

山西大学百年校庆学术丛书

黄土高原

土壤变化及其 过程模拟

段建南 李旭霖 王改兰 李保国 著

中国农业出版社

山西大学百年校庆学术丛书

黄土高原 土壤变化及其 过程模拟

段建南
李旭霖
王改兰
李保国

著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

黄土高原土壤变化及其过程模拟/段建南等著. —北京:
中国农业出版社, 2001. 12

(山西大学百年校庆学术丛书)

ISBN 7-109-07360-2

I. 黄... II. 段... III. 土壤—进化—研究—黄土高原
IV. S151

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 000449 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 洪兆敏

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2001 年 12 月第 1 版 2001 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 14.5

字数: 328 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 38.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



作者简介

段建南，山西晋城人，1957年出生，理学博士，山西大学黄土高原研究所教授。1997年中国农业大学土壤学专业博士研究生毕业。长期从事黄土高原土壤与环境过程的计算机模拟和GIS应用的教学与科研工作。1992年获中国科学院科技进步一等奖，1994年获山西省科技进步三等奖。已发表论文近50篇，出版专著2部。1997年被定为“山西省青年学科带头人培养对象”，1998年获“山西省青年科技奖”并被授予“山西省优秀青年科技工作者”称号。代表作有《黄土高原砖窑沟试验区土壤资源与改良利用途径》、《A Modeling Approach to Evaluating Soil Changes Caused by Man》、《干旱地区土壤碳酸钙淀积过程模拟》、《Modeling of Slope Erosion Process for Soil Changes》、《应用于全球变化研究的区域风速模拟》。



作者简介

李旭霖, 曾用名李拴怀、李旭, 陕西凤翔人, 1964 年出生。现为中国农业大学资源与环境学院博士研究生。1985 年西北大学地理系本科毕业后, 到山西大学黄土高原研究所工作, 参与了河曲砖窑沟试验区的选址、调研工作。长期从事黄土高原土壤和土地资源合理利用研究, 参著《黄土高原综合治理试验示范区专题地图集》(1991) 和《黄土高原整治研究》(1992), 已发表学术论文 26 篇。在国家“七五”攻关项目“黄土高原综合治理环境遥感监测研究”中获中国科学院科技进步三等奖 (1991)。

特别感谢:

国家自然科学基金项目: 黄土高原土壤钙积过程的定量研究
(编号 49971040) 资助

国家自然科学基金重大基金项目的课题: 荒漠化综合防治优化模式研究
(编号 39990490) 资助

内 容 简 介

本书作者从国家“七五”科技攻关项目开始, 连续 15 年在晋西北河曲县砖窑沟试验区进行长期定位试验研究, 根据获得的大量第一手资料, 以土壤变化为主线, 以土和水为核心, 阐述了砖窑沟试验区土壤资源与环境、土壤生产力、土壤水分、土壤有机质、土壤养分、土壤侵蚀、土壤钙积等特征, 系统地论述了黄土丘陵区土壤变化的条件、过程与结果。在此基础上, 应用数学建模方法和计算机信息处理技术, 分别对黄土高原土壤变化的主要过程建立了数学模型, 包括区域气象要素随机模拟系统、土壤分层水分均衡模型、土壤有机质分室转化分解模型、土壤坡面侵蚀过程模型和土壤碳酸钙淋溶沉积过程模型等。根据子模型之间的相互关系, 创建了黄土高原土壤变化耦合模拟系统 (SOLDEP)。根据试验和模拟结果分析, 提出了黄土丘陵区土壤资源可持续利用途径与技术措施。

