

松嫩平原水资源可持续利用战略探讨

章光新

(中国科学院 东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012)

摘 要: 松嫩平原是我国重要的商品粮生产基地, 水资源短缺和不合理利用, 严重制约着该区社会经济可持续发展。针对区域水资源时空分布特征与开发利用现状、生态环境用水和工农业发展需水的趋势, 提出了水资源可持续利用 3 大战略: (1) 保证生态环境需水, 改善区域生态环境; (2) 走节约型发展道路, 持续高效利用水资源; (3) 实施水资源优化配置, 保证生态环境与社会经济协调、持续、稳定发展。

关键词: 松嫩平原; 水资源; 可持续利用战略; 生态环境需水; 优化配置

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2004)01-0069-05

中图分类号: TV213

Discussion of Strategies for Sustainable Water Resource Utilization on Songnen Plain

ZHANG Guang-xin

(Northeast Institute of Geography and Agriculture Ecology, the Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, Jilin Province, China)

Abstract: Songnen Plain is an important productive base of commodity grain in China. Sustainable social and economic development of this region has been seriously restricted by water shortage and irrational utilization. Unreasonable utilization of water resources has many impacts, such as drawing down groundwater levels, shrinking wetland areas and inducing secondary saline alkaline soil, etc. According to time-space distribution and utilization status of water resources, eco-environment water demand and water supply for industry and agriculture, three strategies for sustainable use are put forward; (1) water must be allocated to the eco-environment in order to improve the quality of the regional ecoenvironment by, for example, protecting and reconstructing wetlands and managing groundwater levels to prevent waterlogging, salinisation, alkalinization and desertification; (2) water-saving practices must be developed for agriculture, industry and society, to utilize water effectively and efficiently; (3) water resources should be collocated in space and time to enable optimal water use and management and to ensure concurrent and stable development of the ecoenvironment, society and the economy.

Keywords: Songnen plain; water resources; sustainable utilization strategies; eco-environmental water demand; optimal collocation

松嫩平原位于松辽平原北部, 东、北、西 3 面分别以长白山、小兴安岭、大兴安岭山地为界, 南部隔松辽分水岭与西辽河平原毗连。地理坐标: 东经 121°27'—128°12', 北纬 43°36'—49°45'。行政区包括吉林省的 15 个市县和黑龙江省 37 个市县, 总面积 1.87×10^5 km², 是我国重要的商品粮生产基地之一, 具有巨大的开发和增产潜力。近几十年, 在人类活动和自然因素的影响下, 生态环境日趋恶化, 盐碱化、荒漠化、草场退化已成为制约本区社会经济可持续发展和生态环境建设的“瓶颈”, 干旱缺水是其关键性的障碍因

子, 能否实现水资源可持续利用, 是关系到本区 21 世纪社会经济可持续发展的战略核心问题之一。

1 研究区水资源概述

松嫩平原属于中温带大陆性半湿润、半干旱季风气候区, 是我国东北的生态脆弱带和农牧交错区。年降水量东部和东北部高平原多在 450~600 mm, 西部和西南部低平原多在 350~450 mm, 最大年降水量与最小年降水量可相差 1~3 倍, 降水量主要集中在 6—9 月份, 占全年降水量的 70%~80%。本区东部高

收稿日期: 2003-04-26 修回日期: 2003-07-16

资助项目: 中国科学院知识创新工程重大方向性项目(KZCX2-SW-320); 中澳国际合作项目(LWRR1/1998/130)

作者简介: 章光新(1971—), 男(汉族), 安徽池州市人, 副研究员, 博士生。研究方向为水文水资源与生态。电话(0431)5542210, E-mail:zhgx@mail.neigae.ac.cn。

平原年蒸发量为1200~1700 mm,西部低平原为1500~1850 mm。地表径流的形成和分布,东部高平原区优于西部低平原,东部高平原区径流深多在50~150 mm,西部低平原区径流深均小于50 mm。松嫩平原天然水资源量为 $2.27 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{a}$,开发利用资源量为 $1.49 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{a}$ 。境内江河纵横,主要江河有

