



二〇〇〇年的中国研究资料

第四十七集

我国水资源开发利用、防洪事业及水利
各学科发展预测

中国科协二〇〇〇年的中国研究办公室

第 47 集

我国水资源开发利用、防洪事业 及水利各学科发展预测

中国水利学会

中国科协 2000 年的中国研究办公室

1985. 5

前 言

1983年，国务院技术经济研究中心和中国科协，组织各方面力量开展对“2000年的中国”的研究。在这个统一安排下，我们提出了水利学科的专题报告。

为实现党的十二大提出的宏伟战略目标，水利工作主要的任务是要提供两个基本条件：一个是大江大河的防洪保安，一个是国民经济的发展所需要的水源。但是，当前各大江河的重要河段，防洪标准普遍偏低；北方水资源十分短缺；已成水利工程有的不能充分发挥经济效益，相当多的工程急需更新改造而又缺乏资金，工程效益面临日益萎缩的局面；水资源的综合利用不够充分等等，这就使防洪与供水两大问题在需要与可能之间存在着十分尖锐的矛盾。

《我国防洪事业发展预测及对策》和《我国水资源预测和对策》两篇报告，是在很多水利科技人员多年辛苦工作的基础上，由有关专家广泛收集资料，进行分析研究而写成的。它为解决上述两大矛盾，进行了探索，供有关部门决策时参考。

关于学科发展预测，1982年我们就发动我会所属各专业委员会、研究会，开始进行研究。至1984年上半年，共完成十二篇专题性的学术综述。这次把它与前述两篇报告汇编在一起，成为《2000年的中国》的研究报告中的水利专册，共十四篇文章。

我会三届二次理事会期间，对各专业学术综述进行了讨论，基本看法是：从总的情况看，我国水利工程的历史悠久，实践经验丰富。已建水利工程无论在数量或规模上，在世界上都可以位居前列。一些传统的学科如水文、泥沙、水力学、岩土力学、水工结构等，在基本理论和计算方法等方面，与世界水平相比，差距不大。有些学科的某些领域，由于我国特有的自然条件，悠久的治水历史和群众性的创造，远处于领先地位。我们的主要差距在于：测试技术和手段落后，电子计算机的应用（包括电算、数据采集和处理）不普遍；对管理科学和经济分析重视不够；有些专业，我们的实践经验很多，而理论分析深度不够；野外观测资料丰富但室内试验研究不足。这对我国水利科学技术的发展影响很大。今后要特别注意世界水利科技发展的新领域、新动向、新材料、新工艺，同时要加强水利科技人才的培养。

同时还认为，水利科学是一门综合性科学，它既包含自然科学和技术科学的内容，又包含社会经济学的内容。多年来，如果说我们对于前一类学科比较注意进行了研究的话，那末，对于后一类学科则被忽略了。从目前水利发展形势来看，水利管理、水利经济和环境水利，已成为很重要的问题，因此建议，应当加强这些薄弱环节的研究。

应当说明，对水利科学的全部内容来讲，这本册子里还未包括齐全，如测量、地质勘探和水力发电等专业，综述暂缺。

目 录

前 言.....	(II)
我国水资源开发利用发展预测与对策	任光照 (1)
我国防洪事业发展预测及对策	朱惠琴执笔 (36)
中国水文事业的发展及其展望	水文专业委员会 (58)
我国泥沙专业的成就和今后的方向	泥沙专业委员会 (66)
水力学研究的若干进展.....	水力专业委员会 (76)
岩土工程学科综述	岩土力学专业委员会 (95)
我国水工结构水平及与国外的比较	水工结构专业委员会 (117)
我国水利水电工程施工水平综述	施工专业委员会 (128)
国内外灌溉排水科学技术的发展	农田水利专业委员会 (145)
我国港口航道专业的成就及其与 国外的差距.....	港口航道专业委员会 (155)
我国水利工程管理事业的发展及 国外情况介绍	工程管理专业委员会 (168)
国内外水利经济研究的发展及 我们的任务	水利经济研究会 (181)
环境水利综述.....	环境水利研究会 (188)
水利史研究中的问题及其前景.....	水利史研究会 (201)

我国水资源开发利用发展预测与对策

任 光 照

当今世界各国对水资源的开发、利用、管理、保护和发展预测、对策,已成为世界各国普遍重视的一个重要课题。随着人口增长、经济发展以及人类物质文化生活水平的提高,人类社会对水的需求日益增长,一些国家和地区不同程度地发生了水源危机。水源不足不仅日益成为不亚于能源和粮食不足的一个严重问题,而且是制订经济发展规划中的一个重要战略问题。

