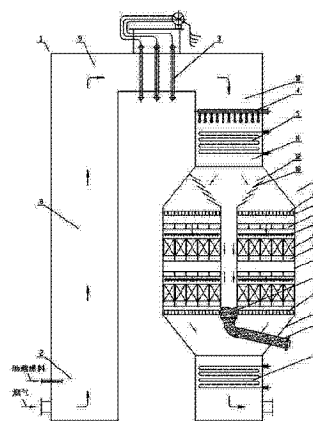
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉

(57) 摘要

本发明涉及一种具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉,包括烟道、燃烧室、蒸汽汽包、蒸发段和省煤器段,其中,所述 CO 锅炉还包括喷氨混合机构和防尘脱硝反应器,喷氨混合机构设置在蒸发段上方或者蒸发段与脱硝反应器之间,防尘脱硝反应器设置于蒸发段和省煤器段之间,所述脱硝反应器包括混合烟气进气段、脱硝段和净化烟气排气段,在混合烟气进气段和脱硝段之间设置除灰段,在除灰段内设置挡灰板,脱硝段内设置灰仓,灰仓的中心线与反应器的中心线重合,灰仓的下端连接排灰管道。本发明所述锅炉将脱硝反应器设置在 CO 锅炉内,提高了烟气热量利用率,在反应器内设置除灰段,可使混合烟气进入脱硝单元前除去烟尘,防止堵塞催化剂孔道,提高了脱硝效率和效果。



1. 一种具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉, 所述锅炉包括烟道、燃烧室、蒸汽汽包、蒸发段和省煤器段, 所述烟道包括第一竖直烟道、水平烟道和第二竖直烟道, 其特征在于: 所述具有脱硝功能的 CO 锅炉还包括喷氨混合机构和防尘脱硝反应器, 所述喷氨混合机构设置于第二竖直烟道内, 设置在蒸发段上方或者蒸发段与脱硝反应器之间, 防尘脱硝反应器设置在蒸发段和省煤器段之间, 所述防尘脱硝反应器包括混合烟气进气段、脱硝段和净化烟气排气段, 在混合烟气进气段和脱硝段之间设置除灰段, 在除灰段内设置挡灰板, 脱硝段内设置灰仓, 灰仓的中心线与反应器的中心线重合, 灰仓的下端连接排灰管道。

2. 按照权利要求 1 所述的 CO 锅炉, 其特征在于: 所述的挡灰板为多层交错布置的倾斜挡板, 下层挡板的内端和外端分别较上层挡板的内端和外端更接近反应器中心线, 相邻两层挡板的投影存在部分重叠区域, 挡板的外端高于内端, 挡板的内端为锯齿型结构, 从反应器器壁向中心的方向, 挡板的高度逐层降低。

3. 按照权利要求 1 所述的 CO 锅炉, 其特征在于, 所述挡灰板的最低层挡板与灰仓的上端相连接, 所述挡灰板的最上层挡板与除灰段内壁密封连接。

4. 按照权利要求 1 所述的 CO 锅炉, 其特征在于: 所述挡灰板除最上层挡板外其余挡板外端为锯齿型。

5. 按照权利要求 1 所述的 CO 锅炉, 其特征在于: 所述挡灰板的每层挡板由一块挡板构成。

6. 按照权利要求 1 所述的 CO 锅炉, 其特征在于: 所述挡灰板的每层挡板由若干块挡板构成, 挡板之间有一定间隙。

7. 按照权利要求 1 所述的 CO 锅炉, 其特征在于: 所述挡灰板的相邻两层挡板之间设有混合烟气通道。

8. 按照权利要求 1 所述的 CO 锅炉, 其特征在于: 所述挡灰板倾角范围为  $5^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

9. 按照权利要求 1 所述的 CO 锅炉, 其特征在于: 所述排灰管道倾斜设置, 倾角范围为  $5^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

10. 按照权利要求 1 所述的反应器, 其特征在于, 所述脱硝段内设置一个或两个以上的脱硝单元, 所述的两个或两个以上的脱硝单元在反应器水平截面上均匀分布, 为灰仓所隔开。

