

DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2017.04.007

# 广州大学城分布式能源站供冷系统选型设计

黄挺

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

**摘要:** 在目前分布式能源站大力推广节能减排情况下, 通过详细分析广州大学城分布式能源站实际热源状况, 创新性地结合了该工程特点, 引入溴化锂吸收式集中制冷方案, 实现了能源利用的最大化, 为教学园区内的分布式能源站工程能源系统设计提供了新思路 and 参考。

**关键词:** 能源站; 集中制冷; 溴化锂制冷机组

中图分类号: TU83

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2017)04-0034-03

## Research on Central Cooling Design for Distributed Energy Station in Guangzhou University Town

HUANG Ting

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

**Abstract:** At present, energy saving and emission reduction have been promoted in distributed energy stations. By analyzing actual heating condition for the distributed energy station in Guangzhou university town, we innovatively combined the characteristics of the project, and introduced the lithium bromide absorption type centralized refrigeration system, then maximized the use of energy. This work will provide a new reference for the engineering system design of distributed energy station.

**Key words:** energy station; central cooling; lithium bromide absorption chiller

当前, 随着我国经济的快速增长, 各项建设取得巨大成就, 但也付出了巨大的资源和环境代价, 能源已经出现极度的紧张和价格飞涨, 节能减排的工作已经成为非常重要和迫切的问题。节能减排、低碳经济被作为我国一项重要的国策, 在各行业大力推广。作为高能耗的电厂或能源站, 更是把节能减排当作第一工作来重视<sup>[1]</sup>, 从工程设计开始就一一落实进去。对于我们暖通专业, 也首当其冲的被要求遵循这一原则来进行设计。接下来我们将以广州大学城分布式能源站项目为例详细介绍暖通专业在工业能源低碳节能设计中的可观作用。

### 1 项目介绍

广州大学城分布式能源站作为全国最大的分布式能源站, 该工程采用燃气-蒸汽联合循环机组, 其发电工作原理是由两台燃气轮机和一台发电机组成<sup>[2]</sup>——两台燃气轮机通过联轴器直接连接一台双端驱动发电机(额定出力 60 MW), 通过叶轮式压缩机从外部吸收空气, 压缩后送入燃烧室。同时气体燃料也喷入燃烧室与高温压缩空气混合, 在定压下进行燃烧, 生成的高温高压烟气进入燃气轮机膨胀做功, 推动动力叶片高速旋转带动发电机, 燃机效率可达 39%, 排出的 479 °C 烟气进入余热锅炉循环利用。余热锅炉再生产出蒸汽供应给汽轮发电机进行发电。发电后的尾部烟气余热再生产高温热水, 制造生活热水和空调冷冻水。能源站流程图如图 1 所示。

收稿日期: 2017-02-09

基金项目: 中国能建广东院科技项目: 热电冷三联供分布式能源能量平衡算法研究(EV03281W)

作者简介: 黄挺(1981), 男, 福建邵武人, 高级工程师, 硕士, 主要从事电厂暖通设计工作(e-mail) huangting@mail.com。

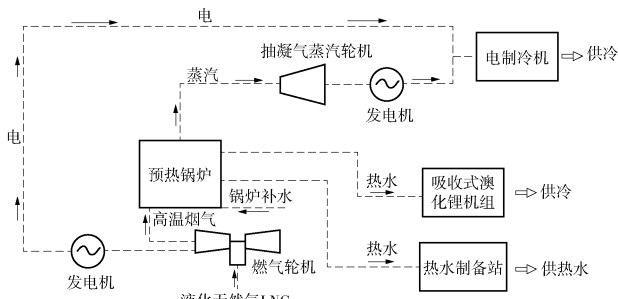


图1 广州大学城分布式能源站流程图

Fig. 1 The system flow of Guangzhou university town distributed energy station

## 2 问题的提出

广州大学城分布式能源站作为广州大学城配套建设项目,它不仅为大学城地区供应电力,还负责供应大学城地区师生日常的生活热水,因此系统设置有尾部烟气余热锅炉。但作为学校热水供应,其热水需求量全年存在“夏少冬多”的特点:广州当地本身就夏季较为炎热,热水需求量本身就少,外加学校放假师生离校,热水需求量就更少。这样,就出现了夏季能源站产生了大量高品位多余的热量,无处可用。如果该部分能源没有得到合理利用,将与当前绿色环保电厂或能源站“节能减排”的宗旨相违背。因此,对能源站出现余热的情况下,将如何充分利用余热、废热,实现能源的高效利用,成为了摆在电厂设计人面前的一道难题。

