

沈阳区域水资源动态变化及可持续利用对策

张志全¹, 郑泽宴²

(1. 沈阳大学师范学院地理系, 沈阳 110016; 2. 辽宁省广播电视学校, 沈阳 110016)

摘要: 21 世纪是全球水资源供需矛盾空前尖锐的时代, 水资源短缺成为经济社会可持续发展的重要制约因素已经在许多区域凸显出来。沈阳是缺水地区之一, 人均占有水资源量仅 4876 m^3 , 约是全国人均占有量的 $1/5$ 。分析了沈阳区域水资源的动态变化、水资源的利用现状。提出了区域水资源可持续利用的对策, 为政府进行水资源宏观调控和工程建设决策提供科学依据。

关键词: 沈阳; 水资源动态; 可持续利用

中图分类号: P331

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004) 01-0156-04

Measures of Dynamic Changes of Water Resource and Sustainable Utilization in Shenyang Region

ZHANG Zhi-quan¹, ZHENG Ze-yan²

(1. Geography Department of Teachers Institute, Shenyang University, Shenyang 110016, China;

2. Liaoning Radio and Television School, Shenyang 110016, China)

Abstract: Contradiction between supply and demand of water resources is becoming more and more serious all over the world in the 21st century, shortage of water resources becomes the important condition of sustainable development, it has been out in many regions. Shenyang region is one of the the areas of shortage of water, the occupation of per capita is 486 m^3 , it is $1/5$ of that in China. The authors analyze the dynamic changes of water resource and present state of exploitation and utilization in Shenyang region, provide methods of regional water resource of sustainable utilization, and scientific reference for the government to take decision of macroscopical control and engineering construction about water resource.

Key words: Shenyang; dynamic changes of water resource; sustainable utilization

21 世纪全球水资源供需矛盾空前尖锐, 水资源成为经济社会可持续发展的重要制约因素已经在许多区域凸显出来, 水资源缺乏的警钟已向世人敲响。沈阳是全国严重缺水的地区之一, 人均占有水资源量为 486 m^3 , 约是辽宁省人均占有量的 $1/2$, 全国人均占有量 $1/5$, 世界人均占有量 $1/17$ 。探讨沈阳区域水资源的动态变化、区域发展开发利用水资源现状, 对推进区域水资源的统一管理和可持续开发利用, 为政府对水资源问题进行宏观调控和工程建设决策提供科学依据, 提高全民的节约用水、保护水源的意识都具有十分重要的现实意义。

1 沈阳区域水资源动态变化

区域水资源动态可以由大气降水、地表径流、存储地下水数量的变化来反映。近些年来, 沈阳区域的大气降水、地表径流、存储地下水的变化情况是:

1.1 区域降水量的变化

近 50 年, 沈阳区域年均降水量在 $680\sim 510\text{ mm}$ 。降水的时空分布差异较大, 80% 的降水量集中在 5~8 月, 空间分布是由东南向西北递减, 多雨区与少雨区的降雨量差值在 150 mm 以上^[1], 沈阳市内多年平均降水量为 715.5 mm , 多数年份的降水量变化不大。沈阳区域 20 世纪各年代平均年降水量见图 1。

多年平均降水量的变化是: 20 世纪前 50 年降水量递增, 50 年平均增加 40%; 60 年代降水量比 50 年代减少 19%; 70~80 年代中期, 降水量与 60 年代基本相同, 稳定在 $690\sim 710\text{ mm}$ 。降水量的年际变化虽无明显规律, 但 20 世纪初到 20 年代中期变化较大, 相邻年代间年降水量相差在 200 mm 以上的占 60%, 降水量波动较小的是 20 年代后期及 70 年代到 80 年代中期, 相邻年代间降水量相差在 200 mm 以上的只占 15%。一般是多水年与少水年交替出现, 每隔 5~10 年出现一次较大降水。少水年也大致 5~10 年出现

¹ 收稿日期: 2004-01-10

基金项目: 沈阳市科委基金项目“沈阳资源环境可持续发展研究”(200049015-00)

