

水土保持监测基本方法述评^{*}

刘咏梅¹, 杨勤科¹, 王 略²

(1. 西北大学 城市与资源学系, 西安 710069; 2. 黄河上中游管理局, 西安 7100212)

摘 要:水土保持监测为水土流失治理和水土保持规划提供了基础数据,是水土保持事业的根本性工作。针对目前水土保持监测存在的基础研究薄弱,理论体系不健全等问题,对水土保持监测的基本概念、监测与水土保持其他学科的关系;水土保持监测的主要目标、对象、内容及基本方法等进行了系统论述;在综述水土流失和水土保持监测研究国内外发展现状的基础上,针对水土保持监测工作中存在的问题,提出了建议和对策。

关键词:水土保持;监测;方法

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)05-0221-05

Basic Methodology of Soil and Water Conservation Monitoring

LIU Yong-mei¹, YANG Qin-ke¹, WANG L Ü²

(1. Department of Urban & Resources Science, Northwest University, Xi 'an 710069, China; 2. Upper and Middle Reaches Bureau, YRCC, MWR, Xi 'an 710021, China)

Abstract: Soil and water conservation monitoring is a fundamental work for soil and water conservation, providing basic reference data for soil erosion treatment and planning. This paper, based on current issues in the monitoring, systematically addresses the basic monitoring concept, linkages of the monitoring with other subjects, objective, objects, contents and basic methodology of the monitoring. Simultaneously, the paper presents recommendations for improving the monitoring level.

Key words: soil and water conservation; monitoring; methodology

1 水土保持监测概述

1.1 水土保持监测的基本概念

1.1.1 水土保持监测

水土保持监测指以水土流失过程、水土保持活动及其环境因子变化为对象的监测。在我国,水土保持监测通常也称为观测或试验观测,如黄委三站的试验观测^[1]和山西的观测^[2]。自 1991 年《中华人民共和国水土保持法》颁布后,根据第 29 条和水土保持法实施条例 22 条,我国开展了较大规模的水土保持监测。此后文献及政府文件中较多的将水土保持观测称为水土保持监测^[3-4]。

试验观测是指数据的采集过程,重在通过科学试验过程认识客观规律;监测是指数据采集和分析的过程,是一个业务化运行的系统,重在水土流失状况的变化。监测以观测为基础和手段,通过观测实现。从中国水土保持监测技术规程中,基于地面方法的监测就被称为地面观测。

根据对于信息采集与处理的深度,水土保持监测有广义和狭义两种理解。广义的水土保持监测是对水土流失及其治理信息进行全面的采集和处理过程,包括信息采集、信息传输、信息存储、信息处理、信息服务及其相关的应用系统,

也包括这些信息采集 - 传输 - 处理 - 分发等的站网和计算机网络系统。这种理解经常是基于网络环境的,包括监测网络和信息传输网络。根据这种理解,监测和评价其实是一体化的。而狭义的水土保持监测,仅仅指水土保持信息采集。这种监测经常是就某个监测点而言的,只是强调用科学合理、可操作的方法收集水土流失和水土保持信息^[3-4]。其概念的内涵和外延与水土保持试验观测基本相同。

1.1.2 水土保持监测与评价和侵蚀预报的关系

水土保持监测着重原生数据的采集,重在某时空断面上水土流失的状态,评价则以此为基础,重在某时段或某空间范围内发生的水土流失变化。监测应充分考虑评价的要求,但是两者明显不同。

“评价”包括对于土壤侵蚀强度的评价、水土保持效益的评价和水土保持环境效应的评价等。所有的评价均是在监测基础上,利用一定的规则或者建立数学模型,对水土流失类型与强度^[5-6]、水土保持的效益^[7]、水土流失和水土保持对于环境要素的影响^[8-9]等,进行定性评判或定量估算。因此,水土保持监测和水土保持评价不同,前者是后者的基础,后

^{*} 收稿日期:2007-05-15

基金项目:英国赠款小流域治理管理项目“小流域监测评价规范研究”

