

卫星遥感新方法在水土流失调查中的应用试验*

卜兆宏 史德明

史久浩

(中国科学院南京土壤研究所) (石油勘探开发科学研究院地质遥感所)

1982年,我们曾选择用常规法调查过的兴国县作为实验区,利用卫星磁带图象在S101(图象处理计算机)系统上进行了各种算法试验,初步找到了适用于水土流失调查制图的最佳作业流程,从而成为一种可用于水土流失调查的卫星遥感新方法^[1,2]。

随后,应江西省、地、县有关方面要求,对于都、瑞金、泰和及兴国四县作了新方法的应用试验。其中兴国县也可称为重复性试验。整个应用实验区共11222.52平方公里(涉及约3.2万平方公里的矩形图象范围),东起武夷山主脉,西至井冈山麓,东西向长达205公里,南北长为156公里。通过应用试验,使新方法得到进一步完善,取得了较满意的结果,从而表明它可推广应用于大面积水土流失调查。现将有关进展汇集于后。

一、应用试验结果

应用试验结果主要有二:一是方法的完善方面;二是水土流失调查制图方面。

在方法完善方面,对卫星图象配置区界的方法作了修改,使县界的配置精度更高、速度更快。在上色方法中,采用了新的程序命令,使水土流失图的各类颜色差异明显和各县一致,且减少了上色机时。虽然未能用计算机在图象上标出中文地名和水系,但由于制出的图件达到了几何精校正的精度,故可用手工方法把地形图上地名、水系等准确地标注在所制图件上,以便于生产部门使用。对于如何选准样区的问题,也花了些机时探索,取得了供深入研究的资料。其中还用新选的“于都文件”对于都、兴国县制了新的分类图。

在水土流失调查方面,分别获得了于都、瑞金、兴国和泰和四县的水土流失图及其各流失类型的面积数据(表1)。其中兴国县是重复试验,但其图形的几何精度更高,上色更好。于都、瑞金和兴国三县同属一盘(或一幅)卫星磁带。泰和县位于另一幅与之相邻的卫星轨道上获取的磁带,接收时间晚18天。四个县的分类标准,均与兴国县的水土流失的划分标准相同。这些县除兴国县较方正外,均呈南北向或东西向长条形,较费机时。

整个应用试验,除扫描彩色胶片外,共用机时76小时,其中约1/3的机时花在消除区界图干扰点上。当上机前做好各项准备时,每个县平均用15个机时就可完成。

二、精度分析

反映卫星遥感新方法的应用试验成果的精度有:(1)同一区域各类面积数据的重复性;

* 中国科学院科学基金资助的课题。

表1 江西省四个县的新方法与常规法调查的面积数据成果表(单位:万亩)

流失类型	于都县		瑞金县		兴国县		泰和县	
	新方法	常规法③1982年	新方法	常规法1982年	新方法		新方法	航判法(约相当于土地利用类型的面积④)
					1982年	重复试验		
无明显流失	81.18	166.19	129.38	174.55	94.41	95.91	100.21	119.35(其中次生混交林78.34、杉林18.27、竹林7.80、 密马尾松林14.93)
轻度流失	117.92	58.44	104.77	69.40	140.42	140.71	66.74	68.16(其中灌丛21.46、草地46.71)
中度流失	69.04	39.82	48.99	45.82	73.38	73.36	77.91	69.38(其中疏马尾松林31.94、油茶油桐林33.26、柞岭草 地1.33、撩荒地2.25、桑茶园0.59)
强度流失	43.76	56.61 (含剧烈流失)	22.91	15.70 (含剧烈流失)	49.02	48.67	28.33	24.00(红土岗地)
剧烈流失	32.30		10.26		52.75	51.98	18.50	15.25(腐土和半腐土)
农田①	56.62	—	38.62	—	53.37	53.28	89.91	89.87(其中水田77.62、早稻油作地9.5、菜地0.31、蔗 地1.94)
沙滩地	0.64	—	0.03	—	0.41	0.42	0.96	2.97(沙滩沙洲地)
水面(及山影)	14.31	—	11.67	—	17.11	17.19	19.74	16.92(其中水库塘6.14、河流渠道10.78)
县总面积误差②	0.23%	—	0.13%	—	0.25%	0.04%	0.19%	—

