

# 关于我国能源发展战略的思考

徐建中\*

(工程热物理研究所 北京 100080)

关键词 能源,节能,科学用能,可再生能源

## 一 世界能源形势

能量与物质、信息同为人类生存的基本条件。在人类社会的发展进程中,能源和能源利用起了重大作用。从瓦特发明蒸汽机到近代电力系统的出现、核反应的发现和先进动力装置的应用,无不大大推动了人类社会的发展,为奠定今日世界的物质文明发挥了巨大作用。

但也正是在这个过程中,人类对能源和资源的大量开采和过度使用,使社会的发展出现了严重的问题。先是上世纪 70 年代的石油危机,人们开始清醒地认识到化石燃料是有限的,不能无限制地挥霍;后是燃用化石燃料造成的严重环境污染,向人们敲起警钟,保护人类赖以生存的环境已经刻不容缓。

随着世界各国经济和社会的发展,对能源的需求大为增加。无论是国际能源组织还是政府间气候变化专业委员会,都预测未来国际社会对能源的需求将持续、大幅度地增长:到 2050 年总需求比 2000 年增长 1 倍以上,主要能源依然是化石燃料。同时,环境问题将更加突出,必须注重节能和可再生能源的开发。

## 二 能源在我国经济和社会发展战略地位与存在问题

我国能源发展中存在的问题主要有:(1)化石能源资源的人均占有量低,随着能源需求的迅速增长,供需矛盾异常尖锐;(2)能源结构不合理,优质液体燃料严重短缺;(3)能源科技落后,利用效率低下,有时甚至浪费惊人;

(4)环境问题日益严重,减排治污、保护环境刻不容缓;(5)国际竞争逐年加剧,能源安全问题突出。

各种预测统计数据都充分表明,能源问题是制约我国经济和社会发展重大瓶颈,必须高度关注。因此,制定正确的能源战略对我国的可持续发展是至关重要的。

## 三 我国能源战略的基本思路

我们不妨再考察一下我国在实现中等发达国家目标时的能源需求情况。按照现在发达国家的耗能情况,人均 GDP 达到 1 万美元时的能耗,日本和韩国是比较低的,约 4 吨标煤。可以认为,这是传统工业化国家在人均 GDP 1 万美元时的最低人均能耗。假定我国在实现人均 GDP 1 万美元时人口为 16 亿,按照人均 4 吨标煤计算,需要的总能源为 64 亿吨标煤,这将是难以想象的;但如果能将人均能耗降为 2.5—3 吨标煤,那么总的能源需求就降低到 40—48 亿吨标煤,这是可能实现的。

由此不难看出,要在人均 GDP 达到 1 万美元时仍然能保证能源供应,我国人均能耗必须比传统工业化国家的最低水平还要低很多,要降到 2.5—3 吨标煤,绝不是简单地“节约”或“节省”能达到的,只有依靠科学技术才能实现,也就是说要“科学用能”。科学用能是节能的根本途径,是保证我国经济和社会可持续发展的重要方面。因此,对于我国的长远发展来讲,必须把节能和科学用能作为能源战略的指导思想,放在核心的位置,以节能和科学用能为本。这也是符合环境保护要求的。

\* 中国科学院院士,工程热物理研究所研究员  
收稿日期:2005 年 7 月 29 日

同时,还必须抓紧化石燃料的利用和勘探,特别是煤炭的洁净高效技术,努力开发可再生能源和新能源,以最终建立充足、经济、清洁、安全的可持续发展能源结构。

#### 四 节能与科学用能

节能与科学用能的根本目的在于提高能源利用效率,减少能源消耗,降低环境污染。科学技术的发展,为节能提供了强大的武器;科学用能是能源科技发展的必然结果。

科学用能也代表先进文化的发展方向,体现先进生产力发展的要求。

科学用能是深入研究用能系统的合理配置和用能过程中物质转化与能量转化的基本规律及它们的工程应用,以提高能源利用率,最终减少能源消耗和降低污染排放。

可以看出,科学用能首先要从整个系统的角度来研究如何用好能;同时,要对用能的全过程和各个环节进行分析,综合地得出结论;还必须将上述的理论成果用于工程实际,验证和改进理论、方法;最后,对用能要进行科学的管理,要有相应的法律、法规和政策等。

因此,科学用能的基础是研究能量转化和物质转化的规律。它还包括:用能的规划、用能的系统、用能的技术、用能的方法和用能的管理、法律、法规及政策等。

当前就技术层面而言,科学用能主要是要解决用能中的共性问题 and 关注高耗能的产业。对于共性的科技问题,应力求建立科学用能的新理论、新方法。如,对热能利用已建立“温度对口,梯级利用”原理,这是热力学第一定律和第二定律的科学结论,在科学用能中发挥了重大的作用。由于用能过程往往不仅有流动,而且常常伴随着传热和燃烧现象,有必要发展综合控制与优化的普遍理论、方法和技术。

