



李 锐 杨文治 李壁成 等 著

中国黄土高原

研究与展望

*Research and Future Prospects
for the Loess Plateau of China*



科学出版社
www.sciencep.com

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

中国黄土高原研究与展望

李 锐 杨文治 李壁成等 著

中国科学院知识创新重要方向项目
(KZCX3-SW-421 和 KZCX2-YW-401) 资助出版

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是在半个多世纪试验研究与科学考察的基础上,对黄土高原水土保持与生态环境、社会经济与可持续发展等问题的研究成果所进行的较为系统、深入地总结。本书共分10章,资料丰富。

首先论述了黄土高原的形成、空间分布与分区、开发的历史进程与成就、现代开发与治理的丰硕成果等。分析了黄土高原土壤侵蚀演变过程、土壤侵蚀机理以及黄土高原土壤侵蚀加剧的原因。其次论述了黄土高原草地资源及利用现状、黄土高原草地建设及草业发展途径、草地畜牧业发展战略与潜力等。此外还论述了黄土高原土地利用/土地覆被变化与生态经济功能响应。最后对黄土高原水土保持生态环境建设与经济社会发展战略定位、黄土高原地区发展滞后及其形成原因、黄土高原的未来与分析预测进行了系统深入论述,提出了重要建议。

本书可供黄土高原研究、水土保持、农业、林业、水利、畜牧以及地质学、生物学、环境科学、社会科学等部门的科技工作者、管理人员、高等院校有关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国黄土高原研究与展望/李锐,杨文治,李壁成等著. —北京:科学出版社,2008

ISBN 978-7-03-017575-5

I. 中… II. ①李…②杨…③李… III. 黄土高原-研究 IV. P942

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第073657号

责任编辑:霍春雁 姜朋逊/责任校对:张 琪

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

·邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年5月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008年5月第一次印刷 印张:44 插页:1

印数:1—1 500 字数:1 045 000

定价:138.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

《中国黄土高原研究与展望》

编 著 委 员 会

主 编 李 锐 杨文治

副主编 李壁成

编 委 (以姓氏笔画为序)

李 锐	李壁成	杨文治	杨勤科	余存祖	邹厚远
张仲子	周佩华	贾恒义	梁一民	彭 琳	谢永生

序

黄土高原是世界上独特的黄土分布区,深厚的黄土层完整地记录了气候变迁和环境演化信息,强烈的水土流失塑造出塬、梁、峁等沟壑纵横的黄土地貌景观。受青藏高原隆起和东亚季风影响所形成的典型半干旱气候和森林草原景观生态,在古地理环境下发育的古土壤与长期农耕条件下发育的土壤,中世纪以来滥垦乱伐过牧,强烈的水土流失与环境干旱化并存,所形成的少水多沙多灾(主要是干旱)的特殊生态环境,以及对黄河水沙运行规律和本区农业与社会经济所产生的深刻影响等重要科学问题吸引了国内外众多学者到这里来考察与探索。如果从19世纪中叶(1868~1872年)德国人F. V. 李希霍芬对黄土的成因进行考察算起,国内外学者在黄土高原开展考察与研究已经有130年的历史了。我国先后有杨仲键、黄秉维、刘东生、朱显谟、蒋德麒、张宗祜等老一辈科学家对黄土高原进行了深入系统的科学研究,为我们认识与研究黄土高原奠定了科学理论基础,提供了丰富而宝贵的文献资料。

黄土高原孕育了灿烂的华夏文明,在相当长的时期内黄土地区的繁荣昌盛曾让世界折服。但是由于人们对水土资源的不合理利用和掠夺性开发,大面积森林和草原植被遭到破坏,水土流失和风蚀沙化加剧,不仅使该地区经济与社会发展缓慢、人民生活贫困,还造成黄河下游河床不断抬高,对广大平原地区的经济发展、人民财产与生态安全构成了严重威胁。因此,黄土高原水土流失综合治理和生态环境建设,一直受到党和国家的十分关切与重视。自20世纪50年代以来,国家投入了大量人力、物力,在黄土高原开展了大规模的水土流失治理工程,取得了举世瞩目的成就。改革开放以来,随着国家经济实力的增强和民众生态环境保护与建设意识的提高,黄土高原水土保持事业进入了一个新的历史阶段。从1986年开始,黄土高原水土流失综合治理研究被列入国家科技攻关计划,由中国科学院、农业部、林业部、水利部和陕西、山西、甘肃、宁夏、内蒙古五省(自治区)科委共同组织联合攻关,在黄土高原主要生态景观类型区进行长期的水土保持定位试验示范研究。来自60多个单位、40多个学科专业的400多名科技工作者,针对土壤侵蚀强烈、风蚀沙化加剧、林草植被退化严重、地区经济落后等问题,将科学研究、技术开发、试验示范、推广应用相结合,对水土保持生态环境建设、农业和农村经济持续发展的科学和技术问题进行连续和系统的试验与示范研究。在黄土高原不同类型区建立了一批生态系统进入良性循环、社会经济初步实现持续发展的水土流失治理先进典型,开发集成了一批关键的实用技术,对黄土高原治理与开发的许多重大科学问题进行了深入研究,取得了一批具有重大价值的科研成果。