本书可供从事土壤、水土保持、农业、林业、资源环境、生态、国土整治、全球变化、自然地理等学科与专业的研究人员和高等院校师生参考。

总 序

山西大学百年校庆之际，我们决定出版这套《山西大学百年校庆学术丛书》。

一百年前，在欧风东渐、风雨如晦的清代末年，山西大学作为最早的三所国立大学之一诞生于北中国。从此，伴随着祖国发展的命运和时代前进的步伐，山西大学不断发展壮大。世纪百年，沧海桑田。如今，山西大学已成为一所文、理、工、管、艺术、体育专业齐全，基础学科与应用学科协调发展的、三晋大地惟一所实力雄厚的综合大学。山西大学以其悠久的历史 and 百年来的快速发展赢得了社会各界的广泛赞誉。

每一所学校都有自己的学术传统。自清末张之洞、杨深秀开办“令德堂”书院，李提摩太（Timothy Richard）、岑春煊创立山西大学堂，设中斋、西斋，并附设译书院，山西大学从创办伊始就体现着中西互补、弘扬学术的科学精神。承继山西大学百年传统的优良校风，为神圣的科学教育事业不懈奋斗，为祖国的社会主义现代化事业贡献力量，就是我们出版这套丛书的宗旨。

《山西大学百年校庆学术丛书》由校社科处组织，将我校近年来科学研究的优秀成果，尤其是中青年学者的人文社会科学成果集中筛选，辑作丛书，予以出版。我们把她作为一份生日礼物奉献给滋养我们成长的百年母校及所有校友。

愿山西大学在新世纪继往开来，再创辉煌。

山西大学校长 **郭贵春**

2001年3月

序

21 世纪是数字化的时代，信息技术正在改变人类生产、生活与工作的方式方法，促进各学科的发展。20 世纪中叶以来，随着信息技术的飞速发展以及数学和物理学的渗透，土壤学取得了长足的进步，呈现出模式化、数字化、智能化、精确化和网络化的趋势。

土壤是多组成、多物相、多维的自然体，它的发生发育和变化受到多种因子的影响。从系统理论的观点来看，土壤是一个复杂的、多层次结构的、开放的动态系统，是已知的最为复杂的系统之一。要深刻揭示土壤这一复杂系统的结构和功能，预测土壤变化过程，做到对土壤变化的调控与土壤资源的持续利用，必须建立起土壤内发生的和土壤与外界环境发生的各种过程的定量模型，对土壤的某一或某组特性或变量随时间的变化，进行定量研究。因此，为探索土壤各种过程基本规律的定量化研究，是当今土壤科学研究的前沿课题。这方面的研究成果对深化土壤学的理论性研究，为“3S”技术的农业应用提供基本技术支持，推动农业信息化进程，都具有重要的理论和实践意义。

黄土高原形成于地质历史上的干旱时期，沉积着深厚的第四纪松散粉砂物质。它以黄土发育最好、分布区域最广而闻名于世。黄土高原地区有 4 000~5 000 年的农业史，人类活动对土壤发生和演变的影响之深刻是其他地区难以比拟的。它也成为人类历史上，违背自然规律、不合理开发利用自然资源、加速生态环境遭到严重破坏的一个典型例子。黄土高原在我国北方农业生产和环境治理中占有重要地位，是我国国土整治的重点区域。治理开发黄土高原，合理利用土壤资源，需要有黄土高原土壤变化规律的知识保障。

本专著以地处典型黄土丘陵区的一典型试验区为例，根据长期定位试验研究的实测数据，以土壤变化为主线，以土和水为中心，阐述了土

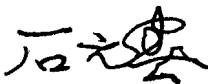
壤资源与环境、土壤生产力、土壤水分、土壤有机质、土壤养分、土壤侵蚀、土壤钙积等特征，深入系统地论述了黄土丘陵区土壤变化的条件、过程与结果。在此基础上，基于土壤发生学原理和现代土壤系统理论，应用数学建模方法和计算机信息处理技术，分别对黄土高原土壤变化的主要过程建立了数学模型，并创建了人类活动作用下的土壤发育变化过程的定量化模拟系统 SOLDEP (Soil Development Processes Simulation System)。模型系统包括区域气象因子随机模拟系统、土壤分层水分均衡模型、土壤有机质分室转化分解模型、土壤坡面侵蚀过程模型和土壤碳酸钙淋溶淀积过程模型等 5 个子系统。

