

文章编号: 1001-6791(2001)03-0413-05

# 我国农田灌溉的水环境问题

周维博<sup>1</sup>, 李佩成<sup>2</sup>

(1. 西北水利科学研究所, 陕西 杨陵 712100; 2. 西安工程学院, 陕西 西安 710054)

**摘要:** 针对我国水资源匮乏, 水资源浪费严重以及水体污染持续恶化三大问题, 指出了农田灌溉用水中缺水、滥用、污染等导致农业水土资源与生态环境急剧恶化的若干问题, 解决的重要途径是推行各种行之有效的节水灌溉技术、污水资源化利用以及水资源养用相结合等措施。

**关键词:** 灌溉; 水环境; 节水; 水源保护

**中图分类号:** S 274 X 143      **文献标识码:** A

21世纪, 人类面临人口(粮食)、资源(水、土)与环境(污染、生态)三大问题。其中尤以水问题最为严峻。在我国, 占全国用水总量80%左右的农田灌溉, 存在着三大突出矛盾: 一是水资源严重不足, 制约着农业灌溉面积的进一步扩大和现有灌溉面积保证程度的提高。近十多年来, 我国每年受旱面积在2 000万~2 700万 $\text{hm}^2$ , 每年约有670万 $\text{hm}^2$ 灌溉面积得不到灌溉。由于缺水, 我国每年少产粮食700亿~800亿 $\text{kg}^{[1]}$ 。二是已经开发利用的水资源浪费严重。加之不少地方由于灌溉工程老化失修、灌区灌溉用水管理不善和灌水技术落后等原因, 灌溉水的利用率很低, 平均只有40%左右, 而发达国家的灌溉利用率可达80%~90%。三是可资利用的水资源遭受严重污染, 为进一步利用带来很大困难。上述问题的存在, 导致农业水土资源与生态环境的不断恶化。以致于影响我国农业和整个国民经济的可持续发展。

## 1 农田灌溉水环境问题及影响

### 1.1 缺水导致地下水长期超采, 已引发严重的水环境问题

80年代以来, 在我国北方, 由于黄河等许多河流出现的断流及地表水资源的过度开发利用, 特别是在比较利益的驱动下, 原本以灌溉供水为主的水库和稳定水源已改向城市和工业供水, 这种水资源量的转移, 加剧了农业用水的紧缺程度。为了满足灌溉用水需求, 已经出现了以破坏生态环境为代价的超采地下水资源的短期行为, 造成地下水位持续下降, 井灌区出现大面积地下水位下降漏斗区。超量开采地下水不仅导致机泵吊空、机井报废、提水成本增高, 而且也引发地面裂沉和海水入侵等一系列环境地质问题。据不完全统计, 全国已出现了56个地下水区域性下降漏斗, 总面积大于8.2万 $\text{km}^2$ 。辽宁、河北、山东3个沿海地区发生海水入侵

收稿日期: 2000-03-31; 修订日期: 2000-06-16

作者简介: 周维博(1956-), 男, 陕西乾县人, 西北水利科学研究所教授级高级工程师, 博士。主要从事节水灌溉、水资源等研究。

地段 74 处, 总面积 1 236 km<sup>2</sup>。海水入侵造成近 5 000 眼机井报废, 每年地下水开采量减少 7 000 多万 m<sup>3</sup>, 减少灌溉面积 2 万 hm<sup>2</sup>。

### 1.2 超定额的大水漫灌, 造成土壤次生盐碱化

我国一些大中型灌区, 现时仍采用大水漫灌的方式。缺乏科学的用水管理体系, 使地下水位上升, 造成大面积耕地盐碱化。位于黄河上游的宁夏引黄灌区, 地理条件优越, 引水灌溉占先, 黄河丰富的水资源使这里成为产粮大区。然而由于无节制的大水漫灌, 灌溉定额每亩高达 1 000 m<sup>3</sup> 以上, 不仅造成水资源大量浪费, 并使下游河南、山东等地枯水季节灌溉用水难以保证, 而且也改变了当地水盐运动规律, 造成灌区土壤盐渍化的加剧。据统计, 中国北方地区不同程度的盐渍化耕地多达 670 万 hm<sup>2</sup>。其中很大一部分是由于灌溉不当所引起的。这种状况不仅在北方存在, 在南方一些水稻种植区, 也存在由于过量用水引发或加重渍害的问题。土壤盐渍化破坏了灌区生态环境, 使农作物严重减产, 部分土地被迫弃耕、土地沙化、气候恶化, 严重制约了灌区社会经济的发展, 已经成为农业生产的一大障碍。

