

# 美国的小水电建设与发展

杨松甫

(西北农业大学水利系)

## 摘 要

本文从开发利用小水电的历史演变过程和小水电的潜能与发展前景以及对发展小水电政策等方面对美国小水电的建设进行了综述, 以期为我国小水电建设提供参考。

**关键词:** 美国小水电; 装机容量

## 1 美国开发利用小水电的历史演变过程

美国于1882年在威斯康辛州福克斯河上修建了第一座水电站, 其装机容量为12.5千瓦<sup>[1]</sup>, 1902年开始开发西北干旱地区发展农业, 在修建灌溉工程的同时, 结合修建水电站。但其规模均为小型孤立的, 只能向局部地区供电。以后, 随着科学技术和生产水平的不断提高, 水电站规模逐渐向大中型方向发展。大中型水电站的出现, 使大电网逐渐联成体系, 机组运转使用自动化控制, 管理出现高度集中。这样, 大中型水电站在经济上比小水电要有利得多。于是在美国出现了, 凡是电网到达的地方, 原来的小水电被改造或者被淘汰。而小水电只能建设在电网达不到的地区或偏僻山区, 数量大减。

美国在廿世纪四十年代以前, 全国有五十多家工厂制造小型水电站机组设备, 后来随着水电站规模不断扩大, 使这些工厂逐步改行、淘汰而不断减少, 最后仅剩下一家制造小水电站设备的工厂。美国在1930~1970年间关闭了3009座小水电站<sup>[1]</sup>。

近些年来, 随着一次能源资源消耗量的急剧增加, 使得矿物燃料的开采一年比一年困难和昂贵。由于那些经济可行而且环境适宜的大型水电站在美国早已开发, 而目前所建电站基建投资甚高, 环境保护问题比较复杂, 以及规划、设计、审批、建设等工作要花费很长时间, 因而使大型水电站的前述优点已不是那么显著了, 于是, 美国对开发利用小河流发电问题, 又重新开始引起注意, 转而开发过去曾认为是不经济的小水电和低水头水电站, 而且将作为今后一种比较经济可行的方案。美国目前不仅对小河流发电问题特别重视, 同时对回收和开发象灌溉渠道上的跌水、分水节制闸和退水闸上的微小水能也很感兴趣。他们将已退出运行的3009座小水电站进行调查研究, 准备提出将其中的2100座总装机容量约130万千瓦的小水电站投入运行, 而且还准备利用现有坝和水库以及其它水利设施的水能资源以发展小水电和微型水电站。美国能源部已研究制定了微

本文于1986年3月10日收到。

型水电站标准设计的纲要,作为发展小水电的技术文件。

## 2 美国小水电的潜能与发展前景

美国是一个多河流的国家,但是分布很不均匀,象美国西北部的五个州和阿拉斯加地区,水能资源约占全国50个州的70%以上<sup>[2]</sup>。东部水能资源则较少。美国开发水电初期主要是在东部,该地区水能资源至目前的利用程度已达60~70%,如田纳西河流域水能资源利用程度已达87%。但就全国而言,其水能资源利用程度的平均值仅为40%<sup>[3]</sup>。而在尚未开发利用的水能资源中据美国动力委员会估计,主要分布在一些较小的河流上。又据美国陆军工程师团对已建成的防洪、灌溉等非动力用的大坝调查表明:在美国已建成的5万座大坝中有1.95万座大坝可增加装机1000~15000千瓦的小型水轮机组,其总容量可达2660万千瓦。如果对现有的小水电站加大容量,还可以再增加1080万千瓦,两项合计3740万千瓦,相当于美国1977年水电总装机容量6950万千瓦的54%。

美国对当代水平的小水电,在能源发展中的作用,特别是对农村能源中的作用曾进行过全面的分析与研究,于1977年第一次对此问题作了详细简述,认为开发水力资源的最简便途径之一就是发展小水电。因此,它适宜于边远山区、山区岛屿和交通困难地区的工农业(特别是农业)及公共事业需要的电气化。1985年,美国小水电装机达到150万千瓦,预计到2020年前将达到5000万千瓦,从而每年可以节约液体燃料约6500万吨左右<sup>[2]</sup>。这将大大减少在电能生产中有有机燃料的消耗。预测届时美国小水电的容量远景可达到所有运行水电站容量的一半。

