

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2013.11.004

燃气三联供系统在饭店中节能减排的应用分析

□ 北京燃气能源发展有限公司(100101) 徐雅静 陈斌 乔丽洁 李鑫 李阁林

摘要: 本文阐述了天然气三联供系统工作原理及氮氧化物的生成机理,理论对比了三联供系统在节能减排方面的优势,并应用于实际的饭店项目进行了相应分析,揭示了燃气三联供在推广应用上具有明显的优势。

关键词: 燃气三联供系统 节能减排 氮氧化物减排

The Practical Analysis of Gas CCHP Systems on Energy Conservation and Emissions Reduction in Hotel

Beijing Gas Energy Developments Ltd. Xu Yajing, ChenBin, Qiao Lijie, Lixin, Li Gelin

Abstract: This paper elaborates the working principle of gas CCHP system and the formation mechanism of NO_x. Through theoretical comparison and analysis the advantage of gas CCHP system in primary energy consumption and nitrogen oxides emission reduction. Then analyzed the actual hotel project to reveal the gas CCHP system has obvious advantages in the application.

Keywords: gas CCHP system energy conservation and emissions reduction emission reduction of NO_x

能源紧缺与环境污染已成为全球所关注的问题。在全球能源危机日渐凸显的情况下,世界各国都在大力推进能源战略,我国也不例外;与高度的物质文明并存的,是环境遭到严重破坏,空气污染严重危害到人们的身心健康^[1-2]。

建筑能源消耗占据着我国能源消耗的绝大部分,主要包括供电、采暖及制冷方面的消耗。相比传统供能方式,冷热电三联供系统的能源利用率更高、污染物排放量更低。此系统除了向建筑物供电外,还能向建筑物提供冷负荷、热负荷、生活热水负荷、蒸汽负荷等需求。其发电效率可以达到40%,甚至更高,一次能源利用率达到80%以上。同时由于布置在用户侧

的特点,可以减少大电厂或大热网在传输、分配过程中的损耗。而传统的大型燃煤发电厂的发电效率在34%~45%之间,除去厂用电损和传输过程中的线损,终端用户得到的效率也只能在30%~40%的区间范围内。^[3]

同时,天然气是一种清洁能源,尤其面对日益严重的环境问题,该系统可以大幅度减少氮氧化物排放,有效降低能源消耗量增加带来的环境污染加重的问题^[4],燃气冷热电三联供是分布式能源,属于国家鼓励发展的产业,具有较好的节能减排效果,符合国家环境保护的要求,具有较好的前景。

所以,采用燃气冷热电三联供系统可以结合各自

的优点，实现能源的梯级、高效利用，在节能减排、环境保护方面比常规能源系统具有明显的优势。

1 理论分析

1.1 燃气三联供系统

燃气冷热电三联供（CCHP）是指以燃气（现也有以沼气、页岩气等气体）作为一次能源，通过燃气轮机、燃气内燃机或燃气微燃机等动力设备驱动发电机发电，而产生的高温烟气和缸套水的热量可以被余热回收装置回收利用后向用户供冷或供热，满足终端用户对电、冷、热等能源方面的需求。

本文计算所研究的三联供系统是“燃气内燃机+余热直燃机”的供能形式，其工艺流程是天然气进入内燃机燃烧，内燃机将燃料的热能转化为气缸的机械能，从而带动发电机组发电，提供电力负荷。天然气燃烧后的高温烟气以及缸套水的热量被余热回收装置再回收利用后，根据用户的要求为用户提供冷、热负荷。其系统原理图如图1所示：

该系统具有的优点如下：

（1）布置在用户侧，燃气三联供系统解决了热电厂冬夏季负荷不均造成的热经济性低的问题，降低了发电煤耗率，提高了经济效益；

（2）该系统布置在建筑物内或就近布置，减少了大型热电项目大电网、大热网在输送环节的能量损失；

（3）该系统能够实现建筑用能自发自用，能源使用随用随转化、调节方便，避免了大型热电项目水

利失调、冷热不均带来的能量损失；

（4）以溴化锂吸收式制冷机取代压缩式制冷机，避免了CFC类氟利昂制冷剂的大量使用和排泄，起到了环保的作用；

（5）该系统与建筑同步建设，建设周期短；

（6）可以实现区域内能源供应的模块化建设。

1.2 燃气三联供与传统供能方式的对比

在供给终端用户等量的符合需求时，分别采用燃气三联供系统和常规能源系统，通过相应的计算，对比分析其氮氧化物的生成量，具体分析如下。

1.2.1 燃气三联供（燃气内燃机）

燃气内燃机以天然气作为一次能源进行发电，同时可以利用余热进行供热（制冷）。按照三联供系统效率80%（发电效率为40%）进行计算，提供1kWh的电量，需要天然气为0.256m³，同时可以提供1kWh的热（冷）。

在氧浓度为5%时，不加脱氮设备的内燃机的NO_x排放为500mg/m³，根据其理论产生的烟气量可得其产生的NO_x量为1 713.41mg。即燃气三联供系统产生1kWh的电和1kWh的热（冷），其耗气量为0.256m³，折合为标煤是0.307kg，产生的NO_x量为1 713.41mg。

