

地下水超采对农业灌溉的影响及解决对策

河北省秦皇岛水文勘测研究中心 王沛东

摘要: 为了满足农业灌溉需要,很多地区超量抽取地下水,不仅造成了地下水位下降,而且还出现了地面沉降、地下水矿化度升高、土壤盐渍化加剧等一系列问题,严重制约了当地农业经济的可持续发展。本文在介绍地下水超采对农业灌溉带来多重负面影响的基础上,分别从适当使用外流域调水、优化农业种植结构、推广节水灌溉模式,以及采取井河结合灌溉方式等方面,提出解决地下水超采的几点建议,为科学使用地下水、解决灌区水资源危机,促进农业经济健康发展提供了一定的帮助。

关键词: 地下水超采; 农业灌溉; 土壤盐碱化; 地下水位监测

在大力发展节水农业的背景下,地下水超采问题必须得到有效治理。分析地下水超采的原因,除了气候因素外,不合理的开发和利用模式,是引起地下水超采的主要因素。为此,在农业灌溉中必须通过科学规划用水、拦蓄地表径流、利用跨流域调水、调整农业种植结构等综合措施,在保证农作物正常水分需求的前提下,减少水分浪费,降低对地下水的依赖,从而避免出现地下水超采的情况。

一、地下水超采对农业灌溉的影响

(一) 地下水位下降,造成地下水漏斗

在一些农业灌区,长期过量的开采地下水,导致地下水位出现大幅度的下降,出现了地下水漏斗。目前,黄河流域存在较大地下水漏斗区65处,漏斗面积接近6000km²;华北地区有近70000km²面积的地下水位低于海平面。地下水漏斗会产生多种危害,例如引起地面沉降、塌陷,灌区周边如果有民居,也会因为地基沉降而导致建筑物歪斜,严重影响居民的财产及生命安全。另外,由于地下水位连年下降,还会导致水井提水难度也进一步增加,相应的用水费用也会升高,使得农民的种植成本上涨,打击了农民的生产积极性。

(二) 天然植被退化,灌区生态环境恶化

地下水超采导致地表土壤含水率明显降低,农作物和其他植被因为无法获得充足水分而大量死亡,久而久之地表裸露、形成土地沙化,灌区生态环境受到破坏。当地下水位降低至5m以下时,普通的草本植物、灌木等难以成活;当地下水位降低至10m以下时,胡杨、怪柳等乔木也难以生存。在农业灌溉区域,如果天然植被大面积退化,还会导致防风固沙能力减弱,尤其是在春夏两季,沙尘暴的频发肆虐也会影响农作物的正常生长,造成农作物严重减产。

(三) 地下水矿化度增加,土壤盐碱化加剧

在一些灌区,由于大量开采地下水,形成地下水位降落漏斗,周围地下水向灌区补给,不仅灌溉用的地表水带来的盐分无法外排,逐步向深层入渗,灌区周围侧向补给的地下水中的盐分也在灌区聚集,在缺乏排水措施的情况下水分经蒸发、散失后,盐分大部分留在土壤中,使地下水的矿化度逐步增加,土壤盐渍化面积增

大。这种情况下很多农作物因为耐盐碱性不足,而无法正常从土壤中吸收水分、养分,导致长势不好甚至直接死亡。

二、地下水超采的解决对策

(一) 采取工程措施截流蓄水

要想解决地下水超采问题,必须从“开源”与“节流”两个方面同时采取措施。自然降水是补充地下水的主要途径,但是一些位于低山、丘陵地带的农业种植区,降雨之后由于地表植被稀疏,形成较为明显的坡面径流,雨水夹杂着泥沙沿着坡面向下流动,不仅引发了水土流失问题,而且雨水很少能够向地表以下渗透,无法补充地下水,导致地下水的可采量较少。为了解决这一问题,可以在低山、丘陵地带修建截流蓄水工程,或者是推广等高耕作模式,如图1所示。

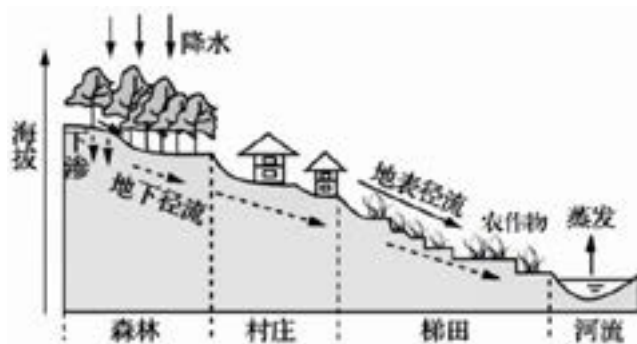


图1 地表径流拦蓄方案

结合上图,将低山或丘陵划分成多个模块,按照海拔由高到低依次是林区、居住区、耕种区、河湖区。同时,在耕种区又采取了修筑等高梯田的措施,并且在梯田的外侧设置一定高度的土挡。在降雨后,就可以最大程度地拦蓄雨水,减少地面径流的产生,使雨水能够充分地渗透到地下,形成地下径流,从而补充地下水,提高了地下水的可采量。实施地表径流拦蓄方案后,只要雨水正常,地下水完全能够满足基本的农业灌溉所需,也就很少会出现地下水超采的问题了。

