

# 中国南水北调

主 编 魏昌林  
副主编 郭学恩 陈雪英

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国南水北调 / 魏昌林主编. - 北京: 中国农业出版社, 2000. 9

ISBN 7-109-06610-X

I. 中... II. 魏... III. 南水北调 - 中国  
IV. TV68

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 47549 号

中国农业出版社出版  
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)  
(邮政编码 100026)  
出版人: 沈镇昭  
责任编辑 杨天桥 林新华

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行  
2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm × 1194mm 1/16 印张: 13.25 插页: 14  
字数: 160 千字 印数: 1 ~ 2 500 册  
定价: 45.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 《中国南水北调》编委会

主 编 魏昌林

副主编 郭学恩 陈雪英

编 委 (按姓氏笔画为序)

马德全 文 丹 王 立 王方清 王占锐

王流泉 毛文典 毛文耀 石 波 田克军

过 迟 朱 勤 刘 新 刘振邦 杨小柳

李世同 迟胜武 宋 杰 宋信荣 肖才忠

邱忠恩 杜铁锁 张凤泽 张锦正 陈景岳

周 明 庞进武 郑云鹤 郑德明 贺 平

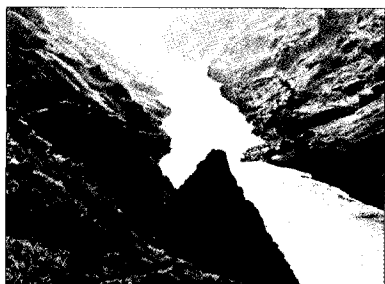
赵连铭 赵树形 祝瑞祥 倪新铮 耿六成

高日新 高治齐 钱忠柔 谈英武 谈昌莉

唐益成 贾崇安 夏宗勇 黄 欣 崔 荃

屠晓峰 盛朝东 韩天经 程光海 程国梁

舒嘉明 蔡同和



# 前 言

世纪之交，水问题成为世界舆论的热点之一，其原因是世界上约1/6的人口，即约10亿人面临缺水或缺乏洁净水，而预测未来20年，人类用水还将增加40%。在中国水资源短缺问题长期困扰着北方广大地区，缺水对经济发展的制约，对城乡人民生活 and 生态环境的不利影响，越来越为全社会所关注，要求尽快解决水资源短缺问题的呼声也越来越高。

应对北方水资源短缺的重大举措是实施南水北调，也是北方人民的长期期盼，即改善水资源配置的不利状况，将南方丰沛的水资源调到北方缺水地区，具体就是将长江水北调到海河、黄河、淮河三大流域，其意义和北煤南运、西电东送、西气东输等类似，都是优化配置资源的途径，是中国经济和社会发展所必需。

南水北调前期工作漫长而曲折，在北方缺水形势日趋严重，国务院明确南水北调应以解决京、津、华北用水为主要目标后，通过国务院有关部委的不懈努力，协调各种意见建议；全国人大、政协和民主党派先后组团考察，积极进言献策；有关省市密切协作配合，取得解决京、津、华北缺水工程方案的共识，即从长江流域的汉江丹江口水库自流引水到京、津、冀、豫、鄂五省市，并在南水北调工程论证的基础上通过国家审查。八届全国人大四次会议通过《中华人民共和国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》，安排在21世纪前10年建设南水北调工程。

南水北调是改善国家资源配置的重大基础性战略工程，关系国计民生，也是一项利国利民影响深远的工程，不仅在当代能有效缓解北方缺水，而且将改善生态环境，支撑经济和社会的可持续发展，惠及子孙后代。因此，沿线人民称之为民心工程、命脉工程。

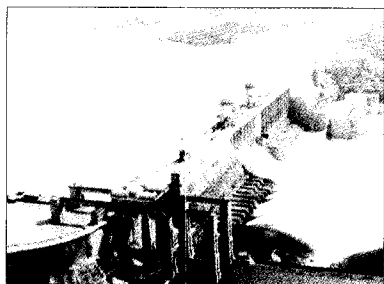
在即将迈入21世纪之际，通过《中国南水北调》一书，将这一工程的宏伟蓝图展现在世人面前，无疑是件极有意义的事情。本书的作者都是南水北调前期工作的参与者，他们分别来自规划设计、科研和行政管理等部门，采取叙实方式诚挚地把南水北调工程全面、系统地奉献给广大读者；同时通过翔实的第一手资料和深入浅出的论述，揭示实施南水北调的必要性、可行性和紧迫性。

