

权利要求书2页 说明书6页 附图1页

1. 一种用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统,其特征在于,包括:

核蒸汽供应装置,包括压水堆核电机组,压水堆核电机组在发电的同时为工业蒸汽生产装置提供热源蒸汽;

工业蒸汽生产装置,其入口与核蒸汽供应装置的出口连接,热源蒸汽与通入工业蒸汽生产装置的给水进行换热,给水经过热源蒸汽加热产生预设参数的工业蒸汽,用于输送到热用户;

工业蒸汽生产装置包括:

预热器组,与蒸发器组连接,从蒸发器组流出的热源蒸汽疏水流入预热器组与通入预热器组内的给水进行换热,使得通入到预热器组内的给水温度升高;

蒸发器组,与核蒸汽供应装置连接,从核蒸汽供应装置流出的热源蒸汽与预热器组流出的给水在蒸发器组内换热,使得流入蒸发器组内的给水的温度升高,得到工业蒸汽;

工业蒸汽生产装置还包括:

过热器,与蒸发器组输出工业蒸汽的出口连接,过热器用于将蒸发器组输出的工业蒸汽进一步加热至预设的过热温度,用于输送到热用户;

过热器包括:互相换热的过热器冷室、过热器热室,过热器热室的入口与核蒸汽供应装置连接,过热器冷室的出口用于输送工业蒸汽到热用户;

蒸发器组包括:

一级蒸发器,包括互相换热的一级蒸发器冷室、一级蒸发器热室,一级蒸发器热室的入口与过热器热室的出口连接,一级蒸发器冷室的出口与过热器冷室的入口连接;

二级蒸发器,包括互相换热的二级蒸发器冷室、二级蒸发器热室,二级蒸发器热室的入口与一级蒸发器热室的出口连接,二级蒸发器冷室的出口与过热器冷室的入口连接;

预热器组包括:

一级预热器,包括互相换热的一级预热器冷室、一级预热器热室,一级预热器热室的入口与二级蒸发器热室的出口连接,一级预热器冷室的出口与二级蒸发器冷室的入口连接,一级预热器冷室的出口还与一级蒸发器冷室的入口连接;

二级预热器,包括互相换热的二级预热器冷室、二级预热器热室,二级预热器热室的入口与一级预热器热室的出口连接,二级预热器冷室的出口与一级预热器冷室的入口连接,二级预热器冷室的入口用于输入给水。

2. 根据权利要求1所述的用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统,其特征在于,核蒸汽供应装置还包括备用热源,工业蒸汽生产装置还与备用热源连接,备用热源用于在核蒸汽供应装置的核反应堆停运时,向工业蒸汽生产装置持续供应备用热源蒸汽。

3. 根据权利要求1所述的用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统,其特征在于,工业蒸汽生产装置的出口与核蒸汽供应装置连接,热源蒸汽由核蒸汽供应装置流入工业蒸汽生产装置,换热完成后变为核蒸汽疏水,流回核蒸汽供应装置。

4. 根据权利要求1所述的用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统,其特征在于,压水堆核电机组包括:

核反应堆,用于加热冷却剂;

蒸汽发生器,与核反应堆连接,蒸汽发生器用于利用核反应堆加热过的冷却剂生产核蒸汽,蒸汽发生器还与工业蒸汽生产装置连接,蒸汽发生器内的热源蒸汽流向工业蒸汽生

产装置；

汽轮机，与蒸汽发生器连接，汽轮机用于将部分核蒸汽的热能转化为汽轮机的旋转动能；

发电机，与汽轮机连接，发电机在汽轮机的带动下发电；

凝汽器，与汽轮机连接，用于将汽轮机内做完功的乏汽冷凝成水，凝汽器还与蒸汽发生器连接，乏汽凝结水经汽轮机抽汽加热和主给水泵升压后再流回蒸汽发生器。

5. 根据权利要求1所述的用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统，其特征在于，工业蒸汽生产装置还包括：

