(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104492257 B
(45)授权公告日 2016.06.15

(21)申请号 201410763278.4

(22)申请日 2014.12.12

(73)专利权人 郑州光力科技股份有限公司
地址 450001 河南省郑州市高新技术产业开发区长椿路10号

(72)发明人 赵彤宇 张一新 程磊 刘电龙 姜林

(74)专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限公司 41119
代理人 牛爱周

(51)Int.Cl.
B01D 53/90(2006.01)
B01D 53/56(2006.01)
B01D 53/81(2006.01)
B01D 53/50(2006.01)
B01D 53/46(2006.01)
B01D 53/62(2006.01)
B01D 53/72(2006.01)
B01D 50/00(2006.01)
F23G 7/07(2006.01)

审查员 曹发

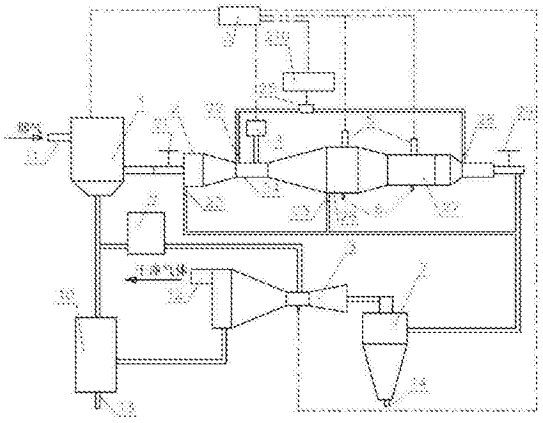
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种烟气综合处理系统

(57)摘要

本发明公开了一种烟气综合处理系统，包括燃烧催化氧化装置、二级SCR催化氧化装置和颗粒物捕获装置，所述燃烧催化氧化装置包括燃烧箱，燃烧箱的气体出口与二级SCR催化氧化装置的烟气进口相连接；所述颗粒物捕获装置包括除尘器和文丘里管洗涤器，所述除尘器的进口与二级SCR催化氧化装置的烟气出口相连接，除尘器的气体出口与文丘里洗涤器的进口相连接。本发明的烟气综合处理系统，能同时快速、高效地达到除尘、脱硫、脱硝的目的；能同时去除氮氧化物、硫及硫氧化物、CO、HC、粉尘等污染物，且对污染物的去除效率高，去除效果好，排放气体符合国家及行业标准；无二次污染，尤其是无二次水污染，经济及环境效益好，适合推广应用。



CN 104492257 B

1.一种烟气综合处理系统，其特征在于：包括燃烧催化氧化装置、二级SCR催化氧化装置和颗粒物捕获装置，所述燃烧催化氧化装置包括燃烧箱，所述燃烧箱具有烟气进口、气体出口和底部排料口，燃烧箱的气体出口与二级SCR催化氧化装置的烟气进口相连接；所述颗粒物捕获装置包括除尘器和文丘里管洗涤器，所述除尘器的进口与二级SCR催化氧化装置的烟气出口相连接，除尘器的气体出口与文丘里洗涤器的进口相连接，所述文丘里管洗涤器还具有洗涤水进口、净气出口和废液出口。

2.根据权利要求1所述的烟气综合处理系统，其特征在于：所述二级SCR催化氧化装置包括具有烟气进口的文丘里管、一级催化反应箱和具有烟气出口的二级催化器，所述文丘里管的上方设有用于盛放SCR还原剂的还原剂箱，所述还原剂箱的出口与文丘里管的进料口相连接，用于使文丘里管通过抽吸作用将SCR还原剂吸入；所述文丘里管的扩散端与用于发生催化氧化反应的一级催化反应箱的进口相连接，所述一级催化反应箱的出口与二级催化器的进口相连接；所述二级催化器内设有用于二级催化氧化反应的贵金属催化剂烧结网。

3.根据权利要求2所述的烟气综合处理系统，其特征在于：所述二级SCR催化氧化装置中，文丘里管的扩散端内部设有陶瓷加热器，所述陶瓷加热器的表面附着SCR催化剂。

4.根据权利要求2或3所述的烟气综合处理系统，其特征在于：所述二级SCR催化氧化装置还包括温控装置，所述温控装置包括控制面板、加热器和用于提供低温气体的气泵。

5.根据权利要求4所述的烟气综合处理系统，其特征在于：所述加热器包括设在一级催化反应箱上的第一加热器和设在二级催化器上的第二加热器，所述控制面板包括设在一级催化反应箱上的第一控制面板和设在二级催化器上的第二控制面板，所述第一控制面板通过控制器对第一加热器控制连接，所述第二控制面板通过控制器对第二加热器控制连接。

