

我国的用水效率与节水潜力

王浩 马滇珍 张象明 汪党献

(中国水利水电科学研究院水资源所, 北京, 100044)

关键词 用水效率 节水潜力 用水定额 节水措施 中国水资源

摘要 中国水资源人均占有量列世界第121位, 用水现状居世界中下等水平。我国国民经济要持续发展, 今后相当长一段时间内供水量的增长受水源、资金、工程条件的制约, 增加供水量是有限的。由于人口的增加, 城市化率的提高, 社会经济的发展, 对水资源的需求将呈上升态势。今后必须提高生活、工业、农业用水效率, 实行节约用水。这样既可缓解水资源短缺的问题, 同时也可减少污水排放, 保护水环境, 在全国范围内推行节水战略。

我国人均水资源占有量按1995年资料为 $2\,239\text{m}^3$, 列世界当年第121位。由于水土资源匹配条件不理想, 占全国耕地面积65%的长江以北地区, 其水资源仅占全国总量的19%。受大陆季风气候影响, 天然降水的年际、年内分布很不均匀, 农业生产既依赖灌溉, 又频繁遭受洪涝灾害的威胁。更由于人口的增长和经济的发展对水资源的需求不断增加, 使得水资源短缺已成为我国社会经济可持续发展的主要制约因素。

根据全国水中长期供求计划的有关研究结果, 在年均增加85亿 m^3 供水量的条件下, 缺水现象还将不同程度地存在。从目前起到2010年, 全国年缺水量一般在300亿~400亿 m^3 , 其中城镇缺水在60亿 m^3 以上, 并有逐渐加大趋势。缺水高峰受人口增长规律和城镇化的影响, 将在2030年前后出现。届时若全国大面积同时出现中等干旱情况, 其最大缺水量有可能达到500亿 m^3 。水资源短缺的长期趋势, 决定了必须探索一条符合我国自然与人文特点的水资源可持续利用之路, 即在水资源合理配置的前提下, 努力提高用水效率, 在人均用水 500m^3 的基本条件下实现我们的第三步战略目标。基于这一目的, 本文对我国的现状用水效率和2010以前的节水潜力进行了分析, 并提出若干建议。

1 现状用水效率

1.1 用水效率的国际比较

用水效率综合反映了一个国家或地区经济发展阶段、产业结构、水资源条件、用水设施与装备情况、水资源管理水平和科技进步状况。采用单方取用水的GDP值和人均取用水量这两个指标, 能够体现上述综合情况, 便于从整体上比较各国的用水效率。表1选用了30个国家的用水效率。

从表1可以看出, 凡单方取用水产生GDP较高的国家, 均有几个共同特点: 一是工业化程度较高, 经济与社会发展对基础自然资源的总体依存程度在逐步降低; 二是气候条件相对较好, 农业发展对灌溉的依赖程度较小; 三是人口相对较少, 易于通过国际贸易来解决粮食问题, 从而大幅度降低用水总量; 四是第三产业发达, 产生的效益高而耗用水量少。

我国单方取水的GDP值为1.25美元, 在列出的30个国家中属于较低水平。主要原因是: 我国人口众多, 必须要自己解决粮食问题; 发展农业要依赖灌溉, 灌溉用水在总用水量中所占的比例高于全部发达国家和大多数发展中国家; 产业结构与其他国家相比, 产值低而耗水量大的第一产业的比例偏高, 产值高而耗水量小的第三产业的比例偏低。

表1 用水效率与人均用水量

国家	GDP用水效率 /($\$/m^3$)	人均用水量 /($m^3/人$)
孟加拉	0.68	220
罗马尼亚	0.75	1 134
斯里兰卡	0.76	503
埃及	1.01	956
中国	1.25	443
摩洛哥	1.31	427
菲律宾	1.57	686
土耳其	1.79	585
墨西哥	2.39	899
俄罗斯	3.01	790
秘鲁	3.63	300
匈牙利	4.61	661
泰国	4.67	602
马来西亚	4.72	768
意大利	6.61	986
阿根廷	7.81	1 043
巴西	9.21	246
波兰	9.35	321
澳大利亚	11.61	933
新西兰	12.00	589
加拿大	12.01	1 602
美国	14.74	1 870
韩国	15.95	632
捷克	17.37	266
荷兰	17.93	518
法国	40.66	665
丹麦	48.07	233
日本	50.80	735
德国	51.21	579
英国	89.39	205

