

海河流域水资源与水环境管理

吴光红¹, 刘德文², 丛黎明²

(1. 天津师范大学水资源与水环境实验室, 天津 300384; 2. 水利部海河水利委员会水资源保护科学研究所, 天津 300170)

摘要 针对我国北方地区城市化进程中所导致的水资源短缺和水污染严重的形势, 以海河流域下游平原地区为例, 探讨区域水资源管理和水污染综合整治的管理对策: ①深化水资源管理体制创新和机制创新, 在水资源优化配置和综合管理中实现水量和水质的统一; ②在进行跨区域调水的同时, 更加重视发展循环经济, 发展‘能耗低、水耗小、排污少’产业, 建设节水防污型社会; ③统筹区域水资源保护、水污染控制和水生态修复工作, 实现‘分质供水’和‘梯级利用’; ④加强污水资源化、雨水利用和海水淡化等非常规水资源的综合利用。

关键词 水资源; 水污染; 管理对策; 海河流域

中图分类号 X522 **文献标识码** A **文章编号** 1004-6933(2007)06-0080-04

Management of water resources and water environment of Haihe River Basin

WU Guang-hong¹, LIU De-wen², CONG Li-ming²

(1. Laboratory of Water Resources and Environment, Tianjin Normal University, Tianjin 300384, China; 2. Research Institute of Water Resources Protection, Haihe Water Conservancy Committee, Tianjin 300170, China)

Abstract Based on water scarcity and water pollution in the plain area of lower Haihe River Basin in the north of China during the process of urbanization, some countermeasures for regional water resources management and water pollution control were discussed: (1) To strengthen the innovation of water resources management system and mechanisms so as to realize the unified water resources allocation and management plan of water quantity and water quality; (2) To attach importance to recycling economy and industries with low energy consumption, low water consumption and few pollution discharge, and to implement regional water diversion projects; (3) To plan regional water resources protection, water pollution control and ecological restoration as a whole to realize different water supply with different water quality demand and cascade utilization; (4) To strengthen the recycling of water resources, rainwater utilization and seawater desalting, etc.

Key words water resources; water pollution; management countermeasures; Haihe River Basin

海河流域是中国北方经济发展最活跃的地区之一, 又是北方干旱地区。随着经济社会的快速发展和城市化水平的不断提高, 水资源供需矛盾日益突出和水环境不断恶化, 现已成为海河流域经济社会可持续发展的重大隐忧^[1-3]。整个海河流域 1 万 km 的河长中, 已经有 75% 受到污染, 污染比例高居全国 7 大江河首位, 尤其是下游平原地区水污染状况更为严重, 在非汛期已经到‘有河皆干, 有水皆污’的境地。经济的快速发展造成了水资源供求差距日益

扩大, 部门之间、上下游用水者之间竞争加剧, 下游地区水资源短缺问题越来越严重。同时上游地区污染物的输入已使水体受到污染, 下游地区污染源又加重水质恶化的趋势, 水环境问题日益严峻。目前, 对于海河流域水资源问题的研究不少, 大多从整个流域出发集中在水资源短缺、水量平衡以及水资源安全问题的研究^[1-3], 而统筹考虑水量和水质的管理对策研究相对较少。由于海河流域相当复杂, 流域的不同区域各具特点^[4], 上、中和下游各区在水资

源量和水质方面存在较大差异,因此应制定不同的水资源管理和水污染综合整治的管理对策,使之具有区域特点和更强的针对性,并为决策者所采纳。

1 研究区域基本特征

1.1 研究区概况

海河流域由北京、天津、河北、河南、山东、山西、内蒙和辽宁境内的海河、滦河和徒骇马颊河等水系组成,东临渤海,西倚太行,南界黄河,北接蒙古高原,地势西北高东南低,由高原、山地及平原三种地貌类型组成,总面积 31.18 万 km^2 ,区内共有 31 个地市、2 个盟、256 个县。流域水资源的主要特点是总量少,降雨时空分布不均,经常出现连续枯水年,流域水资源总量 372 亿 m^3 ,人均水资源占有量 305 m^3 ,仅为全国平均的 $1/7$ 。海河流域平原地区(南系平原、北系平原和冀东平原)位于流域的东部和东南部,地处整个流域的下游,面积约为 12.84 万 km^2 ,占 41%,东临渤海,是海河流域 3 大水系、7 大河系、10 条骨干河流的汇合处和出海口,区域人口密集,有天津的市区及滨海新区、唐山、沧州、德州等大中城市,在我国经济发展中占有重要地位。

