



生命之河 系列丛书

绿色水电与低影响水电 认证标准

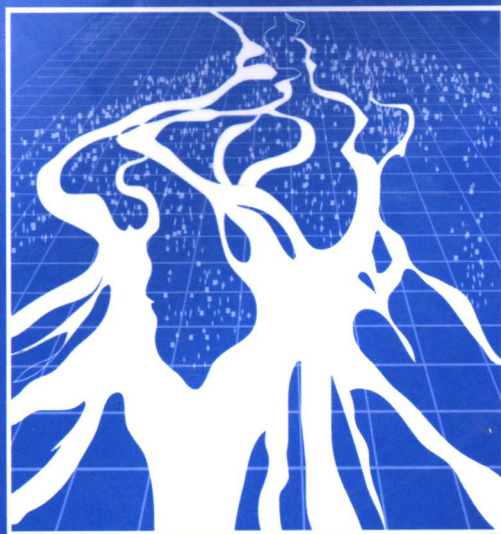
Green Hydropower and Low Impact Hydropower
Certification Criteria

Christine Bratrach Bernhard Truffer

(瑞士联邦水科学技术研究所)

美国低影响水电研究所

禹雪中 李 翀 唐万林 等译



科学出版社

www.sciencepress.com

生命之河系列丛书

绿色水电与低影响水电认证标准

Green Hydropower and Low Impact Hydropower
Certification Criteria

Christine Bratrach Bernhard Truffer

(瑞士联邦水科学技术研究所)

美国低影响水电研究所

禹雪中 李 翀 唐万林 等译

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书将瑞士的“绿色水电”(Green Hydropower)和美国的“低影响水电”(Low Impact Hydropower)两套认证标准翻译成中文并集结出版,包括了两套认证体系的基本概念、程序和准则,是目前国外水电环境认证制度中在生态环境保护的理论和实践方面比较科学、系统和可行的,并赢得了很好的声誉。

“绿色水电”和“低影响水电”两套认证标准有一个共同的特点,即旨在通过建立客观、科学、公正的生态环境认证标准和市场激励机制,以鼓励水电站的运行单位采取有效措施将水电站设施(水坝、水库等)对生态环境的不利影响降至最低程度,从而实现人类社会的经济发展与自然保护目标的“双赢”。认证的实施已分别在欧美有了不少成功的案例。

本书具有较强的知识性、专业性、可读性和可操作性,可供水利水电规划设计、建设和运行方面的专业人员和决策者参考,也可供与水资源、环境、生态、地理等专业有关的研究人员和高等院校有关专业师生使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

绿色水电与低影响水电认证标准/瑞士联邦水科学技术研究所,(美国)低影响水电研究所;禹雪中,李翀,唐万林等译. —北京:科学出版社,2006

(生命之河系列丛书)

ISBN 7-03-018174-3

I. 绿… II. ①禹…②李…③唐… III. 水力发电站-认证-标准
IV. TV73-65

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第126587号

责任编辑:彭胜潮 韩 鹏/责任校对:朱光光

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

*

2006年12月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006年12月第一次印刷 印张:11 1/4

印数:1—3 000 字数:245 000

定价:38.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

世界自然基金会
《生命之河系列丛书》编委会

顾问： 孙鸿烈 陈宜瑜 印 红 雷光春
欧达梦 (Dermot O’Gorman) Jamie Pittock
朱春全 李 琳 于秀波

主任： 李利锋

委员： 张 琛 王利民 雷 刚 赵建国 朱 江
马超德 廖国朝 韦宝玉 唐万林

《绿色水电与低影响水电认证标准》

翻译人员

(按姓氏笔画排序)

马 巍 李 翀 骆辉煌
禹雪中 唐万林 廖文根

著作权和版权声明

本书的著作权和/或版权归属如下：

1. 《水电站绿色电力认证的概念、程序和标准》，原文 *Green Electricity Certification for Hydropower Plants-Concept, Procedures, Criteria*，原作者 Christine Bratrich 和 Bernhard Truffer，其英文版著作权属于瑞士联邦水科学技术研究所 (EAWAG) 所有，中文版著作权属于世界自然基金会北京办事处 (World Wide Fund for Nature Beijing Office)。

2. 《绿色水电：河流管理评价的新程序》，原文 *Green Hydropower: A New Assessment Procedure for River Management*，原作者 Christine Bratrich, Bernhard Truffer, Klaus Jorde, Jocher Markard, Werner Meier, Armin Peter, Matthias Schneider 和 Bernhard Wehrli。其英文版出版权属于 John Wiley & Sons, Ltd 所有，中文版著作权属于世界自然基金会北京办事处 (World Wide Fund for Nature Beijing Office)。

