

# 地形对山区农田人地系统投入产出 影响的微观分析 ——河南省巩义市吴沟村的实证研究

李小建<sup>1,2</sup>, 乔家君<sup>1</sup>

(1. 河南大学环境与规划学院, 河南 开封 475001; 2. 河南财经学院区域与城市研究所, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 以山区村——河南省巩义市吴沟村 81 户 482 块农田的调查数据为依据, 研究了地形对山区农村人地关系的影响。结果表明, 山地农田系统人工能量的转换效率随地块高程的增加而呈降低态势, 但农田的轮作特点和潜力的挖掘程度, 又影响这种变化趋势; 坡度与农田系统能量产投比显著负相关, 坡向、坡度、坡位对农田能量的投入产出也有一定影响。以农田人工能量投入产出关系衡量, 山区农民对自然条件利用的过程, 表现出明显的经验型利用特征。条件适宜区农田的过度利用, 使得人工能源的投入产出效率明显下降; 而其他高程和坡度的一些农田, 仍有较大的利用空间。农田系统属半人工生态系统, 具有很强的自然、人工特征, 有助于我们在微观层面上研究人与地的关系。

**关键词:** 地形; 山区; 农田; 人地系统; 生产函数; 吴沟村

**中图分类号:** X24; F301.24 **文章编号:** 1000-0585(2004)06-0717-10

地理学对人地关系的关注由来已久<sup>[1,2]</sup>。近年来, 随着人们对可持续发展问题的关注, 在相关研究上不断有重要成果问世<sup>[3~5]</sup>。诸多的学者已从哲学层面的定性研究逐渐走向不同层面的量化探索<sup>[6~8]</sup>。其中, 微观尺度的精细解剖, 对深入认识和解释其内部机理, 具十分重要作用<sup>[9,10]</sup>。人与地两大系统间相互作用和物质、能量传递与转换问题是人地关系地域系统的重要研究内容之一<sup>[11]</sup>。通过该研究, 可剖析人类活动对物质和能量传递和转换自然过程的影响, 以及人类活动在自然平台上的物质或能量转换方向和效率。

农田人地系统是指以地球表层耕地农田为基础来研究其人地关系的系统。在农区, 农田系统可为农民提供 60 % 左右的收入和 70 % 左右的生活必需品<sup>[12]</sup>。在山地农区, 农田系统对人类生存意义更大<sup>[13]</sup>。农田系统状况在更大程度上表征了该地区人地关系状况。20 世纪 70 年代以来, 有不少学者关注农业系统的相关研究, 发表了一系列有价值的研究成果<sup>[12,14,15]</sup>。但这些研究大多侧重于宏观层面。在另一侧面, 地理学家将土地利用作为人地关系地域系统研究的核心领域<sup>[5]</sup>, 高度重视相关研究。但目前成果多集中于土地利用类型的变化以及其原因的解释, 在精细到微小系统——农田地块方面的研究尚不够深入。从更细微的角度, 进行特定农田地块上的物质、能量传递和转换问题的成果还十分少见。本文尝试从山区农田系统的能量转换角度弥补这一不足。

影响农田系统能量转换的因素很多。在山区, 地形条件起着至关重要的作用。故本文

收稿日期: 2004-05-10; 修订日期: 2004-08-09

基金项目: 教育部科技攻关重点项目 (02090) 和河南省科技攻关重点项目 (223032900) 资助。

作者简介: 李小建 (1954-), 河南孟津人, 博士, 教授, 博导, 河南财经学院院长, 主要从事经济地理学研究。

E-mail: xjli@henu.edu.cn

研究中主要集中于地形因素; 并从高程、坡度、坡向、坡位、坡型诸方面进行分析。由于山区农田地块面积较小, 可暂时忽略地块内不同点位的差异。为此, 本文选取河南省吴沟村 81 户的 482 块农田进行了相关调查, 调查内容包括农田的基本属性、类型、分布及农户对每一地块的物质、能量、价值的投入产出等。并从生产函数角度, 进行山区农田地块 (平均  $350\text{m}^2/\text{块}$ ) 的投入产出分析, 尤其侧重于不同地形条件下, 人地相关作用的差异, 在山区农村人地关系的微观定量研究上作一探索。

## 1 分析模型

在农田系统中, 其能量来源为太阳辐射能及辅助能, 后者包括自然辅助能和人工辅助能, 其中人工辅助能投入可由人类直接调控。这些辅助能不但对农作物转化太阳能效率产生决定性影响, 同时也控制着这些化学能的进一步转化和有效分配<sup>[16]</sup>。本文着重于分析人工辅助能的投入产出及其转化效率。

