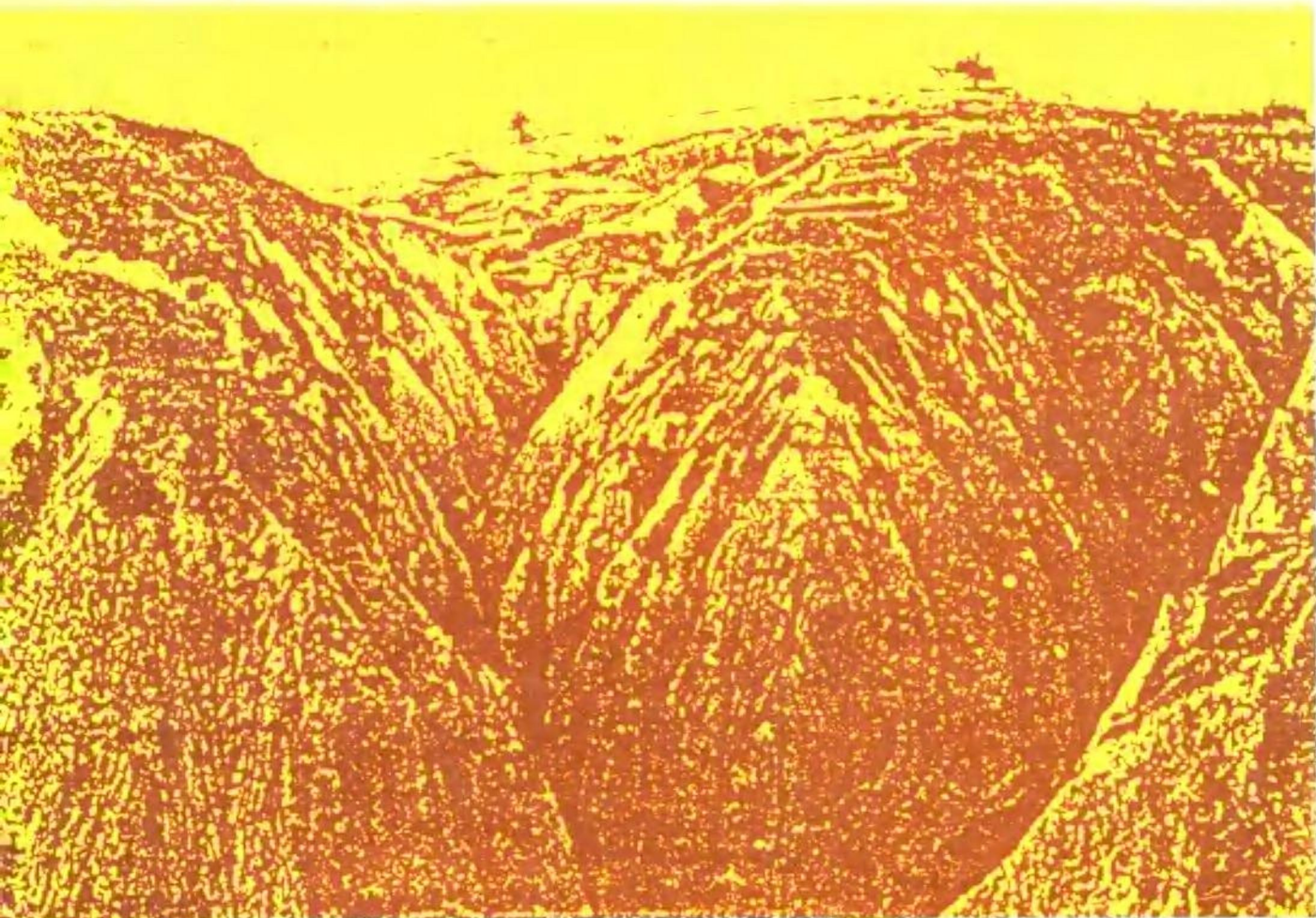


黄土高原现代侵蚀与治理

陈永宗 景 可 蔡强国 著



科学出版社

黄土高原现代侵蚀与治理

陈永宗 景可 蔡强国 著

科学出版社

1988

内 容 简 介

本书分析了黄土高原发生强烈侵蚀的古地理环境和现代自然地理环境,对侵蚀营力和侵蚀类型进行了划分。阐述了侵蚀强度及其时空变化,分别分析了影响侵蚀各因素在侵蚀发展过程中的作用。探讨了谷间地和沟谷地的侵蚀过程,并简述了防治侵蚀的有关问题。书中引用了大量实际材料,内容丰富,基本上反映了黄土高原现代侵蚀的研究成果。

本书可供水土保持、地理、地质、水利工作者和从事黄土高原农、林、牧生产与国土整治研究的科技工作者、有关大专院校和中等技术学校师生参考使用。

黄土高原现代侵蚀与治理

陈永宗 景 可 蔡强国 著

责任编辑 朱昇堂

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1988 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1988 年 3 月第一次印刷 印张: 12 1/2

印数: 0001—1,300 字数: 288,000

ISBN 7-03-000260-1/P·40

定 价: 5.00 元

前 言

黄土高原是中华民族文化的发祥地，又是中国人民革命的根据地。她以其丰富的地下资源、独特的自然景观和强烈的现代侵蚀闻名于世。黄土高原的强烈侵蚀给当地生产建设发展速度带来了巨大影响，成为人民长期贫困的重要因素，并对黄河水利资源开发造成了困难。它是黄河下游河患的根源。

千百年来，中国人民与黄土高原的强烈侵蚀进行了顽强斗争，积累了防治侵蚀的丰富经验。中华人民共和国成立以来，国家一直十分关注防治侵蚀和治黄工作，取得了很大成绩。但由于这项工作具有艰巨性、复杂性和长期性特点，彻底控制这个地区的侵蚀，实现所谓“黄河清”的目标，绝非指日可待。