《中国黄土高原研究与展望》是编著者及其研究群体多年的研究成果,也包含了对前人工作的继承。用实际的实验结果、系统的观测数据、严谨的科学分析回答了关于黄

土高原水土流失综合治理的许多重大科学问题。既追溯到历史时期黄土高原整治开发的辉煌历程的典籍记载，又从可持续发展和全球变化的高度审视黄土高原的环境与资源、水土流失与植被建设、干旱化与水资源、退耕还林还草与粮食安全，以及生态环境与社会经济协调发展等科学问题。并结合我国实施西部大开发战略和加入 WTO 的新形势，针对“退耕还林还草”、“农业结构调整”、“区域经济发展”等重大问题，提出有科学根据与可操作性的建议，为国家治理开发黄土高原提供科学依据。黄土高原生态系统的恢复与重建是一项跨世纪工程，需要几代人的努力。只要遵循自然规律，坚持连续、有序地治理，黄土高原一定会山川秀美，再现昔日的辉煌，为中华民族的振兴做出更大的贡献。



2006 年 8 月

前 言

黄土高原是中华民族的发祥地之一，在这片宽广而又深厚的黄土地上，孕育了悠久的华夏农耕文明，创造了灿烂辉煌的中华古代文化。当今在治理水土流失，改善生态环境，发展生态农业，实施可持续发展中，黄土高原已经成为我国乃至世界上水土保持与旱作农业的科技创新源头之一。

黄土高原是我国乃至世界上水土流失最为严重的地区之一。严重的水土流失不仅每年向黄河输入大量泥沙，对下游造成水患威胁，同时也造成该区生态环境恶化、群众生活贫困。因此党和国家对黄土高原的水土保持与生态环境建设极为重视，早在中华人民共和国成立初期的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》就把水土保持列为治黄的关键措施，从此揭开了黄土高原以水土保持为中心的生态环境建设的新篇章。当时，刚刚建立不久的中国科学院就把水土保持纳入总体战略规划布局之中，并随之开展了新中国第一次“黄土高原科学考察”（黄河中游水土保持综合考察）。1954年7月17日，竺可桢副院长在中国科学院西北分院筹备委员会成立大会的讲话中，明确提出：“以黄河中、上游水土保持为中心，建立农业生物研究所，地点在武功，围绕水土保持进行农业、林业、畜牧业和水利综合性的调查研究”。之后在第一任所长虞宏正院士的领导下，于1954年筹建，1956年正式成立了中国科学院在西北地区的第一个研究所——中国科学院西北农业生物研究所，至今已有半个世纪了。1955年，竺可桢副院长在《晋西北地区水土保持工作视察报告》中深刻指出：“自然界的现象本身就是一个互相制约、互相依存的统一整体，是综合的，我们必须按照自然的原样去认识它。水土流失现象关系到地形、水文、植被、气候、土壤、地质等自然因素，采取改造自然措施的时候，就必须根据不同自然特点有重点地分别采取农、林、牧、水的综合措施，进行全面规划，这是符合自然规律，又符合农民利益的。”并认为，水土保持是自然与社会协调的主题。因而在50年前就大声疾呼“寻找中国自然与社会协调的主题——水土保持！水土保持！！水土保持!!!”（《竺可桢全集》）

竺可桢院士作为中国现代气象学、地理学的一代宗师、卓越的科学家，50年前就对水土流失及其防治措施做出了精辟的论述，尤其是“综合”的观点、两个“符合”的观点（既要符合自然规律，又要符合农民利益）和自然与社会协调的观点，不仅在当时有着重要的指导意义，而且对后来水土保持科学研究产生了深远的影响。

