

黄土高原地区综合治理开发考察系列研究

黄土高原地区土壤侵蚀 区域特征及其治理途径



中国科学院黄土高原综合科学考察队

中国科学技术出版社

黄土高原地区土壤侵蚀 区域特征及其治理途径

中国科学院黄土高原综合科学考察队

中国科学技术出版社

1990

内 容 简 介

本书以黄土高原地区土壤侵蚀区域规律为中心,论述了土壤侵蚀影响因素、土壤侵蚀类型、方式及强度的区域特征;专题论述了重力侵蚀,黄河粗泥沙的来源及其输移,典型小流域的土壤侵蚀特征;在上述研究基础上,综合论述了土壤侵蚀分区及其治理途径,并就生产治理中的关键问题,分析了土壤侵蚀趋势和水土保持前景。本书科学性、实用性强,为有关业务领导部门决策,提供了重要的科学依据。

本书可供从事有关水土保持、国土整治、自然资源、环境保护、土壤、地籍、农、林、牧、水利等工作人员及大专院校师生参考应用。

黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其治理途径

中国科学院黄土高原综合科学考察队

责任编辑:张秀智

中国科学技术出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

煤炭工业出版社印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16印张:16.75 字数:399千字

1991年3月第1版 1991年3月第1次印刷

印数:1-1200册 定价:12.00元

书号:ISBN7-5046-0422-4/S·53 登记证号:(京)175号

中国科学院黄土高原综合科学考察队
科技成果编辑委员会

主任委员 张有实

委 员 (按姓氏笔划为序)

王乃斌 刘再兴 刘毓民

孙九林 孙惠南 杜国垣

陈光伟 陈绥阳 武吉华

张天曾 张有实 郭绍礼

**中国科学院黄土高原综合科学考察队
《重大问题及总体方案》系列成果编辑委员会**

主任委员 张有实

副主任委员 (按姓氏笔划为序)

王乃斌 刘再兴 刘毓民 孙九林

孙惠南 杜国垣 陈光伟 武吉华

张天曾 郭绍礼

委 员 (按姓氏笔划为序)

王乃斌 王义凤 王华东 刘再兴

刘毓民 孙九林 孙惠南 李 斌

苏人琼 杜国垣 陈永宗 陈光伟

杨勤业 邸醒民 金 瓯 武吉华

张天曾 张有实 郭绍礼 侯光良

赵存兴 唐克丽 曹光卓 彭 琳

彭芳春 魏心镇

《黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其治理途径》

主 编：唐克丽（中国科学院—水利部西北水土保持研究所）

副 主 编：陈永宗（中国科学院—国家计划委员会地理研究所）

主要编写人员：景 可（中国科学院—国家计划委员会地理研究所）

黄义端（中国科学院—水利部西北水土保持研究所）

张信宝（中国科学院—水利部成都山地灾害与环境研究所）

陈 云（中国地质矿产部水文地质与工程地质研究所）

甘枝茂（陕西师范大学）

江忠善（中国科学院—水利部西北水土保持研究所）

周佩华（中国科学院—水利部西北水土保持研究所）

靳泽先（甘肃省科学院地质灾害研究中心）

李昭淑（西北大学）

张利铭（陕西省水土保持勘测规划研究所）

张平仓（中国科学院—水利部西北水土保持研究所）

查 轩（中国科学院—水利部西北水土保持研究所）

李 倬（黄河水利委员会西峰水土保持试验站）

史景汉（黄河水利委员会绥德水土保持试验站）

张恒丰（黄河水利委员会天水水土保持试验站）

序

黄土高原地区，这块举世瞩目的苍茫大地，是中华民族摇篮，古文明的发祥地。这片古老的黄土地，哺育了炎黄子孙，创造了灿烂的文化。

然而，长期以来，生态环境十分脆弱的黄土高原地区水土流失和风沙危害严重。全区共有水土流失面积约 50 万平方公里。其中土壤侵蚀模数大于 5000 吨/平方公里·年的严重水土流失区 14.5 万平方公里，是世界上水土流失最严重的地区之一。在长城以北地区，风沙危害农林牧业生产，并不断向东南侵袭。同时，土地利用很不合理，开荒、破坏植被严重，加剧生态环境恶化。不仅严重影响了当地的经济发展和人民生活水平的提高，而且水土流失和风蚀沙化使大量泥沙进入黄河，导致黄河下游干流河床逐年淤高，潜在的洪水灾害严重威胁着黄淮海平原千百万人民生命财产的安全及广大地区的经济建设。