用于给水除氧的除氧器，除氧器的入口与二级预热器冷室的出口连接，除氧器的出口与一级预热器冷室的入口连接。

6. 根据权利要求5所述的用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统，其特征在于，过热器的冷室出口与除氧器连接，用于将工业蒸汽送入除氧器内，除氧器利用工业蒸汽为给水除氧。

7. 根据权利要求1所述的用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统，其特征在于，工业蒸汽生产装置还包括：

辐射监测仪表，与过热器输出工业蒸汽的出口连接，辐射监测仪表用于监测工业蒸汽的辐射。

一种用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统

技术领域

[0001] 本发明属于核能综合利用技术领域,具体涉及一种用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统。

背景技术

[0002] 目前,我国的工业蒸汽供应以热电厂和锅炉房为主,所能够使用的燃料仍然以煤炭为主,而燃煤排放物粉尘、硫化物、氮氧化物以及二氧化碳是造成大气污染、雾霾和温室效应的主要原因。随着我国核电机组数量的日益增加以及核能应用技术不断发展,核能多用途应用特别是核能供暖技术已较为成熟,国内外已有多台核电机组采取热电联产方式为区域居民供热,然而,我国目前尚无核电站对外供应工业蒸汽。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是针对现有技术中存在的上述不足,提供一种用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统,提出一种合理、可行的设计方案,实现了核电站对外供应清洁工业蒸汽的应用,开拓了核能综合利用的新途径。

[0004] 解决本发明所述技术问题所采用的技术方案是提供一种用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统,包括:

[0005] 核蒸汽供应装置,包括压水堆核电机组,压水堆核电机组在发电的同时为工业蒸汽生产装置提供热源蒸汽;

[0006] 工业蒸汽生产装置,其入口与核蒸汽供应装置的出口连接,热源蒸汽与通入工业蒸汽生产装置的给水进行换热,给水经过热源蒸汽加热产生预设参数的工业蒸汽,用于输送到热用户。

[0007] 优选的是,核蒸汽供应装置还包括备用热源,工业蒸汽生产装置还与备用热源连接,备用热源用于在核蒸汽供应装置的核反应堆停运时,向工业蒸汽生产装置持续供应备用热源蒸汽。

[0008] 优选的是,工业蒸汽生产装置的出口与核蒸汽供应装置连接,热源蒸汽由核蒸汽供应装置流入工业蒸汽生产装置,换热完成后变为核蒸汽疏水,流回核蒸汽供应装置。

[0009] 优选的是,压水堆核电机组包括:

[0010] 核反应堆,用于加热冷却剂;

[0011] 蒸汽发生器,与核反应堆连接,蒸汽发生器用于利用核反应堆加热过的冷却剂生产核蒸汽,蒸汽发生器还与工业蒸汽生产装置连接,蒸汽发生器内的热源蒸汽流向工业蒸汽生产装置;

[0012] 汽轮机,与蒸汽发生器连接,汽轮机用于将部分核蒸汽的热能转化为汽轮机的旋转动能;

[0013] 发电机,与汽轮机连接,发电机在汽轮机的带动下发电;

[0014] 凝汽器,与汽轮机连接,用于将汽轮机内做完功的乏汽冷凝成水,凝汽器还与蒸汽

发生器连接,乏汽凝结水经汽轮机抽汽加热和主给水泵升压后再流回蒸汽发生器。

[0015] 优选的是,工业蒸汽生产装置包括:

[0016] 预热器组,与蒸发器组连接,从蒸发器组流出的热源蒸汽、疏水流入预热器组与通入预热器组内的给水进行换热,使得通入到预热器组内的给水的温度升高;

[0017] 蒸发器组,与核蒸汽供应装置连接,从核蒸汽供应装置流出的热源蒸汽与预热器组流出的给水在蒸发器组内换热,使得流入蒸发器组内的给水温度升高,得到工业蒸汽。

[0018] 优选的是,工业蒸汽生产装置还包括:

[0019] 过热器,与蒸发器组输出工业蒸汽的出口连接,过热器用于将蒸发器组输出的工业蒸汽进一步加热至预设的过热温度,用于输送到热用户。

[0020] 优选的是,过热器包括:互相换热的过热器冷室、过热器热室,过热器热室的入口与核蒸汽供应装置连接,过热器冷室的出口用于输送工业蒸汽到热用户;

[0021] 蒸发器组包括:

[0022] 一级蒸发器,包括互相换热的一级蒸发器冷室、一级蒸发器热室,一级蒸发器热室的入口与过热器热室的出口连接,一级蒸发器冷室的出口与过热器冷室的入口连接;

[0023] 二级蒸发器,包括互相换热的二级蒸发器冷室、二级蒸发器热室,二级蒸发器热室的入口与一级蒸发器热室的出口连接,二级蒸发器冷室的出口与过热器冷室的入口连接;

[0024] 预热器组包括:

[0025] 一级预热器,包括互相换热的一级预热器冷室、一级预热器热室,一级预热器热室的入口与二级蒸发器热室的出口连接,一级预热器冷室的出口与二级蒸发器冷室的入口连接,一级预热器冷室的出口还与一级蒸发器冷室的入口连接;

[0026] 二级预热器,包括互相换热的二级预热器冷室、二级预热器热室,二级预热器热室的入口与一级预热器热室的出口连接,二级预热器冷室的出口与一级预热器冷室的入口连接,二级预热器冷室的入口用于输入给水。

[0027] 优选的是,工业蒸汽生产装置还包括:

[0028] 用于给水除氧的除氧器,除氧器的入口与二级预热器冷室的出口连接,除氧器的出口与一级预热器冷室的入口连接。

[0029] 优选的是,过热器的冷室出口与除氧器连接,用于将工业蒸汽送入除氧器内,除氧器利用工业蒸汽为给水除氧。

[0030] 优选的是,工业蒸汽生产装置还包括:

[0031] 辐射监测仪表,与过热器输出工业蒸汽的出口连接,辐射监测仪表用于监测工业蒸汽的辐射。

[0032] 本发明以压水堆核电机组为依托,利用压水堆核电机组的二回路主蒸汽经工业蒸汽生产装置生产工业蒸汽,通过蒸汽管网输送至用户,提出了完整、合理、可行的设计方案,实现了核电站对外供应清洁工业蒸汽的应用,开拓了核能综合利用的新途径。压水堆核电机组具有运行稳定、热生产能力大的特征,通过本发明中的工业蒸汽生产系统对外供应工业蒸汽,能够在提供清洁、高效的电能和工业蒸汽的同时,解决燃煤等传统能源带来的环境污染问题,改善能源结构,保障工业发展蒸汽需求,也有助于提高核电站经济效益。

附图说明

[0033] 图1是本发明实施例2中的工业蒸汽生产系统的结构示意图。

[0034] 图中:1-核蒸汽供应装置,101-核反应堆,102-蒸汽发生器,103-主泵,104-汽轮机,105-凝汽器,106-主给水泵,107-发电机,108-备用热源;2-工业蒸汽生产装置,201-压力提升泵,202-二级预热器,203-除氧器,204-给水泵,205-一级预热器,206-二级蒸发器,207-一级蒸发器,208-过热器,209-辐射监测仪表,210-调节阀;81-过热器热室的入口;82-过热器热室的出口;83-过热器冷室的入口;84-过热器冷室的出口;71-一级蒸发器热室的入口;72-一级蒸发器热室的出口;73-一级蒸发器冷室的入口;74-一级蒸发器冷室的出口;61-二级蒸发器热室的入口;62-二级蒸发器热室的出口;63-二级蒸发器冷室的入口;64-二级蒸发器冷室的出口;51-一级预热器热室的入口;52-一级预热器热室的出口;53-一级预热器冷室的入口;54-一级预热器冷室的出口;21-二级预热器热室的入口;22-二级预热器热室的出口;23-二级预热器冷室的入口;24-二级预热器冷室的出口;11-母管;12-第一支管;13-第二支管。

