

# 黄淮海平原耕作单元地块几何特征及其对机械耕作的影响 ——基于河北省曲周县的实证分析

吕振宇<sup>1</sup> 郝晋珉<sup>2\*</sup> 牛灵安<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学 曲周实验站, 河北 曲周 057250;

2. 中国农业大学 资源与环境学院, 北京 海淀 100193)

**摘要** 为揭示平原地区耕作单元地块的几何特征及其对机械耕作的影响,以黄淮海平原曲周县为样地进行了实证分析。研究发现,耕作单元地块的平均面积、平均长度、平均宽度分别为 0.16 hm<sup>2</sup>、102.2 m、17.1 m,且其面积、长度、宽度的数值均分布离散。耕作单元地块的长度与面积呈显著( $P<0.01$ )正相关,函数关系呈幂函数特征。耕作单元地块长度与宽度呈显著( $P<0.01$ )负相关。每公顷耕地因耕作单元地块田埂边界的存在会产生非有效耕地 0.03 hm<sup>2</sup>。耕作单元地块的边界密度、平均宽度之间呈显著( $P<0.01$ )负相关,函数关系呈幂函数特征。耕作单元地块的形状呈狭长形,其长边方向不一致,且交通不便。单个农户耕作单元地块的位置分布离散。因耕作单元地块的面积较小、长度较短,其平均机耕效率、平均机耕工作行程率均较低。在黄淮海平原农用地整治中,应切实进行耕作单元地块归并及耕地规模化流转,以增加耕作单元地块的面积、长度,改善耕作单元地块的空间布局。

**关键词** 耕作单元地块几何特征;耕作田块;机械耕作

中图分类号 S 29

文章编号 1007-4333(2016)01-0097-07

文献标志码 A

## Study on the plots' geometrical feature and its effects on the mechanized farming in Huang-Huai-Hai plain: An empirical study of Quzhou County in Hebei Province

LV Zhen-yu<sup>1</sup>, HAO Jin-min<sup>2\*</sup>, NIU Ling-an<sup>1</sup>

(1. Quzhou Experimental Station, China Agricultural University, Quzhou 057250, China;

2. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

**Abstract** In order to reveal the geometrical feature of plots and its effects on mechanized farming in plain, demonstration analysis was conducted by taking Quzhou County, which is located in Huang-Huai-Hai Plain, as study object. The results show that the average size, length and width of plots are respectively 0.16 hm<sup>2</sup>, 102.2 m, and 17.1 m. The values of plots' area, length and width show discrete distribution. The plots' length is positively correlated significantly ( $P<0.01$ ) with the plots' area and the quantitative relationships between them follow power function. The plots' length is negatively correlated ( $P<0.01$ ) with the plots' width. The earthen rows cover an area of 0.03 hm<sup>2</sup> in one hectare of farmland. In farmland, the density of earthen rows is negative correlated significantly ( $P<0.01$ ) with the average width of plots, the quantitative relations between the density of earthen rows and the average width of plots follow power function. The plots' shape is long and narrow as a whole. The longer sides of the plots go in different direction and transportation is inefficient among the plots. The position of farmer's plots show discrete distribution. Because the plots' size is smaller and its length is shorter, the value of plots' mechanized farming efficiency and working stroke rate cannot reach the critical value. In the process of agricultural land consolidation in Huang-Huai-Hai

收稿日期: 2015-03-20

基金项目: 国家科技支撑计划(2015BAD06B01)

第一作者: 吕振宇, 讲师, 博士, 主要从事土地整治研究, E-mail: shiyanzhan163@163.com

通讯作者: 郝晋珉, 教授, 主要从事区域治理及可持续发展研究, E-mail: jmhao@cau.edu.cn

Plain, several separated plots of a farm family must be merged into one, and land scale circulation should be held among farmers to increase the plots' area and length to critical value, and to improve the plots' spatial layout.

