



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115977905 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 18

(21) 申请号 202310063104.6

(22) 申请日 2023.01.15

(71) 申请人 西安热工研究院有限公司

地址 710048 陕西省西安市碑林区兴庆路  
136号

(72) 发明人 周毓佳 张一帆 李红智 姚明宇

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

专利代理师 安彦彦

(51) Int. Cl.

F03G 6/06 (2006.01)

F01K 25/10 (2006.01)

F01K 13/00 (2006.01)

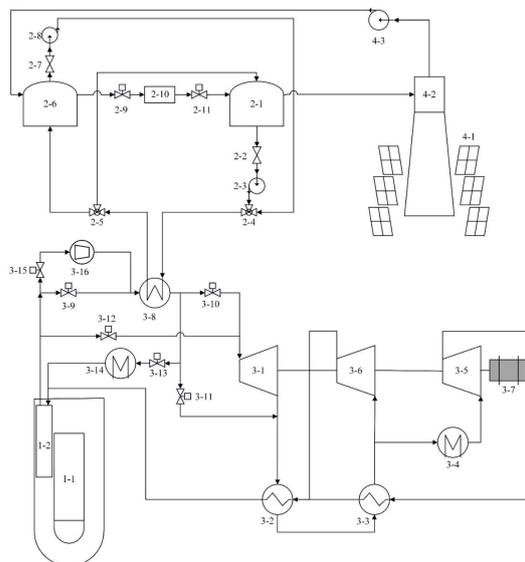
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统

(57) 摘要

本发明公开了一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,包括核反应堆子系统、熔盐储能子系统、超临界二氧化碳布雷顿循环子系统与太阳能光热子系统;太阳能光热子系统和超临界二氧化碳布雷顿循环子系统与熔盐储能子系统相连,熔盐储能子系统和超临界二氧化碳布雷顿循环子系统与核反应堆子系统相连。利用熔盐储能子系统协助核反应堆实现除发电之外的储能功能,协助太阳能光热子系统实现除储能外的高效发电功能,保证变负荷下核反应堆以额定热功率运行,避免反应堆在变功率调节下的调控难和经济性差的问题,解决光热系统设备损坏情况下的熔盐凝固问题;本发明适应核反应堆在宽负荷条件下的热功转换、热热转换需求,确保对能量的高效利用。



1. 一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,其特征在于,包括核反应堆子系统(1)、熔盐储能子系统(2)、超临界二氧化碳布雷顿循环子系统(3)与太阳能光热子系统(4);

太阳能光热子系统(4)和超临界二氧化碳布雷顿循环子系统(3)与熔盐储能子系统(2)相连,熔盐储能子系统(2)和超临界二氧化碳布雷顿循环子系统(3)与核反应堆子系统(1)相连。

2. 根据权利要求1所述的本发明的一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,其特征在于,核反应堆子系统(1)包括核反应堆堆芯(1-1)与主换热器(1-2);堆芯(1-1)通过主换热器(1-2)与超临界二氧化碳布雷顿循环子系统(3)连接。

3. 根据权利要求1所述的本发明的一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,其特征在于,熔盐储能子系统(2)包括低温熔盐罐(2-1)、低温熔盐阀(2-2)、低温熔盐泵(2-3)、熔盐合流阀(2-4)、熔盐分流阀(2-5)、高温熔盐罐(2-6)、高温熔盐阀(2-7)、高温熔盐泵(2-8)、供暖模块前阀(2-9)、供暖模块(2-10)与供暖模块后阀(2-11);

熔盐分流阀(2-5)第一出口与低温熔盐罐(2-1)入口相连,低温熔盐罐(2-1)出口与熔盐合流阀(2-4)第二入口连接;熔盐分流阀(2-5)第二出口与高温熔盐罐(2-6)入口相连,高温熔盐罐(2-6)出口与熔盐合流阀(2-4)第一入口连接,高温熔盐罐(2-6)出口经与低温熔盐罐(2-1)连接;熔盐分流阀(2-5)和熔盐合流阀(2-4)与超临界二氧化碳布雷顿循环子系统(3)相连。

