



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108439406 A

(43)申请公布日 2018.08.24

(21)申请号 201810368395.9

(22)申请日 2018.04.23

(71)申请人 中国科学院上海应用物理研究所
地址 201800 上海市嘉定区嘉罗公路2019号

(72)发明人 关成志 肖国萍 王建强

(74)专利代理机构 上海弼兴律师事务所 31283
代理人 薛琦 刘奉丽

(51)Int.Cl.
C01B 32/40(2017.01)
C25B 1/00(2006.01)

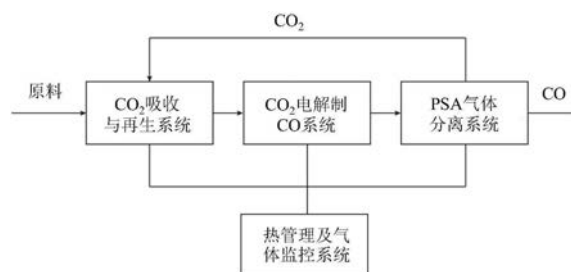
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种回收并电解CO₂制备CO的方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种回收并电解CO₂制备CO的方法及装置。装置包括依次连接的一CO₂吸收与再生系统、一CO₂电解制CO系统、一PSA气体分离系统,还包括与“CO₂吸收与再生系统、CO₂电解制CO系统、PSA气体分离系统”分别相连接一热管理及气体监控系统。采用上述装置可实现回收并电解CO₂制备CO,其原料为净化后的燃煤锅炉烟气,可适用于排放大量高温CO₂的燃煤锅炉厂、火电厂和钢铁厂等场所,适用范围较广;还具有系统模块化组成,CO产量规模可调、操作简单、安全性高、投资小等特点。



1. 一种回收并电解CO₂制备CO的装置,其特征在于,所述装置包括依次连接的一CO₂吸收与再生系统、一CO₂电解制CO系统、一PSA气体分离系统,所述装置还包括一热管理及气体监控系统,所述热管理及气体监控系统分别与“所述CO₂吸收与再生系统、所述CO₂电解制CO系统、所述PSA气体分离系统”相连接;

所述CO₂吸收与再生系统用于将净化后的燃煤锅炉烟气通过碱土金属的氧化物生成沉淀,并将所述沉淀经过滤、干燥后,加热分解得CO₂;

所述CO₂电解制CO系统用于将所述CO₂吸收与再生系统制得的CO₂通入到固体氧化物电解池系统中,施加直流电,电解得混合气体;

所述PSA气体分离系统用于将所述混合气体分离得CO与未反应的CO₂;

在所述CO₂吸收与再生系统中,所述热管理及气体监控系统用于监测体系温度以及反应进程;在所述CO₂电解制CO系统中,所述热管理及气体监控系统用于预热空气,以及对所述混合气体和热量的回收;在所述PSA气体分离系统中,所述热管理及气体监控系统用于检测所述混合气体分离前后气体的流量、成分和纯度。

2. 如权利要求1所述的回收并电解CO₂制备CO的装置,其特征在于,所述CO₂吸收与再生系统包括依次连接的一吸收塔和一再生塔,所述净化后燃煤锅炉烟气需先通过所述吸收塔。

3. 如权利要求2所述的回收并电解CO₂制备CO的装置,其特征在于,所述吸收塔的填充物为碱土金属氧化物;所述再生塔的填充物为碱土金属碳酸盐。

4. 如权利要求3所述的回收并电解CO₂制备CO的装置,其特征在于,所述含碱土金属氧化物和所述含碱土金属碳酸盐为等摩尔用量;

和/或,所述含碱土金属氧化物与所述含碱土金属碳酸盐中的碱土金属为钙、锶、钡和镁中的一种或多种。

5. 如权利要求1所述的回收并电解CO₂制备CO的装置,其特征在于,所述CO₂电解制CO系统包括一直流稳压电源供给装置、一风机、一空气净化装置、一固体氧化物电解池热箱和一CO₂电解槽,所述电解槽由一个或者多个固体氧化物电解池堆组成;

