

HUANGTUGAOYUAN XIAOLIUYU
BAXI JIANCEFANGFA JI
PINGJIAKITONG YANJIU

黄土高原小流域 坝系监测方法及评价系统研究

党维勤 王 晓 马三保 艾绍周 王秦湘 编著



黄河水利出版社

TV882.1
36

黄土高原小流域坝系监测方法 及评价系统研究

党维勤 王 晓 马三保 艾绍周 王秦湘 编著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书全面系统地阐述了小流域坝系监测的原理、方法、关键技术和小流域坝系的评价系统,详细地应用该方法和系统对王茂沟小流域坝系监测和评价系统进行了分析。主要包括小流域坝系监测方法概论、常规监测方法概述、地理信息系统在小流域坝系监测中的应用、遥感技术在小流域坝系监测中的应用、GPS 在小流域坝系监测中的应用、与小流域坝系评价相关的理论及方法、小流域坝系评价指标体系及和谐度构建、小流域坝系评价实例分析等。可供小流域坝系监测、水土保持监测、生态环境监测的科技人员及高等院校相关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄土高原小流域坝系监测方法及评价系统研究/党维勤
等编著. —郑州:黄河水利出版社,2008. 12

ISBN 978 - 7 - 80734 - 385 - 1

I. 黄… II. 党… III. ①黄土高原 - 小流域 - 坝地 -
监测 - 方法②黄土高原 - 小流域 - 坝地 - 综合评价 IV.
S157.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 209732 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940, 66020550, 66028024, 66022620(传真)

E-mail:hlslcbs@126.com

承印单位:河南省第二新华印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:13.75

字数:338 千字

印数:1—1 000

版次:2008 年 12 月第 1 版

印次:2008 年 12 月第 1 次印刷

定价:38.00 元

前言

严重的水土流失不仅是制约黄土高原地区农业生产发展的主要因素之一,而且是造成黄河下游河床泥沙淤积的直接原因所在。淤地坝坝系工程是流域水土流失综合治理体系中的沟道工程措施中最为关键的一道防线。它通过“拦”、“蓄”、“淤”等功能,既能将洪水泥沙就地拦蓄,有效防治水土流失,减少入黄泥沙,又能形成坝地,充分利用水土资源,使荒沟变成高产稳产的基本农田,从而有效缓解黄土高原地区水土流失严重、洪水灾害和干旱缺水这三大难题,同时使生态环境得以改善,经济得到发展。也正因为如此,淤地坝被当地群众形象地比做流域下游的“保护神”,解决温饱的“粮食囤”,开发荒沟、重建生态、改善环境的“奠基石”,在黄土高原地区具有极其重要的战略地位和不可替代的作用。

2003年,水利部将黄土高原淤地坝建设列为全国水利建设的三大“亮点工程”之一,提出了到2010年在黄土高原地区建设6万座淤地坝的宏伟目标。该项工程目前正在黄土高原水土流失区实施,并由小流域坝系工程向支流坝系工程方向发展,即淤地坝坝系的建设也由原来的以治沟骨干工程控制小流域转向以大型淤泥库控制支流坝系。

目前黄土高原地区已建成淤地坝12万座,经过几十年的建设,淤地坝工程自身的拦沙蓄水、安全运行、效益发挥等情况,从整个黄土高原来看,无法准确评价,尤其在日前大规模建设的情况下,如何才能给建设决策提供及时、全面、可信的科学依据,是摆在我们水土保持科研工作中的难点之一。因此,必须建立淤地坝监测体系。目前,虽然黄河上中游管理局以及有关各省(区)在淤地坝监测工作中做了大量细致的工作,但缺少成熟的淤地坝坝系工程监测方法以及对应的监测评价体系,有关淤地坝规划、设计和运行现状等信息无法系统地收集起来,致使正确评价淤地坝坝系建设缺乏充分的依据。如何对淤地坝信息进行动态监测和有效管理,实现淤地坝监测信息的显示、查询、表现、分析和共享,是提高淤地坝建设科技含量的需要,也是提高淤地坝建设决策与管理水平以及“数字黄河”工程建设的需要。

因此,2003年“小流域坝系监测方法及评价系统研究”被列为黄土高原水土保持二期世界银行贷款项目中央子项目科研推广项目是非常必要的。通过对小流域坝系监测方法及评价系统的研究,借鉴小流域水土保持传统监测方法,探索新技术方法在坝系中的应用,总结出小流域坝系监测的方法,同时研究小流域坝系评价体系,对坝系做出科学的评价,并提出坝系预警预报模型,最终建立了基于现代技术的小流域坝系监测评价体系,为今后实现淤地坝工程动态监测提供了技术方法和科学依据,同时也为淤地坝管理与决策提供了科技支撑。2007年该研究项目已获得中国水土保持学会首届科学技术三等奖。

