



高等学校教材

水资源管理

华北水利水电学院北京研究生部 赵宝璋 主编



高等学校教材



3

水资源管理

华北水利水电学院北京研究生部 赵宝璋 主编

水利电力出版社

水利部北京勘测设计研究院

(京)新登字115号

内 容 简 介

本教材共有八章，第一、二章介绍世界和我国水资源概况及水资源管理的内容、任务和体制；第三章阐述地表水及地下水资源量估算方法；第四章介绍水资源合理调配及优化方法；第五章阐述工、农业用水，城镇居民用水等合理利用及节水方法；第六章介绍水质标准及污染控制和处理方法；第七章介绍洪涝及泥沙危害的防治措施；第八章介绍我国水法。

本教材供水利水电类水资源管理工程专业教学使用，也可作为培训和继续教育的教材，还可供从事水利水电管理工作人员研究和参考。

高 等 学 校 教 材

水 资 源 管 理

华北水利水电学院北京研究生部 赵宝璋 主编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京市樱花印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 7.75印张 174千字

1994年6月第一版 1994年6月北京第一次印刷

印数0001— 1140册

ISBN 7-120-02006-4/IV·743

定价4.55元

前 言

水资源是人类社会生存和发展不可缺少和不可替代的重要资源。自50年代以来, 社会生产力有了巨大的发展, 人口激增, 世界用水需求急剧增长。但地球上可用的淡水资源是有限的, 且在时空上分布不均, 再加以大量江河水资源不断受到污染, 不少国家已在不同程度发生了水资源危机。

我国自80年代实行经济改革开放政策以来, 随着工农业迅速的发展和人口的增加, 水的供需矛盾也日益突出, 很多地方, 特别是北方沿海地区水资源已成为当地经济发展的制约因素。因此, 在我国必须对水资源的开发利用, 规划布局, 水资源保护以及经营管理各个方面, 按照国家制定的政策和法规, 进行统一的、系统的科学化管理, 使我国有限的水资源得到有效的、合理的利用, 不致浪费, 以满足我国经济发展的需要。

本教材是为我国水利水电类高等学校培养水资源管理类工程技术人才编写的, 同时可供水利部门进行培训和继续教育使用。

本教材是根据水利部《1990~1995年高等学校水利水电类专业本科、研究生教材选题和编审出版规划》, 明确了教材编写任务和要求, 集体讨论和拟定了“水资源管理”课程的教学大纲和内容后分工编写的。参加编写的有: 华北水利水电学院北京研究生部赵宝璋(第一、二、六、八章), 朱尧洲(第五章), 李长信(第三章)和北京动力经济学院李存斌(第四、七章)。全书由赵宝璋主编, 河海大学俞多芬主审, 感谢她为本书编写提供了大量宝贵资料。

由于编者水平限制, 书中定有缺点和不足之处, 恳请读者批评指正。

编者

1993年9月

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 世界水资源概况	1
第二节 我国水资源概况	5
第二章 水资源管理概述	12
第一节 水资源管理的重要性	12
第二节 水资源管理体制	13
第三节 国外水资源管理概况	14
第三章 水资源估算	18
第一节 自然界的水循环与水量平衡	18
第二节 天然径流的估算方法	19
第三节 地下水资源	24
第四章 水资源合理调配	36
第一节 河川径流调节	36
第二节 地表水和地下水的联合运用	38
第三节 灌溉用水优化调配	48
第四节 不同部门用水合理分配	52
第五章 水资源合理利用与节约	56
第一节 概 述	56
第二节 农业用水	57
第三节 工业用水	67
第四节 生活用水	74
第五节 其他用水	79
第六章 水质与水源保护	87
第一节 水污染	87
第二节 水质	89
第三节 水质管理	93
第四节 水污染的控制	96
第七章 水害及其防治	100
第一节 概述	100
第二节 洪水危害及其防治	102
第三节 涝渍危害及其防治	108
第四节 泥沙危害及其防治	109
第八章 水法	111
第一节 概述	111
第二节 《水法》的基本内容	114
第三节 贯彻《水法》以法治水	116
主要参考资料	119

第一章 绪 论

第一节 世界水资源概况

一、世界水资源总量

水资源通常指的是淡水水源，是较容易被人类利用，而且是可以逐年恢复的淡水水源。三分之二地球表面上占总水量95%以上的海洋里的海水；千年不溶化的地球两极的冰山、冰川、积雪；以及埋藏于深层地下需要千百年才能得到补充和恢复的深层地下水，都不能算作水资源，因为它们都不能很方便地被人类直接利用。根据上述定义，地球上的水资源非常有限，占地球总水量的还不足0.5%，就是依靠这个极为有限的淡水资源，维持着人类生存和支撑世界各国的经济发展。不仅人类的生活和各项生产活动离不开水，同时水又是人类赖以生存的环境的基本要素。如此一种基本资源一旦缺乏，必将影响经济及社会活动，在70年代世界由于石油价格上涨造成能源危机之后，许多人担心下一次是否在世界将发生水资源危机。

与石油、粮食、金属或大多数其它必需的商品不同，一般对水的需要都是大量的，而且不便于进行国际贸易。水作为一种资源，其使用价值及充足程度，取决于就地或就近供应的可能性，并取决于使用和管理方式。今后几十年内，在世界许多地区随着人口增加和工农业的发展，对淡水资源的需求必将增加。水已成为经济活动和粮食生产的制约因素，这将迫使许多国家的水管理部门必须制订新的政策和措施，以管理好这十分珍贵、数量有限的水资源。

