

我易通

用户名:

密码:

[忘记密码](#)

2008 第四届中国(成都)分布式能源国际研讨会
 ——推广分布式能源，促进节能减排，加强区域能源供应安全

2008年09月09-10日 四川·成都

论文分类

- 综合
- 能源政策
- 节能新能源
- 热电与供热
- 石油天然气
- 循环流化床
- 煤炭
- 暖通空调
- 能源环保标准
- 项目方案
- 环境保护
- 电力工业
- 水利水电
- 燃气轮机
- 核能
- 化工
- 统计
- 其它

新书推荐

[《中欧美热电联产推广、融资机制和中国市场合作潜力研讨会论文集》](#)

[《2006-2010年中国煤层气行业市场预测产业投资分析报告》](#)

[节约能源资源政策法规汇编](#)

北京热电冷三联供方案分析

江亿 付林 [清华大学热能系] 2003-07-07

一、引言

在暖通空调领域采用热电冷三联供系统是城市科学用能的有效途径之一。所谓热电冷联供，即在原有以热电厂为热源的集中供热系统基础上，增设吸收式制冷装置，在发电和 供热的时候，利用供热汽轮机组的抽汽或背压排汽制冷，以满足空调等城市用冷负荷。由于 热电冷三联供系统在供热和制冷时充分利用热电厂排放的低品位热量，实现了能量的梯级利用，因而是一种高效的 城市能源利用系统，有利于降低能耗和缓解大气污染。

1、北京供热和空调现状

北京拥有全国最大的采暖热水管网，现已形成了以石景山热电厂、第二热电厂和双榆树供热厂为西部热源和以高碑店热电厂、第一热电厂和左家庄供热厂为东部热源，管网总长达213公里的大型集中供热系统，供热能达2000×106kcal/h，实现采暖供热面积2877万平方米。

然而，在夏季，供热系统的运行却存在着以下问题：

- 由于热负荷的短缺，该热水管网仅提供少数用户的生活热水负荷，其供热量远未达到热网的供热能力。北京第一热电厂、北京第二热电厂(见表1)夏季只承担约100×106kcal/h的生活热水负荷，仅为其供热能力的1/10。
- 各热电厂内多数供热机组因热负荷不足而停运，或以发电效率极低的纯凝汽方式运行。

因此，夏季由于热负荷的缺乏而使得供热系统的大量设备闲置，运行效率低下，造成巨大的资源浪费和经济损失。

与此同时，在空调方面，由于北京是我国政治、文化和教育的中心，高大建筑鳞次栉比，且夏季气候炎热，故而拥有巨大的空调负荷。目前这些负荷基本上依靠分散的空调设备承担。在这些空调设备中，电动空调机组耗电量大，且使电力负荷的峰谷差拉大，而以锅炉为热源的吸收式制冷机或直燃机制冷效率低，造成能源的严重浪费。

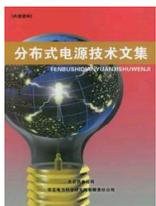
表1 北京热电总厂构成

	机组型号	功率(MW)	初压(MPa)	初温(°C)	低压抽汽压力(MPa)	低压抽汽温度(°C)	台数	备注
第一热	BДT-25-4	25	8.83	535	0.12	110	2	双抽
	BДT-50-2	50	8.83	535	0.12	104	1	双抽



暂无图片

[《2006年中国风电产业机会与风险分析报告》](#)



[《分布式电源技术文集》](#)

中国能源网论文库是中国最大的能源专业论文库，现收集论文几千篇，涉及到能源政策、环境保护、电力工业、热电冷联供、燃气轮机、石油天然气、节能与新能源、循环流化床等多个方面。

敬侯读者对我们的工作提出宝贵意见。

希望作者与我们联系，我们可以免费为作者建立个人主页。

版权声明

	BDT-50-3	50	11.77	555	0.12	104	1	双抽
	BK-100-6	100	8.83	535	0.2-0.25	125	1	改造
第二热电厂	C50-90/1.2	50	8.83	535	0.12	104	4	单抽

