

山地与平原村域农田系统能量产投比较 ——以吴沟村、溇沱村为例

乔家君¹, 鹏飞²

(1. 河南大学环境与规划学院, 河南 开封 475001; 2. 华东师范大学资源与环境学院 上海 200062)

摘 要: 根据农户调查数据, 对比分析山地与平原村农田系统各类物质总能量的产投结构及产投比, 指出: 吴沟村以有机能投入为主, 结构单一, 是高投入、低产出、低效率系统, 而溇沱村是低投入、高产出、高效率的系统; 吴沟村农田系统产投比(0.50:1)小于溇沱村(2.41:1); 对小麦、玉米两大粮食作物能量的投入与产出进行了回归模拟, 从农田系统产投结构看, 种玉米比小麦更合算; 对不同地块类型的投入产出进行了回归分析, 探索其最佳投入方案; 最后, 指出影响农田系统的主要因素: 农业天生的弱质地位, 人力资源外流, 农田地块破碎等。发挥农田规模经济是提高系统产投比的重要途径。

关键词: 农田系统; 能量; 投入产出; 吴沟村; 溇沱村

中图分类号: S147.2

文献标识码: A

为了对比分析村域农田系统的能量产投特征, 我们以河南省巩义市山地村(以吴沟村为案例)、平原村(以溇沱村为案例)的664块农田(前者为482块, 后者182块)系统为调研对象, 对人类能直接调控的人工辅助能^[1]的产投特征、效率结构、影响因素等进行简要分析。

1 山地村与平原村条件比较

1.1 不同的地理区位

巩义市位于豫西北部, 介于河南省最大的两个城市郑州和洛阳之间, 总面积1 052 km², 属于暖温带大陆性季风气候。全市南高北低, 南部嵩山、五指岭, 海拔在1 000 m以上, 向北呈扇形展布为一系列400~1 000 m的低山, 再向北呈现广阔的400 m以下的黄土丘陵区和平原区。所调研的吴沟村位于该市东南部的山区, 全村仅有一条公路的一端与外部相通, 村内所需生产、生活用品均由该公路输入, 而村内的部分产品(主要是石料资源)也由该公路外

运。溇沱村位于伊洛河(黄河中下游最大支流)流域, 其区位条件较为便利, 一条南北公路横贯全村, 另有村东、村西两条公路仅距村300 m, 同时十多条土路交叉形成便利的交通网络。

1.2 自然条件迥异

吴沟村隶属巩义市涉村镇(2001前为核桃园镇), 面积1.41 km², 境内平均海拔725 m, 地形起伏度为0.241, 隶属中岳嵩山山地。该村三面环山, 仅有一个狭小山谷、一条公路的一端与外界相通。该村干旱少雨, 生存条件相对较差, 但吴沟村较丰富的石料资源, 已成为村民可靠的收入来源。全村有耕地17.26 ha, 耕地资源十分有限, 且良莠不齐。全村有一些国有林、幼林的培育, 自然条件恶劣, 较好地仅6 ha略强。全村用水困难, 天旱时无水(需买水)吃, 下雨时把雨水存入庭院水窖, 目前将造一眼深井, 此状况将有好转。在1990~2000年间, 全村耕地面积增加1.04 ha, 主要为农民陡坡开荒所致; 受降雨影响, 该村粮食产量波动较大(1990年单位面积产量为2 421 kg/ha, 1995年为3 977 kg/ha, 2000

收稿日期(Received date): 2003-08-20; 改回日期(Accepted): 2003-11-10。

基金项目(Foundation item): 河南省科技攻关重点项目(223032900)资助[Supported by Key Project of Science and Technology in Henan Province, No: 223032900]

作者简介(Biography): 乔家君(1973-), 男, 河南省睢县人, 博士生, 讲师, 研究方向为区域人地关系与可持续发展。E-mail: jjqiao@henu.edu.cn [Qiao Jiajun(1973-), male, from Suixian of Henan Province, Dr, lecturer, study aspect is man-land relationship system and regional sustainable development.]

