



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103306879 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 18

(21) 申请号 201310288961. 2

(22) 申请日 2013. 07. 09

(71) 申请人 江苏风盛海水淡化科技有限公司

地址 210013 江苏省南京市定淮门大街 12  
号世界之窗软件园 15 号楼北门中厅  
301

(72) 发明人 顾明

(51) Int. Cl.

F03B 13/00 (2006. 01)

F03B 3/12 (2006. 01)

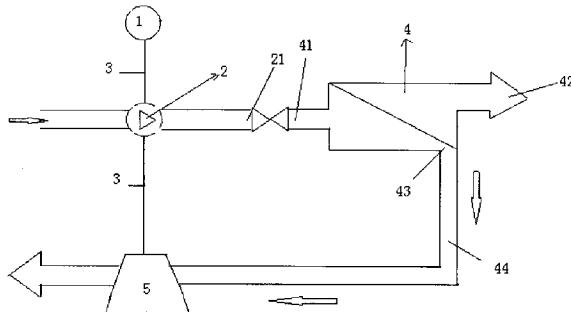
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

机电一体化式透平式能量回收装置总成

(57) 摘要

本发明提供一种机电一体化式透平式能量回收装置总成，包括电机、主轴、高压泵、反渗透系统和涡轮；电机通过主轴与高压泵连接；涡轮也通过主轴与高压泵连接；高压泵的出水口与反渗透系统的进水口连接；反渗透系统还设有淡水出口和浓海水出口；反渗透系统的浓海水出口安装有出水管，所述涡轮安装在出水管上；电机带动主轴旋转，主轴带动高压泵将高压海水注入反渗透系统，海水经过反渗透系统后分离成浓海水和淡水，淡水从淡水出口排出，浓海水从浓海水出口经出水管由涡轮排出；当浓海水经过涡轮时能够驱动涡轮旋转，同时涡轮通过主轴驱动高压泵运行。本发明大幅度的提高了系统节能和能量的回收效率，且结构简单，成本大幅度下降，适合于大型化。



1. 机电一体化式透平式能量回收装置总成,包括电机(1)、主轴(3)、高压泵(2)、反渗透系统(4)和涡轮(5);

其特征在于:电机(1)通过主轴(3)与高压泵(2)连接;涡轮(5)也通过主轴(3)与高压泵(2)连接;高压泵(2)的出水口(21)与反渗透系统(4)的进水口(41)连接;反渗透系统(4)还设有淡水出口(42)和浓海水出口(43);反渗透系统(4)的浓海水出口(43)安装有出水管(44),所述涡轮(5)安装在出水管(44)上;

电机(1)带动主轴(3)旋转,主轴(3)带动高压泵(2)将高压海水注入反渗透系统(4),海水经过反渗透系统(4)后分离成浓海水和淡水,淡水从淡水出口(42)排出,浓海水从浓海水出口(43)经出水管(44)由涡轮(5)排出;当浓海水经过涡轮(5)时能够驱动涡轮(5)旋转,同时涡轮(5)通过主轴(3)驱动高压泵(2)运行。

2. 根据权利要求1所述的机电一体化式透平式能量回收装置总成,其特征在于:还包括通过检测涡轮(5)的输出从而使高压泵(2)的输出功率基本恒定并且使电机(1)效率基本保持不变的控制装置。

3. 根据权利要求2所述的机电一体化式透平式能量回收装置总成,其特征在于:所述涡轮(5)采用流体力学设计的叶轮。

4. 根据权利要求3所述的机电一体化式透平式能量回收装置总成,其特征在于:所述电机(1)采用直流永磁高效无刷电机。

## 机电一体化式透平式能量回收装置总成

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种海水淡化排放浓盐水的能量回收装置总成，尤其涉及一种机电一体化式透平式能量回收装置总成。

### 背景技术

[0002] 目前全球已有 150 多个国家和地区在利用海水淡化技术，海水淡化的 63.1% 用于市政供水，解决了 2 亿多人的生活用水问题；工业及电力次之，占比为 31.4%。其中，海湾国家生活和工业用水主要来自海水淡化，以色列 70%、阿联酋 98% 的饮用水源来自于海水淡化水。所以海水淡化已经成为人类未来经济与社会发展的重要淡水来源。

[0003] 海水淡化的方法很多，能做到大型化和产业化的主要是热法和膜法。热法常用的又分为蒸馏法和闪蒸法。蒸馏法一般为低温多效蒸馏，它的主设备称为蒸发器。在蒸发器中，海水被蒸汽加热至饱和温度，并蒸发出部分水蒸汽，水蒸汽凝结后即是淡水。闪蒸法是通过闪蒸的原理，即海水从压力高的环境至压力低的环境会闪蒸出一部分蒸汽，将这部分蒸汽凝结后即是淡水。膜法又称为反渗透法，它是利用了渗透压的原理。淡水侧和海水（盐水）侧用膜隔开，在正常情况下，淡水会向海水侧渗透，如果向海水侧施加的压力大于渗透压，可以使海水中的水分子向淡水侧渗透，其它则被膜隔绝。不管是膜法还是热法，耗电量均较高。