但是，应当看到，黄土高原地区土地广阔，具有发展农林牧业的有利条件，矿产资源非常丰富，煤、铝土、有色金属、盐碱等都具全国重要地位，尤其是有极丰富的能源资源。这里有我国和世界上罕见的特大煤田，煤炭总储量约占全国的 2/3；在黄河上、中游，特别是上游，水能资源也很丰富，将建成我国最重要的、规模最大的能源-重工业-化工工业基地（简称能源重化工基地）。在中华民族未来的发展中，黄土高原地区的战略地位将会越来越重要，在社会主义四化建设中将起到不可替代的巨大作用。

从上述可见，黄土高原地区环境治理和资源开发，在振兴中华的伟大事业中具有特殊的重要性和紧迫性。国家一直十分重视这一地区的国土整治工作。自 50 年代起，各有关部门在该地区做了许多科学考察和试验研究。特别值得高兴的是国家把“黄土高原综合治理”的课题列为“七五”重点攻关科技项目。其中有关方面上的综合考察研究工作由中国科学院黄土高原综合科学考察队组织各有关部委、省区和高等院校的科技人员来完成。这次考察研究工作是自 50 年代以来全面的、内容丰富的大规模的综合科学考察。其特点是：

(1) 把水土流失等的治理问题不仅仅看成是一个环境治理问题，而且是一个环境-经济-社会问题。考察研究工作，以黄土高原地区综合治理开发总体方案为核心，进行了包括环境、资源、经济、社会等方面的十几个重大问题的全面考察研究。

(2) 除重点考察研究黄土高原地区的环境治理问题外，还对振兴地方经济、治穷致富的“小开发”以及建立具有全国意义的能源重化工基地的“大开发”等问题进行了重点考察研究。这对我国的流域治理和开发的研究是有重要意义的。

(3) 面上考察与重点地区的研究和规划相结合，选择了代表不同类型地区的 8 个重点县（旗）进行了深入的考察研究和规划。

(4) 采取地面调查与航空航天遥感技术相结合，对黄土高原地区的自然资源和自然条件以及土壤侵蚀进行了调查和系列制图，为治理开发提供较为确切的土壤侵蚀和资源的数据清单，并首次在此建立国土资源数据库及信息系统，包括各种资源数据、决策模型系统。为综合治理开发和规划决策提供了先进的科学研究手段和科学储备。

现在，黄土高原地区的综合考察研究已经取得丰硕成果。这些成果包括黄土高原地区治理开发的总体方案总报告及十几个专题研究报告，还有遥感系列制图、信息系统的建立、基础资料汇编、图集、画册及录相等，内容非常丰富。这些考察研究系列成果，以大量的

科学考察资料为依据，总结了黄土高原地区环境治理的主要问题及其基本经验，提出了“治理与开发相结合、以开发促治理、以治理保开发”和“重在开发”的方针，制定了能源、矿产、农林牧等资源的开发利用方案，并对振兴黄土高原地区进而振兴中华大地等重大战略问题作了一系列的论述。系列成果不仅是严谨的科学论著，而且也是振兴黄土高原地区和振奋民族精神的科学总结。这些成果具有十分重要的意义和实用价值，是国家和决策部门的重要参考依据，也是使广大人民全面了解黄土高原地区问题和美好前景的极好丛书。同时，这些成果也将促进和深化地学、生物学、资源科学、环境科学、社会科学、技术科学等有关学科的发展。因此，系列成果的发表必将引起国内外有关方面的重视。

这次黄土高原地区综合科学考察研究工作是在中国科学院黄土高原综合科学考察队的具体规划设计和安排下进行的。考察队做了大量组织工作。

黄土高原地区科学考察成果的取得，是全队共同努力，特别是考察队员们踏遍了高原丘陵的沟沟壑壑，散下了辛勤汗水的结果。因此，考察研究成果是集体智慧的结晶。此外，黄土高原地区的人民和各级领导者，他们给予了综合科学考察研究工作多方面的支持和帮助，是特别要予以颂扬的。

刘东生

1990年8月22日

《黄土高原地区综合治理开发考察系列研究》

前言

黄土高原地区有着严重的水土流失和风沙危害等环境问题,生态环境十分脆弱,严重影响着当地人民的生产和生活,在有的地方生存都受到威胁。而且,入黄河泥沙使下游干流河床日趋淤高,洪水威胁着下游广大黄淮海平原人民生命财产和经济建设设施的安全。长期以来,这是我国的一大“心病”和迫切要求解决的“老大难”问题。另一方面,黄土高原地区有着丰富的农业和工业自然资源,特别是有极丰富的能源资源,在中华民族未来的发展中,其战略地位将显得越来越重要,在社会主义四化建设中将起到不可替代的巨大作用。因此,这片黄土地不仅病态环境急需治理,而且无论从本身还是从全国的要求来看,其资源亟待开发。黄土高原地区的环境治理和资源开发在振兴中华的伟大事业中具有特殊的紧迫性和重要性。

