

⑬ 335-338

西安市的水资源问题<sup>†</sup>

惠洪河

(西北大学城市与资源学系, 710069, 西安; 44岁, 副教授)

TV213  
X21

**摘要** 分析了西安市区水荒的成因是:水资源较少、城市发展过快与水污染严重等。提出解决缺水问题的主要途径是:建立“串珠状”城市供水系统;节约用水与污水资源化;控制市区发展规模。指出解决水资源与水环境问题是实现可持续发展的主要内容。

**关键词** 西安市;水荒;可持续发展

**分类号** S237.1;S273.4

水资源

西安市位于陕西省的中部,东经 $107^{\circ}40'$ ~ $109^{\circ}49'$ ,北纬 $33^{\circ}42'$ ~ $34^{\circ}45'$ ,面积 $998.3\text{ km}^2$ 。辖8区5县,北部属渭河平原,南部属秦岭山地。本文所指的市区包括新城、碑林、莲湖、雁塔、未央、灞桥6区,面积 $854\text{ km}^2$ ,位于渭河南侧的阶地平原上。西安,古称长安,是举世闻名的历史文化名城。它作为中国的古都之一,已有3100多年的发展历史。现在西安已成为我国北方中西部地区重要的工业、科技、商贸、旅游和文化中心,是我国内陆地区对外开放的特大型城市之一。然而长期以来,水资源短缺一直是西安社会经济发展的主要制约因素。地表水的污染日趋严重,更加剧了西安市区的水荒;地下水过量开采,对城市生态环境的破坏日益明显。因此研究西安市的水资源问题具有重要的现实意义。本文通过对西安水荒成因的分析,提出解决市区缺水问题的主要对策,以便为西安市实施可持续发展战略提供部分科学依据。

## 1 水资源问题对西安城市发展的影响

水资源与水环境问题直接影响着西安城市的发展,历史上如此,现代更是如此。

### 1.1 水资源与古长安的变迁

逐水而居自古以来就是人类生存的基本方式。在我国历史上先后有12个王朝在西安地区建都,历时1152年。古都的变迁和当时的水资源与环境问题密切相关。

商周时代,周文王三年在沔河西岸建立了沔京。随着周王朝势力的扩张,社会经济的发展,周武王十一年又在沔河东岸建立了镐京,城市规模进一步扩大。沔河源自秦岭北坡,暴涨暴落,洪水危害严重。水患对沔镐二京曾一度构成严重的困扰。

秦朝建都咸阳,城区分布在渭河两侧,后随着移民大量拥入,城市向渭北侧高阶地发展。高阶地上取水困难,到汉朝时,渭河北侧的城区便被废弃。

汉长安城主体在渭河南岸的一、二级阶地上。修建昆明池解决城市用水问题,同时还修建了地下排水渠道。从西汉末年到隋初的500余年间,长安城地表供水系统和地下排水系统多次遭到破坏,城内水污染日益严重<sup>[1]</sup>。据《隋书·庾季才传》记载,到隋开皇二年(公元582年),这里已是“水皆咸卤,不甚宜人”。

隋唐时将长安城迁至渭河南岸的二、三级阶地上。建城初期,城市地表供水系统与地下排水系统均较完善,水质尚佳。到公元860年以后,关于城区地下水水质恶化的记载越来越多。

<sup>†</sup> 收稿日期:1998-03-02

宋、明、清时代,西安城市地下水污染越来越严重。据《宋史·河渠志》记载,宋大中祥符七年(公元 1014 年),长安城中“井泉大半咸苦,居民不堪食……”。《明史·李文忠传》中有“西安城中水咸苦,不可饮”的记载。所以,这一时期曾多次修渠,引入地表水来解决城市供水问题。

可见,历史上,西安城市的变迁多与水患、水污染、供水不足等水资源与环境问题密切相关。

### 1.2 西安城区目前的缺水问题

严重缺水是西安市目前最突出的问题。据水利部门统计,西安人均日用水量仅 131 L,远低于全国城市人均日用水量 216.9 L 的水平。每逢夏季干旱,市区供水更加困难。

目前,西安日需水量为  $120 \times 10^4 \text{t}$ ,日缺水量达  $40 \times 10^4 \text{t}$ ,城市供水警戒线为  $70 \times 10^4 \text{t}$ 。

