

开发建设项目水土保持监测指标体系及监测方法初探

曾红娟¹, 史明昌¹, 陈胜利², 黄在智³

(1. 北京林业大学 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083;

2. 中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院, 云南 昆明 650051; 3. 中交第二公路勘察设计研究院, 湖北 武汉 430052)

摘要: 分析了开发建设项目水土流失的特点及监测现状。从监测结果需全面反映水土流失动态及其防治效果的角度, 提出了开发建设项目水土保持监测指标体系, 并提出了各指标的监测方法。

关键词: 开发建设项目; 水土保持监测; 指标体系; 监测方法

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X(2007)02—0095—04

中图分类号: S57, X830.2

Soil and Water Conservation Monitoring Indicator System and Methods of Development and Construction Project

ZENG Hong-juan¹, SHI Ming-chang¹, CHEN Sheng-li², HUANG Zai-zhi³

(1. Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University,

Beijing 100083, China; 2. Kunming Hydroelectric Investigation, Design and Research Institute, CHECC, Kunming, Yunnan 650051, China; 3. China Communications Second Highway Survey, Design and Research Institute, Wuhan, Hubei 430052, China)

Abstract: The characteristics of soil and water loss and the monitoring situation of development and construction project are analyzed. A monitoring indicator system for soil and water conservation is proposed from the aspect that monitoring results must reflect dynamic changes in soil and water loss and its effects. At last, the monitoring method of each indicator is presented.

Keywords: development and construction project; soil and water conservation monitoring; indicator system; monitoring method

1 开发建设项目水土流失特点及其监测现状

1.1 开发建设项目水土流失特点

随着我国国民经济和生产建设的发展, 自然资源开发与基础设施建设的规模和力度逐渐增大, 开发建设项目已经成为加剧局部地区水土流失的主要原因, 对生态安全构成了威胁。开发建设项目水土流失是一种典型的人为加速侵蚀现象, 无论从外营力, 还是从其形式、分布、变化速度、强度以及所造成的危害来看, 它都与原地貌状况下的自然水土流失存在着显著差别^[1]。主要表现在以下几个方面。

(1) 流失强度大。挖掘、爆破等施工工艺严重破坏土壤物理结构, 侵蚀搬运物质更加复杂化, 且呈非自然固结状态, 抗蚀力差, 造成水土流失强度大。

(2) 时空变化速度快。时间上, 随着工期的推移, 施工产生的弃土弃渣、填充土、开挖坡面、机械夷

平面等逐渐增多, 水土流失的面积、强度不断变化; 空间上, 施工位置变化频率较快, 扰动范围不断发生变化, 尤其是线性工程, 水土流失发生的区域随工程施工建设过程不断改变。

(3) 形式复杂。除面蚀、沟蚀等常规形式的水土流失外, 还包括伴随着生产建设活动而产生的特殊形式的水土流失, 如地基下沉、地下水位下降所引起的大范围地面非均匀沉降、采空区塌陷等。

(4) 分布规律特殊。不同于自然水土流失呈规律性分布, 而与开发建设项目特性有关, 它可能是点、线、面中的一种, 也可能是多种形式的组合。

(5) 潜在危害严重。开发建设项目具有很大的潜在性和危害性, 具体包括水资源破坏, 岩土流失加剧, 土地占压, 土地生产力下降或丧失, 毁坏工程; 弃土弃渣侵占河道, 抬高河床, 影响行洪, 山洪泥石流、崩塌、滑坡的潜在发生率增大, 威胁建设和生产安全以及周围环境。

1.2 我国开发建设项目水土保持监测现状

开发建设项目水土保持监测作为水土流失防治效果检测的依据之一,同时也已经成为开发建设项目水土保持监督执法和水土保持设施竣工验收的基本依据^[2]。近年来,随着水土保持监测机构、监测制度的逐渐完善,我国已陆续开展了包括西气东输工程、广东飞来峡水利枢纽工程、东深供水改造工程以及新建铁路、公路、水电站工程等开发建设项目的水土保持监测,但多是大型的交通和管道工程,中小型项目水土保持监测开展得还不多。这些监测项目的开展积累了一些成功经验。但总的来说,我国开发建设项目水土保持监测仍处于探索研究阶段,存在的主要问题是尚未形成统一的监测指标体系;监测方法和技术相对单一,可操作性较低,监测结果的定量化、准确度还得不到很好的保障。因此,亟待构建统一完善的监测指标体系,并进一步研究高可操作性和实用性的监测方法。

