

中国可持续发展水资源战略研究 综合报告

(2000 年 7 月)

提 要

我国水资源总量为 2.8 万亿 m^3 ，按 1997 年人口统计，人均水资源量为 $2220m^3$ ，预测到 2030 年人口增至 16 亿时，人均水资源量将降到 $1760m^3$ 。按国际上一般承认的标准，人均水资源量少于 $1700m^3$ 为用水紧张的国家。因此，我国未来水资源的形势是严峻的。

新中国成立 50 年来，全国用水总量从 1949 年的 1000 多亿 m^3 增加到 1997 年的 5566 亿 m^3 其中农业用水占 75.3% 工业 20.2% 城镇生活 4.5%，人均综合用水量从不足 $200m^3$ 增加到 $458m^3$ 当前面临的问题是：防洪安全仍缺乏保障；水资源的紧缺与用水的浪费并存 水土资源过度开发 造成对生态环境的破坏 水环境恶化和水质污染迅速发展 已到极为严重的程度。

研究后认为，通过建设节水高效的现代农业，我国可以基本

本文是由中国工程院组织的《21世纪中国可持续发展水资源战略研究》咨询项目的综合报告。咨询项目由钱正英和张光斗主持，两院 43 位院士和近 300 位院外专家参加，经过一年多的紧张工作完成的，2000 年 7 月 11 日已向国务院和有关部委作了汇报。项目分七个课题组，提出 9 个专题报告，在此基础上，经过项目综合组反复讨论和修改完成本综合报告。

本文已刊登在《中国水利》2000 年第 8 期，《中国工程科技》2000 年第 8 期。

立足于现有规模的耕地和灌溉用水量，满足今后 16 亿人口的农产品需要。预测我国用水高峰将在 2030 年前后出现，用水总量为 7000 亿~8000 亿 m^3 / 年 人均综合用水量为 400~500 m^3 。经分析，全国实际可能利用的水资源量约为 8000 亿~9500 亿 m^3 ，需水量已接近可能利用水量的极限。因此，必须严格控制人口的继续增长，同时加强需水管理，做到在人口达到零增长后，需水也逐步达到零增长。

我国水资源的总体战略：必须以水资源的可持续利用支持我国社会经济的可持续发展。建议从 8 个方面实行战略性的转变：

1. 防洪减灾一要从无序、无节制地与洪水争地转变为有序、可持续地与洪水协调共处的战略。为此，要从以建设防洪工程体系为主要的战略转变为：在防洪工程体系的基础上，建成全面的防洪减灾工作体系。

2. 农业用水一要从传统的粗放型灌溉农业和旱地雨养农业转变为：以建设节水高效的现代灌溉农业和现代旱地农业为目标的农业用水战略。

3. 城市和工业用水一要从不重视节水、治污和不注意开发非传统水资源转变为：节流优先、治污为本、多渠道开源的城市水资源可持续利用战略。

4. 防污减灾一要从末端治理为主转变为源头控制为主的综合治污战略。

5. 生态环境建设一要从不重视生态环境用水转变为：保证生态环境用水的水资源配置战略。

6. 水资源的供需平衡一要从单纯地以需定供转变为：在加强需水管理基础上的水资源供需平衡战略。

7. 北方的水资源问题一要从以超采地下水和利用未经处理的污水维持经济增长转变为：在大力节水治污和合理利用当地水资源的基础上，采取南水北调的战略措施，保证北方地区社会经济的可持续增长。

8. 西部地区的水资源问题一要从缺乏生态环境意识的低水

平开发转变为：与生态环境建设相协调的水资源开发利用战略。

为了实现以上战略转变，必须进行 3 项改革：

1. 水资源管理体制的改革；
2. 水资源投资机制的改革；
3. 水价政策的改革。

前 言

水资源是基础自然资源，是生态环境的控制性因素之一；同时，又是战略性经济资源，是一个国家综合国力的有机组成部分。展望未来，水资源正日益影响全球的环境与发展，甚至可能导致国家间冲突。探讨 21 世纪水资源的国家战略及其相关科学问题，是世纪之交全球共同关注和各国政府的重点议题之一。

