建设项目用地总规模中耕地占用比例上限的确定
——以陕西省为例

朱小青，王雅妮，李佳颖，甘 敏
（陕西省国土空间勘测规划院，陕西 西安 710054）

摘　要：［目的］分析耕地资源与建设项目空间分布之间的关系，研究建设项目总规模中耕地占用比例上限的确定方法，为自然资源管理部门制定耕地保护措施提供依据。［方法］以陕西省为研究区，基于国土变更调查数据和建设项目样本数据，构建耕地密度作为指标，采用 GIS 空间叠加分析、地貌分区和统计参数对比方法，研究陕西省耕地密集程度分区方法，确定交通、能源、水利类单独选址建设项目总规模中的耕地占用比例上限。［结果］采用地貌分区和行政单元修订相结合的方法，以 80％累计频率取值作为建设项目耕地占用比例的上限，将全省分为 3 个耕地密集程度区：陕北黄土高原耕地密集区、关中平原/陕南秦巴山地耕地密集区和其他区域（耕地非密集区），确定线性项目和面状项目在 3 个分区中的耕地占用比例上限分别为 26％，42％，22％以及 45％，80％，27％。建设项目总规模中的耕地占用比例在耕地密集区明显高于非密集区，呈现出耕地密度越大建设项目耕地占用比例越高的变化规律。［结论］通过确定建设项目耕地占用比例上限阈值，可使各类项目的耕地节约率达 1.2％～17.9％，在保障项目用地的同时能够控制13.9％～22.5％的建设项目过度占用耕地，达到有效保护耕地的效果。

关键词：建设项目；耕地占用比例；地貌分区；耕地密度；空间差异；陕西省
文献标识码：B　　**文章编号：**1000-288X(2024)02-0000-00　　**中图分类号：**U412.1^{+}4，S341.1

文献参数：朱小青，王雅妮，李佳颖，等.建设项目用地总规模中耕地占用比例上限的确定[J].水土保持通报，2024，44(2)：-. Zhu Xiaoqing, Wang Yani, Li Jiaying, et al. Definition of upper thresholds of cultivated land proportions in construction project areas [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2024, 44(2)：-.

Definition of Upper Thresholds of Cultivated Land Proportions in Construction Project Areas
—A Case Study in Shaanxi Province

Zhu Xiaoqing, Wang Yani, Li Jiaying, Gan Min
(*Shaanxi Provincial Land Spatial Surveying and Planning Institute*, *Xi'an*, *Shaanxi* 710054, *China*)

Abstract: [Objective] The spatial relationship between cultivated lands and construction project distributions were analyzed, and the method of defining the upper thresholds of cultivated land proportions in construction project areas were determined in order to provide references for formulating measures for protecting cultivated land. [Methods] Taking Shaanxi Province as a study area, based on the land change survey data and construction project samples, the index of cultivated land density was constructed. With the integration of GIS spatial overlaying, geomorphic zoning and statistical analysis methods, intensity zoning of cultivated lands in Shaanxi Province was presented and the upper thresholds of cultivated land proportions in construction project areas were determined. [Results] Combined of geomorphic zoning with administrative units, and applied the 80% cumulative frequency values as the thresholds, Shaanxi Province were divided into three zones of cultivated land density, including North Shaanxi Loess Plateau-intensive cultivated land, Guanzhong Plain/Qinba Mountain-intensive cultivated land, and other districts (non-intensive cultivated land). Furthermore,

收稿日期：2023-11-15　　**修回日期：**2023-11-28
资助项目：陕西省自然资源厅项目“陕西省国土空间规划(2021—2035 年)编制项目”；国家科技支撑计划项目(2015BAL01B04)
第一作者：朱小青(1983—)，女(汉族)，陕西省榆林市人，硕士，高级工程师，主要从事国土空间规划和土地资源管理方面的研究工作。Email：276118561@qq.com。

the upper thresholds of cultivated land proportions in linear project areas and the planar project areas in the three zones were determined to be 26%, 42%, 22%, and 45%, 80%, 27%, respectively. The proportion of cultivated land in construction projects in the districts of intensive cultivated land was obviously higher than that in the districts of non-intensive cultivated land, showing a trend that the larger density of cultivated land, the higher the proportion of cultivated land in the construction project areas. [Conclusion] By defining the upper thresholds of cultivated land proportions, the effectiveness of preventing cultivated land loss for various projects ranged from 1.2% to 17.9%, which can control 13.9%—22.5% of construction projects against the excessive occupation of cultivated land, and protect the cultivated land resources effectively.

