

# 我国内陆河流生态调水

□朱庆平 任建华 王建中 孙 凤

**摘要** 塔里木河和黑河分别为我国第一和第二大内陆河流,流域气候干燥,降水稀少,生态系统脆弱。20世纪后期,随着人口增长、流域开发加之气候变化的影响,流域水环境严重恶化,引发了河道断流、湖泊干涸,地下水位下降、林木减少、草地退化、土地沙漠化和沙尘暴危害等一系列生态问题。为此,我国政府加强了对两流域的管理,设立了流域管理机构,实施了水资源统一管理和调度,制定了不同来水情况下的水量分配方案。塔里木河实施了4次应急输水,黑河水资源调度预案得到有效执行,地表径流数次抵达已干涸多年的尾间湖泊,下游生态系统得到改善,垂死林草重获生机。但从长远来看,要从根本上解决流域水资源问题,还面临巨大挑战。

**关键词** 河流 水资源 调水 生态

## 一、流域概况

塔里木河和黑河分别为我国第一和第二大内陆河流,气候干旱、降水稀少、蒸发强烈,水资源严重短缺。河川径流可明显划分为径流形成、利用和消失区。流域上游为山区,是河川径流主要来源区,占流域面积大部分的中下游为平原或高原区,几乎不产生地表径流,是径流主要利用区;下游的尾间附近为径流散失区,目前尾间湖泊均已干涸。

### 1.塔里木河

塔里木河是我国最大的内陆河,位于新疆维吾尔自治区,是环塔里木盆地内九大水系144条河流的总称,流域面积102万km<sup>2</sup>,全长2437km。目前,九大水系中仅有和田河、叶尔羌河和阿克苏河3条源流,孔雀河通过抽水与

塔里木河有着地表水联系,简称四源一干,总面积24.10万km<sup>2</sup>。

四源流多年平均降水量252.4mm,主要集中在山区,平原区年降水量只有40~70mm,年蒸发量1000~1600mm,属干旱地区。多年平均径流量256.73亿m<sup>3</sup>,天然水资源总量274.88亿m<sup>3</sup>,基本产自山区,以冰川融水补给为主,河川径流年际变化不大,但年内分配不均,6~9月来水量占到全年径流量的70%~80%。

1998年塔里木河流域有人口468万人,以维吾尔族为主体,其中农业人口356万人,总灌溉面积1330.2万hm<sup>2</sup>,粮食总产量243.3万t,人均粮食520kg,牲畜1104万头(只),国民生产总值212.0亿元,人均4529元。

### 2.黑 河

黑河是我国第二大内陆河,发源

于青藏高原北部祁连山北麓,流经青海、甘肃和内蒙古3省(自治区),干流全长约821km,流域面积14.29万km<sup>2</sup>。流域分为东、中、西三个子水系,其中西、中部子水系与干流已无地表径流联系。东部子水系即干流水系包括梨园河等20多条支流在内,流域面积11.6万km<sup>2</sup>。

黑河流域以莺落峡和正义峡为上、中、下游分界点。上游为山区,年降水量在350mm以上,是黑河的产流区和水量来源区。中游地势为川区平原,多年平均降水量140mm,蒸发能力1410mm,是黑河流域的主要耗水区和径流利用区。下游属阿拉善高原区,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40mm,而蒸发能力在2500mm以上,属极度干旱区,为径流消失区。黑河流经

正义峡后,在狼心山处分为东、西两支,最后汇入东、西居延海(已干涸)。

黑河流域多年平均天然径流量24.75亿m<sup>3</sup>,其中黑河干流莺落峡站15.8亿m<sup>3</sup>,天然水资源总量为28.08亿m<sup>3</sup>。

1999年黑河流域人口133.8万人,其中农业人口110.75万人,总灌溉面积392万hm<sup>2</sup>,粮食总产量103.9万t,人均粮食777kg,牲畜254万头(只),国内生产总值63.1亿元,人均4709元。

## 二、主要水环境问题

塔里木河和黑河流域荒漠包围绿洲,植被种群数量少,覆盖度低,土地易遭沙化和盐碱化,水体自净能力低,生态环境脆弱。随着人口增长、流域开发加之气候变化的影响,流域水环境问题日益突出,流域水资源量与当地人口、社会经济发展和生态环境需要极不相称。这些问题主要表现为:

### 1.河道断流,湖泊干涸,地下水位下降,水质恶化

塔里木河20世纪90年代在上游来水偏多10亿m<sup>3</sup>的条件下,进入下游的水量减少了10亿m<sup>3</sup>,尾间河道断流近30年。黑河下游断流时间由20世纪50年代的约100天,延长至1999年的近200天,尾间湖泊水面面积50年代分别为267km<sup>2</sup>和35km<sup>2</sup>,已先后于1961年和1992年干涸。塔里木河、黑河下游地下水40年间下降约6m,多处泉眼和沼泽地消失,水质矿化度明显提高。

