



THE WORLD BANK 世界银行文献译丛

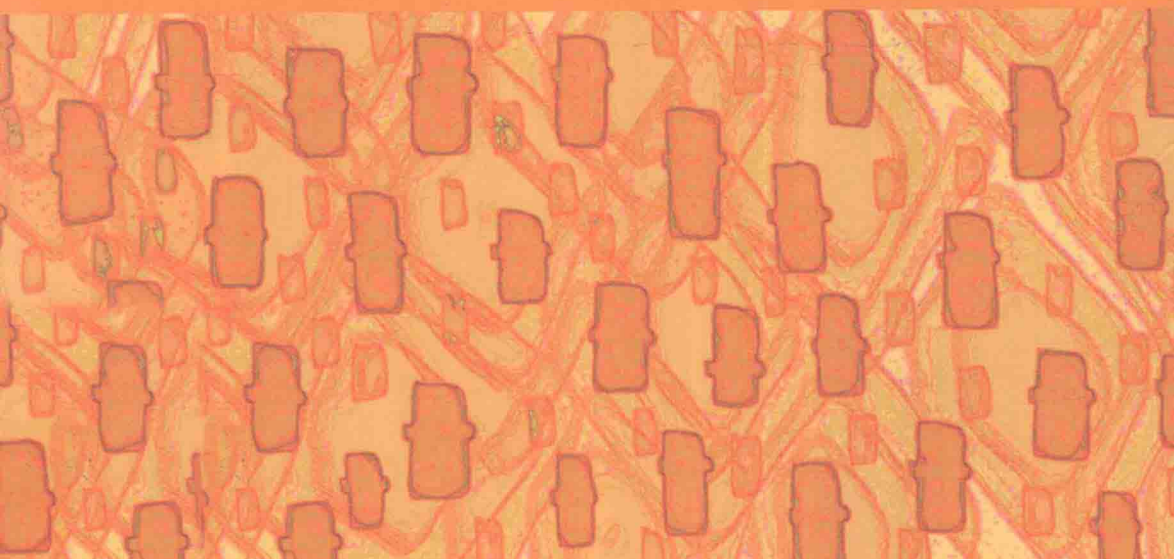
# 城市供水和污水设施节能指南

A Primer on Energy Efficiency for  
Municipal Water and Wastewater Utilities

降低市政服务的能耗成本



上海城投·DFV 编译



同济大学出版社  
TONGJI UNIVERSITY PRESS




THE WORLD BANK 世界银行文献译丛

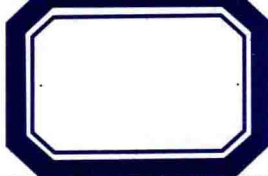
# 城市供水和污水设施节能指南

A Primer on Energy Efficiency for  
Municipal Water and Wastewater Utilities

降低市政服务的能耗成本

 上海城投·DFV 编译

同济大学出版社  
TONGJI UNIVERSITY PRESS



## 目 (CIP) 数据

城市供水和污水设施节能指南：降低市政服务的能  
耗成本 / 世界银行编著；上海城投环保产业投资管理  
有限公司译。——上海：同济大学出版社，2013.10  
(世界银行文献译丛 / 王志强主编)  
ISBN 978-7-5608-5304-8

I. ①城… II. ①世… ②上… III. ①市政工程—给  
排水系统—节能—指南 IV. ①TU991-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 229693 号

## 城市供水和污水设施节能指南

### A Primer on Energy Efficiency for Municipal Water and Wastewater Utilities

上海城投·DFV 编译

出品人：支文军  
策划：江岱  
责任编辑：姚焯铭  
责任校对：徐春莲  
装帧设计：孙晓悦

出版发行：同济大学出版社 [www.tongjipress.com.cn](http://www.tongjipress.com.cn)  
地 址：上海市四平路 1239 号 邮编：200092  
电 话：021-65985622  
经 销：全国新华书店  
印 刷：上海中华商务联合印刷有限公司  
开 本：710mm×980mm 1/16  
印 张：6  
字 数：120 000  
版 次：2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷  
书 号：ISBN 978-7-5608-5304-8  
定 价：48.00 元

