

# 南京幅卫星图象CCTs数据的处理及其结果

曾志远 石晓日 林培 鲁铁相 姚力

(中国科学院南京土壤研究所) (北京农业大学)

## 一、处理范围和设备

南京幅卫星图象包括了南京市及其周围的广大地区。这次处理的范围西起滁县，东近镇江，北起仪征，南止当涂。东西长89公里，南北宽78公里，总面积6942平方公里。

使用的磁带是第三颗资源卫星(Landsat-3)1979年6月13日摄象的计算机兼容磁带(Computer Compatible Tapes, 缩写为CCTs)。

使用的设备为加拿大Dipix系统公司生产的ARIES-I图象分析系统。分类结果用TRILOG COLOR PLOT三色打图机打印。也可对显示器照象记录。

## 二、几何校正与重采样

1, 在1:5万地形图上选出地面控制点。点的数量不能太少, 分布要比较均匀, 定位误差在1:5万地形图上要小于0.5毫米。我们共选了38个地面控制点。

2, 用磁带数据显示出不抽点图象, 并利用光标在图象上定出各控制点的位置。定点误差要小于一个象元。校正过程中将误差较大的点淘汰, 最后剩下30个点。

3, 根据控制点在地形图上的公里网坐标和在图象上的行列坐标, 建立两种座标的多项式转换方程, 并对全部图象点实行坐标转换。我们分别建立了二次多项式方程和三次多项式方程。后者误差较小。对于30个控制点, 用三次多项式方程计算结果如表1。其横坐标估计标准差为25.30米, 纵坐标估计标准差为37.05米。我们用三次多项式方程将卫星图象所有点的行列坐标校正为地形图的公里网格坐标。

4, 重采样。卫星图象原来的象元为矩形, 呈西北—东南向排列, 对应的实地面积为57米×79米。校正后的象元为正方形, 呈正东西向排列, 对应的实地面积我们选定为50米×50米。这样在1平方公里内正好有400个整齐排列的象元。校正后的象元值, 我们规定用立体卷积法——邻域值加权平均法求得。

## 三、非监督分类

这里的非监督分类, 不是用迭代法或动态聚类法, 而是用最大似然法。步骤如下。

### (一) 打印直方图, 确定数据处理范围

分别打印出4、5、6、7波段的全图象灰度—频数直方图(图1)。

由图1(a)可知, 波段4的数据的主要部分大致在灰度20—50之间, 但灰度1处也有少量数据。故数值范围应在0—50之间。因数据原来已经过辐射校正, 而辐射校正时所有的数据都

表 1

用三次多项式转换方程算得的地形图坐标与实际地形图坐标的比较

控制点号	图象列	图象行	地形图实际横坐标	地形图估计横坐标	地形图横坐标残差	地形图实际纵坐标	地形图估计纵坐标	地形图纵坐标残差
1	1587	675	668950	668946.8	3.3	3551425	3551407.5	17.5
2	1580	686	668450	668447.3	2.8	3550875	3550853.8	21.3
3	1558	793	666175	666179.6	-4.6	3445025	3445038.8	-13.8
4	1884	502	687320	687320.3	-0.2	3558300	3558359.7	-59.8
5	2145	1294	694400	694405.1	-5.1	3511425	3511451.3	-26.3
6	2256	1289	700700	700710.9	-10.9	3510675	3510685.0	-10.0
7	1820	1127	677700	677696.2	3.8	3523825	3523855.2	-30.3
8	1758	1439	671225	671218.8	6.2	3506900	3506873.5	26.5
9	1893	1421	679025	679000.3	24.8	3506625	3506643.3	18.3
10	1880	1287	679500	679542.0	-42.0	3514325	3514305.0	20.0
11	1572	418	670600	670566.7	33.3	3566000	3566004.7	-4.8
12	1711	306	679450	679466.1	-16.1	3571000	3570997	3.0
13	1620	234	675000	675024.4	-24.4	3576000	3575907.3	92.8
14	1461	198	666450	666396.8	53.2	3579400	3579441.8	41.8
15	1925	1087	650225	650227.7	-2.7	3580575	3580654.5	-79.5
16	1831	829	681225	681182.9	42.1	3540475	3540499.5	-24.5
17	1850	903	681500	681537.9	-37.9	3536150	3536167.3	-17.3
18	1962	888	672800	672798.8	1.2	3538550	3538465.5	84.5
19	1899	840	684900	684900.3	-0.3	3539275	3539251.5	23.5
20	1405	704	658450	658428.6	21.4	3551450	3551458.5	-8.6
21	1298	342	655800	655846.3	-46.3	3572800	3572858.5	-58.5
22	1116	515	643900	643948.2	-48.2	3564850	3564814.7	35.3
23	910	667	630925	630877.8	47.3	3558225	3558214.0	11.0
24	1052	938	636275	636289.6	-14.6	3541600	3541593.5	6.5
25	869	1175	623650	623644.8	5.2	3530050	3530052.3	-2.3
26	810	1139	620650	620662.3	-12.3	3532650	3532653.5	-3.5
27	2277	738	707125	707153.1	-28.1	3541350	3541389.0	-39.0
28	2334	959	708275	708236.4	38.6	3528525	3528464.0	61.0
29	958	1408	626375	626376.8	-1.8	3516125	3516124.7	0.2
30	1851	1288	649750	649738.9	11.1	3519150	3519118.2	31.8

