

柳荻, 胡振通, 靳乐山. 基于农户受偿意愿的地下水超采区休耕补偿标准研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(8): 130-139. [LIU Di, HU Zhentong, JIN Leshan. Study on compensation rate for fallow program in groundwater over-exploited area based on rural households' willingness to accept [J]. China population, resources and environment, 2019, 29(8): 130-139.]

# 基于农户受偿意愿的地下水超采区休耕补偿标准研究

柳 荻<sup>1 2</sup> 胡振通<sup>3 4</sup> 靳乐山<sup>1 2</sup>

(1. 中国农业大学人文与发展学院, 北京 100193; 2. 中国生态补偿政策研究中心, 北京 100193;  
3. 清华大学公共管理学院, 北京 100084; 4. 清华大学中国农村研究院, 北京 100084)

**摘要** 休耕制度是促进农业可持续发展、落实“藏粮于地”、推动乡村振兴战略的重要举措, 研究休耕补偿标准对于完善休耕制度具有重要意义。通过2018年河北省衡水市330户农户的实地调研数据, 运用双边界二分之一式意愿调查法, 对地下水超采区休耕补偿标准及其影响因素进行了研究。研究结果表明: ①农户具有较强的节水意识, 对休耕政策的认知水平和接受程度都在逐步提升, 对休耕政策的节水效果非常认可。休耕政策在“节水”和“养地”两大方面取得了较为显著的生态效益。②2015—2018年农户对休耕政策的受偿意愿整体呈下降趋势, 跟农户对休耕政策的认知水平提升、接受程度提升以及近两年样本区域小麦产量有所下降等因素相关。③2018年农户对休耕政策的受偿意愿的估算结果为544.69元/667 m<sup>2</sup>·a, 略高于当前的补偿标准500元/667 m<sup>2</sup>·a, 说明现有的休耕补偿标准比较合理但略有偏低; 略低于冬小麦的亩均纯收益, 因为休耕政策能够解放部分农业劳动力和增加农户的闲暇时间, 使得农户愿意接受低于冬小麦的单位平均纯收益的补偿标准。④农户的受偿意愿受到个体特征、家庭特征和认知特征的影响, 主要包括年龄、受教育程度、健康状况、家庭耕地面积、家庭支出、节水培训、休耕认知和节水政策等因素。在综合考虑生态效益和粮食安全的情况下, 在深层地下水严重超采区合理扩大休耕规模。为了改进地下水超采区休耕政策, 应当加强对休耕政策的宣传, 适当提高休耕的补偿标准, 充分考虑农户异质性和尊重农户的参与意愿, 可以“集中连片”但并非一定“整村推进”。

**关键词** 地下水超采; 休耕; 生态补偿; 受偿意愿; 生态效益; 意愿调查法

中图分类号 F062.1 文献标识码 A 文章编号 1002-2104(2019)08-0130-10 DOI: 10.12062/cpre.20190323

中国对耕地资源的长期过度利用, 导致部分耕地出现地力下降、土壤污染加剧、地下水超采严重、生态退化等问题, 严重制约农业可持续发展。为缓解中国耕地利用的突出矛盾, 2015年11月国家十三五规划建议提出“探索实行耕地轮作休耕制度试点”。2016年6月, 农业部等10部门印发《探索实行耕地轮作休耕制度试点方案》, 指出重点在地下水漏斗区、重金属污染区、生态严重退化地区开展试点, 试点休耕7.73万hm<sup>2</sup>, 其中在河北省地下水漏斗区季节性休耕6.67万hm<sup>2</sup>。休耕制度是促进农业可持续发展、落实“藏粮于地”、推动乡村振兴战略的重要举措。对耕地休耕实施生态补偿, 能够激励农户主动参与休耕, 有机协调国家耕地保护目标与农户生计目标, 是实现农业绿色发展的重要制度保障。补偿标准是生态补偿的核心问题和难点问题<sup>[1]</sup>, 研究休耕补偿标准对于完善休耕制度

具有重要意义。

关于休耕制度的国际经验, 美国、欧盟、日本、中国台湾等地做了很多探索<sup>[2-5]</sup>, 对此, 一些学者总结了休耕制度的国际经验及其对中国完善休耕制度的启示<sup>[6-7]</sup>, 并尝试构建立足于中国国情的耕地休耕制度基本框架<sup>[8]</sup>。耕地休耕是提升耕地质量、保护生态环境的有效措施, 粮食安全是休耕制度的基本前提, 休耕补偿是吸引农户参与休耕的重要手段<sup>[7]</sup>, 应当尊重农户主体地位和意愿, 考虑农户的利益平衡和生计<sup>[6, 8]</sup>, 制定合理的补偿标准, 完善政策管理规范, 保障休耕制度的顺利实施。部分学者就当前中国休耕政策实施现状、问题和对策进行研究, 认为应确定合理的休耕面积, 通过合理补偿来平衡农户利益与社会收益<sup>[9]</sup>。也有学者从微观的农户层面, 就休耕生态补偿标准<sup>[10-13]</sup>、农户参与意愿<sup>[11, 14-15]</sup>、补偿方案偏好<sup>[16]</sup>、满意

收稿日期: 2019-01-02 修回日期: 2019-04-12

作者简介: 柳荻, 博士生, 主要研究方向为区域经济发展、环境与自然资源管理、生态补偿等。E-mail: winsper@126.com。

通信作者: 胡振通, 博士, 助理教授, 主要研究方向为环境经济与政策、自然资源管理等。E-mail: huzhentong@tsinghua.edu.cn。

基金项目: 国家重点研发计划项目“京津冀水资源安全保障技术研发集成与示范应用”(批准号: 2016YFC0401400-08); 中国博士后科学基金“地下水漏斗区耕地休耕制度和生态保护补偿机制研究”(批准号: 2016M600072); 清华大学中国农村研究院博士论文奖学金项目“华北平原地下水超采区休耕补偿制度研究”(批准号: 201716)。

