

吉林省中部水资源承载力研究

王磊, 章光新

(中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012)

**摘要:** 水资源已经成为吉林中部社会经济发展的制约因子。在介绍了水资源承载力的基本理论框架的基础上, 选取预测平衡法对吉林中部的水资源承载力进行了评价和预测。认为研究区已处于水资源承载力临界状态; 在保持现有供水能力的条件下, 通过用水结构的调整可以支撑社会经济发展目标的实现; 预测期内, 研究区的水资源利用总量将基本保持稳定, 但利用结构将发生重大的变化, 工业用水和居民用水总量将超过农业用水; 工业化和城镇化所带来的用水增加将主要通过建设农业节水体系获得平衡。

**关键词:** 吉林省中部; 水资源承载力; 预测平衡法; 需水结构

中图分类号: S 273      文献标识码: A      文章编号: 1005-3409(2005)05-0224-05

Research on Carrying Capacity of Water  
Resource in the Middle Part of Jilin Province

WANG Lei, ZHANG Guang-xin

(Northeast Ecological Institute of Geography and Agriculture, CAS, Changchun, Jilin 130012, China)

**Abstract:** Water resource is one of the factors which restricts the development of society and economy in the middle part of Jilin Province. The theoretical framework of carrying capacity of water resources was described. On this basis, carrying capacity of water resources was appraised and predicted by the predict-balance method in the area. The conclusion is that carrying capacity of waters resource has approached to the critical point in the studying area. Realization of the developing goal can be supported by adjusting the structure of water utilization. Within the forecasting period, the gross of water resources utilization in the studying area will be stable, while the structure of utilization will be greatly changed. The amount of water utilization of industry and residents will exceed that of agriculture. Therefore, the increase in water demand, resulting from industrialization and urbanization, will be met by agricultural water-saving system.

**Key words:** the middle part of Jilin Province; carrying capacity of water resources; predict-balance method; structure of water use

1 引言

水资源短缺已成为振兴吉林省中部老工业基地, 实现区域可持续发展的重要制约因素。“水资源安全”问题已引起当地政府和全社会的高度重视和关注。长期以来, 学术界主要从工程水利的角度来探讨解决区域水资源缺乏问题, 也提出了“引松入长”、“北水南调”等解决方案。“引松入长”等水利工程的竣工以及人们节水意识的增强缓解了长春等部分地区的水资源短缺问题。但供水的增长只能在短期内满足用水增长需求, 并往往导致新一轮的用水增加。在水资源总量的刚性制约下, 研究区要进一步通过大规模的工程水利建设来支撑未来的发展将变得愈发艰难。水资源承载力是“水资源安全”的基本度量<sup>[1, 2]</sup>。水资源承载力的研究就是要探讨在可预见的技术、经济和社会发展水平下, 区域人口增长和经济发展的最大容量。从长期看, 要改变研究区水资源短缺的

现状必须对水资源承载力进行系统的研究, 近而寻求水资源可持续利用与社会经济持续发展之间的最佳结合点。

2 水资源承载力理论及方法

水资源承载力是一个度量区域社会经济发展受水资源制约的阈值<sup>[1]</sup>。水资源承载力受水的供、需矛盾双方影响, 它需要从受自然变化和人类活动影响的水文循环系统出发, 通过“自然生态—社会经济”系统对水的需求和流域能够提供的多少可利用水资源量的“支撑能力”方面加以量度<sup>[1, 3]</sup>。

水资源承载力研究是属于评价规划与预测一体化性质的综合研究, 它以水资源评价为基础, 水资源合理配置为前提, 水资源潜力和开发前景为核心, 系统分析和动态分析为手段, 其目标是实现人口、资源、经济和环境的协调发展。在研究过程中, 水资源总量社会发展水平和技术条件以及水环境质量都是影响因素<sup>[4]</sup>, 因此必须充分考虑水资源系统, 宏

<sup>1</sup> 收稿日期: 2004-10-15  
基金项目: 中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-SW-19-2-01)  
作者简介: 王磊(1982-), 男, 浙江永康人, 环境科学专业硕士研究生, 主要研究方向为水资源、水环境。

