

# 耕地资源管理信息系统的建立及应用

## ——以永济市为例

毕如田<sup>1</sup> 王 镔<sup>1</sup> 段永红<sup>1</sup> 李 华<sup>2</sup> 张耦珠<sup>3</sup> 王晋民<sup>3</sup>

(1 山西农业大学资源环境学院, 山西太谷 030801)

(2 山西大学环境资源学院, 太原 030006)

(3 山西省农业厅土壤肥料工作站, 太原 030001)

**摘 要** 以山西省永济市为例, 运用 GIS 技术建立了耕地资源管理信息系统。该系统采用 MapGis 管理空间数据库和属性数据库, FoxPro 管理数据录入、应用模型分析与统计数据库; 叠加土地利用现状图、基本农田保护区规划图和土壤图, 形成 6 782 个图斑, 组成空间数据库的基本管理与评价单元, 使得每个评价单元上土地利用方式一致、土壤类型一致。采用 Visual C++ 语言开发了层次分析、模糊综合评价等应用模型。针对永济市的实际情况, 经过专家组研究从 64 个耕地地力调查与质量评价指标中筛选出 15 项指标进行评价。对 6 782 个评价单元中的每一个评价单元, 用 15 项耕地质量评价指标计算其综合评价指数, 并以该指数作为耕地质量评价依据。评价结果反映出该市耕地中低产田面积大、施肥结构不合理、忽视盐碱地改造和圪土地改良利用等一系列问题, 并针对耕地的不同等级所存在的障碍因素提出了相应的建议。该系统可掌握全市耕地地力及质量状况, 为耕地地力建设与土壤改良利用提供了依据。

**关键词** 耕地资源; 地理信息系统; 数据库; 综合评价

中图分类号 F323. 211, TP392

文献标识码 A

运用地理信息技术研究耕地资源管理信息系统在国内外已开展多年, 早在 70 年代初, 加拿大就开始利用计算机和数据库技术贮存、管理土壤和土地资源数据, 建立了国家土壤资源数据库 (CAN-SIS)<sup>[1]</sup>, 70 年代末到 80 年代初, 基于 GIS 的土地资源信息系统在一些发达国家和地区均已建立和应用<sup>[2]</sup>。我国从 80 年代中期开始建立土壤数据库和土壤信息系统<sup>[3]</sup>, 目前正在进行中国 1: 100 万土壤数据库的建设与应用工作<sup>[4]</sup>, 很多学者对地理信息空间分析的理论体系及土地资源信息系统建设中的问题进行了研究<sup>[5~7]</sup>。耕地信息不仅包括了地形、地貌等基本空间信息, 还包括土壤、肥力、规划、水利、气象、管理、人文、经济统计等信息, 如何将耕地资源的空间数据文件及属性数据库与应用模型和决策支持系统集成于一体, 如何建立耕地资源管理信息系统的应用模型仍然是目前有待研究的课题。

本研究以山西省永济市为例, 运用地理信息技术, 建立了基于 MapGis 管理的空间数据库和属性数据库, FoxPro 管理的数据录入、应用模型分析与统计数据库, 并采用 Visual C++ 语言开发了层次分析、

模糊综合评价等应用模型, 将空间数据库、属性数据库和应用模型库集成, 建立了耕地资源管理信息系统, 并对永济市的耕地地力等级进行了划分。

## 1 研究区背景

永济市地处黄河中游, 山西省西南部, 运城盆地西南端, 晋、秦、豫三省交汇处, 位于东经 110°14' ~ 110°45'、北纬 34°40' ~ 35°04' 之间。东与运城市相连, 西临黄河与陕西省大荔县、合阳县隔河相望, 南以中条山分界与芮城县接壤, 北与临猗县相邻。全市东西长 49 km, 南北宽 43.5 km, 国土总面积 1 221.06 km<sup>2</sup>。

全市共辖 7 个乡镇, 3 个街道办事处, 262 个村, 总人口 42.76 万人, 其中农业人口 33.84 万人, 非农业人口 8.92 万人。

永济市境内有山地、平川、台地等多种地貌类型, 中条山地处境域南部, 绵延数十千米, 海拔多在千米左右。山地占全市总面积的 19.01%, 平川占 37.75%, 台地占 16.95%, 黄河川道及河滩面积占

