

★ ★ ★
“十三五” ★

国家重点图书出版规划项目



ISCRI
INTERNATIONAL SMART CITY RESEARCH INSTITUTE

中国生产力促进中心协会
国际智慧城市研究院

智慧城市实践系列丛书

智慧环保实践

SMART ENVIRONMENT PRACTICE

主 编 易建军
副主编 李恒芳



实操

创新

人文

前瞻

科普



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

★ ★ ★ ★ ★
“十三五”★



国家重点图书出版规划项目

ISCRI 中国生产力促进中心协会
国际智慧城市研究院

智慧城市实践系列丛书

智慧环保实践

SMART ENVIRONMENT PRACTICE

主 编 易建军

副主编 李恒芳

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

智慧环保实践 / 易建军主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2019. 3

(智慧城市实践系列丛书)

ISBN 978-7-115-50735-8

I. ①智… II. ①易… III. ①城市环境—环境保护
IV. ①X21

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第019564号

内 容 提 要

全书共三篇,分为13章。第一篇是理论篇,内容为智慧环保概述、智慧环保的支撑技术、智慧环保建设的必要性;第二篇是路径篇,讲述了环保物联网的建设、环保云计算平台建设、环境保护GIS建设、环境数据中心建设、环境监测在线平台(系统)建设、环境监察移动执法系统建设、污染源自动监控系统建设、环保应急指挥系统建设;第三篇是案例篇,通过案例对智慧环保实践进行了解读。通过阅读本书,读者会切身体会到智慧环保建设构成的方方面面和国内外智慧环保的建设成果,以及我国在智慧环保领域的努力方向及建设思路。

◆ 主 编 易建军
副 主 编 李恒芳
责任编辑 王建军
责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

◆ 开本: 700×1000 1/16

印张: 19

2019年3月第1版

字数: 382千字

2019年3月河北第1次印刷

定价: 98.00元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147号

智慧城市实践系列丛书

编 委 会

总 顾 问：徐冠华（中国科学院院士、科技部原部长）

高 级 顾 问：刘燕华（国务院参事、科技部原副部长）

石定寰（国务院原参事，科技部原秘书长、党组成员）

邬贺铨（中国工程院院士）

孙 玉（中国工程院院士）

赵玉芬（中国科学院院士）

刘玉兰（中国生产力促进中心协会理事长）

杨 丹（重庆大学常务副校长、教育部软件工程教学
指导委员会副主任委员、教育部高等学校创业
教育指导委员会委员）

耿战修（中国生产力促进中心协会常务副理事长）

刘维汉（中国生产力促进中心协会秘书长）

李恒芳（瑞图生态股份公司董事长、中国建筑砌块协会
副理事长）

李 焱（北斗应用技术公共服务平台主任）

杨植文（阿里云华南大区副总经理兼首席架构师）

杨 名（阿里巴巴集团浩鲸云计算科技股份有限公司副总裁）

策 划 单 位：中国生产力促进中心协会国际智慧城市研究院
世界城市智慧工程技术（北京）研究院

总 策 划 人：刘玉兰（中国生产力促进中心协会理事长）

总 出 品 人：隆 晨（中国生产力促进中心协会副理事长）

丛 书 总 主 编：吴红辉〔中国生产力促进中心协会国际智慧城市研究院院长、
世界城市智慧工程技术（北京）研究院院长、北斗应用技术
公共服务平台广东中心主任〕

丛 书 副 主 编：李 波 滕宝红

编 委 会 主 任：吴红辉

编委会执行主任：滕宝红

编委会副主任：李树鹏 蔡文海 王东军 张云逢 胡国平 王文利
刘海雄 徐煌成 张 革 花 香 王利忠 樊宪政
苏秉华 王继业 张燕林 廖光煊 易建军 叶 龙
王锦雷 张晋中 张振环 薛宏建 廖正钢 李东荣
吴鉴南 吴玉林 罗为淑 蔡海伦 董 超 匡仲潇

编 委 会 委 员：于 千 钱泽辉 殷 茵 滕悦然

推荐序

中国生产力促进中心协会策划、组织编写了《智慧城市实践系列丛书》(以下简称《丛书》),该《丛书》被国家新闻出版广电总局纳入了“‘十三五’国家重点图书、音像、电子出版物出版规划”,这是一件很有价值和意义的好事。

