

中国西部能源资源开发及优化配置 学术研讨会论文集

——中国西部地区转换经济
与社会发展论坛专辑(一)

中国科学技术协会学会部 编

中国社会科学出版社

编者的话

“我国西部地区经济社会发展论坛”成立以来的第一次学术研讨会——《中国西部能源资源开发及优化配置学术研讨会论文集》如期出版了,这是西部 10 省、区、市科协学会部精诚团结协作的结果,值得庆贺。

我国西部地区幅员辽阔,面积 538 万 km^2 ,占全国总面积的 56.5%。自然资源丰富,养育着云南、贵州、四川、西藏、重庆、陕西、甘肃、宁夏、新疆、青海等 10 省、自治区、直辖市各族同胞 2.73 亿,占全国总人口的 23%,是少数民族主要聚居区。西部地区经济社会的发展关系到全国现代化建设的前程和稳定团结的大局。

各级科协是党和政府联系科技工作者的桥梁和纽带,是国家发展科技事业的重要社会力量。为满足广大科技工作者对我国西部地区经济社会发展献计献策的愿望,中国科协于 1996 年 12 月组织所属的 34 个全国性学会和西部 10 个省、区、市科协联合召开了“我国西部地区经济发展战略研讨会”,并向党和国家有关部门提出了该地区经济发展中重大科学技术问题及相关科技政策问题的咨询建议。1997 年 1 月,四川省科协代表西部 10 省、区、市、科协,提出了设立“西部社会经济发展论坛”(下称论坛)的建议。1997 年 6 月,中国科协学会部复文同意设立论坛,并于 1997 年 9 月在成都召开了首次论坛筹备会议,商定于 1998 年 10 月在昆明召开第一次学术研讨会——中国西部能源开发及优化配置学术研讨会(下称能源研讨会),由云南省科协承办。1998 年 1 月,中国科协学会部发出关于组织召开能源研讨会的通知后,共收到论文 119 篇,经云南省科协组织专家组评审,107 篇论文收入本论文集,其中全文刊载 65 篇,摘要刊载 40 篇。

1998 年 7 月,中国工程院能源与矿业工程学部获悉能源研讨会即将召开的信息后,表示了浓厚的兴趣,学部的这一意向很快得到了工程院领导的支持,潘家铮副院长批示:“完全支持学部参与这一活动,并盼取得好的成果”。随即决定以该院七个学部(含能源与矿业工程学部)联合办事机构——学部工

目 录

一、综 合

能源开发与环境协调的战略思考

——以西南地区为例	陈国阶(1)
重庆能源开发与环境保护战略研究	王里奥等(9)
新疆能源矿产开发战略与对策建议	陈哲夫等(16)
新疆能源开发中的生态环境问题及对策	郝毓灵(23)
西北地区能源资源开发利用现状、问题及对策	吴新年(29)
以铝为龙头 以电为主体 以煤为基础	
——谈宁夏能源工业发展战略	白武昌(37)
云南省能源开发的现状与展望	雷乐礼(40)
云南可持续发展的能源对策	刘元岐(46)
东川市能源现状调查及对策研究	周 蛟等(55)
四川能源开发与生态环境保护对策	倪师军等(65)
论四川在我国能源跨区域配置中的地位	谭方宁(71)
联合循环发电的新时期	闫廷满(75)
四川省电价承受能力分析	马光文等(84)
地方电力在重庆经济社会发展中的特殊地位和作用	俞荣根等(92)
将榆林建设成为中国西部能源资源开发示范区	杨国荣(100)
西北地区能源资源及其开发前景展望	张汝楨(106)
加快公路建设 为西部能源资源开发做贡献	郑道访(113)
云南环境问题与能源配置(摘要)	黄宇泽(118)
建立能源市场 优化配置能源(摘要)	张辉建(118)
节能先行与西部能源可持续发展(摘要)	李淳燕(118)
发挥云南省能源优势 保护环境 促进社会发展(摘要)	刘应隆等(118)
西南地区能源资源开发应用研究(摘要)	马贤惠等(119)
开发优势资源发展区域经济	
——对发展川西藏东地区的思考(摘要)	张彦英等(120)
能源开发与生态环境保护(摘要)	胡 云等(121)
面向 21 世纪的电力与电网新技术(摘要)	李宜富等(121)
按地域生产综合体理论组织西部能源开发的思考(摘要)	张阳生等(122)
宁夏能源资源的开发利用现状与对策(摘要)	李龙堂等(123)