Keywords: construction project; occupied proportion of cultivated land; geomorphic zoning; cultivated land density; spatial variation; Shaanxi Province

耕地是最重要的农业生产要素,也是人类赖以生存的物质基础[1-2]。近 30 a 来中国经历了快速的经济发展和城市化过程,取得了举世瞩目的建设成效。作为经济建设的空间载体,土地利用发生明显变化,建设占用与耕地流失之间的矛盾日益突出,耕地资源持续减少的趋势日益严峻[3]。建设占用耕地与优质耕地在空间的高度重合及其占用耕地的不可逆转性已经成为耕地保护与持续利用的关键影响因素[4]。合理确定建设项目占用耕地和永久基本农田的数量和比例,对于遏制区域耕地资源流失,维护中国的粮食安全、经济发展和社会稳定具有重要的意义。

近年来中国学者主要围绕耕地保护政策,耕地占用与经济发展的关系,建设占用耕地的时空格局及配置效率,耕地资源非农转化定量预测等开展了系列研究工作。为了保护耕地,中国构建了以《中华人民共和国土地管理法》《基本农田保护条例》等为基础的法律条例体系,实施最严格的耕地保护制度。多位学者着眼于用地审批制度对建设占用耕地的影响[5],耕地数量/耕地质量建设、生态保护政策及采用手段[6],实施效果和未来趋势等[2],对建立健全耕地保护制度进行了深入探讨。学者们应用脱钩分析模型及多元回归模型定量分析了江苏、安徽、贵州及浙江等省份在不同建设阶段占用耕地与经济增长之间的变化特征,并提出了具体的政策建议[7-10]。从建设占用耕地的空间尺度差异入手,相关学者在全国、省级及市级等尺度上对建设用地增长占用耕地的时空格局、尺度效应及形成机制进行了系统分析[3,11-12,4],对实行尺度差别化的土地管理方式、合理保护和持续利用耕地提出了新的观点,并在此基础上,进一步评估了建设用地扩张占用耕地的时序效率和空间效率[13-14],为提高建设占用耕地的时空配置效率[15],达到经济建设与耕地保护之间的协调平衡提供了科学依据。已有研究对于如何缓解经济建设中建设扩张占用耕地的冲突,从理论、政策、方法和措施等多个方面取得了大量研究成果,对区域耕地保护政策的制定提出了新的建议。

经济发展和城市化进程不可避免地占用一定数量的耕地资源,相关学者通过驱动因子分析构建允许耕地转换模型和耕地资源非农转化预测模型,对无锡市、济南市经济发展新增建设用地占用耕地的允许量进行了预测[16-17]。然而,分析耕地空间分布差异与建设项目布局之间的关系,科学确定建设项目总规模中耕地的占用比例(以下简称“建设项目的耕地占用比例”),这方面的研究尚未见诸文献。单独选址项目是指在土地利用总体规划确定的城市和村庄、集镇建设用地区以外选址的建设项目,是中国经济建设活动的重要组成部分。本研究以陕西省为例,采用 2020 年各县(区、市)国土空间变更调查数据和最新时期单独选址建设项目中的交通、水利、能源项目样本数据,计算耕地密度作为指标研究陕西省耕地密集程度分区方法,分析不同分区中各类建设项目的耕地占用比例特征,通过统计参数对比确定建设项目总规模中耕地占用比例上限阈值并验证其合理性。本研究以较新角度探讨了耕地分布与其建设占用比例之间的空间关系,以期在可操作层面上为管理部门提供切实可行的耕地保护决策依据。

1 研究区与数据源

1.1 研究区概况

陕西省(105°29′—111°15′,北纬 31°42′—39°35′)地处中国中部黄河中游地区,土地总面积 2.06×10^5 km^2,境内地势南北高,中间低,北山和秦岭将全省从南到北依次划分为三大自然区:北部为陕北黄土高原(榆林市、延安市),中部为关中平原(西安市、宝鸡市、咸阳市、渭南市和铜川市),南部为陕南秦巴山区(汉中市、安康市、商洛市),分别占全省总面积的 40%,24%和 36%。秦岭以北为黄河水系,以南除南洛河外属长江水系;南北气候差异较大,陕南属北亚热带

气候,关中及陕北大部属暖温带气候,陕北北部长城沿线属中温带气候。该省年平均气温和年平均降雨量从南向北递减,年平均气温 9～16 ℃,年平均降水量 340～1 240 mm。陕西省下辖 10 个地级市,107 个县级行政单元。根据 2022 年陕西省国民经济和社会发展统计公报,全省常住人口 3 956 万人,实现地区生产总值 32 772.7 亿元。陕西省第一产业增加值2 575.4亿元,第二产业增加值 15 933.2 亿元,第三产业增加值为 14 264.3 亿元,人均生产总值 82 864 万元/人。陕西省耕地面积 2.99×10^6 hm^2,城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地分别为9.37×10^5 hm^2,3.17×10^5 hm^2,2.82×10^5 hm^2。全省人均耕地面积 755.6 m^2,仅为世界人均耕地面积1 920 m^2的 39.3%。陕北、关中、陕南 3 个地区的自然环境和社会发展水平差异明显。随着经济建设快速增长,陕西省耕地面积呈现持续减少趋势。

1.2　数据源及预处理

(1) 土地利用数据。陕西省 2020 年度各县(区、市)国土空间变更调查数据库,主要使用了行政区界线、耕地地类图斑、永久基本农田地类图斑数据。

(2) 建设项目数据。本研究从多种渠道收集了最近时期的陕西省交通、能源、水利类单独选址建设项目用地范围数据。根据项目审批状态划分为历史项目和规划项目两类。历史项目包括 2016—2022 年已预审/审批项目;规划项目包括生态保护红线调整完善项目、国土空间规划“三区三线”划定收集项目,以及 2021 年度过渡期国土空间规划项目。

