

土地资源信息系统及其应用的试验研究*

黄杏元 林增春

(南京大学地理系)

1985年12月8日收到

土地资源信息系统,是在土地资源调查的基础上,在计算机软、硬件支持下,将和土地有关的资源信息和有关参数,按照空间分布或地理坐标,以一定格式输入、存储、检索、显示和综合分析的应用与管理的技术系统。

土地资源是制订国民经济和社会发展规划的依据。是进行经济建设,发展农业的物质基础。信息系统为土地综合特性的研究,为合理开发、利用和管理各类土地,提供了极为有利的条件。同时,还可以为法律咨询提供素材。因此建立和应用这样的系统,已经和正在引起世界各国的重视。

一、系统的构成

本系统由包括计算机(IBM-PC 微机及其 320KB 软盘驱动器)、图形与图像输入设备(MYPAD-A3 图数转换仪和输入键盘)、输出设备(EPSON FX-100 行式打印机、FWX 4675 多笔绘图仪和彩色显示器),以及相应的处理与分析软件构成(图1)。输入是指将各种土地资源的原始资料,通过编码,变为计算机可以读取的数字形式,然后按照一定的数据结构加以存储。处理包括数据的加工,土地质量的评价,土地的经济评价,土地生产布局方案的比较分析,以及土地数量的统计计算等。输出是指将各种定性分析、定量分析、从数据库检索和经由系统处理的结果,以便于用户使用的形式,制成各种报表,或者绘成各种专题地图,提供应用。信息系统的这些功能,由已经拥有的四十多个软件加以支持,为土地资源的调查、研究与应用,提供了便利和可靠的技术手段。

二、系统在土地质量评价中的应用

土地质量评价是土地资源调查的一项重要内容,需要考虑的因素很多。在实际工作中,由于土地类型复杂,因此,常规的评级方法常常有顾此失彼的现象,而且主观性较强。采用计算机自动评价,则可克服这些缺点,因而,已经引起许多地学工作者的注意。作者

* 邢文斌同志参加了部分数据的采集工作,试验中的部分编码数据引自如下资料,在此一并致谢。

- 1) 资源与环境信息系统国家规范研究组,资源与环境信息系统国家规范研究报告,1984年。
- 2) 福建省沙县土壤普查办公室,沙县土壤,1982年。
- 3) 沙县农业区划委员会办公室,农业区划报告汇编,1982年。

以福建夏茂地区为例，进行了土地质量计算机自动评价的试验。其过程和方法如下。

(一) 数据的获取和编码

试验地区使用的资料以土地调查资料为主，同时，充分利用了计算机处理的中间结果，局部使用了像片解译数据。数字编码的方法是采用规则的格网数据结构^[1]，即按 1:5 万地形图的公里网进行格网化，以公里网内部的栅格作为土地资源的最小记录单元，并按块存储，各个公里网之间按行存储。这种行块式的数据存储结构(图2)既便于信息提取分析，又便于信息综合处理。每个记录单元 R_i 目前由 17 种编码数据 (D_j) 来描述其特征，即

