

文章编号: 0559-9350 (2004) 04-0109-05

中国工业发展对水资源的需求

王浩, 汪党献, 倪红珍, 来海亮

(中国水利水电科学研究院 水资源研究所, 北京 100044)

摘要: 以统计数据为依据, 对我国工业发展及其用水变化过程进行了分析, 并在国内外工业用水分析比较的基础上, 对我国未来工业需水增长态势进行了趋势展望, 同时分流域预测了我国工业经济的未来发展格局及其需水量, 提出了保障我国工业经济持续发展的水资源利用对策与措施。笔者认为, 在加强节水、科学用水的前提下, 我国水资源利用完全可以保障我国工业化的发展。

关键词: 工业经济; 发展格局; 流域; 水资源需求

中图分类号: TV213

文献标识码: A

目前我国工业用水量增长态势有很多争议, 主要有两种观点。其一为我国工业用水已基本稳定, 未来工业需水量即使增长也十分有限; 其二为我国工业化发展进程很快, 未来工业需水量迅速增长态势仍不可避免。持第一种观点的人, 主要基于自 20 世纪 90 年来以来, 我国工业总用水量增长相对缓慢, 在部分城市中工业用水量出现下降趋势。持第二观点的人认为, 目前我国工业化水平还较低, 即使在加强工业节水、调整产业结构和科学合理用水的情况下, 未来工业化进程的加快发展仍必将驱动工业需水持续增长。此外, 水资源规划尤其是供水工程规划, 要求新增加的供水量主要以解决城镇和工业用水为主, 这也导致了部分规划中工业需水量预测偏大的现象。如何正确看待我国未来工业需水增长的态势, 合理、科学预测工业需水量, 从而实现水资源的合理配置和高效利用, 保障和促进我国工业化的发展, 是一个需要进行重点研究的课题, 为此, 本文将进行分析研究。

1 工业用水历程与发展趋势分析

在 20 世纪后 50 年内我国工业用水增长十分迅速 (见表 1), 工业用水量占全部总用水量的比重迅速提高。建国初期我国基本上没有现代工业, 1949 年工业用水量仅为 24 亿 m^3 。20 世纪 80 年代后中国加快了工业现代化, 工业出现了高速发展的局面, 从而导致工业用水量的迅速增加。1980 年全国工业用水量为 457 亿 m^3 , 工业用水量占总用水量的比重首次超过 10%, 2000 年达到 1139 亿 m^3 , 占总用水量的比值达到 20.7%。人均工业用水量, 从 1949 年的 4.3 m^3 提高到 2000 年的 90.3 m^3 。

按 2000 年价格换算, 全国工业增加值由 1980 年的 4328 亿元增长到 2000 年的 39570 亿元^[2] (见表 2), 年均增长率为 11.7%。但区域发展不平衡, 松辽河、黄河、海河和长江四流域发展速度相对较低, 西南诸河、东南诸河、珠江、淮河和内陆河等五流域则高于全国平均发展速度。工业经济的发展驱动了工业用水量的增长, 20 年间全国工业用水量年均增长率为 4.7%, 其中西南诸河、东南诸河、珠江淮河四流域增长速度较高, 其它五流域相对较慢, 尤以海河流域最低, 且在 1993~2000 年期间出现负增长的现象。20 年间工业用水对其增加值的弹性系数, 全国平均为 0.40, 西南诸河流域最高为 0.59, 海河流域最低为 0.15。

收稿日期: 2003-09-02

作者简介: 王浩 (1953-), 男, 北京人, 博士, 教授级高级工程师, 主要研究方向为水文水资源。

表1 1949年以来中国工业用水增长情况

年份	经济社会总用水		工业用水 ^[1]				
	达到 /亿 m ³	年增长率 (%)	达到 /亿 m ³	年增长率 (%)	占总用水量 (%)	人均年用水量 /m ³	人均年增长率 (%)
1949	1031		24		2.3	4.3	
1965	2744	6.31	181	13.46	6.6	24.9	11.6
1980	4437	3.26	457	6.37	10.3	46.6	4.27
1993	5198	1.23	906	5.41	17.4	77.3	3.97
2000	5498	0.80	1139	3.32	20.7	90.3	2.25