据联合国世界观察研究所 (World Watch Institute) 1985年估计，太阳的能量使地球表面上 (85%由海面，14%由陆面) 每年有500万亿 m^3 的水升入天空。同一数量的水，化为雨雪又降回地球，降到地面的水为110.3万亿 m^3 ，其中71.5万亿 m^3 的水被蒸发掉。因此，这一太阳能循环每年将38.8万亿 m^3 经过蒸馏的水，由海洋运至陆地，水作为“径流”又重新流回海洋，如此每年循环往复不止。所以说，淡水是一种再生资源。在地球目前气候条件下，每年这一淡水资源的数量大致相等。

由于水资源时空分布不均匀，在最需水的时间和地点，往往得不到供应。每年大约有2/3的径流以洪水形式迅速流走。其余1/3水量是稳定的，是全年地球人类饮用水和工农业用水的可靠水源，其数量每年约为14万亿 m^3 ，其中包括从湖泊和从水库泄水增加的稳定水源约2万亿 m^3 。如世界人口按50亿计算，每人每年占有水资源为2800 m^3 。这是当前淡水再生资源的实际限度。

世界上年径流总量超过1万亿 m^3 的国家有：巴西5.66万亿 m^3 ，前苏联4.38万亿 m^3 ，加拿大3.12万亿 m^3 ，美国2.97万亿 m^3 ，印尼2.81万亿 m^3 ，中国2.80万亿 m^3 ，印度1.78万亿 m^3 等10个国家。按1980年的世界人口计，世界上有48个国家人均占有径流量超过10000 m^3 ，有59个国家少于5000 m^3 。

表 1-1 世界一些国家人均年径流量的1983年值及2000年预测值*

国 家	1983年 (10 ³ m ³ /人)	2000年 (10 ³ m ³ /人)	差 值 (%)
加 拿 大	110.0	95.1	-14
挪 威	91.7	91.7	0
巴 西	43.2	30.2	-30
委内瑞拉	42.3	26.8	-37
瑞 典	23.4	24.3	+4
澳大利亚	21.8	18.5	-15
美 国	10.0	8.8	-12
印 尼	9.7	7.6	-22
墨 西 哥	4.4	2.9	-34
法 国	4.3	4.1	-5
日 本	3.3	3.1	-6
马日利亚	3.1	1.8	-42
中 国	2.8	2.3	-18
印 度	2.1	1.6	-24
肯 尼 亚	2.0	1.0	-50
南 非	1.9	1.2	-37
波 兰	1.5	1.4	-7
孟 加 拉	1.3	0.9	-31
埃 及	0.9	0.6	-33
全 世 界	8.3	6.3	-24

* 本表摘自《2000年一些国家水资源紧缺情况及节水对策》，水利电力部科学技术情报研究所，1986年9月。

(一) 农业用水

农业用水包括农田灌溉用水和农村人畜用水，其中灌溉用水占90%以上，基本是随着灌溉面积增加而同步增长。1900年至1975年，世界灌溉面积从6亿亩增至30亿亩，年平均增长2.2%，同期农业用水量年平均增长率为2.4%。从各国情况看，亚洲、非洲及南美一些发展中国家，农业用水量占总用水量的80%~90%；欧美一些工业发达国家，农业用水占总用水量的比例相对较小，有的甚至小于工业用水的比重。

农业用水量与灌溉用水指标有密切关系。影响灌溉用水指标的因素有气候、土壤、作物、耕作方法及灌水技术等。欧洲一些国家，由于气候湿润及其它因素，灌溉用水指标较低，亚洲、非洲一些干旱地区，灌溉用水指标较高，欧洲为260~400m³，亚洲为600~800m³，北非（沙漠地带）为800~1000m³，南非为500~700m³，南美及大洋洲为500m³，北美为500~600m³。1975年世界平均每亩灌溉用水量约630m³。

(二) 工业用水

随着各国经济发展，工业用水以较快的速度增长，1970年至1975年世界工业用水量从5100亿m³增至6300亿m³，年平均增长率为4.3%，高于农业用水增长率。据1975年统计，工业用水量最多的国家是美国（2033亿m³）和前苏联（1061亿m³）。工业用水占总用水

表 1-1 所列，为一些国家人均年径流量的1983年值及2000年的预测值。

二、世界用水情况

据统计，全世界1975年工农业和城市生活用水量约3万亿m³，其中农业用水为2.1万亿m³，占70%；工业用水为6300亿m³，占21%；城市生活用水1500亿m³，占5%，水面蒸发占4%。用水总量较大的国家有美国、印度、前苏联、中国等，年用水量在3300~4700亿m³，以1975年的世界人口统计资料，世界人均用水量为744m³，美国和前苏联人均用水量较高，分别为2190和1304m³，日本和印度接近世界平均值，分别为792m³和691m³，中国为491m³。

世界总用水量随工农业生产及社会发展而迅速增长。在1960~1975年的15年内，世界总用水量每年以3%的速度递增，其中，农业用水、工业用水和城市生活用水的递增速度分别为2.3%、4.8%和4.2%。到1990年，全世界用水总量已达4万亿m³，发达国家工业用水迅速增加，发展中国家的农业用水多。

量比例超过40%以上的国家有：加拿大为81.5%，英国为76%，捷克斯洛伐克为71%，波兰为66.9%，法国为57.2%，匈牙利为53.1%，美国为43.4%，前苏联为40.7%。

