

“八五”国家重点科技攻关项目
“黄河治理与水资源开发利用”系列专著

黄河中游多沙粗沙区 快速治理模式的实践与理论

陈彰岑 于德广 雷元静 赵光耀 曾茂林 等编著



黄河水利出版社

“八五”国家重点科技攻关项目
“黄河治理与水资源开发利用”系列专著

黄河中游多沙粗沙区快速治理模式的 实 践 与 理 论

陈彰岑 于德广 雷元静 赵光耀 曾茂林 等编著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书为黄河中游多沙粗沙区快速治理的研究成果。通过实验研究和总结分析,确切地认识了该区环境的优势和劣势;明确了黄河的粗沙来源和产沙机理;总结了主要类型区快速治理的六种模式;首次提出并运用了小流域综合治理效益评价体系、标准和方法;对沟道切割严重的小流域必须走坝系相对稳定的道路,并对坝系相对稳定的理论、内涵、条件、标准、拦泥减蚀机理及发展前景进行了全面系统地论证;在不同类型区选择了有代表性的小流域进行快速治理开发,建立了示范样板,从实践—理论—再实践的高度上提供了快速治理的配套科学技术。本书可供山区建设工作者、相关学科的科技人员及大中专院校水土保持专业师生参考。

“八五”国家重点科技攻关项目

“黄河治理与水资源开发利用”系列专著

黄河中游多沙粗沙区快速治理模式的实践与理论

陈彰岑 于德广 雷元静 赵光耀 曾茂林 等编著

责任编辑:邵志峰

责任校对:赵宏伟

责任印制:常红昕

出版发行:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼12层

邮编:450003

印刷:黄河水利委员会印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

版别:1998年4月第1版

印次:1998年4月郑州第1次印刷

印张:11.25

印数:1—1000

字数:259千字

ISBN 7-80621-152-7/TV·111

定价:36.00元

“八五”国家重点科技攻关项目
“黄河治理与水资源开发利用”系列专著
编 审 委 员 会

主 任 严克强

副主任 董哲仁 陈效国 庄景林

顾 问 徐乾清 龚时旻 吴致尧

委 员 (以姓氏笔画为序)

龙毓骞 朱兰琴 许红波 祁建华

华绍祖 庄景林 严克强 李文学

李春敏 沈国衣 陆亚洲 陈志恺

陈效国 陈霁巍 张启舜 张良弼

府仁寿 姚传江 徐明权 席家治

董保华 董哲仁 潘贤娣 戴定忠

序

黄河流域是中华民族的发祥地,黄河哺育了中国灿烂的古代文明。黄河流域自然资源十分丰富,是我国最大的能源和重化工基地,宁、蒙、汾渭河和黄淮海平原是我国主要的粮棉基地,流域经济发展前景广阔。但是,黄河流域水资源匮乏,人均水资源占有量仅为全国人均的四分之一,单位耕地面积水资源量不足全国的五分之一。近几年来,黄河下游在枯水季节常常出现断流,且断流时间逐年加长,断流河段逐年延伸,给下游沿黄地区的工农业生产和生态环境造成了不良影响。据有关部门的调查统计,1991年~1996年年均造成工农业产值损失30多亿元,其中1995年达70多亿元。

黄河流域降雨时空分布极不均匀,全年降雨量的60%~70%集中在6月~9月份,极易产生洪水。黄河又是世界上泥沙含量最高的大河,河道泥沙淤积形成了下游“地上悬河”,洪水灾害十分频繁。据统计,从先秦时期到民国年间的2500多年中,黄河下游决口1600多次,改道26次,基本上是三年两决口,百年一改道,每次决口和改道都给中华民族带来了极其深重的灾难。

新中国成立以来,人民治黄事业取得了举世瞩目的成就,确保了黄河的岁岁安澜,但是由于黄河流域自然地理环境脆弱,黄河的洪水仍是国家的心腹之患,治理开发任务仍十分艰巨。全国人大七届四次会议通过的《国民经济和社会发展的“八五”计划和十年规划纲要》,把黄河治理开发和防洪列为重点,体现了中共中央和国务院对治黄的重视。

当前我国改革开放和社会主义现代化建设已进入一个新的发展阶段。黄河的治理开发,事关我国经济发展的大局。为使我国经济发展实现三步走的目标,治黄作为水利工作的重要组成部分,就必须贯彻落实好“科教兴国”、“科教兴水”和可持续发展战略。黄河的出路在于科技进步。

