

三峡库区土地资源的多源信息综合制图法*

曹锦铎 陈鸿昭 陈斌飞 曾志远 潘贤章

(中国科学院南京土壤研究所)

提 要 本方法用来编制 1:10 万长江三峡库区土地资源评价图,以卫星数据计算机监督分类为基础,配合以野外调查和遥感、非遥感的资料。把这些资料作为多源信息,加以综合后,编制出的土地资源评价图,经实地校核,与 SPOT 卫星像片、卫星数据计算机监督分类图相套合,准确率分别为 88, 91, 93(%)。

关键词 长江三峡库区 土地资源 多源信息综合制图法

长江三峡库区(以下简称三峡库区)地域广阔,地形和岩性复杂。它坐落在东经 106°14'—111°28',北纬 28°56'—31°44',即东起湖北省宜昌市,西迄四川省江津县,北接大巴山南麓,南及云贵高原北缘。全区土地面积达 6 万多平方公里。

本区处于大巴山褶皱带、川东褶皱带和川鄂湘黔隆起褶皱带三个构造单元的交汇处。自燕山运动抬升后,经喜马拉雅运动,区内逐渐形成深邃险峻的长江峡谷。沿江两岸山峰与江面之间的相对高度 500—1500 米。

本区的山地占 67.8%,丘陵台地占 29.5%,平地占 0.9%,其他占 1.8%。土壤类型主要是:紫色土占 47.8%,石灰岩土占 34.1%,由花岗岩和砂页岩母质发育成的黄壤、黄棕壤等占 16.3%。

一、多源信息综合制图法和多源信息分析评价

三峡库区土地资源评价、制图,确定的比例尺是 1:10 万,要求三年中完成。在三年时间内,欲以航片为主的传统土地资源调查与制图方法,完成范围如此之广、难度如此之大的评价和制图任务,显然是不可能的。对本区作一次全面的航摄,再通过航片目视解译并制图,所需的时间、人力和经费相当可观。

就以航摄 1:5 万红外片而言,全区航片要 2700 张。根据黄土高原航片判读经验,若把这么多航片加以解译转绘到地形图上,约需劳动日 5400 个,加上接边、航片专业内容勾绘的统一协调等工作,至少需 25 个制图技术人员干三年。实际上,库区边界弯曲,航摄面积至少需 8 万平方公里。航摄费用以 1987 年每万平方公里 14 万元计,共需 110 万元,加之航摄后的判读、编绘、清绘成图等工作,这笔费用至少还需 50 万元。

(一)多源信息综合制图法

为争取时间、节约支出费用、保证成图质量,就把卫星数据作为遥感信息来源。众所

*“七五”国家重点科技攻关课题《长江三峡库区土地承载能力研究》的部分成果。
本文收稿日期:1991-09-30。

周知,卫星图像至少有四个波段,可选择最佳组合;这样的卫星数据经计算机处理便能输出图像,对其加以几何纠正并叠加公里网格后,即可与地形图匹配,使用十分方便。

由此在制图实践中就形成了多源信息综合制图法,其以卫星数据计算机监督分类为基础,以对土地资源评价有重要意义的地理界线(如等高线、坡度级界线、成土母质界线与土壤界线)为控制,以其他遥感资料(如黑白航片、彩红外片与 SPOT 卫星像片)和非遥感资料(如地形图、成土母质图、土壤图、土地利用图与植被图等)为参考或作局部补充修正的依据,以野外调查作验证。

1:10万三峡库区土地资源评价图的制图工作,在样图实验和专家评议论证后即全面展开;五个技术人员仅历时两年多就圆满地完成了。

(二)各种信息源的分析评价

本区1:10万土地资源评价图的编制以室内工作为主,野外调查验证为辅,因而对各种信息源的收集和分析十分重要。鉴于区内土地资源评价和制图的需要与可能,收集了区内已有的:1:10万 TM 或 MSS 卫星数据计算机监督分类图、沿江两岸1:6万—1:7万彩红外片、1:3万—1:4万黑白航片、1:10万 SPOT 卫星像片(放大)、1:10万土壤-母质类型图(放大)、1:10万地形图、1:10万土地利用现状图,还有地质图、植被图、森林分布图,以及有关的专业调查报告与文献资料。

