

西北五省(区)耕地质量等别差异性比较

王凤娇¹,杨延征²,上官周平¹

(1.西北农林科技大学黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室,陕西 杨凌 712100;
2.西北农林科技大学林学院,陕西 杨凌 712100)

摘 要:为了明确西北地区耕地等别分布特征及在全国耕地等别中的整体水平,以西北 5 省(区)农用地分等国家级汇总成果为基础,分析了西北地区耕地等别数量特点、耕地等别空间分异特征和耕地质量的影响因素。结果表明:西北地区中、低等地分布广泛,面积比例高达 93.04%,耕地平均等别比全国平均等别 9.8 等低 2.1 个等别;西北地区各自然质量等地和利用等地分布的总体趋势基本一致,高等地主要分布在陕西(60.82%和 86.48%),中等地主要分布在新疆(50.99%和 50.54%),低等地主要分布在甘肃和陕西(53.4%、31.76%和 46.87%、26.31%),青海和宁夏耕地面积较小,且以中低等地为主;各经济等地分布略有不同,即高等地主要分布在新疆(85.12%),中等地主要分布在新疆和陕西(60.86%和 26.98%),低等地主要分布在甘肃和陕西(48.95%和 30.74%),青海省以低等地为主,宁夏以中低等地面积比例较大;西北地区耕地质量主要受到地貌结构、土壤条件和农田基本建设 3 类因素的影响,且各类影响因素在西北各省域内的分布差别主要决定于各省(区)主导因素的差异,从而进一步控制西北地区耕地质量的空间分布规律。

关键词:土地利用;耕地质量;分等;西北地区
中图分类号: F301.21 **文献标志码:** A

Comparisons on variations in qualities of arable lands in northwestern China

WANG Feng-jiao¹, YANG Yan-zheng², SHANGGUAN Zhou-ping¹

(1. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau,
Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In order to evaluate the distribution characteristics of the arable lands in Northwest China and its status in the whole country, based on the accomplishments of cultivated land classification at the national level for the five provinces in Northwest China, the quantitative and grade and spatial distribution characteristics of the arable lands were analyzed in Northwest China, as well as the influential factors on land qualities. The results showed that medium and low grade lands were broadly distributed, up to 93.04% of the area. The average arable grade was 11.9, 2.1 lower than the national average level (9.8). The distribution of arable land natural quality and utilization grade were roughly the same in Northwest China. High-grade arable lands were mainly in Shaanxi, medium-grade arable lands were mainly in Xinjiang, and low-grade arable lands were mainly in Gansu and Shaanxi. Arable land area in Qinghai and Ningxia were small, majority of which was medium or low-grade. In addition, the distributions of arable land economic grade were slightly different. High-grade arable lands were mainly in Xinjiang, medium-grade arable lands were mainly in Xinjiang and Shaanxi, and low-grade arable lands were mainly in Gansu and Shaanxi. Qinghai had large area of low-grade arable lands, and Ningxia had large area of lower-grade lands. The arable land quality of Northwest China was mainly influenced by geomorphological structure, soil conditions and basic farmland constructions. Factors that influenced the variations in spatial distributions in different provinces were mainly determined by different dominant factors of the provinces, which further controlled the spatial distribution characteristics of the arable land quality in Northwest China.

收稿日期:2014-03-19
基金项目:中国科学院科技服务网络计划(STS)项目(KFJ-EW-ST-005);中国科学院科技基础性工作专项(2014FY210100)
作者简介:王凤娇(1988—),女,甘肃省庆阳人,研究生,主要从事耕地质量评价研究。E-mail:wangfj23@foxmail.com。
通信作者:上官周平(1964—),男,陕西省扶风县人,研究员,博士生导师,主要从事旱地农业、植物生态研究。E-mail:shangguan@ms.iswc.ac.cn。

Keywords: Land use; Arable land quality; Classification; Northwest China

国土资源部于 1999 年启动了全国农用地分等定级估价工作,历时十年,建立了全国统一可比的 1:50 万耕地质量等别数据库^[1]。这项工作首次全面摸清了我国耕地质量等级分布状况,实现了全国耕地质量等级的全面比较^[2],其成果综合了耕地土地自然质量、土地利用、投入产出变化和社会经济水平等,不但促进了土地资源管理由数量为主向数量、质量、生态管护相协调转变,还为农用地质量优劣评定分等、耕地质量提升和高标准基本农田建设等提供了科学支撑^[3-5]。目前,全国耕地质量等级调查与评定成果已初步应用于土地利用总体规划、耕地占补平衡、基本农田调整等方面,是一项面向国土资源可持续开发与利用的重要成果,受到社会各界的广泛关注。