年为 1 086 kg/ha)。

溇沱村隶属巩义市西村镇, 面积 2.25 km², 境内地形起伏度仅 0.0076, 为地势平坦之平原区。全村以农业为主, 现有耕地 133.33 ha, 土质较好, 大多为水浇地, 近 3 年平均年降水量为 553 mm。该村目前粮食单位面积产量为 7 399 kg/ha, 比 1990 年有显著提高(5 767 kg/ha), 粮食年均稳定增产量 163.2 kg/ha。在 1990~2000 年间, 全村耕地面积减少 8.44 ha, 主要为宅基地占用所致。

1.3 社会经济发展水平差异显著

所调研村域, 社会经济发展状况差异显著。吴沟村现有人口 313 人, 84 户, 劳动力 182 人, 全村贫困户较多, 特困户 25 户。全村人均耕地面积 0.055 ha, 工农业总产值 222 万元, 工农业产值比由 1990 年的 6.13 降为 2000 年的 1.57。吴沟村人口外流现象普遍, 在 1990~2000 年间, 全村人口减少 18 人, 人口呈负增长态势(年均下降 5.57%)。全村平均受教育年限也呈下降趋势; 在人均纯收入持续增长(1990 年为 133 元/人, 1995 年为 315 元/人, 2000 年为 960 元/人)的情况下, 退耕还林有了初步进展, 1990 年有耕地 16.07 ha, 1995 年减为 15.87 ha, 2000 年为 15.60 ha, 但力度仍然较小。

溇沱村有人口 2 323 人, 527 户, 劳动力 1 230 人, 人均耕地面积 0.065 ha, 工农业总产值 1 881 万元, 人口外流现象也较普遍, 在 1990~2000 年间, 全村人口略有增加, 年均增长率为 3.38%。全村人均纯收入持续增长(1990 年为 711 元/人, 1995 年为 1 110 元/人, 2000 年为 2 340 元/人), 2000 年人均纯收入比 1990 年增长 2.3 倍, 工农业产值比由 1990 年的 8.98 降为 2000 年的 4.81。

2 农田产投结构及效率比较

2.1 农田总体投入产出结构对比

我们参照有关学者研究思路^[2]及折能系数的研究成果^[1,3], 对吴沟村、溇沱村农户 2002 年有关农田系统能量投入、产出及产投比进行相关调查, 分析结果如下:

吴沟村农田系统能量投入结构中, 有机肥、劳动力比重较大, 而无机能投入低于溇沱村。农药、农机具、水电几乎无投入, 全靠人力耕作。吴沟村农田总能量投入远高于溇沱村, 能量产出结构较集中, 以粮食作物为主, 其产投比< 1, 故吴沟村是一个高投入、

低产出、低效率的农田生态系统(表 1)。溇沱村农田系统能量投入结构中, 劳动力、化肥比重较大, 尤其化肥投入能高达 34.4%, 该村比吴沟村总投量有明显减少, 但产出水平却增加两倍多, 且以蔬菜产出占较大比例(见表 1), 故溇沱村是一个低投入、高产出、高效率的农田系统。

为定量描述村域农田系统投入产出效率, 我们引入农业系统熵^[4]

$$\Delta S = dh / G$$

式中 G 为单位面积上人工投入的物质, dh 为相应的物质能损失。ΔS = (投入相当标准煤的能量 - 产生能量) / 投入能量相当的标准煤质量(J·kg⁻¹)。ΔS < 0 时, 系统为高产低耗系统, 负值越大, 说明效率越高。经计算, ΔS_{吴沟村} = 14.51 MJ/kg; ΔS_{溇沱村} = -41.30 MJ/kg。可见, 吴沟村的农田生态系统效率要小于溇沱村。

2.2 农田粮食作物种植效率对比

在农区, 作物种植结构影响着村域农田系统的产出效率。故农田系统比较应涉及其农作物种植结构及比较, 如粮食作物与经济作物的比较分析, 粮食

表 1 吴沟村、溇沱村农田系统能量投入产出结构及产投比(%)

Table 1 Components of farmland-system energy and the output/input ratio in Wugou and Hutuo village(%)			
项目		吴沟村	溇沱村
能量投入 10 ⁴ MJ/ha	种子	0.39(1.26)	0.32(2.00)
	化肥	3.61(11.83)	5.62(34.40)
	有机肥	15.30(49.92)	3.25(20.07)
	农药	0.00	0.05(0.16)
	农机具/畜力	0.01(0.33)	0.23(0.67)
	水电	0.00	0.75(4.16)
	劳力	11.21(36.66)	6.20(38.55)
总投入		30.51(100)	16.44(100)
能量产出 10 ⁴ MJ/ha	小麦	3.75(24.17)	6.56(16.7)
	玉米	4.50(29.45)	6.86(17.8)
	其它	0.22(1.37)	14.25(36.6)
	秸秆	6.67(45.01)	12.02(28.9)
	总产出	15.14(100)	39.68(100)
产投比(%)		0.50	2.41

