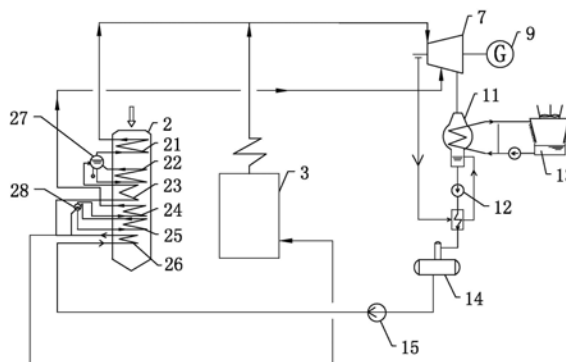




(45)授权公告日 2020.07.28

F01D 15/10(2006.01)

本实用新型涉及一种利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,包括烧结环冷机、环冷余热锅炉、煤气锅炉、汽轮发电机组;烧结环冷机的前端设置有第一烟风管和第二烟风管,用于输送烧结环冷机产生的高温烟风,第一烟风管和第二烟风管连接有温度交换装置,用于将第一烟风管和第二烟风管中通入的不同温度的烟风进行换热,换热后的两个烟气流并入一个管路混合,并通入环冷余热锅炉中,环冷余热锅炉产生的过热蒸汽经管路通入汽轮发电机组中的汽轮机中;煤气锅炉产生的过热蒸汽经管路通入汽轮机中,从而一并推动汽轮发电机组做功发电,从而能够利用现有的环冷机高温废气余热和富余的煤气资源进行发电,能够充分利用废气余热,既环保又节能。



1. 一种利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,其特征在于:包括烧结环冷机(1)、环冷余热锅炉(2)、煤气锅炉(3)、汽轮发电机组;所述烧结环冷机(1)的前端设置有第一烟风管(4)和第二烟风管(5),用于输送所述烧结环冷机(1)产生的高温烟风,第一烟风管(4)和第二烟风管(5)连接有温度交换装置(6),用于将第一烟风管(4)和第二烟风管(5)中通入的不同温度的烟风进行换热,换热后的两个烟气流并入一个管路混合,并通入所述环冷余热锅炉(2)中,环冷余热锅炉(2)产生的过热蒸汽经管路通入汽轮发电机组中的汽轮机(7)中;煤气锅炉(3)产生的过热蒸汽经管路通入所述汽轮机(7)中,从而一并推动汽轮发电机组做功发电。

2. 根据权利要求1所述的利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,其特征在于:所述温度交换装置(6)包括与第一烟风管(4)连通的第一换热风道(62)和与第二烟风管(5)连通的第二换热风道(63),通入第一换热风道(62)和第二换热风道(63)的不同温度的烟风后热后,烟气流并入一个管路混合。

3. 根据权利要求2所述的利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,其特征在于:所述温度交换装置(6)包括内部具有空腔的壳体(61),所述空腔内部通过隔板(64)分隔形成两个换热腔室,两个换热腔室于同一端均开设烟风进口,并于相对的另一端共同开设烟风出口,从而形成了所述的第一换热风道(62)和第二换热风道(63)。

4. 根据权利要求3所述的利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,其特征在于:所述空腔内从烟风进口至烟风出口通过隔板(64)形成换热段(65),所述隔板(64)与烟风出口之间形成有供经过换热段(65)换热之后的烟风的混合段(66)。

5. 根据权利要求4所述的利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,其特征在于:所述壳体(61)位于烟风出口的一端构造形成为漏斗状,直径较小的漏斗口即为所述烟风出口。

6. 根据权利要求1所述的利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,其特征在于:所述环冷余热锅炉(2)和煤气锅炉(3)产生的高压过热蒸汽经管路通入所述汽轮机(7)的主汽口,所述环冷余热锅炉(2)产生的低压过热蒸汽经管路通入所述汽轮机(7)的补汽口。

7. 根据权利要求1所述的利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,其特征在于:所述环冷余热锅炉(2)内设置有高压段过热器(21)、高压蒸发器(22)、高温省煤器(23)、低压过热器(24)、低压蒸发器(25)和低温省煤器(26),通入所述环冷余热锅炉(2)中的烟气流通过高压段过热器(21)、高压蒸发器(22)、高温省煤器(23)、低压过热器(24)、低压蒸发器(25)和低温省煤器(26)进行换热冷却后,通过引风机(10)将低温烟气流引入至环冷机进行循环冷却。

8. 根据权利要求7所述的利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,其特征在于:所述余热发电系统还包括凝汽组件和真空除氧器(14),经过汽轮发电机组做功发电之后的乏汽依次经过凝汽组件冷凝成水和真空除氧器(14)除氧后,泵送至环冷余热锅炉(2)的低温省煤器(26)加热,并将加热后的水分成三路输送,分别送至环冷余热锅炉(2)中设置的高温省煤器(23)和低压汽包(28),以及煤气锅炉(3)中设置的省煤器,分别产生高温过热蒸汽与低温过热蒸汽,送至汽轮发电机组中做功发电。