全书共分为9章,第一章至第五章为小流域坝系监测方法研究,第六章至第八章为评价体系研究,最后一章为研究结论。第一章由王晓编写;第二章由马三保编写;第三章由党维勤、王秦湘编写;第四章由党维勤编写;第五章由马三保和艾绍周编写;第六章第一、二节由王晓编写,第三、四节由党维勤编写;第七章至第九章由党维勤编写。全书由党维勤、王晓、马三保统稿。

承蒙中国工程院院士山仑先生为本书审稿并作序。全书编写过程中得到了黄河水利委

员会原副主任黄白强教授级高级工程师,黄河上中游管理局副局长郑新民教授级高级工程师、何兴照副局长、田杏芳处长、王还珠处长、刘泽荣副处长、贾泽祥调研员、柏跃勤高级工程师、祁永新高级工程师、赵帮元高级工程师的指导和帮助。在应用先进监测技术的过程中,得到了南京师范大学汤国安教授、北京林业大学史明昌教授的指导和帮助。为本书的出版自始至终付出大量精力和时间的黄河水土保持绥德治理监督局郑宝明局长、王福林总工程师给予了很多的支持和帮助。课题组其他成员:赵牡丹、高银富、任怀泽、李平、郝凤毕、罗西超、樊华、王宏兴、孙秋来、郑妍、马胜平、钱卫东、马秋霞、马竹娥、黄晓琴、刘立峰、史绥平、冯光成、周艳等,在项目实施3年时间内完成了许多外业工作及室内数据分析工作。在此一并表示衷心的感谢!

任何科学研究方法及评价系统都是在解决实际问题中提出,然后在应用中不断修正、完善起来的。小流域坝系监测方法及评价系统也是这样,目前从体系到内容都还不很成熟,我们的研究仅仅是一些探索和实践,期望能够起到抛砖引玉的作用。

面对坝系监测方法及评价系统这样一个情况复杂、研究难度很大的课题,特别是一些新情况、新问题等还在不断发生和发展,尚有许多问题有待深入研究,再加之编者水平有限,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。作者 E-mail:dangwq@163.com。

作 者

2008 年 10 月

序

黄土高原是我国乃至世界上水土流失最为严重的地区之一。严重的水土流失长期制约着当地人民群众脱贫致富和区域社会经济发展,也威胁着黄河安全和黄河下游人民群众的生存。淤地坝是黄河流域黄土高原地区人民群众在长期水土流失治理实践中创造的一种行之有效的水土保持工程措施。淤地坝既能拦截泥沙、调蓄径流、保持水土,又能淤地造田、增产粮食,在治理水土流失、减少入黄泥沙、发展区域经济、实现黄河长治久安等方面具有不可替代的作用。

黄土高原小流域坝系是以小流域为单元,通过科学规划、合理配置,形成以骨干坝为骨架,大、中、小型淤地坝工程相结合,拦、蓄、排功能相配套的沟道治理综合工程体系。小流域坝系监测是水土保持监测工作的重要内容,是水土流失规律研究和淤地坝工程管理的基礎,也是“三条黄河”建设的基础工作之一。监测系统的建设和运行,对改进小流域坝系管理,提高坝系运行效益,保持坝系安全稳定和可持续发展,具有重要意义。

黄河水利委员会绥德水土保持科学试验站于1952年建立,1955~1957年期间我曾在该站试验场做过草粮轮作方面的试验。该站地处粗泥沙集中来源区,在黄土高原水土流失研究工作中具有独特地位,是该地区最早从事水土流失规律和小流域淤地坝研究的机构之一。经过长期现场试验与示范,该站已取得多项重要成果。2003~2006年,绥德水土保持科学试验站党维勤等科技工作者承担完成了黄土高原水土保持二期世界银行贷款项目中央了项目科研课题——小流域坝系监测方法及评价系统研究。该项研究以小流域坝系为对象,将小流域水土流失规律、小流域坝系理论与现代空间信息技术方法结合,引入和谐理论等先进理论方法,对小流域坝系监测评价指标体系、监测评价方法、现代空间信息技术在小流域坝系监测中的应用等进行了比较系统的研究,初步形成了小流域坝系监测和评价系统。课题承担者根据研究成果撰写出《黄土高原小流域坝系监测方法及评价系统研究》一书。

读过本书后,感觉新意颇多。全书对小流域坝系监测方法及评价系统进行了全面、深入的研究,是作者多年来在黄土高原小流域坝系研究领域辛勤耕耘的结果。相信该书的出版不仅有助于深化黄土高原小流域坝系监测方法的研究,而且会在一定程度上推动我国水土保持监测事业的发展。相信经过一代又一代水土保持人的长期探索和艰苦努力,黄土高原水土流失问题一定会得到根本的解决,我国的水土保持科学研究也必将走在世界的前列。