23.95%, 残垣沟壑区面积占 2.34%。黄河流经永济市西界, 长约 50 km。

永济市共有土地 122 364  $\text{hm}^2$ , 其中农用地 73 809  $\text{hm}^2$ , 含耕地 52 975  $\text{hm}^2$ 、林地 14 374  $\text{hm}^2$ 、园林 5 373  $\text{hm}^2$ 、牧草地 1 087  $\text{hm}^2$ ; 建设用地 11 800  $\text{hm}^2$ ; 未利用地 36 755  $\text{hm}^2$ 。

永济市属北温带大陆性气候, 四季分明, 光热资源丰富。全市年平均气温 13.9℃, 日照时数 2 375.0 h, 年降水量 500~550 mm, 无霜期长达 216 d, 农业生产条件较好, 并适宜于一年两熟农作物的生长。

全市农业生产以小麦、棉花为主, 近年来大力发展芦笋、蔬菜、畜禽、林果、食用菌、水产养殖, 不断调整产业结构, 走产业化发展之路, 成为国家“优质棉生产基地”、“淡水商品鱼生产基地”和山西省“商品粮生产基地”、“商品牛基地”等。农、林、牧、渔业的生产优势十分明显。

自 1979 年第二次土壤普查以来, 由于经营体制、耕作制度、作物品种、种植结构、产量水平、肥料和农药的使用均发生了巨大的变化, 因此充分利用第二次土壤普查和 1996 年基本农田保护区划的成果, 建立永济市耕地资源管理信息系统十分必要。通过该系统的建立, 可以全面掌握永济市耕地地力状况, 进一步拓展平衡施肥技术的应用范围, 促进农业结构的战略性调整和优质高效农业的发展。另外, 通过了解耕地土壤退化现状, 为耕地修复整理提供了科学依据, 对促进耕地保养、减少农业面源污染、提高耕地质量、改善农田生态环境、推进无公害农产品的生产与发展都具有重要意义。

## 2 系统建立方法

耕地资源信息是对区域内耕地资源开发与利用状况的一种客观描述, 是区域内耕地资源状态、特征的集中表现, 既包括了描述耕地地理位置的空间属性, 又包括描述耕地自身特点的属性数据。

### 2.1 数据资料的整理

数据资料主要包括图件资料和属性数据资料。图件资料包括: 地形图、行政区划图、土壤图、基本农田保护块现状图、水利分区图、土地利用现状图、地貌类型分区图、采样点位图等, 统一比例尺为 1:50 000。属性数据资料包括: 土壤普查农化样点资料、808 个各类土样布点的采样分析测试数据、基本农田保护区地块资料、262 个村近 3 年农业生产基

本情况抽样调查资料、粮食产量与种植面积统计资料以及各类图件的属性数据等。

### 2.2 空间数据库的建立

空间数据库的建立以 MapGis 为工具, 空间数据的输入采用对图件扫描后进行矢量化的方式进行, 底图比例尺均为 1:50 000, 采用 6°分带的高斯-克吕格投影, 坐标系使用北京 54/ 克拉索夫斯基椭球参数, 高程系统为 1956 年黄海高程基数。

矢量化时要针对所采集的点状要素、线状要素及面状要素按不同类型分层采集。对土样点、污染点等采样点的采集应按照 GPS 定位数据确定; 对线状要素, 如道路、沟渠等要注意其宽度的准确性, 对行政界、地类界、等高线等要保证其闭合性; 对面状要素要在线状要素采集后, 通过建立拓扑关系形成区后进行, 并将面状要素分为多个图斑层, 如行政区、地类区、土壤区等, 并将分层采集的数据分层保存。

通过图件矢量化, 首先生成土地利用现状图、基本农田保护区规划图和土壤图, 然后通过对这三个图形进行叠加, 形成基本管理与评价单元, 即形成基本的空间数据库。空间数据的交换模式参照 GB/T17798 1999《地球空间交换格式》对耕地资源数据交换格式进行描述。

### 2.3 管理与评价单元的确定

本信息系统的基本管理和评价单元由土地利用现状图、基本农田保护区规划图、土壤图叠加后的图斑形成, 这样一来, 每个管理和评价单元上土地利用方式一致、土壤类型一致, 与我国的农业生产体制比较吻合, 耕地地力评价的结果不仅可以为政府部门制定农业发展规划、土地利用总体规划、种植业规划等宏观决策提供决策支持, 也可以为基层农业技术推广人员和农民进行科学施肥、节水灌溉等农事操作提供重要依据。在建立永济市耕地资源管理信息系统时, 对三个图件叠加后总共形成了 6 782 个管理和评价单元。其他图件的属性数据, 按照每一个评价单元所对应图件(如地形图)的空间位置, 提取相应图件的属性数据来获取。