度<sup>[17-18]</sup>等方面,对中国休耕制度中的具体问题进行了初步研究。国内学者在不同研究区域针对不同的休耕类型展开了研究。关于重金属污染区的休耕,赵越<sup>[15]</sup>的研究表明,农户休耕的平均最低期望受偿金额为每年 661 元/667 m<sup>2</sup>,俞振宁等<sup>[16]</sup>利用选择实验法研究了农户对重金属污染耕地治理生态补偿方案的偏好,结论表明农户偏向于选择收入补贴较高、治理投入较低、设有优先参与权和复耕保险、休耕年限较长的补偿方案。关于生态严重退化地区的休耕的一些研究发现,应当根据不同情况,采取差异性的技术路径,制定差异化的补偿方案。关于地下水漏斗区的休耕,已有的少量文献对农户主动休耕情况、休耕意愿、补偿标准、满意度以及效果等进行了研究。研究发现,地下水超采区有主动休耕的情况,农户参与休耕的意愿整体较强<sup>[11,14]</sup>;王学等<sup>[12]</sup>和谢花林等<sup>[11]</sup>均采用小麦种植的农业净收益来测算农户休耕的机会成本,测算的补偿标准分别为 350 元/667 m<sup>2</sup>和 518 元/667 m<sup>2</sup>,曾黎等<sup>[13]</sup>采用支付卡式的意愿调查法测算农户休耕的受偿意愿,测算的补偿标准为 512 元/667 m<sup>2</sup>;农户对休耕政策的满意度整体较高<sup>[17]</sup>;休耕政策具有较好的节水效果,应完善休耕补偿机制<sup>[19-20]</sup>。

已有研究指出休耕补偿制度要尊重农户主体地位和充分考虑农户的生计,受偿意愿是制定合理的补偿标准的重要参考,但在微观层面,基于农户受偿意愿的地下水超采区休耕补偿标准研究还相对较少。本文通过 2018 年河北省衡水市 330 户农户的实地调研,运用双边界二分式意愿调查法,对地下水超采区休耕补偿标准及其影响因素进行研究,为进一步完善休耕制度提供参考。

## 1 研究方法

### 1.1 意愿调查法

意愿调查法,亦称条件价值评估法(Contingent valuation method, CVM),通过模拟、构建假想市场,直接调查利益相关者的支付意愿(Willingness to pay, WTP)或受偿意愿(Willingness to accept, WTA),是确定生态补偿标准的重要方法之一。当前学界使用较多的引导技术主要有开放式、支付卡式、二分式的询价方式等,被广泛应用到大气、湿地、流域、耕地、草原等多个领域的非市场价值评估中<sup>[21-23]</sup>。选择合理的引导技术可以有效地提高 CVM 研究结果的可靠性,目前较为科学可靠的意愿调查法为双边界二分式选择模型。单边界二分式选择模型通常统计效率低,且可能造成受偿意愿的低估或者支付意愿的高估<sup>[24]</sup>。双边界二分式可以收集到更多关于受访者受偿意愿的信息,使得研究结果更加科学有效<sup>[25]</sup>。许多学者的研究表明,双边界二分式 CVM 的评估结果更为精确,更能

逼近受访者的真实意愿<sup>[26]</sup>,可以缩小估计的置信区间,提高估计精度<sup>[23]</sup>。本研究将分别采用单边界二分式和双边界二分式的 CVM,测算地下水超采区农户对休耕政策的受偿意愿,并使用双边界二分式 CVM 对其影响因素进行分析。

### 1.2 模型选择

本研究假设受访者的受偿意愿(WTA)可以用下列线性函数模型表示:

$$WTA_i(z_i, \mu_i) = z_i\beta + \mu_i \quad (1)$$

其中  $z_i$  为代表受访者的不同特征和属性的解释变量向量,  $\beta$  为解释变量的参数向量,  $\mu_i$  为服从均值为 0 方差为  $\sigma^2$  的独立且均匀正态分布的误差项<sup>[27]</sup>。

把农民参与休耕政策的意愿决策过程看作是一个二元选择模型  $y_i$ , 这一因变量代表受访者在对应标的值下,参与休耕政策的决策,面对标的值  $t_i$ ,当受访者的回答是“愿意”时,实际受偿意愿低于标的值,即  $WTA_i < t_i$ 。因此,在此标的值下,给出肯定或否定答案的概率分别为:

$$\begin{aligned} Pr(y_i = 1 | z_i) &= \varphi\left(\frac{t_i - z_i\beta}{\sigma}\right) \\ Pr(y_i = 0 | z_i) &= 1 - \varphi\left(\frac{t_i - z_i\beta}{\sigma}\right) \end{aligned} \quad (2)$$

其中  $\varphi(x)$  为标准正态累积分布函数。

#### 1.2.1 单边界二分式选择模型

单边界二分式选择模型,只用询问的标的值  $t_i$  和受访者的回答  $y_i$  来估计受访者的受偿意愿。利用 Probit 模型得到  $\alpha$  和  $\delta$  的估计值,则  $\hat{\beta} = -\frac{\alpha}{\delta}$ 。由方程(1)可得 WTA

的期望值为:

$$E(WTA | z, \beta) = \bar{z}\hat{\beta} \quad (3)$$

#### 1.2.2 双边界二分式选择模型

Hanemann 等<sup>[25]</sup>提出了双边界二分选择法计算 WTA 的模型。当受访者面临的第一个标的值为  $t^1$  的回答是“愿意”,那么他就要面临第二个略低的标的值  $t^2$ ;如果回答是“不愿意”,则面临第二个略高的标的值  $t^2$ 。每个受访者在一次受访过程中两个回答有四种情况:“愿意-愿意(Y-Y)”“愿意-不愿意(Y-N)”“不愿意-愿意(N-Y)”“不愿意-不愿意(N-N)”,概率分别为:

$$\begin{aligned} Pr(y, y) &= \varphi\left(\frac{t^2 - z_i\beta}{\sigma}\right) \\ Pr(y, n) &= \varphi\left(\frac{t^1 - z_i\beta}{\sigma}\right) - \varphi\left(\frac{t^2 - z_i\beta}{\sigma}\right) \\ Pr(n, y) &= \varphi\left(\frac{t^2 - z_i\beta}{\sigma}\right) - \varphi\left(\frac{t^1 - z_i\beta}{\sigma}\right) \\ Pr(n, n) &= 1 - \varphi\left(\frac{t^2 - z_i\beta}{\sigma}\right) \end{aligned} \quad (4)$$

运用对数似然函数模型可以得到  $\sigma$  和  $\beta$  的估计值:

$$\sum_{i=1}^N [d_i^{yy} \ln(\varphi(\frac{t^2 - z_i \beta}{\sigma})) + d_i^{yn} \ln(\varphi(\frac{t^1 - z_i \beta}{\sigma}) - \varphi(\frac{t^2 - z_i \beta}{\sigma})) + d_i^{ny} \ln(\varphi(\frac{t^2 - z_i \beta}{\sigma}) - \varphi(\frac{t^1 - z_i \beta}{\sigma})) + d_i^{nn} \ln(1 - \varphi(\frac{t^2 - z_i \beta}{\sigma}))] \quad (5)$$