中国工程院院士

山 名

2008年11月

目 录

序	山仑
前 言	
第一章 小流域坝系监测方法概论	(1)
第一节 小流域坝系监测概论	(1)
第二节 小流域坝系监测方法概论	(9)
第二章 小流域坝系常规监测方法概述	(17)
第一节 水文泥沙监测方法	(17)
第二节 淤地坝坝系安全稳定监测方法	(22)
第三节 小流域坝系生态社会效益监测方法	(23)
第三章 地理信息系统在小流域坝系监测中的应用	(29)
第一节 地理信息系统基本概念	(29)
第二节 小流域数字高程模型的建立及应用	(37)
第三节 基于 ArcGIS 或 ArcView 的淤积面积和体积的计算	(55)
第四节 利用 ArcGIS 软件实现王茂沟小流域三维虚拟景观	(58)
第四章 遥感技术在小流域坝系监测中的应用	(64)
第一节 遥感技术的理论基础	(64)
第二节 遥感图像处理	(80)
第三节 遥感图像解译	(95)
第四节 RS 与 DEM 的淤地坝淤积量计算方法	(109)
第五章 GPS 在小流域坝系监测中的应用	(115)
第一节 GPS 基本概念及原理	(115)
第二节 常用的硬件及地形测绘软件	(118)
第三节 GPS 在坝系监测中的应用技术	(140)
第六章 与小流域坝系评价相关的理论及方法	(150)
第一节 可持续发展理论	(150)
第二节 坝系相对稳定理论	(157)
第三节 和谐理论	(161)
第四节 层次分析法	(165)
第七章 小流域坝系评价指标体系及和谐度构建	(171)
第一节 小流域坝系评价的范畴	(171)
第二节 小流域坝系评价指标体系构建	(172)
第三节 小流域坝系指标体系结构	(176)
第四节 小流域坝系和谐度构建	(187)

第八章 小流域坝系评价实例分析	(194)
第一节 王茂沟小流域坝系监测研究区概况	(194)
第二节 小流域坝系指标要素计算	(200)
第三节 小流域坝系的评价	(205)
第九章 研究结论	(207)
第一节 小流域坝系监测方法	(207)
第二节 小流域坝系评价系统	(208)
参考文献	(210)

第一章 小流域坝系监测方法概论

在我国全面建设小康社会的关键时期,要实现构建社会主义和谐社会、建设社会主义新农村、保持经济平稳较快发展和提高人民生活水平等奋斗目标,必须加快建设资源节约型、环境友好型社会,促进经济发展与人口、资源、环境相协调。水土流失影响我国生态安全,已对经济社会发展构成严重制约,尤其是我国水土流失最严重也是世界水土流失最严重的黄土高原。对这里的主要工程——黄土高原水土保持小流域坝系工程开展监测方法及评价系统研究,旨在为规范黄河流域水土保持小流域坝系监测工作,全面、系统地监控和及时掌握坝系工程建设与运行的基本情况,积累基础资料,保证监测成果的科学性和系统性,为小流域坝系工程建设综合效益评价提供技术支撑,为宏观决策提供科学依据。本章主要内容包括黄土高原小流域坝系监测的指导思想、原则,监测内容、方法及监测资料的分析与评价。

第一节 小流域坝系监测概论

一、小流域坝系监测的指导思想及原则

通过小流域坝系监测,认识和掌握沟道淤地坝建设对流域水沙的拦截、调节和蓄存机理,分析坡面侵蚀与沟道侵蚀的相互联系和作用,跟踪淤地坝建设的数量和质量,准确评价坝系建设的生态、经济效益和社会效益,为坝系安全运行提供强有力的技术支撑,同时提高坝系及淤地坝设计、施工、管理和生产的水平,保证坝系工程整体质量与效益的全面稳定发挥。

坝系监测应坚持监测与生产运用相结合、近期与远期相结合、不同空间尺度相结合,还应遵循系统性、实用性、标准化、先进性原则。

(1) 系统性原则。监测点布设应科学合理,统筹考虑,突出重点。对单个淤地坝的安全运行指标,蓄水拦沙,生态、经济、社会效益,以及坝系流域沟道、坡面的治理动态、建后效益等进行系统性监测。

(2) 实用性原则。监测站点布设和监测方法选择要充分考虑必要性、可行性、实用性和可操作性。同时,考虑现有的技术、设备、资料和其他各种资源。

(3) 标准化原则。示范坝系体系建设,应将标准化、规范化贯穿于全过程中,严格遵循国家有关标准、技术规范、行业规定和相关要求,仪器设备尽可能标准化、系列化、自动化。

