(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209237371 U
(45)授权公告日 2019.08.13

(21)申请号 201822116666.X

(22)申请日 2018.12.17

(73)专利权人 上海新奥新能源技术有限公司
地址 上海市宝山区上大路668号1257室

(72)发明人 张承虎 陈峰 赵娟 陈长建

(74)专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109
代理人 牟永林

(51)Int.Cl.
B01D 1/26(2006.01)
B01D 1/30(2006.01)

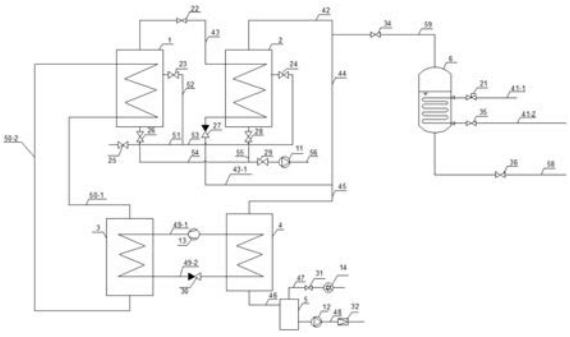
权利要求书3页 说明书8页 附图1页

(54)实用新型名称

一种间接式蒸汽辅助启动的热泵双效蒸发浓缩系统

(57)摘要

一种间接式蒸汽辅助启动的热泵双效蒸发浓缩系统，涉及一种蒸发浓缩系统。解决了现有的蒸发浓缩系统能源浪费、效率较低的问题以及热泵双效蒸发浓缩系统采用高压生蒸汽启动的安全问题。本实用新型的热泵工质循环管路经过热泵冷凝器与热泵蒸发器相连通，热泵压缩机安装在热泵工质循环管路中工质由热泵蒸发器流向热泵冷凝器的气态工质管路上，热泵节流膨胀装置安装在热泵工质循环管路中工质由热泵冷凝器流向热泵蒸发器的液态工质管路上；减压启动系统安装在第一二次蒸汽管路和第三二次蒸汽管路上。本实用新型利用衡器进入启动蒸汽发生器，间接产生低压蒸汽供给热泵，实现在蒸汽压力较高时，热泵双效蒸发浓缩系统的快速、平稳的启动。



CN 209237371 U

1.一种间接式蒸汽辅助启动的热泵双效蒸发浓缩系统，它包括一效蒸发罐(1)和二效蒸发罐(2)，其特征在于：它还包括热泵冷凝器(3)、热泵蒸发器(4)、集水罐(5)、排料泵(11)、排水泵(12)、热泵压缩机(13)、真空泵(14)、第一调节阀(22)、第二调节阀(23)、第三调节阀(24)、第四调节阀(25)、第五调节阀(26)、节流装置(27)、第六调节阀(28)、第七调节阀(29)、热泵节流膨胀装置(30)、第八调节阀(31)、逆止阀(32)、第一二次蒸汽管路(42)、第二二次蒸汽管路(43)、第三二次蒸汽管路(44)、第四二次蒸汽管路(45)、第五二次蒸汽管路(43-1)、热泵凝结水管路(46)、抽真空管路(47)、集水罐排水管路(48)、热泵工质气态管路(49-1)、热泵工质液态管路(49-2)、第一中介水管路(50-1)、第二中介水管路(50-2)、总进料管路(51)、一效进料管路(52)、二效进料管路(53)、一效排料管路(54)、二效排料管路(55)、总排料管路(56)和减压启动系统；

第一中介水管路(50-1)的进汽口连接热泵冷凝器(3)的出气口，第一中介水管路(50-1)的出汽口连接一效蒸发罐(1)的进汽口，一效蒸发罐(1)的出液口连接第二中介水管路(50-2)的进液口，第二中介水管路(50-2)的出液口连接热泵冷凝器(3)的进液口；

第一二次蒸汽管路(42)的进汽口与二效蒸发罐(2)的出汽口连接，第一二次蒸汽管路(42)的出汽口与第三二次蒸汽管路(44)的进汽口连接，第三二次蒸汽管路(44)的出汽口与第四二次蒸汽管路(45)的进汽口连接，第四二次蒸汽管路(45)的出汽口与热泵蒸发器(4)的进汽口连接；

热泵凝结水管路(46)的进液口与热泵蒸发器(4)的出液口连接，热泵凝结水管路(46)的出液口与集水罐(5)的进液口连接，抽真空管路(47)的进汽口与集水罐(5)的出汽口连接，在抽真空管路(47)上沿空气流动方向依次设置有第八调节阀(31)和真空泵(14)，集水罐(5)的出液口与集水罐排水管路(48)的进液口连接，在集水罐排水管路(48)上沿液体流动方向依次设置有排水泵(12)和逆止阀(32)；

第二二次蒸汽管路(43)的进汽口与一效蒸发罐(1)的出汽口连接，第二二次蒸汽管路(43)的出汽口与二效蒸发罐(2)的进汽口连接，第一调节阀(22)设置在第二二次蒸汽管路(43)上；第五二次蒸汽管路(43-1)的进液口与二效蒸发罐(2)的出液口连接，第五二次蒸汽管路(43-1)的出液口与第四二次蒸汽管路(45)进汽口连接，节流装置(27)安装在第五二次蒸汽管路(43-1)上；

第四调节阀(25)安装在总进料管路(51)上，总进料管路(51)的出料口分别与一效进料管路(52)的进料口和二效进料管路(53)的进料口连接，一效进料管路(52)的出料口与一效蒸发罐(1)的进料口连接，第二调节阀(23)安装在一效进料管路(52)上，二效进料管路(53)的出料口与二效蒸发罐(2)的进料口连接，第三调节阀(24)安装在二效进料管路(53)上；一效排料管路(54)的进料口与一效蒸发罐(1)的出料口连接，一效排料管路(54)的出料口与总排料管路(56)的进料口连接，第五调节阀(26)安装在一效排料管路(54)上；二效排料管路(55)的进料口与二效蒸发罐(2)的出料口连接，二效排料管路(55)的出料口与总排料管路(56)的进料口连接，第六调节阀(28)安装在二效排料管路(55)上，第七调节阀(29)和排料泵(11)依次沿排料方向安装在总排料管路(56)上；

