

国家自然科学基金委员会资助项目

黄河流域环境演变与 水沙运行规律研究文集

第 六 集

主编 杨勤业

气象出版社

国家自然科学基金委员会资助项目

黄河流域环境演变与 水沙运行规律研究文集

(第六集)

杨勤业 主编

气象出版社

(京)新登字 046 号

内容简介

本文集是国家自然科学基金重大项目“黄河流域环境演变与水沙运行规律研究”第 4 个二级课题“黄河流域社会经济活动和自然环境演变趋势及整治方向”的部分研究成果。内容包括流域灾害环境的区域分异、典型区域水土资源合理匹配与生态建设、流域自然生产潜力及人口承载力、大型水利工程及坝区漏斗域改变黄河水沙运行对下游的综合影响、以及自然环境变化和人类活动可能引起的流域水沙和环境变化等。

本书可供自然地理学、水利学、环境科学等科研、生产及高等院校师生参考。

黄河流域环境演变与 水沙运行规律研究文集

(第六集)

杨勤业 主编

责任编辑 潘根娣

气象出版社出版·发行

(北京西郊白石桥路 46 号)

北京朝阳大地印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 12 字数: 287 千字

1993 年 10 月第 1 版 1993 年 10 月第一次印刷

印数: 400 定价: 15.00 元

ISBN 7-5029-1444-7/P·0616

序

黄河是哺育中华民族灿烂文明成长的大河，也是一条灾害频繁难以治理的多沙河流。长期以来，黄河流域生态环境十分脆弱，中游黄土高原严重的水土流失和风沙的危害，下游河床因泥沙堆积而抬高和洪水的肆虐，尤其黄河善决、善徙的多变性，都是中华民族的忧患，影响了流域境内炎黄子孙的生产、生活和经济建设的发展。然而，黄河流域土地资源、矿产资源和能源都十分丰富，成为我国发展农林牧业、能源和重、化工业的基地。因此，在当今社会主义现代化建设中，黄河流域的治理开发占有重要的战略地位。

黄河的治理历来与国家的政治安定和经济盛衰紧密相关。为了驯服黄河，除害兴利，造福子孙、安居乐业，新中国成立以后，中国共产党和人民政府十分重视黄河的治理，从此，人民治黄工作进入了新的纪元。40多年来黄河水利委员会和沿黄各省人民对黄河的水利开发，水患防治，河道整治以及黄河流域水土保持做了许多有成效的工作，治黄取得了巨大成绩，安渡了数十年的伏秋大汛，保证了沿黄各省经济建设的顺利进行，经济发展持续增长，人民得以安居乐业。可是，由于自然的和人为的原因，黄河流域的环境并没有得到根本改善，中游水土流失仍在继续，黄河水少沙多的本性仍然是造成黄河下游河床不断堆积抬高和容易发生洪泛决口改道的根本症结。

根治黄河，开发黄河的宏图大计，是中华民族长期奋斗的目标。近几十年来，学术界和工程技术界为治黄而做了大量的研究工作，也取得了许多丰硕的成果，但黄河问题涉及因素很多，它既与全流域的自然环境因素有关，又与全流域的社会经济发展因素有关，而且这些因素既相互联系、又相互制约，并随时间的进程和人类活动加剧的影响，不断的发生变化。所以，黄河及其流域环境的治理开发，还有许多科学问题有待深入进行关键性、综合性、基础性和系统性的研究。基于以上考虑，1986年中国科学院、国家计划委员会地理研究所，在中国科学院资源环境局委托和支持下，把黄河治理开发作为重大基础科学项目，列入国家“七五”科技攻关计划，针对黄河长期存在而又缺乏基础性研究的科学问题，提出了“黄河流域演变与水沙运行规律”的研究课题，作为国家自然科学基金重大基础研究项目，并于1988年得到国家自然科学基金委员会的批准和资助，为本次多学科、多部门，联合攻关，深入开展研究工作创造了条件，也为黄河基础科学研究开创了新的局面。

本项目研究的主要宗旨为：“综合研究历史时期黄河流域环境变迁与水沙变化事实，流域侵蚀产沙规律及水利水保效益，黄河下游水沙变化与河床演变规律，提出黄河流域环境演变与水沙变化趋势及整治方向，为2000年以后国家治理黄河决策提供科学依据和基础资料。”重点回答：“减少入黄泥沙前景；干流水库和小浪底水库联合运用可行方案；探讨延长黄河下游河道寿命的途径，以及流域综合治理与开发方向”等目标。

根据上述研究宗旨和研究目标的要求，设置了下列四个方面的研究课题。其中，(1)历史时期流域环境变迁与水沙变化关系：宏观地再现秦汉以来环境变迁与水沙变化的事实，为深入分析黄土高原水土流失和下游河道堆积，洪泛的现状、原因、强度提供历史背景值；(2)流域侵蚀、产沙规律及水利水保减沙效益分析；(3)黄河下游水沙变化与河床

演变规律：这两个课题的重点是分析中游侵蚀产沙和下游水沙变化现状、原因、规律、发展趋势及治理对策。(4) 流域社会经济活动和自然环境演变趋势及治理方向：着重分析现代大型水利枢纽、人类活动和社会经济活动可能引起水沙及环境变化的趋势，提出方向性的综合治理开发意见。

