

# 适应现代农业生产方式的陕北乡村 基本聚居单元规模预测方法研究

张晓荣, 杨 辉

(西安建筑科技大学 建筑学院, 陕西 西安 710055)

**摘要:** 我国农业生产方式的逐步现代化转型必然带来相关农业生产要素的结构性变化, 以及乡村聚居空间模式的根本改变. 乡村基本聚居单元作为现代城乡稳态下乡村聚居空间的基本构成细胞, 其规模预测是现代乡村生活空间结构的重要一环. 本文以地貌复杂、经济欠发达的陕北乡村为例, 面向可预见的未来乡村现代化发展阶段, 提出了适应现代农业生产方式的, 农机化导向下的现代乡村基本聚居单元空间规模预测思路, 和基于“业—居”的现代乡村基本聚居单元农业人口规模预测思路, 并结合当地现代农林牧业生产方式特征, 建立了现代乡村基本聚居单元的空间规模、人口规模预测方法与模型, 旨在为未来相当一段动态过渡期的乡村集聚发展提供规划方法指导.

**关键词:** 农业生产方式; 现代乡村基本聚居单元; 规模预测方法; 农机化导向; “业—居”平衡

中图分类号: TU982.29

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2021)03-0429-10

## Study on the forecast method of the scale of basic rural settlement units adapted to the modern agricultural production mode

ZHANG Xiaorong, YANG Hui

(School of Architecture, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

**Abstract:** The gradual modernization and transformation of agricultural production methods in China will inevitably bring about structural changes in related agricultural production factors and a fundamental change in the mode of rural settlements. The prediction of the scale of basic rural settlements is undoubtedly the quantitative basis and key issue for the study of rural settlements. Therefore, for the foreseeable modernization of rural villages, this paper, taking the less developed countryside in northern Shaanxi as an example, puts forward the idea of predicting the spatial scale of modern rural basic settlement units under the guidance of agricultural mechanization, and the proper agricultural population size for the basic settlements of modern villages under the concept of “industry-residence” balance. Also, a method and model for predicting the spatial scale and population size of basic settlement units in modern villages is proposed, with the consideration of local features of production in agriculture, forestry, and husbandry. It aims to provide planning guidance for the future rural development in a dynamic transition period.

**Key words:** agricultural production mode; modern rural basic settlement units; scale prediction methods; agricultural mechanization orientation; “industry-residence” balance

城镇化的过程亦是乡村地区人口外流和内部集聚并行的过程, 且该过程始终与农业及农业生产方式的发展演进协同进行. 对于经济欠发达的乡村地区而言, 由于外部缺乏产业和资本的投入, 内部乡镇企业和农村集体经济发展乏力, 农业是地区乡村产业振兴的重要依托, 农业生产方式是地区乡村生活空间规划的前提和基础. 然而, 随着当前城镇化与农业现代化的快速推进, 乡村生

活空间普遍收缩消解且集聚化态势明显, 匹配于原有小农生产方式的“行政村—自然村”或“中心村—基层村”小村落生活系统已经不适应甚至阻碍现代农业生产方式发展的新要求, 客观上要求研究适应现代农业生产方式的乡村基本聚居单元及其空间组织系统, 乡村聚居空间基本构成细胞——乡村基本聚居单元的规模预测方法即是其中的关键技术环节.

收稿日期: 2020-05-28

修改稿日期: 2021-05-27

基金项目: 国家重点研发计划研究项目(2019YFD1100805); 陕西省创新能力强计划项目(2018TD-013); 陕西省国际科技合作基地项目(2018SD0002)

第一作者: 张晓荣(1982—), 女, 博士, 讲师, 主要从事黄土高原地区乡村规划研究. E-mail: 44981977@qq.com

通信作者: 杨 辉(1980—), 男, 博士, 副教授, 主要从事中小城市总体布局. E-mail: 16356512@qq.com

关于乡村聚居单元的规模预测, 业界已有一定的研究积累. 在空间规模预测方面, 学者们将相关影响因素归纳为气候、地形、居民生活习惯、耕作半径及农业生产水平等, 认为聚落的空间规模(土地规模)主要由主体运输方式的生产尺度(耕作半径)决定<sup>[1-4]</sup>. 在人口规模预测方面, 部分学者引入人均耕地量、耕作半径和垦殖指数预测乡村聚落人口规模<sup>[5]</sup>; 有学者从耕地需要出发, 根据单位耕地所需劳动力工日投入和各种农作物的种植面积进行人口规模预测<sup>[6-7]</sup>; 也有学者从收入角度出发, 根据农户在追求家庭收入最大化条件下的生产要素配置为前提预测农业劳动力规模<sup>[6,8]</sup>; 还有学者将耕地收益与劳动力收入相结合, 预测特定地域内土地资源的农业劳动力承载量<sup>[1,9]</sup>. 在已有研究中, 乡村聚居单元规模的预测变量涉及多种乡村生产生活因素, 但农业生产方式转型后农业生产半径、农产品单位纯收益和用工量、农民收入基准、农民兼业系数等因素将发生质变, 已有预测方法因较少考虑转型后的相关因素结构性改变而呈现出较大的不适应性. 由此, 本文基于城乡规划学、农学和经济学等学科理论, 以经济欠发达的陕北乡村为例, 面向可预见的未来乡村现代化发展阶段, 研究适应现代农业生产方式的乡村基本聚居单元规模预测方法, 以促进多学科

交叉视角下的乡村规划方法优化和提升.

