



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216811806 U

(45) 授权公告日 2022. 06. 24

(21) 申请号 202122814368.X

C02F 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.11.16

C02F 103/08 (2006.01)

(73) 专利权人 江苏核电有限公司

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

地址 222000 江苏省连云港市连云区宿城街道核电南路9000号

(72) 发明人 张震 魏国军 周哲俊 雷华才
陈小萌 吕涛 付仲鸣 邹家勇
韵云 聂丹尼

(74) 专利代理机构 核工业专利中心 11007
专利代理师 董和煦

(51) Int. Cl.

F01K 13/00 (2006.01)

F22D 1/00 (2006.01)

F22D 1/50 (2006.01)

G21D 9/00 (2006.01)

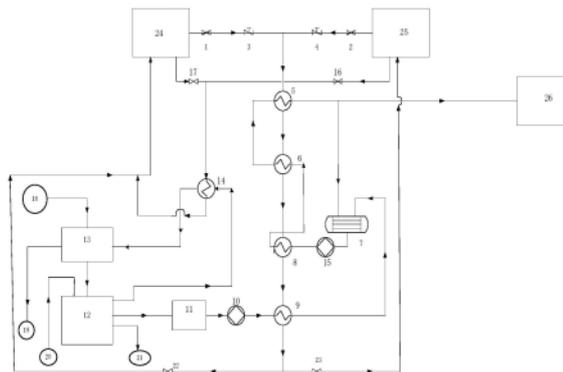
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 实用新型名称

适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统

(57) 摘要

本实用新型属于压水堆核电站技术领域,具体涉及一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统。本实用新型中,核电机组一、核电机组二组成核蒸汽供应系统;过热器、蒸汽发生器、除氧器、二级给水加热器、一级给水加热器、二级给水泵、组成工业蒸汽生产系统;除盐水给水泵、给水箱、除盐水设施、海水淡化设施、加热器、海水取水口、海水排水口、备用淡水取水口、生产用水用户构成海水淡化及除盐水供应系统;疏水管线经过调节阀三、调节阀四返回压水堆核电机组凝汽器组成蒸汽凝结水系统。本实用新型在确保核安全的前提下,使核电机组具备生产工业蒸汽、并通过海水淡化技术生产淡水的能力。



1. 一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,其特征在于:包括核蒸汽供应系统、工业蒸汽生产系统、海水淡化及除盐水供应系统、蒸汽凝结水系统四部分,核电机组一(24)、核电机组二(25)、第一调节阀(1)、第二调节阀(2)、截止阀一(3)、截止阀二(4)组成核蒸汽供应系统;过热器(5)、蒸汽发生器(6)、除氧器(7)、二级给水加热器(8)、一级给水加热器(9)、二级给水泵(15)、组成工业蒸汽生产系统;除盐水给水泵(10)、给水箱(11)、除盐水设施(12)、海水淡化设施(13)、加热器(14)、第三调节阀(16)、第四调节阀(17)、海水取水口(18)、海水排水口(19)、备用淡水取水口(20)、生产用水用户(21)构成海水淡化及除盐水供应系统;疏水管线经过调节阀三(22)、调节阀四(23)返回压水堆核电机组凝汽器组成蒸汽凝结水系统。

2. 根据权利要求1所述的一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,其特征在于:所述核蒸汽供应系统,核电机组一(24)通过管路与核电机组二(25)连通,管路上依次设有第一调节阀(1)、截止阀一(3)、截止阀二(4)、第二调节阀(2)。

3. 根据权利要求2所述的一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,其特征在于:所述工业蒸汽生产系统,在截止阀一(3)和截止阀二(4)的连通管路上,通过管路与过热器(5)连接,过热器(5)与蒸汽发生器(6)连接并构成回路,蒸汽发生器(6)与二级给水加热器(8)连接并构成回路,二级给水加热器(8)分别与一级给水加热器(9)连接,过热器(5)将蒸汽输送给蒸汽用户(26),除氧器(7)分别与过热器(5)、二级给水加热器(8)、一级给水加热器(9)连接,在除氧器(7)与二级给水加热器(8)之间设有二级给水泵(15)。

