

南京水利科学研究院专著出版基金资助

欧洲小水电协会

European Small Hydropower Association

# 蓝色能源 绿色欧洲

——欧盟小水电发展战略研究

赵建达等 译著

程夏蕾 审核

河海大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

蓝色能源 绿色欧洲：欧盟小水电发展战略研究 /  
赵建达等编译. —南京：河海大学出版社，2006. 6  
ISBN 7 - 5630 - 2266 - X

I. 蓝... II. 赵... III. 欧洲联盟—水力发电站，  
小型—发展战略—研究 IV. TV742

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 061927 号

书 名 / 蓝色能源 绿色欧洲——欧盟小水电发展战略研究  
书 号 / ISBN 7 - 5630 - 2266 - X /TV · 280  
责任编辑 / 谢业保  
特约编辑 / 赵建达  
封面设计 / 黄 炜  
出 版 / 河海大学出版社  
地 址 / 南京市西康路 1 号(邮编：210098)  
电 话 / (025)83737852(总编室) (025)83722833(发行部)  
经 销 / 江苏省新华书店  
印 刷 / 南京玉河印刷厂  
开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16 11 印张 158 千字  
版 次 / 2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷  
定 价 / 30.00 元

## 序

小水电资源属天然资源,可年复一年永续使用,有利于保护生态、改善环境,是 21 世纪大力提倡、积极扶持发展的绿色能源。自 20 世纪 70 年代世界石油危机以来,可再生能源倍受世界能源界青睐,小水电开发又被提到重要位置。

欧洲是世界上工业化最早的地区,小水电开发已有百年以上历史,但到 20 世纪 70 年代,小水电几乎被大水电和火电替代,因而被大量废弃并停止发展。70 年代后期发展小水电又提到重要日程,但近 20 多年来发展缓慢。欧洲小水电的开发潜力很大,但近年来,由于受环保、市场竞争等因素的影响,小水电开发出现停滞不前的尴尬局面,有些国家甚至出现了负增长;尤其是进入 21 世纪以来,其发展速度已落后于新兴的风力发电了。

我国提出的科学发展观以及人与自然和谐相处、建设环境友好社会的理念应当贯彻到小水电开发中,在保护生态基础上有序开发水电已纳入“十一五”规划建议。

在我国刚刚颁布实施《可再生能源法》之际,我院水利部农村电气化研究所(亚太地区小水电研究培训中心)赵建达等同志编译出版《蓝色能源 绿色欧洲——欧盟小水电发展战略研究》一书,对我们了解发达国家对小水电行业的研究现状,促进我国小水电的可持续发展,具有重要的现实意义和参考价值。

“他山之石,可以攻玉”。本书不失为一本了解欧洲小水电发展的综合研究材料。是为序。

南京水利科学研究院副院长  
亚太地区小水电研究培训中心主任



陈生水博士(教授)  
2006 年 2 月 8 日

## 译者序

《蓝色能源 绿色欧洲——欧盟小水电发展战略研究》是我们继 2005 年 10 月正式出版《亚太地区小水电——现状与问题》一书后,近年来向国内各界介绍的又一本全面的小水电综合研究材料;前者以欧洲发达国家为主要研究对象,后者则以亚太地区发展中国家为主要研究对象。

欧洲小水电的历史可简单地分为以下几个时期:

时期 1: 分散的工业能源需求(1940~1950 年)。

时期 2: 因经济因素制约而下降(直到 1970 年)。

时期 3: 因能源危机而繁荣(直到 1990 年)。

时期 4: 因环境问题制约而下降(到目前为止)。

过去,小水电工程主要受经济目标和技术的驱动。现在,小水电工程的主要目标应该是环境的可持续性,包括小水电的可再生能源生产。鉴于此,欧洲提出了“建立与生态和环境友好的小水电工程体系”,编制了小水电发展战略文件,为欧洲小水电进一步发展创造条件。

了解西方发达国家对小水电行业的研究现状,以借鉴发达国家的经验,促进我国小水电的可持续发展,这就是我们在繁忙的工作之余,挤出业余时间,组织力量翻译出版这些研究报告的初衷。在《中华人民共和国可再生能源法》颁布实施之际,本书的出版尤其具有现实意义。

