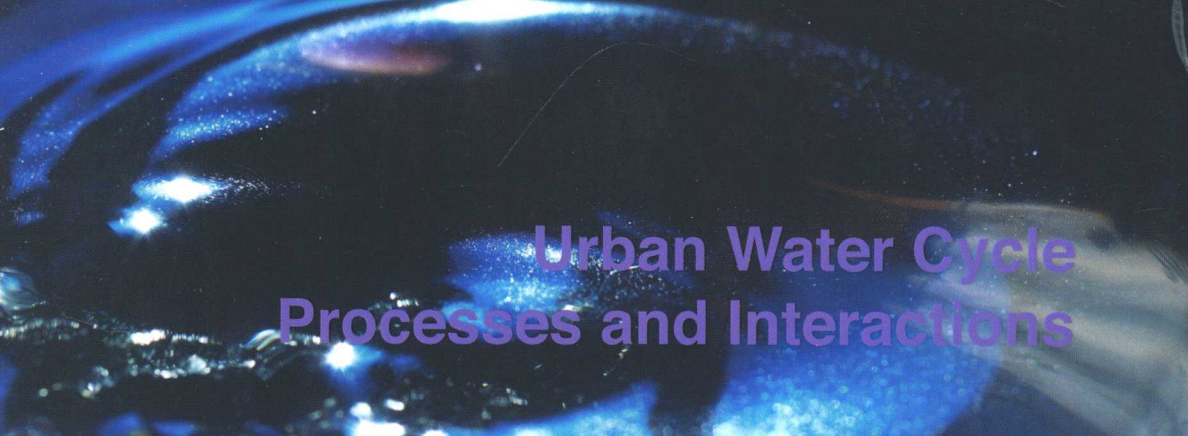




Urban Water Cycle Processes and Interactions

全球城镇化水问题丛书

城市水循环 过程及其交互

【捷克 / 加拿大】Jiri Marsalek 【墨西哥】Blanca Jiménez-Cisneros
【伊朗】Mohammad Karamouz 【瑞典】Per-arne Malmquist 著
【巴西】Joel Goldenfum 【法国】Bernard Chocat

荆茂涛 李岩 尹志杰 译



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全球城镇化水问题丛书

城市水循环 过程及其交互

【捷克/加拿大】Jiri Marsalek 【墨西哥】Blanca Jiménez-Cisneros
【伊朗】Mohammad Karamouz 【瑞典】Per-arne Malmquist 著
【巴西】Joel Goldenfum 【法国】Bernard Chocat

荆茂涛 李岩 尹志杰 译



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

- "Original title: *Urban Water Cycle Processes and Interaction*

First published by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France and Co-publisher Taylor & Francis The Netherlands, P. O. Box 447, 2300 AK Leiden, The Netherlands

© UNESCO 2008

© China Water & Power Press 2014, for the Chinese translation.

The present edition has been published by the China Water & Power Press, by arrangement with UNESCO."

"本出版物所使用的名称和引用的资料，并不代表联合国教科文组织对这些国家、领土、城市、地区或其当局的法律地位以及对边界或国界的划分表达任何观点和看法。

本出版物所表述的想法和观点均属于作者本人，并非联合国教科文组织所持观点，并不代表联合国组织机构的意见或决定。

本书中文版本由中国水利水电出版社翻译提供。"

北京市版权局著作权合同登记号：图字 01-2013-7769

图书在版编目 (C I P) 数据

城市水循环过程及其交互 / (加) 马萨利克等著 ;
荆茂涛, 李岩, 尹志杰译. — 北京 : 中国水利水电出版社,
2014.9

(全球城镇化水问题丛书)

书名原文: Urban water cycle processes and
interactions

ISBN 978-7-5170-2583-2

I. ①城… II. ①马… ②荆… ③李… ④尹… III.
①城市用水—水循环—研究 IV. ①TU991.31

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第228938号

书 名	全球城镇化水问题丛书 城市水循环过程及其交互
原 书 名	Urban Water Cycle Processes and Interactions
原 著	[捷克/加拿大] Jiri Marsalek [墨西哥] Blanca Jiménez-Cisneros [伊朗] Mohammad Karamouz [瑞典] Per-arne Malmquist [巴西] Joel Goldenfum [法国] Bernard Chocat
译 者	荆茂涛 李岩 尹志杰
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	170mm×230mm 16开本 11.5印张 160千字
版 次	2014年9月第1版 2014年9月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	42.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

