



第 一 编

21 世纪中国面临的水问题

中国水问题，若从宏观战略上看，大致包括两大问题：一是为了保证国民经济与社会的可持续发展，如何解决水荒问题；二是为了保证国民经济与社会的可持续发展，如何解决与水有关的灾害问题。这两大问题，已不是停留在少数专家学者的理论研究层次上，而是越来越被千千万万的老百姓所关注，他们从 1998 年惊心动魄、震撼全国的长江抗洪斗争中从夏日炎炎、缺水难熬的日子里，切身感受到中国水问题。可以说，为了中华民族的生存与发展 为了 21 世纪中华民族的伟大复兴，全国人民都要积极投身于解决中国水问题的具体实践中去，也会有更多的人要求深入了解或研究怎样永续开发和利用中国水资源，为此集思广益，出谋划策。

一、我国国民经济持续发展面临的水荒问题

1999年8月10日,世界21世纪水资源委员会主席、世界银行副行长伊斯梅尔·萨拉杰丁先生在斯德哥尔摩国际水资源学术讨论会上警告说:“全世界必须加大解决水荒问题的力度。”水荒不仅严重制约世界经济发展,而且还将威胁到越来越多人的生存。其中,全世界的粮食生产将由于缺水远远跟不上人口的增长。据估算到2025年,全世界农业灌溉用水即使都已得到充分有效的利用,但仍将出现17%的缺口。亚洲地区由于人工灌溉等原因缺水问题将最为严重。”他特别强调“中国的一部分地区”将是严重缺水的地区”。

随着水资源对于全世界都成为一种短缺的资源,便产生了这样的说法:“19世纪争煤,20世纪争石油,21世纪争水!”“21世纪国际投资与经济发展,一看人,二看水。”那么,中国21世纪所面临的水资源形势,究竟是一种什么现状呢?

(1) 未来中国发展究竟需要多少洁净水?

中国是世界水资源大国,水资源总量28124亿立方米,占全球径流资源的6%左右,仅次于巴西、前苏联和加拿大,居第四位。然而,中国人均占有水资源量却很少,只相当世界人均水平的1/4,名列第109位,被视为全球13个人均水资源贫乏的国家之一。我国又是世界上用水量最大的国家之一,1993年全国淡水取水量达

到 5255 亿立方米，大约占世界年取水量的 12%。1995 年，我国总供水能力为 5400 亿立方米，需水量为 5900 亿立方米 缺口为 500 亿立方米。1998 年 我国总供水能力为 5650 亿立方米，需水量为 6100 亿立方米 缺口为 450 亿立方米。

《中国 21 世纪议程》预测说：“根据我国 2000 年国民生产总值翻两番的目标要求，预测本世纪末全国总需水量为 6000 亿立方米。21 世纪初十年间，在积极节水、合理用水和中等干旱的前提下，淡水需求若按 2%~3% 的增长预测，则 2010 年全国总需水量将达到 7200 亿立方米，即十年间增加 1000 多亿立方米。为此 需要在 2010 年前增加供水能力 1200 亿立方米。”

有人按我国的人口政策与国民经济增长的势头估计 2030 年中国人口将达到 16 亿，工农业生产也将达到相当发达的水平，到那时，中国需水量将超过 7600 亿立方米，缺口至少达 2000 亿立方米。中国社会科学院农村发展研究所宋宗忆先生（1999）则对我国西北地区需要新增的水量做出初步预测，他认为：为改变西北地区生态环境，发展工农业生产，共需调入水量 800 亿~900 亿立方米。

(2)人口增长与农业协调发展使消耗水资源持续增长

目前 我国农业每年缺水 300 亿立方米，我国有 1/3 的耕地和 2/3 的牧区水源紧张，每年有 670 万公顷农田

得不到灌溉。我国农村有 7000 万人、6000 万牲畜饮水困难。

截至 1993 年，我国农田灌溉面积达 7.49 亿亩 约占世界灌溉面积的 22% 灌溉用水 3906 亿立方米 占全国总用水量的 74.4% 为全球农业用水的 17.5% 平均每亩灌溉定额 522 立方米，灌溉定额偏高。1993 年全国灌区 1 立方米水 平均产粮 0.85 公斤 低于世界上一般公认的 1 立方米水产粮 1 公斤的水平 更低于 1 立方米水产粮 2 公斤的世界先进水平。说明我国未来以发展节水农业为中心，有十分光明的节水前景。

