

三峡工程小丛书

三峡工程小丛书

工程小丛书

潘家铮



发电

三峡工程小丛书

水利电力出版社

三峡工程小丛书

三峡工程小丛书



● 三峡工程小丛书

● 三峡工程小丛书

● 三峡工程小丛书

潘 家 铮

发 电

水利电力出版社

(京)新登字 115 号

三峡工程小丛书

发 电

潘家铮

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号)

各地新华书店经售

民族印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 3.25 印张 55 千字

1992 年 2 月第一版 1992 年 9 月北京第二次印刷

印数 10501—19270 册

ISBN7-120-01582-6/TV·578

定价 4.30 元

内 容 提 要

本书简要介绍我国能源分布的现状、能源工业的发展概况及其存在问题，较详细地分析了当前制约进一步发展电力事业的因素，讨论了解决问题的途径。由此，作者提出并论述了开发三峡水电站的必要性和可行性。

全书分为富饶的地区、贫乏的能源，世界上最大的水电站，清洁、再生和廉价的能源，三峡水电站的设备，三峡水电站与电网等五章。

本书可供关心三峡工程的社会各界人士阅读，也可供有关水利水电工程技术人员、大中专院校师生参考。

EW70/18

高峡出平湖

当為世界殊

王任年題



出版者的话

长江，中国第一、世界第三长河，流域面积 180 万 km^2 。她川流不息，奔腾在中华大地上，养育了中国 1/3 以上的人口，是楚文化的发祥地。自古以来，多少文人墨客，浓墨重彩，激扬文字，描绘这壮丽的山河，留下了许多文化遗产和美丽传说。长江是大自然的产物，她又有着放荡不羁的性格，一遇气候异常，往往泛滥成灾，将人民的生命财产席卷而去，造成过无数的人间悲剧，遗恨万年。

水利是国民经济的基础产业，历来是我国安邦治国的根本。中华人民共和国成立以来，党和政府致力于江河治理，取得了举世瞩目的成就，已大大减轻了洪涝灾害，但尚未根治，防洪标准还偏低。1991 年夏季，长江下游遭受洪水，虽经灾区军民奋力搏斗以及全国、全世界人民的支援，损失仍很严重。痛定思痛，治理开发长江的关键工程——三峡工程已日益迫切地提到了中国人民的面前。

三峡工程是一项综合利用的水利工程，它的主要效益有防洪、发电、航运、养殖和供水等。三峡坝址地质

条件好，位置适中，按外国人的话来说是“上帝的恩赐”。早在1919年，孙中山先生在《建国方略》中就提到在三峡建坝的设想；40年代，美国著名坝工专家萨凡奇于1944和1946年两次查勘三峡坝址；50年代，毛泽东主席视察三峡留下了“截断巫山云雨，高峡出平湖”的壮丽诗篇。除水害、兴水利是水利工作者义不容辞的职责；当今世界能源日益紧缺，望着江水白白流去，全国人民深感不安。

长江三峡工程规模巨大，效益十分显著，当然也存在一些难题，国内外公众十分关注。为此，我们特约请几位水利专家、学者，编写了这套《三峡工程小丛书》，以飨读者。

这套小丛书共8个分册，包括：《宏伟的工程》、《论证始末》、《防洪》、《发电》、《航运》、《工程泥沙》、《库区移民安置》、《生态与环境》。丛书作者以实事求是的态度，分别通俗系统地介绍了长江三峡工程各方面的情况。我们殷切地希望，这套小丛书对国内外公众全面了解三峡工程和工程尽早上马建设的必要性、可行性，有所帮助。

水利电力出版社

1991年12月

前 言

举世瞩目、亿众关心的长江三峡水利枢纽工程，已完成了可行性研究工作，正在由国务院进行审查，还将报中央审批和全国人民代表大会审议。国家对这座宏伟的、跨世纪工程的决策快要作出了。

