

ARC/INFO 信息系统在农地分等 定级中的应用*

——以武汉市狮子山地区的土系为例

周 勇 李学垣 贺纪正 王庆云 刘 勇

(华中农业大学资源环境与农业化学系, 武汉 430070)

摘 要 本文着重探讨地理信息系统 PC ARC / INFO 在农用地分等定级研究中的方法和过程, 将 ARC / INFO 与关系数据库系统 (FOXBASE) 集成一体, 实现地理空间数据和土地属性数据的自动连接, 以及农地分等定级信息的快速查询与检索。以土系作为评价单元, 通过分析, 定量地反映了研究区土地的质量状况。

关键词 地理信息系统 (PC ARC / INFO), 农用地, 土系, 分等定级

中图分类号 S159.3

土地是人类生产和生活的基地, 是农业的基本生产资料, 如何合理利用和管理土地资源以满足日益增长的人口对粮食的需求受到国际社会的普遍关注。农用地分等定级是对决定土壤生产力的内在属性和影响土壤生产力的外部环境条件进行综合评价, 用量化指标确定土地质量等级, 为制定有关农业政策, 综合治理中、低产土壤, 建立高产稳产农田, 促进农业持续、稳定和协调发展, 并为土地的征用和转让提供依据。

遥感 (RS) 和地理信息系统 (GIS) 技术的迅速发展, 为快速获取并准确处理地面信息成为可能^[1]。近年来, 利用 RS 和 GIS 技术进行土地评价、土壤退化和灾害监测的研究时有报道^[2-5], 但运用 RS 和 GIS 技术从事农用地分等定级的研究报道却很鲜见。本文以武汉市城郊狮子山地区为例, 探讨利用 ARC / INFO 软件系统和 FOXBASE 数据库进行农地分等定级的方法和过程, 为实现土地资源信息查询检索自动化, 为农用地的合理利用与保护提供决策依据。

1 材料与方 法

1.1 图件与资料

1981 年狮子山地区土壤图 (1:12000); 1981 和 1984 年狮子山地区航片 (1:12000); 狮子山地区地

* 中国科学院特别支持, 国家自然科学基金重点资助项目 (批准号 49131020) “中国土壤系统分类研究”、湖北省自然科学基金和武汉测绘科技大学“测绘遥感信息工程”国家重点实验室开放基金资助项目的一部分。

收稿日期: 1996-12-23; 收到修改稿日期: 1998-01-05

形图(1:10000);1981至1994年农业生产统计年报;1981年和1994年土壤养分分析数据和调查数据等。

1.2 农用地分等定级项目

根据农地利用现状将其划分为水田、旱地(包括园地和菜地)和林地三大类型,选取对不同利用类型或作物组合的生长发育和生产力具有重大影响的主导限制因素作为评价项目^[6]。根据样区的实际情况结合现有资料共分三种类型,即土壤属性(包括养分状况和物理化学性质)、环境条件与农田排灌状况(图1)。

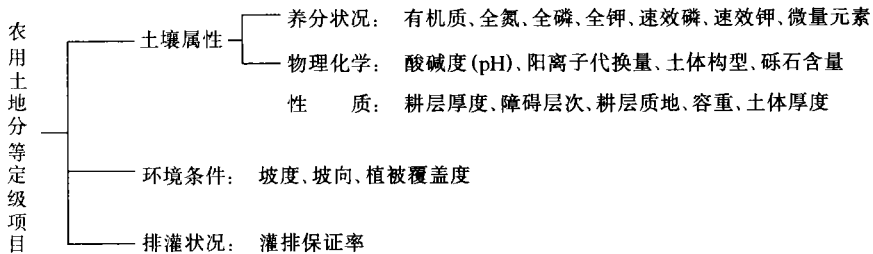


图1 农用地分等定级项目体系

Fig.1 System of agricultural land grading items

1.3 分级指标与指数

评价因素分级指标是指参评因素所代表的土壤及环境条件的限制因素在量上的变异及其对生产对象适宜程度的分级,是农地分等定级的具体依据;根据分级指标给出相应的指数即分值,以反映不同指标对土地质量的影响程度(表1-3)。

