

黑河流域水资源开发对生态环境的影响

任建华

(黄河水利委员会 黑河流域管理局, 甘肃 兰州 730030)

摘要: 河西走廊中部黑河流域是我国重要的商品粮、蔬菜和经济作物生产基地之一,也是我国内陆河流域近 30 a 来受人为经济活动影响最强烈的地区之一。黑河中游水土资源过度开发,导致黑河下游出现了严重生态环境问题,已威胁到整个流域的生态安全和国防建设的环境保障。主要表现在河道断流加剧,湖泊干涸,地下水位下降;天然林面积大幅度减少;草地严重退化;土地沙漠化和沙尘暴危害加剧等。黑河流域水资源开发对生态环境影响问题已经受到了国家的高度重视和全社会的广泛关注,黑河流域当前实施的节约用水和合理分配水资源,是保护黑河流域生态环境的根本性措施之一。

关键词: 黑河流域; 水资源; 生态环境

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)04-0094-03

中图分类号: TV213; X171.1

Effects of Water Resources Exploitation on Ecø-environment of Heihe River Basin

REN Jian-hua

(Heihe River Basin Administration Bureau, YRCC, Lanzhou 730030, Gansu Province, China)

Abstract: The Heihe River basin, an inland flow catchment and a very important base for grain, vegetable and economic crops, is one of the most affected areas by human economic activities. The water and land resources over exploitation of the middle reaches lead to a serious ecological problem at downstream. This has already threatened the safety of ecosystem within the whole basin. The problem is mainly showed as zero flow appears frequently, lakes dried up, groundwater table declined, area of forest decreased, lawns degradation seriously, land deserted and sand storm harms aggravated, etc. These environmental problems have been noticed diffusely by the government and public. The measure of water saving and distribution rationalization which are implementing within the basin is one of the primary ways for its environment protection. Harmonious development among population, resources and environment basinwide is very significant to maintain the stabilization of the border area, promote the progress of the society, and implement the strategy of the great exploitation of Western China.

Keywords: Heihe River basin; water resources; environment

黑河流域战略地位十分重要,但干旱缺水,生态环境脆弱。长期以来,由于人口增长和经济发展,对水土资源的过度开发,导致流域内水资源供需矛盾突出,尤其是下游地区生态环境日趋恶化,东、西居延海干涸,额济纳天然绿洲濒临消失,沙尘暴灾害加剧等。造成黑河流域生态问题的原因是多方面的,但根本原因是水资源问题,特别是中游地区农田灌溉事业的发展,水土资源过度开发导致了黑河中游耗水量的急剧增加,农业灌溉用水大量挤占了生态用水。黑河流域生态环境所面临的突出问题,代表着我国西北内陆河的现状和发展趋势,在我国走可持续发展道路的今天,面对严峻的局面,实施黑河水资源可持续利用和生态环境保护,无疑是历史的必然选择。

1 流域概况

黑河是发源于祁连山的内陆主要水系之一,是仅次于塔里木河的中国第 2 大内陆河,地处河西走廊的中部。黑河从发源地到尾间的居延海全长 821 km,流域面积 $1.43 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。黑河由 35 条河流组成,随着中游用水量的不断增加,部分支流逐步与干流失去地表水力联系,形成东、中、西 3 个独立的子水系。东部子水系既黑河干流水系,包括黑河干流、梨园河及 20 多条沿山小支流,面积 $1.16 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。

黑河地域上横跨青海、甘肃、内蒙古 3 省(自治区),以莺落峡和正义峡为上、中、下游分界点。祁连山出山口莺落峡以上为上游,河道长 303 km,流域面

收稿日期: 2004-08-12

作者简介: 任建华(1956—),男(汉族),甘肃镇原人,硕士,高级工程师。研究方向为流域综合治理与水资源管理。E-mail: jianhua56@vip.sina.com。

