

# 论中国水资源安全的形势

畅明琦<sup>1,2</sup>, 刘俊萍<sup>3</sup>

(1. 西安理工大学 水利水电学院, 陕西 西安 710048; 2. 山西省水资源研究所, 山西 太原 030001;  
3. 浙江工业大学 建筑工程学院, 浙江 杭州 310014)

**【摘要】** 水资源是一个国家综合国力的重要组成部分, 水资源安全是国家安全、经济安全与生态安全的基础。文章从我国水资源开发利用形势、供用水变化、水资源量与质的变化、水资源安全环境以及未来水资源的需求出发, 全面论述了我国水资源安全的问题, 提出不论现在还是将来, 我国的水资源安全形势不容乐观。面对 21 世纪我国经济社会发展的策略方向, 水资源安全问题已成为我国实施可持续发展战略过程中必须认真解决的重大问题。

**【关键词】** 水资源安全; 水资源需求; 水资源消耗

**【中图分类号】** F124.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1004-2768(2006)08-0005-03

水资源是基础性的自然资源和战略性的经济资源, 是经济社会可持续发展和维系生态平衡、环境优美的重要基础。水资源安全是国家安全、经济安全与生态安全的基础, 是指一个国家或地区无论是当代还是后几代人都可以稳定、及时和经济地获取水资源, 同时又使人类发展赖以依存的水资源基础和生态环境处于良好或不遭受毁灭性破坏的状态。世界上任何国家的经济及其发展都在消耗着大量的水资源, 而且每年的消耗量随着经济的增长而增长, 同时要求水资源系统提供越来越多的水资源和接受越来越多的废物与污染, 使其水资源生产力的衰退甚至崩溃成为可能。我国也是如此, 水资源的问题已成为我国经济社会发展和生态环境建设的严重制约因素。因此, 作为国家生存与发展的基本保障条件, 水资源安全的问题成为人们关注的核心。

## 一、水资源开发利用形势

### (一) 供用水量的变化

新中国成立初期, 我国水资源开发利用基础设施十分薄弱, 供水设施基本以小型分散为主, 全国仅有大中型水库 20 多座, 1949 年总供水量仅 1 030 亿  $m^3$ 。新中国成立后, 党和国家对水利事业高度重视, 兴建了大量的水资源利用工程, 对防御洪涝灾害、保证农业持续稳定增产, 为工业及城镇生活供水、解决边远山区和牧区的居民和牲畜饮水困难, 以及保护生态环境等方面做出了重要贡献。截止 2000 年, 全国已建成大中小型水库 8 万座, 塘坝等蓄水工程 585 万座, 蓄水工程总库容达 5 754 亿  $m^3$ , 兴利库容 3 121 亿  $m^3$ ; 建成引水工程近 84 万处, 总引水规模达 9.87 万  $m^3/s$ ; 提水工程 30 多万处, 提水规模 3.64 万  $m^3/s$ ; 此外, 全国有地下水生产井 495 万多眼, 供水规模是 1949 年的 20 倍左右。

全国现状供水设施年供水能力 6 459 亿  $m^3$ , 是 1949 年的 5 倍, 其中地表水供水设施年供水能力 5 331 亿  $m^3$ , 占总供水能力的 83%, 地下水供水设施年供水能力 1 128 亿  $m^3$ , 占 17%。北方地区地表水供水能力约占其总供水能力的 66%, 地下水供水能

力约占 34%; 南方地区以地表水供水为主, 占其总供水能力的 95%, 地下水供水能力不足其总供水能力的 5%。

1949 年~1980 年, 全国供水量从 1 031 亿  $m^3$  增加到 4 408 亿  $m^3$ , 增加 3 377 亿  $m^3$ 。供水量年均增长率 20 世纪 50 年代为 7.1%, 60~70 年代为 5%~3%。1980 年~2000 年, 全国供水量从 4 408 亿  $m^3$  增加到 5 633 亿  $m^3$ , 增加 1 225 亿  $m^3$ , 年均增加 61 亿  $m^3$ , 供水量年均增长率 1.23%, 与同期人口增长率基本持平, 与同期 GDP 增长相比, 供水弹性系数为 0.114。供水量变化趋势是: 南方地区供水量增长速度明显快于北方地区, 供水量增长以地表水为主, 其增长量占总增长量的 91%。北方地区地表水供水量略有减少, 地下水供水量则显著增加, 其年均增长率为 2.8%, 尤以东中部地区增长最为显著。