(二) 完善监测体系,准确评价地下水可采量

由于不同年份的降雨量、用水量和地表径流等均存在波动,因此地下水位也始终处于动态变化状态。为了科学、适度地利用地下水,必须引进一套精确、及时的

地下水动态监测系统。该系统的结构组成及其安装见图2。

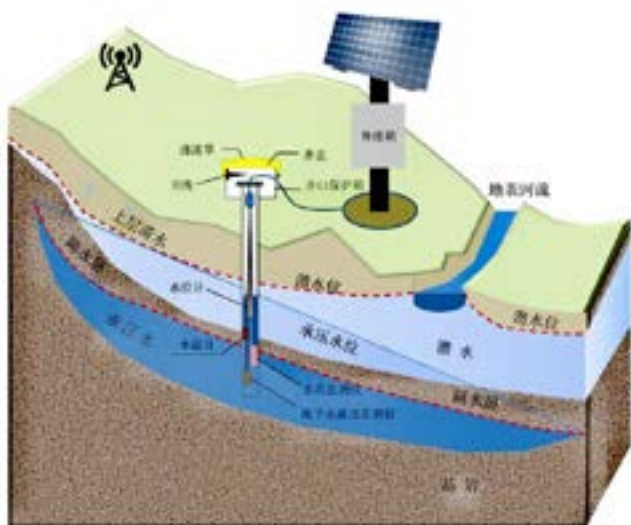


图2 智能地下水位监测系统

如图2所示，智能地下水位监测系统由太阳能电池板提供电源，维持系统的运行。系统的功能装置包括水温计、水位计、水质监测仪、地下水流速监测仪等，可以实现对地下水不同信息的实时采集。采集到的信息会通过天线发送至控制台，这样一来管理人员就可以远程获取地下水的水位、水温、水质等相关信息。通过横向对比历年或最近几个月的地下水水位变化情况，可以判断是否存在超采现象；如果某个月份地下水水位突然出现明显下降，则需要立即查明原因。除此之外，还可以根据水质分析，预测是否会出现盐碱化问题，如果地下水中盐分含量持续上升，需要立即采取措施避免出现大面积的盐碱地。依托该监测系统，掌握地下水的详细信息，准确评估地下水可采量，为制定科学合理的地下水利用方案提供了必要的依据。

（三）加强用水规划，严格控制地下水开采利用

根据以往的实践经验，产生地下水超采的根本原因在于地表水和地下水缺乏统一规划和统一管理。在河流域范围内（灌区范围内）不论是地表水还是地下水，其分布和开采条件往往都是上游优于下游。由于在上游地区和灌区的上部具有引用地面水的优越条件，且地面水的水价远低于开采地下水，人们往往大量引用地面水，造成上游地下水浪费，下游地表水资源紧缺、地下水严重超采的现象。为避免此类问题，必须在开展实地调研，在充分了解本地气候条件、历年降水变化、实际用水需求等诸多信息后，由权威的灌区管理部门制定灌区水资源开发利用规划，为农业灌溉用水、生活用水以及其他用水等做出明显的规定，真正做到地表水、地下水的统一规划、统一调配。这样一来，所有的用水者都必须依照规划严格用水，既可以杜绝水资源浪费，又能有效解决地下水的超采。当然，为了确保这一规划能够得到贯彻落实，还应联合具有资质的执法部门对于违规

用水、超量采水的企业或个人作出处罚。通过发挥管理制度的刚性约束作用，实现水资源的科学开发、长远利用，对农业生产、生态保护以及社会经济发展都会产生积极影响。

（四）科学调配水资源，适当使用外流域调水

在一些农作物种植面积较大的灌区，各领域的实际需求可能会大幅度超出本地水资源的承载力，这种情况下如果只依靠本地水资源满足农业或生活用水，必然会造成水资源的短缺，导致超采问题。对于这类情况，必须采取跨流域调水的方案，从周边一些水资源比较富裕的地区“借水”。这样既能满足本地农业灌溉的用水需求，维护了农业经济的发展，同时又可以减少对地下水的开采，实现灌区生态的逐步恢复。目前，这种跨流域调水模式已经在各个地区得到了广泛应用，并且从实践来看也取得了不错的效果。在修建跨流域调水工程的过程中，还能在引水渠的两侧构建起一道“绿色屏障”，除了正常的输水作用外，还兼有防风固沙、保持水土等生态功能。需要注意的是，在应用跨流域调水时，应合理评估两地区的需水量和供水量，必须是在不影响供水区正常灌溉用水的前提下向外调水。