2 开发建设项目水土保持监测指标体系构建

构建统一完善的开发建设项目水土保持监测指标体系是开展实际到位的监测工作的前提。监测指标体系要全面反映水土流失动态及其防治效果,针对不同监测内容选择具体的监测指标。指标体系从整体上分为指标类、指标亚类和指标三层。

2.1 构建开发建设项目水土保持监测指标体系原则

(1) 典型性和全面性。所选指标要具有代表性,能够全面反映项目区内水土流失与水土保持措施的动态变化及水土保持效益。

(2) 可得性和实用性。各指标监测方法要紧密结合实际监测工作现状,具有可操作性;监测结果要具有可对比性,能作为水土保持状况评价因子。

(3) 相对独立性。尽量减少各指标之间的重叠区域,使相关性减到最低,避免产生无用的垃圾数据,以免增大监测工作量。

2.2 开发建设项目水土保持监测指标类及亚类确定

开发建设项目水土保持监测指标体系要全面反映施工期、运行期或植被恢复期项目防治责任范围内(项目建设区、直接影响区)的水土流失动态变化情况、水土保持措施实施情况及水土保持效益。因此,将指标类分为水土流失动态指标类、水土保持措施指标类及水土保持效益指标类。

(1) 水土流失动态变化指标类。开发建设项目防治责任范围内的水土流失状况随施工工艺和工程建设进度不同而发生变化,主要表现在发生范围、强

度及形式、产生的危害等方面。为了掌握其动态变化规律,要对开发建设各阶段以上几项内容的动态变化情况进行实时监测。因此分为水土流失范围指标亚类、水土流失量指标亚类、水土流失危害指标亚类。

(2) 水土保持措施指标类。开发建设项目水土保持措施主要包括拦渣工程、护坡工程、土地整治工程、防洪工程、防风固沙工程、绿化工程等 6 项,主要监测各水土保持措施的动态实施情况,包括实施的进度、质量和数量。从措施的类别可以归纳为工程措施、林草措施两类。因此,将水土保持措施指标类分为工程措施指标亚类和林草措施指标亚类。

(3) 水土保持效益指标类。水土保持效益监测主要是对项目区内各阶段所采取的各类水土保持措施的防治效果的监测。因此,将水土保持效益指标类分为措施保存与运行情况指标亚类、保水保土效益指标亚类以及综合评价指标亚类。

