

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^①

赵其国, 沈仁芳, 滕 应, 李秀华

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

摘要: 地下水严重超采已成为制约河北省经济社会可持续发展的重要因素, 开展地下水漏斗区耕地轮作休耕制度试点工作对地下水超采综合治理和农业可持续发展具有重要意义。本文在实地调研考察和专题研讨的基础上, 全面系统总结了河北省地下水漏斗区耕地轮作休耕制度试点工作进展和成效, 分析了存在的问题, 并提出相应的对策建议, 为开展我国地下水漏斗区耕地轮作休耕制度试点工作提供借鉴。

关键词: 地下水漏斗区; 耕地轮作休耕; 综合治理; 体制机制; 对策建议

中图分类号: X53 文献标识码: A

河北是全国 13 个粮食生产核心区之一, 也是严重的资源型缺水省份, 耕地亩均水资源占有量仅 200 m³, 为全国平均值的 1/10, 水资源环境安全面临严峻挑战, 农业用水与粮食生产矛盾突出, 地下水长期超采严重制约了河北平原地区农业可持续发展和生态文明建设。20 世纪 80 年代以来地下水使用量迅速增加, 30 年来已累计超采 1 500 亿 m³, 形成了大范围的地下水降落漏斗复合群, 加上地表水利工程大量修建等人为拦蓄活动, 诱发了一系列的严重环境地质问题, 如地面沉降、地裂缝灾害、河水干涸断流、湿地萎缩等, 而且地下水漏斗面积仍然呈不断扩大态势^[1-2]。

为了解决河北漏斗地区地下水超采问题, 大力推进农业供给侧结构性改革, 提升耕地潜在综合产能, 实施“藏粮于地、藏粮于技”战略。习近平总书记明确指出“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路, 要强化地下水保护与超采区治理, 逐步实现地下水采补平衡。2016 年 6 月农业部、中央农办等 10 部委联合印发了《探索实行耕地轮作休耕制度试点方案》, 将河北省黑龙港流域深层地下水漏斗区列为季节性休耕试点区。因此, 河北省委省政府高度重视探索实行耕地轮作休耕制度试点工作, 作为事关全省农业农村经济发展全局的民生工程, 对保障华北平原农业可持续发展和国家粮食安全具有重要战略意义。

基于此, 中国科学院学部咨询项目“探索实行耕

地轮作休耕制度试点问题咨询研究”专家组于 2017 年 6 月 25 日—28 日, 对河北省石家庄、衡水、沧州等深层地下水漏斗区进行了实地调查与考察, 听取了地方政府和有关专家汇报, 充分交流了地下水漏斗区耕地轮作休耕制度试点工作的实施进展情况, 深入分析了目前存在的主要问题及其成因, 并在此基础上, 提出了针对性的对策建议。

1 试点模式及成效

河北省按照党中央关于探索实行耕地轮作休耕制度试点的重大战略部署, 以统筹“休耕与生产”和“节水与稳粮”两个关系为指导, 划定了休耕重点区域, 把地下水超采严重的黑龙港漏斗区定为小麦生产非优势区, 适当压减小麦种植面积, 实施季节性休耕。2016 年在全省 6 个市 55 个县实施了季节性休耕面积 12 万 hm², 2017 年国家下达了 8 万 hm²。通过试点工作实施, 休耕减少了灌溉水使用, 减少开采深层地下水, 亩均节水 180 m³, 亩均化肥使用量减少 26 kg, 农药使用量减少 0.5 kg。同时在小麦高产区发展节水增效技术, 推广花生、杂粮杂豆高效轮作种植模式。当前河北省正在进一步优化种植结构, 不断推动全省地下水漏斗区耕地轮作休耕制度试点工作, 为深化农业供给侧结构性改革做出贡献。

1.1 休耕模式

根据水资源紧缺特点, 因地制宜创建可行性的轮

基金项目: 中国科学院学部咨询项目(2016ZWH002A-002)资助。

作者简介: 赵其国(1930—), 男, 湖北武汉人, 研究员, 中国科学院院士, 著名土壤学家, 主要研究领域为土壤资源、生态环境、农业可持续发展。E-mail: qgzha@issas.ac.cn