中国科技工作者对黄土高原的侵蚀问题已经进行了长期的、大量的研究，积累了丰富的资料，取得了许多重要成果。中国科学院地理研究所的科学工作者，1952年起就不断地在这个地区工作。近年来，我们又专门研究了侵蚀产沙问题。本书是我们在前人工作的基础上对侵蚀问题进行系统研究的总结。由于我们的水平有限，书中不妥之处，请读者批评指正。

本书是在中国科学院地理研究所各级领导和同志们的关怀和帮助下完成的。我们十分感谢黄河水利委员会所属的天水、西峰、绥德等水土保持科学试验站和子洲径流实验站、山西省水土保持科学研究所和其它省(区)水土保持站的科技工作者，他们辛勤劳动得到的各种数据，为本书提供了分析研究的基本素材。本书写作过程中得到许多专家的支持和帮助。蒋德麒、吴以敦、朱显谟为我们审查了编写提纲，陈治平审阅了第一章文稿，李治武审阅了第二章，甘枝茂审阅了第三章，吴以敦审阅了第四章，唐克丽和周佩华审阅了第五章，齐矗华审阅了第六章，王伯元和焦清太审阅了第七章。罗来兴审阅了本书的全部文稿。所有审阅者都提出了许多宝贵意见。本书的插图全部由任洪林同志清绘。在此谨向他们表示衷心感谢。

本书的第一章第二节、第二章、第四章由景可执笔，第五章第二节和第六章第二节由景可、陈永宗执笔，第五章第三节的一、二、三由蔡强国执笔，第五章的第四节由蔡强国、陈永宗共同执笔，其余章节由陈永宗执笔。全书最后由陈永宗汇总定稿。

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 概念	1
第二节 黄土高原的范围和面积	3
第三节 侵蚀的危害	5
第四节 研究历史简述	7
参考文献	9
第二章 侵蚀区的地理环境	11
第一节 古地理环境	11
第二节 现代自然地理环境	22
参考文献	29
第三章 侵蚀类型	31
第一节 分类原则和类型划分	31
第二节 侵蚀类型的特征	34
第三节 侵蚀类型组合	49
参考文献	53
第四章 侵蚀强度	54
第一节 侵蚀强度的时间和空间变化	54
第二节 侵蚀强度区域差异的原因	59
第三节 三千年来侵蚀速率的估算	72
参考文献	79
第五章 影响侵蚀的因素	80
第一节 降雨径流	80
第二节 现代构造运动	95
第三节 地貌	98
第四节 地面组成物质	115
第五节 植被	124
第六节 人为因素	137
参考文献	143
第六章 谷间地和沟谷侵蚀	145
第一节 谷间地侵蚀过程	145
第二节 沟谷侵蚀	157
第三节 侵蚀方式垂直分带	170
参考文献	182
第七章 现代侵蚀治理	183
第一节 治理原则	183

第二节 治理途径	184
第三节 治理技术	189
第四节 治理实例	192
参考文献	194

第一章 绪 论

第一节 概 念

一、侵蚀的涵义

侵蚀一词目前有两种理解,在苏联和东欧各国文献中,侵蚀是指水体对土壤和岩石的破坏过程。这个过程包括水体对固体物质的直接机械破坏和水体沿槽床运动的冲刷作用,水的溶蚀和风的吹蚀也属于侵蚀范畴。大不列颠百科全书(1980年版)把侵蚀解释为“破坏和塑造地表特征的全部过程”,并把风化作用包括在侵蚀条目之中。前一种理解和大多数学者的理解一致,后一种理解混淆了风化与侵蚀的关系,并犯了地表形态成因的原则错误。地球表面形态特征的起源是十分复杂的,有的形态是主要由堆积作用造成,譬如冲积扇,有的形态是主要由侵蚀造成,如侵蚀沟,也有的形态是由侵蚀和堆积共同形成。如果把“塑造地表形态的全部过程”都归于侵蚀作用,这是任何一个地貌学家都不会接受的。风化是造成岩体破碎的重要方式,它为侵蚀顺利进行准备了有利的条件,但风化本身并不产生直接的物质运移效果,严格地讲,不应该把它包括在侵蚀之中。地质学家们通常把风化和物质块体移动,以及水,风的侵蚀统称为剥蚀。

V. A. 范诺尼的侵蚀定义是^[1]: 在水和风的作用下,岩石颗粒的分离和移动; W. G. 莫尔认为^[2], 侵蚀是各种自然动力对地表的损毁过程。他说的各种自然动力最主要的是水的各种状态所产生的那些营力,如海洋、河流、雨水、冰川冰、融雪等。侵蚀过程中风也起着同等重要的作用。土壤侵蚀学家 N. W. 哈德逊认为^[3], 侵蚀是一种夷平过程,使土壤和岩石颗粒在重力作用下发生转运、滚动或流失,风和水是使颗粒变松和破碎的主要动力。这三位学者都认为侵蚀是外动力(主要是水和风)对地表物质的分离和破坏过程,这和苏联及东欧各国学者的理解基本上一致。但是,他们都忽视了现代侵蚀过程中人的巨大作用。人类活动对地面物质的分离和破坏,在当今条件下完全可以和自然营力媲美。世界上的矿床开发、交通建设、水利设施兴建等等,无时无刻不在对地表物质进行分离、破坏和运移,因而近代地貌学著作中广泛使用了“人为地貌”(或人为侵蚀)一词,就是指人类活动所造成的各种地表形态。所以应该把人类活动对地表物质的分离和破坏看成是特殊的,而且是十分重要的外营力。我们认为,侵蚀的确切涵义是指: 地表物质(岩石和土壤)在外营力作用下的分离、破坏和移动。这里所说的外营力包括各种自然营力(如水、风、重力等)和人为作用。