作者简介:刘咏梅(1970-),女,陕西西安人,主要从事基于遥感和 GIS 的水土流失监测与定量评价研究。E-mail:liuym@nwu.edu.cn

者是前者数据的加工,是将前者观测得到的数据变成更加有用、能更加直接支持决策的信息过程。

1.1.3 监测与侵蚀预报模型

土壤侵蚀是一个多因子、多时空尺度的过程。监测只负责采集决定侵蚀的因子或者采集侵蚀总特征的某种量化指标。而对于侵蚀的总体描述、无资料地区和无资料年份侵蚀的描述,则必须应用量化评价的规则或者模型——土壤侵蚀预报模型。

比较完整的土壤侵蚀预报模型,均需要多个参数来驱动。最简单的模型,如 USLE 和 RUSLE 各需要 10 和 50 个参数^[10];WEPP 必须 80 多个参数^[11]。水土流失预报模型所需要参数,可以通过多种方式提供,包括通过野外侵蚀试验观测、水文测验、室内实体模型试验等^[12]。因而监测不可能提供所有的参数,而只能提供模型中有较大变化(时间上、空间上等)方面而且容易观测的部分参数。而那些比较稳定或者变异不大的、涉及较深学科背景知识的,则属于科学试验的范畴,不列入监测工作中。

1.1.4 监测与水土保持科学研究

水土流失、水土保持及其环境影响的监测,是水土保持科学研究的基础。监测通过提供必要的基础数据资料而为科学研究服务。但是,监测不可能满足科学研究对于数据资料需求的全部,因为个别指标(如各种作物固 C 能力等)只有训练有素的科学家、借助先进的仪器设备,才可完成对指标的测试和数据的采集。同时,在某些阶段,对于如何描述同一现象或者同一现象的相同问题,科学家的认识本身是不统一的,也没有公认的指标或者测试方法。这种情况下,要么不包括在监测范围内,要么,只是针对某一比较成熟、可在基层进行观测的指标进行观测和监测。

1.2 水土保持监测的目的与意义

1.2.1 水土保持监测目的

水土保持监测的主要目标是,逐步认识理解水土流失过程的本质特征及其与影响因子的关系,为水土资源合理利用、区域可持续发展规划与决策提供数据支持,并以公告形式为社会公众提供关于水土流失和水土保持的基本信息;具体目标是为水土保持效益评价和水土流失预报模型开发提供数据支持。

水土保持监测的服务对象包括水土保持科学研究和教育工作者(认识科学规律,进行水土保持科学教育)、水土保持规划设计者(对具体项目的管理者)和水土保持决策者(各级政府水行政主管部门)。

1.2.2 监测工作的意义

水土保持监测工作的意义主要表现在^[13]:(1)支持水土保持科学研究,提高水土保持科技含量;利用现代信息化技术对水土流失规律、水土保持预防保护和治理、规划设计、分析评价、决策管理等方法 and 途径进行改造和提升,将有助于全面提高水土保持规划、科研、示范、监督、管理工作的科技含量,有效解决当前相对落后的信息获取方式中存在的问题,促进传统水保向现代水保的转变。(2)为水土保持规划、水土保持效益评价和水土流失模型开发提供基础数据;首

先,监测是水土保持规划和效益评价的基础,如果没有系统的监测,进而不能全面、准确、及时地提出水土流失及其治理现状的数据,规划和效益评价的科学性和客观性将大打折扣,水土保持方案将缺乏科学性和可操作性,进而影响国家宏观决策效率和质量;其次,只有通过监测,才能根据水土流失、社会经济等的最新变化,对水土保持规划做出适时的战术性调整,增强水土保持工作的主动性、实效性、针对性;增强水土保持管理和决策的透明度,提高可信度。第三,监测数据是水土流失模型开发的基础。(3)落实和体现水土保持执法,提高水土保持宏观决策水平,满足和有效服务社会;建立水土保持监测网络,开展水土流失监测和预报,是《中华人民共和国水土保持法》、《水土保持生态环境监测网络管理办法》和《水土保持监测资格证书管理暂行办法》等法规文件的规定,也是各级水土保持行政主管部门必须履行的职能。通过科学、高效的监测,获取水土保持基础数据,可为国家提供科学、实时、有效的流域或区域水土流失、监督执法、规划设计、工程建设等动态信息。对于提高流域水土保持生态建设的宏观决策与监控能力,提高工作效率,促进生态环境建设健康发展,遏制新的人为水土流失具有十分重要的意义。

