

# 气候变化背景下玛纳斯河莫索湾灌区配出水量变化分析

习雪峰

新疆维吾尔自治区新疆生产建设兵团第八师石河子市水利工程管理服务中心, 新疆 石河子

收稿日期: 2023年8月17日; 录用日期: 2023年9月20日; 发布日期: 2023年9月28日

## 摘要

当前由于人为因素导致的全球气候变化会直接影响水资源的总量、可用量和水资源安全。莫索湾灌区位于玛纳斯河中下游地区, 地处我国西北干旱地区, 灌区内主要以农业种植为主, 需水量大, 其水源主要依靠玛纳斯河上游山区融雪和降水补给。莫索湾灌区为国民经济发展和边疆建设做出了巨大贡献。在当前气候变化背景下, 本文对灌区2015~2023年的年际配出水量、月平均配出水量和季节平均配出水量进行了变化特征分析, 以期为保障灌区内的用水安全提供数据支撑。

## 关键词

气候变化, 莫索湾灌区, 配出水量, 变化分析

## Analysis on the Change of Water Distribution in Mosuowan Irrigation District of Manas River under the Background of Climate Change

Xuefeng Xi

Eighth Division Shihezi Water Conservancy Engineering Management Service Center, Xinjiang Production and Construction Corps, Xinjiang Uygur Autonomous Region, Shihezi Xinjiang

Received: Aug. 17<sup>th</sup>, 2023; accepted: Sep. 20<sup>th</sup>, 2023; published: Sep. 28<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

The current global climate change caused by human factors will directly affect the total amount,

availability, and water security of water resources. Mosuowan Irrigation District is located in the middle and lower reaches of the Manas River, in the arid region of northwestern China. The irrigation area is mainly focused on agricultural cultivation, with a high demand for water. Its water source mainly relies on snowmelt and precipitation in the mountainous areas of the upper reaches of the Manas River. The Mosuowan Irrigation District has made significant contributions to the development of the national economy and border construction. In the context of current climate change, this article analyzed the variation characteristics of annual, monthly, and seasonal average water allocation in irrigation areas from 2015 to 2023, in order to provide data support for ensuring water safety in the irrigation areas.

## Keywords

Climate Change, Mosuowan Irrigation District, Water Distribution, Change Analysis

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在联合国政府间气候变化专门委员会 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 发布的《第六次评估报告综合报告：气候变化 2023》中指出，从 2011~2020 年，全球地表温度比 1850~1900 年升高了 1.1℃。由于人为因素导致的全球气候变化已经使诸多地区出现了许多极端天气和气候事件，改变了世界的陆地、淡水和海洋生态系统。而温室气体的持续排放将会导致全球气温未来进一步升高，全球升温幅度的最佳估计值会在 2021~2040 年内达到 1.5℃，全球气温的进一步升高会导致一些灾害呈现多发和并发态势[1]。气候变化会直接影响水资源的安全。如，全球变暖会引起降水变化和冰雪融化，改变水文系统，影响水资源总量、可用水量和水质。气候变化会改变降水的时间和强度，加剧水资源时空分布的不均匀性，会使丰水期更加潮湿，增加洪水的风险，而枯水期更加干燥，增加干旱的风险[2]。

新疆地处我国西北，干旱少雨，水资源十分短缺，属于典型的干旱区。玛纳斯河流域位于新疆天山北麓，准葛尔盆地南缘，流域面积约 5156 km<sup>2</sup>。由于地处干旱区腹地，极端缺水，而独特的山盆结构使得流域内水资源循环特征与其他流域迥异。其中，玛纳斯河是流域内最主要河流，全长 400 km，年平均径流量约为 12.7 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup> [3]。根据《水资源利用研究报告》数据指出，2020 年玛纳斯河灌区人口共计 63.43 万人，其中城镇人口 53.67 万人，城镇化率为 84.6% [4]。近几十年来，玛纳斯河流域围绕农业灌溉进行了大规模的水资源开发利用，如修建渠道引水灌溉、兴修水库及渠道防渗等一系列水利工程措施，从而保障了玛纳斯河灌区内广大人民群众的用水量[5]。莫索湾灌区隶属于玛纳斯河灌区，一些学者针对莫索湾灌区的地下水资源特征、土壤剖面盐分的空间分布特征和棉田重金属分布特征等进行了分析，而在当前气候变化背景下，缺乏对莫索湾灌区配出水量变化特征的分析，因此本文的分析能为保障莫索湾灌区的用水安全提供数据支撑。

