

长春市城市供水风险分析及对策研究

刘中培<sup>1</sup>, 迟宝明<sup>2</sup>, 戴长雷<sup>3</sup>

(1. 中国地质科学院 水文地质环境地质研究所, 石家庄 050061; 2. 吉林大学 环境与资源学院, 长春 130026; 3. 黑龙江大学 水力电力学院, 哈尔滨 150080)

摘要: 长春市是全国严重的缺水城市之一, 城市供水又具有对“引松入长”工程依赖性大的特点, 抵御风险性能差, 为促进城市可持续发展, 必须认清水资源紧张形势, 寻找合理的解决办法。在分析长春市城市水资源供需形势的基础上, 对其存在的水源枯竭性风险、水质污染性风险、突发灾害性风险以及经济成本过高性分险等加以详细分析, 并从节约用水、已有水资源挖潜、周边水资源开发、完善水市场机制、水资源保护和应急水源建设方面提出了长春市城市应对供水风险的具体策略。

关键词: 长春市; 水资源形势; 供水风险

中图分类号: TV213 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2007)06-0253-03

Risk Analysis of Water Supply and Countermeasures in Changchun City

LIU Zhong-pei<sup>1</sup>, CHI Bao-ming<sup>2</sup>, DAI Chang-lei<sup>3</sup>

(1. The Institute of Hydrogeology and Environmental Geology, Chinese Academy of Geological Science, Shijiazhuang 050061, China; 2. College of Environment & Resources, Jilin University, Changchun 130026, China; 3. College of Water Conservancy & Electric Power, Heilongjiang University, Haerbin 150080, China)

**Abstract:** Changchun is one of the cities where water deficiency is serious in China and its water supply mostly depends on the second Songhua River. That is to say, the city has no strong power to resist water supply risk. So in order to keep the city develop sustainably, we need to recognize the condition of water resources and try to find out reasonable methods. This paper first analyzes the actuality of water resources supply and demand in Changchun city. Then it details the risk that exists in the city, such as drying up of water resources risk, water pollution risk, emergency hazards risk and high economic cost risk and etc. Aiming at such risk, the paper puts forward several methods. For example, save water resources, develop the potential of water resources in existence, develop water resources around, improve water market mechanism, protect water resources and build new emergency water supply field. Based on such methods, we can reduce the risk of water resources in Changchun city.

**Key words:** Changchun city; water resources position; water supply risk

长春市属于重度缺水地区, 人均水资源拥有量不足 100 m<sup>3</sup>, 远远不能满足城市发展的要求。同时, 在目前长春市水源中, 城区内水量所占比例较小, “引松入长”工程成为城市的主要水源, 对“引松入长”工程的严重依赖降低了城市供水系统的安全系数。在国家“振兴东北老工业基地”发展战略的大好形势下, 长春市为谋求发展, 达到城市经济和生态环境的协调, 必须运用先进的科学技术, 合理开发利用水资源, 降低长春市的供水风险。

1 水资源供需形势分析

1.1 水资源需求概况

2000 年以来, 长春市城市实际用水量为 (3.15~3.58) × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>/a (86 × 10<sup>4</sup>~98 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d)。随着经济的持续发展、人口增长、城市扩大和人民生活水平的提高, 长春市需水量将保持较快增幅<sup>[1]</sup>。按长春市多个部门对中长期市区用水量预测, 至 2030 年, 城市需水量将达到 (5.5 × 10<sup>8</sup>~6.2 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>/a)。

1.2 水资源供应概况

当前, 长春市城市主要供水水源有 4 个, 分别是城市地下水水源、新立城水库、石头口门水库和“引松入长”工程。地下水水源供给能力为 0.12 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>/a (即 3.3 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d); 新立城水库多年平均可供水量 0.88 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>/a (即 24.1 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d)<sup>[2]</sup>; 石头口门水库多年平均可供水量 0.80 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>/a (即 21.9 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d), 现为“引松入长”工程的反调节水库<sup>[3]</sup>。“引松入长”工程 2000~2003 年实际向长春市城市引水 1.62 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>/a (即 44.4 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d)。长春市区域水资源供水形势如图 1 所示。考察供需水状况可知, 长春市目前供水能力远远不能满足未来需水量, 供需矛盾突出, 城市供水形势严峻。