我国的人均用水量自1980年以来一直在440~450 m^3 之间徘徊,在世界上居于中下水水平。人均用水量低于我国的孟加拉、巴西等以农业为主的发展中国家,降水量均很大,基本不需要灌溉。与我国气候条件大体相近的埃及等发展中国家,人均用水为我国的一倍,说明我国的灌溉用水效率尚可。发达国家中,英国由于气候良好不需要灌溉,200 m^3 的人均用水量中几乎全部为生活和工业用水。这就启示我们,以人均200~250 m^3 的水量可以支持城镇化与工业化进程,再用人均250~300 m^3 的水量来支持农业发展并满足粮食基本自给的要求,可力争在人均用水不超过500 m^3 的条件下,实现2050年达到中等发达国家的目标。

在我国目前的年人均用水量445 m^3 中,年生活用水在40 m^3 左右,年工业用水在85 m^3 左右,年农业用水在320 m^3 左右,三者的比例大约为9:19:72。考虑到发展目标和我国的具体情况,人均用水宜控制在500 m^3 或略低,其中生活用水为70 m^3 ,工业用水为150 m^3 ,农业用水为280 m^3 ,三者间的比例为14:30:56。到下世纪中叶,我国第二、第三产业单方用水应该达到40美元以上的增加值产出效率,人均GDP才可能达到6000美元以上;单方水的粮食生产效率应能达到2kg以上,以225 m^3 的灌溉用水可能得到450kg的人均粮食占有量,再以50 m^3 左右的灌溉用水来生产经济作物和其他农副产品。实现这一设想的关键,是要切实提高用水效率。

1.2 现状生活用水

生活用水分为城镇生活用水与农村生活用水两部分进行统计。城镇生活用水由居民家庭用水和公共设施用水构成,其中城镇公共设施用水包括:建筑业、交通运输邮电业、商业饮食业、服务业、行政机关、事业单位、城镇绿地与河湖补水等项;农村生活用水由农民家庭用水和家养禽畜(不包括以商品生产为目的的畜牧业)用水构成。

1993年全国有建制城市570座,城市化水平为24%,城市居民及在规划区内生活的常住人口共2.82亿。全国平均城镇家庭的人均用水定额为109L/(人·日),人均公共设施用水定额为69L/(人·日),城镇生活的综合用水定额为178L/(人·日)。

根据《全国水中长期供求计划》的有关资料分析,城镇生活用水定额随地域变化的规律较为明显。城镇生活用水综合定额,北方5流域片平均为145L/(人·日),是全国平均水平的81%;南方4流域片平均为208L/(人·日),是全国平均水平的1.17倍。城镇居民家庭用水定额,北方5片的平均值为84L/(人·日),南方4片的平均值为133L/(人·日)。这主要是由于南方气候相对较热,洗澡和洗衣用水较多所致。

城镇生活用水定额随城镇规模变化规律也较为明显。按非农业人口大于100万、大于50万、大于20万和小于20万，将建制市分为特大、大、中、小4类，不同城市规模下的生活用水定额相对于平均值的百分比见表2。

表2 城市生活用水定额分布特点

项目	平均 定额	特大 城市	大型 城市	中型 城市	小型 城市
综合定额	100	113	114	87	87
北方 居民家庭	100	109	105	102	84
公共设施	100	117	127	63	93
综合定额	100	121	95	97	87
南方 居民家庭	100	118	73	105	105
公共设施	100	128	138	81	53

从上表可以看出，北方地区居民家庭用水定额随城市规模的扩大而有所上升；北方中型城市的人口增加较快而市政供水设施建设滞后；总体规律为50万人口以上城市的生活用水综合定额为中小型城市相应定额的1.3倍。南方地区的城镇生活用水综合定额随城市规模的增加而上升；特大型城市由于居民生活水平明显高于其他地区，故其家庭用水定额较高；小城市发展较快，但市政供水建设相对滞后。

表3 部分国际特大城市生活用水综合定额

城市名称	城市人口/万人	综合定额L/(人·日)
曼谷	562.1	172.6
汉城	1 090.5	181.2
索菲亚	122.0	186.4
马德里	301.0	193.0
布加勒斯特	239.4	200.3
布达佩斯	201.8	237.7
贝尔格莱德	117.1	243.9
华沙	165.6	263.5
开罗	652.9	275.9
哈瓦那	209.6	299.9
基辅	257.2	329.6
莫斯科	887.6	494.6
平均	400.6	272.6

