



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 211782579 U

(45) 授权公告日 2020.10.27

(21) 申请号 202020165000.8

F04B 39/16 (2006.01)

(22) 申请日 2020.02.12

F04B 49/20 (2006.01)

(73) 专利权人 中国科学院理化技术研究所
地址 100190 北京市海淀区中关村东路29号

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(72) 发明人 张化福 徐鹏 杨俊玲 张振涛
张钰 越云凯 张鹏

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 沈军

(51) Int. Cl.

F26B 15/18 (2006.01)

F26B 5/04 (2006.01)

F26B 21/14 (2006.01)

F04B 41/06 (2006.01)

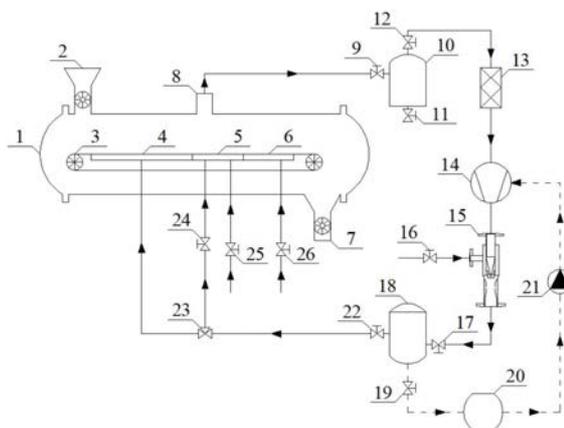
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 实用新型名称

真空带式干燥系统

(57) 摘要

本实用新型涉及干燥设备技术领域,公开了一种真空带式干燥系统,包括:真空带式干燥器、蒸汽压缩机以及蒸汽喷射器,所述真空带式干燥器的内部设有加热区;所述真空带式干燥器的蒸汽出口与所述蒸汽压缩机的进口连通,所述蒸汽压缩机的出口与所述蒸汽喷射器的第一蒸汽进口连通,所述蒸汽喷射器的蒸汽出口与所述加热区连通。该真空带式干燥系统可回收干燥过程中物料蒸发出的二次蒸汽,并依次通过蒸汽压缩机和蒸汽喷射器两次压缩增焓,使蒸汽温度提升至预定状态后,返回干燥系统充当热源蒸汽,可以有效提高真空带式干燥系统的能源利用率,大幅度降低能耗和运行成本,相比传统的真空带干系统,能耗降低60%以上。



1. 一种真空带式干燥系统,其特征在于,包括:真空带式干燥器、蒸汽压缩机以及蒸汽喷射器,所述真空带式干燥器的内部设有加热区;

所述真空带式干燥器的蒸汽出口与所述蒸汽压缩机的进口连通,所述蒸汽压缩机的出口与所述蒸汽喷射器的第一蒸汽进口连通,所述蒸汽喷射器的蒸汽出口与所述加热区连通。

2. 根据权利要求1所述的真空带式干燥系统,其特征在于,所述真空带式干燥系统还包括位于所述真空带式干燥器的内部的传送带机构,所述加热区对应布置于所述传送带机构的下方。

3. 根据权利要求2所述的真空带式干燥系统,其特征在于,所述加热区包括沿所述传送带机构的输送方向依次布设的第一加热区和第二加热区,所述第一加热区与所述蒸汽喷射器的蒸汽出口连通,所述第二加热区与所述蒸汽喷射器的蒸汽出口选择性连通。

4. 根据权利要求3所述的真空带式干燥系统,其特征在于,所述第二加热区与热水水源连通。

5. 根据权利要求3所述的真空带式干燥系统,其特征在于,所述真空带式干燥器的内部还设有对应布置于所述传送带机构的下方的冷却区,所述冷却区靠近所述第二加热区布置。

6. 根据权利要求5所述的真空带式干燥系统,其特征在于,所述第一加热区、所述第二加热区以及所述冷却区分别对应安装有第一加热板、第二加热板和冷却板。

7. 根据权利要求1至6任一项所述的真空带式干燥系统,其特征在于,所述真空带式干燥系统还包括三相分离器,所述三相分离器的蒸汽进口与所述真空带式干燥器的蒸汽出口连通,所述三相分离器的蒸汽出口与所述蒸汽压缩机的进口连通。

