

沈阳市水资源供需分析及可持续利用战略研究

吴伟,张剑峰

(大连理工大学管理学院,辽宁 大连 116023)

摘要 分析沈阳市水资源开发利用现状,认为沈阳市水资源开发利用中存在水资源浪费、水污染严重和过量开采地下水等问题。根据对沈阳市的水资源供需平衡关系分析,计算出沈阳市的水资源承载力为:人口宜控制在750万以内,农业有效灌溉面积控制在8万hm²左右,农业、工业和生活用水的协调分配比例为65:20:15较宜,为此提出了沈阳市的水资源可持续利用战略——强化节水措施,控制地下水超采,防治水污染。

关键词 水资源 供需分析 可持续利用 沈阳市

中图分类号 TV213.4 **文献标识码** A **文章编号** 1004-6933(2004)03-0040-03

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。沈阳市多年平均降水量为615 mm,降水量年内变化较大,具有明显的季节性^[1]。沈阳市的主要河流共有26条,其中大型河流4条,中型河流4条,其余为小型河流。这些河流的特点是:汛期流量大、水位高,枯水期流量小、水位低。全市现有水库54座,总库容58 152.44万m³。沈阳市农田灌溉工程发展较快,全市万亩以上灌区17个,共有水田82 573 hm²^[2]。本文着重对沈阳市水资源开发利用现状和存在的问题进行分析,据此提出沈阳市水资源可持续利用战略。

1 水资源开发利用现状及存在的主要问题

1.1 水资源开发利用现状

表1给出了沈阳市1995~1998年水资源利用情况统计数据。从表1可以看出,沈阳市水资源的供给主要来源于地下水,郊区生活用水、工业用水和城区工业用水全部为地下水。1998年地下水用量占到了总用水量的76%。这些地下水资源来源于石佛寺水库及其他供水公司的地下水井群。沈阳市

的地表水资源主要来自大伙房水库的引水。1998年农业用水占总用水量的61%,居第1位,排在第2位的是工业用水。从1995年到1998年,沈阳市总用水量增长了24%,增加的这部分用水主要用于发展农业。

由图1可以更直观地看出沈阳市的水资源可利用量和使用量之间的平衡关系。其中逐年计算得到的水资源利用率:1995年为36%;1996年为69%;1997年为108%;1998年为74%。这些数据相对于辽宁省的平均水平来说都较高,其主要原因是沈阳市对地下水资源的过度开采。1997年和1998年该

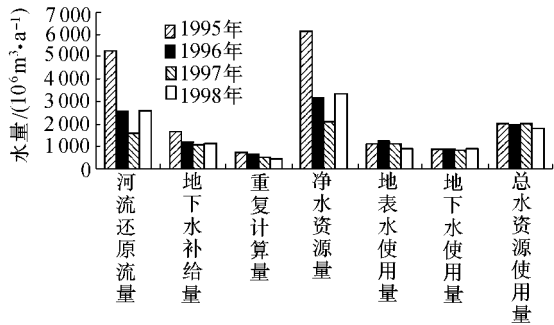


图1 1995~1998年沈阳市水资源供需状况

表1 1995~1998年沈阳市用水情况

10⁶m³

年份	郊区用水						城区用水				合计用水	
	生活		工业		农业		生活		工业		SW	GW
	SW	GW	SW	GW	SW	GW	SW	GW	SW	GW		
1995	0	39	0	28	636	388	146	256	0	729	782	1440
1996	0	70	0	14	532	913	146	271	0	538	678	1806
1997	0	96	0	48	786	911	50	219	0	716	836	1990
1998	0	73	0	52	498	1184	164	358	0	494	662	2161

注 表中 SW 表示地表水, GW 表示地下水。

基金项目 国家自然科学基金(70073003) 教育部博士点基金(20020141027)

作者简介 吴伟(1941—),男,辽宁大连人,教授,博士生导师,从事环境管理与可持续发展研究。

市地下水的开采量都显著超过了补给量。尤其值得关注的是,这种过度开采的现象仍在继续,且有愈演愈烈之势。长此以往,必然会导致沈阳地区地下水资源枯竭。

1.2 水资源开发利用中存在的主要问题

a. 水资源浪费严重。沈阳市农业用水量约占总用水量的 60%,比例很大。由于农田基本建设水平低,渠系配套差,灌溉技术落后,灌溉用水量大(7 500 m³/hm²左右),造成水资源的浪费很大。同时,沈阳是一个重工业城市,存在较多的工业用水大户,由于设备老化和技术落后,万元工业产值用水量较同等城市偏大,水资源重复利用率亦较低。

b. 水污染状况严重。据统计,沈阳市生活污水年排放量达 2.4 亿 t,工业废水年排放量超过 1 亿 t,大多数未经处理就直接排入河道,其中 COD 排放量高达 4 375 g/s。全市多数河流均受到不同程度的污染,更为严重的是城市地下水亦受到了污染。在抽样监测中,地下水水质的达标率仅为 74%。对于沈阳这样一个对地下水依赖程度较大的城市,水资源污染也加剧了水资源的供需矛盾^[3]。

c. 过量开采地下水。由于长期无序超量开采地下水,沈阳市地下水水位逐年下降,漏斗区面积不断扩大。1999 年沈阳市城区内漏斗区地下水水位为 21.35 m,地下水漏斗区面积为 94 km²,地下水的开采量已接近补给量,若不采取有力措施,地下水将有枯竭的危险。