4. 根据权利要求3所述的一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,其特征在于:所述海水淡化及除盐水供应系统,除盐水设施(12)分别与给水箱(11)、海水淡化设施(13)、加热器(14)、淡水取水口(20)、生产用水用户(21)连接,其中,给水箱(11)通过除盐水给水泵(10)与一级给水加热器(9)连接,海水淡化设施(13)分别与加热器(14)、海水取水口(18)、海水排水口(19)连接,除盐水设施(12)通过淡水取水口(20)引入海水,并将生产用水输送给生产用水用户(21)。

5. 根据权利要求4所述的一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,其特征在于:所述蒸汽凝结水系统,一级给水加热器(9)分别通过管路与核电机组一(24)、核电机组二(25)连接,两条管路上分别设有调节阀三(22)、调节阀四(23)。

6. 根据权利要求5所述的一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,其特征在于:所述加热器(14)与一级给水加热器(9)、核电机组一(24)的连接管路连,为其加热。

7. 根据权利要求6所述的一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,其特征在于:所述核电机组一(24)、核电机组二(25)高压缸排气管线通过管路联通,管路上设置有第三调节阀(16)、第四调节阀(17);阀门下游管线与加热器(14)联通,并接入蒸汽凝结水系统调节阀三(22)的下游管段。

适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于压水堆核电站技术领域,具体涉及一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统。

背景技术

[0002] 压水堆核电机组在技术安全性、可靠性已经得到充分的验证。目前压水堆核电机组在国内均以发电为主,辅助向城镇热水管网提供少量热水,用于居民取暖。由于压水堆核电机组的蒸汽参数低,在核电机组供应工业蒸汽领域尚无先例,有必要探索对压水堆核电机组进行技术改造,生产工业蒸汽的技术方案。

[0003] 常规热电联产在火电机组上取得了成功,但是考虑到核电机组的特殊性,核电机组不能够直接使用二回路蒸汽作为工业蒸汽,必须考虑机组安全性、放射性控制等关键因素进行技术创新,确保核电机组和工业蒸汽用户的运维安全。

[0004] 海水淡化技术在我国已经有成熟的应用。在部分核电机组也建设有小规模海水淡化设施。但是没有通过使用核能蒸汽生产淡水的耦合方案。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的在于,提供一种适用于压水堆核电机组的“核电+工业蒸汽+海水淡化”的核能综合利用工艺,在确保核安全的前提下,使核电机组具备生产工业蒸汽、并通过海水淡化技术生产淡水的能力。本实用新型为核能综合利用提供了技术方案,并可解决石化产业环保压力,助力早日实现区域碳达峰。

[0006] 本实用新型采用的技术方案:

[0007] 一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,包括核蒸汽供应系统、工业蒸汽生产系统、海水淡化及除盐水供应系统、蒸汽凝结水系统四部分,核电机组一、核电机组二、第一调节阀、第二调节阀、截止阀一、截止阀二组成核蒸汽供应系统;过热器、蒸汽发生器、除氧器、二级给水加热器、一级给水加热器、二级给水泵、组成工业蒸汽生产系统;除盐水给水泵、给水箱、除盐水设施、海水淡化设施、加热器、第三调节阀、第四调节阀、海水取水口、海水排水口、备用淡水取水口、生产用水用户构成海水淡化及除盐水供应系统;疏水管线经过调节阀三、调节阀四返回压水堆核电机组凝汽器组成蒸汽凝结水系统。

[0008] 所述核蒸汽供应系统,核电机组一通过管路与核电机组二连通,管路上依次设有第一调节阀、截止阀一、截止阀二、第二调节阀。

[0009] 所述工业蒸汽生产系统,在截止阀一和截止阀二的连通管路上,通过管路与过热器连接,过热器与蒸汽发生器连接并构成回路,蒸汽发生器与二级给水加热器连接并构成回路,二级给水加热器分别与一级给水加热器连接,过热器将蒸汽输送给蒸汽用户,除氧器分别与过热器、二级给水加热器、一级给水加热器连接,在除氧器与二级给水加热器之间设有二级给水泵。

