

城市节水

技术和管理方法研究

CHENGSHI JIESHUI JISHU HE GUANLI FANGFA YANJIU

辛云峰 代影君 高洪生 吴法伟 等 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

城市节水

技术和管理方法研究

辛云峰 代影君 高洪生 吴法伟 等 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书针对目前城市节水中存在的普遍性问题,介绍了如何通过供水漏失的管理与技术、水价的设计与管理、供水企业的企业制度与管理机制、政府对供水企业的监管、公众参与供水企业管理等方面的措施来实现城市节水的案例研究成果。

本书可供从事城市供水、水利、水价研究与制定等行业人士以及大专院校师生使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市节水技术和管理方法研究 / 辛云峰等编著. --
北京: 中国水利水电出版社, 2013.5
ISBN 978-7-5170-0884-2

I. ①城… II. ①辛… III. ①城市用水—节约用水—
研究 IV. ①TU991.64

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第103922号

书 名	城市节水技术和管理方法研究
作 者	辛云峰 代影君 高洪生 吴法伟 等 编著
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 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	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	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	140mm×203mm 32开本 5.375印张 145千字
版 次	2013年5月第1版 2013年5月第1次印刷
印 数	0001—1500册
定 价	28.00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

《城市节水技术和管理方法研究》

撰写组

组 长：辛云峰

副组长：代影君 吴法伟 付洪涛

撰写者：辛云峰 代影君 高洪生 吴法伟

李 昱 付洪涛 郭 清 王 心

薛雪娟 李忠心 李 松 沈 艳

前 言

在我国，随着工业化、城市化的发展进程，城镇居民生活与第二、第三产业对水的需求急剧增加。解决城市水需求问题，已成为目前水资源管理所面临的巨大挑战。许多城镇面临严重的缺水问题，制约了城镇经济发展和居民生活水平的提高。同时，城镇污水管理问题也十分突出，造成生态、环境状况的不断恶化。各河流在经过城镇时，由于大量废污水的排入而使水质和水生态状况恶化。

解决城镇缺水问题，首先是为城镇提供可靠的水源，这是城镇发展的基础。但受水资源有限性和分布情况的制约，我们将无法只通过加大供水来解决城镇缺水，节水将是解决城镇水资源可持续利用问题的有效途径。目前，一方面存在严重的城镇缺水问题，同时也存在严重的城镇用水浪费问题。如，城镇供水管网的高漏失，城镇工业、第三产业与居民生活的用水浪费，低效率、低效益、高污染用水的普遍存在，这同样是造成城镇缺水的重要原因。因此，解决城镇缺水问题，还必须从对用水的管理入手，通过节水来把城镇的水需求控制在合理的程度。同时，城镇污水管理问题的解决，不仅对解决本城镇缺水问题十分重要，而且对整个水资源的可利用状况和生态、环境状况问题的解决十分重要。

实现城镇节水和水污染的有效控制，首先要分析造成这些问题的原因，进而提出有效的解决办法。从城镇供水的高漏失来看，其直接原因是城镇供水企业管理的粗放和缺少对供水管网漏失进行有效控制的技术方法的使用。但深层原因可包括供水企业的企业责任缺失和动力不足、政府监管缺失或不到位、居民难以对供水企业的不合理行为进行有效监督和制约，水价过低使供水企业财务不可持续等。如，为什么供水企业宁愿铺设新管路也不愿对原有可维护管路进行维护。长期以来很多城镇确实存在基础设施差，供水管网老化的问题，很多供水管网需要更新，但并不是所有供水管路需要更新。对于具有责任的供水企业，它必然要进行经济核算，更多地采取加强维修的办法来减少成本，提高企业效益。但目前很多供水企业更热衷于获得国家管网建设投资，而不对原有管网进行维护。管网漏失不仅造成水资源的浪费，还使企业供水的电力、净水、水资源费成本加大。但很多供水企业发现了管网漏失也不及时维修，任由水白白地流淌。其根本原因是供水企业的体制与机制问题，目前多数城镇供水企业的管理模式还没有纳入市场经济企业管理的体制和机制中，这些供水企业并不在乎供水成本的加大，供水成本加大对管理者也没有什么损失。在城镇污水处理方面也存在同样的问题。各级政府用了大量的投入来进行污水处理厂建设，但污水处理厂的 actual 处理量远小于污水处理厂的设计处理能力，污水处理厂运行管理的体制与机制问题始终没有得到很好的解决。