从用水情况的变化看, 1949 年全国总用水量仅 1 031 亿  $m^3$ , 人均用水量 187  $m^3$ ; 1980 年为 4 408 亿  $m^3$ , 人均用水量 448  $m^3$ ; 2000 年为 5 633 亿  $m^3$ , 人均用水量 446  $m^3$ 。1949 年~1959 年全国用水增长率为 7.1%; 1959 年~1965 年为 4.3%; 1965 年~1980 年为 3.2%; 1980 年~1993 年为 1.3%; 1993 年~2000 年为 1.1%。1980 年~2000 年, 全国总用水量仍处于增长态势, 2000 年用水量比 1980 年用水量增加 1 225 亿  $m^3$ , 人均用水量基本维持在 450  $m^3$  左右。但从 1949 年~2000 年全国总用水量变化趋势来看, 年均增长率趋势减缓。在用水量增长中, 工业和生活用水量增长迅速, 占总用水增长量的 88%, 呈显著的增长态势, 工业和生活用水量的比重不断加大, 由 1980 年的 15% 提高到 2000 年的 32%, 1980 年~2000 年全国城镇生活用水年均增长率高达 7.2%, 工业用水年均增长率达 5.3%, 农业用水量则处于缓慢增长态势, 而用水量比重不断下降, 由 1980 年的 85% 下降到 2000 年的 68%。

与同期比较先进的工业化国家相比较, 我国供用水的增长速度是其同期的 3.3~1.9 倍, 其中工业用水高达 4 倍左右, 1980 年~2000 年我国的用水量猛增 27.8%, 而同期工业化国家和地区用水量平均增长仅为 13% 左右。也就是说 20 世纪 80

**【收稿日期】** 2005-05-08

**【作者简介】** 畅明琦(1962-), 男, 山西人, 西安理工大学水利水电学院博士研究生, 山西省水资源研究所高级工程师, 研究方向: 水资源系统工程; 刘俊萍(1969-), 女, 博士, 浙江工业大学建筑工程学院副教授, 研究方向: 水资源系统工程。

年代以来,我国的经济快速增长是以自然资源的快速消耗为代价的。

## (二)用水水平变化

自20世纪80年代至今,我国人均用水量基本维持在450m<sup>3</sup>左右的水平,2000年全国人均用水量446m<sup>3</sup>,全国万元GDP用水量从1980年的3501m<sup>3</sup>下降至2000年的579m<sup>3</sup>,下降了83.3%;全国城镇生活用水指标从1980年的123L/人·日增加到2000年的212L/人·日,提高了近一倍;农村居民生活用水指标由51L/人·日增加到66L/人·日;一般工业万元产值用水量因工业结构的不断调整以及节水水平和用水管理水平的不断提高,由271m<sup>3</sup>降至58m<sup>3</sup>,减少了近80%;农田灌溉亩均综合用水量由588m<sup>3</sup>降低到476m<sup>3</sup>,减小了近20%。单方水GDP产出由2.9元增加至17元,提高近5倍,其中天津、北京、上海、山东、辽宁和浙江超过30元,新疆、宁夏、西藏、广西、内蒙古、青海、甘肃和江西少于10元。

虽然近20年来我国水资源利用水平和效率有所提高,但总体来看,全国平均单方水GDP产出仅为世界平均水平的20%;单方水粮食增产量不足1kg,而世界先进水平已在2.6kg以上;工业万元产值用水量为发达国家的5~10倍;一般工业用水复用水率为60%~65%,而同期先进国家已达75%~85%;全国有84%的城市其供水管网的漏失率在10%~30%之间,约有7%的城市供水管网的漏失率超过了30%,而同期先进国家仅为5%~7%。可见我国的用水浪费问题,用水的浪费更加剧了水资源的短缺,威胁着水资源的安全。

