



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109748341 B

(45) 授权公告日 2021.06.04

(21) 申请号 201910157523.X

C02F 1/16 (2006.01)

(22) 申请日 2019.03.01

C02F 1/22 (2006.01)

C02F 103/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109748341 A

(56) 对比文件

CN 104402079 A, 2015.03.11

CN 1040082 A, 1990.02.28

CN 107777747 A, 2018.03.09

US 3714791 A, 1973.02.06

CN 1843948 A, 2006.10.11

CN 1198197 A, 1998.11.04

(43) 申请公布日 2019.05.14

(73) 专利权人 东北大学

地址 110169 辽宁省沈阳市浑南区创新路
195号

审查员 袁子悦

(72) 发明人 周乐 张卫军 刘石 董宁 曹琬
刘馨

(74) 专利代理机构 沈阳优普达知识产权代理事
务所(特殊普通合伙) 21234

代理人 李晓光

(51) Int. Cl.

C02F 1/04 (2006.01)

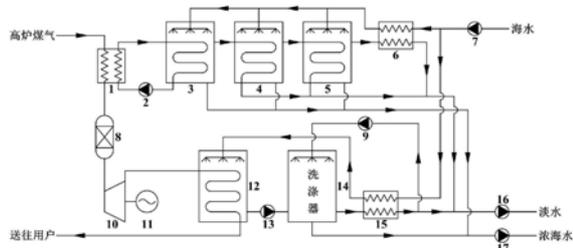
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种钢铁企业海水淡化系统

(57) 摘要

本发明公开了一种钢铁企业海水淡化系统，包括高炉煤气余能回收子系统，低温多效蒸馏法海水淡化子系统及低温法海水淡化子系统，其中高炉煤气余能回收子系统与低温多效蒸馏法海水淡化子系统之间通过第一海水蒸发器相连接，高炉煤气余能回收子系统与低温法海水淡化子系统之间通过结晶器相连接。本发明通过对高炉煤气余热及湿式TRT发电过程中所产生的冷能的回收利用，提高了能源利用效率，降低了海水淡化系统的运行能耗，满足了钢铁企业工业生产过程中的用水需求，避免了对常规水资源的消耗，有力地推动了钢铁企业节能减排目标的实现，具有巨大的经济效益及生态效益。



1. 一种钢铁企业海水淡化系统,其特征在于:包括高炉煤气余能回收子系统、低温多效蒸馏法海水淡化子系统及低温法海水淡化子系统,其中高炉煤气余能回收子系统与低温多效蒸馏法海水淡化子系统之间通过第一海水蒸发器相连接,高炉煤气余能回收子系统与低温法海水淡化子系统之间通过结晶器相连接;

所述高炉煤气余能回收子系统包括冷凝水蒸发器、冷凝水循环泵、第一海水蒸发器的冷凝侧、高炉煤气除尘器、高炉煤气透平及结晶器,其中冷凝水蒸发器的冷凝水侧依次与第一海水蒸发器的冷凝侧、冷凝水循环泵首尾相连,冷凝水蒸发器的高炉煤气侧出口经高炉煤气除尘器与高炉煤气透平的入口相连,高炉煤气透平的出口与结晶器的高炉煤气入口相连,高炉煤气透平与发电机同轴相连。

2. 根据权利要求1所述的一种钢铁企业海水淡化系统,其特征在于:所述低温多效蒸馏法海水淡化子系统包括第一海水蒸发器的蒸发侧、第二海水蒸发器及第三海水蒸发器,其中第一海水蒸发器的蒸发侧出口与第二海水蒸发器的冷凝侧入口相连,第二海水蒸发器的蒸发侧出口与第三海水蒸发器的冷凝侧入口相连,第三海水蒸发器的蒸发侧出口与水蒸气冷凝器的冷凝侧入口相连,水蒸气冷凝器的海水侧出口沿海水流动方向分出三个支路,分别与第一海水蒸发器、第二海水蒸发器及第三海水蒸发器的蒸发侧入口相连。

