

塔里木河干流水资源时空分布特征及利用分析

李君禹

新疆维吾尔自治区塔里木河流域干流水利管理中心

DOI:10.32629/hwr.v10i2.6867

[摘要] 塔里木河作为我国第一大内陆河,其干流水资源时空分布直接影响流域生态安全与社会经济发展。本文基于塔里木河干流水文数据及相关研究资料,分析其水资源时间、空间分布特征,探讨当前水资源开发利用现状、存在问题及成因,提出科学合理的利用对策。研究表明,塔里木河干流水资源时间分布呈现明显季节性差异,夏季径流量占比极高,年际变化相对稳定;空间上呈上游至下游递减的耗散型特征。当前水资源利用存在供需矛盾突出、利用效率偏低、生态环境恶化等问题,需通过强化统一调度、推进节水改造、加强生态保护等措施,实现水资源可持续利用。

[关键词] 塔里木河干流; 水资源; 时空分布; 利用效率; 生态保护

中图分类号: TV211.1 文献标识码: A

Analysis of Spatial and Temporal Distribution Characteristics and Utilization of Water Resources in the Mainstream of the Tarim River

Junyu Li

Water Conservancy Management Center of the Mainstream of the Tarim River Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region

[Abstract] As the largest inland river in China, the temporal and spatial distribution of water resources in the mainstream of the Tarim River directly affects the ecological security and socio-economic development of the basin. Based on hydrological data and relevant research materials of the Tarim River mainstream, this paper analyzes the temporal and spatial distribution characteristics of its water resources, discusses the current status, existing problems, and causes of water resource development and utilization, and proposes scientific and reasonable utilization countermeasures. The research shows that the temporal distribution of water resources in the Tarim River mainstream exhibits significant seasonal differences, with a high proportion of runoff in summer and relatively stable interannual variations; spatially, it presents a dissipative characteristic of decreasing from upstream to downstream. Current water resource utilization faces prominent issues such as supply-demand imbalance, low utilization efficiency, and ecological environment deterioration. Measures such as strengthening unified dispatching, promoting water-saving renovation, and enhancing ecological protection are needed to achieve sustainable utilization of water resources. **Keywords:** Tarim River mainstream; water resources; temporal and spatial distribution; utilization analysis

[Key words] Tarim River mainstream; water resources; spatiotemporal distribution; utilization efficiency; ecological protection

引言

塔里木河流域地处我国西北干旱区,是维系塔克拉玛干沙漠边缘生态系统的“生命之河”,其干流贯穿新疆南部,涵盖多个地州及兵团农牧团场,承载着流域内生产、生活与生态用水的重要使命。受气候、地形及人类活动影响,塔里木河干流水资源时空分布极不均衡,加之近年来流域经济发展与人口增长,水资源供需矛盾日益突出,下游曾出现长期断流、生态退化等问题。

开展塔里木河干流水资源时空分布特征及利用分析,明确其分布规律与利用短板,对优化水资源配置、保护流域生态环境、推动区域可持续发展具有重要的理论与实践意义。本文结合现有数据与研究成果,系统剖析其时空分布特征,探讨利用现状与改进路径。

1 塔里木河干流概况及水资源补给特征

1.1 干流区域概况

塔里木河干流发源于肖夹克,止于台特玛湖,全长1321km,自身不产水,全部由源流补给。目前形成“四源一干”补给格局,即阿克苏河、叶尔羌河、和田河、开都河-孔雀河为主要补给水源。其中阿克苏河补给量占干流总水量的70%以上,是主要的补给来源。干流流经塔克拉玛干沙漠北缘,属于典型的暖温带大陆性气候,流域干旱少雨,年降水量不足50mm,年蒸发量达2000mm以上。气候条件决定该地区水资源匮乏且损耗量大。干流沿岸分布有绿洲、荒漠等不同的地貌,绿洲是流域内人口聚居、农业生产的重要地区,也是水资源消耗的主要地区,干流水资源的分布和变化直接影响到绿洲的生存和发展。流域总面积为105.0万km²,包含5个地州、42个县(市)、新疆生产建设兵团4个师局55个农牧团场,是多民族聚居区,水资源的合理利用关系到民族团结和稳定^[1]。