智慧城市的建设和发展是我国的国家战略。国家“十三五”规划指出:“要发展一批中心城市,强化区域服务功能,支持绿色城市、智慧城市、森林城市建设和城际基础设施互联互通”;中共中央、国务院发布的《国家新型城镇化规划(2014—2020)》以及科技部等八部委印发的《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》均体现出中国政府对智慧城市建设和发展在政策层面的支持。

《智慧城市实践系列丛书》聚合了国内外大量的智慧城市建设与智慧产业案例,由中国生产力促进中心协会等机构组织国内外近300位来自高校、研究机构、企业的专家共同编撰。《丛书》一共40册(1册《智慧城市实践总论》,39册“智慧城市分类实践”),这本身就是一项浩大的“聚智”工程。该《丛书》注重智慧城市与智慧产业的顶层设计研究,注重实践案例的剖析和应用分析,注重国内外智慧城市建设与智慧产业发展成果的比较和应用参考。《丛书》还注重相关领域新的管理经验并编制了前沿性的分类评价体系,这是一次大胆的尝试和有益的探索。该《丛书》是一套全面、系统地诠释智慧城市建设与智慧产业发展的图书。我期望这套《丛书》的出版可以为推进中国智慧城市建设和智慧产业发展、促进智慧城市领域的国际交流、切实推进行业研究以及指导实践起到积极的作用。

中国生产力促进中心协会以该《丛书》的编撰为基础,专门搭建了“智慧城市研究院”平台,将智慧城市建设与智慧产业发展的专家资源聚集在平台上,持续推动对智慧城市建设与智慧产业的研究,为社会不断贡献成果,这也是一件十分值得鼓励的好事。我期望中国生产力促进中心协会通过持续不断的努力,将该平台建设成为在中国具有广泛影响力的智慧城市研究和实践的智库平台。



“城市让生活更美好，智慧让城市更幸福”，期望《丛书》的编著者“不忘初心，以人为本”，坚守严谨、求实、高效和前瞻的原则，在智慧城市规划建设实践中，不断总结经验、坚持真理、修正错误，进一步完善《丛书》的内容，努力扩大其影响力，为中国智慧城市建设及智慧产业的发展贡献力量，也为“中国梦”增添一抹亮丽的色彩。

中国科学院院士
科技部原部长

李维华

Foreword

China is now poised to become a technological and ecological leader in the world economy. Chinese leaders are laying out global development strategies with their extremely wise vision and thinking. The “Book Series Smart City Practice” (hereinafter referred to as “Book Series”) are published as the key research achievements of the “Chinese National 13th Five-Year Plan” . The project fills the gap in research of smart city worldwide. It is also the leading action to explore and guide the operation of smart cities and industrial practice. The publication of the “Book Series” proves that the vision of author and the leadership of CAPPCC and the International Smart City Research Institute is very strong and focused.

In order to maintain China’s ability to thrive and compete in the international marketplace, China must keep pace with a movement that is sweeping the globe. That movement is the evolution of what is being referred to as a Smart City. Chinese Government, as well as the technology researchers and developers, have already started city innovation to avoid failing behind other countries.

The purpose of developing China’s Smart City is to promote economic development, to improve environmental conditions and the quality of life of citizens in China. The goal of becoming a Smart Country can only be achieved by building the proper infrastructure in which to build upon. The infrastructure will improve interoperability, security and communication across all segments of Chinese communities. Building the infrastructure will result in an “ Embrace and Replace” solution. The current aging infrastructures will become more efficient and China will be able to realize a lower Total Cost of Ownership (TCO) across all segments.

Once implemented, China will realize a significant increase in the ratio of discretionary budget. The savings created by improved efficiencies in using current infrastructure means leaping economic development can occur without the need for

additional funds to the general budgets.

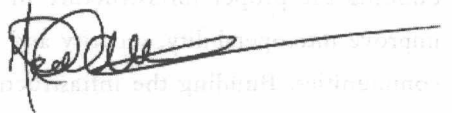
An essential element of China's development to becoming a Smart Country will be the cooperation between the public and private sectors. Each must share the common objective to reduce the carbon emission. Teamwork will be valued and community pride is instilled. Once this is accomplished, the end result will be an enhancement of the lives of citizens.