其中,所述直流稳压电源供给装置与所述固体氧化物电解池热箱相连接,所述CO₂电解槽安装在所述固体氧化物电解池热箱中,所述风机用于提供压缩空气,所述压缩空气经所述空气净化装置净化和加热后,通入到所述CO₂电解槽中吹扫产生的O₂。

6. 如权利要求1所述的回收并电解CO₂制备CO的装置,其特征在于,所述PSA气体分离系统包括依次连接的一低压储罐、一增压泵和一PSA装置,其中,所述低压储罐用于储存所述混合气体,所述增压泵用于将所述低压储罐中的混合气体进行增压后输送至所述PSA装置,所述PSA装置用于分离CO与CO₂。

7. 一种采用如权利要求1~6中任一项所述的回收并电解CO₂制备CO装置的回收并电解CO₂制备CO的方法,其特征在于,其包括下述步骤:

(1) 将净化后的燃煤锅炉烟气通过碱土金属的氧化物,形成沉淀;

(2) 将步骤(1)所述的沉淀经过滤、干燥后,加热分解得CO₂;

(3) 将步骤(2)所述的CO₂通入到固体氧化物电解池系统中,施加直流电,电解得混合气体;

(4) 将步骤(3)所述的混合气体经PSA气体分离系统分离即得CO。

8. 如权利要求7所述的回收并电解 CO_2 制备CO的方法,其特征在于,步骤(1)中,所述的燃煤锅炉烟气为燃煤锅炉厂、火电厂或钢铁厂所产生的常规燃煤锅炉烟气;

步骤(1)中,所述的碱土金属为钙、锶、钡和镁中的一种或多种。

9. 如权利要求7所述的回收并电解 CO_2 制备CO的方法,其特征在于,步骤(1)中,向所述的碱土金属氧化物中注入水,生成碱土金属的氢氧化物水溶液。

一种回收并电解CO₂制备CO的方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种回收并电解CO₂制备CO的方法及装置。

背景技术

[0002] 我国的能源以燃煤为主,占煤炭产量75%的原煤用于直接燃烧,煤燃烧过程中产生严重污染,如烟气中CO₂是温室气体,SO_x和NO_x可导致酸雨形成,同时在一定条件下还可破坏臭氧层以及产生光化学烟雾等。目前国家强制要求火电厂等燃煤锅炉装置必须安装烟气除尘、脱氮脱硫装置。但是,CO₂的排放并未有法律法规来强制控制,减排CO₂也是解决温室效应的根本举措,因此近年来国内大力支持二氧化碳捕集技术的发展。而且,CO₂也是一种重要的化工原料,二氧化碳的主要用途有用作化工原料、致冷剂、惰性气体介质、溶剂、压力源等用于科学研究以及众多的其它用途,尤其是可以作为制备重要工业产品CO的原料。通常,CO₂的捕集采用物理方法和化学方法进行。物理方法包括低温蒸馏法、物理溶剂吸收法、吸附分离法和薄膜渗透法;化学方法上主要是通过与碱性物质反应的原理进行吸收分离,常用的碱吸收剂有:碱金属碳酸盐水溶液、乙醇胺水溶液和氨水等。

[0003] 作为最重要的羰基合成、C1化学产品原料气,利用CO可以合成多种有机化学品,如甲醇、甲醛、甲酸、甲胺、乙酸、乙酸酐、乙二酸、乙二醇、碳酸二甲酯、二甲基甲酰胺、异氰酸酯、光气或除草剂等。传统的CO工业生产方法为煤气化法,通过焦炭与CO₂等原料气在气化炉中反应再分离,可以得到纯度比较高的工业CO。煤气化法一般采用大型CO发生炉,具有设备投资成本大、生产规模不可调、运行成本高、耗能大等缺点。尤其是炭加二氧化碳生成一氧化碳是吸热反应,需要大量的热能才行,这也对通过煤气化过程利用CO₂和焦炭为原料制备CO的场合产生了限制,如果从异地运输后存储,则存在着剧毒气体泄漏导致人员中毒的危害。