## 1 现代乡村基本聚居单元的规模预测思路

本文研究的现代乡村基本聚居单元面向未来城镇化水平较高且城乡人口相对稳定的, 农业、农村和农民基本实现现代化的乡村发展阶段. 它是现代“城—镇—村”聚居空间体系中的末端空间单元, 也是现代乡村聚居空间构成的基本细胞, 在打破原有“行政村—自然村”或“中心村—基层村”组织结构的基础上, 通过若干自然村、行政村群集而实现其构建. 在功能上, 它涵盖基本农业生产、居住生活与服务、生态维育等功能; 在空间上, 它是生产空间(农地、林地空间等)、生活空间(居住生活空间、公共服务空间等)以及自然生态空间密切关联的集合(图 1); 在规模上, 现代农、林、牧业生产半径与生产空间尺度决定其空间规模, 空间规模内的产业资源承载力决定其人口规模. 它的空间规模决定其空间范围大小, 也很大程度上影响着乡村住区的分布密度, 而人口规模则决定了其内乡村住区的人口和用地规模, 最终影响和决定了城乡相对稳态下的乡村生活空间总规模与空间分布(图 2).

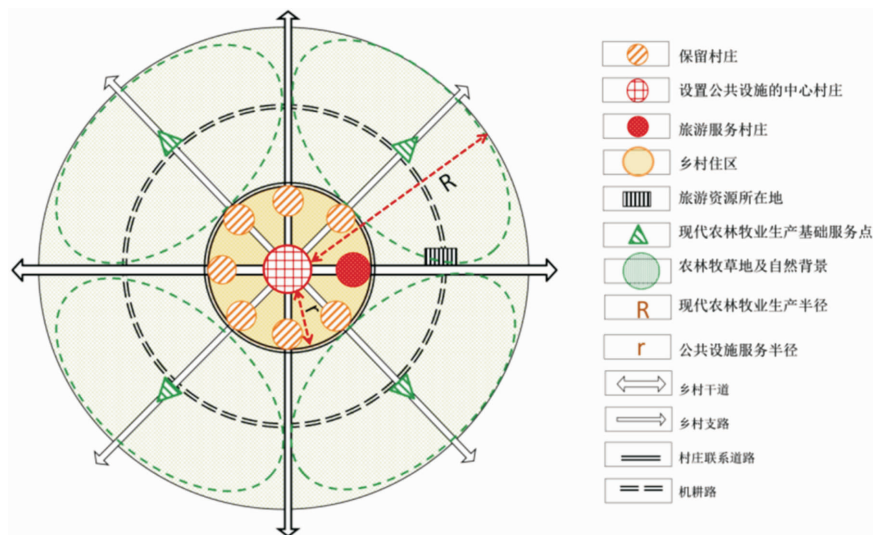


图 1 现代乡村基本聚居单元的功能结构示意图

Fig. 1 Functional structure of modern rural basic settlement unit

### 1.1 农机化导向下的现代乡村基本聚居单元空间规模预测思路

现代乡村基本聚居单元的空间规模预测, 主要取决于现代农业生产半径的预测. 农机化作业水平、农作物类型和地形坡度都是现代农业生产半径的影响因素, 不同农作物的农机化水平会存

在差异, 不同地貌条件下农机车的行驶车速也会不同, 生产半径自然不同.

本文提出以农机化修正系数、农业生产出行时间、农机车行驶车速为主要变量的现代农业生产半径预测思路. 农机化修正系数具体指由于农作物农机化水平差异而带来的, 对于现代农业生

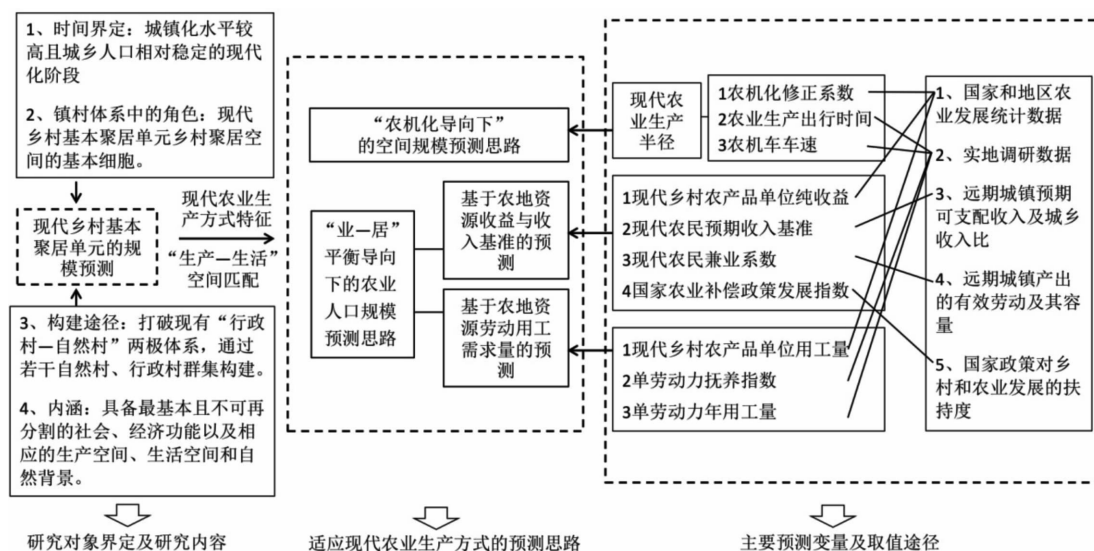


图2 现代乡村基本聚居单元规模测算思路

Fig. 2 Thoughts on the calculation of the scale of basic rural settlement units in modern villages

产半径预测结果的修正,它由不同农作物间的农机化作业水平比值决定,它将农机化水平差异对生产半径的影响进行了量化;农机车速由乡村公路设计车速决定,设计车速由地形坡度与道路等级决定。

### 1.2 “业—居”平衡导向下的现代乡村基本聚居单元农业人口规模预测思路

乡村地区的发展稳态,有赖于城乡居民收入水平与公共服务的相对均等化,以及自身的“业—居”平衡。“业—居”平衡即产业资源人口承载量(或劳动力需求量)与人口规模的平衡,具体指以保证现代农民收入基准为前提,一定地域范围内乡村居住人口规模与相应产业资源(农业资源、旅游资源等)的人口承载量基本平衡。本文基于“业—居”平衡提出如下两种人口规模预测思路。