### 2.4 属性数据库的建立以及与空间数据库的连接

属性数据库的数据来源于各类统计资料、相关历史资料、调查样点的调查资料以及室内分析数据及报表等。属性数据库的建立采用 Visual FoxPro 数据库管理系统进行。

对每一个图形分层采集后, 应该为相应的图层赋予对应的属性数据。在 MapGis 系统对图件矢量

化过程中,通过标记多边形标识点,建立多边形编码表,而在FoxPro系统中,采用同样的编码表建立属性数据库,这样就可以通过MapGis与FoxPro的公共编码表实现空间数据与属性数据的统一管理。对于像田间调查采样点等的点状要素,则采用Kiring空间插值的方法获得管理与评价单元的属性数据。

用Visual FoxPro来建立属性数据库,通过MapGis提取属性后生成其内部数据库,提供与公共数据库的接口,实现对公共数据的调用,这样可方便地进行应用模型的二次开发。本系统所有的计算结果及中间过程全部采用Visual FoxPro的DBF数据格式,各类中间分析、统计、汇总等计算结果用DBF格式存储,如在耕地分等定级中的综合指数计算、分等定级汇总等。对每个评价单元的各种分析和评价还可通过MapGis以图形的方式直观显示出来。

### 2.5 应用模块的建立

MapGis地理信息系统软件是一个集地图输入编辑、数据库管理及空间分析为一体的GIS基础平台,系统本身具有较完善的数据管理功能,但对于耕地信息系统的应用还需要进行二次开发,如耕地生产潜力评价、适应性评价、土壤养分评价、产量预测等应用模型。MapGis系统提供了建立在MapGis API之上的二次开发类库,支持基于MFC的类库,并继承了Visual C++的CView类。因此在MapGis平台上,应用模型的程序用Visual C++设计,通过MapGis外部和内部接口将耕地信息系统应用模型集中在一起,统一管理,有关用户界面将使用VC++设计基于Windows的图形界面,主要功能模块将由此界面提供菜单驱动来完成。应用模块与MapGis结合方式如图1所示。

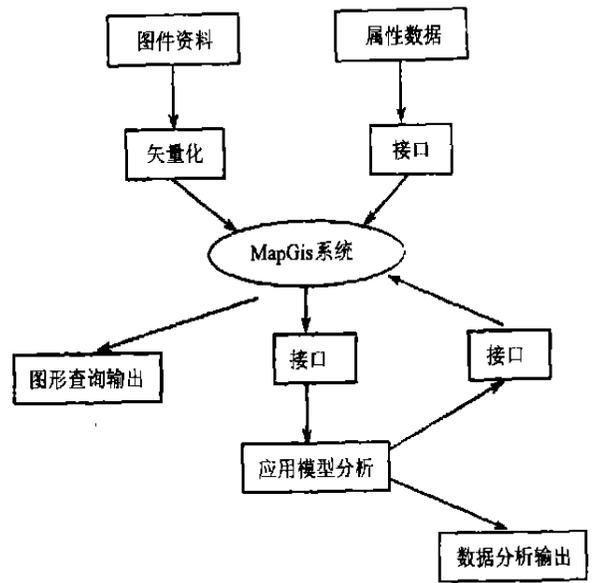


图1 应用模型与MapGis结合示意图

Fig. 1 Integration of applied model and MapGis

(2) 选取的因子在评价区域内的变异较大,便于划分耕地地力的等级。

(3) 选取的评价因素与评价时间序列上具有相对的稳定性,如土壤质地、有机质含量等,评价结果能够有较长的有效性。

(4) 选取的评价因素与评价区域的大小密切相关。如气候因素在评价山西省耕地质量时为重要因子,但在评价永济市时由于范围较小可不作为参评因子<sup>[8]</sup>。

针对山西省以及永济市的实际情况,经过山西省农业厅土壤肥料工作站组织专家讨论和研究,确定了永济市耕地地力评价指标体系(目标层G),共包括5类评价因素(准则层C),具体包括15项评价指标(指标层A),如图2所示。