4. 根据权利要求3所述的本发明的一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,其特征在于,低温熔盐罐(2-1)出口经低温熔盐阀(2-2)、低温熔盐泵(2-3)与熔盐合流阀(2-4)第二入口连接;

高温熔盐罐(2-6)出口经高温熔盐阀(2-7)、高温熔盐泵(2-8)与熔盐合流阀(2-4)第一入口连接;

高温熔盐罐(2-6)出口经供暖模块前阀(2-9)、供暖模块(2-10)和供暖模块后阀(2-11)与低温熔盐罐(2-1)连接。

5. 根据权利要求4所述的本发明的一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,其特征在于,通过调节熔盐分流阀(2-5)与熔盐合流阀(2-4)的开关状态,实现熔盐储能子系统(2)向超临界二氧化碳循环子系统(3)的放热或吸热,以及向核反应堆子系统(1)的吸热;通过调节供暖模块前阀(2-9)与供暖模块后阀(2-11)的开关状态,实现熔盐储能子系统向外界的放热。

6. 根据权利要求1所述的本发明的一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,其特征在于,超临界二氧化碳布雷顿循环子系统(3)包括透平(3-1)、低温回热器(3-2)、高温回热器(3-3)、预冷器(3-4)、主压缩机(3-5)、再压缩机(3-6)、熔盐-超临界二氧化碳换热器(3-8)、熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀(3-9)、熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀(3-10)、熔盐-超临界二氧化碳换热器第二后置阀(3-11)、透平前阀(3-12)、冷却器前阀(3-13)、冷却器(3-14)、循环器前阀(3-15)与循环器(3-16);核反应堆子系统(1)出口分为三路,分别与循环器前阀(3-15)入口、熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀(3-9)入口和透平前阀(3-12)入口连接,循环器前阀(3-15)出口与循环器(3-16)入口连接,循环器(3-16)出口和熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀(3-9)出口与熔盐-超临界二氧化碳换热器(3-8)入口连接,熔盐-超临界二氧化碳换热器(3-8)出口分为三路,分别与熔盐-超临界二氧化碳换

器第一后置阀(3-10)入口、第二后置阀(3-11)入口以及冷却器前阀(3-13)入口连接,冷却器前阀(3-13)出口与主换热器(1-2)冷侧入口连接,熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀(3-10)出口与透平(3-1)入口相连,透平(3-1)出口与熔盐-超临界二氧化碳换热器第二后置阀(3-11)出口连接,透平(3-1)出口经高温回热器(3-2)热侧和低温回热器(3-3)热侧后分为两路,一路与预冷器(3-4)入口连接,另一路与再压缩机(3-6)入口连接,预冷器(3-4)出口通过主压缩机(3-5)、低温回热器(3-3)冷侧、高温回热器(3-2)冷侧与核反应堆子系统(1)入口连接,再压缩机(3-6)出口与低温回热器(3-2)冷侧入口连接。

7.根据权利要求6所述的本发明的一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,其特征在于,冷却器前阀(3-13)出口通过冷却器(3-14)与主换热器(1-2)冷侧入口连接。

8.根据权利要求6所述的本发明的一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,其特征在于,主压缩机(3-5)连接有发电机(3-7)。

9.根据权利要求6所述的本发明的一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,其特征在于,透平(3-1)、压缩机(3-5)、再压缩机(3-6)和电机(3-7)同轴布置。

10.根据权利要求3所述的本发明的一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,其特征在于,太阳能光热子系统(4)包括定日镜(4-1)、太阳能吸热器(4-2)和熔盐循环泵(4-3);太阳能吸热器(4-2)热端通过熔盐循环泵(4-3)与高温熔盐罐(2-6)连接,太阳能吸热器(4-2)冷端与熔盐储能子系统(2)连接;定日镜(4-1)设置在太阳能吸热器(4-2)周围。

## 一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及核能发电技术领域,特别涉及一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统。