注：引自1995年北京统计年鉴。

表3列出了90年代初世界上12座特大城市的生活用水综合定额。与我国的城市生活用水比较，世界12城市的平均定额为273L/(人·日)，我国南方城市平均为208L/(人·日)，北方城市平均为154L/(人·日)，国外城市的生活用水水平明显高于我国。这是由于这些城

市的收入水平、生活水平、居住条件和城市基础设施条件均好于我国城市的平均水平所致。

按流域片统计的我国生活用水定额见表4。从表4可知，城镇居民生活用水定额一般占城镇生活综合定额的60%左右。北方5流域，居民家庭用水均在70~90L/(人·日)范围内；其公共设施用水，海河流域由于有北京、天津等特大型城市，宾馆饭店和公园绿地用水较多，内陆河流域的城镇绿化带灌溉用水较多，故相应定额较高。

表4 1993年我国分流域生活用水定额 L/(人·日)

流域片	城镇生活			农村生活		
	综合 定额	居民 家庭	公共 设施	综合 定额	农民 家庭	家养 禽畜
全国	178	109	69	73	50	23
松辽河	122	75	47	70	38	32
海河	192	98	94	54	36	18
淮河	141	90	51	69	46	23
黄河	125	80	45	54	35	19
长江	202	125	77	73	55	18
珠江	253	160	93	103	68	35
东南诸河	179	117	62	96	64	32
西南诸河	106	65	41	60	33	27
内陆河	132	70	62	80	38	42

为进一步比较居民家庭的用水状况，表5列出了部分欧洲国家的居民生活用水定额。这些国家的生活水平、家庭用水设施和城镇基础设施均较我国为好，其平均用水水平也明显高于我国。这说明今后随着生活水平的提高，我国的城镇生活用水定额还有上升的趋势。

表5 欧洲部分国家居民家庭用水定额 L/(人·日)

国家	用水量	国家	用水量
瑞士	260	荷兰	173
奥地利	215	挪威	167
意大利	214	法国	161
瑞典	195	英国	161
卢森堡	183	芬兰	150
西班牙	181	德国	135
丹麦	176	比利时	116

尽管从人均日用水量看我国城镇生活用水的平均水平尚不高，但在城镇生活用水的效率方面还有较大的提高余地，主要体现在：

(1) 城镇供水系统的跑冒滴漏一般要占到城镇总供水量的10%左右。以一个DN15mm

的水龙头为例,在0.2 MPa 压力下的滴漏量为3.6 L/h,线漏量为17L/h,而不关龙头的漏水量则达到670L/h。

(2) 节水型的卫生洁具在城镇家庭中尚未完全普及。从传统的13L冲水量降到9L冲水量,可节水30%左右;若进一步在建筑设计中提高坐便器排水管路的坡降,还有望达到国外6~7L的冲水量水平。

(3) 淋浴器节水还有潜力可挖。目前广泛采用的家庭淋浴器均是龙头控制方式,使用时以水温控制为主,为保持水温稳定,淋浴时有相当的无效放水时间。由于淋浴用水占家庭用水的30%左右,若采用脚踏式或混合式阀门替代老式阀门,可节约用水15%~30%。

(4) 沿海缺水城镇利用海水替代淡水方面水平还不高。目前我国的海水直接利用总量在每年60亿 m^3 左右,是日本利用总量的1/30,美国的1/20,西欧6国的1/40。海水直接利用技术相当于先进国家60~70年代的水平。

(5) 城镇分质用水尚有很大潜力。中水道设施还仅在若干居民小区试点,全国目前有200套左右,水源为处理后的生活污水。目前存在的主要问题:一是供水成本高于自来水,二是水质过差、气味不达标,需要进一步优化处理工艺。

我国农村的生活用水,总体上还处于较低水平。除珠江三角洲、长江三角洲和东南沿海地区,由于土地紧张而收入水平又较高,小城镇建设步伐较快,农村小城镇的自来水供水普及率远高于全国小城镇50%的平均水平,同时其家庭用水量也较高。家养禽畜用水除内陆河片稍高外,全国大体处于同一水平。