### 2.林木死亡,天然林面积大幅度减少

塔里木河上中游胡杨林面积由20世纪50年代的600万hm<sup>2</sup>减少到1999年的360万hm<sup>2</sup>,下游绿色走廊濒临毁灭;黑河胡杨林面积由20世纪50年代的75万hm<sup>2</sup>减少到1999年的34万hm<sup>2</sup>。根据航片和TM影像资料,20世纪80年代至1994年,黑河植被覆盖面积大于70%的林地减少了288万hm<sup>2</sup>,年均减少约21万hm<sup>2</sup>。现存的天然林木中,成、幼林比例失调,病腐残林多,生存力极差。

## 3.草地严重退化

20世纪50年代至1999年,塔里木河上中游草场退化面积957万hm<sup>2</sup>,下游草场退化面积321万hm<sup>2</sup>。20世纪80年代以来,黑河下游三角洲地区植被覆盖大于70%的林灌草甸地减少了约78%,覆盖度介于30%~70%的湖盆、低地、沼泽草甸草地以及产量较高的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%。草本植物种类大幅度减少,草地植物群落也由原来的湿生、中生草甸草地群落向荒漠草地群落演替。

## 4.土地沙漠化和沙尘暴危害加剧

塔里木河沙漠化土地面积与20世纪50年代末相比上升16%,达到82%,其中下游上升22%,沙化面积达到86%。黑河下游仅额济纳旗植被覆盖率小于10%的戈壁、沙漠面积约增加了462km<sup>2</sup>,平均每年增加23.1km<sup>2</sup>。随着土地沙漠化面积增加,沙尘暴危害加剧,影响范围涉及我国西北、华北、东北,甚至华东地区。

## 三、主要调水过程

为遏制塔里木河和黑河下游生态环境不断恶化趋势,我国政府加强了对两流域的管理,组建新疆塔里木河流域管理局、水利部黄河水利委员会黑河流域管理局,制定了流域综合治理与开发规划,针对近期情况,在塔里木河采取了应急生态输水措施,在黑河关键调度期实施全干流水量统一调度,逐步实施流域水资源统一管理和调度工作。

### 1.塔里木河生态调水过程

2000年4月开始至2002年11月,利用开都河来水偏丰,博斯腾湖持续高水位的有利时机,共组织4次向塔里木河下游生态应急输水,从博斯腾湖共调出水量17.92亿m<sup>3</sup>,自大西海子水库泄洪闸向塔里木河下游输水10.35亿m<sup>3</sup>,两次将水输到台特马湖,形成了近28.74km<sup>2</sup>的湖面。结束了塔里木河下

游河道断流近30年的历史。

第一次输水:2000年5月14日~7月12日,大西海子水库下泄水量0.98亿m<sup>3</sup>,水量到达英苏0.15亿m<sup>3</sup>。

第二次输水:大西海子水库下泄水量2.27亿m<sup>3</sup>,水量到达英苏0.96亿m<sup>3</sup>,到达阿拉干0.06亿m<sup>3</sup>。

第三次输水第一阶段:大西海子水库下泄水量1.84亿m<sup>3</sup>,水量到达英苏1.0亿m<sup>3</sup>,到达阿拉干0.21亿m<sup>3</sup>,到达依坎布吉马勒0.083亿m<sup>3</sup>。

第三次输水第二阶段:大西海子水库下泄水量1.98亿m<sup>3</sup>,水量到达英苏1.45亿m<sup>3</sup>,到达阿拉干0.73亿m<sup>3</sup>,到达依坎布吉马勒0.36亿m<sup>3</sup>,到达台特马湖0.075亿m<sup>3</sup>。

第四次输水:大西海子水库下泄水量3.31亿m<sup>3</sup>,水量到达英苏2.54亿m<sup>3</sup>,到达阿拉干1.04亿m<sup>3</sup>,到达依坎布吉马勒0.48亿m<sup>3</sup>,到达台特马湖0.14亿m<sup>3</sup>。

## 2.黑河调度实况

1992年和1997年我国政府两次对黑河水量分配提出具体预案:“在莺落峡多年平均来水15.8亿m<sup>3</sup>时,分配正义峡下泄水量9.5亿m<sup>3</sup>;莺落峡25%保证率来水17.1亿m<sup>3</sup>时,分配正义峡下泄水量10.9亿m<sup>3</sup>。对于枯水年,莺落峡75%保证率来水14.2亿m<sup>3</sup>时,正义峡下泄水量7.6亿m<sup>3</sup>;莺落峡90%保证率来水12.9亿m<sup>3</sup>时,正义峡下泄水量6.3亿m<sup>3</sup>。其他保证率来水时,分配正义峡下泄水量按以上保证率水量直线内插求得。”