## 二、水资源开发利用程度

全国水资源现状开发利用率为18%,北方地区平均为45%,南方地区平均为12%。海河、黄河和淮河区当地水资源开发利用均超过50%,其中海河区为101%,海河南系和北系分别达123%和102%;黄河和淮河区分别为76%和53%;辽河和西北诸河区水资源开发利用分别为40%和41%,其中辽河流域为66%;松花江、长江、珠江和东南诸河区水资源开发利用率为13%~22%。全国地表水资源开发利用率为15%,北方地区为36%,其中黄河、海河、淮河和西北诸河区当地地表水资源开发利用率达到67%、57%、47%和40%。南方地区为12%,而太湖流域高达83%。全国地下水开采率为43%,开发利用程度较高,其中,海河平原区达113%,海河南系达134%,海河北系为104%;淮河区山东半岛为83%;辽河和黄河分别为74%和49%。

根据2000年的实际供水量和第二次全国水资源评价的可利用量,折算成相应的供水口径,我国2000年的一次性供水量相当于水资源可利用总量的46%。北方松花江、辽河、海河、黄河和淮河一次性供水量合计相当于其水资源可利用总量的70%,西北诸河区达90%,大部分地区已接近、部分地区已超过其合理开发的极限。海河区2000年一次性供水量相当于其水资源可利用总量的133%,淮河、黄河和辽河区分别为95%、86%和57%,西北诸河区内陆河流域、沂沭泗、山东半岛和辽河流域分别达113%、105%、93%和88%。

由此看出,全国大部分地区水资源开发利用程度达到与超过国际水资源开发利用的警戒线,特别是北方地区,其水资源开发利用简直是掠夺性的,水资源安全面临着极其严重的考验。

## 三、水资源处于衰退境地

### (一)水资源量的衰退

社会经济的发展,人类活动的加剧,使得我国各地气候和下垫面状况较以往均有显著的不同,因而水资源数量也发生了一

定的变化。对比全国第二次与第一次水资源评价结果,全国水资源总量变化不大,北方地区水资源量减少明显,以黄河、淮河、海河和辽河区最为显著,降水量减少6%,河川径流量减少17%,水资源总量减少12%,其中海河区降水量减少10%、河川径流量减少41%、水资源总量减少25%;淮河区山东半岛降水量减少16%、河川径流量减少53%、水资源总量减少34%,使水资源安全问题更趋于紧张。

### (二)水资源质的衰退

全国工业和城镇废污水排放量从1949年20多亿t增加到1980年的239亿t,年增长率为8.6%,2000年全国工业与城镇生活废污水量增加到747亿t。1980年~2000年,全国城镇生活废污水排放量由58亿m<sup>3</sup>增加到232亿m<sup>3</sup>,年均增长率达7.1%;工业废水由181亿m<sup>3</sup>增加到515亿m<sup>3</sup>,年均增长率达5.4%。废污水排放增长率是同期工业化国家的4倍左右,虽然同期我国废污水处理量也有较大程度的增长,但远未满足处理废污水排放量的要求。我国废污水处理量的快速增长以及较低的处理率和处理程度对水资源质量造成了严重的污染,水资源质量严重衰退,可利用量减少,对水资源安全构成了严重的威胁。

## 四、水资源安全环境恶化

### (一)水体功能退化或丧失

由于废污水的大量排放,使得地表和地下水污染十分严重。在全国第二次水资源评价的约29万km河长中,有34%的河长河流水质劣于Ⅲ类,其中太湖流域和淮河、海河区接近一半的评价河长水质劣于Ⅴ类,水污染十分严重。在84个进行富营养评价的湖泊中,39个湖泊呈中营养状态,45个湖泊为富营养状态,评价的636座水库以中富营养状态为主。在199万km<sup>2</sup>的平原区中,浅层地下水水质为Ⅳ、Ⅴ类的面积占60%,其中,由于人为污染造成地下水水质变差的约占55%。由于水资源总体质量的不断下降,部分水体的使用功能部分或全部丧失,仅点源引起就有33%的水功能区污染物入河量超过其纳污能力。全国水功能区达标比例仅为56%,其中,海河、淮河、松花江和辽河区水功能区水质现状与目标要求存在较大差距,水功能区达标比例均在40%以下。

