

中国21世纪水问题方略

刘昌明 何希吾 等著

科学出版社

内 容 简 介

本书系中国科学院水问题联合研究中心的研究专著。全书结合《中国21世纪议程》提出的任务,针对我国水问题的主要方面,探讨了解决我国水问题的方略。共分十章:第一章概述了我国水资源的基本特点和主要问题;第二章、第三章讨论了我国工农业用水的供需矛盾、趋势与对策;第四章分析了我国水资源的质与量,以及节水潜力;第五章分析了我国需水量的零增长及21世纪水资源的开发利用;第六章探讨了我国水源污染及治理对策;第七章分析了我国旱涝灾害的规律及防治对策;第八章从区域角度分别对西北、东北、华北、华中、东南、西南的水资源的开发利用问题进行了讨论;第九章根据国土整治的宏观规划及人口与经济发展,探讨了我国水资源调配方案与调水工程;第十章从水资源管理角度,提出了我国水资源开发利用的政策、体制与组织机构等管理方略。

全书具有系统性、综合性、战略性和创新性,可供我国计划、管理决策部门和科研、教学单位的有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国21世纪水问题方略/刘昌明,何希吾等著.-北京:科学出版社,1996.6
ISBN 7-03-005531-4

I. 中… II. ①刘…②何… III. 水利资源开发-中国-研究 IV. TV213

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第12722号

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

1998年6月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2001年2月第三次印刷 印张:13 1/4

印数:2301—4 300 字数:300 000

ISBN 7-03-005531-4/P·937

定价:26.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

WATER PROBLEM STRATEGY FOR CHINA'S 21ST CENTURY

BY

Liu Changming, He Xiwu et al.

Science Press, Beijing, China

前言

联合国世界环境与发展委员会于 1987 年出版了《我们共同的未来》，1992 年由各国首脑参加的全球环境与发展大会通过了《21 世纪议程》这一划时代的文件，它们围绕的中心或主要思想都是面向未来的持续发展问题。中国科学院积极参与了《中国 21 世纪议程》的制定工作。中国科学院水问题联合研究中心（下简称“中心”）各成员单位的科技人员分别参加起草和论证了有关我国水资源的持续开发利用问题。从 1992 年下半年开始组织承担了中国科学院自然与社会协调发展局下达的重点项目：“中国水资源开发利用在国土整治中的地位与作用”。至 1995 年项目取得的成果主要包括三本著作，本书是其中的一部专著。参加本专著研究的中心成员单位有：中国科学院地理研究所、自然资源综合考察委员会、生态与环境科学中心、科技政策与管理科学研究所、石家庄农业现代化研究所、兰州冰川冻土研究所、应用数学研究所。

由于我国地理位置的特殊性、地质地貌的复杂性、气候条件的季风性、生态系统的多样性，加之人口多、经济增长快和城市工农业用水的不断迅速增长，更加剧了我国水资源数量和质量在时间与空间上的巨大变异性和极端不均衡性的矛盾。与世界许多国家相比，我国水资源问题十分严重，特别是改革开放以来国民经济快速发展已为世界之最，对水资源的需求不断增加，在自然和社会两方面的压力下，出现水问题的地区愈来愈多，而且问题的性质也各不相同，情况复杂。尽管问题众多，但是可大致归纳为三个方面：①水资源供需矛盾；②洪涝旱灾；③水质污染，即所谓水多、水少和水脏问题。按目前的发展趋势，这三方面的水问题在 21 世纪还会延续下去，且有增无减。若不采用强有力的对策，势必严重制约未来国民经济的发展，酿成生态、环境进一步的恶化，其后果是我国 21 世纪可持续发展将因水资源出现缺口而遭到破坏。

本书针对我国水问题的主要方面，结合《中国 21 世纪议程》提出的任务，探讨了解决我国水问题的方略，共分为十章：第一章简述了我国水资源基本特点与主要问题；第二章与第三章讨论了工农业用水和水资源供需矛盾、趋势与对策；第四章从水资源的数量与质量方面分析我国水资源的可利用量，并从节约用水方面估计了我国水资源的潜力；第五章在我国人口零增长和不断提高工农业用水效率的基础上，分析了我国需水量的零增长是制定我国 21 世纪水资源开发利用方案的重要依据；第六章在分析了我国水源污染问题的基础上，提出了治理对策，包括污水再生资源化；第七章从气候与水文特征方面，分析我国旱涝与洪水灾害的若干规律与防灾治灾的主要对策；第八章从区域的角度分别对西北、东北、华北、华中、东南与西南的水资源开发利用现状、趋势与对策进行了讨论；第九章结合国土整治的宏观规划及人口与经济的发展，探讨了我国水资源调配的战略方案，包括 21 世纪的调水工程，特别是从长江引水的南水北调中、东、西三线工程；第十章针对我国目前水资源管理中的问题，主要从政策、体制与组织等方面，提出了水资源可持续利用的管理

