



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105712423 A

(43)申请公布日 2016.06.29

(21)申请号 201610125530.8

(22)申请日 2016.03.04

(71)申请人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区朱辛庄北农路2号

(72)发明人 杜小泽 薛媛 杨立军 周雅君

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 陈波

(51)Int.Cl.

C02F 1/16(2006.01)

C02F 103/08(2006.01)

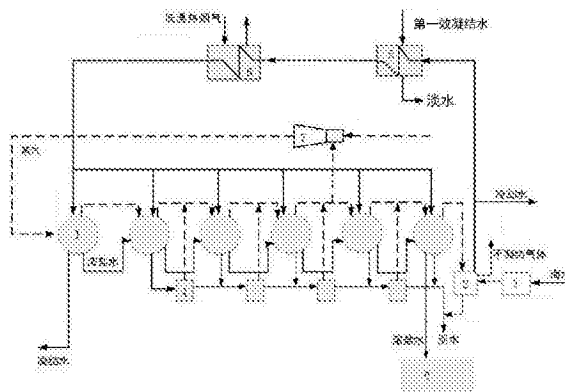
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统

(57)摘要

本发明涉及一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统。海水经过预处理后送往冷凝器预热,再依次经第一换热器和第二换热器进一步预热后,通过管路分流进入N效蒸发器,其中第一换热器的热源为第一效蒸发器的凝结水,第二换热器的热源为流经其内的低温热烟气;同时,汽轮机低压抽汽和中间效蒸汽经蒸汽引射器通往第一效蒸发器,提供多效蒸馏海水淡化的热源,基于MED-TVC技术对海水进行淡化处理得到淡水,冷凝器对最后一效蒸发器流出的蒸汽进行冷凝并预热海水,第N效蒸发器中的浓盐水送至盐化工工艺单元。本发明通过回收利用电站低温烟气和汽轮机低压抽汽余热,实现海水淡化生产,有效降低海水淡化成本,且不产生二次污染。



1. 一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统,其特征在于,该系统包括多效蒸馏海水淡化单元、锅炉烟气余热回收利用单元和蒸汽引射器(7);

所述锅炉烟气余热回收利用单元包括第二换热器(6),第二换热器(6)连接在电站的空气预热器与静电除尘系统之间,或连接在静电除尘系统与湿法脱硫系统之间,烟气流经第二换热器(6)进行余热回收利用;

所述多效蒸馏海水淡化单元包括冷凝器(2)、N个蒸发器(3)和N-2个闪蒸罐(4),其中N个蒸发器(3)依次串联连接形成N效蒸馏单元,N-2个闪蒸罐(4)依次串联连接;冷凝器(2)的海水进口与海水预处理系统(1)连接,冷凝器(2)的海水出口通过第一换热器(5)连接至第二换热器(6)的海水进口,第二换热器(6)的海水出口分为N路,一一对应连接至N个蒸发器(3)的海水进口;前一效蒸发器(3)的浓盐水出口连通至后一效蒸发器(3)的浓盐水进口,按此方式依次连接,直至第N效蒸发器(3)的浓盐水出口连接至盐化工工艺单元(8);

所述蒸汽引射器(7)的蒸汽进口与汽轮机低压抽汽连接,蒸汽引射器(7)的蒸汽出口连接至第一效蒸发器(3)的蒸汽进口,第一效蒸发器(3)的蒸汽出口通过管路连通至第二效蒸发器(3)的蒸汽进口,第n效蒸发器(3)的蒸汽出口与第n-1个闪蒸罐(4)的蒸汽出口通过管路汇合后连通至第n+1效蒸发器(3)的蒸汽进口,n为2~N-1中所有的整数,按此方式依次连接,直至第N效蒸发器(3)的蒸汽出口连接至冷凝器(2)的进气口;

所述第n效蒸发器(3)的蒸汽出口与第n-1个闪蒸罐(4)的蒸汽出口通过管路汇合后连通至第n+1效蒸发器(3)的蒸汽进口的通路,其中1至多个通路上设有旁路,所述旁路连接至蒸汽引射器(7)的蒸汽进口;