3. 根据权利要求2所述的一种钢铁企业海水淡化系统,其特征在于:所述低温法海水淡化子系统包括结晶器、冰晶输送泵、洗涤器及海水-冰晶换热器,其中结晶器的冰晶出口经冰晶输送泵与洗涤器的冰晶入口相连,结晶器的冰晶出口与海水-冰晶换热器的冰晶侧入口相连,海水-冰晶换热器的冰晶侧出口经洗涤水循环泵与洗涤器的洗涤水入口相连,海水-冰晶换热器的海水侧出口与结晶器的海水入口相连。

4. 根据权利要求3所述的一种钢铁企业海水淡化系统,其特征在于:所述水蒸气冷凝器的冷凝侧出口、第二海水蒸发器的冷凝侧出口、第三海水蒸发器的冷凝侧出口及海水-冰晶换热器的冰晶侧出口分别与淡水泵的入口相连,第一海水蒸发器的浓海水出口、第二海水蒸发器的浓海水出口及第三海水蒸发器的浓海水出口分别与浓海水泵的入口相连,水蒸气冷凝器及海水-冰晶换热器的海水入口分别与海水泵的出口相连。

5. 根据权利要求2所述的一种钢铁企业海水淡化系统,其特征在于:所述第一海水蒸发器、第二海水蒸发器及第三海水蒸发器均采用降膜式蒸发器。

6. 根据权利要求1所述的一种钢铁企业海水淡化系统,其特征在于:所述高炉煤气除尘器为湿式除尘器。

一种钢铁企业海水淡化系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种海水淡化系统,具体为一种钢铁企业海水淡化系统。

背景技术

[0002] 钢铁工业在工业领域中是用水大户,约居第五位。其生产过程中水主要用于设备和产品的冷却、热力供蒸汽、除尘洗涤和工艺用水等。随着科学技术进步,不断采用各种先进的工艺、技术装备和加强对用水、节水的管理,我国钢铁工业用水量已呈现下降的趋势,但与日本、德国等发达国家相比,仍有一定差距。

[0003] 《钢铁企业给水排水设计规范》中对于钢铁企业取水量的界定为“取自企业自建或合建的取水设施、地区或城镇供水工程、发电厂尾水以及企业外购水量。不包括企业自取的海水、苦咸水、雨水和企业排出厂区的废水回用水量”,从中不难看出,《规范》对于钢铁企业使用海水等非常规水源是鼓励的,因此,海水淡化是缩小我国钢铁工业与国外先进企业用水差距、实现企业节能减排的重要途径。

[0004] 高炉煤气是重要的钢铁企业煤气副产品之一,高炉煤气余压透平发电发电(简称TRT发电)是高炉煤气的重要利用途径之一,根据高炉煤气除尘方式的不同,TRT发电又分为干式和湿式两种,尽管干式发电的整体发电效率较湿式发电高出约30%~50%,但由于湿式TRT发电推广应用较早,至今仍在钢铁企业TRT发电中占有相当大的比重。

[0005] 高炉煤气出炉时温度约120~180℃,经湿式除尘后温度降至约40~50℃,而湿式除尘后的高炉煤气经高炉煤气透平等熵膨胀后温度会大幅降低,因此在高炉煤气湿式TRT发电的过程中同时存在冷热两种能量,而这两种能量通常都由于利用不当而被白白浪费掉了。

发明内容

[0006] 针对上述缺陷和不足,本发明要解决的问题是提供一种通过对高炉煤气余热及湿式TRT发电过程中所产生的冷能的回收利用,实现海水淡化、满足钢铁企业生产过程的用水需求的钢铁企业海水淡化系统。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:

[0008] 本发明一种钢铁企业海水淡化系统,包括高炉煤气余能回收子系统,低温多效蒸馏法海水淡化子系统及低温法海水淡化子系统,其中高炉煤气余能回收子系统与低温多效蒸馏法海水淡化子系统之间通过第一海水蒸发器相连接,高炉煤气余能回收子系统与低温法海水淡化子系统之间通过结晶器相连接。

