

中国发展核电的宏观经济评价

关于中国沿海地区发展核电的前景

周大地、G. Woite 和胡传文

中国以发电为目的的核动力计划尚处于起步阶段。目前有两座核电站正在建设。一座是位于浙江省的秦山核电厂，有一套 300 兆瓦电 (MWe) 的核电机组。该厂是中国自行设计的，大部分设备由本国制造，预计 1991 年并网发电。另一座正在建设的核电站位于广东省大亚湾，它有两套从国外购买的 900 MWe 核电机组，计划分别于 1992 年和 1993 年投入运行。

总的说来，与过去 30 年间在核工业的其它方面取得的成功经验相比，中国以发电为目的的核动力计划进展得很慢。原因何在？看来有许多因素影响着中国核电的发展，其中包括国民经济和能源体系的结构和发展。

中国能源体系的结构和发展

在中华人民共和国成立以来的 40 年间，中国的能源工业得到了很大的发展。1988 年，一次能源的总产量达到了 9.58 亿吨煤当量 (tce)，是 1949 年的 39 倍；平均年增长率接近 10 %。(见附图。) 同期，煤炭产量从 3240 万吨增加到 9.83 亿吨，平均年增长率为 9.1 %。发电量则从 4.3 太瓦小时 (TWh) 增加到 545 TWh，平均年增长率为 13.2 %。

在过去的十年中，改革开放政策促进了国民经济

的发展。1983—1987 年间，工农业的基本投资大大增加。但能源方面的投资在同期内没有相应增加，使能源的供需之间产生了很大的缺口。

电力短缺。1988 年，中国耗电设备的总装机容量达到 286 吉瓦，是发电设备装机容量的 2.5 倍。电力和石油的短缺遍及大半个中国。每年短缺的电力多达 75×10^9 kWh。电力的短缺给生产和生活带来了很大困难。为了弥补这一短缺，许多地区（特别是经济发展较快的沿海地区）把效率较低的小型火力发电机组和小型柴油发电机都开了起来。

显然，能源如此短缺是国民经济的重要制约因素。发展能源是使中国经济获得发展的关键因素。

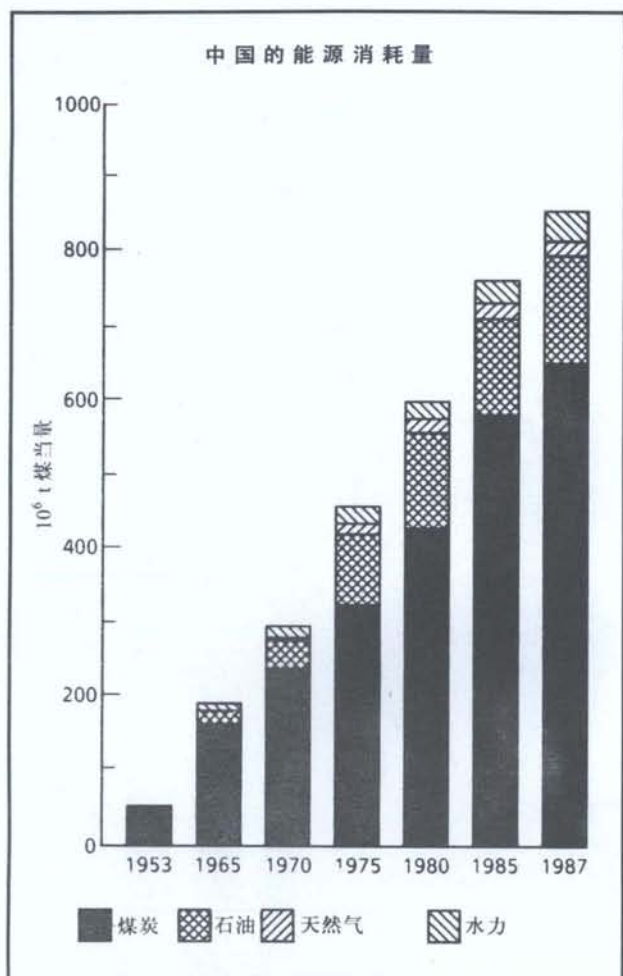
中国政府十分重视这一问题，正在采取有效措施加速能源工业的发展，同时调整工业本身的结构。