积 $1.00 \times 10^4 \text{ km}^2$,山高谷深,河床陡峻,气候阴湿,植被较好,年降水量在 350 mm 以上,是黑河的产流区和水量来源区。莺落峡至正义峡区间为中游,河道长 185 km,面积 $2.56 \times 10^4 \text{ km}^2$,地势为川区平原,多年平均降水量 140 mm,蒸发能力 1410 mm,土地广阔,光热资源丰富,农业发达,是黑河流域的主要耗水区和径流利用区。正义峡以下为下游,黑河流经正义峡后,经鼎新灌区进入内蒙,称为额济纳河(古称弱水),在下游 33 km,面积 $8.04 \times 10^4 \text{ km}^2$,除河流两岸和居延三角洲绿洲外,大部分为荒漠、沙漠和戈壁,年降水量只有 40 mm,而蒸发能力在 2500 mm 以上,气候干燥,多风沙,是我国北方沙尘暴的发源地之一,属极度干旱区,为径流消失区。流域地势南高北低,地形复杂,高差大,海拔在 900~4500 m 之间,以山地和高原为主,区域差异明显,流域内山脉、绿洲、沙漠、戈壁相间,按海拔高度和自然地理特点分为南部祁连山,中部河西走廊绿洲平原,北部阿拉善高原 3 个地貌类型区。

1999 年黑河流域人口 1.34×10^6 人,其中农业人口 1.12×10^6 人;耕地面积 $2.75 \times 10^5 \text{ hm}^2$,其中农田灌溉面积 $2.04 \times 10^5 \text{ hm}^2$,林草灌溉面积 $5.70 \times 10^4 \text{ hm}^2$;粮食总产量 $1.04 \times 10^6 \text{ t}$,人均粮食 777 kg,牲畜 2.54×10^6 头(只);国民生产总值 6.31×10^9 元,人均 4709 元^[1]。

上游地区包括青海省祁连县大部分和甘肃省肃南县部分地区,以牧业为主;中游地区包括甘肃省的山丹、民乐、张掖、临泽、高台等县(市),属灌溉农业经济区;下游地区包括甘肃省金塔县部分地区和内蒙古自治区额济纳旗,其中金塔县鼎新片为灌溉农业经济区;额济纳旗以荒漠牧业为主;还有国家重要的国防科研基地东风场区。

2 黑河流域水资源开发利用现状

2.1 工程规模

黑河流域开发历史悠久,引黑灌溉已有 2000 a 多历史,自汉代进入了农业开发和农牧交错发展时期,汉、唐、西夏年间移民屯田,唐代在张掖南部修建了盈科、大满、小满、大官、加官等渠,清代开发高台、民乐、山丹等地的灌区^[2]。流域内农田灌溉事业的发展是流域水资源利用主要途径。中华人民共和国成立以来,尤其是 20 世纪 60 年代中期以来,黑河中游地区进行了大规模的农田水利工程建设,至 1999 年流域内有中小型水库 58 座(其中平原水库 40 座),总库容 $2.55 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。引水工程 66 处,引水能力 $268 \text{ m}^3/\text{s}$,配套机井 3770 眼,年提水量 3.02×10^8

m^3 ;总灌溉面积 $2.61 \times 10^5 \text{ hm}^2$,其中农田灌溉面积 $2.04 \times 10^5 \text{ hm}^2$,林草灌溉面积 $5.71 \times 10^4 \text{ hm}^2$,667 hm^2 以上灌区 24 处灌区灌溉面积 $2.00 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。水资源开发利用为流域社会、经济发展和国防建设做出了贡献^[1]。

2.2 供水现状

1999 年黑河流域各类工程总供水量 $3.15 \times 10^9 \text{ m}^3$,其中地表水供水量为 $2.78 \times 10^9 \text{ m}^3$,地下水供水量为 $3.65 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。按工程类型分,蓄水工程供水 $3.86 \times 10^8 \text{ m}^3$,占总供水量的 12.3%;引水工程供水 $2.38 \times 10^9 \text{ m}^3$,占总供水量的 75.8%;提水工程供水 $1.10 \times 10^7 \text{ m}^3$,占总供水量的 0.40%;机电井工程供水 $3.02 \times 10^8 \text{ m}^3$,占总供水量的 9.60%;其它工程供水 $6.30 \times 10^7 \text{ m}^3$,占总供水量的 2.0%^[1]。

2.3 用水现状

1999 年黑河流域各部门总用水量 $3.15 \times 10^9 \text{ m}^3$,其中农田灌溉用水 $2.47 \times 10^9 \text{ m}^3$,占 78.3%;生态用水 $5.21 \times 10^8 \text{ m}^3$,占 16.6%;工业用水 $1.15 \times 10^8 \text{ m}^3$,占 3.7%;农村生活用水 $3.44 \times 10^7 \text{ m}^3$,占 1.1%;城镇生活用水 $1.05 \times 10^7 \text{ m}^3$,占 0.3%;从用水量的地区分布上看,用水量主要集中在中游,中游各部门总用水量 $2.60 \times 10^9 \text{ m}^3$,占总用水量的 82.6%;下游总用水量 $5.08 \times 10^8 \text{ m}^3$,占 16.1%;下游总用水量 $4.0 \times 10^7 \text{ m}^3$,占总用水量的 1.30%^[2]。

