

# 沈阳市节水型社会构建研究

## 摘要

中国水资源具有时空分布不均、水资源短缺、用水浪费、用水效率低下的特点，缺水已经成为经济发展和社会进步的重要制约因素，水资源供给的量与质的不足是未来水资源需求面临的最大问题。建设节水型社会是从根本上解决缺水问题的战略选择。通过建立节水型社会，可以使水资源利用效率得到提高，生态环境得到改善，可持续发展能力不断增强，从而推动整个社会走上和谐发展的道路。因此，研究节水型社会建设中的核心理论问题，并灵活运用于节水型社会建设的实践中，是当前首要解决的基本问题。

在节水型社会建设新形势下，本文选取了经济发达、水资源短缺问题突出的沈阳作为研究区域。结合沈阳市的实际情况，在“自然—人工”二元水循环模式整体框架下，充分融合了节水型社会建设相关理论与技术的新进展，采用“三次平衡”分析技术，对沈阳市水资源供需平衡态势进行系统剖析，明晰沈阳市对节水型社会建设的内在需求和建设方向；在确立沈阳市节水型社会建设整体目标的基础上，建立层次化的表征指标体系，通过层次分析法评价沈阳市节水型社会建设的程度；采用水资源大系统分析和多目标决策技术，系统构建了沈阳市节水型社会建设的四大支撑体系，整体部署沈阳市节水型建设内容及任务。行文中突出理论与实践环节的衔接、操作可行，本文研究的目的亦在于此。

本文第一章从节水型社会建设的国内外研究综述谈起，分析了论文研究所处的历史背景和意义，然后制定了本研究的主要分析内容和技术路线，与第二章节水型社会建设基本理论体系结合，整体部署了节水型社会建设的框架，并进一步揭示了节水型社会建设研究的必要性，两部分构成了整篇论文的纲要。第三、四、五章为本次典型区建设节水型社会的新突破，需水预测模型的改进、评价指标体系的完善、四大支撑体系的提出，作为本课题分析的主要技术要点，在充分融合节水型社会建设的最新理论基础上，实现了理论与实践的有机结合。第六章为节

水型社会建设的综合保障体系。第七章主要总结了论文的研究成果，指出了研究中存在问题，并对后续研究工作进行了展望。

由于本论文涉及内容较广，涵盖了经济学、管理学、生态学和水资源学等多学科。因此，对某些问题的认识、分析并不是特别深入，论文仍存在许多不足之处，需在今后的学习中会逐渐弥补。

**关键词：**水资源，节水型社会，需水预测，三次平衡，指标体系，支撑体系

# **Study on the Constitute of Water Saving and Conservation Society for ShenYang city**

## **Abstract**

In our country, Water resource has characteristics as space-time maldistribution、 water resource shortage and using water with poor efficiency, lacking for water has already becoming a restrict factor of economic growth and social progress. The amounts that water resource supplies and the quality deficiency are maximal problem facing with the future water resource demanding. Building water-saving and conservation society is a strategy choose which can resolving the lacking water problem fundamentally. By founding water-saving and conservation society, can make water efficiency of using get rise , the ecological environment get improvement, capability of sustainable development strengthen unceasingly , drive entire society to walk up the harmonious development road thereby. Therefore, studying water-saving and conservation society's core theory problem, and appling to practics, is the currently fundamental problem which must be solved firstly.

Under new water-saving and conservation society construction's circumstances, this thesis have chosen ShenYang city with outstanding water shortages problem as studying area. Union Shen Yang City reality, under "natural- manpower " binary water circulation patterns overall frame, have fused sufficiently water-saving and conservation society construction's relevant study theory and the new of technology progress. Adopt "three level balance analysis" technology, clearing ShenYang City of building water-saving and conservation society's inherent needs; On the basis of establishing the ShenYang City water-saving and conservation society's overall target, building-up layering index system, using AHP estimate that the building degree of ShenYang City's water-saving and conservation; Adopt big systems analysis

of water resource and multiple target decision-making technics, constructing ShenYang city water-saving and conservation society's sustaining system, entirely deploying the ShenYang city water-saving and conservation society's building content and the mission. This thesis outstand theory and practice's linkingup, this is also the purpose of this studying.

The first charter of this thesis mentioned from water-saving and conservation society's home and abroad summings, have analysed historical setting and significance that the thesis research, then worked out capital studying content and the technology route.

And combines with the second chapter, having entirely deployed the frame that water-saving type society build's research, and further revealed that this thesis researching is necessity, this two parts have composed entire thesis' outline.

The newly building water-saving and conservation society's breaks embody in the third、four、five charter, improving water-demand forecasting model and perfecting appraise index system, proping up Four sustaining system, as this thesis' main technology essential, having realized theory and practice's organic combines.

The Sixth chapters are the synthetically ensuring system for water-saving and conservation society's building.

In the last chapter, mainly summarize research result of this thesis. Indicate the unperfect of this research and prospect the future research work.

Because this paper involved relatively bigger scope, including economics, management, the subject of water resources and so on. Therefore, the understanding of some problems is not so thoroughly, there are many deficiencies needing make up in this paper.

**Keywords:**water resource, water saving and conservation society, water demand, three level balance analysis, index system, sustaining system

# 独立完成与诚信声明

本人郑重声明：所提交的学位论文，是本人在指导教师的指导下，独立进行研究工作所取得的研究成果并撰写完成的。没有剽窃、抄袭等违反学术道德、学术规范的侵权行为。文中除已经标注引用的内容外，本学位论文中不包含其他人或集体已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得华北水利水电学院或其它教育机构的学位或证书所使用过的材料。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示了谢意。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

学位论文作者签名： 靖娟

签字日期： 2007.6.6

保证人（导师）签名： 张占军

签字日期： 2007.6.6

# 学位论文版权使用授权书

本人完全了解华北水利水电学院有关保管、使用学位论文的规定。特授权华北水利水电学院可以将学位论文的全部或部分公开和编入有关数据库提供检索，并采用影印、缩印或扫描等复制手段复制、保存、汇编以供查阅和借阅。同意学校向国家有关部门或机构送交论文原件或复印件和电子文档。（涉密的学位论文在解密后应遵守此规定）

学位论文作者签名： 靖娟

导师签名： 张占军

签字日期： 2007.6.6

签字日期： 2007.6.6

# 第 1 章 绪论

## 1.1 引言

沈阳市位于辽宁省中部,是我国东北地区最大的经济中心城市和全国重要的工业基地之一。本文选题是依据《沈阳市“十五”水资源综合规划》、《沈阳市国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》及《沈阳市节水型社会建设规划报告》,结合沈阳市国民经济、水资源和水环境的实际,为满足沈阳市社会经济、水利建设和生态环境的宏观发展需要确定的。

## 1.2 问题的提出

我国是一个水资源相对短缺的国家,人均水资源量仅为世界平均水平的 1/4,且在时空分布上极不均衡,决定了我国水资源的供需矛盾更为突出,而水源污染和低效用水又进一步加剧了这一矛盾,缺水已成为制约我国经济社会发展的瓶颈。随着城市化进程的加快,城市的用水需求在一定的时期内仍将保持适度的增长。因此,抑制由于水资源需求增长造成的用水矛盾加剧、水环境系统恶化和水安全危机,促进水资源的高效利用和良性循环,是摆在我们面前迫切需要解决的重大问题。积极发展节水产业、全面建立节水机制、实施节水战略、建设节水型社会,能够提高水资源的利用效率、解决水资源短缺问题、保持社会经济的可持续发展,同时实现保护水生态环境的双赢<sup>[1]</sup>。

沈阳市是辽宁省的严重缺水城市之一,水资源开发利用中的供需矛盾突出。多年平均水资源量 23.56 亿立方米,年人均占有可利用水资源量为 339 立方米,只有全国人均水平的 1/8 左右。水资源时空分布不均,年内、年际变化大,特别是水资源区域配置不合理,水利用效率低下,加剧了水资源供需矛盾。随着国家对振兴东北老工业基地力度的加大,沈阳市的国民经济、社会发展将进入一个高速发展的时期,因而对水的需求将会逐年增加,水资源短缺必将成为经济腾飞的制约因素,水安全问题必须引起高度重视。因此把节水贯穿于沈阳市国民经济发展和人民生产生活的全过程,是实现沈阳市老工业基地振兴规划的必要基础,也是实现沈阳市水资源供需平衡和水生态环境安全的必要手段。

## 1.3 节水型社会的定义及建设内涵

### 1.3.1 节水型社会的定义理解

节水型社会的研究与提出是近年来理论界十分关注的一个课题，特别是新《水法》颁布以来，节水型社会研究不断的深入。国外节水工作以先进的节水技术、完善的节水法规等为核心，没有明确的提出节水型社会的相关概念。因此，对节水型社会概念的理解，主要从国内学者的不同观点出发。各类学者专家提出的节水型社会内涵各不相同，归纳起来主要有节水防污方面、制度建设方面、经济调节方面、节水法规方面、社会制度建设等多角度剖析。有学者指出节水、减污是节水型社会的根本特征，节约用水是核心，经济措施是保障，制度建设是根本<sup>[2]</sup>。比较有代表的学者姜文来提出，节水型社会是“通过各种努力，在全社会形成节水的风尚，政府在进行决策或制定规划指导工作时，始终围绕节水这个资源环境问题，将节水作为一项基本国策纳入到社会经济环境等各个领域，真正落实到实处”<sup>[3]</sup>。节水型社会是对生产关系的变革，是一种制度建设，是一场社会变革的深刻革命。建设节水型社会是通过管理制度的变革，形成全社会节水用水的节水意识形态，使节水成为一种内在的动力机制<sup>[5][6]</sup>。有的学者从经济学的角度剖析了节水型社会的一个重要指标是以水权水市场理论为依据来确定的宏观总量控制和微观节水定额管理两套控制指标。认为节水型社会的本质是建立以水权、水市场为主导的经济手段调节机制，不断提高水资源的利用效率和效益，促进经济、资源、环境协调发展<sup>[4][6]</sup>。也有学者从法律的角度对节水型社会进行了分析，以全国性的《水法》为法律依托，提出通过建设依法治水、依法节水和管水的法律机制来保障节水型社会建设的正常运作，构建节水法规体系，使节水逐渐走向法制化轨道<sup>[7]</sup>。目前节水型社会建设已经上升为一种社会关系的重大变革，因此从社会学角度进行节水型社会研究的学者为数众多，分别提出了节水型社会建设的全民参与模式、节水型社会建设的评价指标体系以及节水型社会建设的社会推进机制<sup>[8][9]</sup>。水利部汪部长就如何建设节水型社会，从整个社会范围内提出了节水型社会建设的行政措施、工程措施、经济措施、科技措施等全方位的支撑体系，并且强调了经济措施在现阶段节水型社会建设中的核心地位，随着节水型社会建设的深入，节水应成为一种全社会的自觉行为<sup>[10]</sup>。有的学者对节水型

社会评价指标体系进行研究,提出了节水的综合评价指标、生态系统建设指标、经济发展指标、工业节水指标、农业节水指标、生活节水指标等节约用水控制指标体系<sup>[11]</sup>。还有很多学者结合甘肃、张掖市等全国性的节水型社会建设试点工作,从思维创新、科技创新的角度,总结节水实践中的管理经验,对节水型社会建设提出了建设性的意见和建议<sup>[12]</sup>。有的学者结合本地区的节水实践,提出了节水型社会,首先要明确节水型社会的职能管理,建立节约用水的管理机制,突出节水的重点环节,完善节水的法规体系,加强节水的宣传,最终形成全社会共同参与节水的良好局面<sup>[13]</sup>。同时,水利部也对节水型社会建设的工作进行了总结,提出要尽快出台《全国性的节约用水的管理条例》,抓紧制定《水资源费征收管理条例节约用水和水资源综合利用法》等一系列节水型社会建设的配套管理法规条例,形成有利于节水产业健康发展的政策,把水资源管理纳入全社会良性发展的轨道。虽然没有形成统一的概念,但从上述各种表述中表明,节水型社会是一个耦合水资源系统、经济系统、社会系统在内的多层次化复合问题,依据不同的具体情况,应全方面适应不同的建设需要。当前各种节水型社会概念的提出,也模糊了节水型与节水型社会建设的区别与联系。

### 1.3.2 节水型社会建设内涵

节水型社会,是指一种和谐社会形态,即指水资源集约高效利用、经济社会持续快速发展、人与自然和谐相处的社会。节水型社会建设,是通过法律、经济、行政、科技、宣传等综合措施,在全社会建立起节水的管理体制和运行机制,使得人们在水资源开发和利用的各个环节,实现对水资源的节约和保护,杜绝用水的结构型、生产型、消费型浪费<sup>[14]</sup>,建立节约型的增长方式和消费模式,以保障人民的饮水安全、充分发挥水资源的经济社会效益,创造优良的生态环境。从整体上看,节水型社会侧重的是一种状态,节水型社会建设强调的是一种过程。

当前,我国节水型社会建设主要包括三个基本模式<sup>[15]</sup>,一是宏观的国家模式,即节水型社会建设的基本理念,强调经济、社会与资源环境的和谐发展;二是中观的区域模式,即在节水型社会基本理念的指导下,结合区域资源、环境、社会、经济和文化等特征,建立特定区域节水型社会建设的总体思路和重点建设方向;三是微观的基层模式,即在区域节水型社会建设过程中有代表性的基层管理模式,如节水型企业、城市、灌区或社区等。从整体上看,我国当前的节水型社会



建设实践主要以区域模式为重点和主导，不断推动节水型社会建设理论的完善。

节水型社会建设概念的提出，既是我国社会经济发展与水资源矛盾的直接反映，也提供了解决这一矛盾的有效途径。坚持开源与节流并重、节流优先，是水资源可持续利用的必然要求，也是针对我国具体国情和水情的选择。当前的实践证明，节水型社会建设对传统节水、水资源管理和污染防治进行了系统集成，充分体现了解决经济社会发展与水资源矛盾的系统性、全面性和深入性，足以使其成为一项系统破解我国水问题的全新社会实践。

## 1.4 国内外节水型社会建设的研究

### 1.4.1 国外动态与研究进展

二十世纪六、七十年代以来，随着全球水资源短缺和环境水污染问题的加剧，世界上许多国家纷纷将节水作为缓解水资源危机的有效途径，采取管理、经济、技术、政策、法制和宣传教育等一系列手段，推进各业节水，提高水资源利用效率。例如，美国环保署于 1998 年颁布了节水计划导则<sup>[16]</sup>；斯里兰卡政府在国家水资源战略中突出了以节水为主体内容的水资源需求管理；英国专门根据南北差异，分别制定了以提高用水效率和防污为侧重点的双重节水战略；菲律宾在 1997 年大旱后，政府专门发起了为期一年的“公众对用水负责”的节水运动；新加坡和日本在节水技术方面尤为先进，节水管理更加强调经济手段。联合国也积极推动节水意识和技术的普及，2002 年联合国亚太地区经济和社会委员会在菲律宾召开“提高公众节水意识”专题会议<sup>[17] [18]</sup>。总体看来，国际上在农业节水、工业节水、生活节水以及替代水源开发的设施和技术方面较为先进并取得一系列突破，在宣传和教育的上也有许多创新的做法，但完整意义上的节水型社会理论和方法研究仍不多见，相应关键技术和经济措施等全面的体系建立也尚未得到系统的识别。

从国外节水动态上来看，一是国外许多国家采取了综合措施进行节水，但明确的节水型社会的概念和做法尚未见到，更不用说完整的节水型社会建设理论与方法体系；二是许多发达国家在农业节水、工业节水、生活节水以及替代水源开发的设施和技术方面较为先进，可加以引进和应用；三是大多数发达国家开展节

水的一个更重要目的是为了减污，因此特别注重工业和生活节水，而农业节水通常都与设施农业和高效农业相结合；四是许多国家尤其是供水企业将节水作为一种应急措施，常态节水机制有待完善。

#### 1.4.2 国内动态与研究进展

我国节水型社会建设实践和研究始于上世纪末本世纪初，目前其理论和方法研究仍处于起步和探索阶段。尽管节水型社会建设实践和研究时间不长，但我国节水工作历时已久。1988年以来，水利部在中央水利工作方针的指导下，进行了可持续发展的探索，在此基础上，对水资源利用和管理的思路也发生了重大改变。2001年全国节约用水办公室批复了天津节水试点工作实施计划，初步具备了节水型社会建设雏形。2002年首先在甘肃张掖、四川绵阳和辽宁大连等地区开展了国家级的节水型社会建设的试点，张掖市作为全国第一个节水型社会建设试点，正式拉开了我国节水型社会试点建设的帷幕。通过在缺水和水资源相对丰沛的不同水资源条件和经济发展水平的比较下，进行了第一批节水型社会试点建设工作，总结不同地区的工作特色，为今后全国节水型社会建设的推广提供了宝贵的实践经验。目前在试点地区初步形成了总量控制、定额管理、一体化管理、市场调节、公众参与的有效运行机制，通过各种经济措施的实施，显著地提高了水资源的利用效率和效益。其后国家又相继开展了一批全国建设试点和94个省级一级试点。2003年10月，汪恕诚在全国水资源工作暨节水型社会建设试点经验交流会上，作了题为《建设节水型社会工作要点》的讲话。2004年3月21日，水利部部长汪恕诚接受记者专访，指出在我国水资源严重短缺的形势下，落实科学发展观要求，建设节水型社会是一件非常重要的事情，其意义决不亚于三峡工程和南水北调工程。2005年4月29日，国务院副总理曾培炎出席全国水价改革与节水工作电视电话会议时，强调要统一思想，明确目标，通过深化水价改革、加强水资源管理、优化产业结构、建立节水制度等措施，大力推进全社会节约用水，提高用水效率，切实保护水环境，为促进社会的全面协调和可持续发展做出新的贡献。2005年6月30日，温家宝总理在“全国做好建设节约型社会近期重点工作”电视电话会议上指出，加快建设节约型社会，必须采取综合措施，建立强有力的保障和支撑体系。2005年7月初，国务院《关于做好建设节约

型社会近期重点工作的通知》中指出,认真研究提出关于开展节水型社会建设的指导性文件,适时召开全国节水型社会建设工作会议。继续开展全国节水型社会建设试点工作,重点抓好南水北调东中线受水区和宁夏节水型社会建设示范区建设。总体来看,我国正在按照“两步两个层次”的整体部署和“点一线一面”试点布局积极稳步推进全国节水型社会建设<sup>[19]</sup>。

从我国节水型社会建设的历程看,节水的初期研究多集中在节水工程与节水技术等方面,随着“真实节水”的概念的提出,节水研究深入到资源利用的有效和无效、高效和低效的划分层面,同时加强了节水管理方面研究<sup>[20]</sup>。

从以上国内外节水与节水型社会建设动态与研究进展可以看出,节水型社会建设是一项系统破解我国水问题全新的社会实践,国外既无成熟的经验可供借鉴,国内也处于原始探索的初期阶段,需要从现有实践出发,以自主创新为主体,尽快形成一套符合中国国情和水情的节水型社会建设理论和技术方法体系。结合目前全国节水型社会建设区的实际工作进展,我国还处于节水初期的节水工程和节水技术研究阶段,今后在建设节水型社会的历程中应认真分析我国所处的节水型社会建设阶段,有针对性地探讨随着节水型社会建设的深入,应该如何调整节水对策,加强经济制度及宣传教育创新,以满足当前和今后一个时期我国节水型社会建设的实践需求。

### 1.4.3 节水型社会建设中存在的问题

建设节水型社会是解决我国水资源短缺和水污染问题最根本、最有效的战略措施。而通过我国与国外节水建设各方面的现状分析比较,表明我国造成用水严重短缺、水污染恶化根本原因是节水建设管理中长期积累的深层次问题没有得到重视和解决,水资源管理能力和节水水平远远落后于发达国家。因此,我国在节水型社会建设中仍面临着以下问题:缺位的理论体系,现行政策操作性较差;建设评价体系不健全,缺乏系统的后效评价机制;新技术推广应用体系不完善;节水的经济调节监管手段不健全;落后的公众参与机制。

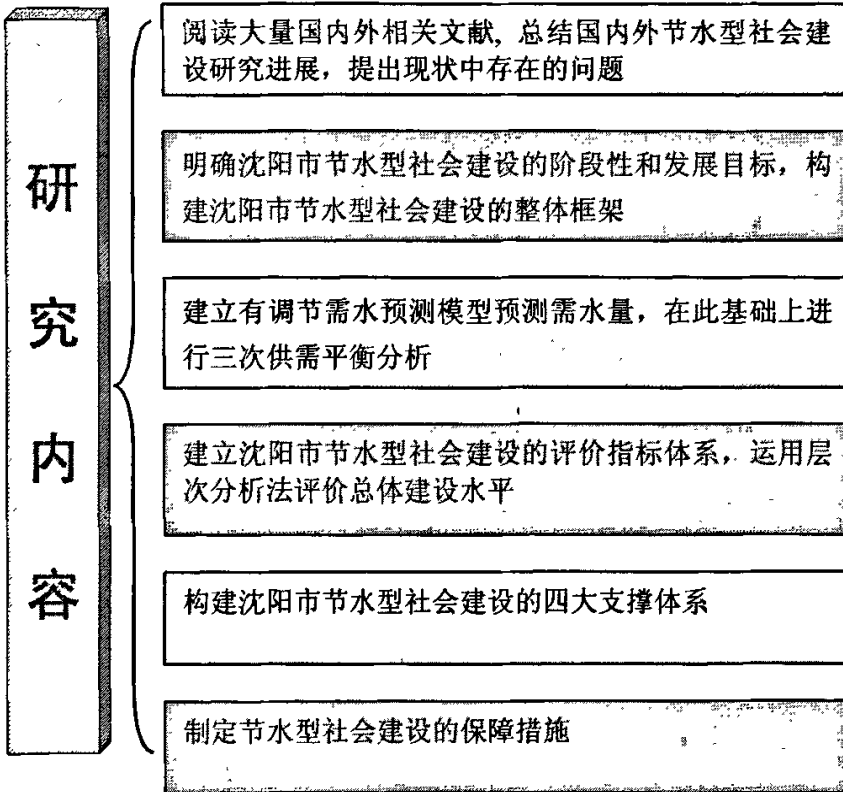
## 1.5 本文选题的理论意义与实践需求

节水型社会建设是贯彻落实科学发展观、实现人水和谐的必然选择,更是建

设节约型社会，反映人类精神文明的内在需求。因此，节水型社会建设的选题研究，能够满足国家科研的重大需求，无疑具有重要的理论指导作用。沈阳市区域经济要实现可持续发展，必须建设节水型社会，加快需水结构调整，提高水资源的利用效率，实现水资源的可持续利用和经济社会可持续发展的双赢。因此，也具有重大现实意义。