**Keywords** geometrical features of plots; farmland; mechanized farming

耕作单元地块是指单个农户在农业生产中进行耕、种、收等耕作活动时的基本单位地块。耕作田块指由田间末级固定沟、渠、路等围成的基本单元<sup>[1]</sup>。多个耕作单元地块组成了耕作田块。耕作单元地块的几何特征是指单元地块的长、宽、形状、面积、边界密度以及道路通达度等空间属性指标存在的规律性及相关性特征。我国农户拥有多个耕作单元地块,且地块狭小。据调查,2003年我国农户家庭平均土地经营规模为0.5 hm<sup>2</sup>,户均有土地块数5.7块,平均每块大小为0.09 hm<sup>2</sup><sup>[2]</sup>。我国农户耕作单元地块的状况导致耕地处于细碎化状态<sup>[3]</sup>,且大多数农村地区耕地将长期处于细碎化状态<sup>[4]</sup>。黄淮海平原是我国耕地处于细碎化状态的典型地区。已往对耕作单元地块的研究只局限于调查农户家庭拥有的单元地块数量和单元地块面积,并将这2个指标用来表征耕地细碎化的程度<sup>[5-6]</sup>,缺乏对耕作单元地块的几何特征的系统研究。而耕作单元地块的几何特征影响着农户的耕作效率<sup>[7]</sup>及耕地利用的效率<sup>[5]</sup>,表征着耕地细碎化的状况。有实证研究发现了一定机型的农机在耕作中其机耕效率、工作行程率与耕作地块的面积、长度存在的数学关系<sup>[8-9]</sup>,这为判断预测本研究调查区域耕作地块的机耕特征奠定了基础。本研究拟在已往耕作单元地块研究的基础上,以黄淮海平原的曲周县为样点地域开展耕作单元地块几何特征及其对机械化耕作影响状况的实证分析,以完善耕作单元地块的现状 & 效应研究,以期为进一步为细碎化耕地整治提供依据。

## 1 材料与方法

本研究选择地处黄淮海平原的河北省邯郸市曲周县作为研究地域,采用田间调查与入户调查的方式获得基础数据,利用GIS 10.0、SPSS 17.0等空间分析、数据分析软件进行数据获取与处理,通过实证分析得出结论。

### 1.1 研究地域概况

曲周县为黄淮海平原典型农业县。曲周县下辖10个乡镇,342个行政村。据曲周县2012年统计年鉴,2012年年末,曲周县农业人口42.4万,耕地面积4.8万hm<sup>2</sup>,村均耕地140hm<sup>2</sup>,农民人均耕地面

积0.11hm<sup>2</sup>。农作物种植类型主要为冬小麦、夏玉米、春棉花。

### 1.2 样地、样本户的选择方法

在曲周县,面积在100hm<sup>2</sup>以下(平均面积为64.0hm<sup>2</sup>)、在100~166.7hm<sup>2</sup>(平均面积为130.7hm<sup>2</sup>)、在166.7hm<sup>2</sup>之上(平均面积为241.5hm<sup>2</sup>)的村庄数量比例分别为35.7%、34.2%、30.1%。根据上述不同面积范围村庄数量的分布规律,在曲周县每个乡镇随机选择3个村,这3个村的耕地规模分别接近64.0、130.7、241.5hm<sup>2</sup>,且在地域空间呈离散型分布。在每个村选择一个面积在30hm<sup>2</sup>左右的样地,要求该样地内的耕作单元地块基本能够代表该村的耕作单元地块状况。选择的样地平均面积为32.4hm<sup>2</sup>,样地面积变异系数为25.6%。每个村选择15个农户,这15个农户住宅在村内呈离散型均衡分布。

### 1.3 数据来源

以曲周县国土资源局提供的土地第二次调查所用的快鸟卫星遥感图(2009年12月份、分辨率0.60m)为底图到选定的样地进行田间调查,在遥感图上标记耕作单元地块以及耕作田块的道路、沟渠等的边界,获得样地土地利用现状图草图。在GIS中以曲周县国土资源局提供的土地第二次调查所用的快鸟卫星遥感图作为底图,参照样地土地利用现状图草图,建立耕作单元地块长度、宽度2个线性图层矢量文件(Shapefile),以及耕作单元地块面积的斑块图层矢量文件(Shapefile)。利用GIS相关工具提取样地耕作单元地块的长度、宽度、面积以及周长等数据。上述工作于2013—2014年完成。共提取到30个样地合计6166个耕作单元地块。