### 3.2 评价方法

确定了评价指标后,首先确定耕地地力要素对耕地质量的隶属度。对概念型评价因子通过专家打分的方法来确定,如地形部位(其他因子略)在耕地地力评价中的隶属度如表1所示;对数值型评价因子则建立相应的隶属函数,如地面坡度、耕层厚度等因子的隶属函数如表2所示。

隶属度确定后采用层次分析方法(Analytical hierarchy process, AHP)计算各评价因子的权重以及耕地质量综合评价指数。层次分析方法的具体步骤是,首先建立层次结构,如图2所示的指标体系,分为目标层、准则层和评价指标三层。第二步,比较同

## 3 在耕地质量评价中的应用

耕地质量评价涉及大量的相关联的自然、经济和社会要素,本研究以永济市耕地资源管理信息系统为基础,采用了层次分析法、模糊综合评价法,对该市耕地质量进行了定量评价,并对耕地进行了分等定级。

### 3.1 选择评价要素

耕地地力评价的实质是评价地形、土壤理化性状等自然要素对农作物生长限制程度的强弱,选取评价要素时应遵循以下几个原则:

(1) 选取的因子对耕地地力有较大的影响,如地形因素、土壤因素、灌溉条件等。

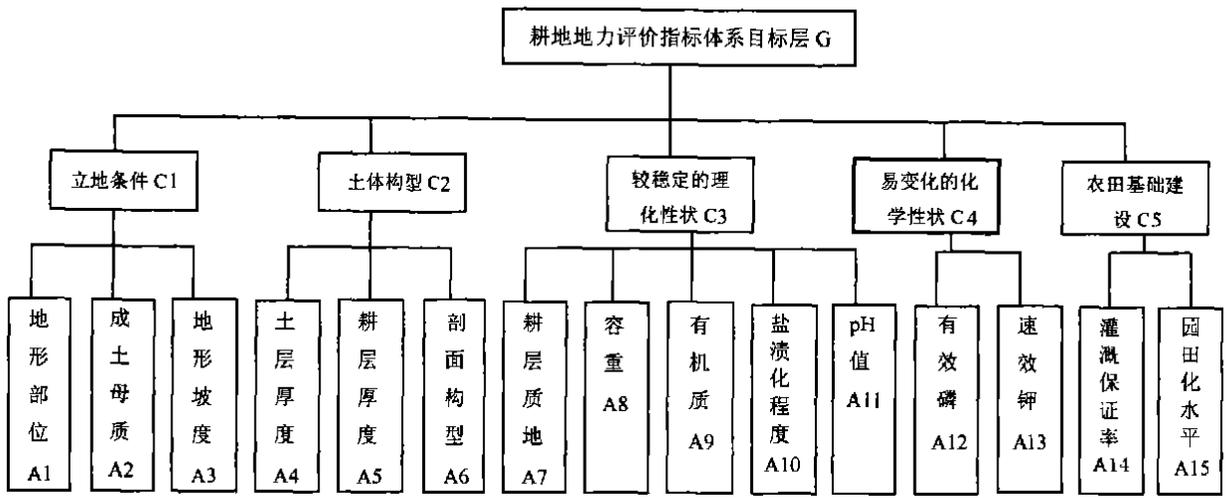


图 2 耕地地力评价指标体系

Fig. 2 Index system for evaluation of farmland productivity

表 1 概念型评价因子——地形部位的隶属度

Table 1 Conceptual evaluation factors Dependence degree of landforms

地形部位 Landform	隶属度 Dependence degree	地形部位 Landform	隶属度 Dependence degree
河漫滩 <sup>①</sup>	0.7	洪积扇下 <sup>⑧</sup>	0.8
一级阶地 <sup>②</sup>	1.0	倾斜平原 <sup>⑨</sup>	0.8
二级阶地 <sup>③</sup>	0.9	梁地 <sup>⑩</sup>	0.2
高阶地 <sup>④</sup>	0.7	茆地 <sup>⑪</sup>	0.2
垣地 <sup>⑤</sup>	0.4	坡麓 <sup>⑫</sup>	0.1
洪积扇上 <sup>⑥</sup>	0.4	沟谷 <sup>⑬</sup>	0.6
洪积扇中 <sup>⑦</sup>	0.6		

①Flood bed; ②First terrace; ③Second terrace; ④High terrace; ⑤Yuan farmland; ⑥Pluvial up fan; ⑦Pluvial mid fan; ⑧Pluvial down fan; ⑨Clinoplain; ⑩Liang farmland; ⑪Mao farmland; ⑫Toe of slope; ⑬Cleuch

