

以黄淮海平原为例谈 区域资源开发和持续利用

石元春*

(北京农业大学 北京 100094)

提要 黄淮海平原地域广阔,自然条件复杂,治理难度很大。文章介绍了 20 年来我国科技人员对黄淮海平原综合治理和农业开发所取得的成果和经验,并在此基础上探讨了以科学技术替代紧缺资源的潜力问题。

一、导言

资源和环境是众所关注的一个全球性问题。我国资源人均占有量低,资源整体质量也不高,且有减少和恶化趋势。资源的数量质量和令人堪忧的发展态势已成为我国经济建设和社会进步的“瓶颈”。借助科技对紧缺资源的替代不仅完全必要,也是克服“瓶颈”的根本出路。

我国一直重视资源的考察和开发工作。50 年代就组织广大科技人员对东北、西藏、华南、新疆、华北平原等地的大规模科学考察,不仅在资源的清查和开发上,而且在科学研究上也是成绩卓著的。随着我国人口急剧增长和建设的迅速发展,水土资源不足的矛盾更加突出,对主要农区资源的深度开发,提高土地生产率和单位面积农作物的产量已成为发展农业的唯一选择和基本策略。为此,我国从 70 年代开始就重视区域治理,到 80 年代后期制订了农业区域开发战略,确定了黄淮海平原、松辽平原、三江平原、黄河河套灌区、河西走廊、湘南、赣西南以及沿海滩涂等十大片作为重点农业开发区,涉及 20 个省市、3.8 亿人口,4.7 亿亩耕地,以集中科技力量和资金(1988—2000 年投资 540 亿元)进行全面治理和开发。

在我国区域治理开发计划中,无论在地域、社会和经济上,黄淮海平原都具有其特殊重要的地位。且其综合治理始于 60 年代,是我国区域治理的先驱,在借助科技对紧缺资源的替代上也比较全面和作用明显。

二、黄淮海平原简况

黄淮海平原以黄河、淮河和海河三河东流入海前沉积的一个广阔平原而得名。面积 32 万平方公里,耕地 2.81 亿亩,人口 2 亿,是我国最大的平原。该平原跨京津二市和冀鲁豫苏皖五

* 中国科学院院士、中国工程院院士、国家科技攻关项目“黄淮海平原综合治理和农业发展”项目主持人。

省,是政治、经济和文化中心,工农业和交通发达。

这里属暖温带半湿润气候,年平均温度 $10-15^{\circ}\text{C}$,年降水50.1000毫米,可适合多种农作物和果树生长。且地势平坦,土层深厚,是我国的主要农区。粮食产量占全国总产量的20%,其中小麦、玉米、棉花、烟草分别占全国总产的43.6%、23.6%、57.0%和41.1%。因此,黄淮海平原的年成丰,对全国农业形势影响很大。

但是,在季风气候影响下,70%的降水量集中于夏季,变率大,加以地势低平,径流不畅,故而旱涝灾害频繁,土壤盐渍化普遍。据近五百年历史资料的统计,旱灾成灾率为25—30%,涝灾成灾率为32—66%,即3—4年发生一次大的旱灾,1.5—3年发生一次大的涝灾。这里有盐渍土3500万亩,潜在盐渍化面积约4000万亩。此外还有4000万亩砂姜粘质土和2500万亩风砂土等低产土壤。

由于受旱涝盐碱的影响,这里有低产田和中产田约2亿亩,占全区耕地的70%。它们的产量水平只分别相当于高产田的30%和66%。实践证明,加强技术、资金、物资和管理上的投入,消除或部分消除制约因素,多数中低产田是可以达到或接近高产田的产量水平的。

