



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109827419 A

(43)申请公布日 2019.05.31

(21)申请号 201910127889.2

(22)申请日 2019.02.20

(71)申请人 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

(72)发明人 公茂琼 孙守军 郭浩 赵延兴

(74)专利代理机构 深圳市科进知识产权代理事务所(普通合伙) 44316
代理人 曹卫良

(51) Int. Cl.

F26B 23/00(2006.01)

F25B 30/02(2006.01)

F25B 30/06(2006.01)

F25B 41/04(2006.01)

F25B 47/02(2006.01)

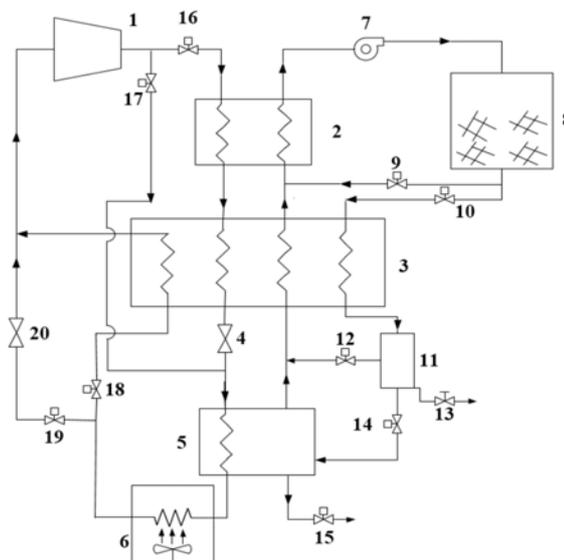
权利要求书3页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

一种空气源大温跨高温热泵烘干系统

(57)摘要

一种空气源大温跨高温热泵烘干系统,包括:压缩机、风机、干燥室、蒸发器、冷凝器、回热换热器、第一节流元件、第二节流元件、第一截止阀、第二截止阀、第三截止阀、第四截止阀、第五截止阀、第六截止阀、第七截止阀、第八截止阀、第一冷凝捕集分离器、第二冷凝捕集分离器、第一排液阀与第二排液阀,本发明提供的空气源大温跨高温热泵烘干系统,利用混合工质相变温度滑移特性,结合引入回热换热器,实现大温跨高效供热,采用常规压缩机单级压缩实现提供高温干燥所需热量,干燥温度高,脱水温度低,脱水效率高,并且流程简单、成本低。



1. 一种空气源大温跨高温热泵烘干系统,其特征在于,包括:压缩机、风机、干燥室、蒸发器、冷凝器、回热换热器、第一节流元件、第二节流元件、第一截止阀、第二截止阀、第三截止阀、第四截止阀、第五截止阀、第六截止阀、第七截止阀、第八截止阀、第一冷凝捕集分离器、第二冷凝捕集分离器、第一排液阀与第二排液阀,其中:

所述压缩机的高压出口分别与第五截止阀进口、第六截止阀进口连接,所述第五截止阀出口与冷凝器的高压制冷剂入口所连,所述第六截止阀出口与第二冷凝捕集器高压制冷剂入口连接,所述冷凝器的高压制冷剂出口与回热换热器的高压制冷剂入口相连,所述回热换热器的高压制冷剂出口与第一节流元件入口相连,所述第一节流元件出口分别与第二冷凝捕集分离器高压制冷剂入口以及第六截止阀出口相连,所述第二冷凝捕集分离器高压制冷剂出口与蒸发器入口相连,所述蒸发器出口分别与第七截止阀进口以及第八截止阀入口连接,所述第七截止阀出口与所述回热换热器低压制冷剂入口连接,所述回热换热器低压制冷剂出口与压缩机进口相连,所述第八截止阀出口与所述第二节流元件入口连接,所述第二节流元件出口与压缩机进口连接;

所述风机出口与干燥室入口相连,所述干燥室出口分别与第一截止阀入口、第二截止阀入口相连,所述第一截止阀出口分别与所述冷凝器干空气入口、所述回热换热器干空气出口连接,所述第二截止阀出口与所述回热换热器湿空气入口相连,所述回热换热器湿空气出口与第一冷凝捕集分离器入口相连,所述第一冷凝捕集分离器出口与第三截止阀入口、第四截止阀入口、第一排液阀相连,所述第四截止阀出口与第二冷凝捕集分离器湿空气入口相连,所述第二冷凝捕集分离器出口与第二排液阀、回热换热器干空气入口相连,所述第三截止阀出口与回热换热器干空气入口相连,所述回热换热器干空气出口与冷凝器干空气入口相连,所述冷凝器干空气出口与风机入口相连。

2. 如权利要求1所述的空气源大温跨高温热泵烘干系统,其特征在于,所述空气源大温跨高温热泵烘干系统的制冷剂为混合工质制冷剂,所述的混合工质制冷剂包含四个温区的制冷剂,所述四个温区的制冷剂包括:低温区工质、正常温区工质、中间温区工质及高温区工质;其中:

所述低温区工质包括乙烯、乙烷、三氟甲烷、三氟一氯甲烷、二氧化碳、氟甲烷及全氟乙烷中至少一种;

所述正常温区工质包括二氟甲烷、五氟甲烷、丙烯、三氟乙烷、丙烷、二氟一氯甲烷、五氟一氯乙烷、氟乙烷、全氟丙烷、氨、环丙烷、二氟二氯甲烷、四氟丙烯、四氟乙烷、二甲基乙醚、二氟乙烷、三氟碘甲烷、七氟丙烷、四氟一氯乙烷、三氟丙烯、五氟丙烯、三氟丙烯及异丁烷中至少一种;

所述中间温区工质包括二氟一氯乙烷、异丁烯、丁烯、八氟环丁烷、全氟丁烷、六氟丙烷、正丁烷、四氟二氯乙烷、六氟丙烷、一氟二氯甲烷、新戊烷、五氟丙烷、三氟一氯甲烷、三氟一氯丙烯、八氟丁烯、七氟戊烯及三氟二氯乙烷中至少一种;

所述高温区工质包括异戊烷、全氟正戊烷、正戊烷、一氟一氯乙烷、五氟丁烷、三氟三氯乙烷、环戊烷、2甲基戊烷、六氟丁烯,十氟戊烷,正己烷及水中至少一种。

3. 如权利要求2所述的空气源大温跨高温热泵烘干系统,其特征在于,所述低温区工质的摩尔浓度范围为0.05~0.95,正常温区工质的摩尔浓度范围为0.05~0.95,中间温区工质的摩尔浓度范围为0.05~0.95,高温区工质的摩尔浓度范围为0.05~0.5。

4. 如权利要求1所述的空气源大温跨高温热泵烘干系统,其特征在于,所述空气源大温跨高温热泵烘干系统包括预热模式,所述预热模式工作方式如下:

所述第一截止阀打开,第五截止阀打开,第七截止阀打开,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀关闭,第六截止阀关闭,第八截止阀关闭,第二排液阀关闭,所述压缩机的高压出口排出的高温工质经所述第五截止阀进入所述的冷凝器加热空气,然后进入所述回热换热器,再次经过所述第一节流元件,节流后制冷剂经过所述第二冷凝捕集分离器后进入所述蒸发器,在所述蒸发器中从环境吸收热量,吸热后制冷剂经第七截止阀再次进入回热换热器实现与高压制冷剂的回热温升,升温后的制冷剂进入所述压缩机,完成一个热泵循环;