二、水能源

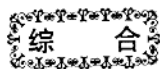
- 优化能源配置大力发展云南水电..... 董槐三等(124)
- 云南水能资源的优势 战略地位和开发机遇..... 姬书惠等(131)
- 加快小湾水电站项目的筹建促进资源优化配置..... 杨荣崧(139)
- 溪落渡水电站是金沙江开发起步的理想工程..... 王尊相(146)
- 甘肃水力资源开发利用与消除贫困..... 王啸非(152)
- 浅论黄河上游水电开发在地区经济发展中的作用..... 刘道祥(156)
- 澜沧江下游景洪 勐松电站引进外资建设(或 BOT 方式),并向
泰国输电的可能性..... 张泰民(162)
- 云南水电能源基地建设与经济可持续发展..... 刘元岐(167)
- 大力开发水电是促进电力工业可持续发展的必由之路..... 文宏泽(179)
- 培育电力市场 优化能源配置 促进水电发展..... 谢启芳(188)
- 开展国际合作加快云南水电资源开发..... 刘森离等(193)
- 优化资源配置 加快马鹿塘工程建设..... 张春红(200)
- 贯彻《电力法》加快重庆水能资源开发..... 张秀江(205)
- 西部干旱区山地水能资源开发对生态环境影响
——以新疆天山开都河为例..... 李卫红等(208)
- 发挥水能资源优势 加速甘肃省水电建设..... 龚兴寿(212)
- 西北地区小水电的开发利用..... 杨松甫(222)
- 从陕西省政府《加快汉江梯级开发的决定》谈起
——汉江要成为中国的莱茵河..... 王宝基(229)
- 大柳树水利枢纽在开发西北水能、水资源中的作用..... 刘柏章等(235)
- 黄河中上游能源开发战略与能源经济开发区建设..... 周鸣和(240)
- 发挥资源优势 加快水电建设
——对及早开发横断山水能资源的建议(摘要)..... 赵爱国(250)
- 小水电站技术改造问题的探讨(摘要)..... 张恒洲(250)
- 云南省地方中小型水电站特点及作用(摘要)..... 杨杰锋(251)
- 加快金沙江开发实现西电东送是我国 21 世纪初一次能源平衡
的战略选择(摘要)..... 王尊相(252)
- 西南水电资源的开发和超高压分相输电新技术(摘要)..... 滕福生(252)
- 利用水能优势发展高耗能工业的研究(摘要)..... 四川省能源研究会(253)
- 四川省水力资源经济可开发量初步研究(摘要)..... 梁武湖等(254)
- 黄河上游梯级水库水量调度及运用方式的研究(摘要)..... 孙美斋等(255)
- 以黄河水电开发为龙头发展青海经济(摘要)..... 新少波等(256)

三、煤炭能源

- 滇黔煤层气资源勘探开发前景..... 桂宝林(257)
- 开发中西部地区煤炭资源若干经济政策研究..... 冯奎柱(263)
- 做好煤电转化这篇大文章..... 何 潜(269)

对云南煤炭市场的再认识·····	陈训生(277)
云南先锋煤液化的战略意义·····	戴亚雄等(287)
关于旧电厂技术改造升级为整体煤气化燃气蒸汽联合循环(IGCC) 的建议·····	丁 一(292)
宝积山矿区煤层气资源及甘肃煤层气开发途径·····	吴五同(298)
低透气性煤层中提高瓦斯抽放率新途径的探索·····	黄德生(302)
神府煤高效洁净利用途径分析·····	张彩荣等(309)
神府煤洁净利用的优先选择·····	葛岭梅(314)
煤炭资源利用的环境协调型发展战略及模式 ——煤及其伴生矿产的高性能材料化研究与开发·····	周安宁等(322)
高硫煤合理分选与减少重庆市 SO ₂ 排放的途径分析(摘要) ·····	何青松(328)
甘肃民勤县红沙岗矿区开发建议 ——煤炭地下气化可行性探讨(摘要)·····	方加吉(328)
用地下气化法开采甘肃煤炭的设想(摘要)·····	张金海(329)
韩城矿区煤层气勘探开发前景评述(摘要)·····	李智学等(330)
陕北煤炭资源开发的前景与对策(摘要)·····	沈 明(331)
21 世纪煤炭技术的主要途径——洁净精和转化(摘要) ·····	梅绳宗(331)
对攀枝花煤炭资源开发战略的研究(摘要)·····	郭心群(332)
四、石油天然气能源	
西部油气资源开发与国民经济协调发展·····	贾金重(334)
中国西北地区油气资源开发的战略及对策·····	康玉柱(343)
重庆能源发展战略初步研究·····	课题组(349)
西北干旱荒漠区石油开发对生态环境的影响及贫困区经济发展的作用 ——以新疆为例·····	袁国映等(357)
新疆石油产业发展的机遇与挑战·····	杨俊孝等(362)
开发利用四川天然气资源 为西部地区经济发展服务·····	谢久明等(368)
四川天然气工业发展战略探讨(摘要)·····	陈玉龙(380)
加速新疆油气资源勘探开发的战略意义(摘要)·····	黄文房等(380)
五、农村能源	
云南省农村能源开发优势与农业持续发展·····	张无敌等(381)
云南 2010 年农村能源技术政策建议 ·····	何丕坤(386)
重庆市沼气建设现状及其发展对策·····	谢大川等(396)
开发农村能源为小康工程服务·····	李其昌(403)
陕西农村能源消费趋势的研究·····	尹志宏等(409)
云南中部高原干热河谷区农村能源现状及对策研究(摘要)·····	何应武(414)
沼气的生态经济效益(摘要)·····	许昌琦(414)
云南经济发展较快地区农村能源建设现状及发展趋势的初步探讨(摘要) ·····	陶应唐(414)

