

北方地区节水灌溉现状简述

黄 乾, 彭世彰

(河海大学科学研究院, 江苏 南京 210098)

摘要 :介绍了北方地区水资源的数量、质量和分布现状,对北方地区农业现有灌溉方式及节水新技术的应用进行了概述。从北方农业节水潜力、节水技术措施与方法、用水管理与节水设备等方面,对北方农业节水进行较深入的分析与探讨,并就现有灌区开展节水过程中存在的问题提出了相应策略和建议。

关键词 :农业;节水灌溉;节水技术;中国北方

中图分类号 :S274.4 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-693X(2005)02-0012-04

Current situation of water-saving irrigation in north China

HUANG Qian, PENG Shi-zhang

(Research Academy of Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract :The quantity, quality and distribution of water resources in north China are introduced. The conventional irrigation methods and practical applications of advanced irrigation methods to north districts are summarized. Water-saving agriculture in north China is analyzed thoroughly from aspects of water-saving potential, technology and measures, management and equipment, etc. Strategies and suggestions about existent problems in water-saving practice are proposed.

Key words :north China; agriculture; water-saving irrigation; water-saving technology

1 北方地区水资源现状

1.1 水土资源总量与分布

我国水资源丰富,多年水资源总量为 2.81 万亿 m^3 ,居世界第六,而人均水资源占有量仅为 2 280 m^3 ,按 USDDMS 分类,排序在 100 ~ 117 位之间^[1]。我国水资源地区分布不均,长江以南流域面积只占全国总面积的 36.5%,却拥有全国水资源总量的 80.9%;长江以北地区,流域面积占全国面积的 63.5%,仅拥有我国的水资源总量的 19.1%,其中,西北地区占全国面积的 43.8%,水资源拥有量占全国水资源总量的 9.7%,北方地区水资源与其人口和耕地数量严重不相适应。我国北方是全国的粮食基地,耕地面积约占全国的 57%,人口数约占全国的 42%,而每公顷耕地水资源占有量仅为长江以南地区的 1/6,人均占有量为长江以南地区的 1/3^[2]。

1.2 水资源质量现状

2002 年,我国北方五大流域的 17 省(市、自治区)生活污水和工业废水排放量已达到 332 亿 t ^[3],其中工业废水占 73%,大部分未经处理就直接排入江河,引发河流水质恶化,北方五大流域水系中,干流水质以 III、IV 类为主(GB 3838—2002《地表水环境质量标准》);一级支流有 52% 的河段为 V 类水。资源性缺水加上水质性缺水,我国北方水资源短缺问题日益严峻。

1.3 水资源危机

2001 年北方旱区水资源开发率已达 43%,为全国平均数的 2 倍,其中黄河流域为 82%,海河流域为 86%,淮河流域为 76%。主要流域的水资源开发利用率也多在 80% 左右,已达上限水平。根据国外经验,一个国家用水超过其水资源总量的 20%,就很有可能发生水危机^[2]。

作者简介:黄乾(1979—),男,山东潍坊人,硕士研究生,研究方向为节水灌溉理论与技术.E-mail:wfhuangqian@163.com

2000年全国663座建制城市中,有近400多座城市缺水,严重缺水的有108座,北方城市尤为严重,全国日缺水1600万 m^3 。城市水资源短缺、供水不足与城市经济、文化发展需水之间的矛盾,日益突出。而农业缺水更为严重:2002年我国北方五大流域农业灌溉用水量,约占北方总用水量的61.4%,每年缺口仍在300亿 m^3 以上,北方许多旱地无水可浇。缺水成为社会不稳定因素之一。预计21世纪30年代前后,中国将缺水2300亿 m^3 。缺水将对工农业生产及人民生活带来严重影响。

2 北方地区农业灌溉用水现状

2.1 灌溉浪费严重

a. 渠道渗漏严重。渠灌区在我国北方占有很大的比重,2002年北方渠灌区现有面积0.17亿 hm^2 ,控制面积约占我国北方地区灌溉面积的66%,渠道类型以土渠为主,衬砌渠道长度仅为渠道总长的25%左右。输水过程中,土渠道输水渗漏损失约占引水量的50%~60%,一些较差的损失高达70%。我国每年因渠道输水渗漏造成的损失高达1500亿 m^3 。一些衬砌渠系由于工程老化,输水渗漏严重,灌溉效益下降,这是北方地区灌溉水无效流失重要原因之一。