国家一直十分重视这片黄土地的改造和振兴问题。自50年代起,水利(电力)部、农业部、林业部、中国科学院,有关省、区、地县和一些大专院校都在该地区做了许多科学考察和试验研究。1955—1958年,在已故中国科学院副院长竺可桢教授的指导下,曾组织了中国科学院黄河中游水土保持综合考察队,进行了为期4年的以水土保持为中心的综合考察,取得了丰富的资料和成果,为国家制定水土保持方针政策及治黄规划、黄河中游水土保持规划发挥了作用。多年来,艰苦奋斗在黄土高原地区第一线的广大干部和科技工作者,为改造黄土高原地区做出了积极贡献。

1983年国家计划委员会向中国科学院提出了关于开展一次以国土整治^①为主要内容的黄土高原地区综合考察研究工作的建议。中国科学院-国家计委自然资源综合考察委员会,根据这一建议,于1983年11月在承德召开了一次讨论黄土高原问题的会议。会上许多专家提出了积极建议,认为经过了三五十年后的今天,在黄土高原地区开展一次全面的、宏观的、以国土整治为目的的综合考察研究工作,制定黄土高原地区的综合治理开发战略方案,确有必要。1984年5月,中国科学院成立了黄土高原综合科学考察队(简称黄考队)来执行这项考察研究任务。1984年5—7月,黄考队组织了少数专家进行了预察,制定了4年(1985—1988年)的以国土整治为主要内容的考察研究计划。当时,在制定考察研究计划中,碰到的第一个问题是如何正确选择考察研究的范围,是仅考察“黄土高原”,还是考察“黄土高原地区”。作为自然地理单元的黄土高原,其范围一般认为是太行山以西、日月山以东、秦岭以北、长城以南。但是,考虑到开发治理的综合性,考虑到黄土高原与黄河的密切联系以及保持研究的完整性,特别是长城以北也存在有严重的水土流失、风沙危害,对入黄泥沙也有严重影响,而一些特大煤田也分布在长城以北,因而黄考队将考察研究范围向北推移到了阴山以南。这块四面环山的比较完整的国土,包括黄土高原及其北部毗邻地区,我们简称它为“黄土高原地区”。

^① 国土整治是指国土资源的开发、利用、保护和治理。其含义很广,涉及到当今世界普遍存在的资源-环境-人口-能源-粮食等问题,而绝不仅指环境的治理或土地的管理。

1985年,在黄土高原地区正式开始考察。1986年,由于国家的重视,“黄土高原综合治理”课题被列为国家“七五”(1986—1990年)重点攻关科技项目。黄考队便把执行黄土高原地区国土整治的考察研究与“黄土高原综合治理”面上的考察研究任务结合起来,取名为“黄土高原地区综合治理开发”的考察研究,并进一步充实了考察研究内容。当时,在制定“七五”计划中碰到的又一个问题是如何对待“开发”问题。黄考队认为,不能把水土流失的治理问题仅仅看成是一个环境治理问题,面是一个资源-环境-经济-社会问题,黄土高原地区患的是综合症,要攻的关是如何解决好水土流失和贫穷落后的问题,是如何解决好环境治理和资源开发这对矛盾,即不仅要研究如何治理好环境,还要研究如何开发好资源,使资源开发不仅不破坏环境,而且还要使两者互相促进。黄土高原地区的问题,不能就治理谈治理。归根结底,是一个如何改造和振兴黄土高原地区的问题。因此,这是一次自50年代以来全面的、内容丰富的、大规模的综合科学考察,从考察面积之广、问题之综合、学科之多、新技术的应用以及把治理与开发结合起来等方面来看,都可以说是空前的。

黄土高原地区综合治理开发的考察研究任务,在原4年计划的基础上,根据“七五”计划的要求,采用卫星、航空遥感和地面调查相结合,调查水土流失和资源状况,研究环境治理和资源开发中的重大问题,提出综合治理开发的总体方案,并把遥感的应用和信息系统的建立作为综合治理开发重大问题和总体方案服务的两项主要技术手段。根据任务要求,考察研究的主要内容有以下三个方面:

- (1) 黄土高原地区综合治理开发的重大问题研究及总体方案;
- (2) 黄土高原地区资源与环境遥感调查和制图;
- (3) 黄土高原地区国土资源数据库及信息系统的建立。

综合治理开发的重大问题及总体方案,是考察研究工作的主体部分。这方面的专题是按照下列5个层次设计的:

(1) 自然条件特点和资源评价。包括考察研究过去和现在的自然条件(自然条件特点和历史环境演变)以及自然资源的数量质量评价;此外,还包括研究主要的社会经济情况。

(2) 应用基础的考察研究。包括考察研究一些与黄土高原地区综合治理开发有关的理论问题。它与综合治理开发黄土高原地区和治理黄河的方针有着密切的联系。例如,黄土高原地区历史气候和土壤侵蚀的演变过程,自然侵蚀和人为侵蚀的关系,等等。

(3) 重大问题的考察研究。包括土壤侵蚀(水土流失、风沙危害、滑坡、泥石流等)防治以及农、林、牧、土、水、气、能源、工、矿、交、环保、人口、旅游等问题。它是在自然条件、资源和应用基础考察研究工作基础上的深入,是从认识世界走向改造世界所必须考察研究的问题。

(4) 重点县的考察研究。包括代表不同类型地区的中阳、子长、洛川、榆中、正宁、和林格尔、伊金霍洛、新安等8个重点县(旗)的深入考察研究和规划。这是考察研究工作中点面结合的具体体现,是面上工作的深入,也是制定总体方案不可缺少的重要依据。

(5) 总体方案的制定。包括不同类型地区和整个黄土高原地区综合治理开发方案。这是在前面四方面工作的基础上,经过综合分析,对不同类型地区和整个黄土高原地区综合治理开发提出具体的途径和建议,为如何防治水土流失、风沙危害以及如何建立能源重化工基地、牧业基地、林果基地以及解决粮食问题等提供科学依据。

根据以上 5 个层次,共设计了 14 个研究组和相应的研究子专题,即:(1)黄土高原地区自然条件特点及其形成和演变预测;(2)黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其治理途径;(3)黄土高原地区农业气候资源及其合理利用;(4)黄土高原地区生物资源及其合理利用;(5)黄土高原地区土地资源及其合理利用;(6)黄土高原地区水资源合理利用及其供需平衡;(7)黄土高原地区工业发展与城市工矿区的合理布局;(8)黄土高原地区乡镇建设及繁荣农村经济的途径;(9)黄土高原地区能源资源的合理开发利用及农村能源解决途径;(10)黄土高原地区综合运输网的发展及合理布局;(11)黄土高原地区经济开发对环境的影响及其对策;(12)黄土高原地区工业发展与城市工矿区的合理布局;(13)黄土高原地区重点县的深入调查研究;(14)黄土高原地区综合研究和综合治理开发总体方案(人口和旅游问题也包括在综合研究组内)。

第二方面,资源与环境遥感调查和制图,包括应用航空航天多种遥感手段,配合地面考察,对黄土高原地区的自然资源和自然条件以及土壤侵蚀进行遥感调查和系列制图,为治理开发提供较为确切的土壤侵蚀和资源清单。这对今后的综合治理开发规划和实施以及监测其动态变化均有着重要的意义。

第三方面,国土资源数据库及信息系统的建立,包括建立黄土高原地区国土资源数据库、典型区的资源信息系统、决策模型系统以及计算机辅助制图系统等,为黄土高原地区治理开发考察研究和规划提供先进的技术手段和科学储备。这使黄土高原地区综合治理开发及其管理工作逐步走向现代化。

黄土高原地区的综合考察研究工作,是由中国科学院主持,由黄考队组织有关单位,以大协作的形式来完成的。参加考察研究的单位有中国科学院-国家计委自然资源综合考察委员会、中国科学院-水利部西北水土保持研究所、中国科学院-国家计委地理研究所、中国科学院地质研究所、植物研究所、兰州沙漠研究所、遥感应用研究所、南京土壤研究所、西安黄土研究室及西北植物研究所、中国科学院-水利部成都山地灾害研究所、国家计委-中国科学院能源研究所、国家计委综合运输研究所,地矿部水文地质与工程地质所、水文地质工程地质研究所、地质资料局,水利部黄河水利委员会,铁道部铁道科学院,山西省区划办,陕西省水土保持研究所、地质矿产局,甘肃省科学院地质灾害研究中心、农科院,宁夏农业科学院,内蒙古土地勘察设计院,河南地理研究所,中国人民大学,北京师范大学,北京大学,北京林业大学,北京经济学院,北京师范学院,兰州大学,西北大学,西北农业大学,陕西师范大学,西安交通大学,西安公路学院,陕西财经学院,山西大学,山西师范大学,以及晋、陕、蒙、宁、甘、青、豫等省(区)的计委、科委以及其它有关农、林、牧、水、水土保持、工、矿、交、环保等业务部门,共约 50 多个单位。参加考察研究工作的专家、教授和科技工作者达 500 多人。黄考队在国家计委、国家科委和中国科学院的领导下,得到了水利部、林业部、农业部、能源部、地质矿产部以及其它有关部委、办等部门的大力支持;考察期间,与黄土高原地区有关的七省(区)的各级政府和部门,对黄考队也十分关心,给予许多支持和帮助。因此,黄土高原地区综合科学考察研究成果的取得,是各方面大力协作支持的结果,是全体考察队员们智慧的结晶。