松花江、嫩江、第二松花江、拉林河、呼兰河、讷漠尔河、洮儿河及霍林河等,但缺乏大型控制性水利工程,地表水利用程度较低,可利用资源 $2.99 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{a}$ 。地下水是本区主要供水水源,可利用资源 $1.20 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{a}$,占水资源利用总量的65.21%。地表水和地下水资源比较丰富,但空间分布极其不均(见表1)。

表1 松嫩平原水资源空间分布状况一览表¹

地貌单元	面积/ km ²	占总面积 比例/%	天然水资源量 ²		占天然水资源总量/%	可利用水资源量 ²		占可利用水资源总量/%
			地表水	地下水		地表水	地下水	
河谷平原	32 805.0	17.46	27.65	42.81	31.00	13.20	32.66	30.70
低平原	60 145.5	32.04	11.80	42.48	23.88	6.30	39.78	30.85
山前倾斜平原	18 360.5	9.77	2.97	30.78	14.85	1.70	25.96	18.52
高平原	75 456.5	40.16	36.49	31.40	29.87	8.65	20.86	19.75
熔岩台地	1 075.0	0.57	0.17	0.74	0.40	0.01	0.26	0.18
合计	187 842.5	100.00	79.08	148.21	100.00	29.86	119.52	100.00

注:①资料来自吉林省、黑龙江省地质矿产局主编,松嫩平原水文地质与工程地质综合评价报告,1985;②水资源量单位为: $10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

2 开发利用现状及其生态环境负效应

目前,松嫩平原水资源开发利用存在许多问题,已产生诸多生态环境负效应:(1)水资源不足,浪费严重:在水资源开发利用管理方面,没有统筹兼顾,水资源浪费现象较为严重。由于对地表水、地下水的开采没有统筹规划,更谈不上科学管理,上游层层拦截,致使下游不但地表水资源不足(如引松、引嫩工程),也减少了地下水的补给来源。在农业用水方面,大部分地区仍然采用大水漫灌或灌溉定额过大,浪费水资源。工业用水浪费现象也相当严重,一水不能多用,重复利用率很低,出现一个问题2个方面:水资源不足,严重浪费,加剧了供需矛盾;(2)地下水位下降:在以地下水开采为主的松嫩低平原,由于缺乏统一开采规划和有效的管理制度,开采混乱,随意布井,造成单井间和井群间相互干扰,单井出水量减少,耗电量增加,水位大幅度下降,形成局部降落漏斗。据野外长期调查观测,吉林省西部大安市东大泡水田开发区1992年水位埋深不到5 m,而1996年水位埋深达到8 m之多,迫使许多稻田井下卧,甚至报废,造成严重的经济损失;(3)湿地水位下降,面积萎缩,质量和功能持续下降。据遥感资料分析,目前松嫩平原湿地面积比建国初期减少了55%以上,仅存 $2.02 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ^[1]。近些年来,由于干旱缺水导致许多湿地水质已呈碱性,又称为盐碱湿地,生物多样性受到严重破坏;(4)次生盐渍化扩展和加剧:引松、引嫩干渠和低平原灌排系统因渗漏造成两侧及附近潜水位抬高,在渠道两侧产生次生盐碱化或加剧盐碱化程度。据调

查,在大安市幸福渠沿岸,原来地下水埋深达2.50 m,修渠后水位上升为0.50 m左右,仅沿岸的叉干镇就荒废1300 hm²的良田和大片草场^[2];(5)水质污染:在抗旱打井、防病改水成井过程中,成井工艺不合理,不止水或止水效果不好,造成浅层高氟微咸潜水与中深层低氟淡承压水混合。另外由于工业废水和生活污水任意排放、农业引污水灌溉、遍施农药化肥,已不同程度污染了地下水。

3 保证生态需水,改善区域生态环境

松嫩平原是我国北方生态脆弱带的重要组成部分,也是生态环境破坏最严重的地区之一^[3],其突出表现是土地的“三化”(即盐碱化、荒漠化、草场退化)。水是维持生态环境动态平衡的核心要素,能否保证生态环境需水,实现区域水资源可持续利用,是关系到本区生态环境保护和建设、经济与社会可持续发展的关键所在。