中国科学院水利部水土保持研究所（原中国科学院西北农业生物研究所）的几代科研工作者遵循竺可桢副院长的科学思想，在虞宏正等历任所长领导下，艰苦创业、开拓创新，根据国家水土保持，特别是黄土高原水土保持与生态环境建设的战略需求，建立起在国内外有一定影响力的水土保持研究机构。50年来，通过承担国家重大科技任务、参加中国科学院组织的20世纪50年代和80年代两次黄土高原综合科学考察、广泛开展国际交流与合作，先后在陕西安塞、长武和宁夏固原等不同水土流失类型区，建立了

“水土保持生态试验站”，并建立了“土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室”。1998年被中国科学院确定为科研基地型研究所和首批知识创新工程试点单位。1999年根据国务院决定，与杨凌农业高新技术示范区内科教单位整合组建“西北农林科技大学”，同时组建“中国科学院、教育部水土保持与生态环境中心”。半个多世纪来，几代科技人员通过系统地试验研究与示范，获得一批重要科技创新成果与科研积累，培养了一批高层次水土保持人才，为国家提出了一些重要决策建议，为我国水土保持科学研究和黄土高原水土保持为中心的生态环境建设做出了重要贡献。

长期以来，对于黄土高原及其整治过程中的一些重大问题，许多学者和有关部门、单位提出了各种各样的观点、意见与建议，在学术界和社会中引起了广泛而又热烈的讨论与争论。正是通过多次争论与讨论，加之几十年的科学实践，以及新学科、新技术的不断引入与吸收，如生态学、生态经济学、系统科学、系统工程、遥感与地理信息系统等，在理论与实践上大大丰富了水土保持科学的内涵，使人们对水土保持的认识产生了质的飞跃。水土保持已被国家确定为长期坚持的基本国策。如今水土保持从科学内涵的确立到分支学科的创建，从室内模拟到野外定位试验手段的完善，已发展成为独立而又比较完整的科学体系。新成果、新技术不断涌现，试验示范与推广机制不断创新，国内外水土保持学术交流十分活跃。同时我们还必须清醒地认识到：黄土高原的水土流失仍很严重，黄河下游的水患威胁依然严峻，治理任务任重而道远，应继续深入开展水土保持科学试验研究，加大黄土高原水土保持与生态环境建设力度，实现黄土高原山川秀美和黄河长治久安的目标，尚需几代人的奋斗，这也是编写本书的初衷。

这部著作不是一部面面俱到的教科书，而是一部所提问题突出，在深度和广度上都有一定特色的研究论著。本书凝聚了几代科学工作者的智慧和几十年试验积累与科学研究的结晶。

各章执笔人为：第一章：彭琳；第二章：周佩华；第三章：邹厚远、刘国彬；第四章：杨文治；第五章：贾恒义、余存祖；第六章：梁一民；第七章：李壁成、温仲明、安韶山、郝仕龙；第八章：谢永生、上官周平、王恒俊；第九章：杨勤科、李锐；第十章：李壁成、彭琳、安韶山。杨文治、李壁成组织编著者拟定《编写大纲》，进行审稿、统稿，最后李锐进行了审定。张仲子负责全书编辑、安韶山负责英文编辑，王培榛清绘插图。

本书部分章节引用了中国科学院知识创新重要方向项目“黄土高原水土保持的区域环境效应研究”和“中国水土流失现状、趋势与对策研究”部分研究内容，得到了中国科学院水利部水土保持研究所知识创新前沿领域课题的大力支持与资助，仅致谢忱。

