

童建栋

中国小水电

第三版



INTERNATIONAL NETWORK
ON SMALL HYDRO POWER

杂志社

TV7
8
1.1

童建栋

中国小水电

第三版

江苏工业学院图书馆
藏书章

INTERNATIONAL NETWORK
ON SMALL HYDRO POWER 杂志社

中国小水电

童建栋

153 × 249 毫米 24 开本 15 印张
1993 年 3 月第一版 1998 年 3 月第二版
2003 年 3 月第三版 2003 年 3 月杭州第一次印刷
印数 1-1000 册
ISBN 7—5630—0554—4/TV · 83 定价 60.00 元

原版前言

一九八一年，我们这批十年动乱后入学的第一届研究生就要毕业了，在重新走上工作岗位之前，我们都面临着新的选择。根据宁缺毋滥的原则，当时的研究生数量很少，而且由于十年动乱的耽误，大家都有强烈的使命感和紧迫感。为了实现老一辈革命家的遗愿，为了实现四个现代化，几乎人人都选择了科研教育单位，立志缩小与国外先进水平的差距，把过去耽误的时间夺回来。

对于一个对未来充满希望的人来说，任何选择首先便会想到的是国家的利益。但是，我当时却选择了被人们认为是最不需要技术的小水电行业，以至于不少同学还为我惋惜。作为当时班内最年轻的几个研究生之一，人们觉得我应该去从事科研工作，攀登科学高峰。但是我却感到了自己基础理论的不足，觉得很难完成一流水平的成果，最多只能做做二、三流的工作。此外，由于在十年动乱中当了十年工人，在水电建设工地蹲了十年，指点江山，规划河川，当年的情景一直是历历在目，总觉得心愿未了，也总觉得自己的岗位就在那里。至今，快二十年过去了，我为自己的选择始终是无怨无悔。

事实上，小水电是一个令人十分神秘的行业。小水电属于电力行业，但它与大水电却有着本质的不同，无论在规划、开发、政策方面，还是在技术上，小水电都有独特的创造。小水电常被人们看作为一个无需什么技术、或是只需过去几十年过时技术的行业，但是哪怕今天在大水电中很容易实施的技术，在小水电站却往往做不到，因为小水电要求造价低廉，要求象家用电器那样具有简单可靠的技术。这些技术要求至今还使全球一流的水电专家们牵肠挂肚，难以下手解决。其实小水电还不单单涉及到农村供电问题，在小水电扶贫、环境保护、提高人们的精神和物质生活、促进农村综合开发和全面发展等方面，小水电开发是一项促进农村可持续发展的伟大事业。它在我们中国发

展得如火如荼，几十年来长盛不衰，成了我国广大山区农村人民的传家宝。一个行业发展能到如此境界，也实在是难能可贵的了。

由于我国百万小水电建设者们的实践，中国小水电的经验实在是太丰富了。可以说每一个电站都有可歌可泣的故事，每一个电气化县都有自己的创造。若要将它都总结出来，那简直是异想天开。因此，本书所能叙述的只是中国小水电的很少的一部分实践，加上成书匆忙，多有错误不当之处，亟待读者指正。希望以此向那些默默无闻地在偏远山区工作的同行们致敬，他们是可歌可泣的。

作者

一九九八年三月十八日 于杭州

目 录

原版前言

第一章 中国小水电发展概况	1
第一节 历史选择了小水电	1
1. 可歌可泣的发展历程	1
2. 中国小水电的新近发展	11
3. 实例研究: 永春的启示	18
4. 实例研究: 台湾早期的小水电建设	22
第二节 中国小水电的若干特点	26
1. 以县为基础的分散方式的管理体制	26
2. 对地方办电给予专门的优惠扶持政策	29
3. 多渠道筹措建设资金	30
4. 与中国式农村电气化建设紧密结合	33
5. 经济实用的小水电技术	35
6. 发展形成地方电网	38
7. 实例研究: 在小水电供电区建设地方电网	39
第二章 小水电是可持续发展的优质能源	44
第一节 中国的小水电资源	44
1. 小水电的定义和容量范围	44
2. 亟待开发的水能资源	48
3. 中国小水电资源分布及特点	52
第二节 小水电是农村重要能源	56
1. 小水电是能源回报率最高的优质能源	56
2. 小水电是技术成熟的清洁能源	58
3. 小水电是当地可自建自管自用的廉价能源	61
第三节 小水电供电区内的农村电力市场	66

