

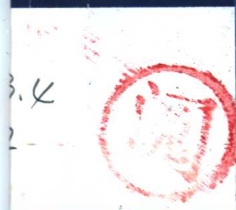
SHUIZIYUAN  
HONGGUANJINGJIGUANLI

# 水

## 资源宏观经济管理

北京市环境保护科学研究院

SHUIZIYUAN  
HONGGUANJINGJIGUANLI



 机械工业出版社  
China Machine Press

SHUIZIYUAN  
HONGGUANJINGJIGUANLI

# 水资源宏观经济管理

北京市环境保护科学研究院 编

李 达 粟文辉 陈波洋 编著



机械工业出版社

本书主要论述水资源管理的方法和模型,并以北京市为例,介绍如何以资源、环境与经济、社会发展相互协调为指导思想,建立具有空间特征的水资源宏观数据管理体系及系统动力学模型,为政府有关部门提供可靠的决策依据和政策实验。

本书是面向环保、市政、规划、公用、经委、计委、科委、水利等政府部门和科研教学单位的一本内容翔实而易懂的参考书。

#### 图书在版编目(CIP)数据

水资源宏观经济管理 / 李达, 栗文辉, 陈敏洋编著. —北京: 机械工业出版社, 2000.6

ISBN 7-111-08218-4

I. 水... II. ①李... ②栗... ③陈... III. 水资源管理 IV. TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 68363 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 武江

封面设计: 李雨桥

责任印制: 路琳

北京市密云县印刷厂印刷 • 新华书店北京发行所发行

2000 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 • 8.5 印张 • 218 千字

0 001—2000 册

定价: 16.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

## 前 言

随着社会经济的发展和城市人口的增加,城市用水迅速增加,加上水资源管理、体制和政策等诸方面的原因,水资源供需矛盾日益尖锐。为此,北京市科委和北京市计委于1992年联合下达了《北京市水资源宏观经济模型研究》重点科研项目。本书就是在此基础上编写的。全书分为两大部分,水资源数据管理系统和SD系统动力学模型。本书第一部分内容的研究成果被评为国际领先水平,获得1995年北京市科技进步奖二等奖;第二部分内容的研究成果被评为国内领先水平,获得1996年北京市科技进步奖三等奖。

第一部分简要介绍水资源管理的重要性和水资源数据管理系统,在这里着重介绍北京市水资源数据管理系统。

北京市水资源数据管理系统是广泛综合了各方面领导、专家和学者们的经验和智慧,采用计算机数据处理技术而建立的信息管理系统。整个系统包含两大部分,即具有空间特性的数据库体系和GKS图形库体系。其中空间特性数据库体系是主体部分。该系统包含有社会经济活动、水资源开发和利用、城市排水、水污染、水环境质量等各类信息。建成了210个数据库,数据量达300多万个。系统除了对各类信息进行查询、检索、汇总、分析、统计、制表、绘图、输出外,可进行规划预测,还通过向SD系统动力学模型提供基础数据,与模型取得良好的连接和耦合。由于北京市水资源数据的保密性,本书在论述功能时,采用部分模拟数据。

GKS图形库体系开发了水资源系统的部分地理信息图模型,其中包括北京市综合地理信息、水系功能查询、地面水水质评价、污水处理信息和地理与信息数据维护等系统(此部分另有专著)。

第二部分简要介绍水资源管理中的模型研究,在这里着重介绍SD系统动力学模型。该模型是在对北京市16800km<sup>2</sup>的水资源系统分析基础上,建立了包括人口、水资源、农业、生活、工业和污染等子系统的《北京市水资源系统动力学模型》,引入了随机分布、边际价值、水市场等概念,并对模型结构做了细致的划分。本模型共有902个变量和1038个方程。在模拟分析的基础上,选择了6个策略点,设计了9个策略方案进行模拟分析,得出了许多可参考的信息,为制定规划提供了依据。

本书第一部分由李达、栗文辉编写,第二部分由陈波洋编写。本书在编辑过程中,得到了栗宗嵩教授和聂桂生教授等专家学者的关心和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于水平所限,书中难免有不足和错误,敬请批评指正,不胜感谢。