(4) 先进性原则。尽量采用自动测报、遥感、GPS 等新技术,实现监测信息的快速获取、传输与分析处理,为分析研究淤地坝建设的效益提供科学依据。

二、小流域坝系监测的内容

坝系监测的主要内容包括工程建设动态监测、拦沙蓄水监测、坝地利用及增产效益监测、坝系工程安全监测(见图 1-1)。

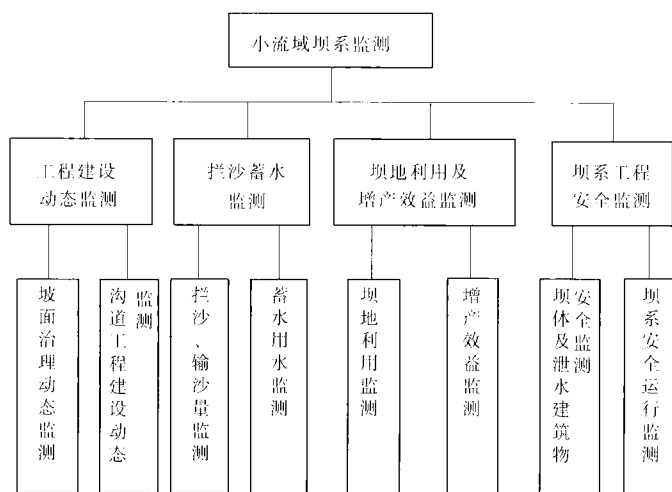


图 1-1 小流域坝系监测的内容

(一) 工程建设动态监测

工程建设动态监测分为坡面治理动态监测和沟道工程建设动态监测两部分。

坡面治理动态监测的内容主要是坡面治理工程的数量及其变化。坡面治理工程包括梯田(包括种植农作物的人工与机修梯田、各种用于造林的水平平台与水平阶等)、造林、种草、封禁及其他坡面措施,主要指标是逐年核实后的新增治理面积和累计治理面积。

沟道工程建设动态监测的内容主要是沟道坝系工程的数量及其变化。沟道工程包括骨干坝及中、小型淤地坝等,主要指标是已建成工程数量和在建工程数量及结构比例。

(二) 拦沙蓄水监测

拦沙蓄水监测包括拦沙量监测、输沙量监测、蓄水用水监测三部分。拦沙量监测主要是量测淤地坝的拦沙情况,实时监测淤地坝的拦沙量;输沙量监测主要是监测经过流域出口的输沙量及径流量;蓄水用水监测主要是监测淤地坝内蓄水情况和生产、生活用水情况,包括淤地坝年末蓄水量、水面面积以及灌溉用水量、人畜用水量。

(三) 坝地利用及增产效益监测

坝地利用及增产效益监测是对已达到淤积库容的淤地坝内的坝地面积、坝地利用面积、坝地内农作物面积、坝地农作物单产及其年增产情况进行监测。

(四) 坝系工程安全监测

坝系工程安全监测包括坝体及泄水建筑物安全监测和坝系安全运行监测两部分。

坝体及泄水建筑物安全监测主要是监测淤地坝坝体及其泄水建筑物在运行期间有无滑坡、冲刷、渗流、沉陷、裂缝等问题。

坝系安全运行监测主要是对病、险坝数量,毁坏坝情况(包括水毁坝和人为毁坏坝的数量、毁坏情况、毁坏原因等)进行监测。

三、小流域坝系监测的方法

根据水土保持监测技术规程的规定,小流域坝系监测主要采取地面观测、遥感监测、调查统计等方法进行。淤地坝监测涉及水土保持监测的多个方面,包括了淤地坝所在区域或

流域的水土流失监测,因此在淤地坝监测方面,可选择一种或多种监测方法和手段,具体采用哪一种,视监测的内容和目的而定。

(一) 工程建设动态监测

1. 坡面治理动态监测方法

采用现场调绘和实地丈量相结合的方法,有条件的地方也可以采用遥感调查的方法,对坡面治理工程的数量及其变化进行监测。大面积连片的措施可在万分之一地形图上现场勾绘措施范围,用求积仪直接量算或将相关信息经扫描、矢量化后,在计算机上量算。对于比较零散、面积小于 0.2 hm^2 的坡面措施可用皮尺或测绳等量测工具实地逐项逐块丈量其面积;梯田、造林、种草、封禁及其他坡面治理工程措施,要逐年核实其新增治理面积和累计治理面积。遥感监测是指借助不同时期的遥感信息源,通过一定的数据处理手段,监测流域坡面治理动态。

监测频次要求:第一次全面普查,核实项目区内现有的各种坡面治理措施面积。以后逐年将治理成果和措施变化勾绘到万分之一地形图上,根据泥沙监测结果分析坡面措施的变化对径流泥沙的影响。

2. 沟道工程建设动态监测方法

采取统计调查和跟踪监测的方法。流域内骨干坝和中、小型淤地坝单独建立监测台账,对淤地坝分类编号,并在万分之一地形图上点绘坝系工程总体平面位置图,详细记载全流域已建成的和在建的骨干工程、中型淤地坝和小型淤地坝的坝名、地理位置、坝型、控制面积、坝高、库容(总库容、拦泥库容、滞洪库容)、开工时间、竣工时间等相关信息。监测已建工程 and 在建工程数量及结构变化对水土流失和径流的影响。

监测频次要求:第一年全面普查,建立监测台账,以后每年进行一次补充调查。

(二) 拦沙蓄水监测

1. 拦沙量监测方法

淤地坝泥沙淤积量的测算可采用简化方法进行,一般有平均淤积高程法、校正因数法、概化公式法、部分表面面积法等。对有原始库容曲线的骨干坝及淤地坝淤积量的测算,可选用平均淤积高程法(适用于淤积面比降小于 5% 的淤积体)和校正因数法。对无库容曲线的淤地坝淤积量的测算,可采用概化公式法和部分表面面积法。