1.2 研究区域水资源

随着流域经济的迅速发展,部门之间和上下游用水者之间用水竞争程度的加剧,流域逐渐从开放向闭合转变,水资源问题日益突出。国内的专家和学者就此开展了许多研究,尤其是对海河流域水资源紧缺,已达成共识^[1-3,5]。下游平原地区的水资源来自地表水、地下水和区外来水(引黄水,远景增加引江水),目前基本能够满足城市的生活用水,主要保证工业生产用水,近郊及农村地区则依靠自产水和地下水。农业用水很少,基本没有生态环境用水。若不依靠超采地下水和污水直接利用,目前下游平原地区的水资源难以支撑区域经济的快速发展,在无新增境外调水情况下,流域未来 30 a 经济发展 GDP 增长率将徘徊在 2.5% ~ 4.5%,若要保持 5% 以上的速度发展,除实施节水策略外,尚缺水 110 亿 ~ 128 亿 m^3 ,其中城市缺水 60 亿 ~ 70 亿 m^3 ^[6]。

1.2.1 地表水

从 20 世纪 50 年代初的大洼淀改造到 60、70 年代的根治海河工程,海河流域实行了“上蓄、中疏、下排”的治理,极大地改善了海河流域的水利条件。但随着上游地区一大批蓄水工程的兴建,改变了河流原来的自然生态。一般年份下游河道径流量减少,下游地区河道常年断流的占河流数量的 45%,常年有水的占 16%。海河流域 5 大支流入海径流量的

变化(图 1)预示着下游地区的地表水资源已经不能作为城市的稳定水源,相关的研究也表明,即使海河流域降水量增加,年平均径流量仍将可能减少,相反在汛期径流量增加,下游地区发生洪水的可能性在增大^[7]。

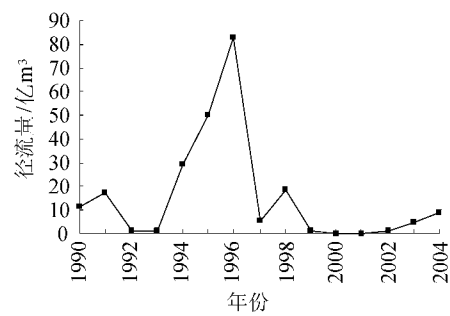


图 1 5 大支流入海径流量变化趋势

1.2.2 地下水

海河流域仅山区和冲积平原区是淡水区,下游平原地区地下水的赋存条件受地貌和水文地质条件限制,约占土地面积 80% 的平原地区均为有咸水区,在厚达 60 ~ 220 m 的咸水层下,贮藏着几乎不可再生的深层地下淡水。海河流域地下水大规模开采始于 20 世纪 70 年代。到 1998 年,与未大规模开发的 50 年代末相比,全流域平原区地下水已累计消耗地下水储量 896 亿 m^3 ,其中浅层地下水 471 亿 m^3 ,深层水 425 亿 m^3 ,平原地区是主要超采区,超采 18.07 亿 m^3 ,占总超采量的 80.7%^[6]。自 1997 年以来,连续 7 a 干旱,许多地区不得不靠超采地下水维持,出现了大面积的地下水开采漏斗区,目前漏斗已连成一片,中心水位埋深达到 70 m,地下水可开采的空间十分有限,天津市区地下水可开采量仅为 0.2 亿 m^3 。地下水位的逐年下降导致大面积的地面沉降,海河干流两岸地面高程比 1958 年下降了 1.5 m,沿海地区地下水的超采也引起海咸水向淡水层入侵等环境问题。

