

黄土高原区域治理与评价

杨文治 余存祖 主编

科学出版社

黄土高原区域治理与评价

—— 黄土高原区域治理与评价 ——

· · · · ·

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书是在黄土高原综合治理定位试验示范综合研究基础上,论述黄土高原区域治理与评价的专著。内容包括:土地资源评价与优化利用方式,主要粮食作物生产力及增产技术体系,人工林草地水分生态条件及生产力,小流域土壤侵蚀和综合治理减沙效益,试区航空遥感监测试验研究,以及区域治理生态效益、经济效益和社会效益的综合评价。

本书可供从事国土整治、区域规划与资源开发、水土保持、农业、林业、自然地理、气象等工作的科技人员和大专院校师生参考。

黄土高原区域治理与评价

杨文治 余存祖 主编

责任编辑 刘卓澄

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100707

北京怀柔县黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1992年3月第一版 开本: 787×1092 1/16

1992年3月第一次印刷 印张: 27

印数: 1—1300 字数: 628 000

ISBN 7-03-002888-0/P·570

定价: 40.00 元

编辑委员会

主 编：杨文治 余存祖

副主编：（以姓氏笔画为序）

江忠善 陈国良 宋桂琴 李 锐

张锡梅 梁一民 韩仕峰

编 委：（以姓氏笔画为序）

王佑民 王福堂 卢宗凡 刘星照

孙立达 江忠善 余存祖 陈国良

宋桂琴 李 锐 李玉山 李佩成

杨文治 张锡梅 张维邦 苗宗义

梁一民 曾祥渊 阎树文 韩仕峰

韩靖国

前 言

黄土高原曾经孕育了中华民族灿烂的古文化,其蔚然壮观的黄土和独特的自然环境,吸引了国内外众多的学者到这里来研究和探索。如果从19世纪中叶德国人F. 李希霍芬(1868—1872年)到这里考察时算起,对这里的研究已有100多年历史。在这期间,中外学者在黄土高原进行了多方面的开拓性研究工作,为我们认识黄土高原提供了丰富而宝贵的科学文献资料。新中国建立之后,党和政府对黄土高原的整治十分关注。在共和国诞生不久,于1955年第一届全国人民代表大会第二次会议通过的《关于根治黄河水害和开发黄河水利的综合利用规划的决议》中,就把黄土高原的水土保持工作列为治理黄河的重要组成部分,从此,揭开了黄土高原综合治理的新篇章。

几十年来,各部门在黄土高原进行了大量的试验研究和治理工作,取得了不少成果,也涌现出一些好的治理典型。但从总体上讲,治理速度仍较缓慢,科研成果大多是单项的,典型经验也未能有效地在较大面积上推广应用。

在第七个五年计划期间,黄土高原的综合治理跨入了一个新阶段,国家将“黄土高原综合治理研究”纳入重点科研项目“区域综合治理试验”之中。为此,国家在黄土高原不同类型区设置了11个试验示范区,组织了数百名科技人员进行综合治理定位试验研究。与此同时,还组织进行了大规模的黄土高原综合科学考察。为了将一些带全局性的科学技术问题集中起来进行综合研究,还专门设置了综合性专题“黄土高原综合治理定位试验示范综合研究”,以期提出层次较高的,更具普遍指导性的研究成果,以加速黄土高原的治理与开发。

黄土高原的综合治理涉及的矛盾是多方面的,因此只能把握住主要矛盾加以研究。基于此,“黄土高原综合治理定位试验示范综合研究”这一专题,在总体构思上,确定集中围绕解决水土流失、干旱和生态经济恶性循环等重大问题开展研究,并具体规定了两大研究目标和五项研究内容。目标之一,是以土地合理利用为中心,建立区域治理综合技术体系;在这个目标下,包括土地资源评价及优化利用方式,主要粮食作物生产力及增产技术体系和人工林草地水分生态条件及生产力三个问题的研究。目标之二,是对试区综合治理进行动态监测与治理效益评价。在这个目标下,主要研究解决长期以来,亟需解决而又未能很好解决的综合治理的动态监测技术与综合治理效益评价的指标与方法两大问题,并建立相应的监测评价体系。

根据上述总体研究目标,综合专题在技术路线和研究方法上,贯彻了如下要点:

(1) 对各试区试验研究项目进行拓宽、补充、完善和深化,并设置必要的田间试验、模拟试验和生态观测等;同时配合实验室研究,形成完整的研究体系,取得较系统的定位试验观测基础资料。

(2) 以试区小流域为依托,以定位试验结果为依据,结合面上调查和以往的研究成果,进行综合分析,提出区域治理技术体系,在试验示范区内论证应用,建立实体模型,

· i ·

并为大范围治理开发提供措施和依据。

(3) 充分运用航空遥感、微机信息系统和数据图象图形处理技术,使综合研究更具科学性。

(4) 做好试区综合治理的生态效益、经济效益和社会效益评价分析工作,总结经验,提高治理水平,也为确定今后治理重点与投资方向提供科学依据。

经过5年的艰苦工作,综合专题“黄土高原综合治理定位试验示范综合研究”完成了预期的研究任务,取得了丰硕的科研资料与成果。本书就是定位试验综合研究成果的概括与总结。书中还包含了分析问题所必需的、围绕专题研究而开展的区域性调查资料,以及辐射试验点的研究结果,同时吸收了以往试验研究中的一些结果。这就使得本书内容更为丰富,并在资料内容的时间和空间上都得到了延伸。