人口持续增长，要求粮食持续增长。目前中国内陆人口为 12.8 亿人，我国人口每年增长数为 1200 万左右。2030 年 我国人口将达到 16 亿 比 20 世纪末要净增 4 亿人。若采用世界观察研究所所长布朗（1998）采用的方法来预测，人均消费 500 公斤粮食 4 亿人就需要 2 亿吨粮食，以世界上较为先进的生产力水平即 1 立方米水产粮 1 公斤的水平来换算，中国仅灌溉农业就需新增 2000 亿立方米的水。布朗认为，目前中国农业部门的灌溉用水约 4000 亿立方米 预计到 2030 年将增加到 6650 亿立方米。西方学者对中国未来粮食问题表示担心，认为中国未来无法解决水资源短缺问题，因而也就不可能解决粮食自给问题，势必动摇世界粮食安全。这种认识具有偏见性，但他们提出的问题，必须引起我们的高度警觉。

(3) 工业增长使消耗水资源持续增长

1990年，我国工业用水量为 711.36 亿立方米。1993年全国工业用水 925.5 亿立方米，与 1990 年比较增长了 30%多，占世界工业用水量的 8% 占全国总用水量的 17.6%。我国工业用水增长快，但水的使用效益却低于发达国家，说明工业节水还有较大的潜力。如：1993年中国工业平均万元产值用水量为 191 立方米或万元 GDP 产值用水量为 267 立方米（其中低者不到 100 立方米，高者超过 500 立方米）。而发达国家如美国，1980 年万元 GDP 产值折合人民币用水量为 93 立方米，只相当中国 1993 年工业用水量的 35%。

世界观察研究所所长布朗(1998)研究认为，假设从 1995 年到 2030 年中国经济每年增长 5% 则工业用水量将从 520 亿立方米(注：数值有误)增加到 2690 亿立方米。布朗的看法是，在中国，农业不可能与工业用水相竞争，生产 1 吨小麦耗水 1000 立方米，其市场价值不过 200 美元，而同样的水量用于工业，产出为 14000 美元，比农业部门高出 70 倍。从必须维持社会稳定的政治因素出发，发展工业可提供更多的就业机会。为了竞争有限的水资源，中国将长期面临“用水去创造工作岗位和用水来维持粮食自给的矛盾”。

(4) 城市化建设步伐日益加快使消耗水资源持续增长

随着我国国民经济持续稳定高速发展，中国加快了

城市化进程。1980年全国城镇人口为19140万人，1995年达到35171万人；1980年全国设市城市223个，1995年增至640个。城市化水平由1980年的19.39%提高到1995年的28.85%。同其他国家一样，中国在城市化进程中也产生了对淡水的需求量日益增长的问题。

我国城市化与用水的关系有两大特点：一是现有城市规模日益扩大。小城市向中等城市发展（县改市），中等城市向大城市发展，并且城市中还有相当数量的流动人口。温家宝副总理在2000年初“全国城乡规划工作会议”上指出，我国是一个水资源短缺的国家，城市缺水问题尤为突出。目前600多个城市有400多个城市缺水，其中100多个严重缺水。全国城市日缺水量1600万立方米，影响4000万城市人口的正常生活。北京市人均水资源量不足400立方米，是世界人均水资源的1/30，在全世界的大都市中居100位以后。全国许多城市水源受到污染，使本来紧张的城市水资源更为短缺。

二是农村发展小城镇化。到1999年底，我国小城镇已发展到5.5万个。全国乡镇企业取得了很高的发展速度，产值已超过国有企业。全国2000多万乡镇企业有60%集中在小城镇，而且产业规模越来越大，出现了年产值十几亿乃至几十亿元的乡镇企业集团，其中年产值在5亿元以上的乡镇企业超过100多万家。目前我国已有1.5亿以上的农民进入了小城镇，今后每年还

将有 700 万到 800 万名农村剩余人口被吸引到小城镇就业。有专家预测，21 世纪初，我国在今后几年里还要重点建设 1 万多个小城镇，每年将有 1250 万农村人口转为城镇居民。大批农民离土不离乡，一座座小城镇、一片片别墅拔地而起，洗衣机、淋浴器、卫生间进入千千万万的寻常农家住户，农民的用水方式发生了极大的变化。