对收集项目剔除已建设项目及来源重复项目,整理后共得到 1 199 个项目。其中,历史项目 257 个,规划项目 942 个;能源类 441 个,交通类 696 个,水利类 62 个。建设项目数据详情见表 1。总体来看,近年来陕西省单独选址项目中交通类项目最多,比例为 58.1%,约为项目总数的一半以上;其次为能源类项目,比例为 36.8%;水利类项目较少,其比例仅为5.2%。根据项目空间布局及管理需求,将收集项目归并为线性和面状两类。其中,线性项目 696 个,包括公路、铁路及引调水工程等;面状工程 503 个,包括能源类、机场和水库项目。

表 1　陕西省 2016—2022 年交通、能源、水利类单独选址建设项目统计

Table 1　Statistics on transportation, energy and water conservancy projects in Shaanxi Province from 2016 to 2022

行业类别	项目类型	历史项目		规划项目			合计
		已审批	已预审	过渡期	三区三线	生态红线	
能源	变电站	0	0	8	60	0	68
	抽水蓄能	0	0	0	2	0	2
	电 力	2	0	0	0	0	2
	风 电	31	0	57	27	32	147
	光 电	1	0	22	9	1	33
	煤 电	0	0	3	1	0	4
	煤炭工程	4	2	23	36	0	65
	石油天然气	12	2	8	64	0	86
	水 电	21	0	5	1	7	34
	小 计	71	4	126	200	40	441
交通	公 路	71	75	35	396	47	624
	机 场	1	5	1	8	1	16
	铁 路	10	9	10	19	8	56
	小 计	82	89	46	423	56	696
水利	水 库	7	1	8	19	11	46
	引调水	1	2	0	3	10	16
	小 计	8	3	8	22	21	62
合　计		161	96	180	645	117	1 199

2　研究方法

2.1　陕西省耕地密集程度分区方法

耕地分布的密集程度是确定建设项目占用耕地面积合理阈值的主要影响因素。在耕地密集分布的区域,建设项目与耕地的空间重叠度明显增强,占用耕地的数量和比例不可避免会增加。研究中采用耕地密度作为评价耕地分布密集程度的基础指标,耕地密度指统计单元内耕地面积占总面积的比例。当区域耕地密度达到一定阈值范围之内即为耕地密集区,

反之则为非密集区。采用地貌/行政分区法和农业地貌分区法两种方法对陕西省耕地分布的密集程度进行分区。

2.1.1 地貌/行政分区法 地貌通过对地表水分和热量的再分配影响土壤形成和植被发育,从而制约耕地分布及其质量状况[18-19]。相似的气候条件决定了同一地貌类型区内相似的耕地分布格局。然而,由于局部地形及土壤条件差异,大的地貌类型区内耕地资源的空间分布具有异质性。研究中首先尝试了地貌分区结合行政单元修订的耕地密集程度分区方法。根据地貌特征将陕西省划分为陕北黄土高原区、关中平原区和陕南秦巴山地区三大自然区,以县级行政区为单元计算县域内耕地占用比例作为耕地密度指标,运用自然断点法分级,将三大自然区内各县级行政单元划分为耕地密集区和非密集分布区。对于因海拔、坡度及地形起伏度变化大等因素而形成的耕地密度异质性高的区域,县级行政单元难以正确反映耕地分布疏密程度,则以乡镇行政区为单元计算耕地占用比例,对耕地密集程度分区进行局部细化修正,确定全省耕地密集程度分区图。

2.1.2 农业地貌分区法 地貌是农业生产最重要的影响因素之一。地理位置、海拔高度差异使气候、土壤及农作物呈现规律分布,形成不同的农业地貌类型[20],从而决定了农、林、牧生产的基本格局[21]。农业地貌区划将区域地貌差异和农业生产条件相结合,针对不同地貌区进行农业评价,为农业生产提供了基础依据[22-23]。因此,农业地貌分区是地貌成因、农业条件及生产活动的综合反映,与耕地分布密切相关,在一定程度上反映了耕地密度的区域差异。本研究依据陕西省农业地貌分区[24]将全省划分为6个区:风沙高原区、黄土高原区、关中盆地区、秦岭山地区、汉中安康低山丘陵盆地区和大巴山地区,以每个区为单元计算耕地密度,评估农业地貌分区表征陕西省耕地分布密集程度的适用性。

2.2 建设项目耕地占用比例上限阈值确定方法

本研究采用平均值、累计频率值作为阈值参数对不同耕地密集程度分区内建设项目总规模中耕地占用比例情况进行对比分析,进而确定各类建设项目耕地占用比例的合理上限。基于ArcGIS平台将项目用地范围与耕地地类图斑的shp文件进行叠置分析,获取各项目占用耕地面积并计算其耕地占用比例。本文对线性项目和面状项目进行统计分析,平均值为不同分区内两类建设项目耕地占用比例的平均值,累计频率值为两类建设项目耕地占用比例的累计百分比达到指定阈值时所对应的耕地占用比例值。为了有效控制和减少建设项目占用耕地,通过对比后确定80%作为累计频率阈值。

建设项目总规模中永久基本农田占用比例上限阈值拟以耕地占用比例上限为基础,采用各分区中永久基本农田占耕地的比例进行修正,对相同相近的取值进行归并,最终确定永久基本农田占用比例上限阈值。