观经济系统, 社会系统以及环境系统之间的相互协调与制约关系。可持续发展理论、水—生态—社会经济复合系统理论和自然—人工二元模式下的水文循环过程与机制是水资源承载力研究的三大理论基础<sup>[3,5]</sup>。现有的水资源承载力研究方法主要有: 供水、需水预测平衡法、多目标分析法、多指标综合评价法与综合评价模型以及灰色聚类评价法<sup>[3-5]</sup>。本文则采用预测平衡法对吉林中部的水资源承载力状况进行研究, 研究方法见图 1。

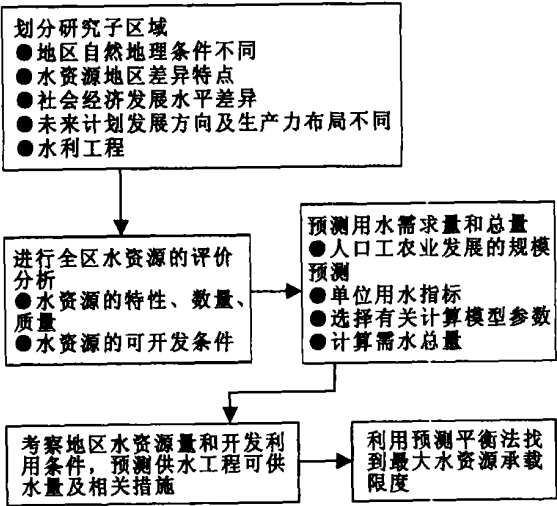


图 1 预测平衡法研究路线

本方法计算的特点是不设规划期或规划水平年, 而以年为时段, 每年终了都要对计算结果进行分析, 根据实际情况及时修正模型参数, 再进行下年的模拟计算。这样逐年地递推计算下去, 直到水资源承载力达到极限为止。这样做的目的一是能直观地反映地区水资源承载力的发展和达到承载力最大的全部过程, 利用分析和采取对策, 二是更能贴近地区发展的实际状况, 反映地区相关政策科技进步与管理水平对水资源承载力的影响。

3 研究区水资源承载力研究

3.1 研究区概况

3.1.1 自然概况

吉林中部地处松辽平原, 地理坐标东经 124°15′~127°56′, 北纬 42°57′~45°15′, 北靠黑龙江省, 西接内蒙古自治区, 南部与辽宁省相邻, 包括长春市、吉林市一部分和四平市(见图 2)。全区面积 48 568 km<sup>2</sup>, 属温带湿润大陆性季风气候, 多年平均降水量 593 mm。

3.1.2 社会经济概况

吉林中部是吉林省人口和经济的聚集区。据 2000 年统计年鉴, 该区总人口达 1 320.7 万, 人口密度达 271.9 人/km<sup>2</sup>(按土地面积 48 568 km<sup>2</sup> 计算), 人口增长率为 4‰; 实现国民生产总值 1 370.1 亿元, 约占全省国民生产总值的 70%; 农业总产值 388.5 亿元, 增速为 7%, 粮食综合年生产能力达 1 460 万 t; 实现工业总产值 2 485.9 亿元(当年价, 下同)。

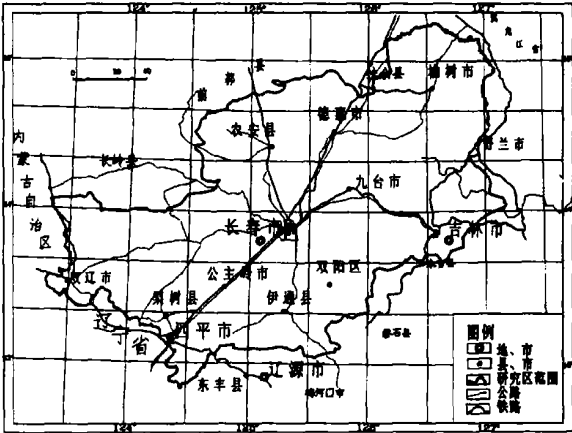


图 2 吉林省中部位置图

3.2 水资源总量计算

本文通过将研究区划分为若干个有密切水力联系的流域, 在每个流域内选择代表性的水文气象数据, 进而把每个流域的水资源量计算出来, 最后求得全区多年平均水资源量为 70.46 亿 m<sup>3</sup>。计算结果见表 1

