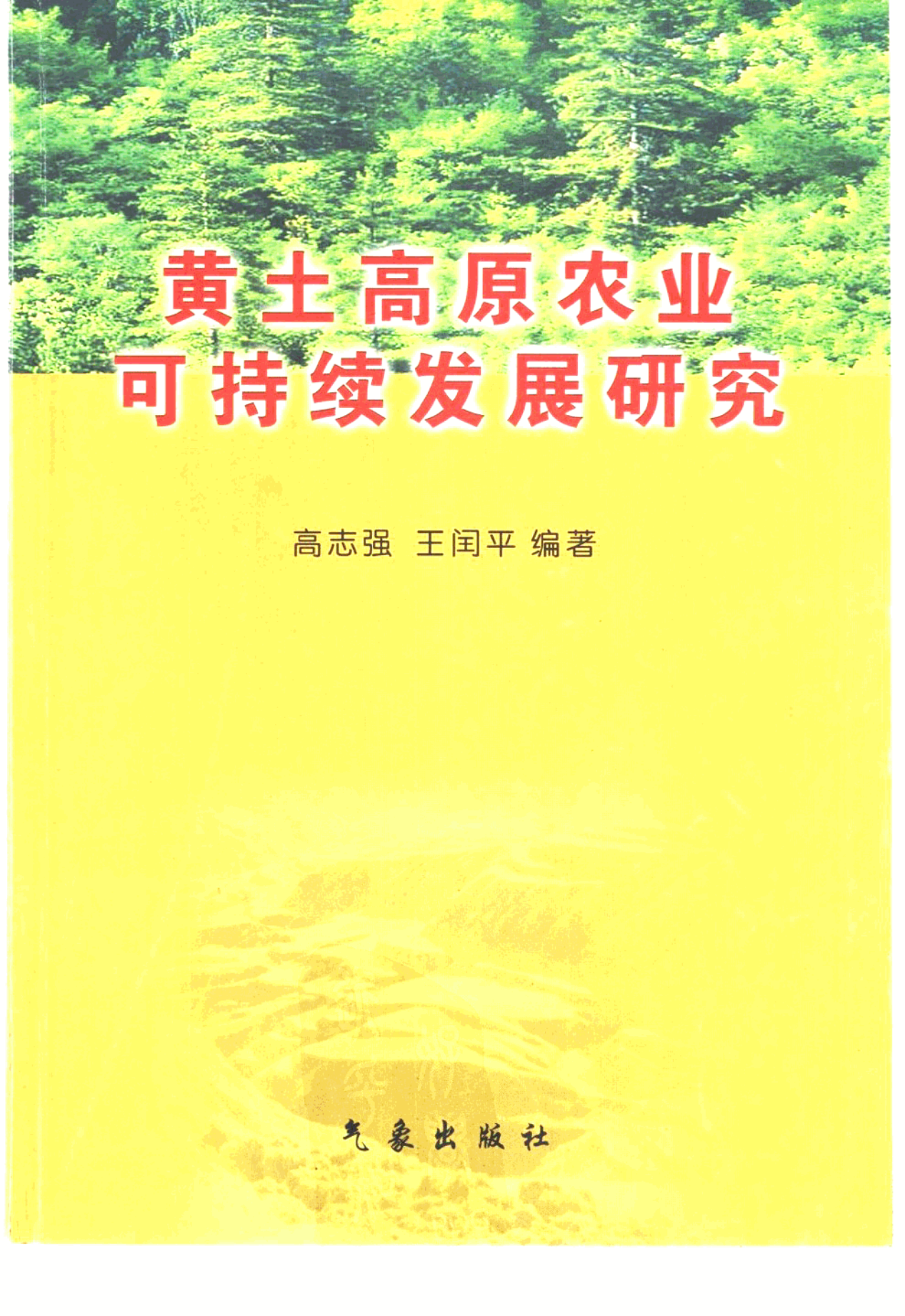




黄土高原农业 可持续发展研究

高志强 王闰平 编著

气象出版社

前 言

本书是以农业部中华农业科教基金项目研究报告编写而成的，在课题的实施过程中，得到了山西农业大学黄土高原作物研究所师生的大力支持，在此表示感谢！

水土流失、干旱缺水、人口压力增大、自然资源无序经营及农业产业化程度低等是黄土高原农业可持续发展的重要制约因子。水土流失造成耕地面积萎缩、土地生产力下降，加之人口压力增大，从而刺激人们为了生存而滥垦乱伐；自然资源的破坏又致使水土流失更加严重、生态环境更加恶化，农业生产基础更加脆弱；农业经营的低层次、低效益使农民无力增加对农业的投入，也无法改善生态系统恶性循环的现状；这几个因素又互相刺激形成刚性，从而给农业的可持续发展造成重大障碍。黄土高原区农业生态系统遭受的外界干扰已经超过临界值，难以靠自我调节功能再恢复良性循环，由此，农业生态经济大系统也难以在短期内走上良性循环的轨道，这是黄土高原农业可持续发展面临的主要问题。

建国以来，为了搞好黄土高原的综合治理，国家投入了大量的人力、物力和财力，开展了多方面的建设和科学研究工作，取得了很大成绩和一些有实用价值的成果，这为进一步研究奠定了良好的基础。本书一方面总结和提炼人民群众的生产实践及科技工作者以往多方面的研究成果和经验，另一方面，通过对黄土高原区自然生态本底状况、生态指标、经济指标、社会环境和国家政策等方面的调查分析，对黄土高原农业可持续发展的制约因素、生态学机理、经济学机制等进行了研究，探讨能使该区农业生态经济系统由恶性循环向良性循环转化的目标模式，提出了黄土高原主要省份农业可持续发展的基本对策。

本书对黄土高原区农业发展的总体方向问题，提出了明确的观点，与中央出台的有关政策不谋而合，对于西部大开发有重要的参考价值。对一些生产实践中的典型经验，进行了系统的总结和研究，还有一些过去学术界没有定论的问题，我们也进行了尝试，有所发现，填补了空白。这些研究成果，对于推动黄土高原区农业的可持续发展，既有理论意义也有一定的应用价值，为该区今后制定经济发展政策提供了依据。

