

# 燃气空调发展情况介绍

王长庆 \* 龙惟定 黄治钟 谭洪卫  
(同济大学)

王长庆等. 燃气空调发展情况介绍. 天然气工业, 2002 ;22 (4) :83 ~ 87

摘 要 随着我国实施西气东输工程,将西部丰富的天然气资源送到东部经济发达地区,为发展燃气空调技术提供了一个非常好的契机。发展燃气空调不仅有利于大气环境保护、减少温室气体排放量,而且还可有效减少由于电力空调引起电力供应的峰谷差,提高发电厂的发电效率。文章介绍了燃气空调的种类和特点。燃气空调在日本的发展和使用情况,以及日本政府及相关企业积极发展和推广燃气空调技术的政策和措施。最后,文章指出应结合我国西气东输工程,借鉴广泛使用燃气空调的日本发展燃气空调的经验,发展我国的燃气空调技术,在我国推广使用燃气空调。

主题词 燃气空调 性能 发展 分析

## 燃气空调的种类及特点

### 1. 燃气空调的种类

所谓“燃气空调 (Gas Air - conditioning) ”即直接用燃气驱动的空调。燃气包括天然气、液化天然气、煤气、液化石油气等。电力驱动的空调需燃料在发电厂发电后通过电网将电输送到用户来运行电动空调。而燃气空调直接将燃气输送至空调机让空调机运行。它包括自燃型吸收式机组、燃气热泵 (GHP) 及燃气去湿空调机。

### 2. 燃气空调的特点

1) 燃气空调使用燃气主要是天然气,由于燃气是清洁能源,它燃烧后的排放物较少,因此燃气空调属于绿色产品。表 1 示出了不同燃料燃烧后的污染物排放情况。从表中可知,天然气与煤和石油相比,燃烧后,无论是 SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> 还是 CO<sub>2</sub> 均要低。

2) 天然气储藏量非常丰富。天然气为埋藏在地下的气体燃料有天然气、煤层伴生气和油层伴生气

等,资源非常丰富,为燃气空调的发展提供了广阔的发展空间,同时也有利于改善和优化能源结构。日本用船将 - 160 的液化天然气 (LNG) 从国外运入国内,然后通过地下管道供给用户。

3) 有利于电力和燃气供给平衡。随着经济的发展,日本的电力消费量在不断增长,同时,夏季用电出现高峰,电力峰谷差也在不断增大。在 1975 年 7 月 31 日,用电负荷的峰谷差  $4\,030 \times 10^4 \text{ kW}$ ,1985 年 8 月 29 日的用电峰谷差为  $5\,990 \times 10^4 \text{ kW}$ ,而 1995 年 8 月 25 日的用电峰谷差为  $9\,430 \times 10^4 \text{ kW}$ ,较 1975 年峰谷差增长了 1.33 倍。日本全国的电力负荷率由 1965 年的 70 %降低到现在的约 55 %。夏季空调负荷的迅速增长是产生这种情况的主要原因,而 40 %的夏季用电峰谷差由建筑使用空调引起的。但是燃气消耗与电力消耗的情况正好相反,燃气的用气高峰一般出现在冬季,在夏季燃气的用气量明显减少。在日本 1985 年和 1997 年用电和用气月负荷变化情况正好映证了这点。也就是说夏季用电高峰时,正好是燃气用气的低谷。在日本,夏季 8 月份为用电高峰,同时也为燃气用气的低谷。如果推广使用燃气空调,则燃气空调在夏季供冷时使用燃气而不使用电力,这既可让夏天多余的燃气资源得到充分利用,同时又能有效削减由于空调引起的用电峰谷差。

表 1 不同燃料污染物排放的比较

燃料	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>
煤	100 %	100 %	100 %
石油	70 %	70 %	80 %
天然气	0	40 %	60 %

