

# 2000—2018 年玛纳斯河流域水资源利用与空间匹配分析

崔坚

新疆玛纳斯河流域管理局, 中国·新疆 石河子 832000

**摘要:** 归纳了 2000—2018 年玛纳斯流域的用水结构演变情况, 通过洛伦兹曲线、基尼系数和信息熵理论探讨了玛纳斯河流域水资源空间匹配程度。从结果看, 2000—2018 年, 玛纳斯河流域用水量总体上有所增加, 但整体变化程度较小, 用水结构信息熵总体上保持增长, 用水总量得到控制, 用水系统有更高均衡度, 生态用水和生活用水空间分布不均衡程度上升, 但随着技术发展, 生态用水空间分布渐趋均衡。为促进玛纳斯河流域经济社会的健康发展, 需优化产业结构, 发展低耗水产业, 集约利用水资源, 提高生态环境保护力度, 完善水资源管理体制机制。

**关键词:** 玛纳斯河流域; 用水结构; 水资源利用

## Analysis of Water Resource Utilization and Spatial Matching in the Manas River Basin from 2000 to 2018

Jian Cui

Xinjiang Manas River Basin Management Bureau, Shihezi, Xinjiang, 832000, China

**Abstract:** This paper summarizes the evolution of water use structure in the Manas River Basin from 2000 to 2018, and explores the spatial matching degree of water resources in the Manas River Basin through Lorentz curve, Gini coefficient, and information entropy theory. From the results, it can be seen that from 2000 to 2018, the water consumption in the Manas River Basin has generally increased, but the overall degree of change is relatively small. The information entropy of water use structure has maintained an overall increase, and the total amount of water use has been controlled. The water use system has a higher degree of balance, and the degree of spatial distribution imbalance between ecological and domestic water use has increased. However, with the development of technology, the spatial distribution of ecological water use has gradually become more balanced. To promote the healthy development of the economy and society in the Manas River Basin, it is necessary to optimize the industrial structure, develop low consumption water industries, intensively utilize water resources, enhance ecological environment protection, and improve the water resource management system and mechanism.

**Keywords:** Manas River Basin; water structure; water resources utilization

## 1 引言

某水系统在一定时期内的各类用水组成即该系统的用水结构, 而各地区水短缺状况又可通过水资源空间匹配程度反映。在有限的水资源条件下, 用水结构的合理程度对社会协调、持续和稳定发展有较大影响, 而用水结构又受人口、社会经济等要素的影响<sup>[1]</sup>。目前, 关于水资源利用及其演变规律已有较多研究, 如雷欢等<sup>[2]</sup>以陕西省用水结构为研究对象, 通过信息熵探讨其演变趋势, 并以灰色关联度分析其驱动力。洪思扬等<sup>[3]</sup>通过洛伦兹曲线研究了人口、土地利用、GDP 等与水资源的空间匹配度。张洪波等<sup>[4]</sup>基于榆林市用水结构空间特征, 通过熵值及生态位分析探讨了各区域的用水情况。

近年来, 在大规模水土资源开发的影响下, 玛纳斯河流域开始出现泉流量和地下水持续下降等生态病害, 而探讨水资源空间均衡状况及用水演变情况可为改善生态病害, 促

进社会经济健康发展提供理论支撑。但从现有研究看, 此类研究多仅从涌水结构或环境变化时的水文响应机理等出发, 而未考虑各区域的水资源时空匹配情况。因此, 论文将以玛纳斯河流域现有用水资料, 借助信息熵理论, 探讨各区域的用水结构变化趋势, 并结合基尼系数和洛伦兹曲线研究水资源与各要素的空间匹配程度, 为玛纳斯河流域水资源配置的优化和经济社会健康发展提供理论支撑。

## 2 玛纳斯河流域概况

作为中国西北部内陆河流域的典型之一, 玛纳斯河流域有长约 400km 的河道, 面积达 3.4 万 km<sup>2</sup>。在风沙、水流和地质等作用下, 玛纳斯河流域地形地貌表现为北低南高, 可大致分成下游荒漠区、山前平原区和上游山区。山区及平原绿洲分别为主体产流区和径流耗散区, 玛纳斯河流域绿洲有 1.08 万 km<sup>2</sup> 总面积, 为新疆粮棉的重要来源地。