注: ① 除于都县的农田数据援引“于都文件”的分类结果外,其余数据皆为“兴国文件”标准进行分类的结果;

② 县总面积误差,根据省测绘局量算公布的县面积数与新方法的各类面积总和之比减1的绝对值计算得;

③ 各县常规法的调查面积数,由县水土保持办公室提供。于都、瑞金县将强度、剧烈两类合并为严重流失一类;

④ 航判法数据援引自参考文献[3]。

(2) 所制图件的几何精度; (3) 分类结果的数据精度。故从上述三方面来分析其精度。

1. 新方法的重复性好。同为兴国县的各类数据(表1), 与1982年的数据^[1,2]比较, 具有较好的一致性(平均为99.24%)。由于现在的区界配置得更准确, 且每个象元的面积不是 $79 \times 79 \text{米}^2$, 而是 $60.0678 \times 60.0678 \text{米}^2$, 所以其重复性又不可能完全一致。然而在同一地区采用不同区界配置后所取得的结果较为一致, 说明新方法的重复性是好的。

2. 水土流失图的几何精度高。由于现在的区界配置过程, 实质上也在同时实现了几何精校正^①, 所以图件的几何精度较高。其具体表现为: (1) 点位精度高。一般每个县都有12—15个控制点, 平均点位误差1.2—1.6个象元, 最小误差为0.25个象元, 个别点的最大误差为2.73个象元。最大误差只相当于实地164米; (2) 县的总面积精度高。新方法取得的各类面积总和与省测绘局提供的县总面积比, 均远小于1%的误差。其中兴国县的总面积精度最高, 误差仅为0.042%, 瑞金县的为0.134%, 于都县的为0.226%, 泰和县的为0.186%。只要准备工作做好, 县总面积小于0.2%的误差是可以达到的; (3) 分类图能与航测地形图较准确套合。只要放大晒印出的分类图象比例尺能达到与地形图的一致, 就可以使地形图上的地名、水系位置准确地套合在图象上, 从而解决了过去缺乏地名等注记的问题。所制分类图象经南京大学地理系大量检测表明, 与1/20万地形图套合的点位中误差为 ± 0.37 毫米, 仅个别点位达1.5毫米的误差^②。这是光学机械纠正放大的卫片几何精度所难以达到的。

3. 分类图各类划分基本准确。关于兴国县各类面积数据与1980年实地调查结果的比较和分析^[1,2], 表明精度是好的。泰和县缺乏水土流失调查面积数, 但根据中国科学院南方综合科学考察队调查的各类土地利用面积数据^[3], 以次生混交林(78.3409万亩)、杉木林(18.2728万亩)、竹林(7.8074万亩)、密马尾松林(14.9349万亩)的总面积, 作为无明显流失区, 并以灌丛(21.4561万亩)、草地(46.7081万亩)的总面积作为轻度流失区, 相应以水田、旱粮油作物地、蔗地、菜地等与农田面积相比较, 则两者有较好的一致性。从兴国、泰和县两种数据的比较结果看, 新方法应用试验的分类结果基本上是准确的。

