

从能源角度看西部大开发

China's West Development in View of Energy

倪维斗¹ 李 政²

(清华大学, 中国工程院院士¹; 教授² 北京 100084)

一、基本出发点

西部大开发是一个巨大的系统工程, 需几代人才能完成。近几年来西部经济虽然有一定发展, 但总的速度较慢, 环境破坏严重, 生态十分脆弱。因而, 一定要总结这几十年的经验与教训, 深刻反思以往那种未能真正带动西部 (尤其是少数民族地区) 人民积极参与的以资源开发为导向的传统工业化战略, 以及长期采取的以粮食生产为主导的传统农业生存战略。

站在 21 世纪来谈西部大开发问题应该有完全新的构思, 因为 20 世纪末叶以来的发展已经在世界范围内发生了观念和战略的两大转变, 即, 发展并不等同于增长; 发展意味着整个社会的变革。传统的发展观把发展的目的简单地理解为提高 GDP, 以“物”为中心, 实行单纯以追求 GDP 增长为核心的“增长优先”战略, 其经济增长的手段是加速资源开发。新世纪的全球新的综合发展观则是着眼于更加全面的发展, 是“以人为本”的发展观。对于我国而言, 是旨在消除贫困, 为目前处于相对弱势的西部人民提供更为广泛的选择机会和就业机会, 增强他们的发展能力, 在保护生态环境的同时实现可持续发展。

因而, 西部大开发中的能源问题, 应从以上的大视角来考虑, 归纳起来有以下几个出发点。

1. 保护、改善生态环境, 以有利于可持续发展。
2. 改善人的生存环境, 发展经济, 提高收入。
3. 开发当地丰富的自然资源, 但绝不是简单的资源输出, 而是以资源为基础实现产业增值, 在此过程中全面发展经济、培养人才。
4. 提高当地人民的教育水平, 培育新的有知识的一代。

二、对新疆—上海输气管线和当地天然气资源的利用问题

1. 对此管线的经济可行性, 应在更广的范围内、吸收更多的专家进行进一步研究。其中最主要的是到达上海和相应地区的天然气价格问题。据了解, 从陕西经 700 公里管线 (井口价是 0.5~0.6 元/ m^3) 到达北京经过管网分配的天然气, 给用户的零售价是 1.4 元/ m^3 (听说北京市已补贴了 0.4 元/ m^3)。不知道经 4 000 km 长距离输运到上海的价格是多少、用于何处, 若是民用, 则问题不大, 若是发电和采暖, 则电价和每平方米的采暖价将要大大增加。若这条管线的建设还考虑到将来从中亚国家输入更多的天然气, 作为一个长远的安排, 是可以的。

2. 据了解, 东海、南海海上石油、天然气前景看好, 近年来打出不少石油、天然气的高产井, 华东沿海大城市 (尤其是上海) 是否应首先考虑利用较近的气源?

3. 直到目前为止, 新疆已探明可采天然气储量并不太大, 约 6 000 亿 m^3 。首先应考虑用此资源改善当地人民生活、发展经济。单靠卖资源, 当地经济是上不去的, 应当用相当部分的气源在当地转化成附加值较高的化工产品。

4. 据了解, 南疆很缺乏炊事和采暖燃料, 尤其是分散居住的居民, 至今仍在砍伐已经不多的树木或是挖草根, 使生态不断恶化。应将一部分天然气资源采用先进的液相反应催化工程, 转化成二甲醚 (Dimethyl Ether, DME)。这种 DME 已经被证明为最好的民用燃料。DME 可以通过油槽车, 用与石油气 (LPG) 相同的办法供应给广大居民, 以抑制生态恶化, 改善室内空气质量, 保证广大妇女的健康。

三、加强新疆、贵州丰富的能源资源的勘探

新疆能源资源极为丰富, 其中, 天然气预测储量为 10.47 万亿立方米, 探明可采储量 6 000 亿立方米; 石油预测储量为 300 亿吨, 1996 年累计探明储量为 21 亿吨; 煤预测储量为 21 942 亿吨, 探明储量为 950 亿吨。

