

# 第一章 水利·生存·发展

水是生命之源，没有水就没有生命，也就没有丰富多彩的世界。水既是社会经济发展必不可少的珍贵的自然资源，又是生态环境的重要组成部分和最活跃的因素。早在远古时代，人类在长期的实践中就体会到水与人的关系，看到水既为人类生活提供了必要的条件，同时洪水泛滥也常带来灾害，危及人的生存和发展，因而懂得既要取水之利，又要避水之害，逐渐形成了水利的概念，发展了水利事业。水利为人类的发展和社会进步做出了不可磨灭的贡献，但随着人口的增加和社会经济的发展，人们对水的索取越来越多，对自然的干预也越来越大，曾因此出现过许多失误，不少地方生态环境日趋恶化，已威胁到社会的生存和发展。到 20 世纪下半叶，工业社会快速发展向人们提出了如何处理人口、资源和环境的重大议题，于 20 世纪 90 年代提出了可持续发展的战略。在世纪之交的历史时刻，我们回顾过去，展望未来，认识到进一步确立人与自然和谐相处的思想，据以指导今后的水事活动，对于社会经济的可持续发展，有非常深远的意义。

## 第一节 水与人类生存和社会进步

### 一、水与人类生存

人类生存离不开水。人体本身的成分大部分是水，人的生命过程也都是在水的参与下进行的。人类食物的生成也都要水，没有水就没有粮食、蔬菜、肉食，而没有食物，人的生命就不能继续。水同阳光、空气、土地一样，既是人类生存环境的基本组成部分，是大气中氧气的来源，又是自然界热容量最大的物质，能吸收大量的热，散热过程也很缓慢。占地球表面  $3/4$  的海洋是一个巨大的调温器，使全世界特别是临近海洋地区的气候趋于温和，对于形成适宜于人类生存的气候环境有非常重要的作用。另一方面，水也是大自然施加给人类种种灾难的因素之一。频繁发生的洪涝灾害，由水引起的泥石流、滑坡等地质灾害，以及与水有关的疾病等等，给人类生存造成很大的威胁，人类一直是在与这些灾害作斗争中生存和发展的。

## 二、水与社会进步和经济发展

水是人类社会进步和经济发展的最基本的条件之一。纵观几千年来我国乃至世界社会发展的历史，人类从渔猎社会、游牧社会发展到农业社会、工业社会，每一个进步都是在扩大对水的利用和对水害不断抗争的情况下取得的。在渔猎社会和游牧社会时代，人们对水的需求基本上只是维持生存的饮用水，用量很少，对洪水灾害主要是躲避，居住地点尽量选在洪水淹不到的自然高地上。进入农业社会后，除生活饮用水外，增加了作物需水，驯养牲畜、家禽和一些手工业生产用水。世界四大文明古国埃及、印度、巴比伦和中国都是在发展灌溉和与洪水作斗争中随着生产发展而孕育了灿烂的文明。在中华民族五千年的历史中，水利占有特别重要的地位和作用。兴修水利推动了社会的繁荣昌盛，而水旱连年、大灾大难又常引发社会的动乱。中国历史上是一个以农业为主的国家，直到新中国建立之初，防治水旱灾害，发展农田灌溉，仍是水利建设的主要任务。但中国和世界各国的经验也说明，在进入工业社会的过程中，水利对社会经济的涉及面大为扩展，涉及的内涵也更加复杂。大量工业产品本身要水，工业生产过程中的洗涤、冷却、理化反应、动力提供等都需要大量的水，并且要求供水保证率很高。与工业孪生的城市化发展，增加了城市生活用水、商业及服务行业用水、环境用水。农业为提供人们的粮食、肉食、蔬菜以及工业原料等用水也大量增加。在世界用水总量中，工业用水虽然不占主要份额，但比重越来越大。据粗略统计，1900年全世界工业用水量约300亿 $m^3$ ，占当年全世界总用水量的7.5%；到1975年全世界工业用水量达到6330亿 $m^3$ ，占当年总用水量的22%。在这75年中，人口增加了2.5倍，工业用水增长了21倍，而同期全世界居民生活用水和农业用水分别只增长了7.5倍和6倍。在社会财富日益增加，人民生活水平不断提高的今天，防洪减灾也提到比过去更为重要的位置。当代水利已成为社会经济的命脉，是国民经济的基础产业，对社会进步和经济发展以及维护生态环境的重要性比过去任何发展阶段更加突出了。

20世纪是历史上人口增长、资源开发利用最快的100年，世界人口从16亿增加到60亿，水资源和其他资源被大量开发利用，而环境状况则在有利和不利两方面都有所发展。新中国成立50年来，以占世界10%的耕地养活占世界22%的人口，水利功不可没。但由于对水利与生态环境的密切关系认识不足，对干预自然的行为可能产生的负面影响没有考虑或考虑得不够，不少地方取水过量，造成河湖萎缩、地下水位下降；无节制地与洪水争地，加剧了洪水威胁；只灌不排，导致土地盐渍化；陡坡开荒，造成水土流失；废污水大量排放和化肥农药使用不当，造成水体污染。近二三十年来，我国在环境方面的问题日益突出，

已经严重影响经济发展和人民生活。人们逐渐认识到加强对水环境与人类社会经济发展关系研究的重大意义，要使人类活动符合客观规律，做到人与自然的和谐相处，还需要努力探索和实践，进行大量的工作。

### 三、可持续发展战略

“可持续发展”的思想是人类对地球生态系统的认识不断深化的过程中逐步形成的，其中心是对自然的保护。中国古代就有这种自然保护的思想。在春秋战国时期，就有维持鸟兽鱼鳖繁衍的思想和封山育林定期开禁的法令。18世纪英国经济学家马尔萨斯就把人口与生存环境联系起来进行理性思考。第二次世界大战以来的半个世纪中，世界经济出现前所未有的快速增长势头，人口、资源、环境之间的矛盾日益突出。联合国1972年召开了第一次世界环境会议，首次将环境问题提到国际议事日程上，1983年联合国第38届大会专门成立了“世界环境与发展委员会”。这个委员会于1987年向联合国大会提出了题为《我们共同的未来》的报告，阐述了可持续发展的概念以及一系列政策目标和行动建议，并列入1992年联合国环境与发展大会通过的《21世纪议程》，作为世界各国共同遵循的指导思想。《我们共同的未来》将可持续发展表述为“既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展”。

世界各国社会经济条件千差万别，人们对于可持续发展的概念和内涵有各自的理解和阐述。但是，贯彻可持续发展思想，就绝不能维持以资源高消耗和粗放经营的生产体系和生活资料高消费的生活体系构成的传统发展模式，这已成为多数专家的共识。

