

黄河流域水土资源 农业利用研究

中国农业科学院
农业自然资源和农业区划研究所

中国科学技术出版社

黃河流域水土资源农业利用研究

中国农业科学院
农业自然资源和农业区划研究所

中国科学技术出版社

内容提要

本书以水土资源合理配置为主体,宏观与微观相结合,全面系统地论述了黄河流域农业发展方向和对策。对农业资源开发、农业生产函数、灌溉农业、旱地农业以及农业发展战略都做了较深入的研究,具有重要参考价值。

(京)新登字 175 号

黄河流域水土资源农业利用研究

中国农业科学院农业自然资源和农业区划研究所

责任编辑:宋守今 封面设计:宫连英

中国科学技术出版社出版

(北京市海淀区魏公村白石桥路 32 号)

北京海淀区四季青双青印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 7.56 印张 200 千字

1992 年 2 月第一版 1992 年 2 月第 1 次印刷

ISBN7-5046-0989-7/S·159

印数:1—1000 册 定价:8.80 元

课题名称:黄河流域水土资源农业利用研究

课题来源:中国农业科学院农业自然资源和农业区划研究所

主持单位:中国农业科学院农业自然资源和农业区划研究所

主 持 人:薛志士 宫连英 罗其友 陶陶

主 审 人:李应中

主要研究和编写人员:薛志士 李应中 宫连英
罗其友 陶 陶 邝婵娟
王素云 朱忠玉 杜 勇

前 言

黄河流域是中华民族文明的主要发祥地,水力、煤炭、石油、天然气等能源资源蕴藏量大,还有丰富的有色金属和盐化工等矿产资源。黄河流域无疑将发展成为我国重要的能源——重工业——化工工业基地。农业是建设工业基地的基础,农业发展的好坏,直接关系到能源等基地的建设乃至整个国民经济建设的速度、规模和水平。建国四十多年来,黄河流域农业生产有很大发展,目前温饱问题基本解决,特别是进入八十年代,粮食生产发展比较快,但是由于自然、社会和经济等多方面的因素,农业生产低而不稳,还不能满足需要。能源重化工是高耗水型产业,其发展必然加剧与农业争水、争地的矛盾,流域内农业的进一步发展也必将加剧上、中、下游争水的矛盾。水土资源的短缺使得农业进一步发展面临更大困难。为此,研究黄河流域农业如何摆脱这种困境,是一项很艰巨的任务。

基于上述认识,我们开展了黄河流域水、土资源农业利用研究。从1988年开始,我们对黄河流域的农业问题做了实地考察,广泛收集资料,建立黄河流域所属381县(旗、区)的农业数据库,收集整理原始数据几十万个,在此基础上,首先对农业自然资源进行评价,对农业生产结构、以及粮食产消等生产现状进行分析,弄清农业生产存在的主要问题和农业资源的特点以后,研究了不同区域农业生产函数,以生产函数为依据,进一步研究流域内的灌溉农业和旱地农业,并提出了农业发展战略和相应的措施。其中农业生产函数也是我们承担的黄委会《黄河流域水资源经济模型》的研究项目之一,并已经通过专家鉴定,一致认为它是一项开拓性研究,可在建立《黄河流域水资源经济模型》中参用。本研究主要特点和新进展:①以水土资源合理利用为中心,通过对生产现状分析,明确了农业生产存在主要问题和农业资源的特点,以农业生产函数为手段,合理配置灌溉农业和

旱地农业,提出农业发展战略和措施,系统性强,科学性高,实用性好;②率先采用统计资料建立了黄河流域不同地区主要农作物在灌溉条件和旱作条件下的“水、肥——产量”生产函数模型;③从水资源的时空分布规律,以及与土地资源的空间匹配特点出发,客观地估算了灌溉农业发展规模和旱地农业生产潜力;④黄河流域农业生产问题关键是粮食,始终把粮食问题放在适当位置,探讨其生产潜力和发展的途径。

经过课题组全体同志共同努力,于1991年完成研究任务并将研究报告写成本书。全书共分十章,第一章黄河流域农业的重要意义和历史发展由陶陶执笔,第二章黄河流域农业自然资源及评价由宫连英执笔,第三章黄河流域农业生产结构由罗其友执笔,第四章黄河流域粮食产销平衡分析由邝婵娟、王素云、朱忠玉执笔,第五章黄河流域农业生产函数由罗其友执笔,第六章黄河流域灌溉农业由薛志士、罗其友执笔,第七章黄河流域旱地农业由薛志士、宫连英执笔,第八章黄河流域种植制度由薛志士执笔,第九章黄河流域农业生态环境由罗其友执笔,第十章黄河流域农业发展战略由陶陶、薛志士、宫连英执笔。全书由薛志士编纂,李应中主审。