11. 按照权利要求 1 所述的 CO 锅炉, 其特征在于: 所述除灰段与脱硝单元之间设置有引流格栅, 所述脱硝单元与净化烟气排气段之间设置有整流格栅。

12. 按照权利要求 1 所述的 CO 锅炉, 其特征在于: 所述脱硝反应器为变径反应器, 所述除灰段采用扩径结构, 所述净化烟气排气段采用缩径结构。

13. 按照权利要求 1 所述的 CO 锅炉, 其特征在于: 所述脱硝反应器还包括喷氨元件, 设置于除灰段。

## 一种具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种烟气治理装置,特别是涉及一种具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉。

### 背景技术

[0002] 氮氧化物( $\text{NO}_x$ )是大气污染的主要污染源之一,在职业环境中接触的是几种气体混合物常称为硝烟(气),主要为 NO 和  $\text{NO}_2$ ,以  $\text{NO}_2$  为主。 $\text{NO}_x$  都具有不同程度的毒性,以 NO 和  $\text{NO}_2$  为主的  $\text{NO}_x$  是形成光化学烟雾和酸雨的一个重要原因。汽车尾气中的  $\text{NO}_x$  与碳氢化合物经紫外线照射发生反应形成的有毒烟雾,称为光化学烟雾。光化学烟雾具有特殊气味,刺激眼睛,伤害植物,并能使大气能见度降低。另外, $\text{NO}_x$  与空气中的水反应生成的硝酸和亚硝酸是酸雨的成分。 $\text{NO}_x$  对人体的危害主要表现在损害呼吸道。

[0003] 全世界每年排入大气的  $\text{NO}_x$  总量约达 5000 万吨,2008 年,我国  $\text{NO}_x$  排放量已达到 2000 万吨,成为世界第一大排放国。若不采取措施控制,预计到 2020 年, $\text{NO}_x$  排放量将达到 3000 万吨,我国“十一五”期间削减二氧化硫 10% 的努力,也将因  $\text{NO}_x$  排放量的显著上升而全部抵消。目前,我国已将  $\text{NO}_x$  作为约束性指标纳入“十二五”期间总量控制范畴。排放到大气中的  $\text{NO}_x$  主要有三个来源:电厂(约占 46%)、汽车尾气(约占 49%)和炼油化工厂(约占 5%)。

[0004] FCC 工艺中,催化剂颗粒在催化裂化反应区和催化剂再生区之间多次循环操作,在再生期间,催化剂颗粒上的来自裂化反应的焦炭在高温下通过空气氧化除去,使催化剂的恢复活性,并在裂化反应中再次利用。FCC 烟气中  $\text{NO}_x$  主要来自催化剂上含氮焦炭的燃烧,因此所有处理含氮原料的 FCC 装置都会存在  $\text{NO}_x$  的排放问题。FCC 烟气中的  $\text{NO}_x$  量一般占全厂  $\text{NO}_x$  排放量的 50%,是炼油厂最大的  $\text{NO}_x$  排放源。FCC 原料中氮含量一般在 0.05% ~ 0.35%,原料氮中约 45% 进入液体产品,约 10% 进入气体产品,其余进入焦炭中。焦炭中的氮约有 10% ~ 30% 作为 NO 进入烟气,其余则被焦炭和 CO 还原为  $\text{N}_2$  排放。

[0005] 目前烟气脱硝技术主要有:气相反应的 SCR 法(选择性催化还原法)和 SNCR 法(选择性非催化还原法)、液体吸收法、固体吸附法、高能电子活化氧化法等。

[0006] SCR 法是在催化剂作用下,利用还原剂选择性的与烟气中的  $\text{NO}_x$  反应,生成无毒害作用的  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的技术,其还原剂可以是氨气、氨水或尿素,亦可选用 CO 或  $\text{H}_2$ ,还可选用小分子烷烃。SCR 技术与其他技术相比,具有脱硝效率高,放热量小,技术成熟等优点,是目前国内外烟气脱硝工程中应用最多的技术。

