

基于抽样调查法的水土流失普查技术问题解析

王爱娟

(水利部 水土保持监测中心,北京 100055)

[关键词] 抽样调查;小流域;制图;遥感调查

[摘要] 在总结前四次全国水土流失调查的方法和取得成果的基础上,全面介绍了第四次全国水土流失调查采用的抽样调查方法,并从分层不等概抽样、水土保持措施落地、与“3S”技术高度融合和土壤侵蚀因子量化等方面分析了抽样调查方法的代表性和先进性;分析了以小流域为对象开展野外调查的依据、代表性以及抽样方法的制图精度,进行了抽样调查单元与遥感调查和全域计算方法的对比分析。总结认为,在当前技术经济水平条件下,采用抽样调查方法开展普查能够满足表征水土保持措施的作用、准确掌握全国水土流失面积和分布的需要,同时对于县级水土流失分布制图需采用更高密度的布点开展调查。

[中图分类号] S157 [文献标识码] C [文章编号] 1000-0941(2018)01-0025-03

自 20 世纪 50 年代至今,我国已开展了 4 次全国水土流失调查。第一次全国水土流失调查是在 20 世纪 50 年代,采用人工调查的方法,统计了全国水力侵蚀的面积、强度和分布,为黄河中游、长江中上游地区水土流失治理提供了依据;1983 年第二次全国水土流失调查采用遥感调查和地面监测相结合的方法,查清了全国水土流失的类型和分布;1999 年第三次全国水土流失调查采用高分辨率遥感影像解译、三因子综合判读的方法,查清了全国水土流失分布状况并划分出水蚀风蚀交错区;2010 年第四次全国水土流失调查采用抽样调查的方法,量化了土壤侵蚀因子,获得了不同侵蚀类型的土壤侵蚀模数,分析了水土流失的分布、面积和强度。第四次全国水土流失调查综合采用野外分层抽样调查、遥感解译、统计报送、模型计算等多种技术方法和手段,基于“3S”技术和我国资源环境领域最新调查和研究成果,更新了基础数据,开展了野外调查,获取了精确的水土保持措施类型与分布、植被覆盖度等第一手基础资料;应用我国自主研发的模型开展土壤侵蚀模数计算和侵蚀强度评价,其中水力侵蚀采用中国土壤流失方程(CSLE),风力侵蚀采用耕地、草(灌)地和沙地风力侵蚀模型,冻融侵蚀采用冻融侵蚀强度评价模型。下面分 5 个方面就第四次全国水土流失调查中抽样调查法的相关技术问题进行分析说明。

1 抽样调查方法介绍

抽样调查单元布设采用分层不等概系统空间抽样方法。分层是指在全国统一划分四级网格,分别为 40

km×40 km 的县级区、10 km×10 km 的乡级区、5 km×5 km 的控制区和 1 km×1 km 的基本调查单元。以第四层的基本调查单元(1 km×1 km)为基础,按 1% 密度抽样,即在每个乡级区中心抽取一个 1 km×1 km 网格的系统抽样,避免了人为随意定点的影响。不等概是指水蚀野外调查单元在水蚀区和风蚀水蚀交错区以 1% 密度布设,风蚀野外调查单元在风蚀区和水蚀风蚀交错区以 0.25% 密度布设,在水蚀冻融、风蚀冻融侵蚀交错区参照冻融侵蚀区调查单元布设原则;在新疆和西藏的“一江两河”流域,按 0.25% 密度布设水蚀野外调查单元;在面积较大的县,布设的野外调查单元总数不超过 50 个;在平原区、城区、林区等要降低布设密度^[1-2]。

抽样调查方法的代表性和先进性体现在以下几个方面:一是采用不等概系统空间抽样方法开展高密度布点、分层抽样符合统计学意义,形成的样本具有系统性,能够代表水土流失面积特征。二是结合全球定位系统(GPS)和遥感技术(RS)进行实地调查,获取精确的水土保持措施类型与分布、植被覆盖度、地表粗糙度等第一手基础资料,为信息化建设和动态监测奠定基础。三是应用地理信息系统(GIS)进行空间数据计算,不仅真正实现了与“3S”技术的结合,而且从精度上保证了调查单元数据的准确性,形成了全国 37 199 个调查单元的基础信息档案,保证了未来开展水土流失动态监测的可重复性和监测结果的可比性。更为重要的是,抽样调查设计方法不仅可以根据不同条件和要求改变抽样密度,而且可以实现固定抽样点的动态

