



智慧水务研究与实践

廖正伟 胡彦华 丁 陈/著



 科学出版社

智慧水务研究与实践

廖正伟 胡彦华 丁 陈/著



科学出版社
北京

内 容 简 介

本书详尽、系统地介绍了智慧水务建设的思路与经验,内容涵盖智慧水务的发展背景、总体架构、大数据云平台、通信网络、物联网、视联网、设施监控及业务应用等方面,探索和总结了大量关键技术和建设经验,对于智慧水务的每一个建设模块都力求展现目前最新的建设思路和实施方法。

本书适合水务管理与研究领域的管理者、学者、专业技术人员及相关专业学生阅读与参考。

图书在版编目(CIP)数据

智慧水务研究与实践 / 廖正伟, 胡彦华, 丁陈著. —北京: 科学出版社, 2018.7

ISBN 978-7-03-058223-2

I. ①智… II. ①廖… ②胡… ③丁… III. ①城市用水-水资源管理-研究-陕西 IV. ①TU991.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 141730 号

责任编辑: 范鹏伟 / 责任校对: 张怡君

责任印制: 张克忠 / 封面设计: 黄华斌

编辑部电话: 010-64011837

E-mail: yangjing@mail.sciencep.com

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>

北京画中画印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年7月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2018年7月第一次印刷 印张: 16

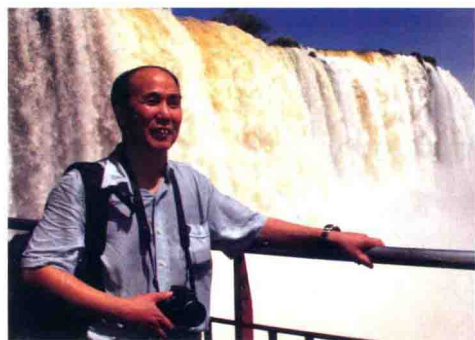
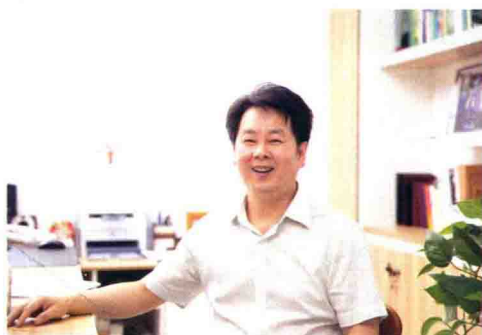
字数: 290 000

定价: 217.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

作者简介

廖正伟，贵州桐梓人，华北水利水电学院机械制造及工艺专业毕业，高级工程师、一级建造师、监理工程师、监造工程师、项目管理工程师，从事水务行业近二十年，具有丰富的研究与实践经验，现任陕西省水务集团水务科技研究中心主任。创新性地提出“大数据+云计算+水务”的设计架构和“组件式+微服务”的研发方式，成功运用于陕西省智慧水务项目建设，有效地保证了系统的安全性、稳定性和可扩展性；率队研发的智能供水设备于2017第二十一届中国东西部合作与投资贸易洽谈会暨丝绸之路国际博览会上荣获银奖。




胡彦华，陕西城固人，工学硕士，教授级高级工程师，中国智慧城市专家委委员，主要从事水利水电、城市给排水、水生态治理、防汛水利信息化技术研究、教学与工程实践。曾任西北农业大学科研处副处长、副教授、硕士生导师，陕西省水利厅副总工程师，陕西省防汛抗旱总指挥部信息中心主任。近年来在《现代水利信息科学发展研究》（科学出版社）总结60余项防汛水利信息化综合规划和工程设计，省级网络中心、数据中心与应急指挥中心、互联网与业务网、物联网与视联网建设经验的同时，围绕国家实施大数据战略，开展的基于物联网、大数据、云计算、可视化、智能化融合发展的智慧水利与水务建设技术方案已在工程实践中得到广泛应用。



丁陈，留美博士，中国大数据专家委员会委员。中国科学技术大学计算机系工学硕士，美国 Case Western Reserve University 计算机系博士。留美期间主攻软件工程基础理论、数据库理论、可视化编程技术研究。自 2008 年以来，带领国内研发团队主要从事大数据技术与产品开发，建立了具有我国完全自主知识产权的大

大数据技术体系和新一代大数据产品，并在通信、燃气、水务、医疗等行业得到了较为广泛的应用。2015 年受聘为国家“大数据治国战略”课题组子项目负责人，提出了大数据 2.0 发展理念，完成的“大数据 2.0 时代中国弯道超车战略”研究报告受到了国家有关部门的高度重视。