## 2. 研究区概况和研究方法

### 2.1. 研究区概况

玛纳斯河灌区位于天山北部的玛纳斯河流域平原区，主要由石河子灌区、莫索湾灌区和下野地灌区组成。其中，莫索湾灌区位于玛纳斯河中下游和天山北坡经济开发区核心地带，东连玛纳斯县灌区，南

靠农八师石河子市，西连老沙湾灌区，北邻古尔班通古特大沙漠。主要包括 147 团、148 团、149 团和 150 团 4 个大型农牧团场，灌区总面积为 1326.15 km<sup>2</sup> [6]。灌区内降雨稀少，蒸发强烈，光照充足，热量丰富，无霜期较短，昼夜温差大。气候干燥，北部沙漠区年降水量约为 117.2 mm，南部区可达 184.3 mm，年际丰枯悬殊，年内分配不均，降水多集中在春夏季，多年平均气温为 6.6℃，蒸发量在 1714.6~2260.5 mm 之间，约是降水量的 10 倍以上[7]。灌区地势为东南向西北倾斜，坡降在 1/1000~2/1000 之间，海拔在 291~370 m 之间，主要以农业种植为主，需水量大，其水源主要依靠玛纳斯河上游山区融雪和降水补给。图 1 是玛纳斯河灌区和莫索湾灌区具体地理位置和所配供水范围[4]。

