

国家自然科学基金“八五”重大项目
“华北平原节水农业应用基础研究”

节水农业宏观决策基础研究

薛志士 罗其友 编著
宫连英 陶 陶

气象出版社

前 言

本书是以国家自然科学基金“八五”重大项目(编号:49391600)“华北平原节水农业应用基础研究”第五课题中的第三专题“华北平原节水农业分区及模式研究”的报告为基础编写而成的。本专题由薛志士、罗其友主持,宫连英、陶陶等参加共同研究完成。研究工作始于1993年,历时四年。在研究过程中,项目和课题负责人以及中国农业科学院农业自然资源和农业区划研究所的领导给予了精心指导和热情鼓励,中国农业科学院副院长许越先研究员、中国农业科学院农业自然资源和农业区划研究所的陈锦旺研究员、陈尔东副研究员、姜文来博士、陈佑启博士、任天志博士等专家学者提供了很多宝贵意见,我们在此一并表示谢意。

节水农业是我国农业摆脱水危机、实现持续增长的必然选择。节水农业如何从试验区向大田推进、向区域扩散?如何把节水农业的专家行为转化为众多的农户行为?本书定位于这种“转换点”和“结合部”,以华北平原为重点,致力于节水农业区域划分、节水农业模式、农户节水行为的经济调控、节水农业决策支持系统等问题研究,为节水农业的持续发展提供应用基础。

全书共九章:第一章,概论(罗其友、薛志士执笔);第二章,发展中的节水农业(罗其友执笔);第三章,华北平原农业自然资源的空间特征(宫连英执笔);第四章,华北平原农业社会经济条件分析(薛志士执笔);第五章,华北平原节水农业分区(罗其友、宫连英、薛志士、陶陶执笔);第六章,华北平原节水农业模式(薛志士、罗其友、宫连英执笔);第七章,节水农业水价控制(罗其友执笔);第八章,节水农业宏观决策支持系统(陶陶执笔);第九章,华北平原节水农业总体战略(罗其友执笔)。其中节水农业分区指标系统构建的基本程序和方法、节水农业模式及其区域选择、节水农业的总体

战略等研究成果已在《经济消息(国家计委内参)》、《中国软科学》、《农业现代化研究》等国家级刊物上摘要发表,受到专家、读者的好评和一些政府决策部门的高度重视。本书由薛志士、罗其友统稿编纂。书中不妥之处,敬请读者批评指正。

编著者

1997年7月

目 录

第一章 概 论	(1)
§ 1.1 背 景	(1)
§ 1.2 水危机与节水农业	(3)
§ 1.3 节水农业研究进展	(9)
§ 1.4 研究框架与主要结论	(12)
第二章 发展中的节水农业	(15)
§ 2.1 节水农业的形成与概念	(15)
§ 2.2 节水农业系统	(16)
§ 2.3 节水农业技术的发展趋势	(17)
§ 2.4 我国的节水型农业	(24)
第三章 华北平原农业自然资源的空间特征	(27)
§ 3.1 地理区位及概况	(27)
§ 3.2 农业自然资源区域特征	(28)
§ 3.3 农业自然资源利用分析	(38)
第四章 华北平原社会经济条件分析	(46)
§ 4.1 农业结构	(46)
§ 4.2 农村经济	(59)
§ 4.3 农田水利	(64)
第五章 华北平原节水农业分区	(69)
§ 5.1 节水农业分区研究新趋向	(69)
§ 5.2 节水农业分区方法体系	(70)
§ 5.3 节水农业分区的目标与原则	(71)
§ 5.4 节水农业因子系统分析	(71)
§ 5.5 节水农业分区指标系统	(73)
§ 5.6 节水农业分区	(86)

第六章	华北平原节水农业模式	(92)
§ 6.1	节水农业模式的概念与选择原则	(92)
§ 6.2	节水农业模式的结构与功能	(93)
§ 6.3	节水农业类型模式	(98)
§ 6.4	节水农业模式的区域选择	(108)
第七章	节水农业水价控制	(124)
§ 7.1	水价研究动态	(124)
§ 7.2	灌溉水价确定原则	(125)
§ 7.3	灌溉水价计量	(126)
§ 7.4	灌溉水价决策与节水农业	(129)
第八章	节水农业宏观决策支持系统	(132)
§ 8.1	决策支持系统	(132)
§ 8.2	节水农业宏观决策支持系统的功能与结构	(137)
第九章	华北平原节水农业总体战略	(143)
§ 9.1	华北平原农业持续性面临严峻挑战	(143)
§ 9.2	华北平原节水农业行动	(144)
参考文献		(151)