对农田人地关系的能量流研究, 可采用多种方法。受相关成果启迪<sup>[17]</sup>, 本文借用经济学中生产函数的概念, 把多种可变农业投入 ( $X_1, X_2, \dots$ ) 与产出 ( $Y$ ) 之间的关系以科布—道格拉斯生产函数表示为:

$$Y = Y(X_1, X_2, \dots) = AX_1^\alpha X_2^\beta \dots$$

如果把可变农业投入均转换为能量值, 上式可简化为:

$$Y = AX$$

式中,  $A$  为反映生产条件的综合系数, 主要与农田其他天然能量投入 (如天然肥力、光热条件等) 有关;  $\alpha$  为投入的弹性系数。当  $\alpha = 1$  时, 生产为等比收益, 即投入以相同幅度扩大的话, 产出也以相同幅度扩大; 当  $\alpha < 1$  时为减比收益,  $\alpha > 1$  时为增比收益。

从理论上分析, 生产函数反映了一定条件下的农田人地相互关系状况。 $\alpha$  值可视为能量转换效率, 当  $\alpha > 1$  时, 表明人们较好地利用农田自然条件, 人工投入能量与自然能量有效结合, 在农田系统中获取增比能量转换; 反之, 当  $\alpha < 1$  时, 表明了人工投入能量转换为产出时, 具减比收益, 对此, 人们应该反思利用自然的方式是否正确。

## 2 研究区概况与数据处理

### 2.1 研究区域概况

巩义市位于河南省中西部, 介于河南省最大的两个城市郑州和洛阳之间, 位于东经  $112^\circ 49' \sim 113^\circ 47'$ 、北纬  $34^\circ 31' \sim 34^\circ 52'$ 。为暖温带大陆性季风气候, 雨热同期。2002 年名列全国县域经济基本竞争力百强县的第 55 名, 是中西部地区最强的三个县市之一。2001 年巩义市有常住人口 79.32 万, 外来人口 11 万, 人口密度达  $866 \text{ 人}/\text{km}^2$ , 人均耕地  $0.043\text{hm}^2$ 。

吴沟村位于巩义市南部, 是一个较为闭塞的山村。该村属嵩山山地的北延部分, 绝大部分为山地, 地形起伏很大 (图 1), 起伏度达  $0.241$ 。面积  $1.41\text{km}^2$ , 平均海拔  $725\text{m}$ 。该村干旱少雨, 生存条件相对较差, 但拥有较丰富的石质资源。全村现有人口 313 人, 耕地  $17.26\text{hm}^2$ , 且比较贫瘠。在 1990~2000 年间, 吴沟村人口年均下降  $5.57\%$ ; 因为农民陡坡开荒, 10 年内全村耕地增加  $1.04\text{hm}^2$ ; 受降雨影响, 该村粮食产量波动较大 (表 1)。吴沟村近 10 年来发展状况有所改善, 在巩义市各村中的位次由 1990 年的倒数第二位, 抬升到 1995 年的倒数第四位、2000 年的倒数第八位。