所述风机出口的高温干燥空气进入所述干燥室进行预热,然后经过所述第一截止阀,再次经过所述冷凝器完成回热温升后进入风机,完成一个预热循环。

5. 如权利要求1所述的空气源大温跨高温热泵烘干系统,其特征在于,所述空气源大温跨高温热泵烘干系统包括非冬季干燥运行模式,所述非冬季干燥运行模式的工作方式如下:

所述第一截止阀关闭,所述第三截止阀关闭,所述第六截止阀关闭,所述第八截止阀关闭,所述第一排液阀关闭,所述第二排液阀关闭,所述第二截止阀打开,所述第四截止阀打开,所述第五截止阀打开,所述第七截止阀打开,所述压缩机的高压出口排出的高温工质经所述第五截止阀进入所述的冷凝器加热空气,然后进入所述回热换热器,再次经过所述第一节流元件,节流后工质进入所述第二冷凝捕集分离器,为湿空气脱水提供所需冷量,然后进入所述蒸发器,在蒸发器中从环境吸收热量,吸热后制冷剂再次经第七截止阀进入回热换热器实现与高压制冷剂的回热温升,升温后的冷剂进入所述压缩机,完成一个热泵循环;

高温干燥空气经所述风机进入所述干燥室干燥产品,干燥完成后的湿空气经所述第二截止阀进入所述回热换热器回热降温,然后依次经过所述第一冷凝捕集分离器、第四截止阀后进入所述第二冷凝捕集分离器,在第二冷凝捕集分离器中实现湿空气脱水,脱水后的干燥空气依次进入所述回热换热器、冷凝器实现升温,升温后的干燥空气进入所述风机,完成一个干燥循环;

当所述第二冷凝捕集分离器中湿空气脱水量达到设定值时,打开所述第二排液阀完成排液。

6. 如权利要求1所述的空气源大温跨高温热泵烘干系统,其特征在于,所述空气源大温跨高温热泵烘干系统包括冬季干燥运行模式,所述冬季干燥运行模式的工作方式如下:

所述第一截止阀关闭,所述第四截止阀关闭,所述第六截止阀关闭,所述第八截止阀关闭,所述第一排液阀关闭,所述第二排液阀关闭,所述第二截止阀打开,所述第三截止阀打开,所述第五截止阀打开,所述第七截止阀打开,所述压缩机的高压出口排出的高温工质经第五截止阀进入所述的冷凝器加热空气,然后进入所述回热换热器,再次经过所述第一节流元件,节流后工质进入所述第二冷凝捕集分离器,为湿空气脱水提供所需冷量,然后进入所述蒸发器,在蒸发器中从环境吸收热量,吸热后制冷剂再次经第七截止阀进入回热换热器实现与高压制冷剂的回热温升,升温后的冷剂进入所述压缩机,完成一个热泵循环;

高温干燥空气经所述风机进入所述干燥室干燥产品,干燥完成后的湿空气经所述第二截止阀进入所述回热换热器回热降温,为防止低环温时,第二冷凝分离捕集器脱水过程结

霜,干燥完成后的湿空气进入第一冷凝分离捕集器实现提前脱水,脱水后的干燥空气依次进入所述回热换热器、冷凝器实现升温,升温后的干燥空气进入所述风机,完成一个干燥循环;

当所述第一冷凝捕集分离器中湿空气脱水量达到设定值时,打开所述第一排液阀完成排液。

7.如权利要求1所述的空气源大温跨高温热泵烘干系统,其特征在于,所述空气源大温跨高温热泵烘干系统包括除霜模式,所述除霜模式的工作方式如下:

所述第一截止阀关闭,所述第二截止阀关闭,所述第五截止阀关闭,所述第七截止阀关闭,所述第六截止阀打开,所述第八截止阀打开,所述压缩机的高压出口排出的高温工质经第六截止阀进入所述第二冷凝捕集分离器与所述蒸发器,为所述第二冷凝捕集分离器及所述蒸发器除霜提供高温热量,除霜后的工质经过所述第八截止阀进入所述第二节流元件节流降压后进入所述压缩机,完成一个热泵循环。

一种空气源大温跨高温热泵烘干系统

技术领域

[0001] 本发明涉及热泵干燥领域技术领域,特别涉及一种空气源大温跨高温热泵烘干系统。

背景技术

[0002] 高温干燥广泛应用于木材生产、药材生产、食品生产等领域,通过降低原材料中水分含量,来保证产品的质量。控制干燥所需的温度,保证产品干燥质量,是干燥技术的关键,高温干燥能提升产品的干燥速率,是提高干燥效率的重要技术手段。

[0003] 热泵干燥是一种清洁高效的干燥方式,通过消耗少量的电能,吸收环境中的热量,将其转化为用于干燥所需的高温热量。而将常温空气加热到80~100℃高温干燥所需温度,常规热泵单级压缩难以实现。虽然采用CO₂跨临界热泵能够提供80~100℃高温干燥所需热量,但是其运行高压往往达到10MPa以上,需要专用压缩机及相应的零部件,成本高。

发明内容

[0004] 有鉴如此,有必要针对现有技术存在的缺陷,提供一种安全环保、节能高效,能提供80~100℃高温干燥所需热量的大温跨热泵烘干系统。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用下述技术方案:

[0006] 包括:压缩机、风机、干燥室、蒸发器、冷凝器、回热换热器、第一节流元件、第二节流元件、第一截止阀、第二截止阀、第三截止阀、第四截止阀、第五截止阀、第六截止阀、第七截止阀、第八截止阀、第一冷凝捕集分离器、第二冷凝捕集分离器、第一排液阀与第二排液阀,

[0007] 所述压缩机的高压出口分别与第五截止阀进口、第六截止阀进口连接,所述第五截止阀出口与冷凝器的高压制冷剂入口所连,所述第六截止阀出口与第二冷凝捕集器高压制冷剂入口连接,所述冷凝器的高压制冷剂出口与回热换热器的高压制冷剂入口相连,所述回热换热器的高压制冷剂出口与第一节流元件入口相连,所述第一节流元件出口分别与第二冷凝捕集分离器高压制冷剂入口以及第六截止阀出口相连,所述第二冷凝捕集分离器高压制冷剂出口与蒸发器入口相连,所述蒸发器出口分别与第七截止阀进口以及第八截止阀入口连接,所述第七截止阀出口与所述回热换热器低压冷剂入口连接,所述回热换热器低压制冷剂出口与压缩机进口相连,所述第八截止阀出口与所述第二节流元件入口连接,所述第二节流元件出口与压缩机进口连接。

[0008] 所述风机出口与干燥室入口相连,所述干燥室出口分别与第一截止阀入口、第二截止阀入口相连,所述第一截止阀出口分别与所述冷凝器干空气入口、所述回热换热器干空气出口连接,所述第二截止阀出口与所述回热换热器湿空气入口相连,所述回热换热器湿空气出口与第一冷凝捕集分离器入口相连,所述第一冷凝捕集分离器出口与第三截止阀入口、第四截止阀入口、第一排液阀相连,所述第四截止阀出口与第二冷凝捕集分离器湿空气入口相连,所述第二冷凝捕集分离器出口与第二排液阀、回热换热器干空气入口相连,所