表 1 按流域分区水资源计算结果

流域分区	面积/ km <sup>2</sup>	径流量 / 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	入渗量/ 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	地下水蒸发量/ 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>
第二松花江	23473.1	24.75	14.20	4.27
松花江干流	8225.1	11.95	7.92	6.97
西辽河	3261.8	4.89	1.58	1.06
东辽河	11859.2	13.01	4.41	2.25
招苏台河	1748.3	1.41	1.63	0.74
全 区	48567.5	56.01	29.74	15.29

3.3 水资源利用构成

农业、工业、生活用水的构成可以反映一个区域的社会经济与文明程度<sup>[6]</sup>。工业用水比重大, 说明工业化程度高; 生活用水比重大, 说明城镇化程度高; 而农业用水比重大, 不仅说明其以农业为主要产业, 而且也从侧面反映农业科技的落后。研究区处在工业化中期, 以农业用水为主。以 1996 年为例, 总供水量为 47.88 亿 m<sup>3</sup>, 其中地表水供水 35.72 亿 m<sup>3</sup>, 地下水供水 12.16 亿 m<sup>3</sup>。该年研究区总用水量 47.88 亿 m<sup>3</sup>, 农田灌溉用水居各用水之首达 29.82 亿 m<sup>3</sup>, 占总用水量的 62.3%, 工业用水次之占 28.2%。

3.4 水资源评价

国际上, 天然水资源按丰缺不同, 划分为丰水区、脆弱区、紧缺区和贫水区。人均占有水量大于 2 000 m<sup>3</sup>, 开发利用率在 15% 左右为丰水区; 人均占有水量在 1 000~2 000 m<sup>3</sup>, 水资源开发利用率在 15%~25% 之间的为脆弱区; 人均占有水量 500~1 000 m<sup>3</sup>, 开发利用率在 25%~50% 之间的为紧缺区; 人均占有水量少于 500 m<sup>3</sup>, 水资源开发利用率大于 50% 的地区为贫水区。

计算可知研究区人均水资源量约 535 m<sup>3</sup>, 年地表径流深 120 mm, 水资源利用率为 68%(水资源利用率算法: 当地供水量/水资源总量)。因此, 研究区属水资源紧缺区和生态脆弱区。由于本区非为一封闭或独立的水循环系统, 入境

容水高达 100 亿 m<sup>3</sup>, 考虑入境客水量则本区的人均水资源量为 1 300 m<sup>3</sup> 左右, 水资源利用率为 28%。综合考虑以上因素, 本区属于水资源脆弱区。

#### 4 研究区水资源承载力的预测

##### 4.1 需水预测

研究区需水量主要由城镇人口、工业、农业、环保用水所组成, 需水量大小取决于社会经济近期和远期的发展目标与发展目标。因此, 需水量的预测, 一般是在社会经济发展目标已经确定的条件下进行的。在进行吉林省中部需水量预测时, 我们应该根据发展计划给出一定时期内的宏观发展目标, 先对人口、工业、农业和环保等发展进行规划和预测, 再进行需水量计算。

预测年第  $t$  年的全区总需水量  $Q_t$ , 即等于各分区  $j$  的各项需水量的总和, 简单表示为:

$$Q_t = \sum \sum (Q_t^i + Q_t^a + Q_t^p) \tag{1}$$

式中:  $Q_t$ ——地区第  $t$  年需水总量;  $Q_t^i$ ——第  $j$  区第  $k$  项目(工业  $i$  第  $t$  年的需水量预测值);  $Q_t^a$ ——第  $j$  区第  $k$  项目(农业  $a$  第  $t$  年的需水量预测值);  $Q_t^p$ ——第  $j$  区第  $k$  项目(人口  $p$  第  $t$  年的需水量预测值; 分区  $j = 1, 2, 3, \dots; k$  为用水项目数, 概括记为  $k = I, a, p$ )。