b. 地面灌溉效率低。地面灌溉技术是我国目前应用面积最广的一种灌水技术,也是世界上应用最广的一种灌水技术。我国灌溉面积的97%采用地面灌溉方式。自20世纪60年代开始,广大北方地区开展地面灌水技术与推广工作;70年代,提出了小畦灌、短畦灌、分段灌及细流沟灌等多种改进后的地面灌水技术,并在河北、河南、山东、陕西等省推广应用;80年代后期从美国引进了波涌灌技术,开发了膜上灌水技术,节水增产效果显著。但我国目前灌溉水利用系数只有0.4左右,田间水利用系数只有0.6~0.7。具体问题存在于以下三个方面:①对地面灌水技术的研究重视不够,研究不够深入。②对农田基本建设的投入和配套的田间工程不足。③灌水管理水平落后。据有关研究表明,畦田、沟的规格适宜,操作合理得当,田间水利用系数可达到0.8以上,灌溉定额可大幅度下降。可见地面灌溉节水潜力非常大。膜上灌较一般地面灌溉可节水30%以上,高者可达50%以上,波涌灌(包括畦灌、沟灌)可节水10%~30%,灌水均匀度及储水效率均明显提高,分根交替灌溉可节水15%~30%。这足以表明地面灌水改进提高应用后的节水潜力。大力开展地面灌水技术的普及仍是今后相当

长一段时间内,提高北方地区用水效率最直接有效的方法。

2.2 节水技术推广缓慢

节水技术包括工程节水技术、农业节水技术、管理节水技术。节水灌溉工程措施包括:喷灌、微灌(滴灌、微喷灌、涌泉灌、渗灌)、膜下滴灌技术等。研究和生产实践表明,这些灌溉技术抓住了农业节水中三个重要方面,即输送环节、灌水环节和农产环节,因而具有节水、节地、节能、增产、省时和省工的多项功能^[4]。农业节水增产配套技术(农艺措施)包括:节水增产的水肥综合施用技术、蓄水保墒耕作技术、秸秆地膜覆盖增温保墒技术、化学药剂抑制蒸腾保水技术、作物合理布局间套耕作技术、节水抗旱品种的选育等。节水灌溉管理技术是指根据作物的需求规律控制、调配水源,以最大限度的满足作物对水分的需求,实现区域效益最佳的农田水分调控管理技术,包括土壤墒情监测与预报技术、节水高效灌溉制度的制订,以区域总效益最佳为目标的灌溉预报技术、输配水与灌水量的量测和调节控制技术几个方面。

以上节水技术在北方广大灌区推广缓慢,很多技术只局限于理论研究和节水工程示范中,主要原因在于设备投资大,管理水平低,节水产品耐久性、适应性差,各种农业节水增产技术的最佳组合没有解决。以喷灌为例,目前世界大规模节水灌溉工程主要是喷灌,面积已超过2000万 hm^2 。其中,美国和前苏联的喷灌面积已超过其全部灌溉面积的40%,英国、奥地利、德国、丹麦、瑞典和日本旱地灌溉面积中90%采用喷灌。根据国际灌排委员会(ICID)2001年公布的统计结果,中国喷灌和微喷灌面积为147万 hm^2 ,只占有有效灌溉面积的2.25%^[4]。如此低的原因在于喷灌系统一次性投资大:固定式为15000~18000元/ hm^2 ,半固定式为9000~12000元/ hm^2 ,移动式轻小型机组为3000元/ hm^2 ,大型喷灌机为3000~6000元/ hm^2 ,其适宜作物对象是那些附加值较高的经济作物。

3 推广农业节水技术存在的问题

3.1 农业水价过低

我国现行的农业水价仍作为事业性收费,没有纳入商品定价的轨道,供水成本不完全,水价偏低^[2]。用水单位和个人,不受价格制约,缺乏激励机制,节水意识不强。

农业水价过低,农民不愿在节水上投资,因而成

本较高的节水设备很难在广大北方农村推广使用。例如,目前宁夏自流灌区每立方米水成本价为 1.97 分,现行水价仅为成本价的 30%,提水灌区的水价仅为成本价的 14.3%~21.4%。水价偏低导致农民不爱惜水,同时也使得灌溉管理部门入不敷出,无力购买、维修工程设备而造成恶性循环。

3.2 节水技术研究有待深入

我国现有的节水技术大都是 20 世纪 80 年代以后从国外引进,后经过消化,形成了适合我国国情相对配套的技术体系。但同世界先进水平相比,仍存在一些问题。

a. 衬砌技术成本较高一直制约着渠道防渗技术的推广,高寒地区渠道衬砌防冻胀技术有待进一步完善与深化,西北地区一些特殊土,如湿陷性黄土、盐胀土或膨胀土等的渠道衬砌尚需要解决适应大变形问题,我国中、小型渠道开挖与衬砌施工机械性能差,型号少,满足不了生产实际的需要等。