## 1.6 研究的主要内容

该课题研究的主要内容如下：



## 1.7 研究的方法和技术路线

### 1.7.1 研究方法

本论文研究涉及到水文水资源、生态环境、宏观经济、计量学等诸多学科，研究的内容较多。因此在研究工作中，采用了以下方法、技术路线：

1、以大量的基础数据为基础，结合深入的调查研究，构建研究全面、可靠的支撑平台，保证研究成果的科学性。

全面、细致的基础数据是研究的基础。本论文涉及大量的基础数据和资料，包括沈阳区域经济发展和结构演变趋势、城镇及农村人口、农业生产和工业发展、水资源及开发利用状况、各行业的供用水指标、污水排放及治理、水价等资料，既有长系列、全区域的大量统计资料，又包括实地调研的分区第一手资料，形成全面的数据和资料支撑，从而大大有助于提高研究成果的可靠度。

2、方法的先进性和实用性相结合。一方面，采用新理论、新方法，另一方面要以能解决问题为目标，提高研究成果的现实可行性。

以宏观经济理论、水文气象学、生态学理论作为理论基础，通过需水预测中 GAMS 经济预测模型剖析了水资源系统与社会经济系统内部相互制约平衡的关系，多层次分析法有效的评价了节水型社会建设的总体水平，切实解决了沈阳市水资源规划中的实际问题。

3、研究注意吸收已有成果、国内外先进经验，保证各项内容的合理性与可行性。

### 1.7.2 技术路线

用理论方法和实例分析相结合的总体研究路线，以理论方法的分析指导典型区的实践建设，以具体的实践成果校验理论分析的正确性和现实的可行性。通过阅读大量国内外相关文献，充分了解城市节水型社会建设的研究进展，在此基础上对城市节水型社会建设内涵、构建体系等内容进一步升华，采用“三次平衡”分析方法，对沈阳市的水资源进行系统配置；采用层次化指标体系，系统确立沈阳市节水型社会建设的定量控制指标；建立节水型社会建设的“四大支撑体系”，系统诠释沈阳市节水型社会建设内容。本文研究的技术路线如图所示。

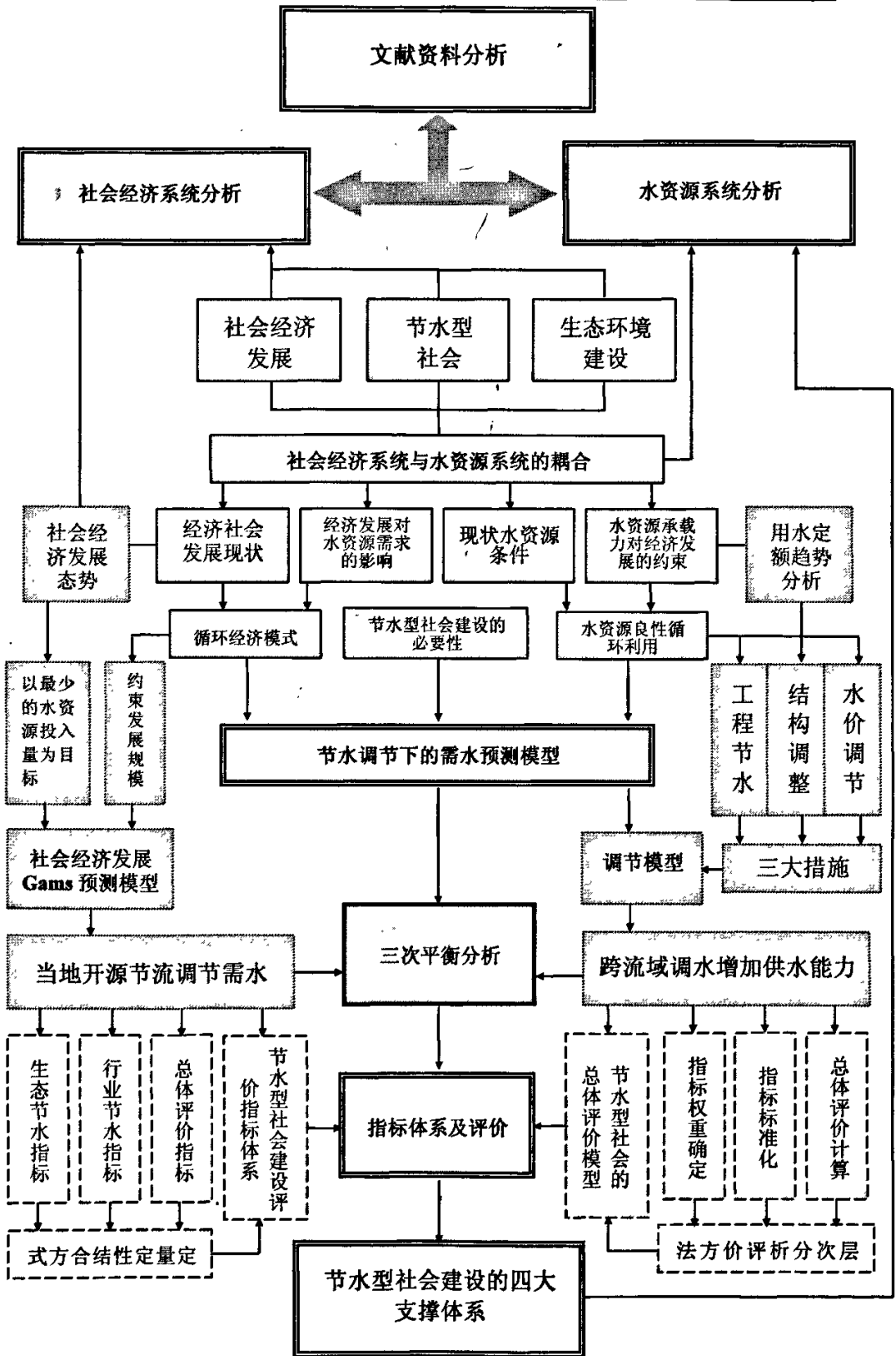


图 1-1 论文研究的技术路线图

## 第2章 节水型社会理论框架与技术体系

### 2.1 节水型社会建设的特点

#### 1、节水型社会建设是在原有节水防污基础上的继承与发扬

节水型社会建设具有明显的继承性，其概念的提出并非一个全新的概念，是在我国长期以来从事的节水与水污染防治基础上的继承和发展，都是为了提高水资源利用的效率与效益。然而，节水型社会建设与传统节水的区别主要在于解决问题的广度和深度方面，它从水循环的科学原理出发，追求更为系统、广泛的政策目标，它关注的是水资源开发利用全过程的节水而不仅是某一环节、某一领域的节水，是通过综合措施推动节水而不仅是行政命令措施推动节水，是参与主体积极主动地节水而不是受制被动地节水<sup>[21]</sup>。

#### 2、节水型社会建设也具有广泛的适用性

这主要体现在以下三个方面：第一、节水型社会建设是缺水地区和水资源相对丰沛地区实现持续发展的必由之路。它不仅能够减少缺水地区水资源短缺所带来的经济损失，是实现水资源优化配置与维系区域水安全的必然选择，也是水资源相对丰富地区降低生产成本、增强竞争力的重要途径。此外，该相对丰水地区的水资源在时空分布上极可能是不平衡的，从长期动态发展的观点看，随着自然和社会条件的变化，水资源情势可能正向短缺转化，节水型社会建设也是解决区域水问题的明智之举。第二、节水型社会建设不仅是缺水地区，也是水污染严重地区和水生态破坏地区实现社会经济与资源环境协调发展的重要举措。人与自然和谐作为节水型社会的基本属性，使其对于与水相关的资源、环境和生态问题都能找到满意的答案。第三、节水型社会建设是经济发达地区和欠发达地区的实现社会经济可持续和跨越式发展的基本条件。节水型社会建设能够缓解干旱缺水、减少基础设施的投资、降低环境污染所带来的健康风险、提高企业竞争力等，为区域发展带来巨大的经济、社会和环境收益。对于经济欠发达的中西部地区，节水型社会建设的关键在于实现有限投入下的产出最大化，并在可能的条件下增加投入<sup>[22]</sup>。

## 2.2 节水型社会建设整体规划与任务

### 2.2.1 整体规划

从学科方面上看,节水型社会建设是一门综合性学科,它涉及水文及水资  
源学、环境科学、经济学、公共管理学、社会学等多种学科;从空间范围上看,节  
水型社会建设需要统筹考虑流域与行政分区,以行政分区为主,由水行政主管部  
门负责本区域节水型社会建设的协调;从时间范围上看,节水型社会建设的期限  
一般为 15~25 年。其中,近期规划期限一般为 3~5 年,远期规划期限一般为 10~20  
年。

### 2.2.2 建设任务

节水型社会建设的基本任务为,以科学发展观为指导,全面分析评价水资源  
及开发利用现状、用水水平、节水状况与潜力,识别存在的主要问题。在此基础  
上,从当地经济社会发展和生态环境建设的实际出发,认真研究节水标准与指标,  
依据不同规划水平年水资源供需平衡需要,遵循自然和经济规律,按照经济、资  
源、环境协调发展的原则和开源与节流相结合、节流为主的方针,以提高水资源  
的利用效率效益和改善生态环境为重点,提出节水型社会建设的目标、内容及综  
合保障措施<sup>[22]</sup>。

从操作层面看,节水型社会建设的任务主要包括基本情况分析,供需水预测  
和供需平衡分析、提出建设指标与评价,安排建设内容,建立保障措施等方面。

#### 1、基本情况分析

掌握自然与社会各方面的基本情况,指出建设节水型社会的内在需求是节水  
型社会建设的基础。主要包括以下两个方面,一是区域自然地理与社会经济发展  
状况分析,如地理位置、地形地貌、水文地质、气候气象、河流水系、土壤植被、  
人口、经济发展规模与结构等;二是水资源及其开发利用现状分析,如水资源数  
量评价、水资源质量评价、水资源供、用、耗、排水平评价等,并识别其中存在  
的主要问题。

#### 2、水资源供需预测与平衡分析

水资源供需分析(也称为水资源合理配置)是节水型社会建设的定量依据,



主要是基于水资源及其开发利用的现状,选取一定的数学方法对近期、远期规划水平年的供水、需水状况进行预测,确立整体配置格局及对节水型社会建设的需求。其中,供水预测不仅包括常规的地表水、地下水资源,也包括海水、再生水、雨水、矿井疏干水等非常规水资源。需水预测主要包括社会经济、生态环境两部分在水资源承载能力约束下的需水预测。在此基础上,遵循高效、公平和可持续的原则和三次平衡原理,对多种可利用的水源在区域内各用水部门之间进行合理调配。

### 3、提出建设指标体系

节水型社会指标体系的提出是节水型社会建设的重要内容,也是一项综合性的复杂权衡过程。按照定量与否可以分为量化指标和非量化指标;按照规划水平年,可以分为近期指标和远期指标;按照分类情况,可分为总体指标与各分类指标(如农业、工业、生活、水生态环境指标等)。节水型社会建设指标体系的确定,应当依据区域自然与社会经济发展状况、水资源及其开发利用等基本情况,以供需平衡、效率改善和环境保护为目的,综合权衡并有所侧重,确定不同时期、不同类别的建设指标。

### 4、安排建设内容

节水型社会建设应建立以水权、水市场理论为基础的水资源管理体制,充分发挥市场在水资源配置中的导向作用,形成以经济手段为主的节水机制,不断提高水资源的利用效率和效益。应重点突出制度建设,主要包括建立健全用水总量控制和定额管理制度;建立水权的分配、转让制度;建立健全科学的水价制度;健全取水许可制度和水资源有偿使用制度;建立健全水资源论证制度;建立健全排污许可制度和污染者付费制度;建立用水计量与统计制度等方面。在制度建设的同时,还应努力构建合理的经济结构、建设必要的节水防污工程与技术,提高公众的节水意识参与能力。

### 5、建立保障措施

节水型社会建设作为一项复杂系统工程,在其建设过程中应采取有效措施,调动全社会的力量实现。节水型社会建设的保障措施主要包括加强领导,落实责任,理顺体制、完善法规,稳定投入、依靠科技,加强监管、扩大宣传等方面。

## 2.3 节水型社会建设发展阶段

按照社会发展的不同阶段,把节水型社会建设分为三个不同的发展阶段,强制型发展→自律式发展→自觉式发展,不同的阶段采用不同的节水措施。节水型社会建设初期,水资源开发利用程度不高,水资源短缺不太严重,人们的节水意识不高,没有意识到节水的重要性时,主要靠政府的行政法规等硬性措施强制节水,因此在这阶段节水法规等政府宏观调控措施的制定是主要影响因素。节水型社会建设的中期,随着水资源开发利用强度的加大,水资源需求不断增长,人们的节水意识不断提高,节水型社会进入了自律式的发展的进程,这一阶段主要是通过水价等经济手段,刺激用水户采用先进的节水技术和普及节水型设备来提高水资源的利用效率,使节水型社会建设的观念不断深入人心,但是这一阶段还没有达到人们自觉节水的深度。第三阶段就是节水型社会建设的成熟阶段,在这一阶段,水价等约束已经随着人们生活水平的提高对节水的调节作用越来越弱,居民生活用水定额相反会呈现上升的趋势。因此,节水宣传、教育等软手段成为该阶段影响用水量的主导因素,构建政府调控、市场引导和公众参与的自觉节水体系是节水型社会建设最终要实现的目标。

因此,将节水行动变为社会群体和个人的自发行动,需要政府行政手段→市场经济手段与社会激励手段→软环境制度建设手段的相互补充和过渡。节水型社会的整个建设过程各种作用机制的关系应当是:以市场经济调节为主的节水机制,辅以适当的行政手段,最终通过节水型社会良好氛围的建立,使节水成为企业与个人的自发、自觉行动。行政手段是政府宏观层面的干预,市场经济手段是微观层次的调节,社会软环境的制度建设是对前两者的必要补充,三者有机结合,在全社会形成节约用水、合理用水、防治水污染、保护水资源的良好生产和生活方式,形成一套完整的自我约束的节水型社会建设体系。

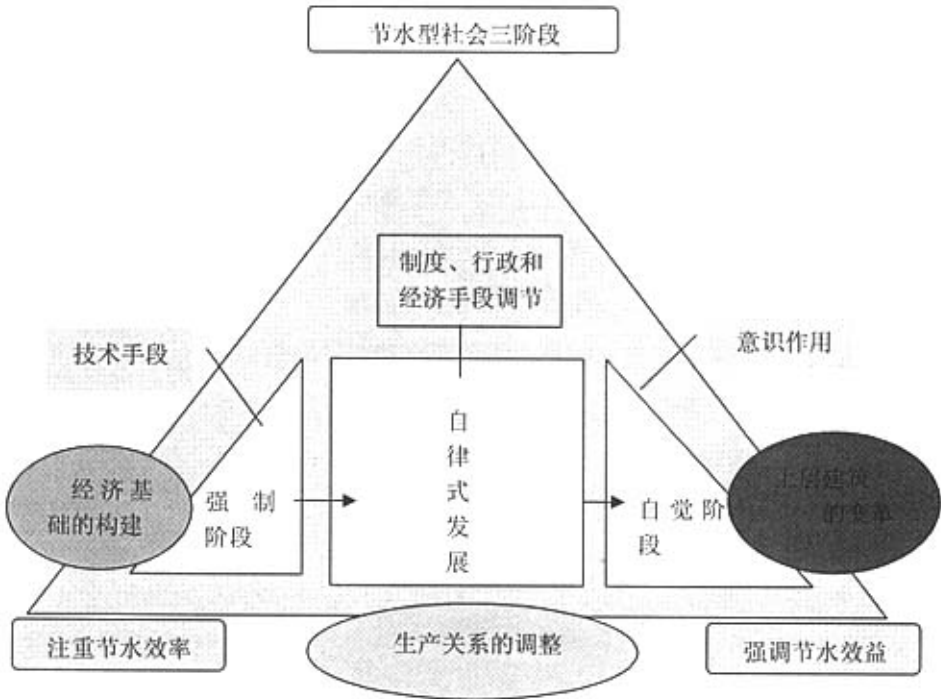


图 2-1 节水型社会建设三阶段图

### 2.3.1 政府调控阶段——行政手段调控节水

政府通过制定节水法规、节水政策、节水标准等相应的一系列管理规范，使全社会形成对节水必要性的统一认识，明确目标，统一完成<sup>[23]</sup>。政府行政手段调控节水不仅包括对水资源的直接调节，还通过对经济结构、生活方式、消费水平等许多方面的影响间接调节节水。所以，在节水型社会建设这样一个复杂的系统工程初期，只有加强政府宏观调控，才能达到预期目标<sup>[24]</sup>。

### 2.3.2 市场调节阶段——经济手段调节节水

#### 1、产业结构调整需求

所谓产业结构是指生产部门之间和生产部门内部的结构，它与生活需水和生态需水没有直接关系<sup>[25]</sup>。通过回归分析的方法，建立产业结构（三大产业的比例关系）和生产需水量之间的关系。假设三大产业之比为 $\alpha : \beta : \gamma$ ，则生产部门总

需水量可表示为： $D2 = a \times \alpha + b \times \beta + c \times \gamma$ ， $\alpha + \beta + \gamma = 1$

其中：a、b、c 分别为待定系数。

有关研究表明，产业结构的变化在不同的发展阶段有自己的规律。从目前的规律来看，呈现出第一产业的比例逐步下降，第二产业的比例增长缓慢并趋于稳定、第三产业比例逐步上升。基于这种规律，设定不同的产业结构类型，得出不同情况下的水需求量。

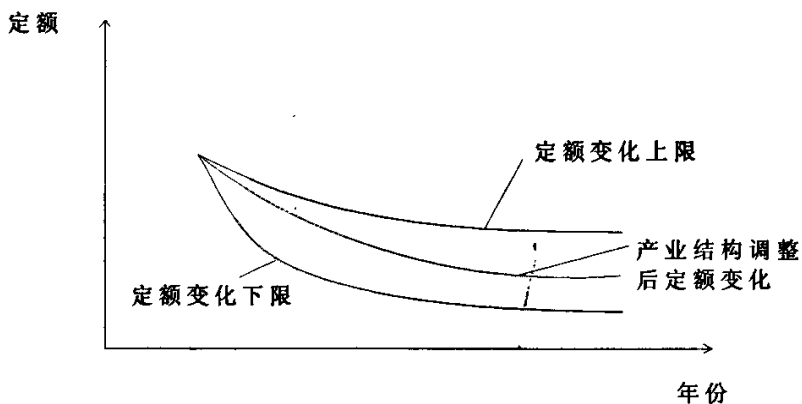


图 2-2 产业结构定额变化分析图

## 2、水价变化对水需求的影响

水价对水需求的影响，主要体现在生活和生产两个大方面。通过分析水价和用水定额之间的关系，分析在不同的水价条件下用水定额的变化情况，从而得出需水量的变化情况，并分析水价在生活、工业、农业等不同产业的弹性区间<sup>[26]</sup>。

### 2.3.3 公众参与阶段——管理手段自觉节水

节水型社会是全社会的共同任务，最终需要通过行政、经济、技术和宣传舆论等综合手段，直接调节与间接调节相结合，主动调节与被动调节相结合<sup>[27]</sup>，全面推进节水型农业、节水型工业和节水型社会的建设，全面构建节水型思维方式、节水型生产方式、节水型生活习惯、节水型消费模式、节水型社会风尚，使节水成为全社会的自觉行动<sup>[28]</sup>。

## 2.4 总体方案与技术路线

### 2.4.1 总体方案

节水型社会建设是一项复杂系统工程，以水文学、水资源学、环境学、生态学、经济学和社会学等多学科理论为指导，充分融入节水型社会建设研究的新进展，以现代水文水资源技术、大系统分析技术和地理信息技术为关键技术支撑，在野外踏勘调查与室内分析集成相结合的基础上实施。

