

微网冷热电联供系统研究综述

覃健, 魏兵, 袁天昊

(华北电力大学, 河北保定 071003)

摘要: 为了充分高效利用能源, 微网冷热电联供系统越来越受到人们的关注。该系统同时包含供冷、供热和供电, 并能同时满足不同用户的冷热电的要求。微网为冷热电联供系统提供了一个易于调节的平台。由于当今能源问题日益紧张, 冷热电联供系统在各个发达和发展中国家大力发展。以下就是对微网冷热电联供系统的介绍。

关键词: 冷热电联供; 微网; 能源; 运行策略

DOI: 10.3969/J.ISSN.2095-3429.2013.04.013

中图分类号: TK019

文献标识码: A

文章编号: 2095-3429(2013)04-0048-03

Research Review of Micro-grid Combined Cooling Heating and Power Systems

QIN Jian, WEI Bing, YUAN Tian-hao

(North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: In recent years, in order to make full use of energy resources, more and more attentions are paid to micro-grid Combined Cooling Heating and Power (CCHP) system. The system accomplish the production of cooling heating and power at the same time, and can satisfy different kinds of energy demands such as cooling heating and power by the users. Microgrid provides a flexible operation platform for distributed CCHP. It could achieve management and maximum utilization of existing energy. As the energy crisis has been becoming serious problem nowadays, microgrid combined CCHP system have been building up in developed and developing countries. The following is introduction of development of microgrid combined CCHP system.

Key words: Combined Cooling Heating and Power system; microgrid; energy resource; operation strategy

0 引言

微网^[1]是近年来一种新兴配电系统的概念,它由多种分布式电源、储能装置,能量转换装置,用户负荷和监控装置组成的,并配备保护装置的大型智能系统,其自身能够实现自我控制,保护和管理。微网的优势在于整合多种分布式电源,包括风力发电机(WT)、燃料电池(FC)、光伏电池(PV)和燃气轮机(MT)等于电网中,

减少分布式能源对大电网的不利影响。针对燃气轮机中发电时产生大量余热的特点,可以对其余热进行回收利用,应用吸收式制冷剂进行制冷,实现冷热电三联供(Combined Cooling Heating and Power CCHP)。搭建微网冷热电三联供系统,既能实现用户侧就近供能,减少远距离输电、供冷、供热的能量损耗。此外,微网技术还有有效的解决了分布式能源上网难的问题,使得分布

作者简介: 覃健(1987-),男,广西南宁人,硕士研究生,研究方向:冷热电联供系统。

式电源发出的电量后可向公共电网出售,亦可储存到微网中,待需要时,再释放出给用户使用。微网能给冷热电联供系统的能量调度提供了一个更好的平台,系统能实现能源的循环、高效、“梯级利用”,降低污染物和温室气体的排放,在能源危机的今天,有着重要的意义。

1 国内外研究动态

微网概念近年来被提出,最早对它进行研究的国家是美国。微网主要研究的问题是如何满足多种电能质量、提高微电网供电可靠性、降低初投资成本和实现电网智能化等方面^[3]。欧洲的也提出“SmartPowerNetwork”的概念,即智能电网。并在微网仿真、孤岛和并网的运行控制、本地黑启动策略、接地和保护、电网的可靠性方面取得了一定的研究成果^[4]。日本是一个能源稀缺的国家,所以政府非常重视节能技术的发展,它在微网研究领域处于世界领先地位^[5],日本的微网对于储能和控制十分重视,通过建设灵活和智能调度系统,在配电网中加入一些灵活交流输电系统装置,对配电网能源结构进行分配和优化,并满足用户的多种用电需求^[6]。

在微网的多项技术内容之中,冷热电联供在微网中的应用具有十分突出的研究意义和广阔的应用前景。结合冷热电联供的微网技术,具有以下优势^[7]:在微网系统中建设CCHP系统,有助于利用,储存,调度冷热电联供系统中电负荷;CCHP的一次能源消耗主要以清洁能源为主,能够有效地降低整个系统污染物的排放;CCHP的原动机机组能稳定地输出能源,弥补风电、太阳能等清洁能源的不稳定性;CCHP还可以提高电网供电的可靠性。CCHP的发展已经有将近30年的历史。随着供电、供热和制冷设备的单元技术和集成运行技术的不断进步,欧美、日本的CCHP已经在许多领域得到了推广。