1.2.3 引水

引黄济冀工程于 1992 年 11 月 5 日开工,于 1993 年 2 月利用在建工程,向河北省进行了第一次临时输水,使海河流域下游地区有境外水源来解决城市用水。多年平均引取黄河水量 60 亿 m^3 (最低 40 亿 m^3),一定程度上缓解了城市供水需求矛盾,但是引黄难以解决海河流域下游平原地区,尤其海河北系平原、南系平原地区的河流、湖泊等水环境的生态修复需水,不能从根本上解决海河流域社会经济发展与水资源之间不协调的关系。

1.3 研究区域水环境

海河流域内河流纵横交错,污染源复杂,上游地

区大量未经处理的工业污水、城市生活污水以及汛期农业排水直接进入河流、湖泊和水库,最终从下游平原地区的渤海湾沿岸入海,不仅污染了河流,同时对渤海也造成了不同程度水污染^[8]。另一方面,由于常年干早上游地区的淡水资源被截流,致使下游主要河流全年大部分时间无来水补充,形成河道式水库,航运功能完全丧失,河、湖水系的水环境容量和自净能力大幅度下降。同时下游地区的大量污水排放又使污染加剧,导致下游平原地区水环境日趋恶化,多数水体水质均劣于 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》Ⅴ类水。永定河水系、子牙河水系、漳卫南运河水系和徒骇马颊河水系水质污染比较严重,污染类型以 COD、N 和 P 的有机、营养盐污染为主(见表 1)。总体来看,海河流域平原区水体功能不断下降,湖泊、湿地的面积也不断在减少和消失,海岸带湿地系统退化严重,各类物种栖境受到严重破坏,生物多样性减少。

表 1 海河流域下游地区主要河流的水质^①

河流		水环境功能区	水质类别		污染类型
			现状	目标	
北四河	蓟运河	天津缓冲区	劣Ⅴ	Ⅴ	有机、营养盐和咸污染
	潮白河	京冀缓冲区	劣Ⅴ	Ⅳ	有机和营养盐污染
	北运河	天津缓冲区	劣Ⅴ	Ⅴ	有机和咸污染
	永定河	晋冀缓冲区	劣Ⅴ	Ⅱ－Ⅲ	有机和咸污染
	永定新河	天津缓冲区	劣Ⅴ	Ⅴ	有机、咸和营养盐污染
大清河	独流减河	冀津缓冲区	劣Ⅴ	Ⅴ	有机、重金属和咸污染
子牙河	滹沱河	晋冀缓冲区	Ⅴ	Ⅲ	有机和营养盐污染
	子牙新河	冀津缓冲区	劣Ⅴ	Ⅴ	有机、重金属和咸污染
漳卫南运河	卫河	豫冀缓冲区	劣Ⅴ	Ⅴ－Ⅳ	有机和营养盐污染
	卫运河	鲁冀缓冲区	劣Ⅴ	Ⅴ－Ⅳ	有机和营养盐污染
	漳卫新河	鲁冀缓冲区	劣Ⅴ	Ⅱ－Ⅳ	有机和营养盐污染
黑龙港运东平原	北排水河	冀津缓冲区	劣Ⅴ	Ⅲ	有机、重金属和营养盐污染
	沧浪渠	冀津缓冲区	劣Ⅴ	Ⅲ	有机和营养盐污染
徒骇马颊河	马颊河	聊城和德州饮用水源区	劣Ⅴ	Ⅲ	有机和营养盐污染
	徒骇河	豫鲁缓冲区	劣Ⅴ	Ⅳ	有机和营养盐污染
	德惠新河	滨州饮用水源区	劣Ⅴ	Ⅲ	有机和咸污染

2 管理对策

2.1 水资源管理体制改革的机制创新

海河流域在水资源开发和利用方面存在人均占有量不足、年内分配不均、地下水超采、湖泊干涸、湿地萎缩等问题^[9],水资源短缺和水污染严重的形势还未得到有效的扼制,水资源保护与水污染控制之间缺乏统一规划和有效协调,水资源管理能力和水平不能满足当前严峻的水资源形势和经济社会发展需要。传统的水资源管理体制存在的管理不顺等弊端无法统筹管理城乡水资源、水质与水量的关系,难以有效控制水污染,必须改革现行水资源管理体制,加快水资源管理机制创新,推行区域水质和水量、城乡水资源的统一管理。对海水淡化、污水资源化和雨水综合利用等需要制定相关的条例,引入市场经济体制,建立透明的补贴机制和合理的价格机制、高效并统一的区域管理体制,从政策、制度和经济上解决海河流域下游地区的水资源和水污染严重问题,实现水资源合理配置。

