

2017~2019年张家口市不同地区降水量与蒸发量的变化分析

沈瑞秋, 邹恒超*, 黄头生

华北电力大学工程生态学与非线性科学研究中心, 北京

收稿日期: 2022年4月12日; 录用日期: 2022年5月11日; 发布日期: 2022年5月19日

摘要

根据2017~2019年中国气象数据网提供的张家口不同站点(张北、蔚县、张家口、怀来)的日降雨和蒸发数据, 结果显示, 张家口各地区的降雨过程主要发生在7~8月, 而蒸发过程主要集中在4~6月。夏季降水量最大, 冬季降水量最小, 春季蒸发量最大, 冬季蒸发量最小。四季蒸发量均大于降雨量, 各地区春季蒸发量均明显大于降雨量。年平均降雨量与蒸发量差值为负, 其中蔚县差值最小, 张北、张家口、怀来站年平均差值无差异。

关键词

张家口市, 降雨量, 蒸发量, 差值

Change Analysis of Precipitation and Evaporation in Different Areas of Zhangjiakou from 2017 to 2019

Ruiqiu Shen, Hengchao Zou*, Tousheng Huang

Research Center for Engineering Ecology and Nonlinear Science, North China Electric Power University, Beijing

Received: Apr. 12th, 2022; accepted: May 11th, 2022; published: May 19th, 2022

Abstract

According to the daily rainfall and evaporation data of different stations in Zhangjiakou (Zhangbei, Weixian, Zhangjiakou, Huailai) provided by the China Meteorological Data Network from 2017 to 2019, the results show that the rainfall process in Zhangjiakou regions mainly occurs in July and

*通讯作者。

文章引用: 沈瑞秋, 邹恒超, 黄头生. 2017~2019年张家口市不同地区降水量与蒸发量的变化分析[J]. 气候变化研究快报, 2022, 11(3): 240-247. DOI: 10.12677/ccrl.2022.113023

August, while the evaporation process is mainly concentrated in April and June. Summer precipitation is the greatest, winter precipitation is the smallest, spring evaporation is greatest, and winter evaporation is minimal. The evaporation in all seasons is greater than the rainfall, and the spring evaporation in each region is significantly greater than the rainfall. The difference between the average annual rainfall and evaporation is negative, of which the difference between WeiXian is the smallest, and the annual average difference between Zhangbei, Zhangjiakou and Huailai stations is unchanged.

Keywords

Zhangjiakou, Rainfall, Evaporation, Difference

Copyright © 2022 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

大气中的水经过降水和蒸发这两个过程来实现水循环，大陆上一年内的降水约有 60%消耗于蒸发和散发，影响人们的生活和自然环境。随着全球变暖气候变迁，研究不同地区降雨量与蒸发量的变化特征对气候变化有着重大意义，区域降水量与蒸发量的特征变化成为国内外众多学者的研究热点。

孙永亮等[1]利用 Mann-Kendall 检验法分析青海湖流域 50 a 的逐日最高、最低平均气温和降水量等水文效应，得出青海湖流域气温升高速率高于全球变暖的速率，流域年降水量呈上升趋势变化。张良[2]等根据张家口市 40 年降水量数据通过加权马尔科夫链预测 2012 年降水量年，误差仅为 5%，结果合理。陈寒冰等[3]根据 1992~2019 年长春市年降雨量和蒸发量资料，采用线性趋势法，滑动平均法，Mann-Kendall 检验法等方法，分析长春市年降雨量和年蒸发量的变化趋势。结果表明，随着时间的增加降雨量和蒸发量的年代际变化差异在减少，长春市年降雨量呈上升趋势。张黎明等[4]海南的平均降雨量和蒸发量数据分析，结果表明降雨过程主要发生在 8~10 月，而蒸发过程主要集中于 5~7 月。王一鸣等[5]分析了宜良县近 51 年降雨量和蒸发量的变化，及其对干燥度的影响。王新林等[6]采用线性拟合，多项式拟合，Mann-Kendall 突变检验和 t 检验等方法，分析张家口市的降水量变化，表明张家口地区降水量出现波动上升的趋势，且具有明显的年际变化。但针对近年来张家口市不同地方的降水量、蒸发量月均变化和季节性变化的研究相对较少。