第一章 概 论

§ 1.1 背 景

资源短缺与人口增长的矛盾是全球性问题,世界各国都在调整资源策略,采取措施提高农业资源的自给能力和应变能力。我国是世界上人均资源水平较低的国家,潜伏着后备农业资源相对不足的问题,资源短缺将是社会主义市场经济建设进程中长期面临的基本制约因素。解决这一矛盾的基本思路就是改变农业增长方式,建设资源节约型农业体系,最大限度地降低单位产出的农业资源消耗量 and 环境代价,提高农业资源的产出效率和社会经济支撑能力,确保农业持续增长的资源基础和环境条件。

1.1.1 中国的人口、资源关系的基本特征之一——用世界 7%~8% 的耕地和水资源供养全球 23% 的人口

从农业资源总量看,我国居世界前列,是农业资源大国。据表 1.1,我国的耕地、林地、草地和水资源分别居世界第四、五、三、四位。但由于我国人口基数庞大,人均资源占有量则居世界后列,属于农业资源不足的国家,资源形势非常严峻,大体仅用世界 7%~8% 的耕地和水资源供养全球 23% 的人口。中国人均耕地、林地、草地与水资源分别仅占世界平均数的 $1/3$ 、 $1/8$ 、 $1/3$ 、 $1/4$ 。

1.1.2 中国的人口、资源关系的基本特征之二——2050 年我国人口将达到农业资源的人口支撑能力的上限

资源对人口的承载力是有限的,19 世纪恩格斯早在世界人口 10 亿多一点时就已预言“人类数量增长到必须为其增长规定一限度的这个抽象可能性当然是存在的”。1978 年 17 国联合组建的维

也纳国际应用系统分析研究所(IIASA)的一项报告认为:“地球表面对人口的负载能力最大可能达到 1000 亿,按现在世界人口的增长速度增长,300 年以后即可能达到。”

据国内学者的多种方法测算,我国农业资源的初级生产力约为 80 亿 t,若 10%转化为粮食,则我国粮食总产可达 8 亿 t,按人均消耗粮食的低线标准 400kg 计,我国农业资源的人口最大支撑能力为 20 亿。即使人口增长率能控制在 1%以内,2050 年我国总人口也将达到农业资源的人口承载力的上限。

表 1.1 农业资源的国际对比

国 家	耕 地		林 地		草 地		水 资 源	
	亿 hm^2	%	亿 hm^2	%	亿 hm^2	%	$\times 10^9 \text{m}^3$	%
中 国	1.01	6.9	1.31	3.23	2.85	9.23	2800	8.02
前苏联	2.32	15.8	9.28	22.85	3.73	12.06	4384	12.55
巴 西	0.75	5.1	5.67	13.98	1.64	5.30	5190	14.86
美 国	1.89	12.9	2.65	6.53	2.41	7.80	2478	7.00
澳大利亚	0.46	3.7	1.06	2.61	4.40	14.24	343	0.98
加拿大	0.46	3.2	3.26	8.03	0.24	0.77	2901	8.31
印 度	1.68	11.0	0.67	1.66	0.12	0.39	1850	5.30
世 界	14.67	100.0	40.66	100.00	30.93	100.00	34912	100.00

注: %表示各国占全球的份额。

1.1.3 中国的人口、资源关系的基本特征之三——21 世纪中叶可能爆发全面的农业资源危机

由于人口和经济的迅速增长,人口、资源、环境的矛盾在激化,过度垦殖、过度放牧、过度捕捞、过度砍伐森林等问题严重地侵蚀着农业持续发展的资源基础,产生农业资源的“赤字财政”。

耕地数量锐减,质量下降。1957~1994 年年均耕地净减少 50 万 hm^2 ,按此速度递减下去,200 年以后中国将无地可种。优质耕地被工矿企业和城市占用,加上长期以来,不少地区迫于人口的压力,重用轻养,耕地保护不够,地力衰退,耕地质量总体水平在下降,其中:667 万 hm^2 耕地水土流失严重,667 万 hm^2 盐碱地,667 万 hm^2 农田遭污染,333 万 hm^2 农田受沙漠化威胁,80%的农田有

