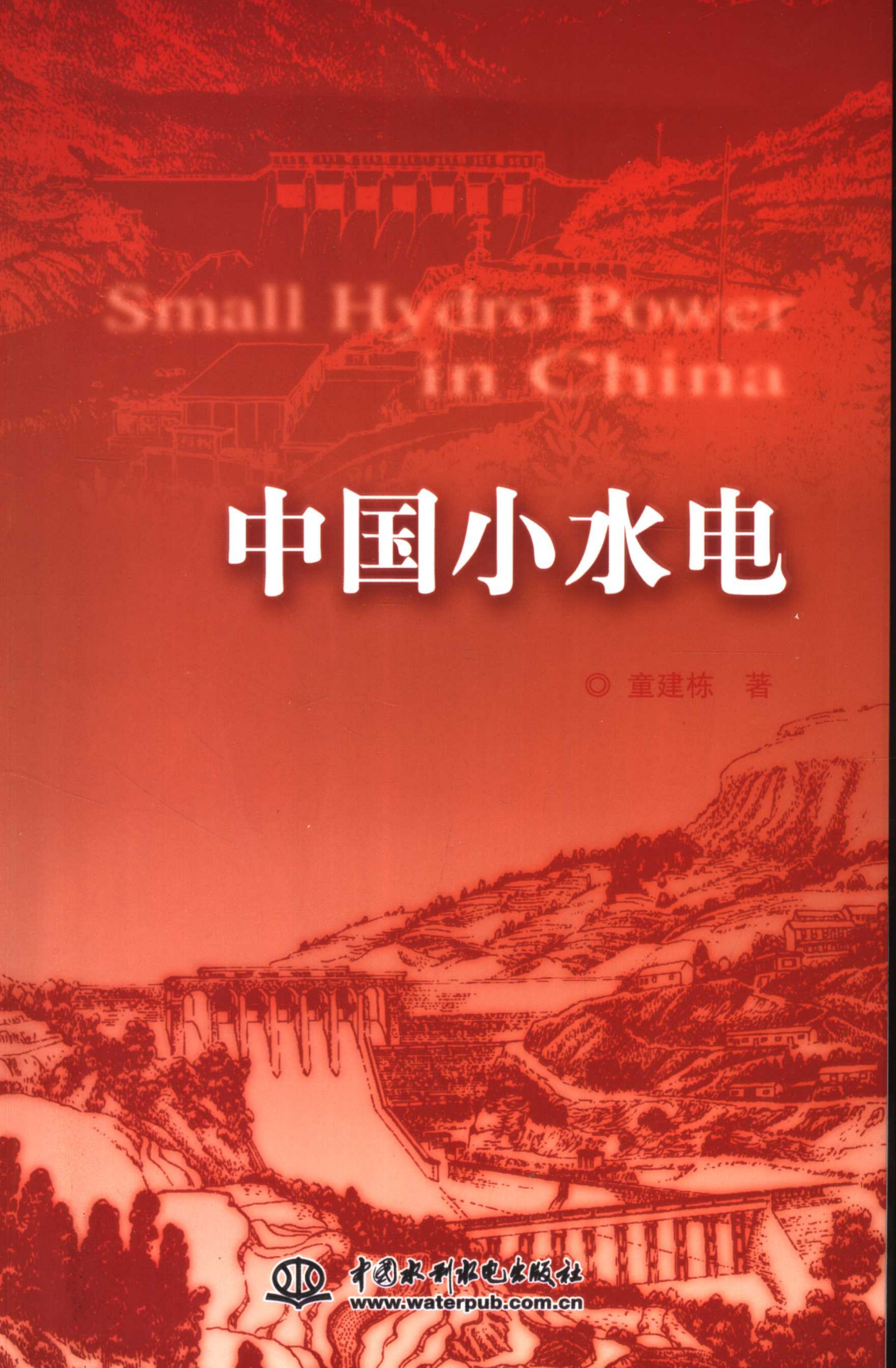




Small Hydro Power
in China

中国小水电

◎ 童建栋 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

Small Hydro Power
in China

中国小水电

◎ 童建栋 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书回顾了中国小水电 100 年来的发展情况；围绕与小水电资源开发利用相关的规划、建设、管理、经营等问题作了全面的介绍；就全球气候变化和竞争性电力市场背景下如何发挥小水电的社会和环境效益，如何提升小水电行业的整体竞争力，用国内外的数据和实例进行了阐述。