这些资料通过读图和分析比较来评定可靠程度和质量,进而确定对编制区内1:10万土地资源评价图的适用性(表1)。

表1 各种资料在土地资源评价图编制中的适用性

Table 1 Application of multi-source information to the mapping of land resource evaluation

资料类型	TM 或 MSS 卫星数据计算机监督分类图, 1:10万	SPOT 卫星像片(放大), 1:10万	彩红外片, 1:6万—1:7万	黑白航片, 1:3万—1:4万	地形图, 1:10万	土壤-母质类型图(放大), 1:10万	土地利用现状图、地质图、植被图、森林分布图等
适用性	覆盖全区,资料现势性好,信息量丰富,水田、旱地、灌草地和林地清晰可分	基本覆盖全区,除水田水体外,反差对比度小,层次不够清楚	仅覆盖沿江两岸,各类地物比较清楚	覆盖少部分地区,各地类清晰可分,地形比较清楚,但灌草地与稀疏林地易混	覆盖全区,适用于高程、坡度级控制。图上的公里网格、水系可与分类图套合	覆盖全区,资源评价主要依据之一	反映各种土地利用类型和单因子分布,但划分标准不同,标准详略不一
基本用途	作基本资料	作补充和验证资料	作补充资料	作补充资料	作底图、基本资料和控制资料,还作校核时的参考资料	作土地资源评价的控制资料	作参考资料

二、编图的步骤和方法

与编制一般中比例尺图件相比,用多源信息综合制图法编制1:10万三峡库区土地资源评价图的程序和方法有相似之处(附图)。

但由于成图的目的和用途有所不同,侧重点也不一样。1:10万三峡库区土地资源评

价图旨在:为移民环境容量研究提供基础数据和科学依据,对后备宜农土地资源的数量和质量评价要求较高。所以在编图过程中,强调把住质量关,注意发挥各种信息的互补作用,并加强野外校核验证。下面略述此图编制的步骤和方法。

(一)建立土地分类、分级系统

土地分类、土地分级是土地资源调查评价研究和制图的主要内容,也是制图综合的重要依据之一。

在编图之前,得确定土地分类、分级系统。这先后需:1. 从横向上,把本区土地分为 21 个土地类,36 个土地组,244 个土地型。划分依据是:不同岩性或裸岩的分布面积、地面坡度、土壤侵蚀、有效土层厚度、土壤质地、养分储量、海拔、灌溉保证率以及水文和排水条件

共九个关键性土地评价因素,还有它们在平坝、丘陵台地、山区分别对土地性质影响大小的排序,此外用等差指数加和法评定每个土地型的综合质量指数。2. 从纵向上,把区内土地分为八个等级:第 1—4 等地为农地和宜农地;第 5—7 等地为宜林地、宜牧地;第 8 等地为特殊用地(如城镇、矿区、裸岩、砾质沙滩、沙洲等)。为如实反映本区的土地资源特点,严格按照制图规范拟定的制图单元上图。

(二)建立卫星数据计算机监督分类与实地土地类型的对应关系

编图过程中使用的是 TM 卫星数据计算机监督分类,取的是 50×50 (米)的像元。每块遥感图像分出 20—24 个地被类型,包括水田、旱地、草地、灌草地、林地及其他用地(即裸岩、城镇、水体等)。对卫星数据计算机监督分类图上每种地被类型(颜色)构像特点作出典型剖析后,可找出各种图像与实地土地类型的对应关系,并加以综合(表 2)。

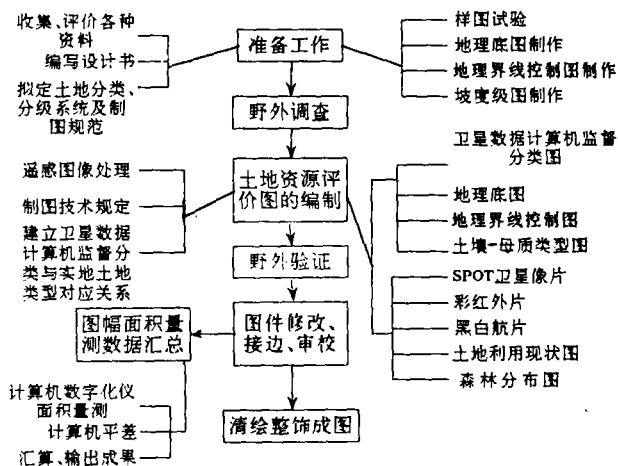
(三)勾 绘 稿 图

这是一项繁杂的制图工艺。其有以下几个程序。

1. 按公里网格或水系,将地理底图、地理界线控制图与卫星数据计算机监督分类图三者套合;也可把各种重要的地理界线用铅笔预先标绘在地理底图上,以减少一张聚酯薄膜片与卫星数据计算机监督分类图的套合。这样做的优点是:操作简便,图件易于固定,有助于提高清晰度。