### 2.4.2 技术路线

在原型监测信息、统计信息和相关规划成果和全方位踏勘调查的基础上，建成节水型社会建设基础工作数据库。在进行水资源及开发利用评价的基础上，明晰区域水资源“家底”及存在问题；在对不同规划水平年供需水预测的基础上，采用三次平衡的分析方法，剖析水资源供需平衡态势。在上述应用基础分析基础上，明晰节水型社会建设的目标及控制性指标，构建节水型社会建设的四大支撑体系；对近期建设实施方案及重点建设项目进行整体部署；并提出相应的保障措施。总体技术路线见图 2-3。

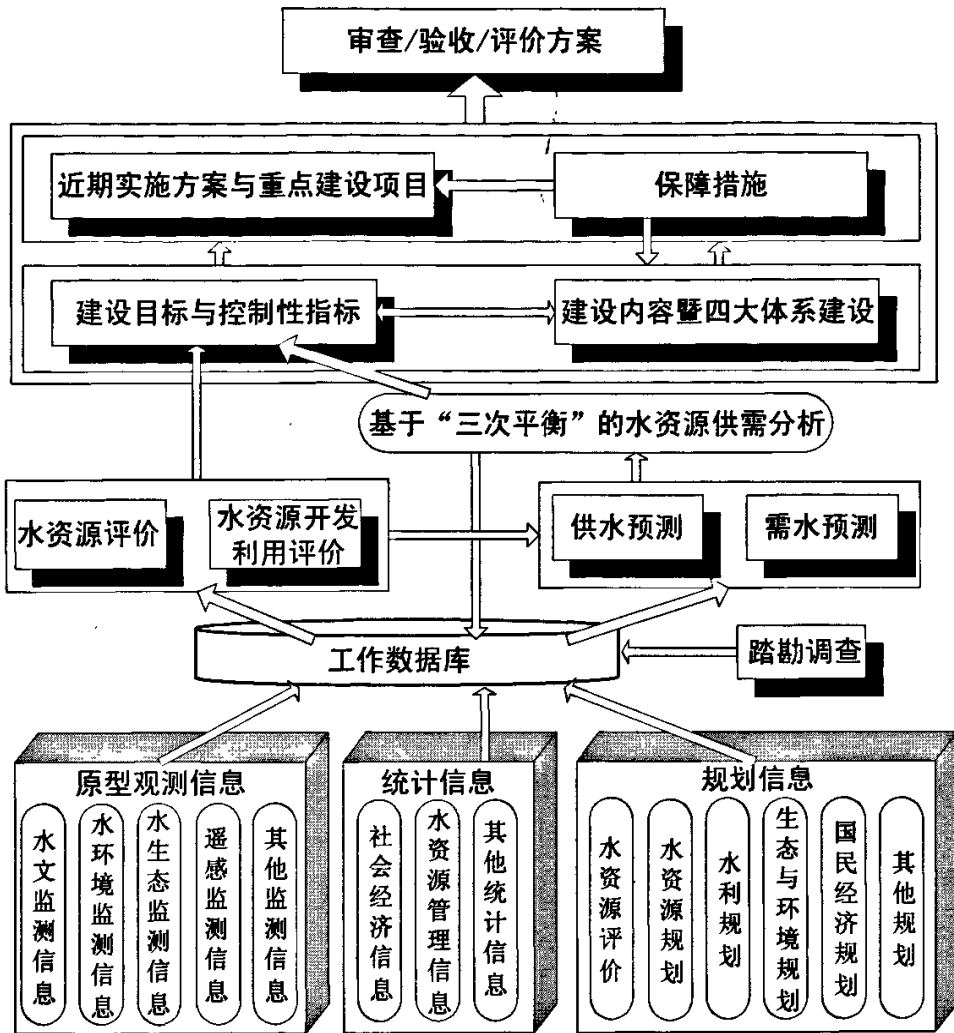


图 2-3 节水型社会建设技术路线框图

### 第3章 沈阳市需水预测及供需平衡分析

典型区水资源需求预测模型的计算包括无调节节水措施下的水资源需求分析和节水型社会建设中的有调节因子的需水预测模型。其中，无调节措施分析，是在经济发展、人口增长等指标常规发展作用下整个社会、经济的水需求情况；节水措施调节下的需水预测模型，充分考虑在水需求驱动因子和节水因子共同作用下水需求的变化过程，本章主要指出节水型社会的3大主要节水措施——节水技术进步带来用水效率提高对水需求的影响、产业结构变动对水需求的影响、水价调整对水需求的影响，每一种调节都会有一个需水预测量的减少结果，各种措施综合影响下的输出结果就是有效的水资源需求量。对于节水型社会上层建筑构建对需水的影响，由于其未来的规划数据定量化分析缺乏基础性工作，因此未作为独立项分析，而是紧抓了目前节水型社会建设阶段对节水影响最大的因子考虑。

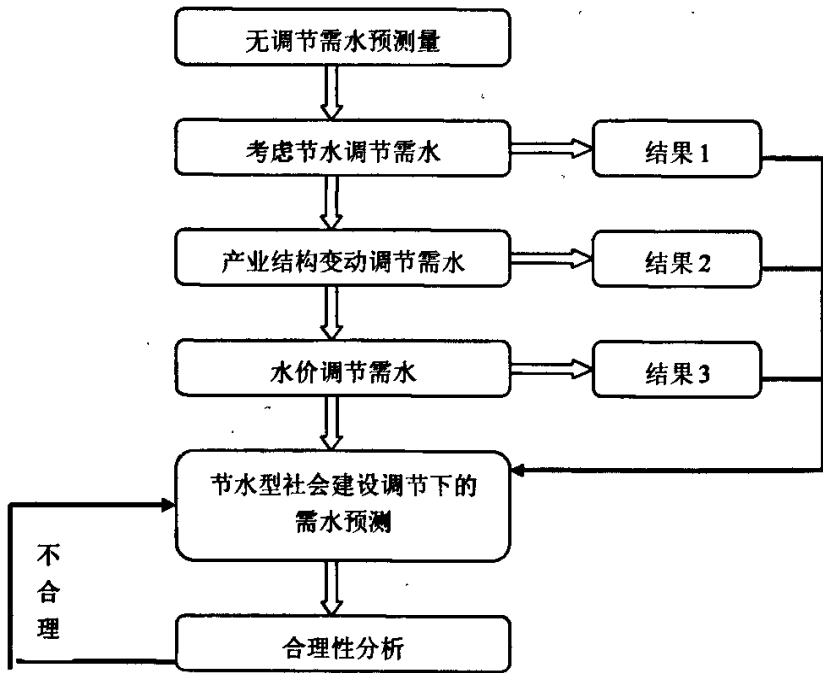


图 3-1 节水型社会建设需水预测调节步骤图

#### 3.1 需水预测模型的发展

对需水预测模式进行分类，基本上概括为三种模式，“以需定供”、“以供

定需”和循环型模式<sup>[29]</sup>。

### 1、“以需定供”模式

在我国水资源开发利用初期，在做水资源规划进行需水量预测时，采用“以需定供”的模式，都是根据工业产值、人口发展及灌溉面积等指标和相应的定额来预测水资源需求量。这在建国初期，生产力水平还不是很高，经济发展规模不大的情况下，且水利工程的投资费用多有国家承担、农民以投工投劳的形式分担，所以这种需水预测模式有其存在的空间。

“以需定供”模式的主要特征是：水资源开发利用以需求为导向，利用粗放且以供水工程建设为主体，是典型的工程水利；它有其时代特征，在计划经济时期，“以需定供”模式符合其经济发展规律<sup>[30]</sup>。即使发达资本主义国家在早期进行水资源需求量预测时，也是采用这种模式，只是这种模式预测出的结果偏大，应该加以修正。

### 2、“以供定需”模式

就水资源本身来讲，开发利用越来越难，水资源承载力有限；外部而言，经济急剧发展，人口膨胀以及建设过程中对水资源系统的破坏，使得水资源供需矛盾日益突出。“以需定供”预测模式的直接后果是以资源的粗放利用来维持经济发展需要，牺牲环境来填补需水缺口。

在水资源紧缺地区，“以供定需”模式开始出现，需水由简单的外延式增长演变成内涵式增长。在供水量受限的情况下，如何满足日益壮大的经济实体，人们考虑到从技术层面上对需求量进行约束。采取各种措施，挖掘各行业的节水潜能，调整产业结构，使经济产业布局向节水型方向发展<sup>[31]</sup>。“以供定需”模式在一定程度上缓解了当前水资源所面临的压力，对水资源的科学规划、高效利用起到了积极的作用。但是从长远利益出发，在进行节水时投资和节水带来社会效益是必须考虑的问题，且节水潜力也有其极限；生态环境亦是一个不容忽视的问题，它与水质、水量密切相关；水权、水价、水市场等经济手段应引起充分重视，它将是影响水资源需求量的重要方面<sup>[32]</sup>。

### 3、“循环型”模式

水资源问题的复杂性以及与生态环境的高度相关性，使得水资源需求必须注意对生态环境的影响，循环型需水预测模式以遵循生态规律为基础，按照循环经



济提倡的资源闭合循环利用方式，进行水资源开发利用各环节的资源化管理，既能提高水的利用效率，又能实现对环境的保护<sup>[33]</sup>。

水资源开发利用方式发生了重大转变，逐渐由工程水利向资源水利转变，由传统水利向可持续发展转变。在对“以需定供”和“以供定需”模式反思的基础上，提出“循环型”模式。“循环型”模式的特征是：依据循环经济的减量化、再利用和在循环三原则，减少水资源在生产过程中的投入，使用过程中多次重复利用，输出端所消耗的水资源及其排放废物对生态环境造成污染破坏的那部分，通过环境治理和对生态环境进行恢复补偿，以提高它们的承载能力，实现资源的循环利用和社会可持续发展<sup>[34]</sup>。

### 3.2 需水预测模型的改进

以往人们在进行水资源需求量预测时，在选取指标上，往往根据经验或者按国家标准来，并没有考虑居民家庭收入、供水水价、经济增长方式、水资源丰枯、供水工程条件、技术条件、社会意识形态等多方面因素的影响，这样得出的需水量预测结果一般都偏大。由于水资源需求预测是一个复杂的大系统，影响水资源需求量增长的因素较多，且这些因素间的关系复杂，因此需水预测必须利用所有可能获得的反映过程变化趋势的动态信息，以水资源的可持续利用为基础，借鉴合理的预测模型，才是提高预测精度的有效途径。基于节水型社会建设中的需水预测变革包括四方面：一是节水型社会建设的需水预测中社会经济的发展是内涵式发展，在循环经济的发展模式中，需水量将不会是随着经济发展迅速增加，而是呈现出 S 型趋于稳定的增长趋势。二是水资源需求受到诸多因素的影响，在资源环境的承载能力与社会经济的承受能力的约束下，还要考虑各种因素的定量化影响和综合作用，针对节水型社会建设的不同发展阶段采取不同的调节措施；三是循环经济模式下，传统意义上水资源的内涵有所扩大，不仅包括了地表水、地下水、土壤水，而且还包括了雨水直接利用和再生水、劣质水和海水的直接利用，这些替代性水源不同程度的利用必然要影响到传统意义上的水资源需求，在预测中应当有所反映；四是水资源需求不仅包括了传统的生活、工业、农业这三部分组成的单一社会经济需水预测，而且还拓展到生态环境系统中，考虑生态环境需水，为区域社会、经济、环境的协调发展提供水资源保障。

### 3.3 人口发展与城镇化进程预测

#### 3.3.1 人口发展趋势

人口的增长与社会经济的发展、人民生活消费水平、人们的思想观念以及国家的大政方针都有着密切的关系。从上世纪 80 年代到 90 年代初,沈阳市的人口经历了一个高速增长阶段,人口增长率达到了一个峰值,1981~1985 年年均增长速度为 10.0‰,1986~1990 年年均增长速度达到了 12.7‰,之后人口增速放缓,进入了稳步增长时期,1991~2004 年人口平均增长速度为 2.85‰。一般人口的增长速度有一定的周期性,在长时期内增长呈波浪型曲线。图 3-2 为沈阳市 1976~2000 年分五个时段的人口增长率曲线。

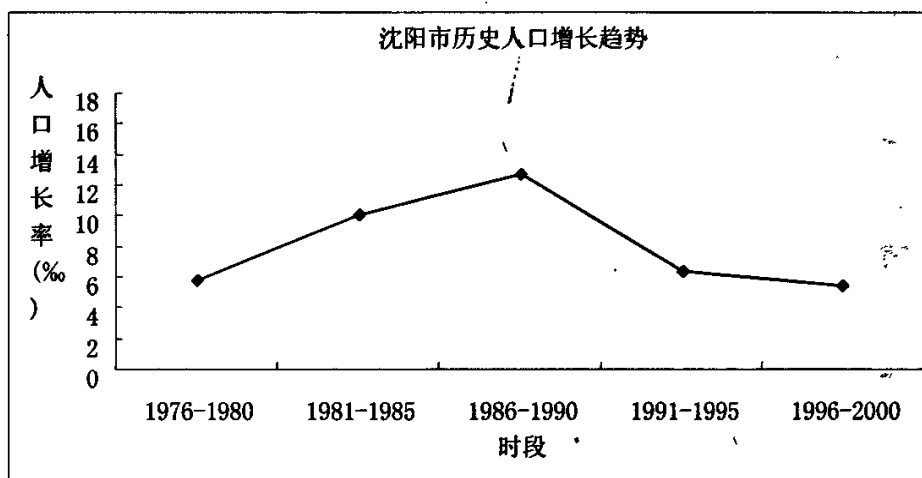


图 3-2 沈阳市历史人口增长趋势图

#### 3.3.2 人口预测方法和结果

人口的发展,不仅具有发展惯性的作用而且受城镇化水平的发展趋势和未来沈阳市国民经济和社会发展规划中诸多发展目标的影响。本次人口发展预测在综合考虑以上诸多因素的基础上,采用回归分析法,用于分析、研究一个变量(被解释变量)与一个或多个其它变量(解释变量)的依存关系,其目的就是依据一组已知的或固定的解释变量之值,来估计或预测被解释变量的总体均值。具体预测模型和检验参数见下式:

$$TPOP = \exp(1.319223826 \times \ln(TPOP(-1)) - 0.3512868861 \times \ln(TPOP(-2)) + 0.2132094637)$$

$$t = 6.88 \quad 2.02 \quad 2.64 \quad R^2 = 0.998 \quad F = 5454.7 \quad DW = 1.98$$

式中, TPOP、TPOP(-1)、TPOP(-2)分别表示当年、前一年和前两年的人口。

根据沈阳市历史人口分析,认为沈阳市适宜人口发展的空间很大,未来水平年流动人口迁入的比重增长很快,这将成为规划水平年人口增长的主要因素。但从人口结构分析预测,沈阳市 0-14 岁的人口比重逐渐减少,65 岁以上老年人口逐渐增加,老龄化速度加快,这些因素也在一定程度上起到了控制人口规模的作用。结合上述分析,沈阳市 2010、2020 年人口将分别达到:预计 2004 年~2010 年增长率为 11.1%,2010 年总人口将达到 741.3 万人,按照人口增长周期,2010 年~2020 年沈阳市人口增长速度将降低,人口年均增长率为 10%,2020 年人口达到 818.6 万。

### 3.3.3 城镇化水平预测

城镇化率的预测方法有两类:一类是相关系数法,利用某一指标与城镇化率的关系进行相关分析,比如城镇化进程与人均 GDP 就存在某种线性关系;二类是趋势外推法,通过分析历史资料,归纳出城镇化的发展趋势,从而推出未来不同水平年的城镇化率<sup>[36]</sup>。

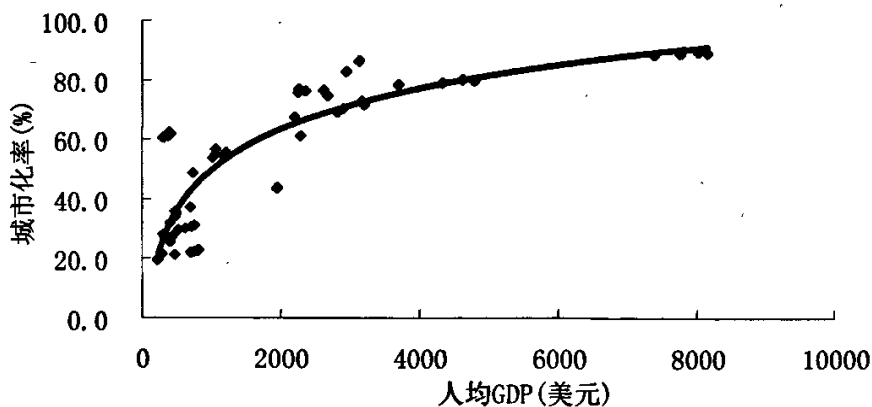


图 3-3 世界主要国家人均 GDP 与城镇化率模拟曲线

城镇化进程是反映一个地区经济发展水平的高低,城镇是经济、政治、文化的中心,以城镇为中心,形成一个较大的辐射区域,从而带动周边地区的发展。沈阳市 1980~2000 年各时期非农业人口数以及所占总人口比重如表 3-1 所示。

表 3-1 沈阳市不同时期的非农业人口统计

指标 年份/ 行政分区	非农业人口 (万人)					非农业人口占总人口比例 (%)				
	1980	1985	1990	1995	2000	1980	1985	1990	1995	2000
和平区	38.20	47.79	54.07	63.10	63.39	0.68	0.82	0.87	1.00	1.00
沈河区	36.50	45.66	51.66	58.06	59.97	0.76	0.88	0.91	1.00	1.00
大东区	39.17	47.54	55.44	62.14	64.17	0.79	0.90	0.96	1.00	1.00
皇姑区	44.39	53.00	60.84	66.43	71.44	0.86	0.96	0.98	0.99	1.00
铁西区	46.39	62.03	67.66	73.87	76.03	0.78	0.97	0.95	0.99	1.00
苏家屯	12.57	15.73	17.80	15.20	20.4	0.35	0.40	0.43	0.37	0.49
东陵区	9.99	12.50	14.14	13.35	15.6	0.29	0.35	0.37	0.33	0.38
新城子	6.80	8.50	9.62	10.87	11.58	0.27	0.30	0.32	0.36	0.39
于洪区	8.48	10.61	12.00	11.06	13.36	0.28	0.32	0.34	0.31	0.35
辽中县	5.78	7.24	8.19	8.30	9.28	0.12	0.15	0.17	0.17	0.18
康平县	4.67	5.84	6.61	6.17	7.64	0.15	0.19	0.21	0.19	0.22
法库县	4.87	6.10	6.90	6.40	7.22	0.12	0.14	0.16	0.15	0.16
新民市	8.18	10.23	11.58	12.90	13.22	0.13	0.16	0.17	0.19	0.19
沈阳市	265.98	332.76	376.50	407.85	433.3	0.46	0.55	0.58	0.61	0.63

从上表不难看出：沈阳市非农业人口的增长速度比较平稳，其中 80 年代初期的城镇化率增幅最快，以后每隔 5 年平均增长 3 个百分点。到现状年为止沈阳市非农业人口为 446.3 万，占总人口的比重已达到了 64%。美国地理学家诺瑟姆在总结大量国家城镇化过程中发现城镇化进程是一条拉平的“S”曲线，即在城市人口比重达到一定程度后（一般认为 30%），城镇化进程加快；而继续发展到一定程度后（一般认为 70%），城镇化速度又逐渐放慢，并趋于停滞。

在借鉴世界城镇化率的发展过程，结合沈阳市的实际情况和未来的城市发展规划，运用趋势法进行城镇化水平预测。2004 年沈阳市城镇化率为 64%，从城镇化进程的发展规律来看，沈阳市已接近了城市化进程的高水平阶段，本次城镇化预测以 2004 年为基准，预计沈阳市的城镇化进程将稳步推进，到 2010 年、2020 年将分别达到 66.5%、68.7%，沈阳市城镇化率预测结果见表 3-2。

表 3-2 沈阳市城镇化率预测 (单位: %)

年份	2004	2010	2020
和平区	100.00	100.00	100.00
沈河区	100.00	100.00	100.00
大东区	100.00	100.00	100.00
皇姑区	100.00	100.00	100.00
铁西区	100.00	100.00	100.00
苏家屯	50.13	60.00	100.00
东陵区	43.56	58.00	59.60
新城子	38.04	55.00	57.00
于洪区	36.57	46.00	50.00
辽中县	17.72	29.00	32.00
康平县	21.21	32.00	37.00
法库县	18.35	28.00	33.00
新民市	19.20	31.00	54.00
沈阳市	64.32	66.5	68.7

### 3.4 宏观经济发展预测

社会经济发展预测是需水预测和水资源合理配置的基础。社会经济发展预测包括人口、城镇化预测、国民经济发展及其结构预测、灌溉面积发展预测等内容。上节已对人口和城镇化率指标进行了分析预测,本次重点进行国民经济需水预测中经济增长规模预测和产业结构优化评价,通过建设 Gams 模型,设定约束变量和预测参数,求解在水资源约束下的经济发展问题,预测结果参照沈阳市国民经济发展“十一五”规划进行适当修正。

#### 3.4.1 水资源和环境承载能力约束下的经济增长模型

水资源约束条件下的国民经济增长和结构最优化问题,不仅涉及到国民经济的近、远期增长问题,而且涉及产业结构的优化配置问题<sup>[36]</sup>。

从经济学角度分析,水资源和水环境即水资源的量与质同经济增长间存在相互依存关系。一方面,经济的增长依赖于大量的水资源投入和良好的水资源质量;另一方面,水资源的可持续利用也要以经济发展的一定水平为前提<sup>[37]</sup>。因此,模型中目标函数的建立有两种形式,一种是在水资源约束下的经济增长最大为目标函数,另一类是在经济发展规模限制下的水资源量最小,这两类问题实质上是线