2 供水风险分析

长春市逐渐增长的需水要求和供水量严重不足的矛盾日益突出, 再加上近年来, 恐怖袭击、非典、禽流感 and 地质灾害等突发性危机事件频频出现, 使包括城市水资源安全在内

\*收稿日期: 2006-11-27  
基金项目: 吉林省科技厅科技发展项目 (20010432)  
作者简介: 刘中培 (1983-), 男, 河南省平顶山人, 硕士研究生, 主要从事水资源开发模式研究。

的公共安全保障问题成为人们关注的焦点之一<sup>〔45〕</sup>。根据水资源形势分析,长春市城市存在如下常规或突发性风险。

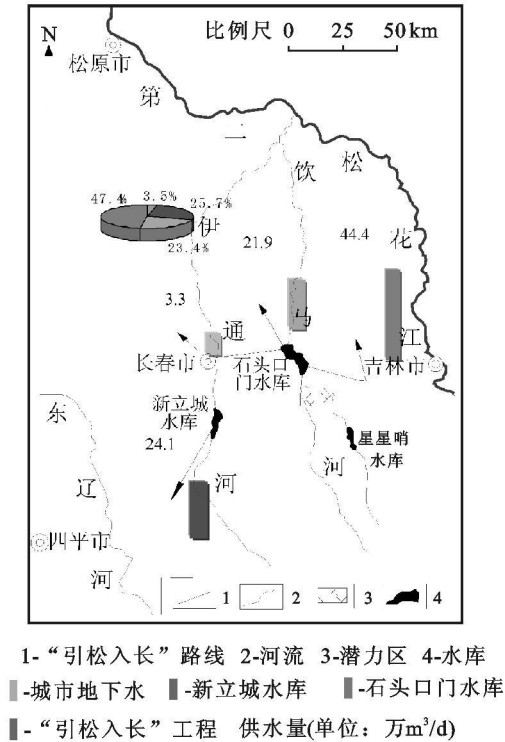


图 1 长春市区域水资源形势

2.1 水源枯竭性风险

水源枯竭是城市供水风险的主要情形,指天然缺水或由于城市需水量增加超出供水系统供水能力而形成水资源相对枯竭。目前,长春市地下水已经严重超采,地表水量也逐年减少。若出现下列情形:第一、农业引水过多,生态环境恶化,水土流失严重,水资源涵养能力降低,新立城水库和石头口门水库入库径流量减少;第二、随着哈达山水库建成蓄水,第二松花江丰满至哈达山段用水量增加,“引松入长”工程得不到源水或者得到的源水减少;第三、长春市人口增加,城市规模扩大等导致需水量急剧增加,长春市城市供水形势会更加严峻。

2.2 水质污染性风险

水质污染性风险指城市供水水源地受上游或周边排污或者受突发性水污染事故影响,致使水体水质达不到集中式供水水源地水质的基本要求,造成水质型的水资源短缺<sup>〔6〕</sup>。

根据 2002 年吉林省水资源公报,由于农业开发和蓄水量相对减少,新立城水库和石头口门水库自净能力和纳污能力受到影响,总氮和总磷超标。若“引松入长”工程进水口或引水中途出现水污染事件,后果更是不堪设想。2005 年 11 月发生的吉林石化爆炸引起的松花江水污染事件,也敲响了水质污染风险的警钟。

2.3 突发灾害性风险

长春市城市供水严重依赖长距离调水,如果出现地震、战争、恐怖袭击等突发性灾害等紧急情况,可能会出现外水引不进来,近库又无水可供的局面,从而致使水资源危机出现<sup>〔78〕</sup>。

2.4 经济成本过高性风险

随着用水竞争的加剧,由于本地水资源缺乏,引用外来水经济成本又过高,若超出长春市经济承载能力,则出现因为水资源而影响城市可持续发展的风险可能发生。

总之,长春市资源性缺水,城市供水严重依赖于“引松入长”工程,供水系统稳定性差,风险性高。

3 供水风险评价

城市供水风险评价是对城市水资源供水系统运行过程中发生的供水量不能满足城市可持续发展需求的程度评估。其评价可根据所要反映问题的侧重点不同而选择不同的评价方法和评价指标。

