

doi: 10.11720/wtyht.2020.1469

冯备战, 吴永强, 刘文辉, 等. 临夏地区农用地等级综合评价方法[J]. 物探与化探, 2020, 44(6): 1455–1463. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2020.1469>

Feng B Z, Wu Y Q, Liu W H, et al. A discussion on the comprehensive evaluation method of agricultural land grade in Linxia region[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2020, 44(6): 1455–1463. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2020.1469>

# 临夏地区农用地等级综合评价方法

冯备战, 吴永强, 刘文辉, 王翔, 李春亮

(甘肃省地质调查院, 甘肃 兰州 730000)

**摘 要:** 以土地质量地球化学调查成果数据及收集的农用地环境综合资料为基础, 对甘肃临夏地区的土地等级进行了准确划分, 其方法以农业地貌和亩产量作为宏观指标, 以土壤性状、土壤养分、土地清洁度、生命健康元素含量作为微观指标, 对各指标进行分解、量化、赋值等整合性评价。评价结果客观全面地反映了临夏地区土地等级内涵, 达到了利用宏观指标分等、微观指标定级的新观点划分土地等级的实际意义, 为农用地土地质量调查地籍档案的建立和土地管理决策提供了重要的科学依据。

**关键词:** 农用地; 综合评价; 分等定级; 临夏地区

**中图分类号:** P632

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-8918(2020)06-1455-09

## 0 引言

农用地分等定级是一项重要的基础性、公益性和战略性工作, 可以全面掌握和科学量化农用地质量和价值状况, 在全国范围内建立科学的农用地分等、定级、评价体系, 为国家、地方在征地制度改革及耕地占补平衡、土地生产力核算和农用地流转等方面提供依据。本次农用地等级综合评价方法的建立, 是应用在区域性土地分等定级方面的一次探索性研究, 其方法技术全面反映了土地分等定级的实际意义, 为农用地分等定级增加了内涵, 为政府的管理决策提供了科学依据。

临夏地区是国家“三区三州”深度贫困区之一, 也是国家耕地占补平衡政策跨地区补充耕地的重要地。农用地等级综合评价的建立, 将在地方脱贫和新开垦补充耕地进行耕地等级判定、种植结构调整、土地规划、坚守耕地红线、保护基本农田等方面发挥重要的作用。笔者采用影响农用地分等定级的综合产能、耕作条件、土壤环境和养分等指标因素, 建立

了综合评定体系, 其方法能更好地表达出土地质量实际状况, 更准确地划分出土地质量等级, 在新开垦耕地等级判定、种植结构调整、土地规划、坚守耕地红线、保护基本农田等方面发挥重要的作用。

## 1 研究区概况

### 1.1 自然地理与社会经济概况

研究区位于甘肃省中部西南黄河上游段, 东临洮河, 与定西市相望, 西倚积石山, 与青海省毗邻, 南靠太子山, 与甘南藏族自治州搭界, 北濒湟水, 与兰州市接壤, 地处东经  $102^{\circ}39' \sim 103^{\circ}52'$ , 北纬  $34^{\circ}53' \sim 36^{\circ}14'$  之间。东西长 136 km, 南北长 183.6 km, 涵盖县域均为国家深度扶贫开发工作重点县。

近年来, 临夏立足资源优势, 积极实施农产品品牌战略, 大力扶持农业无公害农产品、绿色食品、有机食品建设, 增强了农业竞争力, 农产品品牌建设初显成效。在全力推进精准扶贫的政策下, 经济逐年稳定增长, 但农业发展依然滞后, 农业产业结构不合理, 粮食作物主要有小麦、玉米、马铃薯、蚕豆、青稞

收稿日期: 2019-09-30; 修回日期: 2020-04-12

基金项目: 中国地质调查局项目“甘肃省临夏地区 1: 25 万土地质量地球化学调查”(DD20160319-12)

作者简介: 冯备战(1970-), 男, 高级工程师, 主要从事遥感地质调查、生态地球化学评价与研究工作。

通讯作者: 吴永强(1984-), 男, 高级工程师, 主要从事基础性地球化学调查、多目标(土地质量)区域地球化学调查与评价工作。Email:

461689577@qq.com

五大类,经济作物主要有亚麻、甜菜、瓜果、花椒、中药材等。

1.2 农用地概况

研究区地处青藏高原与黄土高原过渡地带,区内山岭起伏,水系发育,地势总体上南高北低,由西南向东北递降,呈倾斜盆地状态,北部为典型黄土高原特征的黄土丘陵沟壑区。区内土地利用结构以农用地为主,农用地占总面积的 90.58%,具有利用程度高、地域差异明显、利用水平不均衡等特点。随着社会的发展,开垦坡地等措施是弥补移民、新农村建设、工矿占地和跨区域占补耕地的主要途径。据统计,2015~2019 年临夏地区新增耕地 2 780 hm<sup>2</sup>,这些耕地等级评定亟待解决。