序 一

水是生命之源、生产之要、生态之基，水务工作的成效关系着国计民生，涉及统筹资源配置与开发、节约与保护、管理与治理、规划与实施等各个环节。我国人均水资源少、分布不均，如何合理、有效、可持续利用水资源，历来受到党和国家的高度重视。党的十八大以来，党中央对加快推进经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设“五位一体”全面发展做出了总体部署，特别是习近平总书记关于“节水优先，空间均衡，系统治理，两手发力”“绿水青山就是金山银山”等一系列指示，已成为加快水务事业改革发展、保障人民群众生产生活用水需求、满足人民群众对美好生活的向往、促进经济社会持续稳定发展的行动指南。


陕西省水务集团肩负着城乡水务市场化改革的历史使命，承担着全省水务管理、水务基础设施建设、水务科技创新发展等工作。特别是要紧密结合本地区水资源状况、水务管理特点和水务实践经验，制定和总结出具有本地区水务管理特色的制度和经验，既要改变传统水务管理模式，又能适应现代水务发展趋势，始终确保集团发展的先进性、科学性和可持续性。

省水务集团自成立以来，始终把探索智慧水务创新发展模式与推进智慧水务创新驱动发展作为一项重要工作，积极推进智慧水务有序发展。《智慧水务研究与实践》一书就是集团公司近年来推进智慧水务探索与实践的成果结晶，

必将为助推智慧水务不断融合、创新、发展提供宝贵的经验。

《智慧水务研究与实践》在正确认识智慧水务发展趋势的基础上，立足陕西，放眼全国，准确把握智慧水务发展战略，详尽论述了智慧水务总体架构、水务大数据云平台、通信网络、物联网络、视联网络、设施监控建设，数据资源汇集管理、水务业务应用开发等方方面面，并对监控环境和保障措施等提出了建议，是一部理论性与实用性密切结合的优秀科技专著，包含着作者对智慧水务发展的深入思考与探索实践的经验，充分体现了水务工作者勇于探索、孜孜以求的精神与信念，它的出版，必将对促进智慧水务健康有序发展，破解技术制约瓶颈，提升水务管理服务水平，推动新时代智慧水务新进程发挥重要的作用。

陕西省水务集团董事长



2018年6月6日




序 二

党的十九大报告指出“创新是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系的战略支撑”。陕西省水务集团作为省属功能类国有独资企业，始终坚持科技引领、创新驱动发展战略，把全面推进“智慧水务”发展作为增强企业发展动力的重要载体，经过多年的不懈努力和快速发展，基本形成了以保障城乡供水安全为主体，以污水处理、水力发电为两翼，以水生态治理、水饮品供给、新能源开发为支撑，以水务科技、投融资管理为保障的产业发展格局，已成为助推经济社会发展的新动能。

《智慧水务研究与实践》一书，紧密结合陕西省水务集团各大业务板块发展实际，探索以现代化信息网络技术武装传统水务行业的方法路线，研究以物联网、云计算、大数据、可视化技术提高城乡供水保障率和污水处理效率、提升城乡供水质量和污水处理排放标准、降低能耗药耗、缩减产销差、促进水力发电与生态农业持续发展、增强企业循环发展能力的技术措施，阐明了智慧水务的发展思路与目标任务，提出了以智能决策分析应用为引导、以整合基础设施资源为重点、以物联网感知信息为基础、以设施自动监控为拓展的建设方案，凝结着水务科技研究人员与管理者们的智慧和实践经验，具有较高的技术含量和应用价值，也可作为同类行业开展智慧水务建设的参考。

今逢全面建成小康社会的关键时期，《智慧水务研究与实践》一书的出版，

顺应新时代水务行业发展趋势，必将助力水务企业以贯彻新发展理念为先导，以加快科技创新发展为契机，以信息技术与现代水务融合发展为手段，以高起点高标准推进智慧水务建设为目标，开创水务企业跨越式发展的新局面，谱写“追赶超越”的新篇章。

陕西省水务集团总经理 

2018年6月6日



前 言

为深入贯彻落实习近平新时代中国特色社会主义思想，牢牢把握人民群众对美好生活的向往就是我们的奋斗目标这一关键所在，紧密结合我国智慧社会建设总体要求，加快推进水务事业从传统向现代转型升级，高质量、高标准地建设城乡一体智慧化管理的供水体系，更好地满足人民群众对生产生活生态用水需求，已成为我们水务工作者的历史重任。

