

电力基本知识 与 试验研究手册

● 张国屏 编著

一九九三年十月

电力²⁵¹基本知识与试验研究 手 册

张 国 屏 编 著

一九九三年十月

前 言

张国屏同志以满腔激情编写了《电力基本知识与试验研究手册》一书，虽然我未曾阅读全书稿本，只是看了他留下的目录和素材，我已经可以清晰地感受到他那一颗火热的心，对电力试验研究工作的火热的关切的心。他想把自己多年来在试验研究工作中所尝到的酸甜苦辣告诉读者，让后来者可以踏着他的肩膀，更顺利地攀登更高的阶梯；他提出作为一个电力试验研究者除本身所具备的专业知识外，还应该对更多的更宏观一些的电业问题有所了解；为了能正确地深化电力试验研究方面的改革，他列出了国外一些现代化电业中的试验研究工作情况，以资借鉴；当然，他还希望能取得各级电业部门的领导和兄弟单位的同志们，对电力试验研究单位有更深入的理解。他已经不在电力试验研究部门工作了，仍然如此执着地编写出这么一本书，当然不是出于他的职责有关，“事不关己”，居然还不“高高挂起”，这只能说明出于他对电力试验研究工作的热爱，出于一种革命的责任感！

我国电力工业正在经历着深刻的变化。在生产方面正在由比较落后的电业变为现代化的电业。大机组、大电厂、大电网、大城网正在广泛出现，高负荷密度、高电压、高度自动化等问题正需要我们去学习，去掌握。在生产关系方面，也在深化改革，转变经营机制，这些改革和转变，归其极，必然是更适合对现代化电业的管理，使我们的电业能够更充足，更可靠、更合格、更廉价地满足国民经济发展和人民群众生活的需要。

1984年，日本电业人员到前苏联参观苏联的电业，归来写了一篇报导，称苏联电业是个伟大而落后的电业，伟大之处，在于他容量大，有大电网，有1150KV输电线；落后之处，在变压器，开关等等装备。2000年，我国电力工业装机容量达到2.9亿KW左右，理应完成电力现代化过程，但愿我们能够避免像前苏联那样给别人以一个“伟大而落后”的印象，但愿我们的设备缺陷少一些，但愿我们的电网和电厂能真正实现自动化控制，但愿我们的水电站和二次变电站能实现无人值班，但愿我们的管理人员能少而精，但愿我们的试验研究机构和科研机构能更实在地、更好地为生产服务……！

愿大家踏踏实实地工作与学习。

沈根才

一九九三年九月

编 著 者 说 明

当我结束这本书的书稿之时，正是我离开电力试验研究所半年之时，也是我离开试验研究所所长这一领导职务两年半之际，还是我和“能源部电力试验研究所发展与改革调查研究组”的全体同志共同完成调查研究任务十个月之际。心情是激动的，一肚子酸甜苦辣。我想我的心情，我的酸甜苦辣和全国各个兄弟所的所长们恐怕是大同小异的。虽然稿子已经交出，虽然在一些章节中已经将我的体会，我的教训、我的经验、我的酸甜苦辣写了出来，但由于种种原因，写得有些“言不由衷”，至少没有表现出我自己的个性。不过我已经说出了想说的话——不论用什么方式，但愿这些经验教训能被各兄弟所的所长们理解和吸取。这是我写这一书的首要目的。

其次，电力试验研究所是必然会随着电力系统的发展而发展的，这是不以任何人的意志为转移的客观规律。不论各级领导重视还是不重视，是长期重视还是重视一阵子，电力试验研究所伴随电力系统发展的趋势是不可改变的。最令人担忧的不是电力试验研究所会不会发展的问題，而是电力试验研究所本身能不能适应电力系统发展的问題。人员素质的提高和办所思想的端正就是一个最令人担忧的问題。这是我写此书的又一重要目的。我希望再次呼吁电力试验研究所的领导和同志们，要不断摸索坚持为电力生产建设服务的方针和搞好四个中心任务的经验。

这本书既然是在如此艰难的情况下写的，困难是很多的。如果没有电力工业部陆延昌副部长、原水电部总工程师沈根才和刘顺达、吴朝枢等其它领导及各兄弟电力试验研究所的所长们的鼓励与支持，恐怕是很难完成的。这里我再次向这些领导表示衷心的感谢！

现在我虽已离开了几十年为之奋斗的电力试验研究事业，但我的心是向着她的，我仍然衷心祝福全国电力试验研究所的领导和同志们不断取得更大的成绩。

考虑到对电力试验研究所职工知识面的要求应该更广一些，尤其是考虑到使本书能够适应广大电力系统管理人员和各级电力企业领导干部的需要，本书的2/3以上的篇幅介绍了电力基本知识和动态。这就使本书的应用范围几乎覆盖了整个电力系统的各级领导和管理人员。