应该指出, 环保用水应作为专项引出, 但考虑到本区尚无此项用水记录, 而将环卫绿化用水归并为增强人们身体健康的居民用水项目中。实际上环卫用水并不仅限于环卫绿化用水, 更主要的是保护陆地和水域生态环境的用水。有关各项用水预测分析如下:

##### 4.1.1 人口增长及需水量预测

(1) 人口增长预测。研究区的人口增长, 现在已按国家的人口生产计划和政策有序地进行, 人口自然增长率和机械增长率(主要指流动人口所造成的)以及综合增长率都基本上在人口计划范围内变动。在这种正常情况下, 人口增长预测的公式为:

$$P_t^p = P_{2000} \times (1 + q_t^p)^n \tag{2}$$

式中:  $P_t^p$ ——预测当年研究区人口总数, 规划水平年取为 2005 年, 2010 年, 2020 年和 2030 年;  $P_{2000}$ ——基准年人口数, 以 2000 年为准, 全区人口总数为 1 320.7 万人;  $q_t^p$ ——人口年平均增长率(即自然增长率与机械增长率之和);  $n$ ——从起算年至预测终止年的年数。

城镇人口增长预测公式为:

$$P_t^c = P_t^p \times q_t^c \tag{3}$$

式中:  $P_t^c$ ——预测当年研究区城镇人口总数, 规划水平年取为 2005 年, 2010 年, 2020 年, 2030 年;  $q_t^c$ ——预测当年研究区城镇人口占总人口的百分比。

农村人口增长预测公式为:

$$P_t^f = P_t^p \times q_t^f \tag{4}$$

式中:  $P_t^f$ ——预测年农村人口总数;  $q_t^f$ ——预测当年研究区农村人口占总人口的百分比。

根据全省人口发展计划和城镇化规划结合本区人口增长和城市化现状, 确定不同时期人口和城镇化的动态变化过程。2000~2010 年, 全区人口平均年增长率取为 4‰, 城镇化水平每年提高 1 个百分点。2010~2020 年, 全区人口平均年增长率降为 3‰, 城镇化水平每年增加 0.7 个百分点。2020

~2030 年, 全区人口平均年增长率为 2‰, 城镇化水平年增 0.4 个百分点。

(2) 居民生活需水量。居民生活需水量按需用水用途不同分为居民日常生活用水和与居民生活有关的公共用水。

居民日常生活用水: 日常生活用水主要指生活饮用和冲洗用水, 由地区的气候条件、生活习惯、生活水平和供水条件决定。一般居民日常生活用水量的计算公式为:

$$Q_t^d = 0.365 \times (P_t^c \times \alpha^c + P_t^f \times \alpha^f) \tag{5}$$

式中:  $Q_t^d$ ——居民第  $t$  年(预测水平年)生活日常用水量, 以(m<sup>3</sup>/a)计;  $P_t^c$ ——第  $t$  年的城镇人口总数, 以(万人)计;  $\alpha^c$ ——多年城镇居民平均日均需水量, 以(L/d)计, 用 L/d 表示;  $P_t^f$ ——第  $t$  年的农村人口总数, 以(万人)计;  $\alpha^f$ ——多年农村居民平均日均需水量, 以(L/d)计, 用 L/d 表示。

目前我国城市和农村人口日常生活用水标准或水平是较低的。我国城市人均用水量约为 90 L/d。根据各地调查分析: 一般大城市人均用水量 100~150 L/d, 中小城市 50~80 L/d, 农村生活用水水平只有 15~30 L/d。根据研究区实际, 考虑到人口增长和资源的有限性, 规划 2000 年, 2010 年, 2020 年, 2030 年的城镇居民用水人均达到 140 L/d 为目标, 农村居民用水人均达到 50 L/d 为目标。

