

首钢高新产业园区燃气冷热电 三联供项目建设规划探讨

杨 昶

(首钢总公司园区管理部基础设施处,北京 100041)

【摘要】结合我国近年采用燃气轮机发电供能发展情况,分析存在的问题和不足,面对未来将重新规划开发建设首钢高新产业园区这一历史机遇,说明在首钢园区规划建设燃气冷热电三联供项目的可能性;提出工作切入点、运营三联装备应具备的条件,并通过总结我国当前建设三联供项目的制约因素,提出解决问题的意见建议。

【关键词】燃气;冷热电三联供;能源;规划

【中图分类号】TM61

【文献标识码】B

【文章编号】1006-6764(2016)01-0040-05

Construction Planning of Combined Supply of Fuel Gas Cool and Thermal Power at Shougang Hi-tech Industrial Zone

Yang Yang

(The Infrastructure Section of Shougang Group Zone Management Dept., Beijing 100041, China)

[Abstract] Combining with domestic development situation of fuel gas turbine power generation and supply in recent years, the existing problems and shortcomings were analyzed. Faced with the historic opportunity of re-planning of Shougang New Hi-tech Industrial Zone, the feasibility of combined supply project of cool and thermal power at the zone was presented and the work breakthrough point and required conditions for combined power supply operation were put forward. Through summarizing the current restricting factors in constructing combined power supply projects in China, opinions and recommendation on the problem solution were provided.

[Keywords] fuel gas; combined supply of cool and thermal power; energy; planning

1 引言

燃气冷热电三联供,即CCPH(Combined Cooling, Heating and Power),是指以天然气为主要燃料带动燃气轮机发电机等燃气发电设备运行,产生的电力满足用户的电力需求,系统排出的废热通过余热回收利用设备向用户供热、供冷。

随着全球经济的快速发展,一方面能源需求不断上升,另一方面资源紧缺和环境压力日益增大。由于燃气发电属于清洁能源,二氧化碳等有害物排放比燃煤电厂低,可满足环境和排放更严格的标准,技术也比较成熟,而可再生能源还存在多种需要攻关的课题,燃煤发电随着对SO₂、NO_x、粉尘、重金属含量等排放更高标准的限制,技术改造成本及难度很

大,所以世界各国均致力于发电结构调整,燃气发电再次受到热烈追逐。

当然,人类不可能长期依赖燃气发电,因为天然气也是不可再生的。但燃气发电可以用相对洁净的方式为人类争取到至少几十年的时间,让人类分阶段实现可再生能源、新一代能源的能源战略的革命。不管将来如何,在未来和今天之间,天然气发电是重要的过渡桥梁。仅从这一点看,天然气发电就应该值得我们充分重视,并作出足够的努力。

2 浅析燃气轮机冷热电三联供装备在北京的发展潜力

由于北京市特殊的地位,北京市燃煤发电机组受到限制,北京市供电主要从山西、内蒙、河北电网

供电,电力需求有保证且安全可靠。但由于热能难以长距离输送,不可能靠外地解决北京市的供热热源困境,只能依靠北京市自己解决,故北京市是一个缺乏集中供热热源的特大型城市。