3 结果与分析

3.1 陕西省耕地分布密集程度分析

依据2020年度国土空间变更调查数据库,陕西省耕地总面积为2.97×10^6 hm^2,其中陕北黄土高原、关中平原、陕南秦巴山地的耕地面积分别为1.19×10^6 hm^2,1.20×10^6 hm^2和5.77×10^5 hm^2,分别占耕地总面积的40.2%,40.4%和19.4%。图1显示了全省耕地图斑分布情况。由图1可以看出较大的耕地密集区主要位于关中平原、渭北黄土台塬区、陕北风沙滩地区,以及汉中、安康盆地区,耕地分布密集程度空间差异明显,全省平均耕地密度为14.4%。

基于地貌/行政分区法将陕西省划分为6个耕地密度区(见图1a和表2)。该方法以陕西省三大地貌分区为基础,根据耕地密度值将各分区内的县级行政单元划分为耕地密集区与非密集区,并对局部地形复杂区基于乡镇行政单元进行修订,分区的针对性较强。陕北黄土高原耕地密集区、关中平原耕地密集区和陕南秦巴山地耕地密集区的耕地密度分别为27.4%,31.6%和21.6%,耕地密度均在20%以上。陕北黄土高原耕地非密集区、关中平原耕地非密集区和陕南秦巴山地耕地非密集区的耕地密度分别为8.6%,4.3%和6.4%,其耕地密度均在10%以下。全省耕地密集区和非密集区的耕地密度值空间差异明显,且耕地密集区以全省34.3%的土地包含了68.3%的耕地和71.1%的永久基本农田,准确地反映了陕西省的地貌分区和耕地分布。基于农业地貌分区法将全省划分为6个区域,每个分区耕地密度分布情况见图1b和表3。结果显示关中盆地区耕地密度最大(34.5%),其次是汉中安康低山丘陵盆地区(20%),风沙高原区和黄土高原区相近(17.5%和15.1%),秦岭山地区密度最低(4.3%)。该分区体现了地貌对大尺度耕地分布格局的影响,但难以精确反映耕地分布的空间差异。例如,榆林市西部的耕地密集区域横跨风沙高原区与黄土高原区,关中盆地区耕地密集程度的高异质性未能体现,汉中、安康盆地及商洛市的耕地密集区未能与周边的非密集区相区分。

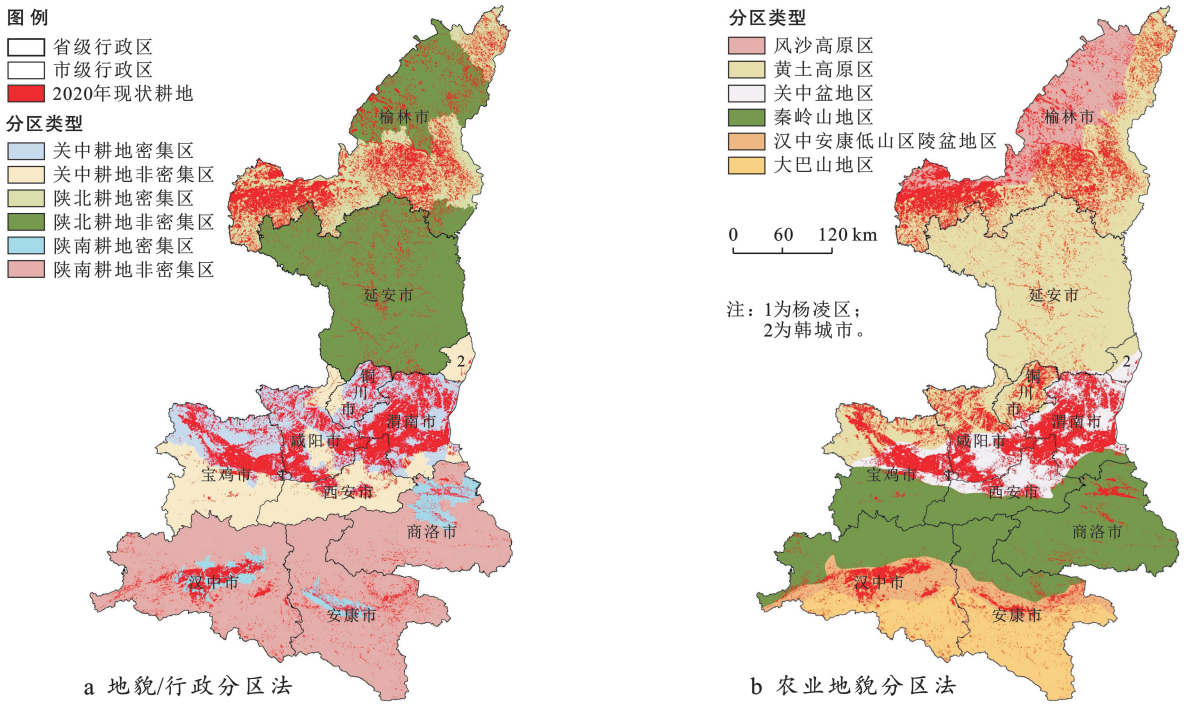

图 1　陕西省 2020 年耕地密集程度分区对比

Fig.1　Zoning comparison of cultivated density land density in Shaanxi Province in 2020

表 2　陕西省耕地密度分区面积统计(地貌/行政分区法)

Table 2　Area statistics on zoning of cultivated density land in Shaanxi Province (geomorphology/administration zoning)