“黄河治理与水资源开发利用”被列为“八五”国家重点科技攻关项目,既表明了国家对治黄工作的高度重视,也显示出黄河问题的高难度和复杂性。这次科技攻关中广大科研人员深入黄河两岸调查研究,收集了大量的实测资料,在认真汲取以往成果和经验的基础上开展科研试验工作,取得了新的进展和突破,科研成果为黄河的治理与开发提供了大量的科学依据和决策支持。应该说这些成果是集此次科技攻关之大成,是治黄几十年经验总结的集中体现,是广大治黄科技工作者智慧的结晶。

这次出版的项目和专题的系列专著,其目的就是把这些成果推荐给读者,并期望得以推广应用,以提高治黄工作的整体水平,加速流域治理和经济发展的步伐,取得更大的经济、社会和环境效益。

毋庸置疑,黄河问题是很复杂的。黄河自身因水沙的变化而处于不断的变化之中,在其发展过程中还会不断出现新情况和新问题,现已取得的成果只是人们现阶段的认识,要彻底解决黄河问题,还有一段很长的路要走,可以说是任重而道远。我们应当继续加强现场观测、试验和研究工作,探索黄河的规律,不断提高科技水平,充分推广应用新的科技成果,使黄河的治理开发工作不断取得新成就。

严 克 强

1997年7月17日

总 前 言

新中国成立以来,对黄河治理开发进行了大量的科学研究工作。50年代,曾组织各方面力量对全流域进行了大规模综合考察和科学试验研究,在此基础上编制了“黄河综合利用规划技术经济报告”,为黄河的全面治理开发做出了贡献。60年代,围绕三门峡水利枢纽工程改建和改变运用方式,开展了水库淤积、河道演变规律、河道整治工程和防洪等方面的试验研究。70年代,开展了三门峡水库运用泥沙问题基本经验总结、高含沙水流特性研究和水坠坝技术试验推广。80年代,开展了黄土高原地区综合治理、黄河流域环境变迁和水沙变化、水资源利用、引黄灌区泥沙处理和黄河防洪工程技术等方面的试验研究工作。几十年来的治黄研究工作,取得了一大批具有国际先进水平的成果,形成了一支多学科、高水平的科研队伍,并广泛开展了国际合作交流。

“七五”后期,水利部和中国科学院提出的关于加强黄河综合治理与开发研究工作的建议,得到国务院主要领导的高度重视,在各方面专家充分论证的基础上,国家科委把“黄河治理与水资源开发利用”列为“八五”国家重点科技攻关项目,由水利部、中国科学院和地质矿产部作为项目主持部门,组织有关科技人员进行跨部门、多学科联合攻关。经过充分论证,项目分解为7个课题、22个专题和92个子专题分别开展工作。经过近4年的卓越工作,取得了辉煌的成绩,经专家鉴定委员会对成果的全面鉴定,22个专题中有2个专题成果总体达到国际领先水平,8个专题成果总体达到国际先进水平、部分达到国际领先水平,9个专题成果总体达到国际先进水平,3个专题成果总体达到国内领先水平、部分达到国际先进水平,项目通过了国家科委组织的验收。攻关成果应用所创造的经济、社会和环境效益是长期的和巨大的,其影响也将是深远的。

为了使已取得的成果在黄河治理和开发中发挥更大的作用,并在实践中不断深化,给后人留下一份宝贵的科学财富,水利部有关部门决定编辑出版这套系列专著,其中包括20册专题专著和1册项目综合专著。专题专著由原专题负责人组织编写,对原专题报告进行提炼和深化,其主要编写人员与专题研究人员不尽相同。综合专著由“黄河治理与水资源开发利用”系列专著编审委员会组织专人编写。本丛书因篇幅较大,编审委员会难以逐篇审定,故责成专著主要编写人分别请部分顾问和委员审稿。