在成书过程中，进行了多次学术交流与讨论，提倡作者各抒己见，求同存异，不强求观点的一致性，供读者参考，书中疏漏和不妥之处，敬希读者批评指正。

值此本书出版之际，仅向为黄土高原研究与水土保持做出贡献的老一辈科学家和广大科技工作者致敬！向中国科学院水利部水土保持研究所成立50周年献礼！

编著者

2006年8月

目 录

序

前言

第一章 黄土高原开发整治概述	1
第一节 黄土高原的高原构造与黄土堆积	1
一、黄土高原的高原构造与黄土堆积前的地貌	1
二、黄土高原的红黏土堆积	7
三、黄土高原的黄土堆积	14
第二节 黄土高原开发整治分区	36
一、黄土高原空间分布范围及其自然区划	36
二、黄土高原地区空间分布范围及其治理开发分区	39
三、黄土高原水土保持重点县与水土保持重点区空间分布范围与分区	63
四、黄土高原、黄土高原地区,黄土高原水土保持重点区适用条件与评价	72
第三节 黄土高原开发进程与历史伟绩	74
一、自然生物资源开发与采集狩猎	74
二、土地、土壤资源开发与农业起源、发展	75
三、水资源开发与农田水利发展	81
四、城市建设与经济发展	84
第四节 历史上杰出人物的开发与治理重大成就	94
一、夏大禹	94
二、贾让	100
三、王景	102
四、潘季驯	105
五、李仪祉	108
第五节 现代开发与治理的丰硕成果	112
一、土壤侵蚀机理研究	112
二、黄河水沙运行与黄土高原水土流失治理	115
三、黄土高原水土保持方略与宏观战略	117
四、流域生态与管理以及水土保持小流域综合治理	121
五、林草植被建设与飞机播种造林种草	124
六、旱作基本农田建设与水平梯田研究	127
七、土壤养分流失与旱地土壤培肥	129
参考文献	134
第二章 黄土高原土壤侵蚀机理及防治对策	140
第一节 黄土高原土壤侵蚀的演变	140

一、历史时期黄土高原的植被	141
二、破坏植被对土壤侵蚀的影响	143
三、黄土高原常态侵蚀强度的估算	145
四、1919 年至今黄土高原的土壤侵蚀	149
五、黄土高原土壤侵蚀演变过程概况	150
第二节 土壤侵蚀机理探讨	152
一、径流是土壤侵蚀的主要动力之一	153
二、黄土抗冲性弱是侵蚀剧烈的根本原因	157
三、坡面径流远距离输移是引起强烈土壤侵蚀的动力条件	161
四、人类破坏天然植被引起土壤侵蚀急剧发展	163
第三节 治理概况及存在主要问题	164
一、提高对黄土高原水土保持工作的艰巨性和复杂性的认识, 克服急功近利和悲观情绪	165
二、林草措施的质量与水土保持功效有待进一步提高	166
第四节 防治对策	167
一、改造地形, 强化拦蓄和入渗, 防止径流远距离输移	167
二、以防治特大暴雨所造成土壤侵蚀为主要目标, 提高水土保持措施标准与质量	168
三、科学配置, 生物与工程措施结合, 提高林草措施成效	171
第五节 黄土高原水土保持减沙效益评价	173
一、影响黄河泥沙的主要因素	173
二、减沙效益分析	175
三、减沙效益前景展望	178
参考文献	181
第三章 黄土高原植被建设中的科学问题与对策	183
第一节 植被建设布局应遵循植被的地带性分布规律	184
一、全新世中期植被的分布概况	184
二、现代植被的地带性分布	186
三、黄土高原植被分布的地带性规律	193
四、植被建设布局	211
第二节 黄土高原生态环境的脆弱性与相对可恢复性	211
一、黄土高原生态环境的脆弱性	211
二、黄土高原生态环境的相对可恢复性	212
三、黄土高原森林生态环境与草原生态环境的恢复	215
第三节 坚持生态效益、经济效益与社会效益相结合的原则	226
一、植被三效益结合的必要性的重要性	226
二、植被三效益结合的可能性	226
三、不同植被类型的比例关系	228
第四节 坚持人工重建与保护和自然修复相结合的原则	229
一、植被建设方式应把重建与保护和自然修复相结合	229

