

新疆渭干河流域水资源超载与休耕研究

史经海

新疆塔里木河流域渭干河水利管理中心 新疆库车市 842000

DOI: 10.12238/ems.v7i4.12742

[摘要] 根据全国第三次土地普查结果渭干河灌区现有灌溉面积是设计灌溉面积的145%，整个下游灌区处在水利部和自然资源部发布最新地下水临界区，区域水资源处在超载状态。该区域今后将成为中央环保督察及巡视巡察的重点，必将开展全方位的整改整治。本论研究区域内休耕的方式方法，结合当地人口、民族和社会经济发展，提出了树状休耕和环状休耕模型，为当地政府今后实施综合整治提供参考。

[关键词] 渭干河 水资源 超载 地下水临界区 休耕轮作

[中图分类号] S274 **[文献标识码]** A

渭干河灌区现有灌溉面积是设计灌溉面积的145%，水资源长期处在超载状态，2024年底水利部和自然资源部以水管〔2024〕349号《关于印发全国地下水超采区划定成果的通知》把渭干河流域的沙雅县1890km²、新和县1481km²的区域划入了地下水临界开采区，处在了地下水超采的边缘，今后将成为中央环保督察及巡视巡察的重点，必将开展全方位的整改整治。当地人民政府和水利部门高度重视，开始从技术和管理多方面论证，努力减少地下水的开采，逐步恢复地下水位，本论阐述休耕是不可缺少的措施，并提出了树状和环状休耕模型。因为本论是方式方法的研究，对数据进行了失真处理，不可直接引作它用。

1. 研究区概况

新疆维吾尔自治区渭干河灌区位于天山南麓，塔里木盆地平原北部，是一个典型而完整的扇形平原灌区。灌区东西方向长约100.00km，南北方向宽约70.00km，辖15镇23乡和8个农场，粮食总产量57.01万t，人口70.89万。属西北干旱区，是典型的农业灌溉区，灌溉水源主要是克孜水库以下的渭干河，渭干河流域总面积8346.5 km²，流域地势北高南低，平均海拔920~1100 m，年平均气温10~11℃，年平均降水70~90 mm，温带大陆性气候。渭干河多年平均径流量为25.94亿m³，其中最大径流为2002年的40.05亿m³，最小径流为1975年的20.81亿m³，年际变异系数0.415^[1]，近10年处在丰水期。灌溉不仅使用地表水，同时大量开采地下水。灌区包括新和县全部及库车、沙雅县大部分，是阿克苏地区最大的灌区，水利部大型灌区名录中的面积24万hm²。

2. 存在的问题

2.1 灌区基础建设不完善

灌区始建于秦汉时期，解放前灌溉设施十分简陋，解放以来，特别是六十年代后，进行了大规模灌区改造，使灌区发生了根本性变化，从几万亩增加到百万亩，灌区的主要骨干工程有了雏形。90年代和00年代建设的基础设施建设标准低，经验不足，量测水设施不齐，地表水分配水不精准，地下水管理控制不严，渠系及建筑物损坏比较严重。党的十八大以来，党中央始终把解决粮食安全作为治国理政的头等大事，提出了“以我为主、立足国内、确保产能、科技支撑”的国家粮食安全战略，而大中型灌区是保障粮食安全的重要基础。截止2023年底，渭干河灌区现状共有干、支渠道278条，其中干渠48条，支渠230条，干、支渠总长度为2418.07km。灌区现状共有渠系建筑物7167座，其中节制分水闸1758座，分水闸2992座，农桥2331座，渡槽63座，涵洞22座，跌水1座；灌区干支渠防渗率超过70%。其中防渗质量满足要求的主要集中在干渠和主要支渠，现状渠道中支渠任然存在725.42km土渠，507.79km防渗渠道损坏严重，渠道渗漏损失严重。