1.4 ARC / INFO 地理信息系统简介

ARC / INFO 是美国环境系统研究所(ESRI)于80年代初开发的一种GIS软件,它是由描述地理特征空间关系的ARC(弧段)系统和记录属性数据的INFO(关系数据库管理)系统结合而成。这种混合数据模型兼顾了空间数据和属性数据这两种不同性质的数据特点,有效地实现了两类数据的联合操作、处理和管理^[7]。在软件结构上采用基本模块组成工具箱,以实现数据输入、管理、分析和显示输出等方面的功能,可以方便地让用户作二次开发和功能扩充^[8]。编程时采用了ARC / INFO的宏语言(SML),以便实现农地资源信息的自动查询显示。

2 ARC / INFO 支持的农用地分等定级过程

2.1 定级单元图的编绘

为了与国际接轨,实现信息共享,将中国土壤系统分类的基层分类单元—土系(结合其土地利用现状)作为农用地分等定级基本单元。单元图的编绘过程如下:(1)根据最新红外航空像片勾绘出研究区的地域边界和土地利用类型图斑;(2)利用1981年狮子山地区土壤图,参照《中国土壤系统分类(修订方案)》编制成土系图,将研究区划分成10个土系;(3)将土地利用图经过几何纠正与土系图统一比例尺(1:12000),并逐一叠置在统一底图上,从而获得一个新的多边形图,即定级单元图。

表1 水田土壤评价项目、分级指标和指数
Table 1 The evaluation items, grading standard and indexes of paddy soils

评价指标和指数		项 目										Item
Standard and index	土体构型 ¹⁾ Soil body structure pattern	耕层厚度 Plough layer thickness (cm)	障碍层次 Obstacle horizon (cm)	容重 Volume weight (g/cm ³)	耕层质地 Plough layer texture	有机质 O.M. (g/kg)	速效磷 Available P (mg/kg)	速效钾 Available K (mg/kg)	微量元素 Trace element	排灌保证率 Condition of irrigation	pH	CEC 阳离子代换量 (cmol(+)/kg)
指标	Ap ₁ -Ap ₂ -Br-C	20—25	无	1.2—1.3	壤土	25—30	>15	>140	不缺	有保证	6.5—7.5	>20
指数	6	10	14	5	10	14	7	5	5	14	5	5
指标	Ap ₁ -Ap ₂ -C	15—20	中位	1.31—1.4	砂壤,粘壤	20—25	10—15	100—140	缺一种	尚能保证	7.5—8.0	15—20
指数	4.5	8	8	4	8	10	6	4	4	10	4	4
指标	Ap ₁ -Ap ₂ -G	10—15	浅位	>1.4, <1.1	砂土,粘土	15—20	5—10	50—100	缺二种	较差	<5.5, >8.5	10—15
指数	3	6	6	3	6	6	5	3	3	6	3	3
指标	Ap ₁ -G	<10, >25	表位	1.1—1.9	粗骨土	<15, >30	<5	<50	缺多种	困难	5.5—6.5	<10
指数	1.5	4	2	4	4	4	4	2	2	2	4	2

1) 土体构型指标符号的含义分别为: Ap₁—水耕表层, Ap₂—犁底层, Br—水耕氧化还原层, C—母质层, G—潜育层

表3 林地土壤评价项目、分级指标和指数

Table 3 The evaluation items, grading standards and indexes of forest land soils

评价指标和指数	评价项目										Item	
Standard and index	土体厚度 Soil body thickness	砾石含量 Gravel content	障碍层次 Obstacle horizon	容重 Volume weight	表层质地 Eppedon texture	有机质 O.M.	速效磷 Available P	覆盖度 Cover degree	排灌保证率 Condition of drainage and irrigation	坡向 Aspect	pH	坡度 Slope
	(cm)	(%)	(cm)	(g/cm ³)		(g/kg)	(mg/kg)	(%)			(HzO)	(degree)
指标	>100	<10	无	1.1—1.25	壤土	>25	>15	>90	有保证	南坡	6.5—7.5	<15
指数	12	12	5	5	5	12	5	12	5	10	5	12
指标	60—100	10—30	中位	1.25—1.35	粘壤土	20—25	10—15	70—90	尚能保证	东南	5.5—6.5	15—25
指数	9	9	4	4	4	9	4	9	4	8	4	9
指标	30—60	30—50	浅位	1.0—1.1	粘土	15—20	5—10	50—70	较差	西南	4.5—5.5	25—35
指数	6	6	3	3	3	6	3	6	3	6	3	6
指标	<30	>50	表位	<1.0, >1.45	粗骨土	<15	<5	<50	困难	北坡	<4.5, >8.5	>35
指数	3	3	2	2	2	3	2	3	2	4	2	3