作者

2000年1月

# 目 录

## 前言

## 第一部 分水资源数据管理系统

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第 1 章 水资源管理的重要性 .....        | 3  |
| 1.1 水资源与水荒 .....             | 3  |
| 1.2 现代先进工农业大国用水水平 .....      | 3  |
| 1.3 农业用水也不可忽视 .....          | 4  |
| 第 2 章 水资源数据管理系统 .....        | 5  |
| 2.1 目的和意义 .....              | 5  |
| 2.2 建库方法 .....               | 5  |
| 2.2.1 按隶属关系建库 .....          | 6  |
| 2.2.2 采用网格化方法建库 .....        | 6  |
| 第 3 章 建立北京市水资源数据管理系统 .....   | 8  |
| 3.1 北京市水资源系统概况 .....         | 8  |
| 3.1.1 自然地理概况 .....           | 8  |
| 3.1.2 社会经济概况 .....           | 8  |
| 3.1.3 北京市水资源特点 .....         | 9  |
| 3.1.4 北京市水源建设和供需概况 .....     | 10 |
| 3.1.5 北京市供水系统及用水系统 .....     | 12 |
| 3.1.6 北京市的水环境质量 .....        | 13 |
| 3.1.7 2000 年供需预测 .....       | 14 |
| 3.2 北京市水资源数据管理系统总体设计方案 ..... | 14 |
| 3.2.1 总体构想 .....             | 14 |
| 3.2.2 系统的模块结构 .....          | 15 |
| 3.3 系统开发的技术路线 .....          | 15 |
| 3.4 系统的配置 .....              | 16 |
| 3.5 研究的地域范围、精度和网格体系 .....    | 17 |
| 3.6 数据分析 .....               | 21 |
| 3.6.1 水资源研究内容 .....          | 21 |
| 3.6.2 水资源数据的特性 .....         | 21 |
| 3.6.3 数据项调查 .....            | 22 |
| 3.6.4 数据项分析 .....            | 28 |

|              |                                 |           |
|--------------|---------------------------------|-----------|
| 3.6.5        | 数据的收集和汇总分析 .....                | 29        |
| 3.7          | 系统的标准化、规范化处理 .....              | 31        |
| 3.7.1        | 数据的标准化、规范化处理 .....              | 31        |
| 3.7.2        | 应用软件的结构化设计 .....                | 33        |
| 3.8          | 系统的构成 .....                     | 36        |
| 3.8.1        | 录入数据 .....                      | 36        |
| 3.8.2        | 编辑数据 .....                      | 37        |
| 3.8.3        | 建网格库 .....                      | 38        |
| 3.8.4        | 入网格库 .....                      | 38        |
| 3.8.5        | 网格分布图 .....                     | 39        |
| 3.8.6        | 查询 .....                        | 39        |
| 3.8.7        | 空间检索 .....                      | 40        |
| 3.8.8        | 规划预测 .....                      | 43        |
| 3.8.9        | 水平衡分析 .....                     | 45        |
| 3.8.10       | 模型参数 .....                      | 45        |
| 3.8.11       | 农村用水 .....                      | 45        |
| 3.8.12       | 系统服务 .....                      | 46        |
| <b>第 4 章</b> | <b>北京市水资源数据管理系统的运行 .....</b>    | <b>47</b> |
| 4.1          | 建成 1991 年水资源宏观经济数据库体系 .....     | 47        |
| 4.2          | 1991 年各类信息空间分布图 .....           | 47        |
| 4.2.1        | 模拟某年份全北京市工业产值分布图 .....          | 47        |
| 4.2.2        | 模拟某年份北京市规划市区工业产值空间分布图 .....     | 49        |
| 4.2.3        | 模拟某年份北京市人口空间分布图 .....           | 50        |
| 4.2.4        | 模拟某年份北京市城镇生活用水空间分布图 .....       | 51        |
| 4.3          | 1991 年统计检索结果 .....              | 52        |
| 4.3.1        | 1991 年北京市工业活动及用水行业结构概况 .....    | 52        |
| 4.3.2        | 1991 年北京市工业活动及用水的行政区县分布概况 ..... | 53        |
| 4.3.3        | 1991 年北京市平原山区工业用新鲜水百分比 .....    | 54        |
| 4.3.4        | 1991 年北京市人口按水系统计概况 .....        | 54        |
| 4.4          | 1991 年用水水源构成分析 .....            | 55        |
| 4.5          | 1991 年用水用户构成分析 .....            | 55        |
| 4.6          | 2000 年工业发展及用水预测 .....           | 55        |
| 4.6.1        | 按行业发展情况进行预测 .....               | 55        |
| 4.6.2        | 按不同隶属关系不同地区的发展速度进行预测 .....      | 56        |
| 4.7          | 按历史资料预测人均生活用水 .....             | 57        |
| 4.8          | 系统检验 .....                      | 58        |
| 4.8.1        | 代表性检验 .....                     | 58        |
| 4.8.2        | 实用性检验 .....                     | 60        |



