

# 热电联产机组的热电函数模型研究

赵会茹,符力文

华北电力大学经济管理学院,北京 102206

[摘要] 在以热定电法的基础上,通过引入热电负荷理论系数对工况图法进行完善,并得出热电函数模型。以某台 300 MW 机组为例进行验证的结果表明,该模型可以较为准确、方便地构建热电机组的热电函数关系,以便热电厂和电网公司对热电机组运行进行调控。

[关键词] 300 MW 机组;热电联产;以热定电;热电函数模型;热电负荷

[中图分类号] TK219

[文献标识码] A

[文章编号] 1002-3364(2012)04-0004-02

[DOI 编号] 10.3969/j.issn.1002-3364.2012.04.004

## STUDY ON HEAT - ELECTRICITY FUNCTION MODEL OF HEAT - ELECTRICITY CO - GENERATION UNITS

ZHAO Huiru, FU Liwen

College of Economic Management, North China Electric Power University, Beijing 102206, PRC

**Abstract:** Based on the method of determining electricity according to heat, and through introducing the theoretical coefficient of thermal and electric loads, the working conditions' graphmetric method has been improved, and the heat - electricity function model being obtained. Taking one 300 MW unit as example, the result of verification shows that the heat - electricity function relationship of the co - generation unit can be more accurately and conveniently constructed by using the said model. According to this function relationship, the thermal power plants and power grid companies can conveniently regulate and control the operation of thermal power units.

**Key words:** 300 MW unit; heat - electricity co - generation; determining electricity according to heat; heat - electricity function model; thermal and electric loads

目前,计算热电关系的方法主要为“以热定电法”,具体形式为弗留格尔变工况计算法和工况图计算法。弗留格尔变工况计算法是根据机组热负荷的变动情况收集相应的热力参数,计算出机组在某一热负荷下的理论发电功率,计算结果准确。但是,由于该方法需分机组计算其压力及焓值等参数,需要比较详细的机组设计及改造资料,数据收集工作难度较大,甚至可能出

现由于原始资料不足而无法计算的情况。工况图计算方法是根据不同类型机组的工况图所反映的相关信息运用软件拟合工况图,求解各类机组的热电函数,计算方法比较简便,考虑了不同机组的特性,能较全面地反映在各种运行条件下汽轮机组的功率、流量和抽汽量三者之间的关系,在此基础上得到的机组运行数学模型能够间接反映出热负荷和电负荷的理论关系。本文

收稿日期: 2011-05-04

作者简介: 赵会茹(1963-),女,教授,从事清洁能源及电力市场管理研究。

E-mail: Fuliwen88@163.com

在此基础上通过引入热负荷理论系数对工况图法进行完善,得出能够直接反映不同机组热电函数关系的模型。

## 1 热电函数模型

不同容量机组的蒸汽量与电负荷的理论函数关系:

$$N = f(G) \quad (1)$$

式中: $N$ 为机组的电负荷,MW; $G$ 为主蒸汽流量,t/h。

主蒸汽流量与热负荷的换算公式:

$$Q_{lr} = \frac{G(h_h - \bar{t}_{hs})}{239.23\eta} 10^6 t \quad (2)$$

式中: $Q_{lr}$ 为供热量,GJ; $h_h$ 为供热蒸汽比焓,kJ/kg; $\bar{t}_{hs}$ 为供热回水比焓(若无回水则为环境温度下水的比焓),kJ/kg; $t$ 为设备利用时间,h; $\eta$ 为机组的综合效率。

将机组运行参数经过相关整理后代入式(2),即可得出供热量与发电量的直接函数关系式:

$$N = \alpha Q_{lr} \quad (3)$$

式中, $\alpha$ 为热电负荷的理论系数。

结合热电厂实际机组的信息及供热数据,得出理论发电功率:

$$N = \sum_{i=1}^n \alpha_i Q_{lri} \quad (4)$$

式中: $i$ 为第*i*台机组; $n$ 为机组台数。

应用该模型所得结果,可进行热电负荷的最优分配。

## 2 实际机组算例

某台 300 MW 单抽式机组的工况图特性函数形式为:

表 1 机组某月的供热运行分析数据

项目	当月总供热量 /GJ	当月实际发电量 /MW	当月理论发电量 /MW	实际热电比 /%	理论热电比 /%
数值	55 170.36	80 227.92	16 396.63	19.10	93.46

以该机组所属的热电有限公司为例,另一台机组相同月份的总供热量为 30 328.47 GJ,将其与表 1 中的数据及热电负荷理论系数代入式(4)得:

$$N = 0.2972 \times 55 170.36 + 0.2972 \times 30 328.47 = 25 410.25 \text{ MW}$$

其中 $a, b$ 为系数。结合该机组的以热定电指标、机组性能、机组实时运行数据等,运用 origin7.5 软件进行曲线拟合得出:

$$a = 326 918, b_1 = -45 823.524, b_2 = 89.562,$$

$$b_3 = -0.246, b_4 = 6.82 \times 10^{-4}$$

将 $a, b$ 值代入式(5),可得出机组的理论电负荷 $N$ 。经与实际电负荷值比较(图 1)可见,理论电负荷与实际机组的电负荷最大差值不超过 10 MW。

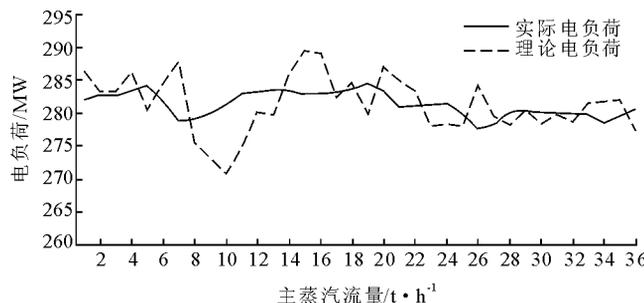


图 1 机组的电负荷实际值与理论值对比

将机组的以热定电指标、机组性能、机组实际运行数据等代入式(2)、式(3)可得出该机组的热电负荷理论系数 $\alpha$ 为 0.297 2。即按照以热定电原则进行电负荷分配时,该机组在每供 1 GJ 热负荷时应输出 0.297 2 MW 电负荷。在满足该系数的条件下,机组的热电比值为 93.46%,满足单机容量在 200 MW 以上的抽汽、凝汽两用机组采暖期热电比大于 50%的要求。

应用该热电负荷理论系数可将该类型机组的理论发电量与实际发电量进行对比,以采取相应的措施进行调整。表 1 为机组某月的供热运行分析数据。

可见,根据所承担的热负荷和机组特性,该公司应该输出电负荷 25 410.25 MW。如果热负荷以 10%的增涨率上升,则可以制定出下一年该公司的购电计划量为:25 410.25 × (1 + 10%) = 27 951.28 MW

(下转第 9 页)

的目的。在开发新型脱硫脱硝的过程中,应在深入分析物理场强化作用机理的基础上,综合考虑能耗和效率 2 方面因素,进一步发挥物理场的作用。

### [参 考 文 献]

[1] 国家环境统计局,国家环境保护总局. 2010 中国环境统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2010.

[2] 张虎,佟会玲. 燃煤烟气同时脱硫脱硝机理概述[J]. 环境科学与技术,2006,29(7):103-106.

[3] 宋增林,王丽萍. 火电厂锅炉烟气同时脱硫脱硝技术进展[J]. 热力发电,2005,36(2):6-9.

[4] 韩慧,白敏冬. 脱硫脱硝技术展望[J]. 环境科学研究,2002,15(1):55-58.

[5] 陈伟华,任先文. 脉冲放电等离子体烟气脱硫脱硝工业试验研究[J]. 环境污染治理技术与设备,2006,7(9):21-26.

