

区域型分布式能源站制冷机组控制策略浅析

吴胜华，商国新

(南京国电南自美卓控制系统有限公司，江苏 南京 210032)

摘 要：本文结合南宁华南城分布式能源站项目的实际情况，针对多个、多类型制冷机组的启停条件和启停优先级的控制策略进行了分析，为后续同类型能源站的设计方案提供一些参考。

关键词：分布式能源；制冷机组；控制策略

0 引言

燃气型分布式供能，是相对于传统的集中式供电方式而言的。其基本原理为利用燃气燃烧驱动燃气轮机发电机组发电，燃烧所产生的高温烟气通过余热锅炉等热回收装置回收制取高温高压的蒸汽和热水，热水可用于制备生活热水或空调冷热水，高温高压蒸汽可驱动蒸汽轮机发电，也可抽气制冷制热，发的电可以上网也可以供应制冷机组自用。经过能源的梯级利用，将发电过程中产生的废热用来供热和制冷，从而实现为一个片区供暖、供冷、供电以解决本区域的各种能源需求，充分利用了一次能源，能源利用效率从常规发电系统的40%左右提高到70~90%，大量节省了一次能源。分布式能源与传统电厂比较如图1所示。

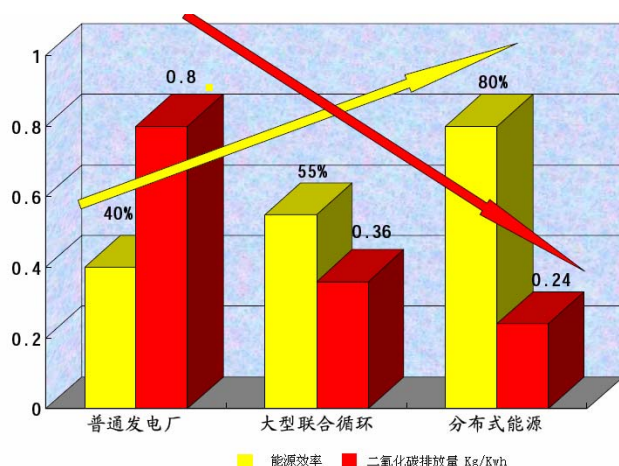


图1 分布式能源与传统电厂比较

分布式能源技术是未来世界能源技术的重要发展方向，它具有能源利用效率高，环境负面影响小，提高能源供应可靠性高和经济效益好的特点。

1 方案设计

广西华电南宁华南城分布式能源项目规划建设3套60MW燃气-蒸汽联合循环发电机组，以天然气为燃料，产出为绿色清洁能源，效率在70%以上。主要产品为电能和冷热负荷。能源站为周边大用户（主要是富士康和华南城）提供冷热负荷，冷负荷为空调制冷，热负荷为工业用汽或热水。项目供热区域夏季设计日峰值冷负荷为175MW，冬季空调热负荷峰值为12.94MW，生活热水峰值是5.99MW。冷水：由能源站内的制冷站对外提供参数为6~13℃（供回水温度）的冷水。蒸汽：工业蒸汽供汽压力为0.7MPa、供汽温度260℃。热水：利用热水管网输送至华南城酒店，热水供回水参数为90/70℃。目前是国内首家实现真正意义的冷热电三联供项目，在工艺、技术、装备等方面国际领先。

从实现同时供热(冷)和供电需求的功能来说,热电冷联供系统中的主要设备有发电机组、制冷机组和供热机组。其中制冷机组多采用溴化锂吸收式制冷机。因能量转换和余热利用方式的不同，有的系统中还需在发电机组和溴化锂吸收式制冷机之间配置余热锅炉，将发电机组排放的高温烟气热量转换成蒸汽热量或热水热量。根据分布式能源系统中发电机组的不同及系统主要功能的不同，分布式能源系统的模式可分为以下几种：

- 1) 燃气轮机+余热锅炉+蒸汽轮机+蒸汽型溴冷机
- 2) 燃气轮机+补燃型余热锅炉+蒸汽轮机+蒸汽型溴冷机
- 3) 燃气轮机+余热锅炉+蒸汽型溴冷机
- 4) 燃气轮机+烟气型溴冷机