在取得应用试验成果后, 我们与当地水保科技人员到实地作了线路核查。整个说来, 各县的分类图象和数据, 与实地流失状况基本一致, 是准确的。同时, 我们也发现有局部的混淆错误。首先, 在陡峻的山区阴影被错分为水面。这种图斑虽不大, 但属明显错误。这是因冬季成象时太阳高度角太低之故。其次, 在河滩沙地或经耕翻晒垡的农田区, 存在小块或斑点状的剧烈流失类, 也是一项明显错误。由于剧烈流失类的卫星磁带数据与河谷地上特殊状态下的数据几乎相同, 所以单纯的卫星数据分类是无法划分开的。目前, 消除这两项局部错误的措施是: 将分类图与航测地形图套合, 即可很快识别出错分的图斑或象元; 同时数出其象元数目, 就可改正相应类的面积总数。今后, 当必须使用冬季成象磁带分类时, 得输入地图有关信息, 或参与分类, 或作为改正错分的依据, 使最终分类图上没有明显错误出现, 从而使新方法达到真正完善的程度。随着应用试验的深入, 新方法将会取得精度更高的水土流失图。

三、新方法应用前景的讨论

表1表明, 兴国、泰和县两种方法的数据能比较, 而于都、瑞金县的两种数据似较难

① 卜兆宏, 史久浩, 卫星磁带图象分类制图中区域界线的配置方法。资料, 1984。

② 南京大学地理系, 关于南京土壤所卫星磁带图象区界配置精度的检测报告。资料, 1984。

比较,这是在进一步扩大应用范围前必须讨论清楚的问题。为此,需从两种数据的精度是否统一展开讨论。

卫星遥感新方法,在磁带数据获取时间、分类方法、分类标准及S101系统的作业流程均相同的条件下,其分类结果的精度是统一的。兴国、于都、瑞金三县同在一盘卫星磁带,尤其是于都县北半部和瑞金县东北部,离建立兴国分类标准的样区都在80公里以内,有些地段甚至比兴国县北部还近,更有可能达到统一的分类精度。表明新方法分类精度统一的证据是,将这三县甚至加泰和县共四县拼合在一起时清楚地显示出,边界线两侧的类型几乎一一对应。

将于都县的卫星分类图与县调查图比较,在离兴国近的北半部差异较大,而距较远的南部反而较相一致。县调查图无明显流失,块大而连片。卫星分类图即使在较一致的南部,也在矿区或垦区杂有轻度、中度甚至强度和剧烈流失类。再将调查图与1/20万地形图比较,发现两者较相一致,甚至有的未表示植被的地段也被划为无明显流失或轻度流失。其中有确实因水保措施而变好了的(如上焦水库四周或飞机播种区),但多数并非如此(如仙霞水库西、马安石、里仁一带)。这种无明显流失类与航测地形图一致的情况,在兴国县则较少。这里的航测地形图虽然有近年出版的,但主要根据1958年航摄像片判读、调绘航测而成,当时这两县皆人少树多。随着人口的增长、工矿和垦殖业的发展,树草遭到严重破坏,故目前水土流失范围与地形图上所表示的植被区不可能一致。如果把于都、兴国两县常规调查图拼合在一起,就会发现在约60公里长的边界线两侧的差异甚大。兴国县境内只有轻度、剧烈、强度流失三类共4条接边界线,其中轻度类只占边界线长的一半。在于都县境内则有无明显、轻度、中度、严重四类共11条接边界线,其中无明显流失类占边界线长的一半以上,轻度占1/4。这不仅表明两县的分类标准不统一,无法接边,而且充分反映常规调查法的精度不统一。可见,于都、瑞金两县的两种方法的数据难比较,并非新方法的分类精度问题,而是常规调查法的精度本身不统一的缘故。

常规调查法的精度不统一,是有原因的。其实现精度统一的关键是要做到“三要”:要跑到,要看到,要分类准确。跑到、看到,取决于经费、人数、时间和交通等条件;分类准确则取决于调查人的技术水平和分类标准的统一。兴国县的调查人数及水平皆比于都、瑞金县要佳,工作条件也比它们优,加上分类标准不统一(兴国划分流失为五类,其它县为四类),故常规法的精度不统一是难免的。由于常规法调查精度不统一,故出现兴国县的两种数据可以比较,而于都、瑞金县的较难比较的情况。