8. 根据权利要求7所述的真空带式干燥系统,其特征在于,所述真空带式干燥系统还包括丝网过滤器,所述丝网过滤器的进口与所述三相分离器的蒸汽出口连通,所述丝网过滤器的出口与所述蒸汽压缩机的进口连通。

9. 根据权利要求1至6任一项所述的真空带式干燥系统,其特征在于,所述真空带式干燥系统还包括汽液分离器,所述汽液分离器的蒸汽进口与所述蒸汽喷射器的蒸汽出口连通,所述汽液分离器的蒸汽出口与所述加热区连通。

10. 根据权利要求9所述的真空带式干燥系统,其特征在于,所述真空带式干燥系统还包括冷凝水罐和冷凝水泵,所述汽液分离器的冷凝液出口与所述冷凝水罐的进液口连通,所述冷凝水罐的出液口与所述冷凝水泵的进口连通,所述冷凝水泵的出口与所述蒸汽压缩机连通。

真空带式干燥系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及干燥设备技术领域,特别是涉及一种真空带式干燥系统。

背景技术

[0002] 真空带式干燥机是一种连续进料、连续出料形式的接触式真空干燥设备,在国内广泛应用于中药浸膏干燥工艺中。真空带式干燥是保证中药浸膏干燥质量的先进工艺,将在我国中药生产企业得到大力推广。然而,传统真空带式干燥机采用蒸汽驱动,蒸汽消耗大、运行成本高,开发新型高效节能的真空带式干燥系统大势所趋。

实用新型内容

[0003] 本实用新型实施例提供一种真空带式干燥系统,用以解决或部分解决传统真空带式干燥机能源消耗量巨大的问题。

[0004] 本实用新型实施例提供一种真空带式干燥系统,包括:真空带式干燥器、蒸汽压缩机以及蒸汽喷射器,所述真空带式干燥器的内部设有加热区;

[0005] 所述真空带式干燥器的蒸汽出口与所述蒸汽压缩机的进口连通,所述蒸汽压缩机的出口与所述蒸汽喷射器的第一蒸汽进口连通,所述蒸汽喷射器的蒸汽出口与所述加热区连通。

[0006] 在上述技术方案的基础上,所述真空带式干燥系统还包括位于所述真空带式干燥器的内部的传送带机构,所述加热区对应布置于所述传送带机构的下方。

[0007] 在上述技术方案的基础上,所述加热区包括沿所述传送带机构的输送方向依次布设的第一加热区和第二加热区,所述第一加热区与所述蒸汽喷射器的蒸汽出口连通,所述第二加热区与所述蒸汽喷射器的蒸汽出口选择性连通。

[0008] 在上述技术方案的基础上,所述第二加热区与热水水源连通。

[0009] 在上述技术方案的基础上,所述真空带式干燥器的内部还设有对应布置于所述传送带机构的下方的冷却区,所述冷却区靠近所述第二加热区布置。

[0010] 在上述技术方案的基础上,所述第一加热区、所述第二加热区以及所述冷却区分别对应安装有第一加热板、第二加热板和冷却板。

[0011] 在上述技术方案的基础上,所述真空带式干燥系统还包括三相分离器,所述三相分离器的蒸汽进口与所述真空带式干燥器的蒸汽出口连通,所述三相分离器的蒸汽出口与所述蒸汽压缩机的进口连通。

[0012] 在上述技术方案的基础上,所述真空带式干燥系统还包括丝网过滤器,所述丝网过滤器的进口与所述三相分离器的蒸汽出口连通,所述丝网过滤器的出口与所述蒸汽压缩机的进口连通。

[0013] 在上述技术方案的基础上,所述真空带式干燥系统还包括汽液分离器,所述汽液分离器的蒸汽进口与所述蒸汽喷射器的蒸汽出口连通,所述汽液分离器的蒸汽出口与所述加热区连通。

[0014] 在上述技术方案的基础上,所述真空带式干燥系统还包括冷凝水罐和冷凝水泵,所述汽液分离器的冷凝液出口与所述冷凝水罐的进液口连通,所述冷凝水罐的出液口与所述冷凝水泵的进口连通,所述冷凝水泵的出口与所述蒸汽压缩机连通。