本专著的主要作者，长期从事黄土高原资源与环境科学研究工作，这是他们在艰苦环境条件下多年潜心研究的成果，她反映了我国年轻一代土壤科学工作者开拓创新、刻苦攻关的敬业精神，确实难能可贵！

这是我国目前比较系统地论述土壤变化及其过程模拟的一部专著，具有融理论性、实践性和资料性为一体的特色，她标志着我国土壤变化过程的定量化研究迈出了可喜的一步。相信，这本专著的出版，在促进土壤过程定量化研究和指导黄土高原土壤资源持续利用实践上都会大有裨益。同时，我们也要看到，土壤过程定量化研究还处在发展阶段，实际可用的研究方法和技术手段还不完善，要充分认识到土壤系统的复杂性特征，在积极推进这项十分有意义的研究的同时，应注意发现它的不足和新的研究动向，及时掌握和应用解决复杂系统的方法，以便更加深入地了解土壤，促进土壤科学大发展。

中国科学院院士

中国工程院院士



2001 年 11 月于北京

目 录

总序
序

第 1 章 绪论	段建南 李保国	1
1.1 引言		1
1.2 人类活动对土壤的影响		3
1.3 人类活动对土壤影响的研究进展		7
1.4 黄土高原土壤变化与模拟研究的总体设计		15
第 2 章 试验区资源环境分析与试验设计	李旭霖 毛俊耀	19
2.1 试验区自然概况及社会经济条件分析		19
2.2 主要生态经济问题诊断		23
2.3 土地(土壤)系统是黄土丘陵沟壑区生态经济系统的核心		26
2.4 定点观测试验设计		30
第 3 章 土壤资源评价	武雪萍 李旭霖	36
3.1 流域土壤发生分类与分布		36
3.2 土壤肥力条件分析与耕地地力评价		44
3.3 流域农田生态系统养分平衡与平衡施肥技术		50
第 4 章 土壤生产力变化与施肥效应分析	武冬梅 王改兰 张建红	55
4.1 土壤低产的主要原因		55
4.2 长期定位试验的增产和培肥效应		56
4.3 土壤物理性状变化		66
4.4 作物水分利用效率与施肥的关系		70
4.5 小结		73
第 5 章 土壤水分变化与土壤水分调控	王改兰	75
5.1 土壤水资源特征		75

5.2	裸地土壤水分动态变化规律	76
5.3	主要作物耗水动态与土壤供水	79
5.4	合理调节利用土壤水的有效措施	82
第6章	土壤有机质变化	段建南 王改兰 84
6.1	试验区土壤有机质空间变化特征	84
6.2	长期定位试验土壤有机质变化	84
6.3	小结	87
第7章	土壤—作物系统中氮磷养分循环 与平衡	李旭霖 王改兰 89
7.1	试验区土壤氮磷资源分布与评价	89
7.2	土壤—作物系统中氮磷养分供需特性分析	90
7.3	土壤—作物系统氮磷养分平衡	95
7.4	氮磷养分管理	99
第8章	土壤微量元素变化	李旭霖 100
8.1	国内外研究进展	100
8.2	长期定位试验条件下土壤微量元素变化	102
8.3	土壤中微量元素与有机质、大量元素的关系	110
8.4	小结	114
第9章	驱动土壤变化过程主要气象 要素的建模	段建南 李保国 116
9.1	日降水过程的模拟	116
9.2	气温、日照与湿度的模拟	124
9.3	风的模拟	136
第10章	土壤水分变化过程模拟	王改兰 141
10.1	蒸散过程	141
10.2	剖面分层土壤水分过程	145
10.3	径流过程	148
10.4	土壤水分模型验证	151
第11章	土壤有机质变化过程模拟	段建南 157
11.1	模型描述及参数的确定	157