如果利用现有的热电厂和热水网，在夏季向用户提供热量用于吸收式制冷，形成热电冷三联供系统，将会代替大量分散的空调设备。这不仅会减小城市峰期用电负荷，提高原有供热设备利用率，增加供热系统的经济效益，而且能够在节能和环保方面作出贡献，并最终给北京市空调行业带来一次革命性变化。

2、热电冷三联供的实施方式

为充分利用现有集中供热系统，北京热电冷三联供系统采用如图1所示形式。蒸汽在供热汽轮机中做功发电后的低压抽汽(0.12MPa)通过热交换器向

热水网提供热量。热水由循环水泵驱动在热网中循环，不断将供热量输送至各户，用于采暖或提供生活热水，同时可驱动吸收式制冷机制冷。考虑到热电冷三联供系统的特点，热网的运行仍采用量调节方式。

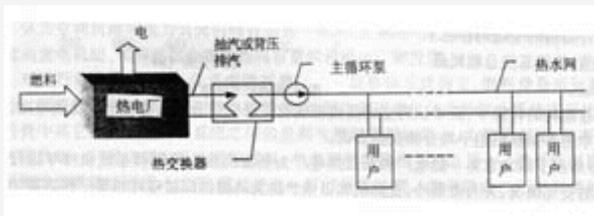


图1 北京热电冷三联供系统形式

由于北京第一热电厂、北京第二热电厂的供热范围是商业、使馆和国家大机关汇集的地区，拥有大密度的空调负荷，是利用现有热网实现集中供冷最为理想的地段。因此，本文仅对这两个热电厂所属的供热系统实现热电冷三联供方案(见表2)，从能耗、经济性和环境保护等几方面加以分析。

表2 北京热电总厂供冷能力

名称	单位	第一热电厂	第二热电厂
供汽量	T/H	400	480
生活热水耗汽量	T/H	85.03	114.17
供冷可用汽量	T/H	314.97	365.83
最大供冷能力	MW	122.06	140.35
最大供冷面积	104×M2	104.95	120.68

二、能耗分析

在系统能耗分析中将涉及到电和热两种不同性质的能量，为建立可比性，将所有能耗折算为一次能耗。

系统有关参数的确定 热电冷三联供系统的供冷能耗由制冷机热耗和热网循环水泵电耗两项组成，该值的大小取决于供冷量、热电厂机组构成、吸收式制冷机性能和热网运行状况等诸多因素。