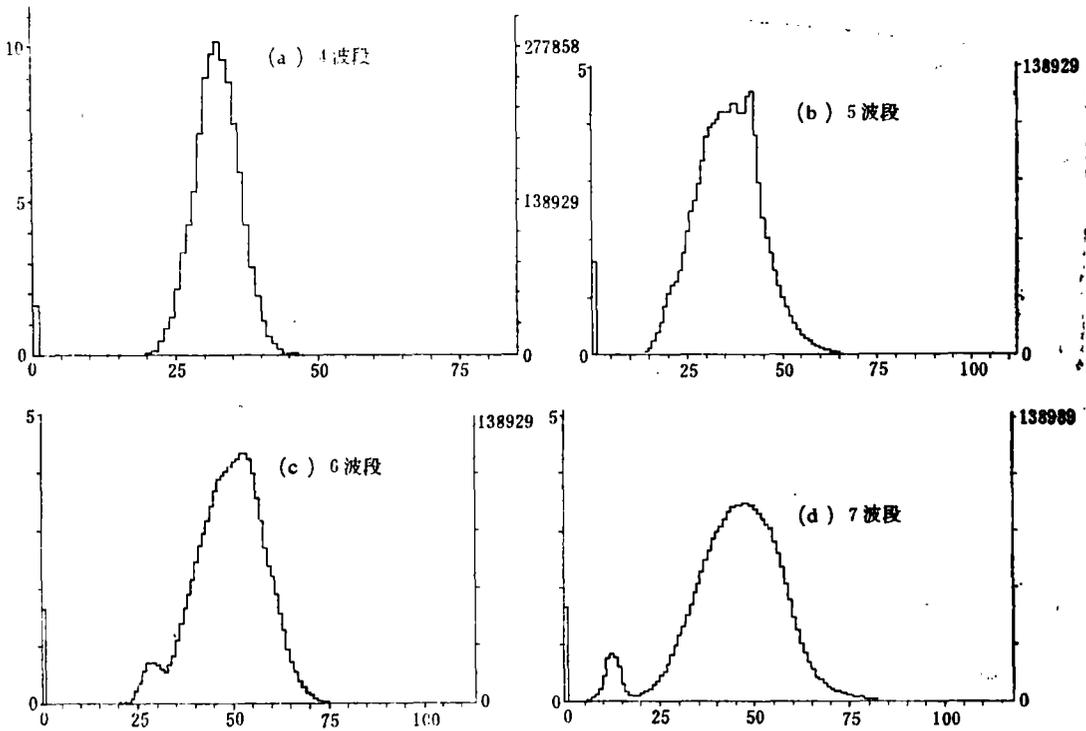


图1 四个波段的全图象灰度—频数直方图

增大4倍，故数值范围应取成4的整倍数。我们取为0—51，使其有52个数(整数)。

依次类推，5波段的数值范围，根据图1(b)取为0—75，6波段数据范围据图1(c)取为0—79，7波段数据范围据图1(d)取为0—87。

### (二)寻找多维空间中的“平行六面体”，初分32类

每一类别，可以视为多维空间中的一个实体。应该将一个数据集分成多少类，就是要看这些数据在多维空间中构成了多少个实体。这在分类开始时常常是不知道的。所以总是先假定有较多的类别，然后再设法合并成与实际数目接近的类别。系统的设计程序是先分32类，即先找出32个实体。体现在直方图上就是在整个灰度轴上找出32个局部最大值。这样得到32个类别如表2。