2.2 发展循环经济和开源并重

建设适合海河流域下游平原地区水资源承载能力和水环境承载能力的节水防污型城市,扭转以过度消耗水资源和牺牲生态环境为代价的发展模式,调整产业结构,大力发展‘能耗低、水耗小、排污少’的产业。统筹安排城乡生活、生产和生态用水。通过分行业、分系统进行水平衡测试,重点对化工、石油、冶金、轻纺工业等用水大户进行节水技术改造,建立更科学的节水指标评价体系。加强取水许可和计划用水管理,对城郊农业要因水源、地理位置不同采用不同的节水措施,在城市全面推行节水工作,降低水的输送、制配、供给和使用当中的损耗,加大引水工程完善配套工程建设、供水管理和管网改造,有效提高水资源利用效率和效益。根据海河流域下游平原地区水资源的紧缺情况,在加大节水力度、挖掘潜力的同时,必须有外调水源来保证该地区社会经济的可持续发展。南水北调能够逐步有效地改善海河流域生态需水状况,特别是中线工程,具有水源充足和水质好等优点,既可替换超采的地下水量,解决生活和工业用水,也可基本满足该地区的生态用水。但从人均水资源上看,南水北调实施后,海河流域仍属资源型缺水地区,必须坚持不懈地加强节水型社会建设^[1,5]。

① 海河流域水环境监测中心,海河流域重点水功能区水质状况通报(2003－2005)。

2.3 水污染控制和水生态修复

2.3.1 水污染控制和污水资源化

海河流域下游平原地区的水资源不安全,更突出的是水质不安全,所以加强水污染防治工作是提高水资源安全程度的首要选择^[3],加强城市污水集中处理工程建设,特别是下游平原地区的中、小城市和城镇要加强污水处理设施建设,提高污水处理率,有效地削减氮、磷等污染物的入河、入海量,扼制本地区水污染日益加重的趋势。根据水质和水量的综合情况,实现“分质供水,梯级利用”,利用二级污水处理厂的出水进行深度处理,关键是必须建立污水资源化的良性运行机制。通过建立中水回用的相关条例和制定合理收费制度,回用于工业、农业和生态需水,缓解农业缺水现状,并产生一定的经济效益。

2.3.2 水生态恢复和盐碱地改良

海河流域下游平原地区土地后备资源丰富,有大量的湿地、荒地、盐碱地需要进行生态恢复,仅天津滨海地区的荒草地、芦苇地和沼泽地,总面积就达到 180 km² 以上,且成片分布,但该区土壤属轻度盐化湿潮土,土壤有机质贫乏,盐分含量高,利用沿海地区大片的湿地和荒地、盐碱地,建设人工湿地处理工程,将污水处理厂的二级出水作为重要的水源,回用于该区域的生态系统恢复中,有利于土壤有机质的积累,改良土壤,逐步恢复原有自然植被,提高处理场内芦苇产量,改善下游平原地区的湿地、河流和湖泊生态环境。

2.4 非常规水资源综合利用

2.4.1 雨水综合利用

海河流域降水量是全国较少的地区之一,实测多年平均年降水量为 539 mm,多年平均年径流量 220 亿 m³。丰枯明显,春季降雨量只约占年降雨量的 10%,汛期(6~9 月份)降雨量占全年降雨量 75%~85%,以 7 月下旬到 8 月上旬为最多,变差系数(0.2~0.6)为全国较大的地区之一。汛期径流的集中下泄,造成渤海湾丰水期污染明显比平水期、枯水期严重^[7]。利用本地区河网纵横,洼、淀众多的地理优势,挖掘雨水、洪水利用潜力,充分发挥原有水库、坑、塘、洼、淀的功能。同时兴建一些大中型的暴雨蓄积池、沉淀池等蓄水工程,拦截汛期降水,鼓励农民建立微型集雨工程,增加水资源量。雨水资源化可根据不同的用途采用不同的处理工艺。通过雨水综合利用,不仅起到截留大量污染物和营养盐,减少 COD、N 和 P 的入海量,还为本地区生态系统的恢复和渤海湾沿岸生态环境改善发挥作用,对控制渤海富营养化也将发挥重要作用。

