

热电厂 实用技术丛书

热电厂建设及 工程实例

中国航空工业规划设计研究院 组织编写



化学工业出版社
环境·能源出版中心

热电厂实用技术丛书

热电厂建设及工程实例

中国航空工业规划设计研究院 组织编写



化学工业出版社
环境·能源出版中心

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

热电厂建设及工程实例/中国航空工业规划设计研究院组织编写. —北京: 化学工业出版社, 2006. 3
(热电厂实用技术丛书)
ISBN 7-5025-8427-7

I. 热… II. 中… III. 热电厂-建设-中国
IV. F426.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 024128 号

热电厂实用技术丛书

热电厂建设及工程实例

中国航空工业规划设计研究院 组织编写

责任编辑: 郑叶琳

文字编辑: 李玉峰

责任校对: 于志岩

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社 出版发行
环境·能源出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 16½ 字数 405 千字

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8427-7

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换



中国航空工业规划设计研究院

中国航空工业规划设计研究院创建于 1951 年，是国家甲级设计院；具有对外经营权和对外工程承包权，硕士学位授予权，设有博士后科研工作站。1996 年通过 ISO9001 质量体系认证。2002 年通过 ISO9001-2000 版质量体系换版认证，并于 2005 年通过了复评换证。

现有工程技术人员 1000 余人，其中，中国工程设计大师 7 人，研究员级高级工程师 80 余人，高级工程师 360 余人。

经建设部审查、批准，获得建筑行业建筑工程、市政公用行业（热力、环境卫生）等 5 个行业甲级及民航行业、电力行业等 7 个行业乙级工程设计资格，还获得工程总承包、建设监理、环境影响评价的甲级资格和一、二、三类压力容器设计资格以及 GB 类、GC1(4)、GC2(1)、GC2(4) 类压力管道的设计资格。经国家计委审查、批准，获得 8 个行业的甲级工程咨询资格和 8 个行业的乙级工程咨询资格。

获得过包括全国科技成就奖、国家科技进步特等奖、全国最佳优秀工程特奖、首届中国土木工程（詹天佑）大奖、国家优秀工程设计金奖等在内的各类国家级奖项。

热电与环境工程所是专门从事热电工程与环境工程设计与咨询的专业所，也是国内最早从事燃气轮机发电工程设计的单位之一，具有国家批准的单机 125MW 燃机电厂的设计证书。五十多年来，除了完成一大批集中供热、热电联产的项目外，同时还设计了深圳福田燃机电站、三亚市南山燃机电厂、无锡爱依斯凯瑞克燃机电厂及敦煌燃机电厂等一批简单循环和联合循环发电的燃机电站。在城市生活垃圾焚烧处理方面，于 1996 年完成了青岛荏原电站示范工程的工程设计和总承包。1998 年，完成了日处理 25 吨航空垃圾的首都机场垃圾焚烧厂的设计。之后，又设计了福建晋江、广东中山、河南濮阳、广西桂林等多个城市生活垃圾发电项目。2005 年，完成了苏州同和资源综合利用有限公司（24 吨/日）危险废弃物（电子垃圾）焚烧处理工程的设计和工程管理。2006 年，承接了宁夏银川、甘肃兰州等地危险废弃物和医疗废弃物处理中心项目的设计工作。此外，研究院在污水处理等方面也积累了丰富的经验。

