

分层抽样法在路基水土流失监测中的应用

侯琳¹, 彭鸿², 陈晓荣², 朱晓绒³

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 2 陕西省水土保持生态环境监测中心, 陕西 西安 710004; 3 陕西高速集团建设有限公司 西宝分公司, 陕西 西安 710086)

摘要: 在预调查的基础上, 运用分层抽样技术, 计算出了在既定可靠性下, 西南铁路陕西段路基边坡监测样点的样本容量。路基边坡植被盖度在 90% 可靠性和 92% 的估计精度下估计值和误差限分别为 15.81% 和 1.20%; 土壤侵蚀强度在 90% 可靠性和 90.52% 的估计精度下估计值和误差限分别为 1715.14 t/km² 和 162.60 t/km²。

关键词: 路基边坡; 水土流失监测; 分层抽样法; 样本数

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X (2004) 03—0037—03

中图分类号: S157; U 213.1

Applying Streaming Sampling Technique in Monitoring Soil and Water Loss on Railway Slope

HOU Lin¹, PENG Hong², CHEN Xiao-rong², ZHU Xiao-rong³

(1. Northwest A&F University of Agriculture & Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, China;

2 Shaanxi Monitoring Center of Eco-environment & Soil and Water Conservation, Xi'an 710004, Shaanxi Province, China;

3 Xi'an-Baoji Branch of Shaanxi Highway Construction Limited Group Company, Xi'an 710086, Shaanxi Province, China)

Abstract: Based on preceding investigation, the monitored sample numbers on the slope of Shaanxi section on Xi'an-Nanjing railway are calculated under given reliability. Under 90% reliability and 92% estimation precision, the mean vegetation coverage and its error value is 15.81% and 1.2%, respectively. The mean soil erosion intensity and its error value are 1715.14 t/km² and 162.595 t/km² respectively under 90% reliability and 90.52% estimation precision.

Keywords: slope of railway; soil and water loss monitoring; streaming sampling; numbers of sampling

随着西部大开发进程的推进和深入, 开发建设项目实施的步伐不断加快, 开发建设项目由于其自身的特点在施工和运行过程中如果不能很好地做好水土保持工作, 就会产生新的水土流失^[1-2]。因此, 开展开发建设项目的水土流失监测十分必要。开发建设项目的水土流失监测是对开发建设项目监控与监督管理的一项重要内容, 它不仅是对开发建设项目水土流失预测的有效补充, 又可为开发建设项目水土保持方案的编制和评审提供依据, 同时也是落实开发建设项目水土保持方案实施情况, 检验项目水土保持工程技术合理性及水土保持方案科学性, 进行水土保持方案实施效果后评价的重要手段。如何在省时、省力的前提下, 通过合理布设监测样点, 对监测对象水土流失总体特征数进行足够精确可靠地推断, 成为广大监测工作者关注的焦点^[3]。笔者拟以西南铁路(陕西段)路基

水土流失监测结果为例, 探讨和分析开发建设项目水土流失监测的有效途径。

1 监测区概况

西南铁路是我国第一条绿色环保铁路, 新建西安—南京铁路(陕西段), 西起垄海铁路新丰镇编组, 在零口车站接轨, 东端在商南与河南相接, 正线全长 255.385 03 km。该段铁路在陕西省境内穿越西安、渭南、商州 3 市 7 县(区)和渭河盆地、秦岭中山区、丹江河谷区、秦岭东延低山区和商南至省界低山丘陵区 5 个地貌单元。铁路沿线地形、地貌复杂, 土壤类型多样, 年均降雨量、气候、植被条件迥异。路基边坡是西南铁路建设中新增水土流失的主要来源之一, 在水土流失治理中, 路基边坡采取了喷播植草、栽植灌木及工程防护等综合措施。

收稿日期: 2003-11-28

修回日期: 2004-02-10

资助项目: 陕西省水土保持与生态环境监测中心资助项目“开发建设项目水土流失监测抽样技术的研究”内容(sm sw c200301)

作者简介: 侯琳(1969—), 男(汉族), 陕西武功人, 助理研究员, 森林生态学硕士生, 研究方向为黄土高原退化森林生态系统恢复。电话(029) 87082939, E-mail: housijia@yahoo.com.cn。

2 监测方法

2.1 监测样点数的确定

本次监测中,林草措施和水土流失的监测样点布设采用分层抽样法^[4],根据地貌类型的不同监测区共分为 5 个“层”:第 1 层,渭河盆地区;第 2 层,秦岭中山区;第 3 层,丹江河谷区;第 4 层,秦岭东延低山区;第 5 层,商南至省界低山丘陵区。通过预调查,获得监测对象 5 个层上的数量指标(植被高度、盖度、单位面积的丛数、侵蚀沟泥沙输移量)各 10 个。