[0004] 一种适合中小规模制备CO的方法是电解CO₂。目前,国内兴建了大量的水电、风电、太阳能、核能等可再生能源电站,包括目前的火电厂,电力方面供大于求。如果能利用电能,将燃煤锅炉中的CO₂进行捕集,并用来制备CO的话,既能实现CO₂的平衡甚至减排,又实现了过剩电能的存储。Gas Innovations公司和Haldor Topsoe公司在美国兴建了示范工程,可以利用固体氧化物电解池(Solid Oxide Electrolysis Cell, SOEC)技术电解CO₂的方式制备6~200Nm³/h规模的CO。但是该技术只能使用纯净的CO₂,燃煤烟气中即使经过净化也会有少量的硫化物,会使SOEC电解池“中毒”;此外,CO₂在通入到SOEC电解池前需要安装预加热器将气体加热到较高温度(>600℃)避免损坏SOEC电解池。

[0005] 因此,如果能开发出一种可以利用清洁能源提供电能,以初步净化后的燃煤锅炉尾气为原料进行电解来制备CO的方法,可以为不同规模的CO需求场所提供适量的产品,降低剧毒CO的储运存在的危险;同时也必将推动CO₂的捕集和减排技术的发展,对于环境危机和温室效应控制产生积极的作用;大规模推广CO₂电解制CO技术也能实现可再生能源的有效利用,解决“并网困难”(因为风能、太阳能等可再生能源一般存在波动性和间歇性的特点,直接并网会对电网产生较大的冲击,因此电网公司对于可再生能源的并网进行限制,这

也就导致了比较严重的“弃风弃光”问题,造成了能源和经济的浪费)的问题。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是克服了现有技术中采用煤气化法制备CO时存在设备投资成本大、生产规模不可调、运行成本高和耗能大的缺陷,以及采用电解方法制备CO时存在只能使用纯净的CO₂,且CO₂电解前需预加热至较高温度(>600℃)的缺陷,提供了一种回收并电解CO₂制备CO的方法及装置。该方法的原料为净化后的燃煤锅炉烟气(主要成分为CO₂),可适用于排放大量高温CO₂的燃煤锅炉厂、火电厂和钢铁厂等场所,适用范围较广;还具有系统模块化组成,CO产量规模可调、操作简单、安全性高、投资小等特点。

[0007] 现有技术中CO₂的回收一般采用膜分离、变压物理吸附或者有机胺/热钾碱溶液化学吸附等方法,一般是在较低的温度下进行吸附,无法利用吸收和再生过程产生的热量。而本发明CO₂的回收为放热反应,再生过程与后续CO₂电解生成CO的过程均为吸热过程,可以实现烟气热量的回收利用。而且加热分解碳酸盐沉淀得到高温CO₂与电解CO₂制CO的反应温度范围接近,因此高温CO₂的电解过程中无需对气体进一步加热,可降低电解过程的耗电量,大幅度降低能耗。

[0008] 本发明通过以下技术方案解决上述技术问题。

[0009] 本发明提供了一种回收并电解CO₂制备CO的装置,所述装置包括依次连接的一CO₂吸收与再生系统、一CO₂电解制CO系统、一PSA气体分离系统,所述装置还包括一热管理及气体监控系统,所述热管理及气体监控系统分别与“所述CO₂吸收与再生系统、所述CO₂电解制CO系统、所述PSA气体分离系统”相连接;

[0010] 所述CO₂吸收与再生系统用于将净化后的燃煤锅炉烟气通过碱土金属的氧化物生成沉淀,并将所述沉淀经过滤、干燥后,加热分解得CO₂;

[0011] 所述CO₂电解制CO系统用于将所述CO₂吸收与再生系统制得的CO₂通入到固体氧化物电解池(SOEC)系统中,施加直流电,电解得混合气体;

[0012] 所述PSA气体分离系统用于将所述混合气体分离得CO与未反应的CO₂;

[0013] 在所述CO₂吸收与再生系统中,所述热管理及气体监控系统用于监测体系温度以及反应进程;在所述CO₂电解制CO系统中,所述热管理及气体监控系统用于预热空气,以及对所述混合气体和热量的回收;在所述PSA气体分离系统中,所述热管理及气体监控系统用于检测所述混合气体分离前后气体的流量、成分和纯度。