本过统计张家口市不同地区 2017~2019 年的降雨量、蒸发量变化特征和发展趋势，了解近年来该地气候环境特点，为当地气候变化研究提供依据。

2. 数据与方法

2.1. 区域概况

张家口位于东经 113°50'~116°30'，北纬 39°30'~42°10'，隶属河北省辖地级市，地处河北省西北部，是冀西北地区的中心城市，连接京津、沟通晋蒙的交通枢纽；全市总面积 36,357 平方千米，下辖 6 区 10 县，张家口市属温带大陆性季风气候，四季分明，张家口市属半干旱地区[7]，水汽来源不丰富，降水量较少，年降水量为 330~450 毫米[8]。

2.2. 数据来源及方法

本文中所使用的水文数据资料由中国气象数据网提供。选取了张家口市4个不同海拔高度的站点(张北 1393.3 m, 蔚县 909.5 m, 张家口 724.2 m, 怀来 536.8 m)在2017~2019年3年逐日降雨量, 蒸发量和气温等数据进行代表性分析。据气象资料常规评估技术方法[9], 整理得出近3年张家口市不同地区不同海拔的月平均降雨量和蒸发量, 季节性平均降雨量、蒸发量及降雨量与蒸发量的差值, 年平均降雨量、蒸发量及差值, 数据见表1~4。

Table 1. Distribution of monthly average rainfall (mm) in different regions of Zhangjiakou from 2017 to 2019

表 1. 张家口 2017~2019 年不同地区的月平均降雨量(mm)分布

站点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
张北	4.3	5.6	7.3	29.8	44.8	51.1	126.1	88.5	48.3	27.5	5.7	1.6
蔚县	2.7	2.6	7.1	35.4	44.2	38.3	111.5	86.5	34.1	43.2	2.6	1.3
张家口	1.2	4.8	5.3	24.9	47.0	59.9	124.0	75.6	79.2	31.1	9.1	1.2
怀来	1.0	2.8	5.3	26.1	44.3	56.2	120.0	91.2	46.2	36.4	5.7	0.9

Table 2. Distribution of monthly average evaporation (mm) in different regions of Zhangjiakou from 2017 to 2019

表 2. 张家口 2017~2019 年不同地区的月平均蒸发量(mm)分布

站点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
张北	40.5	51.0	132.4	212.6	267.4	166.1	126.7	124.0	100.2	106.3	76.1	48.4
蔚县	23.1	41.0	104.2	158.6	133.4	155.4	122.7	117.4	94.6	61.2	48.2	29.2
张家口	54.6	65.1	141.5	220.7	156.0	171.1	134.5	153.2	124.6	78.0	76.1	59.9
怀来	63.3	75.1	150.2	224.4	154.5	171.8	125.0	131.2	119.1	78.4	84.7	69.4

Table 3. Distribution of seasonal average rainfall R, evaporation E and their difference R-E (mm) in different regions of Zhangjiakou from 2017 to 2019

表 3. 张家口 2017~2019 年不同地区的季节平均降雨量 R、蒸发量 E 及其差值 R-E(mm)分布

站点	春季(3~5月)			夏季(6~8月)			秋季(9~11月)			冬季(12月~次年2月)		
	R	E	R-E	R	E	R-E	R	E	R-E	R	E	R-E
张北	81.9	612.4	-530.5	265.7	416.8	-151.1	81.6	282.5	-200.9	11.5	139.9	-128.4
蔚县	86.7	396.2	-309.5	236.3	395.5	-159.2	79.9	203.9	-124	6.5	93.3	-86.8
张家口	77.2	518.1	-440.9	259.6	458.9	-199.3	119.4	278.7	-159.3	7.2	179.6	-172.4
怀来	75.7	529.1	-453.4	267.4	427.9	-160.5	88.2	282.2	-194	4.8	207.8	-203