在今后的发展进程中,城市化率将从目前的29%上升到2010年的40%、城镇人口的增加,一部分表现为现有城市规模的继续扩大;另一部分表现为大型农村集镇的就地城市化。对于后者,在建设城镇统一供水系统时应如何采取各类节水措施,是今后面临的重大课题。

1.3 工业用水效率

工业用水通常按电力工业、一般工业和乡

镇工业进行分类。电力工业用水特指火电站与核电站的各类用水;乡镇工业用水指电力工业以外的乡镇企业用水,通常这些企业的取水不在城镇规划区内;一般工业用水则指在上述两类工业用水之外、在城镇规划区取用水的各类工业用水。按这一口径统计,1993年的工业万元产值取用水量见表6。

表6 1993年工业用水定额 m^3 /万元

流域片	电力	一般	乡镇	综合
全国	3 120	171	93	190
松辽河	3 251	172	70	207
海河	956	107	82	116
淮河	726	127	64	101
黄河	1 798	189	117	189
长江	7 853	174	112	241
珠江	1 797	226	108	240
东南诸河	791	192	75	123
西南诸河	12 857	390	387	404
内陆河	1 217	281	353	312

表6的数据显示,乡镇工业万元产值用水量低于一般工业。这是由于乡镇工业均在近10年内兴建,多是一些用水量较小的轻加工业。北方地区的工业万元产值用水量低于南方,是由于北方地区的水资源条件较差,工业节水开展得较早,同时近年来新的大耗水工业项目基本均建在南方。

电力工业的万元产值取用水量在各流域间变化较大。这是由于在长江、松花江、黄河和珠江流域的部分火电厂为降低建设成本而采用了地表水的贯流式冷却,故取水量大大高于采用循环冷却工艺的电厂。

工业万元产值综合用水量与国外比较明显偏高,说明总体上我国的工业用水效率不高。目前我国一般工业的取用水重复利用率在45%左右,而国外技术先进国家的工业水重复利用率在80%左右。因而,我国进一步节水尚有潜力。

1.4 农业用水效率

1993年全国有效灌溉面积约7.48亿亩,其中水田面积约占45%,大田面积占50%,菜田面积占5%。有效灌溉面积较1980年增加

了 1600 万亩,但灌溉用水量却有所减少。这一方面说明灌溉节水的成效,但同时也反映了城市工业与工业用水挤占灌溉用水的问题。灌溉面积以珠江、长江、淮河、黄河、海河、松辽河等流域片的中下游地区和东南沿海平原最为集中。水田分布较广泛,但主要集中在秦岭~淮河一线以南,总计约占全国水田总面积的 93%。大田(水浇地)分布遍及全国,但主要在秦岭~淮河一线以北,约占全国大田总面积的 85%,其中以东北平原、黄淮海平原最为集中,约占全国大田面积的 60%左右。现状单位面积灌溉用水参见表 7。

表 7 1993 年农业灌溉每亩用水量 $m^3/\text{亩}$

流域片	水田	大田	菜田
全国	799	398	501
松辽河	896	374	495
海河	939	305	620
淮河	789	290	578
黄河	1 567	467	529
长江	724	275	420
珠江	911	305	474
东南诸河	837	373	500
西南诸河	823	371	402
内陆河	1 622	746	826

目前的农业灌溉用水效率,总体而言在 40%左右,其中渠灌区用水效率在 30%左右,井灌区效率在 60%左右。渠灌区中的渠系输水效率平均在 40%左右,田间用水效率在 75~80%左右,说明节水潜力较大。

2 未来节水潜力分析

从现在起到 2010 年,在节水措施尚无革命性突破的假设条件下,对我国的生活、工业和农业用水的节水潜力分别进行分析如下。

2.1 生活节水

无论从发达国家的发展历程,还是从发展中国家近年实际情况看,生活用水定额将随着生活水平的提高和城镇化率的提高而有所上升,这是一个共同的大趋势。通过国际比较,结合我国人均水资源占有量小的基本国情,设定人均生活用水的合理范围,并以此为目标,

指导今后的城镇供水规划和生活节水工作,是需水管理的重要内容。

城乡大平均的生活用水按 6 大洲排序,非洲最低,仅 38L/(人·日),主要是社会经济发展水平所致。亚洲次之,为 89L/(人·日),北美和中美洲平均 358L/(人·日),基本代表了城乡大平均条件下生活用水日定额的合理范围。大洋洲的生活用水定额高达 1028L/(人·日),这主要是家养禽畜计入了生活用水范围所致。

