

长江三峡地区资源遥感图像处理中的 几个技术难题

潘贤章 曾志远

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘要 本文对长江三峡地区资源遥感图像处理中的三个技术难题进行了讨论并提出了解决办法:(1)跨两高斯投影带的卫星遥感图像的几何校正,采用分两个子区校正的办法,提出一个简便而有效的确定子区范围的方法;(2)同类异谱问题采用类型细分的方法来解决,类型细分时考虑阴阳坡、作物季相及植被覆盖度等影响因素;(3)同谱异类带来的错分类,可引进地理控制系统对其校正,从而提高了成图精度。

关键词 遥感图像处理,高斯投影带,几何校正,同类异谱,同谱异类,地理控制系统

“七五”期间,我们应用遥感图像数字处理技术进行了整个长江三峡地区的土地资源调查,获得了圆满的成功,总结出了一套适用于大范围、地理环境恶劣地区的数字图像处理技术经验。本文选择其中在图像处理上带有一定普遍性的三个技术问题进行讨论:(1)跨两个高斯投影带的卫星遥感图像的几何校正问题;(2)同类异谱问题;(3)同(近)谱异类问题。

1 长江三峡地区的特点及问题的提出

本文所指的长江三峡地区包括三峡建坝后水库淹没区,东起湖北宜昌市、西至四川江津县、北靠大巴山南麓、南抵云贵高原北缘的地区,大约介于东经 $106^{\circ}14'$ 至 $111^{\circ}28'$ 、北纬 $28^{\circ}56'$ 至 $31^{\circ}44'$ 之间,跨越两个高斯投影带,总面积 6×10^4 多 km^2 。

该地区处于大巴山断褶带、川东褶皱带和川鄂湘黔隆起带三大构造单元交汇处;地形起伏剧烈,高差一般在1000—1500m左右。山地、丘陵、盆地、谷地交错分布,气候垂直变化明显,海拔高度每增加100m温度约下降 $0.3-0.6^{\circ}\text{C}$ 。山川走向、坡向坡度及气候垂直变化造成该地区水、热分配极不均匀,因而植被覆盖及土地利用千差万别。

这些差别又使卫星图像变得非常复杂,阴影纵横交错,色斑纷繁多样,既有一种色斑对应几种类型,也有一种类型对应几种色斑的情况。在这样的地区采用图像数字处理的方法,虽说有其相当的优越性,但也存在很多困难和技术问题。

例如,在几何校正时,由于有的遥感图像跨越两个投影带,就不能简单地用一套地面控制点来进行校正,而分子区校正又要考虑如何有效地划分子区的问题。在分类中首先遇到的就是同类异谱问题,即一种地面类型往往对应多种光谱特征,如果对它们之间的差别不予理睬,或者简单地合并为一类进行处理,结果肯定是不理想的。另外在分类完成

收稿日期:1993年9月9日;收到修改稿日期:1994年3月2日

后,由于同谱异类问题的存在造成的误分类也需要校正。种种问题都会增加工作难度。虽然我们使用的是现成的软件包(主要是 ARIES-III 图像分析系统),但它并不是解决了所有问题,还得看你如何灵活而有效地使用它,才能达到目的、解决问题,尤其是当现成软件难以完成任务时,要确定采用何种方法来弥补。下面我们分别讨论上面提到的问题。

2 跨两投影带的图像的几何校正

我国规定 1:2.5 万—1:50 万地形图按 6° 分带。从起始经线向东每经过 6° 划分为一带,共分 60 带,编号为 1—60。带号 (n) 与经度 (L) 的关系式为 $n = \text{INT}(L/6) + 1$, 中央经线 (L_0) 与 n 的关系式为 $L_0 = 6^\circ \times n - 3^\circ$ 。每带平面直角坐标相互独立,并按一定间隔绘上平行于纵横坐标的直线,构成方网。几何校正的目的就是要将原始遥感图像的坐标纠正成为与地形图坐标一致的坐标系统,一幅图像跨两带时,校正时就要将它分配到两个坐标系统中去。

由公式可算出三峡地区跨西 6° 带,带号为 18,中央经线为 105° ;跨东 6° 带,带号为 19,中央经线为 111° 。两带交合处是 108° 经线。该区域遥感图像中有三幅图跨 18 和 19 带,下面以垫江幅为例说明如何对其进行几何校正。

垫江幅 (TM127/39) 大致范围是这样的:东起万县市、西至华莹山华云市、北至任市、南至涪陵,未校正图像大小为 5 965 行 \times 6 964 列。因为使用 ARIES-III 图像分析系统软件包,几何校正算法都是现成的,所以这里着重介绍如何划分子区。