我国人民在历史发展中，贯穿着与频繁水旱灾害的斗争。新中国成立后，进行了大规模的水利建设，取得了兴利除害的重大成就，我国以占全球约 6% 的可更新水资源^①、9% 的耕地^②，支持了占全球 22% 人口的温饱和经济发展。但是，在水资源开发利用的进程中，也出现了一些更为复杂的新情况和新问题。1998 年长江和嫩江的大洪水、90 年代以来黄河断流和北方地区沙尘暴的日趋严重、江河湖海的水污染，引起全国人民甚至世界的关注。面临 21 世纪我国发展的战略目标，我们的水资源能否支持将来 16 亿人口的食物供应？能否支持社会经济的可持续发展？如何解决我国的洪水、缺水和水质污染？针对这些问题，各界人士纷纷建言献策。

为此，在国务院领导和有关部委的大力支持下，中国工程院组织了覆盖地理、地质、气象、水文、农业、林业、水利、土地、水土保持、生态环境、城市建设、环境工程、社会经济等有关学科的 43 位两院院士和近 300 位院外专家，以《21 世纪中国可持续发展水资源战略研究》为总项目，根据 2030 年前后我国人口将达到 16 亿的总形势，分设七个课题组进行研究。经过一

^① 全球陆地可更新的水资源量，根据《水利百科全书》、《国际人口行动计划》和《国际水》杂志等不同资料来源，分别为：46.8 万亿 m^3 、41.0 万亿 m^3 和 42.78 万亿 m^3 ，我国占全球水资源的百分比相应是：5.79%、6.61% 和 6.34%。

^② 我国耕地按 15 亿亩计算，为全球耕地的 7%；如按国家土地管理局 1996 年调查数 19.51 亿亩计算，为全球的 9%。

年多的紧张工作，提出了 9 个专题报告：

1. 中国防洪减灾对策研究
2. 中国水资源现状评价和供需发展趋势分析
3. 中国农业需水与节水高效农业建设
4. 中国城市水资源可持续利用与保护
5. 中国江河湖海防污减灾对策
6. 中国北方地区水资源的合理配置和南水北调问题
7. 中国西北地区水资源开发利用
8. 中国西南地区水资源开发利用
9. 中国生态环境建设与水资源保护利用

在以上专题报告的基础上，经项目综合组反复研讨和重点考察，提出《中国可持续发展水资源战略研究》综合报告。

1. 我国水资源状况和面临的问题

1.1 水资源的自然状况

水资源的补给来源主要为大气降水，赋存形式为地表水、地下水 and 土壤水，可通过水循环逐年得到更新。

1.1.1 水资源总量和人均水资源量

根据 80 年代初水利部对全国水资源进行的评价：我国的多年平均降水总量为 6.2 万亿 m^3 ，除通过土壤水直接利用于天然生态系统与人工生态系统外，可通过水循环更新的地表水和地下水的多年平均水资源总量为 2.8 万亿 m^3 。按 1997 年人口统计，我国人均水资源量为 $2220m^3$ ，预测到 2030 年我国人口增至 16 亿时，人均水资源量将降到 $1760m^3$ 。按国际上一般承认的标准，人均水资源量少于 $1700m^3$ 为用水紧张的国家，因此，我国未来水资源的形势是严峻的。

1.1.2 水资源的时间分布极不均衡

除了人均水资源量紧张外，我国水资源的时间分布很不均衡。由于季风气候影响，各地降水主要发生在夏季。雨热同期，

是农业发展的一个有利条件，使我国在发展灌溉农业的同时，还有条件发展旱地农业。但由于降水季节过分集中，大部分地区每年汛期连续 4 个月的降水量占全年的 60%~80%，不但容易形成春旱夏涝，而且水资源量中大约有 2/3 左右是洪水径流量，形成江河的汛期洪水和非汛期的枯水。而降水量的年际剧烈变化，更造成江河的特大洪水和严重枯水，甚至发生连续大水年和连续枯水年。

