

高宇天 著

四川 能源结构与发展

四川省社会科学院出版社

5

责任编辑：王 青

封面设计：张复祥

四川能源结构与发展

高宇天 著 四川省社会科学院出版社出版
四川省新华书店发行 四川新华印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/32印张：9 字数：210千字
1986年12月第1版成都第1次印刷印数：1-2,000册

书号：4316·57 定 价：1.50元

前 言

人类的生存和发展都离不开能源。任何物质产品都是能源转化生产的,从这个意义上说,没有能源就没有一切。能源在国民经济中处于举足轻重的地位,世界上许多国家都把能源的发展作为经济发展的主要平衡因素。能源制约着整个国民经济的发展,甚至决定着一个国家的兴衰存亡。

四川能源长期供需矛盾突出,潜伏着危机。能源结构和发展对策的研究已成为战略研究的重要课题,引起理论工作者和实际工作者的普遍关注。

作者近年来对四川能源发展、结构、布局、预测、方针、对策等作了比较系统的研究和探索,在此基础上撰写成册。在编写本书的过程中,四川能源部门提供了大量资料,并得到了有关专家、学者和实际工作者的指导和帮助,在此表示深切感谢。

本书只是四川能源对策研究的一家之言,限于水平,难免存在不少缺点和错误,期望得到关心四川能源经济的同志的批评指正和磋商,共同为四川能源工业的发展作出贡献。

本书还附录了作者编写的与水能资源有关的四川水资源分析的几篇材料,供参考用。

作 者

一九八六年十月

目 录

一 对能源的再认识·····	(1)
二、四川能源结构和分布·····	(10)
三、四川能源工业的基本建设·····	(33)
四、能源需求预测·····	(45)
五、能源建设方针探讨	
——发挥水能优势,调整能源结构·····	(53)
六、加速电力工业建设·····	(72)
七、三峡电站刍议·····	(95)
八、核电建设应当尽快起步·····	(103)
九、加强煤炭工业建设·····	(113)
十、发展天然气工业·····	(128)
十一、重视发展森林能源·····	(135)
十二、解决农村能源的途径	
——农村电气化和发展沼气·····	(140)
十三、太阳能的开发利用·····	(168)
十四、风能的开发利用·····	(182)
十五、地热能的开发利用·····	(189)
十六、城市民用能源的消费与供应·····	(193)
十七、直接节能·····	(203)
十八、间接节能·····	(221)
十九、四川水资源现状分析·····	(227)
二十、要珍惜水资源·····	(252)
二十一、关于水的商品性质·····	(261)
二十二、提高水利经济效益·····	(268)
二十三、洪灾与生态平衡·····	(277)

一 对能源的再认识

人类开发利用能源已有悠久历史，最早带有变革意义的是原始人学会用火，这是人类第一次支配自然力，靠薪材获得热能，开始了从野蛮时代向文明时代的转变。此后，能源就一直推动着社会的发展和进步。能源在人类历史发展的所有阶段上，一直是技术进步的推动力。它是万物的动力，是光明和温暖的源泉。可以说，没有能源就没有一切。

能源是当今举世瞩目的问题。在当今世界上，谁能充分发掘能源，充分利用能源，谁就是强者。美国在三十年代把西北部水力和煤、油开发出来，形成了西北部强大工业基地，而因后来居上。日本战后百孔千疮，工业奄奄一息，由于靠大量廉价的中东石油，发展了钢铁、电力、机械、化工等产业，使经济迅速起飞，成为敢与美、苏匹敌的经济大国。世界各国的经验都证明，经济发展取决于能源的开发与利用。优先发展能源工业，已成为各个发达国家经济发展的共同经验。