2 研究内容及方法

本次农用地等级主要通过 1:25 万农用地土壤地球化学调查来评定,按照中国地质调查局《多目标区域地球化学调查规范》(1:250 000)(DZ/T 0258—2014)、《土地质量地球化学调查评价规范》(DZ/T 0295—2016)规范要求,采集表层和深层土壤样品。表层土壤采样密度为 1 个样/km<sup>2</sup>,采样深度 0~20 cm;深层土壤采样密度为 1 个样/4 km<sup>2</sup>,采样深度 150 cm 以下。表层土壤每 4 km<sup>2</sup> 组成一个分析样,深层土壤每 16 km<sup>2</sup> 组成一个分析样,取得关于土壤性状、土壤肥力、土壤微量元素、土壤环境及生命健康元素等分析数据和指标参数(统称微观指

标),结合农田地貌和平均单位面积产量(统称宏观指标),赋予各子指标相应权重,采用隶属度函数综合评价做出等级评定<sup>[1]</sup>。

3 等级评定

等级评价思路是把影响土地环境的所有因素整合起来,方法是将这些因素分解、量化、赋值以便综合,目的是通过评价,建立能够全面反映农用地土地质量调查的地籍档案,为土地管理决策服务<sup>[2]</sup>。

3.1 全要素整合评价体系的建立

全要素整合评价指标体系包括宏观指标和微观指标体系。宏观指标所构建的土地环境要素包括耕地坡度、土壤含水率、机耕条件、土地农业综合产能。评价数据除亩产量为“临夏地区 1:25 万土地质量地球化学调查”项目获取外,其他指标收集于临夏回族自治州自然资源局和农业农村局<sup>[2]</sup>。微观指标所构建的土地环境要素包括土壤性状、土壤养分、土壤微量元素、土壤环境和生命健康元素<sup>[3]</sup>,评价数据均来自“临夏地区 1:25 万土地质量地球化学调查”项目;土地环境要素又进一步分解量化,细分为几个方面若干组指标,按照不同等级进行单指标划分。这样就构成了宏观指标用以土地分等,微观指标作为定级的全要素整合评价体系。研究区评价指标体系由宏观和微观 2 大类、7 小类、24 组、72 个指标变量构成<sup>[4-5]</sup>(表 1)。

表 1 研究区农用地环境质量全要素整合评价指标体系

Table 1 Integrated evaluation index system of agricultural land environmental quality in study area

指标分类	环境要素	指标类型	指标权重	指标状态	指标等级	指标含义	指标变量
宏观指标 (权重 50)	农田地貌(权重 20)	坡度	4	<5°	I 级	好	X1
				5°~15°	II 级	中等	X2
				>15°	III 级	差	X3
		含水率	6	>15%	I 级	好	X4
				8%~15%	II 级	中等	X5
				<8%	III 级	差	X6
	亩产量(权重 30)	耕作条件	10	大型机耕	I 级	好	X7
				小型机耕	II 级	中等	X8
				(人)牛耕	III 级	差	X9
		产量	30	>750 kg	I 级	好	X10
				500~750 kg	II 级	中等	X11
				<500 kg	III 级	差	X12
微观指标 (权重 50)	土壤性状(权重 6)	土壤质地	4	壤土	I 级	好	X13
				壤黏土	II 级	中等	X14
				重(硬)黏土	III 级	差	X15
		耕层厚度	2	>120 mm	I 级	好	X16
				80~120 mm	II 级	中等	X17
				<80 mm	III 级	差	X18