其中  $d_i^{yy}$ 、 $d_i^{yn}$ 、 $d_i^{ny}$ 、 $d_i^{nn}$  是取值为 0 或 1 的变量,如果回答为“愿意-愿意”则  $d_i^{yy}=1$ ,否则  $d_i^{yy}=0$ ,依次类推。求得  $\hat{\sigma}$  和  $\hat{\beta}$  将  $\hat{\beta}$  代入方程(3)可求得 WTA 的期望值<sup>[27]</sup>。

### 1.3 问卷设计

课题组按照 NOAA 提出的 CVM 设计原则<sup>[28]</sup> 设计了问卷初稿,在研究地开展了充分的预调研,并对问卷进行不断的修正和完善。CVM 问卷设计主要包括四个部分:第一部分基本情况,借鉴参与式农户评估方法 PRA 的提问方式,了解受访农户的个人特征、家庭特征、家庭收支状况、农业和其他生产生活情况;第二部分认知水平,受访农户对农业灌溉、地下水状况、休耕政策的认知;第三部分受偿意愿,通过意愿调查法了解不同农户个体的最低受偿意愿;第四部分问卷有效性调查,通过受访者自评和调研员评价来反映受访农户对问卷的理解程度和配合程度,进而评估问卷有效性。

意愿调查评估法体现在第三部分 核心问题设置如下。

(1) (假如) 每亩补贴  $t^1$  元,让您参与耕地休耕政策(“两季改一季,不种冬小麦”),您愿意吗? Y 愿意 N 不愿意(政府补助资金有限,如果您要求的补贴太高,政府将不会把您纳入项目区)。

(2) 问题 A: 如果愿意,那么补贴  $t^2$  ( $t^2 < t^1$ ) 元,您愿意吗? Y 愿意 N 不愿意。

问题 B: 如果不愿意,那么补贴  $t^2$  ( $t^2 > t^1$ ) 元,您愿意吗? Y 愿意 N 不愿意。

基于充分的预调研(课题组分别于 2015 年 12 月、2016 年 8 月在河北省开展了 2 次地下水超采治理专题调研) 将此次研究的初始标的值的范围设定为 400 ~ 650 元/667 m<sup>2</sup>·a,最终设定 6 个在所有问卷中均匀分布的标的值,金额分别为 400、450、500、550、600、650,第二个标的值  $t^2$  以 50 元幅度递增或递减。通过严格的调研员培训,要求调研员在调查过程中采取应对策略,有效减少受偿意愿调查中的假想偏差、起点偏差、信息偏差、策略性偏差和调查方式偏差等一系列可能出现的偏差,以保证数据的质量<sup>[28]</sup>。

## 2 研究区域和数据来源

华北平原是世界上面积最大的地下水漏斗区<sup>[29]</sup>,以

农业灌溉用水为主的地下水超采,造成了地面沉降、海水倒灌等一系列生态问题。最新研究表明,在气候变暖的背景下,农业灌溉使区域温度和湿度升高,会加剧热浪气候风险<sup>[30]</sup>。河北省从 2014 年开始实施地下水超采综合治理,其中包含了季节性休耕这项政策。5 年来河北省累计休耕 13.11 万 hm<sup>2</sup>,其制度设计为:在无地表水替代的深层地下水严重超采区,适当压减依靠地下水灌溉的冬小麦种植面积,“两季改一季,不种冬小麦”,实行“一季休耕,一季雨养”,将需要抽水灌溉的冬小麦休耕,只种植雨热同季的春玉米,单位面积平均节水 180 m<sup>3</sup>/667 m<sup>2</sup>,单位面积补助 500 元/667 m<sup>2</sup>·a,当前政策实施方式多为“整村推进”。本文选取了河北省衡水市作为研究区域。衡水市位于华北平原的黑龙港地下水漏斗区,该市绝大部分地区被划定为深层地下水严重超采区,是河北省地下水超采综合治理实施力度最大的区域,也是休耕面积最大的区域,2014—2018 年衡水市累计实施休耕 4.61 万 hm<sup>2</sup>,约占河北省休耕面积的 35%。

课题组分别于 2015 年 12 月、2016 年 8 月、2018 年 8 月在河北省开展了 3 次地下水超采治理相关专题调研。本文分析所用数据主要来源于课题组于 2018 年 8 月 15—26 日对河北省衡水市开展的地下水超采区耕地休耕政策专题调研,调研了衡水市下辖 3 个县 9 个乡镇 21 个村共 330 户农户。综合考虑各区县自然资源禀赋、耕地面积、休耕面积比例、休耕区域分布等因素,课题组选取了衡水市枣强县、故城县、安平县 3 个县作为样本县。课题组分别从市级、县级、乡镇层面针对耕地休耕政策的实施状况进行机构访谈,并采取分层随机抽样的方法,共选择抽取 9 个乡镇 21 个村庄为样本村,其中政策村 11 个,非政策村 10 个,政策户 171,非政策户 159。与村领导进行村级访谈,了解村庄的基本情况,采取调研员与农户面对面访谈的方式,通过随机抽样,进行农户问卷调查,共发放问卷 334 份,获得有效问卷 330 份,问卷有效率为 98.8%。运用 SPSS20.0 软件分别进行信度检验与效度检验。信度检验结果显示,主观认知变量的 Cronbach's  $\alpha$  系数均在 0.702 ~ 0.924 之间,同时问卷数据整体 Cronbach's  $\alpha$  系数为 0.844,说明信度较高。效度检验中 KMO 值为 0.842,大于 0.5 的阈值条件,且 Bartlett 球形检验的伴随概率为 0.000,表明模型数据效度较好。模型数据质量通过检验。样本农户在各区县、政策村/非政策村之间的分布比较均匀,详见表 1。

受访农户的基本情况如表 2 所示。样本农户中,男性占 81.2%,主要因为调研时选择的访谈对象主要是户主,户主对家庭生产经营情况比较了解且多为男性。样本农户平均受教育程度较低,初中及以下文化程度占 77%。样本农户平均年龄偏大,55 岁以上的农民居多,占