营养障碍。

水资源危机。80年代我国水资源供需缺口为400亿 m^3 ，本世纪末将扩大到500亿 m^3 ，其中北方地区缺水量占全国的2/3，农田灌溉水保证率不断下降，大片水浇地处于“饥饿灌溉”中，水资源短缺已严重地威胁着我国北方地区农业的持续增长。

森林资源赤字严重。林龄结构低龄化，木材需求压力大，森林年均赤字1~1.2亿 m^3 。第三次森林资源调查结果表明，可供采伐的资源不断萎缩，森林质量持续下降，70年代初出现的森林资源危机呈进一步加剧之势。

草地减少，草场退化。每年草地净减少达65~70万 hm^2 。由于草场超载过牧、草地生态环境恶化等原因，造成我国草地约以每年200万 hm^2 的速度退化，退化速度为0.5%，是世界平均速度的5倍。70年代末草场退化、沙化、碱化面积达0.8亿 hm^2 ，产草量80年代比50年代降低30%~50%。目前单位面积的产草量仅为世界平均水平的30%，我国每公顷草地的综合生产力仅有7个畜产品单位。

近海渔业资源严重衰退。长期以来，近海捕捞量过大，目前我国的捕捞量占资源量的55%~80%，超过理论值5~30个百分点，近海渔业资源承受着巨大的捕鱼压力，不少传统的优质经济鱼种逐年衰退。海洋捕捞中优质鱼与劣质鱼的比例，50年代为8:2，80年代为2:8。

我国正处于工业化高速发展时期，非农产业和城市大量挤占水资源和大片农田之势难以逆转，21世纪中叶人均以水、土为中心的农业资源占有量将降至临界值，可能爆发深刻的农业资源危机。显然，摆脱资源危机应立足于走资源节约型农业之路。

§ 1.2 水危机与节水农业

水对于人类生存、农业和农村持续发展是至关重要的，水资源的高效持续利用是资源环境战略的基本组成部分。

1977 年阿根廷“联合国世界水大会”断言：“水，不久将成为一个深刻的社会危机，世界上的石油危机之后的下一个危机，就是水危机”。

1.2.1 干旱缺水对农业增长的制约

干旱是农业上最重要的全球性减产因子。主要因为：一是干旱影响面积最广，地球上 1/3 的土地分布在干旱、半干旱地区；二是干旱发生频率高，许多国家和地区不同程度的干旱年年有，甚至一年多次；三是干旱持续时间最长，短则持续数旬，长则持续数月、数年甚至 10 年。美国 1983 和 1988 年大旱使粮食产量创 80 年代最低记录，农业产量下降 20%~30%。据统计，1950~1979 年间，我国年均耕地受灾面积达 100 万 hm^2 以上，其中旱灾面积占 64%，几种主要自然灾害中，旱灾发生次数最多，粮食产量波动中旱灾的作用占 50%以上(表 1.2, 1.3)。

表 1.2 1950~1980 年间我国主要的自然灾害

名 称	发生次数	占总次数的比例(%)
干 旱	231	30.9
洪 水	175	23.4
台 风	210	28.1
霜 冻	79	10.5
干热风	53	7.1
合 计	748	100.0

资料来源: Drought—Network News, Oct. 1991

表 1.3 1950~1979 年间灾害对我国粮食产量的影响

名 称	粮食减产(亿 kg)	占粮食总减产的比例(%)
干 旱	1532.1	50.0
洪 水	844.3	27.6
干旱与洪水	540.0	17.6
霜 冻	145.9	4.8
合 计	3062.3	100.0

资料来源: Drought—Network News, Oct. 1991

全球性缺水问题正随干旱的频繁发生、经济和人口的不增

长变得日益尖锐。据世界资源研究所对全球 154 个国家的调查, 1990 年人均水资源量小于 500m^3 的极缺水国家有 15 个, 人口 1.1 亿; 人均水资源量为 $500\sim 1000\text{m}^3$ 的重缺水国家有 12 个, 人口 1.2 亿; 人均水资源量为 $1000\sim 5000\text{m}^3$ 的缺水国家有 58 个, 人口 34.2 亿。这说明 1990 年全球约 60% 的国家、70% 的人口缺水, 其余国家虽然人均水量在 5000m^3 以上, 但由于时空分布不均, 同样有缺水问题。如雨量充沛的欧洲近年也常出现缺水。据预测, 2000 年, 北非、中亚将成为人均水量极低的地区, 中国的华北、内蒙古, 南亚和西非将成为人均水量很低的地区, 中欧、南欧、前苏联南部、东南亚、东非和南非将成为人均水量低的地区; 2025 年, 全球将有 45 个国家、14 亿人口因人均水量小于 1000m^3 而严重缺水, 缺水国家将达 100 个, 缺水人口将达全球的 $3/4$ 。