《蓝色能源 绿色欧洲——欧盟小水电发展战略研究》一书编译稿由两部分组成。第一部分:蓝色能源 绿色欧洲——欧盟小水电发展战略研究;第二部分:欧洲小水电研究、技术开发及示范战略文件。

文稿的翻译采用了分工合作的组织方式。本书的概述,第一部分的第一章、第二章、第六章、第七章、第八章、第九章,第二部分

“欧洲小水电研究、技术开发及示范战略文件”的第一章至第七章及全书的所有图表和目录均由赵建达翻译；其余各章则由三位同仁分头初译，然后由赵建达统一校改定稿，并负责统稿。参加初译的有潘大庆（第一部分第三章）、林凝（第一部分第四章）、沈学群（第一部分第五章）；吴昊对本书中的图表进行了图形处理。为了进一步提高译本的质量，最后由亚太地区小水电研究培训中心副主任程夏蕾教授审读了全书译稿。

本书中译本的出版，得到了河海大学出版社的大力支持。感谢出版社水利科技编辑部主任谢业保先生认真细致的工作，作为责任编辑他付出了很多心血。在此书出版之际，我们还要向原著的作者们，向欧洲的小水电同行和专家们，致以诚挚的谢意。

书稿的编译得到亚太地区小水电研究培训中心主任陈生水博士（教授）的热情鼓励和大力支持，以及中心名誉主任朱效章教授的关心和指导，在此一并致谢。本书由南京水利科学研究院专著出版基金资助，谨此表示感谢！

译介专业文献的难度虽然比不上文学翻译，但它对译者素质和工作态度的要求也是近乎苛刻的，这也许是外人难以体会的。对于本书的译文，虽然我们尽了最大努力，但仍惴惴于难尽人意，惟恐谬种流传。

在此恳切希望广大读者批评指正！联系方式：杭州市学院路122号（310012），E-mail：jdzhao@hrcshp.org。

译者

2006年1月 于杭州

## 概 述

本研究提出了与欧洲小水电能源开发潜力有关的六个重要主题领域。

第一,收集了有关欧洲大陆小水电实际发展水平的相关数据,并对其总装机容量、占欧洲年度电力需求的比重以及现有电站的主要特点(平均规模、运行年限)作了评估。

第二,从改造现存历史最久的电站和建设新电站两个角度评估了未来小水电的发展潜力。同时,本研究还力图指出所谓“技术潜力”(即在现有可用技术和水力资源的条件下,小水电在理论上所具备的装机容量和对应的发电量)和“现实潜力”(即在现有经济、行政管理和环境约束下,可开发的容量和电量)两者之间的区别。

第三,分析了小水电资源的经济价值,用以解释与其他主要发电技术相比目前小水电所具有的竞争优势、值得开发的原因以及如何通过决策者促进小水电的开发。

第四,着重强调了被调查国家给小水电站发展设立的主要门槛,特别考察了个别国家行政审批程序的周期和平均成本,旨在指出未来小水电开发的主要障碍。

第五,分析了欧盟小水电制造业的现状和竞争优势。

最后,试图就地方、国家和欧洲决策者在促进小水电短、中期发展方面可发挥的作用这一问题提出一些具体建议,并就为实现上述目标向决策者提出一些好的政策和“最佳实践”建议。

研究的数据涵盖了欧盟发电总量95%以上的区域以及非欧盟成员的其他欧洲国家的发电总量大约90%的区域;包括欧洲17 400多座不同的小水电站,其发电量占欧洲年度发电总量的1.7%,在目前水力发电总量中的比重略低于10%。

## 小水电发展水平

有 15 个欧盟成员国和 15 个其他欧洲国家参与这项有关小水电数据的问卷调查。其中,有 26 国提供了比较详尽的问卷反馈。

在实际被调查的 26 国中,总共建有 17 400 多座小水电站,相应装机容量为 12.5 GW。西欧小水电站的平均规模为 0.7 MW,东欧则为 0.3 MW。

依据问卷所收集的数据(数据一般是指年平均数),本研究中各国小水电的年平均发电量为 50.1 TW·h,约占这些国家发电总量的 1.7%,水力发电总量的 9.7%。