西北地区土地资源较为丰富,土地利用类型多样,土地生产力地域性强,开发利用潜力较大,然而,西北地区土地生态环境脆弱,开发治理难度较大,水土资源分布不协调,与此同时,耕地中以旱地居多,土地利用粗放产出率低,缺乏统筹规划,重用轻养,致使部分区域土地水土流失、次生盐渍化严重,促使耕地质量下降、生态环境恶化。此外,土地投入不足,人均耕地减少,耕地占补缺乏质量平衡,人地矛盾日益突出等问题使得西北地区耕地资源保护与维持生态平衡面临更大的压力^[6]。考虑到西北地区生态功能的定位,该区农业生产不仅要走资源集约、高产高效的道路,以提高和保护耕地质量和产能,同时还要坚持改土治水,治理农业生态问题,从而为国家耕地资源安全、粮食安全做出应有的贡献。

近年来,一些专家学者基于农用地分等成果,在耕地质量保护和建设领域方面,相继开展了耕地质量等别^[3-4,7]、产能^[8]分布规律、耕地产量^[9]及其潜力^[10]、耕地按等折算^[11]、土地整治^[12-13]和分等成果与土地环境质量评价整合^[14]等问题的研究,这些研究不仅有助于深化农用地分等成果的应用,更是为农用地资源管理提供了有力的科学支撑。本文将西北地区 5 省(区)作为一个整体,以 5 省(区)的农用地分等国家级汇总成果为依据,通过分析西北地区耕地等别数量特点、耕地等别空间分异特征和耕地质量的主要影响因子,明确西北地区耕地等别结构以及在全国耕地等别中的水平,提出西北地区差异化的耕地质量管理和提升策略建议,以期对西北地区耕地资源保护、区域规划决策和气候变化背景下的耕地安全等问题研究提供依据。

1 区域与方法

1.1 研究区概况

西北地区包括陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆 5 个省(区),地理坐标介于东经 73°15' ~ 111°15' 和北纬 31°32' ~ 49°10' 之间。土地面积 $310 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占全国国土总面积的 32.3%, 其中耕地面积 $14.48 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占全国耕地面积的 11.57%, 占整个西北地区土地面积的 4.67%。

西北地区主要的气候特点为光热资源丰富、干旱少雨、蒸发强烈、日照和太阳辐射充足、气温地区分布差异较大、农业气象灾害较为频繁。西北地区水资源时空分布极不均衡,且受季节影响较大,降雨量和径流量资源年内分配与需水要求极不协调,可养殖水面资源缺乏导致该区域用水矛盾。西北地区地形主要以高原盆地为主,包括黄土高原、秦巴山地、塔里木盆地、柴达木盆地、渭河平原等,稀疏植被覆盖是其主要特征,自然景观从森林逐渐过渡到草原、荒漠。

1.2 数据与方法

1.2.1 数据来源 本研究以西北地区 5 省(区)的农用地分等国家级汇总成果和 5 个省(区)分省卷^[15-19]作为基础数据资料。

1.2.2 数据处理与研究方法 以西北 5 省(区)农用地分等成果为分析的基础数据,采用 Arcgis 9.3 软件的空间分析方法,进行空间叠加分析,研究 5 省(区)农用地分等国家级自然质量等别、利用等别和经济等别在省级之间的空间尺度上的分布规律。

依据 5 个省(区)分省卷农用地国家级自然质量等别、利用等别和经济等别的高、中、低等别的划分范围,估设西北地区耕地相对应的高、中、低等别的范围,且采用统计分析和综合分析等相关分析方法,研究西北地区耕地高、中、低等别在空间上的分布差异。

在计算区域内的平均等别时,采用面积加权平均法,即在统计出各等别总面积前提下,进行等别面积加权^[4],其计算公式如下:

$$Y = \frac{\sum_{i=i_{\min}}^{i_{\max}} i \times F_i}{F_{\text{总}}} \tag{1}$$

式中, Y 为等别平均值; i 为等别; $i_{\min}$ 为等别最小值; $i_{\max}$ 为等别最大值; F_i 为 i 等农用地面积(hm^2); $F_{\text{总}}$ 为总面积(hm^2)。