### 1.3 污水灌溉和农药化肥的施用造成水土环境的恶化

随着工业和城市的发展, 目前我国水资源受到污染的状况愈来愈严重。全国七大江河水系中, 近一半的河段严重污染。80 年代初对 5.3 万 km 长的河流进行检测, 有 1.22 万 km 长的河流由于污染而不再适用于灌溉。华北地区 1983 - 1986 年对全区河流水质评价结果表明, 约有 20% 的河段不符合灌溉用水标准。全国废污水排放量约 450 亿 t, 其中 80% 左右未经处理直接排入江河湖库, 造成水源污染。即使水资源较为丰沛的南方地区也因污染导致缺水。据统计, 全国每年因水污染造成的直接经济损失高达 400 多亿元。由于散布在农村的乡镇工业污染严重, 灌溉水源受到严重污染。大量未经处理的废污水被农田直接或间接引用, 造成二次污染。水污染造成土壤板结、碱化, 降低作物性状、农作物减产甚至绝收。据不完全统计, 我国遭到不同程度的污染的农田面积达 67 万 hm<sup>2</sup>。每年因环境污染损失粮食 1 200 万 t, 造成农作物减产损失达 150 亿元。因污水灌溉被重金属污染的耕地达 1.3 万 hm<sup>2</sup>, 污染严重的已被弃耕。

农药和化肥的施用也是污染土壤并造成浅层地下水水质恶化的重要原因。近些年来, 农田和果园对农药、化肥的施用量越来越多。固然它对农业增产起了很大的作用, 但由此也带来严重的土壤及水体污染。农药化肥的过量使用, 导致农作物中有毒有害污染物积累。全国年平均农药投放量 20 多万 t, 仅有 20% ~ 30% 达标。其余 70% ~ 80% 的农药进入水体和土壤<sup>[2]</sup>。农业化肥、农药随雨水流入江河湖泊, 既污染了地下水, 又加重了河湖污染。目前太湖流域每年的化肥用量已达 200 万 ~ 300 万 t, 农药 5 万 ~ 8 万 t, 约有一半左右的残留物流入湖中, 即使不计工业污染的排入, 仅此一项也足以使太湖水质超过三类水的指标。

## 2 解决农田水环境问题的途径

农田灌溉既是保障农业生产持续、稳定发展的重要措施, 也是改造环境的措施之一。发展灌溉农业是以水为中心, 协调以水为主要矛盾的各内部矛盾, 形成可能达到的优选的水土-植-气整体关系。为使我国农田灌溉生态环境趋于良性循环。

### 2.1 大力发展节水灌溉, 提高水资源的利用率

21 世纪我国农业发展的主要制约因素是水土资源不足及其配置不均。在我国北方, 干旱

缺水已成为影响农业生产最主要的因素。随着经济和社会的发展，工业与城市生活用水逐步增加，农业用水占总用水量的比重逐步减少。80年代以来，我国农业用水比重已从80%以上下降到70%左右，今后还将继续下降。特别是干旱缺水的西北地区，水资源是制约该区经济发展的最主要因素。但随着西部的大开发，工业生产和城市化进程将会加快，农业用水必然让先，农业用水将更趋紧缺，寄希望于依靠增加农业供水能力来满足扩大灌溉面积，提高现有灌溉设施保证率困难重重。农业干旱缺水的局面不可逆转。因此，解决农业缺水问题的根本途径是大力发展节水灌溉，提高水资源的利用率。

#### 2.1.1 大力推广渠道防渗和低压管道输水技术，减少农田灌溉传输中的损失

在我国农田灌溉中，传统的土渠输水渗漏损失约占引水量的50%~60%，一些土质较差的渠道渗漏损失高达70%以上。据有关资料分析，全国渠道每年渗漏损失水量约为1700多亿 $m^3$ ，水量损失严重。采用渠道防渗和管道输水，可提高输水效率。与土渠相比，浆砌块石防渗可减少渗漏损失60%~70%；混凝土衬砌可减少损失80%~90%；塑料薄膜防渗可减少渗漏损失90%以上。渠道衬砌是灌区改造的重要内容，也是灌溉节水的重要措施。据推算，若把全国的渠系有效利用系数提高0.1，则全国即可节约约400亿 $m^3$ 的水量。低压管道输水与土渠相比，可节水20%~30%，多年的实践表明，它是一种设备简单、管理方便、农民易于掌握，特别适合我国农村当前的经济状况和土地经营管理模式的最佳输水灌溉技术。