2.2 水资源超载

灌区降水稀少，蒸发量大，多年平均降水量仅为

70~90mm，而年蒸发量却高达1800~2600mm。总灌溉面积为35万hm²，毛灌溉定额9000m³/hm²计算，需水31.5亿m³，水资源扣除生态和生活用水量配给20亿m³，保灌面积22.2万hm²，水土资源不匹配，通过计算得知应有12.8万hm²的土地无法灌溉，但实际35万hm²得到了基本灌溉，通过调查大部分的未得到充分灌溉，棉花滴灌应灌8~10次，实灌6~8次，其它作物也有减少，这里不赘述，综合毛灌溉定额8300m³/hm²，按此计算需水量29.05亿m³，实际水资源供给22亿m³，灌区是处在超载状态。

2.3 地下水处在临界区

灌区的地下水限额开采量2.66亿m³，通过水资源缺口计算地下水开采量7.05亿m³，各县市监测上报数量4亿m³，水利部和自然资源部将该区划为地下水开采临界区，通过上面数据可见区域地下水实际开采量远超限额水量，也还有部分地下水未被监测或监测数据不准确。

3. 供需研究

3.1 水资源变化趋势

陈大波、杨德刚等研究了渭干河流域农业水资源消耗强度的变化及其影响因素，得出单位面积平均灌溉用水量、人均水资源量和年降水量与农业水资源消耗强度呈正相关^[5]。李硕以农业灌溉用水为约束条件，为渭干河流域农业发展提出建议对农作物种植结构的优化调整，合理配置水资源^[2]。秦鹏、赵成义等分析发现径流量整体呈增加趋势，尤其是夏季径流量增加显著^[1]。段建军、曹晓莉等研究指出未来随着气候变暖，冰川融水量可能增加，导致径流量增加^[3]。这对干旱区域的灌溉条件是有利的，我们在下面分析中，以多年平均为现状年，分析可以实施的措施。

3.2 节水极限

灌区的节水措施主要有工程、管理和农艺措施，其中：修建水库、渠道防渗、高效节水、土地整治是主要工程措施，灌区信息化、智慧管理、精准量测、精准调配等通过提高管理水平，达到节水目标。渭干河灌区“十五五”续建配套与现代化改造工程规划设计主要建设任务为：改建渭干河灌区内渠道89条，总长550.06km，配套建筑物4202座，其中改建节制分水闸547座，无节制分水闸1306座，农桥2122座、跌水3座、渡槽21座、汇水口12座、连接段160座、涵洞31座。改建肖尔肯退洪闸1座、改造条形沉砂池改造1座，新建高频灌溉系统9处，新建9座泵房及PE输配水管道178.47km。改造管理站房17处。新建平原雨情监测站17处。新建水情监测站711处；已建信息化监测点位升级429处；地下水水位监测站114处。新建土壤墒情监测站36处。新建市电闸门自动控制系统87处；一体化闸门控制系统82处。新建视频监控站点256处。搭建应用支撑平台、云平台、数据中心、调度中心、调度分中心和通讯网络等支撑保障体系，工程总投资28.51亿元。规划开展水库清淤，其中：克孜尔水库工程总库容7.252亿m³，2023年5月实测淤积量已达

3.61 亿 m^3 , 沙雅县科克布运水库总库容为 470 万 m^3 , 淤积大于 80 万 m^3 。规划还有建设一些中小型水库和高标准农田建设, 我们都不细说, 总的通过“十五五”期间, 各项工程建设总投入近 100 亿元, 灌区的常规和高效节水基本建完, 形成完成灌排体系和高效灌溉体系, 水资源利用率达到 0.62 以上, 基本达到工程节水的常规极限。

对于干播湿出、高频灌溉、胁迫灌溉、品种改良等农艺节水措施。“干播湿出”播种技术的是膜下滴水蓄墒排盐种植技术, 指在播种前不进行冬灌或春灌, 采用穴式覆膜播种, 一次性完成种床整形、开沟、铺设滴灌带、铺膜、膜上覆土压膜、打孔、精量点种等作业程序, 待达到适宜的出苗温度时通过膜下滴灌方式少量滴水, 达到滴水出苗的生产效果。干播湿出是农艺节水的重要突破, 现已大面积推广。

