

关于水土保持监测概念的讨论

杨勤科^{1,2}, 刘咏梅², 李锐¹

(1. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北大学, 陕西 西安 710069)

摘要: 自 1990 年代初期以来, 我国开展了大量水土保持监测工作, 但水土保持监测工作理论研究比较薄弱。在总结水土保持监测工作及其理论研究基础上, 对水土保持监测的概念, 水土保持监测与试验观测和侵蚀模型研究的关系, 以及水土保持监测的内容与方法等问题进行了初步讨论。

关键词: 水土保持; 土壤侵蚀; 监测; 试验观测

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)02-0097-06

中图分类号: S157, X830

Discussions on Conceptions of Soil and Water Conservation Monitoring

YANG Qin-ke^{1,2}, LIU Yong-mei², LI Rui¹

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127, China)

Abstract: Although many soil and water conservation monitoring works have been addressed in our country since 1990's, studies on the basic theories of soil and water conservation monitoring are still weak. Based on the overview of soil and water conservation monitoring practices and theories, the purpose of this paper is to discuss the conception of soil and water conservation monitoring, the connection of soil and water conservation monitoring with observation of soil and water conservation and soil erosion model researches. Finally the contents and methodology of soil and water conservation monitoring were discussed.

Keywords: soil and water conservation; soil erosion; conception of monitoring; experimental observation

自 1991 年《中华人民共和国水土保持法》颁布后, 我国开展了水土保持监测体系建设工作, 也开展了一系列水土保持监测的理论研究, 包括水土保持监测网站设计^[1], 水土保持监测指标体系^[2-5], 水土保持监测与调查方法^[6], 水土保持监测技术规程^[7]和水土保持监测基本理论^[8-11]等。但是总的来说, 关于水土保持监测理论研究相对滞后, 与水土保持监测实践不相适应。本文对水土保持监测的若干理论问题, 包括水土保持监测概念, 监测与试验观测关系, 监测的内容和方法等进行了初步讨论, 以期能促进水土保持监测工作的深入发展。

1 什么是水土保持监测

1.1 国内外文献对监测概念的讨论

随着监测工作的深入, 研究者开始思考和关注水土保持监测的概念。国内学者对水土保持概念的认识多种多样, 主要有: 水土保持监测指以水土流失及其保持措施为主要内容的对生态环境质量的动态监

测, 即对土壤侵蚀的发生、发展状况、环境影响及其控制的测定和分析^[8, 10]。水土保持监测是运用多种技术手段对水土流失的成因、数量、强度、影响范围、危害及其防治效果进行动态监测和评估^[12]。水土保持监测是对土壤侵蚀的发生、发展过程、影响环境及其控制效果的测定和分析^[13]。水土流失监测, 是对水土流失发生、发展、危害及水土保持效益定期进行的调查、观测和分析工作^[14]。国外对水土保持监测理论研究, 比较集中的见于全球变化研究中关于侵蚀网络体系建设的报道, 认为水土保持监测是在野外对侵蚀和沉积现象进行的连续 2 a 以上的观测^[15]。通过以上的讨论, 国内文献明确了水土保持监测的对象和内容、监测的方法, 但是对于监测的长期性和周期性, 却没有予以明确定义, 同时在文字表述上也不尽完善。国外的定义是针对研究而言的, 有失简单。国内外定义的不同在于, 国内定义中关于监测方法的表达包括计算分析, 而国外的定义中监测方法只有观测。

1.2 水土保持监测概念的定义

监测(monitoring)是指对某种现象(监测对象)

收稿日期: 2008-08-28

修回日期: 2008-12-26

资助项目: 黄委会项目“水土流失经验模型指标体系及孤山川流域年产沙经验模型研究”(黄土高原水土流失数学模型(第一期)研发); 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2007CB407203); 水利部公益性行业科研专项“黄土高原多沙粗沙区产沙经验数学模型研究与应用”(200701035-1)

作者简介: 杨勤科(1962-), 男(汉族), 陕西省陇县人, 博士, 教授。主要从事基于遥感和地理信息系统技术的区域水土流失评价研究。
E-mail: qkyang@ms.iswc.ac.cn.