[0009] 所述高炉煤气余能回收子系统包括冷凝水蒸发器、冷凝水循环泵、第一海水蒸发器的冷凝侧、高炉煤气除尘器、高炉煤气透平及结晶器,其中冷凝水蒸发器的冷凝水侧依次与第一海水蒸发器的冷凝侧、冷凝水循环泵首尾相连,冷凝水蒸发器的高炉煤气侧出口经高炉煤气除尘器与高炉煤气透平的入口相连,高炉煤气透平的出口与结晶器的高炉煤气入口相连,高炉煤气透平与发电机同轴相连。

[0010] 所述低温多效蒸馏法海水淡化子系统包括第一海水蒸发器的蒸发侧、第二海水蒸发器及第三海水蒸发器,其中第一海水蒸发器的蒸发侧出口与第二海水蒸发器的冷凝侧入口相连,第二海水蒸发器的蒸发侧出口与第三海水蒸发器的冷凝侧入口相连,第三海水蒸发器的蒸发侧出口与水蒸气冷凝器的冷凝侧入口相连,水蒸气冷凝器的海水侧出口沿海水流动方向分出三个支路,分别与第一海水蒸发器、第二海水蒸发器及第三海水蒸发器的蒸发侧入口相连。

[0011] 所述低温法海水淡化子系统包括结晶器、冰晶输送泵、洗涤器及海水-冰晶换热器,其中结晶器的冰晶出口经冰晶输送泵与洗涤器的冰晶入口相连,结晶器的冰晶出口与海水-冰晶换热器的冰晶侧入口相连,海水-冰晶换热器的冰晶侧出口经洗涤水循环泵与洗涤器的洗涤水入口相连,海水-冰晶换热器的海水侧出口与结晶器的海水入口相连。

[0012] 所述水蒸气冷凝器的冷凝侧出口、第二海水蒸发器的冷凝侧出口、第三海水蒸发器的冷凝侧出口及海水-冰晶换热器的冰晶侧出口分别与淡水泵的入口相连,第一海水蒸发器的浓海水出口、第二海水蒸发器的浓海水出口及第三海水蒸发器的浓海水出口分别与浓海水泵的入口相连,水蒸气冷凝器及海水-冰晶换热器的海水入口分别与海水泵的出口相连。

[0013] 所述第一海水蒸发器、第二海水蒸发器及第三海水蒸发器均采用降膜式蒸发器。

[0014] 所述高炉煤气除尘器为湿式除尘器。

[0015] 本发明具有以下有益效果及优点:

[0016] 1. 本发明以湿式除尘前的高温高炉煤气为热源,通过低温多效蒸馏法进行海水淡化,实现了对高炉煤气余热的回收利用,避免了通过消耗额外能源来制取高温热源所造成的能源浪费;

[0017] 2. 本发明以湿式TRT发电后的低温高炉煤气为冷源,通过低温法进行海水淡化,实现了对高炉煤气等熵膨胀过程中所产生的冷能的回收利用,避免了通过电制冷机组来制取低温冷源所造成的电力消耗;

[0018] 3. 本发明通过海水淡化的方式为钢铁企业的生产过程提供淡水,避免了对常规水资源的消耗,有力地推动了钢铁企业节能减排目标的实现。

附图说明

[0019] 图1为本发明一种钢铁企业海水淡化系统原理图。

[0020] 其中,1为冷凝水蒸发器,2为冷凝水循环泵,3为第一海水蒸发器,4为第二海水蒸发器,5为第三海水蒸发器,6为水蒸气冷凝器,7为海水泵,8为高炉煤气除尘器,9为洗涤水循环泵,10为高炉煤气透平,11为发电机,12为结晶器,13为冰晶输送泵,14为洗涤器,15为海水-冰晶换热器,16为淡水泵,17为浓海水泵。

具体实施方式

[0021] 下面结合说明书附图对本发明作进一步阐述。

[0022] 如图1所示,本发明一种钢铁企业海水淡化系统,包括高炉煤气余能回收子系统,低温多效蒸馏法海水淡化子系统及低温法海水淡化子系统,其中高炉煤气余能回收子系统与低温多效蒸馏法海水淡化子系统之间通过第一海水蒸发器3相连接,高炉煤气余能回收