## 序言

近几十年来，中国的城市化速度和规模是前所未有的。它从根本上改变了整个国家的城市性质，上海则是其中独特的典范。该市地处中国重要的大都市区域的核心，它见证了提高经济生产率和人民生活水平的惊人的转型。如今，上海已经成为公认的推动中国经济发展的经济发动机、知识和创新枢纽、领先的中国城市中心，为全球各个城市带来宝贵的经验。

上海与世界银行的伙伴关系可以追溯到 1981 年，那一年上海的大学发展项目获得了第一笔世界银行贷款。自此以后，世界银行为惠益上海的 35 个项目提供了资金，包括超过 23 亿美元的各项投资和技术援助。与上海的伙伴关系已经成为新颖的创新理念之源，这些理念在上海设计并试验，然后再在整个中国进行推广和实施。例如，2013 年 3 月获批的上海低碳城市绿色能源计划，就是通过推广绿色能源计划支持低碳城市的发展。另外一项创新投资是“区县环境治理项目融资工具”（DFV），这是为提高上海外围区县的环境服务，提供专业的融资、技术和管理知识与技能而设立的试点平台。

2013 年 10 月 29 日，由上海城投和世界银行共同举办的“城市基础设施投融资专题研讨会”，将为上海与世界其他城市就城市化议题，特别是如何为城市及其周边地区的发展设立可持续的融资平台，提供了绝佳的交流机会。

上海已经成为全球各城市的灵感之源，我们期待着在今后几年中进一步加强并深化与上海的伙伴关系。

罗兰德  
世界银行中国局 局长  
2013 年 10 月

## Foreword

The pace and scale of China's urbanization in recent decades is unprecedented. It has fundamentally altered the nature of cities across the country and Shanghai is a unique case in point. The city lies at the heart of a major metropolitan region that has seen a staggering transformation in terms of both economic productivity and improved living standards for its citizens. Today, Shanghai is recognized as an economic engine as well as a knowledge and innovation hub driving the Chinese economy, and a leading urban center in China that can also offer lessons of great value to cities across the world.

The partnership between Shanghai and the World Bank goes back to 1981 when the first World Bank loan was approved for a University Development Project in Shanghai. The World Bank has since financed over 35 projects benefiting Shanghai, allocating over \$2.3 billion for a range of investments as well as technical assistance. The partnership with Shanghai has been the source of new and innovative ideas designed and tested in Shanghai and later scaled up and implemented throughout China. For example, the Green Energy Schemes for Low-carbon City in Shanghai, approved in March 2013, supports low-carbon city development by promoting green energy schemes. Another innovative investment is the District Financing Vehicle (DFV), which was created as a pilot platform to provide financial, technical and managerial expertise to Shanghai's outer districts to improve environmental services.

The Urban Infrastructure Investment and Financing Seminar on October 29, 2013 provides an optimal venue for Shanghai to exchange knowledge with the rest of the world on urbanization in general as well as, more specifically, on how to set up sustainable financing platforms to fund urban and peri-urban development.

Shanghai has become a source of inspiration for cities across the world, and we look forward to further strengthening and deepening our partnership with the city in the years ahead.



Claus Roland  
Country Director  
The World Bank in China  
October, 2013

## 译者序

上海城投与世界银行的合作始于 20 世纪 80 年代，双方聚焦城市供水、污水和固体废弃物管理等方面的合作，在实践中不断创新，拓展合作的深度和广度。上海区（县）环境治理项目融资工具（District Financing Vehicle, DFV），就是由上海市人民政府、上海城投与世界银行，在“上海城市环境 APL（可调整贷款）项目”的实施过程中共同设立的，是上海利用世界银行贷款的重要金融创新、组织创新和管理创新。为此，上海城投于 2004 年成立了上海城投环保产业投资管理有限公司，作为 DFV 的实施主体。目前，DFV 管理着 2 亿美元世界银行贷款，其中包括 DFV 平台融资支持的 6000 万美元中小型环境治理项目，以及为青草沙水源地原水工程 1.4 亿美元世界银行贷款项目提供全方位的咨询服务，并牵头策划和实施了世界银行贷款中“机构加强与培训”（IST）项目。