1.2 水资源补给类型及特征

塔里木河干流水资源补给类型主要为高山冰雪融水,季节性积雪融水、雨水和地下水补给等,各种补给方式存在明显的时空差异,并且受到气候变化的影响而表现出一定的动态变化特点。高山冰雪融水主要来源于天山南麓、昆仑山北麓的冰川融水,主要分布在海拔3000米以上的高山地区,是夏季径流量的主要来源,受气温影响较大,温度每升高1℃,融水量就会增加8%到10%,从而影响干流径流量的季节变化和年际波动。从监测数据可以得出天山山脉塔里木河流域片区冰川总面积为2.6万平方公里,冰川储量为2800立方公里,每年冰川融水量为25亿立方米,占干流总补给量的60%以上,是保证干流水资源稳定的关键。季节性积雪融水主要分布在海拔1500米到3000米之间的中低山地带,春季3月份到4月份气温回升到0℃以上时,积雪慢慢融化汇入河流,形成春季径流峰值。该时段补给量占年径流量的12%,对缓解流域春旱、保障春播灌溉用水起到重要作用,但是受冬季降雪量的影响比较大,年际波动较大^[2]。

雨水补给主要分布在中低山地带和河谷地区,天山山区夏季受西风气流影响降水较多,年均降水量达200-300mm,是该区径流的主要补给源,但由于流域整体为极端干旱区,平原区年降水量不足50mm,所以雨水补给在干流总补给量中占比仅为5%-8%,对干流水资源总量的影响不大。地下水补给多发生在河谷和平原地区,山区降水或冰雪融水下渗后,经地下含水层渗透到河谷,以泉流形式溢出补给河流,是干流枯水期(12-2月)的主要补给来源,补给量占枯水期径流量的70%以上,保证了干流枯水期基本径流,维持了河道生态基流。流域地表水天然径流量平均为398.3亿立方米,其中干流径流量占30%,平原区地下水天然补给量为44.45亿立方米,各种补给相互配合、相互补充,构成了塔里木河干流水资源的完整补给体系,也决定了干流水资源时空分布的基本格局。

1.3 水资源总量及变化趋势

塔里木河干流多年平均径流量比较稳定,年径流变差系数为0.21,年径流最大值和最小值之比为2.3,年际变化比较平稳。根据近几年的监测数据可知,干流上中下游年均来水量分别为

45.89亿立方米、27.48亿立方米、6.23亿立方米,呈沿程递减的趋势。20世纪70年代初,下游来水量急剧减少到2.47亿立方米,1972年大西海子水库以下河道完全断流,直到2000年才开始进行生态输水,下游河道来水量逐年上升,2002年至2020年间下游河道来水量均值为5.31亿立方米。近三十年来,由于全球气候变暖的影响,流域地表水面积呈增长趋势,降水作为主要的气候因素,对地表水面积的变化有显著影响,而生态输水又进一步优化了水资源的空间分布格局,使干流水资源总量保持稳步恢复的趋势。

2 塔里木河干流水资源时空分布特征及利用现状分析

2.1 水资源时间分布特征

塔里木河干流水资源时间分布有明显的季节性特点以及比较稳定的年际变化情况,主要是由于气候因素以及补给类型造成的。从季节性分布上看,径流量季节分配很不均匀,主要集中在夏季(6~8月),此时径流量占全年径流总量的60%~80%,主要是由于夏季气温升高,高山冰雪融水大量流入,再加上一定的夏季降水补给,形成年度径流峰值。春季(3-5月)径流量最少,主要来自中低山地带的季节性积雪融水,占年径流量的10%-15%,此时段正是农业灌溉的关键时期,径流补给不足容易造成春旱。秋季(9月至11月)径流量占总径流量的5%到10%,气温下降,冰雪融水减少,降水也少,径流量逐渐下降。冬季(12月至2月)径流量最少,只占年径流量的2%~5%,河流进入枯水期,主要靠地下水补给维持基本径流,部分河段会出现结冰现象^[3]。