### 背景技术

[0002] 核电是大规模可持续发展的主要绿色能源之一。第四代核电具有发电高效、固有安全性高、运行可靠等优势。

[0003] 太阳能是一种可再生能源。利用太阳能进行光热发电可以弥补太阳能发电间歇性的缺点,并能在根本上解决雾霾、酸雨等环境问题。

[0004] 超临界二氧化碳布雷顿循环发电技术,与传统水-蒸汽朗肯循环发电方式相比,具有效率高、灵活性好、适用性广、设备和系统体积小等优势,是热力发电领域的一种变革性低碳发电技术。因此,超临界二氧化碳布雷顿循环被广泛认为是第四代先进核电系统和太阳能光热系统的理想发电循环。

[0005] 将核能与太阳能相结合,并利用超临界二氧化碳循环系统进行发电,可以提高能源的综合利用率,助力我国电力绿色低碳转型。

[0006] 文献(DOI:10.1016/j.energy.2020.117282)中提出的耦合太阳能和核能的发电系统,该系统将光热系统与核电系统通过熔盐-超临界二氧化碳换热器连接,将其布置在透平入口前,在设计负荷下该方法能提高透平入口温度,从而提高机组发电效率。但是,该系统在变负荷运行期间,核反应堆热功率需要不断调节以适应不断变化的负荷要求,这将为核反应堆控制系统的设计和调控带来挑战;此外,工作在非额定热功率下的核反应堆的经济性不高。另一方面,该系统中的熔盐单向地向超临界二氧化碳循环系统放热,若发生太阳能定日镜、吸热器损坏、无额外电加热保温等问题,则会导致熔盐凝固问题。

### 发明内容

[0007] 为了克服上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,包含核反应堆子系统、熔盐储能子系统、超临界二氧化碳布雷顿循环子系统、太阳能光热子系统,利用熔盐储能子系统协助核反应堆实现除发电之外的储能功能,协助太阳能光热子系统实现除储能外的高效发电功能,保证变负荷下核反应堆以额定热功率运行,避免反应堆在变功率调节下的调控难和经济性差的问题,解决光热系统设备损坏情况下的熔盐凝固问题;通过调节子系统间的耦合布局,适应核反应堆在宽负荷条件下的热功转换、热热转换需求,确保对能量的高效利用。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0009] 本发明的一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,包括核反应堆子系统、熔盐储能子系统、超临界二氧化碳布雷顿循环子系统与太阳能光热子系统;

[0010] 太阳能光热子系统和超临界二氧化碳布雷顿循环子系统与熔盐储能子系统相连,熔盐储能子系统和超临界二氧化碳布雷顿循环子系统与核反应堆子系统相连。

[0011] 进一步的,核反应堆子系统包括核反应堆堆芯与主换热器;堆芯通过主换热器与超临界二氧化碳布雷顿循环子系统连接。

[0012] 进一步的,熔盐储能子系统包括低温熔盐罐、低温熔盐阀、低温熔盐泵、熔盐合流阀、熔盐分流阀、高温熔盐罐、高温熔盐阀、高温熔盐泵、供暖模块前阀、供暖模块与供暖模块后阀;

[0013] 熔盐分流阀第一出口与低温熔盐罐入口相连,低温熔盐罐出口与熔盐合流阀第二入口连接;熔盐分流阀第二出口与高温熔盐罐入口相连,高温熔盐罐出口与熔盐合流阀第一入口连接,高温熔盐罐出口经与低温熔盐罐连接;熔盐分流阀和熔盐合流阀与超临界二氧化碳布雷顿循环子系统相连。

[0014] 进一步的,低温熔盐罐出口经低温熔盐阀、低温熔盐泵与熔盐合流阀第二入口连接;

[0015] 高温熔盐罐出口经高温熔盐阀、高温熔盐泵与熔盐合流阀第一入口连接;

[0016] 高温熔盐罐出口经供暖模块前阀、供暖模块和供暖模块后阀与低温熔盐罐连接。

[0017] 进一步的,通过调节熔盐分流阀与熔盐合流阀的开关状态,实现熔盐储能子系统向超临界二氧化碳循环子系统的放热或吸热,以及向核反应堆子系统的吸热;通过调节供暖模块前阀与供暖模块后阀的开关状态,实现熔盐储能子系统向外界的放热。