2. 在地理底图上以某一高程范围内的同一类土壤为基准,依次勾出同一土地组内各种土地型的图斑界线,并注入相应的制图单元代号。

3. 将勾绘草图与事先准备好的坡度级图套合,并对坡度 25° 上下的旱地、灌草地进行



附图 编制土地资源评价图的工艺流程

Figure Mapping procedure of land resource evaluation map

重新评价:坡度 $> 25^\circ$ 的陡坡旱地予以降级,规划为退耕还林;坡度 $\leq 25^\circ$ 的缓坡灌草地予以升级,规划为后备可垦农田。

表 2 卫星数据计算机监督分类与实地土地类型的对应关系

Table 2 The relation between supervised classification and land cover type

地 被 类 型			颜 色												
			绿	黄绿 斜网 点状	蓝、 深蓝	黄草绿 线条网 格状	红线 条网 格状	黄斑	黑绿线 条网 格状	紫色 中带 网 格	紫	深红	粉红	棕色 网 格 状	灰白 色网 格状
丘 陵	水旱 灌草地 林地	✓	✓		✓ ✓	✓	✓	✓ ✓	✓	✓		✓			
低 山	水旱 灌草地 林地	✓	✓ ✓		✓ ✓	✓	✓	✓ ✓	✓	✓		✓ ✓			
中 山	水旱 灌草地 林地	✓	✓		✓ ✓	✓ ✓	✓	✓ ✓	✓	✓	✓	✓			✓
高 中 山	水旱 灌草地 林地	✓ ✓	✓ ✓		✓			✓		✓			✓		✓
其 他	水 体 城镇、裸岩			✓										✓	

4. 把勾绘的草图与地形图套合,并进行地学分析:检查图斑界线勾绘是否符合地貌形态特征,图斑专业内容是否符合土地类型组合及其空间展布规律。如发现不符者,即行修改。此外要充分利用 SPOT 卫星像片、彩红外片、黑白航片等对局部细节加以补充。

(四) 野外校核验证

土地资源是以土壤为基础的自然资源。土壤无固定的几何图形,又常被生长在其上的植被所覆盖,使土壤信息不能在卫星数据计算机监督分类图及航片卫片上得到直接反映。即使没有植被覆盖,也只能反映土壤表面状况,难以表现垂直剖面的性状。因此带着土地资源评价图初稿,到野外校核验证,是不可缺少的环节。在工作过程中,曾三次赴野外校核验证,对发现的问题及时加以修改。

(五) 接边、审校与清绘成图

编图过程中图幅的接边是保证全图边界、内容统一协调的关键。这除有各分幅间的接边外,在全图经野外验证修改后,还应专门安排时间,对所有图幅加以拼接和全面审校,待定稿清绘毕,便可成为区内 1:10 万土地资源评价图的出版原图。

三、编制稿图中若干问题的处理

编图过程中因用到的信息源多,综合性强,会遇到诸多技术问题,最突出的为三个。

(一)发挥多种信息的互补作用

遥感信息随季相变化而异,故会出现“同谱异类”现象或“同类异谱”现象。对此,1. 要把住卫星数据计算机监督分类的质量关,加强训练样本调查和地物光谱分析;2. 要加强地学-生物学相关分析,发挥其他信息的互补作用。这样做后,效果甚佳。