从年际变化上看,塔里木河干流水资源年际变化比较稳定,年径流变差系数只有0.21,远低于我国北方黄河、海河等河流,主要是由于高山冰雪融水补给的稳定性,冰川融水受气温变化的影响具有一定的滞后性,冰川储量较大,在一定程度上可以缓冲气候波动的影响。但是在人类活动和气候变化的双重作用下,年际变化也表现出一定的波动性,20世纪70年代到90年代,由于源流区农业扩张、引水工程增多,源流区引水量由20世纪50年代的10亿立方米增加到35亿立方米,造成干流径流量出现小幅下降趋势,年均下降速率约为0.3亿立方米,下游断流时间从每年1-2个月延长到6个月以上,尾间台特玛湖逐渐干涸。

2000年后,由于塔里木河流域综合治理工程的实施以及生态输水工程的常态化开展,干流年际径流量趋于稳定,下游来水量得到保证,2002年至2020年下游河道来水量均值为5.31亿立方米,比20世纪90年代末期增长了近80%。近些年来,由于全球气候变暖造成高山冰川储量不断缩减,年均减少速率约为1.2亿立方米,冰雪融水补给的长期稳定状况受到威胁,预计未来50年内冰川融水量会先增后减,到2050年以后融水量可能会出现明显下降,从而对未来的干流水资源年际变化造成较大影响,加大水资源供需矛盾。同时极端气候事件(夏季极端高温、冬季极端降雪)频繁发生,又加大了干流水资源年际变化的不确定性,给水资源调度和管理带来更大的困难^[4]。

2.2 水资源空间分布特征

塔里木河干流水资源空间分布存在明显的“上游富集、下

游匮乏”沿程递减特点,是典型的耗散型河流,主要缘由是干流无区间入流,沿途蒸发、下渗和人类活动消耗量大。从上游到下游,径流量呈递减趋势,上游肖夹克至英巴扎段年均径流量约为45.89亿立方米,该河段处于绿洲上游,地势较平坦,蒸发、下渗损耗小,且有阿克苏河等源流不断补充,水资源较为充沛,是干流水资源的储存区。中游英巴扎到恰拉段年均径流量约为27.48亿立方米,该河段流经平原绿洲区,是农业灌溉和人口聚居的主要地区,人类活动耗水量大,河道迂回曲折,蒸发和下渗损耗增大,径流量比上游明显减少,损耗量占上游来水量的40%左右。

下游恰拉至台特玛湖段年均径流量仅为6.23亿立方米,为水资源最匮乏的地区,该河段全长约428km,流经塔克拉玛干沙漠腹地,气候极度干旱,年蒸发量达2500-3000mm,无有效区间入流补给,同时受上游引水的影响,径流量大幅度下降,20世纪70年代出现长期断流,尾间台特玛湖干涸,周边胡杨林大面积死亡,土地沙漠化速度加快,年均沙漠化面积扩展约15平方公里。2000年以后国家开始实施塔里木河下游生态输水工程,到目前为止共开展生态输水23次,总输水量达到98亿立方米,下游河道来水量逐渐恢复,台特玛湖水域面积稳定在500平方公里以上,周边植被覆盖率由原来的不足5%提高到了现在的25%以上,生态环境得到明显改善^[5]。

2.3 水资源开发利用现状及存在问题

目前塔里木河干流水资源开发利用以农业灌溉、生活用水、工业用水和生态用水为主,其中农业灌溉是最大的用水需求,占总用水量的80%以上。流域内已建有各种水利工程共76座水库、286处引水渠首、4.85万km各级灌溉渠道和460余眼机电井,总库容达25.47亿m³,为水资源的开发利用打下了基础。其中,胜利水库主要担负塔里木灌区农田灌溉和人畜饮水任务,大西海子水库经过改造之后专门用于下游生态供水,库塔干渠则承担着向塔里木河下游输送生态用水和农业灌溉用水的任务。随着流域社会经济的发展,水资源利用率不断提高,夏粮单产连续增长,博斯腾湖水质稳定保持在Ⅲ类,台特玛湖生态水位一直保持在标准范围内,实现了生产、生活、生态用水的初步协调。