我国 1993 年城乡大平均的生活用水定额为 116L/(人·日),除非洲国家外,比世界其他国家的生活用水水平明显偏低。说明随着社会经济的发展,我国的生活用水定额还会提高。未来的定额水平,可以比南非、以色列、墨西哥、巴西等国家的目前水平稍高,比欧洲的平均水平略为偏低,大体相当于以丹麦为代表的欧洲中等水平的下界。按此标准,下世纪中叶我国城乡大平均的生活用水日定额为 190L/(人·日)左右,年人均生活用水为 70 m^3 左右,全国城乡的生活用水总量在 1100 亿 m^3 左右。世界部分国家人均生活用水定额见表 8。

按 2050 年我国城镇化率达到 56%考虑,则城镇人口 9 亿,农村人口 7 亿。特大、大、中、小城市以及镇的平均生活用水定额为 250L/(人·日)左右,农村的平均生活用水定额为 110L/(人·日)左右。由于我国城镇人口的大部分均生活在大中城市,其居民家庭的用水器具和市政用水设施均已较为齐备,因此城镇生活用水定额在 2010 年或稍后即可达到 250L/(人·日)。我国农村除东部沿海地带外自来水尚不普及,生活用水定额提高到 110L/(人·日)要有一个过程。据此,进行了我国各流域的生活用水定额预测,详见表 9。

表 9 给出的生活用水定额,基本是中等发达程度的生活用水中的“刚性”需求部分,进一步下压的潜力已不是很大。但可推进若干节水措施,使得实际的生活用水定额晚一些达到 250L/(人·日)。进一步提高到户装表率,按

表8 世界部分国家人均生活用水定额

L/(人·日)

国家分类	年份	生活用水定额	国家分类	年份	生活用水定额
世界	1987	141	亚洲	1987	89
非洲	1995	38	印度尼西亚	1987	34
肯尼亚	1990	48	也门共和国	1987	46
喀麦隆	1987	48	阿富汗	1987	50
摩洛哥	1992	58	老挝	1987	57
苏丹	1995	69	泰国	1987	66
博茨瓦纳	1992	73	蒙古	1987	82
赞比亚	1994	82	中国	1993	116
突尼斯	1990	94	越南	1992	147
加蓬	1987	112	土库曼斯坦	1989	175
阿尔及利亚	1990	123	以色列	1989	179
纳米比亚	1991	143	朝鲜	1987	207
毛里塔尼亚	1985	152	吉尔吉斯斯坦	1989	224
埃及	1992	157	阿塞拜疆	1989	246
南非	1990	167	哈萨克斯坦	1989	251
利比亚	1994	265	阿拉伯联合酋长国	1980	266
欧洲	1995	240	韩国	1992	329
爱尔兰	1980	102	塔吉克斯坦	1989	336
瑞士	1991	109	菲律宾	1975	338
英国	1991	112	日本	1990	342
希腊	1980	115	伊拉克	1970	376
保加利亚	1988	127	土耳其	1991	385
芬兰	1991	145	亚美尼亚	1989	408
匈牙利	1991	163	格鲁吉亚	1989	426
摩尔多瓦	1989	164	乌兹别克斯坦	1989	452
德国	1991	174	马来西亚	1975	484
丹麦	1990	192	沙特阿拉伯	1975	613
波兰	1991	202	科威特	1974	921
荷兰	1991	213	北美洲和中美洲	1995	358
立陶宛	1989	228	墨西哥	1991	148
罗马尼亚	1994	249	古巴	1975	215
西班牙	1991	257	巴拿马	1975	248
白俄罗斯	1989	259	尼加拉瓜	1975	251
挪威	1985	267	美国	1990	666
奥地利	1991	275	加拿大	1991	790
比利时	1990	276	南美洲	1995	164
爱沙尼亚	1989	287	巴西	1990	148
法国	1990	292	秘鲁	1987	156
乌克兰	1989	295	哥伦比亚	1987	195
捷克	1991	299	苏里南	1987	195
拉脱维亚	1989	301	阿根廷	1976	257
葡萄牙	1990	304	智利	1975	267
瑞典	1991	336	委内瑞拉	1970	450
俄罗斯	1991	368	大洋洲	1995	1 028
意大利	1990	378	新西兰	1991	742
冰岛	1991	540	澳大利亚	1985	1 662

