

# 黄土高原自然条件研究



罗枢运 孙逊 陈永宗  
陕西人民出版社

## 序 言

黄土高原是我们中华民族的发祥地。远在一百万年前，蓝田猿人以及丁村人，大荔人就生活在这个地区。著名的西安半坡氏族公社村落遗址和大地湾文化遗址，轩辕黄帝陵，也在黄土高原区内。商、周、秦、汉、唐时代，这里曾是我国政治、经济和文化的中心。在唐代极盛时期，其都城长安曾以其光辉灿烂的文化，影响着世界文明。

黄土高原又是中国人民革命的根据地。中国共产党曾在这里领导和指挥了抗日战争和解放战争，取得了赶走日本帝国主义、推翻压在中国人民头上的“三座大山”的伟大的历史性胜利。

黄土高原以其独特的自然景观和丰富的自然资源而驰名中外。这里既有世界地层发育最完整、厚度最大和面积连片分布的第四纪黄土，又有蕴藏量极大的煤炭资源，还有相当数量的石油。纵贯全境的黄河，水能资源十分丰富。黄土高原光照充足，气候温和，土地辽阔，发展生产的潜力很大。因而，她在我国的社会主义现代化建设中具有重要地位，正在并即将发挥巨大的作用。

大自然是慷慨的，它给了人类生存所必须的一切，但是，如果我们对自然资源利用不当，破坏了自然界物质和能量的相对平衡，就会遭到自然的无情惩罚。

黄土高原地势起伏大，沟深坡陡，土质疏松，暴雨频繁，新构造运动活跃。地质历史时期的自然侵蚀，加上封建社会大量砍伐树木，破坏草原，耕垦陡坡，过度放牧，使水土流失愈演愈烈。虽然还没有达到象古巴比伦文化毁灭的地步，但这里已成为世界上水土流失最严重的地区之一。那时，黄土高原到处是光山秃岭，地面支离破碎，土地贫瘠，人民贫困。

中华人民共和国成立以后，党和政府十分重视黄土高原治理和黄河下游河道治理，组织了大量的科学调查研究，投入了大量资金，开展了群众性的大规模水土保持工作。虽然黄土高原水土流失面积的17%已经初步治理，下游河道已有三十多年没有决口。但是，严重地水土流失仍妨碍着高原经济建设的顺利发展，威胁着下游人民的生命财产安全。要彻底改造利用、开发治理这块国土，根治黄河下游水患，仍任重道远。作为改造自然的“设计师”的地理工作者，应责无旁贷，积极投身于黄土高原国土整治的调查研究工作。

罗枢运、孙逊、陈永宗同志合写的这《黄土高原自然条件研究》，为黄土高原综合治理提供了许多有益的资料和见解。这本书是黄土高原区域自然条件方面的第一部著作。书中比较系统地搜集了该区的自然地理资料，不仅分别论述了黄土高原地貌、气候、水文、土壤、植被等自然地理问题，并对自然地理综合区划和水土保持进行了专门探讨。这些对生产、教学、科研都很有价值。

黄土高原不仅有如何治理和开发、利用的问题，还有不少学术问题需要深入探讨。

对这类问题，本书作者也简述了自己的观点，可供各方面有关学者继续深入讨论。

这本书虽是一本自然地理专著，但对在自然地理研究中运用人文地理的观念，也给予了较大的注意，从而克服了那种自然地理学家只追求探索自然规律，不注意社会经济因素的缺点。这是在今后自然地理研究中应该提倡的。

一、象黄土高原这样独具特色的自然地理区，我国还有很多，如黄淮海平原、青藏高原、西北内陆干旱区、南方山地和亚热带地区等等。这些地区，有的研究尚少，有的已进行了大量研究，积累了不少资料，但有的还未系统总结出版，需要进一步努力，已经整理出版的区域地理著作，或者资料已经陈旧，或者观点需要商榷，要在理论上和方法上提高，更新资料。我们希望今后能读到更多既有丰富资料，又有系统分析，能更好地为“四化”建设服务的区域地理著作，让祖国科学园地中的地理花朵，开放得更加灿烂夺目。

中国科学院地理研究所  
研究员 赵松乔  
副所长 孙惠南  
1984年6月于北京

（以下文字因图像模糊，内容难以辨识，推测为书籍正文或前言的后续部分）

## Physical Geography of the Loess Plateau

### "Abstract"

The Loess Plateau is bounded by the Great Wall on the north, the Chingling Mountains on the south, the Taihang Mountains on the east, and the Chilian Mountains on the west. In this plateau the loess covering 460000 square kilometres. It is the world's largest Loess Plateau.

The physical landscape of the Loess Plateau constitutes one of the most important part of the Chinese regional physical geography. The Loess Plateau is well-known to the world for its thickness of a layer of loess which constitutes the surface of plateau, the thickness attained to 100-200 meters, and in some places its thickness attained 300 meters.

