

彩红外航片整群抽样法 在土地资源调查中的应用*

乔玉良

马步洲

(山西省吕梁行署农业区划办公室)

(河北省农科院土肥所)

摘 要

本文介绍了用彩红外航片整群抽样法对山西吕梁地区的13个县的土地资源进行了概查。与其它方法相比,此法具有简便,节约,快速的优点。

1985年,山西省吕梁行署农业区划办公室组织人员对全地区13个县进行了土地资源概查,查清各县土地利用类型及面积。调查采用黑白航片通过外业调绘成图的方法。与此同时,作者利用彩红外航片整群抽样法对5个县进行试验性调查,取得了快速、经济和准确的效果,有在土地资源调查中推广应用的價值。

一、试区概况及所用资料

(一)试区概况

航片整群抽样法试验是在离石、方山、柳林、交口和石楼5个县进行的,试验面积合计约7000余平方公里。

试区地貌以严重切割的梁峁状黄土丘陵为主,部分为石质山地,地表支离破碎。主要土地利用类型的农耕地为坡地、梯田、河川地或沟坝地,分布散乱,面积和形状也很不整齐。其它主要类型还有林地、荒地等,土地利用状况颇为复杂。

(二)所用资料

1. 1981和1982年拍摄的5个县的彩红外航片,共2007张,其摄影比例尺为1:20000,象幅为23×23厘米,航高4240至4390米,焦距150毫米。
2. 全区1:50000地形图。
3. 供常规调查用的1979年拍摄的黑白航片,比例尺为1:37000。

二、航片整群抽样法及其工作步骤

(一)整群抽样法原理

整群抽样是数见统计抽样方法的一种。它先将研究的总体分成若干个群,从各群分别抽

* 本工作得到山西省农业遥感研究所费健雄高级工程师的导及离石、方山、柳林、交口和石楼5个县农业区划办公室的大力支持,谨表谢忱。

取样本, 然后根据样本调查资料来估计总体的平均数或某种特征单元的总体频率, 即所占成数。该法在森林资源调查中早有应用^[1]。

本次调查分县进行, 以县总面积为总体。为了工作方便, 我们以航片来分群, 即每张航片为一群; 在每张航片的有效面积内抽取一定的样点, 判读每一样点的土地利用类型; 然后分别统计各地类的样点数, 并进行高差修正。最后根据各地类的样点数计算它们所占的成数及面积。

(二) 工作步骤

1. 分群及抽样: 本次试验为大面积成数抽样, 以航片分群, 群数相当多, 所以采用了围绕象片中心点集中布设样点, 代替全面等距离布点。具体做法是用固定透明模片以象片中心点为中心布设 9 个点, 点间距为 2 厘米。

抽样总点数的多少(n)决定于最小地类的成数及允许误差, 可由下式计算:

$$n = \frac{t^2(1-p)}{E^2 p} \dots\dots(1) \quad \text{式中: } E \text{——允许误差}$$

P ——最小地类的估计成数

t ——可靠性

2. 样点地类判读: 根据航片影象特征, 在立体放大镜下判读模片取样孔内的土地利用类属, 精确至 0.5 个样点。取样孔直径为 0.6 毫米, 在 1:20000 比例尺航片上相当于地面 113 平方米。

土地利用类型的划分系按照全国农业区划委员会的统一分类^[2], 共分 8 个一级类, 37 个二级类。对农田而言, 还根据其所处的地形和坡度划分出第三级及四级。

彩红外航片影象信息丰富, 各种土地利用类型的影象特征均明显、直观, 判读比较准确, 基本上可在室内完成。值得一提的是, 对坡度的半定量判读, 我们使用了特制的坡度尺^[3], 将航片象对放在立体镜下判读, 可区分为 $<15^\circ$ 、 $15-25^\circ$ 、 $>25^\circ$ 三级。