$$R_i = \bigcup_{j=1}^{17} D_{ij} \quad (i = 1, 7200; j_{\max} = 50)$$

每个记录单元存储的数据项及其场宽如表 1 所示。

(二) 土地评级因素和标准的确定

土地评级因素依评价目的而异。在进行某一地区土地质量评价时，应选取那些对土地质量影响较大，和在区域内变异较显著的因素，作为鉴定因素^[2]。试验地区的土地评价

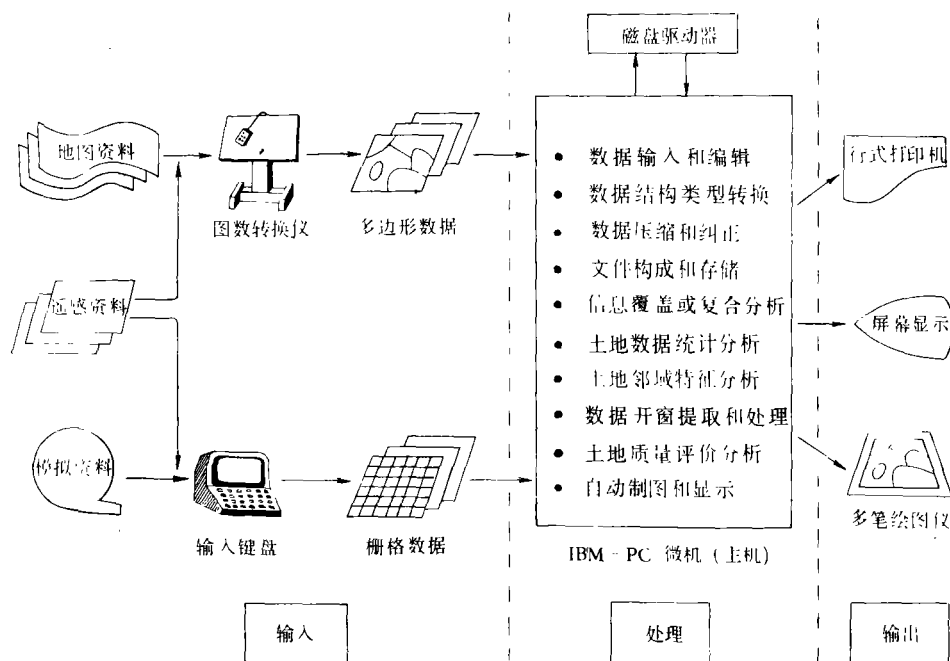


图 1 土地资源信息系统的构成

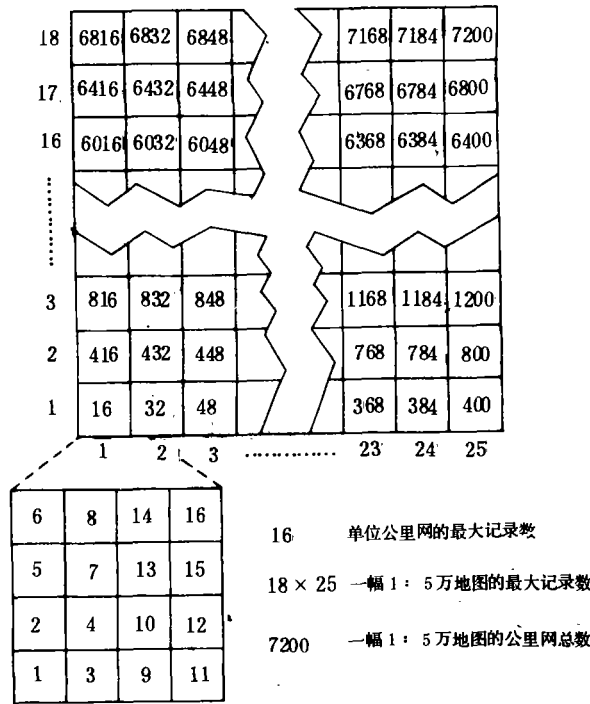


图 2 数据存储方法
Fig. 2 Scheme of data storage

表 1 栅格单元数据的记录
Table 1 Data record for each cell

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	...
场宽(字节)	4	5	4	2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	...
数据项	记录码	公里网 X 坐标	公里网 Y 坐标	栅格号一十六	绝对高程	相对高程	坡度	坡向	地形类型	年均温	土壤类型	土壤肥力	土层厚度	产量	岩性	人口密度	土地类型

是为农、林、牧规划决策服务的,根据区域的特点,我们从存储的数据项中选取了八种鉴定因素,即年均温、土壤肥力、土层(或耕作层)厚度、产量或覆盖度、地面坡度、绝对高程、地表岩性和人口密度。然后,根据它们对土地自然生产力影响的性质,分为两组。一组为农业生产潜力因素(相当于适宜性因素),另一组为限制程度因素(相当于限制性因素)。表 2 和表 3 为根据不同等级土地对各个鉴定因素的要求而确定的划分标准。在表 2 和表 3 的基础上,再根据各个鉴定因素对土地质量影响的大小,以及为了适合于计算机的识别和处理,将各个标准代码化和指数化,并通过引入加权因子W,则得表 4 和表 5。这是土地评级的定量依据。这种根据指数界限值来确定生产潜力和限制程度等级的方法,具有很大的灵活性。

表 2 生产潜力评定因素表

Table 2 Rating factors of productive potentiality.