1.2.2 常规供能方式（单纯依靠燃煤电厂发电）

按照全国燃煤电厂平均发电效率为35%计算，同时要扣除输送电损大约为10%，最终终端用户得到的发电效率为30%。根据相关文献数据^[7-8]，选取火电厂的煤耗量为360g/kWh。

1kWh的电，由燃煤电厂产生需要耗煤360g，等热值折合耗气为0.3m³，按照不加装脱氮设备来说，

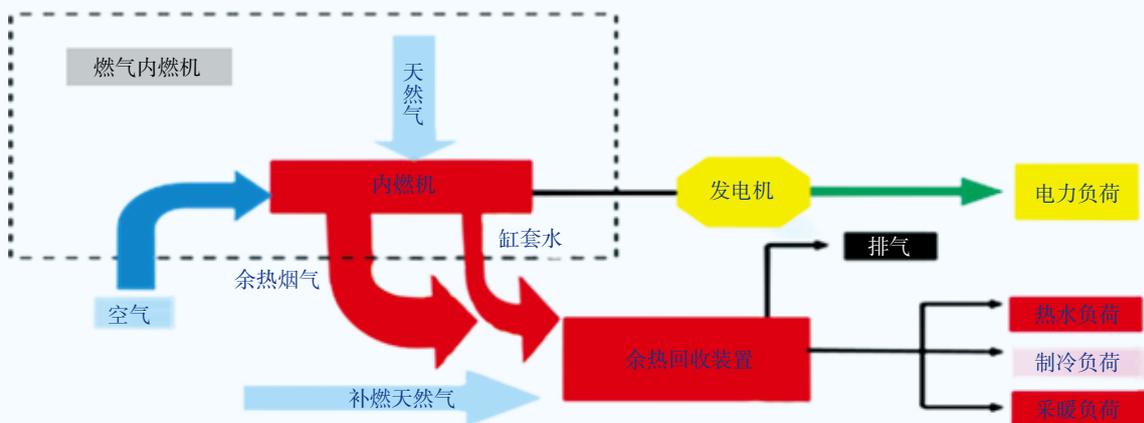


图1 燃气三联供系统原理图

其产生NO_x为3.1g;

1kWh的热,由燃气锅炉提供,耗气量为0.114m³,产生NO_x为152.6mg;

1kWh的冷,由电空调提供,电制冷机的COP取5,即终端用户获取1kWh的冷量需要消耗0.2kWh的电,等热值折合耗气量为0.06m³,产生的为0.62g。

综上所述,采用传统供能方式使得终端用户获得1kWh的电和1kWh热时,需要天然气体积为0.414m³,产生的NO_x总量为3 152.6mg,终端用户获得1kWh的电和1kWh冷时,需要天然气体积为0.36m³,产生的NO_x总量为3 620mg。

1.2.3 计算结果对比分析

3种供能方式的耗气量和NO_x生成量对比结果如表1所示:

从图2、表1对比数据可以得出:

(1) 满足终端用户等量的能源需求,提供1kWh电+1kWh热,采用燃气三联供消耗一次能源量比常规能源方式少0.158m³,折合标煤为0.19kg,约为38%;

产生的NO_x量比常规能源方式少0.4565mg,约为45.65%;

(2) 满足终端用户等量的能源需求,提供1kWh电+1kWh冷,采用燃气三联供消耗一次能源量比常规能源方式少0.104m³,折合标煤为0.12kg,约为28.9%;产生的NO_x量比常规能源方式少1 906.6mg,约为52.67%;

2 工程项目案例分析

某五星级饭店项目,总用地面积4.8万m²,建筑面积为8.3m²,主要供能包括客房、餐饮、多功能会议中心、休闲健身场所等。该项目采用燃气三联供系统,采用三联供发电满足饭店基本用电负荷,同时供应饭店空调冷负荷、空调热负荷、生活热水负荷和蒸汽负荷。三联供能源站建于饭店地下一层,总建筑面积为1 500m²。能源中心设置主机间、配电室、控制室、计量间、辅机间以及值班室等。

表1 两种供能方式数据对比

	燃气三联供方式		常规能源方式	
	1kWh电+1kWh热	1kWh电+1kWh冷	1kWh电+1kWh热	1kWh电+1kWh冷
天然气耗量 (m ³)	0.256	0.256	0.34	0.3012
NO _x 排放量 (mg)	1 713.41	1 713.41	2 578.64	2 951.4

