



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216845130 U

(45) 授权公告日 2022. 06. 28

(21) 申请号 202123069498.1

F01K 25/10 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.08

F01D 15/10 (2006.01)

(73) 专利权人 台州础能环境科技有限公司

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

地址 317300 浙江省台州市仙居县南峰街
道仙德小区19幢1002室

(72) 发明人 李增清

(51) Int. Cl.

F24H 7/00 (2022.01)

F24H 7/02 (2022.01)

F24H 9/18 (2022.01)

F24H 9/20 (2022.01)

F24H 9/00 (2022.01)

F24H 15/305 (2022.01)

F16K 3/02 (2006.01)

F16K 3/316 (2006.01)

F16K 31/04 (2006.01)

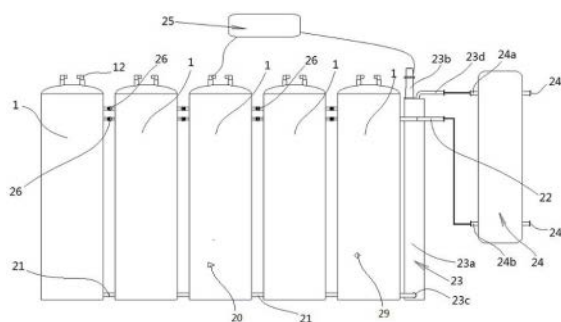
权利要求书2页 说明书10页 附图14页

(54) 实用新型名称

一种熔盐储罐及熔盐电蓄热长时储能装置

(57) 摘要

本实用新型提供一种熔盐储罐及熔盐电蓄热长时储能装置,该装置可以直接替代现有的燃煤燃气工业蒸汽锅炉,从而,推进产业园区内通过熔盐储热进行集中供气供热;也可以直接为居民区集中供热供暖,同时,本发明的熔盐电蓄热长时储能装置结合超临界二氧化碳发电机组后,产生一种新型高效的“电-热-电”技术模式,可以替代现有抽水蓄能电站和化学储能站,成为一种大容量长时储能技术。本实用新型具有结构紧凑、系统简单、储热成本低、放热效能高、系统热损小、电热及热电转换效率均高,可以实现模块化、标准化、批量化、工厂化的生产,具备安全性、经济性、灵活性,还具备调节能力强、建设周期短、选址要求低和建设规模灵活等特点。



1. 一种熔盐储罐, 其特征在于, 该熔盐储罐的近底部设置有熔盐输出支管且该熔盐输出支管的外端口为第一熔盐出口, 其内端口处设置有一个出口关断阀, 该熔盐储罐设置有从上部伸入到储罐底部的熔盐回流支管, 且该熔盐回流支管的外端为第一熔盐进口, 该第一熔盐进口处于熔盐液位线之上, 该熔盐回流支管的内端口处设置有一个进口关断阀; 所述的出口关断阀和进口关断阀结构相同, 从下往上依次为阀座、阀瓣、连接骨架、阀杆、电动控制器, 其中, 该阀座和所述的熔盐输出管或者熔盐回流管的内端口连通, 阀杆呈垂直状设置且其底端通过该连接骨架和阀瓣组装为一体, 阀杆的上端则伸出熔盐液位控制线以上且顶端设置该电动控制器, 该电动控制器上的电机部分设置在熔盐储罐的顶部外, 能带动阀杆上下移动以实现出口关断阀和进口关断阀的开和关。

2. 根据权利要求1所述的一种熔盐储罐, 其特征在于, 该阀座的底部中心处设置有一导向棒, 阀瓣底面中心处设置有与该导向棒匹配的导向套管, 两者的精准配合保证了阀杆上下移动时阀座和阀瓣的开合配合; 所述的连接骨架是一种万向联轴节。

3. 根据权利要求1所述的一种熔盐储罐, 其特征在于, 在该熔盐储罐设定的熔盐液位线之上设置有一水平盖板, 该盖板上设置有两个供阀杆穿过的通孔, 该阀杆顶端设置有直径大于阀杆的限位块, 在盖板和限位块之间的这段阀杆上设置有一压缩弹簧, 该限位块的上部设置有凹槽, 该凹槽内设置有隔热垫, 所述的电动控制器为电动推杆, 其推杆的顶端和该隔热垫抵接, 当该电动推杆的推杆伸长时, 其推力使得压缩弹簧压缩使得阀杆往下移动实现阀瓣和阀座的密接配合, 也就是关断阀此时关闭了, 当该电动推杆回缩时, 该压缩弹簧自身的弹力就直接把阀杆往上顶起, 此时关断阀打开。

4. 根据权利要求1所述的一种熔盐储罐, 其特征在于, 该熔盐储罐内还设置有若干电加热管, 所述的电加热管为单头法兰式结构; 所述的电加热管的额定电压为6.6KV或10KV。

5. 一种熔盐电蓄热长时储能装置, 包括熔盐储罐、熔盐、熔盐输出总管、熔盐回流总管、熔盐泵站、熔盐取热器、电控系统, 其特征在于, 该熔盐储罐的特征如权利要求1至4所述, 且熔盐储罐的数量设定为三个以上, 且保证其中一个熔盐储罐是空的, 且该空的熔盐储罐内的出口关断阀处于关闭状态而进口关断阀处于开启状态, 其余熔盐储罐内则装填有所述的熔盐, 每个该熔盐储罐上的第一熔盐出口均接入到该熔盐输出总管, 每个该熔盐储罐上的第一熔盐进口均接入到该熔盐回流总管; 该熔盐泵站包括一个容纳罐以及设置在该容纳罐内的熔盐泵, 该容纳罐总体高度不低于该熔盐储罐高度, 该容纳罐底部则设置有一熔盐总入口, 该熔盐总入口和所述的熔盐输出总管连接, 该熔盐泵设置有一个熔盐总出口; 所述的熔盐取热器上设置有第二熔盐进口、第二熔盐出口、取热介质进口和取热介质出口, 其中, 该第二熔盐进口和所述的熔盐总出口连接, 该第二熔盐出口则和所述的熔盐回流总管相连; 所述的电控系统和每个熔盐储罐内的电加热管、熔盐泵、出口关断阀、进口关断阀均有联动控制关系;

当长时储能装置处于电蓄热工作状态时, 一个空的熔盐储罐和其余装填有熔盐的熔盐储罐上的进口关断阀和出口关断阀均处于关闭状态, 此时, 空的熔盐储罐内的电加热管是不发热, 在装填有熔盐的熔盐储罐内的熔盐被电加热管静态加热至设定的温度上限, 完成一个完整的熔盐电蓄热过程;

当长时储能装置处于放热工作状态时, 一个空的熔盐储罐上的出口关断阀处于关闭状态而进口关断阀处于开启状态, 其余装填有熔盐的熔盐储罐上的进口关断阀均处于关闭状

态,且只有其中的一个等待被熔盐泵抽空的熔盐储罐上的出口关断阀是开启的,此时,加热后的熔盐通过所述的熔盐泵泵入该熔盐取热器内放热,放热后的熔盐通过该熔盐回流总管回流到空的熔盐储罐内,直至把该熔盐储罐内的熔盐全部倒腾到空的熔盐储罐内,该熔盐储罐则变成一个新的空的熔盐储罐,这样,装填有熔盐的熔盐储罐会被依次轮流腾空,完成一个完整的熔盐放热循环,然后,进入下一轮电蓄热过程。

6. 根据权利要求5所述的一种熔盐电蓄热长时储能装置,其特征在于,该熔盐储罐的总数为二的倍数,均分为两列,呈矩阵状排列设置;所述的熔盐输出总管设置在两列熔盐储罐的中间近底部,所述的熔盐回流总管设置在两列熔盐储罐的中间近顶部,两者均由若干统一规格的三通或四通焊接管接头、带U型节的分段熔盐管短接焊接成一体,每个熔盐储罐上的第一熔盐出口分别和该熔盐输出总管上对应的三通或四通焊接管接头进行焊接方式连接,每个熔盐储罐上的第一熔盐进口分别和该熔盐回流总管上对应的三通或四通焊接管接头进行焊接方式连接;每个熔盐储罐在设定的熔盐液位线之上留有一定空间,相邻的两个该空间通过一短连接管连通,该短连接管把熔盐储罐内顶部的空间贯通便于平衡各熔盐储罐内的气压;两个相邻的熔盐储罐近设定的熔盐液位线之下处均通过一短连接管连通,该短连接管把熔盐储罐内最上部相互贯通便于平衡各熔盐储罐内的熔盐液位高度;该短连接管中段设置有波纹伸缩节;通过焊接方式连为体的所有熔盐储罐、熔盐输出总管、熔盐回流总管及熔盐泵站整体设置在一个长方槽状的保温壳体内,该保温壳体的顶部设置有保温盖,该保温盖上仅有权利要求1中的电动控制器上电机和所述的熔盐泵顶部的电机裸露在外,同时,该熔盐泵上的熔盐总出口和熔盐回流总管的外接口均伸出所述的保温壳体的一侧壁且和所述的熔盐取热器连接。

7. 根据权利要求5或6所述的一种熔盐电蓄热长时储能装置,其特征在于,所述的熔盐取热器及其上的第二熔盐出口和第二熔盐进口的安装高度均超过所述的熔盐泵上的熔盐总出口高度,所述的熔盐回流总管、第一熔盐进口的安装高度均超过所述的熔盐储罐内熔盐的液位高度,且该熔盐回流总管向第一熔盐进口方向向下倾斜安装。

8. 根据权利要求6所述的一种熔盐电蓄热长时储能装置,其特征在于,所述的保温壳体的外层为长方槽状的钢筋混凝土结构,其内底部及四个内立面上均设置有保温隔热层,在底部的该保温隔热层上还铺设耐高温隔热砖,所述的熔盐储罐和熔盐泵站搁置在该隔热砖上;在该保温壳体内所有金属罐体及管道外表面均涂装一层耐高温隔热涂料层,其空隙处还填充有耐高温的固体颗粒蓄热材料。

9. 根据权利要求5所述的一种熔盐电蓄热长时储能装置,其特征在于,该熔盐电蓄热长时储能装置还包括一个独立熔盐电加热器,该独立熔盐电加热器设置在所述的熔盐泵站和所述的熔盐取热器之间,且有一熔盐支管连通所述的熔盐输出总管和熔盐回流总管,且在该熔盐支管上设置有一个截止阀,这样,由该熔盐泵站、独立熔盐电加热器、熔盐取热器、熔盐支管及截止阀构成一个小循环回路。

10. 根据权利要求5所述的一种熔盐电蓄热长时储能装置,其特征在于,该熔盐电蓄热长时储能装置还包括一套超临界二氧化碳发电机组,该超临界二氧化碳发电机组包括发电机、透平机、二级压缩机、一级压缩机、预冷或冷凝器、低温回热器、高温回热器及超临界二氧化碳输送管道,通过该超临界二氧化碳输送管道和熔盐取热器上的取热介质出口和取热介质进口连接形成一个完整的超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统。