子系统与低温法海水淡化子系统之间通过结晶器12相连接。

[0023] 所述高炉煤气余能回收子系统包括冷凝水蒸发器1、冷凝水循环泵2、第一海水蒸发器3的冷凝侧、高炉煤气除尘器8、高炉煤气透平10及结晶器12,其中冷凝水蒸发器1的冷凝水侧依次与第一海水蒸发器3的冷凝侧、冷凝水循环泵2首尾相连,冷凝水蒸发器1的高炉煤气侧出口经高炉煤气除尘器8与高炉煤气透平10的入口相连,高炉煤气透平10的出口与结晶器12的高炉煤气入口相连,高炉煤气透平10与发电机11同轴相连。

[0024] 所述低温多效蒸馏法海水淡化子系统包括第一海水蒸发器3的蒸发侧、第二海水蒸发器4及第三海水蒸发器5,其中第一海水蒸发器3的蒸发侧出口与第二海水蒸发器4的冷凝侧入口相连,第二海水蒸发器4的蒸发侧出口与第三海水蒸发器5的冷凝侧入口相连,第三海水蒸发器5的蒸发侧出口与水蒸气冷凝器6的冷凝侧入口相连,水蒸气冷凝器6的海水侧出口沿海水流动方向分出三个支路,分别与第一海水蒸发器3、第二海水蒸发器4及第三海水蒸发器5的蒸发侧入口相连;

[0025] 所述低温法海水淡化子系统包括结晶器12、冰晶输送泵13、洗涤器14及海水-冰晶换热器15,其中结晶器12的冰晶出口经冰晶输送泵13与洗涤器14的冰晶入口相连,结晶器14的冰晶出口与海水-冰晶换热器15的冰晶侧入口相连,海水-冰晶换热器15的冰晶侧出口经洗涤水循环泵9与洗涤器14的洗涤水入口相连,海水-冰晶换热器15的海水侧出口与结晶器12的海水入口相连。

[0026] 所述水蒸气冷凝器6的冷凝侧出口、第二海水蒸发器4的冷凝侧出口、第三海水蒸发器5的冷凝侧出口及海水-冰晶换热器15的冰晶侧出口分别与淡水泵16的入口相连,第一海水蒸发器3的浓海水出口、第二海水蒸发器4的浓海水出口及第三海水蒸发器5的浓海水出口分别与浓海水泵17的入口相连,水蒸气冷凝器6及海水-冰晶换热器15的海水入口分别与海水泵7的出口相连。

[0027] 所述第一海水蒸发器3、第二海水蒸发器4及第三海水蒸发器5均采用降膜式蒸发器。

[0028] 所述高炉煤气除尘器8为湿式除尘器。

[0029] 本发明的工作过程及原理如下:

[0030] 来自高炉的温度约150℃的高炉煤气在冷凝水蒸发器1中与处在约30kPa的蒸发压力下的冷凝水换热,冷凝水受热蒸发成温度约70℃的饱和蒸汽,饱和蒸汽进入第一海水蒸发器3,在第一海水蒸发器3中与海水换热,在换热过程中水蒸气遇冷冷凝,冷凝水经第一海水蒸发器3的冷凝侧出口返回冷凝水蒸发器1,海水受热蒸发,蒸发后的浓海水经第一海水蒸发器3的浓海水出口在浓海水泵17的驱动下排出,产生的水蒸气经第一海水蒸发器3的蒸发侧出口进入第二海水蒸发器4;水蒸气在第二海水蒸发器4中与海水换热,在换热过程中水蒸气遇冷冷凝,冷凝水经第二海水蒸发器4的冷凝侧出口流出,作为淡水供工业生产使用,海水受热蒸发,蒸发后的浓海水经第二海水蒸发器4的浓海水出口在浓海水泵17的驱动下排出,产生的水蒸气经第二海水蒸发器4的蒸发侧出口进入第三海水蒸发器5;水蒸气在第二海水蒸发器4中与海水换热,在换热过程中水蒸气遇冷冷凝,冷凝水经第三海水蒸发器5的冷凝侧出口流出,作为淡水供工业生产使用,海水受热蒸发,蒸发后的浓海水经第三海水蒸发器5的浓海水出口在浓海水泵17的驱动下排出,产生的水蒸气经第三海水蒸发器5的蒸发侧出口进入水蒸气冷凝器6,在水蒸气冷凝器6中与海水换热,在换热过程中水蒸气遇