b. 雨水利用是一项投资低廉,发展迅速的技术,特别是 20 世纪 80 年代后期以来,在干旱频发,水资源日益紧张的西北地区,得到了迅速发展。比较成功的范例有甘肃的“121”集雨节灌工程、内蒙的“112”集雨工程、宁夏的窑窖农业,以及陕西的窖灌农业工程等^[5]。从总体上看,这项技术应用前景很广,但尚有诸多问题未得到深入解决,具体表现在:①雨水资源的适宜开发程度;②不同区域雨水资源的开发利用模式;③雨水利用技术与设备;④雨水利用的应用基础研究;⑤雨水利用工程的管理。

c. 如何实现各种农业节水增产技术的最佳组合,形成技术整体优势,是目前世界各国均十分重视的一个研究课题。我国在这方面的研究不论与世界发达国家相比,还是对照农业生产实际需求,以及技术的研究与应用方面,均存在较大的差距。主要表现在以下几个方面:①农业节水增产技术如何与节水灌溉技术相结合,从而形成整体优势与配套技术体系等方面研究不够深入。②各种单项农业节水增产技术如何在不同作物、不同节水灌溉条件下应用,虽有研究,但尚未形成规范化、标准化技术体系。③生物节水调控技术理论上虽有一定研究,但如何在生产中应用尚有一定距离,特别是转基因技术在节水抗旱品种选育方面的应用研究,与国外差距甚大。④现有技术的组装、集成、配套及在生产中的应用方面,也还存在诸多问题。

3.3 节水设备质量有待提高

北方地区节水农业的紧迫形势和大规模发展,

需要大批优质的节水农业产品设备和材料来支撑,但全国生产节水灌溉产品设备的 200 多家企业中,除几家引进国外成套生产设备外,绝大多数企业生产规模小,技术水平低,工艺落后,产品配套性差,总体上存在着多、散、少的问题;节水灌溉设备至今尚无统一的标准体系,市场上存在着大量不成熟的新产品、仿制品和非标准产品,不适合我国国情。节水灌溉产品作为节水农业中的硬件,其质量、配套性和适用性决定了节水灌溉工程的效益和使用寿命,已经成为制约我国北方节水农业发展的重要因素。现阶段应对以下问题加以改进:①产品质量的可靠性和稳定性;②设备系统的配套问题;③产品的售后服务;④我国北方当前土地经营模式的适应性。

3.4 劣质水利用技术有待突破

根据我国北方地区的特点,劣质水在农田灌溉中的应用主要有以下三种,一是城市污水;二是矿化度较高的苦咸水(矿化度大于 3g/L);三是高含沙量浑水。在劣质水开发利用方面已有较为成功的经验,如高含沙浑水淤灌技术在西北黄土高原已得到较为广泛的应用。关于城市污水灌溉问题目前研究较少,尚未发现突破性进展。从目前技术的发展水平来看,高含沙浑水淤灌技术相对成熟,苦咸水灌溉有一定研究积累,尚待深化,而城市污水灌溉研究相对薄弱。根据生产需要,还有以下难点问题需要研究:①高含沙浑水灌溉技术体系;②苦咸水灌溉技术体系的进一步完善;③城市污水利用灌溉问题。

4 几点建议

4.1 因地制宜地开展节水

应根据北方不同地区的地理位置、气候、水资源和经济条件等实际情况来发展适合当地的节水农业。对大部分地区进行渠道防渗、管道输水特别是地面灌水的改造;西北干旱半干旱地区发展以雨养田,加快雨水利用技术(人工增雨、雨水汇集、土壤入渗技术)的研究和推广;华北平原浅层咸水水资源 75 亿 m³,仅开发了 6.6 亿 m³^[6],加大劣质咸水的利用,尽快把小田咸灌和压盐技术推广到大田,城市近郊还可以发展生活废污水的灌溉利用;对北方水作地区要使用合理的灌溉制度;经济发达区改变种植结构,大力发展微喷灌技术。

4.2 加强节水区生态环境监测

节水灌溉过程中也会对生态环境造成影响。国外有研究表明,长期对水地进行节水旱作,会对土壤肥力和结构造成非逆理性改变;而近期北方地区所

进行的污水灌溉试验也表明利用污废水灌溉会对地下水和土壤质量产生影响,土壤中重金属含量和地下水硝酸根离子超标;节水灌溉下大量使用化肥会导致土壤富营养化;井灌区大量开采地下水,在渠道和田间渗漏减少情况下,使地下水水位剧烈下降。所以,在节水灌溉的同时,也要对因大范围节水产生的生态环境问题作监测和研究,使北方节水灌溉走可持续发展的模式。