全球城镇化水问题丛书

专家委员会

(排名不分先后)

名誉主任：刘昌明（中国科学院院士）

林学钰（中国科学院院士）

主任：王浩（中国工程院院士）

副主任：陈明忠（水利部水资源司司长）

邵益生（住房和城乡建设部城市水资源中心主任）

宫辉力（首都师范大学校长、教授）

汤鑫华（中国水利水电出版社社长）

委员：万力（中国地质大学副校长、教授）

王建华（中国水利水电科学研究院水资源所所长、
教授级高级工程师）

王金生（北京师范大学教授）

王忠静（清华大学教授）

刘斌（北京市水务局副局长）

左其亭（郑州大学教授）

沈大军（中国人民大学教授）

李文运（天津市水务局副局长）

李鸿源（台湾大学土木工程学系教授）

姜文来（中国农业科学院研究员）

谈广鸣（武汉大学副校长、教授）

董新光（新疆农业大学教授）

董增川（河海大学教授）

金 炎（中国水利水电出版社原总编辑、编审）

李中锋（中国水利水电出版社副社长）

办公室主任：齐兵强（水利部水资源司水资源管理处处长）

徐丽娟（中国水利水电出版社国际合作部主任）

办公室成员：董 君 张 潭 蔡晓洁

译者序

城市化进程的不断推进使得城市地区的人口不断增加，人类活动对城市水循环和城市环境的影响随之不断加大。本书——《城市水循环过程及其交互》，较为全面地阐述了有关国家人类活动对城市水循环和城市环境的影响。全书从城市水循环的概念入手，对城市水循环中的水源、水文损失、蓄水、壤中流和地下径流、暴雨径流、溪流、河湖等水文要素进行了阐述，并就城市水利基础设施中的供水、排水、废水和环境卫生设施进行了探讨。最后，着重就城市化对大气、地表水、湿地、土壤、地下水以及生物圈的影响进行了分析，强调城市环境的可持续性应以城市水资源的有效管理为基础，而城市水资源的有效管理应以科学理解人类活动对城市水循环和环境的影响为基础。如此，才可根据当地气候、城市发展、文化、环境和宗教活动以及其他经济社会因素等，具体分析量化这些影响，从而实现城市水资源的有效管理。

此书有助于我们对城市水循环、城市化对城市环境的影响、城市水资源管理面临的挑战、城市环境可持续、新方法和新技术的发展、公众教育和利益相关方广泛参与、制定新政策及建立机构以支撑政策实施等方面，加深认识，增进理解，从而更好地理解城市水资源的有效管理，以及城市环境的可持续发展。本书可供从事水利工程、环境工程、市政工程、水资源管理、生态环境研究、城市管理的技术人员和管理人员参阅。

本书由中国水利水电科学研究院多年从事水利科技国际合作的专家合作翻译。参加翻译工作的有：尹志杰、李岩。全书译文由荆茂涛校译。整个翻译工作得到了中国水利水电科学研究院领导和同事的支持和帮助，在此，一并谨向他们表示衷心的感谢。

本书翻译过程中遇到不少难解之处，对此虽已经多次反复研讨和修改，但由于时间和水平有限，恐仍不免有疏漏和欠当之处，敬请读者不吝批评指正。

荆茂涛

2014年6月

于北京

原 著 前 言

城市化的不断推进使得城市地区的人口不断增加。综合统计数据表明,目前世界上已有超过一半的人口居住在城市中,而在某些国家这一比例达 90%,甚至更多。发展中国家的城市化进程尤为明显,这些国家拥有庞大的人口数量和不断蔓生扩张的特大城市数量,与其发展程度严重不相称。因此,城市环境的可持续性问题的速度变得愈发重要,因为城市化及其相关的环境影响问题正以前所未有的速度和范围发生着。

联合国教科文组织国际水文计划(IHP)很早便认识到了这些问题,并就水资源在城市地区的作用、城市化对水文循环和水质的影响以及城市地区水资源综合管理的诸多内容进行了阐述。如今,国际水文计划正在制定一个综合性方法,以应对当前该领域出现的严峻问题。