中国水利如何贯彻可持续发展的战略，我们有以下认识：

(1) 可持续发展的主题是发展，在中国这样的发展中国家尤其如此。只有发展才能为发展中国家提供解决贫富悬殊、人口增长和生态环境恶化的经济基础。中国水利事业贯彻可持续发展战略就是要持续增强防治洪涝灾害的能力、为干旱缺水地区开发利用水资源、开展水资源的综合利用、不断改善水环境，使之成为促进国家全面发展的基础设施。

(2) 社会经济的可持续发展要同水资源和水环境的承载能力相协调。水资源开发利用要强调合理性，既要研究不同地区水资源的特性、可利用数量和开发条件，又要按照集约经营的原则和技术经济水平可以达到的节约用水标准，综合研究工农业生产、城乡人民生活以及环境需水要求。在水资源短缺地区，应该以供定需，按可开发利用的水资源量，对社会经济的发展规划进行反馈。

水环境关系社会和经济、人类活动和自然演变等复杂的因素。保护和改善

水环境要防止人口递增和经济建设对水环境造成的人为破坏，根本途径是要改变许多农业国家在工业化过程中以牺牲环境为代价的传统发展模式，对工农业生产实行从粗放经营到集约经营的根本转变；同时要实施环境工程，遏止一些地方水环境恶化的趋势，使之尽快向好的方向发展。

(3) 可持续发展把环境建设作为发展的任务，也作为衡量发展质量的一项客观标准。水环境和水资源保护是水利可持续发展的基础。中国人口众多，许多地方生态环境脆弱，水资源短缺，不严格保护水环境和水资源，就不能实现水利的可持续发展。水环境和水资源保护可视为水利可持续发展与传统发展的分水岭。

(4) 可持续发展提出了公平性原则。江河治理和水资源的开发利用，不能只顾一时一地的要求，而应兼顾当前和未来以及后代的利益，兼顾上下游、左右岸的利益，兼顾综合利用各部门的效益，兼顾经济、社会 and 环境的效益。

(5) 可持续发展要有持续性。一个地区水资源是可再生的资源，多年平均的总量大体上是一个常数，但在年际和年内存在着变差，在某些河流或地区甚至会出现连续多年的丰枯，变差很大。因此，应根据合理的保证率，确定可利用的水资源量，以维持其持续性。水利工程都有使用寿命的年限，但加强管理维修改造可以延长利用年限。江河上的水利枢纽是难以更新的工程，一定要在设计和运用上维持其长期的调蓄能力，并留有改建加固的余地。

(6) 可持续发展是一个变化的过程。由于人为和自然的原因，江河防御洪涝灾害的能力和灌溉、发电、航运等效益都存在着消长的因素；由于科技的进步和知识的积累，防御自然灾害和利用自然资源的能力也会随之而加强。在知识经济到来的新世纪中，我们要根据可持续发展的基本精神，依照情况的变化，不断调整水利战略，在实践中实现水利与社会和水利与自然的协调发展。

## 第二节 中国水环境背景

水环境是自然环境的重要组成要素，涉及自然地理、水资源、土地资源和人口等自然和社会的广泛领域，与人类生存和发展有着密切的联系。

### 一、自然地理

我国在地球上所处的位置和地势，在很大程度上决定了我国的气候特点和水环境的背景。

#### 1. 地理位置和地形

我国大陆跨越热带、亚热带、暖温带、温带和寒温带，西靠世界最大的大

陆——欧亚大陆，东濒世界最大的水域——太平洋，西南邻近印度洋。这一独特的地理位置形成了我国东西部气候差异很大的特点。

我国地形西高东低，呈三个明显的阶梯，对全国降水和水域的分布有着重大的影响。大兴安岭、太行山、伏牛山、巫山及云贵高原一线以东，直至滨海为第一阶梯，地面高程多在 200m 以下，滨海平原高程在 50m 以下，夏季季风活动频繁，主要受暖湿气流控制，是我国降水量较多的地区。第一阶梯以西，昆仑山、祁连山以北，横断山脉以东是第二阶梯，地面高程一般为 1000~2000m，其北部冬季西北干冷气流可长驱直入，夏季东南暖湿气流北上时受太行山、秦岭等山脉阻挡、抬升，降水量明显减少，形成大面积干旱、半干旱地区；其南部因有秦岭、大巴山屏障，受西北气流的影响较小，大部分地区为多雨地带。青藏高原是第三阶梯，是全世界海拔最高的高原，地面高程一般在 4000m 以上，谷岭并列，雪峰连绵，西南气流受到阻挡，大气中水汽含量极少，高原内部和背湿润气流一面，降水稀少，但在迎湿润气流的高原边缘，气流上升运动强烈，成为相对多雨带。在三大地势阶梯中分布着不同走向的一系列山脉，往往是气候上的重要分界。一般说来，迎风坡雨量较多，背风坡水汽减少，雨量较少，有的差别很大，显示山脉对局地气候的影响。

## 2. 气候

我国所处的地理位置和自然地势，主要是海陆配置，使冬季西北大陆冷高压和夏季东部、南部海洋热低压都很强盛，海陆间热效应的季节性差异特大，导致地面气压差的季节变化，使我国东部和南部成为世界上季风影响最强烈、最典型的地区，大陆性季风现象成为中国气候最主要的特征。我国西北地区深入欧亚大陆腹地，海洋水汽难于到达，成为极干燥的大陆气候区。青藏高原则是高寒气候区。青藏高原大尺度的地形障碍对气流的强迫绕行、爬升和摩擦等作用，对东亚、北半球的大气环流，有着重要影响。青藏高原的热力作用，使冬季常出现冷高压，夏季多出现热低压，因而形成高原冬夏季风现象。由于青藏高原地形带来的大气环流影响，我国长江中下游地带成为气候适宜的湿润地区，而同纬度的北非和西亚十分炎热干旱；西北地区干旱缺水，和同纬度的西欧和北美的良好气候形成强烈的反差（见图 1-1）。

总的来看，由于各种因素的综合影响，中国大体上形成了东部季风区、西北干旱区和青藏高寒区这三大气候区（见图 1-2）。这样的气候背景，对中国水环境，特别是对农业环境，有深远的影响。