## 3 解决问题

对于我们暖通专业,从传统的设计思路入手,第一选择就是电制冷方案,可随着多年运行经验,可以看出电制冷空调是一种高能耗设备,特别是一种负荷非均衡性的能耗设备,在电厂中采用电制冷机组,会消耗大量的厂用电,用通俗的话来说,“空调是电老虎”,天气越炎热吃电越厉害。

因此,我们暖通专业应从实际情况出发,遵循“节能减排”原则,充分考虑工程实际特点:

- 1) 广州大学城能源站夏季拥有丰富的热水余热资源。
- 2) 厂区夏季空调的需要量大,冬季较小,这刚好与大学城地区热水需求量相反,这样两者互补,可将余热锅炉热水饱和利用,不会出现能源大量浪费,利用率大大提高。

正是基于以上特点,通过优化,我们设计“以热制冷”方案——空调主机选择热水型溴化锂吸收式制冷机组(简称溴水机),利用“溴水机”独特的吸收器需求热源的功能,将能源站该部分余热充分吸收,产生夏季电厂所需冷源,实现能源的梯级利用,大大提高了能源站的综合能源利用率(最终高达78%左右),为提高分布式能源系统一次能源利用率提供了有力保障,从而达到节能减排和提高社会综合能效比目的。

同时,为了达到“溴水机”的最大利用效率,我们对全厂(包括主厂房、集控楼、综合办公楼、化水楼等)空调负荷集中的区域进行集中供冷。

溴化锂吸收式制冷机是一种以热能为驱动能源、以水为制冷剂、以溴化锂溶液为吸收剂,利用不同温度下溴化锂水溶液对水蒸汽的吸收与释放来实现制冷的机组,该机组循环要利用外部热源实现制冷,常用驱动热源为蒸汽、热水、燃气、烟气、燃油等<sup>[3]</sup>。由于溴化锂吸收式制冷机具有可利用低品位的热能、所需电功率小、制冷剂为水以及溴化锂溶液对环境不构成破坏等独特优点,近年发展十分迅速,特别是在空调制冷方面占有显著的地位。同时由于不使用氟利昂制冷剂,减少了环境污染,节能、降温、环保“一石三鸟”,被专家称为“绿色低碳”供冷方式。

溴化锂吸收式制冷机最大的特性就是节电<sup>[4-5]</sup>。溴化锂吸收式制冷机的应用可以缓解电力的紧缺,平衡冬夏电力负荷,具有现实意义,节约的电能可用于其它生产,创造更可观的价值,其节能效果明显优于电制冷机。

为了对溴化锂吸收式制冷机进行充分分析研究,我们将制冷与溴化锂制冷经济技术比较,以810 kW作为主机容量来进行对比,如表1所示。

表1 溴化锂制冷机组与电制冷机组综合比较表

Tab. 1 Comprehensive comparison between Lithium bromide refrigeration and electrical refrigeration unit

名称	溴化锂制冷机组	电制冷机组
能源利用	以热能为动力,水为制冷剂,溴化锂溶液为吸收剂的制冷设备。能源的梯级利用,使用电厂的余热或废热,不影响发电量,节省厂用电量	以电能为动力,氟溶液为制冷剂的制冷设备。使用厂用电,在夏季耗电量
年运行费用/万元	5.3	99.4

表1(续) 溴化锂制冷机组与电制冷机组综合比较表  
Tab. 1(Cont) Comprehensive comparison between Lithium bromide refrigeration and electrical refrigeration unit