这些储量中,石油、天然气占全国资源总量的1/3,煤炭占40%,但是探明的百分比均很低。长期以来,由于技术落后,综合利用差,依赖过量消耗资源发展经济,资源浪费严重。其结果是经济发展不快,人民生活水平、教育水平的提高亦不能令人满意,而资源基础却被不断削弱,并引发了很多生态问题。

一个大问题是对能源(对其它矿藏也同样)资源的勘探投入不足,严重缺乏后备的资源基地,这是能源资源可持续发展的主要矛盾。所以,对这些地区,我们的着眼点决不能只看到已探明可采资源的开发,更重要的是,对新疆等地区的资源勘探、开采和利用应有一个长远的战略规划,大力加强勘探工作,严格控制资源开发利用的环境污染,千万不能再走“大力发展小煤矿”这种破坏资源、破坏环境的路子。

四、做好准备工作,迎接 天然气经济(gas economy)的到来

上面已经提到新疆的天然气资源极为丰富。20余年以前,由于天然气输运的困难,世界各国,尤其是我国都把石油的勘探和开采放在第一位,对天然气有所忽略。实际上,天然气的总资源要比石油多,且天然气比石油更为清洁。从全世界来说,发展天然气经济已形成大热点,其趋势是:建立天然气资源的管网系统,建立大型液化天然气的设施、液态化工设备及输运装备(大型专用船,油槽车……),建立大容量高压直流输电系统(HVDC)。具体包括3个部分:天然气转化为电能(通过热效率可达60%的燃气/蒸汽联合循环和高温燃料电池);天然气转化为化工产品,也就是把天然气转换成液体(甲醇,二甲醚,烯烃等),人们称之为Gas to Liquid(GTL);天然气转化为动力,用天然气来驱动大型车辆,或制成氢气,通过质子交换膜燃料电池(PEMFC)作为汽车动力,达到零排放。

由于新疆处于西部边陲,天然气的输运是一个关键,一般有4种输运方法。一是管道输运,这是常规的。长期以来管道建造的成本没有多大变化,但近年来由于高强度钢的应用,可以减少管道壁厚,在近5~10年内,投资可以下降25%。第二种是把天然气液化后输运,即LNG,由于新的液化方法的采用,BP公司、Shell公司都宣布液化装置的基本投资已降到225美元/吨,并还有再下降25%的余地。三是把天然气就地高效转化为电力,用高压直流远距离输电(HVDC),可大大减少线路损耗,变输气为输电。原来这种输电方法的瓶颈是大功率交流/直流转换装置,最近有了较大突破,可以达到容量为8GW、距离为3000公里以上。四是通过费托过程,

或是通过其他浆态反应器和催化工程,把天然气转换成高纯度蒸馏油(柴油、煤油)或是甲醇,或是其他液体化工产品。技术经济分析证明,对长距离、大容量的能量输运来说,用HVDC或是液体输送要比管道直接输送天然气便宜得多。当然,后两种方法现尚远未实现大规模商业应用,但确实是一个十分有前景的方向。其中还有许多技术问题需要解决,尤其是GTL的价格目前还比较贵。BP公司已投资1.5亿美元研制、示范GTL的新工艺,目标是使价格下降40%。他们在阿拉斯加已花费8600万美元建立示范工厂,预计不久以后在基本投资上液体输送将越来越有竞争力。在这样的形势下,新疆作为天然气资源的一个大区,应及早规划、及早准备,在科研上、技术上及早安排,以迎接Gas Economy的到来。这应成为重要的战略部署。此外,在当今世界和我国经济一体化趋势不断增强,国际、国内资源市场不断扩大的形势下,完全依靠我国东部市场来提升西部经济也是不够的;而应立足于西部丰富的能源资源基础上,积极扩大国际合作与交流的渠道,以合作勘探开发,或是特许权方式,从资金上、技术上与国际上的大公司〔如BP、壳牌(Shell),空气产品(Air Product)及其他国际上大公司〕加快合作开发、发展。在能源资源开发和输运上也同时开展与西边原苏联加盟共和国的合作。充分利用两个市场、两种资源,通过国内外市场的调节和优势互补,实现新疆地区天然气资源勘探、开采、输运和利用的优化配置,进而达到促进西部综合发展的目的。