注: (1) 吴沟村、溇沱村所调查农田面积分别为 9.02 ha、8.94 ha; (2) 括号内数字为相应结构百分比; (3) 在其它类能量产出中, 吴沟村主要指大豆, 溇沱村主要指蔬菜。

作物与粮食作物的比较分析,经济作物与经济作物的比较分析等。但由于山地村(吴沟村)无经济作物种植,故使得该对比分析缺乏一定的系统性。但山地村与平原村种植粮食作物农田系统之比较,也能展示此两类不同农田系统的能量投入、产出及产投比结构的较大差异性。

吴沟村玉米种植的产投比(0.70:1)大于小麦(0.37:1),溇沱村亦如此,玉米(1.72:1)高于小麦(1.07:1)。从投入结构看,小麦的投入化肥和有机肥均多于玉米,但农机与水电少于玉米。主要原因是:(1)在气候上,该区2002年总降雨量不足400 mm,且主要集中于7月、8月(在玉米的生长期),故玉米受干旱影响小。(2)从耕作方式上,吴沟村以落后的人畜力方式耕作为主,分散经营,靠天收成;溇沱村地势较平坦,对两作物投入量相当。从所调查村域农田系统的能量产投结构看,种玉米比种小麦更为合算。

通过分析,我们发现农田人工辅助能投入与作物总产出能存在一定的回归关系,遵从一元二次回归模型的变化规律,即投入水平较低时,随着投入水平的提高,总产出能呈增加的趋势,但产投比随投入水平提高而递减,当投入量达到一定水平时,总产出能达到最大值,此后继续增加投入,总产出能则呈现递减趋势^[5]。其回归模型如下:

吴沟村种植小麦的农田系统

$$y = -1.2 \times 10^{-6} x^2 + 0.085x + 4186$$

$$t \text{ 值 } (-0.63) (0.72) (13.76) F = 1.93$$

种植玉米

$$y = -2.68 \times 10^{-6} x^2 + 0.204x + 4878$$

$$t \text{ 值 } (-1.58) (2.46) (11.29) F = 6.02$$

溇沱村种植小麦的农田系统

$$y = -3.83 \times 10^{-7} x^2 + 0.043x + 7533$$

$$t \text{ 值 } (-0.753) (0.603) (4.44) F = 0.34$$

种植玉米

$$y = -1.15 \times 10^{-6} x^2 + 0.13x + 4671$$

$$t \text{ 值 } (-1.445) (1.362) (2.375) F = 1.05$$

式中 x 为投入能水平(MJ/ha); y 为产出水平(MJ/ha)。

2.3 不同农田类型投入产出对比

在所调查村域中,共有4种地块类型,其中水浇地和旱坡地占绝对优势(其比例高达89.23%),旱平地、菜地种植也占一定比重。吴沟村主要以旱坡地为主,溇沱村以水浇地为主,也有部分旱平地、旱

坡地和菜地。在旱地中,主要以玉米、小麦种植为主,有时套种花生和大豆。此类农田大多耕作粗放,用养失调,有的处于半荒芜状态。旱坡地和旱平地相比,有机肥和劳力投入占绝对优势(投能比例高达94.2%),而农机和水电投入比例低下,产投比不高。为了得到针对各地块类型的最佳投入方案,据各户对不同地块投入产出数据进行回归分析,拟合相应的二次曲线,分析结果如下:旱坡地的产出水平较低,由5 000 MJ/ha上升到9 000 MJ/ha,产投比越来越小,各户的投入水平应保持在10 000 MJ/ha以下。旱平地产出从8 000~12 000 MJ/ha,水浇地产量平稳,保持在20 000 MJ/ha左右,这两类地的投能水平在10 000 MJ/ha左右时,产量和产投比都能够达到较满意的水平。蔬菜投入人工能一般水平较高(13 000 MJ/ha左右),当超过较大产投比所要求的投入水平(18 000 MJ/ha)时,产能水平呈减少态势,可能与笔者取得样本菜地面积较小有一定关系。