四年半来，在全体科技人员共同努力，充分发挥多学科、多部门的优势，协作攻关下，所取得的系列科学成果是丰硕的，基本上达到了“弄清事实，分析规律，预测趋势和提出治理方向”的预期目标，为今后黄河流域治理开发决策提供了科学依据和系列资料。黄河流域环境问题虽然还很严峻，流域治理开发的任务还很艰巨，但只要正确认识了黄河流域环境演变与水沙运行的规律，通过综合治理后，减少中游黄土高原入黄泥沙量和减缓下游河道堆积速度，以及延长下游河道行水寿命的目的是可以达到的，改善黄河流域环境问题的前景也是光明的。

本项目研究工作，是由中国科学院、国家计划委员会地理研究所和黄河水利委员会共同主持，并组织了有关科研、生产和高等院校等单位协作攻关。参加的单位有中国科学院、水利部西北水土保持研究所、黄委会水利科学研究院、中国科学院海洋研究所、中国科学院山地灾害研究所、水利水电科学研究院泥沙研究所、黄委会水资源保护研究所、黄委会宣传出版中心、黄委会勘测规划设计院、黄委会水文局、清华大学水利水电系泥沙研究室、北京师范大学地理系、北京大学城市与环境系、陕西师范大学地理系、华北水利水电学院、社会科学院历史研究所、陕西省气象科学研究所、河南省气象科学研究所等 19 个。参加研究工作的科技工作者计有 143 人。工作期间在国家自然科学基金委员会指导下，得到中国科学院、黄河水利委员会以及沿黄地区各有关部门领导的大力支持和帮助。因此，本项目所取得系列研究成果，是各方面大力协作和支持的结果，也是全体科技人员智慧的结晶，为治黄事业作出了积极的努力。在项目完成之际，我们深切怀念原项目负责人、著名地理学家左大康先生。在他主持项目工作期间，不仅科学研究上治学严谨，组织工作勇于创新，细心安排各项工作，而且为了深入了解黄河的环境问题和水沙运行的规律，不顾野外工作艰苦，抱病坚持并亲临第一线，进行实地调查，身先士卒，为人师表，使我们受益匪浅。他的奉献精神和对地理学的贡献，将永远铭记在我们的心中。

项目学术领导小组

1992 年 12 月 1 日

目 录

序	(1)
前言	(3)
黄河流域灾害环境的区域分异	杨勤业 王凤慧 李高社 朱会义(4)
陇东南小河沟流域水土资源平衡问题	贺少华 杨勤业(14)
陕北韭园沟流域水土资源平衡与开发利用	贺少华(30)
大理流域域的水土匹配与生态建设	李国栋 杨勤业(43)
黄河流域开发整治分区草拟	李荣生(60)
黄河流域自然生产潜力与人口承载力分析	赵名茶(71)
大型水利工程及坝区漏斗域改变黄河水沙运行对下游的综合影响	陈枝霖 陆俭益 涂启华(92)
黄河流域自然环境变化和人类活动对水沙的影响预测	朱振源 贾绍凤(134)
黄河中游黄土高原自然环境和人类活动对土壤侵蚀影响的系统分析	王 铮 胡大鹏(156)
社会经济活动可能引起的黄河水沙和流域环境变化	李荣生(172)

序

黄河是哺育中华民族灿烂文明成长的大河，也是一条灾害频繁难以治理的多沙河流。长期以来，黄河流域生态环境十分脆弱，中游黄土高原严重的水土流失和风沙的危害，下游河床因泥沙堆积而抬高和洪水的肆虐，尤其黄河善决、善徙的多变性，都是中华民族的忧患，影响了流域境内炎黄子孙的生产、生活和经济建设的发展。然而，黄河流域土地资源、矿产资源和能源都十分丰富，成为我国发展农林牧业、能源和重、化工业的基地。因此，在当今社会主义现代化建设中，黄河流域的治理开发占有重要的战略地位。

黄河的治理历来与国家的政治安定和经济盛衰紧密相关。为了驯服黄河，除害兴利，造福子孙、安居乐业，新中国成立以后，中国共产党和人民政府十分重视黄河的治理，从此，人民治黄工作进入了新的纪元。40多年来黄河水利委员会和沿黄各省人民对黄河的水利开发，水患防治，河道整治以及黄河流域水土保持做了许多有成效的工作，治黄取得了巨大成绩，安渡了数十年的伏秋大汛，保证了沿黄各省经济建设的顺利进行，经济发展持续增长，人民得以安居乐业。可是，由于自然的和人为的原因，黄河流域的环境并没有得到根本改善，中游水土流失仍在继续，黄河水少沙多的本性仍然是造成黄河下游河床不断堆积抬高和容易发生洪泛决口改道的根本症结。

根治黄河，开发黄河的宏图大计，是中华民族长期奋斗的目标。近几十年来，学术界和工程技术界为治黄而做了大量的研究工作，也取得了许多丰硕的成果，但黄河问题涉及因素很多，它既与全流域的自然环境因素有关，又与全流域的社会经济发展因素有关，而且这些因素既相互联系、又相互制约，并随时间的进程和人类活动加剧的影响，不断的发生变化。所以，黄河及其流域环境的治理开发，还有许多科学问题有待深入进行关键性、综合性、基础性和系统性的研究。基于以上考虑，1986年中国科学院、国家计划委员会地理研究所，在中国科学院资源环境局委托和支持下，把黄河治理开发作为重大基础科学项目，列入国家“七五”科技攻关计划，针对黄河长期存在而又缺乏基础性研究的科学问题，提出了“黄河流域演变与水沙运行规律”的研究课题，作为国家自然科学基金重大基础研究项目，并于1988年得到国家自然科学基金委员会的批准和资助，为本次多学科、多部门，联合攻关，深入开展研究工作创造了条件，也为黄河基础科学研究开创了新的局面。