(续表 1)							
指标分类	环境要素	指标类型	指标权重	指标状态	指标等级	指标含义	指标变量
微观指标 (权重 50)	土壤养分 (权重 10)	全氮	2	$>2\times10^{-3}$	I 级	好	X19
				$(1\sim2)\times10^{-3}$	II 级	中等	X20
				$<1\times10^{-3}$	III 级	差	X21
		全磷	2	$>1\times10^{-3}$	I 级	好	X22
				$(0.6\sim1)\times10^{-3}$	II 级	中等	X23
				$<0.6\times10^{-3}$	III 级	差	X24
		全钾	2	$>25\times10^{-3}$	I 级	好	X25
				$(15\sim25)\times10^{-3}$	II 级	中等	X26
				$<15\times10^{-3}$	III 级	差	X27
		有机质	4	$>40\times10^{-3}$	I 级	好	X28
				$(20\sim40)\times10^{-3}$	II 级	中等	X29
				$<20\times10^{-3}$	III 级	差	X30
	土壤微量元素 (权重 5)	全锗	1	$>1.5\times10^{-6}$	I 级	好	X31
				$(1.3\sim1.5)\times10^{-6}$	II 级	中等	X32
				$<1.3\times10^{-6}$	III 级	差	X33
		全钼	1	$>0.85\times10^{-6}$	I 级	好	X34
				$(0.55\sim0.85)\times10^{-6}$	II 级	中等	X35
				$<0.55\times10^{-6}$	III 级	差	X36
		全硼	3	$>65\times10^{-6}$	I 级	好	X37
				$(45\sim65)\times10^{-6}$	II 级	中等	X38
				$<45\times10^{-6}$	III 级	差	X39
	土壤环境 (权重 19)	镉	5	$<0.3\times10^{-6}$	I 级	好	X40
				$(0.3\sim0.6)\times10^{-6}$	II 级	中等	X41
				$>1.5\times10^{-6}$	III 级	差	X42
		汞	4	$<1.3\times10^{-6}$	I 级	好	X43
				$(1.3\sim3.4)\times10^{-6}$	II 级	中等	X44
				$>2.0\times10^{-6}$	III 级	差	X45
		砷	3	$<25\times10^{-6}$	I 级	好	X46
				$(25\sim40)\times10^{-6}$	II 级	中等	X47
				$>40\times10^{-6}$	III 级	差	X48
		铅	3	$<70\times10^{-6}$	I 级	好	X49
				$(70\sim170)\times10^{-6}$	II 级	中等	X50
				$>400\times10^{-6}$	III 级	差	X51
		铬	1	$<150\times10^{-6}$	I 级	好	X52
				$(150\sim250)\times10^{-6}$	II 级	中等	X53
				$>800\times10^{-6}$	III 级	差	X54
	生命健康元素 (权重 10)	铜	1	$<50\times10^{-6}$	I 级	好	X55
				$(50\sim100)\times10^{-6}$	II 级	中等	X56
				$>100\times10^{-6}$	III 级	差	X57
		镍	1	$<60\times10^{-6}$	I 级	好	X58
				$(60\sim190)\times10^{-6}$	II 级	中等	X59
				$>190\times10^{-6}$	III 级	差	X60
		锌	1	$<200\times10^{-6}$	I 级	好	X61
				$(200\sim300)\times10^{-6}$	II 级	中等	X62
				$>300\times10^{-6}$	III 级	差	X63
		硒	4	$>0.4\times10^{-6}$	I 级	好	X64
				$(0.125\sim0.4)\times10^{-6}$	II 级	中等	X65
				$<0.125\times10^{-6}$	III 级	差	X66
		碘	3	$>5\times10^{-6}$	I 级	好	X67
				$(1\sim5)\times10^{-6}$	II 级	中等	X68
				$<1\times10^{-6}$	III 级	差	X69
		氟	3	$>550\times10^{-6}$	I 级	好	X70
				$(400\sim550)\times10^{-6}$	II 级	中等	X71
				$<400\times10^{-6}$	III 级	差	X72

3.2 选定和划分评价单元

评价单元是土地质量评价的最小单位,本次评价以土壤类型、土地利用类型、地貌景观等图件综合叠加后,获得新的土地资源图斑作为评价单元(1 km<sup>2</sup> 为 1 个单元)。

根据临夏地区基本农田实际利用情况和成果资料的实际精度,确定以镇、乡为统计单位,以基本田块(二调图斑)为依据,划分基本评价单元,一个基本评价单元(图斑)不能跨越两个乡镇,但可以包含有若干个性相近而大小不等的自然田块。

3.3 多指标全要素整合评价

全要素整合就是从大区域(临夏地区)进行可比性角度分等,遵循宏观可操作性、代表性、差异性、综合性和系统性原则,结合调查区土地资源类型和空间分布特点开展整合评价。从权重指标入手,利用权重差异性来判定大的等差,并结合地块的现状和变化特征、不同等级地块之间的质量状况、农用土地内在属性以及多种指标的系统性串成一个完整的体系,融合相关联外部环境指标对土地质量进行评价<sup>[6-8]</sup>。

3.3.1 指标权重赋值

土地质量不同要素的评价指标,其权重赋值原则为:① 按土壤养分元素、微量元素的丰缺度划分等级,比例越小,越缺乏,权重越大,反之则权重越小;② 生命健康元素含量按大小划分,含量越低,越缺乏,权重越大,反之则权重越小;③ 土壤环境(有害元素或有害有机物)中指标含量越高,污染越严重,权重越大,反之则权重越小;④ 评价指标含量特

征相近时,其变异性越大,权重赋值越大;⑤ 综合评价中各要素(或因子)的权重,采用经验法、专家咨询法、层次分析法予以赋值,其中土地农业综合产能(亩产量)和清洁度指标赋权最重。各要素的权重之和为 100。