农村能源开发与农村环境保护(摘要).....	罗德明(415)
六、新能源和可再生能源	
光合细菌利用太阳能产氢的初步研究.....	赵琦琳等(416)
积极发展薪炭林 保护森林资源.....	朱恒楨(423)
恶性有毒杂草紫茎泽兰的能源及其它利用.....	张无敌等(429)
加强新能源和可再生能源研究开发 促进西部经济社会的发展.....	王东城等(434)
云南省地热资源开发利用前景.....	汪才芳(441)
风能利用新途径——构建水电.....	于午铭等(452)
生物质致密成型研究现状与展望.....	邱 凌(458)
青海省光伏产品的产业化发展.....	刘 宏等(465)
云南省森林能源可持续发展战略研究(摘要).....	黄 梅(471)
云南中部高原干热河谷薪炭林树种选择营造技术及经营 模式研究(摘要).....	伍聚奎等(471)
城市区域光热资源特征(摘要).....	张一平(471)
微型风——光互补 发电电源系统研究及应用(摘要).....	张 跃等(472)
能源化学——面向二十一世纪重要的科学领域(摘要).....	施兆顺(472)
关于西北地区风能开发利用的若干思考(摘要).....	吴新年等(473)
论可再生能源的综合利用(摘要).....	刘全根(473)



能源开发与环境协调的战略思考

——以西南地区为例

陈国阶

(中科院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

摘要: 能源开发和消费对生态与环境的影响是多方面的。但是, 能源消费是造成全球环境问题(包括酸雨污染、臭氧层损耗、温室效应)的主要根源。西南地区能源资源较丰富, 其中水能在全国中占有突出地位; 煤炭资源只在江南地区有较大优势; 天然气只能供本地作化工等消费。目前西南地区以燃煤为主要能源, 造成严重的大气污染, 其中, 二氧化硫、总悬浮颗粒物和酸雨的污染都较严重。为扭转西南地区大气污染和生态破坏等的恶化趋势, 主要对策需要从能源发展战略上加以解决。

关键词: 能源、开发、消费、环境影响能源战略

1 人类对能源开发的历史思考

生命本身就是能源的载体。能源既是人类自身存在的一种形式, 也是人类生活和发展的物质基础。人类的历史, 是一部开发能源的历史, 而能源开发的历史, 又是人类与环境相互影响不断增强、深化的历史, 进一步说, 人类对能源开发的强度、广度、深度的增加, 导致对环境影响的增强, 对污染负荷的加重和对生态破坏的加剧。当代, 研究区域开发对能源的需求, 不能不考虑对环境影响的后果。为此, 人类能源的发展战略, 必须处理好能源开发与保护, 消费与持续利用, 环境影响与环境保护等的关系, 并纳入可持续发展的轨道, 才是正确的抉择。因此, 分析人类对能源开发的历史, 对于制定能源战略和环境保护战略是有好处的。

1.1 人类对能源的需求不断增长

这包括几层意思: 第一, 随着人类的生活水平的提高, 人类对能源的总需求量不断增加。当代每年消费的能源是原始社会的多少倍, 无法计算。但近一二百年以来, 人类仅因工业生产的需要对矿物燃料的消费就已增加了 30 倍^[1]。第二, 人类平均每人对能源的消费水平不断提高。有文献指出, 每人每日消费能源的数量, 原始社会为 2000 千卡, 狩猎时期 5000 千卡, 农业社会前期 120000 千卡, 农业社会后期 20000 千卡, 工业社会早期 60000 千卡, 现代发达国家 125000 千卡, 美国更达到 230000 千卡^[2]。第三, 随着社会发展进程加快, 能源消费的速度也加快, 自 20 世纪 50 年代以来

的几十年，人类创造了生产物质财富 80% 的能力，而人类消耗矿物燃料 60% 的能力也是在 50 年代以后产生的。据预测 1990 年世界能源需求总量为 80.45 亿吨油当量，2000 年将达 93 亿吨油当量，2010 年达 111.6 亿吨油当量，2050 年达 210 亿吨油当量^[1]。

1.2 人类利用能源种类不断增多

在工业革命以前，人类利用的能源主要是植物能，即以木材为主要能源。工业革命初期，增加了对煤炭的利用；20 世纪初期，又增加了对石油和水力发电的利用。本世纪 50 年以后，扩大了对天然气的利用；70 年代以后，又新增加了核能的开发；80 年代以后，核能在发达国家能源总消费中的比重增加；对地热能、太阳能、潮汐能、风能、沼气能等的开发也越来越引起人们的重视，尽管现在还不占主导地位，但前景十分看好。现在人们还致力于研究对氢能等的利用。新的能源被人类利用，并不排斥或完全取代旧能源，而只作为新的成员加入能源大家族。它表明人类对能源利用领域的扩大和对环境影响范围的扩大。