[0010] 所述海水淡化及除盐水供应系统,除盐水设施分别与给水箱、海水淡化设施、加热

器、淡水取水口、生产用水用户连接,其中,给水箱通过除盐水给水泵与一级给水加热器连接,海水淡化设施分别与加热器、海水取水口、海水排水口连接,除盐水设施通过淡水取水口引入海水,并将生产用水输送给生产用水用户。

[0011] 所述蒸汽凝结水系统,一级给水加热器分别通过管路与核电机组一、核电机组二连接,两条管路上分别设有调节阀三、调节阀四。

[0012] 所述加热器与一级给水加热器、核电机组一的连接管路连,为其加热。

[0013] 所述核电机组一、核电机组二高压缸排气管线通过管路联通,管路上设置有第三调节阀、第四调节阀;阀门下游管线与加热器联通,并接入蒸汽凝结水系统调节阀三的下游管段。

[0014] 与现有技术相比,本实用新型的有益效果在于:

[0015] (1) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,是国内首次将压水堆核电机组、热法海水淡化设施、工业蒸汽生产系统进行耦合设计;

[0016] (2) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,同时对两台压水堆核电站1、压水堆核电站2进行技术改造,使单台机组具备单独承担连续供应工业蒸汽规模的能力,根据核电机组单机布置特点,为减小供热时两台机组间相互影响,使系统运行控制灵活,两台机组至工业蒸汽生产系统的主蒸汽回路及其凝结水回路采用单元制,可互为备用,保证供热可靠性要求;

[0017] (4) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,压水堆核电站1、压水堆核电站2之间设置联通回路,并设置有截止阀3、截止阀4。根据供汽规模调整截止阀3、截止阀4的状态,可控制压水堆核电机组1压水堆核电机组2投运状态,可以实现压水堆核电机组不供应工业蒸汽、单堆供应工业蒸汽、双堆联合供应工业蒸汽状态。

[0018] (4) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,设置有调节阀1、调节阀2,当进行双堆联合供应工业蒸汽时,可以通过调整调节阀 1、调节阀2的开度,对蒸汽规模进行分配,优化压水堆核电机组1、机组2之间供汽和发电之间的关系,使反应堆、发电和供汽之间达到最优匹配;

[0019] (5) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,设置有过热器5、蒸汽发生器6、除氧器7、二级给水加热器8、一级给水加热器9、二级给水泵15组成的工业蒸汽生产系统。通过逐级加热的方式,实现四级换热器串联加热,充分利用蒸汽热能。

[0020] (6) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,主蒸汽在过热器5中将饱和蒸汽加热成为具有一定过热度的过热工业蒸汽通过长输管网输送至用汽企业,部分主蒸汽通过支路连接除氧器,用于加热给水并除氧。在换热器5内,在高温蒸汽侧将发生相变。

[0021] (7) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,设置有蒸汽发生器6、除氧器7、二级给水加热器8、一级给水加热器9、二级给水泵15,在过热器5加热后的主蒸汽,变为高温饱和水后逐级对蒸汽发生器6、二级给水加热器8、一级给水加热器9中的给水进行加热,充分利用主蒸汽能量,在蒸发器6中,将给水加热成饱和蒸汽,蒸发器低温侧将发生相变。

[0022] (8) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,设置有

蒸汽凝结水系统,逐级加热后的主蒸汽凝结水通过疏水管线,经疏水管道回到压水堆核电机组1、压水堆核电机组2的二回路常规岛凝结水系统。在管路上也可设置阀门22、阀门23,可根据机组运行状态调整阀门22、阀门23开关状态,调节疏水返回机组的水量,保证核电机组1、核电机组2运行在有利的汽水平衡状态。

[0023] (9) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,设置有阀门16、阀门17。通过对压水堆核电机组1、压水堆核电机组2高压缸排气管线进行技术改造,增加阀门16、阀门17两台控制阀门,通过控制阀门开关状态控制,可实现压水堆核电机组1、压水堆核电机组2投运状态控制,保证海水淡化设施始终保持有汽源供应。