陕西省水务集团始终把保障城乡供水安全、提高供水保证率和供水质量作为主攻方向，以现代科技推进城乡供水、污水处理、生态农业、水力发电、水环境治理、新能源开发等同步发展的战略举措已逐步取得成效。

自 2014 年来，我们紧紧围绕陕西省水务集团公司发展战略部署，顺应国家“互联网+行动”的倡导，在现行城乡供水、污水处理、岗位作业、组织管理的基础上，通过调研多家公司水务信息化建设成效、翻阅大量水务信息化文献资料，多次参加水务信息化技术论坛，结合智慧水务建设实际需求，利用现代互联网信息技术、测量传感物联网技术、大数据与云计算应用技术，在实现业务智能优化生产经营管理方面作了有益的尝试，按照“统一标准、统一平台、统一建设”的模式，开展了一个集团监控调度中心、多个业务管理服务中心，联接水源地、输水管、净水厂、供水网、用水户、排水网、污水厂、排放管自动化监测控制、信息化分析处理、智慧化管理服务的试点项目建设，并将工作

中形成的部分成果、经验整理成册，以期助力智慧水务向更高层次发展，同时能够为同行提供借鉴和帮助。由于知识和经验的不足，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

在本书的编撰过程中得到了陕西省水务集团公司王瑜董事长、殷伟民总经理等领导的大力支持，凝聚了省水务集团水务科技公司团队成员的汗水，同时得到了省水务集团各公司、太极计算机股份有限公司、陕西北斗金控信息服务有限公司、北京荣之联科技股份有限公司、武汉易维科技股份有限公司及有关设备厂家的大力协助。在此一并表示最衷心的感谢！

廖正伟

2018年6月20日

目 录

序一	i
序二	iii
前言	v
第 1 章 智慧水务发展趋势	1
1.1 陕西省水务发展现状	1
1.2 现代水务的基本特征	2
1.3 新时期水务发展趋势	3
1.4 信息化管理的必要性	4
1.5 智能化监控的可行性	5
1.6 智慧化服务的迫切性	6
第 2 章 智慧水务发展战略	7
2.1 陕西省水务涉及范围	7
2.2 智慧水务发展目标	8
2.3 智慧水务建设重点	8
2.4 智慧水务工程规模	9
第 3 章 智慧水务总体架构	11
3.1 顶层设计思路	11
3.2 架构设计原则	11
3.3 逻辑层次架构	13
3.4 网络拓扑结构	15
3.5 功能系统划分	17
第 4 章 水务大数据云平台	20
4.1 水务大数据背景	20
4.2 大数据技术发展	21



4.3	大数据平台架构	22
4.4	大数据云集群	23
4.4.1	前置处理集群	25
4.4.2	批处理计算集群	25
4.4.3	实时处理计算集群	25
4.4.4	数据服务集群	25
4.4.5	数据存储集群	26
4.4.6	集群通信管理	26
4.4.7	集群管理优势	26
4.5	大数据云存储	26
4.5.1	数据分片技术	28
4.5.2	数据存储引擎	28
4.5.3	数据存储策略	30
4.5.4	逻辑存储文件	31
4.5.5	物理存储文件	32
4.5.6	存储技术优势	32
4.6	多态大数据库	33
4.6.1	多态体系架构	33
4.6.2	大数据库特点	34
4.6.3	大数据库索引	35
4.6.4	查询分析引擎	36
4.6.5	大数据库事务	38
4.6.6	非结构化数据	39
4.6.7	并发处理能力	39
4.6.8	大数据库优势	40
4.7	大数据仓库	40
4.7.1	数据仓库模型	40
4.7.2	数据仓库架构	41
4.7.3	数据仓库存储	42
4.7.4	数据仓库性能	43
4.7.5	数据仓库优势	45
4.8	大数据云平台	46