水价的不合理也是造成供水企业没有财力进行管网维护，使供水管网漏失严重的重要原因。同样，污水处理费定价过低也会造成污水处理厂运行费用的难以为继。这些都需要通过合理的水价和污水处理费制定来加以解决。

针对上述问题，在 2005~2008 年开展的中英合作水资源需求管理项目中开展了专门的案例研究。重点研究了对管网漏失进行有效控制的技术方法，合理制定水价的方法，城市供水企业和污水处理企业管理体系、机制的改进，政府对供水和污水处理企业进行有效监管及公众有效参与和监督的方法。本书介绍了该案例研究的研究成果。

感谢水利部领导和英国国际发展部官员在项目期间对本研究的支持！感谢项目国际专家组组长 Don Moore 先生（英国）、社会学家 John Taylor 先生（英国）、供水管理专家 Ron Dorn 先生（英国）、水价专家 Peter Mawson（新西兰）、财务专家 Paul Ward（英国）、机构专家 David Kane（英国）、渗漏探测专家 Terry Evans（英国）对本研究的指导！辽宁省水利厅厅长助理姜长全、项目办主任尉成海、项目经理苗政永、项目专家组组长郭东明直接领导和指导了本研究，在此对他们所作的贡献表示感谢！

本书第 1 章由付洪涛撰写，第 2、4 章由辛云峰撰写，第 3 章由高洪生撰写，第 5 章由吴法伟撰写，第 6、7 章由代影君撰写。郭清对本书进行了后期修改和整理。参加本研究和本书前期编写的还有李昱、田文英、张双

翼、李云鹏、王心、薛雪娟、李忠心、李松、孙玉祥、沈艳、曲景艳、裴顶宇、韩志娟、栾城、孙志强、李秀明、宝中华、孔繁义、魏忠红、张丽红。

由于作者水平有限，书中难免不足之处，欢迎不吝指教。

编著者

2013年2月

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 我国城市用水所面临的主要问题及城市节水型 社会建设	1
1.2 城市节水技术和管理方法案例研究概要	3
2 案例区自来水公司供水现状及城市供水普遍性问题	8
2.1 案例区概况	8
2.2 案例区供水状况调查	8
2.3 供水管理的普遍性问题	26
3 供水节水的技术方法	30
3.1 渗漏控制策略	30
3.2 计量小区 (DMA) 建立	31
3.3 管网模型建立	34
3.4 渗漏探测及维护技术	41
3.5 案例区供水系统渗漏控制技术研究	50
4 城市水价	65
4.1 水资源价值与水价	65
4.2 当前水价概况	67
4.3 水价设计目标、特征、程序	70
4.4 水价设计方法	74
4.5 案例区用水户支付能力和支付意愿调查	87
4.6 案例区自来水水价设计	102

5 城市水服务行业管理方法	123
5.1 城市水服务行业的企业化改革	123
5.2 城市水服务业的行政监管	131
5.3 案例区开展的能力建设活动	135
6 城市节水中与水需求管理相关方法研究	144
6.1 经济管理	144
6.2 行政管理与配套行政法规和标准体系建设	146
6.3 利益相关者参与	148
7 城市节水模式探索	150
7.1 城市雨洪资源利用	150
7.2 城市污水资源再生利用	154
参考文献	158

