

# 塔里木河下游应急输水植被恢复响应及生态修复

王豫江

新疆维吾尔自治区塔里木河流域管理局

DOI:10.18282/hwr.v1i4.1082

**摘要:** 基于改善塔里木河下游生态环境的目的, 本文对塔里木河沿程水量消耗与地下水位恢复的动态变化进行简要分析, 并对塔里木河下游应急输水植被恢复响应进行评估, 最后具体探讨了塔里木河下游应急输水最佳方案的拟定与生态修复的保障措施。

**关键词:** 塔里木河; 应急输水; 响应; 生态修复

随着社会经济的快速发展, 在水资源开发和利用缺乏合理性等因素的影响下, 我国部分地区的内陆河流域生态系统出现严重退化, 对沿河流程生态环境造成严重的影响, 特别是干旱地区。塔里木河是我国第一大内陆河, 为更好地改善塔里木河下游的生态环境, 可通过应急输水营造适合胡杨等植物生长的环境, 减轻塔里木河地区出现的荒漠化问题, 实现对塔里木河下游生态环境的系统修复, 从而为塔里木河沿河生态环境提供更好地保护。

## 1 塔里木河沿程水量消耗与地下水位恢复的动态变化

塔里木河下游是指从恰拉到台特马湖, 属于典型的大陆性气候, 昼夜温差变化大, 且干旱少雨, 风沙、浮尘等天气较多。强烈的水分蒸发对塔里木河沿河栽植的胡杨林在塔克拉玛干沙漠和库鲁克沙漠间形成的绿色走廊造成严重影响, 而塔里木河与孔雀河的水系变迁关系着塔里木河下游绿色走廊的兴衰。为保证塔里木河水量, 依靠开都河天然来水的优势, 截至目前, 塔里木河下游共获得十八次应急输水, 累计下泄生态水量达到  $67.86 \times 10^8 \text{m}^3$ , 促使塔里木河下游河道断流的问题得到有效解决。

塔里木河沿程各河段区间的水量消耗有着明显差异, 其中, 台特马湖所消耗的水量是  $2.17 \times 10^8 \text{m}^3$ , 占总水量的 3.2%; 阿拉干至台特马湖这一河道区间所消耗的水量达到  $14.11 \times 10^8 \text{m}^3$ , 占总水量的 20.8%; 而大西海子至阿拉干这一河道区间的水量消耗是  $51.57 \times 10^8 \text{m}^3$ , 占总水量的 76%。通过对塔里木河下游进行应急输水, 促使下游河道两侧的地下水得到及时补充, 从而为沿河植被的生长营造适宜环境。塔里木河应急输水后沿程各主要监测断面不同离河距离地下水水位上升 / 埋深值的统计见表 1。

表 1: 塔里木河应急输水后各监测断面地下水水位上升 / 埋深值统计表单位: m

| 离河距离  | 河岸      | 100     | 500     | 1000    | 影响范围     |
|-------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 英苏    | 8.0/1.0 | 7.0/2.0 | 4.0/5.0 | 1.5/7.0 | 1700/9.0 |
| 喀尔达依  | 6.5/3.0 | 6.0/3.4 | 3.2/5.0 | 1.8/7.0 | 1600/8.2 |
| 阿拉干   | 5.6/5.2 | 5.0/5.5 | 3.5/6.7 | 1.5/8.0 | 1300/9.5 |
| 依干不及麻 | 5.5/3.0 | 4.8/3.0 | 2.5/6.3 | 0.5/7.5 | 1150/8.0 |
| 老英苏   | 5.5/2.5 | 4.4/3.5 | 1.0/8.0 | 0/8.3   | 1000/8.3 |
| 博孜库勒  | 4.8/3.8 | 3.8/4.7 | 0.8/6.8 | 0/8.0   | 900/8.0  |

塔里木河沿河两侧地下水 0-4m、4-6m 与 6-8m 的埋

深面积原为  $5\text{Km}^2$ 、 $129\text{Km}^2$  和  $183\text{Km}^2$ , 而当塔里木河得到应急输水后, 河道两侧地下水的埋深面积得到大幅度增加, 其中, 地下水 0-4m、4-6m 与 6-8m 的埋深面积分别增加了  $15\text{Km}^2$ 、 $132\text{Km}^2$  和  $147\text{Km}^2$ 。这也改善了塔里木河沿河两侧的地下水水质, 地下水的化学类型由  $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Na}^+ (\text{Na}^+ \cdot \text{Mg}^{2+})$  型四元水向  $\text{Cl} - \text{Na}^+$  型二元水演化, 且地下水水质由输水初期的 5.3-7.8g/L 降至 1.1-3.0g/L。