3. 统计计算: 依据各地类抽样点数计算其在总体中所占的成数, 公式如下:

$$p_i = \frac{\sum_{e=1}^m n_{ei}}{\sum_{i=1}^m n_i} \dots\dots(2) \quad \text{式中: } p_i \text{——} i \text{地类的成数}$$

m ——群数, 本例中为航片张数

n_i ——每群的抽样点数, 本例中为 9

n_{ei} ——第 e 群判读 i 地类的样点数

4. 高差修正: 在本试验中, 样点全部在象片有效面积之内, 象片的倾斜误差可忽略不计。但试区内高差较大, 不同高度的航片比例尺不同, 影响布点的机率与密度。高海拔带, 象片比例尺较大, 同间距布点的实际密度也较大, 其地类抽样机率高; 低海拔带, 象片比例尺较小, 实际布点密度也小, 地类抽样机率小。由此造成的抽样误差, 必须进行高差修正。

高差修正分不同高程带进行, 分带愈细, 修正精度愈高, 但工作量较大。所以, 分带可根据试区内高差状况适当进行。在本试验中, 5 个县进行统一分带、其海拔从 700 米至 2300 米, 高差为 800 米, 划分为 8 个高程带, 间离为 200 米。每张象片的高程带别以该象片中心点

表1 整群成数抽样判读点数修正计算表(交口县)

高 程 带	修正系数	总 计		1		2		3		4		5		6		7		8	
		判读点修正点	耕 地		园 地		林 地		牧 草 地		居民点及工矿用地		交 通 用 地		水 域		未 利 用 地		
			判	修	判	修	判	修	判	修	判	修	判	修	判	修	判	修	
1	1.4583		224	326.7	1	1.5	36	52.5		5	7.3	5	7.3	7	10.2	46	67.1		
2	1.2959		349	452.3	1	1.3	226	292.9	31	40.2	12	15.6	4	5.2	2	2.6	88	114.0	
3	1.1431		340	452.7			473	540.7	80	91.4	12	13.7	6	6.9	8	9.1	58	66.3	
4	1		72	72.0			495	495.0	24	42.0	5	5.0				11	11.0		
5	0.8663		36	31.2			311	269.4	6	5.2						1	0.9		
6	0.7423						104	77.2	1	0.7									
7																			
8																			
样点合计		3080	3505.1	1021	1270.9	2	2.8	1645	1727.7	142	161.5	34	41.6	15	19.4	17	21.9	204	259.3
成未修正		1	0.3315	0.0006	0.5341	0.0461	0.0110	0.0049	0.0055	0.0663									
数 修 正		1	0.3626	0.0008	0.4929	0.0461	0.0119	0.0055	0.0062	0.0740									

注: 1. 篇幅关系,表中只列出第一级地类。实际工作中分到第二级,耕地分到第三、四级。

2. 此表只限交口县,该县无第7第8高程带。

3. 按照分类系统,林地中包括了灌木林地。

4. 点数修正时,先各带各地类分别修正,修正后的总点数为修正数分别相加所得,不等于判读总点数。

的高程(由地形图查出)来确定。

纠正时,将测区内平均海拔高度确定为基准高程,再按下式分别计算各程常带的修正系数($V_{\text{带}}$):

$$V_{\text{带}} = \left(\frac{H_0 - h_{\text{带}}}{H_0 - h_{\text{基}}} \right)^2 \dots\dots(3)(4) \quad \text{式中: } H_0 \text{——绝对航高,由航摄资料查得}$$

$h_{\text{基}}$ ——测区平均海拔高度 $h_{\text{带}}$ ——所求高程带的海拔高度中值

然后,用各带修正系数乘以各地类的判读点数,得出修正点数,进而计算出修正后的成数。例见表1。

5. 面积计算:按总面积及各地类修正后的成数计算各地类的面积。总面积为全县总面积,由1:50000比例尺地形图上量算求得。在本试验中,只对县界做了必要的核实修正。

