



高等学校教材

专科适用

水资源开发利用

扬州大学水利学院 陈梦玉 主编



高等学校教材

专 科 适 用

水资源开发利用

扬州大学水利学院 陈梦玉 主编

YD29/15

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书是根据1990~1995年高等学校水利水电类专业专科教材出版规划编写的,是水利水电工程和管理类专业的通用教材。全书除绪论外,包括洪涝防治、灌溉、城镇供水、水能利用、内河航运、渔业、旅游与环境保护共八章。较系统地介绍了水资源开发利用的有关知识。

本书除适合于水利水电管理类专业作教材使用外,也可供其它专业及水利水电技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

水资源开发利用/陈梦玉主编. —北京:中国水利水电出版社,1997

高等学校教材 专科适用

ISBN 7-80124-147-9

I. 水… II. 陈… III. ①水利资源开发-高等学校-教材 ②水资源-资源利用-高等学校-教材 N.TV213

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第05092号

书 名	高等学校教材(专科适用) 水资源开发利用
作 者	扬州大学水利学院 陈梦玉 主编
出 版	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044)
发 行	新华书店北京发行所
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市密云新升印刷厂
规 格	787×1092毫米 16开本 6印张 135千字
版 次	1997年6月第一版 2000年5月北京第二次印刷
印 数	1031—3030册
定 价	6.50元

前 言

随着经济的发展、科学的进步、社会的前进，人们对水的需求越来越大，使可供利用的水资源日趋紧张。强调水资源合理开发、充分利用、加强管理和保护，对经济建设的发展具有重大意义。因此，编写一本结合我国国情，全面、系统地讨论水资源开发利用的基本原理、方法和原则的教材，实属当务之急。

1988年10月水利部教育司，在南昌组织召开的管理类教材计划工作会议上，将《水资源开发利用》列入了大专教材出版计划。

本书是在南昌水利水电专科学校彭世蕃教授与王锋老师于1990年编写的《水资源开发利用》讲义的基础上，参阅近期新的资料与有关书籍编写提纲，征求有关院校、水利水电部门专家的意见，经过反复研究、讨论后编写的。

本书第一～三章由扬州大学水利学院陈梦玉编写，第四～八章由南昌水利水电高等专科学校王锋编写，全书由陈梦玉统稿，彭世蕃教授主审。

在编写过程中，得到了有关领导、专家们的大力支持与帮助：河海大学周之豪教授、江西工业大学胡振鹏教授仔细审阅了本书，并提出许多宝贵意见与建议。为本书提供参考资料、给以热情关心与支持的还有：麦家乡、曹友庆高级工程师，谢吉存、朱伯俊、郝兴汉、姜岳、汪翔、彭世彰副教授，沈佩君教授及曹伦成、孙银、李月素、孔令文等，在此一并表示感谢。

限于编者水平，书中错误与欠妥之处在所难免，敬请专家、读者们批评指正。

编 者

1995.10

目 录

前 言	
第一章 绪论	1
第一节 水资源	1
第二节 水资源的综合开发利用	6
第二章 洪涝防治	10
第一节 洪灾成因及防治	10
第二节 涝灾成因及防治	16
第三章 灌溉	21
第一节 灌溉用水及灌溉措施	21
第二节 灌溉水源及取水方式	28
第四章 城镇供水	35
第一节 用水量估算	35
第二节 供水水源	41
第五章 水能利用	45
第一节 水力发电系统	45
第二节 水能开发方式	50
第三节 水电站动能计算与水库调节	55
第六章 内河航运	62
第一节 通航标准的选择	62
第二节 航道工程	69
第七章 渔业	74
第一节 渔业资源及保护	74
第二节 水利渔业	78
第八章 旅游与环境保护	82
第一节 旅游	82
第二节 环境保护	87
主要参考文献	90

第一章 绪 论

水资源是人类不可缺少、无法替代的重要自然资源。尽管水资源能够循环、恢复,但对某地、某时而言,能供人类使用的水量是有限的。不少国家和地区已发生水荒,水资源已成为世界各国关注的重大问题。因此,必须将防洪、治涝、灌溉、供水、水力发电、航运、渔业、旅游等综合考虑,综合开发利用水资源,充分发挥其最大的经济和社会效益。

第一节 水 资 源

一、水资源

(一) 水资源的涵义与分类

水资源至今尚无一致公认的定义。综合国内外文献中的提法有以下几种:

《中国大百科全书》中,水资源为“地球表层可供人类利用的水,包括水量、水质、水能和热能资源”。

《中国农业百科全书》中,水资源为“可恢复和更新的淡水量”。

目前能为世界上多数科学家及学者所接受的普遍提法是:水资源为可以逐年恢复,且较容易被人类利用的地表、地下的淡水水源。

1988年7月施行的《中华人民共和国水法》第二条规定:水资源是指地表水和地下水。因此,本书所提水资源,将根据《水法》规定的涵义讨论水资源的开发利用。

但是,应当指出水资源的涵义,是与人类社会水平紧密联系的。随着时间的推移,人类社会对天然水的需求越大,获得天然水的技术可能性也会越高,水资源的范畴也将越广泛和增长。

水资源可从三方面进行分类:

从水资源所在位置分,有地表水资源;地下水资源。有时也可以行政区划、地点而命名,如城市水资源;某某省水资源等。

从水资源的更新周期分,有恢复更新周期长、而且极缓慢的永久储量的水资源;恢复更新周期短的(一般年内即可恢复)水资源。

从水资源的利用情况分,有水能资源;水运资源;旅游资源;淡水养殖资源;灌溉、供水水源等。

(二) 全球水资源

全球水的储量约有13.86亿 km^3 ,其中在3.61亿 km^2 面积的海洋中有13.38亿 km^3 的水量,占总水量的96.5%;在1.49亿 km^2 面积的陆地上有0.48亿 km^3 的水量,占总水量的3.5%。

全球水储量中的淡水只有0.35亿 km^3 ,占总水量的2.53%。在淡水中,只有0.1065亿 km^3 在河流、湖泊、土壤和浅层地下含水层中;其余淡水被固定在两极地带的冰盖和高山冰

川中，永久性的积雪、冻土以及深层地下水层中，目前不可能被利用。与人类生活、生产活动密切、可能利用的淡水水资源只有全球水储量的 0.3%。

全球水的分布很不均匀，各大洲水资源量相差很大。大洋洲的一些岛屿如新西兰、伊里安、塔斯马尼亚等，淡水最为丰富，年降水量几乎达 3000 mm；南美洲也较丰富，平均年降水量为 1600 mm；澳大利亚水资源最少，有 2/3 的面积为无永久性河流的荒漠、半荒漠地区，年降水量不到 300 mm。

70 年代世界上爆发“能源危机”后，联合国在阿根廷召开了第一次世界水资源会议，向世界发出全球将会出现影响广泛、深刻的“水资源危机”的警告。1981 年~1984 年非洲大陆出现了严重的水荒，近 20 多个国家约 5000 多万人受旱，100 万人因缺水 and 饥饿死亡。还估计本世纪末，世界上还有 50 多个国家将面临缺水的危机。联合国教科文组织把保护水资源，同与饥饿作斗争的问题摆在同等重要的位置。

(三) 我国水资源特点

1. 水资源并不丰富 我国国土面积占世界陆地面积的 6%，居世界第三位。在 960 万 km^2 的国土上，平均每年降水深为 648 mm（降水总量为 6.2 万亿 m^3 ），小于全球陆面平均降水深 800 mm，也小于亚洲陆面平均降水深 740 mm。在 6.2 万亿 m^3 的降水总量中，形成地面径流（包括地下水）约有 2.8 万亿 m^3 ，居世界第六位，但单位耕地面积水资源量约为世界的 3/4；人均水资源量约为世界人均水量的 1/4，是美国人均水资源量的 1/5，印尼的 1/7，加拿大的 1/50，日本的 1/2。我国水资源十分珍贵，尤其是人均占有水资源量极不丰富。

2. 水资源地区分布不均 我国季风气候特别明显。夏、秋季节，太平洋的东南风，带来大量雨水，由东南向西北方向移动；冬、春季节，受西伯利亚的内陆气候影响，干旱少雨，由西北向东南方向移动，形成我国水资源分布在东南多，西北少的特点：年平均降水深从东南的 1600~1800 mm，向西北逐渐减少到 200 mm 以下，致使西北和华北地区约有 45% 的面积处于干旱、半干旱地带，水资源明显稀少。

在全国 2.8 万亿 m^3 的年水资源总量中，长江流域占 34%；珠江占 16%；西南诸河占 30%；黄河占 2.4%；海河占 1.1%（详见表 1-1）。

表 1-1 中国分片水资源数量表

流域片	计算面积 (km^2)	年降水总量 (亿 m^3)	地表径流量 (亿 m^3)	地下水补给量 (亿 m^3)	重复计算量 (亿 m^3)	水资源总量 (亿 m^3)	产水系数	产水模数 (万 m^3/km^2)
黑龙江流域片	903418	4476	1165.9	430.7	244.8	1351.8	0.302	14.96
辽河流域片	345027	1901	487.0	194.2	104.5	576.7	0.303	16.71
海滦河流域片	318161	1781	287.8	265.1	131.8	421.1	0.236	13.24
黄河流域片	794712	3690.8	661.4	405.8	323.6	743.6	0.201	9.36
淮河流域片	329211	2830	741.3	393.1	173.4	961.0	0.340	29.19
长江流域片	1808500	19360	9513.0	2464.2	2363.8	9613.4	0.497	53.16
珠江流域片	580541	3967	4685.0	1115.5	1092.4	4708.1	0.525	81.08
浙闽台流域片	239803	4216	2557.0	613.1	578.4	2591.7	0.615	108.08
西南诸河片	851406	9346	5853.1	1543.8	1543.8	5853.1	0.626	68.75
内陆诸河片	3321713	5113	1063.7	819.7	682.7	1200.7	0.235	3.61

续表

流域片	计算面积 (km ²)	年降水总量 (亿 m ³)	地表径流量 (亿 m ³)	地下水补给量 (亿 m ³)	重复计算量 (亿 m ³)	水资源总量 (亿 m ³)	产水系数	产水模数 (万 m ³ /km ²)
额尔齐斯河	52730	208	100.0	42.5	39.3	103.2	0.496	19.57
小计								
北方六片 含额尔齐 斯河	6064972	19999.8	4507.1	2551.1	1700.1	5358.1	0.268	8.83
南方四片	3480350	41889	22608.1	5736.6	5578.4	22766.3	0.543	65.41
全国总计	9545322	61888.8	27115.2	8287.7	7278.5	28124.4	0.454	29.46