由于编辑出版整个过程时间仓促,加之水平有限,难免有不足和错误之处,敬请批评指正。

**“黄河治理与水资源开发利用”
系列专著编审委员会
1997年9月**

前 言

多年的水土流失治理实践和理论研究表明:黄河的治理与水资源开发利用都与黄河中游多沙粗沙区的自然、社会、经济状况和来水来沙等条件关系十分密切;多沙粗沙区治理的进度、程度及质量直接制约着区域社会经济的发展,直接制约着黄河治理及水资源开发利用工程的布局、规模、速度和效益。黄河流域洪、涝、盐、碱、干旱和风沙等自然灾害频繁,下游河道淤积严重,对华北平原和关中平原的安全构成了巨大威胁,成为国家的“心腹之患”。黄河水少、沙多、洪大三大特点中,沙多是主要矛盾。沙多则淤积严重,本来水资源就贫乏的黄河,不得不用约 200 亿 m^3 的水来冲沙入海;严重淤积促使河床急速抬高,大堤加高不止,加大了对下游两岸人民生命财产的威胁。尤其是当今华北和关中平原铁路、公路、城镇、工矿、水利设施以及粮、棉、油各种基地星罗棋布,国民经济突飞猛进地发展,再也不允许黄河失事了。黄河中游多沙粗沙区是黄河泥沙的集中来源区,年输沙量占黄河流域年总输沙量 16 亿 t 的 80% 还多,其中粒径大于 0.05mm 的粗泥沙量占全河粗泥沙量的 90%;黄河下游河道年均淤积泥沙 4 亿 t,其中粗泥沙约占 50%。该区历来水土流失非常严重,生态环境十分脆弱,人民生活异常困难,治理程度低,治理难度大,在恶性循环中难以自拔;加之,陕、晋、蒙接壤地区煤、气、油田的大规模开发正在带来新的环境问题和新的水土流失问题,又增加了黄河治理与水资源利用的难度。对于多沙粗沙区来说,不是该不该治理的问题,而是必须加快治理。治理速度上不去,速度和效益不能同步发展,无论是对国家的能源重化工基地建设,还是对流域经济发展、群众脱贫致富奔小康,缩小我国东西部差距,以及黄河的治理与开发都是严重的困扰。所以必须加大措施力度、强化快速治理。

针对黄河中游多沙粗沙区能否实现快速治理,能否长期持续发展,需要哪些科学技术和治理模式才能实现快速治理,如何评价小流域综合治理的质量、速度及效果等问题,在“八五”国家重点科技攻关项目“黄河治理与水资源开发利用”中设立“黄河中游多沙粗沙区快速治理模式研究及试点”专题开展了深入研究。本专题由黄河水利委员会黄河上中游管理局主持,组织黄委会绥德、天水、西峰三个水土保持科学试验站,黄委会黄河水利科学研究院,中国科学院、水利部西北水土保持研究所,陕西师范大学,陕西省农业科学院米脂黄土高原研究所等 10 个科研、教学和生产单位,10 个学科,20 多个专业的 70 多名科技人员组成联合攻关小组,于 1992 年 12 月正式开展研究工作,经过三年多的艰苦努力,于 1995 年 12 月按期圆满地完成了研究任务。全面、系统地从理论与实践的结合上,从不同的角度、深度科学地回答了快速治理的有关科技问题,并建立了模式样板。1996 年 3 月通过了国家科委、水利部组织的科技成果验收鉴定。同行专家一致认为:该成果通过大量实地调查研究和试点实践,获得了翔实资料,技术路线正确,研究成果有相当深度,在主要方面有突破性进展,有较高的应用价值,其成果为黄河中游多沙粗沙地区,特别是黄土丘陵沟壑区第一、二副区的快速治理提供了科学依据和示范作用。同时,对多沙粗沙地区水