性规划的两个对偶问题，一般情况下是同等的。但是在水资源对国民经济发展的影响已十分显著时，如何解决水资源与国民经济宏观目标间的冲突，就要择优保障水资源的平衡发展<sup>[38]</sup>。因此，本文在沈阳市经济处于高速发展的时期，确定以国民经济用水量最小为目标，通过优化产业布局，调整经济结构等措施约束，实现国民经济发展与水资源的动态平衡。

建模思路： 1) 目标函数

在满足区域水资源和生态保护条件下，在结构调整中以总的用水量最小为约束，同时使调整后的产业结构最优<sup>[39]</sup>。  $W_t = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_j} w_{ijt} c_{ijt}$ ，其中  $W_t$  各时段总用水量， $C_{ijt}$  为用水量第  $j$  行业在  $i$  区域  $t$  时段的产值， $W_{ijt}$  为第  $j$  行业在  $i$  区域  $t$  时段的用水定额。为使有限水资源满足沈阳市经济社会更快更好发展需要，根据线性优化理论<sup>[40]</sup>，结合主导行业优先发展原则，以分析产业结构的用水现状为基础，以沈阳市经济发展规划为依据，以实现高效利用水资源为目标，对沈阳市产业结构建立优化模型，为合理预测产业需水提供保障<sup>[41]</sup>。

3) 约束条件<sup>[42]</sup>

$$c_{ijt下} \leq c_{ijt} \leq c_{ijt上}$$

$$c_{it下} \leq c_{it} \leq c_{it上}$$

$$C_t \leq \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_j} c_{ijt}$$

当前沈阳市水资源短缺问题十分突出，已经成为制约国民经济发展的瓶颈，并且随着经济的增长，在未来水平年，水资源对国民经济的约束将进一步加重，所以在水资源约束条件下的产业结构优化问题，是保证国民经济目标中必须考虑的约束条件。本章选择可利用的水资源量为约束，实现国民经济总产出的最大化，在水资源的巨大约束下，通过压缩高耗水工业的比重，优化产业布局，调整产业结构，提高各行业的用水效率，实现水资源与国民经济间的动态平衡。

3) 主要参数估计

本文共包涵 13 个分区、7 个行业分 2010 和 2020 年两个时段的万元增加值用水量参数  $W_{ijt}$ ，由于缺乏相关的用水量统计资料，仅将行政分区按照中心城区开发区和农村划分为三大类，用水定额数据即是参照上述三类标准确定的。

### 3.4.2 社会经济发展预测结果

前面已经提到,现在沈阳市正处于全面工业化阶段,工业发展仍将处于经济的主导地位,预计到2010年,沈阳市三次产业结构为4.6:51.8:43.6,随着全面工业化进程的推进,第二产业增长速度逐渐放缓,将保持这一比例基本不变,一产比重仍继续下降,第三产业发展迅速,保持持续增长趋势,到2020年沈阳市三次产业比重为4.1:51.2:44.7。沈阳市各分区各产业增长速度及产业结构状况见表3-3。

表3-3 国民经济发展及产业结构预测结果

指标 年份/ 行政分区	GDP (亿元)			增长率 (%)	
	2004	2010	2020	2004~2010	2010~2020
和平区	311.53	679.43	1940.27	13.88	19.11
沈河区	269.36	589.04	1669.50	13.93	18.96
大东区	211.56	447.66	1303.74	13.31	19.50
皇姑区	70.78	157.54	462.07	14.26	19.64
铁西区	297.38	636.29	1832.64	13.52	19.28
苏家屯	120.10	256.28	740.14	13.47	19.33
东陵区	131.00	279.65	807.30	13.47	19.33
新城子	84.37	179.69	519.94	13.43	19.37
于洪区	158.21	337.97	974.99	13.49	19.31
辽中县	80.02	165.71	469.96	12.90	18.97
康平县	22.20	45.26	127.27	12.61	18.80
法库县	38.30	76.28	212.86	12.17	18.65
新民市	105.90	223.51	652.62	13.26	19.55
沈阳市	1900.70	4074.31	11713.31	13.55	19.24

预测结果的说明:根据上述模型和参数,利用线形规划软件对模型进行了反复运算,对约束条件和相关参数进行了多次调整,但由于数学模型所描述的产业结构与实际产业结构和经济发展逻辑的不完全耦合性,以及模型对于影响经济发展的不确定因子考虑不全面,使预测结果不能完整地反映长期的经济发展趋势和结构变化。为了达到预测中的经济发展速度和产业结构间的协调,使模型与预测结果中的数据结构更具合理性,结合经验判断并运用趋势外推法,对模型预测结果进行了必要的修正。

### 3.5 水资源供需预测与需水调节计算

#### 3.5.1 供水预测

综合不同规划水平年各类供水，可明晰沈阳市的总体供水特征。沈阳市不同规划水平年的供水量见表 3-4。

表 3-4 沈阳市供水量及其构成预测成果表 (单位: 亿立方米)

项 目			基准年	2010 年	2020 年	
常规水源	地表水	清河、柴河	0.39	0.41	0.41	
		大伙房	现状	3.93	4.15	4.15
			一期	0.00	4.09	4.09
			二期	0.00	0.00	4.01
		石佛寺	一期	0.00	0.73	0.73
			二期*	0.00	0.00	0.00
		小计	4.32	9.38	13.39	
	境内水	0.97	1.87	1.52		
	小计	5.29	11.25	14.91		
	地下水	统一供水	18.22	16.18	16.18	
		自备水源	0.79	0.37	0.37	
小计		19.01	16.55	16.55		
合计	24.30	27.80	31.46			
非常规水源	雨水利用	0.00	0.07	0.16		
	再生水利用	2.57	2.93	4.50		
	矿井疏干水	0.00	0.12	0.26		
	建筑疏干水	0.00	0.05	0.08		
	合计	2.57	3.17	5.00		
总 计			26.87	30.97	36.46	

注: 石佛寺二期工程规划中向沈阳市供应 3.65 亿立方米在本次规划中暂不予以考虑。

在基准年, 沈阳市的总供水量为 26.87 亿立方米。供水结构为: 地表水占 19.69%; 地下水占 70.75%; 非常规水资源 9.56%。需要指出的是, 在非常规水资源中, 只是污水的直接利用, 尚不是严格意义上的再生水利用。

在 2010 年, 沈阳市的总供水量为 30.97 亿立方米, 较之基准年增加了 4.10 亿立方米。供水结构也得到了优化, 其中地表水占 36.33%; 地下水占 53.44%; 非常规水资源 10.24%。需要指出的是, 非常规水资源的供水类型更为丰富。

在 2020 年, 沈阳市的总供水量为 36.46 亿立方米; 较之 2010 年增加了 5.49



亿立方米，供水结构也得到进一步优化。地表水供水量略有增加，在总供水中所占比例为 40.9%；地下水供水量与 2010 年基本持平，所占比重为 45.4%；非常规水源的供水量得到进一步增加，占供水总量的 13.7%。

### 3.5.2 水资源需求量预测结果<sup>[43]-[49]</sup>

#### 3.5.2.1 农业灌溉需水

##### ——发展规模预测

种植业是沈阳市农业产业的主体，在本次节水型社会建设需水预测中，重点对种植业的发展规模进行预测。根据沈阳市总体发展战略和农业发展规划，结合辽宁省农业发展总体部署，在规划水平年，沈阳市的水田面积保持不变，保灌面积适当增加。在 2010 和 2020 规划水平年，沈阳市的水田面积仍为 210 万亩。2010 年保灌面积较现状水平年增加 2 万亩；2020 年保灌面积在 2010 年的基础上继续增加 10 万亩（表 3-5）。

表 3-5 沈阳市不同规划水平年种植业发展规模 单位：万亩

年份	水田	保灌面积	合计
基准年	210	8.0	218
2010 年	210	10.0	220
2020 年	210	20.0	230

##### ——灌溉定额分析

根据沈阳市作物的需水规律、土壤水特征及区域农业气象特征，对沈阳市水田和水浇地的灌溉定额进行理论预测；参照《辽宁省节水灌溉标准》（简称“辽宁节水”）、《松辽流域水资源使用权初始分配专题研究》成果（简称“松辽专题”，对上述定额进行调整，最终确立了沈阳市多年平均的水田和水浇地的综合毛灌溉定额。

各规划水平年沈阳市水田的的综合毛灌溉定额分别为 745 立方米/亩、700 立方米/亩和 648 立方米/亩；保灌面积定额分别为 160 立方米/亩、140 立方米/亩和 135 立方米/亩（表 3-6）。

表 3-6 沈阳市综合毛灌溉定额及相关对比分析 (单位: 立方米/亩)

项目	类别	基准年	2010	2020
本次规划 (多年平均)	水田	745	700	648
	保灌面积	160	140	135
辽宁节水 (75%) (沈阳市)*	水田	817	736	653
	水浇地	157	147	135
辽宁节水 (75%) (辽宁省)*	水田	811	733	668
	水浇地	176	163	155
松辽专题 (75%) (辽河区辽宁省平均)*	水田	787	718	655
	水浇地	172	145	136

注: 辽宁节水和松辽专题的基准年均 2000 年, 本次预测的基准年为 2004 年

### ——需水总量预测

当考虑节水, 基准年、2010 年和 2020 年三个规划水平年水田的总需水量分别为 15.65 亿立方米、14.69 亿立方米和 13.60 亿立方米; 保灌面积需水量分别为 0.13 亿立方米、0.14 亿立方米和 0.27 亿立方米。此外, 在农业生产过程中, 尚存在渔塘补水和禽畜养殖等其他农业用水。据测算, 在三个水平年其他农业需水量分别为 0.97 亿立方米、1 亿立方米和 1 亿立方米。在各规划水平年, 沈阳市农业需水总量分别为 16.75 亿立方米、15.83 亿立方米和 14.87 亿立方米, 两个规划期的年均减少率分别为 0.94% 和 0.62%。沈阳市的农业需水量见表 3-7。

表 3-7 沈阳市农业需水总量预测 (单位: 亿立方米)

类别	需水量 (亿立方米)			年际变化 (%)	
	基准年	2010 年	2020 年	2004-2010 年	2011-2020 年
水田	15.65	14.69	13.60	-1.05	-0.77
保灌面积	0.13	0.14	0.27	1.50	6.79
其他	0.97	1.00	1.00	0.51	0.00
合计	16.75	15.83	14.87	-0.94	-0.62

### 3.5.2.2 生活需水预测

#### ——人口及城市化预测

为满足沈阳市产业结构调整及整体发展战略实施的需求, 在规划期内, 沈阳市需要引入相关人才, 总人口的增幅较大。在第一个规划期内, 沈阳市总人口的年均增长率为 11.1%, 2010 年全市总人口将达到 741.3 万人; 在第二个规划期内, 沈阳市总人口的年均增长率为 10%, 2020 年全市总人口达到 818.6 万人。在基准年, 沈阳市人口城镇化率为 64.3%, 随着区域城市化进程加快, 在 2010 年和 2020 年, 沈阳市的城镇化率 66.5% 和 68.7%。此外, 随着中心城区的发展, 将吸

引部分暂住人口，在 2010 年和 2020 年，沈阳市中心城区的暂住人口分别为 100 万人和 150 万人。各重点分区的人口构成见表 3-8。

表 3-8 沈阳市人口及城镇化率预测结果

类别	总人口(万人)	城镇化率(%)	中心城区人口(万人)		开发区人口(万人)	农村人口(万人)		
			常住	暂住		总人口	小城镇	
基准年	694.0	64.3	326.0	50.0	19.0	349.0	101.0	
2010 年	741.3	66.5	345.0	100.0	21.4	374.9	126.3	
2020 年	818.6	68.7	375.5	150.0	24.8	418.2	161.7	
年际变化(%)	(1)	11.1	/	9.5	122.5	20.0	12.0	38.0
	(2)	10.0	/	8.5	41.4	15.0	11.0	25.0

注：(1)、(2) 分别表示第一规划阶段和第二规划阶段；总人口中不包括暂住人口。

——需水定额分析

在分析沈阳市居民生活用水年际变化的基础上，参照《全国水资源综合规划》、《辽宁省节水规划》以及沈阳市相关规划与研究成果，确立沈阳市居民生活用水定额。沈阳市中心城区在 2010 和 2020 两个规划水平年的需水定额分别为 145L/人·日和 155L/人·日，两个规划期的年均增长率分别为 1.0%和 0.7%；开发区在 2010 和 2020 两个规划水平年的需水定额分别为 152L/人·日和 155L/人·日，两个规划期的年均增长率均为 0.3%。随着社会主义新农村建设及农村生活条件的改善，农村生活的用水定额将有显著增加，其中在 2004~2010 年间增加了 9L/人·日，在 2010~2020 年间增加了 10L/人·日。各类生活用水定额见表 3-9。

表 3-9 沈阳市居民生活需水定额预测表 (单位: L/人·日)

类别	用水定额(L/人·日)			年际变化(%)		
	基准年	2010 年	2020 年	2004-2010 年	2011-2020 年	
中心城区	常住	137	145	155	1.0	0.7
	暂住	45	50	55	1.8	1.0
开发区		152	152	155	0.3	0.3
小城镇		87	87	90	0.6	2.0
农村		56	65	75	2.4	0.6

——需水总量预测

基准年沈阳市居民生活需水量为 2.73 亿立方米，预计到 2010 年和 2020 年，沈阳市居民生活需水量分别为 3.23 亿立方米和 3.97 亿立方米。两个规划期内生

活需水的年均增长率分别为 2.8%和 2.1%。其他各类生活需水在规划水平年的总量见表 3-10。

表 3-10 沈阳市居民生活需水预测表 (单位: 亿立方米)

类别		需水总量 (亿立方米)			年际增长率 (%)	
		基准年	2010 年	2020 年	2004-2010 年	2011-2020 年
中心城区	常住	1.63	1.83	2.12	1.9	1.5
	暂住	0.08	0.18	0.30	14.2	5.1
开发区		0.11	0.12	0.15	2.3	1.8
小城镇		0.32	0.41	0.65	4.4	4.6
农村生活		0.59	0.68	0.75	2.5	1.0
合计		2.73	3.23	3.97	2.8	2.1

### 3.5.2.3 工业需水

#### ——发展规模预测

根据沈阳市总体发展战略,在“十一五”期间,沈阳市的工业增加值将以 15.1% 的年均增长速度增长,预计到 2010 年全市工业增加值为 1932.21 亿元,是 2004 年的 2.33 倍;在此规划期内,开发区的工业得到快速发展,中心城区、开发区和农村工业增加值的增长速度分别为 15.1%、24.9%和 9.1%。。在 2010-2020 年间,沈阳市的工业增加值将以年均 8.6%的增长速度增长,预计到 2020 年全市工业增加值达到 4393.83 亿元,是 2010 年的 2.27 倍;在此规划期内,全市的工业整体上得到平稳发展,中心城区、开发区和农村工业增加值的增长速度分别为 8.6%、8.2%和 8.9% (表 3-11)。

表 3-11 沈阳市工业发展规模预测成果 单位: 亿元

区域类别	发展规模 (亿元)			逐年发展速率 (%)	
	基准年	2010 年	2020 年	2004-2010 年间	2011-2020 年间
中心城区	218.33	508.25	1155.78	15.1	8.6
开发区	187.57	710.61	1569.99	24.9	8.2
农村	424.13	713.35	1668.06	9.1	8.9
全市	830.03	1932.21	4393.83	15.1	8.6

#### ——用水定额分析

总体上看,在基准年,沈阳市全市平均万元工业增加值的需水定额为 88.3 立方米。经过“十一五”期间产业结构调整 and 新技术的使用,沈阳市的工业需水定额将得到显著降低,预计到 2010 水平年,全市万元工业增加值平均取水量为 46.6 立方米,是 2004 年的 52.73%,年均下降率为 10.1%。在 2020 水平年,全市万

元工业增加值取水量进一步下降到 27.6 立方米; 2011-2020 年间的年均下降速率为 5.1%。不同分区的工业需水情况见下表 3-12。

表 3-12 沈阳市万元工业增加值取水量预测表 (单位: 立方米/万元)

区域类别	定额 (立方米/万元)			年际变化率 (%)	
	基准年	2010 年	2020 年	2004-2010 年	2011-2020 年
中心城区	72.4	38.2	22.6	-10.1	-5.1
开发区	68.8	24.3	17.1	-15.9	-3.5
农村工业	105.2	74.7	40.9	-5.5	-5.8
全市	88.3	46.6	27.6	-10.1	-5.1

### ——需水总量预测

基准年、2010 年和 2020 年三个规划水平年沈阳市的工业需水量分别为 7.33 亿立方米、9.00 亿立方米和 12.11 亿立方米; 在两个规划期内的年均需水增长率分别为 3.5%和 3.0%。由于开发区的工业发展是沈阳市经济整体发展的增长点, 在规划期内的的发展速度较快, 导致其工业需水量的增加速率较大, 在两个规划期的年际增长率分别为 5.0%和 4.5% (表 3-13)。

表 3-13 沈阳市工业需水预测成果 单位: 亿立方米

区域类别	需水量 (亿立方米)			年际变化 (%)	
	基准年	2010 年	2020 年	2004-2010 年	2011-2020 年
中心城区	1.58	1.94	2.61	3.5	3.0
开发区	1.29	1.73	2.68	5.0	4.5
农村	4.46	5.33	6.82	3.0	2.5
全市	7.33	9.00	12.11	3.5	3.0

### 3.5.2.4 第三产业和建筑业需水

#### ——发展规模预测

基准年, 沈阳市的第三产业增加值为 849.50 亿元, 预计到 2010 年和 2020 年, 沈阳市第三产业的增加值将分别达到 1776.4 亿元和 5107.0 亿元, 年均增长率分别为 13.1%和 11.1%。其他各分区的第三产业发展规模见表 3-14。

表 3-14 沈阳市第三产业发展规模预测 单位: 亿元

区域类别	发展规模 (亿元)			年际变化 (%)	
	基准年	2010 年	2020 年	2004-2010 年	2011-2020 年
中心城区	566.8	1180.0	3350.4	13.0	11.0
开发区	113.1	261.6	888.0	15.0	13.0
小城镇	169.6	334.8	868.5	12.0	10.0
全市	849.5	1776.4	5107.0	13.1	11.1

——用水定额分析

对沈阳市第三产业用水变化规律分析的基础上,参照《松辽流域微观用水定额指标体系研究》成果,确立沈阳市第三产业在不同规划水平年的用水定额。基准年、2010年和2020年沈阳市第三产业万元增加值需水定额分别为21.7立方米、12.3立方米和5.5立方米;在两个规划期的年均下降率分别为9.0%和7.7%。

表 3-15 沈阳市第三产业万元增加值取水量预测成果表 (单位: 立方米/万元)

区域类别	需水定额 (立方米/万元)			年际变化 (%)	
	基准年	2010 年	2020 年	2004-2010 年	2011-2020 年
中心城区	19.9	11.4	5.2	-8.8	-7.7
开发区	18.6	9.9	3.9	-10.0	-8.8
小城镇	29.5	17.3	8.5	-8.5	-6.8
全市	21.7	12.3	5.5	-9.0	-7.7

——第三产业需水总量预测

基准年、2010年和2020年沈阳市第三产业的需水量分别为1.84亿立方米、2.19亿立方米和2.82亿立方米;在两个规划期的年均增长率分别为2.9%和2.6%。(表3-16)。

表 3-16 沈阳市第三产业需水预测成果表 (单位: 亿立方米)

区域类别	需水量 (亿立方米)			年际变化 (%)	
	基准年	2010 年	2020 年	2004-2010 年	2011-2020 年
中心城区	1.13	1.35	1.73	3.0	2.5
开发区	0.21	0.26	0.35	3.5	3.0
小城镇	0.50	0.58	0.74	2.5	2.5
全市	1.84	2.19	2.82	2.9	2.6

——建筑业需水总量预测

基准年,沈阳市的建筑业需水量为0.16亿立方米,预计到2010年和2020年沈阳市建筑业需水量分别为0.26亿立方米和0.34亿立方米。在两个规划期的年均增长率分别为8.4%和4.6%,各分区建筑业需水量见表3-17。

表 3-17 沈阳市建筑需水预测成果表

区域类别	需水量 (亿立方米)			年际变化 (%)	
	基准年	2010 年	2020 年	2004-2010 年	2011-2020 年
中心城区	0.05	0.08	0.09	8.4	1.4
开发区	0.03	0.07	0.12	14.7	8.5
农村	0.08	0.11	0.14	5.3	3.7
全市	0.16	0.26	0.34	8.4	4.6

### 3.5.2.5 生态需水

#### ——规划范围与规模

考虑到沈阳市的平均降水量超过 600mm，天然林草地的恢复不需要另外补充水源，在本次规划中对生态需水的规划范围主要包括：城镇绿地及水域建设、水土流失治理和湿地恢复等。根据沈阳市总体发展规模，并参照《沈阳市生态环境总体规划》、《沈阳市水土保持规划》，确立上述建设内容的建设规模(表 3-18)。其中，湿地生态修复主要指卧龙湖湿地和团结湖湿地的生态修复。