对于测出的湿泥沙淤积体体积,要根据泥沙容重换算成重量,在测量时还应调查测算人工回填的土方量,并在淤积量中予以扣除。已经确定的监测工程,在工程施工前要重新校核原始的设计库容曲线,在施工过程中,应监测由于施工而扰动的土方在库内的淤积量。

监测频次要求:每年汛后进行一次。

2. 输沙量监测方法

在典型区域布设雨量站,数量根据流域大小确定,观测降水,推求流域内降水量。在流域出口建设把口站,如小流域出口建有淤地坝,应选择该淤地坝作为监测坝,利用泄流建筑物进行监测。小流域出口没有监测坝的,应在出口附近选择适宜的位置,布设测验断面进行观测。输沙量监测应在暴雨洪水期间按次洪水进行。

含沙量采用横式取样器法、普通器皿法或比重瓶法测量。流量应根据不同断面采用流速仪法、浮标法、量水建筑物法等方法测量。根据测得的流量、含沙量资料,计算把口站的输沙量。

3. 蓄水用水监测方法

水面面积的测量应在蓄水量监测的同时进行,采用普通测量的方法结合库容曲线推算。通过坝前水尺上的水位值,根据水位—库容—淤积量关系曲线,推算淤地坝蓄水量。在进行蓄水量监测的同时,采取普通测量和库容曲线图相结合的方法,测量计算水面面积。

灌溉用水量可根据涵管泄水流量的监测计算。人畜用水量采取调查受益区用水人、畜数量及年平均用水定额进行概算。

蓄水量监测每年汛后进行一次,灌溉用水量在每次泄水时监测,人畜用水量应在每年汛后进行一次量测和调查。

(三) 坝地利用及增产效益监测

1. 坝地利用监测方法

淤地面积采用实地丈量结合水位—库容—淤地面积关系推算,对各淤地坝的淤地面积进行统计。坝地利用面积采取实地调查测量的方式进行。坝地利用情况调查在对小流域土地总面积、耕地面积统计的基础上,对已利用的坝地面积进行统计。

2. 增产效益监测方法

采取调查统计的方式,可布设典型地块和典型农户等辅助调查点。典型地块选择在小流域有代表性的坝地上,主要种植作物每块面积不小于 0.5 hm^2 。其具体计算方法:一是坝地典型地块上各类农作物应单打单收,分别求得其单位面积的产量;二是根据典型地块各类农作物产量,考虑复种指数,按面积求得加权平均单产。

坝地农作物种植面积监测,应按种植作物种类,考虑作物复种情况,进行调查统计。然后根据典型地块单产监测结果和坝地各类农作物面积,对小流域坝地总产量进行推算。在进行坝地各项指标监测的同时,调查统计小流域粮田总面积、平均粮食单产及粮食总产量。监测频次为每年监测一次。

(四) 坝系工程安全监测

1. 坝体及泄水建筑物安全监测方法

坝体及其泄水建筑物安全监测主要采取巡视检查的方法,定期对坝系内淤地坝坝体及泄水建筑物进行现场勘测、调查统计、摄影录像。对发生问题的地方及时进行记录,同时采取补救措施。特别是在汛期前后,按规定的检查项目各进行一次。对发现异常的坝体及其建筑物,应进行特别巡视检查,组织专人对可能出现险情的部位进行连续监测。

每年汛前汛后对所有坝体进行比较全面或专门的巡视检查。

2. 坝系安全运行监测方法

以巡视检查为主,抽样调查为辅。一般在汛前、汛后、用水期前后、冰冻期和融冰期进行,每年至少监测两次,在坝系遇到严重破坏、影响安全运行和稳定的情况下,要加大巡查的次数。

四、监测资料分析与评价

(一) 监测资料整理

1. 监测原始资料

监测原始资料包括基础资料、原始记录、影像、实地照片等技术文档。

基础资料主要包括淤地坝工程的规划设计报告(图件、文字、表格)和有关协议文件以

及项目区自然情况、社会经济情况、水土流失情况、水土保持情况等监测本底资料;原始记录主要包括水文泥沙监测资料、坝系安全稳定监测资料、沟道侵蚀监测资料、社会经济状况及生态环境监测资料以及其他调查资料的最初记录;影像、实地照片主要包括对项目进行监测时所涉及的摄像资料及图片资料等。

2. 监测资料整编

按照监测资料整编说明(包括监测资料整编的组织、时间和方法等)对监测到的原始资料进行整理,包括监测整编说明、监测整编成果表、成果图件等。

(二) 分析及评价指标

监测资料整编以小流域坝系为单元进行,并建立小流域坝系监测数据库,监测资料整编全部工作应于当年年底前完成。坝系监测资料分析评价指标见表 1-1。

表 1-1 坝系监测资料分析评价指标

监测内容	分析评价指标
工程建设动态	坡面治理度、淤地坝数量及结构比例
坝系拦沙蓄水	坝系拦沙量、拦沙率、泥沙分布、年末蓄水量、新增水面面积、用水量变化率
坝地利用及增产效益	淤地面积、坝地利用率、坝地增产效益
坝系工程安全	坝系安全比

