

中小城市热电联产企业的循环经济研究

陈 郁, 张树深, 刘素玲, 张 芸, 郭海峰

(大连理工大学环境与生命学院工业生态与环境工程教育部重点实验室, 辽宁 大连 116024)

摘要:对循环经济在中小城市热电联产企业(简称热电企业)中的应用进行了研究,提出了“水热电联产”的循环经济理念,并以中小城市热电企业为关键种结合污水处理厂构建了一条较为完整的循环经济链,对其物流和能流方式分别进行了分析概述,结果表明,水热电联产可以有效的提高资源利用率,减少环境污染,具有显著的环境经济效益。

关键词:水热电联产;中小城市;热电企业;循环经济

中图分类号:X78

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2009)05-0083-04

Study on circular economic mode of CHP enterprises in small and medium-sized cities

CHEN Yu, ZHANG Shu-shen, LIU Su-ling, ZHANG Yun, GUO Hai-feng

(Key Laboratory of Industrial Ecology and Environmental Engineering, MOE, School of Environmental and Biological Science and Technology, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: The application of circular economy to combined heat and power enterprises (CHP enterprises) in small and medium-sized cities is discussed. The theory of combined water, heat and power (CWHP) cogeneration is put forward and an industrial chain consisting of sewage treatment plant and CHP plants which are considered as keystone species is constructed. The energy and material flows of CWHP cogeneration are analyzed respectively, and the results indicate that CWHP cogeneration can improve the utilization of resources and reduce the pollution of environment, and bring a more economic efficiency and environmental benefits.

Key words: combined water heat and power cogeneration (CWHP); small and medium-sized cities; CHP enterprises; circular economy

循环经济理论是解决可持续发展问题的关键,依据其理论特征,很多产电企业都在生产中引入了循环经济的理念。尚凡一等^[1]通过在荒盐碱滩上建设以电厂-采油厂-城市生活污水处理厂为主的循环经济示范区的研究,指明了建设循环经济示范区的主要意义,探讨了循环经济模式,总结了经验。吕惠等^[2]简述了海水脱硫工艺,并通过对比实例给出参数,为海滨燃用低硫煤火力发电厂烟气脱硫系统的比选与海水法烟气脱硫系统的前期设计提供参考。但是,目前产电企业的循环经济结构单一,比较偏重于终端废物的资源化,而对资源的输入端考虑较少。如果在源头也可以做适当的改进,那么,企业不仅拓宽了生存思路,同时也降低了资源的耗费。宋正昶等^[3]以及王荣斌等^[4]对城市污水回用于电厂冷却水的可行性做了分析,结果证明水质指标完全可以达到用水水质要求。中小城市的热电企业不存在地域的限制,完全可以与污水处理厂联合,实现水、热、电联产,拉长产业链,进一步实现可持续发展。

1 热电企业发展循环经济的必要性

1.1 热电企业发展面临的问题

1.1.1 能源消耗日趋加剧

近几年,随着我国生产力水平的提高,日趋强大的生产能力需要更多的电力、热力能源(见表 1、表 2)。

表 1 2003—2005 年电力消费情况

	2003 年	2004 年	2005 年
电力消费量/亿 kWh	19031.6	21971.4	24940.4
人均生活电消费量/kWh	173.7	190.2	216.7

表 2 2005 年 1—3 月社会用电情况

第一产业		第二产业		第三产业		全社会	
用电量/ 亿 kWh	同比 增长/ %	用电量/ 亿 kWh	同比 增长/ %	用电量/ 亿 kWh	同比 增长/ %	用电量/ 亿 kWh	同比 增长/ %
131.73	3.29	4106.53	13.23	594.59	11.10	5505.64	13.38

注:数据来源于 2006 年统计年鉴。

收稿日期:2009-01-20

基金项目:中国博士后科学基金资助项目(20070411072)