作者简介: 张志全(1957-), 男, 硕士, 副教授, 主要从事综合自然地理学和环境生态学的教学工作, 研究方向为环境变化与生态建设、科技传播等。

一次。

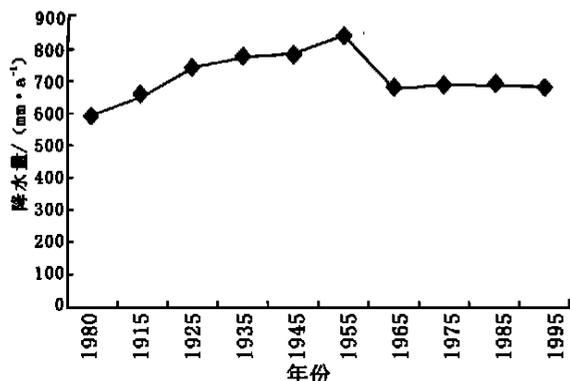


图 1 沈阳 20 世纪各年代年平均降水量

1999~2001 年, 沈阳连续三年遭受干旱, 境内大小河流断流, 水库蓄水量不足, 城市供水受到威胁, 全市农田失墒严重, 北部康法地区旱情最为严重。2001 年平均降水量仅 404.2 mm, 折合水量 5.246 m³, 与多年平均值相比减少 35%, 属特殊干旱年。2001 年 1~5 月降水量为 31.2 mm, 是同期多年平均降水量的 30%; 6~10 月降水量 362.8 mm, 是多年平均值的 74%; 秋冬季降水量 19.7 mm, 是多年平均值

的 65%。近 3 年降水量明显减少。

1.2 区域地表径流量变化

沈阳区域多年平均降水量 7.785 7 × 10⁹ m³, 多年平均径流量 8.274 × 10⁸ m³, 渗入地下 1.140 × 10⁸ m³ 和陆面蒸发 3.378 × 10⁹ m³[1], 因拦蓄地表水工程较少, 绝大部分地表径流汇流入河道下泄, 境内地表水正常年利用量为 1.319 2 × 10⁹ m³, 约占径流量的 16%, 按不同频率计算的流域地表水资源见表 1。

表 1 按不同频率计算的流域地表水资源 10⁴ m³

流域名称	多年平均	P= 50%	P= 75%	P= 95%
沈阳城郊	82749	75017	53058	33182
辽河流域	22732	31002	14647	9175
浑河流域	42974	38677	27503	17190
太子河流域	9056	8150	5796	3622
饶阳河流域	7987	7188	5112	3195

沈阳区域内有水库 26 座, 其中中型水库 11 座, 小型水库 15 座。中型水库兴利库容 1.957 8 × 10⁸ m³, 其调节水量为 1.852 3 × 10⁸ m³。11 座中型水库特征见表 2。

表 2 沈阳区域 11 座中型水库特征

水库名称	地 点	积雨面积 / km ²	多年平均降水量 / mm	多年平均径流量 / 10 ⁴ m ³	总库容 / 10 ⁴ m ³	兴利库容 / 10 ⁴ m ³	调节水量 / 10 ⁴ m ³
棋盘山	东陵满堂	133	716.4	3280	8016	1476	1602
尚 屯	法库十间房	238	620.0	3570	8560	3403	3022
泡子沿	法库柏家沟	156	620.0	2496	4910	1590	1997
牛其卜	法库大孤家	66	616.0	921	1980	731	737
尖山子	法库卧牛石	84	525.0	496	2500	970	397
三合成	法库包家屯	60	500.0	377	1372	404	321
拉成章	法库包家屯	41	520.0	253	1087	486	240
獾子洞	法库秀水河	163	550.0	1194	3170	2115	988
三台子	康平东关	143	550.0	1187	5593	1942	1128
花 古	康平柳树屯	344	450.0	1271	2731	652	860
西泡子	康平胜利	1593	450.0	6370	9620	5420	6220

2001 年全市地表水资源量 6.2 × 10⁸ m³, 折合年径流深为 47.8 mm, 比多年平均值少 53%。由于受春旱影响, 境内辽河段 5~6 月期间共断流 28 d, 养息牧河、秀水河等支流除雨季外, 河道均断流无水。2001 年, 11 座中型水库上半年末蓄水量 5.3 × 10⁷ m³, 比 2000 年同期少蓄水 6.5 × 10⁷ m³。2001 年末蓄水量 7.2 × 10⁷ m³, 比 2000 年末少蓄 3.6 × 10⁷ m³, 蓄水量仅占兴利库容的 37.4%。2002 年初冬, 最大水库西泡子由于地表水补充不足, 水库几乎干涸。总之, 区域地表水呈逐年减少趋势。