在每个样地选取10个耕作单元地块调查其田埂宽度,样点单元地块沿样地对角线等距离分布。共获得田埂宽度数据300个。

采用入户问卷调查的方法,调查农户耕地规模、地块位置数量,调查于2012年12月完成,共获得有效问卷421份。

### 1.4 耕作单元地块的机械耕作状况分析方法

以已有文献<sup>[8-9]</sup>中平原地区农机机耕与耕作

地块面积、长度间分别存在的数学关系, 测算所调查耕作单元地块的机耕状况。

## 2 结果与分析

### 2.1 耕作单元地块的几何特征分析

#### 2.1.1 耕作单元地块面积的特征分析

据调查数据及图 1, 6166 个耕作单元地块的面积在  $0.006 \sim 0.900 \text{ hm}^2$ , 面积在  $0 \sim 0.1$ 、 $0.1 \sim 0.2 \text{ hm}^2$  的耕作单元地块所占比例分别达 35.4%、37.2%, 面积在  $0.5 \text{ hm}^2$  之上的耕作单元地块数量仅占 1.4%, 说明耕作单元地块基本处于  $0.2 \text{ hm}^2$  以下, 且面积越大的耕作单元地块其数量越少。耕作单元地块平均面积为  $0.16 \text{ hm}^2$ , 而据罗丹等<sup>[8]</sup>用 40 马力的泰山 TS404 拖拉机悬挂三铧犁进行机耕效率的研究, 面积在  $1.00 \text{ hm}^2$  以上的耕作单元地块机耕效率基本恒定, 所以耕作单元地块面积较小。耕作单元地块面积的标准差为  $0.11 \text{ hm}^2$ , 变异系数为 68.8%, 说明耕作单元地块面积分布离散。

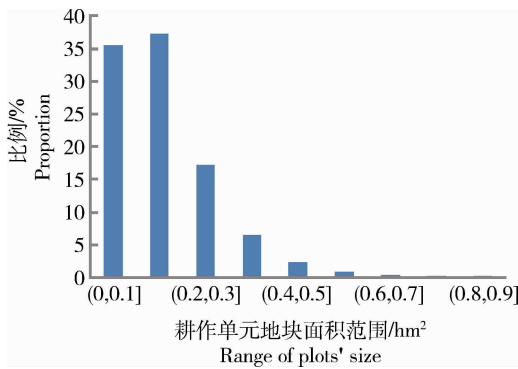


图 1 不同面积范围耕作单元地块数量比例

Fig. 1 The number proportion of plots of different size

#### 2.1.2 耕作单元地块的形状及长、宽的特征分析

据调查, 形状为近似矩形或近似正方形的耕作单元地块所占的面积比例为 97.5%, 说明耕作单元地块形状普遍处于规整状态。

据调查数据及图 2, 6166 个耕作单元地块的长度范围在  $7.3 \sim 432.9 \text{ m}$ , 标准差为  $67.7 \text{ m}$ , 变异系数为 66.2%。说明耕作单元的地块长度变化范围较大, 分布离散。耕作单元地块长度数值的离散, 造成单元地块在耕作田块内的空间分布杂乱。耕作单元地块的平均长度仅  $102.2 \text{ m}$ , 长度在  $200 \text{ m}$  以上的耕作单元地块数量仅占 10.7%, 且越长的单元地块数量所占比例越低。而在综合考虑农机工作行程率与耗油量等因素的条件下, 小型、中型轮式拖拉机

机耕作业要求耕作单元地块的适宜长度分别在  $200 \text{ m}$  左右、 $300 \sim 400 \text{ m}$ <sup>[9]</sup>, 所以耕作单元地块的长度较短。将 30 个样地内耕作田块中耕作单元地块的平均长度、平均面积进行相关性分析及回归分析(图 3), 发现耕作单元地块的长度与面积呈显著 ( $P < 0.01$ ) 正相关, 相关系数为 0.832; 回归方程为  $y = 0.006x^{0.714}$ , 决定系数  $R^2 = 0.78$ 。说明越长的耕作单元地块其面积越大, 面积较大的耕作单元地块也较长。

