

远距离调水

中国南水北调和国际调水经验

左大康
刘昌明

Asit K. Biswas
James E. Nickum

主编



科学出版社

远 距 离 调 水

中国南水北调和国际调水经验

左大康 Asit K. Biswas
刘昌明 James E. Nickum 主编

科 学 出 版 社

1983

内 容 简 介

本书是由我国学者和联合国大学有关专家,对南水北调地区进行实地科学考察后,于1980年11月在北京召开的“中国南水北调学术讨论会”的论文选辑。内容包括国际调水经验、中国南水北调基本情况和专题研究三大部分,共29篇论文。其中专题部分是近年来我国有关单位科研成果的阶段性初步总结。可供有关领导同志,管理决策机构,以及水利、地理、环境保护等科研、设计人员及大专院校师生参考。

远 距 离 调 水

中国南水北调和国际调水经验

左大康 Asit K. Biswas 主编
刘昌明 James E. Nickum

责任编辑 吴三保

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1983年9月第一版 开本:787×1092 1/16

1983年9月第一次印刷 印张:15 1/2

印数: 精1—1,400 插页: 精5 平3

平1—1,300 字数: 353,000

统一书号: 15031·524

本社书号: 3239·15—1

定价: 布脊精装 3.60 元
平 装 2.60 元

前 言

跨流域引水，我国有悠久的历史。沟通珠江和长江两大流域的灵渠工程修建于二千二百年前，京杭大运河局部线段开始创建于二千四百年前，全线联通距今已近八百年。这些工程的作用主要是航运或兼有灌溉之利。以大规模多目标远距离为特点的现代调水工程，在国外大都是本世纪中期以来陆续提出的。

我国西北和华北地区，降水的年际变化和年内季节分配不均，水资源供应不足。这一情况已成为西北地区农牧业生产和华北地区农业经济发展的限制因素，并且对城市和工业基地的建设产生着日益深刻的影响。

相比起来，南方的水较多，变化比较小，水量相对稳定。为了调节水量在地区上和时间上分配不均匀的状况，使水资源得到合理的开发利用。早在五十年代就有人提出从长江调水到北方的问题。黄河水利委员会、长江流域规划办公室、中国科学院、水利电力部及有关省、市、自治区，对长江引水北送的可能性及不同线路进行了实地考察，提出了一些初步设想。

最近十年间，工农业用水量大幅度增加，北方缺水矛盾更显突出。水利电力部成立了南水北调办公室，着手研究近期江水北调的问题，于1976年提出了东线调水规划报告。长江流域规划办公室则对中线调水规划作了研究。与此同时，在两条线路地区分别组织了大规模的考察。