2.2 数据库的建立

农地定级涉及的因素很多,数据关系复杂,如何组织管理和使用这些数据是分等定级的关键,因此确定系统采用的数据结构很重要。根据 ARC / INFO 提供的数据库模型,将农地分等定级数据库分为空间数据和属性数据进行管理(图 2)。

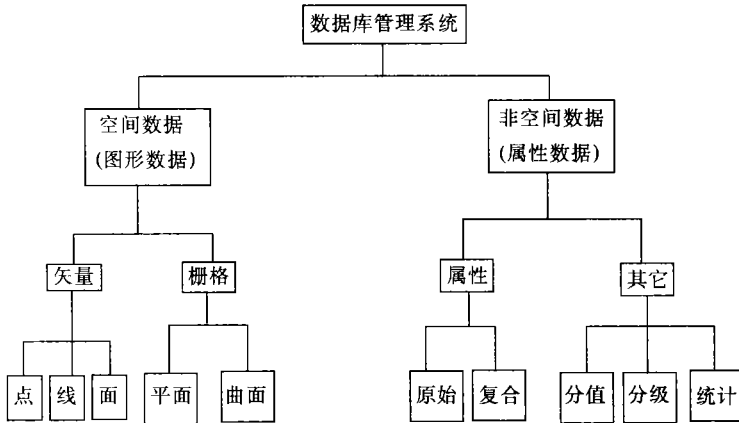


图2 农用土地分等定级数据库

Fig.2 Database of agricultural land grading

2.2.1 空间数据库的建立 在 ARC/INFO 系统支持下进行单元图数字化,所用数定化仪为 HIPAD。结束后用 CLEAN 程序建立多边形拓扑关系(多边形之间的区域定义、连通性和邻接性)。然后利用 ARC 模块中的 NODEERRORS 程序进行节点、弧段和标识点的错误检查,随后调用 ARCEDIT(编辑)模块对错误进行修改,之后在 ARC 下调用 BUILD 程序重建多边形拓扑关系。从而形成研究区域内完整的图形文件 PAT.DBF(表 4)。

表4 样区农地定级单元图数字化图形数据文件

Table 4 Graphical data file of agricultural land grading in sample area

记录 Record	土系 Soil series	图斑数 Number of map spots	面积 Area (hm ²)	最大图斑面积 Area of maximum map spot (hm ²)	最小图斑面积 Area of minimum map spot (hm ²)
1	绿岭系	2	24.26	23.85	0.41
2	狮子山	2	60.30	42.35	17.94
3	石佛寺系	1	26.82	26.82	26.82
4	保安系	1	0.72	0.72	0.72
5	郑寨系	13	49.42	10.12	0.46
6	江夏系	19	115.48	15.63	1.05
7	孝感系	23	121.70	22.00	0.82
8	十里铺系	4	25.87	8.34	4.84
9	南湖系	6	20.34	10.83	0.98
10	横沟乡系	4	53.12	6.11	2.52

