

论我国后续能源发展战略

On Developmental Strategies of China's Follow-up Energy

鲍云樵

(中国能源研究会副理事长兼秘书长

北京 2103 信箱 100037)

后续能源是指:技术上可行,经济上合理,环境和社会可以接受,能确保供应和替代常规化石能源的可持续发展能源体系。它们主要包括可再生能源(风能、太阳能、生物质能、水能、海洋能等)、地热能、核能、氢能。

一、发展后续能源的战略意义

1. 新世纪的可持续发展面临着能源的严峻挑战,要求我们考虑常规能源的接替问题

21 世纪我国将加入到全球化经济的激烈竞争中去,竞争的核心战场将在高科技领域。新世纪经济增长点,将不再是过去的能源、原材料、劳动力密集的行业,而是知识和技术高度密集的高新技术领域。一些技术发达国家将利用高技术的优势,利用计算机、新材料、先进管理技术,达到减员增效,以最少的能源、原材料和人力的投入,取得最廉价、最优质的产品,从而夺得在全球化经济竞争中的霸主地位。在新世纪中,传统能源将以新的姿态出现在能源市场上,新能源将层出不穷,能源的利用将更高效,整个社会将在强大能源的支撑下高效地运行,生态环境将比 20 世纪更优美,人类将全力以赴保卫仅有的家园——地球。

我国也将不例外地走能源结构多样化、能源优质化的道路。21 世纪上半叶我国经济发展要达到中等发达国家水平的目标,而现在则正处在工业化初期阶段,欲保持经济高速增长,必须有足够的能源投入。到 2020 年,我国人口按 14~15 亿计算,则需要 26~28 亿吨标准煤;到 2050 年,人口按 15~16 亿计算,则需要 35~40 亿吨标准煤。

我国能源又面临着三大突出问题。

第一是能源资源储量中煤炭占 92%、石油占 2.9%、天然气占 0.2%、水电占 4.7%,这就注定了我国的能源生产和消费结构在相当长的时期内仍以煤炭为主。目前煤炭占 70% 左右,即使采取各种措施,大力发展油、气及可再生能源,可相对减少煤

炭所占的比重,但随着能源消费总量的增加,煤炭总量也将增加,大幅度减少煤炭的消费是较难办到的。我国的优化和调整能源结构的思路应从我国资源储量实际出发,在大力开发煤炭替代能源的同时,应在洁净煤技术推广应用上下功夫。

二是我国因能源资源分布不均,能源资源重心偏西偏北,而经济发达区域偏南偏东,常规能源需经长途运输才能满足需求,这给社会和经济带来许多问题。只有因地制宜地注意区域性能源结构调整和优化,在远离能源产地的东南沿海地区发展本地能源和能量密度大的能源(如核能)方可缓解矛盾。

三是我国煤烟型污染已经给生态环境带来严重的问题;而电力、建材、冶金、化工等能源消费密集的行业又是我国支柱产业,它们占大气污染的 70% 以上。如我国产业结构不发生根本性的改变,仍是冶金、建材、化工大国,则煤烟型污染难以根本解决。

根据上述存在的三大问题,以及新世纪上半叶所肩负的发展使命,我国在拟定新世纪能源发展战略时,应重视常规能源的接替问题,其希望就在于发展后续能源。

2. 石油将是 21 世纪我国最大的能源战略问题,石油的替代品将是后石油时代的热门,应早作战略部署

国际权威预测机构指出,到 2010 年世界常规石油产量将到顶峰,此后世界石油产量将下降,世界将更依赖中东地区的石油,油价将会大幅度上升,第三次世界石油危机将在 2015 年前后来临。届时,作为我国这样优质能源(石油和天然气)需求高速增长的国家将需付出高昂的代价。

后石油时代到来时,世界上(包括我国)由于交通运输业的发达,液体燃料的需求量将大幅度增长,常规石油供不应求,势必刺激各国走寻求石油替代品的道路。作为我国这样一个油气供应不足的国家,更应重视石油替代品的开发。