述第三截止阀出口与回热换热器干空气入口相连,所述回热换热器干空气出口与冷凝器干空气入口相连,所述冷凝器干空气出口与风机入口相连。

[0009] 在一些较佳的实施例中,所述空气源大温跨高温热泵烘干系统的制冷剂为混合工质制冷剂,所述的混合工质制冷剂包含四个温区的制冷剂,所述四个温区的制冷剂包括:低温区工质、正常温区工质、中间温区工质及高温区工质;其中:

[0010] 所述低温区工质包括乙烯、乙烷、三氟甲烷、三氟一氯甲烷、二氧化碳、氟甲烷及全氟乙烷中至少一种;

[0011] 所述正常温区工质包括二氟甲烷、五氟甲烷、丙烯、三氟乙烷、丙烷、二氟一氯甲烷、五氟一氯乙烷、氟乙烷、全氟丙烷、氨、环丙烷、二氟二氯甲烷、四氟丙烯、四氟乙烷、二甲基乙醚、二氟乙烷、三氟碘甲烷、七氟丙烷、四氟一氯乙烷、三氟丙烯、五氟丙烯、三氟丙烯及异丁烷中至少一种;

[0012] 所述中间温区工质包括二氟一氯乙烷、异丁烯、丁烯、八氟环丁烷、全氟丁烷、六氟丙烷、正丁烷、四氟二氯乙烷、六氟丙烷、一氟二氯甲烷、新戊烷、五氟丙烷、三氟一氯甲烷、三氟一氯丙烯、八氟丁烯、七氟戊烯及三氟二氯乙烷中至少一种;

[0013] 所述高温区工质包括异戊烷、全氟正戊烷、正戊烷、一氟一氯乙烷、五氟丁烷、三氟三氯乙烷、环戊烷、2甲基戊烷、六氟丁烯,十氟戊烷,正己烷及水中至少一种。

[0014] 在一些较佳的实施例中,所述低温区工质的摩尔浓度范围为0.05~0.95,正常温区工质的摩尔浓度范围为0.05~0.95,中间温区工质的摩尔浓度范围为0.05~0.95,高温区工质的摩尔浓度范围为0.05~0.5。

[0015] 在一些较佳的实施例中,所述空气源大温跨高温热泵烘干系统包括预热模式,所述预热模式工作方式如下:

[0016] 所述第一截止阀打开,第五截止阀打开,第七截止阀打开,第二截止阀关闭,第三截止阀关闭,第四截止阀关闭,第六截止阀关闭,第八截止阀关闭,第二排液阀关闭,所述压缩机的高压出口排出的高温工质经所述第五截止阀进入所述的冷凝器加热空气,然后进入所述回热换热器,再次经过所述第一节流元件,节流后制冷剂经过所述第二冷凝捕集分离器后进入所述蒸发器,在所述蒸发器中从环境吸收热量,吸热后制冷剂经第七截止阀再次进入回热换热器实现与高压制冷剂的回热温升,升温后的制冷剂进入所述压缩机,完成一个热泵循环;

[0017] 所述风机出口的高温干燥空气进入所述干燥室进行预热,然后经过所述第一截止阀,再次经过所述冷凝器完成回热温升后进入风机,完成一个预热循环。

[0018] 在一些较佳的实施例中,所述空气源大温跨高温热泵烘干系统包括非冬季干燥运行模式,所述非冬季干燥运行模式的工作方式如下:

[0019] 所述第一截止阀关闭,所述第三截止阀关闭,所述第六截止阀关闭,所述第八截止阀关闭,所述第一排液阀关闭,所述第二排液阀关闭,所述第二截止阀打开,所述第四截止阀打开,所述第五截止阀打开,所述第七截止阀打开,所述压缩机的高压出口排出的高温工质经所述第五截止阀进入所述的冷凝器加热空气,然后进入所述回热换热器,再次经过所述第一节流元件,节流后工质进入所述第二冷凝捕集分离器,为湿空气脱水提供所需冷量,然后进入所述蒸发器,在蒸发器中从环境吸收热量,吸热后制冷剂再次经第七截止阀进入回热换热器实现与高压制冷剂的回热温升,升温后的冷剂进入所述压缩机,完成一个热泵

循环；

[0020] 高温干燥空气经所述风机进入所述干燥室干燥产品，干燥完成后的湿空气经所述第二截止阀进入所述回热换热器回热降温，然后依次经过所述第一冷凝捕集分离器、第四截止阀后进入所述第二冷凝捕集分离器，在第二冷凝捕集分离器中实现湿空气脱水，脱水后的干燥空气依次进入所述回热换热器、冷凝器实现升温，升温后的干燥空气进入所述风机，完成一个干燥循环；

[0021] 当所述第二冷凝捕集分离器中湿空气脱水量达到设定值时，打开所述第二排液阀完成排液。

[0022] 在一些较佳的实施例中，所述空气源大温跨高温热泵烘干系统包括冬季干燥运行模式，所述冬季干燥运行模式的工作方式如下：

[0023] 所述第一截止阀关闭，所述第四截止阀关闭，所述第六截止阀关闭，所述第八截止阀关闭，所述第一排液阀关闭，所述第二排液阀关闭，所述第二截止阀打开，所述第三截止阀打开，所述第五截止阀打开，所述第七截止阀打开，所述压缩机的高压出口排出的高温工质经第五截止阀进入所述的冷凝器加热空气，然后进入所述回热换热器，再次经过所述第一节流元件，节流后工质进入所述第二冷凝捕集分离器，为湿空气脱水提供所需冷量，然后进入所述蒸发器，在蒸发器中从环境吸收热量，吸热后制冷剂再次经第七截止阀进入回热换热器实现与高压制冷剂的回热温升，升温后的冷剂进入所述压缩机，完成一个热泵循环；

[0024] 高温干燥空气经所述风机进入所述干燥室干燥产品，干燥完成后的湿空气经所述第二截止阀进入所述回热换热器回热降温，为防止低环温时，第二冷凝分离捕集器脱水过程结霜，干燥完成后的湿空气进入第一冷凝分离捕集器实现提前脱水，脱水后的干燥空气依次进入所述回热换热器、冷凝器实现升温，升温后的干燥空气进入所述风机，完成一个干燥循环；

[0025] 当所述第一冷凝捕集分离器中湿空气脱水量达到设定值时，打开所述第一排液阀完成排液。

[0026] 在一些较佳的实施例中，所述空气源大温跨高温热泵烘干系统包括除霜模式，所述除霜模式的工作方式如下：

[0027] 所述第一截止阀关闭，所述第二截止阀关闭，所述第五截止阀关闭，所述第七截止阀关闭，所述第六截止阀打开，所述第八截止阀打开，所述压缩机的高压出口排出的高温工质经第六截止阀进入所述第二冷凝捕集分离器与所述蒸发器，为所述第二冷凝捕集分离器及所述蒸发器除霜提供高温热量，除霜后的工质经过所述第八截止阀进入所述第二节流元件节流降压后进入所述压缩机，完成一个热泵循环。