当然，对南水北调尚有不同意见，主要是京、津、华北缺不缺水；实施南水北调的必要性和紧迫性如何；各项工程合理供水范围的规划；解决京、津、华北缺水方案的抉择等，对这些问题本书作了明确的阐述。

在此，我们也很高兴地将此书献给热忱关心和支持南水北调工程建设的志士仁人。限于水平和时间仓促，书中难免存在疏漏和不妥，请予批评指正。

编者

2000年8月



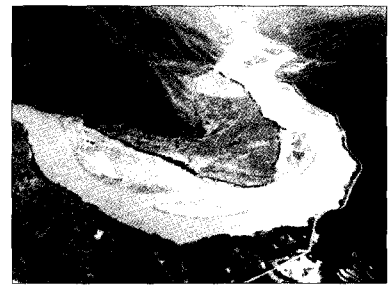
# 目 录

## 前 言

<b>一、中国水资源主要特征</b> .....	1
(一) 地球上的水及水资源 .....	1
(二) 中国的水资源 .....	2
(三) 水资源的地理配置 .....	3
(四) 水资源的开发利用 .....	5
(五) 北方缺水地区水资源衰减趋势明显 .....	8
(六) 水环境恶化趋势尚未有效遏制 .....	9
<b>二、中国北方缺水状况及应对措施</b> .....	12
(一) 北方水资源短缺状况及需水预测 .....	12
(二) 解决北方缺水的主要应对措施 .....	18
(三) 实施南水北调，支撑可持续发展 .....	20
<b>三、京、津、冀等省市水资源状况及用水规划</b> .....	22
(一) 北京市水资源状况及用水规划 .....	22
(二) 天津市水资源状况及用水规划 .....	30
(三) 河北省水资源状况及用水规划 .....	40
(四) 河南省水资源状况及用水规划 .....	53

<b>四、南水北调工程总体规划布局</b> .....	64
(一) 总体规划形成纪事 .....	64
(二) 南水北调工程规划 .....	66
(三) 各项调水工程的合理供水范围 .....	69
(四) 南水北调工程的实施 .....	72
<b>五、南水北调东线工程</b> .....	75
(一) 需水预测 .....	75
(二) 工程规划 .....	77
(三) 分步实施方案 .....	79
(四) 国民经济评价 .....	80
(五) 环境影响及调水水质 .....	82
(六) 工程运行管理 .....	84
(七) 结语 .....	84
<b>六、南水北调中线工程</b> .....	86
(一) 汉江水资源及可调水量 .....	86
(二) 工程建设方案 .....	94
(三) 调水量的分配与利用 .....	98
(四) 水库移民安置规划 .....	104
(五) 投资估算 .....	111
(六) 水价测算 .....	115
(七) 工程效益 .....	122
(八) 国民经济评价 .....	125
(九) 结语 .....	132
<b>七、南水北调中线两项重大工程</b> .....	133
(一) 丹江口水库大坝加高工程 .....	133
(二) 输水总干渠穿黄河工程 .....	143

<b>八、南水北调西线工程</b>	152
(一) 西线调水的必要性	152
(二) 前期工作简要回顾	153
(三) 调水区概况	155
(四) 调水工程初步方案	156
(五) 调水的不利影响和效益	162
(六) 结语	163
<b>九、国外调水工程建设管理实例</b>	164
(一) 美国的调水工程	164
(二) 巴基斯坦西水东调工程	171
(三) 埃及西水东调工程	176
(四) 秘鲁东水西调工程	180
(五) 澳大利亚雪山调水工程	185
(六) 以色列北水南调工程	190
<b>十、结束语</b>	194
(一) 北方地区严重缺水，南水北调势在必行	194
(二) 南水北调总体规划	196
(三) 解决京、津、华北缺水方案的抉择	197
(四) 中线调水工程建设方案	199
(五) 东线调水工程主要为苏鲁两省供水	201
(六) 西线调水工程继续做好前期工作	202
(七) 京、津、华北缺水形势严峻，南水北调宜尽早实施	203
<b>主要参考文献</b>	204