五、有关生物质能的利用

在生物质能方面,西北地区虽不如东部诸省份,但有一些地区还是很丰富的(如新疆的棉花产区,及其他地区的玉米秸秆和高粱秸秆)。应该用现代化的方法来充分利用这些生物质燃料,具体有以下方式。

1. 生物质燃料低焦油气化,可供村镇居民用于炊事(数十户到千余户)。
2. 生物质燃料气化,可供村镇居民用于采暖。
3. 生物质燃料气化后发电,第一步可用往复活塞式发动机,用小量柴油点燃(pilot diesel fuel ignition),第二步是向微型燃气轮机(Micro turbine)发展。这两者都可实行热电联产。在政策上则应要求电网按合理价格收购气化发电余电。

关于生物能的利用,在吉林省已有一个联合国开发署基金会资助的125万美元的项目,它的经验可以在西北大开发中作为重要参考。

六、有关风力资源的利用

新疆和内蒙都具有极为丰富的风力资源(占全国的50%以上),除满足本地区需要外还可以大量输出,这应是西电东输的重要组成部分。西电东输中可再生能源的发电量(水电、风电)应占相当部分,而不应大量使用化石燃料、把“清洁”的电输给东部却把污染留给本地(且要消耗本地不可再生的资源)。目前主要有以下的问题和措施。

1. 电网建设 新疆、内蒙等地的电网很小,只有2000MW左右,无法承担大量的随机性很强的风电,所以要开辟风电丰富地区向大电网输电的通道。

2. RPS的尽速建立 鉴于可再生能源发电的价格要高于常规的火电,国家必须尽快出台可再生能源一揽子标准(Renewable Portfolio Standard RPS),规定全国每一个供电部门必须要有一定比例的绿色电(利用可再生能源发出的电),例如5~6%。这样,一些没有可再生能源的省份或地区要完成这个规定的份额就必须到可再生能源丰富的地区购买指标。这种指标每kWh的价钱可高于常规的电价(当然,也必须通过竞争)。这种RPS模式的建立,可使较高的风电价的差价不是由资源丰富地区自己承担(不然的话,风电越多,效益越差),而是由全国电网上的用户共同承担。资源丰富的地区通过卖指标就可以有更多的资金收入,更快地发展风电。

如果RPS一时实施不了,作为过渡,可对风电区采用减免增值税、贴息、延长还款期等办法。

从长远来看,国家一定要以“零”排放为起征点,对主要污染物如二氧化碳、二氧化硫、氧化氮、固体颗粒物等收取环境税。不然的话,任何新技术都无法发展,可再生能源更是如此。

3. 实施特许权方式 目前各地区风电都基本由当地的电力部门独家经营,自筹资金(包括国外赠款与贷款)、自己建设、自己运行、自己定价(按法定程序本应由物价部门审核)。电力部门多把风电当作“第三产业”,高来高去,本部门、小单位颇有收益,但这种机制却严重阻碍了风电的大规模发展。因为这种做法缺乏竞争机制,风电垄断经营部门自身没有降低成本的驱动力。应采用中国海上石油天然气公司十多年来已成功使用的“特许权”方式,即把风能资源好的地区,分成若干个地块(每个地块的风力资源一般不能少于300~500MW),向外招标,由中标的投资者把详细勘探、购置设备、建设、运营和人员培训全部“包”下来。和电网的关系是通过收购电合同,以一定的价格收购所有风力发电的电量。投资者可以在售电价格上进行竞争,最低价格者中标。一旦价格定了下来,投资者为了获得更多的利润,就会千方百计地设法降低风电成本,如采用国产机组。现新疆风电公司生产的600kW风电机组的国产化率已达76%,有9台在新疆达坂城风