[0028] 本发明采用上述技术方案的优点是：

[0029] 本发明提供的空气源大温跨高温热泵烘干系统，利用混合工质相变温度转移特性，结合引入回热换热器，实现大温跨高效供热，采用常规压缩机单级压缩实现提供高温干燥所需热量，干燥温度高，脱水温度低，脱水效率高，并且流程简单、成本低。

[0030] 此外，本发明提供的空气源大温跨高温热泵烘干系统具有预热模式，可以使系统快速升温，缩短系统预热时间；并且，上述空气源大温跨高温热泵烘干系统具有冬季提前脱水模式，该运行模式下能够防止冬季低环温下，系统在第二冷凝捕集分离器中脱水时易结霜，影响脱水效率的问题，在冬季低环温运行时，实现在第一冷凝捕集器中提前脱水，提升

脱水效率;除此之外,上述空气源大温跨高温热泵烘干系统具有除霜模式,用于冬季蒸发器除霜,保证系统稳定高效工作。

[0031] 另外,本发明提供的空气源大温跨高温热泵烘干系统,采用高温干燥方式,原料干燥速度快,效率高,并且湿空气脱水时,采用低温冷凝捕集脱水,脱水温度低,脱水效果好;采用常规制冷压缩机就能够实现80℃以上高温产出,系统简单,成本低。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明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简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,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它的附图。

[0033] 图1为一实施方式提供的空气源大温跨高温热泵系统的结构示意图。

[0034] 图2为一实施方式提供的空气源大温跨高温热泵系统的预热模式示意图。

[0035] 图3为一实施方式提供的空气源大温跨高温热泵系统的非冬季运行模式示意图。

[0036] 图4为一实施方式提供的空气源大温跨高温热泵系统的冬季运行模式示意图。

[0037] 图5为一实施方式提供的空气源大温跨高温热泵系统的除霜模式示意图。

[0038] 图6为一实施方式提供的优选的翅片管式换热器。

具体实施方式

[0039] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明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发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,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它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0040] 实施例一

[0041] 请参阅图1为本发明实施例一提供了一种空气源大温跨高温热泵烘干系统的结构示意图,为了便于说明,仅示出了与本发明实施例相关的部分,详述如下。

[0042] 本发明提供的空气源大温跨高温热泵烘干系统包括:压缩机1、风机7、干燥室8、蒸发器6、冷凝器2、回热换热器3、第一节流元件4、第二节流元件20、第一截止阀9、第二截止阀10、第三截止阀12、第四截止阀14、第五截止阀16、第六截止阀17、第七截止阀18、第八截止阀19、第一冷凝捕集分离器11、第二冷凝捕集分离器5、第一排液阀13与第二排液阀15。以下详细说明上述各个部件的连接关系。

[0043] 所述压缩机1的高压出口分别与第五截止阀16进口、第六截止阀17进口连接,所述第五截止阀16出口与冷凝器2的高压制冷剂入口所连,所述冷凝器2的高压制冷剂出口与回热换热器3的高压制冷剂入口相连,所述回热换热器3的高压制冷剂出口与第一节流元件4入口相连,所述第一节流元件4出口与第二冷凝捕集分离器5高压制冷剂入口相连,所述第二冷凝捕集分离器5高压制冷剂出口与蒸发器6入口相连,所述蒸发器6出口分别与所述第七截止阀18入口与所述第八截止阀19入口连接,所述第七截止阀18出口与回热换热器3低压制冷剂入口相连,所述回热换热器3低压制冷剂出口与压缩机1进口相连,所述第六截止阀17出口与第二冷凝捕集器5入口连接,所述第八截止阀19出口与所述第二节流元件20入

口连接,所述第二节流元件20出口与所述压缩机1进口连接。

[0044] 所述风机7出口与干燥室8入口相连,所述干燥室8出口与第二截止阀10入口相连,所述第二截止阀10出口与回热换热器3湿空气入口相连,所述回热换热器3湿空气出口与第一冷凝捕集分离器11入口相连,所述第一冷凝捕集分离器11出口与第三截止阀12入口、第四截止阀14入口、第一排液阀13相连,所述第四截止阀14出口与第二冷凝捕集分离器5湿空气入口相连,所述第二冷凝捕集分离器5出口与第二排液阀15、回热换热器3干空气入口相连,所述第三截止阀12出口与回热换热器3干空气入口相连,所述回热换热器3干空气出口与冷凝器2干空气入口相连,所述冷凝器2干空气出口与风机7入口相连。

[0045] 在一些较佳的实施例中,所述空气源大温跨高温热泵烘干系统的制冷剂为混合工质制冷剂,且所述的混合工质制冷剂包含四个温区的制冷剂,所述四个温区的制冷剂包括:低温区工质、正常温区工质、中间温区工质及高温区工质;其中:

[0046] 所述低温区工质包括乙烯、乙烷、三氟甲烷、三氟一氯甲烷、二氧化碳、氟甲烷及全氟乙烷中至少一种;

[0047] 所述正常温区工质包括二氟甲烷、五氟甲烷、丙烯、三氟乙烷、丙烷、二氟一氯甲烷、五氟一氯乙烷、氟乙烷、全氟丙烷、氨、环丙烷、二氟二氯甲烷、四氟丙烯、四氟乙烷、二甲基乙醚、二氟乙烷、三氟碘甲烷、七氟丙烷、四氟一氯乙烷、三氟丙烯、五氟丙烯、三氟丙烯及异丁烷中至少一种;

[0048] 所述中间温区工质包括二氟一氯乙烷、异丁烯、丁烯、八氟环丁烷、全氟丁烷、六氟丙烷、正丁烷、四氟二氯乙烷、六氟丙烷、一氟二氯甲烷、新戊烷、五氟丙烷、三氟一氯甲烷、三氟一氯丙烯、八氟丁烯、七氟戊烯及三氟二氯乙烷中至少一种;

[0049] 所述高温区工质包括异戊烷、全氟正戊烷、正戊烷、一氟一氯乙烷、五氟丁烷、三氟三氯乙烷、环戊烷、2甲基戊烷、六氟丁烯,十氟戊烷,正己烷及水中至少一种。

[0050] 在一些较佳的实施例中,所述低温区工质的摩尔浓度范围为0.05~0.95,正常温区工质的摩尔浓度范围为0.05~0.95,中间温区工质的摩尔浓度范围为0.05~0.95,高温区工质的摩尔浓度范围为0.05~0.5。

[0051] 可以理解,本发明提供的空气源大温跨高温热泵烘干系统,利用混合工质的相变滑移特性,改善了与换热流体的温度匹配,并且在回热换热器3内,可以利用混合工质自身的回热,使系统有利于提升效率,有利于实现大温跨。

[0052] 在一些较佳的实施例中,所述第一节流元件4与第二节流元件20为节流阀。

[0053] 在一些较佳的实施例中,所述回热换热器3为板翅式换热器,可以理解,回热换热器3不限于此形式,也可为绕管式换热器或其他类型的换热器。

[0054] 请参阅图6,为本发明较佳实施例提供的蒸发器的结构示意图,所述蒸发器6为翅片管式换热器,所述蒸发器6优选的热源为空气源。

[0055] 本发明提供的空气源大温跨高温热泵烘干系统,利用混合工质相变温度滑移特性,结合引入回热换热器,实现大温跨高效供热,采用常规压缩机单级压缩实现提供高温干燥所需热量,干燥温度高,脱水温度低,脱水效率高,并且流程简单、成本低。