75.4% ,调研时间处于非农忙期 ,年龄低于 55 周岁的农民群体多外出打工。样本农户家庭平均人口数为 3.02 人 , 家庭人口数为 2 人的居多且多为子女已成家的老人 ,占 58.5%。样本农户平均家庭耕地面积为 0.66 hm<sup>2</sup> ,其中 16.4% 的农户的家庭耕地面积在 0.33 hm<sup>2</sup> 以下 ,14.5% 的农户的家庭耕地面积在 1 hm<sup>2</sup> 及以上 ,多数农户的家庭耕地面积在 0.33 ~ 1.00 hm<sup>2</sup> 之间 ,占 69.1%。

### 3 结果与分析

#### 3.1 休耕政策的农户认知和生态效益分析

样本农户对休耕政策的相关认知情况如表 3 所示。农户对“近 10 a 地下水水位下降的现状”和“农业灌溉对地下水水位的影响”有比较清楚的认知 ,且农户具有较强的节水意识。95.15% 的受访农户认为近 10 a 来地下水水位下降了 ,91.52% 的受访农户认为“一年两季”的种植模式对地下水水位下降影响较大或很大 ,77.88% 的农户认

为需要参加一些节水培训来节约地下水资源。农户对休耕政策的目的是“节约(压采)地下水”。

休耕政策取得了较为显著的生态效益 ,综合体现在“节水”和“养地”两大方面。休耕的节水效益是很显著的 ,实际节水效果和理论预期节水效果相一致。从监管的难易程度上分析 ,休耕的监管是容易且有效的 ,“不种冬小麦”的农户行为可以被清晰地识别 ,从而参与休耕政策的农户基本都会遵守政策规定 ,政策执行效果良好。调研数据显示 ,186 名受访政策户中 ,98.92% 的农户表示自己认真遵守政策规定 ;94.09% 的农户认为其他农户均履约休耕 ,仅有 5.91% 的农户反映周围存在个别“偷种冬小麦”的违约行为。从休耕行为与节水效益之间的关联性上分析 ,两者的关联是直接且明确的 ,在深层地下水严重超采区实施休耕 ,农户不种冬小麦也就不需要进行灌溉 ,单位面积平均节水约为 150 ~ 200 m<sup>3</sup>/667 m<sup>2</sup> ,从而能够减少地下水的开采利用 ,保护地下水资源。调研数据显示 ,96.97% 的农户在被问到“您认为休耕政策能否起到节水效果”时回答是“能” ,说明农户对该政策的节水效果非常认可。部分受访农户在访谈过程中表示“休耕了几年之

表 1 样本农户的分布

区县	乡镇	村庄	休耕政策	数量	合计
枣强县	肖张镇	梁纸坊村	政策村	12	108
		屈纸坊村	非政策村	13	
		东纸坊村	政策村	17	
	枣强镇	东赵庄村	非政策村	9	112
		段宅城村	政策村	20	
		荣郝村	政策村	18	
故城县	房庄镇	张郝村	非政策村	19	110
		前吴村	政策村	19	
		大月庄村	政策村	18	
	郑口镇	东曹官村	政策村	18	110
		高中村	非政策村	15	
		王庄村	非政策村	23	
安平县	武官寨镇	大店村	非政策村	19	110
		前子文村	政策村	13	
		孙遥城村	非政策村	12	
	马店镇	院西村	非政策村	14	110
		曹庄村	政策村	12	
		马家庄村	非政策村	14	
大何庄乡	大何庄村	政策村	12	110	
	武营村	非政策村	16		
	东里村	政策村	17		
程油子乡					
合计				330	

表 2 样本农户的基本情况

指标	选项	频数	频率/%
性别	男	268	81.20
	女	62	18.80
受教育程度	小学以下	27	8.20
	小学	109	33.00
	初中	118	35.80
	高中	76	23.00
年龄/周岁	高中以上	0	0.00
	55 及以下	81	24.50
	56 ~ 65	136	41.20
家庭人口数/人	65 以上	113	34.20
	1 ~ 2	193	58.50
	3 ~ 4	67	20.30
家庭平均人口数/人	5 及以上	70	21.20
	≤0.33	54	16.40
	0.33 ~ 0.67	143	43.30
家庭耕地面积/hm <sup>2</sup>	0.67 ~ 1.00	85	25.80
	1.00 ~ 1.33	48	14.50
家庭平均耕地面积/hm <sup>2</sup>		9.97	

后,感觉井水(地下水)的水位降得不那么厉害了,近两年似乎还提高了。”休耕的养地效益也是比较显著的。休耕降低了复种指数,减少了化肥和农药的使用,减轻了化学投入品对土壤的污染,有利于耕地休养生息。同时,休耕地区也在不断探索完善休耕的技术模式,开展了利用休耕季节推广绿肥植物种植的实践探索,以期培肥土壤,提高地力。农户也普遍认为休耕能“养地”,少种一季冬小麦,土地“能缓把劲儿”,地力有所提升。

表3 样本农户认知情况

问题	选项	频数	频率/%
您认为近10 a 地下水水位是否下降	是	314	95.15
	否	16	4.85
	无影响	10	3.03
您认为一年两季的种植模式对地下水水位下降影响大吗	影响较小	18	5.45
	影响较大	48	14.55
	影响非常大	254	76.97
您是否需要参加节水培训	是	257	77.88
	否	73	22.12
您是否清楚休耕政策目的	清楚	273	82.73
	不清楚	57	17.27
您认为休耕能否起到节水的效果	能	320	96.97
	不能	10	3.03

### 3.2 受偿意愿的样本分布

330个样本农户对单边界和双边界补偿方案的二分式提问的选择结果如表4所示。各个初始标的值的总频数大致相同,分布比较均匀。受访农户对受偿意愿问题的回答中,对问题(1)的回答视为单边界二分式提问的选择结果,对问题(1)和问题(2)的回答为双边界二分式提问的选择结果。

单边界结果中,在所有初始标的值下共有212人选择愿意参与休耕政策,频率为0.64。当初始标的值为500元/667 m<sup>2</sup>时,有75%的受访农户选择了“愿意”参与,说明在当前500元/667 m<sup>2</sup>的补偿标准下,农户对休耕政策的参与意愿较高。随着标的值的提高,每种标的值对应的受偿意愿的被接受的频率也在不断地提高,并逐渐接近于1。也就是说补偿标准越高,农民参与项目的意愿越强,这符合公众倾向于高额受偿意愿的一般规律。