黄土高原地区综合治理开发系列成果是丰硕的。在系列成果中,全面论述了黄土高原地区的环境问题以及如何治理环境的基本经验;阐述了振兴黄土高原地区的物质基础,如何进行资源的“小开发”,发展农村经济,以及建立能源重化工基地的“大开发”,创造巨

大财富，为农业现代化和社会进步以及治理环境提供雄厚的物质基础，从而达到振兴黄土高原地区的目的。系列成果告诉人们，黄土高原地区虽然有严峻的环境问题，环境的治理任务是艰巨的，但其前景是极其美好的。成果还着重阐述了如何才能达到美好的前景，以及2000年和21世纪中期可能达到的目标。在黄土高原地区资源与环境考察研究中，还采用了航空遥感新技术，编制了系列图件，提供了资源数据，并建立了信息系统实体（系列成果目录附后）。因此系列成果不仅是严谨的科学论著，而且也是振兴黄土高原地区和振奋民族精神的科学总结。由于黄土高原地区综合治理开发问题是独特的，涉及的问题也多，因而开展综合考察研究工作及其成果的发表，具有重要的生产意义和科学价值。黄土高原地区历史文化遗产极为丰富，是中外人士仰慕向往的地方。它的治理开发和振兴，不仅会激励我国人民献身于这一伟大光荣的事业，而且也会在国际上产生重大的影响。

这次黄土高原地区综合科学考察研究工作是在中国科学院黄土高原综合科学考察队的具体组织领导下进行的。考察队队部有队长张有实，副队长孙惠南、郭绍礼、杜国垣、刘毓民、陈光伟，学术秘书张天曾，办公室主任刘广寅，副主任谢国卿、马志鹏，秘书高柳青，干事李文柏。作为“七五”国家重点攻关科技项目，第一专题重大问题和总体方案方面的科考任务由张有实直接领导；第二专题遥感系列制图方面的科考任务由陈光伟、王乃斌负责；第三专题数据库及信息系统方面的科考任务由孙九林负责。有关各专题组中子专题组长和考察队员们的贡献将在各自的研究报告的前言中予以记载。在这里，黄考队谨向各协作单位以及黄土高原地区的人民和各级领导所给予这次综合考察研究工作多方面的支持和帮助，再次表示衷心的感谢。此外，由于种种原因，我们在工作中还有不少缺点，请各方面多予批评指正。

中国科学院黄土高原综合科学考察队

1990年9月1日

前 言

本书是国家“七五”科技攻关项目黄土高原综合治理第一课题“黄土高原地区综合治理开发科学考察”(75-04-03-01)的第二支课题即第二专题“黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其治理途径”(75-04-03-01-02)的考察总结。

众所周知,黄土高原的土壤侵蚀已举世瞩目,它严重地破坏了生态环境,影响当地的工农业生产和人民生活,同时又是黄河泥沙的症结所在,给黄河下游人民生命财产造成极大的威胁。因此,长期以来人们就很重视对土壤侵蚀的防治。早在1942年就在甘肃天水和陕西西安荆峪沟,建立了我国最早的水土保持试验站,真正开创黄土高原土壤侵蚀和水土保持研究的新纪元是在1949年以后。

1951—1953年,水利电力部黄河水利委员会组织了三次黄河中游水土流失严重区的勘查,中国科学院所属的有关研究所参加了勘查,并参加了《黄河流域规划技术经济报告》的编写。1955—1958年中国科学院又组织了七个研究所以及黄委会等十几个单位和大专院校参加的“黄河中游水土保持综合考察队”。在上述考察工作基础和有关业务部门领导下,黄土高原的水土保持科研工作,近30余年来又有了很大的进展。

