



水资源与中国农业 可持续发展研究

——以华北平原为例

左喆瑜 著



兰州大学出版社
LANZHOU UNIVERSITY PRESS

水资源与中国农业 可持续发展研究

——以华北平原为例

左喆瑜 著



兰州大学出版社
LANZHOU UNIVERSITY PRESS

摘要

地下水位下降、农业灌溉困难，是制约华北平原农业可持续发展的重要因素，同时也是政府与农民十分关切与亟须解决的重要问题。该著作的研究目的是探寻华北平原地下水超采治理农业技术背后更深层次的经济、制度、组织与农户行为问题，主要从灌溉技术与制度、农业种植结构调整及灌溉用地下水资源定价三方面研究华北平原农业可持续发展。基于第一手数据资料，通过综合运用统计分析、微观经济分析、计量经济分析与实验经济学方法，在灌溉技术与制度部分主要研究农户灌溉技术选择、现代节水灌溉技术设施运行及维护中农户集体行动组织创新、现代节水灌溉技术设施建设农户与政府成本共担机制、农户节水抗旱小麦品种技术选择与农户灌溉行为四方面内容；在农业种植结构调整部分主要研究华北平原冬小麦休耕制度与农户改灌溉农业为旱作农业前景两方面内容；在灌溉用地下水资源定价部分探寻具有区域适应性且兼顾公平与效率标准的地下水资源定价方案。研究结果表明：资源稀缺性诱致农户选择现代节水灌溉技术，但尚处在技术扩散早期阶段；探索社区层面农户集体行动是解决高效节水灌溉技术对土地规模经营要求与农户土地经营规模小且地块分散现实之间矛盾的组织与制度选择；在华北平原推广喷灌、滴灌等现代节水灌溉技术具有可行性，但投入形式需采取农户与政府共担方式，且政府需承担其中较大部分投入；节水抗旱小麦品种在样本地区推广较为普遍，农户采用率高，但节水抗旱小麦品种在减少灌溉次数、节约地下水方面效果发挥一般，受农户灌溉行为影响强；为保证小麦粮食安全和资源永续利用，冬小麦休耕宜采取轮流休耕、部分休耕、中短期休耕形式，可根据区域资源禀赋采取差异化的休耕制度安排；可考虑将冬小麦休耕制度与发展旱作农业制度实现对接，并通过价格和产量支持机制推动旱作农业发展；“配额制+加价”灌溉用地下水定价方案可促进农户节水行为，在保证农业生产正常进行同时不对农业收入造成过大负面影响。

关键词：地下水超采；农业可持续发展；灌溉技术与制度；农户行为；种植模式；灌溉水定价；华北平原

Abstract

The depletion of groundwater and difficulty in irrigation are the main factors in restricting the sustainable development in agriculture in North China plain. It also causes for concern of the government and farmers. The aim of this paper is to find the deep economic, institutional, organizational and farmer behavioral issues behind the agricultural technology in control of excessive extraction of groundwater in North China plain. The research is conducted mainly from irrigation technology and institutions, adjustment of agricultural planting structure and pricing of irrigation groundwater. Based on first-hand data information, by using a combination of statistical analysis, micro-economic analysis, econometric analysis and experimental economic method, four aspects are studied in the part of irrigation technology and institutions: irrigation technology choices of farmers, organizational innovation of farmer's collective action in the operation and maintenance of modern water-saving irrigation technology, cost-sharing mechanism between farmers and government in the construction of modern irrigation technology, farmer's technology choice for drought-resistant wheat variety and the irrigation behavior of farmers; Two aspects are studied in the part of adjustment of agricultural planting structure: fallow system of winter wheat in North China plain and the prospect of changing to rain-fed agriculture from irrigation. The part of pricing irrigation water is aimed to explore the proper pricing method on both fairness and efficiency standards. The results show that: resource scarcity has induced farmers to choose modern irrigation technology, but it is still in the early stage of technology diffusion. Exploring the farmer's collective action in the community level is the organizational and institutional choices to resolve the conflicts between the minimum size requirement of modern irrigation technology and the small-scale and fragmentation of land. It is feasible to promote sprinkler irrigation and drip irrigation in North China plain, but the costs should be shared between farmers and the government and the government has to take the greater part. The drought-resistant wheat