\*王长庆,1965 年生,博士,副教授。地址:(200092) 上海赤峰路 71 号同济大学楼宇设备工程与管理系。电话:(021) 65981921。

4) 燃气空调的经济性好。燃气空调不仅具有良好的环境效益,而且还具有良好的经济性。日本政府为了推广燃气空调的使用制定了一系列的优惠政策,而且各燃气公司为了客户能更多地使用燃气进行空调在燃气价格上有一定的优惠,因此,对于燃气空调用户来说,使用燃气空调具有较好的经济性。在东京,如果使用东京燃气公司的燃气驱动空调,某占地面积为 4 000 m<sup>2</sup> 的办公楼配置的冷量为 510 kW,用燃气空调比用电力制冷的年运行费用要节约约 280 万日元、比电制冷加冰蓄冷装置的年运行费用约节约 180 万日元。

目前日本的燃气空调做到了: 型式多样。有适应家庭用的燃气空调机组,有一拖二、一拖多的机组,有适合各种冷量的集中式空调使用的机组,用户无论是选用何种燃气空调机组均能非常方便地选到。 燃气供应的可靠性好。即使发生事故,燃气公司能迅速恢复燃气的使用,对于大型的热电联产(DHC)机组有燃气备用设施供事故时使用。 燃气空调的使用可靠性好。无论是启动还是运行,燃气空调机组已做到了与电动空调一样好。 燃气空调的运行操作与维护管理已变得非常简单,不比电动空调复杂,燃气空调的运行工无需特别的资质或上岗证等。 燃气空调实现了远程控制和现场无人运转管理等。 燃气空调的噪音已达到非常低的程

度。 燃气吸收式制冷机由于使用的工质是溴化锂水溶液和氨水溶液,这些工质均对大气臭氧层没有影响,因此它们的工质可以被长期使用,不存在被替代的问题。而且燃气吸收式制冷可作为破坏大气臭氧层制冷工质 CFCs 和 HCFCs 的有效替代技术。

日本政府及燃气公司推广燃气空调的有关政策和措施

1. 日本政府的举措

日本政府为了节约能源减少温室气体的排放,于 1997 年制定了新能源法(法律名称:《促进新能源利用等措施法》),从而促进新能源的开发利用,推广使用节能技术,提高能源利用效率,减少温室气体的排放。

(1) 制定新能源法的目的

1) 确保能源政策合理化,及检讨能源使用对环境的影响,确保能源的有效利用,减少温室气体的排放。

2) 促进和加速新能源的开发和利用,促进资源节约,减少环境负荷。

3) 在金融上给予新能源开发单位和节能单位一定的支持。

(2) 新能源法与燃气利用有关的内容

新能源法与燃气利用有关的内容见表 2。

表 2 新能源法资助的对象及资助幅度

	新能源运用单位资助		促进地区性新能源利用	
对象	高效天然气的 热电联供设备	天然气的热电联供 活用型设备	高效天然气热电 联供设备	天然气的热电联 供活用型设备
条件	发电量 500 kW 节能率 10 %	设备能力(冷量、热量) 10 Gkcal/ h(2.78 GW) 节能率 5 % 综合能源效率 70 % 排热回收率 40 %	发电量 500 kW 节能率 10 %	设备能力(冷量、热量) 10 Gkcal/ h (2.77 GW) 节能率 5 % 综合能源效率 70 % 排热回收率 40 %
对象	民营企业等		地方公共团体、企业及民间企业	
补助率	1/3		1/2 以内	

(3) 先进能源合理化设备示范事业

为了更好地推广节能技术,加强能源的管理和有效利用,日本政府拨资建立能源开发与节能的示范项目,而且资助的力度非常大(见表 3)。

(4) 优惠税制

从表 4 中看,燃气机及燃气轮机驱动的空调设备及热电联产等相关的设备及工程能从政府获得较

优惠的税制优惠,这对推广燃气空调的使用起着非常积极的作用。

(5) 低利率融资

日本开发银行对发电及废热利用型的项目给予利率为 1.8 % 的融资,融资限度为 50 %,融资年限为 10 年。

日本中小企业金融公库给予中小企业(资本金

表 3 节能示范资助情况

资助对象	产业部门及与人民生活有关的部门(工厂、办公楼、商用建筑、宾馆、医院等)
资助对象的项目	已建的工厂、事业单位引进和使用先进的节能技术和设备
资助对象范围	节能设备及工程
补助率	1/3 (但一个资助对象的补助金最多不超过 2 亿日元)
资助对象的评价	项目的先进性 技术先进性(引进最新技术、最新设备等) 组合先进性(已有的技术通过组合形成较先进的系统等) 节能性:补助对象的节能率要达到一定的要求 影响效果:其它的单位要看到该项目的真实效果,并积极地使用该技术 对于组合型项目:要看过去 3~5 年间的节能效果