### (二)河道断流

我国部分河流受人类活动影响强烈,其河流实际流量明显减少甚至断流,影响或破坏了河道内的生态环境,同时造成河道萎缩。据对全国主要江河近600个代表性河流控制水文站资料分析,有76%测站的径流过程不同程度地受到人类取水等活动的影响,其实测径流量与天然径流量相比明显减小,河流水文情势变化显著,北方地区最为突出。北方大部分水文测站20世纪80年代以后的实测径流量与天然径流量比例明显低于80年代以前的比例,且来水越枯、比值越小,供水矛盾十分尖锐。黄河、淮河、海河和辽河区1980年~2000年系列多年平均实测径流量占天然径流量的比例一般为50%~80%,部分河流(段)为20%~60%,个别河流(段)仅10%,有的河段甚至常年干涸。据对黄河、淮河和海河区的主要河流历年实测月径流量资料的分析,各年河流“干化”月数总体呈明显增加趋势,黄河利津站从60年代的4个月增加到90年代的56个月。2000年北方地区调查的514条主要河流中,有60条河流发生断流,断流河段总长度7996km,占断流河流总长度的36%。由于断流,导致河流功能衰减或基本丧失,河流生态系统、河口生态系统、内陆河末端尾间湖等水生生态系统的恶化和破坏。

### (三)湖泊萎缩

20世纪50年代以来,我国湖泊萎缩趋势比较明显。现有湖泊面积与50年代的105479km<sup>2</sup>相比,减少了14767km<sup>2</sup>,约占

50年代湖泊面积的14%。在发生萎缩的湖泊中,干涸湖泊417个,干涸面积5280km<sup>2</sup>,占湖泊减少总面积的36%。全国面积大于10km<sup>2</sup>的湖泊中有229个湖泊发生萎缩,面积减少13776km<sup>2</sup>,其中干涸湖泊89个,干涸面积4289km<sup>2</sup>,其干涸面积分别占总湖泊干涸面积的59%和34%,发生萎缩但未干涸的湖泊有140个,面积总计减少9487km<sup>2</sup>,萎缩了24%,储水量减少约517亿m<sup>3</sup>,占50年代这些湖泊储水量的21%;其中淡水湖泊萎缩面积占萎缩总面积的82%,咸水湖和盐湖萎缩面积分别占12%和6%。

#### (四)湿地退化

20世纪50年代以来,全国湿地面积共减少了1350hm<sup>2</sup>,减少了26%。围垦等不合理的水土资源开发是湿地面积萎缩的主要原因。50年代以来,全国共围垦开发各类天然湿地的面积近1100万hm<sup>2</sup>,占湿地面积减少的81%。其中三江平原、新疆内陆河区、长江中下游地区开发利用的沼泽湿地分别约为337万hm<sup>2</sup>、200万hm<sup>2</sup>和130万hm<sup>2</sup>;沿海地区围垦各类湿地达119万hm<sup>2</sup>,其中81%的湿地改造成农田,19%用于盐业生产;另有城乡工矿用地200多万hm<sup>2</sup>。华北、西北和东北部分地区除围垦开发导致湿地减少外,随着生活和生产用水大幅度增加,水资源的过度开发挤占了生态用水,使得流入湿地的水量减少或引起地下水水位下降,导致部分湿地萎缩,如新疆博斯腾湖的沼泽湿地产苇面积由60年代中期的400km<sup>2</sup>减少到目前200km<sup>2</sup>,减少了50%。

#### (五)地下水超采致使地陷地裂

我国地下水开发利用程度普遍较高,特别是北方地区,在总供水量中占相当大的比例。由于许多地区的开采量超过了地下水可开采量,导致地下水水位持续下降,形成区域性的地下水超采区。2000年全国地下水超采区总面积近19万km<sup>2</sup>,累计超采量已达1531亿m<sup>3</sup>,2000年超采量约为100亿m<sup>3</sup>。由于地下水超采造成(1)地下水水位持续下降并形成区域降落漏斗,华北平原约7万km<sup>2</sup>的面积地下水水位低于海平面;(2)地面沉降,截至到2000年,全国地面沉降总面积超过6万km<sup>2</sup>;(3)地面塌陷。据调查由于地下水超采造成全国共发生地面塌陷已超过2500多处,总面积超过2300km<sup>2</sup>,最大塌陷深度超过30m,其中由于地下水过量开采导致的地面塌陷估计约占总塌陷面积的30%;(4)地裂。据统计,由于地下水超采造成全国有地裂缝近6000条,分布面积超过1100km<sup>2</sup>;(5)海水咸水入侵。由于地下水超采引起的海水入侵总面积超过1500km<sup>2</sup>,咸水入侵面积约1163km<sup>2</sup>。