一、能源与国民经济和人民生活的关系

人类得以生存和发展，无不依赖于能源。世界许多国家之所以把能源工业作为经济发展的主要平衡因素，是因为能

源制约着整个经济，甚至决定着一个国家的兴衰存亡。从以下几个方面可以看到能源在现代生活中的地位。

(一) 能源与人民生活的关系。开门七件事，燃料第一位。粮食固然重要，但是没有能源，什么东西也生长不出来。生产粮食除了太阳能外，还要投入机械、化肥、人力等能源才能生产出来。西方发达国家的农业，投入能量与产出能量之比为一比二。我国农业由于粗放经营，能耗水平低，投入与产出之比大约为一比十。每人每天大约要摄取三千大卡的热能才能维持生命，而三千大卡热能需要比它多六、七倍的热能转化，一个人每天所耗的热能不少于二万大卡，约等于三公斤标煤。衣食住行都要通过能源才能得到，布、砖瓦、车辆、家具、用品，那一样都要耗用燃料和电力才能生产。生活消费水平越高，耗能量越大。能耗水平低而浪费的国家，生活水平也低。1979年世界人平耗能2.4吨标煤（包括工业生产），我国仅0.6吨。不少国家人均达到一千美元时，人均耗能折标煤1—1.6吨。如果照此推算，十亿人口需十六亿吨标煤，约为现在全国消费量的三倍。

(二) 能源与现代工业的关系。任何产品的生产都要消耗能源。电炉炼钢直接耗电八百度左右，而从采矿到产生一吨钢材，完全能耗要一点五吨左右的标煤。生产一吨电解铜，直接电耗七百度左右，而全部电耗要七千多度。一吨电解铝直接电耗二千三百度左右，全部电耗为一万八千多度。一些稀有战略金属的生产，更要耗用大量能源。每吨电解钴直接电耗约二万度，矽钙合金直接电耗一万九千度左右，钛等稀有金属每吨要消耗四万多度电。有些化工产品本身就是能源提炼合成的，每生产一吨合成氨耗标煤约一点二吨，生产一吨黄磷耗电一万三千度左右。我国工业生产每万元产值耗标煤约六点三吨。

由于许多工业品需要耗用大量能源，因此一些缺能国家在能源十分紧张的情况下转而进口铝、铁合金、黄磷等高载能产品，以转嫁能源危机；而一些水电丰富的国家，利用廉价水电生产铝、黄磷等产品，作为“固体能源”出口，获得很大的利益。

（三） 能源与科学技术的关系。能源的革命常常是工业革命的先导。1769年瓦特发明了蒸汽机，掀起了一场产业革命。机器生产的出现，为社会化大生产创造了条件。煤炭作为蒸汽机的原动力，受到了世界的重视，从此，煤炭逐步取代了柴草。接着，以石油为燃料的内燃机的发明，使工业进入一个新的发展阶段，促进了航空、铁路、公路等部门的技术改造。石油作为优质能源，逐步成为世界能源的栋梁，1973年世界石油总产量猛增到28.57亿吨。十九世纪七十年代发明了发电机，可以由机械能转化为电能，电能又变成各种形式的能。电机的产生和电力的应用，为资本主义大工业的发展提供了新的更强大的动力，引起了一场新的工业革命。如果说蒸汽机的应用，第一次实现了人类体力的解放，为资本主义生产方式的确定提供了物质基础。那么，电力的发明和应用，则在更大程度上解放了体力，为垄断资本主义的产生创造了条件。同时，电力的发明和应用对社会生产力和生产方式产生了巨大影响，为社会主义的到来提供了物质基础。二十世纪初，列宁就说过：共产主义就是苏维埃政权加全国电气化。二十世纪三十年代发明了原子能，整个工业和国防进入了原子时代，使世界科学技术进入了崭新的阶段，引起了科学技术日新月异的变革。无论是重大科学的发明或微观的技术改革、科学实验，无不与能源息息相关。而且，越是科学发达的国家，人平能耗越高，各种耗能设备单位能耗却越低，能源利用率越高。