2.1 北京市集中供热简况

北京市城市热网集中供热热源主要有四座热电

厂:国华北京热电厂、第二热电厂、京能热电厂、华能北京热电厂和四座大型供热厂:左家庄供热厂、方庄供热厂、双井蒸汽厂,双榆树供热厂。

供热管网干线东至东四环,西到西三环,北至平安大街,南到广安大街,将全部热源连接起来,总长达477.6 km,遍布于全市八个城区。如图1。

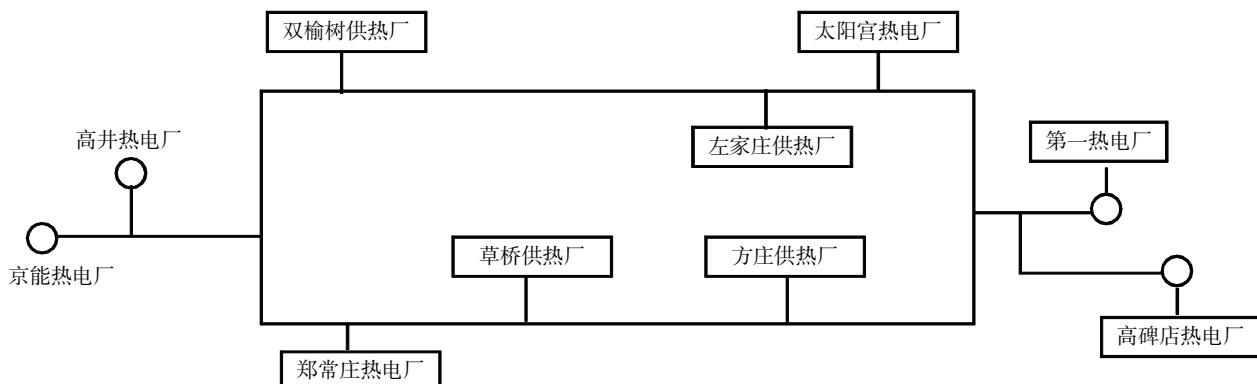


图1 北京的供热管网及其热源

2008年北京市城市热力网(热电厂+调峰热源)的供热能力就已达到满负荷,已没有应对重大突发性事件的热源容量弹性。

根据《北京城市总体规划》提出的能源建设原则,北京“十二五”规划中明确提出,构建安全高效清洁的“‘1+4+N’+X”供热体系。“1”是建设一个相对稳定的中心大网;4是按照两扩两迁、先建后拆的原则建设四大燃气热电中心,形成对中心大网主力热源支撑;N则是按照与热电厂基荷1:1配比建设燃气尖峰锅炉,作为辅助热源;X是不与中心大网连接的、满足区域供热需求的独立供热系统。

目前,四个为中心大网提供支撑的热电中心,2011年运营的东南热电中心位于五环路内高碑店,有2台35万kW级燃气热电机组和尖峰锅炉,2012年投入使用的西南热电中心位于丰台区草桥村,有着和东南热电中心相同的供热能力。东北热电中心位于朝阳区高安屯,建设规模为4台35万kW级燃气热电机组,西北热电中心选址在石景山区高井地区,建设规模为6台35万kW级燃气热电机组,为四大热电中心对中心大网支援最多的项目。据北京新闻2015年3月24日报道,预计到2016年,四大热电中心全部正常投入运行。这大大提高了北京城市热网的供热能力,可是由于北京城市建设的快速发展,热源和供热设施的建设仍滞后于城市建设。

2.2 冷热电三联供在北京城市发展潜力大

按以上所述北京拥有全国最大的采暖热水管网,然而,在夏季,北京市由于没有用热负荷,热电联

产机组要么停运、或以发电效率极低的纯凝汽方式运行。造成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电力空调设备承担。空调机组耗电量大,且使电力负荷的峰谷差拉大,造成能源的严重浪费。

另一方面,在改善空气质量、调整能源结构的大背景下,北京市天然气用量快速增加,主要用于民用及冬季供热,年耗气量居全国第三位,但冬季采暖期用气量高居全国榜首,且冬夏季峰谷差达10倍以上,夏季最低日用气不足700万m³,而冬季最高峰日用气量近8000万m³。

所以根据北京市情况,改造旧城区夏季靠电力制冷方式,特别是在新规划城区直接考虑使用冷热电三联供系统,使得用电用气峰谷负荷互补,利于电网气网的移峰填谷,又提高用能的经济性。

随着北京城市的继续发展,北京市一方面还要大力建设供热热源及系统,另一方面又存在大量制冷用热负荷需求,还要继续改善大气空气质量,故在北京城区未来的发展中,冷热电三联供大有发展潜力。

正在建设北京小汤山未来科技城(装机容量200MW)和海淀区北部3号稻香湖片区能源中心

(装机容量 200 MW)的示范工程也充分说明了这一点。

3 对在首钢高新产业园区内规划建设投产燃气轮机冷热电三联供设备设施探考

3.1 可能性

综合以上所述,由于长安街延长线通过首钢厂区并有西北热电中心的供热主管线从首钢厂区内部穿过,所以我认为:

(1)在首钢园区内建设以满足北京城市对供热需求的、像北京小汤山未来科技城和海淀区北部3号稻香湖片区能源中心规模的较大型的冷、热、电三联供发电供能装备不太可能。

这种情况有可能的是在距首钢园区有一定距离以外的附近建设大型三联供项目,而园区内部分建筑设施使用它的能源制冷或供热。

(2)由于北京市新建西北热电中心距首钢园区不远且还有一根穿过首钢厂区的供热管线,未来在园区内的建筑设施供热也有一定条件和理由全部接用市政热力管线热源供热而不建设燃气三联供设备设施。

如首钢园区用市政热网供热,市政热网向市内输送热量就会减少,园区也就失去了采用新能源供能方式节能减排的示范作用了。在当前节能减排的大形势背景下,这种情况可能行也小。

(3)在园区内建设中、小型规模的燃气冷热电三联供设备设施,承担园区内部分供热、供冷负荷。这种情况是有很大可能性的。

3.2 开展工作的着眼点

通过园区开发部了解北京市西部区域能源规划情况,燃气冷热电三联供设备应能满足北京市环境排放标准要求和对水资源需求量要求并满足节水要求。所涉及的以下实体的关注点得到保证。

所涉及的实体有:环境保护部、国家能源局、北京市政府、北京市热力集团、北京市燃气集团、北京市水务集团、北京市供电局。国家安全生产监督管理总局。

(1)环境保护部是环保政策的制定和监督方,关注建设项目是否符合污染物排放标准和总量控制标准。

(2)国家能源局是能源类规划的审批方,关注项目是否符合冷热电三联供政策和工作程序。

(3)北京市政府是市政设施项目投资的组织和管理方,关注尽快尽好地解决北京市供电、热、冷能力和项目的设计方、投资方,保证北京市经济稳定而快

速发展。

(4)北京市热力集团是市政供热设施规划运营方,关注园区供热规划。

(5)北京市燃气集团是市政燃气供配设施规划运营方,关注西部天然气管网建设、天然气冬夏季运行耗量平衡,确保三联供设备用气安全。

(6)北京市水务集团是市政供配水设施管理运营方,关注建设项目节水程度、消耗水资源情况。

(7)供电局是供配电设施管理运营方,关注建设项目涉及并网点等情况。

(8)国家安全生产监督管理总局是企业安全生产法律、法规的制定和执行情况监督者,关注天然气设备设施安全生产相关法律法规。

3.3 燃气冷热电三联供的使用条件

燃气冷热电联供系统的使用包括能源供应条件、联供负荷条件、联供站址条件、联供能效条件、工程技术条件等。

3.3.1 使用燃气冷热电联供系统应具备的能源供应条件

①使用燃气冷热电联供系统的区域,天然气供应应充足且供气参数比较稳定,以保证燃气轮机的一次能源供给和正常运行。

②燃气轮机发出的电量即可自发自用,也可并入市政电网运行,并入电网的系统应采取发电机并网自动控制措施,燃气发电机停运时可实现市政电网供电。

③市政电网实行峰谷分时电价

④用户供电、供热、供冷负荷使用规律相似。

3.3.2 使用燃气冷热电联供系统应具备的联供负荷条件

①待园区建筑规划后决定,根据所带供热、制冷负荷,决定三联供设备容量是按区域集中式冷热电三联供规模考虑还是按楼宇式规模考虑,以决定发电总容量及联供系统年运行时间。

②用户是全年都有冷、热负荷需求还是只在夏季有冷负荷需求,冬季供暖季有热负荷需求,还是全年都有冷、热负荷需求,而在两季需求更多,如像天津北辰风电园。冷、热负荷需求特点决定系统配置情况和采用系统的形式。

3.3.3 使用燃气冷热电联供系统应具备的能源站站址条件

①燃气冷热电联供系统的能源站宜靠近供电区域的主配电室,且供冷供热的半径不宜太大。

②能源站应便于与市政燃气管道连接,且入站

燃气压力应符合国家现行的有关标准、技术规程的规定。

③楼宇规模的燃气发电机组应考虑在建筑物地下室布置还是首层、顶层，不同地点应有容量限制。

④能源站应符合环保、防火、防爆等安全要求

⑤能源站宜独立设置或室外布置，当确有困难需要贴近民用建筑布置时，应采用防火墙隔开，且不应贴临人员密集场所。

3.3.4 使用燃气冷热电联供系统的能效限定条件

①燃气冷热电联供系统的年平均能源综合利用率应大于70%。

②燃气冷热电联供系统的年平均余热利用率宜大于60%。

③采用内燃机，全系统年节能率应大于30%，采用燃气轮机时，全系统年节能率应大于20%。燃气冷热电联供系统的节能率是在产生相同冷量、热量和电量情况下，联供系统相对分供系统的一次、二次能源的节约率。