2.2.2 属性数据库的建立 本着简明实用的原则,采用关系数据库管理系统(FOXBASE)建立农地分等定级属性数据库。数据库的结构设计如下:评价项目代码以其

表5 水田分等定级数据库

Table 5 Data-base of paddy soil grading

剖面号 Profile No.	土系 Soil series	土体构型 Soil structure	耕层厚度 Plough layer thickness	耕层质地 Plough layer texture	障碍层次 Obstacle horizon	容重 Volume weight	有机质 O.M.	速效磷 Available P	速效钾 Available K	微量元素 Trace element	pH	阳离子 代换量 CEC	排灌保证率 Condition of drainage and irrigation
PMH	TX	TTGX	GCHD	GCZD	ZACC	RZ	YJZ	SXL	SXJ	WLYS			PGBZL
1	十里铺系	Ap ₁ -Ap ₂ -C	12	粘壤土	无	1.65	14.5	14.4	69.5	不缺	6.1	18.47	有保证
2	南湖系	Ap ₁ -Ap ₂ -Br	18	壤质土	无	1.18	14.6	19.1	39.7	不缺	5.6	13.39	有保证
3	十里铺系	Ap ₁ -Ap ₂ -C	12	粘壤土	中位	1.63	28.2	24.3	56.1	不缺	5.8	16.63	较差
14	南湖系	Ap ₁ -Ap ₂ -Br-C	14	粘壤土	无	1.07	29.2	2.7	60.3	不缺	5.6	15.47	困难
15	横沟乡系	Ap ₁ -Ap ₂ -G	25	粘壤土	无	10.80	28.1	6.4	67.9	不缺	6.2	18.62	困难
16	南湖系	Ap ₁ -Ap ₂ -Br-C	18	粘壤土	无	1.28	26.6	7.8	55.0	不缺	5.5	17.63	有保证
22	南湖系	Ap ₁ -Ap ₂ -Br-C	14	壤质土	无	1.02	34.6	3.4	78.2	不缺	6.0	16.52	尚能保证
23	十里铺系	Ap ₁ -Ap ₂ -C	12	粘壤土	无	1.63	14.4	9.2	90.2	不缺	6.3	21.71	较差
31	南湖系	Ap ₁ -Ap ₂ -Br-C	16	粘壤土	中位	1.17	25.7	11.4	73.0	不缺	7.4	13.50	尚能保证
36	南湖系	Ap ₁ -Ap ₂ -Br-C	13	粘壤土	中位	1.08	29.2	9.2	63.8	不缺	6.4	15.40	尚能保证
37	横沟乡系	Ap ₁ -Ap ₂ -G	30	粘壤土	浅位	1.08	30.8	2.4	75.2	不缺	6.2	17.32	困难
38	南湖系	Ap ₁ -Ap ₂ -Br-C	13	粘壤土	无	1.62	17.1	10.5	83.0	不缺	7.0	15.50	尚能保证

表6 林地分等定级数据库

Table 6 The data-base of forestry land grading

剖面号 Profile No.	土系 Soil series	表层质地 Eppedon texture	土体厚度 Soil body thickness	砾石含量 Gravel content	障碍层次 Obstacle horizon	容重 Volume weight	有机质 O.M.	速效磷 Available P	pH	坡度 Slope	坡向 Aspect	覆盖度 Cover degree	排灌保证率 Condition of drainage and irrigation
PMH	TX	BCZD	TTHD	LSHL	ZACC	RZ	YJZ	SXL		PD	PX	FGD	PGBZL
32	狮子山系	粘壤	43	15	无	1.4	53.7	17	3.9	28	南	90	尚可
33	绿岭系	粘壤	25	30	无	1.42	42.2	6	4.5	21	东西	95	尚可