本课题在研究过程中得到黄委会勘测规划设计院以及有关单位协助和提供宝贵资料,黄委会勘测规划设计院常炳炎高级工程师、中国人民大学张象枢教授、中国农业科学院朱希刚研究员、水科院王重九高级工程师等专家提出很多宝贵意见。在此深表谢意。由于专业力量和水平所限,有不妥之处请批评指正。

课题组

1991.12

目 录

第一章	黄河流域农业的重要意义和历史发展	(1)
第一节	重要战略意义	(1)
第二节	历史发展进程	(5)
第二章	黄河流域农业自然资源及评价	(12)
第一节	地理位置及概况	(12)
第二节	农业自然资源评价	(13)
第三节	农业自然资源分区评述	(24)
第三章	黄河流域农业生产结构	(32)
第一节	农业生产概况	(32)
第二节	农业生产结构现状评述	(37)
第三节	农业生产结构调整中应注意的几个问题	(43)
第四节	农业生产结构调整建议	(44)
第四章	黄河流域粮食产消平衡分析	(48)
第一节	粮食生产水平	(50)
第二节	粮食产消结构	(52)
第三节	粮食产消区域平衡状况	(54)
第四节	上游粮食产消平衡分析	(56)
第五节	中游粮食产消平衡分析	(60)
第六节	下游粮食产销平衡分析	(63)
第七节	八省区粮食产需平衡趋势	(67)
第五章	黄河流域农业生产函数	(74)
第一节	农业生产函数的概念及其研究进展	(76)
第二节	农业生产函数的形式	(77)
第三节	变量设置和资料选用	(79)

第四节	农业生产函数建立	(81)
第五节	资源配置建议	(95)
第六章	黄河流域灌溉农业	(97)
第一节	农业灌溉概况	(97)
第二节	农业水资源配置	(99)
第三节	主要农作物灌溉制度	(106)
第四节	节水灌溉	(118)
第五节	2000 灌溉规划方案	(123)
第七章	黄河流域旱地农业	(126)
第一节	旱地农业概况	(126)
第二节	旱地农业类型分区	(128)
第三节	旱作农业生产条件综合评价	(130)
第四节	旱地农业生产现状及存在主要问题	(135)
第五节	旱地农业生产典型	(138)
第六节	旱地农业生产潜力估算	(144)
第七节	主要战略技术措施	(152)
第八章	黄河流域种植制度	(155)
第一节	种植制度分区评述	(155)
第二节	几点建议	(165)
第九章	黄河流域农业生态环境	(168)
第一节	农业生态环境问题	(168)
第二节	农业生态环境建设的基本估计和认识	(171)
第三节	良化生态环境的对策	(175)
第十章	黄河流域农业发展战略	(178)
第一节	农业发展的战略目标	(178)
第二节	农业发展的战略措施	(179)
第三节	分区农业发展战略	(183)
第四节	黄河三角洲的农业开发	(191)

一、黄河流域小麦生产函数基础数据	(197)
二、黄河流域玉米生产函数基础数据	(203)
三、黄河流域棉花生产函数基础数据	(208)
四、黄河流域水稻生产函数基础数据	(212)
五、黄河流域旱地小麦生产函数基础数据	(215)
六、黄河流域旱地玉米生产函数基础数据	(221)
七、黄河流域旱地棉花生产函数基础数据	(226)
八、黄河流域水资源利用分区表	(229)
附录:主要参考资料	(233)

第一章 黄河流域农业的重要意义和历史发展

第一节 重要战略意义

黄河是我国第二大河。发源于青藏高原,流经青海、四川、甘肃、内蒙古、宁夏、陕西、山西、河南、山东九省(自治区)。干流全长 5464 公里,流域面积 75.2 万平方公里²,加上其中的内流区和下游引黄灌区,约 87 万平方公里²。黄河流域的农业生产对于流域内乃至全国的经济和社会发展有着十分重要的战略意义。