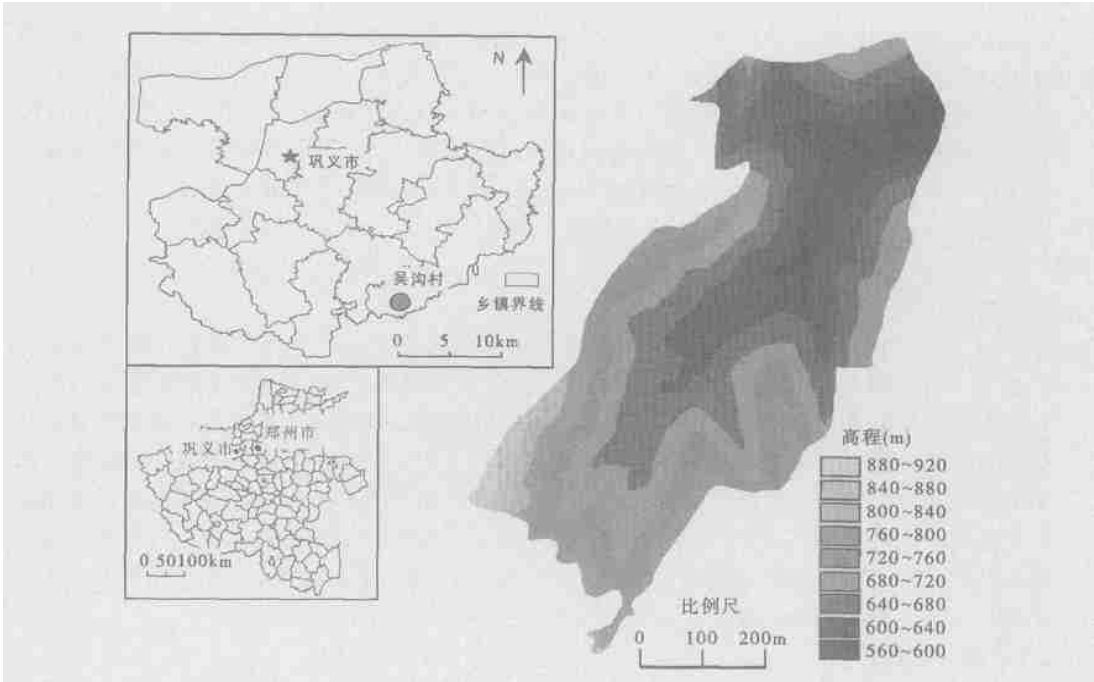


图 1 吴沟村地形图

Fig. 1 Location and topologic map of Wugou

表 1 吴沟村社会经济基本情况

Tab. 1 Basic economic conditions for Wugou Village

年份	人均纯收入 (元)	人口数 (人)	人均耕地 (hm <sup>2</sup> )	工农业产值比	平均粮食产量 (kg/ hm <sup>2</sup> )
2000	961 (284)	313	0.055	1.57	1 086
1995	315 (289)	330	0.048	2.00	3 977
1990	133 (295)	331	0.049	6.13	2 421

注：括号内的数字为吴沟村在巩义市各村中的位次（巩义市 1990 年有行政村 296 个，1995 年 293 个，2000 年 292 个）。

选择吴沟村进行农田人地关系研究，主要有以下原因： 该村处于小山谷上部，为一个相对封闭的人地关系系统； 全村经济活动以农业为主，农田是人地关系相互作用较为集中的场所； 该村位于经济相对比较发达巩义市，既具有山区特征，又具有相对较好的外部信息来源。

为获取该村农田相关数据，作者于 2002 ~ 2003 年两次到巩义市统计局、土地局、计委访问。在此基础上，2003 年 4 月带领 10 名研究生和本科生到吴沟村进行了 5 天的实地调查。在调查中，访问了村子中的 81 户农户，填写了 482 块农田的投入产出实物资料。每块农田收集了 50 个数据。

2.2 数据库建立与数据处理

2.2.1 数据库建立 根据研究需要，我们选择以 Pentium 4 微机、Microtek ScanMaker 4 扫描仪为主要硬件，PC ARC/INFO7.1、ARCVIEW3.2 和 EXCEL2000 为支撑软件作为研究区

数据库建立的运行环境，以此完成空间及属性数据库的建立、分析模型构建及数据应用分析。入库的空间信息包括 1 1 万吴沟村行政区划图、1 1 万吴沟村地形图、1 1 万吴沟村土地利用现状图及 1 1000 农户耕地分布图（调查清绘）；属性信息包括吴沟村各类地块投入产出的各项物质、能量和价值，以及地块的类型和面积等数据。在数据编码设计中，根据系统性、惟一性、简易性等原则，对各类地块均采用五位数字（ABCDE）进行编码。其中，A = 1、2、3，分别代表吴沟村一队、二队、三队；BC = 01、02、03、.....，分别代表该队的第一户、第二户、第三户，.....；DE = 01、02、03、.....，代表该户第一、第二、第三块地，依次类推。

2.2.2 数据处理 由于耕地物质投入原始数据量纲的差异，在进行地块比较时，存在一定难度，故我们利用有关学者的研究成果<sup>[16]</sup>确定折能系数，进行农田地块能量投入产出及效率的有关折算。当然价值也可作为本文分析的基础，但通过分析发现，采用能量进行分析与采用价值进行分析的结果具有很强的相似性，为了集中说明地形对农田地块投入产出的影响，我们采用地块能量的投入产出作为数据分析的基础。为了进行不同面积地块的对比分析，我们采用以每  $\text{hm}^2$  为分析单位的处理，以便更好地展示农田地块的投入产出特征及其效率。由于部分地块面积较小，调查过程中做了适当处理，即把具有同类性质的地块进行一定的归并，此处理基本不影响地块的投入产出特征。

2.3 相关能量折算

参照有关学者研究思路<sup>[18]</sup>，对吴沟村农田系统的 2002 年有关能量投入、产出及产投比进行了调查，并进行的相关折算。其中，种子、有机肥、劳力和畜力被称为有机能，化肥、农药、农机具、水电为无机能，吴沟村的农机具/畜力主要指牛耕，数据均以每  $\text{hm}^2$  为基础来计算所投物质量，并进行折算能量。在能量换算中，折能系数参照有关学者<sup>[16,19]</sup>的研究成果。

2.4 吴沟村农田概况

参照有关文献<sup>[20]</sup>，可将吴沟村耕地划分为旱平地（坡度  $< 8^\circ$ 、缓旱坡地（ $8^\circ < \text{坡度} < 25^\circ$ ）和陡旱坡地（坡度  $> 25^\circ$ ）。其中，旱平地主要分布在沟谷低部及居民点周围，面积为  $4.98\text{hm}^2$ ；缓旱坡地分布在旱平地的外侧，位于山坡下部，面积为  $2.95\text{hm}^2$ ；陡旱坡地分布在山坡中部、中上部，面积为  $9.33\text{hm}^2$ ，耕地坡度较大，位置较高（图 2）。