我们采用一种简单的方法来确定各子区的范围。大概过程如下:

(1) 先确定原始图像上 108° 线的大概位置,找出一点记录其行列坐标。我们选择万县西亭桥区,对应行列坐标为 800 行、4 200 列(图 1)。

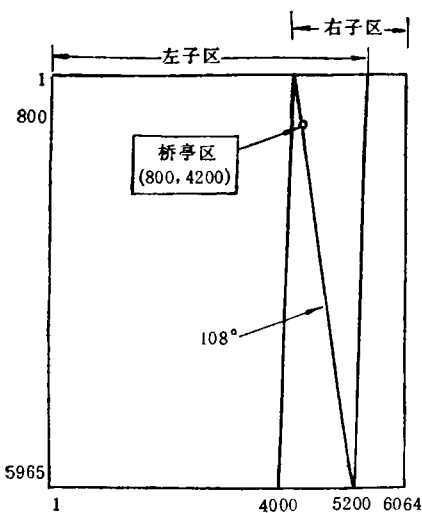


图 1 左右子区范围及划分方法示意图

Fig. 1 Sketch map of the ranges of the two subimages

(2) 估计 108° 线南北端像元列数差。据多次几何校正经验,一般校正后的图像的右边界大概右倾 11° — 14° 。可以这样认为,原始图像上 108° 线整体来看在北部向西倾,南部东移,我们近似用一条直线来表示(实际不是一直线,为计算方便才这样表示的)。通过计算可知,南北缘像元列差在 1200 左右。

(3) 确定左右子区范围。由三角形相似性可算出,相对于北亭桥区而言, 108° 线在

表 1
Table 1

	左子区	右子区
行	1—5 965	1—5 965
列	1—5 200	4 000—6 964

北端西移 200, 南端东移 1 000 点。左、右子区范围见图 1 和表 1。

这种分法很简单, 也很有效, 几何校正结果的示意图如图 2。左子区包含了 108° 经线以西的所有区域, 右子区则包含了 108° 经线以东的所有区域。这两个子区范围有所重叠, 约重叠 14%, 但这是必需的。因为原始图像存在畸变, 校正后的图像边缘是倾斜的, 若按某一列数将原图分为两个子区, 校正结果就会在左右子区的右下和左上部出现楔形空档(图 3)。但是子区之间又不能盲目地重叠, 那样会使工作量不合理地增加。

也许有人认为直接找出 108° 经线南北端位置会更方便, 其实并非如此。因为在原始图像上确定不明显地物的位置非常困难, 反而增加麻烦。所以我们还是采用这种简单的推演法。

子区图像的几何校正过程与一般的几何校正过程一样¹⁾。

3 同类异谱问题

同类异谱简单地讲是一种地物对应几种不同的光谱特征。三峡地区图像上同类异谱现象非常严重。据分析, 引起同类异谱的因素主要有坡向、作物季相、植被覆盖度及植被混合等。

坡向影响最大, 阴坡图像较暗, 植被类型的分辨变得困难。尽管已有人提出

了消除坡向影响的算法, 但能否适应三峡这样复杂地区还是未知数, 故未做这种校正。考虑坡向的影响, 我们采用的方法是将阴阳坡分开考虑, 划分训练区。特别是阴坡上也分出一些地物类型。比如在垫江幅处理中, 分出阴坡针叶林 I 和阴坡针叶林 II 以及阴坡灌草等。

一幅图像中, 南部与北部作物生长期会有所差异, 更主要的是分布的地理位置高低不同也会造成作物季相、长相的差异。三峡地区海拔千米以上与海拔百米处气温差可达 10°C 左右, 温差及日照影响会造成诸如山下作物已收割, 山上作物才黄熟的现象。因此

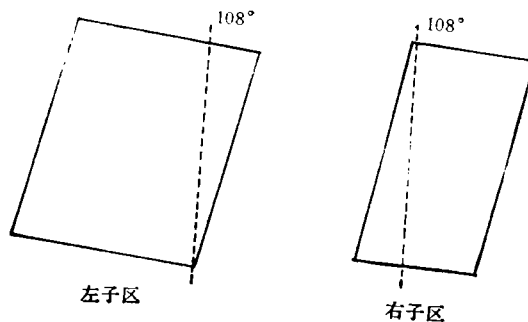


图 2 正确划分的子区几何校正后的图像的示意图

Fig. 2 Sketch map of the two geometrically corrected subimages being divided correctly