|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第5章 北京市水资源数据管理系统的系统特性 ..... | 61 |
|-----------------------------|----|

## 第二部分 城市水资源系统动力学模型研究及其应用

### ——水市场分析和策略制定

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第1章 城市水资源系统规划与管理中的模型研究概述 ..... | 65  |
| 1.1 城市水资源系统规划与管理模型研究状况 .....   | 65  |
| 1.2 系统动力学在城市水资源系统分析中的应用 .....  | 66  |
| 1.2.1 系统动力学方法概述 .....          | 66  |
| 1.2.2 系统动力学用于研究城市水资源系统 .....   | 67  |
| 第2章 北京市水资源宏观动力模型设计的特点 .....    | 69  |
| 2.1 研究背景与目的 .....              | 69  |
| 2.2 模型的设计 .....                | 69  |
| 2.2.1 模型的主要特点 .....            | 69  |
| 2.2.2 水市场的理论基础及其特点 .....       | 70  |
| 2.2.3 水转移在模型中的考虑 .....         | 72  |
| 第3章 模型的结构分析 .....              | 75  |
| 3.1 工业子系统 .....                | 75  |
| 3.1.1 工业子系统流图 .....            | 75  |
| 3.1.2 工业子系统参数确定 .....          | 80  |
| 3.2 农业子系统 .....                | 84  |
| 3.2.1 农业子系统流图 .....            | 84  |
| 3.2.2 农业子系统参数确定 .....          | 88  |
| 3.3 公共用水子系统 .....              | 89  |
| 3.3.1 公共用水子系统流图 .....          | 89  |
| 3.3.2 公共用水子系统参数确定 .....        | 91  |
| 3.4 人口子系统 .....                | 94  |
| 3.4.1 人口子系统流图 .....            | 94  |
| 3.4.2 人口子系统参数确定 .....          | 97  |
| 3.5 污水处理子系统和供水子系统 .....        | 97  |
| 3.5.1 污水处理子系统 .....            | 97  |
| 3.5.2 供水子系统 .....              | 97  |
| 3.5.3 供水子系统与污水处理子系统参数确定 .....  | 101 |
| 第4章 回顾验证和灵敏度分析 .....           | 103 |
| 4.1 回顾验证 .....                 | 103 |