1.1.3 水资源的空间分布也极不均衡

我国的年降水量在东南沿海地区最高，逐渐向西北内陆地区递减。从黑龙江省的呼玛到西藏东南部边界，这条东北—西南走向的斜线，大体与年均降水 400mm 和年均最大 24h 降水 50mm 的暴雨等值线^①一致，这是东南部湿润、半湿润地区和西北部干旱、半干旱地区的分界线。东南部的湿润和半湿润地区也是暴雨洪水的多发区。

水资源的空间分布和我国土地资源的分布不相匹配。黄河、淮河、海河三流域，土地面积占全国的 13.4%，耕地占 39%，人口占 35%，GDP 占 32%，而水资源量仅占 7.7%，人均约 500m³，耕地亩均少于 400m³，是我国水资源最为紧张的地区。西北内陆河流域，土地面积占全国的 35%，耕地占 5.6%，人口占 2.1%，GDP 占 1.8%，水资源量占 4.8%。该地区虽属干旱区，但因人口稀少，水资源量人均约 5200m³，耕地亩均约 1600m³，如果在科学指导下，合理开发利用水土资源，并安排相适应的经济结构和控制人口的增长，可以支持发展的需要，但必须十分注意保护包括天然绿洲在内的荒漠生态环境。

1.1.4 江河高泥沙含量是我国水资源的一个突出问题

我国西部地区是长江、黄河、珠江和众多国际河流的发源地，地形高差大，又有大面积的黄土高原和岩溶山地，自然因素

^① 按气象部门规定，24h 雨量超过 50mm 称之为暴雨，100~200mm 为大暴雨，超过 200mm 为特大暴雨。

加上长时期人为的破坏,使很多地区水土流失严重,对当地的土地资源和生态环境造成严重危害,也使许多江河挟带大量泥沙,黄河的高含沙量更是世界之最。这些问题增加了我国江河治理的复杂性和生态环境建设的迫切性。从历史的观点看,江河泥沙曾为我们创造了并继续发展着东部和中部总面积达 185 万 km^2 的广大冲积平原和山间盆地。这些地方,地势平坦,土壤肥沃,成为中华民族生存和发展的重要基地,但由于开发利用不当,也带来一系列的水旱灾害和环境问题。

1.1.5 气候变化对我国水资源的影响

根据 1950~1997 年接近 50 年的降水和气温资料分析,我国近 20 年来呈现北旱南涝的局面。80 年代华北地区持续偏旱,京津地区、海滦河流域、山东半岛 10 年平均降水量偏少 10%~15%。进入 90 年代,黄河中上游地区、汉江流域、淮河上游、四川盆地的 8 年平均降水量偏少约 5%~10%,黄河花园口的天然来水量初步估计偏少约 20%,海滦河和淮河的年径流量也都明显偏少。西北内陆地区,80 年代降水量略有减少(2.5%),90 年代略有增加(8.9%)。由于高山地区冰川融水的多年调节作用,各河流出山口的多年平均流量基本持平。少数河流如新疆的阿克苏河等径流量略有增加,个别河流如河西走廊的石羊河径流量偏少。

从全国范围看,在原评价 24 年系列基础上增加最近 18 年的资料,估计对全国水资源总量的影响不大。但北方缺水地区持续枯水年份的出现,以及黄河、淮河、海河与汉江同时遭遇枯水年份等不利因素的影响,加剧了北方水资源供需失衡的矛盾。

据国际方面的有关研究,未来 50 年由于人类活动产生的温室效应,全球年平均气温可能升高,但预测值相差很大。气温升高将使地表蒸发量提高,水资源量将相应减少。具体到我国的各大流域,影响程度如何,还有待探讨。

1.2 50 年来的成就和当前面临的问题

新中国成立 50 年来,党和政府领导广大人民进行了规模空

前的水利建设,全国累计修建加固堤防 25 万 km,建成大中小型水库 8 万多座,初步控制了大江大河的常遇洪水^①,形成了 5600 多亿 m³ 的年供水能力,灌溉面积从 2.4 亿亩扩大到近 8 亿亩(包括农、林、牧),并为城市和工业的发展提供了水源。全国用水量从 1949 年约 1000 多亿 m³ 增加到 1997 年的 5566 亿 m³,其中农业占 75.3%,工业占 20.2%,城镇生活占 4.5%,人均综合用水量从不足 200m³ 增加到 458m³。这些巨大成就为保障我国经济迅速发展和社会长期稳定创造了条件。

