

吴晓芙 译

湿地与景观

CONSTRUCTED WETLANDS

IN THE SUSTAINABLE

LANDSCAPE

〔美〕克雷格·S·坎贝尔 迈克尔·H·奥格登 著

环境景观系列丛书

中国林业出版社

[美] 克雷格·S·坎贝尔
迈克尔·H·奥格登 著

湿地与景观

吴晓芙 译

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

湿地与景观/[美]克雷格·S·坎贝尔,[美]迈克尔·H·奥格登 著;
吴晓芙 译. —北京:中国林业出版社, 2004. 10

ISBN 7-5038-3869-8

I. 湿… II. ①克…②迈…③吴… III. ①沼泽化地—研究—美国 ②人
工制造—沼泽化地—研究 IV. P947.127.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 099753 号

Translation from the English Language Edition: *Constructed Wetlands in the Sustainable Landscape*
by Craig S. Campbell and Michael H. Ogden Copyright©1999 by John Wiley & Sons, Inc.

All Right Reserved

Chinese Edition Copyright ©中国林业出版社。本书中文简体版经 John Wiley & Sons, Inc.
授权由中国林业出版社独家出版发行。本书图和文字的任何部分,事先未经出版者书面许可,
不得以任何方式转载或刊登。

著作权合同登记号:图字:01-2004-2032 号

湿地与景观

出版:中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话:66184477

发行:新华书店北京发行所

印刷:三河市富华印刷包装有限公司

版次:2005 年 1 月第 1 版

印次:2005 年 1 月第 1 次

开本:787mm×960mm 1/16

印张:19

字数:341 千字

印数:1~5000 册

定价:36.00 元



吴晓芙，男，1953年9月生，苗族，湖南吉首人。教授，博士生导师，中南林学院副院长。1982年毕业于中南林学院林学专业，获学士学位；1984~1995年在挪威农业大学学习环境科学，获硕士、博士学位，并完成了博士后研究工作。回国后，主持了数项国家林业科技攻关和环境科学领域的重点国际合作项目，发表科技论文50余篇。主要社会兼职有：中国林业科学技术委员会委员，中国经济林学会理事长，中国森林土壤专业委员会副主任，湖南省环境学会副理事长等。

“环境景观”系列丛书

环境设计

城市设计

景观工程学

景观学

湿地与景观

译者的话

湿地是水陆在时间和/或空间坐标上交替的界面区域。若地球生物进化确实经历了一个自水域到陆地的过程,则湿地应记载着这一自然过程的历史,或许今天在地球某个角落的湿地依旧保留着这一进化的痕迹,甚至仍然在重复着这一演变过程。湿地过程的特点决定了湿地生态系统、生物物种和遗传基因的丰富多样性,因此,不愧被世人称之为地球物种宝库。

难能可贵的是,这样一本深刻阐述湿地本质过程、功能价值与湿地工程技术,包含丰富的生物学、生态学和环境科学知识 with 原理,贯穿可持续发展思想与理念,兼具专业性和通俗性特点的书,出自于景观建筑师克雷格·S·坎贝尔和工程师迈克尔·H·奥格登之手。这或许恰如作者在序言中所说的那样,“湿地的自然特性令人神往,一旦钻研进去,便会着迷”;也或许正是因为作者特殊的专业背景所带来的新的视野与观念充实和拓展了“湿地”的科学领域。《湿地与景观》的确是第一本将可持续发展理念、景观生态学及美学原理融合于废水处理湿地系统设计、建设和管理的书。

湿地生态系统所呈现的无限多样性,包括自身类型、物种以及环境因子的多样性,已经在全球范围内引起了高度重视。湿地生态系统的特点是湿地水文状况的反映,区域的水文周期性效应(地表和地下水位季节性变化)决定了湿地的类型和湿地植被的特征。有意义的是,湿地的物理、化学与生物学特性及功能通过吸附、滞留、过滤、氧化还原、沉淀,微生物分解、转化,植被遮蔽、残留物积累、蒸腾,水分和养分吸收以及各类动物的作用对区域的水文条件(量与质)产生着深刻的影响。近年来,作为一种低成本、高效率的废水和地表径流雨水的自然处理技术,世界各地人工湿地的数量在增多,应用的领域也在扩大,开发和利用湿地生态系统的功能在水环境保护中具有十分重要的意义和广阔的应用前景。