无论是工程节水, 还是农艺节水, 都有大量的资本投入, 投入越多, 节水越多, 但是当投入大幅增加, 节水量增幅极小, 节水成本太高时, 节水就到了极限。节水极限可以参考以色列农业节水水平, 易小燕、吴勇等研究以色列旱季灌溉水利用率达到 95%^[7], 类比渭干河区域, 我们没有雨季, 全年都以灌溉为主, 我们的灌溉水利用率达到 65% (国内常用: 灌溉水利用系数 0.65), 类推基本接近节水极限。按当地蒸发量和彭曼公式计算, 区域内多种作物的平均净灌溉定额 4500 m^3/hm^2 , 按 0.65 的利用系数计毛灌溉定额 6923 m^3/hm^2 , 在 2030 年水资源总量 22 亿 m^3 径流和地下水开采条件下, 可以满足 31.78 万 hm^2 的灌溉要求, 还有 3.22 万 hm^2 无法保证灌溉, 占比 9.2%。在不超标准开采地下水的条件下, 必须有 3.22 万 hm^2 实施休耕。如果因部分项目投资不到位, 无法完成所有工程建设, 灌溉水利用系数只达到 0.62, 那么毛灌溉定额 7258 m^3/hm^2 , 在 2030 年水资源总量 22 亿 m^3 径流和地下水开采条件下, 可以满足 30.31 万 hm^2 的灌溉要求, 还有 4.69 万 hm^2 无法保证灌溉, 占比 13.4%。

4. 休耕研究

4.1 条件分析

灌区内光热资源丰富, 日照时间长, 库车市日照时数为 2947.00h, 沙雅县日照时数为 3031.20h, 新和县日照时数为 2894.60h; 库车市 $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温 4045.30 $^\circ\text{C}$, 沙雅县 $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温 4509.70 $^\circ\text{C}$, 新和县 $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温 3396.20 $^\circ\text{C}$, 灌区内太阳总辐射量全年可到 135.70 kcal/km^2 , 是全国太阳辐射量较多的地区之一, 其能被植物吸收利用的生理辐射为 68.10 kcal/km^2 。渭干河灌区在当前条件下, 毛灌溉定额 8300 m^3/hm^2 , 在水资源总量 22 亿 m^3 , 可灌溉面积 2.65 万 hm^2 , 休耕面积达到 8500 hm^2 ; 极限节水条件下休耕 3200 hm^2 ; 分别占比 24% 和 9%。灌区农业生产人口 90% 是维吾尔族, 10% 是其它民族。灌区成扇形, 以扇柄向扇端呈现人口、田块、渠系出现由密到稀状态, 从扇柄向扇端维吾尔族人数减少, 地表水资源的供给能力减小, 多以提取地下水灌溉为主, 扇端多以种植大户为主; 种植的作物由粮食和果品逐步变为棉花。但是土地面积同扇子的特点相似, 田块面积逐步增加, 土壤含盐量增加, 土地更加平整, 管理更加先进, 生产效率逐步增加。

4.2 休耕措施

对于休耕, 李晓婕、丁蓓蓓、张雪靓等从地下水生态修复、粮食作物产量与社会经济稳定三个方面, 选取了 8 个指标因子, 对河北省太行山前平原 445 个乡镇的土地休耕适宜性进行了评价^[4]。翟玥以甘肃省通渭县为例, 基于西北生态严重退化区甘肃省通渭县的 514 个农户调研样本, 利用倾向得分匹配——双重差分法分析休耕政策对农户家庭收入及收入结构的影响, 提出了 4 项政策建议^[6]。我们这里对休耕的政府补贴和基本农田是否参与休耕等政策问题不进行讨论, 我们重点从技术角度分析休耕的措施和方法。