表 2 数值型评价因子的隶属函数

Table 2 Dependence function of numerical evaluation factor

函数类型 Type	评价因子 Factor	隶属函数 Dependence function
戒下型 <sup>①</sup>	地形坡度 <sup>③</sup> (°)	$y = 1/[1 + 6.492 \times 10^{-3} \times (x - 3.0)^2]$
戒上型 <sup>②</sup>	有效土层厚度 <sup>④</sup> (cm)	$y = 1/[1 + 1.118 \times 10^{-4} \times (x - 160.0)^2]$
戒上型 <sup>②</sup>	耕层厚度 <sup>⑤</sup> (cm)	$y = 1/[1 + 4.057 \times 10^{-3} \times (x - 33.8)^2]$
戒下型 <sup>①</sup>	土壤容重 <sup>⑥</sup> (g cm <sup>-3</sup> )	$y = 1/[1 + 3.990 \times (x - 1.08)^2]$
戒上型 <sup>②</sup>	有机质 <sup>⑦</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	$y = 1/[1 + 2.912 \times 10^{-3} \times (x - 28.4)^2]$
戒下型 <sup>①</sup>	pH	$y = 1/[1 + 0.5156 \times 10^{-3} \times (x - 7.0)^2]$
戒上型 <sup>②</sup>	有效磷 <sup>⑧</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	$y = 1/[1 + 3.035 \times 10^{-3} \times (x - 28.8)^2]$
戒上型 <sup>②</sup>	速效钾 <sup>⑨</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	$y = 1/[1 + 5.389 \times 10^{-5} \times (x - 228.7)^2]$

①Lower limit; ②Upper limit; ③Grade of landform; ④Thickness of soil layer; ⑤Thickness of plough layer; ⑥Bulk density of soil; ⑦Organic matter; ⑧ Available phosphate; ⑨Readily available potassium

一层次各因素对上一层次的相对重要性,将指标进行两两比较,给出数量化的评估,并构造判断矩阵。然后,通过计算判断矩阵的最大特征值和特征向量,计算出某一层次因素相对于上一层次某个因素的相对重要性权重<sup>[9]</sup>。最后,计算出每一层因素相对于上一层因素的相对重要性权重,即可得出各个指标相对于目标层的权重。

以指标层指标 A<sub>7</sub>(质地)、A<sub>8</sub>(容重)、A<sub>9</sub>(有机质)、A<sub>10</sub>(盐渍化程度)、A<sub>11</sub>(pH 值)为例,计算 A<sub>7</sub>~A<sub>11</sub>各个指标相对于准则层 C<sub>3</sub>(较稳定的理化性状)

的权重。构造判断矩阵如表 3 所示。

计算表 3 判断矩阵的特征值为 (0.370 4, 0.061 7, 0.123 5, 0.370 4, 0.074 0), 并通过了一致性检验。这样,就得出 A<sub>7</sub>~ A<sub>11</sub>各个指标相对于准则层 C<sub>3</sub>的权重。用同样的方法可以构造出准则层 C<sub>1</sub>~ C<sub>5</sub>相对于目标层 G 的判断矩阵并计算出特征向量为(0.359 2, 0.119 8, 0.089 9, 0.071 9, 0.359 2),也可以计算出 A<sub>1</sub>~ A<sub>3</sub>相对于 C<sub>1</sub>、A<sub>4</sub>~ A<sub>6</sub>相对于 C<sub>2</sub>、A<sub>12</sub>~ A<sub>13</sub>相对于 C<sub>4</sub>、A<sub>14</sub>~ A<sub>15</sub>相对于 C<sub>5</sub>的各个判断矩阵和相应的特征向量,计算结果如表 4 所示。

表 3 构造判断矩阵  
Table 3 Structure judgement matrix

指标 Index	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>
A <sub>7</sub>	1.000 0	6.000 0	3.000 0	1.000 0	5.000 0
A <sub>8</sub>	0.166 7	1.000 0	0.500 0	1.000 0	0.803 3
A <sub>9</sub>	0.333 3	2.000 0	1.000 0	0.333 3	1.666 7
A <sub>10</sub>	1.000 0	6.000 0	3.000 0	1.000 0	5.000 0
A <sub>11</sub>	0.200 0	1.200 0	0.600 0	0.200 0	1.000 0

表 4 永济市耕地地力评价层次分析  
Table 4 Grading of productivity evaluation of farmland in Yongji