1.2.2 2000 年我国水资源缺口将超过 500 亿 m^3

农业灌溉年用水量 4000 多亿 m^3 , 占全国总用水量的 80% 左右。到 2000 年全国总需水量可能达到 7000 多亿 m^3 , 而中等干旱年份可供水量只能达到 6500 亿 m^3 左右, 加上地形限制, 有些水资源不能调剂, 总缺水量将超过 500 亿 m^3 。其中华北地区因水资源短缺, 近年来农田实灌面积呈下降趋势, 一直维持在有效灌溉面积的 80% 左右, 据预测, 水资源缺口将进一步扩大, 2000 年农业在 50% 的水文年缺水 50 亿 m^3 , 75% 的水文年约缺水 170 亿 m^3 。

1.2.3 我国缺水发生的区域特征

我国属水资源紧平衡国家, 但地区差异很大, 总体上讲, 是南多北少。全国水资源总量 28000 亿 m^3 , 人均水量 2353m^3 , 仅占世界平均水平的 22%, 远远低于加拿大、巴西、前苏联、美国、印度; 我国耕地亩均水量 1769m^3 , 只及世界平均数的 75%。北方水资源短缺, 耕地多; 而南方水资源相对丰富, 耕地少。根据表 1.4, 北方片水资源总量 9931.3 亿 m^3 , 仅占全国水资源总量的 35.3%, 耕地面积却占全国耕地总面积的 60%; 南方片水资源总量 18193.1 亿 m^3 , 占全国水资源总量的 64.7%, 耕地面积只占全国耕地总面积

的 39.4%。从耕地亩均水量看,北方片仅及南方片的 35.5%,其中华北地区水资源尤为短缺,仅 $287.4\text{m}^3/\text{亩}^*$,华南地区水资源最丰沛,为 $5142.7\text{m}^3/\text{亩}$,是华北地区的 18 倍。从人均水量看,北方片仅相当于南方片的 74%,水资源高值区同样出现在华南,华北则是全国水资源最贫乏、水供需矛盾最突出的地区。华北地区由于工农业和居民生活用水激增,地表水和地下水开采率已分别达到 53% 和 83%,均居全国之首。地表水不足导致地下水超采,使大面积地下水位下降,许多地方已出现地下漏斗区,沿海地区因地下水位下降已发生海水入侵、地下水咸化等问题。

表 1.4 我国水资源空间分布

区域名称	水资源总量 (亿 m^3)	亩均水量 ($\text{m}^3/\text{亩}$)	人均水量 ($\text{m}^3/\text{人}$)	供需特征
东 北 区	1592.0	625.8	1505.5	缺水
华 北 区	1035.0	287.4	401.7	水危机
黄土高原区	859.7	662.6	988.4	水紧缺
蒙 新 区	1399.4	1034.6	3273.5	水平衡
青 藏 区	5108.2	42426.9	74139.3	水平衡
北方片小计	9931.3	1145.0	2002.8	缺水
长江中下游区	5956.4	1993.5	1747.5	缺水
华 南 区	5182.8	5142.7	3524.1	水平衡
西 南 区	6389.3	3885.8	3514.6	水平衡
南方片小计	18193.1	3225.7	2716.1	水平衡
全 国	28124.4	1964.8	2412.7	水平衡

联合国“国际人口计划研究”项目将水资源区域供需平衡状况划分为四种类型区:①水危机区:人均水资源占有量小于 500m^3 ;②水紧缺区:人均水资源占有量 $500\sim 1000\text{m}^3$;③缺水:人均水资源占有量 $1000\sim 2000\text{m}^3$;④水平衡:人均水资源占有量大于 2000m^3 。按此标准,北方为缺水,南方为水平衡,华北属典型的水危机,黄土高原属水紧缺,东北和长江中下游属缺水,