# 一、中国水资源主要特征

## (一) 地球上的水及水资源

地球——人们常称之为水球或蓝色星球，因其表面面积的3/4为水所覆盖，但是地球上超过97%的水在海洋和咸水湖泊，由于含盐量过高，大部分人类不能利用，其余的水约2/3分布在两极冰盖、冰川、永冻土、沼泽地和深含水层中，这些水，人类也难以利用。对人类生存至关重要的是地球陆地表面上的降水，每年约108万亿立方米，其中近60%，即61万亿立方米通过蒸发、蒸腾直接返回大气，其余形成径流约47万亿立方米（包括地表水和地下水），这就是人类赖以生存和发展的可再生的淡水资源，全球水平衡如图1-1所示。

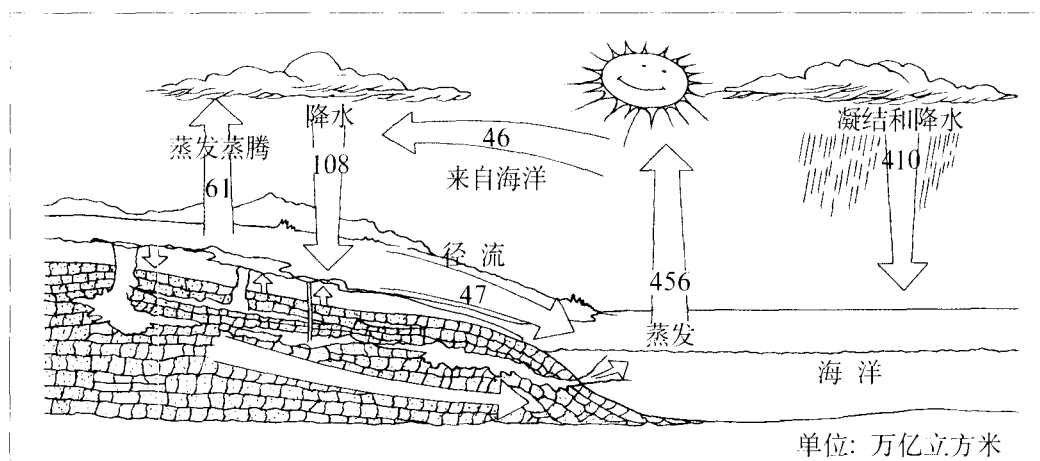


图 1-1 全球水平衡示意图



按 1990 年全球人口平均计算，人均年水资源量约 9 000 立方米，1999 年世界人口突破 60 亿，人均年水资源量已不足 8 000 立方米。由于降水和径流相当大的一部分发生在汛期，形成洪水，也不易利用，真正容易控制利用的水资源仅有 9 万亿 ~ 14 万亿立方米。

水资源的开发利用是伴随着生产发展而增加的，但是大规模开发利用则是 20 世纪的事情，尤其是从 20 世纪中叶以来，经济发展、人口增长，用水需求增加，水利技术解决了水资源开发利用的两项关键技术：

① 修建水库调控河川径流，使河流的丰枯变化过程更加符合人类生存与发展的用水需要，如像尼罗河、印度河、科罗拉多河上建成的巨大水库。

② 修建跨行政区、跨流域，乃至跨大洲的调水工程，解决水资源配置上的不足，从而改善资源配置状况，促成生产要素的优化组合，达到支撑地区开发和经济社会可持续发展的目的。

目前发达国家和发展中国家已建成大量的调水工程，这些工程收到了发展经济和改善人民生活的良好效益。世界水资源开发利用程度的提高，很大部分应归功于水库和调水工程的建设。1990 年全世界开发利用水资源 3.4 万亿立方米，人均年综合用水量 645 立方米。

## （二）中国的水资源

中国位于亚洲东部，太平洋的西岸，地势西高东低，地形复杂多样，冬冷夏热，四季分明，季风气候显著，水旱灾害频繁，降水受区位和地形的影响很大。

中国淡水资源主要来自降水，全国年均降水量 648 毫米，折合水量为 61 889 亿立方米，其中约 55% 直接蒸发返回大气，约 45% 形成地表和地下径流，即年均可再生淡水资源量 28 124 亿立方米，其中地表水资源即河川径流量为 27 115 亿立方米，地下水资源量 8 288 亿立方米，地表水和地下