2.4.2 海水淡化

海河流域下游平原地区濒临渤海湾,仅天津市就有 153 km 的海岸线,海水资源十分丰富。可在沿海工业区建设直接利用海水工程,采取有效措施调动工业用海水做循环冷却水的积极性,在火力发电厂附近兴建海水淡化厂,利用冷却水生产淡水,缓解水资源供需矛盾。天津市大港发电厂在 20 世纪 80 年代,进行以海水代替淡水直接用于工业循环冷却的研究,目前,该厂日产淡水 6 000 t,年利用海水超过 10 亿 t,每年节约淡水 160 万 t。随着海水淡化技术的不断进步,设备造价高的特点已逐步得到了扭转,目前吨水成本已降到 5 元,接近北方缺水城市的自来水价格。海水淡化具有水质易于控制等特点,并且通过延伸海水淡化产业链,对海水淡化后的浓盐水进行处理,生产工业用盐以及从海水中提取化工产品,回收海水中有用资源,可进一步提高海水淡化的经济效益,因此海水淡化是解决北方部分缺水城市沿海地区水资源短缺问题的重要途径,也是水资源可持续发展的一条有效途径。

3 小 结

海河流域下游平原地区水资源短缺和水环境恶化两者形成交互影响,恶性循环,对工农业生产和生活带来了很大的影响。基于区域水资源管理相对落后、水资源保护和水污染综合整治缺乏统一规划等现实问题,探求区域水资源保护与水污染综合整治的一些新理念。加强区域水资源管理体制创新,从政策、经济和制度解决当前的水资源和水环境问题,单纯依靠开源和节水技术提高水资源利用率的传统方法受到很大限制,必须积极发展“能耗低、水耗小、排污少”的产业,开源和节流并重,建立节水型社会。统筹考虑区域水资源开发、水污染控制和生态修复工作,在水资源综合管理中实现水量和水质的统一。因地制宜开发非常规水资源,特别鼓励农民建立微型集雨工程和沿海有条件的企业利用海水,以解决海河流域下游平原地区的社会经济发展中水资源瓶颈问题,改善区域的水环境。

参考文献:

- [1] 张光辉,陈树娥,费宇红,等.海河流域水资源紧缺属性与对策[J].水利学报,2003(10):113-118.
- [2] 张士锋,贾绍凤.海河流域水量平衡与水资源安全问题研究[J].自然资源学报,2003,18(6):684-689.
- [3] 贾绍凤,张士锋.海河流域水资源安全评价[J].地理科学进展,2003,22(4):379-386.
- [4] 柳长顺,刘昌明,杨红.海河流域水资源管理分区研究[J].地理学报,2004,59(3):349-356.

(下转第 88 页)

内的生态安全,在加强天然林保护的同时还必须加大对湿地的保护和管理,建议采取如下对策^[8-9]。

5.1 加强湿地自然保护区的建设,保护生物多样性
天然湿地锐减和生物多样性降低是新疆湿地所面临的主要威胁之一,而通过建立湿地保护区可使湿地生物及其生境得到有效保护。新疆已建的 23 处保护区中均有湿地存在,其中 7 处为湿地类型保护区。为此,要在详查的基础上,查清新疆具有重要生态意义的湿地现状并全面评价其功能和效益。要根据这些湿地的特征和生态功能来确定新疆重要湿地,并对其采取有效的保护和管理。要建立起完善的湿地保护区管理机制,完善保护和管理设施,提高现有保护区的保护功能,进而使生物多样性得到有效保护。

5.2 多方协作、加强湿地资源的综合管理

目前新疆的湿地管理主体较多,涉及农业、林业、国土、水利和环保等多个部门,而多部门管理的结果又往往是管理混乱,缺乏协调性。由于新疆在湿地管理工作中缺乏相应的政策,再加上各管理机构的管理权限冲突、协调能力差,湿地管理的难度非常大。因此要加强湿地资源的管理工作,建立高效的湿地保护与管理协调机制是关键。为此有必要在政府部门设置一个具有能够促进各管理部门协调发展的功能部门,以便于对湿地资源进行有效的保护与管理。在实际操作中还要强化湿地资源的统一和综合管理,并采取统一管理和分类分层管理相结合、一般管理和重点管理相结合的措施,切实做好湿地资源分类管理和重点管理工作。