环境科学文献中常常使用“土壤侵蚀”这个术语,而对土壤侵蚀的理解有广义和狭义之分。狭义的土壤侵蚀是指土壤被外营力分离、破坏和移动;广义的土壤侵蚀包括土壤和成土母质在外营力作用下的分离、破坏和移动。黄土高原的侵蚀历史悠久,过程迅速,原始土壤几乎被全部破坏殆尽,目前的侵蚀过程既发生在耕作层中,又主要发生在母质层中,侵蚀方式有水力侵蚀、风蚀、重力侵蚀和潜蚀、泥石流等,已经完全超出了狭义土壤侵蚀

的内容。本书指的侵蚀与广义的土壤侵蚀涵义相当。

二、正常侵蚀和加速侵蚀

正常侵蚀又叫地质侵蚀或自然侵蚀,它是在不受人为影响条件下自然营力对地表物质的分离、破坏和移动。正常侵蚀是一切具有足够发生侵蚀的地形能量地区的正常现象,尤其是塑造和雕刻山区与丘陵地区地貌形态的主要过程。它的发生发展是由内营力和外营力(不包括人为作用)相互矛盾斗争的规律性决定的。其侵蚀速度,即使在半干燥的侵蚀活跃区域,一般也不超过 0.5—1.0 厘米/年;植被良好的湿润地区更是缓慢。

加速侵蚀是指侵蚀速度超过正常速度的侵蚀。加速侵蚀有自然加速侵蚀和人为加速侵蚀之分。自然加速侵蚀是自然界本身在某一时段出现的突发性过程所引起的侵蚀,最典型的例子是地震破坏和由地震诱发的滑坡、崩塌等。洪水泛滥造成的强烈冲刷,也是局部地区的自然加速侵蚀;其它的如气候变化引起冰雪融化所造成的侵蚀等。人为加速侵蚀是在自然侵蚀的基础上,由于人类活动削弱了地面抗蚀力(譬如破坏植被、松动表土等)从而使侵蚀快速发展。人为加速侵蚀是当今世界上普遍关注的环境问题,也是人类控制侵蚀的主要对象和任务。

三、现代侵蚀和古代侵蚀的时间界线

A. C. 科兹缅科指出,区别现代侵蚀和古代侵蚀在理论和实践两方面都有重要意义^[4]。但是,如何确定现代侵蚀和古代侵蚀的时间界线,至今未能认真研讨。M. J. 格克拜主编的《地表过程和地形》杂志,主要是讨论地貌的现代过程。何谓现代,何谓古代,能不能大体规定二者的时间界线,他并没有给予介绍。科兹缅科本人也仅仅给了一个模糊不清的解释,他把人类活动之前的称为古代,人类活动以来的称为现代。我们认为,古代侵蚀是泛指地质历史时期的侵蚀,纯粹属于自然侵蚀;现代侵蚀是指参与了人类活动影响,使自然侵蚀或者加速或者延缓。也就是说,人类活动在一定程度或一定范围内改变了地面自然过程的强度或方向。我国和世界上其它的许多地区一样,绝大多数情况是人为作用促使侵蚀加速,只有江河堤坝、土地平整、植树造林才使这些地区的侵蚀减缓。

人类活动对自然过程的影响是逐步发展的,并不是自从人类出现之初就表现了巨大的作用,它必须经过一个很长的发展历程。这一方面是早期人类影响的规模和程度有限,不足以破坏自然界的物质能量相对平衡;另一方面也因为自然本身具有一定的弹性(忍耐能力),只有当人施加给自然的影响超越了自然的忍耐能力,才会表现出明显的影响效果。人类活动影响自然过程的程度是因地而异的。由于各地的自然条件、人类生产活动的方式、人口密度、科学技术和文化水平、社会经济特点、以及社会发展历史等因素不同,即使在不太大的区域里的差别也是很大的,所以企图建立世界范围内统一的现代侵蚀时间尺度是不恰当的,也是不可能的。在我国,不能把青藏高原和黄土高原的现代侵蚀时间界线统一起来。青藏高原上有些地区现在还属于自然侵蚀范畴。江南丘陵的现代侵蚀历史,很可能和云贵高原的不一样。

人类活动促使侵蚀加速的方式极多,如砍伐森林、破坏草原、陡坡垦殖、工矿交通和水利建设不注意水土保持等等,其中以坡地垦殖的影响最大。所以,一个地区的农垦历史,基本上就是人为加速侵蚀的发展史。可以以出现大规模农垦的时间作为现代侵蚀与古代

侵蚀的时间界线。根据历史地理学家们研究,黄土高原农耕的历史悠久,西安半坡出土文物证明,远在距今五、六千年前农业生产已占相当地位。但是,当时的农耕活动仅限于河谷平原和高原上的平坦地区,它对侵蚀的影响是微不足道的。至西周和春秋战国时期,虽然农业已有较大发展,并出现了犁锄工具,因当时的人口较少,黄土高原广大地区为牧民经营,实行游牧生产,人类活动影响侵蚀的程度,很可能还未超过自然的忍耐能力。只有到了秦汉时期,黄土高原才发生了大规模耕垦土地^[6],植被受到首次大破坏。所以我们把黄土高原秦汉(西汉)以后的侵蚀称为现代侵蚀,在此以前属于古代侵蚀。也就是说,黄土高原的现代侵蚀已有约二千年历史,属于晚全新世阶段。

第二节 黄土高原的范围和面积

我国地势的基本特点是自西向东呈三级阶梯状下降。西部为海拔 4,000—5,000 米以上的青藏高原,其上耸立着许多海拔 7,000 米以上的高山,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 1,000—3,000 米的黄土高原和云贵高原。

黄土高原因有分布广、厚度大的第四纪黄土而得名。其内部的地貌结构,除了黄土塬、黄土梁和黄土峁、以及各类沟谷和河谷外,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 2,000 米左右逐渐向东南降低为 300—400 米,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。五十年代普遍使用的数字为 37 万平方公里;六十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 275,000 平方公里^[7];七十年代罗来兴使用的面积数字为 300,000 平方公里^[8]。也有人认为黄土高原的面积为 430,000 平方公里^[9],本书作者也曾使用过这种数字。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。这两方面原因中,前者是主要的,后者的影响不致于太大。