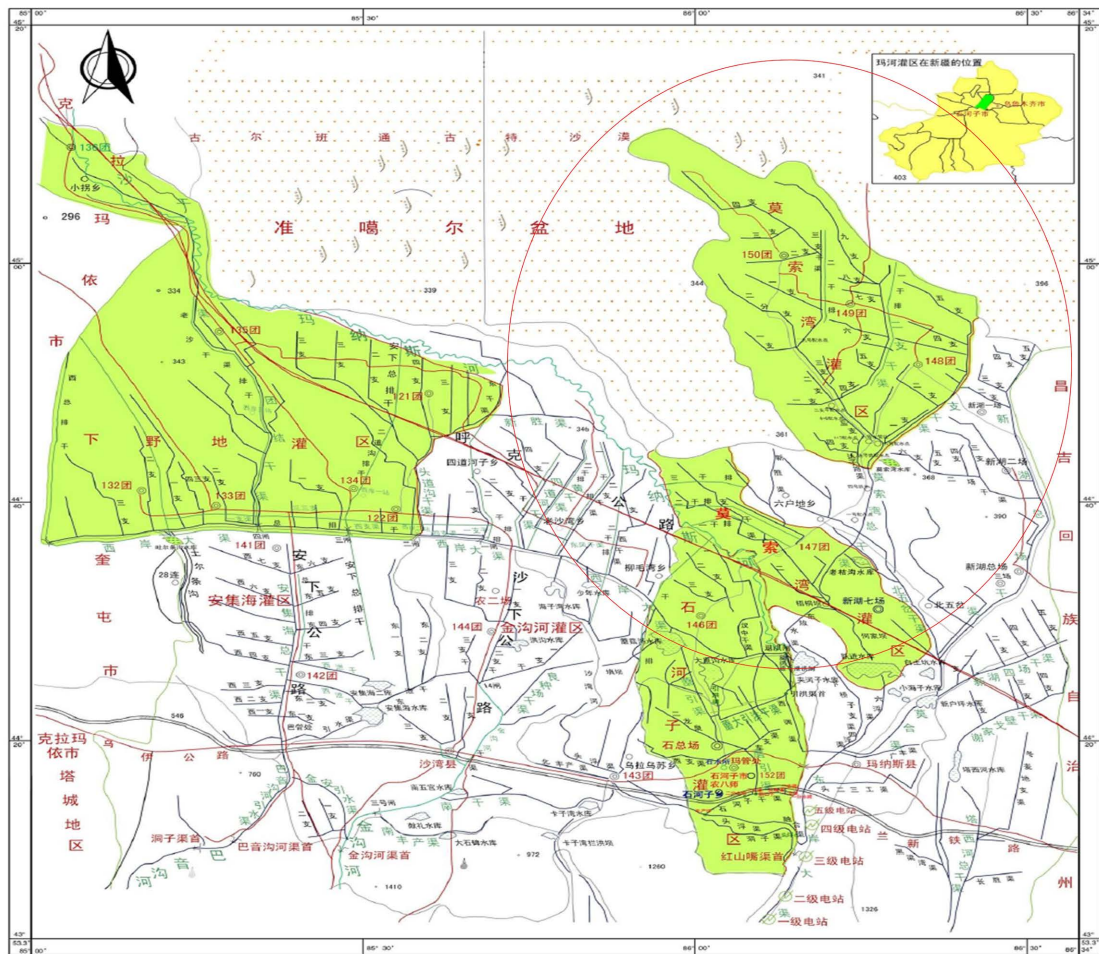


Figure 1. Geographical Location and Distribution of Water Supply in Mosuowan Irrigation District  
图 1. 莫索湾灌区地理位置和所配供水范围

## 2.2. 研究方法

主要使用线性倾向估计法来分析 2015~2023 年莫索湾灌区年配出水量随时间的变化情况。用  $x_i$  表示样本量为  $n$  的配出水量，用  $t_i$  表示  $x_i$  所对应的时间，建立  $x_i$  与  $t_i$  之间的一元线性回归方程为[8]：

$$x_i = a + bt_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

公式(1)是用一条合理的直线来表示  $x$  与其时间  $t$  之间的关系，公式右边的变量是  $x$  对应的时间  $t$ ，而不是其它变量，因此这一方法属于时间序列分析范畴。其中， $a$  为回归常数， $b$  为回归系数。

