

土地用途管制框架下农户土地利用行为 特征及影响因素

——四川省成都市和湖北省武汉市2个典型区域的比较

朱兰兰¹, 蔡银莺¹, 罗成², 王鹏飞³

(1. 华中农业大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430070;

2. 上海市地质调查研究院, 上海 200000; 3. 浙江大学 管理学院, 浙江 杭州 310000)

摘要: [目的] 探讨农户土地利用行为的区域差异及其受土地用途管制的影响, 为更好引导农户合理利用土地, 提高土地利用效率及完善土地用途管制制度提供借鉴。[方法] 以率先试点耕地保护基金的四川省成都市和尚未实行耕地保护经济补偿政策的湖北省武汉市2个典型城市的43个村433名受访农民为例, 利用非参数检验及回归模型分别从土地利用意愿、土地利用结构、土地利用强度和土地保护程度4方面探讨农户土地利用行为的基本特征及影响因素。[结果] (1) 农户土地利用行为呈现出农地利用意愿较低, 倾向兼种粮食作物和经济作物, 单位农地投资强度较低, 农地利用效率呈两极分化且忽视农田环境保护的特点。(2) 农户土地利用行为具有显著的区域差异, 成都受访农户农地流转参与率较武汉农户农地流转参与率高12.61%。(3) 农户个体和家庭特征、土地用途管制程度及区域因素均对农户土地利用行为有显著影响。[结论] 农户土地利用行为呈现两极分化, 且其受农户个体及地域差异显著影响。

关键词: 土地用途管制; 农户; 土地利用行为; 区域差异; 影响因素

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)05-0198-09

中图分类号: F062.2

文献参数: 朱兰兰, 蔡银莺, 罗成, 等. 土地用途管制框架下农户土地利用行为特征及影响因素[J]. 水土保持通报, 2016, 36(5): 198-206. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.05.039

Characteristics and Its Influencing Factors of Farmer's Land-use Behavior Under Framework of Land-use Control

—Comparing Chengdu City of Sichuan Province with Wuhan City of Hubei Province

ZHU Lanlan¹, CAI Yinying¹, LUO Cheng², WANG Pengfei³

(1. College of Public Management, Huazhong Agricultural University,
Wuhan, Hubei 430070, China; 2. Shanghai Institute of Geological Survey,

Shanghai 200000, China; 3. College of Management, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310000, China)

Abstract: [Objective] The objective of this study is to discuss the regional difference of farmers' land use behavior affected by land-use control in order to provide references for farmers' land use behavior and improve land use efficiency and regulation. [Methods] We investigated 433 interviewees from the city (Chengdu City in Sichuan Province) where economic compensation for farmland protection has been started and the city (Wuhan City in Hubei Province) without economic compensation. Based on non-parametric and regress model, we analyzed the characteristics and its influencing factors of farmer land-use behavior from four different respects, including land-use desire, structure, intensity and land protection degree. [Results] (1) Household land-use behavior showed low land input intensity with low land-use willingness. Grain crops and economic crops were preferred, and the protection of farmland environment was ignored. (2) Farmers' land-use

收稿日期: 2015-09-03

修回日期: 2015-11-19

资助项目: 国家自然科学基金面上项目“国土空间管制的外溢效应及调控原理研究: 以武汉城市圈为例”(41371519); 国家自然科学基金项目“农田保护补偿政策异质效应及效能提升: 以成都、上海、苏州及广东等典型创新实践区域为实证”(71573099)

第一作者: 朱兰兰(1990—), 女(汉族), 湖北省十堰市人, 博士研究生, 研究方向为土地资源经济与管理。E-mail: zhulanlan2010@163.com。

通讯作者: 蔡银莺(1979—), 女(汉族), 广东省潮州市人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事土地资源经济与管理研究。E-mail: caiyinying@mail.hzau.edu.cn。

behavior showed significant regional differences. The participation rate of farmers' rural land transfer in Chengdu City was 12.61% higher than that of farmers in Wuhan City. (3) Farmers' individual and family characteristics, the degree of land-use control and regional factors had significant influences on farmers' land-use behavior. [Conclusion] Farmers' land-use behavior shows as a trend of polarization, and it is influenced by farmers' individual characteristics and regional differences.

Keywords: land-use control; farmer; land-use behavior; regional differences; influencing factor

土地用途管制是政府利用强制权利干预资源配置的政策工具,具有矫正负外部性和市场失灵、维护和整个社会福利水平、促使公共利益均衡等基本功能^[1]。1998年中国正式确立了以土地用途管制为核心的土地保护制度,通过禁止性或限制性强的规划管制措施对已划入基本农田保护区范围的全国大部分土地进行保护^[1-2]。作为理性经济人及土地利用基本决策单元,相关制度的变化将促使农民根据自身利益最大化做出土地利用经济活动的优化选择,对土地利用及变化产生深远影响。

从农户角度研究土地利用问题是一种行之有效的方法^[3]。农户土地利用行为的相关研究是国内外学者近期的关注热点,并已对微观层面农户土地利用行为特征及其影响因素做了大量研究。国外学者的研究发现人口、社会经济、政策及区域等对农户土地利用决策具有显著影响,如 Jose 等^[4]认为移民农户的人口及社会经济特征等对厄瓜多尔农户家庭经营及土地利用模式具有影响;Pan 等^[5]则探讨了人口、社会经济及社区特征对农户土地利用结构的影响;Kim 等^[6]的研究发现农户家庭成员性别和年龄显著影响农户工作及闲暇时间配置;Besley^[7]认为农地产权私有化能够激励 Ghana 地区农户的农地投资行为;Smith 等^[8]和 Kropp 等^[9]的研究表明农业补贴政策直接对农户的农业生产行为产生影响。国内学者则分别从农户个体、相关农业政策及区域特征等方面探讨相关因素对农户土地利用行为的影响,如有学者从农户自身的兼业水平及其所处区域分析农户土地利用行为特征^[10-14];也有学者从农户个体特征、家庭特征、制度安排、经济结构及城市扩张等方面选取相关因素分析其对农户土地利用行为的影响^[15];还有学者分析退耕还林、免征农业税等政策对农户土地利用行为的影响^[16-17]。然而,鲜有研究探讨土地用途管制区域农户土地利用行为特征及其影响因素。近年来,为了提升耕地保护效率,国内一些发达地区及城市在土地用途管制政策实施的基础上探讨试行配套耕地保护经济补偿政策,如四川省成都市、上海市闵行区、广东省佛山市南海区及浙江省海宁市等,相继对农民保护耕地提供 3 000~7 500 元/(hm²·a)不等