2.3 开发建设项目水土保持监测指标的确定

开发建设项目水土保持监测指标的选择针对以上提出的指标类和指标亚类,进而落实到具体的监测指标。

2.3.1 水土流失动态变化监测指标类

(1) 水土流失范围指标亚类。包括防治责任范围面积、扰动地表面积、水土流失面积、水面面积、永久建筑物面积、堆渣面积。

(2) 水土流失状况指标亚类。包括水土流失形式、水土流失背景值、土壤侵蚀强度、径流模数、弃渣总量、弃渣流失模数。

(3) 水土流失危害指标亚类。包括土壤肥力下降、洪涝灾害、滑坡崩塌等。

2.3.2 水土保持措施监测指标类

(1) 工程措施指标亚类。包括拦渣工程数量及质量、护坡工程数量及质量、土地整治工程数量及质量、防洪工程数量及质量、防风固沙工程数量及质量。

(2) 林草措施指标亚类。包括造林面积及质量、种草面积及质量。

2.3.3 水土保持效益监测指标类

(1) 水土保持措施保存与运行情况指标亚类。该指标亚类包括林草成活率、林草覆盖度、郁闭度、工程措施保存率。

(2) 保水保土效益指标亚类。包括减少土壤侵蚀模数、减少径流模数。

(3) 综合评价指标亚类。包括扰动土地治理率、水土流失治理率、土壤流失控制比、植被恢复系数、林草植被覆盖率、拦渣率。

3 开发建设项目水土保持监测方法

目前,大中型开发建设项目水土保持监测一般采用调查监测和地面监测相结合的方法,小型项目采用调查监测的方法^[3]。资料分析法常作为基础监测手

段,3S(RS, GPS, GIS)技术也逐渐被引入作为辅助监测手段,一些重点工程采用遥感监测法也获得了较好的效果。

下面详细列出开发建设项目水土保持监测指标体系及各监测指标的具体监测方法(表 1)。

表 1 开发建设项目水土保持监测指标体系及监测方法一览表

指标类	指标亚类	指标	监测方法
水土流失动态变化	水土流失范围	项目建设区面积 (A_c)	资料分析法,结合量测法
		直接影响区面积 (A_i)	资料分析法,结合量测法
		扰动地表面积 (A_a)	资料分析法,结合量测法,也可用遥感监测法
		水土流失面积 (A_l)	资料分析法,结合量测法
		水面面积 (A_w)	资料分析法,结合量测法,也可用遥感监测法
		永久建筑物面积 (A_b)	资料分析法,结合量测法,也可用遥感监测法
		堆渣面积 (A_d)	资料分析法,结合量测法
	水土流失状况	水土流失形式	资料分析法,结合观测法
		水土流失背景值	资料分析法,类比法,结合观测法
		土壤侵蚀模数 (S_e)	径流场法、桩钉法、体积量测法等
		径流模数 (S_r)	径流场法、控制断面观测站法
		弃渣数量 (Q_d)	资料分析法,结合量测法
	水土流失危害	弃渣流失模数 (S_d)	径流场法、桩钉法、体积量测法等
		土壤肥力下降 洪涝灾害 崩塌、滑坡、泥石流	资料分析法,结合观测法、试验分析法 资料分析法,结合观测法 资料分析法,结合观测法、量测方法
水土保持措施	工程措施	护坡工程数量及质量	资料分析法,结合量测法
		拦渣工程数量及质量	资料分析法,结合量测法
		土地整治工程数量及质量	资料分析法,结合量测法
		防洪工程数量及质量	资料分析法,结合量测法
		防风固沙工程数量及质量	资料分析法,结合量测法
	林草措施	造林面积 (A_t) 及质量	资料分析法,结合量测法
种草面积 (A_v) 及质量		资料分析法,结合量测法	
措施保存与运行状况	措施保存与运行状况	林草成活率	样方法、线段法、网框法
		植被覆盖度	样方法、线段法、网框法,也可用遥感监测法
		郁闭度	样方法、线段法、网框法
		工程措施保存率	抽样调查法,目视观测法、量测法等
水土保持效益	水土保持效益	减少土壤侵蚀模数	获取资料分析计算,公式: S_e 采取措施前 - S_e 采取措施后
		减少径流模数	获取资料分析计算,公式: S_r 未采取措施 - S_r 采取措施后
水土保持效益	水土保持效益	扰动土地治理率	获取资料分析计算,公式: $[(A_m + A_b + A_w) / A_a] \times 100\%$, A_m 为各项水土保持措施防治面积之和
		水土流失治理度	获取资料分析计算,公式: $(A_m / A_l) \times 100\%$
		土壤流失控制比	获取资料分析计算,公式: $\left[\frac{\sum_{i=1}^n A_{li} \times S_{ei}}{\sum_{i=1}^n A_{li} \vee Q_a} \right]$, i 代表各侵蚀分区, Q_a 为允许土壤侵蚀量,查阅资料获取
		综合评价	获取资料分析计算,公式: $[(A_t + A_v) / (A_c + A_i - A_b - A_w)] \times 100\%$
		植被恢复系数	获取资料分析计算,公式: $[(A_t + A_v) / (A_c + A_i)] \times 100\%$
		林草植被覆盖率	获取资料分析计算,公式: $\left[\frac{\sum_{i=1}^n Qd_i - \left(\sum_{i=1}^n A_{di} \times S_{di} \right)}{\sum_{i=1}^n Qd_i} \right] \times 100\%$,式中 i 代表各拦渣场
拦渣率			

(1) 调查监测法。调查监测法是实际中最常用的监测方法。一般通过现场踏勘,采用目视观测、量测、试验等方法,掌握水土流失动态变化情况和水土保持措施的实施情况。调查监测法包括普查、抽样调查和典型调查,主要用于扰动面积、植被状况、弃土弃渣、水土保持措施实施情况的监测,植被状况的调查常采用样方法、线段法、网框法等。