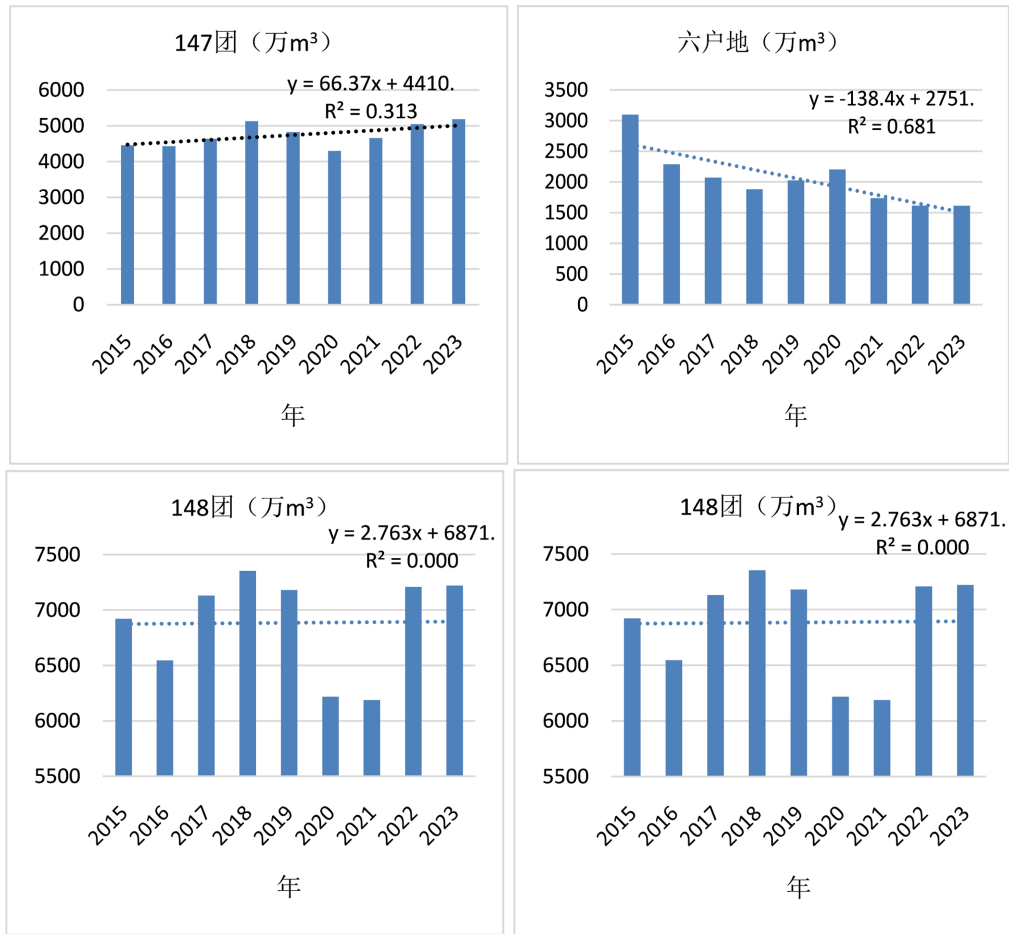
### 3. 结果与分析

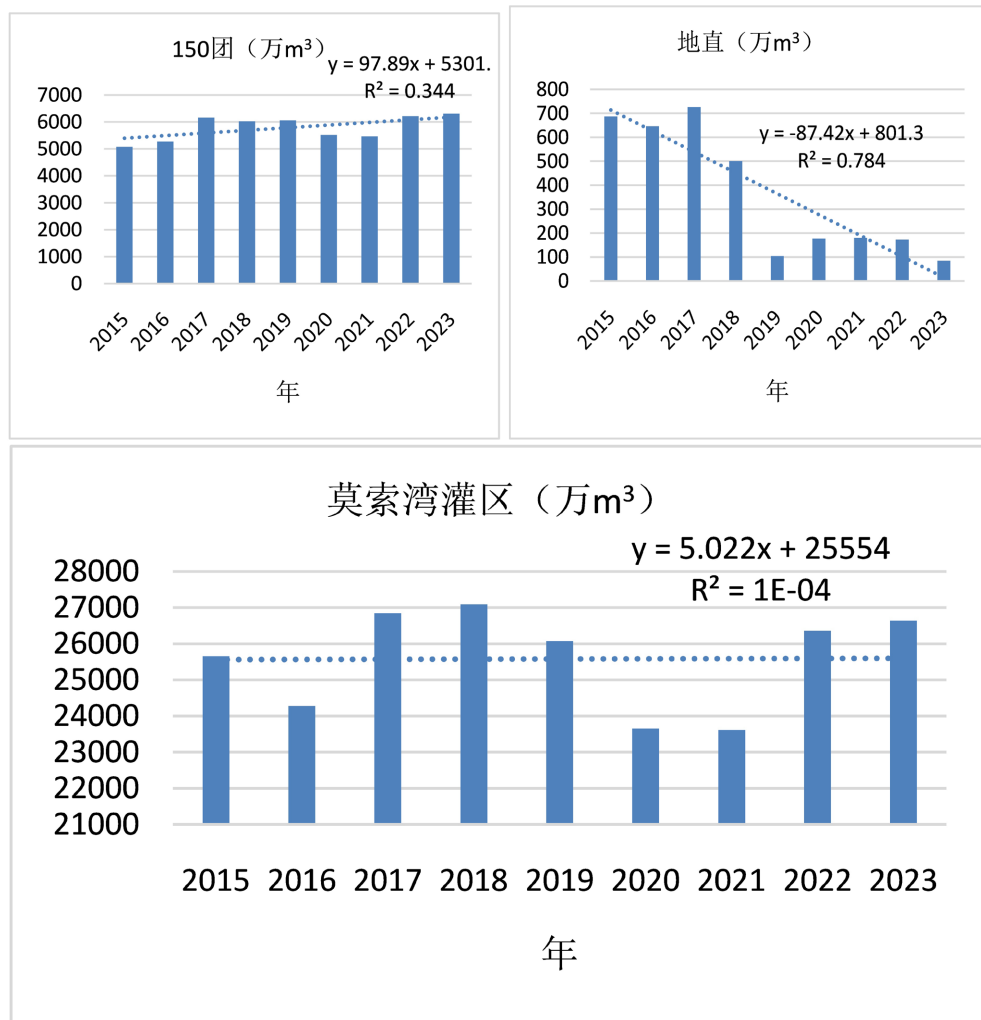
莫索湾灌区所供水和配水范围主要包括 147 团、六户地、148 团、149 团、150 团和地直(其他隶属于地方土地, 由莫索湾灌区渠系提供用水的区域), 其是随着灌区水利工程不断兴建而逐步发展起来的, 特别是二十世纪五十年代末兴建了跃进水库, 夹河子水库以及莫索湾总干渠等大中型骨干水利工程之后, 兵团战士开垦了万亩良田, 建立了庞大的灌溉体系, 摸索出了一套灌区管理经验, 使灌区发展成为全疆乃至全国有名的大型先进灌区, 为灌区国民经济发展和边疆建设做出了巨大贡献[9]。灌区的大型输水渠系的水量调控之前主要采用人工调节方式, 调度人员根据配水计划和渠道中的水位和流量现状, 决定渠道中流量该怎样分配, 再把分配方案通知调闸人员, 调闸人员根据分配的流量确定闸门开度。然而, 近年来为了避免以上这种大水漫灌而造成的水资源浪费, 基于节水灌溉理念, 膜下滴灌技术在玛纳斯河流域各灌区进行了大力推广, 使得水资源利用效率得到了极大地提高, 但同时也使得地下水的补给来源迅速减少, 地下水位呈现持续下降趋势[5] [10]。

