

陕北农牧交错带土地资源质量评价

杨云贵¹, 常庆瑞², 陈涛², 刘京²

(1. 西北农林科技大学动物科技学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 以年均降水量、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、年均气温、平均日照时数和无霜期为气候因素指标, 海拔高度和地貌类型为地貌因素指标, 土壤质地、土壤碱解氮、土壤速效钾、土壤速效磷、土壤全氮和土壤有机质为土壤因素指标, 用层次分析法分析评价陕北农牧交错带土地资源质量。结果表明: 气候状况从东南向西北逐渐变差, 佳县的气候最好, 靖边气候条件最差; 土壤以长城为界, 长城以北质量较差, 长城以南逐渐变好; 一二级地面积较少, 约 238 km^2 , 占研究区总面积的 0.7% , 三级地 $4\,143\text{ km}^2$, 占 11.4% , 四级地 $10\,997\text{ km}^2$, 占 30.4% , 五级地 $9\,254\text{ km}^2$, 占 25.6% , 六级地 $8\,105\text{ km}^2$, 占 22.4% , 七级地 $3\,372\text{ km}^2$, 占 9.3% ; 一二级地主要为分布在窟野河、秃尾河、佳芦河和榆溪河流域的滩地和河川地, 三四级地主要分布于黄土丘陵沟壑区的塬梁地、峁地以及沟道, 五级地主要为分布于黄土丘陵区域的梁地, 少量是长城沿线的固定沙地, 六七级地则主要是位于长城沿线的沙丘、半固定沙地和固定沙地。

关键词: 陕北农牧交错带; 土地资源; 质量评价

中图分类号: F301.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)03-0121-05

农牧交错带是我国土地退化严重、生态环境较差的地区, 而且是我国荒漠化土地的主要分布区域。该区风蚀和水蚀并存, 过去只强调水蚀影响, 缺乏对该地区土地质量变劣、生物多样性减少、生态环境恶化、土地风蚀沙化的系统深入研究。虽然经过多年的治理工作, 水土流失得到有效控制, 但是土地的生产能力依然较低, 生态环境仍然很差, 成为沙尘暴灾害发生的主要沙源地区之一^[1]。

土地资源作为人类赖以生存和发展的基础, 只有合理的开发和利用, 才能保证粮食产量持续增长, 协调人口、资源、环境和社会经济发展间的矛盾, 使区域可持续发展成为可能。土地资源评价通过对影响土地质量因素的综合分析, 揭示农业用地的土地特点、质量等级、数量分布, 为编制区域土地利用总体规划 and 合理开发及利用土地提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

陕北农牧交错带地处陕西省北部, 位于东经 $107^{\circ}35' \sim 111^{\circ}29'$, 北纬 $37^{\circ}35' \sim 39^{\circ}02'$, 西临甘肃、宁夏, 北连内蒙古, 东与山西隔黄河相望, 南与延安接壤, 处于毛乌素沙漠南缘、陕北黄土高原北端, 是典型的风蚀、水蚀交互作用区。包括榆阳、神木、府谷、横山、靖边、定边、佳县 7 个县区, 共 174 个乡镇, 土地总面积 $36\,109\text{ km}^2$ 。总人口 212 万人, 其中农

业人口 178 万人, 人口密度 59 人/km^2 。该区海拔 $800 \sim 1\,900\text{ m}$, 属于温带、暖温带大陆性季风气候, 年平均气温 $7.9 \sim 10.0^{\circ}\text{C}$, 降水量 $316 \sim 445\text{ mm}$, 蒸发量 $1\,164 \sim 1\,290\text{ mm}$, 大风日数 $3.8 \sim 87.2\text{ d}$, 年际和年内气候变化剧烈, 且暴雨、洪水、干旱、沙尘暴、冰雹等自然灾害频繁^[2,3]。