本项目研究的主要宗旨为：“综合研究历史时期黄河流域环境变迁与水沙变化事实，流域侵蚀产沙规律及水利水保效益，黄河下游水沙变化与河床演变规律，提出黄河流域环境演变与水沙变化趋势及整治方向，为2000年以后国家治理黄河决策提供科学依据和基础资料。”重点回答：“减少入黄泥沙前景；干流水库和小浪底水库联合运用可行方案；探讨延长黄河下游河道寿命的途径，以及流域综合治理与开发方向”等目标。

根据上述研究宗旨和研究目标的要求，设置了下列四个方面的研究课题。其中，(1)历史时期流域环境变迁与水沙变化关系：宏观地再现秦汉以来环境变迁与水沙变化的事实，为深入分析黄土高原水土流失和下游河道堆积，洪泛的现状、原因、强度提供历史背景值；(2)流域侵蚀、产沙规律及水利水保减沙效益分析；(3)黄河下游水沙变化与河床

演变规律：这两个课题的重点是分析中游侵蚀产沙和下游水沙变化现状、原因、规律、发展趋势及治理对策。(4) 流域社会经济活动和自然环境演变趋势及治理方向：着重分析现代大型水利枢纽、人类活动和社会经济活动可能引起水沙及环境变化的趋势，提出方向性的综合治理开发意见。

四年半来，在全体科技人员共同努力，充分发挥多学科、多部门的优势，协作攻关下，所取得的系列科学成果是丰硕的，基本上达到了“弄清事实，分析规律，预测趋势和提出治理方向”的预期目标，为今后黄河流域治理开发决策提供了科学依据和系列资料。黄河流域环境问题虽然还很严峻，流域治理开发的任务还很艰巨，但只要正确认识了黄河流域环境演变与水沙运行的规律，通过综合治理后，减少中游黄土高原入黄泥沙量和减缓下游河道堆积速度，以及延长下游河道行水寿命的目的是可以达到的，改善黄河流域环境问题的前景也是光明的。

本项目研究工作，是由中国科学院、国家计划委员会地理研究所和黄河水利委员会共同主持，并组织了有关科研、生产和高等院校等单位协作攻关。参加的单位有中国科学院、水利部西北水土保持研究所、黄委会水利科学研究所、中国科学院海洋研究所、中国科学院山地灾害研究所、水利水电科学研究院泥沙研究所、黄委会水资源保护研究所、黄委会宣传出版中心、黄委会勘测规划设计院、黄委会水文局、清华大学水利水电系泥沙研究室、北京师范大学地理系、北京大学城市与环境系、陕西师范大学地理系、华北水利水电学院、社会科学院历史研究所、陕西省气象科学研究所、河南省气象科学研究所等 19 个。参加研究工作的科技工作者计有 143 人。工作期间在国家自然科学基金委员会指导下，得到中国科学院、黄河水利委员会以及沿黄地区各有关部门领导的大力支持和帮助。因此，本项目所取得系列研究成果，是各方面大力协作和支持的结果，也是全体科技人员智慧的结晶，为治黄事业作出了积极的努力。在项目完成之际，我们深切怀念原项目负责人、著名地理学家左大康先生。在他主持项目工作期间，不仅科学研究上治学严谨，组织工作勇于创新，细心安排各项工作，而且为了深入了解黄河的环境问题和水沙运行的规律，不顾野外工作艰苦，抱病坚持并亲临第一线，进行实地调查，身先士卒，为人师表，使我们受益匪浅。他的奉献精神和对地理学的贡献，将永远铭记在我们的心中。

项目学术领导小组

1992 年 12 月 1 日

前 言

《黄河流域社会经济活动和自然环境演变趋势及整治方向》是《黄河流域环境演变与水沙运行规律研究》的第4个二级课题。

黄河流域地处半湿润半干旱地带，自然条件复杂，生态环境脆弱，水资源短缺，环境有可能进一步恶化。因此，研究流域现代自然环境的区域分异，不同区域自然生产潜力和人口承载量，社会经济活动可能引起的流域水沙变化和环境变化，成为当务之急。本课题将总观全局，对流域上、中、下游和点、面、线关系进行综合分析，重点解决大型水利工程对水沙和环境的影响，在分析现代环境和未来社会经济发展的基础上，以环境演变和水沙变化之间的关系为主线，利用现代自然环境研究为纽带，预估流域水沙和环境变化趋势，为流域治理提供科学依据。

本课题共设置了三个子课题：①大型水利工程对下游水沙运行的影响，坝前漏斗段冲淤规律的研究；②流域现代环境区域分异和综合评价；③流域整治方向的研究。课题由中国科学院、国家计划委员会地理研究所和水利部黄河水利委员会勘测规划设计院共同负责。课题负责人是杨勤业、陈枝霖（后由陆俭益代理）。课题组成员有杨勤业（兼第二子课题负责人）、赵名茶（第二子课题负责人之一）、王凤慧、冷疏影、李矩章、李高社、朱会义、李国栋、刘立华；李荣生、朱振源、王铮、贾绍凤、胡大鹏（以上属中国科学院、国家计划委员会地理研究所）；陈枝霖（兼第一子课题负责人）、陆俭益、涂启华、李世滢、张俊华、保蕴琴、刘敬珏、何宏谋、杨丽丰、周丽艳（以上属水利部黄河水利委员会勘测规划设计院）；贺少华（陕西师范大学地理系）。此外，项目负责人左大康以及其余二级课题的负责人亦均为本课题第三子课题的参加者。这本文集就是在课题总结的基础上完成的。它包括以下方面的内容：流域灾害环境的区域分异、典型区域水土资源合理匹配与生态建设、自然生产潜力及人口承载力分析、大型水利工程及坝区漏斗域改变黄河水沙运行对下游的综合影响以及自然环境变化和人类活动可能引起的流域水沙和环境变化。考虑到学术上的百家争鸣，原作者的基本观点均未予改动。黄河的问题极为复杂，文中所提出的观点和结论定有不妥之处，敬请批评指正。