(四) 能源与经济效果的关系。能源直接影响工农业生产的经济效果，保证能源供应和改善能源管理，对提高经济效果起着重要作用。如果由于电力不足，周波不稳，电压过低，就会造成动力设备不能正常运行，直接影响产品质量和数量。能耗量大的某些行业，能源本身就占产品成本的十分之一甚至三分之一以上。能源不足造成的国民经济损失，大约高出能源本身价值的二十倍到四十倍。能源出现困境往往伴随着财政出现困境。能源不足，压电压煤压气，使生产停停开开，严重影响了经济效益，成本上升，质量下降，工业利润大幅度减少，出现能源与财政的恶性循环。

许多国家或地区曾调查统计了用户停电的经济损失。世界银行把调查结果折算成少送1度电的损失值，按停电时间为20分钟和1.5小时两种标准归类。据美国1973年调查结果，大工厂停电20分钟时，每少送1度电的经济损失为7.65美元，小工厂则为40.9美元。1983年美国平均电价为每度电6.02美分，因此，每度电的损失分别为每度电价的127倍和679倍。调查所得的结果见表1、表2。

(五) 能源与国防的关系。自从发明了火药，人类开始大规模利用能源进行战争。从土枪土炮到原子弹、氢弹，战争不断升级。战争本身耗用大量的能源，现代战争与其说是钢铁战争，不如说是能源战争。杀伤力最大的不是钢铁，而是能源。原子弹是原子能的核裂变，洲际导弹靠原子能发射几万公里。只有原子能才能造成宇宙速度，将航天飞机送入宇宙空际。原子弹、中子弹、导弹，都无不是能源弹。帝国主义为了侵略目标，必须掠夺别国的能源，生产和储备能源。中东因能源而战火不断。战争是能源的战争，战备是是储存能源的斗争，没有能源的储备，就没有战备。

(六) 能源与国民经济全局的关系。能源工业在国民

表 1 停电少送 1 度电的损失(1983年美元值)

国家或地区 (年 份)	工业类别	停电时间		备 注
		20分钟	1.5小时	
美 国 (1973)	大工厂	7.65	3.73	
	小工厂	40.94	23.76	
加拿大安大略 省水电局 (1976)	大用户	8.24	4.10	
	小制造厂	13.36	6.98	
	商业用户	1.52	1.58	
瑞 典 (1969)	采 矿	1.24	0.83	七十家公司调查结果, 它们的用电量占全部 工业用电量的28%。
	金属加工	2.26	4.65	
	食 品	0.97	0.97	
	纺 织	5.35	3.04	
	全 部	1.15	1.14	
中国台湾省 (1975)	铝 业	0.05	0.05	按单位产值平均用电 量计算, 停电损失为 平均值, 未统计停电 时间长短的差别。
	化 肥	0.08	0.08	
	碱 酸	0.08	0.08	
	钢 厂	0.09	0.09	
	造 纸	0.25	0.25	
	化 工	0.64	0.64	
	水 泥	1.87	1.87	
巴西卡斯 卡佛尔市 (1977)	电 话	3.04	3.02	按详细理论分析和对 二十家公司的调查结 果求得。
	机械和冶金	3.07	3.07	
	饮 食	3.22	5.97	
	其 它	2.73	1.98	

表 2 停电少送 1 度电住宅用户的损失
(1983 年美元值)

国家或地区(年份)	美 元	备 注
瑞典 (1948)	0.58~0.98	按工业停电损失某百分值估算
(1969)	1.14~2.27	按住宅活动停电损失估算
智利 (1973)	0.46	按家用电器闲置年份摊值求出
美国加州 (1977)	0.15	按家用电器闲置影响求得
英国 (1977)	0.77~2.30	按家庭收入率求得
牙买加 (1976)	0.09	按家用电器闲置年份摊值计算
巴西卡斯卡佛尔市 (1977)	1.99~3.07	按家庭效用最大模型求得, 由用户愿为不停电而支付费用校核