作休耕模式与耕作制度。发展节水型农业,减少水资源消耗,最大限度地保护水资源,推行以节水为主要目的的耕地轮作休耕制度,是地下水漏斗区实现可持续发展的必然选择。

河北省耕地休耕主要有季节性休耕和周年休耕两种,其次为永久休耕。选择的休耕区域主要是在地下水短缺、中低产田和一年二熟区。

1) 季节性休耕。冬闲夏种模式:实行“两熟改一熟,旱季休耕,雨季种植”,即冬季不种植冬小麦等冬作物而进行休耕(冬闲),只种一季雨养作物(如春播玉米、谷子、甘薯、花生、杂粮、杂豆等),其复种方式为:冬闲(冬季休耕)-玉米(或谷子、甘薯、花生等);冬肥夏种模式:即冬季种植绿肥养地,夏季一季作物,形成的复种方式为:冬肥(冬季绿肥,如二月兰、冬油菜)-玉米(或谷子、甘薯、花生等),这对提高土壤肥力具有积极意义和明显效果;冬作夏闲模式:冬季种植冬作物(如冬小麦),夏季休闲(休耕),形成的复种方式为:冬作物(冬小麦)-夏闲(休耕);冬作夏肥模式:冬季种植作物(如冬小麦),夏季种植绿肥养地,形成的复种方式为:冬作物(冬小麦)-夏肥(田菁、BMR 甜高粱、苏丹草、豇豆、柎麻、苦豆子等)^[3]。

2) 周年休耕。在严重障碍性耕地实行全年休耕。其休耕方式有:全年休闲,不种任何作物(包括绿肥),任其休闲;全年种植一季冬绿肥;全年种植一季夏绿肥;全年绿肥覆盖,实行“冬绿肥-夏绿肥”一年两季绿肥。全年全部种植翻压绿肥,然后根据休耕效果决定休耕年限。种植绿肥的休耕模式,主要以改良土壤、增肥地力为目的。可种植的冬绿肥有:二月兰、毛叶苕子等;可种植的夏绿肥有:田菁、BMR 甜高粱、苏丹草、豇豆、柎麻、苦豆子等。

3) 永久休耕。河北坝上地区是典型的农牧交错区,土地沙化、盐渍化和水土流失等问题不断出现,生态退化较为严重,该区主要推行永久休耕模式,即将原先种植蔬菜和粮食的耕地改种豆科牧草,如紫云英、苜蓿等,这既能减少土地沙化,降低水土流失,控制地下水开采,又能培肥土壤^[4-5]。

1.2 轮作模式

主要在滨海平原地区推行“草田轮作”模式。在滨海平原中、低产田种植 2~5 a 豆科牧草,然后翻压轮种 2 年农作物。该模式兼顾作物生产与土壤改良增肥,具有节肥(减少肥料投入)、增效的效果。具体复种轮作方式如下:苜蓿(2~5 a)→冬小麦-夏玉米(2 a)→苜蓿(2~5 a);苜蓿(2~5 a)→夏玉米(2 a)→

苜蓿(2~5 a),等等。根据初步试验与研究结果,共有以下几方面可进一步研究推广:春玉米-冬绿肥套播利用模式;春花生-冬绿肥复种利用模式;中重度盐碱地绿肥改良模式(周年休耕模式);苜蓿-冬小麦-夏玉米轮作模式。

1.3 成效

上述轮作休耕模式在河北省黑龙港低平原区的沧州、衡水、邯郸、邢台等市进行了规模化示范推广,两年来,示范区土壤有机质提高 8.6%,土壤全氮、速效磷、速效钾含量平均提高 15.8%,作物(牧草)产量提高 26.5%,节省化肥 18.5%,每亩节本增效 186 元。河北省景县通过实施“耕地季节性休耕试点”项目,减少一季小麦种植,全县年可节约地下水 1 950 万 m³,节水效果十分显著。沧州市实施“一季休耕、一季雨养”的耕地轮作休耕模式,2016 年实施季节性休耕面积 2.41 万 hm²,取得了显著的节水(5 800 万 m³)、节肥(1.27 万 t)、节药(0.18 万 t)效果,既节约了资源,又保护了生态,促进当地农民增收,达到“一举多得”目标。