的直接补贴或经济补偿^[18],并在激励农民参与保护性耕作措施方面取得一定成效。鉴于此,本研究拟选取在全国范围内推行耕地保护经济补偿制度的统筹城乡配套改革试验区——四川省成都市和未实行配套经济补偿制度的基本农田用途管制区——湖北省武汉市为例,探讨农户土地利用行为的区域差异及其受土地用途管制的影响,以期相关部门更好引导农户合理利用土地,提高土地利用效率及完善土地用途管制制度,加快建设资源节约型、环境友好型”社会提供借鉴。

1 研究区概况

成都市位于成都平原中部,是中国最重要的粮食产区之一。2012年末,全市总人口 1.17×10^7 人,农业人口为 4.57×10^6 人,耕地面积为 4.32×10^5 hm²,生产粮食 2.56×10^6 t。作为全国统筹城乡发展示范区,成都市于2008年率先在全国范围内试点设立耕地保护基金,为承担耕地保护的农户提供养老保险补贴,以提高农民的生活质量并促进其参与耕地保护的积极性和主动性,截止到2010年2月,成都市已在2 530个村开展耕地保护基金,向140多万农户发放补偿资金 1.46×10^9 元,涉及耕(园)地面积约 2.67×10^5 hm²。

武汉市地处长江与汉江交汇处,被誉为中国经济地理的“心脏”。截止到2012年末,全市总人口为 1.01×10^7 人,农业人口 2.65×10^6 人,全市耕地面积 2.04×10^5 hm²,该年生产粮食 1.26×10^6 t。为响应“促进中部地区崛起”的国家政策以及实现“一元多层次战略体系”的地方目标,湖北省已于2012年起在全省范围内开始实行《湖北省主体功能规划》(简称《规划》),武汉市13个区均被划入重点开发区,同时武汉市也是全国资源节约型和环境友好型社会建设的示范试验区。

2 数据来源及研究方法

2.1 农户土地利用行为的内涵界定

国内外学者对农户土地利用行为尚未能形成统一的定义^[13]。国外学者西奥多·舒尔茨^[19]认为农户经济行为是指农户为实现自身利益最大化,根据制

度和环境的差异所进行的行为选择;Sumpsi 等^[20]则强调农户经济行为是农户基于多目标对大量经济活动所做的优化选择。

国内学者康云海^[21]将农户经济行为定义为农户在特定社会经济环境中,为实现自身经济利益面对外部经济信号而做出的反应。在农户经济行为研究的基础上,相关研究者均对土地利用行为进行了界定,欧阳进良^[22]将农户土地利用行为界定为种植选择、生产资料投入、农业自然资源利用、农业生产技术选择等行为的总和;谭淑豪等^[23]认为农户土地利用行为是农户在市场经济环境下,以其自身可能获取的经济收益为依据,根据农业生产资料及农产品市场价格变动所作出的选择;孔祥斌等^[24]认为农户土地利用行为是指农户种植选择、土地经营投入等土地资源利用行为;刘洪彬则从农户利用决策的角度,将土地利用行为概括为土地利用方式、土地利用程度和土地投入强度^[13];邹伟等^[25]则认为农户土地利用行为是理性的经济人行为,包括土地经营规模、利用方式、投入水平和种植结构等,现有学者对土地利用行为的定义均侧重考虑土地利用过程,而忽略了农户的土地保护行为。

农民作为理性经济人,其为了更好地利用农地、提升自身经济效益,必将考虑保护农地,如现实农业劳作中,在农家肥肥源充足的情况下,尽管化学肥料使用更加方便快捷,但农民却更偏好农家肥便是很好的例证。基于上述分析,将农户土地利用行为定义为农民作为理性经济人,在特定的社会经济和制度环境中,为使自身利益最大化所作的经济活动优化选择,包括土地利用意愿、土地利用结构、土地利用强度和土地保护程度。

2.2 数据来源

课题组于 2012 年 12 月对四川省成都市双流县永安镇和金桥镇及崇州市江源镇的部分村庄进行调研,共涉及 18 个村庄 223 个农户,共获取有效问卷 181 份,有效回收率为 81.17%;于 2013 年 10 月对湖北省武汉市江夏区郑店街、黄陂区三里镇及蔡甸区张湾镇的部分村庄进行调研,共涉及 25 个村庄 231 个农户,共获取有效问卷 210 份,有效回收率为 90.90%。2 次调研过程中,考虑到农户数据分布的均匀性,平均每个村庄大约抽取 10 户进行问卷调查。调查问卷内容主要包括:① 农户的个体特征,包括农户的性别、年龄、受教育程度、是否为村干部等;② 农户的家庭特征,包括农户家庭的劳动力情况、收支状况及拥有耐用消费品和生产性工具的情况等;③ 农户的土地经营情况,包括土地承包经营、土地流

转、土地种植及土地质量等级等;④ 土地用途管制的相关情况,包括受访者对土地用途管制的认知、评价和接受意愿等。

2.3 研究方法

西奥多·舒尔茨认为传统社会的农民作为理性经济人,有追求自身利益最大化的行为动机,会根据所处环境及制度的变化对其经济行为做出适当的调整与选择^[13,16]。结合土地用途管制,探讨不同区域农户土地利用行为的特征及其影响因素。具体步骤如下:首先,参考已有相关研究构建农户土地利用行为及其影响因素指标体系;其次,采用非参数检验探讨不同区域农户土地利用行为的特征和差异;最后,根据土地利用行为的指标特征选取合适的回归模型分析农户土地利用行为的影响因素。具体方法如下:

2.3.1 指标构建

分别从土地利用意愿、土地利用结构、土地利用强度和土地保护程度 4 方面选取 8 个指标作为土地利用行为的定量描述与分析(表 1)。具体如下:

(1) 土地利用意愿表示农民从事农地经营的意愿程度。文中选用农地流转情况及农地承包经营情况表示,通过受访农民对“您家庭的农地流转情况?”问题的回答“未留转”、“只有转入”和“只有转出”来获取农户农地流转数据。利用受访农户家庭承包地与经营地面积的比值表示农户家庭农地承包经营情况。