注 1. 本表根据原水利电力部水文局《中国水资源评价》1987年12月版表5-1与《中国农业百科全书·水利卷》第1015页表联合编制。

2. 各流域片包含范围, 详见《中国水资源评价》表5-1。

3. 水资源在年内、年际分布不均 我国南方各省的汛期, 一般在5~8月份, 降雨量占全年的60%~70%; 北方各省的汛期, 一般在6~9月份; 不少省的降雨量集中在7~8月份, 占全年降雨量的70%~80%; 冬春季节作物需水时, 却干旱少雨, 致使我国北方作物受到威胁。丰水年与枯水年的水量变化也很大, 南方河流一般相差2~3倍。河流愈小, 相差愈大; 北方河流丰、枯年的水量一般相差4~6倍, 高的可达10~20倍, 致使我国洪涝、干旱灾害频繁。

4. 水资源分布与人口、耕地的分布不协调 我国南方四片(长江、华南、东南、西南)耕地面积占全国的36%, 人口占54%, 水资源总量占全国的81%; 人均水量为4180 m³, 为全国人均水量的1.6倍; 每平方米耕地面积水量为6.19 m³, 为全国的2.3倍。其中西南诸河流域片水资源尤其丰富, 人烟稀少, 耕地少, 人均水量达38400 m³, 为全国人均水量的15倍; 每平方米耕地面积水量达32.68 m³, 为全国的12倍。

我国北方四片(东北、海滦河、黄河、淮河)总面积相当于南方四片的1/2, 水资源总量相当于南方四片的17%。其中海滦河流域, 人均水量只有430 m³, 为全国人均水量的16%; 每平方米耕地面积水量只有0.38 m³, 为全国的14%, 我国水、土资源的分布是很不平衡的。

5. 水资源分布具有雨热同期性 我国水资源在时间分布上具有雨热同期的突出优点: 每年五月以后, 气温持续上升, 6~8月, 大部分农作物进入高温生长季, 此时雨季来临, 为作物生长提供了热和水两个重要条件, 使我国劳动人民适时耕耘, 获取农业丰收。

二、水资源开发利用

(一) 水资源开发利用的涵义与目的

水资源开发利用, 是指通过各种措施(工程措施、非工程措施)对水资源从兴利和除害要求出发, 进行治理、控制、调节、保护、管理, 及流域间、地区间的调配, 使水资源在一定的时间、地点、按需、按量、按质地为国民经济各部门所利用。

水资源开发利用的目的, 是全面、科学地合理用水。为此, 水资源开发利用, 应掌握水资源的独特性; 充分考虑国民经济各部门用水的要求; 将两者有机地结合, 获取充分、综合利用水资源的最大效益。

（二）我国水资源开发利用

我国自有文字记载以来，便有了关于水的开发利用的记载。历代著名工程有期思云娄灌区；安徽芍陂蓄水灌溉工程；河北漳水灌溉工程；四川灌县的都江堰；陕西关中的郑国渠；广西兴安县的灵渠航运工程；始于春秋、元代全线开通的南北大运河；浙江沿海的海塘工程等。这些工程不仅对当时的灌溉、排涝、航运、防洪、发展经济起了重要的作用，而且至今仍在发挥巨大的工程效益。此外，利用江湖水域开展水产养殖；开发“桂林山水甲天下”，“上有天堂、下有苏杭”等诱人旅游区，都与水资源紧密相连，且是古已有之。可见我国在治洪、开发灌溉、航运、供水、水产养殖、旅游等水资源利用上，源远流长，不仅有悠久的历史，丰富的经验，并且历代统治者都把发展水利作为发展生产、安定社会的重要措施，中国的水利事业不断得到发展。

但在军阀混战、列强入侵、政治上腐败、经济上贫穷的反动统治时期，水利处于停滞状态。后遭日本侵略时，水利工程不仅没有发展，且年久失修。1949年，全国大型水库只有6座；长4.2万km的主要江河防洪堤，残缺不全，标准很低；灌溉面积为1600.8亿m²；内河通航里程为7.3万km，其中轮船航道为2.4万km；水电装机容量54万kW（含台湾18.45万kW），年发电量12亿kW·h；水土流失面积达150万km²，其中最严重的是黄土高原，水土流失面积达43万km²。水利工程处于破烂不堪的境地。