6.根据权利要求5所述的烟气综合处理系统，其特征在于：所述文丘里管设有控温进气口，所述控温进气口与气泵相连接；所述第一、第二控制面板通过控制器对气泵控制连接。

7.根据权利要求2或3所述的烟气综合处理系统，其特征在于：所述二级SCR催化氧化装置还包括反吹清洗装置，所述反吹清洗装置包括用于提供反吹气体的气泵。

8.根据权利要求7所述的烟气综合处理系统，其特征在于：所述二级催化器的烟气出口处设有用于使反吹气体进入的清洗口，所述清洗口与用于提供反吹气体的气泵相连接；所述文丘里管和一级催化反应箱下方均设有气体排放口，所述气体排放口用于使反吹气体排出。

9.根据权利要求1、6或8所述的烟气综合处理系统，其特征在于：所述烟气综合处理系统还包括生化回收装置，所述生化回收装置包括用于进行生化反应的生化箱，所述燃烧箱的底部排料口与生化箱的进口相连接，所述文丘里管洗涤器的废液出口与生化箱的进口相连通。

10.根据权利要求9所述的烟气综合处理系统，其特征在于：所述生化回收装置还包括洗涤水箱，所述洗涤水箱的水出口分别与文丘里管洗涤器的洗涤水进口、生化箱的进口相连接。

一种烟气综合处理系统

技术领域

[0001] 本发明属于烟气处理技术领域，具体涉及一种烟气综合处理系统。

背景技术

[0002] 近年来随着人们环保意识的提高，空气质量越来越受到人们的关注。目前，大气污染物主要有硫氧化物、氮氧化物及粉尘污染等。据统计，我国大气污染物中90％以上的NOx源于矿物燃料(如煤、石油、天然气等)的燃烧过程，其中70％来自于煤的燃烧，而火电厂发电用煤又占了全国燃煤的70％。NOx进入大气后，在阳光作用下，易形成化学烟雾，损害人体的呼吸系统，NO还是破坏大气臭氧层和形成酸雨的前驱气体之一，破坏生态环境。因此，对燃煤电厂排放烟气的处理得到了大家的重视。

[0003] 烟气脱氮方法可分成干法和湿法两类，干法有选择性催化还原(SCR，Selective CatalyticReduction)、选择性非催化还原(SNCR)、非选择性催化还原(NSCR)、分子筛、活性炭吸附法、等离子梯法即联合脱硫脱氮方法等；湿法有分别采用水、酸、碱液吸收法，氧化吸收法和吸收还原法等。实际工程中应用最多的是选择性催化还原(SCR)法。

[0004] SCR工艺的机理是NH_3在一定的温度和催化剂的作用下，有选择地把烟气中的NOx还原为N_2，同时生成水，其反应如下：

[0005] $4NO+4NH_3+O_2\rightarrow 4N_2+6H_2O$ (I)；

[0006] $4NH_3+2NO_2+O_2\rightarrow 3N_2+6H_2O$ (II)；

[0007] $NO_2+NO+2NH_3\rightarrow 2N_2+3H_2O$ (III)。

[0008] SCR催化剂分为贵金属催化剂、金属氧化物催化剂和分子筛催化剂，其中金属氧化物应用最为广泛。燃煤电厂中常用的是V_2O_5催化剂，是负载在锐钛矿晶型TiO_2上的钒氧化物，辅以钨与钼为助催化剂，一般做成蜂窝状或敷于陶瓷介质上。

[0009] 通常情况下，SCR脱硝装置包括装催化剂的反应器、储罐及还原剂注入系统。还原剂既可是带压得无水液氨，也可是常压的氨水(通常重量浓度为25％)，或者是尿素水溶液(通常重量浓度为40％)。当采用氨水或尿素溶液时，通常将其通过位于导管或滑流得雾化喷嘴直接注入到烟气通道中。SCR反应器一般是矩形的容器，内部包括放置在支撑架上的多个催化剂模块。由于SCR脱硝工艺副产物少，装置结构简单，并且脱硝效率高，运行可靠，便于维护，一次投资相对较低等诸多优点，得到了广泛的商业应用。

[0010] 目前燃煤电厂采用SCR工艺装置对排放气体的处理虽然取得了一定效果，但是现有的烟气处理系统还存在以下问题：脱硫、除尘与脱硝往往各自单独进行，烟气处理系统体积大，占地面积大；对烟气中的CO、HC等排放污染物的处理效果较差，或者根本没有对碳氧化合物、碳氢化合物的处理功能；对催化反应温度的控制较差，属于开放性的，主要取决于排放烟气的温度，这样温度高时造成催化剂寿命减低，温度低时造成催化剂阻塞；对温度和还原剂配比控制较差，还原剂使用量大时，容易造成NH_3溢出，还原剂使用量小时脱硝效果差；SCR系统产生的NH_4HSO_4和$(NH_4)2SO_4$及烟气中的粉尘可能引起反应器内部粘污、堵塞，设备清洗困难；容易出现二次污染，尤其是水污染问题。

