

“北水南调工程”的警示与应对策略

吴普特^{1,2}

(1. 西北农林科技大学中国旱区节水农业研究院, 陕西 杨凌 712100;
2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要:在分析我国南方和北方地区之间粮食调运与虚拟水流动量变化的基础上,指出粮食虚拟水“北水南调工程”引起了一系列潜在的危机:加剧了北方地区的水资源压力,威胁国家粮食安全并拉大了南方和北方地区的经济差距。结合我国粮食生产用水技术水平与节水农业发展现状,提出应对上述潜在危机的建议:①强化政府宏观调控职能,挖掘农业节水潜力。尽快启动研究实施国家粮食生产用水补偿奖惩制度,挖掘农业节水潜力,缓解北方地区粮食生产水资源压力。②引入市场机制,大力发展现代节水农业。尽快研究出台相关政策,鼓励并支持节水企业投资建设和经营管理节水农业工程,充分调动多方资源,促进节水农业发展,保障国家粮食安全。

关键词:北水南调;粮食安全;虚拟水;用水补偿;蓝水;绿水

中图分类号:TV213.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2015)05-0121-03

Warning and strategy of North-to-South Water Transfer Project//WU Pute^{1,2}(1. *Institute of Water-saving Agriculture in Arid Areas of China (IWSA), Northwest A&F University, Yangling 712100, China*; 2. *Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science & Ministry of Water Resources, Yangling 712100, China*)

Abstract: Based on analysis of the variation of grain transportation and virtual water flow between southern and northern China, a number of potential crises that could be created by the North-to-South Water Transfer Project with regard to virtual water of grain are described: exacerbation of water stress in the northern regions, threats to national food security, and a widening economic gap between the southern and northern regions. Based on the technical level of water use during grain production and current status of water-saving agriculture, we put forward two suggestions: (1) strengthening the macro-control function of the government, implementing the policy of compensation for water use during grain production, tapping the potential of water-saving agriculture, and alleviating the pressure of water resources for grain production in northern regions; and (2) developing modern water-saving agriculture by introducing market mechanisms, establishing relevant policies as soon as possible in order to encourage and support the investment and construction of water-saving enterprises as well as the operation and management of water-saving agricultural projects, and mobilizing various resources in order to promote the development of water-saving agriculture and guarantee national food security.

Key words: North-to-South Water Transfer Project; grain security; virtual water; compensation for water use; blue water; green water

20 世纪 90 年代以来,基于国家区域经济发展格局的转变,我国出现了“北粮南运”现象,打破了“湖广熟,天下足”的古格局^[1]。粮食生产是高耗水产业,“北粮南运”现象伴生了农业虚拟水“北水南调工程”。近年来,这一“工程”调水量不断增加,年调水量已超过黄河水资源总量,且近期内难以改变,并有上升的趋势^[2]。粮食虚拟水“北水南调工程”势必对缺水的北方地区的水资源和生态系统稳定以及区域经济发展产生负面影响,应引起高度重视^[2-5]。本文在分析“北水南调工程”潜在危机的基础上,提出了应对危机的建议。

1 “北水南调工程”的警示

1.1 工程调水量不断增加

我国农业虚拟水“北水南调工程”的形成与“北粮南运”同步,起始于 20 世纪 90 年代^[1]。据研究,20 世纪 90 年代北方向南方年均调运粮食 1 861 万 t,折合虚拟水量(包括蓝水和绿水,绿水是指作物生产过程中消耗的有效降水,其中植物生长蒸腾的绿水是生产性绿水;蓝水是看得见的地表径流和地下径流的液态水^[6-7])约为 238 亿 m³;21 世纪前 10 年,北方向南方年均调运粮食 4 361 万 t,折合虚拟水量

作者简介:吴普特(1963—),男,陕西武功人,教授,博士,主要从事节水灌溉与农业水资源管理等研究。E-mail:gjzwpt@vip.sina.com

530 亿 m³,相当于黄河水资源总量^[1]。2011 年北方向南方调运粮食 7 643 万 t,折合虚拟水量 753 亿 m³^[8]; 2012 年北方向南方调运粮食 7 945 万 t,折合虚拟水量 826 亿 m³^[9],如表 1 所示。