三、黄淮海平原的治理

自夏禹治水、西门豹引彰至今,对这个平原的治理已有数千年历史。本世纪50年代初,为抗旱修渠引水,旱情缓解而渍涝和土壤盐渍化滋生,新建灌区“一年增产,二年平产,三年减产”。1957年进而大搞水利化和修建平原水库,因治水方针失误而导致1958—1961年冀鲁豫平原盐渍土面积由2800万亩猛增到4800万亩,农民废渠断水,“谈水色变”。1963年海河流域又遭特大洪灾,更是雪上加霜。在干旱、渍涝和土壤盐渍化的困扰下,科技界也是众说纷云。一时间,“农改”、“水改”、“水网化”、“台田化”、“管井工程”,莫衷一是。当人们大抓挖沟排水,防洪除涝时,60年代末和70年代初黄淮海平原连续三年大旱,治理上又发生深浅井之争和深浅沟之争,学大寨挖挖填填,不知浪费了多少人力和财力。30年治理的坎坷经历更加深了对恩格斯关于“我们不要过分陶醉于我们人类对自然界的胜利,对于每一次这样的胜利,自然界都对我们进行报复”论断的理解。在“必然王国”中顾此失彼,累得疲惫不堪的黄淮海平原急切地呼唤着科学理论的指导和先进技术的支持。

60年代初,国家科委主任范长江亲自率队以山东禹城县和河南原延封为据点开展科学治理;70年代初周总理批准的河北黑龙港地区的科技大会战以及以后的“十二年国家科技发展规划”和“六五”、“七五”、“八五”国家科技攻关,先后六进黄淮海平原。“七五”攻关即是在四个部院主持下,有十几个学科,一百多个科研教学单位,一千多名科技人员参加。这种历时20余年的大型和综合性研究,在世界上也是罕有的。

四、综合治理的理论——半湿润季风气候区水盐运动理论

70年代初开始,我们对旱涝盐碱和地下咸水的内在关系和形成发展规律进行了系统和周密的观测和研究,发现这是一个十分复杂的系统。这个系统是在半湿润季风气候和泛滥平原地学条件下所表现出一组特有的自然现象,是一种新揭示的,独立的地理景观和生态系统。

这种对黄淮海平原旱涝盐碱和地下咸水间复杂的内在关系和形成演变规律的揭示和认识概称为“半湿润季风气候区水盐运动理论”。其要点是:

(一) 旱涝盐碱和地下咸水共存和交相为害是半湿润季风气候和泛滥平原地质条件下区域水盐运动所表现出的一组自然现象,是一种独立的地理景观和生态系统。

(二) 旱涝盐碱应视为一个统一的系统和有机的整体,必须综合治理,不能孤立地“头痛医头,脚痛医脚”。这是近 30 年来多次治理而未得成功的理论上的原因。

(三) 综合治理旱涝盐碱的实质是对区域水运动(包括降水、地下水、地上水、土壤水及其中的易溶盐)的科学调节和管理,使之向着能够抗旱涝和消除土壤盐渍化,改善农田生态环境的方向发展。

(四) 调节管理区域水盐运动的枢纽和杠杆是浅层地下水的开采和回补。

五、综合治理模式

科学的理论揭示了事物的本质和运动的一般规律,为科学的治理和实践指明了正确的方向和基本原则,但是它不可能代替复杂多样的客观实际。黄淮海平原地域辽阔,条件复杂,为此研究和编制了《黄淮海平原旱涝盐碱综合治理区划》,并据此设置了 12 个综合治理试验区,由各科研单位和高校分别承担,根据其所代表的条件类型,研究提出不同条件下综合治理的模式。试验区总面积 21.7 万亩,平均每个试验区的面积为 1.8 万亩。试验区周围设示范区和研究成果扩散区,其面积分别为 369 万亩和 724 万亩。12 个试验区研究提出了各自所代表的类型区的综合治理模式有:

1. 河间浅平洼地地下淡水盐渍区综合治理模式(山东禹城试区、江苏睢宁试区)
2. 河间浅平洼地地下咸水盐渍区综合治理模式(河北曲周试区)
3. 河间浅平洼地地下咸淡水交错盐渍区综合治理模式(河北龙王河试区)
4. 黄河古河洼地地下淡水补给型盐渍区综合治理模式(河南商丘试区)
5. 黄河古背河洼地浅层承压水盐渍区综合治理模式(河南商丘试区)
6. 黄河古背河洼地浅层咸水盐渍区综合治理模式(山东陵县试区)
7. 黄河冲积扇盐渍型大型灌区综合治理模式(河南人民胜利渠试区)
8. 近滨海低平原盐渍区综合治理模式(河北南皮试区)
9. 滨海平原高矿化强盐渍区综合治理模式(山东寿光试区)
10. 黄河故道风沙区综合治理模式(河南开封试区)
11. 淮北脱沼泽洼地砂姜黑土区综合治理模式(安徽蒙城试区)