1.2 数据库建立

1.2.1 数据来源 陕北农牧交错带地处毛乌素沙地与黄土高原丘陵沟壑区的过渡区域, 地域辽阔, 风蚀与水蚀都很严重, 土地质量不高, 在人口、城市不断发展的情况下, 生态环境面临严峻的考验。考虑到该区土地资源的特点、生态环境与利用现状及社会背景, 选取了以下数据: 行政区划、气候数据、地貌数据、土壤数据、土地利用现状、经济资料和社会基本情况。

行政区划: 县界, 乡界。

气候数据: 平均日照时数分布图、平均年降水量分布图、平均无霜期分布图、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均积温分布图、平均气温分布图。

地貌数据: 地势图, 地形图。

土壤数据: 土地类型图、土壤类型图、土壤质地图、土壤有机质图、土壤全氮图、土壤全磷图、土壤全钾图、土壤碱解氮图、土壤速效磷图、土壤速效钾图^[4]。

土地利用现状: 土地利用现状图。

收稿日期: 2005-12-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(30571527), 教育部重点科技项目(03157)

作者简介: 杨云贵(1964—), 男, 甘肃平凉人, 副教授, 在读博士。主要从事草地生态、草地资源管理, 土地资源评价等方面的教学研究工作。E-mail: yungui999@163.com

通讯作者: 常庆瑞(1959—), 男, 陕西子洲人, 教授, 博士生导师, 主要从事遥感与地理信息系统研究。

1.2.2 数据库的建立 图形数字化:通过纸质地图扫描屏幕数字化的方法来进行空间数据的输入,数字化程序使用 Arc/Info 软件。将评价所需要的地图数字化后,按图层(Coverage)存储,图层中的每一要素赋予唯一用户 ID 号(User-ID)。

图形编辑与处理:拓扑关系修正。在 ArcEdit 模块中,对数字化的 Coverage 进行编辑处理,包括图形拓扑关系的建立,错误检查,图形的补充、修改、删除等。

空间数据的配准:所有的空间数据经过投影转化到统一的投影方式和地理坐标系统上。空间数据选用的椭球体是克拉索夫斯基椭球体(Krasovsky),投影方式采用 Albers 投影。

属性数据库的建立与挂接:在 Arc/Info Tables 环境中,建立属性数据库并通过关键字段与用户标识符(User-ID)挂接,构成完整的数据库文件。

1.2.3 数据编码 土地利用编码参考国土资源部 1999 年公布的土地利用分类标准,将土地利用类型分为 8 大类^[5]。

1.2.4 数据误差控制 数据输入:采用联想宽幅扫描仪,扫描精度 200 线。扫描之前压平图纸。

图形数字化:数字化过程将扫描图放大到像元,再数字化以减少误差。

1.3 评价方法

1.3.1 评价因子选择 土地资源是地球表面一定范围立体空间的气候、地质、地貌、土壤、水文、生物等自然要素,同时又受到社会经济条件影响的一个自然、经济综合体。在其长期形成、演变过程中,各种要素以不同方式,从不同侧面,按不同程度,独立地或综合地影响着土地资源的综合特征。因此,对于陕北农牧交错带土地资源评价,应以系统的观点、持续的观点出发,综合考虑影响该地区土地质量的因素,按照土地利用的要求,有代表性的选择评价因

子。

在研究中,采取从单项要素逐级综合的方法。依据相关性(各因子与陕北农牧交错带土地质量评价之间的密切性)和相对独立性(各因子能反映土地质量状况,彼此间没有较强的因果关系)原则选定评价要素。经反复对比,选定了 13 个要素作为评价因子。并将 13 个因子综合为气候因素、地貌因素、土壤因素三组评价因素。

1.3.2 土地评价单元 利用地理信息软件—ArcGIS 8.3,分别叠加土壤因素、气候因素和地貌因素所涉及的影响因子图层,产生土壤、气候和地貌单项因素评价图斑,进行单项因素评价,然后再将单项因素评价结果再次叠加,产生最终的陕北农牧交错带土地资源质量综合评价图斑,以该图斑为评价单元,得出该地区的土地质量综合评价结果。