[0007] SNCR 法是在没有催化剂的作用下,向 900 ~ 1100℃ 的炉膛中喷入还原剂(一般使用氨、氨水或尿素),还原剂迅速热解为  $\text{NH}_3$ ,与烟气中的  $\text{NO}_x$  反应生成  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,炉膛中有一定  $\text{O}_2$  存在,喷入的还原剂选择性的与  $\text{NO}_x$  反应,基本不与  $\text{O}_2$  反应。如果 FCC 装置配备了 CO 锅炉,SNCR 可以直接应用。将氨注射到 CO 锅炉的上游使得  $\text{NH}_3$  与  $\text{NO}_x$  在 CO 锅炉内发生反应。此法中的  $\text{NO}_x$  脱除范围限制在 40 ~ 60%。值得关注的是,如果 FCC 尾气中的  $\text{SO}_x$  含量高会导致硫酸铵沉积在 CO 锅炉内。

[0008] CN201524525U 介绍了一种 SCR 烟气脱硝装置,它包括催化反应器、氨/空气混合

器、氨喷射隔栅、空气预热器,其中催化反应器的一端通过省煤器与锅炉管接,另一端通过空气预热器与除尘器管接,所述氨/空气混合器的一入口与稀释风机管接,所述氨/空气混合器的另一入口顺序管接有氨缓冲槽、氨蒸发器、液氨储槽。该结构的不足之处在于,反应器内部烟气分布不均匀,影响脱硝效率,并产生氨逃逸;同时,催化反应器置于锅炉外部,占地面积大,设备投资高。

[0009] CN201454505U 介绍了一种 SCR 脱硝反应器,经过除尘、脱硫后的烟气在入口烟道处与氨气充分混合,然后经由反应器入口进入脱硝反应器外壳内,混合气体通过催化剂床层,NO<sub>x</sub> 与 NH<sub>3</sub> 在催化剂作用下发生反应,达到脱硝的目的。该结构的不足之处在于,烟气不经过缓冲就直接进入反应器,导致反应器内烟气分布不均匀,影响脱硝效率,并产生氨逃逸。

## 发明内容

[0010] 本发明针对现有技术中烟气脱硝效率低,烟气和氨气混合不均匀及脱硝设备占地大,投资高问题,提供了一种具有脱硝功能的 CO 锅炉,能有效提高烟气和氨气混合均匀度,提高脱硝效率并防止氨逃逸,并节省设备投资。

[0011] 本发明提供了一种具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉,所述锅炉包括烟道、燃烧室、蒸汽汽包、蒸发段和省煤器段,所述烟道包括第一竖直烟道、水平烟道和第二竖直烟道,其特征在于:所述具有脱硝功能的 CO 锅炉还包括喷氨混合机构和防尘脱硝反应器,所述喷氨混合机构设置于第二竖直烟道内,设置在蒸发段上方或者蒸发段与脱硝反应器之间,防尘脱硝反应器设置于蒸发段和省煤器段之间,所述防尘脱硝反应器包括混合烟气进气段、脱硝段和净化烟气排气段,在混合烟气进气段和脱硝段之间设置除灰段,在除灰段内设置挡灰板,脱硝段内设置灰仓,灰仓的中心线与反应器的中心线重合,灰仓的下端连接排灰管道。

[0012] 根据本发明所述 CO 锅炉,所述脱硝段设置有脱硝单元,脱硝单元包括吊梁、吹灰器、催化剂模块和催化剂支撑梁。

[0013] 根据本发明所述防尘脱硝反应器,所述挡灰板为多层交错布置的倾斜挡板,挡板靠近灰仓一端为内端,相对一端为外端,挡板的外端高于内端,挡板的内端为锯齿型结构,各层挡板沿反应器器壁向中心方向,高度逐层降低。所述挡灰板的最低层挡板与灰仓的上端相连接,所述挡灰板的最上层挡板与除灰段内壁密封连接。所述挡灰板除了最上层挡板外,其余挡板外端可以为锯齿型。所述挡灰板的每层挡板可以由一块挡板构成或者由若干块挡板构成,挡板之间可以有一定间隙。所述挡灰板的相邻两层挡板之间设有混合烟气通道。