This book includes eight chapters. At first it gives a brief introduction about situation, bounding, and basic features of the plateau. Then it states in order how the Various elements which constructure the physical landscape of Loess Plateau are formed, it states characteristics and structures of these elements and the law of their distribution.

The seventh chapter of the book expounds and analyzes the causes, ways, types and results of the soil erosion in the Loess Plateau. It also gives a brief introduction about technological measures of preventing the soil erosion.

The book concluded with a detailed exposition and discussion about land types, regionalization, estimation of land resources and reasonable utilization of land.

# LOESSIAL PLATEAU

## Contents

- Chapter 1. Geographic Setting and Characteristic.**
- Chapter 2. Geomorphology.**
- 1) **Geologic Basis.**
  - 2) **Loess and Its Accumulation Environment.**
  - 3) **Mountain Geomorphology.**
  - 4) **River Valley Geomorphology.**
  - 5) **Loessial Geomorphology.**
  - 6) **Geomorphic Provinces.**
- Chapter 3. Climate.**
- 1) **Climate Forming Factors.**
  - 2) **Climatic Characteristic.**
- Chapter 4. Hydrologic.**
- 1) **Fundamental Characteristic of River Runoff.**
  - 2) **Common Law of River Sediment.**
  - 3) **River Hydrochemical Characteristic.**
  - 4) **Hydrographic Characteristic of Main River.**
  - 5) **Fundamental Law of Ground-Water Distribution.**
- Chapter 5. Vegetation.**
- 1) **Vegetational Common Characteristic at Loessial Plateau.**
  - 2) **Vegetational Form.**
  - 3) **Vegetational Province.**
- Chapter 6. Soil.**
- 1) **Main Characteristic of Soil Forming Process**
  - 2) **Soil Geographic Distribution and Soil Covering Structure.**
  - 3) **Soil Type.**
- Chapter 7. Soil Erosion and Its Contron.**
- 1) **Fundamental Case of Soil Erosion and Characteristic.**
  - 2) **Soil Erosion Endanger.**
  - 3) **Soil Erosion Type.**
  - 4) **Erosion Fashion.**
  - 5) **Influence Modern Erosion Factors.**

- 
- 6) Erosion type Distribution.
  - 7) Soil Conservational Technical Method.

**Chapter 8. Physical Geographic Province.**

- 1) Land Type.
- 2) Physical Geographic Province.
- 3) Physical Geographic Province Summarize at All Levels.

## 目 次

第一章 地理位置和特征	( 1 )
第二章 地貌	( 4 )
一、地质基础	( 4 )
(一) 大地构造轮廓	( 4 )
(二) 新构造运动特点	( 5 )
二、黄土和黄土堆积环境	( 7 )
(一) 黄土堆积	( 7 )
(二) 黄土堆积前的古地貌	( 11 )
(三) 黄土堆积过程中的气候变化	( 14 )
三、山地地貌	( 16 )
(一) 周边山地	( 16 )
(二) 黄土高原上的山地	( 19 )
四、河谷地貌	( 21 )
(一) 黄河	( 21 )
(二) 黄河主要支流	( 26 )
五、黄土地貌	( 30 )
(一) 基本特征	( 30 )
(二) 主要侵蚀类型	( 32 )
(三) 黄土地貌的空间分布特点	( 34 )
六、地貌分区	( 38 )
(一) 西峰、洛川黄土塬区	( 39 )
(二) 陇东、陕北、晋西黄土丘陵区	( 40 )
(三) 陇中、宁南黄土丘陵区	( 40 )
(四) 陕北沙盖黄土丘陵坳地区	( 41 )
第三章 气候	( 42 )
一、气候形成的因素	( 42 )
(一) 地理环境	( 42 )
(二) 大气环流	( 43 )
(三) 太阳辐射	( 44 )
二、气候特征	( 50 )
(一) 气温	( 50 )
(二) 土壤温度	( 62 )

(三) 降水	(66)
(四) 湿度、云量和日照	(82)
(五) 风	(87)
(六) 干旱	(90)
<b>第四章 水文</b>	(100)
<b>一、河流径流的基本特征</b>	(100)
(一) 影响径流形成的主要因素	(100)
(二) 地表径流的分布规律	(101)
(三) 径流的年内分配	(102)
(四) 径流的年际变化	(104)
<b>二、河流泥沙的一般规律</b>	(108)
(一) 河流泥沙的形成	(108)
(二) 水蚀模数的地区分布	(109)
(三) 河流泥沙的年内变化	(110)
(四) 河流泥沙的年际变化	(113)
(五) 人类活动对泥沙成因的影响	(114)
<b>三、河流水化学特征</b>	(116)
(一) 河流水的矿化度及化学类型	(116)
(二) 河流矿化度及化学组成的地域性差异	(117)
(三) 河流水化学性质的年内变化	(121)
(四) 矿化度与主要离子间的数量关系	(123)
(五) 黄土高原河流水的硬度	(124)
(六) 黄土高原河流的离子径流	(126)
<b>四、主要河流水文地理简况</b>	(128)
(一) 黄河	(128)
(二) 渭河	(130)
(三) 汾河	(132)
(四) 北洛河	(134)
(五) 延河	(135)
(六) 无定河	(136)
<b>五、地下水分布的基本规律</b>	(137)
(一) 黄土层中地下水赋存规律	(138)
(二) 河谷冲积洪积层中地下水赋存规律	(141)
(三) 基岩裂隙水及岩溶裂隙水赋存规律	(142)
<b>第五章 植 被</b>	(144)
<b>一、黄土高原植被的一般特征</b>	(144)
<b>二、植被类型</b>	(146)
(一) 森林	(146)