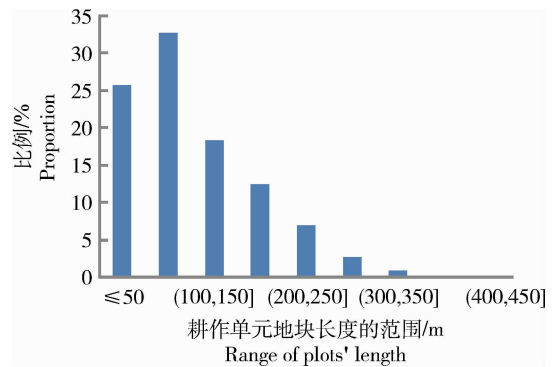


图 2 不同长度范围耕作单元地块数量比例

Fig. 2 The number proportion of plots of different length

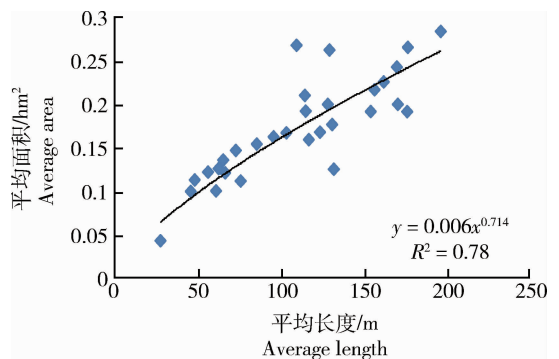


图 3 田块内耕作单元地块的平均长度、平均面积的散点图

Fig. 3 The scatter diagram of plots' average length vs average area of plots in farmland

据调查数据及图 4, 6166 个耕作单元地块的宽度范围在  $2.4 \sim 78.0 \text{ m}$ , 标准差为  $9.6 \text{ m}$ , 变异系数为 56.1%。说明, 耕作单元地块宽度变化幅度较大。耕作单元地块的平均宽度为  $17.1 \text{ m}$ , 宽度在  $10 \sim 20 \text{ m}$  的单元地块数量比例达 61.2%。说明绝大多数单元地块的宽度仅能适合中小型农机作业对宽幅的要求。

耕作单元地块长度与宽度的比值为 6.0, 说明单元地块总体呈狭长形, 符合土地开发整理项目规

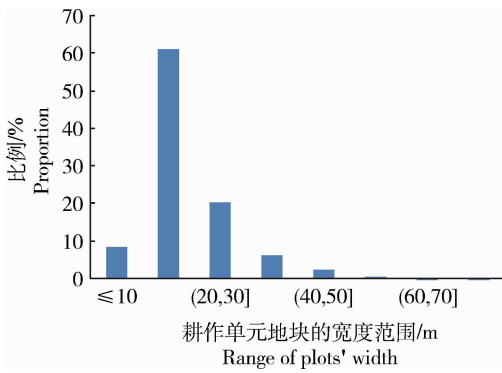


图4 不同宽度范围的耕作单元地块数量比例

Fig. 4 The number proportion of plots of different width

划设计规范的要求<sup>[10]</sup>。

对30个样地的田块内耕作单元地块长度、宽度平均值进行相关性分析,发现耕作单元地块长度与宽度呈显著( $P < 0.01$ )负相关,相关系数为 $-0.569$ 。说明较长的耕作单元地块其宽度较窄,而较宽的耕作单元地块其长度较短。

### 2.1.3 田块内耕作单元地块边界密度的特征分析

田块内耕作单元地块边界密度是指单位面积田块内耕作单元地块的边界长度。农田耕作单元地块的边界即为田埂,所以单元地块边界密度的高低反映了因田埂的存在造成耕地浪费程度的高低。

$$BD = L/A \quad (1)$$

式中:BD为田块内耕作单元地块边界密度( $\text{km}/\text{hm}^2$ ),L为耕作单元地块边界长度(km),A为田块内耕作单元地块总面积, $\text{hm}^2$ 。