但是由于种种原因,水利发展的模式基本属于粗放型。不少工程的安全标准不高,建设质量较差,配套设施不全,管理工作薄弱,用水浪费很大,水质污染严重,至今未能建立起良性运行的机制。在全国经济的高速发展中,也出现了一些新的矛盾。概括起来,当前面临如下主要问题:

1.2.1 防洪安全仍缺乏保障

我国江河的防洪工程系统还没有达到已经审批的规划标准。长江的荆江河段和黄河的主要堤防,在三峡和小浪底水利枢纽及相应的配套工程完成后,可以达到防御 100 年一遇以上洪水的标准;淮河、海河、辽河、松花江、珠江等江河,除少数重点城市外,大部分堤防都还只能防御 20 年一遇左右的常遇洪水。即使上述江河的防洪能力达到规划标准,根据我国的气象水文规律,仍有发生工程所不能解决的超标准洪水的可能。而由于缺乏统一规划和管理,各地不分主次,竞相修建防洪工程和提高防洪能力,全国的堤防长度由 70 年代的 11 万 km、80 年代的 16 万 km 发展到目前的 25 万 km。堤线越来越长,堤防越来越高,洪水蓄泄的空间越来越小,致使许多江河在同样流量情况下,洪水位不断抬高,造成加高加修堤防与抬高洪水位的恶性循环。由

^① 本报告将江河洪水分为四个等级:小于 20 年一遇为常遇洪水;20~50 年一遇为较大洪水;50~100 年一遇为大洪水;大于 100 年一遇为特大洪水。所谓多少年一遇,是指一定量级的洪水每年发生的机率,并不等于隔多少年再遇到一次。

于堤防不断加高，防汛负担和防汛风险也不断加重，如万一溃堤决口，将造成更大的毁灭性灾害。

1.2.2 水资源的紧缺与用水的浪费并存

据分析估计，全国按目前的正常需要和不超采地下水，缺水总量约为 300 亿 ~ 400 亿 m^3 。在一般年份，农田受旱面积 1 亿 ~ 3 亿亩。从总体上说，因缺水造成的经济损失超过洪涝灾害。许多地区由于缺水，造成工农业争水、城乡争水、地区之间争水、超采地下水和挤占生态用水。

与此同时，用水效率不高、用水严重浪费的现象也普遍存在。我国的用水总量和美国相当，但 GNP 仅为美国的 1/8。全国农业灌溉水的利用系数平均约为 0.45，而先进国家为 0.7 甚至 0.8。1997 年全国工业万元产值用水量 $136m^3$ 是发达国家的 5~10 倍。工业用水的重复利用率据统计为 30%~40%，实际可能更低，而发达国家为 75%~85%。全国多数城市用水器具和自来水管网的浪费损失率估计在 20% 以上。

1.2.3 水土资源过度开发，造成对生态环境的破坏

由于缺乏统筹规划，水资源和土地资源都有过度开发的现象。全国水资源的开发利用 1997 年为 19.9%，不算很高，但地区间很不平衡，北方的黄河、淮河、海河，开发利用都超过 50%，其中海河已近 90%。有些内陆河的开发利用率超过了国际公认的合理限度 40%。在土地利用方面，山区毁林开荒，草原过牧滥垦，湖泊湿地被围垦，江河行洪滩地被侵占，这些都破坏了生态环境，加重了水旱灾害。由于地下水的持续超采，使不少地区地面沉陷，海水入侵。在黄淮海流域，由于水资源的过度开发，造成海河流域的河湖干涸，黄河下游经常断流，甚至淮河中游在 1999 年也出现了历史上罕见的断流现象。

1.2.4 水质污染迅速发展，已到极为严重的程度

据 1997 年《中国水资源公报》，全国废污水的排放总量为 584 亿 t。在 10 万 km^2 的评价河段中，水质在 IV 类以上的污染河长占 47%。北方辽、黄、海、淮等流域，污水与地表径流的比