(二) 草 原·····	(156)
(三) 灌丛和灌草丛·····	(163)
三、植被分区概述·····	(168)
(一) 晋南、关中落叶阔叶林灌丛区·····	(168)
(二) 晋中落叶阔叶林灌草丛区·····	(168)
(三) 渭河上游、洮河森林草原灌丛区·····	(169)
(四) 陕北南部、晋西森林草原区·····	(169)
(五) 陕北北部、晋西北草原化森林草原区·····	(170)
(六) 陇东干草原区·····	(170)
(七) 陇中南部灌木干草原区·····	(170)
(八) 陇中北部荒漠草原化草原区·····	(171)
(九) 内流荒漠化草原区·····	(171)
(十) 长城沿线风沙草原区·····	(171)
(十一) 雁北灌木草原区·····	(172)
(十二) 黄河北岸荒漠草原区·····	(172)
(十三) 吕梁山灌丛草原森林区·····	(173)
(十四) 太行山落叶阔叶林、灌草丛区·····	(173)
(十五) 六盘山灌丛草原区·····	(173)
(十六) 秦岭北坡森林区·····	(173)
<b>第六章 土 壤</b> ·····	(175)
一、土壤形成过程的主要特点·····	(175)
(一) 风化壳和土壤地球化学的基本特点·····	(175)
(二) 土壤有机质累积的特点·····	(180)
(三) 人类生产活动对土壤形成的影响·····	(182)
二、土壤地理分布与土被结构·····	(184)
(一) 土壤带的地理分布·····	(184)
(二) 山地土壤的垂直分布·····	(185)
(三) 岩成土壤的分布·····	(185)
(四) 水成、盐成土壤的分布·····	(185)
(五) 各土壤带的土被结构·····	(187)
三、土壤类型·····	(188)
(一) 褐 土·····	(188)
(二) 黑垆土·····	(193)
(三) 灰钙土·····	(198)
(四) 淡栗钙土·····	(200)
(五) 垆土·····	(201)
(六) 黄绵土·····	(208)
(七) 风沙土·····	(215)

(八) 草甸土、淤土、沼泽土.....	(218)
(九) 盐渍土.....	(219)
(十) 灰褐土.....	(224)
(十一) 山地棕壤.....	(225)
<b>第七章 水土流失及防治</b> .....	(226)
一、水土流失的基本情况和特点.....	(226)
二、水土流失的危害.....	(230)
三、土壤侵蚀类型.....	(231)
(一) 水力侵蚀类.....	(231)
(二) 潜蚀类.....	(231)
(三) 重力侵蚀类.....	(232)
(四) 风蚀类.....	(232)
(五) 人为侵蚀类.....	(232)
四、侵蚀方式.....	(233)
(一) 沟间地.....	(233)
(二) 沟谷地.....	(233)
(三) 侵蚀方式垂直分布带.....	(234)
五、影响现代侵蚀的因素.....	(235)
六、侵蚀类型分布.....	(240)
七、水土保持技术措施.....	(241)
(一) 生物措施.....	(241)
(二) 工程措施.....	(244)
(三) 耕作措施.....	(248)
<b>第八章 自然地理分区</b> .....	(250)
一、土地类型.....	(250)
(一) 土地分类.....	(250)
(二) 土地类型概述.....	(251)
二、自然地理分区.....	(254)
三、各级自然地理区概述.....	(257)
(一) 晋南、关中暖温带落叶阔叶林灌丛褐土、垆土带 (I).....	(257)
(二) 渭北、晋中暖温带落叶阔叶林、森林草原褐土、粘黑垆土带 (II).....	(269)
(三) 陕北高原暖温带草原化森林草原、干草原黑垆黄土绵土带 (III).....	(281)
(四) 陇中南部温带森林草原暗黑垆土带 (IV).....	(292)
(五) 温带干草原、草原化荒漠草原淡栗钙土、灰钙土带 (V).....	(294)
(六) 黄河西北岸温带荒漠草原灰钙土带 (VI).....	(306)
后记.....	(313)