variety is popular in the sample area and its adoption rate is high, but its effect on irrigation groundwater conservation is not so good and is affected by the farmer's irrigation behavior. In order to ensure food security and sustainable use of resources, it is better to take turns lying the land fallow, systematically leaving a portion of land fallow and let the land in short fallow; the land fallow system should be arranged according to the differences in resource endowments between regions. The winter wheat fallow system and the development of dry-farming can be taken into account at the same time; the mechanism of price and production support can be used to promote the development of rain-fed agriculture. The pricing mechanism of "quota and fare increases" for irrigation groundwater can promote water conservation behavior of farmers; it can assure a smooth agricultural production without excessive negative impact on farm income.

Key words: Groundwater overdraft; Sustainable development in agriculture; Irrigation technology and institutions; Farmer's behavior; Plant structure; Pricing of irrigation groundwater; North China plain

前 言

地下水位下降是我国普遍存在的现象，在华北地区表现得最为突出，农业用水是造成该现象的主要原因。华北平原是我国粮食、蔬菜和鲜果主产区之一，也是唯一灌溉用水以开采地下水为主的地区，地下水在华北平原农业发展中具有重要的战略资源意义。由地下水位下降引起的水资源稀缺是制约华北平原农业可持续发展的重要因素，同时也是政府与农民十分关切与亟须解决的重要问题。为治理华北平原地下水超采，促进农业可持续发展，我国政府于2014年始选择位于黑龙港流域的邢台、邯郸、衡水、沧州四市作为试点市，开展地下水超采综合治理。治理的主要措施为调整农业种植结构和农艺节水项目，包括水肥一体化高效节水灌溉技术、调整种植模式、冬小麦春灌节水稳产配套技术、小麦保护性耕作节水技术四项内容。在高效节水灌溉技术方面，主要是探寻与华北平原土质、地形、劳动资源禀赋等特征相适应的现代节水灌溉技术类型。在调整种植模式方面，适当进行冬小麦休耕，改冬小麦-夏玉米一年两熟制为一年一熟制。在冬小麦春灌节水稳产配套技术方面，主要是在地下水严重超采区推广节水抗旱小麦品种，在减少灌溉次数的同时保持小麦产量不降低。在小麦保护性耕作节水技术方面，实行免耕、少耕和农作物秸秆及根茬粉碎覆盖还田，以减少土壤风蚀、水蚀和沙尘危害，提高土壤肥力和作物抗旱节水能力。虽然试点的灌溉技术、种植模式与节水抗旱品种本身具有好的节水效果，但技术或模式的推广实施效果受我国现实土地规模特征、农户社会经济与传统习惯等因素制约，且在华北平原绝大部分地区，灌溉地下水资源价格仅包括灌溉抽水电费成本，未对水资源收费，水资源价格没有反映真实环境成本，农户无须为因自身过度抽取地下水而产生的地下水位下降及其他农户抽水灌溉能源成本上升的外部性付费，农户缺乏采用节水技术与改变种植模式的激励，也没有在生产实践中充分挖掘节水技术的激励。

本书旨在探寻华北平原地下水超采治理农业技术背后，更深层次的经济、制度与农户行为问题，主要从灌溉技术与制度、农业种植结构调整、灌溉用地下水资源定价三方面展开研究。在灌溉技术与制度部分，重点研究农户灌溉技术选择与集体行动、