|                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2 灵敏度分析 .....                                                      | 104        |
| 4.2.1 灵敏度分析的作用 .....                                                 | 104        |
| 4.2.2 灵敏度分析的步骤 .....                                                 | 105        |
| <b>第 5 章 策略设计</b> .....                                              | <b>107</b> |
| 5.1 策略设计依据 .....                                                     | 107        |
| 5.2 预警分析 .....                                                       | 108        |
| 5.3 策略 1 (城市节水) .....                                                | 109        |
| 5.4 策略 2 (地表水地下水联合调度) .....                                          | 111        |
| 5.5 策略 3 (农业与城市水转移) .....                                            | 112        |
| 5.6 策略 4 (农业与城市水转移和不增加菜田播种面积) .....                                  | 114        |
| 5.7 策略 5 (农业与城市水转移和农业充分利用污水) .....                                   | 115        |
| 5.8 策略 6 (农业与城市水转移, 不增加菜田播种面积和农业充分利用污水) .....                        | 116        |
| 5.9 策略 7 (农业与城市水转移, 不增加菜田播种面积, 农业充分利用污水和地表水<br>地下水联合调度) .....        | 118        |
| 5.10 策略 8 (城市节水, 农业与城市水转移, 不增加菜田播种面积, 农业充分利用污<br>水和地表水地下水联合调度) ..... | 119        |
| 5.11 策略 9 (城市节水, 农业与城市水转移, 农业充分利用污水和地表水地下水联合调度) .....                | 120        |
| <b>第 6 章 结论</b> .....                                                | <b>123</b> |
| <b>参考文献</b> .....                                                    | <b>125</b> |



## 第一部分

# 水资源数据管理系统

---



# 第1章 水资源管理的重要性

理顺水资源管理体制和提高管理科学技术水平是社会经济发展的需要，也是保护水环境的需要。

党的十四届五中全会和八届全国人大四次会议批准的《中华人民共和国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》为我国水资源的合理开发、管理、保护和持续利用，以及实现两个根本性的转变指明了方向。改革开放以来，工农业生产的迅速发展，要求为其服务的水资源为之提供稳定的供需保证。在缺水已成定局，且旱涝不均、水情多变的北方，要一手抓科学用水，合理用水，把可拿到手的水资源调配好，依法用水，严格计划用水，把水资源管好用好：一手从开源节流中抓水资源工程建设。具体到北京，工业发展速度快、门类多、规模大，用水量增长快，地下水超采，已形成大面积土地沉陷，入境客水也日益减少，市境旱年频出，水资源后续乏力，经济的再发展势必受到水资源的制约。

## 1.1 水资源与水荒

水是一种再生而用之不尽的自然资源，全地球每年总降水约 577 万亿  $\text{m}^3$ ，年年来，年年去。其中每年降于大陆内的约 110 万亿  $\text{m}^3$ ，形成地面地下径流入海的约 47 万亿  $\text{m}^3$ （形成蒸发的约 67 万亿  $\text{m}^3$ ）。如果人类能控制其  $1/3$ ，则可用水量不超过 15.7 万亿  $\text{m}^3$ ，不是取之不竭的。而人类经济活动需水可无穷尽地增长，水荒的出现将是必然的。联合国发出警告：全球已有  $1/4$  的人口面临着一场为得到足够的饮用水、灌溉用水和工业用水而展开的斗争；到 2025 年，全世界将有  $2/3$  的人口面临这种紧张局面；在未来 30 年内，预计将有 27 个国家被列入水资源高度紧张之列；中国已被列入 13 个缺水国家之一；其中有越来越多的国家，包括印度、中国、墨西哥、美国和前苏联南部一些共和国现在对地下水应用的速度远远超过雨水的贮存，而地下水来源于雨水，一旦耗尽，很难得到补充；在跨国的河流中，未来发生争夺水资源冲突的可能性非常大。联合国提出，要集中力量控制对水的需求量和减少对水资源的浪费。

## 1.2 现代先进工农业大国用水水平

工业发达的国家开始也以农业用水领先，在工、农业两者用水同步增长中工业用水快过农业用水，比重走向持平（如美国）而终于超过农业（如法国、加拿大）；原苏联和日本农业用水略超过工业。中国灌溉面积大，农业用水占绝对优势，人年均用水量较低，在此情况下，中国北方已出现水荒。1980 年北京市年人均用水仅  $516\text{m}^3$ ，绝对值不仅低于