[0018] 进一步的,超临界二氧化碳布雷顿循环子系统包括透平、低温回热器、高温回热器、预冷器、主压缩机、再压缩机、熔盐-超临界二氧化碳换热器、熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀、熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀、熔盐-超临界二氧化碳换热器第二后置阀、透平前阀、冷却器前阀、冷却器、循环器前阀与循环器;核反应堆子系统出口分为三路,分别与循环器前阀入口、熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀入口和透平前阀入口连接,循环器前阀出口与循环器入口连接,循环器出口和熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀出口与熔盐-超临界二氧化碳换热器入口连接,熔盐-超临界二氧化碳换热器出口分为三路,分别与熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀入口、第二后置阀入口以及冷却器前阀入口连接,冷却器前阀出口与主换热器冷侧入口连接,熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀出口与透平入口相连,透平出口与熔盐-超临界二氧化碳换热器第二后置阀出口连接,透平出口经高温回热器热侧和低温回热器热侧后分为两路,一路与预冷器入口连接,另一路与再压缩机入口连接,预冷器出口通过主压缩机、低温回热器冷侧、高温回热器冷侧与核反应堆子系统入口连接,再压缩机出口与低温回热器冷侧入口连接。

[0019] 进一步的,冷却器前阀出口通过冷却器与主换热器冷侧入口连接。

[0020] 进一步的,主压缩机连接有发电机。

[0021] 进一步的,熔盐-超临界二氧化碳换热器熔盐侧出口与熔盐分流阀连接。

[0022] 进一步的,透平、压缩机、再压缩机和电机同轴布置。

[0023] 进一步的,太阳能光热子系统包括定日镜、太阳能吸热器和熔盐循环泵;太阳能吸热器热端通过熔盐循环泵与高温熔盐罐连接,太阳能吸热器冷端与熔盐储能子系统连接;定日镜设置在太阳能吸热器周围。

[0024] 进一步的,核反应堆堆芯为第四代核电堆芯。

[0025] 进一步的,太阳能吸热器冷端与低温熔盐罐连接。

[0026] 与现有技术相比,本发明具有的有益效果:

[0027] 本发明中通过设置核反应堆子系统、熔盐储能子系统、超临界二氧化碳布雷顿循环子系统与太阳能光热子系统,在不同负荷要求时,核反应堆均维持在额定热功率状态运行,通过改变系统循环构型,实现额定负荷和超负荷下核反应堆产生的热量用于超临界二氧化碳子系统发电,或低负荷和零负荷下用于熔盐储能子系统储能;而不同负荷要求下核反应堆的稳定运行可减少核反应堆功率调节和控制的步骤,并保证核反应堆的经济性。另一方面,在太阳能光热子系统无法工作时,核反应堆可通过熔盐-超临界二氧化碳换热器向熔盐储能子系统放热,避免熔盐冷却凝固。

## 附图说明

[0028] 图1为本发明的整体系统图。

[0029] 其中,1-1为核反应堆堆芯、1-2为主换热器、2-1为低温熔盐罐、2-2为低温熔盐阀、2-3为低温熔盐泵、2-4为熔盐合流装置、2-5为熔盐分流装置、2-6为高温熔盐罐、2-7为高温熔盐阀、2-8为高温熔盐泵、2-9为供暖模块前阀、2-10为供暖模块、2-11为供暖模块后阀、3-1为透平、3-2为低温回热器、3-3为高温回热器、3-4为预冷器、3-5为主压缩机、3-6为再压缩机、3-7为发电机、3-8为熔盐-超临界二氧化碳换热器、3-9为熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀、3-10为熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀、3-11为熔盐-超临界二氧化碳换热器第二后置阀、3-12为透平前阀、3-13为冷却器前阀、3-14为冷却器、3-15为循环器前阀、3-16为循环器、4-1为定日镜、4-2为太阳能吸热器、4-3为熔盐循环泵。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细说明。

[0031] 如图1所示,本发明的一种耦合太阳能和核能的储能及高效发电系统,包括核反应堆子系统1、熔盐储能子系统2、超临界二氧化碳布雷顿循环子系统3与太阳能光热子系统4。