新中国成立后，水利事业进入新的发展时期：建设了一大批水库工程，1989年止，全国大型水库已有330座；中型水库2700多座，有效地控制了洪水，增加了枯水期的水量；兴建、加固江、河堤防17万km，主要江河都得到了不同程度的治理，扭转了黄河过去经常决口的险恶局面，基本改变了淮河的“大雨大灾、小雨小灾，无雨旱灾”的多灾现象。减轻了海河过去的洪、涝、旱、碱灾害的严重威胁；机电排灌动力，从建国初的6.7万kW，发展到5000多万kW，全国1000.5亿m²低洼易涝耕地，有2/3进行了初步治理；盐碱耕地也有半数以上进行了不同程度的改良；灌溉面积发展到4669亿m²，其中喷灌面积已发展到667000万m²，滴灌面积达到10005万m²；开发了许多大型灌区，出现了许多宏伟的农水工程——能抽引400m³/s流量的江苏江都排灌站，泵径5.7m的江苏皂河泵站，总扬程高达700m以上的甘肃省景泰川抽水站等。还兴建了规模巨大的引黄济津、引滦济津等调水工程，更大的南水北调东线工程已准备施工；内河航道里程已达10.78万km，货运量比解放初提高了10倍以上；至1988年底水电装机容量达3270万kW，年发电量为1092亿kW·h，水电装机容量和年发电量已分别上升为世界第六位和第八位；1988年止治理水土流失面积44万km²，黄土高原水土流失面积已治理了10万km²。水利作为国民经济基础产业，水电作为基本能源之一，已发挥了显著的作用，为满足大规模经济建设的需要，已经重视河流梯级开发和综合利用，并以黄河为代表进行全面规划和开发；在水资源开发利用的规划、可行性研究、设计、施工、管理、科研等方面都积累了丰富的经验，步入了世界的先进行列，为今后水资源的综合开发利用打下了坚实的基础。

（三）我国水资源开发利用存在的问题

1. 洪灾仍威胁国民经济的发展 目前我国主要江河的防洪标准一般是10~20年一遇，有的只相当于5~10年一遇，与所保护地区的重要性很不相称；相当多的河流基本上没有防洪措施；结合非工程防洪措施综合治理还刚刚起步；许多河道管理不善；盲目堵口、

围湖、建套堤、设码头等以致造成阻水，人为地降低了河道行洪能力，据统计平均每年仍有 667 亿 m^3 农田面积受洪涝灾害。1991 年江苏持续数月普降大雨，与长江洪峰相遇，内涝、外洪，淹没了号称“银行”的苏南片及“粮仓”的苏北片。同时安徽、湖北等省区也遭受了洪涝灾害的威胁，国家和人民的财产受到严重的损失。

2. 北方、沿海城市及地区水资源短缺 海河流域在 70 年代、80 年代初发生两次连续 2~4 年的干旱；华北地区如北京、天津、邢台、邯郸等大中城市缺水现象日趋严重；据城建部门 1982 年对 236 个城市进行的调查，有 80% 的城市缺水，主要集中在北方。14 个沿海开放城市的水源与对外开放地位不相适应；许多地方因水源短缺，强化开采地下水，使大范围地下水位持续下降，造成地面沉降、海水入侵；此外，祖国边远山区近 5000 万人、4000 万头牲畜的旱季饮水困难尚未完全解决。

3. 工程效益衰退 现有农田水利工程标准低、配套不全；工程年久失修，管理不善；1991 年以前，由于管理不善，基本建设占用耕地，城市、工矿用水占用农业用水源，农田基本建设不仅没有发展，农业用水受到影响，原有工程效益不断衰退。据统计，每年农田灌溉面积约减少 333500 万 m^2 ，与农业要求不相适应。同时，灌溉技术落后，灌溉系统有效利用系数仅有 0.1~0.5。加之目前水费偏低，用水管理不善，水资源严重浪费。

4. 水资源综合利用不充分 水运资源与旅游的优势未很好发挥；整治航道方面仍处在疏浚、除险阶段，渠化程度低；许多水库未建水上公园，未开发赛艇、划船、游泳等水上活动。

水能资源开发利用程度低；至 1986 年，水能资源开发程度仅占 4.9%，水电仅占能源消费量的 1.8%，占电力工业中的 22.5%，发展速度落后于国民经济的发展。水产资源尚待克服不利因素；渔政立法未健全，深水捕捞等技术措施待解决。

5. 水污染日益严重 据统计：1970 年全国污水排放量 150 亿 m^3 ，1983 年污水排放量 309 亿 m^3 ，1985 年排放量 342 亿 m^3 ，1988 年为 369 亿 m^3 。排污量不断增加，95% 以上未经处理直排江河或渗入地下。在全国 430 多个城市的调查中，有 90% 以上的水体受到不同程度的污染，不仅加剧了水资源的供需矛盾，而且恶化了环境，造成一定的经济损失。

6. 水土流失严重 由于忽视了生物措施，植被破坏，水土流失面积已扩大到 150 万 km^2 。黄河泥沙量比解放前增加一倍，平均每年泥沙流失量高达 16 亿 t。近几年，长江流域土壤冲失量年平均高达 24 亿 t，每年有 4.3 亿 m^3 泥沙汇入长江，长江流域水土流失面积达 36 万 km^2 。为流域面积的 1/5，入海泥沙量近 5 亿 t，专家们呼吁，警惕长江变成“第二条黄河”。

三、本课程的任务

(一) 本课程的性质与任务

“水资源开发利用”是一门综合性学科。其主要特点是把自然科学、社会科学等几方面结合起来，全面考虑技术、经济、社会、环境等因素，去分析解决某一地区水资源开发利用问题，以合理开发充分利用、保护水资源，防治水害、充分发挥水资源的综合效益。因此，本课程是水利水电管理类专业的基础课；也可作为其他水利专业、环保专业等的选修课。