4.8.1	平台架构	46
4.8.2	资源管理	47
4.8.3	运行监控	49
4.8.4	平台优势	50
4.9	大数据积木	51
4.9.1	积木式体系结构	51
4.9.2	积木的基本特性	51
4.9.3	个性化逻辑积木	52
4.10	大数据语言	53
4.10.1	SQL 背景	53
4.10.2	传承 SQL	54
4.10.3	超越 SQL	55
4.10.4	SQL 特点	55
4.11	大数据安全	57
4.12	大数据治理	58
4.13	应用可视化	59
第 5 章	智慧水务通信网络	61
5.1	通信网络涉及范围	61
5.2	通信网络组网方案	62
5.3	水务业务传输网络	63
5.3.1	业务网络结构	63
5.3.2	通信带宽核算	63
5.3.3	通信链路部署	63
5.4	省级监控调度网络	64
5.4.1	网络建设标准	64
5.4.2	网络拓扑结构	64
5.4.3	设备技术性能	66
5.4.4	设备配置部署	68
5.5	县级管理服务网络	69
5.5.1	网络建设标准	69
5.5.2	网络拓扑结构	69
5.5.3	设备技术性能	71



	5.5.4 设备配置部署	72
第 6 章	智慧水务物联网	73
6.1	物联感知范围	73
6.2	物联网架构	73
6.3	地表水源监测	74
6.3.1	物联感知对象	74
6.3.2	监测项目设置	75
6.3.3	物联网结构	75
6.3.4	设备性能指标	76
6.3.5	设备配置部署	78
6.4	地下水源监测	78
6.4.1	物联感知对象	78
6.4.2	监测项目设置	78
6.4.3	物联网结构	79
6.4.4	设备性能指标	79
6.4.5	设备配置部署	81
6.5	输水管道监测	82
6.5.1	物联感知对象	82
6.5.2	监测项目设置	82
6.5.3	物联网结构	82
6.5.4	设备性能指标	83
6.5.5	设备配置部署	83
6.6	供水管网监测	84
6.6.1	物联感知对象	84
6.6.2	监测项目设置	84
6.6.3	物联网结构	84
6.6.4	设备性能指标	85
6.6.5	设备配置部署	85
6.7	用户水量监测	86
6.7.1	物联感知对象	86
6.7.2	监测项目设置	86
6.7.3	物联网结构	86

6.7.4	设备性能指标	87
6.7.5	设备配置部署	88
6.8	人工检测报送	88
6.8.1	用户用水抄表报送	88
6.8.2	输水管网巡查报送	88
6.8.3	供水管网巡查报送	88
6.8.4	水质化验结果填报	89
6.8.5	水厂生产数据填报	89
6.8.6	营业服务信息同步	89
6.8.7	人工检测报送设备部署	89
6.9	水质化验设施	90
6.9.1	常规型水质化验室	90
6.9.2	增强型水质化验室	91
6.9.3	化验室改造与装配	91
6.9.4	化验室建设与策略	91
6.9.5	水质化验设施部署	91
第 7 章	智慧水务视联网	93
7.1	视频监控	93
7.1.1	建设标准	93
7.1.2	系统结构	94
7.1.3	功能实现	94
7.1.4	设备性能	95
7.1.5	设备部署	99
7.2	视频会议	100
7.2.1	建设标准	100
7.2.2	系统结构	100
7.2.3	功能实现	101
7.2.4	设备性能	103
7.2.5	设备部署	105
第 8 章	智慧水务设施监控	106
8.1	净水厂自动监控	106
8.1.1	设施监控功能对象	106





8.1.2	净化监控功能实现	107
8.1.3	监控网络拓扑结构	109
8.1.4	监控设备技术性能	110
8.1.5	监控组态软件开发	112
8.1.6	水厂监控设备部署	113
8.2	污水处理厂监控	114
8.2.1	设施监控功能对象	115
8.2.2	污水净化监控功能	118
8.2.3	监控网络拓扑结构	120
8.2.4	监控设备技术性能	120
8.2.5	组态软件开发方案	127
8.2.6	水厂监控设备部署	128
8.3	二次供水站监控	130
8.3.1	二次供水站布局	130
8.3.2	二次供水站构造	131
8.3.3	供水站监控对象	133
8.3.4	供水站监控功能	135
8.3.5	供水站网络结构	137
8.3.6	供水站设备性能	137
8.3.7	供水站设备部署	139
8.4	超滤膜水厂监控	140
8.4.1	超滤膜水厂基本构造	140
8.4.2	超滤膜水厂工艺流程	143
8.4.3	超滤膜水厂工艺参数	144
8.4.4	超滤自动化监控网络	145
8.4.5	超滤膜水厂自控设施	147
8.4.6	超滤膜水厂软件功能	149
8.4.7	超滤自动化软件开发	151
8.4.8	超滤自动化设备配置	152
第9章 数据资源汇聚管理		154
9.1	数据管理涉及内容	154
9.1.1	数据正确性管理	154