

**\*成果与应用\***

## 黄土高原综合治理“七五”攻关 取得重大进展

孙 俊 杰

(中国科学院资源环境科学局)

黄土高原是中华民族的发祥地。由于其本身固有的脆弱自然环境,加之长期以来资源利用不合理,植被遭受破坏,使黄土高原地区水土流失严重,全区水土流失面积约34万平方公里(侵蚀模数大于500吨/平方公里·年),其中土壤侵蚀模数大于5000吨的严重水土流失面积约16.6万平方公里,是世界上水土流失最严重的地区之一。人口、资源、环境之间的矛盾日益尖锐,严重地影响了本区的社会发展和经济开发。尤其是水土流失和风沙危害又导致黄河下游干流河床逐年淤高,洪水严重威胁着黄淮海平原千百万人民生命财产的安全和广大地区的经济建设。全国406个贫困县中,黄土高原地区有102个,占四分之一。但本区长期堆积所形成的厚层黄土,使农业具有很大的增产潜力。区内蕴藏有丰富的矿产和水力资源,主要矿产的潜在价值量几乎占全国的一半,煤炭储量占全国的70%以上,铝土占全国的58%,钼占全国的36%,稀土占全国的95%,因而具有广阔的开发前景。

鉴于本区治理开发的紧迫性和艰巨性,国家“七五”期间将“黄土高原综合治理”列入科技攻关重点项目。其主要任务是:采用卫星、飞机遥感和地面调查相结合,查清黄土高原水土流失和农林牧资源现状,提出综合治理开发的总体方案。在黄土高原不同类型地区建立11个试验示范区,以小流域为综合治理单元,研究农林牧及种植业内部的合理结构与布局,黄土特性与改良利用,以生物措施为主和工程措施相结合的控制水土流失措施,大面积种草种树技术,并使试验区水土流失减少50%以上。

作为自然地理单元的黄土高原,其范围一般认为是太行山以西、日月山—贺兰山以东、秦岭以北、长城以南地区,面积约48万平方公里,其中典型黄土高原地区面积约36万平方公里。这次考察研究的地区将黄土高原的北面扩大到阴山以南,在行政区域上包括山西、宁夏的全部,陕西的陕北和关中地区,甘肃的陇中和陇东地区,内蒙古伊克昭盟的全部和巴彦淖尔盟、乌兰察布盟的小部分以及青海东部和河南西北部的部分地区,含287个完整县(市、旗),总土地面积62万平方公里,人口8100万。

5年来,通过全国80多个科研、教学单位1200余位科技工作者的联合攻关,圆满完成了国家各项任务,共取得单项和综合性研究成果81项,其中综合性重大成果35项。这次科技攻关使黄土高原综合治理研究进入了一个新阶段,对今后黄土高原综合治理开发的决策和实践将有重要意义。本文仅就主要成果作一简要介绍。

### 一、黄土高原综合治理开发的宏观战略与布局研究成为国家和地方决策的重要依据

黄土高原这块神奇的土地,给人们的印象一直是贫穷、落后的象征。通过“七五”期间的考

察研究,使人们看到了贫穷、落后的一面,同时更看到了它蕴藏有丰富矿产资源和巨大农业增产潜力的光明前景。

这次研究以宏观考察和重点地区深入研究相结合,使制定的总体方案具有很强的科学性和实用性。考察队在全面、系统分析黄土高原自然、社会、经济、生态与环境等特点的基础上,把黄土高原地区划分为3大片12个区,系统分析了12个区的特点,社会经济发展的有利和不利因素,因地制宜地提出了各区的发展方向、目标和总体布局方案。专家们认为,水土保持不仅是发展当地生产的根本措施,而且也是“治理黄河”的根本措施。无论是自然流失还是人为的加速流失,都是可以通过治理而加以改善的。黄土高原地区的综合治理开发,应坚持资源开发与环境治理相结合的原则,利用国家总体发展战略和产业结构调整的大好时期,采取“适度倾斜、总体协调、稳步发展”的战略。提出:(1)开发与治理相结合,以开发促治理,以治理保开发;立足于当地的、以农林牧资源为主的“小开发”(包括中小型企业)与国家投入为主的能源、矿产资源和大中型骨干企业建设的“大开发”相结合。环境治理的基础是“小开发”,但起关键性的、主导作用的是“大开发”。(2)建立以土地梯田化为基础的农林牧综合体的新的人工生态环境。