工业用水中，火电厂用水占最大比重，往往超过工业用水量的一半。因此，通常将火电厂的用水单列。不同工业产品用水量差别很大，如采选矿每吨需水 $2\sim 4\text{m}^3$ ，炼1吨生铁需水 $40\sim 50\text{m}^3$ ，生产1吨化学纤维需水 $2000\sim 3000\text{m}^3$ ，造1吨纸需水 $1300\sim 6000\text{m}^3$ ，一座100万kW的热电厂每年需水 $12\sim 16\text{亿m}^3$ （如设有循环供水系统，耗水量可减少90%）。随着工业的发展，工业用水量在不断增加。目前世界各国都在采用新的节省用水的工艺设备和提高水的循环利用率，降低工业用水消耗，以节省有限的宝贵水资源。

（三）城市用水

虽然世界城市生活用水量占总用水量的比例很小，约为5%，但随着城市的发展，城市人口集中及现代化生活水平的提高，城市生活用水量将会迅速增长，年平均增长率为4.6%，高于农业用水和工业用水的增长率。现在，世界城市用水总量已达2000亿 m^3 。

三、2000年世界用水展望

（一）水资源将面临不足

到2000年，世界各国用水量将进一步增长，非洲、南亚、中东和拉美部分国家将严重缺水。亚洲大陆径流最不稳定。据气候条件和人口预测，本世纪末全球人均水资源将减少24%，稳定可靠的人均可用水量将降至 2280m^3 。全世界工农业和城市生活用水量，1975年为30000亿 m^3 ，人均用水量为 744m^3 ，推算至2000年将增至60000亿 m^3 。到2000年，北非、中东等很多国家，须利用全部可用淡水资源方能满足需要。南欧、东欧、中亚、南亚的需水量，也将接近稳定的可利用水资源。

自现在到2000年，年平均用水增长率为2.8%，其中工业用水年平均增长率为4.5%，农业用水年平均增长率为1.9%，城市生活用水年平均增长率为4.4%，各类用水占总用水量的比例，工业用水为25%，农业用水为65%，城市生活用水为7%。预计，到2000年世界人口为63.5亿，人均用水量将由1975年的 744m^3 增到 945m^3 ，总用水量占河川径流量的比例将由6.4%上升到12.8%。就世界水资源总量而言，用水量是够的，但由于水资源时间空间分布的不平衡，水资源污染以及开发水资源的经济、社会等问题，世界上许多国家已预感到面临缺水问题。此外，河流污染，地下水超采和水资源管理不善等，也加剧了供水的紧张程度。

（二）解决缺水问题的对策

从上述情况可知，世界上许多国家和地区在2000年及以后，都将面临不同程度的水资源短缺问题。为了保持经济发展和改善人们的生活水平，为了向世界增长的人口供水，必须节省和有效地利用现有水资源。采用筑坝修建新的蓄水水库或是修建长距离引水工程以扩大供水量等措施，很可能受到浩大工程量和巨额资金投入的限制，而且多数旷时日久，不能立即生效。采用节水措施和新的工艺技术，用更少的水种植农作物和生产工业品，即可为其它需水部门增加新的供水量，这种措施与修建工程建筑物是同样可靠的。当然，这些节水的技术措施应该是切实可行的，应具备一定的技术经济政策，应具有适当的法规和执行机构，使各项工作配合起来，才能很好地协调和解决有效利用水资源的问题。

1. 节约工业用水

预计到2000年, 世界各国工业需水量约占世界总需水量的30%。节约工业用水的主要措施是增加生产用水的循环利用次数。例如美国制造业, 1978年的需水量为490亿 m^3 , 每立方米水的循环利用为3.42次, 相当于节省约1200亿 m^3 的需水量。1985年重复利用次数为8.63次, 预计2000年将达17.08次, 因此, 到2000年美国制造业的工业需水量不但不增加, 反而将比1978年减少45%。又如以色列是一个干旱缺水的国家, 其造纸业生产1吨纸仅需水12 m^3 , 而其它国家造纸业用水是这个数的7~10倍。由此可见, 工业上采取节水措施的潜力是很大的。

利用污水和废水, 是另一项节约用水的有效措施。城市污水经过二级处理, 可用于灌溉农田和牧场。如墨西哥联邦区, 1980年利用净化污水量, 为该区总水量的4%, 到2000年这个比例将增至12%; 以色列实际上已无淡水资源可供开发, 1980年废污水再利用的水量已占全国需水量的4%, 2000年将满足全国总需水量的16%; 美国加州每年利用净化污水达2.7亿 m^3 , 相当于109万人口一年的用水量。

2. 节约城市生活用水

为了保证人民生活 and 美化环境的需要, 城市用水会不断增加, 到2000年城市生活用水量将约占世界总用水量的7%。生活用水有很大的节约潜力, 近年来, 国外许多厂家已研制出多种节水装置, 一般可节省生活用水量的20%。城市供水管路漏水是最大的问题, 例如在美国东部、拉美和欧、亚许多城市, 供水管路的漏水量占供水量的25%~50%。欧洲城市维也纳, 由于作出努力防止供水管路漏水, 每天可减少损失6.4万 m^3 的洁净水, 可满足40万居民生活用水的需要。

有些国家和地区, 在人口密集的城市和建筑中, 采用饮用和非饮用两套供水管路系统, 将处理后的污水输送到非饮用管路供冲洗厕所等使用, 有的滨海城市引用微咸海水入非饮用水系统, 供冲洗使用。