电场已运行2年以上。但是,许多风电场宁愿高价进口整机,而不要国产化率较高的较便宜机组。应该说,风电在我国发展的主要障碍不是技术问题,而是体制和机制问题。采用特许权方法则可以刺激风力发电设备制造行业在我国的发展,推进风力机的技术进步。通过风力发电的特许权方式引入市场竞争机制,打破电力部门的垄断,可使风力发电真正进入由环境和市场驱动发展的“快车道”。目前,我国风电总容量是340MW,考虑到每年的运行时数(2200~2800小时),实际发电量抵不上火电部门要淘汰的一台100MW火电机组。究其原因,是因为这些风电机组95%是进口的,成本必然较高,如无国家持续扶植,就没有竞争力。

4. 实施联合循环发电互补 包括建立天然气燃气/蒸汽联合循环和连结负荷中心的电网,建立相对稳定的直流高压输电线路。为了克服可再生能源发电的随机性(尤其是风电),应对风电资源丰富地区的风的能量,按地区、按月、按日、按24小时的分布规律,以及这些地区用电和电网联接地区的用电(负荷)情况进行详细调查,研究其相互负荷配合情况、波动规律和幅值,进而研究为了使长距离高压直流输电线有较稳定的负荷量,采用何种方式加以互补。目前燃用天然气的燃气/蒸汽联合循环的热效率已达55%~58%,这类动力装置的电厂基建费用相对不高(500美元/kW)、基建周期短(0.8~1.0年)、起动快、负荷响应快,是与大规模风电互补的一种好形式。新疆地区有丰富的天然气资源,井口价格便宜,为这种互补提供了必要的条件。对这类方案,应进行仔细的可行性研究。大量风电的输出是开发西部的一个重要方面,从某种意义上说,比天然气管线输出更为合理。

内蒙地区电网与华北电网已有很好的连接,发展风电的主要问题是采用RPS模式或是其它减少税赋的方法来消化风电成本高的“负担”。

这样做,在几年以内,内蒙、新疆都可以有几百亿到上千亿kWh电输出到高负荷用电地区,给东部带来清洁能源,又不致引起当地不可再生资源的大量消耗和环境污染。

七、在西部煤资源丰富地区 (包括高硫煤)实施“多联产战略”

多联产是使资源/能源得到优化配置的战略,其实质是以煤的氧吹气化为核心,把所产生的合成气($\text{CO} + \text{H}_2$)用于多种用途,如用作发电(通过IGCC),生产甲醇、二甲醚、F-T合成燃料和城市用燃气。由于这些生产过程可以相互耦合,从而使生产工艺及设备简化,同时对环境十分友好。据初步

(下转第35页)

设施农业在一定程度上克服了传统农业难以解决的限制因素,使作物在露地不能生长的寒冬季节和环境中正常生长,为农业结构的调整创造了条件。园艺设施农业的大面积运用、反季节生产、周年生产,增加了总产,解决了城乡人民淡季蔬菜供应问题。地膜的广泛运用,使热量稍显不足的地区由一年一熟变为一年两熟,受水分限制的干旱农区增加了复种。云贵高原、黄土高原、秦巴山区的地膜玉米、地膜小麦被誉为“白色革命”、“温饱工程”。地处北热带的云南西双版纳运用地膜实现了玉米冬种。所有这些都表明,设施农业可以有效地促进我国农业结构的调整。

设施农业在促进农业结构调整的同时,加强了资源的集约高效利用,大幅度地增进了系统生产力,提高了经济效益,增加了农民收入。甘肃省北银市设施农业占全市耕地面积的5%,而全市农民收入的25%却来自于设施农业。据有关试验及大田调查资料,地膜粮食增产幅度为30%~65%,新疆的地膜棉花增产幅度为18%~25%,西双版纳玉米地膜冬种单产提高50%左右,陕西榆林地区地膜玉米吨粮田层出不穷。

目前我国以塑料薄膜覆盖为主的园艺设施农地比露地平均增产达50%,亩增收1000~3000元,高的可达5000元;高效节能温室,比露地增产80%左右,亩增收达5000~6000元,高的可达10000元。北方利用塑料暖棚冬天饲养蛋鸡,产蛋率平均提高10%;用于饲养猪、肉牛,冬季不仅不掉膘,而且日增重达250~500克;用于饲养羔羊,越冬存活率达90%以上。设施农业已成为我国广大地区农民温饱、增收、奔小康的主要阵地,山东、河北、辽宁、河南、甘肃等地已形成了设施农业集中发展的生产基地,展现了规模化、专业化、产业化发展趋势,以及针对高档蔬菜和花卉的外向型发展趋势。