表 1 南北方区域粮食调运及虚拟水流动量

时 间	粮食调运量/万 t	虚拟水量/亿 m ³
1950—1959 年	-224	-69
1960—1969 年	-656	-191
1970—1979 年	-537	-122
1980—1989 年	-341	-52
1990—1999 年	1 861	238
2000—2009 年	4 361	530
2010 年	6 646	775
2011 年	7 643	753
2012 年	7 945	826

注:数字为正表示北方向南方调运粮食及虚拟水;数字为负表示南方向北方调运粮食及虚拟水。

由表 1 可以看出,自农业虚拟水“北水南调工程”运行以来,无论是粮食调运量,还是虚拟水调运量均呈上升趋势,尤其是进入 21 世纪以来,这种上升趋势更为明显,年调水量已超过黄河水资源总量。基于国家南北方经济发展格局与区域经济结构定位,近期内这种现象难以改变,且有上升的趋势^[1,10]。

1.2 “北水南调工程”运行已对区域发展及国家粮食安全带来潜在危机

我国是一个水资源分布极为不均的国家,占国土面积 65%、人口 40% 和耕地 51% 的长江、淮河以北地区(称为北方地区)拥有的水资源量仅为全国的 18%,虚拟水“北水南调工程”实际上形成了由贫水地区向水资源相对丰富地区调水的不合理现象^[2,10-11]。农业虚拟水“北水南调工程”的运行与发展,已对我国区域经济发展、粮食安全、生态文明建设带来了潜在的危机。

一是加剧了北方水资源危机。大量农业虚拟水的调运给本来水资源十分紧缺的北方地区带来了严重的水资源压力,地表水资源不足,不得不大量开采地下水,目前北方地区 65% 的生活用水、50% 的工业用水、33% 的农业用水均来自地下水,已远远超过了区域地下水的容许开采量,且有增加的趋势^[12]。这种趋势如不及时改变,北方地区出现水荒的概率将不断增加。

二是危及国家粮食安全。随着区域经济的发展与人民群众生活质量的不断提高,工业用水与生活用水在近期内刚性增长需求不可改变,加之生态用水的需求,以及农业用水效率较低、节水空间较大的现实,必然导致通过提高农业用水效率压缩农业用水量。但农业虚拟水调运量不断增加,基于区域水

资源的压力与经济发展需求,很有可能导致北方地区压缩粮食种植面积,从而给国家粮食安全带来潜在危机。尽管北方地区粮食种植面积一直稳中有增,但个别地区已经出现了压缩粮食种植面积的现象,如内蒙河套灌区粮食种植面积比例已经由 20 世纪 60 年代的 92% 左右,压缩到 21 世纪前 10 年的不足 50%^[13],如表 2 所示。

表 2 内蒙古河套灌区粮食与经济作物
种植比例时间演变

时 间	粮食作物	经济作物
1960—1969 年	92. 30	7. 70
1970—1979 年	91. 56	8. 44
1980—1989 年	77. 30	22. 70
1990—1999 年	70. 10	29. 90
2000—2009 年	49. 32	50. 68

三是拉大了南北方经济差距。农业是弱势产业,比较经济效益相对较低,大量的农业虚拟水调运,使得北方地区将大量的水资源用于农业生产。据统计,目前东北、西北地区农业用水占用水总量的比重高达 75% 以上,远高于全国 63% 的平均水平^[9]。这势必影响北方工业等经济效益相对较高的产业发展,据统计,1980 年南北方 GDP 仅相差 588 亿元,而 1990 年南北方 GDP 相差 2597 亿元,10 年时间这一差距只增加了 3.4 倍;自 1990 年“北水南调工程”运行以来,这一差距不断增大,2000 年南北方 GDP 差距增到 16783 亿元,2010 年更增加到 62 877 亿元,20 年时间这一差距增加了 23 倍^[14-15],见图 1。“北水南调工程”无疑是南北方经济差距巨大的复杂多样原因中的重要原因,这种现象长期下去必将进一步拉大南北方经济发展差距,加剧南北方区域经济发展的非平衡性。