一种熔盐储罐及熔盐电蓄热长时储能装置

技术领域

[0001] 本实用新型公开了一种熔盐储罐及熔盐电蓄热长时储能装置,属于新型储能技术领域。

背景技术

[0002] 随着社会发展,全球生态环境的恶化程度越来越严峻,碳排放量的控制也越发严厉,能源的结构调整加快向绿色能源方向发展,太阳能、风能等绿色能源得到了空前的重视。随着新能源装机比例进一步提高,为保证新能源的消纳采取的措施主要有:一是煤电深度调峰改造:降低最小发电量;二是新建储能设施:储存新能源发电量,平移至用电高峰使用,煤电深度调峰是短期的优先选择,而搭配储能系统则是未来长期发展的必然选择!目前几种比较常用的储能方式进行了比较:

[0003] 抽水蓄能:抽水蓄能虽然技术路线成熟,但成本较高,未来很难降低。如果没有现成的上或下水库可以利用,抽蓄单位投资和移动成本还是会高;另外,建设工期一般要7-8年,明显落后于新能源建设周期,远水不解近渴;其次,西北地区具备建设抽蓄的地理条件并不多见,大规模建设抽蓄也不现实。因此,抽水蓄能虽然技术成熟,但是造价只会上升,不会下降。

[0004] 电化学储能:电化学储能目前受制于成本高、寿命短和安全性较低。电化学储能每度电的储能环节成本较高;运行寿命一般8~10年就要更换电池,报废后还存在环保问题;还有燃烧或爆炸频发的安全问题。未来电化学储能成本能否继续下降从两方面分析:一是成本下降不可能无限制、无止境;二是锂的储量有限,未来成本难料。因此电化学储能自身亟需一场技术革命,以解决“安全、环保、成本、寿命”等系列问题。

[0005] 在高比例可再生能源装机的背景下,为了减少弃风、弃光,确保电网运行安全,满足用电高峰需求,亟需一种低成本、大规模、高效率、高安全性、环保低碳的能量平移型新型储能技术。

[0006] 另一方面,随着社会发展及人民生活水平的提高,我国用电结构昼夜差距越来越大,移峰填谷的需求愈发强烈以及弃风弃光的现象越发严重;我国经济增速换挡步入发展新常态,产业结构逐步由中低端向中高端转换。产业结构的调整导致第三产业和城乡居民用电量占比持续增加,其用电特性决定了负荷曲线峰谷差率明显高于第二产业,我国用电侧峰谷差率有走高趋势,用户侧的电蓄能蓄热以及调节性电源建设需求持续增加。

[0007] 热储能技术,与抽水蓄能和空气压缩储能技术相比,都属于长时储能,但热储能的设备技术相对简单成熟,关键是热储能可吸纳不稳定和波动性很强的可再生电力,而抽水蓄能和空气压缩技术则需要稳定的低谷电支撑,但随着燃煤电站减少和调峰能力下降,一旦可再生能源成为能源主力军,低谷电成为历史,抽水蓄能和空气压缩储能设备就会被闲置,巨额投资就会成为垃圾资产。

[0008] 热储能与化学电池储能相比,突出特点是储能容量大,单位储能成本低,这些是化学电池储能无法与之竞争的,但是相较灵活性热储能显然不如化学电池储能。所以,必须解

决热储能应用的灵活性问题。

[0009] 传统的熔盐储能主要技术途径是：采用双储罐的储热模式，即一个热熔盐储罐、一个冷熔盐储罐、多个大功率的专用熔盐加热器、多个高温熔盐泵、多个低温熔盐泵、列管式熔盐换热器以及疏盐罐等设备，通过较长的熔盐输送管道连接为一个系统，为了防止熔盐输送管道使用过程中的冻结，还要在输送管道上加装电伴热带，增加一个辅助的疏盐系统，该系统用于收集系统停机时处于熔盐输送管道等设备内的熔盐，整个系统热损耗大，储热放热成本增高，总体投资大，一旦熔盐储热温度要求在800度以上时，该套传统的熔盐热利用技术难度会大大提高；另外，熔盐双储罐的制造必须在现场完成，不仅建设周期长，而且还不易控制制造成本和制造质量。总之，传统熔盐双储罐储能系统中各部件设备不能批量化标准化生产，储热成本过高，放热效率提升受限，系统热损大，系统相对臃肿不紧凑，很难实现模块化、标准化、批量化、工厂化的生产。

[0010] 传统的熔盐储能还有一个技术途径是：采用单储罐的储热形式，而单储罐存在一个难以克服的“斜温层”技术问题，在罐体下部的冷熔盐和上部的热熔盐之间存在一层比较复杂温度分布的斜温层，不仅增加了熔盐热交换过程的控制难度，而且也使得高品位的热能相应减少，尤其是该单储罐技术不适合长时储能的技术要求。

[0011] 而碳达峰和碳中和战略目标的提出，为中国未来的绿色能源发展指明了方向，特别是未来可再生能源在我国能源领域逐渐由配角转变为主角，“电-热-电”技术模式的优点逐渐显现，适时推出以长时储能技术为基础的“电-热-电”技术模式变得很有必要。

[0012] 其实，熔盐储能热利用的技术从基本原理上来讲并不难，关键是看整体熔盐储能系统的经济性、安全性、可靠性、可复制性、可大批量推广性是否具备，这是一项技术是否具备大规模推广应用的关键。

发明内容

[0013] 为了解决背景技术中的问题，本实用新型提供一种熔盐储罐及熔盐电蓄热长时储能装置，该装置可以直接替代现有的燃煤燃气工业蒸汽锅炉，从而推进产业园区内通过熔盐储热进行集中供气供热；也可以直接为居民区集中供热供暖，同时，本发明的熔盐电蓄热长时储能装置结合超临界二氧化碳发电机组后，产生一种新型高效的“电-热-电”技术模式，可以替代现有抽水蓄能电站和化学储能站，成为一种大容量长时储能技术。

[0014] 同时，解决了传统热储能应用的灵活性问题，本技术同时具备安全性、经济性、灵活性，还具备调节能力强、建设周期短、选址要求低和建设规模灵活等特点，该熔盐电蓄热长时储能技术将在工业蒸汽、居民区供暖供热以及“电-热-电”储能领域开启了全新的应用场景。

[0015] 为实现上述目的，本实用新型采用的技术方案为：一种熔盐储罐，其特征在于，该熔盐储罐的底部设置有熔盐输出支管且该熔盐输出支管的外端口为第一熔盐出口，其内端口处设置有一个出口关断阀，该熔盐储罐设置有从上部伸入到储罐底部的熔盐回流支管，且该熔盐回流支管的外端为第一熔盐进口，该第一熔盐进口处于熔盐液位线之上，该熔盐回流支管的内端口处设置有一个进口关断阀；所述的出口关断阀和进口关断阀结构相同，从下往上依次为阀座、阀瓣、连接骨架、阀杆、电动控制器，其中，该阀座和所述的熔盐输出支管或者熔盐回流支管的内端口连通，阀杆呈垂直状设置且其底端通过该连接骨架和阀瓣

组装为一体,阀杆的上端则伸出熔盐液位控制线以上且顶端设置该电动控制器,该电动控制器上的电机部分设置在熔盐储罐的顶部外,能带动阀杆上下移动以实现出口关断阀和进口关断阀的开和关。传统的熔盐储能技术中,电动熔盐阀是比较难搞定的关键零部件,尤其是700摄氏度以上的超高温情况下,传统的电动熔盐阀的耐温性、密封性、保温性都面临很大的技术难题,造价高且制造难度极大,在运行过程中容易泄露、热损耗大、容易冻堵、使用寿命短,维修更换不易且需停机检修,每一次停机检修其经济代价比较大,尤其是,一旦阀门冻堵死,甚至会造成整个系统不可逆的损坏。本发明创造性地将熔盐关断阀内置到熔盐储罐内,且设置在熔盐出口和熔盐进口处,其阀杆超出了熔盐液位高度,在熔盐储罐内,关断阀变成一种常压关断阀,不存在阀杆的密封问题,不存在阀门的冻堵问题,也没有多大部位需要保温,加工制造容易,除了阀门顶部的电动控制器,其它部件几乎不需要特意的维护,其使用寿命大大提高。通常,本发明的熔盐储罐产品总体尺寸控制在公路运输法规允许的尺寸范围内,这样使得熔盐储罐可以大规模工厂化、标准化、模块化统一生产,大大降低制造成本和制造难度,产品质量得到保障,生产周期大大缩短。通常,熔盐储罐的顶部盖是可拆装的,便于储罐内部的日常维修和保养。通常,该阀杆采用精拉的无缝不锈钢管,可以有效降低阀杆重量,同时,在管状的阀杆上设置有若干通孔,便于熔盐进去,减少阀杆占用的容积。

[0016] 进一步地,该阀座的底部中心处设置有一导向棒,阀瓣底面中心处设置有与该导向棒匹配的导向套管,两者的精准配合保证了阀杆上下移动时阀座和阀瓣的开合配合;所述的连接骨架是一种万向联轴节。通常,这样的设计能有效保证阀座和阀瓣开启和闭合的密封性和便利性,尤其是对超长阀杆的阀门来说,阀杆和阀瓣之间通过一个万向联轴节来连接,将极大保证了阀瓣和阀座的水平密封配合,避免了长阀杆造成的中心偏差对阀瓣和阀座密封配合度的影响。

[0017] 进一步地,在该熔盐储罐设定的熔盐液位线之上设置有一水平盖板,该盖板上设置有两个供阀杆穿过的通孔,该阀杆顶端设置有直径大于阀杆的限位块,在盖板和限位块之间的这段阀杆上设置有一压缩弹簧,该限位块的上部设置有凹槽,该凹槽内设置有隔热垫,所述的电动控制器为电动推杆,其推杆的顶端和该隔热垫抵接,当该电动推杆的推杆伸长时,其推力使得压缩弹簧压缩使得阀杆往下移动实现阀瓣和阀座的密接配合,也就是关断阀此时关闭了,当该电动推杆回缩时,该压缩弹簧自身的弹力就直接把阀杆往上顶起,此时关断阀打开。本发明中,阀杆顶部的电动推杆和阀杆没有实行机械连接,且在阀杆顶部和电动推杆抵接处采用了一个隔热垫隔离,阻断了热量向电动推杆传递,有效减少热损耗;阀杆、阀瓣、连接骨架等自身重量全靠设置的压缩弹簧托起,在电动推杆不作用的情况下,关断阀都是常开的状态。将压缩弹簧的弹力调整到一个合适的值时,可以降低电动推杆的额定推力要求,使得电动推杆的额定功率可以尽可能小,降低了无谓的寄生电耗,通常,电动推杆的额定功率只有很低的几百瓦功率;通常,该盖板的上表面涂装有隔热涂层。

