



城市水务学

周振民 著



科学出版社

城市水务学

周振民 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书采取交叉学科理论、边缘学科理论、技术设计和实用方法相结合的技术路线,参考了近年来国内外大量研究成果和室内外实验数据,系统研究了城市水务学有关的基础理论、城市防洪排涝规划设计、城市污水处理回用技术、城市人工湿地景观规划和生态规划理论、城市水务系统管理理论等与城市水务学联系紧密的基本理论和技术方法。

本书可供从事城市水务系统规划与管理、区域水资源规划、污水处理回用、城市水务产业开发经营、水市场管理、城市水生态环境保护、城市供水、城市水务信息化建设、城市建设与规划以及农村和城市发展政策制定等部门的领导、决策者和有关科研技术人员参考,也可作为大专院校有关专业本科生和研究生的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

城市水务学 / 周振民著. —北京: 科学出版社, 2013. 3

ISBN 978-7-03-036925-3

I. ①城… II. ①周… III. ①城市用水—水资源管理 IV. ①TU991.31

中国版本图书馆(CIP)数据核字(2013)第 042264 号

责任编辑: 朱海燕 吕晨旭 刘冬巧 / 责任校对: 钟 洋

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 耕者设计工作室

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>

源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013 年 3 月第一次印刷 印张: 22 1/4

字数: 510 000

定价: 89.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

作者简介

周振民，男，汉族（1953—），河南封丘人，教授，博士（博士后），全国模范教师，河南省留学回国先进个人，全国水利科技先进工作者。2000年11月从意大利米兰工业大学留学回国，先后担任华北水利水电学院院长助理，国际交流合作处处长，国际教育学院院长。现任华北水利水电学院城市水务研究院院长，水利部水务研究培训中心秘书长，河南省省级特聘教授，华北水利水电学院城市水务工程与管理重点学科带头人，联合国粮农组织（FAO）技术咨询专家。

近年来，完成国家、省部级科研项目20多项，获国家、省部级科技进步奖18项，发表科技论文100多篇，完成出版专著7部。

前 言

联合国在 2011 年 10 月 31 日发表一个报告，宣布世界总人口突破 70 亿，这个全球性的里程碑既是我们这个星球的一个机会也是一项挑战。在过去的 50 年间，世界的总人口已经翻了一番多。《2010 年世界人口状况报告》预测，到 2050 年，世界人口将超过 90 亿。全球城市化进程的不断加快已经对城市水系以及所在流域的自然水文循环造成严重的干扰、破坏，由此引发的淡水资源供需矛盾、洪涝灾害频繁、水体污染以及河流生态系统破坏等问题往往综合暴发，“城市综合征”严酷地摆在了城市和流域面前。

当前，水资源危机、水环境恶化已成为全球性问题，成为世界各国面临的共同挑战。中国作为全球 13 个最贫水国之一，承受着巨大的缺水压力，尤其是城市缺水表现得更加突出，同时，水环境恶化的趋势还远未得到有效控制，这已经成为制约国民经济和社会发展的的重要因素。

城市水务系统管理是缓解城市水资源短缺的有效手段。城市水务系统管理包括水资源环境、水源、供水、用水、排水、污水处理与回用，以及相关的资源管理和产业管理，是城市生存与发展的自然资源和经济资源基础。长期以来，城市水务事业受管理体制、制度及运作机制的影响，实行的是“官督官办”的方式，加上水资源和环境的“多头管理”，资源管理与产业管理相混淆，产业链管理被割裂，造成管理法规、制度、标准、规划、调度难统一，难协调，造成水资源开发利用效率低，管理效率不高，加之受管理制度约束，市场机制很难在城市水务运作中发挥作用，失去了市场经济在调节、激励城市水务效率效益中的功能，丧失了除政府外的其他资本资金进入城市水务市场发挥作用的机会，这不仅阻碍了城市水务和城市经济的发展，也与解决当前严重的水资源危机和水环境恶化局势很不相适应。因此，以可持续发展城市水务为指导思想，以革除现存分割管理体制弊端、提高用水及管理效率、保障水资源环境与经济社会协调发展为目标，建立适应社会主义市场经济体制，符合水的自然循环规律和经济社会用水规律，政府宏观管理与市场经济相结合的城市水务一体化管理模式和运作机制成为水务管理体制改革的必然之路。

长期以来，中国城市水务的管理和投资、建设与运营主要依靠政府，并按计划经济模式组织生产和提供服务，表现出高度集权化的管理体系、固有化的办事程序、条块分割式的领导体制和单一的投入机制，缺乏竞争机制，市场经济的调节作用很小，发展活力和后劲不足，管理效率、经济效益较低。近年来，这种状况虽然有所突破，允许其他经济成分、社会组织进入涉水事务，允许有限度地按市场机制建设与运营，但是，许多学术理论问题仍是严重影响城市水务事业发展，削弱城市水务支撑和保障经济社会持续发展能力的重要因素。