2 轮作休耕的配套措施与体系

2.1 地下水超采综合治理

以节水为核心,通过种植制度调整、调水等替代措施,改变漏斗区的生产面貌。实施“调、节、引、蓄、管”等五措并举,形成从源头-田间-工程-管护于一体的综合治理体系。

1) “调”。河北省地下水漏斗区耕地的休耕不是不耕种,更不是撂荒,而是种植制度调整的过程。围绕节水压采稳粮,着力调整种植结构,以水定业,制定以种植大豆、饲料玉米为主的品种结构调整方案,实施非农作物替代、推广节水抗旱品种等措施^[6]。例如黑龙港地区探索了“一季休耕,一季雨养”条件下的休耕制,结果表明选择种植生长期为 120 d 的如登海 605 品种,其产量和经济效益较好,播期以 6 月初较为适宜,最好是趁雨播种,可有效利用自然降水,减少灌溉用水。此外,还成功建立了季节性休耕条件下高丹草雨养种植示范区、“油菜+”节水种植模式示范区。

2) “节”。围绕以提高水资源利用效率为目标,以水定产,大力发展节水灌溉。在地下水漏斗区,发展喷灌、微灌高效节水灌溉措施;实施微咸水与地表水轮灌或混合灌溉,加大微咸水利用量,改善了浅层地下水水质。

3) “引”。围绕缓解资源型缺水现状,实施外

流域调水，直接而有效地解决漏斗区地下水超采问题。通过黄河和卫河引水工程，优化配置沿线河湖生态和农业用水；通过南水北调中线工程水源置换，新增地表水灌溉水量，保证漏斗区农业生产水资源的有效供给。

4) “蓄”。围绕恢复调蓄水功能，加快实施蓄水工程。在各个试点区域，结合引水调水工程，对现有河湖库渠进行清淤疏浚、扩容整治，恢复调蓄水功能，拦蓄降雨和洪水资源，蓄好外调水和过境水资源，提高生态系统涵养功能，大大减少漏斗区深层地下水的超采使用。

5) “管”。围绕加强地下水监管，从严管控地下水取水管理。制定出台了《河北省地下水管理条例》，加强地下水取水管理；划定了地下水超采区、禁采区和限采区范围，制定了南水北调受水区地下水压采方案，以及地下水压采效果评估方法等，以达到“控水位、限水量、提水效”的目的。

2.2 构建土水监测体系

为了科学评估地下水漏斗区轮作休耕技术模式的实施成效，判断分析地下水和耕地质量变化趋势以及农业综合生产效能，建立地下水与耕地质量监测网络体系，是轮作休耕制度的重要内容之一。主要包括季节性休耕监测、耕地质量长期定位监测、耕地质量等级监测、土壤重金属监测、土壤墒情监测、肥料效应监测等。季节性休耕监测：在全省 6 市 39 个县布设耕地质量监测点 100 个，代表面积 6.66 万 hm^2 ；

耕地质量长期定位监测：在全省 11 个市 61 个县(市、区)设立国家级长期定位监测点 63 个；耕地质量等级监测：建立省级耕地质量监测点 500 个，其中，粮棉油产地监测点 478 个，蔬菜产地监测点 22 个；土壤重金属监测：全省布设监测点 6 万多个，采集土壤样品 65 094 个；土壤墒情监测：在全省设监测站 25 个，定期开展墒情监测，为指导农作物适墒播种、田间管理提供可靠依据；肥料效应监测：在全省建立 40 个监测点，组织开展了“3414”肥效试验和肥效监测。上述这些监测工作，对地区不同耕地的肥力变化起到良好的监控与改良作用。同时，全省还加强完善漏斗区地下水动态监测工作，建立土水一体化监测网络体系和数据信息共享平台。

2.3 建设机制与体制

加强组织领导，健全机制，协同配合，形成合力，农业厅合同相关部门建立了轮作休耕制度试点协同机制，协同推进试点工作落实；强化责任落实，以市、县为抓手，层层签订责任状，试点任务分解到基层、农户、地块，以种粮大户、家庭农场、农民合作社等