3. 节约农业用水

1985年全世界农业灌溉面积为40.5亿亩, 预计2000年将增至63亿亩, 农业灌溉用水量约占世界总需水量的56.7%。可见农业用水是最大的需水部门, 也是效率极待提高的部门。目前世界上多数国家在农田灌溉上采用的是耗资较少的自流灌溉系统, 从渠道或水井引水输往田间的过程中, 仅有少量的水为作物吸收, 大部分从田间流走或渗漏, 水的浪费很大。如果在全世界范围内仅提高灌溉用水效率的10%, 就可以节省足够供应全世界居民日常的生活用水需要, 可见, 节省农业用水的潜力之大。近年来许多国家由于水资源的不足, 已在促使各国重视省水灌溉的研究和改善灌溉管理的方法。

(1) 改善地面灌溉 全世界地面灌溉系统约占总灌溉面积的80%, 应采用各种节水措施, 以降低地面灌溉的耗水量, 如低压管道灌溉, 目前正逐步代替田间渠道灌溉系统; 又如改进传统的喷灌系统, 采用低能耗的精细喷灌技术; 可达到在作物根部附近喷洒水的方法, 此法与平整土地相结合, 可使灌溉效率达98%; 简单易行的方法为修建水平畦田, 同样也可收到节省灌溉用水的目的。

(2) 发展微灌技术 对于产值高的果树和菜园, 采用滴灌、雾灌是更为省水的灌溉

新技术，比传统的自流灌溉用水量可节省40%~60%，比常规的喷灌方法也可节省20%~50%。

(3) 改进灌溉管理 灌溉效率与灌溉系统的管理方法有关，各种灌溉方法的平均效率幅度差别很大，如自流灌溉为40%~80%；中心支轴式喷灌为75%~85%；滴灌为60%~92%，改善灌溉技术管理措施，应具有较大的节水潜力。

(4) 修建地下水库 自二次世界大战以后，利用地下水库人工补给地下水的技术在外国发展很快。根据近年来统计资料，美国每年人工补给地下水量可达到每年总抽水量的30%，在西部几个州，这一比例可达45%；前西德有20个大城市为40%；荷兰为20%。目前有20多个国家修建了人工补给地下水工程。

由于采取以上各种节水措施，有些国家预计到2000年增加的需水量并不多，有的反而减少。如美国2000年的总需水量将由1975年的4676亿m³减少到4233亿m³，降低9%。由此可见，面临2000年世界需水量继续增加，水资源严重不足的严峻形势（表1-2），唯一出路是采取各种节水措施和新技术，改进管理，以降低耗水量。

表 1-2 世界一些国家1975~2000年用水增长情况*

国 家	河川年平 均径流量 (亿m ³)	总 用 水 量 (亿m ³)						1975~2000 年平均增长率 (%)
		1975年			2000年			
		用 水 量 (亿m ³)	占河川径流量 (%)	人均用水量 (m ³)	用 水 量 (亿m ³)	占河川径流量 (%)	人均用水量 (m ³)	
美 国	29702	4676	27.4	2190	4233	24.8	1622	
日 本	5470	876	16.0	792	1145	20.9	733	1.8
印 度	17800	4240	23.8	691	10130	56.9	958	3.4
法 国	1680	420	25.0	796	842	50.1	1368	2.8
捷 克	280	100	35.7	676	180	64.3	978	2.4
波 兰	490	157	32.0	461	316	64.5	713	2.8
中 国	26830	4767	18.1	491	7322	27.8	572	2.0
全 世 界	470000	30000	6.4	744	60000	12.8	945	2.8

注 印度采用1974年值；中国采用1978年值以代替1975年值；日本无2000年预测值，采用1990年预测值。

* 本表摘自《一些国家的水资源开发利用》，水利电力部科学技术情报研究所，1983年2月。

第二节 我国水资源概况

一、我国河流、湖泊和冰川

(一) 河流

我国地处欧亚大陆东南部，濒临太平洋。地形西高东低，境内山脉、丘陵、盆地、平原相互交错，地形构成江河湖泊众多。根据统计，流域面积在10000km²以上的河流有97条，在1000km²以上的有1500多条，在100km²以上的有50000多条。河流可分为流入海洋的外流河和不与海洋沟通的内陆河两大类。外流河的集水区域约占全国总面积的65%，主要外流河有黑龙江、辽河、海河、黄河、淮河、长江、珠江、澜沧江等流入太平洋；怒江、雅鲁藏布江等流入印度洋；额尔齐斯河流入北冰洋。内陆河的集水区域约占全国总面

积的35%，较长的内陆河有塔里木河、伊犁河、黑河等，详见表1-3所示。

表 1-3 中国主要江河*

河 名	长度(km)	流域面积(km ²)**	河 名	长度(km)	流域面积(km ²)**
长 江	6300	1808500	海 河	1090	203631
黄 河	5464	752443***	淮 河	1000	269283
黑 龙 江	3420	1620170	滦 河	877	44100
松 花 江	2308	557180	鸭 绿 江	790	61889
珠 江	2214	453690	额 尔 齐 斯 河	633	57290
雅 鲁 藏 布 江	2057	240480	伊 犁 河	601	61640
塔 里 木 河	2046	194210	元 江	565	39768
澜 沧 江	1826	167486	闽 江	541	60992
怒 江	1659	137818	钱 塘 江	428	42156
辽 河	1390	228960	浊 水 溪	186	3155