本书所引用的大量参考资料、数据和一些篇幅，都是从各有关单位和个人所编印的资料中摘录和引用的，如东北电管局编印的“火力发电实用技术手册”、沈根才总工程师所著“电力发展战略与规划”和“电力企业管理”等，这里特予说明并表示感谢！

由于作者水平有限，加之时间和条件的限制，不当之处在所难免，也望各位读者指正。

张国屏

1993.10.1

于湖南省电力工业局

电力基本知识与试验研究手册

目 录

第一章 能源知识	1
一、能源及其分类	1
二、我国能源资源的现状	4
三、我国的能源开发	9
四、世界能源的发展情况	18
第二章 电力基础知识	37
一、电力工业的重要性和特性	37
二、电力企业的技术管理及经济效益	39
三、水力发电与力发电	40
四、世界及我国电力工业水平与我们的技术目标	42
五、各类电厂的简单介绍	44
六、火力发电厂	45
七、发电用煤与煤耗	51
八、电网与线损	53
九、供电质量和用电管理	54
十、电价问题	55
十一、电力环境保护问题	57
十二、电力工业的科技管理	58
十三、电力工业的战略规划	60
第三章 电力工业发展动态	65
一、国外电力工业发展动态	65
二、国外电力工业技术动态	67
三、我国能源及电力工业发展情况	69
四、我国 300MW 以上火电机组动态	89
五、我国电力工业现状	98
六、我国电力工业技术经济指标	109
第四章 燃料与锅炉	120
一、煤的化学成分	120
二、煤的分类	121
三、锅炉的工作概况	124
四、锅炉分类	126
五、锅炉的指标	129

六、锅炉安全操作	130
七、锅炉水处理	131
八、锅炉事故	134
九、焊接	137
 第五章 汽轮机与电气	141
一、汽轮机	141
二、发电机	151
三、变压器	156
四、仪表与自动化	165
 第六章 电力安全知识	175
一、电力工业安全生产有关重要规定	175
二、关于人体触电	177
三、电器设备的防火	179
四、一般电气安全知识	180
五、过电压	183
六、电力系统和继电保护	184
七、煤和电厂锅炉的安全知识	185
八、汽轮机的安全知识	187
九、污闪和覆冰	189
十、国内外事故选编	190
 第七章 电力试验研究所	193
一、电力试验研究所(院)的性质	193
二、电力试验研究所的主要任务	194
三、电力试验研究所的人员	196
四、电力试验研究所的中层干部	200
五、电力试验研究所的所长	204
六、电力试验研究所工作的基本原则	209
七、电力试验研究所威信的形成	212
八、电力试验研究所领导的基本工作	213
九、电力试验研究所领导的选拔与培养	216
十、全国电力试验研究所的基本情况	218
 第八章 电力试验研究所主要设备和成果	234
一、主要试验设备	234
二、主要科技成果	243

第九章 港、日、美的电力试验研究情况	272
一、香港中华电力有限公司科学技术服务支部	272
二、日本的电力试验研究所	274
三、日本电力试验机构研究成果选编	279
四、日本电力试验研究的主要设备	290
五、美国电力技术研究举例	292
六、国外电力研究机构情况	294
附 录	296
一、各所任务统计	296
二、各所领导和费用情况	298
三、各所专业技术人员情况	299
四、各所固定资产和仪器设备情况	301
五、各所技术监督和检测中心情况	303
六、各所基建调试和多种经营情况	304
七、各所重大科技成果推广应用情况	306
通 讯 录	307

第一章 能源知识

一、能源及其分类

1、能源

能量是物质的重要属性之一、它有许多形式，如热能、机械能、光能、电能、核能和化学能等等。所有这些形式，均可归纳为动能和位能两种。动能是物质运动而具有的能量；位能是由系统状态而具有的能量，如化学能、核能和电动势等。支配能量的基本自然定律，有热力学第一定律（即能量守恒定律）和第二定律。

