

辽河流域水资源演化趋势分析

闫百兴, 宋新山, 闫敏华, 邓伟, 严登华

(中国科学院 长春地理研究所, 吉林 长春 130021)

摘要: 系统探讨了辽河流域的水环境问题, 针对水土流失、水污染加剧、旱涝灾害频繁、水资源短缺矛盾加剧等环境问题, 在分析流域降水量、地表径流时空演化基础上, 探讨了辽河断流的可能性, 并提出了水资源可持续利用的对策与建议。

关键词: 辽河流域; 水资源; 断流; 对策

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2000)06-0001-05

中图分类号: TV213.2

Evolutional Trend of Water Resource in Liaohe River Catchment

YAN Bai-xing, SONG Xin-shan, YAN Min-hua, DENG Wei, YAN Deng-hua

(Changchun Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021, Jilin Province, PRC)

Abstract The water problems of the Liaohe river catchment were discussed systematically. Based on the evolution of precipitation and runoff, the probability of drying-up was derived from the picking-up of erosion, pollution, waterlog and droughts. At the same time, the countermeasures and proposes for the sustainable utilization of water resources in the catchment were pointed out.

Keywords Liaohe river catchment; water resource; drying-up; countermeasures

辽河是我国七大河流之一, 位于东北地区南部, 流域面积 $2.196 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。该流域是我国重要的重工业、能源和商品粮生产基地。经防洪、治涝、灌溉、供水工程体系的调节, 洪涝灾害已得到初步控制, 水资源利用程度显著提高, 促进了流域社会、经济的发展。但近年来, 该流域水污染加剧, 水资源供需矛盾尖锐, 水资源短缺已成为制约流域经济发展的重要因素。因此探讨辽河流域水资源演化对我国实施“西部大开发战略”具有重要的借鉴意义。

的分水岭, 中部的辽河冲积平原坡度平缓, 西辽河流域还分布有大面积的沙丘。

辽河流域人口 3.397×10^7 (1995 年) 人, 有耕地 $4.95 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 主要分布在辽河中下游地区 ($2.27 \times 10^6 \text{ hm}^2$), 其中水田 $5.49 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 主要分布在辽河下游和东辽河下游, 水浇地 $5.45 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 733 hm^2 以上灌区 243 处, 牧地 $8.29 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 林地 $4.29 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 年产粮食 $1.695 \times 10^7 \text{ t}^{11}$; 西辽河中下游则为旱田灌溉区, 流域大部分人口及城镇分布在此区。

1 流域环境特征

辽河主源为西辽河, 发源于河北省七老图山脉的光头山, 在康平福德店附近接纳东辽河后称为辽河。向南流至盘山县六间房分成两股, 一股南流称外辽河, 至海城县三岔河接纳浑河、太子河后称为大辽河, 在营口市注入辽东湾; 另一股向西南流, 称为双台子河, 接纳绕阳河后在盘锦市注入辽东湾。1958 年人工将南股封堵, 使浑太河成为独立水系, 其流域面积为 $2.73 \times 10^4 \text{ km}^2$, 而辽河干流全部由双台子河入海。

辽河流域的地貌格局受燕山期以来的构造运动控制, 东、西、北三面逐渐被抬升, 中部相对沉陷, 周围的长白山地、冀北辽西山地和大兴安岭成为辽河流域

2 主要环境问题

2.1 沙化面积扩大, 水土流失加剧

全流域水土流失面积 $9.5 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占全流域的 43%, 主要分布在西辽河、东辽河及柳河、绕阳河上游, 以柳河上游和老哈河最严重。由于西辽河流域处于半干旱地区, 植被稀少, 山丘裸露, 地表多为风沙土、黄土, 遇水易塌陷, 且坡耕地较多, 耕作方式落后, 汛期暴雨集中, 春季风力较大, 水土流失及沙化严重, 目前沙化仍以每年 30~50 m 的速度扩展, 流动沙丘面积扩大, 已推进到柳河等右岸支流上游及干流的上段。每年进入辽河干流的大部分泥沙来自柳河和西辽河, 仅柳河年流失泥沙就达 $2.0 \times 10^7 \text{ t}$ 使土壤有机