## 第一章 地理位置和特征

黄土高原位于中纬度我国大陆的中北部，东西纵贯经度 $13^{\circ}20'$ （东经 $101^{\circ}10'$ — $114^{\circ}30'$ ），南北横跨纬度 $6^{\circ}25'$ （北纬 $33^{\circ}50'$ — $40^{\circ}15'$ ）。东起太行山与华北平原相邻，西迄乌鞘岭，日月山同青藏高原连结，南以秦岭和伏牛山为界，北到长城一线与鄂尔多斯高原腾格里沙漠相连，东北一隅则以外长城为界并包括内蒙古自治区的和林格尔、准格尔两旗与清水、丰镇两县的一部分地区。在行政疆域上，跨青海、甘肃、宁夏、内蒙、山西、陕西及河南七省（区）、太原、阳泉、大同、西安、铜川、兰州、西宁七个省辖市和243个县（市、旗、镇、区），总面积48.4万平方公里（7.26亿亩），其中农业耕地约1.8亿亩，占总面积25%（图1-1），位于中国地形的第二级阶梯，总的地势是西部和北部海拔高，东南部海拔低，高原一般均在海拔1000—1500米以上，少数石质山岭在海拔1500—2500米以上，河谷平原多在海拔500米上下。

黄土高原是我国黄土分布最典型的地区。陇中（甘肃省六盘山以西的地区）、陇东（甘肃省六盘山以东的地区）、宁南（宁夏回族自治区南部六盘山区的七个县）、陕北（陕西省北山以北的地区）、晋西（山西省吕梁山以西的地区）是黄土堆积的核心地区，通常把这些地区叫做典型黄土高原。因为在上述地区，第四纪地层发育完全，从早更新世到全新世的黄土堆积较完整；黄土覆盖面积广，呈连续分布；黄土堆积厚度一般为100—200米，最大厚度可达300米左右；黄土塬、梁、峁、土柱、陷穴与黄土桥等地貌发育典型。其它地区，如山西中部盆地和东部山地、关中平原、豫西黄土丘陵、湟水、大夏河及洮河等流域与核心地区相比，或黄土分布不连续，黄土厚度偏薄；或黄土地层发育不完全。但这些地区的自然景观与典型黄土高原自然景观极其类似，故仍属于黄土高原范围。

黄河上游从青海省贵德县至宁夏南部清水河汇入黄河的这一段流域，流经黄土高原西部地区，包括主要支流湟水、庄浪河、大夏河、祖厉河、洮河岷县以下及清水河同心以上的流域地区，面积116,000平方公里，约占黄土高原面积四分之一。黄河中游及其主要流水系：渭河、泾河、北洛河、延河、无定河、汾河、沁河及山陕峡谷的大小支流，都集中在黄土高原，上述支流的流域面积约占黄土高原总面积的65%。所以，黄河中游流域地段构成了黄土高原的主体。

黄河是举世闻名的多泥沙河流，在河南陕县（黄河中游末端水文站）的多年平均输沙量为16亿吨，平均含沙量38公斤，平均侵蚀模数为3100吨/平方公里·年。在这16亿吨泥沙中，来自黄河上游的为1.67亿吨（据黄河上游末端河口镇，水文站资料），占陕县总输沙量的10.5%，其余89.5%的泥沙，即14.33亿吨都来自黄河中游各个支流水系。其中河口镇至龙门一段的山陕峡谷流域区，面积126,572平方公里，占陕县年输沙量的56.5%，龙门以下一段的流域区，即泾河、渭河、北洛河等支流流域区，面积131,652平方公里，其输沙量约为陕县年输沙量的30%。前者属于陕北北部和晋西地