能源则是提供各种能量的物质资源，地球上各种各样的能源，可以根据其成因，性质和使用状况进行分类，如表 1-1 至 1-3 所示。

表 1-1 能源分类

按使用 状况分	按性 质分	按 成 因 分	
		一次能源	二次能源
常 规 能 源	燃 料 能 源	泥 煤(化学能) 褐 煤(化学能) 烟 煤(化学能) 无烟煤(化学能) 石 煤(化学能) 油页岩(化学能) 油 砂(化学能) 原 油(化学能、机械能) 天然气(化学能、机构能) 生物燃料(化学能)	煤 气(化学能)余能(化学能) 焦 炭(化学能)人畜力(生物能) 汽 油(化学能) 煤 油(化学能) 柴 油(化学能) 重 油(化学能) 液化石油气(化学能) 丙 烷(化学能) 甲 醇(化学能) 酒 精(化学能) 笨 胺(化学能) 火 药(化学能)
	非 燃 料 能 源	水 能(机械能)	电(电能) 蒸 汽(热能、机构能) 热 水(热能) 余 热(热能、机械能)
新 能 源	燃 料 能 源	核燃料(核能)	沼 气(化学能) 氢(化学能)
	非 燃 料 能 源	太阳能(光能) 风 能(机械能) 地热能(热能、机构能) 潮汐能(机械能) 海水热能(热能) 海流、波浪动能(机械能)	激 光(光能)

表 1-2

一次能源分类

按来源分	按 再 生 性 分	
	再 生 能 源	非 再 生 能 源
第一类能源 (来自地球以外)	太阳能 水 能 风 能 海水热能 海流动能 波浪动能 生物燃料 (雷电能) (宇宙射线性)	无烟煤 烟 煤 褐 煤 泥 煤 石 煤 原 油 天然气 油页岩 油 砂
第二类能源 (来自地球内部)	地热能 (火山能) (地震能)	核燃料
第三类能源 (来自地球和其他天体的作用)	潮汐能	

注: 括号中的能源现在还未被人们利用。

表 1-3

我国能源消费增长系数变化及其预测

指 标	1978 年前 (1953-1978)	1978 年后 (1979-1982)	1981-2000 预测	
			高目标	低目标
能源消费年平均增长率	9.9%	2%	2.6%	3.6%
国民收入年平均增长率	6.0%	6.3%	6.1%	6.1%
能源消费增长系数	1.65	0.32	0.43	0.59
节能率	-3.6%	4%	3.4%	2.5%

2、分类

(1) 根据能量的来源不同分类, 可分为三类: 第一类是来自地球以外的, 叫太阳辐射能, 包括直接的太阳辐射能和由太阳辐射能转化而来的草木燃料、化石燃料和风、海流等能源, 还有宇宙射线和其它天体带进地球大气中的能量。第二类是来自地球内部的, 是地球热能和原子核能, 包括火山、地震、地热蒸汽、热岩层、热水和核燃料铀、钍等。第三类是来自地球和其它天体的相互作用, 这是潮汐能。

(2) 根据能源的开发与制取方式分类, 可分为“一次能源”和“二次能源”。

- (3) 根据能源本身的性质分类,可分为“含能体能源”和“过程性能源”。
- (4) 根据能源的使用方式分类,可分为燃料性能源和动力性能源。
- (5) 根据能源的形成和存在特征分类,可分为非再生能源和再生能源。
- (6) 根据能源在当代人类社会生活中的地位及利用史分类,可分为常规能源和新能源。

(7) 根据能源载体同地球构成关系分类,又可划分为地壳能源和地球外能源。

3、简单介绍

(1) “一次能源”是指以现存的形式存在于自然界中的能源,象煤炭、石油、天然气、水力、风、草木燃料、直接的太阳辐射、地热、核燃料等等。

(2) “二次能源”是指由一次能源直接或间接转换为其它种类和形式的人工能源,如电能、氢能、汽油、煤油、柴油、煤气、液化气、沼气、余热、火药、酒精、甲醇、丙烷、苯胺、硝化棉、硝化甘油等等。

(3) “含能体能源”:就是能量比较集中的含能物质,如化石燃料、草木燃料、核燃料、氢、地下热火、地热蒸汽、高位水库、氢能等。

(4) “过程性能源”:是指能量比较集中的物质运动过程,或称“能量过程”。它包括流水、海流、潮汐、风、地震、直接的太阳辐射、电能等。

(5) 燃料性能源:是指用于直接燃烧而发出能量如热的物质,煤炭、石油、天然气、沼气等等即是。

(6) 动力性能源:这种能源既可以用它来转变成热能,又可以用来直接驱动运转设备而做功,这就是电、高温高压蒸汽、压缩空气、高压水、高压风等形式的转化能。

(7) 非再生性能源:一般是指,经过漫长地质年代形成,开采之后不能在短期内再形成的能源,通常把化石燃料、(煤、石油、天然气、油页岩等)和核燃料(铀、钍、硼、氘等)归入这一类能源。它们会随着人类的开发利用日趋减少,以至枯竭。

(8) 再生性能源:一般是指不会随人类的开发利用而日益减少的能源。通常把水力、潮汐、太阳辐射、风力、海洋热、海流、草木燃料、地震、火山活动、地下热水、地热蒸汽和温泉、热岩层以及从有机物质及其废物中提取的燃料如酒精、沼气等归入这类能源。它们具有取之不尽,用之不竭的特点。