印度的  $623 \text{ m}^3$ ，且仅为美国 1980 年人均用水量的 21%（据表 1-1 计算而得）相差悬殊。

表 1-1 几个国家的工农业和生活用水情况

水量单位：除注明外均为亿  $\text{m}^3$

| 国 家                   | 印 度       | 墨西哥  | 中 国       | 日 本  | 苏 联   | 意大利  | 美 国   | 法 国  | 加拿大   |
|-----------------------|-----------|------|-----------|------|-------|------|-------|------|-------|
| 年均径流量                 | 17800     | 4100 | 27210     | 4200 | 47200 | 1850 | 29700 | 1680 | 31200 |
| 引<br>水                | 总引水量      | 3858 | 468       | 4767 | 1179  | 3240 | 430   | 5456 | 555   |
|                       | 工业用水占 (%) | 1.3  | 5.1       | 11.0 | 33.4  | 40.8 | 19.0  | 46.2 | 66.7  |
|                       | 农业用水占 (%) | 92.5 | 88.0      | 88.0 | 49.5  | 56.0 | 69.0  | 46.2 | 26.1  |
|                       | 生活用水占 (%) | 6.2  | 6.9       | 1.0  | 17.1  | 3.2  | 12.0  | 7.6  | 7.2   |
| 人年用水 ( $\text{m}^3$ ) | 623       | 930  | 477       | 1057 | 1219  | 801  | 2456  | 1093 | 1090  |
| 统 计 年 份               | 1975      | 1970 | 1977~1979 | 1975 | 1980  | 1970 | 1980  | 1970 | 1968  |

### 1.3 农业用水也不可忽视

发展城市，不能没有农村；发展工业，不能没有农业。面向 2000 年和 2010 年远景中的水资源挑战，协调工、农业用水，使相济而不相挤是首要。在水资源供需紧张的情况下，要求工业、灌溉两用水子系统科学用水，节约用水，看水办事，把从供水系统分配到的份额，各自在下属的各用水户用好，水账上不出现赤字，确保合理用水。依法管水，做好计划用水，保工业、灌溉用水稳定，城市农村共同富裕，缩水差距。

水是生命之源，对水资源的计划、研究和管理势在必行。

## 第2章 水资源数据管理系统

### 2.1 目的和意义

随着计算机技术的发展和水资源研究的深入,人们逐渐认识到,水资源问题所涉及的信息数据量非常庞大,大量的、种类繁多的信息使人目不暇接。为了适应市场经济对水资源管理的要求和变革,必须采用先进的数据处理技术,建立以计算机为主体的信息管理系统,快速、灵活、准确地为生产实践、科学实验和政府有关部门的管理、决策提供可靠的数据信息。

事实上,在当今的信息社会里,信息已成为决策部门进行决策和管理必不可少的依据。客观的、准确的、完备的、动态的信息掌握得越多,决策的准确度越高,决策失误造成的损失就越小。

以计算机为主体的水资源数据管理系统的建立使水资源及有关社会经济活动信息的管理逐渐地进入自动化、标准化、规范化和智能化的轨道,必将提高有关水问题的决策科学水平,改善对水资源的管理。

北京市已成为全国因贫水而陷入危机的40个城市之一,水资源供需矛盾业日益尖锐,水危机已成为当前政府最为关心和迫切需要解决的问题之一。同时,长期以来全市许多部门都直接、间接地对水资源进行管理,但没有权威的统一协调单位。在改革开放的今天,这种分散的管理体制,已不能适应今日复杂的水资源系统的管理要求,不能科学地协调和顺应水资源系统良性循环的规律,其弊病日益显露。北京市水资源数据管理系统面向九五期内工农业生产的实际情况,进行求证性的实验,取得带规范性的规则,并为水资源数据管理系统的不断扩新求精提供科学依据,有普遍推广的意义。

### 2.2 建库方法

环境信息数据量庞大,形式繁多,但它们相互之间存在着一定的关系,这些环境信息数据的逻辑结构总可以归结为一系列满足一定条件的二维表形式,这就具备了建立环境信息关系数据库的条件。根据不同的条件、对象和数据性质,可以采用不同的方式列表建库。例如,为了能够反映出环境信息的空间分布特征,采用网格化的方法,如北京市水资源数据管理系统中的全北京市工业用水空间库、北京城市生态系统中的土地利用库;如果数据的性质是行业性的,则可采用按行业关系划分的办法,如北京市水资源数据管理系统中的全北京市工业用水原始库、东城分区规划评价研究中的东城分区行业数据库;而当研究的对象为人时,又可按人头关系来编制,如人体健康库。但是,无论采用什么方法,都需要统一规划,以保证各种方式之间具有相互转换的能力。在北京市水资源数据管理系统中,