黄土高原区图

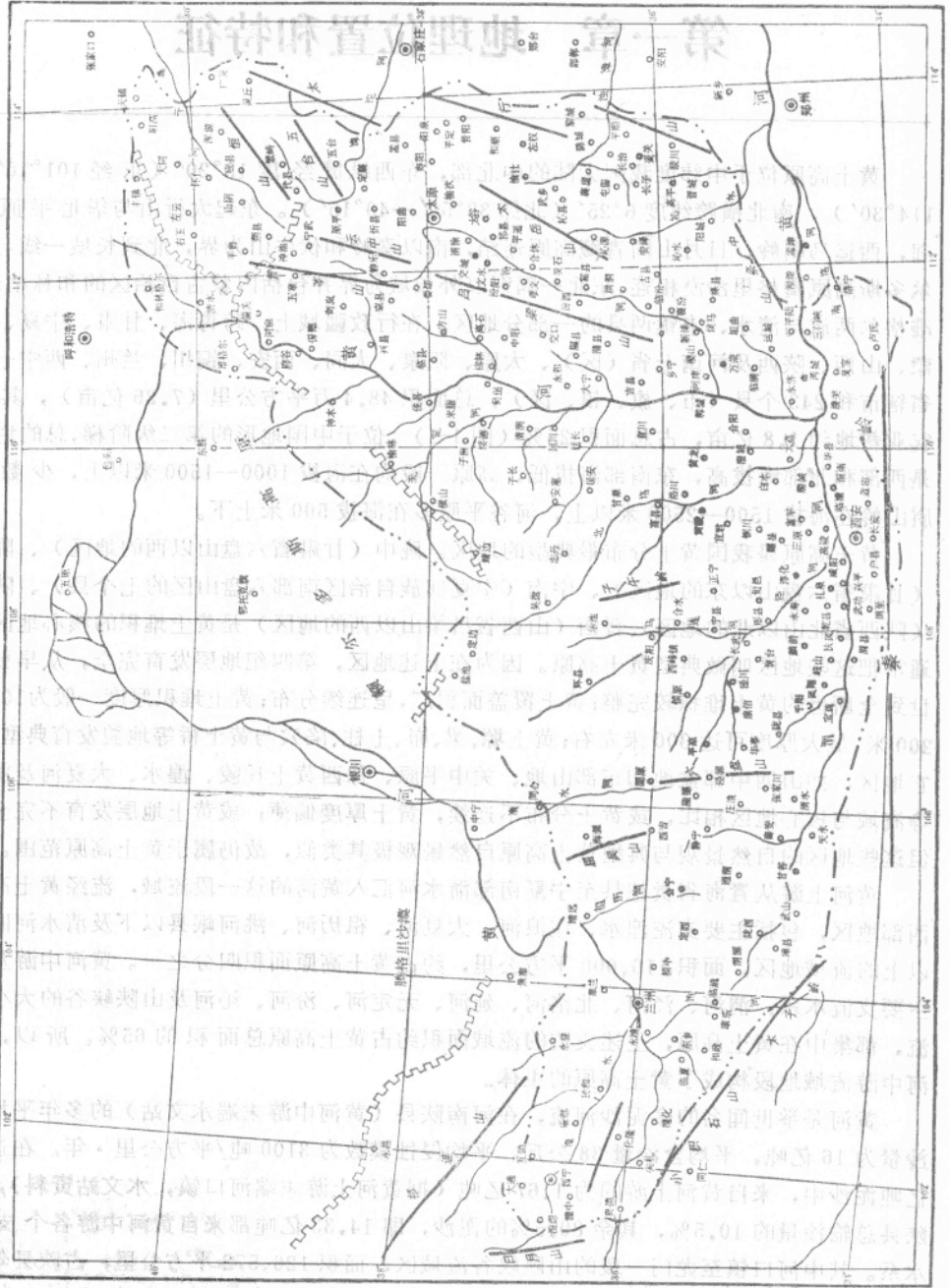


图 1-1 黄土高原区图

区；后者属于陕北南部、渭北、陇东地区。上述地区正是黄土高原黄土堆积的核心地区，也就是典型黄土高原地区。据黄土高原地貌分区，陕北北部和晋西地区，以黄土梁、峁地貌为主，为黄土丘陵沟壑区；陕北南部、渭北和陇东地区，以黄土残塬和梁状地貌为主，为高原沟壑区。上述黄河中游各段的输沙量表明，丘陵沟壑区的产沙量远远大于高原沟壑区。丘陵沟壑区的侵蚀模数一般约为10000—25000吨/平方公里·年，个别流域的某一段，如窟野河神木县以下的侵蚀模数高达39000吨/平方公里·年，高原沟壑区的侵蚀模数，除个别小流域为5000—10000吨/平方公里·年外，一般都低于5000吨/平方公里·年。可见黄河的泥沙绝大部分来自黄河中游地区的黄土高原，其中陕北北部、晋西黄土丘陵沟壑区产沙量最多，约占陕县输沙总量的1/3。也就是说，陕北北部和晋西黄土丘陵沟壑区是黄土高原水土流失最严重的地区。黄河中游地区水土流失严重的123个重点县，这里就占了1/3。丘陵沟壑区水土保持试验站实测资料表明，在丘陵沟壑区，沟间地与沟谷地土壤侵蚀量之比，约为2:8—3:7，也就是说，土壤侵蚀量主要来自沟边线以下的沟谷。高原沟壑区的土壤侵蚀虽远比丘陵沟壑区轻微，但高原沟壑区的土壤侵蚀量85%来自塬边线以下的沟谷。因沟头扩展，迫使塬面后退，逐渐由锯齿状残塬向梁发展。因此，黄土高原区的土壤侵蚀主要来自沟谷地，高原沟壑区尤其如此。

在我国暖温带地区，春旱与初夏旱是东亚大气环流季风气候的一个自然特点，黄土高原比其东翼的华北平原表现更为突出。从气候学的观点来看，干旱乃是年、月或季的降水量低于同期的蒸发力。而从农业的角度来看，则表现为农作物生长期或生育的各个阶段缺水，产生生理干旱受害。所以，干旱是一种复杂的农业自然现象，有时还受作物布局、轮作倒茬制的影响。

