

中国水资源长期需求展望

沈福新^{1,2}, 耿雷华², 曹霞莉³, 王建生², 钟华平², 徐澎波²

(1. 河海大学, 江苏 南京 210098; 2. 南京水利科学研究所, 江苏 南京 210029; 3. 江阴市水利局, 江苏 江阴 214431)

摘要: 通过对现状人口、主要经济发展指标与用水量、用水定额的关系及其变化趋势的分析, 在综合考虑未来水资源条件、社会经济发展、科技进步以及用水效率、节水水平等影响因素变动条件下, 建立综合影响因素与需水量指标的关系, 确定未来需水量增长率的变化及人均用水量、单位产值用水量等指标的变动幅度。根据预测的各水平年的人口、经济发展等指标, 估算相应的水资源需水量。

关键词: 中国; 水资源; 需水量; 水平年

中图分类号: TV211.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-6791(2005)04-0552-04

1 我国用水现状

1.1 2000 年全国用水及其组成

2000 年全国(不包括港澳台,下同)总用水量为 5498 亿 m³[1]。生活用水占总用水量的 10.5%, 其中城镇生活用水占 5.2%, 农村生活用水占 5.3%; 生产用水占总用水量的 89.5%, 其中,工业用水占 20.7%, 农田灌溉用水占 63.0%, 林牧渔用水占 5.8%。在省级行政区中,年用水量大于 400 亿 m³的有新疆、江苏、广东 3 个省(自治区),约占全国总用水量的 25%,用水量介于 200~400 亿 m³的有 10 个省(自治区),约占全国总用水量的 45%,其余 18 个省(市、自治区)的用水量约占全国用水量的 30%。生活用水占其总用水量 20%以上的有北京、重庆、天津 3 市,工业用水占其总用水量 30%以上的有上海、重庆、黑龙江、江苏 4 个省(市),农业用水量占其总用水量 80%以上的有新疆、宁夏、西藏、内蒙古、海南 5 个省(自治区)。

1.2 全国用水变化情况

表 1 的统计表明^[1~3],我国用水增长十分迅速。1949 年全国总用水量约 1030 亿 m³,10 年后翻了一番,到 1980 年达到 4437 亿 m³。1980 年以后,随着经济高速发展用水量增长仍然较快。1993 年和 1980 年相比,全国用水量增加了 761 亿 m³,年均增长 59 亿 m³,增长率为 1.2%。1997 年全国用水量为 5566 亿 m³,和 1993 年相比,增加了 368 亿 m³,年均增加 92 亿 m³,年均增长率为 1.7%。1997-2000 年间用水量基本持平,略有波动。

在用水持续增长的同时,全国用水组成也在不断变化。1980-2000 年全国农业用水量基本持平,21 年内仅增加 85 亿 m³,年均增长率为 0.11%;工业用水和城乡生活用水增幅较大,工业用水年均增长率达 4.4%,城镇生活用水年均增长率达 3.5%,总用水量年均增长率达 1.0%。由于工业和城乡生活用水普遍增长,工业

表 1 1949 年以来我国用水增长情况

Table 1 Water consumption growth in China since 1949

| 统计年份 | 农业和农村生活 | | 工业 | | 城市生活 | | 总计 / 亿 m ³ | 人均用水量 / (m ³ ·人 ⁻¹) |
|------|------------------------|----------|------------------------|----------|------------------------|----------|-----------------------|--|
| | 用水量 / 亿 m ³ | 所占比例 / % | 用水量 / 亿 m ³ | 所占比例 / % | 用水量 / 亿 m ³ | 所占比例 / % | | |
| 1949 | 1000 | 97.1 | 24 | 2.3 | 6 | 0.6 | 1030 | 187 |
| 1959 | 1940 | 94.6 | 96 | 4.7 | 14 | 0.7 | 2050 | 316 |
| 1965 | 2545 | 92.7 | 181 | 6.6 | 18 | 0.7 | 2744 | 378 |
| 1980 | 3912 | 88.2 | 457 | 10.3 | 68 | 1.5 | 4437 | 450 |
| 1993 | 4055 | 78.0 | 906 | 17.4 | 237 | 4.6 | 5198 | 443 |
| 1997 | 4198 | 75.3 | 1121 | 20.2 | 247 | 4.5 | 5566 | 450 |
| 2000 | 4075 | 74.1 | 1139 | 20.7 | 284 | 5.2 | 5498 | 436 |