生产潜力 \ 影响因素	年均温 (°C)	土壤肥力(积分)		土层或耕作层厚度(厘米)		产量(公斤/亩) 或覆盖度(%)	
		山棚	水田	山地	水田	山地	水田
I	>18.8	>25	>75	>100	>15	>30	800—500
II	18.8—17.5	25—20	75—65	100—50	15—10	30—20	500—400
III	17.5—16.8	25—20	75—65	100—50	15—10	30—20	500—400
IV	<16.8	<20	<65	<50	<10	<20	400—250

表 3 限制程度评定因素表

Table 3 Rating factors of productive limitation.

限制程度 \ 影响因素	地面坡度 (度)	绝对高程 (米)	岩 性	人口密度 (人/公厘 ²)
I	<3	<200	第四纪砂砾岩	>550
II	3—15	200—400	变质岩	550—250
III	16—25	401—800	变质岩	251—100
IV	>25	>800	花岗岩	<100

表 4 生产潜力因素指数表

Table 4 Weights and scores for each factor of productive potentiality.

生产潜力 \ 影响因素	年均温 W = 2	土壤肥力 W = 1	土层厚度 W = 1	产量 W = 0.5	指数和	等级指数 界限值
I	8	4	4	2	18	18.0—15.2
II	6	2.5	2.5	1.3	12.3	15.2—11.3
III	4	2.5	2.5	1.3	10.3	11.3—7.4
IV	2	1	1	0.5	4.5	<7.4

表 5 限制程度因素指数表

Table 5 Weights and scores for each factor of productive limitation.

限制程度 \ 影响因素	地面坡度 W = 2	绝对高程 W = 1	地表岩性 W = 1	人口密度 W = 0.5	指数和	等级指数 界限值
I	8	4	4	2	18	18.0—15.5
II	6	3	2.5	1.5	13	15.5—11.3
III	4	2	2.5	1	9.5	11.3—7.0
IV	2	1	1	0.5	4.5	<7.0

(三) 土地类型自动分类的建立

土地类型是开展土地评级的基本空间单元。土地类型的划分，一般是根据相应比例尺的土地类型图转绘得到，或者通过野外调查工作来完成，耗费人力和时间很大，而且精

表 6 地形分类决策表

Table 6 Criteria for classifying landforms.

分类方案 地面形态要素	地形类型	平 地	岗 丘	丘陵	低山	中山
	绝对高度H(米)				< 400	400—800
相对高度ΔH(米)			< 100	100—200	> 200	> 200
坡度S(度)		< 3				

表 7 土地类型分类系统

Table 7 System of landtype categories.

一、平地类	1、山间盆地平洋田 2、河谷盆地平洋田	四、低山类	9、红壤低山地 10、暗红壤低山地 11、黄红壤低山地 12、黄壤低山地
二、岗丘类	3、红壤低岗丘地 4、暗红壤低岗丘地	五、中山类	13、黄红壤中山地 14、黄壤中山地
三、丘陵类	5、红壤丘陵地 6、暗红壤丘陵地 7、黄红壤丘陵地 8、黄壤丘陵地		