本项研究提供了“黄土高原地区综合治理开发考察系列研究”30部专著,并首次提出了本地区“地面坡度”及“坡耕地坡度的构成和面积”,为调整农林牧土地结构,退耕还林还草,逐步实现梯田化环境,减少水土流失,合理安排综合治理措施提供了科学依据。所提出的“宏观战略与布局”中的一些观点,已受到国家和各省区的重视,有的已被采纳,在社会上产生了重要影响。

## 二、遥感调查和系列制图取得重大进展

对黄土高原地区进行资源与环境遥感调查和系列制图,是一次面积大、多学科、高层次、难度大、综合性强的调查研究,为世界所罕见。5年来已完成7幅1:50万系列图:黄土高原地区土地利用现状图、土地资源图、侵蚀类型与侵蚀强度分组图、森林图、草场图、土壤图、植被图。

通过在图上进行细致的量算和修正,提出了有史以来黄土高原地区最客观的资源数据。全区有25365.07万亩耕地,目前人均占有量为3.1亩/人,并查清了各类耕地的数量。森林面积为1.1亿亩,覆盖率为11.7%,农田防护林有5000万亩,经济林有1000多万亩。草地35870.79万亩,其中可利用草地32548.32万亩。根据对草地质量的分析,区内以三等草地为主,约占可利用草地面积的46%。可利用草地主要分布在半干旱区。水土流失总面积62.37万平方公里,其中侵蚀模数大于1000吨/年·平方公里的面积29.5万平方公里,侵蚀模数大于5000吨/年·平方公里的面积16.88万平方公里,大于10000吨/年·平方公里的面积8.14万平方公里。

本项成果总结出一整套研究报告,充分反映了黄土区域资源分布状况和区域分异规律,并已作为制订黄土高原地区治理开发总体方案的依据和国土资源数据库的数据源。

## 三、建成黄土高原国土资源数据库及信息系统

国土资源数据库和信息系统是国际上60年代中后期发展起来的新技术系统,在国内起步较晚。本项研究主要是为制定黄土高原综合治理总体方案和中央决策部门服务。通过5年

“攻关”，建成了区域性国土资源开发、环境治理宏观战略研究的多学科、多层次、多功能的大型国土资源数据库和应用系统。这个系统包括 5 个方面，即典型区试验信息系统，国土资源数据库，国土资源文献库，辅助决策系统和计算机绘图系统。

本系统具有以下功能：

(一) 管理功能：包括数据管理、文字资料管理、图形数据管理、模型管理、专题图件管理、基本县情管理等；

(二) 咨询功能：包括查询、检索、统计分析等内容；

(三) 辅助决策功能：包括利用基本数据信息提供决策服务，以加工信息提供决策服务，利用资源、规划等图形提供决策辅助信息，提供可选择的多种方案等；

(四) 决策分析模型自动生成功能：本模型已从单个模型的建立走上模型库建立阶段，即把资源环境研究中经常利用到的模型、方法都象数据一样管理起来。用户主要根据实际问题的描述和求解的需要，从模型库、方法库选用相应的模型和方法，便会自动生成解决问题的模型；