收稿日期: 2003-12-20; 修订日期: 2004-04-30

基金项目: 国家重点基础研究发展计划 (973) 资助项目 (2003CB415104); “十五”国家重点科技攻关资助项目 (2001-BA611B-02-04)

作者简介: 沈福新(1963-),男,江苏常熟人,教授级高级工程师,博士研究生,主要从事水文水资源和防洪的研究。

E-mail: fxshen@njhri.edu.cn

和生活用水占全部用水的比重由1980年的16.6%提高到2000年的31.2%；农业用水由1980年的83.4%下降到2000年的68.8%。随着人口增加，工业化和城市化的发展，预计这种变化趋势在今后仍将继续。

2 各水平年中国的水资源需求

2.1 中国社会经济发展的目标

党的十六大报告中提出“到本世纪中叶基本实现现代化，把我国建成富强民主的社会主义国家。……国内生产总值到2020年力争比2000年翻两番，综合国力和国际竞争力明显增强”^[4]。依据这一目标，从我国的国情出发，预测未来社会经济发展趋势。预测指标见表2。

国内外众多研究成果认为，我国人口将在21世纪上半叶达到峰值。根据人口预测模型的分析预测，全国总人口2050年达到高峰16.23亿(中方案)。人口达到峰值时，与2000年相比全国预计新增人口3.6亿^[5]。

在未来50年内，我国人口的城乡分布将会发生较大变化。从世界平均水平看，中等收入国家的人口城镇化率一般在

60%左右，到2050年我国人均收入有望进入中等收入国家行列。到2050年时，北京、天津、上海将实行全部城市化，贵州、云南和西藏人口城镇化进程相对缓慢，2050年分别为44.8%、43.9%和44.5%，低于全国平均水平20个百分点以上。

根据对我国社会经济发展形势的基本判断，结合我国“九五”计划和2010年远景目标，对全国及各省(市、自治区)国内生产总值进行预测，预计2000-2050年期间，50年的平均年均GDP发展速度为5.69%，全国GDP总量预计达到142.5万亿元。

结合GDP预测和产业结构变化态势的分析，对我国各省(市、自治区)工业总产值预测和各省(市、自治区)第二产业(工业和建筑业)增加值预测结果进行汇总。预计2050年全国工业总产值预计达到177万亿元，2000-2050年，工业总产值保持年均5.13%的增长速度，略低于同期国内生产总值的增长速度(5.69%)。2000年全国第二产业增加值为45487.80亿元，占总GDP的50.9%。至2050年全国第二产业预测增加值为584311亿元，占当时总GDP的41.0%。

灌溉面积发展预测的基本思路为：人均灌溉面积适当保持稳定；分析各省(市、自治区)耕地资源及其耕地灌溉率情况，以明确发展灌溉面积的土地资源和水资源条件，以及发展灌溉的水资源保障能力；最后将两者协调，提出省(市、自治区)灌溉面积发展分析成果^[6]。2000-2050年高、中、低灌溉面积年均递增率分别为0.35%、0.25%和0.15%。预计到2050年全国灌溉面积将达到5796万~6406万hm²。在中方案情景下，累计新增灌溉面积约710万hm²。

2.2 中国的水资源需水预测

(1) 需水预测的目标和原则 对水资源需求的预测应以可持续发展为目标，既预测国民经济需水，也兼顾生态环境对水资源的需求^[7]。需水定额按照节水型农业、节水型工业、节水型社会的要求来确定。在预测定额时，考虑了各省的水资源条件、水资源开发利用潜力、节水水平等众多因素，参考了国内外用水效率比较高的地区的用水水平。水资源需求可分为国民经济需水和生态环境需水两大类。需水量的增长与社会经济发展和生态环境建设密切相关。

(2) 工业需水 全国工业万元增加值取水量的预测。到2030年和2050年将从现状(2000年)的289m³分别下降到80m³和42m³，2000-2050年，这50年平均定额年均递减率为3.8%，到2050年全国工业用水水平接近或达到目前先进国家的水平。

表2 2000-2050年中国GDP增长率、产业结构和城市化率

| 时 期 | GDP 增长 率/ % | 年 份 | 结 构 | | | 城市 化 率 / % |
|-------------|----------------|------|---------|---------|---------|---------------|
| | | | 第一产业/ % | 第二产业/ % | 第三产业/ % | |
| 2000 - 2010 | 7.5 | 2000 | 17.7 | 49.1 | 33.2 | 35.0 |
| 2011 - 2020 | 6.4 | 2010 | 12.9 | 49.9 | 37.1 | 46.0 |
| 2021 - 2030 | 5.4 | 2020 | 9.3 | 49.7 | 41.0 | 55.0 |
| 2031 - 2040 | 4.9 | 2030 | 6.8 | 45.0 | 48.2 | 59.0 |
| 2041 - 2050 | 4.3 | 2050 | 4.5 | 41.0 | 54.5 | 68.0 |