黄河流域土地总面积占全国土地面积的 9%。耕地约 2.25 亿亩,占全国耕地面积的 15.7%。总人口近 1.3 亿,其中农业人口约占 84%。供养区内众多人口是农业生产的主要任务,粮、棉、油、糖料以及畜产品生产在全国农产品生产中占有重要的位置。1989 年黄河流域(包括引黄灌区)共计生产粮食 4437.7 万吨,占全国粮食总产量的 10.71%;其中夏粮总产 2301.4 万吨,占全国产量的 23.85%。生产棉花 131.3 万吨,占全国产量的 34.66%。油料 159.4 万吨,占全国产量的 12.31%。甜菜 161 万吨,占全国甜菜产量的 17.42%。肉类总产 186.6 万吨,占全国肉类总产的 7.1%。奶类总产 66.1 万吨,占全国产量的 15.18%。禽蛋 93.3 万吨,占全国产量的 12.96%。粮食、糖料和肉类的人均拥有量尚低于全国平均水平,还不能满足人民的需求。况且在较频繁的旱涝灾害之下,农业生产有相当大的波动,有时会在很大范围内严重影响人民的生活。此外,黄河流域各省(自治区)的人口自然增长率从 13.4‰到 18.95‰不等,人口增长的压力也是不可忽视的。从区内的人口规模、经济和交通能力以及各种外部条件考虑,稳定并进一步改善农产品消费水平不能依赖于外购,主要应靠流域内农业生产水平的提高。

发展黄河流域农业生产是支持能源重化工基地建设的一个重要方面。黄河流域能源蕴藏极为丰富。黄河水能蕴藏量 4054.8 万千瓦,其中可开发的 2800.39 万千瓦,绝大部分集中于干流上游龙羊峡——青铜峡段和中游河口镇——禹门口段,两段均在我国十二大水电基地之列。上游段已建和在建电站装机已超过 500 万千瓦,开发程度达 37.3%,位居全国各大水电基地前列。中游段由于泥沙等因素,目前开发程度仅 2.2%。位于黄河中上游的晋陕豫蒙宁五省(自治区)煤炭资源优势明显,分布有神府、东胜等 14 个大型煤田,煤种齐全。截至 1988 年煤炭探明储量 6727 亿吨,占全国探明储量 75% 以上。1988 年原煤产量 4.08 亿吨,占全国产量 41.6%,外运量占全国省际调运量的 88%,为目前全国煤炭消费量的 1/4。黄河下游平原和三角洲已建成中原、胜利两大油气田,其中胜利油田产量居全国第二。1990 年山东、河南两省原油产量 4232.68 万吨,占全国产量的 30.6%;天然气产量 28.28 亿米³,占全国产量 18.49%。此外在中上游的陕北、内蒙古鄂尔多斯高原及宁夏等地也有丰富的石油、天然气蕴藏。流域内其它矿产资源品种多、储量大,有色金属尤为突出。铝土矿集中分布于中游地区,探明保有储量 10.2 亿吨,占全国的 68%。陕豫两省的钼储量 331.2 万吨,占全国的 37%。内蒙古铅、锌储量分别占全国的 9.8% 和 13.6%。白云鄂博矿区的稀土储量占全国的 95%。黄河中上游还是重要的金、铜、汞、铬产区。青海省柴达木盆地盐湖盛产钾、硼、镁等原料,其中钾的储量占全国储量的 96.8%。优越的能源、矿产资源组合使黄河流域发展为以能源为中心的重工业基地,在煤炭、石油开采和电力工业的基础上,区内各地分别建成我国重要的有色冶金、钢铁、石油化工、煤化工、盐化工及重型机械制造业中心,一些大中城市还是重要的电子、轻纺基地。能源重化工基地需要农业的支持,进一步的建设更要求农业有相应的发展。本世纪末和下世纪初,随着我国国民经济的发展,对于能源、原材料的需求将大幅度提高,特别是我国东部地区煤炭资源的枯竭会使全国的能

源需求更加依重黄河流域。建设能源重化工基地不仅在农产品供应上加大了压力,在水资源和土地资源分配、环境污染以及加速水土流失等方面还会对农业生产环境产生不利影响。这两方面的因素将使黄河流域的农业生产问题日益突出。