例高达 1:14~1:6。全国湖泊约有 75% 以上的水域，近岸海域约有 53% 以上受到显著污染。根据全国 118 座大城市浅层地下水的调查，97.5% 的城市受到不同程度的污染，其中 40% 的城市受到重度污染，更为严重的是，全国已有近 90% 城镇的饮用水源受到污染。

从以上问题可以看出，由水资源紧张、水污染严重和洪涝灾害为特征的水危机已成为我国可持续发展的重要制约因素。当我国经济发展到目前水平的时候，必须进一步从人口、资源、环境的宏观视野，对水资源问题总结经验，调整思路，制定新的战略。

2. 以水资源的可持续利用支持我国社会经济的可持续发展

针对面临的问题，建议我国水资源的总体战略是：以水资源的可持续利用支持我国社会经济的可持续发展。为此要从八个方面实行战略性的转变。

2.1 人与洪水协调共处的防洪减灾战略

在防洪减灾方面，要从无序、无节制地与洪水争地转变为有序、可持续地与洪水协调共处。为此，要从以建设防洪工程体系为主的战略转变为：在防洪工程体系的基础上，建成全面的防洪减灾工作体系，达到人与洪水协调共处。

2.1.1 对洪水和洪灾的认识

要认识到，江河洪水是一种自然现象，而江河洪灾则是由于人类在开发江河冲积平原的过程中，进入洪泛的高风险区而产生的问题。我国江河洪水形成的主要原因是夏季的季风暴雨和沿海的风暴潮。在气候异常年份，某些江河流域出现多次大暴雨甚至特大暴雨，形成这些江河的大洪水以至特大洪水。在历史上，我国人民为了开发江河中下游的广大冲积平原，不断修筑堤防与水争地，从而缩小了洪水宣泄和调蓄的空间，当洪水来量超过人们

给予江河的蓄泄能力时，堤防溃决，形成洪灾。

2.1.2 防洪减灾的战略转变

通过实践，人们逐步认识到，要完全消除洪灾是不可能的。人类既要适当控制洪水，改造自然；又须主动适应洪水，协调人与洪水的关系，这样才能保证自己的继续发展。要约束人类自身的各种不顾后果、破坏生态环境和过度开发利用土地的行为，从无序、无节制地与洪水争地转变为有序、可持续地与洪水协调共处。发生大洪水时，有计划地让出一定数量的土地，为洪水提供足够的蓄泄空间，以免发生影响全局的毁灭性的灾害，并将灾后救济和重建作为防洪工作的必要组成部分。因此，要从以建设防洪工程体系为主的战略转变到：在防洪工程体系的基础上，建成全面的防洪减灾工作体系，达到人与洪水协调共处。

2.1.3 防洪减灾工作体系的总体目标和主要内容

我国防洪减灾工作体系的总体目标是：在江河发生常遇和较大洪水时，防洪工程设施能有效运用，国家经济活动和社会生活不受影响，保持正常运作；在江河遭遇大洪水和特大洪水时，有预定方案和切实措施，国家经济社会活动不致发生动荡，不致影响国家长远计划的完成或造成严重的环境灾难。

防洪减灾工作体系的主要内容：

(1) 根据江河的总体治理目标，建设有质量保证的防洪工程系统

各主要江河应在原有规划的基础上，结合近年来的防洪实践和国家的发展要求，进一步定出江河的总体治理目标和全面的治理规划，据此建成有质量保证的防洪工程系统。防洪工程系统的标准要经过技术经济的论证，一般应达到 50 年一遇以上，重要堤防 100 年一遇或更高。

长江的治理目标是：再遇类似 1998 年洪水时，确保安全并大大减轻防汛抢险负担；再遇类似 1954 年和 1870 年洪水时，在充分运用三峡等干支流水库和分蓄洪工程的条件下，保证重要堤防、沿江大城市和重点围垸的安全。为此要按统一规划，在完成