3. 《低影响水电站认证方案》，原文 *Low Impact Hydropower Certification Program*，原作者及英文版著作权人为 (美国) 低影响水电研究所 (Low Impact Hydropower Institute, LIHI)，中文版著作权属于世界自然基金会北京办事处 (World Wide Fund for Nature Beijing Office)。

未经原著作权人和/或版权所有人书面同意，不得将上述任何作品用于商业性目的的复制或出版。

鸣 谢

本书的翻译和出版与下列单位和个人的帮助是分不开的，谨在此向他们表示诚挚感谢：

感谢瑞士联邦水科学技术研究所（EAWAG），他们无偿地授权世界自然基金会（中国）将《水电站绿色电力认证的概念、程序与标准》翻译成中文并出版；该标准的作者 Christine Bratrach 博士和 Bernhard Truffer 博士在整个过程中提供了很大帮助，包括准备授权书、提供报告的电子版和解答各种相关问题。

感谢美国低影响水电研究所（LIHI），他们同样无偿地将《低影响水电认证方案》有关文件的中文翻译和出版授权给世界自然基金会（中国）；在整个过程中，LIHI 的执行董事 Fred Ayer 先生提供了包括准备授权书、提供报告电子版和解答问题等一系列帮助。

感谢 John Wiley & Sons, Ltd 公司，他们作为一家商业公司，也将《绿色水电：河流管理评价的新程序》一文的翻译出版无偿授权给世界自然基金会（中国），以表示他们对自然保护事业的支持。

最后，向所有为本书的翻译和出版做过贡献、提供过建议和支持的组织和个人表示诚挚感谢。恕不能在此一一列出他们的名字，历史将会记住他们为全球的可持续发展事业所做的一切。

世界自然基金会（中国）

2006 年 7 月

Acknowledgement

We sincerely appreciate the following organizations and individuals for their help and contributions to the translation and publishing of this book:

We thank EAWAG (Swiss Federal Institute for Aquatic Science and Technology) who has free of charge authorized WWF-China to translate and publish into Chinese the *Green Electricity Certification of Hydropower Plants: Concepts, Procedures and Criteria*. The authors of the Standard, Drs. Christine Bratrach and Bernhard Truffer have in the whole process provided great help to us including preparation of the authorization letter, provision of electronic version documents and answering various relevant questions.

We thank LIHI (Low Impact Hydropower Institute), who has also free of charge authorized WWF-China to translate and publish into Chinese the documents related to the *Low Impact Hydropower Certification Program*. Mr. Fred Ayer, Executive Director of LIHI, has in the whole process provided great help to us including preparation of the authorization letter, provision of electronic version documents and answering various relevant questions.

We thank John Wiley & Sons, Ltd, who as a commercial enterprise, has also free of charge authorized WWF-China to translate and publish into Chinese the article *Green Hydropower: A New Assessment Procedure for River Management*, demonstrating their support to the natural conservation.

Finally, we would like to express our sincere appreciation to all organizations and individuals who have provided contributions, suggestions and support to the translation and publishing of this book. Although their names are not listed here, the history will remember all their efforts to the sustainable development of this planet.

WWF-China

July 2006

序 言

世界自然基金会(中国)组织翻译了瑞士联邦水科学技术研究所(EAWAG)的《水电站绿色电力认证的概念、程序与标准》和美国低影响水电研究所(LIHI)的《低影响水电认证方案》，并汇集成《绿色水电与低影响水电认证标准》一书。“绿色水电认证”和“低影响水电认证”都是为降低水电工程负面影响而提出的解决方案，是目前国外水电环境认证体系中比较典型的代表，它们的核心内容是确立对水电工程生态环境保护状况进行评估的技术标准，最终目的就是要通过建立客观、科学、公正的生态环境认证标准和市场激励机制，鼓励水电站的运行单位采取有效措施最大限度地减少水电站大坝对生态环境的不利影响。《绿色水电与低影响水电认证标准》一书提出的生态环境保护技术标准，以及相对应的管理措施和市场激励机制，形成了相对完整、系统的评价体系，并在一定范围成功地进行了实践，并取得了令人鼓舞的经验。该书介绍了这两套国外认证体系的主要内容、技术标准和运行机制，其精髓是通过对水电工程的生态环境影响进行综合评估和有效管理，将水电工程对生态环境的负面影响降至最低程度。