微网冷热电联供系统目前在我国的研究尚在探索阶段。CCHP系统作为一个分布式供能系统,在微网下运行与传统的独立CCHP系统运行有什么不同,值得去分析和探讨。

2 微网下的冷热电联供系统

2.1 加入可再生的新能源

相比传统的冷热电三联供系统来说,微网冷热电三联供系统最新的特点就是和多种分布式新能源一起,共同发电。能源消耗种类多样化,符合了用户对电

能质量多样化的要求。此外,系统较传统的“分供”,也提高了一次能源利用率,大大降低了年运行费用和CO₂和有害气体的排放,具有良好的经济效益和社会效益。在分布式发电系统中,风能和太阳能由于消耗的是可再生,有害气体几乎为零排放的清洁能源,也是当今社会所大力倡导和提倡的。

当CCHP在微网下运行,不必为原动机产出过多电能而造成的能量损失所担忧。当原动机产出过多的电能,可以根据需要储存入储能单元,或者向公网销售,大大能量和经济损失。微网储能技术正在大力发展中^[8]。储能单元主要是微网本身的一个保护装置:它给微网系统能量分配提供缓冲,减缓可再生能源波动性对电网产生的不利影响,提高电能质量^[9]。配备有优良的储能装置的微网系统,一方面能将风能和太阳能的分布式电源并入智能微网,结合上各种储能系统^[10]使用,能给电网当地用户提供用电负荷;其次还能增加系统“惯性”,继而提高电能质量。

2.2 运行策略上的不同

当CCHP系统与微网结合运行时,微燃机以外的分布式电源发出的电量可供当地的用户使用。我国北方冬季热负荷远高于电负荷,单纯的讨论热电比来决定“以电定热”还是“以热定电”的CCHP运行策略^[11]已经无法满足系统高性能系统的需要,导致大部分时候的能源都是直接在燃气锅炉中消耗天然气,非但没有体现冷热电联供的优越性^[12],反而大大浪费了资源。

传统的冷热电联供系统的运行策略,主要有“以热定电”模式、“以电定热”模式、“能源综合利用率最优”和“经济效益最优模式”^[13],不结合具体情况,而只单一的使用某一种模式,容易带来配置设计不当、运行不经济等方面,能源浪费的问题。按传统运行策略来运行系统,是否还能达到更优化目的,是否还适用于新型的微网冷热电联供系统,值得去探讨。

当微燃机产生的电负荷大于当地的用电负荷时,多余出来的电量可以根据指定的运行策略,选择储存在储能装置中,或者向外网输送。目前国家正关于向大电网售电的可行性的探讨中,如果微网向公网的售电技术成熟,国家上网政策与技术规范的也制定出台后,从CCHP产生出的多电负荷也能向大电网出售,这就能避免在以热定电运行策略下生产出来的多余的电量不会浪费。

在“以电定热”运行策略下,如果CCHP系统里余热回收装置产生的热负荷不足满足用户的用热负荷,可以从微网中储能装置、分布式电源或公网中购电。在冷

热负荷不足的情况下,可以用电制冷机或是通过补燃锅炉补燃来获取。具体的采取哪一种的供冷热策略,可以通过计算经济性和节能性等各项指标的综合评价最优的来选择。将CCHP系统并入微网,使CCHP的运行方式较传统的联供系统更为多样化,将CCHP系统在原有的基础上进一步优化,使得系统更经济,更环保。

2.3 传统CCHP系统的评价指标与优化方法

针对用户不用的冷热电负荷需求,为达到最优化的目的,选择最优的方案、容量配置和运行策略至关重要。目前冷热电联供系统常用的评价指标包括能效指标、经济指标和环境指标^[2]。确立目标函数和变量,建立约束条件,选择一种综合评价方法。当前费用年值法来对联供系统与分供系统进行经济评价比较合适。在对多目标的函数进行优化分析时,由于各个优化变量之间通常会相互排斥,取舍起来往往有些难度。对于此类情况,可以引入权重因子,各者的权重则根据决策者的意愿来确定,也可以采用主观赋权法、客观赋权法和组合赋权法三类^[2]。

吴利辉等^[3]以年费用、一次能源消耗和二氧化碳排放要求的多目标函数,并利用权重系数将多目标转换为单目标优化模型。Jiang-JiangWan等^[4]采用遗传算法,选定一次能源消耗节约率,年运行费用节约率,二氧化碳减排率三个为评价指标,对系统原动机容量和电制冷量与用户冷负荷的比值进行优化,并得出电价和天然气价格关系曲线,进行灵敏度分析。Kitagawa^[5]以年运行费用为目标函数,采用粒子群算法(PSO)对燃气轮机冷热电联供系统的运行参数、策略进行了优化。王志伟^[6]也是以年运行费用为目标函数,对微燃机数量和容量进行的优化,并对各个冷热电联供和分供的方案优劣的进行了比较,得出最优运行策略;同时运用利用层次分析法和灰色关联法对多种形式的联供系统方案进行比较。