2 水资源利用平衡分析

2.1 水资源供给能力

a. 地下水和沿河井群开发利用。据计算,沈阳市浅层地下水和沿河井群的水资源可开采量为 1.348 × 10⁶ m³/d,而目前实际的开采量占可利用量的 80% 左右。其中,当石佛寺水库二期工程竣工后,其相关区域地下水供给能力将从 0.2 × 10⁶ m³/d 增长为 0.4 × 10⁶ m³/d,这将缓解沈阳市地下水供应紧张的情况。当然,对于现阶段来说,沈阳市的地下水开采量已经接近或超过补给量,寻找地下水的替代水源是解决水危机更为有效的方法^[4]。

b. 地表水开发利用。沈阳市的地表水资源主要来源于抚顺大伙房水库,其设计供水量为 0.42 × 10⁶ m³/d。另外,沈阳市的地表水资源也通过浑河沿岸井群抽水的方式被间接利用。据统计,在浑河沿岸井群的取水量中,有 70% 通过浑河的地表水直接补给,另外的 30% 来源于地下水系补给。

c. 工业自备井。这部分供水是指各大型工业企业为满足其工业生产的需要,直接从河流中引水

或是开采地下水。据调查,沈阳市工业企业取水设施的设计供水能力为 0.423 × 10⁶ m³/d,而目前实际的取水量为 0.169 × 10⁶ m³/d,只占很小的一部分。工业自主取水量的减少与沈阳市的相关政策有关。沈阳市政府努力减少工业自主取水量,而尽量用水库的地表水或是污水处理厂的回用水来弥补这部分缺口。这将有利的从全局调控水资源的供需关系。

2.2 水资源需求量预测

基于对沈阳市的人口预测以及工农业发展规划,预测 2005 年需水量,结果见表 2。

表 2 2005 年沈阳市需水量预测				10 ⁶ m ³
保证率/%	农业用水	工业用水	生活用水	漏失量
50	1 986.4	437.6	617	4.2
75	2 483.0	437.6	617	4.2

到 2005 年,沈阳市的水资源供需缺口将达到 60 × 10⁶ m³,供需矛盾很突出。

2.3 水资源承载力分析

水资源承载力是指在一定的社会经济和科技条件下,在保护生态环境及水资源得到合理利用的前提下,所能承受的人口和产业发展的最大规模^[5]。通过对沈阳市水资源供需的分析,可以得出以下结论 ①人口宜控制在 750 万以内;②农业、工业和生活用水三个用水部门间适宜的分配比例为 65:20:15;③有效灌溉面积宜控制在 8 万 hm² 左右。

3 沈阳市水资源可持续利用战略

a. 强化节水措施,开发节水技术。对于工业企业,应重点抓好用水大户的技术改造,降低万元工业产值用水量,同时要推行水资源的循环利用,提高水的重复利用率^[6]。万元工业产值用水量要从目前的 255 m³ 降低到 150 m³,工业用水重复利用率要从目前的 65% 提高到 80% 以上。农业作为用水大户,在制定农作物种植计划时,要充分考虑水资源的约束条件,合理布局,积极推行节水农业。对已有的水利设施,要加强管理,采取渠道和机井垄沟防渗措施,改进灌溉制度,最大限度地发挥农用水资源的效益^[7]。

b. 合理开采地下水,严格控制地下水超采。对地下水开发进行统一规划,实行地下水取水许可制度,严禁超采地下水,建立分散型供水系统,避免取水点过分集中;合理调整、改造城区工业结构和工业布局,积极发展郊区工业,减轻城市供水压力^[8];征收地下水资源开采费,利用经济手段减少地下水开采量。

c. 切实加强水资源保护,有效防治水污染。首先要制定综合、全面的水资源保护规划,用经济、行政、法律等手段予以落实;同时加强污染源治理,采用

先进生产技术,减少生产过程中的废水排放量,对排放的污水应严格执行污水排放标准^[9] 此外应采取切实措施保护饮用水源不受污染,确保饮用水质量。

参考文献：

[1] 严登华,何严,邓伟. 东辽河流域河流系统生态需水量研究[J]. 水土保持学报, 2001(3) 47~50.
[2] 国家环境保护局. 中国环境统计年鉴[M]. 北京 中国环境科学出版社, 1999.30~180.
[3] 王丽萍. 水资源持续利用及其有关经济问题的研究[D]. 武汉 武汉水利电力大学, 1998.
[4] 傅湘,纪昌明. 区域水资源承载能力综合评价[J]. 长江