### (三)寻找合适的合并因数，决定合适的类别数

系统先提供合并因数与可划分的类别数的关系表。通常合并因数的取值范围是0.75—2.75，可划分的类别数是1—32，合并因数越小，分出的类别越多；合并因数越大，分出的类别越少。如果较大的合并因数范围都对应某一类别数，那说明该类别数比较稳定，因而比较合适。因此，找合适的合并因数，就是找出现几率最大的类别数所对应的合并因数。

表3左边两栏是合并因数为0.75—2.65之间当取值间隔为0.1时所对应的类别数。可以看出，类别数在5—31之间，5或8出现几率较大，因而可选5或8作为合适的类数。但这是从纯数学的考虑而言的。主要还应考虑自然界。据笔者的经验<sup>[1]</sup>，在地面景观和土壤类型相对较简单的新疆极端干旱区，都能至少分出17—20类。所以，象南京这样的湿润亚热带地区，土壤和地面景观都较复杂，合适的类别数应该在17—20类以上。分5类或8类显然是不合适的。因此，我们又显示出合并因数为0.75—1.13之间当取值间隔为0.02时所对应的类别数，

表2

用寻找多维实体法得到的32类特征信号

类别号	局部最大值	4 波段		5 波段		6 波段		7 波段	
		均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
1	8044	31.56	1.90	37.21	3.78	45.70	2.59	39.27	3.24
2	7694	33.34	1.92	38.78	3.68	52.84	2.52	47.64	3.44
3	6469	28.48	1.84	30.16	3.51	40.31	2.54	36.96	3.47
4	6228	33.18	1.77	40.47	1.83	27.80	2.44	11.88	1.92
5	6075	30.12	1.79	30.64	4.17	44.33	2.61	40.78	3.46
6	5821	28.31	1.89	29.48	3.72	48.90	2.61	47.60	3.61
7	5645	33.35	1.94	39.84	3.76	55.61	2.60	52.53	3.31
8	5438	28.32	1.87	30.01	3.44	37.55	2.44	31.79	3.37
9	5056	30.14	1.85	31.37	4.21	47.17	2.63	46.00	3.59
10	4802	28.23	1.90	30.31	3.88	51.53	2.43	52.81	3.52
11	4075	35.01	1.97	44.76	3.34	51.61	2.52	46.16	3.30
12	3482	34.77	2.00	45.34	3.94	57.34	2.65	50.74	3.27
13	2890	34.96	2.05	43.24	3.13	48.62	2.74	41.52	3.31
14	2798	36.48	2.05	48.02	3.70	58.63	2.52	54.37	3.20
15	2542	29.88	1.87	31.08	4.29	55.44	2.67	56.00	3.30
16	2513	24.52	1.82	22.37	2.92	51.67	2.41	57.58	3.43
17	2242	24.42	1.87	22.41	3.00	48.88	2.64	52.53	3.36
18	1844	24.53	1.82	20.85	2.79	57.17	2.71	62.56	4.15
19	1599	24.33	1.94	22.28	2.92	45.90	2.51	47.40	3.48
20	1286	25.57	1.25	20.52	2.66	59.67	2.65	68.34	3.93
21	822	22.41	1.48	17.92	1.39	52.42	2.62	60.39	3.85
22	611	39.24	2.35	54.75	3.73	64.33	2.66	56.74	3.08
23	679	22.20	1.45	17.90	1.39	49.74	2.63	55.27	3.51
24	455	22.22	1.48	18.13	1.46	45.72	1.38	49.92	3.45
25	177	41.35	1.30	56.68	4.00	66.71	1.50	60.36	2.95
26	177	24.50	1.17	18.91	1.56	66.75	1.60	78.61	3.91
27	173	21.90	1.53	17.63	1.46	36.50	1.17	40.37	2.97
28	173	30.08	1.56	26.67	2.84	26.05	2.65	17.47	3.48
29	140	26.98	1.58	25.95	1.56	21.99	1.57	12.30	3.19
30	94	23.74	1.45	22.24	1.69	21.43	1.56	12.85	4.85
31	42	44.50	1.34	60.50	1.34	71.07	1.76	63.79	3.04
32	12	44.50	1.59	68.50	1.59	68.50	1.59	59.24	2.70