发明内容

[0011] 本发明的目的是提供一种烟气综合处理系统，解决现有烟气处理系统脱硫、除尘与脱硝各自单独进行，设备占地面积大的问题。

[0012] 为了实现以上目的，本发明所采用的技术方案是：

[0013] 一种烟气综合处理系统，包括燃烧催化氧化装置、二级SCR催化氧化装置和颗粒物捕获装置，所述燃烧催化氧化装置包括燃烧箱，所述燃烧箱具有烟气进口、气体出口和底部排料口，燃烧箱的气体出口与二级SCR催化氧化装置的烟气进口相连接；所述颗粒物捕获装置包括除尘器和文丘里管洗涤器，所述除尘器的进口与二级SCR催化氧化装置的烟气出口相连接，除尘器的气体出口与文丘里洗涤器的进口相连接，所述文丘里管洗涤器还具有洗涤水进口、净气出口和废液出口。

[0014] 所述二级SCR催化氧化装置包括具有烟气进口的文丘里管、一级催化反应箱和具有烟气出口的二级催化器，所述文丘里管的上方设有用于盛放SCR还原剂的还原剂箱，所述还原剂箱的出口与文丘里管的进料口相连接，用于使文丘里管通过抽吸作用将SCR还原剂吸入；所述文丘里管的扩散端与用于发生催化氧化反应的一级催化反应箱的进口相连接，所述一级催化反应箱的出口与二级催化器的进口相连接；所述二级催化器内设有用于二级催化氧化反应的贵金属催化剂烧结网。

[0015] 所述二级SCR催化氧化装置中，文丘里管的扩散端内部设有SCR催化剂。

[0016] 所述二级SCR催化氧化装置中，文丘里管的扩散端内部设有陶瓷加热器，所述陶瓷加热器的表面附着SCR催化剂。

[0017] 所述二级SCR催化氧化装置还包括温控装置，所述温控装置包括控制面板、加热器和用于提供低温气体的气泵。所述加热器为陶瓷加热器。沿烟气流动方向，所述第一加热器位于一级催化反应箱上靠近进口的位置；所述第二加热器位于二级催化器上靠近进口的位置。

[0018] 所述加热器包括设在一级催化反应箱上的第一加热器和设在二级催化器上的第二加热器，所述控制面板包括设在一级催化反应箱上的第一控制面板和设在二级催化器上的第二控制面板，所述第一控制面板通过控制器对第一加热器控制连接，所述第二控制面板通过控制器对第二加热器控制连接。

[0019] 所述文丘里管设有控温进气口，所述控温进气口与气泵相连接；所述第一、第二控制面板通过控制器对气泵控制连接。

[0020] 所述二级SCR催化氧化装置还包括反吹清洗装置，所述反吹清洗装置包括用于提供反吹气体的气泵。

[0021] 所述二级催化器的烟气出口处设有用于使反吹气体进入的清洗口，所述清洗口与用于提供反吹气体的气泵相连接；所述文丘里管和一级催化反应箱下方均设有气体排放口，所述气体排放口用于使反吹气体排出。

[0022] 所述烟气综合处理系统还包括生化回收装置，所述生化回收装置包括用于进行生化反应的生化箱，所述燃烧箱的底部排料口与生化箱的进口相连接，所述文丘里管洗涤器的废液出口与生化箱的进口相连通。

[0023] 所述生化回收装置还包括洗涤水箱，所述洗涤水箱的水出口分别与文丘里管洗涤

器的洗涤水进口、生化箱的进口相连接。

[0024] 所述除尘器为旋风除尘器。

[0025] 本发明的烟气综合处理系统，使用时，烟气进入燃烧箱后，其所含的S、SO_2生成固态SO_3、SO_4，尾气中的C、CO生成CO_2；一部分固态的SO_3、SO_4由于重力作用，通过燃烧箱的底部排料口进入生化箱内，剩余部分的SO_3、SO_4随烟气进入二级SCR催化氧化装置，通过两级催化氧化，将烟气中的NO_X处理生成N_2和水气，将烟气中的HC、CO处理生成CO_2和H_2O；二级SCR催化氧化装置排出的气体过滤后进入旋风除尘器内，利用离心力将颗粒物等捕获收集，收集的颗粒物经旋风除尘器的底部排料口排出；经旋风除尘器处理的气体进入文丘里洗涤器中进行洗涤，干净气体经净气出口排出，SO_2、SO_3、SO_4及多余NH_3的气体遇水加湿后排入生化箱内，与来自燃烧箱的SO_3、SO_4一起混合反应，生成$(NH_4)_2SO_4$；$(NH_4)_2SO_4$溶液经由生化箱的排料口排出。$(NH_4)_2SO_4$溶液可直接排出或当作肥料回收，不存在水污染的问题。