质减少,肥力下降,年流失化肥 2.2×10^5 t(泥沙中 N, P, K 素含量按 11 kg/t 计) 建平县每年流失土层 2.7 mm ,流失泥沙 1.20×10^7 t,侵蚀模数在 $1000 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上;柳河上游的养畜牧河侵蚀模数达 $5000 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上,属强度侵蚀区,辽河流域侵蚀模数 $> 1000 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的流域面积达 $6.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。浑太河流域及辽河中下游侵蚀模数较小,在 $200 \sim 500 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。河流含沙量也呈现西部大、东部小的趋势,以西辽河及柳河等最大。浑太河流域植被覆盖率 47% ,其上游可达 50% 以上,河水含沙量 $< 0.5 \text{ kg}/\text{m}^3$;辽河中游植被覆盖率在 10% ,河水含沙量在 $1 \sim 5 \text{ kg}/\text{m}^3$;西辽河上游、东辽河植被覆盖率在 13% ,含沙量在 $5 \sim 30 \text{ kg}/\text{m}^3$;老哈河下游、柳河上游河水含沙量可达 $30 \sim 110 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。河水含沙量大的河流含沙量的季节变化也比含沙量小的河流大。

2.2 水质恶化

辽河水系水质污染严重,城市下游河段污染突出,水体丧失自净能力,主要的污染河段分布在大中城市下游段,主要有东辽河辽源—二龙山段、西辽河通辽下游段、招苏太河四平下游段、老哈河赤峰下游段、浑河抚顺—沈阳下游段、太子河本溪—辽阳—鞍山下游段、大辽河、双台子河等。浑河超V类水体河段达 230 km (占总长的 5%),太子河超V类水体河段 154 km (占总长的 37%),辽河干流和大辽河全部为超V类水体,且枯水期重于丰、平水期,主要的污染物是有机耗氧类物质、石油类、SS等,个别河段也有重金属、有毒有机物污染。从空间分布看,辽河中下游重于上游,特别是辽河下游的抚顺—沈阳—辽阳—鞍山—本溪城市群附近。从年际变化来看,水质污染呈加重趋势,这与废(污)水的排放量密切相关,辽河流域 1995—1998年的废水排放量达 $2.0 \times 10^9 \sim 2.5 \times 10^9 \text{ m}^3$ (工业废水占 40%),主要污染物 COD 的排放量增加至 1998年的 $3.86 \times 10^5 \text{ t}$ ^[2]。浑河抚顺至沈阳谋家堡拦河闸段年接纳 2 市污水中氨氮 128.5 t ,酚 1218 t ,氰化物 183.6 t ,砷 50.1 t ,汞 1.5 t ,铬 36 t ,油类 17575.7 t ,镉 4.5 t 。太子河年接纳辽阳、鞍山、本溪 3 市污水中酚 3352 t ,氰化物 808 t ,砷 62.8 t ,汞 0.02 t ,铬 14 t ,油类 3500 t ^[1]。辽河水系枯水期处于 GB3838—88 中 3 类水的河段从 1992 年的 14% ,1993 年的 13% 上升到 1994 年的 23% ,1995 年的 25% ;符合 I、II 类水体的河段仅占 $14\% \sim 24\%$ ^[2]。

2.3 水资源供需矛盾尖锐,水资源短缺

辽河流域由于地势相对低平,农业发达,城镇化在全国居领先水平,大城市密布,加之防洪、治涝、灌

溉、供水工程体系的调节,水资源的利用率很高,地表水利用程度已达 81.2% ,其中中下游达 83% ,远高于松花江流域(哈尔滨以上为 29.9%),促进了流域社会、经济的发展,但随工农业生产对水的需求增加,而水资源有明显的季节变化,空间分布又不平衡,以及水质污染,导致了水资源供需矛盾的加剧,工业、城镇、农业争水问题突出,如四平市每年占用东辽河二龙山水库的农业用水 $3.7 \times 10^7 \text{ m}^3$;全流域缺水达 $2.5 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{a}$,因缺水减少工业产值 $8.2 \times 10^9 \text{ 元}/\text{a}$ ^[3],其中中下游就达 $6.4 \times 10^9 \text{ 元}/\text{a}$,水资源短缺已成为制约区域经济进一步发展的重要因素。