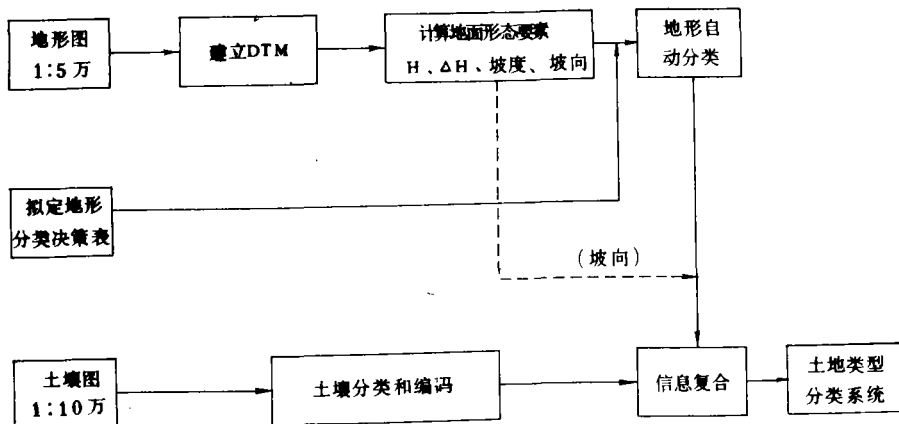


图 3 自动提取土地类型信息过程框图

Fig. 3 Automatic landtype information retrieval process

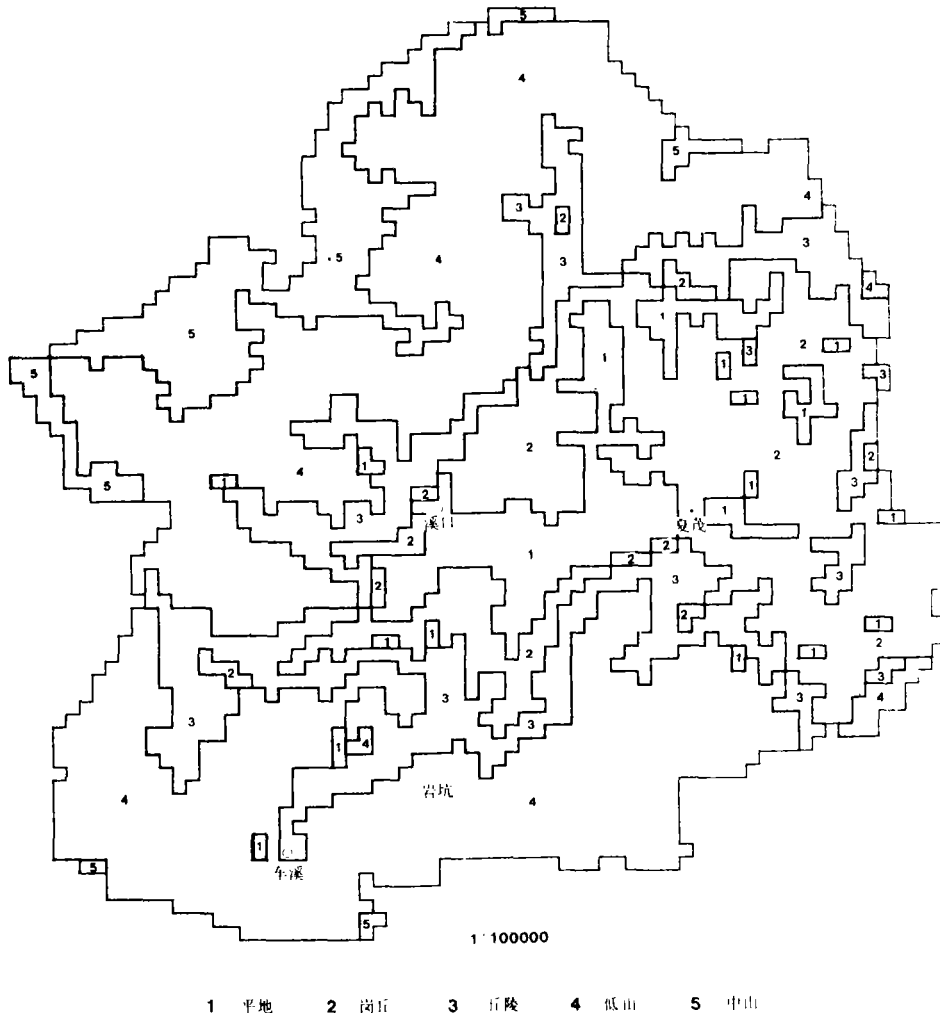


图 4 地形类型图

Fig. 4 Example of landform output

度不统一。本系统提供了土地类型的自动分类，并获得了很好的效果。其过程如图·3 所示。表 6 为拟定的地形分类决策表。由表 6 可得到地形的自动分类(图 4)。根据地形类型和土壤类型的组合而建立的土地类型分类系统(表 7 和图 5)，一共得到 14 种不同的土地类型，作为土地评级的基本空间单元。如果将得到的土地类型系统，再次与坡向(图 6)作一次信息复合处理，可以产生更为详细的土地类型图。可以分出丘间沟谷地，红壤丘陵阳坡地、红壤丘陵阴坡地等等。本次试验只产生土地坡向，没有进行此种复合。