#### 2.1.2 采用先进的技术和改进地面灌水方法，提高田间水的利用率

喷灌和微灌(包括滴灌、微喷灌和涌泉灌)是当前世界上先进的节水灌溉技术，喷灌可比一般的地面灌节水30%以上。喷灌有利于节约用水，保持土壤结构，控制改良盐碱土，降温防冻，提高空气湿度，改善农田小气候。它既适用于平原，也适用于山区；不仅可灌溉农作物，也可灌溉果蔬类作物。微灌比喷灌更省水，灌溉水效率最高，生态效应最好的一种灌水技术。但在含盐量高的土壤上施用，盐分会在土壤湿润体边缘积聚。微灌适用所有地形和土壤，特别适用于干旱缺水的地区，在我国西北地区最有发展前景。尽管喷微灌节水效果十分显著，但由于其投资大(是地面灌溉的几倍至10倍)，管理水平高，因此，在现阶段发展规模不大。目前我国地面灌溉面积占总灌溉面积的97%，而在今后相当长的时间，在我国农田灌溉中仍占主导地位。现时比较适合的是小畦灌、隔沟灌、膜上灌等先进的地面灌水技术。由于我国自然和经济条件迥异，应根据当地条件，因地制宜的选用农业高效用水技术。

### 2.2 提高水分生产率，促进农田水土生态系统良性循环

作物水分生产率是单位水资源量，包括降水量和毛灌溉水量在一定的作物品种和耕作栽培条件下所获得的产量。充分利用降水和减少灌溉过程中水量的无损耗，对提高水分生产率十分有益，从而对改善农田生态环境产生积极的影响。其中主要措施和方法有：培肥改土、应用覆盖保墒技术、选用抗旱节水高产良种、推广先进节水灌溉技术等。施用有机肥可以改善土壤微结构，增加土壤团粒组成，促进根系的良好发育，不仅促进作物产量的形成，而且有利于雨水的入渗，增强土壤蓄水保墒能力。覆盖技术具有调节农田土壤水、热、盐及养分状况、改善耕作层土壤环境、提高土壤水分利用率、节约灌溉水资源、促进农田水土生态系统良性循环。特别对我国北方干旱、半干旱地区及高寒地区具有明显的增产作用。实施节水灌溉技术，由于减少田面蒸发和深层渗漏损失，灌水适时、适量，与农艺措施结合，可提高水分生产效率。是我国北方地区水资源高效利用的最佳措施。

### 2.3 污水资源化是农业灌溉开源与治理环境的一项重要措施

重复利用污水和废水,是节约用水的一项重要措施。是当今世界水资源匮乏的国家开辟第二水源的重要途径,也是发达国家治理污染的一个重要方向。美国加州每年利用净化污水达 2.7 亿  $\text{m}^3$ ,相当于 100 万人口一年的用水量,净化污水主要用于灌溉、浇灌公园花木。以色列无淡水资源可供开发,只能用废污水净化后再利用的方法满足新的用水需求。1980 年废污水再利用的水量,占全国需水量的 4%,2000 年将能满足全国总需水量的 16%,以色列污水再利用主要是农业灌溉。我国预计 2010 年工业和生产用水量将达到 2 450 亿  $\text{m}^3$ 。污水排放量将达到 885 亿  $\text{m}^3$ ,如果污水集中处理率达到 40%,则处理后污水量为 354 亿  $\text{m}^3$ ,如处理后污水利用率为 50%~70%,则可用于农田灌溉的水量为 170 亿~250 亿  $\text{m}^3$ ,表明污水利用具有很大的潜力。

污水通过处理使之达到环境允许的污水灌溉标准,既可增加了农业灌溉的水源,又可起到治理污染的作用。是一举两得的技术途径。因此,污水资源化是解决农业灌溉水源不足和治理环境的一项重要而有效的措施。