[0004] 能量回收装置是膜法海水淡化系统的关键装置之一，对大幅降低系统运行能耗和造水成本至关重要。能量回收装置的作用就是把反渗透系统高压浓海水的压力能量回收再利用，从而降低反渗透海水淡化的制水能耗和制水成本。按照工作原理，能量回收装置主要分为功交换式和水力涡轮式两大类。

[0005] 功交换式能量回收装置，经过“压力能 - 压力能”一步转化过程，其能量回收效率高达 94% 以上，已成为国内外研究和推广的重点。如美国研发的 PX 型能量回收器，能量回收率达到 95% 左右，降低整个海水淡化装置 55% 左右的能耗，但是这种能量回收器制造工艺要求高，单体难以做大，结构十分复杂，还需要配备相应的增压泵，导致成本高，约占膜法淡化海水装置总成本的 20% 左右，以日产万吨的规模计算，能量回收装置的费用就将达到 1200 ~ 1400 万元。

[0006] 而在机械能水力涡轮式能量回收装置中，能量的转换过程为“压力能 - 机械能（轴功）- 压力能”。在一些发展中国家，海水淡化或相应的化工企业因为价格成本原因而应用的液力透平式能量回收器，是将液体中蕴有的能量转换成机械能的机器，又称涡轮机。其成本低、易制造、易维护，但是能量回收效率只有 40% ~ 70%。

### 发明内容

[0007] 为解决上述问题，本发明提供了一种机电一体化式透平式能量回收装置总成，包括电机、主轴、高压泵、反渗透系统和涡轮；电机通过主轴与高压泵连接；涡轮也通过主轴与高压泵连接；高压泵的出水口与反渗透系统的进水口连接；反渗透系统还设有淡水出口

和浓海水出口；反渗透系统的浓海水出口安装有出水管，所述涡轮安装在出水管上；电机带动主轴旋转，主轴带动高压泵将高压海水注入反渗透系统，海水经过反渗透系统后分离成浓海水和淡水，淡水从淡水出口排出，浓海水从浓海水出口经出水管由涡轮排出；当浓海水经过涡轮时能够驱动涡轮旋转，同时涡轮通过主轴驱动高压泵运行。

[0008] 电机、高压泵和涡轮三者共用同一根主轴。该总成能量回收效率包含电机增效节能和高压水的能量回收，综合能量回收可以达到PX型能量回收器（含增压泵）的效率。

[0009] 优先的技术方案是还包括通过检测涡轮的输出从而使高压泵的输出功率基本恒定并且使电机效率基本保持不变的控制装置。通过控制装置进行协同工作，使得电机、高压泵和涡轮根据工作运行状况实现协调运行，大幅度的提高了系统节能和能量的回收效率。

[0010] 优先的技术方案是所述涡轮采用流体力学设计的叶轮。叶轮形式具有良好的流体力学性能，整机效率较高，单台最大每小时可处理盐水量1000吨以上。

[0011] 优先的技术方案是所述的电机采用直流永磁高效无刷电机。效率高，特别是在功率输出变化的情况下实现效率基本不变，节能效果显著。

[0012] 与现有技术相比，本发明不同于现有技术中单个装置的节能作用，电机、高压泵和涡轮三个装置共用同一根主轴，三者之间的能量传递无损耗，能量传输效率高，三个装置扬长避短、优势互补的协同节能，大幅度的提高了系统节能和能量的回收效率，且节省了增压泵，减少了能量回收器配套装置的能耗，结构简单，便于制造，维护方便，成本低，适合于大型化。该总成能量回收效率包含电机增效节能和高压水的能量回收，综合能量回收可以达到PX型能量回收器（含增压泵）的效率。

## 附图说明

[0013] 图1为本发明的结构示意图。

[0014] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做进一步说明。

## 具体实施方式

[0015] 实施例1

[0016] 本发明提供了一种机电一体化式透平式能量回收装置总成，包括电机1、主轴3、高压泵2、反渗透系统4和涡轮5，电机1通过主轴3与高压泵2连接；涡轮5也通过主轴3与高压泵2连接；高压泵2的出水口21与反渗透系统4的进水口41连接；反渗透系统4还设有淡水出口42和浓海水出口43；反渗透系统4的浓海水出口43安装有出水管44，所述涡轮5安装在出水管44上；电机1带动主轴3旋转，主轴3带动高压泵2将高压海水注入反渗透系统4，海水经过反渗透系统4后分离成浓海水和淡水，淡水从淡水出口42排出，浓海水从浓海水出口43经出水管44由涡轮5排出；当浓海水经过涡轮5时能够驱动涡轮5旋转，同时涡轮5通过主轴3驱动高压泵2运行。

[0017] 电机1、高压泵2和涡轮5共用同一根主轴3，电机1在工作时带动主轴3，主轴3带动高压泵2向反渗透系统4施加约每平方米38公斤的高压，原海水通过反渗透系统4反渗透以后，45%的原海水成为淡水，约55%的浓海水通过涡轮5排放，浓海水的压力通过涡轮5转化为主轴3的机械能，机械能又与电机1共同作用于主轴3，原海水的能量得以回收并传递到主轴3，涡轮5的效率约为92%~94%。