我国是煤炭大国,研制开发煤的液化技术,以煤制甲醇代替短缺的石油应是现实可行的途径。煤

的液化在我国已经起步研究,但鉴于目前的油价便宜,人造油因在经济上没有吸引力而未能得到应有的重视。我国在确定能源技术发展重点时,应将煤液化技术列为攻关的重点,投入一定科研力量,开展煤液化技术的研究开发,以及其它非常规石油技术的开发研究。预计到2010年以后,煤的液化技术将会得到快速的发展。同时在新世纪的安排中,我国还应积极开展油、气资源的勘探,增加国内油气资源储量和产量;积极参与国外油、气田的勘探和开发,增加准国有油、气资源份额。

3. 能源科技的创新为后续能源的发展提供了良好条件和机遇

突飞猛进的能源科技创新赋予世界能源以新的生命,21世纪人类在能源的开发利用领域将会有一次新飞跃。20世纪90年代,世界能源市场上发展最为迅速的已不再是石油、煤炭等传统能源,如风力发电异军突起,其年均增长速度超过20%以上。今后,各种新型、高效的能源系统将不断涌现,比传统能源更经济、更灵活,加上电脑武装,将使能源新技术如虎添翼。未来新型能源经济模式将由集中转为分散,自然界取之不尽的太阳能和风能将得到充分的利用。

目前,先进的电子技术、新材料和生化技术都被运用到能源系统中来了。例如:汽车将成为带轮子的电脑,电脑不仅控制方向和刹车,还会改善燃料使用率和降低废气排放;伴随着产业运营机制的改革,新建的发电厂都是效率高、成本低的,火电厂环境保护的成本提高,将促使可再生能源发电市场加快发展。总之,21世纪将要发生的能源革命,是以科技创新为动力,从而降低长期处于主导地位的传统能源的竞争力,而使核能、太阳能、风能、生物质能等可再生能源逐渐居于主导。

二、后续能源发展战略地位正在逐步得到确立

1. 太阳能利用正走上工业化发展康庄大道

严格地说,化石燃料利用是得益于太阳能,但仅是太阳赋予地球能量的“九牛一毛”,真正取之不尽的是太阳的热和光。从20世纪70年代开始,人类就期待着太阳能发电技术能带来一场革命,但这场革命仍迟迟没有到来,因光电池成本仍比传统能源发电高10倍以上。现在,科技创新正给太阳光发电带来福音,光电池效率随着新型硅材料的诞生而得到提高,光电转换效率已由原来的2%提高到20%,有的甚至达到30%左右,接近常规能源发电效率,这无疑是太阳能发电走上产业化之路迈出的第一步。目前太阳能发电已经受到世界的普遍重视,美国已经开始建造10万千瓦太阳能发电厂。

更为新鲜的是,太阳能与建筑一体化技术正成为世界太阳能利用的新潮流,美国最先提出这种新设计。它是将能把阳光转换成电能的半导体直接嵌入在屋顶和外墙上。这种新型光电材料比高档建材便宜,只要花费不到1辆汽车的钱就能买到1套有太阳能发电装置的屋顶,可在25~30年内满足自家的电能需求。对公共建筑,可以像覆盖外墙面一样安装太阳能发电装置。美国预计,到2005年这种太阳能建筑一体化发电系统的市场可达26亿美元。

随着人类将科学的臂膀伸向太空,太阳能太空发电技术也紧锣密鼓地发展着。所谓太阳能发电就是利用卫星或在月球上建造太阳能电站,将得到的电能用微波传送到地球上。卫星太阳能发电是把卫星发射到地球3.6万公里的地球同步轨道上或发射到距地球500~800公里的近地轨道上。因为太空无云雾遮挡、太阳光强烈,发电效率高且经济,因此很有吸引力。实现太空太阳能发电首先要在太空设置面积达50平方公里的巨型太阳能板,将太阳光能转变为电能,再将电能转变为微波能,并发射到地面。在地面设有70平方公里的微波接受器,最后将微波能转变为电能。目前,美国、日本等国都在进行太空太阳能发电关键技术的研究,并取得了进展。它们都制订了新世纪太空太阳能发电计划,预计在21世纪上半叶可以产业化生产。