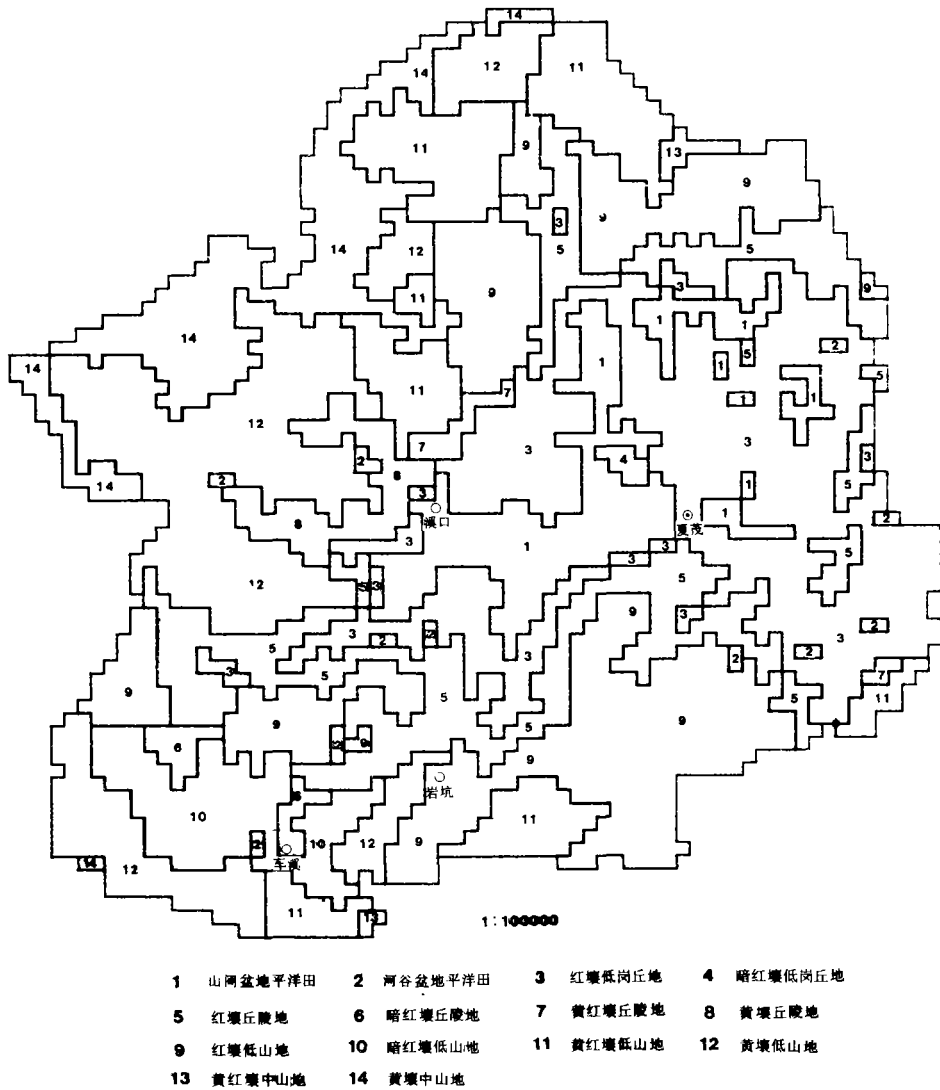


图 5 土地类型图

Fig. 5 Example of landtype output

(四) 土地质量评价方法

土地质量自动评价,是土地资源信息系统应用的一个主要方面,并已建立了各种算法^[3]。例如线性组合(加权或不加权)、非线性组合、聚类分析、条件组合和因素组合等。根据地区资料特点和区域地理分析,我们采用了加权因素组合法,产生土地生产潜力分级值 $E_i(j=1,4)$ 和土地限制程度分级值 $C_i(j=1,4)$ 。然后通过土地类型文件的各个栅格,利用以下公式,逐一计算各个评价单元的评价值 G , 进行合理的分级。该方法的计