新型经营为主体，集中整体推进；水权分配制度，水权交易办法，推广了“一提一补”农业水价改革模式；土地流转与集中休耕一体化制度，休耕补贴制度等；重视宣传引导，加大典型培树，加强督导检查，强化考核验收，采取奖惩机制等多措并举，上下戮力，取得了较好的进展。

3 当前实施轮作休耕制度试点面临的主要问题

3.1 区域水资源不平衡性与水生态系统循环功能丧失

河北省地下水问题实际上是区域水生态系统循环遭到破坏后引起的问题，过去太行山山前来水，由于建了若干水库，水均被拦截。要想解决华北地下水的恢复问题，不能仅抽水而没有补水，如何解决补水是个大问题。其次，大型水库必须排泄，减少水面直接蒸发损失，加强库水与地表水、地下水连通循环，恢复水生态系统的涵蓄功能，提高区域水环境容量。目前该地区水环境容量已经为零，环境污染比缺水问题更严重，现在是有河皆干，有水皆污。据 10 年来的跟踪调查，河道重金属已经出现超标，要改善环境最根本的还是要恢复水循环，恢复水环境容量。这不仅会影响现在的生产问题，将来整个生态大系统各个层面被断裂，甚至连人类生存都是问题。

3.2 漏斗区粮食生产与水资源安全的矛盾突出

河北是全国 13 个粮食生产核心区之一。目前，全省仍然有 87 万 hm^2 耕地，而且集中在漏斗区，依靠深层地下水维持农业生产，年超采 20 多亿 m^3 深层地下水。同时，国家划定“粮食生产功能区和重要农产品生产保护区”时，小麦生产功能区包括海河流域的河北，农产品生产保护区明确海河流域地区为补充，也包括了河北。河北同时面临着保耕地面积超采地下水维持粮食生产，以及保证用水安全实行以水定产退减耕地面积的矛盾问题。在当前条件下，要保证粮食生产需要超采地下水，同时要保证用水安全需要退减小麦种植面积。建议国家进一步对河北省粮食安全和水资源安全问题进行统筹考虑，减轻河北省粮食生产压力，切实做到藏粮于地，缓解对深层地下水的超采利用。

3.3 漏斗区轮作休耕制度的科技支撑基础不足

围绕漏斗区地下水超采综合治理和休耕制度试点工作，经过两年的努力，河北省启动了多项与调整种植结构和农艺节水相关的科研项目，研发了相应的

种植技术模式,包括冬小麦春灌节水稳产配套技术、小麦保护性耕作节水技术、小麦玉米水肥一体化节水、蔬菜膜下滴灌水肥一体化节水等项目,通过这些种植模式的调整,其节水效果明显。但是,这些技术模式效果的节水机制、长期稳定性以及生态环境影响等有待进一步深入研究。尤其是,农业生产活动对漏斗区地下水影响的基础研究十分缺乏,如漏斗区轮作休耕模式下地下水循环要素和浅层地下水补给的时空演变规律如何?深层地下水使用后是否可以更新,其更新能力的恢复变化过程?地下水灌溉-环境变化-粮食生产之间存在的内在关系如何?如何定量评价基于粮食安全的地下水资源承载力大小?以及地下水漏斗区域环境质量控制与修复方法等。这些问题的解决可为科学利用地下水资源和地下水复合漏斗控制与修复提供科技支撑^[7]。另外,缺乏轮作休耕面积和耕地质量动态识别的遥感监测技术。由于休耕项目试点范围大,涉及农户和地块多,人工核实难度大,一些地区在抽查验收时出现项目区面积不实的问题,需要不断推进休耕地四至信息提取,利用卫星遥感技术核实休耕地面积,将休耕数据纳入数字化管理平台。轮作休耕制度试点实施以来,部分地区耕地质量监测数据一直没能获取,无法评价试点成效,需加强遥感实时动态监测,建立监测技术平台。

3.4 漏斗区轮作休耕制度的体制机制尚不健全

轮作休耕制度是一个系统工程,涉及土、肥、水、种、密、保、管、工、法等生产和管理要素,需要多个部门协同工作。

1) 从组织机制来看,全省成立了领导小组和专家委员会,发布了《河北省季节性休耕实施方案》,但是缺乏顶层设计,需要制定耕地轮作休耕制度试点的总体规划和蓝图,确定中长期发展目标和主要工作任务。