(2) 土地利用结构表示农民在农业生产过程中各种作物种植比例概况,采用作物种植选择及粮食作物种植比例表示。作物种植选择分为只种粮食作物、只种经济作物和兼种粮食作物和经济作物 3 种。粮食作物种植比例即为粮食作物的种植面积与农户家庭总种植面积的比值。

(3) 土地利用强度是指土地资源的利用效率、单位用地面积的投资强度。采用农地投入及复种指数表示,农地投入指农业种植过程中每 1 hm² 农地上种子、化肥、农药、除草剂、人力和畜力等的资金投入,即农地的投资强度;复种指数是指一年内在相同耕地上种植农作物的平均次数,采用一年内农户家庭总种植面积与经营地面积之比表示。

(4) 土地保护程度用农田环境保护、农地质量及数量保护两个指标来描述。由于精确界定农田环境保护和农地质量及数量保护指标存在一定困难,故选用定性指标分析二者的实际情况。农田环境保护行为采用受访农民对“近年来,您所在村庄农田环境污染破坏情况变化?”的回答“增加=1”,“不变=2”和“减少=3”表示,其中农田环境污染破坏行为包括“不合理使用化肥”,“滥用农药”,“农膜大量残留”,“工业

‘三废’污染”,“生活垃圾乱堆乱放”和“农田作物收割后废弃物处理不当”等行为,针对每个农户分别取上述 6 种行为得分的均值表示农田环境保护情况,分值增加表明农田环境会向积极方向发展;农地质量及数量保护则用农户对“您发现有人违法使用土地,乱占及破坏耕地的表现?”的回答“跟着做=1”,“不关心/不理睬=2”和“制止=3”表示。

2.3.2 农户土地利用行为特征及区域差异 根据上

文对农户土地利用行为的定义及指标体系构建,探讨不同区域农户土地利用行为的差异,由于不能确定区域间农户土地利用行为相关描述性数据的分布,故采用非参数检验——2 个样本 Wilcoxon 秩和检验分析农户土地利用行为的区域差异。2 个样本的 Wilcoxon 秩和检验是由 Mann, Whitney 和 Wilcoxon 3 人共同设计的一种检验,专门用来分析 2 个独立样本是来自相同或相等的总体。

表 1 土地利用行为及其影响因素的指标定义和特征

变量	影响因素	定义	平均值	标准差		
因变量	土地利用行为	农地流转情况 Y_1	未流转=0;只有转入=1;只有转出=2	0.593 4	0.841 8	
		农地承包经营情况 Y_2	—	1.001 1	0.486 4	
		作物种植选择 Y_3	只种粮食作物=1;兼种粮食作物和经济作物=2;只种经济作物=3	2.005 1	0.705 3	
		粮食作物种植比例 Y_4	—	0.526 8	0.383 4	
		农地投入 $Y_5/(元 \cdot hm^{-2})$	2 000 及以下=1;2 000~4 000=2;4 000~6 000=3;6 000~8 000=4;8 000 以上=5	2.798 0	1.449 2	
		复种指数 Y_6	—	1.394 0	0.732 8	
		农田环境保护 Y_7	—	1.872 6	0.381 2	
		农地质量及数量保护 Y_8	跟着做=1;不关心\不理睬=2;制止=3	1.930 9	0.818 3	
自变量	个体特征	是否户主	是=1;否=2	1.373 4	0.484 3	
		性别	男=1;女=2	1.414 3	0.498 4	
		年龄(岁)	39 及以下=1;40~49=2;50~59=3;60~69=4;70 及以上=5	3.023 0	1.175 4	
		受教育程度/(a)	6 及以下=1;6~9=2;9 以上=3	1.565 2	0.664 3	
		职业类型	务农农民=1;非务农农民=2;其他非劳动力=3	1.585 7	1.036 4	
		是否村干部	是=1;否=2	1.844 0	0.363 3	
		家庭特征	家庭每户农业收入/(元·a ⁻¹)	1 000 及以下=1;1 000~5 000=2;5 000~10 000=3;10 000~15 000=4;15 000~20 000=5;20 000 以上=6	2.925 8	1.592 3
			家庭农业劳动力所占比	—	0.528 3	0.372 5
			拥有的生产工具数	—	0.982 1	1.013 8
管制政策	土地用途管制	不介意=0;介意=1	0.296 7	0.457 4		
区域	受访农户所在区域	成都=1;武汉=2	1.537 1	0.499 3		

2.3.3 农户土地利用行为的影响因素 根据上文对农户土地利用行为指标体系的构建,结合已有研究^[4-17],分别从农户个体及家庭特征、管制政策及区域因素 4 方面选取相关指标分析其对农户土地利用行为的影响。其中,农户的个体特征包括受访农户的性别、年龄、职业类型及是否户主。家庭特征包括家庭农业年收入、家庭农业劳动力所占比及拥有生产性工具数。管制政策即土地用途管制,结合《基本农田保护条例》及调研区域实际情况,选用禁止农田内建房、建坟、种树或改成果园、挖塘养鱼和限制荒芜表示土地用途管制;采用受访农民对上述 5 项管制项目的介意程度作为土地用途管制对受访农民的影响程度,“不介意”表明土地用途管制对农民目前的生存现状没有影响或影响较弱,“介意”则表明土地用途管制对农民目前的生产现状影响较大。区域即为受访农户

所在城市(表 1)。

因变量为农户土地利用行为,由于数据类型的差异,需要选择特定适合的模型进行分析。其中,农地的流转情况 Y_1 (农户选择转入土地、转出土地或者未流转土地)和作物种植选择 Y_3 (农户在作物种植的过程中,选择单纯种植粮食作物、兼营粮食作物和经济作物或单纯种植经济作物)属于多分类因变量;农地投入 Y_5 和农地质量及数量保护 Y_8 。在测量层次上有自然的排序,属于定序因变量;农地的承包经营情况 Y_2 ,粮食作物种植比例 Y_4 ,复种指数 Y_6 及农田环境保护 Y_7 是连续变量,但由于调查区域、调查对象及计算方法的局限,其取值范围受到一定的限制,为“受限因变量”。针对多分类因变量、定序因变量和受限因变量,分别采用多分类 Logit 模型、定序 Logit 模型与 Tobit 模型。