本书适于从事小水电建设、管理和经营的人员使用，也可供相关行业的人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国小水电/童建栋著. —北京：中国水利水电出版社，2006

ISBN 7-5084-3527-3

I. 中... II. 童... III. 水力发电站，小型—研究—中国 IV. TV742

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 001455 号

书 名	中国小水电
作 者	童建栋 著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京密云红光印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 18.75 印张 227 千字
版 次	2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—2500 册
定 价	50.00 元

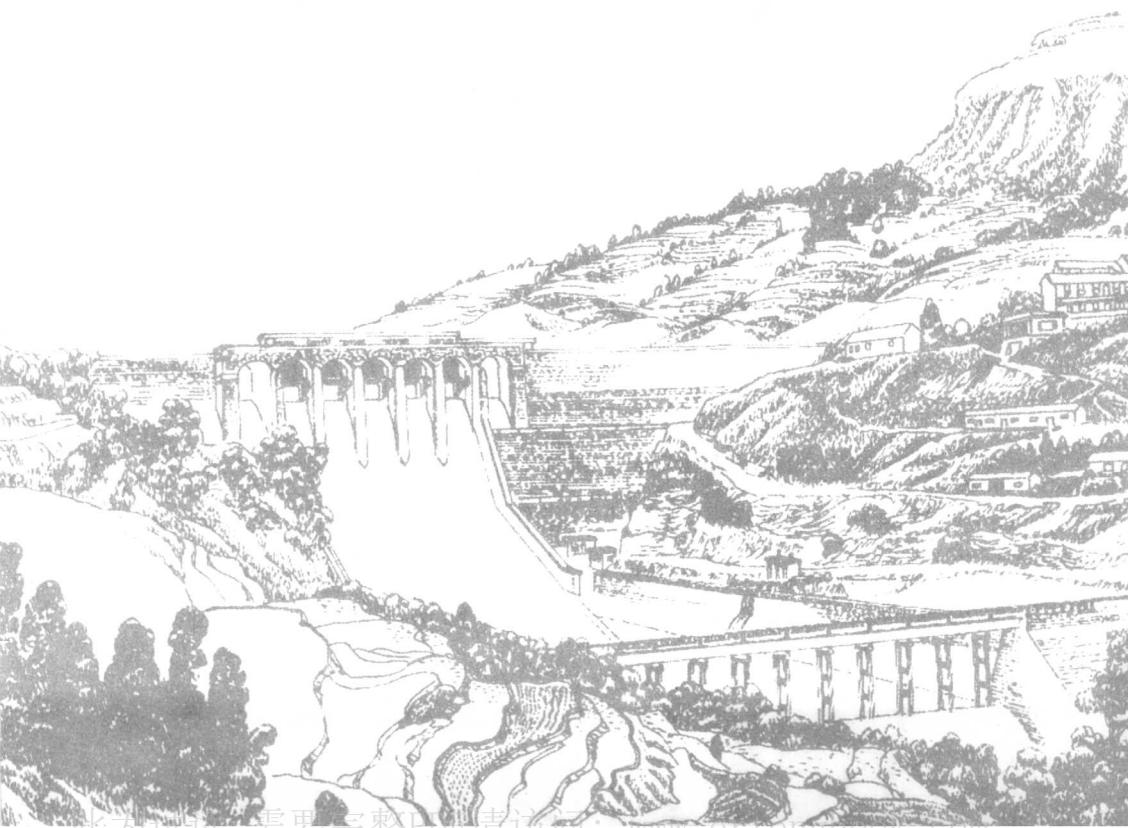
凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究