每年夏季供水区内约有 20% 的地区经常断水;60% 地区水压严重不足;25% 城市人口饮水困难;200 多家企业因供水不足被迫停产或减产。特别是 1995 年,春夏干旱持续时间较长,自 6 月中旬以来,城市日供水量约  $52 \times 10^4 \text{t}$ ,仅占日需水量的 43.3%,低于供水警戒线  $18 \times 10^4 \text{t}$ ,形成严重水荒,给工农业生产和居民生活造成严重困难。据估算,因供水严重不足,每年影响工业产值达 50 亿元<sup>[2]</sup>。

水资源严重不足已成为西安市社会经济发展的主要制约因素,同时也关系着城市居民的正常生活和社会安定。

## 2 西安水荒的成因

西安水荒的形成与自然条件有关,也与人类活动影响相关。特别是近几十年来,水污染扩大,水资源浪费严重,人类活动对水资源的影响尤为突出。

### 2.1 影响水资源的自然因素

气候和水文特征是影响城区水资源的两个重要因素。

西安市属于暖温带半湿润季风气候。城区年平均气温为  $13^\circ\text{C}$ ,年平均降水量 580.2 mm。降水量的年内和年际变化较大。夏半年受东南气流影响,高温多雨;冬半年受西北气流控制,寒冷少雨。夏、秋、春、冬各季的降水量分别占年降水量的 32%~39%,31%~36%,24%~29%,3%~5%,夏季量多,冬季量少。降水量的逐年分配极不均衡,降水量最多年为多年平均值的 115%~133%,最少年只有平均值的 56.7%~77.4%。降水少的年份多于降水多的年份,约占观测年数的 57%,干旱灾害多于洪涝灾害。降水量较少且变化大,这是西安地表水资源量较少的主要原因。

西安城区地表水资源主要由发源于秦岭北坡的灞河、泾河、浐河、沣河等河川径流组成。这些河流受区域地貌控制,为渭河的一级和二级支流。一般汇水面积较小,河道流程较短,故水量有限,且年内和年际随大气降水的多寡,变化很大。在年内分配上,2 月份枯水期径流量平均只占全年的 1/50 左右;9 月份丰水期,径流量可占到全年的 1/5~1/7;汛期(7 月~10 月)径流量一般要占全年的 60% 以上。年际变率极大,一般丰水年径流量是枯水年的 4~7 倍。渭河为全市最大的过境河流,由于河水泥沙含量大,再加上现在污染严重,可供城市利用的水资源相当有限。西安城区地表水资源量较小,且很不稳定,供水保证率较低。

西安城区地下水资源比较丰富,目前是城区最主要的水源。而地下水资源的长期过量开采,已引发一系列的生态环境问题。就全市而言,年自产径流量  $24.87 \times 10^8 \text{m}^3$ ,地下水资源量  $16.46 \times 10^8 \text{m}^3$ 。西安市属水资源严重不足的地区,水资源人均占有量  $408.45 \text{m}^3$ ,约为世界人均占有量的 4.5%,全国人均占有量的 16.7%,陕西人均占有量的 65.6%<sup>[3]</sup>。水资源较少是形成水荒的主要原因之一。

### 2.2 引起水荒的社会因素

社会因素从两方面引起和加剧了西安水荒。一方面随着社会经济的发展,城市化进程的加快,需水量迅速增加,而供水设施建设滞后,这是引起水荒的直接原因;另一方面,由于水污染日益严重,而污水处理设施不足,因而使有限的可用水资源量不断减少,使西安水荒加剧。

2.2.1 城市发展、人口增多等使水资源的需求量迅速增加 自 50 年代以来,西安社会经济发展较快。1949 年,城区面积为  $13.2 \text{km}^2$ ,全民和集体工业只有 46 家,工业企业产值约  $1.06 \times 10^8$  元,城市非农业