本课程的任务是使学生掌握“水资源开发利用”的基本概念、基本原理、基本方法和

原则。从而具有一定的水资源开发利用知识；具有一定的合理开发、合理利用水资源，保护、管理水资源的基本技能。

（二）本课程与其他课程的联系及基本要求

本课程牵涉“水利工程概论”、“水利水能规划”、“灌溉与排水”、“渔业养殖”等多门学科。

有关工程结构、设计原理与方法、构造等知识在“水利工程概论”中讲述；灌溉排涝渠系的规划、设计在“灌溉与排水”中讲述；鱼类的基本知识在“渔业养殖”中讲述；本课程不再重复。

本课程的基本要求是：

- （1）理解水资源的基本概念与特点；
- （2）了解水资源开发利用中各用水部门间的关系与矛盾；
- （3）掌握水资源开发利用的基本概念、原理、方法与原则。

第二节 水资源的综合开发利用

一、综合开发利用的必然性与可能性

（一）必然性

水是资源的范畴，也是生态环境的范畴；水资源是生活资料，也是生产资料；是人类生命、工农业生产及良性循环等离不开、无法替代的自然资源；在各种自然资源中，水资源最突出的特征是具有循环性，而且永久地循环着，水资源总量不会变化。

随着科学的进步、社会的发展，人口增加，人类生活、工农业等各方面对水的数量、质量要求日益提高；同时，因管理不善，城市的发展，污染情况日趋严重，使水资源可用量相对减少。水资源开发利用与人口、环境、生态的密切关系，及其在国民经济中的重要地位，受到普遍重视，对水资源开发利用提出更高的要求。

《水法》第十一条规定：开发利用水资源和防治水害，应当按流域或区域进行统一规划。规划分为综合规划和专业规划。……综合规划应当与国土规划相协调，兼顾各地区，各行业的需要。

目前水资源开发利用已经从“以单一目标开发，以需定供的自取阶段”，进入了“以供定需的合理规划、综合利用、重视水质控制的科学用水、管水的多目标开发阶段”。由利用地表水发展到地表水和地下水联合调配；由水量控制发展到水质控制；由单纯的经济观点发展到经济、社会、环境等多因素的综合分析。可见，在进行水资源防治水害的同时，结合考虑灌溉、供水、水力发电、航运、渔业、旅游等方面的综合开发利用，充分发挥水源的综合效益，是必然的。

（二）可能性

近年来，水资源的数量和质量已成为地区开发与经济发展的主要制约条件。我国水资源有限，但至今开发力度程度也还有限；我国水资源开发利用中存在的问题已引起国家领导部门的重视并组织有关专家研究，提出了结合我国国情的水资源综合开发利用的有关对策：重视水土保持工作，开展荒山造林；对现有水利工程进行更新改造；保护环境，节约

用水,减少污染,加强水资源的保护和管理;协调城市工业与农村农业的发展,进行计划用水,统筹安排取水、输水、配水、管水及处理水的系统措施;增加投入,强化水资源开发利用的前期工作,讲究综合效益;完善法制,进行科普教育,提高人口素质等;并制定了实施计划。加之我国水资源开发利用具有悠久的历史,丰富的经验;当今的运筹学理论、电子先进技术也已在水资源开发利用中推广、运用;我国有安定的社会环境、优越的社会制度,为水资源综合开发利用的可能性创造了良好的条件。

二、用水部门间的矛盾与协调

(一) 用水部门的分类

水资源是国家宝贵的财富,它有多方面的使用价值。然而,水资源也会给人类带来灾害,有时还是毁灭性的灾害。水资源利、害于人类的两重性,在我国表现得还较突出。因此,在水资源的综合开发利用中,除害是兴利的保证。一般说,通过合理安排、综合治理,这两方面不仅是统一的,也是可能协调一致的。

但是,水资源的综合开发利用,具体执行时是比较复杂的。在水资源开发利用中,按其对水的影响可分为三大类:

1. 耗水部门 耗水部门的主要特点是将水当作物质加以耗用。如城市工业供水、生活供水、农业灌溉等部门。

2. 需水部门 需水部门的特点是将水当作媒介加以利用,一般情况下被利用的水不会发生明显的变化。如水力发电、航运、渔业、旅游等部门。

3. 利水部门 利水部门的特点是通过工程、非工程措施,治理水害、转害为利、改善水情与水质。如防洪、治涝、水土保持、土壤改良、污水净化等部门。

(二) 用水部门间的矛盾

由于各部门自身的特点,对水资源开发利用的要求与方式各不相同。如供水、灌溉部门,不仅需要消耗大量的水量,对水质、水温、供水时间等方面也有一定的要求;水力发电部门,只是利用水能,对水头和流量提出一定的要求;航运是利用水的浮力,对水体、水情、流速有一定的要求;渔业和旅游部门都是利用水面面积,对水体空间、水环境等有一定的要求。这一切给水资源的综合开发利用,提供了可能与必要性,同时也带来了错综复杂性。各部门对水资源的不同要求,往往成为相互间的矛盾和制约因素;加之认识上的局限性、片面性、目光短浅的局部利益的干扰等,人为地造成各用水部门间的矛盾,给水资源的综合开发利用增加了困难。如不少拦河闸坝忽视了过鱼、过船、过木的要求;不少兴利水库未兼顾下游防洪需要;水力发电工程未认真考虑灌溉要求;航运或灌溉工程没有结合发电;不少工程未认真考虑环境保护、生态平衡及旅游,未充分利用水资源;客观上,由于水资源量分布不均,也使各个地区及部门存在不可避免的矛盾。如淮河上、中游随着工农业的不断发展,一般年份需要大量耗水,为满足需要,兴建了许多闸坝,以致下泄水量很少,下游灌溉用水受到制约;疏浚河道有利于防洪、排涝、航运,但降低了地下水;水库兴建时,原可使上游成为良好的航道,但因泥沙淤积库底,可能使库前河底形成新的浅滩,枯水时,库水位下降,影响上游航运;为了综合利用,结合水电站的水库滞洪,汛期要求腾空水库,却降低了水电站的水头,影响发电等等。这些矛盾不妥善解决,会造成不应有的损失。