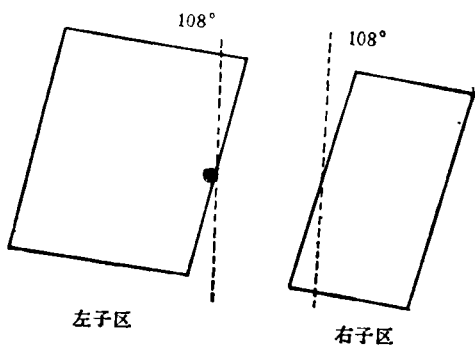


图 3 错误划分的子区几何校正后的图像

Fig. 3 Sketch map of the two geometrically corrected subimages being divided incorrectly

1) 中国科学院南京土壤研究所. 长江流域土壤资源与生态环境建设, 第七章. 北京: 科学出版社(待出).

表 2 垫江幅一个子区的训练区情况

Table 2 Types of the training areas in one of Dianjiang subimages

编 号	类 型	TM2	TM3	TM4	TM5
1	平坝水田 I	41.56	43.26	49.0	31.1
2	平坝水田 II	45.2	48.2	48.0	27.7
3	平坝水田 III	39.7	40.3	53.2	39.9
4	丘坡水田	35.1	34.1	62.1	54.0
5	旱地 I	38.6	38.1	62.0	65.4
6	旱地 II	42.3	45.4	65.6	70.4
7	旱地 III	47.0	51.3	74.2	99.8
8	密旱地	36.3	31.4	103.6	92.3
9	阴坡旱地	35.5	35.2	56.9	59.9
10	阳坡针叶林 I	34.1	29.9	57.2	63.2
11	阳坡针叶林 II	32.9	28.2	81.5	80.2
12	阴坡针叶林 I	30.2	24.5	43.9	38.4
13	阴坡针叶林 II	31.3	26.3	51.3	53.0
14	阔叶林	38.3	35.8	77.6	79.7
15	阳坡灌草 I	37.9	33.4	78.6	84.3
16	阳坡灌草 II	39.6	39.4	66.6	96.3
17	阳坡草地	36.9	38.1	64.2	77.1
18	阴坡灌草	33.8	31.8	48.8	55.6
19	河滩地 I	52.5	61.2	56.5	96.3
20	河滩地 II	56.7	69.1	66.4	99.7
21	城镇居民地	40.8	42.2	40.2	50.7
22	长江	41.1	38.6	19.4	7.4
23	小河	34.2	30.0	25.9	16.0
24	水库	35.6	31.3	16.5	6.3

考虑季相差异,我们将水田分为山下河谷平原水田及山上(<1 000m)梯级水田等类。

其实由植被覆盖度(背景为裸地)或植被混合(背景为其它类型植被)引起的光谱差异最常见。密植被红外端值特别高,稀疏植被的则较低,光谱特征差异甚远,划分训练区时要重点考虑此因素。混合植被情况复杂,既有像元内混合,也有像元间混合。一般来说,我们选择训练区时尽量避免选择这些不纯的像元,即使选了,也要纯化后再使用。

从上面可看出,解决同类异谱问题的方法就是将具有差异的同类地物分出来,单独作为类来处理。以垫江幅某子区为例(表 2),共分了 24 个训练样本。1—4 类为水田,代表平坝水田、坡水田;5—9 类为旱地,既考虑了植被疏密,也考虑了阴坡阳坡差异;林地和草灌等也是这样选训练样本的。水体由于浑浊程度不同也造成光谱差异,长江水较浑浊,而水库水一般较清,所以将水体分为 3 个类型。我们这种将类型细分的方法,是以图像为主要对象来考虑的,充分分析图像的光谱特征,将其变异类型作为单独类,而不是仅考虑大的地面覆盖类型。但是此方法又是以地面实况为基础的,因而分类后的图斑的意义又很明确。

将这种方法确定的训练区,用于分类时精度很高。整个三峡地区分类图野外共核查了 352 块图斑,与地面实际类型一致的有 298 块,即分类精度为 84.6%。这与我们进行国

际联机检索得到的最高的图像分类精度是一致的¹⁾。

4 同谱异类问题

由于计算机分类是严格地按给定的训练样本进行分类的, 如果某个训练样本代表的不仅仅是某一个类型, 同时还代表了与其相似的类型, 那么其分类结果就会出现错误, 这就是我们所指的同(近)谱异类问题。这类问题一向较难解决, 光靠通过训练区的划分来控制分类的正误是很有限的。当然专题编图人员可以参考多时相的遥感资料或其它类型的资料(比如航空像片及土地利用方面的资料)来对同谱异类引起的错分类进行校正, 但在这类资料缺乏时又怎么办呢? 为此, 我们提出了地理控制系统的概念。