具体实施方式

[0035] 为使本领域技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细描述。

[0036] 下面详细描述本专利的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本专利,而不能理解为对本专利的限制。

[0037] 实施例1

[0038] 本实施例提供一种用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统,包括:

[0039] 核蒸汽供应装置,包括压水堆核电机组,压水堆核电机组在发电的同时为工业蒸汽生产装置提供热源蒸汽;

[0040] 工业蒸汽生产装置,其入口与核蒸汽供应装置的出口连接,热源蒸汽与通入工业蒸汽生产装置的给水进行换热,给水经过热源蒸汽加热产生预设参数的工业蒸汽,用于输送到热用户。

[0041] 本实施例以压水堆核电机组为依托,利用压水堆核电机组的二回路主蒸汽经工业蒸汽生产装置生产工业蒸汽,通过蒸汽管网输送至用户,提出了完整、合理、可行的设计方案,实现了核电站对外供应清洁工业蒸汽的应用,开拓了核能综合利用的新途径。压水堆核电机组具有运行稳定、热生产能力大的特征,通过本实施例中的工业蒸汽生产系统对外供应工业蒸汽,能够在提供清洁、高效的电能和工业蒸汽的同时,解决燃煤等传统能源带来的环境污染问题,改善能源结构,保障工业发展蒸汽需求,也有助于提高核电站经济效益。

[0042] 实施例2

[0043] 如图1所示,本实施例提供一种用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统,包括:

[0044] 核蒸汽供应装置1,包括压水堆核电机组,压水堆核电机组在发电的同时为工业蒸汽生产装置2提供热源蒸汽;

[0045] 工业蒸汽生产装置2,其入口与核蒸汽供应装置1的出口连接,热源蒸汽与通入工业蒸汽生产装置2的给水进行换热,给水经过热源蒸汽加热产生预设参数的工业蒸汽,用于

输送到热用户,实现核电机组供应工业蒸汽。

[0046] 优选的是,核蒸汽供应装置1还包括备用热源108,工业蒸汽生产装置2还与备用热源108连接,备用热源108用于在核蒸汽供应装置1的核反应堆101停运时,向工业蒸汽生产装置2持续供应备用热源108蒸汽,保障工业蒸汽的连续供应。

[0047] 优选的是,工业蒸汽生产装置2的出口与核蒸汽供应装置1连接,热源蒸汽由核蒸汽供应装置1流入工业蒸汽生产装置2,换热完成后变为核蒸汽疏水,流回核蒸汽供应装置1。热源蒸汽在核蒸汽供应装置1与工业蒸汽生产装置2之间循环。

[0048] 优选的是,压水堆核电机组包括:

[0049] 核反应堆101,用于加热冷却剂;

[0050] 蒸汽发生器102,与核反应堆101连接,蒸汽发生器102用于利用核反应堆101加热过的冷却剂生产核蒸汽,蒸汽发生器102还与工业蒸汽生产装置2连接,蒸汽发生器102内的热源蒸汽流向工业蒸汽生产装置2;压水堆核电机组还包括主泵103,在核反应堆101与蒸汽发生器102之间的管道上设置有主泵103,主泵103用于为冷却剂的闭式循环提供动力。经过核反应堆101加热的高温冷却剂经管道送入蒸汽发生器102,经换热后从蒸汽发生器102流出,再经管道流入主泵103增加动能后,通过管道流回核反应堆101,形成闭式循环回路。

[0051] 汽轮机104,与蒸汽发生器102连接,汽轮机104用于将部分核蒸汽的热能转化为汽轮机104的旋转动能;另一部分核蒸汽经管道送入所述工业蒸汽生产装置2,为蒸汽转换提供热源蒸汽。