3 结果与分析

3.1 农户土地利用行为特征及区域差异

将农户所在区域作为控制变量,农户土地利用行为作为观测变量,运用 STATA 12.1 进行 Wilcoxon 秩和检验。结果表明,除农作物种植情况及粮食作物种植比例外,其他土地利用行为相关指标的 z 值均分别在 1%,5%,10%和 15%置信水平下显著,即农户农地利用过程中的农地流转情况、农地承包经营情况、农地投入、复种指数、农地环境保护行为和耕地保护行为均具有显著的区域差异,而农作物种植选择及粮食作物种植比例在区域间的差异不明显。

3.1.1 土地利用意愿特征及区域差异 超过 60% 的农户未将自家农地转入或转出,而发生流转的农户中,23.27%的农户将自家农地转出,12.79%的农户将自家农地转入,参与农地流转的农户更愿意转出自家农地,土地利用意愿有下降趋势(表 2)。

表 2 受访农民土地利用意愿特征及区域差异 %

区域	农地流转情况			农地经营面积/ 农地承包面积		
	未留转	只有转入	只有转出	<1	=1	>1
成都市	57.46	10.50	32.04	25.93	66.89	7.18
武汉市	69.52	14.76	15.71	19.05	67.14	13.81
合计	63.94	12.79	23.27	20.20	69.05	10.74

主要是由于实行家庭联产承包责任制以来,农户仍以小规模、零碎化农地经营为主,现有的农地小规模经营模式不能够满足农户生活需求。成都及武汉农户土地利用意愿的区域特征及差异体现在:2 个区域农户的农地流转频率均较低,且参与农地流转的农户更倾向于

将自家农地转出;成都市农户参与农地流转的比例高于武汉市农户,43.09%的成都农户参与农地流转,而武汉市参与农地流转农户的比例仅 30.48%,参与流转的成都农户更愿意转出农地,而武汉市流转农户则倾向于转入农地。农地经营与承包面积的比值显示出的农户土地利用意愿特征与农地流转分析结果相似。

3.1.2 土地利用结构特征及区域差异 农业种植过程中,受访农户的土地利用结构呈现出“一类作物种植为主,一类作物种植为辅”兼营特点。调研数据显示,超过 50%的农户倾向于兼种粮食作物和经济作物(表 3),粮食作物种植比例在 0.25 及以下的比例为 30.95%,粮食作物种植比例在 0.75 以上的比例为 34.53%,而粮食作物种植比例在(0.25,0.5]和(0.5,0.75]2 的个区间范围内的比例仅分别为 19.95%和 14.58%。成都及武汉农户土地利用结构的区域特征表现为:成都农户兼种经济作物和粮食作物的比例较高(69.06%),且兼种农户种植经济作物的比例高于种植粮食作物的比例;武汉农户在作物种植选择的差异较小,31.9%的农户单纯种植粮食作物,34.29%的农户兼营粮食作物和经济作物,33.81%的农户单纯种植经济作物,但武汉市兼营农户中,粮食作物的种植比例较高,经济作物的种植比例较低(表 3)。主要是由于成都市调研区域位于成都平原,耕地资源较丰富,且调研村庄多为普通农村,农民的非农就业率较低,理性农民会选择多种种植经济作物以提升家庭收入。而武汉市调研村庄多位于城乡结合部,城市化进程较快,土地被征收的可能性较高,农民对农业种植处于“观望”态度,在土地用途的强制管制下,多数农民则选择种植投入成本相对较低、经营模式相对粗放的粮食作物。

表 3 受访农民土地利用结构特征及区域差异 %

区域	农作物种植情况			粮食作物种植比例			
	只种粮食作物	兼种	只种经济作物	≤0.25	(0.25,0.5]	(0.5,0.75]	(0.75,1]
成都市	16.02	69.06	14.92	25.41	32.04	11.60	30.94
武汉市	31.90	34.29	33.81	35.71	9.52	17.14	37.62
合计	24.55	50.38	25.06	30.95	19.95	14.58	34.53

注:兼种指兼种粮食作物和经济作物。

3.1.3 土地利用强度特征及区域差异 农地利用强度呈现出单位农地投资强度较低,农地利用效率两极分化的特点。农地投入多分布在 2 000 元/hm² 及以下和 2 000~4 000 元/hm² 的范围内,其比例分别为 24.30%和 24.81%,农地投入在 8 000 元/hm² 以上的比例仅为 19.18%;而农地的复种指数则多集中在

(0.5,1]和(1.5,2]范围内,其比例分别为 46.80%和 35.04%。成都和武汉农户土地利用强度的区域特征表现为:成都农户土地利用效率较高,59.12%的受访农民农地复种指数在(1.5,2]的范围内,远大于 1,但农地投入相对较小,农地投入在 4 000 元/hm² 以上的农户仅为 17.13%;武汉农户的土地利用效率较低,

62.86%的农民农地复种指数处于(0.5,1]的范围内,农地投入相对较大,农地投入在4000元/hm²以下的农户仅为20%(表4)。主要是由于成都市调研区域

地势平坦、土壤肥沃,耕地质量相对较好,且区域相对经济状况落后致使农民以农业种植为主,从而导致成都农民农业种植时的低投入和高土地利用效率。

表 4 受访农户土地利用强度特征及区域差异

区域	农地投入/(10 ³ 元·hm ⁻²)					复种指数				
	≤2	(2,4]	(4,6]	(6,8]	>8	≤0.5	(0.5,1]	(1,1.5]	(1.5,2]	>2
成都	46.96	35.91	6.08	2.76	8.29	1.66	28.18	6.63	59.12	4.42
武汉	4.76	15.24	26.19	25.24	28.57	8.57	62.86	9.52	14.29	4.76
合计	24.30	24.81	16.88	14.83	19.18	5.37	46.80	8.18	35.04	4.60