所谓地理控制系统, 包含了多种地理环境因素, 如海拔高度、坡度、地物分布规律、分布位置、地下水及母质等。由于地物所处的地理环境往往呈现一定规律性, 故可以用地理控制系统对因同谱异类造成的错分类进行一定的校正。

根据三峡地区实际情况, 我们又可将控制因素分为多种控制因子。如海拔高度分为 <300m, 300—500m, 500—1 000m, >1 000m 等; 坡度分成 <7°, 7—15°, 15—25°, 25—35°, >35°; 母质有紫色砂页岩及其风化物、石灰岩及其风化物、花岗岩及其风化物、河流冲积物之分; 分布位置有河湾、槽谷、高坝等几种特殊因子; 分布形状有线状与片状之分; 地下水有高低之分等等。其中有些因子是定量的, 如海拔高度等, 可以先作成图与分类图套合使用; 也有一些是定性描述性的, 校正时作参考之用。下面用几个例子说明如何运用地理控制因子来解决问题。

三峡地区农地绝大部分分布在 1 000m 以下, 高于 1 000m 的山上分布有极少的水田、旱地¹⁾, 且不会成片分布。因此, 如果分类图上在高山上出现成片分布的水田, 则不合常规。经过分析, 我们发现高山槽谷草甸与水稻田都是密植被, 且植被下都有水, 二者之间混分了。这时运用地理控制因子可以将大片分布于高山的水田校正为高山草甸。

冬季分类图像上, 冬水田有时会被混分为小河类。因为冬水田由水和裸土组成, 而冬天小河较干, 卫星采样时会将水和河滩混杂在一起取样, 这样二者类型就很接近, 但二者分布形状很不相同, 小河是线状地物, 水田则是片状分布, 这样很容易找回错分的水田。

已收割的水田有时会被分到裸地里去, 但二者分布位置不一样。水田一般分布于河岸平坦低阶地上, 而裸地往往分布于陡坡或河边沙滩上。运用分布位置因子进行校正时, 应同时参考卫星像片时相以及当地的耕作方式和作物物候一并来确定²⁾。

坡度是常用的因子。陡坡上种不成庄稼的, 即使以前开垦过, 后来也基本上都退耕还林还草了。分布于 >25° 或 30° 陡坡上的大片旱地可能只是稀疏草地, 需要校正。母质同样是很好的校正因子, 因为母质会影响到土地利用方式。这里仅举数例, 不再赘述。

引进地理控制系统对误分类给予纠正的过程, 实际上和资源图的勾绘过程是一致的, 也即勾绘资源图时同时按上面的原则纠正。最后资源图成图精度近 87%, 相比于分类结果精度有所提高。

1) 中国科学院南京土壤研究所. 长江流域土壤资源与生态环境建设, 第七章. 北京: 科学出版社(待出).

地理控制系统的推广,除了包括自然环境因素外,还应包括一些社会因素,如当地水土保持措施、人口密度及一系列的农业政策等。由此来看,地理控制系统具备了地理信息系统的设计思想,但它与地理信息系统还有很大差异。然而要真正发挥遥感的优势,则需要信息系统的支持。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院三峡工程生态环境项目组. 长江三峡工程对生态与环境的影响及对策研究. 北京: 科学出版社, 1988, 8, 35.
- [2] 曾志远等. 卫星图像土壤类型自动识别与制图的研究. 土壤学报, 1972, 21(2): 191.

Some Technological Problems in Satellite Data Processing for Land Resources Inventory in the Area of Three Gorges of Yangtze River

Pan Xianzhang Zeng Zhiyuan
(*Institute of Soil Science, Academia Sinica*)

Abstract This paper deals with three problems in data processing for land resource inventory in the area of Three Gorges of Yangtze River. (1) In order to do the geometric correction of the satellite image which covers two Gauss-Kruger Projection Belts, we divide the image into two subareas, and introduce an easy but effective method to identify the ranges of the two subareas. (2) In order to deal with sever "different spectrum within a same ground feature" problem, we divide one feature into several small ones according to three kinds of factors including the difference between opaco and adret, the crop seasonal appearance and the cover degree of vegetation. (3) We apply the geographic control system to the correction of some errors which are cause by the "different ground feature with same spectrum", in order to raise the accuracy of mapping.

Key words Data processing, Geometric correction, Gauss-Kruger projection, Different spectrum with same feature, Different feature with same spectrum