但是塔里木河干流水资源开发利用还存在着许多问题,这些问题是互相交织在一起的,从而影响到流域水资源的可持续利用以及生态环境的持续改善。一是水资源供需矛盾突出,由于人口增长、农业扩展,源流区用水量急剧上升,使干流水量减少,上游耗水增多又加重了下游的水资源短缺状况,20世纪50年代到90年代末期,下游来水量由近13.53亿m³降至不足3亿m³,耗水比例由27.5%降至6.35%。目前流域总人口超过1200万人,比2000年增长了约40%,农业灌溉面积达到3500万亩,比2000年增加了约800万亩,生产生活用水需求不断增大,干流水资源总量有限,供需矛盾日益突出,有些地方出现了“争水”的现象。

流域农业综合毛灌溉定额达到800~1000m³/亩,远大于全国平均值(500m³/亩),干流区渠系水利用系数仅为0.313,远低于

于新疆其它流域0.7左右的水平,主要是由于灌溉渠道老化、防渗设施不完善,约有60%的灌溉渠道没有防渗处理,水资源渗漏损耗严重。工业万元产值用水量为172m³,比全国平均水平高出很多,一些高耗水工业企业缺少节水改造,水资源浪费比较严重;生活用水中,居民节水意识薄弱,节水器具普及率不到30%,也有一定的浪费现象。三是生态环境问题突出,长期的水资源不合理利用造成下游断流、土地沙漠化、土壤盐渍化加重,流域沙漠化土地总面积达2.83万平方千米,占流域总面积的27%,干流盐渍化耕地面积1250平方千米,占耕地面积的70.2%,胡杨林面积从20世纪50年代的540万亩减少到2000年的270万亩,生态系统遭到严重破坏。四是对管理体制的建设重视不够,曾经的兵地分割、多头治水模式造成水资源调度不合理,虽然实现了九源一干统一管理,但是部分区域水资源利用仍然存在无序开发现象,跨区域、跨部门的水资源协调机制还不健全,水资源有偿使用制度落实不到位,难以实现水资源的优化配置。

3 结语

塔里木河干流水资源时空分布受气候、地形和人类活动三者共同影响,具有时间上夏季集中、年际稳定,空间上上游富集、下游匮乏的特点。作为我国西北干旱区重要的生态屏障和水资源载体,它的水资源合理开发利用对于流域生态安全、社会稳定、经济发展起着不可替代的作用。目前,塔里木河干流水资源利用虽然取得了一定的成效,生态输水使下游生态环境逐渐得到恢复,水资源调度管理能力不断提高,但是仍然存在供需矛盾突出、利用效率低、生态保护压力大等主要问题。未来要不断强化水资源统一调度,完善“九源一干”管理机制,推进农业、工业节水改造,提高水资源利用率,继续加大生态输水力度,改善输水方式,促进下游生态系统持续恢复,加强水资源监测与保护,建立健全水资源管理制度,实现水资源开发利用和生态环境保护的协调发展,使塔里木河这条“生命之河”持续滋养流域各族人民,筑牢我国西北生态安全屏障。

[参考文献]

- [1]刘静,李琳,宗全利.31a来塔里木河干流新其满河段河道演变特性[J].人民黄河,2026,48(02):65-71.
- [2]王粒全,张新,艾尔夏提·艾尔肯.塔里木河干流地下水水位对植被生长覆盖变化的影响[J].科技视界,2025,15(31):65-67.
- [3]高久洲,李琳.塔里木河干流英巴扎至乌斯满河段演变对两岸生态引水影响预测[J].干旱区地理,2025,48(10):1771-1782.
- [4]钱明睿,周永强.塔里木河流域溶解性有机物组成特征及对碳排放的潜在驱动机制[J].地理学报,2025,80(7):1973-1990.
- [5]穆尼热·赛买提.基于用水总量红线的塔里木河干流天然植被保护生态输水量分析[J].水利规划与设计,2025(8):30-34.

作者简介:

李君禹(1993--),男,汉族,黑龙江省萝北县人,大学本科,助理工程师,研究方向:生态输水效益,水生态安全,水资源保护。