一、水资源的数量和特点

(一) 水资源数量

水资源通常指逐年可以得到更新的那部分淡水量,它是一种动态的和不可代替的资源,是工农业生产和人民生活所必需的一种有限的资源。在我国辽阔土地上,多年平均降水总量约6万亿立方米,折合平均降水深为623毫米,低于全球陆面(834毫米)和亚洲陆面(740毫米)的年降水深。降水量中约有56%的水量为植物蒸腾、土壤和地表水体蒸发所消耗,只有44%形成径流。全国河川多年平均径流量约2.6万亿立方米,折合平均径流深为276毫米,其中包括地下水的补给量约6200亿立方米,冰川融雪水补给量约500亿立方米。全国地下水总补给量约7700亿立方米。由于地表水和地下水同源、降水,密切联系又相互转化,扣除相互重复部分,初步估算全国水资源总量约2.7万亿立方米(详见表1)。

1、河川径流量

我国河川年径流总量2.6万亿立方米(约相当于全球年径流总量47.0万亿立方米的5.6%),与世界各国比较,次于巴西(56680亿立方米)、苏联(43840亿立方米)、加拿大(31220亿立方米)、美国(29702亿立方米)、印尼(28100亿立方米)等五国,居世界第六位(见表2)。由于我国人口居于世界首位,按人口平均占有的水平却是世界上最低的国家之一。按人均占有径流量计算,我们每人每年平均约2539立方米,居世界第84位,只相当于世界人均占有量的1/4,相当于美国人均的1/5,苏联、印尼人均的1/7,加拿大人均的1/5。日本水资源只有我国的1/6,但我国人均水量却只有日本的3/4。因此,我国是人均占有径流量较少的国家。按耕地每亩平均占有径流量也只有1751立方米,只相当于世界平均数的2/3左右。加上耕地面积统计有可能偏小,如按20亿亩耕地计,亩均水量只

有世界平均数的一半。因此，就人均和亩均占有水量而言，我国水资源并不富裕。

2、地下水

我国地下水和地表水一样都直接受降水补给，两者是紧密联系互相转化的。地表水可以入渗成为地下水，是地下水的补给来源；地下水又可以转为地表水，是形成河川径流的要素之一。水资源是一种与时间因素有关的资源，由于降雨入渗造成的地下水流动的速度，远远低于降雨径流造成的河川径流的流速，若简单地叠加河川径流总量和地下水补给量，作为水资源总量，作为规划决策的依据，就会造成误差。据估算，我国多年平均地下水资源，包括降水和其它水体补给在内约7718亿立方米（见表3）。

表 1 全国水资源（多年平均）总量表 单位：亿立方米

流域（片）	河川径流量与地下水补给量之和			重 复 水 量				水资源 总 量
	河 川 径流量	地下 水补 给量	合 计	山丘区 河 川 基 流	平原区 河 川 基 流	河道 灌溉 渗漏	合 计	
黑龙江流域片	1192	552	1744	256.3	32.0	66.9	355	1389
辽河流域片	486	229	715	98.0	6.7	29.5	134	581
海滦河流域片	292	277	569	100.7	16.0	45.8	163	406
黄河流域	688	422	1110	271.1	6.9	69.8	348	762
淮河流域片	766	454	1220	88.2	65.4	42.2	196	1024
长江流域	9600	2130	11730	2007.9	122.8		2130	9600
珠江流域片	4739	960	5699	916.4	43.6		960	4739
浙闽台诸河片	2714	575	3289	574.7			575	2714
西南诸河片	4684	1115	5799	1114.7			1115	4684
内陆河诸河片	1116	945	2061	443.7	2.7	407.9	854	1207
额尔齐斯河	103	59	162	45.5		12.9	58	104
北方七片	4643	2938	7581	1303.5	129.7	675.0	2108	5473
南方四片	21737	4780	26517	4613.7	166.4		4780	21737
全 国	26380	7718	34098	5917.2	296.1	675.0	6888	27210

表 2 中外年径流总量、人均、亩均占有水量对比

	年径流总量 (万亿立方米)	人 口 (亿人)	人均径流量 (万立方米)	耕 地 (亿亩)	亩均径流量 (万立方米)
世界各国总计	47.00	43.35	1.08	198.90	0.24
巴 西	5.19	1.23	4.22	4.85	1.07
苏 联	4.71	2.64	1.78	34.00	0.14
加 拿 大	3.12	0.24	13.00	6.54	0.48
美 国	2.97	2.20	1.35	28.40	0.11
印 尼	2.81	1.48	1.90	2.13	1.32
中 国	2.638	10.39	0.254	15.06 (20.0)	0.175 (0.13)
印 度	1.78	6.78	0.26	24.70	0.07
日 本	0.42	1.16	0.36	0.65	0.65

注：中国数字包括台湾省在内。（1982）

表 3 我国地下水资源分布及开发利用情况

地区 项目	全国	华北	东北	西北	中南	西南	华东
地 下 水 资 源 (亿立方米)	7718	566	601	1249	1618	2352	1332
占全国 (%)	100	7.3	7.8	16.2	21.0	34.5	17.2
纯井灌面积 (万亩)	13272	4624	1348	756	2993	13	3489
地下水取用量 (浅层水) (亿立方米)	420	196	55	28	85	—	56
占全国取用量 (%)	100	46.7	13.1	6.7	20.2	—	13.3