双边界结果中,四种结果即“愿意-愿意(Y-Y)”“愿意-不愿意(Y-N)”“不愿意-愿意(N-Y)”“不愿意-不愿意(N-N)”的频数分别为159、53、58、60。观察其分布频率可知,标的值越高,回答为“愿意-愿意”的频率就越高并逐渐向1靠近,回答为“不愿意-不愿意”的频率越低并趋近于0;反之,标的值越低,回答为“不愿意-不愿意”的频率就越高,回答为“愿意-愿意”的频率越低。有270个受访农户在第一次或第二次中选择了“愿意”,即在两次“议价”之内,愿意接受补偿方案,这说明农民的参与休耕政策的整体意愿比较高。在最低补偿标准下,仍有一些农民选择“愿意”,说明存在少部分农民对休耕政策的参与意愿很强,愿意放弃部分机会成本。

表4 各标的值的样本分布及受偿意愿情况

单边界引导技术补偿方案		Y	N	双边界引导技术补偿方案		Y-Y	Y-N	N-Y	N-N	合计
400	频数	12	46	(350 400 450)	频数	4	8	12	34	58
	(频率)	(0.21)	(0.79)		(频率)	(0.08)	(0.15)	(0.23)	(0.64)	(1.00)
450	频数	15	38	(400 450 500)	频数	10	5	28	10	53
	(频率)	(0.28)	(0.72)		(频率)	(0.19)	(0.09)	(0.53)	(0.19)	(1.00)
500	频数	40	13	(450 500 550)	频数	13	27	6	7	53
	(频率)	(0.75)	(0.25)		(频率)	(0.21)	(0.44)	(0.10)	(0.11)	(1.00)
550	频数	52	8	(500 550 600)	频数	51	1	5	3	60
	(频率)	(0.87)	(0.13)		(频率)	(0.85)	(0.02)	(0.08)	(0.05)	(1.00)
600	频数	45	9	(550 600 650)	频数	39	6	3	6	54
	(频率)	(0.83)	(0.17)		(频率)	(0.72)	(0.11)	(0.06)	(0.11)	(1.00)
650	频数	48	4	(600 650 700)	频数	42	6	4	0	52
	(频率)	(0.92)	(0.08)		(频率)	(0.82)	(0.12)	(0.08)	0	(1.00)
合计	频数	212	118	合计	频数	159	53	58	60	330
	(频率)	(0.64)	(0.36)	(频率)	(0.48)	(0.16)	(0.18)	(0.18)	(0.18)	(1.00)

### 3.3 受偿意愿的估计结果

分别使用单边界模型和双边界模型对受偿意愿进行分析,通过 Stata13.0 软件分析得到的估计结果如表 5 所示,各系数估计结果均在 1% 的统计水平上显著,对方程拟合优度进行似然比检验,拟合优度均服从  $\chi^2$  分布,模型整体拟合效果很好。

模型估计显示,单边界下受偿意愿的点估计值为 474.54 元/667 m<sup>2</sup> · a,标的值系数为正,说明补偿标准越高,农户对补偿金额的接受程度越强,参与意愿越强,这符合实际情况,与前文的分析一致。双边界下受偿意愿的点估计值为 544.69 元/667 m<sup>2</sup> · a。对比分析,双边界下受偿意愿的估计结果要高于单边界下受偿意愿的估计结果,印证了单边界二分式选择模型可能造成受偿意愿的低估。双边界下受偿意愿的 95% 置信区间范围为 30.65 元/667 m<sup>2</sup> · a,小于单边界下受偿意愿的 95% 的置信区间范围 34.06 元/667 m<sup>2</sup> · a,印证了双边界的模型估计结果会缩小受偿意愿的置信区间,估计结果更为精准。

为深化对地下水超采区休耕补偿标准的认识,下面将估计结果与其他课题组研究结果、本课题组往年研究结果、冬小麦亩均纯收益进行比较分析。

(1) 与其他课题组研究成果的比较分析,如表 6 所示。研究区域相近。衡水、邢台都属于华北平原的黑龙港地下水漏斗区,是华北平原地下水超采最严重、最典型的区域,也是休耕的重点试点地区。研究方法有所区别。但机会成本法、受偿意愿法都是普遍采用的生态补偿标准估算方法。谢花林等采用了机会成本法,考虑了劳动力的影子工资,通过估算冬小麦亩均纯收益来揭示休耕的补偿标准。曾黎等和我们的研究均采用了意愿调查法,但询问的引导技术不同,曾黎等采用的是支付卡式,我们采用的是双边

界二分式。研究结果相近。三个估算结果都略大于当前的补偿标准 500 元/667 m<sup>2</sup>,说明现有的休耕补偿标准比较合理但略有偏低。三个估算结果相差不大,说明不同课题组开展的研究,虽然测算方法和样本区域存在差异,但研究结果能够相互印证,比较可靠。

(2) 与本课题组往年研究结果的比较分析,如表 7 所示。采用双边界二分式意愿调查法研究农户对休耕政策的受偿意愿,2015 年 12 月、2016 年 8 月、2018 年 8 月三次调研数据的估算结果分别是 740.98 元/667 m<sup>2</sup>、556.64 元/667 m<sup>2</sup>、544.69 元/667 m<sup>2</sup>,农户的受偿意愿整体呈下降趋势。对此,我们从尝试从三个方面进行解释。第一,随着休耕政策的实施,农户对政策的认知水平逐渐提升,统计显示,三次调研“清楚休耕政策目的”的样本农户占比分别为 40.92%、76.14%、82.73%。第二,随着休耕政策的实施,农户对政策的接受程度逐渐提高。政策试点初期,农户对政策不了解,对自己的“损失”预估过高,因此受偿意愿较高。近年来休耕政策宣传落实到位,补贴发放及时,农户对政府实施政策的信任程度提高,农户的参与意愿也随之提高,调研访谈中明显感觉到农户对休耕政策的态度从“排斥”到“接受”再到“迫切希望参与甚至永久参与”的转变。第三,样本区域近两年冬小麦亩产量有所下降,冬小麦亩均纯收益下降导致农户受偿意愿也随之降低。农民普遍反映近两年冬小麦“年景”不好,受到赤霉病、条锈病、蚜虫等病虫害及气象条件的影响。三次调研的统计显示,2014 年、2015 年、2017 年样本区域农户冬小麦平均产量分别为 517.75、548.08、468.53 kg/667 m<sup>2</sup>。同时 2018 年冬小麦产量更低,样本区域大多数农户的冬小麦产量在 400 kg/667 m<sup>2</sup> 左右,如此一来,除去成本,相当比例的农户的冬小麦单位平均纯收益将不足 500 元。