这里, 本文主要针对在全球气候变化背景下莫索湾灌区在 2015~2023 年之间的年配出水量、月平均配出水量、季节平均配出水量进行变化特征分析。

#### 3.1. 2015~2023 年莫索湾灌区年配出水量变化分析

图 2 为 2015~2023 年莫索湾灌区以及包括的 147 团、六户地、148 团、149 团、150 团和地直六个区域的年配出水量随时间的变化图。





**Figure 2.** Changes in Annual Water Distribution of Mosuowan Irrigation District from 2015 to 2023  
**图 2.** 2015~2023 年莫索湾灌区年配出水量变化

由图 2 可以看出，147 团从 2015~2023 年配出水量呈增加趋势，9 年中配出水量最多年为 2023 年，配出水量为 5188.08 万 m<sup>3</sup>，最少年为 2020 年，配出水量为 4300.03 万 m<sup>3</sup>，最多年和最少年相差 888.06 万 m<sup>3</sup>；六户地从 2015~2023 年配出水量呈减少趋势，9 年中配出水量最多年是 2015 年，配出水量为 3097.38 万 m<sup>3</sup>，最少年是 2023 年，配出水量为 1612.45 万 m<sup>3</sup>，二者相差 1484.93 万 m<sup>3</sup>；148 团、149 团、150 团从 2015~2023 年配出水量都呈略微增加趋势，9 年中配出水量最多年分别为 2018 年(7353.81 万 m<sup>3</sup>)、2023 年(6226.76 万 m<sup>3</sup>)、2023 年(6311.96 万 m<sup>3</sup>)，最少年分别为 2021 年(6187.12 万 m<sup>3</sup>)、2016 年(5091.059 万 m<sup>3</sup>)、2015 年(5079.58 万 m<sup>3</sup>)，二者相差分别为 1166.69 万 m<sup>3</sup>、1135.701 万 m<sup>3</sup>、1232.39 万 m<sup>3</sup>；地直从 2015~2023 年配出水量呈较明显的减少趋势，9 年中配出水量最多年为 2017 年，配出水量为 687.18 万 m<sup>3</sup>，最少年为 2023 年，配出水量为 84.56 万 m<sup>3</sup>，二者相差 602.62 万 m<sup>3</sup>；莫索湾灌区从 2015~2023 年总配出水量呈现略微增加趋势，9 年中配出水量最多年为 2018 年，配出水量为 27093.82 万 m<sup>3</sup>，最少年为 2022 年，配出水量为 23610.85 万 m<sup>3</sup>，二者相差 3482.97 万 m<sup>3</sup>。综合来看，莫索湾灌区的年总配出水量呈略微增加趋势，其中除六户地和地直的年总配出水量呈减少趋势外，其他四个分区域都呈增加趋势。即，气候变暖使得莫索湾灌区内的用水量有所增加，从而使得年总配出水量增加，但增加幅度不大。