供冷系统以原有北京热电总厂、北京热网为基础，因而热网和热源的结构参数均已确定。

在制冷方面，采用专用于热电冷联供的大温差吸收式制冷机^[1]，在热网供回水温度为95/65℃时其性能系数为0.62。

热网运行参数主要取决于热

网供、回水温度。热网供水温度

高有利于制冷机性能的提高，但

会使电厂抽汽参数提高，降低供

热机组的热经济性，经计算分析，

热网供水温度定为95℃。

热网回水温度也对系统能耗

有很大影响。回水温度低

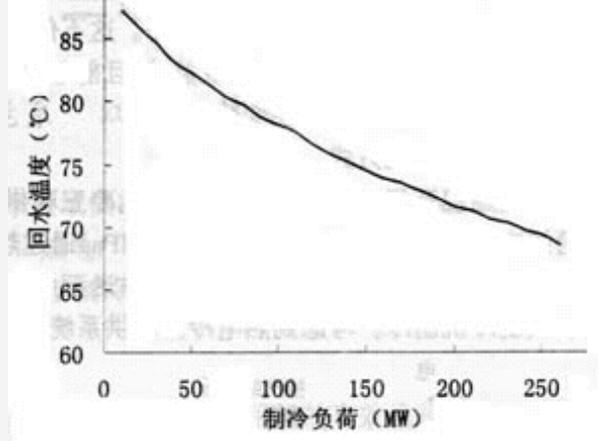
会减小热网泵耗，但又会降低制

冷机性能。因此，热网回水温度

随供冷设计负荷的变化而存在不

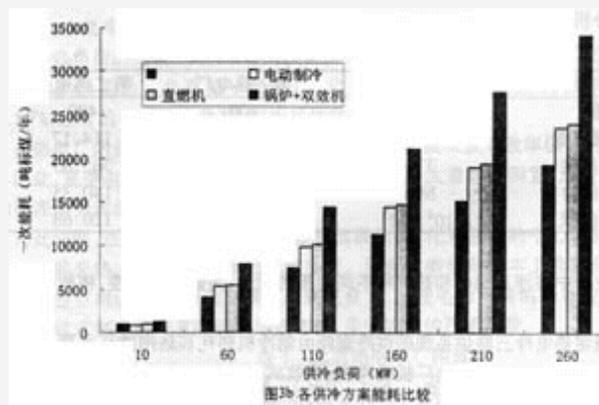
同的最优值，使得系统总能耗最

小(如图3a)。



系统能耗 在能耗的计算中，简单认为空调负荷在现有采暖负荷分布的基础上成比例增减，且两热电厂中的各供热机组平均分摊供热负荷。

图3b给出了以北京第一热电厂和第二热电厂为热源的热电冷联供系统供冷年运行能耗随负荷的变化情况，并与电制冷、直燃机和以锅炉房为热源的双效吸收机等三种方案加以比较。热电冷联供系统供冷能耗包括两个热电厂能耗和热网的输送泵耗。热电厂能耗由低品位的抽汽供热量折算成一次能耗而获得，热网输送泵耗亦将电耗折算至一次能耗。其计算过程详见[1]。其中，热网回水温度取图3a的相应值，锅炉房的热效率取为0.70，双效吸收机的性能系数取为1.2，其他有关参数的取值见表6。



由于制冷的需要，热网供水温度将由原来的75℃提高到95℃，生活热水负荷的一次能耗会因此而增加。故而在制冷负荷很低时，热电冷系统的供冷能耗高于电动制冷系统和直燃机。当制冷负荷大于10MW时，热电冷系统的供冷能耗小于其他制冷形式。在供冷负荷达到260MW时，热电冷系统的一次供冷能耗为19319吨标煤/年，分别相当于上述三种方案能耗的81.2%、79.2%和56.5%，节煤量分别为4164、4634和14900吨标煤/年。由此看来，当供冷达到适当规模后，热电冷三联供系统节能效果较为明显的。

三、经济性分析

首先从整体的角度分析北京热电冷三联供系统的经济性，然后就热电厂、热网和用户等几部分从局部的角度看该系统的经济性。

1、从整体角度看北京热电冷三联供系统的经济性

从整体上研究热电冷三联供系统的经济性时，做如下处理：

1. 将热电冷或电动制冷系统与电网作为一个整体加以研究将热电冷系统或电动制冷系统与电网作为一个整体对象加以研究，可避免对电价的讨论，进而更加全面、客观的分析热电冷联供系统经济性。

2. 认为空调负荷与电力负荷的峰谷期是一致的，空调用电的增加就意味着增加电网相同容量的发电机组，相应地就会增加相同容量的调峰电厂初投资。

3. 对运行费作简化处理, 仅考虑燃料费就整体系统而言, 燃料费是运行费的主要部分。经济性分析的目 的是对热电冷联供、电制冷和直燃机等几种供冷系统进行比较, 由于运行 费中其它部分在这几种系统之 间的差别与燃料费相比较小, 为简化起见, 仅考虑燃料费。北 京热电一厂燃烧煤和重油两种燃料, 考虑 到新增两台2×20万kw燃煤机组即将代替原有燃油 供热机组而投入运行, 因此热电一厂以燃煤处理。北 京热电二厂燃料费的计算以重油为对象。对于直燃机方案, 则以城市天然气为燃料加以研究。