## 3. 降水

我国平均年降水量 648mm，比全球陆面平均年降水量 800mm 少 19%，属降水偏少的国家。降水量的时空分布很不均衡，对水环境有很大影响。在降水

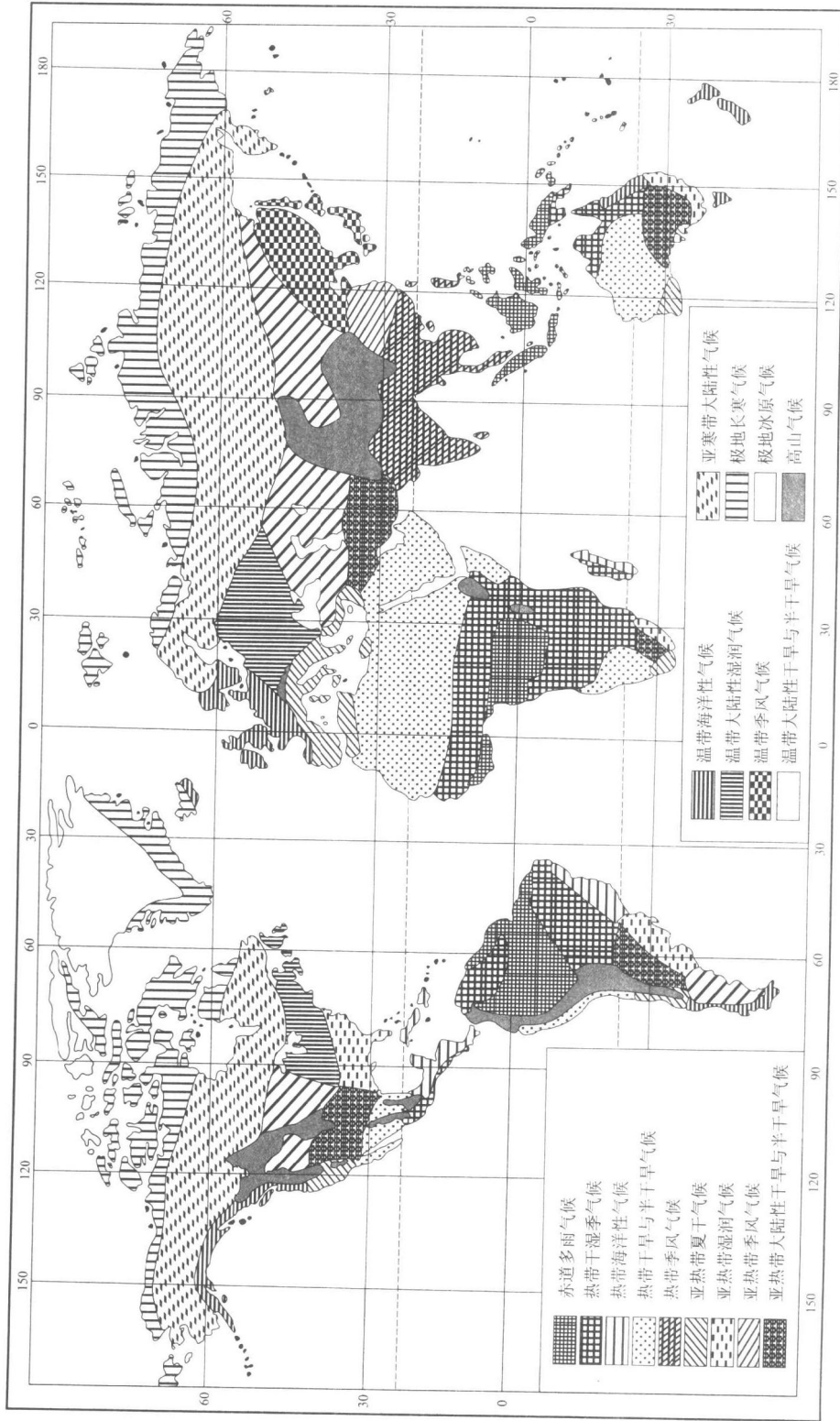


图 1-1 世界气候类型分布

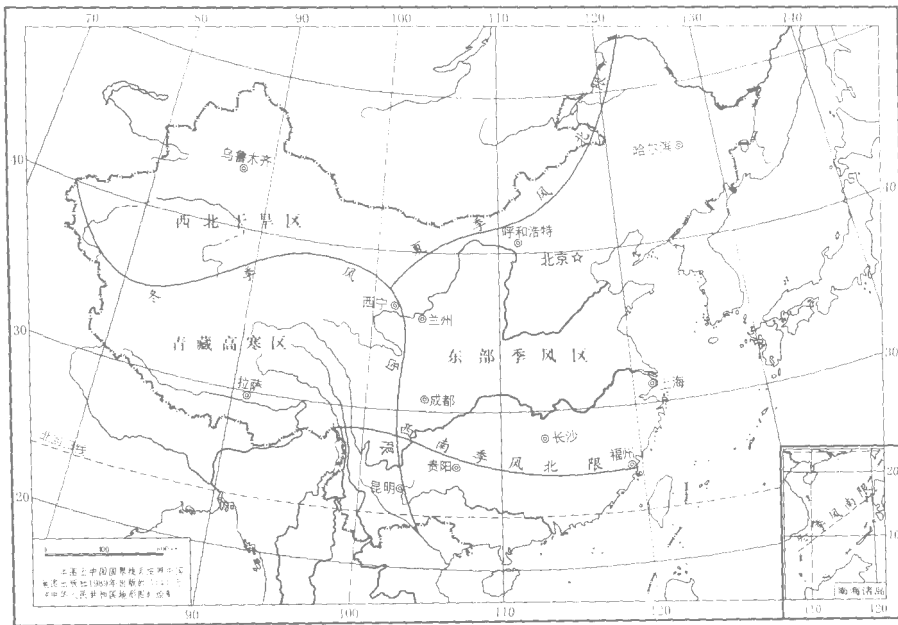
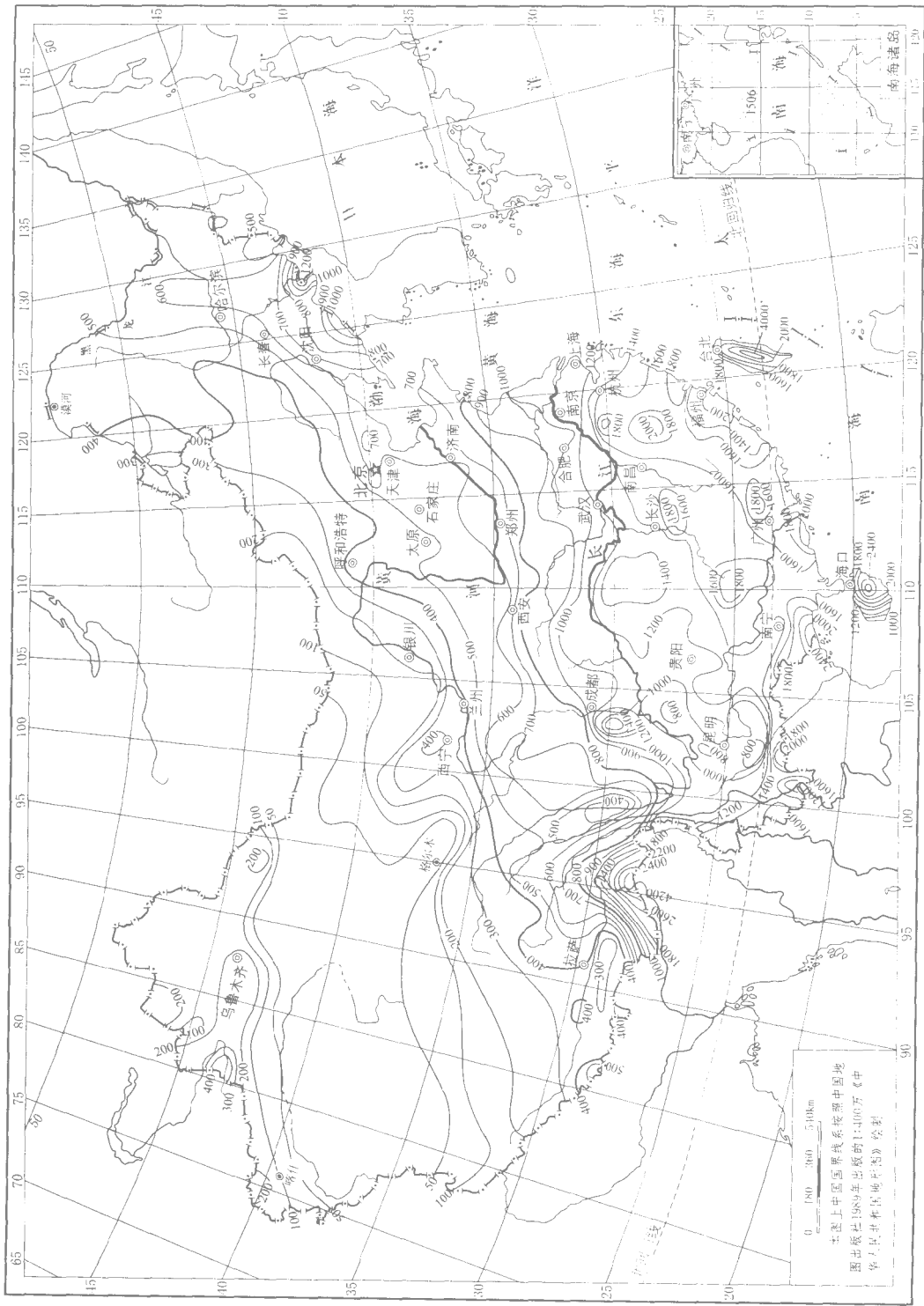