[0024] (10) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,设置有加热器14,由于海水淡化设施不能直接使用核电机组二回路蒸汽作为热法海水淡化汽源,因此设置加热器14,通过蒸汽转化产生低品质饱和蒸汽用于热法海水淡化设施。

[0025] (11) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,设置有海水淡化实施13、除盐水给水泵10、给水箱11、除盐水设施12、海水取水口18、海水排水口19、备用淡水取水口20、生产用水用户21。其中海水淡化设施采用热法工艺,充分利用压水堆核电机组的蒸汽余热;海水淡化设施生产的淡水通过除盐水设施除盐后,生产除盐水供应核电站厂区生产用水用户21、工业蒸汽生产用水、海水淡化低压汽源用水;浓海水通过浓海水处理系统处理后经过海水排水口19排放。

[0026] (12) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,设置有备用淡水取水口20,可单独作为除盐水设施的水源。与海水淡化设施13互为备用,确保除盐水设施12来水安全可靠,保证整个系统除盐水供应充足。

[0027] (13) 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,将海水取水口18设置在核电机组循环水排水隧洞内,所取海水温度为核电机组温排水,可减少温排水对海域的影响,利用了核电机组部分余热,提高了核电机组热利用率。

附图说明

[0028] 图1为本实用新型提供的一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统结构示意图;

[0029] 图中:1-调节阀一、2-调节阀二、3-截止阀一、4-截止阀二、5-过热器、6-蒸汽发生器、7-除氧器、8-二级给水加热器、9-一级给水加热器、10-除盐水给水泵、11-给水箱、12-除盐水设施、13-海水淡化设施、14-加热器、15-二级给水泵、16-调节阀二、17-调节阀二、18-海水取水口、19-海水排水口、20-备用淡水取水口、21-生产用水用户、22-调节阀三、23-调节阀四、24-核电机组一、25-核电机组二、26-蒸汽用户。

具体实施方式

[0030] 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,所描述的实施例仅仅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做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。

[0031] 在本实用新型的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”“竖

直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0032] 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。

[0033] 如图1所示,本实用新型提供了一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合系统,包括核蒸汽供应系统、工业蒸汽生产系统、海水淡化及除盐水供应系统、蒸汽凝结水系统四部分,具体包括核电机组一24、核电机组二25、第一调节阀1、第二调节阀2、截止阀一3、截止阀二4、过热器5、蒸汽发生器6、除氧器7、二级给水加热器8、一级给水加热器9、除盐水给水泵10、给水箱11、除盐水设施 12、海水淡化设施13、加热器14、二级给水泵15、第三调节阀16、第四调节阀 17、海水取水口18、海水排水口19、备用淡水取水口20、生产用水用户21、调节阀三22、调节阀四23、蒸汽用户26。

[0034] 其中,核电机组一24、核电机组二25、第一调节阀1、第二调节阀2、截止阀一3、截止阀二4组成核蒸汽供应系统;

[0035] 过热器5、蒸汽发生器6、除氧器7、二级给水加热器8、一级给水加热器9、二级给水泵15、组成工业蒸汽生产系统;

[0036] 除盐水给水泵10、给水箱11、除盐水设施12、海水淡化设施13、加热器14、第三调节阀16、第四调节阀17、海水取水口18、海水排水口19、备用淡水取水口20、生产用水用户21构成海水淡化及除盐水供应系统;

[0037] 疏水管线经过调节阀三22、调节阀四23返回压水堆核电机组凝汽器组成蒸汽凝结水系统。

[0038] 核蒸汽供应系统,核电机组一24通过管路与核电机组二25连通,管路上依次设有第一调节阀1、截止阀一3、截止阀二4、第二调节阀2;

[0039] 工业蒸汽生产系统,在截止阀一3和截止阀二4的连通管路上,通过管路与过热器5连接,过热器5与蒸汽发生器6连接并构成回路,蒸汽发生器6与二级给水加热器8连接并构成回路,二级给水加热器8分别与一级给水加热器9连接,过热器5将蒸汽输送给蒸汽用户26,除氧器7分别与过热器5、二级给水加热器8、一级给水加热器9连接,在除氧器7与二级给水加热器8之间设有二级给水泵15;