第一效蒸发器(3)的凝结水出口连接至第一换热器(5)的凝结水进口,第二效至第N-1效蒸发器(3)的凝结水出口一一对应连接至第一个至第N-2个闪蒸罐(4)的凝结水进口,第一换热器(5)的凝结水出口、第N效蒸发器(3)的凝结水出口、第N-2个闪蒸罐(4)的凝结水出口和冷凝器(2)的凝结水出口分别连接至淡水收集单元。

2. 权利要求1所述一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统淡化海水的工艺,其特征在于,海水通过海水预处理系统(1)除去其中的悬浮物后,进入冷凝器(2),由第N效蒸发器(3)的蒸汽对其预热,再依次进入第一换热器(5)和第二换热器(6)进行进一步预热后,通过管路分流进入N个蒸发器(3),其中第一换热器(5)的热源为第一效蒸发器(3)的凝结水,第二换热器(6)的热源为流经其内的低温热烟气;

汽轮机低压抽汽和旁路引入的中间效蒸汽经蒸汽引射器7混合,作为多效蒸馏海水淡化单元的热源进入第一效蒸发器(3),对第一效蒸发器(3)中的海水进行蒸馏,第一效蒸发器(3)的凝结水通过第一换热器(5)换热后进入淡水收集单元,第一效蒸发器(3)的浓盐水进入第二效蒸发器(3)与其中的海水混合,第一效蒸发器(3)的蒸汽通入第二效蒸发器(3),对第二效蒸发器(3)中的海水进行蒸馏;第n效蒸发器(3)的浓盐水进入第n+1效蒸发器(3)与其中的海水混合,第n效蒸发器(3)的蒸汽与第n-1个闪蒸罐(4)的蒸汽通过管路汇合后通入第n+1效蒸发器(3),对第n+1效蒸发器(3)中的海水进行蒸馏,第n效蒸发器(3)中的凝结水依次通过第n-1个至第N-2个闪蒸罐(4)进入淡水收集单元,n为2~N-1中所有的整数,按此方式依次连接,直至第N效蒸发器(3)的浓盐水通入盐化工工艺单元(8),第N效蒸发器(3)的蒸汽进入冷凝器(2)预热其中的海水,并由冷凝器(2)的排气口排出不凝结气体,第N效蒸发器(3)的凝结水和冷凝器(2)的凝结水通入淡水收集单元。

3. 根据权利要求2所述一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统淡化海水的工艺,其特征在于,旁路引入的中间效蒸汽压力低于汽轮机低压抽汽的压力,汽轮机低压抽汽压力不低于0.3MPa。

4. 根据权利要求2所述一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统淡化海水的工艺,其特征在于,第二换热器(6)将海水预热至第一效蒸发器(3)的饱和温度60-65℃。

5. 根据权利要求2所述一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统淡化海水的工艺,其特征在于,进入第一效蒸发器(3)的蒸汽温度为60-65℃。

6. 根据权利要求2所述一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统淡化海水的工艺,其特征在于,对于600MW机组,第二换热器(6)的烟气进口温度为120-130℃,烟气出口温度为70-80℃;汽轮机低压抽汽温度为310-330℃。

利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统

技术领域

[0001] 本发明属于电站余热余能资源回收利用与海水淡化技术领域,特别涉及一种利用电站余热的MED(多效蒸馏)-TVC(蒸汽引射器)海水淡化联合系统。

背景技术

[0002] 我国水资源总量居世界第6位,但人均水资源为世界108位,人均水资源占有量仅占世界人均水资源的四分之一,是水资源严重短缺的国家。随着工业化发展和人口增长,对水资源的需求量还将逐渐增大。