注：1949年、1965年用水量为估计数，1980年、1993年和2000年为统计数。

表2 分区工业用水统计指标

分区	增加值/亿元				取水量/亿 m ³				弹性系数
	1980年	1993年	2000年	增长率 (%)	1980年 ^[3]	1993年 ^[4]	2000年 ^[5]	增长率 (%)	
全国	4328	17901	39570	11.7	457	906	1139	4.7	0.40
松辽河	738	2063	4550	9.5	64	97	145	4.2	0.44
海河	618	2203	4618	10.6	49	68	66	1.5	0.14
淮河	485	2510	5975	13.4	38	72	100	4.9	0.37
黄河	313	1082	2313	10.5	28	55	56	3.6	0.34
长江	1654	6403	12359	10.6	209	412	506	4.5	0.43
珠江	295	2135	5290	15.5	46	139	159	6.4	0.41
东南诸河	171	1254	3600	16.5	16	46	84	8.6	0.52
西南诸河	8	43	182	16.9	1	4	7	10.0	0.59
内陆河	46	208	563	13.3	7	14	16	4.4	0.33

注：增加值按2000年可比价格换算；2000年全国工业增加值和分区汇总数据略有差异。

工业用水量增长速度远低于工业经济发展速度的重要原因是，工业节水成效显著和工业经济结构性调整。从表3可以看出，1980~1993年期间全国工业用水综合定额年均递减5.5%，而后的7年（1993~2000年）则年均递减7.7%，20年间平均年均递减6.3%。因工业产业和产品结构、水资源条件、节水水平等影响，各流域工业用水综合定额下降速率差异明显，海河流域工业用水定额最低且下降最快，2000年不足全国平均水平的50%。从人均工业用水量指标看，2000年全国平均水平为90.3m³，而松辽河流域最高为122.8m³，西南诸河流域最低仅为33.3m³。

表3 分区工业用水定额与人均工业用水量

分区	综合定额 (m ³ /万元)			递减率 (%)			占全国平均水平			2000年 人均量/m ³
	1980	1993	2000	1981~1993	1994~2000	1981~2000	1980	1993	2000	
全国	1056.2	506.1	287.9	-5.5	-7.7	-6.3	1.00	1.00	1.00	90.3
松辽河	867.2	469.7	319.4	-4.6	-5.4	-4.9	0.82	0.93	1.11	122.8
海河	792.9	309.6	142.5	-7.0	-10.5	-8.2	0.75	0.61	0.49	50.8
淮河	783.5	287.6	166.6	-7.4	-7.5	-7.5	0.74	0.57	0.58	49.8
黄河	894.6	503.7	244.2	-4.3	-9.8	-6.3	0.85	1.00	0.85	51.8
长江	1264.4	643.4	409.3	-5.1	-6.3	-5.5	1.20	1.27	1.42	119.4
珠江	1559.3	648.7	301.0	-6.5	-10.4	-7.9	1.48	1.28	1.05	98.5
东南诸河	935.7	367.6	232.8	-6.9	-6.3	-6.7	0.89	0.73	0.81	117.1
西南诸河	1250.0	814.0	369.5	-3.3	-10.7	-5.9	1.18	1.61	1.28	33.3
内陆河	1521.7	673.1	292.3	-6.1	-11.2	-7.9	1.44	1.33	1.02	57.8

注：综合定额为工业万元增加值取水量，按2000年可比价格折算。

进行国际比较分析，有助于对我国工业用水趋势的判断。一般说来，可以采用人均GNP反映经济发展水平，人均工业用水量反映工业用水水平，工业定额反映工业用水效率水平。从表4可以看出，目前我国经济发展水平较低，人均工业用水量偏少，而工业用水定额则相对较高。随着我国经济的持续发展，特别是工业化水平的提高，我国人均工业用水量必将有一定幅度的上升，与此同时，我国工业综合用水定额也将有较大幅度的下降。众所周知，在我国人口总量预计还将增长约3亿人的情况下，随着人均GNP和人均工业用水量的提高，我国工业用水量仍将增长，也就是说，未来几十年