三、试验成果及其精度与效益分析

(一) 试验成果

通过彩红外航片整群抽样,分别得到离石、方山、柳林、交口和石楼5县的土地利用类型面积统计表(略)。各地类均分至第二级^[2],而农耕地则划分至第三级或第四级。

(二) 结果精度分析

1. 判读精度:对于抽样点的地类判读结果,抽取30%进行校核检验,统计出判读精度结果见表2。

表2 彩红外航片地类判读精度检验结果

地类	第一级地类									第二级	耕地	耕地
	总	耕地	园地	林地	草地	交通用地	居民点及工矿	水域	未利用地	地类总	第三级	第四级
精度(%)	98.0	98.0	98.0	97.0	96.0	100	100	100	96.0	97.7	97.5	95.0

2. 抽样精度:整群抽样方法本身可计算其抽样精度,方法是先求出各地类样本分布的标准差 S_{pi} :

$$S_{pi} = \sqrt{\frac{(1-f) \sum (P_{ie} - P_i)^2}{m(m-1)}} \dots\dots(4)(1) \quad \text{式中: } f(\text{面积抽样比}) = \frac{A_{\text{抽}}}{A_{\text{总}}}, \text{本}$$

试验中 $f = 0.17741939$; P_{ie} 为第 e 群 i 地类所占的成数。由此,抽样精度(P_c)计算如下:

$$P_c = 1 - \frac{t \cdot S_{pi}}{P_i} \dots\dots (5)$$

表3列举了各县一级地类及主要二级地类的抽样精度结果。

所谓抽样精度,是指样本平均值对总体平均值的精度。显然,抽样精度与样本数多少有关。另外,由表3可见,各种地类的抽样精度与其成数大小有关。同等抽样密度情况下,大成数的地类,如耕地、林地等,抽样精度较高;而成数较小的地类,如公路、园地、居民地等,抽样精度较低。若事先用公式(1)按照最小地类的估计成数和允许误差,以确定所需的总抽样点数,则可保证调查的精度。

3. 几种方法精度比较:为了检验整群抽样法的实际精度,作者在方山县进行了常规方法概查及应用彩红外航片全面判读进行了1:10000比例尺制图的详查。三种方法获得的地类面积结果列于表4。若以详查结果为准,则整群抽样法的结果大多较常规概查法更接近于详

表3 各县主要一、二级地类抽样精度统计表(精度%)

地 类	石 楼	方 山	交 口	离 石
耕 地	94.7	94.0	92.8	94.5
水 浇 地	—	71.6	—	72.4
旱 地	94.7	94.0	92.8	94.0
园 地	—	—	—	51.0
林 地	88.6	92.3	91.6	91.1
有 林 地	82.3	86.4	82.3	85.3
灌木林地	77.3	86.0	88.8	88.0
疏 林 地	83.7	72.0	80.8	77.0
幼 林 地	72.5	85.0	71.8	76.0
草 地	94.2	88.0	77.4	80.0
居 民 地	46.5	80.3	66.4	70.8
农村居民点	45.7	81.0	67.7	79.4
交通用地	75.3	81.5	56.5	78.0
公 路	21.6	48.0	—	47.5
农村铁路	73.7	78.0	54.0	62.0
水 域	79.8	73.0	59.8	65.0
河流水面	78.4	60.0	—	64.2
滩 涂	47.0	45.0	—	44.0
未利用地	91.4	89.8	85.2	90.5
荒 草 地	86.5	91.0	84.6	90.0
裸 土 地	81.7	44.0	89.0	74.0
碌 岩	52.5	—	21.6	22.0
田 坎	78.7	62.5	—	18.0

表5 方山、柳林和离石三县两次整群抽样结果比较(精度%)