1.3 监测对象与内容

1.3.1 水土保持监测对象

水土保持监测的对象是发生在小流域范围内的水土流失及其治理。这是一种自然现象和过程,是现代地表过程的主要表现形式,包括降水径流过程(水循环和水平衡)、地貌、土壤和植被发育演替过程、土地利用过程、人文过程(商品流通、人力物力的投入等)。因而水土流失和水土保持过程中耦合了多种物质、能量和信息的迁移、转换过程。水土流失发生的地段,是地表物质迁移最强烈的地段,因而也是地理科学、土壤科学等学科研究的重点部位。科学、全面地监测水土流失与水土保持过程具有重要的基础学科意义和生产实践意义。

1.3.2 水土保持监测内容

根据水土保持法及实施条例,水土保持监测内容包括水土流失因子、水土流失状况和水土保持效益 3 个方面,已经颁布执行的水土保持监测技术规程,也基本遵循和体现了这几个方面的内容^[4]。实际的操作过程中(如黄委三站的长期监测^[2]),在小区和小流域两种尺度上,较多地注意了对径流和泥沙的观测。在较大面积的区域,则是对水土流失因子(植被、治理措施、投资等)及侵蚀强度和面积的监测^[14]。

随着形势的发展,现有水土保持监测已经不能满足学科发展的需求,也不能满足水土保持规划决策的需求,主要表现在以下方面:长期水土流失治理已开始见效,人为破坏趋于减弱;侧重于传统的水沙观测,现有规程要求的观测内容尚未完全展开;水土流失和水土保持,已经对环境要素形成了明显的影响^[8,15-17],并日益受到学界、政界的关注;一些临时性的监测(研究性的监测^[17,18-19])和针对具体项目的监测,已经开始了比较全面的监测。因此全面的、完整的水土保持监测,须考虑以下 4 个方面:水土流失的影响因子,水土流失过程、类型与强度特征;水土流失治理措施,水土流失与水土保持对环境的影

响。在具体的监测业务中,考虑到数据采集的相似性,可调整为监测水土流失本底信息,水土流失的影响因子信息,水土流失与治理措施信息,水土流失与水土保持对环境影响信息等。同时对于一些环境敏感要素(土壤有机碳含量、CO₂ 排放、营养元素排迁移)、生物多样性、社会经济要素、妇女儿童参与等,应给予特别关注。

水土流失和水土保持均是一个多时空尺度的过程^[20]。水土流失的空间尺度有微型小区、试验小区、小流域和区域尺度等。开展三个尺度的研究,包括坡面积、小流域和区域^[21]。不同尺度,监测内容(指标体系)和方法是不同的。

1.3.3 水土保持监测方法

从科学数据管理和 GIS 原理看,数据采集包括数据获取和数据导入 2 个方面。其中数据获取又区分为原生数据采集和次生数据采集。我们所关注的水土保持监测更多地属于原生数据采集,是一个原创性的数据生产过程。