(2) 地面观测法。地面观测法是到开发建设实地选择具有代表性的地段布设观测场地和观测设备,由监测人员定期或不定期到实地观测记录,获取监测结果。地面观测法主要用于大面积扰动土地的土壤侵蚀量的监测,包括径流场法、控制断面观测站法、桩钉法、体积量测法等。桩钉法、体积量测法,实施相对简单,实际工作中常用。

(3) 资料分析法。资料分析法是开发建设项目水土保持监测的基础方法,通过整理已有主体工程设计资料、水土保持方案设计资料以及搜集到的其它相关资料,采用分析、统计、计算的方法获取结果。资料分析法可用于水土流失背景值、水土流失范围、水土流失危害区域、水土保持措施分布及数量等的初步确定,但分析结果均需结合实地调查或地面观测进行验证,以实际测得的真实结果为准。另外,水土保持效益监测指标多是通过前期所获取的监测资料的分析,采用相应的公式计算获得。

(4) 遥感监测法。遥感监测法是新发展起来的监测方法,具有广域性、时效性和快速性等特点,高分辨率的遥感影像可用于植被状况、扰动土地、水土保持措施实施情况等动态监测,能快速解决各类面积数据的获取问题,并能实时地掌握水土保持措施实施及其保存情况^[4-5]。RS 技术在点面状工程水土保持监测中具有较好的应用可行性,但在线状工程监测中的

应用存在成本过高、前期处理工作量大等问题,有待于进一步研究。

监测方法应该对应到具体的监测指标上,以指导监测实践。

4 结论与建议

本文提出了开发建设项目水土保持监测指标体系及各监测指标的监测方法,是在正处于起步阶段的开发建设项目水土保持监测研究方面的一次初探。所构建的指标体系能较好地反映水土流失及水土保持措施的动态变化情况,评价水土保持效益,监测方法具有一定的可操作性与实用性。但是,鉴于开发建设项目类型多、水土流失时空变化大、形式复杂,其规律的掌握有较大的难度,建议尽快开展各类开发建设项目水土保持监测模式的研究,构建统一完善的开发建设项目水土保持监测指标体系,提出各指标更为实用、可行的监测技术手段,为指导实际监测工作,以全面、有效地防治开发建设项目水土流失提供理论和技术支持。

[参 考 文 献]

- [1] 王治国,李文银,蔡继清. 开发建设项目水土保持与传统水土保持比较[J]. 中国水土保持,1998(10):16—19.
 - [2] 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.
 - [3] 赵永军,姜德文,袁普金. 线状工程建设项目的水土保持监测——以西气东输项目为例. 水土保持研究,2005,12(6):71—74.
 - [4] 万彩兵,张歆. 西气东输支干线工程水土保持监测[J]. 人民长江,2005,36(1):42—43.
 - [5] 中华人民共和国水利部. 水土保持监测技术规程(SL277—2002)[S]. 2002.
-
- (上接第 94 页)
- [13] 傅伯杰,陈利顶,马克明. 景观生态学原理与应用[M]. 北京:科学出版社,2001. 1—14.
 - [14] 王胜. 景观结构特征数量化方法综述[J]. 河北林果研究,1999,14(2):126—132.
 - [15] 肖笃宁,布仁仓,李秀珍. 生态空间理论与景观异质性[J]. 生态学报,1997,17(3):453—461.
 - [16] 徐建华,梅安新,吴健平. 20 世纪下半叶上海城市景观镶嵌结构演变的数量特征与分形结构模型研究[J]. 生态科学,2002,21(2):131—137.
 - [17] 张金屯,邱扬,郑凤英. 景观格局的数量研究方法[J]. 山地学报,2000,18(4):346—352.
 - [18] 宋博,马建华,秦艳培. 土地利用与土地覆被变化的分形分析——以郑汴间沙岗地为例[J]. 地域研究与开发,2004,23(3):106—108.
 - [19] 徐建华,艾南山,金炯. 西北干旱区景观要素镶嵌结构的分形研究[J]. 干旱区研究,2001,18(1):35—39.