该发电量的较大比重(11.8 GW)来自西欧国家,其中约 86%集中在下列 8 个国家:奥地利、法国、德国、意大利、西班牙、瑞典、瑞士和挪威。就东欧国家而言,捷克一国(250 MW)就几乎占了总发电量的 34%。

欧盟成员国内的小水电站具有悠久的历史,几乎 45%小水电站的运行年限已经超过 60 年,68%的电站则超过 40 年。东欧各国则拥有新电站的比重最高(38%的电站还不到 20 年)。非欧盟成员的 3 个国家(冰岛、挪威和瑞士)则处于中间层次,其新电站所占百分比稍低(34%的电站低于 20 年)但 40 年以下电站却占了最高份额(约 59%)。

## 欧盟小水电的发展潜力

欧盟小水电有相当大的发展潜力。大约自 1950 年开始,某些欧盟成员国的小水电经历了负增长。许多小水电站迫于运行年限及规模较大的新电站带来竞争压力的原因而被关闭。

据估计,恢复利用上述废弃的小水电站和改造现有运行欠佳的小水电站每年能发电约 4 500 GW·h。

依据欧盟成员国完成的问卷表,通过计算,新电站拥有每年 19 600 GW·h 的发电潜力。但是,当考虑到经济和环境的制约时,

此发电潜力须打折扣。

本研究认为,小水电的剩余装机潜力为 2 700 MW 左右,到 2015 年,新增发电量 11.5 TW·h 左右,此数字与欧洲委员会于 1997 公布的白皮书所估计的 2010 年 18 TW·h 相比,偏低不少。

按照目前 40 TW·h 的年发电量计算,我们估算欧盟 2015 年小水电总发电量可达 51.5 TW·h,装机 12 850 MW 左右,而欧盟白皮书预计 2010 年的数字分别为 55 TW·h 和 14 000 MW。

对电力生产商而言,倘若经济条件有所改善,环境制约有所缓解,那么 2020~2030 年期间欧盟 15 个成员国的小水电发电总量可能达到 60 TW·h。

## 小水电与环境

小水电与环境的关系有两方面。反对发展小水电的环境组织认为小水电会给当地环境造成不利影响,不过,多数论据凭借的仅仅是理论推测而缺乏科学调查的佐证,有些与个案有关的论据可能与该辩论有关联,但是通常并不适用小水电。某些情况下,批评言论更像是一种因情绪而产生的排斥。

小水电运营的新技术和新方法表明,降低其对当地环境的影响是完全可能的。

但是,发展小水电确实能产生许多积极效果,如取代产生有害排放物的矿物燃料发电方式,降低洪灾危险等。某些情况下,小水电还可以提高生物多样性。

欧盟目前小水电的年发电量总计 40 TW·h。它取代了矿物燃料发电方式并保护自然和人类社会免受有害排放物(如对环境影响最大的温室气体和 SO<sub>2</sub>)的影响。每年,小水电能减少 32 000 000 t 的温室气体(主要是 CO<sub>2</sub>)和 105 000 t 的 SO<sub>2</sub>。因此,小水电对环境的积极影响超出了其负面影响。

针对小水电和环境的研究已产生数个提议,如修改审批程序、建立监控国家目标的永久性组织等。本报告的 3、4、6 章刊载有

对该类提议的详细解释。

水电的另一特色是能量因数(即水电产生的能量量相对于整个电站寿命期间的建设、运营和处理所消耗的能量量)在所有发电技术中最佳。

## 小水电技术

小水电技术相当发达。正在开展的开发研究将集中在新材料上(如复合材料)。低水头水电的开发,则注重利用变速和变频技术等多种安排的小型机组。

“变压发电机”(Powerformer)已经应用于 5~10 MW 的小型水电站,将来它甚至还可能适用于规模更小的电站。

依据多项技术革新,成本的降低则主要与运营成本(如计算机控制系统)有关,而这又进而降低了对人力资源的需求。其他技术革新(如提高效率和变速等)可小幅度降低成本,因为为了充分产生经济利益,新的技术革新通常依赖于较长的制造期。