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。

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。为了测量面积,我们划定的具体界线是: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(图1-1)。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1:50万卫星像片,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38万平方公里,其中黄土覆盖面积239,083平方公里,基岩面积142,990平方公里。在此有两点需要说明:第一,测量区东北面的桑干河和滹沱河流域内约有2—3万平方公里地区也有黄土,我们只测量了黄河中游的黄土高原面积,没有把它包括在内;第二,关于黄河中游的范围有两种意见,水利界根据黄河的水沙特征将上游和中游的分界定在内蒙古托克托^[10],地质地理界根据大地构造

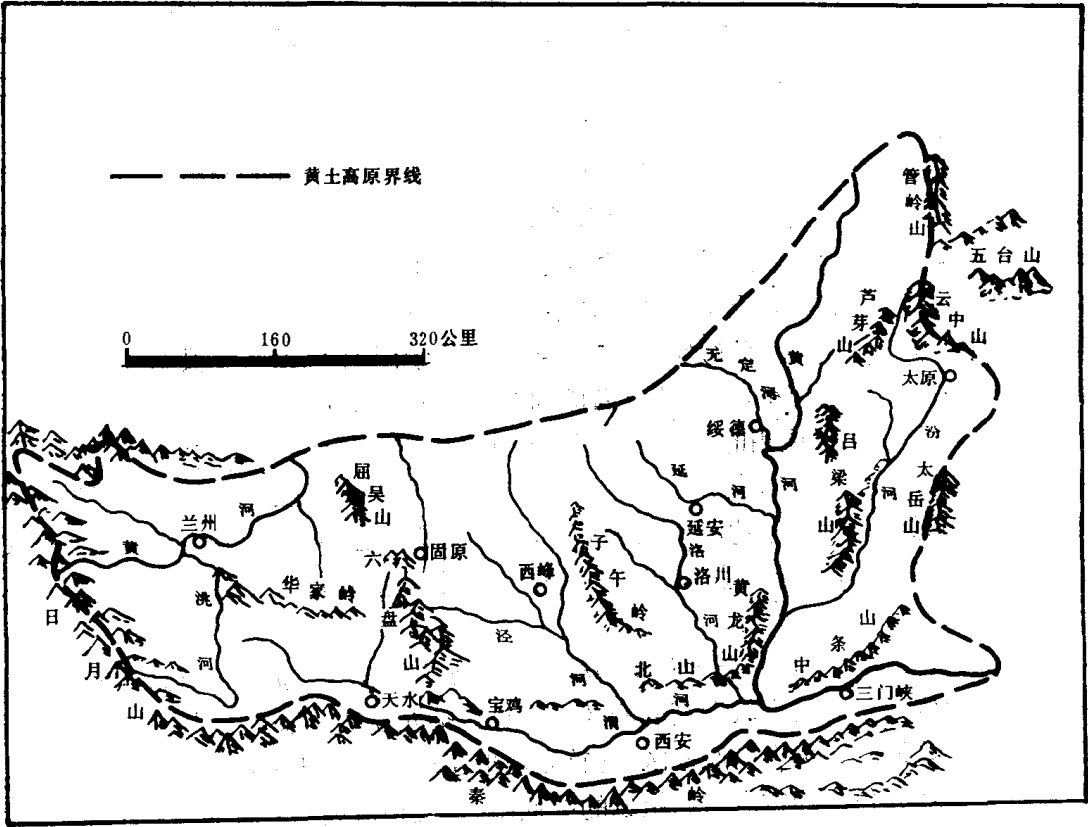


图1-1 黄河中游黄土高原范围和山川形势

表1-1 黄河中游黄土高原面积测量成果表

面 积 (平方公里)	省 (区)	山 西	陕 西	甘 肃	青 海	河 南	宁 夏	内 蒙 古	合 计
黄 土		36,400	78,779	66,407	4,026	5,959	25,812	21,700	239,083
基 岩		47,451	24,639	37,756	23,159		9,985		142,990
合 计		83,851	103,418	104,163	27,185	5,959	35,797	21,700	382,073

单元和河谷地貌特征定在青海贵德¹⁾,中下游的界线都定在小浪底,我们采用了后一种方案。本书所说的黄土高原是指黄河中游流域内的黄土高原。

第三节 侵蚀的危害

一、侵蚀概况

黄河是世界上著名的多沙河流。据陕县水文站²⁾ 1919—1980 年泥沙测量资料,黄河每年通过该站输向下游的悬移泥沙量平均为 16.8 亿吨,其中内蒙古河口镇托克托(头道拐)以上来的悬沙为 1.4684 亿吨,托克托至三门峡区间来的悬沙是 15.33 亿吨。后者来沙量占三门峡悬沙输送量的 91%。托克托至三门峡区间的流域面积为 319,971 平方公里,则这一区间的悬移质输沙量平均为 4791.0 吨/平方公里·年,也就是每年侵蚀的土层厚度平均约为 0.63 厘米³⁾。陕北北部和内蒙古东南部的黄土区域侵蚀量可达 3—5 厘米/年。如此高的侵蚀速度是世界罕见的。