经济中的地位和作用,是由于大机器工业本身的性质所决定的。能源必然影响国民经济的全局。经济越发展,对能源的需求也越大,机械化、自动化水平越高,能耗也越大。虽然有许多能源生产设备投入生产,可以缓和能源的需求,但总趋势是能源发展与其他生产发展成正比例,这是世界各国经济发展的规律,国际上叫“能源超前规律”。

鉴于能源对经济、社会发展至关重要,世界各国都把能源的开发利用放在非常重要的地位,许多国家都有强有力的国家能源委员会等一类的决策机构。近几届美国总统竞选竞把解决能源措施作为竞选的承诺条件。几年前苏共党中央专门作出决定,强调把燃料动力部门作为国民经济发展有“决定性”的“关键部门”,把30%的工业投资和65%的钢管、五分之一的钢材、六分之一的机器制造业的产品和40%的铁路运输投入能源生产和建设。

二、有限资源与永续资源

能源物质同世界上任何物质一样,可分为固体、液体、

气体三类。如果把煤炭称为固体金矿，天然气称为气体金矿，石油和水力可称为液体金矿。如果把能源分为有限资源和永续资源两类，煤炭、石油、天然气为有限资源，水能、风能、潮汐能以及森林、秸秆等生物能源，是从太阳能转换而成，属永续资源。由于过度砍伐森林，破坏了森林资源，使生态失去平衡，珍惜森林资源已引起人们普遍重视。但是煤、油、气等石化燃料比之森林却更为宝贵。因为森林可以种植，只要保护得当，栽伐适宜，可以借助太阳能不断再生；而石化能源用掉一点就少一点，一个一个新井建成，一个一个老井枯竭。最终在地壳里埋藏的有限数量一旦用光，就形成能源枯竭。有限资源的枯竭不是遥远无期，到1980年底，全世界尚剩下可以开采的石油860亿吨，天然气73万亿立方米。以1980年全世界开采量计算，石油只能开采二十八年，天然气只能开采四十四年，预计到下个世纪上半叶，石油就会枯竭。所以，应当把煤、油、气等有限能源看作比森林还要宝贵的能源资源。比起固体、气体金矿不同，液体金矿中的水能，由于太阳能的作用，循环再生，永续不绝，是能再生的、最干净的能源，不用则白白浪费掉。长江三峡以上水能资源约一亿七千万千瓦，一年可发电约九千一亿度，除开已装机发电约二百亿度外，等于每年流走原煤四亿多吨，也等于流走一千二百多万两黄金。

我国能源资源探明储量，据1983年的资料，煤炭为7700亿吨，石油82亿吨，分别居世界第五、九位。唯独水能资源居世界第一位。全国水能资源蕴藏量为57493万千瓦，其中可开发量为37853千瓦。接水能储量，世界每平方公里可发电量为7.26万度，我国为20万度。可供经济开发的水电资源地区分布为：西南71.12%，西北11.26%，中南8.71%，华东2.62%，华北1.79%，东北3%，台湾省1.51%。

而我国却忽视了永续能源的开发利用，以1981年为例，全国共生产能源折标煤6.31亿吨，其中原煤6.2亿吨，折标煤4.42亿吨，占70.4%；原油1.01亿吨，折标煤1.44亿吨，占22.8%；天然气127.4亿立方米，折标煤0.15亿吨，占2.4%；水电655亿度，折标煤0.28亿吨，占4.4%。1981年水电发电量占总发电量的21.2%，其余近80%的电力是耗用煤炭、石油、天然气等一次能源。从上述能源资源与能源生产之间的比例看出，我国能源生产结构是不合理的，与世界国家许多优先开发水电，充分利用永续能源的方针是大相径庭的。

我国具有开发水电十分有利的条件。

第一，水电资源十分丰富，开发条件好，投资回收快。过去电力部门总认为火电比水电投资少，工期短。这是由于火电所用煤炭的煤矿建设不属电力部门，不计算矿井及交通铁路、煤渣处理和煤烟处理的投资，再加上火电厂的厂用电高出水电十多倍等因素，实际上水电并不比火电单位投资高。

