

电力行业管理与执法实务全书

电力工程建设 (九)

卢炳瑞 主编

中国言实出版社

图书在版编目(CIP)数据

电力行业管理与执法实务全书/卢炳瑞主编.

—北京:中国言实出版社,2004.9

ISBN 7-80128-321-6

I. 电…

II. 卢…

III. 电力工业—法规—中国—汇编

IV. F407.616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 103281 号

中国言实出版社出版发行

(北京市西城区府右街 2 号 邮政编码 100017)

中铁十六局印刷厂

787×1092 32 499.125 印张

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1~1 000 册

定价: 2560.00 元(本卷 16.00 元)

目 录

◎ “分布式发电、分布式供能”会议纪要	1
◎防止全球变暖的发电技术	4
◎垃圾焚烧发电供热的经济性分析	10
◎垃圾焚烧发电利国利民	16
◎风力发电商业化问题	27
◎我国风力发电前景	36
◎印度大力开发利用风能	40
◎建造宇宙太阳能发电站	48
◎能提供低成本风电的新型风力机 NEWTURBINE COULD OFFERLOW COSTWINDPOWER.....	57
◎风能利用与西部开发	64
◎关于授予国家电力公司大坝安全监察中心等 48 个单位安全评价资质的通知	66
◎发展分布式能源——解决问题的关键——中国 19 省市拉闸限电与美加英大停电的反思	69
◎大停电	85
◎电力改革：一盘不能下输的棋	94
◎国家电力公司关于印发《关于电力项目实施 资本金制度的若干意见》的通知	110
◎丹麦热力电力联合生产模型及其法律机制	114

◎台湾汽电共生之推广情形	122
◎节约用电管理办法	130
◎电力发展战略中要注意小型分散电源的潜在 市场问题	137
◎国家计委印发《关于鼓励发展小型热电联产和 严格限制凝汽式小火电建设的若干规定》的通知	140
◎国家计委关于在常规火电项目审批中贯彻电源 结构调整实行“上大压小”政策的通知	147
◎国务院关于发布《节约能源管理暂行条例》的通知 ..	150
◎节约能源管理暂行条例	151
◎从国家安全及战略高度出发大力发展我国的燃 料电池发电技术	165
◎发达国家燃料电池发电技术开发现状	179
◎银川热电厂的建设和热电联产在宁夏的发展	192

◎ “分布式发电、分布式供能”会议纪要

由上海市中国工程院院士咨询与学术活动中心主办的“分布式发电、分布式供能”第二期院士沙龙6月27日在上海科学会堂进行。本次沙龙由院士中心主任翁史烈院士主持，姚福生、汪耕院士、上海交通大学、上海理工大学、申能股份有限公司、上海蓝岛能电系统工程有限公司、上海汽轮发电机有限公司、上海汽轮机有限公司、上海发电设备成套所、上海电力公司等单位的专家以及市政府经委、计委、建委、科委等有关部门的领导参加了沙龙。

市经委科技咨询委员会副主任赵之一先生首先作了关于“分布式发电、分布式供能”的中心发言，随后与会专家围绕主题纷纷发言，并形成以下共识：

一、分布式发电、分布式供能是对公共大电网的补充

分布式发电、分布式供能将一次能源通过冷热电联产系统直接提供电力、采暖、制冷、除湿、卫生热水等，目前在国际上特别是在美欧等国的电力市场发展迅猛。这种发电方式能够使：

1. 减缓电网拥护，增加电网机动性，降低送电损失的成本，改善电力质量，提高供电可靠性；2. 能源利用率高，可达65%~95%（传统能源系统的发电效率

为 40%左右)；

3. 成为环保最佳的系统工程，大大减少有害气体的排放。CO₂ 和 SO₂ 的排放量只是燃煤电厂的 25%。

4. 提供高质量和高可靠性电源——它实际上是大功率的 UPS。所以国家重点部门(市政府、军事要地)等均宜采用分布式发电。

特别是美国 9.11 事件以后，从安全角度来看更是不容忽视。分布式发电、分布式供能潜力已经日趋明显，已成为一种日益增长的可行选择。这种分散能电系统(热电联产和冷热电联产系统)既广泛应用于医院、车站、机场、金融中心、电子信息中心等一系列商业建筑群体上，也将广泛应用在工艺用汽、工艺用热、工艺用冷、国防基地等场所。上海应当走大电网与为数众多的小型分布式发电、分布式供能系统相结合的道路。

二、分布式发电、分布式供能开辟天然气用途的一个有效途径

国家“西气东输”工程 2003 年将初步建成，每年输入上海天然气量将达 30 亿方，如何合理、有效地使用清洁能源。天然气是摆在我们面前的一个课题，天然气的使用不能简单地采用“以气代煤”，这样既不能解决气价过高的尴尬，又将使大量天然气失