基本上采用两种建库方法。

### 2.2.1 按隶属关系建库

按隶属关系建库，即按北京市统计局编制的统一的工厂代码、行业代码及全市统一的自来水管站等隶属关系，建立系统的社会经济活动与水资源开发利用二维表来建库。如表 2-1 是北京市统计局编制的按统一工厂代码工业用水统计表的结构，表 2-2 是在表 2-1 的基础上根据系统的要求做适当的修改和调整而获得的二维表结构，其中某些项目被删除，某些项目（字段）的名称被更改。从表 2-1 和表 2-2 中可以看出总用水量、复用水量、新水合计、自来水量、井水量、河水量、复用率的英文名称是不一样的，在表 2-1 中这些项目的英文名称分别是 ZYSL、FYSL、XSHJ、ZLS、JS、HS、FYL，而在表 2-2 中它们分别是 G1ZS、G1FS、G1XS、G1LS、G1JS、G1HS、G1FL。在表 2-2 中增加了万元产值耗新水、万元产值耗总水，删除了 企业名称、能源代码 和产值单耗等项目。所有的这些变化都是为了满足系统的要求，其中包括数据库字段命名的标准化、规范化和为了在数据库中避免不必要的数据重复，减少数据的冗余度等问题。表 2-2 就是北京市工业用水原始数据库按照北京市统计局编制的统一工厂代码关系建库的二维表结构。

表 2-1 统计局工业用水表的结构

| 英文名称 | 中文名称 | 英文名称 | 中文名称 |
|------|------|------|------|
| DO   | 企业名称 | ZLS  | 自来水量 |
| D1   | 企业代码 | JS   | 井水量  |
| DH   | 能源代码 | HS   | 河水量  |
| ZYSL | 总用水量 | ZCZ  | 总产值  |
| FYSL | 复用水量 | FYL  | 复用率  |
| XSHJ | 新水合计 | CZDH | 产值单耗 |

表 2-2 工业用水原始数据库二维表的部分结构

| 英文名称 | 中文名称 | 英文名称 | 中文名称    |
|------|------|------|---------|
| D1   | 企业代码 | G1JS | 井水量     |
| G1ZS | 总用水量 | G1HS | 河水量     |
| G1FS | 复用水量 | G1XS | 万元产值耗新水 |
| G1XS | 新水合计 | G1ZC | 万元产值耗总水 |
| G1LS | 自来水量 | G1FL | 复用率     |

### 2.2.2 采用网格化方法建库

水资源信息具有明显的时空特征，为了反映水资源系统的空间分布特征，并深入细致地进行研究，在原有的二维表基础上，增加空间信息，制成了扩充二维表。表 2-3 是表 2-2 扩充的二维表结构，由表中可以看出，其中增加了每个工厂所在的空间位置，即图号、网

格号和记录号。

表 2-3 工业用水扩充表的结构

| 英文名称 | 中文名称 | 英文名称 | 中文名称    |
|------|------|------|---------|
| D1   | 企业代码 | G1XS | 万元产值耗新水 |
| G1ZS | 总用水量 | G1ZC | 万元产值耗总水 |
| G1FS | 复用水量 | G1FL | 复用率     |
| G1XS | 新水合计 | TH   | 图号      |
| G1LS | 自来水量 | WG   | 网格号     |
| G1JS | 井水量  | JL   | 记录号     |
| G1HS | 河水量  |      |         |