一是水与经济社会的思辨关系问题。人与水、经济建设与水、社会与水、发展水的关系及变化规律，以及应采取什么样的观念和行为对待日益严峻的水资源危机和环境污

染,都应从哲学、社会学、行为学、管理学及工程技术学的角度加以思考,研究其间的辩证关系,研究符合水务事务客观规律的理念,以及解决问题的方向、理论和方法,才有可能提出保障水资源可持续利用与经济社会可持续发展相协调的途径、办法。所以,首先应从思想观念上认识人类社会发生水资源危机的必然性原因,探索人对水资源和环境的恰当行为方式。

二是水务管理体制问题。在水源方面,地表水与地下水、城区内水与城区外水、水量与水质的管理,常涉及多个主管部门;在水系统运行方面,水环境、水源、供水、用水、节水、排水、污水处理与回用也分属多个部门管理。这样的管理体制设置不仅将资源管理与开发利用产业管理相混淆,水务产业链割裂,导致人对水的行为违背水的自然循环规律和再生、储藏等动态性、连续性、循环性特性,而且也违背事关国计民生和经济社会发展的重要自然资源、战略资源进行统一管理的一般社会管理原则。同时,政出多门的管理体制影响国家法律法规的统一和贯彻执行,影响涉水事务的统筹布局与管理,造成规划难统一、法规标准难一致、执法难同步,降低了管理效率和效益。

三是水务市场运作机制问题。按目前我国管理城市涉水事务的方针政策、法律法规、体制设置、制度安排、运作规则等,市场机制在配置资源、调节供求关系中难以发挥积极作用,因此,如何利用市场机制的激励功能,激发各方面治水兴利的积极性和创造力,并规范涉水事务行为,是利用市场经济力量解决水务问题的前提条件。

四是城市水务管理理论方法问题。关于城市水务管理理论和方法的研究是当前的热点问题,前沿研究课题,成熟的理论和方法很少,而社会实践迫切需要理论方法上的指导(如水务局与水利局的基本定义,水务局的含义、性质、体制、制度等问题),因而,开展对城市水务管理系统科学的研究,探索其系统规律、结构、要素、特性和特征、影响因素、市场建设与管理理论方法,以及管理体制、制度、运作机制等改革与发展问题,都具有重要的理论和实践意义。

五是城市水务学科建设和人才培养问题。城市水务学科是一门新兴的交叉学科,涉及内容广泛,解决问题牵涉的因素众多,但是,目前城市水务学科还没有正式纳入国家的学科建设目录,系统性研究也开展得很少。在人才培养方面,虽然一些大专院校自主设立了城市水务本科和研究生招生专业,但是无论教材建设或者教学计划都很不规范,无非是相邻学科的堆积,更没有形成本学科的特色。

因此,编写本书的主要目的是为我国科研人员和大专院校学生提供一本系统的城市水务理论技术参考书或教科书。明确城市水务学科的研究方向,从可持续发展理论、资源经济学、产权经济学、管理学、微观经济学、水文与水资源系统分析决策理论等出发,创立城市水务学科的基本理论。以水文与水资源学、供排水理论、水政管理、系统分析决策理论、环境保护理论、城市污水处理回用以及城市规划、生态建筑等为技术手段,研究水务系统结构、特征、特性、变化规律,总结城市水务系统的运行规律、影响因素、发展方向,以及实施水务系统性管理的依据、原则、内容、方法和目标。

全书包括以下主要内容:

(1) 城市水务学的基础理论。包括城市水文学、城市水文效应理论、城市化与水循环理论、市区径流形成及洪水过程理论、城市水土流失与水土保持理论以及城市水文监测

等。系统阐述了城市水文学设计的问题和一般解决方法。

(2) 城市防洪排涝规划理论。介绍了城市防洪排涝的水文计算方法,为城市的防洪排涝规划提供理论基础,也可供编制城市防洪工程性和非工程性措施方案参考,达到提高城市排涝能力,保证城乡排涝安全,协调好城市排涝与水源保护、河道景观的关系,充分利用城市本地雨洪资源之目的。

(3) 城市水务系统循环与规划理论。目的在于揭示城市水循环的内在规律,反映城市水循环系统具有的连续性、耦合性、整体性、层次性、动态性等特性、特征;分析城市水循环系统及其各子系统在任意一个时段水的输入、输出状况,并在此基础上分别建立分散式和一体化集总式水量关系模型,以反映城市水循环系统的水量变化规律及动态变化流向;根据城市水循环水量关系及各子系统的运行效率和效益,建立城市水循环系统的经济技术指标评价体系,对城市水循环的运行效率进行综合评价,并在此基础上建立城市水系统控制与规划理论,促进城市水循环向健康方向发展。