注：地下水取用量为1979年工农业开采量不完整的统计。

(二) 水资源的特点

我国幅员辽阔，河流众多，地处亚欧大陆东侧，跨高、中、低三个纬度区，季风特点十分显著。夏秋受太平洋和印度洋的湿润气流影响，降水较多，冬春受亚欧大陆中心

和蒙古高原干冷气团的控制,降水较少。在自然地理特点上地势西高东低,东部和南部滨临海洋,气候湿润,降水多;西北内陆受高原和山脉阻挡,季风难于深入,气候干燥,降水少。这是我国南北气候差异,南方水多,北方水少,水资源分布极不平衡的一个重要原因。

1、水量在地区分布上很不平衡

我国降水分布的特点是,东南多雨,西北少雨,由东南沿海地区向西北内陆递减,分布很不均匀。如果按年降水量划分,全国可划分为多雨(>1600 毫米),湿润($800-1600$ 毫米),半湿润($400-800$ 毫米)、半干旱($200-400$ 毫米),干旱(<200 毫米)等五个不同地带。以年降水量 400 毫米划界,全国有 45% 的国土处在年降水量少于 400 毫米的干旱、少水地带。东南湿润降水多,是我国的丰水和多水地区,也是文化经济较发达和主要农业产区。其中台湾省是我国雨量最多的一个省份,全省年平均降雨量 2535 毫米。

河川径流量的地区分布与降水分布基本一致,但水量的地区分布不均匀性较降水更甚。全国河川径流量的分配:外流水系占 95.5% ,内陆水系占 4.5% ,而内陆河水系面积占全国 35% 。长江流域和长江以南的径流量占全国的 82% ,耕地只占全国 38% ;黄、淮、海河三大流域,径流量只占全国 6.5% ,而耕地却占全国 40% ,南北水土资源分布相差十分悬殊。

我国浅层地下水的分布,主要和降水、地形、地貌、地质等有密切关系。地下水补给模数与年降水、年径流分布趋势一致,自东南向西北递减,但在同一地区由于水文地质条件的差异可相差很大。我国南方山丘区的补给模数一般为 $20-25$ 万立米/平方公里·年,东北西部、内蒙和西北内陆山丘区的补给模数一般小于 5 万立米/平方公里·年,新疆北部阿尔泰,伊敏河和伊犁河流域山区达 $10-20$ 万立米/平方公里·年,西南、秦岭、华北、东北山区一般为 $5-15$ 万立米/平方公里·年。从北方十七省、市、区平原区的补给模数分析,以黄淮海平原相对较高,平均约为 20 万立米/平方公里·年,黄河中游平原和东北平原次之,约为 $10-20$ 万立米/平方公里·年,西北内陆河平原较低,平均为 7 万立米/平方公里·年。华北、东北及西北等地的山前冲积扇地区,岩性粗、含水层厚、地下水补给贮存条件好,补给模数一般都明显大于下游平原地区。

2、水量在时程分配上极不均匀

由于受季风气候影响,我国降水量和径流量年内分配极不均匀,年际变化很大,并且有少水年和多水年持续出现,这些特点是我国历史水旱灾害出现频繁,农业生产极不稳定的主要原因。

我国大部地区冬春少雨,多春旱;夏秋多雨,多洪涝。全年的降水量大部集中在夏季湿润高温的时期,且多以暴雨形式出现。东南各省及新疆西北部雨季较早,降水量连续四个月,最大的月份,不同地区分别为 $3-6$ 月, $4-7$ 月或 $5-8$ 月,这四个月的雨量约占正常年降水量的 $50-60\%$,黄河中下游地区、海河、辽河流域,大部分集中在七、八两个月,集中程度高,往往又集中在几次暴雨过程中,容易形成洪涝灾害;有的年份,甚至一天大暴雨超过了年平均降水量,形成特大洪水。而在冬春少雨季节,又因降水太少形成干旱缺水,农作物需要灌溉才能保证生长,即使在年降水量大于 1000 毫米

的南方，也需要灌溉才能维持农作物正常生长。

我国降水量在各年之间的变化很大，并有连续旱年和多水年交替出现，这种变化在北方尤为突出。据北京258年降水资料分析，年平均为626毫米，而最大（1959年1406毫米）与最小（1869年242毫米）两者相差5.8倍之多。如海河流域平均年径流量为233亿立方米，而1963年径流量达533亿立方米，但1972年只有99亿立方米，相差5.4倍。又如黄河在近60年内出现过连续11年（1922~1932年）的少水期，平均年径流量比正常年份少24%，也出现过连续9年（1943~1951年）的丰水期。松花江在近69年中出现过连续11年（1898~1908年）和连续13年（1916~1928年）的少水期，平均年径流量比正常年少40%；也出现过连续7年（1960~1966年）的丰水期，平均年径流量比正常年多32%。海河近60多年来连旱、连丰更是频繁。降水量和径流量的年内分配和年际变化，北方大于南方，在水资源缺少地区，其不均匀性更为突出。