[6] Binlin Dou. Flue gas desulfurization with an electrostatic spraying absorber[J]. Energy and Fuels,2008,22:1041-1045.

[7] 钟秦. 燃煤烟气脱硫脱硝的工艺技术原理与工程实例[M]. 北京:化学工业出版社,2002.

[8] Juhui Jiang, Yahong Li. Experimental and mechanism research of SO<sub>2</sub> removal by cast iron scraps in a magnetically fixed bed [J]. Journal of hazardous materials,2008,153:508-511.

[9] 张琦,归柯庭. 磁流化床强化烟气脱硫反应机理研究[J]. 工程热物理学报,2007,28(4):628-631.

[10] Qi Zhang, Keting Gui. Removal of SO<sub>2</sub> using magnetically fluidized bed in the semi-dry flue gas desulfurization process: Roles of ferromagnetic particles and applied magnetic field in the desulfurization reaction[J]. Chemical Engineering and Technology,2008,31:537-541.

[11] Qi Zhang, Keting Gui. A novel semidry flue gas desulfurization process with the magnetically fluidized bed reactor [J]. Journal of hazardous materials,2009,39(3):1161-1164.

[12] 姚桂焕,张琦. 低温磁性铁基 SCR 烟气脱硝的实验研究[J]. 环境科学,2009,30(10):2852-2857.

[13] 马双忱,赵毅,马宵颖. 活性炭床加微波辐射脱硫脱硝的研究[J]. 热能动力工程,2006,21(4):338-342.

[14] 秦华,徐岩. 微波诱导等离子体法对燃煤烟气脱硫的研究[J]. 煤质技术,1999(5):27-28.

[15] 曹春梅,赵晓初. 微波直接分解脱除 NO 的数值模拟研究[J]. 华北电力大学学报,2010,37(4):96-100.

[16] 钟丽云,吴光前. 微波辐照活性炭烟气脱硫技术的研究状况与展望[J]. 能源环境保护,2008,22(4):1-4.

[17] Zaishan Wei, Zhehang Lin, Hejingying Niu. Simultaneous desulfurization and denitrification by microwave reactor with ammonium bicarbonate and zeolite [J]. Journal of hazardous materials,2009,165(2-3):837-841.

(上接第 5 页)

### 3 结 语

通过优化的热电函数模型,较直接地反映了热负荷与电负荷的关系。对于热电厂,可以根据机组运行情况,较准确地掌握发电负荷,实现机组的高效运行;对于电网公司,可以根据热电厂的供热情况,制定合理的购电计划,提高公司运营效率。

### [参 考 文 献]

[1] 田枫. 热电联产机组的供热盈亏分析及合理热价函数的确定[J]. 山西电力,2006,34(4):42-44.

[2] 张晓东,郑永刚,王修彦. 热电联产企业生产过程经济分析的热经济学方法[J]. 热力发电,2005(11):6-11.

[3] 叶学民,李春曦,高正阳. 热能利用过程的热电分摊模型[J]. 华东电力,2004,32(6):4-6.

[4] 何永秀,张培基,张一星. 热电联产项目供热、供电成本分摊机制的研究[J]. 中国电力,2004(6):63-66.

[5] 张晓东,张乃强,王清照. 热经济学结构理论在热电联产机组分析中的应用[J]. 现代电力,2003,20(1):8-12.

[6] 李勤道,严俊杰,刘继平,等. 热电厂热负荷分配方法的研究[J]. 动力工程,2001,21(1):1078-1081.

[7] 尚玉琴,崔朝英,宋之平. 关于热电联产电厂热电单耗分摊的讨论[J]. 动力工程,2000,20(6):992-995.

[8] 荆有印. 热电联产热、电按质分摊数学模型的建立及修正方法[J]. 热能动力工程,1999,79(14):51-52.

[9] 冯霄,钱立伦,蔡颀年. 热电联产中热、电分摊比的合理确定[J]. 工程热物理学报,1997,18(4):409-412.