(9) 常规能源:我们把那些由于已往利用了多年的能源,称为常规能源,如煤炭、石油、天然气、水力等。其中前三种都是由远古的化石演变而成的燃料,是人类目前的主要能源。人们讨论能源问题时,主要的是指这种常规能源。

(10) 新能源:是指人类新近才开发利用的能源,包括生物质能、太阳能、风能、海洋能、地热能。它人大都是天然的,可再生的,是人类未来能源的开发重点领域。

(11) “地壳能源”:是载能物体如石油、天然气、煤、油页岩、铀以及水力和地热等,同时又都是地壳的组成物质,因此,可以把这些能源物质称为“地壳物质”。它们都是地球演变过程中某些特定阶段的自然产物,它们的形成与地质历史上的地壳运动、海水进退、气候变化、生物兴衰等息息相关。没有这些地质条件,它们就难以形成,特别是化石燃料等非再生性能源物质更是这样。

能源分类表如表 1-1、表 1-2 所示。

二、我国能源资源的现状

从当前的技术经济水平看,我国具有现实意义的能源资源,主要还是煤、油、气、水等“常规能源”。

煤:我国的煤炭资源不仅储量高,而且煤质好,预测地质储量,达45,000亿吨以上,与素称煤藏丰富的美国、苏联两国不相上下。但能作为规划设计的实际依据是探明储量,特别是可供建井用的精查储量。我国煤炭资源勘探程度低,累计探明储量是6,500亿吨(其中精查的储量为1,750亿吨)。我国煤炭资源开发利用程度低,资源浪费大,一部分中近期不能开发利用的,近期可供建井用的只有一小部分。

油、气:从地质条件看,我国可找到石油储量300—600多亿吨。我国沉积岩以陆相为主,这种含油盆地有三个特点:盆地小,断层多;油层岩性变化大,埋藏深;远景好的西部内陆地质条件更复杂,山多沙漠大、交通不便。我国海相沉积生成年代较老,易受到破坏,这些都增加了勘探的难度,特别是我国勘探力量薄弱,勘探程度很低。因此,拿到手的累计探明储量仅几十亿吨,居世界第十一位。天然气累计探明储量是十分丰富的,剩余可采储量也有千亿立方米,居世界第二十二位。现在我国年产原油1亿吨多,与国外一些国家相比储采比例偏低而且还有下降的趋势。按正常情况,石油的储采比例应为30:1,不能低于20:1,使油田最低可开发20年才较合理。我国现在石油储采比例失调,天然气也是如此。

我国水力资源得天独厚,理论蕴藏量6.8亿千瓦,年发电量5.9万亿度,其中可开发的是3.7亿千瓦、1.9亿度,占世界总量的25%,居第一位。

我国能源资源储量的总概念是,按专家们把煤、油、气、水均折合成标准煤加在一起,以远景储量计,约3.9万亿吨以上;以累计探明储量计,约4300多亿吨,人均450多吨。

1、全国及各大区常规能源资源的比重

表 1-4 全国各大区的能源资源的比重

地 区	水能资源	煤炭资源	油气资源	备 注
	比重 %	比重 %	比重 %	
全国	28.5	69.9	1.5	(1) 水力资源按使用100年、每度电折标准煤0.3公斤计。
华北	1.0	98.5	0.5	
东北	14.0	63.8	22.2	(2) 煤炭、油气均按发热量折为每吨7,000大卡的标煤。
华东	24.5	71.2	4.3	
中南	51.2	48.0	0.8	(3) 按水能资源占35%计算,表中比重数字出入不大。
西南	72.2	27.6	0.2	
西北	35.0	62.8	2.2	