3 农田系统能量产投影响因素分析

影响村域农田系统能量投入产出结构及产投比的因素很多,且不同地区、不同村域的影响因子亦不同。根据对118家农户的调研结果,大致有以下3个重要因素。

3.1 农业低比较收益的属性导致农户对农业资金投入积极性不高

调查中发现,由于农业的比较利益较低,农户对农业投入多注重于短期利益,所以,农户对农田投入的积极性不高且仍在不断下降。为了进一步对比分析影响农户对农田投入的原因,我们将2002年农户对农田投入能量、资金、非农业收入等多因素进行聚类分析(表2、表3),可得如下结论:溇沱村的农户大多比吴沟村的农户对农田投入费用多,两村对农田投入资金水平最多的农户,其非农业收入都是该村最低的,可见其主要靠种地为生。但其农业收入水平并非最高,可见投入产出结构并不合理。吴沟村对农田投入资金最少的农户,农业收入却最高,投入能量也高,主要是增加了底肥的施用量。所以吴沟村农田系统是一个积累少、投资少、缺少活力的系统,形成“低收入—低投入—低积累—低产出”的恶性循环。溇沱村投入资金、投能水平与产出能均呈一定正相关关系,中等投入水平的占多半,其非农业收入属高水平。不是挣钱少不能投,而是农业比较

利润低, 挣钱门路较多而不屑于对农田投入。

3.2 人力资源外流导致农户对农田“关爱”不够

农村人力资源外流, 首先减弱了农业生产能力, 尤其是山地村更是明显。2002 年吴沟村人口迁出量(常年在外出)达 8 人(占全村总人口数的 2.56%), 溇沱村 2002 年迁出人口为 12 人(占全村总人口 0.51%), 其中 9 人又为婚嫁所致。其次, 外流劳动力大都是有知识、有文化、有技能、素质较高的男性。在 2002 年吴沟村外迁人员中, 高中及以上学历占 75%, 溇沱村外迁人员平均受教育年限为 6.5 年。再次, 在季节性外流人员中, 又主要以青壮年农民为主, 留在家务农的基本上是老人、妇女、小孩、以及一些病、弱、残者^[6]。在从事行业中, 吴沟村多为石料资源开采, 溇沱村多为运输、建筑等, 对农田投入人力均相对较少。

3.3 农田地块破碎导致规模经济难以发挥

分散的小块土地使很多现代生产技术根本无法采用, 或无法发挥其全部效用, 小块土地分散经营从经济上也对现代生产技术的推广和应用构成了障碍。例如农业机械的使用, 土壤改造、农田水利建设这样的技术措施, 或者由于其规模庞大, 使得农户家

庭的经济力量难以承受, 或者由于其外部效应, 使得农户难以对其产生兴趣。这样, 就在相当程度上限制了农民对农业的投入。2002 年吴沟村共有农田 482 块, 溇沱村第九村民组有 182 块, 平均每户每块农田面积分别为 0.0187 ha、0.0491 ha, 大型农机、农耕、农播设备及相应的农田管理难以发挥机械化、规模化、规范化, 导致农田产出效益不高, 使农民普遍感觉到“种地不划算”, 在市场上处于不利地位, 影响他们对农业投入的积极性, 长此下去必将给国民经济发展带来严重的负面影响^[6]。

4 结论与讨论

村域农田系统的总能量投入产出受到该村地理位置、经济发展水平等因素制约, 便利的交通条件, 相对雄厚的经济实力, 其农田能量投入产出结构就相对合理, 产投比及农业效率相对较高。

农田人工辅助能投入与作物总产出能存在一定的回归关系, 遵从一元二次回归模型的变化规律, 即投入水平较低时, 随着投入水平的提高, 总产出能呈增加的趋势, 但产投比随投入水平提高而递减, 当投入量达到一定水平时, 总产出能达到最大值, 此后继续增加投入, 总产出能则呈现递减趋势。但吴沟村、溇沱村之间可能存在一定程度的差异。

从所调查村域农田系统的能量产投结构看, 种玉米比种小麦更为合算。吴沟村和溇沱村玉米的产投比均大于小麦的产投比; 无论是玉米还是小麦, 溇沱村的生产效率均高于吴沟村。

村域农田系统投入产出结构还受地块类型的限制, 地块海拔高度, 水利条件等因素都会影响农田的投入产出特征。研究表明: 在水浇地、菜地、旱平地、旱坡地等类型地块中, 农田能量产投比依次降低, 即水浇地 > 菜地 > 旱平地 > 旱坡地。

根据吴沟村、溇沱村农田系统的产投结构特征, 建议农村要发展规模经济(主要是产生土地规模效益), 使一部分人让出土地经营权, 专心致力于非农业经济活动, 而另一部分人(主要是农业能手)集中精力、财力、物力专营农业, 走专业化之路。对目前有些农户的荒地行为一定要征税, 要处以相应惩罚。