列于表3的中间两栏。可见在15类到31类之间, 30类和31类出现几率较大。因此, 可选30或31作为合适的类别数。30和31出现几率相等, 我们随机地取30。如果我们再以0.005的取值间隔, 显示一下0.810—0.905之间的类别数(表3右边的两栏), 那么可以看到, 30占绝对的优势。

原来分32类, 现在要分30类, 显然需要把两类合并掉。如何合并? 需要对30类进行可分性分析。

#### (四) 32类的可分性分析与类的合并

32类的可分性矩阵(略)。列出了各类两两之间的可分性指标。数值大可分性大; 数值小可分性小。要将两类合并掉, 显然就是找出两对可分性最小的类来合并。

从32类可分性矩阵中查得, 可分性指标最小值是3.53, 对应第9类和第6类, 可分性指标次小值是5.00, 对应第14类和第12类。于是我们就将第9类和第6类合并, 第14类

和第12类合并。合并后的两个新类的均值向量, 取各自原来所包含的两类的均值向量的平均。共得30类。重编类序号: 1—5不变, 6和9合并为6, 7、8不变, 10为9, 11为10, 12和14合并为11, 13为12, 15—32依次为13—30。

#### (五) 最大似然分类和图的打印

以上30类, 以各自的均值向量和方差向量构成30个多维正态分布模型, 即信号特征文件。以此为准则, 进行最大似然分类。所需的先验概率值, 因各类均属未知, 故只好赋予等概率。

分类结果用三色打图机打印。30类各赋予一种彩色符号。规定符号前我们先对各类所代表的实际地物作了一个大概的分析, 从而使符号规定比较合理。打图的比例尺规定为1:5万。一平方公里内有400个彩色符号点, 每点面积1平方毫米。同时还用显示器显示全部和某些局部的分类结果, 作照象记录。

## 四、监督分类

### (一) 原始训练样本及其纯化

我们的策略是开始尽可能选得多, 看到底可分出哪一些, 分不开时再来合并。所以我们开始选了102个小训练区, 分属43个类: 村镇、白螺丝土、青泥条、灰潮土、淤泥土(芦苇地)、洲马干、砂土、耕种黄棕壤、粘盘黄棕壤、河黑马干、黄马干、山黑马干、死黄土、河白土、河黄马干、青干土、山白马干、疏林灌木下黄棕壤、泛浆白土、白土、黄土、夹砂土、长江水、新秦淮河、长江冲积平原耕地、深湖水、小河水、苗圃、松林下黄棕壤、阔叶林下黄棕壤、空旷地、水泥地、大城市密集房屋区、大城市林荫房屋区、裸露地(卫片上呈乳白色)、菜

表3 合并因数与划分类别数的对应关系

合并因数	划分类别数	合并因数	划分类别数	合并因数	划分类别数
0.75	31	0.75	31	0.810	31
0.85	30	0.77	31	0.815	31
0.95	22	0.79	31	0.820	31
1.05	17	0.81	31	0.825	30
1.15	15	0.83	30	0.830	30
1.25	14	0.85	30	0.835	30
1.35	14	0.87	30	0.840	30
1.45	13	0.89	30	0.845	30
1.55	12	0.91	29	0.850	30
1.65	9	0.93	26	0.855	30
1.75	8	0.95	22	0.860	30
1.85	8	0.97	20	0.865	30
1.95	8	0.99	20	0.870	30
2.05	8	1.01	18	0.875	30
2.15	8	1.03	18	0.880	30
2.25	7	1.05	17	0.885	30
2.35	5	1.07	16	0.890	30
2.45	5	1.09	16	0.895	30
2.55	5	1.11	15	0.900	30
2.65	5	1.13	15	0.905	29

地、浅水湖、鱼塘、长江中沙洲耕地、潞河平原耕地、老山黄棕壤、丘陵黄棕壤、薄层黄棕壤。

样本选取办法是在地形图上勾出各类训练小区的范围，又用光笔在显示图象上勾出相应范围。然后分别确定每类训练样本的正态分布统计量。

圈定某一类训练区时常常不可避免地要圈进一些不代表该类的象元。需要对样本纯化，以剔除“异己”的象元。为此给各类规定一个纯化因数，即该类训练样本应当被保留的百分数。我们是给出80—99%之间的一个值，一般给90%，少数给80%，个别给99%。显然，给的值愈小，得到的训练样本愈纯。给值时要考虑原始训练样本本身的纯度，有些训练区本来就较均匀，可保留多些，反之则少些。