县名及次数		耕 地	园 地	林 地	草 地	居民地	交通用地	水 域	未利用地
方山县	第一次	30.0	0.09	45.9	7.75	1.83	1.78	1.11	11.5
	第二次	30.5	0.04	43.5	8.25	1.21	0.38	0.53	15.6
	较 差	-0.05	0.05	2.37	-0.50	0.62	1.40	0.58	-4.07
柳林县	第一次	47.9	0.32	7.83	3.10	2.58	1.90	2.97	33.4
	第二次	47.7	0.24	7.23	3.42	2.13	0.63	1.75	36.9
	较 差	0.19	0.08	0.60	-0.28	0.45	1.27	1.22	-3.5
离石县	第一次	34.3	0.35	40.2	3.39	2.45	0.82	0.84	17.7
	第二次	30.2	0.19	41.1	3.83	1.75	0.48	0.61	21.9
	较 差	4.08	0.16	-0.86	-0.44	0.70	0.34	0.23	-4.21

查结果。

4. 为了检验整群抽样法结果的重现性,在方山、柳林和离石三个县进行了二次抽样比较,第二次抽样时样点间距改为1厘米。结果见表5。由表可知,多数地类结果重现性较好,但线性地物,如交通用地,重现性较差。

(三)效益分析

应用航片整群抽样法进行土地资源调查,最大的优点是省力、省钱、快速,可节约资金90%以上。表6列出了方山县应用三种不同的方法,在人力及资金费用上的差异,表明整群抽样法具有较好的经济效益。

表4

三方法的精度比较(方山县)

(单位: %)

地 类	详查结果	整群抽样结果	常规概查结果	抽样与详查较差	抽样与概查较差	概查与详查较差
耕地	28.7	30.0	29.9	1.38	0.12	1.26
水浇地	1.72	0.88	2.10	0.16	-0.22	0.38
旱地	26.9	28.2	27.8	1.23	0.35	0.88
沟川地	2.66	2.74	3.15	0.08	-0.41	0.49
河滩地	1.31	0.68	0.16	-0.63	0.52	-1.15
梯田	2.85	3.56	3.34	0.71	0.22	0.49
坡地	20.1	21.1	21.2	0.97	-0.10	1.07
园 地	0.12	0.09	0.17	-0.03	-0.08	0.05
果 园	0.11	0.09	0.15	-0.02	-0.06	0.04
林 地	50.7	45.9	34.3	-4.81	11.5	-16.4
有林地	20.8	21.3	20.0	0.53	1.28	-0.75
灌木林地	41.9	11.7	4.59	-1.13	7.14	-10.3
疏林地	4.84	3.76	8.04	-1.08	-4.28	3.20
人造幼林地	9.69	8.60	1.35	-1.09	7.25	-8.34
牧草地	9.29	7.75	11.8	-1.54	-4.00	2.46
天然草地	9.21	7.75	11.6	-1.46	-3.86	2.40
居民点及工矿地	1.63	1.83	1.68	0.20	0.15	0.05
城 镇	0.11	0.16	0.14	0.05	0.02	0.03
村 社	1.46	1.67	1.51	0.21	0.16	0.05
交通过地	0.32	1.78	1.12	1.46	1.66	-0.20
公 路	0.12	0.23	1.12	0.11	0.11	0
农村道路	0.20	1.56	0	1.36	1.56	-0.20
水 域	0.97	1.11	0.68	0.14	0.42	-0.29
河流水面	0.21	0.55	0.64	0.34	0.09	0.43
水库水面	0.01	0.03	0.03	0.02	0	0.02
未利用地	8.34	11.5	21.4	3.2	-9.82	13.0
荒 草 地	6.70	9.79	10.8	3.09	-1.01	4.10
其 它	1.34	0.89	10.6	-0.35	-9.67	9.22

注:少数次要地类未列

表6

应用不同方法进行土地资源调查时费用比较(方山县)

