

我国“十五”能源发展战略的思考

Thoughts on the Developmental Strategy of the Energy during China's Tenth Five-Year Plan

倪维斗¹ 李 政²

(清华大学机械工程学院,中国工程院院士¹,副教授² 北京 100084)

一、关于化石燃料

1. 不失时机地发展我国自己的超临界蒸汽发电机组

从世界发展趋势来看,用提高参数来提高热效率已是肯定的方向。经过多年积累,我国已具备大规模开发、应用此技术占领国内外市场的能力。在材料方面已解决高温钢种。在通流部分设计方面我国也具有自己的特色,某些方面已具有世界领先水平,形成了有自主产权的设计体系。在制造方面我国已形成了制造 600~1 000MW 的能力。应不失时机地安排我国自己超临界机组的工程项目,并集中力量开展科研工作,向更高的参数冲击(超超临界:35MPa、600 以上)。

成坍塌的多余清水分走,减小清水流量,则可减少坍塌量及艾山以下淤积量。目前的河道整治只能减少游荡范围,无助于形成有利输沙入海的窄深河槽,因此需要采用阿姆河下游荡性河段对口丁坝两岸同时整治的工程措施整治游荡河道。两岸整治可防止水库运用初期清水冲刷坍塌,有利于形成具有较大滩槽高差、窄槽宽滩的新河道。既利于河道输沙,又可利用滩地滞洪,使出库的高含沙洪水能长距离稳定输送大量泥沙入海,而不淤积河槽,亦可基本控制下游河道长期内不淤积。同时由于窄槽对河势的控导作用,游荡性河道也可以逐渐稳定,使河型发生根本性变化,泥沙淤积与防洪问题都能得到较为彻底的解决。

表 4 B = 500m、比降 2 ‰与 1 ‰河槽过流能力比较

水深 (m)	2 ‰(m ³ /s)	1 ‰(m ³ /s)
3	3 690	2 610
4	5 970	4 120
5	8 660	6 120
6	11 700	8 300
8	18 900	13 400

不同槽深、河宽为 500m 时,由 $Q = \frac{1}{n} R^{5/3} B$ 公式计算出,比降 2 ‰与 1 ‰河段的泄量如表 4(n =

2. 大力研制、开发适合国情的烟气脱硫技术

虽然国外烟气湿法脱硫技术已很成熟,但是由于基建投资大(约占整个电厂投资的 1/4~1/5)、运行费用高,不符合我国国情,无法在我国广泛使用。所以尽快研制出具有我国特色、价格低廉、少用水的烟气脱硫装置是当务之急。(至今为止,我国电厂 99% 以上是没有脱硫装置的)

3. 大力发展循环流化床锅炉技术(CFBC)

使用 CFBC,锅炉在燃烧过程中脱硫价格低廉,比较适合我国国情,现在我国自己开发的 75 吨/时以下的 CFBC 已趋成熟,可以在工业锅炉和部分电厂锅炉中普遍推广。我国在 CFBC 方面已积累了大量经验,已开发的紧凑方形分离器正符合世界上 CFBC 的发展方向,我国也完全有可能在 CFBC 上迎头赶上国际水平。国家应及早安排 CFBC 大型化工

0. 012)。

表中数据表明,由于泄量与水深的高次方成正比,所以窄深河槽的输水能力是很强的,当槽深 5~6m 时,即可渲泄 8 000m³/s 洪水而不漫滩。1977 年 8 月花园口站曾形成河宽 500m、渲泄 9 000m³/s 的窄深河槽。