11.2 试验区土壤有机质变化模拟	161
第 12 章 土壤侵蚀及其过程模拟	段建南 姚春龙 贾宁凤 167
12.1 土壤侵蚀因子分析	167
12.2 土壤侵蚀类型、分布和特征	173
12.3 土壤侵蚀过程模拟	177
第 13 章 土壤碳酸钙淋溶淀积过程模拟	段建南 任世芳 183
13.1 模型描述	183
13.2 求解土壤溶液中 Ca^{2+} 浓度和 pH 的逐步逼近算法	187
13.3 模拟与结果分析	191
13.4 讨论	194
第 14 章 黄土高原土壤变化耦合模型	李保国 段建南 195
14.1 耦合模型系统描述	195
14.2 SOLDEP 模型的初步应用及结果分析	200
14.3 结论	206
14.4 展望	207
参考文献	210
后记	220

第1章 绪 论

1.1 引言

全球变化与可持续发展是当今地学界研究的两大主题（陈述彭，1994），同时得到自然、社会多学科以及政府的普遍关注。全球环境变化引起地球生态环境的问题已深刻影响着人类社会经济的发展和寻常百姓的生活。可持续发展的思想核心是人与自然的协调发展，已成为当今社会各行业追求的主要目标，因为这些涉及到整个地球上的环境条件是否能够满足人类不断增长的生存之需，即人类是否可以在这个地球上生存下去的问题。

世界上一切都在变化。变化是一种不可抗拒的自然现象。但由于世界人口的增加，人类活动范围与强度的增大，使自然变化过程发生了偏移或改变，产生了一些不利人类生存的结果。但只要是人类干预的结果，那么人类本身就可能加以调节控制，使之朝着有利于人类发展的方向变化。

土壤圈是覆盖于地球表面和浅水底部的土壤所构成的连续体（或覆盖层）。它是地圈系统的重要组成部分，处于气圈、水圈、生物圈与岩石圈的界面，既是这些圈层的支撑者，又是它们长期共同作用的产物（赵其国，1994）。土壤圈犹如地球的地膜，在一定程度上类似生物体的生物膜，通过它与其他圈层之间进行着永恒的物质和能量的交换。因此土壤圈是整个陆地生物圈中最基本的成分，起着支持、调节和控制陆地生物圈的有机和无机过程的作用。土壤形成过程中的主要环境特征及其变化，通过土壤圈自己的性质反映和记录下来。每个土体都是过去和现在的大气、水、生物和岩石圈相互作用的记忆块（block of memory）（Arnold 等，1990）。土壤圈是生物圈—地圈系统的产物和记忆块，土壤变化是全球变化研究的重要组成部分。由此，可以认为土壤变化是指在气候因子的驱动下，在人类活动的影响下，在一定的地学因子条件下，以地质大循环和生物小循环为基本动力的区域土壤发育变化的过程。

在美国土壤学会的组织下，由土壤学各分支学科的知名科学家组成的专门委员会撰写的《基础土壤科学研究的契机》（斯波西托等著，陈杰等译，1995）一书中，提出基础土壤科学研究的目的是：为应用土壤学以及其他派生学科提出一个源源不断的知识库，让它们从中汲取应付和解决地区性乃至全球性农业、环境和城市问题的方法和途径。而这一主题的前提是：土壤资源及影响和制约其发展的各种内在过

程的特性；土壤在地球上水资源、化学元素、生物循环中的不可或缺的作用；以及土壤科学研究自身综合的、多学科的本质。Simonson (1991) 在题名为“土壤学——以后 75 年的目标”的文章里提出的 4 个长期目标中，着重强调指出“土壤学家必须进一步理解制约着土壤内在各种过程的基本规律”。因此，土壤发育过程变化的定量研究是人类生存和科学发展的迫切需要，也是土壤科学工作者义不容辞的职责。