内我国工业总用水量增长态势不可避免。

表 4 世界一些国家工业用水指标统计分析

国家	人均 GNP / 美元	人均工业用水量 / m ³	人均用水总量 / m ³	工业定额 ^① / (m ³ /万元)	国家	人均 GNP / 美元	人均工业用水量 / m ³	人均用水总量 / m ³	工业定额 / (m ³ /万元)
瑞士	40630	126	173		英国	18700	158	205	31.3
日本	39640	243	736	18.8	西班牙	13580	203	781	53.0
挪威	31250	351	488	34.3	葡萄牙	9740	273	738	84.7
德国	27510	405	579	43.1	南朝鲜	9700	221	632	60.1
美国 ^②	26980	841	1870	39.2	希腊	8210	152	523	54.2
奥地利	26890	176	303	21.4	阿根廷	8030	187	1042	70.0
法国	24990	459	665	76.5	匈牙利	4120	364	661	313.0
比利时	24710	779	917	115.0	马来西亚	3380	230	768	93.8
荷兰	24000	316	518	54.3	波兰	2790	244	321	249.0
瑞典	23750	188	342	26.6	俄罗斯	2240	474	790	642.0
芬兰	20580	374	440	49.2	菲律宾	1050	144	685	321.0
加拿大	19380	1122	1602	217.0	埃及	790	86	955	530.0
意大利	19020	266	985	54.9	中国 ^③	855	90.3	430	288.0

资料来源：世界发展报告 (World Development Report), 1997, P. 214- 215, Table 1 Basic indicators; P. 232- 233, Table 10. Forest and Water resources; WRI 1999 (World Development Indicators);

注：①工业定额为万元增加值取水 (按人民币折算)；②美国系制造业万元产值用水，包括火电工业万元产值用水为 142m³/ 万美元；③中国为 2000 年数据，根据 2000 年《中国水资源公报》整理。

2 工业经济发展格局及其对水资源的需求

工业化进程的加快发展将是 21 世纪上半叶中国经济社会发展的主要特征，这势必对我国水资源及其利用提出了更高的要求，水资源的保障作用也越加明显。

2.1 工业经济发展格局 我国工业经济发展的总体态势为：工业重心逐渐由南向北、由东向西转移。流域片发展格局为：松辽河片因国有企业改造及产业创新，预计 2010 年后将焕发出新的活力。海河片因水资源制约，今后应转向非传统工业的发展。淮河片工业在 2030 年前发展势头仍很强劲。随着黄河开发力度的加快和西部大开发战略的实施，黄河片的资源和区位优势将会日益发挥。长江流域的进一步开发和北方耗水工业的迁入，其占全国的比重将有所上升；珠江和东南诸河 2020 年后开始逐步进入后工业化发展阶段，传统工业发展会有所放慢；西南诸河和内陆河的资源优势将逐步转化为工业高速发展优势。

基于上述判断，根据国家有关发展规划以及各省区相关发展规划，并参考了国内外有关研究成果，分别建立了各省级行政区宏观经济计量经济学模型，对各省级行政区工业经济进行情景分析和指标预测；根据 2000 年中国水资源公报统计数据，建立各省级行政区与各流域片工业经济量的汇总关系，在省级行政区预测成果基础上，汇总出各流域工业经济发展指标。中等发展情景预测成果见表 5。

2.2 工业用水需求态势 调整产业和产品结构，加强节水和科学用水，是我国工业经济发展的必然要求。基于现状统计数据分析和国内外用水定额比较后，采用趋势预测法，对各分区工业综合用水定额进行预测，预测成果见表 6。进而结合工业经济发展指标进行工业需水预测，预测成果见表 7。

从表 6 可以看出，2030 年前后我国工业用水定额总体上有望达到目前韩国的水平，2050 年前后有望达到目前美国的水平，其中海河流域 2050 年有望达到目前日本的水平。工业经济的持续增长，将在相当长的时间内驱动着工业需水量的增长。从表 7 可以看出，我国工业需水总量达到峰值时将比现状新增 700 亿 m³，并在 2030 年前后全国工业总用水量接近“零增长”。从区域看，水资源紧缺的北方地区工业需水将在 2030 年前后相继稳定，而南方丰水流域和西部地区工业需水则持续增长。从人均工业用水量指标分析，2000 年全国人均工业用水量为 90m³，预计 2010 年达到 100m³、2020 年接