3.1.4 土地保护程度特征及区域差异 农田不仅具有为人类提供粮食、蔬菜、木材等实物产品的功能,还具有提供开敞空间、景观、文化等非实物型生态服务的功能,其生态环境对人类生存具有重要影响。研究区域仅19.18%的受访者认为其所在区域的农田环境保护行为改善,仍有5.37%的受访者认为其所在区域农田环境保护行为恶化,农民对农田环境保护认知亟需提升;现阶段农村居民较为注重农地质量和数量保护,30.18%的受访者认为当遇到损坏农地质量、乱占耕地的行为会主动制止。成都和武汉农户农地保护程度的区域特征表现为:成都农户更加强化对农地质量和数量的保护,而武汉农户更注重农田环境的保护,对农地质量及数量的保护不甚关心(表5),61.88%成都农户认为其遇到违法使用土地、乱占耕地的行为时会主动制止,但武汉市农户该比例仅为2.86%,同时会跟着做的比例为54.29%;成都市11.05%的农户认为破坏农田环境的行为增加了,而武汉市该比例仅为0.48%,同时武汉市20%的农户认为该区域破坏农田环境的行为减少了。说明人们对农田景观环境功能的需求会随着经济的发展、城市规模的扩展而愈加旺盛,而经济相对落后仍以农业种植为主的村庄则更加注重耕地数量与质量的保护。

影响,模型Ⅱ,模型Ⅳ,模型Ⅵ和模型Ⅶ运用Tobit模型分别分析土地用途管制及相关因素对农地承包经营情况、粮食作物种植比例、复种指数及农田环境保护的影响,模型Ⅴ和模型Ⅷ则运用定序Logit模型分别分析土地用途管制及相关因素对农地投入、农地数量和质量保护的影响。各模型均在1%的置信水平下显著,模型的总体效果较好,具有统计学意义。
3.2.1 土地用途管制框架下农户土地利用意愿的影响因素分析 由模型Ⅰ和模型Ⅱ的运行结果可知,受教育程度较低的男性户主,家庭农业劳动力所占比较大及农业收入较低、拥有生产性工具较多且受土地用途管制影响较大的农户土地利用意愿较为强烈,更愿意转入农地或继续经营自家农地,选择留在农业。

表 5 受访农民土地保护程度的特征及区域差异

区域	农地环境保护行为			农地质量及数量保护行为		
	1	1~2	2~3	跟着做	不关心/不理睬	制止
成都	11.05	70.72	18.23	17.13	20.99	61.88
武汉	0.48	79.52	20.00	54.29	42.86	2.86
合计	5.37	75.45	19.18	37.08	32.74	30.18

3.2 土地用途管制框架下农户土地利用行为的影响因素分析

综上分析,运用STATA 12.1软件对影响农户土地利用行为的因素进行回归分析如表6所示。模型Ⅰ和模型Ⅲ运用Mlogit模型分别分析土地用途管制及相关因素对农地流转情况及作物种植选择的

(1) 农户流转情况的影响因素分析。相比未参与农地流转的农户,户主、家庭农业劳动力所占比较高、拥有生产性工具较多及受土地用途管制影响大的农户更愿意转入农地。表现为相对未参与农地流转的农户,受访的普通农民比户主转入农地的概率(Odds)低65.96%;家庭劳动力所占比每增加一单位,转入农地的概率将增加32.05%;家庭拥有生产性工具(如抽水机、收割机、打米机、三轮车、拖拉机等)每增加1件,转入农地的概率将增加43.09%;受土地用途管制影响大的农户转入农地的概率比受管制影响较弱的农户大146.18%。相对未参与农地流转的农户,受教育程度较高的女性、家庭农业劳动力所占比较小及农业收入较低、受土地用途管制影响小的成都农户更愿意转出农地。表现为相对未参与农地留转的农户,女性比男性转出农地的发生概率高了140.95%;受教育程度每增加一个单位,其转出农地的概率将增加54.20%,如受教育年限在9a以上的农户其转出农地的概率比受教育年限在6~9a的农户高54.20%;家庭劳动力所占比每增加一单位,其转出农地发生概率将减少18.29%;家庭农业收入每增加一单位,其转出农地的概率将减少49.29%,如家庭农业收入为20000(元/a)以上的农户,其转出

农地的概率比农业收入为 15 000~20 000(元/a)的农户低 49.29%;受土地用途管制影响大的农户较受土地用途管制影响弱的农户转出农地的发生概率低 60.13%;成都农户转出农地的概率比武汉农民转出农地的概率高了 51.62%。相较未参与农地流转的农户,参与农地流转的户主更愿意转入农地以扩大农地经营规模,主要是由于受访户主多为劳动能力较强、劳动力素质及质量较高的男性,受访者中 62.66%

的农户为家庭户主,而男性户主占 82.86%;受教育程度较高的流转农户,非农就业机会相对较多,更倾向于放弃比较收益较低的农地经营活动——转出农地,而选择经济收益较高的非农业活动;家庭农业劳动力较多且拥有生产性工具充足的流转农户更愿意选择转入农地,扩大农地经营规模;对农业生产依赖性较强的高农业收入流转农户更倾向于选择留在农业,转入农地。

表 6 农户土地利用行为影响因素回归分析结果

变量\方法	模型I(Mlogit)		模型II (Tobit)	模型III(Mlogit)		模型IV (Tobit)	模型V (Ologit)	模型VI (Tobit)	模型VII (Tobit)	模型VIII (Ologit)
	只有转入	只有转出		只种粮食作物	只种经济作物					
是否户主	-1.077 6**	0.027 2	-0.086 5*	0.181 6	0.056 2	0.028 4	-0.158 0	0.007 3	-0.075 8	0.456 7
性别	0.093 4	0.879 4**	0.020 2	-0.178 7	-0.013 0	0.024 3	0.059 00	-0.021 5	0.061 1	-0.418 3
年龄	0.085 4	0.139 1	0.006 3	-0.151 4	-0.060 7	-0.016 2	-0.018 9	0.011 3	0.001 5	0.042 62
受教育程度	-0.030 8	0.433 1*	-0.031 2	0.041 3	0.159 3	-0.011 1	-0.001 4	-0.016 0	-0.028 6	0.004 1
职业类型	-0.067 5	-0.034 4	0.005 7	-0.260 7*	-0.238 8*	-0.014 1	-0.020 7	0.048 9*	0.025 0	0.034 2
是否村干部	-0.517 2	-0.030 8	0.017 9	0.040 1	0.480 0	-0.111 1	0.005 5	-0.037 1	0.046 5	0.037 5
农业劳动力所占比	0.278 0***	-0.202 0**	0.089 5***	-0.518 7***	-0.183 4*	-0.053 5***	0.418 5***	0.038 1**	0.008 9	-0.097 9
家庭农业收入	0.313 6	-0.679 1*	0.095 9*	-0.657 6	-0.534 8	-0.101 2	0.446 8	-0.127 8*	0.051 3	-0.518 5*
拥有的生产工具数	0.358 3**	0.226 1	-0.009 5	0.257 6*	-0.279 3*	0.082 7***	-0.121 8	-0.002 9	0.018 6	0.150 6
土地用途管制	0.900 9***	-0.919 5***	0.148 2***	-0.202 6	-1.282 7***	0.097 8*	0.234 4	0.026 6	-0.085 0*	0.397 2*
所在区域	0.129 1	-0.726 1**	-0.009 6	1.939 8***	1.975 5***	0.079 0	2.512 9***	-0.522 9***	0.244 2***	-2.732 0***
常数项	-1.644 9	-1.408 9	0.728 2***	-1.380 8	-3.002 7**	0.791 7***	—	2.103 4***	1.377 7***	—
似然估计值	-301.577 8		-124.327 0		-348.609 7		-287.677 8	-514.308 1	-291.034 8	-209.596 6
Chi-square 检验值	91.46		93.13		113.72		27.4	214.51	92.34	43.06
显著性概率	0.000 0		0.000 0		0.000 0		0.004 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
Cox & Snell R ²	0.209		0.212		0.252		0.068	0.422	0.21	0.104
Nagelkerke R ²	0.251		0.364		0.289		0.086	0.441	0.256	0.15
N	391		391		391		391	391	391	391