中国发展能源的基本原则是立足于本国的能源资源。中国有丰富的煤炭资源（这是她的主要能源资源），还有大量尚未开发的水力资源。已探明的煤炭储量达到 860×10^9 t；可开发的水力资源有 380×10^6 kW，至今只开发了 8 %。中国是世界上最大的煤炭生产国和消费国。1988 年，国内的煤炭消耗量达到了约 9.8 亿吨。

中国 1988 年人均商业性能源消费量是 800 kg 煤当量，仅为世界平均值的 1/3。但其单位国内生产总值 (GDP) 的能源消耗量属于世界最高之列。由于管理不善、设备陈旧、技术落后和严重的浪费，能源的生产效率和利用效率都很低。

中国是实行中央计划经济的国家，它的能源生产、分配和消耗定额大多是由国家计划部门规定的。

周先生是中国北京的能源研究所能源系统分析处处长。
Woite 先生是 IAEA 核动力处职员，胡先生是该处免费专家。



能源工业的基建投资长期不足；1988年只占固定资产投资总额的8.6%。此外，这么有限的资金又被优先用于短期项目，以满足能源供应的眼前需要。因此，水力发电厂和核能发电厂这样一些建设周期长、基建投资额高的项目，因缺少资金而不能上马，造成能源结构的不合理。

影响能源发展的另一个因素是能源生产企业入不敷出。能源产品的价格是由政府主管部门规定的，长期严重偏低，能源工业的税收制度也不尽合理。为了有利于能源部门的健康发展，这种状况必须加以改变。

中国中期能源发展战略的要点，可简述如下：

- 能源的开发和节约并重；
 - 改善能源的结构、分配和管理；
 - 能源工业的发展以电力为中心以煤炭为基础；
- 积极开发石油和天然气；大力发展水电和核电；
- 在作出能源的生产与利用的决定时，将全面考虑技术、经济和环境方面的各种因素和影响。

关于将煤炭作为主要能源的问题

煤炭是中国的主要能源，它在中国的经济和社会发展中占有十分重要的位置。1987年，煤炭占一次能源总产量的72.6%，一次能源总消耗量的76.3%，火力发电的80%以上，和居民能源消耗量的90%。中国专家预计，到本世纪末，中国的原煤产量将达到 1.4×10^9 t。

最近几年，煤炭作为主要能源的缺点已逐渐显露出来。煤炭产量和利用量的大量增加对运输和环境的压力将愈来愈大。

能源利用效率。中国的能源利用效率约为26%。就煤炭而言，它的利用效率更低，只有20%。民用煤炭的热效率平均只有15-18%。造成这种状况的一个重要原因是中国大多数耗煤设备是老式的，效率不高。另一个原因是农村使用敞开式火炉的状况还非常普遍。煤火不能象天然气和电力那样随意开关，通常是整天烧着。