公共需水预测: 各地区公共需水量的统计细目并无统一规定, 一般应包括行政事业单位用水, 城镇环卫需水, 商业服务行业需水等。

行政事业单位和城镇环卫绿化需水由地区规模、城镇化水平、社会文化水平决定, 这部分需水量计算公式为:

$$Q_t^e = P_t \times \beta \times 0.365 \tag{6}$$

式中:  $Q_t^e$ ——行政环卫绿化用水第  $t$  年需水量, 以(m<sup>3</sup>/a)计;  $P_t$ ——第  $t$  年人口总数;  $\beta$ ——地区行政、环境保护平均需水定额, 以(L/d)计。该值尚无可靠的参考标准, 考虑到要增强环境保护意识, 该值取为 20 L/d。

商业、建筑业等服务行业需水量与地区第三产业发展水平有关, 其中有常住人口需水, 也有流动人口需水, 其需水量按下式计算:

$$Q_t^s = Q_p^s \times Y_t \tag{7}$$

式中:  $Q_t^s$ ——服务行业年需水量, 以(m<sup>3</sup>/a)计;  $Q_p^s$ ——第  $t$  年居民日常用水量;  $Y_t$ ——服务业年需水量占居民日常需水量的百分比, 根据相关文献该值取为 0.35。

整个吉林省中部地区居民第  $t$  年的总需水量即为:

$$Q_t^l = \sum Q_t^d + \sum Q_t^e + \sum Q_t^s \tag{8}$$

计算结果见表 2。

表 2 居民生活需水量

项目 年份	人口数量/万人			日常生活需 水量/10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	公共需水量/10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	
	城镇人口	农村人口	合计		行政环卫	服务行业
2000	607.1	713.6	1320.7	44046	9641	15416
2005	687.1	660.2	1347.3	47159	9835	16506
2010	769.7	604.8	1374.5	50369	10034	17629
2020	892.3	524.0	1416.3	55160	10339	19306
2030	968.1	476.8	1444.9	58172	10548	20360

##### 4.1.2 工业发展及其需水量预测

(1) 工业产值预测。本区的工业产值增长预测, 可在基准

年的基础上按下面的公式计算:

$$Y_t^i= Y_{2000}^i \times (1+ q_i^i)^n \tag{9}$$

式中:  $Y_t^i$ ——预测第  $t$  年的工业总产值, 以(亿元)计, 将取为 2005 年, 2010 年, 2020 年, 2030 年;  $Y_{2000}^i$ ——基准年的工业总产值, 以 2000 年为准, 取为 2 485.9 亿元;  $q_i^i$ ——工业产值年平均增长率;  $n$ ——从起算年至终止年的年数。

根据《吉林省生态省建设总体规划纲要》, 结合研究区的国民经济发展规划, 考虑到工业化进程的一般规律, 工业年均增长率取为: 2000~2010 年为 12%; 2010~2020 年为 10%; 2020~2030 年为 8%。

(2) 工业需水量预测。工业需水量与生产规模、工业结构、用水工艺和管理水平密切相关, 这里只以万元产值综合用水定额, 考虑到用水重复利用率进行工业需水的估计, 计算公式为:

$$Q_t^i= Y_t^i \times (1- \eta_i) q_i^i \tag{10}$$

式中:  $Q_t^i$ ——第  $t$  年工业需水量;  $Y_t^i$ ——第  $t$  年工业总产值;  $q_i^i$ ——工业万元产值平均用水量( $\text{m}^3/\text{万元}$ );  $\eta_i$ ——工业用水平均重复利用率, 以(%)计。

工业用水定额和用水重复利用率是由工业产品、生产规模、工业结构、供水条件、管理水平决定的。由于吉林省中部地区是我国主要的重工业基地, 水资源的利用效率一直不高, 万元工业产值的耗水量为世界先进水平的 10~20 倍。2000 年, 工业用水循环利用率为 65%。现有的用水水平不能完全适应未来的经济发展要求, 应该大力推进工业产品结构高级化和工业企业布局合理化的转变, 进一步降低工业万元产值取水量, 减少水资源的消耗。2000 年, 2005 年, 2010 年, 2020 年, 2030 年, 全区万元产值取水量要分别控制在 150  $\text{m}^3$ , 100  $\text{m}^3$ , 70  $\text{m}^3$ , 40  $\text{m}^3$ , 25  $\text{m}^3$  之内; 工业用水重复利用率年递增 0.5 个百分点。