（三）协调用水矛盾的原则

研究水资源的综合开发利用，应以整个国民经济建设计划为基础；必须重视分析各部门间的用水矛盾，正确认识客观规律，树立全局观点，将局部与整体利益相结合；一个流域内要协调上下游、左右岸、干支流，各用户的取水、用水矛盾，既满足地区的合理需要，又须使水资源得到合理的开发利用，取得最大的总体效益；对国民经济各部门的用水要求应该统筹兼顾；将地表水和地下水统一开发运用；近期和远期开发相结合，既要综合解决国民经济各部门当前迫切的要求，又要满足远景发展的需要；根据各流域的实际情况，合理计算可利用的地表和地下水资源的数量，确定经济合理的可供水量，并且选择适合本流域、本地区具体条件的开发利用方式与工程技术措施。对每一水利工程，究竟应该具备哪几个开发目标，它们间的关系如何，应根据当地具体情况，通过不同方案的分析后才能确定，以使用最少的人力、物力、财力消耗，获取最充分、合理地利用水资源的最大综合效益。

一般情况下，统筹兼顾的基本原则是“先用后耗”。如先发电、后灌溉；力求做到“一水多用，一库多用”。如水库防洪与兴利库容结合使用；一定的水量既用于发电或航运，又用于灌溉或工业、生活供水；同时考虑渔业、旅游、环保等问题，进行全面规划、综合开发、综合治理、综合利用与综合平衡。

因此，水资源的综合利用，不是简单地相加，而是有机地结合，综合满足各方面的要求。协调各部门相互间的矛盾。当矛盾无法通过技术措施完全协调时，应按国家的需要，在集中领导下，分析各部门要求任务的主次，因地制宜、保证重点，必要时牺牲某些局部利益，以获取最大的社会、经济、环境的综合效益。同时，必须遵循国家在一定时期内确定的建设目标、战略重点、步骤和一系列方针政策。认真进行水资源规划的同时，加强对水资源的保护和管理。总之，在协调、处理各部门间用水矛盾中，不仅要有工程观点，经济观点，生态观点，还要注意环境问题。将开发、利用、保护、管理水资源统一考虑，整体规划，才能很好地指导水资源的综合开发利用，达到协调解决矛盾的预期目的。

三、水资源保护

水资源保护，是指根据水资源特点和水环境现状，研究其评价方法，通过各种措施和途径，使水资源量不致浪费，水资源质不致污染，以保证水资源的综合开发利用。

发达国家，已制定了保护水资源的有关法规，立法明文规定水资源开发利用的程序及要求等。许多国家注意用水量与水质污染预测，事先提出对策；对水资源污染控制已由控制点污染及其有机负荷，转向控制非点源的营养物质、有毒物质及酸雨的研究；运用系统工程统一选取水工程措施与污染处理措施的最优组合方案。许多国家已把水、土资源的统一保护与管理提到区域、城市战略问题来认识；把流域内的水资源规划、土地利用规划与环境规划有机地结合起来，组成一个整体，力求以最小的投资，获取最大的经济、社会、环境效益。

我国水资源保护的主要关键有以下方面：

（一）节约用水

我国水的浪费程度远远超过世界上很多国家，同经济发达国家相比，我国单位产品耗水量高出 5~10 倍；工业用水的循环利用率平均不到 20%，是发达国家的 1/3；农业用水

浪费最大。因此，工业中如何降低耗水量，提高循环利用率及农业中的节水措施问题已引起社会的关注。同时，还须合理制定水价，以经济手段减少水的浪费。

（二）水土保持

水土保持是关系子孙后代幸福的大事。1981年四川遭受的特大洪水，主要是因长江上游森林严重破坏，水土流失严重所致。森林和水库一样，能起调蓄水分的作用，因此森林往往被人们称为“绿色的水库”。注意生物措施，开展荒山造林，有计划地退耕还林，是对我国国土资源保护的有效措施。

（三）防止水污染

我国河流的天然水质是比较好的，河水的矿化度及总硬度都较低。随着工农业生产的迅速发展，经济发达，农村大量使用农药，人为的污染水源、恶化水质已趋严重。80年代初，对全国9.2万km的重点河段（2774个断面，874条河，34个湖泊，111个水库）进行评价的结果表明：符合饮用水要求的占总河长33.6%；符合地面水卫生标准的占67.8%；不能用于农业灌溉的占10.9%；有毒物质超过排放标准的严重污染段占5.7%。水质恶化加剧了水资源的供需矛盾，使工农业供水水质得不到保证；还会破坏生态平衡；危及人体健康，必须引起重视。