1.我国农村用电状况及特点	66
2.适合农村特点的电力市场	74
3.实例研究: 郴州基地小水电及地方电网建设 ..	77
第三章 以小水电为主的农村电气化建设	86
第一节 中国式的农村电气化建设	86
1.初级农村电气化试点县完成情况	86
2.农村电气化建设的方针政策	90
3.农村电气化建设的效果与经验	93
4.实例研究: 山乡不愁明月尽	97
第二节 送电到乡的光明工程	105
1.无电人口集中地区社会进步的需要	105
2.贫困山区经济发展的动力	107
3.实例研究: 送小水电到雪域圣地	109
第三节 以小水电代燃料的生态工程	113
1.环境问题促进了生态小水电站的发展	113
2.实现农村能源结构清洁化	117
3.实例研究: 张掖基地以小水电代燃料工程规划 ·	120
4.实例研究: 小水电保护了大熊猫的故乡	127
第四节 参与市场竞争的独立小水电站建设	128
1.电力体制改革促进了独立小水电站建设	128
2.发展独立电厂是传统小水电的历史机遇	130
3.实例研究: 机制创新推动了大电网覆盖区内的 小水电建设	132
4.实例研究: “三自”方针诞生地的投资体制改革	134
第四章 小水电的规划和开发	137
第一节 小河梯级开发和电气化规划	137
1.小流域梯级开发规划	137
2.小河跨流域开发规划	138

	3.以小水电为主的农村电气化规划	141
	4.实例研究: 舞阳河梯级水电开发	145
第二节	小水电的勘测设计工作	149
	1.勘测设计阶段的特点	149
	2.项目审批与工程建设程序	151
	3.小水电建设项目的评估	153
	4.实例研究:地方设计单位的能力建设	160
第三节	发展小水电的政策和措施	161
	1.实行“自建、自管、自用”的方针	161
	2.实行地方为主,坚持自力更生的方针	162
	3.实行“建管统一”、“发供用统一”的政策	163
	4.处理好小水电和国家电网的关系	164
	5.多渠道筹措资金,实行“以电养电”政策	165
	6.重视科研和技术培训工作	166
	7.实例研究: 2545 个电站背后的故事	169
第五章	低成本的小水电技术	172
第一节	小水电行业技术特点	172
	1.小水电要有自己的专家和技术	172
	2.适合农村特点的小水电行业技术	174
	3.实例研究: 从一个县看中国特色的小水电开发	176
第二节	中国特色的小水电技术	180
	1.因地制宜的土建工程	180
	2.标准化的小水电设备	184
	3.机电新技术的应用	193
	4.自力更生制造设备	197
	5.实例研究: 一个偏远小厂是如何建起来的	205
第六章	小水电的运行和管理	208
第一节	加强小水电的行业管理	208

1.居安思危,增强小水电的生命力	208
2.重视小水电发展中存在的问题	211
3.实例研究:送电到乡项目的勘测设计工作 ...	213
第二节 提高小水电的综合效益	219
1.提高行业的管理水平	219
2.依靠地方电网提高小水电的可靠性	223
3.加强电站运行管理	225
4.进行设备的技术改造和更新	226
5.实例研究:在偏远山区大力发展小水电经济 ...	228
第三节 加强对小水电设备企业的管理	231
1.水电设备制造企业是小水电行业的一部分 ...	231
2.设备制造企业面临的外部环境	233
3.关注设备的质量、价格和服务	235
4.发挥中小水电设备企协的作用	236
第七章 为了小水电行业的国际化	237
第一节 小水电行业创新形成了新的国际市场	237
1.工业化国家出现了大量生态小水电站	237
2.发展中国家对小水电的需求持续增加	242
3.水电开发的战略转移使得国际市场竞争国内化 ·	244
第二节 树立中国小水电的著名品牌	249
1.中国的小水电现象赢得世界的关注	249
2.增强中国小水电行业的竞争能力	253
3.开展小水电的三方合作	255
第三节 成为国际小水电行业的总部	256
1.为世界人民服务	256
2.促进全球小水电发展的发展战略	262
3.实例研究:凝成的心血	267