1.3.3 权重确定 陕北农牧交错带土地质量评价采用层次分析法(Analytic Hierarchy Process,简称 AHP 法)确定评价因子权重^[6]。

2 结果分析

2.1 气候因素评价

气候因素共选择了年均降水量、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、年均气温、平均日照时数和无霜期 5 个评价因子指标,根据层次分析法确定权重为 0.3130、0.3130、0.0988、0.1765、0.0988。一致性检验结果为: $\lambda_{\max}=5.0133$, $C_I=0.0033$, $R_I=1.12$, $C_R=0.002963<0.10$ 。表明气候因子判断矩阵的权数分配合理。

对选定因子参考《陕西土地资源》与《榆林土壤》的相关分级体系进行分级,共分 7 级(表 1)^[4,7]。根据气候评价分级表,用标准分乘以该项目的权重,得出该项目的评价分数,最后累加每一个评价单元各项的评价分数,求得该评价单元的气候因素评价总分后作气候因子评价图(图 1)。

表 1 气候评价因子分级表
Table 1 Grade of climate factor evaluation

	等级 Grade						
	1	2	3	4	5	6	7
年均降水量(mm) Annual average precipitation(mm)	>450	420~450	390~420	360~390	330~360	300~330	<300
>10℃ 平均积温(℃) ≥10℃ accumulate temp (℃)	>4500	4100~4500	3700~4100	3300~3700	2900~3300	2500~2900	<2500
平均气温(℃) Annual average temperature (℃)	>11.0	10.5~11.0	10.0~10.5	9.5~10.0	9.0~9.5	8.5~9.0	<8.5
日照时数(小时) Average sunshine time (h)	>2850	2800~2850	2750~2800	2700~2750	2650~2700	2600~2650	<2600
无霜期(天) Time without frost (d)	>160	155~160	150~155	145~150	140~145	135~140	<135

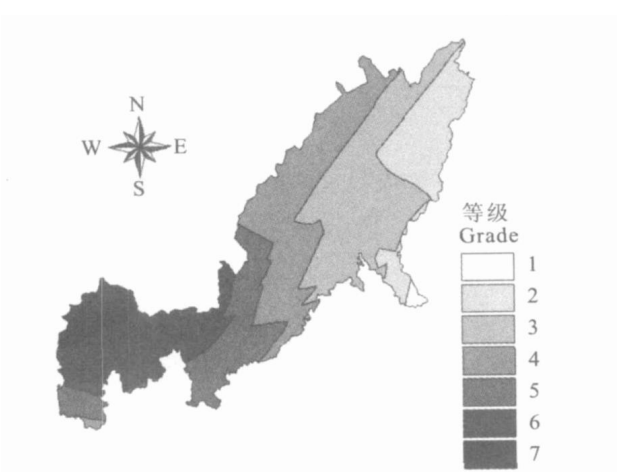


图 1 气候因素评价

Fig. 1 Figure of climate factor evaluation

陕北农牧交错带气候状况非常有规律,气候条件南部优于北部,东部优于西部,整体上从东南向西北气候状况逐渐恶化,以位于最东南方向的佳县气候状况最好,定边县西北部几个乡镇气候状况相对

最差。
在气候因素的评价过程中,我们所选择的 5 个评价因子,年均降水量和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均积温贡献率最大,其次是年均日照时数,影响最小的是平均气温和无霜期。

2.2 地貌因素评价

地貌因素共选择了海拔高度和地貌类型 2 个评价因子指标,根据层次分析法确定权重为 0.3333、0.6667。一致性检验结果为: $\lambda_{\max} = 2.00$, $C_I = 0.00$, $R_I = 0.00$, $C_R = 0.00 < 0.10$ 。表明地貌因子评价判断矩阵的权数分配合理。