表7 旱地分等定级数据库

Table 7 The data-base of upland grading

剖面号	土系	耕层质地	土层厚度	障碍层次	容重	有机质	速效磷	速效钾	微量元素	pH	阳离子	排灌保证率	坡度	耕层厚度	速效氮
Profile	Soil	Plough layer	Soil body	Obstacle	Volume	O.M.	Available	Available	Trace element		CEC	Condition of	Slope	Plough layer	Available
No.	series	texture	thickness	horizon	weight		P	K			irrigation	drainage and	of	thickness	N
PMH	TX	GCZD	TTHD	ZACC	RZ	YJZ	SXL	SXJ	WLYS		PGBZL	PD	PD	GCHD	SXD
4	江夏系	粘壤	100	中位	1.18	13.8	7.1	57.1	不缺	5.4	16.60	较差	5	18	63.9
5	郑寨系	壤质	100	中位	1.27	16.7	16.9	44.1	不缺	5.2	14.70	较差	5	20	71.3
6	江夏系	粘壤	100	中位	1.15	18.6	16.2	136.1	不缺	5.7	17.05	尚可	7	20	101.4
7	狮子山系	壤质	100	无	1.23	24.4	43.2	41.3	不缺	4.1	12.48	有保证	7	20	94.2
8	孝感系	粘质	100	浅位	1.08	13.4	6.7	196.0	不缺	5.0	21.20	尚可	4	20	53.9
9	江夏系	粘质	100	中位	1.14	17.5	10.1	59.1	不缺	5.2	30.71	有保证	6	20	60.2
10	孝感系	粘质	100	浅位	1.02	11.7	2.5	131.0	不缺	5.8	16.43	较差	2	20	26.5
11	孝感系	粘质	100	浅位	1.05	17.3	2.4	67.2	不缺	5.2	14.30	尚可	3	13	69.5
12	孝感系	粘质	100	浅位	1.07	10.9	23.2	74.0	不缺	5.3	16.72	较差	3	12	43.9
13	郑寨系	壤质	100	无	1.25	24.1	38.7	100.0	不缺	6.4	15.50	尚可	3	20	82.9
17	郑寨系	壤质	100	无	1.31	17.2	31.7	63.9	不缺	5.7	14.39	有保证	3	20	66.7
18	江夏系	粘质	100	中位	1.35	17.6	49.6	171.0	不缺	6.2	18.70	尚可	3	16	80.1
19	江夏系	粘质	100	中位	1.13	17.5	4.9	101.0	不缺	6.4	18.83	尚可	6	17	42.6
20	江夏系	壤质	100	无	1.26	34.5	45.4	171.0	不缺	6.3	17.21	较差	3	20	171.2
21	孝感系	粘质	100	中位	1.05	14.6	1.9	63.9	不缺	5.1	15.53	困难	3	12	88.9
24	江夏系	壤质	100	中位	1.32	14.4	9.2	90.2	不缺	5.0	17.60	较差	6	14	40.9
25	郑寨系	壤质	100	中位	1.26	13.3	4.0	58.2	不缺	5.1	13.24	困难	6	12	43.0
26	保安系	粘质	100	中位	1.07	21.8	1.0	104.0	不缺	5.8	20.22	较差	6	17	96.8
27	孝感系	粘质	100	中位	1.12	19.5	63.2	137.0	不缺	5.7	17.30	较差	3	14	65.2
28	江夏系	粘壤	100	中位	1.17	22.1	55.5	65.4	不缺	6.3	18.90	较差	3	17	82.5
29	郑寨系	壤质	100	无	1.29	26.7	59.6	88.9	不缺	6.6	18.30	尚可	3	20	138.9
30	横沟乡系	粘质	100	无	1.25	32.7	36.4	95.8	不缺	5.9	15.20	较差	3	12	140.3
34	石佛寺系	壤质	100	无	1.23	13.6	3.1	106.0	不缺	4.7	14.55	尚可	17	20	76.0
35	石佛寺系	粘壤	100	无	1.32	11.6	73.6	73.6	不缺	5.4	12.42	较差	3	16	55.8

关键字的第一个汉语拼音字母连接而成,例如:剖面号——PMH,障碍层次——ZACC,容重——RZ等;数据输入和输出宽度都定义为“14”,数据类型都定义为数值型“N”,字符型数据如“障碍层次的有无或所处的部位”等转换成相应的数值型数据,以便于计算;根据小数点的有无定义小数位数等。

在研究区选取了 38 个代表性剖面点,水田、旱地和林地都有分布,测定其理化性质和野外调查数据作为农用土地分等定级项目(表 1, 2, 3)。将数据输入 FOXBASE 数据库管理系统建立起农地分等定级属性数据库(表 5, 6, 7)。