随着我国现代化建设事业的飞速发展，研究院将一如既往，本着“精心设计、技术创新、持续改进、顾客满意”的方针竭诚为国内外用户服务。

深圳福田燃机电站



北京通县热电厂



晋江市垃圾焚烧发电综合处理厂





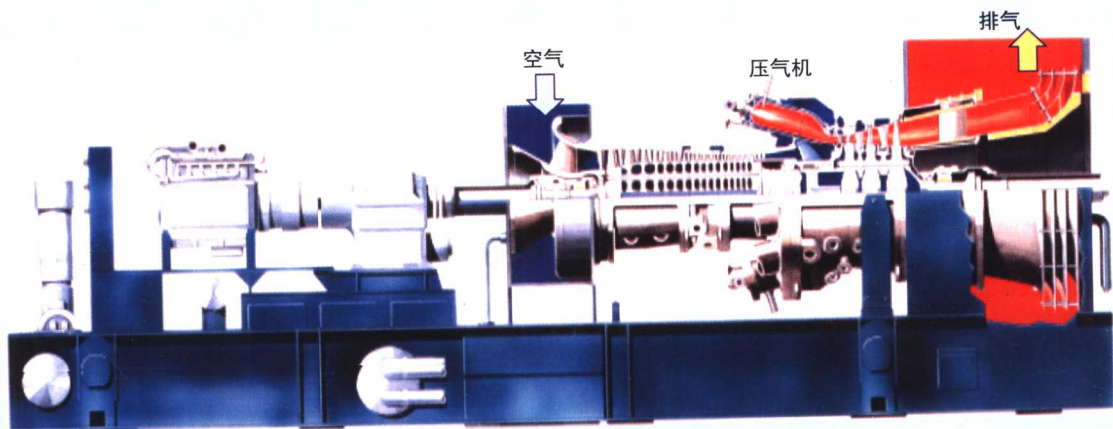
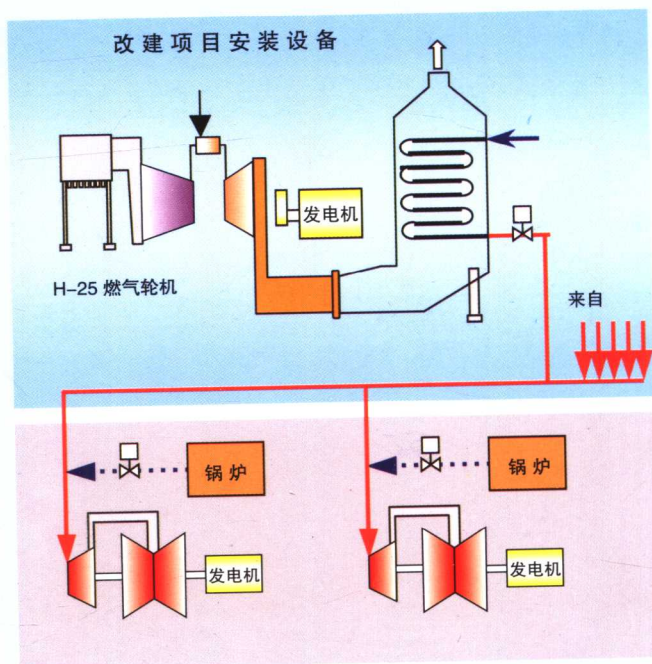
伊丽莎白女王电站的改建设备 ▲



燃气轮机房 ▲

附图1 ►

加拿大, SaskPower,
伊丽莎白女王电厂改建
项目的系统配置



附图2 H-25 燃气轮机的剖面图 ▲

《热电厂实用技术丛书》编委会

主 任 周小谦

副 主 任 郁 刚 王振铭 汪玉林

编 委 (以姓氏笔画为序)

王汝武 王国刚 王振铭 王鼎臣 邢培生

杜文学 汪玉林 郁 刚 周小谦

本分册主编 王国刚

本分册副主编 李松涛 凌 旭

本分册编写人员 (以姓氏笔画为序)

于 静 王振铭 王燕震 毛 宁 方保才

尹炎林 丛训章 过士荣 李雅兰 吴小良

张振宝 陆国杰 陈丹璐 周小谦 段洁仪

姜永顺 栾晓伟 高一丁

本分册审稿人 龚立贤 潘善明

序

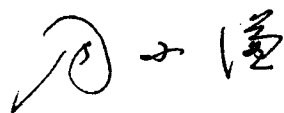
节约能源、保护环境是我国实现可持续发展战略的重要组成部分，这已成为我国的一项基本国策。目前，在商业企业可大规模实现能源转换的技术中，热电联产、热电装置的热电效率是最高的。建设热电厂，实现热电联产、热电冷联供是节约能源、保护环境、提高企业经济效益的有效途径。新中国成立以来，在我国电力和工业建设及城市建设中，都高度重视热电联产的建设，使热电联产在我国得到较大的发展。到 2003 年底，全国共有 6MW 以上热电联产机组 2121 台，总容量达到 43691.8MW，占全国火电装机总容量的 11.6%，为国民经济发展提供了强大动力，为节约能源、保护环境做出了巨大贡献。初步估算，从发电侧看比纯凝汽发电节省 3000 万吨以上原煤，从供热侧看比小锅炉节省 4000 多万吨原煤，相应估算减少 CO_2 排放 1.8 亿吨，减少 SO_2 排放 120 多万吨，并减少了 NO_x 和粉尘的排放。在我国能源结构中以煤为基础的格局，以电为中心的发展战略，在相当长的时间内是不会变的。