的变化过程进行长期地、持续地观测和分析过程。长期地、持续地观测是监测的基本要求。美国的全国性水土保持监测早期每 5 a 进行 1 次,现在每年 1 次^[16];我国的土壤侵蚀普查,每 5~10 a 进行 1 次。完整进行水土保持监测界定,必须从对象、方法、内容和频次等方面考虑。

在黄河流域水土保持监测系统建设项目中,开展了关于小流域水土保持监测的系统研究,我们尝试给出了一个水土保持监测的定义,“水土保持监测是利用地面观测、调查、遥感解译和模拟计算等技术手段,周期性、连续收集水土保持信息的工作。”也就是说,水土保持监测是以土壤侵蚀及其治理为对象,利用地面观测、调查、遥感解译和模拟计算等技术手段,在坡面、小流域和区域尺度上,周期性、连续采集土壤侵蚀的因子(模型参数)、类型(包括沉积)、强度和治理状况(措施和效益)等方面信息的工作。

2 监测与试验研究的关系

水土保持监测与水土保持试验研究的关系是多方面的,下面只讨论水土保持监测与试验观测,与土壤侵蚀模型的关系。

2.1 水土保持监测与试验观测的关系

水土保持监测是数据采集工作,观测只是其技术手段的一部分。文献中经常将试验观测与监测不加严格区分^[17-19],但实际上两者并不完全相同。观测分为试验性观测和监测性观测两类。

试验观测的目的是认识理解土壤侵蚀机理、过程及其与环境要素关系,建立土壤侵蚀模型;试验观测是一个科学研究、探索过程。我国水土保持试验观测始于 20 世纪 40 年代,先后在水天等地建立了水土保持试验站^[20-22],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观测^[23]。但是真正意义上的监测工作,则是近 20 a 才开始。监测是指土壤侵蚀和水土保持数据采集过程,是一个业务化运行的系统,重在水土流失状况的变化。

2.2 监测与土壤侵蚀模型

水土保持监测与土壤侵蚀模型的关系体现在三个方面。(1)土壤侵蚀预报模型是水土保持监测中获取土壤侵蚀类型(如区分为面蚀和沟蚀)和强度信息的技术方法。直接完成侵蚀量的测量是可能的,但只能在有限时间、有限地点和有限条件下进行;所以大部分情况下(无侵蚀量实测资料的地区和年份),侵蚀量信息的获取只能依靠模型,通过模拟计算和分析取得。美国的土壤侵蚀监测利用地面调查和航片解译获得侵蚀因子,用 USLE 计算侵蚀强度,通过统计

分析获取区域性侵蚀信息。我国的国家级水土保持监测方法(包括全国生态安全科考中的抽样调查),利用遥感观测资料提取土地利用和植被覆盖数据,用 DEM 提取坡度,用 SL196-2007 获得侵蚀强度信息。(2)监测为模型提供部分参数,同时监测可完善模型。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 需要 10 余个参数^[24];WEPP 必须 80 多个参数^[25]。土壤侵蚀模型需要的参数可通过多种方式提供,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,因而监测是一个重要途径。(3)通过监测将提供那些有较大变化(时间上,空间上等方面)而且容易观测的部分参数。那些比较稳定或者变异不大的,或涉及较深学科背景知识的(如各种作物固 C 能力等),则属于科学试验的范畴,不列入监测工作中。与此同时,模拟分析结果通过其结果与实测结果的比较,可以验证和改进模型。

2.3 水土保持监测与水保效益评价关系

这里的评价包括水土保持效益的评价^[26]和水土保持环境效应的评价^[27-28],这些评价是在监测基础上,利用一定的规则或者建立数学模型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的过程。

3 水土保持监测的内容和方法

3.1 水土保持监测内容

根据水土保持法及实施条例的规定^[29-30],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三个方面。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^[7]。

实际的操作过程中(如黄委三站的长期监测^[23]),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)及其基础上侵蚀强度和面积的估算^[31]。随着形势的发展,为了满足水土保持决策的需要,也由于水土流失模型开发的需要,水土保持监测的内容逐渐丰富。完整的水土保持监测内容包括:土壤侵蚀影响因子,土壤侵蚀过程、类型与强度,土壤侵蚀治理措施,土壤侵蚀与水土保持对环境的影响(包括水土保持效益)。

3.2 水土保持监测方法

对于水土保持监测方法的理解,目前存在三个方面的误区。(1)将整个区域尺度土壤侵蚀监测称为遥感监测^[32-34]; (2)模型估算不包括在监测方法之

外;(3)将水土保持试验方法与监测方法不加区分。总结水土保持监测和试验观测的历史与实践,水土保持监测的一般方法包括调查统计、地面观测、遥感解译和模拟计算。

(1)地面观测。最主要的监测方法,包括各种侵蚀类型(水力侵蚀、风力侵蚀、重力侵蚀、冻融侵蚀)和农户等监测点的监测、小流域把口站监测、小流域地面制图等等。地面观测是最传统,最基本的水土流失监测数据采集方式。

(2)遥感解译。水土保持遥感监测,是指以遥感影像数为基础,利用图像判读或者解译方法,实现对侵蚀因子、侵蚀类型与强度的多时相制图,达到对于土壤侵蚀时空变化进行监测的方法。对于侵蚀因子(土地利用、植被、水土保持措施)的判读,是最基本的监测,而对于侵蚀类型与强度的判定与制图,则是在此基础上的一种延伸。对于遥感监测的工作程序等,有关技术规程有详细规定^[7],这里不再赘述。