(五) 更新、扩充功能：国土资源和环境信息是动态变化的信息。本系统可以随时对其信息进行更新，或在原有基础上按时间的延长增加，使系统的信息资料更加丰富和翔实；

(六) 信息交换功能：本系统是一个开放系统，可以在不同机型之间、不同系统之间进行数据信息交换，增加分析比较的深度和广度。

该数据库和信息系统的建立，不仅填补了国内空白，而且为国家远期决策提供了科学依据，也为长期研究黄土高原提供了科学储备。

#### 四、初步建立了 11 个综合治理示范样板

在黄土高原不同类型区建立 11 个试验示范区，是本项研究课题的主要任务之一。建立试验示范样板的目的是：防止水土流失，保护土地资源；发展农林牧综合经济，全面提高土地生产力。它既不是单纯的丰产样板，也不是单纯的水土保持先进典型，而是通过治理开发，创造生态与环境向良性转化的基础，形成农业持续高效协调稳定发展的态势。

5 年来，各试区主要在 4 个方面发生了显著变化：1. 人均占有粮食平均由 1985 年的 382.2 公斤提高到 1990 年的 614.8 公斤，增长 60.9%；2. 林草覆盖率上升到 50.3%，提高了 26%；3. 人均纯收入由 218 元提高到 709 元，增长 225%；4. 泥沙流失量已较初期减少 62%，平均侵蚀模数已由 7212 吨/平方公里降低为 3127 吨/平方公里。

目前，试验示范区已经发展为多功能的科学试验示范和培训基地，各试区都已建立了固定基础设施，某些试区还建立了野外试验站或教学基地，试区既是科研直接为生产服务的主战场，也是进行超前研究和试验的四间实验室，同时又是培训基层技术人才的学校和向基层进行技术示范的样板，可能成为科研，特别是地学、生物学和大农业发展的一条重要道路。许多国内外知名专家考察试区后，无不感慨地说：在生态与环境如此极端脆弱的地区，进行如此规模的治理，形成如此高的生产力，在世界上都是难以想象的。

#### 五、粮食产量取得突破性进展

解决粮食问题，既是当地人民生活的基本需求，又是土地利用优化和生态、环境向良性转

化的关键条件。要彻底解决滥垦滥伐,前提是大幅度提高粮食产量。通过“七五”期间的科技攻关,使黄土高原在粮食产量上取得了突破性进展。

综 合 效 益 表

项目 时期 试区	粮食总产量(公斤)			粮食亩产量(公斤)		
	“七五”初	“七五”末	增长(%)	“七五”初	“七五”末	增长(%)
11个试区合计或平均	5577354	9186288	64.7	103.0	182.8	77.5

  

项目 时期 试区	人均粮食量(公斤)			人均纯收入(元)		
	“七五”初	“七五”末	增长(%)	“七五”初	“七五”末	增长(%)
11个试区合计或平均	353	551	56.1	210.8	661.2	213.7

在旱作粮食增产研究中主要取得以下进展:(一)研究了在区域光热因素制约下,合理供应水肥,采取最优物种和最佳栽培技术应取得的最高粮食产量。通过对定西、米脂、安塞、长武、淳化5个试区的分析研究,平均粮食潜势产量为340.9公斤/亩,“七五”初期实现率为36.6%，“七五”末期实现率为61.7%，尚有38.3%的粮食潜势有待开发。(二)通过对影响作物产量的光、热、水、肥的分析,认为我国北方旱区(包括黄土高原)农田水分、养分供应量一般不能满足作物的要求,所以光热潜势一般不能实现。旱作农业中水分(降水)分配不均衡决定了产量波动性,养分供应匮乏决定了产量的低产性,二者的共同结果是产量低而不稳。通过5年的水肥产量效应田间试验得出结论:养分因素是当前大幅度增产的主要因子,提高产量的有效措施是增施肥料。(三)黄土地区农田处于低投入、低产出的封闭式循环状态,通过系统外能量投入,不断强化农田物质能量循环水平,是黄土高原提高粮食产量的根本途径。通过“七五”科技攻关,科技人员提出了粮食实现短期内大幅度增产的主要技术和相应对策:(一)成倍增加养分投入,重点是化肥投入,实现粮食超常速增长;(二)强化土壤保水效应,建设基本农田;(三)以更新品种为重点,研究并实施优化栽培模式。