* 1 亩 = 666.67m^2 ,下同。

其它地区均为水平衡区。

1.2.4 建设节水型农业的战略意义

发展节水型农业是农业摆脱水危机的战略选择。水危机是全球性问题,而对中国的影响显得更加严峻。我国水资源总量 2.8 万亿 m^3 , 河川径流量 2.6 万亿 m^3 , 人均径流量 2540 m^3 , 仅及美国的 1/5, 前苏联的 1/7; 耕地亩均径流量 1750 m^3 , 是世界平均数的 2/3。

中国以不足世界 6% 的径流量, 供养着世界近 23% 的人口, 人均径流量仅占世界平均数的 23.5% (表 1.5), 并且时空分布不均, 水土资源的空间组合南北差异很大, 进一步加剧了区域性和季节性的水资源供需矛盾, 北方的水资源紧缺程度重于南方, 以资源型缺水为主; 南方降水量虽然较大, 但由于年内分配不均, 伏旱和秋旱常发生, 农业季节性缺水 and 工程型缺水突出, 南方污染型缺水城市也越来越多。

表 1.5 年径流量国际对比

国 家	年径流总量 (万亿 m^3/a)	人均径流量 (万 $\text{m}^3/\text{人}$)	耕地亩均径流量 (万 $\text{m}^3/\text{亩}$)
中 国	2.64	0.254	0.175
巴 西	5.19	4.22	1.07
前苏联	4.71	1.78	0.14
加拿大	3.12	13.00	0.48
美 国	2.97	1.35	0.11
印 尼	2.81	1.90	1.32
印 度	1.78	0.26	0.07
日 本	0.42	0.36	0.65
全 球	47.00	1.08	0.24

中国农业生产对灌溉的依赖性极强。全国 2/3 以上的耕地分布在降水量小于 1000mm 的常年灌溉带和不稳定灌溉带, 灌溉农业规模为 7.2 亿亩、耕地灌溉比例已达 50.7% (印度 23.6%、前苏联 7.5%、美国 9%), 这在世界大国中均居于首位。特别是进入 80 年代以来, 水资源短缺已深深地威胁着我国农业的持续增长。全国农

业年缺水 300 亿 m^3 , 1994 和 1995 年受旱面积均在 200 万 hm^2 以上, 北方广阔地区农业灌水保证率愈来愈低。

根据国际经验, 工业化和城市化挤占农用水资源和大片农田之势难以逆转。与此同时, 人口对农产品的消费需求将进一步增长, 必然导致我国农产品供求关系趋紧, 这将不断对农业提出新的挑战。农业只能在这两难困境中求发展。“短缺”与“浪费”并存是我国农业水危机的重要特征: 一方面是农业供水因水资源短缺而难以增加, 同时工业和城市的发展将进一步削减已经明显不足的农业灌溉用水, 农业缺水问题日益突出, 不仅灌溉面积难以扩大, 而且现有灌溉面积也难以稳定; 另一方面是农业水资源浪费严重, 节水潜力很大, 灌溉水的利用率和利用效率普遍偏低, 北方渠灌区水分利用系数仅为 0.4~0.5, 井灌区水分利用系数为 0.6, 比发达国家低 0.2~0.4。虽然“南水北调工程”是缓和北方地区水资源供需矛盾的基本措施, 但其农业意义是非常有限的, 南水北调中线方案中农业用水配额仅 25.9 亿 m^3 , 而且由于工程浩大, 远距离输水, 水的成本很高。因此, 发展节水高效型农业是我国农业摆脱水危机、实现持续增长的根本出路。

水不仅是农业的命脉, 而且也是整个国民经济的命脉。因此, 迫切需要建立节水型经济体系和节水型社会系统。70 年代以来, 全球缺水日益突出。为此, 许多国家逐渐重视综合节水, 以保障经济持续发展和维持生存的需要。《日本水的长期供需计划》(1978 年) 一文中指出: “在用水时, 使所有人都认识到水是有限的、珍贵的资源, ……我们的目标是建立一个人人都立志节水的节水型社会”。1984 年, 联合国欧洲经济委员会在关于水资源合理利用的宣言中提出: “在制定水资源政策时, 要考虑水是共用资源。为了整个人类的利益, 要保护和节约使用水资源; ……要采取措施预防缺水和水污染; 要根据实际拥有水量, 选择水资源利用方式”。中国自 80 年代以来, 缺水对国民经济的影响日益明显, 估计每年因缺水造成的经济损失达 1200 亿元以上。缺水城市年年在增加, 目前全