和世界上许多国家一样,我国正面临着日益加剧的水质污染和水生态环境恶化问题。随着人口的迅速增长以及工业化、城市化进程的加快,用水量和排水量也在急剧增长。到2001年,我国工业和城镇生活废水年排放总量已达428.4亿吨。资源不足引起的自然缺水和污染导致的水质性缺水问题已成为制约我国经济建设与社会发展的瓶颈因素,危及国民的饮水安全和经济的可持续发展。应用于水处理领域的技术种类有很多,各类技术都具有其优点、适用范围与局限性。湿地技术属于环境生物技术范畴,其特点是利用生物本身及其产物的作用功能来治理污染

和保护环境。作者指出,“过去半个世纪里的焦点已经转向一种迟来的认识,这就是植物的各种难以置信的生理与生化功能,以及它们作为资源和在污染控制自然处理方面的潜在价值”。更新观念和发展技术是维护和改善环境的推动力。《湿地与景观》一书将景观生态学作为可持续湿地景观设计的理论基础,倡导采用湿地的自然过程净化污水来代替都市水污染控制设施的“混凝土和钢架”结构,以充分发挥土地、林荫道、野生动植物走廊和缓冲地带的综合功能。作者认为,将生态系统中的能流与物流原理应用在人类环境的设计中,将环境价值与城市区域景观的生物多样性思想融入城市建设实践,是保护人类环境未来健康的唯一合乎环境伦理和实用的方法。

《湿地与景观》在全书多章节中强调多学科交叉渗透的重要性,因为“湿地最具魅力的是它的多学科性特点”。湿地研究需要大批不同学科领域的学者与专业人士参与。作者认为,在公共基础设施建设中,由于缺少生物学与其他自然科学学者的参与,城市景观至今还未能很好地与自然融合在一起。当前,特别需要综合化学、生物化学、水生生物、野生动植物、生态、环境科学、园林建筑、土木工程和其他相关学科的理论与方法,实现城市的保护和发展与其所依存的自然世界的有机融合。

《湿地与景观》阐述了湿地在可持续发展中的重要作用(第一章),介绍了北美湿地的主要类型、湿地过程的性质与功能以及北美主要湿地植物类型、生物学特性和景观价值,湿地植物的种植技术和人工湿地研究的历史和优先领域(第二章)。在应用技术方面,重点讲述了人工湿地设计、建造、运行与维护、投资成本效益核算的原理与方法(第三与第四章);分别介绍了处理径流雨水的湿地系统(第五章),个体住宅污水处理系统(第六章),池塘单元(第七章),以及湿地系统中野生动物的作用、保护与管理(第八章)。作为特色部分,《湿地与景观》还示范了将艺术与生物学融合在一起用于水资源保护和城市环境建设的原理与实践(第九章),并为读者提供了丰富的世界各地的多功能人工湿地的成功事例(第十章)。

《湿地与景观》一书信息量大、涉及学科领域多,因此,在翻译中,要准确和贴切地再现原文思想与风格,具有较大的难度。在这里,我要特别感谢周训芳先生在本书翻译过程中给予的鼓励与支持。林辉、张凌涛、陈谦、陈明利、赵芳、郭亚平、李淑兰、雷电等人利用假日热心地参与了本书的部分翻译与校稿工作,这里一并致谢。最后,要感谢原书作者克雷格·S·坎贝尔和迈克尔·H·奥格登为我们撰写了一部好书。

吴晓芙

2004年7月23日

序

湿地，无论是自然形成的，还是人工产物，所展现的特殊魅力与迷人景色是其丰富多样的生物种类和生命活动。今天，随着认识的深化，湿地在人类生存环境中所特有的生态功能已经受到社会的广泛重视，成为科学家们研究的重点内容和学校、社区及自然中心的热点论题。

近年来，作为一种低成本、高效率的废水和径流雨水中污染物质的自然处理技术，人工湿地的数量在世界各地日渐增多，应用的领域也在扩大，对湿地感兴趣的人也从景观建筑学和环境工程领域的学员，扩展到现实社会中的政府官员、开发者、乃至个体市民。在世界范围内每年召开了多次以湿地为主题的报告和研讨会，汇集了大量的技术报告、发表和出版了许多论文专辑和著作。但这些研讨会和出版物的内容大多局限在生物、工程、湿地化学等技术领域。虽然，相关的活动及成果为丰富人工湿地的技术知识内容奠定了有益而坚实的基础，遗憾的是人工湿地其他值得关注的方面，如湿地的美学、景观、野生动植物的生境，以及其他综合利用价值等，尚未得到应有的重视。用于废水处理的人工湿地可成为公众欣赏的景点而非障碍物。因此，本书的目的是将人工湿地净化水体的作用与其美化环境等多种功能融合在一起，为增进人们对湿地价值的深入理解，提供相关的信息与基础知识。