3.1 生态环境需水的内涵

生态环境用水是最几年来水资源专家提出的一个新概念、新观点,已得到普遍的认可和接受,只有在考虑生态环境需水的前提下进行水资源总量供需平衡,水资源利用才是可持续的,才能符合可持续发展的要求^[4-6]。目前,在全国水资源开发利用的格局中,除了农业用水、工业用水、城市生活用水等重要项目外,生态环境用水正在越来越成为引人关注的用水项目。从广义上来讲,维持全球生物地理生态系统水分平衡所需的水,包括水热平衡、生物平衡、水沙平衡、水盐平衡等所需用的水都是生态环境需水^[7,8]。

3.2 以恢复重建湿地生态系统为中心调控生态需水

湿地是松嫩平原生态环境重要的组成部分,具有调节径流、均化洪水、维持生态平衡、补充地下水、改善区域小气候等功能。该区有 3 大国家级湿地自然保护区扎龙、向海和莫莫格,其中扎龙和向海湿地已列入到《国际重要湿地名录》。目前湿地面积萎缩的主要原因是:(1) 松嫩平原湖泊湿地的水源补给主要来自河流洪水泛滥,为了防洪和灌溉的需要,兴建了堤防和水库,切断湿地水源补给;(2) 灌溉农业的发展,靠抽取地下水补充灌溉,致使地下水位大幅度下降,加速了湿地与地下水系统的水量交换,夺取湿地水量补给。湿地的消失和萎缩,对流域的社会经济和生态环境已构成严重的威胁。1998 年,松花江流域遭遇到特大洪水,由于没有足够的泻洪空间,导致江河水库决堤,带来了十分惨重的损失。同时,湖沼湿地水面不断蒸发,水的盐度逐渐上升,水质变坏,加剧了盐渍和风沙化程度。由此可见,在本区维系一定面积湿地的存在,具有相当重要的现实意义。据有关资料统计分析:如果恢复和维持吉林省松嫩平原西部地区湖泊湿地,在现状条件下,按西部的潜在蒸发能力和入渗强度计算,每年必须向湖泊湿地补充 $1.00 \times 10^9 \text{ m}^3$ 水,才能支撑生态环境良性发展的湖泊湿地,年生态服务效益将达到 2.04×10^9 元。

由上可见,加强生态水利建设,保证足够的水量来保护和恢复重建湿地生态系统已成当务之急。主要措施和对策:(1) 以资源水利和环境水利为指导思想,引用地表水资源,保护湿地。合理布置水利工程,在确保防洪保安的前提下科学规划、合理布局水利工程,有效地利用洪水为湿地提供水源。如为保护向海湿地,吉林省已投入部分资金修复洮儿河分洪入向海工程和龙华吐分水闸工程;(2) 将部分湿地规划为洪泛区。洪泛区的存在是维系河流与湿地整体结构的纽带,是保证河流与湿地物质能量流动的基本条件。霍林河、乌力吉木仁河不再修筑堤防工程,这样可有助于下游冲洗盐碱,补充地下水,促进芦苇生长,滋润草原,保护湿地;(3) 合理调配水资源,恢复重建湿地生态系统。充分利用大气降水、合理引用地表水、科学开发地下水来恢复和重建退化的泡沼湿地。

3.3 合理利用地下水资源,防治盐碱和荒漠化

松嫩低平原和山前倾斜平原为农业集中区,主要开采地下水资源。地下水位的变化直接影响蒸发蒸腾量,地下水位过浅可造成沼泽化和土壤次生盐碱化,地下水位过深,土壤水分过少,植被衰退,则可造成土地沙化^[9-10]。因此,必须维持合理的地下水位来满足生态环境用水和改善生态环境。国内外的科学研究和

生产实践证明,盐碱地开发种稻是盐碱地改良利用中最有效的措施之一,它既可控制地下水位,改良盐碱地表层土壤的理化性质,又可发挥地下水资源和盐碱地的经济效益,这一成果在吉林省西部大安试验区已得到了良好的验证。

4 走节约型发展道路,持续高效用水

松嫩平原农业用水占用水总量的 80% 以上,水资源利用率和利用效率均较低,应大力提倡并推行节约用水,把节水灌溉作为一项长期的革命性措施来抓,尤其应重点建设以节水高效的现代灌溉农业、现代旱地农业和节水型社会。此外,发展节水型工业和保护水环境也不容忽视。