2.4 微网冷热电联供系统优化方法

对微网冷热电联供系统进行设计优化时,可将传统的优化方法引入,忽略大电网的影响,同时考虑上微网中新加入的分布式电源,如太阳能、风能等,以及储能系统。综合多种评价指标,例如能效指标、经济指标和环境指标进行新的评价。建立以年费用、火用经济分析、投资回收期,二氧化碳排放量等为目标函数,确定约束条件。考虑新能源对初投资,运行费用,以及购电,购气的费用的变化,以年费用的为目标函数的也产生变化。储能装置,燃料电池的,使得以二氧化碳减排量

为目标函数的也相应产生变化。

设计系统配置方案。通过计算系统当地用户供冷、供热负荷,分析冷、热负荷的变化情况来确定系统配置,以获得最大经济效益、环境效益来设计运行策略,达到“削峰填谷”^[7]的目的,在保证用户冷热负荷的前提下,利用微网的自身优势,再进行电能分配。

结合系统中的蓄能装置,对原有的运行策略进行重新优化。分布式电源,原动机多发部分的电能可以储存如蓄电装置中。多余的回收余热也可储存到蓄热装置中。带蓄能装置的系统,采用动态优化和二次优化法,对运行策略的进行优化^[8-10]。

对含有小型热电联产的微网系统,建立各个分布式电源的数学模型,建立起以综合购电及售电,购气费用,环保费用,运行和维护费用的成本目标函数,对分布式电源的经济运行优化,得出夏,冬,过渡季节各个典型日的里,各时段的分布式电源发电策略,以及购、售电策略^[10]。

3 结语

微网的出现能够更加合理以及有效地利用分布式发电,冷热电三联供系统也能实现能源的高效利用。CCHP系统以一个分布式功能系统并入微网,以微网为电能调度的平台,能在满足冷热负荷的前提下,更为有效的分配以及储存电能,实现能源利用率高效化。

参考文献:

- [1]任晶鼎.冷热电三联供(CCHP)系统运行分析与监控系统设计[D].天津:天津大学电气与自动化工程学院,2012
- [2]Stevens J,Volkmer H,Klapp D.CERTS microgrid system tests[C].IEEE Power Engineering Society General Meeting Tampa 2007:1-4
- [3]Lasseter R H.CERTS microgrid[C].IEEE International Conference on System of Engineering San Antonio 2007:1-5
- [4]国海,苏建徽,张国荣.微电网技术研究现状[J].四川电力技术,2009,32(2):1-6
- [5]Morozumi S.Microgrid demonstration projects in Japan[C].Power Conversion Conference Nagoya 2007.
- [6]马力.CCHP及其所构成微网的运行特性研究[D].天津:天津大学电气与自动化工程学院,2008:1-5
- [7]鄂宝民,黄旭,庞立军,等.先进储能技术在环渤海风电发展中的应用前景分析[J].天津:天津电力公司.
- [8]张建成,黄立培,陈志业.飞轮储能系统及其运行控制技术研究报告[J].中国电机工程学报,2003,23(3):108-111.
- [9]董博,李永东,郑治雪.分布式新能源发电中储能系统能量管理[J].电工电能新技术,2012,31(1):22-25
- [10]康书硕,李洪强,蔡博,等.冷热电联供系统中“以热定电”与“以电定热”的分析研究[J].建筑科学,2012,28(2):255-260

(下转第53页)

(5) 停运 B 送风机, 由于 B 送风机油站为 DCS 输出 (DO) 长脉冲控制, 故择机将 B 送风机油站切为就地运行, 恢复送风机运行前切回远方控制;

(6) 停运 B 一次风机, 由于 B 一次风机油站为 DCS 输出 (DO) 长脉冲控制, 故择机将 B 一次风机油站切为就地运行, 恢复一次风机运行前切回远方控制;