网格化方法是首先在研究地域范围内建立起与北京市标准网格系统相一致的体系，再对获取的数据进行标准化预处理。所谓预处理，就是将原来属于某一工厂、某一居委会或某一单位的数据落到所在的网格中。如果一个单位比较大，跨两个或两个以上网格，就将数据按一定的原则分摊到各网格中去。如果一个网格内有多于一个单位的数据，就将几个单位的数据累加起来。累加和按网格排序工作可由编制的计算机软件来完成，一个网格就是一个记录，各自的网格编号，实际上就是记录号，同时给每一网格都建立了各自的网格坐标。如将北京市 III-2-2 这幅地形图（1/万）划分成 20 个网格，第 1 个网格的 X、Y 坐标是（11，4），它的网格编号是 1，第 20 个网格的 X、Y 坐标是（15，1），它的网格编号是 20。详见 3.5 节。通过标准化预处理，就可以得到研究范围内有关水资源系统各因素在每一网格内的数据和有关的信息，同一网格内的不同类型信息可以进行叠加、分析，即可以了解、分析某一网格内的人口数、生活用水量、生活污水量、工业用新水量等各类信息。网格信息叠加概念视图见图 2-1。

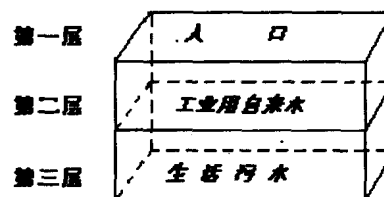


图 2-1 网格信息叠加概念视图



## 第3章 建立北京市水资源数据管理系统

### 3.1 北京市水资源系统概况

#### 3.1.1 自然地理概况

北京位于华北平原的北端，背山面海。其西部山地属太行山余脉，北部山地属燕山山脉，东南部为开阔的北京小平原。全市面积 16,808 km<sup>2</sup>，其中山地面积 10,418 km<sup>2</sup>，占全市面积的 61.98%，平原面积 6,390 km<sup>2</sup>，占总面积的 38.02%。全市共分为 18 个区县，即东城、西城、崇文、宣武四个城区，朝阳、海淀、丰台、石景山四个近郊区，门头沟、房山两个远郊区，昌平、顺义、通县、大兴、平谷、怀柔、密云和延庆八个县（1995 年北京行政区划）。

北京处于暖温带半干旱半湿润气候区内。冬季受西伯利亚冷气团控制，偏北风少雨水。6~9 月前后，受海洋暖湿气团影响，多阴雨天气。年平均气温 11.7℃（1841~1980），极端最高气温 42.6℃，极端最低气温 -27.4℃。多年平均降水量 605mm（1956~1989）。全市多年平均水面蒸发量 1120mm，陆地蒸发量平原区为 500mm，西部山地与延庆盆地为 400~450mm。

北京地区属海河流域，河网发育。境内有大小河流 100 余条，自东向西分属蓟运河、潮白河、北运河、永定河和大清河五大水系。除北运河上游的温榆河发源于本市的军都山外，其它河流均自境外流入。主要河流多为西北—东南流向。

#### 3.1.2 社会经济概况

北京是中国的首都，是全国的政治和文化中心，也是国际交流的窗口。中华人民共和国成立以来，无论在城市建设方面或是工农业生产方面，都取得了长足的进步。建国初期，北京市辖区面积仅 707 km<sup>2</sup>，1949 年总人口 209.2 万，工农业总产值仅 3.06 亿元（1952 年不变价）。经四次扩大边界，到 1958 年 3 月北京市辖区面积才达到目前的 16,808 km<sup>2</sup>。1991 年全市总人口达 1,115.74 万，其中城镇人口 648.37 万，农业人口 391.17 万，暂住人口 76.2 万。此外，还有约 100 万流动人口集中在城近郊区。北京市的工业从无到有。目前不仅门类齐全，且具有一定的现代化水平。1991 年全市工业总产值 898.2 亿元（1990 年不变价，含村和村以下工业），为 1949 年的 560 倍。1991 年北京市耕地面积 44.1 万 km<sup>2</sup>，其中有效灌溉面积 33.7 万 km<sup>2</sup>，较 1949 年增长 22 倍。农业总产值 75.56 亿元，粮食总产 279.7 万 t，蔬菜总产量 368.4 万 t。经过四十多年的建设，北京已跨入世界特大城市的行列。