目前，在我国电厂的能源结构中，燃煤电厂的发电量约占全国总发电量的 80% 以上，即使到 2020 年，燃煤电厂的发电量仍将在 70% 以上。煤燃烧排放的 SO_2 和 NO_x 以及粉尘仍是大气主要污染源。努力提高能源利用率，尽可能减少煤炭消耗，减少温室气体和 SO_2 的排放，仍然是环境保护的重要任务。为此，继续加大热电联产建设步伐，扩大热电联产在电力装置中的比例，就成为今后电力建设中一个重要任务，也是我国实施节约能源、保护环境可持续发展战略的必然选择。

我们不仅要不断增加热电联产的比例、节约能源，同时还要不断提高热电联产的建设、运行管理水平，以进一步提高效率、降低消耗、减少污染、增加效益。近年来，随着科学技术的发展，一些新技术、新设备、新工艺、新的管理理念在火电厂广泛应用，促进了企业技术进步，在节约能源、改善环境方面取得显著成效。循环流化床燃烧技术的应用，不仅能燃烧劣质煤、高硫煤，而且使环境得到改善；脱硫除尘技术的广泛应用减少了 SO_2 、 NO_x 以及粉尘的排放，对保护和改善人类的生态环境，保障人体健康起到积极作用；电厂水处理采用膜分离技术，既减少水污染，又节约用水，提高企业经济效益；提高电厂主要设备锅炉、汽轮机、电气设备效率降低了煤耗，风机、水泵及其他辅助设备的电耗，降低工厂用电；完善电厂热力系统及设备的优化配置，改善运行操作，加强运行管理，采用综合利用技术、自动化技术等，都使能源消耗大幅度降低，提高了能源利用率，提高了企业经济效益。

随着热电联产产业的发展，热电厂建设迅速发展，从业人员迅猛增加，热电联产、节约能源、环境保护、综合利用、电厂自动化技术等新技术广泛应用，热电行业对热电新技术普及的要求日益强烈，因此，编辑出版一套适用于热电行业的技术丛书是很有必要的。

由中国电机工程学会组织编写，化学工业出版社出版的《热电厂实用技术丛书》（以下简称《丛书》）正是适应了这一形势要求。《丛书》涵盖了热电厂建设、热电设备、热电技术各个领域，对当今热电厂已经应用的新技术、新设备、新工艺都作了论述，并着重介绍实际应用成果，理论联系实际，经验实用具体。参加《丛书》编写的人员大多是在热电行业第一线的高级工程师，具有丰富的理论和实践经验，《丛书》的编写具有科学性、实用性和可操作性。相信这套《丛书》对于提高我国热电厂的建设技术和管理水平、热电厂的综合利用、环境保护的水准以及提高企业的经济效益都将会起到积极的促进作用。对于热电行业的专业技术人员、技术工人以及热电厂设计、运行、管理及相关人员，这套《丛书》是一套很好的参考书。因此，我向广大热电科技工作者及有关人员推荐《热电厂实用技术丛书》，以飨读者。



2005 年 11 月

前 言

作为人类对能源的需求,开始阶段主要是热和电,因此,在世界和我国的电力发展中,一开始就对热电联产予以高度重视,这是能源梯级利用、提高能源利用率的有效途径。

在目前,已商业化的、可大规模实现能源转换的技术中,热电联产效率是最高的,可达60%~80%,如采用热电冷系统,则其效率可达90%。因此,坚持积极发展热电联产、热电冷联产的电力发展方针,这不仅是今后我国电力发展要“优化发展煤电”方针中的一个重要优化内容,也是实施提高能源效率这一方针的重要措施,同时,也是满足全面建设小康社会提高人民生活水平要求的重要方面之一。

《热电厂建设及工程实例》是《热电厂实用技术丛书》之一,该丛书是由中国电机工程学会热电专业委员会根据近年来热电联产事业的推进,热电厂建设迅速发展,从业人员迅猛增加,新技术、新材料、新装置不断出现,热电行业对热电技术知识的要求日益强烈,原有的图书资料已逐渐老化,不能适应新形势下的要求而编写的。本书中突出热电联产、热电冷发电技术的科学性、技术性、规范化、政策性和实用性,并且理论联系实际,内容丰富详实,经验具体实用,政策性强。对于从事热电冷工程设计、管理、建设、施工、安装、调试、验收人员是一本政策性、规范化的实用技术图书,也可作为普及热电冷工程知识的教材。

本书介绍了目前国内典型的最新热电联产、热电冷工程实例,详细介绍了一些热电冷工程及准备筹建的当代国内外最高技术水平的热电冷工程的建设经验,包括热电冷发电技术的发展、热机工艺流程技术、电气技术、分散控制系统技术、化学水处理技术、水工系统技术、脱硫系统技术、灰渣处理技术、烟气处理技术、建筑结构、辅助设备、环境与安全、经济效益与投资费用及设备。