分析。四是结合已有资源环境遥感监测结果、摄影测量技术、地理信息系计算和地面实地观测资料,发展了多个土壤侵蚀影响因子计算方法。如:采用基于地面典型植被类型植被覆盖度全年季节变化的摄影测量方法,得到全国典型植被类型植被冠层覆盖与林下地表覆盖的季节变化曲线,成为植被覆盖度与生物措施因子计算的基础数据;根据小流域坡面与沟道分布特点,自主研发了分段坡长因子的栅格计算程序,解决了现有 GIS 软件对坡长高估的问题;融合高空间分辨率和高时间分辨率遥感影像,实现全年 24 个半月高空间和高时间分辨率植被覆盖度的获得,提高了土壤侵蚀模型计算精度,等等。

2 以小流域为单元开展工作的依据

小流域是指以分水岭和出口断面为界形成的面积比较小的闭合集水区。抽样调查单元布局给出了所在 1:1 万地形图图幅编号,抽样单元处于所在地形图相对中心的方里网格。在丘陵区 and 山区,在中心网格内勾绘面积 0.2~3.0 km² 的小流域边界,受地形限制,保证部分小流域在该网格内即可。以小流域为单元开展野外调查,是基于水文学原理、土壤侵蚀和水土保持原理等提出来的。首先,小流域体现了降水引起的径流产生、发展、汇流的全过程。其次,一个小流域就是一个水土流失单元,伴随径流的发生发展,土壤剥离、搬运、沉积等发生发展全过程都在小流域内,且具有一定的规律性,能够代表当地土地利用、耕作管理习惯、水土保持措施等产生的水土流失现状。最后,以小流域为单元开展水土流失综合治理是我国在长期实践中提出的理论与实践结合的成功经验,每个小流域既是一个独立的自然集水单元,又是一个发展农、林、牧生产的经济单元,可形成综合防治体系^[3]。

3 制图精度的问题

水土流失分布图包括各水土流失强度等级、面积分布图和侵蚀模数分布图。1%密度抽样意味着 10 km×10 km 网格内的一个点,调查的小流域面积为 0.2~3.0 km²。根据试点数据计算和实测结果交叉验证,基于抽样单元平均侵蚀模数数据插值形成的侵蚀模数分布图分辨率为 500 m×500 m,对应的制图比例尺为 1:10 万。根据该试点结果,基于 1%密度的抽样单元分析计算的土壤侵蚀模数结果,不仅可以依据《土壤侵蚀分级分类标准》(SL 190—2007)划分侵蚀强度等级,用不同侵蚀强度等级水土流失面积比例插值获得每个 500 m×500 m 像元的不同侵蚀强度水土流失面积比例,而且可以计算得到这个像元的平均侵蚀模数。但是,抽样

密度主体以 1%为主,对县级土壤侵蚀强度、面积及其空间分布的表征尚存在疑问。以县为对象开展试点工作发现,基于 4%密度抽样单元信息进行空间插值能够反映未调查区域的水蚀特征,且分土地利用插值的精度更高,因此在进行县级土壤侵蚀动态监测时,应采用 4%密度进行实地调查,较 1%密度布点精度要高^[4]。

4 与遥感调查法的对比

第二次和第三次全国水土流失调查采用的影像最高分辨率为 30 m,是基于三因子(土地利用、地形和植被覆盖度)综合评判法,根据土壤侵蚀分级分类标准,判定 5°以上地形的土壤侵蚀强度,这在当时的技术水平条件下满足要求。随着新技术新方法的应用,第四次全国水土流失调查全面考虑了影响土壤侵蚀的各因子,不仅获得了不同土壤侵蚀强度的水土流失面积,还获得了土壤侵蚀模数,发现和解决了很多目前遥感调查不能解决的问题:一是获取了速成林、园地等林下地表覆盖度,而遥感调查只能获得乔木林的郁闭度;二是通过野外调查,将水土保持措施落到图斑,在土壤侵蚀分析评价中全面反映了水土保持措施的作用;三是采用 1:1 万地形图,采用分段坡公式,量化了坡度、坡长对土壤侵蚀的影响;四是采用资源环境数据成果,结合第四次全国水土流失调查应用的中国土壤流失方程、风力侵蚀模型、冻融侵蚀强度评价模型,发展了土壤侵蚀因子的计算方法;五是全面考虑了 5°以下缓坡农地侵蚀的问题;六是全面考虑了农地轮作制度,并区分了南北方农地侵蚀的差异。

5 全覆盖和抽样调查法的对比

全覆盖计算是指在普查对象范围内如全省或全县,获取覆盖全域的土壤侵蚀因子栅格数据,采用模型计算获得覆盖全域的土壤侵蚀模数并进行强度评价。若基础数据满足要求,如覆盖全域的 1:1 万地形图、全域水土保持措施分布图、高分遥感影像数据、一年 24 期高时间分辨率地表反射率产品或可获得林下植被覆盖度等,在普查范围内直接采用土壤侵蚀模型计算土壤流失量是最为科学、精确和有效的方法。基于 1:5 万比例尺地形图计算地形因子,会造成地形缓化,低估坡度,高估坡长。根据试点数据,土壤侵蚀对坡度的反应较敏感,在其他条件保持不变的情况下,每降低 1°会导致土壤流失量减少 35.7%;不考虑林下覆盖,会使得计算结果最大相差 10 倍,不考虑水土保持措施的作用会导致结果最大相差 12 倍。数据精度不够,水土流失评价结果将产生严重的误差。通过对比分析发现,综合考虑当前基础数据、工作量和技术水平