1.3 区域地下水资源变化

沈阳区域多年平均地下水资源为 2.364 8 × 10⁹ m³, 可开采量 1.936 × 10⁹ m³ 按 1984 年中等平水年 (P= 50%) 计算占水资源总量 (包括过境客水) 的 54%, 但分布不均匀。东部低山丘陵区属贫水区, 中部平原区具有良好的天然降水与入渗条件, 属富水区, 西北部秀水河山前一带, 地下水贫缺, 绕阳河、养息牧河流域属于中等富水区。地下水资源易于开采, 但受降水因素影响较大, 有调节年内和年际地下水量余缺的重要作用。浑河地区地下水位的多年变化对比见表 3。

表 3 1962~1980 年浑河地区地下水位变化对比表

地 区	点号与水	近河地区				远河地区			稻田区	
		浑南 339#	浑北 188#	市区南部 50#	市区东部 70#	市区中部 55#	市区北部 106#	市区西部 118#	丁香 269#	竞赛 338#
1976 年前平	5 月	-0.156	-0.149	-0.065	-0.344	-0.253	-0.572	-0.569	-0.023	-0.250
	均下降值	9 月	-0.020	-0.138	-0.096	-0.421	-0.274	-0.501	-0.611	-0.004
1976~1980 年	5 月	-0.632	-0.352	-0.420	-1.312	-1.381	-1.510	-1.717	-0.145	-0.242
	平均下降值	9 月	-0.420	-0.187	-0.328	-0.975	-1.536	-1.347	-1.920	-0.025
1980 年同期	5 月	-4.091	-3.950	-2.528	-10.077	-9.072	-13.486	-14.275	-0.910	-3.514
	对比下降值	9 月	-1.881	-2.640	-2.561	-9.794	-9.982	-11.911	-15.633	-1.001

由表 3 可知, 浑河地区地下水的低水位出现在 5~6 月,

高水位出现在 9~10 月, 水位变幅为 3~5 m。浑河地区地下

水主要受浑河水文条件影响,一般 1~2 月水位较高,3 月开始缓慢下降,4 月达到最低值。上游的大伙房水库 5 月放水时水位开始上升,7~8 月随着河水洪峰,地下水水位达到高峰,以后缓慢下降,水位变幅在 2 m 左右。水稻田地区地下水水位主要受灌水影响,低水位在灌水前的 5 月,泡田期水位上升,7~9 月水位最高,水位变幅较大,在 0.5~5.5 m。

2001 年由于大气降水量减少,沈阳区域地下水资源量也相应减少。地下水水位资源量仅 $1.465 \times 10^9 \text{ m}^3$,与多年平均值相比减少 38%。可开采量 $1.348 \times 10^9 \text{ m}^3$,与多年平均值相比减少 30%。

地下水虽然较丰富,但是随着社会经济的不断地发展,用水量急剧增加,对地下水开采严重过量,地下水位逐年下降。中心城区采补失调和严重过量开采,已形成大面积的超采漏斗。以地下水等水位线封闭曲线计算,漏斗面积最大时曾达到 288 km^2 。

1962 年地下水漏斗面积 44.5 km^2 ,1976 年为 126 km^2 ,1980 年为 242.5 km^2 ,漏斗面积成倍增加。1962~1976 年漏斗面积平均扩展率为 6.8 km^2 ,1976~1980 年平均为 29 km^2 ,多年形成了“西部”和“东部”两大漏斗,目前地下水漏斗仍在日益扩大。