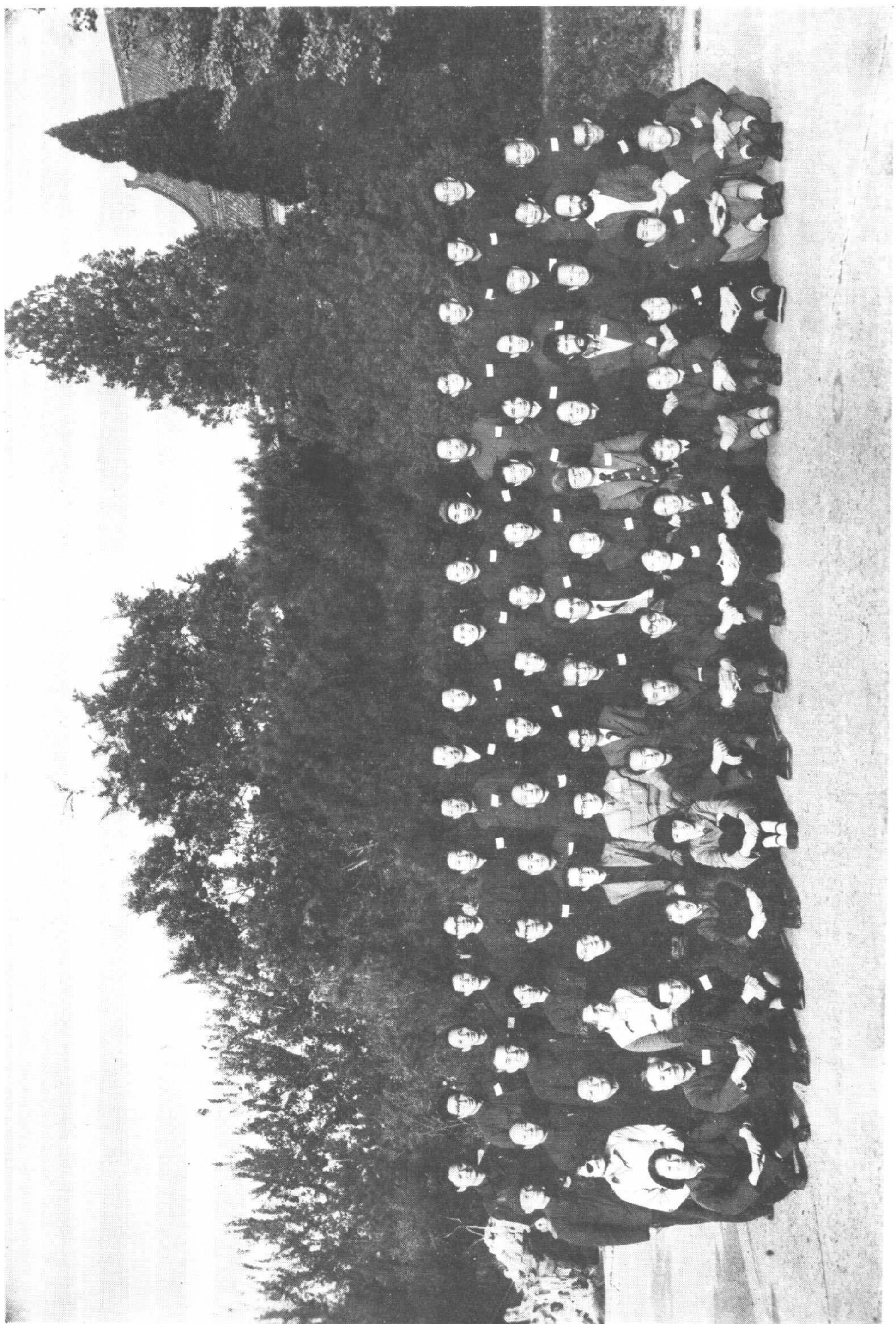
计划中的南水北调工程，将贯串长江、淮河、黄河、海河四大水系，牵动大半个中国。其线路之长、调水量之大、工程之复杂、影响范围之广，都是世界上现有调水工程难以比拟的。这项宏伟工程的实施将是中华民族改造大自然空前伟大的创举。对这样大型水利工程进行跨部门跨学科的研究，则是工程规划必不可少的基础性工作。为此，中国科学院于1978年在石家庄市主持召开了学术会议，会上拟定了南水北调及其对自然环境影响的十四个专题，并被列为中国科学院的重点研究任务。

1979年，中国科学院地理研究所黄秉维所长和当时的联合国大学副校长曼斯哈德教授（W. Manshard）商谈了跨流域调水研究的国际协作问题。1980年10月初至11月初，联合国大学组织了美、日、西德、埃及、加拿大等五个国家的九位专家，在比斯瓦斯博士（A. K. Biswas）带领下来到中国，中外专家共同对中线 and 东线两条线路地区进行了科学考察，并举行了学术交流讨论会。本书内容中的国际调水经验、中国南水北调基本情况及专题研究，就是从这次学术活动的成果中选编的。

本书编审过程中许越先同志协助做了很多工作，赵楚年同志协助编审图件，两种文本的翻译由张莉等同志协助，插图清绘由郑战军等同志承担。

左 大 康

1982年5月10日



目 录

前言.....	(iii)
---------	---------

第一部分 国际调水经验

远距离调水	A. K. 比斯瓦斯 (3)
埃及尼罗河的主要调水工程及其对农业的影响	穆汗默德·阿布-赛义德 (12)
跨流域调水和水污染	R. 赫尔曼 (23)
农业用水管理和环境	G. V. 斯科戈博 (29)
日本的调水评述.....	冈本雅美 (45)
得克萨斯州水系统跨流域调水环境评价.....	C. 格雷尔 (51)