水土保持科学研究起到了促进作用。该专题研究成果总体上达到国际先进水平,其中沟道坝系相对稳定研究达到国际领先水平。

为了使科技成果尽快得到推广,转化为现实的生产力,作者根据专题研究报告的主要内容,进一步精练、分析、总结、撰写成本专著。

本书共分六章。第一章科学地界定了多沙粗沙区的范围,辨识了该地区的环境条件与自然资源的优势和劣势;研究了产沙尤其是产粗泥沙的机理;分析了人类活动的正负效应;揭示了当前水土流失治理上存在问题的严重性和潜在危机;提出了加快治理的对策。阐明了快速治理的重要性、必要性和紧迫性。第二章主要分析了代表黄河中游多沙粗沙区各主要水土流失类型区治理模式的王茂沟、川掌沟、堡子沟、老虎沟、芹河、六道沟等6条典型小流域的模式结构和特点,并对其进行了功能和效益评价。实践证明,无论哪个类型区的小流域,只要治理措施符合本流域实情,科技含量高,国家给予一定的资助,依靠当地群众,少则4年~5年,多则10年,即可达到基本治理(治理程度达到60%~70%)。在多沙粗沙区,大规模地推广这些模式,因地制宜地开展治理,达到快速治理该地区水土流失是可行的。第三章主要按照生态经济学的基本原理,以区域人口—资源—经济—生态的相互协调和持续发展为目标,参考治理水平较高的100多条试点小流域和200多条重点治理小流域的实践结果,在小流域环境人口容量分析、土地利用模式评价和经济评价的基础上,通过运用指标筛选法、专家评议法和层次分析法等,建立了小流域水土保持综合治理效益评价指标体系及其标准。同时,利用本专题研究的6条典型小流域的资料对该指标体系及其标准进行了检验,认为其确能反映小流域综合治理的真实效益水平,具有较强的实用性,可以作为今后评价小流域水土保持综合治理效益的重要方法。第四章就沟道淤地坝系能否永续利用,能否实现相对稳定(或平衡),多沙粗沙能否长期稳定地被拦蓄在沟道中,持久地利用、服务于当地生产等进行了研究和论述。列举了大量坝系相对稳定并永续利用的实例,着重分析了已有悠久历史的人工坝系相对稳定的康和沟和近三四十年来人工修建的坝系已接近相对稳定的王家沟、王茂沟、西黑岱沟、榆林沟、韭园沟等的坝系相对稳定情况。从实践到理论揭示了坝系相对稳定的内涵、条件、标准及拦泥、减蚀的机理与效益,并提出了坝系达到相对稳定应采取的措施对策。第五章以黄土丘陵区第一副区代表性很强的陕西省米脂县榆林沟流域作为综合治理和开发的实体样板,进行了土地适宜性、水土保持措施的综合优化配置、沟道相对稳定坝系的优化布设及其整体防洪安全、合理利用坝系水土资源、提高农林牧经济效益的技术途径等方面的研究;并对该流域内示范区的综合治理效益进行了分析。实体模式的研究结果,进一步验证了小流域综合治理和坝系相对稳定理论是正确可行的。第六章对多沙粗沙区快速治理示范区建设进行了分析和总结,验证了整个科技成果的科学性、实用性和可行性,为大规模推广提供了依据。

在本研究专题的研究过程和本专著的成书过程中,曾先后得到黄河上中游地区的陕、晋、蒙、甘、宁、青、豫等省(区)有关部门的大力支持和帮助;在各个研究阶段得到了本专题专家组专家们的悉心指导;全过程得到黄河上中游管理局于倬德副局长等的大力支持。在此一并致以衷心的感谢!

本专著依据专题研究报告的主要内容,在章、节、目的编排结构方面作了必要的调整,

在内容方面进行了去粗取精,使其更具逻辑性,表述更为确切。全书由陈彰岑担任主编,于德广担任副主编。

因为水平所限,成书时间仓促,错漏之处难免,敬请各位读者指正。

编 者

1997年7月

本研究专题承担单位及人员

专 题 名 称	黄河中游多沙粗沙区快速治理模式研究及试点				
承 担 单 位	黄河水利委员会黄河上中游管理局				
专 题 负 责 人	孟庆枚	陈彰岑	于德广		
主要完成人员	孟庆枚	陈彰岑	于德广	徐乃民	曾茂林
	赵光耀	唐克丽	雷元静	常茂德	柳林旺
	郑新民	刘立斌	田杏芳	田永红	鲁向平
	甘枝茂	李建牢	张金慧	方学敏	马生祥
	王英顺	王福林	刘汉喜		
参 加 人 员	贾树年	左仲国	王正杲	孙 虎	吴成基
	侯庆春	郭玉梅	郭培才	李景林	马小哲
	赵发成	惠振德	吴明山	张庆伟	康清海
	王建荣	王逸斌	王斌科	王俊峰	康玲玲
	卢照辉	刘信章	程益民	汪有科	白文瑗
	冯光成	朱绪光	姬润生	李玉怀	张平仓
	周小琳	薛树贵	陈克敏	朱小勇	赵俊峰
	查 轩	慕振莲	马莉莉	雷颖琦	张小卫
	杨 光	裴新富	张满良	师明州	徐立青
	刘护军	郭彩玲	李晓玲	葛 淼	陈 鹏
	甘 锐	刘丽敏			
报 告 撰 写 人	陈彰岑	于德广	雷元静	赵光耀	曾茂林
	徐乃民	柳林旺	刘立斌	张金慧	