热泵工质气态管路(49-1)的进汽口与热泵蒸发器(4)的出气口连接，热泵工质气态管路(49-1)的出汽口与热泵冷凝器(3)的进汽口连接，热泵压缩机(13)安装在热泵工质气态管路(49-1)上，热泵工质液态管路(49-2)的进液口与热泵冷凝器(3)的出液口连接，热泵工

质液态管路(49-2)的出液口与热泵蒸发器(4)的进液口连接，热泵节流膨胀装置(30)安装在热泵工质液态管路(49-2)上；

减压启动系统包括补水管路(58)、启动蒸汽发生器(6)、第十调节阀(35)、第十一调节阀(36)、蒸发器启动管路(59)、第九调节阀(34)、生蒸汽进汽管路(41-1)、出水管路(42-2)和减压阀(21)；

蒸发器启动管路(59)的汽水混合进口与启动蒸汽发生器(6)的出口连接，第九调节阀(34)安装在蒸发器启动管路(59)上，补水管路(58)的出水口与启动蒸汽发生器(6)的进水口连接，第十一调节阀(36)安装在补水管路(58)上；生蒸汽进汽管路(41-1)的出汽口与启动蒸汽发生器(6)的进汽口连接，出水管路(42-2)的进水口与启动蒸汽发生器(6)的出水口连接，第十调节阀(35)安装在出水管路(42-2)上。

2.一种间接式蒸汽辅助启动的热泵双效蒸发浓缩系统，它包括一效蒸发罐(1)和二效蒸发罐(2)，其特征在于：它还包括热泵冷凝器(3)、热泵蒸发器(4)、集水罐(5)、排料泵(11)、排水泵(12)、热泵压缩机(13)、真空泵(14)、中介水循环泵(15)、第一调节阀(22)、第二调节阀(23)、第三调节阀(24)、第四调节阀(25)、第五调节阀(26)、U型管(33)、第六调节阀(28)、第七调节阀(29)、热泵节流膨胀装置(30)、第八调节阀(31)、逆止阀(32)、第一二次蒸汽管路(42)、第二二次蒸汽管路(43)、第三二次蒸汽管路(44)、第四二次蒸汽管路(45)、第五二次蒸汽管路(43-1)、热泵凝结水管路(46)、抽真空管路(47)、集水罐排水管路(48)、热泵工质气态管路(49-1)、热泵工质液态管路(49-2)、第一中介水管路(50-1)、第二中介水管路(50-2)、总进料管路(51)、一效进料管路(52)、二效进料管路(53)、一效排料管路(54)、二效排料管路(55)、总排料管路(56)和减压启动系统；

第一中介水管路(50-1)的进汽口连接热泵冷凝器(3)的出气口，第一中介水管路(50-1)的出汽口连接一效蒸发罐(1)的进汽口，一效蒸发罐(1)的出液口连接第二中介水管路(50-2)的进液口，第二中介水管路(50-2)的出液口连接热泵冷凝器(3)的进液口，中介水循环泵(15)安装在第二中介水管路(50-2)上；

第一二次蒸汽管路(42)的进汽口与二效蒸发罐(2)的出汽口连接，第一二次蒸汽管路(42)的出汽口与第三二次蒸汽管路(44)的进汽口连接，第三二次蒸汽管路(44)的出汽口与第四二次蒸汽管路(45)的进汽口连接，第四二次蒸汽管路(45)的出汽口与热泵蒸发器(4)的进汽口连接；

热泵凝结水管路(46)的进液口与热泵蒸发器(4)的出液口连接，热泵凝结水管路(46)的出液口与集水罐(5)的进液口连接，抽真空管路(47)的进汽口与集水罐(5)的出汽口连接，在抽真空管路(47)上沿空气流动方向依次设置有第八调节阀(31)和真空泵(14)，集水罐(5)的出液口与集水罐排水管路(48)的进液口连接，在集水罐排水管路(48)上沿液体流动方向依次设置有排水泵(12)和逆止阀(32)；

第二二次蒸汽管路(43)的进汽口与一效蒸发罐(1)的出汽口连接，第二二次蒸汽管路(43)的出汽口与二效蒸发罐(2)的进汽口连接，第一调节阀(22)设置在第二二次蒸汽管路(43)上；第五二次蒸汽管路(43-1)的进液口与二效蒸发罐(2)的出液口连接，第五二次蒸汽管路(43-1)的出液口与第四二次蒸汽管路(45)进汽口连接，U型管(33)安装在第五二次蒸汽管路(43-1)上；

第四调节阀(25)安装在总进料管路(51)上，总进料管路(51)的出料口分别与一效进料

管路(52)的进料口和二效进料管路(53)的进料口连接，一效进料管路(52)的出料口与一效蒸发罐(1)的进料口连接，第二调节阀(23)安装在一效进料管路(52)上，二效进料管路(53)的出料口与二效蒸发罐(2)的进料口连接，第三调节阀(24)安装在二效进料管路(53)上；一效排料管路(54)的进料口与一效蒸发罐(1)的出料口连接，一效排料管路(54)的出料口与总排料管路(56)的进料口连接，第五调节阀(26)安装在一效排料管路(54)上；二效排料管路(55)的进料口与二效蒸发罐(2)的出料口连接，二效排料管路(55)的出料口与总排料管路(56)的进料口连接，第六调节阀(28)安装在二效排料管路(55)上，第七调节阀(29)和排料泵(11)依次沿排料方向安装在总排料管路(56)上；

热泵工质气态管路(49-1)的进汽口与热泵蒸发器(4)的出气口连接，热泵工质气态管路(49-1)的出汽口与热泵冷凝器(3)的进汽口连接，热泵压缩机(13)安装在热泵工质气态管路(49-1)上，热泵工质液态管路(49-2)的进液口与热泵冷凝器(3)的出液口连接，热泵工质液态管路(49-2)的出液口与热泵蒸发器(4)的进液口连接，热泵节流膨胀装置(30)安装在热泵工质液态管路(49-2)上；