④在冷热电联供系统的能源站内，各台燃气发电装置的负荷率都宜大于80%。

⑤辅助燃气锅炉的效率宜大于90%。

3.3.5 使用燃气冷热电联供系统的工程技术条件

燃气冷热电联供系统应的设计、施工、验收和运行管理，应符合国家关于施工、建设、验收、运行规程规定。

3.4 当前推进建设燃气冷热电三联供制约因素及建议

3.4.1 制约因素

(1)行政体制障碍

由于该项目属于能源综合利用，包含能源的输送、转化和使用等多个环节，涉及燃气、电力、环保、热力、安全生产等多个部门，各部门之间行政上相互独立、相互制约，利益各不相同，如果没有政府牵头协调，作为使用业主单位很难协调各个能源部门满足各个能源单位的要求，这导致项目在审批、手续办理等方面遇到困难。

(2)电力并网、上网和售电障碍

系统应该与电网并网运行。当系统发电不能满足用户全部需求时，由电网给予补充，同时多余的电力还应销售给电网公司。

但在我国建设的项目电力并网方面都遇到了较大困难，除一些已经建成的项目仍未获得并网批准外，即使经政府批复电力部门同意上网的项目，电力公司提出的并网费用也使的用户难以承受。

目前，我国电力并网规则条款仅针对大型电厂，燃气冷热电分布式能源项目发电并网事宜尚未明确规定。这也是导致项目并网存在障碍的原因。为消除此障碍，国家应在电力法规中，增加支持分布式能源项目电力并网的明确条款，以促进燃气冷热电分布式能源技术的推广。

(3)缺乏技术标准和规范要求

我国燃气冷热电分布式能源还处于起步阶段，建好的项目还不多，相应的设计、施工、验收、运行维护等技术标准和规范也尚未出台，这都影响了项目的建设发展。

(4)设备效益不能得到合理体现

国内能源价格体系尚不健全，能源价格并不反映其真实市场价值和环境价值，许多能源价格还带有福利性质，如供热价格等。

分布式能源项目具有提高能源综合利用效率、减少能源输送损失、提高能源供应安全性、优化能源结构、平衡燃气电力峰谷差、减少温室气体排放等多项社会效益，但是目前在没有相关支持鼓励政策的情况下，采用分布式能源技术增加的技术和资金风险全部由业主承担，产生的社会效益却没有转化成经济效益体现在业主身上。

(5)缺乏适合的商业运作模式

燃气冷热电分布式能源项目涉及燃气、电力、热工、空调、控制等各个专业，技术涉及面广，在项目设计采购、施工、运行的各个阶段需配置高素质的技术人员，加之国内缺乏相关技术标准和规范指导，用户自行建设分布式能源项目人员成本高、技术风险较大。

还有项目涉及的并网、上网、设备减免税等许多政策问题，协调起来难度很大。如我国电力法不允许电力行业以外第三方向电网

(6)主机及其他设备的国产化

目前，设备大多靠进口，运行、检修费用高，为降低投资等费用，设备的国产化是重要环节。

3.4.2 意见建议

(1)建立政府和各专业管理部门、业主、投资方、设备供应商的沟通机制，推动相关工作的进一步开展。

(2)组织研究、吸收国际经验，制定对燃气冷热电分布式能源发展具有推动作用的指导性文件，制定相关补贴支持政策，如优化气价、减免税收、设备免征关税和增值税优惠等政策。

(3)完善制定燃气冷热电三联供（下转第46页）

(2)布袋除尘压差 1000 Pa 开始振打,压差始终小于 1000 Pa,烟尘排放浓度在 15 mg/m³ 左右。

(3)脱硝氨水用量 180 kg/h,SCR 入口温度 320 ℃,氨逃逸低于 3 ppm 以内,氮氧化物排放浓度在 90 mg/m³ 左右;