尽管参加这次黄土高原综合治理定位试验示范综合研究的单位很多,参加工作的科技人员的专业不一,但大家都有一个共同心愿:愿为黄土高原的综合治理奉献自己的智慧和力量。这本书的问世,与这样一种奉献精神是分不开的。

本书各章主要执笔人为:

前言杨文治;第一章杨文治;第二章宋桂琴;第三章张锡梅;第四章余存祖;第五章韩仕峰;第六章梁一民、杨文治;第七章江忠善;第八章李锐;第九章陈国良。

参加本书编写的人员有:

第二章巨仁、张文孝和郭扶国;第三章梁银丽、黄占斌和韩思明;第四章彭琳、赵更生、戴鸣钧、刘耀宏和杨平;第五章张孝中、李开元;第六章李凯荣、杨新民、陈一鹏、李代琼、侯庆春、阎树文和马玉玺;第七章周佩华、贾志伟和刘秉正;第八章赵满礼、赵永安和王培森;第九章卢宗凡、卢志伟。图件清绘:陕西师范大学张军。

本书是参加定位试验示范综合研究的各单位和科技人员集体劳动的结晶,它还包含了对前人工作的继承。笔者要向为黄土高原综合治理定位试验示范做出贡献的各试验示范区的领导和同志们给予我们许多支持和帮助表示衷心感谢。感谢“黄土高原综合治理研究”的主持单位中国科学院和参加主持的农牧渔业部、林业部、水利部和国家教委,陕西、甘肃、宁夏、山西和内蒙古等省(区)科委给予我们的支持和指导。感谢中国科学院资源环境局和试区办公室给予我们的支持和帮助。

本书是以定位试验研究资料为基础撰写而成的,因而具有实验性、资料性与机理性等特点。同时,围绕黄土高原治理开发中的重大问题,进行较高层次的分析,所以又具有实用性和指导意义。本书在内容上专业跨度较大,所采用的技术手段也有所不同,对某些问题的讨论和认识,也有不尽一致之处,在成书过程中,我们并未对各章的内容和形式做硬性统一,另外,还有一些问题尚处于探索阶段,有待进一步研究深化,在这里我们一并提出来,仅供读者参考。书中疏漏与不妥之处,敬希读者批评指正。

编 者

1991年7月

目 录

前言

第一章 黄土高原的自然与社会经济概况和综合治理试验示范区的建立	(1)
一、黄土高原的自然概况	(1)
二、黄土高原的社会经济概况	(4)
三、黄土高原综合治理研究概况	(6)
四、黄土高原综合治理试验示范区的建立	(7)
五、黄土高原综合治理的区域性特点	(14)
第二章 黄土高原土地资源及其优化利用	(16)
一、土地分类系统的建立	(16)
二、土地资源评价	(27)
三、土地利用现状分析与土地优化利用模式的建立	(43)
四、土地人口承载力	(66)
第三章 黄土高原主要粮食作物的生产力及增产技术体系	(73)
一、粮食作物生产力	(73)
二、主要粮食作物的水分利用率	(88)
三、主要粮食作物需水规律和抗旱特性的研究	(98)
四、不同类型区主要粮食作物增产技术体系的研究	(103)
五、提高粮食作物生产力的途径与粮食生产前景分析	(119)
第四章 黄土高原中低产地土壤养分状况与培肥技术体系	(125)
一、黄土高原土壤资源与养分背景	(125)
二、农田投入产出分析与土壤-作物系统养分平衡的研究	(136)
三、旱地合理施肥技术的研究	(148)
四、新修基本农田培肥增产技术	(177)
五、黄土高原中低产地培肥利用的技术体系	(182)
第五章 黄土高原农田水量平衡	(190)
一、黄土高原农田土壤水分背景	(190)
二、主要类型区土壤水分动态规律与变化特征	(192)
三、影响土壤水分动态变化的因素分析	(213)
四、农田水量平衡及作物产量潜势	(222)
五、提高农田土壤水分利用率的途径	(228)
第六章 黄土高原人工林草地水分生态条件及生产力	(241)
一、研究方法	(241)
二、黄土高原刺槐林地水分条件与生产力	(242)

三、黄土丘陵沟壑区柠条林生产力及土壤水分生态条件·····	(252)
四、黄土高原紫花苜蓿草地的水分动态特征与水分生态区划·····	(257)
五、黄土高原沙打旺草地生产力及水分利用·····	(264)
六、宁夏西吉县不同植被条件下土壤水分动态、植物生长状况及生物量·····	(275)
七、黄土高原地区造林种草的土壤水分背景及水分生态分区·····	(282)
八、几个问题的讨论·····	(291)
第七章 试区小流域土壤侵蚀和综合治理减沙效益·····	(298)
一、试区小流域土壤侵蚀的环境概况·····	(298)
二、土壤侵蚀规律的试验研究·····	(302)
三、小流域土壤侵蚀制图·····	(315)
四、试区小流域土壤侵蚀类型分布规律及特征·····	(321)
五、试区小流域综合治理减沙效益分析·····	(338)
六、结论及对今后治理的意见·····	(344)
第八章 试区航空遥感监测试验研究·····	(347)
一、小流域大比例尺航空遥感监测飞行技术设计·····	(348)
二、小流域综合治理遥感资料处理与信息提取技术·····	(350)
三、小流域综合治理信息系统的建立及其应用·····	(363)
四、小流域综合治理监测结果的分析·····	(377)
五、试区综合治理评价分述·····	(386)
六、结语·····	(397)
第九章 黄土高原区域治理生态效益、经济效益和社会效益的综合评价·····	(399)
一、黄土高原治理效益综合评价的准则·····	(399)
二、黄土高原治理效益综合评价的指标体系与计算方法·····	(400)
三、治理效益的综合评价方法·····	(404)
四、综合评价的工作步骤·····	(405)
五、各试区初、终期治理效益评价值的计算·····	(412)
六、评价结果与分析讨论·····	(415)
参考文献·····	(418)