图 1-2 中国气候区

量的地区分布上，淮河及秦岭以南，包括长江中下游、珠江流域和四川盆地的广大地区，年降水量超过 800mm，属湿润地区，是我国以水稻为主的重要农业区。淮河、秦岭以北，大兴安岭西麓至赤峰、呼和浩特、兰州至拉萨一线以东以南，包括东北平原、华北平原、黄土高原地区，年降水量 400~800mm 属半湿润区，是我国小麦、玉米、大豆的集中产区。大兴安岭西麓至兰州、那曲一线西北地区，除伊犁河谷和天山、阿尔泰山、祁连山等山区外，年降水量不足 400mm，不能满足农业生产和林木正常生长需要，是我国主要牧区，在这一地区中，年降水量小于 200mm 的干旱地区，无灌溉即无农业；年降水量 200~400mm 的半干旱地区，有相当部分耕地因水资源不足没有灌溉设施，丰水年大致能供给旱作物需水，产量不高，枯水年往往严重减产，甚至绝收。青藏高原是我国降水分布差异最大的地区，高原南部边缘年降水量可达 4500mm 左右，北部急剧减少到 50mm 以下（见图 1-3）。

在降水量的季节分配上，东部季风区随着海洋暖湿气流的消长，每年从 3~4 月开始，雨带由南向北逐渐推移，于 7、8 月份到达华北、东北地区，然后很快南撤，一般在 11 月份退出大陆。因此，在长江及其以南地区，一般在 5~6 月和 8~9 月有两个降雨集中的时段，在雨带推移过程中如遇阻停滞，常发生严重的洪涝灾害；在雨带北上后、南下前的 7 月份，一般降雨较少，气温又高，易形成伏旱。淮河以北地区降水量的 70%~80% 集中在 6~9 月，有利于秋作物生长，但春季降



水少，特别是华北平原春季气温高，蒸发强烈，夏收作物受干旱影响较大。东北地区东部年降水量接近或略高于华北地区，气温较低，蒸发量较小，属湿润地区，且大多只种一季作物，春季土层化冻的土壤水可弥补部分降水的不足，农业生产比较稳定。青藏高原的东南部和云贵高原的西南部，受西南季风的影响，有明显的干湿季，雨期较长，一般从 5、6 月开始至 9、10 月结束。大范围的集中暴雨，包括沿海风暴潮形成的洪水现象，往往引发江河湖泊洪水灾害，造成重大经济损失和社会影响。洪水灾害历来是中国最严重的自然灾害之一，影响深远的洪水灾害多发生在大江大河的中下游地区。但洪水水量占各河年总水量的比例在干旱地区常为  $1/2 \sim 1/3$ ，如果能够适当加以调蓄利用，又可以成为重要的水源。中国各地的山区洪水、泥石流，西部地区融雪融冰洪水，北方地区的冰凌洪水，虽影响局部地区，但常带有突发性，破坏力很大，对水环境的影响也不能忽视。防御和减免洪水灾害并争取变害为利，是水利工作一个十分重要的方面。我国各地部分测站多年平均不同时段降水量见表 1-1。

我国季风气候的另一个很重要的特点是降水量的年际变化很大。总的来说，降水量小的地区变率较大，降水量大的地区变率较小。从历年最大年降水量与最小年降水量的变化来看，差别最大的是西北干旱地区，如新疆喀什和青海格尔木最大年与最小年相差达 8 倍，但这些地区相当一部分灌溉水源是高山融雪水或地下水，来水变率远较降水变率要小，农业生产相对稳定。降水变率对农业影响最大的地区是华北平原，降水最大的年份可比正常年高出一倍以上，且往往集中在几次暴雨；降水量最少的年份不足正常年的 40%，各月降水变率比年降水变率更大。这是我国水旱灾害频繁、严重的自然因素。