[0003] 《海水淡化产业发展“十二五”规划》中指出,海水淡化水是一种新的水源,可用于生产和生活等。海水淡化作为水资源的重要补充和战略储备,要纳入水资源统筹规划和调配。海水淡化产业是战略性新兴产业,是新的经济增长点。但是我国目前海水淡化产业发展水平低,仍面临诸多问题需要解决。一方面,大规模海水淡化是耗能巨大的工程,对能源的消耗构成海水淡化成本的核心部。另一方面,燃煤电厂在消耗能源发电的同时,也会产生大量的余热余能,其中燃煤的大部分能量以汽轮机乏汽的形式,通过凝结放热被冷却水带走,释放到环境中;同时,排烟损失是锅炉热损失中最大的一项。现有燃煤电厂中GGH运行过程中也存在一些问题有待解决:(1)烟气经GGH再热之后的温度为80℃左右远低于湿法脱硫之后烟气酸露点温度,因此在FGD下游,仍存在烟道和烟囱点腐蚀。(2)GGH在酸露点之下运行会存在大量黏稠浓酸液,粘附烟气中的飞灰,从而堵塞GGH,增加压降,影响换热,脱硫塔入口烟气温度过高,会导致冷却用水量剧增。(3)GGH占地面积大,维护成本高。

发明内容

[0004] 为了解决淡水需求和海水淡化过程能量供应的问题,并合理回收利用电站的余热余能,本发明提供了一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统。

[0005] 一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统,该系统包括多效蒸馏海水淡化单元、锅炉烟气余热回收利用单元和蒸汽引射器7;

[0006] 所述锅炉烟气余热回收利用单元包括第二换热器6,第二换热器6连接在电站的空气预热器与静电除尘系统之间,或连接在静电除尘系统与湿法脱硫系统之间,烟气流经第二换热器6进行余热回收利用;

[0007] 所述多效蒸馏海水淡化单元包括冷凝器2、N个蒸发器3和N-2个闪蒸罐4,其中N个蒸发器3依次串联连接形成N效蒸馏单元,N-2个闪蒸罐4依次串联连接;冷凝器2的海水进口与海水预处理系统1连接,冷凝器2的海水出口通过第一换热器5连接至第二换热器6的海水进口,第二换热器6的海水出口分为N路,一一一对应连接至N个蒸发器3的海水进口;前一效蒸发器3的浓盐水出口连通至后一效蒸发器3的浓盐水进口,按此方式依次连接,直至第N效蒸发器3的浓盐水出口连接至盐化工工艺单元8;

[0008] 所述蒸汽引射器7的蒸汽进口与汽轮机低压抽汽连接,蒸汽引射器7的蒸汽出口连接至第一效蒸发器3的蒸汽进口,第一效蒸发器3的蒸汽出口通过管路连通至第二效蒸发器

3的蒸汽进口,第n效蒸发器3的蒸汽出口与第n-1个闪蒸罐4的蒸汽出口通过管路汇合后连通至第n+1效蒸发器3的蒸汽进口,n为2~N-1中所有的整数,按此方式依次连接,直至第N效蒸发器3的蒸汽出口连接至冷凝器2的进气口;

[0009] 所述第n效蒸发器3的蒸汽出口与第n-1个闪蒸罐4的蒸汽出口通过管路汇合后连通至第n+1效蒸发器3的蒸汽进口的通路,其中1至多个通路上设有旁路,所述旁路连接至蒸汽引射器7的蒸汽进口;

[0010] 第一效蒸发器3的凝结水出口连接至第一换热器5的凝结水进口,第二效至第N-1效蒸发器3的凝结水出口一一对应连接至第一个至第N-2个闪蒸罐4的凝结水进口,第一换热器5的凝结水出口、第N效蒸发器3的凝结水出口、第N-2个闪蒸罐4的凝结水出口和冷凝器2的凝结水出口分别连接至淡水收集单元。

[0011] 一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统淡化海水的工艺,海水通过海水预处理系统1除去其中的悬浮物后,进入冷凝器2,由第N效蒸发器3的蒸汽对其预热,再依次进入第一换热器5和第二换热器6进行进一步预热后,通过管路分流进入N个蒸发器3,其中第一换热器5的热源为第一效蒸发器3的凝结水,第二换热器6的热源为流经其内的低温热烟气;