第一,基于农地资源收益与收入基准的预测思路。即以城乡收入相对均衡为出发点,预测现代农业生产水平下一定地域农产品总收益可以承载的农业人口,预测原理在于通过定量分析地区现代农业生产总收益,在平衡现代农民预期收入基准、加权国家农业补偿政策发展指数和充分考虑现代农民兼业系数的基础上,进行乡村基本聚居单元可承载的农业人口规模预测,预测变量包括现代乡村主要农产品的单位纯收益、现代农民预期收入基准、国家农业补偿政策发展指数和现代农民兼业系数。

第二,基于农地资源劳动用工需求量的预测思路。即以现代农业资源的劳动力需求量为出发点,计算保证相应农业资源生产经营和产出效益

的人口规模,预测原理在于根据现代农业生产方式下各类标准农作物(农产品)的单位用工量及农作物种植面积(或产量),预测农业劳动力人口规模与总人口规模,预测变量包括现代乡村农产品单位用工量、单劳动力抚养指数和年用工量等。

以上两种方法的预测结果会有差异,在具体研究中可以取两种计算结果的平均值。假设预测模型中的各变量取值恰当,若第一种方法所得小于第二种方法,意味着乡村基本聚居单元可养活的人口无法保证现代农业生产,这个结果凸显了乡村农业资源、劳动力规模和收入水平之间存在的较大矛盾,不仅揭示了乡村现代化实现的艰巨性和复杂性,也进一步论证了国家在该地区投入更多资金、出台更多惠农政策的必要性。

在此基础上,还应从公共设施配置的经济效益角度,预测配置相应公共设施的乡村基本聚居单元人口规模门槛值,以校核单元设置相应公共设施的经济性。

## 2 陕北乡村概况及现代农林牧业生产趋势特征

陕北地处生态脆弱的黄土高原中部,沟壑纵横、梁峁起伏、台塬错落,这里村庄和农地分布形式独特,在水土流失防治与退耕还林放量落实背景下,地区农林牧业复合发展特征明显。

### 2.1 沟壑地貌限制下的村庄和农地分布特征

陕北地区以密集的黄土地貌和不同等级的树枝状河流川谷为主体,沟壑密度大,25~50%的陡坡地形占比大,坡度限制下当地村庄建



设用地总量少且分布零散,村庄呈现明显的小而散的分布特征(图 3)。农地以“旱地梯田+山坡地”为主要类型,分布支离破碎,主要结合治沟造地、

淤地坝新建与加固、节水灌溉等手段(图 4),建设与现代农业生产方式和经营方式相适应的非集中高标准基本农田。

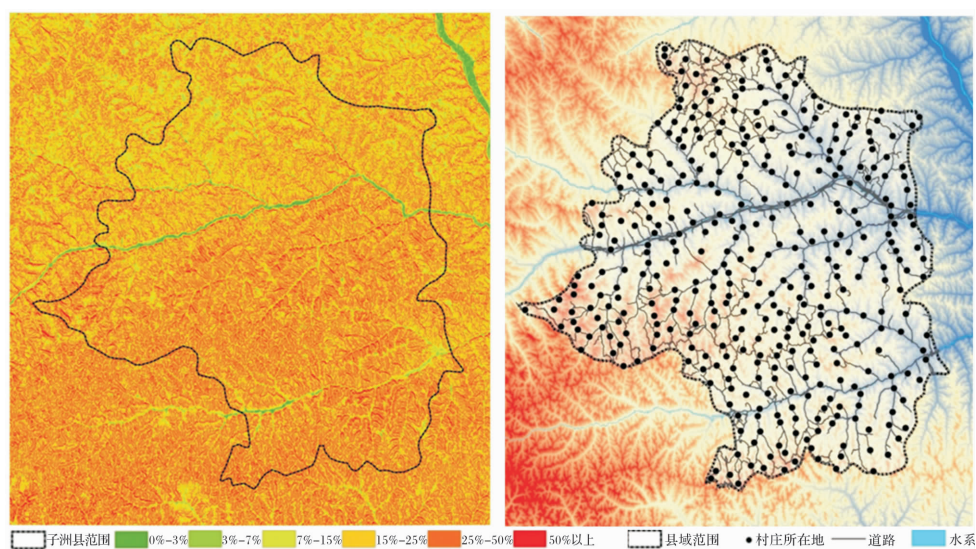


图 3 子洲县坡度分区及村庄分布图

Fig. 3 Slope subdivision and village distribution map of Zizhou county



图 4 陕北旱地梯田、小流域淤地坝实景

Fig. 4 Real scene of terraced fields and silted dams in small river basins in Northern Shaanxi

## 2.2 退耕还林后地区农林牧业复合发展特征

自 1999 年退耕还林工程实施至今,陕北共计退耕还林、造林育林 211.35 万  $\text{hm}^2$ ,与 1999 年当年的林地总量大致相当,因此当地耕地面积及占比不断减少,林地面积及占比持续上升,农业产业结构也随着结构性变化,种植业中粮食占比明显下降,水果、蔬菜占比明显上升(图 5),由退耕还林前以传统粮食种植为主的农业种植结构向退耕还林后以粮食、林果、蔬菜、草畜为主的农林牧业复合结构转变。

## 2.3 小型机械化主导下的农机化生产特征

由于农地面积偏小且分散,同时伴有坡度,该地区大中型机械设备的推广和应用效果受到较大限制,较适宜于小型机械化为主导的农机化生产方式,同时地区农机化作业水平发展较不平衡,从领域和产业结构看,粮食作物机械化水平高,畜牧业、林果业、设施农业机械化水平低;从种植业结构看,玉米机械化水平高于马铃薯和经济作物;从关键环节看,耕整地环节机械化水平高,播种和收获环节低。