黄河流域灾害环境的区域分异

杨勤业 王凤慧 李高社 朱会义

(中国科学院地理研究所)

一、流域自然灾害形成的地理背景

在我国各大河流中,黄河流域具有易灾多灾的脆弱环境背景,自然生态环境是最不稳定的。黄河河谷发育在秦岭和阴山两个走向近似东西的构造带中。从东到西,它横跨我国地形上的三大阶梯,大致属于两个不同的地质构造单元。以六盘山为界,东属华北地台,西归祁连山褶皱带。太行山以西,第四纪以来基本上是间歇性抬升区,以东则为大面积沉降区。构造活动的直接表现是地震。它诱发复活滑坡与崩塌,并因此引起不同程度的重力侵蚀,同时,导致局部侵蚀基准面的变化,加剧水土流失灾害。龙羊峡以上,地势高,气候寒冷,易造成霜冻、低温冷害;青铜峡到桃花峪,黄河游荡在堆积巨厚黄土的黄土高原,水土流失灾害严重。这里地处我国东部季风区向西北干旱区的过渡地带,加上其南部东西向的秦岭山脉和东部南北向的太行山脉的阻隔,形成黄河中游少雨干旱的环境;另一方面,由于西南、东北向切变线的影响,在泾、洛、渭河上、中游地区和榆林到天水一带常发生笼罩面积大、强度高、历时短的暴雨,形成三门峡以上的大洪水。沁河、伊洛河流域亦处在暴雨中心,亦形成黄河下游的洪水。一旦两者相遇则将对下游产生巨大的洪水威胁。桃花峪以下,黄河进入大平原,河床堆积严重,致使河床高出两岸平地,成为“地上河”,一遇洪水,即有堤溃坝决的危险。

黄河流域人口和经济密度的地区差异明显。虽然,由于自然和历史的原因,中上游地区人口和经济密度较低,但绝大部分地区的实际人口已超过当地适宜人口容量。根据在陕西佳县的工作^[1],每平方公里适宜人口承载水平为64人,实际上已达到106人。在人口超载、经济落后的情况下,人为加剧和诱发自然灾害的机率增大,而区域实际承受和防御灾害的能力又较低,这样,从区域总的社会经济来看,也是一个“易灾”的环境。以宁夏南部山区为例,由于土地难以承受人口的沉重压力,1982年有的县人均占有粮食不到30kg。人民的衣、食、住都发生严重困难。当地人民为了获取口粮,就滥垦土地,广种薄收。仅西海固地区1979年耕地就比1949年增加185万亩。其结果是水土流失加剧、土地沙漠化日趋严重,抗御自然灾害的能力减弱。黄河下游地区交通网密布,人口和大、中城市集中分布,经济密度很大,一旦黄河遇险,造成的损失将十分惨重。

二、主要自然灾害的类型及其危害

1. 地震灾害

黄河流域是我国北方地震灾害多发强发的地区之一,其中黄河中游地区是我国大陆西

部除滇藏、新藏以外的又一强震活动区。据记载，在汾渭断陷地震带内自公元 512—1979 年曾发生 4 级以上地震 101 次，900 年以前，有记载的 8 级以上地震有 3 次（1556 年华县地震、1303 年赵城地震和 1695 年临汾地震），其中 1556 年华县地震死亡人数高达 83 万人。在贺兰山、六盘山地震带及其以西地区，自公元 128—1979 年共发生 27 次 6 级以上地震，10 次 7.0—7.9 级地震，5 次 8 级以上地震。1920 年宁夏海原发生的 8.5 级大地震，死亡人数达 20 多万人。因这次地震灾害而产生的大面积崩塌和滑坡，至今仍明显可见。黄河下游亦是地震频繁发生的地区。自公元 692 年—1985 年的 1283 年间，山东沿黄两岸及渤海湾海区共出现 5 级以上地震 19 次，其中沿黄两岸各 40 公里的区带内，陆地部分有 12 次。在这 12 次中，震级 5—5.9 级出现 8 次，6—7 级出现 4 次，尤以 1937 年（两次）、1969 年和 1983 年四次对黄河堤防、险工坝岸和涵闸工程影响较大。震时大堤普遍出现裂缝、堤后有涌水冒沙现象，堤顶塌陷，险工堤岸也遭受不同程度的破坏。

2. 滑坡泥石流灾害

滑坡泥石流灾害是黄河中上游地区的主要地质地貌灾害。滑坡大多发生在黄土及新第三系红色泥岩中。自晚更新世以来，黄土高原的滑坡主要集中发生在三个时期：（1）晚更新世早期（ Q_3^1 ）的古滑坡；（2）全新世早期（ Q_1 ）老滑坡；（3）全新世晚期新滑坡。其中新滑坡分布最广泛，许多古、老滑坡也重新复活。黄河流域主要以黄土泥流、石质泥石流和土石混合泥石流为主。其中黄土泥流为我国其他泥石流分布区所少见的特殊类型。黄土泥流类型很多，从流态可以分为粘性泥流、稀性泥流、融冻上流和蠕动土流等 4 种类型。按成因，前二者又可分为暴雨型、溃决型、滑坡型、地下涌水型和地震型（表 1）。