由于作者水平有限，书中不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

二〇〇〇年十月

目 录

第一部分 黄土高原区的生态本底状况及农业概况

第一章 黄土高原的地貌及演变历史	(3)
第一节 黄土高原的位置、范围和面积	(3)
第二节 黄土高原的地域地貌特征	(5)
第三节 黄土高原的演变历史	(9)
第二章 黄土高原的自然资源状况	(16)
第一节 黄土高原的气候特征	(16)
第二节 黄土高原的河流资源	(19)
第三节 黄土高原的土地资源	(25)
第四节 黄土高原的植物资源	(34)
第五节 黄土高原区野生动物资源	(42)
第六节 黄土高原储量巨大的矿产资源	(48)
第三章 黄土高原的农业概况	(52)
第一节 黄土高原农业发展简史	(52)
第二节 农业近况概要	(54)
第三节 林业概况	(56)
第四节 牧业概况	(57)

第二部分 黄土高原农业可持续发展的制约因素分析

第四章 黄土高原区农业生态环境问题	(63)
第一节 黄土高原农业生态环境的演变	(63)
第二节 黄土高原农业生态环境恶化的主要症状	(64)
第三节 黄土高原农业生态环境恶化的原因及改善措施	(66)
第五章 水土流失是最主要的限制因素	(68)
第一节 水土流失的危害	(69)
第二节 水土流失的成因分析	(71)

第六章 黄土高原区植被的演变及其对生态环境的影响 (79)

- 第一节 全新世中晚期黄土高原的植被 (79)
- 第二节 西周以来黄土高原的植被 (80)
- 第三节 黄土高原植被演变与生态环境 (85)

第七章 黄土高原地区人口与土地利用的演变 (90)

- 第一节 古代黄土高原人口及土地利用情况 (90)
- 第二节 近代人口的增长及土地利用之演变 (93)
- 第三节 人口和土地利用的演变对黄土高原环境的影响 (96)

第三部分 黄土高原农业可持续发展目标模式探讨

第八章 黄土高原地区综合治理回顾与发展方式选择 (101)

- 第一节 治理沿革 (101)
- 第二节 治理方略 (105)
- 第三节 黄土高原地区农业经济发展的方式选择 (110)

第九章 黄土高原不同地区农业可持续发展目标模式探讨 (120)

- 第一节 黄土高原区农业可持续发展目标模式总体构想 (120)
- 第二节 宁陇干旱、半干旱缓坡丘陵区草地生态农业模式 (127)
- 第三节 晋西、陕北黄土丘陵沟壑区农业可持续发展模式 (131)
- 第四节 黄土高原沟壑区综合治理模式 (141)

第十章 黄土高原区土地制度问题与土地资源的合理利用 (145)

- 第一节 黄土高原区土地制度问题 (145)
- 第二节 黄土高原土地资源合理利用的具体措施 (153)

第四部分 黄土高原各主要省份农业可持续发展战略研究

第十一章 陕西省农业可持续发展战略 (159)

- 第一节 陕西农业资源状况 (159)
- 第二节 陕西省农业发展概况 (167)
- 第三节 陕西省农业发展面临的主要问题 (169)
- 第四节 陕西农业经济可持续发展战略 (171)

第十二章 山西省农业可持续发展战略 (181)

- 第一节 山西农业资源状况 (181)

第二节	山西农业经济发展概况·····	(190)
第三节	山西农业经济发展面临的主要问题·····	(195)
第四节	山西农业可持续发展对策·····	(200)
第五节	发展山西生态农业的具体措施·····	(206)
第十三章	宁夏农业可持续发展战略 ·····	(212)
第一节	宁夏农业资源状况·····	(212)
第二节	宁夏回族自治区农业经济发展概况·····	(220)
第三节	农村经济发展面临的主要问题·····	(222)
第四节	宁夏农业可持续发展对策·····	(224)
第十四章	甘肃省农业可持续发展战略 ·····	(232)
第一节	甘肃省农业资源状况·····	(232)
第二节	甘肃农业经济发展概况·····	(240)
第三节	甘肃农业经济发展面临的主要问题·····	(244)
第四节	甘肃农业可持续发展对策·····	(246)
 第五部分 农业可持续发展的理论探讨 		
第十五章	农业可持续发展理论 ·····	(257)
第一节	世界持续发展思潮·····	(257)
第二节	可持续发展概念的内涵·····	(258)
第三节	农业可持续发展的动因、问题和对策·····	(261)
第四节	农业可持续发展经济系统的机制、功能及要素·····	(265)
第五节	农业可持续发展的技术系统·····	(270)
参考文献	·····	(279)

第一部分

黄土高原区的 生态本底状况及农业概况

第一章 黄土高原地貌及演变历史

第一节 黄土高原的位置、范围和面积

我国的地势特点是自西向东呈三级阶梯状下降。西部为海拔 4000~5000 m 以上的青藏高原,其上耸立着许多海拔 7000 m 以上的高山,著名的喜马拉雅山巍峨地屹立在我国疆土的西南边陲,它有“世界屋脊”之称,东部和东南部为广阔的平原和丘陵,二者之间夹以海拔 1000~3000 m 的黄土高原和云贵高原。

黄土高原的地貌结构,除了黄土塬、黄土梁和黄土峁、各类沟谷和河谷外,还有兀立于“黄土海洋”中的岩石“岛山”,以及低下的河谷平原和盆地。黄土高原的地势由西部和西北部海拔 2000 m 左右逐渐向东南降低为 300~400 m,实际上是一个向东南倾斜的斜面。黄土高原的面积至今没有精确的数字。50 年代普遍使用的数字为 370000 km^2 ,60 年代刘东生根据郑洪汉测量的黄河中游黄土分布图的面积,认为黄土高原的面积和黄土分布面积一致,为 275000 km^2 ,70 年初罗来兴使用的面积数字为 300000 km^2 。也有人认为黄土高原的面积为 430000 km^2 。产生以上各种数字的原因大致有两个方面,第一,对高原的涵义理解不一,划定的范围也不一样,第二,测量面积使用的地图比例尺不一样,测量方法不同。

严格地讲,高原并不是一个地貌类型概念,而是一个区域地貌组合概念,它既是指那些海拔高度大体一致的具有较大高度的区域,也包括兀立在高原面上的孤立山地和低下的河谷平原和盆地。在黄土高原地区,它首先是指连片分布的黄土覆盖地区,同时也包括那些被黄土覆盖区包围的古老岩石组成的中低山、丘陵和被黄土充填的河谷平原和盆地,如六盘山、吕梁山和汾渭平原。所以,仅仅以黄土覆盖地区的面积代表黄土高原的面积,是不恰当的。