本书编著人员

陈彰岑 于德广 雷元静 赵光耀 曾茂林 徐乃民 柳林旺
刘立斌 张金慧

目 录

第一章 多沙粗沙区环境辨识与产沙机理.....	(1)
第一节 多沙粗沙区界定的历史发展.....	(1)
第二节 环境条件与自然资源.....	(2)
第三节 产粗泥沙机理.....	(9)
第四节 人类活动的正负效应	(28)
第二章 多沙粗沙区小流域综合治理模式研究	(34)
第一节 小流域综合治理模式的内涵及其分类	(34)
第二节 不同类型小流域综合治理模式分析与评价	(35)
第三章 小流域治理综合效益评价方法论研究	(43)
第一节 典型小流域系统环境人口容量分析与评价	(43)
第二节 土地资源利用模式的评价方法	(47)
第三节 经济评价方法	(51)
第四节 小流域经济、社会、生态效益综合评价指标体系及其标准	(56)
第四章 沟道流域淤地坝系相对稳定研究	(72)
第一节 多沙粗沙区淤地坝发展概况	(72)
第二节 中、小流域暴雨洪水泥沙特征.....	(73)
第三节 坝系相对稳定的内涵及典型实例	(77)
第四节 坝系相对稳定的条件、标准及定量的方法.....	(80)
第五节 坝系相对稳定形成的过程及示范点规划	(85)
第六节 坝系拦泥减蚀机理及拦蓄效益	(91)
第七节 坝系相对稳定的坝高规模	(96)
第八节 坝系相对稳定的适用范围和推广应用前景.....	(100)
第五章 黄土丘陵沟壑区第一副区小流域综合治理与开发.....	(101)
第一节 榆林沟流域综合治理基础及评价.....	(101)
第二节 水土保持综合措施优化配置.....	(104)
第三节 坝系优化布设及整体防洪安全研究.....	(113)
第四节 坝系水土资源合理开发利用.....	(125)
第五节 提高农林牧经济效益的技术措施.....	(134)
第六章 多沙粗沙区快速治理示范区建设.....	(140)
第一节 六道沟流域治理模式研究及示范.....	(140)
第二节 王茂沟、西黑岱沟坝系相对稳定示范	(148)
第三节 榆林沟流域重点试区治理与开发示范.....	(155)

第一章 多沙粗沙区环境辨识与产沙机理

要快速治理多沙粗沙区,必须搞清多沙粗沙的界定及范围;辨识其环境条件及自然资源的优势和劣势;人类活动的正负效应;更需要探讨明确产粗沙的机理,以便对症下药,有的放矢。

第一节 多沙粗沙区界定的历史发展

关于多沙的含义,不同的学科,在不同的背景条件下,有不同的划分标准,有以含沙量划分的,有以类型区产沙(或输沙)总量划分的,其等级也各不相同。本专题采用侵蚀强度作为划分标准,共分为6个等级。其中年侵蚀模数大于 $5\,000\text{t}/\text{km}^2$ 的分为强度侵蚀、极强度侵蚀及剧烈侵蚀三个等级;年侵蚀模数小于 $5\,000\text{t}/\text{km}^2$ 的也分为三个等级。其主要依据历年绘制的输沙模数图综合界定。众所周知,地面产沙与河流输沙是不同的概念,二者并不相等。但对黄河中游地区来说,产沙与输沙之比接近于1,在区域性、定性研究方面,把输沙模数视为产沙模数是可行的。

粗泥沙的含义,地质界、水文工程界、水文地质界分级,温德华粒度分级等,都有不同的分类标准和等级。在黄河泥沙研究中,将泥沙颗粒划分为9级。据多年来的实践和研究,黄河下游河道淤积的泥沙粒径多在 0.025mm 以上,其中 $>0.05\text{mm}$ 的最多。本专题是为减少入黄泥沙、减少下游淤积,故把 $>0.05\text{mm}$ 粒径的视为粗泥沙。其含义是研究黄河泥沙问题的特殊含义。其范围是依据粗泥沙模数等值线图综合界定的。

多沙和粗沙是两个不同内涵的概念。多沙区不一定是粗沙区,粗沙区也不一定是多沙区,二者有重叠部分,也有不重叠部分。在黄河中游地区,经多年的研究和实践,从产沙机理看,黄土地层产粗沙较多,基岩、风沙相对较少。水力侵蚀强度大的地区,含沙总量多,其中粗沙的总量也就多,尤其是年侵蚀模数在 $5\,000\text{t}/\text{km}^2$ 以上的地区,基本上包含了粗沙多的地区。所以黄河水利委员会一直把年侵蚀模数大于 $5\,000\text{t}/\text{km}^2$ 的地区视为多沙粗沙区。

多沙粗沙区是一个总概念,它的基本依据是各水文站多年观测和颗粒分析的资料,而大部分水文站控制的流域面积都在几千甚至几万平方公里,所产生的等值线图,是建立在控制流域面积范围的平均数基础上勾绘而成的,精度较低。在其范围内的各个局部,既有大于平均数的,也有小于平均数的,实际上是众多的小块概化而成的大区。这对研究微观的、小流域的局部地貌来说是不准确的;但对研究宏观的、区域性的战略问题来说是可行的,而且对以往传统性观测方法的资料来说,也只能达到这种精度。