#### 4. 气温

我国冬季因受极地大陆气团控制，不论南方和北方都比世界上同纬度的其他地区气温低，愈靠北偏低愈多；而夏季气温南北方温差远小于冬季，但都比世界上同纬度的大多数地区气温高，且雨热同期，有利于作物生长。各种作物的种植范围普遍比世界同纬度的其他地区偏北，如水稻可以种植到黑龙江，是世界水稻种植的最北位置。这一地区冬季封冻，地面蒸发减弱，有利于在土壤中蓄存夏秋降雨，在春季化冻后供作物利用。东北平原与华北平原年降水量相近，但东北平原气温较低，蒸发量较小，干旱程度不像华北平原那么严重。

#### 5. 河湖水系

我国流域面积在  $100\text{km}^2$  以上的河流有 5 万多条，其中流域面积大于  $1000\text{km}^2$  的约 1500 条，绝大多数分布在东部和南部。我国最重要的长江、黄河、珠江、淮河、海河、辽河和松花江七大江河均流入太平洋，七大江河中下游是我国经济较发达地区，水资源开发利用程度较高。西南部主要河流有澜沧江、怒

表 1-1

部分测站多年平均不同时段降水量

(单位:mm)

地区	站名	各 月 降 水 量												连续最大4个月			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年 降水量	降水量 (%)	占全年 降水量 (%)	出现 月份
东北平原	沈阳	5.7	6.0	15.5	33.9	62.7	89.0	179.7	161.6	76.5	41.7	20.9	8.8	702.0	506.8	72.2	6~9
	长春	5.1	5.0	12.7	21.6	48.1	100.2	181.4	129.3	58.3	35.5	14.6	5.4	617.2	469.2	76.0	6~9
	哈尔滨	3.7	4.7	10.1	22.9	41.6	88.5	159.7	110.6	59.4	29.2	9.7	4.9	545.0	418.2	76.7	6~9
华北平原	通州	3.0	5.5	7.8	17.7	34.3	77.2	212.2	190.6	49.4	20.0	9.2	3.9	630.8	529.4	83.9	6~9
	天津	3.1	3.8	7.9	19.3	30.0	63.1	181.6	155.8	43.2	17.0	11.2	4.1	540.1	443.7	82.2	6~9
	保定	2.9	5.8	6.7	14.5	29.6	59.0	166.6	158.7	38.2	18.3	11.9	4.0	516.2	422.5	81.8	
长江 中下游 平原	汉口	41.5	55.3	95.4	146.7	164.5	214.6	159.3	107.0	71.2	71.7	48.1	31.4	1206.7	685.1	56.8	4~7
	长沙	52.3	90.8	138.5	175.7	217.1	210.4	122.8	117.7	62.4	77.5	65.3	46.9	1377.4	741.7	53.8	3~6
	安庆	40.2	75.0	110.2	159.4	195.4	238.0	158.5	103.5	80.3	56.0	50.1	39.6	1306.4	751.5	57.5	4~7
	南昌	58.7	105.0	163.8	235.6	298.1	315.7	142.3	115.1	76.2	56.4	59.4	56.1	1682.9	1013.2	60.2	3~6
	上海	47.9	61.4	83.2	95.2	104.3	176.1	144.2	133.1	136.1	68.9	52.6	39.1	1142.1	589.5	51.6	6~9
珠江流域	广州	40.0	61.0	91.0	166.0	266.0	278.0	239.0	238.0	153.0	63.0	40.0	30.0	1665.0	1021.0	61	5~8
	南宁	37.0	45.5	53.7	87.0	184.6	234.1	197.2	212.7	121.9	84.6	38.5	32.2	1329.0	828.6	62.3	5~8
黄土高原	太原	4.0	5.0	10.5	21.3	31.3	49.0	119.4	170.0	58.5	24.2	11.8	3.6	445.6	333.9	74.9	6~9
	榆林	2.5	4.2	8.8	21.4	26.0	35.4	98.3	114.1	61.5	24.9	12.0	2.5	411.6	309.3	75.1	6~9
	兰州	1.4	2.5	8.1	16.1	35.0	34.7	64.7	87.9	52.4	22.1	4.7	1.4	331.0	239.7	72.4	6~9
西北干 旱地区	酒泉	1.3	2.5	3.8	5.1	8.3	10.6	19.4	20.6	8.4	1.5	2.2	1.6	85.4	59.0	69.1	6~9
	银川	1.1	1.9	5.8	12.8	14.7	21.2	46.1	60.0	27.1	12.4	4.6	0.7	208.4	154.4	74.1	6~9
	喀什	2.3	6.8	4.6	5.4	13.3	5.7	7.4	7.2	5.4	1.7	1.5	1.6	62.9	33.6	53.4	5~8
青藏高原	拉萨	0.2	0.7	2.5	6.1	24.6	84.4	134.4	133.0	55.9	8.6	1.5	0.6	452.5	407.7	90.1	6~9
	格尔木	0.6	0.5	0.9	1.7	4.1	6.4	9.5	7.6	5.3	1.4	0.9	0.4	39.3	28.8	73.3	6~9

注 资料来源:《中国水资源评价》,水利电力出版社,1987。

江、雅鲁藏布江等，在我国境内多流经高山狭谷，其下游分别经越南、老挝、缅甸、泰国、柬埔寨、印度、孟加拉等国流入太平洋或印度洋；各河水量及水能资源均较丰富，目前很少开发利用。东南部主要有钱塘江、闽江、韩江等独流入海的河流，水量丰沛，下游滨海平原经济发达，水资源得到了较好的开发利用。西北地区干旱少雨，河流稀少，并有部分为无流区，主要河流除新疆北部额尔齐斯河经哈萨克斯坦和俄罗斯流入北冰洋外，塔里木河、伊犁河、格尔木河和甘肃河西地区的黑河、疏勒河、石羊河等均为内陆河。西北地区各河中，除额尔齐斯河和伊犁河水量较丰，利用较少，大量流出国境外，其余大部分河流开发利用程度较高，尾间萎缩，生态环境恶化。

我国水面在  $1\text{km}^2$  以上的湖泊共约 2800 个，其中大于  $1000\text{km}^2$  的有 12 个。湖泊总水面面积约  $72000\text{km}^2$ ，总储水量约 7088 亿  $\text{m}^3$ ，其中淡水储量 2260 亿  $\text{m}^3$ ，占总储量的 32%。内陆河尾间湖泊大部分为咸水湖。内陆湖泊均分布在青藏高原和蒙新高原，水面积和储水量分别占湖泊总数的 57% 和 70% 对当地生态和环境有很大影响。其余广大地区的外流湖泊，水面积和储水量虽分别只占全国总量的 43% 和 30%，但多在人口稠密的中东部地区。对滞蓄洪涝水、调节水资源、发展水产、交通和旅游等事业有着非常重要的作用。

