

# 西北城市水资源利用的问题诊断与应对措施

雷敏, 曹明明

(西北大学 城市与资源学系, 陕西 西安 710069)

**摘要:** 从西北地区城市水资源利用存在的问题诊断入手, 指出了西北城市水资源利用现状和利用过程中存在的城市人口不断增加、产业结构不合理、地下水严重超采、地下水位不断下降、水污染严重等问题, 提出了调整产业结构、控需节流、开源引水、合理开采、补给保护、科学管理、治污为本、依法治水等应对措施。

**关键词:** 西北城市; 水资源; 水资源可持续利用

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2002)01-0026-04

中图分类号: TV212.2

## Diagnosis and Countermeasures of Urban Water Resource Utilization in Northwest China

LEI Min, CAO Ming-ming

(Department of Urban and Resource Science, Northwest University, Xi'an 710069, China)

**Abstract** By the diagnosis of the water resource utilization, the current position of the water resource, and the problems of the water resource utilization in cities of northwest China are pointed out. Then the countermeasures are put forward on how to settle those problems and make the water resource utilization sustainable.

**Keywords** the northwest cities; water resource; the sustainable utilization of water resource

### 1 城市水资源概况

城市水资源可定义为“一切可被城市利用的天然淡水资源”。在我国,南方城市多以地表水为供水水源,而缺少地表水资源,气候干旱的西北城市,多以地下水为供水水源。

城市水资源除具一般水资源的不可替代性、流动性、时空分布不均匀性和社会性等特性外,还因特殊的环境条件和使用功能而表现出 4 个特性: (1) 城市水资源具有系统性。主要表现在城市水资源开发利用过程中的不同环节是个有机整体,任何一个环节的疏忽都将影响到水资源利用的整体效益。(2) 相对于城市用水需求量的持续增长,城市水资源的量是极为有限的。许多城市的当地水资源已接近或达到开发利用的极限,部分城市的水资源已严重超采,而外来引水资源因受水资源分布、生态环境和水所有权等因素的制约,能被城市获取和利用的量也不可能无止境地增加。(3) 城市水资源具有脆弱性。主要表现在易受污染和易遭破坏,特别是地下水,污染和过度开采后,水资源质与量的状态便失去平衡,进而诱发一系列的环境地质问题。(4) 可恢复性和可再生性。城市水资源的这个特性主要表现在水量的可补给性和水

质的可改善性,只要投入一定的人、财、物,水体量的补给与质的改善则是可行的。

区域城镇体系的发展以及空间分布特征与水资源的合理利用关系密切。尤其是城镇的发展对水资源利用效率的影响显著。目前我国水资源利用总量中,农业占 78%,工业和城市占 22%。虽然两者所占比例不大,但其在空间上的高度集聚和水资源需求的连续性等特征对区域水资源的利用和水利设施网络的建设具有重要影响。城市化发展是区域社会发展的重要方面,是引起区域水资源供需关系变化的主要原因之一。随着区域城市化的不断发展,人口和工业在空间上不断向城市或城市化地区集聚,必然导致水资源的需求量越来越大,而当地水资源不能满足这种需求时,必然向城市以外的地区或水资源比较丰富的地区寻求水资源供应,势必引起区际水资源的人为交换,形成水资源供给与利用的当地非平衡关系。

我国城市化发展速度很快,城市水资源需求量也有了大幅度增长,尤其是城市化程度比较高的都市地区,其水资源已经成为影响城市发展的最主要因素之一。城市工业用水决定于其工业规模的大小和工业行业的结构特征。一般情况下,以重工业为主的城市,城市工业的需水量比较大。