黄土高原是我国华北自然地理区的重要组成部分。在我国热量带与干湿区的划分中，黄土高原大部分地区处于暖温带半湿润、半干旱气候区中，一部分地区位于中温带半干旱气候区，高原西北一隅则位于中温带干旱气候区。这种由水热条件组成的地域分异规律十分明显，代表自然环境分布特征的土壤、植被的地域分异规律也相应显著。因此，全区从东南部向北部和西北部依次有关中、晋南和晋东南暖温带半湿润落叶阔叶林褐土带的自然地理特征，渭北和晋中暖温带半干旱、半湿润森林草原普通褐土、粘黑垆土带的自然地理特征，陇中南部、陇东、陕北和晋西暖温带半干旱干草原和森林草原黑垆土的自然地理特征，陕北长城沿线、雁北地区中温带半干旱干草原栗钙土带的自然地理特征，陇中北部中温带干旱荒漠草原灰钙土带的自然地理特征。黄土高原大部分地区属于干旱和半干旱的草原带，只有东南一隅属于半湿润落叶阔叶林带，半湿润、半干旱的森林草原带空间分布并不广。这些地带性植被本身就反映了它们的生态环境特征，在这样特定的生物地理条件下，形成了黄土高原独立的地域自然生态系统和土地结构。黄土高原的生态系统和土地结构复杂而不稳定，由于自然和人为的原因，历史上经常发生极为严重的水土流失和干旱灾害，而且连年不断，严重地影响农、林、牧业生产的发展。要治理这个地区严重的水土流失、干旱和其它局部性自然灾害，改变现有的恶性循环，建立新的生态平衡和土地利用结构，提高全地区的生物产量，必须研究这个地区生态系统和土地结构的各个自然地理要素，综合结构、功能及演变规律，从而制定改善生态系统和土地利用结构的区划，因地制宜，发展农、林、牧、副业。

## 第二章 地貌

### 一、地质基础

#### (一) 大地构造轮廓

黄土高原地跨华北陆台与祁连—秦岭地槽两个大地构造单元，二者界线大致在青铜峡至宝鸡一线。此线以东属于华北陆台西部，以西为祁连地槽东部。其构造格局恰好包括在李四光所说的祁吕贺山字型构造的大部和陕南山字型构造的一部分内(图 2-1)。

华北陆台是我国最古老的陆台之一，基底层由太古代及元古代变质岩组成。该陆台

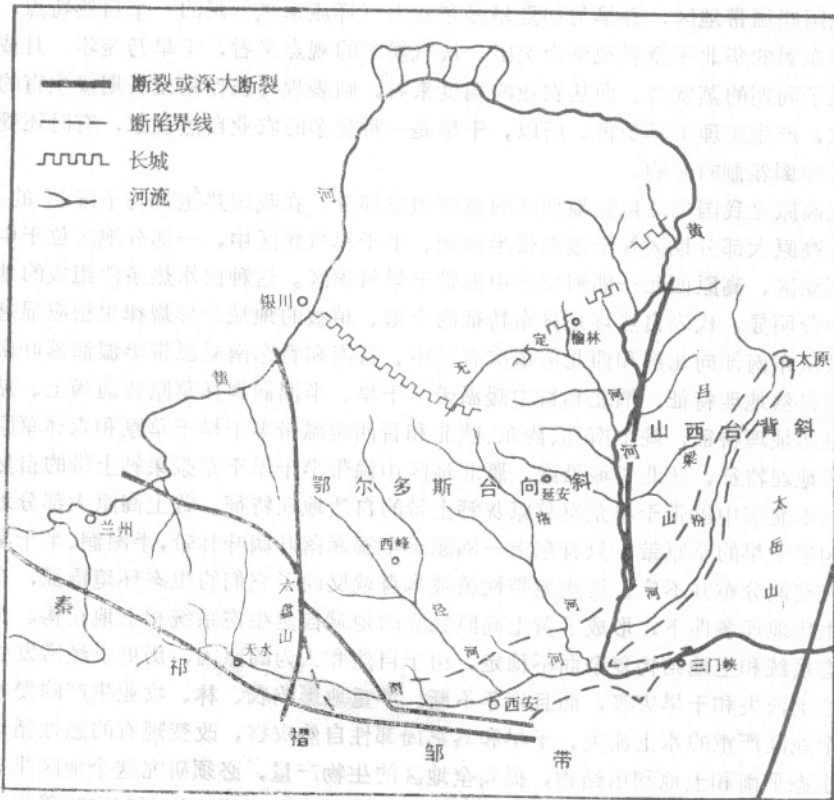


图 2-1 黄土高原大地构造略图

开始形成于吕梁运动，后经上元古代和古生代沉积加厚和固结硬化，稳固性增高，成为我国稳定性最好的陆台。在加里东、海西和燕山各期的造山运动过程中，华北陆台受到构造变动，发生断裂和隆起、盖层褶皱，分化为若干次级构造单元，属于黄土高原范围的主要有山西台背斜和鄂尔多斯台向斜。