据全世界 11 条河流的悬移泥沙统计(表 1-2),每年输送入海的泥沙总量约 60 亿吨,黄河的流域面积占统计河流流域面积的 5.4%,悬移泥沙量却占入海总沙量的 28.1%。黄河的年径流量仅有长江的九分之一左右,而悬移泥沙量比长江将近多四倍。由于黄土高原的侵蚀极其强烈,暴雨期常在沟道和河道中形成高含沙水流。据对水文泥沙观测,黄土丘陵区梁峁坡面暴雨径流期的含沙量多在 200 公斤/立方米以上,最大值达到 889 公斤/立方米(陕北子洲团山沟流域的梁峁坡)。沟谷中的洪水含沙量一般在 300 公斤/立方米以上,最大值达到 1,240 公斤/立方米(天水吕二沟)。黄河的一些支流河道中的含沙量更高。皇甫川、无定河的最大含沙量多在 1,000 公斤/立方米以上;皇甫川曾出现 1,570 公斤/立方米的记录(1974 年 7 月 23 日),泾河、洛河、祖厉河、朱家川、窟野河、延河等也出现过 1,200 公斤/立方米的记录。河道中水流含沙量极高时,水面可以漂浮土块或煤块,有时发生“浆河”或“揭底”冲刷。1970 年 8 月 2—4 日,黄河龙门段发生“揭底”,使河床迅

表 1-2 国内外主要河流径流泥沙特征值统计表

河 名	流域面积 (万平方公里)	年输沙量 (亿吨)	年径流量 (亿立方米)	平均含沙量 (公斤/立方米)	侵蚀量 (吨/平方公里·年)
黄河	75.24	16.80	432.0	37.60	2,232.9
恒河	95.50	14.51	3,710.0	3.92	1,519.4
布拉马普特拉河	66.60	7.26	3840.0	1.89	1,090.1
长江	180.72	4.78	9,211.0	0.52	264.5
密西西比河	323.00	3.12	5,645.0	0.55	96.6
印度河	96.90	4.35	1,750.0	2.49	448.9
伊洛瓦底江	43.00	2.99	4,270.0	0.70	695.3
密苏里河	137.00	2.18	6,160.0	3.54	159.1
科罗拉多河	63.70	1.35	490.0	27.5	211.9
红河	11.90	1.30	1,230.0	1.06	1,092.4
尼罗河	297.80	1.11	892.0	1.25	37.3

1) 也有人以龙羊峡为黄河上游和下游的分界。

2) 陕县水文站位于三门峡水库库区,水库建成后改用黄河龙门站、汾河河津站、洛河狄头站、渭河华县站之和为代表。

3) 侵蚀量和输沙量的关系在第四章讨论。

速刷深 8—9 米^[1]; 1954 年 8 月 31 日到 9 月 8 日, 渭河潼关河段揭底冲刷深度 3.5 米; 1966 年 7 月 20 日又揭底刷深 7.5 米^[11]。

目前黄土高原的黄土分布区域, 到处是光山秃岭, 沟壑纵横, 地面支离破碎, 沟壑密度一般为 4—6 公里/平方公里, 最大的地区达到 10 公里/平方公里以上; 沟谷割切深度多在 100 米左右, 大部分地区的地面坡度在 15 度以上。沟床下切、谷坡扩展和沟头前进的速度比其它非黄土区快, 沟谷面积不断扩大, 梁峁坡及塬地的面积日益缩小, 水力侵蚀, 重力侵蚀和风力侵蚀异常活跃。

二、侵蚀的危害

强烈现代侵蚀使黄土高原的土地资源遭受了严重破坏, 土地日益贫瘠, 生态环境严重恶化, 给当地的工农业生产带来了巨大影响。据测定, 黄土高原流失的每吨泥土中含有氮 0.8—1.5 公斤, 全磷 1.5 公斤, 全钾 20 公斤^[12]。按每年流失 16 亿吨泥土计算, 共带走氮、磷、钾约 3,800 万吨, 大致相当于我国 1983 年全国化肥生产量的 2.7 倍, 多于美国七十年代初期全国化肥使用量的 2 倍。目前黄土区土壤的有机质含量不到 1%, 甚至低于 0.5%, 团粒结构极差, 自然肥力很低, 农作物的单位面积产量不仅很低, 还很不稳定。畜牧业中牲畜存栏数虽然比以前增加, 但质量降低; 大部分地区副业生产的产值仅占农村总产值的极少部分, 林业收入也极少。近年来农村经济虽然比以前有了很大发展, 但和全国许多地区相比, 仍然属于贫困地区。

由于强烈侵蚀, 兴建在黄土高原的水利设施淤积十分严重。据到 1978 年底的不完全统计, 陕西省兴建在黄土高原的大小水库平均每年损失库容 8,216 万立方米, 折合为人民币约相当于 1950—1979 年该省水土保持经费年平均数的 2.7 倍。陕西省延安地区共兴建水库 127 座, 总库容 5.31 亿立方米, 已淤积了 2 亿多立方米, 占总库容的 38.7%; 其中有 15 座库容百万立方米的水库已全部淤满, 平均寿命只有四年。榆林地区到 1976 年共有水库 460 座, 库容 10 多亿立方米, 已淤 3.8 亿立方米, 占总库容的 37.6%。陕西省安塞县石马科水库 (库容 400 万立方米) 1961 年建成, 1966 年淤满。山西省汾河水库的库容 7 亿立方米, 十七年淤了 2.94 亿立方米, 损失库容 42.0%。甘肃省庆阳地区巴家嘴水库的库容 3.7 亿立方米, 十三年淤了 1.6 亿立方米, 占总库容的 43.2%。三门峡水库是黄河干流上的第一期控制性工程, 1957 年施工, 1960 年 9 月建成蓄水, 到 1962 年 3 月淤积泥沙 15.34 亿吨, 约占正常高水位库容的六分之一; 自 1962 年起改变运用方案并进行改建, 到 1980 年已损失库容 44.7 亿立方米, 约为 335 米高程库容的一半。青铜峡水库库容 6.06 亿立方米, 到 1979 年只剩下 0.44 亿立方米, 不到原库容的 7.5%。除此以外, 黄土区的许多水利设施经常遭受洪水威胁, 有的已被冲毁。1977 年黄土高原发生了三次较大洪水, 据十三个县的三万多座小型水库和土坝调查^[13], 有 49.3% 的小水库和 53.3% 的土坝被冲毁。洪水破坏交通, 冲毁农田的事件几乎每年出现。