1 绪论

1.1 我国城市用水所面临的主要问题及城市节水型社会建设

城市化是现代化发展的必然历史阶段，随着工业化进程、第三产业发展、城市化的加快，城市居民生活质量的提高，城市用水（包括城市的居民生活、第三产业、第二产业、环境用水）的增加和污染的加重是一个必然的趋势。在 21 世纪上半叶经济快速发展的中国，这一状况尤为凸显。如何解决城市用水问题，已构成了这一时期水资源可持续利用的主要问题。当然，在农村大量的农业用水和农村居民生活用水也是水资源可持续利用的重要问题。但在农业用水方面，根据我国各地区农业用水、土地资源的匹配条件，经过长期的农田水利建设，灌溉面积的增加幅度不会有太大的提高，重要的是通过实施节水灌溉，来为适当增加灌溉面积和其他行业用水提供支持。同时，随着城乡二元化结构的逐步改变，随着新农村建设的小城镇化取向和农村人口大量向城市转移，会进一步促进小城镇的发展和大中城市的扩展，农村生活用水将向城市转移。

为了解决日益增加的城市用水问题，近些年来进行了大量的城市供水工程建设，并取得明显的成效。但是如何实现可持续的城市用水，还面临着很重要的问题。

1.1.1 城市节水问题

为了保证粮食安全和城乡居民丰富的农副产品消费，农业用水（特别是农业灌溉用水）不可能大幅减少。这样，在我国各流域、各地区水资源总量约束的前提条件下，解决城市用水只靠扩

大供水是不可持续的，必须通过供给和需求两个方面做出努力。一方面要根据各自的水资源状况，使城市具备必备的水源条件；另一方面，要加强对需求的管理，通过节水和把水用在提高经济效益的用水方面来实现水资源的可持续利用。

目前我国大多数城市供水管网漏失率超过 20%，众多的中小城市供水管网漏失率在 30%~40%，甚至是 50% 左右。根据《中国水资源公报》统计数据，2010 年我国工业万元产值用水量 $229\text{m}^3/\text{万元}$ ，万元工业增加值用水量 $131\text{m}^3/\text{万元}$ ，大约是国外先进水平的 10 倍。一方面存在严重的不节水问题；另一方面在城市水资源供需矛盾十分紧张的情况下，还在不断的引进和运行很多高耗水、高污染、低效益的企业。

可见，在城市节水和提高水的利用效益方面，还具有巨大潜力。事实上，在城市水资源需求增加量中，大部分是由于新增工业、第三产业、城市居民生活水平提高所新增加用水需求量。还有农村人口在向城市转移的过程中，原农村生活用水转移到城市用水的。因此，在水资源利用程度已经很高，开发潜力已经很低的流域和地区，如多数北方地区，最根本的是需要通过节水来实现城市用水的可持续。

1.1.2 城市废污水所造成的水污染问题

尽管农业、畜牧业生产产生了严重的面源污染，但城市废污水所造成的点源污染仍是对水环境造成破坏的主要因素。如果解决得不好，随着城市化进程和第二、第三产业的发展，城市用水量的增加，城市废污水会对水环境造成更大的破坏。目前全国城市污水处理率大约是 30%（这应该是一个乐观的估计），许多城市至今还没有污水处理厂，而且很多污水处理厂没有真正有效的运行，大量城市污水未经处理直接排入水体。

事实上，城市废污水的处理和再利用，同时也是解决城市缺水问题的重要途径。

由此可见，在城市节水和污水处理再利用方面还有很远的路要走，还有巨大的潜力可挖。以城市节水和污水处理再利用为主

要内容的城市节水型社会建设是解决未来城市用水问题的根本途径。

但是，真正实现城市节水型社会建设，还需要在体制、机制、法规，管理方法和技术等诸多方面做出重大改变。还没有在城市水资源管理方面为迎接城市化进程和第二、第三产业的发展做好准备。这将是未来一个时期解决水资源可持续利用问题的主要内容。

1.2 城市节水技术和管理方法案例研究概要

为了实现城市节水型社会建设，解决城市水资源利用所面临的问题，中英合作水资源需求管理研究项目就城市节水问题设立了专门的案例研究，在吸取国际经验和方法的基础上，系统地研究和探索了适合城市节水的途径和办法。