水重复计算量为 7 279 亿立方米。中国水资源量占世界水资源量的 6%，位居世界第五位，仅次于巴西、俄罗斯、美国和加拿大。

全世界平均年降水量为 800 毫米，中国为 648 毫米，约为世界平均水平的 80%，降水少则水资源少，加以人口众多，人均水资源量按 1997 年人口计算仅为 2 275 立方米，约为世界平均水平的 1/4，人均水资源量在世界各国中排名在百位之后，和印度相当。现将中国和世界部分可比性较大的国家的水资源情况列入表 1-1。

表 1-1 世界部分国家水资源表

国 家	年均降水量 (毫米)	水资源量 (亿立方米)	占世界 水资源 (%)	人均水资源 (立方米)	备 注
全世界	800	471 960	100	8 930	人均水资源按 1990 年人口计算
中 国	648	28 124	6.0	2 459	人均水资源按 1990 年人口计算
印 度	1 170	20 850	4.4	2 450	人均水资源按 1990 年人口计算
日 本	1 800	5 470	1.2	4 429	人均水资源按 1990 年人口计算
美 国	760	24 780	5.3	9 916	本土水资源量不含阿拉斯加州等
俄罗斯	—	42 700	9.0	29 000	人均水资源按 1991 年人口计算

### (三) 水资源的地理配置

中国东南部地区湿润，西北部地区干旱，年降水量由东南沿海超过 1 500 毫米，向西北减少至不足 50 毫米。从南北方向看，是南方湿润，北方干旱，大体是长江流域及其以南地区年降水量多在 1 000 毫米左右及 1 000 毫米以上，至秦岭淮河以北降至 800 毫米 以下，到黄河以北降至 600 毫米以下，海河流域平均 500 多毫米，再往北降至 400 毫米以下，过渡到干旱半



干旱地区。

由于降水量地区差异很大，造成水资源地区分布不均匀，除自然因素外，水资源与耕地和人口的分布又不相匹配，即80%以上的水在南方，而65%的耕地在北方，水土资源配置失衡，人均占有水资源量和耕地亩<sup>①</sup>均占有水资源量南北相差悬殊，南方水多，北方水资源严重短缺。

据国家统计局1978—1997年统计，一般全国（主要在北方地区）年受旱面积3亿~5亿亩（2000万~3333万公顷），平均约4亿亩（2667万公顷），其中约一半面积成灾减产，造成巨大经济损失。以华北平原为例，地势平坦，土地垦殖率高，光热条件好，交通便利，人口密集，城市集中，多数资源配置条件良好，惟水资源不足，连年受旱，迫切需要改善水资源的配置状况，才能支撑经济和社会的可持续发展。为具体说明我国各地区水资源的配置状况，现将全国九大流域片的水资源、人口、耕地等配置状况列入表1-2。

表1-2 中国各流域水资源、人口和耕地等配置表

流域	降水量 (毫米)	水资源 (亿立方米)	人均水资源 <sup>②</sup> (立方米)	水资源 占全国 (%)	人口占 全国 (%)	耕地占 全国 (%)	面积占 全国 (%)	备注
全国	648	28 124	2 275	100	100	100	100	
松辽河	510	1 928	1 628	6.9	10	20	12.9	
海河	560	421	337	1.5	10	11	3.3	严重缺水
淮河	860	961	500	3.4	16	15	3.5	缺水
黄河	464	744	705	2.6	9	13	8.3	缺水
长江	1 071	9 613	2 252	34.0	34	24	18.7	
珠江	1 544	4 708	3 216	17.0	12	7	6.0	
东南诸河	1 758	2 592	3 717	9.0	5	2	2.1	
西南诸河	1 098	5 853	27 035	21.0	2	2	8.8	
内陆河	154	1 304	4 865	4.6	2	6	36.4	干旱地区

①亩为非法定计量单位，1公顷=15亩，下同。 ②引自1997年人均水资源资料。



季风气候带来降水在时程上的分布不均，且年内和年际之间变幅很大，我国一般河流汛期水量约占全年水量的 60%~70%，北方河流更高达 70%~80%，来水不均对水资源的开发利用增添了难度。

新中国成立 50 年来，建设大中小型水库 8 万余座，总库容约 5 000 亿立方米，约占年径流量的 18%，对防洪减灾、供水兴利起了很大作用，但总体上看水库库容偏小，对径流的调控能力不高。在各大江河中，北方的黄河、海河、辽河等水库库容较大，调控径流能力较强，而南方水量丰沛的江河水库库容明显偏少，对径流调节能力较差，从除害兴利的需要看，尚需增加水库的建设。但中国降水的最大优势是雨热同期，高温适逢多雨，非常有利于作物生长，有利于降水的有效利用。