对选定因子参考《陕西土地资源》与《榆林土壤》的相关分级体系,又参考有关专家意见,海拔高度分 6 级,地貌类型分 7 级(表 2)。根据地貌因子分级表,确定每一个评价单元的各项标准分,用标准分乘以该项目的权重,得出该项目的评价分数,最后累加每一个评价单元各项目的的评价分数,求得该评价单元的地貌因素评价总分后作地貌因子评价图(图 2)。

表 2 地貌因子分级

Table 2 Grade of landform factor evaluation

项目 Item	等级 Grade						
	1	2	3	4	5	6	7
海拔高度(m) Altitude	<1000	1000~1200	1200~1400	1400~1600	1600~1800	>1800	—
地貌类型 Landform type	滩地、 川台地 Interval, tableland	塬梁地、 涧地 Ridge, flume	梁、峁地 Hill	沟坡地 Gully	半固定、 固定沙地 Half fixed, fixed sand land	流动沙丘 Unfixed sand land	石崖、 土石坡 Rock, rock gully

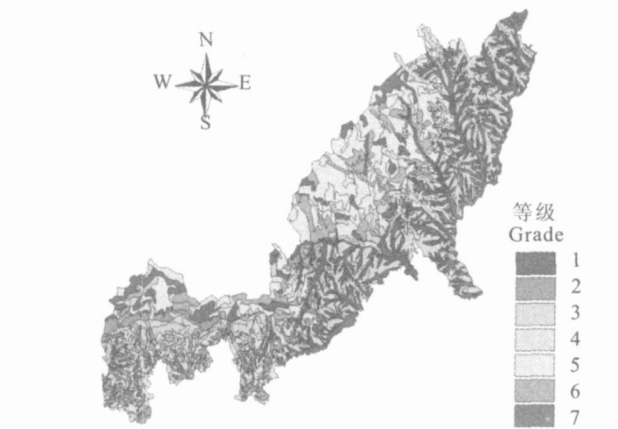


图 2 地貌因素评价

Fig. 2 Figure of landform factor evaluation

在地貌因素的评价过程中,我们所选择的 2 个评价因子,地貌类型因子影响最大,海拔高度影响较小。

2.3 土壤因素评价

土壤因素共选择了土壤质地、土壤碱解氮、土壤速效钾、土壤速效磷、土壤全氮和土壤有机质 6 个评价指标,根据层次分析法确定权重分别为 0.2733、0.1537、0.0566、0.1537、0.0895、0.2733。一致性检验结果为: $\lambda_{\max} = 6.0415$, $C_I = 0.0083$, $R_I = 1.24$, $C_R = 0.00669 < 0.10$ 。表明土壤因子判断矩阵的权数分配合理。

对选定因子根据陕西土壤普查办公室制定的分级体系进行分级,共分 7 级(表 3)。根据土壤评价分级表,确定每一个评价单元的各项标准分,用标准分再乘以权重,得出该项目的的评价分数,累加每一个评价单元各项目的的评价分数,求得该评价单元的土壤因素评价总分。将评价总分评定等级,得到土壤评价结果(图 3)。

表 3 土壤评价因子分级
Table 3 Grade of soil factor evaluation

土壤质地 Soil texture	等级 Grade						
	1	2	3	4	5	6	7
	壤土 loam	沙壤土 Sand loam	粘壤土 Heavy loam	砂砾质壤土 Sand and gravel loam	砂砾质粘壤土 Sand and gravel clay loam	砂砾质壤粘土 Sand and gravel loam clay	沙土 Sand
土壤碱解氮(mg/kg) Soil alkali N	>120	90~120	60~90	45~60	30~45	20~30	<20
土壤速效钾(mg/kg) Soil quick-acting K	>200	150~200	120~150	100~120	70~100	50~70	<50
土壤速效磷(mg/kg) Soil quick-acting P	>30	20~30	15~20	10~15	5~10	3~5	<3
土壤全氮(g/kg) Soil total N	>2	1.5~2	1.25~1.5	1.0~1.25	0.75~1.0	0.5~0.75	<0.5
土壤有机质(g/kg) Soil organic matter	>20	15~20	12~15	10~12	8~10	6~8	<6