耕地密集程度分区		分区面积/km^2	分区占全省土地面积比例/%	分区耕地面积/10^4 hm^2	分区耕地占全省耕地面积比例/%	耕地密度/%
陕北黄土高原	耕地密集区	26 860.4	13.1	73.7	24.8	27.4
	耕地非密集区	53 134.6	25.8	45.5	15.3	8.6
关中平原	耕地密集区	35 291.9	17.2	111.4	37.5	31.6
	耕地非密集区	20 177.7	9.8	8.6	2.9	4.3
陕南秦巴山地	耕地密集区	8 215.8	4.0	17.7	6.0	21.6
	耕地非密集区	62 034.4	30.2	40.0	13.5	6.4
陕西省		205 714.7	100	296.9	100	14.4

表 3　陕西省耕地密集程度分区面积统计(农业地貌分区法)

Table 3　Area statistics on zoning of cultivated land density in Shaanxi Province (agricultural geomorphic zoning)

耕地密度分区	分区面积/km^2	分区面积占全省土地面积比例/%	分区耕地面积/10^4 hm^2	分区耕地面积占全省耕地面积比例/%	耕地密度/%
风沙高原区	17 323.5	8.4	30.3	10.2	17.5
黄土高原区	78 468.3	38.1	118.5	39.9	15.1
关中盆地区	25 134.7	12.2	86.7	29.2	34.5
秦岭山地区	52 387.6	25.5	22.7	7.6	4.3
汉中安康低山区丘陵盆地区	12 005.1	5.8	24.0	8.1	20.0
大巴山地区	20 395.5	9.9	14.7	5.0	7.2
陕西省	205 714.7	100	296.9	100.0	14.4

3.2　建设项目耕地占用比例上限阈值的确定

研究中以平均值及 80%累计频率值为参数来确定建设项目总规模中耕地占用比例的上限阈值,两个分区方案中建设项目的参数统计见表 4 和表 5。结果显示,地貌/行政分区中,线性项目和面状项目耕地占用比例的平均值及 80%累计频率值在三大自然区的耕地密集区和非密集区均有明显差异,且耕地密集区的参数值显著高于非密集区,呈现出耕地密度越大建

设项目耕地占用比例越高的变化规律。农业地貌分区中，建设项目耕地占用比例平均值、80%累计频率值与各分区耕地密度之间没有明显关系，变化规律不明确。总体来看，两个分区方案中耕地占用比例平均值和 80%累计频率值具有相同的变化趋势，若以平均值作为耕地占用比例上限，从取值上则会明显小于 80%累积频率值。以地貌/行政分区方案为例，各分区建设项目耕地占用比例的均值仅为 80%累积频率值的 0.35～0.75，过小的上限阈值会从用地方案上对建设项目的设计与实施带来较大制约及限制。

表 4 建设项目耕地占用比例的平均值统计

Table 4 Averages of cultivated land proportions in construction project areas

地形/行政分区法		线性项目耕地占用比例/%	面状项目耕地占用比例/%	农业地貌分区法	线性项目耕地占用比例/%	面状项目耕地占用比例/%
陕北黄土高原	耕地密集区	18	22	风沙高原区	11	10
	耕地非密集区	10	12	黄土高原区	17	24
关中平原	耕地密集区	27	39	关中盆地区	26	36
	耕地非密集区	13	21	秦岭山地区	10	21
陕南秦巴山地	耕地密集区	30	56	汉中安康低山区陵盆地区	18	39
	耕地非密集区	13	23	大巴山地区	13	12

表 5 建设项目耕地占用比例的 80%累计频率值统计

Table 5 Cumulative frequency values of cultivated land proportions (80%) in construction project areas

地形/行政分区法		线性项目耕地占用比例/%	面状项目耕地占用比例/%	农业地貌分区法	线性项目耕地占用比例/%	面状项目耕地占用比例/%
陕北黄土高原	耕地密集区	26	45	风沙高原区	13	14
	耕地非密集区	15	17	黄土高原区	26	47
关中平原	耕地密集区	42	82	关中盆地区	43	82
	耕地非密集区	22	60	秦岭山地区	19	46
陕南秦巴山地	耕地密集区	42	75	汉中安康低山区陵盆地区	28	74
	耕地非密集区	20	55	大巴山地区	19	17
三大非密集区合并		20	27			

通过上面的分区方案及耕地上限阈值参数对比，最终采用地貌/行政分区法进行陕西省耕地密集程度分区，结合 80%累计频率值进行建设项目耕地占用比例上限阈值的确定。表 5 显示，关中平原耕地密集区和陕南秦巴山地耕地密集区线性项目和面状项目的 80%累积频率值相等或接近，分别为 42%，42%和 82%，75%，且陕南样本数较少不宜单独分区。因此将两区合并为关中平原/陕南秦巴山地耕地密集区，取较高值作为耕地占用比例上限。表 2 显示，3 个耕地非密集区的耕地密度均在 10%以下，分别为8.6%，4.3%和 6.4%，因此将 3 个耕地非密集区合并为其他区域，平均耕地密度为 7.0%，线性项目和面状项目的耕地占用比例 80%累计频率阈值分别为 20%和 27%（表 5）。

在此基础上，基于归并分区中永久基本农田占耕地的比例，修正并确定永久基本农田占用比例上限。陕西省耕地密集程度分区见图 2，建设项目耕地和永久基本农田占用比例上限阈值见表 6。