第二部分 中国南水北调基本情况

南水北调问题的提出.....	左大康 (61)
中国东部南水北调地区自然地理概况.....	魏忠义、赵楚年 (64)
南水北调地区土地利用与作物布局.....	郭焕成、徐志康 (78)
南水北调工程规划初步研究.....	姚榜义、陈清濂 (83)
南水北调对自然环境影响的若干问题.....	许越先、洪嘉琰 (97)
南水北调对自然环境影响的初步分析.....	刘昌明、左大康 (102)
谈谈体制和南水北调的一些问题.....	J. E. 倪崑 (108)
长江引水工程：对经济和环境问题总的看法	B. 斯通 (114)

第三部分 专 题 研 究

南水北调地区的水量平衡.....	刘昌明、刘恩宝 (125)
海滦河流域地表水和地下水资源的综合评价.....	李驾三 (139)
淮河流域天然年径流量的初步估算.....	汤奇成、程天文、栾禄凯 (146)
黄淮海平原浅层地下水资源研究.....	朱延华、郑香林 (152)
华北平原蒸发力与农田耗水量的初步估算.....	程维新 (162)
南水北调地区地表水量调蓄分析.....	王文楷、于凤兰 (173)
利用古河道进行水量调蓄——以河北平原为例.....	吴忱、吴金祥 (181)
论海滦河平原的供水问题.....	黄让堂 (188)
关于南水北调必要性和可行性的几个问题.....	姚榜义、陈春槐 (195)

南水北调地区的水分平衡.....	沈建柱等 (201)
南水北调对长江河口盐水入侵的影响.....	沈焕庭等 (211)
南水北调地区河流水质与污染研究.....	王景华、刘永可 (217)
南水北调(东线)对沿线主要水体鱼类资源影响的探讨.....	郁雪芳 (223)
南水北调对黄淮海平原生态系统的影响.....	祝寿泉、王遵亲、熊毅 (231)
山东省禹城实验区盐碱土改良的实验研究.....	山东省禹城实验区 (235)

附录一 灌溉工程

1. 灌溉工程概述.....	1
2. 灌溉工程规划.....	2
3. 灌溉工程设计.....	3
4. 灌溉工程施工.....	4
5. 灌溉工程运行.....	5
6. 灌溉工程维护.....	6
7. 灌溉工程效益.....	7
8. 灌溉工程评价.....	8
9. 灌溉工程实例.....	9
10. 灌溉工程展望.....	10

附录二 灌溉工程实例

1. 灌溉工程实例概述.....	1
2. 灌溉工程实例规划.....	2
3. 灌溉工程实例设计.....	3
4. 灌溉工程实例施工.....	4
5. 灌溉工程实例运行.....	5
6. 灌溉工程实例维护.....	6
7. 灌溉工程实例效益.....	7
8. 灌溉工程实例评价.....	8
9. 灌溉工程实例展望.....	9
10. 灌溉工程实例附录.....	10

附录三 灌溉工程参考文献

1. 灌溉工程参考文献概述.....	1
2. 灌溉工程参考文献规划.....	2
3. 灌溉工程参考文献设计.....	3
4. 灌溉工程参考文献施工.....	4
5. 灌溉工程参考文献运行.....	5
6. 灌溉工程参考文献维护.....	6
7. 灌溉工程参考文献效益.....	7
8. 灌溉工程参考文献评价.....	8
9. 灌溉工程参考文献展望.....	9
10. 灌溉工程参考文献附录.....	10

第一部分 国际调水经验

远距离调水

A.K. 比斯瓦斯 (A.K. Biswas)

(国际生态模拟学会主席, 国际水资源协会副主席)

水的用途很广,其中主要用于日常生活、工业(包括采矿和加工)、灌溉、水力发电、航运、娱乐和发展渔业等。任何一种目的的用水情况随国家的不同而不同,它与诸如包括人民生活的国民经济发展情况;工业和农业这些特殊部门在国民经济中的重要程度;水的使用效率以及社会文化习俗等因素有关。例如,日本和美国这两个先进工业国家按每人每天计算的工业用水,日本是 4500 公升,而美国是 9600 公升,为日本用水率的两倍多。同样,美国总的工业需水量和农业需水量似乎是接近的,它们分别占总需水量的 40% 左右。但从全球来看情况就大不相同:农业成了最大的用水部门,其用水量约占总耗水量的 80%。