4.1 大力推广节水灌溉技术,发展节水型农业

以提高灌溉水的利用效率作为节水高效农业的核心,使水利工程措施和农业技术措施相结合,最大限度地利利用水资源,提高水的利用效率。(1) 建立节水灌溉工程,主要是采用低压管道输水与喷灌新技术,推广田间工程条田化、稻田旱耙早平、浅湿灌溉等技术;(2) 开展农作物高产栽培及灌溉技术的研究,主要包括玉米、棉花和蓖麻需水规律的研究及其节水灌溉制度的设计;(3) 大力发展旱地节水农业,如种植小冰麦、西瓜等。

向农民宣传节水意识,本区农民素质普遍较差,不懂科学用水,有些农民尽管投资喷灌设备,但害怕喷灌达不到抗旱效果,地面上仍采用大水漫灌。也深刻说明实施水资源资产化管理和价值补偿制度迫在眉睫,必须合理制定水价,使水资源价值真正体现出来,以带动整个节水工作顺利进行,走进节水型社会。

4.2 防治水污染,保护水资源与水环境

松嫩低平原第 2—3 含水层的优质地下水已经受到污染,主要是由于开发地下水存在盲目性和缺乏科学性,特别是开采深层地下水时,成井工艺技术水平低,打井设备落后,成井质量差,不止水或止水效果不好,造成浅层高氟微咸潜水与中深层低氟淡承压水混合,导致中深层水氟含量增高。据实测资料表明,中深层地下水的氟污染已在许多地方发生,并继续发展。据含氟量普查表明:通榆县打深井 70 余眼,有 17 眼水源井含氟高于 4 mg/L 。最近利用日本贷款打的 38 眼改水井,氟含量也由背景值 $0.4 \sim 0.6 \text{ mg/L}$,增高到 1.4 mg/L 。含水层氟含量超标率高达 28% 以上,个别地方已不能饮用。另外由于工业废水和生活污水任意排放、农业引污水灌溉、遍施农药化肥,已不同程度污染了地下水环境,地下含水层污染治理难度远远大于地表水,因此,打井必须经过审批,由专业技术人员

员负责,规范成井工艺,注重水井质量,防止含水层间相互污染。对待工业、农业和生活污染,必须进行污水处理与回收利用,达到污水资源化,做到“谁污染,谁治理,谁治理,谁受益”,让每个公民都来保护水资源和水环境,促进生态环境良性循环。

5 实施水资源优化配置

松嫩平原水资源优化配置的中心任务是保证生态环境需水、完成中低产田改造工程和发展节水型农业,力求生态、经济和社会三者效益高度统一,保证生态环境与社会经济协调、持续、稳定发展,水资源优化配置原则:优先考虑生态环境需水,实现水土资源优化组合,控制水量水盐动态平衡^[11]。

5.1 空间配置

在松嫩平原,水土资源严重不匹配,尤其在松嫩高平原。(1) 加强农业水源工程建设,发展引水工程,实现地表水与地下水联合运用,达到水土资源优化组合;(2) 调整农作物种植结构与布局,避免水田集中连片开发,造成局部地下水位大幅度下降,单井出水量锐减,甚至抽不出水来等一系列严重问题,可实现“水旱间隔”、“水旱轮作”科学方法来种植农作物,或建立草原水田生态系统来协调发展农牧业,合理利用水资源;(3) 调整工业布局,限制发展耗水型工业。

5.2 时间配置

重点解决松嫩平原春旱,导致灌溉农业需水严重不足的问题。(1) 可以通过水利工程充分利用过境江河水资源,或者适度引用水库和湖泊中的水资源,但是必须注重引水工程的质量,避免次生盐碱化发生。(2) 按照“以丰补欠”开采原则,适当超采地下水资源。根据松嫩低平原地下水位长期观测资料,主要开采含水层—白土山组半承压含水层 1998 年 5 月地下水位比 1991 年同期观测的水位普遍降低 1 m,最主要原因是灌溉农业迅速发展,加上 1995—1997 年连续 3 a 大旱。1998 年 7—8 月,嫩江、松花江流域遭遇到特大洪水,地表径流大量补给地下水系统,地下水位大幅度上升。通过 1999 年 5 月普查的地下水位比 1998 年同期观测的水位上升了 0.80 m 之多,说明含水层系统多年超采的大部分地下水资源得到补偿^[12]。仅仅从吉林省西部地下水系统储存量 $9.85 \times 10^9 \text{ m}^3$ 来看,含水层系统具有良好的调蓄功能,即充分利用地下含水介质“调节水库”的作用,调节在当地或附近入渗的大气降水和地表水,将转化为地下水的资源就在当年或下 1~2 个水文年内加以利用^[12]。因此,在松嫩平原可以采用“早年多采”、“丰为枯用”的开采技术。