2.3 农用土地分等定级

数据库建立之后,根据评价项目所对应的指标及指数(表 1, 2, 3),联系水田、旱地和林地数据库(表 5, 6, 7),获得每个记录(剖面号)的评价项目所对应的指数值。通过求和(加法)运算。得到每个记录的总指数值。连结农地属性数据(表 5, 6, 7)和图形数据(表 4)计算得到每一土系的总指数值的平均值。根据野外调查,结合农业生产实际和专家经验制定样区农用土地分等定级标准(表 8),将其输入数据库管理系统并与农地分等定级信息连接,得到样区土系的分等定级结果(表 9)。结果表明:从总体上看,该区土地质量属中等偏上,一等地(I)占总面积的 25.5%,二等地(II)占总面积的 64.7%。郑寨系菜地、南湖系水田

表8 狮子山地区农地等级划分标准

Table 8 The division standard of grading of agricultural lands in Shizishan area

等	级	总指数	参考经济效益(元/公顷)
Grade	Class	Total index	Reference for economic benefit (yuan/hm ²)
一等地 (I)	一级(I ₁)	≥90	>18900
	二级(I ₂)	85—89	16800—18900
	三级(I ₃)	80—84	14700—16800
二等地 (II)	一级(II ₁)	75—79	12600—14700
	二级(II ₂)	70—74	10500—12600
	三级(II ₃)	65—69	8400—10500
三等级 (III)	一级(III ₁)	60—64	6300—8400
	二级(III ₂)	55—59	4200—6300
	三级(III ₃)	≤54	<4200

表9 样区土系的分等定级状况

Table 9 The results of grading of soil series in the sample area

编号	土系	土地利用	总指数	等级	面积
No.	Soil series	Land use	Total index	Grade	Area (hm ²)
1	绿岭系	林地	78	II ₁	24.26
2	狮子山系	林地	81	I ₃	60.30
3	石佛寺系	果园	73	II ₂	26.82
4	保安系	果园	76	II ₁	0.72
5	郑寨系	菜地	86	I ₂	49.42
6	江夏系	旱地	79	II ₁	115.48
7	孝感系	旱地	69	II ₃	121.70
8	十里铺系	水田	75.5	II ₁	25.87
9	南湖系	水田	92	I ₁	20.34
10	横沟乡系	水田	75	II ₁	14.28
11		水体			53.12

和狮子山系林地,土地生产力较高,分属于一等二级,一等一级和一等三级。果园和旱地土地生产力稍低,属于二等地,应增加投入,提高其土地生产力。

2.4 成果输出

调用 ARCPLOT(绘图)模块,在分等定级单元图上将不同等级的土地单元用不同颜色或晕线表示,同时制作图名、图例、确定输出比例尺,然后连接打印机或绘图仪,输出 1:12000 的狮子山地区土系的分等定级图(图 3)。