如夫子岩幅(H-49-18)卫星像片接收时间是1986年8月,在卫星数据计算机监督分类图上,水田和神农架林区海拔1800米山顶夷平面均呈绿色调;对比分析地形图、SPOT卫星像片与其他地面专业资料后得知,8月份正是雨热同期,植被生长旺盛。其实当地海拔1800米已超过水稻生长上限,出现的是中山草地,因而定为山地草甸土高中山草地。又如8,9月份接收的卫星数据计算机监督分类图上显示,裸岩呈灰白色网格状,容易与已收割的早稻田色调相混。其实套合以地理界线控制图和坡度级图后,并加以地学-生物学相关分析,就易于分开两者。因为水田多处于河流阶地上,而裸岩则出现在坡地上。

(二)图斑成分的数量化

三峡库区是一个典型的山区,不仅地形破碎,地块狭小,而且土地利用相当充分,农林牧用地犬牙交错,分布零乱。

在区内1:10万土地资源评价图上圈定的最小图斑以多大为宜,采用哪种表达方式才能反映当地资源特点,这是本次制图的数量化规范化的关键。鉴于国内外现行中比例尺图上的最小图斑0.25—0.50平方厘米,又从卫星数据计算机监督分类图的像元 50×50 (米)、如实反映土地资源特点和保证图面清晰易读出发,现确定上图的最小图斑面积0.40平方厘米(相当于卫星数据计算机监督分类图上160个像元,实地面积4公顷),<此数的作为内含物或用组合图斑表示。同一图斑内<该图斑面积15%的成分,在制图综合时作为内含物而不予表示,>60%的作为主要成分表示,15—60%的作为次要成分表示。其面积按成分比例计算。

(三)图斑界线和形状的制图综合

图斑界线和形状的概括,是制图地域特征和土地资源分布规律的体现,也是保证制图质量的重要内容。这首先对制图区内土地资源的情况要有宏观了解,编绘稿图时能做到从土地资源的地域特征着眼,从中微域的类型、性质差别着手。

例如区内的水田的分布相当广泛,从川东平行岭谷到三峡山地都有分布,但集中分布在河谷平坝、山间盆地、灰岩槽谷、洼地及水源条件较好的台地,对此在制图综合时就要描绘成较顺直圆滑的曲线,去掉其细小的弯曲,保留其本质的形状。低位槽谷内的水田分布因受地形限制而多呈长条形,盆地中的水田分布则呈圆形或半圆形。

旱地主要分布在坡度较大、水源较差、灌溉不便的丘陵、低山和中山山坡上,图斑形状多不规则。在水旱地交错分布的盆地边缘,以水田为主的图斑界线沿沟谷要有一定的弯曲。林地一般都分布在陡坡、峡谷谷坡和丘陵山地顶部,图斑界线走向往往与山脊线走向

或沟谷流向一致,且较顺直。

四、对所编制的土地资源评价图质量的评估

目前对中比例尺土地资源评价图质量的评估还没有建立规范。就三峡库区实际情况而言,该从如下三个方面来作出评估。

(一)土地资源评价图与实地情况符合的程度

这就得把编好的图件直接拿到野外作实地校核验证,先后进行过三次(分别为 1988 年 5—7 月,1989 年 10—11 月,1990 年 5—6 月),涉及 24 个县,每个县平均布置考察核对路线三条。

实地校核验证结果显示,查核的图斑 255 块中,图斑的内容、界线和形状均一致的 197 块,即准确率近 88%;此外有:图斑成分主次颠倒的 4 块,图斑界线偏大(或偏小)的 24 块。由此可以说,图与实地两者大体相符。