综上所述,本专题对多沙粗沙区的界定及范围,符合国家科委1992年批准的《八五国家科技攻关计划课题可行性论证报告》中界定的“粒径大于 0.05mm 的多沙粗沙地区”,即 15.6万 km^2 ;也符合国家计委1990年批准的《黄河流域黄土高原地区水土保持专项治理

规划》确定的“重点地区”及主要精神。由于这 15.6 万 km² 是分块、分散在上述范围内,为了服从治理与开发的需要,以支流或小流域为单元实施,尽可能与行政执行单位结合,便于实施管理,不可能机械地按等值线图所示的范围来进行治理开发。1992 年 11 月水利部向国家计委报送的《黄河中游重点水土流失区治理工程可行性研究报告》涉及范围 21.22 万 km²,把这 15.6 万 km² 科学地、有机地包括在其中。

第二节 环境条件与自然资源

黄河中游多沙粗沙区是指年侵蚀模数大于 5 000t/km² 的 15.6 万 km² 的范围。涉及的面积 21.22 万 km²,除 1.57 万 km² 的林区外,治理范围 19.65 万 km²,其中水土流失面积 17.65 万 km²。主要分布在河口镇至龙门区间;其次在泾、渭、北洛河上游;还有威胁黄河干支流水库的一些支流,如湟水、祖厉河、清水河、洛河等局部地区。涉及陕西、山西、内蒙古、甘肃、宁夏、青海、河南 7 个省(区)的 31 个地(盟、市),127 个县(市、旗),1 980 个乡镇)。25 260 个村,农业人口 1 942.6 万人,详见表 1-1、表 1-2 和表 1-3^①。

表 1-1

多沙粗沙区涉及县(市、旗)

省(区)	涉及县(市、旗)名
陕西	府谷、佳县、吴堡、米脂、子洲、绥德、清涧、神木、榆林、横山、靖边、子长、延川、延长、吴旗、志丹、延安、宜川、长武、安塞、韩城、定边、彬县、旬邑
山西	河曲、偏关、保德、五寨、神池、岢岚、兴县、临县、柳林、离石、中阳、石楼、右玉、永和、隰县、大宁、吉县、宁武、静乐、岚县、方山、交口、平鲁、汾西、蒲县、芮城、平陆、乡宁
内蒙古	清水河、准格尔、东胜、伊金霍洛、托克托、和林格尔、凉城、乌审、鄂托克前旗
甘肃	环县、华池、庆阳、合水、镇原、秦城、秦安、通渭、静宁、庄浪、永靖、东乡、会宁、泾川、宁县、平凉、兰州、陇西、漳县、武山、甘谷、张家川、清水、临夏市(积石山)、广河、临夏县、康乐、和政、临洮、靖远、榆中、定西、崇信、灵台、渭源
宁夏	彭阳、固原、隆德、海原、同心、盐池、西吉
青海	西宁、湟中、平安、乐都、互助、民和、化隆、循化、尖扎、贵德
河南	义马、三门峡、陕县、灵宝、渑池、洛宁、宜阳、新安、伊川、嵩县、孟津、巩义

① 中华人民共和国水利部. 黄河中游重点水土流失区治理工程可行性研究报告. 1992 年 11 月

表 1-2

多沙粗沙区涉及范围

省(区)	陕西	山西	内蒙古	甘肃	宁夏	青海	河南	合计
涉及面积(km ²)	65 750	37 688	26 467.5	57 312	10 437	7 375	7 125	212 154.5
林区面积(km ²)	4 368.3	5 661.7	690	3 719.2	759.1	506		15 704.8
治理范围	面积(km ²)	61 381.2	32 026.3	25 777.5	53 592.8	9 677.9	6 869.0	196 449.7
	流失面积(km ²)	54 230	29 743	21 899.7	49 500.0	8 824.0	6 225.2	176 544.9
	年侵蚀模数>5 000t/km ² 面积(km ²)	49 700	26 900	15 500	48 200	6 700	5 600	156 200
行政区划	地(盟、市)数(个)	4	8	3	7	3	3	31
	县(市、旗)数(个)	24	28	9	35	7	9	127
	乡(镇)数(个)	817	384	99	392	96	106	1 980
	村(个)	9 122	5 979	848	6 329	1 121	1 013	25 260
户数	总户数(×10 ⁴ 户)	104.0	75.2	34.0	214.6	26.7	30.1	529.4
	农业户(×10 ⁴ 户)	86.5	63.4	28.6	181.5	21.8	23.6	444.2
人口	总人口(×10 ⁴ 人)	436.8	314.5	142.8	901.6	112.2	126.4	2 223.6
	农业(×10 ⁴ 人)	377.9	276.1	125.9	792.5	95.0	105.7	1 942.6
劳力	总劳力(×10 ⁴ 个)	152.9	110.4	50.0	315.6	39.3	44.2	778.3
	农业劳力(×10 ⁴ 个)	132.2	96.6	44.1	277.5	33.2	36.3	680.0
农耕地	总面积(×10 ⁴ hm ²)	175.11	111.58	58.79	239.42	35.80	33.90	691.52
	人均(hm ² /人)	0.46	0.40	0.47	0.30	0.37	0.33	0.35