1993 年我国城乡居民生活用水量为 422.9 亿立方米，占总用水量的 8%，其中城市人均日用水量 164 升，农村人均日用水量 71 升。随着我国农村由温饱逐渐转变为小康水平，占中国人口绝大多数的农村人口，经济长足发展，小城镇化步伐加快，用水量向城市看齐，今后耗水量大幅度增长已成为大趋势。

水利部部长汪恕诚先生（2000）指出：“从城市发展看，21 世纪中叶中国的城市化率可能达到 70%，这必然导致城市水资源供求矛盾更加尖锐。”世界观察研究所所长布朗（1998）研究认为，随着中国都市化、城镇化人口的增加，住宅的用水量也将增大，将从 1995 年的 310 亿立方米增加到 2030 年的 1340 亿立方米，即用水量需要增加 4 倍多。

(5) 旅游业的蓬勃发展使消耗水资源持续增长

发展旅游业必然消耗或占用一定的水资源，许多旅游景点是因山水而有名。旅游用水主要形式有泉、潭、陂、塘、湖、泽、河等。如北京著名的昆明湖、金水河、南

京的秦淮河，西安的护城河，杭州的西湖，济南的趵突泉，长江三峡，黄果树、九寨沟的瀑布等等。随着人民生活水平日益提高，节假日越来越多，旅游业已成为拉动经济的新的增长点，开发各种旅游新景点，兴建人工水面将使水资源消耗量持续增长。

(6) 改善生态环境使消耗水资源持续增长

改善生态环境，植树造林成为消耗水资源的重要因素之一。有些专家认为，黄河断流虽然令人揪心，但从侧面反映了黄河中上游植树造林取得了一定的成果，植被增加与黄河流域径流量呈负相关关系。为了改善自然环境，我国先后实施了“三北”防护林体系工程、长江中上游防护林体系工程、黄河中游防护林体系工程、太行山绿化工程、防沙治沙工程、淮河太湖流域综合治理防护林体系工程，等等。2000年初，中国科学院、中国工程院等单位又为国家论证了《长江上游、黄河上中游造林绿化工程总体规划》，该规划的目标是：1998年全面停止这些地区的森林采伐活动；实行森林保护与富余职工分流安置，实行“以粮代赈，个体承包”退田还林，宜林荒山荒地造林绿化；2010年，使天然林资源基本恢复，逐步实现木材生产向经营利用人工林的转变，缓解人口、经济、资源和环境之间的矛盾。随着植树造林步伐的加快，生态环境用水量将呈现大幅度上升趋势。

改造生态环境，植树造林对改善小气候、防止水土流失、保护生物多样性、减少洪水、改善当地水质具有良

好的效益，但植被生长，要消耗一定的水资源，必然减少区域径流总量。中国林业大学王礼先教授（1999）指出：一定区域的产水总量与植树造林呈负相关关系，在造林的流域比无森林的流域可减少洪水总量 65%。以山西清水河流域为例 20 世纪 60 年代与 80 年代相比较 森林覆盖率增加 30% 径流量则减少了 15.9%~60.5%。说明西北地区实现“山川秀美”计划这一改造生态环境的伟大工程，对黄河流域水资源总量的自然配置必将带来一定的影响。有关专家估计，目前由于水土保持减少的黄河径流量年均为 30 亿立方米。在我国北方水资源已趋严重短缺的情况下，要使改善生态环境与国民经济协调发展，惟一办法是为本区补充新的水源。

（7）生物养殖用水使消耗水资源持续增长

进入 20 世纪 90 年代以来，我国食无鱼的状况得到了很大的改善。而消费者餐桌上的鱼、蚌、蟹、虾 主要得益于我国淡水养殖业有了长足的发展。有关统计数据表明，仅长江淡水生物的水产量，就占全国淡水水产量的 50% 有鱼类资源 300 多种 其中 1/3 为特有种类，还有包括白鳍豚、扬子鳄等在内的 9 种国家重点保护水生生物。随着我国人口持续增长和人民生活日益富裕，发展淡水养殖业有巨大的市场潜力，为维持已有水面和开挖人工水面，其水资源的消耗也将日益增长。