现代节水灌溉技术建设农户与政府成本分担机制、农户对节水抗旱小麦品种技术选择与农户灌溉行为等四方面内容。水资源稀缺和劳动资源稀缺会诱致农户做出怎样的灌溉技术选择？通过分析农户技术选择行为来探寻与华北平原水资源、劳动资源、资本资源禀赋条件相适应的灌溉技术。高效节水灌溉技术在我国推广的一个重要限制因素是农户土地细碎化。解决高效节水灌溉技术对土地的经营规模要求与农户土地经营规模小且地块分散之间矛盾的制度选择是成立灌溉小组，社区层面农户集体行动组织形式、解决搭便车问题的制度设计、维持集体行动的制度规范是该部分研究重点。在探寻到适合的技术后，关键问题是如何推广实施。农户因采用现代节水灌溉技术而节约的水资源具有保护环境、节约资源的正外部性，国际上推广现代节水灌溉技术的经验做法是建立农户与政府成本分担机制，其关键是农户在一次性技术工程建设中承担份额的大小。由水资源稀缺诱致的技术创新既包括以现代节水灌溉技术为代表的机械技术，也包括以节水抗旱小麦品种为代表的生物技术，其节水效果的发挥最终取决于农户的灌溉行为。在农业种植结构调整部分，主要研究冬小麦休耕制度和农户改灌溉农业为旱作农业前景两方面内容。冬小麦是华北平原主要的耗水作物，冬小麦休耕可以缓解地下水位下降，并保护和提升地力，休耕补偿标准、农户意愿休耕年限、农户意愿休耕土地分配决策是主要研究内容。在冬小麦休耕基础上发展旱作农业可以调整农业种植结构并提高农户收入，农户对旱作作物品种种植潜力判断、农户改灌溉农业为旱作农业生态补偿、农户改灌溉农业为旱作农业土地分配决策意愿是研究重点。目前华北农村地区基本只对抽水灌溉收取电费，没有对灌溉用地下水资源收费，农户缺乏采用节水技术与模式的激励，要充分发挥技术节水效果，需要对水资源定价。该部分重点研究了如何既对地下水资源合理定价，同时又保证农民合理灌溉用水。

本书的写作得到我的博士生导师中国社会科学院农村发展研究所李周研究员的悉心指导和帮助，从研究设计、数据资料获取到写作的全过程都渗透着老师的心血，在此我对我最敬重的李老师致以最崇敬的谢意。中国社会科学院农村发展研究所吴国宝研究员、孙若梅研究员、于法稳研究员、任常青研究员，以及中国农业大学林万龙教授、北京师范大学张琦教授、江西省社会科学院孔凡斌研究员对本书提出了许多宝贵建议，在此一并致以诚挚的谢意。在调研过程中，得到河北省农业厅、邢台市农业局、任县农业局、巨鹿县农业局、景县农业局的帮助，在此表示诚挚的谢意。感谢在数据获取过程中中国社会科学院研究生院付志虎博士的全程参与和帮助。本书的出版得到广东省农业科学院农业经济与农村发展研究所黄修杰副研究员、储霞玲高级经济师、蔡勋博士和马力高级经济师的帮助，在此也表示衷心的感谢。

| Contents |

目 录

| | |
|---|-----|
| 第一章 绪 论 | 001 |
| 第一节 研究背景与研究思路 | 001 |
| 第二节 研究内容、研究方法与研究意义 | 004 |
| 第三节 创新与不足 | 007 |
| 第四节 本章小结 | 009 |
| 第二章 水资源成为华北平原农业可持续发展主要制约因素 | 010 |
| 第一节 研究区域简介 | 010 |
| 第二节 华北平原地下水位变化 | 011 |
| 第三节 水资源成为华北平原农业可持续发展主要制约因素 | 013 |
| 第四节 本章小结 | 014 |
| 第三章 国内外地下水削减与农业可持续发展综述及启示 | 015 |
| 第一节 美国高平原地下水削减及可持续灌溉管理 | 015 |
| 第二节 发展中国家可持续地下水灌溉管理经验 | 017 |
| 第三节 华北平原农业可持续发展节水途径探索 | 019 |
| 第四节 国内外地下水超采治理与农业可持续发展探索 对本研究的启示 | 021 |
| 第五节 本章小结 | 024 |