中英合作水资源需求管理研究项目，在经过精心准备之后，自 2006 年 2 月正式启动。项目设计了流域层面水资源综合管理规划、市级取排水许可协调管理、缺水型城市节水与水价改革 3 个案例研究。案例研究引入了水资源综合管理的理念和方法，在水资源规划、水资源日常管理和城市水资源管理三个层面开发和检验适合中国的水资源需求管理方法。其中，城市节水与水价案例研究，以某资源型缺水城市为案例区，就城市节水问题进行了专门研究，案例研究取得成果为本书编写提供大量素材。

城市节水型社会建设需解决的直接问题主要是供水节水、用户节水和污水处理及再利用问题。但解决这些问题必须在实施环境、管理体制上进行改革和完善，需要各种管理方法的综合运用。

1.2.1 供水节水

在供水节水方面，根据国际上城市水资源管理的先进理念和方法，根据案例区的实际情况和普遍问题，论述从供水节水（减少供水管网漏失）技术、水价改革、供水公司管理（包括污水处

理企业管理)、行政监管,公众参与等5个方面论述了城市节水综合管理的具体方法。

(1) **供水节水技术**。在技术上,案例研究引进了国际上最先进的供水节水技术,系统地提出了城市供水过程中减少漏失的技术方法,有如下几个方面。

1) 供水管网GIS系统建立方法;

2) 供水管网计量小区(DMA)建立方法,通过计量小区单独的计量来实现供水管网漏失的及时监测和有效管理;

3) 建立管网模型(案例区应用了英国InfoWorks WS管网模型)的方法,通过管网模型的建立实现供水系统的科学规划、设计、调度、问题诊断、维护及应急预案制定;

4) 引进国际上先进的渗漏探测设备,实施准确、及时、高效的渗漏点探测。

这为城市供水系统的规划、设计、运行、维护提供了完备技术方法,是对我国现有技术方法的重大更新。特别是对于已有管网的维护,实现对渗漏的有效控制将发挥更大的作用。

(2) **水价改革**。价格是配置资源的有效杠杆,是市场经济条件下最本质的经济管理方式,水资源的合理配置也是如此。合理的水价会使用户更加珍视水的价值而减少水的浪费,会使水的利用走向更高效益的方向,而低效益的用水因水的成本而减少,从而合理控制需求。另外,合理的水价会使供水企业有财力进行管网维护而减少渗漏。

案例研究提出了城市水价设计要遵循完全成本回收、合理收益、促进节水、公平对待用户的原则。提出了在充分调查供水企业供水成本、用户支付能力、支付意愿的基础上设计水价结构(水价梯级)和费率的具体方法。包括在水价设计中,为保持合理水价而对贫困人口进行水价补贴的方式和方法。

(3) **供水公司管理**。事实上,在供水公司管理中,有了先进的渗漏控制技术和合理的水价,并不能保证供水公司会更好的控制渗漏和为客户提供好的服务。对于没有企业责任的供水公司,

因为缺乏原动力，即使有了技术、有了资金也不会认真地履行渗漏控制和良好供水服务的企业的责任。这就涉及供水公司的管理体制和机制问题，目前我国供水的漏失率为什么这么高，供水服务为什么这样差，与供水公司的管理体制有直接关系，特别是中小城市的供水公司。事实证明，只有采取自负盈亏的企业管理模式，才能使供水公司在对自己负责的同时对社会负起责任，才能使其有动力通过尽力减少渗漏来减少企业的供水成本，才能使供水公司通过良好的供水服务来保证企业的生存。

(4) **行政监管。**供水企业是公益性和具有垄断性的企业，对于这种企业政府必须进行有效监管。在市场化改革的进程中，对于非公益性和垄断性行业的企业化改制为我国经济的高速增长提供了根本动力，政府已不用再背着企业为经济发展而发愁。但是，对于供水公司的改制却难以下决心。其根本原因是供水公司的公益性和垄断性，怕因改制影响城市的供水保证。在供水公司的改革上也确实出现过一些问题。解决这一问题的根本办法是政府的监管，还需要建立起严格的监管机制和制度，并严格执行。事实上，这也是政府在市场经济体制下职能转变的重要内容。