据调查数据及图5,30个样地的田块内耕作单元地块的边界密度在 $0.59 \sim 1.21 \text{ km}/\text{hm}^2$ ,其中66.7%样地的田块内耕作单元地块边界密度在 $0.7 \sim 0.9 \text{ km}/\text{hm}^2$ ,边界密度的平均值为 $0.84 \text{ km}/\text{hm}^2$ 。据调查,田埂的平均宽度为 $0.35 \text{ m}$ ,即每公顷耕地因田埂边界的存在会产生非有效耕地 $0.03 \text{ hm}^2$ 。将30个样地的田块内耕作单元地块边界密度数值与耕作单元地块的宽度平均值进行统计分析,发现田块内耕作单元地块的边界密度与田块内单元地块的平均宽度呈显著( $P < 0.01$ )负相关,相关系数为 $-0.844$ 。而且田块内耕作单元地块边界密度与田块内单元地块的平均宽度之间呈幂函数关系特征(图6),函数关系式为 $y = 6.1881x^{-0.711}$ ,决定系数 $R^2 = 0.77$ 。说明,田块内耕作单元地块的边界密度随着田块内单元地块的宽度增加而降低。

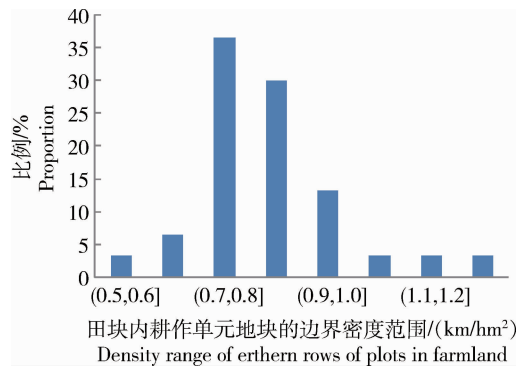


图5 不同耕作单元地块边界密度范围的田块数量比例

Fig. 5 The number proportion of farmland with varying-density earthen rows of plots

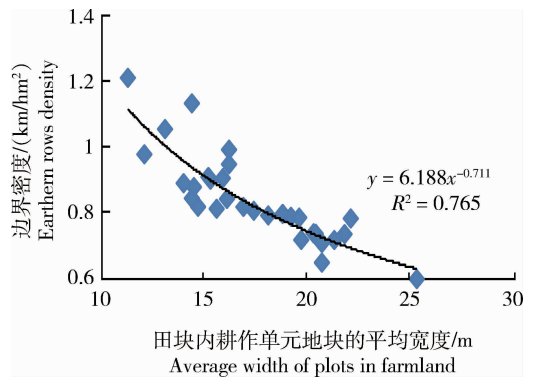


图6 田块内单元地块的平均宽度与边界密度的散点图

Fig. 6 The scatter diagram of plots' average width vs density of earthen rows of plots in farmland

### 2.1.4 耕作单元地块的长边方向特征分析

据调查,农户均按耕作单元地块的长边方向作为农作物种植的行向。样地耕作单元地块的农作物种植行向分为南北行向、东西行向2个类别。6166个耕作单元地块中南北行向、东西行向的单元地块比例分别为46.7%、53.3%。耕作田块内农作物行向一致度是指主导行向(耕作田块内50%以上耕作单元地块的行向)耕作单元地块数量占耕作田块内耕作单元地块总数的百分比。据调查,样地内耕作田块的行向一致度为50.8%~100%,平均值为70.3%。以南北向、东西向为主导行向的耕作田块的一致度分别为69.9%、70.7%。上述数据说明耕作田块内耕作单元地块农作物的种植行向不一致,也即耕作田块内单元地块的长边方向不一致。