人口约 39.7 万人。虽然旧城区(即城墙以内)浅层地下水多不能饮用,但还未出现水资源不足问题。1993 年,城区面积扩大到 148 km<sup>2</sup>;市区人口达 266.26 万人,其中非农业人口为 202.37 万人。市区工农业生产需水量、居民生活需水量大幅度增加。尤其是 80 年代以来,随着国际交流与旅游业的迅速发展,耗水量大的高级宾馆、饭店随之增多,游乐设施中的人工地面水体迅速增大。这一切使市区需水量进一步增大。城市基础设施建设滞后,供水能力严重不足,尤其是干旱时期,缺水量更大。据规划,2000 年市区将扩大到 214 km<sup>2</sup>,人口将增加到 330 万,日需水量将达到  $160 \times 10^4$  t,而实际供水能力为  $110 \times 10^4$  t,每日仍存在  $50 \times 10^4$  t 缺额,在一个较长的时期内,城市发展的速度与供水能力的增加速度不平衡现象在西安市区将更加突出。

**2.2.2 水污染严重,废水处理率不高,水资源重复利用率低** 西安市区地表水污染严重。据环保部门监测,通过市区的河流,除各河流源头水质良好外,其余河段均遭不同程度污染,愈近市区污染愈严重。在 14 条河渠与一处人工湖(兴庆湖)的 26 个区段分析中,只有 8 个区段水质达标,占 31%,而超标区段占 69%。1991 年~1992 年,有关研究表明:产河市区段氨氮超标 13 倍,已达到地面水五级(0.2 mg/L),属于中等以上污染;浣河市区段总氮含量超标 50 倍,氨氮超标 700 倍,属于原始污水;护城河总氮超标 36 倍,氨氮超标 350 倍,亦属原始污水;汤峪水库和石砭峪水库,按地面水 3 级标准评比,氨氮已超标;汤峪水库总氮超标,已达富营养型<sup>(4)</sup>。石砭峪水库是西安最主要的水源地之一,其水体污染将对市区产生严重影响。

西安市区地下水污染也相当严重,除承压水质量较好外,市区潜水已遭到不同程度的污染,以中心市区(城墙以内)与北郊污灌区最为严重,一般有 4 项以上的超标检出。向外围潜水污染程度逐渐降低,呈不规则的环带状分布。另外承压水的过量开采,使地裂缝、地面沉降等灾害更加活跃。

废水排放量逐年增加是引起水污染的重要原因。目前市区年排废水总量为  $245.28 \times 10^6$  m<sup>3</sup>,其中生产废水为  $147.14 \times 10^6$  m<sup>3</sup>,生活污水为  $98.11 \times 10^6$  m<sup>3</sup>,并平均每年约以 11% 的速度增加。市区污水集中外理率仅为 16%,工业生产中水资源重复利用率也很低。所以,在 2000 年以前,西安市区的水污染将持续呈上升趋势。

### 3 关于解决西安缺水问题的思考

水资源短缺是制约西安市可持续发展的主要问题之一。长期以来,多学科、多部门的专家对这一重大问题进行过大量研究,提出一系列解决方案,如石头河调水工程、黑河引水工程等都在实施中,对缓解西安城市缺水问题产生了积极作用。目前,由于城市发展过快,西安市区正在从设施—资金型缺水向资源型缺水过渡。因而从区域可持续发展的角度考虑,要从根本上解决西安城市的缺水问题,还需要采取多种综合性措施。

#### 3.1 建立“串珠状”供水系统与境外调水

发源于秦岭主脊北侧的河流由于流量有限,且年内年际变化大,尤其是枯水期时间长。这一切直接关系到水库的蓄水量与供水保证率。正在建设中的黑河引水工程,可能会遇到这样的问题。

黑河引水工程是一项从根本上改善西安市缺水现状的巨大工程。其枢纽工程为建在峪口的金盆水库。黑河河长 125.8 km,流域面积 2 283 km<sup>2</sup>,其中坝址以上为 1 841 km<sup>2</sup>,年最大径流量  $12.1 \times 10^8$  m<sup>3</sup>(1964 年),年最小径流量  $3.04 \times 10^8$  m<sup>3</sup>(1979 年),多年平均径流量为  $6.26 \times 10^8$  m<sup>3</sup>。金盆水库设计总库容为  $2 \times 10^9$  m<sup>3</sup>,计划每年向西安市区供水  $2.55 \times 10^9$  m<sup>3</sup>,同时还要兼顾发电和农田灌溉,建设  $2 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 以上的大型水库,如枯水期过长,流域供水量不足,其设计效益则很难完全发挥。针对这一问题,可选择其他峪口修建 1~2 座库容为  $1 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 左右的水库,与黑河水库共同构成串珠状供水系统。这样才有可能基本满足西安城市供水与平原区的农田灌溉。