本文采用供水短缺风险指标即供水量小于需求量的风险对长春市城市供水系统进行评价。此指标可以明确地表示出城市总体缺水量和缺水程度,但对需水量组成部分的配合合理性不做分析,评价方法如下所示:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n W_i - \sum_{j=1}^m W_j}{\sum_{j=1}^m W_j}$$

式中:  $\mu$ ——供水短缺风险指标;  $W_i$ ——城市各水源供水量;  $W_j$ ——城市不同类型需水量,包括工业、生活、农业、生态用水等。当  $\mu \geq 0$  时表示供水能够满足用水需求,此时  $\mu$  称为供水富余率;当  $\mu < 0$  时表示供水不能满足用水需求,此时  $\mu$  称为缺水率<sup>〔9〕</sup>。

由长春市水资源供需形势可知,目前,供水能力为  $3.42 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ,与 2030 年城市需水量  $(5.5 \sim 6.2) \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$  相平衡,缺水量为  $(2.08 \sim 2.78) \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ,缺水风险率为 37.8%~44.8%。

4 供水安全对策

城市供水包括常规供水和应急供水两个方面。综合分析可知,对于长春市,常规供水的出路在于进一步扩大引松,而应急供水则应立足于挖掘近郊水资源潜力<sup>〔1〕</sup>。为缓解长春市城市水资源供需矛盾,提高供水安全保障程度,可以采取以下措施:

4.1 节约用水

目前,解决水资源问题的方式正在由“开源”到“开源节流”并重转变和发展,“节流”成为构建和谐社会的重要措施<sup>〔10-11〕</sup>。长春市城市节水主要可以通过如下措施实现:加强节水宣传教育,提高人们节水意识;完善水资源管理体制和节水政策法规;加强中水回用,提高用水效率;明确公共用水使用权和相应责任,摒弃浪费严重现象;增加节水投资,加强节水技术和节水设施的开发利用。

4.2 已有水源挖潜

长春市城市供水水源中,地下水已严重超采,水位逐年下降,若不加保护继续开采,很可能会出现严重的地质灾害等。新立城水库和石头口门水库由于上游来水量的减小和干旱年份的频繁出现,蓄水量日渐减少,向长春市城市提供的实际水量已远远小于理论值,若遭遇供水风险,作用有限,供水意义也不大。“引松入长”工程目前仍具有较大的开发潜力,然而对第二松花江水的依赖性越强,长春市的供水风险就越大,因此在扩大引松的同时,一定要加强引松线路的安全保障工作。

4.3 开发周边地区水源

考察长春市周边水资源,西部水系不发育,年降水量小,属于干旱缺水地区,无水可供;北部随着哈达山水库的建成

蓄水, 主要对松原市进行供水, 且处于第二松花江下游河段, “引松入长”工程引水量势必减小; 东部区域地表水资源通过“引松入长”工程和石头口门水库蓄水, 已经成为长春市供水水源, 开发潜力已不大; 长春市南部地区处于松辽分水岭地带, 且东辽河水资源主要用于四平市用水, 对长春市供水作用也不大。但在长春市东南, 饮马河中游与伊舒地槽交叉复合部位, 河漫滩、一级阶地发育, 地下水赋存条件较好, 具有一定的开发价值。

4.4 完善水市场理论

将水资源在计划调配管理的基础上, 引进市场机制的激励作用, 促进水资源形成产业, 形成市场<sup>[9]</sup>。即引导水资源向价值高的领域发展, 使水价能体现国家水利产业政策并能在价值上得到补偿<sup>[12]</sup>, 但水价的制定必须以城市平均生活水平为依据, 遵循适时、适度、适地、平等公平的原则。

4.5 加强现有水源监测和研究

在“开源节流”的同时, 一定要加强对现有水资源的保护工作, 才能真正做到水资源的可持续利用。针对水污染加剧的现状, 长春市城市应抓紧建立、健全各级的水质监测管理系统, 加大监测力度, 把握水质动态。其次, 要严格控制污染物的排放, 坚持“谁污染, 谁治理”的原则, 做到防治并举, 妨害与兴利结合<sup>[10, 13-15]</sup>。