近几十年来，公众的环境意识在不断增强，政府的环境政策也有大的改观，然而仍有令人遗憾的方面。例如一些用意好的用于指导污水处理的政策法规通常与以往支持为社区添置和更新污水处理设施的项目目标相重叠。美国环境保护署（EPA）曾经设立过建设基金项目（后在 20 世纪 80 年代被逐步取消而转为州政府周转贷款项目），为改进污水处理系统和应用新的处理技术体系提供资金。在建设基金项目支持下，当时各地建造了许多不同类型的人工湿地，但后来基金项目被取消后，人工湿地的发展动力也随之消失。州政府水净化周转基金（CWSRK）是由各州政府管理的贷款项目，其本金渠道来源于美国环境保护署和其他基金组织。州政府水净化周转基金是废水处理工程项目包括个体家庭污水处

理系统建设所需贷款的主要资金来源。在各个州，还有一些不同类型的湿地处理系统建设基金项目。其中一些项目也支持不同地区的人工湿地示范工程。

另一支持较小建设规模的资金来源是国家湿地示范项目（NODP），其支持和帮助社区不同废水处理技术体系的选择论证、建设和处理效果监测等。该基金项目起始于1993年，由美国环境保护署出资设立在西弗吉尼亚大学的国家小流量净化站（NSFC）管理。许多小型项目，包括西弗吉尼亚一个县级公园厕所废水处理的人工湿地系统的测试均得到了该基金项目的支持。

美国环境保护署曾于1973年设立“小流量研究项目”，主要支持那些难以采用常规废水处理技术的地区，因地制宜地选择和建设其他可行的废水处理系统。国家小流量净化站的建立是遵照国家洁净水法的要求，主要支持和帮助小社区收集、交流与共享所需的与废水相关的资料信息。

所谓“小流量”处理系统的概念，所指的是设计处理能力小于每日100万加仑，或小于1万人口每日产生的废水量的系统。国家小流量净化站创办了一份出色的周报；同时为用户提供了600多种实用手册、科普读物和录像带（其中许多包含人工湿地的内容）；并通过举办培训班、研讨会和提供咨询专家等多种方式，为用户提供技术支持与服务（NSFC的免费电话号码：1-800-624-8301，网站：<http://www.nsfc.wvn.edu>）。

除了上述经费渠道以外，不同的州与地区的一些相关机构，在不同时期里也为水处理项目提供了一些无偿的资助。例如设立在得克萨斯边境地带为边境区域的水和废水基础设施建设提供资金的水发展协会，农户家园管理基金，以及另外一些可提供有限资助的组织等。但由于无偿资助的项目，无论是规模，还是数量都极为有限，真正急需大量资金来建设和改善水处理设施的社区，通常只能通过贷款而不是寻求项目资助的途径来解决问题。这种情形必然会增大排污处理的费用，迫使各社区在选择和建设污水处理技术体系时，考虑成本的效益问题。因此，与早期比较，今天各社区在水处理设施建设中更为关注近期建设的投资成本和长期运行与维护的费用两方面的问题。

成本效应问题在世界范围内激起了应用“天然系统”处理废水的广泛兴趣。现有的所有废水处理系统，包括被列为“高新技术”的处理系统，都在一定程度上应用了生化处理工艺。过去几十年中，有关湿地过程和人工湿地系统净化污水能力方面知识的积累及相关的发展经历了一个相当复杂的过程。目前，英国、加拿大、美国、墨西哥、印度、南非、巴西、澳大利亚以及欧洲的许多国家，都建造了不同类型的人工湿地，规模大小不一，从小型单个家庭处理系统，到每天处

理 1 200 万加仑废水的大型处理厂。经过长期实践检验证明了人工湿地运行具有成本低、效率高的自然特性，使人工湿地技术得到广泛的推广应用，并被各地区的管理者所接受。