3.3.2 隶属度函数计算

依据各类评价指标与土地环境质量的关系,可分为戒上型、戒下型和峰值型 3 种基本函数类型<sup>[9-10]</sup>。戒上型隶属度函数主要针对土壤中氮、磷、钾、有机质和微量元素锗、钼、硼等元素指标;戒下型隶属度函数主要针对农业有害元素,如砷、镉、汞、铅等重金属污染元素;峰值型函数通常指宏观指标,即地貌、水文、气候、土壤特性等。

3.3.3 缩合指数取值

采用加法模型,对评价单元各参评指标的实测数据进行权重赋值和隶属度计算,最好进行累加获得评价指数。综合指数计算公式为

$$P = \sum f_i \times C_i, \quad i = 1, 2, 3, \cdots, n。$$

式中: $f_i$  为第  $i$  个评价指标的隶属度函数值; $C_i$  为第  $i$  个评价指标的权重<sup>[11]</sup>。

3.4 土地质量等级划分

由于各评价指标的隶属度是消除了量纲差别、值域为 0~1 的归一化数值,因此利用各评级指标的几何均值便构成了土地环境质量指标评价模型。根据计算获得综合指数  $P$ ,对  $P$  值以等间距确定界限,将区域土地环境质量等级分为优等、良好、中等、较差和劣等<sup>[12]</sup>,其综合性分布模型依次确定为 0.72、0.67、0.62 和 0.57 五级土地环境质量(表 2)。

表 2 临夏地区农用地分等定级划分标准

Table 2 Agricultural land classification and grading standards in the Linxia region

等别	一等	二等	三等	四等	五等
含义	优等	良好	中等	较差	劣等
$P$ 值	>0.72	0.67~0.72	0.62~0.67	0.62~0.57	≤0.57

3.4.1 分等原则

依据土地质量分等按照综合指数值( $P$ )划分的优等、良好、中等、较差和劣等<sup>[13]</sup>,确定土地质量定级依次为一等、二等、三等、四等、五等。其含义为:一等地,地势平坦,田块方正平整度高;耕层深厚,土壤质地适中,成熟度高,基础肥力好;光温水热气候条件好,基础设施完善,大型机耕条件好;耕作土壤层洁净;农业利用没有明显的限制性因素<sup>[14]</sup>。二等地,田块规模适中;耕作层厚度变化轻微,肥力较好,光温水热气候条件良好,农田基础设施基本完善,具中小型机耕条件;耕作土壤层较清洁;需稍加改造方

能建成为基本农田或标准农田。三等地,田块规模中等,平整度中等;耕作层厚度变化大,土壤沙性明显或过于黏重,肥力中等,光温水热气候条件较好,农田基础设施基本完善,具中小型机耕条件;耕作土壤层较清洁;农业利用有一定限制,或需加以改造方能建成为基本农田或标准农田。四等地,田块规模较小,多为坡地,机耕条件差;土壤质地较差,保水能力弱,肥力低;农田基础设施薄弱,耕作土壤层较差;农业利用限制多,需重点改造建造可成为基本农田或标准农田。五等地,耕层浅化明显,40 cm 土层内可见明显的障碍层,土壤性状大多过于黏重;基础设



施不完善,排灌不通畅,水气通透性较差,大多为“盐碱地、冷浸地、渍害地、腐泥地、红壤地”,不利机耕,早涝保收比率低,这等地受地质地貌条件影响大,一般都为低产田<sup>[15-17]</sup>。

3.4.2 定级标准

农用地等级的划分主要在各单项指标基础上进行分等,定级的指标体系主要由除去土地清洁度以外的其余微观指标构成<sup>[18]</sup>。选取土地肥力、微量元素、生命健康元素等指标,经赋值量化、计算综合指数得分来确定该单元在等内的具体级别<sup>[19]</sup>。其土地质量级的主要划分依据为:

一级地,既要满足相应等别划分的宏观指标条件,还要具备定级的微观指标要求。土壤酸碱度适当,养分元素(N、P、K、Orgc)协调充足;微量元素(Na、Ca、Mg、Fe、B、Zn、S、Mo)丰富;健康元素较丰富;土壤洁净无污染,正常条件下,优质高产稳产的保证率在90%以上。

二级地,土壤微酸性或偏碱性,养分元素(N、P、K、Orgc协调充足)、微量元素和健康元素较丰富;土壤洁净无污染,农作灌溉水质符合地面水环境要求;要求优质高产稳产的保证率在80%以上。

三级地,土壤微酸性或偏碱性,养分水平高但不协调,如常见的缺磷少钾,微量元素有缺有丰,最常见的缺硼等;通常情况下,有选择地种植或采取适当

的技术指施,仍能保持土地较高的生产能力;要求优质高产稳产的保证率在70%以上。

四级地,土壤偏酸性或偏碱性,养分含量较为缺乏,但基本能满足农作物所需,其微量元素含量略微不足;土壤存在个别重金属元素超标,但其有效度较低,生物危害性不大,通常情况下,加以整改合理施肥以及选择性的种植,可保持土地的生产能力;要求优质高产稳产的保证率在60%以上。