世界银行在中国的改革开放中发挥了独特而重要的作用。近年来，世界银行的业务模式也在发生显著变化，从传统的“资金银行”，演化为“知识银行”，再向“方案银行”发展。在为发展中国家基础设施项目提供资金的同时，还为优化项目的规划、设计、建设和运营管理提供国际智慧，推动体制、机制、费制的改革与完善，提升项目建设管理水平、效率和综合效益。世界银行在全球范围内的丰富实践及在此基础上形成的大量研究成果是比资金更加珍贵的财富。

自 2011 年始，DFV 专门成立了编译工作小组，先后精选并翻译了《城市水务事业的公私合作》、《城市供水和污水设施节能指南》和《城市规划、连通与融资》三本世界银行专业报告，组成“世界银行文献译丛”正式出版。丛书旨在让城市的管理者以及基础设施的经营者，了解世界银行在管理、商业模式、经济和技术措施等方面的先进理念与运作经验，开拓视野，为满足当前我国对基础设施建设和投资的巨大需求、有效推进节能环保项目投融资与能源管理、实现城市生态文明建设和可持续发展提供有益的借鉴与参考。

《城市水务事业的公私合作》全面介绍了有关发展中国家在城市水务事业中实践公私合作（PPP）的经验成果，以翔实的案例与统计数据说明 PPP 有助于提高水务行业的经营效率，增进社会福利。国务院要求“吸引民间资本参与经营性项目建设与运营，促进改善城市基础设施薄弱环节”，该书无疑提供了理论支持和指南。

《城市供水和污水设施节能指南》介绍了以管网为基础的城市供水和污水处理项目的能源使用和节能经验，通过采用切实可行的技术措施，实现供水和污水处理企业大幅度、有效的节能。市政地下管网是重要的基础设施，关系到城市安全和稳定。在管网的建设和改造中，如何合理规划、有效运营，在确保城市安全的前提下，实现节能减排，提高综合效益，该书提供了有益的指导。

《城市规划、连通与融资》围绕城市发展的三个维度，为城市管理者 and 政策制定者提供了一个分析框架，用于预测城市发展是否会陷入僵局，并采取必要的战略来防止僵局的发生。在关于城镇化的讨论中，对于各方普遍关注的如何避免千城一面、盲目建设，如何实现城市与城镇、城镇与城镇和谐连通，该书提供了极具技术性的指南。

今后，DFV 还将在世界银行丰富的研究报告中，选择与城市建设发展相关的内容进行编译，与大家分享国际成功案例和最新研究成果，惟愿“世界银行文献译丛”能够助力中国城镇化发展。

译者水平有限，若有不妥之处，欢迎读者批评指正。

上海城投环保产业投资管理有限公司 董事长  
2013 年 10 月于上海

## 出版说明

能源部门管理援助计划（ESMAP）是一项由世界银行管理的全球知识和技术援助计划。该计划为中低收入国家提供分析和咨询服务，以便提高其知识技能和机构能力，获得减少贫困和促进经济增长的环境友好且可持续发展的能源解决方案。能源部门管理援助计划由澳大利亚、奥地利、丹麦、芬兰、法国、德国、冰岛、立陶宛、荷兰、挪威、瑞典、英国以及世界银行资助。

版权 ©2012 年 2 月

国际复兴和开发银行 / 世界银行

哥伦比亚特区 H 街 1818 号 | 华盛顿 20433 | 美国

能源部门管理援助计划（ESMAP）报告的出版是为了与各国发展机构交流 ESMAP 的工作成果。本书所援引的一些资料为非正式文件，无法立刻获取。

本书内容可以全部或者部分复制，可以任何方式用于教育或者非盈利目的，无需经过特别许可，只须确认来源即可。用于转售或者商业目的的复制，应将申请递至 ESMAP 经理。ESMAP 鼓励发布其作品，一般会迅速给予同意。同时，ESMAP 经理也诚挚希望收到一份引用或者翻译该报告的出版物。