4.6 战略性后备水源地的开发建设

在上述措施提供的应急水量不能满足长春市需求的情况下, 就要加强战略性后备水源地的建设。通过对长春市东南 50 km 处的饮马河中游河谷平原地区水文地质条件、地下水开采现状及资源潜力的综合分析, 该区第四系孔隙含水层, 补给水源充足, 调蓄空间大, 水更替条件好, 是优选的战略后备水源地。此外, 还具有离长春市较近, 输水管线易于布置, 经济成本较低, 水质较好, 无跨坝淹地风险的优点。在此建立水源地, 可以缓解长春市的应急供水压力。

5 结 论

长春市城市水资源短缺, 城市供水对“引松入长”工程依赖严重, 主要存在着水源枯竭、水质污染、突发灾害等风险, 供水系统稳定性差、风险高。按目前供水能力, 至 2030 年缺水率达到 37.8%~44.8%, 将严重制约长春市社会经济的发展。

此外, 通过对水资源组成特点分析可知, 立足于挖掘已有水资源潜力对降低供水风险意义不大, 而周边区域可用的地表水资源利用程度也已较高。因此, 缓解长春市的供水风

险问题, 关键是节约用水、保护现有水源、完善水市场调节机制以及开发周边地区的地下水资源。

参考文献:

[1] 廖资生. 21 世纪长春市城市供水水源问题[J]. 水文地质工程地质, 2005, 32(2): 42- 44.

[2] 肖桂义, 陆继龙, 蔡波, 等. 长春市石头口门水库水质演变及对策[J]. 地质与勘探, 2003, 39(6): 61- 63.

[3] 于君宝, 刘景双, 王金达. 长春市城市用水需求与可利用水资源潜力分析[J]. 水土保持学报, 2003, 17(5): 81- 85.

[4] 同海丽. 陕西省干旱特征与抗旱对策及应急供水[J]. 地下水, 2005, 27(4): 232- 233.

[5] 王亚宜, 严敏. 城市供水突发事件的应急预案[J]. 浙江工业大学学报, 2005, 33(6): 660- 664.

[6] 陈燕海, 张晓芬. 城市供水水源应急预案探讨[J]. 水利发展研究, 2003(6): 31- 33.

[7] Shi B J, Chang C H. Damage survey of water supply systems and fragility curve of PVC water pipelines in the Chi-Chi Taiwan earthquake[J]. Natural Hazards, 2006, 37(1/2): 71- 85.

[8] Thorne J M, Savic D A, Weston A. Optimised conjunctive control rules for a system of water supply sources: roadford reservoir system(U. K.)[J]. Water Resources Management, 2003, 17(3): 183- 196.

[9] 潘俊, 骆阳, 陈显利, 等. 地表、地下水库联合调蓄供水的风险性[J]. 中国给水排水, 2004, 20(11): 49- 51.

[10] 阮本清, 魏传江. 首都圈水资源安全保障体系建设[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 70- 73.

[11] 钱易, 刘昌明, 邵益生. 中国城市水资源可持续开发利用[M]. 中国水利水电出版社, 2002: 32- 67.

[12] 张俊艳, 韩文秀. 城市水安全问题及其对策探讨[J]. 北京科技大学学报: 社会科学版, 2005, 21(2): 78- 81.

[13] 刘德强. 城市供水保障体系的建设[J]. 工程建设与设计, 2005(10): 68- 70.

[14] 黄雪菊, 孙辉, 唐亚. 城市化背景下成都市水资源安全及可持续发展[J]. 世界科技研究与发展, 2004, 26(5): 74- 78.

[15] 汤卫文. 关于城市供水发展规划制定的若干问题[J]. 中山大学学报论丛, 2002, 22(3): 276- 280.

(上接第 252 页)

[7] 谢平, 陈广才, 李德, 等. 水文变异综合诊断方法及其应用研究[J]. 水电能源科学, 2005, 23(2): 11- 14.

[8] Mike H. Defining future climates from scenarios to risk assessments[M]//Impacts of Climate Chang on Wild life. Department of Zoology, University of Cambridge, Downing Street, Cambridge, 2001: 8- 9

[9] 吴榜华, 孟庆繁, 赵元根, 等. 全球气候变化与生物多样性[J]. 吉林林学院学报, 1997, 13(3): 142- 146.

[10] 陈广才, 谢平. 水文变异的滑动 F 识别与检验方法[J]. 水文, 2006, 26(2): 57- 60.

[11] 范立民. 黄河中游一级支流窟野河断流的反思与对策[J]. 地下水, 2004, 26(4): 236- 237.