与石油或天然气等不可更新的资源不同,水是一种可更新的资源,世界上决不会出现水源枯竭的危机。主要的问题是水在时间和空间上的分配极不均匀,因而水资源的合理管理对人类的利益至关重要。

世界上各种用水的总的可用水量可认为是大致稳定的,如果使用得更加有效的话就一定能够极大地满足人类对水的需要。地球表面大约有 71% 的面积上覆盖着水,其中大部分是盐水。据目前估算,地球上水的总体积为 1.4×10^9 立方公里,其中 97.3% 为海水,除发展渔业和航运外,海水对人类几乎没有什么用处。而地球上的淡水只占 2.7%,其中有 77.2% 贮藏在极地冰帽和冰川中,22.4% 为地下水和壤中水(大约三分之二位于地球表面以下 750 多米的深处),0.35% 在湖泊和沼泽中,0.04% 在大气中,而江河中的淡水不到 0.01% (Biswas, 1979a)。可见,将近 90% 的淡水贮藏在冰帽、冰川和深层地下水中,这一点是不太容易理解的。世界上实际使用的江河、湖泊中的全部地表水估计还不到可用淡水的 0.5%,然而正是这部分淡水成为供人类使用的基本可用水量,尽管在世界的某些地区业已大量开发利用地下水。

需 水

随着全球人口的不断增长,各方面对水的需要量将日益增加。而且就现在掌握的资料来看,按人口平均的需水量是随人类生活水平的改善而增加的。然而,由于水的使用效率是最关键的考虑因素,要制订未来全球需水的有意义的计划极为困难。农业和工业是两个主要的用水部门,它们在水的合理管理方面潜力很大。以在同一个国家里生产同一种工业产品为例,比如说美国有一个工厂由于采用广泛的厂内重复循环和处理工艺,每单位产量所用的总水量仅仅是另一个工厂的 2% (Biswas, 1979a)。

在大多数发展中国家里,农业无疑是一个主要的用水部门。各个国家之间需水量的

差别非常大,这取决于许多不同的因素,其中包括农业生产的总土地面积,土地和所种植的作物类型,气候条件,可用于灌溉的水量及价格,用水效率和管理措施等。农业用水是很厉害的,平均来说,生产一吨谷物大约需要 1000 吨水;生产一吨稻米约需 2000 吨水。此外,畜牧业和渔业均需要相当多的水量。若继续按这种趋势发展下去,今后的需水量势必还要急剧增加。世界各大洲和一些国家每单位土地面积年平均提取水量见表 1 (Barney, 1981)。

表 1 各大洲及一些国家每单位土地面积的年平均提取水量

地 区	土地面积(百万平方公里)	年平均提取水量(毫米/年)
非洲	30.6	2.88
埃及	1.00	30.0
亚洲(不包括苏联)	27.7	57.7
印度	3.29	9.12
印度尼西亚	1.93	3.11
日本	0.372	301
巴基斯坦	0.804	147
菲律宾	0.300	46.7
泰国	0.514	38.9
土耳其	0.781	28.2
澳大利亚,新西兰和巴布亚新几内亚	8.42	3.56
澳大利亚	7.69	3.25
欧洲	27.2	19.0
苏联(欧洲和亚洲)	22.4	13.2
北美洲和中美洲	22.1	24.9
美国	9.36	51.0
南美洲	17.8	3.20
巴西	8.51	1.18
全球	134	21.2

1975 年世界总灌溉面积为 223×10^6 公顷,其中 93×10^6 公顷面积属于发展中国家。全世界有 15% 左右的谷物耕地得到了灌溉,而其产量却占了全部农业产量的 30—40%。用于谷物本身的灌溉水量约 $1,300,000 \times 10^6$ 立方米,但由于水在贮蓄、输送和使用过程中的损耗,总用水量几乎增加到 $3,000,000 \times 10^6$ 立方米 (FAO, 1978)。据估计,到这个十年末即 1990 年,世界总灌溉面积将增加到 273×10^6 公顷,其中 119×10^6 公顷灌溉面积在发展中国家。将灌溉面积扩大到 1990 年水平,加上养护和提供完善的排水设施将是一项艰巨的任务,表 2 中的数据仅仅是发展中国家市场经济体的情况。按 1975 年货币价值估计投资费用为 975 亿美元 (FAO, 1978)。