(7) 解除机组协调、燃料、给水、风烟系统自动。

4 运行机组 DPU 离线下装组态文件步骤

(1) 首先对故障 DPU 的组态文件进行备份, 防止在下装过程中出现不可预测的问题后能及时使用备份文件进行恢复。

(2) 对 DPU 中自动控制 PID 参数进行备份记录, 在 DPU 恢复正常后对 PID 参数进行恢复。

(3) 利用 TCS3000 DCS 系统自带的工具软件 MoxIDE 对上下位点位进行导点。

(4) 对故障 DPU 逻辑清空。

(5) 对 DPU 组态进行编译。

(6) 对 DPU 进行离线下载。

(7) 上位画面须重新进行打包 Pack 和工程编译 Compile

(8) DPU 恢复正常运行后对相关 PID 参数进行恢复, 并检查 DPU 工作状态是否正常。

通过以上的导点和离线下装后, 空预器 B 没有再发生故障停运现象, 问题得到了彻底解决。在对 DPU 进行离线下装和导点工作中应注意以下重点: ① 工作前, 必须先做好备份, 将 PID 参数截图备份。② 在对控制器进行离线下装之前, 必须先对控制器进行清空, 编译; 然后用 MoxIDE 进行点位检查, 如果检查无误后再进行下载, 检查有误则必须导点 (上位画面须重新进行打包 Pack 和工程编译 Compile 否则有误), 导点后控制器进

行离线下载。③ 对控制器进行离线下装时, 注意观察系统信息, 看需要下载的主控 DPU 是否处于离线状态; 如果处于离线状态则下载成功, 否则检查控制器的主控 IP 地址是否一致。④ 离线下载完成后, 须进行速率切除和控制器对时, 传上位画面。

5 总结

通过以上缺陷的处理, 我们针对某企业 TCS3000 DCS 系统的日常维护管理, 总结出以下几点经验:

(1) 加强 DCS 工程师站的管理, 非热工专业人员严禁操作 DCS 工程师站;

(2) 严禁随意在线或离线下装 DPU;

(3) 机组每次启机前, 应使用 MoxIDE 工具软件对每个 DPU 进行导点检查, 如发现点位出现错误则应按照离线下装步骤对错误 DPU 进行导点、离线下装、上位机画面打包编译。

6 结语

本文以 600MW 运行机组 DPU 实现导点、离线下装组态文件为例, 详细讲述了 TCS3000 DCS 系统在机组运行时进行导点、离线下装 DPU 组态文件应该注意事项, 采取的安全技术措施和具体的实施步骤, 为同类型的问题提供了一个成功的案例。

参考文献:

- [1] 国电南京自动化股份有限公司. TCS3000 仪电一体化分散控制系统系统手册 [M].
- [2] 火力发电厂分散控制系统典型故障应急处理预案 国电南自 TCS3000 系统 [M]. 中国电力出版社.

收稿日期: 2013-04-23

修回日期: 2013-06-03

(上接第 50 页)

- [1] 谭旭. 新型热泵与微燃机耦合的热电冷联供系统研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2012.
- [2] 王江江. 楼宇级冷热电联供系统优化及多属性综合评价方法研究 [D]. 华北电力大学, 2012.
- [3] 吴利辉, 杨洪海, 吴植华. 三联供系统配置及运行策略的多目标优化分析 [J]. 建筑热能通风空调, 2012, 31(1): 16-18.
- [4] Wang JJ, Jing YY, Zhang CF. Optimization of capacity and operation for CCHP system by genetic algorithm [J]. Applied Energy, 2010, 87(4): 1325-1335.
- [5] Kitagawa S, Nakazawa C, Fukuyama Y. Particle swarm optimization for optimal operational planning of a cogeneration system [C]. Proceedings of the IASTED International Conference on Modelling Simulation and Optimization, 2004, 43-48.

- [6] 王志伟. 微型燃气轮机冷热电联供系统的研究与优化 [D]. 华北电力大学, 2007.
- [7] 陈满, 陆志刚, 刘怡, 等. 电池储能系统恒功率削峰填谷优化策略研究 [J]. 电网技术, 2012, 39(6): 232-237.
- [8] 刘爱国, 张士杰, 肖云汉. 带蓄能装置的分布式热电冷联产系统优化配置 [J]. 热力发电, 2010, 39(6): 14-20.
- [9] 肖小清, 阚伟民, 杨允, 等. 有蓄能的联供系统超结构优化配置 [J]. 中国电机工程学报, 2012, 32(32): 8-14.
- [10] 郭佳欢, 沈宏, 黄伟. 含小型冷热电联产的微电网系统经济运行 [J]. 电网与清洁能源, 2009, 25(10): 21-24.

收稿日期: 2013-06-22

修回日期: 2013-07-14