从以防止水污染为重点，水资源保护中应做以下主要工作：水质监测，水质调查与评价，水质预测预报，水质规划，水质管理及立法等。

综上所述，水资源保护与城市发展、人口增长、工农业发展密切相关。水资源保护工作，在水资源开发利用中占有十分重要的地位，也是关系全社会的重要大事。务必在开发利用水资源的同时，保护水资源。

第二章 洪 涝 防 治

水害与水利是水资源具有的二重性。开发利用水资源,应当服从防治水害的总体安排,实行兴利与除害相结合的原则。

洪涝灾害历来是我国的主要灾害,常给人类的生活、生产带来损失与灾难。因此,探讨研究洪涝成因与防治,努力减少水害损失,尽可能扩大造福兴利,是水资源开发利用中的重要课题之一。

第一节 洪灾成因及防治

一、洪灾成因

(一) 洪灾类型

洪水是必然发生的客观现象。按发生洪水的地区分:有江河洪水;湖泊洪水;海潮洪水等。按形成洪水的原因分:有暴雨洪水;融雪洪水;冰凌洪水;山洪;溃坝洪水等。所谓洪水是指较短时间内,发生水位明显上升的大流量的水流,往往来势凶猛、具有很大的破坏力,一旦漫溢、溃决便造成了洪灾。因此,洪灾是常见的、对人类危害巨大的自然灾害之一。通常有以下几种类型:

1. 江河洪水泛滥 江河洪水泛滥灾害,多发生在各大江河的中、下游平原地区。如长江中下游、黄淮海平原、东北三江平原、珠江三角洲等地。这些地区地势低平,易受水淹,沿岸良田肥沃、人口密集、工农业发达,一旦洪水泛滥涉及面广、影响范围大,损失严重,是我国防洪重点

2. 山洪暴发 山洪暴发成灾,多发生在江河上游的山谷地带。如云南山区时有发生;1981年四川洪水灾害就是这种类型。山区地势陡峻,雨后汇流集中,水势迅猛,冲击力大,若地表覆盖差,蓄水保土能力低,破坏性就更大。

3. 泥石流 泥石流是山区特殊水流,挟带大量淤泥、泥球、砂石块等,借洪水为动力,顺势从坡陡的沟谷上游,混流而下至沟口,泥石流盖地,冲毁村庄成灾。多发生在砂石多且地质较松的北方山区,南方局部山区也可能发生。

4. 砂石压田 砂石压田成灾,主要指江河洪水泛滥后,洪水虽退,但留下一片“沙洲”压盖田地;山洪暴发后,尤其是泥石流发生后,都会造成砂石压地的灾害。这种灾害发生后,恢复期很长,有时甚至难以恢复。

5. 冰凌灾害 冰川融雪、冰坝、冰塞等都会成灾。多发生在北方地区,严冬河面封冻,大地回春时,上下游河面解冻不一,可能有大块冰凌顺流而下,在某河段冲毁堤岸、建筑物而造成灾害。

(二) 洪灾成因

形成洪灾的原因很多。从广义方面看,可归纳为自然因素与人类活动因素两大方面。从狭义方面看,不外乎是来水量太快、太大,排泄量不足或不畅所致。

1. 自然因素 形成洪灾的自然因素有水文气象、地形地势、地表覆盖及地质等。其中水文气象是主要的因素。

我国江河的汛期以伏汛、秋汛最大,这两个汛期互相连接,称为伏秋大汛,简称大汛。虽然各大江大河汛期不尽相同,但其汛期范围都在5~9月之间,并且多在夏季。而各地降水最大强度也多发生在夏季,往往一个月的降水量可达全年降水量的 $1/4 \sim 1/2$,甚至一个月的降水量几乎由几次大的降水过程所决定,这种现象在华北地区尤其明显。如1963年海河流域大面积降雨,最大一天降雨深865 mm,超过当地年平均降雨量,造成灾害。我国东南沿海地区,降水最大强度常与台风有关,江淮一带梅雨季节常会出现台风暴雨或特大暴雨。如1954年长江流域梅雨季,大范围持续特大暴雨,同遇淮河洪水并涨,致使江淮地区遭受重大洪灾;1975年8月7日,强台风在我国登陆,深入到河南林庄一带,出现了24小时降雨深1060 mm的特大暴雨,造成损失极大的洪灾。此外,因洪峰高,洪量大,河道中洪峰水位超过相应河段堤防防御标准;或者洪水来量超过河道的容泄能力时,都将造成洪水泛滥灾害。江河下游、尤其是冲积平原,若遇邻河洪水不能归槽(历史上的黄水夺淮)将致洪灾。平原圩区遇暴雨或连续降雨,沿岸低洼地区排水不畅,若在江河汛期、或上下游同降大雨,圩内外水位均高,将造成先涝后洪灾害。

在江河上游的某些山区、沟谷,降暴雨时冲刷厉害,水土严重流失,易发生山洪、泥石流、砂石压田等灾害。

冰凌灾害的成因,主要由于北方河流,由低纬度向高纬度流动的河段上,下游封冻早,冰盖层厚,封冻历时长,解冻晚;上游因纬度较低,情况与下游相反。当上游河段气温升高,流量加大,水位上升时,上游来水与槽蓄水量携带破裂冰盖向下游流动,可能在下游处于封冻状态的河段上形成冰坝,或在下游狭窄、弯曲的河段处形成冰塞等。当冰坝、冰塞发展到一定规模,承受不了上游的冰、水压力时,则会溃决,造成冰凌灾害。可见,冰塞、冰坝是产生凌汛威胁的根本原因。凌汛是河道中冻凌对水流阻力作用而引起的涨水现象。一次黄河凌汛,凌峰流量为伏汛的 $1/5$,但相应水位却高出伏汛水位1.55 m,给防汛安全带来严重威胁。