表 1 黄土高原泥石流类型

类	亚类	型
黄土泥流(主导类型)	粘性泥流(多)	暴雨沟谷型 滑坡型
	稀性泥流(较多)	暴雨坡面型 地震型
		滑坡堵溃型 地下涌水型
	融冻土流(少)	融冻型
	蠕动土流(少)	蠕动型
石质泥石流	粘性泥石流(少)	暴雨沟谷型
	稀性泥石流(多)	暴雨坡面型 地震型
土石混合 泥石流	粘性泥石流(少)	暴雨沟谷型
	稀性泥石流(多)	暴雨坡面型 地震型 滑坡堵溃型
沙石泥石流	稀性泥石流(少)	风力输沙型

滑坡、泥石流灾害主要造成农田、房屋、道路埋压和破坏，给当地人民生命和财产带来严重损失。一些较大的滑坡一次就可以移动土体数万 m^3 以上。如山西太谷红崖村 1974

年滑坡，滑坡体达 360 万 m³。甘肃东乡洒勒山 1983 年大滑坡，滑动总土方 4000 多万 m³，造成 220 人死亡，22 人受伤，摧毁房屋 585 间，毁坏农田 3343 亩。前述海原地震死亡的 20 余万人，其中大部分和滑坡、崩塌有关。

3. 水土流失灾害

水土流失是黄河流域分布面积广大、累计危害最严重的非突发性环境灾害。中游黄土高原每年注入黄河泥沙 16 亿 t，其中河口镇至潼关区间 29 万 km² 里的年输沙量为 15 亿 t，占黄河年输沙量的 90% 以上。区内平均侵蚀模数约 4000t/(km²·a)，最大的地区可达 38000t/(km²·a)。仅孤山川、窑野河、秃尾河等三条多沙粗沙支流的年平均输沙量就达 1.65 亿 t，占黄河干流龙门站同期输沙量的 20%。中游地区每年流失掉的氮、磷、钾肥就有 3000 多万 t，大致相当于我国 1983 年全国化肥生产量的 2.7 倍。全流域重点水土流失区大致有 4 个：北部晋陕蒙接壤粗沙丘陵沟壑区，水土流失严重并夹有风蚀。这里，遭受强烈剥蚀、结构松散的灰岩（当地称砒砂岩）分布广泛，成为黄河粗泥沙的重要来源区；中东部晋西陕北丘陵沟壑区，沟头延伸、沟缘崩塌、沟底扩展都十分严重；西部西海固和定西丘陵沟壑区；南部西峰—洛川高原沟壑区，塬边侵蚀严重，塬面逐渐被蚕食。从龙羊峡到桃花峪的黄河上中游地区，共有水土流失面积 45.6 万 km²，是世界上水土流失面积最大、流失程度最严重的地区。强烈的水土流失是下游洪水泥沙灾害的主要根源，亦给当地社会经济和自然生态带来严重危害。

4. 尘暴和风蚀沙化灾害

黄河中游的鄂尔多斯高原及其周围的风沙区，面积约 20 万 km²，植被稀疏、沙地广布、干旱少雨、风力强盛，年大风日数在 10—40 天左右，沙尘暴日数 5—30 天，风沙活动频繁而强烈，形成大面积风蚀沙化土地（表 2）。这不仅对交通设施、房屋建筑、河流

表 2 风沙区不同自然地理单元的沙漠化土地

自然地理单元	土地面积		沙漠化土地面积	
	km ²	%	km ²	%
黄河沿黄平原区	42696	20.6	11754	5.7
宁南山间盆地	8945	4.3	3949	1.9
河东沙漠	3235	1.6	2987	1.5
鄂尔多斯中西部基岩梁地	50210	24.3	41998	20.3
毛乌素沙地	39357	19.0	30547	14.8
库布齐沙漠	16301	7.4	13825	6.7
沙黄土丘陵沟壑复沙区	41083	20.0	11912	5.8
晋西北基岩、黄土台地丘陵区	6059	2.9	992	0.5
合 计	206885	100.0	117964	57.0

水库造成严重的风沙危害，给当地居民生产和生活造成严重威胁，而且增加进入黄河的泥沙量，估计每年有 1.5 亿 t，占黄河三门峡站多年平均输沙量的 10% 左右。大风沙暴还直