3、水土流失比较严重

由于我国特定的地质、地形、降水、土壤和植被等条件，是造成水土流失的自然基础。我国新构造运动活跃，地面不断隆起，侵蚀基准面下降，地貌基础起伏不平，坡陡沟多，地形破碎，年降水变量大，又多以暴雨形式出现，历时短、强度大，天然植被复盖差。在黄土地区，堆积深厚，孔隙大，抗冲性能微弱，湿陷性明显，团粒结构少，质地粉砂，结构疏松，吸水量高而持水性能低，造成水土流失严重。根据中国水蚀模数分布图等有关资料，水蚀模数在15,000—25,000吨/平方公里·年的地区有晋西南部残原丘陵沟壑水土流失干旱区，以及蒙晋陕高原干旱丘陵沟壑严重水土流失干旱区；水蚀模数在5000~15,000吨/平方公里·年的地区有西辽河、柳河上游丘陵干旱水土流失区，陇中宁南丘陵沟壑严重干旱水土流失区，以及陇东、渭北高原沟壑干旱水土流失区等，水蚀模数在1000—5000吨/平方公里·年的地区有长白山低山丘陵，辽西山丘、燕山、太行山山丘，胶东低山丘陵，汾渭地堑盆地，伊洛沁河洪区，秦巴山地及川、滇、黔边界高原区等，水蚀模数在500—1000吨/平方公里·年以及以下的地区分布范围很广。可以看出，我国水土流失是比较严重的。造成水土流失的原因还有人为因素的影响，如不合理地利用土地资源，毁林开荒，陡坡开荒，撩荒种植，过牧滥收的经营方式，严重地破坏了植被复益，加重了水土流失。水土流失一方面对农业生产带来严重的危害，土壤结构破坏，土壤变薄，涵水能力大为减退，另一方面加大了河流含沙量，淤塞河道、沟渠和水库，严重影响水资源开发和利用。

（三）水资源特点所带来的问题

由于我国水资源地区分布十分不平衡，时程变化很大，带来了洪涝灾害治理和水资源利用方面的许多特殊问题，也决定了水利工作在我国特定的历史地位。

降水在地区和时程分配上的不平衡，使我国洪涝旱灾害出现频繁，农业生产极不稳定。从近三十年的灾害分析来看，旱灾对我国农业生产威胁最大。近三十年来，平均每年受旱面积约3亿亩，占全国总耕地19%。全国有四个明显的干旱地，自北而南分布为：松辽平原、黄淮海平原（中心在海河平原）、四川盆地东、北部和云贵高原至广东湛江一线。全国约70%以上的受旱面积主要发生在这四个地区，对农业产量影响最大，其中以黄淮海地区平均每年受旱范围最广，受旱面积约占全国一半左右。

表 4 全国主要河流泥沙情况表

河 流	代表站	集水面积 (平方公里)	多年平均流量 (立方米/秒)	多年平均含 沙量(公斤/ 立方米)	多年平均输 沙量(万吨)
松花江	佳木斯	527,795	2,394	0.157	1,069
辽 河	铁 岭	120,764	107	3.60	2,098
滦 河	滦 县	44,100	154	3.96	2,408
永定河	官 厅	42,500	47.5	60.8	8,070
黄 河	陕 县	687,869	1,350	37.7	160,000
淮 河	蚌 埠	121,330	899	0.397	1,308
长 江	大 通	1,705,383	28,500	0.575	49,960
闽 江	竹 歧	54,500	1,550	0.135	751
西 江	梧 州	329,705	6,294	0.321	6,649
元 江	蛮 耗	52,037	300	3.28	2,989
雅鲁藏布江	羊 村	156,808	1,010	0.529	1,660
黑 河	莺落峡	10,009	47.5	1.48	229
叶尔羌河	卡 群	48,100	203	4.56	2,910
格尔木河	格尔木	15,098	22.2	2.95	207

洪涝也是我国的主要自然灾害, 平均每年洪涝受灾面积在1亿亩左右, 成灾的面积0.62亿亩, 约占全国耕地面积4%。洪涝灾害主要分布在黄河、海河、长江、珠江、松花江和辽河等七大江河中下游地区, 其中以黄淮海地区和长江中下游地区最为严重, 受灾面积占全国3/4以上。这些地区土地肥沃, 人口和耕地密集, 是我国主要经济文化中心地区, 但地面高程大部分在江河洪水位以下, 主要依靠堤防保护安全, 一旦洪水超标, 泛滥成灾, 会给广大平原地区工农业生产和人民生命财产带来十分严重的影响, 因此, 主要江河洪水问题是关系国家全局的重大问题。