2.4 下游河床不断淤高,旱涝灾害频繁

由于上游植被破坏,水土流失加剧,导致地表侵蚀加强,大量泥沙随汛期地表径流进入干流河床,淤积于下游河床。辽河干流柳河口至卡力马河段 1956—1977 年间河床平均淤高了 2.1 m ,河床平均每年以 10 cm 的速度抬高,该段河滩已高出两岸地面 $1 \sim 2 \text{ m}$,现已成为“悬河”^[4];同时由于河床淤高,过水断面变小,河道过水能力已由 $600 \sim 800 \text{ m}^3/\text{s}$ 降低到 $200 \sim 300 \text{ m}^3/\text{s}$ ^[1],且河槽摆动,险工险情加重,严重威胁两岸的防洪安全。由于上游植被减少,地表径流加快,洪峰加高,呈现“峰高量小”的态势,植被的削峰作用减弱,旱涝加剧。如 19 世纪辽河流域旱灾的发生机率仅为 $0.3 \text{ 次}/10 \text{ a}$,20 世纪增加至 $1.5 \text{ 次}/10 \text{ a}$,最多的 10 a 达 3 次(60 年代)^[5]。

水利工程的不合理建设也导致了河床的加速淤积,双台子河上的盘山闸建在感潮河段,受潮汐影响,闸外河道淤积严重;同时由于工农业用水量的增加,需长期关闸蓄水,造成闸内河道淤积加剧。闸上 57.6 km 河道内已淤积泥沙 $2.83 \times 10^7 \text{ m}^3$,最大淤积厚度 5.22 m ;闸下淤积泥沙 $3.90 \times 10^7 \text{ m}^3$,淤积最厚处达 8.58 m ,原设计的泄水能力 ($5000 \text{ m}^3/\text{s}$) 如今已降低到 $2670 \text{ m}^3/\text{s}$,泄洪能力降低了 46.6% ^[1]。

3 辽河流域降水、径流时空演化分析

3.1 辽河流域降水时空演化分析

3.1.1 年际变化 辽河流域降水的年际变化较大,降水愈少的地区或季节其年际变化愈大。据近 200 a 的旱涝分析^[5],雨涝的持续时间超过 120 a,降水丰缺(旱涝)的长期变化是不同周期、不同振幅的振动相互迭加的结果。但总体上,流域内年降水量有 $8 \sim 14 \text{ a}$ (平均 11 a) 的周期性丰枯变化,与太阳黑子数变化的周期一致,流域降水量的 5 a 滑动过程线与太阳黑子数的 5 a 滑动过程线类似,只是不如太阳黑子数周期

性规则、明显,即当太阳活动增强,黑子数增加,有利于经向环流的发育,降水量偏丰;反之,有利于纬向环流的发展,降水偏少^[6]。反映辽河流域降水丰缺主要受太阳黑子活动的控制。由于其变化周期没有太阳黑子数变化周期规则,又反映了气候、地理位置、地形等局域因素的影响。辽河流域在经历了一个较长的雨涝阶段后,从 20 世纪 40 年代进入了一个相对较早的时期,尤其近 30 a 是干旱阶段的相对早期,即 1953—1965 年相对较丰,1966—1979 年为枯水期,1979—1993 年为偏枯水期,1993 年后,雨量又开始增加,进入枯水期的相对涝期阶段。辽河流域降水的年变率各地不一,降水较多的地区变率(C_r)相对较小,而降水较小的地区变率较大。如浑太河流域年最大降水量仅是年最小降水量的 2~3.2 倍,而辽河上游则达 5。