表 1-3

多沙粗沙区水土流失强度、面积

年侵蚀模数 (t/km ²)	流失面积 (km ²)	年输沙量 (×10 ⁸ t)	主要分布区
5 000~ 10 000	79 000	4.0	湟水、祖厉河、渭河、泾河、北洛河(中上游)、红河、汾河(上游), 洛河内有零星分布
10 000 ~15 000	44 000	4.4	窟野河(中游)、秃尾河(下游)、清涧河、延河(上游)、北洛河(上 游)、屈产河、昕水河、清水河、鄂河、蒲河(泾河二级支流)
15 000 ~20 000	21 000	3.2	皇甫川(下游)、秃尾河(中游)、无定河(中下游)、蔚汾河、湫水 河、三川河
20 000 以上	12 000	2.4	皇甫川(上游)、孤山川、窟野河(下游)、佳芦河、偏关河(下游)、 县川河、朱家川

一、生态环境

该区是黄土高原的主体,大部属于旱、半干旱地带,地形破碎,千沟万壑,坡陡沟深,土质疏松,暴雨集中,风暴频繁,植被稀少,干旱和水土流失严重,生态环境十分脆弱,是我国自然条件恶劣的地区之一。主要包括四种类型区,详见表 1-4。

表 1-4 多沙粗沙区水土流失类型分区情况

类型区		流失面积 ($\times 10^4\text{km}^2$)	地形、地貌						林草覆盖率 (%)	水土流失特点
			主要特征与 地面物质组成	沟壑密度 (km/km^2)	地面坡度组成(%)					
					$<5^\circ$	$5^\circ\sim 15^\circ$	$15^\circ\sim 25^\circ$	$>25^\circ$		
黄土丘陵沟壑区	一副区	6.08	峁状丘陵、地形破碎	3~7	9	7	16	68	10~15	沟蚀、面蚀都很严重
	二副区	2.16	峁状丘陵、间有残塬	3~5	7	15	22	52	15~20	沟蚀、面蚀都很严重
	三副区	1.98	梁状丘陵为主	2~4	7	32	42	6	20~25	面蚀为主，沟蚀次之
	四副区	1.31	梁状丘陵为主	2~4	8	21	40	31	25~35	面蚀为主，沟蚀次之
	五副区	2.11	平梁、大峁、有山间盆地	1~3	21	27	39	13	10~20	沟蚀为主，面蚀次之
黄土高原沟壑区		2.01	塬面宽平，沟壑深切	1~3	39	17	21	23	20~30	沟蚀为主，重力侵蚀次之
风沙区		1.39	沙丘密布，间有滩地	2~3	90	6	3	1	20~30	风蚀为主，沙丘移动
土石山区		0.61	山高、坡陡、谷深	1~4	3	4	21	72	20~40	坡耕地上有面蚀

(一)黄土丘陵沟壑区

黄土丘陵沟壑区包括五个副区,主要分布在河口镇至龙门区间及泾、渭、洛河上游,以及青海、宁夏和河南的一部分。流失面积 13.64 万 km^2 。该区切割强烈,地形破碎,沟壑纵横,沟蚀、面蚀都很严重。其中一、二副区年侵蚀模数多在 5 000 t/km^2 以上,部分地区达 3 万 t/km^2 。内部有梁、峁、坡、台、川、沟等地貌,沟壑密度一般 3 $\text{km}/\text{km}^2 \sim 6\text{km}/\text{km}^2$ 。沟谷面积一般占土地总面积为 30%~40%。地面坡度大部分在 15°以上,大于 25°的占 31%以上,其中一、二副区占 50%~68%。河谷川道地形平坦,土壤肥沃,灌溉条件较好,是当地农业生产的精华,但仅占总土地面积的 10%左右。

(二)黄土高原沟壑区

黄土高原沟壑区主要分布在泾、洛河的中游西峰、平凉、洛川等地,流失面积 2.01 万 km^2 。由塬、沟、坡地貌组成。塬面保存较完整,土地平坦,39%在 5°以内,农耕条件较好;沟壑切割较深,一般在 200m~300m,沟坡陡峭,土层深厚,沟谷呈 V 形,以沟蚀为主,兼有重力侵蚀。沟壑密度一般 1 $\text{km}/\text{km}^2 \sim 3\text{km}/\text{km}^2$ 。