### 3.2. 2015~2023 年月平均配出水量变化分析

图 3 为 2015~2023 年莫索湾灌区以及包括的 147 团、六户地、148 团、149 团、150 团和地直六个区域的月平均配出水量变化图。

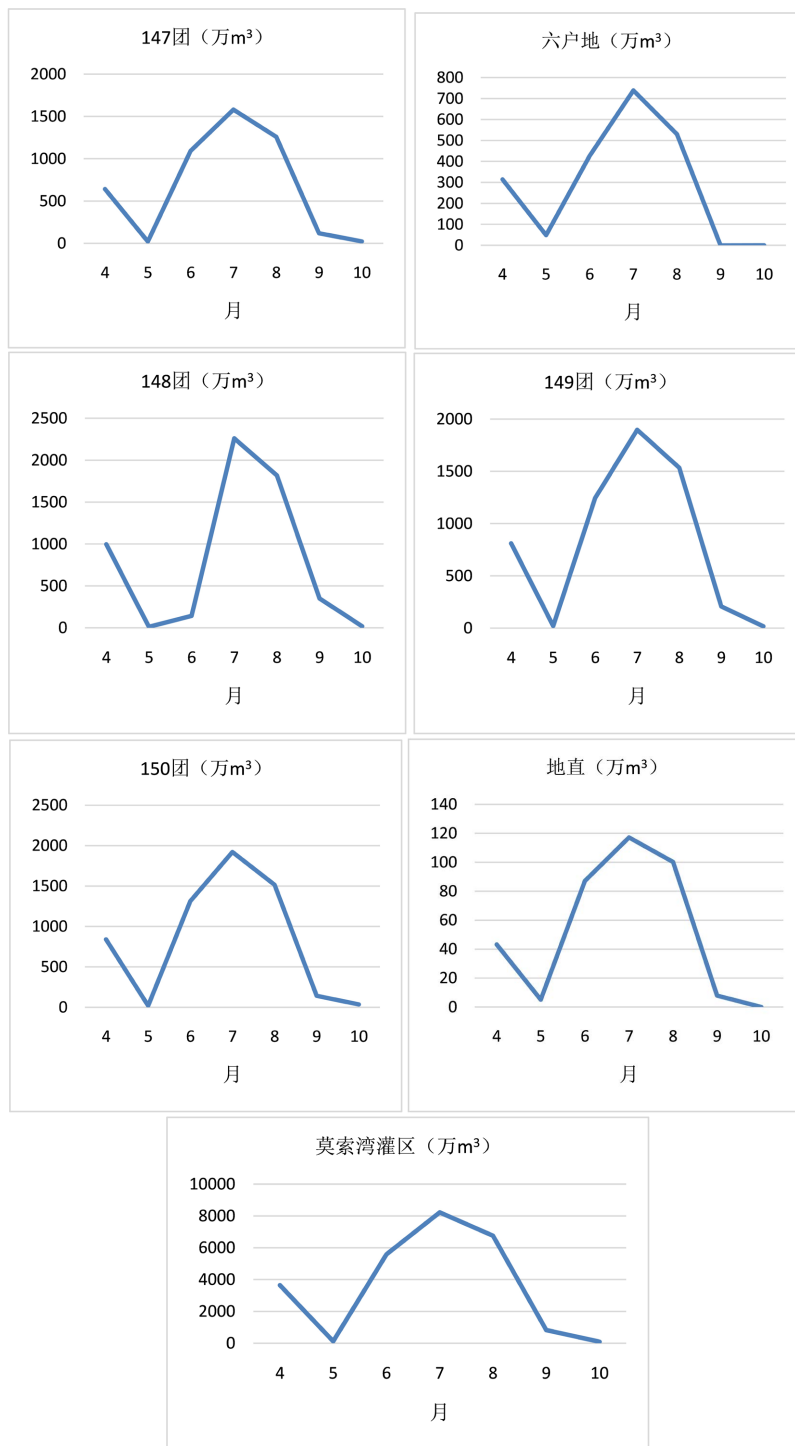


Figure 3. Changes in Monthly Average Water Distribution in Mosuowan Irrigation District from 2015 to 2023  
 图 3. 2015~2023 年莫索湾灌区月平均配出水量变化

由图3可以看出,一年中莫索湾灌区的配出水量主要集中在4~10月,其中,147团从2015~2023年月平均配出水量中7月最多,为1581.46万m<sup>3</sup>,最少月是5月,为22.48万m<sup>3</sup>,最多月和最少月相差1558.98万m<sup>3</sup>;六户地从2015~2023年月平均配出水量中7月最多,为738.75万m<sup>3</sup>,最少月是9月,为0.00万m<sup>3</sup>,二者相差738.75万m<sup>3</sup>;148团从2015~2023年月平均配出水量中7月最多,为2260.86万m<sup>3</sup>,最少月是5月,为12.02万m<sup>3</sup>,二者相差2248.84万m<sup>3</sup>;149团从2015~2023年月平均配出水量中7月最多,为1897.75万m<sup>3</sup>,最少月是10月,为18.41万m<sup>3</sup>,二者相差1879.34万m<sup>3</sup>;150团从2015~2023年月平均配出水量中7月最多,为1920.88万m<sup>3</sup>,最少月是5月,为19.85万m<sup>3</sup>,二者相差1901.04万m<sup>3</sup>;地直从2015~2023年月平均配出水量中7月最多,为117.22万m<sup>3</sup>,最少月是10月,为0.04万m<sup>3</sup>,二者相差117.18万m<sup>3</sup>;整个莫索湾灌区从2015~2023年月平均配出水量中7月最多,为8223.05万m<sup>3</sup>,最少月是10月,为96.65万m<sup>3</sup>,二者相差8126.41万m<sup>3</sup>。综合来看,莫索湾灌区的月平均总配出水量都呈现出7月最多,5月或10月最少的变化特点,整个灌区的最多月和最少月差值可最大达8126.41万m<sup>3</sup>,六个分区中148团相差最大,为2260.86万m<sup>3</sup>。

