

# 大庆地区冷热电联产技术应用分析

张利珍 李运泽

(北京航空航天大学航空科学与工程学院)

张利珍等.大庆地区冷热电联产技术应用分析.天然气工业,2005;25(12):134~136

**摘 要** 以微型燃气轮机冷热电联产系统为例,结合大庆地区的具体情况,对该地区发展冷热电联产技术的必要性与可行性进行了分析论证,提出几种实施方案,分别计算出各方案的总投资与收益值,以投资回收年限为评价标准对这些方案进行对比,分析其经济性。通过比较得到了适合于大庆地区发展方向的方案,并指出该地区具备发展冷热电联产技术的优越条件,应积极推广联产技术。

**主题词** 微型 燃气轮机 冷热电三联产 经济评价

## 一、引 言

冷热电联产(CCHP)是一种建立在能量的梯级利用概念基础上,将制冷、供热(采暖和供热水)及发电过程一体化的多联产总能系统,目的在于提高能源利用效率,减少有害气体的排放<sup>[1]</sup>。冷热电联产系统将分布式发电和热利用技术充分结合,具有节约能源、改善环境、提高供热质量、增加电力供应等优点。与简单的供电系统相比,冷热电联产系统可大幅度提高系统能源利用率,降低环境污染,明显改善系统的热经济性。冷热电联产是分布式供电的重要方向之一<sup>[2]</sup>,可满足特殊场合的需求,例如不适宜铺设电网的乡村、牧区、山区、西部边远地区或散布的用户,对供电安全稳定性要求较高的特殊用户(医院、银行等),能源需求较为多样化的用户等。

近年来,微型燃气轮机技术不断完善,微型燃气轮机发电机组已成为分布式供电的主力,是目前最成熟、最有商业竞争力的分布式发电设备,可与大电网配合,提高供电可靠性,同时在电网崩溃和意外灾害情况下,能维持重要用户的用电。

## 二、冷热电联产的可行性与必要性

### 1. 国内外发展情况

欧洲、美国及日本等十分重视冷热电联产技术的开发和应用。美国工业界已提出“CCHP 创意”和“CCHP 2020 年纲领”<sup>[3]</sup>。日本因资源匮乏,对天然气冷热电联产技术特别重视,到 1997 年,日本天然

气冷热电联供系统已累计达 820 座、发电 142 万千瓦(蒸气轮机包括在内)。

我国现在要加快发展天然气、煤层气,积极引进液化天然气和管道天然气。发展天然气冷热电联产技术,可以合理有效地利用天然气,提高一次能源利用率。

### 2. 大庆地区发展前景分析

燃气轮机驱动冷热电联产最适合于在天然气供应充足且价格便宜的地区使用,尤其是油田产区、城市郊区、电价较高场所以及分散单位。在有天然气供应的地方应优先用于发展热电联产和 CCHP<sup>[3]</sup>。大庆地区有丰富的天然气资源,发展冷热电联产有广阔的应用前景,应加快冷热电联产技术的开发应用。

同时,大庆油田 2001~2003 年放空的天然气平均每年将近 2 千万立方米。将这部分天然气收集并加以利用,既减少了冷热电联产系统的燃料成本,增加收益,又有效降低环境污染。

## 三、方案设计与分析

### 1. 总体方案设计

如建筑面积为 20000 m<sup>2</sup> 的某宾馆建筑,先计算确定其平均电负荷、冬季热负荷、夏季冷负荷与生活热水负荷。

冷热电联产设计的总体方案选择微/小型燃气轮机—溴化锂吸收式机组联合循环。根据不同产品的性能,可拟定两种冷热电联产方案。方案 A: Bow-

man TG80 微型燃气轮机—双效冷温水机;方案 B: P&T ST6L—721 型燃气轮机—烟气直燃机。

为了尽可能提高能源利用率,设计时遵循“以热定电”的原则<sup>[4]</sup>,燃气轮机选取 8 台 TG80 或者 1 台 ST6L—721,吸收式机组选择两台 BE100 或者 BZE100。

两方案流程示意图如图 1、2。

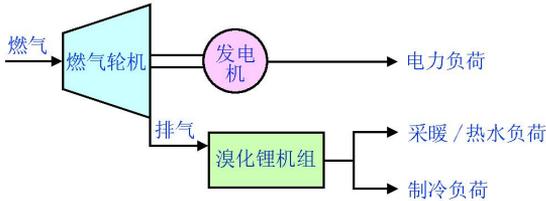


图 1 方案 A 系统流程示意图

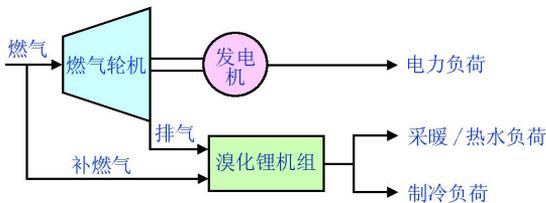


图 2 方案 B 系统流程示意图

## 2. 经济性分析

结合燃气轮机和吸收式机的相关数据,计算出该微型燃气轮机—余热/直燃溴化锂吸收式机组联合循环系统的全年运行成本及工程投资,得到冷热电联产系统的投资、成本及收益的计算结果。如果不采用冷热电联产方案,直接购电解决电负荷,用直燃双效溴化锂吸收式机组进行供热和制冷(记为方案 C),系统的投资、成本及收益情况也在表 1 中列出,可作为参照进行比较。