2、我国煤炭的分布情况

我国煤炭资源分布比较普遍,各大区、各省区都有一定的储量,全国两千多个县、市中,大部分都有规模不等的煤炭储量。但分布很不均衡,总的特点是北方多南方少。从总

储量看, 华北占 2/3 左右, 西南占 10.8%, 西北占 9%, 华东占 6.7%, 中南占 3.6%, 东北占 3.3%。从省区占的比重看, 仅山西一省储量就有二千亿吨, 占全国的 33%, 内蒙古占 30.8%, 贵州占 7.4%, 储量在 100~200 亿吨左右的省、区依次是安徽、陕西、新疆、河南、河北、云南、山东和黑龙江等, 上述十一个省区的储量占全国总储量的 92%。湖北、湖南、广东、广西、江苏、浙江、福建、江西等江南八省区储量仅占全国总储量的 2%, 合计煤炭储量只有 113 亿吨。从可建井的储量来看, 80% 以上分布于山西、内蒙、安徽、山东、河南、河北、陕西等七省区, 其中山西占 37% 以上、内蒙古占 15%, 安徽占 9%, 山东占 6.5%。从主要煤种分布看, 68% 的肥煤和 54% 的主焦煤资源分布于华北地区, 东北和西北地区肥煤极缺, 华东地区主焦煤资源较少, 无烟煤主要分布于华北和西南地区, 分别占 54% 和 34%, 而东北、西北和华东地区极缺, 合计不到 4%。各省区开发条件差异也较大, 开发条件最好的是山西省, 煤层一般储存在 300~400 米之间, 结构简单、倾斜度小, 投资省。辽宁的抚顺, 蕴藏着几十米厚的煤层, 最厚达 125 米, 大部分可以露天开采。从劳动生产率看, 上述十一个资源较多的省区, 1979 年平均是江南八省区的近 1.9 倍, 山西是八省区的 2.7 倍。吨煤利润, 十一个省区 1979 年平均为 2.93 元, 山西为 6.87 元, 安徽为 5.5 元, 八省区平均吨煤亏损 1.05 元, 最高为湖北 6.28 元, 广西为 5.13 元, 在一定程度上反映了开发条件的差异。

我国煤炭资源分布与我国经济发达地区的地理状况很不平衡。我国经济发达而人口又集中的江南地区, 人口占全国的 36.6%, 工业总产值占全国的 40.5%, 能源资源空乏, 煤炭仅占全国储量的 2%。长期以来, 北煤南运, 占用了我国大量的运力, 特别是京广、津浦和陇海等铁路干线, 煤炭运量占货运量的 60% 左右, 沿海几个港口, 如秦皇岛、连云港等煤炭占发货量的 50% 左右, 从而加剧了我国交通运输的紧张局面。

3. 我国水力资源的蕴藏量及其分布

我国是一个幅员辽阔, 河流众多的国家。据统计, 集水面积超过 1000 平方公里的河流就有 1600 余条, 全国径流总量 26300 亿立方米, 占世界河川径流总量的 6.8%, 占亚洲径流总量的 20%, 仅次于巴西、苏联、居世界第三。我国水力资源还有一个显著的特点, 就是 80% 的水能都是蕴藏在深山峡谷的江河之中。我国主要江河多发源于 5 千多米的高原, 穿过崇山峻岭, 经过海拔 2、3 百米的丘陵地带进入平川, 形成了 4 千多米的落差。水量充沛, 落差集中, 水能蕴藏丰富, 这是发展水电的优越条件。

构成水力资源的最基本的条件是水流和落差, 就自然条件来讲, 主要决定于降水量和地型。

1977 年至 1980 年, 我国进行了第三次水力资源普查, 对全国理论蕴藏量 1 万千瓦以上河流 3019 条的水力资源进行全面复核。据初步汇总, 全国水力资源理论蕴藏量约为 68,000 万千瓦, 按年发电量计算为 59,300 亿度。我国理论水力资源约占世界理论水力资源 22 亿千瓦的 31%。

同期, 普查统计的全国可开发的水力资源装机容量为 37800 万千瓦, 年发电达 19,000 亿度, 为理论水力资源的 32%。相当于火电站的煤耗约 7 亿吨标准煤。

可能开发的水力资源是研究水力资源最重要的数字。世界各国均以此为准。我国的可开发水力资源在世界上占第一位, 比苏联的 2.69 亿千瓦 (年发电量 1095 亿度) 多 1.7 倍, 比美国多 2.4 倍。全世界可开发水力资源中, 我国占 16.1%。每平方国土面积水力资

源拥有量，全世界平均为 7.26 万度，我国为 20 万度，大大高于世界平均水平。而按人均计算，世界平均每人 2,260 度，我国约为 1,900 度，低于世界平均水平。

我国可开发水力资源，主要集中在一些 25 万千瓦以上的大型和特大型水电站，其次为中型水电站，小水电站资源比重不大。因此，今后水电建设的重点是大型水电站，同时，因地制宜多开发一些中型水电站。另外，在大电网达不到的边疆、山区和少数民族地区，应积极建设有调节能力的、能常年供电的、利用小时数高的小水电。

表 1-5 我国开发水力资源中大、中、小型水力资源比重

规模(万千瓦)	水电站座数 (座)	总装机容量 (万千瓦)	年发电量 (亿度)	年电量比重 (%)
25 万千瓦以上	212	28550	14761	74.9
1-25 万千瓦	1765	8842	4286	21.8
1 万千瓦以下	9052	1685	649	3.3
合 计	11029	39077	19596	100.0