12 个试验区在其综合治理和农业发展中均取得了很大成功。在提高抗旱防涝,防治土壤盐渍化能力,改善农田生产条件和生态环境方面取得明显进展。1986—1990 年间,粮食平均单产增加 2.4 倍、年人均收入增长 1.8 倍、林木覆盖率由 8%左右提到 11.4—20%;节约耕地 14 万亩(含扩大)、化肥 3.3 万吨、电 6 亿度、水 56 亿方,直接经济效益 74 亿元。

六、重大技术体系

针对黄淮海平原的特点,及综合治理和持续发展的需要,研究提出了 6 项重大技术体系。

(一) 区域水盐管理技术体系

旱涝盐碱综合治理的实质是对区域水盐运动的科学调节和管理,调节管理的基础是对区域盐运动的监测和预报。为此,研究提出了区域水盐运动监测预报体系(PWS 体系)。该体系将

地下水的水位和水质、土壤水分和盐分构成一个整体和系统,应用水动力学原理和均衡法等分别建立了各子模型和 PWS 系统预报模型。此模型是在三维空间和时间系列上表征了区域水盐运动的物质流和能量流的流量和流向。在技术上,从实验室模拟到田间,从单点到多点,并通过分布式动态模型和栅格化数用图幅叠加等方法将多点预报扩展为面预报。在提出土壤湿度和盐渍度预报的基础上,与各主要作物的耐旱耐涝耐盐指标结合,按作物提出季节性(春、夏、秋)的旱情、涝情和盐情预报图幅以及年度的趋势预报。预报精度达到了季节性或短期实时预报的要求。监测系统是地面观测和航天航空遥感信息相结合,应用地理信息系统(GIS)和计算机技术,使信息输入、运算、管理和所需图幅、数据、文件输出自动化运行。

根据区域水盐运动理论和上述各综合治理模式的水盐管理模式,再根据 PWS 体系提供的季节预报作进一步的实施性的操作,这是区域水盐管理技术体系的核心。

PWS 体系的研究是在黄淮海平原的 6 种不同条件下设置的 6 个 PWS 试验区中进行的,总面积为 2800 平方公里。PWS 体系为综合治理旱涝盐碱、区域水盐运动的科学管理和大中型灌区的工程设计等提供服务。使土地和水资源得以充分开发、保护和持续利用。

(二) 农田节水技术体系

一方面,干旱和水资源严重短缺是制约黄淮海平原农业生产和综合资源潜力开发的重大因素。而另一方面,在缺乏先进技术的支持下,宝贵水资源的严重浪费和未能充分利用的现象仍是相当严重。农田节水技术体系研究是从开源与节流两方面开展的,主要是:

1. 研究和提出了开发利用矿化度低于 4 克/升(正常灌溉水质矿化度低于 1 克/升)的咸水的技术,既可增加约 12 亿立方米的水源,又可因浅层微咸水的开采而降低地下水位,有利于盐渍土改良,防涝和接蓄雨季降水。

2. 研究提出了旱季开采浅层地下水用于灌溉,又可降低地下水位,增加土层蓄积雨季降水的能力;农田围埝平地松土以增加雨季降水入渗以及建立能排能灌能蓄的多功能渠系,以截存汛期径流等技术,在不致引起涝害的前提下蓄水,以作旱季灌溉之用。以缓解季风气候造成的水分盈缺不均和干旱渍涝。

3. 研究提出了农田低压地下管道输水系统,从新型管材(薄壁 PVC 塑料管和内光外波纹 PVC 双壁管)管件、多种管材和现场施工工艺以及管网优化设计和微机监控系统等。使农田渠系水利用效率提高 30% 以上和达到节水节地和增产的目的。