[0018] 进一步地,该熔盐储罐内还设置有若干电加热管,所述的电加热管为单头法兰式结构;所述的电加热管的额定电压为6.6KV或10KV。通过在熔盐储罐内部直接设置电加热管,对熔盐实行静态加热,相比传统的储罐外专用的熔盐加热器加热方式,不仅节约了投资费用,而且降低了熔盐流动加热过程中的热损失,提高整体能效。尤其是,采用高压电加热,其电热转换率超98%,不仅省去变压器等一大笔资金投资,还比传统的低压电加热的电热转

换率至少提高了三个百分点。

[0019] 一种熔盐电蓄热长时储能装置,包括熔盐储罐、熔盐、熔盐输出总管、熔盐回流总管、熔盐泵站、熔盐取热器、电控系统,其特征在于,该熔盐储罐的特征如上面几条所述,且熔盐储罐的数量设定为三个以上,且保证其中一个熔盐储罐是空的,且该空的熔盐储罐内的出口关断阀处于关闭状态而进口关断阀处于开启状态,其余熔盐储罐内则装填有所述的熔盐,每个该熔盐储罐上的第一熔盐出口均接入到该熔盐输出总管,每个该熔盐储罐上的第一熔盐进口均接入到该熔盐回流总管;该熔盐泵站包括一个容纳罐以及设置在该容纳罐内的熔盐泵,该容纳罐总体高度不低于所述的熔盐储罐高度,这样保证了熔盐泵上的电机安装位置始终处于熔盐液位线之上,该容纳罐底部则设置有一熔盐总入口,该熔盐总入口和所述的熔盐输出总管连接,该熔盐泵设置有一个熔盐总出口;所述的熔盐取热器上设置有第二熔盐进口、第二熔盐出口、取热介质进口和取热介质出口,其中,该第二熔盐进口和所述的熔盐总出口连接,该第二熔盐出口则和所述的熔盐回流总管相连;所述的电控系统和每个熔盐储罐内的电加热管、熔盐泵、出口关断阀、进口关断阀均有联动控制关系。通常,传统的双储罐的储热模式,即一个热熔盐储罐、一个冷熔盐储罐,其中空储罐就占了50%,而在本发明中,采用至少三个或三个以上熔盐储罐,其数量越多,则空储罐占比就越少,熔盐储罐部分所占用的资金就大大节省下来。采用这样的多储罐方式,更主要的目的是可以将熔盐储罐的尺寸固定下来,成为单一产品规格,可以更方便地将单个熔盐储罐尺寸控制在国家公路运输法律规定的尺寸范围内,通常,储罐直径不大于2.5米,储罐高度不大于14米,这样,熔盐储罐可以成批量标准化工厂化生产,同时,长时储能装置的储能容量可以轻而易举的灵活扩展。另一方面,在整套长时储能装置中,仅需一台熔盐泵,系统内所有的设备均共享了该台熔盐泵,且巧妙地给熔盐泵配置了一个细长圆柱体状的容纳罐,该熔盐泵的扬程几乎等同于熔盐储罐的高度,这样,熔盐泵的电机额定功率就可以降低,减少了寄生电耗。而跟熔盐泵配套的容纳罐更是一个小型的疏盐罐,可以在熔盐泵停机时接纳来时熔盐取热器内倒流的熔盐,做到了停机时设备和管道内疏盐的目的,及时排空熔盐,杜绝熔盐滞留在熔盐取热器和管道内而发生冻堵,省却了传统双储罐熔盐储能系统中的标配的疏盐罐系统,进一步节约资金投入。

[0020] 当长时储能装置处于电蓄热工作状态时,一个空的熔盐储罐和其余装填有熔盐的熔盐储罐上的进口关断阀和出口关断阀均处于关闭状态,此时,空的熔盐储罐内的电加热管是不发热,在其余装填有熔盐的熔盐储罐内的熔盐被电加热管静态加热至设定的温度上限,完成一个完整的熔盐电蓄热过程。

[0021] 当长时储能装置处于放热工作状态时,一个空的熔盐储罐上的出口关断阀处于关闭状态而进口关断阀处于开启状态,其余装填有熔盐的熔盐储罐上的进口关断阀均处于关闭状态,且只有其中一个等待被熔盐泵抽空的熔盐储罐上的出口关断阀是开启的,此时,加热后的熔盐通过所述的熔盐泵泵入该熔盐取热器内放热,放热后的熔盐通过该熔盐回流总管回流到空的熔盐储罐内,直至把该熔盐储罐内的熔盐全部倒腾到空的熔盐储罐内,此时,该个熔盐储罐则变成一个新的空的熔盐储罐,这样其余装填有熔盐的熔盐储罐会被依次轮流腾空,完成一个完整的熔盐放热循环,在每一轮熔盐放热过程中,没有固定那个熔盐储罐是空的,每个装填有熔盐的熔盐储罐都会经历一次空罐,原先空的熔盐储罐也会被其它储罐泵来的熔盐装填,然后,一轮放热过后就进入下一轮电蓄热过程,这样蓄热-放热-蓄热循

环不断。通常,所述的熔盐为60%的硝酸钠和40%的硝酸钾组成的二组分混合熔盐;或者为53%的硝酸钾、40%亚硝酸钠、7%的硝酸钠组成的三组分混合熔盐;或者由一定比例的氯化钠、氯化钾、氯化钙三组分经净化提纯处理后制成的氯化物混合物,其混合物控氧少于300ppm。

[0022] 进一步地,该熔盐储罐的总数为二的倍数,均分为两列呈矩阵状排列设置;所述的熔盐输出总管设置在两列熔盐储罐的中间近底部,所述的熔盐回流总管设置在两列熔盐储罐的中间近顶部,两者均由若干统一规格的三通或四通焊接管接头、带U型节的分段熔盐管短接焊接成一体,每个熔盐储罐上的第一熔盐出口分别和该熔盐输出总管上对应的三通或四通焊接管接头进行焊接方式连接,每个熔盐储罐上的第一熔盐进口分别和该熔盐回流总管上对应的三通或四通焊接管接头进行焊接方式连接;每个熔盐储罐在设定的熔盐液位线之上留有一定空间,相邻的两个该空间通过一短连接管连通,该短连接管把熔盐储罐内顶部的空间贯通便于平衡各熔盐储罐内的气压;两个相邻的熔盐储罐近设定的熔盐液位线之下处均通过一短连接管连通,该短连接管把熔盐储罐内最上部相互贯通便于平衡各熔盐储罐内的熔盐液位高度;该短连接管中段设置有波纹伸缩节;通过焊接方式连为体的所有熔盐储罐、熔盐输出总管、熔盐回流总管及熔盐泵站整体设置在一个长方槽状的保温壳体内,该保温壳体的顶部设置有保温盖,该保温盖上仅有电动控制器上电机和该熔盐泵顶部的电机裸露在外,同时,该熔盐泵上的熔盐总出口和熔盐回流总管的外接口均伸出所述的保温壳体的一侧壁且和所述的熔盐取热器连接。通常,本发明这样的设计,将进一步提高熔盐储罐等设备及各种零部件的标准化、模块化程度,使得每个三通或四通焊接管件都可以统一规格和统一标准,且保证了在保温壳体内熔盐液位线以下部位没有任何的密封连接点,都采用焊接固定密封,杜绝了任何泄露可能。对所有的熔盐管道均采用了U型膨胀节或波纹伸缩节设置,消除了热应力对焊接处的影响。所有的熔盐储罐上部预留的熔盐膨胀空间相互间均通过一根中间带波纹节的短连接管串通起来,包括其中的一个空熔盐储罐,内部充满惰性气体。熔盐泵上的电机通常为变频电机。

[0023] 进一步地,所述的熔盐取热器及其上的第二熔盐出口和第二熔盐进口的安装高度均超过所述的熔盐泵上的熔盐总出口高度,所述的熔盐回流总管、第一熔盐进口的安装高度均超过所述的熔盐储罐内熔盐的液位高度,且该熔盐回流总管向第一熔盐进口方向具有向下的倾斜度。通常,这样的设计,保证了熔盐泵停止工作时,熔盐取热器内的熔盐以及熔盐回流总管内的熔盐自动回流到熔盐储罐内或熔盐泵容纳罐内,消除了因系统停机时熔盐滞留在熔盐取热器或熔盐回流总管内因温度降低而冻堵,同时,和传统的双储罐技术相比,不用再额外设置疏盐罐系统,进一步节约了资金投资。

[0024] 进一步地,所述的保温壳体的外层为长方槽状的钢筋混凝土结构,其内底部及四个内立面上均设置有保温隔热层,在底部的该保温隔热层上还铺设耐高温隔热砖,所述的熔盐储罐和熔盐泵站均搁置在该隔热砖上;在该保温壳体内所有金属罐体及管道外表面均涂装一层耐高温隔热涂料层,其空隙处还填充有耐高温的固体颗粒蓄热材料。通常,熔盐长时储能装置设计寿命均在30年以上,对安全性要求极高,所以,本发明采用钢筋混凝土的外层设计,将熔盐意外泄露造成的危害可能性降至最低,安全性提升,虽然保温外层因采用混凝土在成本上有所提高,但是,将内部的保温隔热层设置在钢筋混凝土外层的内壁上,其保温隔热层的面积比起在每个熔盐储罐和熔盐管道保温要减少很多面积,同时,保温施工

难度也大大降低;在熔盐储罐及容纳罐、熔盐管道外的空隙处填充了固体颗粒蓄热材料,不仅增加了总蓄热能力,而且对熔盐储罐或熔盐管道内的熔盐具有保温伴热作用,尤其处于储罐下部的熔盐输出总管被整体埋在固体颗粒蓄热材料里,无需再额外在熔盐输出总管外表面上设置电伴热带,进一步节约了开资,减少了寄生电耗;另一方面,钢筋混凝土的保温壳外层,足以承受住来自内部的向外挤压力,而熔盐储罐整体由固体颗粒蓄热材料包裹住,使得减少熔盐储罐的壁厚成为可能,会相应减少了熔盐储罐的整体造价;通常,固体颗粒蓄热材料为碳化硅颗粒或砂石颗粒或镁质无机颗粒。总之,采用钢筋混凝土保温外层和添加固体颗粒蓄热材料,其安全性、经济性、保温性、储热量均大幅提高。

[0025] 进一步地,该熔盐电蓄热长时储能装置还包括一个独立熔盐电加热器,该独立熔盐电加热器设置在所述的熔盐泵站和所述的熔盐取热器之间,且有一熔盐支管连通所述的熔盐输出总管和熔盐回流总管,且在该熔盐支管上设置有一个截止阀,这样,由该熔盐泵站、独立熔盐电加热器、熔盐取热器、熔盐支管及截止阀构成一个小循环回路。这样的设计主要针对利用谷电储能的应用场景,通常,每天24小时中有8小时左右的时间是用电低谷时段,此时段电价很低,采用此时段储能不仅能做到替电网削峰填谷的作用,更是在热能的利用上产生巨大的经济效益;热能一般是24小时全天候都在用的,那么,为了减少储能规模,设定的储能量仅供应非谷电时段的热能需求,大概16小时左右非谷电时间,在谷电时段到来时已将先前储存的热能释放完而进入谷电时段的再次储能阶段,而谷电时段的供能则采用独立熔盐电加热器来直接供热,省却了储热的阶段,这样不仅减少了8小时的储能规模,而且谷电时段直接供能更节能,同时,长时储能装置可以全力以赴的再次进入储能工作状态,而8小时谷电时段的供能由该小循环回路来完成。通常,此时的熔盐取热器实际上就是熔盐蒸汽发生器,专门为用户端提供蒸汽的需求,如果在该蒸汽发生器后面接入一台板式换热器的话,就可以为用户端进行供热供暖服务。