[0018] 本装置总成还包括通过检测涡轮的输出从而使高压泵的输出功率基本恒定并且使电机效率基本保持不变的控制装置。此时通过控制装置迅速按比例通过减小电机 1 的输入电流以达到减少电机 1 的输出功率，并保持高压泵 2 输入功率等于电机 1 的输出功率和涡轮 5 输出功率之和，此时涡轮 5 和电机 1 功率输出的大小成反比，以达到高压泵 2 的总输入功率恒定不变的工艺要求。

[0019] 透平又称涡轮 5，其最主要的部件是一个旋转元件，即转子，或称叶轮，它安装在透平主轴 3 上，具有沿圆周均匀排列的叶片。流体所具有的能量在流动中，经过喷管时转换成动能，流过叶轮时流体冲击叶片，推动叶轮转动，从而驱动透平主轴 3 旋转。透平主轴直接或经传动机构带动其他机械，输出机械功。本发明采用新型的流体力学设计的叶轮。叶轮形式具有良好的流体力学性能，整机效率较高，单台最大每小时可处理盐水量 1000 吨以上。使得本装置在额定的工作高压情况下，综合回收效率（节能 + 回收）可以达到 90%~92%，由于没有增压泵，能量回收整体效率较高。

[0020] 电机 1 采用了效率可达 93% 的新型直流高效无刷电机，在控制装置 6 的调节下，电机 1 的输出功率能够较好的根据涡轮 5 输出功率的变化而变化，达到高压泵 2 稳定输出的工艺要求，而电机 1 输出功率在较大幅度的减少和增加时其电流效率基本不变，即在功率输出变化的情况下实现效率基本不变，节能效果显著。

[0021] 由于结构和材料限制，正位移式能量回收器如 PX 型的体积难以做大，因此在实际应用中，需要大量的并列使用才能达到所需规模和效能，给制造、安装、使用和控制带来困难，也大幅度增加了故障概率和成本，以万吨为例，该能量回收装置约占总投资的 20%。而本装置和海水是物理隔断，无任何浓海水泄漏进原海水中，运行简单，便于控制和管理，经济性好，故障概率低。

[0022] 由于 PX 型能量回收器有一定的泄漏量，在浓盐水压力向原海水的能量传递中会有一定的泄漏量，少量的浓海水将泄漏进原海水中，而本装置将可直接回避此问题。

[0023] 与现有技术相比，本发明不同于现有技术中单个装置的节能作用，电机、高压泵和涡轮三个装置共用同一根主轴，三者之间的能量传递无损耗，能量传输效率高，三个装置扬长避短、优势互补的协同节能，大幅度的提高了系统节能和能量的回收效率，能量回收效率达到已达到常规能量回收器（PX 等）的效果，且节省了增压泵，减少了能量回收器配套装置的能耗，结构简单，便于制造，维护方便，成本低，适合于大型化。

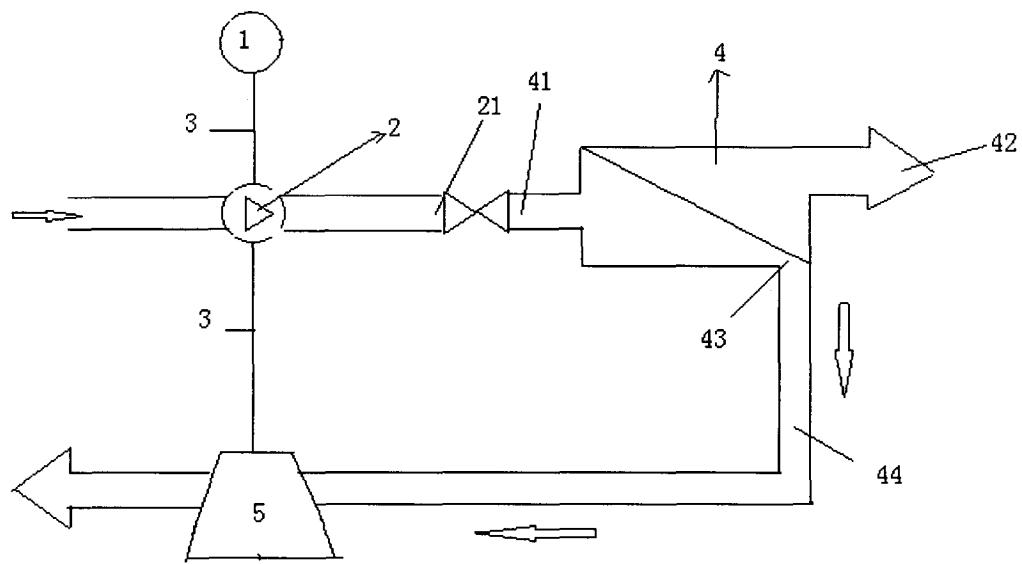


图 1