方略。

本专著有以下主要特点:①比较系统地梳理了我国的水问题,这是中国科学院水问题联合研究中心各成员单位多年以来主要科研积累的集成,从多方面讨论了我国的水问题,内容具有系统性;②从具体的实例出发,对有代表性的问题进行了具体的和理论上的分析,并在此基础上对这些问题作了宏观归纳,具有宏观综合性;③本专著的每一章节均从实际存在的水问题出发展开分析,力求抓住主要矛盾,然后提出有针对性的对策,论述具有战略性;④本书在工农业用水与产业结构关系、开源节流潜力估算、需水量零增长预测、洪涝旱灾评价、水污染与污水资源化、区域水资源调配规模计算以及水资源可持续开发利用的管理方法等方面均提出了新的观点,具有明显的创新性。

本书在写作过程中参阅了有关文献和引用了某些数据,由于不同作者资料统计的年代和方法不一致,因此有些数据略有差别,为保留原貌未作统一,但均注明出处,以供读者参考、查询。

参加本专著撰写的人员,按章节顺序为:何希吾、程天文(第一章);刘卫东、陆大道(第二章);王新元、毛学森(第三章);沈大军、刘昌明(第四章);牟海省(第五章);叶常明、孙建中、曲耀光(第六章);李克让、郭其蕴、汤奇成、李秀云(第七章);陈传友、曲耀光(第八章);刘昌明(第九章);朱斌、江文华(第十章)。全书由刘昌明、何希吾主编。

程天文协助本书编写组织工作,牟海省、王晓莉协助进行本书编校工作,全书图件由叶池清绘,特此致谢!

刘昌明 何希吾

1995年12月10日

目 录

前 言

第一章 水——21 世纪中国社会经济持续发展的重要因素	1
第一节 我国水资源基本特点	2
一、水资源总量较丰富,人均地均拥有水量少	2
二、水资源时空分布极不均匀	2
三、水资源与人口、耕地、矿产资源分布不匹配	3
第二节 社会经济环境与水资源	6
一、农业发展与水资源	6
二、工业、城市发展与水资源	8
三、生态、环境与水资源	9
第三节 21 世纪我国将面临的主要水问题	12
一、水资源供求矛盾进一步加剧	12
二、用水浪费与用水效益问题	13
三、局部地区水环境将进一步恶化	14
四、以七大江河综合开发治理为中心的国土整治问题	15
五、跨流域调水工程的前期工作	16
六、水资源管理面临的艰巨任务	18
参考文献	18
第二章 工业、城市用水与对策	20
第一节 工业、城市用水现状与存在的问题	20
一、供需平衡现状	20
二、现状用水水平与节水水平评价	21
三、存在的主要问题	23
第二节 工业、城市用水增长趋势	25
一、工业结构与布局对用水增长的影响	25
二、城市化与城市规模对用水增长的影响	27
三、工业、城市用水的长期增长趋势	28
第三节 主要缺水工业城市聚集区和城市水资源供需平衡	30
一、辽中地区	30
二、京津唐地区	31
三、胶东半岛	32
四、其他主要缺水城市	33
第四节 工业、城市持续发展的水资源对策	35
一、完善、强化城市水资源管理	35

二、供水与排水管理并重、用水与保护并重·····	36
三、继续深入推行节水措施·····	37
四、调整产业结构,逐步建立节水产业体系·····	39
五、调整工业空间结构,建设滨海节淡水产业带·····	40
六、建立节水型城市,缓解工农业用水矛盾·····	43
参考文献·····	44
第三章 农业用水与对策 ·····	45
第一节 农业用水现状·····	45
一、有效灌溉面积的历年变化·····	45
二、全国及 667hm ² (万亩)以上灌区农业用水量与灌溉定额·····	47
三、地下水灌区用水量·····	48
四、农业用水效率·····	49
第二节 农业用水存在的问题·····	51
一、用水量过大水资源浪费严重·····	51
二、地下水超采引起严重的农田生态与环境问题·····	52
三、灌溉工程老化不配套灌溉面积下降·····	53
四、农业用水的管理体制和制度·····	54
第三节 21 世纪灌溉发展预测及农业用水战略对策·····	55
一、灌溉发展预测·····	55
二、持续农业的用水战略对策·····	55
三、加强井灌区的管理,合理开发利用地下水资源·····	57
四、加强现有地表水灌区的技术改造与科学管理·····	58
五、调整农业种植结构和水资源的优化分配·····	60
六、积极进行污水回收处理发展灌溉·····	60
七、加强农业水源工程的建设,修建必要的调水工程·····	61
参考文献·····	61
第四章 开源节流潜力 ·····	63
第一节 开源潜力·····	63
第二节 节流潜力·····	66
一、农业节水潜力·····	67
二、工业节水潜力·····	68
第三节 我国 21 世纪中期水资源供需分析·····	71
一、我国 21 世纪上半叶水资源需求分析·····	71
二、我国 21 世纪上半叶水资源供给分析·····	74
三、结 论·····	77
参考文献·····	77
第五章 我国需水量长期增长趋势分析 ·····	79
第一节 需水量零增长与负增长现象·····	79
一、零增长概念·····	79
二、用水零增长概念·····	81
三、需水零增长研究目的·····	82
四、零增长类型·····	83