（8）水体维持自净、航运用水与开发径流的矛盾

水体有一定的自净能力。其主要途径是：对污染物

进行稀释、扩散和在水中发生生物化学分解；与大气界面接触使有害气体挥发（如酚类）；污染物沉淀后被淤泥吸附或在淤泥中发生生物化学分解。维持水体自净力，要求水体自身的数量与污染物数量之间有一个适当的比例关系。过量的污染物进入水体，水体将失去自净能力。所以开发任何一条河流，如果沿线有工农业废水、城乡生活废水进入，那么开采径流水资源便有一个限度，否则径流大量被调走，河流自身水量锐减，无法稀释工农业与生活污水，水体便丧失了自净能力，河道势必沦为一条排泄污物的下水道或流动的垃圾筒。

发展航运业要求河道有一定的水深深度。一般说来，河床水位越深，允许通过的船只就越大，通航能力就越强。例如：长江航运占我国内河通航里程的 72.7%，干支流通航里程达 7.9 万公里，年运货量约 2.5 亿吨，年货运周转量约 600 亿公里。京杭大运河与汉江也有较好的航运功能，开采具有航运功能的径流，将出现航运用水与开发径流相矛盾问题（参见第三编“中线调水不宜选择丹江口水库为取水口”）。

(9) 开发西北丰富的土地资源与水资源短缺的矛盾

我国水资源分布与人口、耕地的分布极不协调。长江流域及其以南地区年径流量占全国全年径流量的 83%，但耕地仅占全国的 35%；长江以北地区水资源为全国的 17%，而耕地占全国的 65%。我国粮食增产潜力最大的黄淮海流域，耕地占全国的 41.8%，而水资源

却不足 5.7%。有人预测，仅海河流域，2000 年缺水将达 210 亿立方米。我国未来人口持续增长需要粮食持续增长。增产粮食一是设法扩大单产，二是设法新增耕地。我国未来可供开发的耕地在西北，但制约西北地区大开发的第一位因素是缺水。

国土资源部部长周永康先生（1999）撰文指出：“虽然我国现有土地面积居世界第三位，但人均耕地仅有 1.59 亩，只相当于世界人均耕地 3.75 亩的 43% 不及俄罗斯的 1/8 美国的 1/6 加拿大的 1/15 甚至只有印度的 1/2。我国东南部人口密集地区，人均耕地早已不能满足吃饭的需要。全国已有 666 个县突破了联合国粮农组织确定的人均耕地 0.8 亩的警戒线，其中 463 个县人均耕地已不足 0.5 亩。在这有限的耕地中，缺乏水源保证、干旱退化、水土流失、污染严重的耕地占了相当大的比例。……我国现有后备资源 2 亿亩 其中可开垦成耕地的只有 1.2 亿亩。”我国耕地资源如此紧张 可供开垦的“后备资源”绝大部分在西北。有人设想 由于人口增长“我国东南部人口密集地区 人均耕地早已不能满足吃饭的需要”，我国南方也将很快达到人均耕地 0.8 亩的警戒线。既然南方缺地，未来新增的“数亿人口”恐怕还需安置在北方 要有大规模的移民才行 否则就得大规模北粮南运。可是 如果“数亿人口”安置在西北，那么滴水真要贵如油了。

我国西北地区（包括陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆与

内蒙古西部 21 世纪的发展，对支撑我国的社会、经济可持续发展有重要的战略意义。但从 20 世纪 80 年代以来，西北地区的水资源进入了十分紧张的状态，供需缺口日益加大。西北地区的年径流量为 1000 亿立方米，仅占全国的 4%。西北黄土高原（包括河套）土地面积占全国的 6.9%，耕地面积占全国的 12.2%，而水资源仅占 1.8%，单位耕地面积平均水量仅为全国平均的 14%，人均水量 654 立方米，为全国人均的 24.1%。黄土高原、鄂尔多斯高原、内蒙古高原和青藏高原，深处内陆，海洋季风影响微弱，气候干燥，降雨少。大部分地区多年平均降水量在 400 毫米以下，满足不了农作物生长期的需要，且年蒸发能力很大，在 1000 毫米以上。6 省（区）水资源有限，每平方公里的产水模数仅 8.76 万立方米，为全国均值的 1/3，宁夏、内蒙古更少，每平方公里分别为 1.9 万立方米、4.4 万立方米，列全国末位，为全国最干旱的地区。水资源量时空分布不均，一年内，7—10 月份的水量，占全年的 60%~80%。据有关部门预测，到 2000 年，西北地区总缺水达 150 亿立方米，且主要是农业缺水。国务院已明确指出：西北地区发展的制约因素很多，第一位的是水。