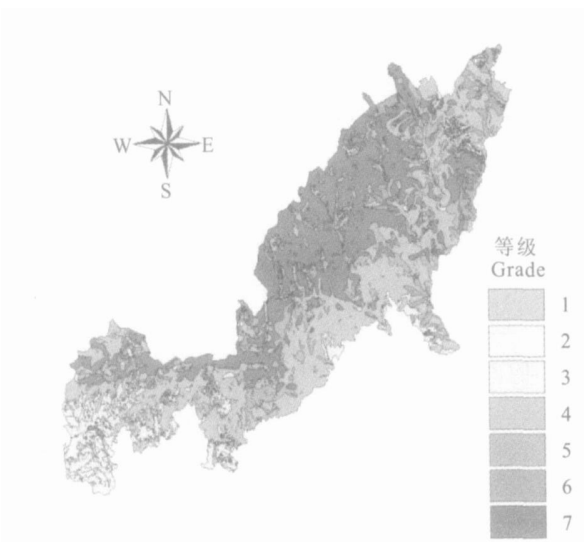


图 3 土壤因素评价
Fig. 3 Figure of soil factor evaluation

研究区土壤质量总体不高,并且沿长城一线,土壤质量有明显的跳跃,结合陕北农牧交错带土地资源具体情况,不难理解在黄土高原丘陵沟壑区与毛乌素沙地过渡地带的土壤状况会有很大的差异。在毛乌素沙地土壤质量普遍偏低,相对而言在长城沿线以南,逐级过渡到黄土高原沟壑区,由于覆盖着较厚的黄土物质,土壤质量有明显的提高。

在土壤因素的评价过程中,我们所选择的 6 个评价因子,其中土壤质地与土壤有机质的影响最大,其次是碱解氮和速效磷,由于研究区的速效钾含量普遍较高,因此速效钾对该地区的影响很小。

2.4 综合评价

对三组评价因子再通过多名专家的评判、打分,得出判断矩阵及各组的权重为气候因素 0.2212,地貌因素 0.3189,土壤因素 0.4599。一致性检验结果

为: $\lambda_{\max} = 3.0000$, $C_I = 0.0000$, $R_I = 0.58$, $C_R = 0.00 < 0.10$ 。结果表明,此判断矩阵的权数分配是合理的。

陕北农牧交错带土地资源质量评价中土壤因子所占的比重最大,达到了 45.99%;其次为地貌,对总系统的贡献值约为三分之一;气候因子最低,约为四分之一。由此可见,对于该地区的土地资源质量评价,土壤因子的影响对整个研究区的评价工作相当重要。

对三组因素进行层次总排序的一致性检验,结果为 $C_R = 0.0056 < 0.10$ 。表明这种层次排序结果具有满意的一致性。

对土壤因素、气候因素和地貌因素 3 组因素评价结果再次叠加产生综合评价图斑,每块图斑应用下面公式计算土地综合质量指数(表 4)。综合评价计算公式如下:

$$P = \sum_{i=1}^3 W_i \cdot B_i$$

式中: P 为综合质量指数; W_i 为第 i 类评价因子权重; B_i 为第 i 类评价因素评价分值(等级)。

对综合质量指数按照表 4 标准分级,得到综合评价结果,做综合评价图(图 4)。从综合评价图上可以看出:一级地和二级地主要是分布于窟野河、秃尾河、佳芦河和榆溪河流域的滩地和河川地,面积比较小,占研究区域总面积的比重也较少,只有 0.7%。三级地和四级地主要是分布于黄土丘陵沟壑区的塬梁地、峁地以及沟道地。面积分别为:三级地 4 143 km^2 ,占研究区总面积的 11.4%;四级地为 10 997 km^2 ,占总面积的 30.4%。五级地主要是分布于黄土丘陵区域的梁地,少量是长城沿线的固定沙地,共

