

发展小型热电联产的障碍 及提高效益的途径

肖立川 包 满
(江苏石油化工学院)

[摘要]小型热电联产具有节能的优越性,但目前发展较慢。本文根据实际调查,分析了发展小型热电联产存在的一些主要问题,提出了为发展小型热电联产的一些建设性意见。

关键词 热电联产 热效率 烟损失 最佳供汽管径
分类号 TM621

0 发展小型热电联产的紧迫性 及当前情况

低参数蒸汽热能在工业中大量应用,大部分是由工业锅炉产生的,全国约有工业锅炉 20 多万台,耗能量占全国总能耗的一半以上。这些工业锅炉不仅数量多,热效率低,更主要的是使用的蒸汽参数低,造成了大量的可用能损失,烟效率绝大多数在 20% 以下,而现代化大型电厂的烟效率已达(44~46)%。我国的能源使用效率在国际上处于落后地位,主要原因就是大量存在着这些低效率的工业锅炉。同时这些低效率锅炉也成为我国环境污染的主要原因之一。因此,提高工业锅炉的效率,成为提高我国能源使用效率的一项重要任务。

从热力学第一定律方面考虑,提高工业锅炉的热效率,宏观上要提高锅炉的容量,采用集中供热,微观上要改革工业锅炉的炉型,提高燃烧技术,或采用蒸汽蓄热器以平

衡负荷及其它一些技术措施。这两方面都已做了很多工作,再往深度发展存在较大难度。

从热力学第二定律方面考虑,为提高工业锅炉的烟效率,就要提高蒸汽参数,以减少工业锅炉内部温差传热烟损失,主要方法就是采用热电联产,分级使用能量,进行“无冷源损失”发电,从而提高燃料使用效率。

我国工业锅炉每年耗标煤约 1.4 亿吨,如电热比按 5% 计算,每年可提供的“无冷凝损失”的电力达 $3.4 \times 10^{10} \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。因此,要提高工业锅炉的能源使用效率,必须着眼于大幅度提高烟效率,即提高蒸汽参数,采用热电联产,这样才能大大地节约能源。

我国工业锅炉小型热电联产在 70 年代就开始起步,国家也十分重视,李鹏总理多次给予肯定,国家科委和计委制定了一系列政策和规定,大大地促进了我国热电联产的发展,并取得了巨大的成绩。

收稿日期 1994-12-13

本文联系人 肖立川 男 1946 年生 副教授 213016 常州机场路

但同时,我国工业锅炉行业分布广泛,容量、用汽参数、负荷变化极大,因而小型热电联产的效益差别过大。在有效益的单位,热电车间成为全厂创效益的支柱;在差的单位,则已处于停运状态,形成更大的浪费。因此,提高小型热电联产的效益已成为当务之急。

1 影响小型热电联产发展的障碍

从理论上讲,热电联产可以提高能源的综合使用效率。但是与大型热电联产相比小型热电联产存在着一些特殊性,使具体的效益存在着较大的差别。下列因素成为限制小型热电联产的障碍。

1.1 设备容量小

设备容量太小,联产以后节能效益与经济效益都明显下降。从发电能源上来看,许多固定的损失对大型热电联产可以忽略,但对小型热电联产就不能忽略,如下列损失:

1.1.1 汽封漏气损失:对于背压式透平,前后轴封部处于受压状态,因此不可避免地会产生轴端汽封漏汽损失。这些损失应折算到发电消耗上。根据某些厂的实测报告,对750 kW和1500 kW背压机组,由于漏汽损失使发电煤耗增加20~50 g/(kW·h)。

1.1.2 厂用电增加:对于工业锅炉,增加背压透平就要求增加相应的配套设备,同时锅炉运行压力提高,给水泵消耗的功率就会增加,这样,对于小型热电机组,就会影响到其发电煤耗。例如对某厂750 kW背压机组测定,当考虑厂用电增加时,发电煤耗增加了8 g/(kW·h)。

1.1.3 排污热损失增加:工业锅炉配置热电联产后,运行压力必定要提高,同时,配置过热器,对锅水检测的要求提高。压力升高造成饱和水焓值增大,排污所带走的热量增加。一

般工业锅炉对排污中热量的利用水平较低,对小型热电联产,这部分损耗使发电煤耗增加20~30 g/(kW·h)。

1.1.4 锅炉及管道效率变化:对确定的工业锅炉,在某一负荷下效率最高,改造为热电联产后,最高效率负荷点会发生变化。如果热电联产有利于效率提高,优越性就发挥较好;如果运行效率降低,则会使发电效率大大减小。另外,还需增加管道,蒸汽温度也需提高,在保温条件不变的情况下,传热温差增大将使管道散热损失加大,使小型热电联产的效益降低。