在本书编写过程中得到了广大作者和有关单位的支持和帮助,中国航空工业规划设计研究院潘善明高工,国电华北电力设计院工程有限公司龚立贤高工,对本书进行了审阅并提出了宝贵意见,在此一并致谢。

由于编者水平有限,不妥之处,敬请读者指正。

编者

2005年12月10日于北京

内 容 提 要

本书主要介绍了目前国内典型的最新热电联产、热电冷工程实例，详细介绍了一些热电冷工程及准备筹建的当代国内外最高技术水平的热电冷工程的建设经验。内容包括热电冷发电技术的发展、相关政策法规及建设程序、热机工艺流程技术、电气技术、分散控制系统技术、化学水处理技术、水工系统技术、脱硫系统技术、灰渣处理技术、烟气处理技术、建筑结构、辅助设备、环境与安全、经济效益与投资费用及设备。本书的主要特点是技术内容先进、实用并辅以典型的工程实例，对工程实践应用有一定的借鉴、指导价值。

本书可作为从事热电冷工程设计、管理、建设、施工、安装、调试、验收人员的实用技术参考书，也可作为普及热电冷工程知识的教材。

目 录

第一篇 概 论

第一章 国内外热电技术的发展	1
第一节 我国热电技术的概况	1
第二节 国外热电技术的概况	3
第二章 热电冷工程基本设计形式	6
第一节 积极推进热电联产	6
第二节 热电冷工程基本设计形式	11
第三章 投资体制改革	13
第一节 深化投资体制改革的指导思想和目标	13
第二节 企业投资项目	13
第三节 政府投资项目	15
第四章 基本建设审批管理制度	16
第一节 企业投资项目审批	16
第二节 政府投资项目审批	16
第三节 建设部、国家计委关于加强城市供热规划管理的通知	16
第五章 投资项目核准暂行办法	19
第一节 企业投资项目核准暂行办法	19
第二节 境外投资项目核准暂行管理办法	21

第二篇 热电厂建设

第六章 热电厂建设项目的立项与设计工作	25
第一节 初步可行性研究工作重点	25
第二节 项目建议书工作重点	26
第三节 可行性研究工作重点	26
第四节 初步设计工作重点	39
第五节 施工图设计工作重点	53
第六节 设计后期服务	55
第七节 竣工图设计工作重点	57
第八节 其他工程咨询评价工作	57
第七章 电力工程建设的招标投标	66
第一节 概述	66
第二节 《中华人民共和国招标投标法》主要内容	66
第三节 电力工程设备招标程序及招投标文件内容	68

第四节	招标投标应注意的问题	72
第八章	热电厂建设施工安装	75
第一节	施工技术责任	75
第二节	施工质量管理	79
第三节	施工组织设计管理	83
第四节	施工图纸会检管理	86
第五节	施工技术交底管理	87
第六节	技术检验管理	89
第七节	设计变更管理	90
第八节	施工技术档案管理	91
第九节	技术培训管理	92
第十节	技术信息管理	93
第九章	热电厂基本建设工程启动调试及竣工验收	96
第一节	通则	96
第二节	组织分工	96
第三节	分部试运阶段	98
第四节	整套启动试运阶段	98
第五节	试生产阶段	100
第六节	工程竣工验收	101
第七节	达标投产	102
第十章	电力工程建设的监理	103
第一节	概述	103
第二节	《建设工程监理规范》的主要内容	103
第三节	《国家电力公司工程建设监理管理办法》的主要内容	109
第四节	搞好电力工程建设监理工作	113

第三篇 工程实例

第十一章	项目建议书及初步可行性研究报告工程实例	115
第一节	河北兴泰发电有限责任公司 2×200MW 等级供热机组工程项目建议书	115
第二节	北京正东金州能源有限公司煤改气技术改造工程初步可行性研究报告	125
第三节	烟台电厂 2×135MW 热电联产机组扩建工程初步可行性研究报告	153
第十二章	可行性研究报告工程实例	195
第十三章	初步设计工程实例	204
第十四章	典型工程实例	245
第一节	北京市燃气集团指挥调度中心热电冷三联供工程	245
第二节	北京中关村软件园软件广场热电冷联产工程	247
附录	日本日立公司 H-25 重型燃气轮机联合循环热电厂简介	251