表 3-18 沈阳市生态建设内容及指标

生态建设指标		基准年	2010 年	2020 年
城镇绿地 (万平方米)	中心城区	3357	5970	8483
	开发区	994	2250	4250
	小城镇	1041	2042	3409
城镇水域 (万平方米)	中心城区	261	398	599
	开发区	170	330	660
	小城镇	81	136	241
水土流失治理面积(平方公里)		247	484	1130
湿地修复面积(平方公里)		64	113	115

#### ——需水定额分析

根据沈阳市城市绿化的用水特征，参照水浇地的灌溉定额，确立城镇绿地生态需水定额为 147 立方米/亩。城镇河湖补水主要包括渗漏损失、水面蒸发；此外，当水质较差的时候，还需要适当补充鲜水以优化水体环境质量，参照沈阳市降水、水面蒸发及其他自然地理特征。湿地生态恢复需水主要包括局地渗漏损失和生态系统耗水，沈阳市需要进行全面湿地恢复的生态系统主要包括团结湖湿地和卧龙湖湿地，结合两个区域的综合自然地理特征，确立其需水定额为 520 立方米/亩。水土流失生态需水主要包括因水土流失所导致的河川径流减少量（或是增加的就地利用量），采用水保进行统计。

#### ——需水总量预测

基准年沈阳市生态需水量 4.16 亿立方米，2010 年和 2020 年的生态需水量分别为 4.93 亿立方米和 6.26 亿立方米。在两个规划期内，沈阳市生态需水的年均增长率分别为 2.9%和 2.4%。其他类别的生态需水见表 3-19。

表 3-19 沈阳市生态需水预测成果表 (单位: 亿立方米)

类别		需水总量 (亿立方米)			年际变化 (%)	
		基准年	2010 年	2020 年	2004-2010 年	2011-2020 年
中心城区	城市绿化用水	0.68	0.81	1.04	3.5	3.0
	城市河湖补水	2.18	2.53	3.08	3.0	2.5
	小计	2.86	3.34	4.12	3.1	2.6
开发区	城市绿化用水	0.02	0.03	0.04	4.5	3.5
	城市河湖补水	0.03	0.04	0.05	4.0	3.0
	小计	0.05	0.06	0.09	4.2	3.2
农村区	城镇绿化用水	0.15	0.18	0.23	3.0	2.5
	城镇河湖补水	0.08	0.10	0.14	4.0	3.5
	湿地恢复需水	0.87	1.07	1.44	5.5	5.0
	水土保持需水	0.15	0.18	0.24	3.0	3.0
	小计	1.25	1.53	2.05	4.8	4.5
合计		4.16	4.93	6.26	2.9	2.4

### 3.5.2.6 需水总量

基准年沈阳市的需水总量为 32.17 亿立方米, 预计到 2010 年和 2020 年, 沈阳市的需水总量将分别达到 34.03 亿立方米和 37.68 亿立方米 (表 3-20)。2004-2010 年和 2011-2020 年两个规划期内的年均需水增长率分别为 0.94% 和 1.02%。

从需水构成来看, 生产需水的比例呈下降趋势, 生活和生态需水的比率均呈现出上升趋势。从“三生”需水比重的年际变化来看, 到 2010 年, 生产、生活和生态需水占总需水量的比率分别为 76.02%、9.49% 和 14.49%; 2020 年, “三生”需水比率分别为 72.85%、10.54% 和 16.61%。

表 3-20 沈阳市需水总量预测成果表 (按需水类型统计)

类别		需水量 (亿立方米)			占总需水的比率 (%)		
		基准年	2010	2020	基准年	2010	2020
生产需水	农业	16.75	15.83	14.87	52.07	46.52	39.46
	工业	6.53	7.59	9.42	20.30	22.30	25.00
	第三产业	1.84	2.19	2.82	5.72	6.44	7.48
	建筑	0.16	0.26	0.34	0.50	0.76	0.90
	小计	25.28	25.87	27.45	78.58	76.02	72.85
生活需水		2.73	3.23	3.97	8.49	9.49	10.54
生态需水		4.16	4.93	6.26	12.93	14.49	16.61
合计		32.17	34.03	37.68	100	100	100

从各地区需水的年际变化来看, 2010 年中心城区需水占总需水量的比率为



29.19%，开发区和农村需水比率分别为 5.00%和 65.82%；2020 年，中心城区、开发区和农村地区需水比率分别为 32.00%、5.89%和 62.11%（表 3-21）。

表 3-21 沈阳市需水总量预测成果表（按地域类型统计）

分区	需水量（亿立方米）			占总需水的比率（%）		
	基准年	2010 年	2020 年	基准年	2010 年	2020 年
中心城区	8.54	9.93	12.06	26.53	29.19	32.00
开发区	1.39	1.70	2.22	4.32	5.00	5.89
农村	22.25	22.40	23.40	69.15	65.82	62.11
合计	32.17	34.03	37.68	100.00	100.00	100.00

### 3.5.3 节水型社会建设中的水需求调节模块

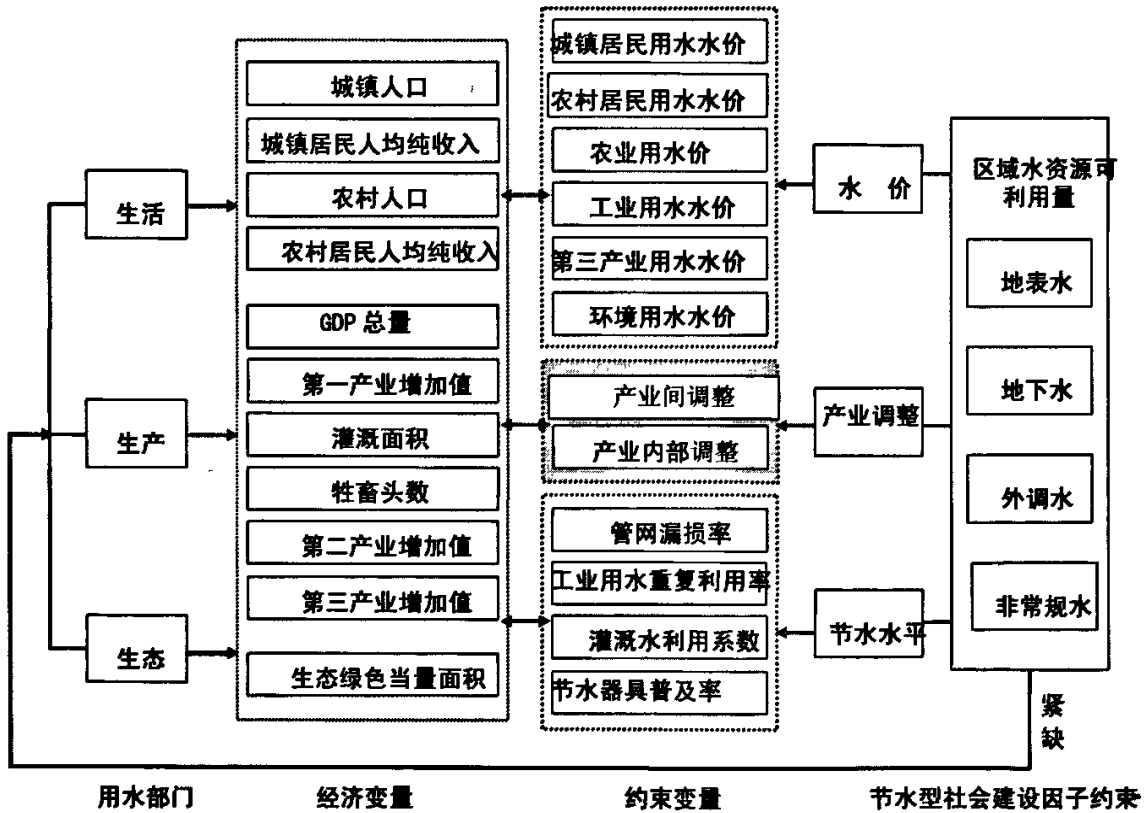
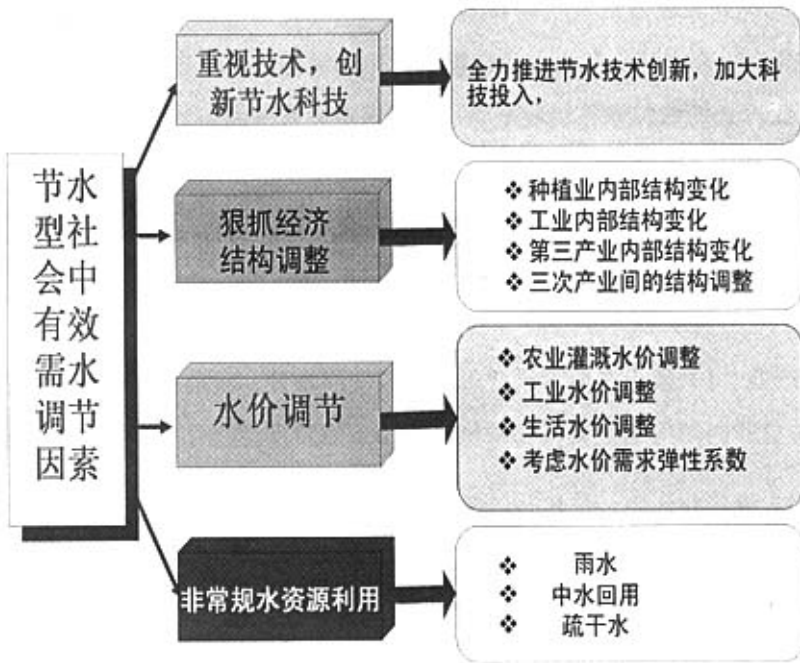


图 3-4 节水型社会建设需水调节影响因子分析图

影响水需求的因子很多，其中对水需求影响比较大、与市场经济体制关系比较密切、且目前需深入研究的有产业结构变动、水价和节水工程<sup>[60]</sup>。由于在以往的规划制定中，节水量的计算还比较含糊，对产业结构节水、工程节水、水价

提高节水等方面的定量计算还没有分清楚。因此，本课题将重点讨论产业结构、工程节水、水价提高三个主要方面对调节水需求定量计算的方法。而对于节水型社会建设前期通过各种行政手段加强用水管理，不需要进行资金投入的强制节水阶段在目前已不能适应形势的变化，没有做分析。



### 3.5.3.1 工程节水模块

本次工程节水模块将着重讨论常规水资源节水工程对水资源需求调节的作用,对于非常规水源利用作为沈阳市供水水源的增加。工程节水对水需求的调节,其根本目的是通过工程措施提高水资源的利用效率,对工程节水产生的效果主要体现在生活和生产两个用水领域。其中,农业方面,重点是节水灌溉田间改造节水工程提高田间水利用系数和渠系改造提高渠系水利用系数,综合作用下使农田灌溉水利用系数提高;工业方面,重点是改进工艺技术提高水重复利用率和工业用水利用系数;生活方面主要是城镇生活节水,主要体现在节水器具的普及、城区管网改造降低管网漏失率、通过渠道衬砌等措施提高取水口至自来水厂的水利用系数。节水的另一领域体现在非常规水资源的利用上,包括雨水、中水回用和疏干水等水资源的开发利用,通过集中利用这些资源,不仅能有效提高水资源的利用效率,还能改善水生态环境。

### 3.5.3.2 产业结构模块

我国产业结构的划分,是按三次产业结构的方式进行划分的,产业结构调整包括三大产业之间结构的调整和产业内部结构的调整两大方面。三大产业之间的结构调整,主要表现为三大产业 GDP 比例关系的变化,另外还加入了人口结构变化对生活需水的影响。产业之间结构的优化已经充分体现在社会经济发展预测之中,产业内部的结构调整比较复杂:对于农业,通过调节种植业和林牧渔业的比例,改变种植业内部粮、经、饲和水田、水浇地、菜田的比例来达到调节农业水资源需求的目的;对于工业,按照限制耗水高产值低的部门和发展低耗水产值高部门的发展模式来达到工业结构比例调整;对于第三产业,重点发展电信等服务性行业。

- ✦ **第一产业** 1) 禁止在地下水严重超采区发展农业,鼓励利用中水发展农业; 2) 种植业内部压缩粮食作物种植面积,重点发展经济作物和蔬菜种植业;
- ✦ 3) 扩大渔养业比例,优化林牧渔业内部的结构。
- ✦ **第二产业** 1) 逐步搬迁高耗水、高污染行业; 2) 大力发展电子、医药、生物等低耗水的高新产业,浑南等低耗水工业园区,减少工业对水环境的污染,提高经济活动的环境效率和资源效率; 3) 大力发展循环经济,推进清洁生产,建立以生态工业为核心的工业化模式,提高水的利用率。由于某些工业部门就有高污染性,通过构建节水型工业产业调整的模型,在抑制单位产值低、相对耗水量高的工业部门时,为保持当地产业部门体系的完整性、布局的合理性,满足水生态环境保护要求,把工业产值和污水排放量作为约束变量加入结构内部调整的分析中,使得在发展过程中工业产业整体的单位产值耗水量大幅度下降,并能使通过结构调整方式下的节水综合效益最大。
- ✦ **第三产业** 1) 限制洗车、洗浴业发展; 2) 大力发展电信服务业。
- ✦ **人口结构** 限制流动人口的增长,表现为生活用水量的减少,在产业内部的结构调整没有影响。

### 3.5.3.3 水价模块

水价作为经济调节的主要手段,其对水需求的影响主要体现在生活和生产两个大方面。但对于用水户的不同、用水户承受能力的不同、原有水价的不同,其

水价所起的影响作用也不同。通过分析水价和用水定额之间的关系，分析在不同的水价条件下用水定额的变化情况，从而得出需水量的变化情况，并分析水价在生活、工业、农业等不同产业的弹性区间。比如说，农业是弱势产业，农业用水对水价的调整的相对值的灵敏度较低；而对于工业来讲，其用水对水价调整的绝对值的灵敏度就比较高。对生活用水来讲，高收入阶层对城市水价的灵敏度要高于低收入阶层。所以，水价对于需求来讲是有弹性的，必须充分考虑经济规律、社会承受力等因素来寻求水价的弹性区间，达到水需求调节的效果<sup>[61]</sup>。

采取单位取水量（定额）计算水价对其的影响公式<sup>[62]</sup>：

$$Q_j(p) = Q_j^0 \times Mp_j(p)^{E_j(p)} \quad (1)$$

$$E_j(p) = a_j \ln Mp_j(p) + b_j \quad (2)$$

$$Mp_j = p_j / p_j^0 \quad (3)$$

水价变化所产生的节水量可以用下式表示：

$$\Delta W_p = \sum_{j=1}^n A_j(Q_j(p) - Q_j^0) = W_p - W_p^0$$

水价调节对于调节水需求的贡献率为：

$$SWR_j(p) = WR(P) = \Delta W_p / W_p^0$$

式中： $j$  为用水户序号； $Q_j(p)$  为  $j$  用水户在水价提高  $Mp_j(p)$  倍情况下的需水定额； $Q_j^0$  为  $j$  用水户现状用水定额； $E_j(p)$  为  $j$  用水户在  $p$  水价时的需水水价弹性系数； $p_j^0$  为  $j$  用水户起始水价； $a_j$  和  $b_j$  分别为对应  $j$  的常数。

### 3.6 三次供需平衡分析

#### 3.6.1 分析方法

为充分揭示沈阳市在未来规划水平年水资源供需平衡态势及存在问题，以明晰沈阳市在未来规划水平年节水型社会建设的方向，在本论文中，采用“三次平衡”分析技术对沈阳市不同规划水平年的供需平衡情势进行剖析。其中，一次平衡分析是在现状用水水平和供水条件下，对未来规划水平年区域水资源的供需特

征进行分析，充分展示在外延式发展情势下区域水资源供需矛盾。二次平衡分析是在规划范围内进行充分“挖潜”和“节流”情况下，系统考察区域发展所带来的水资源需求与供给之间的深层次矛盾。在本次规划中，按照“尊重现实”的原则，二次平衡分析的供水中，包括现状年境外水的供给。三次平衡分析是在规划区进行深层次“开源”和“节流”后，水资源供需矛盾仍然十分突出，遵照“三先三后”原则，增加外调水供水<sup>[60]</sup>。

### 3.6.2 一次平衡分析

当沈阳市采用外延式发展模式时，未来规划水平的水资源十分紧缺，在2010和2020年两个规划水平年内，全市缺水率分别高达34.27%和54.41%；核心区的缺水率则更高。一次平衡充分表明，为满足社会经济的持续健康发展，维系区域的生态与环境安全，沈阳市需要进一步从“开源”和“节流”两个方面调整其现有的水资源开发利用方式（表3-22，图3-5，图3-6）。

表 3-22 沈阳市水资源一次供需平衡计算成果表

规划水平年		基准年	2010年	2020年
外延式需水 (亿立方米)	工业	6.53	8.13	10.06
	第三产业	1.84	3.66	4.09
	农业	16.75	16.03	16.51
	建筑业	0.16	0.26	0.34
	生活	2.73	3.23	3.97
	生态需水	4.16	4.77	6.52
	合计	32.17	36.08	41.49
一次平衡供水(亿立方米)		26.87	26.87	26.87
缺水率 (%)		16.47	34.27	54.41

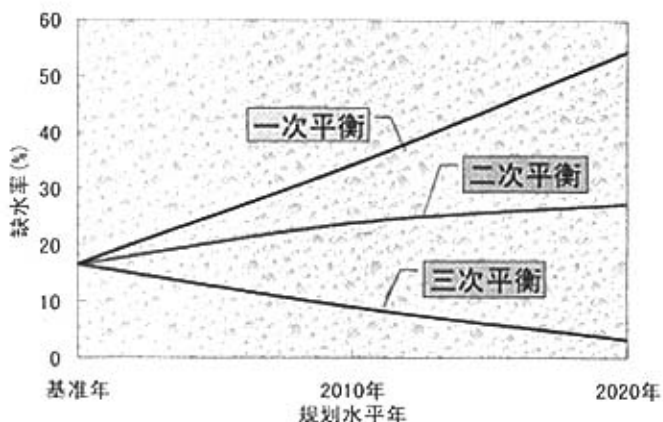


图 3-5 沈阳市水资源三次供需平衡分析缺水率演变成果图

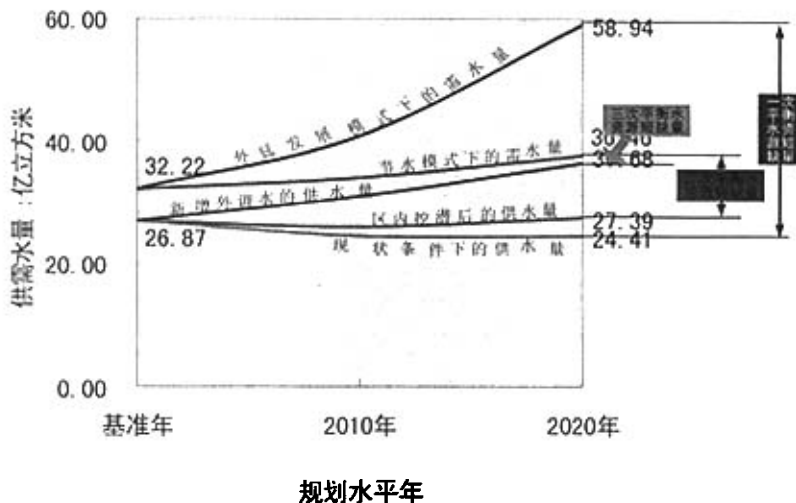


图 3-6 基于三次平衡分析的沈阳市水资源供需演变模式图

### 3.6.3 二次平衡分析

通过采取有效节水措施后，沈阳市的总体水资源需求量显著降低；通过区域内部挖潜后，其供水量也有所提升。在上述两类水资源管理开发利用方式下，当不再考虑地下水的超采时，沈阳市的在2010年和2020年的缺水率分别为16.63%和20.78%；若考虑到区域地下水的超采，其缺水率分别为23.86%和27.31%。由此可见，尽管深入节水和内部“挖潜”显著改善了区域水资源供需平衡态势，但尚不能有效满足沈阳市社会经济发展和生态环境保护对水资源的需求（表3-23，图

3-5; 图 3-6)。

表 3-23 沈阳市水资源二次供需平衡计算成果表

规划水平年		基准年	2010 年	2020 年
需水量 (亿立方米)		32.17	34.03	37.68
供水量 (亿立方米)	地下水不超采	26.87	28.37	29.85
	地下水超采	26.87	25.91	27.39
缺水率 (%)	地下水不超采	16.47	16.63	20.78
	地下水超采	16.47	23.86	27.31

### 3.6.4 三次平衡分析

在对区域水资源进行充分“挖潜”的基础上，尚需要进一步新增外调水。在 2010 年考虑大伙房一期供水工程的供水和石佛寺水库一期供水；在 2020 年考虑进一步新增大伙房水库二期供水工程的供水。当不考虑区域地下水的超采，2010 年其缺水率分别降低至 1.76% 和 0%；即使考虑到区域的地下水超采，2010 年和 2020 年的缺水率也仅为 8.99% 和 3.24%，可满足区域可持续发展的需求(图 3-24)。在沈阳市的水资源可持续管理中，需要科学调配当地水和外调水、常规水源与非常规水源(表 3-24，图 3-5；图 3-6)。

表 3-24 沈阳市水资源三次供需平衡分析成果图

规划水平年		基准年	2010 年	2020 年
需水量 (亿立方米)		32.17	34.03	37.68
供水量 (亿立方米)	地下水不超采	26.87	33.43	38.92
	地下水超采	26.87	30.97	36.46
缺水率 (%)	地下水不超采	16.47	1.76	0.00
	地下水超采	16.47	8.99	3.24