五级地,土壤酸性强或偏碱性高,养分元素大部分缺乏;常见氮高,有机质低,缺磷少钾现象普遍,肥力低下,微量元素大多数缺乏;某些重金属含量超标,长期采用污水灌溉,土壤污染明显,局部地段或个别种类农作物可出现毒性反映。

3.5 土地质量等级的分布特征

3.5.1 宏观指标分布特征

宏观指标的权重占比50%,主要包括农田地貌和亩产量2个环境要素,其中农田地貌又划分了坡度、含水率和耕作条件3个小类型,占比20%;亩产量在宏观指标中占主导作用,达到30%。对宏观指标中12个小指标按照指标状态对应的分值进行单指标隶属度计算,将计算后的单指标数据叠加形成宏观指标的综合指数。利用GeoChem Studio软件对宏观综合指数成图(图1)。

宏观指标分等特征为:临夏地区农用地耕作条

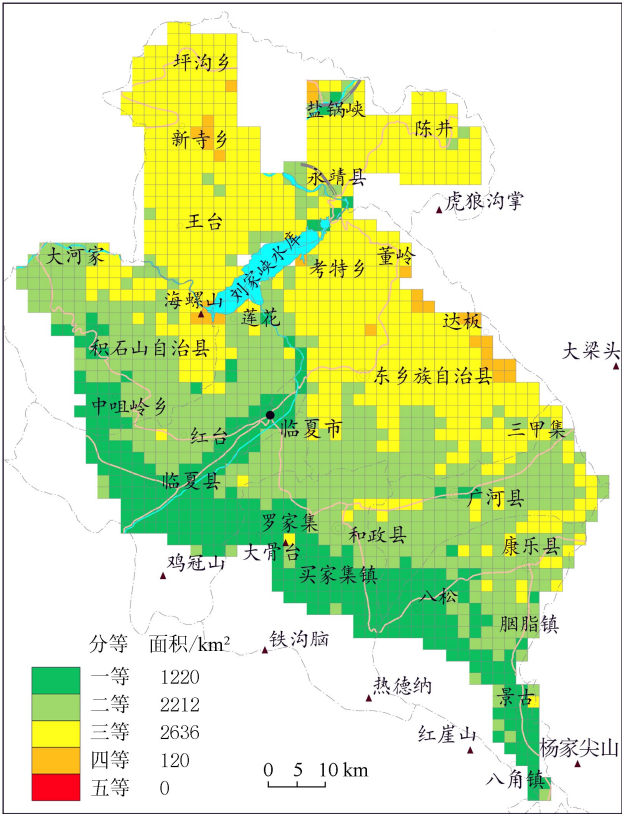


图1 宏观指标分等  
Fig.1 Macro index grading

件和亩产量基本呈西南高、东北低的形态展布,大致划分了一、二、三等土地。一等土地主要在研究区西南部大骨台山一带,土壤类型以黑钙土为主,谷地、坡地相间分布,降雨量充沛,单位亩产量较高;二、三等土地分等大致沿大河家—东乡族自治县—三甲集一带为分界线,二等区土壤类型以黑垆土和红黏土为主,少量的黑钙土,耕地以坡地为主,降雨量相对充沛,单位亩产量一般;三等土地土壤类型以灰钙土和黑垆土为主,少量的灰褐土,耕地大部分为坡地,降雨量较少,单位亩产量较少;四等土地较少,主要分布在基岩裸露的高山地区。分析发现耕地的土壤类型、地貌特征和降雨量影响了亩产量<sup>[20]</sup>,由此说明,亩产量是宏观指标等级划分的决定性因素。

3.5.2 微观指标分布特征

微观指标的权重与宏观指标占比相同,主要包括土壤性状、土壤养分、土壤环境、土壤微量和生命健康元素 5 个环境要素<sup>[21]</sup>,划分了 20 个指标类型和 60 个小类,其评价过程与宏观指标计算相同,形成的微观综合指数图见图 2。

微观指标的分布特征为:全区以二等和三等土

地为主,二等面积为 2 572 km<sup>2</sup>,共占总面积的 41.56%;三等面积为 2 756 km<sup>2</sup>,占总面积的 44.54%;一等土地面积为 856km<sup>2</sup>,占总面积的 13.83%;四等土地面积仅一个采样单位,为 4 km<sup>2</sup>;无五等土地。一等土地地区主要分布在临夏市、临夏县以及和政县南部、康乐县八松乡—景古镇;二等土地分布在积石山自治县、广河县、东乡族自治县南部和康乐县南部;三等土地主要分布在调查区北部、永靖县西部区域及东乡族自治县北部区域。该指标中土壤环境指标采用《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15168-2018)划分,结果土地全面为清洁土地,在宏观指标叠加中不起作用。为此,土壤养分、生命健康元素、土壤微量元素和土壤性状的权重就构成了微观指标的分等<sup>[22]</sup>。