二、天然林和天然草原的保护与建设	229
三、自然修复的生物学优势与可行性	230
四、人工重建的必要性和可行性	231
第五节 坚持传统栽培树草种与乡土树草种相结合, 继续引进优良外来树草种, 实现树草种多样化的原则	232
一、传统栽培树草种的优缺点	232
二、采用乡土树草种的生物学优势和可行性	233
第六节 坚持以群落结构原理为指导, 单作与混作相结合, 以营造混交林和混合草地为主的原则	234
一、防护林(草)建设的理论基础——植物群落结构原理	234
二、混交林与纯林、混合草地与单优草地的生物学优缺点比较	235
三、营造混交林和混合草地的途径	236
四、主要的混交林和混合草地类型	236
第七节 坚持植被建设全过程的质量标准	238
一、提高造林种草的成活率和保存率问题	238
二、合理密度问题	238
三、人工林和人工草地的经营管理和合理利用问题	242
第八节 植被建设根据人工植被演变特点和规律予以适当调控, 以协调植被与土壤水分之间的关系	249
一、黄土高原人工植被的一般演替规律	249
二、人工林的更替	250
三、人工灌木林的更替	253
四、人工草地的更替	257
五、改良草地的更替	260
六、土壤干化与人工植被可持续发展的关系问题	263
第九节 建议	265
植物中文名、拉丁学名对照表	270
参考文献	274
第四章 黄土高原干旱化与水资源	278
第一节 黄土高原干旱化的自然历史轨迹	278
一、黄土高原干旱化的气候背景	278
二、黄土高原的土壤干燥化	281
第二节 黄土高原干旱与干旱化的关联性	289
第三节 水——黄土高原生态建设成败的关键	295
一、黄土高原水资源特点与资源量	295
二、黄土高原水资源配置	303
三、黄土高原雨水资源化的特殊重要性	305
四、黄土高原生态建设用水预估	315
五、黄土高原土壤水分生态分区与退耕还林还草	318

第四节 黄土高原水资源对气候变化的响应·····	321
第五节 可持续的水资源系统·····	325
第六节 黄土高原干旱化与水资源研究——面向生态建设的一些科学问题·····	327
一、研究内容 ·····	327
二、研究目标 ·····	327
参考文献·····	328
第五章 黄土高原的土壤与生态环境 ·····	331
第一节 对黄土高原土壤资源的再认识·····	331
一、先民们对黄土高原土壤资源的认识 ·····	331
二、土壤发生分类及对土壤资源的认识 ·····	333
三、土壤系统分类及其对土壤资源的认识 ·····	334
第二节 黄土高原土壤系统分类·····	334
一、黄土高原的土壤诊断层和诊断特性 ·····	334
二、黄土高原土壤的主要成壤过程 ·····	361
三、黄土高原土壤主要类型 ·····	386
四、黄土高原土壤资源的特征 ·····	430
第三节 土壤资源面临的挑战·····	431
一、土壤退化严重 ·····	432
二、在国家建设转型、全球环境变化双重压力下非农业用地增加,耕地面积缩小 ···	436
三、黄土高原土壤养分资源丰缺不均与资源养分分区 ·····	437
第四节 土壤生态环境建设及其展望·····	439
一、更新观念对土壤和土壤学的再认识树立全新的土壤学观点 ·····	439
二、保护耕地,保证土壤质量 ·····	444
参考文献·····	447
第六章 黄土高原的草地、草业与牧业 ·····	450
第一节 黄土高原草地资源及利用现状·····	450
一、主要天然草地类型及分布 ·····	450
二、天然草地的功能 ·····	453
三、黄土高原天然草地利用现状 ·····	454
四、人工草地建设现状 ·····	455
第二节 黄土高原草地建设及草业发展途径·····	456
一、黄土高原草地建设的意义 ·····	456
二、草地建设方向与途径 ·····	457
三、黄土高原人工草地生产力及耗水量 ·····	460
四、黄土高原草地养分循环 ·····	463
第三节 草地畜牧业发展战略与潜力·····	464
一、黄土高原草地畜牧业发展战略·····	464
二、建立现代草地畜牧业基地的途径 ·····	474
参考文献·····	479