[0026] 本发明的烟气综合处理系统，使用时，烟气依次经过燃烧催化氧化装置、二级SCR催化氧化装置、颗粒物捕获装置和生化回收装置进行综合处理，能同时快速、高效地达到除尘、脱硫、脱硝的目的；能同时去除氮氧化物、硫及硫氧化物、CO、HC、粉尘等污染物，且对污染物的去除效率高，去除效果好，排放气体符合国家及行业标准；无二次污染，尤其是无二次水污染，经济及环境效益好，适合推广应用。

[0027] 进一步的，本发明的烟气综合处理系统中，所用的二级SCR催化氧化装置包括文丘里管、一级催化反应箱和二级催化器，烟气进入文丘里管，在文丘里管喉部形成抽吸作用，实现自动抽取还原剂功能和匹配还原剂使用量的配比，同时吸入喉部的还原剂与进气充分混合进入一级催化反应箱，在一级催化反应箱内部发生催化氧化反应将NO_X处理生成N_2和水气；经过反应后的气体进入二级催化器中，利用含有铂、钯等贵重金属的贵金属催化剂烧结网，将烟气中的HC、CO处理生成CO_2和H_2O。本发明的烟气综合处理系统采用二级SCR催化氧化装置，通过二级催化氧化，极大地降低了排放烟气中CO、HC等污染物的量，烟气处理效率高，尤其是对燃煤电厂尾气处理效果好；使整个系统结构紧凑，极大的缩小了烟气综合处理系统的体积，减少了占地面积，投资少，成本低，适合推广应用。

[0028] 进一步的，所述二级SCR催化氧化装置通过将SCR催化剂附着在文丘里管扩散端内部陶瓷加热器上，对一级催化还原反应的温度进行控制，防止出现温度高时催化剂寿命减低，温度低时催化剂阻塞的问题。

[0029] 进一步的，所述二级SCR催化氧化装置通过安装在一级催化反应箱上的陶瓷加热器和设在文丘里管上的控温进气口，控制进入一级催化反应箱内部的气体温度在420℃～450℃；经过反应后的气体温度下降至200～250℃，进入二级催化器中；通过安装在二级催化器上的第二加热器使二级催化器中气体在不低于200℃的环境下进行二级催化氧化反应。温控装置将SCR催化氧化环境控制在最佳温度范围内，进一步提高催化氧化反应的效率，减少了排出气体中NO_X、CO、HC等污染物的含量。

[0030] 进一步的，所述二级SCR催化氧化装置中，气泵与清洗口连通，可向二级SCR催化氧化装置提供反吹气体，气流沿与二级SCR催化氧化装置正常工作时的烟气流动方向相反的方向流动，将二级催化器、一级催化氧化箱、文丘里管内的污染物通过两个排放口排出，实现反吹清洗功能，进一步延长了该装置及整个烟气综合处理系统的使用寿命。

附图说明

[0031] 图1为实施例1的烟气综合处理系统中二级SCR催化氧化装置的结构示意图；

[0032] 图2为实施例1的烟气综合处理系统的结构示意图；

[0033] 图3为实施例1的烟气综合处理系统的工作原理示意图。

具体实施方式

[0034] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步的说明。

[0035] 实施例1

[0036] 本实施例的烟气综合处理系统中，所用的二级SCR催化氧化装置如图1所示，包括具有烟气进口的文丘里管24、一级催化反应箱26和具有烟气出口的二级催化器27，所述文丘里管24的烟气进口处设有进口阀门21，二级催化器27的烟气出口处设有出口阀门29；

[0037] 所述文丘里管24的上方设有用于盛放SCR还原剂的还原剂箱4，所述还原剂箱4的底部出口与文丘里管24的进料口相连接，用于使文丘里管24通过抽吸作用将SCR还原剂吸入并与烟气混合；所述文丘里管24的扩散端内部设有陶瓷加热器，所述陶瓷加热器的表面附着SCR催化剂；所述文丘里管24的扩散端与用于发生催化氧化反应的一级催化反应箱26的进口相连接，与SCR还原剂混合后的烟气经过文丘里管扩散端内部的SCR催化剂，在一级催化反应箱26内发生催化氧化反应；所述一级催化反应箱26的出口与二级催化器27的进口相连接；所述二级催化器27内设有用于二级催化氧化反应的贵金属催化剂烧结网，所述贵金属催化剂烧结网的网面与烟气流动方向垂直，使进入二级催化器27的烟气穿过贵金属催化剂烧结网，从而发生二级催化氧化反应；