| | |
|--|-----|
| 第四章 数据来源与样本特征 | 025 |
| 第一节 预调查 | 025 |
| 第二节 正式农户问卷调查 | 026 |
| 第三节 样本基本特征 | 032 |
| 第四节 本章小结 | 034 |
| 第五章 华北平原农户灌溉技术选择 | 035 |
| 第一节 引言 | 035 |
| 第二节 文献回顾 | 037 |
| 第三节 选择决策模型 | 041 |
| 第四节 农户灌溉特征与技术选择 | 043 |
| 第五节 农户灌溉技术选择计量经济分析 | 047 |
| 第六节 农户灌溉技术选择实际偏好分析 | 056 |
| 第七节 本章小结 | 058 |
| 第六章 现代节水灌溉技术设施运行 及维护中农户集体行动组织创新探索 | 061 |
| 第一节 引言与文献综述 | 061 |
| 第二节 农户集体行动组织创新:灌溉小组 | 064 |
| 第三节 灌溉小组制度设计 | 067 |
| 第四节 成立灌溉小组必要性 | 069 |
| 第五节 有关农户集体行动问题的讨论 | 070 |
| 第六节 本章小结 | 071 |
| 第七章 现代节水灌溉技术设施建设农户与 政府成本分担机制研究 | 072 |
| 第一节 引言与文献综述 | 072 |
| 第二节 理论基础与经验模型 | 074 |
| 第三节 双边界离散选择农户意愿承担额度 | 076 |
| 第四节 农户最大意愿承担额度分布特征 | 078 |
| 第五节 现代节水灌溉技术建设农户意愿承担额度的计量分析 | 079 |

| | | |
|------------|--------------------------------|------------|
| 第六节 | 本章小结 | 086 |
| 第八章 | 农户节水抗旱小麦品种技术选择与农户灌溉行为 | 088 |
| 第一节 | 引言与文献综述 | 088 |
| 第二节 | 样本特征与节水抗旱小麦品种技术选择 | 091 |
| 第三节 | 样本特征与农户灌溉行为 | 097 |
| 第四节 | 模型 | 100 |
| 第五节 | 农户节水抗旱小麦品种技术选择计量经济分析 | 104 |
| 第六节 | 节水抗旱小麦品种技术选择下农户灌溉行为计量经济分析 | 111 |
| 第七节 | 本章小结 | 116 |
| 第九章 | 华北平原冬小麦休耕制度研究 | 118 |
| 第一节 | 引言与文献综述 | 118 |
| 第二节 | 农户主动休耕冬小麦情况 | 122 |
| 第三节 | 冬小麦休耕农户意愿补偿标准 | 123 |
| 第四节 | 冬小麦休耕农户意愿土地分配决策 | 127 |
| 第五节 | 农户意愿冬小麦休耕年限 | 129 |
| 第六节 | 计量经济框架 | 131 |
| 第七节 | 变量选取 | 133 |
| 第八节 | 经验结果 | 137 |
| 第九节 | 本章小结 | 143 |
| 第十章 | 农户改灌溉农业为旱作农业前景研究 | 145 |
| 第一节 | 引言与文献综述 | 145 |
| 第二节 | 农户主动改灌溉农业为旱作农业情况 | 148 |
| 第三节 | 农户发展旱作作物的障碍 | 150 |
| 第四节 | 农户对旱作作物种植潜力判断 | 151 |
| 第五节 | 农户改灌溉农业为旱作农业意愿补偿标准 | 153 |
| 第六节 | 农户改灌溉农业为旱作农业意愿土地分配决策 | 156 |
| 第七节 | 农户改灌溉农业为旱作农业意愿土地分配决策 计量经济框架 | 159 |
| 第八节 | 经验结果 | 163 |

| | | |
|-------------|---------------------------|-----|
| 第九节 | 本章小结 | 167 |
| 第十一章 | 灌溉地下水资源定价 | 169 |
| 第一节 | 引言 | 169 |
| 第二节 | 文献综述 | 170 |
| 第三节 | 灌溉地下水资源定价方案设计 | 175 |
| 第四节 | 基于条件调查的农户灌溉地下水定价特征 | 176 |
| 第五节 | 农户对灌溉超额用电加价支付意愿计量分析 | 178 |
| 第六节 | 本章小结 | 184 |
| 第十二章 | 技术、制度、组织适应性及其推广优先序 | 187 |
| 第一节 | 现代节水灌溉技术适应性 | 187 |
| 第二节 | 节水抗旱小麦品种适应性 | 188 |
| 第三节 | 冬小麦休耕制度适应性 | 189 |
| 第四节 | 旱作农业发展适应性 | 189 |
| 第五节 | 节水技术与模式推广优先序 | 190 |
| 第六节 | 本章小结 | 191 |
| 第十三章 | 研究结论、基本判断与政策含义 | 192 |
| 第一节 | 研究结论 | 192 |
| 第二节 | 基本判断 | 196 |
| 第三节 | 政策含义 | 198 |
| 第四节 | 本章小结 | 201 |
| 参考文献 | | 202 |
| 附录 | | 212 |