[0032] 其中,核反应堆子系统1包括核反应堆堆芯1-1与主换热器1-2。堆芯1-1通过主换热器1-2与熔盐储能子系统2或超临界二氧化碳布雷顿循环子系统3连接。

[0033] 熔盐储能子系统2包括低温熔盐罐2-1、低温熔盐阀2-2、低温熔盐泵2-3、熔盐合流阀2-4、熔盐分流阀2-5、高温熔盐罐2-6、高温熔盐阀2-7、高温熔盐泵2-8、供暖模块前阀2-9、供暖模块2-10与供暖模块后阀2-11。熔盐分流阀2-5包括入口、第一出口与第二出口;熔盐合流阀2-4包括第一入口、第二入口和出口;

[0034] 熔盐-超临界二氧化碳换热器3-8熔盐侧出口与熔盐分流阀2-5连接,熔盐分流阀2-5第一出口通过低温熔盐罐2-1、低温熔盐阀2-2、低温熔盐泵2-3与熔盐合流阀2-4第二入口连接;熔盐分流阀2-5第二出口通过高温熔盐罐2-6、高温熔盐阀2-7、高温熔盐泵2-8与熔盐合流阀2-4第一入口连接,熔盐合流阀2-4出口与熔盐-超临界二氧化碳换热器3-8熔盐侧入口连接,高温熔盐罐2-6出口通过供暖模块前阀2-9、供暖模块2-10和供暖模块后阀2-11与低温熔盐罐2-1连接。通过调节熔盐分流阀2-5与熔盐合流阀2-4的开关状态,实现熔盐储能子系统2向超临界二氧化碳布雷顿循环子系统3的放热或吸热,以及向核反应堆子系统1的吸热;通过调节供暖模块前阀2-9与供暖模块后阀2-11的开关状态,实现熔盐储能子系统向外界的放热。

[0035] 超临界二氧化碳布雷顿循环子系统3包括透平3-1、低温回热器3-2、高温回热器3-

3、预冷器3-4、主压缩机3-5、再压缩机3-6、发电机3-7、熔盐-超临界二氧化碳换热器3-8、熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀3-9、熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀3-10、熔盐-超临界二氧化碳换热器第二后置阀3-11、透平前阀3-12、冷却器前阀3-13、冷却器3-14、循环器前阀3-15与循环器3-16。主换热器1-2冷侧出口分为三路,分别与循环器前阀3-15入口、熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀3-9入口和透平前阀3-12入口连接,循环器前阀3-15出口与循环器3-16入口连接,循环器3-16出口与熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀3-9出口连接后,再与熔盐-超临界二氧化碳换热器3-8入口连接,熔盐-超临界二氧化碳换热器3-8出口分为三路,分别与熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀3-10入口、第二后置阀3-11入口以及冷却器前阀3-13入口连接,冷却器前阀3-13出口通过冷却器3-14与主换热器1-2冷侧入口连接,熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀3-10出口与透平3-1入口相连,透平3-1出口与熔盐-超临界二氧化碳换热器第二后置阀3-11出口连接,透平3-1出口经高温回热器3-2热侧和低温回热器3-3热侧后分为两路,一路与预冷器3-4入口连接,另一路与再压缩机3-6入口连接,预冷器3-4出口通过主压缩机3-5、低温回热器3-3冷侧、高温回热器3-2冷侧与主换热器1-2冷侧入口连接,再压缩机3-6出口与低温回热器3-2冷侧入口连接。通过调节熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀3-9、熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀3-10、熔盐-超临界二氧化碳换热器第二后置阀3-11、透平前阀3-12、冷却器前阀3-13与循环器前阀3-15开关,形成不同的系统构型。主压缩机3-5与发电机3-7相连。

[0036] 太阳能光热子系统4包括定日镜4-1、太阳能吸热器4-2和熔盐循环泵4-3。太阳能吸热器4-2热端通过熔盐循环泵4-3与高温熔盐罐2-6连接,太阳能吸热器4-2冷端与低温熔盐罐2-1连接。