[0040] 海水淡化及除盐水供应系统,除盐水设施12分别与给水箱11、海水淡化设施 13、加热器14、淡水取水口20、生产用水用户21连接,其中,给水箱11通过除盐水给水泵10与一级给水加热器9连接,海水淡化设施13分别与加热器14、海水取水口18、海水排水口19连接,除盐水设施12通过淡水取水口20引入海水,并将生产用水输送给生产用水用户21;

[0041] 蒸汽凝结水系统,一级给水加热器9分别通过管路与核电机组一24、核电机组二25连接,两条管路上分别设有调节阀三22、调节阀四23;

[0042] 加热器14与一级给水加热器9、核电机组一24的连接管路连,为其加热;

[0043] 核电机组一24、核电机组二25高压缸排气管线通过管路联通,管路上设置有第三调节阀16、第四调节阀17;阀门下游管线与加热器14联通,并接入蒸汽凝结水系统调节阀三22的下游管段。

[0044] 本实用新型的工作原理为:

[0045] 通过改造,将核电机组1通过第一调节阀1、截止阀一3与核电机组2通过第二调节阀2、截止阀二4建立联通,联通管线先后经过过热器5、蒸汽发生器6、二级给水预热器8、二级给水泵15、除氧器7、一级给水加热器9与机组凝结水系统建立联通回路。从核电机组1通过第四调节阀17与核电机组2通过调节阀二16 建立联通,联通管线经过加热器14与机组凝结水系统建立联通回路。从海水取水口18将海水通过管线输送至海水淡化设施13、产生的浓海水派往海水排水口19,所产生淡水经过除盐水设施12后分三路送往用户:一路通过给水箱11、除盐水给水泵10、一级给水加热器9、除氧器7、二级给水泵15、二级给水加热器8、蒸汽发生器6、过热器5逐级加热生产为工业蒸汽;一路通过加热器14、海水淡化设施13作为热法海淡设施蒸汽源;一路送往生产用水用户21。为保证除盐水供应的可靠性,备用淡水取水口20与除盐水设施12相连接,作为海水淡化实施13所产淡水的备用水源。

[0046] 所述核蒸汽供应系统包括核电机组1、核电机组2、第一调节阀1、第二调节阀2、截止阀一3、截止阀二4。通过技术改造从压水堆核电机组1常规岛主蒸汽系统抽取部分主蒸汽通过第一调节阀1、截止阀一3输送至换热设备前蒸汽集管,从压水堆核电机组2常规岛主蒸汽系统抽取部分主蒸汽通过第二调节阀2、截止阀二4输送至换热设备前蒸汽集管。

[0047] 所述工业蒸汽生产系统包括过热器5、蒸汽发生器6、除氧器7、二级给水加热器8、一级给水加热器9、二级给水泵15。来自海水淡化及除盐水供应系统的除盐水由给水泵10经一级预热器加热送入除氧器中除氧,再由二级给水泵升压经二级给水预热器后送入蒸汽发生器,带走主蒸汽释放的热量并转变为具有一定过热度的工业蒸汽,如此连续的热交换过程实现了工业蒸汽的连续供应。

[0048] 所述蒸汽凝结水系统包括疏水管线和机组凝结水系统,将在蒸汽转换设备内主蒸汽释放热量变为凝结水,凝结水经管道经过调节阀三22、调节阀四23回到压水堆核电机组1、压水堆核电机组2的二回路常规岛凝结水系统,最终回到凝汽器。

[0049] 所述海水淡化及除盐水供应系统包括除盐水给水泵10、给水箱11、除盐水设施12、海水淡化设施13、加热器14、第三调节阀16、第四调节阀17、海水取水口18、海水排水口19、备用淡水取水口20、生产用水用户21,通过抽取机组高压缸排气在加热器14中加热除盐水产生低压蒸汽用于热法海水淡化设施13,加热器14产生的凝结水通过疏水管线以及调节阀三22、调节阀四23返回机组凝结水系统。除盐水设施12产生除盐水共分三路,一路通过给水泵10输送给工业蒸汽生产系统,一路通过换热器14产生海水淡化蒸汽源,一路用水生产用水用户21。海水淡化设施13、备用淡水取水口20互为除盐水设施12的备用水源,海水淡化设施产生浓海水等通过海水排水口19排至大海。