算公式可写为

331444333
 2333434444434332
 2331334434444433
 43444344344334431
 4433443444343343332
 23344433333343433333131
 344431333434444443344433
 4344443333331134433443431
 243314434333222233344334322
 33343444433332223341234333122 232
 333343223443232233133431333223415233334
 23223223314324443344443323334444443333
 232222232224444333223333343444444443
 13222232221344443334333224443433444444
 223343314343334443323333444434434444344
 3343444444433444333344444333334444433
 223 33331233344122322333333444443433334344433
 3343333332234433322222222233444434444344333
 3344414441333343322132322233334441444444431332311
 21444313444433333143332323333344443444444442344321
 13433433422243333322233313333134444431111111313313
 3313333343144344322222222333331444114114433111134433443
 134333334444443441232232344333344111111114111344134433
 223444444334444444443232334443331111111131113314434433
 33334434433322224444444443344443334333111131111113311311333
 322233444444422233334433343333434442233111113111113311333111434
 3334444434434413233334443333444334223443331111113133113331443331323
 233334444333433343333333231444434433343431111133313231331111131323
 3333344443443444443434343444444334443344411111333134313111211131343
 1223443443344444343334443213433444431312111331331311133131141333
 32333144333444443333333433434423334443111131111313331133131112333
 3333324444444444334444444134333113111111111221331113412223143
 4332232444444443221224333443341413111111111111141111411214443143
 333222222444443132223133334431111311131111111311111332221431
 33222223334444333322231434314411121114411441111111131111133111
 33222234333211232231133224433111131122111114411111111111131341233211
 322333232333444444323314311114444113111111111111111111321113234112
 4433222334444344432311133
 332233444444433443311133
 31233322214444444341133
 444333222223144444411133
 444333222322222311133
 1333344223322232231133
 43343444412222332333111131121133
 444344314444132333311133
 2244433444444444311121341311113323131334412213333313444111344
 233433444444433441121313211134
 2333143444443444121134
 33333134344444221222212233111333323333222222213311112322233
 33332234441144133322222143332233333343222223312332223112223
 344333222112222233331222313221333333322333133322322223332223
 433222344222223324432322313313313322322322322232231132232
 33222333323123232333134431322133444333322222334444331323233
 333234443313233222213314443441441222233333223334443412233332334
 13313334332333312233341344433222333322233322233344412233232223
 331333331312232223133322331442232223222322322332223313334 33
 33133333313232234444314433222332332222233222322333313313331 33
 13133322333332321444443113221132332322332234322231143
 331332233334433431444332222222443333221443323
 33443133322333333311222232223213323333333444331
 33312231222213313332213232213322213232223333444
 13223323114433443313222322322333313332133333434
 2313333313444441213331322333333222322223333334
 3322233233134112143331234433332222233343333344
 22323322312222223331333333332222244444233243
 333323432232223133222323333 33443343333
 322133222332334333322 14
 33311144432223333
 222332232223
 143133323332

1. 平坡 (< 5°) 2. 阴坡 3. 半阳坡 4. 阳坡

图 6 土地坡向图

Fig. 6 Map of land aspect patterns

$$G(L) = \begin{cases} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (E_{ij} + C_{ij}) & (1) \\ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (E_{ij} + C_{ij}) + K & (2) \end{cases}$$

式中, E_i 为生产潜力分级值, C_i 为限制程度分级值, i 为分级数, ($j = 1, 4$), L 为土地类型序号, N 为土地类型 L 的栅格数, K 为土地利用条件差别参数。