### 3.3. 2015~2023 年季节平均配出水量变化分析

图4为2015~2023年莫索湾灌区季节灌平均配出水量占比。季节灌主要包括春灌(3~6月)、夏灌(7~9月上旬)和秋冬灌(9月中旬~11月)。图5为2015~2023年莫索湾灌区各分区季节灌平均配出水量占比,也主要涉及春灌、夏灌和秋冬灌三个时期。

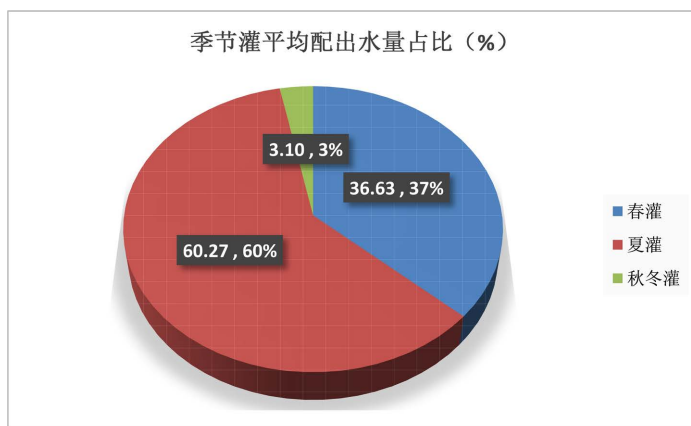
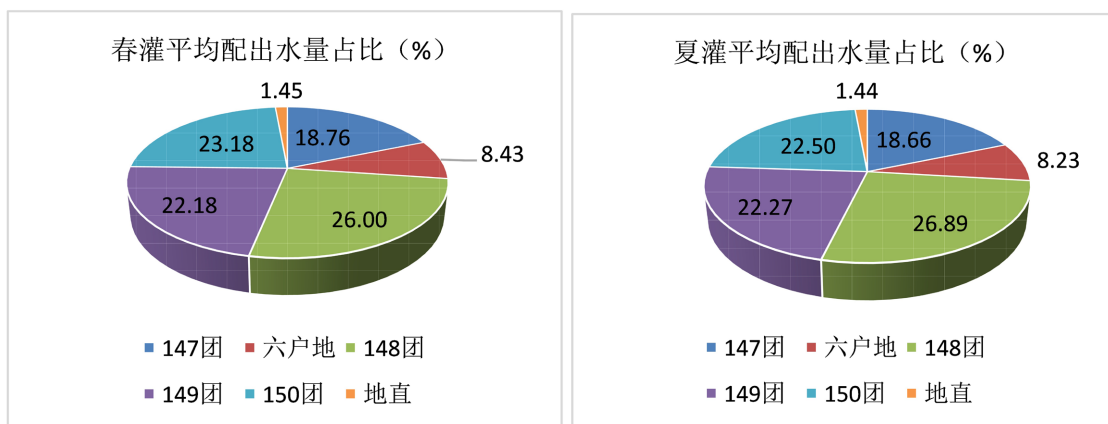


Figure 4. Proportion of Seasonal Irrigation Average Water Distribution in Mosuowan Irrigation District from 2015 to 2023  
图4. 2015~2023年莫索湾灌区季节灌平均配出水量占比