童建栋,男,1947年8月生,浙江余姚人,教授级高工。曾先后参与刘家峡、映秀湾、渔子溪、龚嘴、石泉、观音峡、溪口等电站的建设及全国农村电气化建设,撰写论文163篇、专译著16部。现任国际小水电中心主任。

谨以此书纪念中国小水电诞生100周年



前言

1981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，以致于不少同学还为我惋惜。作为当时班内最年轻的几名研究生之一，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，最多只能做做一些工程的技术工作。此外，由于在“十年动乱”中当了10年工人，在水电建设工地蹲了10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25年过去了，我为自己的选择始终是无怨无悔。

事实上，小水电是一个十分值得人们为之去付出毕生精力的行业。小水电属于电力行业，但它与大水电却有着很大的区别，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，因为小水电不可能按大水电“缩小了的”行业理论去发展，它还要求造价低廉，要求像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。其实小水电还不仅仅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、促进农村社会可持续发展等方面，小水电开发也是一项富有意义的事业。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。一个行业能发展到如此境界，也实在是难能可贵的了。

小水电也是一个使我十分难舍的事业。我是在一个没有电的山村长大的，我认为在我生活中最美好的日子之一，就是大约在1956年的那一天，我的家乡用上了电。后来我知道村里的电是从一条水渠上的水电站发出来的，电站的水轮机是请了一位市工用铁市结构做成的。从此，人们逐渐用上了电灯、电视、电饭锅、电冰箱、洗衣机，以及那些以电为动力的机械等等。农民们不再沿袭着日出而作、日落而息的生活方式，妇女们摆脱了市柴和洗衣板，孩子们不用再在昏暗的油灯下看书，腌制食品不再仅仅是为了保存……小水电就那么简单地改变了我们的生活方式，它使我是如此的刻骨铭心，终身难忘。

令人欣慰的是由于小水电的存在，今天无论是你还是我，如果去我国绝大多数可居住的乡村，都能够在那里找到可靠的电力服务，能够在那里定居、工作或者是休息看电视，它使得我们在住处选择时，消除了那里是否有电力供应的顾虑，这种无顾虑的选择使得全国人民都得益。我为自己一生能从事这一行业，并为此做过一些工作而感到欣慰。

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。10年前由于对外交流的需要，人们希望能把中国小水电的经验记载下来，我尝试着写了这个本子，并在内部重印了3次。这次为了纪念中国小水电诞生100周年，应出版社之约经修改后公开出版，但成书匆忙，仍多有错误和不当之处，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

2005年8月4日于杭州

目录

前言

第一章 中国小水电发展概况	1
第一节 百年小水电与中国	1
第二节 可歌可泣的发展历程	10
一、历史选择了小水电	10
二、中国小水电的新近发展	18
三、实例研究：永春的启示	22
四、实例研究：台湾早期的小水电建设	25
第三节 一项可持续发展的能源政策	28
一、水电开发面临着新的战略转移	28
二、中国发展小水电的主要做法和经验	29
三、新时期小水电建设的主要任务	33
四、实例研究：分散方式办电	36
第二章 小型水能资源	40
第一节 中国的小水电资源	40
一、小水电的定义和分类	40
二、中国小水电资源的分布及特点	44
第二节 小水电是优质清洁能源	47
一、小水电是能源回报率最高的优质能源	47
二、小水电是技术成熟的清洁能源	50