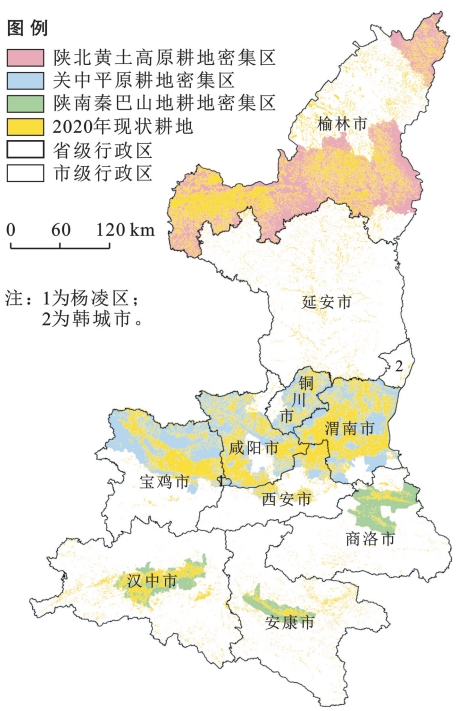

图 2 陕西省耕地密集程度分区

Fig.2 Zoning of cultivated land density in Shaanxi Province

3.3　结果验证与应用分析

研究中采用 2021—2022 年已审批项目和所有规划项目,进一步分析了所提出的建设项目耕地占用比例上限的合理性。

表 7 显示,以 80%累计频率值作阈值,各类项目中均有约 77.5%以上的项目符合耕地占用比例上限要求,不符合占用比例上限应核减耕地的项目占总项目的比例为 13.9%～22.5%。这表明该阈值在保障项目用地要素的同时,能够严格控制相当一部分建设项目过度占用耕地。其中,线性项目耕地占用比例符合率低于面状项目,这与线性工程延伸度大,空间上难以避让耕地的特点有关。以耕地占用比例上限为标准核算不同分区中各类项目合理占用的耕地面积,并与其实际占用耕地面积相比,计算各类项目可核减耕地面积及耕地节约率。可以看出,在耕地占用比例上限的控制下,各类项目的耕地节约率为 1.2%～17.9%,线性项目的节约率明显高于面状项目,达到了有效减少耕地占用的效果。

表 6　陕西省建设项目用地总规模中耕地和永久基本农田占用比例上限阈值

Table 6　Upper thresholds of proportion of cultivated lands and permanent basic farmlands in construction project areas in Shaanxi Province

项目		上限阈值/%		
		陕北黄土高原耕地密集区	关中平原/陕南秦巴山地耕地密集区	其他区域耕地非密集区
耕地密度		27	30	7
线性工程	耕地	26	42	22
	永久基本农田	20	35	17
面状工程	耕地	45	80	27
	永久基本农田	34	66	21

表 7　陕西省建设项目耕地占用比例上限的验证

Table 7　Validation of upper thresholds of cultivated lands proportion in construction project areas in Shaanxi Province

指标	审批项目(2021—2022)		规划项目	
	线性	面状	线性	面状
项目数量/个	80	108	413	526
符合耕地占用比例上限项目数量/个	62	93	328	439
符合耕地占用比例上限项目比例/%	77.5	86.1	79.4	83.5
项目总规模/hm^2	7 733.3	1 400.0	57 333.3	59 066.7
项目占用耕地面积/hm^2	1 866.7	200.0	12 800.0	7 866.7
可核减耕地面积/hm^2	333.3	11.3	1 533.3	93.3
耕地节约率/%	17.9	5.7	12.0	1.2

4　讨论与结论

本研究采用陕西省 2020 年度各县(区、市)国土空间变更调查数据和最近时期的单独选址建设项目样本,将 GIS 空间分析、地貌分析及统计分析方法相结合,研究陕西省耕地密集程度分区方法,确定建设项目用地总规模中的耕地及永久基本农田占用比例上限。

(1) 陕西省耕地空间分布的密集程度差异明显。与农业地貌分区相比,地貌/行政分区法将地貌分区与行政单元修订相结合,更准确地反映了陕西省耕地密集程度的空间异质性。该方法的分区方案经归并后将全省划分为 3 个区:陕北黄土高原耕地密集区、关中平原/陕南秦巴山地耕地密集区及其他区域,耕地密度分别为 27%,30%及 7%,平均耕地密度为 14.4%。

(2) 建设项目总规模中耕地占用比例在耕地密集区显著高于非密集区,呈现耕地密度越大建设项目耕地占用比例越高的变化规律。采用 80%累计频率值确定建设项目耕地占用比例上限具有合理性,在保障项目用地的同时能够控制 13.9%～22.5%的建设项目过度占用耕地。

(3) 结合地貌/行政分区法与 80%累计频率取值法,确定陕北黄土高原耕地密集区、关中平原/陕南秦巴山地耕地密集区和其他区域 3 个分区中线性项目和面状项目的耕地占用比例上限分别为 26%,42%,22%,以及 45%,80%,27%。各类项目的耕地节约率为1.2%～17.9%,达到了有效减少耕地占用比例的效果。