4 土地分等定级

根据《农用地分等规程》(TD/T100101000)及以上方法和评价程序,划分出了研究区农用地等级。研究区农用地共划分为五等(表 3、图 3)。

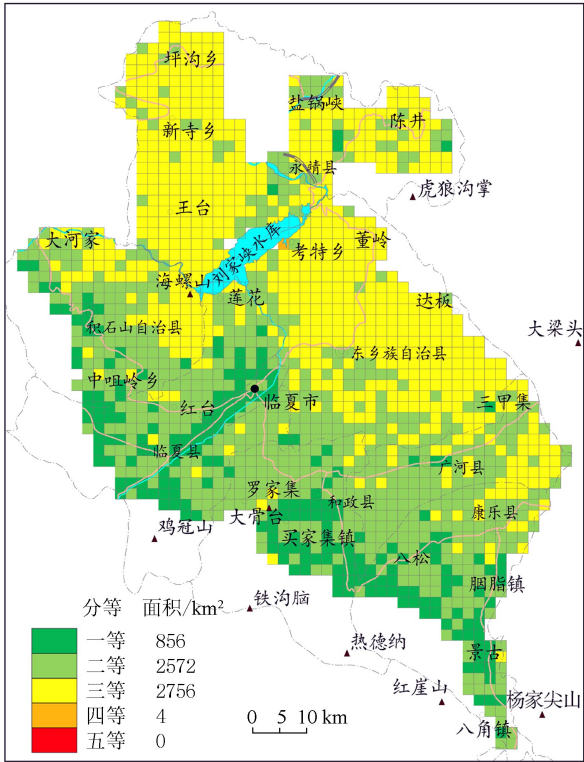


图 2 微观指标分等  
Fig.2 Micro index grading

表 3 临夏地区农用地土地分等定级结果统计汇总  
Table 3 Summary of results of agricultural land classification and grading in Linxia

等级	一等	二等	三等	四等	五等
所占面积/km <sup>2</sup>	1316	1824	2912	136	0
所占比例/%	21.27	29.48	47.06	2.20	0

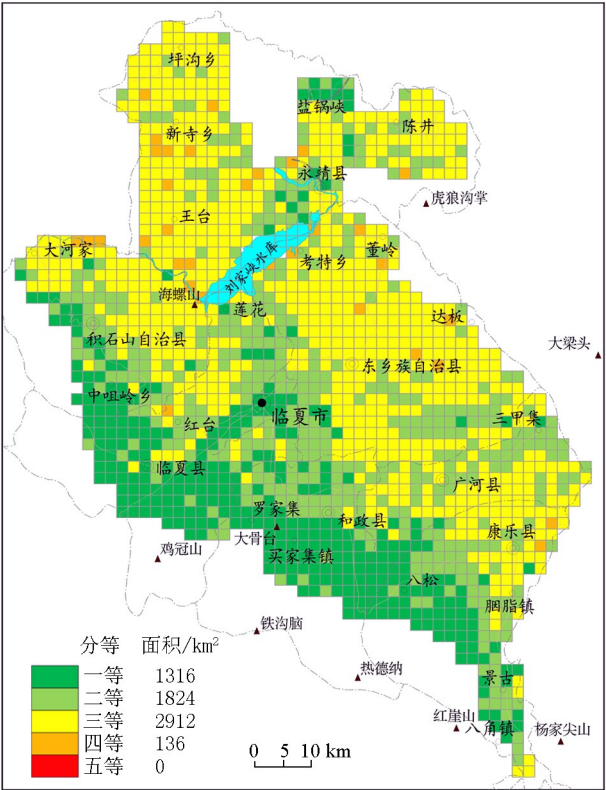


图 3 临夏地区农用地环境质量等级划分

Fig.3 Classification of environmental quality grades of agricultural land in Linxia region

通过计算可知,临夏地区一等农用地占研究区面积的 21.27%,主要分布在工作区的西南部靠太子山一带,呈条带状分布,其次在临夏市周围和永靖县盐锅峡镇一带也有分布;二等农用地,其面积达到 1 824 km<sup>2</sup>,占总面积的 29.48%,主要在积石山自治县至康乐县景谷镇沿一等农用地外侧呈条带分布,在临夏市北部至刘家峡水库周边、广河县至三甲集也有分布;三等农用地,面积为 2 912 km<sup>2</sup>,占总面积的 47.06%,主要分布在积石山自治县东北向至永靖县坪沟乡、康乐县至广河县附近以及东乡族自治县北部和南部地区;四等农用地,面积共 136 km<sup>2</sup>,占总面积的 2.20%,主要分布在永靖县新寺乡至王台镇一带,呈零星状分布;调查区内没有发现人为叠加污染造成的五等农用地。