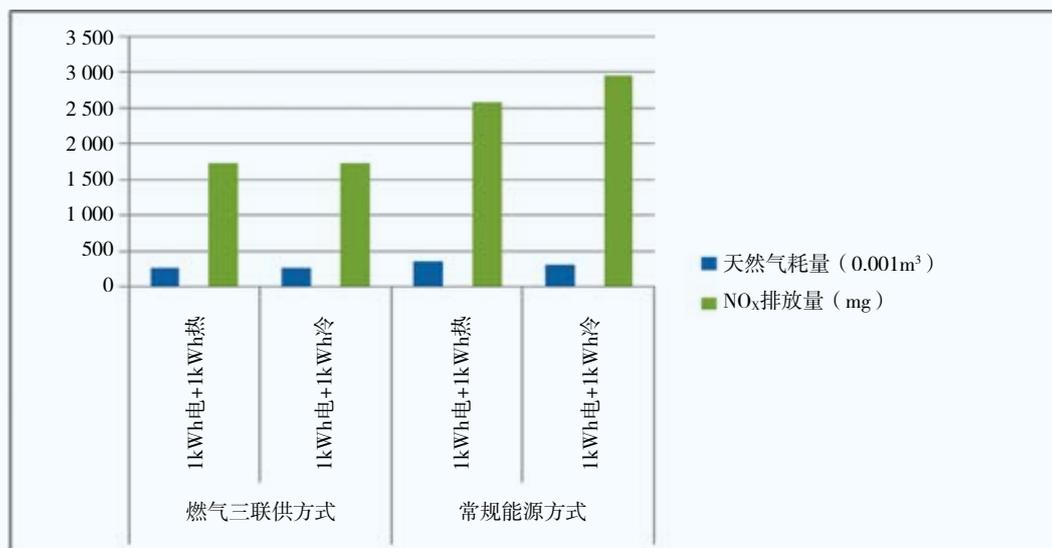


图1 燃气三联供系统原理图

经冷热负荷曲线,逐日逐时分析其负荷量,其夏季空调冷负荷为8 300kW,冬季空调热负荷为7 100kW,生活热水负荷为4 230kW,蒸汽负荷为3t/h,该系统采用燃气三联供系统,年平均能源综合利用率为80.06%,制冷工况的节能率为39.7%,供热工况节能率为17.5%。年发电量约为640万kWh,以燃煤电厂标准煤耗为333g/kWh计算,扣除10%的输电损失,可替代标煤2 379t,能源站利用发电余热供热0.9万GJ,以燃煤低位热值22.4MJ/kg计算,余热供热可节约标煤417t;利用发电余热供冷1.52万GJ,以电制冷能耗COP=4.5计算,余热供冷节电94万kWh。

本项目能源站采用三联供系统,燃气自发电并利用余热供热、制冷,全年可替代标煤3 150t,年减排NO_x的量为28.3t,可见燃气三联供在节能减排方面具有较大的优势。

3 结论

本文分别对燃气三联供系统与常规供能系统、传统供能系统在一次能源利用率和氮氧化物排放量方面做了对比计算,得出以下结论:

(1) 满足终端用户等量电、热负荷需求的前提下,采用燃气三联供系统比常规供能系统节省一次能源的消耗量为38%;产生的NO_x量也较少,分别比常规能源方式减排45.65%。

(2) 满足终端用户等量电、冷负荷需求的前提下,采用燃气三联供系统比常规供能系统、传统供能系统节省一次能源的消耗量为28.9%;产生的NO_x量

比常规能源方式减排52.67%。

(3) 根据实际的饭店项目,采用燃气三联供系统比常规系统在节能减排方面具有明显的优势。

因此,采用燃气三联供系统对一次能源的消耗更少,氮氧化物的排放量少,同时结合工程案例分析,燃气三联供比常规系统具有更大的优势,所以燃气三联供系统势必得到较大推广。

参考文献

- 1 杨宏会. 外国石油公司动态[J]. 国际石油经济, 2005; 13(11): 68-69
- 2 何学良, 李疏松. 内燃机燃料[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999: 2-15
- 3 黄锦涛, 丰镇平, 袁劲松. 分布式冷热电联供系统经济性分析[J]. 沈阳工程学院学报, 2005; 1: 17-21
- 4 孙志高, 郭开华. 天然气型冷热电联供系统应用分析[J]. 建筑热能通风空调, 2006; 25(2): 70-73
- 5 吴碧君. 燃烧过程中氮氧化物的生成机理[J]. 电力环境保护, 2003; 19(4): 9-12
- 6 同济大学, 重庆建筑大学, 哈尔滨建筑大学等. 燃气燃烧与应用[M]. 中国建筑工业出版社, 2000: 12: 3-6
- 7 马风哪, 程伟琴. 火电厂排放特性分析及总量估算方法探讨[J]. 广州化工, 2011; 39(16): 17-19
- 8 刘孜, 易斌, 高晓晶等. 我国火电行业氮氧化物排放现状及减排建议[J]. 环境保护, 2008; 8: 7-10

工程信息

LNG循环经济全产业链项目在呼和浩特市玉泉区开工

2013年9月30日,年产70万t LNG循环经济全产业链项目在呼和浩特市玉泉区裕隆工业园区正式开工奠基。

此次在玉泉区裕隆工业园区奠基的年产70万t LNG循环经济全产业链项目,由呼和浩特市煤协新能源汽车物流有限公司投资建设,项目计划总投

资50.7亿元。

项目一期工程预计于2014年6月份投产,全部项目计划于2015年底前建成投入运行。项目全面建成后,预计营业收入可达286亿元,年纳税额约15亿元,可解决就业约2 000人。

(本刊通讯员供稿)