老少边穷地区的脱贫致富也是黄河流域农业发展的一项重要使命。位于黄河中上游的陕甘宁边区是著名的革命老根据地,在抗日战争和解放战争的十余年中曾为中央所在地,老区人民为中国革命作出了巨大贡献。黄河中上游许多地区还是少数民族聚居区,其中有内蒙古自治区和宁夏回族自治区,在甘肃、四川和青海省还有 9 个民族自治州、11 个民族自治县。聚居的有回、藏、蒙古、东乡、土、撒拉、保安等少数民族,共 600 多万人。多数生活于高原和丘陵山区,从事农牧业生产。流域的北部接近中蒙边境。在这些老、少、边地区,很多地方生态环境脆弱、灾害频繁,很长时间以来伴随着资源破坏和人口增长过快,农业生产水平低下,经济、文化落后,人民生活相当贫困。解除这些地区的贫困有着重大的社会意义。在 1986 年国家确定的全国重点扶持的 273 个贫困县中,黄河流域就有 85 个,占 25.91%;各省(自治区)确定和扶持的贫困县共有 370 个,黄河流域有 51 个,占 13.78%。在全国 18 个集中连片的贫困区中,有 4 个在黄河中上游地区,共计 75 县、农业人口 1624.3 万。经过几年的扶贫工作,情况有了很大改善,许多地区的人民初步解决了温饱问题。1989 年黄河流域尚有 33 个县农民人均纯收入不足 250 元,这些县共有人口 800 余万。即使在那些刚刚脱贫的地区,仍处于不稳定的状态,如遇较大的自然灾害,还会有许多人重陷贫困。同时,在这些地区内仍然存在着相当数量的贫困人口。扶贫将是一项长期而艰巨的工作。多数贫困地区地处黄河中上游的丘陵山区,交通不便,城市和工业基地则集中于铁路沿线的河谷平川地带。因此,脱贫在很大程度上要靠农牧业和农牧产品加工业的发展。提高农牧业生产的水平和稳定性应是较长时期内的主要目标之一。

黄河流经黄土高原,携带大量泥沙下泄。平均年输沙量 16 亿吨,河水含沙量达 35 公斤/米³,居世界诸河之首。泥沙淤积使黄河在下游平原成为地上河,历史上经常发生决口和迁徙。近 2000 多年中,黄河下游决口成灾 1500 多次,大改道 26 次。泛滥范围北到天津、南至江淮,约 25 万公里²,人民生命财产损失无数。如 1642 年的决口使开封 37 万人口死亡 34 万;1933 年下游决口 54 处,67 县 360 万人受灾;1938 年国民党政府在花园口扒开大堤,淹没 5.4 万公里²,1250 万人受灾,死亡 89 万。解放以后,党、政府和人民为治理黄河水患作出了极大努力。1958 年黄河大洪水,河南、山东两省各有 100 万人上堤防守。从 50 年代到 80 年代中期先后三次加培堤防,共计土方 7 亿米³,修建工程 8000 多道,石方 1400 万米³。花费了大量人力、物力,使黄河 40 余年没有决口。但这并未一劳永逸地解决问题。黄河每年携带的 16 亿吨泥沙中,约有 4 亿吨淤积于下游 768 公里的河道内。河床每年抬高 10 厘米,河床滩地已高出两岸背河地面 3—5 米,最高达 12 米。高悬的黄河对两岸 12 万公里²平原的 6000 万人口、1 亿亩耕地、大中城市、油田以及津浦、京广和陇海铁路构成严重威胁。任何一处决口都会有几百万到几千万人受灾,造成数百亿元的经济损失。即使是滞洪区的分洪都会影响几十万人和上百万亩耕地。长远地看,解决黄河下游水患问题不能只依赖工程措施,还要靠中上游的水土保持。下游的泥沙绝大部分来自中游,其中 8 亿吨来自陕北,2.9 亿吨来自晋西,流失严重的丘陵沟壑区侵蚀模数高达 1—2 万吨/公里²·年。除自然条件外,不适当的农业活动是加速水土流失的一个重要因素。水土流失反过来又恶化了农业生产环境,黄土高原每年流失的氮、磷、钾就达 4200 万吨,大量耕地冲毁,还加剧了水旱灾的损失,水利工程淤积严重、效益下降。多年实践表明,合理调整农林牧结构、搞好农田基本建设、改进生产经营方式、逐步恢复植被、工程与生物措施相结合开展小流域综合治理都是减少水土流失行之有效的办法。黄河中上游 45 万公里²水土流失面积中初步治理了 1/3,1970—

1984 年间平均年泥沙量比前 20 年减少 5.8 亿吨,除去降水量下降的因素外,治理减少效果为 2 亿吨。治理水土流失是一项长期的任务,需要经过几代人的不懈努力;同时也是涉及面十分广泛的工作,需要全流域各方面的协调一致。