第四节 利用多边合作渠道走出去	285
1.加强小水电行业走出去的能力建设	286
2.寻求国外小水电市场及需求	287
3.实现中国小水电行业走出去	289
4.实例研究:通过多边渠道去印度开发小水电 ..	293
 第八章 新时期小水电的行业创新	296
第一节 新时期的小水电建设	296
1.发展小水电是一种趋势	296
2.新时期小水电建设的主要任务	298
第二节 对小水电行业创新的期望	301
1.发展和完善小水电的行业理论	301
2.稳定和发展农村电力市场	303
3.在中国农村培育和发展小水电经济	306
参考文献	309

第一章 中国小水电发展概况

第一节 历史选择了小水电

1. 可歌可泣的发展历程

中国是世界上最早利用水力的国家之一。大约在公元前 206 年至公元 8 年的西汉王朝后期,中国就有了利用水力舂米的记载。但是,在近代中国的水力发电落在了世界的后面。十九世纪八十年代世界已开始把水力用来发电,但直到 1905 年 7 月,我国才在台湾省淡水河支流新店溪建成了龟山水电站,装机为 500KW,这是我国境内出现的最早的水电站。从辛亥革命前后到抗日战争爆发,中国大陆只建成了云南石龙坝、四川洞窝、西藏夺地等 6 个小水电站,总容量仅 2600 千瓦左右。

云南昆明市郊位于滇池出口螳螂川上的石龙坝水电站是在我国大陆最早兴建的水电站。该电站由云南地方上创议商办,交由德商礼和洋行承包设计和施工,由西门子洋行提供机组,于 1910 年 7 月开工,1912 年 4 月开始发电,最初安装两台 240 千瓦发电机组,以后陆续扩建,到解放前夕总装机容量为 2920 千瓦。

四川泸县附近的洞窝水电站,1923 年开工,1925 年发电。最初安装一台 175 千伏安水轮发电机组,继而兴建蓄水库,并增装第二台 300 千伏安机组,1943 年改建为两台 500 千瓦机组,至今仍在运行中,这是我国第一个自己设计施工兴建的小水电站。

西藏拉萨市郊的夺地水电站,也是我国较早兴建的一个水电站。1913 年西藏达赖十三世派人去英国学习发电技术,1923 年在印度订购了两台 125 马力水轮发电机组运回西藏,1928 年建成发电。由于设备质量低劣,管理不善,于 1944 年停止发电。