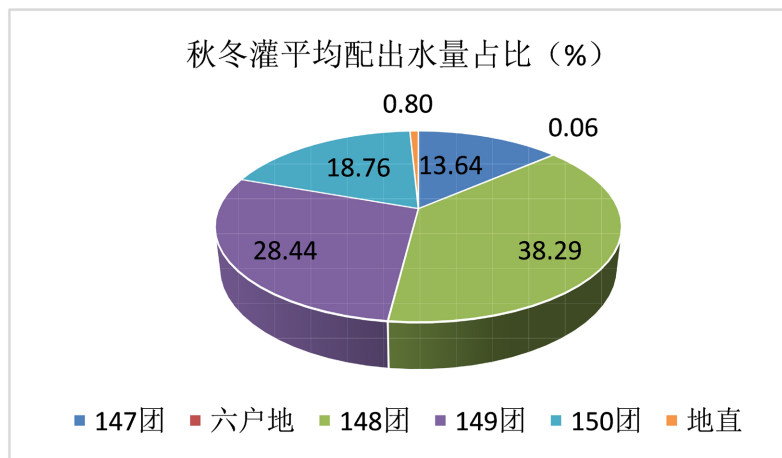


Figure 5. The proportion of average seasonal irrigation water allocation in each district of Mosuowan Irrigation District from 2015 to 2023

图 5. 2015~2023 年莫索湾灌区各分区季节灌平均配出水量占比

由图 4 和图 5 可以看出,2015~2023 年莫索湾灌区季节灌平均配出水量占总平均配出水量的比例中,春灌为 9370.28 万 m<sup>3</sup>, 占比 36.63%, 其中, 六个分区中, 148 团占比最大, 为 26.00%, 地直占比最小, 为 1.45%; 夏灌为 15416.25 万 m<sup>3</sup>, 占比 60.27%, 其中, 六个分区中, 148 团占比最大, 为 26.89%, 地直占比最小, 为 1.44%; 秋冬灌为 792.64 万 m<sup>3</sup>, 占比 3.10%, 其中, 六个分区中, 148 团占比最大, 为 38.29%, 六户地占比最小, 为 0.06%。综合可知, 年内夏灌占比最大, 秋冬灌占比最小, 其中 148 团占比最大, 地直相对占比最小。

#### 4. 结论

(1) 2015~2023 年, 莫索湾灌区的年总配出水量呈略微增加趋势, 其中除六户地和地直的年总配出水量呈减少趋势外, 其他四个分区域都呈增加趋势。气候变暖使得莫索湾灌区内的用水量有所增加, 从而使年总配出水量增加, 但增加幅度不大。

(2) 莫索湾灌区 2015~2023 年的月平均总配出水量都呈现出 7 月最多, 5 月或 10 月最少的变化特点, 整个灌区的最多月和最月差值可最大达 8126.41 万 m<sup>3</sup>, 六个分区中 148 团最多月和最月相差最大, 为 2260.86 万 m<sup>3</sup>。

(3) 2015~2023 年莫索湾灌区季节灌平均配出水量占总平均配出水量的比例中, 夏灌占比最大, 秋冬灌占比最小, 六个分区中, 148 团占比最大, 地直相对占比最小。

#### 参考文献

[1] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2023) AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>

[2] 大自然保护协会 TNC. 世界水日: 用自然的力量应对气候变化下的水危机[EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1661851846971354792&wfr=spider&for=pc>, 2020-03-22.

[3] 吉磊, 刘兵, 何新林, 等. 玛纳斯河下游灌区地下水埋深变化特征及成因分析[J]. 灌溉排水学报, 2015, 34(9): 59-65.

[4] 王禹植. 节水灌溉技术下玛纳斯河流域农业水资源配置分析研究[D]: [硕士学位论文]. 石河子: 石河子大学, 2022.

[5] 陈彬鑫, 何新林, 杨丽莉, 等. 莫索湾灌区近 22 年来地下水埋深变化及影响因素分析[J]. 干旱区资源与环境, 2020, 34(12): 155-160.



- 
- [6] 陈伏龙, 郑旭荣, 何新林, 等. 莫索湾灌区 1998-2007 年地下水埋深变化及影响因素[J]. 武汉大学学报(工学版), 2011, 44(3): 317-320.
- [7] 周文宇, 杨小虎, 杨海昌, 等. 基于最小数据集的典型绿洲农田土壤质量评价[J]. 灌溉排水学报, 2023, 42(7): 117-122.
- [8] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 43-46.
- [9] 付杨. 莫索湾灌区渠系水量优化配置研究[D]: [硕士学位论文]. 石河子: 石河子大学, 2009.
- [10] 杜玉娇. 莫索湾灌区地下水水位动态变化及数值模拟研究[D]: [硕士学位论文]. 石河子: 石河子大学, 2013.