本书介绍了上述研究的一项成果,这项研究成果的重点是评估人类活动对城市水文循环和城市环境的影响,包括城市的水文循环过程及其各要素间的交互影响。这项研究的开展源于一个事实,即城市地区的水资源有效管理要以科学理解人类活动对城市水文循环和环境的影响为基础,这些影响在时间和空间上存在很大的差异,需要根据当地气候、城市发展、文化、环境和宗教活动以及其他经济社会因素具体分析量化。

根据国际水文计划第六阶段项目(2002~2007)框架,我们编写了一系列关于城市水资源管理的丛书。作为这套丛书的一册,本书介绍了国际水文计划研究城市水循环过程及其交互项目的主要成果。为了解决城市水资源管理中的各种情况,联合国教科文组织针对这项研究成立了一个工作组,其成员具备不同的专业背景 and 不同气候区域的

研究经验。正是工作组成员的思考和共同努力，才促成了本书的问世。我们充分认识到，在本书的编著过程中，Jiri Marsalek 先生起了主要的推动作用，并担任了责任编辑。国际水文计划副秘书长 J. Alberto Tejada-Guibert 先生负责本书的具体编纂工作。我们对所有参与者和编辑们的辛勤工作表示感谢，同时也相信本书的有关结论、建议及案例将会对全世界城市水资源管理的实践者、政策和决策制定者以及教育者大有裨益。

András Szöllösi-Nagy

联合国教科文组织国际水文计划 (IHP) 秘书长

联合国教科文组织水科学处主任

联合国教科文组织自然科学部门助理总干事

缩 略 词

ABR	厌氧折流板反应器
ADB	亚洲开发银行
ASR	含水层蓄水与恢复
BMP	最佳管理实践
BOD	生化需氧量
CEC	欧洲共同体委员会
COD	化学需氧量
CSO	合流制管道溢流
DAF	溶气浮选法
DDE	二氯苯基二氯乙烯 (杀虫剂: 滴滴伊)
DDT	二氯二苯三氯乙烷 (杀虫剂: 滴滴涕)
DNAPL	致密非水相液体
DO	溶解氧
DOC	溶解有机碳
EC	欧洲共同体
E · coli	大肠杆菌
ECOSAN	生态卫生
EDS	内分泌干扰物质
EEA	欧洲环境署
EEC	欧洲经济共同体
EPA	环境保护署 (美国)
ESSA	东亚、南亚和东南亚
ET	蒸散发
FCU	粪大肠菌单位
GTZ	德国技术合作协会
HO	寄生虫虫卵
IHP	国际水文计划

INSA	里昂国立应用科学学院
IOL	指示生物阈值
IPH	水利科学研究院
IWMED	湿地管理和生态设计研究院 (印度)
kPa	千帕
MENA	中东和北非
MOE	安大略省环境部 (加拿大)
MPN	最大可能数
MSF	多级闪蒸法
MST	微生物源追踪
N	氮
NBT	纳什议价理论
NO _x	氧化氮
NRC	国家研究委员会 (美国)
NSW	新南威尔士州 (澳大利亚)
NURP	国家城市径流计划
P	磷
PAH	多环芳烃
PFU	菌斑形成单位
PPCP	药品和个人护理用品
RO	反渗透
RTC	实时控制
SAT	土壤含水层处理
SBR	定序间歇式反应器
SCS	美国农业部自然资源保护局 (美国)
SO _x	氧化硫
SSA	撒哈拉以南非洲
TDS	总溶解固体
THM	三卤甲烷
TN	总氮
TP	总磷
TSS	总固体悬浮物
TWCP	德黑兰废水收集项目

UASB	升流式厌氧污泥床
UFRGS	南里奥格兰德州联邦大学 (巴西)
UK	大不列颠及北爱尔兰联合王国
UNEP	联合国环境规划署
UNESCO	联合国教科文组织
UN-HABITAT	联合国人居署
UNICEF	联合国儿童基金会
US	美国
USLE	通用土壤流失方程
UV	紫外线
UWC	城市水循环
UWWE	城市废水排放
VOC	挥发性有机化合物
VSS	挥发性悬浮固体颗粒
WC	抽水马桶
WHO	世界卫生组织
WPCF	水污染控制联合会 (美国)
WWTP	废水处理厂

术 语

绝热冷却 一个自然的大气过程。气团在绝热上升过程中，气压随高度升高而降低，体积保持不变，导致气团温度降低。这一效应会导致水汽凝结，当空气中有凝结核时便会形成降雨或降雪。