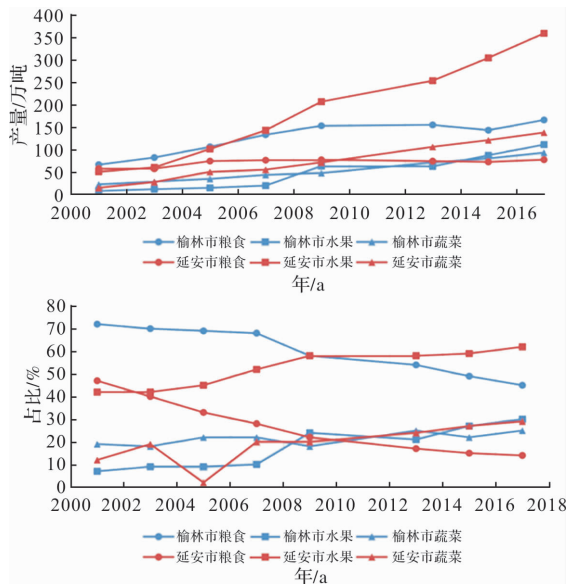


图5 2001~2017年榆林、延安市主要作物产量变化和所占比例统计图

Fig. 5 Statistical chart of major crop yield and proportion in Yulin and Yan'an from 2001 to 2017

### 3 陕北现代乡村基本聚居单元的空间规模预测方法

#### 3.1 预测模型

根据前文所述农机化导向下的现代乡村基本聚居单元空间规模预测思路,结合陕北现代乡村小型机械化为主导的农机化生产特征,提出如下公式:

$$R_{ij} = v_j \cdot t_i \cdot x_i \quad (1)$$

式中:  $R_{ij}$  为  $j$  类地貌类型  $i$  类典型农作物(或农产品)的现代农业生产半径;  $j$  为陕北黄土丘陵沟壑区典型地貌类型;  $i$  为陕北黄土丘陵沟壑区典型农作物(农产品)类型;  $t_i$  为乡村居民种植(养殖)  $i$  类农产品可以接受的农业生产出行时间;  $x_i$  为  $i$  类典型农作物(农产品)生产半径的农机化修正系数;  $v_j$  为  $j$  类地貌类型农机车行驶车速。

现代乡村基本聚居单元具有一定空间范围,该空间范围内可能种养多种典型农产品,而各类农产品的生产半径预测值可能不同,故其单元生产半径由多种典型农产品的生产半径和种养比例共同决定。具体预测模型如下。

$$R_u = \sum R_{ij} \cdot q_{ij} \quad (2)$$

式中:  $R_u$  为乡村基本聚居单元的现代农业生产半径;  $j$  为陕北黄土丘陵沟壑区典型地貌类型;  $i$  为乡村基本聚居单元典型农作物(农产品)类型;  $R_{ij}$  为  $j$  地貌类型  $i$  类农作物的现代农业生产半径;  $q_{ij}$  为  $j$  地貌类型  $i$  类农作物在乡村基本聚居单元内的种植比例。

#### 3.2 预测的关键变量取值

##### (1) 农业生产出行时间

根据已有研究,我国将在2030年左右进入城镇化水平较高且平稳的现代化阶段(城镇化水平65%~70%)<sup>[10-12]</sup>。结合陕北各区县的现状城镇化水平(米脂、绥德、吴堡、清涧、子洲、佳县、延长7县仅为32%~48%,其他各区县城镇化率大致48%~65%),以及最新版总体规划中的城镇化水平预测值(2030年预测值约60%~77%),本文预测该地区将在2035年左右进入高城镇化平稳发展期,下文以2035年为节点进行变量取值或取值范围的讨论。

受地形限制,陕北农民长期以来将大量时间耗费在耕种的往返途中,已有研究普遍认为当地农民可以接受的农业生产出行时间为30 min<sup>[13-14]</sup>。笔者以机动化务农为前提,针对该地区民众可以接受的农业生产出行时间取值范围、各类典型农作物管护难度和工作量排序进行调查,调查结果显示,选择25~30 min、20~25 min和30~35 min的比例高达80%,选择“棚栽作物>经济林果>粮食作物”和“经济林果>棚栽作物>粮食作物”的比例高达76%。故确定当地农业生产出行时间范围为20~35 min,其中棚栽作物取值20~25 min,经济林果取值为25~30 min,粮食作物取值为30~35 min(表1)。

表1 陕北典型农作物生产出行时间一览表

Tab. 1 Travel time schedule of typical crop production in northern shaanxi

典型农作物(农产品)类型	粮食作物	经济林果	棚栽作物	畜牧农产品
生产时间半径/min	30~35	25~30	20~25	20~25

##### (2) 农机化修正系数

在实地调研中笔者了解到,粮食作物现状农机化水平相对较高,农机化水平提升潜力大;经济林果、设施果蔬、畜牧养殖业农机化水平相对较低,部分工作环节必须依靠人工,农机化水平提升潜力小。根据《陕西省“十三五”农业机械化发展规划(2016-2020年)》,2015年底陕北地区综合农机化水平为58%,2020年玉米、小杂粮等主要粮食作物基本实现全程机械化,果业生产机械化实现重大突破,畜牧业、设施农业农机化水平全面提升。由此预测远期阶段主要粮食作物综合农机化水平大致可达85%,林果业、设施蔬果、畜牧业综合农机化水平大致可达60%。

由于粮食作物的机械化水平最高,故假设粮食作物的农机化修正系数  $x_{粮}$  为1,根据公式(3)可

以推算出其他农产品的农机化修正系数.

$$x_i = J_i / J \quad (3)$$

式中:  $x_i$  为  $i$  类农作物农机化修正系数;  $J_i$  为  $i$  类农作物的现代农业机械化水平预测值;  $J$  为粮食作物的现代农业机械化水平预测值(表 2).