注:① ***表示在 1%的置信水平下显著; **表示在 5%的置信水平下显著; *表示在 10%的置信水平下显著; ② 模型 I 中,“未流转”为对照组; ③ 模型 III 中,“兼种粮食作物和经济作物”为对照组。

(2) 农地承包经营情况的影响因素分析。是否户主、家庭农业劳动力所占比、家庭农业收入和土地用途管制对农户土地承包经营情况影响显著。非户主受访者农地经营与承包地面积比较小,即这部分农户更愿意转出土地,农地经营意愿较低;而家庭农业劳动力所占比较大、家庭农业收入较高且受土地用途管制影响较大的农户,其农地经营与承包面积比较大,农地经营意愿较大。

3.2.2 土地用途管制框架下农户土地利用结构的影响因素分析 根据模型 III 和模型 IV 的运行结果可知,相比兼营粮食作物和经济作物的农户,以务农为主且家庭农业劳动力所占比较小的农户更倾向于单纯种植粮食作物或经济作物,生产性工具缺乏的武汉农户更愿意选择单纯种植粮食作物,受土地用途管制影响

较弱的武汉农户更愿意选择单纯种植经济作物。

(1) 作物种植选择的影响因素分析。相比兼营农户,家庭农业劳动力所占比较小且生产性工具缺乏的武汉受访农户更愿意单纯种植粮食作物,表现为以务农为主的农民比以非农业为主的农民选择单纯种植粮食作物概率高 22.95%;家庭劳动力所占比每增加 1 单位,其单纯种植粮食作物的比例将减少 40.47%;家庭拥有的生产性工具每增加 1 件,其只种粮食作物的概率将增加 29.38%;武汉农民单纯种植粮食作物的比例比成都农民单纯种植粮食作物的比例高的概率为 595.74%。相比兼种农户,家庭农业劳动力所占比较小,且受土地用途管制影响较弱的武汉农户更倾向于单纯种植经济作物,表现为以务农为主农民比以非农业为主农民选择单纯种植粮食作物

的发生概率高 21.24%;家庭劳动力所占比每增加 1 个单位,其选择单纯种植粮食作物的比例将减少 16.76%;家庭拥有的生产性工具数每增加 1 件,其选择单纯种植粮食作物的发生概率将减少 24.37%;受土地用途管制影响较大的农户选择单纯种植经济作物的比例将减少 72.27%;武汉农户单纯种植经济作物的比例比成都农户单纯种植经济作物的比例高的概率为 621.02%。

(2) 粮食作物种植比例的影响因素分析。家庭农业劳动力所占比、拥有生产性工具数和土地用途管制对农户的粮食作物种植比例具有显著影响。表现为家庭农业劳动力所占比越高,农户的农业生产能力越强,因而会更愿意从事具有较高经济回报的经济作物种植,农户家庭农业劳动力所占比每增加 1 个单位,其农户家庭种植粮食作物的比例将减少 5.35%;拥有生产性工具每增加 1 件,其粮食作物的种植比例将增加 8.27%,主要是由于生产性工具主要用于粮食作物生产,经济作物则需要精耕细作,对人力要求更高,而对生产工具的要求较低;受土地用途管制影响大的农户其粮食作物种植的比例较大,由于土地用途管制政策强制农民留在农业,因而部分农民为减少留在农业的经济损失,多选择种植对投入需求较低的粮食作物。

3.2.3 土地用途管制框架下农户土地利用强度的影响因素分析 由模型 V 和模型 VI 的运行结果可知,受访农民的职业类型、家庭农业劳动力所占比、家庭农业收入及其所在区域对农户土地利用强度具有显著影响,区域因素影响体现在武汉农户的单位农地投入较高,成都农户的农地复种指数较高。

(1) 农地投入的影响因素分析。家庭劳动力所占比及农户所在区域对农地投入有显著影响,体现在农业种植过程中,家庭劳动力所占比越大,其农地投入越多;武汉农户农地投入远大于成都农户的农地投入,由于家庭农业劳动力所占比越高,其可供支配的劳动力越多,更愿意经营土地,相应农地经营的投入也会增大;武汉农户更倾向种植需要精耕细作、经济回报率较高的经济作物,相比于粮食作物的种植,经济作物种植需要更多投入。

(2) 复种指数的影响因素分析。职业类型、家庭农业劳动力所占比、家庭农业收入及所在区域对复种指数具有显著影响,务农农户的复种指数相对最低,家庭农业劳动力所占比越高,复种指数越高;成都农户的农地复种指数高于武汉农户的农地复种指数。式中:以非农业为主的农户主要指务工农民、农村知识分子、私营企业家及个体商贩等,这类农民相比以

农业为主的农民更加理性、更懂得充分利用自身拥有资源,以使利益最大化;家庭农业劳动力所占比大的农户,其农业生产经营能力较强,理性农户会结合自身资源对劳动力进行合理配置,通过提高复种指数增加收入。

3.2.4 土地用途管制框架下农户土地保护程度的影响因素分析 回归结果表明,家庭农业收入较低、受管制程度影响较大的成都农户更注重对农地数量及质量的保护,而受土地规划管制程度较弱的武汉农户更注重对农田环境的保护。