5.3 水源配置

一是提高过境水资源利用程度:过境水资源利用程度较低,应在顾全大局、统筹规划与兼顾上下游利益的前提下,合理布局水利工程,提高地表水利用程度,解决水源不足问题;二是分层开采地下水资源:地下含水层系统主要有 3 层。(1) 第 1 层潜水含水层,潜水中含 F 量较高,大部分地区达 2~5 mg/L,最高达 16 mg/L,不适用;(2) 第 2 层白土山组半承压含水层,为本区主要开采含水层,水的矿化度小于 1 g/L,水的化学类型大部分为 $\text{HCO}_3-\text{Na, Ca}$ 型,适用饮用、灌溉和其它用水;(3) 第 3 系层间承压含水层,水质较好,适宜工、农业用水,由于该层水补给来源差,不宜大量开采,目前当地政府限制开发利用该层地下水^[13]。在开采半承压含水层,应考虑到潜水含水层,在符合农业水质灌溉标准前提下,可使 2 层地下水按一定比例混合开采,既可充分利用潜水资源,缓解半承压含水层承载力,又可降低潜水位,防止次生盐碱化。在城市供水中可适量开采第 3 系含水层。总之,必须弄清 3 层含水层之间水力关系、补给来源等因素,合理分层开采地下水资源;三是充分利用雨水资源,发展雨养农业。最终达到多水源综合利用。

5.4 用水配置

确保草地、林地和湿地用水,改善生态环境。因地制宜地发展节水型“两高一优”农业,经济用水,重视生态脆弱带水资源的价值。其主要合理配置生态环境用水与农牧业用水,实现农业与生态环境持续发展,推动整个区域社会经济可持续发展。

5.5 管理配置

地下水资源是本区主要供水水源之一,加强地下水合理开采和利用技术研究至关重要。中科院长春地理研究所在国家科技攻关吉林省西部大安试验区,通过与美国犹他州立大学合作研究,建立了地下水系统三维动态模拟与优化管理模型,动态模拟地下水系统水资源各项均衡量,确定区域地下水资源最佳开采利用方案,优化农业开采井群规模和布局,井群最大规模为 200 hm²,合理间距为 5 km,并通过野外抽水试验,旱田井(指开采白土山组半承压含水层,单井出水量为 50~60 m³/h 的机井)合理井距应布置在 600~1000 m,井深应 80~120 m,稻田井合理间距为 180~200 m,为指导农业安全生产提供了科学依据和指导,避免局部地区出现地下水位大幅度下降、井群间相互干扰、单井出水量减少等现象。实施技术手段的同时,必须配合法律、经济和行政手段,加强区域水资源科学管理,提高水资源利用率和利用效率,使水资源价值真正体现出来,实现水资源可持续利用。

6 结 语

水资源是制约松嫩平原社会经济可持续发展的重要因素之一,能否实现水资源可持续利用是直接关系到 21 世纪松嫩平原社会经济发展和生态环境建设的成败。因此,采用下述战略性思想、对策和措施,可为实现松嫩平原水资源可持续利用提供科学指导。

(1) 松嫩平原属于生态脆弱地区,应把生态环境需水纳入到区域水资源总量供需平衡,避免出现城市工业用水挤占农业用水,农业用水挤占生态用水的格局,保证一定数量的生态环境用水,水资源利用才是可持续的,才能符合可持续发展的要求。

(2) 充分利用本区水资源,以资源水利与环境水利为导向,加强供水能力的建设,合理配置水资源,实现水土资源平衡。

(3) 松嫩平原是重要的商品粮基地,水是农业的命脉。因地制宜地调整农作物结构和布局,大力发展节水农业,实施水资源资产化管理和价值补偿制度,提高水资源利用率和利用效率。