[0014] 本发明中,所述CO₂吸收与再生系统可为本领域常规,较佳地包括依次连接的一吸收塔和一再生塔,所述净化后燃煤锅炉烟气需先通过所述吸收塔。其中,所述吸收塔的填充物可为本领域常规,较佳地为碱土金属氧化物。所述再生塔的填充物可为本领域常规,较佳地为碱土金属碳酸盐。所述吸收塔和所述再生塔的功能在实际操作中进行切换。

[0015] 其中,所述含碱土金属氧化物的用量或所述含碱土金属碳酸盐的用量可为本领域常规。较佳地所述含碱土金属氧化物和所述含碱土金属碳酸盐为等摩尔用量。所述含碱土金属氧化物与所述含碱土金属碳酸盐中的碱土金属可为化学领域常规的碱土金属,较佳地为钙、锶、钡和镁中的一种或多种。

[0016] 本发明中,所述CO₂电解制CO系统可为本领域常规,较佳地包括一直流稳压电源供给装置(如整流器、直流电源等)、一风机、一空气净化装置、一固体氧化物电解池热箱和一

CO₂电解槽,所述电解槽由一个或者多个固体氧化物电解池堆组成;其中,所述直流稳压电源供给装置与所述固体氧化物电解池热箱相连接,所述CO₂电解槽安装在所述固体氧化物电解池热箱中,所述风机用于提供适量的压缩空气,所述压缩空气经所述空气净化装置净化和加热后,通入到所述CO₂电解槽中吹扫产生的O₂。

[0017] 根据本领域常识可知,所述直流稳压电源供给装置可以把交流电、不稳定的或电流电压不满足要求的电力来源转化成适用于本系统的稳定的直流电。根据本领域常识可知,所述CO₂电解槽安装在所述固体氧化物电解池热箱中,作为CO₂电解制CO的核心反应器。所述风机与所述空气净化装置配套进行使用。

[0018] 本发明中,所述PSA气体分离系统可为本领域常规,较佳地包括依次连接的一低压储罐、一增压泵和一PSA装置,所述低压储罐用于储存所述混合气体,所述增压泵用于将所述低压储罐中的所述混合气体进行增压后输送至所述PSA装置,所述PSA装置用于分离CO与CO₂。根据本领域常识可知,所述PSA气体分离系统用于将CO产物中的未反应的CO₂分离出来并返回到所述吸收塔中再次处理。

[0019] 本发明中,所述热管理及气体监控系统的主要功能包括:在所述CO₂吸收与再生系统中,实现再生塔的快速加热、吸收塔的快速降温,监测再生塔中CO₂单次产量,如果产量与初始值(即第一次再生过程中CO₂的产量)相比下降较大,则需要更换所述再生塔和所述吸收塔中的碱土金属化合物介质。在所述CO₂电解制CO系统中,通过换热对风机提供的压缩空气进行预热,并进行CO₂/CO混合气体的回收以及热量的回收(因CO₂电解制CO是高温反应,所得CO₂/CO混合气体具有高温,热量需要回收)。在所述PSA气体分离系统中,检测PSA气体分离前后气体的流量、成分和纯度等。

[0020] 本发明还提供了一种采用如前所述的回收并电解CO₂制备CO装置的回收并电解CO₂制备CO的方法,其包括下述步骤:

[0021] (1) 将净化后的燃煤锅炉烟气通过碱土金属的氧化物,形成沉淀;

[0022] (2) 将所述沉淀经过滤、干燥后,加热分解得CO₂;

[0023] (3) 将所述CO₂通入到固体氧化物电解池(SOEC)系统中,施加直流电,电解得混合气体;