(1) 农田环境保护的影响因素分析。土地用途管制及受访农户所在区域对农田环境保护具有显著影响。武汉农户多位于城郊区,其居住区域工厂分布较多,环境质量较差,因此该区域农户即使在没有土地用途管制的情况下,仍对优美环境有强烈需求。

(2) 农地数量及质量保护状况的影响因素分析。家庭农业收入较低、受管制程度影响较大的成都农户更注重对农地数量及质量的保护。一方面,调研样本中家庭农业收入较低的农户多为家庭总收入低的农户,其农业依赖程度较大,农地的数量及质量直接影响其家庭经济状况,因而更能引起农户对农地数量及质量的保护;另一方面,已实行耕地保护经济补偿政策的成都市,其土地用途管制的实施效果相对更好,该区域农户受土地用途管制的影响较大,耕地的数量及质量得到了一定的保护。

4 结论与建议

4.1 结论

农户土地利用行为是指农民作为理性经济人,在特定的社会经济和制度环境中,为使自身利益最大化所作出的经济活动优化选择,包括土地利用意愿、土地利用结构、土地利用强度和土地保护程度。选取在全国范围内推行耕地保护经济补偿制度的统筹城乡配套改革试验区的四川省成都市和未实行配套经济补偿制度的基本农田用途管制区湖北省武汉市的 43 个村庄 391 名农户为研究对象,分别采用 Wilcoxon 秩和检验、定序 Ologit 模型、Mlogit 模型及 Tobit 模型探讨农户土地利用行为的区域差异及其影响因素。研究结论如下:

(1) 受访农户土地利用行为呈现出土地利用意愿较低,倾向兼种粮食作物和经济作物,单位农地投资强度较低,农地利用效率呈现两极分化、忽视农田环境保护等特点。超过 60% 的受访农户未参与农地流转,目前仍以小规模经营为主,农地破碎化严重。农业种植过程中,农民更倾向于选择“一类作物种植

为主,一类作物种植为辅”的兼营模式。农地投入多分布在 2 000 元/hm² 及以下和 2 000~4 000 元/hm² 的范围内,其比例分别为 24.30%和 24.81%,农地的复种指数则多集中在(0.5,1]和(1.5,2]范围内,其比例分别为 46.80%和 35.04%。仅 19.18%的受访农民认为其所在区域农田环境保护行为改善。

(2) 农户土地利用行为具有显著的区域差异。成都研究区域农地流转率较武汉地区农地流转率高 12.61%,且农地流转多以转出为主。成都农户选择“经济作物种植为主,粮食作物种植为辅”经营模式的比例较高,而多数武汉农户的种植模式则表现出“粮食作物种植为主,经济作物种植为辅”的特点。成都农户土地利用效率较高,59.12%农民的农地复种指数均高于 1,但农地投入相对较小。武汉农户的土地利用效率较低,农地投入较大,农地投入在 4 000 元/hm² 以下的农户仅为 20%。成都农户更注重对农地数量及质量的保护,武汉农户更加强化农田环境的保护。

(3) 农户的个体特征、家庭特征、土地用途管制及农户所在区域均对农户土地利用行为具有显著影响。文化程度较低的男性户主,以及家庭农业劳动力多、农业收入比例高、生产性工具充足且受土地用途管制影响较大的农户其农业种植意愿较强烈,更愿意转入农地或继续经营自家农田;较兼营粮食作物和经济作物的农户,务农为主且农业劳动力成员较少的家庭更倾向于单纯种植粮食或经济作物。受土地用途管制影响较弱的武汉农户更倾向于单纯种植经济作物;受访农民的职业类型、家庭农业劳动力所占比、家庭农业收入及其所在区域对农户土地利用强度具有显著影响,武汉农户的农地投入较高,成都农户的农地复种指数较高;家庭农业收入较低、受管制程度影响大的成都农户更注重对农地数量及质量的保护,受土地用途管制影响较弱的武汉农户更加强化对农田环境的保护。

4.2 建议

(1) 盘活土地使用权市场,鼓励老百姓参与农地流转以扩大农地经营规模。一方面,中国现阶段农村小规模、细碎化的农地经营模式远不能满足农村居民生活需求;另一方面,经济的快速发展致使农村劳动力务农机会成本上升,以传统小规模经营为主的农业发展模式面临空前挑战。中国农村土地制度的改革创新应从以下几方面着手:第一,明确农村土地的产权制度,赋予农民对集体土地股份占有、收益、有偿退出、抵押、担保和继承的权利;第二,各地政府应结合区域特征建立适宜的农地流转机制,鼓励农民参与农地流转,扩大农地经营规模以改变传统农业小规模、

零碎化经营方式。

(2) 提升农民对农田生产、社会保障及生态功能的认知。数据显示,虽然目前中国耕地数量相对增加,但质量堪忧,而中国农村居民普遍重视耕地数量的保护,忽视农田质量及生态环境的保护。中国耕地保护任重道远,各地政府可通过建立土地用途管制配套的经济补偿机制,运用经济手段激励老百姓参与耕地保护,通过培训、宣传及乡间活动等手段加强农民对农地多功能的认知,提升农民自觉保护耕地的积极性。

[参 考 文 献]