三峡工程的同时，完成重要堤防和重点围垸的加固、干流河道的整治、分蓄洪区的配套工程并继续兴建金沙江的溪洛渡、嘉陵江的亭子口、澧水的皂市等干支流水库。

黄河的治理目标是：保证防御花园口安全通过 100~1000 年一遇的洪水；稳定现行的流路，保证黄河不改道。为此要加强水土保持，进一步减少入黄泥沙；充分发挥小浪底水库对下游的防洪减淤作用及其上游三门峡水库的补救作用，解决三门峡对渭河下游的不利影响；整治下游河道及河口，通过放淤抬高两岸大堤附近的地面，使黄河下游逐步成为一条相对的地下河；根据小浪底的运行情况和发展需要，逐步兴建小浪底以上的干流水库。

其它各江河也都要制定治理目标和相应的工程建设计划。

(2) 江河的各类分蓄行洪区，是防洪减灾工作体系的必要组成部分

我国江河冲积平原的土地资源已经过度开发，根据技术和经济的可行性，现在的防洪工程只能达到一定标准（防御常遇洪水或较大洪水），必须安排各类分蓄行洪区作为辅助措施，才能达到规划的防洪标准和处理超标准的洪水。要明确认识，根据我国的实际情况，江河的各类分蓄行洪区，是防洪减灾工作体系的必要组成部分。

在大洪水或特大洪水时，要首先确保城乡广大居民的生命财产和重要工业交通的安全，为此，可以也必须让出一部分用于农业的土地作为分蓄行洪区。应结合小城镇建设和分蓄洪区内的安全设施建设，妥善安置这些地区的居民，保证他们的生活和生产。一般说，在确保居民生命财产的前提下，农业土地遭受 10~20 年一遇或更稀遇的洪水淹没损失，即相当于 90%~95% 或更高的防洪安全保证率，是可以承受的，并可采取社会救济和防灾保险等适当措施，予以合理补偿。

(3) 城乡建设规划要充分考虑各种可能的防洪风险

从总体上看，我国的堤防系统已经达到 25 万 km 的规模，不宜再增建和加高，而应在现有基础上进行加固，并充分利用各

类分蓄行洪区，解决超标准的洪水。对各种可能遭受洪水淹没的地区，要加强科学指导，分别不同情况，合理安排城乡建设规划，不要无限制地侵占洪水的空间，而要主动与洪水协调共处。

例如：

一山丘区的中小河流，山洪暴涨暴落，并挟带大量泥沙，要防止在两岸盲目开发行洪河滩，修建堤防。城镇村庄的选址，要极其慎重，不准侵占行洪河滩，并注意划分山洪及泥石流危害区，避免地质灾害。

一江河冲积平原上的城乡建设和工业交通设施，都要遵守防洪规划，防止盲目占用分蓄行洪区。重大建设项目，要经过防洪主管部门的认可。在城市建设中，要注意建成完善的防洪排涝体系，禁止盲目缩窄排洪排涝河道。

一在超标准洪水可能淹没的城镇村庄，要进行洪灾的风险分析，制定洪水可能淹没的风险图，定出保证居民生命财产安全措施的长远规划，例如建设具有抗洪能力的房屋建筑和道路桥梁等，在国家的组织和支持下，动员社会的力量，有计划地逐步完成。

一在沿海的经济发达地区，风暴潮的危害极大，这些地方有必要也有可能逐步建成以防御特大风暴潮为目标的沿海防护林带和高标准海堤，以求长治久安。

(4) 在全国建立防洪保险、救灾及灾后重建的机制

对各类分蓄行洪区以及其他有防洪风险的地区，可以根据具体情况，进行合理地开发利用，但必须适应防洪的风险。考虑到我国各江河都存在这种问题，应当研究在全国建立防洪保险、救灾及灾后重建的机制，给予法定的社会保障。

在过去的防洪工作中，着重建设防洪工程，而没有落实分蓄行洪区的社会保障工作，许多分蓄行洪区不能按规划运用，只能“被动蓄洪”而不能“主动蓄洪”，使江河的实际防洪标准大大降低，分蓄行洪区也受到更大的损失。长期以来，许多地方对分蓄行洪区的工作有畏难情绪。我们认为，只要真正认识分蓄行洪区