在该书出版之际，索序于我，我想出版这本书的意义不完全在于认证评价标准的具体指标或体系设置的讨论，也不是要将这些标准或体系全盘推荐过来予以应用，而是在于使人更加关注水电工程建设与生态保护的统筹和谐关系，重视并坚持人与自然的和谐相处，在保护中开发，在开发中保护，肩负起水电建设和生态保护两副重担，建设生态与环境友好型水电工程。我想其深刻用意还在于籍此起到激励有志之士更加关注并投身到这一领域进行探索和研究，取得创新成果，推动中国水电事业健康有序地发展。

水是人类生存和发展的基础，河流是人类文明的源头，水电工程建设要立足于河流自身价值与人类需要价值之间的有机统一。现今，我国大坝数量居世界之首，在抗御水旱灾害、保障经济社会安全、促进工农业生产持续稳定发展等方面发挥了重要作用。确保大坝建设合理可行、安全环保，乃至水库的社会效益、经济效益和生态效益得到充分发挥，事关经济社会发展、构建社会主义和谐社会的全局。相信该书可为我国相关领域的学者、专家以及从业人员提供有益的参考；相信国外的一些科学方法和实践经验，可为我国

的水电工程建设与运营、水利工程建设与管理提供有益的借鉴。
是为之序，介绍给广大读者。

中华人民共和国水利部总工程师

Handwritten signature of Liu Ning in black ink.

2006年11月

前 言

水坝，尤其是以发电为主要目的的水电站大坝，是当今世界范围内备受争议的基础设施建设之一。一方面，水电站大坝具有明显的发电、防洪和灌溉等多方面的正面效益，有利于减少人类对化石类能源的依赖，为缓解全球的气候变化作贡献；另一方面，水电站大坝又对河流生态环境造成不同程度的影响和破坏。当前，几乎所有的河流——人类发源和繁衍所赖以生存的淡水生态系统，都被越来越多的水坝所拦截和分流，水坝的负面影响已不再是局部的，也不是短期内所能充分预见的，更不是靠简单的逻辑推理所能肯定或否定的。

从20世纪80年代开始，欧美一些发达国家面对水坝开发所带来的经验教训，对水坝的利弊进行了反思，并围绕水坝建设项目对河流的生态影响等问题开展了大量的案例研究工作。通过研究逐渐认识到，河流是自然界长期演化形成的生态系统，水电工程的开发对河流生态系统将产生直接和间接、显现和潜在、短期和长期等多方面的影响，必须采取具有针对性的河流生态恢复措施。瑞士的绿色水电认证和美国的低影响水电认证标准，正是他们为了缓解水电站的负面影响、进行河流生态修复所采取的措施。

中国是世界上修建水坝最多的国家，由于国内能源形势的需要，还将修建更多的水电站。根据有关能源发展规划，从2005年至2020年的16年中，全国的水电总装机容量将从1亿kW增加到近3亿kW，在短短的16年中拟增加的水电装机规模几乎相当于1949年以来55年水电总装机容量的两倍。

世界自然基金会（WWF——World Wide Fund for Nature）热烈拥护和支持中国的经济和社会发展，并理解在当前形势下优先开发水电的能源发展方针。然而，作为一个对水坝的负面影响有深切认识的国际性环保组织，我们担心有关方面在大力开发水电站的热潮中，能否保持足够的理性，能否在追求水坝正面效益的同时，高度重视水坝对生态环境的负面影响，并切实采取有效措施将水坝对生态环境的负面影响降至最低程度，包括适度控制开发规模或牺牲一定的经济指标，在开发与保护之间达到适度平衡，以实现人与自然的可持续发展。

令人鼓舞的是，在国民经济和社会发展“十一五”规划中，中国政府明确提出了要“在保护生态基础上有序开发水电”。然而，怎样才算“有序”？

如何做到“有序”？有许多问题需要进行深入地、理性地认识，有许多课题值得研究。

由世界自然基金会（中国）资助的《绿色水电与低影响水电认证标准》一书，是我们为此所做的一项建设性尝试。该书将瑞士联邦水科学技术研究所（EAWAG）^①的“水电站绿色电力认证的概念、程序与标准”和美国低影响水电研究所（LIHI）^②的“低影响水电认证方案”两套标准的中文译文汇编成册，并收录了与这两套标准有关的主要文件和论文。希望这两套标准的引进，将对中国的水利水电项目的规划、设计、建设和运行管理提供有益的参考，从而提高水利水电项目开发和运营过程中的生态环境保护水平。