I commend the authors that produced this "Book Series", Mr. Wu Honghui, President of International Smart City Research Institute and Mr. Long Chen. By release of this "Book Series", all cities will have a foundation to rely on that will work in unison and achieving the goals of lower carbon emissions, lower overall costs on infrastructure, reduced energy consumption, cleaner environment and a more sustainable life for all Chinese citizens. More importantly, this "Book Series" will be the reference for the smart city industrial and technology development, as well as the model template for practitioners.

Setting a smart city vision and effectively moving towards it with a foundation-based strategy is essential. A systems-based approach is critical to ensuring resource efficiency and security all while maintaining socially and environmentally inclusive growth. With the cooperation between the public and private sectors throughout China, the rewards for China's initiative to transform into a Smart Country will span economic, environmental and social bounds.

The aforementioned efforts allow China to develop in a more sound way and the ultimate benefit will be increased health and living standards for all Chinese citizens. China will be the "Beacon" for the world to referred to when they also want a better life for all.

Michael Holdmann



IEEE/ISO/IEC - 21541 - Member Working Group

UPnP+ - IOT, Cloud and Data Model Task Force

SRII - Global Leadership Board

IPC-2-17 - Data Connect Factory Committee Member

Founder, Chairman & CEO of CYTIOT, INC.

中国正成为世界经济中的技术和生态方面的领导者。中国的领导人以极其睿智的目光和思想布局着全球发展战略。《智慧城市实践系列丛书》(以下简称《丛书》)以中国国家“十三五”规划的重点研究成果的方式出版,这项工程填补了世界范围内的智慧城市研究的空白,也是探索和指导智慧城市与产业实践的一个先行行动。本《丛书》的出版体现了编著者们、中国生产力促进中心协会以及国际智慧城市研究院的强有力的智慧洞见。

为了保持中国在国际市场的蓬勃发展和竞争能力,中国必须加快步伐跟上这场席卷全球的行动。这一行动便是被称作“智慧城市进化”的行动。中国政府和技术研发与实践者已经开始了有关城市的革命,不然就有落后于其他国家的风险。

发展中国智慧城市的目的是促进经济发展,改善环境质量和民众的生活质量。建设智慧城市的目标只有通过建立适当的基础设施才能实现。该基础设施将改善中国社会所有领域的互动操作性、安全性和通信情况。建立此基础设施将带来一个“融合和替代”的解决方案。通过此解决方案,目前已老化的基础设施将重新焕发活力,中国将能够实现现在各个环节的更低的所有权总成本(TCO)。

一旦实施智慧城市建设,中国将实现自由支配预算的比例大幅增加。提高当前基础设施的利用率所带来的节余,意味着在无需向预算内投入额外资金的情况下,经济仍可能会实现飞跃性发展。

中国成为智慧国家的一个重要因素是加大国有与私有企业之间的合作。它们都须有共同的目标,以减少碳排放。团队合作将会被高度评价,社区荣誉也将逐步深入人心。一旦成功,民众的生活质量和幸福程度将得到很大的提升。

我对该《丛书》的编著者们极为赞赏,他们包括国际智慧城市研究院院长吴红辉先生及其团队、中国生产力促进中心协会的领导隆晨先生。通过该《丛书》

的发行，所有的城市都将拥有一套协同工作的基础，从而实现更低的碳排放、更低的基础设施总成本以及更低的能源消耗，拥有更清洁的环境，所有中国民众将过上更可持续发展的生活。更重要的是，该《丛书》还将成为智慧产业及技术发展可参考的系统依据以及从业者可以学习的范本。

设立一个智慧城市的建设愿景，并基于此有效地推进的战略是必不可少的。一个基于系统的方法是至关重要的，可以确保资源使用的效率和安全性，同时促进环境友好型社会的发展。随着中国政府和私有企业的合作，中国将跨越经济、环境和社会的界限，成为一个智慧国家。