计算结果见表 3。

表 3 工业需水量

年份	万元产值用水量/ $\text{m}^3$	工业用水重复利用率/%	工业总产值/亿元	工业需水量/ $10^4 \text{ m}^3$
2000	150	65.0	2485.9	130510
2005	100	67.5	4381.0	142383
2010	70	70.0	7720.8	162137
2020	40	75.0	20025.7	200257
2030	25	80.0	43234.0	216170

4.1.3 农业需水量预测

农业用水是本区的用水大户, 现占全区总用水量的 60% 左右。农业需水与农业产业结构、农业生产规模、农业内部结构、供水条件、用水技术和管理水平密切相关。农业需水量预测采用定额法, 即将农业灌溉的土地分为水田和旱浇地等, 分别乘以用水定额, 从而求得各分区的农业需水量, 然后汇总得到全区的农业需水量, 其预测值的计算式为:

$$Q_t^a= A_{st}^a \times P_{st}^a + A_{ht}^a \times p_{ht}^a \tag{11}$$

式中:  $Q_t^a$ ——第  $t$  年农业需水预测值;  $A_{st}^a$ ——第  $t$  年水田的面积;  $p_{st}^a$ ——第  $t$  年水田的灌溉用水定额;  $A_{ht}^a$ ——第  $t$  年旱浇地的面积;  $p_{ht}^a$ ——第  $t$  年旱浇地的灌溉用水定额。

首先, 随着吉林省中部地区工业化和城市化的快速发

展, 工业用水和居民生活用水必将挤占一部分农业用水。其次, 本区是全国粮食的主产区之一, 肩负着国家粮食安全的特殊使命。最后, 粮食市场的放开, 国内粮食市场竞争趋于激烈。由于上述原因, 今后本区农业发展的基本指导思想是: 大力普及农业节水技术, 建设稳定、高效的节水农业体系; 保证耕地面积总量的平衡, 增加农田灌溉总面积; 积极调整农业内部的产业结构, 提高农业整体竞争力。

从这一指导思想出发, 既要提高全区的灌溉面积, 又要降低农业灌溉用水总量。这就要求本区逐年调减水田的灌溉面积, 同时大力发展旱浇地; 另一方面, 随着科学技术的进步逐年降低水田和旱浇地的单位面积用水量。吉林省政府转发的《关于“十五”期间农村水利基本建设的指导意见》已经明确的提出了这一点。

水田和旱浇地的面积变化预测计算式如下:

$$A_t^a= A_{2000}^a \times (1+ b_t^a)^n \tag{12}$$

式中:  $A_t^a$ ——第  $t$  年的水田(或旱浇地)的面积预测值, 取为 2005 年, 2010 年, 2020 年, 2030 年;  $A_{2000}^a$ ——基准年的水田(或旱浇地)的面积, 以 2000 年数据为准, 2000 年水田面积为 26.35  $\times 10^4 \text{ hm}^2$  旱浇地面积为 1.25  $\times 10^4 \text{ hm}^2$ ;  $b_t^a$ ——水田(或旱浇地)面积的年平均增长率; 水田、旱浇地的年均增长率分别取为-1%, 10%;  $n$ ——起算年至终止年的年数。

水田和旱浇地的用水定额预测值计算式如下:

$$p_t^a= p_{2000}^a \times (1- m_t^a)^n \tag{13}$$

式中:  $p_t^a$ ——第  $t$  年的用水定额;  $p_{2000}^a$ ——基准年的用水定额, 以 2000 为准。2000 年水田的灌溉定额为 10 890  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ , 旱浇地的灌溉定额为 3 000  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ;  $m_t^a$ ——水田(或旱浇地)灌溉定额年均递减率。按现有的技术水平, 取该值为 1%;  $n$ ——起算年至终止年的年数。