3 水资源开发对流域生态环境影响

3.1 黑河下游断流加剧,湖泊干涸,地下水位下降

对进入黑河下游水量控制站正义峡水文站 1957—2000 年实测资料统计,20 世纪 50 年代后期年均断流日数为 37.5 d,60 年代年均断流日数为 43.4 d,70 年代年均断流日数为 66.4 d,80 年代年均断流日数为 50.6 d,90 年代年均断流日数为 89.9 d,90 年代最为突出,比 60 年代以前年均断流日数增加了 50 d 左右。在断流日数增加的同时,断流的年内分配也发生了变化,70 年代以前黑河下游断流主要集中在 5—9 月份,5—6 月份最为突出,断流日数占全年断流日数的 70% 以上。4 月份平均断流日数由 70 年代的 1.1 d 增加到 90 年代的 8.7 d。10—11 月份在 1980 年开始出现过 1 次断流后,进入 90 年代中期几乎每年代的约 d 延长至现在的近 200 d,2 大湖泊(东、西居延海)水面面积 50 年代分别为 267 km^2 和 35 km^2 ,已先后于 1961 年和 1992 年干涸。60 年代以来,有多处泉眼和沼泽地先后消失,下游三角洲下段的地下水位下降,水质矿化度明显提高。水生态系统严重恶化。

3.2 天然水域减少, 水库塘坝增加, 人工绿洲扩大

黑河水系开发利用前, 在泉水出露带以下, 多积水为湖, 有的成为沼泽地。河流尾间存在着大面积的终端湖。例如, 张掖市以北的临泽小屯泉群区; 酒泉城以下的天然沼泽; 下游额旗东部的古居延曾名盛一时, 而现在弱水的终端湖东西居延海已干涸或变为季节湖。根据推算^[2], 历史上天然水面积仅黑河干流就可高达 1 000 km², 可是现在天然水面积不足 20 km²。而相反, 目前黑河流域水库、塘坝水面积在 70 km² 以上, 超过了现存天然水面积, 天然水域减少。一方面反映了人为活动开发水资源强度; 另一方面也改变了流域内不同区域的生态环境条件。有利方面是大部分水资源为人工绿洲服务。不利的是下游的干旱环境更趋于干旱, 引起绿洲外围气候、生态环境的极端化。

3.3 内陆终端湖退缩, 水系分离, 改变了天然绿洲植被与水分的关系

随着上游河道的改造, 大量河水被截引入人工渠道, 一些中小河流的水量基本上消耗于冲积扇前缘的绿洲, 原先的河道干涸消失。流域西部讨赖河、洪水坝河汇入北大河, 经金塔盆地进入黑河干流的老河道。自金塔盆地以下河流已干涸消亡, 原河道成了排水积盐的场所; 山丹河自祁家店以下的老河道已干枯, 成了临时性洪水集流道。仅仅在黑河干流附近, 有小股泉水流于河床; 摆浪河以西至江山河发源于走廊南山北坡的诸小河流, 因出山径流大部分在山前被利用, 仅以地下的径流汇于东、西明海子和盐池一带, 而与流域水系东部黑河干流和西部北大河失去水力联系。由于这些水系的变化, 使黑河流域完整的水系支离破碎, 逐渐形成了新的水、土、植被平衡区。原河道两岸或河流积水洼地靠河水滋润生长的植被正在逐步衰退。

3.4 中游水利工程修建, 灌溉面积扩大, 改变了中下游水量分配关系

目前, 流域内社会经济的发展, 主要是以扩大农业灌溉面积、增引河川径流量、消耗水土资源为前提来实现的, 这种粗放型农业发展模式, 一方面浪费水资源的现象十分严重, 没有将水作为一种稀缺的、有限的资源加以保护和合理利用, 另一方面生态用水被挤占, 下游生态环境恶化、劣变趋势加剧。据历史记载, 黑河中游地区汉代仅有 8~9 人, 灌溉面积约为 4.67 × 10³ hm²; 解放初期总人口约 5.50 × 10⁵ 人, 灌溉面积 6.87 × 10⁴ hm²; 现状总人口 1.21 × 10⁶ 人, 灌溉面积 6.69 × 10⁶ hm²; 现状总人口和灌溉面积分别相当于解放初期的 2.2 倍和 3.2 倍, 现状人均灌溉面

