

太阳能海水淡化与空调装置控制系统研究

张晓东, 张杰

(河南工业大学电气工程学院, 河南 郑州 450007)

[摘要] 阐述了太阳能海水淡化与组合式空调系统的原理, 该系统具有高效的海水淡化功能和空调除湿能力。比较了多个现有的控制器, 对该装置的控制系統做出了初步设计并进行了实验验证。最终的实验结果证实该控制器完全可行。

[关键词] 海水淡化; 空调; 太阳能

[中图分类号] P747; TP29 [文献标识码] B [文章编号] 1005-829X(2006)11-0039-03

Research on a control system for solar sea water desalination and air-condition device

Zhang Xiaodong, Zhang Jie

(College of Electrical Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: The principles of solar sea water desalination and air-condition device have been discussed. This device has high efficiency of sea water desalination and great ability of air conditioning and dehumidification. Compared with several current control systems, a primary design proposal of the control system has been done and tested. The latter experimental results prove that the controllers which have been designed are absolutely feasible.

Key words: solar sea water desalination; air conditioning; solar energy

为保证我国经济的可持续发展, 淡水资源紧缺问题的解决已迫在眉睫。解决淡水资源紧缺的途径多种多样, 除了传统意义上的节水、调水和蓄水外, 海水淡化是解决陆地淡水资源危机的最有效途径之一^[1]。笔者论述了一种高效新型太阳能—空调—海水淡化复合装置的基本原理, 并对该系统的控制系统做出了初步设计。

1 系统的组成及原理

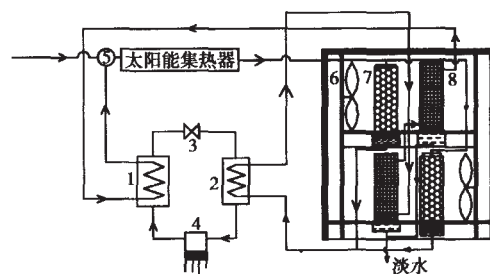
1.1 系统的组成

由于太阳能的清洁、无污染, 且取之不尽, 用之不竭, 可以用太阳集热器作为所设计的空调—海水淡化组合装置的主要热源。由此, 设计成太阳能—空调—海水淡化组合装置。该系统具有高效的海水淡化功能以及空调除湿能力。该系统由三大部件组成: CPC 太阳集热器, 空调及海水淡化装置(见图 1)。其中海水淡化装置采用立式结构, 以使热湿空气实现对流, 充分利用了余热。

1.2 系统的原理

冷海水在高温混合室与回流的热海水混合后进入 CPC 太阳集热器, 经集热器吸收太阳辐射加热后, 流出的已是高温海水。此时的海水设计温度大约

为 80℃。热海水通过喷淋盘, 均匀地喷淋到两级高效蒸发器上。由于高效蒸发器特殊的蜂窝结构, 其表面积较大, 因而热海水的蒸发面积很大。风机的高速气流经过高效蒸发器, 将高温海水不断蒸发的水蒸气送入冷凝装置。水蒸气经蛇形管管壁与冷海水换热, 在冷凝作用下, 水蒸气液化为水滴。水滴不断汇聚, 成股流下, 收集可得到淡水。