以上因素会使小容量热电联产机组的节能效益受到较大影响,此外,锅炉效率、透平的内外效率都随着容量的减少而降低,而单位容量的设备投资、运行管理费都随着容量的减少而增加。因此,当热电联产的容量低于某一指标时,就不能达到节能目的和产生经济效益。

1.2 负荷率及年运行时间

小型热电联产透平的负荷率取决于工艺用汽的负荷率。工艺用汽既不连续又不稳定时,小型热电联产就不能发挥正常作用,原因如下:

1.2.1 汽轮机的外部损失对于确定的机组近似等于常数,因而在低负荷时透平发电机的外部效率急剧降低,发电煤耗增加。

1.2.2 负荷偏离设计工况时,透平内部焓损失增加,内效率降低,使实际焓降减少,发电汽耗率增加,发电量减少。

1.2.3 热负荷变化时,锅炉效率和管道效率也发生变化,对发电煤耗有直接影响。

1.2.4 在一些间隙性用汽的工业场所(一班制或二班制),在每个运行周期中汽轮机都经历热备用、热起动、停机的阶段。这部分热损失对发电煤耗产生很大影响,例如对于750 kW背压透平,若每天运行16小时,热备用8小时,则由于热备用和起动所消耗的热量使

发电煤耗增加 $85 \text{ g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ 。

1.2.5 对于一些季节性生产的部门,由于年运行时间很短,年发电量较少,投资得不到充分利用。

根据以上分析,小型热电联产是否能连续稳定地维持在经济负荷或额定负荷下运行,成为其是否经济可行的一个重要因素。在国外,工业背压透平热电联产比区域采暖热电联产发展得快,主要原因就是工业热负荷比采暖热负荷要连续稳定得多。

1.3 国家的能源政策

表现在设备投资、年折旧率和燃料、电价之间的关系上。若设备投资费较高,燃料、电价格较低,采用热电联产就意义不大;相反,当燃料、电价较高,设备投资费用较优厚时,小型热电联产就能发挥较大的作用。

2 提高小型热电联产效益的途径

在理论上,热电联产具有无比的优越性,但由于以上实际因素的限制,并不是所有的热电联产都能产生节能效益或经济效益。为了提高小型热电联产的适用性,可以采取以下一些措施:

2.1 制定最小热电联产容量

工艺用汽量太小时,热电联产的发电量便随之降低,得不到应有的效益。故应制定一个最小经济容量指标,这个指标取决于国家的燃料价格和能源政策,及由工艺决定的负荷率和年运行时间。

笔者根据对国内一些企业热电站的测试及经验统计数据,得出在负荷率和年运行数较高时,热电联产的发电容量不应小于 300 kW 。

2.2 全力支持用汽量大且用汽连续稳定的地方搞小型热电联产

在容量一般在 750 kW 以上的那些地方,如印染厂、造纸厂等企业,用汽连续稳定,利用价值较大,国家应制定特殊政策,给予低息贷款,全力支持,一定会产生较好的效益。

在用汽量大,又非连续性生产的地方,可以配备蒸汽蓄热器,在用汽量较小时,将蒸汽热量储存起来,在用汽量较大时,由蓄热器补给不足的部分,使锅炉和透平都保持在高效率下工作。应特别指出,在设计热电联产时,一定要坚持“以汽定电”的原则,所选汽轮机进汽量必须与工艺用汽相匹配,既保证汽轮机在经济负荷下运行,又防止较多的蒸汽走旁路。

2.3 提高小型热电联产蒸汽的初参数

对小容量工业锅炉,过高地提高初压是不经济的,而提高初温是有利的。因为在汽轮机工作过程中,进汽参数 (P_0, t_0) 、排汽参数 (P_2, t_2) 以及内效率 η 这五个变量,只有四个是独立的,其中一个变量可以表示为其余四个变量的函数。在初、终压及内效率一定时,为了使排汽温度符合工艺要求,必须有确定的初温,这样确定的初温往往偏低,一般都低于普通锅炉网允许的温度。如果选择了较高的初温,排汽温度高于工艺要求时要加装减温器(或用汽设备本身损耗掉),会造成减温器中的混合烟损失。但是,在焓熵图上定压线的斜率随着压力的升高而增加。初压和终压一定时,提高初温所增加的蒸汽焓值总是大于减温器中所损失的焓值。故提高初温,对提高小型热电联产的效益总是有利的。

2.4 降低终压力,选择经济的供汽管径

工业锅炉小型发电的初压力往往受到限制,因为一方面工业锅炉系列产品的压力都较低;另一方面提高小型工业锅炉的初压力并不总是经济的,这时降低终压比提高初压更为有效。提高初压设备造价会明显增加,而降低终压仅需对供汽管道进行改造,这是提高效益的十分关键的措施。