近些年来，随着人们对水坝的负面影响有了更多的了解，引发了“水电是不是绿色”的争议。有些观点认为，水电当然是“绿色”的；或者认为，“小水电”是“绿色”的，如美国某些“绿色电力”认证体系将30MW以下的水电站视为“绿色”，中国最新的“小水电”标准则为50MW。美国低影响水电研究所（LIHI）认为，这些认证指标都不考虑水电站所处河流的具体情况，单纯以装机容量为判断标准，对生态毫无意义，并以美国为例，联邦政府管辖以外的水电站中，“小水电”占据了大部分数量（89%）的水坝，却只占8%的水电总装机容量，其余92%的装机容量是由30MW以上规模的水电站发出的。这意味着，该“小水电”标准既不能充分地反映大部分水坝的问题，也不能充分地反映大部分的水电能源。

LIHI认为，小型水坝并不一定没有严重影响，而大型水坝如果通过最大限度地消除其不利影响，却可以发出更多清洁的电力。因此，LIHI的标准不是基于电站的规模，而是基于具体水坝对环境的个别影响。LIHI从8个方面（河道水流、水质、鱼道和鱼类保护、流域保护、濒危物种保护、文化资源保护、公共娱乐、是否已被建议拆除）提出了低影响水电所应满足的条件，旨在帮助识别和奖励那些通过采取措施将其对环境的影响降至最低程度的水电站，使其在市场上能够以“低影响水电”的标志进行营销，通过市场激励机制来鼓励业主采取有效措施减少水电站大坝对生态环境的不利影响。截至2005年1月，LIHI已经采用这项标准对16项工程（40个大坝）进行了认证，并且开始推广到加拿大。不过值得注意的是，低影响水电认证体系的应用目前还离不开美国一些国内法的特定环境和条件，如联邦电力法案、濒危物种法案、清洁水法案等，并且还只是一个自愿认证的方案，上述

^①Swiss Federal Institute for Aquatic Science and Technology, 原名为瑞士联邦环境科学与技术研究所（Swiss Federal Institute of Environmental Science and Technology），简称EAWAG。

^②Low Impact Hydropower Institute, 简称LIHI。

八个方面的认证标准的具体指标也要依靠联邦、州或地方各级的资源管理部门来针对具体的水电站提出专门的要求。

瑞士的绿色水电认证制度则不受瑞士本国法律框架的约束，这是制度的设计者最初就有意追求的，以便使该认证体系更有普遍意义，不但可以应用于本国，也可以应用到别的国家。瑞士是世界上单位面积水电产量最高的国家之一，水电开发对天然河流生态系统的扰动和破坏受到广泛关注。为了对水电工程建设中生态环境的保护进行评估并提供指导，瑞士联邦水科学技术研究所通过多年的案例研究和实践，2001年提出了绿色水电认证的技术框架，建立了绿色水电认证的标准。该标准从水文特征、河流系统连通性、泥沙和地形、景观和栖息地、生物群落5个方面提出反映健康河流生态系统的特征，并通过5个方面的管理措施（包括最小流量管理、调峰管理、水库管理、泥沙管理、水电站建筑物设计5个方面）来实现，称为“环境管理矩阵”(environmental management matrix)，实际上就是拟通过“绿色水电”认证的水电站必须达到的生态环境保护目标和实现途径。

根据该认证体系的规定，通过绿色水电认证的水电站，可以将电价上浮一个固定的价格，如0.01瑞士法郎/kWh或0.006欧元/kWh，作为“绿色电力”对外销售；每一年，这一额外收取的电费必须用于河道的生态修复（称为“生态投资”），而不允许挪为他用。与低影响水电认证不同，目前具体实施绿色水电认证的并不是EAWAG自己，而是私营的瑞士环境健康电力协会(VUE)，以体现发电公司、输电公司、环境和消费方面的非政府组织之间的相互平等。自2000年以来，该标准已经被成功地应用于瑞士的50个水电工程，并且被欧洲绿色电力网(European Green Electricity Network)确定为欧洲技术标准向欧盟其他国家推广。

本书由三部分相互独立的内容汇集而成。第一部分为绿色水电标准的主要作者Christine Bratrich博士和Bernhard Truffer博士写的一篇介绍文章：《绿色水电：河流管理评价的新程序》，有助于读者在较短时间内对“绿色水电”认证体系的发展历程和技术框架有一个大概了解，由唐万林翻译，禹雪中校核。第二部分为《水电站绿色电力认证——概念、程序和标准》，系“绿色水电认证标准”的全部正式文件，由禹雪中、李翀、马巍、骆辉煌翻译，禹雪中、李翀校核，廖文根审核。第三部分为《低影响水电认证方案》，由禹雪中、李翀、马巍、骆辉煌翻译，禹雪中、李翀校核，唐万林审核。此外还有一些与LIHI有关的背景介绍材料，如常见问题回答等，由唐万林翻译，禹雪中校核。为了使全书的体例一致，上述三部分内容各章节的编号与原文并不完全相同，请读者在使用时加以注意。