黄土高原的边界与我国其它高原(云贵高原、青藏高原)一样是很不清晰的,西面与青藏高原的界线不明显,东面又逐渐过渡到太行山区。实际上它不是一条线,而是一条界线带。这条界线带可以宽达几公里甚至十几公里。因此出现了相差很大的面积数字。

目前公认的黄土高原范围是东起太行山西坡,西至乌鞘岭和日月山东坡,南达秦岭北坡,北止于长城。这个范围大致也就是黄土高原的黄土分布范围,在流域位置上属于黄河中游流域的一部分。陈永宗等为了测量面积划定的具体界线是:从小浪底沿沁河西分水岭,接汾河东分水岭,向北连清水河分水岭,向西经托克托过黄河,由内蒙古准格尔旗东部转向西南沿长城至中宁,再沿黄河至兰州北,经乌鞘岭至日月山东坡,由贵德转洮河分水岭,然后向东沿秦岭北坡直至伊、洛河的北分水岭于小浪底闭合。在这个范围内首先根据黄河中游各省(区)的 1:50 万地质图(青海省为 1:100 万地质图),参考 1:50 万

星像片,把黄土和基岩山地分开,然后用方格法量测面积,用求积仪校核。测量数据列于表1-1。由表1-1可知,黄河中游黄土高原的面积约38万 km^2 ,其中黄土覆盖面积239083 km^2 ,基岩面积142990 km^2 。

表1-1 黄河中游黄土高原面积 单位: km^2

	山西	陕西	甘肃	青海	河南	宁夏	内蒙古	合计
黄土	36400	78779	66407	4026	5959	25812	21700	239083
基岩	47451	24639	37756	23159		9985		142990
合计	83851	10342	10416	27185	5959	35797	21700	382073

科学考察队(1991),在野外考察及航空、卫星像片判读的基础上,将黄土高原空间范围具体确定为:南界位于秦岭北坡海拔800m左右,向东经华山北坡,接崤山南坡约700m等高线至河南洛宁,东界从洛宁东北经新安、小浪底、济源西部,沿山西晋城、长治、阳泉以南的太行山西坡约800~1000m等高线,绕五台山、大同盆地西端至长城,东北部包括内蒙古清水河县和准格尔旗的南部,东胜市及伊金霍洛旗部分,沿窟野河至陕西神木,经榆林双山、鱼河峁折向西至横山,大体沿长城至定边,向西经罗山北坡至黄河,从甘肃景泰、靖远、白银、永登作“S”转折至民和,往南沿拉脊山东侧大致以海拔3000m等高线与青藏高原边缘山地相接,从甘肃临夏莫尼沟折向东南,海拔降至2700m,往东经天水市南海拔约1400m,至宝鸡市降至800m左右。上述范围经用1:100万地形图量算,面积为35.85万 km^2 ,如按保持县(市、旗)界完整计,则面积为41.07万 km^2 (表1-2)。

表1-2 典型黄土高原面积测量表 单位: (万 km^2)

省(自治区)	山西	陕西	甘肃	宁夏	内蒙古	河南	青海	合计
按自然界线	11.80	10.36	9.47	2.56	0.79	0.75	0.12	35.85
(%)	(32.9)	(28.9)	(26.4)	(7.2)	(2.2)	(2.1)	(0.3)	(100)
按行政区域	12.58	12.97	10.98	2.38	1.04	0.93	0.19	41.07
(%)	(31.6)	(30.6)	(26.7)	(5.8)	(2.5)	(2.3)	(0.5)	(100)

黄土高原综合治理方案组1985年将黄土高原的范围确定为秦岭山脉以北,阳山山脉以南,太行山脉以西,青藏高原东缘以东,辖陕、甘、晋、蒙、宁、青、豫7省(自治区)的大部或一部,总面积约为58万 km^2 ,严重水土流失面积43万 km^2 。此后,“七五”期间的黄土高原综合考察研究,因考虑到黄河中游水系整治的完整性和区域经济开发的完整性,提出了黄土高原地区的概念,这是以地学上黄土高原为主体并包含其毗邻的有关地区的一个区域范围,范围在东经100°54′~114°33′,北纬33°43′~41°16′,总面积62.798万 km^2 ,占全国总土地面积(960.2716万 km^2)的6.54%。行政区划上涉及7省(自治区)41个地区(市、盟、州)287个县(旗、市、区)。

赵松乔(1983)将黄土高原限定在吕梁山以西,青藏高原边缘山地以东,长城沿线以南及渭河北山以北的范围内。据王凤慧(1988)以1:50万土地类型图为依据,量算到的面积为20.17万 km^2 。

实际上,黄土高原是一个源于地貌的综合自然地理区域名称。这一区域具有明显的高原形态,地表层厚黄土分布连续。其中东至太行山西坡,南抵秦岭北坡,西至乌鞘岭,北抵长城的范围已被多数学者所接受。

第二节 黄土高原的区域地貌特征

高耸于黄土高原上的六盘山和吕梁山把整个高原划分为三个大的区域,即陇中高原,陇东、陕北、晋西高原,山西高原。

一、陇中高原地貌特点

陇中高原位于六盘山以西,祁连山以东,南界秦岭,北接景泰、天祝一带的山岭。平面上为北西向伸长的菱形。由于四周被山脉环绕,中部地势相对较低,故又称陇中盆地。陇中高原东界六盘山又称为大陇山,走向北北西,南端直抵渭河,北端接南华山,逐渐没于黄河。山体由砂岩、页岩构成,山脊海拔高度超过 2400m,主峰约 3000m,习惯上把六盘山以东称陇东,以西称为陇中。高原的南界秦岭,海拔高度 2500~3000m,山岭重重叠叠,山间分布着宽谷盆地。高原西界祁连山,向东逐渐降低并分裂为数支,北支香山,毛毛山和马雅山在白银、中卫一带过黄河与屈吴山相遇,海拔高度 2500m。中支从兰州附近过黄河成为兴隆山和马啣山,海拔高度 2900~3600m。