接造成人畜伤亡。如 1984 年的大风沙害在内蒙古伊克昭盟和陕西榆林地区造成 129 人伤亡，损失牲畜 1.3 万余头（只）。

5. 旱涝灾害

旱涝灾害是黄河流域主要的农业自然灾害。尤其是旱灾，具有频率高、分布范围广、持续时间长、对农业危害大的特点。1945 年以前的 3700 余年，全流域大旱成灾记载就达千余年之多。大部分地区每两年或三年发生一次重大旱灾，在长城沿线一带几乎每年都有干旱发生。黄河下游河南、山东黄河两岸及毗连地区的旱灾也极为严重。1946 年以前，河南省内大旱和特大旱灾总计达 296 年次。从 1470—1980 年的 511 年中，山东沿黄地区平均 2.1 年出现一次旱灾，其中重灾 6.7 年一次。近年旱灾仍频。1991 年我国长江流域中、下游暴发百年一遇洪水，但黄土高原各省区却持续干旱，年降水量不足多年平均降水量的 80%，特别是夏季 7、8、9 三个月持续无雨，不仅使当年产量锐减，还因秋季土壤含水量低于凋萎系数，翌年冬小麦亦无法正常播种。历史上常有严重干旱成灾出现人相食惨象的记载。如明崇祯年间的大旱灾，旱期之长、范围之广、灾情之严重，都是近千年少见的。这次旱灾始于 1627 年，崇祯元年（1628 年）干旱加重，影响波及整个黄河中、下游地区，直至 1645 年，前后长达 18 年之久。光绪三年（1877 年），晋冀鲁豫陕连续三年大旱，死亡人数达 1300 多万，若干县志均有“死者十之八九”、“户口约损十之八”的记载。1920 年的大旱，受灾人口达 2000 万，死亡 505 万人。黄河流域旱灾的主要类型是春旱、春夏连旱、夏旱、夏秋旱、秋旱、秋冬旱、冬旱以及跨年连旱，其中春旱和春夏连旱较为多发，对农作物造成的危害也最严重。1965 年陕北、晋西大旱，榆林地区近千万亩农田几乎颗粒无收，调粮 1.5 亿多 kg 才缓解灾情。陕西渭北旱塬上的长武，从 1957—1981 共出现旱灾 63 次。25 年中，干旱平均每年 2.5 次，其中伏旱 11 次；百日大旱共出现 4 次，1979 年降水罕少，造成 1980 年亩产小麦仅 32.5kg。

黄河流域涝灾主要发生在下游地区，在过去的 2100 多年间共发生 147 次。涝灾多与旱灾交替出现，有时出现在同一年内，表现为春旱夏涝或夏涝秋旱。山东沿黄地区，1949 年后有 70—80% 的年份非旱即涝。鲁西北地区在 1957—1960 年连续 4 年干旱后，1961—1964 年又连续 4 年大涝。涝灾多发生在夏季各月，同时多属连降大雨、或暴雨、洪水暴发、河流溢漫所致。

6. 盐碱灾害

盐碱灾害也是黄河流域，特别是引黄灌区主要的农业自然灾害。以次生盐渍化为主导类型。据史料载，内蒙古河套平原早在秦汉时期就存在盐碱问题，后套平原“地固泽卤，不生五谷”。秦以后，随着农牧业生产的更迭而有若干变化，但盐碱灾害不仅始终未能根除，反而有增无减。1949—1978 年间，灌区面积扩大 3 倍多，年引水量增加 1.5 倍，由于排水不畅，地下水明显上升，促进了土壤盐渍化的发展。特别是 50 年代末到 60 年代初，耕地盐渍化面积扩大了 10 倍，荒地基本为盐碱土。1978 年耕地盐渍化面积已占耕地总面积的 73.8%。1981 年后，耕地中的盐渍化面积有减少的趋势，但荒地的积盐却在明显加重。宁夏平原引黄灌溉的次生盐渍化亦较严重。全灌区已有中、重度盐碱耕地 201.45 万亩，占灌溉面积的 40.6%，其中银北因排水无出路，历来是重盐碱化地区，现有盐渍化

120.66 万亩，占该区耕地面积的 47.9%。黄河下游盐渍化灾害同样严重，而且出现过盐渍化土地大面积扩展的过程。如山东沿黄菏泽、聊城、德州、惠民、济南 5 城市，1949 年有盐碱地 554.4 万亩，1962 年因排灌失调，扩展为 1191.2 万亩。近二十年来，通过综合治理，盐碱灾害有所减轻，但截止 1985 年尚有盐碱地 526.5 万亩。盐碱灾害造成耕地荒芜、粮食减产等严重危害。如土默特灌区盐斑耕地占耕地总面积的 39%，而 50 年代初仅占 10% 左右。南岸灌区在巴音陶亥扬水灌区建成后的第二年（1971），就出现次生盐渍化，到 1980 年已弃耕土地 1.3 万亩，还有 3700 亩耕地因盐渍化产量不高。

7. 暴雨灾害

黄河流域的暴雨是季风气候条件下的灾害天气，其主要特征是强度大、频次少，多集中于盛夏，年际变化大等。黄河中下游地区主要的暴雨类型有：（1）由局地强对流而引起的小范围、短历时、高强度暴雨；（2）盛夏、初秋副高北侧锋区扰动形成的大面积暴雨；（3）持续经向型大面积暴雨。暴雨致灾过程具有间接性，它主要触发和导致同一灾链上的其它灾害，如导致特大洪水和涝灾害，造成特大量土壤流失，引发滑坡、泥石流等。黄河中游地区的土壤流失主要发生在雨季的几场暴雨中，汾河下游和三花间（指三门峡至花园口区间）的持续大暴雨是造成三花间特大洪峰主要原因，对黄河下游防洪威胁最大。