[0026] 进一步地,该熔盐电蓄热长时储能装置还包括一套超临界二氧化碳发电机组,该超临界二氧化碳发电机组包括发电机、透平机、二级压缩机、一级压缩机、预冷或冷凝器、低温回热器、高温回热器及超临界二氧化碳输送管道,通过该超临界二氧化碳输送管道和熔盐取热器上的取热介质出口和取热介质进口连接形成一个完整的超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统。长时储能装置结合超临界二氧化碳发电机组,这是新型高效的“电-热-电”技术模式,毫无疑问,“电-热-电”技术模式针对的应用场景是不稳定不连续的可再生能源及电力,特别是风电、光伏电力很不稳定且品质低,光热发电投资成本高,而太阳也不总是高高挂在天空,只有发挥各自长处,趋利避害,才能从根本上克服太阳能热发电和风电、光伏各自存在的缺陷,最终实现可再生能源替代化石能源的终极目标。而它们之间的结合点,就是通过电加热并储热来实现,这种技术模式中,长时储能装置的能效和发电机组的能效是关键点,本发明有效解决了长时储能装置的能效问题,电热转换总能效近98%以上,而超临界二氧化碳发电的技术也即将商业化,其发电能效在50%以上,“电-热-电”技术模式的优点逐渐显现。本发明的长时储能装置尤其适合10MW左右的小型超临界二氧化碳发电需要。

[0027] 本实用新型相较于传统的熔盐储热热利用装置,具有结构紧凑、系统简单、储热成本低、放热效能高、系统热损小、电热及热电转换效率均很高,可以实现模块化、标准化、批量化、工厂化的生产,具备安全性、经济性、灵活性,还具备调节能力强、建设周期短、选址要求低和建设规模灵活等特点。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本实用新型实施例中的技术方案,下面将对实施例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实用新型的一些实施例,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他的附图。附图仅提供参考和说明用,并非用来对本实用新型加以限制。

[0029] 图1是本实用新型提供的一种熔盐储罐的结构示意图;

[0030] 图2是本实用新型提供的图1顶部的局部放大图;

[0031] 图3是本实用新型提供的图1底部的关断阀的局部放大图;

[0032] 图4是本实用新型提供的一种带电加热管的熔盐储罐结构示意图;

[0033] 图5是本实用新型提供的图4的顶部放大的结构示意图;

[0034] 图6是本实用新型提供的图4的底部放大的结构示意图;

[0035] 图7是本实用新型提供的一种熔盐电蓄热长时储能装置结构示意图;

[0036] 图8是本实用新型提供的图7对应的俯视图;

[0037] 图9是本实用新型提供的一种熔盐电蓄热长时储能装置除熔盐取热器外的一体化保温的结构示意图;

[0038] 图10是本实用新型提供的图9中去除顶部保温盖后的俯视图;

[0039] 图11是本实用新型提供的一种熔盐泵站的结构示意图;

[0040] 图12是本实用新型提供的一种熔盐输出总管和熔盐回流总管的结构示意图;

[0041] 图13是本实用新型提供的一种熔盐电蓄热长时储能装置外加独立熔盐加热器的结构示意图;

[0042] 图14是本实用新型提供的一种熔盐电蓄热长时储能装置外加一套超临界二氧化碳发电机组后的结构示意图。

[0043] 附图标记如下:

[0044] 熔盐储罐1、熔盐输出支管2、第一熔盐出口3、出口关断阀4、熔盐回流支管5、第一熔盐进口6、进口关断阀7、阀座8、导向棒8a、阀瓣9、导向套管9a、连接骨架10、阀杆11、电动控制器12、电机12a、盖板13、通孔14、限位块15、凹槽15a、压缩弹簧16、隔热垫17、电加热管18、电加热管安装口19、熔盐20、熔盐输出总管21、熔盐回流总管22、熔盐泵站23、容纳罐23a、熔盐泵23b、熔盐总入口23c、熔盐总出口23d、熔盐取热器24、第二熔盐进口24a、第二熔盐出口24b、取热介质进口24c、取热介质出口24d、电控系统25、短连接管26、保温壳体27、外层27a、保温隔热层27b、隔热砖27c、保温盖28、隔热涂料层29、固体颗粒蓄热材料30、独立熔盐电加热器31、熔盐支管32、截止阀33、超临界二氧化碳发电机组34、发电机34a、透平机34b、二级压缩机34c、一级压缩机34d、预冷或冷凝器34e、低温回热器34f、高温回热器34g、超临界二氧化碳输送管道34h。

具体实施方式

[0045] 以下是本实用新型的具体实施例并结合附图,对本实用新型的技术方案作进一步的描述,但本实用新型并不限于这些实施例。

[0046] 实施例1:

[0047] 如图1、图2、图3所示,一种熔盐储罐1的近底部设置有熔盐输出支管2,该熔盐输出

支管2的外端口为第一熔盐出口3,其内端口处设置有一个出口关断阀4;该熔盐储罐1设置有从上部伸入到储罐底部的熔盐回流支管5,且该熔盐回流支管5的外端为第一熔盐进口6,该第一熔盐进口6处于熔盐液位线之上,该熔盐回流支管5的内端口处设置有一个进口关断阀7。

[0048] 出口关断阀4和进口关断阀7结构相同,从下往上依次为阀座8、阀瓣9、连接骨架10、阀杆11、电动控制器12,其中,该阀座8和该熔盐输出支管2或者熔盐回流支管5的内端口连通,阀杆11呈垂直状设置且其底端通过该连接骨架10和阀瓣9组装为一体,阀杆11的上端则伸出熔盐液位控制线以上且顶端设置该电动控制器12,该电动控制器12上的电机12a部分设置在熔盐储罐1的顶部外,能带动阀杆11上下移动以实现出口关断阀4和进口关断阀7的开和关。

[0049] 该阀座8的底部中心处设置有一导向棒8a,阀瓣9底面中心处设置有与该导向棒匹配的导向套管9a,两者的精准配合保证了阀杆11上下移动时阀座8和阀瓣9的开合配合。

[0050] 本实施例中,该连接骨架10是一种万向联轴节。

[0051] 在该熔盐储罐1设定的熔盐液位线之上还设置有一水平盖板13,该盖板13上设置有两个供阀杆穿过的通孔14,该阀杆11顶端设置有直径大于阀杆11的限位块15,在盖板13和限位块15之间的这段阀杆上设置有一压缩弹簧16,该限位块15的上部设置有凹槽15a,该凹槽15a内设置有隔热垫17。

[0052] 本实施例中,电动控制器12为电动推杆,其推杆的顶端和该隔热垫17抵接,当该电动推杆的推杆伸长时,其推力使得压缩弹簧16压缩使得阀杆11往下移动实现阀瓣9和阀座8的密接配合,也就是出口关断阀4或进口关断阀7此时关闭了,当该电动推杆回缩时,该压缩弹簧16自身的弹力就直接把阀杆11往上顶起,此时出口关断阀4或进口关断阀7打开。

[0053] 实施例2:

[0054] 如图4、图5和图6所示,该熔盐储罐1内还设置有若干电加热管18,在盖板13上还设置有若干电加热管安装口19,该电加热管18为单头法兰式结构且和该电加热管安装口19匹配;电加热管18的额定电压为6.6KV或10KV。

[0055] 其它则和实施例1一样,在此不再一一赘述。

[0056] 实施例3:

[0057] 如图7、图8、图10、图11和图12所示,一种熔盐电蓄热长时储能装置,包括十个熔盐储罐1、熔盐20、熔盐输出总管21、熔盐回流总管22、熔盐泵站23、熔盐取热器24、电控系统25。

[0058] 本实施例中,熔盐储罐1的总数为十个,均分为两列,每列5个且等间距呈矩阵状排列;熔盐输出总管21设置在两列熔盐储罐1的中间近底部,熔盐回流总管22设置在两列熔盐储罐1的中间近顶部,两者均由若干统一规格的三通或四通焊接管接头、带U型节的分段熔盐管短接焊接成一体,每个熔盐储罐1上的第一熔盐出口3分别和该熔盐输出总管21上对应的三通或四通焊接管接头进行焊接方式连接,每个熔盐储罐1上的第一熔盐进口6分别和该熔盐回流总管22上对应的三通或四通焊接管接头进行焊接方式连接;每个熔盐储罐1在设定的熔盐液位线之上留有一定空间,这个空间内会充填惰性气体,相邻的两个该空间通过一短连接管26连通,该短连接管26把熔盐储罐1内顶部的空间贯通便于平衡各熔盐储罐内的气压;两个相邻的熔盐储罐近设定的熔盐液位线之下处均通过一短连接管26连通,该短

连接管26把熔盐储罐内最上部相互贯通便于平衡各熔盐储罐内的熔盐液位高度;该短连接管26中段设置有波纹伸缩节;通过焊接方式连为一体的所有熔盐储罐1、熔盐输出总管21、熔盐回流总管22及熔盐泵站23整体设置在一个长方槽状的保温壳体27内,该保温壳体27的顶部设置有保温盖28,该保温盖28上仅有电动控制器12上电机和所述的熔盐泵23b顶部的电机裸露在外,同时,该熔盐泵23b上的熔盐总出口23d和熔盐回流总管22的外接口均伸出所述的保温壳体27的一侧壁且和所述的熔盐取热器24连接。

[0059] 本实施例中,保温壳体27的外层27a为长方槽状的钢筋混凝土结构,其内底部及四个内立面上均设置有保温隔热层27b,在底部的该保温隔热层27b上还铺设耐高温隔热砖27c,熔盐储罐1和熔盐泵站23搁置在该隔热砖27c上;在该保温壳体27内所有金属罐体及管道外表面均涂装一层耐高温隔热涂料层29,其空隙处还填充有耐高温的固体颗粒蓄热材料30。

[0060] 其中,十个熔盐储罐1中保证一个熔盐储罐是空的且该空的熔盐储罐内的出口关断阀4处于关闭状态而进口关断阀7处于开启状态,其余九个熔盐储罐内则装填有所述的熔盐20,每个该熔盐储罐1上的第一熔盐出口3均接入到该熔盐输出总管21,每个该熔盐储罐1上的第一熔盐进口6均接入到该熔盐回流总管22。

[0061] 该熔盐泵站23包括一个容纳罐23a以及设置在该容纳罐内的熔盐泵23b,该容纳罐23a总体高度不低于所述的熔盐储罐1高度,该容纳罐23a底部则设置有一熔盐总入口23c,该熔盐总入口23c和所述的熔盐输出总管21连接,该熔盐泵23b设置有一个熔盐总出口23d。