第七章 土地利用/土地覆被变化与生态经济功能响应	481
第一节 土地利用/土地覆被变化的概念、研究历史与现状	481
一、土地利用/土地覆被变化的概念与内涵	481
二、土地利用/土地覆被变化研究的历史与现状	482
三、土地利用/土地覆被变化研究的主要进展	486
四、土地利用/覆被变化研究中存在的主要问题	491
第二节 高原的特征及其在土地利用/土地覆被变化研究中的地位	492
一、高原的特征及地理分布	492
二、国际上土地利用/覆被变化中的经验教训	494
三、黄土高原土地利用/土地覆被变化对经济、社会及环境的影响	497
四、黄土高原土地资源区域特征与土地利用评价	501
第三节 黄土高原典型地区土地利用/土地覆被变化初步研究	515
一、宁夏南部山区土地利用/土地覆被变化分析	515
二、陕北安塞县纸坊沟流域土地利用/土地覆被变化及其驱动机制	527
三、PRA 和 GIS 在小尺度土地利用变化研究中的应用	536
四、黄土高原退耕还林(草)中的土地利用问题与解决途径	540
第四节 依法管理和保护土地资源, 确保土地的可持续利用	548
一、土地法的概念及其法律地位	548
二、实行严格的土地管理制度, 巩固以退耕还林还草为重点的水土保持成果	549
三、可供借鉴的国外依法管理土地与保护生态环境的经验	551
第五节 合理利用土地, 建立良性循环的农林牧复合生态系统	551
一、农林牧复合生态系统的基本内涵	551
二、农林牧复合生态系统的特征	552
三、农林牧复合生态系统模式与技术类型	553
四、农林牧复合生态系统的集成组装与建设	553
参考文献	556
第八章 黄土高原的农业保障体系建设与“囤粮寓田”战略	560
第一节 “囤粮寓田”是区域生态与经济可持续发展必要的战略选择	560
一、国家粮食安全战略分析	560
二、黄土高原在国家经济建设格局中的战略定位与区域经济发展的需求	566
三、“囤粮寓田”是区域生态与经济可持续发展的必然选择	567
四、“囤粮寓田”与农业保障体系的关系及特点	568
第二节 黄土高原粮食生产的现状与特点	569
一、黄土高原粮食生产现状	569
二、黄土高原粮食生产与供给特点	569
第三节 黄土高原粮食生产潜势和退耕对粮食生产能力的影响	570
一、黄土高原粮食的旱作产量潜势与可实现旱作产量的潜势	571
二、黄土高原各试区科技攻关取得的粮食产量结果与可实现产量潜势实现率	572
三、黄土高原水土流失区粮食增产潜力	573

四、退耕还林(草)对粮食生产能力的影响	573
第四节 黄土高原“囤粮寓田”战略可行性与粮食生产策略	573
一、“囤粮寓田”战略可行性分析	573
二、“囤粮寓田”战略中粮食生产策略	574
第五节 实施“囤粮寓田”战略的制约因素	575
第六节 黄土高原不同类型区囤粮寓田战略的实施	576
一、不同类型区生态环境与社会经济背景及农业发展方向	578
二、不同类型区的基本农田现状及农业生产与粮食保障能力	580
三、不同类型区科技攻关结果和可实现的生产水平	584
四、不同类型区粮食基本自给的基本农田的需求与可行性分析	584
第七节 建议与对策	587
一、总结历史经验教训,强化粮食保障体系建设	587
二、调整农业结构,建立适宜黄土高原的农牧业结构与食物安全模式	588
三、发展特色农业,提高农业产品质量与效益	588
四、以覆盖和集雨补灌技术为重点,加强降水高效利用,发展旱作节水农业	589
五、改造中低产田,保护和完善农业基础设施,提高农田生产力	590
六、广辟投资渠道,增加肥料的投入水平、加强土壤培肥工作,提高农田养分的利 用率	590
七、加强科学研究与示范,提高农业技术创新能力,充分发挥科技支撑作用	590
参考文献	591
第九章 数字黄土高原建设与应用	592
第一节 数字黄土高原的概念及其背景	592
第二节 数字黄土高原的设计	593
一、“数字黄土高原”建设的目标与原则	593
二、“数字黄土高原”数据组织方式	593
三、水土保持元数据	595
四、数字黄土高原的投影设计	597
五、软硬件环境	597
六、数据处理作业程序及其标准	597
第三节 区域水土流失评价研究	598
一、研究方法	599
二、研究结果与分析	601
三、几点认识	601
第四节 耕地质量评价与制图	603
一、评价模型	603
二、土地资源数据库建立	603
参考文献	608
第十章 黄土高原发展前景与展望	610
第一节 黄土高原水土保持生态环境建设与社会发展战略定位	610