### 2.1.5 耕作单元地块田间道路通达度特征分析

田间道路通达度是指在集中连片田块中,田间道路直接通达的地块数占田块总数的比率,平原地

区建设高标准农田宽度 3 m 以上机耕路的通达度应尽可能接近于 100%<sup>[1]</sup>。据调查数据,30 个样地的田块机耕路通达度在 0~75.9%,机耕路平均通达度为 24.6%,且有 63.3%的田块机耕路通达度在 24.6%之下。宽度小于 3 m 的生产路通达度为 15.8%~96.1%,平均值为 56.2%。既不临机耕路又不临生产路的无路耕作单元地块比例在 0~51.6% 平均值为 19.2%。说明耕作单元地块机耕路严重缺乏,耕作单元地块交通不便。

### 2.1.6 单个农户的耕作单元地块位置分布离散

据调查数据及图 7,421 个农户其耕作单元地块的位置数量为 1~15 个,农户平均拥有的单元地块位置为 4 个,耕作单元地块的位置数量为 1 个的农户所占比例仅 8.1%。农户耕地面积为 0.03~1.47 hm<sup>2</sup>,农户平均耕地规模为 0.57 hm<sup>2</sup>。将农户耕作单元地块的位置数量与其耕地面积进行相关性分析,发现两者呈现显著( $P < 0.01$ )正相关,相关系数为 0.525,说明耕作单元地块的位置数量越多的农户其耕地面积越大。

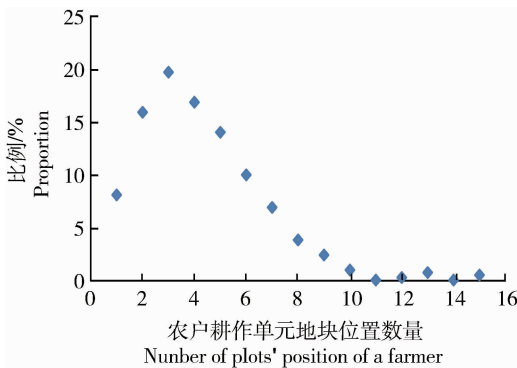


图 7 不同的耕作单元地块位置数量的农户比例

Fig. 7 The proportion of farmers with varying-number of plots' position

## 2.2 耕作单元地块的面积、长度对机械耕作的影响

### 2.2.1 耕作单元地块面积对机耕效率的影响

据罗丹等用 40 马力的泰山 TS404 拖拉机悬挂三铧犁在平原地区进行机耕效率的研究<sup>[8]</sup>,机耕效率与耕作地块面积之间的定量关系如式(2)<sup>[8]</sup>。按照该方程式的计算,耕作地块面积在超过 1 hm<sup>2</sup>之后,机耕效率基本稳定,维持在 0.354 hm<sup>2</sup>/h。

$$W = 1 / (1.925e^{-0.0025A} + 1.05e^{-0.000003A}) \times 3600 / 10000 \quad (2)$$

式中:W 为机耕效率, hm<sup>2</sup>/h, A 为耕作地块面积, m<sup>2</sup>。

本研究利用式(2)基于耕作单元地块面积对调查的耕作地块的机耕效率进行了测算。结果显示,耕作单元地块的耕作效率为 0.134~0.352 hm<sup>2</sup>/h,耕作地块的机耕效率均达不到稳定效率 0.354 hm<sup>2</sup>/h。耕作单元地块的平均耕作效率为 0.288 hm<sup>2</sup>/h,只达到了农机稳定耕作效率的 81.4%。说明耕作单元地块的面积因较小,抑制了农机耕作效率的发挥。

### 2.2.2 耕作单元地块长度对机械耕作的行程率、效率的影响

陈亚新以“热特-35”拖拉机(中型拖拉机)耕地为例,研究了在平原地区地块不同长度与拖拉机工作行程率(工作行程与总行程的百分比)、效率之间的关系<sup>[9]</sup>(表 1)。

表 1 轮式拖拉机开行长度与各因素的关系

Table 1 The relationship between the length of wheel tractor plowing and factors

开行长度/m Plowing length	热特-35 轮式拖拉机耕地 Plowing of Rete-35 wheel tractor	
	工作行程率 Working stroke rate	耕作效率/(hm <sup>2</sup> /h) Mechanized farming efficiency
	100	0.80
200	0.86	0.287
300	0.90	0.367
400	0.93	
500	0.95	0.387
600	0.96	0.413
1 000	0.98	0.460

注:引自《北方平原灌区田块设计原则及规格》,陈亚新。

Note: Quoted from “farmland design principles and specifications in irrigated area in the north China plain”, CHEN Ya-xin.