[0050] 本实用新型提供一种适用于大型压水堆核电机组的热电水联合生产工艺,包括3个阶段,主要包括正常投运压水堆核电机组一24、压水堆核电机组一25阶段,核电机组稳定运行后投运海水淡化设施和除盐水系统带海淡设施运行,除盐水系统稳定后同步投运核蒸汽供应系统和工业蒸汽生产系统。具体包括如下步骤:

[0051] 第一阶段:正常投运压水堆核电机组一24、压水堆核电机组二25;

- [0052] (a) 关闭第一调节阀1、第二调节阀2、截止阀一3、截止阀二4、第三调节阀16、第四调节阀17、调节阀三22、调节阀三23；
- [0053] (b) 检查确认与核电机组碰口改造管线状态，确认核蒸汽供应未联通；
- [0054] (c) 按照机组启动流程，使压水堆核电机组一24、压水堆核电机组二25满功率运行。
- [0055] 第二阶段：投运海水淡化设施和除盐水设施：
- [0056] (a) 检查疏水管线与常规岛机组管线状态，确保管路联通；
- [0057] (b) 通过核电站自备水厂管线将备用淡水取水口20的供水引出至加热器14；通过海水淡化取水口18将海水引入海水淡化设施13；
- [0058] (c) 根据蒸汽投运规模确定海水淡化设施蒸汽源，打开第四调节阀17、关闭第三调节阀16（以压水堆核电机组一24为例，如以压水堆核电机组二25为热源则第四调节阀17、第三调节阀16状态相反）；
- [0059] (d) 监测加热器14出口参数，满足海水淡化需求品质时，投运海水淡化设施13。监测海水淡化设施出水淡水品质；
- [0060] (e) 将海水淡化设施13生产的淡水引入除盐水设施12，监测除盐水设施出水品质并将除盐水引入给水箱11；
- [0061] (f) 监测给水箱11水位和容量，密切关注水箱水位，当储水量满足启动工业蒸汽生产系统时，打开除盐水给水泵10；
- [0062] 第三阶段：投运核蒸汽供应系统和工业蒸汽生产系统
- [0063] (a) 检查第一调节阀1、截止阀一3、第二调节阀2、截止阀二4状态为关闭；
- [0064] (b) 根据运行决策，确定工业负荷依托机组，确定第一调节阀1、第二调节阀2开度要求；
- [0065] (c) 监测确认核蒸汽供应系统和工业蒸汽生产系统管线保持管线畅通；
- [0066] (d) 根据除盐水系统给水情况，当除盐水给水泵10开启时，打开第一调节阀1、第二调节阀2、截止阀一3、截止阀二4监测核蒸汽参数（以两台机组均投运，承担工业蒸汽负荷为例）；
- [0067] (e) 监测过热器5、蒸汽发生器6、除氧器7、二级给水加热器8、一级给水加热器9进、出口参数，确保过热器5出口满足工业用汽用户需求，实现机组同时带海水淡化系统、工业蒸汽系统运行。
- [0068] (4) 监测机组运行参数，根据机组运行状态调节和切除运行机组
- [0069] (a) 监测过热器5、蒸汽发生器6、除氧器7、二级给水加热器8、一级给水加热器9进、出口参数，确保过热器5出口满足工业用汽用户需求，实现机组同时带海水淡化系统、工业蒸汽系统运行；
- [0070] (b) 当工业蒸汽负荷进行调整时，根据运行决策，确定工业负荷依托机组，确定第一调节阀1、第二调节阀2开度要求；
- [0071] (c) 调整调节阀开度，使蒸汽负荷与机组反应堆功率、发电功率相匹配；
- [0072] (d) 当由一台机组可满足负荷需求（或者其中一台核电机组即将进入大修状态）时，逐步关闭截止阀一3（或者截止阀二4）切除一台核电机组；
- [0073] 以VVER堆型压水堆核电机组技术改造为例，按此方案通过对VVER压水堆机组主蒸