[0014] 根据本发明所述防尘脱硝反应器,所述挡板内端为锯齿形结构,使挡板入口处烟气的流经面积增加,混合烟气气速降低,携带灰尘的能力降低,灰尘无法被混合烟气携带而滞留在挡板上;另一方面,挡板内端设置为锯齿形结构,对混合烟气还有一定扰流作用,进一步促进烟尘与混合烟气分离。相邻两层挡板交错排布,下层挡板的内端和外端分别较上层挡板的内端和外端更接近反应器中心线,相邻两层挡板的投影存在部分重叠区域,可以使混合烟气在挡灰板上产生折流,有利于除去烟气中的烟尘,而且可以防止烟尘不经下一层挡板落入灰仓而直接落在催化剂模块上。所述各层挡板沿反应器器壁向中心方向逐层降低倾斜设置于除灰段内,挡板的倾斜角度根据烟尘的休止角设置,倾角范围为 5° ~ 45° ,

优选  $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。

[0015] 根据本发明所述 CO 锅炉,所述脱硝段内设置有灰仓,用于收集混合烟气中的灰尘,灰仓下端连有排灰管道,根据烟气的含尘量设置排灰频率;排灰管道倾斜布置,根据烟尘的休止角设置排灰管道的倾角,倾角范围为  $5^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ,优选  $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。

[0016] 根据本发明所述 CO 锅炉,所述除灰段与脱硝单元之间设置有引流格栅,所述脱硝单元与净化烟气排气段之间设置有整流格栅。通过设置引流格栅和整流格栅,可使整个脱硝单元内的混合烟气保持稳定的层流流态,保证脱硝效率和防止氨逃逸,同时,可以保证烟气垂直接过催化剂孔道,降低系统压降,防止对催化剂造成损伤。所述整流格栅和引流格栅可以采用本领域技术人员熟知的结构。

[0017] 根据本发明所述 CO 锅炉,所述脱硝反应器为变径反应器,其中所述除灰段采用扩径结构,一方面可以增加反应器入口截面积,降低烟气流速,促进混合烟气与烟尘的分离;另一方面可以增加脱硝单元的截面积,在相同催化剂用量的情况下,降低锅炉高度,节省装置建设投资。所述净化烟气排气段采用缩径结构,保证反应器出入口截面大小一致,便于与 CO 锅炉形成一体化结构。

[0018] 根据本发明所述的防尘脱硝反应器,所述脱硝段内设置一个或两个以上的脱硝单元,所述的两个或两个以上的脱硝单元在反应器水平截面上均匀分布,为灰仓所隔开。

[0019] 根据本发明所述 CO 锅炉,所述蒸发段为多列管束交错布置的管式换热器,高度为 3 ~ 5 米,每列管束内有若干根平行的换热管,相邻换热管间采用首尾相连的蛇形结构布置,换热管为带翅片的圆管。

[0020] 根据本发明所述 CO 锅炉,所述的喷氨混合机构可以采用本领域技术人员熟知的结构,例如可以采用喷氨格栅。

[0021] 与现有技术相比,本发明所述具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉具有如下优点:

1、本发明所述具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉中,将现有技术中的 CO 锅炉和 FCC 烟气除尘脱硝反应器集成到一个锅炉中来实现二者的功能,但二者并不是简单意义上的加和关系,而是彼此间有一定的促进作用。本发明中,将防尘脱硝反应器与 CO 锅炉设置成一体化结构,借助 CO 锅炉燃烧和取热所形成的温度场,在适宜 SCR 反应的温度点设置脱硝反应器进行 SCR 反应,由于 SCR 反应既不吸热也不放热,可以在不影响回收利用 CO 锅炉烟气余热的前提下,更好的利用了烟气余热,提高了热量利用效率,而且脱硝反应器设置在 CO 锅炉内,节约了装置占地空间,减少投资。