[0037] 主换热器1-2、熔盐-超临界二氧化碳换热器3-8、高温回热器3-2、低温回热器3-3、预冷器3-4与冷却器3-14采用印刷电路板式换热器(PCHE),以实现大换热量条件下超临界二氧化碳布雷顿循环换热器的紧凑、低阻和高效;所述主压缩机3-5工作在二氧化碳临界点附近,确保超临界二氧化碳布雷顿循环拥有较高的循环效率。

[0038] 本发明的具体工作过程为:

[0039] 超临界二氧化碳经过主换热器1-2冷侧升温后,分流为三路,第一路经过循环器前阀3-15和循环器3-16,第二路经过熔盐-超临界二氧化碳前阀3-9后与第一路汇合进入熔盐-超临界二氧化碳换热器3-8,第三路经过透平前阀3-12后直接进入透平膨胀3-1做功。超临界二氧化碳由熔盐-超临界二氧化碳换热器3-8流出,并分为三路,第一路经过熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀3-10直接进入透平3-1膨胀做功,第二路经过熔盐-超临界二氧化碳换热器第二后置阀3-11与透平3-1出口流体汇合,第三路经过冷却器前阀3-13和冷却器3-14后直接返回主换热器1-2热侧。超临界二氧化碳经过透平3-1出口流出后,进入高温回热器3-2热侧和低温回热器3-3热侧放热,随后分流为两路,一路经过预冷器3-4热侧冷却后进入主压缩机3-5压缩耗功,随后经过低温回热器3-3冷侧吸热,与另一路经过再压缩机3-6压缩耗功的流体汇合,然后经过高温回热器3-2冷侧吸热后返回主换热器1-2冷侧吸热。通过调节阀门(熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀3-9、熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀3-10、熔盐-超临界二氧化碳换热器第二后置阀3-11、透平前阀3-12、冷却器前阀3-13与循环器前阀3-15、低温熔盐阀2-2、熔盐合流阀2-4、熔盐分流阀2-5、高温熔盐阀2-7)的开关状态,形成核反应堆子系统1、熔盐储能子系统2与超临界二氧化碳布雷顿循环子系

统3相互耦合的三种不同循环构型：

[0040] 1) 开启熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀3-9和熔盐-超临界二氧化碳换热器第一后置阀3-10,熔盐-超临界二氧化碳换热器3-8和透平3-1串联,开启高温熔盐阀2-7、熔盐合流阀2-4第一入口和熔盐分流阀2-5第一出口,实现超负荷和额定负荷下核反应堆子系统和太阳能光热子系统耦合超临界二氧化碳循环子系统的发电功能,实现整个系统的高效热功转换。

[0041] 2) 开启熔盐-超临界二氧化碳换热器前阀3-9、熔盐-超临界二氧化碳换热器第二后置阀3-11和透平前阀3-12,熔盐-超临界二氧化碳换热器3-8和透平3-1并联,开启低温熔盐阀2-2、熔盐合流阀2-6第二入口和熔盐分流阀2-5第二出口,同时实现低负荷下核反应堆子系统耦合超临界二氧化碳布雷顿循环子系统的发电、耦合熔盐储能子系统的储能功能,以及太阳能光热子系统耦合熔盐储能子系统的储能功能,实现整个系统协同热热转换和高效热功转换。

[0042] 3) 开启循环器前阀3-15、冷却器前阀3-13,开启低温熔盐阀2-2、熔盐合流阀2-6第二入口和熔盐分流阀2-5第二出口,实现零负荷下核反应堆子系统和太阳能光热子系统耦合熔盐储能子系统的储能功能,实现整个系统的热热转换。

[0043] 太阳能光热子系统4中,定日镜4-1聚焦阳光到太阳能吸热器4-2,加热来自低温熔盐罐2-1中的熔盐,随后通过熔盐循环泵4-3进入高温熔盐罐2-6进行储热。定日镜4-1设置在太阳能吸热器4-2周围。

[0044] 开启供暖模块前阀2-9和供暖模块后阀2-11,高温熔盐罐2-6和低温熔盐罐2-1间的供暖模块2-10可为外界供热。

[0045] 核反应堆堆芯1-1为第四代核电堆芯,包括液态金属冷却快堆、熔盐堆与高温气冷堆。核反应堆堆芯1-1保持额定热功率运行。核反应堆堆芯1-1和主换热器1-2为一体化设计。