[0015] 本实用新型实施例提供一种真空带式干燥系统,可回收干燥过程中物料蒸发出的二次蒸汽,并依次通过蒸汽压缩机和蒸汽喷射器两次压缩增焓,使蒸汽温度提升至预定状态后,返回干燥系统充当热源蒸汽。本实用新型实施例提供的真空带式干燥系统在新型双压缩模式下,可由压缩机调节真空度,压缩机可以变频无极调节,可实现精准控温,保证中药浸膏品质;通过双压缩对二次蒸汽压缩,可大幅提高二次蒸汽的热源温度,通过回收真空腔体产生的二次蒸汽余热,同时取消了传统真空带干机的真空动力设备,实现节能60%以上。

附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本实用新型的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0017] 图1为本实用新型实施例的一种真空带式干燥系统的结构示意图。

[0018] 附图标记:

[0019] 1、真空带式干燥器;2、进料机构;3、传送带机构;4、第一加热区;5、第二加热区;6、冷却区;7、干物料排出机构;8、真空带式干燥器的蒸汽出口;9、第一蒸汽调节阀;10、三相分离器;11、第一冷凝水调节阀;12、第二蒸汽调节阀;13、丝网过滤器;14、蒸汽压缩机;15、蒸汽喷射器;16、第三蒸汽调节阀;17、第四蒸汽调节阀;18、汽液分离器;19、第二冷凝水调节阀;20、冷凝水罐;21、冷凝水泵;22、第五蒸汽调节阀;23、三通阀;24、第六蒸汽调节阀;25、第一热水调节阀;26、冷水调节阀。

具体实施方式

[0020] 为使本实用新型实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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作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。

[0021] 在本实用新型的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0022] 在真空带式干燥系统运行过程中,干燥器内物料的水分在真空环境下低温蒸发,蒸发排出的蒸汽焓值较低,直接回收利用的价值不高。将这部分蒸汽通过蒸汽压缩机和蒸汽喷射器双压缩增焓再回收利用,可以减少系统运行时的消耗蒸汽量,有效提高系统能源

利用率并降低运行成本。

[0023] 图1为本实用新型实施例的一种真空带式干燥系统的结构示意图,如图1所示,本实用新型实施例的真空带式干燥系统,包括:真空带式干燥器1、蒸汽压缩机14以及蒸汽喷射器15,真空带式干燥器1的内部设有加热区;

[0024] 真空带式干燥器的蒸汽出口8与蒸汽压缩机14的进口连通,蒸汽压缩机14的出口与蒸汽喷射器15的第一蒸汽进口连通,蒸汽喷射器15的蒸汽出口与加热区连通。

[0025] 需要说明的是,进料机构2和真空带式干燥器的蒸汽出口8位于真空带式干燥器1的上方,真空带式干燥器1的下方有干物料排出机构7。蒸汽喷射器15的第二蒸汽进口与第三蒸汽调节阀16连接。

[0026] 本实用新型实施例提供的真空带式干燥系统,可以回收物料在真空干燥过程中产生的低温蒸汽,蒸汽通过蒸汽压缩机14压缩增焓,提高蒸汽的温度和压力,再经过蒸汽喷射器15,在蒸汽喷射器15内与新通入的高温蒸汽混合后压缩喷射,产出温度和压力更高的蒸汽,最后将高温高压的蒸汽当作热源送入加热区,给加热区提供热量并以热传导的形式干燥物料。该真空带式干燥系统可以回收真空干燥过程中的二次蒸汽,通过双压缩模式对二次蒸汽加压增焓并再次利用,可以有效提高能源利用率,降低干燥过程中的蒸汽消耗量,大幅度降低传统真空带式干燥系统的能耗和运行成本。

[0027] 在上述实施例的基础上,真空带式干燥系统还包括位于真空带式干燥器1的内部传送带机构3,加热区对应布置于传送带机构3的下方。

[0028] 需要说明的是,传送带机构3水平布置于真空带式干燥器1的内部。

[0029] 在本实用新型实施例中,在蒸汽喷射器15内与新通入的高温蒸汽混合后压缩喷射,产出温度和压力更高的蒸汽,最后将高温高压的蒸汽当作热源送入加热区,给加热区提供热量并以热传导的形式干燥通过传送带机构3输送的物料。