交通、能源和水利类项目是单独选址项目的主要组成部分,涵盖了陕西省经济建设的各个重要领域,对区域社会发展具有重要的促进作用。2021—2022 年陕西省已审批项目和所有规划项目总规模中耕地平均占用比例为 18%,其中,已审批和规划的线性项目耕地平均占用比例达到 22.5%,显示了建设项目占用对耕地资源保护带来的巨大压力。科学确定各类建设项目用地中耕地占用比例的上限是严格控制耕地占用、平衡保护与发展的有效措施。耕地分布密集

程度是确定建设项目占用耕地面积合理阈值的主要影响因素。本文对比分析了地貌/行政分区及农业地貌分区两种方法划分陕西省耕地密集区的合理性,为管理部门制定耕地保护措施提供了参考依据。定量研究耕地空间分布与建设项目布局的耦合程度,提高耕地分布异质性的制图精度,这方面的研究方法亟待进一步探索和完善。

本研究采用的累计频率法能够有效控制符合耕地占用比例上限的项目比例,总体来说,累积频率取值越低,可核减耕地数量和耕地节约率越高,但对项目实施的用地影响亦会同时增大。进一步的分析显示,累计频率取值分别为75%和85%时,以2021—2022年陕西省已审批线性项目和面状项目为例,耕地节约率分别22.1%,13.7%和8.6%,4.7%。以规划类线性项目和面状项目为例,耕地节约率分别15.8%,8.2%和3.3%,0.3%,不同的取值对应于不同的耕地占用控制程度。本研究建议75%~85%的累计频率值取值范围,在此区间内可结合具体的区域地形、耕地分布及项目特征合理选取参数,确定建设项目耕地占用比例上限。

[参考文献]

[1] Cheng Liang, Jiang Penghui, Chen Wei, et al. Farmland protection policies and rapid urbanization in China: a case study for Changzhou City [J]. Land Use Policy, 2015,48:552-566.

[2] 王文旭,曹银贵,苏锐清,等.中国耕地保护政策研究:基于背景、效果与未来趋势[J].中国农业资源与区划,2020,41(10):40-51.
Wang Wenxu, Cao Yingui, Su Ruiqing, et al. Cultivated land protection policy in China: background, effect and future trends [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2020,41(10):40-51.

[3] 刘涛,史秋洁,王雨,等.中国城乡建设占用耕地的时空格局及形成机制[J].地理研究,2018,37(8):1609-1623.
Liu Tao, Shi Qiujie, Wang Yu, et al. Urban-rural development and occupation of cultivated land in China: trends, geography, and drivers [J]. Geographical Research, 2018,37(8):1609-1623.

[4] 胡伟艳,刘恬.建设占用耕地空间差异的多尺度特征研究:以武汉城市圈为例[J].中国土地科学,2017,31(5):38-46.
Hu Weiyan, Liu Tian. Multi-scale analysis on spatial differences of cultivated land occupied by construction in Wuhan metropolitan area [J]. China Land Sciences, 2017,31(5):38-46.

[5] 陈宇琼,钟太洋.土地审批制度改革对建设占用耕地的影响:基于1995—2013年省级面板数据的实证研究[J].资源科学,2016,38(9):1692-1701.
Chen Yuqiong, Zhong Taiyang. The impact of land examination and approval system reform on cultivated land occupation by construction according to provincial level panel data in China from 1995 to 2013 [J]. Resources Science, 2016,38(9):1692-1701.

[6] 李志,符平杰,江泰,等.近十年中国耕地保护政策的回顾与启示[J].中国国土资源经济,2023.10.16. https://link.cnki.net/urlid/11.5172.F,20231012.1410.001.
Li Zhi, Fu Pingjie, Jiang Tai, et al. Review and enlightenment of cultivated land protection policy in China in recent ten years [J]. Natural Resource Economics of China, 2023.10.16. https://link.cnki.net/urlid/11.5172.F.20231012.1410.001.

[7] 李兆富,刘红玉.基于"脱钩"理论的江苏省耕地占用与经济增长关系分析[J].农业工程学报,2013,29(13):237-243.
Li Zhaofu, Liu Hongyu. Analysis of relationships between cultivated land occupation and economic growth in Jiangsu Province based on decoupling theory [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2013,29(13):237-243.

[8] 陈红蕾,彭开丽,刘超琼,等.基于脱钩理论的建设占用耕地与经济发展关系研究:以安徽省为例[J].水土保持通报,2016,36(4):333-338.
Chen Honglei, Peng Kaili, Liu Chaoqiong, et al. Relationship between cultivated land occupied by construction and socio-economic development based on decoupling and re-coupling theory: a case study in Anhui Province [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2016,36(4):333-338.

[9] 刘青山,陈浒,陈静,等.基于脱钩理论的贵州省建设占用耕地与经济增长关系数据与分析[J].全球变化数据学报(中英文),2019,3(1):59-68.
Liu Qingshan, Chen Hu, Chen Jing, et al. State Engineering Technology Institute for Rocky Desertification Control/School of Karst Science, Guizhou Normal University/South China [J]. Journal of Global Change Data & Discovery, 2019,3(1):59-68.

[10] 范辉,刘卫东,张恒义.浙江省工业化、城市化与建设占用耕地规模的关系:基于工业化和城市化阶段划分的视角[J].水土保持通报,2015,35(6):267-271.
Fan Hui, Liu Weidong, Zhang Hengyi. Relationship between cultivated land occupation by construction and industrialization & urbanization in Zhejiang Province: based on perspective of stage division of industrialization and urbanization [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2015,35(6):267-271.