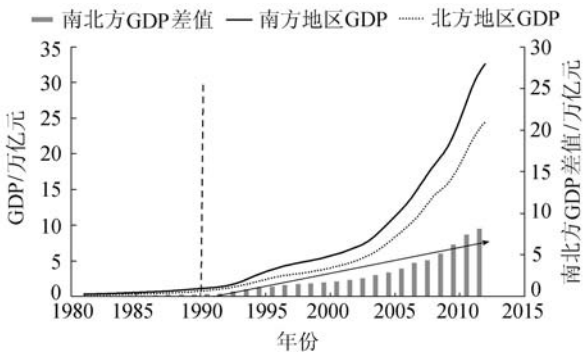


图 1 南北方 GDP 及二者差值

2 “北水南调工程”的应对策略

2.1 强化政府宏观调控职能,挖掘农业节水潜力

我国粮食生产用水量区域差距较大,以 2010 年为例(见表 3),全国平均生产 1 kg 粮食需要用水(包括绿水与蓝水)1. 247 m³,最高值为广东省生产 1 kg

粮食需要用水 2. 380 m³,最低值为河南、山东,生产 1 kg 粮食仅需要用水 0. 753 m³;东北地区黑龙江省生产 1 kg 粮食用水量为 1. 399 m³,吉林仅为 1. 099 m³;西北地区甘肃省生产 1 kg 粮食用水量为 1. 129 m³,而新疆高达 1. 869 m³[1]。这说明在现有技术水平下,我国农业节水仍有较大潜力可以挖掘,产生这种现象的主要原因在于不同区域对节水农业发展的重视程度不同。

表 3 2010 年中国各省份粮食生产水足迹

省份	粮食生产 水足迹/ (m ³ · kg ⁻¹)	省份	粮食生产 水足迹/ (m ³ · kg ⁻¹)	省份	粮食生产 水足迹/ (m ³ · kg ⁻¹)
河南	0. 753	湖北	1. 273	浙江	1. 634
山东	0. 753	湖南	1. 280	青海	1. 866
重庆	0. 902	安徽	1. 283	新疆	1. 869
河北	0. 960	陕西	1. 337	宁夏	1. 926
北京	0. 997	江西	1. 364	云南	2. 004
四川	0. 997	辽宁	1. 366	西藏	2. 032
山西	1. 064	江苏	1. 373	广西	2. 093
内蒙古	1. 081	黑龙江	1. 399	海南	2. 373
天津	1. 095	福建	1. 508	广东	2. 380
吉林	1. 099	上海	1. 541		
甘肃	1. 129	贵州	1. 588		

建议尽快启动研究实施国家粮食生产用水补偿奖惩制度,进一步挖掘农业节水潜力,缓解北方粮食生产水资源压力,保障国家粮食安全。

依据现有节水农业技术水平,研究制定国家区域粮食生产用水控制标准,通过控制标准实施粮食生产用水补偿奖惩制度,利用经济杠杆强化农业用水管理,实施节水优先的国策。区域粮食生产用水量在控制标准之下,用水费用国家全额补偿,并给予奖励;超过标准者则实施阶梯式水价,提高水价征收标准;对于粮食输出省份,可将粮食输出量依照区域粮食生产用水标准折合成虚拟水量,以水费方式给予补偿;粮食调入省份可根据粮食调入量换算成虚拟水量,以水费方式向国家上交水资源费用。这样不仅可以调动北方地区粮食生产积极性,增强节水的自觉性,也体现了工业反哺农业的国家政策,促进区域经济的平衡发展;更重要的是这一制度的实施可大大促进节水优先政策的实施,也为解决农业水价的难题提供了一个思路。

2.2 引入市场机制,大力发展现代节水农业

目前我国节水农业工程,包括旱作节水工程、节水灌溉工程一般均为政府投资,企业承包建设,由于管理主体与工程产权不是十分明确,工程的运行与后续管理往往跟不上,导致工程运行经常出现一些因管理不善所带来的相关问题,降低了工程寿命,未能真正充分发挥工程的应有潜在效益,也造成了浪费。同时,由于我国节水产业市场不健全,节水企业

分工不清晰,一般运行模式是企业承包了某一节水工程,企业自己做规划设计,然后根据工程设计制造相关节水产品与装备,再由企业自己施工,因此导致节水企业专业化程度不高,企业效益较低,也阻碍了节水产业的发展。