名称	溴化锂制冷机组	电制冷机组
寿命/年	无运转部件, 产品已经非常成熟, 厂家对主体保用20年	运转部件多, 厂家目前只对主体只保用1~2年
维护	溴冷机是一种静态液体流动设备, 无机械磨损, 无机械磨损, 备品备件少, 维修费用少	电制冷机是机械传动, 机械磨损大, 电动、机械运转部件多, 3年后维修量大增
噪音/dB	无机械磨损, 噪音 < 70 dB	电动运转部件多, >85 dB 的噪音
制冷剂	水(溴化锂吸收溶液终生无需更换, 对机组的腐蚀已经控制在安全范围了, 厂家保证制冷量年衰减率低于0.3%)	氟利昂(需经常补充添加, 对环境有影响, 厂家对冷量的衰减无承诺)
主机耗电量/kW	2 × 9.45	2 × 177
年运行小时数/h	4 320	4 320
年耗电量/kWh	8.20 × 10 <sup>4</sup>	1.53 × 10 <sup>6</sup>

注: 每度电按照上网电价0.65元计算。

另外, 本工程的吸收式制冷冷却水系统, 我们也并没有按照传统的独立设置空调冷却塔系统, 而是从全厂综合考虑出发, 利用水工基力冷却塔的冷却水源(32~37℃), 这样较大程度上降低了冷冻站的投资, 又实现了能源的综合利用。

## 4 结论

通过以上的分析比较, 我们对广州大学城分布式能源站空调系统进行了绿色低碳制冷设计, 采用热水型溴化锂吸收式制冷机组, 无疑是明智的选择, 实现了“安全、高效、节能、环保”的理念。其主要有如下先进性和创新点:

1) 热水型溴化锂机组最佳适用区域: 大学园区能源站, 可以充分其热水需求量全年存在“夏少冬多”特点。

2) 节约能源: 在能源站出现余热、废热的情况下, 将该部分余量“变废为宝”, 大大提高能源利用率。

3) 经济合理: 虽然两种机组投资相当, 可溴水机每年节约1.448 GWh自用电, 如果每度电按照上网电价0.65元计算, 即可增加94.1万元的售电收入, 相应为电厂节省了94.1万元, 同时响应和实现了国家提出的节能减排的目标。

4) 降低机组运行噪声, 对于市区内的能源站来说, 大大提高了社会效益。

5) 从全厂能源综合考虑, 采用水工基力冷却塔冷却水源, 达到了系统设计方案的最优化。

因此, 通过该工程目的研究和设计应用, 实现热电效率和一次能源利用率的最优组合; 积累了溴化锂制冷系统在通风空调系统设计中的宝贵经验, 为充分利用低热值的废热, “变废为宝”, 大大地提供了电厂的能源利用率, 为电厂节省了大量的厂用电, 将溴水机的“低碳制冷”发挥到了极致, 同时也为分布式能源站工程(特别是教学园区)能源系统设计提供了参考和借鉴。

## 参考文献:

- [1] 施强, 乌晓江, 徐雪元, 等. 整体煤气化联合循环(IGCC)发电技术与节能减排[J]. 节能技术, 2009, 27(1): 18-20. SHI Q, WU X J, XU X Y, et al. IGCC power plant with energy conservation and emissions reduction [J]. Energy Conservation Technology, 2009, 27(1): 18-20.
- [2] 傅建平, 巫术胜. 广州大学城区域能源规划的实践与思考[J]. 建筑热能通风空调, 2011, 30(4): 42-44. FU J P, WU S S. The energy planning of Guangzhou university town. building energy & environment [J]. Building Energy & Envirom 2011, 30(4): 42-44.
- [3] 马奎. 溴化锂机组回收低品位热能的应用及效果分析[J]. 河北化工, 2011, 34(5): 68-70. MA K. Application and effect analysis recycling low-grade heat energy with lithium bromide unit [J]. Hebei Chemical Industry, 2011, 34(5): 68-70.
- [4] 郭明, 张志刚. 溴化锂吸收式制冷机组的特点及应用分析[J]. 大连大学学报, 2004, 25(4): 49-52. GUO M, ZHANG Z G. Application analysis and characteristics of Libr absorption chiller [J]. Journal of Dalian University, 2004, 25(4): 49-52.

(责任编辑 高春萌)