如果水的使用效率没有较大的改善,要维持和改善现有工农业发展情况就需要愈来愈多的水,而将来的发展需要就更多了。目前,世界上有些地区已开始面临缺水的问题,如果目前这种趋势继续下去,今后的情况将会变得更坏。有些人已经在呼吁,不久水将成为今后发展的主要限制因素之一。

农业的发展加速了对地下水的开发利用。世界上有许多地区地下水的提取率超过了天然补给率,因而造成了地下水的超采。即使像在美国这样的先进国家中,对地下水的使用比地表水增加得快得多,1975 年的估计,地下水超产量将近占全部地下水提取量的

25% (CEQ,1980)。在美国加利福尼亚州的 San Joaquin 流域每年抽取的水量比天然补给的水量大约多 1.85×10^9 立方米。这个超额数占 San Joaquin 流域全年供水的 12.5% 左右,长此下去势必成为严重的问题。在最干旱的发展中国家也存在类似的情况,有的甚至更严重。

表 2 1975—1990 年发展中国家市场经济共同体的灌溉和排水

项 目	非 洲	拉丁美洲	近 东	亚 洲	合 计
灌溉(千公顷)					
1975 年装备的灌溉面积	2610	11749	17105	60522	91986
1990 年指标					
新灌	960	3101	4295	13848	22204
改善现有的灌溉	783	4698	9789	29718	44988
最小	522	2349	6368	17614	26853
最大	261	2349	3421	12104	18135
增加的需水量 (10^9 立方米)	20	33	44	341	438
排水(千公顷)					
1975 年装备的排水面积	7044	46585	18212	62501	134342
1990 年计划改善排水面积	5900	19245	9643	43396	78184
在已灌土地上	1177	2018	7076	42152	52423
在未灌土地上	4723	17227	2567	1244	25761

几乎在所有干旱的发展中国家中都面临着人口增长和相应的给养这一对问题。为此,规划人员和决策者们都在寻求提高灌水效率以提高农业生产力的方法。他们正在探索缓和常常被认为是迅速发展着的危机状态的各种方案。目前有好多国家正在研究从水量丰富地区向缺水地区远距离调水的可能性。在世界各地已经建成了从一个地区向另一个地区调水的工程。

然而,远距离调水仅仅是水资源发展规划中若干非常规方法之一。目前正在研究其他可能性,其中包括改变气候,咸水淡化,移冰以及使用大量天然运输工具(VLCC)把淡水输送到缺水地区等。其中有些方法尚处在研究和发展阶段,不能经济地用于大规模的农业发展计划。还有其他一些方法,例如咸水淡化,只能用特定地点的溶液,且只能产生有限的水量。显然,这种方法由于不够经济还不可能在农业上广泛使用。

远 距 离 调 水

在概念上可以争论的一个问题就是几乎在所有的计划中都涉及水体的远距离转移。降落在一个地区上的雨和雪最终总会找到它自己的去向,如地表水或地下水,进入河流,而河流则往往是流经好几个地区的。某一局部地区上的水可通过在河流上筑坝的办法把它们拦蓄在水库内。需要时再将它们放出来。这就是说,水总是处在不断的运动中,凭借天然和人工的途径不断地从一个地区转移到另一个地区。

但是,我们现在讨论的重点不是这类“正常”的转移;我们讨论的中心课题是通过大规模的人工方法从余水地区向缺水地区大量调水以便促进后一个地区的经济发展,主要是工农业的发展。而这可由改变河流的流向或者修建能输送大量可用水量的大运河来完