(4) 城市人工湿地景观规划设计和生态建筑理论。包括城市湿地的概念、城市人工湿地景观规划设计、城镇污水处理人工湿地组合模式的构建、城市生态建筑理论等。

城市生态规划理论研究是城市规划重要的研究领域,代表着城市规划未来的发展方向,也是城市规划领域的一个新的理论与方法平台。本书基于可拓学理论,以城市规划、城市生态规划为基础,从理论基础、理论建构、方法体系、规划程序与主要内容等方面对城市生态规划进行系统阐述与研究,初步构建起可拓城市生态规划的理论框架与方法体系,为计算机智能化解决城市生态规划矛盾问题提供一些理论支撑与方法平台。

(5) 城市污水处理回用理论与工艺技术。包括再生水利用及水质标准、城市污水处理回用技术方法、城市污水处理回用技术工艺路线等。

(6) 城市水务系统管理理论。包括城市水务市场构建与监管机制、城市水务市场容量、节水型社会建设与水资源优化配置、用水定额制定的基本方法、用水计划的编制和确定、城市节水管理、城市非常规水资源开发利用等。运用定量和定性两种方法,研究了城市水资源及其环境承载力、水权、水价、水市场的构建与运作机制,从供求两方面探求解决水资源短缺的制度安排,构建市场经济条件下城市水务一体化管理模式,运用更有效的制度和政策工具来增加水资源供给,控制水资源的需求,统筹城乡水资源,实现水资源的供求均衡,为政策制定者提供政策制度的理论和实证依据。

(7) 城市水环境保护。研究了水环境评价、水环境监测、有关水质标准、水功能区的划分与管理、水质模型与纳污总量的计算、城市水环境的管理、污染物排放总量的控制方案与管理等,为合理确定城市性质、规模和工业结构;合理地利用城市土地,合理地进行水功能分区;合理地组织道路交通和布置管线工程;尽可能地缩短和减少物质、能量、通信的流程,创造良好的卫生保健条件,以预防人体疾病;创造可靠的安全条件,以抗御灾害及各种病害;加强对生活饮用水水源的管理和保护,防止污染和破坏水资源等奠定理论基础。

(8) 城市水生态系统规划与建设。研究了城市水生态规划的基本内容、城市水生态的评价、城市水生态格局、城市生态规划理论方法、城市水生态系统的建设及其管理以及城市水生态系统的修复技术等。由于我国地域广阔,城市众多,各类城市的性质和功能有着

明显的差异，因此必须依据各个城市的生态环境特点，用科学理论指导进行生态规划。应当对城市性质、结构、格局、规模等进行分析和规划，提出以人工化措施为主体的城市生态调控体系和措施，塑造一个舒适优美、清洁安全、高效和谐的城市生态环境系统。

(9) 城市水务信息化技术与数字水务。介绍了城市水务管理信息系统、城市水务管理决策支持系统、数字水务管理系统设计等。

各章根据核心内容，安排了实例分析或例题，供相关人员在学习和实践中参考。

在本书编写过程中，作者参考了近年来国内外在城市水务方面的研究成果，结合本人所承担的研究课题，通过全国范围内系统调查和专题实验，积累了大量资料，为完成本书奠定了基础，可以说本书的完成是作者十余年来在城市水务方面汗水的累积。

华北水利水电学院王学超、叶飞、梁士奎和周科老师参加了本书的编写校对工作；参加本书校对和资料整理工作的还有孔波、谢滨帆、李香园、韩茁、郑艺、周玉珠等同志。

城市水务学是一门新兴学科，学科跨度大，涉及学科广，包含了庞大复杂的系统工程，影响因素众多，研究难度大。本书的编写，由于时间紧，任务重，虽然经过本人近年来的艰苦工作，为本书奠定了理论基础和生产实践资料，但是还存在许多不足之处，对于书中出现的疏忽遗漏及不足之处，希望在今后的研究实践中不断改进和完善。

作 者

2012年6月21日

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 城市水务学的定义和形成	1
1.2 城市水务学基础理论	5
1.3 城市水务学研究目标和主要研究内容	5
1.4 城市水务事业改革与发展趋势分析	6
第 2 章 城市水务与城市水文系统循环	10
2.1 问题的提出	10
2.2 城市水文学研究	12
2.3 城市水务循环系统理论分析	19
2.4 城市水务循环系统水量平衡模型	23
2.5 城市水务循环系统经济技术评价指标模型	25
第 3 章 城市供排水系统工程	35
3.1 城市供水水源及取水工程	35
3.2 城市供水与区域供水系统	37
3.3 地表水取水构筑物	40
3.4 地下水取水构筑物	49
3.5 城市给水管道系统工程	56
3.6 城市排水系统工程	71
第 4 章 城市防洪排涝工程	101
4.1 城市防洪排涝知识	101
4.2 城市防洪排涝工程建设与管理	115
4.3 城市设计暴雨	132
4.4 城市产汇流计算方法	134
4.5 城市交叉建筑工程项目防洪影响评价	147
4.6 城市建筑工程防洪评价实例	164
第 5 章 城市污水处理回用工艺设计与适用性研究	171
5.1 概述	171
5.2 城市污水处理工艺选择	175