[0046] 透平3-1、压缩机3-5、再压缩机3-6和电机3-7同轴布置。

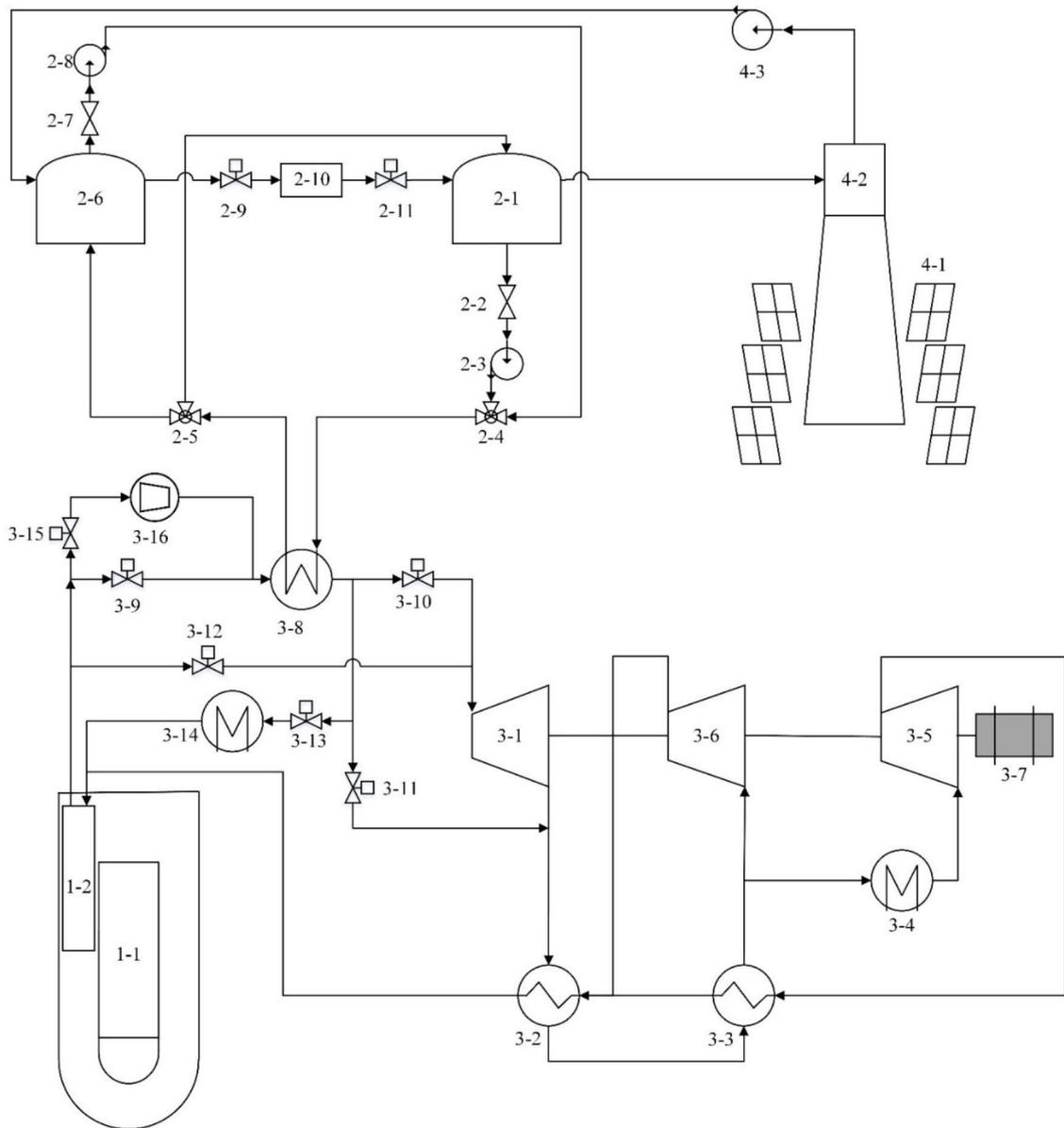


图1