### 3.6.5 分区水资源供需平衡分析

#### ——总体配置策略

在 2010 年，中心城区自备水源井有选择性地予以关闭；同时，开发区的地下水开采量控制在其可开采量的 80% 以内；农村地区地下水的开采量予以消减。地下水资源的压采量达到 2.46 亿立方米。

全市范围内要广泛利用非常规水资源，中心城区和开发区要充分开发雨水资源、建筑疏干水和再生水的利用；农村地区除要深入使用本地非常规水资源外，还应使用中心城区和开发区的再生水。到 2010 年全市范围内的非常规水资源利

用量达到 3.17 亿立方米。

考虑到中心城区和开发区是区域社会经济的引擎,也是生态与环境最为脆弱的地区;在配置中要最大限度地保障中心城区和开发区在充分节水后的水需求。为促进新农村建设,在水资源的配置中,要充分考虑农村地区的人饮安全和生态环境的整体改善;

在 2020 年,沈阳市需要进一步开发和充分利用区域的非常规水资源;优质外调水源应该优先保障中心城区和开发区的使用。最大限度保障中心城区和开发区在充分节水后的水需求。做好区间间的水源置换。

——供需平衡分析 2010 水平年,沈阳市中心城区、开发区和农村地区的缺水率分别为 0%、0%和 13.66%;2020 水平年,缺水率分别为 0%、0%和 5.21%。上述供需平衡态势可有效保障区域的社会经济发展和生态与环境的改善。从现有水源的配比来看,中心城区、开发区的水源供给较为丰富;为此在水资源的管理中,要充分做好中心城区、开发区与农村地区水源的统一调配。

表 3-25 未来规划水平年沈阳市分区水资源供需平衡态势

分 区		中心城区	开发区	农村	全市
2010 水平 年	供水量(亿立方米)	9.93	1.70	19.34	30.97
	需水量(亿立方米)	9.93	1.70	22.40	34.03
	缺水率(%)	0.00	0.00	13.66	8.99
2020 水平 年	供水量(亿立方米)	12.06	2.22	22.18	36.46
	需水量(亿立方米)	12.06	2.22	23.40	37.68
	缺水率(%)	0.00	0.00	5.21	3.24



## 第4章 沈阳节水型社会建设指标体系及评价

### 4.1 节水型社会评价指标体系的构建思路与原则

#### 4.1.1 节水型社会评价指标体系的构建思路

1、全面反映节水型社会建设的内容。节水型社会的本质特征是建立以水权、水市场理论为基础的水资源管理体制，形成以经济手段为主的节水机制，不断提高水资源的利用效率和效益，实现人与自然的和谐相处，促进经济、资源、环境协调、持续发展。

节水型社会评价内容包括合理用水、节约用水、水资源可持续利用，水资源管理和用水管理，经济社会及和谐社会建设等内容，其中合理用水和节约用水包括工业节水、农业节水、生活节水和水生态环境建设等。

2、符合节水型社会建设的要求。随着人口的增长与经济社会的发展，水资源条件也在不断变化。在同一时期，不同分区的社会经济发展水平和水资源条件也有差异。节水型社会控制与评价指标体系必须与社会经济发展水平与水资源条件相适应，要能够促进不同发展时期节水型社会建设。指标体系在宏观上要能反映水资源利用的可持续性，在微观上也要做到反映不同时期的节水水平。通过建立一套分阶段定量化的评价指标，不断促进节水型社会的建设。

3、重点是促进用水效率和效益的提高。节水型社会是水资源集约高效利用、经济社会快速发展、人与自然和谐相处的社会。宏观上区域发展与水资源承载力相适应，保证可持续发展；中观上水资源配置高效，构建节水型经济，要根据水资源的条件调整产业结构，优化配置水资源；微观上要保证水资源利用的高效率，建立节水型农业、节水型工业与节水型社会。

#### 4.1.2 节水型社会评价指标的选择原则

1、全面系统原则。节水型社会指标体系以提高水资源利用效率为核心、保证经济社会可持续发展为目标，以加强水资源管理、节约用水为主要内容，与建

设和谐社会进程密切相关,综合考虑农业、工业城镇及农村生活用水的需求;考虑开源与节流、需水与供水的关系;考虑农业节水与工业节水、城镇生活节水之间、节水措施的投入与产出、节水与经济、社会、环境之间的关系<sup>[54]</sup>。

2、实际可操作性原则。指标体系不仅要科学客观,更要简便实用。选择指标应简单明了,并充分考虑典型区用水资料的实际情况,做到统计方便易于计算分析,通常以人均、百分比等表示。

3、可比性原则。选择指标要便于进行横向及纵向的分析比较,不仅可以进行不同发展阶段的比较,还要便于与国内不同发展水平区域的对比。指标选择既要参照先进国内水平上的通用指标,又要考虑所选区水资源利用与经济发展和实际情况,制定通用又能反映地区特点的指标体系。

4、定量与定性相结合原则。指标体系应尽量选择定量化指标,难以量化的重要指标可以采用定性描述指标。

#### 4.1.3 节水型社会评价指标体系的特点

1、综合性。节水型社会包括节水型工业、节水型农业、节水型区域的建设,以及经济社会的可持续发展和和谐社会的建设,因此节水型评价指标体系也是一个复杂的大系统。对于不同评价内容都有其相应得评价指标,指标体系是由不同类别的指标组成的系统。

2、系统性与层次性相结合。节水型社会评价指标体系是一个指标众多的复合系统,不同评价内容的指标又组成子系统,各子系统之间相互影响,相互制约<sup>[55]</sup>。因此,建立的指标体系要层次分明,既要能反映节水型社会的总体特征,又要反映各子系统的分类特性,还要体现子系统间、子系统与总系统之间的相互关系。一套完整的指标体系由目标层、系统层和指标层组成:

(1) 目标层:节水型社会评价的目标层在于综合评价区域节水水平经济社会发展水平和可持续发展能力,是指标体系的综合反映。

(2) 系统层:由综合评价和各主要评价内容的评价指标子系统组成。

(3) 指标层:由具体评价指标组成。

3、阶段性。为了促进节水型社会的建设，要制定建设目标。根据不同发展阶段的特点，制定不同的节水型社会建设目标，即节水型建设的近期目标与远期目标，并逐渐实施。与节水型分阶段建设目标相对应，就要确定不同发展阶段各评价指标的不同标准。随着节水型社会的建设与发展，还会有新的目标与要求，因此，节水型社会评价指标体系也要通过不断的修订、调整来完善。

## 4.2 节水型社会评价指标体系的构成

### 4.2.1 节水型社会评价指标体系的构建意义

鉴于经济社会的不断发展，科学技术不断进步，在有限水资源的约束下，节水型社会建设的内容也在发展变化中。又考虑到我国区域或流域间经济发展的不平衡现状，根据节水型社会建设的需要，遵循科学实用的原则，借鉴国际先进水平的节水标准，构建特定经济发展程度和水资源条件下的节水型社会建设指标体系，研究科学的评价模型，适时对节水型社会建设地区进行评价；为推广节水型社会建设量化理论的研究奠定了基础；有利于全面地概括区域与水资源社会经济协调发展的程度、不足之处；有利于解决水资源在开发利用管理上存在的问题；对于规范节水系统，提高用水效率，促进节水都具有重要的现实意义。而选择恰当的评价标准是成功检验节水型建设的各项内容是否合理、是否能指导合理利用现有水资源实现经济社会的可持续发展的关键。

### 4.2.2 节水型社会评价指标体系的分类

从国内外对节水型社会评价指标体系研究的现状看，已有的评价指标体系不够全面统一，统计数据间往往口径不同，使其可用性差。由于节水型社会主要评价对象是需水和节水水平，因此，本课题将从需水和节水两种依据对节水型社会建设评价指标分类。依据用水分类见表 4-1，分为用水强度、用水结构、用水效率等指标；依据节水标准分为生活节水指标、农业节水指标、工业节水指标、节水管理等指标。在综合分类节水评价指标基础上，分析选择几个代表性综合分类

指标，反映节水型社会建设的各类用水节水水平。

表 4-1 节水型社会建设通用评价指标集

准则层	表征项	表征指标	计算方法	单位
现代	信息采集自动化率	地下水信息采集自动化率	$\frac{\text{自动化监测站网数}}{\text{全部站网数}} \times 100\%$	%
	基础信息数字化率	水资源管理 GIS 平台建设率	$(\frac{1}{2} * n + \frac{\text{已建立GIS区县数}}{2 * \text{总区县}}) \times 100\%^1$	%
	管理信息数字化率	节水型社会数据库建设率	$(\frac{1}{2} * n + \frac{\text{建设信息平台区县数}}{2 * \text{总区县数}}) \times 100\%$	%
	信息共享平台建设	沈阳市节水网站	有/无	—
高效	综合用水指标	万元 GDP 用水量	$\frac{\text{总用水量}}{\text{GDP}}$	立方米/ 万元
	农业用水指标	灌溉水综合利用系数	渠系水利用系数 × 田间水利用系数	—
		万元农业增加值用水量	$\frac{\text{年农业用水量}}{\text{年农业增加值}}$	立方米/ 万元
	工业用水评价指标	工业用水重复利用率	$(1 - \frac{\text{工业补充新鲜水量}}{\text{工业用水总量}}) \times 100\%$	%
		万元工业增加值用水量	$\frac{\text{年工业用水量}}{\text{年工业增加值}}$	立方米/ 万元
	三产用水评价指标	万元三产增加值用水量	$\frac{\text{年第三产业用水量}}{\text{年第三产业增加值}}$	立方米/ 万元
	生活用水指标	节水器具普及率	$\frac{\text{节水器具数量}}{\text{生活用水器具数量}} \times 100\%$	%
公共供水效率指标	管网漏失率	$\frac{\text{供水管网漏失水量}}{\text{总供水量}} \times 100\%$	%	
安全	饮水安全指标	饮水达标人口比例	$\frac{\text{饮水达标人口}}{\text{总人口}} \times 100\%$	%
	水环境安全指标	水源水质达标率	$\frac{\text{达标水功能区数}}{\text{水功能区总数}} \times 100\%$	%
	地下水安全指标	地下水位变幅均值	试点末地下水位 - 现状地下水位	m
可持续	体制改革指标	水务体制改革覆盖率	$(\frac{1}{2} * n + \frac{\text{水务体制改革区县数}}{2 * \text{区县总数}}) \times 100\%$	%
	用水管理指标	计划用水率	$\frac{\text{计划用水量}}{\text{用水总量}} \times 100\%$	%
	经济调控评价指标	水资源费征收率	$\frac{\text{实际收费水量}}{\text{应收费水量}} \times 100\%$	%
	水市场管理指标	交易平台和管理制度	有/无	—
	公众参与程度	农民用水者协会个数	成立农民用水者协会累计个数	—

<sup>1</sup> n 是指沈阳市一级建设情况，如果建设则 n=1，否则为 0，本表以下同此；

表 4-2 节水型社会建设合理性评价指标 (用水标准)

分类	描述指标	单位	表述
用水强度	万元 GDP 取用水量	m <sup>3</sup> /万元	区域综合用水水平
	工业万元增加值用水量	m <sup>3</sup> /万元	区域工业用水水平
	综合灌溉定额	m <sup>3</sup> /亩	区域农业灌溉用水水平
	城镇生活用水定额	L/人·日	区域城镇人均用水水平
	农村生活用水定额		区域农村人均用水水平
用水结构	生活需水占总需水量的比例	%	生活需水比例
	农业需水占总需水量的比例	%	农业需水比例
	工业需水占总需水量的比例	%	工业需水比例
	第三产业需水占总需水量的比例	%	第三产业需水比例
	生态需水占总需水量的比例	%	生态需水比例
水利用效率	单方水 GDP 产出	m <sup>3</sup> /万元	用水综合效益
	单方水农业 GDP 产出	m <sup>3</sup> /万元	农业用水效益
	单方水工业 GDP 产出	m <sup>3</sup> /万元	工业用水效益
	单方水第三产业 GDP 产出	m <sup>3</sup> /万元	第三产业用水效益
	灌溉水综合利用系数	%	农业用水效率
	工业用水重复利用率	%	工业用水效率
	单方水第三产业 GDP 产出	m <sup>3</sup> /万元	第三产业用水效率
	管网漏失率	%	生活用水效率
生态环境	节水器具普及率	%	生活节水器具普及程度
	计划用水率	%	水管理程度
	城市污水处理率	%	污水处理程度
承受能力	城市污水处理回用率	%	污水回用程度
	城镇居民人均水费支出系数		城镇居民生活水价承受能力
	农村居民人均水费支出系数		农村居民生活水价承受能力
	亩均水费支出系数		农民对灌溉水价承受能力
需水弹性	工业万元产值水费系数		企业对工业水价承受能力
	农业需水价格弹性系数		农业需水相对于农业水价增长的弹性
	工业需水价格弹性系数		工业需水相对于工业水价增长的弹性
	第三产业需水价格弹性系数		三产需水相对于三产水价增长的弹性
	生活需水价格弹性系数		生活需水相对于生活水价增长的弹性

### 4.2.3 沈阳市节水型社会评价指标体系

沈阳市节水型社会建设评价包括两大方面,一是试点建设的本地服务功能评估,包括对于区域总体社会经济发展、生态环境保护 and 各行业节水的促进,二是试点建设的示范效应评估,包括体制改革、制度建设、经济和市场手段运用以及公众参与等。

试点评价将采取定性和定量相结合的方式,针对试点建设目标实现情况,参照水利部颁发的《节水型社会建设评价指标体系》(试行)选取相关评价指标,

考虑到沈阳市为经济发达缺水地区的具体情况，对通用指标进行了适当的调整，相关定量指标见表 4-3。

表 4-3 节水型社会建设合理性评价指标（节水标准）

目标层	系统层	指标层
节水型社会总体评价指标	总体指标	万元 GDP 用水量
		人均 GDP 增长率
		万元 GDP 用水量递减率
		计划用水率
		自备水源供水计量率
		农业用水比例
		节水单方投资
	生活节水指标	居民生活用水户表率
		节水器具普及率
		自来水厂供水损失率
		城镇生活节水率
		中水利用率
	农业节水指标	灌溉水利用系数
		农业万元增加值取水量
		节水灌溉工程面积率
	工业节水指标	工业万元增加值取水量
		工业用水重复利用率
		工业节水率
		工业废水处理回用率
	水生态指标	水功能区水质达标率
		工业废水达标排放率
		地下水水质达标率
		城市生活污水集中处理率
		生态用水保证率
		地下水超采度
		水土流失治理率
	节水型社会建设管理评价指标	节水型社会建设机构健全
水资源管理、节水法规完善		
水资源规划、节水规划制定		
宣传计划落实		
用水、节水统计制度健全		
		节水科研队伍和经费落实

## 4.3 节水型社会评价

### 4.3.1 节水型社会综合评价方法

节水型社会评价是节水潜力评价的进一步发展,针对性较强,评价结果的实用性较大,开展节水型社会理论和综合评价方法研究,关系到节水型社会发展目标和规划。尽管建立节水型社会的内涵及重要性已被水资源界所认同,但用哪些指标来衡量节水型社会建设的程度,国内外还没有统一的评价标准。节水型社会评价就是对特定地区用水效率和社会生产、生活所需水资源的利用程度和可满足程度量化,在量化研究过程中,由于具体区域的实情千差万别,而且社会、经济不断地发展,科学技术不断地进步,在水资源有限的条件下,如果没有一套明确、清晰的评价指标体系作为衡量标准,则很难将节水型社会从理念的层次上发展成为一种可操作的管理模式,用于指导实际工作以及正确评估建设节水型社会的推广价值。

综合评价是对多属性体系结构描述的对象系统作全局性、整体性的评价,即对评价对象系统的全体,根据所给的条件,采用一定的方法给每个评价对象赋予一个评价价值,再据此进行排序<sup>[66]</sup>。目前常见的综合评价方法有专家评价法、数据包络分析方法、主成分分析法、因子分析、聚类分析、判别分析、灰色关联分析法、AHP法、Delphi法、TOPSIS法、模糊评价法和神经网络法等等,各种方法都有各自的特点和适用范围<sup>[67]</sup>。

本次对沈阳市节水型社会评价采用层次分析评价方法。层次分析评价方法是先建立层次分析结构模型,根据标量原理和两两比较方法构建判断矩阵,利用特征根方法即可确定各方案和措施的重要性排序权值。

### 4.3.2 评价模型建立的步骤

利用 AHP 分析问题的步骤可以分为五个步骤:

#### (1) 建立层次结构模型:

运用 AHP 进行系统分析,首先要将包含的因素分组,并按照因素之间的相互影响和隶属关系将其分层聚类组合,每一组作为一个层次,按照最高层、若干相关的中间层和最低层的形式排列起来,并标明层次之间和层因素之间的联系,

形成一个递阶的、有序的层次结构模型<sup>[60]</sup>。本次建立节水型社会指标体系评价模型结构与其层次结构相吻合。

(2) 构造判断矩阵

任何系统分析都是以一定的信息为基础。AHP 的信息基础主要是对每一层次各因素的相对重要性给出的判断, 这些判断用数值表示出来, 就形成判断矩阵, 构造判断矩阵是 AHP 的关键<sup>[60]</sup>。

判断矩阵表示针对上一层因素而言, 本层次与之有关的因素之间的相对重要性。假定 A 层因素  $A_k$  与下一层因素  $B_1, B_2, \dots, B_n$  有联系, 则判断矩阵可表示如下:

$A_k$	$B_1$	$B_2$	...	$B_n$
$B_1$	$b_{11}$	$b_{12}$	...	$b_{1n}$
$B_2$	$b_{21}$	$b_{22}$	...	$b_{2n}$
...	...	...	...	...
$B_n$	$b_{n1}$	$b_{n2}$	...	$b_{nn}$

其中,  $b_{ij}$  对于  $A_k$  而言,  $B_i$  对  $B_j$  的相对重要性的数值表示,  $b_{ij}$  通常其 1,2,3, ..., 9 及它们的倒数, 其含义为

- $b_{ij}=1$ , 表示  $B_i$  与  $B_j$  一样重要;
- $b_{ij}=3$ , 表示  $B_i$  比  $B_j$  重要一点 (稍微重要);
- $b_{ij}=5$ , 表示  $B_i$  比  $B_j$  重要 (明显重要);
- $b_{ij}=7$ , 表示  $B_i$  比  $B_j$  重要的多 (强烈重要);
- $b_{ij}=9$ , 表示  $B_i$  比  $B_j$  极端重要 (绝对重要)。

它们之间的数 2,4,6,8 及各数的倒数具有相类似意义。

(3) 层次单排序

所谓层次单排序是指, 根据判断矩阵计算对于上一层某因素而言, 本层次与之有联系的因素的重要性次序的权值。层次单排序可以归结为计算判断矩阵的特征根和特征向量问题, 即对判断矩阵  $B$ , 计算满足:

$$BW = \lambda_{max} W$$

式中  $\lambda_{max}$  为  $B$  的最大特征根,  $W$  为对应与  $\lambda_{max}$  的正规化特征向量,  $W$  的分量  $W_i$  即为相应因素单排序的权值。

(4) 层次总排序



利用同一层中所有层次单排序的结果,就可以计算针对上一层次而言,本层次所有因素重要性权值,这就是层次总排序。它需要从上到下逐层顺序进行。

#### (5) 一致性检验

为评价层次总排序的计算结果的一致性如何,需要与排序进行一致性指标检验。

*AHP* 将人们的思维过程和主观判断数学化,不仅简化了系统分析与计算工作,而且有助于决策者保持其思维过程和决策原则的一致性,所以,对于难以全部量化处理的问题,能得到较为满意的决策结果<sup>[60]</sup>。

### 4.4 沈阳市节水型社会评价

利用建立起的节水型社会评价指标体系和判别方法,应用到沈阳市现状下的节水型社会建设指标评价中,从而可以判别沈阳目前状况下的节水型社会总体评价结果。

#### 4.4.1 指标权重的确定

指标权重的确定就是对各指标的重要性进行评价,指标越重要,其权重越大。权重一般要进行归一化处理,使之介于0与1之间,各指标权重之和为1。本次采用以上介绍的层次分析法,进行权重确定。

#### 4.4.2 指标标准化

指标是节水型社会总体评价水平的参数,但原始指标有可能存在着量纲不同和原始数据大小相差悬殊等问题,因此在评价前必须对指标进行标准化处理。首先,确定各指标的最大值  $F_{\text{最大值}}$  和  $F_{\text{最优值}}$ , 然后对越大越优的指标用式变换,对越小越优的指标用式变换:

$$P = 100 - (F_{\text{最优值}} - P_{\text{评价值}}) / F_{\text{最优值}} * 100$$

$$P = (1 - (P_{\text{评价值}} - F_{\text{最优值}}) / (F_{\text{最大值}} - F_{\text{最优值}})) * 100$$

式中:  $P$  为标准化后指标值;  $P_{\text{评价值}}$  为实际评价指标值;  $F_{\text{最大值}}$  为评价中的最大值,  $F_{\text{最优值}}$  为评价中的最优值<sup>[61]</sup>。具体指标标准化的转化见表 4-4, 表中  $F_{\text{max}}$ 、 $F_{\text{0}}$  分别代表公式中的评价最大值和评价最优值。