上述努力会让中国以一种更完善的方式发展，最终的益处是国家不断繁荣，所有中国民众的生活水平不断提升。中国将是世界上所有想要更美好生活的国家所参照的“灯塔”。

迈克尔·侯德曼

IEEE/ISO/IEC - 21451 - 工作组成员

UPnP+ - IOT, 云和数据模型特别工作组成员

SRII - 全球领导力董事会成员

IPC-2-17- 数据连接工厂委员会成员

CYTIOT 公司创始人兼首席执行官



环境问题自工业革命起就一直困扰着人类，进入 21 世纪以来，特别是近些年来，雾霾、水污染等环境事件越来越多地出现在公众视线中。而我国在经历了经济的飞速发展之后，越来越多的人意识到环境保护的重要性。智能设备的丰富以及物联网技术、GIS 技术、“天空地”一体化遥感监测技术、环境模型模拟技术等快速发展，数据挖掘技术的成熟以及大数据时代的到来，虚拟化的普及和云计算的崛起……这一切都为解决环境问题提供了新思路。智慧环保的建设将会给环保行业带来颠覆性的变革，而这都会为中国的环境监控、治理、保护注入一股新的力量。

智慧环保是紧随智慧城市的建设而同步发展的，智慧环保的发展也会大力推进智慧城市的建设。

智慧环保是互联网技术与环境信息化相结合的概念，是利用物联网技术、云计算技术、移动通信技术和业务模型技术，以数据为核心，将数据获取、传输、处理、分析通过超级计算机和“去计算”与环保领域物联网整合起来，通过“智在管理、慧在应用”，以更加精细和动态的方式为环境管理和环境保护提供智慧管理及服务支持。

智慧环保可使环境保护相关部门提升业务能力，可以在环境质量监测、污染源监控、环境信息发布、环境应急管理、污染投诉处理等方面为环保行政部门提供智慧的监测手段。

对于环保领域的企业来说，采用物联网技术可以提高企业的管理水平，使企业准确地掌握其所产生的废水、废气、废渣数量，可避免因超标排放或不合格排放所面临的处罚。同时，企业也承担了应有的社会责任。

对于公众来说，他们可通过环境信息门户网站了解当前环境的各种监测指标，并通过环境污染举报与投诉处理平台，向环保部门投诉与举报，从而帮助环保部门更加有效地管理违规排污企业，达到共同维护环境的目的。

基于此，我们从理论、政策、专业性、实用性及实操性多个方面着手，编写了《智慧环保实践》一书，供从事智慧环保实践的环保机构的负责人、相关从业人员、各企业环保负责人阅读和参考使用。

本书分三篇共 13 章，第一篇是理论篇，第二篇是路径篇，第三篇是案例篇。全书把智慧环保实践的理论和法规通过流程、图、表的形式呈现，讲解通俗易懂，读者可以快速掌握重点，同时避免了晦涩难懂的理论。第一篇内容为智慧环保概述、智慧环保的支撑技术、智慧环保建设的必要性；第二篇讲述环保物联网的建设、环保云计算平台建设、环境保护 GIS 建设、环境数据中心建设、环境监测在线平台（系统）建设、环境监察移动执法系统建设、污染源自动监控系统建设、环保应急指挥系统建设等相关内容；第三篇通过案例解读智慧环保实践。

通过阅读本书，读者会亲身体会到智慧环保建设构成的方方面面和国内外智慧环保的建设成果，以及我国在智慧环保领域的努力方向及建设思路。

智慧环保建设的政府管理者通过阅读本书，能系统全面地了解如何进行智慧环保建设的架构设计、系统规划和实现途径。

智慧环保建设企业及方案提供商、设备供应商的管理者通过阅读本书，可以更系统地了解智慧环保建设的各个方面以及如何落实实际应用，最有效地实施智慧环保的规划。

智慧城市与智慧环保的研究者通过阅读本书，可以系统地了解智慧城市各个领域以及智慧环保建设的最新实践成果。

智慧城市、智慧环保相关专业的大学生、研究生通过阅读本书，可以系统学习智慧环保的知识体系及目前国内外智慧环保应用的最新动态。

本书在编辑整理的过程中，获得了职业院校、环保机构、环保一线工作人员的帮助和支持，在此对他们付出的努力表示感谢！由于编者水平有限，错误疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。另外，部分图片与文字内容引自互联网媒体，由于时间比较紧，未能一一与原作者进行联系，请原作者看到本书后及时与编者联系，以便我们表示感谢并支付稿酬。