8. 决溢和洪水、泥沙灾害

黄河以其多沙、河悬地上和决溢泛滥频繁等突出特征闻名于史、著称于世，曾被视作一条害河，历史时期黄河下游曾多次决溢和发生洪泛，从公元前 206 年至 1938 年的 2144 年中，大改道 7 次，决口 413 次，特别是明清以来每两至三年决口一次（表 3）。大水之年“洪水横溢、尸漂四野”的记载史不绝书。如唐玄宗开元十四年（公元 755 年），黄河决于河北沧县、河间一带，淹死 100 多万人。明成祖永乐八年（公元 1401 年 8 月），洪水冲入开封城，有 4 万多户受灾，700 万亩农田受淹。清乾隆二十六年（公元 1761 年）三门峡至花园口区间发生大洪水，河南 12 个州县被冲，山东 12 个州县、安徽 4 个州县被淹。1933 年黄河大洪水（洪峰流量 $22000\text{m}^3/\text{s}$ ），南北两岸决口 50 余处，淹没冀、鲁、豫三省 67 个县，受灾面积 1.1 万 km^2 ，灾民达 364 万人，死亡 1.8 万人。1938 年国民党政府下令扒开花园口黄河大堤，使豫东、皖北、苏北 44 个县市、面积 5.4 万 km^2 的地区一片汪洋，受灾人口达 1250 万，300 多万人背井离乡，死亡人数高达 89 万。50 年代以来，黄河下游虽安全渡过多次特大洪水流量，但洪水泥沙问题并未得到有效解决。潜在决溢改道危险仍然存在，加之黄河下游人口和经济密度很高，如中下游出现像 1975 年 8 月的河南特大暴雨（24 小时最大雨量 1062mm），如果在济南以上决口，洪水将波及 1.5—3.0 万 km^2 ，受灾人口达 700—1800 余万，直接经济损失将超过 100 亿元。此外，每年三月和二月凌汛洪水在河套平原及河口地区亦有发生，凌峰流量小而水位高。利津 1955 年凌汛流量仅 $1960\text{m}^3/\text{s}$ ，水位却高达 15.31m，比 1958 年大洪水流量 $10400\text{m}^3/\text{s}$ 的水位还要高出 1.55m，给工农业，特别是河口油田生产造成很大威胁。

9. 风暴潮灾害

风暴潮是在大风和大气压剧变控制下，海面产生短时期的异常升降而形成的，常引起

表 3 历代黄河决口年数统计表

代	公元年代	经历年数	决口年数	决口频率
西汉	公元前 206—公元 220	426	15	28 年一次
魏晋南北朝	公元 220—580	360	9	10 年一次
隋唐五代	公元 580—960	380	39	6 年一次
北宋	公元 960—1127	167	66	2.5 年一次
金元	公元 1127—1368	241	55	4 年一次
明	公元 1368—1644	276	112	2.5 年一次
清	公元 1644—1850	206	67	3 年一次
近代	公元 1850—1938	88	50	1.6 年一次
合计		2144	418	5 年一次

* 引自温善章, 1988 年

海水暴涨, 泛滥成灾。黄河口三角洲濒临渤海湾南部, 沿海无棣、沾化、利津、垦利、广饶 5 县, 沿海岸 205km, 是渤海湾严重的潮灾区。风暴潮致灾的过程和类型主要是: 潮水浸陆、河流尾间受潮水顶托使河水溢漫, 以及大风的袭击, 造成耕地淹没、房屋倒塌, 以及盐业和渔业的损失。据山东惠民地区水利局统计, 1368—1949 年的 582 年间, 该地区河口共遭潮灾 40 次, 涉及 7 个县、累计受灾 87 县次, 平均每次受灾 2.2 县 (表 4)。特大潮年的潮位高度在平均海平面以上 3.9—4.4 米, 较大潮年亦达 3.0—3.8m。1964 年 4 月的强风暴潮, 海水浸入利津、垦利境内 50 余 km。

表 4 历代黄河下游潮灾情况

时 期	历时年	潮灾次数	无棣	沾化	利津	广饶	阳信	滨海	博兴	合计 (县次)
明 代 (1368—1643)	276	6	4	2	1	3				10
清 代 (1644—1911)	268	27	17	15	17	11	4	2	1	67
民 国 (1912—1949)	38	7	1	6	1	2				10
合 计	582	40	22	23	19	16	4	2	1	87
潮灾机率(%)			55.0	57.5	47.5	40.0	10.0	5.0	2.5	

10. 其他灾害

(1) 雹灾

黄河流域位于我国夏雹灾区, 雹灾的发生频率亦比较高, 据王守春统计^[2], 黄土高原西部的甘青宁三省(区)自 1857 至 1949 年的 93 年间, 共发生雹灾 61 次, 发生频率为三年两次 (65.9%)。雹灾特别是重灾冰雹常出现在 5—7 月这个农业生产的关键季节, 常给农业生产造成颗粒无收的灾损。据调查, 1969 年 5 月在陕北到关中的一个十几 km

宽，百余 km 长的雹灾带内，造成粮食减产达 1 亿 kg 左右。

(2) 鼠害

黄土高原有鼠形啮齿动物约 39 种，估计总数在 2 亿只以上。鼠害使农作物大幅度减产。如山西汾西，全县有耕地 29.2 万亩，受鼯鼠危害面积占总耕地面积的 69%，每年损失粮食 200 多万 kg。陕西宜川，鼠害面积占耕地总面积的 60% 以上，每年损失粮食 270 万 kg。鼠害在草原更为严重。榆林地区有天然和人工草场 2856 万亩，其中鼠害面积占 40—50%，每年损失牧草约 2 亿 kg。

(3) 地方病

黄河流域的地方病主要分布在黄河中游黄土高原。主要有地方性甲状腺肿、地方性氟中毒、大骨节病和克山病等。它们分布范围广泛。以分布范围最小的克山病为例，黄土高原就有病区县（市）49 个，占县（市）总数的 21.9%。分布范围最广的地方性甲状腺肿病区县（市）竟达 173 个，占县（市）总数的 78%。山西省地方性甲状腺肿病区人口达 600 万，近些年来虽已累计愈患者 40 万，但尚有现患 4 万余人。地方病的广泛分布，又以农村人口为高发病人群。这样就严重降低了人口素质，对经济建设、劳动力来源都产生了极为深刻的影响。