吴沟村农田面积共  $17.26\text{hm}^2$ ，因为地形较为复杂，同时，农户陡坡开荒进一步导致地块面积较小、分布零碎，全村农田地块数达 279 块。此外，在农户承包责任田时，常根据地形、单产、距居民点距离等因素，将全村农田地块进一步划分，使得地块更为零散，总数达 482 块，平均每户 5.95 块（表 2），个别农户达到 18 块。

表 2 吴沟村耕地属性

Tab. 2 Classification of farmland in Wugou

类型	平均高程 (m)	地块数 (块)	总面积 ( $\text{hm}^2$ )	户均地块数 (块/户)	户均面积 ( $\text{hm}^2/\text{户}$ )
旱平地	623	42	4.98	1.35	0.061
缓旱坡地	626	51	2.95	0.95	0.036
陡旱坡地	666	186	9.33	3.65	0.115
全村合计 (平均)	638	279	17.26	5.95	0.213

注：地块数为集中连片的耕地块数，户均地块数为每户耕地块数（不等于地块数/户数）。

旱平地由于地形相对单一，地块数相对较少（全村仅 42 块），使得农户分得的田地相对集中，随着高程的增加及其他各种因素的附加，地块条件差异显著，农户的地块也更加零散、破碎。户均地块数由旱平地的 1.35 块增加到陡旱坡地的 3.65 块（表 2）。