因受地理、资源及历史沿革的影响,全市各区县发展很不平衡。全市 67.48%的工业产值(乡和乡以上)、58.1%的常住人口、16.4%的农业总产值集中在只占土地面积 8.2%的城近郊区(表 3-1)。高度密集的人口和工业是导致北京市城近郊区水资源供需矛盾的主要原因之一。

表 3-1 1991 年北京市社会经济概况

| 地 区       | 土地面积<br>/ (平方公里) | 常住人口<br>/ (万人) | 人口密度<br>/ (千人/km <sup>2</sup> ) | 工业产值<br>/ (亿元) | 农业总产值<br>/ (亿元) |
|-----------|------------------|----------------|---------------------------------|----------------|-----------------|
| 全 市       | 16,807.8         | 1,039.5        | 0.62                            | 768.87         | 75.56           |
| 城 区       | 87.1             | 242.0          | 27.79                           | 99.87          |                 |
| 东城区       | 24.7             | 64.1           | 25.96                           | 21.61          |                 |
| 西城区       | 30.0             | 77.4           | 25.82                           | 23.93          |                 |
| 崇文区       | 15.9             | 42.9           | 26.99                           | 20.06          |                 |
| 宣武区       | 16.5             | 57.6           | 33.38                           | 34.27          |                 |
| 近郊区       | 1,282.8          | 362.3          | 2.82                            | 428.54         | 12.39           |
| 朝阳区       | 470.8            | 130.1          | 2.76                            | 188.88         | 4.93            |
| 丰台区       | 304.2            | 70.8           | 2.33                            | 63.97          | 3.15            |
| 石景山区      | 81.8             | 29.4           | 3.46                            | 87.72          | 0.51            |
| 海淀区       | 426.0            | 132.0          | 3.1                             | 87.97          | 3.80            |
| 远郊区       | 3,198.0          | 99.8           | 0.31                            | 83.13          | 6.56            |
| 门头沟区      | 1,331.3          | 25.3           | 0.19                            | 8.75           | 0.88            |
| 房 山       | 1,866.7          | 74.5           | 0.4                             | 74.37          | 5.68            |
| 各 县       | 12,239.9         | 335.4          | 0.27                            | 156.50         | 56.61           |
| 昌平区       | 1,430.0          | 41.1           | 0.29                            | 26.96          | 6.16            |
| 顺义县       | 980.0            | 53.2           | 0.54                            | 35.91          | 10.73           |
| 通 县       | 870.0            | 58.9           | 0.68                            | 36.43          | 11.03           |
| 大兴县       | 1,012.0          | 49.3           | 0.49                            | 18.32          | 10.66           |
| 平谷县       | 1,075.0          | 38.2           | 0.36                            | 12.89          | 6.33            |
| 怀柔县       | 2,557.3          | 25.5           | 0.10                            | 9.55           | 3.64            |
| 密云县       | 2,335.6          | 42.3           | 0.18                            | 10.52          | 4.55            |
| 延庆县       | 1,980.0          | 26.9           | 0.14                            | 5.92           | 3.29            |
| 矿务局工农区办事处 |                  |                |                                 |                | 0.22            |
| 境 外       |                  |                |                                 | 0.84           |                 |

### 3.1.3 北京市水资源特点

北京人均年占有水资源量约 360m<sup>3</sup>, 为全国人均占有量的 1/6 左右, 世界人均占有量的 1/23 左右, 属严重缺水地区。北京市水资源主要来自大气降水及四大水系带入的入境水。受地理和气候等因素的制约, 北京市降水和地表径流具有如下特点:

#### 1. 年内分配很不均衡, 集中在汛期

多年平均 6~9 月汛期降水量约占全年降水量的 80%左右, 丰水年比重可高达 90%, 且多集中在 7 月下旬至 8 月上旬。而小麦生长季节(3~5 月)降水量只占全年的 10%。与