为此,应根据窄深河槽的输水输沙特性,作好利用对口丁坝两岸的整治规划,并抓紧实施,促使河道冲刷向纵深方向发展、冲刷部位逐渐下移。

参 考 文 献

[1] 齐璞,孙赞盈等. 黄河水沙变化与下游河道治理思考. 泥沙研究,1999(8)
[2] 齐璞,赵文林等编. 黄河高含沙水流运动规律及应用前景. 科学出版社,1993
[3] 钱意颖,杨文海等. 高含沙均质水流基本特性的试验研究. 详见《黄河高含沙水流运动规律及应用前景》,科学出版社,1993
[4] 赵文林,茹玉英. 渭河下游河道输沙特性及形成窄深河槽的原因. 人民黄河,1994(3)
[5] 齐璞,孙赞盈. 北洛河下游河道形成与输沙特性. 地理学报,1995(3)
[6] 齐璞,刘月兰等. 黄河水沙变化与下游河道减淤措施. 黄河水利出版社,1997
[7] 齐璞,王开荣等. 小浪底水库投入运用后游荡性河道整治问题,人民黄河,1999(11) (责任编辑 王宏章)

工程项目,使我国的 CFBC 在国际上占有重要的一席之地;而延误则将丧失大好时机,把广大的市场拱手让给外国公司。

4. 加强整体煤气化联合循环 (IGCC) 的示范工程的筹建和关键技术的研究开发

IGCC 是清洁煤技术最重要的方面,将来肯定会在我国大量发展,因为它的效率高、污染少。多年来,原国家科委和原电力部一直想筹资建立一个 300~400MW 的 IGCC 电站,并在这个方向开展了一定的研究,但是进程缓慢。我国在“九五”计划中已安排了 IGCC 关键技术的研究,取得了不少成果,除燃气轮机外,可以达到较高的国产化率。

5. 制定我国先进燃气轮机(初温在 1300 以上)发展规划

无论是清洁煤利用或是高效的能源—动力转换系统(热效率达 60%)都是以先进燃气轮机为核心,目前我国这个技术相对其他发达国家有很大差距,但是不从现在起作长期规划,不持之以恒地投入,我国的清洁煤技术势将总要处在引进状态。可以说,我国燃气轮机行业面临的机遇是,我国有一个潜在的庞大的燃气轮机市场;但挑战却是,我们目前尚无能力在类型、品种、规格等方面满足市场要求。为迎接这种机遇和挑战,战略思想应该是:技术引进、合作生产与自主开发相结合;以合作生产方式挤占市场,以自主开发实现持续发展的战略。“十五”期间,技术引进和合作生产的目标是形成 200~2500MW 的年生产能力,和国际大公司合作(美国的 GE,德国的西门子,瑞士的 ABB),使产品水平能达到国际 80 年代末或 90 年代初的水平。自主开发的总目标是:掌握先进燃气轮机开发与制造技术,从根本上建立我国燃气轮机产业。我国航空部门可以重点自主开发 10MW 级的机组,用于天然气管线输送、青藏高原大功率机车和分布式热、电、冷联供。原机械部制造厂可联合国内优势科研单位,从自主开发 7~12MW 先进燃气轮机起步,掌握母型机,使之先广泛用于国内市场,再由此发展出 100MW 功率等级系列产品,远期为 200MW 以上。

6. 充分利用资源、保护环境,建立我国可持续发展的能源系统。积极推进能充分利用能源、保护环境新型多联产能源系统。

我国一次能源以煤为主。为了更好地充分利用资源、减少污染,应发展有我国特色的以煤气化为核心的多联产系统,这对煤资源丰富,但总体发展落后的我国西部地区尤为重要。多联产的基本内容是把煤气化后的合成气($\text{CO} + \text{H}_2$)用于动力(通过 IGCC)、化工产品(如甲醇)、化肥(如尿素)、液体燃料(如合成油和二甲醚 DME)和制氢(通过蒸汽重整和气体分离)。这样做可使这些生产过程耦合起来,简化了原来单独生产所需要的复杂过程(如可用一