(上接第8页)

估计,电力、热、甲醇、城市燃气“四联产”比单独生产,基本投资可下降35%,每单位能量的成本可下降30%。煤耗量可下降25%。这样做,可以充分利用内蒙、贵州和其它省份的高硫煤,而其污染物排放只及具有先进脱硫、脱硝装置的常规电站的1/5。此外,就把丰富的煤资源转化成高附加值的化工原料、化肥、城市煤气和电力,对发展地方经济、增加就业、改善环境都大有好处。煤的多联产是我国能源领域跨越式发展极为重要的方向,可以结合西部大开发推广,为在全国实施这种战略起示范作用。

八、改善乌鲁木齐市空气质量

新疆具有丰富的石油和天然气资源,而作为首府乌鲁木齐污染问题却相当严重(地形也不利于空气流动、扩散),尤其在漫长的冬天采暖季节,因为主力热电厂以煤为燃料,同时大量居民又用小煤炉采暖,故应有计划地逐步改变乌市的发电、炊事和采暖的燃料结构,具体有:

4. 设施农业能够吸纳众多的科技成果

21世纪是生物科学和农业工程技术发达的世纪。农业工程是研究农业生物体在生长、繁育、储存和加工过程中与环境和各种技术手段之间关系的科学,也是人类运用各种科学知识改善自然条件和生态环境、增加农业产出量的综合性技术体系。农业设施是农业工程学科最具典型的分支学科领域,以农业设施为主体形成的设施农业实质上是一种“工程农业”,它涉及到工程、材料、设计、电子、控制、环境、生物、物理、化学、土壤等众多领域。它不同于传统农业,科技含量比较高,要求实现多学科配合与协作攻关,广泛应用多学科的科技成果。因此,设施农业可以容纳多学科的研究成果,使这些研究成果尽快地转化为现实生产力,从而提高农业科学技术对经济增长的贡献率,促进我国农业的高产高效。

设施农业所显示的生命力,使人们的观念为之一新,它启迪人们运用科学技术去开拓、创造农业生产新局面。资源是有限的,而科学技术进步则是永无止境的。发展中的我国设施农业正方兴未艾。

参考文献

- [1] 谷树忠等. 农业自然资源可持续利用. 北京: 中国农业出版社, 1999: 205
- [2] 陈友等. 园艺设施在高寒地区发展菜篮子工程和高一优农业中的作用与发展前景. 农业系统科学与综合研究, 1995(3): 80~83
- [3] 廖允成, 王立祥. 设施农业与中国农业现代化建设. 农业现代化研究, 1999(1): 5~8
- [4] 廖允成, 王立祥, 温晓霞. 设施农业——我国农业资源高效利用的重要途径. 资源科学, 1998(3): 20~25
- [5] 《中国农业统计年鉴》编辑委员会. 中国农业统计年鉴. 北京: 中国农业出版社

(责任编辑 王宏章)

1. 实施现有火电厂的燃煤锅炉改用天然气的改造,减少燃煤量。

2. 新增容的发电装置一律采用燃用天然气的高效燃气/蒸汽联合循环。

3. 在市区(学校、商业楼群、居民小区)示范并逐步推广燃用天然气的以燃气轮机为核心的热、电、冷联供。电力部门应为这些分布式供电上网提供方便(合理的价格)。

4. 建立以天然气为主的多热源供热网(可以和分布式热、电、冷联供结合起来)。

参考文献

- [1] 陈哲夫. 新疆矿业与可持续发展. 中国资源环境与可持续发展战略研究, 2000(12)
- [2] 温军. 中国少数民族经济的演变与启示. 清华大学发展研究通讯, 2001(5)
- [3] 陈哲夫. 西部大开发——新疆矿业开发新思路 and 重点. 国土资源科技管理, 第17卷, 第4期
- [4] Freeing the Power of Gas, RReview, The BP technology magazine, August, 2000

(责任编辑 蔡德诚)