以白螺丝土训练样本为例。我们规定其纯化因数为97%，其纯化前后的统计量如表4。

表4 白螺丝土训练样本纯化前后统计量的比较

特 征	平 均 值		标 准 差		样 本 个 数	
	纯 化 前	纯 化 后	纯 化 前	纯 化 后	纯 化 前	纯 化 后
波 段 4	32.69	32.90	1.66	1.33	118	97
波 段 5	38.71	38.78	2.48	2.33	118	97
波 段 6	41.05	41.13	2.47	1.89	118	97
波 段 7	35.38	35.47	2.83	2.33	118	97

由表4可知，纯化过程中去掉了21个样本个体，各个波段中的标准差都降低了，说明纯化后样本内部变异小了，即更“纯”了。至于均值，数值在纯化中可能升高，也可能降低，取决于被剔去的样本是灰度值高的还是低的。

### (二) 试分类混淆矩阵的分析与正式训练样本的建立

根据纯化后的43类样本的信号特征，即由类均值向量和类方差向量所确定的多维正态分布，用最大似然法进行试分类。

试分类分若干次进行。每次只用部分类别的训练样本，在包含有这些类别训练样本的较小区域上分类。各类都被分过之后，分别打印出每次的训练样本被分类的情况，即所谓混淆矩阵。

表5是15类训练样本被划分的混淆矩阵。表中主对角线上的数字，是某一类的训练样本被分类后仍然分在该类中的个体，占该类训练样本总数的百分比。例如，第2类白螺丝土的相应数字为94.8。这说明白螺丝土的全部样本被分到白螺丝土这个类别中的样本有94.8%。只有5.2%混到其它类中去了。显然，主对角线上数字愈大，这个类愈不容易和其它类混淆，因而愈有资格作为独立样本。由表中可知，2、4、5类可以作为独立类别。

由表5可知，第10类有68.7%分在第10类，但有27.1%分到第5类中去了。可是，分到其它类中去的极少。这时可将第10类样本进一步纯化，让它尽可能不包括第5类及其它类的象元数据。纯化后作为独立样本。对第7类和第13类可作同样处理。

表5中其它各类在主对角线上的数字表明，这些类分到其它类中去的比分到本类中的还多，故这些类难于直接独立或经过纯化而后独立，也就是说，这些类是比较难于分出来的。例如青泥条土、河白土、小村镇等。但其中有的可合并到相应的类中去。例如第6类，除了一部分分在本类外，56.2%分到第2类中去了，那么可以将它合并到第2类中去。合并后再作进一步纯化，作为新类。

15 类训练样本被分类的混淆矩阵

原属类别 判定类别	15 类训练样本被分类的混淆矩阵														
	小 镇 1	白 磁 土 2	青 泥 条 土 3	灰 潮 土 4	(黄 泥 草) 土 5	洲 马 干 土 6	砂 土 7	耕 种 黄 棕 壤 8	粘 盘 黄 棕 壤 9	黑 马 干 土 10	黄 马 干 土 11	山 黑 马 干 土 12	死 黄 土 13	河 白 土 14	河 黄 马 干 土 15
1	28.1	0.0	5.3	1.0	0.0	0.5	0.0	17.2	25.5	0.0	1.8	5.6	0.0	0.0	0.0
2	0.0	94.8	23.7	1.0	0.0	56.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	3.7	0.0	1.7	9.7
3	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	56.2	1.0	26.3	93.9	0.0	0.0	0.0	21.7	35.8	0.0	1.2	11.1	13.0	2.2	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	95.7	0.0	5.3	0.0	0.0	27.1	6.0	1.9	5.8	2.8	7.8
6	0.0	2.1	15.8	0.0	0.0	36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.5	1.3	0.0	2.1	1.2	7.4	0.0	26.0	13.6
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	17.9	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	6.2	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	43.2	7.0	4.7	68.7	50.9	38.9	36.2	45.3	56.3
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	0.6	0.0
12	0.0	1.0	7.9	0.0	0.0	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	4.8	14.8	0.0	2.8	0.0
13	6.2	0.0	7.9	3.0	0.0	0.0	0.0	18.5	14.2	2.1	21.0	11.1	44.9	7.7	3.9
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	5.5	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.6	5.6	0.0	5.0	8.7
未归类	3.1	1.0	2.6	1.0	2.2	2.5	2.3	6.4	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0