成。这两种方案无疑会产生重要的经济、社会和环境的影响,在最终决定实施这些方案之前对这些影响必须进行仔细的分析和评价。

在把远距离大量调水作为一个可行的决策加以认真研究以前,首先对可用水资源地表水和地下水的水量 and 水质进行综合评价是很重要的。河流中的可用水量既是空间的函数又是时间的函数,这是水文学的基本事实。因此静态评价并不是一种可行的方法:水文变量的时序资料——无论是实际的或者是人造的——是进行任何分析的重要前提。为了可靠地预报可用的水量,必须有某一个合适时期内足够数量的水文资料。根据这些资料,可以制订出长期的水管理计划。但目前世界上很多地区缺乏这样的水文资料,即便有,记录时间也是相当有限的。而且关于资料的可靠性和精度方面的分析说明也极少。不幸,大多数发展中国家都是这种情况。以上基本上是关于水量方面的情况;水质方面的资料甚至更加缺乏而且很少有用。因而对水质方面的情况了解得很少。水质是衡量水的可用性的决定性因素,水质分析资料对研究合理的水管理计划是必不可少的。在这个领域里看来还必须作大量的工作。

除资料不足外,尚有一些与水量、水质资料有关的其他问题,如监测地点缺乏代表性;缺少熟练的技术人员去进行资料的搜集和观测仪器及监测网的维护;缺乏有经验的专业人员去分析搜集到的资料及缺少资料存取设备等。

这种情况由于在联邦、州和地方各级存在着各种不同的搜集水资料的机构而更加复杂了。在这些机构之间一般很少进行协作或根本不协作,因而也总是不可能进行资料的交换。仅仅在美国至少有二十个联邦机构与水质监测计划有关。资料搜集机构的迅速增加使体制变得更加复杂,有时甚至变得无法管理。

第二个值得考虑的重要问题是对各种不同目的的需水情况(water demands)的评价。应当注意“demand”这个词在水资源管理方面通常是指需要的意思,很少用来表示传统的经济含义。诚然,在水资源规划本身,“需要”的灵活性方面的概念,很少加以明确考虑。结果,几乎不知道如何去建立不同的社会经济情况下的真正的需水函数。换句话说,这意味着迄今为止重点一直放在供水上而不是放在需水上。当各种目的的需水量继续增加而可用的水源被愈来愈多地开发和污染时,重点很可能会逐渐地从供水转变到需水方面。

第三个要考虑的重要问题是关于现有的水资源的使用效率。农业无疑是用水效率最低的部门之一,尚可以作出重大的改进。现有的灌溉系统效率如此之低,以至根本不能反映灌溉作物的需水量。前面已提到,全球有 1.3×10^{12} 立方米水量被用于灌溉粮食作物,但为此必须提取 3×10^{12} 立方米的水量。换句话说,在灌溉过程中损失了全部提取水量的 57%。然而,这并不能被解释为到达灌溉区域的 43% 的水量已被有效地使用了。过量灌溉的现象在发达国家与发展中国家中实际上并不是一种罕见的现象。这不仅仅意味着水的浪费,而且导致了地下水位上升和土壤含盐浓度增加等不利的环境问题(M.R. Biswas, 1979 a, 1979 b)。

从末级渠道出口到农田这一段输水区通常是灌溉系统中效率最低的地区之一。由于责任不明确,使它变成了一块无人管理区,责任不明确又造成了设计上的不合理和管理、维护上的不当。过去只注重于对渠道本身水量损失的研究,很少研究这一段输水区的水量损失问题。1975年至1976年间对印度河流域40个这样的区域的研究表明,这些区域

上水量损失的变幅为 33%—65%，平均为 47%。另外，根据巴基斯坦水电部门 1977 年和 1978 年对 60 个这样的区域的研究表明，水量损失的情况是相似的。考虑到这一情况，建造有较好衬砌的、费用昂贵的但具有 70—80% 有效利用系数的渠道对这个问题的的重要性就会有更多的了解。当考虑到整个系统的效率即把有衬砌的渠道和从渠道出口到农田这段低效率区域合起来考虑的话，总的有效利用系数仅为 20—50%。这就是说，即便有如此昂贵的衬砌和维护良好的渠道系统，在很多情况下从水库放出的水只能有五分之一到达灌溉的作物耕地上。