五、零增长影响因素分析	83
第二节 世界上主要发达国家用水及变化	84
一、工业用水	84
二、农业用水	89
三、生活用水	89
四、国外用水发展特点	90
第三节 我国用水变化与预测分析	91
一、阶段划分	91
二、有关中长期预测研究	92
三、存在的问题	93
第四节 我国需水影响因素分析	94
一、总人口与城市人口预测	94
二、生活用水	95
三、工业用水	97
四、农业用水	98
五、促进需水零增长的对策	101
参考文献	102
第六章 水资源质量与保护	104
第一节 中国 21 世纪的水资源质量分析	104
一、人口增长对水资源质量的压力	105
二、经济发展对水资源质量的冲击	106
三、农业生产活动对水资源质量的影响	107
四、生态环境破坏对水资源质量的影响	107
第二节 几个典型地区的水资源质量问题	108
一、干旱地区的水资源质量问题	108
二、半湿润、半干旱地区的水资源质量问题	109
三、东部沿海地区的水资源质量问题	110
四、长江中上游的水资源质量问题	111
五、松花江流域的水资源质量问题	112
第三节 水资源质量保护对策	112
一、建立水资源保护区	112
二、水污染防治	113
三、湖泊的水质保护	114
参考文献	115
第七章 水旱灾害的时空特征 未来趋势及防治对策	116
第一节 干旱的时空特征	116
一、干旱的区域分布	116
二、干旱的季节特征	117
三、干旱随时间的演变	118
四、干旱对社会经济的影响	120
第二节 雨涝的时空特征	122
一、雨涝的区域分布和季节变化	122

第二节 水资源调配的分析与合理性论证·····	175
一、我国水资源调配必要性的气候背景与社会条件 ·····	175
二、调水工程的类型 ·····	176
三、跨流域调水的水资源联合利用内涵 ·····	177
四、调水规模的合理性分析 ·····	178
五、调水工程的环境影响评价 ·····	179
第三节 我国 21 世纪的主要调水工程 ·····	181
一、我国主要的调水工程方案 ·····	181
二、南水北调工程及其战略意义 ·····	181
三、关于水资源调配的科学决策 ·····	184
第四节 对我国调水工程的若干建议·····	185
参考文献·····	186
第十章 水资源管理 ·····	188
第一节 水资源管理的特点·····	188
第二节 中国水资源管理的现状和问题·····	188
一、水资源管理的现状 ·····	188
二、水管理存在的主要问题 ·····	190
第三节 21 世纪水资源管理的对策 ·····	192
一、持续发展的管理思想 ·····	192
二、国家统一的水资源管理体系 ·····	194
三、以市场为导向的水资源管理 ·····	196
四、走向节水型社会 ·····	197
五、采用先进技术强化水资源管理 ·····	198
参考文献·····	199

第一章 水——21 世纪中国社会经济持续发展的重要因素

水是我们居住星球上的一种特殊的物质和资源。它具有可循环性和独特的物理化学特性,是任何物质所不可替代的。它是人类生存的基本条件和生产活动最重要的物质基础。

水除了用于人类生活外,还可用于工农业生产、水力发电、内河航运、淡水养殖、建造优美环境和娱乐休息场所等,给人类生存带来极大的恩惠。但是,水也是大自然施加给人类种种自然灾害的因素之一。频繁发生的洪涝灾害,泥石流、滑坡等地质灾害,以及与水有关的疾病的传播等等,经常给人类的生存造成巨大的威胁,人的生命财产遭受到难以估量的损失。据统计,目前全球各类自然灾害所造成的损失中,仅洪涝灾害就占 40% 左右。因此,我们对于水在人类社会经济发展中的作用和影响必须有全面的认识和深入的了解,正确处理好人类社会经济持续发展中的水问题。

人类社会的发展史,就是对水的认识和利用斗争的历史。在人类的早期,没有科学知识,更缺乏利用和抗御水灾害的能力,那时只能处于逐水而牧,随水而居的状态,可以说是处于水支配着人类的时代。随着人类文明的进步,人类掌握了一定的科学技术,对水也有了一定的认识,从而逐渐通过建筑水利工程,开始了对水的开发利用,并能在一定程度上抵御各种水灾害。人类社会生产愈发展,技术水平愈高,对水的开发利用程度就愈大,抵御水灾害的能力也就愈强,这时人类社会渐渐进入学会支配水的时代。但是,水也不是取之不尽的,在一定的地区内水总是有限的,当社会生活和生产的用水量达到当地可用水量的一定程度时,不仅自然界的水不能满足社会经济发展的需求,而且往往会由于水的不合理利用,导致产生各种危害人类社会本身的生态与环境问题,进而制约人类社会经济的发展。此时人类社会就进入既要学会合理利用水,又要保持与水相互协调的阶段。