表 2 陕北地区典型农作物农机化修正系数

Tab. 2 Agricultural mechanization correction coefficient of typical crops in Northern Shaanxi

农作物类型	粮食作物	经济林果	棚栽作物	畜产品
农机化修正系数	1.000	0.705	0.705	0.705

### (3) 农机车速

根据已有研究, 陕北地区河谷川道区平均坡度取值  $0 \sim 6^\circ$ , 黄土丘陵山区平均坡度取值  $10 \sim 20^\circ$ <sup>[15]</sup>. 考虑国家对乡村道路设施建设的持续投入, 预计远期阶段陕北乡村道路按四级道路进行新建和改善.

根据现行《公路工程项目建设用地指标》(建标[2011]124号)中对于平原、微丘、山岭重丘三类地形区的坡度描述, 陕北地区应属平原微丘地区. 同时, 根据现行《公路工程技术标准》(JTG B01-2014), 四级公路设计车速宜采用 30 km/h, 受地

形、地质条件限制可适当降低. 由此, 陕北河谷川道区四级公路设计车速建议取值 30 km/h, 黄土丘陵山区属低山微丘区, 设计车速考虑在 30 km/h 基础上稍微折减, 取值 20 km/h(表 3).

表 3 陕北黄土丘陵沟壑区典型地貌区坡度范围及设计车速取值

Tab. 3 Values of slope range and designed speed in typical geomorphic areas in loess hilly and gully areas in Northern Shaanxi

地貌区	河谷川道区 黄土丘陵山区	
	坡度范围/ $^\circ$	设计车速取值/ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$
四级公路设计车速取值/ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	0~5	10~15
	30	20

综上, 将陕北乡村典型农产品的现代农业生产半径及变量预测结果统计如表 4, 因地貌起伏对车速的折减, 河谷区同类农产品的生产半径大于丘陵区; 因不同农产品的农机化水平差异, 相同地貌区内粮食作物生产半径偏大, 林果、蔬果、畜产品生产半径偏小. 当地乡村可依据公式(2)和不同农产品的实际种养规模进行乡村基本聚居单元的空间规模预测.

表 4 陕北不同地貌区典型农作物生产半径取值范围对照表

Tab. 4 Comparison table of the value range of typical crop production radius in different geomorphic areas in northern shaanxi

项目	河谷川道区				黄土丘陵山区			
	作物类型							
	粮食作物	经济林果	设施蔬果	畜牧产品	粮食作物	经济林果	棚栽作物	畜牧产品
农业生产出行时间取值范围/min	30~35	25~30	20~25	20~25	30~35	25~30	20~25	20~25
农机化水平修正系数	1	0.705	0.705	0.705	1	0.705	0.705	0.705
四级公路设计车速/ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	30	30	30	30	20	20	20	20
现代农业生产半径取值范围/km	15.0~17.5	8.8~10.6	7.1~8.8	7.1~8.8	10.0~11.7	5.8~7.0	4.7~5.8	4.7~5.8

## 4 陕北现代乡村基本聚居单元的农业人口规模预测方法

### 4.1 基于农产品收益与农民预期收入基准的农业人口规模预测方法

#### 4.1.1 预测模型

根据前文所述基于农地资源收益与收入基准的现代乡村基本聚居单元人口规模预测思路, 结合陕北现代乡村农林牧生产特征, 提出以下预测模型, 计算公式如下:

$$P_A^1 = \sum_{i=1, j=1}^n \frac{\theta(N_i \cdot M_i + A_j \cdot B_j)}{I \cdot \beta} \quad (4)$$

其中:  $P_A^1$  为基于农产品收益和收入基准的农业资源人口承载量, 人;  $i$  为标准农林作物类型;  $N$  为

标准农林作物播种面积, ha;  $M$  为现代乡村标准农林作物单位面积纯收益, 万元/ha;  $j$  为标准畜牧农产品类型;  $A$  为现代乡村标准畜牧农产品产出量(畜牧业农产品每核算单位);  $B$  为现代乡村标准畜牧农产品的每核算单位纯收益, 万元/每核算单位;  $I$  为现代农民预期收入基准, 万元/人;  $\theta$  为国家农业补偿政策发展指数;  $\beta$  为现代农民兼业系数.

#### 4.1.2 预测的关键变量取值

##### (1) 现代乡村主要农产品单位纯收益

本文以模糊由于供求关系改变带来的农产品价格年际变化为前提, 在假设全国及区域范围内粮食价格波动基本一致, 以及国家政策调控将给予农产品更大幅度的价格补贴以保证农业正收益



的基础上，参考 2011~2016 年国家、陕西省主要农产品单位纯收益的平均数据(表 5)，结合陕北乡村实地调研数据，预测出 2035 年陕北现代乡村主要农产品的单位纯收益取值范围，其中，目前负

收益的玉米、薯类等传统粮食作物纯收益将由负值提升至正收益，小杂粮、设施蔬果、林果、家禽、畜牧农产品纯收益将稳中有升，预测结果详见表 6。

表 5 2016 年陕西省主要农产品每核算单位纯收益一览表

Tab. 5 Net income per accounting unit of major agricultural products in Shaanxi province in 2016

项目	农产品							
	玉米	苹果	设施西红柿	设施黄瓜	设施菜椒	规模生猪	规模蛋鸡	散养肉羊
	/万元·ha <sup>-1</sup>	/万元·ha <sup>-1</sup>	/万元·ha <sup>-1</sup>	/万元·ha <sup>-1</sup>	/万元·ha <sup>-1</sup>	/元·头 <sup>-1</sup>	/元·百只 <sup>-1</sup>	/元·只 <sup>-1</sup>
每核算单位纯收益	-0.57	6.45	6.70	6.46	4.63	147.03	1 452.20	131.18

资料来源：2017 全国农产品成本收益资料汇编

表 6 远期阶段陕北现代乡村主要农产品每核算单位纯收益预测值范围

Tab. 6 Forecast range of long-term net income per accounting unit of major agricultural products in modern rural areas of Northern Shaanxi