用水总量 某一区域（地理）单元（例如县）或水文单元（例如流域或地下水含水层）中所有用水的总和。见“分项用水量”的概念。

推移质 几乎一直沿着河床以滚动、移动或跳跃方式运动的泥沙。

底栖物种/群落 生命周期的全部时间或部分时间在水沙界面度过的水生生物。

钱堤 建有斜坡的低矮土墙，设置目的是为了在暴雨雨水管理中容纳、调节或控制地表径流。

生物群落 一系列生活在生态平衡中的有机物、植物和动物，而这一生态平衡是以当地环境的化学、物理和生物条件为基础。

生物工程土壤 通过混合自然土壤和有机物质后而改变性质的土壤（改善土壤结构和持水能力），土壤上种有植被，以此稳定和保护土壤不受侵蚀。

生物过滤 结合物理和化学过程的过滤，利用附着微生物吸附和处理营养物质。

生物滞留区 用于径流收集、储存和下渗的有植被覆盖的地表洼地。如果有需要，可以用生态工程土壤取代下垫面土壤层。

生物圈 地球上生命存在的部分。包括大气圈的下层、整个水圈以及与大气圈和水圈有接触的岩石圈。

生物型 拥有相同基因构成的个体组成的自然群体。

黑水 粪便和尿液造成的生活污水。

毛细张力 衡量水分子和黏土表面的吸引力，是黏合力和凝聚力的总和，或者称为毛细作用力。

螯合作用 捕捉金属阳离子或者使金属阳离子与某种有机化合物结合的化学过程。

对流雨 陆地上白天热量累积造成的暴雨，特征是历时短、降雨强度大，

并伴有大风。强降雨通常会形成大量径流，引发洪水危险。

分项用水量 不同目的的用水，包括公共供水、灌溉、工业、热电厂、采矿、牲畜和水产养殖等某个特定供水用水单元的用水。见“用水总量”的概念。

分布式系统 非集中式的污水处理系统。这类系统通常规模较小，成本便宜，构造简单，用于处理少量家庭产生的本地污水。

生态水文 水文学的子学科，重点关注水文循环中发生的生态过程，并力求利用这一过程来提高环境的可持续性。

洗脱 即淋洗。通过用液体（洗脱液）连续冲洗将吸附化合物分离出来。

蒸散发 水分通过蒸发作用从土壤回到大气和通过散发作用从植被回到大气的过程。

逆渗漏 由于渗透作用或吸附作用，排水系统中的水流入到周围土壤和地下水中的。

管线接头计费 以管线接头为基础（即以固定尺寸的接头数量为单位收费）的水资源费收取方法，而不是以实际用水量来收费。

消防用水 配水网络中可供市政消防使用的水量。

灰水 餐具洗涤、洗衣和淋浴产生的生活污水，其中不包含黑水物质。

热岛效应 硬质路面（如柏油和水泥路面）的升温效应导致城市地区气温升高的现象。

导水率 多孔介质的属性，根据达西定律可以建立单位流量与水力梯度间的关系。

水文过程线 一种图解表示法，例如某些基准面以上的水深或是流量随时间变化的曲线。

（水文循环的）水文要素 水文循环的主要要素包括水源（从外界输入的水量或降水）、水文损失（截留、洼蓄、蒸发和蒸散发、下渗）、蓄存水量（土壤水分、地下水）以及通过壤中流、地下水和地表径流传输的水量。

水文循环 即水循环。水从大气降落到地面，又从地面返回到大气中的连续阶段：陆地、海洋或内陆水体中的水分蒸发，在大气中凝结成云团，形成降水后，历经截留、下渗、渗透后，形成径流，并在土壤或水体中蓄积，然后再次蒸发。

水文情势 某一水体的状态和特征随时间、空间周期性变化的情况，以季节或其他时段为周期。

水文气象因子 描述天气或水资源特征的变量，如风、太阳辐射、气温、

降水、水温、水深、流速和水质。

水圈 地球上所有水的总称，包括云团中的水汽、冰盖和冰川以及海洋、湖泊、河流和地下含水层中的水。

拦蓄 将水储存在水库中（蓄水）。

改良性供水 是指从供水技术和水平的角度而言，与未经过改良的技术相比，能够提供更加安全饮用水的技术，包括家庭水龙头供水、公共储水池、钻井、保护良好的井和泉以及雨水收集（来自世界卫生组织的概念）。