本书主要翻译人员在水电工程、环境科学和生态学方面的专业背景使他们有充分的优势将原文准确到位地译成中文。尽管如此，由于时间仓促，译者水平有限及其对“绿色水电”和“低影响水电”这两个认证体系的精髓未必能完全领会，错误或不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

唐万林

世界自然基金会（中国）

2006年7月

总 目 录

鸣谢

序言

前言

第一部分 绿色水电：河流管理评价的新程序..... 1

第二部分 水电站绿色电力认证——概念、程序和标准 25

第三部分 低影响水电认证方案 113

第一部分

绿色水电：河流管理评价的新程序

Green Hydropower: A New Assessment
Procedure for River Management

目 录

摘要.....	3
1 引言.....	4
2 方法.....	5
2.1 视角的结合.....	6
2.2 案例研究.....	6
2.3 对案例研究结果进行归纳总结.....	8
3 成果.....	8
3.1 绿色水电认证的四个步骤.....	8
3.2 环境管理矩阵.....	9
3.3 适应于特定情况的评价标准.....	10
3.4 水文特性变化的分析.....	10
3.5 两侧连通性追踪.....	12
3.6 重建地貌的动态特征.....	13
3.7 测绘关键的栖息地和生物多样性热点位置.....	14
3.8 将栖息地模型用于决策中.....	15
4 讨论.....	16
4.1 绿色水电程序.....	16
4.2 对评价工具的评估.....	18
4.3 评价方案的运用.....	19
5 结论.....	20
鸣谢.....	21
参考文献.....	21

绿色水电：河流管理评价的新程序^{*}

Christine Bratrich^{a*}, Bernhard Truffer^a, Klaus Jorde^{b#}, Jochen Markard^a,
Werner Meier^a, Armin Peter^a, Matthias Schneider^c, Bernhard Wehrli^a

- a. 瑞士联邦技术研究院 (ETH) 瑞士联邦环境科学与技术研究所 (EAWAG) 湖泊研究中心
b. 德国斯图加特大学水利工程研究所
c. 德国施耐德和乔德生态工程公司

摘要

水电是全世界最重要的可再生电源。它在平衡全球二氧化碳方面有明显优势，但对局部范围的生态会造成严重影响。因而社会上越来越关注天然河流生态系统的保护，有越来越多的人愿意为所谓的“绿色电力”支付额外费用。然而，“绿色”的定义并不是那么直截了当的，消费者本身并没有能力检验电力产品的品质。因此，为了成功地进行绿色电力市场推广，有一套可信的、严格的生态认证标准很有必要。

本文介绍了一套新的评价程序，以评价环境和谐的水电生产。这一称之为“绿色水电”的概念，是在对瑞士阿尔卑斯山南部 400MW 的水电工程进行了多学科案例研究后发展起来的。这一概念既确保了不同类型流域不同工程方案的一般标准得到满足，又为具体工程的特殊性留有一定的灵活性。我们制定了一个环境管理矩阵，考虑了基本标准和生态投资，涵盖了所关心的五个方面的环境问题（即水文特性、连通性、河流形态、景观和生物群落）。生态方面的目标则通过对五个范畴加以管理来实现（即：河道水流、调峰、水库、河流泥沙管理和电站建筑物）。绿色水电评价和建模工具的运用情况表明，动态的生境模型可以对不同地点、不同形态、不同河道水流的调节效果进行量化。在此情况下，河流形态的重建比增加最小流量益处更大。

绿色水电认证的初步经验令人鼓舞。到目前为止，已有 13 个电站设施成功地通过了认证程序。它们每年总共发出 186GWh(1.86 亿度)的绿色电力，可满足瑞士大约 4 万个家庭的需要。

* John Wiley & Sons Ltd. 授权翻译，保留所有权利。原文出处：<https://www.interscience.wiley.com/journal/rra>。

* 联系人：Christine Bratrich, Limnological Research Center, Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology, CH-6047 Kastanienbaum, Switzerland. E-mail: bratrich@eawag.ch

目前地址：Ecohydraulics Research Group, University of Idaho-Boise, 800 Park Blvd, Boise, ID 83712, USA.