工业需水量的预测。在中等发展情景下,预计全国在2030年工业需水量将达到1704亿 m^3 ,比现状增加565亿 m^3 ,年增长平均达1.35%;2050年工业需水量将达到1957亿 m^3 ,比现状增加818亿 m^3 ,50年间年平均增长1.09%。

(3) 农业需水 从全国灌溉面积的综合定额看,现状为7035 m^3/hm^2 (469 $m^3/亩$),预计随着节水措施的加强和节水型农作物的推广,未来我国灌溉定额将会有所下降。预计2050年全国综合定额为6120 m^3/hm^2 (408 $m^3/亩$),50年间共下降915 m^3/hm^2 (61 $m^3/亩$)。实际统计资料表明,从1980年至2000年我国平均灌溉水量下降了1095 m^3/hm^2 (73 $m^3/亩$)。因而实现上述灌溉需水预测是可能的。

在农业需水中,农田灌溉用水量将有所下降,而林牧渔业用水量将持续增加。预计2030年和2050年农业需水量分别为4116亿 m^3 和4239亿 m^3 ,比现状(3783亿 m^3)增加了333亿 m^3 和456亿 m^3 。50年的年均增长率仅为0.23%。也就是说农业用水的增长是很缓慢的。

(4) 生活需水 生活需水预测包括城镇和农村生活需水两部分。城镇生活又包括城镇居民生活用水和公共设施用水两部分,农村生活包括农村居民生活和家养牲畜用水两部分。

预计2050年全国城镇生活人均日用水量将从现状(2000年)的170L上升到225L,农村生活人均日用水量从现状的99L上升到141L。预计到2050年前后,全国农村生活总需水量下降为276亿 m^3 左右,城镇生活总需水将达890亿 m^3 ,全部生活总需水量预计达到1166亿 m^3 。城镇生活需水量增长较快,预计2050年比现状新增606亿 m^3 ,农村生活用水变化不大,主要是由于农村人口大量向城镇迁移而转化为城镇生活需水。因此,城镇生活需水量的增长将成为未来城镇供需水的主要矛盾。

(5) 生态环境需水 分析生态环境未来的需水量,必须搞清楚现状条件下的生态环境用水量。但迄今为止还没有哪个部门对生态环境用水量进行过全面系统的记录和测量,目前的生态环境用水量均是估算。另外,每个部门、每个项目均是从自身的特点与要求进行计算的,因而所赋予的内涵均不同。以下是对生态需水、用水、耗水、供水的一些认识。

生态需水:在现状和未来特定目标下,维系生态环境功能的水量。

生态用水:在现状和未来特定目标下,维系生态环境功能的实际发生的用水量。

生态耗水:对水资源而言,是在维系现状和未来特定目标生态环境功能用水过程中散失的水量。

生态供水:提供维系现状和未来特定目标生态环境功能的降水性和径流性(包括地下径流)的水量。

而本次研究的需水量是对应于生态用水这个概念的需水量(降水资源形成水资源后需要引提的水量,也即河道外生态环境用水量)。

在预测全国各省市未来生态环境需水量(相对引提用水)时,本次研究认为在多年平均降水量小于800mm的地区才需要引提水资源来供给生态环境用水。至于降水大于800mm的地区,由于现状用水中已有包含(如城市环境用水等),所以可认为预测未来的需水中也有体现。2030年和2050年各水平年的生态环境需水量是485亿 m^3 和501亿 m^3 。

(6) 总需水量 按照生产、生活、生态来分,各水平的年需水情况见表3。

21世纪中叶,我国将实现达到世界中等发达国家水平的战略目标,我国生态环境将有一个明显改观,进而建立起适应国民经济可持续发展的良性生态环境,社会经济各部门的需水量将会有所增加,预测2030年和2050年中国未来需水总量分别为7277亿 m^3 和7863亿 m^3 (包括生态环境用水485亿 m^3 和501亿 m^3)。