减压启动系统包括补水管路(58)、启动蒸汽发生器(6)、第十调节阀(35)、第十一调节阀(36)、蒸发器启动管路(59)、第九调节阀(34)、生蒸汽进汽管路(41-1)、出水管路(42-2)和减压阀(21)；

蒸发器启动管路(59)的汽水混合进口与启动蒸汽发生器(6)的出口连接，第九调节阀(34)安装在蒸发器启动管路(59)上，补水管路(58)的出水口与启动蒸汽发生器(6)的进水口连接，第十一调节阀(36)安装在补水管路(58)上；生蒸汽进汽管路(41-1)的出汽口与启动蒸汽发生器(6)的进汽口连接，出水管路(42-2)的进水口与启动蒸汽发生器(6)的出水口连接，出水管路(42-2)的出水口与第四二次蒸汽管路(45)进汽口连接，第十调节阀(35)安装在出水管路(42-2)上。

一种间接式蒸汽辅助启动的热泵双效蒸发浓缩系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种热泵双效蒸发浓缩系统，具体涉及一种间接式蒸汽辅助启动的热泵双效蒸发浓缩系统。

背景技术

[0002] 蒸发浓缩是工业中典型的化工操作单元，广泛适用于轻工、食品、制药、海水淡化、污水处理等工艺流程中。目前，广泛采用的蒸发浓缩工艺主要采用多效蒸汽蒸发系统进行，然而，采用以上系统存在诸多问题：蒸汽系统主要采用源源不断的锅炉生蒸汽，而从溶液中蒸发出来的“二次蒸汽”由于压力低、品质低，且不利于输送，基本达不到用气条件，部分二次蒸汽直接排放至大气，或被冷却系统冷凝或用到一些低压蒸汽设备，造成污染和能源浪费。因此，高效的蒸发浓缩技术、先进的蒸发浓缩设备的开发对高效生产、能源节约具有重要的意义。

[0003] 从技术成熟、稳定与余热回收角度从发，热泵技术是多效蒸发浓缩过程热源的良好替代设备，采用高温热泵替代外部蒸汽能够，大大减少浓缩过程中生蒸汽的使用量，实现低温蒸发浓缩过程的节能。此类系统可以采用高温生蒸汽进行快速稳定的启动，但当外部生蒸汽压力过高时，将无法通过直接通入热泵蒸发器的方式进行启动，因此，需要采用外部增加换热器的方式提供压力降低的蒸汽进行启动。

[0004] 常规双效蒸发浓缩系统，需要冷却塔对二次蒸汽进行冷却，使二效二次蒸汽变成冷凝水排出，浪费了二效二次蒸汽的冷凝热；同时需要锅炉生产蒸汽，通入一效蒸发罐，使一效蒸发罐产生一效二次蒸汽，系统启动，运行过程中需要锅炉不断产生蒸汽维持系统运行。系统运行时必须有锅炉提供蒸汽，使用条件多。

[0005] 综上所述，现有的常规多效蒸发浓缩系统能源浪费、运行稳定性差、效率较低的问题。

实用新型内容

[0006] 本实用新型的目的是为了解决现有的常规多效蒸发浓缩系统能源浪费、运行稳定性差、效率较低的问题。进而提供一种间接式蒸汽辅助启动的热泵双效蒸发浓缩系统。

[0007] 本实用新型的技术方案是：

[0008] 方案一：一种间接式蒸汽辅助启动的热泵双效蒸发浓缩系统包括一效蒸发罐和二效蒸发罐，它还包括热泵冷凝器、热泵蒸发器、集水罐、排料泵、排水泵、热泵压缩机、真空泵、第一调节阀、第二调节阀、第三调节阀、第四调节阀、第五调节阀、节流装置、第六调节阀、第七调节阀、热泵节流膨胀装置、第八调节阀、逆止阀、第一二次蒸汽管路、第二二次蒸汽管路、第三二次蒸汽管路、第四二次蒸汽管路、第五二次蒸汽管路、热泵凝结水管路、抽真空管路、集水罐排水管路、热泵工质气态管路、热泵工质液态管路、第一中介水管路、第二中介水管路、总进料管路、一效进料管路、二效进料管路、一效排料管路、二效排料管路、总排料管路和减压启动系统；第一中介水管路的进汽口连接热泵冷凝器的出气口，第一中介水

管路的出汽口连接一效蒸发罐的进汽口，一效蒸发罐的出液口连接第二中介水管路的进液口，第二中介水管路的出液口连接热泵冷凝器的进液口；第一二次蒸汽管路的进汽口与二效蒸发罐的出汽口连接，第一二次蒸汽管路的出汽口与第三二次蒸汽管路的进汽口连接，第三二次蒸汽管路的出汽口与第四二次蒸汽管路的进汽口连接，第四二次蒸汽管路的出汽口与热泵蒸发器的进汽口连接；热泵凝结水管路的进液口与热泵蒸发器的出液口连接，热泵凝结水管路的出液口与集水罐的进液口连接，抽真空管路的进汽口与集水罐的出汽口连接，在抽真空管路上沿空气流动方向依次设置有第八调节阀和真空泵，集水罐的出液口与集水罐排水管路的进液口连接，在集水罐排水管路上沿液体流动方向依次设置有排水泵和逆止阀；第二二次蒸汽管路的进汽口与一效蒸发罐的出汽口连接，第二二次蒸汽管路的出汽口与二效蒸发罐的进汽口连接，第一调节阀设置在第二二次蒸汽管路上；第五二次蒸汽管路的进液口与二效蒸发罐的出液口连接，第五二次蒸汽管路的出液口与第四二次蒸汽管路进汽口连接，节流装置安装在第五二次蒸汽管路上；第四调节阀安装在总进料管路上，总进料管路的出料口分别与一效进料管路的进料口和二效进料管路的进料口连接，一效进料管路的出料口与一效蒸发罐的进料口连接，第二调节阀安装在一效进料管路上，二效进料管路的出料口与二效蒸发罐的进料口连接，第三调节阀安装在二效进料管路上；一效排料管路的进料口与一效蒸发罐的出料口连接，一效排料管路的出料口与总排料管路的进料口连接，第五调节阀安装在一效排料管路上；二效排料管路的进料口与二效蒸发罐的出料口连接，二效排料管路的出料口与总排料管路的进料口连接，第六调节阀安装在二效排料管路上，第七调节阀和排料泵依次沿排料方向安装在总排料管路上；热泵工质气态管路的进汽口与热泵蒸发器的出气口连接，热泵工质气态管路的出汽口与热泵冷凝器的进汽口连接，热泵压缩机安装在热泵工质气态管路上，热泵工质液态管路的进液口与热泵冷凝器的出液口连接，热泵工质液态管路的出液口与热泵蒸发器的进液口连接，热泵节流膨胀装置安装在热泵工质液态管路上；减压启动系统包括补水管路、启动蒸汽发生器、第十调节阀、第十一调节阀、蒸发器启动管路、第九调节阀、生蒸汽进汽管路、出水管路和减压阀；蒸发器启动管路的汽水混合进口与启动蒸汽发生器的出口连接，第九调节阀安装在蒸发器启动管路上，补水管路的出水口与启动蒸汽发生器的进水口连接，第十一调节阀安装在补水管路上；生蒸汽进汽管路的出汽口与启动蒸汽发生器的进汽口连接，出水管路的进水口与启动蒸汽发生器的出水口连接，第十调节阀安装在出水管路上。