陇中高原西北高,东南低,一般海拔高度 1800~2000m,大部分为黄土所覆盖,成为黄土丘陵地形。黄河从高原西北流过,北岸支流有湟水河和庄浪河,南岸有洮河和祖厉河。黄河及其支流河谷狭窄,水流湍急,在穿过基岩山地处,往往形成峡谷,如刘家峡、柴家峡、桑园峡、红山峡、黑山峡等。而当流经松散岩层时,则形成河谷盆地。渭河发源于渭源县鸟鼠山,沿秦岭北麓东流。兴隆山、马啣山至华家岭是横贯高原的一道隆起地带,西端基岩裸露,东端则被黄土披盖。它是黄河与渭河之间的分水岭。分水岭以北河流皆汇入黄河,以南河流则流进渭河。陇中高原较大河流及其支流均发育有 3~4 级阶地,第二级阶地一般较宽阔,是村镇和居民点密集分布区。第三、四级阶地被黄土覆盖,并受冲沟切割成为不连续的台地或梁状丘陵,如兰州黄河两岸的五泉山和白塔山。陇中高原有许多河谷小盆地,如八宝川、兰州、靖远、秦安、甘谷等处的盆地。最著名的如兰州盆地,东西长 35 公里,南北宽仅 2~5 公里,西起柴家峡,东至桑园峡,中部狭窄成葫芦状。兰州盆地是黄河长期侵蚀形成的,黄河两岸基座式阶地达五级之多。最高阶地高出河水面 300 余米,其基岩面代表着陇中第四纪初期最重要的剥蚀夷平面,即甘肃期夷平面。盆地南侧皋兰山、北侧九峰台,实际上都是一些被沟谷切割破坏了的黄土残塬丘陵地形。九峰台黄土堆积厚达 335m,是整个黄土高原黄土堆积最厚的记录。九峰台周围被沟谷分割,成为一个平顶黄土峁,峁顶方圆不过数百米,它代表着陇中黄土堆积的高原面,高出黄河 600 余米。

陇中黄土高原黄土堆积厚度一般约为 100m,华家岭以北较厚,某些地方可达 200~300m。黄土地貌以兴隆山至华家岭隆起带为界,可以划分为南北两大部分。北部为巨厚黄土充填的古老盆地、沟谷分割形成黄土塬、黄土平梁和平顶峁地形。黄土塬分布于湟水中游西宁附近,庄浪河中游华藏寺以北和祖厉河中下游流域,其面积不大,分割破碎,沟

谷切割深度可达 200 m。另外,北祁连山东部分支围绕形成的山间盆地,如香山与贺家山之间的贺家集盆地,乱山子与南华山之间的海原盆地。它们是洪流堆积物充填的古老盆地,被黄土覆盖后仍保持其平坦地形,很少为现代沟谷切割。注入黄河的支流,其河源只伸到盆地的边缘。黄土平梁主要分布于马啣山与南华山之间祖厉河中游流域。黄土平顶峁则集中分布于黄河两岸各主要支流的下游地区。在这些地区沟谷切割深度大,谷坡陡峭,沟谷侵蚀作用十分活跃。兴隆山至华家岭隆起带以南地区,是黄土覆盖第四纪以前丘陵形成的承袭性黄土梁、峁丘陵。这里黄土堆积较薄,谷坡稍缓,谷形开阔,现代沟谷发育较差。因而在渭河及其支流,葫芦河上游常可见到黄土覆盖古河谷形成的长条状宽阔洼地,即黄土,以及由近期冲沟切割地形成的黄上坪地。在这些黄土梁峁地区,黄土斜梁多分布于陇西、通渭一线西北,黄土峁则分布于该线东南以秦安为中心。在葫芦河以东的六盘山西麓是洪积扇经流水分割,又被晚期黄土覆盖所形成的黄土斜梁。

整个陇中高原黄土地形以梁、峁丘陵为主,梁、峁之比例又以梁为最多,这也是区别于黄土高原其它区域的最显著特征。在梁峁丘陵区的定西,沟谷密度为每平方公里 3.8~4.6 km,地面分割度 25%~49%。沟间地高差 150~200 m,最大可达 250 m,沟谷深度 30~60 m,最大达 80~100 m,因而黄土地形起伏达到 200~300 m。这些地区沟谷边坡常发生滑坡,摧毁村庄,破坏农田。

二、陇东、陕北和晋西高原的地貌特点

陇东、陕北和晋西高原的东、南、西三面被吕梁山、秦岭和六盘山环绕,北边以长城与鄂尔多斯高原为界,平面上呈马蹄形。东界吕梁山作北北东走向,绵延 400 余公里,主要为变质岩、石灰岩和花岗岩侵入体构成,大部分坡面覆盖着黄土。山脊海拔高度 2000~2500 m,主峰关帝山高程 2791 m。南界秦岭,海拔 2000~3000 m,主峰太白山高程 3767 m。秦岭山脉是黄河与长江流域的分水岭,也是黄土分布的南界。西界六盘山前已述及,六盘山以东有小关山和崆峒山,海拔 1600~2400 m,山势较为和缓。北界长城沿线是黄沙滚滚的风沙区,也是黄土分布的北界,北部白玉山东西向延伸,海拔高度 1900 m,为黄土所覆盖,与横山成为北部黄河与南部渭河之间的分水岭。黄龙山走向北北西,北部多为黄土覆盖,南端出露砂岩、页岩层,海拔高度 1500~2000 m,向北延伸与劳山相连,构成洛河与黄河的分水岭。子午岭的走向、岩性和高程与黄龙山类似,是泾河与洛河的分水岭。习惯上把子午岭以西称陇东,以东称为陕北。关中北山是一系列沿北东东方向分布的石灰岩和砂、页岩山头,海拔高程 1000~1500 m,由西向东有岐山、五峰山、九峻山、嵯峨山、药王山、将军山、金织山、尧山、金粟山和梁山等。它们各自独立,出露于黄土塬之上,犹如海洋上的群岛。晋西岚漪河以北为大片石灰岩溶蚀山丘,海拔高度 1800 m,山丘间溶蚀宽谷洼地则为黄土填充。临县西北有火成岩体构成的紫金山,高程达 1824 m。