我国水力资源的分布情况，在各大区分别为：西南 68%，中南 15%，西北 10%，华东 3.6%，东北 2%，华北 1.2%，分布很不平衡。但是，我国水力资源的分布情况，与其他能源的分布情况配合得还比较好。总的讲，我国南方水多，北方煤多，内陆水多，沿海油多。现在看来，能源比较缺的华东和华北，水和煤都比较少，西南地区水力资源占全国的 68%，比较集中。除西藏开发较困难外，川云贵三省，有一定的基础，可尽量发挥其水力资源丰富的优势来发展经济。除西南地区外，中南和西北的水力资源分别占全国的 15% 和 10%，绝对量也不少。广东缺乏能源较严重，但相邻的广西有丰富的水力资源，送电至广州的距离 350-700 公里，并不太远。

表 1-6 我国水力资源总表 (按地区分布统计)

地 区	理论蕴藏量 (万千瓦)	可开发水力资源		可开发资源占 全国比重 (按发电量计%)
		(万千瓦)	(亿度)	
华北	1229.93	691.98	232.25	1.2
东北	1212.66	1199.45	380.91	2.0
华东	3004.88	1790.22	687.94	3.6
中南	6408.37	6743.49	2973.65	15.5
西南	47331.18	23234.33	13050.36	67.8
西北	8417.69	4193.77	1904.93	9.9
全国	67604.71	37853.24	19233.04	100.0

4. 我国水力资源在常规能源中的比重

有几种不同的算法。据世界银行调查报告计算，我国已查明能源资源中，水力资源按使用 100 年计算，可开发水力资源 (3.7 亿千瓦，等于 3.7 亿吨石油) 占 15%，煤炭占 80%，石油和天然气占 5%。这样计算不准确处在于煤炭按探明储量满算，实际可采率要打一个较大折扣。

表 1-7

我国水力资源总表 (按河流水系统计)

水 系	理论蕴藏量 (万千瓦)	可开发水力资源		可开发资源占 全国比重 (按发电量计%)
		(万千瓦)	(亿度)	
长 江	26801.77	19724.33	10274.98	53.4
黄 河	4054.80	2800.39	1169.91	6.1
珠 江	3348.37	2485.02	1124.78	5.8
海、滦河	294.40	213.48	51.68	0.3
淮 河	144.96	66.01	18.94	0.1
东北诸河	1530.60	1370.75	430.42	2.3
东南沿海诸河	2066.78	1389.68	517.41	2.9
西南沿海诸河	9690.15	3768.41	2098.63	10.9
雅鲁藏布江及西藏诸河流	15974.33	5038.23	2968.68	15.4
西、北内陆河	3698.55	996.94	538.66	2.8
全 国	67604.71	37853.24	19233.04	100.0

又据中国科学院地理研究所计算, 水力资源约占常规能源总资源的 28.5%。据地理所材料, 水力资源在全国各省区能源资源构成中所占比重为: 华北 1%, 东北 14%, 华东 24.5%, 中南 51.2%, 西南 72.2%, 西北 35.2%。由此可见, 西南、中南、西北应以发展水电为主, 辅以水电调峰。

按照电力工业部的估计, 水能资源约占全国能源总资源的 35% (各种常规能源均按剩余可采储量, 水力资源按使用 100 年计算, 煤炭按扣除炼焦煤计算)。

我国各大区常规能源的比重, 现在说谁多谁少, 为时尚早。因为我国各类能源资源的勘探程度还很低, 勘探也未全面深入细致的进行, 对各类能源资源的储量和分布规律, 还不十分清楚。目前的说法, 只是根据现有资料来说的。总的来说, 我国各类能源资源的分布大体上配合得还比较好, 这是我国能源资源的分布的一大优点。一般说来, 我国北方煤炭资源丰富, 南方水力资源蕴藏量大, 大陆内地水力资源分布较多, 而沿海地带和领海的石油、天然气储量较大。我国各类能源的地域分布, 配合的比较好, 为我国能源工业的合理布局 and 劳动地域的合理分工, 提供了有利的自然条件。但是, 全国各大区分布还是不平衡的, 各类能源资源都比较缺乏的是华东地区, 该区除寄希望于沿海的石油外, 可发展核电, 另外, 在今后的规划中, 只要各地区发挥各自的优势, 互相配合, 取长补短, 并将西南地区丰富的水电, 经超高压输电线路送往华东地区, 即可使我国的电能达到基本平衡。

5、长江的动能资源

长江长 6300 多公里, 每年流入大海的水量为 9,000 多亿立方米, 相当于黄河水量的 20 倍。它全线汇集 700 余条支流, 流域面积 180 多万平方公里, 其间, 有耕地 4 亿多亩, 居住着近 4 亿人口。论长度、水量、长江在世界上算老三, 不论水能资源, 流域内居民, 天然航运条件, 则都为天下第一。综合各种因素, 世界所有河流中还推长江最风流, 称它为世界河流之王是当之无愧的。