5.3 强化湿地保护的法制监督

新疆的湿地管理工作起步较晚,缺乏专门的法律法规,而相应政策体系也不完善。因此,加快湿地保护的立法进度、制定完善的法制体系是有效保护湿地和实现湿地资源可持续利用的关键。而建立有效的湿地管理经济政策对于新疆湿地资源的保护和合理利用也有着重要意义。为此,充分发挥现有法律法规在湿地保护中的作用,及时建立并完善与湿地有关的政策和法规,加强执法机构和执法队伍建设,提高执法人员的整体素质和业务水平,强化执法手段,加强执法力度,使湿地保护具有强有力的法律保障体系。

5.4 减缓湿地压力,开展退化湿地的恢复与重建

鉴于新疆湿地资源的现状及存在的问题,采取多方面有效措施,减缓人为因素造成的湿地退化,尽可能恢复已退化湿地生态系统,是湿地保护的当务之急,这对于湿地资源保护具有十分重要的意义。

为此,要将湿地保护与合理利用纳入到自治区的土地利用、生态治理、资源恢复等方面的管理计划中,要加大退耕还林、还草、还湖和还沼的力度,强化各级管理部门的责任感,并通过营造生态环保林和水源涵养林的方式,防止水土流失,减少河湖淤积。要制定与水资源保护相关的水资源管理战略,加强水资源开发对湿地生态环境影响的预测和监测,并通过建立最优河流水量分配方式来维持流域重要湿地的自然状态及生态功能。要严格控制湿地周围的污染源、污染物数量和排污途径,而对于已受污染的河流、湖泊和沼泽等,要有计划地进行治理并恢复其生态功能。

参考文献：

[1] 崔保山,刘兴土.黄河三角洲湿地生态特征变化及可持续性管理对策[J].地理科学,2001,21(3):250-257.
[2] 任美镠.海平面上升与沉降对黄河三角洲影响初步研究[J].地理科学,1990,10(1):48-58.
[3] 周可法,吴世新.基于 RS 和 GIS 技术下城镇空间变化分析及应用研究[J].干旱区地理,2002,25(1):61-64.
[4] 刘红玉,吕宪国,刘振乾.环渤海三角洲湿地资源研究[J].自然资源学报,2001,16(2):101-106.
[5] 周可法,吴世新,李静,等.新疆湿地资源时空变异研究[J].干旱区地理,2004,27(3):405-408.
[6] 李忠锋,王一谋,冯毓荪,等.基于 RS 与 GIS 的榆林地区土地利用变化分析[J].水土保持学报,2003,17(2):97-99.
[7] 刘纪远,布和敖斯尔.中国土地利用变化现代过程时空特征的研究—基于卫星遥感数据[J].第四纪研究,2000,20(3):229-239.
[8] 孙志高,刘景双,李彬.中国湿地资源的现状、问题与可持续利用对策[J].干旱区资源与环境,2006,20(2):83-88.
[9] 刘红玉,吕宪国,刘震前,等.辽河三角洲湿地资源与区域可持续发展[J].地理科学,2000,20(6):545-551.

(收稿日期 2006-12-12 编辑 徐 娟)

(上接第 83 页)

[5] 崔树彬.关于海河流域环境用水与南水北调配水问题的意见[J].海河水利,2002(4):12-16.
[6] 水利部海河水利委员会.海河流域水资源规划[R].天津:水利部海河水利委员会,2000.
[7] 袁飞,谢正辉,任立良,等.气候变化对海河流域水文特性的影响[J].水利学报,2005,25(3):274-278.
[8] 天津市环境保护局.天津市环境质量报告书(2001-2005)[R].天津:天津市环境保护局,2006.
[9] 朱永华,夏军,刘苏峡,等.海河流域生态环境承载能力计算[J].水科学进展,2005,16(5):649-654.

(收稿日期 2006-08-04 编辑 舒 建)