陇东、陕北和晋西高原面高程 1000~1500 m,地势向东南倾斜,黄土堆积层深厚,故而发育了黄河及其支流渭河、泾河、洛河等典型的树枝状水系,其干流及主要支流均已切割基岩。黄河在山陕间由北向南飞泻于峡谷之中,直抵秦岭而折向东流,峡谷长 700 公里,落差竟达 500 余 m。河谷两岸悬崖峭壁,上面覆盖着少量黄土。黄河在穿越吕梁山尾闾龙门山时,形成著名的龙门峡谷和壶口瀑布。壶口瀑布乃是黄河上唯一的大瀑布,落差 25 m。在历史上,瀑布以每年 3.3 m 的速度向上游退却,在基岩河床上切割出宽 30~

50 m 的深槽。黄河过龙门则进入渭河、汾河下游平原，河谷突然展宽，形成东西宽 10~20 km 的谷地，水流减缓并分叉，出现一连串的心滩。渭河是黄河最大的支流，穿六盘山尾闾陇山，出宝鸡峡进入关中平原，在潼关注入黄河。渭河南岸支流发源于秦岭北坡，水系密集而短小，其中以坝河最大，北岸支流来自黄土高原，虽然稀少但较长，如泾河和洛河等，因而渭河水系很不对称。泾河、洛河水系呈不对称树枝状，格局展布于高原面上，主流穿越关中北山形成峡谷。泾、洛、渭河及其主要支流河谷均有 3~4 级阶地，村镇城市多位于第二级阶地上。沿主要河流分布着许多小型河谷盆地，一些县城就位于这样的盆地里，如黄河府谷和米脂盆地，三川河离石盆地，延河延安盆地，洛河甘泉盆地，泾河平凉和彬县盆地等。其中彬县盆地位于泾河中游各主要支流的汇合处，纵长 15 km，宽 2~3 km，泾河蜿蜒于其中，河床低于高原面 400 多 m。谷坡上发育有三级基座阶地，第一级阶地高出河水面 10~30 m，第二级阶地高出河水面 120 m，第三级阶地高出河水面 260 m，县城位于第一级阶地的后缘。盆地北侧黄土高原面比较完整，南侧则是长达数十公里的黄土残塬或平梁。

陇东、陕北、晋西高原面积广大，地形和缓，山脉较少，黄土堆积最为完整，且分布连续，一般厚度 150~200 m，各种黄土地貌十分齐全。陇东泾河中游为完整的黄土塬，被泾河支流分割为董志塬、泾川塬、合水塬、正宁塬、长武塬、旬邑塬等，总面积超过 10000 km²。塬面高程 1200~1600 m，塬面平坦，土壤深厚，当地群众有“八百里秦川，比不上董志塬边”之说，庆阳以北至白玉山，环县与华池之间，为黄土残塬区，塬面切割破碎，沟谷从四面八方嵌入塬的中心，切割深度 300~400 m。环县、镇原以西直至大罗山山麓，是黄土塬经沟谷剧烈切割形成的黄土平梁区。泾河各支流两岸则有黄土平顶阶状丘陵分布，陇东其余地区如六盘山、子午岭的山麓地带则是以斜梁为主的黄土梁阶丘陵地形。环县西、北的泾河各支流河塬地区，分布着黄土塬地和黄土坪地。

陕北洛河中游黄陵、洛州、富县一带为完整的黄土塬，总面积约 3000 km²，海拔高度 1000~1400 m，以洛川塬最为典型，塬面坡度仅 1~3°左右。宜川与延长之间，白玉山与长城之间是残塬丘陵，地面十分破碎，黄土塬面仅有零星小片残存。延安以北至佳县，即无定河、清涧河、延河中下游流域，是以黄土阶为主的丘陵地形。组成圆锥状或馒头状，各不相连，沟谷密度极大，地面坡度陡峻。其余广大地区如富县以北至白玉山，吴旗至安塞之间是黄土梁状丘陵区，梁大沟深，切割深度达 200~300 m。吴旗、靖边一带白玉山两侧有黄土塬地和黄土坪出现。总体来看，陕北在延安以北为承袭古地形特征的黄土梁阶丘陵地形，延安以南为真正代表黄土高原堆积面的黄土塬，以及由黄土塬切割变来的残塬和黄土平梁，平顶阶地形。

晋西在吉县、隰县、石楼一带有黄土塬分布，但是其面积小，远不如洛川塬那样完整。接近黄河则已切割成为黄土平梁和阶地形。在石楼以北至岚漪河，为黄土梁阶丘陵地形。岚漪河以北至长城黄土盖层与石灰岩丘陵相间，近黄河有黄土阶状丘陵分布。在偏关、河曲一带风力作用较强，沙黄土受风力吹蚀，并有流动性小型沙丘覆盖于黄土之上。

秦岭与北山之间的关中盆地，是黄土高原南缘的断层陷落盆地。盆地西起宝鸡峡口，东到潼关港口，全长 360 km，从宝鸡起由西向东逐渐展宽，西安附近南北宽度达 80 km。关中盆地南、西、北三侧皆为山脉环绕，东有黄河天险，周围仅有涵谷关、武关、大散关、萧关、金锁关等峡谷隘口与外界通连，故称关中。因其位于渭河下游，又称为渭河下

游盆地。盆地内西安东部有火成岩构成的骊山独立于平原之上，海拔高度达 1300 m。渭河在临潼以上为游荡性河床，水流分叉，多有心滩分布，临潼以下为自由曲流。河床蜿蜒曲折地流动于松散堆积物之上。河床两岸有两级河流阶地，阶地以上又有多级黄土台塬。西安市就位于渭河南岸第二级阶地后缘和一级黄土台塬的前缘。沿秦岭北麓和北山南麓又有洪积扇构成的洪积倾斜平原，与阶地或台塬相连接。

关中盆地内黄土地貌主要为 3~4 级黄土台塬。这些黄土台塬呈阶梯状分布，高于渭河水面 100~400 m，塬面平塬完整，很少受到冲沟的切割。渭河北侧黄土塬连续分布，在泾河口以东远离河床，塬面上分布着长条状凹陷，如富平蒲城塬，澄城合阳塬。泾河口以西黄土塬逼近渭河河床，塬面十分宽阔，如扶风岐山塬，乾县礼泉塬。渭河南侧神乐塬、少陵塬、渭南塬塬面十分完整，而铜仁塬是黄土斜梁状丘陵地形。黄土台塬边坡陡峭，滑坡频繁发生，宝鸡到扶风之间 70 余公里黄土台塬边坡是有名的滑坡带，沿坡威胁着陇海铁路及宝鸡峡总灌渠的安全。白鹿塬东侧则为长 25 km 的滑坡带，屡有滑坡摧毁村庄窑洞的事件发生。