(4)引风机:锅炉设计炉膛水冷壁和刚性梁能承受锅炉运行时燃烧爆燃工况产生的烟气压力波动为 5800 Pa,引风机压头 8000 Pa,我们一直担心的启运瞬间是否会导致锅炉变形等问题,运行过程中,由于风机是变频调节,逐步开启,故不存在所谓的锅炉变形问题。

5 运行中出现的事故及处理

2014 年 7 月 1 日投运至今,环保设备有过两次事故,我们总结了经验和教训,并在以后的运行中逐步改进。

5.1 布袋除尘压差变大

2014 年 7 月 20 日,2# 炉发生除尘器阻力变大情况,40 min 后,1# 炉也发生该情况,压差逐步大至需要降负荷运行,调整为 100 t/h 左右,分别停 2#、1# 炉,清布袋除尘器。

分析:一开始怀疑由于烧了蒙煤,蒙煤轻,灰会附着在布袋上,停运蒙煤,无好转;另外还掺烧纺织厂污泥,经化验纺织污泥中发现有化纤成分,停用该污泥,布袋除尘器逐步恢复。此后,电厂不掺烧纺织厂污泥。

5.2 脱硝喷氨水量不正常

2014 年 8 月 15 日,1#、2# 炉烟气出口 NOx 超标,需要降负荷运行,仍旧有不能达标的情况。

刚投运时:230 t/h,SCR 入口温度 330 ℃ 左右,3 万 m³/h 高气,NOx 入口 550 mg/m³,喷氨 200 kg,出口 NOx 50 mg/m³。

8 月 15 日情况:180 t/h,SCR 入口温度 330 ℃ 左右,NOx 入口 550 mg/m³,喷氨需要达到 350 kg,

出口 NOx 勉强 100 mg/m³ 左右,氨逃逸数据大,SO₂ 数据非常低(分析有氨气已经将部分 SO₂ 脱去,生成 NH₃HSO₄)。为使出口 NOx 不超标,甚至需要把降低负荷运行。

分析可能原因:(1)NOx 数据不准;(2)氨水浓度、纯度有问题;(3)10 个喷氨挡板不均匀。

试验:(1)脱硫塔出口的 NOx 数据测试,显示准确;(2)氨水将 1# 储氨罐调换至 2# 储氨罐,更换后无变化;(3)测试 2# 炉的 10 个喷氨挡板,压力、数据等均正常;测试 1# 炉的 10 个喷氨挡板,发现东侧的 4 个挡板关闭。

措施:对 1# 炉的挡板进行调整,氨水量下降至 180 kg,NOx 不超 100 mg/m³,数据恢复,负荷恢复。对喷氨挡板做好记号;规定定期检查喷氨挡板。

6 总结

我们吸取了除尘和脱硝的两次事故教训,总结了经验,之后环保数据和在线监测数据均运行正常,期间环保部门多次抽查,排放均合格,经过一年的磨合,环保运行、设备总体趋于稳定。

2015 年 4 月小修期间,打开锅炉人孔,检查催化剂表面基本无积灰,空预器无堵塞情况。

7 效益与责任

一热电锅炉环保技改提标后,脱硝增加发电成本:0.012 元/kWh、脱硫增加发电成本 0.015 元/kWh、除尘增加发电成本 0.0031 元/kWh。兴澄特钢一热电是自备电厂,故不享受国家的发电环保提标补助,环保提标后,对利润有一定影响。但降低排放,造福于民,也是全球最具竞争力特钢企业应担负的社会责任。

收稿日期:2015-09-29

作者简介:赵晓雷(1981-),男,毕业于南京工程学院机械设计制造及其自动化专业,大学本科学历,工程师,现从事锅炉技术管理工作。

(上接第 43 页) 相关的设计、施工、验收、运行、检修、维护等技术标准和规范。

(4)建立有资质、有技术和有诚信的专业服务公司,可以承担开发、规划、设计、施工、运行、维护等工作。

(5)制定统一的并网及电接入标准,建立完善的

价格体系和机制。

(6)了解燃气轮机等设备国产化最新进展情况。

收稿日期:2015-09-23

作者简介:杨旸(1963-),男,大学本科学历,工程师,现从事能源管理工作。