第一章 黄土高原的自然与社会经济概况 和综合治理试验示范区的建立

一、黄土高原的自然概况

(一) 范围与面积

关于黄土高原的范围,各家意见并不一致。作为典型黄土高原,一般公认是东起太行山西坡,西至乌鞘岭和日月山东坡,南抵秦岭北麓,北止于长城一线。这一地区范围的面积约为38万平方公里。“七五”期间,考虑到区域治理和经济开发的整体性,在组织综合考察和定位试验研究过程中,将黄土高原的北界扩展到阴山南麓,并称之为黄土高原地区。黄土高原地区地跨山西、内蒙古、河南、陕西、甘肃、青海和宁夏等7省区,共287个县旗,总土地面积为62.68万平方公里。其中水土流失面积53万平方公里,水土流失较严重的面积为43万平方公里,包括138个县旗;水土流失严重的面积为28万平方公里,水土流失特别严重的面积为10万平方公里。

(二) 地貌特征

黄土高原作为一种地貌组合类型,它四周均为高山环绕,即恒山、五台山、太行山、秦岭、日月山、贺兰山和阴山等山系。这样,黄土高原实际上乃是一个盆地式的高原,其总的地势是北和西北高,东和东南较低,呈现出由西北向东南倾斜之势。

黄土高原厚层的黄土连续覆盖宛如“黄土海洋”,其中分布着一些基岩山地,酷似海洋中的岛屿,如吕梁山、六盘山等。这些岛状山地构成区内的山地地貌。这些中低山区是黄土高原中侵蚀微弱的地区。

黄土高原最有特色的是黄土地貌。黄土地貌是第四纪时期风积黄土作用和流水侵蚀作用共同塑造的。根据成因分析,黄土堆积地貌包括黄土塬梁峁和河谷川地等。后在流水等外营力作用下,黄土堆积地貌受到改造,形成以各种侵蚀沟谷(如河沟、冲沟、切沟和浅沟等)为代表的黄土地貌。

(三) 土壤侵蚀状况

黄土高原强烈的土壤侵蚀不仅使区内生态环境恶化,更由于大量泥沙注入黄河,而使其成为世界上一条多泥沙河流。据统计,黄河的年平均输沙量为16.0亿吨,约有

1/4 淤积于下游河床,使其每年以 10 厘米左右的速度抬高,致使河床普遍高出地面 3—5 米,河南开封段高出开封城区达 8 米,在下游出现了“地上河”。由于河床不断抬高,河流泄洪能力逐渐降低,因而严重威胁着黄淮海平原的安全。

黄土高原的土壤侵蚀强度的时空变化,是自然因素和人为因素区域差异的综合反映。区内的土壤侵蚀按侵蚀营力分为水力、重力和风力侵蚀三种。水力侵蚀有面蚀、沟蚀、泥石流和潜蚀等类型,重力侵蚀有滑坡、滑塌、崩塌、泻溜和剥落等类型。就侵蚀量的多寡而言,黄土高原各地并不是等值的,存在着明显的地域分异,不同地区之间的侵蚀强度可相差数倍,乃至数十倍。黄土高原的土壤侵蚀按侵蚀量(水蚀)可分为五级,即轻度侵蚀(年侵蚀量 $< 2\,000$ 吨/平方公里)、中度侵蚀(年侵蚀量 $2\,000—4\,000$ 吨/平方公里)、强度侵蚀(年侵蚀量 $4\,000—10\,000$ 吨/平方公里)、极强侵蚀(年侵蚀量 $10\,000—20\,000$ 吨/平方公里)和剧烈侵蚀(年侵蚀量 $> 20\,000$ 吨/平方公里)。黄土高原侵蚀强度的区域变异,大体以六盘山为一自然界线:六盘山以东大部分地区年侵蚀量超过 $10\,000$ 吨/平方公里;六盘山以西侵蚀强度小于东部地区,侵蚀量最大不超过 $10\,000$ 吨/平方公里。强烈的土壤侵蚀使黄土高原的土地资源遭到严重破坏,区内各种类型侵蚀沟的发生和发展,把黄土高原割切得支离破碎,沟壑密度一般为 $4—6$ 公里/平方公里,最大者高达 10 公里/平方公里。

(四) 气候特征

黄土高原的气候既受纬度影响,又受地形的制约,具有典型的大陆季风气候特征,冬季寒冷干燥,夏季温暖湿润,雨热同步。按中国科学院《中国自然地理》编辑委员会提出的中国气候区划(1984),全区分属三个气候区,即南部和东部为暖温带亚湿润气候区,北部为中温带亚干旱气候区和西部为中温带干旱气候区。

黄土高原是全国光能资源最丰富的地区之一,这对植物光合作用和营养物质积累十分有利。区内年总辐射量为 $50.2—67.0$ 万焦/平方厘米,呈从东南向西北递增趋势,其中西部和西北部最高达 $58.6—67.0$ 万焦/平方厘米。全区每年植物光合有效辐射量:东部为 $20.9—23.0$ 万焦/平方厘米,西部为 $25.1—28.5$ 万焦/平方厘米,比华北平原高出 $4.2—6.3$ 万焦/平方厘米。