三、山西高原的地貌特点

山西高原指吕梁山以东，太行山以西的地区。它并不是一个完整的高原，而是由一系列山岭与盆地构成的高地。山地上部基岩出露，山坡和山间盆地则为黄土所覆盖，因而仍属黄土高原的范围。高原东界太行山，由砂、页岩和石灰岩构成，主体走向北北东，山脊海拔 1500~2000 m。东侧以极其高峻的断层与华北平原相连接。从平原仰望太行山，非常雄伟，及至登上山脊，转而成为平缓的高原形态。太行山有许多峡谷险关，如平型关，娘子关、峻极关、虹梯关和天井关等，是进入山西的必经之地。太行山南段西侧平行排列着太岳山。太岳山由砂、页岩构成，宽仅 10~20 km，海拔 1500 m，是沁水与汾河的分水岭。其中段称霍山，由石灰岩构成，宽 30 km，主峰高达 2550 m。太岳山南端与中条山相连。中条山走向北东，是涑水与黄河的分水岭，由变质岩构成，宽仅 10~15 km，主峰高程 1900 m，其南北两侧均为断裂沉陷带，山坡异常陡峻。涑水与汾河之间有孤山和稷王山，是黄土围绕的两个孤立山头，海拔超过 1000 m。太行山北端转为北东方向，向西北有一系列平行排列的山脉，如系舟山、五台山、恒山和洪涛山。它们都是沿断层隆起的山地。两山之间则为深陷的盆地。五台山由变质岩构成，海拔 3000 m 左右。恒山是五岳之一，由石灰岩、变质岩构成，海拔高度 2000 m，北坡悬崖突起，峡谷如削，南坡稍缓。

山西高原主要河流汾河发源于北部管涔山，向西南流动，在河津汇入黄河，全程 570 多公里，流经太原和临汾两大断陷盆地，其余段落则为峡谷地形。涑水发育在孤山、稷王山断层隆起带与中条山隆起带之间的断陷盆地，河谷宽广，河水却是涓涓细流，在蒲州流入黄河。据考证，涑水河谷原为汾河的流路，由于孤山、稷王山断块隆升，使汾河改道北流入黄河，造成涑水河细流与宽谷不相适应的现象，如今在闻喜一带还保留着汾河的古老河谷形态和河床砾石层。高原东南有沁河、漳河、漳沱河等穿越太行山，流向华北平原。高原东北有南洋河、桑干河等分别发育在一群斜列平行的断陷盆地。这类盆地如大同盆地、应县盆地、代县盆地等。考察证明漳沱河原来向南流入太原盆地，是汾河的上源，后来由于石岭关一带沿断层隆起，迫使漳沱河突然转向东流，穿太行山而出。在山西

高原众多的盆地中,以太原盆地最大,长 150 km,宽 40~50 km,海拔 700~800 m。盆地边缘有明显的断层崖与山地相接,这些断层崖受沟谷切割,形成断层三角形崖面,沿断层线有泉眼分布,山麓有许多洪积扇发育。盆地中部是冲积平原,外侧则有黄土台塬分布。高原北部大同盆地第四纪不断有火山活动,形成 20 多座火山锥,并且有玄武岩流、火山碴覆盖黄土的现象。高原东北诸盆地与汾河、涑水的盆地和关中盆地相连,是黄土高原上最大的断裂沉陷带。由于各个断层频繁活动,历史上多有地震发生。

山西高原黄土厚度较小,一般 50~100 m,在晋西南有达 150 m 的剖面。黄土主要分布于各盆地之内的平原上和山坡下部,以沁漳高原分布最广且相连成片。太行山西麓长治盆地,海拔 1000 m。黄土层虽已受沟谷切割,但多还保持黄土塬面貌。石太铁路线经过的寿阳盆地,黄土厚 15 m 左右,被沟谷切割成为梁状丘陵地形。阳泉、黎城、晋城、沁县等小盆地亦发育有黄土丘陵地形。从晋西南经过晋中到晋东北各断陷盆地,黄土覆盖早期河湖堆积物,多形成数级黄土台塬,山麓地带多表现为以梁为主的黄土丘陵地形。

第三节 黄土高原的演变历史

一、黄土高原第四纪地质发展史

黄土高原是我国黄土堆积厚度最大,连续分布面积最广的地区。高原西以祁连山南段为界,北临乌鞘岭、毛乌素沙漠,南至秦岭北坡,东至吕梁山。在这广阔的高原区内,高原中部南北延伸的六盘山、子午岭和东西延伸的华家岭、渭河以北的北山和高原北部的白玉山,又将高原分割成大小不等的黄土堆积区。这些不同的堆积区的地质环境及其演化历史各不相同。高原自第三纪末以来,是在区域地质背景上逐渐形成的。新构造运动是黄土高原形成和发展的主要控制因素。高原内晚新生代以来的古地理环境变迁以及黄土形成和发展历史都直接与高原区新构造运动发展的阶段性特点有关。而影响这一高原地区新构造运动古环境变化的基本原因是我国西部青藏高原自第三纪末以来的急剧隆起和上升作用。

喜马拉雅山与青藏高原的上升运动始于上新世末。上升的速度由缓慢变为急剧。这一事实反映在青藏高原周边分布的巨厚的由细粒变为粗粒的磨拉斯式沉积物上。从上新世至全新世,青藏高原的强烈上升运动,大体可分为三个阶段:(1)在上新世与更新世之间,(2)在早更新世之内,(3)在早更新世与中更新世之间。据已有资料,青藏高原在中新世末,其高度仅为数百米,为一剥夷面,而现在高度在 4500~5000 m 间。所以自上新世到全新世 700 万年的时间内上升了 4000 多米。而主要是在上新世末至第四纪期内上升的。而喜马拉雅山的上升速度则更为强烈。上新世末喜马拉雅山北坡高度为 2000~2500 m,而现在已上升到 5900 m。喜马拉雅山主峰在上新世末高度为 3000 m,而在第四纪时期内已上升到 8000 m。