### 4.4.3 总体评价的计算

根据以上建立的评价指标体系和评价方法,利用 AHP 确定各个评价指标的权重。由各因素的重要性比较构造判断矩阵进行计算,所得判断矩阵采用和积法计算,其相应计算结果如下:

(1) 判断矩阵 A—B (相对于总体目标而言)

A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	W
B <sub>1</sub> 综合	1	3	3	4	3	3	0.435
B <sub>2</sub> 农业	1/3	1	1	2	1	1	0.126
B <sub>3</sub> 工业	1/3	1	1	2	1	1	0.126
B <sub>4</sub> 城市生活	1/4	1/2	1/2	1	1/2	1/2	0.06
B <sub>5</sub> 生态	1/3	1	1	2	1	1	0.126
B <sub>6</sub> 节水管理	1/3	1	1	2	1	1	0.126

$\lambda_{max}=6.074, CI=0.015, RI=1.24, CR=0.012 < 0.1$

式中 W 为正规化权重向量,  $\lambda_{max}$  为判断矩阵的最大特征根, CI 为层次排序一致性指标  $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ , RI 为层次排序平均随机一致性指标, CR 为层次排序随机一致性比例。当  $CR = CI / RI = 0.012 < 0.1$  时,表明判断矩阵具有满意的一致性。

(2) 判断矩阵 B<sub>1</sub>—C

B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	W
C <sub>1</sub>	1	1	1	1	2	2	4	0.201
C <sub>2</sub>	1	1	1	1	2	2	4	0.201
C <sub>3</sub>	1	1	1	1	2	2	4	0.201
C <sub>4</sub>	1	1	1	1	2	2	4	0.201
C <sub>5</sub>	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1	3	0.074
C <sub>6</sub>	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1	3	0.097
C <sub>7</sub>	1/4	1/4	1/4	1/4	1/3	1/3	1	0.026

$\lambda_{max}=7.063, CI=0.011, RI=1.32, CR=0.008 < 0.1$

判断矩阵具有满意的一致性。

(3) 判断矩阵 B<sub>2</sub>—C

B <sub>2</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	W
C <sub>8</sub>	1	2	2	2	3	0.391
C <sub>9</sub>	1/2	1	1	1	2	0.177
C <sub>10</sub>	1/2	1	1	1	2	0.177
C <sub>11</sub>	1/2	1	1	1	2	0.177
C <sub>12</sub>	1/3	1/2	1/2	1/2	1	0.08

$\lambda_{max}=5.058, CI=0.015, RI=1.12, CR=0.013 < 0.1$

判断矩阵具有满意的一致性。

(4) 判断矩阵 B<sub>3</sub>-C

B <sub>3</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	W
C <sub>13</sub>	1	2	2	0.586
C <sub>14</sub>	1/2	1	1	0.207
C <sub>15</sub>	1/2	1	1	0.207

$\lambda_{\max}=3.081$ ,  $CI=0.041$ ,  $RI=0.58$ ,  $CR=0.07 < 0.1$

(5) 判断矩阵 B<sub>4</sub>-C

B <sub>4</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>19</sub>	W
C <sub>16</sub>	1	1	2	3	0.378
C <sub>17</sub>	1	1	2	3	0.378
C <sub>18</sub>	1/2	1/2	1	2	0.165
C <sub>19</sub>	1/3	1/3	1/2	1	0.079

$\lambda_{\max}=4.119$ ,  $CI=0.040$ ,  $RI=0.900$ ,  $CR=0.044 < 0.1$

判断矩阵具有满意的一致性。

(6) 判断矩阵 B<sub>5</sub>-C

B <sub>5</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>25</sub>	C <sub>26</sub>	W
C <sub>20</sub>	1	1	1	2	3	3	3	0.232
C <sub>21</sub>	1	1	1	2	3	3	3	0.232
C <sub>22</sub>	1	1	1	2	3	3	3	0.232
C <sub>23</sub>	1/2	1/2	1/2	1	2	2	2	0.119
C <sub>24</sub>	1/3	1/3	1/3	1/2	1	1	1	0.061
C <sub>25</sub>	1/3	1/3	1/3	1/2	1	1	1	0.061
C <sub>26</sub>	1/3	1/3	1/3	1/2	1	1	1	0.061

$\lambda_{\max}=7.071$ ,  $CI=0.019$ ,  $RI=1.32$ ,  $CR=0.009 < 0.1$

判断矩阵具有满意的一致性。

(7) 判断矩阵 B<sub>6</sub>-C

B <sub>6</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>25</sub>	W
C <sub>26</sub>	1	2	3	2	3	4	0.369
C <sub>27</sub>	1/2	1	2	1	2	3	0.195
C <sub>28</sub>	1/3	1/2	1	1/2	1	2	0.095
C <sub>29</sub>	1/2	1	2	1	2	3	0.195
C <sub>30</sub>	1/3	1/2	1	1/2	1	2	0.095
C <sub>31</sub>	1/4	1/3	1/2	1/3	1/2	1	0.05

$\lambda_{\max}=6.112$ ,  $CI=0.022$ ,  $RI=1.24$ ,  $CR=0.018 < 0.1$

判断矩阵具有满意的一致性。

#### 4.4.4 综合评价模型的评价结果

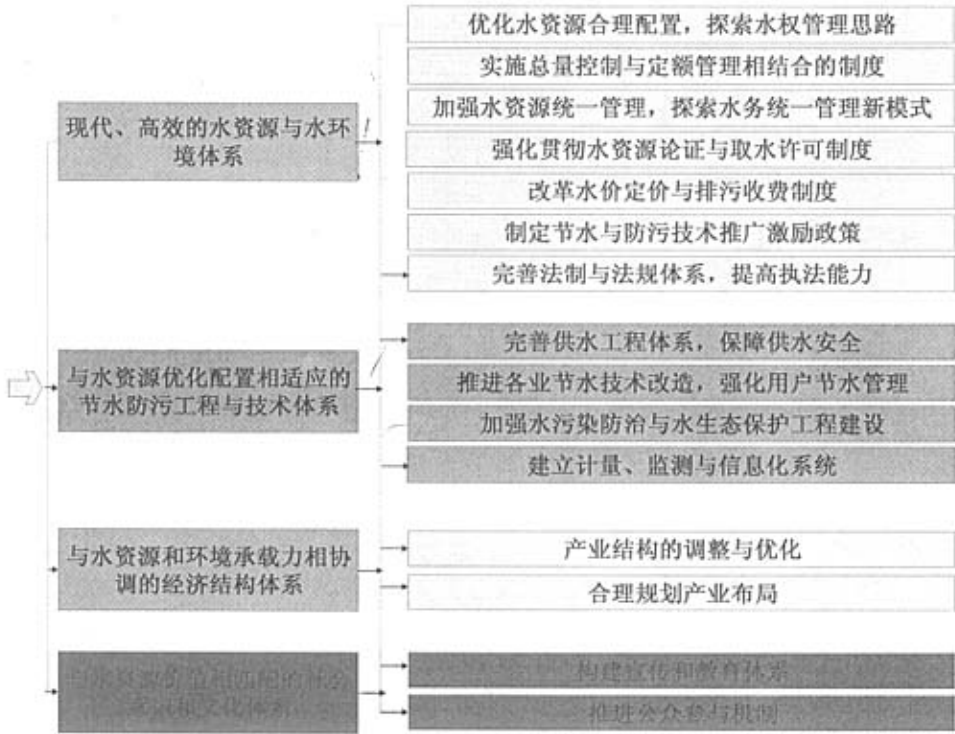
沈阳市节水型社会总体评价为 85.5 分，从表中分析可得在生活和工业节水方面沈阳市取得了较好的效果，但由于水资源的过度开发，影响了水资源的可持续利用，加之地表、地下水资源污染严重，对沈阳市的生态环境用水造成了严重影响，生态环境评价仅为 54.9 分，表明沈阳市的生态用水问题已经成为迫切需要在节水型社会建设中完善的环节。这一评价结果与沈阳市的客观实际相符。

表 4-4 沈阳市节水型社会评价指标标准值转化表

分类	指标	指标值	FM	FU	标准值
总体指标	万元 GDP 用水量	74	350	74	100
	人均 GDP 增长率	13.2	13.2	13.2	100
	万元 GDP 用水量递减率	13.1	14.3	14.3	92
	计划用水率	100	100	100	100
	自备水源供水计量率	95	100	100	95
	农业用水比例	52.0	69.0	44.6	60
	节水单方投资	5	5	5	100
生活节水指标	居民生活用水户表率	100	100	100	100
	节水器具普及率	70	70	70	100
	自来水厂供水损失率	11.9	28.0	5.9	73
	城镇生活节水率	10	10	10	100
	中水利用率	5	5	5	100
农业节水指标	灌溉水利用系数	0.46	0.80	0.80	58
	农业万元增加值取水量	1191	1500	901	87
	节水灌溉工程面积率	52.7	79.1	79.1	67
工业节水指标	工业万元增加值取水量	35	250	35	100
	工业用水重复利用率	80	90	90	89
	工业节水率	30	30	30	100
	工业废水处理回用率	11	12	12	92
水生态指标	河流水质达标率	15.1	80.5	80.5	19
	工业废水达标排放率	85	100	100	100
	地下水水质达标率	60	100	100	60
	城市生活污水集中处理率	50	85	85	59
	生态用水保证率	15	100	100	15
	地下水超采度	0	100	100	0
	水土流失治理率	75	85	85	90
节水型社会建设管理评价指标	节水型社会建设机构健全	95	100	100	95
	水资源管理、节水法规完善	95	100	100	95
	水资源规划、节水规划制定	90	100	100	90
	宣传计划落实	90	100	100	90
	用水、节水统计制度健全	85	100	100	85
	节水科研队伍和经费落实	85	100	100	85

## 第 5 章 沈阳市节水型社会建设的四大支撑体系

沈阳市节水型社会建设应在科学发展观的统领下,以全市整体发展对节水型社会建设的内在需求为导向,以建设现代水务管理体系、完善工程技术体系、升级产业结构、构建“人水和谐”文化为出发点,整体部署节水型社会建设内容内容及任务,建设四大支撑体系:①现代、高效的水资源与水环境管理体系;②与水资源优化配置相适应的节水防污工程与技术体系;③与水资源与水环境承载力相协调的经济结构体系;④与水资源价值相匹配的社会意识和文化体系。建设基本框架图如下。



### 5.1 现代、高效的水资源与水环境管理体系

#### 5.1.1 实施总量控制与定额管理相结合的制度

——实施取水与排污相结合的“双总量”控制制度 (1)确定取用水总量控制指标。

兼顾需要和可能,结合流域水量和水权分配结果,综合考虑试点地区不同阶段区域水资源条件和生态环境保护需要,确定不同时期基本生态用水和地下水保护需求,科学制定地表水和地下水取用水总量控制指标,作为社会经济用水的约束条件。

(2) 确定排污总量控制指标。根据试点地区水域功能区划分和不同时期水环境治理与保护目标,结合不同水体水量纳污能力,制定区域排污总量控制指标,作为区域废污水排放约束条件。

(3) 制定总量控制实施方案。搭建以流域二元水循环综合模拟为“发动机”的数字流域,对水量、水质和生态过程进行综合模拟,确定取用水和排污总量控制的具体实施方案,作为水资源和水环境管理的工具。

——计划用水与定额管理紧密结合 一是计划用水要以用水定额为主要衡量指标。对在水行政主管部门管理范围内的计划管理,可以直接实施用水定额管理;对在水行政主管部门外的计划用水管理,,要求供水单位在申报年度用水计划时,按照用水定额管理的规定计算、申报用水计划,水行政主管部门进行核实,实施间接的用水定额管理。二是把用水定额作为节水型产品认证与市场准入的主要衡量指标;三是把是否达到用水定额标准作为实施节水“三同时”管理依据;四是企业内部节水管理和指标分解的依据;五是把用水定额作为评价节水水平的主要依据。

### 5.1.2 强化贯彻水资源论证与取水许可制度

水资源论证制度的贯彻落实是实现区域水资源持续利用的重要关键。在节水型社会建设过程中,需要进一步强化贯彻水资源论证与取水许可制度。完善取水许可制度主要包括以下几个方面的内容:一是将取水许可与水资源可利用量相挂钩,按照水资源评价所确定的水资源可利用总量发放取水许可证,实行总量控制下的取水许可制度<sup>[62]</sup>;二是将地表水、地下水、外调水等一次性淡水资源全部纳入取水苛刻范畴,实施全口径的取水许可制度;三是要特别加强一些特殊地区的取水许可的监管,如地下水超采区、公共供水管网覆盖范围的自备水源的管理;四是要进一步完善与取水许可相配套的水资源论证制度,包括严格论证主体资格、规范论证程序、实行论证结果责任制和论证结果公示与质询制度等等;五是

争取配合取水许可条例颁布,对已颁发的需水许可进行重新核定和评估。

### 5.1.3 改革水价定价与排污收费制度

——完善水资源价值体系构成 规划期的主要任务是进一步理顺水价体系的结构和水平,建立完善的水价体系和排污收费制度。主要包括:

①合理调整水资源费征收标准。充分发挥水资源费的市场调节作用,加大不同水源、不同行业、不同地区标准的差异程度。提高地下水的收费标准,特别是体现地下水超采区和非超采区标准的差异。规范水资源费征收和使用管理,把水资源费真正用于开发、利用、保护等水资源管理项目上;

②完善排污收费制度。在排污许可范围内实行有偿排污,科学制定和调整区域排污收费标准,超标排污处罚不属于有偿排污范畴,避免“以罚代管”现象发生;

③积极调整污水处理费用。扩大污水处理费征收的范围,污水处理费收取标准要调整到保证污水处理厂正常运行的水平;

④制定再生水的合理价格。确定再生水价与现有水价的合理比价关系,激励再生水的推广和利用。

——推进各用户水价水平与结构改革 ①推进农业水价改革。重点为健全农业供水补偿机制、加强水价的成本核定和管理、推行计量收费制度、实行奖励管理或累进加价制度以及适当引入差异水价(如季节差价、地区差价等)等;

②推进工业水价改革。重点为推行全成本定价,实行计量收费和超定额超计划累进加价制度;

③推进生活水价改革。水价应能有效地激励节水行为,并实行对贫困用水户的优惠补贴制度,以保证基本的生活用水权。

### 5.1.4 制定节水与防污技术推广激励政策

——建立节水产品认证和市场准入制度 建立和完善节水产品认证制度,规范节水产品市场。依据国家定期发布的“淘汰落后的高耗水工艺和设备(产品)目录”和“鼓励使用的节水工艺和设备(产品)目录”,实行市场准入制度,普及节水器具

和节水产品。

——制定节水防污优惠政策 加大国家发展改革委员会等四部委联合发布的《中国节水技术政策大纲》的执行力度，制定相应的激励性经济政策。重点包括以下方面：①政府以直接投入、补贴、贴息、贷款、减免税、减免行政事业收费等多样化形式，引导社会资金对节水工程、节水企业和节水产业的投入；②对符合国家产业政策，并稳定达标排放的企业，其污染治理设施经环保部门验收合格，可享受3年免征所得税优惠，第4年至第5年减半征收所得税；对循环经济示范企业，可申请税务部门审核，给予3年免征所得税优惠；③对消费者购买节水产品、设施和器具提供必要的资金优惠。

——建立水基础设施的良性运行机制 建立科学、合理的融资机制是水资源开发、供水系统、污水处理及其他基础设施发挥作用的重要保证。沈阳市应适应市场经济体制转变的形势要求，逐步建立起国家、地方和用水户参与的多元化、多渠道投融资体系。

### 5.1.5 完善法制与法规体系，提高执法能力

——整合现有地方法规体系，建设新型法规体系 在严格贯彻《水法》、《水污染防治法》、《取水许可和水资源费征收管理条例》等国家法律与规章的同时，还需要结合区域水资源管理实践，针对地区节水型社会建设主要内容，制定和修订节水与水资源管理的区域性规章，如节约用水管理办法，取水许可和水资源费征收使用管理办法等，完善节水型社会建设的法规体系。

——优化执法队伍，提升执法能力 理顺执法体制，加强各级执法队伍建设，完善各项规范化制度，提高水行政执法能力，推进依法行政，加大执法监督力度，将节水型社会纳入法制化轨道，实现依法治水和依法节水。



## 5.2 与水资源优化配置相适应的节水防污工程与技术体系

### 5.2.1 完善供水工程体系，保障供水安全

供水工程体系是节水型社会建设的重要支撑。在节水型社会建设过程中，需要进一步优化完善现有水利工程体系，构建与水资源配置格局相协调的供水工程体系，满足区域水资源有效蓄积及调配快速响应的实践需求，保障供水安全。在对现有供水工程体系进行系统评估的基础上，结合区域水资源的整体配置格局，对相关工程进行定位基础上，废除相关失效水利工程和与新时期配置格局不相适应的供水工程；对相关病险工程进行系统加固，新修相关蓄水工程、调节性工程及配套工程。主要包括以下建设内容：科学定位和系统评估现有区域性供水工程；蓄水工程除险加固与新建相结合，增强蓄水能力，保障蓄水安全；加强河流整治，提高河流防洪能力，确保输水安全；压采与适度挖潜相结合，调整地下水供水工程体系；完善外调水的配套输水系统，确保外调水的高效调度；加强城市供水管网改造，确保城市供水安全；加强农村人饮工程体系，促进社会主义新农村建设；系统建设非常规水源供水工程体系，提升区域整体用水效率（益）；建设应急供水工程系统，确保城市稳定发展。

### 5.2.2 推进各业节水技术改造，强化用户节水管理<sup>[63]</sup>

(1) 农业节水技术改造。一是改革传统灌溉制度，推行非充分灌溉技术，提倡在作物需水临界期及重要生长发育时期灌“关键水”；二是加大渠系和田间节水改造力度。对输水损失大的支渠及其以上渠道优先防渗，对无回灌补源任务的井灌区固定渠道全部防渗，大力改进地面灌水技术，推广小畦灌溉、细流沟灌和波涌灌溉，合理确定沟畦规格和地面自然坡降，推广高精度平整土地技术，鼓励使用激光平整土地；三是增加对有效降水利用程度。大力推广生物节水与农艺节水技术，协调作物耗水和天然降水关系，提高有效降水利用比例；四是结合设施农业，因地制宜扩大喷微灌面积。

(2) 工业节水技术改造。一是选择重点行业和企业，加大对传统工业用水工艺改造力度，降低单位产品的取用水量；二是加大工业水的循环利用，包括提高工业水的重复利用率和加大再生水回用；三是加强工业行业和企业用水管理，

全面推行定额管理制度，完善用水计量与监控设施，落实节水责任，建立激励机制。

(3) 公共供水管网改造。一是推广预定位检漏技术和精确定点检漏技术，提高管网改造的针对性和效率；二是在供水管网改造中，推广应用新型管材，同时采用供水管道连接、防腐等方面的先进施工技术；三是重视公共供水企业自用水节水，推行反冲洗水回用技术。

### 5.2.3 加强水污染防治与水生态保护工程建设

农业水污染控制工程与重点技术有：①加快农村污水的收集和处理。②推进农业面源污染控制技术。③修复已污染的土地。为进一步加大工业污染防治，实现工业污染从末端治理向生产全过程控制的转变，工业方面主要措施一是加强工业污染源的治理。二是制定清洁生产方面配套的标准、指标和政策体系，推广清洁生产。除了上述两大领域，污水集中处理工程、供水安全与水源地保护工程与技术、地下水恢复与污染控制工程亦是水污染防治与水生态保护重点建设工程。

### 5.2.4 建立计量、监测与信息化系统

——管理信息基础平台建设。①基于现代空间信息技术的水管理信息平台建设；②管理信息数据库建设。包括水资源数据库、供用水数据库、节水数据库、排污数据库、水工程信息数据库、水生态环境信息数据库等；③管理信息系统建设。健全基础水情信息和用水管理信息的采集、传输、管理体系。

——水资源调配决策支持系统建设。主要建设沈阳市水资源调配管理信息系统、沈阳市城市供水调度系统等。

——信息共享体系建设。①完善水行业局域网，推进信息的网络传输和网上办公，提高行政管理效率；②建立节水网站，实现节水型社会建设信息的广泛共享，尊重社会知情权。

## 5.3 与水资源与环境承载力相协调的经济结构体系

### 5.3.1 调整与优化产业结构

#### ——国民经济结构的调整与优化

科学评价现状区域水资源开发利用程度,测度现状产业发展与水资源承载能力的协调程度,同时结合区域的资源、技术和经济基础与优势,科学提出基于区域水资源承载能力的产业调整与重点发展方向。为适应区域水资源和水环境承载能力要求,沈阳市应进一步推动经济结构优化和产业升级。逐步实现降低高耗水的第一、二产业比重,提高第三产业比重。

#### ——工业结构的升级与优化

工业是沈阳市老工业基地振兴及国民经济发展的主要推动力量。工业结构是影响水资源消耗水平和水环境污染程度的重要因素<sup>[63]</sup>。节水型社会建设期间,沈阳市在工业结构升级与优化方面的主要任务为严格限制新建高耗水、用水效率低和水污染严重的行业项目;大力发展高新技术产业,推进工业生产向规模化、集约化和效益化的方向发展。

#### ——农业种植结构的调整与优化

通过农业结构的调整和优化,促进农业用水效率的提高。主要任务包括:①控制灌区灌溉面积的发展规模。充分利用有限的水资源,合理地控制水田发展规模,提高耕地的利用效率;②合理优化作物结构,大力发展耐旱、高效作物;③积极发展绿色产品和有机产品,建设无公害、绿色、有机食品基地;④发展生态农业,加强农业生态产业园建设。