此外,五花八门的太阳能新产品也层出不穷,太阳能汽车在赛场上大显身手,永不降落的太阳能飞机执行着各种特殊任务,太阳能为火箭助一臂之力,太阳能游船、太阳能自行车、太阳能空调机、太阳能冰箱等形形色色太阳产品在世界各地出现,太阳能供热更为普及,太阳能热水器已走进千家万户,太阳能住宅已成为世界投资新热点。新世纪应是太阳能应用技术大发展的时代,太阳能应用产业是有极强生命力的新兴产业。

2. 风能利用风靡全球,风力发电成为电力工业的新增长点

风车是古老的动力机械,而风力发电在1980年才供公用事业之用。但20年来,风力发电的巨大发展潜力已为世界公认,正以惊人的速度发展。全球风电装机容量从1980年的1万千瓦猛增到1999年的124.4万千瓦。1999年全世界风电投资达20亿美元。大型风轮机、新型叶片设计、高级材料应用、智能更高的电子技术、灵活的轮轴结构及合乎空气动力学的控制装置都有助于风电效率的提高,使风电的产业化插上了飞翔的翅膀。现代风力发电机不但在低风速仍能高效发电,还经得起暴风的袭击,安全度大为提高。

从理论上讲,开发地球上1%的风能就能满足全世界能源需求。我国陆上风电资源就有2.5亿千瓦,近海还有7.5亿千瓦,是实现我国清洁能源可持

续发展的良好基础条件。目前各国都采取激励风电发展的政策,其中包括减免税收的经济政策,及电网优先收购风电的政策。我国正在实施“乘风计划”,加速发展风电。截至2000年底,我国风电总装机容量达34.4万千瓦。我国的风电发展已由过去的试验阶段逐步进入产业化发展阶段。

3. 绿色能源开始造福子孙后代

生物质能又能称为“绿色能源”,它是指通过植物(包括树木、青草、农作物、藻类及各种有机废物等)的光合作用而将太阳能以生物质形式固定下来的能源。开发利用“绿色能源”,已成为许多国家开源节流、化害为利和保护环境的重要措施。其有两层含义:一是利用现代科学和技术,开发干净无污染的绿色植物能源;二是化害为利与改善环境相结合,充分利用垃圾和污泥等作能源。

垃圾发电已在世界许多国家推广,技术创新提高了其发电效率并解决了二次污染问题。城市下水道的污泥也被制成燃料,沼气亦越来越受世界各国重视。随着生物工程技术的发展,开始大批种植植物能源,而且产量很高。美国开发的作为发电燃料的芒属能源植物能很快长到3米高,每公顷可收获30多吨。

有众多植物会分泌出类似石油的乳汁,有的果实或枝叶含有很高的油份,只要通过简单加工,便可提取各种植物油;有的还可代替柴油作燃料。美国有一种香槐树,在它长成时,可像割橡胶一样从树的表皮取出一种白色乳汁。这种乳汁只需稍加提炼,便可获得类似石油的液体,可代替石油燃料。还有一种能适应沙漠恶劣环境的名叫霍霍巴的灌木植物,它的果实中含有50%~60%的油性的乳汁,经过提炼可做润滑油。一种“黄鼠草”每公顷可提炼100升石油。我国海南的油桐树,砍掉枝干后油即会源源而出,日产“原油”10~15公斤。

目前,世界上森林面积达34.42亿公顷,地面上木质生物量达440.5亿吨,是重要的薪柴和林产品的来源。将木质植物加工成液体燃料的技术正在悄然兴起,这种技术在美英等国已达到实用阶段。另外,人类正向海洋索取“绿色能源”,日本正在进行从浮游生物中提取乙醇的研究。一些国家还在海洋里种植巨型藻,试图从粒藻中提炼石油。

4. 正在积极开展的核能应用新技术研究,是21世纪能源持续稳定供应的必要条件

在后续能源技术中,最具工业应用和规模发展潜力的是核能新技术。它们包括:先进核反应堆(包括先进压水堆、先进沸水堆和高温气冷堆等)、快中子增殖堆、加速器驱动亚临界系统、受控核聚变等。