9. 根据权利要求1所述的利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,其特

征在于：所述温度交换装置 (6) 与环冷余热锅炉 (2) 之间的管路上设置有加热器 (17)。

一种利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及节能改造的技术领域,尤其是涉及一种利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统。

背景技术

[0002] 目前我国烧结工序余热利用率还不足30%,整个烧结工序基本上还是停留在不回收余热或只是低效率生产蒸汽的水平上,有大量高温废气或低压蒸汽被排放,这不仅是对大量可用能源的浪费,而且还会对环境造成热污染。

[0003] 烧结余热回收作为一种高效节能措施,一直以来都受到各钢铁企业的重视,以往属于各自独立的能量回收系统,如烧结将余热回收产生蒸汽,然后由蒸汽带动汽轮机,汽轮机带动发电机发电或汽轮机带动烧结烟气风机(降低烧结烟气风机电机运行电流,从而达到能量回收)。而现有的钢铁企业拥有烧结线,烧结矿冷却采用鼓风环式冷却方式,烧结矿在进入环冷机时,其温度高达700~800℃,目前环冷机高温段烟气都通过烟囱排放到空中。此外炼钢的富余高炉煤气排入大气,浪费了宝贵的能源,也污染了环境。钢铁企业是往往都是能耗大户,因此钢铁企业节能减排除了新建项目必备以上节能措施以外,对于老厂区的设备进行改造以实现节能减排势在必行。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的是提供一种利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,能够利用现有的环冷机高温废气余热和富余的煤气资源进行发电,不消耗能源,能够充分利用废气余热,既环保又节能。

[0005] 本实用新型的上述实用新型目的是通过以下技术方案得以实现的:一种利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,包括烧结环冷机、环冷余热锅炉、煤气锅炉、汽轮发电机组;所述烧结环冷机的前端设置有第一烟风管和第二烟风管,用于输送所述烧结环冷机产生的高温烟风,第一烟风管和第二烟风管连接有温度交换装置,用于将第一烟风管和第二烟风管中通入的不同温度的烟风进行换热,换热后的两个烟气流并入一个管路混合,并通入所述环冷余热锅炉中,环冷余热锅炉产生的过热蒸汽经管路通入汽轮发电机组中的汽轮机中;煤气锅炉产生的过热蒸汽经管路通入所述汽轮机中,从而一并推动汽轮发电机组做功发电。

[0006] 通过采用上述技术方案,烧结矿在进入环冷机时,温度很高,环冷机高温段的烟气一般都通过烟囱排放到空中,此外,用于炼钢的富余高炉煤气也排入大气,通过建设汽轮发电机组,能够将这两部分的资源合理地利用,不消耗能源,能够充分利用废气余热;烧结环冷机的高温段烟罩上的不同位置测得的温度波动范围不同,为了保证进入环冷余热锅炉中的温度适中,可以分别从环冷机烟罩上两个位置通过第一、第二烟风管引出热风,直接将两个烟风管的热风混合,由于温差和压差导致温度交换不均匀,混合后废气温度、压力难以达到环冷余热锅炉的进气要求,通过设置的温度交换装置,能够先对第一、第二烟风管的

烟气温度的热量交换,使得两个烟气管的温度达到了一个相对平衡、稳定,然后,两者平稳地混合后,基本满足环冷余热锅炉进气温度和压力的要求,有利于环冷余热锅炉运行的稳定,有利于高温废气资源的充分利用。

[0007] 本实用新型进一步设置为:所述温度交换装置包括与第一烟风管连通的第一换热风道和与第二烟风管连通的第二换热风道,通入第一换热风道和第二换热风道的不同温度的烟风后热后,烟气流并入一个管路混合。

[0008] 通过采用上述技术方案,第一换热风道和第二换热风道能够使得不同高温的烟风进行相互换热,使得两个换热风道中的烟风温度达到相对的平衡,相对平衡的两个烟风流混合,形成满足环冷余热锅炉进气的温度和压力,这样的设置使得两个烟风流温度混合更加快速、均匀,保证系统运行的稳定。

[0009] 本实用新型进一步设置为:所述温度交换装置包括内部具有空腔的壳体,所述空腔内部通过隔板分隔形成两个换热腔室,两个换热腔室于同一端均开设烟风进口,并于相对的另一端共同开设烟风出口,从而形成了所述的第一换热风道和第二换热风道。

[0010] 通过采用上述技术方案,通过隔板将空腔分隔成两个换热腔室,两个不同温度的烟风流能够通过隔板进行温度交换,在封闭的壳体内完成两个烟风流的热量交换,不会造成较大的热量损失。