[0024] (4) 将所述混合气体经变压吸附(PSA)气体分离系统分离即得CO。

[0025] 步骤(1)中,所述净化的操作和条件可为本领域内常规的操作和条件,一般为除硫处理。

[0026] 步骤(1)中,所述的燃煤锅炉烟气可为各领域场所产生的常规燃煤锅炉烟气,如燃煤锅炉厂、火电厂和钢铁厂等场所。

[0027] 步骤(1)中,所述的碱土金属可为本领域常规,较佳地包括钙、锶、钡和镁中的一种或多种。

[0028] 步骤(1)中,为提高CO₂的吸收效果,较佳地,向所述的碱土金属氧化物中注入水,生成碱土金属的氢氧化物水溶液。

[0029] 根据本领域常识可知,所述沉淀包括碳酸盐沉淀和硫酸盐沉淀。以碳酸盐的形式实现了CO₂的存储,并完成了烟气的二次除硫净化。

[0030] 步骤(2)中,所述过滤的操作和条件可为本领域常规的操作和条件。一般采用水进行过滤。

- [0031] 步骤(2)中,所述干燥的操作和条件可为本领域常规的操作和条件。
- [0032] 步骤(2)中,所述过滤、所述干燥的操作均质吸收塔中进行。所述加热分解的操作在再生塔中进行。
- [0033] 步骤(2)中,所述加热的操作和条件可为本领域常规的操作和条件。因硫酸盐(硫酸盐的分解温度一般高于1200℃)的热稳定性高于碳酸盐,故在略高于碳酸盐分解点的温度下进行加热,直到产生CO₂的量低于热管理及气体监控系统设定的流量阈值为止,所以基本上不会有含硫氧化物的气体产物生成。
- [0034] 步骤(3)中,通入到所述固体氧化物电解池的所述CO₂为步骤(2)中碳酸盐分解得到的高温CO₂,无需进一步加热,可降低电解过程的耗电量。
- [0035] 步骤(3)中,所述混合气体中含有部分未反应的CO₂。
- [0036] 步骤(4)中,所述混合气体经所述变压吸附(PSA)气体分离系统,所得CO为纯净气体,剩余的部分未反应的CO₂被通入到步骤(1)中的碱液中循环利用。
- [0037] 在符合本领域常识的基础上,上述各优选条件,可任意组合,即得本发明各较佳实例。
- [0038] 本发明所述回收并电解CO₂制备CO的装置研制所使用的机械、电气零件及电子元件、材料等均市售可得。
- [0039] 本发明的积极进步效果在于:
- [0040] 本发明回收并电解CO₂制备CO方法的原料为净化后的燃煤锅炉烟气(主要成分为CO₂),可适用于排放大量高温CO₂的燃煤锅炉厂、火电厂和钢铁厂等场所,适用范围较广;还具有系统模块化组成,CO产量规模可调、操作简单、安全性高、投资小等特点。
- [0041] 此外,本发明的工艺方法可将CO₂深度除硫、存储与再生,电解CO₂制备CO,CO提纯的化工过程进行了高效耦合,提高了整个系统的能量效率。

附图说明

- [0042] 图1为实施例1中回收并电解CO₂制备CO方法的工作原理示意图。
- [0043] 图2为实施例1中CO₂吸收与再生系统示意图。
- [0044] 图3为实施例1中CO₂电解制CO系统示意图。
- [0045] 图4为实施例1中PSA气体分离系统示意图。

具体实施方式

- [0046] 下面通过实施例的方式进一步说明本发明,但并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。下列实施例中未注明具体条件的实验方法,按照常规方法和条件,或按照商品说明书选择。
- [0047] 实施例1
- [0048] 图1为回收并电解CO₂制备CO方法的工作原理示意图。其中,箭头方向为净化后的燃煤锅炉烟气在工艺流程中的走向。装置包括依次连接的一CO₂吸收与再生系统、一CO₂电解制CO系统、一PSA气体分离系统,装置还包括一热管理及气体监控系统,热管理及气体监控系统分别与“CO₂吸收与再生系统、CO₂电解制CO系统、PSA气体分离系统”相连接;
- [0049] CO₂吸收与再生系统用于将净化后的燃煤锅炉烟气通过碱土金属的氧化物生成沉