[0052] 发电机107,与汽轮机104连接,发电机107在汽轮机104的带动下发电,将动能转换成电能,核蒸汽自汽轮机104内做功后成为乏汽;

[0053] 凝汽器105,与汽轮机104连接,凝汽器105还与蒸汽发生器102连接,凝汽器105用于将汽轮机104内做完功的乏汽冷凝成水,乏汽凝结水经汽轮机104抽汽加热和主给水泵106升压后再流回蒸汽发生器102。凝汽器105还与工业蒸汽生产装置2连接,用于收集工业蒸汽生产装置2中换完热后的核蒸汽疏水。压水堆核电机组还包括主给水泵106,在凝汽器105与蒸汽发生器102之间的管道上设置有主给水泵106,主给水泵106为核蒸汽供应装置1中的核蒸汽的工质循环提供动能,形成闭式循环回路。

[0054] 优选的是,工业蒸汽生产装置2包括:

[0055] 预热器组,与蒸发器组连接,从蒸发器组流出的热源蒸汽、疏水流入预热器组与通入预热器组内的给水进行换热,使得通入到预热器组内的给水的温度升高;

[0056] 蒸发器组,与核蒸汽供应装置1连接,从核蒸汽供应装置1流出的热源蒸汽与预热器组流出的给水在蒸发器组内换热,使得流入蒸发器组内的给水的温度升高,得到工业蒸汽。

[0057] 优选的是,工业蒸汽生产装置2还包括:

[0058] 过热器208,与蒸发器组输出工业蒸汽的出口连接,过热器208用于将蒸发器组输出的工业蒸汽进一步加热至预设的过热温度,用于输送到热用户。

[0059] 优选的是,过热器208包括:互相换热的过热器冷室、过热器热室,过热器热室的入口81与核蒸汽供应装置1连接,过热器冷室的出口84用于输送工业蒸汽到热用户;

[0060] 蒸发器组包括:

[0061] 一级蒸发器207,包括互相换热的一级蒸发器冷室、一级蒸发器热室,一级蒸发器

热室的入口71与过热器热室的出口82连接,一级蒸发器冷室的出口74与过热器冷室的入口83连接;一级蒸发器207为核蒸汽生产工业蒸汽。热源蒸汽自过热器208流入一级蒸发器207。

[0062] 二级蒸发器206,包括互相换热的二级蒸发器冷室、二级蒸发器热室,二级蒸发器热室的入口61与一级蒸发器热室的出口72连接,二级蒸发器冷室的出口64与过热器冷室的入口83连接;二级蒸发器206为核蒸汽疏水生产工业蒸汽。

[0063] 预热器组包括:

[0064] 一级预热器205,包括互相换热的一级预热器冷室、一级预热器热室,一级预热器热室的入口51与二级蒸发器热室的出口62连接,一级预热器冷室的出口54与二级蒸发器冷室的入口63连接,一级预热器冷室的出口54还与一级蒸发器冷室的入口73连接;

[0065] 二级预热器202,包括互相换热的二级预热器冷室、二级预热器热室,二级预热器热室的入口21与一级预热器热室的出口52连接,二级预热器冷室的出口24与一级预热器冷室的入口53连接,二级预热器冷室的入口23用于输入给水。

[0066] 蒸汽发生器102与过热器热室的入口81连接,备用热源108与过热器热室的入口81连接。具体的,过热器热室的入口81连接母管11的输出端,母管11的输入端分别连接第一支管12、第二支管13,第一支管12与蒸汽发生器102连接,第二支管13与备用热源108连接。工业蒸汽生产装置2还包括:调节阀210,母管11上设置有调节阀210,调节阀210依据所需的工业蒸汽参数及流量需求调节从核蒸汽供应装置1中抽取的热源蒸汽的量。

[0067] 过热器208利用热源蒸汽的热量将饱和工业蒸汽过热以满足热网输送需求。

[0068] 具体的,工业蒸汽生产装置2还包括:压力提升泵201,二级预热器冷室的入口23连接的管道上还设置有压力提升泵201。压力提升泵201用于将除盐水输送到工业蒸汽生产装置2中,持续提供产生工业蒸汽所需的给水。