## 2 塔里木河下游应急输水植被恢复响应评估

### 2.1 胡杨个体对应急输水的响应

胡杨是塔里木河沿河栽植的主要植被, 当塔里木河获得应急输水后, 很大程度上改善了胡杨的生长环境, 对沿河横向胡杨林的影响达到离河 900m 的范围。而从直接影响来看, 不同应急输水时段与离河距离的差异, 对不同离河距离的胡杨所受到的直接作用有很大区别。在第一次应急输水后的次年, 离河 200m 范围内的胡杨的生长态势有明显改善。而在经过多次应急输水后, 离河 200-500m 与 500-900m 范围内的胡杨生长速度才有大幅度提升。

对塔里木河下游进行应急输水的目的是补充地下水, 恢复植被生长态势。对于胡杨个体在应急输水后健康恢复等级的确定, 可重点参考胡杨个体的年生长量以及该区域地下水的埋深等两个指标。当塔里木河沿河地下水埋深超过 8m 时, 胡杨个体的年生长量低于 0.1cm, 表示胡杨个体对应急输水的恢复响应变得微弱; 在地下水埋深处于 6-8m 这一范围时, 胡杨年生长量达到 0.2-0.13cm, 表示胡杨个体对应急输水有恢复响应; 在地下水埋深处于 4-6m 这一范围时, 胡杨年生长量达到 0.3-0.2cm, 胡杨个体健康恢复等级达到良; 而当地下水埋深低于 4m 时, 胡杨年生长量超过 0.3cm, 表示胡杨个体处于最佳恢复状态。

### 2.2 植被整体对应急输水的响应

从塔里木河沿河植被群体对应急输水的恢复响应来看, 离河距离、植被种类与数量等都影响着植被整体的恢复响应。与距离塔里木河沿程各河道超过 300m 的区域相比, 离河 300m 这一区域的植被种类更多。同时, 地下水埋深也是影响植被整体对应急输水的恢复响应的重要因素。当塔里木河沿河地下水埋深低于 4m 时, 离河 150m 这一范围内

的植被长势有大幅度提高,且胡杨萌蘖更新苗出现的几率更大;而在地下水埋深超过5m时,离河300m以外范围内的植被整体生长态势会有大幅度降低。

### 3 应急输水最佳方案的拟定与生态修复的保障措施

#### 3.1 最佳应急输水方案的拟定

塔里木河下游应急输水方案的适宜性、科学性,决定着植被恢复响应的效果,对塔里木河下游生态环境的修复也会造成直接影响。因此,对于塔里木河下游的应急输水,应根据下游河道的植被状况、地形地质、生态保护范围等实际情况,遵循生态修复的基本原则,参考《塔里木河近期综合治理规划》的相关内容,设计具体、可行的三套应急输水方案,据此拟定塔里木河下游应急输水的最佳方案。三套具体的应急输水方案如下:方案一:基于塔里木河的多次应急输水,现在可沿着其文阔尔河线状连续输水5个月,输水时间定在6~10月。方案二:基于塔里木河多次应急输水,现可沿着其文阔尔河和老塔里木河同时线状连续输水4个月,分两次进行输水,输水时间定为3~4月和7~8月。方案三:基于塔里木河多次应急输水,现可沿着其文阔尔河与老塔里木河同时线状连续输水五个月,输水时间定为6~10月。

通过建立塔里木河沿程各河道的水流演进模型与地下水数值模拟模型等进行仿真模拟,结合对塔里木河下游应急输水相关监测治理的研究,可对上述三种输水方案进行模拟,从而确定最佳的应急输水方案,以方案三为最佳且可行性更高。同时,在确定输水量的基础上,还应结合对塔里木河下游应急输水实际情况的研究,根据塔里木河下游线状、机动区域输水、面状等多个方面,通过利用大系统优化理论,设计科学、适宜的水量配置框架,以便为塔里木河下游应急输水提供切实可行的方案。