指标层 A	准则层 C					指标层相对目标层权重 <sup>(1)</sup> ΣC <sub>j</sub> A <sub>i</sub>
	立地条件 C <sub>1</sub>	土体构型 C <sub>2</sub>	较稳定的理化性状 C <sub>3</sub>	易变化的化学性状 C <sub>4</sub>	农田基础设施 C <sub>5</sub>	
地形部位 A <sub>1</sub>	0.652 2					0.234 3
成土母质 A <sub>2</sub>	0.130 4					0.046 8
地形坡度 A <sub>3</sub>	0.217 4					0.078 1
土层厚度 A <sub>4</sub>		0.428 6				0.051 3
耕层厚度 A <sub>5</sub>		0.142 8				0.017 1
剖面构型 A <sub>6</sub>		0.428 6				0.051 3
质地(耕层) A <sub>7</sub>			0.370 4			0.033 3
容重 A <sub>8</sub>			0.061 7			0.005 5
有机质 A <sub>9</sub>			0.123 5			0.011 1
盐渍化程度 A <sub>10</sub>			0.370 4			0.033 3
pH 值 A <sub>11</sub>			0.074 0			0.006 8
有效磷 A <sub>12</sub>				0.750 0		0.053 9
速效钾 A <sub>13</sub>				0.250 0		0.018 0
灌溉保证率 A <sub>14</sub>					0.833 3	0.299 3
园田化水平 A <sub>15</sub>					0.166 7	0.059 9

C: Guide layer; C<sub>1</sub>:Condition of site; C<sub>2</sub>:Soil mass configuration; C<sub>3</sub>: Steady character of physics and chymist; C<sub>4</sub>: Variational character of chymist; C<sub>5</sub>: Basic farmland build; A: Index layer; A<sub>1</sub>: Position of landform; A<sub>2</sub>: Parent material of soil; A<sub>3</sub>: Grade of landform; A<sub>4</sub>:Thickness of soil layer; A<sub>5</sub>: Thickness of plough layer; A<sub>6</sub>: Section configuration; A<sub>7</sub>: Character of plough layer; A<sub>8</sub>: Bulk density of soil; A<sub>9</sub>: Organic matter; A<sub>10</sub>: Salinity; A<sub>11</sub>: pH; A<sub>12</sub>: Available phosphate; A<sub>13</sub>: Readily available kalium; A<sub>14</sub>: Rate of irrigate assurance; A<sub>15</sub>: Level of garden mould; (1) Weighting of index layer relative to target layer

### 3.3 耕地质量评价结果

确定了指标的权重系数后, 就可以针对每一个管理和评价单元进行耕地质量评价, 即针对 6 782 个管理和评价单元中的每一个单元的 15 项耕地质量评价指标, 将其评价值与对应权重的乘积进行累加, 其累加值作为耕地质量综合评价指数。通过近三年粮食产量及耕地质量综合评价指数, 将评价的地力等级归入农业部确定的等级体系 (NY/T 309-1996《全国耕地类型区、耕地地力等级划分》)。永济市耕地分等定级结果如表 5 所示, 各等级土地的分布如图 3 所示。表 5 中对各个等级耕地的主要分布

区域、障碍因素及改良方向进行了简要说明。需要说明的是, 表 5 中划分的等级数可根据应用需要来确定, 只需按照耕地评价综合指数值重新分组即可。此外, 在耕地质量评价过程中, 评价单元的确定、各参评因素的选择及它们各自权重的确定、单因素评价和综合评价等过程中, 都有多个模型可供选择<sup>[10]</sup>。通过应用模型与 MapGis 系统的接口, 将每个管理单元的评价指数转换成 MapGis 管理的图形, 可以更加清晰地从空间分布上分析土地分等定级情况, 图 3 是永济市不同等级耕地分布示意图, 等级数可根据工作需要任意设置。