这一地区的年平均气温 $3.6—14.3^{\circ}\text{C}$ 。年平均气温在垂直分布和水平分布上差异很大:位于东南部的洛阳年平均气温为 15°C ;而在青海东部的化隆县为 2.2°C 。同时气温的日较差较大:区内北部气温日较差为 14°C 以上;西部为 16°C 以上;东南部为 12°C 左右。从 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温来看,东部与西部差异也很大:东部的洛阳 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $4\,941^{\circ}\text{C}$,西部青海的化隆仅为 955.6°C ,两地相差近 $4\,000^{\circ}\text{C}$ 。

黄土高原年降水量为 $150—750$ 毫米。位于本区东南部的汾渭盆地和晋南、豫西黄土丘陵区,年降水量为 $600—750$ 毫米,是区内降水量最丰沛的地区;位于西部和西北部的宁夏、内蒙古黄河沿岸地带、鄂尔多斯高原西部、甘肃靖远—景泰—永登一线,年降水量为 $150—250$ 毫米,是区内降水量最稀少的地区。区内降水量具有年际和季节分布不均、变率大的特点。由于季风影响,造成区内降水量的年相对变率平均为 $20—30\%$,季节降水量相对变率更大,多在 $50—90\%$ 。丰水年的降水量往往是枯水年降水量的几倍,甚至十几倍。

太原市丰水年降水量可达 700 毫米，而枯水年降水量仅为 50 毫米，两者相差 10 余倍。再是降水的季节分布不均，区内冬季降水量稀少，一般仅为年降水量的 3—5%；夏秋季降水最多，占年降水量的 60—80%。有的年份几次降水的总量就相当于年平均降水量，例如：1977 年 7 月 5 日至 6 日，陕北安塞招安降水 215 毫米，相当于年降水量的 2/5。再是，区内暴雨较多，相对集中于陕北、晋西和内蒙古准格尔旗一带，最大暴雨强度高达 2 毫米/分钟以上。暴雨是引起土壤侵蚀最直接的外营力。

黄土高原地区的气候资源对农林牧业生产既有有利因素，也有不利因素。气候资源的有利因素可概括为如下三点：一是光能充足，光能利用潜力大。因此在其他条件适宜的前提下，只要努力创造良好的农田结构，使农作物能最大限度地接受并有效地转化太阳能，就能达到提高产量、稳产高产的目的；二是气温日较差大。在这种情况下，农作物白昼积累物质多，夜间消耗少，有利于产量的提高和品质的改善；三是水热组配协调。对满足作物水热要求，使有限的降水量和并不丰裕的热量资源利用的有效性相对地都得到了提高。

与此同时，气候资源利用方面还存在着一些不利因素，主要表现在：①干旱。由于降水总量少，降水变率大，蒸发量大，干旱频繁，因而有“十年九旱”之说；②霜冻。霜冻次数多，强度亦大，尤其是早霜来得早，对农作物产量影响很大；③冰雹。冰雹往往有大风、暴雨伴随，形成雹打、水推、风折三大灾患，危害极大；④暴雨。每逢雨季，暴雨频繁，常常造成坝库失事，农田破坏。

（五）黄土高原的自然环境区域分异

黄土高原幅员辽阔，深受季风影响，在地域上由东南向西北大陆性愈趋明显。黄土高原的自然环境存在着地带性差异，但是地带界线在哪里？各家观点不尽一致。朱显谟等 1985 年提出的“黄土高原综合治理分区”根据生物气候特征将黄河中游划分为五个地带：

（1）风沙草原地带。包括鄂尔多斯高原、银川河套平原及西北部边缘石质山地。本地带气候干旱寒冷，风沙严重，年降水量 150—400 毫米，年平均气温 6—8℃，主要土壤为淡栗钙土、灰钙土、棕钙土和风沙土等，属风沙草原，西北逐渐向干旱荒漠过渡。草地牧草多沙生植物和耐寒耐旱草类，草地生产力不高。

（2）草原地带。北接风沙草原，南界东起山西五寨，西经陕西绥德、志丹，宁夏固原和甘肃会宁、兰州，青海民和等地一线。本地带气候寒冷干燥，年平均气温 6—9℃，年降水量 300—500 毫米，主要土壤有黄绵土、细黄土、黑垆土和灰钙土，植被主要为本氏羽茅、芨蒿和铁杆蒿草原。

（3）森林草原地带。本地带横跨黄土高原中南部，南达秦岭北坡，北界草原地带，西界甘青石质高山区，东抵太行山。地带内气候比较温和湿润，年平均气温 8—14℃，年降水量 500—700 毫米，主要土壤有塬土、黑垆土、褐土和黄绵土等，植被较好，森林主要分布于吕梁山、子午岭、黄龙山和六盘山等林区。

（4）森林地带。本地带分布于黄土高原南部边缘，包括秦岭北坡和东秦岭的崤山、熊耳山及西秦岭的延伸部分露骨山，山西太行山等。地带内气候垂直变化明显，年平均气

温 6—7.5 °C, 年降水量>750 毫米。由于海拔高度不同, 土壤和植被都具有明显的垂直带谱, 主要土壤有山地草甸土、灰化土、山地棕壤和褐土等。

(5) 青藏高原草甸草原森林地区。本地区虽已超出黄土高原, 但区内青海东部湟水和黄河谷地及其边缘浅山丘陵区属黄土高原地区一部分。区内太阳辐射强度大, 且日照时间长, 日温差大, 有利于麦类、油菜等作物生长, 河流两岸的阶地一般高出谷底数米至数十米。主要土壤为栗钙土、淡栗钙土等。