2 结果与分析

2.1 西北地区耕地等别数量分布特征

西北地区耕地评定为 10 个等别,等别范围为 5 ~ 14 等(图 1),其中 5 等耕地质量最好,14 等耕地质量最差。西北地区耕地质量等别呈现总体水平偏低,以 11~14 等耕地为主,面积加权平均等为 11.9 等,比全国平均等别 9.8 等^[20]低 2.1 个等别。参照全国耕地等别划分档次^[21],我们将西北地区耕地按照 1~4 等、5~8 等、9~12 等、13~14 等划分为优等地、高等地、中等地和低等地,西北地区没有优等地分布,高等地 100.5 万 hm²,占西北地区农用地评定总面积的 6.94%,中等地 717.59 万 hm²,占 49.56%,低等地 629.8 万 hm²,占 43.50%。

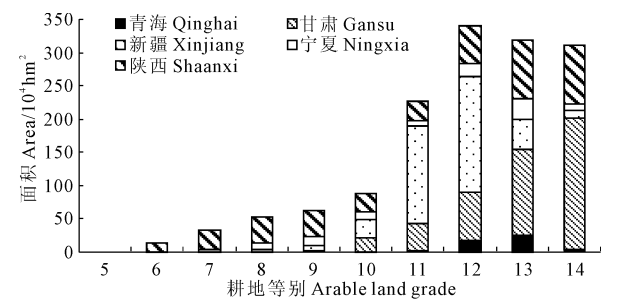


图 1 西北地区 5 省(区)耕地等别构成

Fig.1 Structure of arable land grade among 5 provinces in Northwestern

将西北地区耕地按照生产能力折合成基于标准亩^[2]的西北地区耕地总量。据此,分别以国家 1 等地和国家平均等别 9.8 等地为基准核算西北地区标准耕地总量,西北地区参与分等的 1 447.87 万 hm²农用地(表 1),进行核算后,仅相当于全国 1 等地 318.09 万 hm²,相当于全国平均等别 9.8 等地 870.26 万 hm²。

表 1 西北 5 省(区)农用地标准亩核算结果

省份 Provinces	农用地分等 Agricultural land gradation	国家 1 等地 The national 1 grade	国家平均等 The national average grade
	面积/万 hm ² Area/10 ⁴ hm ²	面积/万 hm ² Area/10 ⁴ hm ²	面积/万 hm ² Area/10 ⁴ hm ²
陕西 Shaanxi	408.89	109.98	300.88
甘肃 Gansu	463.26	70.29	192.30
青海 Qinghai	49.48	8.53	23.34
宁夏 Ningxia	109.99	28.82	78.86
新疆 Xinjiang	416.25	100.47	274.88
总计 Total	1447.87	318.09	870.26

2.2 西北各省(区)耕地质量等别分异特征

将耕地质量评价按自然因素指标和社会经济因素指标来进行评价,具体分为自然质量评价、利用评价和经济评价三类,耕地自然质量等别主要是在自然状态下评价耕地的质量,反映耕地的土壤、地理条件、气候条件等自然条件的好坏;耕地自然质量等别经过土地利用系数修订后得出的农用地利用等别,反映了农用地潜在的(或理论的)区域自然质量、平均利用水平;耕地利用等别经过土地经济系数的修订后得出的农用地经济等别,反映了农用地潜在的(或理论的)区域自然质量、平均利用水平和平均投资效益水平。

2.2.1 自然质量等别 根据西北 5 省(区)农用地国家级自然质量等别汇总成果,西北地区农用地评定为 19 个自然质量等别,等别范围为 2~20 等,其中自然质量等最高为 20 等,最低为 2 等。从各自然质量等别在西北地区省级尺度的分布情况来看(图 2),青海省共划分为 8 个农用地自然质量等别,从 2 等到 9 等,农用地等别分布总体上呈“中间大两头小”的态势,其中 5~7 等耕地面积比例大,约占全省耕地总面积的 77.31%;甘肃省共划分为 16 个自然质量等,等别在 3~18 等之间,等别面积最多的是 6 等,约占全省耕地总面积的 28.33%,其次是 5 等,约占 26.32%;新疆共划分为 18 个自然质量等,为 3~20 等,等别分布态势与青海省的基本相似,总体上也呈“中间大两头小”,等别集中在 8~11 等,约占全区耕地总面积的 76.73%;宁夏、陕西 2 省(区)自然质量等都划分为 18 个等,且等别范围为 2~19,等别分布均呈现波浪分布,陕西等别集中在 3~8 和 14~18 等,宁夏等别集中在 4~5 和 7~9 等。