土地利用条件差别参数是指考虑到农业、林业、牧业用地的不同, 或者区域间条件的差异, 使得对评价单元的质量有不同的影响和要求, 因而引入适当的带符号的调整系数。本研究区域地处山区, 土地利用的主要方式是农林结合。根据试验, 当 K 取值为 1 时, 可以反映本区土地按农林用地划分的等级系统。农林的界线一般以岗丘为界。岗丘以下, 包括岗丘、平原和河谷两岸, 为旱作与产粮带。岗丘以上的丘陵和坡度小于 20° 的低山, 为经济林带。其它低山和中山为林木带。因此, 当 $L = 1-4$ 时, 使用公式(1); 当 $L = 5-14$ 时, 使用公式(2)。于是得到各个土地类型单元的评价值 $G(L)$ 。然后根据 $G(L)$ 值, 按等差分级方法进行土地等级的划分。其计算公式如下:

分级界限 $T_i = G_{\max} - i \cdot D, i = 1, 2, \dots, N$ 。式中: 级差 $D = (G_{\max} - G_{\min})/N$, N 为分级数,

G_{\max} 为土地的最大 G 值,

G_{\min} 为土地的最小 G 值,

当土地按 4 级制划分时, 根据上述公式, 得到各个等级土地的分级界限值如下:

一等地	>6.555
二等地	6.555—5.985
三等地	5.984—5.415
四等地	5.414—4.845

表 8 土地的 G 值及其分级

Table 8 G values for classifying the land suitabilities.

土地类型	G 值	土地等级	面积(平方公里)	占总面积百分数
1	7.126	1	14.375	7.05
2	6.167	2	1.500	.74
3	6.601	1	39.750	19.49
4	6.500	2	.500	.25
5	6.777	1	26.375	12.93
6	6.407	2	1.687	.83
7	6.150	2	1.250	.61
8	5.549	3	4.438	2.18
9	5.829	3	37.375	18.32
10	6.215	2	8.437	4.14
11	5.375	4	19.312	9.47
12	4.871	4	32.000	15.69
13	4.846	4	.813	.40
14	4.958	4	16.187	7.94

于是,得到土地等级的分级结果(表8)。

对评价结果与用地现状的分析表明,机助因素组合的评价方法,可基本反映土地质量的平均等级(表9)。

表9 土地评级结果与用地现状比较表

Table 9 Summary comparison of the land rating result and present land use

利用类型	土地等级	土地类型	用地现状和主要特点
宜 农	1	1 3	坡度 $<5^{\circ}$,以灰泥、黄泥田为主,壤质土,排水良好,是以稻或稻、油为主的三熟田,亩产量 >500 公斤,是主要产粮带。该类地占居河谷低丘区的大部份面积。
	2	2 4	坡度 $<8^{\circ}$,以冷浸田为主,排水条件差,以酸性岩暗红壤为主,亩产400公斤,呈零星状分布的产粮区。
宜 林	1	5	坡度 $<15^{\circ}$,以酸性岩红壤为主,土层厚(>100 厘米),占居丘陵地区的大部份面积。是本区主要的经济林带,杂有用材林,覆盖度达80%以上。
	2	6 7 10	坡度 $>15^{\circ}$,地表有片蚀现象,为经济林与用材林地。
	3	8 9	坡度 $>25^{\circ}$,土层较薄,是以马尾松为主的用材林地。
	4	11 12 13 14	低中山区,海拔600米以上,粗粒花岗岩为主,坡度较大,年均温较低($<16^{\circ}\text{C}$),寒害严重,是阔叶与针阔混交的水源涵养林地,其间杂有宜林荒山。

(五) 制图输出

制图输出是将土地质量评价的结果,通过调用系统的绘图库程序,由绘图机自动输出土地质量评价图(图7)。这种地图,是因地制宜地合理利用土地的依据,它对于充分发挥土地的生产力具有指导利用。

三、结 语

土地资源的调查和分级,是一项综合性和技术性很强的工作。研究表明,在系统的支持下,利用计算机技术,对于充分利用现有的调查成果,对于加速土地环境的综合研究,对于土地类型自动分类的建立,对于保证土地分级和定位的精度,对于提高研究成果的标准化等方面,都有明显的优越性。但是,输入系统的资料和数据是极为重要的,它是系统整个运行进程的主体,是决定成果质量的关键,必须是充分可靠的。