[0012] 汽轮机低压抽汽和旁路引入的中间效蒸汽经蒸汽引射器7混合,作为多效蒸馏海水淡化单元的热源进入第一效蒸发器3,对第一效蒸发器3中的海水进行蒸馏,第一效蒸发器3的凝结水通过第一换热器5换热后进入淡水收集单元,第一效蒸发器3的浓盐水进入第二效蒸发器3与其中的海水混合,第一效蒸发器3的蒸汽通入第二效蒸发器3,对第二效蒸发器3中的海水进行蒸馏;第n效蒸发器3的浓盐水进入第n+1效蒸发器3与其中的海水混合,第n效蒸发器3的蒸汽与第n-1个闪蒸罐4的蒸汽通过管路汇合后通入第n+1效蒸发器3,对第n+1效蒸发器3中的海水进行蒸馏,第n效蒸发器3中的凝结水依次通过第n-1个至第N-2个闪蒸罐4进入淡水收集单元,n为2~N-1中所有的整数,按此方式依次连接,直至第N效蒸发器3的浓盐水通入盐化工工艺单元8,第N效蒸发器3的蒸汽进入冷凝器2预热其中的海水,并由冷凝器2的排气口排出不凝结气体,第N效蒸发器3的凝结水和冷凝器2的凝结水通入淡水收集单元。

[0013] 所述旁路引入的中间效蒸汽压力低于汽轮机低压抽汽的压力,汽轮机低压抽汽压力不低于0.3MPa。

[0014] 第二换热器6将海水预热至第一效蒸发器3的饱和温度60~65℃。

[0015] 进入第一效蒸发器3的蒸汽温度为60~65℃。

[0016] 对于600MW机组,第二换热器6的烟气进口温度为120~130℃,烟气出口温度为70~80℃;汽轮机低压抽汽温度为310~330℃。

[0017] 本发明的有益效果为:

[0018] 本发明能够提高海水淡化淡水产量,经热力计算,与现有的MED-TVC海水淡化系统相比,本系统产水量可高达其1.16倍,且不增加高品位能量消耗,同时可以合理回收电站余热余能。

[0019] 本发明实现了电站锅炉低温烟气余热资源的回收利用,换热装置的建设与维护费用均低于现有的GGH装置,如果烟气段选取在空气预热器与静电除尘之前间,不仅能够有效降低进入脱硫塔的烟气温度,降低湿法脱硫系统水耗;还有利于实现低低温除尘,有效防止

静电除尘器发生电晕,同时烟气温度降低后,流速也相应减小,使得静电除尘装置可以有效地对烟尘进行捕获,达到更高的烟尘排放标准;本发明的整个工艺过程以物理方法为主,不对环境构成威胁。

[0020] 本发明中,汽轮机低压抽汽相对于中间效蒸汽是高压的,不消耗机械能,以汽轮机低压抽汽在蒸汽引射器中节流减压前后的能量差为动力,提高中间效蒸汽的压力,混合后一起作为蒸发器首效热源用于加热蒸发海水,具有高效节能的特点;将多效蒸馏单元第一效凝结水和低温烟气用于预热海水,有效提高多效蒸馏单元进口海水温度,降低海水淡化工程的产出淡水成本。

附图说明

[0021] 图1为实施例1一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统。

[0022] 标号说明:1-海水预处理系统,2-冷凝器,3-蒸发器,4-闪蒸罐,5-第一换热器,6-第二换热器,7-蒸汽引射器,8-盐化工工艺单元。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。应该强调的是,下述说明仅仅是示例性的,而不是为了限制本发明的范围及其应用。

[0024] 如图1所示一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统,该系统包括多效蒸馏海水淡化单元、锅炉烟气余热回收利用单元和蒸汽引射器7;