表 3 图斑成分的面积比率

Table 3 The component ratio of map unit

图斑 代号	量测面积 (厘米 ²)	比率 (%)	类 型	图斑 代号	量测面积 (厘米 ²)	比率 (%)	类 型	图斑 代号	量测面积 (厘米 ²)	比率 (%)	类 型
3 ₀₁₀₋₃	403.04	63	旱 地	3 ₀₁₁₋₃	787.39	67	旱 地	2 ₀₁₁₋₁	594.22	61	水 田
	169.48	27	灌草地		322.21	27	灌草地		349.93	36	旱 地
	67.80	10	水 田		77.36	6	水 田		32.13	3	灌草地
3 ₀₁₀₋₂	1248.31	48	旱 地	3 ₀₄₋₃	634.10	76	旱 地	3 ₀₁₀₋₂	560.94	64	旱 地
	1209.44	45	水 田		189.28	22	灌草地		296.75	34	水 田
	182.73	7	灌草地		13.75	2	水 田		14.99	2	灌草地
2 ₀₁₀₋₁	658.98	66	水 田	2 ₀₅₋₁	1127.59	61	水 田	3 ₀₁₁₋₃	1046.84	73	旱 地
	311.12	31	旱 地		477.50	26	旱 地		329.15	23	灌草地
	26.73	3	灌草地		244.21	13	灌草地		49.12	4	水 田
3 ₀₄₋₃	308.83	59	旱 地	3 ₀₄₋₃	139.52	74	旱 地	3 ₀₄₋₃	442.26	75	旱 地
	215.61	41	灌草地		49.57	26	灌草地		145.07	25	灌草地
3 ₀₂₂₋₁	478.09	70	水 田	4 ₀₁₀₋₄	347.17	78	灌草地	4 ₀₂₅₋₄	1929.20	71	灌草地
	200.81	30	旱 地		80.58	18	旱 地		474.72	17	旱 地
5 ₁₂₋₅	1283.16	89	灌草地	5 ₀₂₋₄	16.77	4	水 田	5 ₀₂₅₋₄	319.39	12	林 地
	268.17	6	林 地		390.50	64	灌草地		385.51	60	灌草地
5 ₂₉₋₄	84.79	5	旱 地	5 ₀₄₋₄	219.27	36	旱 地	5 ₀₄₋₄	254.46	40	旱 地
	1700.20	76	灌草地		304.76	59	灌草地		470.71	63	灌草地
5 ₀₄₋₄	533.21	24	旱 地	5 ₁₀₋₆	216.37	41	旱 地	4 ₀₂₁₋₆	273.82	37	旱 地
	232.58	65	灌草地		1047.67	75	林 地		470.07	70	林 地
2 ₀₁₁₋₁	127.42	35	旱 地	3 ₀₂₂	335.36	24	灌草地	3 ₀₂₂	187.03	28	灌草地
	508.68	91	水 田		15.48	1	旱 地		13.72	2	旱 地
	13.95	2	旱 地		83.44	82	水 田		152.08	88	水 田
2 ₀₁₁₋₂	36.97	7	灌草地	5 ₂₃	17.57	18	旱 地	—	21.35	12	旱 地
	697.33	79	水 田		163.78	88	灌草地		—	—	—
	190.08	21	旱 地		23.01	12	旱 地				

(二)土地资源评价图与 SPOT 卫星像片符合的程度

这就是在现有的 SPOT 卫星像片中随机选出一批影像清晰、易于定位、资源类型明确

的影像图斑,与土地资源评价图上相应的图斑套合,凡图斑界线误差在制图允许误差范围内者就算正确,否则就作为错误。

如秭归幅(H-49-42)中,饱和紫色土单斜低山水田-旱地(2_{4.1})型,在 SPOT 卫星像片上虽水田占>60%,旱地占30%,但经套合查对,勾绘的图斑比卫星像片的影像图斑小了3毫米,应视为勾绘错误。又如安坪幅(H-49-39)中,典型黄壤低山林地与典型黄壤低山灌草地组合(5_{7.6}),经套合后核对 SPOT 卫星像片影像图斑是以灌草地为主要成分,林地为主要成分,这也应视为勾绘错误,将其纠正为 5_{12.5}。

所抽查的15幅图内图斑80块中,土地资源评价图的图斑与 SPOT 卫星像片的影像图斑基本一致的73块,准确率91%,而错误的7块。足见图与卫星像片符合得令人满意。

(三)土地资源评价图与卫星数据计算机监督分类图符合的程度

按随机抽样,在五幅图中,选取图斑29块,放大成1:5万,并与1:5万卫星数据计算机监督分类图套合,找出两者的相应图斑,勾绘出同一图斑内各个地被类型界线,求出它们各自的面积比率,然后验证土地资源评价图图斑成分的面积比率(表3)是否符合制图要求。验证结果表明,在所选的29块图斑中,仅2块图斑的内含物比率偏高[分别为21,18(%)],准确率93%。由此说明,所编的图件质量是可信的。

综上所述,多源信息综合制图法在编制1:10万长江三峡库区土地资源评价图过程中显示了其优越性:既省时省工省财力,又能保证成图质量。此法不失为一种行之有效的制图方法。

MULTI-SOURCE INFORMATION COMPREHENSIVE MAPPING METHOD OF LAND RESOURCE IN THE THREE GORGES RESERVOIR AREA OF THE CHANGJIANG RIVER

Cao Jinduo Chen Hongzhao Chen Binfei Zeng Zhiyuan Pan Xianzhang
(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

This method is to draw up 1:100,000 map of land resource evaluation.