流域资源与环境, 1999,8(2) 168~172.
[5] 刘殿生. 资源与环境综合承载力分析[J]. 环境科学研究, 1995(8) :7~12.
[6] 高彦,刘昌明. 区域水资源开发利用的阈值分析[J]. 水利学报,1997(8) 21~23.
[7] 郑垂勇. 水资源与国民经济协调发展研究[M]. 南京 河海大学出版社,1996.
[8] 陈冰,李丽娟,郭怀成,等. 柴达木盆地水资源承载力方案系统分析[J]. 环境科学, 2000,21(3) 16~21.
[9] Seckler D, Barker R, Amarasinghe U. Water scarcity in the twenty-first century [J]. Water Resource Development, 1999 (11) 29~42.

(收稿日期 2003-06-23 编辑 徐 娟)

(上接第 14 页)

$$(t+8)^{1.711}=2501.3(1+0.811lgT)(0.289t+8)/E \tag{6}$$

取 $P=0.5$; $A=0.705\text{ hm}^2$; $A_0=0.054\text{ hm}^2$; $B=CA+A_0=0.532\times0.705+0.054=0.429\text{ hm}^2$; $A_s=419.5\text{ m}^2$; $E=1\,000\text{ KA}_s/B=1\,000\times2.5\times10^{-5}\times419.5/0.429=24.45$,代入式(6)得到 : $(t+8)^{1.711}=77.33(0.289t+8)$,求得 $t=92\text{ min}$,此时,有效存储空间 $V=117.7\text{ m}^3>111.6\text{ m}^3$,满足要求。

3.3 系统高程布置与小区雨水溢流管设计

植被浅沟按地面坡度 0.3% 布置。
渗透沟在每两个集水井之间均为水平布置,高程为两集水井之间平均高程。为保证渗透空间充分利用,每个集水井内设溢流堰板,溢流堰板标高与上游中心渠内顶平。

小区中所有路面均高于绿地约 60 mm,主道沿其中心轴线向两侧绿地倾斜,辅道向某一侧倾斜,保证道路雨水先进入绿地进行渗透处理。小区中停车位布置渗透地面。

因目前国内尚无雨水渗透与排放联合设计与运行的规范与经验,作为方案设计与比较,为防洪安全,渗透设施与市政管网的连接溢流管设计重现期仍采用直接排放方案时选用的设计重现期。该案例选用 $P=1$,溢流管埋深、管径等水力计算与传统直接排放方法相同。

4 工程投资与效益分析

4.1 工程投资与运行成本

按 1996 年北京市建设工程概算定额进行计算,工程造价 38.87 万元。该方案实施后,每年可渗透水量 $14\,600\text{ m}^3$,占该小区降雨总量的 84%,较传统直接排放方案可多渗透雨水 $6\,000\text{ m}^3$ 。按年渗透雨水

量计,工程造价为 26.63 元/m^3 按小区面积计,工程造价 13.26 元/m^2 。由于该方案埋深较浅,便于清堵,易于维护,年运行费用可控制在 3 000 元以内。假设渗透运行成本全部均匀分摊到每年渗透水总量上,则渗透水量运行成本为 0.21 元/m^3 。

4.2 效益分析

若考虑节省城市引水、净水的边际费用,节水可增加的国家财政收入,消除污染而减少的社会损失,节省城市排水设施的建设和运行费用等几项间接效益,与传统直接排放方案的差额投资内部收益率为 19.2%,优于直接排放方案。在计算中,若考虑远距离引水(如南水北调)和用水超标加价收费和罚款,防洪减灾、节省水资源、防止地面沉降减少的灾害,改善城市环境以后带来的其他环境效益和社会效益等,此项差额内部收益率会更大^[1]。

参考文献：

[1] 李俊奇,车武,孟光辉,等. 城市雨水利用方案设计与技术经济分析[J]. 给水排水,2001,27(12) 25~28.
[2] 汪慧贞,车武,胡家骏. 浅议城市雨水渗透[J]. 给水排水, 2001,27(2) 4~7.
[3] 欧岚,车武,汪慧贞. 城市屋面雨水绿地水平渗透净化研究[J]. 城市环境与城市生态,2001,14(6) 24~27.
[4] 汪慧贞,车武,李俊奇. 雨水渗透设施的计算及关键参数[J]. 给水排水,2001,27(11) 18~24.

(收稿日期 2002-09-16 编辑 高渭文)