* 本表摘自《中国水资源评价》，水利电力部水文局，水利电力出版社，1987年12月。

** 流入邻国河流域面积算至国境线，入境河流域面积包括流入我国或界河的国外面积。

*** 不含黄河流域内闭流区的面积。

(二) 湖泊

我国是一个多湖泊国家，根据统计面积在1.0km²以上的湖泊约 2300 个，总面积为 71787km²，约占全国总面积的0.8%。湖泊储水总量约 7088亿m³，其中淡水储量为2261亿m³，占湖泊储水总量的31.9%。

我国湖泊在外流河区域属外流湖区，以淡水湖为主，在内陆河区域属内陆湖区，以咸水湖和盐湖为主，但青藏高原尚分布一些淡水湖泊。外流湖泊的面积为 30650km²，储水量为2145亿m³，其中淡水储量为1805.5亿m³。内陆湖泊的面积为 41137km²，储水量达 4943亿m³，其中淡水储量为455.5亿m³。

根据湖泊地理分布特点，全国可划分为五个主要湖区，其面积和储水量见表1-4所示。

表 1-4 中国湖泊面积和储水量*

湖 区	湖泊面积 (km ²)	占全国湖泊面 积的百分数 (%)	湖泊储水量 (10亿m ³)	其中淡水储量 (10亿m ³)	占湖泊淡水总 储量的百分数 (%)
青 藏 高 原	36889	51.4	5182	1035	45.8
东 部 平 原	21641	30.2	711	711	31.5
蒙 新 高 原	9411	13.1	697	23.5	1.0
东北平原及山地	2366	3.3	190	188.5	8.3
云 贵 高 原	1108	1.5	288	288	12.7
其 他	372	0.5	20	15	0.7
合 计	71787	100	7088	2261	100

* 本表摘自《中国水资源评价》，水利电力部水文局，水利电力出版社，1987年12月。

(三) 冰川

中国是世界上中低纬度山岳冰川最多的国家之一。现代冰川广泛分布在我国西北和西南部的甘肃、青海、新疆、西藏、四川、云南等六省区(表1-5)。我国冰川总面积约为

表 1-5

中国冰川面积、储量及融水量统计表*

山脉	主峰名称	主峰高度 (m)	雪线高度 (m)	冰川条数	冰川面积 (km ²)	冰川储量 (10 ⁸ m ³)	冰川融水量 (10 ⁸ m ³)
祁连山	团结峰	5826	4400~5400	2859	1973	954.4	11
阿尔泰山	友谊峰	4374	2800~3550	416	293	164.9	3.85
天山	托木尔峰	8908	3600~4300	8908	9196	10106.7	95.92
帕米尔	公格尔山	7719	4200~5900	2112	2993	2487.3	17.05
羌塘高原		6547	5100~6100	1821	3109	2630	16.93
喀喇昆仑山	乔戈里峰	8611	5000~5600	1848	4647	6044.9	28.71
昆仑山	慕士峰	7719	4500~6000	7774	12482	13020.8	62.98
喜马拉雅山	珠穆朗玛峰	8848	4300~6200		11055	9950	100.71
冈底斯山	冷布岗日	7095	5800~6000	3099	1668	503.2	8.88
念青唐古拉山	念青唐古拉峰	7111	4600~5600	2966	7536	3770	150.24
横断山	贡嘎山	7566	4600~5600	1680	1618	1069.9	51.16
唐古拉山	各拉丹冬	6621	5200~5800		2082	620	16.33
总计					58651	51322.2	563.42

* 本表摘自《中国水资源评价》，水利电力部水文局，水利电力出版社，1987年12月。

58650km²，约相当于全球冰川覆盖面积（1620万km²）的0.36%。但冰川规模大小分布很不均匀，西藏境内冰川面积最大，占全国冰川总面积的47%，其次是新疆，占44%，其余的9%分布于青海、甘肃等省区。

我国冰川储量约为51320亿m³，年平均冰川融水量为563亿m³，冰川融水量是逐年可更替的动态水量，称冰川水资源，是河川径流的组成部分。

二、我国水资源总量

（一）我国地表水资源量

地表水体包括河流水、湖泊水、冰川水和沼泽水，地表水资源量通常用地表水的动态水量，即河川径流量来表示。

全国按流域水系划分为十大片，即一级区，以反映水资源条件的地区差别，并尽可能保持河流水系的完整性，按大江大河干流进行分段，自然地理条件相同的小河适当合并，便于进行地表水资源量计算和供需平衡分析。又将全国划分为77个分区，即二级区。根据各省、自治区、直辖市和各流域片的计算成果汇总，求得全国24年同步、期平均年径流总量为27115亿m³，折合年径流深284mm。有关全国主要河流的径流量如表1-6所示。

（二）地下水资源量

计算地下水资源时，首先按地形地貌特征将全国划分为山丘区和平原区，平原区又分为北方平原区和南方平原区。

北方平原区地下水计算面积为1799898km²，平均地下水资源量为1468亿m³，其中降水入渗补给量为764亿m³，占52%；地表水体渗漏补给量为599亿m³，占41%。因此，降水和地表水体同为北方平原区的主要补给来源。北方平原区平均年地下水总排泄量为1530亿m³，其中潜水蒸发量为844亿m³，占55%；实际开采量为366亿m³，占24%；河道排泄量242亿m³，占16%。

表 1-6 全国主要河流径流量表 (以平均年径流量次序排列)