书中所有图片归原始所有者拥有，未经书面许可，不得用于其他任何目的。



## 前言

本书涉及以管网为基础的城市供水和污水处理项目的能源使用和节能问题，重点介绍城市水循环的供应方，包括取水、水处理、配水以及污水的收集和处理——这些活动直接由供水及污水运营单位进行管理。城市水循环的需求方主要涉及水的利用效率及节水问题，也对节能很重要，但在此并不展开详细讨论。

在供水及污水运营单位中，电力成本通常占总运营成本的 5% ~ 30%。发展中国家这个比例通常会更高一些，有些国家可以达到或超过 40%。这类能源成本往往是影响供水及污水运营单位财务健康的重要因素。

节能是降低供水及污水运营单位运营成本的关键措施之一。对于大多数供水及污水运营单位来说，能源代表最大的可控制运营成本，许多节能措施的投资回收期往往少于 5 年，通过节能投资降低运营系统成本，可以更快地增加低收入阶层的供水设施。

对于资金短缺的城市，提高供水及污水运营单位的能效有助于减轻政府的财政约束，同时也可缓解自来水和污水处理费价格上升的压力。从一个国家或者全球范围上看，提高供水及污水运营单位的能效可以减轻新建发电能力的投资压力，降低当地以及全球的污染排放。

基于现有的调查研究，大多数供水及污水运营单位通常所采用的节能技术措施可以产生 10% ~ 30% 的节能量，投资回收期为 1 ~ 5 年。财务回报上可行的节能措施取决于各类设施的年限和状况、所采用的技术、有效的能源价格以及影响各个供水及污水运营单位技术和财务绩效指标的其他因素。尽管面临这些挑战，现有的证据显示：发展中国家的供水及污水运营单位能够实现大幅度的、成本有效的节能。

在目前的运营水平下，采取本书中所介绍的各项节能措施，可以降低全球市政供水及污水处理行业用电量 34 万亿 ~ 168 万亿千瓦时 / 年。全球该行业目前节能量的上限大致为 23 家大型火电厂的年发电量，高于印度尼西亚 2008 全年的发电量。

扩大市政供水及污水服务系统的节能规模，主要面临的挑战来自行业管理体制问题、知识局限和融资障碍。行业管理体制会影响各个供水及污水运营单位的综合绩效、能源管理决策、激励政策和具体行动，这可能是大多数发展中国家的供水及污水运营单位实现节能的最大障碍。解决知识局限需要在系统化的数据收集、技能培训、能力建设上努力，并需要得到地方和国家政府的支持。可以通过引入节能专项基金减少融资障碍，来解决巨额而又分散的投资需求，也可以通过合同能源或水管理模式促进第三方融资。

能源部门管理援助计划在 2008 年发起了能效城市倡议 (EECI)，以支持和推进世界银行及受世界银行援助国家扩展城市节能工作。本报告作为 EECI 促进知识交流的一项工作，为从事市政供水和污水管理以及能源管理的世界银行员工等，宣传有关提高市政供水及污水运营单位的能效、降低能源成本的机会和可供借鉴的实践经验。

## 致谢

本书由世界银行能源部门管理援助计划 (ESMAP)、水部门、水务和环卫计划部门 (WSP) 的人员共同撰写。团队成员包括刘锋 (ESMAP), Alain Ouedraogo (ESMAP), Seema Manghee (水部门) 和 Alexander Danilenko (WSP), 并受益于国际金融公司 (IFC) Jeremy Levin、Elizabeth T. Burden 和 Patrick A. Mullen 等的支持和评论。Shahid Chaudhry 对供水及污水运营单位的商业模型和能源管理做法进行了相应的总结, 杜华提供了研究支持。本团队真诚感谢世界银行 Caroline Van Den Berg、Manuel G. Marino 和 David Michaud 非常有价值的意见和建议。本团队衷心感谢 ESMAP 的 Rohit Khanna 和 Jas Singh 在准备报告期间所给予的建议。同时, 还要感谢 ESMAP 的 Nick Keyes 和 Heather Austin 承担编辑和制作管理工作。