随着人类的进步与发展,对水的需求量不断增加,尤其是第二次世界大战以后,世界经济发展突飞猛进,用水量急剧增加。全世界用水量 1900 年为 5 790 亿 m^3 , 1950 年达到 13 600 亿 m^3 , 50 年中增加了 2.3 倍多,到 1980 年增至 33 200 亿 m^3 , 是 1900 年的 5.7 倍。在 1900—1980 年的 80 年中,农业用水增加了近 3.4 倍,而工业用水增加 19.6 倍。农业和工业用水量分别占总用水量的 69% 和 21% 左右。同期城市生活用水也增加了 12.4 倍,占总用水的 6%。我国在新中国成立以后,随着社会经济的高速发展,用水量也大幅度增加。1949 年全国总用水量仅 1 031 亿 m^3 , 而 1979 年达到 4 767 亿 m^3 , 增长了 4.6 倍。其中,农业用水量增加了 4 倍,占总用水量的 88%, 工业用水量增加了近 22 倍,占总水量的 11%, 城市生活用水量增加了 8.2 倍,占总水量的 1%。到 1988 年全国水资源利用总量已超过 5 000 亿 m^3 。目前我国北方和沿海地区已出现不同程度水源短缺和水质遭受污染的严重局面,可用水供应不足已成为社会经济持续发展的重要制约因素。就全球而言,缺水

与人口、环境、能源问题一样,已成为很多国家和地区面临的四大危机之一。为了人类社会经济的持续发展,在世纪之交,有关各国政府和国际组织都在探讨和制定水问题战略。因此我国在《中国 21 世纪议程》中,把解决水问题放在首要地位。

第一节 我国水资源基本特点

由于我国受所处地理位置、气候、降水、地形、地貌等自然条件以及人口、耕地与矿产资源分布的影响,水资源具有以下特点。

一、水资源总量较丰富,人均地均拥有水量少

水资源总量由地表水资源量和地下水资源量组成,即为河流、冰川、湖泊等地表水体与地下水体中参加水循环的动态水资源量的总和。

根据水利部于 1986 年完成的全国水资源调查评价成果,我国平均年径流总量为 27 115 亿 m^3 ,年均地下水资源量为 8 288 亿 m^3 ,扣除重复计算量,我国的多年平均水资源总量为 28 124 亿 m^3 。河川径流是水资源的主要组成部分,占我国全部水资源总量的 94.4%。我国平均年降水总量为 61 889 亿 m^3 ,降水量的 45%转化为地表和地下水资源,55%消耗于蒸散发。

世界各国都将河川径流量作为动态水资源,近似地代表水资源量。与世界各国河川径流量比较,我国河川径流量居世界第 6 位,低于巴西、原苏联、加拿大、美国和印度尼西亚,约占全球河川径流量的 5.8%。平均径流深度为 284mm,为世界平均值的 90%,低于印度尼西亚、日本、巴西、印度、美国和加拿大,而高于原苏联,居第 7 位。因此,从世界范围看,我国河川径流总量还是比较丰富的。

我国幅员辽阔、人口众多,以占世界陆地面积的 7%的土地养育着占世界 22%的人口。水资源总量虽然比较丰富,但按人口和耕地面积分配,水资源数量却极为有限,因而存在水资源与人民生产、生活不能完全适应的矛盾。我国水资源按耕地面积与人口数平均,每公顷耕地占有径流量为 28 320 m^3 ,仅为世界平均的 80%。我国人口已超过 12 亿,平均每人年占有的径流量仅为 2 260 m^3 ,比世界平均值的 1/4 还低,约相当美国每人平均占有量的 1/6,原苏联的 1/8,巴西的 1/19,加拿大的 1/58。年径流量仅及我国 1/5 的日本,每人平均占有的径流量却是我国的 2 倍。可见,按人口和耕地平均拥有的水资源量还相当紧缺,因此水资源是我国十分珍贵的自然资源。

二、水资源时空分布极不均匀

我国水资源受降水影响,其时空分布具有年内、年际变化大以及区域分布不均匀的特点。

我国水资源的地区分布很不均匀,北方水资源贫乏,南方水资源较丰富,南北相差悬殊。长江及其以南地区的流域面积占全国总面积的 36.5%,却拥有占全国 80.9%的水资源总量,西北内陆地区及额尔齐斯河流域面积占全国的 63.5%,拥有的水资源量仅占全

国的 4.6%。按面积平均,北方的水资源量均低于全国平均水平。如海滦河区仅为全国平均的 1/2;黄河区还不到全国平均值的 1/3。据水利部水资源调查评价估算,我国各省、自治区和直辖市的水资源量,最多的是西藏、四川、云南和广西等省区,每年拥有的水资源量均在 1 800 亿 m^3 以上,宁夏、天津、上海、北京、山西、河北、甘肃等省市,每年拥有的水资源量均在 280 亿 m^3 以下,宁夏最低,年水资源量仅 10 亿 m^3 。