5.3	城市污水处理工艺设计	187
5.4	分散式生活污水处理技术	193
5.5	城市污水污泥处理处置和工艺设备评价	196
第6章	城市水务系统管理与运行机制	205
6.1	水务管理现状及存在问题	205
6.2	城市水务市场构建与监管机制	206
6.3	节水型社会建设与水资源供需管理	213
6.4	水权	234
6.5	水价政策与水价格制定模式	246
6.6	城市水务系统安全分析	249
第7章	城市人工湿地、生态景观与生态建筑	256
7.1	城市人工湿地的定义及研究意义	256
7.2	城市污水处理人工湿地组合模式的构建	259
7.3	城市人工湿地的景观价值和特征	262
7.4	城市人工湿地景观设计研究	265
7.5	城市生态建筑理论与设计	274
第8章	城市水环境评价与保护	279
8.1	概述	279
8.2	水环境评价	279
8.3	水功能区的划分与管理	284
8.4	水质模型与纳污总量的计算	288
8.5	城市水环境的管理	291
8.6	城市水环境的保护措施	294
第9章	城市水生态系统建设与城市生态规划	298
9.1	概述	298
9.2	城市水生态的规划及其内容	298
9.3	城市生态规划理论方法	302
9.4	城市水生态系统的建设及其管理	307
9.5	城市水生态系统的修复技术	312
第10章	城市水务管理信息化系统设计	315
10.1	城市水务管理信息系统	315
10.2	城市水务管理决策支持系统	323
10.3	数字水务管理系统设计实例	325
参考文献		344

第1章 绪 论

1.1 城市水务学的定义和形成

1.1.1 基本概念与发展背景

据全国科学技术名词审定委员会的解释,城市水务(urban water affaires)学是一门对城市水资源开发、利用、保护等中的相关事务进行系统研究的一门学科,主要包括水资源、城乡防洪、灌溉、城乡供水、用水、排水、污水处理与回收利用、农田水利、水土保持、农村水电等涉水事务。从其研究内容来看,城市水务学科并非属于水文水资源学科的分支,也不同于把由建设、环保、交通等部门分别进行管理的城市防洪、城镇供水、排水、污水处理、航运等方面的事务简单地划归水利的管理范畴,而应该是以水循环为机理、以水资源统一管理为核心、以城市建设与运行管理中所涉及的所有学科相交叉的一门学科。

城市是非农业生产的基地和非农业人口的生活聚居地,其聚集性特点决定了城市水资源的开发利用有三个显著特征:一是开发强度大,用水量相对集中;二是对供水的保证率 and 安全性要求高;三是城市排放的废污水对环境危害大。而目前,水体污染降低了供水安全性、用水浪费加剧了水资源供需矛盾和设施建设能力不配套导致投资浪费已成为当前城市水资源开发利用中的三大问题,导致这三大问题的根本原因在于当前城市水循环处于非良性循环中,系统运行效率较低,人们缺乏必要的对城市水循环规律的认识,难以按照城市水循环所固有的规律进行水资源的开发、利用和保护。上述现存城市水循环非健康运行模式,势必造成城市缺水和水环境污染问题愈加严重的局面,最终将影响社会和谐发展。而一个健康的城市水循环是合理、高效开发利用水资源,保护水环境的关键所在。

目前,我国城市缺水与水环境问题已经表现得十分突出。据统计,全国 669 座城市中有 400 余座供水不足,其中较严重缺水的有 110 座,城市年缺水量已达 60 亿 m^3 。与此同时,我国的水污染形势也十分严峻,目前全国有 25% 的地下水受到污染,35% 的地下水源不符合生活用水水质标准;平原地区约有 54% 的地下水不符合生活用水水质标准,一半以上的城市市区地下水污染严重。在很多城市已形成了污染、浪费与缺水并存的不良局面,这进一步加剧了城市水资源供需矛盾,为城市水资源管理工作增加了难度。据有关专家预测,2030 年、2050 年我国城市用水需求将分别增长至 1220 亿 m^3 和 1540 亿 m^3 ,如不及时采取措施促进城市水健康循环,城市水资源供需矛盾将会进一步加剧(钱正英和张光斗,2000)。因此,深入研究城市水循环的循环规律、特性和特征,建立一套较为合理的城市水循环分析评价理论方法,用来指导改善城市水循环现状和城市水资源的开发、利用