喜马拉雅山及青藏高原在第三纪末及第四纪时期里的急剧上升,不仅影响到黄土高原地区的古地理环境的变化,而且显著的影响了黄土高原第四纪时期古气候的变迁。隆起的喜马拉雅山和青藏高原改变了黄土高原原来所处的纬向大气环流的气候条件,从而处于西风气流环境之下。同时,由于西南季风受到阻碍,而使黄土高原第四纪时期的气候逐渐愈来愈变为干旱少雨。

上新世末期，现在的黄土高原地区还是一个广阔的，地形起伏高差不大的古剥夷面。分布着不同地质时代的基岩残山和河流相、湖相、坡积和残积相的红土、砾石、粘土等。三趾马化石的广泛分布，表明这个地区在上新世末还是处于湿热稀树草原环境中。但是在上新世末至第四纪时期里，黄土高原受到青藏高原隆起的影响，也发生显著的构造运动，从而改变了第三纪末的古地理环境。在黄土高原内所观察到的种种构造运动迹象和黄土沉积特征，充分说明第四纪以来黄土高原的地质变迁，与青藏高原的阶段性上升运动有着相应关系。

将黄土高原分割成东西两个大的地质区域的六盘山，在早渐新世时，尚未上升成山脉。而是在上新世后期开始上升。这时也正是喜马拉雅山上升的阶段。六盘山上升之后，将黄土高原分割成东西两大区域。它们有着差异显著的古地理环境。在这两个不同的古地理环境中，发育了不同特点的第四纪地层。同时，黄土高原区内还形成了许多大小不等的断陷盆地和谷地。这就构成黄土高原第四纪初期的古地理构架，也就是黄土高原区内不同环境的沉积区。

黄土高原第四纪初以来一直处于阶段性的不断上升运动中。上升的幅度是西北部大，东南部小。形成西北高、东南低的翘起的倾斜上升的高原。由于渭河谷地的形成，渭河北岸的长期剥蚀风化的基岩剥夷面相对抬升而呈继续延伸的残山，泾河穿过这些基岩残山进入渭河谷地而流入渭河。在这段基岩峡谷地带，下古生界灰岩被泾河深切。泾河峡谷出口处有三套不同粒度组成的，不同时期的第四纪砾石层。它们分布在不同的高度，代表了第四纪初期以来早、中、晚三个时期的河流洪积层。在峡谷区，河谷两侧下古生代灰岩内发育着三层高程不同的岩溶洞穴。它们形成的时期与上述三套砾石层基本一致。这些地质现象表明了渭河北山地带的三个上升阶段。大致分别相当于早更新世早期，中更新世早期，及晚更新世与中更新世之间的三个时期。在渭河谷地及泾河谷地以及陕西洛河流域在早更新世的黄土堆积地层中常可见到断裂现象，进一步证明了在早更新世堆积后，有过新的构造运动。

第四纪时六盘山、子午岭、华家岭、白玉山的隆起，形成了黄土高原区内主要水系的分水岭。它们有的是由第三纪前基岩构成，有的是以第三纪地层构成，有的是以第三纪至第四纪的地层组成。这些分水岭，至今仍断续上升，并形成今日黄土高原地貌的构架。

二、黄土高原第四纪时期内古环境的变迁

自上新世末青藏高原上升后，在早更新世时，我国自西向东，即形成了三个高程不同的地形阶梯。最西为青藏高原，当时高程在 2000m 左右，而中间为黄土高原，高程只有 900~1000m 左右，向东即为东部大平原，高程在 100m 以下。自早更新世以来黄土高原不断上升，到现在平均上升了 400~500m。高原的上升是不均衡的，在北部其上升速率约为 20cm/Ka，（以陕西吴旗洛河河谷切割深度计算），而南部为 3cm/Ka（按渭北泾河河谷岩溶洞穴分布标高等计算），在黄土高原区内广泛分布强烈风化的基岩（包括第三纪红色粘土及其它时代基岩）风化带，证明了在第四纪之前，黄土高原区曾处于一个较长的稳定时期，表部岩层均遭受强烈的风化作用。例如在子午岭分水岭顶部，渭河以北的北山，均有厚层的古风化壳，为第三纪末期，第四纪前的风化层。这些风化壳的岩性特征表明，第三纪末曾经有过一个比较温暖的气候条件。

更新世早期,高原区内,在一些侵蚀盆地或断陷盆地中,在第三纪末期的河流上及古盆地中形成了许多深度不同的湖泊,并堆积了厚层的湖相沉积。在早更新世末期,由于气候逐渐变干。雨量减少这些湖泊逐渐消失干涸,并演化为河流。中更新世开始时,由于新构造上升运动对环境的影响,高原的气候变为温湿和干凉的交替,这时期河流最为发育,河水流量也与气候变化相应增多或减少,变化比较频繁。到晚更新世初期,干旱气候开始显著,到全新世初期,则高原明显被干旱少雨的气候所控制,北部向沙漠化方向演化。

1. 渭河谷地古环境的变迁

黄土高原的最南缘~渭河谷地,自上新世以来,古环境条件基本上与华北地区相似。由一个亚热带较湿润的气候逐渐向温带半湿润气候过渡,在植被上表现为温带性质。同时在渭河谷地地区,在上新世末第四纪前,有一温带半咸水的湖相环境。在渭河谷地里发现的有孔虫与半咸水介形虫可以说明这种环境的存在。至于在上新世渭河谷地是否有过海水的入侵,则尚无定论。不过当时的古环境应是温带木本繁盛地表多水的状况。早更新世时这一地区出现了湿度较高而气温较低的环境,河流湖泊分布面积非常广泛。因而形成了巨厚的河湖相堆积。中更新世初期出现了一个气温略高而较干旱的时期,湖泊干涸消失,在原来湖盆底部发育了河流水系,形成较厚的河流相堆积,中更新世后期至晚更新世及全新世,出现温、凉、干、湿交替的气候变化,形成黄土中多层埋藏的古土壤。晚更新世早、中期,在渭河谷地,曾有过河流,湖沼遍布,气候温暖的时期。在陕西乾县大北沟等地发现的纳玛象化石及相当于萨拉乌苏动物群的化石,表明在当时的一些河流沟谷内有湖沼相分布,生存过喜温暖的动物群。这时期渭河谷地的古环境与现在的环境差异很大。在全新世初期,出现了温湿气候,形成了分布广泛的黑垆土或褐灰色土壤层。