项目	农产品								
	玉米	马铃薯	小杂粮	大棚蔬菜	苹果	枣	猪	羊	鸡
	/万元·ha <sup>-1</sup>	/万元·ha <sup>-1</sup>	/万元·ha <sup>-1</sup>	/万元·ha <sup>-1</sup>	/万元·ha <sup>-1</sup>	/万元·ha <sup>-1</sup>	/元·头 <sup>-1</sup>	/元·只 <sup>-1</sup>	/元·百只 <sup>-1</sup>
每核算单位纯收益	0~0.30	0~0.30	0.45~0.60	7.50~9.00	9.00~12.00	4.50~6.00	400~500	400~500	800~1 000

(2) 现代农民预期收入基准

现代农民在乡村驻留的前提是城乡收入相对平衡，根据相关研究，英、美等发达国家在城乡收入比为 1.5 时城乡劳动力流动趋于稳定。延安、榆林市 2000~2015 年两市城镇居民人均可支配收入相关数据在线性回归模型中显示高度拟合，通过线性增长模式分别预测 2035 年该地区城镇人均可支配收入值为 68 025 元，可进一步预测该地区 2035 年的乡村居民人均可支配收入预测值为 45 350 元。

(3) 现代农民兼业系数

陕北地区内外部环境与经济发达地区存在本质差异，城镇的主导非农产业主要包括石油和煤炭等能源化工产业、服务业、特色农产品加工业、文化旅游产业等，地域限制下城镇可产出的有效劳动容量远小于经济发达地区，参考已有研究中农户兼业程度的量化指标(表 7)<sup>[16-17]</sup>，预测陕北现代乡村农户以低度兼业为主，兼业系数即务农收入比重大致在 0.8~0.6。

表 7 农户兼业类型划分标准<sup>[16]</sup>

Tab. 7 Classification standards for the types of part-time jobs of peasant households

农户类型	兼业程度	农业收入比重/%
农业主导型	低度兼业	90~60
农工兼具型	中度兼业	60~50
非农主导型	高度兼业	40~0

(4) 国家农业补偿政策发展指数

考虑陕北乡村现代化发展水平限制，预测国家政策未来将给予该地区更多的扶持和优惠，故国家农业补偿发展指数取值 1~1.2。

4.2 基于农业资源用工需求量的农业人口规模预测方法

4.2.1 预测模型

根据前文所述基于农地资源劳动用工需求量的现代乡村基本聚居单元人口规模预测思路，结合陕北现代乡村农林牧生产特征，提出以下预测模型，计算公式如下：

$$P_A^2 = \sum_{i=1, j=1}^n \frac{(N_i \cdot c_i + A_j \cdot d_j) \sigma}{L} \quad (5)$$

其中： $P_A^2$  为基于农业资源劳动用工需求量的农业人口数量，人； $i$  为标准农林作物类型； $N$  为标准农林作物播种面积，ha； $c$  为现代乡村标准农林作物的每核算单位用工量，工作日/ha·a； $j$  为标准畜牧农产品类型； $A$  为现代乡村标准畜牧农产品产出量； $d$  为现代乡村标准畜牧农产品的每核算单位用工量，工作日/每核算单位·a； $\sigma$  为抚养指数； $L$  为单劳动力年用工量。

现代农业生产受地形因素影响，一般地形越复杂，农业生产成本越高，农作难度越大、费工也越多。陕北现代农业生产宜采用“小型机械+人工”的生产方式，适于适度规模经营，与平原地区相比，该地区相同规模农地经营需要更多的劳

动力。

#### 4.2.2 预测的关键变量取值

农产品每核算单位用工量与农机化水平密切相关, 农机化水平越高用工量越少。一般而言, 粮食种植农机化水平高于蔬果种植与设施农业, 地貌越平坦农机化水平越高单位用工量越小。

本文主要参考 2011~2016 年全国平均数据所呈现的单位用工量减少趋势, 根据陕西省及其它

山地地貌区域的用工量平均数据(表 8), 结合各类农产品的耕、种、养要求, 针对 2035 年陕北现代乡村的主要农产品单位用工量取值范围进行大致预测, 预测结果详见表 9。单劳动力抚养指数指每个劳动力可抚养的人口数量, 参考相关研究每个家庭按平均 5 人中有 3 个从业劳动力进行计算; 单劳动力年用工量取值 300 工作日/人·a。

表 8 2016 年陕西省主要农产品每单位核算面积纯收益一览表

Tab. 8 Net income from main agricultural products per unit of accounting area in Shaanxi province in 2016

项目	农产品							
	玉米 (日/ha·a)	苹果 (日/ha·a)	设施西红柿 (日/ha·a)	设施黄瓜 (日/ha·a)	设施菜椒 (日/ha·a)	规模生猪 (日/头)	规模蛋鸡 (日/百只)	散养肉羊 (日/只)
每核算单位用工量	99.15	493.35	907.35	917.40	691.20	5.6	23.2	6.02

资料来源: 2017 全国农产品成本收益资料汇编

表 9 远期阶段陕北现代乡村主要农作物每核算单位用工量预测值范围

Tab. 9 Forecast range of long-term labor consumption per accounting unit on modern rural crops in Northern Shaanxi

项目	农产品						
	玉米、小杂粮、马铃薯、 油料等(日/ha·a)	大棚蔬菜 (日/ha·a)	苹果 (日/ha·a)	枣 (日/ha·a)	猪 (日/头)	羊 (日/只)	鸡 (日/百只)
每核算单位用工量	75~105	525~675	450~600	225~375	3.5~4.5	3.5~4.5	5~10

根据笔者在米脂县、子洲县的实例研究, 由于起伏地貌下道路交通条件和农机化水平受限, 土地垦殖指数和农业资源单产量偏低, 该地区乡村基本聚居单元的空间范围较平原地区小, 单元内农业资源规模及收益可支撑的人口大都小于 2 000 人, 有的甚至不足 1 000 人, 由于人口规模小且在地形限制下又只能散布, 故每个单元进行基本公共设施优化的难度较平原地区大。