和保护工作已是迫在眉睫。

21 世纪被称为“水的世纪”，水问题的严重性和重要性已日益成为社会各界的共识，水资源匮乏已成为关系到贫困、可持续发展乃至世界和平与安全的重大问题。近年来，联合国组织不断地强调大城市水资源是世界水资源问题中的重点，而城市水资源问题的核心问题在于管理，因此研究城市水务管理问题是一个迫在眉睫的课题。

城市水务是城市辖区内防洪、水资源、水源、供水、排水、污水处理及回用等所有涉水事务的统称，它为城市社会、经济、环境三个系统提供服务，并受这三个系统的制约（朱元生和金光炎，1999）。图 1-1 描述了城市水务系统与社会、经济发展及环境之间的关系：首先，城市水务系统要为人们的日常生活服务，提供饮用水以及其他生活用水，同时又应该采取有效的节水措施，以保护有限的水资源；其次，水务系统还要服务于经济系统，为其提供生产用水，但是供水量又受到经济结构的影响，不同的企业对水资源的需求不一样，因此应当合理并且有效地分配水资源；最后，水务系统与生态环境也是相辅相成的，水资源来源于大自然，受地面硬化比例、水体污染和乔木、灌木、草地在绿化面积中的比例的影响，因此，城市环境系统会影响城市水源地的水量与水质，与此同时，城市水系统又为环境系统提供生态用水，是生态环境优化的有效保障。

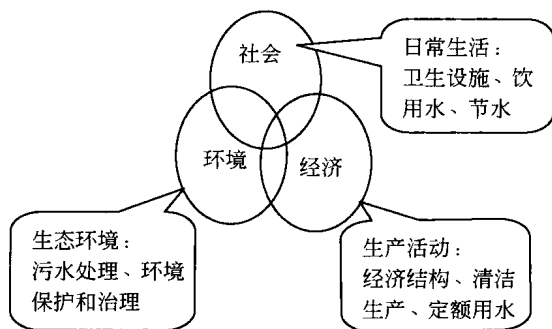


图 1-1 城市水务与社会、经济及环境的关系

从功能上来说，城市水务系统包括水资源环境、水源、供水、用水、排水、水处理与回用，以及相关的资源管理和产业管理，其主要任务是为城市水资源开发、利用、治理、配置、节约和保护提供技术支撑，它是城市建设与发展的基础（芮孝芳，2004）。人类对城市水务系统的管理控制主要经历了以下 4 个阶段：

（1）放任阶段。在工业化与城市化初期，人们对水资源的开发是没有规划的，没有形成统一的供水系统，而污水的处理也只是简单地把污水用管道输送到远离城市的地方，对污水不做任何处理。因此，水资源没有得到合理的利用，同时给环境也带来了巨大的破坏。

（2）水务管理起步阶段。随着城市规模的扩大以及经济的不断发展，人们逐渐意识到统一管理供水系统的重要性，同时，由于与水有关的环境污染问题日益严重时，需要政府管制的参与，修建污水处理厂，但此时的污水处理方式仅仅是在管端对污水进行处理，因此并没有成型的污水处理方式和系统的供水管理理论。

（3）科学管理阶段。生产力的进一步发展不但推动了经济的发展，也推动了水务管理

理论的发展,人们开始将运筹学、生态学、经济学等领域的相关知识应用于水务系统的日常经营和管理,并提出了科学管理的理念。在这一阶段,城市拥有了比较完善的生活用水、工业用水供应机制,而且进一步发展了污水处理机制,将污水处理的注意力转移到生产的源头,即改变生产材料、设备和工艺,推行清洁生产。

(4) 人类发展与自然和谐阶段。城市和经济的进一步发展对水务系统提出了更高的要求,需要人类发展与自然环境相互协调。这一阶段水务管理的重点不再是生活中的某个部分或者某个环节,而是活动的直接参与者——人,将目光转向人类社会自身,通过调整人类的生产和消费与生活方式来达到与自然的和谐。

综上所述,城市水务工作能够为城市发展提供防洪安全和供水保证以及水环境与水资源保障。以区域水资源的可持续利用保障城乡社会经济的可持续发展,对实现我国跨世纪的现代化宏伟目标具有重要的现实意义和深远的历史意义。

1.1.2 水务系统理论与发展

起初人们对水务的研究着重于水资源自然属性的研究,局限于对水资源的开发利用,研究水资源的时空分布规律和运动规律。随着人类进步和社会发展,特别是现代系统科学的革命(主要以系统论、控制论、信息论的创立为标志),人们对水资源系统的认识和解决水资源问题的思维方法有了根本的改变。