5 结论

通过农业地貌、土壤性状、土壤环境等多项指标对临夏地区农用地进行了综合评价,得到了临夏地区土地环境质量等级划分。研究结果表明,以西南部大骨台山为中心的北西向山脉一带农用地等级明显高于其他地区,其影响指标主要为亩产量高、养分

充足、健康微量元素丰富和环境质地优。受大夏河影响,临夏市中心至永靖县城分等级别明显高于其他地区,土壤性状、农田地貌和土壤养分元素起了关键性作用。为此,这一研究方法可克服以往评价中长期存在的“评价要素单一和评价结果不理想”的两大难题,土地的化学安全性(土地清洁度)和农业综合生产能力是等级划分的重要指标,也是决定农用地等级的关键因素,其评价结果更符合实际和更具应用价值。

全要素整合评价弥补了以往农业和土地部门对农用地等级划分评定指标选择的片面和不足,又发挥了土地质量地球化学调查成果能客观反映农用地内在质量状况的优势<sup>[23]</sup>,博采众家之长,为农用地分等定级增加了内涵,为政府的管理决策提供了科学依据。

参考文献(References):

[1] 肖桂义,秦爱华.多目标区域地球化学调查与评价文集[M].北京:地质出版社,2011:230-237.  
Xiao G Y, Qin A H. Multi-objective regional geochemistry investigation and evaluation[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2011:230-237.  
[2] 甘肃省土壤普查办公室.甘肃土壤[M].北京:农业出版社,1990.