在西北整个区域范围内,若将 2~6 等视作低自然质量等,将 7~11 等是视作中自然质量等,将 12~20 等视作高自然质量等,那么从各档次耕地在西北各省(区)的分布情况来看(图 3),青海作为西北地区耕地面积最小的省份,无高等地分布,只有中等地和低等地的分布,且二者分别占西北中、低等地总面积的 3.36%和 5%;甘肃省是低等地分布最多的省份,低等地面积占全省耕地总面积的 62.43%,占西北低等地总面积的 53.47%,其次为中等地,占全省耕地总面积的 36.02%,占西北中等地总面积的 25.03%;新疆是中等地分布最多的省份,中等地面积占新疆耕地总面积的 81.86%,占西北中等地总面积的 50.99%;宁夏的中等地面积比例较大,占西北中等地总面积的 6.97%,其次为高等地和低等地,分别占 13.7%和 5.67%;陕西省的耕地以低等

地和高等地为主,分别占西北低、高等地总面积的 31.76%和 60.82%,是西北地区高等地分布最多的省份。依据面积加权平均的方法计算得出各省(区)耕地自然质量平均等别(图 3),发现新疆、陕西和宁

夏耕地平均等别相对较高,其值分别为 9.76、9.1 和 9.05 等;青海和甘肃耕地平均等别较低,其值分别为 6.44 和 6.6 等;平均等别最高的新疆比等别最低的青海高 3.32 个等别。

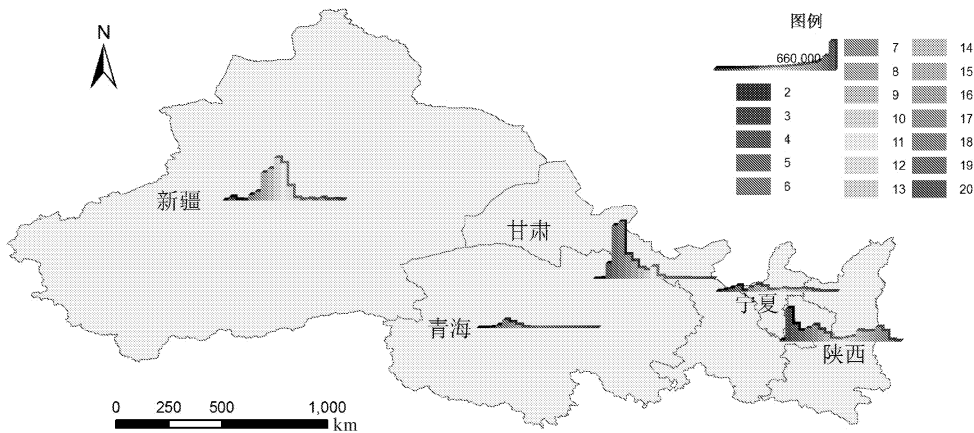


图 2 西北 5 省(区)耕地自然质量等别构成

Fig.2 Structure of arable land natural quality grade in Northwest China

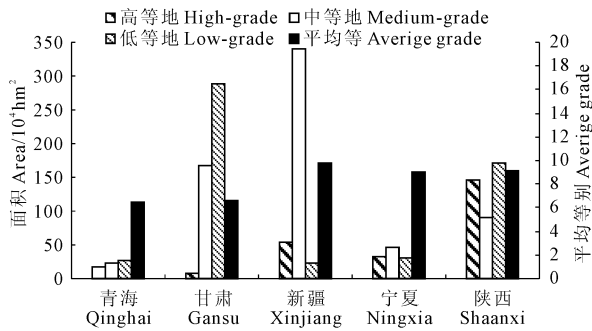


图 3 西北地区耕地自然质量等别分布

Fig.3 Spatial distributions of arable land natural quality grade in Northwest China