三、小水电是地方可自建自管自用的廉价能源	53
第三章 小水电的规划和开发	56
第一节 小河梯级开发和电气化规划	56
一、小流域梯级开发规划	56
二、小河跨流域开发规划	57
三、以小水电为主的农村电气化规划	59
第二节 小水电的勘测设计	61
一、勘测设计阶段的特点	61
二、工程开发建设程序	64
三、小水电建设项目评估	65
第三节 发展小水电的政策和措施	71
一、实行“自建、自管、自用”的方针	71
二、实行地方为主、坚持自力更生的方针	72
三、实行“建管统一”、“发供用电统一”的政策	73
四、处理好小水电和大电网的关系	74
五、多渠道筹措资金, 实行“以电养电”政策	75
六、重视科研和技术培训工作	76
第四章 以地方为主的小水电建设	80
第一节 中国式的农村电气化	80
一、初级农村电气化试点县完成情况	80
二、农村电气化建设的方针政策	85
三、农村电气化建设的效果与经验	88
四、实例研究: 一个山区县的初级农村电气化建设	92
第二节 送电到乡的光明工程	95
一、无电人口集中地区社会进步的需要	95
二、贫困山区经济发展的动力	97
三、实例研究: 送小水电到雪域圣地	99
第三节 小水电供电区内的农村电力市场	101
一、小水电供电区内地方电网建设	101
二、中国农村用电状况及特点	104
三、实例研究: 郴州基地的地方电网建设	107

第五章 在竞争性市场中的小水电建设	111
第一节 水能资源的统一管理	111
一、水能资源的特点	111
二、实行水能资源统一管理	113
三、水能资源开发管理的要求	114
第二节 参与市场竞争的独立小水电站建设	118
一、独立电力项目成功的关键	118
二、电力体制改革促进了独立小水电站建设	123
三、发展独立电厂是传统小水电的历史机遇	124
四、以地方为主的集资办电	127
第三节 提高小水电的市场竞争力	130
一、发展小水电是一种趋势	130
二、政策是小水电持续发展的火车头	133
三、培育中国式的农村电力市场	135
四、推动大电网覆盖区内的小水电建设	136
五、把山区的资源优势变为地方的产业优势	138
六、小水电使山区贫困县变成了经济强县	139
第四节 打破传统电力行业的垄断	141
一、电力体制改革的关键在于打破垄断	141
二、理顺电力垄断行业部门与全局的关系	143
三、地方电力成为打破电力行业垄断的主要力量	149
四、实例研究：美国农电合作社是如何工作的	152
第六章 山区生态型小水电建设	158
第一节 小水电代燃料生态工程	158
一、环境问题促进了生态小水电站的发展	158
二、实现农村能源结构清洁化	161
三、实例研究：小水电保护了大熊猫的故乡	163
第二节 推行排放量配额制	164
一、全球气候变化和排放交易	164
二、《京都议定书》确定的机制和商业机遇	168
三、排放交易的基本原则	170

四、排放交易体系的执行和市场途径	172
五、实例研究：实现清洁发展机制下的双赢	176
第三节 发展山区小水电经济	177
一、小水电的生命力在于长入当地经济	177
二、小水电改变了农村生活方式	180
三、实例研究：一个贫困山区是如何以小水电兴乡的	185
第七章 低成本的小水电技术	187
第一节 自成体系的小水电行业技术	187
一、小水电要有自己的专家和技术	187
二、小水电行业技术的特点	189
第二节 发展中国特色的小水电技术	191
一、因地制宜的土建工程	191
二、高性价比的小水电机电技术	195
三、自力更生制造设备	202
四、实例研究：创造优质先进的国际品牌	203
第八章 小水电的行业管理	206
第一节 实现小水电行业新的增长方式	206
一、重视小水电发展中存在的问题	206
二、依靠结构调整实现小水电增长方式的转变	212
第二节 加强对小水电设备制造企业的管理	214
一、水电设备制造企业是小水电行业的一部分	214
二、设备制造企业面临的外部环境	216
三、关注设备的质量、价格和服务	217
四、发挥中小水电设备企协的作用	218
第三节 提高小水电的可靠性	219
一、提高行业的管理水平	219
二、依靠地方电网提高供电可靠性	222
三、加强电站技术改造与运行管理	224
四、实例研究：重视工程勘测设计工作质量	226
第九章 小水电行业的国际化	231