表 1-8

全国水力资源分区分省统计

大区省、市、区	理论水力资源			可开发水力资源		
	按万千瓦计	按年亿度计	比重%	装机容量(万千瓦)	年发电量(亿度)	比重%
全国总计	67605	59222	100.0	37853	19233	100.0
华北地区	1230	1077	1.8	692	232	1.2
京、津、河北	221	193	0.3	184	42	0.2
山 西	511	448	0.8	264	107	0.6
内蒙古	498	436	0.7	244	83	0.4
东北地区	1213	1062	1.8	1199	384	2.0
辽 宁	175	153	0.3	163	56	0.3
吉 林	298	261	0.4	433	110	0.6
黑龙江	740	648	1.1	603	218	1.1
华东地区	3005	2632	4.4	1790	688	3.6
上海、江苏	199	174	0.3	10	3	
浙 江	606	531	0.9	465	146	0.8
安 徽	398	349	0.6	88	26	0.1
福 建	1046	916	1.5	705	320	1.7
江 西	682	597	1.0	511	191	1.0
山 东	74	65	0.1	11	2	
中南地区	6408	5614	9.5	6744	1974	15.4
河 南	477	418	0.7	293	112	0.6
湖 北	1823	1597	2.7	3310	1494	7.8
湖 南	1532	1342	2.3	1084	489	2.5
广 东	824	1722	1.2	639	240	1.2
广 西	1752	1535	2.6	1418	639	3.3
西南地区	47331	41462	70.0	23234	13051	67.9
四 川	15037	13172	22.2	9166	5153	26.8
贵 州	1874	1642	2.8	1292	652	3.4
云 南	10364	9097	15.3	7117	3945	20.5
西 藏	20056	17569	29.7	5659	3300	17.2
西北地区	8418	7374	12.5	4194	1905	9.9
陕 西	1275	1117	1.9	551	217	1.1
甘 肃	1426	1249	2.1	911	424	2.2
青 海	2154	1887	3.2	1799	772	4.0
宁 夏	207	182	0.3	79	32	0.2
新 疆	3356	2939	5.0	854	460	2.4

注：暂缺台湾省数字；长江三峡的理论资源分列四川和湖北，可能开发资源均列在湖北，故湖北的可能装机数大于理论资源数。

世界上的许多大江长河，上游和下游的落差少的只有几十米，多的也只有几百米，蕴藏的动能资源不可能很大，长江不然，仅从青海玉树城算起，到出海口，落差就在 3700 多米。从这样的高程奔涌而下，所蕴藏的动能资源，据可靠的调查：发电装机容量可达 197 亿千瓦，年发电量可达 1 万亿度。仅三峡的发电量就可达 1200 亿度，相当于目前全国发电量的 40%。现已开发的，包括葛洲坝在内和其它正在施工的水电工程，装机容量达 1500 万千瓦，年发电量 750 亿度，只占整个长江水能资源的 7.5%。长江是一条宝河，三峡是这宝河上的明珠。即使按最低的设计要求建设三峡水利枢纽工程，年发电量也可达 600—700 亿度，顶 4000 多万吨标煤的能量。三峡地利，正处我国中部，可向四面八方输送电力。一旦建成，必将为我国解决能源问题作出巨大贡献。

长江有极优越的水运条件，长江干流可通航大型机动船队的长度就有 3000 公里，可通航机动船队，航道长度数百公里乃至千余公里的较大支流也有七、八条之多。水运的优点是运量大、成本低，一条长江干线的运输量至少可顶 40 条铁路的运输量。

三、我国的能源开发

1、能源开发是长远的战略措施

第一、需要是长期的，无止尽的。人类要生存下去，就必须不停地进行满足人类需要的各种物质资料的生产活动；生产要进行，人类要生活，就必须有源源不断地能源供应。否则，后果是不堪设想的。这一点是十分明了的。

第二、节约是有限度的，只有长期开发，才能永续供应。

第三、能源建设，需要相当的时间。能源建设工期长，煤矿、水电站、油田的基本建设，包括前期工程一般都需要七年至十年，有的特大型项目甚至还要长一些，因此，为了适应国民经济各部门长远发展和人民生活消费日益增长的需要，就必须提早进行规划建设，否则就会贻误时机，阻滞国民经济的顺利发展。