1.3 各个历史阶段有特定的能源生产和消费特征

表 1 世界能源结构变化 (%)

年份	木材	煤炭	石油	天然气	水力	核能	太阳能 地能、风能	不可再生能 源:可再生能源	时代特征
1850	91	9						9 : 91	木材时代
1900	18	73		7	2			50 : 20	煤炭时代
1950		38	40	18	4			96 : 4	煤石油时代
1973	1	18	46	30	4	1		95 : 5	石油时代
1983	3.5	21	42	25	5	3.5		91.5 : 8.5	石油时代
1990		27		57	7	8		85 : 15	石油时代
2000 (预测)	11	28	20	19	5	8	9	75 : 25	多样化时代

从表 1 可见，在不同的历史时期，能源消费结构在不断变化，并与产业发展特征和环境保护要求相适应，呈现明显的时代特点：19 世纪以前，称为木材时代；本世纪上半叶进入煤炭时代；本世纪 50~70 年代随着石油开发，进入煤—石油并重时代；70 年代以后为石油时代。估计到下世纪将进入多样化时代；21 世纪下半叶，有可能进入以清洁能源为主的时代。特别有意义的是，可再生能源与不可再生能源的消费比重呈有规律变化，上世纪主要以可再生能源利用为主，并占绝对优势；20 世纪则是不可再生能

源利用的世纪；预测 21 世纪上半叶是再生与不可再生能源并重的时代，下半叶，又可能回到以可再生能源利用为主的时代。

1.4 能源的利用率不断提高

包括能源利用形式的转换消耗降低，热能利用率很高，加工业能耗降低，单位 GDP 能耗降低等，在发达国家这些方向的进步在加快。

综上所述，人类对能源开发体现着满足人类社会经济发展需求的历史责任，也体现着科学技术进步对能源开发的贡献；更重要的是体现着人类对资源持续利用的思考和环境保护的响应。特别进入 70 年代以来，能源开发与环境资源保护协调的观念越来越强烈；资源持续利用和环境保护在能源开发战略中的地位越来越突出；能源开发应该而且必将纳入可持续发展的轨道。

2 能源开发和消费对环境的影响

能源从开发到消费，对环境都产生直接影响。首先，能源的开发，是从环境中提取资源，是对自然资源和环境的一种干扰。其中，煤、天然气、石油是不可再生资源，对其开发，可以导致资源的逐步枯竭，对人类的持续发展构成挑战。

其次，能源在开发过程中，会对环境及其结构、功能造成影响，导致环境质量的退化和恶化，导致生态系统的破坏。例如，煤矿、石油、天然气的开发，造成对地表和地下的正常地质结构的破坏，引起地面下陷；煤矿开采、选煤、洗煤，造成对环境的污染，煤矿渣、煤矸石等的堆放，占用土地；石油、天然气开采过程中对其含高矿物质盐分和水分的分离，造成对地表水、地下水的污染；脱硫造成对大气的污染等。水电的开发，建坝造湖，引起江河水情变化，土地淹没，人口迁移；对水生生物、库周陆生生物、人群健康、库区气候、山体稳定等也都会产生影响。可以说，能源开发，是对环境造成强烈影响的人类活动之一。

能源的消费，对环境影响更大，火电厂的建设，大量燃煤，引起大气 SO₂、TSP 等的严重污染；石油和天然气的消费和原煤消费，是大气 CO₂ 含量增高的重要因素。而森林、植被的砍伐，进一步加剧水土流失，也造成对大气的污染。

表 2 不同历史时期的能源开发对环境影响比较

时代	能源结构	环境影响特点	主要环境后果
农业社会	木材时代	对木材的砍伐，导致物种灭绝和水土流失	由于人口数量有限，开发强度不大，只造成局部水土流失和少量物种灭绝
工业化初期	煤炭时代	燃煤引起大气严重污染	产生严重污染事件，如 1873～1892 年伦敦烟雾事件

时代	能源结构	环境影响特点	主要环境后果
工业化发展期	煤—石油时代	工业燃煤污染和汽车尾气污染并存	40年代洛杉矶光化学污染, 50年代伦敦大气污染, 日本四日市大气污染事件等, 酸雨污染出现, 大气CO ₂ 含量明显增加
工业化后期	石油时代	汽车尾气和工业燃煤污染并存, 但交通污染比重增大	酸雨污染加重、扩大, 臭氧层损耗, 温室效应等, 影响全球化

表2说明, 人类对能源的开发史就是对环境冲击的历史。只不过在人类发展早期, 人口少, 开发强度低, 且主要是对可再生能源的开发, 引起的环境后果不严重, 即使有不良影响, 也表现为区域性、局部性; 随着工业化发展, 早期能源开发的影响依然存在, 又增加新的影响内容, 并且越来越强烈, 范围越来越大。最终导致酸雨、臭氧层损耗、温室效应等全球性环境问题的产生。可以说, 环境问题全球化, 环境影响全球化, 是能源开发和消费的结果, 别的资源的消费对全球影响远比不上能源的影响。