| 第一章 |

绪 论

第一节 研究背景与研究思路

一、华北平原水资源利用状况变化

20世纪60年代末以前，华北平原地表水资源较为丰富，工农业生产主要开发利用地表水；1972年发生特大干旱后，开始大规模开采浅层地下水；1978年改革开放以来，随着工农业生产快速发展和城镇居民生活水平提高，对水资源需求量不断加大，由地下水开采引起的问题日益严重，并引发了一系列地质环境问题，如形成地下水漏斗、地面沉降、海（咸）水入侵地下淡水体等（张光辉等，2011）。地下水位降落漏斗规模不断向纵深扩展，形成深、浅层地下水位降落漏斗，导致华北平原地下水位下降和地下水超采的主要原因有四方面：一是区域降水量显著减少导致的资源性缺水。自20世纪50年代以来降水量趋于减少，孟素花等（2013）根据1956—2008年华北平原地表水四级区逐月降水量数据计算得出，20世纪60年代、70年代、80年代、90年代和21世纪初的年均降水量分别为589、568、518、517和502mm，降水量随时间推移总体呈下降趋势，资源性缺水量占总缺水量的15.09%~16.41%。二是管理性缺水。主要源于不恰当的水资源管理和不健全的规章制度安排，主要包括无效用水增加和水资源污染，管理性缺水量占总缺水量的22.12%~24.21%。三是水资源价格扭曲导致的政策性缺水。较低的水资源价格导致对水资源的过度需求，政策性缺水量占总缺水量的59.31%~

62.49% (张光辉等, 2012)。四是河道渗漏补给减少。近几十年来在华北平原汇流山区大规模建设水利工程, 修建水库 1600 多座, 总库容超过 $300 \times 10^8 \text{m}^3$, 控制了山区汇水面积的 85% 以上 (刘少玉等, 2012), 直接导致华北平原主要河流下游基本成为季节性河流, 甚至全年断流干涸。张光辉等 (2011) 认为, 造成华北平原水资源紧缺的最主要成因是政策性和管理性缺水, 而不是资源性缺水。由于华北平原可利用的地表水资源有限, 加之地表水普遍污染严重, 地下水超采问题尚难根本缓解。

二、华北平原农业灌溉对地下水的依赖性

华北平原农业灌溉对地下水依赖性较强, 2010—2015 年平均农业开采量为 $132.34 \times 10^8 \text{m}^3$, 占该区农业灌溉总用水量的 62.9% (王电龙, 2016)。华北平原灌溉需水量与地下水位关系密切: 作物灌溉需水量增大导致地下水开采量相应增大, 从而加剧了地下水位下降。以小麦为主的夏粮作物、以玉米为主的秋粮作物和蔬菜、鲜果林田灌溉用水是华北农林用水的主体, 占农林总用水量的 97% 以上; 且以小麦等夏粮作物灌溉用水量居主导, 玉米等秋粮作物灌溉用水量次之, 但由于秋粮作物种植规模大, 在灌溉用水总量中也占据重要地位; 近 10 年鲜果林灌溉用水量逐年增加, 且以开采地下水作为灌溉水源为主, 因此蔬菜和鲜果林灌溉用水已成为农业主产区地下水位不断下降的重要影响因素。虽然粮食作物灌溉节水措施不断加强, 但灌溉农业总用水量仍处于较严重超用状态, 华北平原井灌区地下水超采问题日趋严峻, 有效缓解与调控农业用水强度是缓解区域地下水超采和实现农业可持续发展的关键。