3.1.2 季节变化 辽河流域位于中纬度大陆东岸,主要受欧亚大陆和太平洋大气环流的控制,水汽输送以 5—7 月最大,主要有 SE, S, SW 3 个来向,以 SE 来向输送量最大^[6]。辽河流域多年平均降水量为 472.6 mm (折合 $1.082 \times 10^{11} \text{ m}^3$),降水的季节变化很大,降水量的 70%~82% 集中在 6—9 月,最大月的降水量占全年的 24%~32%,最大 3 d 降水量约占全年的 16%,最大 1 d 的降水量约占全年的 11%。这主要是受台风、气旋的影响。冬季受冷高压的控制,寒冷漫长,11—3 月降雨量少(约占全年降水量的 4%~10%),4—5 月降水量东部一般在 120 mm,西部在 40 mm,占年降水量的 10%~14%。流域中东部上述比例相对低一些,西北部比例高些。如西辽河上游常发生小范围、历时短的大暴雨,几次大暴雨的降水量接近全年的降水总量,使降水在年内高度集中,洪涝频繁。流域降水的月变化也呈现东中部比西部小的局势。本溪最大月降水量是最小月降水量的 20~30 倍,西部的通辽、赤峰可达 40~80 倍。降水分配的季节不均,常造成“春旱夏涝”。

3.1.3 空间差异 受海陆位置和地形的影响,流域内降水的区域分布很不均匀,呈现东南多,西北少,山区多,平原少的特点。流域东部的太子河上游山地离黄海较近,降水量大,约 900 mm,往西北因受千山山脉的阻隔,降水量降低,千山西侧本溪—抚顺一带为 800 mm,到沈阳—铁岭一带降至 700 mm,法库、新民、盘山一带降至 600 mm,西辽河上游则降至 350~400 mm,个别地方可低至 50 mm;千山迎背风坡降水的差异(约 100 mm)明显反映了地形的影响,千山降水的垂直差异也较显著。

3.2 辽河流域径流时空演化分析

3.2.1 径流的空间分异 辽河流域多年平均径流量为 $1.48 \times 10^{10} \text{ m}^3$ (折合径流深 64.7 mm),径流的区域分布趋势与降水的分布相似,但不均匀性更大。辽河流域径流主要分布在浑太河流域,多年平均值为 $6.62 \times 10^9 \text{ m}^3$,占辽河水系总径流量的 44.7%;其次是辽河中下游地区,为 $4.16 \times 10^9 \text{ m}^3$,占 28.1%;西辽河较少,为 $3.2 \times 10^9 \text{ m}^3$,占 21.6%;东辽河最少($8.29 \times 10^8 \text{ m}^3$),仅占 5.6%。辽河流域径流仍呈现出由东南向西北递减的规律。

多年平均径流深和径流系数与径流量相似,以浑太河流域最高,分别为 242.5 mm 和 0.32,其上游可达 250~500 mm;辽河中下游地区次之,分别为 94.8 mm 和 0.16;辽河的 2 源流东、西辽河最少,分别为 78.4, 0.14 mm 和 21.8, 20.06 mm,其中西北部的新开河闭流区径流深度仅 5 mm 左右。

3.2.2 径流的年际变化 径流的年际变化较降水更剧烈,浑太河及辽河下游最大与最小年径流量比值在 3~6 (降水量为 2~3.2),集水面积较小的河流在 10 左右,如东辽河;西辽河面积较大,虽其支流径流的变化较大,最大与最小年径流比值可达 10~20,但整个西辽河的比值较小,在 4~5。从径流变率来看,年平均径流深愈小,变率愈大。径流深最大的太子河、浑河变率较小,分别为 0.40, 0.42,辽河中下游也较小,为 0.45,东辽河为 0.62,西辽河最大,变率达 1.24。整个辽河流域 C_r 不大,仅为 0.45,这是因为辽河中小支流较多,下游区间有径流较大的支流汇入,使干流水量得以不断补偿,因此辽河下游干流径流量的多年变化不大。径流的年际变化还存在连续干旱或连续丰水的现象。近 40 a 来,辽河中下游连续 2~4 a 的干旱、丰水分别有 2 次(1961—1962, 1976—1979; 1953—1957, 1963—1964),其平均径流量比常年少 25%~50%,或多 50%~70%。浑太河也出现过连续 2~5 a 的少水期 2 次(1961—1963, 1976—1979),多水期 3 次(1935—1939, 1953—1957, 1959—1960),平均年径流量比常年少 20%~40% 或多 40%~60%^[7]。