2、要把节能放在优先地位

节能比开源具有一系列的优点：（一）它不需要从地下能源中去开掘，而是从已经开采出来的能源中去挖掘，因此，节能是一种不要资源的“开源”，是一种最好的“开源”和保护资源的方法。（二）不要煤矿、油田和电厂的建设。（三）能就地取得能源，不需要任何能源输送设施的建设。（四）它是一种绝对干净的能源。任何开源都会产生和增加一定的污染，唯有节能不增加任何污染，而且可以减少污染。（五）“节能”是一种很快可以取得的能源。有些节能措施（如加强能源管理），可以收到立竿见影的效果，有些大型的节能措施也只要几年就可以收到效果。（六）“节能”是一种全国人民都可以“生产”的能源。全国各行各业，每一个企业、单位、家庭和个人汇集起来就是一股巨大的“开源”力量。（七）我国节能潜力很大。所以，把节能放在优先地位是具有战略意义的。

3、我国能源开发与节约的比重问题

开源和节约究竟以怎样的比例关系发展最好，这是一个很重要的问题，有的同志认为，用能源开发或消费的增长系数能够比较容易地说明这个问题。对此，大致有三种情况：第一种情况，经济发展速度全部靠开源解决，能源消费增长系数等于 1 或大于 1。第二种情况，经济发展速度既靠开源也靠节约解决，能源消费增长系数小于 1，大于零。当它在 0.5 以上时，说明以开源为主；在 0.5 以下时，说明以节约为主，等于 0.5 时，说明

开源和节约并重。第三种情况，经济发展速度全部靠节约解决，能源消费增长系数等于零或小于零。综上所述，要合理安排开源和节约的比重，也就要对能源开发（消费）增长系数进行科学的预测。

世界各国能源发展的历史告诉我们，在很长一个时期里，特别在工业化初期，能源消费增长系数总是大于1。这就是说，能源消费速度大于经济发展速度，生产的发展全部依靠开源来解决。近几十年来，工业发达国家的能源消费增长系数虽然有所下降，但是仍在1上下，拿1960—1973年来说，美国为1.07；联邦德国1.06；日本1.00；法国0.91；英国0.71。由此可见，经济发展所需能源仍然主要靠开源。我国解放以后走的也是这一条路。能源消费增长系数大于1，因而随着经济的发展，能源开发和消费数量越来越大，以至产生了诸如城市环境污染严重，能源运输紧张，森林植被破坏和能源大量浪费等等一系列问题。党的十二大提出到本世纪末工农业年总产值要翻两番，如果按照过去老路走，能源消费增长系数等于1的话，能源产量也要翻两番，即要从1980年的6亿多吨标准煤（下同）增加到2000年的24亿吨以上，平均每年要增加1亿吨产量。上述产量显然是无法实现的。因此，今后能源问题的解决，绝不能再走开源一条路，必须同时走开源和节约两条路，并且应该走以节约为主的新路子，也就是说能源消费增长系数应该小于1。这个系数应该多少合适呢？这要考虑开源和节能的两种可能。由于节能比开源有许多好处，所以应该优先考虑节能。

根据三种方法的预测结果，我国的总节能潜力至少达55—57%。如果这些潜力完全挖掘的话，今后二十年经济发展中的能源问题有55—57%可以依靠节能来解决，开源只要解决43—45%就够了。能源消费增长系数为0.43—0.45。据估计今后的能源问题可以设想一半靠节约解决，另一半靠开源解决，能源消费增长系数定为0.5左右。我们认为，这样的设想经过努力是完全有希望实现的。

4. 我国能源要以煤炭为主

这是由客观情况决定的。我国煤炭资源十分丰富。目前，我国探明的煤炭储量有6500亿吨，近几年煤炭产量稳定在10亿吨以上，煤炭资源和产量均占世界头位，而且品种齐全，同时，我们也掌握了一定的生产技术，有相当规模的煤矿设备制造能力，又有一支工人、技术人员和干部队伍。

我国的石油、天然气、水力资源虽然也很丰富，但作为国家主要能源，还应当靠煤炭。石油价值高，作为一般能源使用，是不经济、不合理的。我国石油储量虽然也多，但与煤炭储量比较相差很远，使用石油要十分珍惜。石油主要应该用做化工原料。以热值论，两吨煤炭等于一吨石油，要经济合理利用能源，可以用煤炭代替石油，不能用石油代替煤炭。我国的水力资源虽然是世界第一，但是开发基础比较薄弱。目前，水力发电数量还是很少，水电占全国总发电量的20%。开发水力资源要有一个过程，即使从现在起加快开发水电，在较短时间里也不可能成为我国的主要能源。铀，做为能源，固然有广阔的前景，应当研究开发，但是发展核能，不仅需要技术，而且要耗费大量资金，在相当长的时间内，不可能依靠核能。

从世界能源情况来看，煤炭曾经是世界性的主要能源，只是由于掠夺性的廉价石油的大规模开发，作为能源，煤炭才退居到次要地位。随着情况的变化和时间的推移，以煤炭为主要能源的趋势日益明显。现在已知的材料表明：在世界范围内，煤炭储量比石油储量