在满足相同制冷负荷的条件下, 比较热电冷三联供系统、电制冷和直燃机三种供冷形式的年 运行成本, 即系统初投资的折旧和燃料运行费之和。

三种供冷系统的年运行成本随供冷负荷的变化关系, 如图4a所示。其计算过程参见 [2], 有关参数的 取值见表6。可以看出, 热电冷三联供系统的制冷年运行成本与其他两种系统相 比有大幅度的降低, 约为 这两种系统年运行成本的一半。与电动制冷相比, 虽然燃料费二者 相差不大, 但由于没有热电厂和热网 的投资, 热电冷三联供系统的初投资明显降低, 从而使 得三联供系统运行成本的锐减。与直燃机相比, 虽然初投资 二者没有显著差别, 但由于天 然气价格远高于煤, 加之制冷能耗的差别, 热电冷三联供系统的 燃料运行费远低于直燃机, 并最终造成三联供系统运行成本相对较小。例如, 当制冷负荷为260MW 时, 电制冷系统和直 燃机的年运行成本分别为6865. 1万元和7568. 5万元。热电冷三联供系统的年运行成本 仅为35 12. 4万元, 分别仅为电制冷系统和直燃机年运行成本的51. 2%和46. 4%。

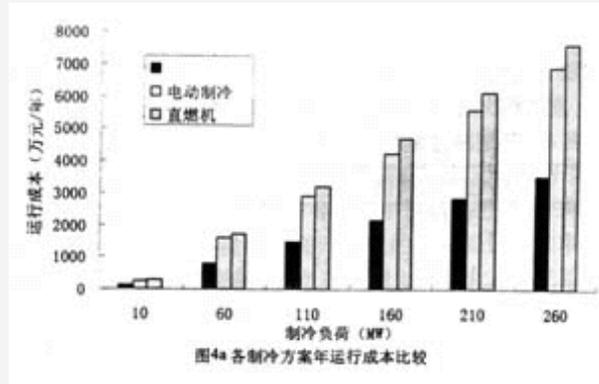


图4a 各制冷方案年运行成本比较

折旧率对系统运行成本影响较大, 图4b给出供冷规模为260MW时三种系统年运行成本受折旧率影响情况。

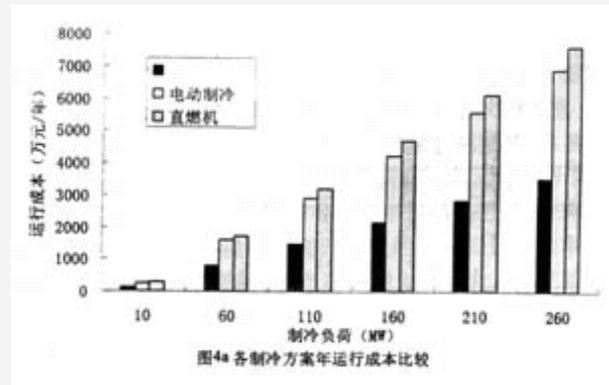


图4a 各制冷方案年运行成本比较

2、从局部角度看北京热电冷三联供系统的经济性 以下分别就用户、热力公司和热电厂的经济性加以分析, 有关热价和电价的取值见表6。

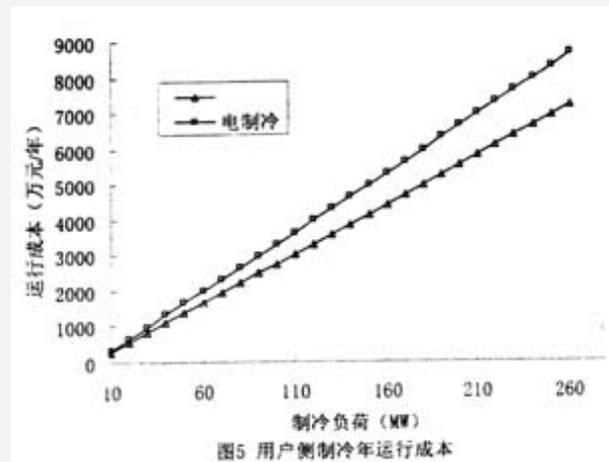


图5 用户侧制冷年运行成本

■ 用户侧经济性

对于用户来讲，在相同制冷负荷的前提下，系统的运行成本越低，经济性越好。下面对三种供冷系统的年运行成本加以比较。

表3各制冷站投资对比(1163kw)