积相当于解放初期的 1.5 倍, 也大大高于现状全国水平。由于统筹考虑水资源条件不够, 60 年代末以来, 在以粮为纲的思想指导下, 大规模垦荒种粮, 发展商品粮基地, 特别是 20 世纪 90 年代以后, 甘肃省提出“兴西济中”发展战略, 并向中部地区移民, 灌溉面积发展很快。目前中游地区年产粮食 9.90 × 10⁵ t, 农业灌溉占用了大量水资源, 挤占了生态用水。下游内蒙古额济纳旗, 现状总人口 1.62 × 10⁴ 人, 相当于 1949 年 2.30 × 10³ 人的 7 倍。随着人口的增加和灌溉面积的增加, 全流域用水量以由解放初期的约 1.50 × 10⁹ m³, 增长到目前的 3.15 × 10⁹ m³, 其中中游地区用水量增加到 2.60 × 10⁹ m³。而进入下游的水量则从 50 年代的 1.19 × 10⁹ m³ 减少到 90 年代的 7.76 × 10⁸ m³ (见表 1)。同时, 由于下游甘肃省金塔县鼎新灌区用水增加、国防科研基地用水等因素影响, 加之河道损失了大量的水量, 实际进入额济纳旗的水量只有 3.00 × 10⁸ ~ 5.00 × 10⁸ m³。

黑河干流莺落峡至正义峡区间基本无区间径流加入, 主要是随着中游用水量的不断增加, 由于支流来水量有限和支流中上游水利工程蓄水, 已逐步失去了与干流的直接水力联系, 成为独立的水系, 除汛期有少量不能利用洪水外, 加入黑河干流的水量很少。因此, 莺落峡、正义峡 2 个控制水文站之间的水量差基本反映了干流中游地区耗水规模的变化。表 1 反映了 20 世纪 40 年代末期至 90 年代以来莺落峡、正义峡断面各个时段的径流量和净耗水量的变化^[3]。

表 1 莺落峡、正义峡站及区间不同时段径流量 10⁸ m³

序号	年代	莺落峡	正义峡	区间
1	1945—1949	14.62	10.17	4.45
2	1950—1959	16.38	11.90	4.47
3	1960—1969	15.08	10.66	4.42
4	1970—1979	14.50	10.55	3.95
5	1980—1989	17.43	10.99	6.44
6	1990—1999	15.84	7.76	8.08

从表 1 看出, 20 世纪 40 年代末期、50 年代和 60 年代区间(黑河中游)平均净耗水量在 4.40 × 10⁸ m³ 左右, 变化不大, 比较稳定。70 年代该区间净耗水量 3.95 × 10⁸ m³, 为 40 年代末期以来的最小值, 偏小的主要原因是莺落峡同期来水也为 40 年代以来的最小值, 时段平均来水量偏枯。80 年代区间净耗水量明显增加, 区间的净耗水量 6.44 × 10⁸ m³, 较 40 年代末期和 70 年代增加了 1.99 × 10⁸ m³ 和 2.49 × 10⁸ m³, 90 年代净耗水量又比 80 年代增加了 1.64 × 10⁸ m³。

(下转第 110 页)