[0011] 本实用新型进一步设置为:所述空腔内从烟风进口至烟风出口通过隔板形成换热段,所述隔板与烟风出口之间形成有供经过换热段换热之后的烟风的混合段。

[0012] 通过采用上述技术方案,空腔内具有换热段和混合段,能够方便两个烟风流在换热之后进行预混合,并且在结构设计上,有利于后续的混合管路与烟风出口的对接。

[0013] 本实用新型进一步设置为:所述壳体位于烟风出口的一端构造形成为漏斗状,直径较小的漏斗口即为所述烟风出口。

[0014] 通过采用上述技术方案,漏斗状的设置,能够在两个烟风流温度交换之后进行混合,并方便、平滑地进入混合的管路中进行烟风输送。

[0015] 本实用新型进一步设置为:所述环冷余热锅炉和煤气锅炉产生的高压过热蒸汽经管路通入所述汽轮机的主汽口,所述环冷余热锅炉产生的低压过热蒸汽经管路通入所述汽轮机的补汽口。

[0016] 本实用新型进一步设置为:所述环冷余热锅炉内设置有高压段过热器、高压蒸发器、高温省煤器、低压过热器、低压蒸发器和低温省煤器,通入所述环冷余热锅炉中的烟气流通过高压段过热器、高压蒸发器、高温省煤器、低压过热器、低压蒸发器和低温省煤器进行换热冷却后,通过引风机将低温烟气流引入至环冷机进行循环冷却。

[0017] 通过采用上述技术方案,混合后的烟气流从上方送入环冷余热锅炉中进行换热,冷却后的低温烟气流能够循环至烧结环冷机的鼓风机处进行循环利用。

[0018] 本实用新型进一步设置为:所述余热发电系统还包括凝汽组件和真空除氧器,经过汽轮发电机组做功发电之后的乏汽依次经过凝汽组件冷凝成水和真空除氧器除氧后,泵送至环冷余热锅炉的低温省煤器加热,并将加热后的水分成三路输送,分别送至环冷余热锅炉中设置的高温省煤器和低压汽包,以及煤气锅炉中设置的省煤器,分别产生高温过热蒸汽与低温过热蒸汽,送至汽轮发电机组中做功发电。

[0019] 通过采用上述技术方案,发电机组做功之后的乏汽能够形成冷凝水并被环冷余热

过的低温省煤器加热后,形成三条路输送,从而使得整体系统形成了一个完成的循环回路,充分地利用资源,符合节能环保的要求。

[0020] 本实用新型进一步设置为:所述温度交换装置与环冷余热锅炉之间的管路上设置有加热器。

[0021] 通过采用上述技术方案,加热器能够在混合后的烟气流进入环冷余热锅炉之前对未达到温度的烟气流进行加热,保证系统的正常、稳定运行。

[0022] 综上所述,本实用新型的有益技术效果为:

[0023] 1.通过利用现有的环冷机高温废气余热和富余的煤气资源进行发电,不消耗能源,能够充分利用废气余热,既环保又节能;

[0024] 2.将环冷烧结机的高温段的高温废气通过两个烟风管引出,需要经过温度交换、烟风混合,从而使得进入环冷余热锅炉内的烟风温度保持稳定,采用温度交换装置能够使不同温度的烟风稳定地进行温度交换,避免烟风混合不均,影响系统运行的稳定性,有利于提高烧结环冷机所排放的高温废气的利用率,有利于增加发电量。

附图说明

[0025] 图1是本实用新型的环冷锅炉的工艺流程图。

[0026] 图2是本实用新型的热力系统示意图。

[0027] 图3是本实用新型的温度交换装置的结构示意图。

[0028] 图4是本实用新型的在烧结环冷机高温段烟罩上取四处位置进行测温,的具体位置分布示意图。

[0029] 附图标记:1、烧结环冷机;2、环冷余热锅炉;21、高压段过热器;22、高压蒸发器;23、高温省煤器;24、低压过热器;25、低压蒸发器;26、低温省煤器;27、高压汽包;28、低压汽包;3、煤气锅炉;4、第一烟风管;5、第二烟风管;6、温度交换装置;61、壳体;62、第一换热风道;63、第二换热风道;64、隔板;65、换热段;66、混合段;7、汽轮机;8、鼓风机;9、发电机;10、引风机;11、凝汽器;12、凝结水泵;13、冷却塔;14、真空除氧器;15、锅炉给水泵;16、烟囱;17、加热器。