3. 西南的能源开发及其与环境的关系

西南地区的能源资源较丰富, 其中以水能在全国中的地位最突出, 据川、渝、黔、滇、桂五省区市初步统计, 水力可开发装机容量达19094.76万千瓦, 约占全国可开发资源总量3.79亿千瓦的50.38%, 是全国水能资源的富集区, 也是西南地区最具优势的能源开发潜力。

煤炭, 据黔、滇、渝、川、桂五省区市统计, 保有储量为776.73亿号, 占全国总有储量的8.9%, 在全国特别与北方比较, 不具优势, 并且煤质较差, 含硫量较高, 其中四川煤炭含硫量高达3%~5%; 但在江南地区, 西南的煤炭资源仍占有优势^[3]。

天然气, 主要分布于川、渝、估计资源储量在13795亿立方米, 探明储量达2500亿立方米, 虽然在国内占有重要地位, 但并不能成为可供出口资源优势。

石油资源的严重缺乏, 是西南地区能源最大的劣势, 是制约今后社会经济发展的重大因素。

综上, 西南地区的能源资源特点是: 能源的优势和劣势并存, 都比较突出。用于工业、民用生活的能源(煤、水力)较有优势; 用于交通, 特别是汽车的石油能源较缺乏。

表3 云、贵、川能源消费构成(%) 1996

省 份	能源消费总量 (万吨标准煤)	原 煤	石 油	天 然 气	水 电
云 南	2819.43	64.5	6.9	2.5	26.1
贵 州	3442.63	59.2		1.6	3.7
四 川	6609.5	74.0	5.2	8.9	11.9

西南地区能源的消费,以煤炭为主,而资源优势突出的水力资源不论在生产和消费两方面都不占优势。虽然,近年水电比重有所提高,但除云南省水电占能源消费总量的1/4以上外,其他各省市的水能开发和消费占总能源比例都很低,与资源蕴藏量相比,更相形见绌。典型的是四川省和重庆市,其可开发的水力资源总共达9167万千瓦,为全国第一,而其煤炭资源并不具优势,总储量仅96.17亿吨;但几十年来,一直以煤炭作为能源开发和消费的主体,最高时占90%以上,至今仍占70%以上,是很不合理的。

在煤炭的消费中,主要用于第二产业,以四川省1995年的煤炭消费构成为例,约占总消费量78.26%,而其中工业消费又占78.09%;其次,是生活消费,约占20.28%;而第一、三产业消费仅占1.46%。因此,可以说,工业是能源消费的主体,交通对能源的消费比例很低,与发达国家形成鲜明对照:(1)发达国家的能源构成中,煤炭已退次要地位,石油、天然气已成为主体,进入石油时代。而我国,特别是西南地区仍然几十年不变保持着煤炭时代的能源特征(2)发达国家的能源消费大户是交通,汽车对能源的消费占有很大比例(约35%),而我国仍然以工业为主要消费大户。1995年,四川省交通、邮电的能源消费仅占总消费的2.87%。(3)单位国民生产总值的能源消耗量,我国是发达国家的5倍至10倍,而西南地区,例如四川省更是发达国家的10倍至15倍。

上述能源的开发和消费特点,不可避免地对环境产生严重影响,大量的研究表明,西南地区的大气污染与能源消费有密切的关系。现以四川盆地为代表来说明:

3.1 二氧化硫污染。1995年盆地19个城市二氧化硫年日均值为0.02~0.39毫克/立方米,全盆地的年日均值为0.136毫克/立方米未超过国家环境空气质量二级标准(0.15毫克/立方米)。但其中江油、涪陵、宜宾、德阳、绵阳、内江、重庆的年日均值超标,污染最重的是涪陵和重庆,分别超标1.6倍和1.3倍。显然与这些城市天然气普及率低,火电厂集中有密切关系。

3.2 氮氧化物污染。1995年全盆地的年日平均值为0.044毫克/立方米,符合国家环境空气质量二级标准(0.10毫克/立方米)。1998年1季度,四川省氮氧化物日平均值为0.05毫克/立方米,18个城市中仅攀枝花市超标,其余17个城市均达国家环境空气质量二级标准。显然这与盆地的汽车拥有量尚少,汽车尾气污染,即石油消费水平尚低相关。

3.3 总悬浮颗粒物污染。1995年19个城市监测年日均值为0.14~0.76毫克,全四川盆地的年日均值为0.297毫克/立方米,接近国家环境空气质量二级标准最高允许值(0.30毫克/立方米),其中有8个城市的年日均值超标,占42.1%。达川和攀枝花两市多年来一直是超标严重的城市。