[0056] 实施例二

[0057] 请参阅图2,为一实施方式提供的空气源大温跨高温热泵系统的预热模式示意图。

[0058] 所述空气源大温跨高温热泵烘干系统包括预热模式,所述预热模式工作方式如

下:

[0059] 所述第一截止阀9打开,第五截止阀16打开,第七截止阀18打开,第二截止阀10关闭,第三截止阀12关闭,第四截止阀14关闭,第六截止阀17关闭,第八截止阀19关闭,第二排液阀15关闭,所述压缩机1的高压出口排出的高温工质经所述第五截止阀16进入所述的冷凝器2加热空气,然后进入所述回热换热器3,再次经过所述第一节流元件4,节流后制冷剂经过所述第二冷凝捕集分离器5后进入所述蒸发器6,在所述蒸发器6中从环境吸收热量,吸热后制冷剂经过第七截止阀18再次进入回热换热器3实现与高压制冷剂的回热温升,升温后的制冷剂进入所述压缩机1,完成一个热泵循环;

[0060] 所述风机7出口的高温干燥空气进入所述干燥室8进行预热,然后经过所述第一截止阀9,再次经过所述冷凝器2完成回热温升后进入风机,完成一个预热循环。

[0061] 可以理解,本发明实施例提供的空气源大温跨高温热泵烘干系统具有预热模式,可以使系统快速升温,缩短系统预热时间。

[0062] 实施例三

[0063] 请参阅图3,为一实施方式提供的空气源大温跨高温热泵系统的非冬季运行模式示意图。

[0064] 所述空气源大温跨高温热泵烘干系统包括非冬季干燥运行模式,所述非冬季干燥运行模式的工作方式如下:

[0065] 所述第一截止阀9关闭,所述第三截止阀12关闭,所述第六截止阀17关闭,所述第八截止阀19关闭,所述第一排液阀13关闭,所述第二排液阀15关闭,所述第二截止阀15打开,所述第四截止阀14打开,所述第五截止阀16打开,所述第七截止阀18打开,所述压缩机1的高压出口排出的高温工质经所述第五截止阀16进入所述的冷凝器2加热空气,然后进入所述回热换热器3,再次经过所述第一节流元件4,节流后工质进入所述第二冷凝捕集分离器5,为湿空气脱水提供所需冷量,然后进入所述蒸发器6,在蒸发器6中从环境吸收热量,吸热后制冷剂再次经所述第七截止阀18进入回热换热器3实现与高压制冷剂的回热温升,升温后的制冷剂进入所述压缩机1,完成一个热泵循环;

[0066] 高温干燥空气经所述风机7进入所述干燥室8干燥产品,干燥完成后的湿空气经所述第二截止阀10进入所述回热换热器3回热降温,然后依次经过所述第一冷凝捕集分离器11、第四截止阀14后进入所述第二冷凝捕集分离器5,在第二冷凝捕集分离器5中实现湿空气脱水,脱水后的干燥空气依次进入所述回热换热器3器、冷凝器2实现升温,升温后的干燥空气进入所述风机7,完成一个干燥循环;

[0067] 当所述第二冷凝捕集分离器5中湿空气脱水量达到设定值时,打开所述第二排液阀15完成排液。

[0068] 实施例四

[0069] 请参阅图4,为一实施方式提供的空气源大温跨高温热泵系统的冬季运行模式示意图。

[0070] 所述空气源大温跨高温热泵烘干系统包括冬季干燥运行模式,所述冬季干燥运行模式的工作方式如下:

[0071] 所述第一截止阀9关闭,所述第四截止阀14关闭,所述第六截止阀17关闭,所述第八截止阀19关闭,所述第一排液阀13关闭,所述第二排液阀15关闭,所述第二截止阀10打

开,所述第三截止阀12打开,所述第五截止阀16打开,所述第七截止阀18打开,所述压缩机1的高压出口排出的高温工质经第五截止阀16进入所述的冷凝器2加热空气,然后进入所述回热换热器3,再次经过所述第一节流元件4,节流后制冷剂经过所述第二冷凝捕集分离器5,然后进入所述蒸发器6,在蒸发器6中从环境吸收热量,吸热后再次经第七截止阀18进入回热换热器3实现与高压制冷剂的回热温升,升温后的制冷剂进入所述压缩机1,完成一个热泵循环;

[0072] 高温干燥空气经所述风机7进入所述干燥室8干燥产品,干燥完成后的湿空气经所述第二截止阀10进入所述回热换热器3回热降温,为防止低环温时,第二冷凝分离捕集器5脱水过程结霜,干燥完成后的湿空气进入第一冷凝分离捕集器11实现提前脱水,脱水后的干燥空气依次进入所述回热换热器3、冷凝器2实现升温,升温后的干燥空气进入所述风机7,完成一个干燥循环;

[0073] 当所述第一冷凝捕集分离器11中湿空气脱水量达到设定值时,打开所述第一排液阀13完成排液。

[0074] 可以理解,本发明上述实施例提供的空气源大温跨高温热泵烘干系统,实现在第一冷凝捕集器中11中提前脱水,提升了脱水效率。

[0075] 可以理解,上述实施例提供的空气源大温跨高温热泵烘干系统具有冬季提前脱水模式,该运行模式下能够防止冬季低环温下,系统在第二冷凝捕集分离器中脱水时易结霜,影响脱水效率的问题,在冬季低环温运行时,实现在第一冷凝捕集器中提前脱水,提升脱水效率。

[0076] 实施例五

[0077] 请参阅图6,为一实施方式提供的空气源大温跨高温热泵系统的除霜模式示意图。

[0078] 所述空气源大温跨高温热泵烘干系统包括除霜模式,所述除霜模式的工作方式如下:

[0079] 所述第一截止阀9关闭,所述第二截止阀10关闭,所述第五截止阀16关闭,所述第七截止阀18关闭,所述第六截止阀17打开,所述第八截止阀19打开,所述压缩机1的高压出口排出的高温工质经第六截止阀17进入所述第二冷凝捕集分离器5与所述蒸发器6,为所述第二冷凝捕集分离器5及所述蒸发器6除霜提供高温热量,除霜后的工质经过所述第八截止阀19进入所述第二节流元件20节流降压后进入所述压缩机1,完成一个热泵循环。

[0080] 可以理解,本发明上述实施例提供的空气源大温跨高温热泵烘干系统具有除霜模式,用于冬季蒸发器除霜,保证系统稳定高效工作。

[0081] 当然本发明的空气源大温跨高温热泵烘干系统还可具有多种变换及改型,并不局限于上述实施方式的具体结构。总之,本发明的保护范围应包括那些对于本领域普通技术人员来说显而易见的变换或替代以及改型。

