

适应非稳态电源的集装箱式海水淡化系统设计浅析

董 慧

(哈尔滨锅炉厂有限责任公司 黑龙江 哈尔滨 150046)

摘 要: 我国目前主要的清洁能源为太阳能、风能等,我国南海诸岛太阳能、风能丰富,是海水淡化系统提供电源的好方法。海岛淡水资源匮乏,严重制约了我国国防及能源开采工作,为了大力开发海洋资源亟需实现海岛人员驻扎,所以只有解决了海岛生活供水问题才能实现人员长期驻扎。丰富的太阳能、风能等资源为海水淡化技术的发展提供了便利的自然条件。反渗透海水淡化(SWRO)是目前我国海水淡化市场最主要的淡化海水技术之一。其中集装箱式海水淡化系统具有设备简单、投运快、投资低等优点。

关键词: 集装箱; 海水淡化系统; 海岛; 反渗透式

中图分类号: U66 **文献标识码:** A **文章编号:** CN23-1249(2017)05-0056-03

The design analyses of container desalination system with unstable power supply

Dong Hui

(Harbin Boiler Co., Ltd. ,Harbin 150046 ,China)

Abstract: At present , the main clean energy in China is solar energy , wind energy and so on. The solar and wind energy is very rich in South Sea Islands , so it can provide power supply for seawater desalination system. The fresh water resources lacking effects our national defense and energy mining work. In order to exploit marine resources , the problem of living water must be solved. The rich resources of solar and wind energy provide convenient natural condition for desalination developing. Reverse Osmosis desalination (SWRO) is one of the most important desalination methods in China at present. The advantage of container desalination system is with simple equipment , quick operation and lower investment.

Key words: container; desalination system; sea island; SWRO

0 引 言

海水淡化技术从上世纪 60 年代开始在国际上得到迅速发展,经过几十年的发展,目前海水淡化技术已经非常成熟。发达国家、中东国家地区以及一些海岛国家的沿海城市和岛屿,已将反渗透海水淡化技术作为工业水及饮用水的水源技术。现阶段,反渗透海水淡化技术作为部分严重缺水地区或沿海市政供水的有效途径,在我国辽

宁、河北、天津、山东等部分缺水城市得到推广。

反渗透分离技术是一种压力驱动的分离技术,依靠水泵给海水增压使得海水和淡水分离。近些年由于能量回收装置在海水淡化系统中的广泛使用使得反渗透海水淡化的电力消耗可低于 $4\text{Kw/h} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

由于海岛上资源匮乏,海水淡化系统是解决驻岛人员用水的有效途径。采用清洁能源供电的海水淡化系统,也解决了该系统长期需要进行能

收稿日期: 2017-05-28

作者简介: 董 慧(1983-) 男,毕业于上海理工大学,一直从事压力容器及水处理工程设计工作。

源补给的难点,既节约资源又不污染环境,非常适合海岛以生活水为目的的净水工程。

1 集装箱式海水淡化系统简介

集装箱式海水淡化系统具有占地面积小、投资低、灵活机动等特点。南海某风电、太阳能联合供电项目中,一级反渗透产水量为 120 吨/天,二级反渗透系统产水量为 100 吨/天,三级反渗透产水量为 24 吨/天。二级反渗透的产水主要为岛上居民生活用水,三级反渗透主要用来制作桶装纯净水,供各岛饮用。

在方案设计中,有 4 套机械过滤器及一、二、三级反渗透系统。海水淡化由太阳能、风能联合供电,根据太阳能、风能系统供电在早晚及阴天等

情况不同,应考虑用电负荷情况随供电系统的变化而进行负荷调整,以及在供电系统电量较低的情况下的系统停机次数。

2 集装箱式海水淡化系统控制

1) 根据南海海岛的太阳能及风能实际情况,本系统在日间主要采用太阳能为主供电系统,风能为辅助发电系统。在太阳能不足的情况下海水淡化系统以风能供电为主,太阳能发电为辅。当整套供电系统发电量不足的时候应逐级调整运行状态,一级和二级反渗透系统降负荷,三级反渗透不降低负荷。当整套电力系统电量过低时应停止整套系统的运行状态。各保护设置点见表 1 所示。

表 1 各保护设置点(日间运行设置)