第一篇 概 论

第一章 国内外热电技术的发展

第一节 我国热电技术的概况

一、我国热电联产的现状

到 2003 年底为止,我国热电联产的年供热量 $14.84 \times 10^4 \text{J}$, 占全国的 66%。6000kW 及以上供热机组共 2121 台,总容量达 $4369.18 \times 10^4 \text{kW}$, 占同容量火电装机容量的 15.69%。

在运行热电厂中,规模最大的为太原第一热电厂,装机容量为 $138.6 \times 10^4 \text{kW}$, 在北京、天津、沈阳、吉林、长春、郑州、唐山、秦皇岛、邯郸、衡水和太原这些城市已有一批 $20 \times 10^4 \text{kW}$ 、 $30 \times 10^4 \text{kW}$ 大型抽汽冷凝两用机组在运行,星罗棋布的热电厂不仅在我国的大江南北、长城内外迅速发展,就连黑河、海拉尔、石河子和海南岛这些边疆城市也开花结果,区域热电厂也从城市的工业区,蔓延到了乡镇工业开发区,苏州地区一些村镇办热电厂也在发挥着重要作用。最近几年由于市场经济的发展,有些私营企业家也看好热电联产投资建设热电厂。

城市集中供热逐步向过渡区发展,如上海、江苏、浙江、安徽等省市均已有集中供热,但以公共建筑和工厂为主,如上海为 61.72%,江苏为 53.35%,安徽为 39.55%。城市供热管网的建设也有很大发展。

按建设部规定,我国城市按非农业人口规模分组。超特大城市:200 万人口以上。特大城市:100~200 万人口。大城市:50~100 万人口。小城市:20 万人口以下。

我国城镇集中供热 2000~2002 年,平均每年增加 $2.2 \times 10^8 \text{m}^2$ 。我国地域广阔,不同地区的城市热化率也出入较大。

无论从供热能力上看,还是从供热总量上看,热电联产均占全国蒸汽总供热能力和总供热量的 60%~70%。如 2002 年,全国总供热能力为 83346t/h,热电联产为 59946t/h,占 72%。全国供热总量为 $57438 \times 10^4 \text{GJ}$,热电联产为 $37847 \times 10^4 \text{GJ}$,占 66%。

所以,目前我国政府有关部委的文件中,均明确提出:积极发展热电联产集中供热。

二、我国热电联产发展的几个趋势

1. 大容量供热机组增多

近两年我国热电联产建设中,开始注重建设规模,对城市集中供热,国家也积极提倡搞大型两用供热机组。以前单机 $20 \times 10^4 \text{kW}$ 、 $30 \times 10^4 \text{kW}$ 的大型供热机组仅在特大城市建设,近两年在 20 万以上人口的大、中城市也开始建设。唐山已建成 2 台 300MW 供热机组,已开始向城市采暖供热。

2. 燃气-蒸汽联合循环热电厂开始建设

由于陕甘宁天然气进京和西气东输工程的建设,已使十余个省市燃料结构调整成为现实,一些地区将开始建设燃气-蒸汽联合循环热电厂。

3. 国产首台低热值燃气-蒸汽联合循环热电机组投运

由南京汽轮机(集团)公司生产的首台 66MW 低热值高炉煤气联合循环热电机组于 2003 年 10 月 18 日在吉林通化钢铁厂通过 72h 试运后,正式投入运行。为我国冶金行业有效实现能源的综合利用,减少环境污染,提高经济效益,提供了有效途径。

4. 各城市重视环保,调整燃料结构,发展集中供热

到 2002 年底,北京市已有 4.4 万台燃煤茶炉大灶、1 万台燃煤锅炉改用清洁能源,对尚未改造的燃煤锅炉,北京市 2002 年共推广使用低硫优质煤 $800 \times 10^4 \text{ t}$ 。

太原市要求不生产高硫分、高灰分煤,禁止原煤直接进入用户。拆小锅炉,发展集中供热。

上海市卢湾区 2002 年完成区内 4 t/h 以下燃煤锅炉清洁能源替代工程,使全区清洁能源的比例达 96.8%,成为上海首个“无燃煤区”,区域内民用燃气普及率为 100%,大气环境质量保持在二级以上。

乌鲁木齐市大力实施“蓝天工程”,拆小锅炉,发展热电联产集中供热,综合治理大气污染,使该市环境质量有很大提高。

沈阳市为控制燃煤污染,实施了拆除千根烟囱工程,新增集中供热 $600 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。2002 年沈阳市环境空气质量达到优良的天数,从去年的 73 天,增加到 170 天,占全年总天数的 47%,创 30 年来最高水平。