二、我国国民经济持续发展面临的与水有关的灾害问题

我国一方面为缺水问题所困扰，另一方面水资源的

天然配置又非常不均。南方水多，北方水少，造成地理上分布不均。汛期或丰水期降雨过多，常常引起大江大河出现洪涝灾害。旱季或枯水期常常滴雨片雪不降，引起大面积干旱，造成了季节性分布不均。为了脱贫致富，愚昧地毁林毁草，污染环境，天灾又与人祸叠加，打破了自然环境与气候条件的平衡关系，导致水土流失、荒漠化与水资源进一步短缺。

(1)水灾问题

由于生态环境受到一定程度的破坏，我国洪涝灾害日益加剧。从1950年至1989年，我国平均每年洪涝面积约1.2亿亩；1990年至今，平均每年洪涝面积达到2.5亿亩。洪涝灾害波及的范围越来越大，造成的经济损失越来越重。

进入20世纪90年代以来，为了应付长江洪水，沿江两岸军民几乎年年都没有轻松过。如：1995年长江水灾，五省统计洪涝灾害面积6916万亩，成灾4381万亩，受灾人口7489万人，死亡1302人，直接经济损失592亿元。1996年仅6、7两个月，长江沿岸五省受灾面积达7000多万亩，受灾人口7000多万，直接经济损失700亿元。根据不完全统计，1998年长江水灾造成的直接经济损失高达1660亿元，上百万人失去家园，死亡人数有数千人，数千万亩农田减产或绝收，对全国的经济发展造成了严重的影响。据卫星与遥感监测与分析，湖南、湖北、江西淹没面积为1586万亩。长江水利委员会

的统计资料表明，中下游五省，溃口和分洪的围垸共 1705 个 淹没土地 295 万亩 受灾人口 230 万。1999 年 7 月 13 日 朱镕基总理在“ 长江防汛工作座谈会 ”上 谈论 “ 正确认识今年（ 1999 年 ）的长江防汛形势 ” 时指出：“ 目前 长江沙市以下干流全线超过警戒水位 长江干堤也出现了一些险情。浙江、安徽、江西、湖北、湖南、福建、江苏等省局部地区灾情严重，受灾人口已达 2200 万人。”

水灾带来水土流失，水土流失淤积河道，使行洪能力越来越低。例如：长江流域 1957 年水土流失面积约为 36.38 万平方公里，占流域面积的 20.2%。20 世纪 90 年代，全流域水土流失面积已达 56.97 万平方公里，占流域面积 31.5%。30 余年水土流失面积增加了 56.6%，而长江每年流经三峡的泥沙量也增加到 7.2 亿吨，仅次于黄河。泥沙淤积不仅使长江荆江段成为“ 悬江 ” 而且使洞庭湖成为“ 悬湖 ”。

1998 年之夏，与长江南北呼应的黄河，虽然未出大问题 然而 7 月 16 日，郑州花园口下一号洪峰，来头不能算大，但也造成不小的损失：洪峰流量仅 4700 立方米 / 秒 居然淹没田地 132 万亩，水围村庄 105 座 涉及人口 67.4 万人 工程出险 564 坝次。与此同时，我国东北的松花江、嫩江也发生了特大洪水，嫩江干流有 4 处堤防决口，大庆市有 2 处堤防决口，哈尔滨洪水流量高达 17300 立方米 / 秒。此次洪水共淹没土地面积 312 万

公顷，大庆油田被淹没的油井达 1166 眼，受灾县（市、区）62 个，受灾乡镇 778 个，进水村屯 6458 个，损毁房屋 214.4 万间，受灾人口 986.2 万人，直接经济损失超过 300 亿元。

我国的气候特点是“枯水期”与“丰水期”呈周期性变化，要么是连续几年、十几年干旱，要么是连续发大水。今后长江、黄河等大江大河的防汛工作，不能掉以轻心，必须有备才能无患。