[0030] 在上述实施例的基础上,加热区包括沿传送带机构3的输送方向依次布设的第一加热区4和第二加热区5,第一加热区4与蒸汽喷射器15的蒸汽出口连通,第二加热区5与蒸汽喷射器15的蒸汽出口选择性连通。

[0031] 需要说明的是,第二加热区5与热水水源连通。其中,第一加热区4的加热范围可以大于第二加热区5的加热范围。

[0032] 在本实用新型实施例中,蒸汽喷射器15内的高温高压蒸汽输送到真空带式干燥器内的第一加热区4,提供热量干燥物料,第二加热区5通入热水用来加热物料。当给第一加热区4供给的蒸汽量过剩时,多余的高温高压蒸汽可给第二加热区5提供热量。

[0033] 在上述实施例的基础上,真空带式干燥器1的内部还设有对应布置于传送带机构3的下方的冷却区6,冷却区6靠近第二加热区5布置。

[0034] 需要说明的是,沿传送带机构3的输送方向依次布设第一加热区4、第二加热区5以及冷却区6。其中,冷却区6通入冷水用来冷却物料。

[0035] 可以理解的是,第一加热区4、第二加热区5以及冷却区6分别对应安装有第一加热板、第二加热板和冷却板。冷却区6通过冷水调节阀26与冷水水源相连,第二加热区5通过第一热水调节阀25与热水水源相连。

[0036] 在上述实施例的基础上,真空带式干燥系统还包括三相分离器10,三相分离器10的蒸汽进口与真空带式干燥器的蒸汽出口8连通,三相分离器10的蒸汽出口与蒸汽压缩机

14的进口连通。

[0037] 在本实用新型实施例中,三相分离器10的蒸汽进口通过第一蒸汽调节阀9与真空带式干燥器的蒸汽出口8连通,三相分离器10的冷凝液出口与第一冷凝水调节阀11相连。

[0038] 在上述实施例的基础上,真空带式干燥系统还包括丝网过滤器13,丝网过滤器13的进口与三相分离器10的蒸汽出口连通,丝网过滤器13的出口与蒸汽压缩机14的进口连通。

[0039] 在本实用新型实施例中,丝网过滤器13的进口通过第二蒸汽调节阀12与三相分离器10的蒸汽出口连通。

[0040] 在上述实施例的基础上,真空带式干燥系统还包括汽液分离器18,汽液分离器18的蒸汽进口与蒸汽喷射器15的蒸汽出口连通,汽液分离器18的蒸汽出口与加热区连通。

[0041] 在本实用新型实施例中,汽液分离器18的蒸汽进口通过第四蒸汽调节阀17与蒸汽喷射器15的蒸汽出口连通,汽液分离器18的蒸汽出口与第五蒸汽调节阀22连通,第五蒸汽调节阀22与三通阀23的进口连通,三通阀23的第一出口与第一加热区4连通,三通阀23的第二出口与第六蒸汽调节阀24连通,第六蒸汽调节阀24与第二加热区5连通。

[0042] 在上述实施例的基础上,真空带式干燥系统还包括冷凝水罐20和冷凝水泵21,汽液分离器18的冷凝液出口与冷凝水罐20的进液口连通,冷凝水罐20的出液口与冷凝水泵21的进口连通,冷凝水泵21的出口与蒸汽压缩机14连通。

[0043] 在本实用新型实施例中,汽液分离器18的冷凝液出口通过第二冷凝水调节阀19与冷凝水罐20的进液口连通。

[0044] 本实用新型实施例提供的真空带式干燥系统,在真空带式干燥过程中,真空带式干燥器1内物料的水分蒸发产生的蒸汽在蒸汽压缩机14的压力作用下先进入三相分离器10,分离出的液体排出系统,分离后的蒸汽再经过丝网过滤器13过滤,过滤后的蒸汽通过蒸汽压缩机14压缩增焓,然后再进入蒸汽喷射器15内与新供给的高温蒸汽混合,进一步提高蒸汽的温度和压力,然后高温高压的蒸汽进入汽液分离器18,蒸汽中的液体进入冷凝水罐20,冷凝水罐20内的冷凝液在冷凝水泵21的作用下提供给蒸汽压缩机14,保证其正常运作;汽液分离器18内的高温高压蒸汽输送到真空带式干燥器1内的第一加热板,提供热量干燥物料,第二加热板和冷却板分别通入热水和冷水用来加热和冷却物料。当给第一加热板供给的蒸汽量过剩时,多余的高温高压蒸汽可给第二加热板提供热量。