用水量分级累进加价, 推广节水卫生洁具和节水龙头, 建设生活小区的中水道设施, 提高公

共设施的空调冷却水循环率等措施, 均有助于上述目标的实现。

表9 2010年分流域生活用水定额预测 L/(人·日)

河流	城镇生活			农村生活		
	其中:家庭	其中:家庭	其中:家养	其中:家庭	其中:家养	其中:家养
全国	251	147	104	92	59	33
松辽河	201	115	86	85	48	37
海河	232	125	107	80	50	30
淮河	192	120	72	92	58	34
黄河	163	102	61	73	43	30
长江	278	165	113	96	63	33
珠江	353	200	153	106	73	33
东南诸河	326	192	134	102	70	32
西南诸河	159	95	64	72	41	31
内陆河	188	105	83	100	51	49

2.2 工业节水

工业节水的潜力来自于产业结构的调整、用水装置的更新换代、生产工艺的改进、节水器具的推广、管理水平的提高等方面。我国电力工业用水主要是冷却水和冲灰水,其节水潜力是改湿式除灰为干式除灰。乡镇工业主要由耗水量相对较小的产业部门组成,企业规模小,节水难度大,节水潜力相对较小。因此,未来我国工业节水的重点主要应放在一般工业中。一般工业和乡镇工业最终也要相互融合,其用水规律也将渐趋一致。因此,工业节水潜力最大是一般工业部门。

能够反映工业用水效率指标的主要有万元产值取水量和工业用水重复利用率。1993年,全国一般工业的用水总量为452亿 m^3 ,工业用水的重复利用率全国平均为45%。到2010年,预计一般工业的用水总量将增加至752亿 m^3 ,相应的重复利用率上升为60%,大体上每年增加一个百分点。海河流域由于缺水,其工业节水开展最早,普及程度也最大,目前工业用水的重复利用率在55%左右,2010年将达到70%左右。事实上,海河流域内的北京、天津等城市早在80年代就已达到了75%的工业用水重复利用率。考虑各方面因素,2010年全国工业用水的万元产值综合定额可望达到41 m^3 ,参见表10。

要达到上述指标,在1993~2010年的17年间,我国一般工业的累计节水量可达110亿 m^3 ,平均每年节水6.6亿 m^3 。

表10 2010年工业用水定额预测 m^3 /万元

流域片	电力	一般	乡镇	综合
全国	765	45	22	41
松辽河	634	59	19	51
海河	385	39	23	37
淮河	529	33	20	28
黄河	818	53	30	52
长江	1450	45	24	44
珠江	748	39	20	41
东南诸河	225	52	16	30
西南诸河	1421	125	91	112
内陆河	646	122	117	130

2.3 农业节水

为在人口不断增加的情况下保持粮食的基本自给,从现在起到2010年全国将增加1亿亩的有效灌溉面积,使全国人均灌溉面积始终保持在0.6亩以上。增加灌溉面积需要开辟新水源。我国的现实情况,不可能大幅度增加农业供水,农业只能在节水中求发展。因此,实现上述规划指标的主要手段是农业节水。

农业节水依靠工程与非工程两类措施。工程措施主要包括:渠道防渗、管道输水、田间节水、喷微灌技术和行走式机械灌溉技术。非工程措施主要为:水田浅湿灌、水田旱作、地膜覆盖及膜上灌、田间水分综合调控等技术,以及通过农艺技术进行节水等。在上述措施下,2010年中等干旱情况下的农业节水灌溉指标见表11。

表11 2010年农业灌溉用水定额预测 m^3 /亩

流域片	水田	大田	菜田
全国	724	352	440
松辽河	749	292	443
海河	827	272	537
淮河	721	248	497
黄河	1411	433	474
长江	683	235	374
珠江	771	272	395
东南诸河	754	303	481
西南诸河	757	324	350
内陆河	1356	664	688

目前全国平均的亩综合灌溉定额为589 m^3 ,2010年预计的全国平均亩灌溉定额为518 m^3 ,亩均灌溉定额共下降了71 m^3 。分流域的节水潜力估计参见表12。