[0009] 方案二：一种间接式蒸汽辅助启动的热泵双效蒸发浓缩系统包括一效蒸发罐和二效蒸发罐，它还包括热泵冷凝器、热泵蒸发器、集水罐、排料泵、排水泵、热泵压缩机、真空泵、中介水循环泵、第一调节阀、第二调节阀、第三调节阀、第四调节阀、第五调节阀、U型管、第六调节阀、第七调节阀、热泵节流膨胀装置、第八调节阀、逆止阀、第一二次蒸汽管路、第二二次蒸汽管路、第三二次蒸汽管路、第四二次蒸汽管路、第五二次蒸汽管路、热泵凝结水管路、抽真空管路、集水罐排水管路、热泵工质气态管路、热泵工质液态管路、第一中介水管路、第二中介水管路、总进料管路、一效进料管路、二效进料管路、一效排料管路、二效排料管路、总排料管路和减压启动系统；第一中介水管路的进汽口连接热泵冷凝器的出气口，第一中介水管路的出汽口连接一效蒸发罐的进汽口，一效蒸发罐的出液口连接第二中介水管路的进液口，第二中介水管路的出液口连接热泵冷凝器的进液口，中介水循环泵安装在第二中介水管路上；第一二次蒸汽管路的进汽口与二效蒸发罐的出汽口连接，第一二次蒸汽

管路的出汽口与第三二次蒸汽管路的进汽口连接，第三二次蒸汽管路的出汽口与第四二次蒸汽管路的进汽口连接，第四二次蒸汽管路的出汽口与热泵蒸发器的进汽口连接；热泵凝结水管路的进液口与热泵蒸发器的出液口连接，热泵凝结水管路的出液口与集水罐的进液口连接，抽真空管路的进汽口与集水罐的出汽口连接，在抽真空管路上沿空气流动方向依次设置有第八调节阀和真空泵，集水罐的出液口与集水罐排水管路的进液口连接，在集水罐排水管路上沿液体流动方向依次设置有排水泵和逆止阀；第二二次蒸汽管路的进汽口与一效蒸发罐的出汽口连接，第二二次蒸汽管路的出汽口与二效蒸发罐的进汽口连接，第一调节阀设置在第二二次蒸汽管路上；第五二次蒸汽管路的进液口与二效蒸发罐的出液口连接，第五二次蒸汽管路的出液口与第四二次蒸汽管路进汽口连接，U型管安装在第五二次蒸汽管路上；第四调节阀安装在总进料管路上，总进料管路的出料口分别与一效进料管路的进料口和二效进料管路的进料口连接，一效进料管路的出料口与一效蒸发罐的进料口连接，第二调节阀安装在一效进料管路上，二效进料管路的出料口与二效蒸发罐的进料口连接，第三调节阀安装在二效进料管路上；一效排料管路的进料口与一效蒸发罐的出料口连接，一效排料管路的出料口与总排料管路的进料口连接，第五调节阀安装在一效排料管路上；二效排料管路的进料口与二效蒸发罐的出料口连接，二效排料管路的出料口与总排料管路的进料口连接，第六调节阀安装在二效排料管路上，第七调节阀和排料泵依次沿排料方向安装在总排料管路上；热泵工质气态管路的进汽口与热泵蒸发器的出气口连接，热泵工质气态管路的出汽口与热泵冷凝器的进汽口连接，热泵压缩机安装在热泵工质气态管路上，热泵工质液态管路的进液口与热泵冷凝器的出液口连接，热泵工质液态管路的出液口与热泵蒸发器的进液口连接，热泵节流膨胀装置安装在热泵工质液态管路上；减压启动系统包括补水管路、启动蒸汽发生器、第十调节阀、第十一调节阀、蒸发器启动管路、第九调节阀、生蒸汽进汽管路、出水管路和减压阀；蒸发器启动管路的汽水混合进口与启动蒸汽发生器的出口连接，第九调节阀安装在蒸发器启动管路上，补水管路的出水口与启动蒸汽发生器的进水口连接，第十一调节阀安装在补水管路上；生蒸汽进汽管路的出汽口与启动蒸汽发生器的进汽口连接，出水管路的进水口与启动蒸汽发生器的出水口连接，出水管路的出水口与第四二次蒸汽管路进汽口连接，第十调节阀安装在出水管路上。

[0010] 本实用新型与现有技术相比具有以下效果：

[0011] 本实用新型通过热泵制热技术，在少量蒸汽辅助启动下，采用冷凝热替代了常规浓缩热源，采用工质蒸发过程提取二效蒸汽凝结潜热，从而在保证系统正常运行的前提下，提升了系统的能源利用效率。具体优点如下：