2001 年,枯水期漏斗总面积 99.5 km^2 ,比 2000 年扩大 8.0 km^2 ,其中:“西部”漏斗面积为 86.5 km^2 ,比 2000 年同期扩大 1.3 km^2 ,最大水位埋深 17.20 m 。“东部”漏斗面积 13 km^2 ,比 2000 年同期扩大 6.7 km^2 ,最大水位埋深 19.85 m 。丰水期漏斗总面积 90.3 km^2 ,比 2000 年扩大 0.8 km^2 。其中“西部”漏斗 79.7 km^2 ,比 2000 年扩大 0.9 km^2 ,最大水位埋深 16.70 m 。“东部”漏斗 10.6 km^2 ,比 2000 年减少 0.1 km^2 ,最大水位埋深 14.50 m 。

1.4 水资源总量变化

沈阳区域多年平均水资源为 $3.684 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。其中,区域多年平均地下水资源为 $2.3648 \times 10^9 \text{ m}^3$,可开采量 $1.934 \times 10^9 \text{ m}^3$;境内正常年地表水利用量为 $1.3192 \times 10^9 \text{ m}^3$,约占径流量的 16%。

2001 年沈阳市水资源总量比多年平均值少 52%。其中:地表水资源 $6.2 \times 10^8 \text{ m}^3$,地下水资源 $1.465 \times 10^9 \text{ m}^3$,水资源总量中需扣除的地表水与地下水重复计算量为 $3.61 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2001 年沈阳市水资源总量为 $1.724 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。

沈阳地处辽河、柳河、浑河、太子河汇集处,大量工业、生活废水污染水资源,水中溶解了较多的硫酸盐、铁质等矿物元素。水体受污染情况是:北部较轻,中部次之,西南较重,浑河、细河等河流附近最严重,污染造成可利用水资源大量减少。此外,工业用水循环率低,生活用水计量不准确,“跑、冒、滴、漏”现象不能及时处理,浪费情况严重。水资源总量已减少到供不应求的紧张状态。

2 水资源利用状况与需求预测

2.1 取水许可管理

沈阳市到 2001 年底共发放取水许可证 4 324 套,审批水量 $1.786 \times 10^9 \text{ m}^3$,其中:地表水 $2.8 \times 10^7 \text{ m}^3$,地下水 $1.758 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。新发取水许可证 587 套,批准水量 $8.13 \times 10^6 \text{ m}^3$ [2]。

2.2 水资源利用分析与需求预测

利用分析:社会经济发展需要大量水资源,全市 1996 年用水量为 $2.847 \times 10^9 \text{ m}^3$,2000 年用水量为 $2.482 \times 10^9 \text{ m}^3$,2001 年用水量为 $2.27 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。2002 年 1~6 月全市供需状况是:可供水量 $1.433 \times 10^9 \text{ m}^3$,需水量 $1.439 \times 10^9 \text{ m}^3$,缺水 $6.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。

需求预测:按照党的十六大提出的“全面建设小康社会,实现社会经济可持续发展”的要求,依据当前沈阳社会经济发展水平,预测 2010 年以前,沈阳经济增长速度要达到年平均递增 7.17%,工业年平均递增 10%。以 1996 年沈阳工业经济每万元产值(1990 年不变价)用水量为 $52.88 \text{ m}^3/\text{a}$,计算结果是:工业需水量 $8.0122 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,城市生活用水量 $7.3 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$;农村生活用水量 $1.5066 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$;农林牧用水量 $1.0950 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$;农田灌溉用水量 $2.248 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{a}$,总量为 $4.03938 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{a}$ 。1996 年、2001 年全市各行业实际用水量与 2010 年预测用水量结构见图 2。

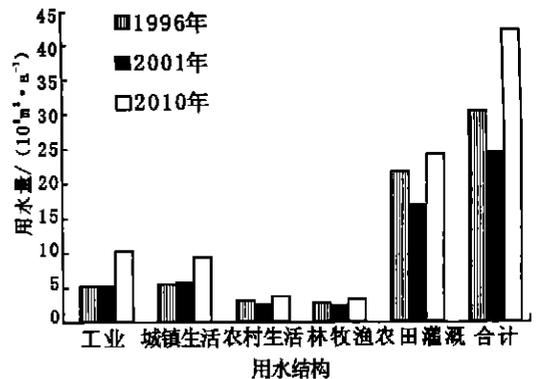


图 2 1996 年、2001 年、2010 年沈阳市用水结构

结论:虽然 2000 年前全市用水量与多年平均水资源为 $3.684 \times 10^9 \text{ m}^3$ 的总量相比,水资源仍有剩余,能基本满足沈阳社会经济发展的需求。但是面对 2001 年全市用水量 $2.27 \times 10^9 \text{ m}^3$,与当年水资源总量 $1.724 \times 10^9 \text{ m}^3$ 相比,则缺少 $5.58 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2002 年 1~6 月全市供需平衡则缺水 $6.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。到 2010 年供需平衡将至少缺水 $3.538 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