对于高耗能产业,把科学用能与循环经济紧密结合,同时研究能量转换与物质转化,做到既清洁生产,减少污染物排放,又充分利用物质和高效率利用能量,尽可能少地产生废物

和“废能”。在这方面,既要注意产品更新、产业升级换代,也要关心通过新技术、新方法、新工艺使生产过程能耗的减少。

作为高耗能产业之一的建筑用能,在国际上约占全部用能的 1/3,在我国也达到 30%左右。同时,我国的建筑能耗是气候相近国家的 2—3 倍,节能的潜力很大。就建筑节能而言,最重要的是认识建筑物用能的特点,即建筑物内的用能,除照明等少数外,多为冷和热这样一些品位较低的能源,从温度范围看,与可再生能源(太阳能、地热能等)和环境能源(空气、水等)相近。这样就完全有可能通过各种热泵将可再生能源与环境能源转化为室内需要的冷和热,从而大量节约电力和化石能源。因此,在建筑用能中,首先要制定科学用能的方案,尽可能使用低品位的能量,充分利用可再生能源与环境能源,同时提高围护结构的性能。这应当是建筑节能的主要方向。

产品更新、产业升级换代是科学用能的重要方面。以照明来讲,全球照明用电占总用电量的 20%,占能耗的 7%;我国照明用电虽然目前只占 13%左右,但每年以 15%的增长率增加。近年来半导体固态照明技术有了长足的进展,光效最高水平达到 100lm/w,约为白炽光的 10 倍。预计,到 2020 年前后,固态照明可以实现大规模产业化,大大节约照明耗能。

通过产业升级换代来节能的另一个例子是分布式能源系统。它是建设在用户附近的能源系统,由于将放电后气体的余热用来制冷、供热,实现了能的梯级利用,提高了系统的能源利用率。同时也有利于提高电网的可靠性,且无需输变电设施。在该系统中,动力装置(当前主要是燃气轮机和内燃机,以后还有燃料电池)是核心;而冷热电三者之间的关系,特别是充分发挥中低温余热的作用,是技术关键。因此,针对不同需求的用户,制定“个性化”的方案至关重要。考虑到我国建筑的实际情况,采用天然气与可再生能源、环境能源互补的分布式能源系统对建筑节能有很大意义。

## 五 可再生能源和新能源

可再生能源包括太阳能、生物质能、风能、地热能、海洋能等,是无碳的清洁能源。2005年2月,全国人大通过了促进可再生能源发展法,必将大大推动我国可再生能源利用技术的发展。新能源指核能、天然气水合物、氢能等。限于篇幅,本文只论及太阳能热发电和风能。

太阳能热利用近年在我国迅速发展,年增长率达到20%。从建筑节能的角度看,应当进一步发展太阳能制冷和供热系统。

作为太阳能的大规模应用,近年来热发电有了很大进展,技术基本成熟,成本约为光伏发电的一半或更低。塔式发电和槽式发电在欧洲与美国都已投入商业运行,电站规模都达到100MW以上。同时,新的聚焦方式在不断提出,少用水的空气轮机也在研制。

我国有丰富的太阳能资源。在西部和北部包括戈壁及半干旱地区沙地在内的沙漠总面积达131万平方公里,只要用约7万平方公里的面积来建设热发电站,便可满足2004年全国的电力需求。因此,我国有必要也有可能大力发展太阳能热发电,提供大量的绿色电力。“十一五”期间和以后的时间里,这方面的工作一定会有一个大发展。

对于风力发电,近年来也有很大发展,600KW、750KW和1MW机组国内均可生产。我国的风力资源丰富,估计陆地上离地面10米高度层风力资源可开发量为2.53亿KW,近海离地面10米高度层风能储量达7.5亿KW,有发展风力发电的良好条件。

目前,风力发电的主要问题是技术方面缺少自己的知识产权,特别是风力机本身的设计,还没有形成我国独立自主的设计体系。为此,应当在风力机的设计中,注意发展先进的气动设计方法和强度、振动等动态稳定性的计算方法,构建相应的数据库,同时进行控制规律的研究,逐渐建立我国自己的风力发电设计体系。除此之外,还应对我国的风力资源情况

进行调查,以得出我国风力资源的分布和评价,为风电场的选址提供依据。可以预计,在“十一五”和以后的时间,风力发电在我国将会出现一个蓬勃发展的局面。

## 六 结束语

由于人口众多和化石能源资源的限制,能源问题是制约我国经济社会发展的瓶颈,是必须高度关注的重大问题。因此,制定正确的能源战略对我国的可持续发展至关重要。

为了长期保证可靠、经济、清洁和安全的能源供应,必须通过科学用能使我国人均能耗的水平比传统工业化国家有大幅度的下降,以大量减少能源的消耗。因此,我国能源战略的核心是节能和科学用能;而化石能源的洁净技术和开发可再生能源与新能源是两个支柱。

在科学用能中,当前特别要注意系统集成,关注关键技术。一方面,抓住高耗能产业;另一方面,解决共性科技问题。分布式能源系统和固态照明是科学用能的两个很好范例。

建筑科学用能是一个重要领域。应根据建筑物用能的特点,广泛使用品位与其相近的可再生能源和环境能源,以减少化石能源和电力的消耗;同时,发展天然气与可再生能源及环境能源互补的分布式能源系。

在可再生能源利用中,应根据其技术发展的规律,规划好产业化的时间表,有层次地加以布局。风力发电和太阳能热发电在我国将率先实现产业化,为保障能源供应做出贡献。风力发电主要是要尽快开发适合我国国情并有自主知识产权的风电系统;太阳能热发电应在沙漠地区开发、建设较大规模的电站。

科学用能和能源战略还必须包括法律、政策和管理,是其重要的组成部分。法律、政策和管理应当有利于推动科学用能、可再生能源和化石能源绿色化技术的发展,有利于推进新技术的应用,有利于鼓励发展新理论、新概念和新方法,有利于支持建立打破垄断的市场经济机制,有利于建立新的管理模式和方法。