另外,西安市区的水资源正在向资源型缺水(需水量的增长已接近或超过区域水资源的承载能力)过渡,所以,要从根本上解决西安城市缺水问题,还需要及早规划从水源丰富的汉江调水。

### 3.2 节约用水与污水资源化

节约用水与污水资源化是解决水资源不足的有效途径之一。

水资源是珍贵的自然资源,同时也是国民经济潜力的基本指标之一。树立节约用水意识,建立和完善节约用水制度,对于缺水城市实现可持续发展具有极为重要的意义。一方面,要大力推广节水工艺、节水技术,提高工业用水的重复利用率,提高水资源的利用效益;另一方面,市区内要尽量减少建设高耗水产业。

事实上,在和进水量几乎相等的城市污水中,污染物质多低于 0.1%,绝大部分仍是以水资源形式存在的第 2 种水资源。若能回用,将大大节约天然水源的供应,并能减轻对排放水体的污染。中水道技术是城市污水回用工程中被普遍用于工业废水初级处理的节水技术。城市污水回用工程在国外开展较早。1977 年,美国已有 358 个城市实现了污水处理后再用,其中回用于农业的占 55.3%,回用于工业的占 40.5%<sup>[5]</sup>。据监测,1993 年西安中心市区排废水总量占  $245.28 \times 10^6 \text{m}^3$ ,其中生产废水占 60%,生活污水占 40%。污水资源化潜力很大。所以,大力提高城市污水处理能力与处理水平,不仅是实现污水资源化的关键,而且是建设现代化生态城市的一项重要任务。

### 3.3 控制城市发展规模,减轻对水资源的压力

就水资源而言,目前西安市区已处于超负载运行状态。水荒频频发生,使城市功能难以正常发挥,使城市生态系统逐渐失去稳定。50 年代以来,市区扩大了 10 倍,人口增加了 4 倍。城市缺水问题日益突出。为了使城市的发展与水资源的供给水平相适应,在水资源方面,除了开源、节流、防治污染与保护秦岭水源地外,还必须逐步控制市区的发展规模,重点建设卫星城镇,将西安市区的一些功能向卫星城镇转移,以减轻市区对水资源的过大压力,从而保证市区的可持续发展。

## 4 结 论

水资源与水环境问题自古以来就是制约西安城市发展的主要因素。由于水资源量较少,再加上城市发展过快,水污染日益严重,因而水荒频频发生,使市区由设施—资金型缺水向资源型缺水过渡,直接影响着西安市区的可持续发展。

解决西安市区水资源与环境问题的主要途径应是:

(1) 建立“串珠状”供水系统与境外调水,用地表水逐步取代地下水,以缓解缺水问题,并大力减轻因过量开采地下水引起的地面沉降与地裂缝活跃等城市灾害。

(2) 节约用水与污水资源化,加快污水处理,提高水资源的重复利用率和经济、社会、生态效益。

(3) 控制市区发展规模,重点建设卫星城镇,分散城市部分功能,以减轻对水资源的压力。

### 参 考 文 献

- 1 李建超. 汉唐长安城与明清西安城地下水的污染. 西北历史资料, 1980(1): 78~86
- 2 林 玉, 任 馨. 水荒困扰下的古城. 中国环境报, 1997-07-25(3)
- 3 西安市地方志编纂委员会. 西安市志. 第 1 卷. 总类. 西安: 西安出版社, 1996. 323
- 4 茹梅莲. 西安几种水体氮污染及其防治意见. 西北水资源与工程, 1993(4): 68~71
- 5 周国成. 我国城市污水三级处理和回用工程现状与发展. 西北水利, 1991(4): 15~28

责任编辑 徐象平

## Problem of Water Resource in Xi'an

Hui Yanghe

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

**Abstract** The cause of formation of water deficiency and the scarcity of water resource is analyzed. Cities expand quickly and water pollution is serious. It is necessary to settle water problem, to build water supply cluster of reservoirs, use water economically and, control region developmental scale. Solving the problem of water resource and water environment is the main content for realizing sustainable development.

**Key words** Xi'an; water barren; sustainable development