3.2.3 径流的季节变化 辽河流域径流的季节变化大,有春夏两个汛期,其中春汛期短,量小,仅占全年径流的 3%~4%;夏汛一般为 6—9 月,可占年径流的 70%~82%;枯水期(12 月—翌年 3 月)径流很少,平水期(4—5 月)径流仅占年径流的 10% 左右。春播期,灌溉用水量大,降水稀少,常出现旱象或水源短缺。辽河流域降水的时空变异导致的径流时空变化是流域旱涝灾害的直接原因。

4 辽河断流的可能性分析

黄河断流问题已引起全国上下的极大关注,给下游的工农业生产和生态环境造成了很大的损失和破坏,其影响的深度和广度也将逐渐显现出来,这是水资源不合理利用带来的必然后果。辽河作为我国七大水系中径流量最小的河流,历史上虽洪涝灾害频繁,但河道稳定,水量丰盈,明清时郑家屯以下还可通航;目前流域地表水资源利用率已达到 81.2%,远大于我国河川径流的开发利用限度 40% (陈传友, 1998) 和我国水资源的平均利用率 19.85%^[81],而径流量利用率超过 20% 就会对水环境产生很大影响,超过 50% 时会产生严重影响^[9],因此致了水质恶化,枯水期多数支流干涸,干流量也很少,中下游地区水资源供需矛盾尖锐,水资源短缺已成为制约区域经济发展重要因素,那么,辽河能否步黄河后尘出现断流呢?

4.1 浑太河及大辽河

辽河下游南股封堵后,浑太河已成为独立的水系。从径流区域分布来看,浑太河年均径流量 $6.62 \times 10^9 \text{ m}^3$,占整个辽河流域的 44.6%,其径流变率较小,历史最少年径流量为 1.19×10^9 (浑河), $1.3 \times 10^9 \text{ m}^3$ (太子河);浑太河出现连续 2~5 a 少水期的机率也较少,近 40 a 仅 2 次 (1961—1963, 1976—1979 年),年径流量比常年少 20%~40%;从历史变化看,该流域洪涝发生频率较高,严重旱年很少;加之浑太河汇合后的大辽河很短,仅约 50 km,又受潮汐影响;本溪、辽阳、鞍山、沈阳、海城等城市取用水库或地下水作为水源,废水排入也可补充一部分水量,如沈阳、抚顺两市排入浑河的污水达 $1.32 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$,辽阳、鞍山、本溪 3 市排入太子河的污水达 $2.00 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$,所以浑太河及大辽河出现长时间、大范围断流的可能极小。但该流域中下游农业发达,水田面积大,大型灌区多,在出现春夏连旱的年份,由于春末夏初灌溉水量大,水库、拦河闸蓄水时可能造成个别河段短时期的断流,如浑河谟家堡闸下游。从辽河降水的多年变化看,未来降水总体呈偏干趋势,在流域水田面积、灌溉定额和水资源利用率变化不大时,出现断流的机率很小;但若水田面积和灌溉定额继续增长,不加大污水治理力度,水质恶化及水资源短缺的矛盾还将加剧,极端旱年份浑河、太子河下游春末夏初出现较长时间断流是可能的。