[0025] 所述锅炉烟气余热回收利用单元包括第二换热器6,第二换热器6采用翘片管换热器,其连接在电站的空气预热器与静电除尘系统之间,或连接在静电除尘系统与湿法脱硫系统之间,烟气流经第二换热器6进行余热回收利用;

[0026] 所述多效蒸馏海水淡化单元包括冷凝器2、N个蒸发器3和N-2个闪蒸罐4,其中N个蒸发器3依次串联连接形成N效蒸馏单元,N-2个闪蒸罐4依次串联连接;冷凝器2的海水进口与海水预处理系统1连接,冷凝器2的海水出口通过第一换热器5连接至第二换热器6的海水进口,第二换热器6的海水出口分为N路,一一一对应连接至N个蒸发器3的海水进口;前一效蒸发器3的浓盐水出口连通至后一效蒸发器3的浓盐水进口,按此方式依次连接,直至第N效蒸发器3的浓盐水出口连接至盐化工工艺单元8;

[0027] 所述蒸汽引射器7的蒸汽进口与汽轮机低压抽汽连接,蒸汽引射器7的蒸汽出口连接至第一效蒸发器3的蒸汽进口,第一效蒸发器3的蒸汽出口通过管路连通至第二效蒸发器3的蒸汽进口,第n效蒸发器3的蒸汽出口与第n-1个闪蒸罐4的蒸汽出口通过管路汇合后连通至第n+1效蒸发器3的蒸汽进口,n为2~N-1中所有的整数,按此方式依次连接,直至第N效蒸发器3的蒸汽出口连接至冷凝器2的进气口;

[0028] 所述第n效蒸发器3的蒸汽出口与第n-1个闪蒸罐4的蒸汽出口通过管路汇合后连通至第n+1效蒸发器3的蒸汽进口的通路,中间的1个通路上设有旁路,所述旁路连接至蒸汽引射器7的蒸汽进口;

[0029] 第一效蒸发器3的凝结水出口连接至第一换热器5的凝结水进口,第二效至第N-1效蒸发器3的凝结水出口一一一对应连接至第一个至第N-2个闪蒸罐4的凝结水进口,第一换热器5的凝结水出口、第N效蒸发器3的凝结水出口、第N-2个闪蒸罐4的凝结水出口和冷凝器

2的凝结水出口分别连接至淡水收集单元。

[0030] 一种利用电站余热的MED-TVC海水淡化联合系统淡化海水的工艺,海水通过海水预处理系统1预处理后,进入冷凝器2,被第N效蒸发器3流出的蒸汽预热后,依次进入第一换热器5和第二换热器6进行进一步预热后,海水温度预热至第一效蒸发器3的饱和温度60-65℃,通过管路分流进入N个蒸发器3,其中第一换热器5的热源为第一效蒸发器3的凝结水,第二换热器6的热源为流经其内的低温热烟气,低温热烟气的进入温度为125℃,流出温度为75℃;

[0031] 汽轮机低压抽汽(320℃)和旁路引入的中间效蒸汽经蒸汽引射器7进入第一效蒸发器3,进入第一效蒸发器3的蒸汽温度为65℃,对第一效蒸发器3中的海水进行蒸馏,第一效蒸发器3的凝结水通过第一换热器5换热后进入淡水收集单元,第一效蒸发器3的浓盐水进入第二效蒸发器3与其中的海水混合,第一效蒸发器3的蒸汽通入第二效蒸发器3,对第二效蒸发器3中的海水进行蒸馏;第n效蒸发器3的浓盐水进入第n+1效蒸发器3与其中的海水混合,第n效蒸发器3的蒸汽与第n-1个闪蒸罐4的蒸汽通过管路汇合后通入第n+1效蒸发器3,对第n+1效蒸发器3中的海水进行蒸馏,第n效蒸发器3中的凝结水依次通过第n-1个至第N-2个闪蒸罐4进入淡水收集单元,n为2~N-1中所有的整数,按此方式依次连接,直至第N效蒸发器3的浓盐水通入盐化工工艺单元8,第N效蒸发器3的蒸汽进入冷凝器2预热其中的海水,并由冷凝器2的排气口排出不凝结气体,第N效蒸发器3的凝结水和冷凝器2的凝结水通入淡水收集单元。