[0012] 1、经济性：该系统取消了热源和冷却系统，初投资费用较少，实现了中介水的封闭循环利用，运行过程中无需加热即可利用少量电能制取足以供设备运行使用的水蒸气，大大减少了运行费用；同时本系统用于启动的蒸汽量相比常规系统几乎可以忽略，因此具有良好的经济性。本系统通过将二效蒸发浓缩系统和热泵系统相结合，去除了冷却塔和锅炉设备，减少了初投资。

[0013] 2、节约能源：充分利用了末效二次蒸气的能量，并实现了中介水的循环利用，无需补充中介水。热泵系统本身具有良好的节能效果，将其与双效蒸发系统相结合，实现了能量的循环利用，节能效果更加显著。同时热泵系统可以利用二效二次蒸汽中的冷凝热，将其用于热泵工质的蒸发，稳定运行过程中不用提供新的生蒸气，提高了能源利用效率，减少了运

行费用。整个系统更加紧凑，便于使用。热泵系统能源利用率高，它所提供给一效蒸发罐的能量＝吸收的二效二次蒸汽冷凝热+压缩机电能，所以本系统节能效果好。

[0014] 3、安全性：热泵系统为封闭循环系统，保证了系统的稳定性，同时，避免了压力较高的生蒸汽直接进入系统内进行启动，保障了系统启动的安全性。

附图说明

[0015] 图1是本实用新型的方案一的系统原理图；

[0016] 图2是本实用新型的方案二的系统原理图。

具体实施方式

[0017] 具体实施方式一：结合图1说明本实施方式，本实施方式包括一效蒸发罐1和二效蒸发罐2，它还包括热泵冷凝器3、热泵蒸发器4、集水罐5、排料泵11、排水泵12、热泵压缩机13、真空泵14、第一调节阀22、第二调节阀23、第三调节阀24、第四调节阀25、第五调节阀26、节流装置27、第六调节阀28、第七调节阀29、热泵节流膨胀装置30、第八调节阀31、逆止阀32、第一二次蒸汽管路42、第二二次蒸汽管路43、第三二次蒸汽管路44、第四二次蒸汽管路45、第五二次蒸汽管路43-1、热泵凝结水管路46、抽真空管路47、集水罐排水管路48、热泵工质气态管路49-1、热泵工质液态管路49-2、第一中介水管路50-1、第二中介水管路50-2、总进料管路51、一效进料管路52、二效进料管路53、一效排料管路54、二效排料管路55、总排料管路56和减压启动系统；第一中介水管路50-1的进汽口连接热泵冷凝器3的出气口，第一中介水管路50-1的出汽口连接一效蒸发罐1的进汽口，一效蒸发罐1的出液口连接第二中介水管路50-2的进液口，第二中介水管路50-2的出液口连接热泵冷凝器3的进液口；第一二次蒸汽管路42的进汽口与二效蒸发罐2的出汽口连接，第一二次蒸汽管路42的出汽口与第三二次蒸汽管路44的进汽口连接，第三二次蒸汽管路44的出汽口与第四二次蒸汽管路45的进汽口连接，第四二次蒸汽管路45的出汽口与热泵蒸发器4的进汽口连接；热泵凝结水管路46的进液口与热泵蒸发器4的出液口连接，热泵凝结水管路46的出液口与集水罐5的进液口连接，抽真空管路47的进汽口与集水罐5的出汽口连接，在抽真空管路47上沿空气流动方向依次设置有第八调节阀31和真空泵14，集水罐5的出液口与集水罐排水管路48的进液口连接，在集水罐排水管路48上沿液体流动方向依次设置有排水泵12和逆止阀32；第二二次蒸汽管路43的进汽口与一效蒸发罐1的出汽口连接，第二二次蒸汽管路43的出汽口与二效蒸发罐2的进汽口连接，第一调节阀22设置在第二二次蒸汽管路43上；第五二次蒸汽管路43-1的进液口与二效蒸发罐2的出液口连接，第五二次蒸汽管路43-1的出液口与第四二次蒸汽管路45进汽口连接，节流装置27安装在第五二次蒸汽管路43-1上；第四调节阀25安装在总进料管路51上，总进料管路51的出料口分别与一效进料管路52的进料口和二效进料管路53的进料口连接，一效进料管路52的出料口与一效蒸发罐1的进料口连接，第二调节阀23安装在一效进料管路52上，二效进料管路53的出料口与二效蒸发罐2的进料口连接，第三调节阀24安装在二效进料管路53上；一效排料管路54的进料口与一效蒸发罐1的出料口连接，一效排料管路54的出料口与总排料管路56的进料口连接，第五调节阀26安装在一效排料管路54上；二效排料管路55的进料口与二效蒸发罐2的出料口连接，二效排料管路55的出料口与总排料管路56的进料口连接，第六调节阀28安装在二效排料管路55上，第七调节阀29和排料泵

11依次沿排料方向安装在总排料管路56上;热泵工质气态管路49-1的进汽口与热泵蒸发器4的出气口连接,热泵工质气态管路49-1的出汽口与热泵冷凝器3的进汽口连接,热泵压缩机13安装在热泵工质气态管路49-1上,热泵工质液态管路49-2的进液口与热泵冷凝器3的出液口连接,热泵工质液态管路49-2的出液口与热泵蒸发器4的进液口连接,热泵节流膨胀装置30安装在热泵工质液态管路49-2上;减压启动系统包括补水管路58、启动蒸汽发生器6、第十调节阀35、第十一调节阀36、蒸发器启动管路59、第九调节阀34、生蒸汽进汽管路41-1、出水管路42-2和减压阀21;蒸发器启动管路59的汽水混合进口与启动蒸汽发生器6的出口连接,第九调节阀34安装在蒸发器启动管路59上,补水管路58的出水口与启动蒸汽发生器6的进水口连接,第十一调节阀36安装在补水管路58上;生蒸汽进汽管路41-1的出汽口与启动蒸汽发生器6的进汽口连接,出水管路42-2的进水口与启动蒸汽发生器6的出水口连接,第十调节阀35安装在出水管路42-2上。