/		热电冷联供系统(万元)	电动制冷站(万元)	直燃机(万元)
制冷机		130	100	140
冷却水泵		3.8	1.8	2.64
冷水泵		2.1	1.8	2.1
冷却塔		20.9	9.9	14.5
电力增容费	容量(KW)	116	361	80.6
	增容费	20.9	65.0	14.5
天然气增容费		-	-	69.8
合计		177.7	178.5	243.5

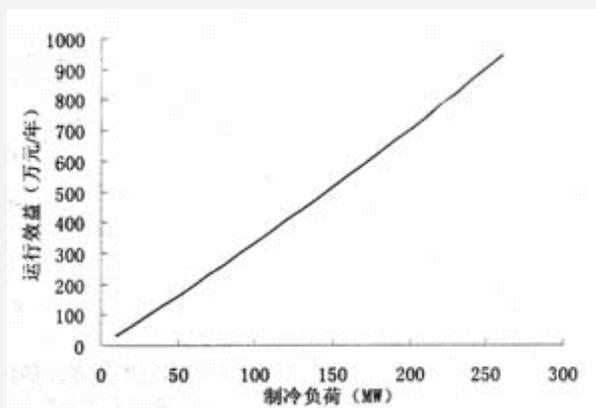
1) 初投资对容量为1163KW的各系统初投资估计如表3。热电冷联供系统的制冷设备初投资与电动制冷系统相差不大。而直燃机的价格高，加之天然气增容费，使得其投资大于前两种系统。

2) 运行费表4比较了三种制冷方案的制冷站的制冷站能耗运行费。热电冷联供形式的制冷站运行费最小，直燃机次之，电动制冷形式的运行费用最大。

表4各制冷方案制冷站年运行费比较(1163kW)

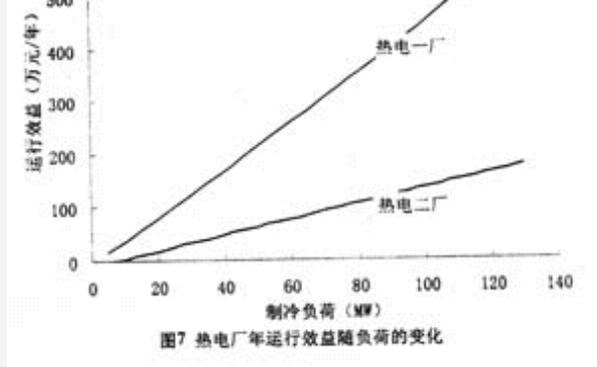
	热电冷三联供	电制冷	直燃机
热GJ/年能耗天然气Nm ³ /年电kW·h/年	5697.3	-	-
	-	-	89285
	1044 00	324900	72540
年运行费(万元)	19.7	26.0	21.9
年运行成本(万元)	32.1	38.5	38.9

3) 运行成本各系统的运行成本可近似视为初投资的折旧与运行费之和，如表4所示。用户采用三联供形式的制冷运行成本与电制冷和直燃机相比，分别减低了16.6%和17.5%。随着负荷的增长，热电冷形式的制冷系统和电动制冷系统年运行成本比较见图5。当制冷负荷达到260MW时，热电冷系统中用户供冷的年运行成本为7176万元，比电制冷减少1431万元。



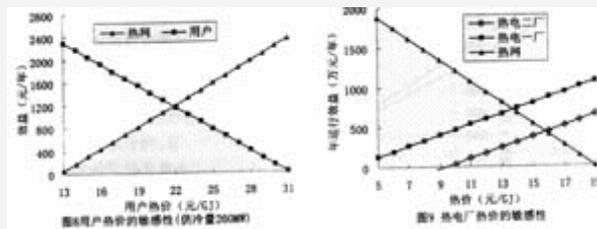
■ 热网侧经济性

由于热水网已存在，夏季供冷时可不考虑热网的初投资。因此，热网的运行效益可做简化处理，即等于每年售出制冷用户热量的收入减去年支付热电厂热量的支出。图6给出了热网系统年运行效益随供冷负荷的变化情况。当供冷负荷达到260MW时，热网年运行效益可达938.5万元。