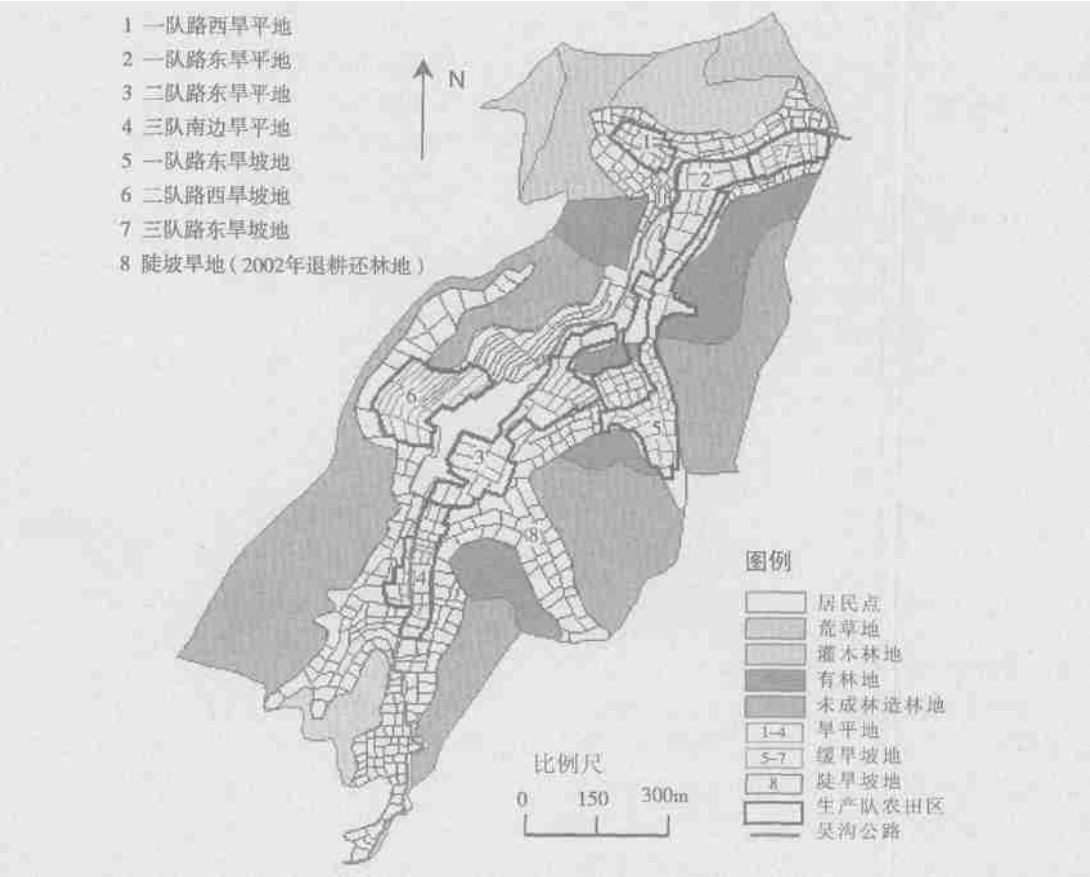


图 2 吴沟村土地类型及农田分布

Fig. 2 Landuse types and spatial distribution of farmland in Wugou

### 3 地形对农田投入产出影响

#### 3.1 高程对农田投入产出影响

在影响农田的投入产出效率中，高程是一个重要因素。随着农田地块海拔高度的增加，大气温度、湿度会有明显变化，进而导致人工能量投入具有不同的转换效率。就一般山区而论，农田的人工能量转换效率应随着高程增大而逐渐降低。但又有诸多因素影响这种趋势，如在较高高程的山坡修筑梯田，利用科学方式选择适宜种植的农作物，也可以带来较大的增比能量转换效率。反之，如果在某一高程地区选择与当地环境不相适宜的农业生产活动，或过度利用自然资源，也可带来相应的负面影响。

根据对 482 块农田的人工能量投入和产出的生产函数计算表明，总体而言，在研究区域可粗略看出人工能量转换效率随高程增加而减少的特征。表征这种转换效率的  $\eta$  值从 570m 以下的 2.02 减到 660~675m 的 1.75（表 3）。但是在研究区居民居住地高程（630~

645m) 范围内, 值很低 (0.83)。对当地实际情况的进一步调查, 发现在该高程范围内的农田耕作有两个特征: 一是年内两季轮作现象普遍; 二是农田平均投入较多。这说明村民已经最大限度地利用这些农田, 天然能量的潜力已得到充分挖掘。由于 值小于 1, 显示了能量转换中的减比收益特征。这种减比收益还出现在 675m 高程以上地段, 这里的农田坡度较大, 土壤肥力较低, 故人工能量投入并不能带来相应规模的产出。也可以说, 从农田系统看, 这两个高程段的人地关系处于最不协调状态, 应采取相应措施加以调整。

表 3 按高程划分的吴沟村农田及其生产函数

Tab. 3 Production functions in farmland by elevation in Wugou			
地块高程 (m)	生产函数	$R^2$	F 值
所有地块	$Y = 0.0092$ 1.4020	0.7656	597.687 **
< 570m	$Y = 0.00001$ 2.0217	0.8616	87.160 **
[570 ~ 585)	$Y = 0.0010$ 1.5880	0.8043	61.630 **
[585 ~ 600)	$Y = 0.0843$ 1.2187	0.8648	140.768 **
[600 ~ 615)	$Y = 0.0064$ 1.4367	0.7846	619.24 **
[615 ~ 630)	$Y = 0.2979$ 1.1117	0.6199	32.614 **
[630 ~ 645)	$Y = 8.1076$ 1.4020	0.4625	24.093 **
[645 ~ 660)	$Y = 0.0058$ 1.4498	0.8107	111.335 **
[660 ~ 675)	$Y = 0.0002$ 1.7472	0.8071	62.775 **
675	$Y = 11923.9$ 0.1252	0.0595	0.696

注: \*显著性水平为 0.05, \*\*显著性水平为 0.01, 下同。

3.2 坡度对农田投入产出影响

我们首先根据前述农田坡度的三分法 (< 8°、8°~ 25°、> 25°) 进行生产函数分析, 结果发现 > 25° 的农田生产函数模型回归效果不显著 (未通过 0.1 水平显著性检验)。之后, 我们又根据吴沟村农田的特性将其划分为 < 8°、8°~ 15°、> 15° 三类。三种类型农田中, 大坡度农田占重大比例。该村农田主要集中在大于 8° 的坡地上, 农田地块数占全村总地块数的 78.42%, 面积占全村耕地面积的 71.15%。总体来说, 就农田地块的投入产出比而论, 明显呈现出随坡度增加而下降的特点 (图 3)。把吴沟村 482 块农田的坡度与其能量产投比做相关分析, 得出: 坡度与农田能量投入的相关系数为 - 0.723, 与其产出的相