4.2 双台子河

双台子河上游分别为东、西辽河,中下游有柳河、清河、柴河、汛河、养息牧河、秀水河、绕阳河等支流的

汇入,多数分布于右岸。西辽河虽流域面积宽广,但流域下游为沙丘区,渗漏、蒸发损失严重,沿程水量损失较大,流出区外径流量较少。西辽河上游产流区多年径流量 $3.2 \times 10^9 \text{ m}^3$,而通过下游的郑家屯站的年径流量仅为 $9.4 \times 10^8 \text{ m}^3$,损失达 $2.27 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。东辽河流域面积小,流入干流的径流量仅为 $8.29 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。辽河干流径流主要来自中下游流域,年径流量有 $4.16 \times 10^9 \text{ m}^3$ (占双台子河径流量的 70%)。加之中游支流上清水库、南城子水库、柴河水库、榛子岭水库等的调节,枯水期流量会有所保障。除了中下游工农业生产取水、渗漏、水库蓄水外,流入渤海的水量只有 $4.0 \times 10^9 \text{ m}^3$ 左右,其中最枯的 3 个月 (12, 1, 2 月) 分别约为 8.0×10^7 , 4.0×10^7 , $3.0 \times 10^7 \text{ m}^3$,多年平均月最小径流量约 $11.5 \text{ m}^3/\text{s}$,也出现过 $5.35 \text{ m}^3/\text{s}$ 的最小日流量;加之流域枯水期天气寒冷,水面封冻后蒸发很少,3—4 月又有积雪融水的补给,流量有所增加;河口有大片湿地的调节和潮汐的作用;另外辽河中下游两岸除了铁岭、盘锦外,无大的城市,取水消耗少;从辽河近 200 a 旱灾分析看,旱灾机率很少,仅 16 次,而洪灾发生的频率是其 3 倍,出现极旱年的机率更小,仅 8 次 (约 25 a 一遇)^[5,9];连续旱年的机率极少,近 40 a 来,辽河中下游连续 2~4 a 的干旱仅有两次 (1961—1962, 1976—1979 年),其平均径流量比常年少 25%~50%;同时辽河流域旱涝灾害具有群发性^[5],即旱涝年连续转化的机率相当高,即使发生干旱,上年存于各大水库中的水对下游水量也有调节作用,这些水库的蓄水量在 $3.5 \times 10^8 \sim 1.2 \times 10^9 \text{ m}^3$ (总库容 $2.2 \times 10^9 \text{ m}^3$)。所以正常年份辽河干流不会出现断流,双台子河由于受河闸和潮汐的影响,出现断流的机率则更小。

虽然全流域出现极端旱年份的机率很小,但近 50 a 来,东辽河、西辽河、辽河干流曾分别出现过年径流量 1.82×10^8 , 1.62×10^7 , $2.4 \times 10^9 \text{ m}^3$ 的记录;加之全流域多年平均径流量仅 $1.48 \times 10^{10} \text{ m}^3$,是黄河的 22%,长江的 1.6%,松花江的 19.4%,海河的 63%,下游无较大水库,地下水补给量又很少,水田面积较大,出现局部河段短期断流是可能的,但不会像黄河那样严重、频繁,断流时间也不会像黄河那样长。因为黄河郑州以下段为地上河,没有支流汇入,又处在冲积扇上,只有河水补给地下水;中上游流域干旱、半干旱面积大,降水少,变率大,季节明显,又缺少大型湖库、大面积湿地的调节;下游灌溉面积又大。因人类活动的影响,辽河流域近 100 a 来流域下垫面发生了重大改变,植被覆盖率明显减少,沙化面积、水土流

失面积扩大,使土壤水库库容损失,减少了湖库、土壤对洪水的拦蓄、宣泄调节能力^[10];加之水利工程的影响,河床淤积严重,水资源环境空间缩小,旱涝灾害频率明显增加,20世纪辽河流域旱灾频率从19世纪的平均0.3次/10a增至1.5次/10a,增加了4倍,最多的10a达到了3次;未来降水呈减少趋势,变率也增加(见图1-2),汛期降水将更加集中,旱涝出现的频率、灾害的程度将加剧,造成灾害水增加,资源水和生态水减少,水资源更加短缺,供需矛盾更加突出,辽河出现局部断流或间歇断流的机率必将增大。因此,在世纪之交,应制定流域水资源环境保护法规,实施全流域水资源的管理,把西辽河、柳河、东辽河等流域的生态建设放在首位,控制水土流失和沙化强度,使水资源环境得以恢复,以利于流域社会、经济、环境的可持续发展

5 解决辽河水资源短缺的措施与对策

(1) 节约用水、降低灌溉定额是解决流域水资源短缺的重要措施。农业灌溉和工业用水是流域2个用水大户,农业用水达 $1.36 \times 10^{10} \text{ m}^3$,目前的灌溉定额在 $9\ 750 \sim 18\ 000 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ (水田), $2\ 700 \sim 6\ 000 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ (小麦), $3\ 750 \sim 5\ 250 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ (旱田)。农灌用水量很大,其利用率也只有35%~50%,与发达国家的70%~90%的利用率有较大差距,即使节水5%~10%,也相当一座大型水库提供的水量。考虑到流域工业比重较大,灌溉水量不可能再增加,应逐步推广管灌、喷灌、滴灌、微灌等节水灌溉技术和节水耕作技术,降低灌溉定额;加强渠系的维护,现有渠系水的有效利用率仅0.45~0.52,对渗漏严重的渠系实行衬砌等防渗处理,减少渠系的渗漏损失;同时加大工业技术改造力度,调整产业结构,提高水的回用率,每年排放的 $2.0 \times 10^9 \text{ m}^3$ 污水应积极开展污水资源化。