■热电厂侧经济性

在已有热电厂基础上建设热电冷联供系统，夏季供冷运行时可不考虑热电厂初投资。因此，热电厂的年运行效益可做简化处理，即等于每年售给热网热量的收入减去年燃料费的支出。考虑到因生活热水负荷加热温度提高而造成的一次能耗增加以及热网循环泵耗情况，单位制冷用供热量的一次能耗随着制冷负荷的增加而变化。图7给出了两热电厂年运行效益随制冷负荷的变化情况。由于热电厂二厂燃用成本高的重油，因而运行效益低于热电厂一厂。当制冷负荷很低时，热电厂效益为负值。例如，热电厂二厂承担5MW制冷负荷时，年运行效益为-3.1万元。这是因生活热水负荷加热温度提高而造成一次能耗增加而引起的。制冷负荷大于8MW后，该热电厂的效益开始变为正值。在较大制冷负荷的条件下，热电厂的效益是明显的。热电厂一厂在承担100MW制冷负荷时，年运行效益为438.9万元，热电厂二厂在承担100MW制冷负荷时的年运行效益为128.4万元。



■热价的敏感性分析图8和图9为供冷负荷为260MW时的用户购入热价及热电厂售出热价对热电厂、热网和热用户经济性的影响。在图8中，用户效益取为热电冷联供系统制冷与电动制冷相比减少的年运行成本，热电厂售热价取为12.0元/GJ。随用户购入热价的增加，热网效益增加而用户效益减少，在热价为22元/GJ时热网和用户效益相等，约为1180万元。在图9中，两热电厂各承担120MW冷负荷，用户购入热价取为20.0元/GJ。当热电厂售出热价升高时，热电厂效益增加，热网效益减小。当热价增至19元/GJ时，热网效益为零。

表6有关参数取值

参数名称	单位	取值	
能量价格	电	元/KW. h	0.8
	用户用热	元/GJ	20.0
	热电厂供热	元/GJ	12.0
	煤	元/吨	200.0
	天然气	元/Nm3	1.8
	重油	元/GJ	21.1
增容费	电力	元/KV. A	1800.0
	天然气	元/KW	600.0
制冷机性能系数	电动制冷机	-	4.0
	直燃机	-	1.2
单位发电容量电力系统初投资	元/KW(e)	10000.0	
空调负荷同时使用系数	-	0.8	
最大空调负荷小时数	小数/年	900	

折旧率	-	0.07
供热机组机电效率	-	0.97
热网效率	-	0.95
电网供电效率(计及电网线损)	-	0.306

四、环保性分析

在我国，能源消费以热值低、污染性高的煤为主。能源转换系统的效率低，环保投入少，使得环境污染较为严重。仅就温室气体排放而言，我国已成为仅次于美国的世界第二大CO₂排放国。在城市能源消费方面，采暖和空调是其重要的组成部分。合理地规划和管 理供热和供冷系统，对于减少城市环境污染和实施可持续发展战略具有重要意义。作为区域 性的供冷系统，热电冷系统的规模通常较大，其环保性能的好坏将直接影响城市的污染状况 和市民生活。

系统对环境的影响主要涉及两个方面，即燃料燃烧和制冷剂泄漏。

1、燃料燃烧对环境的影响

人类在消费能源的同时也造成了环境的破坏和污染。能源消费的环境污染主要是由燃料燃烧 引起的，所造成的环境问题包括温室效应、大气污染、水污染、燃料开采中土地占用与破坏 、燃烧废弃物等。对于热电冷联供系统，燃料燃烧引起的环境问题主要集中在有害气体排放 、粉尘污染以及杰渣处理等几方面。燃料燃烧过程中产生的SO_x、NO_x、N₂O等气体是 造成 大气污染的重要成分，所排放的CO₂则是造成温室效应的主要气体。其中，SO_x可导致人 体呼吸道疾病，破坏农作物生长，形成“酸雨”、“酸雾”等。NO_x、N₂O除有毒性外， 也是温室气体，而N₂O又对大气臭氧层有破坏作用。

