

# 安阳市水资源动态模拟分析 与安阳市水利发展规划\*

张太山 孟德臣

(安阳市水利局) (河南省航运局)

**摘 要:** 应用计算机技术进行水资源的评价分析是近来发展的一个新课题。本文详述了安阳市利用计算机对水资源的联合调度进行了动态模拟和评价分析。提出了未来年水资源合理利用和水利发展规划建议,为安阳市的工农业发展提供了重要决策依据。对其他地区也具有重要的参考价值。

**关键词:** 水资源; 计算机; 模拟分析; 水利规划

**中图分类号:** TV212

安阳市和安阳县位于河南省最北部,太行山东麓,是予北重要工业重镇和粮棉基地。多年平均降水量为 650 毫米,丰枯年相差 4.6 倍,年内分配极不均匀,一般 6—9 月份降水量占全年降水量的 70%。人均水资源量为 358 立米,低于河南省人均 500 立米的水平,缺水情况极为严重。随着工农业的发展,水资源的供需矛盾日趋突出。

区内主要河流有安阳河,属海河流域漳卫河水系,全长 147 公里,流域面积 1920 平方公里,西部低山区泉水出露较多,其中南海泉平均流量 6.09 立米/秒。安阳河上游修建了彰武、南海两座中型水库,以减免下游洪水灾害,调节安阳市工农业用水,年平均来水量 3.11 亿立米。岳城水库是漳河上游的一座大型水库,也是安阳市工农业供水的重要水源之一。

主要输水干渠有:万金渠、漳南渠、五八渠、洹南渠、洹东渠和幸福渠等。

## 1 系统组成及分析方法

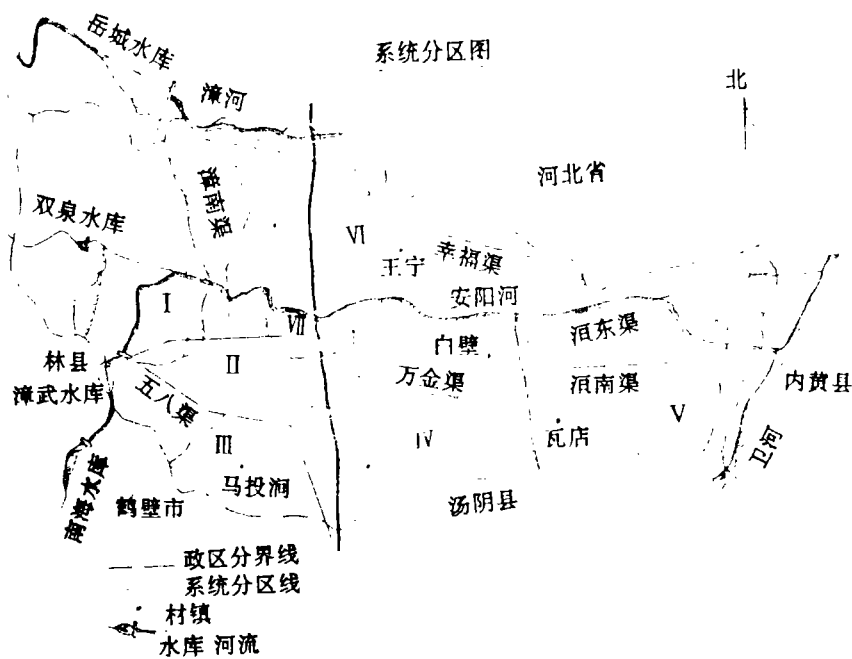
根据安阳市水资源供需现状和矛盾,系统评价范围仅限于安阳市城郊区和安阳县以及内黄县一部分,系统的组成包括:

1.1 彰武水库、南海水库、岳城水库以及安阳河组成的地表水源和区内地下水源。

---

\* 收稿日期: 1994-12-22

1.2 水资源用户有城郊区和安阳县的工业、农业、生活及蔬菜用水，内黄县洹东区所辖的灌溉面积农业用水。



为了能够比较真实地模拟各部分水资源的实际情况，考虑区内各部分的土质、水文地质以及自然经济条件的差异，在水利区划的基础上，将全区分为七个子区，各子区通过输水干渠和安阳河形成地表水供水网，各子区地下水通过地下径流模块形成有机整体。

1.3 动态需要进行 30 年水资源供需平衡的评价分析，而在未来年内，工农业和生活需水量是不断变化和增加的，水文系列却是随机的，为了更好地反映水资源平衡的动态状况，本次两个阶段进行计算：第一阶段应用实测降雨和径流水文系列，对拟定的几组方案进行演算和筛选，第二阶段对选定的几个方案输入综合水文系列进行计算。根据所得结果进行分析。

- 联合调度控制参数:
- 调度的时段划分: 考虑农业灌溉轮灌期的设计，联合调度时段以旬为单位；灌溉制度计算以天为单位时段。
- 供水保证率: 城市供水保证率为 95%，农业灌溉保证率采用 75%。
- 地下水控制条件: 控制地下水的极限开采深度，即水位降至极限水位时，停止开采地下水。安阳市城郊区的极限开采深度为 70 米，农业区为 20 米。

联合模拟模型由 35 个子程序块和 150 个数据块组成。根据 1984 年的实测数据对模型进行了检验，对部分参数进行了调整和修正。

## 2 主要模块的描述

### 2.1 水文过程的模拟

降水系列: 选用本区所有雨量站中记录较长和完整的安阳站为代表站, 将安阳站降水系列作为实测降水系列, 并应用该站降水系列统计参数利用舍选法生成符合 P-Ⅲ 分布的综合降水系列。

径流系列: 在整理、插补延长南海、彰武和安阳站径流资料后, 得到 1954—1984 年 30 年径流资料作为样测径流系列, 利用三站与安阳站降水量所具有的良好相关关系, 选用了条件方差为常数的径流生成模型, 得到综合径流系列。

综合降水系列与综合径流系列年内分布的推求, 均采用了斯维列兹分段图法。即将实测降水资料分为丰、平、枯三组, 根据生成和综合降水量的大小确定其分组的位置, 从相应的分组中随机抽取一年的实测降水和径流分布, 按比例得到综合系列的降水和径流分布。

### 2.2 城市需水量预测模型

城市工业需水量根据各部门万元产值耗水量和年产值计算。预测年的万元产值耗水量按下式计算:

$$q_2 = \frac{1 - \eta_2}{1 - \eta_1} q_1$$

式中  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  分别为某部门现有的和预测年的用水重复利用率,  $q_1$ 、 $q_2$  分别为现有的和预测年的万元产值耗水量。

城市生活用水根据人口与人均用水定额计算。

城市蔬菜用水根据计划蔬菜亩数与拟定的每亩用水定额计算。

### 2.4 农业灌溉模拟

作物的灌溉系统的模拟是规模较大和复杂的部分, 由许多子模块组成, 把大的灌区分成几个子灌区, 逼真地模拟了实际的灌溉系统。

### 2.5 入渗和蒸发模拟

降水对地下水的补给与次降水量、地下水位埋深、土壤土质等许多因素有关, 为简化计算, 将其看作年内不变, 仅与降水量和地下水埋深有关。

灌溉回归水量与灌溉水量、土质结构和地下水埋深密切相关。本次计算只考虑地下水埋深对灌溉回归系数的影响。

潜水蒸发计算采用商丘大吴庄均衡实验场提出的经验公式:

$$\varepsilon = 371.0(3.0 - \Delta) / 360.0 > 0$$

式中:  $\Delta$  为地下水埋深,  $\Delta > 3.0$  米时,  $\varepsilon = 0$ 。

### 2.6 水库的联合调度

南海水库与彰武水库均在安阳河上, 属串联水库。联合调度的基本原则:

工农业用水首先由彰武提供, 所缺水量由南海供给, 供水次序是先工业后农业。

在满足供水的前提下, 尽可能把水蓄在南海水库。

## 2.7 地下水动态模拟

本次调度选用了两种子模型, 一是按均衡原理建立的子区黑箱子模型, 二是按地下水非稳定原理建立的有限元模型, 它仅对中心区的选用方案进行地下水的动态分析, 并用来对不同地点的回淤方案进行研究。

# 3 计算结果分析

## 3.1 系统水资源供需平衡分析

根据工业、生活需水预测模块, 求得系统的工业、生活净需水量 90 年为 2.87 亿立方米, 2000 年为 3.28 亿立方米, 呈稳定增长趋势。

农业需水量与作物生长期的降雨量密切相关, 根据系统动态分析结果, 求得系统农业净水量年平均值为 3.74 亿立方米 (实测降水系列)。

可供水量: 在系统中, 地表水源控制工程主要由南海、彰武水库和岳城水库组成, 南海、彰武两水库经联调分析得出多年平均供水量为 2.28 亿立方米, 要求岳城水库多年平均供水量为 3.77 亿立方米 (按 46% 分水应供给 3.54 亿立方米)。

地下水多年平均补给总量为 3.54 亿立方米。(仅考虑浅层地下水的可利用水源, 包括地下径流的侧向补给、降雨入渗、河渠入渗、回归水等项可利用资源)。

市区的供水保证率为 96.77%, 地下水综合补给量年平均 1.12 亿立方米, 开采年平均量 1.13 亿立方米, 基本上保持采补平衡。农业区用水主要依靠地表水供给, 地下水作为补充调节, 减少将%时的供水保证率为 74.2%。

由于安阳钢厂、安阳电厂等用水大户集中于近郊区西部, 地下水开采量较大, 根据地下水动态模拟有限元分析结果, 其附近将有漏斗存在, 相对市区地下水而言, 漏斗东西长度为 5 公里, 南北宽度为 3.5 公里。

## 3.2 随机动态模拟与确定性模拟结果比较

综合系列可以较好地反映系统的动态变化情况, 其期望值可以对系统的特征量如需水量、供水量、地下水位等的平均情况进行定量的描述, 而实测系统仅反映了在确定样本情况下的系统运行状况。

随机动态模拟可以较好地进行系统供水的可靠性分析, 在演算的 30 个模拟组中, 系统农业供水保证率的均值为 57.1%, 其 P5% 的置信区为 54.47—59.73%, 而实测系列的结果是 54.83%, 落点于置信区内, 由此可见, 实测系列结果在一定程度上反映了系统供水的可靠程度, 但它不能反映这一结果可能发生的偏离程度。

# 4 水资源合理利用及水利发展规划建议

根据计算结果及近年来的系统运行状况分析, 对本区的水资源利用及水利发展规划提出以下建议:

4.1 南海、彰武水库多年平均来水量为 3.11 亿立方米, 按目前的规划方案可利用 2.28 亿立

米, 弃水 0.83 亿立米, 在 30 年中共弃水 24.79 亿立米。由此可见, 两库调蓄能力偏小, 建议采取工程措施加大两库调蓄库容, 或增建新的控制工程, 也可以利用弃水通过五八渠、安阳河回灌地下水, 避免安阳钢厂、电厂附近的漏斗迅速扩大, 或是采取非工程措施, 搞好水库优化调度, 利用汛期水又特征变化规律进行两库防洪调度的研究, 逐日确定抬高水库汛期水位以减少弃水, 提高水资源的利用率。

4.2 在系统可供水量中, 岳城水库规划供水占地表水量的 62%, 是系统供水平衡中必不可少的水源之一, 而近年来实际供水量却不足 1.0 亿方大大小于规划供水量。建议除积极争取岳城水库供水外, 利用彰河汛期高水位从红旗渠、彰抽渠、幸福渠引水回灌地下水。由于岳城供水减少, 水源严重不足。建议有计划从其它流域补充水源: 一是积极配合做好南水北调前期工作, 争取早日实施; 二是淇河开发工程, 淇河多年平均径流量约 4.0 亿立米, 现利用水量尚不足 2.0 亿立米, 有很大开发潜力, 淇河水源开发对缓解本区水源紧缺将起到重大作用。