## 5 结论

乡村基本聚居单元是现代城乡稳态下乡村聚居空间的基本构成细胞, 其规模预测是现代乡村生活空间组构的重要一环。本文主要从方法层面对适应现代农业生产方式的陕北乡村基本聚居单元规模预测思路、方法、模型及其参数进行分析和研究, 得出以下三点结论。

(1) 现代农业生产半径对于乡村基本聚居单元空间规模具有决定意义, 农机化导向下的现代农业生产半径预测, 以农业生产出行时间、农机车速、农作物农机化修正系数等为主要变量。陕北河谷川道区同类农产品的生产半径大于丘陵山区, 相同地貌内粮食作物生产半径偏大, 林果作

物次之, 设施蔬果和畜牧产品生产半径最小, 具体来说, 河谷川道区粮食作物、经济林果、设施蔬果、畜牧产品生产半径取值分别为 15.0~17.5 km、8.8~10.6 km、7.1~8.8 km 和 7.1~8.8 km, 黄土丘陵山区粮食作物、经济林果、设施蔬果、畜牧产品生产半径取值分别为 10.0~11.7 km、5.8~7.0 km、4.7~5.8 km 和 4.7~5.8 km。

(2) 乡村基本聚居单元的人口规模预测方法, 与城市惯用的增长型方法有着本质差别, 需以“业一居”平衡为导向, 综合考量现代农林牧业生产力水平、农产品单位纯收益和用工需求量、现代农业兼业系数、国家农业补偿政策发展指数等主要变量, 并在具体取值上充分结合地方实际和发展动态。陕北起伏地貌下交通条件和农机化水平受限, 土地垦殖指数和农业资源单产量偏低, 乡村基本聚居单元内农业资源可支撑的人口规模大都小于 2 000 人, 有的甚至不足 1 000 人, 直接影响到该地区乡村的公共服务设施配置方式。

(3) 本文结合陕北乡村现代化发展趋势特征建立的乡村基本聚居单元预测方法, 对乡村地区具有普遍参考价值, 但在实际发展过程中, 不可避



免出现相关变量和参数的变化,以及会面临不可预计的政策、投资等带来的外部突发影响,故具体操作中须结合彼时彼地的发展环境条件对变量因素进行动态调整,以保证该方法的适应性。

## 参考文献 References

- [1] 赵思敏. 基于城乡统筹的农村聚落体系重构研究——以咸阳市为例[D]. 西安:西北大学,2013:29.  
ZHAO Simin. A study on the reconstruction of rural settlement system based on urban and rural integration—a case study of xianyang city[D]. Xi'an: Northwest University, 2013.
- [2] 陈晓健,陈宗兴. 陕西关中地区乡村聚落空间结构初探[J]. 西北大学学报(自然科学版),1993,(5):478-485.  
CHEN Xiaojian, CHEN Zongxing. A preliminary study on the spatial structure of rural settlements in guanzhong, shaanxi[J]. Journal of Northwestern University(Natural Science), 1993, (5): 478-485.
- [3] 贺艳华,唐承丽,周国华,等. 论乡村聚居空间结构优化模式——RROD 模式[J]. 地理研究,2014,33(9):1716-1727.  
HE Yanhua, TANG Chengli, ZHOU Guohua, et al. On the spatial structure optimization model of rural settlement; RROD model[J]. Geography Research, 2014, 33(9): 1716-1727.
- [4] 惠怡安,张阳生,徐明,等. 试论农村聚落的功能与适宜规模——以延安安塞县南沟流域为例[J]. 人文杂志,2010(3):183-187.  
HUI Yian, ZHANG Yangsheng, XU Ming, et al. On the function and appropriate scale of rural settlements; a case study of nangou watershed in ansai county, yan'an[J]. Journal of the Humanities, 2010(3): 183-187.
- [5] 金其铭. 我国农村聚落地理研究历史及现今趋向[J]. 地理学报,1988,(4):311-317.  
JIN Qiming. The history and current trend of the study on the geography of rural settlements in China[J]. Acta Geographica Sinica, 1988, (4): 311-317.
- [6] 惠怡安. 陕北黄土丘陵沟壑区农村聚落发展及其优化研究[D]. 西安:西北大学,2010:67.  
HUI Yian. Development and optimization of rural settlements in loess hilly and gully regions in northern shaanxi[D]. Xi'an: Northwest University, 2010:67.
- [7] 牛叔文,刘正广,郭晓东,等. 基于村落尺度的丘陵山区人口分布特征与规律——以甘肃天水为例[J]. 山地学报,2006,24(6):684-690.  
NIU Shuwen, LIU Zhengguang, GUO Xiaodong, et al. Population distribution characteristics and rules in hilly and mountainous areas based on village scale: A case study of tianshui, gansu province [J]. Journal of Mountain Science, 2006, 24 (6): 684-690.
- [8] 刘建进. 一个农户劳动力模型及有关农业剩余劳动力的实证研究[J]. 中国农村经济,1997(6):15-22.  
LIU Jianjin. A model of peasant household labor force and an empirical study of agricultural surplus labor force[J]. China Rural Economy, 1997 (6): 15-22.
- [9] 邵晓梅,张洪业. 鲁西北地区现状农业土地资源劳动力承载力模拟[J]. 自然资源学报,2004,19(3):324-330.  
SHAO Xiaomei, ZHANG Hongye. Simulation of agricultural land resource labor capacity in northwest shandong province[J]. Journal of Natural Resources, 2004, 19 (3): 324-330.
- [10] 李晓江,尹强,张娟,等. 《中国城镇化道路、模式与政策》研究报告综述[J]. 城市规划学刊,2014(2):1-14.  
LI Xiaojian, YIN Qiang, ZHANG Juan, et al. An overview of the research report on the path, model and policy of urbanization in China[J]. Journal of Urban Planning, 2014(2): 1-14.
- [11] 王建军,吴志强. 城镇化发展阶段划分[J]. 地理学报,2014,64(2):177-188.  
WANG Jianjun, WU Zhiqiang. Urbanization development stage division[J]. Journal of Geography, 2014, 64 (2): 177-188.
- [12] 陈彦光,罗静. 城市化水平与城市化速度的关系探讨——中国城市化速度和城市化水平饱和值的初步推断[J]. 地理研究,2006,25(6):1063-1072.  
CHEN Yanguang, LUO Jing. Discussion on the relationship between urbanization level and urbanization speed: A preliminary inference of the urbanization speed and the saturation value of urbanization level in China[J]. Geography Research, 2006, 25 (6): 1063-1072.
- [13] 赵恺,惠振江. 陕北黄土丘陵沟壑区农村适宜耕作半径研究[J]. 山西建筑,2008,34(8):14-16.  
ZHAO Kai, HUO Zhenjiang. Study on rural suitable cultivation radius in loess hilly and gully region of northern shaanxi [J]. Shanxi Architecture, 2008, 34 (8): 14-16.
- [14] 惠怡安,惠振江,马恩朴. 基于城乡统筹的陕西省生态脆弱区农村聚落发展模式研究[C]// 陕西省社科界重大理论与现实问题研究优秀成果选编. [s. n.]. 2014.  
HUI Yian, HUO Zhenjiang, MA Enpu. A study on the development model of rural settlements in ecologically fragile areas in shaanxi province based on the overall urban-rural development [C]//Selected Excellent Re-