(三) 小流域坝系建设效果综合评价

(1) 坡面治理程度对入库(坝)洪水泥沙的影响分析。选择不同坡面治理程度的小流域,对小流域坝系监测资料进行综合分析;对同一条小流域在不同治理阶段的监测资料进行分析。

(2) 沟道工程对小流域径流泥沙的影响及小流域坝系水土保持减沙作用的综合分析。根据历年的拦沙量、拦沙率计算结果进行分析;分析历年小流域把口站的输沙量的变化趋势、汛期输出洪水径流量的变化趋势和非汛期沟道常流水的变化趋势。

五、小流域坝系监测的实践

小流域坝系监测的内容与方法是在不断的实践中逐步完善的。黄河水利委员会(以下简称黄委)绥德水土保持科学试验站在小流域坝系监测方面进行了积极的探索。早在 20 世纪 50 年代就采取地面观测与调查统计相结合的方法进行了小流域淤地坝单坝及坝系工程建设动态监测、拦沙蓄水监测、坝地利用及增产效益监测、坝系工程安全监测等方面的监测,取得了大量的第一手资料,积累了丰富的经验。20 世纪 80 年代开展的“三沟一场(韭园沟、辛店沟、裴家崾沟与试验场)土地资源调查与利用现状研究”项目采用遥感技术(黑白航片监测)与调查统计相结合的方法进行了项目区土地资源与利用现状的调查,通过遥感技术监测(黑白航片)与常规方法监测(调查统计)的资料对比与相互印证,摸清了土地资源现状,提出了土地资源合理开发利用的方向。20 世纪 90 年代参加的黄河流域水土保持遥感普查项目,是黄委 1998 年论证立项的重大科技性生产任务,项目通过引进和利用先进的“3S”技术设备,对涉及青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东 9 个省(区)的 65 个地(市)356 个县(市、旗)79 万多 km² 的区域内不同地貌类型,进行了不同尺度的水上

流失和治理措施现状普查与监测。项目普查目的在于掌握黄河流域土壤侵蚀与治理现状。主要是借助于“黄土高原严重水土流失区生态农业动态监测系统技术引进项目”的“3S”设备和技术,利用1998年夏态TM卫星影像,在外业调查的基础上,通过建立图像解译标志,采用人机交互判读的形式进行图像解译建库,并取得了一批科技含量很高的应用性技术成果,较真实地反映了土壤侵蚀及生态环境状况。2003~2006年黄委绥德水土保持科学试验站进行了小流域坝系监测方法及评价系统研究,主要包括以下五方面的内容:一是采用了GPS小流域淤地坝坝系监测方法;二是在小流域坝系监测中应用了目前分辨率最高的QuickBird卫星影像;三是利用DEM和GIS进行小流域坝系空间数据的提取、分析、计算及“3S”技术集成;四是对各类常规监测方法的技术要素、分类监测指标和监测方法进行分析总结,归纳分类和建立了小流域坝系监测方法的技术体系;五是以和谐理论为前提,应用层次分析法,将小流域坝系各类方法监测的数据经筛选确定为39个评价指标,分解为4个层次、2大系统、6个子系统,对小流域淤地坝坝系进行分析评价。经在王茂沟小流域坝系中评价,其精度与可信度较高,为对小流域坝系建设进行系统监测和评价提供了系统可操作和先进实用的技术方法和评价理论体系。

六、关于坝系工程监测的几点认识

以多沙粗沙区为重点区域开展的坝系工程建设,是黄河水土保持生态建设的一项关键性措施。按照《黄土高原地区水土保持淤地坝建设规划》,到2020年,黄土高原将新发展淤地坝16.3万座,其中骨干坝3万座。这些淤地坝工程建成后,将在黄土高原地区众多小流域内形成以水土保持骨干坝为骨架,中、小淤地坝相配套,拦、排、蓄相结合的完整的沟道坝系。

大规模的淤地坝建设特别是小流域坝系建设,是一项复杂的系统工程。坝系工程抵御暴雨洪水、拦减泥沙效果如何,以及如何在保收频率洪水下实现坝地农作物高产稳产、水沙资源利用是否合理科学、坝系工程运行的安全性程度怎样、坝系运用后在支流及区域上的综合效应如何、能否达到淤地坝建设规划的各项预期目标等,这既关系到工程投资的安全性,也影响到群众打坝淤地的积极性,更重要的是关系到黄河水土保持生态建设的总体成效。

因此,应加强坝系工程的监测研究,全面、系统、动态地监控库坝工程运行的基本情况,建立淤地坝监测与管理信息系统,为科学评价淤地坝建设的作用与效果积累基础资料。同时,应全面提高淤地坝建设的规划、设计、施工和运行管理的科技含量,提高其投资效益,为黄土高原大规模淤地坝建设管理提供技术支撑和科学决策的依据。