此种悲剧的一个主要结果是工程师和规划人员至少是沉默地接受了这个低效率的系统。在制订灌溉计划时，总需水量一般是由灌溉面积乘以每公顷土地的需水量来计算。其中每公顷土地的需水量是根据现有系统估算的，而现有系统中从水库放出的水的主要部分是损失掉的。因而综合估算得的灌溉需水量总是偏高——一定高于实际需要的水量——从而使这个低效率的系统得到接受并使之合法化。换句话说，迄今所设计的大部分灌溉系统效率都很低，并使用了远远大于实际所需要的水量。令人遗憾的是工程师们只是一味地去寻找灌溉的新水源，不图建立更加有效的灌溉系统并使之保持在此种高效率的水平上。他们常常寻求诸如跨流域调水这类昂贵的方案，这种规模大，耗资多的计划并非必要 (Biswas, 1978)，而只要通过改善现有的灌溉系统，可以找到一些用费比较低廉的办法，这种办法可以利用当地的劳动力和技术而能在很短的时间里得以实施。而且，即便修建了新工程，如果不作出特别的努力使之保持高效率，则它们的效率就会随时间逐渐降低，因而这种恶性循环将长久继续下去。

调 水 建 议

近几年来，北美洲提出了若干远距离大量调水的建议，毫无疑问，迄今最为雄心勃勃的要算北美水利电力联合会 (NAWAPA) 提出的建议。第一个建议是洛杉矶 Ralph M. Parsons 公司 1964 年提出的，这个投资在 1000 亿美元以上的计划，曾引起许多工程师和政治家的兴趣。在 NAWAPA 方案提出后的六年左右的时间内，为了重新分配北美可用水资源，提出了一整套其他的方案。这些建议的方案中的大多数目前还不能认真去考虑它们，因为有些建议仅仅是纸上谈兵的东西，它们在工程、经济、政治及社会等方面的可行性还很少给予分析，即便有也是少得可怜。本文将对 NAWAPA 方案作简要的介绍主要基于以下两方面的原因：一是它的工程规模很大，二是它的可用的技术情报资料比其他方案多一些。NAWAPA 的基本设想是将北美大陆西北部多雨区的过剩水量集中起来调到加拿大、美国和墨西哥的北部地区。位于阿拉斯加和英属哥伦比亚北部的一系列水坝和电站，把水集存起来并提供电力，以便把这些水量抽到英属哥伦比亚东南部的落矶山 Trench 水库，再从落矶山 Trench 水库往上抽到爱达荷中部的 Sawtooth 水库，然后再从那里自流供给西部各州。NAWAPA 将向加拿大的七个省，美国的三十三三个州和墨西哥北部的三个州每年初步提供 137.5×10^9 立方米的水量。总装机容量 100×10^6 瓩/年将用于计划中提水的需要。NAWAPA 是一个规模十分宏大的计划，其环境和社会费用尚须综合地加以确定。它的国际的和政治的影响是相当大的，尚须充分地加以了解。这个计划将把加拿大的大量余水供美国应用。加拿大公众坚决反对这样大量调水给自己南部的

邻邦、经济巨人美国。他们知道,这种使用余水的计划一旦实现,即便到条约期满之后,从政治上和经济上考虑都不可能立即停止水的输出。他们考虑到将来,当加拿大自己需要更多的水的时候就不再有水可调了。即使这个涉及到调水利益方面的较大的国际性问题能够顺利解决,而且即使能进一步清楚地表明在技术、经济、社会和环境等方面的问题都是可以克服的(实际上这些问题尚有待解决,并在大多数情况下甚至未曾研究),但现有的经验表明,仅诉讼程序一项就会使这个计划的执行至少拖延十年或更长的时间。也就是说,如果按现在这种趋势继续发展下去,最早在本世纪末以前开始建设这样一个计划是完全不可能的——如果最终将要执行这项计划的话!

调水应考虑的主要变量

与地区间大规模调水有关的问题很多。问题的大小随调水方案的不同而有差别。下面是一些应该考虑的主要变量。

I. 物理系统

a. 水量

水位

流量

流速

地下水

损耗

b. 水质

泥沙

养分

混浊度

盐碱度

温度影响

有毒化学物质

c. 地面因素

侵蚀

淤积

含盐浓度

碱性

水浸(沼泽化)