2) 休耕补贴与其他农业补贴存在矛盾问题。2016 年国家调整完善农业补贴政策试点工作中给农民发放“农业支持保护补贴”,一方面鼓励农民种地,而实施休耕轮作试点以来,又发放休耕补贴,另一方面鼓励农民不种地,两种补贴政策明显矛盾。

3) 农业电价优惠与农业水价改革也存在矛盾。农业电价优惠政策在一定程度上降低了抽取地下水的劳动力成本,鼓励了老百姓抽水灌溉,而农业水价改革,目的是提高水价,通过价格杠杆倒逼老百姓节水,遏制地下水超采活动。

4) 休耕补贴标准单一,不能适时调整,影响休耕积极性。由于各种不确定因素的存在,粮食价格每年会出现波动,但是国家和地方的休耕补助恒定不

变,这就导致农民休耕的积极性受到影响。粮食价格低的时候,农民倾向于休耕;粮食价格高的时候,农民则倾向于种地。这些不确定性会让耕地得不到应有的保护,不利于我国耕地轮作休耕制度的实行。

5) 水权分配制度、土地流转、考核、监督、评估、激励、宣教等机制也有待进一步完善,建立耕地轮作休耕制度试点体系。

4 对策建议

对河北省漏斗区近两年的耕地轮作休耕制度试点工作的实施情况、存在的主要问题及其成因分析表明,漏斗区农业生产发展与区域地下水资源安全和水土环境质量存在明显的不协调和难持续的态势。河北平原是我国的重要粮食生产核心区与京津冀协同发展地区。国家应将维持区域粮食安全与保障水资源环境安全放在同等重要的位置上,贯彻落实五大发展理念。为此,我们提出如下对策建议。

4.1 加强漏斗区水土资源环境安全战略规划

河北漏斗区轮作休耕制度本质上是解决该地区水土资源环境安全问题。河北省漏斗区的地下水资源与水环境容量的平衡问题,打破了区域水生态系统循环,严重制约了漏斗区耕地的持续产能,这是整个华北地区“抓牛鼻子”的大问题。建议国家加强战略顶层设计,研究华北平原漏斗区粮食安全与水资源环境安全的协同战略规划,将河北省地下水漏斗区水资源治理与京津冀环境整治和雄安新区建设工作结合起来,统筹考虑解决华北地区的耕地轮作休耕试点任务与布局,建立统一机制、统一发展理念和生态建设理念,积极探索因水制宜、因土制宜的轮作休耕制度体系^[8],建议国家进一步对河北省粮食安全和水资源安全问题进行统筹考虑,减轻河北省粮食生产压力,切实做到藏粮于地,缓解对深层地下水的超采利用。

4.2 加强漏斗区轮作休耕制度的科学技术研究

研究漏斗区轮作休耕模式下地下水和耕地质量的时空演变规律,深层地下水可更新能力的变化过程、地下水灌溉-环境变化-粮食生产之间的协调机制、基于粮食安全的地下水资源承载力定量评价模型、地下水漏斗的控制与修复方法。研究地下水压采与农业水平衡的互馈机制与调控途径,研发农业智能限水、节水种植、水肥一体化、精确微灌、节水育种等农业水资源高效利用与节水农业技术与设备;研发漏斗区种养生态节水循环农业和特色高值农业模式,漏斗区耕地轮作休耕与粮食产能提升协同技术体系,提出地下水超采和水资源环境安全保障模式;建立土地-粮食-水资源协同调控体系和农业环境综合治理

与监管体系 ;研发轮作休耕面积和耕地质量动态识别的遥感监测技术 ,构建环境多要素一体化水土资源监测技术与信息平台等^[9]。

4.3 加快推进漏斗区轮作休耕制度的体制机制建设

1) 协同配合 , 统筹管理。建议进一步加强农业部牵头作用 , 会同中央农办、财政部、发展改革委、国土资源部、环境保护部、水利部、食品药品监管总局、林业局、粮食局等部门和单位 , 建立耕地轮作休耕制度试点协调机制 , 加强协同配合 , 形成工作合力。盘点各部委政策文件 , 综合考虑 , 达成共识 , 制定一套可行的行动指南^[10]。