在此, 诚挚感谢上海市发改委和上海市财政局等相关政府部门, 对上海城投世界银行贷款项目的开展以及 DFV 创新融资工具的设立和发展给予了强大支持与悉心指导。

此外, 对在本书的编译出版过程中, 给予了支持与帮助的世界银行各位领导和专家们表示诚挚的谢意, 其中包括本书领衔作者 / 世界银行资深能源专家刘锋、世界银行 APL 项目组组长苏大海 (Suhail J. S. Jme'an)、曹星、Toyoko Kodama、Mayya Revzina、李莉等人。

作为上海城市环境 APL 三期世界银行贷款项目的实施主体, 上海青草沙投资建设发展有限公司自 2010 年起, 对上海城投·DFV 组织开展世界银行机构加强与培训 (IST) 项目给予了一贯支持与协助, 在此对该公司总经理陆晓如、丁磊等同志表示十分感谢。

## 缩略语

ACEEE	American Council for an Energy-Efficient Economy	美国节能型经济委员会
AFR	Africa (World Bank region)	非洲区 (世界银行区域)
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica	巴西国家电力局监管机构
ASE	Alliance to Save Energy	美国节能联盟
AWWA	American Water Works Association	美国给水工程协会
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal	巴西利亚联邦区供水及污水公司
CBOD	carbonaceous biochemical oxygen demand	碳生化需氧量
CDM	Clean Development Mechanism	清洁发展机制
CEC	California Energy Commission	加州能源委员会
CHP	combined heat and power	热电联产
CO <sub>2</sub> e	carbon dioxide equivalent	二氧化碳当量
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua	墨西哥国家水资源委员会
DAF	dissolved air flotation	溶气气浮法
DO	dissolved oxygen	溶解氧
DSM	demand-side management	需求方管理
EAP	East Asia and Pacific (World Bank region)	东亚及太平洋地区 (世界银行区域)
ECA	Europe and Central Asia (World Bank region)	欧洲及中亚区 (世界银行区域)
EE	energy efficiency or energy efficient	节能 / 能效
EECI	Energy Efficient Cities Initiative	能效城市倡议

EEI	energy efficiency indicators	能效指标
EPRI	Electric Power Research Institute	电力研究院
ESCO	energy service company	节能服务公司
ESMAP	Energy Sector Management Assistance Program	能源部门管理援助计划
ESPC	energy savings performance contract	合同能源管理
FY	fiscal year	财年
IBNET	International Benchmark Network for Water and Sanitation Utilities	国际供水与污水处理绩效比 对网络
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development	国际复兴和开发银行
IDA	International Development Association	国际开发协会
IDB	Inter-American Development Bank	美洲开发银行
IFC	International Finance Corporation	国际金融公司
ISO	International Organization for Standardization	国际标准化组织
km	kilometer	千米
kW	kilowatt	千瓦
kWh	kilowatt hour	千瓦时
LAC	Latin America and Caribbean (World Bank region)	拉丁美洲和加勒比海区(世界 银行区域)
m <sup>3</sup>	cubic meters	立方米
M&T	monitoring and targeting	能源监测和目标设定
mA	milliampere	毫安
MDB	multilateral development bank	多边发展银行
MENA	Middle East and North Africa (World Bank region)	中东及北非区(世界银行区域)
MIGA	Multilateral Investment Guarantee Agency	世界银行多边投资担保机构
MW	mega watt	兆瓦