先进堆是在现有核电堆基础上研究开发出来的新一代反应堆,它具有效率高、安全性好、经济实惠的特点,符合当代环保要求。特别是当后石油时代到来时,将具有上佳的经济竞争性。

快中子增殖堆可以使铀资源的利用率提高50~60倍,可解决核裂变的高效、长期应用,接替性能良好。快中子增殖堆已接近工业推广应用,法国已建成电功率120万千瓦的大型快中子堆电站,并取得了工业运行经验。随着油价上涨,它将显示出非凡的竞争力。

加速器驱动亚临界系统是目前国际上热门话题。从科学概念考虑,这种系统建筑在加速器技术发展和核反应堆现成技术的基础上,有一定的魅力,科学界正在大力推崇。

受控核聚变是人类梦寐以求的永续能源选择,由于该技术难度大,技术发达国家在过去的半个世纪里,耗费了大量的资金和精力对其进行坚持不懈的研究。技术开发的接力棒经过艰辛的历程已逐步向成功的终点接近,但其关键技术尚未走出实验室的大门,真正要实现工业应用,还需全世界花费巨额资金,再经历半个世纪才可能达到目的。

三、当前我国发展后续能源应采取的重要措施

1. 风能应走国产化的推广应用道路

风能是当今世界公认的可实现工业化推广应用的替代能源。我国的风能资源比较丰富,特别适合于边远的海岛等无电地区。只要走国产化道路,我国风能工业就会稳定持续地发展,在特殊地区发挥其特殊作用。

2. 地热能的开发应走因地制宜、供热和发电协调发展的道路

我国中低温地热资源分布面广、应用前景广阔,应在供暖方面予以重点关注。高温地热田已显示了良好的发展势头,应作为重点加以开发。

3. 太阳能的开发利用中,应将热能利用和发电作统筹安排

在阳光充足地区应开发先进的太阳能热水器,使之在国民生活和生产中取得实效。太阳光伏电池的发展方面,应重点开发太阳能光电薄膜技术,并与建筑一体化统筹考虑,以提高太阳能利用的实用性和经济性。

太阳能光电的工业化应用有待于空间太阳能发电站的建立和实用。工业发达国家已经将空间太阳能电站列入21世纪科技发展议程,估计到2020年以前,美、日等国可能发射空间太阳能电站卫星。随着我国航天事业的发展,可以预期,到2050年可能实现空间太阳能发电。为了做好技术贮备,从21世纪初起,我国应着手跟踪空间太阳能电站的研究。

4. 加强核能新技术的开发研究

我国应从国情出发,把重点放在有现实意义的先进核反应堆的技术开发上,将其(下转第40页)

状况,更要分析他们的科学思想和科学方法,并尽可能提出自己的看法。他还举例说道:时常有人说爱因斯坦的相对论已经推翻了牛顿在引力上的工作,而事实上,他们的工作是难以相比的,因为他们处理的是不同的研究领域;就爱因斯坦工作与牛顿工作的相互关系而言,简单地说,前者是在后者基础上的普遍化和推广,实际上是数学和物理学发展的一种典型情况。总之,一个伟大的原理并不是被抛弃,而是加以修改,以使它处于更广泛而可靠的基础之上。^[8]

卢瑟福常告诫自己的学生,要重视科学的历史,要树立科学的历史观。只有了解了科学的历史,才能更好地理解、掌握科学的理论和概念,才能有的放矢地评价科学思想、提出科学问题、选择科研方向、创新科学成果、提高科研效率。卢瑟福这些金玉良言的科教思想,即使在今天,对于我们的科研组织和科教实践仍然有着很重要的参考价值。

5. 学科交叉与学术交流是培养科学创新人才的有效途径

卢瑟福一生的科学生涯中,经常与各类人才进行学术交流。他与数学家、理论物理学家、化学家等进行真诚的交流,以补偿自己的不足;他与青年科学工作者交流,以活跃思想,使自己与时代气息相通。他根据自己的成长经历总结出:科学的创新、创新人才的培养,都必须走出狭窄的学科领域,开展广泛的学科交叉;应突破传统的学术权威,开展广泛民主的学术交流,这是科学成果出新和科学创新人才成长的有效途径。因此,他在保证实验室主要研究方向上取得发展的同时,极力倡导并非常支持在其他学科上表现出卓越才能和兴趣的青年人,开展交叉科学的研究和广泛的学术交流。他经常告诫实验室的研究人员和学生:“科学研究必须广泛交流,那种只见树木不见森林的狭隘态度,是发展科学的严重障碍。再没有比那些只顾自己鼻子底下一点事情的人更可悲的了。”^[9]