(三)风沙区

风沙区主要分布在陕西与内蒙古交界的无定河、秃尾河、窟野河上游,流失面积 1.39 万 km^2 ,以风蚀为主,沙丘流动。地貌主要由沙丘、沙梁和滩地组成。沙梁、沙丘有的流动,有的半固定或固定。滩地处于沙丘、沙梁之间,地势平坦,地下水位浅,植被较好,耕地较多。沟壑密度一般 $2.2\text{km}/\text{km}^2 \sim 2.5\text{km}/\text{km}^2$ 。

(四)土石山区

土石山区主要分布在黄土丘陵区的周边,流失面积 0.61 万 km^2 。山高坡陡,谷深,土石裸露,沟壑密度一般 $1\text{km}/\text{km}^2 \sim 4\text{km}/\text{km}^2$,地面坡度一般大于 15° , 25° 以上的占 72%。

(五)生态环境状况

全区大于 1 000 km^2 的流域有 37 条(片)。其中河口镇至龙门区间有:皇甫川、孤山川、窟野河、秃尾河、佳芦河、无定河、清涧河、延河、汾川河、仕望河、红河、杨家川、偏关河、县川河、朱家川、岚漪河、蔚汾河、湫水河、三川河、屈产河、昕水河等 21 条支流;泾、洛、渭河上游有:泾河上游干流、洛河上游干流、渭河上游干流、散渡河、葫芦河、蒲河、马莲河、周河等 8 条(片);其他入黄支流有:湟水下游、青海黄河两岸、祖厉河上游、清水河上游、伊河、洛河、河南与山西黄河两岸、汾河水库上游等 8 条(片)。

该区年降水量大部分在 350mm~550mm 之间,从东南往西北逐步递减,年内分布极不均匀,一般 6 月~9 月降水量占全年总量的 60%~70%,冬春少雨,3 月~6 月降雨居中,小于 5mm 的无效降雨占同期降雨量的 13%~60%,易发生春旱。年际变化也很大,多雨年与少雨年的雨量相差 3 倍~4 倍。汛期有 50%~60% 的降雨属暴雨型,强度大,历时短,强度大于每分钟 1mm,历时几分钟到十几分钟的暴雨都能造成水土流失或洪水灾害。

区内大部分地区为黄土和红色土覆盖,土层厚 50m~100m,最厚达 200m 以上。表层黄土大部分为粉沙土壤,粉粒含量达 50%~60%,富含碳酸盐,遇水易溶,有垂直节理,抗蚀性差易流失。红色土大部分在黄土层之下,局部地方已出露表层。土石山区主要分布有褐色土、黑褐色土,土层浅薄,一般厚 0.3m~0.5m,部分在 0.3m 以下,甚至基岩裸露。陕西与内蒙古交界地带分布有风沙土,0.05mm~1mm 的沙粒占 90%左右,结构松散,常造成严重风蚀,湮埋农田和村庄。沟道、河流的输沙,多是粒径 $>0.05\text{mm}$ 的粗沙。

区内由西北向东南跨干旱草原、草原和森林草原三个地带,植被类型多。但人口增多,掠夺式经营,目前除吕梁山、子午岭、乔山、黄龙山、六盘山林区和部分土石山区有少量天然林外,其他大部分地区多为光山秃岭。区内天然林草约 53.9 万 hm^2 ,仅占总土地面积的 2.7%。人工林草 303.4 万 hm^2 ,占总面积的 15.4%左右,林草总覆盖率仅 18.1%。东南部人多地少,全为农业区,天然植被及人工林草较少;西北部人少地多,以农为主,牧业占一定的比例,天然植被人工林草相对较多。由于干旱少雨,年积温较低,除东南部水热条件稍好的部位适宜乔木生长外,其余大部分地区及东南部山坡只适宜灌木和草类生长。

该区年平均气温,西北部 $6^\circ\text{C} \sim 7^\circ\text{C}$,东南部 $9^\circ\text{C} \sim 14^\circ\text{C}$;无霜期西北部 100 天~130 天,东南部 200 天~240 天;年日照平均为 2 000 小时~3 000 小时;年蒸发量 1 500mm~2 000mm,为降水量的 3 倍~4 倍,甚至更多,是形成干旱和旱灾频繁的主要原因;区内冬春多大风,大部分地区每年在 10 次以上;各地每年都有不同程度的霜冻和冻雹危害。