- Gansu Soil Survey Office. Gansu soil [M]. Beijing: Agricultural Press, 1990.
- [3] 吴克宁. 土地评价及在土地利用与管理中的应用 [C]//中国地质调查局土地质量地球化学评估教材, 北京: 中国地质大学(北京), 2008: 16-18.  
Wu K N. Application of land evaluation in land use and management [C]//Teaching materials for geochemical assessment of land quality of China Geological Survey. Beijing: China University of Geosciences( Beijing), 2008: 16-18.
  - [4] 侯青叶, 岑静, 杨忠芳. 评估指标筛选与权重阈值 [C]//中国地质调查局土地质量地球化学评估教材, 北京: 中国地质大学(北京), 2008: 74-75.  
Hou Q Y, Cen J, Yang Z F. Evaluation index selection and weight threshold [C]//Teaching materials for geochemical assessment of land quality of China Geological Survey. Beijing: China University of Geosciences( Beijing), 2008: 74-75.
  - [5] 余涛, 杨忠芳, 王果, 等. 求属度函数模型及其在土地质量地球化学评估中的应用 [C]//中国地质调查局土地质量地球化学评估教材, 北京: 中国地质大学(北京), 2008.  
Yu T, Yang Z F, Wang G, et al. The model of genus degree function and its application in geochemical assessment of land mass [C]//Teaching materials for geochemical assessment of land quality of China Geological Survey. Beijing: China University of Geosciences( Beijing), 2008.
  - [6] 李绍山, 段增强. 安徽省农用地分等、定级与估价信息系统的设计与开发 [C]//2006 年中国土地学会学术年会论文集, 2006.  
Li S S, Duan Z Q. Design and development of agricultural land grading, grading and valuation information system in Anhui Province [C]//Proceedings of the Annual Conference of Chinese Land Society in 2006, 2006.
  - [7] 王建国, 单艳红, 杨林章. 我国农用地分等定级理论与方法探讨 [J]. 农业系统科学与综合研究, 2002(2): 84-88.  
Wang J G, Shan Y H, Yang L Z. Discussion on the theory and method of agricultural land grading in China [J]. Agricultural System Science and Comprehensive Research, 2002(2): 84-88.
  - [8] 李楠, 徐东瑞. 土壤养分含量的协同克里格法插值研究 [J]. 浙江农业学报, 2011, 23(5): 1001-1006.  
Li N, Xu D R. Collaborative Kriging interpolation of soil nutrient content [J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2011, 23(5): 1001-1006.
  - [9] 周勇, 田有国, 任意. 量化土地评价指标体系及评价方法探讨 [J]. 生态环境, 2003, 12(1): 37-41.  
Zhou Y, Tian Y G, Ren Y. Quantitative land evaluation index system and evaluation method [J]. Ecological Environment, 2003, 12(1): 37-41.
  - [10] 但承龙, 江水玲. 县域农用地分等、定级与估价模式的构建 [J]. 山东农业大学学报, 2001, 3(1): 15-17.  
Dan C L, Jiang S L. Construction of classification, grading and valuation model of agricultural land in county [J]. Journal of Shandong Agricultural University, 2001, 3(1): 15-17.
  - [11] 杨忠芳, 余涛, 李敏, 等. DZ/T0295—2016 土地质量地球化学评价规范 [S]. 2016.  
Yang Z F, Yu T, Li M, et al. DZ/T0295—2016 Specification for geochemical evaluation of land quality [S]. 2016.
  - [12] 邓留献. 农用地定级估价理论与实践 [M]. 北京: 中国大地出版社, 2000.  
Deng L X. Theory and practice of agricultural land grading and valuation [M]. Beijing: China Dadi Press, 2000.
  - [13] 徐哈, 雷磊. 农用地分等中 3 个等别的相关性问题探讨 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(5): 3028-3029.  
Xu H, Lei L. Discussion on the correlation of three grades of agricultural land [J]. Anhui Agricultural Science, 2011, 39(5): 3028-3029.
  - [14] 王万茂, 但承龙. 农用地分等、定级与估价的理论与方法探讨 [J]. 中国农业资源与区划, 2001, 41(2): 22-26.  
Wang W M, Dan C L. Discussion on the theory and method of agricultural land classification, grading and valuation [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Zoning, 2001, 41(2): 22-26.
  - [15] 陈安庆. 兰州市农用地分等定级的基本理论与方法 [J]. 甘肃科学: 甘肃省科学院学报, 1990, 2(4): 32-43.  
Chen A Q. Basic theory and method of gradation of agricultural land in Lanzhou City [J]. Gansu Science: Journal of Gansu Academy of Sciences, 1990, 2(4): 32-43.
  - [16] 罗睿, 何腾兵, 李博, 等. 土地整治前后耕地质量的等级评价: 以凤冈为例 [J]. 贵州农业科学, 2016, 44(3): 86-91.  
Luo R, He T B, Li B, et al. Grade evaluation of cultivated land quality before and after land consolidation: A case study of feng-gang [J]. Guizhou Agricultural Science, 2016, 44(3): 86-91.
  - [17] 张凤荣, 安莉萍, 王军艳, 等. 耕地分等中的土壤质量指标体系与分等方法 [J]. 资源科学, 2002, 24(2): 71-75.  
Zhang F R, An L P, Wang J Y, et al. Soil quality index system and grading method in cultivated land grading [J]. Resources Science, 2002, 24(2): 71-75.
  - [18] 韩霁昌, 成生权, 罗林涛. 建立新增耕地质量评价体系 [J]. 中国土地, 2002(3): 30-32.  
Han J C, Cheng S Q, Luo L T. Establishing a quality evaluation system for newly cultivated land [J]. China Land, 2002(3): 30-32.
  - [19] 彭世琪. 我国耕地地力等级及中低产田类型划分的一种理论和方法 [J]. 中国农技推广, 1997(1): 34-35.  
Peng S Q. A theory and method for the classification of arable land fertility and the types of medium and low-yielding land in China [J]. China Agricultural Technology Extension, 1997(1): 34-35.
  - [20] 田玉福. 土地整理的土地质量指标体系研究 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2012.  
Tian Y F. Research on land quality index system of land consolidation [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2012.
  - [21] 王培豪. 耕地地力评价方法研究与合理性检验 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2012.  
Wang P H. Research on farmland fertility evaluation method and rationality test [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2012.
  - [22] 黄勇, 杨忠芳. 中国土地质量评价的研究现状及展望 [J]. 地质通报, 2008, 27(2): 207-211.  
Huang Y, Yang Z F. Research status and prospect of land quality



assessment in China [J]. Chinese Geological Bulletin, 2008, 27 (2): 207-211.

[23] 宋延洲. 禹县土地质量评价方法[J]. 自然资源, 1981, 2(4): 12-22.

Song Y Z. Land quality evaluation method in Yu County[J]. Natural Resources, 1981, 2(4): 12-22.

A discussion on the comprehensive evaluation method of agricultural land grade in Linxia region

FENG Bei-Zhan, WU Yong-Qiang, LIU Wen-Hui, WANG Xiang, LI Chun-Liang  
(Geological Survey Institute of Gansu Province, Lanzhou 730000, China)

**Abstract:** The method proposed in this paper is based on the use of land quality geochemical survey data and the collected comprehensive information on agricultural land environment to accurately classify the land grades in Linxia, Gansu. Taking the agricultural land-form and yield per mu as macro-level indicators, the authors used the soil traits, soil nutrients, land cleanliness and life-health elements as micro-indicators to decompose, quantify and assign various indicators. The authors objectively and comprehensively used the new viewpoints of macro-index grading and micro-level grading, established cadastral archives of agricultural land quality survey, and provided an important basis for land management decision-making.

**Key words:** agricultural land; comprehensive evaluation; grading; Linxia area

( 本文编辑: 蒋实 )