鉴于黄土高原地域辽阔,影响土壤侵蚀的自然因子复杂,再加上人口增长和社会经济活动的影响,使土壤侵蚀问题愈益复杂;并出现了一些争议。诸如自然侵蚀与人为加速侵蚀的关系;黄土高原的水土保持与治黄的关系;黄土高原土壤侵蚀发展趋势和水土保持治理前景等问题。对于这些问题,我们认为还必须对黄土高原土壤侵蚀规律作进一步考察研究和试验研究,才能作出较确切的回答。本专题的主要任务是考察查明黄土高原地区土壤侵蚀区域分异规律及治理途径,为制定综合治理方案提供土壤侵蚀方面的依据。

在前人工作基础上,我们着重近40年来土壤侵蚀的时空变化特征,考察研究土壤侵蚀影响因子的区域特征;土壤侵蚀类型、侵蚀方式、侵蚀强度的区域特征;重力侵蚀的区域特征;土壤侵蚀分区及治理途径;黄河粗泥沙的来源及其对下游河道的影响。最后就黄土高原地区土壤侵蚀发展趋势和水土保持前景,进行了综合分析讨论。

本书是上述问题考察研究的总结。由于参加考察和编写的单位及人员较多,有些问题未能充分讨论,认识和观点不尽一致,统稿也不尽完善,不妥之处,敬请读者指正。

本专题按国家重点科技项目的合同书,承担单位:中国科学院-水利部西北水土保持研究所;主持单位:中国科学院-水利部西北水土保持研究所,中国科学院-国家计划委员会地理研究所;本专题负责人为唐克丽(中国科学院-水利部西北水土保持研究所)陈永宗(中国科学院-国家计划委员会地理研究所);

参加单位及参加考察人员有:中国科学院-水利部西北水土保持研究所:唐克丽、黄义端、江忠善、周佩华、张平仑、查轩、陈文亮、张仲子、王占礼、贾志伟、张竹梅、席道勤、王斌科、吴普特、张科利、郑粉莉、白红英、史瑞云;中国科学院-国家计划委员会地理研究所:陈永宗、景可、张勋昌、朱同新、卢金发、李凤新;中国科学院-水利部成都山

地灾害与环境研究所：张信宝、王成华、谭万沛；中国地质矿产部水文地质研究所：张宗祜、陈云、石建省、李铮华；西北大学地理系：李昭淑、康连科；陕西师范大学地理系：甘枝茂、吴成基、惠振德、孙虎、夏备德；甘肃省科学院地质灾害研究中心：靳泽先、韩庆宪、洪家祥；陕西省水土保持勘测规划研究所：张利铭、朱太芳、任京柱；黄河水利委员会水土保持处及天水、西峰、绥德水土保持试验站：华绍祖、赵富德、张恒丰、刘世德、李建牢、李倬、邢天佑、史景汉、郑明彦

本书执笔人员（依章、节出现先后为序）：

前言 唐克丽、陈永宗、景可

第一章

一、陈永宗

二、周佩华、王占礼、江忠善

三、查轩、唐克丽

四、唐克丽、陈文亮

五、唐克丽、张仲子、贾志伟、江忠善

六、张利铭、任京柱、朱太芳

第二章

一、张宗祜、陈云、李铮华

二、甘枝茂

三、陈永宗、张勋昌

第三章

张信宝、靳泽先、李昭淑、王成华

第四章

景可、张平仓

第五章

一至三、黄义端、张平仓、张竹梅、唐克丽

四、李倬；史景汉、郑明彦；张恒丰、刘世德；唐克丽、曾伯庆、靳泽先

第六章

唐克丽

全书主要由唐克丽统稿、定稿，景可在统稿中做了大量工作；查轩、张平仓、史瑞云、白红英参加了编辑和校对工作。

在考察研究工作中，陕西、山西、宁夏、甘肃、内蒙古、青海、河南等省、自治区各级人民政府、水利水保厅、局、站给予了大力的支持，提供了宝贵资料和良好的工作条件；中国科学院兰州冰川冻土研究所、山西省离石水土保持研究所及其他大专院校和兄弟单位参加了部分工作并提供了部分资料；朱显谟、罗来兴、齐蘧华、高博文、刘万铨等专家审阅了全稿，提出了宝贵的修改意见。在此一并表示衷心的感谢。