Multi-source information comprehensive mapping method refers to one that chooses aerial and space remote sensing and surface materials for analysis and evaluation under the computer supervised classification of data, and is supplemented by relevant materials and reference sources.

This method may employ aerial photographs, as well as SPOT satellite pictures and remote sensing data computer supervised classification graphs, depending on the demands and possibilities of drawing a land resource evaluation map. For maps of the provincial level, it is proved to be more accurate and convenient to use computer supervised classification of remote sensing data.

In order to get the expected result from multi-source information comprehensive mapping method, it necessary to make good use of the information from computer supervised classification and other relevant remote sensing and non-remote sensing information, solve the components of map delineation in a scientific way, standardize the boundary shape. Finally, field check of the map should be done carefully.

1:100,000 map of land resource evaluation compiled by this method has had a check field and has been registered with SPOT satellite pictures and remote sensing data comoputer supervised classification graphs. Its accuracy rates are 88, 91 and 93(%) respectively.

Key words Three Gorges Reservoir Area of the Changjiang River, land resource, multi-source information comprehensive mapping

四川省雅安市国营第一七四厂防灾减灾措施点滴

雅安市处于青藏高原与四川盆地之间的过渡地带。1959—1988年期间,境内出现过的最大降水量:一日的近340毫米,一小时的约89毫米,十分钟的近28毫米。暴雨年均6.6次,大暴雨年均1.8次。故本市素有“雨城”之称,属四川乃至全国暴雨中心之一,雨多而强度大。

国营第一七四厂位于雅安市北郊山区,地处雅安向斜东翼,山地呈单面山。地层为下第三系棕红色泥岩、泥质粉砂岩。岩性松软,抗风化侵蚀能力极低,构成坡体的物质极不稳定。

厂区位设一条汇水面积约5平方公里的山沟内,占用土地面积近1平方公里。建厂于1966年,至1990年厂区就有18年遭受多种山地灾害,造成经济损失>800万元。

厂区内常见的山地灾害有:1.山洪。其汇集至生产区后,由于排洪设施受山地自然环境的限制,泄洪不畅,厂区连年遭淹。如1989年7月24日所降的大暴雨,使生产区厂房40幢、机电设备数百台被淹,造成直接经济损失230万元。2.崩塌。计18处,其中最危险的有4处,崩塌总方量19万立方米。如一陡崖下有生产设施,年年崩塌,多次击伤人员,砸坏厂房,直接威胁生产安全。3.滑坡。共24个,其中大的有10个,滑坡总方量500余万立方米。生产区内7个大滑坡和数个小滑坡,直接威胁着生产区厂房20多幢的安全;生活区内3个大滑坡,威胁着医院学校、储气罐水厂等生活设施,以及住宅楼10余幢的安全;沟通生活区和生产区的唯一公路隧道也受坡体滑动而严重变形。4.泥石流。生产区所拥的3条支沟都是泥石流沟。三者泥石流形成源地的松散固体物质储量约150万立方米,加之近年来坡地毁林开荒严重,遇暴雨,常暴发泥石流,直接威胁着某些重点厂房和生产设施的安全。

针对上述种种山地灾害,采取的防灾减灾措施是:1.全厂各级领导重视,对防灾减灾工作常抓不懈,既要防患于未然,又要减轻山地灾害的危害程度;2.本着节约的精神,对山地灾害加以分期分批治理,按先易后难、先保重点设施后保一般设施、由近及远地作出长计划短安排;3.建立险情监测小组,它的功能在于:对山地灾害作好现场监测、协调和管理厂区防灾减灾工作、制定和实施全厂山地灾害防治规划、对险情加以应急处理;4.选好并建好安全区,以便发生险情时,从危险区及时撤离人员,做到临危不惧。

厂区防灾减灾两年来,山地灾害的危害程度大为减轻,从而稳定了职工的情绪,且1991年比1989年的厂内产值增加了50%。

航空航天工业部国营第一七四厂基建处 周定坤