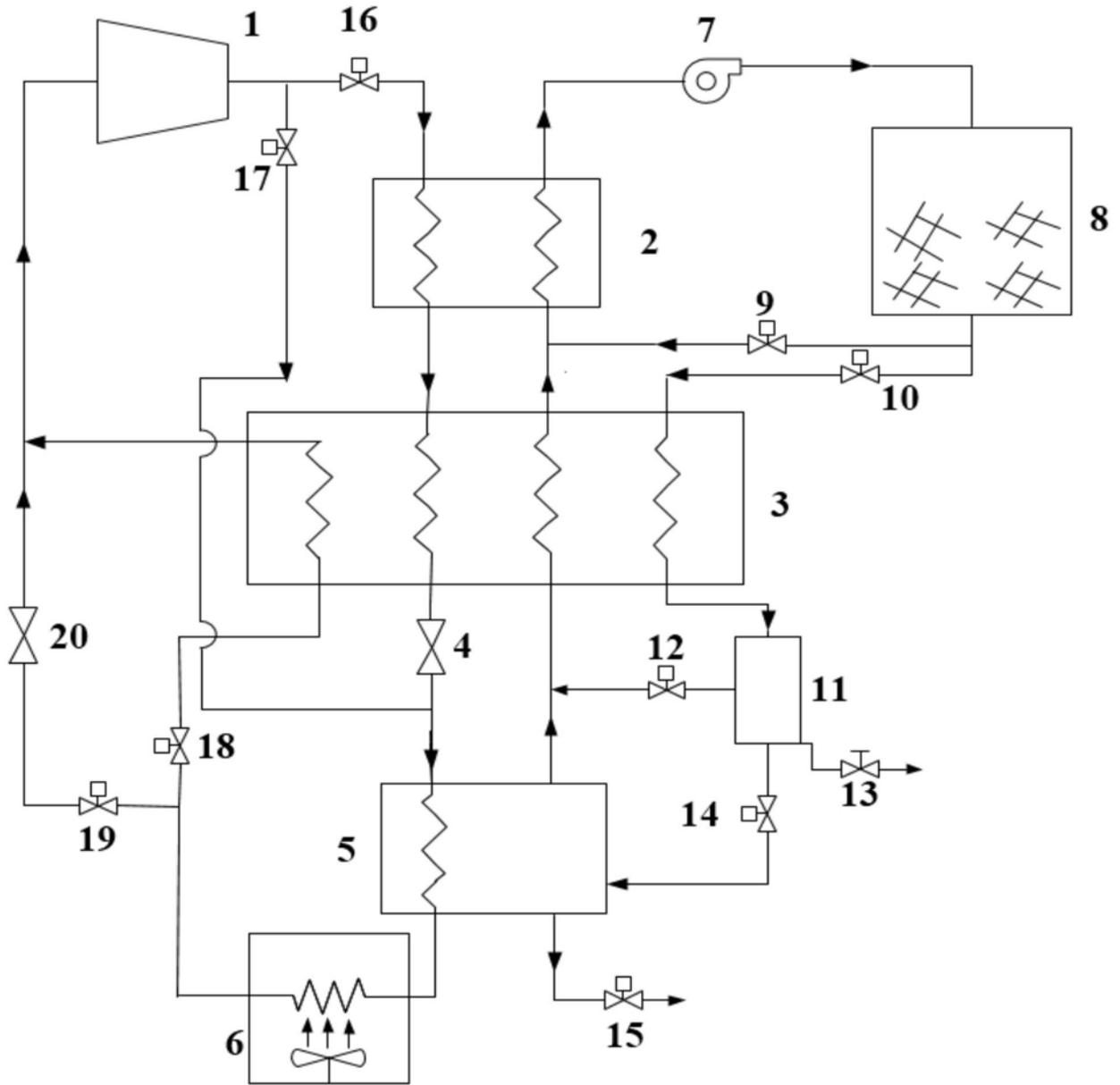


图1

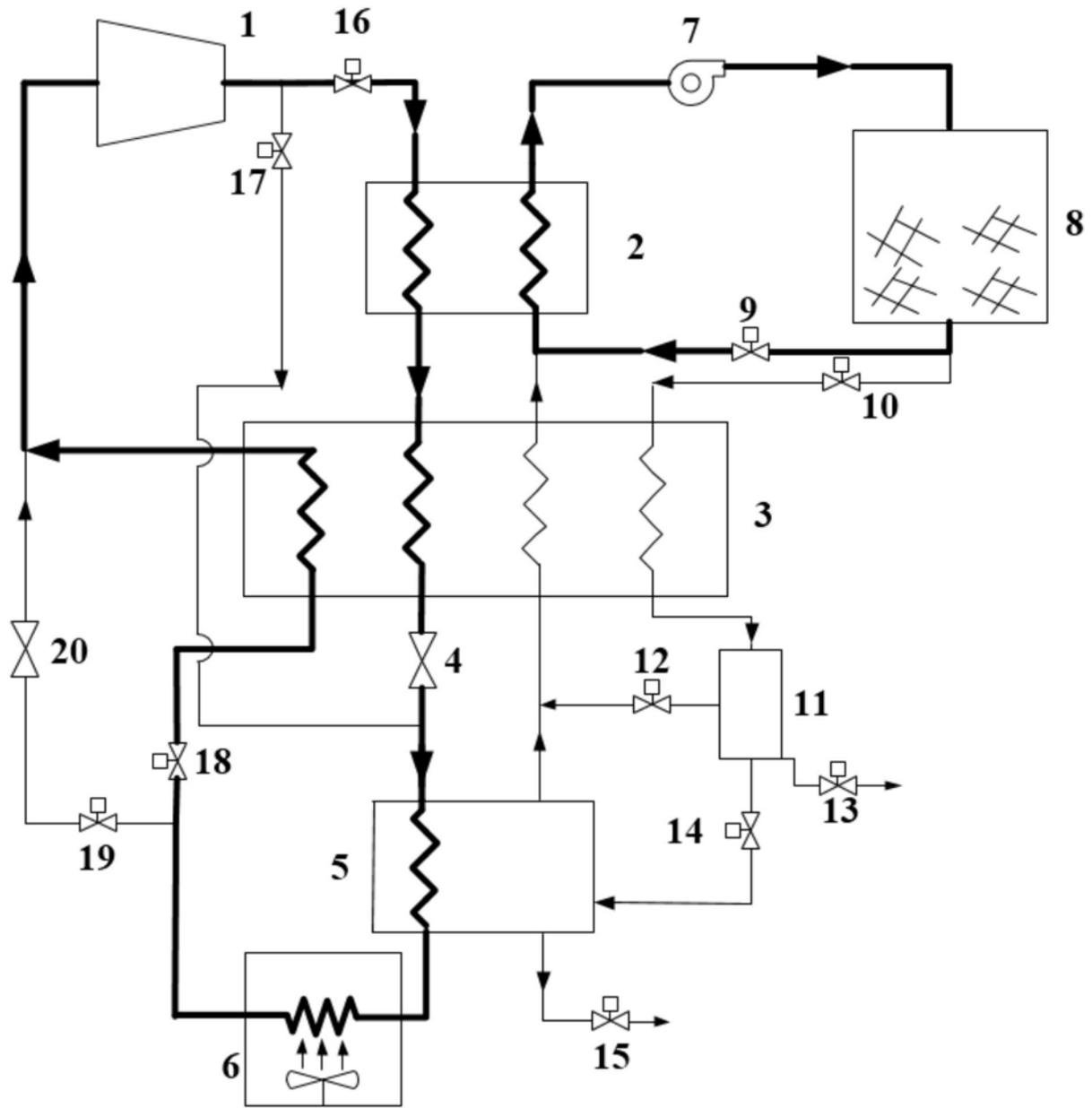


图2