(2) 旱灾问题

我国不仅时时面临水灾威胁，而且旱灾威胁也在加剧。从 1950 年至 1989 年，我国平均每年干旱面积约 3 亿亩；1990 年至今，平均每年干旱面积达到 3.4 亿亩。特大沙尘暴，20 世纪 60 年代发生过 8 次，70 年代发生过 13 次，90 年代发生了 23 次。2000 年到笔者 4 月份截稿时止，仅开春以来短短的几个月里，我国北方已经受到 9 次沙尘暴的袭击。水资源短缺、干旱、黄河断流、沙漠化等问题往往彼此交织，相互促进。

另一组统计数字则说：我国干旱、半干旱地区约占国土面积的 65%。进入 20 世纪 90 年代以后，全国年均受旱面积达 4.5 亿亩，每年因旱灾减产粮食 100 亿 ~ 200 亿公斤，直接经济损失 100 亿 ~ 200 亿元。平均每年干旱面积达 3.8 亿亩。

由于干旱，水土流失和土地荒漠逐年扩大，环境污染加剧，经济、人口、环境与水资源长期失调，自然灾害

频繁。干旱年份不仅农业大量减产，城镇供水、乡村人畜饮水也十分困难。据气象部门对 1950—1974 年灾害性气候分析，在这 25 年中，黄河上中游黄土高原区发生旱灾 17 次，平均 1.5 年一次。其中严重旱灾有 9 年，平均 2.5 年一次，1965 年陕北、晋西北大旱，山西省受灾面积达 2600 万亩；陕西榆林地区近 1000 万亩耕地几乎无收。

(3) 黄河断流问题

黄河发源于青藏高原巴颜喀拉山北麓，是中国的第二大河，全长 5464 公里，流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东九省区，注入渤海。黄河滋润着两岸人民，两岸人民离不开黄河水。那么，黄河到底有多少水资源呢？据国家对黄河的配水方案，黄河每年 580 亿立方米的径流量，其中 370 亿立方米用于沿黄各省的农业灌溉、工业生产与城市生活，210 亿立方米用来冲刷下游河床里的泥沙。然而前者的实际用水量已大大超过了 370 亿立方米，仅沿黄 50 多座城市的工农业生产和城乡居民用水就超过 300 亿立方米，泥沙量则没有保证，加剧了下游泥沙淤积，削弱了行洪能力。

为了抵御旱灾，各种水利设施便瞄准了黄河。中国水利科学院王浩先生（1999）说：“黄河断流是自然因素与人为因素共同作用的结果。引起断流的根本原因，还是河道外用水的大量增加和有序引水。20 世纪 90 年代以来花园口实测平均径流在 850 立方米/秒左右，而

下游两岸的引水能力却高达 4000 立方米 / 秒 大量无序引水在任何时段均可造成断流。”

黄河流域人类活动消耗的水资源量越来越大，滋润本流域的最大河流——黄河径流则日趋衰竭。20 世纪 70 年代黄河平均断流长度为 242 公里，80 年代为 256 公里，90 年代达到 392 公里。90 年代以前断流一般发生在河口地区。1992—1994 年，断流上延到山东济南附近；1995 年断流延展到河南夹河滩以上，长达 683 公里；1997 年又延展到河南开封以上，长达 704 公里，占黄河下游干流长度的 90% 以上。据利津水文站实测资料 20 年间累计断流 70 次，共 908 天，平均年断流 45 天，其中 1997 年断流 226 天。与此同时，黄河入海水量不断减少，1990—1994 年，年平均入海量只有 184 亿立方米，相当于 80 年代年平均入海量 286 亿立方米的 64%、70 年代年平均入海量 371 亿立方米的 59%、60 年代年平均入海量 492 亿立方米的 47%。一些专家预测，如果以 5 年时间为单元计算，到 2000 年黄河下游将出现年年断流现象，到 2020 年黄河下游将会出现全年干涸，黄河由此将成为一条内陆河。

更为危险的信号是，黄河以往仅在下游发生断流，如今上游的源头地区亦开始出现断流。《中国环境报》评出的 1999 年“十大国内环境新闻”之一是：“青海省玛多县境内的黄河源头干流出现了长达近 8 个月的断流现象，这是黄河源头历史上出现的首次跨年度断流。”玛