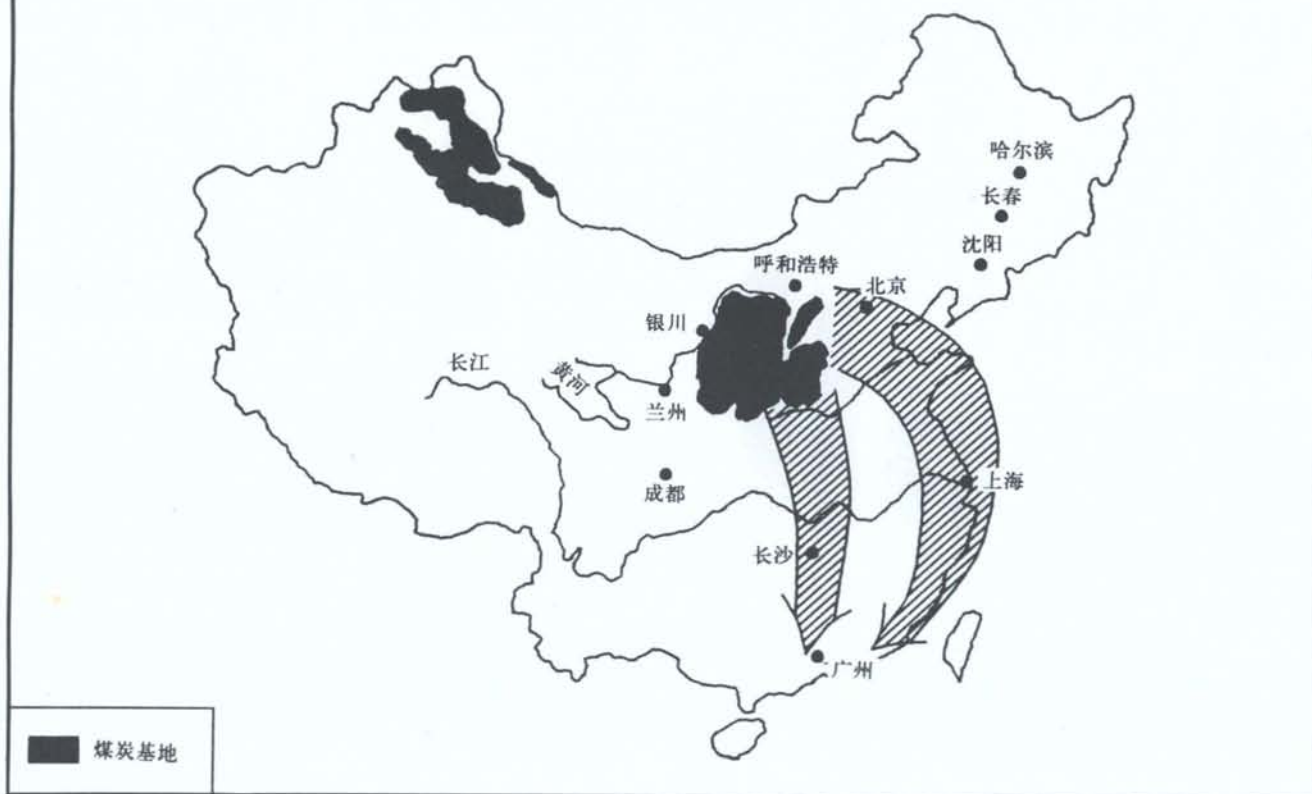
按照世界资源研究会1988年发表的统计数字，中国单位GNP（以美元计）的能源消耗量是法国的4.97倍，美国的2.1倍，印度的1.65倍。

运输。中国煤炭储量的地理分布是相当不均匀的。现有煤炭储量的80%强集中在华北和西北地区。但是，约74%的煤炭是在中国东南沿海发达地区消耗的。因此，煤炭运输量和运输距离极大。（见附图。）全部煤炭产量的约60%，或者说每年有6亿吨煤需要运输。煤炭主要靠铁路和水路运输，铁路货运量的40%，长江中下游和沿海水域水路货运量的三分之一左右都用在运煤上了。从山西省北部的煤炭基地到沿海地区的上海、厦门和广州的运输距离，分别长达2000、2800和3300多公里。

为了保证沿海地区的能源供应，煤炭运输优先，即使其它货物的运输拖延也在所不惜。运输能力的不足大大限制了以煤炭为基础的工业的发展，并影响着电力供应的可靠性，造成了巨大的经济损失。在某些产煤地区，只好实行以运定产的方针。

新增煤炭生产能力问题。据估计，2000年以前，燃煤电站的装机容量每年应该增加10 GWe。新建电站多数要建在中国的东部和南部。为了实现能源和电力的这一发展目标，事先需要建设许多运输设施，如铁路、港口和输煤管道等，并建设一批制造车辆和船舶的设施。这些设施的建设应该结合社会、经济、环境和人口等问题（如投资、土地征用、移民和

中国煤炭运输的主要流向



就业等) 通盘考虑。

环境因素。在中国, 大多数煤炭被直接用于燃烧, 而且大多数烧煤设施是在没有烟道气脱硫或别的净化系统条件下运转的。大量烧煤已引起严重的环境污染。中国许多城市由飘尘和二氧化硫引起的空气和地表污染, 已超过国家规定的标准。