第二，经济发展对用电的迫切需要，有广阔的市场。从国际上看，资本家为维持价格，出现过把粮食、牛奶、葡萄酒倒入海中或者烧掉的事件，但还从未出现过将石油和煤炭等能源白白烧掉的情况。我国水能主要分布在西南，占全国的71%。云、贵、川有色和稀有金属及磷、硫等矿藏极为丰富，需要耗用大量电力，可以将水电转化为“固体能源”供应沿海工业城市或向国外输出。强大的电力可以与中南、华东并网，向华东、华南输送电力。还可以电代气、以电代油、以电代煤。总之，水电有广阔的市场，迫切的需求。

第三，我国有勘测设计大型水电站的技术力量和数十万经过实战的水电建设骨干队伍，加上有充足的人力资源，完

全能够达到象巴西那样五年增加五百多亿度发电量的水平。

第四，我国已建立起上海、哈尔滨、四川三大动力基地，可以自行设计制造大中型水轮发电机组及其全套附属设备。

充分利用永续资源，优先开发水能资源，特别是在西南地区，水力资源富足，钛、钒、钴等稀有金属居世界前列，铜、铝、锌、锡、磷、硫等矿产极为丰富，大力发展西南地区的水电，建立以水电能源为基础的有色金属工业和制磷工业，以廉价的电力开发耗电量特别大的钛、钒、矽、铝等有色金属和磷、氮等化工产品，形成我国的经济支柱，由此而提高我国整个经济效益，是一项重大的战略措施。这对改善全国的工业布局和能源结构，加速“四化”建设，意义十分重大。

赵紫阳同志指出：“水电要作为战略措施来搞”，“不能一年一年迁就眼前困难，继续错下去。”我们应该借鉴国外能源工业开发史上优先发展水电的成功经验，充分发挥我国的水能优势，提高水电比重，调整能源结构。否则，就会在国民经济调整复苏，需要大踏步前进的时候，感到极度缺乏能源而处于疲弱境地，成为九十年代振兴经济的短腿。

二 四川能源结构和分布

能源问题，是制约四川省社会、经济发展的关键性问题之一。四川省能否因地制宜，扬长避短，组合新的经济结构，保证国民经济协调发展和满足人民生活需要，在很大程度上依托于能源工业的发展。综合分析四川省能源的优势和劣势，探索能源工业的发展方向和合理布局，选定合理的能源生产结构和消费结构，制定正确的能源方针，具有重要的战略意义。

一、能源资源结构、分布和特点

能源资源是能源工业发展与布局的自然基础。资源状况如何，直接影响能源工业的规模、结构和地区布局。四川能源资源较为齐全，水能尤为丰富。加速本省能源工业的发展，开发利用常规能源和生物质能等新能源，逐步加大水电在能源生产、消费结构中的比重，具有良好的物质基础。

（一）能源资源构成

四川不仅有丰富的常规能源资源，而且核能、生物质能等新能源也甚为丰富。

1. 常规能源资源

据水电部1979年全国水电普查材料和1982年四川地质、

石油部门资料，本省水能、煤、天然气、石油等常规能源探明储量及保有储量见表3。

表3 四川能源资源储量表

资源名称	单 位	探明储量	保有储量
水 能	万 千 瓦	15036(理论蕴藏量)	9166(可开发量)
煤 炭	亿 吨	114.4	84.7
天 然 气	亿立方米	2000.0	1111.3
石 油	亿 吨	甚 少	

从表3的数据，可以进一步分析本省能源资源构成情况。分析能源资源结构，有多种不同的计算方法，我们采用以下两种方法：

①按已探明储量计算。如果可再生的水能资源按200年发电量折算，矿物能源按探明储量计算，即原煤114.4亿吨，天然气2000亿立方米，则其结构如表4。

表4 四川能源资源结构(按已探明储量计算)