有 9 254 km², 占总面积的 25.6%。六级地主要是榆阳区和神木县境内的固定沙地、半流动沙地以及少量的位于黄河沿岸的石崖土石坡, 面积 8 105 km², 占总面积的 22.4%。七级地主要是位于长城沿线以北的流动沙地, 有 3 372 km², 占总面积的 9.3%。

表 4 陕北农牧交错带土地资源质量评价分级指标

项目 Item	等级 Grade						
	1	2	3	4	5	6	7
气候评价分级标准 Grade of climate factor	<2.00	2.00~2.67	2.67~3.33	3.33~4.00	4.00~4.67	4.67~5.34	≥5.34
地貌评价分级标准 Grade of landform factor	<1.67	1.67~2.33	2.33~3.00	3.00~3.67	3.67~4.33	4.33~5.00	≥5.00
土壤评价分级标准 Grade of soil factor	<2.65	2.65~3.35	3.35~4.05	4.05~4.75	4.75~5.45	5.45~6.14	≥6.14
综合评价分级标准 Grade of composite factor	<1.16	1.16~2.07	2.07~2.98	2.98~3.90	3.90~4.81	4.81~5.72	≥5.72

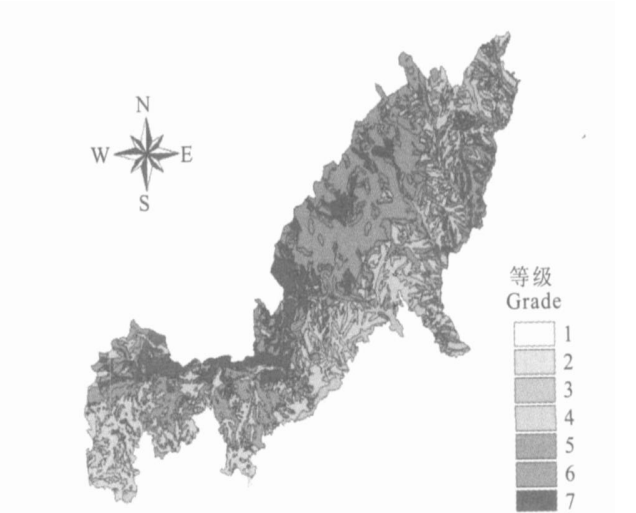


图 4 综合评价
Fig. 4 Figure of composite evaluation

3 结论与讨论

1) 陕北农牧交错带气候状况非常有规律, 气候条件南部优于北部, 东部优于西部, 整体上从东南向西北气候状况逐渐恶化, 以位于最东南方向的佳县气候状况最好, 定边县西北部几个乡镇气候状况相对较差。

2) 研究区土壤质量总体不高, 并且以长城为界土壤质量有明显的跳跃。在毛乌素沙地土壤质量普遍偏低, 长城沿线以南, 逐级过渡到黄土高原沟壑区, 由于覆盖着厚层的黄土物质, 土壤质量有明显的提高。

3) 陕北农牧交错带土地资源综合质量评价结果显示该区的土地质量总体不高。一、二级地极少, 只有 238 km², 仅占研究区总面积的 0.7%; 三级地 4 143 km², 占 11.4%; 四级地为 10 997 km², 占 30.4%; 五级地 9 254 km², 占 25.6%; 六级 8 105 km², 占 22.4%; 七级地 3 372 km², 占 9.3%。

4) 一二级地主要是分布在窟野河、秃尾河、佳芦河和榆溪河流域的滩地和河川地, 三四级地主要是分布于黄土丘陵沟壑区的塬梁地、峁地以及沟道地, 五级地主要分布于黄土丘陵区域的梁地, 少量是长城沿线的固定沙地, 六七级地则主要是位于长城沿线的沙丘、半固定沙地和固定沙地。

参 考 文 献:

[1] 林 培. 土地资源学(第二版)[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2001.