去市场。而分布式发电、分布式供能系统由于提高了能源利用率，经济效益较高。如采用汽电共生产出的蒸汽价格与燃煤产生的蒸汽价格相同或更低，而电价比常规发电价格降低 20~30%。如果建立 100 千瓦的分散供能系统每年将消耗掉 15 亿立方的天然气。既开辟了高效、合理使用天然气的新途径，又给发展分布式发电、分布式供能带来了最佳机遇。

三、集成上海优势力量，形成新的工业增长点
分布式发电、分布式供能的发展为分布式发电、分布式供能的主要动力——微型燃气轮机技术发展和市场扩展提供了极好的平台。近年来随着全球范围内的能源与动力需求结构调整，特别是国外对电力系统安全可靠、环境保护等要求的变化，微型燃气轮机作为一类新型热机得到了高度关注和迅速发展，同时也成为衡量一个国家工业基础先进程序的重要标志。先进的微型燃气轮机提供了清洁、可靠、高质量、多用途、小型分布式发电、分布式供能的最佳方案。随着我国西气东输工程的推进，在国内研发先进的微型燃气轮机和小型内燃机冷热电联产机组势在必行。高科技+天然气(清洁能源)+中小动力将相互推动，共同发展。上海的高校、研究所、企业已有这方面的研究基础，专家们建议集成上海地区的高校与有关企业的优势

力量,抓住机遇联合组成一支研发队伍,争取国家 863 燃机专项,走产学研道路,开发先进的微型燃气轮机,形成新的工业增长点。

四、建设分布式发电、分布式供能示范区

实施分布式发电的综合技术是要搞清楚每个区域一年四季的冷热电之间的需求关系,结合需求大小做到相互补偿。建议上海应当在有条件的地方建立几个使用分散电能的示范区。例如:在闵行区新建的上海交通大学新校区,5000 多亩的土地上将要竖起一批先进的软件大楼、医学院大楼、电子信息中心和名校区等,这些新建筑不仅要确保能源供给,更应当采用先进的分布式供能系统,与此同时,他的作用还在带动和展现学校能源学科的发展和先进性。又如:在上海浦江两岸综合开发中采用分布式供能系统,为增强现代化、国际化大都市的能电综合功能提供最新的设施基础,从而大大增强了大都市的竞争力。确保了能源的先进性和安全性。

◎防止全球变暖的发电技术

人口是影响能耗的重要因素,全球人口的增加将造成能耗增加,导致大气层中二氧化碳浓度上升,使气温上升,全球变暖。

在发电领域减少二氧化碳产生的途径包括:提高

发电效率减少燃耗；采用原子能发电；使用再生(天然)能源。每单位发电量二氧化碳的产生，以矿物燃料发电最高，特别是烧煤电厂。再生能源发电虽然设施的建造会产生二氧化碳，但发电本身不会产生二氧化碳。因此，增加使用再生能源发电和有效使用矿物燃料，是抑制产生二氧化碳的有效方法。

再生能源发电技术可分为水力发电；风力发电；太阳能发电(太阳热发电和光伏发电)；海洋发电(海洋-热能转换、潮汐、洋流、海波)；地热发电。

水力发电

水力发电是目前发电技术中每单位发电量产生二氧化碳最低的。它不会产生破坏环境的物质；在径流式水电站的情况下，也不需要水库，对保护环境最为有利。在水库型和抽水储能型电站情况下，必须考虑水库建造对环境的影响。

风力发电

欧洲和美洲在风力涡轮的发展上处于领先地位，随着在美国公用事业管理政策条例(PURPA)的制定和加州减免赋税，它们的实际应用迅速取得进展。三菱重工(MHI)已在美国加州安装了 660 台 275 千瓦级的风力涡轮。实际应用的这些涡轮机，其输出功率范围从 100 千瓦到 600 千瓦，而兆瓦级的风力涡轮目前正在

处于中试阶段。在日本,迄今输出功率最高为 300-400 千瓦,但 MHI 开发的 500 千瓦级的涡轮在 1996 年 10 月已成功运转。

太阳-热发电

太阳能发电技术可分为太阳-热发电和光伏发电。在前一种情况下,通过搜集的太阳热能,用水或低沸点流体直接或间接产生的蒸汽驱动汽轮发电机;在后一种情况下,通过 p-型和 n-型半导体的组合,将阳光直接转换为电。太阳-热发电又分为直接和间接(二元循环)型发电系统。在前一种情况下,使用一台冷凝器,通过直接产生的蒸汽驱动汽轮机;而在后一种情况下,是在主系统使用一种沸点高于水的熔盐或液态钠,通过热交换加热辅助系统内的工作流体-水或低沸点流体产生蒸汽。虽然前一种系统简单,但热效率低于后者,难以在高温下取得蒸汽,需要辅助燃料点火。