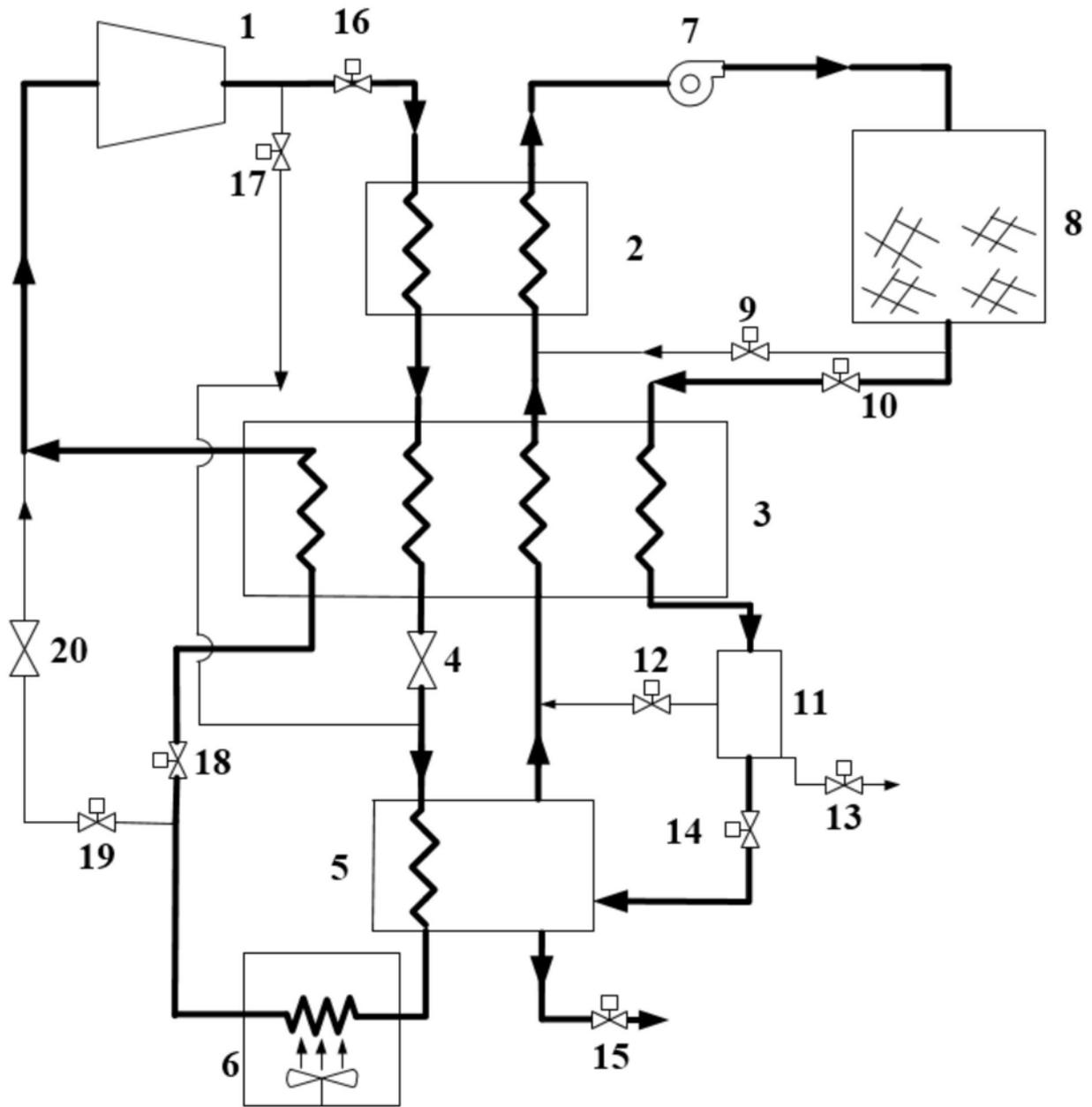


图3

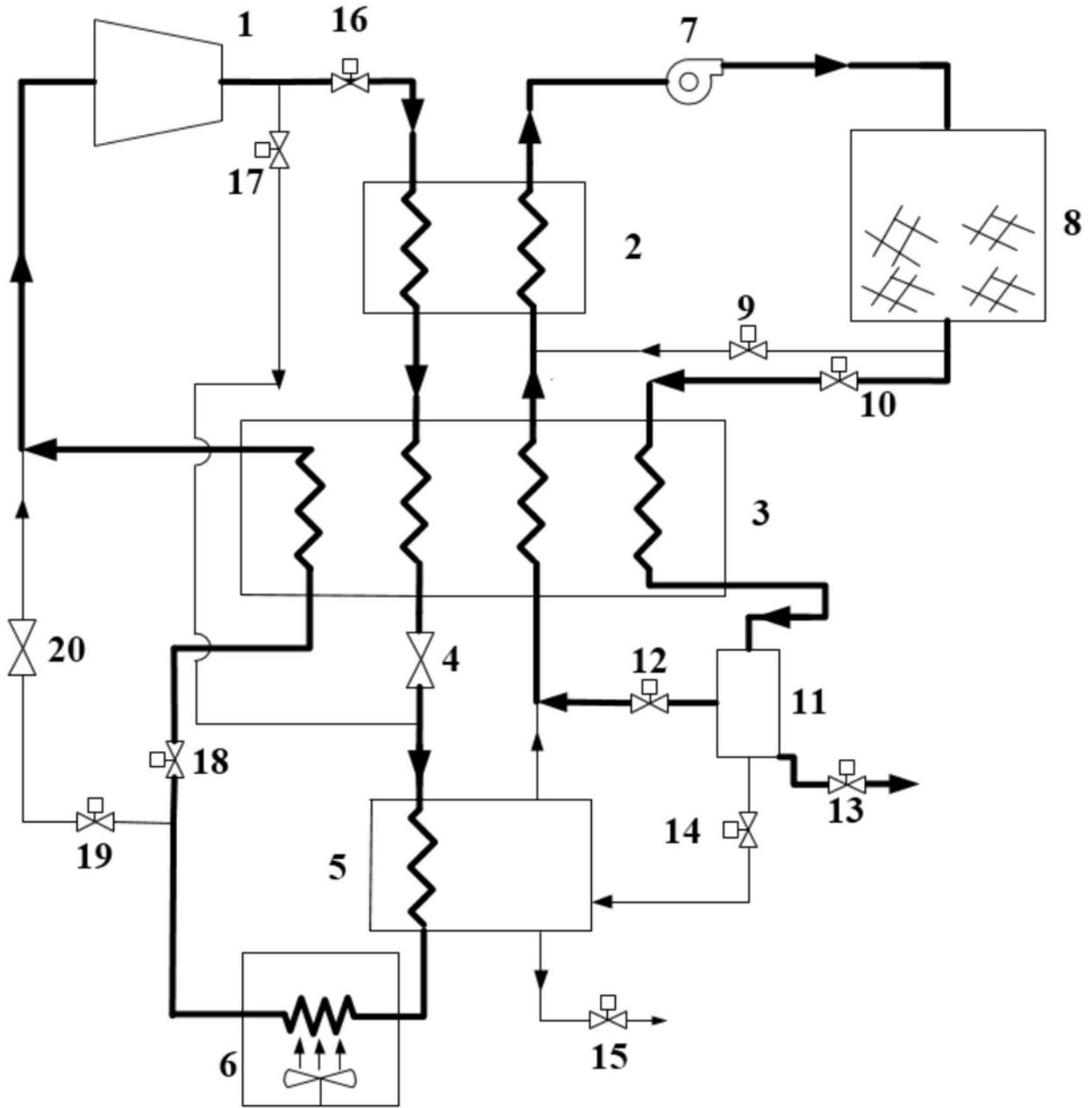


图4