近 110m³，高峰时为 115m³。

表 5 中国分区工业增加值发展预测

分区	工业增加值/亿元						占 GDP 比重 (%)				
	2000 年	2010 年	2020 年	2030 年	2050 年	递增率	2000 年	2010 年	2020 年	2030 年	2050 年
全国	39570	86886	175664	284575	500012	5.20	40.6	44.5	45.0	42.7	37.0
松辽河	4550	9390	18701	31140	54624	5.10	44.2	46.5	46.8	45.3	38.5
海河	4618	9895	19524	31038	52471	4.98	40.4	42.4	41.5	39.0	32.7
淮河	5975	13038	26039	40567	67253	4.96	42.0	45.2	45.0	41.7	35.7
黄河	2313	4994	9890	16572	31924	5.39	40.1	44.7	45.0	43.2	37.9
长江	12359	28160	57886	95568	172810	5.42	39.4	44.9	46.1	43.9	38.7
珠江	5290	11822	23785	38234	63276	5.09	40.5	44.7	45.2	43.1	35.8
东南诸河	3600	7873	16236	24774	41168	4.99	43.3	45.9	46.8	43.0	38.0
西南诸河	182	407	879	1615	4018	6.39	24.1	28.7	32.1	32.9	35.1
内陆河	563	1306	2724	5066	12467	6.39	28.6	34.0	36.2	37.7	38.7

表 6 中国工业用水定额长期趋势预测

分区	综合定额 (m ³ /万元)					年均递减率			
	2000 年	2010 年	2020 年	2030 年	2050 年	2001~2010	2011~2020	2020~2050	50 年平均
全国	287.9	158.4	90.8	61.1	36.8	-5.80	-5.41	-2.97	-4.03
松辽河	319.3	181.3	103.0	66.9	40.1	-5.50	-5.50	-3.10	-4.06
海河	142.5	76.5	43.2	28.8	17.3	-6.03	-5.55	-3.00	-4.13
淮河	166.7	89.4	51.0	35.1	21.8	-6.04	-5.46	-2.79	-3.99
黄河	244.3	133.4	76.4	49.5	27.1	-5.87	-5.42	-3.40	-4.30
长江	409.3	222.8	127.5	85.2	50.4	-5.90	-5.43	-3.05	-4.10
珠江	301.0	159.4	90.9	61.1	38.5	-6.16	-5.46	-2.82	-4.03
东南诸河	232.8	127.9	71.5	50.3	31.4	-5.81	-5.65	-2.71	-3.93
西南诸河	368.9	231.1	143.4	91.6	41.6	-4.57	-4.66	-4.04	-4.27
内陆河	293.0	164.7	95.4	61.2	28.5	-5.60	-5.31	-3.95	-4.55

表 7 我国工业经济发展对水资源的需求量预测

分区	需水量 亿 m ³						人均量/m ³				
	2000 年	2010 年	2020 年	2030 年	2050 年	新增	2000 年	2010 年	2020 年	2030 年	2050 年
全国	1139.2	1376.6	1594.2	1739.8	1839.2	700.0	90.3	100.5	108.9	113.0	115.0
松辽河	145.3	170.2	192.6	208.4	218.8	73.5	122.8	134.5	143.1	146.6	147.6
海河	65.8	75.7	84.4	89.3	91.0	25.2	50.8	54.6	57.7	58.5	57.6
淮河	99.6	116.6	132.7	142.2	146.7	47.1	49.8	54.1	57.8	59.1	59.1
黄河	56.5	66.6	75.6	82.1	86.5	30.0	51.8	55.6	58.7	60.7	61.7
长江	505.8	627.4	738.1	813.9	870.7	364.9	119.4	136.0	149.4	156.4	161.2
珠江	159.2	188.5	216.1	233.5	243.9	84.7	98.5	106.8	114.2	116.7	116.1
东南诸河	83.8	100.7	116.1	124.6	129.4	45.6	117.1	130.9	141.8	144.2	144.3
西南诸河	6.7	9.4	12.6	14.8	16.7	10.0	33.3	41.7	51.4	56.7	61.3
内陆河	16.5	21.5	26.0	31.0	35.5	19.0	57.8	67.7	75.5	85.1	92.7