西北地区由陕、甘、宁、青、新等省区和内蒙古西部构成,总面积  $2.98 \times 10^6 \text{ km}^2$ ,占西部地区的 56%,占全国的 31%。区域内总人口  $8.92 \times 10^7$  人,占西部的 31.3%,占全国的 7%。西北地区属大陆性气候区,降雨由东向西减少,年降雨量为  $5.19 \times 10^{11} \text{ m}^3$ ,为全国水平的 1/4 强;水资源总量为  $2.34 \times 10^{11} \text{ m}^3$ ,占全国总量的 1/12,产水模数仅  $4.06 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$ ,相当于全国平均值的 1/7。地表径流属全国最少地区,干旱缺水的状况使丰富的土地、矿藏资源不能得到充分开发利用,致使西北经济难以发展。随着社会经济对水需求量的增大,今后水资源越来越成为社会经济发展的制约因素,而且是第一位的制约因素。在西北的社会经济发展中,必须重视水资源的可持续利用。

西北地区未来发展何种产业?发展到何种程度?是西北城市社会经济发展要首先考虑的基本问题。在研究这些问题时必须考虑西北水资源的承载能力。西北矿产丰富,油气蕴藏量大,有条件形成重要的有色金属基地、油气基地、盐化工基地,并有可能依托这些基地形成新的城市,促进城市化的进程。但在开发这些基地时必须考虑到水资源承载能力。城市化过程要以水为中心进行区域发展规划,确定生产力的布局;并且要以水资源的安全供给与可持续利用为前提,有效进行社会经济结构的调整。总之,水资源可持续利用应成为西北城市化进程的基础,水利在西北的开发中必须先行。

## 2 西北城市水资源开发利用存在问题

西北地区深处内陆,地表水资源贫乏,但地下水资源相对丰富。随着城市工业和人口的不断发展和增加,城市水资源面临的问题越来越多。

西北全区水资源总量约  $2.34 \times 10^{11} \text{ m}^3$ ,占全国 8.3%。水量较丰富的长江上游山区及澜沧江源头区共计  $7.10 \times 10^{10} \text{ m}^3$ ,绝大部分难以利用。内陆河区水资源总量  $1.1 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 。其中地处青藏高原高寒地带约  $1.40 \times 10^{10} \text{ m}^3$  的水量也无法利用;国际河流的水资源量不能全部支配。因此,内陆河流域片的水资源可利用量不足  $8.70 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 。属于黄河流域的  $5.2 \times 10^{10} \text{ m}^3$  水资源,按用水条件和黄河干流分水方案,西北各省区可以支配的水资源量不足  $2.00 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 。综合上述因素,西北地区在人类经济活动范围内可用于社会经济和生态环境保护的水资源量在  $1.07 \times 10^{11} \text{ m}^3$  之内。

### 2.1 局部地区城市用水产业结构不合理

西北地区城市化水平为 25%,以城市为集聚地的工业化发展水平比较高,在近  $3.00 \times 10^6 \text{ km}^2$  范围

内(占全国国土面积的 31.7%),人口  $8.8 \times 10^7$ ,占全国人口的 7.5%,城镇人口  $2.25 \times 10^7$  人,占全国城镇人口的 7.1%,分布着西安、兰州、乌鲁木齐、宝鸡、银川、西宁等大中小城市,这些城市除关中平原城市外分布相对较为分散,而且城市多分布在河流、平原、绿洲或铁路及公路干线附近,决定了城市发展与水资源供需的关系息息相关。西北地区城市不但聚集着较多的人口和工业,与城市相伴的是比较发达的农业,比如关中平原的农业,银川平原的农业,河西走廊的农业,塔里木河流域的农业。这样就易引发工业、农业以及城市生活用水之间的矛盾,导致水资源供需间的突出矛盾。

### 2.2 城市生活用水量逐年增加量较大

城市化水平不断提高和城市人口的不断增长不但是全国社会经济发展的主要趋势,也是西北地区经济社会发展的主要趋势。人口的增长也加剧了城市水资源的供需矛盾。人口的增加,首先造成城市用水量的增加,其次也产生了大量的生活污水,再次由于人口素质得不到提高,对水资源利用保护的宣传力度不够,也使得水资源浪费现象严重。西北城市用水定额高,重复利用率低,其内陆河流域城市工业万元产值用水量是全国的 2 倍,水的重复利用率低,80% 的工业废水未经处理直接排入水域。城市用水浪费严重,自来水网水量损失率高达 30%,这还不包括使用中跑、冒、滴、漏的水量。