[2] 杨述河. 榆林土地资源利用与评价[M]. 北京: 中国大地出版社, 2002.

[3] 陕西省土壤普查办公室. 陕西土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1992.

[4] 陕西省榆林地区土壤普查办公室. 榆林土壤(初稿)[R]. 榆林: 地区土壤普查档案室, 1987.

[5] 陈百明. 土地资源评价方法现状评述及发展趋势的探讨[J]. 中国土地, 1984, (4): 25—28.

[6] 张再生. 层次分析法在城市土地分级中的应用[J]. 山东师大学报(自然科学版), 1996, 11(4): 78—83.

[7] 陕西省土地管理局. 陕西土地资源[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2000.

(英文摘要下转第 129 页)

A discussion on the main principles and impact factors in
planting structure adjustment in Gansu

DENG Zheng-Yong¹, ZHANG Qiang¹, HAN Yong-xiang¹, PU Jin-yong², ZHAO hong¹

(1. Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Key Laboratory of Arid
Climatic Changing and Reducing Disaster of Gansu Province, Lanzhou, 730020, China;

2. Agrometeorological Experiment Station of Tianshui, Tianshui 741020, China)

Abstract: The main factors which influence planting structure adjustment, such as climate, technique level of agricultural production, economic benefits, and policy etc. in Gansu were discussed. The result shows that the 4 principles must be considered in adjusting the planting structure: taking whole situations into account and arranging all rationally, planning scientifically and guiding according to individual condition, orienting to market and aiming at benefit, carrying out regional development strategy based on the resource characteristic. The scientific theoretical foundation was provided for agricultural development.

Keywords: Gansu province; adjustment of planting structure; influence factor; main principle

(上接第 125 页)

Evaluation on the land resource quality of the cross area of
agriculture and ranch in Northern Shaanxi

YANG Yun-gui¹, CHANG Qing-rui², CHEN Tao², LOU Jing²

(1. College of animal science and technology, Northwest A and F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2. College of Resource and Environment, Northwest A and F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Land resource quality in the cross area of agriculture and ranch in northern Shaanxi was evaluated using APH (Analytic Hierarchy Process) method, in which climate factors included annual average precipitation, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ accumulate temperature, annual average temperature, average sunshine time, and time without frost, landform factors included altitude and landform type, soil factor include soil texture, soil alkali N, soil quick-acting K, soil quick-acting P, soil total N, soil organic matter. The results show that: the climate conditions on the research region were changing worse from southeast to northwest, climate in Jiaxian is the best, in Jinbian is the worst; soil on the north Great wall is bad, soil on the south Great wall changes better; evaluating on the total, first and second grade land were less, 238 km^2 which accounts for 0.7% of the research area, third grade land $4\,143\text{ km}^2$ accounts for 11.4%, fourth grade land $10\,997\text{ km}^2$ accounts for 30.4%, fifth grade land $9\,254\text{ km}^2$ accounts for 25.6%, sixth grade land $8\,105\text{ km}^2$ accounts for 22.4%, seventh grade land $3\,372\text{ km}^2$ accounts for 9.3%; first and second grade land are mainly distributed on the bank and shoals alone the river Kuye, Tuwei, Jialu, and Yuxi, third and fourth grade land are mainly distributed ridge, tableland and hill of loss plateau, and river bank, fifth grade land is distributed in the ridge of loss plateau and fixed sand area alone the great wall, sixth and seventh grade land are located in sand hill, semi-fixed sand and fixed sand areas.

Keywords: Evaluation; land resource quality; cross area of agriculture and ranch in northern Shaanxi