## （四）水资源的开发利用

### 1. 全国水资源的开发利用

1949 年新中国成立时，水利基础设施非常薄弱，据估计当时全国总供用水量仅 1 000 余亿立方米，灌溉面积 2.4 亿余亩（1 600 万公顷），农业用水占全部用水量的 90% 以上，工业和城市用水量所占比重很低。此后，全国进行了大规模的水利建设，不仅国家投入大量基建投资，而且农民大量投工投劳，兴建了大批水利工程，治理水害，开发水利，发挥了防洪、灌溉供水和发电等综合效益，水资源开发利用程度不断提高。

1978 年改革开放前夕，全国总用水量达到 4 437 亿立方米，水资源开发利用接近 16%，有效灌溉面积达到 7.2 亿亩（4 800 万公顷），农业用水 3 912 亿立方米，占总用水量的 88%，工业用水达到 457 亿立方米，占 10%，城市用水 68 亿立方米，人均综合用水量 460 立方米。在不到 30 年的时间里，供用水量增加约 3 000 亿立方米，年均增供水量超过 100 亿



立方米。

中国改革开放 20 年来，供用水总量增加缓慢，近 20 年仅增加 1 129 亿立方米，年均增加供用水量约 60 亿立方米。到 1997 年全国用水总量达到 5 566 亿立方米，其中农业用水 3 920 亿立方米，占 70.4%；工业用水 1 121 亿立方米，占 20.2%；生活用水 525 亿立方米，占 9.4%，城市生活和工业用水之和占到总用水量的 30%，与全世界平均的用水构成相当。用水结构的进一步调整，农业用水总量基本未变，由于农村经济的发展，林牧副渔用水增加，农业灌溉用水略有减少，按总量计算，新增供水全部为城市和工业利用，其中城市生活用水增长 7 倍，工业用水增加 1.5 倍。

这一趋势是改革开放以来经济社会快速发展，工业化和城市化水平提高的必然结果。今后，随着经济社会的发展，用水总量增加，城市生活和工业用水的比重还将进一步提高。这一进程同时表明，水资源的开发，供水能力的增加，支撑了经济和社会的快速发展与人民生活的改善提高。

在全国总用水量中，利用地表水 4 540 亿立方米，占 82%；利用地下水 1 026 亿立方米，占 18%，全国水资源开发利用程度接近 20%。按 1997 年人口平均，人均年综合用水量为 450 立方米，和国外相比较，1990 年全世界人均综合用水量为 645 立方米，美国为 1 870 立方米，俄罗斯为 790 立方米（1991 年），日本为 735 立方米，印度为 609 立方米，不难看出中国的供用水尚处于较低水平。而城市生活用水量差距就更大一些，部分国家城市平均每人每日用水量如下：

中	国	全国 111 升（1993 年）	美	国	全国 1 082 升（1990 年）	
		北京 295 升（1996 年）			洛杉矶 693 升（1980 年）	
		天津 160 升（1996 年）			旧金山 1 491 升（1979 年）	
		香港 468 升（1995 年）	俄	罗	斯 莫斯科 616 升（1994 年）	
日	本	东京 447 升（1981 年）	澳	大	利	亚 悉尼 721 升（1993 年）
		大阪 566 升（1981 年）			堪培拉 1 096 升（1993 年）	



国外水资源的开发利用：1990年全世界水资源开发利用率平均为7%，日本为17%，俄罗斯为2.7%，美国本土为19%，印度为25%。中国的基本国情是：人口占世界的22%，耕地占7%，水资源占6%，用水量占16%，灌溉面积占20%，灌溉面积大，单位面积产量高，是中国用占世界7%的耕地养育占世界22%人口的关键所在。

## 2. 各流域水资源的开发利用

中国各流域水资源贫富不均，人口、耕地分布各异，形成现状水资源的开发利用情况是：北方缺水地区水资源的开发利用程度高，而且越缺水，水资源开发程度就越高，南方丰水地区水资源开发利用程度低。以全国平均水资源开发利用20%衡量，北方地区各流域全部超过全国平均水平，其中东北松辽河和西北内陆河流域超过30%，黄河流域54%，淮河流域为68%，海河流域实际用水量已经超过年均水资源量。从北方地区看，海河、淮河和黄河流域，水资源仅占全国的7.5%，用水量占到全国的27%，水资源开发利用总体达到70%。所以，海河、黄河、淮河三大流域成为全国水资源短缺，而且开发利用程度又很高的地区，其中又以京、津、冀所在的海河流域最为突出。目前，海河流域沿太行山、燕山修建了大量水库，水库库容超过各河的年径流量，地表水得到了有效控制和开发，由于缺水，基本无正常下泄水量，造成地表水开发利用过度。