- [1] 蔡银莺,余元. 基本农田规划管制下农民的土地发展权受限分析:以江夏五里界镇为实证[J]. 中国人口·资源与环境,2012,22(9):76-82.
- [2] 张全景,欧名豪,王万茂. 中国土地用途管制制度的耕地保护绩效及其区域差异研究[J]. 中国土地科学,2008,22(9):8-13.
- [3] 冯艳芬. 农户土地利用行为研究综述[J]. 生态经济,2013(11):63-68.
- [4] Jose M S, Francisco A, Carlos R. On farmers' objective: A multi-criteria approach[J]. European Journal of Operational Research, 1996,96(1):64-71.
- [5] Pan W K Y, Bilsborrow R E. The use of a multilevel statistical model to analyze factors influencing land use: A study of the Ecuadorian Amazon [J]. Global and Planetary Change, 2005,47(2):232-252.
- [6] Kim J, Zepeda L. When the work is never done: Time allocation in US family farm households[J]. Feminist Economics, 2004,10(1):115-139.
- [7] Besley T. Property rights and investment incentives: Theory and evidence from Ghana[J]. The Journal of Political Economy, 1995,103(5):903-937.
- [8] Smith E G, Mckenzie R H, Grant C A. Optimal input use when inputs affect price and yield[J]. Canadian Journal of Agricultural Economics, 2003,51(1):1-13.
- [9] Kropp J D, Whitaker J B. The impact of decoupled payments on the cost of operating capital[J]. Agricultural Finance Review, 2009,71(1):25-40.
- [10] 李明艳,陈利根,马贤磊. 不同兼业水平农户土地利用行为研究:以江西省为例[J]. 江西农业学报,2009,21(10):185-188.
- [11] 梁流涛,曲福田,诸培新,等. 不同兼业类型农户的土地利用行为和效率分析:基于经济发达地区的实证研究[J]. 资源科学,2008,30(10):1525-1532.
- [12] 郝海广,李秀彬,谈明洪,等. 农牧交错区农户作物选择机制研究:以内蒙古太仆寺旗为例[J]. 自然资源学报,2011,26(7):1107-1118.

(下转第 213 页)

有较好的效果,验证了本文将数量化理论Ⅲ和BP神经网络综合应用的有效性。

3 结论

(1) 通过数量化理论Ⅲ对滑坡体积影响因素的筛选,得出坡角因素的影响最大,其次是坡向、植被覆盖率和坡高,而岩层倾角、斜坡高程和岩层倾向因素对滑坡体积的影响较小。

(2) 通过计算样本得分评价滑坡影响因素之间的耦合程度,得出得出各样本在不同情况下的得分均具有一定的差异,但差异程度不同,以滑坡样本3,9,13,15,19,21,22,23,24,29,38,39,40,41及42号影响因素之间的耦合程度相对较强,其余样本的耦合程度相对较弱。

(3) 基于数量化理论对影响因素及样本的筛选,对3种不同预测模型进行预测,得出模型3的预测精度最高,其次是模型2,最后是模型1,验证了数量化理论对滑坡体积影响因素及样本筛选的有效性,为滑坡体积的预测及多因素预测模型的构建提供了一种新的思路。

[参 考 文 献]

- [1] 赵伟华,巨能攀,赵建军,等. 基于数量化理论Ⅲ的地震次生崩塌灾害影响因素分析[J]. 中国水运: 下半月, 2011(4):166-169.
- [2] 李军霞,王常明,王钢城,等. 基于数量化理论Ⅲ的滑坡发育影响因素及耦合作用强度分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2010, 29(6):1206-1213.
- [3] 周国云,陈光齐. 基于GIS和数量化理论Ⅱ的滑坡危险性预测[J]. 岩石力学与工程学报, 2008, 27(12): 2494-2500.
- [4] 柯福阳,李亚云. 基于BP神经网络的滑坡地质灾害预测方法[J]. 工程勘察, 2014, 42(8):55-60.
- [5] 刘艺梁,殷坤龙,汪洋,等. 基于经验模态分解和神经网络的滑坡变形预测研究[J]. 安全与环境工程, 2013, 20(4):14-17.
- [6] 汤罗圣,殷坤龙,刘艺梁. 基于因子分析和BP神经网络的滑坡抗剪强度参数取值[J]. 灾害学, 2012, 27(4): 17-20.
- [7] 李德营,殷坤龙. 基于影响因子的GM(1,1)-BP模型在八字门滑坡变形预测中的应用[J]. 长江科学院院报, 2013, 30(2):6-11.
- [8] 陈玉萍,袁志强,周博,等. 遗传算法优化BP网络在滑坡灾害预测中的应用研究[J]. 水文地质工程地质, 2012, 39(1):114-119.
- [9] 罗林,左昌群,赵连,等. 基于BP神经网络和R/S分析的隧道仰坡沉降变形预报预测[J]. 施工技术, 2014(11):80-84.
- [10] 张群,许强,吴礼舟,等. 南江滑坡群体积的BP神经网络模型与预测[J]. 水文地质工程地质, 2015(1): 134-139.
- [13] 刘洪彬,王秋兵,董秀茹,等. 城乡结合部区域农户土地利用行为差异及其政策启示:以沈阳市苏家屯区238户农户调查为例[J]. 经济地理, 2012, 32(5):113-119.
- [14] 黄利民,刘成武,定光平. 农户土地利用行为的区域差异分析:以湖北省平原和丘陵地区为例[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(15):6948-6951.
- [15] 刘洪彬,王秋兵,边振兴,等. 农户土地利用行为特征及影响因素研究:基于沈阳市苏家屯区238户农户的调查研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(10):111-117.
- [16] 郗静,曹明明,陈海. 退耕还林政策对农户土地利用行为的影响[J]. 水土保持通报, 2009, 29(3):5-9.
- [17] 邹伟,吴群,曲福田. 免征农业税对农户土地利用行为的影响:基于14省25县(市)496农户的调查[J]. 资源科学, 2008, 30(6):932-938.
- [18] 蔡银莺,朱兰兰. 农田保护经济补偿政策的实施成效及影响因素分析:闵行区、张家港市和成都市的实证[J]. 自然资源学报, 2014, 29(8):1310-1322.
- [19] 西奥多·舒尔茨. 改造传统农业[M]. 梁小民,译. 北京:商务印书馆, 2003, 10.
- [20] Sumpsi J M, Amador F, Romero C. On farmers' objectives: A multi-criteria approach[J]. European Journal of Operational Research, 1997, 96(1):64-71.
- [21] 康云海. 农业产业化中的农户行为分析[J]. 农业技术经济, 1998(1):6-11.
- [22] 欧阳进良. 农户土地利用持续性评价与政策选择:以河北省曲周县为例[D]. 北京:中国农业大学, 2004.
- [23] 谭淑豪,曲福田,黄贤金. 市场经济环境下不同类型农户土地利用行为差异及土地保护政策分析[J]. 南京农业大学学报, 2001, 24(2):110-114.
- [24] 孔祥斌,李翠珍,梁颖,等. 基于农户用地行为的耕地生产力及隐性损失研究[J]. 地理科学进展, 2010, 29(7):869-877.
- [25] 邹伟,吴群,曲福田. 免征农业税对农户土地利用行为的影响:基于14省25县(市)496农户的调查[J]. 资源科学, 2008, 30(6):932-938.

(上接第206页)