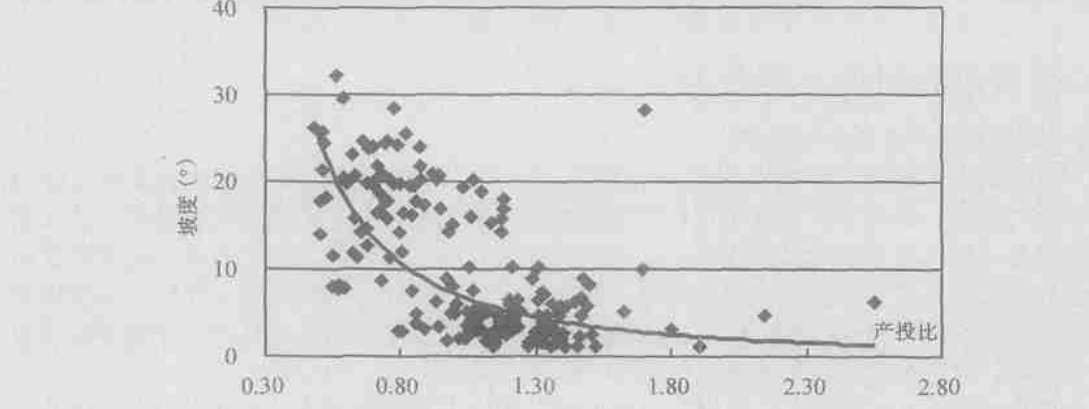


图 3 农田坡度与其能量产投比的关系

Fig. 3 Correlations between slope gradient and input-output ratios in Wugou

关系数为 - 0.766，与其产投比的相关系数为 - 0.604。均说明农田的坡度越大，其投入、产出的产投比越小的变化特征。

对三种类型农田的生产函数分析表明（表 4），坡度为 8°~ 15° 的农田的能量转换效率最高（= 1.63），而 8° 以下和 15° 以上的坡度的农田均显示出减比收益特征。大坡度农田的减比收益较易于理解，而平坡农田的减比收益则与农田过度利用有关。平坡农田多数集中于村子居民居住地附近，少数集中于较低高程上。从农田地块的坡度角度分析，研究区域人类进一步扩展农田生产的空间应集中于中低坡度的农田。

表 4 按坡度划分的吴沟村农田及其生产函数

Tab. 4 Production functions of farmland in Wugou by slope gradient

地块坡度	生产函数	$R^2$	F 值
所有地块	$Y = 0.0092$ <sup>1.4020</sup>	0.7656	607.367 **
< 8°	$Y = 1.9907$ <sup>0.9567</sup>	0.4938	99.505 **
[8°~ 15°]	$Y = 0.0006$ <sup>1.6322</sup>	0.7841	76.24 **
> 15°	$Y = 4.5635$ <sup>0.8436</sup>	0.4848	52.282 **

3.3 坡向对农田投入产出影响

坡向直接影响光照强度，进而影响农田能量转换效率。将吴沟村 482 块农田的坡向与其能量产投比两变量做散点图，可以发现，农田能量产投比与坡向的相关程度不高。我们以正北方向定为 0，则全村农田地块大多分布于 0°~ 150°、300°~ 360° 之间。而 150°~ 300° 坡向的地块则分布较少。对八个方位农田的生产函数分析表明（表 5），在（135°~ 180°）坡向的农田能量转换效率最高（= 1.78），其次为（90°~ 135°）坡向的农田。而（180°~ 270°）、（315°~ 360°）坡向的农田均表现出减比收益特征。这与吴沟村农田分布及自然条件影响密切相关。能量转换效率较高的两组农田分别为早晚向阳区位。

表 5 按坡向划分的吴沟村农田及其生产函数

Tab. 5 Production functions of farmland in Wugou by slope aspects

地块坡向	生产函数	$R^2$	F 值
所有地块	$Y = 0.0092$ <sup>1.4020</sup>	0.7656	584.312 **
[0°~ 45°]	$Y = 0.0383$ <sup>1.2841</sup>	0.6849	71.685 **
[45°~ 90°]	$Y = 0.0572$ <sup>1.2503</sup>	0.7251	113.221 **
[90°~ 135°]	$Y = 0.0023$ <sup>1.5158</sup>	0.7868	99.862 **
[135°~ 180°]	$Y = 0.0001$ <sup>1.7812</sup>	0.8972	207.947 **
[180°~ 225°]	$Y = 2337.9$ <sup>0.3729</sup>	0.6947	6.825
[225°~ 270°]	$Y = 15587814$ <sup>- 0.4800</sup>	0.0560	0.118
[270°~ 315°]	$Y = 0.0149$ <sup>1.3601</sup>	0.8606	86.995 **
[315°~ 360°]	$Y = 42.7342$ <sup>0.6877</sup>	0.3244	11.525 **

3.4 坡位对农田投入产出影响

坡位指农田地块在山坡中的位置。我们设  $dv$  为某农田距最近坡底的欧氏距离， $dr$  为该农田距最近坡顶的欧氏距离，则该地块农田的坡位  $s = dv / (dv + dr)$ 。坡位影响土壤湿度<sup>[6]</sup>，进而影响农田的能量产出。通过对吴沟村 482 块农田与其坡位的分析，得如下结论：农田地块的坡位与其能量产投比呈反比例关系，基本趋势是随着农田地块坡位的升

高，其能量产投效率呈降低态势（图 4）。对不同坡位组进行的生产函数分析表明，在坡位较低的农田中，其能量转换效率较高（表 6）。坡位小于 25 的农田，具有增比收益。这说明在研究区域由于降水量相对较少，而农作主要依赖自然降水。因较低坡位土壤易于保墒，故带来较高产出。