水资源年际年内变化很大。最大与最小年径流的比值,长江以南的中等河流在 5 以下,北方河流多在 10 以上。径流量的逐年变化存在明显的丰平枯水年交替出现及连续数年为丰水段或枯水段的现象,径流年际变化大与连续丰枯水段的出现,使我国经常发生旱、涝及连旱、连涝现象,对生产及人民生活极为不利,加重了水资源调节利用的困难。

径流年内分配不均匀状况可用集中度和集中期表述,即径流量年内分配集中的程度和最多水出现的时间。全国集中度分布的总趋势是,自东而西、自南而北逐渐增高。我国南方月径流集中度一般为 40—50,北方为 60—70,最高的地区为山东和辽东半岛、东北内流区和新疆的阿尔泰山、昆仑山区,达 70 以上。集中期南方出现在 7 月中旬至 8 月初,华北部分河流出现在 9 月。连续 4 个月径流量占年径流的比例,长江以南及云贵高原以东的地区为 60%左右,多出现于 4—7 月;长江以北为 80%以上,海河平原高达 90%,多出现于 6—9 月;西南地区为 60%—70%,出现于 6—9 月或 7—10 月。一年内短期集中的径流往往造成洪水,华南及东北地区的河流春季会出现桃汛或春汛,大多数河流为夏汛或伏汛。受台风影响,东南沿海、海南岛及台湾东部河流会出现秋汛。我国北方大多数河流春季径流量少。

水资源地区分布不均匀的特点,是使我国北方和西北许多地区出现资源性缺水的根本原因;水资源年际变化大,年内分配不均,则是我国半干旱、半湿润地区甚至南方多水地区,经常发生季节性缺水的原因。水资源的上述特点,导致我国国土的大部分地区都出现水资源短缺问题,并成为制约 21 世纪中国社会经济持续发展的重要因素之一。因此,认识中国水资源特点,人为有效地加以调控,以促进水资源与环境、人口、经济的协调发展,是解决 21 世纪中国水问题的关键。

三、水资源与人口、耕地、矿产资源分布不匹配

我国水资源空间上分布的不平衡性与全国的人口、耕地和矿产资源分布上的差异性,构成了我国水资源与人口、耕地及矿产资源不匹配的基本特点。

1. 水资源与人口组合特点

北方片人口占全国总人口的 2/5 强,但水资源占有量不足全国水资源总量的 1/5,南方片人口占全国的 3/5,而水资源量为全国的 4/5,北方片人均水资源拥有量为 1 127 m^3 ,仅为南方片人均的 1/3。在全国人均水量不足 1 000 m^3 的 10 个省区中,北方片即占了 8 个,而且主要集中在华北区;在全国人均水量超过 2 000 m^3 的 13 个省区中,南方片占了 10 个,而北方片只有 3 个;人均水量在 1 000—2 000 m^3 的 6 个省区中,南、北两片各有 3 个。

在南、北两片,北方片的华北区人口稠密,其人口占全国的 26%,但水资源量仅占

全国的6%，人均水量仅为556m³，只有西北区的1/5和东北区的1/3强，不足全国人均的1/4，因此该区目前成为全国缺水最严重地区之一；南方片的西南区人口不足全国的20%，而水资源量却占全国的46%，全区人均水量高达5722m³，是华北区的10倍。在各片中，各省区的资源组合状况差异性也很大。如北方片的西北区，青海省和新疆地广人稀，人均水量分别高达13978m³和5774m³，仅次于西藏人均201892m³，居全国各省区人均值的第二和第三位，分别是全国人均水量的5.8倍和2.4倍。在南方片中，东南区的上海市和江苏省，人均占有当地水量分别只有201m³和481m³，仅及全国人均水量的8%和20%，不及西藏的1‰和2.4‰。

就一个地区而言，水资源分布是分散的，而人口往往相对集中。人口分布状况受自然条件和其他资源条件以及社会经济发展进程的影响，除水资源条件外，一般分布在便于居住、有可耕作的土地、交通便捷的地区，尤其在城市化过程中，人口集中程度愈来愈高，并形成一些以大城市为中心的城市群。如北方片，东北区以沈阳为依托的辽南地区城市群；华北地区以京津为依托的京津唐城市群；西北区以西安市为依托的关中城市群，以太原为依托的汾河盆地城市群。这些地区城市分布集中，人均水资源量很少，难以满足当地社会经济需求，往往要通过区域水资源调配解决。此外，有的地区即使未形成城市群，但当人口集中程度超过当地承受能力时，也会出现水资源严重不足，如乌鲁木齐市、金昌市、东胜市、铜川市以及其他一些新兴矿业城市。这种类型的缺水城市，往往要实施区域水资源调配予以解决。

2. 水资源与耕地组合特点

北方片耕地面积占全国耕地总面积的3/5，而水资源总量仅占全国的1/5；相反，南方片耕地面积占全国2/5，而水资源量却占全国的4/5。南方片耕地每公顷水量为28695m³，而北方片只有9465m³，前者是后者的3倍。在全国耕地每公顷水量不足1500m³的15个省(区)中，北方片占了13个。耕地每公顷水量超过30000m³的11个省区中，北方片仅有1个；耕地每公顷水量为15000—30000m³的有3个省区，北方片占了1个。