土地利用类型的变化

土壤中矿物质和营养物质的变化

地震诱因

d. 大气

蒸散发

小气候变化

大尺度气候变化

II. 生物系统

a. 水生物

底栖生物

水生木本植物

浮游动物

浮游植物

鱼和水生脊椎动物

植物

传染媒介物

b. 陆生的

动物

植被

动物栖息地的减少

动物栖息地的增加

III. 人类系统

a. 生产

农业

水产养殖

能量

运输业

制造业

娱乐

b. 社会文化

社会费用,包括移民费用

基础发展

人类学的作用

政治关系

为了分析的目的,上述清单只是一种指示性的,并没有考虑全部因素。

主 要 问 题

过去,事实常常证明远距离调水只是一种感情用事。每次提出这样的调水计划都要引起普遍的争论,这与其说是一种例外,不如说已成惯例。支持计划的人强调远距离大量调水的杰出技术、经济效益以及对建设的各种贡献使它们成为社会的必要措施。另一方面,持反对意见的人则认为由于整个计划需要的社会环境费用过高难于为社会接受。因此,可能一个社会部门为支持这样一个发展计划而到处游说,而另一个部门出于不同的理由反对同一计划。在某种程度上分析受益者的特点能解释这种争执,然而无论哪一个水资源发展计划都很少这样做。任何一个水资源发展计划都难免发生其中一部分居民比其

他人受益较多的现象,也往往使某些居民不得不担负有形(即沉重的赋税)或无形(即社会和环境费用)的额外费用。支持计划的人一般都是纯粹的受益者,而反对计划的人往往都是一些支付费用的人。

在调水问题上连科学家们也存在着严重的分歧。如豪(Howe)和伊斯脱(Easter)(1971)曾经断言,可以证明调水对国家是代价昂贵的,除非采取某种“援助计划”。但是威尔斯(Wells,1971)指出,向得克萨斯(Texas)高平原输水不仅经济上可行,而且国家也的确不能不给那个地区输水。

如果批判地总结一下过去和现在的许多远距离调水经验就会发现下面这样一些主要问题:

1. 由于仅仅考虑输水的直接费用,就常常把大规模调水视为合理,对于输出地区,因为水的有效使用性降低而损失掉的收益(亦即输出水的可能费用)几乎不加分析。

2. 通常不去研究其他各种不同的可行的跨流域调水方案。在工程技术人员和经济管理人员中倾向于选择技术性的解决办法——“软”方案往往被忽视(Biswas 1979b)。由于在水资源研究中这两种人员占主导地位,因此存在一种在探索所有可行的方案以前选择技术性解决办法的倾向。这些可能的抉择是:

- (1) 更有效地使用现有水量;
- (2) 废水的再利用;
- (3) 较好的流域管理;
- (4) 地表水和地下水的统一调度;
- (5) 改变耕作制度。

3. 农业部门通常是调水计划的主要受益者。因此许多分析工作都集中在农业效益上,而没有考虑收益再分配、地区增长率和品种的改变、减少失业和环境保护等社会目标。在一定程度上这是由于社会环境上的利益及其费用难于表示的缘故。

4. 当各种各样目的的需水愈来愈增加时,发达国家中反对大规模大量调水,尤其是州与州之间和国际间调水的人也可能增加。要完成从一个国家到另一个国家或一个国家中从一个州到另一个州的调水难免没有争论。研究技术上和经济上的可能性相对来说比较容易,真正的问题在于政府和社会的可接受性。纯粹从合理性的角度来考虑,这样的论据是难于解释的,因为各州和各个国家都在自由地输出矿物、碳氢化合物和农产品等其他资源。不管何种理由,公众舆论总是坚决反对水的输出,毫不奇怪,这种关系会在政治进程中反映出来。这也许能用“水是不同的”这一论据来解释的。而在最近的将来,十之八九不会有什么改变。

5. 州之间和国际间调水所涉及到的法律问题是相当复杂的。在多数国家中很少有为此种发展计划服务的合适的法律机构,现在还没有迅速解决这种州际和国际间纠纷的办法。从当前各州和各国之间在使用州际和国际河流、湖泊的争端中可以很快得到理解。

6. 自60年代中期以来,在发达国家中根据环境和社会方面的理由反对调水的人大大增加了,许多社会部门不再愿意把这些社会和环境费用作为进步的代价。

结 论

大规模大量调水在过去二十年中一直是一个有争议的课题。应该根据这个课题的价