表 5 单边界、双边界二分式模型的估计结果

模型	估计结果	系数	标准偏差	z 值	受偿意愿	95% 置信区间
单边界模型	标的值	0.010 ***	0.001	9.480	474.542 ***	(457.510, 491.574)
	常数项	-4.693 ***	0.532	-8.810		
双边界模型	$\hat{\beta}$	544.689 ***	7.82	69.650	544.689 ***	(529.363, 560.016)
	$\hat{\sigma}$	115.698 ***	8.327	13.890		

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著。

表 6 与其他课题组研究成果的比较分析

研究团队	调研时间	研究区域	样本量	估算方法	估算结果/元/667 m <sup>2</sup>
(谢花林等 2017) [11]	2016	衡水市	198	冬小麦单位面积平均纯收益	518.83
(曾黎等 2018) [13]	2016	邢台市	293	意愿调查法(支付卡式)	511.84
本课题组	2018	衡水市	330	意愿调查法(二分式)	544.69

(3) 与冬小麦单位面积平均纯收益的比较分析。在实地调研中,当农民被问询受偿意愿的时候,农户往往会自行估算冬小麦单位面积平均纯收益作为参考。本研究中,农户受偿意愿的估算结果为 544.69 元/667 m<sup>2</sup>,2017 年样本农户冬小麦亩均纯收益核算结果为 601.67 元/667 m<sup>2</sup>,农户受偿意愿要低于冬小麦单位面积平均纯收益。在 330 户样本农户中,有 200 户农户在 2017 年种植了小麦,其中包括了 159 户非政策户和 41 户 2018 年新纳入休耕的政策户。考虑很多农户处于非充分就业的状态,所以冬小麦亩均纯收益核算暂不考虑劳动力成本,200 户样本农户冬小麦亩均纯收益核算结果为 601.67 元/667 m<sup>2</sup>,其中单位面积平均产量 468.53 kg/667 m<sup>2</sup>,小麦价格 0.56 元/kg,种子 53.89 元/667 m<sup>2</sup>,化肥 187.67 元/667 m<sup>2</sup>,农药 38.00 元/667 m<sup>2</sup>,灌溉 86.73 元/667 m<sup>2</sup>,收割服务 56.50 元/667 m<sup>2</sup>,播种服务 25.05 元/667 m<sup>2</sup>,休耕后翻地服务计入玉米的成本核算。为什么农户受偿意愿会低于冬小麦纯收益,对此,我们从两个方面进行解释。第一,农户参与休耕政策之后,一定比例的农户家庭可以节省劳动力进行外出务工,获得更高的非农收入。在关于参与政策前后家庭相关情况对比的调查中发现,186 名参与或曾参与休耕政策的受访农户中,有 34.95% 的农户表示自己或家人参与政策后“外出务工的时间增长”、16.13% 的农户表示“务工距离变远”、44.09% 的农户表示“家庭收入增加”。调查发现,劳动能力较强的青壮年劳动力大多外出务工,部分外出务工的劳动力农忙时节会回家务农,对他们来说休耕最大的受益点在于解放了部分农业劳动力,这与前文受偿意愿的影响因素研究中,“55 岁以下农户受偿意愿更低”的研究结果相互印证。第二,参与休耕政策之后,农户能够获得更多的闲暇时间。89.2% 的政策户表示,参与休耕政策后,“自己或家人的闲暇时间增加”。调研发现,农村许多老弱劳动力仍需要从事农业生产经营,对于这类农户来说,参与休耕政策最大的好处是“省工省力”。

### 3.4 受偿意愿的影响因素

分析农户受偿意愿的影响因素,本文参考已有研究确定了可能的影响因素变量,分别是地区、年龄、性别、受教

育程度、身体健康状况、家庭耕地面积、灌溉成本、家庭总支出、是否参加过节水培训、对耕地休耕政策目的的认知以及节水意愿等。虽然家庭人口数、家庭收入等也是重要的家庭变量,但是本研究并未将其纳入影响因素分析中,主要因为家庭人口数与家庭耕地面积存在显著相关性,家庭收入与家庭支出存在显著相关性。鉴于双边界模型估计结果更为精准,将个体社会经济特征的各项变量加入双边界下的 WTA 模型,进行影响因素分析。估计结果如表 8 所示,对整个方程拟合优度进行似然比检验,拟合优度服从分布,其值为 63.45,拟合效果良好。

(1) 个体特征变量的影响。年龄变量在 10% 的统计水平上对农户的受偿意愿有显著的正向影响,说明年龄在 55 周岁以上的农户受偿意愿更高一些。其原因可能是,年龄大于 55 周岁的农民,劳动能力下降,务工能力弱,家庭收入对种植业的依赖程度大,所以受偿意愿更高;55 周岁以下的农户务工能力强,参与休耕之后,可以有更多时间通过外出务工获得更多的收入,所以受偿意愿要低一些。受教育程度变量在 5% 的统计水平上对农户的受偿意愿有显著的负向影响,说明农户的受教育程度越高,受偿意愿越低。这是由于受教育程度较高的农户,有更高的能力通过其他方式获得更高的家庭收入,所以受偿意愿更低。身体健康状况变量在 10% 的统计水平上对农户受偿意愿有显著的正向影响,说明农户的身体健康状况越好,受偿意愿越高。身体健康状况越好的农户,种地的能力相对更强,更有机会通过精耕细作得到更高的种植收益,即参与休耕的机会成本越高,所以受偿意愿越高。性别变量不显著。

(2) 家庭特征变量的影响。家庭耕地面积在 5% 的统计水平上对农户的受偿意愿有显著的负向影响,即家庭耕地面积越大,受偿意愿越低。可能的原因是,家庭拥有越多的耕地面积,家庭自然资本更丰富,农户有更大的机会去获得更多以耕地面积计量的农业补贴收入,所以受偿意愿更低。家庭总支出在 5% 的统计水平上对农户的受偿意愿有显著的正向影响,即家庭总支出越高,受偿意愿越高。可能是由于家庭总支出越高,家庭生存发展所需要的资金越多,越希望得到更高的补偿金额来满足家庭对资金的需求,所以受偿意愿越高。

表 7 与课题组往年研究结果的比较分析

调研时间	研究区域	样本量	估计结果	95% 置信区间
2015.12	衡水市深州市和桃城区、邢台市任县、邯郸市曲周县、石家庄市藁城区	344	740.98	(715.75, 766.21)
2016.08	衡水市深州市、桃城区	262	556.64	(544.09, 569.19)
2018.08	衡水市枣强县、故城县、安平县	330	544.69	(529.36, 560.02)