和其它建设项目相比，三峡工程确实有些“不同凡响”。就以前期工作（勘测、规划、设计、研究）而言，从1953年算起，迄今已是第38个年头了。参与其事的人员何止千千万万。除了长江水利委员会^①锲而不舍地为之奋战38年外，1958年，国家科委曾组织过近万名科技人员就有关的重大科技问题进行过200多项课题研究。1986年，根据中央和国务院的指示，由水利电力部组织我国400多位第一流的专家进行全面的重新论证，又做了大量的调查分析和试验工作。国家科委也集中了3000多人配合进行科技攻关。与此同时，我国还聘请了国际上著名的咨询公司，在世界银行的指导下做了平行的可行性研究。关心三峡工程的国内外各界人士提出了

① 以前名为“长江流域规划办公室”，简称“长办”。

许多问题、意见和建议，百行百业、千家万户都在议论三峡工程，促进了论证工作的深化。一批又一批的调查研究成果源源集中到北京，真正达到“汗牛充栋”的程度。千万人的辛勤劳动和汗水，为国家的决策提供了坚实的科学基础。这也说明中国政府在重大问题的决策上是何等的尊重科学和发扬民主！

三峡工程具有巨大的综合利用效益。它的首要作用是解决长江中下游特别是荆江河段的防洪问题，避免发生毁灭性的灾害，解除长江中下游两岸人民乃至国家、民族的心腹之患。同时，三峡工程又有巨大的发电、航运等效益。在发电方面，它不但将向华中、华东、川东地区提供强大和廉价的电能（是最经济的一个方案），而且从全国能源和电力的平衡来看，不能没有三峡水电站。三峡工程的巨大发电效益和直接回收的电费，能分摊枢纽投资的极大部分，是使工程的经济评价和财务可行性得以成立的主要支柱，姑且不谈巨大的电量所产生的国民经济产值对国家和社会的贡献。一句话，“发电”是三峡工程综合效益中的重要组成部分，是三峡工程得以实现的关键因素，是促进我国电力工业走向结构优化、全面振兴的重要一步。

这些话是否讲得过头？确实，在长期的论证过程中，人们提出过很多怀疑或问题：为什么不兴建又快又省的火电站代替旷日持久的三峡水电站？为什么不用核电代

替三峡的水电？为什么不用开发华中、华东地区的中小水电和长江上游的大水电代替三峡？三峡是座综合性水利工程，发电受到多种制约，电能的质量如何？系统能否接受？设备能否生产……等等。

本书就是为了解释这些问题而写的，同时也通过以发电这个角度对三峡工程作些简介。希望读者在读过这本小书后，能对中国特别是华中、华东地区的能源和电力的供需面貌，对三峡水电站的地位和作用有个轮廓的了解。要做到这一点，就不能“就三峡论三峡”，而必须从更大范围、更高层次的问题说起。所以，让我们从“能源”这个牵涉到千行百业、千家万户的课题说起吧。

作者

1991年11月15日

目 录

出版者的话

前 言

第一章 富饶的地区、贫乏的能源	1
一、能源——人类文明发展的动力	1
二、中国的能源分布	5
三、中国能源工业的发展	9
四、华中、华东地区的能源问题	16
五、三峡水电站——理想的能源基地	22
第二章 世界上最大的水电站	27
一、宏伟的三峡水利枢纽	27
二、一座世界上最大的电厂	31
三、三峡水电站的供电区	36
四、巨大的经济和社会效益	40
第三章 清洁、再生和廉价的能源	42
一、温室效应之谜	42
二、环境污染问题	45

三、永不枯竭的煤矿和油田	47
四、不吃草的马和下金蛋的鹅	50
第四章 三峡水电站的设备	55
一、水轮发电机	55
二、电气设备与金属结构	64
三、水电站的自动化监控	68
第五章 三峡水电站与电网	76
一、三峡水电站的运行	76
二、三峡水电站和电网的关系	81
三、西电东送	85
四、全国联网	89
结语	93
参考文献	96