黄河流域所处的地理位置十分重要。陇海铁路和京包、包兰铁路横贯东西,与长江一南一北并列为我国两条连接东西部的交通大动脉。我国东部地区与新疆、西藏这两个西部最大的民族自治区之间的运输由此通过。历史上,黄河流域是丝绸之路的东部起点,现在又成为新近开通的欧亚大陆桥的重要一段。从本世纪末到下世纪中,我国必将逐渐加快西部地区的经济发展,大西北地区的资源开发在国民经济中的地位也将愈发重要。从现在开始,就应重视黄河流域的农业生产,尽快提高农牧业生产能力,为西部地区经济的全面发展打好基础。这不仅对流域内的社会、经济发展有重要意义,而且对于加强边疆建设、巩固民族团结、促进与中亚各国的经济交往及我国东西部的均衡发展等许多方面都有着深远的战略意义。

第二节 历史发展进程

黄河流域是中华民族的摇篮,也是我国农业的发源地之一。在一个很长的历史时期内,黄河中下游地区是我国的政治、经济和文化中心。农业的发展进程与社会历史发展紧密相关。

早在旧石器时代,黄河河套地区和渭河、汾河流域就是我国古人类生息之地。新石器时代原始农牧业开始出现,种植业首先在黄河中下游发展起来,距今 7000—8000 年前的裴李岗(河南)文化及稍后的仰韶(渭河流域)、大汶口(山东)文化处于较原始的火耕时期,以猪为主的农区养殖业也已出现;4000—5000 年前发展到龙山文化时期出现犁耕,同时代黄河上游的马家窑文化也反映出农牧业的发展。

夏、商时期黄河中下游是统治中心(实际上是文化发展中心),也

是农业最发达的地区,但开垦规模有限、分布零散,生产力低下,处于游牧状态,当然还谈不上水利。西周之后,逐渐定耕,原始的排灌工程也已经出现(井田和沟洫)。到春秋战国时逐渐采用铁制农具和牛耕技术,并开始连年种植和施肥养地。种植的作物由西周以前的黍、稷为主转变为以粟、菽等产量较高且质量较好的种类为主,亩产达 65 公斤。伴随城镇的兴起,园圃种植业得到发展。从西门豹治邺开始,出现了较大规模的水利工程,灌溉农田的粮食亩产可达 200 公斤以上,显示出在黄河流域的气候条件下灌溉的重要作用。战国末年秦国在关中修建引泾河水的郑国渠,灌溉范围达 276 万亩。关中平原以北、以西的广大上中游地区为从事游牧的少数民族所居,以放牧马、羊、牛等食草畜为主。

秦、汉时黄河中下游农业继续发展,而且两朝大力推行营边政策移民屯垦,种植业区域向西向北扩展。汉武帝时曾一次向河套移民 10 万,其时从黄河下游地区移民至河套、陇西、湟水流域等地屯田的共有 60 万人。农牧交错带推到河套至长城一线。西汉时期关中一带是全国农业最发达的地区,已走上精耕细作之路,创造出适于旱地农业的代田法和区种法,以达到抗旱保墒、充分利用水肥的效果。轮作和复种制度也已开始采用。种植的作物变为以麦、粟为主。水利建设成果显著,工程几乎遍布关中,较大的有引泾河的白渠、引北洛河的龙首渠和引渭河的成国渠。汾河谷地、宁蒙河套、湟水流域等地都建有相当规模的灌溉工程。

东汉末年和魏晋十六国时期,黄河流域农业遭到严重破坏。由于战乱不休,人口大量南迁,耕地荒芜。北方游牧民族南下,农牧交错带退至关中北部至吕梁山一线。虽然曾有短时期的屯田,并有一部分少数民族逐渐汉化,从事农耕,但整体上农业转为粗放经营。南北朝北魏统一北方后,在宁蒙河套修复水利工程,农业生产有一定程度恢复,贾思勰在《齐民要术》一书中总结了以耕耙耨为中心的抗旱保墒耕作法以及绿肥轮作、粮豆轮作等一整套旱地农业生产技术。