具体实施方式

[0030] 下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本实用新型保护的范围。

[0031] 一种利用烧结环冷机余热及高炉煤气资源的余热发电系统,如图1和图2所示,包括烧结环冷机1、环冷余热锅炉2、煤气锅炉3和汽轮发电机组,在烧结环冷机1的前端设置有第一烟风管4和第二烟风管5,第一烟风管4和第二烟风管5连接有温度交换装置6,温度交换装置6的出口通过一个管路接入环冷余热锅炉2中,环冷余热锅炉2和煤气锅炉3产生的过热蒸汽经过管路通入汽轮发电机组中的汽轮机7中,共同推动汽轮发电机组做功发电。

[0032] 如图1所示,其中,烧结环冷机1包括烧结机和环冷机,烧结机出来的烧结矿冷却采用鼓风环冷式冷却方式,烧结矿在进入环冷机时,温度高达700至800℃,环冷机的余热资源

是通过鼓风机8将冷却风从烧结矿料的料床下方鼓入,冷却空气从热矿料的下部至上部进行冷却、热交换,产生大量的高温废气,环冷余热锅炉2是通过锅炉引风机10产生的负压将高温废气引入到锅炉内。

[0033] 环冷余热锅炉2的进口烟风是由环冷机前端高温段取风,在工况下,在环冷机高温段烟罩上进行不同位置的测温,具体可如图4所示,各个测点的温度变化呈现波浪形,根据现场的热工标定和数据分析,可以确定废气温度取值和废气流量取值。

[0034] 如图1和图3所示,第一烟风管4和第二烟风管5从环冷机烟罩上将高温烟风引出,并入一根烟风管中,混合后达到取值温度送入环冷余热锅炉2中。在不同温度的烟风混合之前,温度交换装置6可以先对两道烟风进行温度交换。温度交换装置6具有第一换热风道62和第二换热风道63,第一换热风道62与第一烟风管4连通,第二换热风道63与第二烟风管5连通,两个换热风道内的烟风换热后并入一个管路进行混合。

[0035] 如图3所示,具体的,温度交换装置6包括壳体61,壳体61的横截面可以为圆形,壳体61内部开设有空腔,空腔内通过沿烟风流动方向设置的隔板64将空腔分隔成两个换热腔室,两个换热腔室于同一端各自开设有烟风进口,在相对的另一端开设有一个共同的烟风出口,从而形成了上述的第一换热风道62和第二换热风道63。

[0036] 隔板64的可以为平面,也可以为曲面,优选地采用曲面设计,能够增加烟风的接触面积,从而增大第一换热风道62和第二换热风道63的换热面积,提高烟风换热效率。

[0037] 如图3所示,隔板64从烟风进口向烟风出口延伸,其末端距离烟风出口余留一段距离,从而使得壳体61的腔室内形成了由烟风进口至隔板64末端之间的换热段65和由隔板64末端至烟风出口之间的混合段66。两个换热风道内的不同温度和压力的烟风首先进入换热段65进行换热,换热完成后进入混合段66预混合,之后通过烟风出口进入同一个烟风管路中混合并一同进入环冷余热锅炉2内。

[0038] 壳体61于烟风出口的一端构造为漏斗状,直径沿烟风流动方向依次减小,直径较小的漏斗口即为烟风出口。漏斗状的设计,能够方便烟风混合进入到同一管路中,相比于增加变径三通等的安装方式,这样的结构设计更加安全、稳定,故障率低;而且,经过换热之后的烟风能够沿漏斗的内壁平滑汇入到后续的烟风管路中,保证烟气流的均匀、快速输送。

[0039] 进一步地,为了保证环冷余热锅炉2进口烟风温度,在环冷余热锅炉2与温度交换装置6之间的烟风混合管路上设置有加热器17,加热器一般不投入使用,其起到一个对混合管路温度的补偿作用,一旦出现进口温度较低的情况,可以开启加热器对混合后的烟风进行二次加热,加热器可以与设置在混合管路上的温度传感器配合使用,从而能够自动检测烟风温度,并通过控制系统对加热器自动控制。

[0040] 环冷余热锅炉2内从上至下依次设置有高压段过热器21、高压蒸发器22、高温省煤器23、低压过热器24、低压蒸发器25和低温省煤器26,同时,还设置有高压汽包27和低压汽包28,高压段过热器21、高压蒸发器22、高温省煤器23分别通过管路接入高压汽包27内部,高温省煤器23用于加热液态水,将液态水输送至高压汽包27;高压段蒸发器产生高压饱和蒸汽通过高压汽包27输送至高压段过热器21,高压段过热器21产生高压过热蒸汽,并将高压过热蒸汽通入汽轮机7的主汽口;低压过热器24、低压蒸发器25和低温省煤器26分别通过管路接入低压汽包28内部,低温省煤器26用于加热液态水,将液态水输送至低压汽包28;低压蒸发器25产生低压饱和蒸汽通过低压汽包28输送至低压段过热器,低压段过热器产生低