将拖拉机开行长度分别与拖拉机的工作行程率、耕作效率(生产率)作散点图并回归得到式(3)和(4)。

$$Y = 0.082 * \ln(X) + 0.425 \quad (R^2 = 0.976) \quad (3)$$

式中:Y 为拖拉机工作行程率, X 为开行长度, m。

$$Y = 0.090 * \ln(X) - 0.165 \quad (R^2 = 0.960) \quad (4)$$

式中:Y 为耕作效率, hm<sup>2</sup>/h, X 为开行长度, m。

式(3)和(4)的决定系数分别为 0.976、0.960,

说明上述2个方程式可以相应说明变量之间的数学关系。利用式(3)基于耕作地块长度对耕作单元地块的拖拉机工作行程率进行了测算,结果显示,耕作地块的拖拉机工作行程率为0.59~0.92,平均工作行程率仅0.804,99.4%的耕作地块达不到农机工作行程率的要求(0.90~0.95)<sup>[9]</sup>。利用式4基于耕作地块长度对耕作单元地块的拖拉机耕作效率进行了测算,耕作地块的拖拉机耕作效率在0.014~0.381 hm<sup>2</sup>/h,耕作地块的平均耕作效率为0.251 hm<sup>2</sup>/h。99.0%的耕作单元地块达不到拖拉机的耕作效率稳定值0.348 hm<sup>2</sup>/h<sup>[9]</sup>。说明耕作单元地块因长度较短,农机的工作行程率、耕作效率达不到适宜状态,抑制了农机耕作效率的发挥。

### 3 结论与讨论

在黄淮海平原的典型农区,耕作单元地块的平均面积、平均长度、平均宽度分别为0.16 hm<sup>2</sup>、102.2 m、17.1 m。耕作单元地块的面积、长度、宽度变异系数高,其数值分布均离散。耕作单元地块总体呈狭长形。耕作单元地块的长度与面积呈显著( $P<0.01$ )正相关,函数关系呈幂函数特征。耕作单元地块长度与宽度呈显著( $P<0.01$ )负相关。每公顷耕地因耕作单元地块田埂边界的存在会产生非有效耕地0.03 hm<sup>2</sup>。耕作田块内耕作单元地块的边界密度与田块内单元地块的平均宽度呈显著( $P<0.01$ )负相关,函数关系呈幂函数特征。耕作田块内耕作单元地块长边方向不一致。耕作单元地块交通不便。单个农户的耕作单元地块位置分布离散。

在黄淮海平原的典型农区,因耕作单元地块的面积较小,其平均机耕效率只达到了农机稳定耕作效率的81.4%。因耕作单元地块的长度较短,其平均机耕工作行程率、机耕效率均较小。狭小的耕作单元地块抑制了农机耕作效率的发挥。

因农户的耕作单元地块狭小且位置分布离散,不仅仅会影响农机耕作效率,而且会对耕地综合产出率、农业生产技术效率产生显著的负面影响<sup>[5,11]</sup>,在新时期的黄淮海平原农用地综合整治中,应该根据日本、台湾的经验,切实进行农户耕作单元地块的归并<sup>[12-13]</sup>及耕地规模化流转,以扩大耕作单元地块的长度、面积;且在农田基础设施建设中,提高耕作单元地块道路通达度,以及改善耕作单元地块的空间布局,为农户农业生产效率的提升奠定基础。在