在日本已建成输出功率 1000 千瓦的中试装置,应用了塔型和曲线-直线型冷凝器,用热水蓄热设施予以补充。美国在 1982 年开始对 10 兆瓦级的发电机进行研究,随后建成了实际应用输出功率超过 30 兆瓦的装置。

再生能源发电尚有一些问题需研究解决:

(1) 由于日光能量密度低(在白天,最高每平方米1千瓦),要放置太阳热能收集器需要巨大的空间。

(2) 太阳辐射的强度变化大,因发电取决于时间和天气,所以不能实现稳定发电。

(3) 由于难以通过热积累把蒸汽的温度提高到一个高水平,所以不能实现高效率的兰金循环(总效率10%~15%)。

为减少成本,实现电力的稳定供应和提高效率,要解决的问题

(1) 必须改善抛物面反向镜型和定日镜塔型系统的热收集效率;

(2) 必须应用一补充锅炉或蓄热系统;

(3) 需使用一个二元循环提高温度,并通过应用低沸点混合液体改善兰金循环。

光伏发电

应用光伏发电所产生的二氧化碳量仅次于水力发电技术,也不会产生污染环境的物质,是一种理想的干净发电技术。为发电提供能量的日光是无限的。假定在白天太阳辐射的最高强度是每平方米1千瓦,发电效率为10%,整个地面上每年可能的发电量为1.4亿亿度,大约相当于全世界能耗量的100倍。这意味着如果把太阳电池放置于不到全球陆地面积的

1/100，或其沙漠面积的 1/20，所发电量就足以满足全世界能量的需求。

这种再生能源每单位面积的输出功率密度低，所需要的面积大约为烧煤电站的 20 倍。在美国和印度，沙漠面积巨大，目前正在进行的计划是建造 188 兆瓦(美国)或 50 兆瓦(印度)的光伏发电厂。由于世界上有许多地区适用于大规模光伏发电，作为新日照计划的一部分，发展一种全球性的干净能源系统，即世界能源网(WENET)正在进行中，该计划的目的是，在这些地区实现中央光伏发电，用所发出的电使水分解产生氢，氢既可用做能源，又可用做蓄能和输能介质。从保护全球环境和能量生产角度看，实现这一计划很重要。

地热发电

可供发电的地热资源可粗分为蒸汽、蒸汽和热水二相流、热水。地热蒸汽可不加处理直接引入汽轮机；而二相流被分为热水和蒸汽，热水通过闪蒸器变为蒸汽，引入汽轮机的低压侧。在热水情况下，可采用上述的二元系统(通过使用主系统一侧的热水使辅助侧的低沸点液体蒸发，并通过低沸点液体驱动涡轮)。

自从 1966 和 1967 年 9.5 兆瓦、11 兆瓦的电站(由日本三菱重工安装)分别投入运行以来，目前在日本

正在运行的装置有 18 台，约生产 530 兆瓦的电。以间歇泉电站的容量最高，为 151 兆瓦。美国目前正在运行的间歇泉电站，功率在 100 万千瓦以上。

日本三菱重工的技术得到高度评价，它通过单级或双级闪蒸系统，将热水变为蒸汽并将蒸汽引入涡轮的中压或低压段，这样，双相流热资源就得到了有效应用。

这种双级闪蒸系统于 1977 年投入商用，目前在 60 多台发电装置。

从有效使用小规模地热资源观点看，预计未来会发展小型(便携式)发热发电装置。

洋能发电

虽然使用洋能的发电技术包括：大洋热能转换、潮汐、洋流和海波发电，但是，洋能密度低，因此必须建造大规模的海上设施，这就使洋能发电在经济上很不利，除非能保证有良好的选址条件。

以上简述了使用各种再生能源的发电技术，除水电外，任何再生能源的单位面积或体积的能量密度都低，要有大规模的能量收集器，这将导致建筑成本的增加，在经济方面比不上热电站。从保护地球环境角度讲，应最大限度地使用再生能源。因此改善这类技术的经济性，必须通过促进能量收集技术和提高未来

电的转换效率，加快再生能源转换的应用和传播。

◎垃圾焚烧发电供热的经济性分析

随着经济的发展和人民生活水平的提高，以家庭为主及从办公室、餐馆、饭店和菜场等处排出的生活垃圾量越来越大，而这种生活垃圾基本上不能进行再利用，城市垃圾污染环境变得日趋严重；针对我国国情，垃圾焚烧发电、供热电厂的发展亦势在必行，但其投资、经济性如何，成为诸多建设单位及投资者关注的问题。