成都市不断加大清洁能源推广和监督检查力度,有效控制污染,到 2003 年 6 月全市已累计改造、取缔燃煤锅炉、茶炉 441 台,燃煤生活灶 13467 口,每年减少燃煤 $35 \times 10^4 \text{ t}$ 、烟尘排放 $1.76 \times 10^4 \text{ t}$ 、 SO_2 排放 $0.562 \times 10^4 \text{ t}$ 。

5. 分布式能源建设已进入工程开发阶段

由小型燃气轮机(内燃机)、余热锅炉吸收式溴化锂制冷机组组成的小型全能量系统(也称第二代能源系统或分布式能源)可以统一解决电、热、冷供应,在国外得到迅速发展。由于小型燃机或内燃机电效率为 24%~35%,联合循环供电效率可达 45%~50%,远高于常规火力发电,从而否定了人们头脑中固有的“机组小就不经济”的燃煤时代的传统观念。由于燃机具有低 NO_x 燃烧技术,使 NO_x 大力减少,可提高环境效益。目前我国北京、上海、广州已有一批分布式热、电、冷工程投入运行,取得明显的经济效益、环保效益和社会效益。

6. 热电联产今后发展思路

根据国家发展改革委员会能源局编制的《2010 年热电联产发展规划及 2020 年远景目标》确定我国今后热电联产要按下列思路发展。

(1) 把热电联产作为采暖地区大气环境治理的重要手段,在大、中城市逐步消除小锅炉等污染环境的供热方式,2010 年集中供热比例达到 60%,2020 年时达到 80%,热电联产集中供热的比例分别达到 30%和 48%。

(2) 把热电联产作为提高发电效率的重要措施。在 50 万人口以上的大城市,建设单机容量 $20 \times 10^4 \text{ kW}$ 和 $30 \times 10^4 \text{ kW}$ 的供热凝汽两用机组,在中等城市结合工业区用热建设中小型热电厂,使燃煤火电机组的发电效率提高到 $30 \times 10^4 \text{ kW}$ 亚临界机组的水平。除了热电联产和综合利用电厂,基本上不再建设中小型纯凝汽火电机组。

(3) 把热电联产作为降低供热煤耗,提高供热效益的重要措施,通过提高供热效益控制热价上涨,减轻政府的财政负担。

(4) 积极支持以煤矸石等劣质燃料和生物质废物综合利用的热电联产,使煤矸石、煤泥等煤炭生产的劣质燃料得到利用,消除其造成的占用土地、水资源和大气环境污染的影响。对农业废弃物(如秸秆等)也应采取热电联产等方式消化利用,减轻对环境的破坏。

(5) 积极发展天然气热电联产,在有天然气供应的中心城市扩大天然气热电联产的规模,在高新技术开发区、经济技术开发区等工业园区、大学、商业中心区等区域建设天然气热电厂。根据电力负荷的特点,在具备条件的地区建设采暖期供热、夏季作为高峰电源使用的天然气电厂,并积极发展采用各种新技术的小型天然气热电冷三联产等独立供能系统。

第二节 国外热电技术的概况

随着人们对气候变暖、环境污染、能源供应安全、能源效率的日益关注,热电联产从来没有像现在这样受到各界的高度重视。20世纪80年代以来,一些国家相继出台了有关政策,积极鼓励发展热电联产,并取得了长足进展。近来,欧美各国又纷纷采取措施,制定法律法规,进一步促进热电联产的快速发展。国外在发展热电联产的实践中既有许多宝贵经验,同时也存在一些问题。学习和借鉴各国的经验,将有助于我国热电联产事业健康快速发展。

一、欧盟(EU)

欧盟各国历来重视可持续发展、节约能源与环境保护,在热电联产的推广方面历来不遗余力。1999年,欧盟各国热电联产占电力生产的平均比重已经达到10%以上。

目前,有关欧盟热电联产发展的最新进展是,欧盟各国能源部长于2003年5月14日就具有里程碑意义的《欧盟热电联产指令》草案达成一致。该指令旨在建立一个框架以促进和发展基于欧盟内部能源市场有用热能的需求和一次能源节约的、高效的热电联产,最终提高能源效率,改善能源供应安全。

(1) 指令对“热电联产”、“可用热”、“总效率”、“高效热电联产”、“电热比”、“小型热电联产”、“热电联产产量”、“支持电”、“补充电”等术语和概述进行了统一定义。

(2) 指令要求成员国在节能及可用能需求的基础上支持热电联产的发展。欧盟委员会将依据热电联产厂商获得的直接或间接支持来对成员国采用的扶持机制进行评估。

(3) 在电网系统及税率方面:成员国必须采取必要措施确保购买支持电和补充电的税金按照公开的税率情况和条款来征收。成员国应尽可能为高效率小型热电联产机组的并网提供方便,并需通报委员会。