[0062] 该熔盐取热器24上设置有第二熔盐进口24a、第二熔盐出口24b、取热介质进口24c和取热介质出口24d,其中,该第二熔盐进口24a和该熔盐总出口23d连接,该第二熔盐出口24b则和熔盐回流总管22相连。

[0063] 电控系统25和每个熔盐储罐1内的电加热管18、熔盐泵23b上的电机、出口关断阀4上的电机12a、进口关断阀7上的电机12a均有联动控制关系,这种控制关系包含了熔盐温度控制、各种电机的开关、电加热的启动和停止、关断阀的开启和关闭等等。

[0064] 本熔盐电蓄热长时储能装置设置有两者工作状态,即电蓄热和放热两者状态,在日常中,这两者状态循环往复进行。以下分别对这两种工作状态做简要说明。

[0065] 1,当长时储能装置处于电蓄热工作状态时:

[0066] 一个空的熔盐储罐1和九个装填有熔盐20的熔盐储罐1上的进口关断阀4和出口关断阀7均处于关闭状态,此时,空的熔盐储罐1内的电加热管18是不发热,在九个装填有熔盐20的熔盐储罐1内的熔盐被电加热管18静态加热至设定的温度上限,完成一个完整的熔盐电蓄热过程;

[0067] 2,当长时储能装置处于放热工作状态时:

[0068] 一个空的熔盐储罐1上的出口关断阀4处于关闭状态而进口关断阀7处于开启状态,其余九个装填有熔盐20的熔盐储罐1上的进口关断阀7均处于关闭状态,且只有其中一个等待被熔盐泵23b抽空的熔盐储罐1上的出口关断阀4是开启的,此时,加热后的熔盐20通过所述的熔盐泵23泵入该熔盐取热器24内放热,放热后的熔盐20通过该熔盐回流总管22回流到空的熔盐储罐1内,直至把该熔盐储罐1内的熔盐全部倒腾到空的熔盐储罐内,该熔盐储罐1则变成一个新的空的熔盐储罐1,这样,九个装填有熔盐20的熔盐储罐1会被依次轮流腾空,完成一个完整的熔盐放热循环,然后,进入下一轮电蓄热过程。在每一轮熔盐放热过

程中,没有固定那个熔盐储罐1是空的,每个装填有熔盐20的熔盐储罐1都会经历一次空罐,原先空的熔盐储罐也会被其它储罐泵来的熔盐装填,然后,一轮放热过后就进入下一轮电蓄热过程,这样蓄热-放热-蓄热循环不断。

[0069] 该熔盐取热器24及其上的第二熔盐出口24b和第二熔盐进口24a的安装高度均超过熔盐泵23b上的熔盐总出口23d高度,熔盐回流总管22、第一熔盐进口6的安装高度均超过熔盐储罐1内熔盐的液位高度,且该熔盐回流总管22向第一熔盐进口6方向向下倾斜安装。通常,这样的设计,保证了熔盐泵23b停止工作时,熔盐取热器24内的熔盐20以及熔盐回流总管22内的熔盐自动回流到熔盐储罐1内或熔盐泵容纳罐23a内,消除了因系统停机时熔盐20滞留在熔盐取热器24或熔盐回流总管22内因温度降低而冻堵。

[0070] 实施例4:

[0071] 如图13所示,该熔盐电蓄热长时储能装置还包括一个独立熔盐电加热器31,该独立熔盐电加热器31设置在熔盐泵站23和熔盐取热器24之间,且有一熔盐支管32连通熔盐输出总管21和熔盐回流总管22,且在该熔盐支管32上设置有一个截止阀33,这样,由该熔盐泵站23、独立熔盐电加热器31、熔盐取热器24、熔盐支管32及截止阀33构成一个小循环回路。

[0072] 其它则和实施例3一样,在此不再一一赘述。

[0073] 实施例5:

[0074] 如图14所示,该熔盐电蓄热长时储能装置还包括一套超临界二氧化碳发电机组34,该超临界二氧化碳发电机组34包括发电机34a、透平机34b、二级压缩机34c、一级压缩机34d、预冷或冷凝器34e、低温回热器34f、高温回热器34g及超临界二氧化碳输送管道34h,通过该超临界二氧化碳输送管道34h和熔盐取热器24上的取热介质出口24d和取热介质进口24c连接形成一个完整的超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统。

[0075] 其它则和实施例3一样,在此不再一一赘述。

[0076] 本文中所描述的具体实施例仅仅是对本实用新型精神作举例说明。本实用新型所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,但并不会偏离本实用新型的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

[0077] 尽管本文较多地使用了熔盐储罐、熔盐输出支管、第一熔盐出口、出口关断阀、熔盐回流支管、第一熔盐进口、进口关断阀、阀座、导向棒、阀瓣、导向套管、连接骨架、阀杆、电动控制器、电机、盖板、通孔、限位块、凹槽、压缩弹簧、隔热垫、电加热管、电加热管安装口、熔盐、熔盐输出总管、熔盐回流总管、熔盐泵站、容纳罐、熔盐泵、熔盐总入口、熔盐总出口、熔盐取热器、第二熔盐进口、第二熔盐出口、取热介质进口、取热介质出口、电控系统、短接管、保温壳体、外层、保温隔热层、保温盖、隔热涂料层、固体颗粒蓄热材料、独立熔盐电加热器、熔盐支管、截止阀、超临界二氧化碳发电机组、发电机、透平机、二级压缩机、一级压缩机、预冷或冷凝器、低温回热器、高温回热器、超临界二氧化碳输送管道等术语,但并不排除使用其它术语的可能性,使用这些术语仅仅是为了方便地描述和解释本实用新型的本质;把它们解释成任何一种附加的限制都是与本实用新型精神相违背的。