侵蚀与淤积是影响流域生态环境的一个重要方面, 也是水利建设中需要改善的主要问题之一。我国北方河流一般上中游流域面上水土流失, 下游河道淤积抬高河床; 南方一些河流上中游面上也有水土流失, 使生态环境恶化, 泥沙淤积水库、湖泊, 淤塞河道、渠道, 影响工程正常运用, 特别是增加了水库调节水量的困难, 还影响水库使用年限, 急待化害为利。

我国水资源特点, 使我们认识到开发利用水资源时, 首先要考虑如何对因水引起的自然灾害进行防治和斗争。

二、水资源开发利用现状

自古以来,我国劳动人民在开发水利、防治水害方面曾进行过长期的斗争,并在治用水中积累了丰富的经验。大禹治水,距今已有4000多年的历史,它反映了我国原始社会初期与水害作斗争的悠久历史;古代劳动人民也曾经创造过不少的水资源利用形式和范例,留传至今的都江堰、郑国渠、灵渠等水利工程,已有2000多年历史。我国几千年的历史证明,兴修水利对我国经济文化发展具有重要的意义。建国以来,随着国民经济发展,我国水资源的开发利用事业所取得的成绩和效益是十分显著的,但也存在不少问题有待研究改进。

(一) 利用现状

建国三十多年来,全国共整修各类堤防17多万公里,疏浚整治了各级河道,开辟了海河和淮河的排洪出路;兴修了数以万计的各种蓄水、引水和提水工程,修建大中小型水库八万六千多座,圪坝640万处,蓄水总库容达到4000多亿立方米(包括水电投资的库容1100亿立方米);大中小型水电的总装机容量已达2032万千瓦,其中500千瓦以上的水电站总装机1687万千瓦;发展灌溉面积6.7亿多亩,建成万亩以上灌区5200多处,井灌区1.7亿亩,机电排灌动力已达7000多万马力,建成机电井220多万眼;初步治理水土流失面积约40万平方公里,改良涝洼地2.6万亩,治理改良盐碱地0.62亿亩;对一些主要河道进行疏浚、整治和渠化工程。通过兴修的各种水利工程,控制了江河的部分水量,为防洪和兴利创造了条件,初步取得的效益:提高了各大江河的防洪能力,保证了中下游广大平原及城市少受洪水威胁,减少了普通水旱灾害;为农业增产提供了水利条件,农业用水每年约4000亿立方米;为工业发展和城市建设提供了水源,每年提供水量约570亿立方米;初步发展了水资源综合利用事业,为国民经济的发展提供了能源及其它条件,1980年水电发电量582亿度(农村小水电约119亿度)折合标准煤约2800万吨,局部改善了航运条件,内河航运货客运送量比建国初期提高10倍以上,机动化船队比重已发展至90%以上;为淡水渔业的增产提供了条件,增加水面1900万亩,一些水域成为旅游区。

我国水资源开发利用各地很不平衡。南方多水地区利用程度较低,长江只有16%,珠江15%,浙闽诸河18%,西南诸河则不到1%;北方少水地区,地表水开发利用程度都比较高,如海河流域的利用率达到65%,辽河流域利用率达到62%,淮河达到38%,黄河达到39%,内陆河32%。地下水的开发利用也是北方高于南方,对北方地区的工农业发展和城市建设起了重要作用。目前海河平原浅层地下水的利用率已达到90%,黄河流域为49%,辽河流域为32%,其它各片的地下水(浅层)利用率不到30%,尚有一定的潜力。

根据1978—1979年的调查资料,目前全国农业、工业、城市生活以及其它用水,总用水量4767亿立方米,约占全国正常年水资源总量的17.6%,与世界各国相比,仅次于美国居世界第二位。但用水水平并不高,人均用水量491立方米/年,低于印度,只有美国的1/5,苏联的1/2(见表6)。其用水组成:农业用水4195亿立方米,占总用水量88%,工业和城市生活用水量572亿立方米,占总用水量12%(见表7)

表 6 中外用水量统计对比

国 家	美国	加拿大	苏联	墨西哥	意大利	日本	法国	印度	中国
年 份	1975	1968	1969	1970	1970	1965	1970	1969	1979
年总用水量 (亿立方米)	4767	229	2204	468	430	695	340	3237	4767
年人均用水量 (立米/人)	2340	1070	930	920	860	694	665	600	491
工业用水占%	43.5	81.5	36.0	5.2	19.0	18.3	41.2	0.8	11.0
农业用水占%	48.6	13.5	59.0	88.1	69.0	72.0	42.5	95.5	88.0
生活用水占%	7.9	5.0	5.0	4.4	12.0	9.7	11.8	3.7	1.0
其它用水占%				2.3			4.5		