[0069] 具体的,本实施例中的凝汽器105与二级预热器热室的出口22连接。工业蒸汽生产装置2中换完热后的核蒸汽疏水由二级预热器热室的出口22流入到凝汽器105中。

[0070] 优选的是,工业蒸汽生产装置2还包括:

[0071] 用于除氧的除氧器203,除氧器203的入口与二级预热器冷室的出口24连接,除氧器203的出口与一级预热器冷室的入口53连接。

[0072] 优选的是,过热器冷室的出口84与除氧器203连接,工业蒸汽由过热器冷室的出口84流入除氧器203内,除氧器203利用工业蒸汽生产装置2自产的工业蒸汽为给水除氧。除氧器203的水箱可保证一级蒸发器207和二级蒸发器206一定时间的给水消耗量。

[0073] 具体的,工业蒸汽生产装置2还包括:给水泵204,在一级预热器冷室的入口53与除氧器203之间的管道上设置有给水泵204。给水泵204用于将给水输送到一级预热器205,为给水提供动能。

[0074] 优选的是,工业蒸汽生产装置2还包括:

[0075] 辐射监测仪表209,与过热器208输出工业蒸汽的出口连接,辐射监测仪表209用于监测工业蒸汽的辐射。辐射监测仪表209设置于过热器208输出工业蒸汽的出口连接的管道上,工业蒸汽从过热器208的工业蒸汽出口流出,先流过辐射监测仪表209,监测无放射性后再输送到用户热网,防止放射性物质释放到用户侧。

[0076] 一级蒸发器207利用热源蒸汽的热量加热来自一级预热器205的部分给水,产生需

求的工业蒸汽,热源蒸汽经过一级蒸发器207后凝结成疏水后,流入二级蒸发器206。二级蒸发器206利用热源蒸汽疏水的热量加热来自一级预热器205的另一部分给水,产生需求的工业蒸汽,热源蒸汽疏水经冷却后由管道送入一级预热器205。一级蒸发器207和二级蒸发器206产生的工业蒸汽汇集后经管道输送至过热器208。

[0077] 一级预热器205利用热源蒸汽的疏水加热由给水泵204提供的给水,以满足一级蒸发器207、二级蒸发器206对给水温度的要求;热源蒸汽疏水经一级预热器205换热后继续进入二级预热器202,二级预热器202再次利用热源蒸汽的疏水预热给水,实现热源蒸汽热量的逐级利用。

[0078] 一级蒸发器207、二级蒸发器206利用热源蒸汽及疏水的热量加热来自一级预热器205的给水,产生需求的饱和工业蒸汽;一级蒸发器207为核蒸汽生产工业蒸汽,二级蒸发器206为核蒸汽疏水生产工业蒸汽,充分利用高参数热源蒸汽热量,使热源蒸汽经过一级预热器205、二级预热器202后的疏水温度有效降低,提高了工业蒸汽生产系统的热效率。

[0079] 本实施例中的用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统满足《核动力厂设计安全规定》(HAF102)中防止放射性核素从核动力厂迁移到供热装置的相关要求。

[0080] 本实施例中的用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统,利用核电机组的发电的同时生产清洁工业蒸汽,实现了核能的综合利用。

[0081] 本实施例的用于压水堆核电机组的工业蒸汽生产系统的有益效果为:

[0082] (1) 本实施例使用压水堆核电机组的二回路主蒸汽通过蒸汽转换设备进行工业蒸汽的生产和供应,采用蒸汽转换技术,从压水堆核电机组带有放射性的一回路传热至二回路,再由二回路传热至工业蒸汽三回路,实现了回路的双重隔离,并通过放射性监测装置的合理设置,防止了核电厂放射性核素迁移到核电厂外。