(一) 扎实做好坝系工程监测的前期工作

1. 搞好坝系工程监测的总体规划

坝系工程的监测,是水土保持监测的重要内容,应该统一纳入水土保持监测规划中,统筹安排,综合实施。在项目启动实施前,要调查了解小流域—支流—区域3个层面上的坝系工程的现状和监测工作情况,包括已有坝系工程的宏观布局和配置、已有的监测工作基础、以往淤地坝监测存在的问题、尚需解决的监测关键技术问题等。根据《黄土高原地区水土保持淤地坝建设规划》,制订坝系监测总体规划和实施方案,明确各个层面上坝系工程监测的目标、布局、内容和方法技术要求,进行站网规划与站点建设。

2. 加强坝系工程监测技术规范体系建设

应该说,黄土高原淤地坝建设已经积累了较丰富的经验,但按小流域坝系进行建设,并对小流域—支流—区域3个层面上的坝系工程实施监测与评价,还是一个新课题,有许多关键技术需要克服和总结完善。因此,亟须制定相关规范性技术文件,规范黄河流域坝系工程监测工作。在小流域层面上,通过广泛深入的调查研究,近期黄委将出台《黄河流域水土保持小流域坝系监测导则》,以有效地指导黄河流域水土保持小流域坝系的监测及管理。对支流和区域层面上坝系工程监测评价,是一个系统性、综合性的重大课题,今后将结合黄河水土保持生态建设监测,继续加强研究,通过科技攻关,力争取得突破性进展。通过这两项创新工作,可以总结出一整套坝系监测的经验,逐步解决坝系监测评价的关键技术问题,填补水土保持监测评价技术工作的空白,丰富我国的水土保持技术规范体系。

(二)循序渐进,分步实施坝系工程的监测

对于小流域—支流—区域3个层面上坝系工程的监测,侧重点应有所不同。小流域层面上的监测是长期积累资料的过程,支流层面上重点是解决代表性问题,区域层面上则强调系统性和综合性。如何进行小流域—支流—区域3个层面上坝系工程的监测评价?应循序渐进,分步实施。

1. 切实搞好以小流域坝系为单元的基础监测工作

小流域坝系是监测的基本单元,在小流域层面上,《黄河流域水土保持小流域坝系监测导则》明确了监测的基本原则、基本内容和基本方法。

小流域坝系监测的基本原则是系统性原则、科学性原则、实用性原则和先进性原则。系统性原则注重沟道和坡面、流域上下游的相互联系,注重监测与评价环节的有机结合;科学性原则强调在监测项目、监测内容设置、监测手段和方法应用上的科学性,并强调监测和科学试验研究相结合;实用性原则要求监测方法注重可操作性,监测成果具有应用价值;先进性原则体现在监测的软硬件环境的配置上应用较为先进的设备和技术。

水土保持小流域坝系的监测内容包括工程建设动态监测、拦沙蓄水监测、坝地利用及增产效益监测、坝系工程安全监测等4个方面。

工程建设动态监测包括治理动态监测和沟道工程建设动态监测两部分,主要是坡面工程和沟道坝系工程的数量结构及其变化。拦沙蓄水监测包括拦沙、输沙情况监测和蓄水用水情况监测三个方面:拦沙监测主要是查明各时段库坝的拦沙(淤积)情况;输沙监测的重点是在暴雨洪水期间,实时观测把口站输沙情况;蓄水用水监测包括蓄水量监测、水面面积监测和用水量监测。坝地利用情况监测的内容是淤地面积及其利用状况,坝地增产效益监测的内容是坝地农作物面积及其年增产情况。坝系工程安全监测包括坝体及泄水建筑物安全监测和坝系安全运行监测两部分:坝体及泄水建筑物安全监测的重点是骨干坝和淤地坝坝体及泄水建筑物在施工、运用期间有无坝体滑坡、冲刷、渗流、沉陷、裂缝等问题;坝系安全运行监测的重点是病、险坝及毁坏坝情况。

针对以上4个部分的监测内容,《黄河流域水土保持小流域坝系监测导则》详尽地制定了监测的基本方法和资料分析评价的方法。根据目前的监测基础,地面观测和调查统计等常规手段仍是小流域层面上实施监测的重要方法,有条件的地方,要和遥感监测等现代化监测技术相结合。

2. 在支流的框架下,做好坝系监测总体布局并进行科学的分析评价

根据黄河流域淤地坝建设区域进一步集中连片和规模化发展的趋势,以支流为单元的淤地坝系统建设已全面铺开。因此,做好以支流为单元坝系工程的监测评价工作,是实现从小流域坝系监测到区域监测评价的中间环节和重要纽带,有重要的现实意义。

在支流的框架下,坝系工程监测的重点是做好坝系监测总体布局,并综合小流域监测资料,进行科学的分析评价。做好支流框架下的坝系监测总体布局,就是说科学合理地选择适当数量的典型小流域坝系作为示范监测坝系,解决监测站点的代表性问题。科学地进行支流框架下的分析评价,就是说以小流域坝系监测评价指标体系为基础,建立支流坝系监测评价指标体系,将小流域坝系的监测成果合理地拓延到大面积上,解决监测成果的代表性问题。