压过热蒸汽,并将低压过热蒸汽通入汽轮机7的补汽口,从而一并推动汽轮发电机组做功发电。

[0041] 进入环冷余热锅炉2内的高温废气经过高压段过热器21、高压蒸发器22、高温省煤器23、低压过热器24、低压蒸发器25和低温省煤器26之后,高温废气降温,并经过引风机10送回到鼓风机8的出风口循环利用。

[0042] 余热发电系统还包括凝汽组件和真空除氧器14,凝汽组件包括凝汽器11、凝结水泵12和冷却塔13。凝汽器11、冷油器以及发电机9的空气冷却器必须不断地通过冷却水,以保证机组的正常工作,冷却塔13通过冷却水管道、循环水泵,为凝汽器11提供冷冷却循环。

[0043] 汽轮机7做功之后产生的乏汽全部进入凝汽器11凝结为水,凝结后的通过凝结水泵12泵入至真空除氧器14进行真空除氧,杜绝水中的溶解氧对锅炉的受热面的氧腐蚀。为保证真空除氧器14效果稳定可靠,可根据项目的实际需要及现场情况,考虑在进口管装设温度自动调节装置,或除氧水箱装设液位自动调节装置。为防止喷射器的喷嘴堵塞,汽水管道应装设管道过滤器。

[0044] 除氧过的冷凝水经锅炉给水泵15升压后,送至环冷余热锅炉2低温省煤器26,加热后的给水分三路,分别送至余热锅炉高温省煤器23、低压汽包28及煤气锅炉3中的省煤器,分别产生高温过热蒸汽与低温过热蒸汽,送至汽机做工发电。

[0045] 本实施例中的煤气锅炉3可以使用纯燃高炉煤气锅炉3。

[0046] 在一实例中,某烧结厂现有一条180m²步进式烧结线,烧结矿冷却采用鼓风环式冷却方式,烧结矿在进入环冷机时,其温度高达700~800℃,目前环冷机高温段烟气都通过烟囱16排放到空中。此外炼钢的富余高炉煤气排入大气,浪费了宝贵的能源,也污染了环境。对这两部分资源合理利用,能够产生巨大的经济、环保效益。因此拟对环冷机的高温废气余热回收及富余高炉煤气综合利用,建设发电项目。

[0047] 首先在环冷机高温段烟罩上取四处位置进行测温,经过连续测量,各测点的温度如下:

[0048] 测点1:温度波动范围280-360℃,少数时候最高能达到419℃,少数时候最低能达到221℃;

[0049] 测点2:温度波动范围300-380℃,少数时候最高能达到463℃,少数时候最低能达到217℃;

[0050] 测点3:温度波动范围250-320℃,少数时候最高能达到363℃,少数时候最低能达到202℃;

[0051] 测点4:温度波动范围180-250℃,少数时候最高能达到320℃,少数时候最低能达到164℃。

[0052] 通过现场的热工标定与数据分析,发现:该环冷机高温段的废气温度基本分布与280-430℃的温度区间。建议:废气温度取320℃,废气流量取180000Nm³/h。

[0053] 进入环冷余热锅炉2中的烟风温度约为320℃,经过高压段过热器21、高压蒸发器22、高温省煤器23、低压过热器24、低压蒸发器25和低温省煤器26之后,环冷余热锅炉2共产生高压主蒸汽12.5t/h(1.15MPa,300℃),低压蒸汽4.5t/h(0.28MPa,180℃),烟气降低到117℃左右经引风机10送回第1鼓风机8出风口循环利用。

[0054] 该系统还提供10000Nm³/h的高炉煤气用于发电,经热力计算及实际情况确定,可

设置一台10t/h的纯燃煤气锅炉3,蒸汽压力为1.15MPa,温度为380℃。

[0055] 余热锅炉产生压力1.15MPa,温度300℃过热蒸汽12.5t/h,同时产生压力0.28MPa,温度180℃的低压过热蒸汽4.5t/h;煤气锅炉3产生压力1.15MPa,温度360℃过热蒸汽10t/h;过热蒸汽送入主汽口,低压蒸汽送入汽轮机7补汽口,一并推动汽轮发电机组做功发电,计算发电功率为4200kW。

[0056] 180m²烧结线的环冷机高温废气余热、富余煤气资源,建设的一座5MW汽轮发电机组。按2012年全国火电机组的平均供电煤耗为326g/kWh标准煤计算,年节约标准煤8083.76t,相应减少温室气体(CO₂)的排放量为20209.39t/a。由于本工程回收环冷烟气余热,不消耗任何燃料,其热源为热空气,即烧结矿料落入环冷机进行冷却,空气经环冷机自下向上与热烧结矿料换热。属于余热回收的环保型、节能型供热站,不会向空气中排放任何污染物。