根据《塔里木河流域近期综合治理规划》可知,大西海子水库向塔里木河下游下泄的水量达到 $3.5 \times 10^8 \text{m}^3$ ,但仅有 $0.1 \times 10^8 \text{m}^3$ 的水量进入台特马湖。主要是因为塔里木河沿程自然河道面状消耗水量达到 $1.135 \times 10^8 \text{m}^3$ ,而河道线状消耗水量达到 $2.265 \times 10^8 \text{m}^3$ 。通过对塔里木河下游应急输水植被恢复响应的分析,经过塔里木河沿程河道线状与面状两种形式对输水量的消耗,有助于形成布局合理且稳定的植被组合结构,对改善塔里木河下游生态环境具有重要意义。塔里木河下游植被恢复与改善面积详见表2。

表2:塔里木河下游植被恢复与改善面积汇总表

| 输水方式 | 地下水埋深<br>(m) | 区间植被改善面积(K m <sup>2</sup> ) |            |              | 小计   |
|------|--------------|-----------------------------|------------|--------------|------|
|      |              | 大西海子—<br>英苏                 | 英苏—阿拉<br>干 | 阿拉干—台<br>特马湖 |      |
| 线状输水 | 0-4          | 39                          | 47         | 23           | 109  |
|      | 4-6          | 80                          | 100        | 122          | 302  |
|      | 6-8          | 123                         | 130        | 198          | 451  |
|      | 小计           | 242                         | 277        | 343          | 862  |
| 面状输水 | 固定           | 80                          | 176        | 148          | 404  |
|      | 机动           | 10                          | 20         | 20           | 50   |
|      | 小计           | 90                          | 196        | 168          | 454  |
| 合计   |              | 332                         | 473        | 511          | 1316 |

#### 3.2 生态修复的保护措施

为实现对塔里木河下游应急输水水量的合理配置,保证应急输水方案的顺利实施,可根据实际输水方案与塔里木河下游的实际情况,在疏浚河道的基础上,修剪适量的生态闸和节制闸,并制定相应的生态恢复措施,如在库尔干一台特马湖河道两侧修建机械沙障、生态封育等,结合对该地区地理状况与植被生长特点的研究,采取补种补植、生态输水等措施对塔里木河下游生态环境进行系统修复。

为改善塔里木河下游的生态环境,可在塔里木河沿程各河道的适宜地方建设生态示范区,如将胡杨萌蘖更新示范区建设于阿拉干、在英苏地区建设植被人工种植试验区等。与罗布麻、沙拐枣等植被相比,胡杨的萌蘖能力更强,特别是胡杨的水平侧根,因而在以生态修复方式对塔里木河下游生态环境进行改善时,可充分利用胡杨水平侧根较强的萌蘖能力,借助挖桩更新后桩坑四周的萌条进行新胡杨林的培育。

此外,开沟断根更新也是对塔里木河下游自然环境进行生态修复的有效方法,但该方法的实施要求对沟槽开挖的间距和尺寸进行严格控制,一般沟槽的深度应控制在0.5~0.7m,而宽度应控制在0.3~0.4m。基于塔里木河下游机械沙障的建设需求,可采用芦苇方格结合芦苇围栏的方式对下游进行机械固沙,并根据实际地理状况,建立适宜的固沙系统,利用植被种植逐步取代机械固沙,以便实现对塔里木河下游自然环境的生态修复。

### 4 结束语

塔里木河下游生态环境的系统修复是缓解荒漠化的重要手段。塔里木河下游应急输水的实践表明,通过拟定最佳输水方案持续向塔里木河下游沿程河道进行应急输水,并建立科学、适宜的生态保护措施,有助于改善塔里木河下游的生态环境,对土地沙漠化也具有一定的遏制作用。

#### 参考文献:

- [1]皮原月,叶茂,徐长春.塔里木河下游不同退化阶段胡杨径向生长量变化特征[J].水土保持研究,2016,23(04):313
- [2]周洪华,李卫红,李玉朋,等.基于树木年轮技术的塔里木河下游河岸胡杨林生态需水量研究[J].生态学报,2017,(22):1-9
- [3]努热曼古丽·图尔荪.生态输水对塔里木河下游地下水变化的影响分析[J].宁夏农林科技,2014,55(07):58.
- [4]努热曼古丽·图尔荪.生态输水对塔里木河下游地下水变化及胡杨生长的影响[D].新疆大学,2012.
- [5]陈永金.塔里木河下游生态系统自维持能力分析[A].中国自然资源学会、新疆自然资源学会.发挥资源科技优势保障西部创新发展——中国自然资源学会2011年学术年会论文集(下册)[C].中国自然资源学会、新疆自然资源学会,2011:2.