注:课题组近年来持续追踪地下水超采区休耕政策研究,共开展三次调研,三次调研均采用双边界二分类意愿调查法对农户休耕政策的受偿意愿进行了研究,其中前两次调研的研究成果未曾公开发表。

(3) 认知特征变量的影响。节水培训和休耕认知分别在 10% 和 5% 的统计水平上对农户的受偿意愿有显著的负向影响,说明参加过节水培训、清楚休耕政策目的的农户,受偿意愿更低一些。对休耕政策的目的较清楚、参加过节水培训的农户,通常保护地下水资源的意识更强,所以受偿意愿就更低。参与节水政策的意愿在 10% 的统计水平上对农户的受偿意愿有显著的正向影响,说明有意愿参与节水政策的农户,受偿意愿较高,可能原因是有些农户愿意参与节水政策,是出于获得政府高额节水补贴的目的。

(4) 地区变量的影响。地区变量对受偿意愿的影响不显著,说明农户受偿意愿在三个样本区县之间无显著差异。

#### 4 结论与政策含义

本文通过 2018 年河北省衡水市 330 户农户的实地调研,运用双边界二分式意愿调查法,对地下水超采区休耕补偿标准及其影响因素进行了研究。得到以下主要结论:第一,农户具有较强的节水意识,对休耕政策的认知水平和接受程度都在逐步提升,对休耕政策的节水效果非常认可,休耕政策在“节水”和“养地”两大方面取得了较为显著的生态效益。第二,2015—2018 年农户对休耕政策的受偿意愿整体呈下降趋势,跟农户对休耕政策的认知水平提

升、接受程度提升以及近两年样本区域小麦产量有所下降等因素相关。第三,2018 年农户对休耕政策的受偿意愿的估算结果为 544.69 元/667 m<sup>2</sup>·a,略高于当前的补偿标准 500 元/667 m<sup>2</sup>·a,说明现有的休耕补偿标准比较合理但略有偏低;略低于冬小麦的亩均纯收益,因为休耕政策能够解放部分农业劳动力和增加农户的闲暇时间,使得农户愿意接受低于冬小麦的亩均纯收益的补偿标准。第四,农户的受偿意愿受到个体特征和家庭特征的影响,主要包括年龄、受教育程度、健康状况、家庭耕地面积、家庭支出等,年龄在 55 周岁以上、健康状况越好的农户,受偿意愿越高;受教育程度越高、家庭耕地面积越大的农户,受偿意愿越低;家庭总支出越高,受偿意愿越高。第五,农户的受偿意愿受到认知特征的影响,参加过节水培训、清楚休耕政策目的的农户,受偿意愿越低;愿意参与节水政策的农户,受偿意愿越高,可能原因是有些农户愿意参与节水政策,是出于获得政府高额节水补贴的目的。

本文研究结论具有以下政策含义:①在综合考虑生态效益和粮食安全的情况下,在深层地下水严重超采区合理扩大休耕规模。②为了确保休耕政策的顺利实施,应加强对休耕政策的宣传,让更多的农户了解休耕政策的目的和重大意义,进一步提升农户的认知水平和接受程度。③农户是休耕政策的实施主体,为保障农户利益,可以适当提高休耕的补偿标准。④农户受偿意愿受到个体特征和家

表 8 加入解释变量后双边界模型的估计结果

变量分类	变量名称	变量含义及赋值	系数	标准偏差	z 值
个人特征	年龄	受访农户年龄(1 = 55 周岁以上; 0 = 其他)	36.058*	21.662	1.66
	性别	受访农户性别(男 = 1; 女 = 0)	-5.586	20.083	-0.28
	受教育程度	受访农户受教育程度(小学以下 = 1; 小学 = 2; 初中 = 3; 高中 = 4; 高中以上 = 5)	-20.235**	9.47	-2.14
	健康状况	受访农户身体健康状况(1 = 丧失劳动能力; 2 = 慢性疾病, 劳动能力弱; 3 = 轻微病症, 不影响正常生活和劳动; 4 = 健康)	13.652*	8.233	1.66
家庭特征	耕地面积	受访农户耕地承包面积/667 m <sup>2</sup>	-2.816*	1.548	-1.82
	灌溉成本	受访农户单次亩均灌溉成本/元	0.092	0.416	0.22
	家庭总支出	受访农户 2017 年家庭总支出/万元	6.733*	4.053	1.66
认知特征	节水培训	是否接受过节水培训(是 = 1; 否 = 0)	-29.993*	16.623	-1.8
	休耕认知	是否清楚休耕政策目的(是 = 1; 否 = 0)	-1.634**	0.857	-1.91
	节水政策	是否愿意参加节水政策(是 = 1; 否 = 0)	63.558*	34.217	1.86
地区	地区变量 1	样本区域(1 = 枣强县; 0 = 其他)	12.521	23.644	0.53
	地区变量 2	样本区域(1 = 故城县; 0 = 其他)	5.299	21.206	0.25
常数项			453.270***	49.256	9.2

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著。

庭特征的影响,实施休耕政策可以“集中连片”但并非一定“整村推进”,应充分考虑农户异质性和尊重农户的参与意愿。

(编辑:王爱萍)