二、黄土高原的社会经济概况

(一) 历史回顾

黄土高原的开发历史悠久, 是我国古文化的发祥地之一。漫长的历史和丰富的史籍记录了黄土高原社会经济的繁荣与衰落。大量的古籍文献记载, 古代黄土高原的生态环境是宜于先民繁衍生息的。早在 6 000 多年前, 半坡村人时期, 种植业已有所发展。秦始皇元年, 凿泾水兴修郑国渠, 开渠 300 余里, 使渭河北岸和洛河以西得到灌溉之利, 因而《史记》有这样的记述: “于是关中为沃野, 无凶年”; 西汉以后, 又有“驻军屯垦”和“移民殖谷富边”等农垦活动, 促进了农业的发展。位于黄土高原南部的关中平原的西安, 古称长安, 有“八水帝王都”之称, 自西汉至隋唐先后有 11 个朝代在这里建都。关中成为我国古代重要的政治经济中心。

晋西、陕北一带, 常为汉民族和其他少数民族不断冲突的场所, 频繁的对当地经济影响很大。战乱给当地带来沉重的灾难, 使得“昔年沃土, 遂成石田”, “民无定所”, “村落几空”。除了战乱频仍之外, 还常遭旱涝雹霜等灾害的袭击。“十年九旱”是这一地区常见的现象。据治理黄河研究组 1984 年资料, 公元前 1766 年至公元 1945 年的 3 700 多年中, 有大旱成灾 1 070 次, 明崇祯元年至三年(公元 1628—1630 年), 六年至九年(公元 1633—1636 年), 十一年至十四年(公元 1638—1640 年) 黄河流域各地接连发生大旱, 尤以陕北为甚。陕北榆林、靖边一带“赤地千里”、“民饥死者十之八九, 人相食, 父母子女夫妻相食者有之”, 其状惨甚!

天灾人祸对黄土高原地区的社会经济造成极大破坏, 同时也造成严重的生态破坏。水土流失日益严重, 农林牧业生产全面衰退, 致使当地居民长期以来处于贫困交加的境地。

(二) 社会经济现状

新中国成立后, 当地社会经济状况在许多方面都得到很大发展, 但是仍未从根本上摆脱各种自然灾害和生态环境恶化的困扰。特别是由于人口的增长和对社会需求的不断增加, 人口、粮食、资源和环境间的矛盾日益尖锐。为了解决粮食问题, 只能依靠扩大耕地和广种薄收, 而广种薄收又引起水土流失的加剧和生态环境进一步恶化, 最终陷入恶性循环的被动局面之中, 使得社会经济无由发展, 而长期处于社会经济落后的状态。现今, 黄土高原在社会经济方面存在的问题有如下数端;

1. 传统农业面临区域经济开发的挑战

农业历来是黄土高原最大的产业,因此振兴农业对振兴黄土高原经济具有先导作用。黄土高原现有人口 8 000 多万,耕地面积 2.86 亿亩。长期以来,农业投入少,产出低,粮食不能自给,不得不仰赖外援补给。据调查(彭琳,1989),黄土高原地区 1985 年收购粮食为 41.784 亿公斤,售出粮食为 57.378 亿公斤,尚缺 15.594 亿公斤,需从区外购入弥补粮食的缺口。黄土高原有丰富的矿产、煤炭和水电资源,具有发展工业的巨大潜力。而随着工业的发展将会对农业提出多方面的要求,包括粮食、蔬菜和其他农副产品的供应。但传统农业低投入、低产出的现状,实难满足未来工业发展的需要。显然传统农业已面临正在开始的区域经济开发的挑战。黄土高原的矿产开发、能源重化工基地的建设没有发达的农业为依托,将会是十分困难的。因此,如何根据区域经济开发的总体布署,把由陇海、同蒲、京包和包兰等铁路干线所在的河谷平原、盆地及其毗邻地区建设成粮食生产基地和副食品生产基地,这不仅可使黄土高原地区粮食达到自给有余,而且对支持黄土高原的工矿开发,振兴区域经济,将会起到重要作用。

2. 农村产业结构亟待调整

黄土高原农村产业结构不合理,主要反映在土地利用结构不合理和产值结构不合理上。据典型调查,甘肃定西、陕西乾县和宁夏西吉的农耕地面积,都占总土地面积的 50% 以上,而林地面积仅占总土地面积的 10% 左右,牧业用地均系超载过牧和草被退化的荒地,而人工改良牧草地面积积极小。因此,冲破单一粮食经营的传统意识,是进行产业结构调整的关键。再从农业产值分析,据调查资料,1985 年全区农业总产值约 202 亿元,其中种植业产值为 138.3 亿元,占总产值的 68.7%,林业、牧业和副业分别为总产值的 7.1%,16.8% 和 7.1%。可见区内农村产业结构纯属以种植业为主的体系,而畜牧业尚未摆脱小农经济自给性的畜牧业现状,亟待向商品化畜牧业的转化。林业低经济效益的问题也有待解决。通过本区农业总产值结构分析,从一个侧面反映出本区农村产业结构的不合理性。因此,在合理发挥资源优势的基础上,使农林牧副各业协调发展,同时根据不同类型区的具体情况,各有侧重。通过产业结构和各业内部结构的调整,确定合理的发展方向是十分必要的。