是防洪工作体系的必要组成部分，就能制定出一个合理的规划和相应的运行机制，既可适当地开发利用分蓄行洪区的土地资源，又能兼顾全局和局部利益，保障各类地区都能得到合理和可持续发展。最近颁布的《蓄滞洪区运用补偿暂行办法》是一个好的开端，还需要继续进行大量的后续工作。

(5) 建立现代化的防洪减灾信息技术体系和防汛抢险专业队伍

要研究解决致洪暴雨与洪水的准确预测、预报、预警和决策支持软件。建设一支以高科技武装的防汛抢险专业队伍，提高抗洪斗争中勘测、通讯、查险、除险和抢险的水平，逐步取代现在主要依靠大量人力的防汛抢险办法。

2.2 以建设节水高效的现代灌溉农业和现代旱地农业为目标的农业用水战略

在农业用水方面，要从传统的粗放型灌溉农业和旱地雨养农业转变为：建设节水高效的现代灌溉农业和现代旱地农业。

研究后认为，通过建设节水高效的现代农业，我国可以基本立足于现有规模的耕地和灌溉用水量，满足今后 16 亿人口的农产品需要。

2.2.1 16 亿人口所需的农产品和耕地预测

根据国家土地管理局 1996 年调查，我国耕地面积为 19.51 亿亩，其中灌溉耕地约 7.76 亿亩，占 39.8%，雨养农业的旱耕地约 11.74 亿亩，占 60.2%。1997 年粮食总产量为 4942 亿 kg，人均 410kg。

农产品需求受人口数量、人口年龄结构、城市化水平、收入水平和居民消费行为等因素的影响。考虑到我国人民生活的逐步提高，在粮食消费水平趋于稳定的同时，肉、蛋、奶类的消费水平将逐步增加，因此粮食的人均需求量将比现在有所提高。预测人口达到 16 亿时（2030 年）人均粮食的需求量为 450kg，粮食总需求量为 7000 亿 kg 左右。根据主要农产品需求、主要农作物单产和种植业结构的预测，需保证 30 亿亩的播种面积，耕地面

积应保持在 18 亿~18.5 亿亩。

2.2.2 水土资源供需平衡的几点结论

(1) 在节约、高效利用的条件下,我国的水土资源基本能保证未来 16 亿人口对食物与其他农产品的需求,但在区域间差别较大。

(2) 华北地区人口—粮食—水资源不能平衡,是严重的缺水地区,除采取高效节水、建立节水型的社会外,从长江调一部分水,对缓解农业用水紧张与整个地区缺水是必要的。

(3) 有潜力增加商品粮供应的是东北地区、长江中下游和蒙宁地区。特别是东北地区,应当加紧农业的基础建设,使之保持粮食的稳定增长,成为我国最稳定的商品粮包括饲料的供应基地。

(4) 到 2030 年的奋斗目标是:耕地面积稳定在 18 亿~18.5 亿亩,复种指数达到 1.65,粮食播种面积单产达 350kg/亩;农田灌溉面积扩大到 9 亿亩,农业灌溉水利用系数达到 0.65;在全面节水的基础上,农田灌溉需水量和农业总需水量基本维持目前用水量的水平,分别为 4000 亿 m^3 和 4200 亿 m^3 左右。

2.2.3 节水高效农业的建设途径

(1) 把提高水的利用效率作为节水高效农业的核心

节水高效农业建设要把发挥单位水量效益作为核心,使水利工程措施和农业技术措施相结合,最大限度地利用水资源,提高水分利用效率,争取从现在的每立方米水的平均粮食产量 1.1kg 提高到 1.5~1.8kg。

一要充分利用当地水资源,包括充分利用降水、回收回归水和处理利用劣质水。如充分利用降水和土壤水,华北地区的小麦、玉米两熟的灌溉水量可节省 50~100 m^3 /亩。

一节水灌溉建设的重点应放在渠灌区,北方渠灌区推行井渠结合的灌溉方式。在北方的渠灌区内打井,以渠补源,以井保丰,不但可以最大限度地利用地表水和地下水,而且可以控制灌区的地下水位,防治灌区的次生盐碱化。