监测对象数量指标总体平均数 \bar{y}_{st} 由下式计算:

$$\bar{y}_{st} = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^L N_h \bar{y}_h \quad (1)$$

式中: \bar{y}_{st} ——监测对象预调查数量指标总体平均数; N ——预调查监测样点的总数; L ——总层数(5); h ——层号; N_h ——各层预调查监测样点数; \bar{y}_h ——监测对象各层预调查数量指标平均值。

监测对象数量指标预调查总体平均数估计值的误差限 $\Delta(\bar{y}_{st})$, 由下式计算:

$$\Delta(\bar{y}_{st}) = (1 - P_c) \bar{y}_{st} \quad (2)$$

式中: P_c ——为可靠性,本次监测中给定 90%。

实际监测点总数 N 由下式求得:

$$N^2 - L - \frac{t_{\alpha}^2 \sum_{h=1}^L n_h S_h^2}{\Delta^2(\bar{y}_{st})} = 0$$

式中: t_{α} ——与概率为 α 相对应的学生氏 t 分布双侧分位数,在 90% 可靠性下取 1.66; S_h —— h 层内某一监测指标的标准差。

由以上方程求得监测对象不同数量指标样点总数,取最大值为各数量指标最终监测的样点总数。经计算,监测样点数为 83 个。为了提高监测精度,实际工作中监测点数通常增加。

2.2 抽样比的确定

抽样比=某层线路长度/陕西段线路总长

某层监测样点数= $N_t \times$ 抽样比

经计算,第 1 层林草措施和水土流失监测点数均为 31,第 2 层均为 13,第 3 层均为 21,第 4 层均为 17,第 5 层均为 18 个。

2.3 监测点的布设

监测点采用机械抽样法布设,每 2 km 设立监测点 1 个,地形相近的路段测点适当减少,地形多变的路段监测点适当加密,植被盖度和土壤侵蚀强度监测样点交错布设。

2.4 总体平均数、误差限和精度确定

植被盖度和土壤侵蚀强度总体均数由(1)式得。

误差限 $\Delta(\bar{y}_{st})$ 由下式求得:

$$\Delta(\bar{y}_{st}) = t_{\alpha} \sqrt{\frac{1}{N_t(N_t - L)} \sum_{h=1}^L N_h S_h^2}$$

自由度

$$f = N_t - L \quad (3)$$

估计精度 P_c 由下式求得:

$$P_c = 1 - \Delta(\bar{y}_{st}) \sqrt{\frac{1}{\bar{y}_{st}}} \quad (4)$$

2.5 野外调查

灌木调查在每个样点布设 5 个 2m × 2m 的标准样方,分别记录种类、株高、盖度;草本调查在每个样点布设 5 个 1m × 1m 的标准样方,分别记录草本的种类、高度及盖度^[4];在各监测点上测定侵蚀沟的数量、长度、断面宽度及深度,计算土壤侵蚀的体积,根据调查范围的土壤密度,计算土壤侵蚀量^[6]。

3 结果分析

3.1 植被盖度的估计

各层植被盖度见表 1。由表 1 可见秦岭东延低山区路基边坡植被盖度最高,其次为渭河盆地区和丹江河谷区,而秦岭中山区和商南至省界低山丘陵区植被盖度较低。其原因在于秦岭东延低山区路基边坡治理中配置了适宜的灌、草复合模式且线路经过地段远离居民点,路基边坡绿化带无人破坏,故路基边坡植被盖度最高;渭河盆地区和丹江河谷区路基经过处虽多为填方,土层较厚,土壤水分和养分(施工单位在绿化带内多次施肥)含量较高,但沿线村镇较多,路基绿化带内多处可见放羊、刈割等人为破坏现象,从而降低了植被盖度;秦岭中山区和商南至省界低山丘陵区桥、涵、隧道较多,取土困难,路基多由隧道出碴填成,边坡表面土层很薄或石碴裸露,不利于人工植被生长,故植被盖度最低。

表 1 路基边坡灌草盖度 %

层号	地貌类型	监测点数		平均盖度
		理论数	实际数	
I	渭河盆地区	31	27	16.51
II	秦岭中山区	13	14	12.95
III	丹江河谷区	21	30	15.92
IV	秦岭东延低山区	17	14	22.35
V	商南至省界低山丘陵区	18	23	12.60

全线路(陕西段)植被平均盖度估计值 15.81% (由公式(1)求得),其在 90% 可靠性下的估计精度 [由公式(4)求得]和误差限 [由公式(3)求得]分别为 92% 和 1.20%。