## 制造商的小水电市场

1827 年,水轮机在法国的发明,引发了现代水电在欧洲的早期发展历史。

后来,欧洲的小水电设备制造商成了市场的主宰者。他们成功地开发出水电技术,成为全世界水电设备的主要出口商。欧洲给全世界带来“光明”,这样说确实恰如其分。

当今,虽然欧盟的设备制造商仍然占据世界市场的领头羊地位,但是因为其成员国不太愿意投资新的小水电站及维持现有的小水电生产,因而该地位岌岌可危。

导致这一境况的原因是能源生产商在放宽监管电力市场的形势下经济状况不断下滑,而由环境和法律制约带来的障碍则持续增加。在少数国家(如德国和西班牙),生产商的利润还比较可观,因而这些国家的市场就相对较好。

非欧盟市场仍然充满希望并为欧盟制造商提供了光明前景，不过为水电项目融资以及商业文化的差异却成了非常严重的问题。处理此等问题时，小公司则感到非常棘手。

世界非常偏爱利用可再生能源发电，而且小型电站非常适合此项需求（不仅在发展中国家）。但是，上述情况的发生以及欧洲制造商证明自己的竞争优势都仍面临许多障碍。

欧洲小水电生产商好像处于一种不断下滑的状态，许多生产商正准备选择从小水电市场抽身而退。

如果这种消极状态不能予以扭转，那么欧盟则可能丧失其在该领域的统治地位和多年来积累的能力。鉴于水电技术的特殊性，要恢复此等能力则难之又难。

如果投资和改造从头再来，生产商可能不再拥有产业优势。

只有在市场能够提供足够业务的情况下，水轮机公司、其他小水电设备制造商和咨询公司才可以运转。

目前比较明智的做法是欧洲制造商、出口主管机关和出口信贷机构共同做出安排，以便能够成功渗透到非欧盟成员国市场。就眼下来说，着手研究壮大制造商实力的方法，从而使当欧盟和非欧盟市场更发达时他们自身已做好准备、蓄势待发，这一做法同样可行。

## 制约条件

从所收集的数据来看，影响小水电发展的制约因素好像主要与捕鱼和水法规有关。几乎所有国家的渔民游说团都有实力影响地方权力机构的决策。另外，许多欧洲国家的环保组织正奋力抵制开发公司将当地河流用于工业目的（主要是发电），因为这将会给河流环境造成负面影响（在北欧国家，这个问题比较突出）。

另一方面，在许多国家，公共管理对水利用的审批程序繁复、耗时，过程拖沓，加之审批涉及的许多名目都可能导致拒绝授权，这样要新建小水电站和找到适宜的筹资途径都非常困难（在许多

南欧国家,这一问题非常普遍)。

## 主要建议

有关小水电的现行政策出现了许多改良性规定,这些规定可予以贯彻执行。中期来看,这些改良性规定可能带来该能源的巨大增长。

在具有缔造欧洲共同市场趋向的现有经济框架内,欧洲委员会在发挥市场力量支持小水电发展上具有举足轻重的作用。

BlueAGE 的研究已经展示出发展小水电可取得的各项经济和环境利益。但是,只有当欧盟、国家和地方三级部门协同配合时,这些利益才具有可实现性。上述三级部门必须联手,因为任一级部门单枪匹马的努力都注定要失败。

欧洲权力部门在发展小水电和其他再生资源这一问题上面临的挑战是通过减少不确定性从而理顺市场。这项工作并非轻而易举,但是可以采取某些措施增强欧洲公民对能源可持续性的兴趣。下表总结了该类措施。

序号	事项	推荐措施	潜在利益
1	审批程序	建立办理执照审批程序和获取各项许可的单个窗口,提供一条龙服务	减少低效的官僚手续、降低行政成本
2	审批程序	就行政机关提供的标准化指标清单建立一份环境分析	防止未经证实就对新水权要求作出否决,制定统一的环境评估规则
3	审批程序	审批过程中让有关各方有机会进行商讨	在开发初期允许出现反对意见,提倡水资源利用的民主讨论
4	法规	在国家层面上制定新开发装机容量容量的定量目标	专心致力于开发新电站
5	法规	推进绿色价格和绿色认证体系的建立	放行对环保电能的需求,创造小水电发展的新机遇