表5给出260MW制冷量三种系统的主要有害物排放量。由于热电冷三联供系统的能源转换效率 高，加之燃用部分较为清洁的油燃料，该系统的三项有害物排放量明显低于电动制冷系统和 直接以锅炉为热源的双效机。与直燃机相比，CO₂排放量较低，而SO₂排放量略高。因此 ，热电冷联供系统的环保效果好于电动制冷系统和以锅炉为热源的双效机，而与以天然气为 燃料的直燃机相当。

表5 260MW制冷量的各供冷系统有害物排放量(吨/年)

供冷系统有害物	CO ₂	SO ₂	灰尘
热电冷联供系统	60210.5	183.5	21.5
电制冷系统	65518.0	468.5	57.0
锅炉+双效机	106650.1	682.7	122.9
直燃机	70261.5	136.5	-

2、制冷剂对环境的影响

在电动制冷方面，经过多年的努力，到1996年1月1日全面禁止生产和使用CFC物质。但是，C FC最常用的替代物质，如HCFC22、HCFC123等，虽然其臭氧耗损潜能ODP值分别已降低至0.05 和0.02，但对大气臭氧层仍有破坏作用，这些工质直到2030年以后才被停用。

制冷剂对环境影响的另一方面是温室效应。大气变暖的主要原因是大量排放CO₂造成的， 但制冷剂对温室效应的影响比相同量的CO₂要严重的多。制冷剂对温室效应影响的强弱程 度用全球变暖潜能GWP来表示，若以一个CO₂分子的GWP=1，则一个R11和R12制冷剂分子的G WP值分别为1500和4500。目前使用的替代制冷剂R22、R123和R134a的GWP值大幅下降，但仍 然分别高达510、29和420。

电动制冷机所使用的制冷剂对环境的影响主要取决于其泄漏量。以往离心式机组制冷剂的年 泄漏量约占充注量的16% [3] 。目前，由于排汽装置、密封技术、检漏及制冷剂回收 技术的改进，泄漏量有较大幅度的降低。但电动制冷机制冷剂对环境的破坏作用依然存在。

热电冷联供系统采用的吸收式制冷机以溴化锂水溶液为制冷剂。该工质无臭、无毒，不破坏 大气臭氧层，更不会产生温室气体。因此，从制冷剂对环境的影响看，热电冷联供系统比电 动制冷系统更加有利于环境保护。

五、电力削峰

夏季一天中空调负荷与电力负荷的高峰期通常是一致的。因此，电力负荷高峰期空 调用电量的减少和热电厂发电量的增加均对电力负荷起到削峰作用。由于供热负荷的短缺， 目前北京第一热电厂夏季的发电量由冬季的300MW减小到160MW，而北京第二热电厂更由于燃 油成本高而在夏季仅开启一机一炉，即由冬

季的200MW减小至50MW。实现热电冷三联供后，夏季两热电厂在电力负荷高峰期的发电功率可恢复至冬季水平。故电力负荷高峰期热电厂可增加发电量290MW。同时，吸收式制冷机代替电动制冷机的260MW制冷时，可在电力负荷高峰期减少用电55MW。因此，热电冷三联供系统的实施，将会削减电力高峰期负荷345MW。

六、实施措施

空调负荷的落实 北京第一热电厂、第二热电厂可承担共260MW的空调负荷，供冷面积约220万平方米。这些负荷可通过以下途径逐步获得：

- 1、抓住新建建筑北京热网的采暖供热面积以300万平方米/每年的速度增长，如果其中10% 的建筑夏季空调利用热网热量，则热电冷三联供系统每年可增加30万平方米。目前，随着经济的快速增长，北京商业建筑发展迅速。平安大道的开通更为高楼大厦的拔起创造了有利条件。因此，首都新建建筑的不断出现为热电冷三联供系统空调负荷的发展提供了充分的机会。
- 2、改造旧空调系统北京现有空调面积很多，而属于北京第一热电厂、第二热电厂供热范围的朝阳区则更是商业建筑云集。各楼宇制冷机的改造更换时有发生。将旧制冷系统改造为以热网热量为热源的制冷系统是增加热电冷三联供系统供冷负荷的重要途径。