在各大区中，西南区耕地每公顷水量高达92292m³，而最少的华北只有5646m³，前者是后者的16倍多。华北区土地平坦，肥沃，土地垦殖率达到16.2%，而西南区仅5.4%。华北区中除内蒙古自治区以外，其他各省市是全国单位耕地每公顷水量最少的地区。水量不足是该地区耕地资源生产能力进一步提高的主要制约因素之一。目前该地区水资源开发程度已达70%以上。

在各省(区)中，耕地每公顷水量超过60000m³的有西藏、青海、福建、云南、广西、广东、海南和江西。其中每公顷耕地水量超过150万m³有西藏，该自治区单位耕地水量高于全国平均值的70倍。然而在西藏耕地集中的雅鲁藏布江支流年楚河流域，因降水量偏少，流域内每公顷耕地水量也只有28425m³，还略低于全国平均水平。

此外，我国有1333多万hm²可耕后备荒地，主要集中在北方片的东北区和西北区(尤其是西北区)，其开垦条件主要受当地水资源的制约，开垦难度大，投入高，必须注意水土资源优化配置的研究。

表 1.1 中国水资源与人口、耕地、矿产资源组合状况*

片 区 名 称	省、市 (区)	水资源	人 口		耕 地		45 种矿产资源潜在价值		工农业 产值 (亿元)
		总量 (亿 m ³)	数量 (万人)	人均水量 (m ³ /人)	面积 (万 hm ²)	耕地每公顷 水量 (m ³ /hm ²)	价值 (亿元)	每百亿元 拥有水量 (m ³ /百亿元)	
北方片	黑龙江	775.8	3 543	2 189.7	883.1	8 785.5	2 194.40	35	1 388.3
	吉林	390.0	2 483	1 570.7	393.9	9 900.0	492.13	79	972.1
	辽宁	363.2	3 967	915.6	346.7	10 476.0	2 436.64	15	2 678.6
	小 计	1 529.0	9 993	1 530	1 623.8	9 417.0	5 123.17	30	5 039.0
	占全国比例(%)	5.56	8.76		16.97		8.95		10.92
	北京	40.8	1 086	375.7	41.3	9 885.0	160.07	25	1 170.3
	天津	14.6	884	165.2	43.1	3 384.0	121.59	12	1 060.1
	河北	236.9	6 159	384.6	655.6	3 613.5	2 198.26	11	2 153.4
	内蒙古	506.7	2 163	2 342.6	496.6	10 204.5	5 035.61	10	542.0
	山西	143.5	2 899	495.0	369.3	3 886.5	11 529.22	1	875.5
西北片	山东	335.0	8 493	394.4	685.3	4 884.0	2 374.53	14	4 394.4
	河南	407.7	8 649	471.4	693.3	5 880.0	2 179.13	19	2 202.3
	河 小 计	1 685.2	30 333	555.6	2 984.4	5 646.0	23 598.41	7	12 398.0
	占全国比例(%)	6.14	26.01		31.19		41.19		26.86
	陕西	441.9	3 316	1 332.6	353.3	12 508.5	1 443.49	31	804.9
	甘肃	274.3	2 255	1 216.4	347.6	7 890.0	1 048.13	26	489.8
	宁夏	9.9	470	210.6	79.6	1 243.5	802.29	01	117.7
	新疆	882.8	1 529	5 773.7	308.7	28 600.5	1 012.33	87	489.6
	青海	626.2	448	13977.7	57.8	108 414	748.18	84	95.5
	小 计	2 235.1	8 018	2 787.6	1 147.0	19 486.5	5 054.42	44	1 997.5
西南片	占 全 国 比 例 (%)	8.14	7.03		11.99		8.82		4.33
	四川	3 133.8	10 804	2 900.6	629.9	49 752.0	13 239.37	24	2 594.6
	贵州	1 035.0	3 268	3 167.1	185.4	55 819.5	1 736.85	60	479.0
	云南	2 221.0	3 731	5 952.8	284.5	78 055.5	2 648.74	84	727.4
	广西	1 880.0	4 261	4 414.5	259.6	72 421.5	488.35	385	915.9
	西藏	4 482.0	222	201 892	22.2	2 016 496.5	43.57	10 287	26.4
	小 计	12 751.8	22 286	5 721.9	1 381.7	92 292.0	18 156.88	70	4 743.3
	占全国比例(%)	46.44	19.55		14.44		31.69		10.28
	上海	26.9	1 337	201.2	32.3	8 320.5	3.46	777	2 509.3
	江苏	325.4	6 767	480.9	455.8	7 140.0	401.77	81	5 347.0
东南片	安徽	676.8	5 675	1 192.6	436.6	15 504.0	1 998.45	34	1 385.9
	湖北	981.2	5 439	1 804	347.7	28 221.0	388.70	252	1 809.1
	湖南	1 626.6	6 128	2 654.4	331.2	49 110.0	1 249.79	130	1 478.0
	江西	1 422.4	3 810	3 733.3	235.0	60 540.0	595.58	239	944.5
	浙江	897.1	4 168	2 152.4	172.3	52 054.5	55.73	1 610	2 903.0
	福建	1 168.7	3 037	3 848.2	123.6	94 519.5	116.09	1 000	1 216.2
	广东	2 134.1	7 009	3 044.8	296.0	72 106.5	546.42	391	4 379.4
	海南	9 259.2	43 370	2 134.9	2 430.5	38 097.0	5 355.99	173	21 972.4
	小 计	33.72	38.04		25.4		9.35		47.61
	占全国比例(%)	33.72	38.04		25.4		9.35		47.61
全 国		27 460.3	114 000	2 408.8	9 567.3		57 288.87	48	46 150.2
北 方 片		5 449.3	48 344	1 127.2	5 755.2		33 776.0	16	19 434.5
占全国比例(%)		19.84	42.41		60.15		58.96		42.11
南 方 片		22 011.0	65 656	3 352.5	3 812.2	57 738.3	23 512.87	94	26 715.7
占全国比例(%)		80.16	57.59						57.89