续 表

序号	事项	推荐措施	潜在利益
6	法规	制定长期法规,减少不确定性	帮助金融界为小水电投资提供资金
7	价格制定	实行外部成本内在化	促使小水电在电力市场上比矿物能源更具有竞争力
8	信息	发布有关小水电的适当、精确信息	促进投资者和管理者、投资者与金融界的对话
9	组织设置	年度复议	确保欧盟实现其目标

概  
述



# 目 录

## 第一部分 蓝色能源 绿色欧洲 ——欧盟小水电发展战略研究

1	简介 .....	1
1.1	研究目的 .....	2
1.2	分析方法 .....	3
1.3	国家问卷表 .....	3
1.4	欧洲小水电行业现有文献的回顾 .....	5
2	技术发展水平——欧洲国家小水电的现状 .....	10
2.1	水力发电和电力生产 .....	10
2.2	小水电占电力需求比重 .....	11
2.3	欧洲以外地区概况 .....	13
2.4	小结 .....	15
3	小水电资源与能源生产的环境因素 .....	16
3.1	现有小水电站升级改造、提高运行欠佳的小水电站效率及恢复废弃的小水电站 .....	16
3.2	新建小水电站的技术可开发潜力 .....	17
3.3	实现新增小水电容量的制约因素 .....	19
3.4	环境与法律事务 .....	22
3.5	对 2015 年的预测 .....	31
3.6	小水电对减少环境影响的可能性——与其他能源相比 .....	32
3.7	小结 .....	41
4	现有技术、技术改进及降低成本的分析 .....	43

4.1	背景 .....	43
4.2	水电站设计发展总趋势 .....	44
4.3	建筑物结构 .....	45
4.4	机械设备 .....	45
4.5	电气设备 .....	49
5	欧洲小水电制造业 .....	52
5.1	历史背景与制造业 .....	52
5.2	不同市场的趋势 .....	56
5.3	竞争 .....	56
5.4	制造能力 .....	56
5.5	障碍及获得客户 .....	57
5.6	制造业的发展 .....	58
5.7	小水电制造商的未来市场 .....	59
5.8	新设备市场 .....	59
5.9	服务、改造及现代化的市场 .....	60
5.10	小结 .....	61
6	小水电开发——法规和程序 .....	63
6.1	开发小水电站——基本的法律条件 .....	63
6.2	水资源的利用 .....	65
6.3	小水电开发 .....	70
6.4	非技术性障碍 .....	75
6.5	开发小水电站——融资方案 .....	77
7	从生产到销售——小水电电力传输 .....	81
7.1	联网——签约与成本 .....	81
7.2	电网利用——可能性、优先权及成本 .....	83
7.3	认可小水电电力的真正价值 .....	84
7.4	小水电售电 .....	84
7.5	替代能源及必要的支持 .....	86
8	支持小水电发展 .....	88

8.1	小水电电力生产的各类国家级的支持 .....	88
9	结论 .....	91
9.1	小水电潜力 .....	91
9.2	欧盟小水电行动计划 .....	92
10	参考文献 .....	94
<b>第二部分 欧洲小水电研究、技术开发及示范战略文件</b>		
1	概述 .....	104
2	简介 .....	106
3	欧洲小水电研究、技术开发及示范战略的必要性 .....	108
3.1	小水电站介绍 .....	108
3.2	开发潜力 .....	110
3.3	小水电资源开发的障碍 .....	111
3.4	小水电建设成本 .....	112
3.5	行业现状 .....	113
3.6	RTD 现状.....	117
3.7	小水电 RTD 为何必要? .....	123
4	欧洲战略 .....	127
4.1	一般性话题 .....	127
4.2	总体设计 .....	130
4.3	土建工程 .....	131
4.4	机电设备 .....	133
4.5	控制及监控 .....	137
4.6	环境融合 .....	140
5	优先性及目标 .....	145
5.1	一般性话题 .....	145
5.2	总体设计 .....	146
5.3	土建项目 .....	146
5.4	机电设备 .....	147

5.5	控制及监控 .....	148
5.6	环境融合 .....	148
5.7	技术优先概括 .....	150
5.8	非技术优先概括 .....	151
6	实现目标的途径 .....	153
7	术语表 .....	155
8	参考书目 .....	157