我国的黄土高原是“中华民族的摇篮和古文化的发祥地”，开发历史长，人为作用深刻，环境破坏严重，生态系统脆弱，是我国北方主要的土壤侵蚀区。黄土高原在我国北方农业生产和环境治理中有重要的地位，是国土整治的重点区域，建国以来已投入了大量的智力和财力，许多科技工作者在那里开展了多方面的调查和试验研究工作，有多年的科学研究基础，积累了大量宝贵的试验数据。1985 年国家计划委员会又将“黄土高原综合治理”列入国家“七五”科技攻关计划，在黄土高原不同类型地区设立了 11 个综合治理试验示范区。从此，在黄土高原上开展了大规模多学科的深入系统的研究工作，并取得了丰富的成果。

黄土高原形成于地质历史上的干旱时期，沉积着深厚的第四纪松散粉砂物质。它以黄土发育最好、分布区域最广而举世闻名。随着历史的演变，黄土高原由森林草原广布、牛羊满地的肥美之地，变成森林稀少，支离破碎、沟壑纵横的梁、塬、峁、川黄土地貌。强烈的土壤侵蚀使它变成我国和世界上水土流失最严重的地区，也成为我国著名的多灾低产区，中低产田占耕地面积的 $3/4$ (杨文治和余存祖, 1992)。黄土高原土壤土层深厚，质地适中，透水性良好，易耕易改造，本身并无农业障碍性病因。由于自然地理上，黄土高原处在我国东部沿海平原暖湿季风气候向西北内陆高原干旱气候过渡地带，在气候干旱、水资源短缺、植被稀疏、水土流失严重等生态环境条件下和开发历史长、人类活动影响深刻、耕作管理粗放等社会经济条件下，形成了大面积以土体干旱、养分贫瘠、基础肥力低、抗逆性差、生产力不高为特征的中低产土壤。在黄土高原改造中低产土壤，实现土壤资源的持续利用，是解决当地粮食问题，改善生态环境，提高经济水平，实现生态和经济良性循环，走上可持续发展道路的潜力所在。因此，在我国西部大开发战略的实施中，治理开发中低产土壤，是改善黄土高原生态环境和社会经济状况的一个重要途径。

治理开发黄土高原中低产土壤，合理利用土壤资源，需要黄土高原土壤在开发利用中发育变化规律的知识保障。在土壤资源持续利用的研究中，仅重视某一地区土壤的物理、化学、生物或某些综合特性是不够的，更应注意对土壤变化及引起变化的各个过程的研究。从系统理论的观点来看，土壤是一个复杂的、多层次结构的、开放性的动态系统。在不同层次上土壤变化都是土壤中物理的、化学的、生物等的各个过程的综合体现。要深刻理解与预测土壤变化，做到对土壤变化的调控与土壤资源的持续利用，必须对土壤变化过程，即土壤的某一或某组特性或变量随时

间的变化进行定量化研究(李保国, 1995)。

随着现代科学技术突飞猛进地发展, 尤其是电子计算机处理信息技术异军突起及其应用的普及, 基于当代基础土壤科学研究的大量成果, 用数学模拟方法研究错综复杂的土壤过程, 已成为土壤过程定量化的重要研究手段。通过数学模拟, 可以从较大的时间和空间尺度上, 定量地描述土壤在各种条件下的发育变化过程, 预测未来发展趋势。它突破了常规实验研究方法的时空约束, 并能从中发现更多新的知识, 为人类合理利用土壤资源提供科学依据和可行的对策与措施, 调控土壤朝着有利于人类生存的方向发育, 以满足人类不断增长的需求, 这对全球变化与可持续发展的研究具有重大的理论和实践意义。