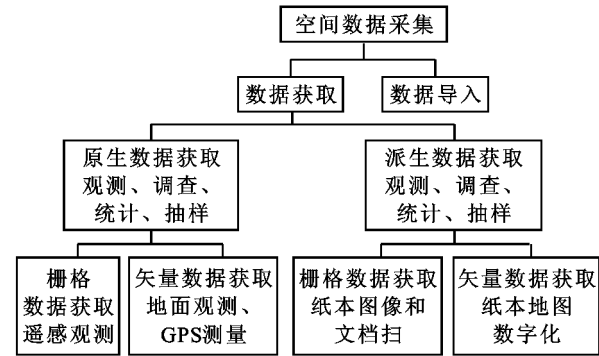


图 1 数据采集方法示意图

总结水土保持监测和试验观测的历史与实践,水土保持监测方法概括为:地面观测、遥感对地观测、地面调查和基于空间分析的表面分析与数字制图等。(1)地面观测是最主要的监测方法,包括各种侵蚀类型的地面观测、农户监测和地面调查等;(2)遥感监测则是利用遥感技术手段获取的影像数据,通过专业解译提取水土保持专题信息的过程;(3)地面调查是一种补充性质的方法,针对临时性、突发性事件,或者补充性工作的一种调查;(4)基于空间分析和数字制图的方法,则是对典型点上监测得到的数据,经过必要的运算,得到小流域尺度数据的过程。

2 水土流失和水土保持监测

2.1 坡面水土流失试验观测与监测

2.1.1 国外的试验观测与监测概况

世界上对土壤侵蚀的监测始于小区观测。德国土壤学家 Wollny 在 19 世纪后期 20 多年的时间里,研究了坡度、植物覆盖、土壤类型、坡向等对土壤侵蚀的影响。1912 年 Wollny 在美国犹他州建立了一个 4 hm² 的小区,观测因过度放牧导致的水土流失。1917 年 Miller 在密苏里大学建立了与今天所用小区类似的实验小区,成为土壤侵蚀研究史上的丰碑。1940 年 Zingg 发表了坡度坡长对侵蚀影响的定量公式。1941 年 Smith 进一步研究了作物和水土保持措施对土壤侵蚀的影响。1947 年 Browning 和他的同事们研究了土壤可蚀性。1947 年 Musgrave 领导的小组研究了降雨对

侵蚀的影响。1959 年 Wischmeier 研究了降雨侵蚀力。所有这些研究成果对后来美国通用土壤流失方程的建立起到了极为重要的作用^[22]。以后土壤侵蚀监测与全球变化研究结合,在全球范围内建立网络进行监测^[23]。

2.1.2 中国的试验观测与监测

中国是世界上水土流失最严重的国家,黄河流域水土流失举世瞩目。严重的水土流失,既给当地经济社会发展和人民群众生活造成巨大的危害,也对黄河安澜形成长期的威胁。防治水土流失,建设生态环境,是一项意义重大、形势紧迫的宏伟工程。水土保持、生态建设的规划,宏观决策和科学管理,离不开大量、准确、可靠的信息支持。开展水土保持生态环境监测,及时掌握黄河流域水土流失及其预防和治理的动态信息,既是加强水土保持宏观管理的需要,也是《中华人民共和国水土保持法》赋予水土保持行政主管部门的职责。我国水土保持定量监测开始于 20 世纪 40 年代,先后在水天等地建立了水土保持试验站^[24-25],50 年代后又陆续建立了一批水土保持监测站,对坡面水土流失的主要因子、水土保持的主要措施以及小流域水土流失、土地利用和经济发展等进行了长期监测^[2]。近年来,遥感、地理信息系统和全球定位系统等空间技术也被日益广泛地应用于水土流失的监测中。

我国政府十分重视进行水土流失动态监测与评价。1991 年颁布实施的《中华人民共和国水土保持法》第二十九条规定:“国务院水土保持行政主管部门建立水土保持监测网络,对全国水土流失动态进行监测预报,并予以公告”;1993 年公布实施的《中华人民共和国水土保持法实施条例》第二十二条对水土保持监测网络作了具体说明,指出:“《水土保持法》第二十九条所称水土保持监测网络,是指全国水土保持监测中心,大江大河水土保持中心站,省、自治区、直辖市水土保持监测站以及省、自治区、直辖市重点防治区水土保持监测分站”。水利部今年颁布的第十二号令《水土保持生态环境监测网络管理办法》第九条亦明确规定:全国水土保持生态环境监测站网由以下四级组成,一级为水利部水土保持生态环境监测中心,二级为大江大河流域水土保持生态环境监测中心站,三级为省级水土保持生态环境监测总站,四级为省级重点防治区监测分站。