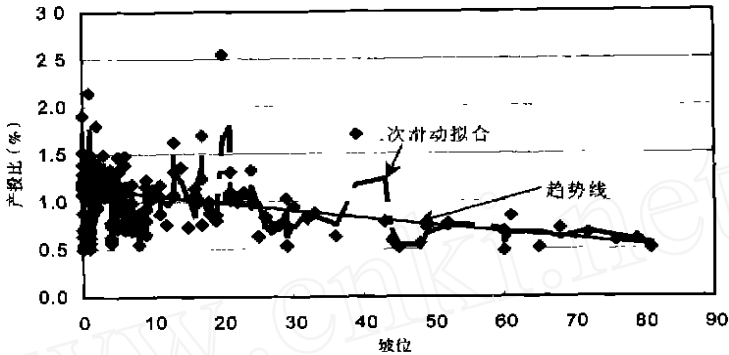


图 4 农田坡位与其能量产投比

Fig. 4 Slope position and input-output ratios in Wugou

表 6 按坡位划分的吴沟村农田及其生产函数

Tab. 6 Production functions of farmland in Wugou by slope position

地块坡位	生产函数	$R^2$	F 值
所有地块	$Y = 0.0092$ <sup>1.4020</sup>	0.7656	600.942 **
5	$Y = 0.0048$ <sup>1.4617</sup>	0.7805	359.135 **
(5 ~ 25]	$Y = 0.0883$ <sup>1.2072</sup>	0.6848	115.161 **
(25 ~ 50]	$Y = 2539.5$ <sup>0.2750</sup>	0.1371	2.384
> 50	$Y = 26.068$ <sup>0.6723</sup>	0.5012	9.045 *

3.5 坡型对农田投入产出影响

地块的坡型可分为平坡、凸坡、凹坡三种类型。吴沟村农户虽无高深的理论知识，但数百年的农业生产实践，形成了全村农田分布主要位于凹坡的发展特点（凹坡中农田数占全村总数的 62.37 %）。一般而论，在其他农业条件相等的情况下，凹坡和平坡的农田比凸坡更宜于农作生长。在该类型农田的生产中，人工能量投入与产出的转换效率较高（表 7）。从人地关系的角度，在这类农田上人们仍有继续利用自然发展的空间。但是，吴沟村的凸坡中，有一定数量的农田（其地块数为 49 块）能量产投比低于 1，且不说其环境成本（水土流失等），仅从农田能量产投效率来看，这些农田也是不经济的。

表 7 按坡型划分的吴沟村农田及其生产函数

Tab. 7 Production functions of farmland in Wugou by slope curvature

地块坡型	生产函数	$R^2$	F 值
所有地块	$Y = 0.0092$ <sup>1.4020</sup>	0.7656	601.327 **
平坡	$Y = 0.0070$ <sup>1.4229</sup>	0.8070	83.707 **
凸坡	$Y = 0.0979$ <sup>1.1951</sup>	0.6762	100.321 **
凹坡	$Y = 0.0030$ <sup>1.5004</sup>	0.8007	448.204 **



## 4 结论与讨论

农田系统属半人工生态系统,具有很强的自然、人工特征,有助于我们在微观层面上研究人与地的关系。基于对河南省巩义市吴沟村 482 块农田的调查表明,地形因子对山区农田人地系统投入产出特征具有重要影响。其中,高程的影响最为明显。农田人工能量的投入与产出能量转换效率,具有随地块的高程增加而逐渐降低的特征。但农田的轮作特点和潜力的挖掘程度,又影响这种变化趋势。在坡度的影响中,人工能量投入的转换效率具有随着农田的坡度增大而下降的态势。其中,坡度位于  $8^{\circ} \sim 15^{\circ}$  区间的农田转换效率最高。农田地块的坡位与其能量转换效率呈反比关系,基本趋势是随着农田地块坡位的升高,其农田能量转换效率逐渐降低。坡型也是影响农田投入产出效率的重要因素,凹坡、平坡产投比明显大于凸坡。

以农田人工能量投入产出关系衡量,山区农民对自然条件利用的过程,表现出明显的经验型利用特征。如在高程和坡度等条件适宜的农田中,村民已最大限度地开发了农田潜力。此类农田成为经济活动十分频繁的场所。同时,从提高农田投入产出效益角度,村民对农田的利用仍有一定的盲目性。

有关农田人地系统的研究内容颇多,本文仅侧重于地形因子的有关影响,且偏向于农田地块的能量投入产出。其他更为精细的研究,如地形对不同农田地块物质、能量、价值的投入、产出及投入产出转换效率的总体影响,对不同种植作物物质、能量、价值的投入、产出及其转换效率的影响,对不同地块类型的物质、能量、价值的投入、产出及其转换效率的影响等,将是很有意义的工作。

致谢:熊剑同学在本文写作过程中进行了调研数据的整理工作,特表谢忱!