3.4 酸雨污染。根据多年的监测资料,并已得到较一致的认识,即盆地区,是我国酸雨污染最严重的区域。这包括几层意思:一是酸雨发生历史最早,是我国最早监测的酸雨区;二是酸雨强度大,pH最低达3.0,四川省酸雨pH平均值为3.87(1998年1季度),全省降水pH值平均为4.20;三是发生频率高,据1998年1季度对10个城市监测,全省酸雨频率达48.3%,其中乐山和宜宾两市的酸雨率达100%;四是酸雨污染范围逐步扩展,仅四川省就已达10万平方公里。西南地区的酸雨区(涪陵—重庆—贵

阳)在全国最具典型意义,危害最严重。五是酸雨的致酸物质主要为硫化物,即与二氧化硫的污染有密切关系,降水中 SO_4^{2-} 占阴离子总量的80%~90%,表明酸雨为硫酸型^[4]。

由上分析,我们可以得出:西南地区的大气污染主要与能源的消费有关;而能源消费中,主要又与燃煤有关,燃煤消费中主要与工业消费有关,生活用煤次之。因此,控制大气污染,主要是控制工业燃煤(包括火电、工业锅炉等)的污染。

4 对西南地区能源战略的几点思考

改变西南地区严重大气污染的现状,需要采取多途径的综合措施才能有所奏效。但能源的开发和消费具有头等重要的责任。就是说,扭转西南地区大气污染恶化局势,主要需要从能源发展战略上加以解决。

4.1 长远的战略上必需改善能源结构

即从目前以燃煤为主的能源结构调整到以清洁能源为主的能源结构,这是根本出路,是从根本上扭转大气污染,特别是 SO_2 、TSP和酸雨污染的措施。但这是一项长期任务,决非在短期内就能奏效。

西南水力资源居全国之冠,发展水电代替火电是首选的措施。因此,调整能源结构的关键是大力发展水电。特别是金沙江、雅砻江、大渡河、乌江、红水河、澜沧江、岷江、嘉陵江等的梯级开发。这是西南能源结构调整的资源基础。但我们必须充分认识到,要形成清洁能源为主的结构,决非易事。

(1)水电的开发,周期长,近期内不可能构成能源的主体,即使三峡工程和溪落渡、向家坝等大型、特大型工程投入建设,要发挥效益也是10年以后的事。

(2)大型水电站的投产,虽然可以加大水电在能源中的比例,但仍然不可能取代火电的作用。更确切地说,在水电建设的同时,火电的建设仍然不可避免,火电的总装机容量仍要增加,燃煤量仍要增加。因此,对大气的污染仍会加重,这是一种不可避免的结果。

(3)即使到以水电为主,并且占较大的绝对优势,也仍需要相当数量的火电作调峰。因此,燃煤发电依然不可避免。

(4)只有到了下世纪的某个年代,以核能或其他能源取代火电,作为水电的调峰主力,即能源结构基本上的以水源、核能、氢能、太阳能、风能为主体或占绝对优势,大西南的大气污染才可望在根本上得到改善,这是一种40~50年的长远战略。

4.2 提高燃煤脱硫率势在必行

加快燃煤脱硫技术的应用,是近20年内解决我国酸雨污染的重要途径。如上所述,在近二三十年内,在西南地区增加火电和燃煤是不可避免的趋势。因此,为了在发展能源的同时,改善大气环境质量,对现有和拟建的火电站进行脱硫技术改造,是十分必要的,目前,在技术上,不论国内、国外、都不成大的问题,关键的问题是投资。

1992 年新建的重庆珞璜电厂一期 $2 \times 360\text{MW}$ 的机组,耗资 3660 万美元,从日本三菱公司引进了湿法石灰石—石膏法烟气脱硫成套装置。显然,治理的代价是很大的,但与污染造成的损失相比,仍然是合算的。

以四川省为例,要解决目前存在的大气污染和致酸物质排放,需要投资 50 亿人民币;但由酸雨引起的经济损失每年达 30 亿元。仅重庆市酸雨污染年经济损失量就达 6 亿元^[5]。因此,只要两年的经济损失成本,就能比较好的解决酸雨问题,经济上是合算的。几年前,四川、云南和广西每年酸雨造成的经济损失就已高达 160 亿元。并且,各种损失将随着经济密度(单位面积固定资产拥有量)和人口密度的增加而增加,也将随着三大产业的发展而增加。从生态经济学角度,增加治理投资,是合算的。

4.3 降低产业能耗是当务之急

提高产业技术水平和能源利用率是节约能源,降低污染的有效途径。我国火电厂供电燃料消耗,每千瓦小时为 427 公斤标煤,而国际先进仅为 325 公斤标煤,我国高出 31.4%;吨钢耗能,我国为 1034 公斤(标煤),而国际先进化为 629 公斤,高出 64.64%;水泥综合耗能,每吨水泥消耗标煤我国为 201.0 公斤,而国际仅为 113.2 公斤,高出 77.6%。如此等等,几乎每个产业、行业的耗能量都比国际高得多。因此,提高我国产业总体技术水平,对减轻能源负担和污染有重要意义。表 4 说明我国与一些发达国家的能耗存在巨大差距,并且,发达国家单位产值的能耗逐年减少,而我国还在增加。