电池电量	一级反渗透系统	二级反渗透系统	三及反渗透系统	风机	太阳能
>90%	100%	100%	100%	降低扭矩	50%
> 60%	100%	100%	100%	100%	100%
60%—40%	70%	70%	100%	100%	100%
40%—20%	40%	40%	100%	100%	100%
<20%	停机	停机	停机	100%	100%

2) 太阳能和风能联合供电系统。该项目海水淡化系统主要由 100 千万风机、100 千万光伏太阳能板、储能电池和控制系统组成。利用智能控制系统平衡海水淡化系统用电量与风机和光伏太阳能的连锁控制,实现海水淡化产水量随着电池电量变化而自动进行调节。在常规的供电系统中,海水淡化系统的电力供应稳定,只需要考虑海水淡化系统的运行、停止工况,系统设计较为简单,不用考虑由于电源不稳定造成的变负荷的情况。

3) 系统变负荷运行调节。该项目由于采用非稳态电源,所以既要考虑系统运行负荷变化情况,还要考虑该系统的设备运行特点。由于只有一套系统,所以只能考虑系统本身的降负荷运行。本系统中一级高压泵是最重的耗电设备,该设备电机功率为 15KW,约占整个系统能耗的 61%。所以确认一级高压泵的降负荷工况,是整套海水淡化系统的供电的关键控制点。由于反渗透膜元件设计有几项限制要求,所以按照膜厂家规定的

各项设计要求以及综合考虑其他因素,保证膜系统安全稳定运行。由于工况点的变动,同时,考虑系统各变负荷工况和额定工况间的切换与调节操作,最终确定了反渗透的变负荷运行方案。以该项目为例,系统的运行数据如表 2 所示。

表 2 一级高压泵运行参数

名称	额定工况	70%负荷 工况	40%负荷 工况
一级高压泵			
流量(立方米/小时)	5.1	3.7	2.3
扬程(MPa)	4.8	3.6	3.1
效率(%)	76.2	72.1	68.1
电耗(KW)	11.6	6.8	4.3
给水泵			
流量(立方米/小时)	14.5	12	9
扬程(MPa)	0.4	0.38	0.38
效率(%)	72	71	70
电耗(KW)	3	2.1	1.5

由表 2 数据得知反渗透系统在额定工况和变工况的水泵电负荷,非稳态电源具有波动性的特性,反渗透的负荷要根据电池电量情况而变化。当电池电量达到控制点时,开始切换至低负荷状态下运行。控制系统并且根据太阳能及风能单位时间内的发电量,通过逻辑控制实现海水淡化系统的稳定运行。

3 结 语

太阳能、风能联合供电系统与海水淡化系统的结合应用,是实现我国海岛资源开发的有效

方法,通过非稳态供电方式解决了海岛长期驻扎需要补给水和燃料的问题,节省了大量补给费用。

参考文献

- [1] 王世昌 海水淡化工程[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [2] 阮国玲 海水淡化工程设计[M].北京:中国电力出版社,2013.
- [3] 高从堦 海水淡化技术与工程手册[M].北京:化学工业出版社,2004.

行 业 信 息

哈锅一带一路海水淡化示范项目 获中国水业优秀工程奖

日前,在 2017 青岛国际水大会水业中国“星光奖”评选中,哈尔滨锅炉厂有限责任公司一带一路示范项目巴基斯坦卡西姆海水淡化项目喜获“2017 中国十大水业优秀工程”奖,彰显了哈锅水务产业的综合实力和品牌形象。

哈锅设计的巴基斯坦卡西姆港电厂海水淡化项目,所有用水均采用海水淡化产水,为电厂提供锅炉补给水、工业水和生活饮用水,该项目产水量达 1.7 万吨/天。项目采用超滤和两级反渗透设计,目前现场已经安装调试出水,各项指标均达标,全厂生活饮用水已经采用海水淡化产水。

青岛国际水大会作为“中国水业第一会”,在国内外有着相当高的影响力。会上,哈锅作为“全国工业园区节水治污产业创新联盟”成员之一,作了题为《海水淡化利在千秋,社会责任央企担当》的主题报告。

近年来,哈锅加快产业结构调整,积极拓展水务产业,目前,已拥有海水淡化技术、电厂锅炉补给水技术、凝结水精处理技术和模块化集装箱海水淡化技术、脱硫废水零排放技术,可根据不同业主的用水需求,提供整套水处理系统过程解决方案。