[0018] 本实施方式的减压启动系统能够在正常启动浓缩系统后,停止对启动蒸汽的供给。

[0019] 本实施方式的第十调节阀35能够调节生蒸汽冷凝后的排水量。

[0020] 本实施方式的第十一调节阀36能够调节进入启动蒸汽发生器6的补水量,保证启动蒸汽发生器6内水量充足。

[0021] 本实施方案的运行原理:

[0022] 启动过程:需要浓缩的原料液通过总进料管路51经由第四调节阀25进入系统,该溶液分为两股,一股通过一效进料管路52经由第二调节阀23进入一效蒸发罐1内,另一股通过二效进料管路53经由第三调节阀24进入二效蒸发罐2内。

[0023] 水通过补水管路58、第十一调节阀36进入启动蒸汽发生器6中,高温高压的生蒸汽通过生蒸汽进汽管路41-1经过减压阀21流入启动蒸汽发生器6中,减压后的生蒸汽放出冷凝热加热启动蒸汽发生器6中的水,使其变化为用于系统启动的水蒸气进入启动蒸汽管路59中,生蒸汽凝结之后通过出水管路42-2经由第十调节阀35排出。启动蒸汽流经第九调节阀34依次流入第三二次蒸汽管路44、第四二次蒸汽管路45中,进而进入热泵蒸发器4内,启动蒸汽在其中放出热量,凝结为液体后经由热泵凝结水管路46进入集水罐5中。汽水混合物在热泵蒸发器4内放出的热量为其中制冷剂工质的蒸发提供了热量,此时,开启热泵压缩机13,在其吸气作用下,热泵蒸发器4内产生的气态制冷剂工质通过热泵工质气态管路49-1进入热泵压缩机13,压力和温度都得到一定程度的升高,继而再通过热泵工质气态管路49-1流入热泵冷凝器3中进行冷凝,冷凝的热量将热泵冷凝器3内的中介水升温沸腾,得到气态的中介水蒸气进入第一中介水管路50-1中,并流向一效蒸发罐1内,对一效蒸发罐1内的溶液进行加热浓缩,放热后的中介水蒸气变为液态,通过第二中介水管路50-2流回热泵冷凝器3中。持续运行一段时间后,当热泵压缩机13稳定运行,且热泵冷凝器3与热泵蒸发器4中的压差已经稳定形成,热泵循环形成并维持稳定,则关闭减压阀21与第九调节阀34,停止向系统供入生蒸汽,系统启动完成。

[0024] 浓缩过程:需要浓缩的原料液通过总进料管路51经由第四调节阀25进入系统,该溶液分为两股,一股通过一效进料管路52经由第二调节阀23进入一效蒸发罐1内,另一股通过二效进料管路53经由第三调节阀24进入二效蒸发罐2内。

[0025] 在中介水蒸气的冷凝热作用下,一效蒸发罐1内的原料液发生为一效二次蒸汽与

浓缩液，一效二次蒸气通过第一调节阀22、第二二次蒸汽管路43流入二效蒸发罐2内，在二效蒸发罐2中冷凝放热后凝结为液态，再通过第二二次蒸汽管路43与节流装置27降压流入第四二次蒸汽管路45中，浓缩后的浓缩液经由第五调节阀26、一效排料管路54进入总排料管路56中。

[0026] 在进入二效蒸发罐2的水蒸气冷凝热的作用下，二效蒸发罐2内的溶液也发生为二效二次蒸汽与浓缩液：二效二次蒸气经过第一二次蒸汽管路42、第三二次蒸汽管路44进入第四二次蒸汽管路45中；浓缩后的浓缩液经由第六调节阀28、二效排料管路55进入总排料管路56中。

[0027] 第四二次蒸汽管路45中的汽水混合物流入热泵蒸发器4中进入放热冷凝，冷凝后的液体通过热泵凝结水管路46进入集水罐5中，当集水罐5中的水达到一定的液位时，再在排水泵12的作用下，经由集水罐排水管路48、逆止阀32排出系统。总排料管路56内的浓溶液在排料泵11的作用下，经由第七调节阀29流出系统。从而完成进料的浓缩过程。

[0028] 在系统浓缩的过程中，为了保证系统内的真空度，在真空泵14的不断作用下，系统各个腔体内的不凝性气体通过抽真空管路47与第八调节阀31排出系统。

[0029] 热泵循环过程：汽水混合物在热泵蒸发器4内放出的热量为其中的制冷剂工质的蒸发提供了热量，此时，在热泵压缩机13的吸气作用下，热泵蒸发器4内产生的气态制冷剂工质通过热泵工质气态管路49-1进入热泵压缩机13，压力和温度都得到一定程度的升高，继而再通过热泵工质气态管路49-1流入热泵冷凝器中进行冷凝，冷凝的热量将热泵冷凝器3内的中介水升温沸腾，冷凝后的液态制冷剂工质通过热泵工质液态管路49-2流经热泵膨胀节流装置30节流降压后进入热泵蒸发器4内继续蒸发，从而完成热泵循环。

[0030] 中介水循环过程：中介水在热泵冷凝器3中得到热量升温沸腾，得到气态的中介水蒸气进入第一中介水管路50-1中，并流向一效蒸发罐1内，对一效蒸发罐1内的原料液进行加热浓缩，放热后的中介水蒸气变为液态，在重力的作用下，通过第二中介水管路50-2流回热泵冷凝器3中，完成中介水的循环。

[0031] 整体而言，采用间接蒸汽进行辅助启动，在良好的启动条件下，热泵冷凝器3充当了浓缩系统的高温热源，并源源不断的回收二效蒸汽的热量，大大提高了整个系统的稳定性与能量利用效率。