2.2.2 利用等别 根据西北 5 省(区)农用地国家级利用等别汇总成果,西北地区农用地评定为 19 个利用等别,等别范围为 3~21 等,其中利用等最高为 21 等,最低为 3 等。从各利用等别在西北地区省级尺度的分布情况来看(图 4),青海省共划分为 7 个农用地利用等别,从 3 等到 9 等,其中 5~7 等耕地面积比例大,约占全省耕地总面积的 76.54%,4 等以下和 8 等以上的耕地面积比例小,使得全省耕地利用等别分布总体上呈“中间大两头小”的态势;甘肃省共划分为 16 个利用等别,等别范围为 3~18 等,等别面积最多的是 4 等,约占全省耕地总面积的 32.43%,其次是 5 等,约占 17.59%;新疆共划分为 15 个利用等别,为 3~17 等,等别分布态势与青海省的基本相似,总体上也呈“中间大两头小”,等别集中在 7~10 等,约占全区耕地总面积的 77.1%;宁夏

共划分为 17 个利用等别,从 4 等到 20 等,等别分布呈现波浪分布,即等别集中分布在 4~7 等和 13~15 等;陕西省共划分为 19 个利用等别,为 3~21 等,其等别分布态势与宁夏相似,也呈波浪分布,且等别集中在 4~6 等和 14~17 等。

在西北整个区域范围内,若将 3~7 等视作低利用等,将 8~15 等是视作中利用等,将 16~21 等视作高利用等,那么从各档次耕地在西北各省(区)的分布情况来看(图 5),青海省无高等地分布,只有中等地和低等地的分布,且二者分别占西北中、低等地总面积的 1.43%和 5.22%;甘肃省是低等地分布最多的省份,低等地面积占全省耕地总面积的 79.56%,占西北低等地总面积的 46.87%;新疆是中等地分布最多的省份,中等地面积占全区耕地总面积的 76.85%,占西北中等地总面积的 50.54%;宁夏的低、中等地的面积比例较大,高等地次之,分别占西北低、中、高等地总面积的 6.81%、8.3%、10.47%;陕西省的耕地以低、中等地为主,分别占西北低、中等地总面积的 26.31%和 23.77%,同时也是高等地分布最多的省份,占西北高等地总面积的 86.48%。各省(区)耕地按面积加权,平均利用等别如图 5 所示,即陕西、宁夏和新疆耕地平均利用等别相对较高,其值分别为 9.1、8.9 和 8.4 等;甘肃和青海耕地平均利用等别较低,其值分别为 5.7 和 6.3 等;平均等别最高的陕西比等别最低的甘肃高 3.4 个等别。