[0022] 2、本发明所述具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉中,将喷氨混合机构设置在蒸发段之前,一方面利用蒸发段换热器上的翅片管形成扰流元件,增强氨气与烟气混合效果,另一方面所述蒸发段一般包括至少两组换热器,其沿第二烟道有 8 米左右的高度,为烟气和氨气提供了更大的混合空间,解决了原有脱硝装置氨气和烟气混合距离短的问题。本发明所述具有脱硝功能的 CO 锅炉能有效提高烟气和氨气混合均匀度,提高脱硝效率并防止氨逃逸,且无需设置混氨格栅,简化了设备结构,节省设备投资。

[0023] 3、本发明所述具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉中,将脱硝反应器与 CO 锅炉形成一体化结构,就可以使脱硝反应器内部烟气分布均匀,流态稳定,保证烟气垂直接过催化剂孔道,防止对催化剂造成损伤,降低系统压降,提高脱硝效率并防止氨逃逸,同时,能够为蒸发段和省煤器段提供稳定的层流流态,保证蒸发段和省煤器的热效率。

[0024] 4、本发明所述具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉中，所述防尘脱硝反应器通过设置锯齿形结构挡板，使挡板入口处烟气的流经面积增加，混合烟气气速降低，携带灰尘的能力降低，灰尘无法被混合烟气携带而滞留在挡板上；另一方面，挡板内端设置为锯齿形结构，对混合烟气有一定程度的扰流作用，进一步促进烟尘与混合烟气分离，可以在混合烟气进入脱硝单元之前就有效去除混合烟气中的烟尘，防止烟尘堵塞脱硝单元内的催化剂孔道，提高了脱硝效率和脱硝效果，同时，可以降低吹灰频率，提高装置运行稳定性。

[0025] 5、本发明所述具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉中，所述的脱硝反应器为变径反应器，其中所述除灰段采用扩径结构，一方面可以增加反应器入口截面积，降低烟气流速，促进混合烟气与烟尘的分离；另一方面可以增加脱硝单元的截面积，在相同催化剂用量的情况下，降低锅炉高度，节省装置投资费用。所述净化烟气排气段采用缩径结构，保证反应器出入口截面大小一致，便于与 CO 锅炉形成一体化结构。

## 附图说明

[0026] 图 1 为本发明所述具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉结构示意图。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本发明所述具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉作进一步说明。

[0028] 一种具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉，所述锅炉包括烟道、燃烧室、蒸汽汽包、蒸发段和省煤器段，所述烟道包括第一竖直烟道、水平烟道和第二竖直烟道，其特征在于：所述具有脱硝功能的 CO 锅炉还包括喷氨混合机构和防尘脱硝反应器，所述喷氨混合机构设置于第二竖直烟道内，设置在蒸发段上方或者蒸发段与脱硝反应器之间，防尘脱硝反应器设置于蒸发段和省煤器段之间，所述防尘脱硝反应器包括混合烟气进气段、脱硝段和净化烟气排气段，在混合烟气进气段和脱硝段之间设置除灰段，在除灰段内设置挡灰板，脱硝段内设置灰仓，灰仓的中心线与反应器的中心线重合，灰仓的下端连接排灰管道。