当然, 影响农田产出还有许多不定因素, 以上模型受掌握数据的限制, 对于同一地区的自然投入能, 如光、热、降水、土壤肥力看成同一水平, 仅考虑了人工辅助能的投入, 当然会有一定误差, 有待于今后进

表 2 吴沟村分类结果

Table 2 Classification of Wugou Village

类别	1	2	3
户数	35	30	2
投入平均水平(元/ha)	195	70	621
户均非农业收入(元)	5 031	4 983	100
户均农业收入(元/ha)*	289	733	0
户均投入能 MJ/ha	2 052	33 209	9 830
户均产出能 MJ/ha	6 357	6 708	5 318

* 不计农户自产自消部分, 即农业收入仅为农产品销售收入。

表 3 溇沱村分类结果

Table 3 Classification of Hutuo Village

类别	1	2	3
户数	11	22	2
户均投入水平(元/ha)	128	407.52	721.39
户均非农业收入(元)	5 400	6 914	4 000
户均农业收入(元/ha)*	1 132	2 550	2 100
户均投入能 MJ/ha	12 091	15 626	22 486
户均产出能 MJ/ha	15 518	19 729	21 056

* 同表 2。

一步深入研究、更正。

参考文献(References):

- [1] Chen Fu. Agroecology[M]. Beijing: China Agriculture University Press. 2002: 260~ 264, 131. [陈阜. 农业生态学[M]. 北京: 中国农业大学出版社. 2002: 260~ 264, 131.]
- [2] Liu Shaoming, Wu Wenliang. Analyze on Agro-ecologic system at county level(II): Function and efficiency[J]. *Journal of Agro-Environment Science*. 2003, 22(1): 78~ 81. [刘绍明, 吴文良. 县域农业生态经济系统的分析(II): 功能和效率[J]. 农业环境科学学报. 2003, 22(1): 78~ 81.]
- [3] Yin Jun, Gao Zhiqiang, Zhang Bulei. Farmland energy calculate principle and index research of system[J]. *Journal of Shanxi Agricultural University*. 1998, 18(2): 183~ 188. [尹钧, 高志强, 张布雷. 农田能量测算原理与指标体系的研究[J]. 山西农业大学学报. 1998, 18(2): 183~ 188.]
- [4] Xi Gang, Li Weichang. The physics in modern agriculture and biography[M]. Beijing: Science Press, 2002: 131. [习岗, 李伟昌. 现代农业和生物学中的物理学[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 131.]
- [5] Yin Jun, Cao Weixing, Zhou Naijian *et al.*. A study on farming energy inputs and outputs[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*. 1999, 17(3): 97~ 102. [尹钧, 曹卫星, 周乃健等. 农田能量投入产出规律的研究[J]. 干旱地区农业研究. 1999, 17(3): 97~ 102.]
- [6] Qiao Jiajun. On the cause of the slow development of society and economy in the mountain villages[J]. *Journal of Mountain Science*. 2003, 21(3): 331~ 336. [乔家君. 山地农村社会经济缓慢发展的实证分析[J]. 山地学报, 2003, 21(3): 331~ 336.]

Comparison of Energy Input and Output of Farmland System between Villages in Mountains and Plains

—— A Case Study of Wugou and Hutuo Village in Henan Province, China

QIAO Jiajun¹, DING Pengfei²

(1. College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng, Henan 475001;

2. College of Resource and Environmental Science, East China Normal University, Shanghai 200062)

Abstract: According to the peasant households census data, the paper compares and analyses the structure of energy input and output and points out that the farmland system of the Wugou's village has a single structure and a high-input and low-output; the farmland system of the Hutuo's village is a low-input and high-output, so the ratio of the Hutuo's village is higher than Wugou's one. Then the paper assesses the ratio of these two villages' farmland system with agricultural entropy, that the ratio of output to input of Wugou village is less than Hutuo village, and that the former is 0.50 1, the later is 2.41 1. The paper then makes a regression analysis to energy input and output of the two major crops including wheat and maize, and it's more worthwhile planting maize than wheat from the view of the structure of farmland system. The author goes on analysing the energy input and output of the different land types and probes the best input method of all types of farmland; Finally, the paper points out the affecting factors, which include the weaker position inherent in agriculture, the outflow of human resources and the farmland in tatters. Large-scaled produce is an important for improving the ratio of output to input of farmland system.

Key words: farmland system; energy; input and output; Wugou village, Hutuo village