4.2.1 休耕年限

渭干河灌区地貌单元为渭干河西岸冲洪积平原, 地层主要为第四系上更新统一全新统冲积层, 岩性有低液限黏土、低液限粉土、粉土质砂、级配不良砾、卵石混合土。从扇柄向扇端由土壤颗粒逐步变细, 越向扇形外缘, 土壤盐碱化程度越高; 休耕带来的直接影响是土地返盐复碱, 根据农户经验三年不种基本恢复到荒地水平, 重新耕作需要 1-2 年的改良时间, 综合灌区的整体情况, 休耕年限以 1 个为宜。

4.2.2 休耕单元

从水资源管理和调度上讲, 斗渠是灌溉管理的次末端, 是农民用水合作组织和水资源管理部门的计量交点, 为减少水资源调度损耗, 所以综合各项条件, 斗渠是最小的休耕单元, 1 条斗渠控制的区域就是休耕单元; 对于斗渠灌溉控制区内有园地的, 不能作为休耕区。可以根据这个基本原则对全灌区进行休耕单元划分。休耕单元的划分, 还要结合少数民族和汉族的占比, 社会稳定和长治久安, 休耕人员临时安置, 临时转移就业等考虑。

4.2.3 休耕模式

结合区域综合条件分析, 休耕可以有树状模式和环状模式。如: 图 1. 灌区休耕模型图 (Fig. 1. The schematic diagram of fallow model in irrigation district)。树状模式: 以渠系下达休耕任务, 呈扇骨形树状结构, 统筹三个县市, 总体布局, 优点是全灌区均匀, 对地表水的调度影响较小, 对减少区域地下水开采具有良好的控制作用, 无论是 9.2% 或 13.4% 的休耕比例, 群众容易接受, 缺点是面广、点多, 管理难度大。环状模式是将扇形划分成若干个扇环, 以扇环下达休耕任务, 从扇端向内, 一环一环的完成休耕, 这样对地下水位的恢复, 也会出现环状收缩, 逐步提高的过程, 优点是从外部向内, 影响区域和管理区域小, 缺点是从汉族区开始, 优质和管理经营好的土地先行休耕, 对区域经济和汉族人口稳定有一定的影响。

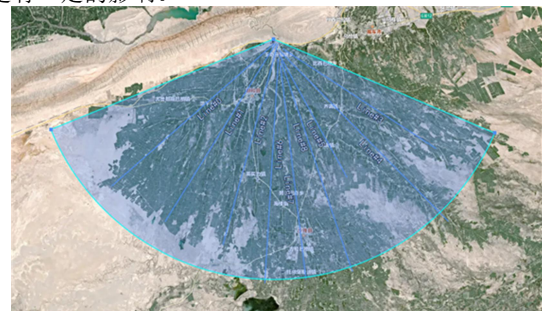


图 1. 灌区休耕模型图

Fig.1 .The schematic diagram of fallow model in irrigation district

5. 结论

本论从渭干河灌区的现状和存在问题分析, 对灌区基础设施建设情况、水资源承载能力, 地下水开采情况分析客观问题, 从水资源变化谈到节水极限, 说明水资源的超载, 地下水超采综合是无法回避的, 休耕是整治不可缺少的措施。分析了休耕条件, 对渭干河区域综合研究提出休耕年限以 1 个为宜, 以 1 条斗渠为休耕单元, 同时提出了树状模式和环状模式 2 种休耕的空间模型, 为灌区地下水位恢复和水资源超载治理提供参考。

【参考文献】

- [1] 秦 鹏, 赵成义等, 近 54 年渭干河流域径流变化特征及影响因素分析[J]. 水文. 2016 (2): 85-91.
- [2] 李 硕. 水资源约束下渭干河流域农作物种植结构优化研究[D]. 新疆: 中国科学院空天信息创新研究院, 2022: 1-81.