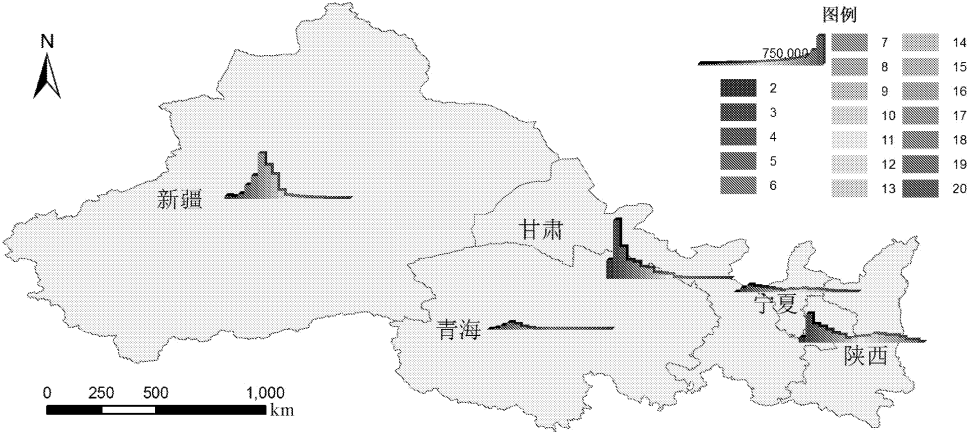


图 4 西北 5 省(区)耕地利用等别构成

Fig.4 Structure of arable land utilization grade in Northwest China

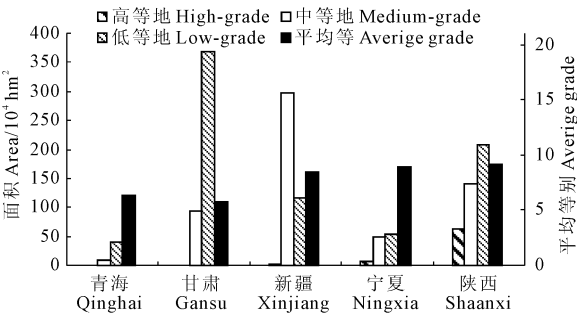


图 5 西北地区耕地利用等别分布

Fig.5 Spatial distribution of arable land utilization in Northwest China

2.2.3 经济等别 根据西北 5 省(区)农用地国家级经济等别汇总成果,西北地区农用地评定为 21 个

经济等别,等别范围为 2~22 等,其中经济等最高为 21 等,最低为 2 等。从各经济等别在西北地区省级尺度的分布情况来看(图 6),青海省共划分为 7 个农用地经济等别,从 5 等到 11 等,且等别集中分布在 5~7 等,约占全省耕地总面积的 84.59%;甘肃省共划分为 17 个经济等别,等别范围为 2~18 等,等别面积最多的是 3 等,约占全省耕地总面积的 38.43%,其次是 4 等,约占 21.37%;新疆共划分为 19 个经济等别,为 2~20 等,等别集中分布在 11~15 等,约占全区耕地总面积的 58.59%;宁夏共划分为 16 个经济等别,从 6 等到 21 等,等别集中分布在 6~8 等,约占全区耕地总面积的 53.03%;陕西省共划分为 20 个经济等别,为 5~22 等,等别集中分布在 5~7 等,约占全省耕地总面积的 53.41%。

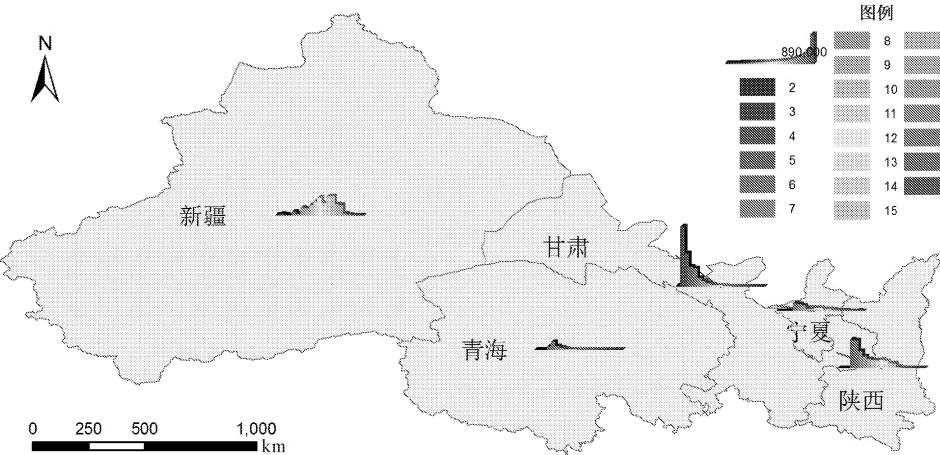


图 6 西北 5 省(区)耕地经济等别构成

Fig.6 Structure of arable land economic grade in Northwest China

在西北整个区域范围内,若将 2~9 等视作低经济等,将 10~15 等视作中经济等,将 16~22 等视作

高经济等,那么从各档次耕地在西北各省(区)的分布情况来看(图 7),青海省的耕地以低等地为主,约

占全省耕地总面积的 99.34%,占西北低等地总面积的 5.39%,中等地次之,无高等地分布;甘肃省是低等地分布最多的省份,低等地面积占全省耕地总面积的 96.43%,占西北低等地总面积的48.95%;新疆是中、高等地分布最多的省份,分别占全区耕地总面积的 66.09%和 17.02%,占西北中、高等地总面积的 60.86%和 85.12%;宁夏的低、中等地的面积比例较大,高等地次之,分别占西北低、中、高等地总面积的 7.22%、8.6%、6.26%;陕西省的耕地以低、中等地为主,高等地次之,分别占全省耕地总面积的 68.61%、29.82%、1.57%,占西北低、中、高等地总面积的 30.74%、26.98%、7.69%。各省(区)耕地按面积加权,平均经济等别如图 7 所示,新疆耕地平均经济等别最高,为 12.5 等,宁夏、陕西次之,分别为 9.3 和 8.3 等;甘肃和青海耕地平均经济等别相对较低,其值分别为 4.7 和 6.4 等;平均等别最高的新疆比等别最低的甘肃高 7.8 个等别。