Table 4. Distribution of average annual rainfall, evaporation and difference (mm) in different regions of Zhangjiakou from 2017 to 2019

表 4. 张家口 2017~2019 年不同地区的年平均降雨量、蒸发量及其差值(mm)分布

站点	年均降雨量	年均蒸发量	降雨量与蒸发量的差值
张北	440.8	1451.6	-1010.8
蔚县	409.5	1089.0	-679.5
张家口	463.3	1435.3	-972.0
怀来	436.1	1447.0	-1010.9

3. 结果与分析

3.1. 不同地区月降雨量与蒸发量分布特征分析

2017~2019年张家口不同地方降水量的月均变化如图1,张北,蔚县,张家口,怀来四个站点各站降雨量的逐月分布规律基本相同,除张家口站在9月出现了一次小峰值,其它站点最大值都出现在7月,最小值出现在1月和12月,几乎没有降雨量。不同地区降雨的总趋势都呈现出月分布极不平衡的特点,降水主要集中在7~8月,这2个月的总降雨量依次为214.6 mm, 198 mm, 199.6 mm, 211.2 mm,分别占年平均降雨的48.7%, 48.4%, 43.1%, 48.4%。而张家口市不同地区1月、2月和12月份的降雨量相对较少,各站点这3个月总降雨量只占年平均总降雨量的1%~3%。因此张家口要注意这个时间段干旱等自然灾害[10]。

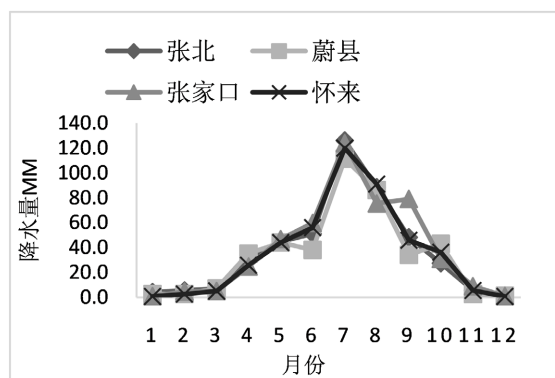


Figure 1. Variation of monthly average precipitation
图1. 月平均降水量变化

2017~2019年张家口不同地区的月平均蒸发量变化如图2,张北,蔚县,张家口,怀来四个站点最大值分布规律也基本类似,除张北蒸发量的最大值出现在5月份以外,其它站点的蒸发量都是在4月份达到了最大,1月份最小。而张北,蔚县,张家口,怀来的月平均蒸发量总趋势也呈现分布不均的状态。蒸发过程主要集中在4~6月,分别占年平均蒸发量的44.5%, 41.1%, 38.1%, 38%。而1、2、11、12月的蒸发量相对较小,这4个月的蒸发总量占年平均蒸发量的15%左右。从月平均降雨量和蒸发量的差值来看,四个站点每月蒸发量都大于降雨量,除张北是5月的差值最大外,其余地区均在4月出现最大差值。

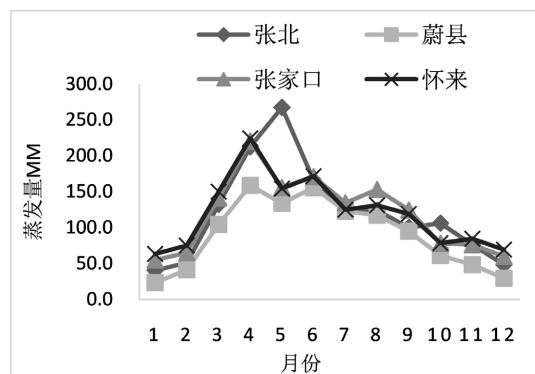


Figure 2. Variation of monthly average evaporation
图2. 月平均蒸发量变化

3.2. 不同地区季节降雨量与蒸发量分布特征分析

2017~2019年张家口不同地区的季节性平均降雨量变化如图3, 降水年内各季节分布很不均匀。夏季降水最大, 降雨量在230~270 mm, 约占年均的60%, 冬季降水最少, 仅占年均降水的1.5%左右, 春秋两季降水量差异不太, 除张家口站秋季降雨量占年均降雨的25%外, 其余站点占全年降雨的18%左右。