表 4 中国一些发达国家单位产值能耗比较, kg(标煤)/美元^[1]

年 度	中国	美国	日本	英国	联邦德国	法国	意大利
1985	2.02	0.48	0.27	0.42	0.41	0.31	0.29
1987	2.20	0.47	0.15	0.25	0.30	0.20	0.20
1989	2.15	0.46	0.18	0.24	0.33	0.20	0.22

据我们初步计算,四川省 1996 年单位产值能耗为 2.10 公斤/美元,贵州 3.35 公斤/美元,云南为 2.27 公斤/美元。即 1990 年的水平还高于或等于 80 年代国内的水平耗量;比国际先进水平的差距更大。因此,提高产业素质和技术水平,是减轻能耗和污染的重要内容。应是今后能源战略的重点之一。

4.4 发展核能和太阳能、风能、地热能等应提上日程

从长远的观点上看,燃煤是一种被逐步取代的能源形成。在发达国家,自 20 世纪 50 年代之后,煤炭在能源结构中一直在降低。一些国家和如法国,还全部关闭煤矿,彻底排除煤炭的生产和消费,代之以核能和其他清洁能源,我国和西南地区要达到全部排除煤炭的可能性不大,但削减炭在能源中的比例是必须执行的战略。从目前的发展态



重庆能源开发与环境保护战略研究

王里奥 邱 玲

(重庆大学 重庆 630044)

摘 要: 根据重庆能源开发情况及环境污染状况,对影响大气环境的主要污染物与能源开发利用的关系作了定量研究,讨论了能源与环保的相互关系,并对能源利用过程与大气环境质量作了相关分析,在此基础上提出满足环境目标的能源开发利用和经济发展对策。

关键词: 能源开发 环境保护 相关分析 战略决策

能源和环境是当今世界面临的极为重大的问题,也是我国经济建设要解决好的重大问题。在促进经济发展的同时,必须协调与环境保护的关系,当前,三峡水库工程的兴建、重庆直辖市的设立、西部经济的开拓与发展,既为重庆的社会经济发展提供了极大的机遇,也对重庆的环境保护工作提出了更为严峻的挑战。为了实现经济与环境的协调发展,实现重庆可持续发展战略,在制定能源发展的战略规划时,必须考虑环境影响和生态平衡。

1 重庆地区能源开发利用现状

1.1 重庆能源生产特点

重庆拥有 8.2 万平方公里,3 千多万人口,是西南地区的特大城市。重庆地区能源资源较为丰富,其中煤炭和天然气占主要地位。1996 年末煤炭保有储量 20 亿吨以上;天然气储量有 2700 亿立方米;可开发的水能资源约 750 万千瓦,因而也是西南地区重要的能源生产基地。重庆市辖区内能源的生产与开发,支撑着整个城市国民经济和社会发展对能源的需求。几十年来,重庆能源工业有了长足的发展,已形成了一定规模的能源生产基地。1996 年,全市能源生产,包括煤、焦炭、天然气、电力等折合标准煤 3523.1 万吨。其中煤炭占 71%,焦炭占 2.8%,天然气占 8.9%,电力占 17.4%。

1.1.1 煤炭工业生产建设现状

重庆地区煤炭资源开发较早,1890 年就有了煤矿,建国几十年来,煤炭工业迅速发展,煤炭生产、洗选加工,综合利用等方面已经具备相当规模。国营统配矿五大矿务局的生产能力为 1065 万吨/年;国营地方煤矿能力为 510 万吨/年;还有上千个乡镇煤矿,1996 年全市原煤生产达 3543.8 万吨,其中国有煤矿生产 1729.4 万吨,乡镇煤矿生产 1814.4 吨,比 1990 年增长 32%、55%。

煤炭工业多年经营得到了发展。全市原煤人洗能力为 540 万吨/年,是 80 年代的 2

倍，原煤入洗率为 30%，煤炭品种增加了近 10 个，基本消灭了单一销售原煤的经营方式。

1.1.2 天然气工业建设现状

重庆市是国内少有的具有天然气资源优势的大城市。四川石油管理局在川东设有川东钻探公司、开发公司、测井公司和天然气净化总厂，建成 230 个工业气井。并建成卧龙河、相国寺两大集输中心。建成各类集气站、配气站、脱硫厂，已经形成颇具规模的天然气生产基地。1996 年川东公司生产天然气 45 亿立方米，占全国的 25%，四川省的 75%。