(4) 成员国或成员国所委任的机构必须对现有的授权程度及其他相关程序法律体系进行评估,鼓励设计符合产热经济性需求的热电联产机组,避免追求多产热而非有用热的现象,减少监管方面和非监管方面对热电联产发展的障碍。要确保法规的可观、透明和非歧视性,应充分考虑不同热电联产技术的特性。

(5) 成员国应就本国热电联产潜力评估、全国热电联产使用的燃料量、发电量和产热量以及节约一次能源量等情况定期向欧盟委员会提交报告。而欧盟委员会也将就本指令的执行情况定期向欧洲议会和欧盟理事会提交进展报告。

欧盟长期以来坚持不懈的努力已经取得了令人瞩目的成绩。热电联产在欧盟电力生产中所占的比重平均为10%左右,而丹麦、荷兰、芬兰和奥地利等国热电联产的比例均高于20%,尤其是丹麦和荷兰,分别达到50%和40%。

二、美国

1998年12月, 全美国热电联产峰会召开。在这次会议上, 热电联产产业界、美国能源部(DOE)、美国环保署(EPA)共同宣布了“CHP challenge”, 计划将美国的热电生产能力翻一番, 即从当时的46GW, 提高至2010年的92GW, 达到全美总发电能力的14%。而据美国能效经济委员会(ACEEE)估计, 美国在2010~2020年间可以再增加95GW的CHP发电能力, 意即到2020年, CHP可占全美总发电能力的29%。

2001年5月, 布什政府公布其国家能源政策, 其中承认了热电联产的重要地位。在该能源政策中写道“热电联产技术的效率可以达到80%甚至更高。除了可以带来环境上的收益外, 热电项目可以提高效率、节约成本, 可以广泛地运用在工业锅炉、能源系统和小型的建筑物规模应用上。仅在工业领域, 燃气热电联产就可以多生产124000MW的电力, 从而每年可以减排614000t NO_x和4400×10⁴t的Ceq。CHP是一种清洁、高度可靠的分散式能源技术, 可减少输配电损耗, 减少建设输配电线路的高昂开支”。而在2001年7月召开的第107届国会众议院会议上, 也有多个议案建议给予CHP系统优惠政策。对于发展热电联产的优惠政策的建议具体集中在: 给予热电项目减免10%的投资税; 缩短热电资产的折旧年限; 使热电项目获得经营许可证的程序简单化。美国政府认为发展热电联产的障碍存在于: 缺少全国性的有利于热电联产发展的并网标准; 热电联产的清洁性未能得到考虑; 目前的热电项目投资仍按一般工业税征收, 而没有按照公用事业领域的税收标准征收。

三、俄罗斯

1993年俄罗斯的热电机组装机总量 $6530 \times 10^4 \text{ kW}$, 热电厂供热量超过 $68000 \times 10^{10} \text{ cal}$, 热电厂电能产量为 $3200 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

热电厂总的发电量占火电厂发电量的33%以上。大型区域锅炉房供热量 $5550 \times 10^{10} \text{ cal}$, 约占总供热量7%。

在供热负荷中, 热电厂供热量占36%; 大型区域锅炉房供热量占11% ($>100 \times 10^6 \text{ cal/h}$); 区域锅炉房供热量占35% ($<100 \times 10^4 \text{ cal/h}$); 分散锅炉房供热量占14%; 二次能源供热量占4%。

俄罗斯的热电联产基本上采用单机80~250MW的高压和超临界蒸汽压力的机组; 有50座热电厂, 其单机容量超过300MW; 主要机组的蒸汽压力为130kg/cm², 温度为535℃(Tn-130)。1993年Tn-130的装机总容量已达 $4370 \times 10^4 \text{ kW}$, 即占热电厂总装机容量的66.9%。在此类机组中, 近年来增大容量主要依靠投运以下机组, 即nT-60-130、nT-80-130、T-150/115-130、nT-135-130、T-175-130、T-180-130等型供热机组和蒸汽产量为420~480t/h的锅炉。在以上汽轮机中, 大多数都以对热网水两级加热或三级加热进行工作。

供热汽轮机工作压力240kg/cm²与130kg/cm²的热电厂有162座, 小于130kg/cm²的热电厂大约450座, 各种容量的锅炉房188700座, 其中有工业锅炉房83000座。热网干线和分配骨干线大约257000km。