表 12 农业灌溉节水潜力预测 $\text{m}^3/\text{亩}$

流域片	水田节水	大田节水	菜田节水	$\text{m}^3/\text{亩}$
全国	254.6	183.4	23.7	461.6
松辽河	54.1	19.9	1.9	75.8
海河	3.7	32.1	3.2	39.0
淮河	27.4	36.8	5.0	69.2
黄河	3.1	22.5	1.8	27.4
长江	67.4	16.3	6.1	89.8
珠江	70.9	3.6	3.8	78.3
东南诸河	20.6	4.0	0.4	25.0
西南诸河	4.4	1.9	0.3	6.6
内陆河	3.1	46.3	1.2	50.6

表 13 主要工业品节水目标

主要工业品	1993	2000	2010	领先水平
棉纺织/ $\text{m}^3/100\text{m}$	2.5	2.2	1.7	
毛纺织/ $\text{m}^3/100\text{m}$	48	31	26	
丝织/ $\text{m}^3/100\text{m}$	4.3	3.7	3.2	
麻织/ m^3/t	795	722	610	
粘胶/ m^3/t	775	580	450	200
涤纶/ m^3/t	47	41	35	
印染/ m^3/t	2.6	2.0	1.4	0.9
味精/ m^3/t	313	150	120	105
酒精/ m^3/t	103	80	67	42
啤酒/ m^3/t	18	14	10	6
罐头/ m^3/t	100	65	30	
制浆造纸/ m^3/t	280	210	170	
干浆造纸/ m^3/t	108	50	40	
猪屠宰加工/ $\text{m}^3/\text{头}$	0.70	0.55	0.40	0.35
牛屠宰加工/ $\text{m}^3/\text{头}$	1.70	1.20	1.00	
羊屠宰加工/ $\text{m}^3/\text{头}$	0.49	0.40	0.25	
家禽屠宰加工/ $\text{m}^3/\text{只}$	0.045	0.042	0.040	
皮革加工/ $\text{m}^3/\text{张}$	1.2	0.8	0.6	
硫酸/ m^3/t	60	55	33	10
氯碱/ m^3/t	68	18	13	10
涂料/ m^3/t	55	45	35	10
洗涤剂/ m^3/t	75	55	35	10
炼铁/ m^3/t	10.0	8.0	6.5	1.2
炼钢/ m^3/t	5.0	4.0	3.0	0.2
轧钢/ m^3/t	6.4	5.5	4.5	1.4
医药/ $\text{m}^3/\text{万元}$	250	190	75	
彩色显象管/ $\text{m}^3/\text{只}$	2	0.6	0.4	
机械/ $\text{m}^3/\text{万元}$	67	45	30	
平板玻璃/ $\text{m}^3/\text{重箱}$	0.6	0.82	0.52	
水泥/ m^3/t	3	0.8	0.62	
载重汽车/ $\text{m}^3/\text{辆}$	33	23	15	
轿车/ $\text{m}^3/\text{辆}$	19	15	7.5	
火力发电/ $\text{m}^3/\text{s}/10^6\text{kW}$	1.56	1.00	0.90	0.66

3 主要节水措施

3.1 节水政策的环境建设

实行水资源统一管理。配合国务院“三定”方案的实施，由多龙管水向一龙管水转变。处理好流域水资源管理与行政区水资源管理的关系，地表水管理和地下水管理的关系，节水和开源的关系，全面实行以需水管理为中心的取水许可制度，依法推进节水。

进行水价调整。全面开征水资源费，实施节奖超罚的水价制度，运用价格杠杆抑制水需求的过度增长。

加强用水计量，特别是灌区斗、农、毛渠的取用水计量。在计量的基础上，分地区、分用户制定取用水的定额标准，为取水许可制的实施提供依据。

3.2 工业节水措施

在上述政策环境下，按主要工业品列出节水指标详见表 13。为实现上述指标，具体的整改措施参见表 14。

3.3 农业节水措施

(1) 松辽河片要大力发展渠道防渗和管道输水；城近郊经济作物发展喷微灌；在不盲目发展水田面积的同时推广水稻旱育稀植技术；在春旱地区推广坐水种等旱地补水灌溉技术。

(2) 黄淮海片在井灌区发展管道输水灌溉；沿黄灌区提倡井渠结合，避免次生盐碱化；城郊下游农村发展污水再生利用技术；在城郊粮田与菜地及种植经济作物的坡地上逐步推广喷微技术。