“数字黄河”工程规划报告附件三——“数字水土保持”专题规划报告,以《全国水利信息化规划纲要》、《全国水土保持生态环境监测网络管理办法》、《黄河近期重点治理开发规划》、《黄河流域水土保持生态环境建设规划》及国家有关法律法规和技术标准为依据,并按照“统一规划,共建共享”的原则,以黄委水土保持监测站(郑州站)、黄河水土保持生态环境监测中心站(西安站)和天水、西峰、榆林三个直属分站建设为重点,结合各省(区)水土保持监测站网实施方案,构建了全流域水土保持生态环境监测系统框架,以此指导黄河流域水土保持监测工作的全面开展^[13]。

2.2 小流域水土流失监测

2.2.1 国外的小流域监测

二战以后,美国等西方国家进行了大量水土流失治理工

作,如美国的密西西比河流域、田纳西河流域治理(总面积 10.6 万 km²)等,在治理过程中也进行了相应的水土保持监测。到 20 世纪末期,由于全球性环境问题的日益突出与重视,开始建立全球范围内的水土保持监测网络系统,其中开展了大量关于小流域的监测^[23-26]。国外的小流域监测工作,最突出的特点是将监测和观测与土壤侵蚀模型开发相结合,与水土保持和生态治理工程相结合^[27]。

2.2.2 国内的小流域监测

小流域治理是改革开放以来水土保持工作的最大成果之一。国内的小流域治理监测一般是利用遥感技术手段进行的^[28-30]。监测方法可概括为 3 种,一是利用把口站进行小流域水土流失总量的测验^[3-4,31],但是这种方法不能得到泥沙来源的详细信息,因而虽然对水工设计十分有用,但是对水土保持规划的支持能力有限。二是地面调查和遥感制图方法^[32],这种方法比较多地受到土壤侵蚀分级分类标准^[5]的影响,在定量化方面显得不足。三是同位素示踪方法^[33],但是这种方法距离实际应用尚有一定距离。

3 结 语

3.1 存在的问题

经过半个多世纪的研究,我国在水土保持监测方面已经取得了一定进展,但是还存在诸多问题。主要包括:

(1)基础研究相对滞后。水土保持监测工作是业务性、实用性强、涉及专业面广的工作。随着国家经济的增长,社会各界环境意识的增强,对于水土保持监测日益重视。但目前在水土保持监测工作者,甚至在相关学术研究中,仅将水土保持监测(包括水土流失模型开发)简单理解为是数据采集、模型算法设计与程序编写等,而不重视基础理论的研究工作。同时,已有的基础理论研究,尚不足以支撑水土保持监测工作的健康发展。

(2)数据交流共享程度不够。目前,水土保持监测数据共享水平相当低,究其原因有多方面的,主要包括:缺乏数据共享的观念,缺乏数据共享的政策法规,缺乏对基层监测工作的足够经常性经费投入,缺乏对数据采集工作者的合理考核机制等。与此相关的问题还有,是对于水土保持监测数据和水土保持动态信息,缺乏一个权威、完整、方便、快捷的交流窗口,不利于水土保持的对外开放,也不利于全社会共建黄河流域水土保持局面的形成和发展,与人们日益增强的水土保持和环境意识极不适应。

(3)信息采集技术方法有待更新。一方面,主要由于经费等限制,观测项目尚不能达到部颁标准^[4]的要求,与新时期水土保持生态建设、人居环境健康等要求极不适应。另一方面,基本的观测依然主要依靠人工完成,采集效率低,精度低且不能记录降雨侵蚀过程。从总体上,水土保持监测并未从根本上解决水土保持监测技术相对落后的状况。水土保持监测数据采集技术亟待更新。