### 3 用水量及用水结构变化

#### 3.1 用水量多年变化

2000—2018 年，玛纳斯河流域用水量上升仅约 11.6%，但增长的阶段性显著。具体为：2000—2014 年用水量总量减少约 10.5%；2005—2008 年用水量显著增长，2008 年有 27.2 亿 m<sup>3</sup> 的用水量峰值；2009—2015 年用水量渐趋平稳，其中 2012 年有较快用水增长，约有 9.1% 增长率；2016—2018 年用水量稳定上升。

#### 3.2 用水结构演变分析

在玛纳斯河流域中，农业用水为主要用水类型，在用水量总量中农业用水平均比重约 92%，平均用水量约为 23 亿 m<sup>3</sup>，变化趋势类似于用水量趋势。此外，因大规模节水和耕地扩张的影响，用水自主变化性出现较大变化，且表现为渐进式上升；因工业经济水平上升，2000 年到 2018 年，工业用水量从 0.39 亿 m<sup>3</sup> 上升到 1.77 亿 m<sup>3</sup>，平均用水量约 1.05 亿 m<sup>3</sup>；2000—2018 年，生活方面的用水比例有所上升，由不足 2% 上升至近 3%，而平均占比达到 2.3%。生态方面的用水量相对较少，并且整体呈现较为稳定的发展趋势。总体而言，随着时间的推移，工业用水、生活用水与生态用水三个方面的用水量得到增长，但主要的用水方面仍然为农业，由此可知，为了有效控制用水量，必须加强对农业节约用水方面的重视，通过产业结构的优化与调整，尽可能的提高水资源的利用水平。但节约农业用水需要在保障正常用水以及满足粮食生产需求的基础上，满足水资源可持续发展的需要。

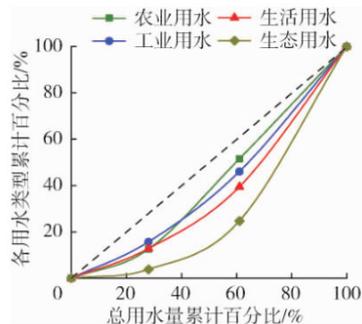
总体而言，流域的用水结构信息可根据时间的不同分为四个时间节点：① 2000—2003 年：这一时期的水资源应用量相对较多，用水量提升幅度明显，这一时期中国落实发展西部大开发，工业经济的发展得到前所未有的推动，这一时期的工业应用水量相对较多；② 2004—2008 年：这一时间段内的用水结构仍然较为稳定，数据显示农业用水量相对较多，并且增长速度较快；③ 2008—2013 年：这一时期的用水量仍然持稳定增长趋势；④ 2014—2018 年：这一阶段的用水量在稳定状态，2016 年用水量达到峰值，此后不断减少，由此可知该区域的整体用水量处于稳定发展状态，并且在合理控制范围内，与此同时玛纳斯河流域用水系统随着时间的发展而体现出更为可观的均衡度。

从不同区域的发展情况而言，玛纳斯县的用水数值相对较高，并且整体呈现出较为显著的波动情况，该县区在 2006—2008 年数值增加明显，而后至 2015 年逐渐趋于平缓，在 2015 年后正常速度相对较慢；石河子的信息具有一定的稳定性，在 2008 年之后数值增长速度明显，2016 年后数值较为稳定；沙湾县在 2000—2003 年的数值相对稳定，而后进入阶段性增长时期，直至 2014 年增长速度才趋于平缓。就玛纳斯河流域整体分析可知，用水结构均衡度以及具体数值在前阶段发展较低。与此同时，农业用水的占比相对较高，工业经济用水和第三产业用水较少，相较于其他区域

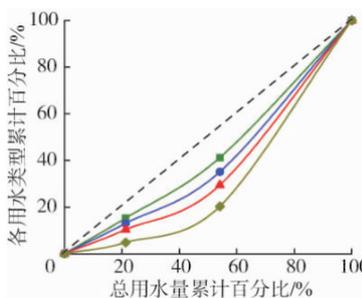
的用水而言，该区域的用水结构呈现不均衡性，并且受到一定的外界因素影响。

### 4 不同用水类型空间分布均衡度

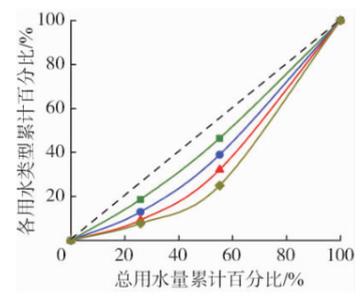
2000 年、2010 年、2018 年玛纳斯河流域各用水类型的洛伦兹曲线见图 1。其中，绝对平均线以黑色虚线表示。