(3) 内陆河片及黄河中上游地区加强渠道防渗，提高衬砌率，实现低压管道输水；推广膜上灌和行走式机械灌溉技术；调整农灌水价以抑制过高的灌溉定额。

(4) 长江片提高渠道防渗率；在中下游地区采用低压管道输水并适当发展井灌面积，对经济作物实现大面积的喷、微灌；中上游地区发展提水及扬水灌溉，大幅度提高渠系利用系数；对水田推广浅湿灌和薄露灌节水措施。

(5) 珠江片、东南沿海和西南诸河片重点推广水田综合节水技术；对经济作物大面积推广喷微技术。

表 14 主要工业品节水的整改措施

主要工业品	节水整改措施	主要工业品	节水整改措施
棉纺织	利用压锭设备更新换代	皮革加工	改漂水洗为闷水洗,脱毛水回用
毛纺织	采用先进洗毛工艺	硫酸	改“一转一吸”为“两转两吸”工艺,改粗料投放为精料投放
丝织	强化用水综合管理	氯碱	推广离子膜电解工艺,扩大生产装置规模
麻织	提高工艺水回用率	涂料	提高水的重复利用率
粘胶	更新 50-60 年代设备并扩大规模	洗涤剂	改进原料路线与生产工艺
涤纶	增加废水处理回用设备	炼铁	在清水循环基础上增加污水循环系统
印染	推广逆流漂洗工艺和海水印染技术	炼钢	改善杂用水系统,增加集尘水系统及污泥处理系统
味精	推广丹麦的发酵工艺,以及其锅炉冷凝水回收技术	轧钢	提高轧钢含油废水的处理回用率
酒精	逐步采用先进发酵技术和冷却技术	医药	回收冷却水,实行生产废水的清浊分流并加大回用率
啤酒	推广高浓度糖化发酵及洗槽水回用	彩色显象管	工艺废水处理循环回用
罐头	间接冷却杜绝直排,工艺用水改为逆流漂洗	机械	改直流水为循环用水,提高废水回用率
制浆造纸	扩大装置规模及废纸制浆比例,推广国产白水回收装置	平板玻璃	在对工艺流程进行技术改造时改进用水流程
干浆造纸	推广国产白水回收设备	水泥	通过技改普及窑外预分解干法生产工艺
猪屠宰加工	采用喷淋洗涤技术及厂内 3 级水处理技术	载重汽车	提高清洗水利用率
牛屠宰加工	厂内 3 级水处理并回用	轿车	提高清洗水利用率
羊屠宰加工	厂内 3 级水处理并回用	火力发电	提高单机容量,实施干式除灰
家禽屠宰加工	厂内 3 级水处理并回用		

推行上述措施后,至 2010 年规划期末,在中等干旱情况下,水田亩均用水量为 724m³,水浇地亩均用水量为 351m³。经综合

分析认为,在保障农业灌溉节水投入的条件下,经过努力可以实现本次规划的灌溉面积发展目标。

小资料

世界及各大洲灌溉水量

洲名	80年代				2000年计划			
	灌溉面积 /10 ⁶ hm ²	取水量 /亿 m ³	消耗水量 /亿 m ³	再循环水量 /亿 m ³	灌溉面积 /10 ⁶ hm ²	取水量 /亿 m ³	消耗水量 /亿 m ³	再循环水量 /亿 m ³
全世界	227.5	22 060	16 230	5 830	271	25 850	19 200	6 650
亚洲	140	13 000	9 800	3 200	165	15 000	11 500	3 500
非洲	11	1 200	850	350	15	1 600	1 100	500
欧洲	17	1 100	950	150	19	1 250	1 050	200
北美洲	29	3 300	2 150	1 150	35	3 900	2 600	1 300
南美洲	8.5	700	550	150	11	900	700	200
大洋洲	2	160	130	30	2.5	200	150	50

世界及各大洲生活取耗水量

	80年代				2000年计划			
	人口/亿	取水量/亿 m ³	耗水量/亿 m ³	污水量/亿 m ³	人口/亿	取水量/亿 m ³	耗水量/亿 m ³	污水量/亿 m ³
全世界	50.15	2 631	1 102	1 529	61.73	4 565	1 745	2 820
亚洲	29.32	880	530	350	36.12	2 000	1 000	1 000
非洲	5.89	100	70	30	8.53	300	180	120
欧洲	4.96	480	100	380	5.12	560	80	480
北美洲	4.11	660	200	460	4.89	900	220	680
南美洲	2.79	240	140	100	3.67	400	200	200
大洋洲	0.26	41	12	29	0.30	55	15	40