[0032] 具体实施方式二：结合图2说明本实施方式，本实施方式包括一效蒸发罐1和二效蒸发罐2，它还包括热泵冷凝器3、热泵蒸发器4、集水罐5、排料泵11、排水泵12、热泵压缩机13、真空泵14、中介水循环泵15、第一调节阀22、第二调节阀23、第三调节阀24、第四调节阀25、第五调节阀26、U型管33、第六调节阀28、第七调节阀29、热泵节流膨胀装置30、第八调节阀31、逆止阀32、第一二次蒸汽管路42、第二二次蒸汽管路43、第三二次蒸汽管路44、第四二次蒸汽管路45、第五二次蒸汽管路43-1、热泵凝结水管路46、抽真空管路47、集水罐排水管路48、热泵工质气态管路49-1、热泵工质液态管路49-2、第一中介水管路50-1、第二中介水管路50-2、总进料管路51、一效进料管路52、二效进料管路53、一效排料管路54、二效排料管路55、总排料管路56和减压启动系统；第一中介水管路50-1的进汽口连接热泵冷凝器3的出气口，第一中介水管路50-1的出汽口连接一效蒸发罐1的进汽口，一效蒸发罐1的出液口连接第二中介水管路50-2的进液口，第二中介水管路50-2的出液口连接热泵冷凝器3的进液口，中介水循环泵15安装在第二中介水管路50-2上；第一二次蒸汽管路42的进汽口与二效

蒸发罐2的出汽口连接，第一二次蒸汽管路42的出汽口与第三二次蒸汽管路44的进汽口连接，第三二次蒸汽管路44的出汽口与第四二次蒸汽管路45的进汽口连接，第四二次蒸汽管路45的出汽口与热泵蒸发器4的进汽口连接；热泵凝结水管路46的进液口与热泵蒸发器4的出液口连接，热泵凝结水管路46的出液口与集水罐5的进液口连接，抽真空管路47的进汽口与集水罐5的出汽口连接，在抽真空管路47上沿空气流动方向依次设置有第八调节阀31和真空泵14，集水罐5的出液口与集水罐排水管路48的进液口连接，在集水罐排水管路48上沿液体流动方向依次设置有排水泵12和逆止阀32；第二二次蒸汽管路43的进汽口与一效蒸发罐1的出汽口连接，第二二次蒸汽管路43的出汽口与二效蒸发罐2的进汽口连接，第一调节阀22设置在第二二次蒸汽管路43上；第五二次蒸汽管路43-1的进液口与二效蒸发罐2的出液口连接，第五二次蒸汽管路43-1的出液口与第四二次蒸汽管路45进汽口连接，U型管33安装在第五二次蒸汽管路43-1上；第四调节阀25安装在总进料管路51上，总进料管路51的出料口分别与一效进料管路52的进料口和二效进料管路53的进料口连接，一效进料管路52的出料口与一效蒸发罐1的进料口连接，第二调节阀23安装在一效进料管路52上，二效进料管路53的出料口与二效蒸发罐2的进料口连接，第三调节阀24安装在二效进料管路53上；一效排料管路54的进料口与一效蒸发罐1的出料口连接，一效排料管路54的出料口与总排料管路56的进料口连接，第五调节阀26安装在一效排料管路54上；二效排料管路55的进料口与二效蒸发罐2的出料口连接，二效排料管路55的出料口与总排料管路56的进料口连接，第六调节阀28安装在二效排料管路55上，第七调节阀29和排料泵11依次沿排料方向安装在总排料管路56上；热泵工质气态管路49-1的进汽口与热泵蒸发器4的出气口连接，热泵工质气态管路49-1的出汽口与热泵冷凝器3的进汽口连接，热泵压缩机13安装在热泵工质气态管路49-1上，热泵工质液态管路49-2的进液口与热泵冷凝器3的出液口连接，热泵工质液态管路49-2的出液口与热泵蒸发器4的进液口连接，热泵节流膨胀装置30安装在热泵工质液态管路49-2上；减压启动系统包括补水管路58、启动蒸汽发生器6、第十调节阀35、第十一调节阀36、蒸发器启动管路59、第九调节阀34、生蒸汽进汽管路41-1、出水管路42-2和减压阀21；蒸发器启动管路59的汽水混合进口与启动蒸汽发生器6的出口连接，第九调节阀34安装在蒸发器启动管路59上，补水管路58的出水口与启动蒸汽发生器6的进水口连接，第十一调节阀36安装在补水管路58上；生蒸汽进汽管路41-1的出汽口与启动蒸汽发生器6的进汽口连接，出水管路42-2的进水口与启动蒸汽发生器6的出水口连接，出水管路42-2的出水口与第四二次蒸汽管路45进汽口连接，第十调节阀35安装在出水管路42-2上。

[0033] 本实施方式的减压启动系统能够在正常启动浓缩系统后，停止对启动蒸汽的供给。

[0034] 本实施方式的第十调节阀35能够调节生蒸汽冷凝后的排水量。

[0035] 本实施方式的第十一调节阀36能够调节进入启动蒸汽发生器6的补水量，保证启动蒸汽发生器6内水量充足。

[0036] 本实施方式启动蒸汽发生器6出口侧的生蒸汽管路41与第二二次蒸汽管路43、第四二次蒸汽管路45相连接，能够回收利用生蒸汽冷凝的热量至热泵蒸发器中，提升系统启动的速率。

[0037] 本实施方式的运行原理：

[0038] 本实施方式的启动过程与实施方案一有所不同，现详细叙述：

[0039] 本实施方式的运行原理与具体实施方式一的运行原理基本相同，不同之处在于具体实施方式一中的节流装置替换为U型管33，二效蒸发罐2中流出的冷凝液体通过U型管33降压后再流入第四二次蒸汽管路45中；中介水循环过程由具体实施方式一的重力循环更改为由中介水循环泵15驱动的机械循环；在启动蒸汽发生器6中冷凝的冷凝水经由生蒸汽管路41以及第十调节阀35与第四二次蒸汽管路45、第二二次蒸汽管路43以及第三二次蒸汽管路44相连接，此措施可以使得生蒸汽冷凝水的余热得以在热泵蒸发器4中回收利用。

[0040] 本实用新型中各具体实施方式主体均属于一个总的发明构思，在技术上相互关联，包含多个相同或者相近的特定技术特征，因此满足单一性的要求，作为一件申请提出。