表6 各类训练样本的信号特征、样本容量、地面实况和先验概率

类别	编号	信号特征												样本个数	代表性土壤或地表复盖类型	估计的先验概率	备注
		波段4		波段5		波段6		波段7									
		平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差				
1	II41	29.08	1.29	30.64	1.80	36.25	2.12	31.11	2.57	1042	小河冲积平原耕地土壤等	0.06	第15类				
2	II25	31.39	1.86	33.46	3.50	38.14	3.74	32.49	4.84	1169	长江冲积平原耕地土壤等	0.06	类因输入失误				
3	II40	34.44	1.87	42.85	3.26	45.86	3.11	40.04	3.21	1589	长江中沙洲耕地土壤等	0.06	最后未分出类				
4	II58	34.62	1.05	42.26	2.60	51.10	2.11	45.62	1.91	61	灰潮土等	0.05					
5	II50	31.99	1.07	37.54	1.64	39.01	1.98	33.07	2.64	190	白垩土和洲马干土等	0.06					
6	II54	33.71	2.08	40.38	5.19	52.38	3.91	47.86	4.23	77	砂土和夹砂土等	0.06					
7	II05	27.42	1.25	23.91	1.52	56.65	2.68	64.89	4.44	93	淤泥土(芦苇地)	0.02					
8	II20	35.64	1.08	45.58	2.40	55.61	5.68	49.79	6.33	33	丘陵白土等	0.05					
9	II43	32.31	1.43	36.90	2.96	59.66	2.70	58.54	3.52	300	丘陵黄棕壤等	0.15					
10	II62	33.12	1.39	41.36	2.58	56.95	2.22	53.75	3.03	110	薄层黄棕壤等	0.10					
11	II30	22.27	1.51	17.06	2.11	48.74	3.77	56.68	5.17	121	阔叶林黄棕壤等	0.05					
12	II42	24.43	1.21	19.12	1.40	65.81	3.43	78.20	3.76	484	草地森林黄棕壤等	0.05					
13	II29	22.16	1.28	17.37	1.26	41.80	2.48	46.36	3.13	323	针叶林黄棕壤等	0.05					
14	II33	28.13	1.32	28.72	2.11	31.68	3.62	26.94	4.33	1331	大城市密集房屋区	0.03					
15	II35	41.6	1.96	58.74	3.15	60.92	3.13	49.67	2.72	154	裸露地	0.02					
16	II26	26.73	0.84	22.16	1.10	19.91	1.56	9.71	1.43	278	深湖水	0.02					
17	II37	29.38	1.05	25.38	1.06	23.49	1.07	11.03	1.22	268	浅湖水	0.02					
18	II39	26.49	1.17	23.85	1.62	28.39	3.21	22.00	4.52	245	鱼塘	0.01					
19	II23	33.91	1.19	41.66	1.05	29.83	1.51	13.14	1.20	1672	长江水	0.06					
20	II27	27.26	1.53	25.16	1.79	28.13	4.41	22.78	5.38	152	小河水(秦淮河)	0.01					
21	II24	41.29	2.49	52.54	5.85	52.07	7.85	42.02	7.74	1041	新开河(新秦淮河)	0.01					

43类中的其它类也分次列出混淆矩阵, 进行类似的分析 and 处理。

不同次分出的类别可各选出一些代表进行交叉处理以分析彼此的可分性。最后将全部可以分开的类别作为正式分类的训练样本。共得21类, 如表6。表6中的先验概率是我们联系实地情况估计出来的。

### (三) 正式分类和分类结果的打印

用表6的各类特征信号和先验概率, 对整个分类区进行最大似然分类。

分类结果用21种彩色符号打出彩色图。比例尺1:5万。图上还打印出1公里×1公里和10公里×10公里的公里网格。便于核对实地进行分析。

## 五、结 果

### (一) 计算机输出结果

1. 分类图: (1) 1:5万不带公里网格的30类彩色非监督分类图; (2) 1:5万带公里网格的20类彩色监督分类图。两图的尺寸为156厘米×178厘米。

2. 统计资料: 按全图和按10公里×10公里网格分别统计的非监督分类和监督分类各类的象元数、公顷数和面积百分比。也可按1公里×1公里的网格对两种分类作同样的统计。但因工作量大而未作。需要时可以统计输出。