政府导向热电冷三联供系统庞大，涉及热电厂、热网和制冷用户等多家单位，各单位彼此之间相对独立，而三联供工程的顺利投入需要各单位同时启动、相互配合和通力合作。这就迫切需要政府出面组织和协调。在热电冷系统运行初期，由于供冷负荷较少，系统因生活热水温度的提高而效率较低，热网运行能耗较大，管理费用增加，导致整个系统的运行成本相对较高，使得热电厂和热网可能出现负效益。同时，在新运行方式下，原有供热系统某些环节的改造也会需要适量的资金投入。因此，政府应出面发挥其职能以扶持北京热电冷三联供系统的初期发展。例如，制定优惠政策鼓励用户采用三联供形式的空调系统以保证热电冷系统拥有足够的供冷负荷，在资金方面给热电厂和热力公司以适当支持等。

完善技术由于供冷和采暖的特点有所不同，热电冷三联供系统的若干环节要做一定的改进。

在热网方面，供冷负荷和采暖负荷分布的差别，使得对系统水力工况需要做进一步的分析和必要的改善。

在用户方面，应采用适应于热电冷三联供的吸收式制冷机，即制冷机应保证热网供回水温差大、回水温度恒定，并且制冷的性能系数应尽量高。这种制冷机国外已有产品。只要国内拥有市场。国产机组也将会很快出现。

对于热电厂由于供冷负荷一天内的变化幅度较大，供热机组抽汽量的调节比采暖供热频繁。这一点应在热电厂运行控制中予以考虑。

热电冷三联供的实现，只需在原有热电厂和供热网的基础上对某些用户处管网加以改造，同时在有关技术上进一步完善。因此。这是一项投资小，社会、经济和环保效益大的工程。

七、结论

根据上述分析，可得如下结论：

- 1、热电冷三联供系统能源利用效率高。当系统参数选取合理时，其能耗低于以锅炉房为热源的吸收机、电动制冷机和直燃机。
- 2、利用现有供热系统的热电冷系统，在经济性方面具有明显的优势，从整体的角度看，其运行成本仅为电动制冷和直燃机的约二分之一。从局部系统看，用户、热网和热电厂均具有较好的经济性。
- 3、由于系统能耗低，加之溴化锂吸收式制冷机工质的无污染性，热电冷三联供系统的环保效果显著。该系统的各种环境污染物排放量明显低于电动制冷系统和以锅炉房为热源的吸收机，而与以天然气为燃料的直燃机相当。
- 4、热网升温给生活热水负荷带来的能耗增加，使得供冷负荷很低时热电冷系统的能耗较高，热电厂的运行也是不经济的。因此，在热电冷三联供系统开始实施的初期，供冷负荷可能较低，需要有关部门给予扶持。

以上仅对以北京第一热电厂和第二热电厂为热源的供热系统实现热电冷三联供进行了分析。若考虑到包括石景山热电厂和高碑店热电厂在内的热电冷三联供系统，则供冷规模将会扩大仅两倍，由此会给北京带来更大的社会、经济和环保效益。

参考文献

[1] 北京热电冷三联供方案分析之附录一北京热电冷三联供系统能耗的计算 清化大学热能系

[2] 北京热电冷三联供方案分析之附录二从整体角度计算北京热电冷三联供系统经济性 清华大学热能系

[3] 高埔生等空调用冷水机组及其对环境的影响分析暖通空调1997. 增刊

燃气轮机设备推荐

招聘栏目开通

能源行业投资咨询报告

Copyright © 1999-2006 Falcon Power Ltd. All rights reserved. 群鹰公司 版权所有

地址：北京市海淀区北蜂窝8号中雅大厦A座14层 邮政编码：100038

电话：010-51915010,30 传真：010-51915237 Email: china5e@china5e.com

支持单位： 中国企业投资协会|中国动力工程学会| 中国电机工程学会|中国城市燃气协会 承办单位：群鹰公司 免责声明
京ICP证040220号