3. 人口增长与人口素质

黄土高原的人口问题与人口素质问题,已经成为生态环境改善、区域经济开发和当地居民生活水准提高的重要限制因素。从各试验区人口密度看,高密度区达 200—270 人/平方公里,即使低密度区也已达 40—60 人/平方公里。由于人口的过快增长,对这一地区社会经济的发展带来许多不利影响。据调查(樊亚玲,1989),宁夏回族自治区 1982 年人口出生率为 28.95‰,自然增长率高达 23.13‰;银川平原灌区由建国初期(1950 年)的 67.70 万人增至 1980 年的 188.66 万人,增加 1.79 倍,年递增率为 34.8‰,最高达 72.0‰。渭北地区人口增长速度已接近或超过粮食增长速度。由于人口增加过快,社会每人平均粮食反而下降。例如:陕西淳化县 1953 年粮食总产 2.76 万吨,人口 7.85 万,社会每人平均粮食产量为 351.5 公斤;1958 年粮食总产达 3.08 万吨,人口达 9.19 万人,

社会每人平均粮食产量只有 335.1 公斤, 较 1953 年减少 4.7%; 1968 年粮食总产 3.69 万吨, 较 1953 年增长 33.7%, 人口增至 11.33 万人, 增长 44.3%, 社会每人平均粮食产量下降至 325.7 公斤, 较 1953 年减少 7.3%。从黄土高原所在 7 省区人口增长情况分析, 在第二次与第三次人口普查期间, 有 5 个省区的人口增长速度都高于全国平均水平, 特别是宁夏、青海人口增长速度为全国之冠, 如表 1.1。

表 1.1 1964—1982 年黄土高原各省区人口增长情况*

指 标	全国	宁夏	青海	内蒙古	甘肃	河南	山西	陕西
1982比1964年增长(%)	45.2	84.8	81.6	56.3	54.9	47.9	40.4	39.2
年平均增长(%)	2.1	3.5	3.4	2.5	2.5	2.2	1.9	1.9

*根据第二、第三次人口普查资料 (为全省统计数字)。

黄土高原在农业人口中文盲高达 50%, 1982 年甘肃省学龄儿童入学率 80.6%, 巩固率和合格率仅有 27.4% 和 19.7%。因此, 黄土高原贫困落后面貌的改变, 必须从强化实施义务教育, 提高人口素质入手, 这是彻底改变愚昧贫困面貌的百年大计。

4. 多数农民生活处于较低水平, 部分地区尚未解决温饱问题

黄土高原的贫困落后面貌是历史遗留下来的问题。新中国成立后, 党和政府对这一地区广大居民的生活极为关注, 曾投入大量物力和财力进行救济, 以解燃眉之急; 但这只能缓解一时困难, 而未能从根本上解决问题。追溯历史, 从新中国成立之初的 1950 年至 1983 年的 33 年间(张沁文, 1989), 中央仅对西北甘肃、青海、宁夏和新疆等困难较大的省区补贴达 276 亿元, 另外, 如支持西部 6 省区经济建设, 国家在基本建设方面投资总额达 2 334 亿元。与此同时, 为了解决“老少边穷”地区的特殊困难, 在陕西有陕北建设专项拨款, 在甘肃定西和宁夏西(吉)海(原)固(原)地区有“三西”专项拨款的支持, 在宁夏还有少数民族地区补贴。尽管国家用于扶助黄土高原地区的脱贫资金数额巨大, 但长期以来, 这一地区的落后面貌并未彻底解决。近年来, 各地在扶贫问题上提出, 如何通过国家支持提高“造血功能”的问题, 逐步改变了单纯救济的方式。加之农村改革各项政策的实施, 当地居民生活水准有了明显提高, 大部地区温饱问题已经解决。但是在少数边远山区居民生活还存在一定困难, 温饱问题尚待解决。

三、黄土高原综合治理研究概况

在我国, 黄土高原既是一种复杂的地貌组合形态, 又是独具特色的地域名称。黄土高原是世界早期农业的发祥地之一。这与这一地区的适宜农业发展的自然环境和先民在农业技术上的创造性努力是密切相关的。黄土高原深厚的黄土覆盖, 为这一地区农林牧业的发展提供了得天独厚的物质条件, 而同时又由于黄土十分疏松, 易被侵蚀, 因而土壤侵蚀十分严重。

黄河泥沙主要来自黄土高原。“石水而六斗泥”(西汉·张戎), 说明早在西汉黄河泥沙问题已很突出。自古以来, 为解决黄河泥沙问题, 人们做出了很大努力。早在 2 000 多年前的秦代, 在位于渭北的富平县赵老峪就修建了引洪漫地的工程措施。西汉《汜胜之

书》已有区田的记载。据山西省《汾西县志》记载，明代万历年间就有坝地，距今已有400余年。清乾隆年间(1736年之后)，胡定发展了周用“治田即治河”的思想，提出了“汰沙澄源”的治河方案，其中就有沟壑土坝的倡议。这些都说明，在我国历史上，在利用水土保持治理黄河泥沙方面，先民们曾进行了极有科学意义的实践。

鉴于黄土高原水土流失的严重性，在我国老一辈科学家的努力下，于1942年，在甘肃天水和西安荆峪沟建立了水土保持试验站，这是我国最早建立的研究黄土高原水土保持的试验机构。

新中国成立后，以水土保持为中心的黄土高原综合治理开始了一个新的时期。在建国之始，水利部就着手组织并开始对黄河及其支流进行了大规模的勘查工作；接着，1954—1958年中国科学院又组织了黄河中游水土保持综合考察队进行了为期5年的大规模的多学科考察，并在若干试点地区进行了水土保持规划和区域规划。在这些试点中，有甘肃兰州小金沟、陕西榆林青云山、山西兴县蔡家崖和河曲曲峪道黄沟等流域。其中河曲曲峪，几十年来以道黄沟规划为样板，在实践中不断提高、完善治理规划和扩大治理范围，因而取得了十分显著的成效，被誉为黄河峡谷的一颗明珠。一些研究机构通过多年的治理实践，在水土保持方面总结出一整套行之有效的防蚀措施，概括起来即生物措施、工程措施和农业耕作措施。自50年代至60年代中期，在黄土高原涌现出一大批治理典型，如陕西绥德韭园沟、米脂高西沟、延安碾庄沟，甘肃南小河沟、长武鸦儿沟，山西王家沟和曲峪村，等等。在治理过程中，上述治理措施对有效控制水土流失发挥了重要作用。