### 2.3 城市耗水工业所占比重过大

西北地区城市的发展主要是依托农业的发展和矿产资源的开发利用而发展起来的,不但第一产业在整个国民生产总值中占的比重较大,而且西北地区城市的工业也是主要以耗水量较大的矿山开采、金属冶炼、化学工业等为主。兰州市耗水工业的用水问题、水环境污染及其对城市造成的污染问题已经变得尤为突出。工业的扩大和发展虽然促进了西北地区经济的发展,但也进一步加剧了城市对水资源的需求量,耗水工业在整个西北城市工业中所占比重较大,一般可达 70% 以上。

### 2.4 城市地下水超采严重,地下水位不断下降

水资源量是有限的,地下水资源是我国北方城市,尤其是西北城市的主要供水水源。由于城市工农业及生活方面缺水量大,为维持日常供水,多数城市都被迫超量开采地下水,开采程度较高,并造成地下水位的持续下降,地下水降落漏斗不断扩大,其中西安市城区超采 25%,漏斗面积达  $300 \text{ km}^2$ ,最大埋深 120 m,最大下降速率为  $5 \text{ m/a}$ ;银川市的新市区严重超采 28%。兰州、乌鲁木齐、银川、西宁等城市也都

不同程度地形成了降落漏斗,迫使大批机电井报废或换泵,结果造成井越打越深,采水成本越来越高的恶性循环。

### 2.5 城市水污染严重,水资源环境质量下降

长期以来,人们对水资源的脆弱性没有给予足够的重视,在处理资源、环境与发展之间的关系问题上受到经济条件的限制,导致全区 80% 以上的城市污水和工业废水未经任何处理便直接排入水域,一些分散处理的工业废水虽然达到了排放标准,但其中大部分却又排入了没有集中处理的城市排水系统中,降低了达标排放的意义。就是由于废水及污水的排放,使得大部分城市水域受到污染,而地表水的污染,势必会殃及地下水,先是污染浅层地下水,进而通过自然和人为的“天窗”污染深层地下水。西北城市的亿元 GDP 废水排放量均高于全国平均水平的  $2.07 \times 10^6 t$ , 并达到其 2~4 倍。西北地区以内陆型河湖为主,其水环境容量本来就小,污水排放的增加,必然会导致水资源环境的加速恶化。塔里木河、乌鲁木齐河、黑河等污染十分严重。

## 3 西北地区城市水资源可持续发展的战略与对策

西北开发的基础是大规模的基础设施建设,而水利是各类基础设施建设的共同基础。面对 21 世纪可能出现的城市水资源危机,城市水资源可持续发展的目标是:充分利用水资源可恢复性和可再生性特征,最大限度地降低或消除因水资源固有的脆弱性而带来的不利影响,使有限的城市水资源得到持续合理的开发利用,以满足城市社会持续发展和城市居民生活水平不断提高的用水要求,并产生最大的资源效益、环境效益、经济效益和社会效益。总体的发展战略可以概括为:调整布局,改善结构;控制需求,全面节流;积极开源,科学调水;控制开采,增加补给;加强保护,科学管理;治污为本,依法治水。

### 3.1 调整布局,改善结构

西北城市经济发展过程中,水资源的制约作用越来越受到人们的普遍重视。西北地区的城市布局 and 工业布局,受到水资源的严重制约。有水的地方就有城市,就有工业发展,就有较发达的灌溉农业,这与西北地区的地形、气候、水文、土壤及植被特点紧密相关。西北地区城市缺水已相当严重,但为了追求 GDP 和利润等经济效益,仍在继续要求上耗水量大的工业项目,使用水状况更加紧张,反过来又影响工业生产和人民生活。所以西北城市在制定城市工业发展规划时,要特别注意水资源条件,考虑或调整工业布局或