步法生产甲醇),可以大大降低设备基本投资和运行费用,使发电和产品价格下降。多联产系统可以逐步实施,作为第一步可以是动力和甲醇、二甲醚联产,后者是柴油机最好的代用燃料,其排放大大优于普通柴油。应积极在资源合适地区建立 150~300MWe 和 300MWth 的联产示范装置。这样可使煤真正作为资源,比单纯燃烧发电能得到更高的经济效益。随着技术的发展(燃料电池,储氢技术, CO_2 和 H_2 的高效膜分离……),多联产系统可逐步扩大,进而发展到将 CO_2 埋存或是注入到地下深煤层以置换其所吸附的煤层气。强化煤层气的开采,既可减少温室气体的排放,又可增加有用的高质量能源。多联产系统可从战略高度解决西部开发、液体燃料供应、城市环境污染等重大问题。

还应从长远角度研究以氢为载能体的能源系统。氢是最清洁的载能体(它可以从煤的气化,天然气、煤层气的催化反应和其它途径得来)。第一步可先作为质子交换膜燃料电池(PEMFC)的燃料,用于驱动汽车,这将大大降低城市污染,从根本上解决尾气污染问题。这项技术在国外大约 2005 年可以商业化,对我国来说实应更为迫切,因为已探明我国石油储量很有限。为此,还应加速研究灵活、方便、低价格的氢的储运技术。我国在碳纳米管与纳米石墨球储氢、超级活性炭吸附储氢、镁基复合材料规模储氢诸方面都已具有自己的特色,目前国际上也都刚在起步阶段。由于该技术是能源领域跨越式发展的重要方面,故我们应加大投入。

从我国的能源结构来看,相当时期内还得以煤为主(2050 年前在我国一次能源中的比例不会小于 50%),同时又必须解决 SO_2 、 CO_2 的排放问题,因而,以氢为载能体的能源系统(氢的制备,氢的储存与输送,用氢的燃料电池如 PEMFC、SOFC 等)将是一条必由之路,应及早作出安排。

二、关于再生能源

再生能源是无污染的清洁能源,我国的风力、太阳能、生物质能的资源都比较丰富。但是由于再生资源能量密度低,要利用的话,单位装机容量的初次投资必然要大大高于常规的火力电站,若没有政策的支持和优惠政策,再生能源是不可能迅速发展的。虽然近几年来我国再生能源利用有了长足发展,但总体上仍缺乏一个长远的规划和真正行之有效的激励机制,如,目前我国风力发电所占比例尚不足 2/1000。这与德国、美国,甚至印度相比差距均很大。

1. 要着手大规模发展风电

应解放思想,使我国风电在“十五”中有一个大发展,达到数百万 kw。对风力资源比较丰富的地区,

可以采用多年来我国对海上、陆上石油和天然气已使用过的比较成功的开发方法,即划出地块,以长期租赁的办法邀请国外投资者来竞标,连续不断地实施大规模开发,每一块的风力资源至少要在300MW以上。地方(或电网)与投资者签定发电量收购合同,宜先定一个最高限价。这一方面使投资者有利可图;另一方面可“迫使”投资者遵从竞争机制,尽量降低设备成本,引进先进技术,增加国产化份额。这样就会有力地推动我国风力发电设备制造业形成大规模产业,使风力发电真正步入“快车道”。

2. 要集中力量攻克太阳能光伏电池可大规模使用的关键性难点

这里主要是指大幅度降低太阳能光伏电池(PV)元件的造价,及延长使用寿命。目前太阳能光伏发电装置价钱太高,每KW装机是常规火电的10倍以上。在PV的研究开发上不宜再走单晶、多晶、非晶薄膜的老路,应集中力量开发价格便宜、寿命长、便于大规模制造的染料纳米半导体材料PV系统,实现跨越式的发展。西部太阳能丰富,大规模使用光伏电池是大有前途的,对于这些地区的经济发展和人民生活提高有很大作用。

3. 要着力于生物质燃料(玉米秸秆、稻草等)的现代化应用

从技术上看,生物质燃料的气化难度不是很大,关键是要有一个市场驱动的机制。若只是政府行为,建气化站、铺设管道,甚至炉具都要政府投入,不仅政府负担不起,也难以真正大面积推广。要鼓励民营资本进入这个行业。政府的职能就是制定政策、积极扶持、帮助解决技术难题,以不断提高技术水平。