[0029] 由图 1 所示，本发明提供了一种具有防尘脱硝功能的 CO 锅炉，所述锅炉包括烟道 1、燃烧室 2、蒸汽汽包 3、蒸发段 5 和省煤器段 7，所述烟道包括第一竖直烟道 8，水平烟道 9 和第二竖直烟道 10，所述水平烟道 9 两端分别与第一竖直烟道 8 和第二竖直烟道 10 的上部连通，燃烧室 2 设置于第一竖直烟道 8 内，蒸汽汽包 3 设置于水平烟道 9 内、蒸发段 5 和省煤器段 7 设置于第二竖直烟道 10 内，其中，所述锅炉还包括喷氨混合机构 4 和防尘脱硝反应器 6，所述喷氨混合机构 4 设置于第二竖直烟道 10 内、位于蒸发段 5 上方或者蒸发段 5 与脱硝反应器 6 之间，防尘脱硝反应器 6 位于蒸发段 5 和省煤器段 7 之间。所述防尘脱硝反应器 6 包括混合烟气进气段 11、除灰段 12、脱硝段 13 和净化烟气排气段 14，其中，脱硝段 13 内设置有脱硝单元 15，脱硝单元 15 从上到下依次设置有吊梁 19、吹灰器 20、催化剂模块 21 和催化剂支撑梁 22，所述脱硝反应器还包括挡灰板 18、灰仓 16 和排灰管道 17，所述脱硝段 13 包括两个脱硝单元 15，沿反应器中心线对称布置于脱硝段 13 内，两个脱硝单元 15 之间的脱硝段 13 内设置有灰仓 16，所述挡灰板 18 为多层交错布置的倾斜挡板，挡板的外端高于内端，挡板的内端为锯齿型结构，各层挡板沿反应器器壁向中心方向逐层降低倾斜设置于除灰段内，倾角范围根据烟尘的休止角设置，倾角范围优选为  $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。所述挡灰板 18 的最低层挡板与灰仓 16 的上端相连接，所述挡灰板 18 的最上层挡板与除灰段 12 内

壁密封连接。所述挡灰板多层交错排布,相邻两层挡板之间留有混合烟气通道。灰仓 16 的下端连有排灰管道 17,排灰管道 17 倾斜布置,根据烟尘的休止角设置排灰管道 17 的倾角,倾角范围优选为  $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。

[0030] 本发明提供的具有脱硝功能的 CO 锅炉在使用时,首先通过脱硝反应器 6 内设置的吊梁 19,将催化剂模块 21 吊入脱硝反应器 6 内,置于催化剂支撑梁 22 上,完成催化剂模块 21 的安装。烟气首先在燃烧室 2 中充分燃烧,除去烟气中的 CO,再通过 CO 锅炉的蒸汽汽包 3 进行取热;经过蒸汽汽包取热后的烟气与通过喷氨混合机构 4 喷入的氨气进行混合,经过蒸发段 5 中换热器上的翅片管形成扰流元件,加强氨气与烟气混合效果,另一方面所述蒸发段 5 沿第二竖直烟道有 8 米左右的高度,为烟气和氨气提供了更大的混合空间,混合烟气温度在  $350^{\circ}\text{C}$  左右,进入脱硝反应器 6 进行还原反应除去  $\text{NO}_x$ ;混合烟气从混合烟气进口 11 均匀流入到除灰段 12,所述除灰段 12 采用扩径结构,增加了反应器入口截面积,降低烟气流速,混合烟气穿过倾斜设置于除灰段的锯齿形结构挡灰板 18,相邻两层挡板交错排布,下层挡板的内端和外端分别较上层挡板的内端和外端更接近反应器中心线,相邻两层挡板的投影存在部分重叠区域。由于挡灰板 18 为锯齿形结构,使挡板入口处烟气的流经面积增加,混合烟气气速降低,携带灰尘的能力降低,灰尘无法被混合烟气携带而滞留在挡灰板 18 上,且锯齿形挡灰板 18 对混合烟气有一定扰流作用,进一步促进烟尘与混合烟气分离,烟尘撞击在挡灰板上,并在重力作用下沿挡灰板逐层落入灰仓 16,进一步通过倾斜的排灰管道将灰仓内积聚的烟尘排出脱硝反应器,达到除尘的目的。混合烟气在挡灰板 18 上产生折流,烟气流向发生连续逆向偏折后通过相邻两层挡灰板之间的混合烟气通道并经引流格栅 23 引流后进入脱硝单元 15,在脱硝单元 15 内的催化剂床层 21 上进行脱硝处理,除去  $\text{NO}_x$ ;经脱硝处理后的净化烟气再经整流格栅 24 整流后,流出脱硝单元 15,两个脱硝单元中流出的净化烟气,重新汇合并通过净化烟气出口进入省煤器段 7 继续取热,完成全部热量回收过程后,可直排大气或进入脱硫装置。当烟气内粉尘含量增多,堵塞催化剂孔道时,启动蒸汽吹灰器 20 进行吹灰。