一、黄土高原的历史成就与新世纪面临的机遇及挑战	610
二、黄土高原的战略地位与发展条件	612
第二节 黄土高原地区发展滞后及其形成原因	632
一、经济发展总体低于全国平均水平，与东部地区的差距进一步拉大	632
二、经济发展严重滞后的主要原由	639
第三节 黄土高原的未来与分析预测	650
一、水土流失面积将基本得到治理，生态环境全面改善，黄河水患大大减轻，建成我 国西北生态屏障	650
二、以陇海—兰新经济带与黄河经济带为轴线的黄土高原区域经济将发展成为我国经 济新的增长点	655
三、建成我国煤炭和化工及有色金属基地，矿业开发将成为黄土高原地区国民经济发 展的重要支柱产业	665
四、将建成以苹果业、畜牧业、马铃薯加工业为重点的特色农业和出口创汇基地，形 成一大支柱产业	667
五、将黄土高原建成我国重要的旅游观光地区，旅游经济可望发展成为黄土高原支柱 产业	674
第四节 几点建议	680
一、加大水土保持力度，坚持综合治理和长期治理，努力实现《全国水土保持规划纲 要》的中、长期目标	680
二、实施退耕还林还草工程要遵循植被地带性规律，把造林与种草放在同等重要位置	682
三、大力推广旱作与节水农业技术，严格执行基本农田保护制度和“围粮寓田”战略， 确保黄土地区粮食安全	682
四、发挥比较优势，推进农业产业化，加快黄土高原传统农业向现代农业的根本转变	683
五、加速小城镇建设规划与建设，推动农业产业化发展，尽快实现农业社会向工业化 的根本转变	683
参考文献	684

第一章 黄土高原开发整治概述

黄土高原位于中国第二级地形阶梯,它是世界上黄土地貌发育最典型和类型最齐全的地区。同时也是世界上水土流失最严重地区。黄土高原地区西南与中国最高一级地形阶梯的青藏高原相接,西北、北与蒙新高原为邻,南至秦岭,东以太行山为界,与中国第三级地形阶梯的华北平原毗邻(图 1-1,彩图)。区内水系以黄河上、中游干流及其支流为主,其次为桑干河、滹沱河、漳河上游。山系多为南北走向,自东向西依次主要有:太行山、吕梁山、黄龙山、子午岭、六盘山、屈吴山等,并且山地与盆地(或塬地)相间分布。在太行山与吕梁山之间为山西盆地,吕梁山与六盘山之间为陕甘盆地,六盘以西为陇西盆地(图 1-2、图 1-3)。由南向北,地貌类型齐全,依次为:秦岭山地及其北麓洪积冲积扇群、渭河平原、黄土塬(含残塬)、石质中山低山、黄土梁峁丘陵沟壑、沙漠与沙漠化土地(图 1-4、图 1-5)。气候资源变幅较宽,各地、各年差异悬殊。黄土高原地区年降水量为 133.8mm(银川,2000 年)~917.3mm(杨陵,1952 年),平均为 429mm。按全年降水分配,可分为雨季(汛期,5~10 月)与旱季(非汛期,11~4 月),雨季降水量占全年的 78.17%~96.56%,旱季占 3.44%~21.83%,年降水量少者雨季降水占全年比例较高。本地区年平均气温为 0.6℃(门源,平均值)~14.5℃(西安,2000 年),据 275 个测点统计,平均为 8.9℃,1934 年 7 月 14 日西安气温高达 45.2℃,居全国之冠。本地区太阳辐射年总量为 $5 \times 10^9 \text{ J/m}^2$ (东南部)~ $6.3 \times 10^9 \text{ J/m}^2$ (西北部), $\geq 10^\circ\text{C}$ 的太阳辐射总量为 $2.7 \times 10^9 \text{ J/m}^2 \sim 3.4 \times 10^9 \text{ J/m}^2$ 。(黄考队¹⁾侯光良,1991;陈国良,1993)。气候资源特征是:夏季雨热同季,冬季寒旱同期(这似乎是第四纪暖期与冷期交替发生的继承,并在一年内重演),光能资源较丰,气候灾害(洪水、旱灾、霜冻、冰雹等)发生频率较高。侯光良(1991)将本地区划分为东部季风、西北干旱、青藏高寒 3 个农业气候区域(图 1-6)。黄土高原及其上分布的黄河是中华民族摇篮与华夏儿女的母亲河。它是世界古文明的发祥地之一,曾创造了辉煌历史,还将迎来灿烂的未来。