从系统的角度将系统论的理论应用于水资源管理始于1953年,美国陆军工程兵团首次用计算机模拟了密苏里河上6个水库的联合调度。1955年美国哈佛大学制定了水资源大纲,重点研究现代水资源系统工程的方法论。1957年加利福尼亚大学成立了水资源中心。20世纪60年代初,美国西部资源会议制定了以水资源为重点的长期科研规划。这些活动都推动了水资源系统工程的发展。60年代,英、苏、法等国都开展了水资源系统工程的研究,并建立了相应的科研机构。例如,美国北大西洋区域的水资源规划,阿根廷的科罗拉多河流域规划,苏联的巴古参茨克水电站的施工设计等都应用系统分析方法进行了水资源系统的优化工作。中国在红水河梯级水电站的开发规划、水电站群参数优选和水库优化调度,以及地区水资源科学分配研究等方面也取得了很大的效益^①。

以上的这些实践,还仅仅局限在运用系统的理论与思想进行水资源管理,停留在单纯的方法论阶段。随着实践的深入与认识的加深,系统理论逐渐升华至指导水资源管理的认识论高度。特别是将水资源系统与社会系统相结合所形成的系统理论,强调社会中人、机制对自然水循环系统的影响作用,对解决现实中存在的缺水危机更具有指导意义。

水资源系统的复杂性以及水对社会经济的多种作用是学术界所公认的,但对水资源系统的定性及其所应包含的部分、与相关系统间的从属关系还存在一定的争议。根本的分歧在于:一部分学者认为水资源系统是组成自然-人工复合系统的一部分;另一部分则认为水资源系统即是复合系统的整个部分。界定水资源系统的所属位置及其内涵对确定水资源系统的研究内容有重要作用。

^① 资料来源: <http://www.baike.com/>

1.1.3 水行业政府监管的必要性

我国以水务统一管理为重要特征的水务管理体制改革进入了一个全新的发展阶段。截至2010年10月底,全国成立水务局和由水利局承担水务统一管理职责的县级以上行政区1251个,占全国县级以上行政区总数的53%。目前,全国已成立各级水务局1250个,占全国县级以上行政区总数的40%;水利局承担水务统一管理职责的单位301个,占全国县级以上行政区总数的13%。统计显示,2010年年底全国共有污水处理厂2269座,与2007年的1413座相比,三年间增加了856座。2010年全国城市污水排放总量为 $425.6 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,比2007年增加了 $83.6 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$;排水管道长度为 $22.7 \times 10^4 \text{ km}$,比2007年增加了 $6.2 \times 10^4 \text{ km}$;污水处理能力为 $1.17 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{d}$,比2007年增加了 $0.35 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{d}$;污水处理总量为 $273.2 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,比2007年增加了 $78.2 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$;城市污水处理率为64.2%,比2007年提高了7.14%。

从1990年开始,我国城市水务的市场化改革开始起步,首先是大规模的公司化改造,一大批国有资产通过出售、合资和合作的方式,进行了股份制重组。随着《关于加快市政公用行业市场化进程的意见》和《市政公用事业特许经营管理办法》的出台,我国城市水务的市场化进入到了特许经营阶段。在这一阶段中,政府通过招标的方式,与特许公司签订定期服务合同,以合同的方式规范企业的行为和实现政府的公共目标。成都、沈阳和上海等城市的水务产业的调查表明,各省市都相继出台了具体实施办法,对于推动城市水务的市场化进程起到了积极作用。但实施过程中,矛盾重重,包括政府管理不到位、被管制公司非效率化等问题。这些实质上反映了两个方面的事实:①特许经营权实施在什么范围内有效,在什么范围内缺乏效率;②围绕着特许经营权机制实施,政府的管制体制应该如何去适应。前者是关于特许经营权的回报率管制本身的认识,后者涉及我国管制的重建问题,即政府在城市水务的市场化过程中扮演什么样的角色。对于这方面的讨论,大多数文献都还建立在未市场化的前提上,对于正在实施过程中出现的相关问题,认识不够明确,因此理清这两者各自面临的问题以及两者之间的关系,对于加快水产业的市场化改革,提高城市水务的效率有着重要的意义。

水行业是一个自然垄断性质非常显著的为公众服务的基础设施产业。自然垄断行业一是具有规模经济的特点,二是行业的生产经营中需要大量的沉淀资本。自然垄断行业中,一方面无管制的自杀性竞争将导致社会生产力的破坏;另一方面,垄断企业利用垄断权力操纵市场将可能导致价格上涨、质量下跌,造成社会福利的损失。因此,在涉及公共利益的情况下,应优于市场先考虑公共利益,而这种根据公共利益的判断在当地经济和社会中需要政府表达。由此为了改善效率和增进社会福利,保护公共利益,政府有必要参与管理水行业,对自然垄断进行进入管制与价格管制。