黄土高原的侵蚀产沙是黄河下游河患的根源。据历史文献记载, 历史上黄河曾泛滥改道一千五百多次, 其中大改道二十六次, 波及的范围北至海河, 南到江淮, 横扫了华北平原的大部分地区, 田舍人畜惨遭灾害^[14]。例如 1933 年黄土高原发生了大面积暴雨, 使下

1) 水电部第十一工程局勘察设计研究院: 黄河干支流的高浓度输沙现象, 黄河泥沙研究报告选编, 第 1 集, 下册, 1978 年。

游决口五十余处,河南、山东、河北、江苏和安徽五省的五十余县受灾,面积达到一万二千余平方公里,受灾人口三百三十九万六千多,死亡一万八千三百余人。尤其是河南、山东和河北三省受灾最重,淹没村庄四千多处,塌屋五十万所,灾民多达三百二十多万。1938年蒋介石在花园口人为决堤淹灌侵华日军,结果使四十四县受灾,淹死和困饿而死的国民约八十九万人。历史上类似灾情不胜枚举。

据水文资料测算,每年通过三门峡下泄的16亿吨左右悬沙中,约有四分之一淤积在下游河道中,使两岸大堤内的河床平均每年以8—10厘米的速度抬高,造成了黄河下游的地上“悬河”。目前下游河道已经高出临近地面3—8米,最大处达到12米,泄洪能力逐渐降低。1958年花园口站尚可通过22,300立方米/秒的洪水,1973年该站仅出现5,020立方米/秒洪水,东坝头至石头村的140公里河段,水位却比1958年高20—40厘米。1982年对黄河已经进行了解放后的第三次加高两岸大堤工程,仅发生了15,300立方米/秒的洪水,形势十分危急,只得动用滞洪区,造成了巨大损失。解放以来,对黄河三次加高大堤工程虽然确保了两岸人民生命财产和社会主义经济建设的安全,取得了很大成绩,但溃堤成灾的威胁始终存在,而且日趋严重。因而,如果黄土高原强烈侵蚀没有得到控制,开发黄河水利,根除黄河水患的目标是很难全部实现的。

第四节 研究历史简述

一、1949年以前

黄河流域是中华民族的摇篮,劳动人民长期在这块土地上繁衍生息,他们对黄土高原的侵蚀问题早有认识,并在自己的生产劳动中和它进行了顽强斗争。

早在二千三百多年前,《禹贡》一书已对许多地区的土质作了正式记述,其中包括了黄土。先秦时期把黄河称为“浊河”,西汉末年的张戎曾用“石水而六斗泥”形容黄河多沙的特点,间接反映了当时黄土高原已有强烈侵蚀。八百多年前(北宋)的沈括已对黄土高原的侵蚀作了比较深入的观察,他在《梦溪笔谈》一书中写道:“予观雁荡诸峰,皆峭拔险怪,上耸千尺,穹崖巨谷,不类它山。……今成、泉(陕)西大壩中,立土动及百尺,迥然耸立,亦雁荡具体而微者,然此土彼石耳”。这段话是我国历史文献中对黄土地貌最早的生动描述。沈括还认识到黄河的泥沙主要是来自黄土高原的强烈侵蚀。清代胡定,也有同样看法。关于如何治黄,我国历史上曾有许多著名论述,有些论述显然是对黄土高原强烈侵蚀有了深入认识的结果。明代周用提出的“治河、垦田事相因,水不治田不可治;田治,则水当益后,事相表里”,明代徐贞明提出的“治水先治源”,清代胡定的“汰沙澄源”等等^[13],充分反映了他们对耕垦与侵蚀泥沙关系的深刻了解。这些论述,至今仍要重要参考价值。

十九世纪后期到本世纪四十年代末,黄土高原地区的地质地理研究工作有了新的进展,主要表现在中外学者纷纷来此地调查,发表了很多著作^[15]。最早来华调查的外国人有F. V. 李希霍芬(1868—1872年),B. A. 奥勃鲁契夫(1892—1894),J. G. 安特生(1922),P. 德日进(1930),G. B. 巴尔博(1935)和美国水土保持专家W. C. 罗德名(1922—1927, 1942—1943)等;中国学者主要有杨钟健、李庆逵、马溶之等。这些学者发表的论文或专著中,大多涉及黄土的侵蚀问题,譬如奥勃鲁契夫的黄土风成观点,德日进和杨钟健关于黄土分层和黄河河道发育的讨论,对认识黄土现代侵蚀的历史演变有重要意义。

1949年前关于黄土高原现代侵蚀的研究中,应当特别强调的是1942年在甘肃天水 and 陕西西安荆峪沟建立了水土保持试验站,它们和四川北碚、福建河田等水土保持站同属于我国最早的水土保持试验研究机构(西安站解放前撤销)。天水站是由傅焕光、叶培忠、任承统、蒋德麒、张心一等人筹建的。他们仿效美国的水土保持研究方法,采用径流小区和小流域径流泥沙测验以观察水土流失规律和水土保持效益,为研究黄土区侵蚀规律积累了宝贵资料。这些资料至今仍然是研究黄土区现代侵蚀规律的重要素材。

二、1949年以后

1949年以后,开创了黄土高原现代侵蚀研究的新纪元。研究工作随着社会主义经济建设的发展,象雨后春笋蓬勃开展,取得了长足进展。

1951—1954年,水力电力部黄河水利委员会组织了三次大规模的黄河流域全面勘查,基本上完成了黄河中游黄土高原主要支流的流域勘查任务,积累了丰富的自然条件和社会经济状况的第一手资料,中国科学院所属的有关研究所参加了勘查。1955—1958年中国科学院又组织了七个研究所和黄委、北京大学等几十个单位和大专院校参加的“黄河中游水土保持考察队”,由已故著名科学家竺可桢负责。该考察队在1956—1958年邀请了以Д. Л. 阿尔曼德为首的六名苏联学者参加。黄河中游水土保持考察队结束以后,中央各部委、中国科学院所属的有些研究所,有关大专院校和地方科研、教学、生产等有关部门,在这个地区继续进行了更深入的工作。