河 名	河 长 (km)	总流域面积 (km ²)	平均年径流量 (亿m ³)	备 注
长 江	6300	1808500	9334	长江水量在世界上排 第三位
珠 江	2214	453690	3360	
雅鲁藏布江	2057	240480	1654	
松 花 江	2308	557180	718	
黄 河	5464	752443	592	
淮 河	1000	191174	443	
海 河	1090	263631	228	
辽 河	1390	228960	148	

南方平原区地下水的计算面积为 183904km², 平均年地下水资源量为 405亿m³, 其中降水入渗补给量为292亿m³, 占72%; 地表水体渗漏补给量为113亿m³, 占28%。平均年潜水蒸发量为119亿m³。

山丘区地下水计算面积占全国地下水计算面积的 77%, 为 6790906km²。该区内平均年地下水资源量为6762亿m³, 其中河川基流量占97.6%。

各流域片山丘区、平原区地下水资源量及其重复计算量成果, 见表1-7所示。

表 1-7 各流域片山丘区和平原区地下水资源量及其重复计算量成果表

流 域 片	山 丘 区		平 原 区		重复计算量 (亿m ³)	计算总面积 (km ²)	地下水资 源 总 量 (亿m ³)
	计算面积 (km ²)	地下水资源量 (亿m ³)	计算面积 (km ²)	地下水资源量 (亿m ³)			
黑 龙 江	593056	223.6	297581	221.9	14.8	890634	430.7
辽 河	230524	95.7	110300	108.2	9.7	340824	194.2
海 滦 河	171372	157.9	106424	178.2	37.6	277796	265.2
黄 河	608357	292.1	167007	157.2	43.7	775364	405.6
淮 河	127923	107.2	169938	296.7	10.9	297861	393.0
长 江	1625293	2218.0	132876	260.6	14.4	1758169	2464.2
珠 江	550113	1027.8	30468	92.7	5.0	580581	1115.5
浙闽台诸河	218639	561.8	20560	51.9	0.6	239199	613.1
西南诸河	851406	1543.8				851406	1543.8
内陆诸河	1782444	535.5	927700	486.0	201.7	2710144	819.8
附: 额尔 齐 斯 河	31782	31.9	20948	20.0	9.4	52730	42.5
全国总计	6790906	6762.0	1983802	1873.4	347.8	8774708	8287.6

(三) 水资源总量

我国平均年地表水资源量(即河川径流量)为27115亿m³, 平均年地下水资源量为7299亿m³。扣除重复计算量以后, 全国平均年水资源总量为28124亿m³, 按流域分片计算成果, 见表1-8所示。

三、我国水资源特点

(一) 人均水资源占有量少

我国年平均降水量约6万亿m³, 水资源总量为2.8万亿m³, 相当于全球年径流总量47

万亿 m^3 的6%，居世界第6位，仅次于巴西、苏联、加拿大、美国和印尼。但按人口计算，人均水资源占有量约2700 m^3 ，相当于世界人均水资源量的34%，居世界第85位，因此，我国水资源量并不丰富。在我国2.8万亿 m^3 的水资源总量中，长江占34%（约9600亿 m^3 ），珠江占16%，西南和东南诸江河占30%，而黄河只占2.4%，海河只占1.1%。从北方的缺水形势来看，我国可以说是“贫水国”。

表 1-8 全国分片水资源总量成果表

流域片	计算面积 (km^2)	地表水资源量 (亿 m^3)	地下水资源量 (亿 m^3)	重复量 (亿 m^3)	水资源总量 (亿 m^3)	产水模数 ($万m^3/km^2$)
黑龙江	903418	1165.9	430.7	244.8	1351.8	14.96
辽河	345027	487.0	194.2	104.5	576.7	16.71
海滦河	318161	287.8	265.1	131.8	421.1	13.24
黄河	794712	661.4	405.8	323.6	743.6	9.36
淮河	329211	741.3	393.1	173.4	961.0	29.19
长江	1808500	9513.0	2464.2	2363.8	9613.4	53.16
珠江	580641	4685.0	1115.5	1092.4	4708.1	81.08
浙闽台诸河	239803	2557.0	613.1	578.4	2591.7	108.08
西南诸河	851406	5853.1	1543.8	1543.8	5853.1	68.75
内陆诸河	3321713	1063.7	819.7	682.7	1200.7	3.61
附：额尔齐斯河	52730	100.0	42.5	39.3	103.2	19.57
全国总计	9545322	27115.2	8287.7	7278.5	28124.4	29.46

(二) 水资源地区分布不均匀

由于我国所处地理位置，每年夏、秋季都有太平洋和孟加拉海湾来的东南风，带来大量雨水，由东南向西北方向输送。冬春季节，西伯利亚寒流干旱少雨，自西北到东南走向，常在我国西北和华北形成大面积干旱。年平均降水量自东南的1600~1800mm，向西北方向逐渐减少到200mm以下，如从400mm年降水量为分界线，在我国西北和华北约有45%的国土面积处于干旱和半干旱地带，形成了成片的沙漠、戈壁和干旱的黄土高原。