在南宁华南城分布式能源站采用燃气轮机+

补燃型余热锅炉+蒸汽轮机+多个、多类型制冷机（热水型溴冷机+蒸汽型溴冷机+电制冷）模式，其实现基本原理如图 2 所示。

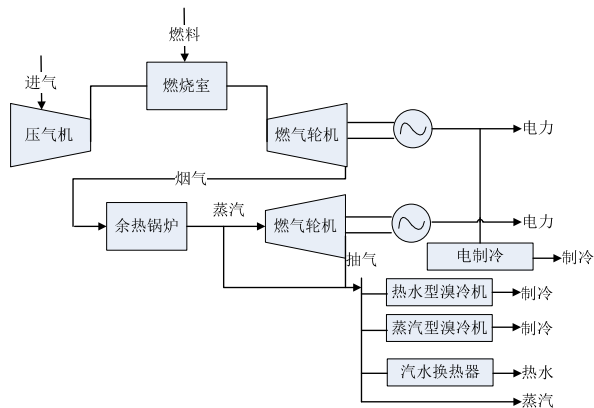


图 2 华南城分布式能源站原理框图

2 制冷机组运行方案

在南宁华南城分布式能源站项目中冷热源系统设备主要包括：1) 制冷机组；2) 一次冷冻泵；3) 二次冷冻泵；4) 冷却塔；5) 冷却泵。由于二次管网系统的四个支路水利损失差距不大，二次泵扬程相接近，故联动控制不考虑制冷机组的分区供冷，应按照已经分析得出的机组类型开机顺序，结合系统逐时需冷量，得出对应负荷下的开机情况。对于一次冷冻泵及冷却泵系统，在确定开机情况的条件下，按照“一机对一泵”的原则进行联动控制，保证机组蒸发器定流量运行。对于冷却塔的联动控制，同理基于对应的开机组合情况，计算得出逐时的总冷却水量，根据不同类型单台冷却塔的处理水量，匹配得出最优的冷却塔开机情况，如开机类型及每种塔的开机台数。

2.1 制冷机组的控制

制冷机组的群控按照逐时负荷，结合不同类型机组开机顺序（开机顺序为：热水型溴冷机→蒸汽型溴冷机→8800kW 离心机）得出不同负荷下的开机组合情况。

以系统总空调负荷需求作为主机的加减机依据：测量负荷侧的流量和供、回水温度计算空调负荷。当空调负荷需求大于主机提供的最大负荷，且此状态持续时间达到 15~20min，则投入另外一台冷水机组和相应一次泵运行；当计算结果表明减少一台主机后剩余机组提供的最大负荷可满足负荷需求，且此状态持续时间达到 15~20min，则停运一

台冷水机组和相应一次泵。

2.2 二次冷冻水泵联动控制

二次冷冻泵采用定温差变流量控制，控制二次管网供回水温差为 7℃，减少二次泵的输送能耗。二次冷冻水泵采用变频与台数控制结合的调节方式，共同保证系统“大温差小流量”运行。

二次水泵的运行应尽量保证系统“大温差小流量”状态。对于启动期，当制冷机组开启时，对应需要供冷地块的所有二次冷冻泵全部开启，监测每个支路的供回水温差，根据温差控制水泵开启类型及台数，在水泵开启台数确定的条件下，控制水泵变频，达到“大温差小流量”运行效果。

2.3 冷却塔运行控制

冷却水系统的控制原理以尽量提高中央空调系统的能源利用率为出发点：当环境温度、湿度及末端负荷变化时，依据采集的实时数据和自适应数据库进行运算，计算出系统最佳能源利用率（主机、冷却水泵、冷却塔风机总能耗最低）对应的冷却水流量和温度，并以此与监测到的运行数据进行比较，调节冷却水泵和冷却塔风机的运行台数和运行频率，使冷却水的流量和温度趋于系统最佳冷却工况，降低空调系统的总运行能耗。

3 结束语

通过对南宁分布式能源站制冷机组的控制策略进行详细的介绍，对今后同类型能源站制冷机组控制策略设计有一定的指导意义。

作者简介：

吴胜华（1977-），男，工程师，主要从事分布式控制系统研发、工程工作，Email: wush1977@yahoo.com.cn。