国有 300 多个城市缺水,其中严重缺水的城市有 100 多个,主要集中在华北、沿海地区和部分省会、工业型城市,日缺水量 2000 多万 t。

§ 1.3 节水农业研究进展

80 年代以来,水荒被认为是世界性问题。随着农业生产和社会的发展以及人口的增长,世界总用水量不断增加,淡水资源越来越不足;同时存在着人为之失,盲目用水,浪费严重,工业污水、废水破坏水资源,农田灌溉中渠系和田间灌水所造成的深层渗漏,导致沼泽盐化破坏的耕地生产要求以新灌溉面积来补偿,从而增加水量的开采和新的浪费,形成恶性循环。农田灌溉是用水大户,目前在世界总用水中农业用水占 80% 以上,年用水量超过 2 万亿 m^3 ,而产生的深层渗漏水超过 1 万亿 m^3 ,深层渗漏已成为水利上的突出问题。为了缓解农业用水日趋紧张的局面,近年来很多国家都在围绕这个问题,进行研究,寻找对策。

1.3.1 国外研究

国际上,以缺水著称的以色列节水农业的研究和开发居世界领先水平。以色列水土农业自然资源条件十分恶劣,人均水资源只有 370m^3 ,亩均 252m^3 ,2/3 的国土是沙漠。但其农业增长速度 60~70 年代达 12%,80 年代为 7.5%,1993 年人均国民生产总值超过 13000 美元,跻身发达国家行列,很显然,全面实施“高投入、高技术的节水创汇农业战略”起了决定性作用。由于环境所迫,以色列面对水资源奇缺的困境,在农业发展中十分强调节水技术的研究、开发和应用,并把它作为农业政策的重要组成部分,制定“水法”和节水的水资源管理以及废、污、咸水的处理利用等一系列开源节流政策,以提高水分的生产效率。目前以色列已实现全国范围内的管道输水,灌溉全部采用喷灌、微灌。1949~1989 年,以色列的耕地灌溉比例由 15% 提高到 49%,增加 5.7 倍;单位面积的灌水量由 568m^3 降低到 400m^3 ,即减少了近 1/3;水分生产效率由 1.6

kg/m^3 上升到 2.33kg/m^3 , 增长 45.6%, 并计划在本世纪末达到 4.31kg/m^3 ; 单方水的创汇值增长了 10 倍。前苏联和美国等国家开展地面节水工程的改造的同时, 把灌溉水的管理工作放在极重要的地位, 在这些国家, 灌溉水管理越来越受到从事经济、社会、技术发展等方面人士的重视。如美国推行科学用水管理, 内容除包括对原有灌溉系统进行改造外, 还不断研究和采用新的灌溉技术, 并且从土壤、植物、大气的特性及相互关系问题的原理着手, 进行了提高灌水效率、改善对植物的供水状况等方面的大量的研究工作; 日本将水管理作为一个整体, 对各种问题作系统化分析, 根据地带(北方寒冷带、中间带、温暖带)和不同水型态(水田、旱、水、果园混合及城郊区), 结合农户实际用水情况和灌区需水规律来确定作物需水, 进行综合考虑, 并借助计算机来解决复杂的问题, 通过水管理把灌溉渠系水的利用系数提高到 0.61; 又如前苏联在灌溉作物的水管理中, 以既优化灌溉水管理, 又达到最高产量为原则, 制定供水制度, 使用计算机系统来计划灌水, 包括如何调节根层土壤水分, 在一定气候和农业耕作条件下获得增产, 做到在水源充足、设备齐全时, 灌水尽量满足作物需要, 在缺水条件下, 设计有效利用总水量。