作者简介:陈郁(1975-),女,讲师,博士研究生,主要从事环境规划及评价等方面的研究,0411-84706151,cyjbb@126.com。

由表 1、表 2 可以看出,2003—2005 年间我国用电量增长迅速。从 2005 年 1—3 月社会用电情况可以看出,大部分电力资源消耗在工业和国民生活方面。全国工业用电量 4 106.53 亿 kWh,占全社会用电量的 74.6%,其中轻、重工业用电量同比增长 8.57% 和 14.51%^[5]。国民生活用电量居中,但增长速度相对较快。而 2003—2005 年生活热力消费量分别为 33 666 万、41 395 万、51 744 万 GJ。仅 2004—2005 两年间供热消费量以标准煤折算分别消耗 14 578.43 万 t 和 15 802.54 万 t。由此可见电力、热力资源消耗之大并且今后还将持续大幅度的增长。

1.1.2 资源压力日益显著

能源的持续消耗使得资源压力日益突出出来。我国工业生产以煤炭作为主要能源且短期之内很难改变。2003—2005 年,我国煤炭消费量分别为 169 232.0 万、193 596.0 万、216 557.5 万 t。其中,用于发电的分别为 81 976.5 万、91 961.6 万、103 098.5 万 t。基本相当于每年总消耗量的 50% 且递增迅速。同年间,供热所消耗的煤炭分别为 10 865.5 万、11 546.6 万、13 542.0 万 t。虽然我国地大物博,但人均占有量却十分有限。伴随能源的消耗,资源的存量剧减,按照这种消耗速度发展下去,电、热的供应势必会受到各种资源的极大制约。

1.1.3 环境压力日趋严峻

以煤炭为主的能源结构以及燃烧效率的不足导致了大量废气、废物的产生,引发了严重的生态环境问题,包括地面沉陷、地下水系遭到破坏、酸雨危害的地理面积逐年扩大、温室气体和烟尘粉尘的大量排放等。按 2005 年末的统计,燃煤机组的比例占 75%,发电量占总发电量的 82%,热电行业废水排放量 251 145 万 t;全国排放的二氧化硫总量约 2 400 万 t,其中,发电占 1 300 万 t,超过了排放总量的一半;二氧化碳排放总量约 22.2 亿 t^[6];粉尘烟尘共产生 17 124.7 万 t。排放到空气中的二氧化硫会氧化形成酸雨腐蚀建筑物,目前,二氧化硫排放形成的酸雨面积已占国土面积的 1/3^[7]。烟尘粉尘使空气中 TSP 增加,严重影响空气质量,热电企业环保压力日益增加。

1.2 循环经济理论

与传统的经济模式“资源—产品—废物”所构成的物质单向流动的生产过程不同,循环经济摒弃了那种高开采、低利用、高排放的经济发展模式而采用由“资源—产品—再生资源”的物质循环流动构成的生产过程,形成一种循环发展的模式^[8]。循环经济以“3R”原则为基础,即源头控制减量化原则(Re-

duce)、过程控制再利用原则(Reuse)、终端回用资源化原则(Recycle),力求达到低开采、高利用、低排放的生产目的。循环经济追求的是环境效益和经济效益双丰收。依据循环经济的理论及其特征,很多产电企业都在生产中引入了循环经济。

2 热电企业循环经济产业网络

2.1 面向循环经济的热电企业的支撑技术

在热电企业生产过程中,资源的转化和利用率不可能达到百分之百,循环经济正是针对这一点,模仿自然生态系统,对所有的资源及产物进行综合利用,实现能量的梯级利用以及物质的闭路循环。如下简述了几种面向循环经济的热电企业的支撑技术:

(1) 热电厂内部水资源的循环利用。电厂中耗水量最大的部分是循环冷却水系统,王志轩等^[9]提出在电厂内建设完整的水回收系统及水务管理制度。热电厂可以回收的各种废水、污水,经处理后作为冷却塔循环冷却水补充水源,返回到循环水系统再利用,而水质较差的可用于冲灰、喷淋用水等。