预测结果见表 4。

表 4 农业需水量

年份	水田面积/ $10^4 \text{ hm}^2$	旱浇地面积/ $10^4 \text{ hm}^2$	水田用水定额/ $(\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2})$	旱地用水定额/ $(\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2})$	农业需水量/ $10^4 \text{ m}^3$
2000	26.35	1.25	10890.0	3000.0	290651
2005	25.05	2.01	10356.0	2853.0	265201
2010	23.83	3.24	9849.0	2580.0	243019
2020	21.55	8.40	8907.0	2454.0	212538
2030	19.49	21.78	8055.0	2218.5	205287

4.2 预测结果分析

从预测结果来看(见表 5), 预测期内, 研究区虽然工农业生产快速发展, 但总需水量上升幅度较小, 甚至在某些时间段内出现了负增长。发达国家发展进程中也曾出现这种现象。荷兰自 1970 年后工业用水呈下降趋势, 而 1957~1982 年其工业产值却增加了 3 倍。日本自 1992 年后, 总用水量也开始出现负增长。从这些国家的用水量变化历史表明: 用水量的增长在经济发展水平较低时, 是与经济增长同步甚至快于经济的增长速度, 但随着经济的不断发展, 用水的增长速度会逐步减缓, 最终达到零增长甚至是负增长。中国的用水量实际上已表现出在保持经济高速增长的同时停止增长的趋势<sup>[7]</sup>。中国用水量最高的 1999 年为 5 590 亿  $\text{m}^3$ , 2002 年为 5 549 亿  $\text{m}^3$ , 已呈现出达到顶峰、开始下降的迹象<sup>[8]</sup>。预测

期内,研究区需水总量的变化过程生动的反映了这一规律。结果表明本区在节水方面具有很大的潜力;同时也说明目前的总用水量已达到相当高的水平。但是,该预测结果的实现需要通过政府和社会的共同努力。总的来说,此预测得以实现的前提是:(1)严格控制人口的增长率;(2)提高全社会的节水意识;(3)居民的用水增长得到合理的调控;(4)运用现代科技改造工农业,降低工农业的用水定额;(5)提高水资源重复利用率;(6)合理调整工农业的产业结构等。

表 5 研究区需水量的预测结果

年份	总需水量/ 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	生活需水量 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	工业需水量 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	农业需水量 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	需水量占总需水量的百分比/%		
					生活需水	工业需水	农业需水
2000	49 026.4	69 103	13 051.0	29 065.1	14.1	26.6	59.3
2005	48 108.4	73 500	14 238.3	26 520.1	15.3	29.6	55.1
2010	48 318.8	78 032	16 213.7	24 301.9	16.1	33.6	50.3
2020	49 760.0	84 805	20 025.7	21 253.8	17.1	40.2	42.7
2030	51 053.7	89 080	21 617.0	20 528.7	17.4	42.3	40.3

在预测期内,虽然研究区总用水量基本保持稳定,但水资源的利用结构将发生根本的变化。从图 3 中可看出,预测期内由于区域水资源总量的限制,农业需水量占总需水量的比例持续下降了 19 个百分点,同时居民生活需水量和工业需水量占总需水量的比例却持续上升。居民生活需水的份额上升了 3.3 个百分点,这种增长主要是由城镇化带来的城市人口规模的增加造成的。预测期内,研究区将经历一个快速的工业化过程,从处于工业化初期区域成长为工业化较成熟的区域。这正是导致工业用水大幅攀升 15.7 个百分点的真正原因。到 2030 年时,居民需水、工业需水、农业需水三者需水量之比基本达到 1 : 2 : 2 的水平。居民生活需水量和工业需水量之和由占总需水量的 40% 上升为 60%。这个变化趋势完全符合工业化进程中水资源需求构成变化的一般规律。同时,这个变化趋势也表明:在总水资源量有限的条件下,今后本区工业化和城镇化进程对水资源形成的压力主要应依靠建设节水型农业来化解,其次才是增加水资源供应总量。

需水结构的变化必然带来供水模式的改变。居民需水、工业需水与农业需水之间有很大的不同。居民需水和工业需水的特点:点状用水,用水总量大,单位面积用水强度大,用水连续、稳定。农业用水的特点:面状需水,需水总量大,单位

参考文献:

[ 1 ] 夏军,朱一中. 水资源安全的度量:水资源承载力的研究与挑战[J]. 自然资源学报,2002,17(3):262- 269.