黄河水利委员会于1953年在陕西省绥德县的韭园沟和辛店沟、陇东西峰南小河沟建立了水土保持科学试验站,并扩建了天水站。有关省、地、县也先后建立了水土保持站(或研究所)。1959年,黄委在陕西省子洲县岔巴沟流域建立了径流实验站,其任务也主要是研究水土流失规律(1970年停测)。

1949年以来,黄土高原现代侵蚀研究取得了大量科学成果,解决了生产实践中的许多重要问题。其主要方面如下:

第一,侵蚀分类和分区。为了配合黄河流域的技术经济规划工作,1952—1953年黄秉维首次编制了黄河中游土壤侵蚀分区图,其中包括水力侵蚀程度和风力侵蚀程度图^[16]。在分区图中,他首先区分有无植被,然后再根据其它自然因素特点划分次级区。他把黄土覆盖地区分为黄土高塬沟壑区和黄土丘陵沟壑区两大类,在黄土丘陵沟壑区中又分为五个副区。黄秉维的黄河中游土壤侵蚀分区,为研究黄土高原侵蚀和实施水土保持奠定了科学基础,至今仍被采用。嗣后,罗来兴和朱显谟等又对黄土区的侵蚀类型作了详细划分^[17,18]。罗来兴和朱震达主编的1:100万“黄土高原水土流失和水土保持图”^[19],表示了急需治理和不急需治理地区,对于综合治理黄土高原的规划布局有重要参考价值。

1962年和1963年陈永宗¹⁾、承继成和赵诚信等提出的黄土区沟道小流域侵蚀方式垂直分带,对认识沟道流域现代侵蚀规律和如何配置水土保持技术措施,有新的进展^[20,21]。

第二,黄河泥沙来源。在大量水文站的测验资料基础上,黄河水利委员会的科技工作者在龚时旻主持下,分析查明了黄河的泥沙主要来自河口镇(托克托附近)至龙门区间,以及泾河、洛河和渭河流域的一部分地区;钱宁提出的“粗泥沙”(指淤积在黄河下游河道中

1) 陈永宗等,陕北绥德地区沟间地水流侵蚀形态形成和分布规律初步研究,黄河流域水土保持科学研究工作会议论文汇编,1964年。

的粒径大于 0.05 毫米的泥沙)也主要来自这一地区^[22]。蒋德麒等分析了各水土保持科学试验站的沟道流域径流泥沙测验资料后认为,沟道流域的输移泥沙主要来自沟谷地^[23]。这些成果对于水土保持和治理黄河泥沙,都有重大意义。

第三,现代侵蚀的动力机制。许多研究者利用各水土保持试验站的径流泥沙测验资料,对影响水力侵蚀的因素进行了深入研究。江忠善^[24]、牟金泽等^[25]人进行了沟道流域产沙量预报的尝试;周佩华等对降雨能量作了实验研究^[26]。龚时旻、熊贵枢等对产沙与输沙关系进行了分析,得出输移比接近 1 的结论^[23,28]。钱宁等人对黄土区高含沙水流特征和力学性质的研究,作出了具有国际水平的贡献^[27]。

第四,侵蚀环境历史演变。刘东生等在《黄河中游黄土》一书及其它著作中,以及张宗祜、王永炎、周昆叔、安芷生等人的著作中,对黄土高原黄土分层和堆积环境进行了深入研究,建立了较完整的分层系列,并基本上阐明了黄土堆积过程的气候变化规律,这和朱显谟根据黄土地层中埋藏土研究得出的黄土堆积过程中有多次沉积间断的结论一致^[28]。所有这些成果,对于认识黄土高原侵蚀历史演变有重要意义。

第五,人类活动与现代侵蚀的关系。已经发表的大量论文都明确指出,人类不合理的土地利用是促进今日发生强烈侵蚀的重要原因。历史地理学家史念海分析了大量历史文献后认为,人类历史早期黄土高原是“塬面广阔,沟壑稀少,草木丰茂”¹⁾,戴英生等则持相反观点,认为第四纪以来黄土高原就存在侵蚀与堆积轮回^{2),[29]};近年来关于黄土高原生产方针的讨论,对于如何按照自然规律和经济规律发展生产,调整土地利用,制定正确的治黄策略,搞好黄土高原的水土保持等方面,都有重大意义。

参 考 文 献

- [1] V. A. 范诺尼,黄河水利委员会水利科学研究所和长江水利水电科学研究院合译,泥沙工程,水利出版社,1981年。
- [2] W. G. 莫尔,刘伉等译,地理学词典,商务印书馆,1980年。
- [3] N. W. 哈德逊,窦葆璋译,土壤保持,科学出版社,1975年。
- [4] A. C. 科兹姆科,叶臻等译,水土保持原理,科学出版社,1958年。
- [5] 景可、陈永宗,黄土高原侵蚀环境和侵蚀速率的初步研究,地理研究,第2卷,第2期,1983年。
- [6] 史念海,黄土高原及其农林分布地区的变迁,历史地理,创刊号,1981年。
- [7] 刘东生等,黄河中游黄土,科学出版社,1964年。
- [8] 罗来兴等,中国自然地理·地貌(第六章),科学出版社,1980年。
- [9] 姜达权,黄河现代地质作用的一些基本特征和开发治理黄河的途径,中国第四纪研究,第5卷,第1期,1980年。
- [10] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会,中国自然地理·地表水,科学出版社,1981年。
- [11] 中国科学院地理研究所地貌研究室渭河地貌组,渭河下游河流地貌,科学出版社,1983年。
- [12] 蔡志恒,水土流失的发生与危害,水土保持,第3期,1981年。
- [13] 李保如等,黄河中游地区1977年暴雨后小型库坝工程破坏情况调查报告,人民黄河,1979年,第1期。
- [14] 黄河水利史编写组,黄河水利史述要,水利出版社,1982年。
- [15] 刘东生等,中国的黄土堆积,科学出版社,1965年。
- [16] 黄秉维,编制黄河中游流域土壤侵蚀分区图的经验教训,科学通报,1955年,第12期。
- [17] 罗来兴,划分晋西、陕北、陇东黄土区域沟间地与沟谷的地貌类型,地理学报,第22卷,第3期,1956年。
- [18] 朱显谟,黄土区土壤侵蚀的分类,土壤学报,第4卷,第2期,1956年。
- [19] 罗来兴、朱震达,编制黄土高原水土流失与水土保持图的说明与体会,中国地理学会1965年地貌专业学术讨论会论文集,科学出版社,1965年。