- search Results on Major Theoretical and Practical Issues in the Social Science Field in Shaanxi Province, [s. n.]. 2014.
- [15] 高毅平, 汤国安, 周毅, 等. 陕北黄土地貌正负地形坡度组合研究[J]. 南京师大学报(自然科学版), 2009, 32(2): 135-140.
- GAO Yiping, TANG Guoan, ZHOU Yi, et al. Study on the combination of positive and negative topographic slopes of loess landform in northern shaanxi[J]. Journal of Nanjing Normal University (Natural Science), 2009, 32(2): 135-140.
- [16] 龙花楼, 刘彦随, 邹健. 中国东部沿海地区乡村发展类型及其乡村性评价[J]. 地理学报, 2009, 64(4): 426-434.
- LONG Hualou, LIU Yansui, ZOU Jian. Rural development types and their rural characteristics in east coastal areas of China[J]. Journal of Geography, 2009, 64(4): 426-434.
- [17] 潘娟, 邱道特, 尹娟. 不同兼业类型农户的居民点用地选址及影响因素研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2012, 37(9): 80-84.
- PAN Juan, QIU Daote, YIN Juan. A study on the site selection and influencing factors of residential sites of farmers with different part-time occupations[J]. Journal of Southwest Normal University (Natural Science Edition), 2012, 37(9): 80-84.
- (编辑 吴海西 沈波)

(上接第 412 页)

- [12] 侯刚. 冷弯非薄壁方管柱轴压性能试验研究与数值分析[D]. 上海: 同济大学, 2011.
- HOU Gang. Experimental research and numerical analysis on axial compression performance of cold-formed non-thin-walled square hollow sections[D]. Shanghai: Tongji University, 2011.
- [13] 沈祖炎, 温东辉, 李元齐, 等. 冷弯厚壁钢管截面不同部位材料特性分布模型[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2016, 44(7): 981-990.
- SHEN Zuyan, WEN Donghui, LI Yuanqi, et al. Distribution patterns of material properties for cross-section of cold-formed thick-walled steel rectangular tubes [J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2016, 44(7): 981-990.
- [14] GARDNER L, YUN X. Description of stress-strain curves for cold-formed steels [J]. Construction and Building Materials, 2018, 189: 527-538.
- [15] SCHAFER B W, PEKOZ T. Direct strength prediction of cold-formed steel members using numerical elastic buckling solutions[C]. // Fourteenth International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures, St. Louis, Missouri U. S. A.; [s. n.]. 1998.
- [16] 王春刚, 孔德礼, 张耀春. 冷弯薄壁型钢构件承载力计算方法对比研究[J]. 建筑钢结构进展, 2017, 19(6): 51-59.
- WANG Chungang, KONG Deli, ZHANG Yaochun. Comparative study on calculation methods of bearing capacity of cold-formed thin-walled steel members [J]. Progress in Steel Building Structures, 2017, 19(6): 51-59.
- [17] 何帆, 肖瑛, 田常录. 薄壁轴压方管极限承载力数值模拟与试验研究[J]. 机械制造与自动化, 2018, 47(5): 149-151.
- HE Fan, XIAO Ying, TIAN Changlu. Numerical simulation and test of limiting bearing capacity of axial compressive thin-walled tube [J]. Machine Building & Automation, 2018, 47(5): 149-151.
- [18] YUN X, Gardner L. The continuous strength method for the design of cold-formed steel non-slender tubular cross-sections [J]. Engineering Structures, 2018, 175: 549-564.
- [19] 邓家明, 宋令群. 单轴受弯方矩形截面冷弯薄壁型钢构件设计的连续强度法[J]. 钢结构, 2018, 33(9): 6-11.
- DENG Jiaming, SONG Lingqun. Continuous strength method for rectangular section of cold-formed thin-walled steel sections subjected to uniaxial bending [J]. Steel Construction, 2018, 33(9): 6-11.
- [20] NSEIR J. Development of a new design method for the cross-section capacity of steel hollow sections[D]. [s. n.]. 2015.
- [21] CHENG X, CHEN Y. Ultimate strength of H-sections under combined compression and uniaxial bending considering plate interaction [J]. Journal of Constructional Steel Research, 2018, 143: 196-207.
- (编辑 吴海西 沈波)