冷冷凝,冷凝水经水蒸气冷凝器6的冷凝侧出口流出,作为淡水供工业生产使用,海水经预热后则分别送往第一海水蒸发器3、第二海水蒸发器4及第三海水蒸发器5;在该流程中第一海水蒸发器3、第二海水蒸发器4及第三海水蒸发器5中的蒸发压力逐级降低,对应的蒸发温度也逐级降低。

[0031] 经湿式高炉煤气除尘器8除尘后的高炉煤气在高炉煤气透平10中等熵膨胀后温度降至约-10℃,之后经高炉煤气透平10的出口进入结晶器12中,海水在结晶器12中遇冷形成冰晶,冰晶在冰晶输送泵13的驱动下进入洗涤器14,经淡水冲洗,去除冰晶表面的浓海水,经洗涤的冰晶后进入海水-冰晶换热器15中与海水换热融化成液态的淡水供工业生产使用,使用后的洗涤水经洗涤器14的浓海水出口在浓海水泵17的驱动下排出。

[0032] 本发明以湿式除尘前的高温高炉煤气为热源,通过低温多效蒸馏法进行海水淡化,实现了对高炉煤气余热的回收利用,避免了通过消耗额外能源来制取高温热源所造成的能源浪费;以湿式TRT发电后的低温高炉煤气为冷源,通过低温法进行海水淡化,实现了对高炉煤气等熵膨胀过程中所产生的冷能的回收利用,避免了通过电制冷机组来制取低温冷源所造成的电力消耗;通过海水淡化的方式为钢铁企业的生产过程提供淡水,避免了对常规水资源的消耗,有力地推动了钢铁企业节能减排目标的实现。

[0033] 以上,仅为本发明的较佳实施例,但本发明的保护范围并不局限于此,凡采用等同替换或等效变换所形成的技术方案,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

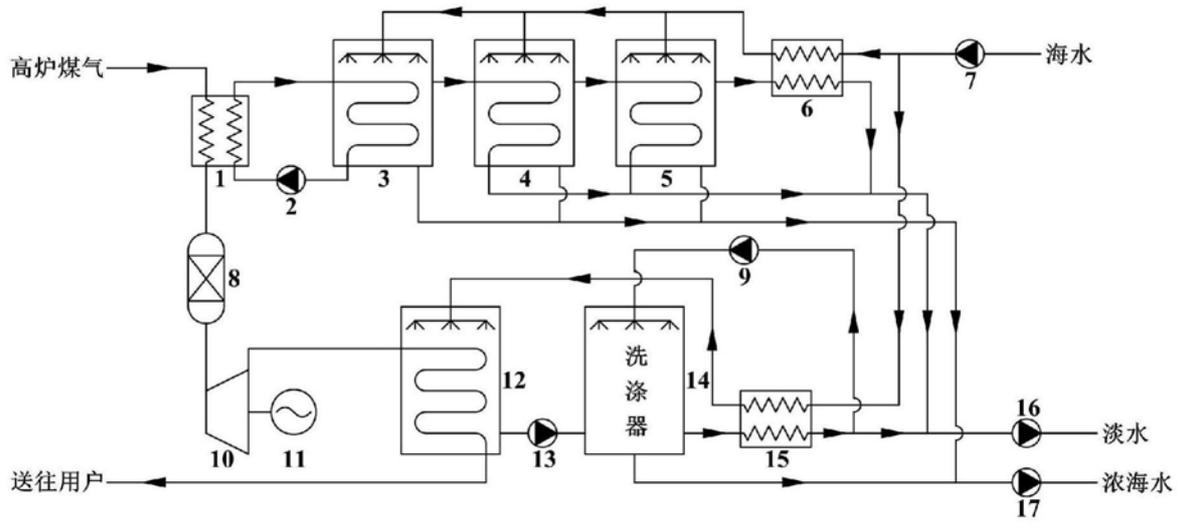


图1