3. 区域坝系工程的监测评价应注重系统性和综合性

从小流域坝系到支流坝系,再到区域坝系,随着监测空间的拓展,监测信息量越来越大,综合性也越来越强。因此,区域坝系工程的监测评价必须和整个水土保持生态建设监测评价紧密结合起来,除此以外,还要和水土保持试验研究、流域水文监测系统及地方水保监测机构等相结合,及时监测评价区域坝系建设引起的区域水文泥沙、生态环境等变化,并预测其发展趋势。

(三) 加强坝系监测的组织与运行管理

1. 实行项目监测与工程建设同步实施

要将监测经费纳入项目建设费中,在项目建设启动实施的同时,搞好监测站点的布设与管理,开展项目的监测工作,做到监测实施与工程建设同步进行。

2. 加强监测队伍的建设

要在建设黄河水土保持监测网络技术队伍的同时,充分发挥流域水文队伍的技术优势和地方各级水保监测队伍的作用,以及借助其他社会力量。特别要重视充实和稳定基层监测队伍的力量,加强技术培训,提高业务素质。

3. 建立监测资料管理信息系统与上报制度

各级监测机构各负其责,认真负责,确保监测资料的真实性和完整性。监测资料应由专人负责,搞好年度监测建档工作,加强监测资料管理信息系统的建设,并建立完善的监测资料上报制度。

(四) 几点建议

(1) 鉴于目前技术力量和经费情况,淤地坝监测不可能广而全,应根据监测的目的确定监测重点。

(2) 黄土高原淤地坝分布于不同的类型区,在监测设计时应根据本类型区的特点确定监测方法。

(3) 根据当地的技术力量,尽量采用先进的技术手段,不断提高水土保持监测的自动化水平。

(4) 监测成果经主管部门审查后纳入全国水土保持监测系统中,并予以公告。

第二节 小流域坝系监测方法概论

小流域坝系监测方法可分为常规监测方法(野外观测与调查统计)和“3S”技术监测方法。

一、常规监测方法(野外观测与调查统计)

不同侵蚀类型和不同侵蚀方式的土壤侵蚀量不同,除设置径流场、径流站实测外,各地还通过统计分析得出了一些有用的经验公式。应用经验式需要必要的参数,由于目前观测手段的限制和人们认识的差异,因此计算上存在困难。为了解决在广大地区求取土壤流失量的问题,这里介绍土壤流失量野外调查的常用方法。

在我国广大的水蚀区域,劳动人民同水土流失进行了不懈的斗争,修建了大大小小的蓄水拦泥工程,这就为调查水量提供了可能。以下分别介绍有库坝设计资料和无库坝设计资料等几类工程的淤积调查方法。

(一) 有实测设计资料的库(坝)淤积调查

一般大、小、中型库(坝)均有设计资料,包括库区坝址大比例尺地形图、库坝断面设计图、库容特征曲线(水位—水面面积、水位—库容曲线),以及建库、运行管理和水文、泥沙计算等设计资料。有了这些基本资料,淤积调查容易且精度高。

通常库(坝)淤积调查方法有水沙量平衡法、精测地形法和断面测量法。前两种方法需要在库区上、下游设置径流泥沙观测站或详细测量库区淤积地形图,费时较多,只有在必要时才采用,最常用的是断面测量法。

1. 断面布设

在确定有调查意义、代表性强的库(坝)后,先踏察了解库区周围及边岸环境、蓄水及应用(放水)等情况,并初步拟定断面位置和数量。

布设断面应能控制整个观测区,通视良好,并尽可能与水域长轴方向成正交。一般断面间距以水深的2~5倍为宜,水土保持部门多控制在10 m内。在河沟弯曲水域分支处,应加设支断面,如图1-2所示。

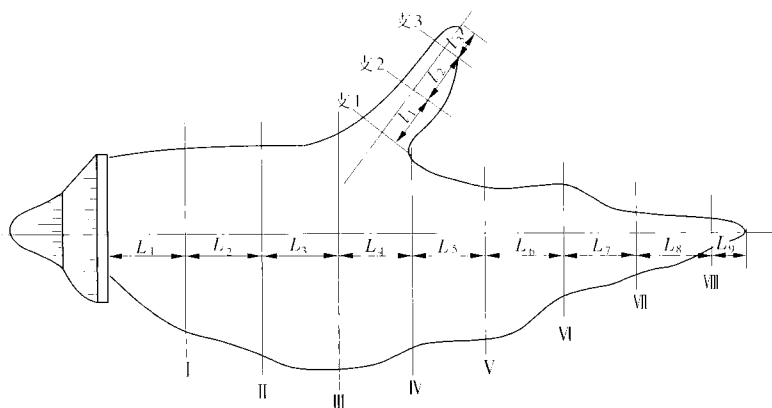


图 1-2 断面布设图