地表水开发利用应有一定限度，国外一般认为开发利用不超过40%时，对生态环境将不会带来不利影响。按此权衡，我国北方缺水地区难以做到，但开发控制在不使河湖完全干涸则是合理的。而现在的情况是只要水库有些许下泄水量，也认为是弃水是浪费，显然这是缺乏环境保护意识的，也有碍于水资源的保护。平原地区河湖干涸，湿地消失，地下水严重超采，形成大面积地下水下降漏斗和地面沉降。现将全国各流域水资源开发利用程度列入表1-3。



表 1-3 中国各流域水资源开发利用程度表

流 域	水资源 (亿立方米)	1997年用水量 (亿立方米)	水资源开发 利用 (%)	用水量 占全国 (%)	备 注
全 国	28 124	5 566	20	100	
松辽河	1 928	619	32	11	
海 河	421*	433	> 100	8	水资源过量开发, 水环境恶化
淮 河	961	657	68	12	水资源紧缺
黄 河	744	403	54	7	水资源紧缺, 下游断流
长 江	9 613	1 737	18	31	
珠 江	4 708	834	18	15	
东南诸河	2 592	291	11	5	
西南诸河	5 853	86	1	2	
内陆河	1 304	506	39	9	

\* 1997年海河流域水资源为212亿立方米。

### (五) 北方缺水地区水资源衰减趋势明显

中国北方缺水地区水资源的开发利用程度已经很高,特别是海河流域近年的实际年用水量不仅超过当年的水资源量,而且超过了按1956—1979年24年水文系列计算的年均水资源量。为了生存发展的需要,以牺牲环境为代价,无可奈何地对水资源进行过量开发,其结果是水环境进一步恶化,平原地区地表显著干化。山丘区综合水土保持措施的实施,水土流失趋缓,下垫面状况发生很大变化,引起降水与径流和地下水的补给关系发生变化,和以往相比,在降水相同的情况下,水资源明显衰减。

据《中国水资源公报》,1997年全国为平水年,海河、黄河流域均为枯



水年，降水量较多年平均值分别低 33% 和 27%，而形成水资源量分别为 212 亿立方米和 481.5 亿立方米，较多年平均值分别减少 50% 和 35%，远远大于降水量减少的幅度，而当年海河流域的总用水量达到 433 亿立方米，是当年水资源量的 2 倍，黄河流域的总用水量达到 403 亿立方米，是当年水资源量的 84%，其结果是海河流域大量超采地下水，黄河下游断流长达 226 天，断流河段上溯到河南省开封市。

1998 年全国为丰水年，海河和黄河流域降水量也略多于多年平均值，其中海河流域比常年多 0.8%，黄河流域多 1.5%，而形成的水资源量海河流域为 354 亿立方米，反较多年平均水资源量减少 16%，按此计算，人均水资源量已不足 300 立方米，而当年用水量为 424 亿立方米，超过当年水资源量 20%，不得不继续大量超采地下水。黄河流域当年形成水资源量为 677 亿立方米，较多年平均值减少 9%，当年用水 395 亿立方米，占当年水资源量的 58%，不难看出海河和黄河流域的水资源衰减趋势均较明显。

通过现象不难看出问题的本质，北方缺水并过量开发的地区，水资源是实实在在地衰减，而且缺水越严重的地区，对水资源的超采超用就越严重，水资源衰减的程度也就越多越快，这种趋势如不采取有效措施加以遏制，水越缺越采，越采越缺水的恶性循环将不期而至。

## （六）水环境恶化趋势尚未有效遏制

### 1. 水资源污染

中国经济快速发展，工业化和城市化进程加快，水资源遭受污染情况逐渐加重，包括河流、湖泊、水库和地下水均受到不同程度的污染。水污染不仅恶化了水环境，而且加剧了水资源短缺局面，一些本不缺水的地区由于水污染而造成缺水。近年水污染治理力度加大，收到一定成效。水资源污染除