例如, 就大气中的二氧化硫含量而言, 在直接由国家负责监测的城市中, 已有 19.4 % 超过标准, 其中有些城市的大气二氧化硫含量已进入世界最高之列。中国中部地区的某些城市, 如重庆、长沙和南昌, 酸雨的侵袭已十分严重。此事已严重影响居民的健康和经济的发展。温室效应和气候变化将对沿海地区产生很大的影响。因此, 出路只有一条, 就是通过使用非化石能源逐步减少化石燃料的消耗量和改善能源结构。

中国的能源价格体系

为了对电站进行经济评价, 需要有定量的分析

方法。例如, 在比较核电厂和燃煤电厂的成本时, 要应用到所有设备和材料的各种价格。然而, 中国的能源价格体系是十分复杂的, 与其它国家的情况很不一样。这给宏观的和微观的经济分析带来了一些困难, 并导致难以与国际的评价结果相一致。

中国在 1980 年开始实行改革政策以前, 一直遵循高度集中的计划经济模式。政府给各部门规定投资和产量。各种重要的生产资料和消费资料的价格是由政府规定的, 规定时考虑到了国民经济的社会平衡。企业的任务是完成生产定额而不必考虑其效益。

在 80 年代, 经济改革使管理工作有了很大的变化。市场调节因素被用作对计划经济的补充。随着中央政府权力的下放, 地方政府对他们的经济发展作出决定的能力得到增强。中央和地方财政分灶吃饭的制度已经建立, 经济改革促使企业考虑自身的利益。

自 1984 年起, 在价格管理制度方面已正式引入了双重价格制度。对于同一种产品, 国家对计划内的那部分产量规定一个较低的价格, 对于计划外的部分, 容许企业根据市场状况自定价格。即使计划内的

产量, 也根据生产定额和消费定额的不同有两种或两种以上的价格。

对于由国营煤矿生产的煤炭, 有三种计划价格(坑口价)。给基本生产量(以 1982 年的产量为准)规定的是较低的计划价格; 给按照当年的计划指标生产的附加产量规定的价格, 比上述的计划价格高 50%; 给超过当年计划指标的产量规定的第三种价格比计划价格高 100%。对消费者来说的平均价格, 要根据这几种产量的权重计算, 因而将随着产量的增加情况的不同而变化。

在这种价格制度下, 多数国营煤矿过去经常出现亏损, 必须由政府给予补贴。不仅如此, 这里的亏损只是指生产过程的经常性直接开支所引起的, 不包括勘探费用和基建投资。换句话说, 价格低于经常性生产成本, 大大低于多数国营煤矿的长期边际生产成本。

地方国营(省属或县属)煤矿生产的煤炭, 价格由地方政府决定, 不同地区的价格各不相同, 主要看当地的能源丰富程度和地方政府财政补贴的多少。

中国第三种煤炭生产形式是由农民经营的乡镇企业开矿。他们生产的煤炭占中国煤炭总产量的 1/3。乡镇煤矿的生产完全受市场的支配, 其价格根据供求关系浮动。

鉴于煤炭运输距离长, 运输费用高, 煤炭的生产和运输又实行多种价格制度, 因此东部沿海地区的煤炭价格上下差别很大。由于能源严重短缺, 这些地区的煤炭价格还会大幅度上涨。此外, 石油生产和电力也实行多重价格制度。

如上所述, 中国现行的能源价格相当低, 既不反映它们的经常性生产成本, 又不反映合理的利润。计划外生产的市场还没有很好形成。各种能源产品的价格与它们在混合经济管理体制中的地位有关。这种地位则受各种非经济因素的影响, 包括所有制的形式、投资来源、与国家计划的关系, 以及分配和流通的渠道。现有的多重价格制度不仅给能源价格的管理, 而且还给对投资项目的评价带来了许多困难。

这种能源价格制度, 与中国的一般价格制度一样, 需要改革。现在已经提出了几种供经济分析用的能源价格概念。国家计划委员会提出的“影子价格”是供评价投资项目用的。中国国务院开发中心和世界银行在一个联合研究项目中提出了“矿山可获利”煤价的概念。人们把边际价格看作生产量和消费量的函数, 也是时间的函数。东部沿海地区的计划外煤价要