第一篇 理论篇

第1章 智慧环保概述	3
1.1 环保地位的转变	4
1.1.1 2008年——环保转折年	4
1.1.2 垂直管理——县级环保局不再听令于地方政府	5
1.2 数字环保	5
1.2.1 数字环保	5
1.2.2 数字环保的发展	5
1.2.3 数字环保的研究内容	6
1.2.4 数字环保的应用范围	6
1.2.5 数字环保的实现层次	8
1.3 智慧环保	8
1.3.1 从数字环保发展到智慧环保	8
1.3.2 智慧环保的总体目标	9
1.3.3 智慧环保系统目标	9
1.3.4 智慧环保总体架构	10
1.3.5 智慧环保的优势	12
第2章 智慧环保的支撑技术	17

2.1	物联网技术	18
2.1.1	什么是物联网	18
2.1.2	物联网的体系结构	18
2.1.3	物联网的关键技术	20
2.1.4	物联网发展现状	22
2.1.5	物联网技术在环保中的应用	22
2.2	云计算技术	25
2.2.1	云计算的功能	25
2.2.2	云计算的体系结构	26
2.2.3	云计算架构	27
2.2.4	云计算的服务模式	27
2.2.5	云计算的服务类型	29
2.2.6	云计算平台	29
2.2.7	环保云	30
2.2.8	环保行业云计算模型的构建	31
2.3	地理信息系统 (GIS) 技术	38
2.3.1	什么是GIS	38
2.3.2	GIS技术在环保中的应用	39
2.3.3	GIS技术在环境保护中的优势	42
2.4	大数据技术	43
2.4.1	何谓大数据	43
2.4.2	大数据在环境保护领域中的应用探究	45
2.5	“天空地”一体化遥感监测技术	48
2.5.1	遥感技术 (RS)	48
2.5.2	“天空地”一体化	49
2.6	环境模型模拟技术	54
第3章	智慧环保建设的必要性	55
3.1	我国环境保护事业发展历程	56
3.1.1	第一阶段 (1973—1994年): 点源治理、制度建设	56
3.1.2	第二阶段 (1994—2004年): 流域整治、强化执法	57

3.1.3	第三阶段（2005年至今）：全防全控、优化增长	59
3.2	我国环境信息化建设的现状与问题	60
3.2.1	管理建设方面	60
3.2.2	基础网络方面	60
3.2.3	应用系统建设方面	60
3.2.4	信息产品服务（持续提升）情况	61
3.2.5	电子政务系统建设（效应凸显）情况	61
3.3	我国环境信息化建设存在的问题	61
3.3.1	网络覆盖能力不能完全满足信息传输与资源共享的需要	61
3.3.2	环境信息资源尚未得到全面有效的开发和共享	62
3.3.3	环境管理核心业务信息化程度还有待提高	62
3.3.4	环境信息标准化建设和整体规划工作亟待加强	62
3.4	实施智慧环保的益处	62
3.4.1	智慧环保的作用	62
3.4.2	系统应用对象获得的益处	63

第二篇 路径篇

第4章	环保物联网的建设	71
4.1	环保物联网概述	72
4.1.1	环保物联网	72
4.1.2	环保物联网应用的总体架构	72
4.2	环保物联网重点应用工程	73
4.2.1	三大应用工程	73
4.2.2	典型应用场景	74
4.2.3	应用工程总体框架设计	75
4.3	环保物联网的总体架构规划	77

4.3.1	环保物联网概念模型	77
4.3.2	环保物联网体系架构	78
4.4	环保物联网标准体系框架	83
第5章	环保云计算平台建设	85
5.1	环保云计算基础设施模式	86
5.2	环保云计算的架构层	87
5.2.1	软件即服务 (SaaS)	87
5.2.2	平台即服务 (PaaS)	87
5.2.3	基础设施即服务 (IaaS)	88
5.3	环保云计算平台建设	88
5.4	环保云数据共享平台建设	88
5.4.1	环保云数据资源中心	89
5.4.2	云数据交换平台	90
第6章	环境保护GIS建设	97
6.1	GIS在环保行业应用概述	98
6.1.1	GIS在环保行业应用的分类和主要研究领域	98
6.1.2	环保GIS的建设目标	98
6.2	环保GIS设计思路与架构	99
6.2.1	环保GIS的设计思路	99
6.2.2	环保GIS的架构	100
6.3	环保GIS的建设内容	100
6.3.1	环境质量监测信息数据库	101
6.3.2	重点污染源数据库	102
6.3.3	污染事故数据库	102
6.3.4	环境遥感数据库	103
6.3.5	元数据库	103
6.4	环境地理信息管理系统的功能设计	104
6.4.1	地图基本操作和查询功能	105