表 7 全国用水现状(1978—1979年) 单位: 亿立米

流 域 (片)	农 业 用 水			工业 用水	火电厂 用水	城镇生 活用水	总用 水量	平均每亩 灌溉定额 (立米/亩)	工业城市 用水比重 (%)
	灌溉	人畜	牧业 及其它						
全国总用水量	4001	137	57	263	260	49	4767	660	
占总用水量%	83.9	2.9	1.2	5.5	5.5	1.0	100		6.5
总耗水量估计	2223	85	34	32	5	11	2390		
占总用水量%	55	62	60	12	2	25	50.1		
黑龙江片	106	6	29	37		4	182	800	22.5
辽河片	99	6	13	23		4	145	548	18.6
海滦河片	328	7	—	39		5	379	379	11.6
黄河域流	219	5	1	21		4	250	476	10.0
淮河片	534	22	4	17		4	581	501	3.6
内陆河片	440	4	8	10		1	463	875	2.4

表 8 全国现有水利设施供水能力和开发利用情况

单位: 亿立方米

流域(片)	河川年	河 川 径 流 利 用 量					地 下 水 开 采 量			
	径流总量	大中型水库	小型蓄 水工程	引提 水量	合计	开发利 用率%	地下水 补给量 (平原)	浅层	深层	浅层水 利用率 %
全国合计	26380	1234	1044	1923	4201	15.9	1741	423.6	34.9	24.3
黑龙江片	1192	79	82	19	180	15.1	295.3	29.3		9.9
辽河片	486	68	6	51	125	25.7	123.3	46.6		31.4
海滦河片	292	100	15	88	203	55.8	166.0	145.1	28.1	87.4
黄河流域	688	76	9	105	190	39.2	130.5	63.5		48.6
淮河片	766	88	103	327	518	45.4	359.7	105.0	6.8	29.2
长江流域	9600	349	471	555	1375	16.0	122.8	(7.0)		(5.6)
浙闽台诸河	2714	133	81	151	365	18.0		2.4		
西南诸河	4684	5	8	23	36	0.8				
珠江片	4739	300	261	252	813	17.4	43.6	2.6		6.0
内陆河片	1116	33	8	331	372	33.3	486.5	22.7		4.7
额尔齐斯河	103	3	0	21	24	20.4	13.4			

注: 计算开发利用率时包括调出水量, 扣除外流域调入水量。

(二) 利用中存在的主要问题

我国水资源总量虽较丰富, 但由于时空分布不均匀, 兴修水利对我国社会经济和文化生活的发展就具有特别重要的意义。随着我国社会经济的迅速发展, 用水增长较快, 而现有工程的调蓄能力又有限, 水源工程建设又跟不上; 已开发的水资源利用得也不充分合理, 因此, 当前存在的主要问题是:

1、供水能力偏低, 供需矛盾突出

我国水资源按人均水量并不丰富, 属于世界上人均水量最低的国家之一。我国耕地平均水量也低于世界平均水平。建国以来, 虽然兴修了大量的水利工程, 已建水库八万多座, 水库总库容达4081亿立方米, 但调节后可供利用的水量比例不大, 特别是大型水库库容只有2945亿立方米, 调节径流比例的水平比美国、苏联都低, 详见下表9。

建国以来, 我国总用水量增长近4倍, 其中农业用水增长了3倍; 工业用水(不包括火电)增长了11倍; 城市生活用水增长了7倍, 增长速度是比较快的(详见表10)。

表 9 一些国家的径流量和蓄水库容对比 单位: 亿立米

国 家	全世界	苏 联	美 国	加拿大	巴 西	印 度	中 国
年径流量	470,000	43,840	29,702 (17,039)	31,220	56,680	17,800	26380
总 库 容	50,000	12,739	约10,000	5,600	3,265		4081
有效库容	30,000	5,890	5,749		1,834	1,622	
总库容占年 径流量的 %	10	29	34 (59)	18	18		16

注: 苏联总库容引自苏刊《水资源》1982年6月, 美国有效库容引自《第二次美国水资源评价》1978年, 美国本土部份年径流量17,039亿立米, 总库容占本土部分年径流量的59%; 加拿总库容引自日刊《水利科学》1982年145期; 巴西总库容根据已建工程统计, 印度有效库容引自1979年《印度水资源》一书。

表10 我国三十年工农业用水增长情况 单位: 亿立米

项 目	1949年	1957年	1965年	1979年
农 业	1001	1938	2545	4195
工 业	20	79	119	263
火 电	4	17	62	260
城市生活	6	14	18	49
合 计	1031	2048	2744	4767

摘自《中国水资源初步评价》1981年12月

三十多年来, 虽然兴修的水利工程形成了4620亿立米的供水能力, 但其中大中型水库的供水只占29%, 小型库塘的供水占25%, 河道引水量却占了46%。我国河川径流的调节程度不高, 供水能力的保证程度很低, 对提供可靠水源带来很大影响。在现有的灌溉面积中约有1亿多亩, 因水源不足, 供水保证率低, 不能满足灌溉要求; 现有耕地面积中, 还有半数以上的耕地没有灌溉设施, 经常受旱, 部分农牧区和人畜用水困难很大。工业城市用水又非常集中, 增长速度很快, 水源工程建设没有相应跟上, 全国已有154个城市发生了不同程度的缺水, 据国家城建部门1980年统计, 日缺水量已达到880万吨, 年缺水量30~40亿立米。目前供水满足不了需要, 工农业之间, 地区之间, 各用水部门之间, 用水矛盾不仅非常尖锐, 而且随着经济建设的发展, 供需矛盾将更加突出。