另外,由于人类活动的加剧,造成水资源安全系统水土流失、土壤盐渍化、林草地退化、土地沙化等,使水资源安全的良性循环系统以及健康的自组织系统遭受严重的破坏,水资源安全系统面临崩溃。

### 五、未来中国水资源安全趋势

#### (一)人均水资源的空间越来越小

据全国第二次水资源评价,我国水资源总量为28405亿m<sup>3</sup>,列世界第6位,但单位国土面积水资源量仅为世界平均的83%。由于人口众多、土地广阔,人均、亩均水资源占有量均很低,全国平均人均占有水资源量2210m<sup>3</sup>,仅为世界人均占有量的1/3,在世界银行连续统计的153个国家中居第88位;耕地

亩均占有水资源量1440m<sup>3</sup>,约为世界平均水平的一半。同时我国水资源地区分布不均,水资源分布与土地资源和生产布局不匹配。总体上是南方多、北方少,东部多、西部少,山区多、平原少。南方地区面积占全国的36%,人口占54%,耕地占40%,GDP占56%,水资源量占全国的81%;北方地区面积占全国的64%,人口占46%,耕地占60%,GDP占44%,水资源量仅占全国的19%。其中,黄河、淮河、海河3个水资源区面积占全国的15%,耕地占35%,人口占35%,GDP占32%,水资源量仅占全国的7%,水资源人均占有量仅为457m<sup>3</sup>,是我国水资源安全问题最为突出的地区。预计到2030年人口达到高峰时,我国人均水资源量仅有1760m<sup>3</sup>,按国际上一般承认的标准,人均水资源量少于1700m<sup>3</sup>的为用水紧张的国家,因此,未来我国水资源紧缺的安全形势将更为严峻。

#### (二)未来水资源短缺(消耗)的更多

随着社会经济的不断发展,以及工业化城市化的加快,未来将消耗更多的水资源。据预测2030年我国人口达到高峰,接近16亿,城市化水平达到40%,生活用水比例将进一步提高,预测届时城乡生活用水量约1000亿m<sup>3</sup>左右;工业重心逐渐由南向北,由东向中西部转移,考虑未来产业结构的调整和节水因素,全国工业用水将适度增长,预计2030年工业需水量达到2000亿m<sup>3</sup>左右;在粮食立足自给的基本国策下,按人均占有粮食450kg计算,人口高峰时的粮食产量要达到7亿t,通过节水措施提高农业水有效利用率,力争农业灌溉用水维持在现状水平,每年需水4000亿m<sup>3</sup>左右;随着社会的进步和人民生活水平的不断提高,迫切需要改善和恢复生态环境,估计全国生态环境用水量约800亿~1000亿m<sup>3</sup>。综上所述,预计我国将在2030年左右出现用水高峰,在充分考虑节水的情况下,估计用水总量为7000亿~8000亿m<sup>3</sup>。需要新增的供水能力,将主要通过引水、提水的方式来满足,这种方式耗资巨大,从而使增加供水的难度加大。未来全国缺水量为200亿~1200亿m<sup>3</sup>,扣除必须的生态环境需水后,必将加大水资源开采力度,预计的用水量已经接近可利用水量的上限,水资源进一步开发的难度极大,同时水资源过度开发,无疑会导致生态环境的进一步恶化,如果不采取有力措施,我国有可能在未来出现严重的水资源安全问题。

总之,不论现在还是将来,我国的水资源安全形势不容乐观。面对21世纪我国经济社会发展的策略方向,水资源安全问题已成为我国实施可持续发展战略过程中必须认真解决的重大问题,我们必须以不出现重大的水资源危机作为中国水资源安全的目标,加强水资源统一管理,养护好现有的水资源基础,实行水资源的优化配置,协调好生活、生产、生态用水,开源节流并举,改革水价形成机制,加强科技创新,推进水利现代化进程,建立健全“水”问题的法律法规与制度,以保障水资源安全,实现水资源可持续利用与经济社会的可持续发展。

#### 【参考文献】

- [1] 陈家琦. 可持续的水资源开发与利用[J]. 自然资源学报, 1995, 10(3): 253-257.
- [2] 刘昌明, 陈志恺. 中国水资源现状评价和供需发展趋势分析[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001: 148-160.

(责任编辑: X 校对: T)