1 垃圾焚烧发电供热的工艺流程

参照国内外垃圾电厂运行的实际情况，垃圾焚烧发电供热的工艺流程如下。

1.1 垃圾发电供热流程框图

1.2 垃圾发电供热流程简介

城市需要处理的垃圾由运输车运至电站，经地磅称重后，开到投料门，卸到垃圾坑。垃圾坑容积较大，可堆放3天以上的焚烧量，垃圾在坑内发酵，脱水后，由垃圾吊车将垃圾送入送料器，并进入炉排，在焚烧炉本体内燃烧。在开始点炉时，需投助燃装置喷油助燃，一旦起动完毕，送风机经过蒸汽式空气预热器送入炉排下部成为热风，即可使垃圾充分燃烧，助燃装置随即停用。送风机的入口与垃圾坑连通。这样可将

垃圾的异味送入燃烧温度约 $800\sim 900^{\circ}\text{C}$ 的焚烧炉内进行热分解，变为无臭气体。燃烧完的灰渣落入出灰装置，由输灰机送到灰坑。在输灰机上部配有调湿机，使分离出来的灰渣在厂内自动加入适量的水份，使之成为湿灰运出，不致向四周飞扬。燃烧的火焰及高温烟气，经过单炉膛双汽包自然循环锅炉，从而产生过热蒸汽，并为汽轮发电机组提供汽源。烟气经过锅炉后再通过脱硝装置、脱盐装置、机械式集尘器及电气除尘器后，由引风机将烟气送入烟囱排向大气。此时排入大气的含尘量可控制在 $0.1\text{g}/\text{Nm}^3$ 以下。锅炉、汽轮发电机组正常运行时，由中央控制室进行集中控制与监视。工厂排水在进入公共下水道之前，还可设置排水处理装置进行预处理。运载垃圾的汽车一般还需有自动洗车装置，将汽车冲洗干净之后再出厂。汽轮机的排汽进入冷凝器，通过凝结水泵打入除氧器，再通过给水泵打入锅炉。冷凝器还需要大量冷却水通过循环水泵送入，这样汽轮机的排汽通过冷凝器就凝结成水，同时形成真空，其它一般常规系统这里就不再赘述了。

2 某城市垃圾产出量及性能参数

根据环卫局提供的资料，某城市日产垃圾 1500 吨，其中生活垃圾 $800\sim 900$ 吨，生产垃圾成分组成。

某城市垃圾热值在 4605~5440kJ/kg 之间, 根据联合国环境组织 (UNEP) 的规定, 当垃圾的低位发热量为 3350~7100kJ/kg 时, 适合焚烧处理; 水份 40%~50%, 经短时间搁置脱水可以直接入炉焚烧。

3 某城市垃圾焚烧发电供热工艺流程

3.1 流程选择

根据某城市垃圾成分及目前国内垃圾发电的状况、技术设备的成熟性, 拟选用垃圾直接入炉燃烧的形式, 其整体工艺流程前面已有叙述, 此种流程在国内已有成功的运行经验, 是适合我国国情的。

3.2 主要设备选择

根据某城市日产垃圾量、成分, 该工程宜选择“五炉二机”形式, 正常运行方式为四炉运行, 一炉备用, 也可五台炉同时运行, 考虑到将来垃圾可燃成分热值的提高, 锅炉、汽轮机、发电机都应留有一定余量; 锅炉选用日处理量 200t 的焚烧炉, 汽轮发电机的容量为二台 3MW 抽凝机组。垃圾电厂日处理垃圾量可基本维持在 800~900t。

3.2.1 锅炉及其规范

选用日处理生活垃圾量 200t 的锅炉 5 台, 过热蒸汽出口压力为 2.57MPa, 过热蒸汽出口温度 370℃, 额定蒸发量为 10.5t/h, 给水温度 121℃, 冷空气温

度 22℃，前置蒸汽空气加热器出口温度 149℃，管式空气预热器进/出口温度 149/312℃，锅炉效率 67%。

3.2.2 汽轮机组及其参数

选用型号为 C3-24/5 汽轮机 2 台，汽机进汽量 25.8t/h，进口蒸汽压力 2.50MPa，进口蒸汽温度 360℃，额定功率 3000kW，抽汽压力 0.294MPa，额定抽汽量 12t/h，最大抽汽量 15t/h，排汽压力 0.01MPa，发电机额定功率 3000kW，出口电压 6000kV，功率因数 0.8。

4 投资与经济效益

4.1 投资

本项目为大型社会公益事业项目，系燃用废弃垃圾发电供热，属于节能利废、变废为宝之环保项目，是国家能源政策支持的方向，初步设想其投资应由三部分组成：政府投资；国家贷款；自筹资金。投资总额由所选设备决定，目前我国处理垃圾的焚烧炉已达到全部国产化，但 200t/d 及以上的焚烧发电设备的关键部件尚需进口，所以设备在价格上存在很大差异，但可喜的是我国垃圾发电事业虽然起步较晚，可现在取得了很大的进展，相信 200t/d 及以上的焚烧炉实现国产化时间不会太远。

下面针对设备情况，具体投资如下：