2、水土资源组合不相称, 地区性缺水问题严重

我国水资源地区分布很不平衡，几乎占国土面积一半的北方地区属缺水少水地区。从沿海到内陆，南方到北方，水资源的数量相差十分悬殊。在湿润多雨的南方：长江、珠江、东南沿海和西南诸河，年径流量占全国82%，但土地和耕地面积都只占全国的36%，人口占全国54%。在干旱少雨的北方：淮河、黄河、海滦河、东北诸河和西北内陆诸河，年径流量只占全国的18%，而耕地面积却占64%，人口占46%；其中尤以海滦河和淮河更为突出，这两个地区的总面积占全国6.8%，水量只占全国4%，而人口和耕地却都占全国27%，人均占有水量可与世界上水资源最短缺，人均占有水量最少的几个地区相比较，地多人均水量少，因而缺水十分严重（见表11）。但是，这些缺水地区，水资源开发利用条件又十分困难。目前地下水超采日趋严重，已带来了大面积的地下水漏斗，部分地区地面沉降，一些城市工业区的地下水资源已面临枯竭威胁。显然，随着工农业生产发展，北方地区水源不足将日益严重，成为该地区经济发展的很大制约因素要根本改变这种情况，除了充分、合理利用和保护当地水资源外，应当积极研究南方多余的水量调至北方缺水地区的工程措施，在地区上对天然水资源进行合理的再分配，才能实现水量相济，以盈补缺。

表11

南北方水土资源对比

流域（片）	年 径 流 量		流 域 面 积		耕 地 面 积	
	亿立方米	%	万平方公里	%	亿亩	%
南方四片	21737	82.4	347.3	36.3	5.70	37.8
北方六片	4643	17.5	608.7	63.7	9.36	62.2
其中：						
黑龙江、辽河	1678	6.3	124.2	13.0	2.81	18.7
海滦河、淮河	1058	4.0	64.6	6.8	4.03	26.8
黄 河	688	2.6	79.5	8.3	1.79	11.9
内陆河、额尔齐斯河	1219	4.6	340.4	35.6	0.73	4.8

3、水资源综合利用重视不够，目前浪费十分严重

过去，对水资源的综合开发利用的重要性认识不足，各地在工农业布局上考虑水资源的条件不够，各部门，各地区之间互争水源，加上管理体制的弊病，往往是条条与块块各行其是，开发利用各自为政，严重影响到水资源的综合开发和经济合理利用，以致在现有水源利用上，一方面水源不足，缺水告急，另一方面用水定额偏高，用水效率低水量严重浪费。我国农田灌溉用水平均每亩用水量660立米，由于灌溉技术落后，土地不平整，工程不配套，管理不健全，采取大水漫灌、串灌，有的地方，每亩旱作物每年用水量高达1,000多立米。我国多数灌溉渠道无防渗设施，输水渗漏十分严重，平均达到

引用水量30~40%。目前工业用水重复利用率低,一般仅为20~30%,有的更低。而发达国家则在50~60%以上。1978年我国一般工业万元产值用水量646立米,火电厂每千瓦装机用水量653立米,几乎比发达国家高一倍。城市用水也存在管理上的问题,不利于节约用水。由于管理不善,用水无计划,节水无措施,循环利用率低,加上工农业用水的水费征收制度不健全,所订水费标准偏低,甚至有的无偿供水,因此目前工农业和城市用水的浪费都十分严重。

4、水源污染日趋严重,污染事故不断发生

水资源的量是基本的,但没有质也就影响到量的利用。我国由于国民经济的不断发展,工业废水、城市污水日益增多。但过去我们对水的质量问题并未引起足够的重视。据不完全统计,七十年代初全国废污水排放量为4,000万吨/天,而到1979年已达到7258万吨/天,大致工业废水占81%,城市生活污水占19%。目前主要问题是污废水处理处理能力太低,还不到污废水排放量的10%,1982年工业废水处理率仅17%,大部分废水、污水基本上未加任何处理,直接排入各水域。长江流域日排放量最大,达2950万吨/天,占全国排污水量45%;但污染最为严重的还是北方缺水的海河和辽河。此外,农业生产中,农药、化肥的大量增加也势必增加对水源的污染。据1781个县的调查不完全统计,全国14.9亿亩耕地上,有机氯和有机磷这两类农药的销售量达108万吨,有些地区的农药单位面积销售量已超过1公斤,最高的每亩高达3公斤多。由于水源污染,在缺水地区不仅加剧了缺水危机,而且水源污染直接威胁到人民健康,污染事故不断发生,每年经济损失以亿元计。目前这种趋势仍继续在发展之中,必须采取有效、果断措施,加强水源保护。