[0038] 所述二级SCR催化氧化装置还包括温控装置，所述温控装置包括控制器、控制面板5、加热器6和用于提供低温气体的气泵210；所述加热器6为陶瓷加热器，加热器6包括设在一级催化反应箱26上的第一加热器和设在二级催化器27上的第二加热器，所述控制面板5包括设在一级催化反应箱26上的第一控制面板和设在二级催化器27上的第二控制面板，所述控制面板5通过控制器对加热器6控制连接(所述第一控制面板通过控制器对第一加热器控制连接，所述第二控制面板通过控制器对第二加热器控制连接)；所述文丘里管24设有控温进气口22，所述控温进气口22与气泵210相连接；所述控制面板5通过控制器对气泵210控制连接；

[0039] 所述二级SCR催化氧化装置还包括反吹清洗装置，所述反吹清洗装置包括用于提供反吹气体的气泵210(与提供低温气体的气泵为同一台)；所述二级催化器27的烟气出口处设有用于使反吹气体进入的清洗口28，所述清洗口28与气泵210相连接(气泵210的出口处设有两位三通阀门25，实现与文丘里管24的控温进气口22、二级催化器27的清洗口28的连接与切换)；所述文丘里管24和一级催化反应箱26下方均设有气体排放口23，所述气体排放口23用于使反吹气体排出。

[0040] 所述二级SCR催化氧化装置，包括文丘里管24、一级催化反应箱26和二级催化器27，烟气经烟气进口进入文丘里管24，在文丘里管喉部形成抽吸作用，实现自动抽取还原剂功能和匹配还原剂使用量的配比，同时吸入喉部的还原剂与进气充分混合，经过文丘里管扩散端内部附着在陶瓷加热器上的SCR催化剂，进入一级催化反应箱26，在一级催化反应箱

26内部发生催化氧化反应；文丘里管24扩散端内部的陶瓷加热器，可控制一级催化氧化反应的温度。

[0041] 同时，通过安装在一级催化反应箱26上的陶瓷加热器和设在文丘里管24上的控温进气口22，控制进入一级催化反应箱26内部的气体温度在420℃～450℃。经过反应后的气体温度下降至200～250℃，进入二级催化器27中，利用含有铂、钯等贵重金属的贵金属催化剂烧结网，在不低于200℃的环境下将烟气中的HC、CO处理生成CO_2和H_2O。

[0042] 本实施例的烟气综合处理系统，如图2所示，包括燃烧催化氧化装置、上述的二级SCR催化氧化装置2和颗粒物捕获装置，所述燃烧催化氧化装置包括燃烧箱1，所述燃烧箱1具有烟气进口11、气体出口和底部排料口，燃烧箱1的气体出口与二级SCR催化氧化装置2中的文丘里管24的烟气进口相连接；所述颗粒物捕获装置包括旋风除尘器7和文丘里管洗涤器8，所述旋风除尘器7的进口与二级SCR催化氧化装置2中二级催化器27的烟气出口相连接，旋风除尘器7的气体出口与文丘里洗涤器8的进口相连接，旋风除尘器7的排料口可将收集的颗粒物排出收集；所述文丘里管洗涤器8还具有洗涤水进口、净气出口12和废液出口，处理后的干净气体从净气出口12排出；

[0043] 所述烟气综合处理系统还包括生化回收装置，所述生化回收装置包括用于进行生化反应的生化箱10和用于盛放洗涤水的洗涤水箱9，所述生化箱10的进口与燃烧箱7的底部排料口相连接，所述文丘里管洗涤器8的废液出口与生化箱10的进口相连通；所述洗涤水箱9的水出口分别与文丘里管洗涤器8的洗涤水进口、生化箱10的进口相连接；所述生化箱10还设有排料口13，用于排出生化反应产物；

[0044] 所述烟气综合处理系统还包括控制装置，所述控制装置包括控制器3，二级SCR催化氧化装置中的控制面板5通过控制器3对加热器6控制连接，所述控制面板5通过控制器3对气泵210控制连接；所述控制器3还控制连接燃烧箱1的温控装置。

[0045] 本实施例的烟气综合处理装置，使用时，如图3所示，烟气(燃煤电厂尾气)依次经过燃烧催化氧化装置、二级SCR催化氧化装置(双催化氧化装置)、颗粒物捕获装置和生化回收装置进行综合处理，达到除尘、脱硫、脱硝的目的。

[0046] 结合图2与图3所示，烟气(燃煤电厂尾气)由燃烧箱1的烟气进口11进入，通过控制器3控制燃烧箱1的温度为400℃左右，尾气中的S、SO_2生成固态SO_3、SO_4，尾气中的C、CO生成CO_2；一部分固态的SO_3、SO_4由于重力作用，通过燃烧箱1的底部排料口进入生化箱10内，与来自洗涤水箱9的洗涤水混合生成H_2SO_4；剩余部分的SO_3、SO_4随烟气进入二级SCR催化氧化装置2。