三、华北平原地下水超采治理与农业可持续发展探索

2014 年中央一号文件提出“开展华北地下水超采漏斗区综合治理”; 为改变水资源紧缺现状, 推动农业可持续发展, 国家在《全国农业可持续发展规划 (2015—2030 年)》中将华北平原地下水严重超采区纳入黄淮海优化发展区域, 重点治理地下水超采。为贯彻 2014 年中央一号文件精神要求, 国家选择位于黑龙港流域的邢台、邯郸、衡水、沧州四市作为试点市, 开展地下水超采综合治理。治理目标分为三个阶段: 近期即至 2015 年, 在试点区实现降低目前超采量的 39%, 实现明显降低冀枣衡深层地下水漏斗水位下降速率; 中期即至 2017 年, 在试点区降低目前超采量的 74%, 实现深层地下水漏斗水位止跌回升; 远期即至 2020 年, 在试点区实现地下水采补平衡, 使深层地下水漏斗水位大幅上升, 明显改善地下水生态 (周明勤, 2014)。治理措施为调整农业种植结构和农艺节水项目, 主要包括水肥一体化高效节水灌溉技术、调整种植模式、冬小麦春灌节水稳产配套技术、小麦保护性耕作节水技术四项内容。在高效节水灌溉技术方面, 主要是探寻与华北平原土质、地形、劳动资源禀赋等特征相适应的现代节

水灌溉技术类型，试点技术主要为微喷、固定式中喷与滴灌，试点作物主要为小麦、玉米、蔬菜和中药材。在调整种植模式方面，适当压减冬小麦种植面积，改冬小麦-夏玉米一年两熟制为一年一熟制，主要种植棉花、花生、油葵等旱作作物或种植一季玉米。在冬小麦春灌节水稳产配套技术方面，在地下水严重超采区推广节水抗旱小麦品种，实现小麦生育期内减少浇水1至2次，在减少灌溉次数的同时保持小麦产量不降低。在小麦保护性耕作节水技术方面，实行免耕、少耕和农作物秸秆及根茬粉碎覆盖还田，隔3至4年进行一次深松，以减少土壤风蚀、水蚀和沙尘，提高土壤肥力和作物抗旱节水能力。

四、研究思路

虽然试点采用的灌溉技术、种植模式与节水抗旱品种本身具有较好的节水效果，但技术或模式的推广实施效果受我国现实土地规模特征、农户社会经济与传统习惯等因素制约，且华北平原绝大部分地区灌溉用地下水资源价格仅包括灌溉抽水电费成本，未对水资源收费，水资源价格没有反映真实的环境成本，农户无须为因自身过度抽取地下水而产生的地下水位下降及其他农户抽水灌溉能源成本上升而付费，农户缺乏采用节水技术与改变种植模式激励，在生产实践中也没有充分发挥与挖掘技术节水的效果，因此需要对灌溉用地下水资源定价，以反映资源使用的社会成本。本研究的目的是探寻华北平原地下水超采治理农业技术背后更深层次的经济、制度与农户行为问题，主要从灌溉技术与制度、农业种植结构调整、灌溉用地下水资源定价三方面展开研究。在灌溉技术与制度部分，资源稀缺性诱致以现代节水灌溉技术为代表的机械技术变迁和以节水抗旱小麦品种为代表的生物技术变迁，由此产生了第五章和第八章的研究内容；为破解农户选择现代节水灌溉技术的土地规模小且地块分散以及缺乏集体行动方面的约束，需要探索现代节水灌溉技术设施运行及维护中农户集体行动组织创新，由此产生了第六章的研究内容；为破解农户对现代节水灌溉技术选择的资本约束，需要探索现代节水灌溉技术设施建设中农户与政府成本共担机制，由此产生了第七章的研究内容。在农业种植结构调整模式部分，抓住冬小麦是华北平原主要耗水作物这个主要矛盾，在当前地下水过度开采和长期单一种植模式导致的地力过度消耗的背景下，探索冬小麦休耕制度存在资源条件契机，由此产生了第九章的研究内容；当前地下水过度开采、种植结构单一和国内外市场粮价倒挂的现实，使得发展旱作农业存在资源与市场条件契机，且在冬小麦休耕地上改种旱作作物，在减少地下水消耗、促进农业结构调整的同时可保证小麦粮食安全，由此产生了第十章的研究内容。由于灌溉用水资源价格没有反映其真实价值，农户缺乏节水激励，导致节水技术与模式难以充分发挥节水效果，因此需要对灌溉用地下水资源定价。常见的水资源定价方法在实施中存