### 参考文献:

- [1] 吴传钧. 论地理学的研究核心——人地关系地域系统. 经济地理, 1991, 11(1): 1~6.
- [2] 吴传钧. 地理学的特殊研究领域和今后任务. 经济地理, 1981, 创刊号(1): 5~10, 21.
- [3] 郑度. 21 世纪人地关系前瞻. 地理研究, 2002, 21(1): 9~13.
- [4] 陆大道. 关于地理学的“人-地系统”理论研究. 地理研究, 2002, 21(2): 135~145.
- [5] 樊杰, 许豫东, 邵阳. 土地利用变化研究的人文地理视角与新命题. 地理科学进展, 2003, 22(1): 1~10.
- [6] Li X J, Peterson J, Liu G J, et al. Assessing regional sustainability: the case of land use and land cover change in the Middle Yiluo catchment of the Yellow River basin, China. Applied Geography, 2001, 21: 87~106.
- [7] Mohan M, Jeffret M. Key concepts and terminology of sustainable development, defining and measuring sustainability. New York: The Biogeophysical Foundations, 1996.
- [8] 王爱民, 刘加林, 缪磊磊, 等. 人地关系研究中的土地利用特征指标分析——以兰州市为例. 经济地理, 1999, 19(1): 62~66.
- [9] Haraldsson H V. Is ecological living in Sweden different from conventional living? Lund University master's thesis, 1998.
- [10] 鲁礼新, 马昌河, 鲁奇. 水城县沙坡村农户经济行为调查研究. 地理研究, 2004, 23(2): 218~226.
- [11] 陆大道, 郭来喜. 地理学的研究核心: 人地关系地域系统——论吴传钧院士的地理学思想与学术贡献. 地理学报, 1998, 53(2): 100~105.
- [12] 郝庆炉. 我国耕地资源可持续利用的内在机制及对策. 农业现代化研究, 2000, 21(2): 96~99.
- [13] Ekins P. The Living Economy. London: Routledge, 1986. 1~4.
- [14] Ma Z Y, Edwards-Jones G. Optimizing the external energy input into farmland ecosystems: a case study from Ningxia, China. Agricultural Systems, 1997, 53(2-3): 269~283.

- [15] Fluck R C. Energy productivity: a measure of energy utilization in agricultural systems. *Agricultural Systems*, 1979, 4(1): 29 ~ 37.
- [16] 陈阜. 农业生态学. 北京: 中国农业大学出版社, 2002. 260 ~ 264, 131.
- [17] 千怀遂, 秦耀辰. 河南省山区农业生产潜力与增产途径. 载: 孙九林. 黄土高原地区综合开发治理模型研究. 北京: 科学出版社, 1990. 296 ~ 307.
- [18] 刘绍明, 吴文良. 县域农业生态经济系统的分析( ) ——功能和效率. *农业环境科学学报*, 2003, 22(1): 78 ~ 81.
- [19] 尹钧, 曹卫星, 周乃健, 等. 农田能量投入产出规律的研究. *干旱地区农业研究*, 1999, (3): 97 ~ 102.
- [20] 杨瑞珍. 我国坡耕地资源及其利用模式. *资源科学*, 1994, (1): 1 ~ 7.

## Impact of landform on input-output of man-land system in farmland of mountainous region: a micro-study of a small village in Wugou of Henan Province

LI Xiao-jian<sup>1,2</sup>, QIAO Jia-jun<sup>1</sup>

(1. College of Environment & Planning, Henan University, Kaifeng 475001, China; 2. Institute of Regional & Urban Study, Henan University of Economics & Finance, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** A micro-level input-output analysis on farmland is important in understanding the man-land relationship in rural areas, particularly in the mountainous regions. This paper is based on a survey undertaken in a small rural mountainous village in Wugou of Gongyi city, Henan Province in April 2003. The survey covers 482 plots of farmland from 81 households. Data collected include 50 attributes for each plot. The amount of input and output is simplified by converting into energy equivalent. By employing a revised Cobb-Douglas production function ( $Y = AX$ ), the input and output analysis based on the survey data finds the following results. (1) The energy input-output ratios, as well as energy transfer efficiency in the farmlands declines along with the increase in elevation of the lands. An exception is those fields close to the residential area of the village site. (2) A significant negative correlation between slope gradient and energy input-output ratios exists. But analysis based on three classifications of slope gradient further reveals that the farmlands with medium- and lower-slope gradient have the highest ratios in energy production. (3) Other factors of landform description, such as slope aspects, slope position and slope curvature also affect energy transfer in various ways. These facts imply that farmers in the rural mountainous areas heavily rely on their past experience in utilizing natural resources. There is a big room for improving the man-land relationship.

**Key words:** landform; mountainous region; farmland; man-land system; production function; Wugou Village