(2) 提高水价,强化水资源的监管力度,提高全民的节水意识。水是国民经济和社会发展的基础资源,目前水费偏低,多数企业水费支出仅占总支出的千分之几至1%,我国水费仅占工业产品成本的0.1%~0.3%,占居民消费支出的0.23%,农业用水水价仅占供水成本的50%~60%^[9],如此低廉的水价,造成水资源浪费惊人。因此应充分利用经济杠杆,制订并实施节水奖励、浪费惩罚机制。生活用水存在包费制和喝大锅水现象,应加强节约用水宣传力度,实行按量收费制,杜绝包费制;实行计划用水,取水口统一管理,流域尺度的水资源系统管理。

(3) 加强水土保持工作。特别是柳河和西辽河

上游,逐步治理荒山,稳定沙丘,退耕还林还草,抓住目前粮食盈余的契机,调整产业结构,加强水土保持林建设,涵养水源,减少蒸发。

(4) 实行流域污染物总量排放控制。重点治理大城市生活污水和重点企业废水治理。目前辽河中下游河段已基本无环境容量,应减少排污量,使水质逐步得到好转;同时对农业面源污染也不容忽视。待建耗水大户(电厂等)布局时,应考虑充分利用海水做冷却水、洗涤水,靠近沿海布局;充分利用滨海平原地下微咸水(矿化度 $1 \sim 3 \text{ g/L}$)资源(可开采量 $6 \times 10^8 \sim 7 \times 10^8 \text{ m}^3$);充分运用地下水、地表水联合调蓄能力,汛期加强地下水的回灌,发挥地下水库的作用。

(5) 保护辽河下游湿地,缓解沿海地区淡水短缺。辽河下游有大片天然湿地,利用湿地的滤过作用,湿地对污水中生化需氧物质、悬浮固体、N、P、絮凝胶体、病原菌等都有很好的去除效果^[11],经湿地系统处理后的水可用于油井注水、城市绿化用水等,缓解沿海地区淡水资源的短缺。

(6) 跨流域调水。辽河流域地表水的利用率已达81.2%,属资源性缺水。根据流域发展的需要,逐步实行东水西调或北水南调工程,充分利用外流域富余的水资源。

[参 考 文 献]

- [1] 中国自然资源丛书编撰委员会. 中国自然资源丛书(辽宁卷)[M]. 北京:中国环境科学出版社,1995. 120-170, 470-471.
- [2] 贾玉霞,鞠复华. 辽河水系水质污染特征分析[J]. 中国环境监测,1999,15(2): 51-53.
- [3] 王本琳,朱颜明,肖笃宁. 东北区“北水南调”工程对资源开发、经济发展和生态环境的影响[M]. 北京:科学出版社,1995. 3.
- [4] 延军平,黄春长,陈瑛. 跨世纪全球环境问题及行为对策[M]. 北京:科学出版社,1999. 96.
- [5] 汤燕冰,邓素清,李厚国,等. 辽河流域旱涝长期变化的若干特征[J]. 科技通报,2000,16(1): 47-51.
- [6] 辽宁省水利厅. 水资源(辽河流域片)[R]. 1988. 85-110.
- [7] 国家防汛抗旱总指挥部办公室,水利部南京水文水资源研究所. 中国水旱灾害[M]. 北京:中国水利水电出版社,1997. 152-219.
- [8] 宋新山,邓伟,闫百兴. 我国西部地区水资源环境问题及其可持续对策[J]. 水土保持通报,2000,20(4): 1-5.
- [9] 姜文来. 水资源价值论[M]. 北京:科学出版社,1999. 15-20.
- [10] 穆兴民,李锐. 论水土保持在解决中国水问题中的战略地位[J]. 水土保持通报,1999,19(3): 1-5.
- [11] 朱莉·斯托弗著,张康生,韩建国译. 水危机——寻找解决淡水污染的方案[M]. 科学出版社,2000. 88-108.