为大城市住宅区服务的大容量热电机组是与蒸发量为950~1000t/h的锅炉模块式配套, 且装备有蒸汽中间过热器的T-250/300-240型汽轮机。该机进汽压力240kg/cm², 温度540℃, 最大抽气量为 $300 \times 10^6 \text{ cal/h}$ 。1994年初, 莫斯科动力局和彼得堡动力局已有22台此类供热机组在运行, 总容量 $550 \times 10^4 \text{ kW}$ 。

1993年热电机组发电平均煤耗率为268.5g/(kW·h), 热电厂发电平均煤耗率为

308.6g/(kW·h), 而同期凝汽式机组发电煤耗率为 350.1g/(kW·h)。

俄罗斯对热电联产集中供热一向很重视。供热燃料耗量占 40%, 其燃料的构成中, 70% 为石油和天然气。苏联解体后, 国民经济不景气, 遇到一系列麻烦, 据介绍最近几年生产下降了一倍, 产品煤耗增 5%, 热负荷下降 8%, 部属热电厂热负荷下降 15%, 燃料利用率也下降了。政府认为不节能无其他办法, 最近两年政府对节能特别重视, 发布若干规定和法律, 叶利钦签署了“节能法”, 俄方提供给我方的资料中, 就有 5 份这方面的资料。

俄罗斯政府计划今年应节约 1×10^8 t 标准煤, 到 2000 年以前, 节能资金需 10 亿美元, 因而急需引进外资用于热电联产集中供热。

俄罗斯在由计划经济向市场经济的过渡中也采取不少变革措施, 有的地方动力局已改组为股份制公司。目前热电厂仍是以国有企业为主, 有些已为股份公司, 而区域锅炉房已是私有化和非私有化并存。俄联邦政府只规定燃气价格, 对煤价、电价和热价不作具体规定, 目前燃料价格是上升趋势。

俄罗斯燃料电力部对地方热电企业采取积极支持的态度, 对地方与私人企业的小热电厂与国有大型热电厂同等条件允许联网, 他们参考美国 1978 年制订的优惠小型热电企业的政策制订一系列支持政策措施。俄罗斯政府也认为国家不能垄断得太多, 应使不同的企业与用户有选择的余地。热电联产也应发展小型化, 例如 30×10^6 cal/h 的小型燃气锅炉和自备锅炉房也应支持。

四、韩国

韩国于 20 世纪 70 年代初, 在外国技术指导下使用进口设备曾建设了两处试验性小规模集中供热系统。然后, 经过十多年的准备工作, 80 年代后半期开始靠自己的力量大规模地发展集中供热, 至今实际发展历史不足十年, 但其发展速度之快、规模之大以及技术上的某些特点均使人刮目相看。1986 年 10 月, 首先建成投产了汉城西郊近郊区的木洞集中供热系统, 该系统已具有较大的规模, 采取了热电联产方式。之后, 陆续建成了南汉城、盆唐、水西、安养日山、富川等汉城卫星系统及釜山、仁川、水源等其他系统。根据汉城市的规划, 将已建成的各区域供热系统以干线连起来, 使包括各卫星城在内的近、远郊区系统经过市中心区连接成全市庞大的供热管网。其中一些干线已建成, 也有些干线正在施工。西北方向的日山区域和东南方向的盆唐区域之间已联网, 其直线距离 50km, 可见规模之大和建设速度之快。

大多数热厂采用热电联产方式, 并在同一厂内又装有调峰锅炉。基本热负荷由热电联产部分承担, 高峰负荷由调峰锅炉来供应, 可提高运行的经济性。另外, 为了调节热电联产部分的电力负荷与供热负荷, 大多数热厂装有容量大的蓄热水罐。由于所使用的燃料有天然气和油两种, 热电联产方式也有两种。早期建成的热厂为了降低运行费用, 使用油作燃料, 其形式比较简单, 燃油蒸汽锅炉产生的高压蒸汽驱动纯背压式或抽汽背压式汽轮机, 再通过汽-水换热器制备高温水, 类似我国的热电厂, 木洞等少数热厂采用了这种方式。使用天然气作为主燃料的热厂, 先通过燃气轮机直接发电, 废燃气温度约有 500°C , 送入汽-水换热器(废热锅炉)产生高温高压蒸汽, 以此驱动蒸汽轮机, 在发电的同时也供热, 盆唐卫星城等多数厂采用这种方法。调峰锅炉几乎都采用蒸汽锅炉, 通过汽-水换热器加热网路水, 使用的燃料也有天然气和油两种。油比天然气价格低, 但对大气污染重, 因而远离市中心的热厂多使用油, 而近处的热厂只能使用天然气。