从长远来看,生物质能除了炊用、采暖外还可以发电,政府应解决允许多余电力上网的问题。目前在国外,甚至一家一户的太阳能光伏电池(几个KW)都已可上网。

农村生物质能普遍现代化应用后,就可以防止生态恶化,也可以避免农村低效率、高污染地烧煤,显著降低煤在一次能源中的份额,对全国的环境污染(SO_2 , CO_2)总量控制将大有好处。

三、关于核能

核能是一种比较经济、洁净和在短期内可以实现大规模工业生产和应用的能源,是改变我国以煤为主的能源结构的替代能源,其突出优点是在生产过程中不排放任何温室气体。当前需要解决的主要问题是提高资源利用率,提高核电站的安全性及长半衰期高放射性的核废料的最终处理。我国核电应在20~30年内达到200GW的装机容量。总的应分

三步走。第一步是热中子堆,以压水堆为基本堆型,在“十五”期间形成1000MW电站的自主设计、制造、运行、管理的能力,到2005年在热中子堆电站上接近国际水平。第二步是快中子堆,因为我国核原料并不丰富,要有上百个GW的容量,必须提高核燃料利用效率,从目前热中子堆的效率只有1~2%提高到快中子堆的70%以上。当前应对这个堆形大力开展研究并建立示范堆以取得经验和数据(863和S-863),争取在2020~2030年商业化,使其与热中子堆有很好的衔接和互补。第三步是核聚变的应用,国家现已立专项进行研究,要真正突破这项技术需要全世界各国的科技力量的大协作,核聚变的商业化将最终解决人类的能源供应和能源利用的环境问题。

四、关于油气和其它矿藏

我国剩余石油储量的储采比为16.3,天然气储采比为45.6,大大落后于全世界平均值。为保证油气产量的继续稳定增长,必须依靠科技,突破新的领域,开发新的油区。

重点项目有以下几方面:用驱油高新技术进一步提高老油田采收率;应用综合新技术加强海相碳酸盐地区(如塔里木盆地)油气勘探;加强天然气的勘探开发和利用;应用高新技术解决低渗透油、重油、稠油的勘探开发利用,及地形、地质复杂地区的油气勘探问题,以期取得突破;加强煤层甲烷气(经初步预测有储量30~50万亿 m^3)及水合物的勘探和研究工作,对中国大陆边缘和海域的天然气资源开展研究;在我国管网系统不发达,管网建设投资大、周期长的情况下,应加快有我国特色的先进的天然气、煤层气催化工程,就地转化为液体燃料,以减少石油进口。

五、有关技术政策、支撑条件的建议

1. 加大能源领域R&D的投入。能源是一个长期渐进(Evolution)的工业领域,一个新的能源系统的形成要几十年甚至上百年的时间,要有一个长期的规划,保证持续不断的投入。

2. 能源领域的任何新技术都有一个相当长时间的成熟过程,按国外说法有一个学习曲线(learning curve)和价格下降过程(buying down process),在此期间政府一定要加以支持。这些新领域包括IGCC、风能、多联产系统、燃料电池,等等。

3. 在制定能源规划时一定要有一条龙的考虑。应以市场驱动为前导,同时不仅考虑新技术的基础研究和应用基础研究,还要考虑到下一步的开发和示范、政府优惠政策的制定、市场的形成、商业

环境革命时代与生活方式变革

Ecologic Revolution and Reform of Life Style

诸大建

(同济大学,教授 上海 200092)