编者

1990年12月

目 录

前 言	(xi)
第一章 土壤侵蚀影响因子的区域特征	(1)
一. 地质地貌	(1)
二. 气候(降雨、径流、风力)	(7)
三. 土壤与地面组成物质	(19)
四. 植被	(32)
五. 人为不合理活动对土壤侵蚀的影响	(39)
六. 神府—东胜煤田一、二期开发建设新增水土流失分析和预测	(45)
第二章 土壤侵蚀类型、方式与强度的区域特征	(53)
一. 土壤侵蚀类型及其区域特征	(53)
二. 土壤侵蚀方式及其区域特征	(62)
三. 土壤侵蚀强度及其区域特征	(77)
第三章 重力侵蚀的区域特征及防治对策	(92)
一. 重力侵蚀的危害和产沙量	(92)
二. 重力侵蚀的主要类型及分布	(96)
三. 重力侵蚀的主要影响因素	(100)
四. 重力侵蚀分区	(109)
五. 重力侵蚀的防治对策	(113)
第四章 黄河粗泥沙的来源及其对下游河道的影响	(118)
一. 粗泥沙及粗沙区概念	(118)
二. 粗泥沙的来源及其数量	(121)
三. 粗泥沙输移的沿程变化及其对黄河下游的影响	(140)
四. 多沙粗沙区减沙的可能性与措施	(152)
第五章 土壤侵蚀分区及其治理途径	(157)
一. 概述	(158)
二. 土壤侵蚀分区的原则和系统	(163)
三. 土壤侵蚀分区及其治理途径综述	(166)
四. 典型小流域土壤侵蚀特征及治理	(182)
第六章 土壤侵蚀趋势和水土保持前景分析讨论	(213)
一. 自然侵蚀和人为加速侵蚀的关系	(213)
二. 水土保持的现状和治理效益	(222)
三. 水土保持方略和前景初析	(238)

第一章 土壤侵蚀影响因子的区域特征

考察研究的地区为黄土高原地区,其范围指太行山以西、日月山—贺兰山以东、秦岭以北、阴山以南,地理位置为东经 $100^{\circ}54'$ — $114^{\circ}33'$,北纬 $33^{\circ}43'$ — $41^{\circ}16'$ 。总土地面积 62.4 万平方公里,跨陕、甘、青、晋、宁、豫、内蒙古 7 个省(区),辖 286 个县(旗),总人口 8100 万(1985)。在流域上,本地区包括黄河流域自龙羊峡至桃花峪的上中游及其毗邻的海河流域约 6 万平方公里。

本区地域辽阔,土壤侵蚀特征呈明显的区域分异变化。这种变化为区域自然因素和人为因素的综合反映。影响土壤侵蚀的自然因素包括地质、地貌、气候、土壤、植被等;人为因素是指人为活动对加速土壤侵蚀的影响。研究上述土壤侵蚀影响因子的区域特征,是研究确定土壤侵蚀分区和治理途径的重要依据,现分述如下:

一、地质地貌

(一) 地质

1. 岩性

黄河中游及其毗邻地区的地质构造,大致以六盘山至青铜峡一线分为东西两部分,西部属西域陆块,东部为华北陆块^①。古生代之前,西域陆块为海域环境,其中的秦岭—祁连地槽在古生代褶皱成山后,经古生代后期和中生代一系列构造变动,在甘肃中部形成了许多断陷盆地,统称陇西盆地。陇西盆地在中生代和新生代堆积了巨厚陆相碎屑物,其中以第三纪甘肃系地层对现代侵蚀的影响最大。甘肃系地层是一套由砂砾、粉沙和粘土(或亚粘土)组成的复杂岩系,成岩性差,抗蚀力较弱,它对侵蚀的影响有两种表现:第一啊成为陇中宽厚梁岭地形的骨架,其上披覆的厚度不大的黄土层,在地下水的浸泡和润滑作用下,常常发生大型滑坡或滑塌,坡地修筑的水平梯田也常因此而被破坏;第二,甘肃系地层构成的谷坡,稳定性差,极易发生重力侵蚀。出露于地表的甘肃系地层,易于产生强烈水力侵蚀,形成土林状劣地。这是六盘山以西地区目前重力侵蚀十分活跃的地质原因。

黄土高原地区的华北陆块,包括了鄂尔多斯台向斜和山西台背斜两个次级构造单元,其北侧以银川—呼和浩特凹陷与阿拉善陆块相接,南侧隔汾渭断陷与秦岭山地相邻。鄂尔多斯台向斜与山西台背斜之间,夹以黄河凹陷,古生代以来,华北陆块一直处于不断加固过程中,发育了巨厚的上古生代和中生代砂岩、砂页岩、泥岩等地层,局部地区还有石灰岩地层形成。这些地层对侵蚀的影响既不如甘肃系地层巨大,也不如第四纪黄土地层明显。如果沟谷的切割深度达到这些地层中,反而对其上覆黄土边坡的稳定性起间接保护作用,使沟谷下切和谷坡扩展的速度变缓。但是,由这些地层构成的谷坡,崩塌作用十分活跃。晋陕黄河峡谷以及峡谷两侧的黄河支流下游,谷壁上巨大块石崩落至谷底后,常形成急流险滩。黄河府谷至禹门,540 公里河段内的 54 处险滩,都由这些基岩崩塌物组成。基岩风化