[0047] 烟气通过进口阀门21进入文丘里管24内，产生抽吸作用将还原剂箱4内的SCR还原剂吸入，经过在文丘里管24的扩散端混合，经过文丘里管扩散端内部附着在陶瓷加热器上的SCR催化剂，进入一级催化反应箱26内，NO_X经催化氧化反应生成N_2和水气；反应后的气体进入二级催化器27内，利用铂、钯等贵金属催化剂烧结网，对尾气中的HC、CO催化氧化处理生成CO_2和H_2O；处理后的尾气通过出口阀门29排出。

[0048] 一级催化反应箱26内部温度控制在420～450℃，当温度小于420℃时，第一控制面板通过控制器控制第一加热器给气体加热；当温度高于450℃时，第一控制面板通过控制器控制气泵210通过文丘里管24上的控温进气口22向内吹气降温。第二控制面板通过控制器控制第二加热器使二级催化器27内部温度不小于200℃。

[0049] 二级SCR催化氧化装置使用一段时间后需要清洗，将进口阀门21和出口阀门29关闭，调节两位三通阀门25使气泵210与清洗口28连通；打开气泵210向清洗口28提供反吹气体，气流沿与二级SCR催化氧化装置正常工作时的烟气流动方向相反的方向流动，将二级催化器27、一级催化氧化箱26、文丘里管24内的污染物通过两个排放口23排出至旋风除尘器内除尘，实现反向清洗功能。

[0050] 经出口阀门29排出的气体过滤后进入旋风除尘器7内，利用离心力将颗粒物等捕获收集，收集的颗粒物经旋风除尘器7的底部排料口排出；经旋风除尘器7处理的气体进入文丘里洗涤器8中，通过控制器3对文丘里洗涤器8喉部吸入水量进行控制，洗涤后的干净气体经净气出口12排出，SO_2、SO_3、SO_4及多余NH_3的气体遇水后排入生化箱10内，与来自燃烧箱1的SO_3、SO_4一起混合反应，生成$(NH_4)_2SO_4$；$(NH_4)_2SO_4$溶液经由生化箱10的排料口13排出。