这样,一直到 1949 年,全国共建成各种大小水电站约 360 多兆瓦,

人均水电装机不到1瓦，年发电量约为12亿千瓦时，分别占世界第20、21位。其中500千瓦以下小水电只有52处，共5916千瓦。

新中国成立后，随着农业和农村水利建设的发展，小水电得到了很大的发展。早在五十年代制订的全国农业发展纲要就提出，“凡是能够发电的水利工程，应当尽可能地同时进行中小型的水电建设，以逐步解决农村用电要求”。为了推动小水电发展，1956年先后在四川、福建等地举办了技术培训班，还在四川、郑州召开了全国性会议，提出了“小型为主、服务生产为主、社办为主”的“三主”方针，同时提出了“土洋并举、发电与动力并举、大中小结合、小水电与国家电网供电相结合”等一套两条腿走路的方针。1958年为适应农业合作化发展的需要，还提出了每省抓五个县、一百个乡的电气化规划。这些方针、措施在当时起到了积极的推动作用。这样，从五十年代以来，全国各地结合兴建水利工程，建造了一批小型水电站。这个时期农村的办电能力小，用电水平低，小水电装机容量只限于500千瓦以下，平均每年发展只有15兆瓦左右。到1960年底，全国共建成小水电站8975座，总装机容量252兆瓦。那时小水电站容量都很小，平均每站装机容量仅28千瓦，而且大部分是孤立运行电站。但它为我国广大山区农村指出了多少年来梦寐以求的“点灯不用油、磨米不用手”的一个方向，人们称小水电为山区的“夜明珠”。

六十年代，是小水电的持续发展时期。1960年中央提出了“以农业为基础，以工业为主导”的发展国民经济的总方针，要求各行各业都要把工作重点转移到以农业为基础的轨道上来。1963年原水电部设立了农村电气化局，提出了农电发展要以“商品粮食基地为重点，排灌用电为中心，实现以大电网供电为主、电网和农村小水电站并举”的方针。小水电被纳入农电统一体系后，一方面有明确为生产服务的积极一面，同时也带来了很多消极因素。一是作为发展重点的粮食基地主要在沿海平原，而小水电资源主要在山区，不能很好结合。二是

强调了由大电网供电，忽视了地方电源的开发利用。由于国家大电网发展较快，开始向城市郊区和一部分农村延伸，在一定程度上取代了小水电。当时的小水电大多容量小、设备差、孤立运行，且没有自己的小电网。因此，在一段时期里，小水电站被废弃了一部分。“大电网一到，小电站砍掉”，挫伤了地方、群众办电的积极性，并出现了等电要电的依赖思想，小水电的发展速度有所下降。文化大革命中有些小电站停运、停产，六十年代发生的自然灾害和动荡也给小水电发展带来了很大困难。但由于工农业生产和人民生活的需要，农村小水电仍有一定发展，小水电站容量定义由 500 千瓦上升到 3000 千瓦，年平均装机约 58 兆瓦。

七十年代，是小水电大发展时期。由于大电网长期持续的缺电，人们总结了过去办电的经验教训，一是认识到只提出建设方向是不够的，还需要有扶持和保护小水电发展的政策。二是广大农村只靠国家给电、大电网送电是不够的，应该强调自力更生开发当地水力资源。1969 年 10 月，国务院领导同志亲自参加主持，在福建永春县召开了全国小水电现场会，总结推广了永春县自力更生兴建小水电站的经验。会后及时地制定了一系列扶持政策，包括在建设上发动县、社、队三级办电，实行“谁建、谁管、归谁所有”的政策；规划上提出了“从山区到平原，从网外到网内，充分利用当地水力资源兴建小水电，实行治水办电相结合”的办法；资金上实行以电养电，国家补助 20%（每千瓦 150 元）；在主机设备供货方面，取消国家统配办法，实行各省自产留用、国家补助主要原材料的办法；在管理体制上实行“建设和管理统一”、“发电和供电统一”，保护各级办电者的利益；同时，还在大小电网关系上制订了保护小水电供电区的并网办法。由于这些政策的实施，调动了地方、群众的办电积极性，使小水电有了大发展。七十年代的小水电容量定义范围上升到 12 兆瓦，年平均装机 580 兆瓦。当时，发展最多的 1979 年，新增装机达 1120 兆瓦。

八十年代，把小水电开发纳入了农村电气化建设计划。由于国内外形势发展的需要，党的十一届三中全会提出了以经济建设为中心的方针，并把农业和能源建设列为发展重点。同时，国际上也出现了世界性能源危机，小水电作为可再生能源引起各国关注，加上我国小水电本身已具有相当规模，在很多县形成了地方电网。在此形势下党中央、国务院于1982年11月提出在有小水电资源的地区首先建设一百个具有中国特色的初级电气化试点县计划，争取到1990年建成。国务院发了文件，批准了一百个电气化试点县名单，决定每年补助一亿元资金用于初级电气化县建设。经过几年的努力，电气化试点进展很快，到1988年底已有48个县提前达到标准、验收合格。到1990年底，第一批有109个县通过验收达到了农村初级电气化县标准，超额完成了任务。实践证明中国以小水电为主实现农村初级电气化的试点是成功的。