人工湿地研究最具魅力的是它的多学科特点。这一特点在一开始便吸引了大批不同学科领域的专家，这些学科领域覆盖了化工、水生生物、生态学、野生动植物学，以及景观建筑学、土木工程和其他相关学科。湿地的自然特性令人神往，正如某些人所说：“一旦钻研进去，便会着迷！”也正是由于这一特点，人工湿地的研究需要结合区域发展规划和环境设计等学科原理。为此，我们希望能广泛激起工程建筑师、园林建筑师、规划者、开发者和决定环境保护政策、投资和长期效益的政府官员的兴趣。本书的重点内容集中在人工湿地的综合利用价值和多重效益方面，目的是将人工湿地的结构功能和其他公共设施，如公园、开放空间系统、博物馆、自然中心、野生动植物保护区和人工环境的其他要素结合起来。

水生植物对人类和人类居住环境的贡献大小不一。从衣、食、住、行到医药，人类历史早已与植物和植物的有效利用紧密联系在一起，以至于 20 世纪西方文化的兴趣几乎主要集中在了解和开发植物满足人类舒适享受方面的价值，而忽视了已经在民间长期积累的更深层次的植物学天然特性方面的知识。在这一方面，近期的西方历史正处于一个认识再定位的阶段，观念的更新在世界范围内亦已产生了深远的影响。今天在世界各地，已经少有国家和地区会伸开双手欢迎建设工业发展区、开发休假胜地和实施其他造成较大环境影响的项目。相反，在全球范围内，普遍增大了采用“普通科技”手段解决协调发展和环境污染问题的兴趣。“可持续性”已成为新发展的关键词和重要目标，写在世界银行和其他大多数国际组织机构评估新项目的基本准则之中。

今天，已经很难分割与发展和改善环境相关的各种因素，或区分它们的作用与联系。虽然本书的主要内容是介绍利用低能耗的自然水生植物系统净化污水的技术知识，但是，如前面所述，注重强调在研究人工环境问题中多学科的相互依赖与联系。在当今大多数研究项目越来越朝纵深专业化方向发展的时期——恰如梵文学家所说的“对越来越少的东西，却知道得越来越多”，世界最迫切需要的是不同学科领域知识有意义的融合。

景观建筑学可能是唯一传统的与人工环境具有紧密联系的学科。这一特点使得这个专业，在涉及文化与自然资源相关联的多学科性大项目中成为领衔学科，奠定了厚实的基础。领衔作用的关键在于组织和协调所有相关领域的专家，去除

各自学科的偏见，集众所长，协同攻关。

伊恩·麦克哈格 (Ian McHarg)，迈克尔·霍夫 (Michael Hough)，约翰·莱尔 (John Lyle) 和罗伯特·泰尔 (Robert Thayer) 等人在其相关著作中确立了景观建筑学在环境设计领域的主导地位，由此奠定了可持续景观理论的基础，促进了这一学科的发展。不幸的是，大多数建筑师们，往往着迷于艺术理论和潮流风格，而通常忽略那些值得适当展现的，包含特殊景点信息的种种环境因素。规划者们，少有例外，几乎全然放弃了景点规划与设计，当然更不会致力于发展包括对其自身所从事的专业工作具有指导意义的理论方面的研究。当今称之为“新都市化”的观念并不真正具有新意，新都市化的定义最初由建筑学家给出，几乎不考虑环境因素。

社会上一直强烈指责建筑工程师们在创造视觉上的“怪物”，然而产生这种结果的原因，在很多情况下要归结为政策、法规和资金的影响，而并非是工程师们的设计能力和敏锐性问题。公正地说，工程专业整体上的发展，并未能站在雨水径流处理、停车场和道路的设计，或其他景点要素开发的前沿。而经常是景观建筑学家们的参与，尤其是在与具有发展眼光、高度重视环境和可持续性发展原则问题的住宅区和商业区的开发者的合作中，给雨水处理、生物过滤及其他技术的应用带来了许多新的创意。