4. 研究提高了利用作物秸秆、塑料地膜等作地面覆盖以及利用农田林网、林粮(棉)间作等措施以减少土壤水分蒸发和干旱的危害。

(三) 优化施肥技术体系

肥料是发挥资源效益的重要要素,在技术增产中约占 30—40% 的份额。目前,黄淮海平原的施肥水平达 20 公斤/亩(纯量)。但化肥施用的有效率仅 30% 左右。针对黄淮海平原特点,研究提出的科学施肥技术不仅是节约能源,提高经济效益,也是为了保护环境和土地资源持续利用的需要。这项研究是在近万个小区、七百多项田间试验中进行的。提出了高中低 3 种肥力水平下小麦、玉米、水稻和棉花 4 种作物的 41 个施肥模型。中上肥力水平多采用二次多项式模型、缺肥条件下采用平方根式模型。同时研究提出了适应性的化学测试方法和普遍采用了 ECC 测试系统(电超滤——流动分析仪——计算机)。

此项研究成果已应用于 5 个县 216 万亩农田。为农民提供的优化施肥方案较习惯施肥

的作物增产幅度为:小麦 8—12%、玉米 14—17%。1986—1990 年累计经济效益为 6900 万元。

(四) 农作物良种及栽培技术体系

黄淮海平原生产条件和水 平差异很大,为此,筛选培育了一批能适应不同条件的主要农作物的优良品种和建立了繁殖体系以及研究提出相应的高产优质抗逆的栽培技术。80 年代中期开始了作物生产管理计算机咨询系统的研究。该系统包括气候资源辩识、农业气象预测和评价、土壤肥力辩识、品种资源决策、植保决策、多目标决策、生产管理调节决策、农业生产信息库等模块。最后在计算机上形成作物生产系统的整体模拟模型。其中,小麦生产控制系统已在约 50 万亩农田进行了五年示范试验,取得了增产 10—15%的良好效果。目前正在进行棉花、玉米、水稻等作物的研究试验工作,并引入了美国的作物生产决策咨询(CERES)系统。作物生产控制系统是在系统科学的理论和方法指导下,集中了作物生育过程和复杂栽培过程的科学成果及经验,以计算机模拟的方式对作物生产过程作出指导和管理。

在作物栽培中的重要技术还有:棉麦(油)一体化技术、夏秋粮亩产吨粮技术、棉花整形和早熟高产优质的全程化学控制技术和盐碱地植棉技术等。

(五) 建设农田综合防护林技术体系

建立农田防护林网不仅可以改善农田生态环境,而且对缓解当前农村缺乏燃料、饲料、肥料、建筑材料的矛盾和增加经济收入均有重要作用。目前平原上仅有 20%左右农田建有防护林网,但质量效益均低。农田综合防护林技术体系的研究是在 13 种立地类型、4 万亩试验区、60 余试验树种,166 块固定标地上进行的。在立地类型分类研究的基础上提出了在 13 种立地条件下的农田综合防护林的配置比例、林种结构、树种搭配、优良适应性树种的选择以及栽培抚育更新等配套技术。并分别进行了微气候、水热、生物、农业的四效应分析和经济效益评价。

此项研究成果已应用于 1100 万亩农田,其林木覆盖率由 10%提高到 20.4%、作物平均增产 8.7%、投产比为 1:10.8。

(六) 农业信息系统技术体系

在综合治理和农业发展中,及时和准确地掌握信息,为决策和管理提供咨询服务很重要。自 80 年代中期以来,地理信息系统(GIS)的理论和方法开始应用于黄淮海平原的综合治理与农业开发。已经研究和提出的有农业气候、地下水、土壤等的农业资源信息系统;用于提供宏观咨询和指导的种植业动态及其分析信息系统以及专项技术性应用信息系统。农业动态的信息源一方面从各级政府统计部门取得以县为单位的有关种植业、养殖业、农产品加工业等的生产性和经济活动的资料;另外,利用 TM 和 MSS 遥感影像,对土壤为湿度和旱涝状况、土壤盐渍化、土地利用、作物种植的动态进行监测和取得信息以及对小麦等作物进行估产。

农业信息系统的工作只是开始,但已显示其强大的生命力和应用前景,无疑将是今后的一个重要研究方向。

七、资源的技术替代潜力

资源的技术替代潜力问题涉及因素很多,相关关系复杂,研究方法也多种多样,这里只从作物生产力分析角度,以一斑窥其全貌。

自 70 年代初,国家和各有关省市十分重视黄淮海平原的综合治理和农业开发。到 80 年代初,黄淮海平原开始扭转缺粮局面,进而向国家上交粮食的数量年年迅增。以 1976 年为基础,