[11] 刘丽军,宋敏,屈宝香.中国耕地非农化的区域差异及其收敛性[J].资源科学,2009,31(1):116-122.

Liu Lijun, Song Min, Qu Baoxiang. Regional difference and regional convergence of cultivated land conversion in China [J]. Resources Science, 2009,31(1):116-122.

[12] 王林林,范晓梅.基于 BFAST 算法和多源数据的黄河三角洲耕地退化演变及驱动因素分析[J].地球信息科学学报,2023,25(11):2218-2231.
Wang Linlin, Fan Xiaomei. Analysis of the degradation evolution and driving factors of cultivated land in the Yellow River Delta based on the BFAST algorithm and multi-source data [J]. Journal of Geo-Information Science, 2023,25(11):2218-2231.

[13] 吴晓忠,倪志良.经济增长、农地资源保护与农地非农化最优规模[J].上海财经大学学报,2015,17(1):52-60.
Wu Xiaozhong, Ni Zhiliang. Economic growth, farmland resources protection and optimal non-agricultural scale of farmland [J]. Journal of Shanghai University of Finance and Economics, 2015,17(1):52-60.

[14] 陈江龙,曲福田,陈雯.农地非农化效率的空间差异及其对土地利用政策调整的启示[J].管理世界,2004(8):37-42.
Chen Jianglong, Qu Futian, Chen Wen. The dissimilarity in space of the non-agricultural efficiency of farmland, and its inspiration to the policy adjustment of use of land [J]. Management World, 2004(8):37-42.

[15] 孟祥凤,王冬艳,李红,等.典型黑土区建设占用耕地的时空配置效率研究[J].资源开发与市场,2017,33(8):948-953.
Meng Xiangfeng, Wang Dongyan, Li Hong, et al. Research on time-space allocation efficiency of cultivated land for construction purposes in typical black soil area [J]. Resource Development & Market, 2017,33(8):948-953.

[16] 刘彦随,胡业翠,郑宇.经济快速发展地区耕地资源优化配置模型分析:以江苏无锡市为例[J].地理科学进展,2004,23(5):25-32.
Liu Yansui, Hu Yecui, Zheng Yu. Modeling optimal allocation of arable land in relatively developed areas: a case study in Wuxi City, Jiangsu Province [J]. Progress in Geography, 2004,23(5):25-32.

[17] 李宁,郑新奇.耕地资源非农转化定量预测模型:以济南市为例[J].资源科学,2005,27(6):46-52.
Li Ning, Zheng Xinqi. Models for quantitative prediction of transmission of cultivated land resources: a case in Jinan City [J]. Resources Science, 2005,27(6):46-52.

[18] 李炳元,潘保田,程维明,等.中国地貌区划新论[J].地理学报,2013,68(3):291-306.
Li Bingyuan, Pan Baotian, Cheng Weiming, et al. Research on geomorphological regionalization of China [J]. Acta Geographica Sinica, 2013,68(3):291-306.

[19] 程维明,高晓雨,马廷,等.基于地貌分区的 1990—2015 年中国耕地时空特征变化分析[J].地理学报,2018,73(9):1613-1629.
Cheng Weiming, Gao Xiaoyu, Ma Ting, et al. Spatial-temporal distribution of cropland in China based on geomorphologic regionalization during 1990—2015 [J]. Acta Geographica Sinica, 2018,73(9):1613-1629.

[20] 吴崇书,倪中应,刘永红,等.杭州市不同农业地貌区耕地土壤肥力的差异及施肥对策[J].农学学报,2015,5(6):59-64.
Wu Chongshu, Ni Zhongying, Liu Yonghong, et al. Differences in soil fertility of cultivated land in different landforms of Hangzhou region and its fertilization countermeasures [J]. Journal of Agriculture, 2015,5(6):59-64.

[21] 乔木,陈模,吉力力·阿不都万里,等.新疆农业地貌分类:以编制新疆 1∶100 万农业地貌图为例[J].干旱区地理,1994,17(4):53-61.
Qiao Mu, Chen Mo, Jilili Abuduwanli, et al. Classification of agricultural landform in Xinjiang: Taking the Mapping of agricultural geomorphologic map of 1∶1 000 000 in Xinjiang as an example [J]. Arid Land Geography, 1994,17(4):53-61.

[22] 朱国南.湖南省县级农业地貌区划方法的探讨[J].湖南师范大学自然科学学报,1982,5(1):105-111.
Zhu Guonan. Discussion on the method of county-level agricultural geomorphology zoning in Hunan Province [J]. Journal of Natural Science of Hunan Normal University, 1982,5(1):105-111.

[23] 王鸣远,张广军.晋西农业生产因素关联度分析与农业用地结构调整[J].干旱地区农业研究,1991,9(2):64-70.
Wang Mingyuan, Zhang Guangjun. The related-degree analysis of agricultural production and the readjustment of structure of agricultural land in Jinxi region [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 1991,9(2):64-70.

[24] 《陕西省地图集》编纂委员会.陕西省地图集 西安地图出版社[M].西安:西安地图出版社,2010.
Shaanxi Provincial Atlas editorial Committee. Atlas of Shaanxi Province [M]. Beijing: Planet Map Publishing House, 2010.