

# 合水县耕地地力评价研究

王巧菊<sup>1</sup>, 杨子凡<sup>2</sup>, 高建军<sup>1</sup>, 侯启辉<sup>1</sup>, 王永昌<sup>1</sup>

(1. 甘肃省合水县农业技术推广中心, 甘肃 合水 745400 2. 甘肃省合水县国土资源局, 甘肃 合水 745400)

**摘要:** 利用图层叠加求交的方法, 把合水县土壤图、农用地地块图和行政区划图叠加求交, 得到5 487个评价单元。选取2012年 $\geq 10$ ℃积温、年降水量、有机质、有效磷、耕层厚度、剖面构型、地貌类型、坡向和坡度作为评价指标, 采用层次分析法建立层次分析模型, 采用特尔斐法和隶属函数拟合法确定各评价指标的隶属度和隶属函数, 最后使用县域耕地资源管理信息系统加法模型计算耕地地力综合指数 $IFI$ , 通过 $IFI$ 大小来划分合水县耕地地力等级。结果一等地综合评价指标 $IFI > 0.920 0$ , 占耕地总面积的2.71%; 二等地 $IFI$ 为0.920 0~0.885 0, 占16.93%; 三等地 $IFI$ 为0.885 0~0.725 0, 占45.58%; 四等地 $IFI$ 为0.725 0~0.625 0, 占26.82%; 五等地 $IFI < 0.625 0$ , 占7.96%。

**关键词:** 耕地地力; 评价研究; 合水县

**中图分类号:** S158 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2014)08-0021-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2014.08.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2014.08.009)

## Heshui County's Farmland Fertility Evaluation

WANG Qiao-ju<sup>1</sup>, YANG Zi-fan<sup>2</sup>, GAO Jian-jun<sup>1</sup>, HOU Qi-hui<sup>1</sup>, WANG Yong-chang<sup>1</sup>

(1. Heshui Agricultural Technology Extension Center, Heshui Gansu 745400, China; 2. Heshui bureau of land and resources, Heshui Gansu 745400, China)

**Abstract:** By using the method of the layer stack intersection, put the soil map, agricultural land block diagram and the administrative zoning map of the Heshui county superposition of intersection to get 5 487 evaluation units. The accumulated temperature  $\geq 10$  °C, annual precipitation, the organic matter, the effective phosphorus, top layer thickness, profile configuration, geomorphic types, slope aspect and degree were selected to be the evaluation index, using analytic hierarchy process to establish the analytic hierarchy model, Delphi method and membership function fitting method to get membership and membership function of each evaluation index. Finally, using cultivated land resource management information system of the county additive model to calculate  $IFI$ , according to the number of  $IFI$  to divide the farmland productivity level of Heshui county. The first-grade arable land  $IFI$  is bigger than 0.920 0, accounting for the total area of cultivated land 2.71%; The second-grade arable land  $IFI$  is 0.920 0 ~ 0.885 0, accounting for the total area of cultivated land 16.93%; The third-grade arable land  $IFI$  is 0.885 0 ~ 0.725 0, accounting for the total area of cultivated land 45.58%; The fourth-grade arable land  $IFI$  is 0.725 0 ~ 0.625 0, accounting for the total area of cultivated land 26.82%; The fifth-grade arable land  $IFI$  is smaller than 0.625 0, accounting for the total area of cultivated land 7.96%.

**Key words:** Cultivated land fertility; Evaluation; Heshui counties

耕地质量是决定农业生产质量和数量的基础, 也是保证农业可持续发展的基础。开展耕地地力

收稿日期: 2014-05-23

基金项目: 甘肃省科技支撑计划项目(1104NKCA093)

作者简介: 王巧菊(1974—), 女, 甘肃合水人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。E-mail: 337698302@qq.com

执笔人: 杨子凡

院, 2008.

- [5] NAKAI K, HORTON P. PSORT: a program for detecting sorting signals in proteins and predicting their sub-cellular localization[J]. Trends Biochem Sci, 1999(24): 34-36.
- [6] JENSEN L J, GUPTA R, BLOM N, et al. Prediction of human protein function from post-translational modifications and localization features [J]. Journal of Molecular

Biology, 2002(319): 1257-1265.

- [7] JENSEN L J, STRFELDT H H, BORUNAK S. Prediction of human protein function according to gene ontology categories [J]. Bioinformatics, 2003, 19(5): 635-642.
- [8] 王维民, 李发弟, 潘香羽. 绵羊LHB基因生物信息学分析[J]. 甘肃农业科技, 2013(10): 14-16.