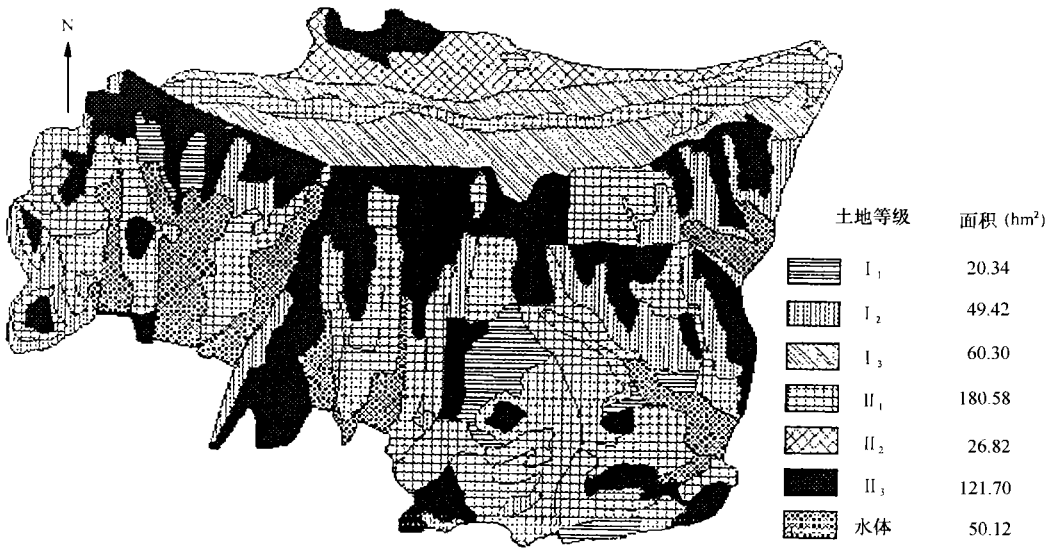


图3 狮子山地区农地分等定级状况

Fig.3 Grading of agricultural lands in Shizishan area

3 ARC/INFO 支持下的农用地分等定级信息的自动查询检索

在建立完整的农地定级数据库之后,进入 ARC/PLOT 内嵌的 SML 语言进行二次开发,建立相关的查询系统。为了检索的方便,使用 POPUP 程序编制相应的查询功能菜单界面,菜单项从上至下分别为: COLOR/CLASS, COLOR/GRADE, IDENTIFY, LIST, QUERY, MAPE, RESTORE, QUIT, CANCEL。通过这些功能菜单,利用鼠标可以快速地获得研究区内用户所需要的土地资源信息,为用户提供较好的查询界面。

4 结 语

1. ARC/INFO 软件具有强大的空间数据和属性数据的处理分析功能。将其应用于农地分等定级研究,不但可以快速地获得丰富的土地资源信息,还可以在数据分析的基础上,在一定模式的支持下,通过计算机与输出设备连接获得一系列精美的专题图件。

2. 研究中建立起来的土地资源数据库,可以通过遥感资料和各种监测数据及时进行数据更新,从而获得变化了的土地资源信息和专题图件,相对于传统的土地资源调查研究

大大节省了人力、物力和时间。

3. 研究表明,狮子山地区植被保护较好,农地质量中等偏上;狮子山系林地、郑寨系菜地和南湖系水田属一等地,占总面积的 25.5%;果园和其它旱地以及十里铺系和横沟乡系水田,土地生产力稍低,属于二等地,占总面积的 64.7%。

4. 在 ARC/INFO 平台上利用其 SML 语言进行二次开发,大大扩充了系统的查询检索功能,能更加充分有效地利用 ARC/INFO 软件进行土地评价研究,其应用前景非常广阔。

参 考 文 献

1. 张 犁. GIS 系统集成的理论与实践. 地理学报, 1996, 51 (4): 306—313
2. 倪绍祥, 黄杏元, 胡有元. 地理信息系统在土地适宜性评价中的应用. 科学通报, 1992, (15): 1403—1404
3. 史培军, 陈晋. RS 和 GIS 支持下的草地雪灾监测试验研究. 地理学报, 1996, 51 (4): 296—305
4. 周慧珍. 1:100万土壤——土地图数据库及土壤退化信息解译. 土壤学报, 1991, 28 (4): 355—371
5. Davidson D A, Jones G E. A land resources information system (LRIS) for land use planning. Applied Geography, 1986, 6(3): 255—265
6. 沈思渊. 土壤资源评价指标的研究. 见: 中国自然资源研究会青年协会编: 自然资源的评价与决策研究. 科学出版社, 1990. 128—133
7. Environment System Research Institute, Inc. Quick Reference Guide PC ARC / INFO Version 3.4D. CA USA: Red lands, 1992. 1—81.
8. Environment System Research Institute, Inc. SML™ User Guide Version 3.4D plus. The macro language for PC ARC / INFO. CA USA: Red land, 1992. 1—38

APPLICATION OF ARC / INFO GIS IN GRADING OF AGRICULTURAL LANDS

Zhou Yong Li Xue-yuan He Ji-zheng Wang Qing-yun Liu Yong

(Huzhong Agricultural University, Wuhan 430070)

Summary

The method and process of the grading of agricultural lands were studied using ARC / INFO software. Based on ARC / INFO platform, the second development about the software was conducted to realize the automation of inquiry and check. The soil series combined with land use was regarded as the assessment unit, and the land quality situation was illustrated by quantitative analysis in the research area.

Key words PC ARC / INFO, Grade and class, Agricultural lands, Soil series