破碎产生的物质，是黄河粗泥沙的重要来源。

华北陆块区域基岩地层对侵蚀的影响是有明显区域差异的。内蒙古南部的东胜、准格尔和陕北神木、府谷一带广泛出露长石砂岩和紫色泥岩，极易风化剥落，它是导致无定河以北地区侵蚀产沙强度极大的重要原因。无定河、延河、洛河等支流上游流域的白垩纪紫红色粗砂岩，虽然崩塌发生机率较少，因抗蚀力很差，暴雨侵蚀形成了深窄沟槽，为黄河提供了大量粗沙。各类地层中对侵蚀影响最大的是陕北、晋西、陇东各地广泛分部于沟谷底部的晚第三纪三趾马红粘土（保德红土），其透水性极差，是黄土上下覆的主要不透水层，在有足够高差和临空面条件下，常常引起上覆地层滑移。黄土高原的大型滑坡都与此有密切的关系。三趾马红土富含蒙脱石和伊利石等粘土矿物，膨胀系数较大，受干湿、冷热变化影响，破裂为小土块，顺坡滚落构成黄土高原的重要土壤侵蚀方式——泻溜。

黄上是黄土高原土壤侵蚀的主要对象。它的物质组成以粉沙为主，结构疏松，张力节理和应力节理都很发育，遇水1—2分钟即全部崩解。黄土的岩性特征有很明显区域变化^[2]，一般是北部地区黄土的相对可蚀性大于南部1—3倍，这是引起黄土高原侵蚀强度南北差异的重要原因。北部和西北部地区黄土的湿陷性普遍高于东部和东南部，由湿陷引起的洞穴侵蚀类型区域分布特点与之适应。不过，产生黄土自重湿陷与降雨量多少关系极大，因而湿陷发生的频率以绥德—延安和秦安—天水一带最高。不同地质时代黄土地层中，晚更新世马兰期黄土的抗蚀性最差，早更新世午城黄土较好，有石质黄土之称，中更新世离石黄土居中。马兰黄土分部最广，对侵蚀的影响最大。长城沿线的黄土梁峁坡面，常有第四纪片状流沙覆盖，降雨径流迅速渗入沙层以后，使坡面产流量变小，坡面侵蚀相对于无流沙覆盖区弱，沟蚀强度则增大。

2. 新构造运动

黄土高原是我国新构造运动的活跃地区之一，其方式主要是大面积间歇抬升。第四纪期间抬升总量约150—300米。随着地壳抬升，河流下切，发生侵蚀的地形能量增大，侵蚀因此加强。

新构造运动对侵蚀的影响分为间接和直接两种方式^[3]。增大地形能量属于间接影响，破坏性地震的作用属于直接影响。

新构造运动抬升大小与老构造特点紧密相关。一般来说，六盘山以西地区的抬升量普遍大于以东地区；以东地区又是陇东北部、陕西北部、蒙古大于晋西和晋东南与豫西。六盘山以西抬升量最大的地区在陇中华家岭一带。据1934—1955年陇海铁路水准测量资料，21年来甘肃陇西和渭源等地上升了约0.66米，六盘山区近期抬升量约20毫米/年，使得隆德、庄浪等地的沟床下切速率约4.5—24厘米/100年。

六盘山以东的白子山至东胜一带为第四纪的抬升中心，抬升量估计与六盘山区相近。这是导致无定河以北地区侵蚀十分严重的重要地质因素之一。汾渭谷地和银川—呼和浩特平原，第四纪期间强烈下沉，其中堆积了厚度超过数百米至千余米的碎屑物。汾渭谷地在下沉过程中又有间歇抬升，1934—1955年潼关县旧城的抬升量约0.304米，与陇西县相比慢了0.358米。汾渭谷地是黄土高原的地方侵蚀基准面，新构造运动抬升量的这种差异必然对区域侵蚀加强有促进作用。

除汾河谷地外，山西台背斜区新构造运动抬升量以北部五台山及衡山地区为大。从五台山和衡山山前发育的串珠状洪积扇判断，这些山地第四纪的抬升是比较活跃的，以致五