三、黄河流域自然灾害的空间分布规律

黄河流域自然灾害的空间分布与流域资源和环境分异规律关系密切，具有以下宏观分布特点和规律：

(1) 灾害类型多、分布范围广。黄河流域自然灾害的种类多达十多种，加上各种灾害的次一级类型和派生类型，就更加多样，从上文的分析中已明显看出这一特点（图 1）。

另外，不少灾害（如旱灾、涝灾、震灾、水土流失、风蚀沙化等）分布范围十分广大。

(2) 不同环境区域有其占主导的灾害类型，就大范围的分异来看，上游和中上游地区以雪灾、滑坡、泥石流灾害为主，中游地区以风蚀沙化、水土流失及干旱灾害为主导，下游干流两侧洪水泥沙灾害为主，下游平原以旱涝盐碱灾害为主，河口地区以风暴潮和洪水灾害为主。

(3) 自然灾害的带状和集聚分布特征明显。如中游的地震灾害集中分布在三个构造活动带上（表 5）；水土流失的方式和强度也呈明显的带状分异；滑坡具有在黄土高原区的南北分带及其在新生代盆地集群分布的特征；暴雨日数自东南向西北的减少和暴雨中心的相对集中等。

(4) 各类自然灾害在不同区域组合类型。如下游平原区为旱涝盐碱组合型；河口为风暴潮—黄泛—河口退蚀组合型；黄河下游两侧为决溢洪水泥沙—盐碱组合型，中游东南部为水土流失—暴雨—滑坡地震组合型，中游东北部为风蚀沙化—暴雨—干旱组合型等（图 2）。

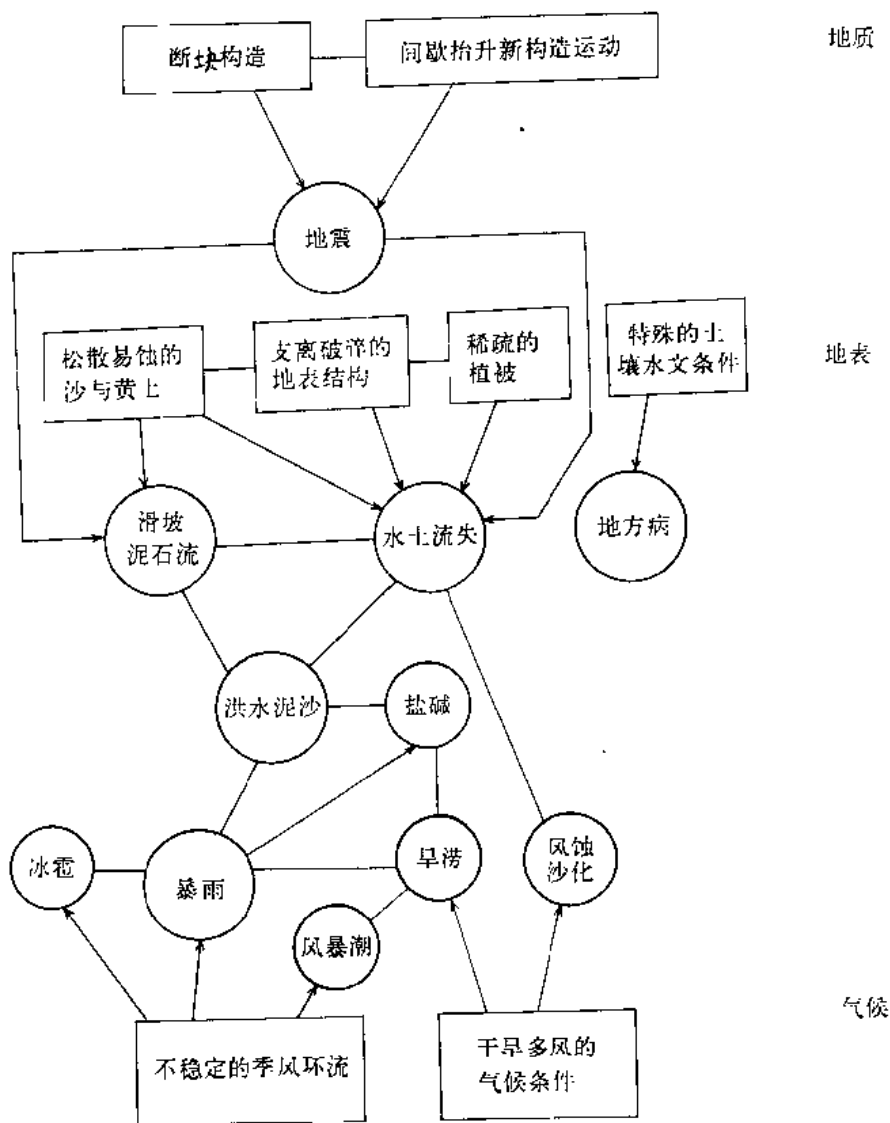


图 1 黄土高原各自然因素与水土流失关系图

参考文献

- [1] 《佳县经济发展系统研究》项目组, 陕西省佳县经济发展研究, 海洋出版社, 1990。
- [2] 王守春, 历史时期黄土高原西部地区自然灾害及其防治, 黄土高原地区综合治理开发研究 (宁甘青部分), 科学出版社, 1988。