(本文责编: 王建连)

评价是摸清耕地质量、加强农业生产和农业投入管理、提高农业科技含量、实现农业节本增效、提高农民收入的重要途径<sup>[1]</sup>。合水县耕地质量整体偏差,土壤退化、水土流失严重,导致耕地后备资源不足,耕地危机日趋严重,因此,及时开展县域耕地地力评价对合理利用耕地、切实保护耕地具有重要意义。

### 1 研究区概况

合水县位于甘肃省东部,东邻陕西省富县,西与西峰区、庆城县相连,南与宁县接壤,北靠华池县及陕西省志丹县。县辖8乡4镇,总面积2941.78 km<sup>2</sup>,总人口17.00万人,其中农业人口14.75万人。地势沟壑相间,东北高,西南低,子午岭纵贯南北。境内年均气温7.4~9.1℃,≥10℃年均积温2 990℃左右,年蒸发量1 460.2~1 592.5 mm,年降水量560.0 mm,无霜期151~160 d,大陆性气候明显,冬季多西北风,夏季多东南风。四季分明,冬冷漫长,夏热短促,春季少雨,干燥多风。全县现有土壤种类32种,以黄绵土、灰棉土和黑垆土为主,主要成土母质有午城黄土、离石黄土、马兰黄土等。

### 2 研究方法

#### 2.1 评价单元的划分

评价单元是耕地地力评价的对象,是由耕地构成因素组成的综合体,是性质均一的单元;不同评价单元之间既有差异性,又有可比性。评价单元的划分方法是根据《测土配方施肥技术规范》和合水县实际情况,选用《合水县土壤图》、《合水农用地地块图》及《合水县行政区划图》叠置求交<sup>[2]</sup>。其中土壤类型划分到土种,农业地类型划分到二级利用类型,行政区划划分到行政村级。叠置求交工具使用《县域耕地资源管理信息系统》,经该系统计算全县共生成5 487个管理单元,其中面积最小的管理单元为5 002.10 m<sup>2</sup>,面积最大的为2 511 979.42 m<sup>2</sup>,平均面积51 256.47 m<sup>2</sup>。

#### 2.2 评价指标的选取

针对影响合水县耕地地力的主要因素,按照《全国耕地地力调查与质量评价技术规程》,共建立有效选取指标16个,分别为无霜期、≥10℃积温、年降水量、pH、有机质、全氮、速效钾、有效磷、质地、成土母质、耕层厚度、有效土层厚度、地貌类型、坡向、坡度和海拔。备选指标确定后,由专家组充分考虑区域特征、影响程度和数据资料来源的可靠性等条件,反复商讨和反馈,从中选取9个指标作为合水县耕地地力评价指标(表1)。

表1 合水县耕地地力评价指标体系

准则层	指标	准则层	指标
气候	≥10℃积温 年降水量	剖面性状	剖面构型
			耕层厚度
立地条件	坡度 坡向 地貌类型	耕层养分状况	有机质
			有效磷

#### 2.3 建立层次分析模型

根据选取的9个评价因子的属性和特点,将其分别归入到气候条件、立地条件、剖面性状、耕层养分状况4个准则层中,构造合水县耕地地力评价层次分析模型(图1)。

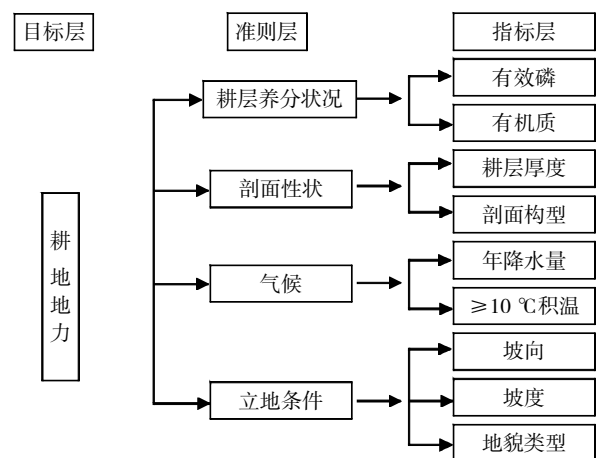


图1 合水县耕地地力评价层次分析模型

针对各准则层及指标层各指标之间的相互关系,由9位专家通过特尔斐法给出数量化的评估来区分各准则层、各指标之间相对重要性,并由系统计算出各准则层、各指标的权重<sup>[3]</sup>。