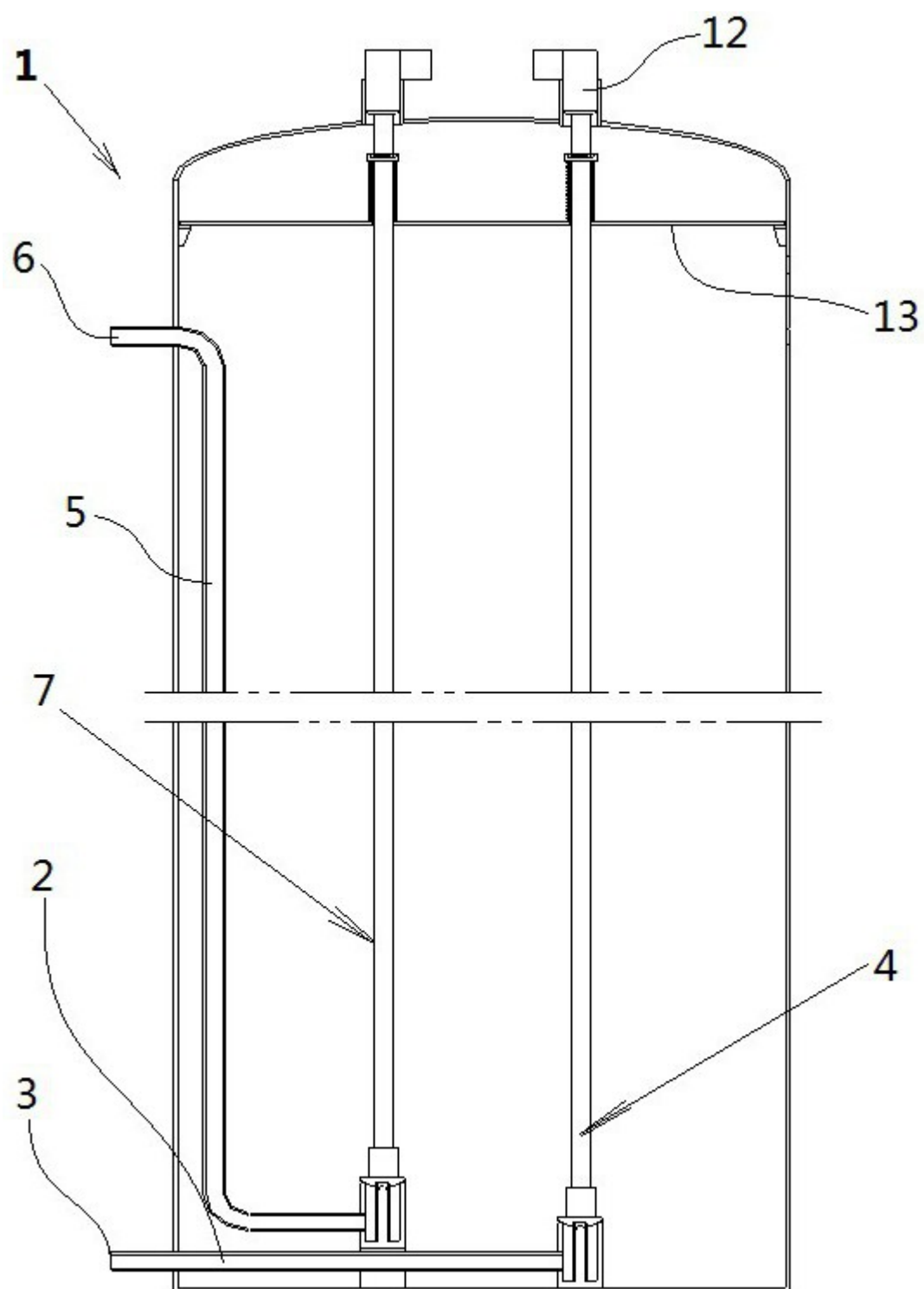


图1

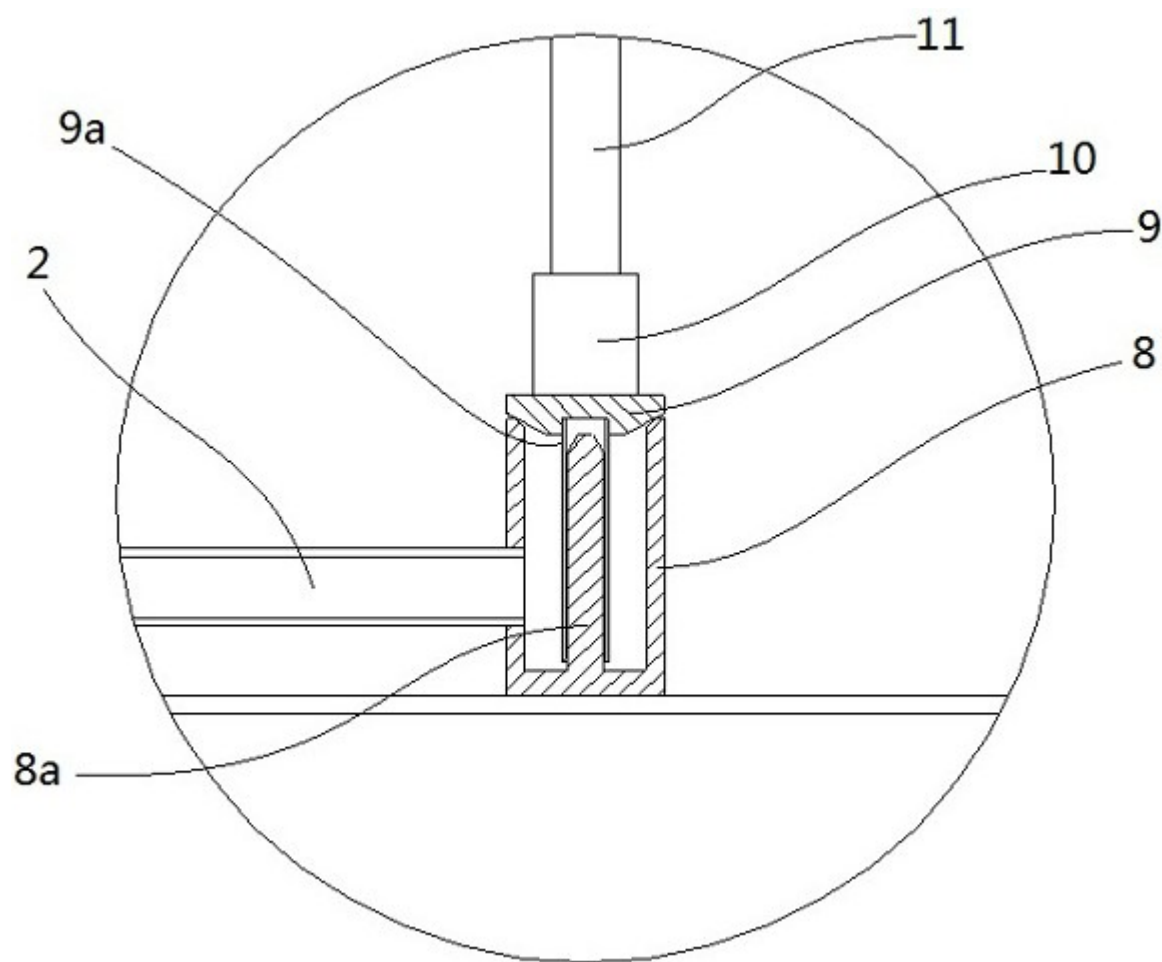


图3

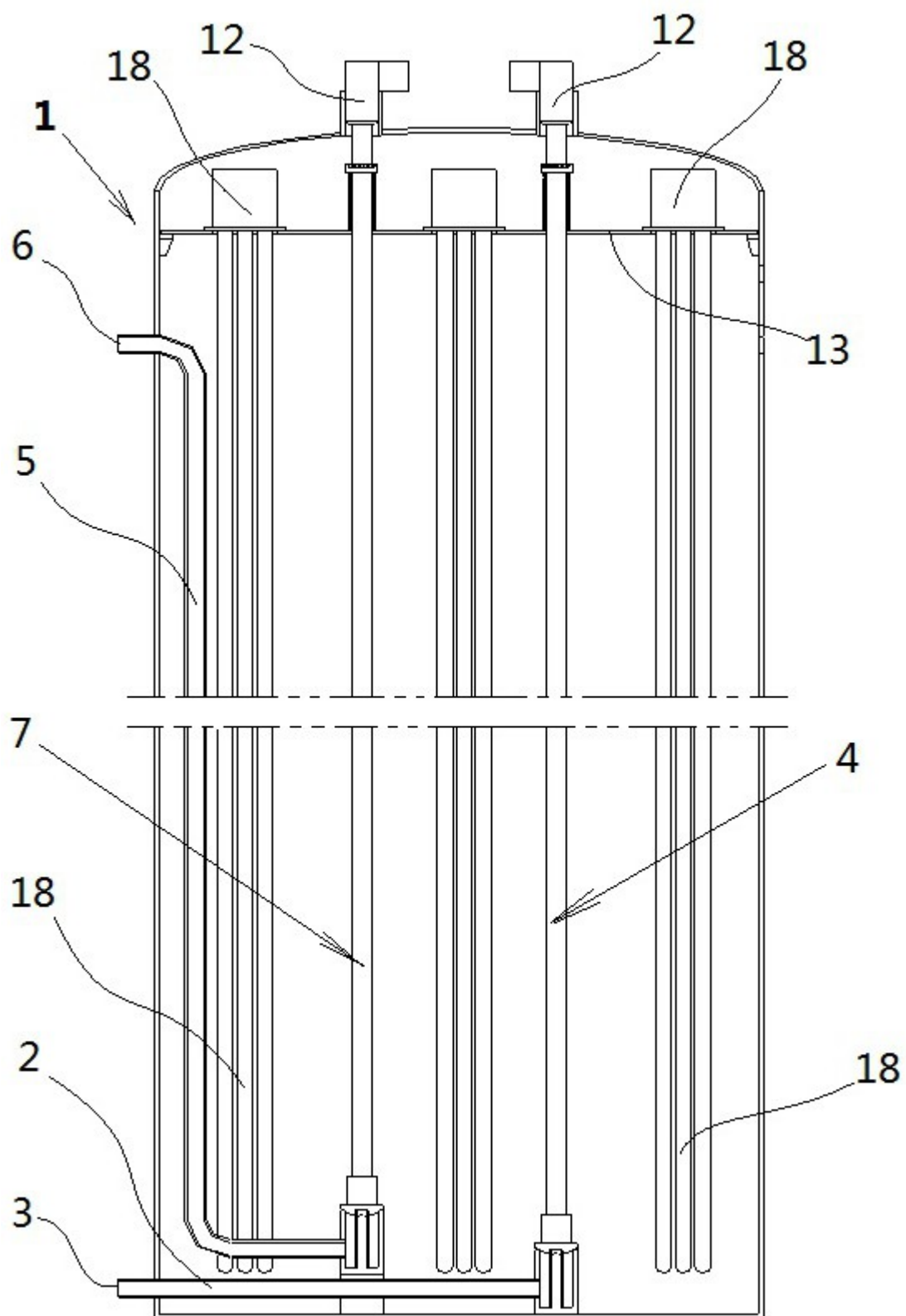


图4