表 5 永济市耕地综合评价结果

Table 5 Results of comprehensive evaluation of farmland in Yongji

等级 Grading	面积 Area (hm <sup>2</sup> )	比例 Percentage (%)	主要分布区域 Distribution	障碍因素 Impedient factor	改良方向 Improved step
1	340	0.65	城西、城东山前平原, 蒲州镇黄河滩一级阶地	连茬播种, 地力消耗大, 不及补偿	增施有机肥、平衡施肥
2	14 694	27.94	涑水平川一带, 包括脚头、开张及城北	土壤质地粘重, 熟化度差	改良质地、培肥熟土
3	18 841	35.82	栲栳台垣, 包括栲栳、张营、蒲州等	土地不平、地力不均	平田整地、平衡施肥
4	9 700	18.44	山前洪积扇以及零星分布	侵蚀严重, 肥力不高	增施农家肥、秸秆还田
5	3 033	5.77	姚暹渠两侧, 包括董村农场、于乡农场等	盐碱危害	采取水利、工程、化学等措施
6	4 367	8.29	河漫滩及洪积扇区的中、上部	土层浅、侵蚀严重、肥力低	发展林果、药材等
7	960	1.83	沿山一带耕地及河滩上的河沙土	土层浅薄、漏水漏肥	发展经济林、种植牧草等
8	413	0.78	黄河滩涂的河滩上	肥力贫瘠、风沙严重	发展种植苜蓿等牧草
9	260	0.49	黄河滩涂的河滩上	肥力贫瘠、风沙严重	发展种植苜蓿等牧草

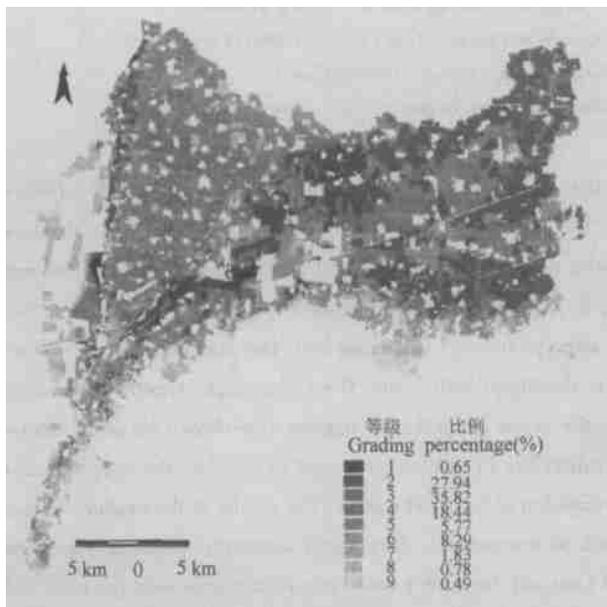


图 3 永济市耕地地力等级图

Fig. 3 Distribution chart of land grades of Yongji

## 4 结 论

通过对永济市耕地质量的评价, 反映出施肥结构不合理、中低产田面积大、忽视盐碱地改造和垆土地改良利用等一系列问题。因此, 做好耕地地力建设与土壤改良利用, 必须因地制宜确定合理的种植计划, 对中低产田应建立完善的种养结合机制, 对盐碱地应实行综合治理, 并针对不同等级耕地的主要分布区域和障碍因子提出相应的技术措施。

永济市耕地资源信息系统的建立, 将土地、土壤、水利、气象、交通、社会经济统计等分散的属性数据和空间数据得以更好的组织和高效的利用, 还可进一步分析耕地生产能力及地力因素分布特征, 搞清耕地土壤养分、微量元素状况以及土壤退化和土壤障碍因素现状, 为各级政府部门和农业部门提供决策支持。

基于 GIS 技术的耕地资源管理信息系统的建立,

是一门多技术交叉的空间信息技术,随着计算机技术和空间信息技术的发展,以及RS、GPS技术水平的不断提高,耕地数据采集自动化程度和数据精度在大幅度提高,使得数据更新周期缩短,提高了数据的现势性<sup>[11,12]</sup>。耕地资源调查、制图和收集资料手段的巨大变化,使耕地资源的综合分析、动态监测、应用模型、决策支持等研究朝更深入的方向发展。

## 参 考 文 献

- [1] Dumanski J B, Kosterman B, Brandon S E. Concepts, objectives and structure of the Canadian soil information system. *Canadian Journal of Soil Science*, 1975, 55(2): 181~ 187
- [2] Hinton J C. GIS and remote sensing integration for environmental applications. *International Journal Geographical Information System*, 1996, 10(7): 877~ 890
- [3] 周慧珍. 土壤地理信息系统. 土壤学进展. 1993, 21(6): 32~ 36. Zhou H Z. Geographical information systems of soil (In Chinese). *Advance of Soil Science*, 1993, 21(6): 32~ 36
- [4] 张定祥, 史学正, 于东升, 等. 中国 1: 100 万土壤数据库建设的基础. 地理学报, 2002, 57(7): 82~ 86. Zhang D X, Shi X Z, Yu D S, *et al.* The basis for establishing China's 1: 1 000 000 soil database (In Chinese). *Acta Geographica Sinica*, 2002, 57(7): 82~ 86
- [5] 周勇, 汪善勤, 王庆云, 等. 建立土地资源信息系统的若干问题与对策. 遥感学报, 1999, 3(1): 71~ 75. Zhou Y, Wang S Q,