[0045] 实施例情况如下:

[0046] 本实施例原有真空带式干燥机(60m²)干燥中药浸膏,干燥过程中蒸发水量为50kg/h,真空带干机蒸汽耗量为75kg/h,系统耗电量为29kW·H/h。

[0047] 当地能源价格:蒸汽均价为170元/吨,外线电(10kV)单价0.54元/度。节标煤折算:1kW·h电的等价热量为0.35kg标煤;1kg蒸汽的等价热量为0.145kg标煤。

[0048] 主要设备描述:

[0049] 三相分离器:立式喷淋型,筒体为304不锈钢,保温层厚度50mm,丝网厚度50mm,尺寸Φ400x1500mm。

[0050] 丝网过滤器:DN200。

[0051] 冷凝水罐:卧式,筒体为304不锈钢,保温层厚度50mm,尺寸Φ400x1500mm。

[0052] 冷凝水泵:化工流程泵,双封形式,304材质,功率为1.5kW,流量1.5m³/h。

[0053] 蒸汽压缩机供油泵:流量 $1.5\text{m}^3/\text{h}$,功率 1.5kW 。

[0054] 油箱:立式,保温层厚度 50mm , $\Phi 300\times 400\text{mm}$ 。

[0055] 节能计算:

[0056] 1.原设备:中药浸膏干燥系统运行过程中蒸发出的低温蒸汽无回收,在节能计算中主要考虑匹配设备的耗汽量和真空泵电耗量。

[0057] 每小时运行费用: $0.075\times 170+29\times 0.54=28.41$ 元

[0058] 每小时标煤耗量: $75\times 0.145+29\times 0.35=21.025\text{kg}$

[0059] 2.单独机械压缩增焓:回收中药浸膏干燥过程中蒸发出的 $50\text{kg}/\text{h}$ 低温蒸汽(平均 40°C),通过蒸汽压缩机压缩增焓到 116°C ,再将高温高压的蒸汽直接送到第一加热板,此外,还需向第一加热板额外补充 $25\text{kg}/\text{h}$ 的高温蒸汽。选用蒸汽压缩机具体参数如下:压缩机排量 $20\text{m}^3/\text{min}$,流量 $50\text{kg}/\text{h}$,吸排汽温度 $40\sim 116^\circ\text{C}$,运行实际电耗 $45\text{kW}/\text{h}$,配电机 55kW 。

[0060] 每小时运行费用: $0.025\times 170+45\times 0.54=28.55$ 元

[0061] 每小时标煤耗量: $25\times 0.145+45\times 0.35=19.375\text{kg}$

[0062] 3.双压缩模式增焓:回收的 $50\text{kg}/\text{h}$ 低温蒸汽(平均 40°C)仍先经过蒸汽压缩机,压缩增焓到 90°C ,在蒸汽压缩机的出口增加个蒸汽喷射器,利用补热蒸汽作为蒸汽喷射器的工作蒸汽,实现对带干机二次蒸汽增压的同时无需额外增加能耗。蒸汽喷射器的工作蒸汽采用系统的补热蒸汽,引射系数为2,蒸汽喷射泵压缩比为2.5,补充的蒸汽量为 $25\text{kg}/\text{h}$,工作蒸汽温度为 170°C (压力 800kpa),在喷射器出口产生出 $75\text{kg}/\text{h}$ 的混合蒸汽,混合蒸汽温度为 116°C (压力 175kpa)。选用蒸汽压缩机具体参数如下:压缩机排量为 $20\text{m}^3/\text{min}$,流量 $50\text{kg}/\text{h}$,吸排汽温度 $40\sim 90^\circ\text{C}$,运行实际电耗 $12\text{kW}/\text{h}$,配电机 15kW 。