* 资料来源(不包括台湾省):

1. 水资源量数字来自水利电力部水文局,中国水资源评价,水利电力出版社,1987;2. 人口耕地数字来自国家统计局,中国统计年鉴,中国统计出版社,1991;3. 工农业产值数字来自国家统计局,中国统计年鉴,中国统计出版社,1993;4. 中国科学院地学部研讨会论文集,中国资源潜力趋势与对策,北京出版社,1993。

3. 水资源与矿产资源组合特点

在研究水资源与矿产资源组合状况时,很显然,它和水资源与人口、耕地资源组合情况不同。因矿产资源种类多达百余种,很难以各种矿产资源的储量来衡量其与水资源的组合关系,我们只好用各种矿产资源的潜在价值来作综合分析,给出各区矿产资源综合潜在价值与水资源的关系,以说明两者之间的组合状况;由于人口和耕地每年也都需要耗用水量,而矿产资源在被开采时才耗用水量,因此,这里只能从宏观的角度分析水资源分布与矿产资源分布的一般组合情况。

据有关部门研究,我国矿产资源现已查明的潜在价值约 5.73 万亿元,其中北方片约

占 59%，每 100 亿元拥有水量为 16m^3 ，而南方片约占 41%，每 100 亿元拥有水量 94m^3 ，后者是前者的 5.8 倍。可见，它和水资源与耕地资源组合状况相似。各区中，华北区和西南区分别约占全国矿产资源潜在价值的 42% 和 32%；华北区和西南区每 100 亿元的矿产资源潜在价值拥有水量分别为 7m^3 与 70m^3 ，前者只及后者的 1/10。在各省(区)中具有丰富煤炭资源的山西、宁夏每 100 亿元的矿产资源潜在价值拥有的水量几乎是西藏的 1‰。

此外，各地区水资源分布与经济发展状况也极不相称，从表 1.1 中可以看出，东北区和华北区水资源总量仅占全国的 5.56% 和 6.14%，但其工农业总产值却分别占全国的 10.92% 和 26.86%，而西南区水资源总量占全国的 46.44%，其工农业总产值仅占全国 10.28%。

综上所述，我国水资源与人口、耕地、矿产资源的组合状况不很理想。尤其北方地区耕地资源、矿产资源丰富，人口稠密，而水资源占有量低，可见水是北方地区今后资源开发利用和社会经济持续发展的主要限制因素，应全面深入开展区域资源优化配置和水资源合理调配的研究工作，确保社会经济发展对水资源的需求。

第二节 社会经济环境与水资源

一、农业发展与水资源

我国洪涝、干旱灾害频繁发生。据不完全统计，从公元前 206 年至 1949 年的 2 155 年间，我国发生过较大水灾 1 092 次，较大干旱 1 056 次，大约两年发生洪涝、干旱各一次。新中国成立以来，从 1950 年至 1990 年的 40 年间，全国平均每年遭受洪涝、干旱灾害的面积分别达 1 457.33 万 hm^2 和 2 084 万 hm^2 ，成灾面积达 447.6 万 hm^2 和 931.87 万 hm^2 ，成灾率高达 55% 和 44.7%。70 年代以来，水旱灾害面积趋于增加，70 年代和 80 年代均超过 3 333 万 hm^2 ，占全国耕地面积 2/3 左右。水旱灾害是影响我国农业生产主要的自然灾害，也是影响我国社会稳定和社会经济持续发展的重要限制性因素之一。