山西台背斜大致包括太行山以西、吕梁山以东地区，北接燕山，南界秦岭。五台山为该台背斜上最古老的山系，其东支太行山和西支吕梁山均为背斜山地，二者之间属于向斜下凹部分。下凹部分里堆积了厚层上古生代及其以后的陆相碎屑物质。受断裂构造影响，向斜部分有的以断块形式隆起成山，如太岳山、稷王山等，有的则下陷为谷，或成为山间盆地，最著名的是晋中大断谷。该断谷南端与大体呈东西向延展的渭河断谷相通。

鄂尔多斯台向斜的范围较广，西至贺兰山、六盘山，东抵吕梁山，北连犬青山，南达秦岭，大致在长城一线以南属于黄土高原范围。鄂尔多斯台向斜在上古生代及中生代为一构造盆地，其中堆积了巨厚的上古生代及中生代陆相地层，以砂页岩为主，新生代地层以三趾马红粘土和黄土最典型。除边缘地带外，该台向斜的中部几乎没有褶皱，岩层仅有平缓倾斜，也没有断块山和小型断陷盆地，这是它和山西台背斜的最大区别。其南部渭河谷地断裂下沉，成为黄土高原主要河流的汇集区。

山西台背斜和鄂尔多斯台向斜经历了长期构造变动，燕山运动和喜马拉雅运动对它的影响最大。燕山运动使之抬升，遭受剥蚀，所以它们多缺失老第三纪地层。不过，此时黄土高原的古地貌轮廓仍和现在不同，及至早期喜马拉雅运动，汾渭谷地强烈下陷，六盘山褶皱隆起，著名的祁吕贺山字型构造最后完成，这才奠定了黄土高原今日地貌的基本格局。

秦岭——祁连地槽早在华北陆台形成初期已经存在，它是太平洋板块和印度板块之间的边缘海域。早古生代，印度板块向华北陆台俯冲，使秦祁陆缘地槽受挤，褶皱隆起，成为北西西——北西向的秦祁加里东褶皱带。晚古生代到中三叠纪的造山运动使西秦岭褶皱成山和隆升，至此全区完全脱离海域环境，以后则是山地遭受剥蚀，山间盆地接受陆相堆积，一直延续到第四纪。

近于南北向的太行深大断裂和贺兰——六盘深大断裂，以及大体西北——东南向的秦祁深大断裂，对黄土高原的地貌结构有深刻影响，各地质阶段的地壳升降，都受这两组大体呈“X”型的断裂控制。近期的构造运动在断裂两侧又表现出明显差异，华北平原下沉，黄土高原抬升；黄土高原内部各地的抬升量又互有差异。

## (二) 新构造运动特点

黄土高原新构造运动的继承性特点明显。陆台区和地槽区继续抬升，断陷谷地继续下沉，在总体抬升的地区，抬升过程间歇进行。从河流下切深度判断，第四纪黄土高原的总体抬升约 200—300 米。六盘山是一个抬升幅度较大的地区，抬升量估计超过 300 米，近期仍以每年 20 毫米的速度上升，是黄土高原的抬升中心。另外几个上升中心分别是：陇中华家岭地区，陕北白于山和伊克昭盟隆起，渭河北山地区。由于华家岭上升较快，形成祖厉河水系与渭河水系的分水岭；白于山成为陕北主要河流的发源地。其南

坡的河流深切于基岩中 100 米左右，向南逐渐减少到 50—80 米，山的北坡地势相对高差较小，仅 100—200 米，河谷底部出露白垩纪地层。渭河北山抬升区向东与龙门山大断层相连，此处黄河阶地有向上游反倾斜的现象，六盘山以西的天水地区抬升量也较大，河流从甘肃系地层中下切 200—250 米。

从时间上看，更新世不同阶段的抬升幅度不等，其中中更新世末和晚更新世末的上升幅度最大，上升量分别为 50—60 米和 60—80 米（陕北延河流域），黄河峡谷地区，以晚更新世末上升强烈。

汾渭盆地是黄土高原的主要下沉区，盆地内部各地的下沉幅度差异较大，总的特点是汾河谷地下沉量小于渭河谷地。渭河盆地的下沉中心与第三纪的基本吻合，有两个，一个在西安附近，下沉幅度近 1000 米；另一个在固市附近，下沉幅度近 1300 米，二者之间夹横穿盆地的临潼隆起。临潼隆起区更新世地层平均厚 730 米，全新世地层平均厚 16—19 米。固市强烈下沉区向东，隔潼关横向隆起与黄河谷地下沉区相接。渭河盆地的基底隐伏一系列走向不一的断裂，它们的活动性控制着不同部位的沉降量，由于盆地强烈下沉，在其北部牵引产生了一系列北东东向的正断层，呈阶梯状错落，它们在第四纪的活动性，给渭河盆地新构造运动更增加了差异性的特点。总的来说，渭河盆地的新构造运动十分强烈，这正是这个地区地震频繁的原因。

汾河盆地的新构造下沉量以太谷盆地最大，达 500 米以上，临汾盆地次之，约 300 米，二者之间隔灵石隆起。临汾盆地向南，隔稷王——孤峰隆起与运城盆地相接。运城盆地的第四纪下沉量约 400 米。第四纪不同时期沉积中心位置的迁移情况说明，控制盆地基底活动的断裂构造，不同时期的活动性不等。