第一节 黄土高原的高原构造与黄土堆积

一、黄土高原的高原构造与黄土堆积前的地貌

黄土堆积始于第四纪,距今 2.50~2.60Ma,黄土高原隆起与黄河现代水系形成于第四纪早期,距今 1.67~1.45Ma。黄土高原现代景观形成于第四纪晚期,距今 0.1Ma 左右(朱照宇等,1994)。晚第三纪的上新世末,黄土高原仍为准平原,全区海拔高度相近,分水岭高多在 200m 以下。

1)“黄考队”为“中国科学院黄土高原综合科学考察队”的简称,全书同。

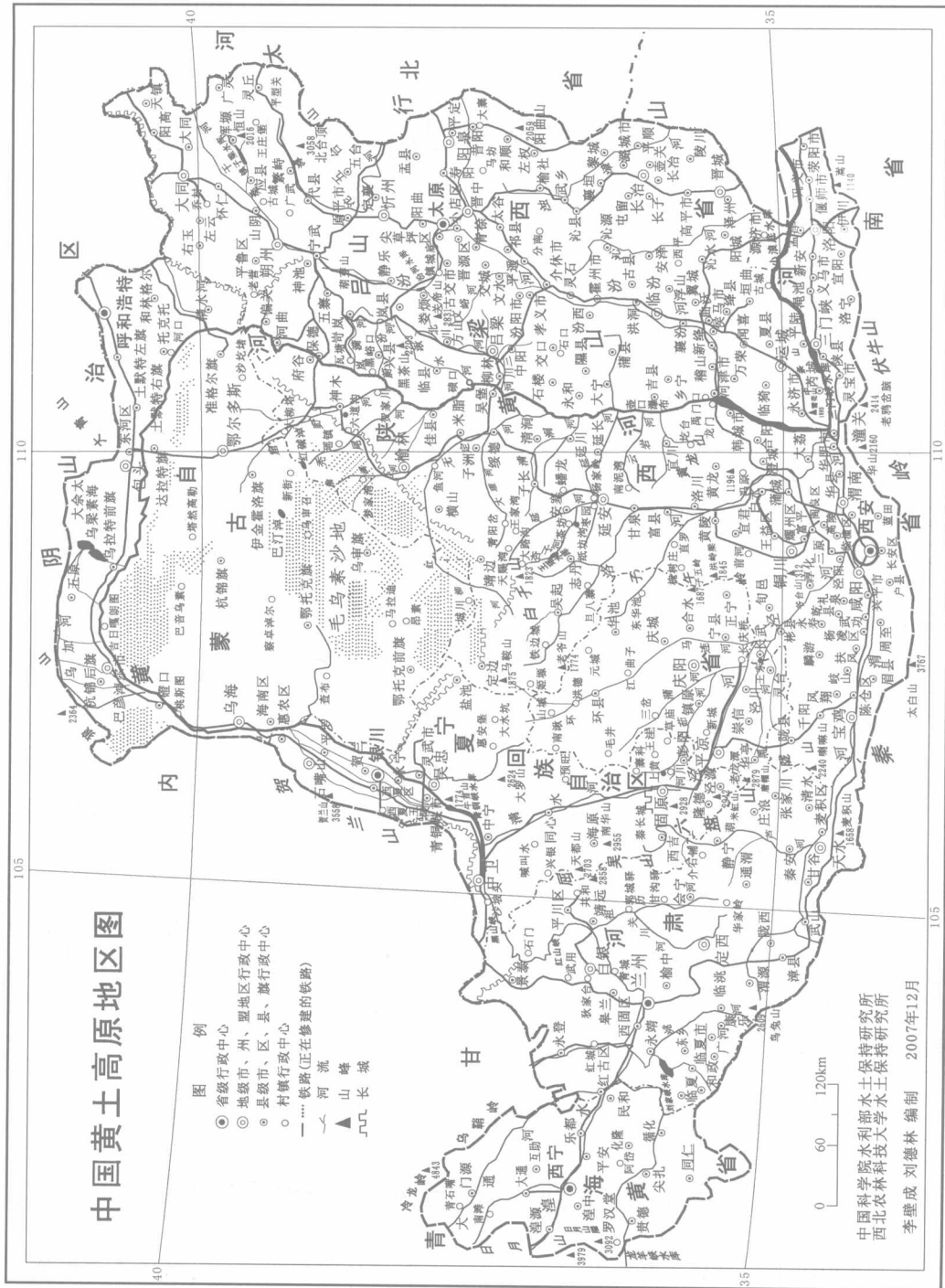


图1-1 中国黄土高原地区图