随着电气化县建设的发展，小水电行业本身也发生了很大的变化。如单站容量不断扩大，骨干电站越来越多，容量范围由12兆瓦上升到25兆瓦。不少地方都形成了地方电网，当时约有78%的容量并网运行，改变了过去分散孤立供电的缺陷，并发展到县级电网统一调度。此外，在很多梯级电站上游又补建了水库，提高了调节能力。而且，管理体制和电站装备不断完善，一般都成立了地方电力公司，效益不断提高。到1988年底，全国小水电装机达到11790兆瓦，年发电量316亿千瓦时，拥有高压输电线路68.36万公里，低压线152万公里，变压器总容量4441.3万千伏安，全国有717个县主要靠小水电供电。随着小水电装机和地方电网的不断发展，我国小水电也形成了独具自身业务特点的一个新的行业。从规划到建设、从科研到培训、从运行到管理，都与传统的电力行业有了很大的区别。从事小水电业务的职工达到45.7万人，其中技术人员3.44万人，全行业固定资产约200亿元，由部、省、县（站、网）对本系统实行行业管理。

九十年代，是小水电事业进一步深入发展的时期。在改革开放新形势的推动下，地方经济有了飞跃发展，促进了我国小水电在发展规划、经营管理、科技进步和方针政策等方面进一步得到了较大发展。其主要特点是在继续大力发展小水电的基础上，重点兴建了中型骨干电站，装机容量由 25 兆瓦发展到 50 兆瓦，由单站开发发展到对整个流域实行梯级滚动开发，并在完善各县小电网的基础上，开始发展跨县的区域电网。电网的电压等级普遍由 35 千伏升为 110 千伏，有的区域电网还兴建了 220 千伏输变电工程。同时，在总结第一批 109 个电气化县试点经验的基础上继续建成了第二批 208 个电气化县，并于 1995 年开始实施第三批以小水电开发为主的 300 个电气化县建设计划，进一步提高农村用电标准和用电普及程度。在管理上推行股份制，一些地区以区域电网建设和流域开发为基础，建立了一批以产权联结及生产经营协作作为主要纽带、具有多层次结构的、以母子公司为主体的区域电力集团、流域开发集团，集资办电，转换机制，发挥群体优势，实现优势互补，发展巩固小水电行业。

随着中小水电的发展，由水利系统管理的地方电网也得到不断的发展和完善。当时水利系统负责供电和管理的县有 754 个，拥有 10 千伏以上高压线路 87.8 万公里，其中 35 千伏线路 9.7 万公里，110 千伏线路 2.0 万公里。35 千伏以上变电站 4503 处，变压器容量 2908 万千伏安，其中 35 千伏变电站 4078 处、1703 万千伏安，110 千伏变电站 425 处、1025 万千伏安，并形成了县级地方电网约 800 个，跨县区域电网 43 个。

此外，为提高地方电网的供电可靠性，增加枯水期出力，水利系统还利用当地小煤矿，建设中小火电厂 360 处，装机 2416 兆瓦；同时建小型风力发电站 3035 处，装机 8.8 兆瓦；利用其它能源建电站 1216 处，装机 226.5 兆瓦，与小水电配合运行。