[0032] 本发明中回收电站余热余能和凝结水余热,实现海水淡化工艺,有效降低海水淡化成本,且整个过程不产生二次污染。

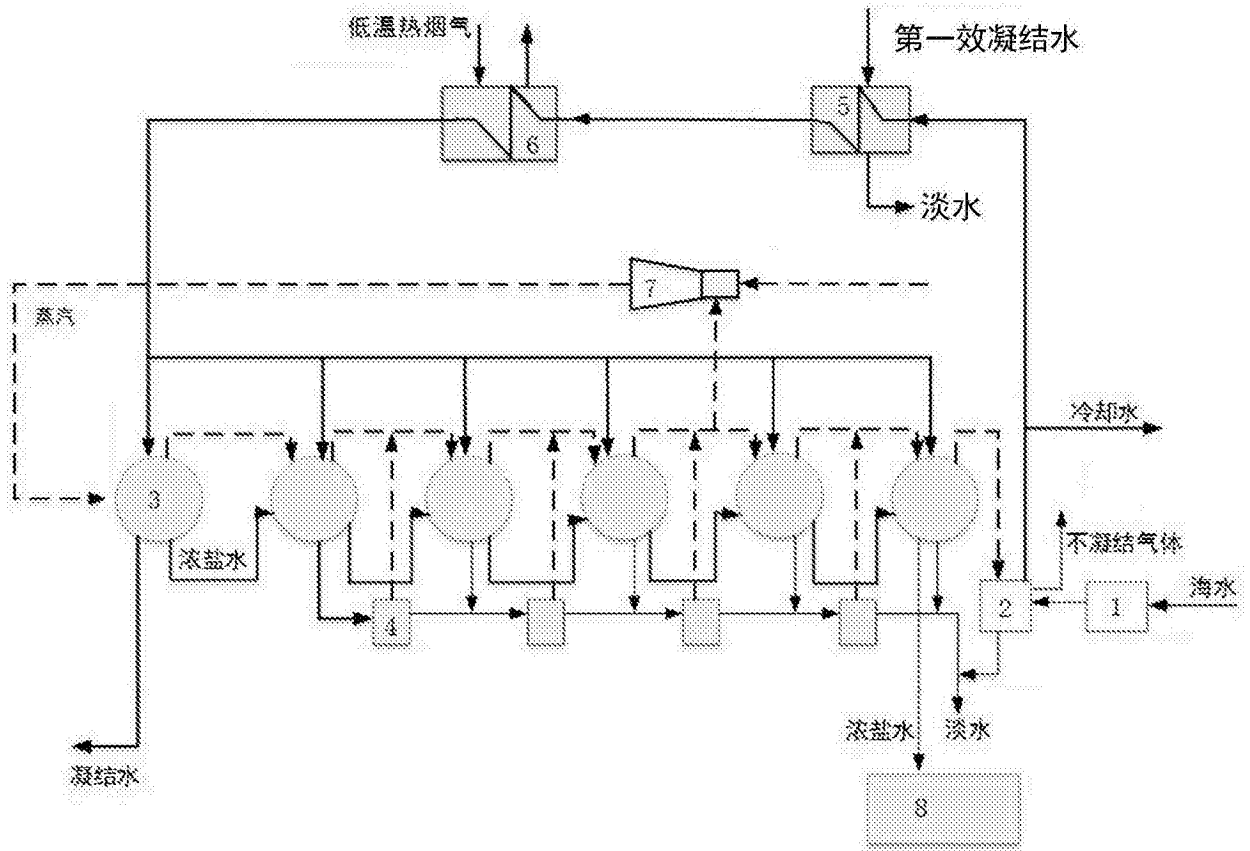


图1