4.3 加强水源保护, 积极做好本区上游水土保持工作。

4.4 农业区平均用水量占总用水量的 57% 以上, 搞好农业节水工作将大大缓解系统的供需矛盾, 建议加快做好灌区的技术改造工作, 硬化渠道, 并做好田间用水的节水工作。同时搞好灌区的管理工作, 用现代化手段做好灌区优化调度。井灌区应积极采取各种节水措施, 如管道灌溉等。

4.5 由于连年干旱, 水源不足, 地下水位连年下降, 有的埋深已超过规划极限开采深度 20 米的界线。建议在保证防洪安全的基础上, 做好农业区利用雨洪回灌地下水的工作。

4.6 城市工业、生活用水应采取节水措施。规划到 2000 年, 工业万元产值用水量为 242 立米, 工业水重复利用系数为 57.7%, 人用水定额为 300 升/人一天。从现在实际情况来看, 这个指标过低, 现状工业万元产值用水量为 344 立米, 工业水重复利用系数为 50%。建议有关部门积极采取措施, 降低用水指标, 力争超过规划指标。

4.7 城区规划地下水可采量为 1.12 亿立米/年, 合日可采量 31 万立米, 日前开采量已达 48 万立米, 建议采取有效措施补充地下水, 控制漏斗区的进一步扩大。

4.8 城区由于建筑物铺装, 不透水面积较大, 根据予北地区汛期水文特征, 具有良好的自然条件利用汛期雨洪, 建议采取有效工程措施利用雨洪回灌地下水, 充分利用水资源, 减少出境水量。

4.9 加强水资源统一管理工作, 日前, 市区水资源由城建部门管理, 农业区由水利部门管理, 建议由水利部门统管, 由水利部门统一管理。

4.10 加强水费征收工作, 彻底改变低价或无偿用水的状况, 目前, 一方面缺水严重, 另一方面, 由于水价过低, 用水浪费严重。

## 5 结束语

用计算机技术, 采用系统分析方法对水资源供需状况进行评价分析, 考虑了水资源与各种用水在时空上的分布, 动态模拟了系统水资源运行状况, 克服了典型年分析法的缺陷和不足。

通过该系统近年来的实际运行状况与系统规划的比较,水资源紧缺已成为系统目前最大的问题,解决水源问题已迫在眉睫,为缓解供需矛盾,开源节流应成为水利发展规划的重要战略措施之一。

为进一步合理利用水资源,应建立资源地面水与地下水联合调度管理系统,对水资源进行监测、管理。

### 参 考 文 献

- 1 莘志宏. IBM PC-XT 机上的溃坝洪水程序 DABP 及其应用 (论文). 水电部天津勘测设计院. 1986.9
- 2 郭元裕主编. 农田水利学. 武汉水利电力学院. 1980.12
- 3 张蔚榛主编. 地下水非稳定流计算及地下水资源评价. 1981
- 4 金光炎主编. 平原地下水资源评价. 1982. 7

## Simulated Analysis of Trends of Anyang's Water Resources and Anyang's Program for Developing Water Conservancy

Zhang Taishan      Meng Dechen

(Anyang Hydrolic Bureau)      (Henan Shipping Bureau)

**Abstract:** Applying computer technology to evaluating and analyzing water resources is a new subject coming out recently. This article gives a minute description of Anyang's trend simulation and analysis to the joint management of water resources by using computers. It puts forward a proposal for using future water resources reasonably and developing water conservancy. It provides some important basis for policy decision for Anyang's industrial and agricultural development. It's of great reference value to other regions.

**Keywords:** water resources; computer; simulated analysis; water conservancy; program