2) 完善机制 , 实施规范管理。各地区各部门完善日常检查、抽查、巡查机制 ; 建立有效的生态环境监测与修复网络 , 在监测预警的基础上 , 建立试点和推广区域的动态调整机制 ; 完善对农户、农业经营者的考核机制 ; 完善对地方政府的绩效考核机制 ; 完善对试点工作实施的评估和反馈机制 ; 完善第三方验收和政策评估机制等。

3) 建立生态补偿制度和管理机制。构建实施耕地轮作休耕的差别补偿标准体系 , 建立严格的生态环境保护责任制度、补贴补偿制度和投入机制 , 培育生态环保的市场经济机制 , 提高当地人民群众的经济收益^[11]。

4) 轮作休耕规范化、程序化、制度化管理。国家有关部门要尽快制定《耕地轮作休耕管理暂行条例》, 根据本地实际情况制定《耕地轮作休耕的实施办法》等政策性文件 , 把中央的改革成果和设计以法律规范的形式予以巩固。在立法的制定上 , 耕地轮作

休耕作为土壤污染防治和土壤保护工作的一部分内容 , 纳入目前全国人大正在制定的《土壤污染防治法》专门法律之中。

致谢: 感谢河北省农业厅和有关专家以及项目组全体成员的大力支持。

参考文献 :

- [1] 单兰波, 汪家权. 地下水超采评价研究的现状与发展[J]. 低碳世界, 2013(20): 110-111
- [2] 陈飞, 侯杰, 于丽丽, 等. 全国地下水超采治理分析[J]. 水利规划与设计, 2016(11): 3-7
- [3] 李金英, 闫旭东. 沧州地下水超采综合治理下农业旱作模式初探[J]. 农业科技通讯, 2017(5): 169-170
- [4] 马礼, 甘超华, 南秋菊. 坝上植被恢复建设分区研究[J]. 中国水土保持, 2005(2): 31-34
- [5] 袁金国, 王卫, 龙丽民. 河北坝上生态脆弱区的土地退化及生态重建[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(2): 139-143
- [6] 郭燕枝, 王小虎, 孙君茂. 华北平原地下水漏斗区马铃薯替代小麦种植及由此节省的水资源量估算[J]. 中国农业科技导报, 2014, 16(6): 159-163
- [7] 刘敏, 聂振龙, 王金哲, 等. 华北平原地下水资源承载力评价[J]. 南水北调与水利科技, 2017, 15(4): 13-18
- [8] 杨邦杰, 汤怀志, 郇文聚, 等. 分区分类科学休耕重塑京津冀水土利用新平衡[J]. 中国发展, 2015, 15(6): 1-4
- [9] 孙梅英, 马素英, 付银环, 等. 河北省水权确权登记方法解析[J]. 中国水利, 2015(20): 23-24
- [10] 马磊. 河北省地下水超采综合治理实践及启示[J]. 中国水利, 2017(7): 51-54
- [11] Xie H L, Cheng L J, Lv T G. Factors influencing farmer willingness to fallow winter wheat and ecological compensation standards in a groundwater funnel area in Hengshui, Hebei Province, China[J]. Sustainability, 2017, 9(5): 839

Pilot Progress and Countermeasures on Farmland Rotation and Fallow System in the Groundwater Funnel Area of China

ZHAO Qiguo, SHEN Renfang, TENG Ying, LI Xiuhua

(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract: The severe over-exploitation of groundwater has become the major constraint to the economic and social development of Hebei Province, China. It is of great significance to carry out pilot program of farmland rotation and fallow system for both comprehensive management of groundwater overdraft and agricultural sustainable development. Based on the investigation and discussion forum, we comprehensively summarized the pilot progress in farmland rotation and fallow system in Hebei Province, analyzed existing problems and put forward countermeasures, which will provide a reference for the pilot program of farmland rotation and fallow system in the funnel area of China.

Key words: Groundwater funnel area; Farmland rotation and fallow; Comprehensive management; System and mechanism; Countermeasures