淀,并将沉淀经过滤、干燥后,加热分解得 CO_2 。图2为实施例1中 CO_2 吸收与再生系统示意图。 CO_2 吸收与再生系统包括依次连接的一吸收塔(CaO)和一再生塔(CaCO_3),净化后燃煤锅炉烟气需先通过吸收塔,吸收塔和再生塔的功能在实际操作中进行切换,产生的高温 CO_2 可进入高温 CO_2 储罐;其中,含碱土金属氧化物的用量或含碱土金属碳酸盐的用量为等摩尔量。

[0050] CO_2 电解制 CO 系统用于将 CO_2 吸收与再生系统制得的 CO_2 通入到固体氧化物电解系统中,施加直流电,电解得混合气体。图3为实施例1中 CO_2 电解制 CO 系统示意图。 CO_2 电解制 CO 系统包括一直流稳压电源供给装置(如整流器、直流电源等)、一风机、一空气净化装置、一固体氧化物电解池热箱和一 CO_2 电解槽,电解槽由一个或者多个固体氧化物电解池堆组成。其中,直流稳压电源供给装置可以把交流电、不稳定的或电流电压不满足要求的电力来源转化成适用于本系统的稳定的直流电。 CO_2 电解槽安装在固体氧化物电解池热箱中,作为 CO_2 电解制 CO 的核心反应器。风机与空气净化装置配套进行使用。风机提供适量的压缩空气,压缩空气经空气净化装置的净化和加热后,通入到 CO_2 电解槽中吹扫产生的 O_2 。

[0051] PSA气体分离系统用于将混合气体分离得 CO 与未反应的 CO_2 ,未反应的 CO_2 分离出来并返回到吸收塔中再次处理。图4为实施例1中PSA气体分离系统示意图。PSA气体分离系统包括依次连接的一低压储罐、一增压泵和一PSA装置。混合气体 CO_2/CO 依次经低压储罐、增压泵和PSA装置后,可实现 CO_2 与 CO 的分离。

[0052] 热管理及气体监控系统的主要功能包括:在 CO_2 吸收与再生系统中,实现再生塔的快速加热、吸收塔的快速降温,监测再生塔中 CO_2 单次产量,如果产量与初始值(即第一次再生过程中 CO_2 的产量)相比下降较大,则需要更换再生塔和吸收塔中的碱土金属化合物介质。在 CO_2 电解制 CO 系统中,通过换热对风机提供的压缩空气进行预热,并进行 CO_2/CO 混合气体的回收以及热量的回收(因 CO_2 电解制 CO 是高温反应,所得 CO_2/CO 混合气体具有高温,热量需要回收)。在PSA气体分离系统中,检测PSA气体分离前后气体的流量、成分和纯度等。

[0053] 采用上述处理装置,回收并电解 CO_2 制备 CO 方法包括如下步骤:

[0054] (1) 从火电厂排放的净化烟气(经过除硫处理)通入到装有 CaO 的吸收塔中生成沉淀 CaCO_3 ,尾气中少量的硫化物将以 CaSO_4 的形式被固定下来;为提高 CO_2 的吸收效果,可向 CaO 的吸收塔中注入水,生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液;

[0055] (2) 用水将沉淀 CaCO_3 过滤、干燥后,在再生塔中加热沉淀 CaCO_3 使其分解再生,制得高温 CO_2 ;

[0056] 因硫酸盐(硫酸盐的分解温度一般高于 1200°C)的热稳定性高于碳酸盐,故在略高于碳酸盐分解点的温度下进行加热,直到产生 CO_2 的量低于热管理及气体监控系统设定的流量阈值为止,所以基本上不会有含硫氧化物的气体产物生成;

[0057] (3) 高温 CO_2 被输送到固体氧化物电解槽,施加直流电进行电解即可得到 CO_2/CO 的混合气体;

[0058] (4) 混合气体 CO_2/CO 被输送到低压储罐进行暂存,然后利用增压泵进行增压,输送到PSA装置进行气体分离,纯净的 CO 被存储起来,未反应的 CO_2 被循环到吸收塔中再次利用。

[0059] 实施例2

[0060] 实施例2中回收并电解 CO_2 制备 CO 的装置、工作原理均与实施例1相同。

[0061] 回收并电解 CO_2 制备 CO 方法包括如下步骤:

[0062] (1) 从钢铁厂排放的净化烟气(经过除硫处理)通入到装有 SrO 的吸收塔(再生塔中

含有 SrCO_3)中生成沉淀 SrCO_3 ,尾气中少量的硫化物将以 SrSO_4 的形式被固定下来;为提高 CO_2 的吸收效果,可向 SrO 的吸收塔中注入水,生成 $\text{Sr}(\text{OH})_2$ 水溶液;

[0063] (2)用水将沉淀 SrCO_3 过滤、干燥后,在再生塔中加热沉淀 SrCO_3 使其分解再生,制得高温 CO_2 ;

[0064] (3)高温 CO_2 被输送到固体氧化物电解槽,施加直流电进行电解即可得到 CO_2/CO 的混合气体;

[0065] (4)混合气体 CO_2/CO 被输送到低压储罐进行暂存,然后利用增压泵进行增压,输送到PSA装置进行气体分离,纯净的 CO 被存储起来,未反应的 CO_2 被循环到吸收塔中再次利用。

[0066] 实施例3

[0067] 实施例3中回收并电解 CO_2 制备 CO 的装置、工作原理均与实施例1相同。

[0068] 回收并电解 CO_2 制备 CO 方法包括如下步骤:

[0069] (1)从锅炉厂排放的净化烟气(经过除硫处理)通入到装有 BaO 的吸收塔(再生塔中含有 BaCO_3)中生成沉淀 BaCO_3 ,尾气中少量的硫化物将以 BaSO_4 的形式被固定下来;为提高 CO_2 的吸收效果,可向 BaO 的吸收塔中注入水,生成 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 水溶液;

[0070] (2)用水将沉淀 BaCO_3 过滤、干燥后,在再生塔中加热沉淀 BaCO_3 使其分解再生,制得高温 CO_2 ;

[0071] (3)高温 CO_2 被输送到固体氧化物电解槽,施加直流电进行电解即可得到 CO_2/CO 的混合气体;

[0072] (4)混合气体 CO_2/CO 被输送到低压储罐进行暂存,然后利用增压泵进行增压,输送到PSA装置进行气体分离,纯净的 CO 被存储起来,未反应的 CO_2 被循环到吸收塔中再次利用。