无论现在还是将来,水资源成为制约沈阳区域社会经济发展的一个主要因素已经成为事实,沈阳已经进入严重缺水的时期。

3 水资源可持续利用对策

水资源作为区域社会发展的重要驱动力,其利用模式与管理措施至关重要。沈阳区域水资源短缺、生态环境趋向脆弱化,如果忽视水资源供给的有限性,必然导致资源与发展的不协调。因此,合理开发和节约使用各种自然资源尤其是水资源,走生态经济建设道路是沈阳社会发展的必然选择。

3.1 开辟新水源

建设下辽河平原“地下水库”。下辽河平原介于千山山脉、医巫吕山、康法隆起之间。横宽 120 km ,纵长 200 km ,面积约 $2.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。海拔由北至南为 $50 \sim 3 \text{ m}$,坡降 0.003。三面环山、中间低平地的地势地貌,大厚度松散岩层的地质结构恰似一座天然“地下水库”,其总库容可达 $6.535 \times 10^{10} \text{ m}^3$,调节库容 $4.538 \times 10^9 \text{ m}^3$,不仅可使年内供水平衡,

且可进行年际调节,在枯水期(年)也可满足供水需求。沈阳的平原地区属辽河平原“地下水库”的中下游,其总库容可达 $4.9641 \times 10^{10} \text{ m}^3$,其中辽河流域库容 $1.8841 \times 10^{10} \text{ m}^3$;浑河流域库容 $3.0851 \times 10^{10} \text{ m}^3$,调节库容 $2.046 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。“地下水库”建设将从长远上解决用水紧张问题。

“拦蓄地表水”工程建设。从 2000 年起,辽宁省政府已经将“省辖市拦蓄地表水的数量”列入市政府工作考核指标^[2]。沈阳市拦蓄地表水的情况是,2000 年、2001 年在 14 个省辖市中排名分别在 7、8 位,处于较差水平。因此沈阳要加大地表拦蓄水工程建设,减少地表径流的浪费。同时要开展各种形式的高效雨水集流水利工程建设,将集雨节灌与水土保持有机结合,通过调节集蓄降水解决水资源的时空分布不均问题,实现雨水资源化。此项“工程”可以通过提高河流的防洪标准的方式,达到地下水、或水库水与地下水互补调度,增加地表水的存储量,并提高地下水的水位和数量。”

“东水西调”工程建设。关于东北南部水资源补给的“调水工程建设”问题,有“北水南调”工程建设方案,即“将黑龙江省境内的嫩江水和吉林省境内的松花江水通过松辽大运河调入辽河,后经过水库调入沈阳,供水 $4.38 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 的工程”。但是,由于资金、环境影响等因素制约,目前还没有全面论证。本文提出的“东水西调”工程是“引辽宁浑江水经富尔江、清原入抚顺大伙房水库,再向沈阳市及周边地区供水”。初步计算,工程可供水 $5.56 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,其中可供沈阳用水 $3.65 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。这是一个优于“北水南调”工程的方案,应该及早论证、设计,在需要是及时开工建设。

3.2 节约生产用水

工业节水。沈阳作为老工业基地,工业结构决定了对水资源的消耗水平及对水环境的污染程度。应采取以生态工业为核心的工业化模式,进行产业结构调整,减少工业生产对水环境的污染。要根据水资源容量、自净能力来确定工业的合理布局和发展规模,确保在任何情况下工业发展都不以污染水环境为代价;建立和完善生态工艺,不断淘汰旧工艺,开发新工艺,提高经济活动的环境效率和资源效率,降低单位经济活动的环境成本和资源成本;建立完整的环境监测和评估系统,为优化工业结构提供准确翔实的资料,抓好工业用水计划,提高工业用水的重复使用率。