[ 2 ] Rijisberman, et al. Different approaches to assessment of design and management of sustainable urban water system[J]. Environment Impact Assessment Review, 2000, 129(3): 333- 345.

[ 3 ] 朱一军,夏军,谈戈. 关于水资源承载力理论与方法的研究[J]. 地理科学进展,2002,(2):180- 188.

[ 4 ] 姚治君,等. 区域水资源承载力的研究进展及其理论探析[J]. 水科学进展,2002,13(1):111- 115.

[ 5 ] 李令跃,甘泓. 试论水资源合理配置和承载能力概念与可持续发展之间的关系[J]. 水科学进展,2000,11(3):307- 313.

[ 6 ] 吴普特,冯浩,牛文全,等. 中国用水结构发展态势与节水对策分析[J]. 农业工程学报,2003,19(1):1- 6.

[ 7 ] 贾绍凤,康德勇. 中国用水何时达到顶峰? [J]. 水科学进展,2004,11(4):470- 477.

[ 8 ] 贾绍凤,何希吾,夏军. 中国水资源安全问题及对策[EB/OL]. <http://www.cas.ac.cn/html/Dir/2004/09/29/8472.htm>.

[ 9 ] 刘中国. 东水南调—“引松入长”水资源对长春市区可持续发展的预测分析[J]. 长春建设,1997,(4):66- 77.

[ 10 ] 冯尚友. 水资源持续利用与管理导论[M]. 北京:科学出版社,2000.

[ 11 ] 张忠祥,钱易. 城市可持续发展与水污染防治对策[M]. 北京:中国建筑出版社出版,1997.

面积需水强度小,需水量随作物生长和气候变化大。因此,现有的供水系统难以满足未来的用水需求,对现有供水系统的改造是本区必须面对的长期挑战。另一方面,水资源分布的时空不均匀性与水资源需求的稳定性之间的矛盾将更加突出。

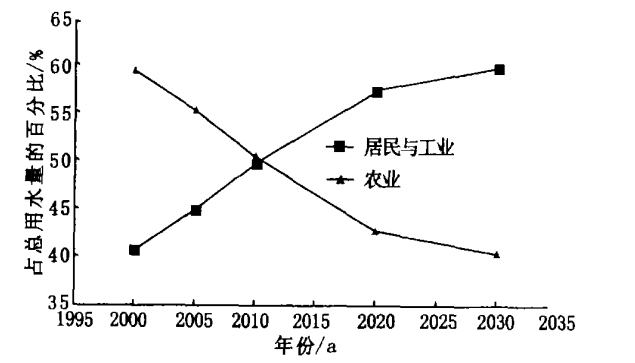


图 3 水资源利用结构变化

5 结 语

(1) 水资源承载力是水资源安全的基本度量。目前,对水资源承载力的分析还没有固定的方法和模式。本文在对现有的几种方法进行对比的基础上,采用供水、需水预测平衡法对吉林中部的水资源承载力进行了计算分析。

(2) 研究区的水资源承载力已处于临界状态,水资源短缺对社会经济发展的制约作用已初步显现。从整体上来看,只有实施一系列实质有效的综合节水措施和加强供水能力建设,现有的水资源才能支撑社会经济的可持续发展。

(3) 研究区的用水结构将发生重大变化。工业和居民的用水量占总用水量的比例将从现在的 40% 提高到 60%;而农业则从 60% 降低到 40%。这个变化趋势表明今后本区工业化和城镇化进程对水资源形成的压力主要应依靠建设节水型农业来化解,其次才是增加水资源总的供应量。

(4) 研究区需水结构的变化将导致供水模式的改变。工业和居民用水成为需水主体要求提高现有供水体系的稳定性和可靠性;同时必然导致水资源时空分布不均匀性与供水稳定性之间的矛盾更加突出。