(二) 输出结果的分析 按照文献[1]的办法, 对分类图进行了下列分析。

1. 适合本区的地理控制系统: 地理控制系统的建立, 是为了解决计算机获得的遥感数据分类图上同一类别代表实地不同类别的问题。就是说, 在不同的地理区域中, 同一个非监督或监督分类类别, 代表着不同的土壤类型或其它地面类型。笔者曾建立了适合于新疆南部干旱区阿克苏附近地域的地理控制系统。但本研究涉及湿润的亚热带, 适合本区的地理控制系统应有不同的形式。

经研究, 对本区可建立如下地理控制系统。(1) 城镇系统: 包括南京市、马鞍山市的居民区以及各个县城和较大村镇。(2) 长江系统: 包括长江及江中的岛屿、沙洲。(3) 小河系统: 包括秦淮河、滁河的主干道和新秦淮河。(4) 湖泊水库系统: 包括玄武湖、莫愁湖、二圣桥水库、虬山水库以及江浦淡水养殖场等大的水塘。(5) 丘陵系统: 包括低缓的丘陵。也可称为岗旁冲系统。(6) 低山系统: 包括紫金山、栖霞山、牛首山等较大的山体, 也包括九华山、清凉山等小山。(7) 平原系统: 包括长江冲积平原和滁河、秦淮河冲积平原等。

2. 光谱学分析: 这是为了较准确地确定各个非监督或监督分类各类的土壤学或地理学含义。因这两种分类都用的是最大似然法, 其结果依赖于原来的信号特征文件, 所以可以用它们的信号特征文件作代表来进行分类结果的光谱学分析(各类的内在序列关系, 系统群聚关系, 波段辐射曲线——灰度曲线等)。这里仅列出监督分类21类的波段辐射曲线(图2)。

由图可以看出, 曲线各有其特征: 有的下倾, 有的上翘, 有的平伸, 有的上凸。可以从不同的角度对它们进行分类。我们从它们对红光和红外光反射差异的角度, 试作如下分类:

#### A、红光反射弱的

a、红外反射极低的: 16、17类, 湖水。

b、红外反射次低的: 18、20类, 鱼塘和小河。

c、红外反射中等的: 14、1、2类, 江河冲积平原土壤。

d、红外反射极强的: 13、11、7、2类, 茂密的森林土壤或草地土壤

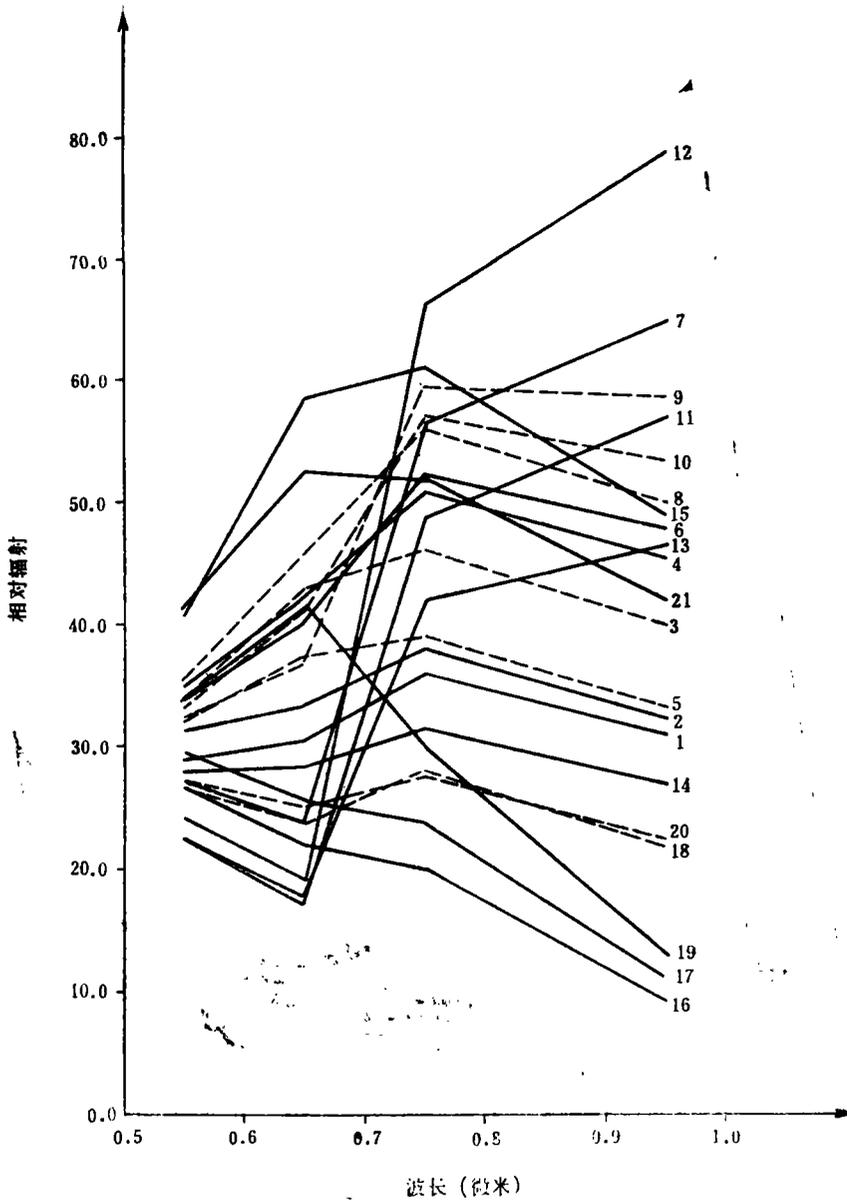


图2 监督分类21类的波段辐射曲线

**B、红光反射中等的**

- a、红外反射极低的：19类，长江水。
- b、红外反射中等的：5、3类，平原旱地土壤。
- c、红外反射强的：4、6类，平原浅色土壤。
- d、红外反射极强的：8、9、10类，丘陵土壤。

**C、红光反射强的**

# 铜肥对水稻的增产效果\*

严悦水

(福建省明溪县农业局)

据报道,土壤中有有机质多易发生缺铜,质地偏沙或偏粘的稻田也可能缺铜。土壤中有有机质含量高,铜易被土壤有机质(如胡敏酸等)所固定,或与多羧有机酸(如柠檬酸、琥珀酸等)形成稳定的络合物。有些田因种植水稻长期处于淹水状态,或土壤质地偏沙,土壤吸附性差,易被淋溶下移,或聚积在聚积层或者淋洗损失,也可能导致表层的含量降低。有些田由于复种指数或产量水平要求较高的情况下,没有铜元素的补充,也有可能导致土壤中铜的缺乏。此外,酸性岩发育的土壤含铜较少,也有可能导致铜的不足。

## 一、铜肥的增产效果

近年来,为了探索水稻对微量元素肥料的反应,我县在1979—1980年微肥田间试验取得增产效果的基础上,又在全县范围内三十多个点上进行试验,都证明了铜肥对水稻的增产效果显著,尤以冷、烂、粘、沙田类增产幅度大,并在已取得明显增产效果的地方进行示范,1982年全县示范田面积约2500亩,1983年推广了2万亩,大多数增产幅度在10—20%,试验结果列于表1。表1说明,施用微量元素肥料铜对我县大部分水稻土均有增产效果,施铜的每亩平均增产96斤,增产率平均为14%。

\* 参加工作的有李汉禄、翁忠煌、汤伯清、赖富兴、王金凤、王克平、伍玲、谢金华等同志。

a、红外反射中等的:21类,新开河。

b、红外反射强的:15类,裸露地。

经过上面的各种分析之后,可以获得非监督和监督分类各类与实际土壤类型或地面复盖类型的对应关系表。从而可勾绘出各种所需的专业图件。

### (三)专业图件

1. 1:5万(暂定)南京市土地利用图(地面覆盖图)和土壤图。
2. 1:5万(暂定)江宁县土壤图和土地利用图。
3. 1:5万(暂定)江浦县土壤图和土地利用图。
4. 1:5万南京市、江宁县、江浦县水域分类图。
5. 1:5万马鞍山—镇江的长江岛屿与河岸移动图。
6. 1:5万新秦淮河图。
7. 其它。

### 参 考 文 献

[1] 曾志远:卫星图像土壤类型自动识别与制图的研究I。计算机分类及其结果的光谱学和地理学分析。土壤学报, 21(2),182—193,1984。