#### 参考文献

- [1]柳荻,胡振通,靳乐山.生态保护补偿的分析框架研究综述[J].生态学报,2018,38(2):380-392.
- [2]CAI R, BERGSTROM J C, MULLEN J D, et al. A dynamic optimal crop rotation model in acreage response[EB/OL]. <https://core.ac.uk/download/pdf/6551092.pdf> 2011.
- [3]COOPER J C. A joint framework for analysis of agri-environmental payment programs[J]. American journal of agricultural economics, 2003, 85(4):976-987.
- [4]BAYLIS K, PELOW S, RAUSSER G, et al. Agri-environmental policies in the EU and United States: a comparison[J]. Ecological economics, 2008, 65(4):753-764.
- [5]CLAASSEN R, CATTANEO A, JOHANSSON R. Cost-effective design of agri-environmental payment programs: U. S. experience in theory and practice[J]. Ecological economics, 2008, 65(4):737-752.
- [6]杨庆媛,信桂新,江娟丽,等.欧美及东亚地区耕地轮作休耕制度实践:对比与启示[J].中国土地科学,2017(4):71-79.
- [7]饶静.发达国家“耕地休养”综述及对中国的启示[J].农业技术经济,2016(9):118-128.
- [8]陈展图,杨庆媛.中国耕地休耕制度基本框架构建[J].中国人口·资源与环境,2017(12):126-136.
- [9]钟媛,张晓宁.休耕政策存在的问题及对策[J].农业经济问题,2018(9):76-84.
- [10]俞振宁,谭永忠,吴次芳,等.基于兼业分化视角的农户耕地轮作休耕受偿意愿分析——以浙江省嘉善县为例[J].中国土地科学,2017(9):43-51.
- [11]谢花林,程玲娟.地下水漏斗区农户冬小麦休耕意愿的影响因素及其生态补偿标准研究——以河北衡水为例[J].自然资源学报,2017(12):2012-2022.
- [12]王学,李秀彬,辛良杰,等.华北地下水超采区冬小麦退耕的生态补偿问题探讨[J].地理学报,2016(5):829-839.
- [13]曾黎,杨庆媛,廖俊儒,等.基于农户受偿意愿的休耕补偿标准探讨——以河北样本户为例[J].资源科学,2018(7):1375-1386.
- [14]龙玉琴,王成,邓春,等.地下水漏斗区不同类型农户耕地休耕意愿及其影响因素——基于邢台市598户农户调查[J].资源科学,2017(10):1834-1843.
- [15]赵越.重金属污染区农户参与休耕的受偿意愿与方案选择[D].杭州:浙江大学,2018.
- [16]俞振宁,谭永忠,茅铭芝,等.重金属污染耕地治理式休耕补偿政策:农户选择实验及影响因素分析[J].中国农村经济,2018(2):109-125.
- [17]柳荻,胡振通,靳乐山.华北地下水超采区农户对休耕政策的满意度及其影响因素分析[J].干旱区资源与环境,2018,32(1):22-27.
- [18]XIE H, WANG W, ZHANG X. Evolutionary game and simulation of management strategies of fallow cultivated land: a case study in Hunan Province, China[J]. Land use policy, 2018, 71:86-97.
- [19]胡振通,王亚华.地下水超采综合治理的农户评价、原因分析与改进建议[J].中国人口·资源与环境,2018,28(10):160-168.
- [20]赵其国,沈仁芳,滕应,等.我国地下水漏斗区耕地轮作休耕制度试点成效及对策建议[J].土壤,2018(1):1-6.
- [21]李长健,孙富博,黄彦臣.基于CVM的长江流域居民水资源利用受偿意愿调查分析[J].中国人口·资源与环境,2017,27(6):110-118.
- [22]牛海鹏,王坤鹏.基于单边界二分式CVM的不同样本方案下耕地保护外部性测度与分析——以河南省焦作市为例[J].资源科学,2017,39(7):1227-1237.
- [23]魏同洋,靳乐山,靳宗振,等.北京城区居民大气质量改善支付意愿分析[J].城市问题,2015(1):75-81.
- [24]HANEMANN M. The statistical analysis of discrete response CV data [R]. 1998.
- [25]HANEMANN M, LOOMIS J, KANNINEN B. Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation [J]. American journal of agricultural economics, 1991, 73(4):1255-1263.
- [26]徐中民,张志强,龙爱华,等.额济纳旗生态系统服务恢复价值评估方法的比较与应用[J].生态学报,2003(9):1841-1850.
- [27]HAAB T C. Estimation Using contingent valuation data from a ‘dichotomous choice with follow-up’ questionnaire: reply [J]. Journal of environmental economics & management, 1998, 35(2):190-194.
- [28]ARROW K, SOLOW R, PORTNEY P R, et al. Report of the NOAA panel on contingent valuation[J]. Federal register, 1993, 58(10):4601-4614.
- [29]ZHONG Y, ZHONG M, FENG W, et al. Groundwater depletion in the west Liaohe River Basin, China and its implications revealed by GRACE and in Situ measurements[J]. Remote sensing, 2018, 10(4):493.
- [30]KANG, SUCHUL, ELTAHIR, et al. North China Plain threatened by deadly heatwaves due to climate change and irrigation [J]. Nature communications, 2018, 9(1):2894.

## Study on compensation rate for fallow program in groundwater over-exploited area based on rural households' willingness to accept

LIU Di<sup>1 2</sup> HU Zhen-tong<sup>3 4</sup> JIN Le-shan<sup>1 2</sup>

(1. College of Humanities and Development Studies, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. China Eco-Compensation Policy Research Centre, Beijing 100193, China;

3. School of Public Policy and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

4. China Institute for Rural Studies, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract** The fallow system is an important measure to promote the sustainable development of agriculture, implement 'Storing Grain in Land', and promote the strategy of rural revitalization. The study of fallow compensation rate is of great significance for improving the fallow system. Based on the sample data of 330 households in Hengshui City, Hebei Province in 2018, this paper analyzed the compensation rate for fallow in groundwater over-exploited area and its influencing factors by using the double-bounded dichotomous contingent valuation method (CVM). The results showed that: First, farmers had a strong awareness of water saving, and their awareness and acceptance of fallow policy were gradually improving. Second, from 2015 to 2018, farmers' willingness to accept (WTA) of fallow policy showed a downward trend, which was related to the improvement of farmers' awareness of fallow policy, the improvement of farmers' acceptance and the decrease of wheat yield in sample areas in recent years. The fallow policy had achieved significant ecological benefits in terms of 'water saving' and 'land conservation'. Third, in 2018, the estimated household's willingness to accept for the fallow policy was 544.69 RMB/667 m<sup>2</sup> · year, which was slightly larger than the current compensation rate of 500 RMB/667 m<sup>2</sup> · year, indicating that the existing fallow compensation rate was reasonable but slightly lower. It was slightly lower than the average net income per unit area of winter wheat, because the fallow policy could liberate part of the agricultural labor force and increase the leisure time of the farmers; therefore the farmers were willing to accept the compensation rate lower than the net income per mu of winter wheat. Fourth, farmers' willingness to accept was affected by individual characteristics, family characteristics and cognitive characteristics, including age, education level, health status, family cultivated land area, family expenditure, water-saving training, fallow awareness and water-saving policies. In consideration of ecological benefits and food security, the scale of fallow should be reasonably expanded in areas with serious over-exploitation of deep groundwater. In order to improve the fallow policy of groundwater over-exploited area, it is necessary to strengthen the publicity of the fallow policy, appropriately improve the compensation rate for fallow, fully consider the heterogeneity of farmers and respect the willingness of farmers to participate. Fallow policy can also be implemented in the way of being 'concentrated and contiguous' rather than promoted in the way of 'one whole-village by one whole-village'.

**Key words** groundwater over-exploited; fallow; eco-compensation; willingness to accept (WTA); ecological benefit; contingent valuation method (CVM)