当前,随着我国的现代化向着第三步发展战略的方向推进,生态环境问题正在成为当代中国的跨世纪话题。然而,对环境问题的思考可以有不同的深度或谓之不同的绿色程度。“浅绿色”的环境观念,关注各类环境问题发生后的事后处理(当前对于环境污染的末端治理属于此列),较少涉及工业化运动以来的人类生存方式的问题;“深绿色”的环境观念,洞察到环境问题的症结藏于现今的发展理念和生活方式之中,强调从机制上去防止环境问题的发生。后者正是20世纪90年代以来以可持续发展战略为标志的第二次环境运动(第一次环境运动是60~70年代)的主题,并被称之为走向21世纪的环境革命。

一、人类面临着一场划时代的环境革命

环境革命来临的脚步声正在从世纪之交的一些国际动向中传来。例如,1999年的6月5日世界环境日,日本政府提出了面向21世纪的“环境立国”新战略,表示要将21世纪定位为“环境世纪”,要在日本建立起“最适量生产、最适量消费、最小量废弃”的经济模式,以在经济增长的同时切实提高人类生存的环境质量。作为一个重要信号,日本“环

化的过程、企业部门的参与,直到大规模推广。国外现代流行说RD³,即研究(Research)、开发(Development)、示范工程(Demonstration)和推广(Deployment)。这样就形成一个连续不断的链条。我国各个部门(科技部,发展计划委员会,经贸委,各行业部门)和各种计划(国家重点基础研究规划,863,S-863,产业化计划,国家大工程)都要互相配合、协调,集中解决几个重大问题的“一条龙”过程(美国的CCT计划、ATS计划就是这样)。

4. 有一些跨越式的技术发展更需要政府的大力支持、集中领导、重点突破,如大型的CFBC、多联产能源系统、碳纳米管储氢、燃料电池、染料纳米半导体太阳能电池、1000MW级自主知识产权的核电等。对一些重大的跨越性方向的课题,可组织由中央领导部门授权的跨业务部门并掌握一定人、财、物的权威的全国指导委员会,以加强协调与领导。

境立国”的提法表明:环境问题已经在从日本发展模式 and 治国方略的从属地位走向中心地位,在发展中解决环境问题的深绿色理念正在成为日本国家政策的主流。

日本“环境立国”新战略的提出应该给我们带来足够的启示。事实上,日本的“环境立国”战略乃是20世纪90年代以来国际上兴起的“环境革命”思潮影响国家政策变动的又一重要回声(1998年欧盟也提出了建立绿色欧洲的发展战略)。“环境革命”的主要倡导者之一是美国世界观察研究所的所长莱斯特·布朗。布朗在1992年联合国环境与发展首脑会议上发表题为“发动一场环境革命”的文章,第一次提出了他的环境革命论和新的文明论。布朗认为,全球的环境状况正在急剧恶化,人类应该进行一场环境革命来拯救自己的命运。这场以深绿色为特征的环境革命,与20世纪60~70年代的浅绿色环境运动具有质的区别,它不是对传统发展模式的简单修补,而是要与严重牺牲环境的旧文明进行决裂,寻找一条新的发展道路,建立一个在人与自然和谐基础上求得人类发展的绿色新文明和可持续发展社会。总结布朗以来人们对环境革命的讨论,可以提出下列一些对人类文明发展的新的认识。

1. 环境革命是继农业革命与工业革命以来人

5. 对再生能源与新能源以及经济环境效益良好的分布式的电、冷、热、电、冷联产工程一定要在并入电网方面给予方便,要用市场机制来推动再生能源的应用。应像欧美国家一样制定再生能源份额制度(Renewable Portfolio Standard),即每个电业局或消费者都有义务购置一定数量的“绿色”电,并给予证书(Certificate),这些证书可以像股票一样在市场上进行交易。风力发电的特许权方法(如海洋、石油天然气开发一样)是一个大规模开发风能的好办法,希望在内蒙古、新疆或是河北张北地区建立试点区。

6. 电力系统的改革方向应是放松国家电力公司的垄断,国家制定必要的排污收费,建立合理电价体系,鼓励大小不同的IPP上网。

7. 建立能源、矿业新技术的孵化体系、信息网络体系和示范项目的优惠融资体系。

(责任编辑 蔡德诚)