2.3 西北地区耕地质量主要影响因子

根据西北 5 省(区)农用地分等因素及其权重确定的结果与各省(区)耕地质量的实际情况,西北地区耕地质量主要受到地貌结构、土壤条件和农田基本建设 3 类因素的影响(表 2)。从各类影响因素在

西北各省域内的分布情况来看,陕西省耕地质量受制于有效土层厚度、土壤有机质含量、土壤盐渍化程度和地形坡度等土壤、地貌因素,又决定于灌溉保证率等农田基本建设因素;甘肃省与青海省耕地质量的主要影响因子基本一致,即地形坡面、有效土层厚度、土壤有机质含量、表层土壤质地和灌溉保证率;新疆耕地质量主要受到有效土层厚度、土壤有机质含量、表层土壤质地等土壤因素和灌溉保证率、林网化程度等农田基本建设因素的影响;宁夏耕地质量的主要影响因子为剖面结构、有效土层厚度、土壤有机质含量、土壤盐渍化程度和灌溉水源。

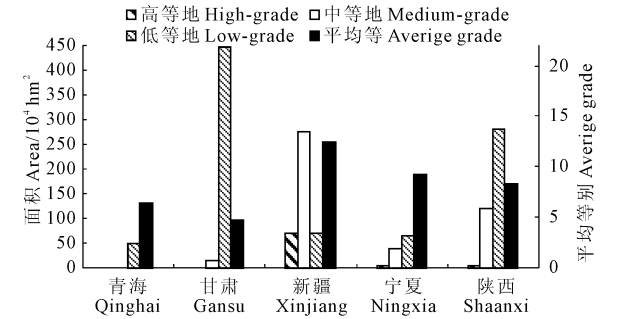


图 7 西北地区耕地经济等别分布
Fig.7 Spatial distribution of arable land economic grade in Northwest China

表 2 西北地区耕地质量主要影响因素

Table 2 Quality of the main factors of arable lands in Northwest China						
因素类型 Factors type	因素名称 Factors name	陕西 Shannxi	甘肃 Gansu	青海 Qinghai	新疆 Xinjiang	宁夏 Ningxia
地貌 Landscape	剖面结构 Sectional structure					✓
	地形坡度 The slope of terrain	✓	✓	✓		
	有效土层厚度 Effective soil layer thickness	✓	✓	✓	✓	✓
土壤 Soil	土壤有机质含量 The organic matter content	✓	✓	✓	✓	✓
	土壤盐渍化程度 The soil salinization	✓				✓
	表层土壤质地 The surface soil texture		✓	✓	✓	
农田基本建设 Farmland capital construction	灌溉保证率 The irrigation guarantee rate	✓	✓	✓	✓	
	灌溉水源 The irrigation water					✓
	林网化程度 Windbreak network				✓	

耕地质量在西北地区省级尺度的空间分布差别,主要受制于各省(区)耕地质量主控因素的差异,且造成此种差异的主要原因是各省(区)地貌结构、土壤条件及农田基本建设等的差别。就地貌结构来看,陕西、甘肃和青海 3 省(区)耕地质量主要取决于地形坡度的影响,宁夏受制于剖面结构等因素,新疆基本不受地貌结构的制约;就土壤条件来看,陕西、宁夏 2 省(区)耕地质量的主控因素基本一致,都取

决于有效土层厚度、土壤有机质含量、土壤盐渍化程度的影响,甘肃、青海和新疆 3 省(区)的基本相似,均受有效土层厚度、土壤有机质含量、表层土壤质地的制约;就农田基本建设来看,除宁夏受灌溉水源限制外,灌溉保证率是其他各省(区)耕地质量的主要制约因子,新疆还受林网化程度的影响。因此,土壤条件、地形地貌格局、农田基本建设水平基本控制了西北地区耕地质量的空间分布规律。

3 结论与建议

3.1 结论

1) 西北地区耕地等别较全国总体水平偏低,中等地和低等地分布广泛,高等地分布范围小,无优等地分布。

2) 西北地区耕地自然质量等、利用等和经济等在省级尺度的空间分布存在差异,但各自然质量等和利用等分布的总体趋势基本一致,即高等地主要分布在陕西,中等地主要分布在新疆,低等地主要分布在甘肃、陕西,青海、宁夏耕地面积较小,且以中、低等地为主;各经济等分布稍有不同,即高等地主要分布在新疆,中等地主要分布在新疆、陕西,低等地主要分布在甘肃、陕西,青海省以低等地为主,宁夏以中、低等地面积比例较大。