隋唐时期在关中、汾河及伊洛河、沁河流域兴修了大批小型水利工程,仅在陕、晋两地唐朝就兴修水利工程 60 余处。在河套、湟水流域等上游地区恢复屯田,下游平原的农业获得较大的发展。黄土高原大部分区域仍是农牧交错,许多地方(甚至包括下游平原一些地区)盛兴养马业,放牧与舍饲相结合。此时长江流域的农业发展速度已超过黄河流域。安史之乱后,北方农业再次遭到破坏,这以后全国农业生产的优势转移到南方。宋元时期,北方又几经恢复和战乱。其间北宋曾在黄河下游开展引黄放淤。棉花也于此时引入黄河流域,逐渐替代了桑、麻的传统地位。但总的情况是农业生产技术停滞、种植业明显衰落。反复的农牧交替与粗放经营使黄河中上游的植被遭到严重破坏,难以恢复,强化了黄土高原的水土流失并促使草原沙化,生态环境明显恶化。

明初向黄河下游平原移民复垦,清初又向上游甘肃、宁夏、青海等地移民,逐渐恢复这些地区的农业生产。从清朝到民国,人口稳定增长,农耕地明显扩大。清朝后期开禁后,大批农民走西口进入内蒙古垦荒,遍及鄂尔多斯高原、河套和阴山南北。明末传入的玉米、甘薯、花生和马铃薯等作物到清代已成为黄河流域的重要栽培作物。明清时期在关中、伊洛河、沁河流域及甘、宁等地广泛修建小型水利工程,平原地区已出现井灌。清末在内蒙古修建了后套八大渠,可灌面积一度曾达 200 万亩。民国时期,在李仪祉的倡议下,关中捐资修建了泾惠、洛惠、渭惠和梅惠四渠,但直到 1940 年四渠灌溉面积还不足百万亩。沁河、伊洛河及宁蒙河套的灌区则渐趋荒废,只是在内蒙古等地劳民伤财地建了几座无效工程。在黄河下游平原,自南宋之后,治黄失策,黄河几经改道,不断决溢泛滥。农业生产一蹶不振,更谈不上兴修水利了。国民党 1938 年扒开花园口后,形成大面积黄泛区,至 1947 年才复堵决口。到 1949 年为止,整个黄河流域灌溉面积不过 1200 万亩。一遇大旱,就有几百万、上千万灾民饿死。这一时期,虽然引进了一些外来的先进技术,部分地区还发展了棉、油等商品性农

业,但总的看来,黄河流域农业处于一种广种薄收、粗放经营的状态。

经过解放后四十多年的建设,黄河流域不仅消除了水患,农业生产条件也不断改善,生产水平大幅度提高,黄河下游平原尤为突出。五十年代在水旱灾害威胁严重的情况下,国家对于农业的投入首先是结合防洪兴修水利,抓好农业的命脉。仅 1949—1957 年间全流域的灌溉面积就增加了 1000 万亩,之后发展更快,至今全流域灌溉面积占耕地的比例已达 41.93%(参见表 1-1)。下游引黄灌区灌溉比例最高,为 68.84%。五十年代末引黄达到很大规模,六十年代初由于次生盐渍化和泥沙等问题曾一度停止,七十年代后又逐年增加,同时还大量发展井灌。中上游灌溉比例在 30% 左右,大部分灌溉地集中于河谷平川地区。中游水利主要是利用泾、渭、汾、伊洛、沁河等支流水源,沿黄部分地区开始引用黄河水。上游结合水电开发修建了大型水库,增强了灌溉水源的保证,除宁、蒙河套的大型自流灌区外,还建立了一批扬水电灌区。黄河流域的这些灌溉工程由于发展速度过快,设计和施工都不完善。配套很差,灌溉水利利用系数很低。一些灌区还面临着次生盐渍化、水源保证率低等问题,近年许多工程都存在老化失修的现象。尽管有这些不足之处,黄河流域的水利建设对于农业生产发展仍起着关键性的作用。如黄河下游平原各灌区的粮食亩产由灌前 100 多公斤提高到 350—500 公斤,该区已成为我国重要的粮棉油产地。中游的陕晋两省,关中和汾河谷地的灌区是粮食主产区。在上游干旱地区,灌溉更是农业赖以存在的根基。近十余年来,各地逐步引入推广喷、滴灌和低压管道输水等节水灌溉设施和技术,加上配套改善渠系等措施,有望兴利除敝,进一步提高水资源的利用效益。在缺乏灌溉条件的广大丘陵、山地,结合农林牧综合开发,通过总结和推广适用的旱地农业生产技术体系,使旱地生产水平也有了相当大的提高。水利以外的几项主要的物质投入——化肥、农机和电力,是随着我国工业的发展而得以增长的。虽然其投入水平的提高主要在七十年代以后,但对于农业生产的促进作用不亚于水利建设(参