2. 黄土高原中部古环境的变迁

六盘山以东黄土高原古环境的演变与六盘山以西的部分有较大的差别。六盘山以东部分,被自北向南延伸的子午岭又分割为两个不同的环境区。它们的共同特点是自上新世末以来。都是在上新世红土堆积上形成的较大的侵蚀洼地。但是子午岭以东的较大的一个侵蚀洼地(或称侵蚀盆地)是洛川盆地,面积比子午岭以西的西峰盆地要小,而且深度也小。洛川盆地基本上是一个自北向南倾斜的浅盆地。盆地中心部分位于洛川以南的清池交河口一带。在这里沉积了较厚的早更新世湖泊沉积。洛川盆地在早更新世时,也有河流沉积(砂、卵石,亚粘土),但其岩性成分显然完全不同于当地的第四纪前的河流相沉积物。两者材料来源完全不同。这一事实说明早更新世时,这一地区发育的河流并没有完全沿袭第四纪前的水系河道,而是重新发育形成流向不同于以前的新河道。从而表明了在上新世末这个地区同样经受了构造运动影响。中晚更新世时,洛川盆地被黄土堆积充填。但在近河谷地带,在晚更新世的中期,广泛的发育了湖沼水体,形成了湖相沉积。而在河谷地带以外的地区则在中更新世黄土之上连续堆积了晚更新世黄土。在全新世时,黄土仍然继续堆积。整个第四纪内,这个地区的古气候条件,由上新世的湿热气候,到第四纪初变为炎热少雨的气候,至中更新世变为与干凉气候的交替。有时出现了温暖气候条件下的森林草原景观。中更新世以后,气候愈趋干旱,至全新世时有过一度的温暖气候,形成了黑垆土层。

子午岭以西。六盘山以东的陇东地区,在第三纪末期,为一范围较大的侵蚀盆地,其中心位于西峰市一带,故称之为西峰盆地。盆地中部主要为上新世粘土,亚粘土等。第四

纪初，盆地内就发育了许多河流。今日的泾河，马莲河，环江等河流，早在第三纪末就已存在。它们曾汇流于西峰盆地，在第四纪初高原逐渐抬升时，泾河向东南切穿盆地入于渭河。今日所见的环江上游河谷非常宽阔，阶地阶面发育，河床平展，绝非现在的环江所能形成。似为较老的古河谷遗迹。沿泾河及其主要支流河谷中，分布有早更新世的湖沼相沉积（灰绿色及灰色粘土，具层理），与河床相沉积共存。表明在早更新世时，河流的河谷比较宽阔，多有牛轭湖分布。在马莲河河谷区发现的黄河古象化石，以及庆阳一带的古脊椎动物群，说明在早更新世后期至中更新世时，这一地区的气候还是比较温暖。但是中更新世以后，气候则愈来愈干旱，直至全新世。需要指出的是本区在晚更新世早、中期时，同样也有一个较温湿的气候期。在一些河谷中，发育了许多小型湖沼，沉积了沼泽相沉积，并含萨拉乌苏动物群化石。

六盘山以西的黄土高原，在第三纪末期是起伏不大的丘陵地形。在第三纪丘陵之间形成一些小的侵蚀盆地，这些盆地被后期的河流切割并串连起来，形成一条河流上许多串珠状的小盆地相接。由于新构造运动的影响，地区上升，河流相应下切较快，切穿了下伏的基岩，形成第三系盆地与基岩峡谷相间的地形。这种地形的雏形在早更新世时期就已初具规模。以后的第四纪时期里，就沿袭这一古地形格局而继续演化形成现代的地形。在这些小的侵蚀盆地中，有一些却是构造断陷形成的小盆地，如静宁一带的祁家山断陷带，罐子峡断陷带，吴家庙断陷带等。它们是在上古生代褶皱带上形成的断陷带，而晚近新构造运动使北西向的断裂复活，使这些断陷带的构造形迹保留下来，以至今日断裂仍在活动。显然，六盘山以西地区的黄土高原的古地理环境与构造运动的性质关系更为密切，更明显地反映了构造的格局。这是本区古地理环境的最大特点，也是区别于六盘山以东地区之处。

如果再进一步详细分析其差别，六盘山以东地区，一些盆地主要是第三纪末以来的侵蚀盆地，盆地受新构造运动的影响，产生不平衡的抬升，而六盘山以西的地区则是被古老构造——主要是断裂凹陷及隆起带形成的构造格局所控制而形成的分割的小盆地。每个小盆地因各自的晚期构造运动的性质不同而演变的特点也不一样。六盘山以西黄土高原内的主要隆起带有榆中北山—铁木山隆起带，华家岭隆起带，屈吴山—月亮山断块隆起带等。在这些隆起带之间形成一系列的凹陷盆地，它们是：定西—榆中凹陷，靖远凹陷，西吉凹陷，祖厉河凹陷。这些凹陷都构成古盆地地形。各古盆地内第四系堆积的厚度不同。沉积速度大的，或相邻山地上升速度快的盆地，其中第四系厚度也最大。如祖厉河流域，白草原的第四系厚度近三百米。其下部为砂土、亚砂土等，上部为厚层黄土。有的盆地第四系堆积则较薄，如静宁一带，第三纪地层出露地表，上覆第四纪黄土，厚度较薄。在古分水岭地带，即隆起带上第四纪堆积也很薄。第三纪地层或老地层直接出露地表，如华家岭、铁木山等地即如此。黄土高原的上述地区，在早更新世时，是个侵蚀堆积作用时期，高地形为侵蚀区是材料供给地，低地形处为堆积区。在早更新世末期，中更新世初期，大部分地区大面积上升，而盆地则相应大幅度的沉降。这个地区的统一的水文网则是在晚更新世时形成的。这时河谷下切深度很大。全新世时，是以河流侵蚀堆积为主的时期。静宁、会宁一带晚更新世晚期黄土及黑垆土中的氨基酸分析，表明其种类与子午岭以东的洛川同期黄土中种类不同。洛川黄土中没有酪氨酸。这一分析资料，说明六盘山与子午岭的隆起，对黄土高原的东、西两个地区古环境和古气候产生的影响一直持续到晚更新世晚期。这一资料也说明了黄土高原古环境演变有地区性差异，它受到新构造运动的影响和控制。