3 保障工业用水的对策与建议

工业化加快发展，社会主义市场经济的逐步建立和完善，特别是加入 WTO 后参与世界市场竞争，市场对工业产品的质量要求将更加严格，工业用水的水源品质和保障能力，对工业经济发展的影响日益凸显。目前我国有 2/3 的城市面临缺水，导致全国每年约 2300 多亿元的工业产值损失。据有关文献分析，1998 年因水体质量受到污染而造成当年我国的工业经济损失量高达 1035 亿元，占当年我国 GDP 的 1.3%。在面临工业用水短缺且深受水质危害的同时，还要面临新增 700 亿 m³ 工业用水要求的压力，我国水资源开发利用任重道远。

为保障未来工业的快速发展，顺利实现党的十六大提出的全面小康目标，国家应采取一切有效措

施和对策, 保证工业用水需求。(1) 开源节流并行, 加强供水投资建设。在充分论证、科学比选的前提下, 建设一批以满足工业和城市用水需求为主体的重大的跨流域、跨区域的调水工程; 加强供水设施的修建和维护, 合理高效配置水资源, 挖掘现有供水工程的供水潜力, 提高供水效率; 进行节水设施建设, 提高工业用水的重复利用率; 充分利用各类不同水质的非传统水源(包括中水、微咸水、海水及资源化污水等), 增加供水量。(2) 完善法规建设, 加强用水管理。利用行政手段保证工业用水, 在我国工业用水的优先保障程度仅次于生活用水, 要求工业用水的保证率高于 95%; 当面临缺水危机时, 在保障生活和生态环境最小用水要求的前提下, 建立有效的经济补偿机制, 在保证农民利益不受伤害的情况下, 压缩农业用水供给工业。加强用水管理, 编制并实施工业节水规划, 控制工业用水增长, 实行用水定额管理制度。(3) 利用经济杠杆, 调节供需矛盾。通过建立合理的水价格体系, 动态调整水价, 促进节水、抑制需求。由于目前我国工业水价普遍偏低, 具有一定的提价空间, 全国各地正在逐步提高工业水价, 提供竞争用水, 实现水资源的高效配置和利用。(4) 保护环境和治理水污染, 增加可供水量。积极建设污水处理厂, 实行从源头到末端水环境的综合治理。实施工业废污水和污染物排放总量控制; 严格执行工业废污水达标排放制度; 加强水资源地的保护。(5) 调整产业结构, 提供高效用水和清洁生产。改造工业用水的工艺, 关、停、并、转一些高耗水、高污染中小型企业, 大力推行清洁生产, 减少水污染, 降低水消耗, 相对增加可用水容量。

我国是世界上最大的发展中国家, 在未来相当长的时期内, 我国特别是北方地区仍将受到工业供水不足的威胁, 水资源对促进工业发展、保障工业增长的作用至关重要。通过采取一切积极有效措施, 可以预见, 我国水资源利用完全可以保障我国工业经济的持续发展。

参 考 文 献:

- [1] 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.
- [2] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 2001 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2001.
- [3] 水利电力部水电规划设计院. 中国水资源利用 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1989.
- [4] 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. 中国 21 世纪水供求 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.
- [5] 中华人民共和国水利部, 2000 年中国水资源公报 [Z]. 2001.

Water demand for development of industry in China

WANG Hao, WANG Dang-xian, NI Hong-zhen, LAI Hai-liang
(China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100044, China)

Abstract: The variation of industrial water use in the process of economy development is analyzed according to statistical data. Based on the comparison of industrial water use in China with that in abroad, the future tendency of industrial water use is predicted. The patterns of industrial economy development in different river basin and corresponding water use are forecasted. Furthermore, the strategy and countermeasure for ensuring the sustainable utilization of water resources in development of economy are proposed. It is concluded that by implementation of water saving and scientifically using water the water resources in China can ensure the development of economy in the process of industrialization.

Key words: industrial economy; pattern of development; river basin; water demand