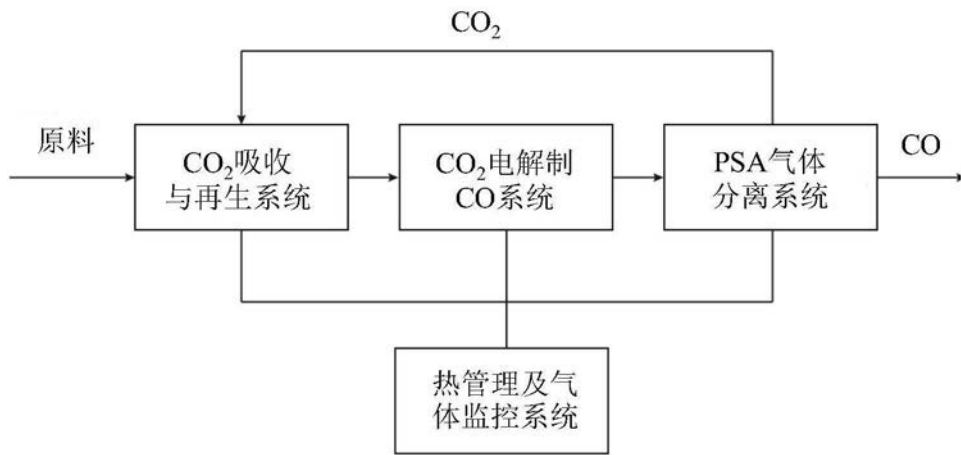


图1

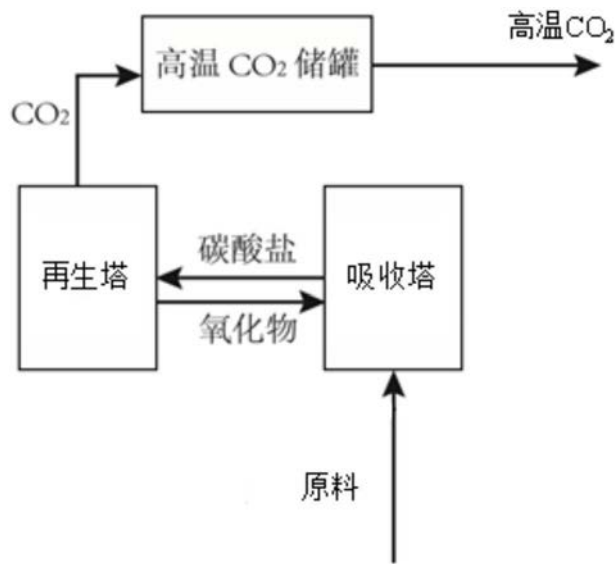


图2

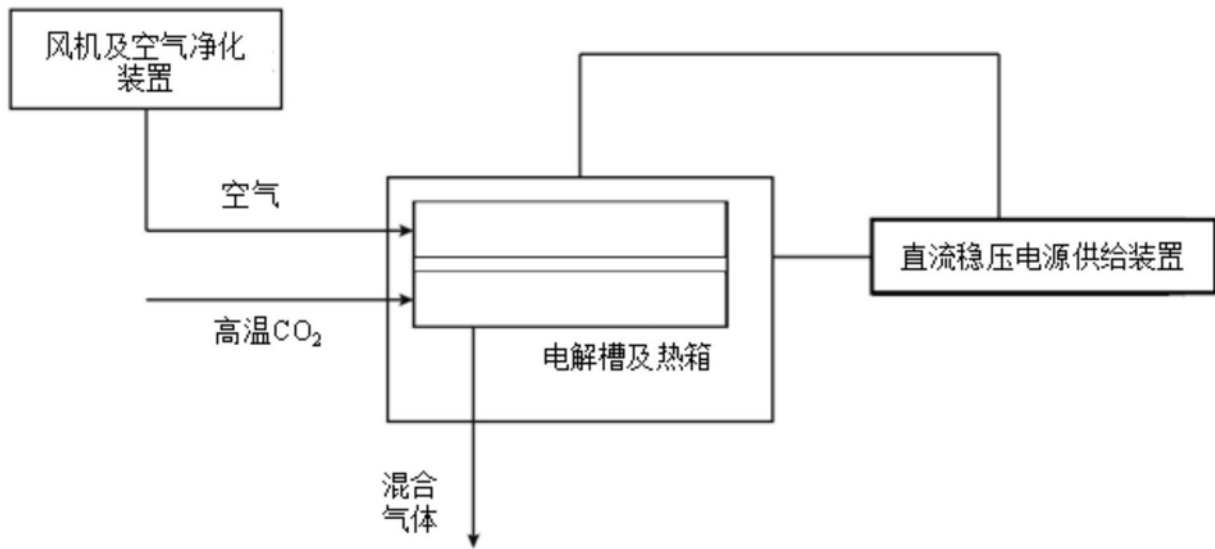


图3

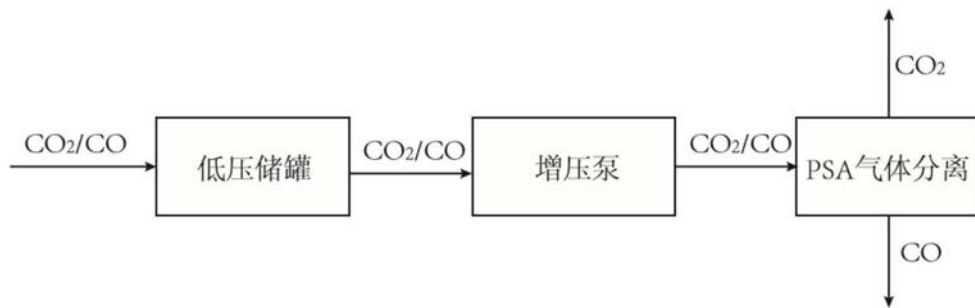


图4