1—冷凝器; 2—蒸发器; 3—节流阀; 4—压缩机; 5—高温混合室; 6—双向风机; 7—高效蒸发器(纸蜂窝); 8—冷凝装置

图 1 太阳能海水淡化与组合式空调系统原理

因为高温水蒸气不能在一级冷凝装置中完全冷凝, 我们将海水淡化装置设计成两级结构。在风扇的作用下, 未冷凝的水蒸气强制对流, 进入下一级的高

效蒸发器—冷凝器循环。这种设计充分利用了余热,大大提高了热效率。

喷淋到高效蒸发器上的海水不可能全部蒸发,剩余部分的热海水将流出高效蒸发器。两级高效蒸发器流出的未蒸发的热海水被收集,然后导出海水淡化室。这部分海水由于初温较高,流经高效蒸发器后的温度仍可达 40 左右。为充分利用这部分海水的温度,将之导入空调的蒸发器中降温,然后流入海水淡化器的冷凝装置,在蛇形管中流过,与管外高温的水蒸气换热以使水蒸气冷凝,然后进入空调的冷凝器。这部分海水虽然低于流出太阳能集热器的海水温度,但由于与水蒸气和空调冷凝器的换热,温度还是比较高的。将这部分热水仍然流回太阳能集热器上方的水箱,使之再进入太阳能热水系统与冷海水混合,使海水温度稍提高些,达到节约能源的目的。这就是热海水在太阳能—空调—海水淡化组合装置中的工作流程。由以上分析可以看出,海水淡化室内的空气被强制对流,充分利用了余热,大大提高了热效率,促进了传热传质过程的进行。此外,由于海水淡化室几乎是一个封闭的环境,避免了热质的损失。该系统的设计特点:(1)采用双层立式结构,海水淡化室几乎密封,避免了热质损失,提高了热效率。(2)空调在系统中充分利用余热,体现了节能、高效的特点。(3)喷淋到高效蒸发器上未蒸发海水的收集利用十分巧妙。这部分海水与空调的蒸发器换热后变成温度较低的海水,然后作为低温流质流过海水淡化室中的蛇形管,冷凝管外的水蒸气。自身的温度升高后,流入空调的冷凝器,二次升温。最后,在混合室与高温海水混合,流入 CPC 集热器,充分利用了余热,提高了整个系统的热效率。(4)设计思路清晰、严谨。系统结构简单,加工制作时可采用模块化结构,方便维修。采用立式结构,占地小,效率高于普通的海水淡化装置。

2 装置的温度控制系统与流量控制系统

太阳能—空调—海水淡化组合装置的淡水产量与在海水淡化室中循环的空气中的含湿量密切相关。而含湿量与风机的转速、冷凝装置蛇形管中的低温流质的温度、喷淋到高效蒸发器上的海水的温度和流量关系很大。为了试验不同温度和流量下的喷淋海水的淡水产量,我们取喷淋到高效蒸发器上的海水的温度和海水流量作为控制对象。

2.1 温度控制系统

温度控制系统的主要作用是保持水冷式冷凝器

水箱中的“热海水”温度保持恒定,即对需要设定的高效蒸发器进口海水温度进行恒温控制。见图 2,该系统的核心部分是布置有许多电子元件的集成电路板。温度控制器以一个贴附在水箱壁上的热敏电阻来感应水箱中海水的温度;以一块 555 定时器芯片作为主要控制元件控制电路的触发;以 JQX-14F 继电器为主要执行元件控制加热电路的通断。

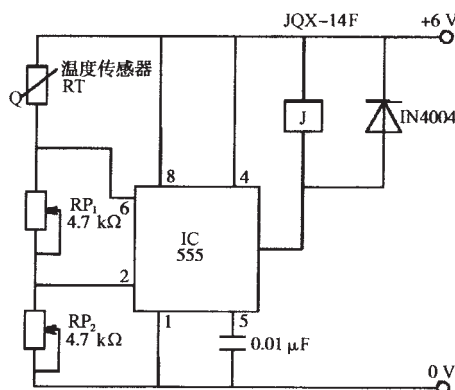


图 2 温控装置原理

该系统中的温度控制系统理论上能在 0~150 之间自动进行恒温控制。如图 2 所示,由 555 和 RP_1 、 RP_2 及温度传感器 RT 组成温度控制电路,利用继电器实现对系统的控制。555 定时器采用 NE-555P 型,电阻 RP_1 和 RP_2 采用最大电阻 4.7 kΩ 的可调电阻,控制电路中采用 +6 V 直流稳压电源。电路中采用 T-X 型半导体型温度传感器。在进行电路设计和调试时,应考虑温度和自身阻值变化曲线(见图 3),在 -50~+150 范围内,阻值从 1028 Ω 变化到 4306 Ω,基本上呈线性。随温度下降,热敏电阻阻值减小。调整可调电阻 RP_1 和 RP_2 的阻值,使受控海水的水温低于设定温度时,555 定时器的 6 脚电位恰好超过阈值电平,此时电路复位,继电器 J 吸合,加热器电路接通,开始给海水加热;而当温度上升到某值(阻值增加),刚好使 555 的 2 脚电位低于触发电平,电路置位,继电器 J 释放,加热器电路断开,

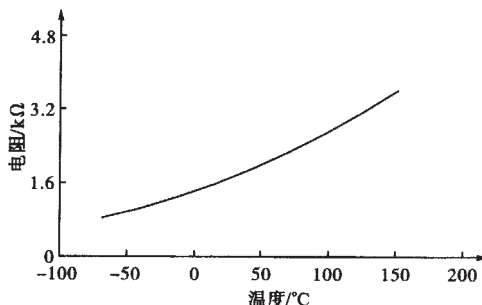


图 3 温度 - 电阻曲线

从而达到对温度的恒温控制。

经过计算, 比较多个控制方案后, 选定了上述的温度控制方案。理论成熟后, 决定进行实验验证。实验中暂时使用 5 V 电池组作为电源供电, 以可控温度的水浴装置来模拟太阳能—空调—海水淡化组合装置的冷凝器水箱。因为组合装置设计时的高效蒸发器进口海水温度暂定为 80℃, 所以此次实验以 80℃ 的水为控制对象。将水浴装置调为 80℃, 把温度控制探头紧密贴附在水箱壁上, 待稳定后开始实验。