#### 2.4 计算权重值

在合水县域耕地资源管理信息系统中(以下简称系统),系统将直接根据所构建的层次分析模型,首先计算出各判别矩阵的权重,然后计算同一层次所有因素对于总目标相对排序的权值,即进行层次总排序,最终所得到的组合权重即为各耕地地力评价因子的权重值(表2)<sup>[4]</sup>。

表2 各个因素的组合权重结果

指标	养分状况	剖面性状	气候	立地条件	组合权重
	0.103 9	0.162 3	0.287 6	0.446 1	$\sum C_i A_i$
有效磷	0.316 5				0.032 9
有机质	0.683 5				0.071 0
耕层厚度		0.349 6			0.056 8
剖面构型		0.650 4			0.105 6
年降水量			0.324 7		0.093 4
≥10℃积温			0.675 3		0.194 2
坡向				0.136 9	0.061 1
坡度				0.301 7	0.134 6
地貌类型				0.561 4	0.250 3

表3 各定量指标的隶属函数类型

函数类型	项目	函数关系式	C值	U值
戒上型	耕层厚度	$Y_i=1/(1+0.003\ 035(U_i-C_i)^2), U_i < U_i < C_i (i=1, 2, \dots, m)$	32.883 9	8
戒上型	有机质	$Y_i=1/(1+0.268\ 18(U_i-C_i)^2), U_i < U_i < C_i (i=1, 2, \dots, m)$	17.337 5	8.2
戒上型	有效磷	$Y_i=1/(1+0.033\ 359(U_i-C_i)^2), U_i < U_i < C_i (i=1, 2, \dots, m)$	15.828 8	8.5
戒下型	坡度	$Y_i=1/(1+0.004\ 991(U_i-C_i)^2), U_i < U_i < C_i (i=1, 2, \dots, m)$	0	35.3
正直线型	$\geq 10^\circ\text{C}$ 积温	$Y_i=0.000781*U_i - 1.303\ 690$	2 980	2 676
正直线型	年降水量	$Y_i=0.002743*U_i - 4.693\ 143$	565	540

由层次分析结果和各指标权重值可以看出, 各评价因子对合水县耕地地力影响程度从大到小依次为地貌类型、 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温、坡度、剖面构型、年降水量、有机质、坡向、耕层厚度、有效磷。

2.5 确定各指标隶属函数和隶属度

对于土壤剖面构型、地貌类型、坡向等概念型指标, 采用专家打分法建立概念性隶属函数, 由专家直接给出隶属度。对定量指标可通过隶属函数拟合法, 经过归纳、反馈、逐步收缩、集中, 从而建立各指标的隶属函数。隶属函数拟合是以评价指标体系中专家打分结果为依据(表3)。

2.6 计算耕地地力综合指数

合水县耕地地力评价是采用加法模型计算耕地地力综合指数来划分耕地地力等级。耕地地力综合指数<sup>[5]</sup>(Integrated Fertility Index)是在当前管理水平下, 对土壤本身特性、自然条件和基础设施水平等要素通过量化, 建立层次分析模型和隶属函数模型, 再计算各层次模型和影响因素的权重, 最后根据公式计算参评因素对耕地地力的贡献率, 即耕地地力综合指数IFI, 通过该值大小来划分耕地地力等级。

加法模型是将所有参评因素的单因素评价指数相加得到耕地地力综合指数, 其函数关系式为

$$IFI = \sum f_i \times C_i \quad (i=1, 2, 3, \dots, m)$$

式中IFI代表耕地地力综合指数,  $f_i$ 代表第*i*个因素评语(隶属度);  $C_i$ 代表第*i*个因素的组合权重, 即该参评因素对耕地地力的贡献率<sup>[6-7]</sup>。

将耕地地力评价单元导入系统, 系统首先用加法模型计算得到每个管理单元的IFI, 然后采用累积曲线分级法<sup>[8]</sup>来划分耕地地力等级。不同地力等级IFI区间见表4, 合水县耕地地力等级见图2。

表4 合水县耕地地力等级划分标准

耕地地力等级	地力综合指数(IFI)
一等地	$>0.920\ 0$
二等地	0.885 0 ~ 0.920 0
三等地	0.725 0 ~ 0.885 0
四等地	0.625 0 ~ 0.725 0
五等地	$<0.625\ 0$