由表 1 可以看出,在全年供热或制冷量基本相同的情况下,方案 A 的发电量较大,工程初投资较少,但投资回收年限比方案 B 长。冷热电分产系统的初投资最少,但其净收益比方案 A 和方案 B 要少得多(当用商用天然气价格估算时分产的收益甚至为负值),显然冷热电联产比分产有更高的应用价值。

另外,在进行预算时还可参考以下两种方式:①按天然气民用价格计算;②直接利用油田的天然气,只有成本价。

简要计算结果如表 2 所示。比较结果表明,冷热电三联产系统如果能直接利用油田的天然气,可以大幅度缩短系统投资回收周期。在大庆地区可以充分利用天然气资源的优势,引进微型或小型燃气

表 1 冷热电联产系统经济分析

项 目		A	B	C
冬 季	天然气消耗 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	147	127	71
	燃料成本 (万元)	250	215	120
	发电量 (10 <sup>4</sup> kWh)	262	232	—
	发电节支 (万元)	170	151	—
	供热量 (10 <sup>4</sup> kWh)	659	585	585
	供热收益 (万元)	60	60	60
夏 季	天然气消耗 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	26	24	9
	燃料成本 (万元)	31	29	11
	发电量 (10 <sup>4</sup> kWh)	44	34	—
	发电节支 (万元)	28	22	—
	制冷量 (10 <sup>4</sup> kWh)	152	146	146
	制冷收益 (万元)	30	29	29
春 秋 季	天然气消耗 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	40	31	—
	燃料成本 (万元)	58	45	—
	发电量 (10 <sup>4</sup> kWh)	89	70	—
热 水	热水用量 (10 <sup>4</sup> t)	7.3	7.3	7.3
	热水节支 (万元)	58	58	-58
运行维护费 (万元)		13	17	—
总收益 (万元)		405	365	89
总成本 (万元)		358	306	190
净收益 (万元)		47	59	-101
工程投资 (万元)		642	754	354
回收年限 (a)		13.7	12.8	—
差价回收年限 (a)		6.1	6.8	—

表 2 不同成本下收益比较

项 目	天然气来源		
	商用	民用	油田供气
天然气价格(元/m <sup>3</sup> )	冬 1.7	1.65	0.5
	夏 1.2		
方案 A 总成本(万元)	358	295	99
方案 A 净收益(万元)	47	21	217
方案 A 差价回收年限(a)	6.1	13.7	1.3
方案 B 总成本(万元)	306	316	108
方案 B 净收益(万元)	59	49	258
方案 B 差价回收年限(a)	6.8	8.2	1.6

轮机冷热电联产运行方案,把天然气、电力、采暖、制冷技术进行最佳组合,提高资源利用率,降低投资成本,并对环境起到有效的保护作用。

计算中先按照天然气的商业价格来衡量冷热电联产系统,系统的差价回收年限一般在 5~10 年,冷热电联产系统的优越性体现得不是特别明显。实际上在大庆民用市场中,天然气价格应远低于其他没有天然气资源的地区,因此就可以节约燃料成本,相对来说增加了收益。假设以天然气价格为 0.5 元/m<sup>3</sup> 进行经济性分析,20000 m<sup>2</sup> 宾馆建筑两个方案的

回收年限分别 1.3 年和 1.6 年,从经济性方面来看非常合算。

除了经济性以外,冷热电联产系统还具有工程小、占地少、易建设等优点,分散分布在用户附近,并以独立的方式向用户供应冷、热、电和生活用水,输配电和冷热水管网损失都较小。所以微型燃气轮机冷热电联产技术在大庆民用市场具有很高的推广价值。

#### 四、结 论

冷热电联产将制冷、供热(采暖及热水)及发电三者合为一体,大大提高了能源的利用效率,降低了用户在能源方面的支出,而且冷热电的比例可以灵活调节,可为不同的用户量身定做冷热电联产系统,满足不同的能源需求,因而有广阔的发展前景。

大庆地区天然气资源丰富,具备发展冷热电联产的优越条件,更应该加快微型燃气轮机冷热电联产技术的应用与推广。

#### 参 考 文 献

- 1 杜建一,王云,徐建中.分布式能源系统与微型燃气轮机的发展与应用.工程热物理学报,2004;25(5)
- 2 徐建中.分布式供电和冷热电联产的前景.节能与环保,2002;(3)
- 3 朱成章.美国冷热电联产纲领及启示.中国电力,2000;33(9)
- 4 冯志兵,金红光.冷热电系统特性的探讨.工程热物理学报,2004;25
- 5 Havelsky V. Energetic efficiency of cogeneration systems for combined heat, cold and power production. International J of Refrigeration, 1999; 22(6)
- 6 Kong X Q, Wang R Z, Huang X H. Energy optimization model for a CCHP system with available gas turbines. Applied Thermal Engineering, 2004; 25

(修改回稿日期 2005-10-11 编辑 赵 勤)