然而,如果顾及上述主要无明显流失与轻度流失之间可能有混淆的情况,把于都、瑞金县按轻度以下流失、中度流失、强度以上流失三类统计,那末它们的两种数据又可进行比较了。这三大流失类的一致性,于都县分别为88.63%、57.09%、74.43%,平均为73.40%;瑞金县分别为95.90%、93.52%、47.33%,平均为78.94%。由此看来,于都、瑞金两县卫星遥感新方法的结果也是基本准确的。

泰和县两种数据能比较,主要是因为1980年9—11月的最新航摄像片,采用了航片判读加实地查访相结合的方法(简称为航判法)。故其调查数据较符合实际。

由此看来,为了取得符合实际的调查结果,均需足够的经费保证,常规法才能做到“三要”,航判法才可获得最新的航片资料。卫片判读法的经费可能省一些,但要取得较准确的各类面积数据和具有较高几何精度,能与地形图套合的流失类型影象图,却并非一件易事,尤其是它难满足县级调查要求。比较各法的经费和结果表明,仍然以卫星遥感新方法为优,不

仅费用少、人工少,而且面积数据和图件的精度均较高。此外,其中间产品,具有该县县界的1/10万彩色卫星影象图,优于航片象平面图,可供其它专业(如土壤、森业等)目视判读调查用。

卫星遥感新方法还具备以同一精度重复调查的能力,因其分类标准可以贮存于磁带而不变。若干年后,它能够以同一精度重复调查同一地区的变化情况。其它方法,由于主要靠眼力和经验进行,故难以实现真正按同一分类标准的重复。

这里特别要提到的是泰和县。它与兴国县各位于不同轨道的卫星磁带,时间相隔18天。然而,用兴国的分类标准同样可以进行分类,且其结果与航判法调查的数据很接近,各类图斑与兴国县的很好接起边来。这表明,相差18天的卫星磁带对水土流失分类精度没有什么影响;同时也说明新方法较有可能实现全地区各县的精度统一的要求。因此,在泰和县的应用试验结果,是很有理论意义和实用价值的。

尚需指出的是,各县具有统一精度的水土流失图和数据,对于全地区、全县采取治理规划措施十分重要。新方法的数据所说明的兴国、于都、瑞金三县流失情况,与地区水土保持办公室认识的无多大差别;兴国县最严重,于都县其次,瑞金很少严重流失。但从无明显流失类的数据看来,于都县最少,兴国县居二,瑞金最多。用“于都文件”分别对兴国县、于都县分类的结果,也是如此。这一情况是过去没有认识到的,然而却符合近二十年来于都县人口增加最多,工矿和垦殖增长最快,使1958年尚有的林草灌面积日益减少的实况。它提醒人们既要抓严重流失区的治理,也要及时阻止无明显流失区正在减小的趋势。可见,具有统一精度调查的卫星遥感新方法,可以为地区或县的水保治理规划,提供较全面的科学依据。因此,用新方法进行水土流失调查的应用前景是广泛的。

四、结 论

从上述结果和讨论中,可以得出如下结论:1.卫星遥感新方法更完善了,可推广于更大范围的以县为单位的水土流失调查制图;2.相差18天内的无云卫星磁带,仍可采用同一分类标准,更易实现全区各县的精度统一;3.同一地区的各县取得统一精度的调查结果,对治理规划是十分重要的。应用试验结果中,特别是于都县各类流失数据,值得有关方面采取相应水保措施。

参 考 文 献

- [1] 卜兆宏、史德明等,用卫星磁带图象制水土流失图的实验研究。土壤学报,21卷,3期,1984。
- [2] 卜兆宏、史久浩等,水土流失调查的一种新方法。中国水土保持,3期,25—27页,1983。
- [3] 中国科学院南方山区综合考察队,江西省泰和县自然资源和农业区划。能源出版社,219—233页,1982。