[0057] 高炉煤气是一种低热值气体燃料,是一种资源。利用原本散排的高炉煤气集中起来用于发电,变废为宝,可节省煤炭资源,提高了资源利用率,经净化后的高炉煤气含硫极少,仅有少量烟尘,燃烧后大气污染物排放量很少,且无灰渣排放,保护和改善环境,实现可持续发展。高炉煤气用于发电,发出的电用于钢铁生产,是当前鼓励利用低热值燃料的发电项目。本实用新型实施例能够利用现有的环冷机高温废气余热和富余的煤气资源进行发电,不消耗能源,能够充分利用废气余热,既环保又节能。

[0058] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其它实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0059] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本实用新型。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本实用新型的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本实用新型将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

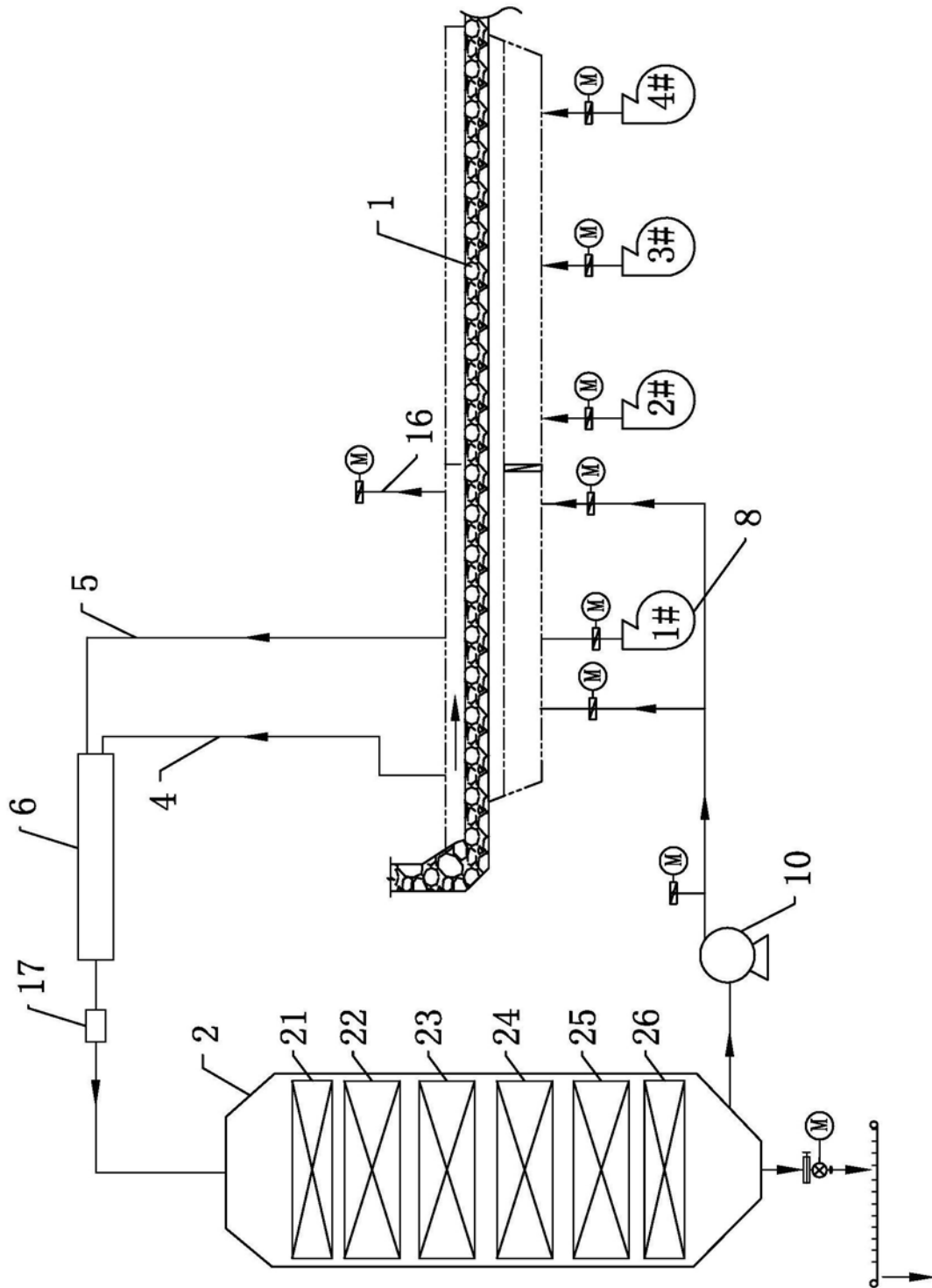


图1

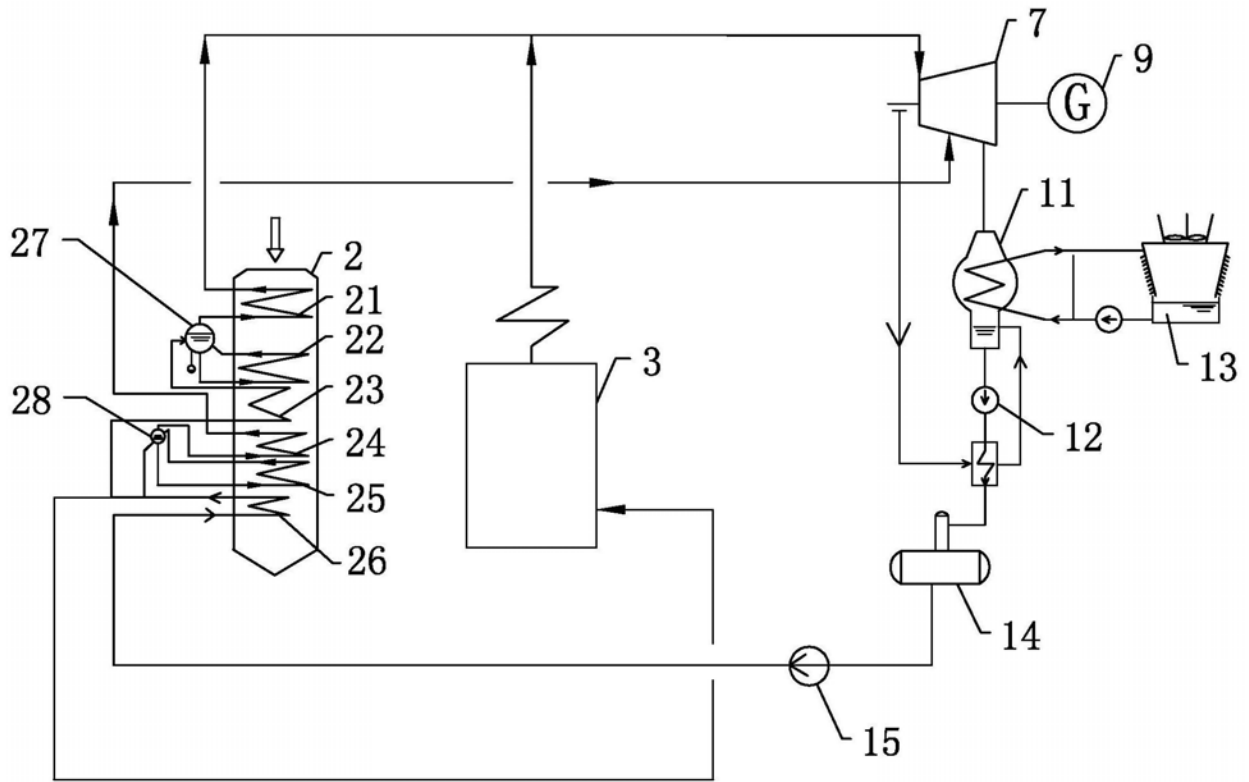


图2

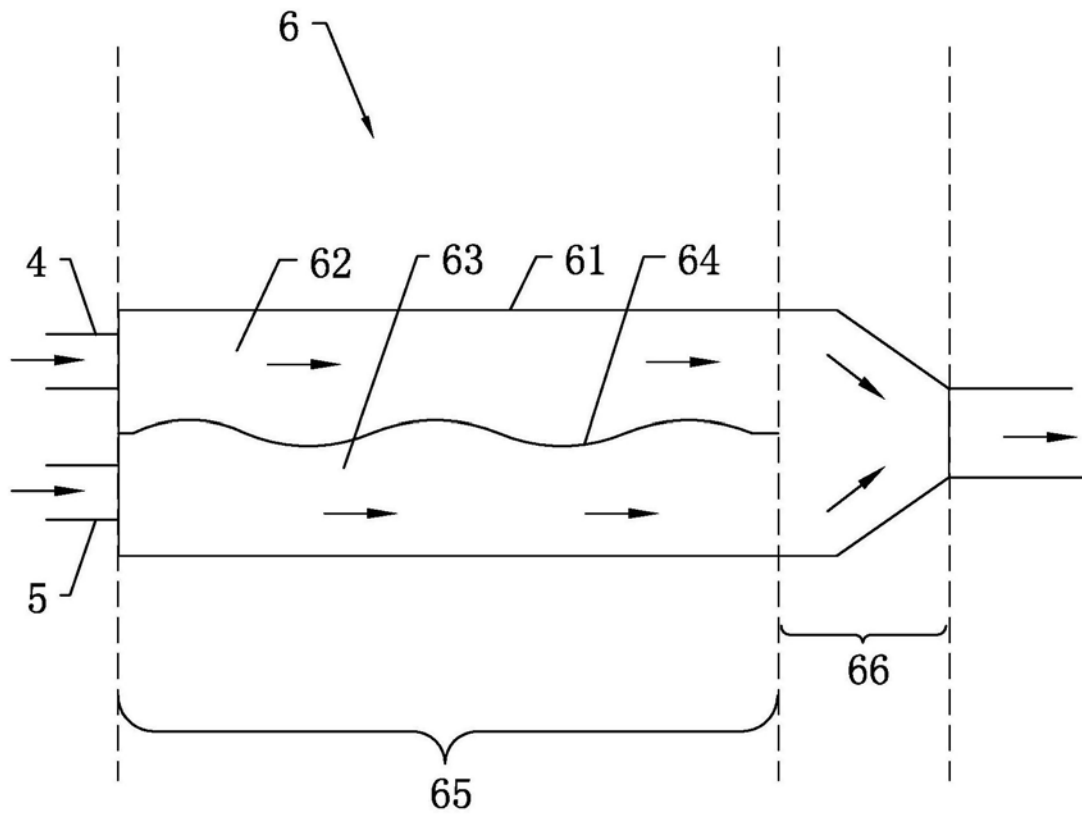


图3

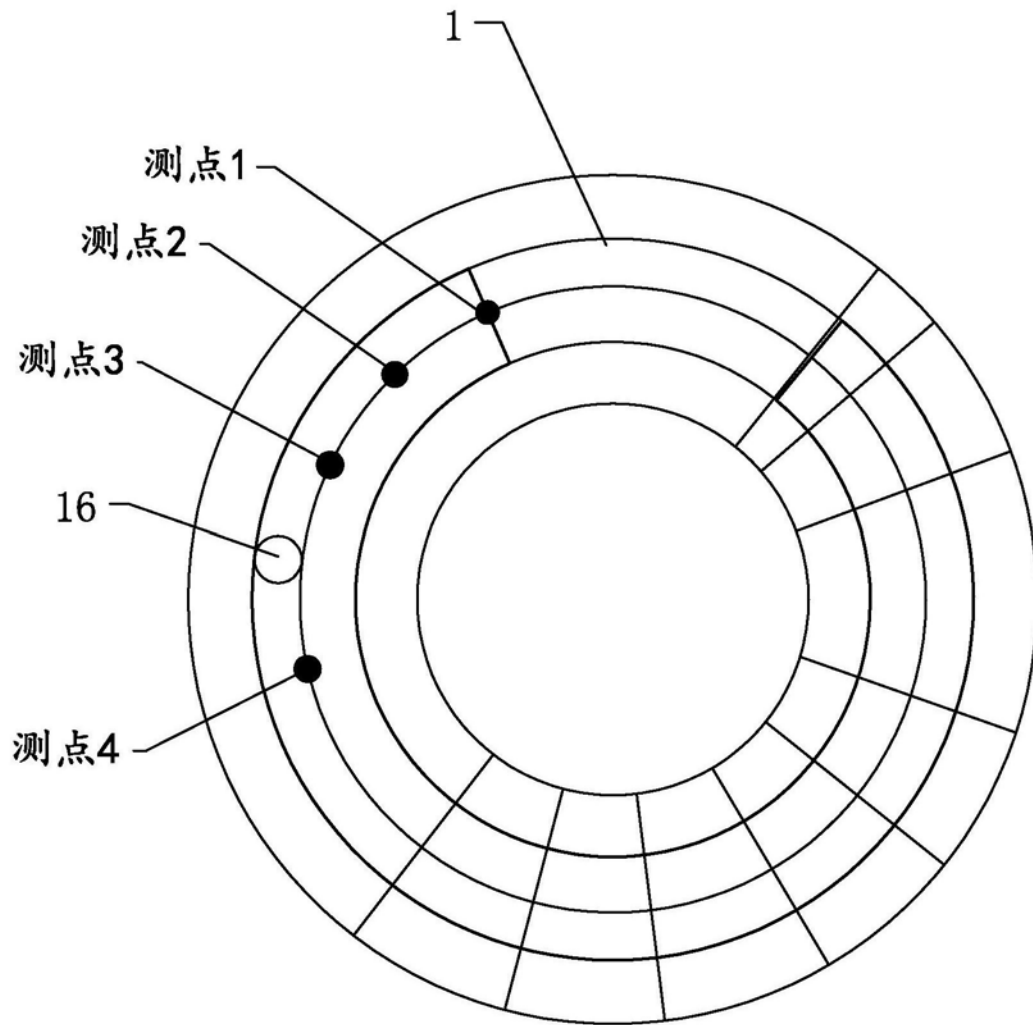


图4