(4) 提高区域水资源管理水平,采取技术、经济、行政和法律等手段来综合管理,使有限的水资源发挥最大的潜力和价值。

(5) 积极开展多水源(大气降水、地表水、土壤水和地下水)综合开发利用技术研究,解决水资源短缺与社会经济可持续发展的关系,将是 21 世纪半干旱半湿润地区水资源研究的重点领域和热点问题。

(上接第 62 页)

3.2.2 林地土壤片蚀 按林、灌郁闭度划分。(1) 轻度:乔、灌、草 3 层,闭郁度 70% 以上;(2) 中度:灌草 2 层,乔稀疏,闭郁度 50%~70%;(3) 强度:草被层,灌木稀疏,闭郁度小于 50%。

3.2.3 草地、荒地土壤片蚀 按照杂草的覆盖度划分。(1) 轻度:闭郁度大于 80%;(2) 中度:闭郁度 50%~80%;(3) 强度:闭郁度小于 50%。

3.2.4 沟蚀 按侵蚀沟面积占测定集水区面积的比例划分。(1) 轻度:小于 5%;(2) 中度:5%~20%;(3) 强度:20%~70%;(4) 剧烈:大于 70%。

3.2.5 崩塌 崩塌侵蚀类型强度级别按崩塌的面积占所测定区域的面积的比例来进行划分,其划分结果

- [参 考 文 献]
- [1] 余国营. 1998 年松嫩洪灾成因与减灾对策[J]. 科技导报, 1999(3): 58—60.
 - [2] 李取生, 裘善文, 邓伟. 松嫩平原土地次生盐碱化研究[J]. 地理科学, 1998, 18(3): 268—272.
 - [3] 黄锡畴. 东北地区西部生态环境脆弱带研究[M]. 北京: 科学出版社, 1996. 33—35.
 - [4] 汪恕诚. 资源水利的理论内涵和实践基础[J]. 中国水利, 2000(5): 11—16.
 - [5] 吴季松. 在全国水资源工作座谈会上的总结讲话[J]. 水资源保护, 2000(1): 1—6.
 - [6] 中国科学院地学部. 关于 21 世纪初期加快西北地区发展的若干建议[J]. 地球科学进展, 2000, 15(1): 1—10.
 - [7] 沈国防. 生态环境建设与水资源的保护和利用[J]. 中国水利, 2000(8): 14—19.
 - [8] 刘昌明. 中国 21 世纪水供需分析. 生态水利研究[J]. 中国水利, 1999(10): 18—20.
 - [9] Heikurainen L. On using groundwater table fluctuation for measuring evapotranspiration[J]. Acta Forestalia, Fennica, 1983. 5—16.
 - [10] 籍传茂, 王兆馨. 地下水资源的可持续利用[M]. 北京: 地质出版社, 1999. 38—47.
 - [11] 甘泓, 李令跃, 尹明万. 水资源合理配置浅析[J]. 中国水利, 2000(4): 3—6.
 - [12] 章光新, 赵志春. 吉林省西部水资源可持续开发利用技术初步研究[J]. 国土与自然研究, 2000(3): 54—55.
 - [13] 王占兴, 宿青山, 林绍志. 白城地区地下水及第四纪地质[M]. 北京: 地质出版社, 1985. 23—29.

如下。(1) 轻度:崩塌面积小于 10%;(2) 中度:崩塌面积为 10%~25%;(3) 强度:崩塌面积为 25%~40%;(4) 剧烈:崩塌面积大于 40%。

[参 考 文 献]

- [1] 傅集贤, 彭文海. 湘中丘陵花岗岩侵蚀劣地水土保持林效益研究[J]. 水土保持通报, 1998, 18(6): 49—53.
- [2] 农业区划委员会. 湖南省农业地貌区划, 1987. 5—10.
- [3] Buxton B P, Berry L. Weathering of granite and associated erosion features in Hongkong[J]. Bull of the Geol, Soc of Amer, 1996, 68(10): 35—41.
- [4] 朱震达. 南阳盆地边缘花岗岩侵蚀地的观察[J]. 地理学报, 1985, 21(3): 45—51.