一节水灌溉技术应以改进地面灌溉为主，有条件地发展喷灌和滴灌，要改正那种以为只有喷灌、滴灌才能称为节水灌溉的误解。目前我国地面灌溉占到总灌溉面积的 97%，在相当长的时间内，地面灌溉仍是我国农田灌溉的主要方式。地面灌溉提高节水技术（如平地、沟灌、间歇灌），耗能少、投入也低，农民易掌握，符合国情和民情。

一要十分重视农业节水技术。只有使水利工程和农业技术结合，才能更好地提高用水效率。通过节水农业措施，减少土壤蒸发量和作物蒸腾量，才是真实的节约水资源量。节水农业措施包括节水的轮作制度、节水灌溉制度与管理制、抗旱高产优质品种、耕作栽培、培肥施肥和化控技术等。河北省沧州等地通过科学的农业节水技术使小麦灌水由过去的 5~7 次降到 2~3 次，产量有增无减，这种经验在一定地区有指导意义。

(2) 实行水旱互补的方针，重视发展旱地农业

节水高效农业应包括灌溉农业与旱地农业两部分。我国在可预见的未来，灌溉面积占耕地的比重不大可能超过 50%，因此，在进行节水灌溉农业的同时，还必须进行旱地农业的建设，做到水旱互补，全面发展。

旱地农业是指雨养旱作农业和集雨节灌的雨养旱作农业，它是解决我国农业水危机和增加农业产量的重要途径。发展旱地农业除采取传统的改土培肥、抗旱保墒、地膜与秸秆覆盖等常规的农业技术措施外，还要采取以下措施：

一充分利用雨水集蓄节灌等现代旱地农业技术。

一进行以坡改梯为重点的基本农田建设，并通过各种措施，降低无效蒸发，提高土壤有机质，建设土壤水库，增加贮水。

一根据不同作物的需水特征和当地水资源条件，合理调整作物布局，优化种植结构，选育高产节水优良品种。

一研究以化学制剂改善作物或土壤状况，开展化学调控节水。

(3) 将节水高效农业建设列为国家重大基础建设项

我国的水资源能否支持将来 16 亿人口的发展需要，一个重要关键是能否以现有的 4000 亿 m^3 灌溉水资源，将粮食产量从现在的 5000 亿 kg 提高到 7000 亿 kg 并满足其他农作物的需水。如将现有的灌溉用水量节省 15% ，可为扩大灌溉面积和提高灌溉保证率多提供 600 亿 m^3 的水量，超过黄河的年平均径流量。为了提高灌溉水的利用率，必须进行以节水为中心的灌区续建配套和技术改造，从目前情况看，每亩投入约需 300~400 元，每节约 1m^3 水约需 2~3 元；而新建大中型灌区的投入一般都在每亩 1000 元以上，大中型的新水源工程一般在 1m^3 水 5~10 元以上。因此，建设节水高效农业是经济合理的。但长期以来，在水利建设中重开源、轻节流，重骨干工程建设、轻田间配套建设，重工程、轻管理，灌溉节水和农田水利工程很难列为国家建设项目。而以我国的实际情况，灌溉节水工程光靠农民投资是不行的。因此，农业水利建设投资的主要方向应实行战略性的转移，从以开源工程和新建灌区为主转到以建设节水高效农业为主，国家应尽早把节水高效农业建设列为国民经济的重大基础建设项目。

2.3 节流优先、治污为本、多渠道开源的城市水资源可持续利用战略

在城市和工业用水方面，要从不够重视节水、治污和不注意开发非传统水资源转变为：节流优先、治污为本、多渠道开源的城市水资源可持续利用战略。新中国成立 50 年来，伴随城市化进程在不同阶段的特征，城市水资源的开发利用由单纯开源逐步转向重视节流和治污，先后经历了“开源为主，提倡节水”，“开源与节流并重”和“开源、节流与治污并重”等几次战略性调整。1997 年我国城市化水平 30% 城市人口 3.7 亿。预计 21 世纪中叶以前，我国城市化水平将可能达到 60% ，城市人口将增加到 9.6 亿左右，水资源的供需矛盾将进一步加剧，水质保护的难度也将进一步加大。为此，建议进一步明确节流和治污的必要性，以“节流优先，治污为本，多渠道开源”作为城市水资源可