到 1996 年底，全国水利系统共有各种电源装机 24295 兆瓦。其中

水电装机 21643 兆瓦，包括大型两处，装机 1225 兆瓦；中型 21 处，1217 兆瓦；小型 45174 处，装机 19201 兆瓦，占可开发资源的 24.3%。全国水利系统已有 8 个省、区小水电装机容量超过千兆瓦，三个省超过 2000 兆瓦，其中四川 3018 兆瓦，广东 2552 兆瓦，福建 2014 兆瓦。小水电年发电量达到了 620 亿千瓦时，其中四川最多，有 141 亿千瓦时。此外，有 173 个县的小水电年发电量超过了 1 亿千瓦时，最多的是广东阳山县，有小水电装机 115.6 兆瓦，年发电量 5.0 亿千瓦时，水电的年平均利用小时为 4459 小时。当时，全国建有小水电的县共达到了 1576 个，其中占全国国土面积的 48% 的 754 个县的约 2.80 亿人口主要靠小水电供电，小水电在促进我国农村的发展中起到了很大的作用。

但是，世纪之交，对我国小水电供电区的地方电力系统来说，并不是一个轻松的年代。很多农村电气化县被“代管”，造成了农村电力系统的大动荡，电网由水利部门管理的县迅速下降到 566 个左右，第三批农村初级电气化县建设也面临着完不成任务的危险。这期间，最意义深远的一件事是我国大部分以小水电供电为主的农村电气化县都生存下来了。一大批献身于农村电气化事业的志愿者们，他们以高度的责任感和经验，根据我国长期以来的农村政策，高举反垄断的旗帜，令人惊奇地战胜了各种干扰，真是难能可贵！

从历史上看，我国地方电力系统是依靠当地政府和人民的力量逐步发展起来的。几十年来，他们默默无闻地在偏远山区工作，他们对昔日无电的日子记忆犹新，对国家的农村电气化政策心存感激，对于近年来出现的“代管”、“一县一公司”等做法他们毫无思想准备，对于外来公司的垄断行为感到困惑和不解。他们往往漠视别人的种种责难，只希望能继承和发展由当地政府和他们的父兄以工代赈、历经艰辛创立起来的农村电力系统的资产和供电区，继续把电力和光明带给他们的乡亲。随着农电体制改革的发展，使他们高兴的是上级及时批

准了农村水电及电气化发展局的成立，它满足了我国农村电气化事业继续发展的最基本的条件和最低要求，增强了地方电力系统的凝聚力。从此，小水电在新的历史时期得到了进一步的发展。

这期间，在我国小水电行业中还发生了一件振奋人心的大事，那就是国际小水电网的成立。国际小水电网是由联合国开发计划署、联合国工业发展组织、我国水利部及对外贸易和经济合作部共同发起成立的国际组织，是一个由各区域、各国政府、各有关公用事业单位及企业按自愿原则建立起来的以社会效益为主的国际小水电建设的协调促进机构。1994年12月12日，23个国家和国际组织的代表在杭州签署《杭州宣言》，标志着国际小水电网的正式成立，国际小水电中心作为国际小水电网的总部同时揭牌成立。鉴于中国在发展小水电方面所取得的巨大成就，会议决定网的总部设在中国杭州市。当时的国务院副总理邹家华还专门为中心的成立题词“办好国际小水电中心，为世界人民服务”。

1999年2月经国务院领导批准，中国政府正式同意成为国际小水电网的东道国，我国政府在西子湖畔投资建设了一座面积为3000多平方米的办公楼。2000年3月，经中央编制委员会批准，中心对国内为具备独立法人资格的事业单位，实行由水利部和外经贸部共管、以水利部为主的管理体制。2000年12月由联合国工发组织与我国政府签订协议，建立了联合国工业发展组织国际小水电中心。

中心建设创造了发展中国家、发达国家和国际组织间三方合作的南南合作新模式，发扬了满怀理想、勤奋工作、艰苦创业的国际中心精神。这是中国政府遵循邓小平先生的倡导，发动中国人民建设小水电的又一光辉成果，是世界小水电发展史上一个新的里程碑。中心的宗旨在于通过三方技术和经济合作，促进全球小水电事业的发展，从而为发展中国家广大的农村地区提供清洁、廉价和足量的能源，增加农村就业机会，改善生态环境，扶贫并改善农村的物质和精神生活，