3.2 对策与建议

(1)强化水土保持监测理论体系建设。吸收国内外水土保持监测(包括生态监测)研究和监测实践,开展水土保持监测理论问题研究。如水土保持监测的对象与内容、监测与水

土保持效益评价及其与土壤侵蚀预报关系,监测目标与任务等,以便更好地指导小流域监测工作的开展。

(2)加强水土保持监测系统中基层观测点网的建设。现有水土保持监测系统中,已建立了比较完善的管理机构和数据管理体系,今后应该重视基层观测点网及其基础设施建设,包括人才培养,将基层观测站的工作变成一个有运行经费保障的业务运行系统。

(3)强化监测数据和服务。利用现代科学技术成果,基于网络环境,建立分布式的水土保持监测成果数据库,高效安全管理监测数据(包括历史数据)。同时通过完善有关法规制度,逐步实现监测数据成果的共享,加强监测数据对社会公众、管理决策的服务。

(4)加强监测的自动化。通过现代技术使传统监测方法得到全面提升,有计划、有组织地研发和推广自动化监测仪器设备,逐步实现监测工作的自动化。

参考文献:

- [1] 刘建善. 天水水土保持测验的初步分析[J]. 科学通报, 1953(12): 59-65.
- [2] 范瑞瑜, 王小平, 穆天亮, 等. 山西省水土流失定位观测研究的回顾与建议[J]. 中国水土保持, 2004(9): 25-27.
- [3] 水利电力部农村水利水土保持司. 水土保持试验规范 SD239-87[S]. 北京: 水利电力出版社, 1988.
- [4] 水利部. 水土保持监测技术规程(SL 277-2002)[S]. 北京: 水利电力出版社, 2002.
- [5] 中华人民共和国水利部. 土壤侵蚀分类分级标准 SL 190-96[S]. 1997.
- [6] Oldeman L R, Hakkeling R T A, Sombroek W G. World map of the status of humam-induced soil degradation: An explanatory note. ISRIC Wageningen & UNEP: Nairobi, 1991.
- [7] 康玲玲, 吴卿, 罗中伟, 等. 黄土高原水土保持生态环境建设生态效益监测方法探讨[J]. 水土保持通报, 2004, 24(3): 40-44.
- [8] 李锐. 神府-东胜矿区一、二期工程环境效应考察[J]. 水土保持学报, 1994, 1(4): 5-17, 53.
- [9] 李锐, 杨勤科, 温仲明, 等. 土地利用变化及其区域环境效应研究综述[J]. 水土保持通报, 2002, 22(2): 65-70.
- [10] Renard K G, G R F, Weesies G A, et al. Predicting rainfall eesion by Water: A Guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), in USDA Agric. Handb, 1997.
- [11] Flanagan D C, Nearing M A, Laflen J M. USDA-Water Erosion Prediction Project: Hillslope Profile and Watershed Model Documentation. NSERL Report No. 10[R]. 1995.
- [12] 黄河水利科学院. 黄土高原水土流失数学模型研发专题报告[R]. 郑州: 2006.
- [13] 黄河水利委员会. “数字黄河”工程规划报告附件三:

“数字水土保持”专题规划报告[R]. 郑州:2002.

[14] 水利部. 水土保持公告[Z]. 北京:2002.

[15] 陈国建,李锐,杨勤科,等. 大规模生态退耕对陕北丘陵沟壑区农村社会经济的影响:以县南沟和燕沟小流域为例[J]. 中国水土保持科学,2004,2(4):48-52.

[16] 彭文英,张科利,陈瑶,等. 黄土坡耕地退耕还林后土壤性质变化研究[J]. 自然资源学报,2005,20(2):272-278.

[17] 杨勤科,李锐. 我国区域土壤侵蚀与环境研究述评[J]. 中国人口·资源与环境,2006,16(6):90-94.