- [2] 万方秋, 丘世钧, 王继增. 城市水土流失——一种新的城市环境问题[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2002, 41(S2): 174—175.
- [3] 郭廷辅. 城市水土保持工作从何入手[J]. 中国水土保持, 1997, 17(1): 6—7.
- [4] 唐克丽. 城市水土流失和城市水土保持[J]. 水土保持通报, 1997, 17(2): 封二.
- [5] 甘枝茂, 孙虎, 吴成基. 论城市土壤侵蚀与城市水土保持问题[J]. 水土保持通报, 1997, 17(5): 57—62.
- [6] 柴宗新. 城镇侵蚀及其防治[J]. 中国水土保持, 1997(1): 29—32.
- [7] 宋桂琴. 浅议城市水土流失[J]. 水土保持通报, 1998, 18(7): 93—96.
- [8] 李成杰, 许靖华, 王占臣, 等. 城郊型流域水土保持生态环境建设优化模式设计初探[J]. 水土保持通报, 2002, 22(2): 19—23.
- [9] 李慧卿, 解明曙, 张洪江, 等. 城郊水土保持效益分析研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19(1): 15—18.
- [10] 李锐, 徐传早. 美国水土流失预测预报与动态监测——赴美水土保持新技术考察报告摘录[J]. 水土保持研究, 1998, 5(2): 119—123.
- [11] 符素华, 刘宝元. 土壤侵蚀量预报模型研究进展[J]. 地球科学进展, 2002, 17(1): 78—82.
- [12] 朱显谟. 泾河流域土壤侵蚀情况及区划[J]. 中科院西北土壤研究所专刊, 1955, 28, 67—89.
- [13] (苏)科兹维科. 土壤侵蚀的防止[M]. 北京: 科学出版社, 1965. 33—35.
- [14] 中华人民共和国水利电力部. 水土保持技术规范[Z]. 北京: 中国水利水电出版社, 1986. 10—12.
- [15] 中华人民共和国水利部. 土壤侵蚀分类分级标准(SL190—96)[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997. 9—10.
- [16] 陈法杨. 城市水土流失强度分级标准商榷[J]. 中国水土保持, 1997(3): 30—36.
- [17] 陈冬奕, 杨德生, 肖卫国, 等. 应用 SPOT 遥感数据调查深圳市水土流失现状[J]. 人民珠江, 2001(5): 55—57.
- [18] 广东省水利水电科学研究所, 等. 珠海市水土流失调查报告[R]. 1999. 27—28.

(上接第 96 页)

3.5 天然林面积大幅度减少

1958—1980年, 下游三角洲地区的胡杨、沙枣和柽柳等面积减少了 $5.73 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 年均减少约 $2.6 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 。另据航片和 80 年代的 TM 摄像资料判读, 80 年代至 1994 年, 植被覆盖率大于 70% 的林地面积减少了 $1.92 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 年均减少 $1.40 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。胡杨林面积由 50 年代的 $5.00 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 减少到现在的 $2.27 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。现存的天然乔木林以疏林和散生木为主, 林木中成、幼林比例失调, 病腐残林多, 生存力极差。湖盆区的梭梭林也呈现出残株斑点的沙漠化现象。

3.6 草地严重退化

自 20 世纪 80 年代以来, 黑河下游三角洲地区植被覆盖率大于 70% 的林灌草甸草地减少了约 78%, 覆盖度介于 30%~70% 的湖盆、低地、沼泽草甸草地及产量较高的 4、5 级草地减少了约 40%; 覆盖度小于 30% 的荒漠草地和戈壁、沙漠面积却增加了 68%。草木植物种类大幅度减少, 草地植物群落由原来的湿生、中生草甸草地群落向荒漠草地群落演替。

3.7 土地沙漠化和沙城暴危害加剧

根据 20 世纪 60 年代初的航片和 80 年代的 TM 摄像资料判读, 下游额济纳旗植被覆盖率小于 10% 的戈壁、沙漠面积大约增加了 462 km^2 , 平均每年增加 23.1 km^2 。随着土地沙漠化面积增加, 沙尘暴危

害加剧。以 1993 年 5 月 5 日发生在我国西北地区的特大沙尘暴为例, 阿拉善地区即为重要沙源之一, 在受其严重影响的新疆东部, 甘肃省河西走廊地区, 宁夏回族自治区大部, 内蒙古西部地区, 农作物受灾 $3.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 死亡 85 人, 伤 264 人, 死亡牲畜 1.20×10^6 头, 部分公路、铁路运输中断, 经济损失达 5.50×10^8 元。据近几年北方地区发生沙尘天气来源分析结果, 阿拉善地区是重要沙源之一。据卫星遥感探测, 影响范围涉及我国西北、华北、东北、甚至华东等地区, 总面积约 $2.00 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。

造成上述生态问题的原因是多方面的, 但其根本原因是水资源问题, 特别是中游地区农田灌溉事业的发展, 水土资源的过度开发导致了黑河中游农业耗水量的急剧增加, 农业灌溉用水大量挤占了生态用水, 是黑河下游生态环境恶化的根源之一。黑河流域当前实施的节约用水和合理分配水资源, 是保护黑河流域生态环境的根本性措施之一。

[参 考 文 献]

- [1] 中华人民共和国水利部. 黑河流域近期治理规划[R]. 北京: 中华人民共和国水利部, 2001 年 8 月.
- [2] 高前兆, 李福兴. 黑河流域水资源治理开发利用[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1988. 1—10.
- [3] 任建华, 李万寿, 张婕. 黑河干流中游地区耗水量变化的历史分析[J]. 人民黄河, 2002, 24(9): 27—29.