一个有趣的例子是美国某工程军团的职能转变所带给工程领域和相关政府部门的观念更新。与其他许多官僚政府的代理机构一样，这个工程军团早期所承担的都是对自然环境造成毁灭性影响的工程项目。但自从没有新的修筑水坝等工程项目后，这个工程军团开始承担起恢复湿地生境、重新凿通佛罗里达州基西米河旧河道的工程任务，这个工程包括回填 30 年前由这个军团自己开凿的人工河道。在 20 世纪 60 年代期间，为了控制洪水，保障航道通畅，工程军团曾把这条 103 英里弯曲的河道，拉直为 56 英里。工程开凿的人工沟渠排干了周围的湿地，对邻近地区、沼泽地的野生动植物的生活环境以及其他的自然资源造成了巨大的影响。这一生态恢复计划由军团和南佛罗里达水管理区共同拟定，项目实施估计将历时 15 年，耗资 3.5 亿美元。

还有许多事例表明美国社会各阶层已经意识到应用生物整体功能和发展相关技术来防治污染和管理环境的重要性。编著本书的目的是增进人们对可持续景观中人工湿地的应用价值的理解。

致谢：

感谢以下为编著本书提供信息的公司、机构、个人：

Aquatic and Wetland Company, Boulder, Colorado

David Brown, Environmental Engineer, U. S. EPA Risk Reduction Lab, Cincinnati, Ohio

Joanne Jackson, Post Schuh Buckley & Jernigan, Winter Park, Florida

Ron W. Crites, P. E., Nolte and Associates, Inc., Sacramento, California

Tim Darilek, San Antonio Water System, San Antonio, Texas

Edith Felchle, Division of Natural Resources, City of Fort Collins, Colorado

Matt Finn, Biosphere 2, Oracle, Arizona

Pliny Fisk III, Center for Maximum Potential Building Systems, Inc., Austin, Texas

Reese Fullerton, Tesuque, New Mexico

Carol Franklin, Andropogon Associates, Philadelphia, Pennsylvania

Peggy Gaynor, Gaynor Landscape Architects, Seattle, Washington

Michelle Girts, CH2Mhill, Portland, Oregon

John Grove, Grove Constructed Wetlands, Buena Vista, Colorado

Becca Hansen, The Portico Group, Seattle

Terry Hennkens, Sewer Utility Manager, City of Columbia, Missouri

Michael Hough, Hough Woodland Naylor Dance Leinster, Toronto, Ontario, Canada

Lynn Hull, artist, Fort Collins, Colorado

James D. Hunt, P. E., Dyer, Riddle, Mills, & Procourt, Inc., Orlando, Florida

Joanne Jackson, Post Buckley Shuh & Jernigan, Winter Park, Florida

Patricia Johanson, artist, Buskirk, New York

Jones & Jones, Seattle, Washington

Lorna Jordan, artist, Seattle, Washington

Ned Kahn, artist, San Francisco, California

Robert Knight, CH2Mhill, Gainesville, Florida

Allison Kukla, Phoenix Arts Commission

Camilla Rode Laughlin, Land Use Department, Boulder county, Colorado

Deborah Levy, Parks Naturalist, City of Orlando Recreation Bureau

Eric H. Livingston, Environmental Administrator, Florida Dept. of Environmental Protection

Prof. Paul Lusk, Department of Architecture and planning, University of New Mexico, Albuquerque

Michael Maglich, artist, Phoenix

Thomas McDonald, Water Reclamation, City of Beaumont, Texas

Simon Miles, Toronto, Ontario, Canada

Randy Neill, Arkansas Department of Health

Rodney Pond, Metro Transit, Seattle, Washington

Resource Conservation Technology, Inc.

Thomas Schueler, The Center for Watershed Protection, Washington, D. C.

Michael Singer, artist, Vermont

Gerald Steiner, professional engineer, Chattanooga, Tennessee

Robert Stout, artist, Albuquerque, New Mexico

Robert Thayer, Chairman, Dept. of Landscape Architecture, University of California/Davis

Unified Sewerage Agency, City of Hillsboro, Oregon

William Wenk, Wenk & Associates, Denver

Dr. Kevin White, University of Southern Alabama

目 录

译者的话

序

第一章 可持续发展的概念	(1)
一、可持续目标设计的人工湿地	(1)
二、景观生态学	(4)
三、可持续景观学的发展	(4)
四、生物圈2号	(7)
五、最高能建筑系统研究中心	(10)
六、人工湿地和永久性农业	(11)
七、生物修复和植物修复	(15)
八、公共态度与可持续性	(17)
第二章 湿地过程的特点	(18)
一、湿地的性质	(19)
二、湿地的功能和价值	(19)
三、水生植物与废水净化	(22)
四、种植技术	(31)
五、人工湿地的历史	(34)
六、人工湿地的现状	(40)
第三章 人工湿地与废水处理设计	(42)
一、废水处理目标:常规处理方法及人工湿地技术简述	(42)
二、人工湿地的功能和局限性	(49)
三、设计过程	(52)
四、设计新的处理设施	(56)
五、改造现有处理设施的设计	(75)