综上所述, 实际上, 发达国家的农田灌溉水的管理工作已经包括了灌溉水的开发、贮蓄、输送、灌溉, 以及各种农事活动及其所必需的服务措施, 以及以达到优质高产的最大投资效益为目标的综合技术, 节水工作的重点逐渐向这方面转移。在欠发达国家, 如印度、巴基斯坦, 节水灌溉对传统的灌溉技术进行逐步改造, 如推行渠道衬砌和田间覆盖技术, 但传统的灌溉技术仍然占很大比重, 如推行集雨水工程和旱作技术。总的来说, 国外对节水灌溉的研究归纳起来有三种类型: ①以色列为代表的推行高新技术(喷灌、滴灌), 高投入、高效益的节水灌溉; ②美国、前苏联为代表的改造地面灌溉工程, 推行各种先进的灌溉技术, 同时十分重视灌溉水管理工作的节水灌溉; ③印度、巴基斯坦为代表的发展传统的集水工程

和旱作技术为主的节水灌溉。

1.3.2 国内研究

总体上看,国内节水农业的研究侧重单项节水技术,节水技术的集成综合研究少;节水灌溉设备等硬件研究多,而水资源管理和水资源优化配置模式等节水农业宏观决策的软件研究较少。从 50~80 年代,先后进行过全国和地区(流域或行政区)的水资源调查评价、水文区划和水利化区划工作,为水资源的开发利用和农业灌溉的发展提供了重要的基础。80 年代以后,根据水资源日益短缺的情况,各地广泛开展了节水研究,其中包括水资源区域供需平衡、试区范围内的节水农业生产分区、农作物经济需水量分区、节水灌溉制度分区及节水技术措施(如喷灌)区划等地域研究工作。这些研究工作对于节水农业的布局和发展都有重要的指导意义。水文区划是以降水、蒸发、径流等水文要素的时空分布特征为依据划分的,它是各种水利区划的基础,为各部门开发利用水资源、除害兴利服务。与之相比,水利化区划则具有直接的应用目标,主要是为农业生产服务的,不过其目标仍然相当广泛,包括防洪、除涝、抗旱、治碱、保持水土等各方面,是一种综合性的应用分区,当然其中心是发展灌溉。水资源区域评价和供需平衡分析为全面了解水资源的开发利用状况、认识节水的必要性和迫切性提供了科学依据。评价和分析工作的地域基础主要采用流域系统、行政区划和灌溉分区。农作物经济需水量、节水灌溉制度和节水技术措施的分区,都涉及节水农业中的某个方面、某种作物或某种技术。气候条件是大部分分区的主要依据。在这些研究中,已经完成的分区主要是依据流域界线、气候指标和大地貌单元,而对于农业投入、产出水平等经济因素考虑较少。到 80 年代末 90 年代初,在上述区划研究的基础上,对节水农业分区和节水模式的研究提到日程,更注重整体功能和综合性的研究。1989 年,贾大林先生在河南商丘所作的试区水平的直接用于指导节水农业生产的综合类型分区研究中,同时考虑水利条件和农业生产,将节水农业划分为:丰产灌溉

区、有限灌溉区、抗旱灌溉区、旱地农业区等 4 个类型区,并提出了相应的节水措施。1990 年,李宝庆先生在对黄淮海平原节水农业区域类型的初步研究中,提出了 3 个一级区和 4 个二级区。1994 年,由中国农业科学院农田灌溉研究所主持完成的总理基金项目华北地区节水型农业技术体系研究与示范研究,划分出 10 个节水农业区,并提出了相应的节水技术发展方向。

§ 1.4 研究框架与主要结论

1.4.1 研究框架

本研究属跨学科、大尺度的研究课题,是节水农业从试区向面上推进的转换点,是节水农业微观研究与宏观研究的结合部,研究成果既要适应节水农业宏观层次的决策需要,又要为区域层次、农户层次节水农业的发展提供应用指南。其研究框架见图 1。

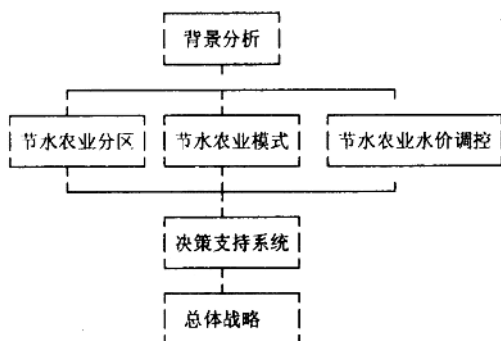


图 1 节水农业宏观决策基础研究框架

1.4.2 主要结论和进展

(1)21 世纪中叶我国可能爆发深刻的农业资源危机,建设资源节约型农业体系是摆脱资源困境的战略选择。