资源名称	探明储量	折合标煤 (亿吨)	比例 (%)	备 注
水 电	1,030,400亿度(按200年发电量计算)	463	84.9	按年可发电量5152亿度的200年计算 石油探明储量甚少。
煤 炭	114.4亿吨	80.1	14.7	
天 然 气	2000亿立米	2.43	0.4	
石 油				
合 计		545.53	100	

注：水电按0.42公斤标准煤/度电，原煤热值按5000千卡/公斤，天然气发热量按8400千卡/立方米计算。（标准煤热值为7000千卡/公斤）。

②按可能达到的最大年生产量计算。即根据已探明资源储量并考虑到一定时期内的技术经济条件等因素，可能达到

的极限年产量进行分析，其结构见表 5。

表 5 四川能源资源结构（按可能达到的最大年产量计算）

能源种类	可能最大年产量	折合标煤 (万吨)	比例 (%)	备 注
水 电	5152亿度	23184	77.3	石油探明储量甚少
煤 炭	8000万吨	5600	18.7	
天 然 气	100亿立方米	1200	4.0	
石 油 合 计		29984	100.0	

表 6 四川省常规能源资源在全国的地位

	四川合计	全国合计	四川占全 国比例	名次	备 注
合 计	545.53亿吨标煤	4333.6亿吨标煤	12.4		全国合计 为1978年 资料，水 能按可开 发计算
水 能	9166万千瓦	37853万千瓦	24.2	1	
煤 炭	114.4亿吨	7700亿吨	1.5	12	
天 然 气	2000亿立方米	2800亿立方米	71.4	1	
石 油		82亿吨			

从上述两种方法分析结构均可得知，四川水能资源占四种常规能源总储量80%左右，比重很大。其次是煤炭，占14.7—18.7%；第三是天然气；四川石油资源探明储量甚少。按探明储量计算，全省常规能源资源总量为545.53亿吨标煤，约占全国总量的12.4%，在各省、市、自治区中居第二位。

其中，水能资源极为丰富，理论蕴藏量为1.54亿千瓦，占全国6.76亿千瓦的22.7%；可开发量9166万千瓦，居全国第一位。本省独有的水能优势，将形成洁净而廉价的电能占较大比重的能源生产结构，并将影响四川经济结构模式，高耗能的重化工业等将得到充足而廉价的电能保证。目前探明

的天然气，居全国第一位，它既是优质能源，又是重要的化工原料。较丰富的天然气资源为发展四川经济提供了重要的物质基础。四川煤炭资源居全国第12位，人均拥有量114吨，仅为全国人均700吨的16.3%。煤炭资源难与山西等省相比，但比江南诸省要富足得多。因此，煤炭在目前四川能源生产结构中仍占主导地位。

2. 新能源资源

四川气候温和，生物质能等资源较为丰富。据1983年统计，生物质能、风能等新能源资源如表7。

太阳能是取之不尽的能源，但四川大部分地区日照少，直接利用太阳能的经济价值不大；唯四川西部是太阳能收集、转换、使用较有利的地区。四川生物质能源相当丰富，仅每年产出的桔杆，就有4000多万吨，是农村主要燃料。但目前大部份被直接燃烧，其热能有效利用率仅10—15%左右；只有少量用于制取沼气，作燃料利用。四川四面环山，风速

表7 四川生物质能等新能源资源表

资源种类	年产量	折合标煤 (万吨)	备 注
合 计		7738	
桔 杆	4000万吨	2000	
人畜粪便		3153注	
薪 柴	800万吨	456	
太阳能直接利用		74.3	根据四川主要气象台、站测定总辐射量求得可能直接利用量。
风 能		6.4	根据四川主要观测站按3米/秒作为风能机的起动速理论计算求得。
地 热 能		4.5	

注：按每公斤干物质发酵后可制取沼气0.3立方米计算，全年共可制沼气44.2亿立方米。