## 二、水资源

我国多年平均河川径流量为 27115 亿  $\text{m}^3$ ，地下水资源量为 8288 亿  $\text{m}^3$ ，扣除重复水量后，水资源总量为 28124 亿  $\text{m}^3$ 。

我国河川径流量与降水相似，年际、年内变化大，南方地区每年 5~8 月、北方地区每年 6~9 月 4 个月径流量占全年径流总量的 60%~80%，集中程度超过欧美大陆，与印度相似。年际间河川径流量的变化也很大，南方各江河年径流量极值比在 5 以下，而北方河流年径流量极值比可达 10 以上，各大江大河都曾出现过连续枯水年和连续丰水年的现象。

我国水资源总量在世界各国中仅次于巴西、俄罗斯、加拿大、美国和印度尼西亚，居第六位。另据《世界资源报告 1998~1999》资料，印度尼西亚和美国水资源总量分别为 25300 亿  $\text{m}^3$  和 24591 亿  $\text{m}^3$ ，均小于中国水资源总量，则中国排序为第四位。世界主要国家水资源量及开发利用情况见表 1-2。

我国水资源的地区分布很不均匀，南多北少，相差悬殊，水资源地区分布和生产布局不相匹配，与人口、耕地和经济的分布不相适应。淮河及其以北的北方地区，人口占全国总人口的 46.5%，耕地占 65.2%，GDP 占 45.2%，但水资源量只占全国的 19%，人均水资源占有量为  $1127\text{m}^3$ ，为南方地区的 1/3，耕地亩均占有  $470\text{m}^3$ ，不及南方地区的 1/6。

表 1-2 主要国家水资源量及开发利用情况

国家名称	年水资源量		年开发量		
	总量 (亿 m <sup>3</sup> )	人均占有量 (m <sup>3</sup> )	年份	开发量 (亿 m <sup>3</sup> )	占总量 (%)
全世界	410220	6918	1987	32400	8
中国	28124	2170	1997	5597	20
巴西	51900	31424	1990	365	1
俄罗斯	43127	29115	1994	771	2
加拿大	28495	94373	1991	451	2
印尼	25300	12251	1987	166	1
美国	24591	8983	1990	4673	19
印度	18500	1896	1975	3800	21
巴基斯坦	2480	1678	1991	1556	63
日本	5470	4344	1990	908	17
以色列	17	289	1989	18.5	84
法国	1800	3065	1990	377	21
德国	960	1165	1991	463	48
埃及	28	43	1993	551	95
澳大利亚	3430	18596	1985	146	4
英国	710	1219	1991	118	17

- 注 1. 资料来源：《世界资源报告 1998~1999》，其中，中国水资源开发量采用《中国水资源公报》1997
2. 水资源总量中一般未含入境水量，如巴西自其他国家入境水量 17600 亿 m<sup>3</sup>，连同国内可再生水资源合计为 69500 亿 m<sup>3</sup>。计算各国人均占有水资源量时采用 1998 年人口估计数，中国采用 12.95 亿。
3. 以色列、埃及由于利用了入境水量，年开发水量大于当地水资源量；占总量百分比一栏，总量中包括入境水量。

新中国建立初期，工业生产水平很低，钢铁年产量只有 10 多万 t，农业也多属自然经济状态，很少使用农药化肥，因此河流湖泊水质一般良好，人为造成的水污染并不严重。20 世纪 50 年代以后我国工农业发展速度很快，特别是改革开放以来，城市和工业企业都加快发展，但污废水的处理速度远跟不上形势的要求，水污染有日益恶化的趋势。据《中国水资源公报》，2000 年全国污废水排放总量为 620 亿 t，其中工业废水占 66%，生活污水占 34%。排放总量中尚未包括火电直流冷却水及村和村以下的工业废水。大量排放的污废水多未经处理，大大超过规定的标准。小造纸、小制革、小炼油等小企业，技术水平低、能源消耗高，没有处理污水的能力，对江河、湖泊等水域污染特别严重。从地区

分布来看，下游水质劣于上游，支流水质劣于干流，城市工矿区河段劣于其他河段，北方河流水质劣于南方河流，东部河流、河段水质劣于中西部河流、河段。

### 三、土地资源

我国土地总面积 960 万  $\text{km}^2$ ，仅次于俄罗斯、加拿大，居世界第三位。但山地多，干旱荒漠面积大，可供开发利用的土地面积在国土中的比重低于世界平均值和大多数国家，而且水土资源很不匹配，这是中国国土环境的弱点。

#### 1. 耕地资源

据国土资源部、国家统计局和全国农业普查办公室调查统计，到 1996 年 10 月底，全国耕地面积为 19.51 亿亩，占国土面积的 13.5%。按 19.51 亿亩计，中国耕地面积少于美国、印度、俄罗斯，居世界第四位，但我国人均占有耕地面积只有 1.59 亩，不到世界人均耕地面积 3.3 亩的一半。

我国土地的开发利用，在北方地区主要取决于降水和水资源条件，在南方主要取决于地形地势的影响。大体以多年平均降水量 400mm 等值线划分，此线以东以南的湿润、半湿润地区土地面积占全国 50% 左右，而耕地面积占全国总数约 90%。在此范围内，淮河、秦岭以南多年平均降水量 800mm 以上的湿润地区，集中了全国水田面积的 90% 多；淮河、秦岭以北以半湿润气候为主的东北、华北地区，集中了全国 70% 左右的旱作耕地。年降水 400mm 等值线以西以北的干旱半干旱地区，仅有全国 10% 左右的耕地面积，特别是年降水量不到 200mm 的地区，耕地只集中在有水灌溉的少数绿洲；这一区域的南部属青藏高原，地处高寒，耕地面积占全国总数不到 1%。

我国耕地后备资源很少，南方雨量较多的地区宜农土地基本上都已开垦，有些地方甚至已开垦过度，要退耕还林、退田还湖；北方未利用的平坦荒地面积很大，但受水资源的制约，能开垦为耕地的很少。全国有 3000 多万亩沿海滩涂，因围垦投资较大，一般围垦后多用于水产养殖或作为建设用地，如要开垦为农田，需要淡水洗盐，只能根据水利条件改善情况逐步开发。据 1990 年调查，全国可能开垦为耕地的土地面积为 1.42 亿亩，大部分分布在东北、西北地区。从保护生态环境的要求考虑，实际能开垦的面积可能不到此数。