表 4 促进能源改造投资优惠税制

优惠措施	设备启用期间以及运行后一年内适用 扣除税额。扣除法人相当 7 % 的税额(启用年不超过 20 %) 特别奖赏。第一年奖赏设备投资的 30 % 、 选择使用。 适用于资本金在 1 亿日元以下的中小企业。
适用期间	1992 年 4 月 1 日~
对象使用的设备	能源有效利用的附加设备等 供热型动力发生装置 燃气机、燃气轮机直接驱动的热泵供热装置、发电机、排热回收热交换器、 废热锅炉、排热回收利用的吸收式冷温水机组等。

在 1 亿日元以下或从业人员在 300 人以下的企业)投资燃气项目,给予利率为 1.8 % 的融资,融资限度为 2.7 亿日元,融资期限 15 年以内。

(6) 建筑物补助金制度

对于 10 000 m<sup>2</sup> 以下的建筑使用吸收式机组或燃气热泵 (GHP) 机组,国家给予一定的补助金。

日本政府从立法、政府补助、建立示范工程、低利率融资及给予建筑补助金等角度来促进能源开发及节能事业的发展,同时也带动和促进了燃气空调的开发、推广和使用。

2. 燃气公司的措施

日本各燃气公司为了扩大燃气使用的市场,除积极投入力量开发新技术、新产品外,制定合理的价格体系是鼓励客户多使用燃气产品的关键因素。燃气公司制定燃气的价格既要考虑到冬夏季燃气用量的季节差,又要考虑不同用量的价格差等;既要考虑燃气公司受益,同时也要考虑客户受益,来制定合理的价格。

东京燃气公司为了促进燃气空调的使用和占有率,对不同燃气空调用户采用不同契约和不同的价格,表 5 为东京燃气公司的燃气使用价格表。其它燃气公司为了获得燃气市场的份额,也相应对燃气空调用户提供了类似的优惠价格,如名古屋的东邦

燃气公司、大阪的大阪煤气公司等。

日本燃气空调的发展

从 1987 以来,日本的燃气空调每年均呈较快的速度发展,每年燃气空调的总量均在增长,1998 年与 1997 年相比,燃气空调的总量增长了 7.4 %,其中燃气吸收式空调增长了 4.5 %,GHP 增长了 26.0 %。由于日本的 GHP 适合家庭使用,而且燃气公司又采取了较优惠的价格政策,因此,燃气热泵发展得比较快,增长速度较高。相对来说,燃气吸收式制冷机适合于大型建筑使用,发展的速度较缓慢,这与建筑业的发展密切相关,但与日本这两年的经济发展相比,燃气吸收式空调的发展速度还是相当快的。

每年燃气空调占日本全国总空调冷量的比率逐年上升,1987 年燃气空调只占 11.0 %,1992 年燃气空调所占的比例为 15.0 %,1998 年燃气空调所占的比例为 18.7 %,比 1997 年增加了 0.6 个百分点。随着将来的发展,燃气空调占总空调的冷量可能还会进一步增大。

日本燃气吸收式制冷机的总量在 1991 年时还只有 1.94 万台,经过七年的发展,到 1998 年,日本燃气吸收式制冷机的台数已有 3.0 万台。而且 0~351.8 kW 的机组,虽然总冷吨数小但台数非常多约