(a) 2000 年



(b) 2010 年



(c) 2018 年

图 1 不同用水类型洛伦兹曲线

由图 1 的信息数据可知，玛纳斯河流域在 2000—2018 年的农业用水曲线数值相对平均，而后为生活用水与工业经济用水。相信而言，生态用水的洛伦兹曲线与标准值仍然呈现一定的距离，由此可知该流域的生活、工业、农业三类用水呈现均衡发展的趋势，在生态用水方面呈现不均衡发展的趋势。2018 年后，该流域农业用水的曲线弯曲度相比于前几年有所增长，而工业用水的该项数据指标并无显著的差异性，生活用水与生态用水在该数据指标方面的增长并不明显，由此可知，随着中国工业经济发展水平的提高，工业用水的空间逐渐呈现密集的空间分布趋势，而其他方面的用水在空间分布方面体现出不均度上升的特征。

生活、工业、农业三类用水的用水基尼系数数值相对较小,但该指标数据方面,生态用水的数据值相对较大,这与曲线的变化情况呈现一致性。由数据图表调查可知,在2000—2018年,溶液用水的基尼系数相对较低,由此可知,该方面的用水在空间分布方面呈现绝对平均;工业用水的基尼系数增长幅度在30%以上。由此可知,该项用水的消耗空间分布情况由以往的绝对平均逐渐过渡之比较平均,而该流域内不同地区的工业用水情况存在着较大的差异性,例如石河子市的人口密集度较高,并且工业发展水平较高,因此存在着水资源相对缺乏的情况;生活用水方面的经济系数增长显著。由此可知,生活用水的空间分布情况逐渐由相对平均转移至相对合理平均,这与不同地区的城市化发展程度和人口情况密切相关。生态用水的基尼系数数值呈现阶段性缩小的特征,由此可知生态用水空间分布方面体现出越来越高的均衡性,逐渐由差距明显发展为相对合理。

从宏观而言,玛纳斯河流域的用水结构中农业用水的占比仍然在90%以上,仅次于农业用水的为工业用水,生态用水的占比最少。就内陆河水资源的开发情况而言,为了进一步促进中国生态环境的改善必须将经济耗水稳定在一定数值范围内,多次研究发现该数值以30%~50%为最佳,最高不可达到60%。总的来说,为了促进中国社会发展与进步,必须对用水结构加以重视,并且持续改进与优化。

## 5 结语

① 2000—2018年,玛纳斯河流域用水结构信息熵不断增加,用水总量在可控范围内,并且用水系统的各项数据指标改善较为明显,均衡度有所提高。

② 2000—2018年,不同用水方面的基尼系数改善情况

有较大的差异性,其中工业用水的该项数据指标增加态势明显,体现出在空间分布方面的转化特征。伴随节水灌溉等绿色技术的推广与应用,目前该流域的生态用水在空间分布方面逐渐体现出缓和与均衡的特征。

③当前中国的社会经济发展水平较高,与此同时人口仍然呈现高速增长的趋势,在此背景下居民日常生活中所涉及的生活用水与生态用水在空间分布方面逐渐表现出严重的不均衡性,但工业用水随着经济的发展而在空间分布方面逐渐集中。

④为了更好的进行水资源利用与开发,必须重视耕地的的发展情况,切记不可盲目扩张规模,由此才可定期的养护水资源,升级改造产业结构,完善管理体制机制,以推进社会经济发展进步。

### 参考文献:

- [1] 范嘉炜,黄锦林,袁明道,等.广州市用水结构空间均衡差异性分析[J].水资源保护,2020,36(4):82-86.
- [2] 雷欢.陕西省用水结构变化特征及驱动力分析[D].杨凌:西北农林科技大学,2014.
- [3] 洪思扬,宋志松,程涛,等.基于基尼系数的南水北调受水区水资源空间匹配分析[J].北京师范大学学报(自然科学版),2017,53(2):175-179.
- [4] 张洪波,兰甜,王斌.基于洛伦茨曲线和基尼系数的榆林市用水结构时空演化及其驱动力分析[J].华北水利水电大学学报(自然科学版),2018,39(1):15-24.

作者简介:崔坚(1979-),男,中国甘肃天水人,工程师,从事水利工程管理研究。