3.2 路基边坡水土流强度的估计

路基边坡土壤侵蚀强度详见表2。由表2可见,渭河盆地区水土流失最严重,按照SL 190—96《土壤侵蚀强度分级标准表》^[7]达到强度级。其原因在于该区路基边坡多为黄土及黄土质沙黏土垫方,普遍具有湿陷性,2003年7—10月持续降雨导致路基边坡多处发生严重滑塌;秦岭中山区、秦岭东延低山区、商南至省界低山丘陵区路基边坡多为隧道出碴堆填,路堑地段多为浆砌石护坡,工程措施的采取取得了较好的防治效果,土壤侵蚀强度为微度;丹江河谷区边坡土层较厚,植被生长良好,路基底部采用浆砌石护坡,边坡高于10m的地方,设置了钢筋混凝土防护骨架,有效地防止了水土流失,土壤侵蚀强度为微度。全线路(陕西段)路基边坡土壤侵蚀强度估计值为 $1\ 715\ 14\ \text{t}/\text{km}^2$ 〔由公式(1)求得〕,在90%可靠性下,估计精度〔由公式(4)求得〕和误差限〔由公式(3)求得〕分别为90.52%和 $162\ 60\ \text{t}/\text{km}^2$ 。

表2 路基边坡土壤侵蚀强度 t/km^2

层号	地貌类型	监测点数		土壤侵蚀强度
		理论数	实际数	
I	渭河盆地区	31	32	5 599 00
II	秦岭中山区	13	17	63 38
III	丹江河谷区	21	20	33 00
IV	秦岭东延低山区	17	14	16 00
V	商南至省界低山丘陵区	18	23	29 36

4 结 论

运用分层抽样技术对西南铁路(陕西段)路基边坡植被盖度和水土流失进行监测,可获得较高的估计精度。全线路路基边坡植被盖度在90%可靠性和92%估计精度下估计值为15.81%,误差限为1.20%;土壤侵蚀强度在90%可靠性和90.52%估计精度下估计值为 $1\ 715\ 14\ \text{t}/\text{km}^2$,误差限为 $162\ 60\ \text{t}/\text{km}^2$ 。

监测样点布置的合理性和科学性会对监测结果造成直接影响,建议在监测前的预调查中,应对监测对象进行全面踏查,确保监测样点布置能够涵盖项目的不同流失类型区和功能区。

本次监测中,土壤侵蚀量的测定是采用了体积法结合土壤密度估算的。在实际调查中,侵蚀沟的形状十分不规则,侵蚀沟的深度变化很大,侵蚀量测定结果准确性难以保证。

由于多种原因,造成径流场又难以在铁路路基边坡布设,如何能获得土壤侵蚀量相对准确的数据,是开发建设项目水土流失监测中亟待解决的客观现实问题。同时,本次监测仅仅是对铁路主体工程竣工以后,水土流失现状和植被生长情况的一次静态监测,监测的结果不能反映铁路通车运行后水土流失和植被变化的动态,引进新的技术、新的方法监测开发建设项目新增水土流失变化动态,应该成为今后监测工作的新焦点。

[参 考 文 献]

- [1] 彭鸿,侯琳,杨康宁. 高速公路建设对区域环境的影响与景观系统分析方法[J]. 中国水土保持, 2003(5): 16—17.
- [2] 解新芳,赵发云. 水利水电工程水土保持方案编制中几个问题的探讨[J]. 中国水土保持, 2000(1): 35—37.
- [3] 王治国,段喜明,李文银,等. 开发建设项目水土流失预测若干问题讨论[J]. 中国水土保持, 2000(4): 35—37.
- [4] 北京林学院. 数理统计[M]. 北京: 中国林业出版社, 1980. 313—321.
- [5] 贺金生,陈伟烈,江明喜,等. 长江三峡地区退化生态系统植物群落物种多样性特征[J]. 生态学报, 1998, 18(4): 399—407.
- [6] 郭索彦,曾大林,佟伟力,等. 水土保持监测技术规程[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002. 35—38.
- [7] 张雅梅,熊康宁,安裕伦,等. 花江喀斯特峡谷示范区土壤侵蚀调查[J]. 水土保持通报, 2003, 23(2): 19—22.

《黄土高原植被建设》一书出版发行

由梁一民研究员主编的《黄土高原植被建设》一书已于2003年10月由黄河水利出版社出版发行。本书通过大量黄土高原植被、地貌等实景图片,全面客观地反映了黄土高原主要天然植被类型及其地带性分布规律,各种植被类型外貌特征及内部结构,同时结合实际论述了该区人工建设林草植被必须遵循的基本原则与途径。

本书图片与文字相结合,既具有较强的科学性和系统性,又给人以清晰、直观的感觉,对于从事水土保持和生态环境建设的广大科技人员、教学人员、研究生及领导干部均有一定的参考价值 and 收藏价值。本书全书采用铜版纸彩色印刷,印制精美,定价80元,需要购买者请与吕惠明先生联系。

联系地址: 陕西省杨凌区中国科学院水利部水土保持研究所 电话: (029)87012872 邮编: 712100