[0063] 每小时运行费用: $0.025\times 170+12\times 0.54=10.73$ 元

[0064] 每小时标煤耗量: $25\times 0.145+12\times 0.35=7.825\text{kg}$

[0065] 表1节能统计表

项目	原设备	单独机械压缩模式	双压缩模式	双压缩模式比原设备节约	双压缩模式比单独压缩模式节约
耗蒸汽量 (kg/h)	75	25	25	66.7%	66.7%
运行费用 (元/h)	28.41	28.55	10.73	62.2%	62.4%
标煤耗量 (kg/h)	21.025	19.375	7.825	62.8%	59.6%

[0067] 从表1可知,单独机械压缩模式的单位时间耗蒸汽量比原设备的耗蒸汽量降低 66.7% ,但仅依靠蒸汽压缩机压缩增焓将低温蒸汽压缩到 116°C ,压缩机压比过大,轴功率过高,蒸汽压缩机实际电耗过大;单独机械压缩模式的系统运行费用与原系统运行费用几乎相等,但可节约标煤 8% 。由此可见单独机械压缩模式节能降本效果并不明显。

[0068] 双压缩模式真空带式干燥系统的单位时间耗汽量同样比原设备的耗蒸汽量降低

66.7%；双压缩模式的运行费用比单独机械压缩模式降低62.4%，比原系统降低62.2%；双压缩模式的节约标煤比单独机械压缩模式节约59.6%，比原系统节约62.8%。因此，根据本实施例可知：基于双压缩模式增焓节能的真空带式干燥系统可以大幅度减少系统运行时的额外消耗蒸汽量，有效提高系统能源利用率并降低运行成本。

[0069] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已，并不用以限制本实用新型，凡在本实用新型的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本实用新型的保护范围之内。

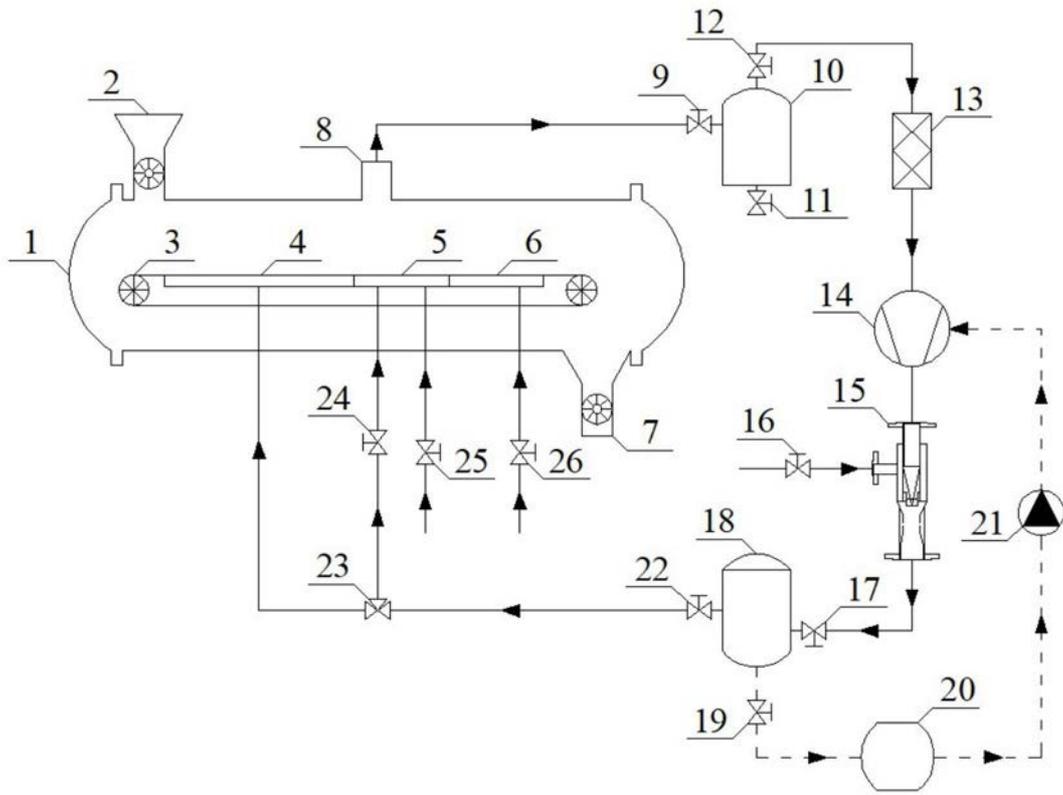


图1