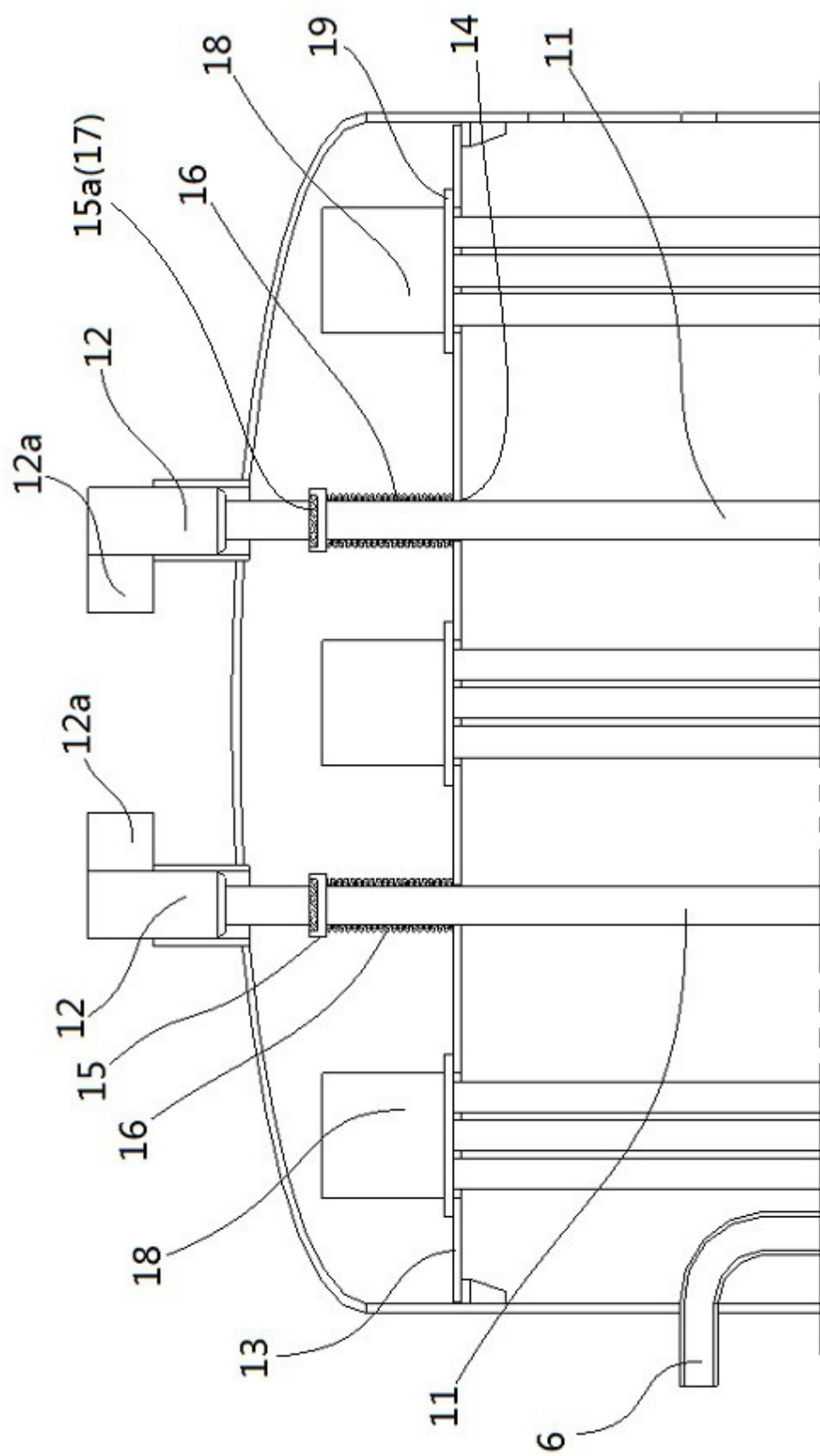


图5

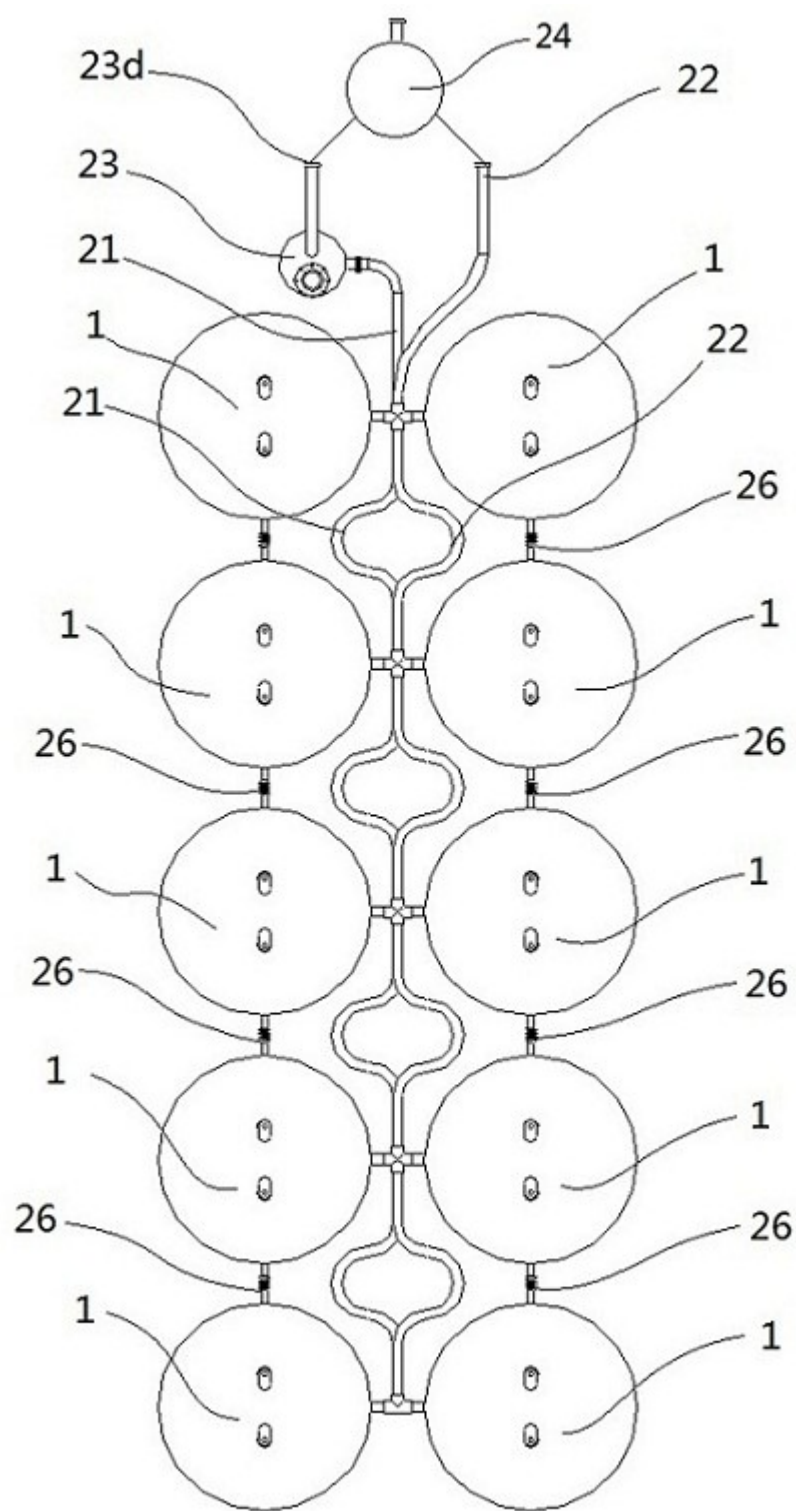


图8

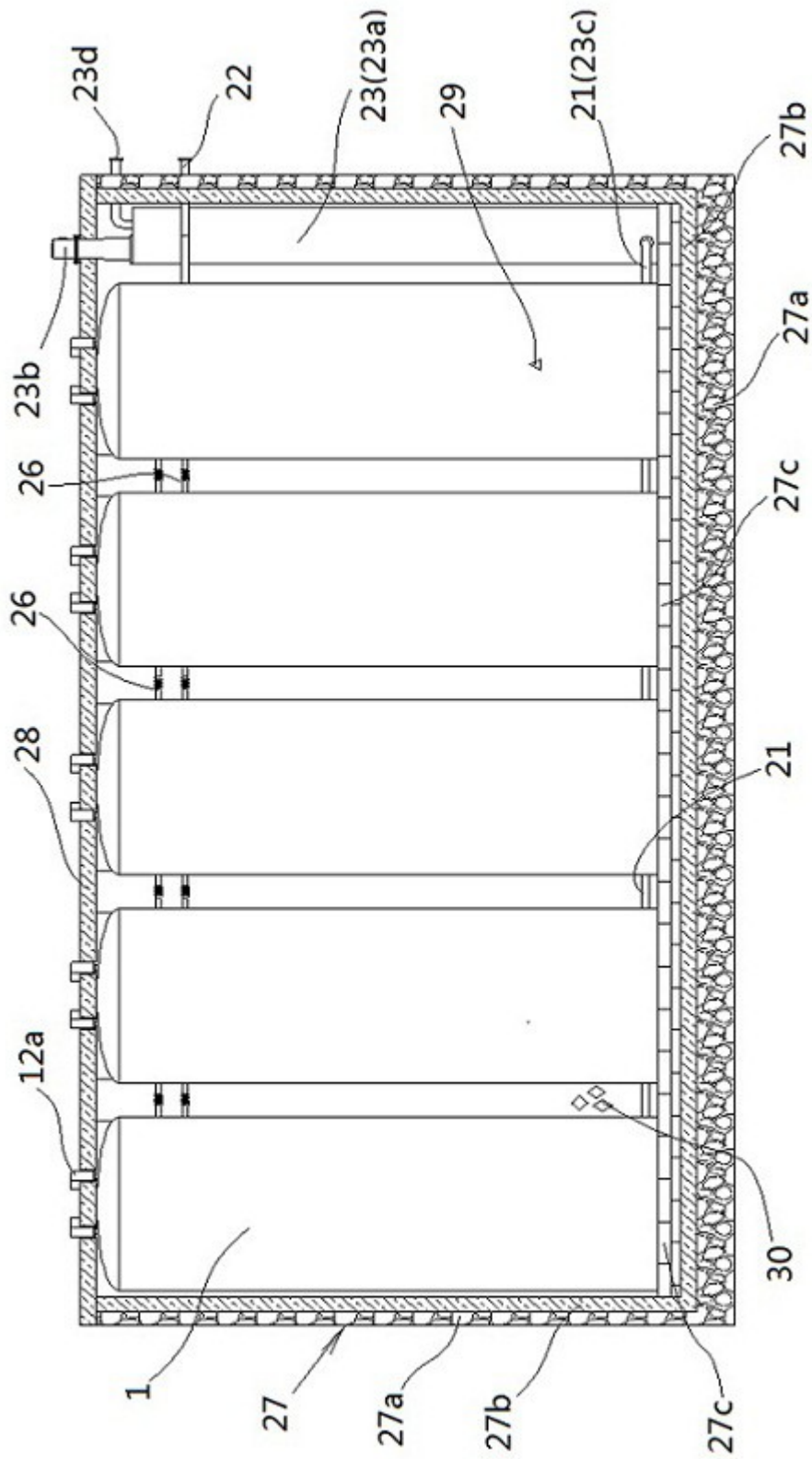


图9

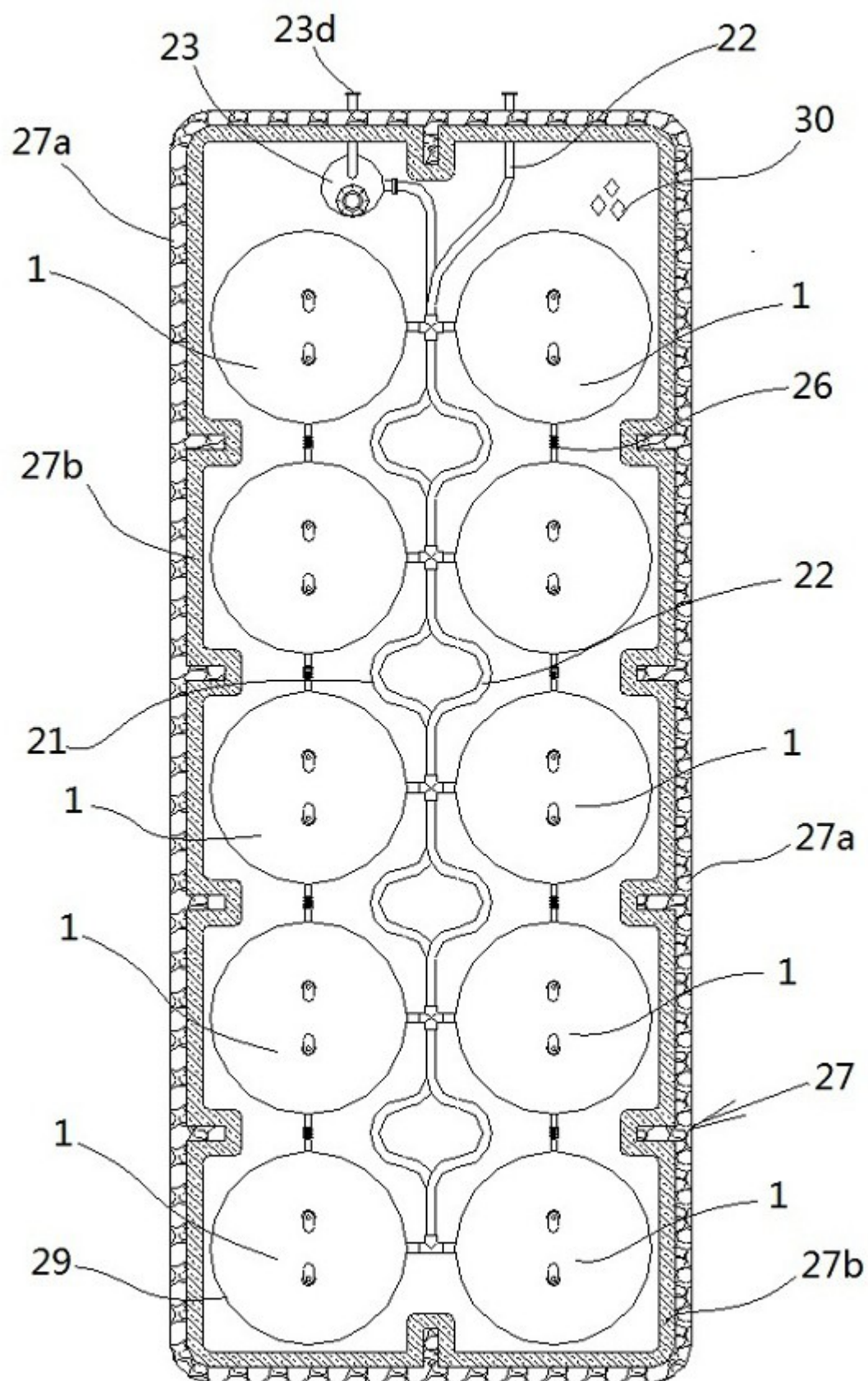