### 2.4 涵养水源与节水灌溉相协调是维持农业区域资源良性循环的根本保证

在我国节水灌溉发展中,往往注重渠系利用率提高了多少,田间水利用率提高了多少,农田水分的生产效率提高了多少等,而很少考虑节水灌溉对水环境产生的负面效应<sup>[3]</sup>。近年来,我国北方地区持续干旱,许多内陆河断流,华北、西北大部分地区地下水严重超采。目前尽管这些地区大都采用了各种形式的节水灌溉技术,在缺乏地表水,又难开采地下水的状况下,要充分发挥现有节水灌溉工程的作用,究竟能持续多久?值得指出的是,节水灌溉虽节约了灌水量,但也必然减少灌溉回归水量。如采用渠道衬砌,虽然减少了渠道渗漏对地下水的补给,但不能发挥地下水库的调蓄渗人的灌溉水,解决供水和需水在季节上矛盾的作用。这些问题,需要我们辩证的加以思考,认真的研究解决。山东滕州的事例是,80 年代中期,为解决当地水资源不足,大力发展节水灌溉。井灌区实现了小畦灌溉。然而,正是在推广节水灌溉时,出现了大面积漏斗区,这证明,在有限水源的情况下,节流是有限度的。要维持某一区域农业水资源良性循环,发展节水灌溉,既要讲求经济效益,又要兼顾生态效益和社会效益,同时要重视水源的涵养,以确保区域水资源的永续利用。否则就会无源可采,无水可节。

为此,目前在继续大力推广各种节水灌溉技术的同时,为了更充分利用水资源,应重视地下蓄水层的调节作用,以增加地下水的可开采量,提高径流资源的利用率。在汛期,利用坑塘、沟渠、田面拦蓄地表径流,或适当加大灌水定额等涵养水源的措施。实行点、线、面全方位回补地下水,以增大地下水的补给量,使更多的水重复周转。在井渠结合灌区,不仅灌溉对地下水的补给可以得到充分的利用,由于抽水使地下水位下降,将减少潜水蒸发和腾空地下含水层,为储蓄和利用降水和灌溉水的人渗创造条件。它是涵养水源和发展节水灌溉相协调的最佳途径,对提高水资源的利用率、防治灌区土壤盐渍化十分有益。

## 3 结 语

农田水环境是一个复杂的大系统,涉及自然、社会、环境等因素,既有科技方面的问题,也有立法和管理方面的问题,需城建、环保、水利、农业等部门的团结协作,共同努力,才能

使我国农田灌溉事业健康持续的向前发展。

**参考文献：**

- [1] 吴景社, 李英能. 我国 21 世纪农业水危机与节水农业[J]. 农业工程学报, 1998, (3): 95 - 101.
- [2] 陈敏建, 梁瑞驹. 我国 21 世纪水和粮食问题[J]. 水利学报, 1999, (1): 1 - 4.
- [3] 周维博. 农田灌溉中节水与养水的哲理思考[J], 节水灌溉, 2000, (1): 4 - 5.
- [4] 王玉壁. 滕州: 回灌补给[J], 中国水利, 1995, (10): 16

## Water Environment Problem of Irrigation in China

ZHOU Wei-bo<sup>1</sup>, LI Pei-cheng<sup>2</sup>

(1. Northwest Hydrotechnical Research Institute, Yangling 712100, China;

2. Xian Engineering University, Xian 710054, China)

**Abstract:** Based on the existing states of water resources and water environment in China, the paper points out that shortage and low use factor as well as water pollution result in the deterioration of soil-water resource and ecological environment in the irrigation, which can be effectively solved by water-saving, renewing wastewater and conservation water.

**Key words:** irrigation; water environment; water-saving; conservation water



## 欢迎订阅《水电能源科学》(季刊)

《水电能源科学》是由国家教育部主管、中国水力发电工程学会和华中科技大学共同主办的学术性刊物——中国水力发电工程学会会刊。刊物面向从事水、电、能源开发与研究的科研、教学、管理人员, 主要刊登有关水、电、能源及其相关学科的新理论、新技术、新方法以及工程应用的新成果。

大 16 开本, 正文 88 页, 每册定价 6.00 元, 全年 24.00 元。全国各地邮局均可订阅, 邮发代号: 38 - 111。

编辑部地址: 武汉华中科技大学 邮编: 430074

电话: 027 - 87542126 传真: 027 - 87543892

E-mail: [sdnyhmt@263.net](mailto:sdnyhmt@263.net)