美国政府除了积极开发容量为500千瓦以上的小水电外,为了充分利用水力资源,在美国还专门组织力量,开展关于评价容量 $\leq 100$ 千瓦的微型水电站发展前景的课题。通过研究认为,这些微型水电站向小用户(多数是农村或公用生活用电单位)的孤立地区供电。对于一个100千瓦的水电站,当功率因数为0.5,在用电高峰时,每一户平均用峰荷电2.5千瓦,加权平均值为1.4千瓦,则可保证约40户用电。如果水电站与输电网平行运行,则供电户数还可以增加。如果用水电站作为替代能源,代替柴油发电机,根据阿利亚斯克经验,一个100千瓦的水电站一年可节约378.5吨液体燃料<sup>[2]</sup>。从总体看,美国各州都有条件编制经济的水电站设计,而效率最高的是高水头小型水电站。

## 3 美国政府对发展小水电的政策

美国是目前世界上耗能最多的国家之一,1980年美国人均用电量达10350度,为了节约矿物燃料能源资源,美国政府从70年代中期开始召开了一系列的国际国内小水电会议,颁布了一系列的法令和 policy,鼓励和扶持本国的小水电事业的发展,并积极组织人力开展小水电建设的研究工作。

1977-1979年美国政府对如何利用现有水坝和水库发展小水电方面加强研究,例如由陆军工程师团对全国49000余座已建成的非动力用的水利工程进行的调查研究<sup>[4]</sup>,在调查研究的基础上和内务部悬务局(现称水和动力资源局)联合编写出版了“加快小水电的可行性研究”报告和“低水头小水电的评价”等文章,并于1979年由陆军工程师团等单位联合组织召开了“水电79”国际讨论会,明确以小水电为会议主题,自称为第

一次国际小水电会议,促使人们重新估价过去被认为是不经济的小水电。继此次会议之后,美国又在1981年和1983年连续召开“水电81”和“水电83”两次水电会议,小水电在这两次会议中也都占有较大的比重。与此同时,美国全国农村电气化合作协会也于1979、1981和1982年分别在南美洲的厄瓜多尔,东南亚的泰国和非洲的象牙海岸等地国家组织召开了三次地区性小水电开发讨论会<sup>[4]</sup>,从上述一系列的会议,可反映出美国目前对小水电开发利用研究的重视程度。

美国政府从政策和法令上对开发小水电加以保证:

(1) 1978年美国通过了一项关于加速开发利用小水电资源法案,规定在1978~1981年三年间每年拨款1亿美元作为小水电低息建设贷款,由联邦政府协调并在财政上给予支持。美国能源部于1979~1983年间资助修建了八个低水头的示范性小水电(造价为663~2571美元/千瓦)。美国公共设施管理政策法中还规定:公用事业必须从小的、私人所有的发电机组购买电能,输送进入它的系统中,而且价格要给予照顾,小水电可以按季节性电能和可靠出力两种方式计划,以促进小水电供电的可靠性。

(2) 为了对小水电开发工作的领导,成立了若干个小水电建设公司,专门研究和解决小水电开发的可行性问题以及在小水电站建成后带来的环境和生态保护等问题,并承担小水电建设的技术设计工作。

(3) 改变复杂的审批手续,缩短审批时间,下放审批权限,改进税收和贷款办法,以及改变折旧余额等以支持小水电的开发利用。美国政府为了促进小水电的发展,曾多次修改划分小水电的标准,最初确定5000千瓦以下的为小水电,1978年11月颁布的“美国公用事业管理政策法”中规定:装机容量15000千瓦以下的为小水电<sup>[6]</sup>;1980年7月又将小水电的装机容量定为30000千瓦以下。国家规定这种标准,与申请登记手续不同有关。凡小于5000千瓦以下的小水电可以不必申请登记<sup>[1]</sup>。

(4) 增拨小水电研究经费,加强开展小水电开发方式的可行性和建设技术的研究。美国政府很重视小水电开发利用可行性问题的研究,近几年组织有关技术部门、单位、工厂针对性的对小水电的建设技术问题开展研究。如美国能源部组织研制快装式微型水轮发电机组;美国艾利斯查默斯公司提出,在低水头水电站厂房中采用轴伸式贯流标准化机组和标准化厂房设计,为加速小水电开发创造条件;美国佛罗里达州BEC公司研究的小水电采用微型计算机控制,提高水电站运行的经济性等。以上都是在美国联邦政府能源部和各州地方政府的资助下进行的,美国联邦政府能源部已拨款500万美元,用作建设总容量为50万千瓦的小水电站研究费用。与此同时,美国政府对小水电工程建设资助费用高达25%,如在1979年,美国能源部对申报的27项工程中7项资助金额达420万美元之多。但是,还应该指出,由于美国在小水电设备生产上还不能满足生产需要,因而目前的生产费用较高,即小水电的单位千瓦投资高达500~2000美元/千瓦等,这样,导致小水电在经济上不合算;同时,由于机组设备生产费用高,工厂生产小水电设备费用高,生产厂家不乐意生产小水电设备,如美国的西屋公司曾出于上述原因,于1979年后停止了小水电设备的生产,而转向从国外进口设备的情况。该公司于1984年同我国机械进口公司签署了一项协议,订购了我国相当数量的小水电设备,这为我国中小型水电设备出口美国创造了一个良好的开端<sup>[9]</sup>。美国不仅从我国进口小水电设备,而且还和欧洲其