NGO	nongovernmental organization	非政府组织
NRW	nonrevenue water	无收入水量
NYSERDA	New York State Energy Research and Development Authority	纽约州能源研究与开发署
O&M	operation and maintenance	运营和维护
OBF	on-bill financing	账单融资
ORP	oxidation reduction potential	氧化还原电位
PIU	project implementation unit	项目实施单位
PPP	public-private partnership	公私合作
SAR	South Asia (World Bank region)	南亚区 (世界银行区域)
SCADA	supervisory control and data acquisition	数据采集和监控系统
SECCI	Sustainable Energy and Climate Change Initiative	可持续能源和气候变化倡议
SRT	sludge retention time	污泥停留时间
TA	technical assistance	技术援助
TWh	terawatt ( $10^{12}$ ) hour	$10^{12}$ 瓦特时 / 万亿瓦时(电量)
UK	United Kingdom	英国
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化纲要公约
UNICEF	The United Nations Children's Fund	联合国儿童基金会
US	United States of America	美国
US\$	United States dollar	美元
USAID	United States Agency for International Development	美国国际开发署
USEPA	United States Environmental Protection Agency	美国环境保护署

VSD	variable speed drive	变速驱动器
WB	World Bank	世界银行
WBG	World Bank Group	世界银行集团
WERF	Water Environment Research Foundation	美国水环境研究基金会
WESCO	water energy service company	节能节水服务公司
WHO	World Health Organization	世界卫生组织
WOP	Water Operators Partnerships	水务运营商合作关系
WSI	Water and Sanitation Initiative	水务和环卫倡议
WSP	Water and Sanitation Program	水务和环卫计划
WSS	water supply and sanitation	供水与环卫
WSSC	Washington Suburban Sanitary Commission	华盛顿郊区卫生委员会
WWTP	wastewater treatment plant	污水处理厂
WWU	water and wastewater utility	供水及污水运营单位

## 世界银行文献译丛

主 编：王志强  
副主编：王 岚 辛 强  
统 筹：刘 坤

### 城市供水和污水设施节能指南

编 著：刘 锋 Alain Ouedraogo Seema Manghee Alexander Danilenko  
翻 译：刘 坤 马 红



上海城投环保产业投资管理有限公司

A Primer on Energy Efficiency for Municipal Water  
and Wastewater Utilities  
— Reducing the Energy Cost of Municipal Services  
Copyright © 2012 by International Bank for  
Reconstruction and Development / The World Bank

城市供水和污水设施节能指南  
——降低市政服务的能耗成本

© 国际复兴开发银行 / 世界银行，2013 年。  
版权所有

This work was originally published by The World Bank in English as A Primer on Energy Efficiency for Municipal Water and Wastewater Utilities in 2012. This Chinese translation was arranged by Tongji University Press. Tongji University Press is responsible for the quality of the translation. In case of any discrepancies, the original language will govern.

《城市供水和污水设施节能指南》英文版已于 2012 年由世界银行出版。中文版由同济大学出版社出版，翻译由同济大学出版社委托上海城投环

保产业投资管理有限公司完成，并对译文质量负责。中文版与英文版在内容上如有任何差异，以英文版为准。

本书所陈述的研究成果、解释说明和结论均为作者的观点，并不代表世界银行及其执行董事会成员或者代表国政府的观点。世界银行不保证本书所含数据的准确性。书中所示图例上的边界、颜色、名称及其他信息，并不代表世界银行对任何地区法律地位的判断或者边界条件的认可。

本书中的任何说明内容都不应构成或被视为对世界银行之特权和豁免权的限制或免除，世界银行明确保留所有权利。

关于版权和许可的任何疑问，请联系世界银行行出版部。

1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA;  
fax: 202-522-2625; e-mail: [pubrights@worldbank.org](mailto:pubrights@worldbank.org)



# 目录

序言 .....	v
译者序 .....	vii
出版说明 .....	ix
前言 .....	xi
致谢 .....	xiii
缩略语 .....	xv
<b>1 背景 .....</b>	<b>1</b>
为何考虑城市供水和污水行业的节能问题 .....	1
世界银行城市供水及污水项目中的节能投资 .....	4
其他多边和双边机构支持城市供水及污水设施的例证 .....	6
<b>2 城市供水和污水设施的能源使用与节能 .....</b>	<b>11</b>
确定供水和污水设施的能效 .....	11
能源使用的构成 .....	12
常见的节能手段和相关的成本效益 .....	14
提高城市供水和污水设施能效的障碍 .....	15
<b>3 城市供水和污水设施的能效管理 .....</b>	<b>19</b>
能源管理主要涉及什么 .....	19