2. 人类活动因素 形成洪灾的人类活动因素,是指人类在大自然中生活、利用、改造大自然的同时,自觉不自觉地影响、甚至破坏了大自然,以致促使洪灾的形成。如水土流失是水从高向低冲蚀山坡、沟谷等的自然过程,是必然发生的现象。但由于人类活动的影响,往往加速了这一过程,甚至使这一过程进行得比较激烈;人类为了自己的暂时需要、无计划地开垦荒地、放牧破坏植被;无计划地开发森林,乱伐树木;由于管理不善,造成森林火灾等,以致气候失调,水土流失,水流含沙量不断增加,河漫滩沼泽化、某些河段形成浅滩沙洲,河床逐渐淤高,泄水能力逐渐降低,促使洪灾的发生。又如人类在开发利用水资源中,缺乏科学的规划与管理,或者布置、设计、施工不当等,都会影响甚至破坏大自然的发展规律,人为地造成比自然情况下大许多倍的洪灾损失。

洪灾的发生,破坏了正常的社会生活和生产秩序,严重影响人民生命的安全,我国是一个多洪灾的国家,与洪水的斗争仍将是一项长期而艰巨的任务。

二、洪灾防治

防御洪灾所采取的各种手段和方法，一般可分为工程措施和非工程措施两大类。

(一) 工程措施

防洪工程措施是采取修建各种工程，用以防御洪水灾害，减免洪灾损失，或提高防洪标准的办法。如修筑堤防，河道整治，开挖减河，分洪、滞蓄，水库工程及水土保持等。

1. 堤防工程 堤防工程是我国常见的防洪工程措施之一。指在平原、低洼地区；地势平坦，洪水位高于地面高程的地区；及沿江、河、湖、海等岸边，修筑堤防，保护受洪水威胁范围内的城镇、村庄、农田、工矿等，使在一定洪水标准情况下，防止洪水泛滥，不受洪水淹没的侵害。如海堤、江堤、河堤、湖堤、保护城镇的圈堤、滞洪区的圈堤、湖洼地区的圩堤等工程。

堤防工程一般是土堤，也有圉工堤、混凝土挡墙等。土堤是常见的一种，修筑土堤可就地取土，加高培厚也较方便，但土堤堤顶不能漫溢水流。由于堤线较长，堤防的工程量大，维护管理及防汛工作量也大，因堤防工程简单，对洪量大、历时的洪水，采用堤防工程进行防洪相当有效。对于多沙河流，河床淤积严重的河段堤防必须严加维护与管理。

2. 河道整治 河道整治是提高河道宣泄能力的措施之一。包括浚深筑堤，拓宽河槽，裁弯取直，整修河工建筑物等。

天然河道往往难以满足泄洪要求，需进行整治、改造。如河床高、滩地宽、杂草丛生的河道，一般通过浚深，并利用开挖土方培厚、加高堤防的办法，达到扩大泄洪断面，稳定主流的目的；如河床狭窄，滩地不宽的河道，无法采用浚深、筑堤满足泄洪要求时，可通过拓宽河槽的办法解决。拓宽时一般利用一侧老堤，新建另一侧堤的做法，以节省土方量，减少拆迁工作量；如河道蜿蜒曲折，泄洪不畅，可通过裁弯取直的办法整治河道。裁弯取直时，应在平面图上正确定线，使取直段与原河道上下游段轴线衔接平顺，以防上下游的冲刷和淤积。裁弯取直工程，是整治蜿蜒型河道的有效措施，不仅利于宣泄洪水，还利于航运及发展工农业生产；如河道太宽，水流分散，易沉积泥沙、妨碍泄洪时，可通过整修一系列河工建筑物的办法，使河道保持一定的流速、流向、及稳定规则的断面。常用的整修河工建筑物有顺坝、丁坝、潜坝等。

3. 开挖减河 为扩大泄洪出路，减少干流下游河段的流量，而另开的新河称为减河。当地形及泄洪条件较好时，可考虑采用。其作用与分洪工程相同，因此，在减河分水口处，一般建有分洪闸，如图 2-1 所示。

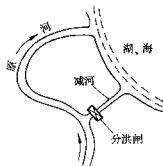


图 2-1 减河分水口及分洪闸位置示意图

4. 分、滞洪工程 所谓分洪是把河道容纳不下的洪水，分往附近的其它河流、湖泊、分洪区。规划分洪工程、选择分洪地点时，必须进行经济比较，并将分洪与垦殖相结合，即分洪区内平时照常进行农、牧生产，使分洪区既调节洪水，又少占耕地，为此，分洪区往往又称蓄洪垦殖区。分洪工程的建筑物有分洪闸、分洪道、泄洪闸、分洪区圈堤等。其主要作用是调整径流，降低下游洪峰，减轻下游城市、工矿、农业区等被淹的危险与灾害。分洪区内的洪水，一般通过新开河流入湖、海和其他河流。可见，减河也是分洪道的类型之一。