早在50年代，在我国水土保持工作中就提出了按流域进行综合治理的设想；80年代初期，随着农村改革的不断深入，在推行家庭联产承包责任制情况下，在黄土高原出现了以户承包治理小流域，其治理对象主要是支毛沟；再是由国家支持在黄土高原7省(区)的52条小流域进行了综合治理试点，取得了一定的治理成效。

“六五”后期和“七五”期间，国家对黄土高原综合治理给予特别关注。一方面自“六五”末期至“七五”期间，中国科学院再次组织黄土高原综合考察队进行了大规模的科学考察；另一方面在黄土高原不同类型区建立了11个试验示范区，对黄土高原综合治理进行定位试验研究。在综合考察和定位试验研究工作中，积极采用新技术、新方法，并与遥感制图技术和信息系统密切配合，大大提高了考察研究和定位研究的科学性。至此，黄土高原综合治理研究，在科学性、综合性和实用性方面，开始了一个新的阶段。

四、黄土高原综合治理试验示范区的建立

(一) 建立综合治理试验示范区的必要性和代表性

黄土高原的综合治理，几十年来在实施过程中，由于指导思想上的，或是政策上的失误，曾出现过一些反复，因而影响到治理的典型经验和科技成果的推广应用、林草植被的建设质量、水土流失的有效控制、粮食产量的提高以及当地居民生活水准的改善。

因此，从国土整治角度考虑，迫切需要提出论之有据的综合治理的经验和科技，并做出科学的示范样区，以期推动黄土高原综合治理的发展。但是在以往的工作中，由于

各自为战，技术标准不统一，大大影响了对比评价和技术经验的推广应用，因而无法为国家提供决策依据。所以在“七五”期间，加强协作把建立在不同类型区的 11 个试验示范区建成长期稳定的试验示范体系，从指导黄土高原综合治理来看，有着重要意义。

再就试验示范区建立的科学意义而论，以 11 个试验示范区为研究基地，通过定位试验示范，形成以改善生态环境，提高土地生产力为目标，以合理利用水土肥资源为特征的区域治理技术体系，并在应用中实现明显的生态经济效益；同时在研究的广度和深度，成果的整体性、配套性、机理性与实用性上，对未来黄土高原的治理都将产生深远影响。

考虑到黄土高原地区自然地理条件的多样性和试验示范区设置的代表性，在试区选定上充分考察了黄土高原不同类型区土壤侵蚀、地貌特点和治理的紧迫性，将绝大部分试区均设置在黄土高原土壤侵蚀严重的黄土丘陵沟壑区和黄土高原沟壑区，代表面积约 26 万平方公里，占黄土高原面积的 58% 左右。11 个试验示范区分布在山西、陕西、甘肃、宁夏和内蒙古等 5 个省区范围内不同土壤侵蚀强度、不同地貌类型和不同社会经济条件构成的不同类型区，其分布位置如图 1.1 所示。