因此,政府出于公共利益的考虑,作为公众利益的代表,对公共资源进行管理成为一种必然趋势及有效手段。目前,政府管理仍然是世界上几乎所有国家都采用的一种管理公用事业的手段。公用事业得到政府的排他性的授权,在一些特定的条件下和一些特定的市场从事活动。特定的条件一般包括:①政府保留控制进入的权利;②政府保留管制价格的

权利；③政府保留为公共利益而制定质量标准和某些其他服务条件的权利；④被授权者有责任向所有消费者提供上述②和③两条确定的“合理”服务。

在新的体制下，水务系统责任越来越大，事情越来越多，要求越来越高。面对新形势、新情况、新要求，我们积极探索，勇于实践，把水资源的开发、利用、治理、配置、节约、保护有机结合起来，以实现水资源管理质与量的统一、除害与兴利的统一、开发与治理的统一、节约与保护的统一，着力解决洪涝灾害、干旱缺水、水环境恶化等问题。新型的统一高效的政府水务管理部门的职能与职责，一是建立水资源权属统一管理体制。建立健全城市水资源统一管理体制是水务体制改革的关键，新型的水务行政管理机构代表国家行使水资源权属管理，对城市内的水资源开发利用实行统一规划、统一调配、统一发放取水许可证、统一征收水资源费、统一管理水量水质，在上述“五统一”的基础上，明确各级政府的权属与职责。二是按照水资源权属管理与水资源开发利用相分离的原则，建立市场调节与政府宏观调控相结合的水资源开发利用机制。按照这一原则要求，各行各业的水资源开发将企业化、市场化、社会化，实行政企分开。政府对水利工程的投资由水务行政管理部门通过向社会招投标方式完成各类水利工程的兴建。政府或非政府机构投资的水利工程均实行企业化管理，由受益者支付日常运行成本，逐步将全社会对水资源的需求建立在市场机制之上，并建立起多渠道的水利投资体制。

在实施水务管理的过程中，正确处理好牌子与内容、形式与实质的关系，采取分步实施的办法，日臻完善，逐步到位。具体内容包括：

(1) 实现水资源统一管理，即实现地表水、地下水统一管理，水质、水量统一管理，水资源统一规划、统一调查评价、统一调度，统一实施取水许可制度和水资源费征收制度。

(2) 实现城乡供水一体化管理。归口管理城市供水，强化对城乡自来水厂供水的行业管理，包括供水的规划、水源地保护、供水价格、供水质量等管理；加强取水许可监督管理和节约用水、计划用水监督管理，达到水资源高效利用、合理开发、优化配置，为城市的发展提供水资源支持和保障。

(3) 强化排污口监督管理和退水水质管理制度，实现城市污水处理和回用的归口管理，适应经济社会可持续发展。

1.2 城市水务学基础理论

根据城市水务学发展历史、现状和未来发展趋势，城市水务学的基础理论主要包括城市水文效应理论、城市化与水循环理论、城市区域小气候的影响机理、市区径流形成及洪水过程理论、城市水土流失与水土保持理论、城市水文模型、城市水文站网规划布设理论、城市水生态监测理论、环境水文学、城市水务系统管理理论等。

1.3 城市水务学研究目标和主要研究内容

城市水务学的主要研究目标和内容：一是研究城市水务系统的结构，探讨水系统控制

的依据、途径、类型、方式及模型,并分析城市水系统的可持续发展所需要的管理框架及模型,进而找出城市水资源与国民经济之间的关联关系。二是研究城市水务系统的供需平衡和安全性问题。首先构建城市水务系统资源需求模型,然后结合以往的历史数据来预测城市对水资源的需求量,进而判断城市水资源的供需平衡状况,从需求的角度指导城市供水系统的建设。三是综合评价城市水务系统的效率,从不同的视角来研究不同城市水务系统的效率问题,进而分析影响这些水务系统效率的关键性因素,为提高我国水务系统的整体效率做出方向性的指导。四是研究城市供水系统、污水处理系统、排水系统的管理以及一体化问题。分析我国城市的供水系统、排水系统以及污水处理系统当前存在的一些问题及其解决策略,同时利用循环经济的理念研究中水处理、利用以及监管中存在的一些问题。基于对供水系统、排水系统和污水处理系统的综合分析,研究城市水务管理的一体化和可持续发展的问题,进而探讨城市供水、排水过程中收费的管理问题。五是分析城市水务管理的创新问题。从实际案例出发,结合我国城市水务市场化改革过程中的一些经验教训,探讨水务管理创新的模式以及需要注意的一些问题。