第一节 树立中国小水电的著名品牌	231
一、中国小水电现象赢得世界关注	231
二、增强中国小水电行业的竞争能力	234
第二节 努力建设国际小水电行业的总部	235
一、建设总部设在中国的第一家国际组织	235
二、努力为东道国服务	237
三、发扬非盈利性的南南合作精神	241
四、促进国际小水电中心的持续发展	246
第三节 利用多边合作渠道走出去	247
一、加强小水电行业走出去的能力建设	247
二、确定国外小水电市场及需求	249
三、实现中国小水电全行业走出去	250
四、重视国内市场竞争国际化	254
第十章 新时期小水电的行业创新	258
第一节 顺应世界电力工业发展的大趋势	258
一、小水电行业创新的外部环境	258
二、以分布式供电理论为基础的行业创新	260
三、按非赢利方式运作的农村电力企业创新	262
四、以经济全球化为动力的电力市场管理创新	263
第二节 努力建设三个电力市场	264
一、建立地方服务型的农村电力市场	264
二、在传统电力系统中建立竞争性电力市场	267
三、建立用户自己的分布式电力市场	271
第三节 在向各国同行学习中发展创新	276
一、小水电越来越为人们所重视	276
二、水电开发的传统理论发生了变化	278
三、出现了多种形式的小水电管理体制	280
四、环境问题成为小水电发展新的动力	283
五、共同发展创新小水电的行业技术	284
参考文献	287

第一章

中国小水电发展概况

第一节 百年小水电与中国

2005 年是中国小水电诞生 100 周年纪念的日子。自 1905 年台湾龟山水电站和 1912 年云南石龙坝电站相继建成的一个世纪以来,在中国的许多地区,政策与技术结合在一起,成功地造就了现代电力系统。电灯、电动机、电子装置和其他电器设备提供了诸如照明、动力、通信、信息处理等现代社会的基本服务。可以说,所有现代化的设施都离不开电力,不论是在沿海地区,还是在西部乡镇,电力已成为提供上述服务最有效的途径。在这些相对幸运的地区,电力供应是如此的可靠,也容易负担得起,以致于大多数人认为这一切是理所当然的。

传统的电力系统具有共同的运行方式,即由大型电站发电,通过很长的高压输电线路和配电网络,再送电给用户使用,并逐渐演变成了一个垄断性行业。这种传统的做法在近半个多世纪里还是相当成功的。尽管有各种问题,它使得电力成为现代社会一项无处不在的基本服务。但是,它确实也存在着很大的问题。尽管经过了一个世纪的不断发 展,也付出了许多实实在在的努力,

但在中国实施农村电气化计划之前，还是没有能够使得占全国一半左右的约 5 亿多人口用上电。社会的可持续发展首先要求电力成为可靠的、负担得起的和无所不在的服务，但由于当时全国很多地区没有电网覆盖，而且大电网本身缺电，广大民众盼电、用电的愿望十分迫切。根据“两条腿走路”的方针，首先需要依靠当地小水电资源的开发，解决全国广大山区农村的用电问题。因此，发展小水电是历史的选择。

环境、资源和电力安全问题是促使中国小水电发展的又一因素。长期以来，矿物燃料发电装机始终高居全国电力总装机的 $3/4$ 左右，比重过大的大型燃煤电厂已对中国电力工业的可持续发展带来了很大的负面影响。因此，全国都在行动。从提高能源利用效率到资源的节约和再利用，从优先发展水电到全面推行可再生能源发电等。在可再生能源中，小水电获得了率先发展。这种分散的电源不但可以就地成网、就近供电，而且供电事故所产生的影响也要小得多。目前，中国小水电的平均单站容量还不到 800kW，一台 600MW 火电机组停运就相当于全国 750 多座小水电站同时出了事故。虽然小水电也可以组合起来形成相当规模，但其本质上是分布式的、分散的，而且是采用可再生能源发电的，这就在很大程度上避免了在传统规模效应指导下的常规大型电源容易出现的电力安全和环境问题。因此，社会的可持续发展理所当然地要求改变传统的发电方式，实现资源利用的清洁化、小型化和多样化，并实现清洁发展机制。

技术创新为小水电行业的发展创造了新的条件。目前电力负荷中电脑和其他精密电器用电的比例一直在不断增加，要求很高的供电可靠性和电能质量。如金融数据处理，很短时间的断电就会造成巨大的经济损失，工业生产中只要一个回路的中断也会给控制精密加工的敏感的芯片造成严重后果。在美国，这一标准被