1.1.3 电力工业建设现状

截止 1996 年底，重庆全市大网装机总容量为 320.45 万千瓦，其中大网装机容量为 187.59 万千瓦，地方小网装机容量为 109.28 万千瓦，企业自备电厂装机容量为 23.58 万千瓦。年发电量为 135.84 亿千瓦时，其中大网发电量为 94.79 亿千瓦时，地方小网发电量为 32.48 亿千瓦时，企业自备电厂发电量为 8.57 亿千瓦时，水电装机容量为 75.11 万千瓦，发电量为 39.6 亿千瓦时，分别占总量的 23% 和 29%。

1.2 重庆能源消费特点

重庆的能源消费结构是以煤为主，无污染或轻污染的水电、天然气、油所占的比例较小。1996 年，全市工业能耗为 1420 万标吨煤，其中煤占 56%，油料占 1.14%，天然气占 14%，电力占 28.86%，煤与火电共占 70% 以上。根据全市排污申报单位统计，年耗煤量总计达 1875.3 万吨；总计年耗燃料油 358.7 万吨；年总计耗天然气 568752.1 万标立方米；年总计耗城市煤气 97521 万标立方米；年总耗液化气 82326.3 万标立方米；年总计耗电 3299735.5 万度。见表 1。

表 1 重庆排污申报单位能耗概况

地区名称	煤 (万吨)	燃油 (万吨)	天然气 (万标立方米)	城市煤气 (万标立方米)	液化气 (万标立方米)	电 (万度)
重庆市	1017.1	350.3	550658.4	97521.0	82326.2	3109734.7
涪陵	145.7	0.2	17772.8	—	—	68728.2
万县	712.5	8.3	921.0	—	0.1	121272.6
合计	1875.3	358.8	568752.2	97521.0	82326.3	3299735.5

从表 1 中可以分析看出，煤与火电消耗量最大，占整个能耗比例的 60% 左右。而重庆的煤含硫量平均为 4%，灰分为 22%，含硫量大于 2% 的煤占总量的 60%，为高硫、高灰分煤，是北方低硫煤的 3 倍，是全国煤炭平均含硫量的 1.7 倍。以高硫煤为主的能源结构和落后的低效率燃烧方式给重庆市带来严重的环境污染。

2 环境污染现状

根据我市环境监测结果,环境质量及污染主要有以下特征:

2.1 大气环境污染特别突出

我市主要污染物为二氧化硫和尘污染。1996年重庆城区二氧化硫年日均浓度为 $0.31\text{mg}/\text{m}^3$,超过国家三级标准2.1倍,日均超标浓度率达53.4%,最高浓度达 $0.54\text{mg}/\text{m}^3$,超标4.4倍。涪陵市城区年日均浓度为 $0.35\text{mg}/\text{m}^3$,超标4.8倍,日均值超标率达98.3%。大大高于我国南方和北方城市平均超标率(分别为19%,30%),其污染程度居全国前几位。与国外比较,其污染程度接近国外污染最严重时期,即50年代的伦敦,60年代的东京。

大气中的二氧化硫污染一年中以冬季最严重,夏季最轻,这主要冬季取暖,生活燃煤增加以及冬季大气扩散条件差密切相关,另外,中小城市的污染不亚于大城市,如涪陵的污染已接近和超过城市主城区,万县和黔江也有增加的趋势。

2.2 烟尘污染严重

据监测资料显示,重庆城区年月均降尘时为13.6吨/平方公里·月,超过参考标准1.6倍。效区年月平均降尘量为8.8吨/平方公里·月,超过参考标准0.66倍。城区居民区降尘最严重时达14.9吨/平方公里·月,超过标准1.8倍。统计分析表明,我市降尘季节变化不大,1年中以春季降尘最高,其中又以4月为甚。

总悬浮微粒年日均值为0.18毫克/立方米,符合国家大气环境质量标准,总日均值超标率为1.17%,郊区年日均值为0.33毫克/立方米,超标0.65倍,万县、涪陵年日均浓度分别为0.49毫克/立方米,0.42毫克/立方米,超标0.4倍,0.6倍,黔江年日均浓度为0.11毫克/立方米,符合国家大气质量标准,悬浮颗粒物以冬季污染为重。

2.3 酸雨污染十分严重

我市的大气污染属煤烟型污染,酸雨污染甚为严重。重庆酸雨特征主要表现为:

①污染面广:重庆主城区及万县、涪陵均设有降水测点。监测表明,各地区均不同程度受到酸雨危害。

②酸雨频度高:1996年,重庆市国控点监测的酸雨频率为66.2%,酸雨量占总降水量的73.1%。市区和近郊的频度达78%和67%。全市97%的监测点酸雨频度大于50%以上。酸雨污染城区重于郊区,而且96年的酸雨频度比95年略有回升。

③酸雨酸性强:我市酸雨的pH平均值为4.47,降水的pH平均值为4.61,最低为3.3。酸雨污染程度已经接近甚至超过国际酸雨最严重的欧洲(pH平均为4.00)和北美(pH平均值为4.0~4.6)。

酸沉降在重庆市已经产生了严重的危害,全市大气污染经济损失占污染总损失的69%,超过国民生产总值4%,城区大气污染经济损失84%,超过城区国内生产总值的