(2) 水电联产。电厂可以与污水处理厂联产,电厂供电给污水处理厂,而污水处理厂则将处理后达到水质标准要求的中水再经过深度处理后供给发电厂发电机组使用或作为机组补给水源。赵荧^[10]对城市污水再生水回用于电厂循环冷却系统进行了探讨,总结了应用时发生的问题及解决方法。如果水电联产于热电企业,提取循环水携带的热量用来供热,进一步实现水热电联产,将使热电企业的循环经济链更加完善。

(3) 海水利用。徐明^[11]在其文章中对海水在沿海电厂中的利用进行了较为详尽的叙述。在沿海地区或水质不好的地区,如该地区淡水匮乏,且不具备取用淡水条件或取用淡水或其他冷却系统不经济时,电厂可采用海水循环冷却系统。但是,用海水作为电厂循环冷却水工序复杂,需对海水用滤网过滤,并投加海水缓蚀剂、阻垢分散剂、菌藻杀生剂等进行水质处理。沿海电厂还可以在循环冷却系统中采用海水直流冷却系统,并可以用海水直冷水对烟气进行脱硫,经曝气后直接排海。

(4) 脱硫石膏的利用。目前,大部分电厂采用的是湿法脱硫技术,产生的副产品脱硫石膏能否有效的利用决定着电厂循环经济的经济性及所带来的环境效益。研究表明,脱硫石膏的品位已经超过了天然石膏的品位。罗春等^[12]结合国内外综合脱硫石膏的利用现状,对烟气脱硫石膏在建筑建材业、农业

烟囱排放或者利用烟塔合一技术通过冷却塔排放。

(3) 硫物流链。煤的不完全燃烧会产生大量的二氧化硫, 热电厂对烟气脱硫原料的选择和脱硫产品的利用也是一个重要的环节。对于脱硫原料, 热电厂可以利用城市废弃物——石灰石矿渣作为锅炉脱硫剂, 而脱硫副产品, 如脱硫石膏, 可以用来生产建材, 实现废物资源化、零排放。

2.3.2 能流链

热电厂能量按照梯级利用原则, 实现电、冷、热供应。

(1) 电流链。热电厂以产电为主, 电力除厂区分外全部输出。

(2) 冷流链。夏季, 热电厂汽轮机的抽汽可以供给空调制冷^[16]。如采用溴化锂吸收式制冷机, 以蒸汽热能为动力, 以水为制冷剂, 溴化锂溶液为吸收剂, 制取冷媒水用作空调冷源。制冷机本身加工简单、操作方便, 制冷量调节范围大, 可实现无级调节且运动部件少, 噪声低、振动小, 无毒无害对环境污染小还充分利用了蒸汽余热。

(3) 热流链。热电厂供暖系统是生态工业链的重要一环(如图 1 中……所示)。在采暖季节, 热电厂循环冷却水中的热量可以使用热泵技术提供给居民供暖系统。循环水中的热量在热泵站被提取出来供给中间闭合管路, 中间闭合管路仍以水为媒介, 将获得的热量传递给居民供暖系统。另外, 锅炉燃烧产生烟气的余热也可以用于生活热水供暖。

2.4 环境经济效益

获得更多的环境经济效益是热电企业发展循环经济动力之一。水热电联产合理的拉长了产业链, 各种污染物, 如污水、炉渣、二氧化硫均得到有效的处理利用, 或循环使用或资源化。这就使得企业将环保投入转化成废物资源化所用的生产投入, 意味着经济效益的增加。污染物排放减少, 环境效益亦随之提高。同时, 水、热、电等能量随着物流在循环链中被梯级利用, 能量利用率提高, 企业对原料的需求量减少, 相对地增加了企业的经济效益。