未来的土地整治中,需要针对农业机械装备的发展及使用状况,研究平原地区耕作单元地块面积、长度等的适度规模。

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 30600—2014. 高标准农田建设通则[S]. 北京:中国标准出版社,2014  
GB/T 30600—2014. Well-facilitated farmland construction: General rules[S]. Beijing: Standard Press of China, 2014 (in Chinese)
- [2] 许庆,田士超,邵挺,汪学军. 土地细碎化与农民收入:来自中国的实证研究[J]. 农业技术经济,2007,6(6):67-72  
Xu Q, Tian S C, Shao T, Wang X J. Land fragmentation and farmer income: From China empirical research[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2007, 6(6): 67-72 (in Chinese)
- [3] 周应堂,王思明. 中国土地零碎化问题研究[J]. 土地科学, 2008, 22(11): 50-54  
Zhou Y T, Wang S M. Study on the fragmentariness of land in China[J]. *China Land Science*, 2008, 22(11): 50-54 (in Chinese)
- [4] 叶春辉,许庆,徐志刚. 农地细碎化的缘由与效应:历史视角下的经济学解释[J]. 农业经济问题,2008(9):9-15  
Ye C H, Xu Q, Xu Z G. Reasons and effects of agricultural land fragmentation: The economic explanation through the eyes of history[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2008(9): 9-15 (in Chinese)
- [5] 刘涛,曲福田,金晶,石晓平. 土地细碎化、土地流转对农户土地利用效率的影响[J]. 资源科学,2008,30(10):1511-1516  
Liu T, Qu F T, Jin J, Shi X P. Impact of land fragmentation and land transfer on farmer's land use efficiency[J]. *Resources Science*, 2008, 30(10): 1511-1516 (in Chinese)
- [6] 连雪君,毛雁冰,王红丽. 细碎化土地产权、交易成本与农业生产[J]. 中国人口、资源与环境,2014,24(4):86-92  
Lian X J, Mao Y B, Wang H L. Fragmentated land property rights, transaction cost and agricultural production[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2014, 24(4): 86-92 (in Chinese)
- [7] Gonzalez X P, Alvarez C J, Crecente R. Evaluation of land distributions with joint regard to plot size and shape[J]. *Agricultural Systems*, 2004, 82(1): 31-43
- [8] 罗丹,徐艳,王跃朋,张凤荣. 基于地块面积的土地整理耕作效率测算方法研究[J]. 中国土地科学,2013,(6):73-78  
Luo D, Xu Y, Wang Y P, Zhang F R. Study on the method of measuring the scale efficiency of land consolidation in terms of plot size [J]. *China Land Science*, 2013, (6): 73-78 (in Chinese)

- [9] 陈亚新. 北方平原灌区田块设计原则及规格[J]. 农田水利与小水电, 1982, (5): 15-19  
Chen Y X. Farmland design principles and specifications in irrigated area in the North China Plain[J]. *Farmland Water and Micro-hydro*, 1982, (5): 15-19 (in Chinese)
- [10] TD/T 1012—2000. 土地开发整理项目规划设计规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000  
TD/T 1012—2000. Design standard of land development[S]. Beijing: Standard Press of China, 2000 (in Chinese)
- [11] 谭淑豪, Nico Heerink, 曲福田. 土地细碎化对中国东南部水稻小农户技术效率的影响[J]. 中国农业科学, 2006, 39(12): 2467-2473  
Tan S H, Nico H, Qu F T. Impact of land fragmentation on small rice farmers' technical efficiency in southeast China[J], *Scientia Agricultura Sinica*, 2006, 39(12): 2467-2473 (in Chinese)
- [12] 张凤荣, 周丁扬, 徐艳, 关小克, 郭力娜. 做好地块调整是发挥土地整理项目最大效益的重要环节[J]. 中国土地科学, 2009, 23(11): 50-54  
Zhang F R, Zhou D Y, Xu Y, Guan X K, Guo L N. Well adjustment of farmland plots is the key linkage for benefit maximizing in land readjustment projects [J]. *China Land Science*, 2009, 23(11): 50-54 (in Chinese)
- [13] 刘宪法. 台湾农地重划制度及其对中国大陆的启示[J]. 中国农村经济, 2011, (11): 82-91  
Liu X F. Farmland innovation in Taiwan region and its insight for mainland China[J]. *Chinese Rural Economy*, 2011, (11): 82-91 (in Chinese)

责任编辑: 王燕华