表3 中国未来各水平年需水情况 亿 m^3

Table 3 Water demand of China in future target years

| 水平年 | 生产需水量 | 生活需水量 | 生态需水量 | 总需水量 |
|-----------|-------|-------|-------|------|
| 2000年(现状) | 4923 | 575 | | 5498 |
| 2030年 | 5820 | 972 | 485 | 7277 |
| 2050年 | 6196 | 1166 | 501 | 7863 |

3 水资源需求合理性分析

研究未来需求预测所做的用水趋势分析,是在现状用水资料的基础上进行的。全国用水50年来呈持续增长。1949-2000年用水量增长约4.3倍,但用水平均增长率逐步降低,1949-1980年为5.2%,高于同期人口

年平均增长率 2.7% 的 2 倍多；1981 - 1993 年为 1.3%，低于同期人口年平均增长率的 1.4%；1994 - 2000 年为 0.8%，也低于同期人口年平均增长率的 1.1%。

值得关注的是 1997 - 2002 年的 6 年内，全国总用水量在 5500 亿 m^3 左右徘徊。在 15 个已呈现零增长的省、市、自治区中，有 5 个位于水资源相对较丰的南方地区。这从一个侧面说明，不是因为缺水才会出现零增长。但是否说明中国未来需水量就不增加了或负增长呢？我们认为，需水在未来相当一段时间内仍保持增长态势，但增长的幅度有限。在未来 50 年的长时段内，需水会出现波动式增长，即某个时段内可能出现“零增长”或“负增长”，而在另外的时段内出现增长，因而从整个 50 年来看，需水年增长幅度小于 1%。

由表 2 可知，我国产业结构变动的总体趋势为第一产业占 GDP 的比重将持续下降，2000 年一产、二产、三产的比例为 18.49.33，预计 2050 年将达到 5.41.54。2000 年的用水结构是(农业 工业 生活)68.9 20.7 10.4，根据预测，2050 年的用水结构是 57.6 26.5 15.9。

国内外水资源利用的实践表明，一个国家或地区每个时期的总用水量与其社会经济的发展有关，但并非同步增长，其增长的趋势与其水资源条件、经济结构及水政策与管理水平等因素的差别会有所不同。

鉴于以上分析，今后一段时期内，我国水资源利用的总趋势可能是：用水总量继续保持一定时间的低增长(0.5%左右的年增长率)或微增长(<0.3%的年增长率)，在 2050 年前后有可能出现用水向零增长过渡；或者，用水总量继续在 7500 亿 m^3/a (如包括生态环境需水则为 8000 亿 m^3/a)波动。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国水利部. 中国水资源公报[R]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001, 2003.
- [2] 水利部南京水文水资源研究所, 中国水利水电科学研究院水资源研究所. 21 世纪中国水供求[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999. 29 - 48.
- [3] 水利电力部水利水电规划设计院. 中国水资源利用[M]. 北京: 水利电力出版社, 1989. 42 - 56.
- [4] 江泽民. 全面建设小康社会, 开创中国特色社会主义事业新局面——在中国共产党第十六次全国代表大会上的报告[R]. 北京: 人民出版社, 2002. 1 - 49.
- [5] 中华人民共和国国家统计局. 2001 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2001. 47 - 94, 399 - 458.
- [6] 石玉林, 卢良恕. 中国农业需水与节水高效农业建设[M]. 北京: 水利电力出版社, 2001. 122 - 145.
- [7] 张 岳. 中国水资源与可持续发展[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2000. 79 - 146.

Prospects for the long-term water resources demand in China^{*}

SHEN Fu-xin^{1,2}, GENG Lei-hua², CAO Xia-li³, WANG Jian-sheng², ZHONG Hua-ping², XU Peng-bo²

(1. Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China;

3. Jiangyin Hydraulic Bureau, Jiangyin 214431, China)

Abstract : Through the analysis on the relationship and variable tendency between the present population situation, main index of economic development and the amount of water consumption, the quota of water consumption, meanwhile, synthetically considering about the variation of influential factor such as water resources condition in future, economic and social development, science and technical progress, the efficiency of water consumption and the level of water conservation, etc, the relationship between the above-mentioned synthetical influential factors and the index of water demand amount is established and the variation of growth rate of water demand in future and the variation breadth of other indices such as water consumption per capita and water consumption unit value of output are confirmed. Furthermore, the amount of water resources demand in 2030 and 2050 are calculated according to the predicted indices such as population and economic development of the target year.

Key words : China; water resources; amount of water demand; target year

* The study is financially supported by the National Basic Research Program of China (2003CB415104) and the National Key Technology R&D Program of China during the 10th Five-year Plan Period(2001-BA611B-02-04).