建议国家尽快研究出台相关政策,鼓励并支持节水企业投资建设、经营与管理节水农业工程。运用市场机制,充分发挥市场调节作用,由相关企业对节水农业工程进行投资建设、经营与管理,企业享受国家粮食生产用水补偿奖惩制度相关政策,依据节水效益即所节约的水量获得利润,支撑企业运行与持续发展。这种市场机制的建立,不仅可吸纳社会资金用于节水工程建设,解决基层节水工程运行管理难题,而且可为节水产业发展创造良好的市场环境,促进节水产业的专业化分工与持续发展,企业通过投资与社会化服务发展新兴节水产业,促进国家节水农业发展。

3 结 语

粮食虚拟水“北粮南运工程”的形成主要是国家产业结构和空间布局调整造成的,区域产业结构调整有利于区域比较优势和规模优势的发挥、有利于产业升级和国际竞争力的提升、有利于资源节约和生态保护,但这一“工程”给我国水资源系统稳定、区域经济发展以及粮食安全带来的潜在危机不容忽视,相关管理部门与科技界应高度重视,及早采取应对措施,防患于未然,以保障我国粮食安全、生态安全和战略水安全。

参考文献:

[1] 吴普特,赵西宁,操信春,等. 中国“农业北水南调虚拟工程”现状及思考[J]. 农业工程学报,2010,26(6):1-6. (WU Pute, ZHAO Xining, CAO Xinchun, et al. Status and thoughts of Chinese “ agricultural north-to-south water diversion virtual engineering” [J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(6): 1-6. (in Chinese))

[2] 吴普特,王玉宝,赵西宁. 2010 中国粮食生产水足迹与区域虚拟水流动报告[M]. 北京:中国水利水电出版社,2012.

[3] LIU J G, YANG H, SAVENIJE H H G. China’s environment in a globalizing world[J]. Nature, 2008, 454 (26): 1179-1186.

[4] 马静,汪党献,HOEKSTRA A Y,等. 虚拟水贸易在我国粮食安全中的应用[J]. 水科学进展,2006, 17 (1): 102-107. (MA Jing, WANG Dangxian, HOEKSTRA A Y, et al. Application of the virtual water trade to China’s grain security[J]. Advances in Water Science, 2006, 17 (1): 102-107. (in Chinese))

(下转第 180 页)