1) 史念海等,黄土高原的历史变迁与当前的治理方针,黄土高原水土保持农林牧综合发展科研工作讨论会资料选编,1979年。

2) 陈永宗,黄土高原水土流失的历史和现状,西北农业现代化学术讨论会论文选辑,第6卷,1980年。

- 【20】 陈永宗,黄河中游黄土丘陵地区坡地的侵蚀发育,地理集刊,第10号,科学出版社,1976年。
- 【21】 承继成,关于坡地剥蚀过程的分带问题,1963年全国地貌学术讨论会论文汇编,科学出版社,1963年。
- 【22】 龚时暘、熊贵枢,黄河泥沙来源和地区分布,人民黄河,1979年,第1期。
- 【23】 龚时暘、蒋德麒,黄河中游黄土丘陵沟壑区沟道小流域的水土流失及治理,中国科学,1978年,第6期。
- 【24】 汪忠善、宋文径,黄河中游黄土丘陵沟壑区小流域产沙量计算,河流泥沙国际学术讨论会论文集,水利出版社,1981年。
- 【25】 牟金泽、熊贵枢,陕北小流域产沙量预报及水土保持措施拦沙计算,河流泥沙国际学术讨论会论文集,水利出版社,1981年。
- 【26】 周佩华等,降雨能量的试验研究初报,水土保持通报,1981年,第1期。
- 【27】 钱宁等,黄河的高含沙水流问题,科学通报,第24卷,第8期,1979年。
- 【28】 朱显谟,关于黄土层中红层问题的讨论,中国第四纪研究,第1卷,第1期,1958年。
- 【29】 戴英生,从黄河中游的古气候环境探讨黄土高原的水土流失,人民黄河,1980年,第4期。

第二章 侵蚀区的地理环境

第一节 古地理环境

黄土高原现在支离破碎的面目,不仅与现代地理环境有关,而且与古地理环境有着密切的关系。现代自然环境的主要特点都是有继承性的。弄清楚古地理环境状况,有利于我们更加深入地认识现代侵蚀的演变过程和历史。现将黄土高原的古地理环境概括为地质地貌环境和气候环境,并分述于下。

一、地质地貌环境

1. 地质构造特征

黄土高原侵蚀地貌的格局及其区域分异,取决于内外营力的对比关系,但大地形骨架及区域分布特征主要是决定内动力,即地质构造。

黄土高原跨华北陆台和秦岭-祁连地槽两个大地构造单元^[1]。二者大致以六盘山为界,以西属秦岭-祁连地槽区,以东为华北陆台的一部分。六盘山位于华北陆台的西缘,构造上呈一巨型的复背斜。下古生代时是一个长期拗陷带,碳酸盐建造发育。该区缺失上古生代早期沉积,在石炭纪沉积了一套含煤的海陆交互地层,无二叠纪地层。中生代三叠纪、侏罗纪时期为碎屑建造。白垩纪的下白垩统六盘山群为一套厚达 2,000 米以上的砾岩、砂岩、页岩等碎屑岩类。新生代的第三系为红色砂岩、泥岩类石膏层,最厚达 2,700 米,强烈的燕山运动使全区发生褶皱、断裂隆起成山。进入第四纪,六盘山仍在继续上升。

六盘山以西的黄土高原部分在海西构造运动以后,则以内陆断陷盆地发育为构造特点,统称陇西盆地。陇西盆地实际上是由一系列小盆地组合而成的,其中较大的有民和-永登盆地,临洮-陇西(县)盆地和靖远-会宁盆地等。本区在侏罗-白垩纪为山间盆地沉积,燕山运动末期,六盘山区中生代地层褶皱隆起成山以后,盆地的东界明显。燕山运动也使盆地内局部地区发生了褶皱(如兰州西南部的七道梁),但大部分地区的地层仍然保持平缓产状。喜马拉雅运动继承了前期的构造特征;但老第三纪盆地沉积的范围扩大,沉积了红、暗红色的砾岩、砂岩、泥岩。到上新世甘肃中部强烈上升,伴随着上升周围正地形遭受剥蚀,盆地内部堆积,并形成波状起伏的剥夷面。

六盘山以东属华北陆台西部的鄂尔多斯台向斜和山西台背斜,中间是保德、吴堡、吉县连线的断裂带,即黄河晋陕峡谷所在。鄂尔多斯台向斜和山西台背斜在地质构造上是一个未经褶皱变动的、标准的前震旦纪陆台。鄂尔多斯台向斜中生代时期发展成为一个大型的内陆盆地,并堆积了数千米厚的陆相碎屑岩,东部沉积较薄,西缘沉积厚度较大。西北部的中生代地层厚 1,500 米,地层的层序完整,盆地的东南则微微上升,处在剥蚀环境下。白垩纪末期鄂尔多斯台向斜抬升,并在边缘发生断陷,形成了西南部和北部边缘上的