3) 西北地区耕地质量主要受到地貌结构、土壤条件和农田基本建设 3 类因素的影响,且各类影响因素在西北各省域内的分布差别主要决定于各省(区)主导因素的差异,从而进一步控制西北地区耕地质量的空间分布规律。

3.2 建议

1) 西北地区耕地以中低产田为主,深入研究区域中低产田主要影响因子的形成、消减和次生化过程,明确其变化过程图谱对于区域中低产田的定向改造具有积极作用。

2) 受制于我国目前无法获得全面的高精度的耕地资源变化(包含数量、质量)同步数据,应开发定量化耕地质量综合评价系统集成,加快向智能化耕地水土资源综合体系转变,建立区域差别化国土决策与预警信息系统,为国家与地方制定科学、合理、细致的国土政策与法规提供科学保障。

参 考 文 献:

[1] Wang qian. Rating system to help protect prime farmland. http://www.chinadaily.com.cn/china/2009-12/25/content_9228343.htm.
[2] 王洪波,程 锋,张中帆,等.中国耕地等别分异特性及其对耕

地保护的影响[J].农业工程学报,2011,27(11):1-8.
[3] 张青璞,孔祥斌,郅文聚,等.重庆市国家级农用地分等汇总前后等别分布规律[J].农业工程学报,2010,26(10):297-303.
[4] 孔祥斌,张青璞.中国西部区耕地等别空间分布特征[J].农业工程学报,2012,28(22):1-7.
[5] 张 英,潘瑜春,曾志炫,等.基于农用地分等定级的耕地入选基本农田评价比较分析[J].中国土地科学,2012,26(3):29-33.
[6] 钱正英,潘家铮.西北地区水资源配置生态环境建设和可持续发展战略研究.重大工程卷:西北地区水资源重大工程布局研究[M].北京:科学出版社,2004.
[7] 司振中,李 貌,邱维理,等.中国耕地资源的区域差异与保护问题[J].自然资源学报,2010,25(5):713-721.
[8] 许 妍,吴克宁,程先军,等.东北地区耕地产能空间分异规律及产能提升主导因子分析[J].资源科学,2011,33(11):2030-2040.
[9] 杨建波,王朝晖,邱士可,等.耕地分等因素对粮食产量的影响[J].农业工程学报,2010,26(4):306-311.
[10] 齐跃普,崔永清,李新旺,等.通辽北部农牧交错生态脆弱区农地利用强度与潜力分析[J].自然资源学报,2010,25(12):2072-2080.
[11] 于 雷,周 勇,郅文聚,等.基于农用地分等成果的耕地占补平衡按等折算[J].农业工程学报,2009,25(1):244-248.
[12] 郭力娜,张凤荣,曲衍波,等.基于分等因素组合的农用地整理类型分区[J].农业工程学报,2010,26(9):308-314.
[13] 边振兴,于 淼,王秋兵.基于土地开发整理修订农用地分等结果的一种方法[J].农业工程学报,2009,25(1):232-236.
[14] 路 婕,李 玲,吴克宁,等.基于农用地分等和土壤环境质量评价的耕地综合质量评价[J].农业工程学报,2011,27(2):323-329.
[15] 刘 卉.中国耕地质量等级调查与评定(宁夏卷)[M].北京:中国大地出版社,2010.
[16] 喻建宏.中国耕地质量等级调查与评定(陕西卷)[M].北京:中国大地出版社,2010.
[17] 朱小川.中国耕地质量等级调查与评定(青海卷)[M].北京:中国大地出版社,2010.
[18] 张力学.中国耕地质量等级调查与评定(甘肃卷)[M].北京:中国大地出版社,2010.
[19] 田建荣.中国耕地质量等级调查与评定(新疆卷)[M].北京:中国大地出版社,2010.
[20] 中华人民共和国国土资源部.中国耕地质量等级调查与评定[M].北京:中华人民共和国国土资源部,2009.
[21] 陈印军,肖碧林,方琳娜,等.中国耕地质量状况分析[J].中国农业科学,2011,44(17):3557-3564.