- Circumstantiae,2007,27(6): 911-918. (in Chinese))
- [7] HUGHES R M, GAMMON J R. Longitudinal changes in fish assemblages and water quality in the Willamette River, Oregon[J]. Transactions of the American Fisheries Society, 1987, 116: 196-209.
- [8] 于伯华, 吕昌河. 基于 DPSIR 概念模型的农业可持续发展宏观分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(5): 68-72. (YU Bohua, LÜ Changhe. Application of DPSIR framework for analyses of sustainable agricultural development [J]. China Population, Resources and Environment, 2004, 14(5): 68-72. (in Chinese))
- [9] 陈洋波, 陈俊合, 李长兴, 等. 基于 DPSIR 模型的深圳市水资源承载能力评价指标体系[J]. 水利学报, 2004, 35(7): 98-103. (CHEN Yangbo, CHEN Junhe, LI Changxing, et al. Indicators for water resources carrying capacity assessment based on driving forces-pressure-state-impact-response model [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2004, 35(7): 98-103. (in Chinese))
- [10] 裴雪姣, 牛翠娟, 高欣, 等. 应用鱼类完整性评价体系评价辽河流域健康[J]. 生态学报, 2010, 30(21): 5736-5746. (PEI Xuejiao, NIU Cuijuan, GAO Xin, et al. The ecological health assessment of Liao River Basin, China, based on biotic integrity index of fish[J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(21): 5736-5746. (in Chinese))
- [11] 高欣, 牛翠娟, 裴雪姣. 太湖流域大型底栖动物生物完整性研究[J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2012, 48(4): 392-398. (GAO Xin, NIU Cuijuan, PEI Xuejiao. On biological integrity of macroinvertebrate in Taihu Basin [J]. Journal of Beijing Normal University: Natural Science, 2012, 48(4): 392-398. (in Chinese))
- [12] 李艳利, 徐宗学, 杨晓静. 基于底栖动物完整性指数的浑太河流域河流健康状况评价[J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2013, 49(2/3): 297-303. (LI Yangli, XU Zongxue, YANG Xiaojing. Health assessment by using a benthic-index of biotic integrity in the Huntai River Basin[J]. Journal of Beijing Normal University: Natural Science, 2013, 49(2/3): 297-303. (in Chinese))
- [13] WU Wei, XU Zongxue, YIN Xuwang, et al. Assessment of ecosystem health based on fish assemblages in the Wei River Basin, China[J]. Environ Monit Assess, 2014, 186(6): 3701-3716.
- [14] JOHNSON L B, RICHARDS C, HOST G E, et al. Landscape influence on water chemistry in Midwestern stream ecosystems[J]. Freshwater Biology, 1997, 37(1): 193-208.
- [15] 刘星才, 徐宗学, 徐琛. 水生态一、二级分区技术框架[J]. 生态学报, 2010, 30(17): 4804-4814. (LIU Xingcai, XU Zongxue, XU Chen. A framework for aquatic ecoregion zoning [J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(17): 4804-4814. (in Chinese))
- [16] OMERNIK J M, SHIRAZI M A, HUGHES R M. A synoptic approach for regionalizing aquatic ecosystems in in-place resource inventory: principles & practices, a national workshop[R]. Orono: University of Maine, 1981.
- [17] 刘星才, 徐宗学, 张淑荣, 等. 流域环境要素空间尺度特征及其与水生态分区尺度的关系: 以辽河流域为例[J]. 生态学报, 2012, 32(11): 3613-3620. (LIU Xingcai, XU Zongxue, ZHANG Shurong, et al. Scale analysis of environmental factors and its linkage with size of hierarchical aquatic ecoregion: a case study in the Liao River Basin [J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(11): 3613-3620. (in Chinese))
- [18] 刘星才, 徐宗学, 赵洁, 等. 水生态一级分区技术及其在辽河流域的应用示范[C]. //戴长雷. 农业、生态水安全及寒区水科学: 第八届中国水论坛文集. 北京: 中国水利水电出版社, 2010.

(收稿日期: 2015-06-18 编辑: 郑孝宇)

(上接第 123 页)

- [5] MA J, HOEKSTRA A Y, WANG H, et al. Virtual versus real water transfers within China [J]. Philosophical Transactions of the Royal Society, 2006, 361: 835-842.
- [6] HOEKSTRA A Y, CHAPAGAIN A K, ALDAYA M M, et al. The water footprint assessment manual: setting the global standard[M]. London: Earthscan, 2011.
- [7] SULSER T B, RINGLER C, ZHU T J, et al. Green and blue water accounting in the Ganges and Nile basins: implications for food and agricultural policy[J]. Journal of Hydrology, 2010, 384(3/4): 276-291.
- [8] 吴普特, 王玉宝, 赵西宁. 2011 中国粮食生产水足迹与区域虚拟水流动报告[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2013.
- [9] 吴普特, 王玉宝, 赵西宁. 2012 中国粮食生产水足迹与区域虚拟水流动报告[M]. 北京: 中国农业出版社, 2014.
- [10] WANG Y B, WU P T, ZHAO X N, et al. Virtual water flows of grain within China and its impact on water resource and grain security in 2010 [J]. Ecological Engineering, 2014, 69(8): 255-264.
- [11] 中华人民共和国水利部. 中国水资源公报: 2013[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2014.
- [12] 莫杰. 21 世纪人类的水危机[J]. 科学, 2013(5): 44-47. (MO Jie. The water crisis of 21st century [J]. Science, 2013(5): 44-47. (in Chinese))
- [13] LIU Jing, SUN Shikun, WU Pute, et al. Evaluation of crop production, trade, and consumption from the perspective of water resources: a case study of the Hetao Irrigation District, China, for 1960-2010 [J]. Science of the Total Environment, 2015, 505: 1174-1181.
- [14] 中华人民共和国农业部. 新中国农业 60 年统计资料[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- [15] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴: 2010 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.

(收稿日期: 2015-07-08 编辑: 熊水斌)