(5) **公众参与。**同时，利益相关者的参与和监督，对于保证城市供水公司的节水和提高服务质量同样是十分重要的。由于供水公司公益性和垄断性，不但需要政府监管，还需要利益相关者的参与和监督，这样才能形成一个完整的监管机制。在城市供水中，利益相关者包括所有用水者和与用水管理的相关者。实现利益相关者参与和监督，首先要使利益相关者对供水公司的状况知情，并能够实行真正有效的参与和监督。

1.2.2 污水处理

在污水处理方面，有很多城市，特别是中小城市还缺少污水处理设施。但面临更主要的问题不是污水处理厂的建设，而是污水处理厂的可持续运行问题。随着经济的发展，目前已经有能力建立更多的污水处理厂，但是建立合理的运行机制来使污水处理

厂可持续发展的运行目前仍是面临的重大问题。而污水处理厂的运行和管理问题与供水公司的运行和管理在本质上是一致的。使污水处理厂成为自负盈亏的企业，建立合理的污水处理费价格，通过政府和居民对污水处理厂的运行进行有效的监管和监督，在这些方面建立起严格的制度，是污水处理厂能够可持续发展的根本机制。

1.2.3 用户节水

在用水节水方面，同样需要通过经济管理、政府管理和利益相关者参与的三个方面做出努力。并建立起良好的实施环境、管理体制和管理手段。

(1) 发挥水价作用。经济管理方面，在市场经济体制下，通过价格机制来促使工业用水者采取节水工艺来减少用水成本，使高耗水、高污染、低效益的企业因水价成本和排污成本的增加而退出生产，从而使水的利用效率和效益提高并合理控制需求。合理的水价会使居民提高对水价值的认识，并促使他们为节省用水开支而形成良好的节水习惯。因此，需要通过合理的价格设计和价格制定程序来制定水价，并保证其实施。

(2) 行政管理。实施用水节水需要政府的推动和管理，在《中华人民共和国水法》和其他相关法律的基础上建立起配套的法律和规章制度，并依据这些法律和规章制度进行行政管理。首先节水的经济运行机制需要政府的管理，以保证其有效和公平。同时，政府还要通过直接控制和激励机制来对节水进行管理。如设置高耗水、高污染、低效益用水企业和工艺的准入门槛，使这类企业不能建立，工艺必须淘汰。采用经济补贴和奖励的办法激励企业进行节水改造和污水处理。

(3) 公众参与。实施节水，建立节水型社会，在很大程度上需要利益相关者，特别是公众的广泛和有效参与。实施节水必须在公众和所有与水资源利用相关的机构组织和人员的广泛有效参与下，通过全社会的努力来实现。参与形成自下而上的管理模式，与自上而下的政府管理保持平衡。参与的作用主要体现在

规则制定、监督和承担责任方面。参与会使制度、水价、分配和规划等各方面规则的制定和决策更加公平和科学合理。而公平和科学合理的规则本身就会使公众及所有利益相关者愿意自觉的执行。参与会使利益相关者对于不节水行为形成有效监督。同时，参与本身就意味着参与者的承担责任，并使其在充分知情的情况下更加自律。实施利益相关者参与首先要使其知情，并使参与有效。利益相关者参与需要法律制度的基础、政府的支持和透明的施政环境。

(4) 建立良好的实施环境，管理体制与手段。实施城市节水需要建立起良好的实施环境，这包括政策、立法、参与机制和政府的作用。同时，要建立起良好的管理体制，包括明确的机构职责、有效的协调机制和机构能力建设。还要有好的管理手段，包括直接控制、经济管理、激励机制与自我管制、广泛的信息交流与宣传以及先进的技术方法。

总之，在城市水资源管理方面，目前还处于一个粗放型的管理阶段，面对第二、第三产业和城市化迅猛发展所带来的巨大城市用水需求和水污染，需要按照市场经济的管理体系建立起新的水资源管理体制和机制架构，并拧紧这一架构中的每一根螺丝。同时要建立起节水型社会的制度和文化，使城市的每个企业和居民都建立起良好的节水意识和承担节水的社会责任，形成良好的节水习惯。这本身也是城市文明和社会进步的一部分。