图10

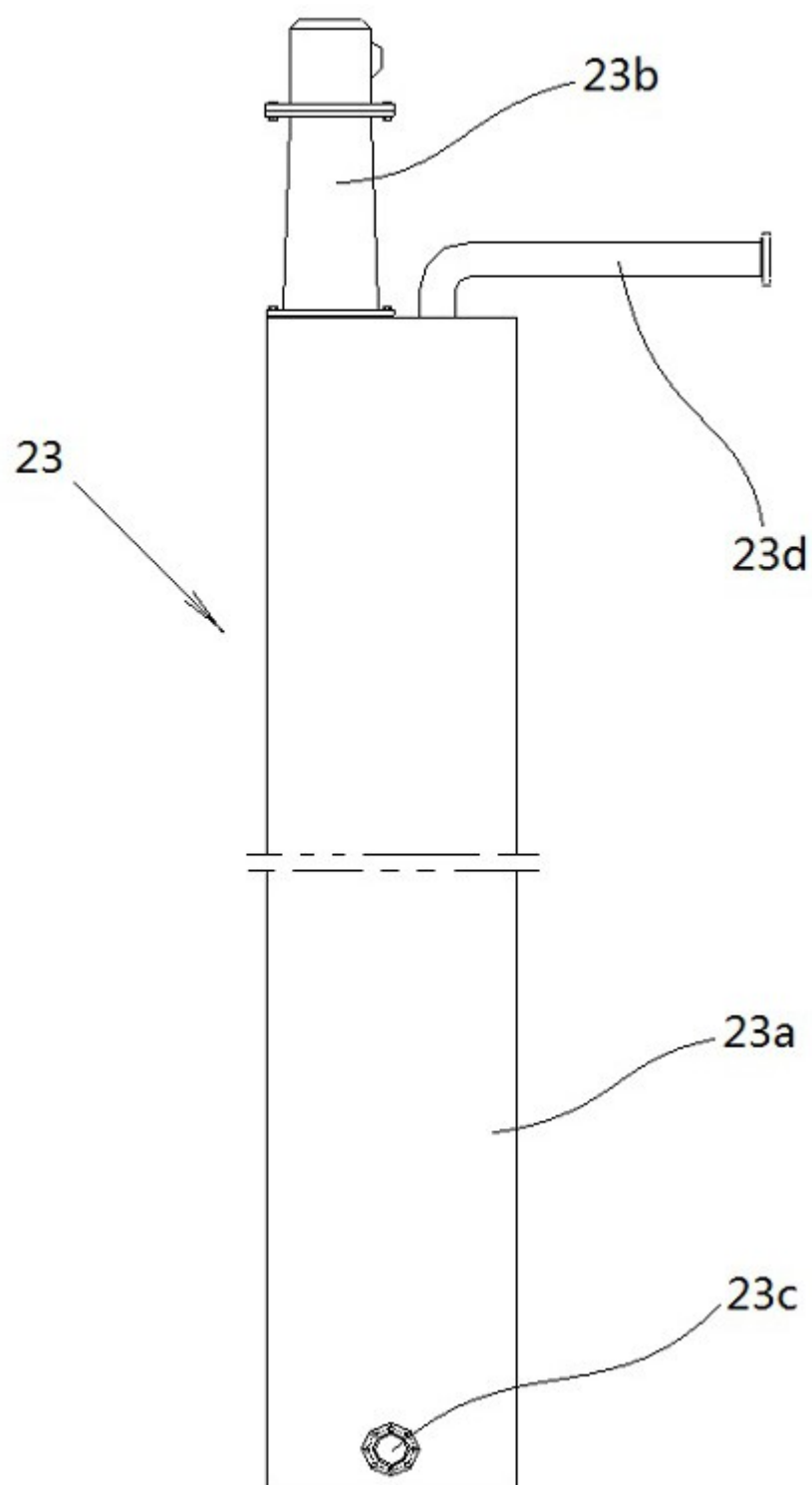


图11

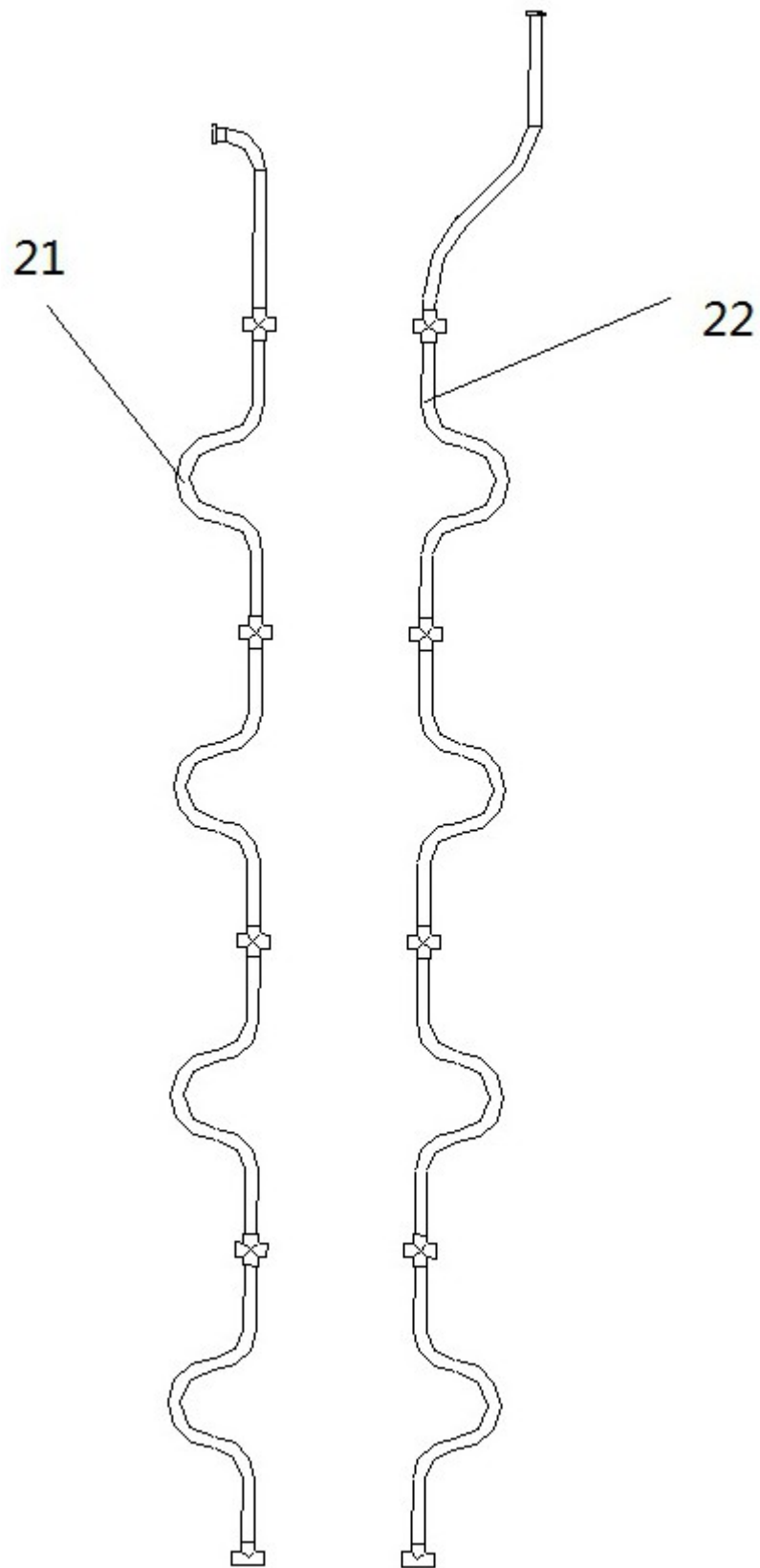


图12

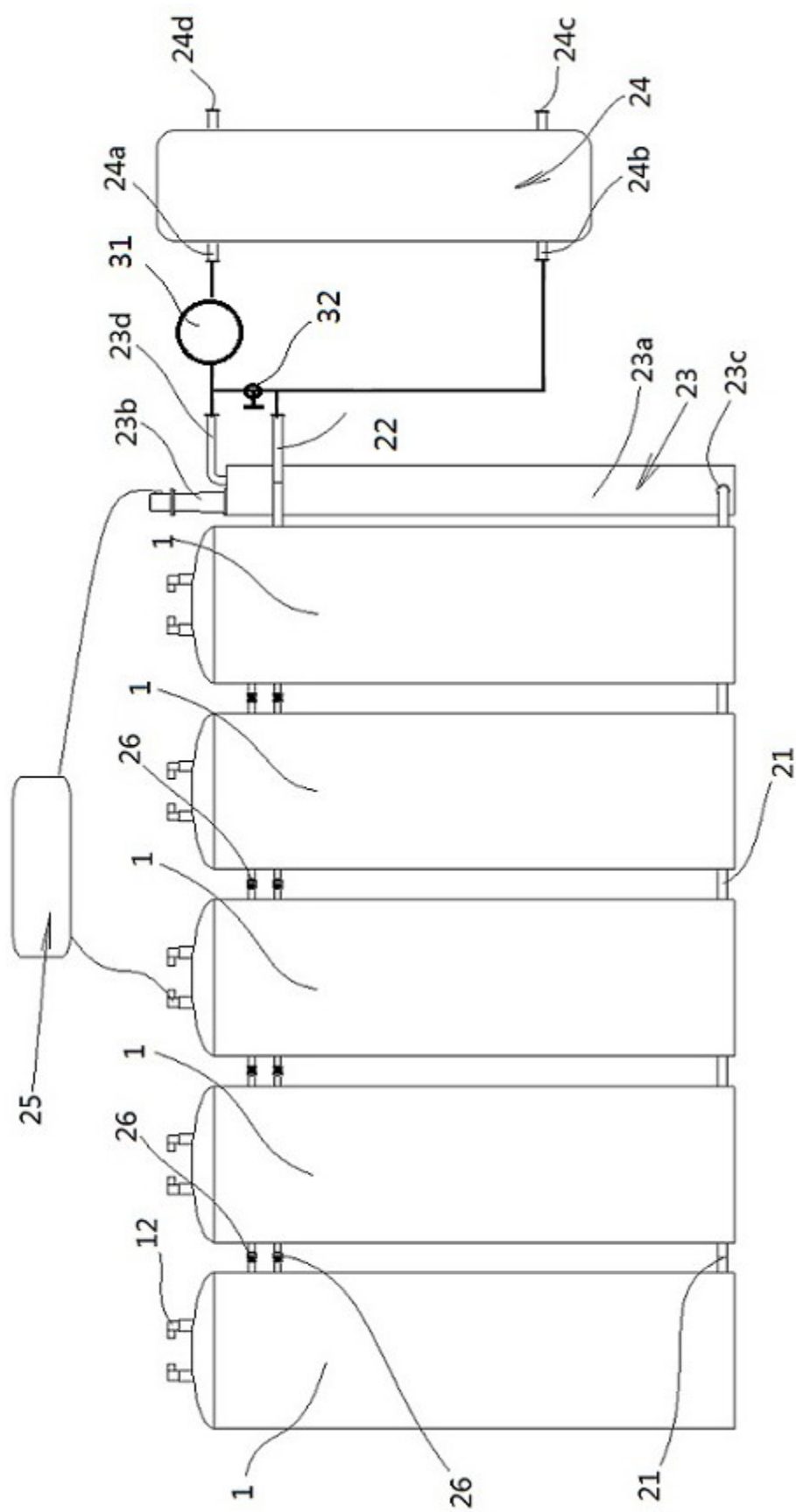


图13