(3)调查统计。包括水土保持措施的抽样调查统计,农户经济和水土保持行为的抽样调查,小流域尺度上土壤侵蚀因子和水土保持类型的调查制图和土壤侵蚀突发事件的调查等。

(4)模拟计算。指在土壤侵蚀因子监测基础上,结合土壤侵蚀模型,获取土壤侵蚀强度定量或者定性信息的一种监测方法。这种监测方法的关键技术环节包括两个方面,一是水土保持监测因子数据库建设,二是水土流失强度综合评价与制图。

4 结语

水土保持监测工作对于支持水土保持规划设计及水土保持科学研究均具有十分重要的意义。水土保持监测是以土壤侵蚀和其治理为对象,利用多种技术方法对水土保持信息的采集工作。水土保持监测的内容包括土壤侵蚀的影响因子、类型与强度、治理措施以及侵蚀与治理对环境的影响。水土保持监测的方法包括调查统计、地面观测、遥感解译和模拟计算。

本文只对水土保持监测的概念等问题进行了初步讨论。土壤侵蚀和水土保持均表现出明显的尺度效应,它与水土保持监测的关系有待进一步讨论。

[参 考 文 献]

- [1] 姜德文. 中国水土保持监测站点布局研究[J]. 水土保持通报, 2008, 28(5): 1-5.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 张晓萍,杨勤科. 小流域水土流失监测评价指标体系研究[J]. 水土保持通报, 2000, 20(7): 80-83.
- [5] 水利部水土保持监测中心. 水土保持监测技术指标体系[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2006.
- [6] 李智广,张光辉,刘秉正,等. 水土流失测验与调查[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2005.
- [7] 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.
- [8] 许峰,郭华东,郭索彦. 我国水土保持监测的理论与发展之初步探讨[J]. 水土保持学报, 2001, 15(6): 1-5.
- [9] 许峰. 近年我国水土保持监测的主要理论与技术问题[J]. 水土保持研究, 2004, 11(2): 19-21.
- [10] 许峰. 宏观水土保持监测研究及其进展[J]. 水土保持通报, 2002, 22(4): 72-76.
- [11] 刘咏梅,杨勤科,王略. 水土保持监测基本方法述评[J]. 水土保持研究, 2008, 15(5): 221-225.
- [12] 曾大林. 关于水土保持监测体系建设的思考[J]. 中国水土保持, 2008(2): 1-2.
- [13] 左长清,谢颂华. 江西省水土流失动态监测与分析[J]. 水土保持通报, 2006, 26(6): 55-58.
- [14] 水利部. 水土保持术语[M]. 北京:中国标准出版社, 2006.
- [15] Posen J W, Boardman J, Wilcox B, et al. Water erosion monitoring and experimentation for global change studies[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1996, 51: 386-390.
- [16] Nusser S M, Goebel J J. The National Resources Inventory: a long-term multi-resource monitoring programme[J]. Environmental and Ecological Statistics, 1997(4): 181-204.
- [17] 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.
- [18] 李壁成. 遥感技术发展新动态及在土壤侵蚀监测中应用的探讨[J]. 水土保持通报, 1995, 15(2): 44-48, 52.
- [19] 何伟,李壁成. 小流域数字地面模型(DTM)的建立及其在水土保持遥感动态监测中的应用[J]. 水土保持研究, 1998, 5(2): 141-147.
- [20] 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.
- [21] 李建牢. 天水水土保持科学试验站 60 年科研与实践[J]. 中国水土保持, 2002(8): 13-14.
- [22] 罗桂环. 20 世纪上半叶西方学者对中国水土保持事业的促进[J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(3): 106-110.
- [23] 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(09): 25-27.
- [24] Renard K G, Foster G R, Weesies G A, et al. Predicting Rainfall Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), in USDA Agric. Handb. No 703[S]. 1997.
- [25] Flanagan D C, Nearing M A, Laflen J M. USDA—Water Erosion Prediction Project: Hillslope Profile and Watershed Model Documentation. NSERL Report No. 10[M]. 1995.