产业结构,对于是否安排那些用水量大的工业的问题尤应慎重加以考虑。如钢铁工业、化学工业、电力工业以及造纸工业等,不仅是用水大户,而且还会对周围的环境造成污染,所以在环境较为脆弱的西北城市中应尽量避免引进这些工业类型,限制这些工业的发展,调整各行业产品结构和产值分布比例。在原有的耗水工业中,也应根据水资源条件进行调整,并采取各种措施,主要是技术工业方面的措施,降低单位产品产量的耗水量,建立和发展节水型工业。

### 3.2 控制需求,全面节流

控制需求的理论依据是水资源的有限性和供需平衡原则,无论是从时间还是从空间上,城市水资源量总是有限的,因此,用水需求决不能无限增长。1998 年西北地区年总供水量达  $7.62 \times 10^{10} m^3$ , 占总水资源总量的 3% 左右,其中新疆就占了 58%。GDP 为  $3.57 \times 10^{11}$  元,占全国的 4.6%, 预计到 2010 年 GDP 增长 2~4 倍,使用水量只要翻一番便可能接近极限。城市地区的矛盾将更加突出,预测在采取节水措施的情况下,城市需水量将增长 1.3 倍左右,这对许多城市来讲无疑是难以承受的。因此,从宏观上控制用水量就是高于一切的战略决策。

西北地区水资源极为紧张,浪费现象尤为严重。我国工业万元产值取水量是发达国家的 5~10 倍,城市输配水管网和用水器具的漏水损失高达 20% 以上,西北地区取水量是全国水平的 2~4 倍,损失率更高达 30% 以上,公共用水浪费惊人。西北农业灌溉用水占总用量 78%, 而灌溉渠系水利用系数低的只有 0.3~0.4。在有限的水资源面前,只有提高农业水资源的利用率,才能保证水资源在工业发展及城市发展上的合理配置。国内外大量经验表明,有限的水资源可以支持社会经济的持续发展。控制需求的最有效的途径是通过行政、教育、法律、经济、技术和计划等综合手段实行全面节流。

### 3.3 积极开源,科学调水

积极开源,就是要充分挖掘各种可利用的水资源潜力,开源的途径有雨水资源化、污水资源化、中水利用、低质水利用、微咸水利用和区外引水等。废水、污水的利用是缓解城市水危机的重要途径,它不但可以增加水资源的供给,而且还有利于防止水污染,保护和改善生态环境。雨水、低质水和微咸水的利用,也可以有效地增加城市水资源量的供给。当然,工业开源过程主要就是要通过改造设备,更新工艺,污水经过处理循环利用,提高工业用水效率。城市用水应制定严格的节水措施。农业开源要以节水灌溉为重点进行灌区建设。城市用水也应制定严格的节水措施,提高

生活污水的利用率,加强城市自来水网的建设,尽可能的减少管网自身的浪费

区外引水或跨流域调水是解决某些城市缺水问题的必要途径,如西安黑河引水工程对缓解西安城市的供水矛盾起到了巨大的作用,但区外引水必须谨慎,应在充分挖掘当地水资源潜力后,仍不能满足合理用水需求情况下,经资源、环境、社会和经济等综合论证后才能实施,以避免用水强度和排污负荷已经很大的城市地区陷入引水越多、污染越重的恶性循环

### 3.4 合理开采,增加补给

由水的循环特征决定的水的可恢复性表明,水资源的开发利用具有很大的弹性,尤其是地下水资源。西北城市多位于河流与绿洲附近,地下水资源丰富,于是地下水资源就成了城市水资源的重要来源。合理的开采地下水资源对西北城市水资源的利用来讲是尤为重要的