1977—1991 年的 15 年间,黄淮海平原在播种面积减少 10%的情况下,粮食总产的增长率达 102.8%,全国的增长率仅 53.2%。增长率提高的影响要素中,技术投入起着重要作用。主要的常规技术有:提高土壤肥力和管理技术、施肥技术、引水和灌溉技术、培育良种技术(农林果蔬饲和畜禽水产)、作物栽培和保护技术以及畜禽水产养殖和疫病防治技术。在同一区域和相对稳定的光热水土资源条件下,技术投入水平对提高土地生产率起着决定性作用。

黄淮海平原有耕地 2.3 亿亩,播种面积近 4 亿亩,小麦、玉米、大豆和棉花四大作物的播种面积占农作物总播种面积的 73%,小麦、玉米和大豆的产量占粮食总产的 85%。因此,以此四大作物作为研究对象,探讨其在光热水和播种面积基本稳定的条件下技术替代的潜力。

研究中,我们以联合国粮食和农业组织(FAO)的农业生态区法为基础,以黄淮海平原的实际情况作了修正与检验,分三级计算了这四种作物的不同层次的生产力。这三级生产力是:

光温生产力(Y_{mp}),即在土肥水和技术等均能充分满足条件下,仅由当地光温条件所决定的生产力,是生产力上限的理论值。

光温水土生产力(Y_{RIS}),即 Y_{mp} 加进降水、灌溉和土壤条件的生产力,用灌溉水源开发和土壤改良的可能和前景进行修正,可作远期,如今后 20 年左右的生产力水平;

光温水土肥技生产力(Y_t),即 Y_{RIS} 加进施肥和技术投入条件的生产力,可按肥料和技术投入状况进行修正和设计。大体相当于近期,即 2000 年前后的生产力。

四作物三级生产力及其增产潜力列入下表:

作物	光温 生产力 单产	光温水土 生产力 单产	光温水土肥技 生产力 单产	基数(1987)		光温水土生产力 增产潜力			光温水土肥技生产力 增产潜力		
				播种面积	单产	单产	高产	%	单产	总产	%
小麦	651	505	312	14733	242	263	388	109	70	104	29.1
玉米	925	669	370	7073	286	383	286	134	84	74.5	28.5
大豆	331	226	117	3262	90	136	44.4	151	27	8.8	30.0
皮棉	161	115	70	4680	59	56	27.1	95	11	6.7	22.8

单位——单产:公斤/亩;总产:亿公斤;面积:万亩。

从上分析,以近期生产力 Y_t 计,四作物增产潜力在 30%左右,粮食总产增长潜力约 200 亿公斤。以远期(20—30 年)生产力 Y_{RIS} 计,四作物增产潜力可达 100—150%,粮食总产增长潜力在 700 亿公斤以上。

帕维里期提出,美国 1929—1972 年间农业增长中科技进步的贡献份额为 81%,提高土地生产率的贡献份额是 71%。中国农科院农经所对我国 1972—1985 年间农业增长中科技进步的贡献份额是 35%,黄淮海平原显然高于此数。估计在未来的十年间,黄淮海平原农业增长中科技进步的贡献份额可在 60%以上,资源的技术替代,具有很大潜力。

国际上著名的大型区域治理开发项目有如在联合国开发计划署(UNDP)援助的巴基斯坦 SCAP 管井工程和埃及尼罗河三角洲暗管排水工程、美国加州中央河谷治理计划、匈牙利蒂萨河流域开发计划等。与其治理计划相比,无论在治理规模、持续时间、治理效果和研究深度与水平上,黄淮海平原的综合治理工程均在前列。特别是在多学科协同,农林水综合研究上得到国际上的高度评价。1985 年的“国际盐渍土及其改良学术讨论”会议纪要写道:“对中国科学家提出的半湿润季风气候区水盐运动及其调节的有关理论以及采用灌溉、排水、农业、林业对区域水管理的综合治理盐渍土的办法予以肯定。与会科学家认为,中国人民应为此成就而自豪”。