(下转第 124 页)

2.4.6 背景水土流失及气象因子监测

背景资料包括地理位置、海拔、地形地貌、面积、处理、土壤性质等主要方面。

(1) 地形地貌。记录监测带地貌部位、坡度、坡形、坡向及所包含的微地形特征和粗糙度。

(2) 面积。包括监测带范围和面积大小等。

(3) 地表处理。若是林草地,要观测树种(草)主要组成、龄级、密度、郁闭(盖度)及层次结构等特征;若是农地,要观测作物种植及种植制度、生长及产量、施肥、耕作管理,尤其水土保持耕作管理更应详细量测等。

(4) 土壤观测。土属土种定名及土壤主要性质。其中土壤剖面层次结构、机械组成、容重、孔隙度、团粒含量等物理性质和土壤 pH 值,每 2 a 测定一次。

(5) 土地资源与利用。包括土地类型、土地利用结构、治理投资强度、主要作物产量等。

在上述背景资料调查的基础上,对以下内容进行长期定时定位监测。

采用美国全自动气象监测站进行,包括日照、降水量、降水强度、气温、湿度、蒸发、风向、风速等气候指标的总量及其过程。具体方法参见仪器使用说明。仪器安装根据有关气象观测规定进行。

2.5 监测点位布设

沿主采巷道按开采带宽、开采年划分 5 个区,其土壤水分监测点如图 2 所示,用时域反射仪测定。在距离土壤水分监测点 2 m 内,任意方向选择 3 点,用环刀法测定土壤容重等土壤性质因子。在每个监测带内根据实际植被状况选择标准调查地(林地、灌木、草地或农作物),调查胸径(地径)、树高(株高)、覆盖度、叶面积等。在监测区 100 m 以内选择平坦地形,建立气象监测站,监测气象因子。在监测区内若有深水井,则以该水井监测地下水位的变化,若无深水井,在第 3 a 开采区内打深水井,监测地下水位。在监测带边缘线上,每 50 m 布设地面位移监测桩。

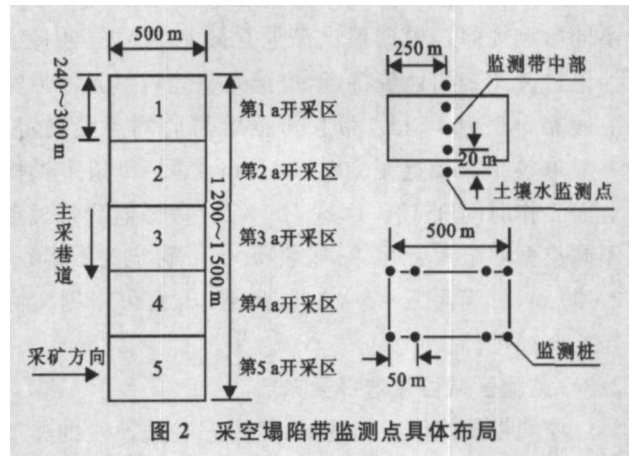


图 2 采空塌陷带监测点具体布局

3 结语

采空塌陷区监测带布设法,适应了新型“长臂综采法”的煤炭生产的条带式作业布局方法,具有以下特点。(1) 集中布设,管理方便。一般煤炭生产项目井田范围涉及区域大,监测工作外业任务量大,采用纵向监测带方法,通过选择典型区段集中布设监测带,可在较小的工作范围内,实现综合监控,大大方便了监测数据信息的采集管理,提高了工作效率。(2) 纵跨不同沉降年限时段,形成时间纵向对比序列,可较好地反映出在产生沉陷的不同时期内地表生态环境的变化过程与作用机理,为研究沉陷区稳定过程的生态影响提供科学依据。(3) 地表形态覆盖面完整,可较好地反映出沉陷现象对不同地貌单元所产生的影响与变化,为指导农业生产提供科学依据。(4) 监测手段集中,内容方法多样,全面,信息量大,为深入开展科学研究打好基础。

本文监测带的布设思路,具有一定的探索性,建议国家积极开展矿区水土保持监测与治理工作的科学研究,不断加强与科研机构的合作交流,解决生产实践中遇到的新情况和新问题,在实践中进一步检验并逐步完善、改进和提高。

(上接第 99 页)

[26] 国家技术监督局. 水土保持综合治理效益计算方法[M]. 北京:中国标准出版社, 1996.
 [27] 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.
 [28] 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.
 [29] 水利部. 中华人民共和国水土保持法[S]. 1991.
 [30] 水利部. 《中华人民共和国水土保持法实施条例》[S]. 1993.

[31] 水利部. 水土保持公告[R]. 2002.
 [32] 郭家彦, 许峰, 李智广. 土壤侵蚀宏观监测[J]. 中国水土保持科学, 2003(04): 6-9.
 [33] 薛利红, 样林章. 遥感技术在我国土壤侵蚀中的研究进展[J]. 水土保持学报, 2004, 18(3): 186-189.
 [34] Fan J R, Zhong X H, Liu S Z. Monitoring on soil erosion and sediment delivery at a typical basin of the middle and lower reaches of the Jialing River by remote sensing[J]. Science in China Ser. E. Technological Sciences, 2003, 46(Supp.): 148-155.