汽集管进行技术改造,引出主蒸汽,通过蒸汽转换系统,生产低压过热工业蒸汽,并通过长输管线输送至石化产业基地用户企业。本实用新型实现了核电+海水淡化+工业蒸汽工艺方案的耦合,为核能综合利用提供了新的思路和示范工程,为压水堆核电机组进行技术改造提供了借鉴。

[0074] 对于本领域技术人员而言,显然本实用新型不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本实用新型的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本实用新型。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本实用新型的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本实用新型内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0075] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

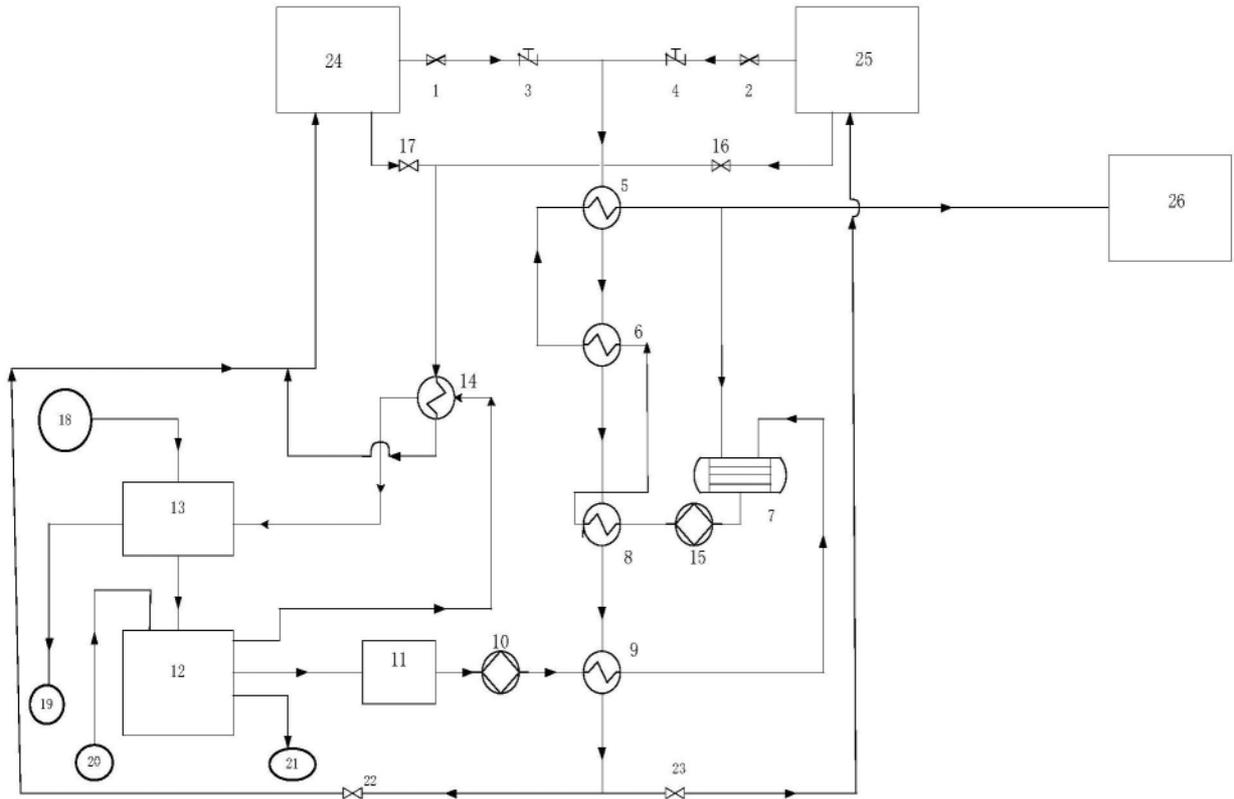


图1