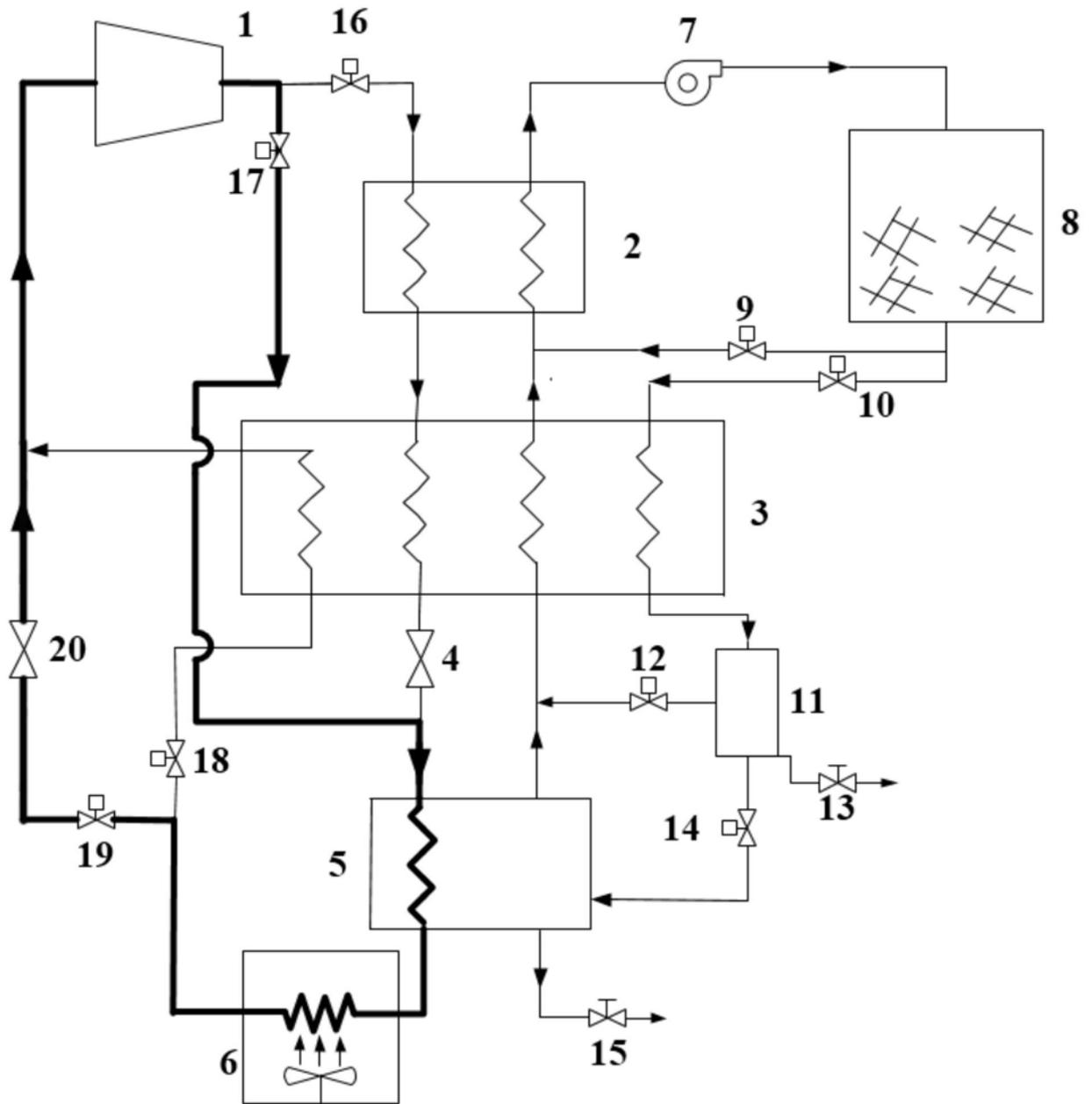


图5

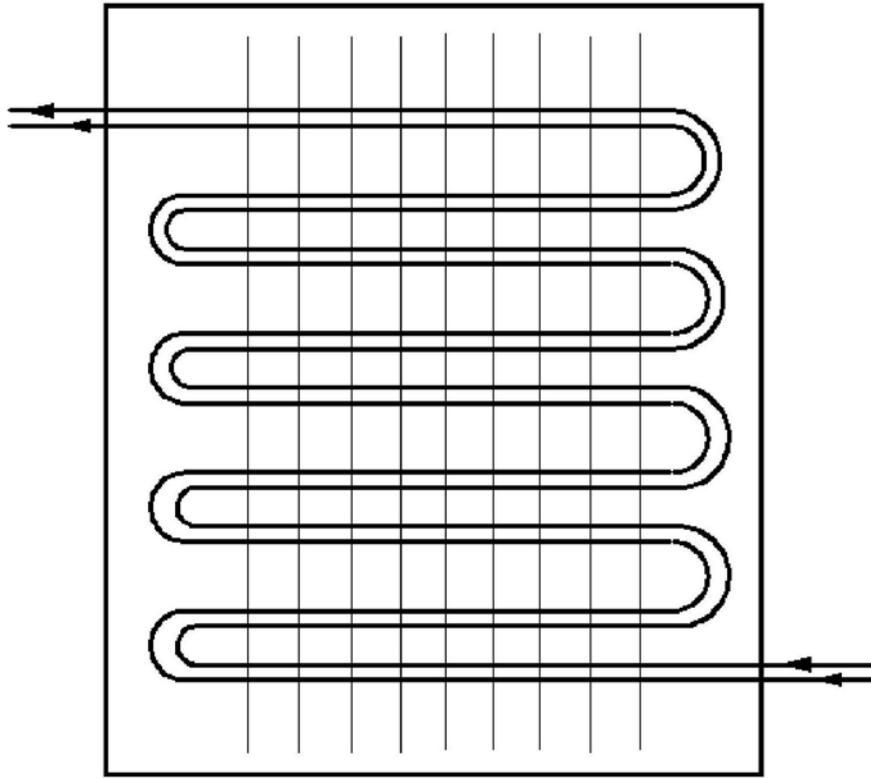


图6