第一章 富饶的地区、贫乏的能源

一、能源——人类文明发展的动力

自从我们的祖先在数万年前发明钻木取火以来，人类的生存就离不开能源了（图 1-1）。时至今日，能源更成为人类文明的标志、社会发展的动力。失去能源，全世界的工厂将停止生产，车辆船舶飞机将停止行驶，农业失去了排灌、收割、加工的动力，甚至在日常生活中也将无法照明、取暖、炊饭、供水和通讯。地球将变成一个寂静、黑暗和停滞的世界，人类将回到穴居野处的时代。能源已经不仅是人类文明和经济发展的动力，也是维持生活不可缺少的因素了。一个国家的能源供需利用情况，也就反映和决定了她的国力、国防和发展水平。这是多么重大的问题啊。

我们说的能源，包含许多种类和形式。燃烧木材、秸秆、煤炭、石油、天然气等可燃物质，是利用燃烧中的化学变化取得能源。柴薪、秸秆等称为生物能源；作为燃料的煤、石油、天然气等则称为“化石燃料”。第二种方式是利用自然界存在的机械能和热能，例如：水力、风

力、潮汐、地热、太阳能等。20 世纪以来，人类又进入利用物质原子裂变所产生的核能时代。从利用的程度和提供的能量来看，化石燃料、水力和核能是组成当前能源结构的三大支柱。在发达国家中，石油和天然气提供的能量更占很大比重（图 1-2）。

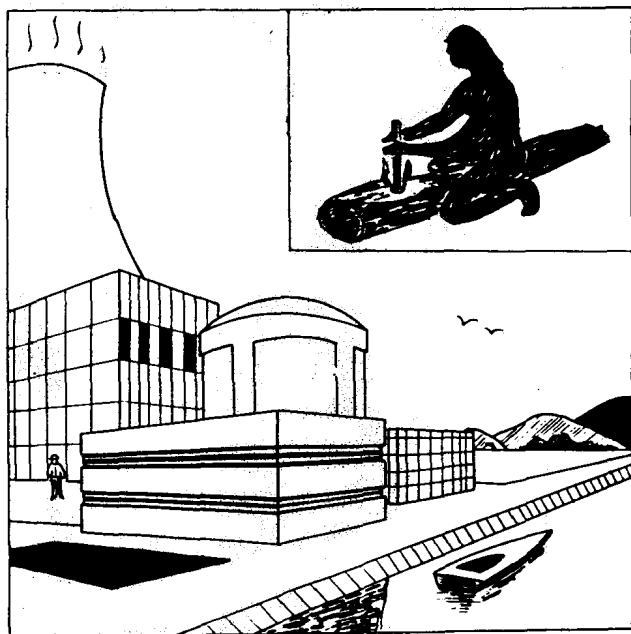


图 1-1 从钻木取火到核电站——人类利用能源的进展

上面所说的煤、石油、天然气、水力、核能等，是现存于自然界的原始能源，称为初级能源或一次能源。初级能源常需经过加工，转变成更高效、方便、清洁的人工能源以供利用，例如燃烧化石燃料或利用水力、核能，