“三位一体”崩岗综合防治模式及其生态效益评价

刘洪光,段 剑,肖胜生

(江西省水土保持科学研究院/江西省土壤侵蚀与防治重点实验室,江西 南昌 330029)

[关键词] 崩岗;三位一体;综合防治;模式;效益评价

[摘要] 崩岗侵蚀是我国南方最严重的土壤侵蚀类型,对红壤丘陵山区的生态、粮食生产、防洪和人居安全构成极大威胁。以江西省赣州市赣县区白鹭乡上塘小流域为研究对象,提出了治坡、降坡和稳坡“三位一体”的综合防治模式,并测定了治理前后崩头、沟道和冲积扇的土壤肥力指标,对比了崩岗 3 个区域治理后的植被情况。结果表明:采用“三位一体”崩岗综合防治模式显著提高了崩岗 3 个区域的土壤肥力,冲积扇肥力的提升效果最为明显,与治理前相比,有机质、全氮、碱解氮、全磷和速效磷含量分别提高 1.2、3.7、2.9、0.5 和 5.7 倍;治理后植被情况得到很大改善,物种数和多样性指数均较对照有所提高。对“三位一体”崩岗防治模式的效益评价结果表明,该模式适合江西地区的崩岗特点,具有较大的推广价值。

[中图分类号] S157.2 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2018)01-0027-04

崩岗是指丘陵岗地由水力、重力复合作用发生的侵蚀,是我国南方最严重的土壤侵蚀类型^[1]。崩岗侵蚀具有发展迅速、侵蚀剧烈、危害严重和治理难度大等特点。崩岗侵蚀威胁红壤丘陵区生态安全、粮食安全、防洪安全和人居安全^[2],严重阻碍我国南方社会发展,特别是农村地区的发展。因此,崩岗的防治及利用研究具有重要的理论和现实意义。

崩岗治理措施大体本着史德明先生于 1984 年提出的“上截-下堵-中绿化”的原则,该原则至今仍然适用^[3]。随着水保技术的发展,一些新兴的局部治理措施在不断丰富该原则的内涵。目前的崩岗治理,大多采用工程措施、生物措施和农业措施,即综合治理模式^[4]。有学者提出以下治理模式:针对崩岗形态、发育活动情况和规模大小实行分类治理^[5]。由于崩岗具有

较强的地域性,不同地区的崩岗具有各自的特点,因此有学者针对福建省崩岗不同部位的侵蚀特点和立地条件,提出了不同治理措施配置^[6]。这些具有针对性的崩岗治理模式,能有效指导当地进行崩岗治理及土地开发,有利于改善当地的土地条件。

江西省是崩岗侵蚀的高发区,崩岗总数达到 48 058 座,占全国的 20.1%,面积占全国的 17.0%,平均侵蚀模数达到 12.4 万 t/(km²·a)^[7]。但是,到目前为止,尚没有针对江西省崩岗侵蚀治理模式的报道。本研究在前期对江西省崩岗的分布、发育特征研究的基础上^[8-9],遵循“上截-下堵-中绿化”的原则,提出了一套新的崩岗治理模式,并且从土壤肥力和植被恢复情况两方面评估了其生态效益。

等的前提下,反映水土保持措施对水土流失的影响,提高地形因子量化的精度,准确反映郁闭度和植被覆盖度对水土流失的影响等,抽样调查方法是较好的选择。

[参考文献]

- [1] 李智广,符素华,刘宝元.我国水力侵蚀抽样调查方法[J].中国水土保持科学,2012,10(1):77-81.
- [2] 国务院第一次全国水利普查领导小组办公室.第一次全国水利普查培训教材之六:水土保持情况普查[M].北京:中国水利水电出版社,2010:9-151.
- [3] 刘震.水土保持思考与实践[M].郑州:黄河水利出版社,

2016:184-200.

- [4] 邹丛荣,齐雯,张庆红,等.CSLE 模型应用中不同抽样密度和推算方法的比较[J].中国水土保持科学,2016,14(3):130-138.

[作者简介] 王爱娟(1981—),女,宁夏银川市人,高级工程师,博士后,主要从事水土保持监测管理与水土流失研究工作。

[收稿日期] 2017-09-10

(责任编辑 李杨杨)