在以下问题：因缺乏计量设施无法实施直接体积定价；在作物需水季，农户大面积抽取地下水，从而引起区域地下水位下降，水流不稳定，导致无法根据水流时间进行间接体积定价；而面积定价方法使得水资源分配无效，无法达到节约用水目的；按投入或产出定价存在道德风险和执行成本高的问题；为既保证农民合理灌溉用水、不增加农民负担，又促进农户节水行为，探索具有区域适应性且兼顾公平与效率标准的灌溉用地下水资源定价方案，由此产生了第十一章的研究内容。最后根据节水技术、制度、组织与华北平原地下水资源适应性，得出技术与模式推广的优先序。

第二节 研究内容、研究方法与研究意义

一、研究内容

首先指出水资源是华北平原农业可持续发展的主要制约因素，然后梳理世界其他地下水流域地区化解水资源对农业可持续发展制约的实践，重点介绍美国高平原、发展中国家可持续地下水灌溉管理经验及现有研究对华北平原农业可持续发展节水途径的探索，并由国外实践及华北平原节水探索得到对本研究的启示。主体部分研究内容如下：

（一）华北平原农户灌溉技术选择

该部分介绍华北平原农户灌溉用水资源和浇水季劳动资源禀赋状况，以及面对资源禀赋条件农户做出的灌溉技术选择；农户人口和社会经济特征、灌溉特征、土地特征、水资源和劳动资源禀赋特征、能源价格等因素对农户灌溉技术选择的影响，是该部分研究重点。

（二）现代节水灌溉技术设施运行及维护中农户集体行动组织创新探索

该部分重点研究农户集体行动组织创新与制度设计。在组织创新中，研究与农户集体行动要求相适应的灌溉小组组织设计内容、灌溉小组成立方式及与成立方式相对应的成员数与土地规模特征，并让农户根据以往合作经验对合适的灌溉小组规模做出判断。在灌溉小组制度设计中主要研究灌溉小组活动内容、灌溉及设施维护管理形式、向农户收取的费用及对搭便车行为的惩罚措施。

（三）现代节水灌溉技术设施建设农户与政府成本分担机制研究

该部分利用双边界离散选择条件调查，就华北平原农户对固定式喷灌、滴灌技术的意愿成本承担额度进行分析，研究农户意愿成本承担额度的主要影响因素；对比分析由双边界离散选择模型和单边界模型计算得到的农户平均意愿成本承担额度估计值；最后将农户意愿成本承担额度的希克斯补偿变化与替代技术机会成本进行比较分析。

（四）农户节水抗旱小麦品种技术选择与农户灌溉行为

该部分抓住小麦是华北平原地下水消耗主要作物这个主要矛盾，研究水资源约束下农户对节水抗旱小麦品种技术选择与农户灌溉行为。在农户对节水抗旱小麦品种技术选择方面，重点研究农户对节水抗旱小麦品种选择和农户土地分配决策之间的分布特征；探索农户人口与社会经济特征、资源禀赋条件、新品种技术信息获取渠道、能源成本、品种生产特性等因素与节水抗旱小麦品种技术选择和土地分配决策之间的关系。在农户灌溉行为方面，重点研究在节水抗旱小麦品种技术选择下农户灌溉次数与使用传统品种时的区别；探索农户经济特征、资源禀赋条件、土质、品种生产特性、灌溉水源等因素与农户灌溉行为之间的关系。