表 5 东京燃气公司的燃气价格表

燃气热值为 11 000 kcal/ m <sup>3</sup> (4 598 kJ/ m <sup>3</sup> ) (1996 年 1 月开始实施)						
		基本		超量价格 (日元/ m <sup>3</sup> )		适用条件
		定额基本价格 (日元/月)	流量基本价格 (日元/ m <sup>3</sup> ·月)			
一般价格		A	690	-	123.99	0 ~ 25 m <sup>3</sup> /月
		B	1 170	-	104.77	26 ~ 500 m <sup>3</sup> /月
		C	6 880	-	93.35	501 m <sup>3</sup> /月
小型空 调契约	4 ~ 11 月	1 类	2 200	-	55.04	安装专用煤气表 (GHP 及使用 105.5 kW 以下的吸收式机组)
		2 类	1 200	-	65.04	
		3 类	700	-	72.61	
	12 ~ 3 月 (冬季)	1 类	2 200	-	69.89	
		2 类	1 200	-	79.89	
		3 类	700	-	87.46	
空调夏 季契约	4 ~ 11 月	1 类	45 000	1 140	25.73	专用煤气表 (空调用冷热源机组)
		2 类	11 000	1 140	33.87	
		3 类	1 800	1 140	42.38	
	12 ~ 3 月 (冬季)	公用	690	-	123.99	0 ~ 25 m <sup>3</sup> /月
			1 170	-	104.77	26 ~ 500 m <sup>3</sup> /月
			6 880	-	93.35	501 m <sup>3</sup> /月
空调用 A 契约	4 ~ 11 月	1 类	45 000	1 140	25.73	专用煤气表(空调冷热源专用) 年间使用量是契约可能使 用量的 800 倍以上 年间负荷率在 75 % 以上
		2 类	11 000	1 140	33.87	
		3 类	1 800	1 140	42.38	
	12 ~ 3 月 (冬季)	1 类	50 000	2 780	25.73	
		2 类	12 000	2 780	33.87	
		3 类	2 000	2 780	42.38	

注:1 个月的费用 = [定额基本价格 + (流量基本价格 × 契约使用可能量)] + (超量价格 × 使用量)

为 1.25 万台左右,因此小冷量的吸收式空调机组具有较好的市场前景和需求。日本小冷量的机组,现已作成拼装式(package)、紧凑式、冷却塔和吸收式机组一体式等型式多样,形成了多系列的产品,这有利于客户根据自身的需要选用合适的产品,有利于小冷量燃气吸收式机组的推广使用。

日本燃气热泵的发展速度每年均在稳定增长,其中以 4 ~ 5HP、6 ~ 10HP 及 11 ~ 20HP 燃气热泵机组的占有比例较大,2 ~ 3HP 机组虽然总冷量不大,但总台数并不少,而 21 ~ 30HP 机组的总冷量及总台数均少。日本燃气热泵产品每年发展速度均较快,但它市场的保有量与小型的电力空调相比还相差甚远。

燃气空调在日本已广泛用于各领域。相对来说,需要大冷(热)量的场所较适合于用燃气空调,如办公楼用燃气空调所占比例为 26.6%,商业建筑为 14.9%、工业建筑为 13.8%,学校为 10.2%等。而相对较分散的小冷量的用户用燃气空调的就较少,如住宅建筑用燃气空调所占比例为 2.5%、旅馆饭店为 4.4%等。

表 6 是日本冷冻冷房新闻统计的 1997 年 10 月

1 日至 1998 年 9 月 30 日及 1998 年 10 月 1 日至 1999 年 9 月 30 日年度的各种制冷空调产品的产量。

从表 6 中可以看出,由于受东南亚金融危机的影响,日本的经济出现了零增长,这也影响了制冷空调行业的景气程度,1997 ~ 1999 年两个年度各种制冷机组的产量均出现不同幅度的下降。但从表中还是可反映以下几方面的情况。

1) 吸收式机组的年产量高于风冷热泵机组的产量,1997 ~ 1998 年度吸收式机组的产量(台数)是风冷热泵机组产量(台数)1.57 倍,1998 ~ 1999 年度吸收式机组产量(台数)为风冷热泵机组的 1.39 倍。

2) 在吸收式机组中,燃气型机组占的比率最高,其次是燃油型机组,从台数上说,1997 ~ 1998 年度燃气型机组的产量是燃油型机组的 1.65 倍,1998 ~ 1999 年度燃气型机组是燃油型机组 1.84 倍。从冷量上看,1997 ~ 1998 年度燃气型机组的产量是燃油型机组的 2.07 倍,1998 ~ 1999 年度燃气型机组的产量为燃油型机组的 2.33 倍。而蒸汽型、热水型的机组所占比例较低。