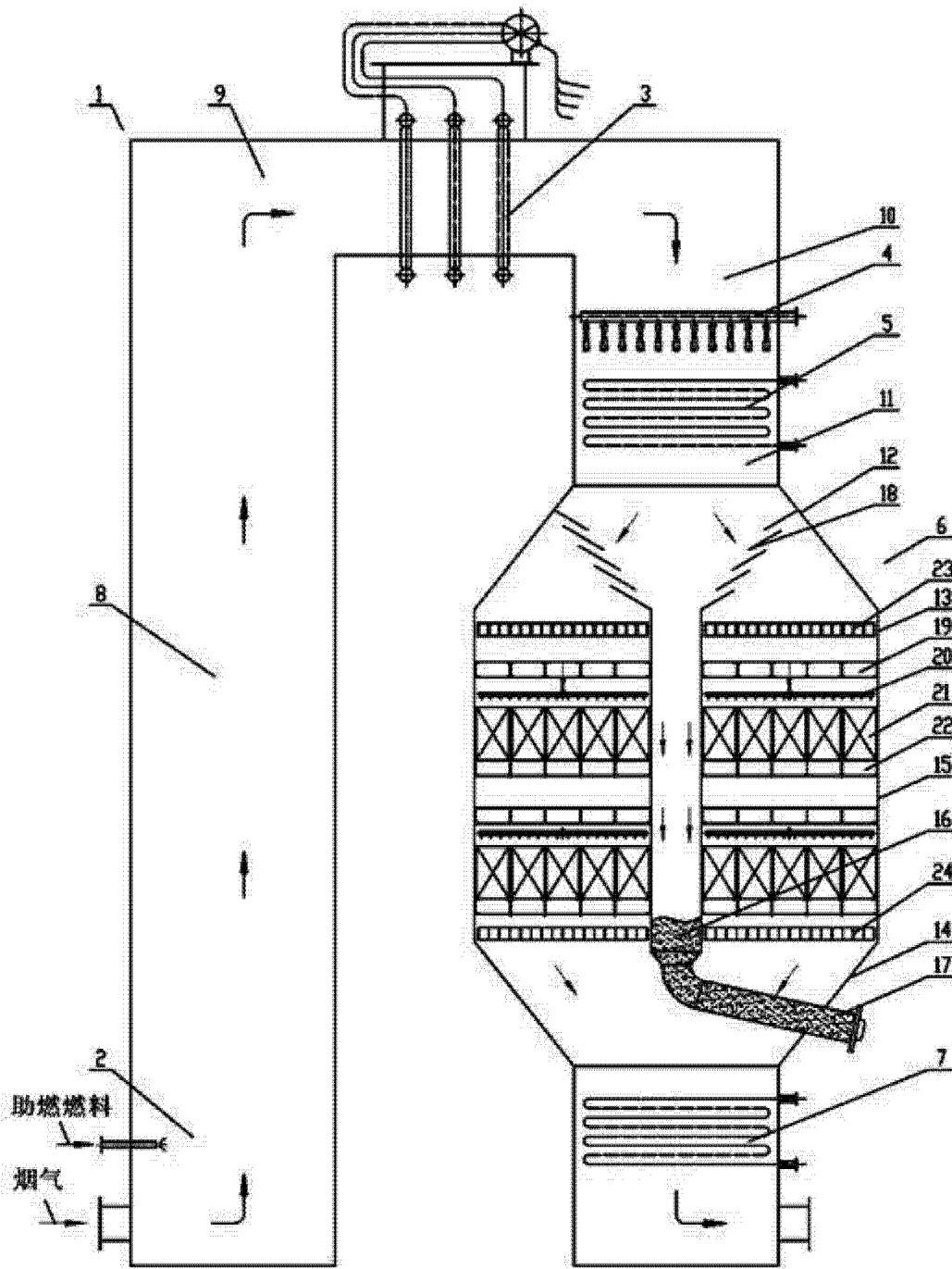


图 1