## 六、林草建设技术理论和林草覆被率提高到新水平

提高林草覆被率是防治黄土高原水土流失的重要措施之一。因此研究林草建设技术对本区域综合治理有特殊意义。

黄土高原地区地下水埋藏过深,土壤水分的补充只能依靠降水。研究认为:在丰水年,土壤贮水量略有恢复,但到平水年和枯水年,植物吸收的深层水难以补充,造成贮水量下降,从而导致土壤旱化,逐渐形成干层。土壤干层危及林草建设持续发展,这是黄土高原半干旱、半湿润环境下的一种特殊土壤水文现象。通过攻关,在造林种草技术上进行了改进。一是提出集流造林整地法,在原鱼鳞坑的基础上创造了燕翅形整地法;二是创造了等高隔带种植牧草,使土壤含水量随间隔带加宽而有规律地递增。

土壤水分是造林成功与否的主要制约因素之一,在系统地研究了黄土高原土壤水分动态



的基础上,以定量的方法进行了土壤水分生态分区。在综合分析多年平均降雨量、干燥度、0—2米土层的旱季末土壤含水量和2—5米土层雨季末土壤含水量等四个主导因子的基础上,把黄土高原分为6个区,提出了各区的特点和对策。

黄土高原水保造林地多配置在劣等地类中,如何从水保生态林取得一定经济效益就显得尤为重要。经过采取各种措施对2400亩低产林进行改造,每年可获10万元纯收益。目前各试区林草地面积已有较大幅度增长,对控制水土流失发挥了重要作用。

### 七、水土流失规律与水土保持措施优化配置研究取得有实用价值的成果

(一)各试区通过对降雨、坡度、植被盖度、耕作措施和坡长与土壤侵蚀量关系的试验研究,认为在以上5种主要因素中,降水是目前所不可控制的,而其他因素通过人类活动可以得到改变。因此,在坡耕地上必须大力推广坡地改梯田和水土保持耕作法,减小地面坡长坡度,拦蓄降水。而种草种树,增加植被覆盖度是防止水土流失的根本途径。在配置水土保持措施时,工程措施、耕作措施和生物措施必须密切结合,不可偏废。

(二)从地貌角度看,黄土高原的11个试验示范区,大体分布在两大类型区,即黄土丘陵沟壑区和黄土高原沟壑区。“七五”期间,各试区除对过去行之有效的水土保持措施进行组装配套外,围绕拦蓄降水,建造植被的主导思想,提出了一些新的配置模式。如黄土丘陵区平面水平配置模式和坡面主体配置模式;高原沟壑区沟坡开发实体模型等。这些模型的建立为各试区综合治理发挥了重要作用。

(三)降雨和植被是决定黄土高原水土流失严重与否的两大主导因素。因此水土保持应把“拦蓄降水,就地入渗”作为治理和开发黄土高原的指导方针。在水土保持措施配置上,必须抓住三个重点:(1)大搞基本农田建设和推广水土保持耕作法,拦蓄降水,把水土保持和利用降水统一起来,狠抓粮食增产,解决农民吃饭问题;(2)大抓经济林,提高农民的经济收入;(3)狠抓植被建设,保护和合理利用土地,提高水土保持效益和生态经济效益。

### 八、土地利用优化模式的研究展现了黄土高原农村产业结构的前景

研究不同类型区土地利用的合理结构,是黄土高原退耕还林还草,减少水土流失的重要前提。该项研究是从黄土高原土地类型特点和现阶段经济状况出发的。

“七五”期间,在对以往优化模型设计进行改进和创新的基础上,提出了不同类型区的优化模式。实施的结果展示了该地区农村产业结构的前景。

试区“七五”分片用地比例

	“七五”期间	排序*	“七五”末期	排序*
内蒙南(1个试区)	1:1.20:4.30	粮、牧、林	1:2.80:3.30	粮、牧、林
宁南陇中(3个试区)	1:0.57:1.32	粮、牧、林	1:0.69:1.39	粮、牧、林
陕北晋西(4个试区)	1:0.59:0.41	粮、林果、牧	1:1.32:0.61	粮、林果、牧
关中渭北(3个试区)	1:0.40:0.18	粮、果林、牧	1:0.90:0.18	粮、果林、牧