Wang Q Y, *et al.* Countermeasure and some problem of establishment land resource information system (In Chinese). *Journal of Remote Sensing*, 1999, 3(1): 71~ 75

- [6] 王劲峰, 李连发, 葛咏, 等. 地理信息空间分析的理论体系探讨. 地理学报, 2000, 55(1): 92~ 103. Wang J F, Li L F, Ge Y, *et al.* A theoretic framework for spatial analysis (In Chinese). *Acta Geographica Sinica*, 2000, 55(1): 92~ 103
- [7] 王人潮. 农业资源信息系统. 北京: 中国农业出版社, 2000. 119~ 154. Wang R C. *Agricultural Resource Information System* (In Chinese). Beijing: China Agriculture Press, 2000. 119~ 154
- [8] 倪绍祥, 秦昆, 蒋建军, 等. 农耕地地价评估方法的探讨. 地理学报, 1999, 54(2): 116~ 124. Ni S X, Qin K, Jiang J J, *et al.* A preliminary study on the methodology for price appraisal of cultivated land (In Chinese). *Acta Geographica Sinica*, 1999, 54(2): 116~ 124
- [9] 吴望名, 陈永义, 黄金丽, 等. 应用模糊集方法. 北京: 北京师范大学出版社, 1985. 98~ 108. Wu W M, Chen Y Y, Huang J L, *et al.* *Method of Applied Fuzzy Set* (In Chinese). Beijing: Beijing Normal University Press, 1985. 98~ 108
- [10] Florent J, André M. Land management with GIS and multicriteria analysis. *International Transactions in Operational Research*, 2000, 7(1): 67~ 78
- [11] Endre D, Erika M, Marion F B, *et al.* Use of combined digital elevation model and satellite radiometric data for regional soil mapping. *Geodema*, 2000, 97(3/4): 367~ 391
- [12] Richard L. Geographical information systems and location science. *Computers & Operations Research*, 2002, 29(6): 541~ 562

## ESTABLISHMENT AND APPLICATION OF FARMLAND RESOURCE MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM—A CASE STUDY OF YONGJI CITY

Bi Rutian<sup>1</sup> Wang Bin<sup>1</sup> Duan Yonghong<sup>1</sup> Li Hua<sup>2</sup> Zhang Ouzhu<sup>3</sup> Wang Jinmin<sup>3</sup>

(1 College of Resource and Environmental Science, Shanxi Agricultural University, Taiyuan, Shanxi 030801, China)

(2 College of Environmental and Resource, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

(3 Station of Soil and Fertilizer, Shanxi Agricultural Department, Taiyuan 030001, China)

**Abstract** The farmland resource management information system of Yongji City in Shanxi Province was established based on the Geographic Information System (GIS) technology. The system manages spatial database and attributive database with MapGis, and data input, application model analysis and statistics database with FoxPro, and overlays the current landuse map with the basic farmland protection map and the soil map, forming 6 782 patches, which are used as the basic management and evaluation cells of the spatial database, thus conforming land and soil type in every evaluation cell. The model of Analytical Hierarchy Process (AHP) and fuzzy comprehensive appraisalment were developed with Visual C++ language. Aimed at the actual conditions of Yongji City, it was decided through discussion among the expert group that 15 indexes were chosen out of 64 indexes for investigation of farmland productivity and evaluation of land quality. The 15 indexes were used to calculate the comprehensive evaluation index of each cell, which can be used as a basis for evaluation of farmland quality. The results of the evaluation show that the city is facing a series of problems, with its farmland, such as unreasonable fertilization structure, increasing acreage of low and moderate yield farmlands, neglected salt-affected soil and Lutu soil. On such a basis, countermeasures were put forth with the aid of the system, it is easy for the city to gain full knowledge of productivity and quality of its farmlands and lay down a solid basis for building up soil fertility and soil amelioration.

**Key words** Farmland resource; Geographic Information System; Database; Comprehensive evaluation