### (1)1999-2000年度

1999-2000年度黑河流域为中等枯水年。在黑河中游地区采取了4次累计33天的“全线闭口,集中下泄”措施,在黑河莺落峡断面来水量14.62亿m<sup>3</sup>情况下,相应正义峡断面下泄水量最少应为6.47亿m<sup>3</sup>,实际下泄水量为6.5亿m<sup>3</sup>。

### (2)2000-2001年度

2000-2001年度黑河流域属大旱年份,接近特枯水年,莺落峡来水总量为13.13亿m<sup>3</sup>,正义峡断面应下泄水量5.33

亿 $\text{m}^3$ 。本年度下泄总水量为6.38亿 $\text{m}^3$ ,超泄水量将计入2002年下泄指标。

### (3)2001—2002年度

2001—2002年度黑河流域属平水年份, 莺落峡实测来水量16.11亿 $\text{m}^3$ , 相应正义峡下泄水量为10.28亿 $\text{m}^3$ 。2002年7月17日17时, 黑河调水首次到达内蒙古自治区额济纳旗东河尾间东居延海, 实现了历史性突破。9月22日6时30分, 黑河调水再次抵达东居延海, 10月中旬, 东居延海入湖水面面积已达23 $\text{km}^2$ 。

## 四、调水效果

通过塔里木河生态输水和黑河3年的水量调度, 流域水环境得到改善, 生态系统得到一定程度的恢复。

### 1. 下游水量明显增加, 断流天数减少, 水量尾间湖泊重现, 地下水水位抬高

1992年黑河莺落峡来水13.2亿 $\text{m}^3$ , 狼心山站夏秋季过水仅0.20亿 $\text{m}^3$ 。历时9年以后的2001年, 莺落峡来水13.1亿 $\text{m}^3$ , 在人口增长、用水需求增加的情况下, 狼心山站夏秋季下泄水量0.88亿 $\text{m}^3$ , 是1992年同期下泄水量的4.4倍。

调水时段内, 塔里木河和黑河两次将水输送到尾间湖泊, 并形成20多 $\text{km}^2$ 的湖面, 结束了下游河道多年断流的历史。据统计, 塔里木河和黑河实施调水工作后, 年均断流已减少30~50天。

根据实测资料表明, 塔里木河下游绿色走廊沿河地下水位有明显回升: 调水河段距河中心

50m, 地下水位纵向平均总回升5.95m; 距河中心250m, 地下水位纵向平均总回升3.67m; 距河中心700m, 地下水位纵向平均回升0.22m; 距河中心1000m, 地下水位纵向平均回升0.31m。

### 2. 植被重获生机, 动物回归

输水前, 塔里木河和黑河下游河道两岸的植被几乎没有生机, 只有河底有零星的胡杨, 近地表植被(灌木)均已死亡。目前, 河道两岸植被均已恢复生长, 枯死多年的胡杨枝干上又发出新绿, 从乔灌整体恢复情况来看, 灌木恢复生长速度较快。据塔里木河实测资料, 输水河段沿河岸各200m范围内植被恢复效果较好, 尤其是紧靠河岸两侧100m范围内, 植被种类、单位面积株树明显增加; 在输水河道两侧200~600m范围植被恢复效果略好, 植被种类、单位面积株树明显减少; 在输水河道两侧600~1500m范围内植被恢复有限, 仅限于怪柳等个别种类。调查发现, 植被恢复状况与到河岸的距离成反比, 即距离河岸越远植被恢复效果越差; 植被种类与植被株树的多少和盖度与到河岸的距离成反比, 即距

离河岸越远植被种类越少, 株树越少, 盖度越低。

塔里木河和黑河实施输水后, 鸟类增加, 出现了白翅啄木鸟等比较典型的绿洲生活型种类。原先很少见到的黄羊、野兔、野鸡、黄鸭、鱼鹰等野生动物频繁出现, 更有少量珍稀水禽白天鹅迁徙尾间湖区。

### 3. 水质改善

根据实测资料, 塔里木河经过4次输水后地下水水质有明显改善。应该指出, 通过应急生态输水和水资源统一管理和调度, 塔里木河和黑河下游生态环境有了短期明显的改善, 这与输送水量、持续时间、输水次数以及输水间隔时间长短等因素有着直接联系。在塔里木河和黑河水资源紧缺的情况下, 目前所取得的只是阶段性成果, 最终还需要通过实施水资源统一管理和调度, 实现流域水资源可持续发展和下游生态系统修复的目标。

(作者单位: 水利部黄河水利委员会, 朱庆平为副总工程师、教授级高级工程师)

责任编辑 王晓平



塔里木河胡杨 韩学章 摄