我国耕地面积自 1957 年后一直在减少，随着城乡建设、工矿、交通发展以及现有不宜农作的耕地退耕还林、还牧、还湖等，每年还要减少许多耕地。虽然，今后从宜农荒地资源开发和废弃土地复垦中还可增加一些耕地，估计今后黑龙江、内蒙古、新疆等省、区增减相抵略有增长，东南部一些省（市）将增不抵减，全国维持现有耕地规模的难度很大。近年来耕地保护工作取得成效，全

国已调整划定基本农田面积 16.22 亿亩，要求到 2005 年，耕地保有量不少于 19.2 亿亩，基本农田面积不低于 16.28 亿亩。

## 2. 草地资源

据农业部门统计，我国现已利用的草地面积为 40 亿亩，仅次于澳大利亚，居世界第二位。其中牧区、半农半牧区草地 32.97 亿亩，占 80.8%；农区零星草地和草山草坡 7.81 亿亩，占 19.2%。牧区和半农半牧区的草地基本上都分布在干旱、半干旱地区，其中草质较好、产草量较高的草甸草原只占 20% 左右；干旱草原和荒漠草原占 80% 左右，产草量很低，有的每亩产草量还不到 100kg。许多牧区超载过牧，草场退化、沙化严重，少数草场因排水不良而碱化。我国牧区光照条件好，但大多降水量少，一些草场在干旱年份牧草甚至不能返青。据调查，有灌溉的人工饲草料基地比天然干旱草场可提高产草量 20~40 倍，天然干旱草场如能有水灌溉，也可提高产草量 8~10 倍。由于水资源条件的制约，至 1995 年，全国草场灌溉面积仅有 1188 万亩，只占草场面积的 0.4%。农区草场相对来说年降水量较多，特别是淮河、秦岭以南广大山丘区的草山草坡，雨量丰沛，产草量高，但杂草较多，优质牧草少，人工改良后有很大增产潜力。

据农业部门调查，我国尚有可利用的草地资源约 8.8 亿亩，其中 5.6 亿亩分布在农区，占总数的 64%；牧区和半农半牧区只有 3.2 亿亩，占总数的 36%，主要分布在西藏和四川西部等高寒山区。内蒙古、新疆、青海等主要牧区开发潜力有限。

## 3. 林地资源

据调查，到 1996 年全国林地面积为 34.14 亿亩，比 20 世纪 80 年代清查林地面积有很大的增加。我国林地主要分布在年降水量大于 400mm 的东北、西南及东南、华南的丘陵山区。西北干旱地区除贺兰山、阿尔泰山、祁连山等在一定高度带可以靠降水生长乔木森林外，其他地区的树木必须有水灌溉或地下水浸润才能正常发育生长。我国最干旱的甘肃、宁夏、新疆、青海四省区的森林覆盖率分别只有 4.4%、2.3%、0.9% 和 0.4%，而且一些地区以往因水资源开发利用没有考虑生态环境用水，一些靠地下水浸润生长的旱生林木如胡杨、梭梭、沙枣等大面积死亡，沙漠扩展，生态环境恶化，已威胁到绿洲的生存。

按林业部门统计，我国林地后备资源有宜林荒山荒地 11.49 亿亩，宜林沙荒地 8350 万亩，合计为 12.33 亿亩，其中长江流域及其以南的 14 个省（区、市）为 5.71 亿亩，占 46%；东北三省 0.71 亿亩，占 6%；华北、西北及苏、皖等 14 个省（区、市）共 5.91 亿亩，占 48%。由于土地利用的多宜性，上述宜林荒山荒地大部分也是宜牧草地和草山草坡。

## 4. 湿地资源

湿地包括沼泽、浅水湖泊周边、河流滩地、海岸滩涂等，我国共有湿地面积约 66 万  $\text{km}^2$ ，占世界湿地面积 10%。另据全国土地概查，沼泽面积为 1.5 亿亩，其中分布在东北三江平原、松嫩平原、西辽河地区及大小兴安岭和长白山区间有 7500 万亩；青藏高原的若尔盖、那曲、长江和黄河源流区、柴达木盆地等有 3000 万亩；华北北部、长江中下游和云贵高原等地有 3750 万亩；新疆博斯腾湖和阿尔泰山、天山山区间有 750 万亩。我国沿海滩涂共计有 3000 多万亩，每年还在不断增长，仅黄河三角洲平均每年扩展约 5 万多亩。

以往对湿地在水环境中的地位和对整个生态和环境的影响认识很不够，对湿地的利用多着眼于开垦耕种，虽对增加农产品产量发挥了很大作用，但一些地方湿地水排除后，已出现局部小气候变干旱及一些濒危野生动物失去栖息地等生态和环境问题。西北一些湿地也因气候变化而出现萎缩。湿地问题还没有引起人们足够的重视，今后应在保护和改善生态和环境的前提下，做出科学规划，合理利用。

#### 四、水土流失和荒漠化

水土流失是我国最主要的生态环境问题。据遥感调查，到 1989 年底止，全国水土流失总面积达 367 万  $\text{km}^2$ ，占全国国土面积 38%。其中水力侵蚀面积 179 万  $\text{km}^2$ ，多在我国经济贫困，人口较多的地区，对国民经济发展影响较大；风力侵蚀面积 188 万  $\text{km}^2$ ，主要分布在长城以北的三北地区、黄泛平原沙土区及滨海地带，有些地方分布大片沙漠、戈壁，在目前条件下极难治理。在风力侵蚀面积中，相对适宜治理的面积仅有 31 万  $\text{km}^2$ ，连同水力侵蚀面积合计宜治理的水土流失面积约 210 万  $\text{km}^2$ 。经过 20 世纪 90 年代以来的治理，仍有约 196 万  $\text{km}^2$  的水土流失面积需要治理，已经过初步治理的地方，也需要巩固提高。

根据全国实测资料分析，我国平均每年被河流从山地丘陵带走的泥沙约 35 亿 t，其中直接入海的泥沙约 18.5 亿 t，流出国境的泥沙约 2.5 亿 t，其余有 14 亿 t 泥沙淤积在河道、湖泊、水库及分洪区内，降低了江河的泄洪能力和湖泊、水库的蓄水能力。

西北黄土高原是全国水土流失最严重的地区，水土流失面积达 40 多万  $\text{km}^2$ ，生态环境受到严重破坏，当地人民长期处于贫困境地。黄土高原的地貌已被切割得支离破碎，沟壑纵横，坡耕地平均每年侵蚀土层厚度达 1cm，每年流失氮、磷、钾总量约 4000 万 t；大量泥沙流入黄河，使黄河下游河道成为不断淤积抬高的悬河，历史上多次溃堤改道。南方一些山地土薄石多，土壤侵蚀殆尽，成为“石化”荒地。东北一些黑土丘陵地区，黑土层冲刷后，土壤有机物含量大幅度下降。