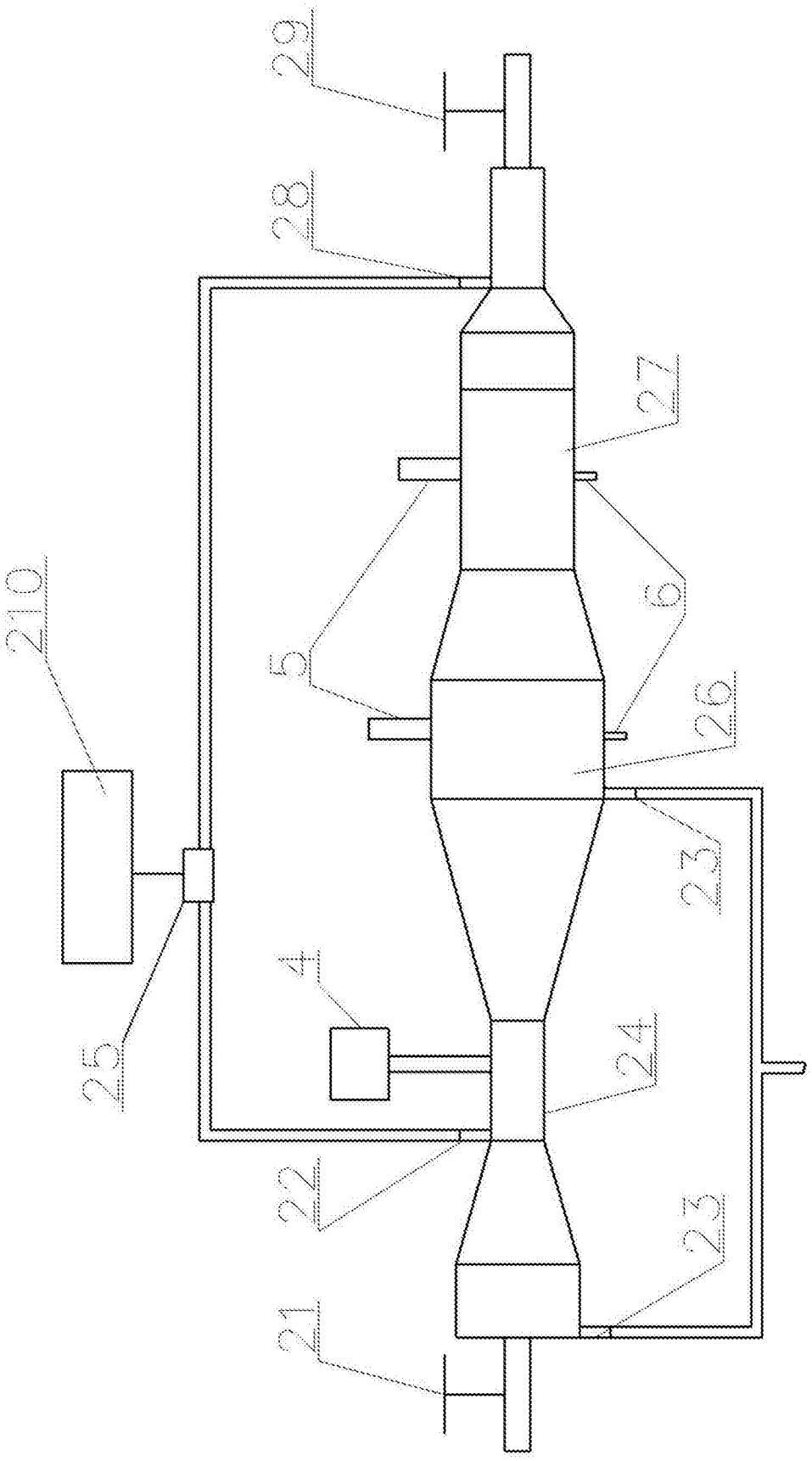


图1

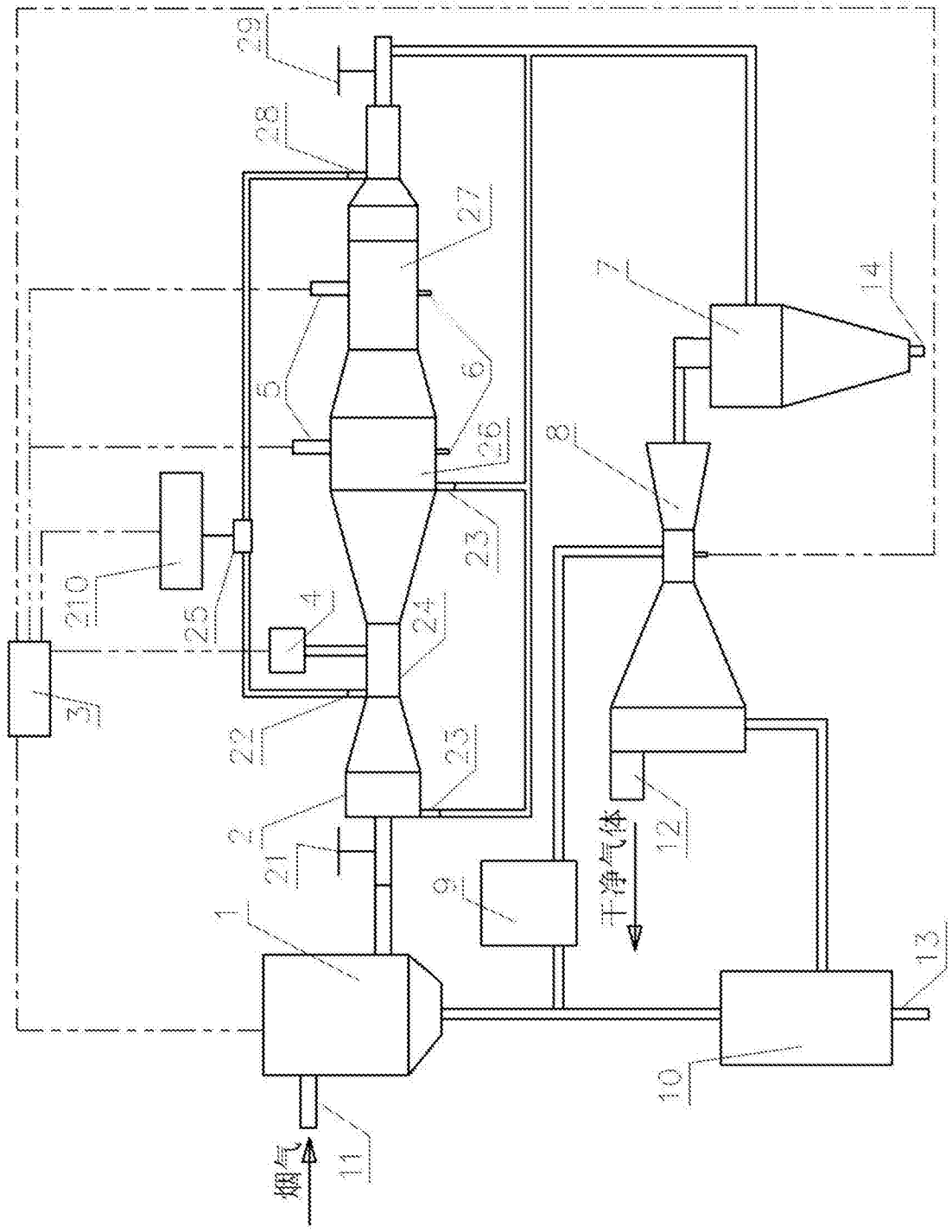


图2

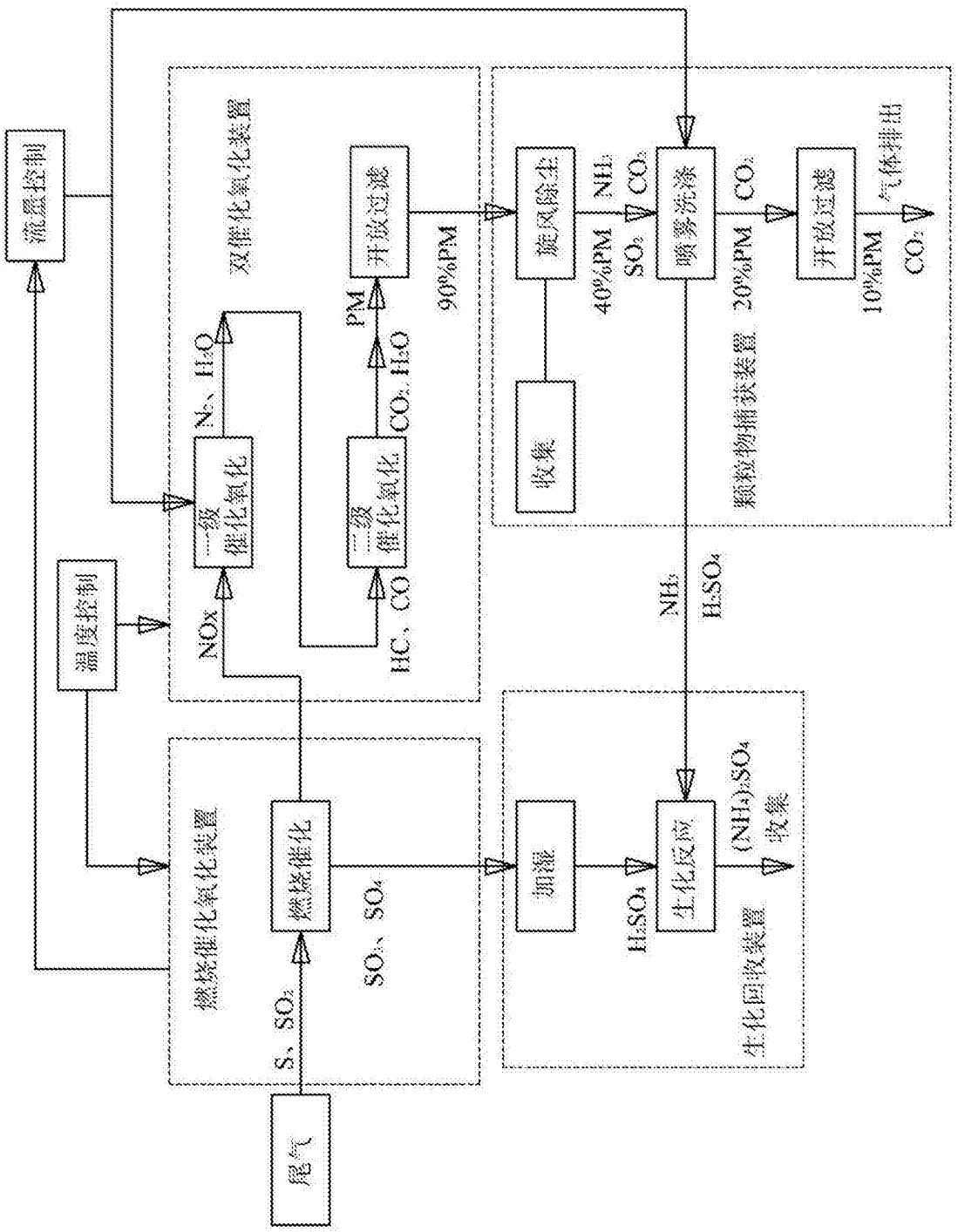

流量控制
温度控制
尾气
燃烧催化氧化装置
燃烧催化
S、SO2
SO3、SO4
双催化氧化装置
一级催化氧化
二级催化氧化
NOx
N2、H2O
HC、CO
CO2、H2O
PM
开放过滤
90%PM
颗粒物捕获装置
旋风除尘
收集
40%PM
NH3
SO3
CO2
喷雾洗涤
20%PM
开放过滤
10%PM
CO2
气体排出
NH3
H2SO4
生化回收装置
加湿
H2SO4
生化反应
(NH4)2SO4
收集

图3