合理开采地下水包含 2 个方面内容:(1)合理规划或调整开采井的布局,保持不同含水层不同区域的地下水的均衡开采,防止局部含水层水位的大幅度下降;(2)优化调度开采方案,控制开采强度和节奏。对于超采区域要压缩开采量,增加人工补给,保持水位稳定,防止水质恶化。增加补给一是通过人工回灌,二是诱导补给,即采用截流蓄水、绿化造林等手段

### 3.5 加强保护,科学管理

加强对城市水资源质与量的保护主要体现在 2 个方面:(1)加强对水质的动态监测,控制水体污染;(2)加强对水循环系统的保护,促进雨水、地表水、土壤水和地下水之间的“四水”转化。城市水资源的科学管理应贯穿于水资源开发、利用和保护的全过程,其内涵包括统筹规划、民主决策、优化调度和行政执法等许多方面,涉及自然环境的许多系统和社会经济的许多部门,情况很复杂,需要兼顾各方面的利益,协调好各方面的关系,使水资源开发利用的整体效益最优化。西北城市由于固有的水资源的脆弱性,导致其水资源开发利用过程中难度加大,污染后治理难度大的特点,所以加强保护和科学管理使水资源产业化是走西北城市水资源可持续发展的重要手段

### 3.6 治污为本,依法治水

治污为本是保护供水水质和改善水环境的必然要求,也是实现城市水资源与水环境协调发展的根本出路。水资源本来是可以再生的,但水质污染使水资

源不能进入再生的良性循环。我国长期以来在增加城市供水能力的同时,未能注意防治水污染,至今全国城市废水处理率仅为 13.65%,西北城市的处理率就更低,只能达到 10%左右,并且西北许多城市,尤其是中小城市没有污水处理厂。所以必须加大污染防治力度,增加经费投入,提高规划的城市污水处理率,并采取有效措施,修复已经受到污染的城市水环境

西北城市要根据《水法》、《土地法》、《环境保护法》及《城市规划法》等有关配套法规加强水资源的统一管理,把城市水资源合理利用和保护纳入社会经济发展指标,实现统筹规划、综合整治,逐步使西北城市水资源利用走上以价格为杠杆,依法治水的可持续利用之路

总之,西北城市城市化进程较快,城市用水迅速增长,用水结构以生产和生活用水并重为主,因此建立有效的城市用水机制和广泛的区域供水网络是其城市发展的基础。即水资源的可持续利用是西北城市发展的核心,也是西部大开发的重心

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 金凤君.华北平原城市用水问题研究[J],地理科学进展,2000(1): 341- 347.
- [2] 陶希东,石培基,巨天珍,等.西部干旱区水资源利用与生态环境重建研究[J],干旱区资源与环境,2001(1): 18- 22
- [3] 任杨俊,王答相,赵俊侠.西北地区水资源与生态环境建设[J],水土保持通报,2001,21(4): 58- 62.
- [4] 宋新山,邓伟,闫百兴.我国西部地区水资源环境问题及其可持续对策[J],水土保持通报,2000,20(4): 1- 5
- [5] 中国工程院“21世纪中国可持续发展水资源战略研究”项目组.中国可持续发展水资源战略研究综合报告[R].2000年11月.
- [6] 王浩,杨小柳.中国水资源态势分析与预测[M].中国农业水危机对策研究.北京:中国农业科技出版社,1998. 3- 38.
- [7] 刘昌明,等.中国21世纪水问题方略[M].北京:科学出版社,1996. 1- 43.
- [8] 薛惠锋,贾嵘,等.水资源可持续利用的理论与实践[M].西安:西安地图出版社,1998. 50- 58.
- [9] 惠泱河.西安市水资源问题[J],西北大学学报,1998(4): 46- 51.
- [10] 袁志彬,王占生.我国城市水资源现状及其对策[J],生态环境与保护,2001(5): 51- 54.