我国水资源地区分布是南多北少，相差悬殊，与人口和耕地分布不相适应，基本上是水少地方耕地多，水多地方耕地少。长江流域及其以南的珠江流域、浙闽台、西南诸河等四片，面积占全国的36.5%，耕地占全国的36%，水资源量却占全国总量的81%，人均占有水量为4180 m^3 ，约为全国平均值的1.6倍；亩均占有水量为4130 m^3 ，为全国平均值的2.3倍。辽河、海滦河、黄河、淮河四个流域片，总面积占全国的18.7%，接近南方四片的一半，但水资源总量仅为2177亿 m^3 ，相当于南方四片水资源总量的10%。而北方四片土地多属平原，耕地占全国的45.2%，人口占全国的38.4%，其中尤以海滦河最为突出，人均占有水量仅有430 m^3 ，为全国平均值的16%，亩均占有水量仅有251 m^3 ，为全国平均值的14%，可见不均匀差别之大。水资源分布均匀与否，对国民经济布局和发展影响很大，水资源严重缺乏地区，对工农业发展将产生明显的制约作用。

(三) 年内和年际降水不均匀

我国降水量和径流量在年内、年际间的变化幅度都很大，并有枯水年和丰水年持续出

现的特点。这种年际变化，北方大于南方，如东北松花江哈尔滨站水文记录，1916~1928年连续13年为枯水年，径流量比常年少40%；1960~1966年为连续丰水年，径流量比正常年份多32%。又如淮河蚌埠站，丰水年（1921年）径流量为718亿 m^3 ，是枯水年（1978年）径流量的26.7倍。

从全年来看，我国大部分地区冬春少雨，夏秋多雨。南方各省汛期一般为5~8月，降雨量占全年的60%~70%，2/3的水量都以洪水和涝水形式排水海洋，而华北、西北和东北地区，年降雨集中在6~9月，占全年降雨的70%~80%。这种高度集中的降水，往往又集中在几次暴雨过程中，容易造成洪涝灾害，而在冬春季节少雨，又往往干旱缺水。我国水资源时程分配极不均匀，是造成水旱灾害出现频繁，农业生产极不稳定的主要原因。

虽然我国水资源在时间和地区上分配极不均匀，这是不利的一面；但水资源在时间分配上的雨热同期也是有利的方面。在每年6~8月，大部分农作物进入生长期，雨季也同时来临，为农作物生长提供了热和水两个重要条件，如无异常降雨，即会形成风调雨顺，农业取得丰收的自然气候条件，有助于解决中国众多人口的吃饭问题。

四、我国水资源开发利用情况

建国以来，我国已建水库8万多座，其中大型水库300余座，中型水库2700余座，总库容约4400亿 m^3 。机电排灌动力发展到5740万kW，其中机井240万眼，2208多万kW。全国水利工程供水能力每年为4700亿 m^3 ，开发利用的水资源占17%，比建国初期增加3倍。在全部供水量中，地表水占86%（其中蓄水27%，引水36%，提水15%，其它8%）；地下水占14%，主要在北方，其中黄淮海地区占70%。

据80年代统计，我国农业用水占88%，平均每亩用水量为583 m^3 ，尚低于世界平均水平630 m^3 （美国为669 m^3 ，前苏联为659 m^3 ，印度为770 m^3 ）。我国在工业用水方面，万元产值耗水量为620 m^3 ，相应的水重复利用率为30%，与经济发达国家相比差距很大，如美国为85%，前苏联为80%，德国为75%，日本为74%。近年以来，北方地区的万元产值耗水量已下降较快，大城市已降至300 m^3 以下，南方地区万元产值耗水量也有不同程度下降，其下降幅度在100~150 m^3 。

建国以来，我国城市生活用水量增长30倍以上，1980年为70亿 m^3 ，1988年近110亿 m^3 ，年增加幅度在5%以上。我国人口50万以上的大城市，人均日用水量为100~200L，中小城市为50~100L，与国外大城市人均日用水量相比仍偏低很多（如伦敦263L，维也纳300L，巴黎500L，莫斯科600L）。自来水普及率在我国城市已达80%，但乡镇仍较低，约20%~30%。

我国的水力发电装机容量，由50年代初的16万kW已增加到3100万kW，增长了200倍；发电量由7亿多kW·h增加到1000亿kW·h，增长了140多倍。目前发电用水量日均30亿 m^3 ，发电后下泄水量仍可供下游其它用水部门使用。

全国内河通航河道为10.8万km，占全国河流总长的1/4，其中通航300t以上的河道为9500km，50t以下的河道为5万km，货运周转量为770亿t/km，比建国初增长11倍。

全国共有水域面积3亿亩，其中水库水面和鱼塘为7500万亩（其中水库水面占40%为3000万亩），1983年我国淡水鱼产量达184万t，为建国初期的12倍，列世界首位。

40多年来,我国修建了大量水利工程,水资源开发利用在满足日益增长的工农业发展需要方面,取得了很大的进展,但在开发管理上还存在有下列问题。

(一)地区性缺水问题

几乎占国土面积一半的我国北方地区属缺水地区,每年有旱灾面积约3亿亩。据1984年统计,华北地区有耕地2.1亿亩,占全国耕地14%;人口1.26亿,占全国12%;但水资源量仅为456亿 m^3 ,仅占全国的1.6%。1980年华北地区总用水量已达458亿 m^3 ,目前遇水量偏枯年份就缺水20~30亿 m^3 ,若遇连续枯水年份,缺水将达50亿 m^3 。预测至2000年,年用水量将增加至600亿 m^3 ,一般年份将缺水100亿 m^3 。显然,水资源短缺将成为华北地区经济发展的制约因素。以现有状况而言,应大力加强用水管理,推行节水措施,保护好现有水资源;此外,应及早研究和规划从外流域大型调水的计划,从长远角度解决北方地区水资源短缺矛盾。