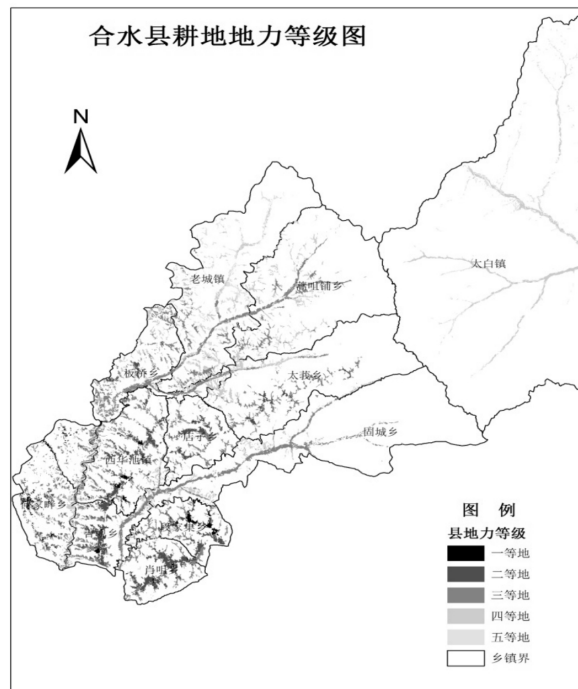


图2 合水县耕地地力等级

3 结果与分析

一等地综合评价指数IFI $>0.920\ 0$ , 共137个评价单元, 面积为943.06 hm<sup>2</sup>, 占总耕地面积的2.71%, 土地利用类型为旱地, 主要土属类型为覆盖黑垆土。地貌类型全部为黄土塬区, 成土母质主要为马兰黄土, 耕层质地主要是中壤, 主要质地构型为均质中壤, 剖面构型主要为A<sub>11</sub>-A<sub>12</sub>-A-Ab-B构型, 坡向主要为平地 and 东南向。

二等地综合评价指数IFI在0.885 0 ~ 0.920 0, 共558个评价单元, 耕地面积5 879.91 hm<sup>2</sup>, 占总耕地面积的16.93%, 土地利用类型为旱地, 主要土属类型为覆盖黑垆土和黑垆土, 主要分布在合水县西南部的肖咀乡、西华池镇、吉岷乡、段家集乡和店子乡。地貌类型为黄土塬区, 成土母质主要为马兰黄土母质和离石黄土母质, 耕层质地主要是中壤, 主要质地构型为均质中壤, 剖面构型有A<sub>11</sub>-A<sub>12</sub>-A-Ab-B、A<sub>11</sub>-A<sub>12</sub>-ABk-Bk。

三等地综合评价指数IFI在0.725 0 ~ 0.885 0, 共2 480个评价单元, 耕地面积15 835.44 hm<sup>2</sup>, 占

表5 合水县各等级耕地主要指标平均值

分级	耕地面积 (hm <sup>2</sup> )	pH	缓效钾 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	有机质 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全氮 (g/kg)	海拔 (m)	坡度 (°)	≥10℃积温 (℃)	年降水量 (mm)	耕层厚度 (cm)
一等地	943.06	8.42	1 036.9	221.0	10.1	14.5	0.740	0.850	1 281.9	0.9	2 969.3	547.91	19
二等地	5 879.91	8.42	1 027.6	223.1	10.1	13.1	0.751	0.827	1 283.6	2.5	2 968.7	547.88	18
三等地	15 835.44	8.42	1 014.5	222.9	10.3	12.7	0.751	0.818	1 226.1	8.8	2 958.3	546.92	16
四等地	9 316.10	8.43	1 007.1	225.4	10.6	12.3	0.742	0.821	1 254.7	13.9	2 891.2	548.71	15
五等地	2 764.47	8.43	1 006.1	232.1	11.0	12.3	0.732	0.849	1 331.1	16.2	2 794.8	553.87	14

总耕地面积的45.58%，在合水县耕地面积中分布最广，土地利用类型为旱地，主要土属类型为灰墡土、淤积土、黑垆土及覆盖黑垆土，主要地貌类型为黄土塬区和河谷区，主要成土母质为离石黄土母质、冲积、洪积母质和木兰黄土母质，耕层土壤质地主要为中壤，质地构型以均质中壤和黏底中壤为主，主要剖面构型以A<sub>11</sub>-AC-C-D、A<sub>11</sub>-A<sub>12</sub>-C<sub>2</sub>、A<sub>11</sub>-A<sub>12</sub>-ABk-Bk为主。