在我国，水资源对农业生产的影响基本上可分三个方面：即洪涝、干旱和盐碱。

1. 水与洪涝

我国洪涝灾害有发生频率高、地区广、历时长、危害大的特点。如 1663 年黄河流域中下游地区暴雨成灾，陕西、河南、山东、河北、江苏等省受灾面积达 8 637 km^2 ，受灾人口 364 万人，淹没耕地 85.33 万 hm^2 ，伤亡 18 000 人。

1931 年长江大水，洪灾遍及四川、湖北、湖南、江西、安徽、江苏等省，受灾面积达 15 万 km^2 ，淹没农田 300 多万 hm^2 ，受灾人口 2 800 万人，死亡 14.5 万人。1954 年又发生类似 1931 年洪水，受淹农田约 320 万 hm^2 ，1 800 万人受灾。1963 年 8 月与 1975 年 8 月海河与淮河的大洪灾之后，死亡 3 万余人。1991 年淮河发生大洪涝，受灾耕地面积达 551.67 万 hm^2 ，成灾 401.6 万 hm^2 ，受灾人口 5 423 万，直接经济损失约 340 亿元。1994 年全国各地洪涝灾害受灾耕地面积达 1 960 万 hm^2 ，受灾人口 3.23 亿人，死亡 5 340 人，直接经济损失高达 1 796 亿元之巨。

我国洪涝灾害主要集中分布在中、东部地区，受灾最甚的是黄河、长江、淮河、海河、辽

河、松花江和珠江七大江河的中下游平原区。上述河流的流域面积约占全国国土总面积的45%，径流量约占全国径流总量的55%，耕地面积约占全国的80%。洪涝灾害对以上地区乃至全国社会经济均造成巨大影响，尤其对农业生产危害更为严重。

2. 水与土地盐碱化

土地盐碱化是由于在局部区域内水资源量过多，排水不畅，导致土地次生盐碱化，轻者影响农业生产量，重者寸草不生，土地荒芜。

我国土地次生盐碱化主要发生在黄淮平原、东北丘陵平原、黄土高原和西北内陆地区。解放初期，全国约有667万 hm^2 盐碱地，占耕地面积13.5%。经过40多年治理，目前尚有近333万 hm^2 未得到治理，占全国耕地面积6.2%。同时，由于局部地区灌溉不当，致使一些地区的盐碱地被治理后又出现一些新的盐碱地。

3. 水与农业的发展

我国是一个人口众多的农业大国，农业生产的发展对于确保我国社会经济长期持续发展具有决定性的意义。但由于我国降水时空变化大，耕地较集中的东中部湿润半湿润地区降水不能完全满足农作物生产的需要，要进行补充灌溉；而西部的干旱半干旱地区，则基本属灌溉农业区，没有水源，只能靠天吃饭，为雨养农业。因此，开发利用水资源，发展灌溉，对提高农作物产量，提高草场的承载能力，发展畜牧业生产，具有重要意义。

中华民族有利用水资源发展农业灌溉的悠久历史，但由于历史条件的限制，我国劳动人民经过几千年的奋斗，直至新中国成立时，全国的灌溉面积仅达1533.33万 hm^2 左右，全国人均粮食不足240kg。经过近半个世纪的艰苦奋斗，至1992年全国灌溉面积发展到4855.2万 hm^2 ，粮食产量达4426.6亿kg，人均粮食拥有量达378kg，从而保证了全国城乡居民生活对食物的基本需求，这对确保我国社会经济长期稳定发展和不断改善人民生活做出了巨大的贡献。

前面已述及，我国是个以补充灌溉为主的国家。全国平均每生产1kg粮食要补充灌溉1.23 m^3 水，而加拿大、原苏联和美国生产同样多的粮食，只分别补充灌溉0.07 m^3 和0.93 m^3 的水，我国比这些国家补充水量多1.3—17.6倍。根据水利部门80年代初对全国灌溉农田和非灌溉农田粮食增产的调查，全国灌溉农田的水稻平均每公顷产量为7290kg，旱地作物平均单产为4500kg，而非灌溉农田平均单产为2100kg，灌溉农田比非灌溉农田单产增产效果显著，一般可增产4倍左右。全国40年来累计灌溉面积达10.87亿 hm^2 ，由于灌溉而增产粮食12800亿kg（灌溉增产中的分摊系数全国平均约0.4）。由于灌溉事业的发展，极大地改善了我国农业生产条件，灌溉面积不到全国1/2的耕地面积，却提供了全国65%的粮食、60%的经济作物和80%的蔬菜。

至1988年全国农业灌溉总用水量已达3874亿 m^3 ，占全国总用水量的3/4左右，约占世界农业总用水量的17%左右。从这个数字可以看出，我国不仅是世界农业大国，同时也是世界灌溉用水大国。目前农业灌溉已受到严峻的挑战。一方面由于我国工业、城市的发展，城市地区供水水源不足，不得不转向依靠原农业灌溉水源，这势必减少农业灌溉可供水量，直接影响农业生产的发展；另一方面，随着人口的增加，对食物和纤维需求量不断增加，主要靠提高单产解决，即一是靠提高现有灌溉农田单产，二是靠进一步发展灌溉面