1.4 城市水务事业改革与发展趋势分析

1.4.1 城市水务事业改革将加强城市水务的供给能力

可以说,目前我国城市水务事业的发展,尤其是自来水这个环节的发展,基本上满足了我国城市居民生产和生活的需要。但是,这样的供求平衡只是在我国长期以来实行的“高积累,低消费”政策下的低水平的满足,与小康条件下的用水要求还有很大差距。以人均自来水占有量为例,我国城市目前人均自来水占有量为 234 m^3 ,远远低于发达国家 400 m^3 的标准。随着生活水平的提高,城市居民对水务产品和服务的需求日益增长,城市水务事业的供求矛盾越来越突出。相当多的城市经常出现水压不稳的现象;一些城市不得不实行各城区轮流停水;还有一些城市存在着季节性缺水的问题。而城市水务事业的改革则可以较好地解决这个问题。首先,城市水务事业改革放宽了市场准入,众多的外资和民间资本将积极投身于城市水务基础设施的建设;其次,大量的民间闲散资金也可以通过各种金融渠道进入城市水务事业,为城市水务事业的各投资主体提供充足的资金;最后,城市水务事业改革使传统的国有水务企业建立起具有活力的治理结构,增强了它们自身的造血机能。总之,城市水务事业改革将促进我国城市水务基础设施的改扩建,满足城市居民日益增长的用水需求。

1.4.2 城市水务事业改革将提高城市水务的供给质量

目前,我国城市水务事业不但供给能力不足,而且供给的质量也难以令人满意。以城市自来水为例,目前我国大多数城市的自来水总体达到了我国的有关标准,但是在个别指标上还经常超标,如在不少城市自来水经常有浓重的氯气味;有些城市的自来水的质量也不稳定;有些城市由于供水质量太过低下,居民不得不自行安装家用净水器。而在美、欧等发达国家,供水标准极其严格,并且颁布了单独的饮用水标准。在饮用水标准的指导

下, 这些国家的水务企业采用先进的技术进行水处理, 其供给的饮用水已经达到了可以直接饮用的程度。可见, 我国城市水务供给的质量仍然难以令人满意, 而城市水务事业改革将改变这种现状。首先, 城市水务事业改革将逐渐形成竞争激烈的水务市场, 技术先进、供水质量高的外资企业的参与, 将迫使我国国有城市水务企业加强管理, 提高质量; 其次, 城市水务事业改革将为城市水务基础设施建设引入大量的资金, 使城市水务企业有能力更新年久失修、锈蚀严重的输水管网, 避免高质量的自来水在管网中受到二次污染; 最后, 城市水务事业改革将促使国家水务管理机构颁布更严格的质量管理标准, 对各城市水务企业施行更严格的监管。

1.4.3 城市水务事业改革将促使国有城市水务企业改变服务态度

目前, 我国各地的城市水务市场基本上都由一家国有城市水务企业垄断。处于垄断地位的这些企业, 往往忽视企业的服务质量。例如, 很多城市居民都因为自来水公司的“脸难看, 话难听, 事难办”, 而讽刺它们为“水大爷”。有的城市水务企业甚至利用垄断地位损害消费者的利益, 如有些城市自来水公司强行规定月最低水费等。可见, 目前我国城市水务企业普遍存在着服务质量低的问题。而城市水务事业改革将形成竞争性的市场结构, 城市水务企业在激烈的市场竞争中, 将不得不树立起“顾客就是上帝”的信条, 提高服务质量, 以保证企业的生存。

1.4.4 城市水务事业改革能够促进我国水资源的合理利用

我国平均年水资源总量 $2.81 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 人均占有量如果按 13 亿人口计算仅 2280 m^3 , 比世界平均值的 25% 还低, 列世界第 110 位, 是 13 个贫水国之一。同时, 水资源的时空分布极不均匀: 长江及其以南地区流域面积占全国面积的 36.5%, 水资源却占全国水资源总量的 80.9%; 北方人口占全国的 40%, 耕地面积占全国的 60%, 而水资源不足全国的 20% (李长兴, 1998)。

然而, 长期以来, 我国实行的是“政府低价供水—企业亏损—政府补贴”的福利性水价政策, 极低的水价造成我国城市居民和企业普遍不重视用水成本, 肆意挥霍水资源。水资源的不合理利用加剧了我国水资源紧张的矛盾。而改革我国城市水务事业将在很大程度上消除我国水资源紧张的局面。首先, 通过改革现有的水价体系, 在水价中加入污水处理费和水资源费, 从而使污水处理和水资源保护的成本得到收回; 其次, 通过逐步提高水价, 使水价逐步反映水务产品或服务的真实价值, 在城市居民的头脑中强化用水成本的概念; 最后, 通过实行“阶梯式”水价机制, 对超量用水征收高价, 从而使城市居民养成合理的用水习惯, 注意节约用水。通过以上措施的实行, 我国将极大地改变目前水资源利用不合理的局面。

1.4.5 城市水务事业改革能够遏制我国水环境恶化的趋势

改革开放以来, 我国城市化进程开始加快。随着城市数量的增多和规模的扩大, 我国