它国家发展联系。由于美国小水电的发展潜力非常大,美国国家水力公司的代表曾呼吁欧洲的小水电专家和厂商,在小水电方面将美国看成是发展中国家。

由于美国政府的重视和政策的鼓励,目前,美国各地已经发展起一大批小水电工程,这些工程的建成与投入运行,使人们对不烧油电厂的兴趣不断增加,仅在新英格兰,现在就有十一项装机为2000~2500千瓦和四十项装机2000千瓦以下,总装机容量接近10万千瓦的小水电投入运行。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 夏云翔译: 各国小水电发展概况, 《水利水电快报》, 1984( 6 ): 1—6。
- [ 2 ] 《水力发电》杂志编辑部编: 《国外水电建设情况选编》, 《水力发电》丛书之一, 1983年: 9—15, 227—230, 238—239。
- [ 3 ] 电力工业部科技情报研究所: 1978年国外电力统计手册( 第三册), 1981: 4。
- [ 4 ] 程学敏: 世界小水电发展的趋势, 《小水电通讯》, 1984( 3 ): 13—21。
- [ 5 ] 傅敬熙摘译: 美国在现有水利设施上开发小水电的评价方法, 《小水电通讯》, 1986( 4 )。
- [ 6 ] 水电部农水司水电处编: 美国小水电, 《国际小水电会议文集》, 水利出版社, 1982: 335—370。
- [ 7 ] 傅敬熙: 国际小水电技术新信息, 《小水电通讯》, 1984( 3 ): 22—27。
- [ 8 ] 廉嘉才: 观察国际小水电动态的两个重要窗口, 《小水电通讯》, 1985( 3 ): 38—41。
- [ 9 ] Warnick C.C.: Hydro Potential at Irrigation Schemes. *Water Power and Dam Construction*, 1979, 31( 4 ): 41—44。
- [ 10 ] Feb March: problems and benefits of small scale hydro I—II, *Water Power and Dam Construction*, 1983, 35(2): 46—49, 35(3): 49—54。
- [ 11 ] Hamm, H.W.: *Low Cost Development of Small Water Power Sites*, VITA. Maryland, 1967: 125—124。

# THE PCONSTRUCTION AND DEVELOPMENT OF SMALL HYDROELECERIC STATIONS IN THE UNITED STATES

Yang Songpu

(*Department of Water Consernancy, Northwestern Agricultural Uuiversity*)

## Abstract

This paper deals comprehensively with the construction of small hydroelectric stations in the United States from the historical evolution process of development and utilization, potential energy, future developing prospect and policies of small hydroelectric stations so as to provide some important references of the construction of small hydroelectric stations in China.

**Key Words:** small hydroelectric stations in the United States; installed plant capacity

## 《中国农业文摘——土壤肥料》征订启事

《中国农业文摘——土壤肥料》经国家科委中国科技情报编译出版委员会批准发行, 1985年创刊, 北京市期刊登记证第1191号, 双月刊, 16开本, 每期72页, 定价1·50元, 全年·6期9 00元。由中国农业科学院科技情报所主办。

主要内容: 以“全、便、快”的编辑方针, 及时广泛地从全国4 00多种刊物(包括台湾省刊)上遴选收录了您需要的土壤肥料研究的进展, 水平和动态等信息。集中报道: 土壤资源评价与利用的国策大计、原则、条件; 土壤肥料科学的基础理论知识及其生产实践经验; 土壤环境保护, 改良防治; 肥料新品种, 施肥技术及经济效益; 土壤农化分析和土壤调查的新仪器、新方法、新技术等17个方面的学术论文, 研究实(试)验报告、综述、会议文献。

**读者对象:** 科技人员、院校师生、土肥所(站)以及农村工作者、专业户。

**订阅办法:** 可直接将款汇至北京西郊白石桥路30号中国农业科学院科技情报所发行组, 或来函索取订单。邮汇、信汇均可。开户银行: 北京工商银行、魏公村分理处。

帐号: 0201-11。务必写清刊物名称、份数、收件人姓名、地址。