\* 由于粮食的重要性,固定排首位,林(果)、牧业按用地比重排序

从以上排序可以看出: (1) 西北部内蒙南及宁南陇中片为农牧结合型, 林居次位; (2) 南部关中渭北片为农果林结合型, 牧居次位; (3) 中部陕北晋西片为农林果结合型, 牧亦居次位。可见, 黄土高原果林业的发展较牧业快。牧业发展受到可建立人工草地的土地资源不足的限制。

### 九、创造性地将遥感动态监测运用于小流域综合治理, 并建立了信息系统

水土流失综合治理正确决策的基础之一就是详细地占有治理区最新的实况资料。近年来遥感技术与地理信息系统的迅速发展和广泛应用为掌握资料提供了有利条件。但黄土高原地形复杂, 长期的水土流失将地面切割得支离破碎, 对遥感资料的分辨率、采用的信息提取技术都有特殊的要求。目前国内外常用的机助分类方法很难直接引用, 特别是对小流域(面积为10平方公里左右)水土流失综合治理进行大比例尺遥感监测, 更是没有现成方法可循。

1987年和1990年分别组织对11个试区进行了1:100000彩红外航空摄影, 两次覆盖了所有试区范围和部分推广区。此次航空遥感资料调查精度较以往有极大提高, 土地类型判读精度在95%以上, 林地类型判读精度大于80%, 不同治理措施判读精度大于95%, 农地及牧草地(包括轮荒地)植被类型判读精度在75%左右。专题制图精度是其它遥感图像所不能达到的。此次遥感调查为评价各试区“七五”初期和终期治理状况提供了客观的最新资料。

直接为基层单位资源开发、土地利用、水土保持规划服务的小流域综合治理信息系统, 除了具有一般信息系统所具有的功能外, 特别注重动态监测。该系统含流域管理、土地资源、治理进度和“专家”智能四个子库。治理进度信息子库和“专家”智能子库是本系统区别于其它系统的两个主要特点。治理进度信息子库按时间序列采集资料, 提供每个流域综合治理动态信息, 并从专题系列图和实地观测资料中提取综合治理措施配置信息。“专家”智能子库专门为总结推广应用综合治理经验而设。

此项研究具有创新性, 为长期进行小流域综合治理动态监测探索了可行的方法。

### 十、建立的综合治理生态、经济、社会效益评价指标体系具有理论和实际意义

黄土高原综合治理是一项极其复杂的生态经济工程, 因此对治理成效进行科学的综合评价, 是国家对治理黄土高原进行决策的重要依据。但由于牵涉的问题过于广泛, 多年来对如何客观地评价小流域综合治理成效, 在评价方法上一直没有得到满意的解决。考虑到各试区原有基础与生物气候条件差异悬殊, 本评价体系确定采取绝对评价法, 即根据对事物本身的要求评价其达到的水平。

“七五”期间建立的评价体系, 不仅可使各指标的权重基本符合国家任务目标的要求, 并能很好地反映人们对各类指标重要性的认识, 更重要的是它可以起到定量与综合的作用, 大大减少了主观性和片面性, 因此这一综合治理评价指标体系具有很强的科学性和实用性。

黄土高原综合治理是一项长期而又艰苦的研究项目。几十年来, 许许多多的科学家和有志之士为解决这个问题付出了大量的劳动。“七五”期间, 全国一千多位科技工作者在这一领域辛勤耕耘, 默默奉献, 使黄土高原的研究水平和治理程度上了一个新台阶。我们相信, 在“八五”期间, 这支受到党和人民信赖的科技队伍, 一定能把黄土高原的研究和治理工作推向一个新阶段, 使这块曾为中华民族的繁衍、生息作出过重大贡献的土地重新焕发出青春的活力。