地震是现代构造运动活动的重要标志。由于有几条深大断裂穿越，所以黄土高原是我国除滇藏、新疆之外的主要地震活动区，近千余年来，本区共发生八级以上地震 4 次（1556 年 1 月 23 日，华县；1695 年 5 月 18 日，临汾；1303 年 9 月 17 日，洪洞；1920 年 12 月 16 日，海原），七—八级地震 16 次，六—七级地震 30 次（表 2-1）。强地震区主要发生在汾渭盆地和六盘山两侧，显示这两个地区是地应力场集中的地区。兰州和天水一带也发生过七级地震，与秦祁大断裂有关。渭河北山以北的鄂尔多斯台向斜区，基本上没有强地震发生。

表 2-1 黄土高原地震 ( $M \geq 4$ ) 统计表

发震次数(次)	时段			发生地点
	公元前—1900年	1900—1949年	1950—1979年	
震级				
$4 \leq M < 6$	67	6	47	
$6 \leq M < 7$	27	3	0	西安、平遥、平陆、介休、天水、甘谷、武山、康乐等。
$7 \leq M < 8$	15	1	0	朝邑、忻县、定襄、崞县、代县、会宁、固原、兰州、中宁、天水、通渭。
$M \geq 8$	3	1	0	华县、洪洞、临汾、海原。



## 二、黄土和黄土堆积环境

地球陆地表面约有10%的面积为黄土覆盖，其中我国分布最广，约63万平方公里。我国又是黄土厚度最大、地层发育最完整的国家，黄土主要分布在黄河中游的黄土高原地区。黄土高原的黄土与这个地区的经济建设关系十分密切，并对当地的自然地理环境和黄河下游地区产生了深刻影响。

### (一) 黄土堆积

#### 1. 黄土的时代和地层划分

关于黄土高原黄土的地层划分和时代，最初F. V. 李希霍芬(1877年)把新第三纪含有三趾马动物化石的红粘土包括在黄土层中；以后，J. G. 安特生(1923年)认为黄土应指颜色淡黄、质地疏松的物质，将黄土与三趾马红土分开。德日进和杨钟健(1930年)进一步把黄土分为黄土及红色黄土，并把红色土分为A、B、C三层，最上部的黄土可与北京西山斋堂马兰沟堆积台地形成的时代对比，定为晚更新世，即马兰黄土。马兰黄土和红色黄土的名称沿用了很长。1956—1957年刘东生将马兰黄土及其以后的黄土称为新黄土，以前的称为老黄土，并分别把新黄土和老黄土分为上下两部分。新黄土上部为全新世堆积，下部与马兰黄土相当；老黄土上部属中更新世，下部为早更新世(与三门期堆积相当)。这种划分虽比以前进步，但与一般的地层命名方法不同。经过进一步探讨，刘东生等又根据在山西午城镇柳树沟实测的标准剖面，把老黄土下部改称午城黄土，老黄土上部改为离石黄土下部( $Q_2^1$ )和上部( $Q_2^2$ )。据古地磁和热释光测定，午城黄土顶部形成于66.6万年，其下为松山负极性期，以上为布伦赫斯正极性期；离石黄土下部顶层的年龄为18.1万年，上部为18.1—7.1万年；马兰黄土为7.1—1.0万年。

刘东生等划分黄土地层时代的依据，除少量化石和岩石学特征外，一个重要的标志是根据黄土层中夹的古土壤(即红色条带)和保留在黄土剖面中的侵蚀面。他们把剖面上部第一层古土壤以上的地层划为马兰黄土，第一层向下至第五层(实为三层古土壤密集层)之间的地层定为离石黄土上部( $Q_2^2$ )，以下至午城黄土的层次为离石黄土下部( $Q_2^1$ )。对此，张宗祜持不同观点，认为红五条至红一条为晚更新早期( $Q_2^3$ )，以上为晚更新世晚期( $Q_2^4$ )。这个分歧，目前还未取得一致意见。

刘东生等早期划分的马兰黄土中包括含有黑垆土的黄土。据最近的孢粉和 $C^{14}$ 分析资料，黑垆土以上的黄土属全新世沉积，这就确定了黄土堆积在全新世仍在进行。全新世黄土的厚度不大，一般为1—3米，最厚不超过5米。

关于黄土的成因曾有不同见解，如风成说、洪积说、残积说等，目前风成说得到更多的资料支持。从黄土风成的观点出发，可将它分为“原生黄土”和“次生黄土”，次生黄土又叫黄土状土。这种划分虽有地层学意义和实践意义，但是否存在未经其它外力改造的黄土，值得怀疑。因为，风力从高空将黄土物质带到黄土区后，在其堆积过程中不可避免地要参与流水的作用，仔细观察梁峁上的黄土剖面，会发现其中有微细层