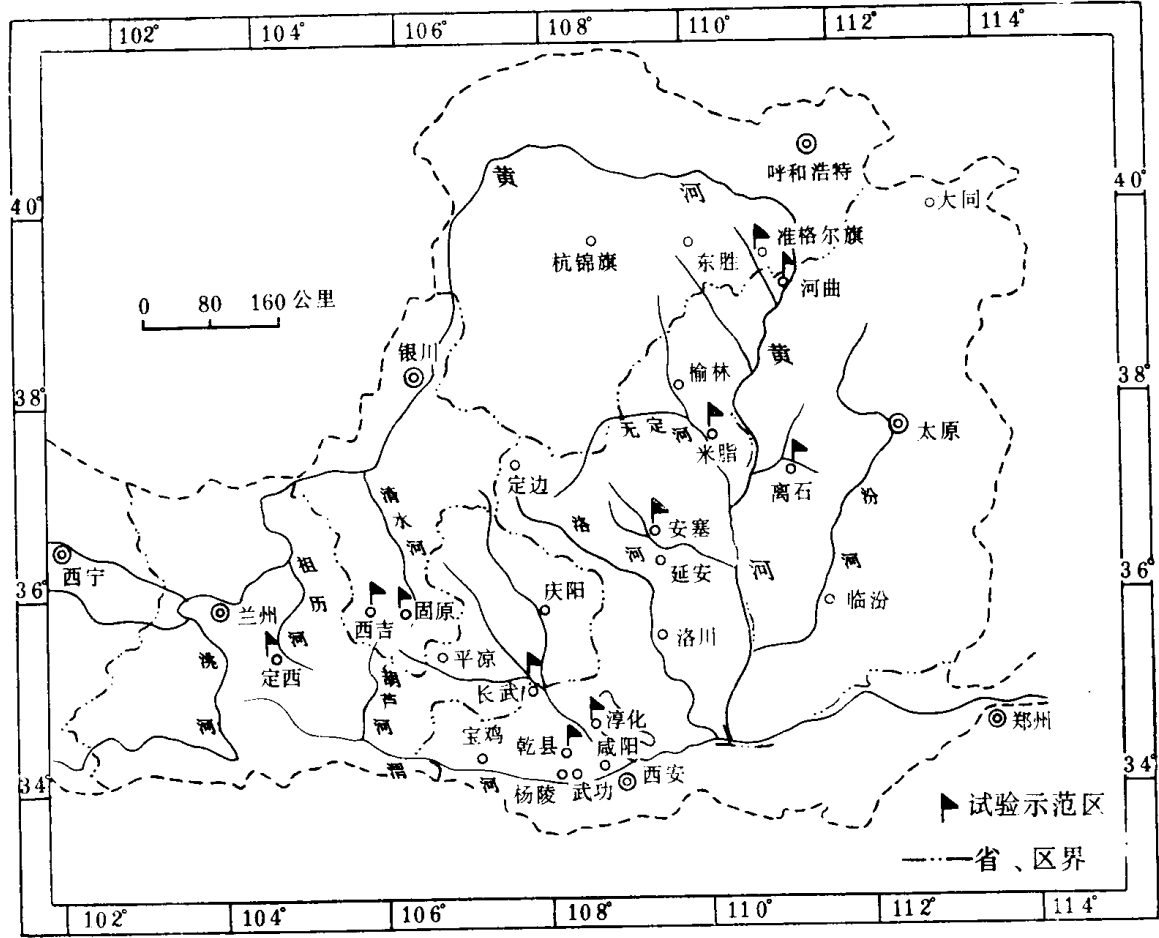


图 1.1 黄土高原综合治理试验示范区分布示意图

图 1.1 所示的 11 个试验示范区中，有 8 个试区分布在黄土高原丘陵沟壑区，包括国家水土保持重点治理区皇甫川、三川河、无定河、延河和定西县；3 个试区分布在生态条件相对优越，有可能成为国家或省级果品和粮食基地的高塬沟壑区和台塬区。黄土高原 11 个试验示范区的地理位置、气候和土壤侵蚀特征，列入表 1.2、表 1.3 和表 1.4。

表 1.2 黄土高原综合治理试验示范区的地理位置

类型区	试区 (按县名简称)	试验示范区地点	面积 (平方公里)	地理位置 东 经 北 纬		海拔 (米)
黄土丘陵 沟壑区	准格尔试区	内蒙古准格尔旗五分地沟	7.7	111°07'	39°43'	1 095—1 225
	河曲试区	山西河曲县砖窑沟	28.7	111°12'	39°11'	850—1 230
	离石试区	山西离石县王家沟	9.1	111°08'	37°32'	1 000—1 320
	米脂试区	陕西米脂县泉家沟	5.6	110°14'	37°46'	960—1 150
	安塞试区	陕西安塞县纸坊沟	8.2	109°13'	36°41'	1 013—1 431
	固原试区	宁夏固原县上黄村	15.1	106°26'	35°59'	1 500—1 900
	西吉试区	宁夏西吉县黄家二岔	5.7	105°29'	35°17'	1 860—2 135
	定西试区	甘肃定西县高泉沟	9.2	104°31'	35°21'	1 930—2 500
黄土高原 沟壑区	长武试区	陕西长武县王东沟	8.3	107°40'	35°11'	950—1 220
	淳化试区	陕西淳化县泥河沟	9.2	108°31'	34°45'	750—1 075
黄土台塬区	乾县试区	陕西乾县枣子沟	8.5	108°06'	34°37'	750—1 055

表 1.3 黄土高原综合治理试验示范区气候特征

试区 (按县名简称)	年平均气温 (°C)	年平均降水量 (毫米)	≥10°C积温 天数	无霜期 (天数)	全年日照 (小时)	气候类型
准格尔	5.3	422	150	150	3 117	温带半干旱区
河曲	8.8	450	140	156	2 856	温带半干旱区
离石	9.0	510	150—165	150—170	2 592	暖温带半干旱区
米脂	8.4	422	175	162	2 761	暖温带半干旱区
安塞	8.8	549	168	159	2 415	暖温带半干旱区
固原	7.0	472	140	152	2 500	温带半干旱区
西吉	5.3	402	137	121	2 425	温带半干旱区
定西	6.3	415	139	140	2 500	温带半干旱区
长武	9.1	584	154—178	171	2 226	暖温带半湿润区
淳化	9.8	600	173	183	2 372	暖温带半湿润区
乾县	10.8	590	164	210	2 166	暖温带半湿润区

表 1.4 黄土高原综合治理试验示范区沟道特征与土壤侵蚀类型

类型区	试区	主沟道长度 (公里)	0.5公里以上冲沟		沟壑密度(公 里/平方公里)	年土壤侵蚀 模数(吨/平 方公里)	土壤侵蚀类型
			条数	总长度(公里)			
黄土丘陵 沟壑区	准格尔旗五分地沟	2.652	16	15.650	2.37	> 20 000	剧烈
	河曲砖窑沟	15.600	82	71.425	2.90	> 20 000	剧烈
	离石王家沟	2.100	28	32.600	3.81	> 10 000	极强
	米脂泉家沟	3.850	16	12.525	3.89	> 10 000	极强
	安塞纸坊沟	5.900	19	15.475	2.59	> 10 000	极强
	固原上黄村	6.450	24	26.325	2.16	> 5 000	强度
	西吉黄家二岔沟	4.100	19	14.800	3.32	> 5 000	强度
	定西高泉沟	6.700	6	7.725	1.57	> 5 000	强度
黄土高原 沟壑区	长武王东沟	4.850	15	12.550	2.76	> 5 000	强度
	淳化泥河沟	7.500	15	12.025	2.13	< 5 000	中度
黄土台塬区	乾县枣子沟	2.900	12	13.175	1.89	< 2 000	轻度