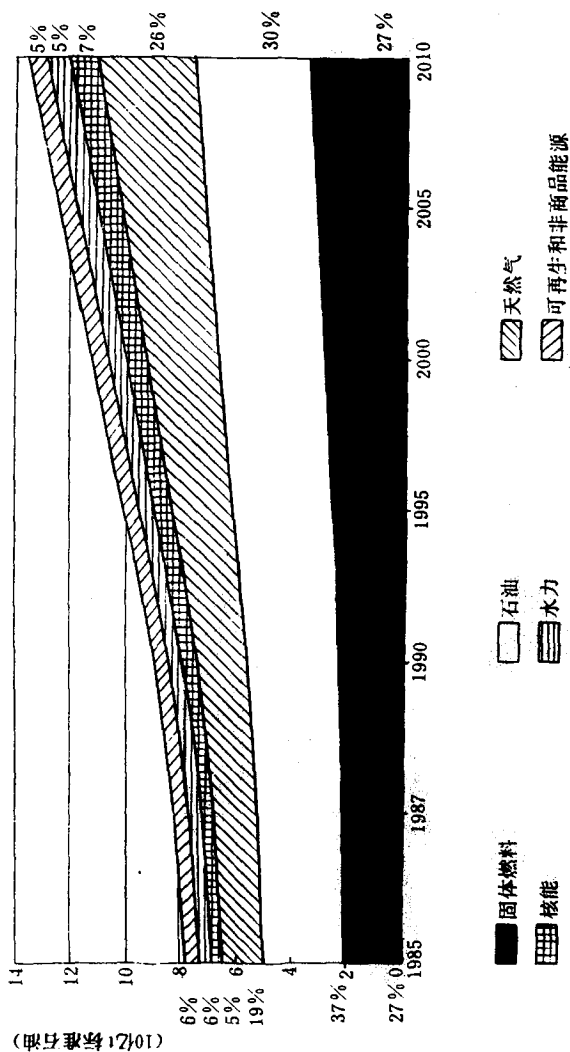


图 1-2 世界一次能源的组成

推动发电机，可以把初级能源转变为电能。电能、煤气等人工能源就称为二次能源。值得注意的是，电能占全部一次能源的比重在一定程度上反映了国家的发达程度。例如，早期的火车直接从燃煤取得动力，到今天就逐步为电气机车取代了。目前，发达国家电能占一次能源的比例约为 40%~45%^①，而我国一直在 24% 左右徘徊。

所有的一次能源归根到底都来自太阳。太阳真是万物之母！但是，其中也有区别。煤、石油、天然气、核矿石是在亿万年前生成的，采掘利用一吨，就减少一吨。资源再多，也有枯竭之时。特别是作为当前世界能源支柱的油气资源更是有限，由于过快的采掘和惊人的浪费，在可见的未来岁月中，就将逐渐枯竭了。相反，水力、风力等资源则是年年再生，长用长新，不会因人类的利用而日益减少，因此称为再生能源。再生能源与消耗性的化石燃料资源的区别不仅在于它的永不枯竭，而且还在于：再生能源如果不加利用就即消逝，不比石油和煤炭埋在地下，不会消失。这个问题在第三章中还要解释。我们在这里只简单举个例子：流经长江三峡的江水，如不加利用，就相当于每年有 5000 万 t 原煤或 2500 万 t 原油白白流入大海。如果 50 年不加利用，消逝的能源就相当

① 对于煤的利用，发达国家绝大部分用来发电，如美国发电用煤比重达 80% 以上。

于 25 亿吨原煤或十多亿吨原油！

二、中国的能源分布

工业革命以后，人类对能源需求急剧增长。一段时期内，人们认为能源像空气和水一样是取之不尽，用之不竭的，就无情地向自然界索取，特别是发达的资本主义国家对能源进行掠夺性的开采和肆意浪费。其后果，不仅导致了世界能源危机，而且严重地破坏了生态、污染了环境。本世纪 50 年代以来，能源才被作为重大问题进行系统的研究。一些大国都在最高层次对能源战略和政策措施进行全面、宏观和长期的分析考虑。

在这本小册子中当然不可能讨论世界能源问题，我们只简单考察一下中国的能源情况。中国的能源蕴藏量丰富吗？答案似乎是肯定的：中国煤的探明储量（在垂深 2000 m 以内）近 9000 亿 t^①、石油的地质储量为 787 亿 t、水力资源更独步全球，理论蕴藏量为 6.8 亿 kW，年发电量可达 5.9 万亿 kW·h。但是必须注意，已精查落实的煤和石油储量仅占探明储量或地质储量的很小部分，而且由于技术或其它原因也不能全部利用。以煤为

① 预测远景地质储量尚有 4 万多亿吨。