压力减小会使蒸汽比容增大,管道中蒸汽的质量流量将减小,从而不能满足用户工艺上对热量和汽压的要求,为克服这种情况,就要采用增大供汽管道直径的办法,既满足输送足够的蒸汽量,又可以降低管道的阻力损失,做到低压送汽。例如某厂的主要车间供汽管道直径由 $\Phi 100$ 更换为 $\Phi 150$ 后,透平背压由 0.6 MPa 降至 0.4 MPa。

应当注意,管径增加将使投资和散热量增加,因而最佳管径应通过技术经济分析得到。

3 结论

1 工业锅炉小型热电联产是节约能源的一种极其重要的措施,它具有投资少,建设周期短,见效快的优点,应大力推广。

2 小型热电联产具有容量小和负荷率变化大的特点,并不是所有的工业锅炉都可

以进行热电联产的。只有在大量、连续、稳定使用低位热能的地方,容量适当时,才会有较好的效果。

3 提高小型热电联产的经济效益可采用提高初参数和降低排汽压力的办法。初压受限制时也应将初温尽量提高到普通锅炉钢允许的温度。关键措施是采用最佳供汽管径,做到保证工艺要求时降低终压,以取得最大经济效益。

参 考 文 献

- 1 Bähr H D. Thermodynamik vierte berichtiyte auflage. Springer, 1978
- 2 集中供热与节能. 全国集中供热学术会议论文选编. 机械工业出版社, 1982
- 3 Weingätner W. Exergie betrachtung des dampfkraft process. BWK, 1965, 17
- 4 [苏]扎利弗 T A. 兹维亚金切夫 B B. 蒸汽透平热力计算. 机械工业出版社, 1980. 6

舰用燃机

法国海军加入 WR-21 计划

据“Gas Turbine world”1996年1—2月号报道,法国 Direction des Construction Navales (DCN)与美国海军签订了一项使法国海军实际上加入 WR-21 中间冷却回热式发动机计划的谅解备忘录。

据说 DCN 着手投资 1 千万美元用于充实位于 Nantes 附近的 Indret 的研制和试验设备,以便容纳 WR-21 机架。

英国皇家海军早已签署了有关包括研制和试验阶段计划的谅解备忘录,Rolls-Royce 公司负责燃气轮机设计和研制。

目前,试验发动机已安装在位于英国 Pyestock 的皇家海军试验中心。生产型发动机计划于 1997 年可供应用。

(学牛 供稿)

The basic features of a water-water plate heat exchanger are described along with a detailed account of its calculation, equipment type selection, mode of assembly and other problems worthy of detailed attention. **Key words:** water-water plate heat exchanger, channel, flow path, heat resistance

发展小型热电联产的障碍及提高效益的途径 = Obstacles Encountered in Developing Small-sized Cogeneration Plants and Some Approaches Employed to Enhance Their Economic Benefits [刊, 中] / Xiao Lichuan, Bao Man (Jiangsu Petrochemical Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996, 11(4): 241-244

Though characterized by a relatively slow development speed, small-sized cogeneration plants are known for their excellent energy-saving potentialities. The authors analyse some major issues associated with the development of small-sized cogeneration plants and come up with a series of constructive proposals for quickening the pace of their development. **Key words:** cogeneration, thermal efficiency, exergy loss, steam supply piping optimum diameter

煤与火炬瓦斯混烧技术的应用 = Application of a Mixed Burning Technique for Coal and Flare Gas [刊, 中] / Yuan Fenglin, Fan Honglin (Daqing Petrochemical General Works), Liu Changcheng (Harbin 703 Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996, 11(4)-245~247

In connection with the alleviation of flare gas heat loss at a petrochemical works the authors describe their successful experience in organizing the mixed burning of coal and flare gas through the use of a power station boiler. **Key words:** gas, combustion, mixed burning ratio, pulverized-coal-fired boiler

SHL 20-25/400-A 锅炉漏风问题 = Air Leakage in a SHL20-25/400-A Boiler [刊, 中] / Liang Weiyu, Ma Wenju (Shihezi August First Cotton Textile Factory of Xinjiang Autonomous Region) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1996, 11(4). -248~250

Edited and Published by Harbin 703 Research Institute and Editorial Staff of this Journal

Printer: Printing House of Harbin Institute of Technology

Address: P. O. Box 77, Harbin China

Cable: 6511, Harbin China

Post Code Number 150036

ISSN1001-2060

Periodical Registration: CN23-1176/TK

Distributed by China International

Book Trading Corporation,

P. O. Box 399, Beijing, China