调节水浴装置, 使水浴的水温低于 80℃。调节可调电阻 RP_1 和 RP_2 的阻值, 使 555 定时器的 6 脚电位恰好超过 $2V_{DD}/3$ 阈值电平(实验中为 $10/3$ V)。此时电路复位, 继电器 J 吸合, 加热器电路接通, 加热器开始工作。而当温度高于 80℃ 时, 刚好使 555 的 2 脚电位低于 $V_{DD}/3$ 触发电平, 电路置位, 继电器 J 释放, 加热器电路断开。

实验证明, 所设计的温度控制器是切实可行的, 能满足对冷凝器水箱进行不同温度恒温控制的要求。

该温度控制器电路简单可靠, 大大减小了以往温度控制器在一定温度范围内的灵敏度问题, 可以在很大温度范围内实现对某个温度点的精确控制。

2.2 流量控制系统

流量控制的主要目的是根据实验的不同要求调节高效蒸发器进口海水的流量。流量控制采用电磁流量计(EMF)^[5]。

电磁流量计是 20 世纪五六十年代随着电子技术的发展而发展起来的新型流量测量仪表。本样机上所采用的电磁流量计由电磁流量传感器和转换器两部分组成, 如图 4 所示, 传感器安装在喷淋盘前的管道上, 它的作用是将流进喷淋盘的热海水体积流量值线性地转换成感生电势信号, 并通过传输线将此信号送到转换器。转换器安装在样机控制端, 它将传感器送来的流量信号进行放大, 并转换成与流量信号成正比的标准电信号输出, 以进行显示、累积和调节控制。

本样机所采用的电磁流量计的主要优点: (1) 传感器结构简单, 测量管内没有可动部件, 也没有任何阻碍流体流动的节流部件。所以当海水通过流量计时不会引起任何附加的压力损失, 能耗低。(2) 无机机械惯性, 反应灵敏, 可以测量瞬时脉动流量。(3) 电磁流量计的输出只与被测介质的平均流速成正比, 而

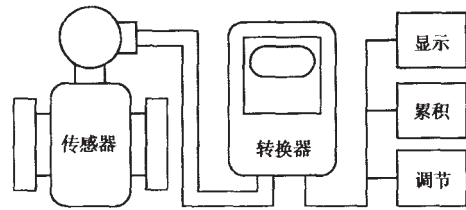


图 4 流量控制系统

与对称分布下的流动状态(层流或湍流)无关, 所以电磁流量计的量程范围很宽, 可以满足本实验中对不同流量进行调节的要求。

3 结论

提出了太阳能—空调—海水淡化组合装置的模型, 该系统由冷凝器、蒸发器、节流阀、压缩机、高温混合室、风机、高效蒸发器、冷凝装置等部件组成; 该系统与传统的海水淡化装置相比, 思路新颖, 充分利用了空调的热量, 经济效益好, 产水量高; 而空调系统与常见的空调系统相比较, 具有更高的除湿能力, 耗电省, 可以产生更高的制冷量。为系统设计了温度控制系统与流量控制系统, 实验验证了所设计的控制器的可行性。

[参考文献]

- [1] 潘焰平. 海水淡化技术及其应用[J]. 华北电力技术, 2003(10): 49- 52.
- [2] Hung B J, Chyng J P. Performance characteristics of integral type solar-assisted heat pump[J]. Solar Energy, 2001(6): 403- 414.
- [3] 吴立新. 实用电子技术手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002: 61- 63, 278- 284.
- [4] 何希才. 传感器及其应用电路[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001: 7- 11.
- [5] 梁国伟, 蔡武昌. 流量测量技术及仪表[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002: 224- 231.

[作者简介] 张晓东(1980—), 2006年毕业于西北工业大学, 硕士。
电话: 13891430289, E-mail: alenzxd@yahoo.com.cn.

[收稿日期] 2006- 06- 15(修改稿)



·国外技术信息·

水处理设备——Mckay Scott. US 7052600, 2006- 05- 30

发明了一种用于家禽养殖场供水系统的水处理设备与方法。该方法采用电化学氧化和离子化旁流过滤技术, 可有效抑制家禽饮用水系统腐蚀、结垢, 以及菌藻滋生。其中, 电化学氧化采用铜/锌电极, 氧化产生的 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 离子可以起到消毒的作用。

(李绍全供稿)