四等地综合评价指数IFI在0.625 0~0.725 0，共1 613个评价单元，耕地面积9 316.1 hm<sup>2</sup>，占总耕地面积的26.82%，主要土地利用类型为旱地，主要土属类型为灰墡土、淤积土和黑垆土。主要地貌类型为黄土沟壑区和河谷区，主要成土母质为离石黄土母质、木兰黄土母质和冲积、洪积母质，主要耕层土壤质地为轻壤和中壤，质地构型以均质中壤为主和黏身中壤，主要剖面构型以A<sub>11</sub>-AC-C-D、A<sub>11</sub>-AC-C、A<sub>11</sub>-A<sub>12</sub>-C<sub>2</sub>为主。

五等地综合评价指数IFI<0.625 0，共699个评价单元，耕地面积2 764.47 hm<sup>2</sup>，占总耕地面积的7.96%，主要土地利用类型为旱地，土属类型为灰褐墡土和灰墡土。主要地貌类型为黄土沟壑区，成土母质主要为离石黄土母质，耕层土壤质地主要为轻壤和中壤，质地构型以均质中壤和黏身中壤为主，剖面构型以A<sub>11</sub>-AC-C、A<sub>11</sub>-AC-C-D为主(表5)。

#### 4 小结与讨论

1) 合水县一等地主要分布在县内西南部黄土高原沟壑区的塬面坳地，该区地势平坦，地面平整，养分含量较高，土层深厚，质地适中、通透性好，保水保肥性能强，是全县生产水平最高的农业区。合水县一等地面积少，仅占耕地总面积的2.71%，因此要合理规划农业布局，适宜种植高原夏菜、瓜果等特色高产作物，养好用好一等地。二等地区域耕地土层深厚、疏松，贮水保肥性较好，理化性状良好，占耕地总面积的16.93%，为合水县高产旱作农业区。该区适宜发展苹果等特色产业，同时也是优质粮油作物的重要产地。三等地主要分布在合水县西南部的黄土塬区及河谷区，土壤光、热、水、土条件适中，理化性状较好，有水

土流失现象，土壤保水保肥能力较差。三等地分布面积最广，是保证合水县粮食安全的重要基地，应继续改良土壤理化性状，加强生态建设，有效治理水土流失，提高三等地保水保肥能力和综合地力。四等地主要分布在合水县西南部的黄土沟壑区及东北部的河谷区，占耕地面积的26.82%。该区地形复杂，地貌条件差，沟深坡陡，植被稀疏，土壤保水保肥能力差，水土流失严重。五等地主要分布在西部的黄土沟壑区和东北的河谷区，占耕地总面积的7.96%。该区积温低，土层浅薄，土壤肥力低，耕作条件差，耕地撂荒严重，宜退耕还林还草，发展畜牧业。

2) 从各等级的分布地域特征可以看出，合水县耕地地力等级高低与地貌类型、土壤类型存在着密切的关系，呈现明显的地域分布规律。即随着耕地地力等级的降低，地貌类型呈现黄土塬区—河谷区—黄土沟壑区的变化趋势，土壤类型由黑垆土、黄绵土向着潮土逐渐过渡。另外，地域积温差异也是造成耕地地力等级变化的重要因子。

#### 参考文献:

- [1] 鲁明星, 贺立源, 吴礼树. 我国耕地地力评价研究进展[J]. 生态环境, 2006(6): 212-217.
- [2] 杨子凡. 基于县域耕地资源管理信息系统的耕地地力评价与配方施肥研究—以合水县为例[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2012.
- [3] 王建国, 杨林章, 单艳红. 模糊数学在土壤质量评价中的应用研究[J]. 土壤学报, 2001, 38(2): 176-185.
- [4] 鲁明星. 湖北省区域耕地地力评价及其应用研究[M]. 武汉: 华中农业大学出版社, 2007.
- [5] 徐宏, 杨子凡, 刘海娥, 等. 基于县域耕地资源管理信息系统的文县纹党适宜性布局研究[J]. 甘肃农业科技, 2012(6): 22-24.
- [6] 朱明. 基于GIS的鹿邑县耕地地力评价及土壤养分空间特征分析[M]. 开封: 河南大学出版社, 2011.
- [7] 董博, 江晶, 郭天文, 等. 镇原县玉米生态适宜性评价及种植区划[J]. 土壤通报, 2013, 44(3): 526-531.
- [8] 朱海媛, 陈英, 郭天文, 等. 基于GIS的庄浪县耕地地力评价[J]. 甘肃农业科技, 2011(6): 50-52.

(本文责编: 王 颢)