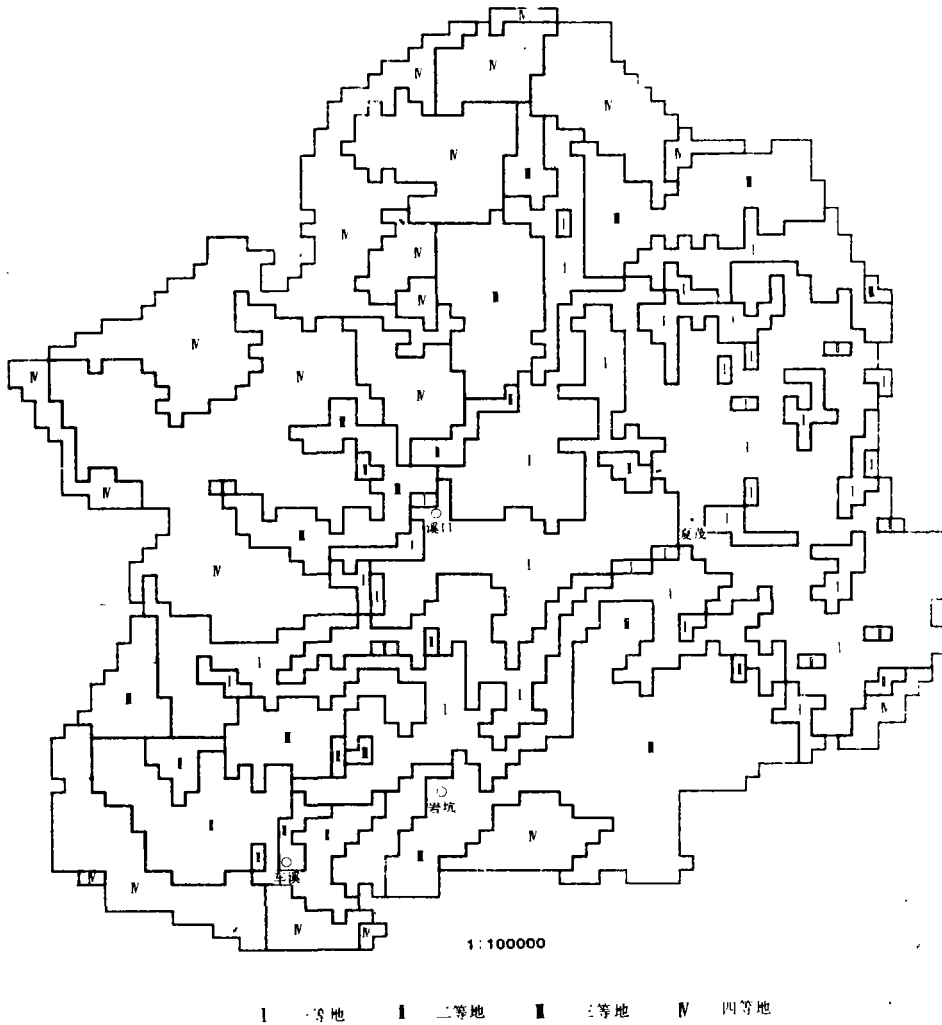


图 7 土地质量评级图

Fig.7 Output of land suitability analysis

参 考 文 献

- [1] Tomlinson. R. F. (ed), Computer Handling of Geographical Data, Paris: The UNESCO Press, 1976.
- [2] 宗延洲, 等差指数法在禹县土地质量评价中的试用, 1981年地理学与农业学术讨论会论文选编, 科学出版社, 1983年。
- [3] 黄杏元, 土地资源图的机助制图方法, 1984年全国第一届计算机地图制图学术讨论会论文选集, 科学出版社 (待出版)。

Land Resource Information System and Its Applications in Land Evaluation

Huang Xingyuan Lin Zengchun

(Dept. of Geography, Nanjing University)

Abstract

This paper describes briefly the components and functions of the LRIS, and examines its applications in land evaluation by taking a typical experiment in Xiamao, Fujian province.

In this research, the authors give the factor combination method for rating the land types, and accomplish successfully the automatic information retrieval of the land types and landforms.

Finally, the land rating map of analysing the land resources in the Xiamao area has been generated (Fig. 7), which provides the basis for making different rational use of land at various levels of suitabilities according to local conditions.