方 法		工作天数	工作人员(个)	所用经费(元)	备 注
整群抽样		30	1	717	各种方法中均计入航片折旧费。另外,常规概查与详查中未算制图费
常规概查		6360	76	28540	
航片详查		370	20	44568	
抽 样	较 差	-6330	-75	-27823	
比 常 规	节 约 %	99.5%	98.7%	97.5%	
抽 样	较 差	-340	-19	-43851	
比 详 查	节 约 %	91.9%	95.0%	98.4%	

四、 小 结

航片整群抽样法用于土地资源调查,有简便、节约、快速的优点。亦适用于复杂的地形及土地利用状况。样点的航片地类判读准确,即使是黑白航片也可取得较好判读效果。调查成果精度主要取决于抽样精度,抽样精度与样本数及地类成数有关,大成数地类精较高,

(下转第246页)

表6 溶磷细菌对磷矿粉的溶解强度 (mg/g)

菌 名	摩洛哥 磷矿粉	开阳磷 矿粉	株数	占总株 数%
巨大芽孢杆菌 节杆菌 黄杆菌 欧文氏菌 假草胞菌	25—30	10—15	44	16.6
产碱菌 多粘芽孢杆菌 枯草芽孢杆菌	20—25	7—10	67	25.3
蜡质芽孢杆菌 球形芽孢杆菌	15—20	5—7	51	19.2
自生固氮菌 矮小芽孢杆菌	10—15	3—5	52	19.6
紫色杆菌 沙雷氏氏菌	5—10	2—3	33	12.5
坚硬芽孢杆菌	2—5	1—3	18	6.8

微生物对难溶性磷酸盐的溶解作用在土壤中普遍存在。由于磷酸盐在土壤中不易移动,而微生物比植物更易溶解磷酸盐的优越性是由于细菌细胞和真菌菌丝比植物根系细微,更易与矿质颗粒紧密接触,从而可以释放更多的正磷酸盐供植物利用。

参 考 文 献

- [1] 沃尔克, N. (英) (中国科学院南京土壤研究所微生物室译), 土壤微生物学, 科学出版社, 84—86, 1981。
- [2] Nagarajah, s., Ponsner, A. M. and Quick, J. P. Nature, 228, 83—85. 1970.

土壤信息

酸性底土的改良 II. 石膏对作物生长和底土的 化学性质的影响

在许多高度风化的土壤中,作物因受到Al的毒害难以利用底土中的水分,而在这些土壤中表层施用的石灰通常垂直移动极慢,需要采用特殊的机械和/或化学方法来解决这个问题,作者用玉米(*Zea mays* L.)在强酸性Normandien粘壤土上进行田间实验,考

察了表面混施石膏($86\% \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)对产量、根系发育和剖面化学性质的影响。石膏的影响是由时间决定的。交换性Al的水平逐渐下降,同时底土中的Ca、Mg和 $\text{SO}_4\text{-S}$ 逐渐增加。在 $\text{SO}_4\text{-S}$ 的吸附/沉淀最大区水的pH显著升高,但KCl测得的pH保持不变。到了第四年石膏对底土根系发育的影响是显著的,产量也明显上升。这些结果表明,石膏表面混施对于改良这种酸性底土是一个经济可行的方法。

作者提到用磷石膏效果较一般矿质石膏更好,因还有P的营养作用。

(刘志光据 S.S.S.Am. J. 52:175—180, 1988)

(上接第276页) 样本数可按小地类成数和所需精度计算确定。整群抽样调查结果的精度高于常规概查法,而经费却可节约97%以上。整群抽样法的缺点是,只能统计出各地类的面积数据,不能绘制图件成果。另外,小成数地类和线形地物的精度和重现性均较差。

参 考 文 献

- [1] F.洛茨等著(林昌庚,沙琢等译),森林资源清查,中国林业出版社,1985。
- [2] 全国农业区划委员会编,土地利用现状调查技术规程。测绘出版社,1984。
- [3] 林业部调查规划院编,森林调查手册,林业出版社,1984。
- [4] 唐宗祺,利用新旧航片对比分析监测林地类型变化,森林调查规划,第3期(总31期),1979。