（五）华北平原冬小麦休耕制度研究

该部分结合使用实际数据和条件价值调查数据研究华北平原冬小麦休耕制度，其中，农户主动休耕情况为实际数据，农户意愿休耕补偿额、意愿休耕年限、意愿休耕土地面积比率为基于条件调查的假设回答数据。该部分主要研究以下五方面内容：第一，农户主动休耕冬小麦情况，包括主动休耕原因及休耕后种植结构；第二，冬小麦休耕农户意愿补偿标准，包括农户意愿补偿方案、意愿休耕补偿额分布特征及农户冬小麦休耕损失类别及特征；第三，冬小麦休耕农户意愿土地分配决策，包括农户意愿土地分配决策及其原因、冬小麦休耕农户意愿地块选择标准；第四，农户意愿冬小麦休耕年限及原因；第五，经济因素、水资源状况、土地特征及灌溉特征等因素对农户意愿休耕补偿额的影响，人口与经济因素、资源稀缺性、灌溉特征、冬小麦休耕农户意愿补偿额及其预期值等因素对冬小麦休耕农户意愿土地分配决策的影响，人口与经济因素、水资源状况、冬小麦休耕对农户生活影响、冬小麦休耕对农业生产影响、冬小麦休耕农户意愿补偿额等因素对意愿休耕年限的影响。

（六）农户改灌溉农业为旱作农业前景研究

该部分结合使用实际数据和假设数据研究农户改灌溉农业为旱作农业前景，其中，农户主动改种旱作作物情况、发展旱作作物障碍、农户对旱作作物种植潜力判断为实际数据；农户改灌溉农业为旱作农业意愿补偿标准及意愿土地分配决策为基于条件调查的假设数据。该部分主要研究以下六方面内容：第一，农户主动改灌溉农业为旱作

农业情况，包括农户主动改种旱作作物情况和农户主动改灌溉农业为旱作农业原因；第二，农户发展旱作作物的障碍；第三，农户对旱作作物种植潜力的判断，包括判断具有发展潜力的旱作作物及其投入产出情况；第四，农户改灌溉农业为旱作农业意愿补偿标准，包括意愿补偿方案、意愿补偿额分布特征和具有发展前景的旱作作物补偿类别及特征；第五，农户改灌溉农业为旱作农业意愿土地分配决策，包括土地分配决策及原因、农户改旱作意愿地块选择标准；第六，人口因素、资源稀缺性、地块特征、农户冬小麦休耕意愿、灌溉情况、农户主动改种旱作作物情况、农户对旱作作物种植潜力判断等因素对农户改灌溉农业为旱作农业意愿土地分配决策的影响。

（七）灌溉用地下水资源定价

该部分探索按抽水灌溉电表读数间接对灌溉地下水收费，为兼顾公平与效率标准，采取“配额制+加价”的定价方式。该部分主要研究以下五方面内容：第一，灌溉用地下水资源定价方案设计；第二，基于条件调查的农户灌溉地下水定价特征，包括灌溉机井提水距离与灌溉用电配额之间的关系、灌溉超额用电农户意愿加价；第三，经济特征、灌溉特征、水资源稀缺性、农户对配额制定价方案评价、电量配额等因素对农户超额灌溉用电加价意愿影响；第四，超额灌溉用电加价百分比与提水距离分布特征；第五，农户对配额制定价方案评价。

二、研究方法

（一）实地调查研究方法

实地调查研究分为预调查和正式农户问卷调查两阶段。预调查主要目的是对研究区域进行摸底，探寻制约华北平原农业可持续发展的关键因素，选择分别代表浅层地下水超采区的邢台市任县和巨鹿县以及代表深层地下水超采区的衡水市景县对地下水超采治理试点项目进行调研；在每个县选取2至3个乡镇，在每个乡镇选取1至2个村，对村干部、种粮大户、农业合作社负责人、农户等主体进行结构式访谈。在前期预调查及阅读相关文献基础上编制农户调查问卷进行正式调查。正式问卷调查采取多阶段与随机抽样相结合的抽样方法，采取入户调查方式，由调查员对农户进行面对面问卷调查。通过实地调查研究方法获得第一手研究数据。

（二）综合运用统计分析、微观经济分析、计量经济分析与实验经济学方法

基于农户视角，从灌溉技术与制度、种植模式、灌溉水定价三方面对农户行为与意愿进行微观经济分析；利用统计学方法勾勒变化及预测趋势，并在此基础上通过建立计量经济模型对影响变化和趋势的因素进行定量分析。由于华北平原地下水超采治理尚处于政策探索的试点阶段，所能掌握的数据非常有限，为探索与现实情况相符的