3) 吸收式机组的产量远高于离心式冷冻机的产量。无论从台数,1997 ~ 1998 年度离心式冷冻机的

表 6 制冷空调产品的年产量

产品种类	项目	1997 ~ 1998 年 产量	与前一年度的 比率 ( % )	1998 ~ 1999 年 产量	与前一年度的比率 ( % )
燃气热泵 ( GHP )	产量 (台)	39 393	98.9	42 187	107.1
	冷量 (kW)	1 251 814	1 04.5	1 374 125	109.8
冷水机组	总产量 (台)	10 213	85.0	8 913	87.3
	其中水冷机组 (台)	2 942	87.4	2 426	82.5
	其中空冷机组 (台)	4 662	85.7	3 930	84.3
吸收式机组	总产量 (台)	4 108	93.1	3 567	86.8
	总冷量 ( $\times 10^4$ kW )	206.7	1 00.8	223.2	85.6
	燃气型 (台)	2 286	92.0	2 075	90.8
	冷量 ( $\times 10^4$ kW )	134.3	102.4	115.6	88.1
	燃油型 (台)	1 389	95.3	1 125	81.0
	冷量 ( $\times 10^4$ kW )	64.8	105.9	49.7	76.7
	其它 (台)	433	92.5	367	84.8
	冷量 ( $\times 10^4$ kW )	61.7	93.0	57.8	93.8
离心式冷水机组	总台数	333	99.1	247	74.2
	冷量 ( $\times 10^4$ kW )	55.3	104.8	38.1	68.8

产量只相当吸收式机组的 8.1 % ,1998 ~ 1999 年度离心式机组的产量只有吸收式机组的 6.9 % ,还是从冷量上看 ,1997 ~ 1998 年度 ,离心式冷水机组的产量只相当吸收式的 21.2 % ,1998 ~ 1999 年度离心式冷水机组的总冷量只相当于吸收式机组的 17.1 % 。可见 ,在日本 ,吸收式机组的市场占有率要远高于离心式冷水机组的占有率。

日本燃气空调的发展  
对我国的启示

我国在“十五”规划中 ,将环境保护和能源结构调整放在很重要的位置。到 2010 年 ,我国能源消费中天然气的比例将提高到 10 % 。宏伟的西气东输工程将建设 4 200 km 平行的两条直径 1.5 m 的管线 ,将塔里木盆地的天然气输送到经济发达的华东地区 ,年输气能力为  $240 \times 10^8 \text{ cm}^3$  ,预计 2005 年开始供

气。随着西气东输工程的实施 ,给我国燃气空调的发展带来了有利契机。一方面发展燃气空调可有效缓解天然气的储气调峰问题 ;二方面可平衡电力和燃气使用的季节峰谷差问题 ;再者对减少污染物的排放保护环境均起到很好的作用。

在我国要加速发展燃气空调 ,首先政府应协调各部门间的关系 ,尤其是电力和燃气管理部门间的关系 ;其次对发展燃气空调要出台相应的优惠政策 ,包括税收的优惠、低息贷款、项目费的政府补偿等 ;再者燃气公司应积极鼓励用户使用燃气空调 ,在燃气的价格上给予一定的优惠 ;燃气公司也可与有关的厂家联合开发燃气空调的新技术 ,从而推动燃气空调在我国的快速发展。

(收稿日期 2001 - 12 - 22 编辑 申红涛)

本 刊 启 事

天然气工业杂志社传真号变更 :原传真号 (028) 83358727 已更改为 (028) 86012717 ,特此通告。

(Southwest Petroleum Institute) and Wu Yaling (Nanchong Refining Chemical Plant). *NATURAL GAS IND.* v. 22, no. 4. pp. 80 ~ 82, 7/25/2002. (ISSN1000 - 0976; **In Chinese**)