称为“六个九”，即至少需要99.9999%的可靠性。即使是存在大量重复建设的传统垄断电力系统中，也很难保证如此高的可靠性，出现诸如“美加大停电”这一类的巨大事故。对于市场竞争模式下运作的电力系统，由于电站和电网的重复建设大大降低，电力系统运行几乎已接近技术极限，因此可靠性也会受到相应影响。这种对电力可靠性和质量的高要求，必然会导致用户希望自己能控制供电的可靠性和电能质量，这会促使向就地分散发电技术、分布式供电系统以及所谓“虚拟电力公司”的方向发展。这些新的系统是分散的、多通道的，不但会对传统电力系统运行方式以及系统内发电商、用户与管理者之间的关系等产生实质性的影响，而且对技术发展提出了更高的要求。如将会形成一系列的交叉技术，造成“主机不主，辅机不辅”的情况，信息技术的发展和应用又会极大地改变传统电力系统的装备水平及运行方式，从而将会从根本上推翻传统电力系统赖以生存的规模经济的政策基础，而正是那些基础形成了一个世纪以来的电力垄断。

此外，以用户为本、能为广大用户提供较好的电力服务始终是小水电行业长盛不衰的根本动力。由于传统电力系统的垄断经营者对用户是有选择性的，往往只对能给他们带来最大利润的用户感兴趣。如在中国农村电气化之初，当时的电力公司就认为不可能向边远地区供电，因为担心大电网延伸到农村地区成本太高，线损太大，又担心农民的用电量太小，会造成公司亏损，等等。因此，他们总是挑“好”的用户，有选择性地向用户供电，以致在很长一段时间内，中国的电网留下了不少死角，直到20世纪70年代后期还是靠农村用户自己组织起来大办小水电，才使一些农户用上了电。也许有人认为这是很久之前的事了，但事实上传统电力系统的这种选择性服务的政策一刻也没有改变过。即使在世纪之交，还发生了全面挤占农村供电区和地方电力系统

资产的情况，按照一些国外能源专家的说法，这好比煮牛奶时最上层的精华都叫垄断电力公司一层层地撇着吃了。

从世界电力行业的发展历史看，事实上，1882年爱迪生在纽约下曼哈顿区建立明珠电力公司时，他开始出售的只是电灯。当时，他是根据人们使用白炽灯的数量来收取费用的。为了使成本达到最低，他不得不优化整个系统，由自己提供和安装蒸汽机和发电机、输电线路和灯泡。但是不久以后就出现了电表。从此，爱迪生和他的竞争者、还有继承者们，就不按电灯数量来提供电力服务了，而是通过电表的计数开始售电。用户使用效率更低的电灯、电动机和其他技术，反而对电力公司有利，因为若要得到与原来相同水平的服务和效果，用户必须消耗更多的电力和支付更多的电费。这种不良动机竟误导了传统电力系统的发展近一个世纪。

今天，在纪念中国小水电诞生100周年之际，回顾中国小水电可歌可泣的发展历程，总是十分激动。回想20多年前直接由国务院组织实施的以小水电为基础的农村电气化县建设，这一中国式的农村电气化实践在世界上第一次探讨了依靠当地小水电资源开发实现农村电气化的道路，改变了以往靠大电网延伸向农村供电的传统做法，已完成的3批电气化县建设已使全国652个县实现了初级电气化，并使全国3亿多人口主要靠小水电用上了电，基本解决了中国农村用电难的问题。小水电开始进入千家万户，昔日松枝点灯、木杵舂米、埋在深山无人识的小山村靠小水电实现了电气化，这也使一些边远山区的社会发展一跨千年。目前正在进行的第4批400个电气化县建设将进一步提高农村用电水平，并大力发展以小水电为基础的山区经济，实现社会和环境的协调发展。这种依靠当地力量、自力更生办电、促进山区农村发展的中国小水电精神和中国式的农村电气化事业，得到了进一