六、设计工业、采矿业和农业废水处理系统	(77)
七、暴雨径流和雨污合流处理系统的设计	(80)
八、人工湿地的经济学问题	(81)
九、规范过程	(94)
第四章 人工湿地的设计、运行和维护	(99)
一、设计原理	(99)
二、潜流型人工湿地	(107)
三、表流型湿地	(110)
四、建造过程	(111)
五、运行和维护需要考虑的事项	(124)
第五章 人工湿地处理径流雨水	(129)
一、径流雨水的实地处理	(129)
二、流域单元规划	(137)
三、沉积物的输入	(142)
四、渗滤	(142)
五、雨水收集	(143)
六、乡村住宅区系统	(145)
七、暴雨径流实地管理的其他样板	(146)
八、华盛顿市议会和托马斯·舒勒(Thomas Scheuler)提出的:暴雨管理 湿地设计原理	(148)
九、雨水处理湿地和废水处理湿地的功能差异	(152)
十、暴雨湿地的污染物去除率	(153)
十一、组合暴雨湿地处理系统示范	(155)
第六章 单个家庭住宅污水处理系统	(162)
一、现场处理系统实践	(162)
二、化粪池——第一步	(164)
三、家庭住宅人工湿地	(167)
四、植物	(173)
五、新墨西哥卢斯科住宅系统	(175)

六、新墨西哥富勒顿住宅系统	(175)
第七章 池塘	(180)
一、藻类与池塘的净化问题	(183)
二、池塘中气体和营养循环	(184)
三、池塘中 pH 值	(185)
四、人工池塘的设计	(186)
五、循环泵	(194)
六、池塘中的鱼类	(195)
七、池塘维护	(196)
八、可见性、可及性及安全性	(197)
九、安全问题	(198)
第八章 野生生物保护与管理	(201)
一、城市野生生物	(201)
二、基于生态观的规划和野生生物	(203)
三、城市湿地	(206)
四、标志示意图的重要性	(208)
五、野生生物的设计	(212)
第九章 艺术、工程和景观	(217)
一、艺术与环境	(218)
二、自然、艺术和人工湿地	(220)
三、流态和水质	(220)
四、生态艺术	(224)
五、水问题和公众看法	(226)
六、亚利桑那州帕帕戈公园/菲尼克斯和斯科兹达尔交界项目	(228)
七、亚利桑那州菲尼克斯市菲尼克斯固体废弃物管理中心	(230)
八、花园水系,金县地铁管理部	(232)
九、牵引力:纽约州布鲁克林市帕德加特的天然公园	(239)
十、弗吉尼亚州亚历山大市金大街公园	(239)
十一、得克萨斯州达拉斯市弗尔公园泻湖	(243)

十二、野生生物和艺术	(247)
十三、加利福尼亚州埃克荷恩泥沼国家河口研究保护 Isla de Umuunum 雕塑	(252)
十四、协作努力的性质	(252)
第十章 多功能人工湿地范例	(255)
一、斯泰普尔顿机场扩展开发规划	(258)
二、阿克塔废水湿地与野生动物避难所	(260)
三、哥伦比亚湿地废水处理项目	(261)
四、奥兰多伊斯特里湿地恢复及公园项目	(263)
五、萨克拉曼多市示范湿地	(266)
六、休劳市湿地	(266)
七、EL 熔岩区 (Malpais) 国家纪念碑: 复合代理接待中心	(268)
八、洛斯帕蒂拉斯小学	(269)
九、宾福德湖/巴特勒河绿色走廊总体规划	(273)
十、杰克逊滩地资源管理总体规划	(273)
十一、高山风景保健区湿地系统	(274)
十二、米歇尔湖湿地和 Chavaneaux 公园	(276)
十三、博蒙特人工湿地 (Beaumont Constructed Wetland)	(277)
十四、总结	(279)
参考文献	(280)
附录一 竞标公司评分表	(288)
附录二 美制单位换算表	(289)