目前, 我国正处在一个经济发展的重要时期, 要用十分有限的耕地资源养活日益增长的人口的矛盾将会变得更加尖锐。尤其是具有 52 万 km^2 面积的黄土高原——我国乃至世界独特的地理区域(张维邦等, 1992), 正面临着水土流失、环境恶化、土地荒漠化、生态系统脆弱以及经济落后等方面的严峻问题。因此, 开展黄土高原土壤变化的研究不容怠慢。这对我们来说既是挑战, 同时又是机遇。

1.2 人类活动对土壤的影响

人类生活与土壤密切相关, 并依靠土壤而生存。土壤是最易被人类破坏的自然资源之一。无论是有意还是无意, 人类对土壤有着非常重要的影响。

自然环境中的土壤在五大成土因素的作用下, 朝着某一个方向发展及演变。自从人类活动介入之后, 其发展过程与方向受到了不同程度的干预并发生了变化。和当今的先进技术相比, 史前旧石器和中石器时期以狩猎采集为主的社会, 人类对土壤的影响是微不足道的。新石器时期, 人类开始畜牧业和种植业的生产(公元前 9 000—前 7 000 年)(徐旺生, 1994), 通过森林的砍伐和简单的耕作种植, 对土壤的发育在一定范围内产生了影响。到了青铜和铁器时期, 由于劳动工具的改善以及人口的增加, 进一步加速了森林的砍伐和农业基地的扩大, 对土壤发育产生了明显的影响。早先, 当人类还没有广泛分布各大陆时, 环境的变化与有人类之前还没有多大区别, 人类对土壤的影响也是局部的。后来, 当人口增加以及地球各大陆广泛被人类占据之后, 人类对环境的作用就明显扩展, 而且某些方面起着决定性作用, 导致自然环境加速度变化。尤其是近代, 一方面是技术的发展, 即工业和农业的发展, 另一方面是人口的急剧增加, 造成无论从空间方面还是从强度方面都显示出环境变化的加速度趋势。从而导致了土壤的全球变化, 主要表现为以下两方面:

一是土壤圈面积的变化。这是人类生存居住活动中的城市建设、交通道路、采矿、水利工程等, 造成土壤资源数量的永久性减少。

二是土壤演化或形成过程的变化。由于人类对土壤资源的利用, 导致土壤侵蚀、土壤盐渍化、土壤沙化、土壤肥力变化、水耕熟化、土壤污染和土壤退化。其

中又都包括土壤物理过程、化学过程和生物过程的变化。

人类活动对土壤发育过程的作用,按人类利害关系可划分为有利的和有害的两个方面(表1.1)。

表 1.1 人类影响五大成土因子所得的效果

(Bidwell 和 Hole, 1965)

	有利效果*	有害效果*
母 质	●增加矿质肥料 ●增积贝壳和骨骼 ●局部增积灰分 ●迁移过量物质如盐分 ●施用泥灰 ●施用淤积物	●动植物养分通过收获取走多于回收 ●施用对动植物有毒的物质 ●改变土壤组成足以抑制植物生长
地 形	●通过增加表层粗糙度,建造土地和创造结构以控制侵蚀 ●增积物质以提高土地高度 ●平整土地	●湿地开沟和开矿促其下降 ●加速侵蚀 ●采掘
气 候	●因灌溉而增加水分 ●人工降雨 ●工业经营者释放 CO₂到大气中,可能使气候转暖 ●近地面空气加热 ●用电、气或用热气管使亚表层热增温 ●改变表层土壤的颜色以改变反照率 ●排水迁移水分 ●风的转向	●土壤受到过分暴晒,扩大冰冻,迎风和紧实等危害 ●土地形成中改变外观 ●制作烟雾 ●清除和烧毁有机覆被
生 物	●引进和控制动植物的数量 ●运用有机体直接或间接增加土壤中的有机质,包括人粪尿 ●通过翻耕疏松土壤以取得更多的氧气 ●休闲 ●控制熏烧消灭致病有机体	●移走动植物 ●通过燃烧、耕犁、过度放牧、收获、加速氧化作用、淋溶作用减少有机质含量 ●增加或繁生致病有机体 ●增加放射性物质
时 间	●因增添新母质或土壤侵蚀而局部裸露,从而使土壤更新 ●排水开垦土地	●养分从土壤和植被中加速迁移,以致土壤退化 ●土壤居于固体填充物和水下