3 问题与讨论

水热电联产虽然在理论上完善了中小城市热电企业循环经济链, 但是, 考虑到生产中的一些实际情况, 水热电联产在实际应用中应注意以下问题:

(1) 由于水热电联产在生产过程中需要水厂与热电厂进行物质及能量的交换, 这就要求水厂与热电厂不可以相距太远, 要方便管路的搭建, 降低前期投资。热电厂在构建循环经济链的时候要因地制宜,

切不可盲目选择。

(2) 热电厂在热量外送的过程中会出现热损失, 这就需要热电厂对送热管路的长度的设计要合理, 必要时可以在适当的管长部位架设加热系统以便满足采暖需要。

4 结语

通过分析, 水热电联产能够提高热、电和水及生产资料的利用率, 降低了成本, 同时减少了污染物的排放, 具有显著的环境、经济效益。水热电联产是对目前中小城市热电企业的循环经济链的补充和完善。

参考文献

- [1] 尚凡一, 张红进, 曹桂荣. 电厂-采油厂-污水处理厂循环经济链建设研究[J]. 江苏环境科技, 2004, 17(3): 17-19.
- [2] 吕惠, 兰凤春. 海水法烟气脱硫工艺在国内火电厂的应用研究[J]. 吉林电力, 2007, 35(4): 23-30.
- [3] 宋正昶, 王国红, 卫荣章. 火电厂循环冷却水的中水利用[J]. 水处理技术, 2007, 33(3): 72-75.
- [4] 王荣斌, 汪翠萍, 邢奕, 等. 城市污水处理厂二级出水深度处理回用的设计与运行[J]. 环境工程, 2007, 25(4): 10-12.
- [5] 余芳. 基于循环经济的燃煤发电企业可持续发展研究[D]. 南京: 河海大学, 2007.
- [6] 赵小平. “十一五”电力工业发展的基本思路[EB/OL][2008-10-10]. <http://www.ndrc.gov.cn/nyjt/nyzywx/t20070126-113846.htm>, 中华人民共和国发展和改革委员会, 2006-12-27.
- [7] 国家发展改革委关于印发节能中长期专项规划的通知[EB/OL][2008-11-10]. <http://www.ndrc.gov.cn/hjbb/jnjs/t20050711-45823.htm>, 中华人民共和国发展和改革委员会, 2004.
- [8] James Greyson. An economic instrument for zero waste, economic growth and sustainability[J]. Journal of Cleaner Production, 2007, 15: 1382-1390.
- [9] 王志轩, 叶雷. 发展循环经济促进电力工业可持续发展[J]. 中国电力, 2004, 37(11): 1-5.
- [10] 赵莹. 城市污水再生水回用于电厂循环冷却系统的探讨[J]. 华北电力技术, 2007, 10: 52-54.
- [11] 徐明. 海水用于循环冷却系统的探讨[J]. 电力建设, 2002, 23(5): 12-13.
- [12] 罗春, 蒋湛, 马立实, 等. 武汉地区燃煤电厂烟气脱硫石膏利用前景分析[J]. 环境研究与监测, 2007, 20(4): 13-15.
- [13] 李甲亮, 王琳, 宫兆国. 燃煤电厂生态电力工业园区建设探讨[J]. 能源环境保护, 2005, 19(2): 52-54.
- [14] Peter Borre Eriksen. Economic and environmental dispatch of power/CHP production systems[J]. Electric Power Systems Research, 2001, 57: 33-39.
- [15] Peng T, Lu H F, Wu W L, et al. Should a small combined heat and power plant (CHP) open to its regional power and heat networks? Integrated economic, energy, and emergy evaluation of optimization plans for Jiufa CHP[J]. Energy, 2008, 33: 437-445.
- [16] Louise Trygg, Shahnaz Amiri. European perspective on absorption cooling in a combined heat and power system: A case study of energy utility and industries in Sweden[J]. Applied Energy, 2007, 84: 1319-1337. ■