[0083] (2) 本实施例为压水堆核电机组生产和供应工业蒸汽提供了设计方案,是解决燃煤和燃气等传统能源带来的环境污染问题,改善我国能源结构,保障工业发展所需清洁能源供应的有效途径。

[0084] 可以理解的是,以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式,然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言,在不脱离本发明的精神和实质的情况下,可以做出各种变型和改进,这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

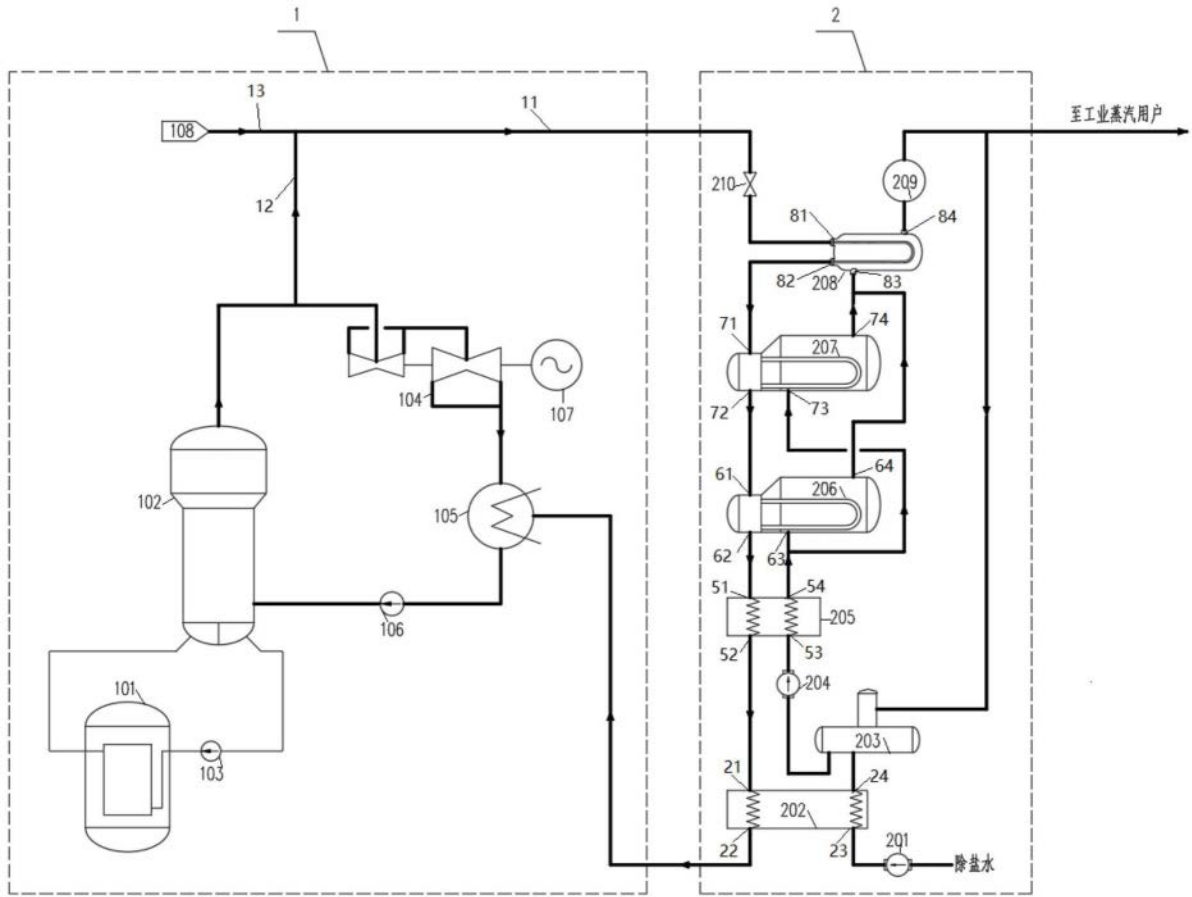


图1