三、发展趋势预测

(一) 2000年用水预测

六十年代以来,不少国家在研究和预测2000年用水的前景。美国的研究报告预测全球2000年的淡水需求量将迅速增长,1975~2000年间,世界的用水量将增长2~3倍,其中绝大部分用于灌溉,并认为,区域性缺水将越来越严重,在1970~2000年间,仅人口增长一项,至少增加一倍的需水量。联合国估计,2000年的世界用水量将比1967年增长1.74倍,其中农业用水将要翻一番,城市生活用水将增长3倍,工业用水将增长4倍。联合国粮农组织根据联合国第三个十年发展规划(草案),对发展中国家农业增长率曾提出一个理想增长率方案,设想1980~2000年的国民生产总值按每年平均7.7%的增长速度,其中农业产量的年平均增长率将达到3.8%,比需求稍高一点,按这个速度,到2000年时,农业产量预计将增加一倍以上,可以满足人类的基本需要;另一种设想是按1963~1975年国民生产总值年增长6%,推算农业产量增长率为2.7%,但不能满足社会需要。

我国是一个人口众多,工业又欠发达的国家,随着人口的增长,人民生活水平的提高,工农业生产发展,用水量还将不断增长。根据统计资料分析,我国1949~1979年人口平均增长率为1.6%,1950—1979年工农业总产值的年平均增长率9.4%,农业产量的

年平均增长率为3.28%。如果我国人口按1.1%、工农业总产值按7.1%、农业产量按2.04%的增长速度计算,到2000年,我国人口将达到12.24亿,工农业总产值达到28,000亿元,农业产量为9,600亿斤。根据这个设想方案,参照各省水利部门和水利电力部有关业务部门、科研单位预测成果,预测各部门总用水量(不包括台湾省),其结果如下、

1、农业用水

目前我国农村用水量4195亿立米,占总用水量的88%,预计到2000年农村用水量将达到5147亿立米,年增长率0.99%。

(1) 灌溉用水。我国人多地少,耕地面积的增加有限,农业产量的提高主要途径是靠提高单位面积产量,提高单产的措施除了肥料、种子等农业措施外,发展灌溉是最重要的措施之一。到1980年,我国灌溉面积已达到6.73亿亩,占耕地面积的45%,年平均灌溉面积增长率为3.5%。灌区产量约占全国总产量的2/3,平均亩产660斤左右,灌溉用水约4,000亿立米,约占全国总用水量的84%,年平均灌溉用水增长率为4.9%。目前各地灌水定额由于水源条件不同,高的达1000多立米,低的不到400立米,平均每亩灌溉毛用水量660立米,与目前世界各国亩平均灌溉毛用水量相比,水平比较接近。根据我国粮食总产预测9600亿斤,如果考虑到灌溉和旱作农业的亩产提高,总产的60%由灌区获得,则灌区粮食产量达到5760亿斤,灌区平均亩产以720斤计算,到2000年预计我国灌溉面积至少要发展到8.0亿亩(还不包括经济作物面积),灌溉面积平均年增长率为0.87%,约相当于三十年平均年增长率的25%。每亩平均灌溉毛用水定额采用600立米计算,农业灌溉用水量将达到4800亿立米,比目前实际用水量增加800亿立米,增长10%,年平均增长率为0.92%。

(2) 农村人畜用水

1980年我国农村人口7.96亿,目前用水标准也很不一,从各地调查情况看,北方农村生活用水标准较低,一般每人每天只有15~25升,南方农村生活用水标准较高,一般在25~40升,最高可达40升以上。目前全国农村生活用水约80亿立米,每人每天平均用水标准为28升。到2000年农村人口按9.18亿计算,并考虑农村生活用水的改善,采用日用水标准40升,则到2000年农村生活用水将达到134亿立米。

全国现有大牲畜(牛、马等)9500万头,中牲畜(猪、羊)约5亿头。由于各地水源条件不同,用水标准也不尽一致。据各地调查,一般大牲畜每头每天用水25~35升,中牲畜每头每天饮用水需8~25升。目前全国牲畜用水约57亿立米,每头每天平均饮用水标准为26升。

根据统计资料分析,三十年来,我国大牲畜头数增长了58%,中牲畜头数增长3.98倍。今后二十年,参照有关资料,考虑到目前我国草场沙化、退化,牲畜超载等因素,大牲畜增长采用30%,中牲畜增长50%,则大牲畜将达到12,350万头,中牲畜达到7.5亿头,大中牲畜饮用水标准日平均仍按26升计算,则牲畜饮水将达到83亿立米。

以上总计2000年农村人畜用水量217亿立米,比目前用水量增长65%,年平均增长率为2.18%。

(3) 牧业及其它用水,包括草场灌溉、造林用水(主要考虑苗圃灌溉用水)、渔业及芦苇用水(主要考虑蒸发渗漏损失部分)等。目前上述各项用水,据不完全统计约