为了给学生创设开展学术交流、学科交叉的良好环境,卢瑟福组织了各种不拘形式的独具风格的学术交流活动。如每天下午 5 时的茶时漫谈会,各学科领域的教授、研究人员、学生都以平等的地位参加,卢瑟福更是每天照例出席,大家都以活跃的情绪讨论各学科的新旧问题,互相帮助解决研究中的困难,并无私地交流各自的最近研究成果和新发

现。卢瑟福甚至邀请人们去他的实验室演示他当天第一次发现的东西。这些不同年龄、不同学科、不同层次的科学工作者们在相聚交谈之中、在悠闲的思想交流之中常常会迸发出智慧的火光,有时自发出现的思想,刚好被另一个人的手头工作用上。这种活动形式被认为是卡文迪什实验室一天中“最好的时刻”,它对活跃学术思想、交流科研情况起了很大的作用,尤其对青年学生更是受益匪浅。有许多外国学者为了参加茶时漫谈会专门来到卡文迪什实验室,学习活跃学术思想的方法。

卢瑟福认为,在科学教育活动中,广泛开展学术交流和学术交叉是有利于高素质创新人才成长的。因为广泛的学术交流和学科交叉,能使学生开阔视野、启发思维;能突破传统学科领域的界限;能博采众长、兼收并蓄其他学科或领域的观点和方法,并在比较、交叉、融合过程中找到新的突破点,从而导致对传统知识体系或学科分类提出新的挑战。所以,为科学教育创造一个良好的学术交流和学科交叉的教育环境,对科学人才的创新能力培养是极有益处的。

总之,在卢瑟福的科教思想与实践中,突出体现出的一个要点就是以创新能力培养为先。无论是他强调的扶持学生个性发展、培养学生的科学方法和科学历史观,还是他倡导的学生参与科学起源性研究、开展学科交叉和学术交流,都是为了培养学生的创造素质和创新能力。他在科教活动中体现出来的民主学风、教风和不拘形式地激发和培养青年科学工作者的积极性、创造性的教育思想和实践,无论是在过去还是现在、将来,都值得作为楷模、值得我们认真学习。

参考文献

[1][3] 阎康年. 卢瑟福与现代科学的发展. 科学文献出版社, 1987
[2][4] D. Wilson. Rutherford: Simplest Genius. 1983, 475, 271
[5][8] A. S. Eve. Rutherford. 1939, 362, 296
[6] E. Rutherford. The Newer Alchemy. 1937, P. v
[7] E. Rutherford. Nature. Vol. 132, No. 3332, 1933, 367
[9] 约翰·罗兰·厄内斯特·卢瑟福——杰出的原子物理学家. 原子能出版社, 1978

(责任编辑 肖庆山)

(上接第 49 页)

作为近期发展目标,因为在这方面有国外先进经验可借鉴。快中子堆技术的开发应用,可作为 21 世纪中期发展目标。加速器驱动亚临界系统可作为中远期研究目标。受控核聚变研究方面,我国应积极参与国际合作研究,这是投入少而可共享成果的好途径。

开发时序可考虑:2000~2020 年重点开发先进核反应堆技术;2020~2030 年重点开发快中子堆技

术;2030~2040 年重点开发加速器驱动亚临界系统;2040~2050 年重点开发受控核聚变技术。按目前规划,2005 年全国核电装机容量预计为 870 万千瓦,2020 年可达到 4 000 万千瓦;2020 年以后不确定因素较多,如核燃料立足国内,则可发展快中子堆和热中子堆核电站,核电装机可达 1.2~2.4 亿千瓦。
(责任编辑 王宏章)