**ABSTRACT:**The slug flow often occurs to the fluctuating multiphase (oil-gas-water) pipeline flowing in the desert oil-gas gathering and transportation pipeline, submarine oil-gas transmission pipeline and surface long-distance transmission pipeline, which causes the pressure drop along the pipeline to be increased and the pipeline corrosion to be augmented and even makes the pipeline showing an unsteady vibration. So, how to predict the slug flowing characteristic parameter along the pipeline is of important practical significance. A new slug flow software that has fair user interface and can be operated in the Windows system has been developed and is introduced in the paper. A calculation may be started out from either the beginning or the ending of the software which can provide three computing models for choice. By use of this software, the curves of the pressure drops, temperature drops and liquid holdup factors changing along the multiphase (oil-gas-water) pipeline may be acquired and all the slug flowing characteristic parameters may be calculated with a relatively high accuracy.

**SUBJECT HEADINGS:** Gathering line, Multiphase (oil-gas-water) pipeline, Slug flow, Software, Research

**Yu Xichong** ( *Master* ), born in 1973, received his Master's degree in storage-transportation engineering from the University of Petroleum, East China, in 1999. Now he is studying for his doctorate in the Southwest Petroleum Institute. Add: Nanchong, Sichuan (637001), China Tel: (0817) 2642808

## INTRODUCTION TO THE DEVELOPMENT OF GAS AIR-CONDITIONS

Wang Changqing, Long Weiding, Huang Zhizhong and Tan Hongwei (Tongji University). *NATURAL GAS IND.* v. 22, no. 4. pp. 83 ~ 87, 7/25/2002. (ISSN1000 - 0976; **In Chinese**)

**ABSTRACT:**Along with the implementation of the west-to-east natural gas transmission engineering in China, a great deal of natural gas in the western part will be transported to the eastern economically well-developed regions, which provides a very good turning-point for developing gas air-condition techniques. The development of gas air-conditions not only is beneficial to protecting atmospheric environment and to reducing

greenhouse gas displacement but also may effectively decrease the peak-trough differences of power supply caused by electric power air-conditions, so as to raise the generating efficiency of electric power plant. The kinds and properties of the gas air-conditions and their development and utilization in Japan as well as the policies and measures adopted by the Japanese government and relevant enterprises for expanding the gas air-condition techniques are introduced in the paper. Finally it is pointed out by the authors that in combination with the west-to-east natural gas transmission engineering and by making use of the experience of developing the gas air-conditions in Japan widely applying this kind of air-condition, it is necessary to develop the gas air-condition techniques and to popularize and utilize this kind of air-condition in China.

**SUBJECT HEADINGS:** Gas air-condition, Performance, Development, Analysis

**Wang Changqing** ( *Doctor* ), born in 1965, is an associate professor in the Tongji University. Add: No. 71, Chifeng Road, Shanghai (200092), China Tel: (021) 65981921

.....

## INTRODUCTION TO THE GAS-TO-LIQUIDS

Qian Bozhang (Jinqiu Petrochemical Scientific and Technological Dissemination Section). *NATURAL GAS IND.* v. 22, no. 4. pp. 88 ~ 90, 7/25/2002. (ISSN1000 - 0976; **In Chinese**)

**ABSTRACT:**The diesel oil obtained from the gas-to-liquids (GTL) does not contain sulphur and aromatic hydrocarbon in the main and the progress in the synthetic technology of Fisher-Tropsch process has made the manufacturing cost of the GTL be able to compete against the crude oil price of 18 ~ 22 \$/bbl, therefore GTL have opened up a vast range of prospects for high effectively utilizing natural gas, especially the one at remote districts. The technology of GTL is composed of three parts, i. e. the synthetic gas production, the synthesis by Fisher-Tropsch process and the refinement of products. There are several technological plans for GTL, such as the AGC - 21 technology of Exxon Co., the SMDS technology of Shell Co., the synthol technology of Sasol Co. and the technology of Synthetic Oil Co., etc. Some new progress has been yet found in the synthetic gas production and the synthesis by Fisher-Tropsch process subordinate to the technology of GTL and a new developing stage of GTL devices will be coming on in the 21st century. In the future 15 years, it is predicted that the production capacity of GTL devices will increase to 45 ~ 67.5 × 10<sup>6</sup> t/a and seven