(二)管理问题

我国一些地方和部门用水浪费现象还普遍存在,用水管理水平很低。在农田灌溉用水方面,亩均用水量约600 m^3 ,但有的地方高达1000 m^3 ,田间工程不配套,渠道渗漏严重,喷、滴灌等省水灌溉技术推广使用所占比例还很小。

我国水利工程大多是50年代修建的,至今已有40余年,由于管理不善和水利资金投入减少,工程老化失修,效益衰减,自然造成了水资源利用的浪费。有的灌溉渠道久日失修而废弃不用,有的因城建和农村建房挤占灌溉农田,以致新增灌溉面积还抵不上减少的面积。1981~1985年,全国灌溉面积净减1500万亩,年均减少300万亩。

我国工业用水效率也亟待提高。有的地方兴建新的工业项目,很少考虑本地区水资源供需情况及可行性;现有的工业的万元产值耗水量高,水的重复利用率低;火电厂的千瓦装机用水量在650 m^3 以上,比发达国家高1倍以上;城市生活用水也存在利用率低和浪费的现象。

(三)水质污染问题

我国天然河流水质,就全国而言还是比较好的。矿化度超过1000mg/L的河水分布面积仅占全国面积的13.4%,主要分布在我国西北人烟稀少的未开发地区。过去由于对水质问题不够重视,也没有有效的措施,随着社会经济发展和人口增长,工业废水和生活污水排放迅速增加,致使我国河流、湖泊、水库都有不同程度的污染,水质日益降低。据统计,1970年全国污水排放量为150亿t,1980年为300亿t,1988年为370亿t,其中82%是工矿企业废水;18%为生活污水,总量中95%以上未经处理直接排放。根据调查,现在我国经济发达、人口稠密的地区,如京津唐、辽宁、沪宁杭、广州及珠江三角洲、闽南三角洲以及西安、武汉、成都、昆明等大城市,已成为水污染严重地区。我国长江、黄河、珠江、海河、淮河、松辽河等大江河都受到不同程度的污染,每年要接纳全国污水的70%,其中长江要接纳全国污水的40%,沿江的许多淡水湖泊如太湖、洞庭湖、鄱阳湖等,都受到严重污染。

自70年代以来,我国已开始注意保护水源,治理污染。目前主要问题是污水处理能力太低;处理投资巨大。据统计,全国现有污水处理厂50多座,日处理污水能力不足200万t,还不足全国排污的2%;全国40多万个工矿企业建有污水处理设备2万多套,仅占5%。所以,必须重视污水处理问题,加速提高污水处理能力,否则水质污染将日趋严重。

第二章 水资源管理概述

第一节 水资源管理的重要性

水资源对一个国家和地区的生存和发展,有着极为重要的作用。加强对水资源的管理,首先应从以下几层观念建立全面的认识。

(一)水的资源观念

水与地下的矿藏和地上的森林一样,同属国家有限的宝贵资源。水资源虽是可以再生的,但从我国幅员和人口来看,我国是水资源短缺的国家,人均占有量 2700m^3 ,仅是世界人均水资源占有量的 $1/4$ 。我国华北、西北地区严重缺水,人均占有量仅分别为世界人均水资源占有量的 $1/10$ 和 $1/20$ 。长期以来,人们的习惯思想认为:我国有长江、黄河等大江大河,水是取之不尽、用之不竭的。这些不科学的糊涂观点导致人们用水无计划,把本来应该珍惜的有限水资源随便滥用,浪费很大。过去常说“水利是农业的命脉”,这已远远不够,根据现代国民经济发展的实践,可以认为“水是整个国民经济的命脉”。对这样有限的宝贵资源,我们必须加以精心管理和保护。

(二)水的系统观念

水资源整个系统应包括天然降水形成的地表水和入渗所形成的地下水,天然河流、湖泊和人工水库所流动和蓄存的水,这是人类可以调节利用的水量,以供给农业、工业和居民生活使用,必须加强保护。工业、居民生活排放的废水、污水含有有害物质,应严格控制流入供水水域;应严格控制超量开采地下水,不应以短期行为或用以邻为壑的办法取水、排水,而必须从水的系统观念来保证水量和水质。

(三)水的经济观念

由于社会和经济的不断发展,对水的需求量不断增加,用传统的简单方法从天然状况取水已不可能。采用现代的工程措施修建水库、引水渠道以及抽水站、自来水厂等,都需投入大量的活劳动和物化劳动,这样使水就具有了商品属性。取水用水就要交纳水资源费和水费,管理水的部门就要讲求经济效益。建国40余年来,我国水利建设的社会效益与经济效益是巨大的,但长期以来无偿或低价供水,特别是农业供水,水费价格与价值长期背离,水利工程管理单位的水费收入不能维持其运行维修和更新改造,导致工程效益衰减,缺乏必要的资金来源,导致工程老化失修,以致不能抗御意外灾害。这种状况必须改变。

(四)水的法治观念

为了合理开发利用和有效保护水资源,兴修水利,防治水害,以充分发挥水资源的综合效益,适应国民经济发展和人民生活需要,必须制定水的法律和各种规章制度,由政府颁布并严格执行,才能达到上述各种目的。我国依法管水起步较晚,自1984年起,在总结我国历史经验和参考国外水法的基础上,开始了制定我国《水法》的工作。1988年1月,我国《水法》在第六届全国人民代表大会常务委员会第24次会议通过,从1988年7月1日