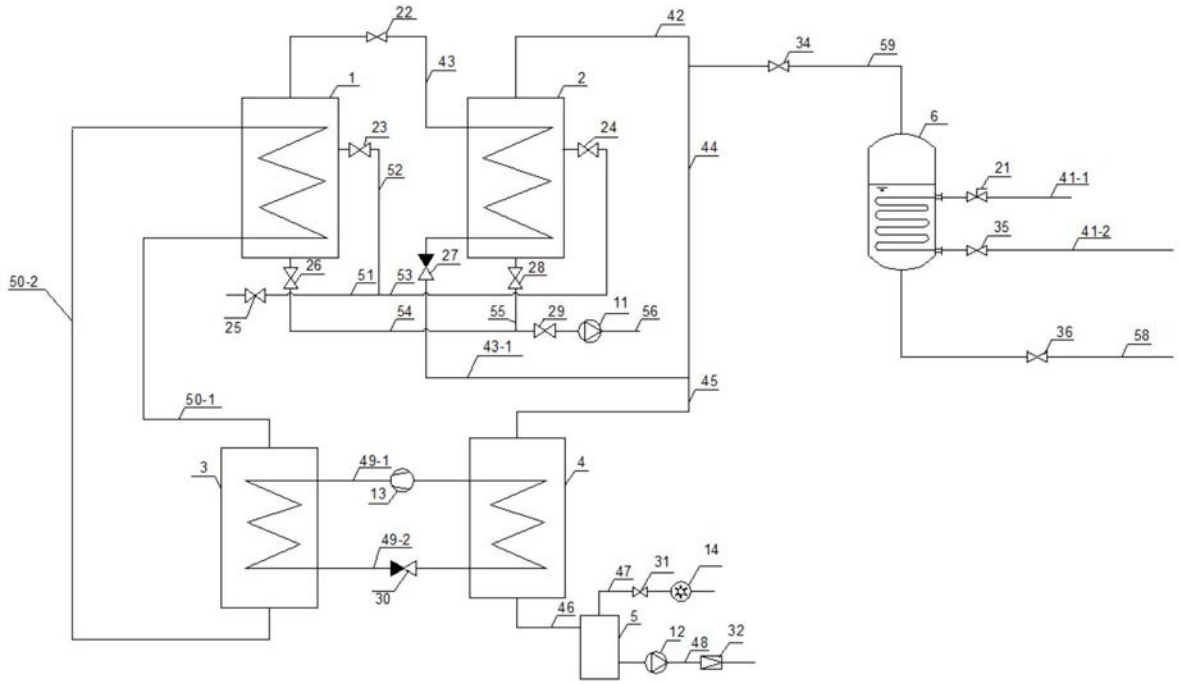

22
42
43
34
59
1
2
6
23
24
44
21
41-1
52
35
41-2
50-2
26
27
28
51
53
25
54
55
29
11
56
36
58
43-1
45
50-1
3
49-1
4
13
49-2
14
47
31
30
46
5
12
48
32

图1

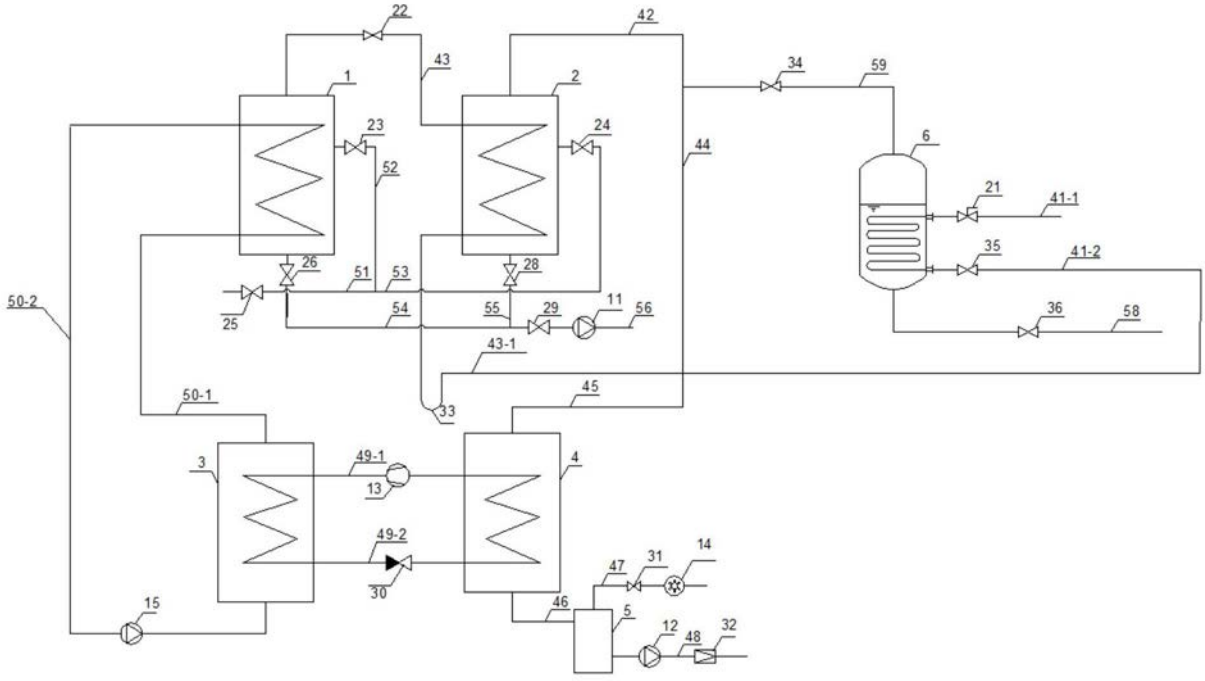

22
42
43
34
59
1
2
6
23
24
44
21
41-1
52
35
41-2
50-2
26
28
51
53
25
54
55
29
11
56
36
58
43-1
33
45
50-1
3
49-1
4
13
49-2
14
47
31
15
30
46
5
12
48
32

图2