比国际煤价高出许多。它反映的是当地市场上的供求趋势。

核电的发展前景

在过去三十年中, 中国的核工业取得了很大进步。已经建立了工业规模的完整的核燃料循环体系, 包括铀矿勘探、水冶、同位素分离、燃料元件制造和乏燃料后处理。已经建立了一支核科学技术的专业队伍, 并已在各个领域积累了经验。中国已经有了发展核电的良好基础。

300 MWe 的秦山核电站是中国的第一个核电项目, 早在 70 年代初期就已得到政府的批准。遗憾的是这个项目曾中断了十多年。当时, 决策部门低估了能源的需求和改善能源结构的重要性, 对于核电在国家能源发展中的地位和作用没有给予足够的重视, 在发展核电方面也没有相应的长远规划。直到 1989 年底, 才在国民经济规划中明确地规定了核电站和核设备制造工业所需投资的筹集渠道。过去在协调有关各部之间的资金分配时, 没有照顾发展核电的需要。由于资金短缺, 秦山电厂开建的时间一拖再拖, 秦山二期工程(两套 600 MWe 机组)尽管 1987 年就已得到政府的批准, 但仍然悬着。为此, 需要将核电正式纳入国家能源规划, 以保证核电站的国内资金来源。使核电项目一再推迟的其它原因, 是在最合适的堆型和单机容量的选择方面长期争论不休。

能源和电力需求。到 2000 年, 预计中国的一次能源总需求量要超过 1.43×10^9 tce。发电量至少应达到 1200×10^9 kWh, 装机容量应达到 240×10^6 kW。到 2015 年, 需要的一次能源将超过 2×10^9 tce。煤炭供应将怎么也无法满足需求。

为了增加电力的供应, 中国准备加快水电建设, 但经济上可开发的水力资源有限。拟议中的许多水电站将建在比较偏僻的中国西南地区。在评价这些项目的可行性时, 必须考虑远距离输电的技术问题和经济问题。长江三峡水电站之类的大型水电项目, 在资金来源和生态方面还有许多问题, 正在进行论证。根据中国的能源战略, 不再建任何燃油电站。

核电预测。目前的能源发展规划, 已经明确提出了应该让核电成为中国电力供应的三大支柱(火电、水电和核电)之一的设想。近期目标是在本世纪末建成 6—8 GWe 的核电装机容量, 2015 年时达到 30—40 GWe, 占当时的电力总装机容量的 8—10%。

由于核电厂会优先建在沿海地区，这一地区的核电份额将会达到比较高的数值。事实将表明，核电在缓解电力短缺、减轻运输负荷和减少当地空气污染方面起重要作用。中国沿海地区的经济发展快于内地。严重的能源和电力短缺大大激发了该地区要求发展核电的热情，当地政府也确实具有建立自己的发展战略的经济优势。

为了评价沿海地区核电项目的可行性，有两个重要问题是必须指出的。

第一个问题是，必须在合理的竞争价格体系基础上，进行可比较的经济分析。如前所述，现行的煤价并不反映真实的（长期边际）生产成本。因此，不管是煤炭能源还是核能源，都应考虑到包括从勘探到运输的所有活动在内的整个燃料循环的投资和生产费用。此外，由于中国的多数核电厂要到 2000 年以后才能投入运行，煤炭的参考价格应预测到 2000 年甚至 2000 年以后，以便考虑这一时间因素和供需之间的缺口。

第二个问题是，应该从长远的战略角度评价发展核电的经济性和社会效益。特别是在人口稠密的沿海地区，由于该地区的发展受能源短缺的制约，核电将是满足远期能源需求的理想的备选方案。

重要的问题。总而言之，下面几点对于判断中国沿海地区的核电前景是重要的：

- 该地区电力和能源资源严重短缺，预测表明，这种情况将长期存在；

- 为了使核燃料和常规燃料循环的经济分析有意义和可以比较，合理的竞争价格体系是很重要的；

- 必须全面地评估能源技术，包括它们的社会、健康和环境影响；

- 对于这个人口稠密和发展迅速的沿海地区，需要进行地区性的宏观经济评价。

从以上几点考虑，发展核动力对于满足沿海地区中期和长期的能源需求是不可缺少的。核电在补充电力供应方面应该起重要作用，对远期的经济发展来说更应该成为发电行业的坚强支柱。