（五）采取节水措施，提高水资源利用效率

1. 减少无效蒸发。目前常用的可以减少无效蒸发的措施有两种：其一是地膜覆盖。在农作物播种以后及时覆盖底膜，一来可以起到保持地温的效果，有利于种子的萌发；二来也能使蒸发的水气在薄膜上凝结，并重新滴落到土地中，保持了土壤湿润。其二是秸秆覆盖。在农作物收获以后，将秸秆摊铺在地表，既可以起到蓄水保墒的效果，同时秸秆沤烂以后还能能为土壤补充养分，对次年农作物的增收增产也有积极帮助。有研究表明，在沙壤质和中壤质地块中，在小麦收获后均采取了麦秆覆盖措施，并于当年6月和次年6月分别测量土壤有机质。结果发现土壤有机质分别从0.77%、0.83%增加到了1.15%和1.06%。小麦亩盖秸秆500kg，比不盖秸秆的麦田节水24%，减少了小麦种植期间对地下水的使用量。

2. 优化农业种植结构。不同类型、不同品种的农作物，其水分利用效率（WUE）也有较为明显的差别。例如冬小麦的水分利用效率是1.03，而春玉米的水分利用效率是1.61。如果灌区大面积种植春玉米，必然会导致对地下水需求的增长，容易出现地下水超采的问题；相反，如果大面积种植冬小麦，由于生长期内蓄水量较少，因此对地下水的需求也会相应地降低，不容易发生超采现象。基于此，在农业灌溉区内可以通过优化农业种植结构的方式，科学搭配不同作物的种植规模，让该区域农田整体的水分利用效率维持在 $(0.2 \pm 0.05) \text{kg/cm}^3$ 是比较合理的。

3. 推广节水灌溉模式。在农业灌溉中，水资源的浪费也是造成地下水需求量增加进而引起超采问题的常见原因。发展节水农业、推广节水灌溉既可以满足农作物生长期间的的水分需求，同时又能最大程度上减少地下水



的开采量，从而避免了超采现象。从调查情况来看，现阶段北方一些地区的农业灌溉中仍然使用传统的水渠，输水过程中水分蒸发量较大；加上一些水渠年久失修或者是随意改道，输水过程中渗漏的情况也比较常见。推广使用喷灌、滴灌等节水灌溉模式，真正实现了定量给水、按需给水。目前，很多智能化的喷灌、滴灌系统，可以利用埋藏于地下的传感器随时监测土壤水分含量变化；在此基础上结合农作物生长期内的水分需求，确定适宜的补水量，实现智能供水，最大程度上提高了水的利用率。

（六）井河结合灌溉，保持灌区盐碱平衡

在一些长期抽取地下水进行农业灌溉的地区，地下水的矿化度已经大幅度超过了地表水。如果不及时采取措施，一方面会导致地下水漏斗现象加剧，另一方面也会影响农作物的正常生长。井河结合灌溉可以有效缓解这类情况，通常是选择在每年的春季、秋季，分别使用河水、水库水等地表水进行灌溉，用于稀释耕种层土壤中的盐分，保证土壤中盐分浓度适宜，避免出现严重盐碱化地块。另外，在一些地下水超采情况比较严重的灌区，除了使用地表淡水淋洗土壤中的盐分、碱分外，还应注意合理调整农作物种植密度，必要时可以将土地闲置，修整1~2年后再进行耕种，也能起到土壤脱盐、提高种植效益的效果。

（七）依托大数据指导农业灌溉

从调查来看，造成地下水超采的一个主要原因是中不合理的农业灌溉（如漫灌）导致需水量明显增加，为了满足灌溉需求机井越挖越深，从而导致地下水位下降。随着信息技术的发展，将大数据技术应用与农业灌溉，

可以实现对灌区土壤的墒情监测，在实时采集土壤含水量等信息的基础上，将土壤含水量与地下水位走势进行有效对比，形成科学合理的数据网。这样就能根据农作物的需水量、土壤含水量，准确计算出灌溉量。然后采用喷灌、滴灌等模式进行灌溉补水。既可以提高水资源的利用率，最大程度上减少了对地下水的消耗量，同时又能满足农作物生长所需。

三、结束语

地下水超采已经成为影响农业灌溉、制约农业发展的重要因素，除此之外还有可能引起地面沉降、土壤盐碱化等一系列问题，对居民生活、生态环境等也会产生不利影响，采取地下水超采的综合治理对策具有紧迫性。总体来看，解决地下水超采应做到“开源”和“节流”双管齐下。一方面要发展节水农业，减少农业灌溉中水资源的浪费问题，降低对地下水的的需求量和开采量；另一方面则需要通过科学调配水资源、采取工程措施截流蓄水等，增加地下水储量，以满足农业灌溉所需。只有在解决地下水超采问题和满足农业灌溉所需上达到统筹兼顾，才能促进农业农村经济的稳定发展。

参考文献：

- [1] 张红梅. 河北省地下水超采综合治理农业灌溉水源置换存在问题及对策建议[J]. 河北水利, 2022(3): 88-89.
- [2] 王冠儒, 胡继连, 王秀鹏. 山东省地下水超采灌区农业水权制度改革研究[J]. 水利经济, 2022(2): 74-76.
- [3] 李海伟. 灌区高效节水灌溉工程建设和运行存在的问题及对策[J]. 农业科技与信息, 2022(7): 36-37.