4.3 重视水管理

北方地区在节水中现在仍存在着“重工程不重管理”的做法。实际上,50%以上的节水潜力在于管理^[4]。我国节水灌溉管理技术水平虽在理论研究上与国外相比差距不大,但应用技术研究差距尚大。例如,土壤墒情监测技术与设备及土壤墒情预测技术,非充分灌溉条件下的节水高效灌溉制度(特别是不同节水灌溉技术(如喷微灌条件下的节水高效灌溉制度),适合于我国国情的节水灌溉预报技术等,都是会产生积极节水效果的管理措施^[7]。加大水管理从理论到应用的研究转化推广,将是今后相当长时期内北方农业灌溉节水研发的主要技术之一。

4.4 节水应纳入生态需水研究

生态需水量目前成为水科学领域较新和非常热门的研究领域,涉及生态学、水文学、地学等学科,需

要多学科联合研究。在其水量平衡原理和河道外人工植被需水量的计算方法中,都涉及到植被蒸腾量的计算。对于大空间尺度灌溉区,节水灌溉会对所在流域的生态需水量产生有益的影响,对维持脆弱的北方生态系统和纳入流域生态耗水的联合调度有着长远的意义。

参考文献:

- [1] 刘真,刘平贵.我国北方水资源及其可持续利用[J].地下水,2002,2(1):63~64.
- [2] 韩洪云.节水农业经济分析[M].北京:中国农业出版社,2001.14~15.
- [3] 钟瑜,毛显强.中国城市污水处理良性运营机制探讨[J].中国人口·资源与环境,2003,13(3):52~56.
- [4] 沈振荣,汪林.节水新概念——真实节水的研究和应用[M].北京:中国水利水电出版社,2000.52~53,57~58,107~108.
- [5] 程满金.内蒙古丘陵山区集雨节水工程试验与推广技术简介[A].中国水利学会优秀论文集[C].北京:中国三峡出版社,1999.223~229.
- [6] 王卫光,王修贵,沈荣开.微咸水灌溉[J].节水灌溉,2003(2):9~11.
- [7] 吴普特,冯浩.我国北方地区节水农业技术水平及评价[J].灌溉排水学报,2003,22(1):26~32.

(收稿日期 2004-01-08 编辑 高渭文)

(上接第 11 页)

- [5] 左社强,唐志坚,张平.臭氧-生物活性炭饮用水处理技术及其应用前景[J].能源工程,2003(1):33~36.
- [6] Hozalski R M, Bouwer E J, Goel S. Removal of natural organic matter (NOM) from drinking water supplies by ozone-biofiltration[J]. Water Science and Technology, 1999, 35(9): 157~163.
- [7] 刘晖,简放陵,周康群,等.臭氧-生物活性炭在给水处理中的应用[J].仲恺农业技术学院学报,1999,2(2):52~56.
- [8] 于万波.臭氧-生物活性炭技术在微污染饮用水处理中的应用[J].环境技术,2003(2):11~15.
- [9] Rajala-Mustonen R L, Heinonen-Tanski H. Effect of advanced oxidation processes on inactivation of coliphages[J]. Water Science and Technology, 1995, 31(5~6):131~134.
- [10] Nishijima W, Fahmi, Mukaidani T, et al. DOC removal by multi-stage ozonation-biological treatment [J]. Water Research, 2003, 37(1):150~154.
- [11] Graham Nigel J D. Removal of humic substances by oxidation/biofiltration processes-a review [J]. Water Science and Technology, 1999, 35(9):141~148.

- [12] 周胜普,姚忠东.桐乡市果园桥水厂深度处理工艺设计和运行[J].给水排水,2004,30(1):6~10.
- [13] 周云.新臭氧技术及其应用[J].净水技术,2001,20(3):26~28.
- [14] 张德新.臭氧-生物活性炭饮用水处理新工艺[J].石油化工环境保护,1999(3):26~30.
- [15] 任基成,费杰.臭氧-活性炭工艺去除饮用水中 COD_{Mn} 的应用试验[J].给水排水,2001,27(4):21~25.
- [16] 李灵芝,王占生.臭氧-活性炭组合工艺对饮用水中 AOC 的去除[J].环境科学与技术,2003,26(5):45~46.
- [17] 叶辉. O₃-BAC 工艺处理高氨氮原水的问题探讨[J].水处理技术,2001,27(5):300~302.
- [18] 吴红伟.臭氧组合工艺去除饮用水源水中有机物的效果[J].环境科学,2000(4):29~33.
- [19] 周云,梅胜.给水处理中的臭氧副产物[J].中国给水排水,1999,19(2):27~28.
- [20] EPA822-R-96-001, Drinking water regulation and health advisories[S]. 1996.
- [21] 田禹,曾祥荣,周定.臭氧生物活性炭联用技术发展状况[J].哈尔滨工业大学学报,1998,30(2):21~25.

(收稿日期 2004-02-20 编辑 徐娟)