农业节水。农业作为沈阳地区的用水大户,节水潜力巨大。有效地控制水田的发展,积极发展节水型农业,调整优化农业种植结构,压缩经济效益低、用水定额高的农业,积极发展高效、节水农业;改革现有灌溉方式,加强用水管理;加强灌区防渗,提高水的有效利用率等是节约农业用水的主要方向。要综合利用工程节水技术、生物节水技术、农艺节水技术等,建立农业节水体系,缓解农业与工业、生活、生态用水之间的矛盾。

参考文献:

- [1] 沈阳地方志编纂委员会. 沈阳市志(一)综合卷[M]. 沈阳: 沈阳出版社, 1989. 347- 375.
- [2] 徐启新, 等. 上海高速城市化进程对水环境的影响及对策[J]. 世界地理研究, 2003, 12(1): 20- 25.
- [3] 沈阳市水利局. 2001 年沈阳市水资源公报[N]. 沈阳日报, 2002- 03- 22.
- [4] 吴季新. 奥运之年北京到底缺不缺水[N]. 科技日报, 2003- 07- 16.
- [5] 闫百兴. 辽河流域水资源演化趋势分析[J]. 水土保持通报, 2000, 20(6): 1- 5.

3.3 保护水源, 减少生活用水

水资源平衡绝不能把水生态系统的平衡排除在外,反之,水生态系统平衡是第一平衡,是其它系统平衡的基础,这也是水资源的储备和水安全的保证。沈阳应使城市规划与水资源规划相配合,实施“碧波变生态,清水绕沈城”的水生态系统建设。要大力开展森林城市建设,全面改善生态环境,使水资源自然补给功能得到恢复,水源得到保护,确保水资源总量不减。

加强节水宣传,提高节水意识。沈阳城市人均综合生活用水量 1998 年为 260 L/d,人均综合用水量为 369 L/d,90 年代年均增长在 4% 左右,高于欧洲 15 国 1991 年人均综合用水量 256 L/d 的水平。因此生活节水潜力很大,要使广大公众明确自己节水的责任、权利和义务,在全社会形成节约用水、保护水环境的良好风尚。

加强消费引导,提倡绿色消费方式。生产领域要鼓励生产不含磷的绿色产品或环境标志产品,消费领域要动员公众自觉地使用不含磷的洗涤用品。推广节水工艺和设备,提高水的重复利用率。要大力提倡绿色生活方式,鼓励消费者购买节水产品。在家庭应大力推广使用节水器具。

3.4 实施中水回用

生产、生活中的大量用水,造成介于上水与下水之间的中水数量很大,中水的水质经适当处理,就可以广泛用于工业、生活非饮用等方面。中水在处理上具有装置工程小、投资省、见效快的优势。实践表明:中水回用可以一举四得,增加水资源量、减少污水排放量、回收水中的有用物质及节省能源。这对水资源不足、利用率低、水质污染严重的沈阳来说,开发利用中水资源具有巨大的经济、社会与环境效益。要在工厂、住宅区和公共场所推广中水利用,可作为绿化、厕所冲洗用水。

3.5 水资源管理建设

实施水资源统一管理。统一管理是在资源系统工程管理的科学思想指导下统一法规,统一规划,统一监测,统一调度,统一水价,统一监督,统一节水和保护的管理。当前沈阳必须加大节水力度,实行总量控制,以实施水资源统一管理来保证沈阳不缺水。

水价与水市场管理。“物以稀为贵”是市场经济的基本法则,沈阳水资源相对短缺的形势使我们面对要么提价,要么缺水的选择。沈阳的正确选择是支持提高水价(包括污水处理费)。就目前来看,提到工资的国际等比价,也就是参照“吨水价/月工资的国际比例来定价”是合理的。如不缺水的巴黎市,为了保护水资源的用水占工资的比例^[4],沈阳完全可以借鉴。沈阳的水务市场需要巨大的资金投入,仅依靠提高水价和财政拨款是不够的,在自来水厂、管网和污水处理厂建设方面,国家水务市场政策已经开放,沈阳要率先广招外资,吸引各方资金,参加水务市场的建设与管理。