荒漠化是指包括气候和人类活动在内的种种因素造成土地退化失去利用价值的现象。我国是世界上荒漠化面积大、分布广、危害最严重的国家之一。全国荒漠化面积达 262 万  $\text{km}^2$  西北及内蒙古 6 省(区)荒漠化面积占全国的 70%。土地荒漠化使近 16 亿亩草场、1.2 亿亩耕地、150 万亩林地严重退化,目前仍以每年 2460  $\text{km}^2$  的速度在扩展。防治土地荒漠化是水土保持工作的一个重要的方面,应从保护和改善生态环境的高度采取积极有效的措施。

## 五、水旱灾害

中国是水旱灾害多发性国家,据历史资料,在公元前 206 年至 1949 年新中国成立以前的 2155 年间,中国发生过较大水灾 1029 次,较大旱灾 1056 次,水旱灾害共 2085 次,平均每年发生一次较大水灾或较大旱灾。中国历史上的重大社会动乱,甚至改朝换代,常常是在出现严重的水旱等自然灾害,民不聊生的背景下发生的。新中国成立以来,党和政府十分重视兴修水利,在防洪、除涝、抗旱等方面修建了大量的各类水利工程,其数量超过了几千年历史的总和,显著地增强了抗御水旱灾害的能力。但是,从全国范围来看,中国的水旱灾害仍然是严重干扰社会经济发展的难题。1950~1990 年,平均每年遭受水灾的农田 780.4 万  $\text{hm}^2$ ,成灾 430.8 万  $\text{hm}^2$ ,成灾率达 55.2%,死亡 5500 人。1954 年长江、淮河同时发生全流域大洪水,全国受灾农田 1613.1 万  $\text{hm}^2$ ,成灾 1130.5 万  $\text{hm}^2$ 成灾率 70.1%,死亡 42447 人。1963 年海河流域大水,全国受灾农田 1407.0 万  $\text{hm}^2$ ,成灾 1047.9 万  $\text{hm}^2$ 成灾率 74.5%,死亡 10441 人。1975 年淮河流域出现局部大水,两座大型水库和一些中小型水库垮坝,受灾和成灾面积虽小于多年平均数,但死亡高达 29653 人。1998 年长江、松花江、西江、闽江发生了 20 世纪第一位或第二位大洪水,全国 29 个省(区、市)受灾农田 2227 万  $\text{hm}^2$ ,成灾 1380  $\text{hm}^2$ ,受灾和成灾面积都超过 1954 年。1949~1990 年,平均每年受旱面积达 1959.2 万  $\text{hm}^2$ ,成灾 768.9 万  $\text{hm}^2$ ,减产粮食 1011.3 万 t。旱灾平均受灾、成灾面积都大于水灾,严重干旱的 1959、1960、1961、1972、1978、1986、1988 年受旱面积达到 3000 万~4000 万  $\text{hm}^2$ ,成灾达到 1100 万~1800 万  $\text{hm}^2$ ,减产粮食 1000 万~3100 万 t。90 年代以来 1992、1994、1997、2000 年旱灾比较严重,成灾面积均在 1660 万  $\text{hm}^2$  以上,减产粮食 1000 万 t 左右。2000 年特大旱灾,全国受旱面积 4054 万  $\text{hm}^2$ ,成灾面积 2678 万  $\text{hm}^2$ ,当年粮食减产约 4500 万 t,总产量减少 9%。水旱灾害对农业生产,乃至对国民经济产生了严重影响。

从以上统计资料可以看到,在中国水利事业取得很大成就的同时,水旱灾害在总体上并没有逐步减轻的趋势,在许多年份还明显加重,这是值得深思的。

发生洪涝和干旱灾害固然直接原因是由于降雨径流等自然因素，同时与人口增长、工农业生产布局和经济发展水平有密切关系。人们在开发利用自然资源、改造自然环境以及社会管理的实践中，并不一定都有利于减轻自然灾害，而且在许多情况下会得到相反的结果。新中国 50 年的经济建设中，不少地方因为人口增长，人均耕地日渐减少，曾经提出过向河湖要粮的口号，不合理围垦江湖滩地，降低了河湖调蓄洪水的能力；有些地方在行洪河滩设置码头、桥梁、泵站等阻水建筑物，缩小了河道的过水断面，降低了泄洪能力；有些地方为满足城市、工业发展的需水要求，超采地下水造成农业减产，甚至地面下降、海水入侵的严重后果；许多地方因开矿、修路弃土，破坏了植被，加剧了水土流失。此外，由于人口较快速递增和社会经济的迅速发展，社会 and 个人的财富价值随之而增长，在同样的灾情下，灾害损失加重。

## 六、人口

我国人口众多是最突出的国情，对我国经济社会发展和生态环境状况都造成了极大的影响：一是人多了就要多用水，使水资源供应紧张；二是为满足众多人口的生产生活需要，一些地方过度开发利用水资源和土地资源，引起了一系列水环境方面的问题；三是过多的向自然界索取各类资源，生态环境遭到严重破坏。

### 1. 人口分布

到 2000 年，我国人口达到 12.95 亿，占世界总人口的 22% 人口平均密度 132 人/km<sup>2</sup>，为世界人口平均密度的 3.1 倍，高于人口密集的亚洲、欧洲的平均密度。由于我国国土中有相当大的面积是高寒无人区和沙漠、戈壁，人口分布不均。辽、吉、黑、冀、晋、陕、川、滇一线及其以东 25 个省（区、市）的土地面积占全国总面积的 44.9%，而人口占全国的 92.6% 人口平均密度 266 人/km<sup>2</sup>，高于欧洲人口密度最大的英、德、意、法等国。处于黄淮海平原和长江中下游平原的京、津、沪、冀、鲁、豫、皖、苏等 8 省（市）的土地面积只占全国的 8.2%，集中了全国 33.8% 的人口，平均密度达 540 人/km<sup>2</sup>。中国西北部陕、甘、宁、青、新、内蒙古 6 省（区）人口密度较低，只有 27 人/km<sup>2</sup>，但因地处干旱或高寒地区，人口集中居住在条件较好的地方，对当地的环境也形成了压力。

### 2. 人口对水资源的压力

当前我国人均占有水资源量 2170m<sup>3</sup>，约为世界平均值的 1/4，按可利用水资源量 11000 亿 m<sup>3</sup> 计，人均占有可利用的水资源量 869m<sup>3</sup>。据人口行动国际 (PAI) 对 1990 年世界 149 个国家人均占有水资源量依次排列，我国居 109 位，