* “有利”和“有害”这些术语具有一种价值评定的意思,而表格显得过分简单化并有明显的倾向性,但是可以作为一种设计方案供讨论,为此介绍了这一表格。

人为引起的土壤变化在时间尺度上,具有指数函数特征(加速度的发展),它与人类发展的时间尺度是完全一致的。

1百万—2百万年前的旧石器至新石器时期由于弱的而且稀少的人类影响,土壤进行着较弱的逐渐变化;

约1万年前，农业文明的产生不仅在热带地区，而且扩展到温带和北方地区，土壤变化范围扩大，变化明显；

约300年前，大量的移民，干草原、湿草原、热带稀树草原的农业开发，市场农业的兴起；

约近150年，农业化学的发展和扩散；

约最近50年，以当代科学技术发展为基础的技术进步。

从影响作用方面来看，人为作用可分为直接影响和间接影响两个方面：

间接影响即通过其他介质来影响土壤，如通过大气圈、水圈、岩石圈和生物群的变化而影响土壤变化；

直接影响，包括机械作用、耕作、化学物质的施入、土壤扰动、污染和灌溉等带来的影响，这些影响直接导致了短期或长期的土壤变化，而且它们是所有当前土壤变化的主要动因。这些影响所产生的土壤变化过程代表了当前土壤正进行着的最重要的变迁。因此是土壤变化研究的主要内容。

黄土高原地区有4000~5000年的农业史，人类活动对土壤形成和演变方向的影响强烈。由于人们长期使用土粪，耕作熟化，使原来的土壤表层不断堆垫增厚，创造了具有疏松覆盖层的、上松下紧和保水保肥的优良农业土壤——塿土；由于长期引黄灌溉，淤积耕培形成了独特的灌淤土；由于人们通过修筑梯田，深耕施肥，变“三跑田”为“三保田”。相反，由于不合理灌溉，重灌轻排和大水漫灌等，使土壤产生盐渍化和沼泽化；还有由于不合理的垦殖，造成水土流失，使肥沃的黑垆土等侵蚀退化成母质特征明显的黄绵土或红土等。

在人类历史时期，由于违背自然规律，不合理地开发利用自然资源，使生态环境遭到破坏，从而引起灾难性后果的事例很多，我国黄土高原便是一个突出的典型。

相传黄帝陵以及尧、舜、禹、商的都城都在黄土高原上，陕西、山西、河南、宁夏、甘肃和内蒙古伊克昭盟等地都有极其丰富的古文化遗址以及许多罕见的文物古迹，便足以说明它的辉煌历史。这些古文明的诞生决不是偶然的，它有其客观的地理背景。大量史实说明，古代黄土高原有着广阔而茂密的森林和沃野，是一个山清水秀的优美的生态环境，利于人们生产、生活和繁衍，经济文化得以繁荣昌盛，从而创造了灿烂的文明。而如今黄土高原却成为举世闻名的黄土裸露、沟壑纵横、水土流失严重、生态环境恶劣的地方。黄土高原的生态环境在人类历史时期发生了巨大变化。大量事实证明，造成近两三千年来黄土高原大面积森林消失、生态环境恶化的主要原因是人为破坏。自秦汉以后，由于人口日益增多，中原内地与边疆少数民族之间的战乱不断发生，致使黄土高原的森林遭受越来越严重的破坏。人工毁林的方式很多，主要有战火焚毁，营造宫殿，樵采，毁林开荒等。这些人为破坏活动对黄土高原生态环境的恶化都有不同程度的影响。但是，战争破坏虽很严重，它