[18] 高健翎. 新技术在黄河流域水土保持监测中的应用[J]. 中国水土保持,2005(12):20-21.

[19] 王占礼,杨勤科. 全国土壤侵蚀小区监测指标体系与观测方法研究[J]. 水土保持通报,2000,20(7):78-79.

[20] 杨勤科,李锐,徐涛,等. 区域水土流失过程及其定量描述的初步研究[J]. 亚热带水土保持,2006,18(2):20-23,31.

[21] 杨勤科,李锐,王占礼. 区域水土流失监测与评价指标体系研究[J]. 水土保持通报,2000,20(2):74-77.

[22] Meyer L D. Evolution of the universal soil loss equation[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1984,39:99-104.

[23] Ingram J L, Valentin J C. The GCTE Soil Erosion Network: A multi-participatory research program [J]. Journal of Soil and Water Conservation,1996,51:377-380.

[24] 许国华. 罗德民与中国的水土保持事业[J]. 中国水土保持,1984(3):39-42.

[25] 唐克丽. 中国水土保持[M]. 北京:科学出版社,2004.

[26] Favis-Mortlock D Q, JN Dickinson V W T. The GCTE validation of soil erosion models for global change studies[J]. Journal of Soil and Water Conservation,1996,51(5):397-403.

[27] de Graaff J, Cameron J, Sombatpanit S, et al. Monitoring and Evaluation of Soil Conservation and Watershed Development Projects [J]. Environmental Science,2007,.

[28] 李壁成. 小流域土壤侵蚀与综合治理遥感监测[M]. 北京:科学出版社,1992.

[29] 卜兆宏,唐万龙,杨林章,等. 水土流失定量遥感方法新进展及其在太湖流域的应用[J]. 土壤学报,2003,41(1):1-9.

[30] 李锐. 试区航空遥感监测试验研究[M]// 杨文治,余存祖. 黄土高原区域综合治理与评价北京:科学出版社,1992:347-398.

[31] 何兴照,喻权刚. 黄土高原小流域坝系水土保持监测技术探讨[J]. 中国水土保持,2006(10):11-13.

[32] 姜永清,武春龙. 晋陕蒙黄河峡谷区土壤侵蚀遥感制图方法研究[J]. 水土保持学报,1994,8(3):8-16.

[33] 石辉,田均良. 利用 REE 示踪法研究小流域泥沙来源[J]. 中国科学:(E 辑),1996,26(5):474-480.

(上接第 220 页)



图 8 批量数据录入对话框

4.3.5 结果分析

孤立数据评价结果往往不够直观看出其内在意义,系统采用统计图表的形式来清晰表现单年度或多年度数据之间的联系及意义。报表类型包含柱状图、饼状图、线型图等,图表可进行放大缩小、打印等基本操作。

4.3.6 上传下载

为充分利用互联网资源,使用网络管理,系统对项目及

模型提供上传及下载功能,以实现本地计算机及网络数据库之间的数据传递和存储。

4.4 系统角色功能定义

根据用户不同角色,设置了不同权限。(1)模型管理员。主要任务:完成对模型数据的上传、下载和更新操作。操作对象:模块指标模版数据表和计算涉及基本数据。身份和权力:模块表的管理员、本地数据库的管理员。(2)业务评估人员。主要任务:完成对评估项目数据的上传、下载和更新操作。操作对象:评估计算模型数据表和模型库。身份和权力:项目表的管理员、系统及模型库的读者。

5 结语

小流域可持续发展能力评价系统建设项目于 2007 年 7 月开始招标,中国科学院生态环境研究中心历时 2007 年 8 月至 2008 年 10 月 3 个月的面向黄河小流域的创新综合评价方法和模型研究和构建,航天量子数码科技有限公司 2007 年 10 月至 2008 年 3 月 6 个月的系统建设并测试,现已顺利完成交付验收。此系统的投入使用,将会大大提高水土保持监测工作效率,对我国水土流失治理有着重大的意义。