### 5.3.2 科学规划产业布局

根据区域水资源分布,科学规划产业布局,提高区域产业布局与水资源条件的空间适配性。具体工业发展总体布局为在生态功能区划的基础上,综合考虑各地水资源和水环境的承载能力、所处生态功能区的位置及现有工业基础等因素,

确定沈阳市工业发展的总体格局为“东汽”、“南高”、“西重”和“北农”四大板块。基于沈阳生态功能区划,结合各县(区)的地理位置、生态环境状况、发展优势、农村经济和社会发展状况等多方面因素,按照“因地制宜与凸现特色、分类指导与整体推进、整合资源与发挥优势、区域互动与协调发展”的原则,沈阳市农业的发展布局为“四片一环”。

## 5.4 与水资源价值相匹配的社会意识和文化体系

### 5.4.1 构建宣传和教育体系

在宣传和教育方面,利用广播、电视、报刊、杂志和互联网等多种形式,广泛、深入、持久地开展宣传,促使社会公众树立正确的用水观念,并将其转化为自觉行动。具体包括:

①社会公众教育:通过举办各种反映节水型社会建设的摄影图片展览、科技成果展览;编制节水与环境保护的市民手册、文学作品和科普读物;编排创作反映节水与水资源保护的剧目;出版有影响的水资源与环境保护类的图书、期刊和杂志等形式,在全社会形成节约用水、防治水污染、保护水资源的良好生活方式。

②学生教育:编写相关中、小学课本,建设节水型社会建设的宣传教育基地;

③管理人员教育:组织各级政府领导干部和企业、社区管理人员进行培训,提高水资源管理的领导素质。

### 5.4.2 推进公众参与机制

#### ——公众参与的组织机构建设

针对沈阳市的实际情况,公众参与的组织机构建设,主要包括以部分:一是积极组建农民用水协会。二是在主要城市社区和工业企业组建城镇用水者协会和工业行业用水者机构的示范,对城市和工业用水进行监督和管理。三是因地制宜地组建生态环境保护机构,具体包括:①组建环保自愿者联合会;②组建企业环

境保护的职工参与组织；③组建社区生态环境管理办公室<sup>[64]</sup>。

### ——公众参与的信息化与制度化平台建设

建立水情公示与通报制度、重大用水项目水资源论证结果公示与质询制度，重大水事决策听证制度，为公众参与建设节水型社会提供良好的软环境。同时建设公众参与的信息平台，广泛接纳公众参与信息，实现公众与水管理部门的信息交流和互动，引导社会广泛参与<sup>[65]</sup>。

## 第 6 章 沈阳市节水型社会建设保障措施

建设节水型社会与经济社会发展、水资源开发利用、生态建设、环境保护的多个方面密切相关,涉及全社会的多个行业和部门,关系到千家万户,需要对经济体制、制度机制、法制环境进行三大方面的改革和完善,要采取有效措施,调动全社会的力量,建立节水型社会。

### 6.1 理顺管理体制, 加强组织领导

建设节水型社会是一项全社会参与的综合性系统工程,涉及面广、任务重大,必须切实加强政府对建设节水型社会的组织领导和技术监督,同时高效的组织领导机制也是节水型社会建设的首要保障。一是在上级领导小组的统一领导下,实行首长负责制,对城市供水、节水和污染防治工作负总责,各部门要树立全局观念,负责落实制定具体工作方案,把节水型社会建设真正纳入国民经济和社会发展规划中,形成全市建设节水型社会的统一领导机制。二是建立和完善节水型社会建设的协调合作工作机制,协调处理上下各级之间、地方政府和各级水行政主管部门之间、行政区域和流域分区间的关系,切实做到沟通无限、信息共享,协同推进节水型社会的建设工作。

### 6.2 加强政策指导, 制定建设规划

节水型社会建设核心是社会生产关系的调整,需要在体制和机制方面进行大胆尝试和探索,因此国家应从建设节约型社会的高度出发,加大资金、税收等方面的政策支持力度,给予试点地区和城市相对较为宽松的政策环境。地方也需要加大对于试点地区、试点行业、试点单位的政策扶持,保障节水型社会建设成效与目标的实现。

### 6.3 加大投资力度, 拓宽融资渠道

逐步建立多层次、多渠道、多元化的节水型社会建设投资体制,一方面要加大国家和地方对节水型社会建设相关项目的投资力度,积极探索 BOT、TOT 等市场融资方式,拓宽融资渠道。并且要加强控制筹措资金的使用用途,政府设立节水型社会建设的专项资金,用于节水型社会建设的前期启动、国家和省级投资

项目的地方配套，以及工业节水技改、生活节水器具推广等的引导性资金。另一方面鼓励民间资本投入节水设备（产品）生产、农业节水、工业节水改造、城市管网改造、污水处理等项目，并给予相应的优惠政策。

#### **6.4 加强基础研究，强化科技保障**

加强科技队伍的建设，加大节水型社会自主创新力度，在基础理论和实用技术等方面开展攻关，解决节水型社会建设中的各类问题，同时还要加强与国内研究机构及试点省市的交流合作，学习借鉴国内外发展循环经济的成熟技术与成功经验，总结并推广市内外在发展节水型社会建设方面的有效做法，走出一条既与国际接轨又有沈阳特色的建设节水型社会路子。

## 第7章 总结与展望

我国是一个水资源贫乏、用水效率不高的国家，水资源问题已严重制约了经济社会的可持续发展。现在的水资源开发利用方式已经导致许多生态环境问题，把节水工作贯穿于国民经济发展与生产生活的全过程，全面建立节水型机制、建设节水型社会，对于保证水资源的可持续利用，具有重要意义。本文在总结探讨节水型社会建设相关理论的基础上，结合实际需求和作者认识取得了一些研究成果。

### 7.1 主要结论

本论文充分融合节水型社会建设和水资源相关研究理论与技术的新进展，采用了三次平衡技术、建立了层次化评价指标体系、构建了节水型社会建设的四大支撑体系，并运用到沈阳市节水型社会建设的实际，这些观点和方法需要在以后的实践过程中进一步证实。所以，还未达到创新这个层次，仅总结以下结论供大家参考：

1、总结了节水型社会建设理论的研究进展、存在问题和发展趋势。详细介绍了国内外节水型社会的发展历史和研究现状；并对节水型社会建设的研究方向进行了展望。

2、分析总结了节水型社会建设的整体框架。节水型社会建设是一个涉及方面极其庞大的系统工程，是由自然科学和社会科学复合而成的复杂系统，因此需要协调好水资源系统、经济系统和社会系统间的关系，分阶段的在多层次、多领域展开。

3、总结了节水型社会建设之基础-水资源需求预测的方法，并对水资源和水环境约束下的经济增长模型进行了重点探讨。本文运用的需水预测调节模型通过分析预测区水需求调节影响因子的变化是如何影响需水量的，计算出了节水型社会建设中有效的水资源需求量，为解决节水型社会建设中的供需平衡矛盾提供针对性的对策。

4、在对典型区域供需水预测计算基础上分别进行了基于现状供水能力、当地水水资源承载能力、外调水的三次平衡分析，通过强化节水当地水源与外调水



联合配置措施,沈阳全区最大缺水率为9%,水资源状况已能够满足区域整体可持续发展的要求,并为进一步进行三次平衡下的水资源合理配置和探讨相应的节水政策提供了科学基础平台。

5、建立了节水型社会建设控制指标体系,并运用层次分析法对沈阳市现状状况下节水型社会建设进行了总体评价研究。通过计算表明现状状况下沈阳市节水型社会建设总体评价得分为85.5,距离理想目标仍有很大差距,尤其是生态环境评价较差,说明现状下该区域特别需要对生态环境用水作进一步调整,以改善其整体建设水平。

6、采用水资源大系统分析和多目标决策技术,系统构建了沈阳市节水型社会建设的四大支撑体系,即:(1)现代、高效的水资源与水环境管理体系;(2)与水资源人格化配置相适应的节水防污工程与技术体系;(3)与水资源与水环境承载力相协调的经济结构体系;(4)与水资源价值相匹配的社会意识和文化体系;整体部署沈阳市节水型建设内容。

## 7.2 存在问题与研究展望

虽然论文在研究过程中得到的一些研究成果,但不可能周全的考虑系统的复杂性和各方面相关因素,难免还存在不足之处,需要在理论方法和实际应用上作进一步深入研究。

### 7.2.1 存在问题

1、节水型社会建设中基础数据精度不高。基础用水数据的收集与整理是节水工作开展的最基本的条件,历史用水资料的准确性决定了节水规划的合理与否。本文计算中所用数据较多,对于这些海量数据没有在计算前进行细致的分类,现有的资料有些还不能满足计算需要,简化处理后降低了计算结果的精确度。

2、节水型社会建设中生态环境需水研究不足。节水型社会建设具有节水和保护水生态环境的双重目标,因此节水型社会建设中对水资源需求的研究必须合理估计和正确计算生态环境需水量,在保证生态需水前提下发展经济,协调社会发展与生态环境之间的关系,维护生态平衡。本文对生态环境需水研究不够。

3、需水预测模型不能实现水量水质联合预测。本文需水预测中缺乏对水质

情况的考虑,没有预测出不同水质情况下的水资源需求量,因此,需要加强水量、水质联合预测问题的研究。

### 7.2.2 未来展望

节水型社会建设问题,目前是国内外研究的热点。而水资源系统、经济系统、社会系统的复杂性也决定了节水型社会建设这个涵盖三个复杂系统的研究将是一个不断发展的过程。结合在论文研究中的个人体会,作者认为以下几个方面将成为本领域今后的研究重点:

1、建立水权制度为基础的水资源合理配置体系。由于水资源分布的不均匀,特别是流域与行政区域的不重合性,在水资源配置上就不可避免的涉及到水权问题。明确水权制度,在宏观上建立水资源合理配置模型进行宏观控制,在微观上利用水市场进行调节,是我国现代水资源优化配置的一个方向。

2、高新技术在节水型社会建设领域的应用。信息化是当今世界经济和社会发展的趋势,水利信息化是水利现代化的基础和重要标志。随着计算机技术等一些高新技术的发展和节水管理体制的完善,节水型社会建设的内涵将趋于完善。开发不同于传统水资源管理信息系统的节水型社会建设管理信息系统,当前尚未有较成熟的软件,具有较大的扩展空间。

3、节水型社会建设评价指标体系理论需进一步研究。建立完整、通用的节水型社会建设控制指标体系,并对建设程度进行总体评价,使节水型社会建设更趋合理,避免了建设过程中的盲目性。目前节水型社会指标体系和效果评价缺乏系统性的研究,完善而成熟的区域水资源可持续利用评价指标体系还没有建立起来,缺乏新理论、新方法的应用探讨,评价指标的定量化筛选、权重的确定和群决策理论方法的研究也不够成熟。

## 参考文献

- [1] 钱正英,张光斗主编. 中国可持续发展水资源战略研究综合报告及各专题报告[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2001
- [2] 王建华.基于社会学的节水型社会建设理论纲要[A]. 北京:中国水利水电出版社 中国水利学会 2005 学术年会论文集[C], P3-7. 2005
- [3] 姜文来,唐曲,雷波等著.水资源管理学导论[M].北京:化学工业出版社、环境科学与工程出版中心,2005
- [4] 甘满堂,黄河.创建节水型社会的社会学分析[J].内蒙古:内蒙古社会科学,2004
- [5] 汪恕诚.水权和水市场-谈实现水资源优化配置的经济手段[A].南京:河海大学出版社 中国水权、水价与水市场研究论文集[C], P20. 2002
- [6] 刘墉等.发展节水农业要实现水权管理制度的创新[J].北京:农业经济问题,2002
- [7] 谢继忠.水法:建立节水型社会的法律保障[J].河西学院学报,2003
- [8] 李希,田宝忠.建设节水型社会的实践与思考[M].北京:中国水利水电出版社,
- [9] 李瑞昌.论市场经济条件下的公众参与公共决策[J].福建行政学院福建经济管理干部学院学报. No.1 2002
- [10] 陈国桥.略论水市场建设与公众参与[A].南京:河海大学出版社 中国水权、水价与水市场研究论文集[C], P414-416. 2002
- [11] 汪恕诚.水权管理与节水社会[J].中国水利, 2001, (4).
- [12] 陈莹,赵勇,刘昌明.节水型社会的内涵及评价指标体系研究初探[J].北京:干旱区研究,2004
- [13] 水利部发展研究中心调研组.全国节水型社会试点的调研[J].北京:中国水利,2003
- [14] 梁建义.创建节水型社会,加强节水用水管理措施[J].北京:南水北调与水利科技,2003
- [15] 魏衍亮.美国水权理论基础、制度安排对中国水权制度建设的启示[J].比较法研究,2002
- [16] Global Water Partnership Technical Advisory Committee (TAC). TAC Background Papers No.4: Integrated Water Resources Management[M]. Stockholm Sweden, Global Water Partnership. ISSN: 1403-5324. ISBN: 91-630-9229-8. 2000
- [17] MONCUR J E T. Drought episodes management:the role of price[J].Water Resource Bulletin,1989,25(3):499-505.
- [18] 索利生.建设节水型社会-社会经济发展的必经之路[J].北京:中国水利,2003
- [19] 张岳.关于中国建设节水型社会的几点认识和建议[A].南京:河海大学出版社 中国水权、水价与水市场研究论文集[C], P395-407. 2002
- [20] 韩永荣等.节水技术必须适应社会经济的发展[J].黑龙江:水利经济,1999
- [21] 王浩.我国节水型社会建设基础理论与科技支撑体系探析,江苏水利厅讲座,2005
- [22] 王亚华.关注经济欠发达地区如何建设节水型社会,中国水利, 2005,(13):175-179
- [23] 水利部开展节水型社会建设试点工作指导意见. 2002 年 12 月 17 日(水资源 (2002) 558 号)
- [24] 冯广志.我国节水发展的总体思路.中国农村水利水电,1998(11)
- [25] 裴源生,方玲,罗琳.农业需水价格弹性研究.资源科学,2003(6)
- [26] 阮本清,张春玲,许凤冉.北京市产业结构优化与调整的节水贡献研究, 2004.11.
- [27] 王亚华.我国建设节水型社会的框架、途径和机制.中国水利,2003(10)
- [28] 沈振荣,汪琳,于福亮等.节水新概念-真实节水的研究与应用.北京:中国水利水电出版社,2000

- [29] 汪党献.水资源需求分析理论与方法研究 [D].中国水利水电科学研究院.2000
- [30] 张雅君,刘全胜.需水量预测方法的评析与择优[J].中国给水排水,2000,17(7)
- [31] 左其亨,张浩华,欧军利.面向可持续发展的水利规划理论与实践[J].郑州大学学报,2003.8.
- [32] 中国水利水电科学研究院、海南省水务局.海南省水资源综合规划—专项规划 [M].2005.01
- [33] Boland J J.Forecasting Water Use. A Tutorial,IN Torno, H C(ed). Computer Application in Water Resource,1985:907 - 916
- [34] 左建兵.城市水资源需求管理理论与信息系统的研究—以北京市城八区公共生活用水为例[J],2005.4
- [35] 秦长海,裴源生.黑河流域经济发展预测模型[J].水利经济,2004(2)
- [36] 曾珍香,顾培亮.可持续发展的系统分析与评价[J].北京:科学出版社,2000
- [37] 尹明万,谢新民,王浩等.基于生活、生产和生态环境用水的水资源配置模型[J].北京:水利水电科技进展,2004
- [38] 许新宜,王浩,甘泓,等.华北地区宏观经济水资源规划理论与方法[M].郑州:黄河水利出版社,1997.24~38
- [39] 李子奈.计量经济学[M].北京:清华大学出版社,1992.215~233.
- [40] 边贺新,刘春英,张文清.沈阳市工业用水的优化分配及环境经济效益[J].环境科学,1990,11(1):66-69
- [41] 王西琴,杨志峰,刘昌明.区域经济结构调整与水环境保护-以陕西关中地区为例.Vol55,No.6,2000: 707-718
- [42] 王浩,秦大庸,王建华.流域水资源规划的系统观与方法论[J].水利学报.2002,8):1-6.
- [43] 1980年沈阳市经济统计年鉴,沈阳市统计局,1980.
- [44] 1985年沈阳市经济统计年鉴,沈阳市统计局,1985.
- [45] 1990年沈阳市经济统计年鉴,沈阳市统计局,1990.
- [46] 1995年沈阳市经济统计年鉴,沈阳市统计局,1995.
- [47] 2000年沈阳市经济统计年鉴,沈阳市统计局,2000.
- [48] 2004年沈阳市经济统计年鉴,沈阳市统计局,2004.
- [49] 沈阳市水利局.沈阳市供水发展规划报告[R],2004
- [50] 王浩,陈敏建,秦大庸等.西北地区水资源合理配置和承载能力研究[M].郑州:黄河水利出版社,2003.31-32
- [51] 王英.北京市居民收入和水价对城市用水需求影响分析[J].价格理论与实践,2003(1):49-50
- [52] 沈大军,杨小柳,王浩等.我国城镇居民家庭生活需水函数的推求及分析[J].水利学报,1999(12):6-10
- [53] 王浩,秦大庸,王建华等.黄淮海流域水资源合理配置[M].北京:科学出版社,2003.
- [54] 高更超,张宏伟.城市节约用水水平评判及需水量预测.中国城市节水2010年技术进步发展规划.文汇出版社
- [55] 宋松柏,蔡焕杰,徐良芳.水资源可持续利用指标体系及评价方法研究[J].水科学进展.2003.Vol.14(5)
- [56] 吕跃进,覃菊莹.层次分析法建模中的结构问题[J].广西大学学报(自然科学版),Vol. 28.(9-10),2003.
- [57] 郭凤鸣.层次分析法模型选择的思考[J].系统工程理论与实践.1997(9)
- [58] 朱心想.群决策过程中层次分析法的研究与应用[D].硕士学位论文,2003

- [59] 骆正清,杨善林.层次分析法中几种标度的比较[J].系统工程理论与实践, 2004(9).
- [60] 于景元,涂元季.从定性到定量综合集成方法[J].系统工程理论与实践, 2002(5)
- [61] 胡晓惠.研讨厅系统实现方法及技术的研究[J].系统工程理论与实践, 2002(6)
- [62] 姜楠,梁爽,谷树忠.水权交易中的比较优势及我国水权交易制约因素分析[J]. 水资源与水工程学报, Vol.16 No.1,2005
- [63] 王建华.南水北调中东线受水区节水型社会建设试点总体规划[R].水利部南水北调项目发展研究总报告,2006(4)
- [64] 程晓冰.水资源保护与管理中的公众参与[J].水利发展研究,2003(8)
- [65] 姚慧娥,吴琼.论环境保护的公众参与[J]. 上海环境科学, Vol.22, No.4. 2003

## 致 谢

毕业论文的最终定稿完成为三年研究生生活画上了一个句号，毕业设计的工作凝结了三年来的学习积累。这其中包含了老师们太多的心血，在此，我向几年来关心培养我的各位老师们表示衷心的感谢！

本论文工作是在导师张占庞的悉心指导下完成的。张老师严谨求实的治学态度，丰富的科研经验和平易近人的高尚品德都给我留下了深刻的印象，使我受益匪浅。在本次毕业设计的进行过程中，我遇到了不少困难，多亏张老师耐心细致的指导才使我的这次毕业设计能够顺利完成，谨在此向张老师表示由衷的感谢和崇高的敬意。

这篇论文写作期间我在中国水利水电科学研究院实习的经历让我受益终生。在此我要由衷地感谢我在水科院的导师秦大庸教授。从文章的选题、结构及到文字等方面都给我提出了许多中肯的建议。祝福恩师永远健康！

另外，师姐胡小寒博士和师兄秦长海博士，师弟张楠、魏淮滨、李扬，师妹吕金燕及杨金棚、李传哲和李莉、刘俊、鲁新等同学为我的论文完成给予了大力支持。这些能干的师兄、师弟和漂亮的师姐、师妹，给我的学习生活增点了无限快乐。

我还要衷心感谢关心和支持我求学的家人和亲戚。在论文写作期间，他们更是给了我大力的支持和无微不至的关怀。

由于自己的知识水平有限，论文还有许多不足之处，恳请各位老师和同学不吝赐教，我会继续努力，深入研究。

最后衷心感谢所有关心和帮助过我的朋友们！衷心祝愿他们幸福、快乐！

靖娟

2007-5-20

## 附 录

### 攻读硕士学位期间发表的论文:

1. 水利项目风险管理. 水利科技与经济(科技期刊).2005年;
2. 节水型社会建设的全方位支撑体系研究. 人民黄河(核心期刊).2006年;
3. 灌区运行管理模式创新研究. 人民黄河,2006
4. 循环经济型节水体系.水利发展研究,2006
5. 基于三次平衡原理的水资源供需平衡分析. 水利水电技术(核心期刊).(已投);

### 攻读硕士学位期间参与的科研项目:

1. 唐山市水资源综合规划(2005.10-2006年底), 主要参与者
2. 天津市节水型试点建设规划(2005.10-2006.10), 主要参与者;
3. 南水北调中东线受水区节水型社会建设(2005.12-目前), 主要参与者;
4. 沈阳市节水型社会建设(2005.10-目前), 主要完成人.