综合管理 一种规划和运行过程，在此过程中，权益方、利益相关方和监管方能够就资源保护、资源的可持续利用、经济发展和多样化达成总体协议。

壤中流 ①降雨中未成为地下水补给的那部分水量，会从土壤中以潜流的方式下泄到河道中；②来自于季节性饱和区域、以远大于正常基流渗流的速度在某地质构造上层流动的水流。

岩石圈 地球的上层，包括地壳和上地幔。

集总土壤特性 特定单位体积上集总的土壤特征。

特大城市 居住人口超过 1000 万人的城市。

小气候 局部地区的气候，与周围地区的气候存在差别。

微粒 悬浮在空气中的固体或液体小颗粒。大多数微粒的直径范围在 10nm 至 100 μ m 之间。

浮游群落 全部或部分生命周期在水体中游动或浮动的水生有机物，该类型的有机物包括藻类和浮游动物。

潜水位 天然地下水水位（水平面）。

支柱型生态系统方法 一种考虑社会、生存环境 and 经济等三大基本支柱的战略，对土地、水和生物等资源进行综合管理，促进资源保护和可持续。

回归分析 研究两个或多个量化指标相互依赖程度或相互关系的统计方法。

粗糙度 河床的糙率。

卫生填埋场 处置固体垃圾的场所。为防止垃圾渗滤液下泄到地下水中，一般是在垃圾填埋场下面设置防渗层以及渗滤液收集和处理系统。

非饮用水 处理水平还未达到饮用水标准的水资源。

洼地 用于收集和转移径流的低洼地或沟渠，其中的水和营养物会逐渐下渗到周围土壤中，形成肥沃的种植区。

温跃层 即跃温层。热力分层水体中的某一层，该层的温度梯度值达到最大。

时间序列分析 对固定时间间隔的一系列数据进行评估和解读，确定数据随时间的动态变化方式。

蒸腾 水资源从植被中以水蒸气的形式散失到大气中的过程。见蒸散发。

包气带 即非饱和区、充气带。位于地下水位之上的地下区域，空隙被空气和水填满，水压小于气压。

虚拟水 表征农业产品或工业产品生产过程中间接消耗的水量，这些产品在生产过程中需要大量的清洁水。

水压力区 由配水系统提供供水服务地区的某一部分，特点是具有一定的水压力。

水土交汇面 水和土壤之间的交界面。

致 谢

我们很多同事也参与了本书的编写，在此对他们的贡献表示由衷的感谢。特别要感谢以下同事的付出：

- 联合国教科文组织秘书：J. A. Téjada - Guibert 先生，负责国际水文项目第六阶段（IHP - VI）城市水资源活动的官员，同时也是国际水文项目的副秘书长；C. Maksimović 先生，国家水文计划城市水资源模块的顾问；B. Radojevic 女士和 W. H. Gilbrich 先生，咨询专家。

- W. E. Watt 先生，加拿大安大略省金斯顿皇后大学名誉教授，担任本书终稿的外观编辑。

- Q. Rochfort 先生、J. Dziuba 女士和 P. McColl 先生，加拿大安大略省伯灵顿国家水资源研究院，负责完成本书的最终版本。

- 工作组的所有成员：参与该项目城市水循环过程及其交互的部分研究人员，尤其是提供文字材料的人员。

参与城市水循环过程及其交互研究的工作组成员有：

- Gamal Abdo 苏丹喀什穆，喀什穆大学土木工程系。

- Beernard Chocat 法国里昂，法国国家应用科学学院里昂分校，参与编写第 4 章。

- Joel Goldenfum，巴西阿雷格里港，南里奥格兰德州联邦大学水利科学研究院，参与编写第 2 章和第 3 章。

- K. V. Jayakumar，印度、瓦朗加尔地区工程学院水和环境所。

- Blanca Jiménez - Cisnerous，墨西哥墨西哥城，墨西哥国立自治大学工程学院环境工程系，参与编写第 3 章和第 4 章。

- Mohammad Karamouz，伊朗德黑兰，德黑兰大学土木工程学院，参与编写第 2 章和第 3 章。

- Per - Arne Malmquist，瑞典哥德堡，查尔姆斯理工大学，参与编写第 3 章。

- Jiri Marsalek，加拿大安大略省伯灵顿，国家水资源研究院，参与编写第 1 章至第 4 章，并负责全书统稿和编辑工作。