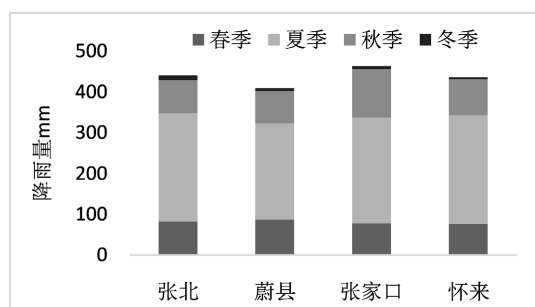


Figure 3. Variation of seasonal average precipitation
图3. 季平均降水量变化

2017~2019年张家口不同地区季节性平均蒸发量变化如图4。可以看出, 季节性平均蒸发量的差异性比降水量小, 各季度的平均蒸发量大多在200~600 mm之间, 蒸发量在春季达到了最大, 冬季最小。各地分布差异性比降雨量大, 其中张北春季的蒸发量最大, 蔚县四季的蒸发量均小于其他三个地区。

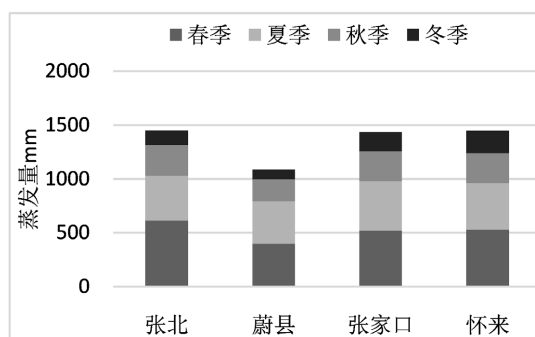


Figure 4. Variation of seasonal average evaporation
图4. 季平均蒸发量变化

因土壤蓄水量 E 的变化和流出径流量 R 主要由 $R-E$ (即降雨量与蒸发量之差)来决定, 因此, 两者的差值定义为可利用水资源量[11], 差值越大说明该地气候越干燥, 容易出现干旱等自然灾害。图5为2017~2019年张家口不同地区降雨量与蒸发量的季节性差值, 从季节可以看出, 四个地区春季出现的差异性最大, 其中张北的差值达到了530.5 mm; 夏季差值最大的是张家口, 值为199.3 mm; 秋冬两季的差值是最小的是蔚县, 最小值为124 mm和86.8 mm。从地区来看, 张北春秋两季差值大, 夏冬两季差值小; 蔚县四季差值最小; 张家口秋季差值是四季中最小的; 怀来冬季差值比其他三个地区大。整体来看, 差值均为负值, 说明张家口这四个地区的可利用水资源量较少, 特别是春季, 容易出现干旱等自然状况。

3.3. 不同地区年均降雨量与蒸发量分布特征分析

2017~2019年张家口不同地区的年平均降雨量变化如图6, 降雨量分布的地区差异不太, 年均降雨量在440 mm左右, 其中蔚县站的年平均降雨量最小, 值为409.5 mm; 而张家口站的年平均降雨量最大, 达到463.3 mm, 二者相差不大。图7是张家口不同地区年平均蒸发量。可以看出, 年平均蒸发量的分布地区差

异不是很明显[12]。其中张北最高,达到 1451.6 mm,而蔚县的年平均蒸发量相对较小,值为 1089 mm。从不同地区的年平均蒸发量和降雨量差值图 8 来看,其中蔚县的差异性最小,张北,张家口,怀来三个站点的年均差值相差不大,说明蔚县的水资源利用量比其他三个地区大。降雨量与蒸发量的差值都为负数甚至值到了 1000 mm,表明张家口不同地区的水资源利用量少,水资源缺乏,容易形成干旱等自然灾害,提前做好防护措施。

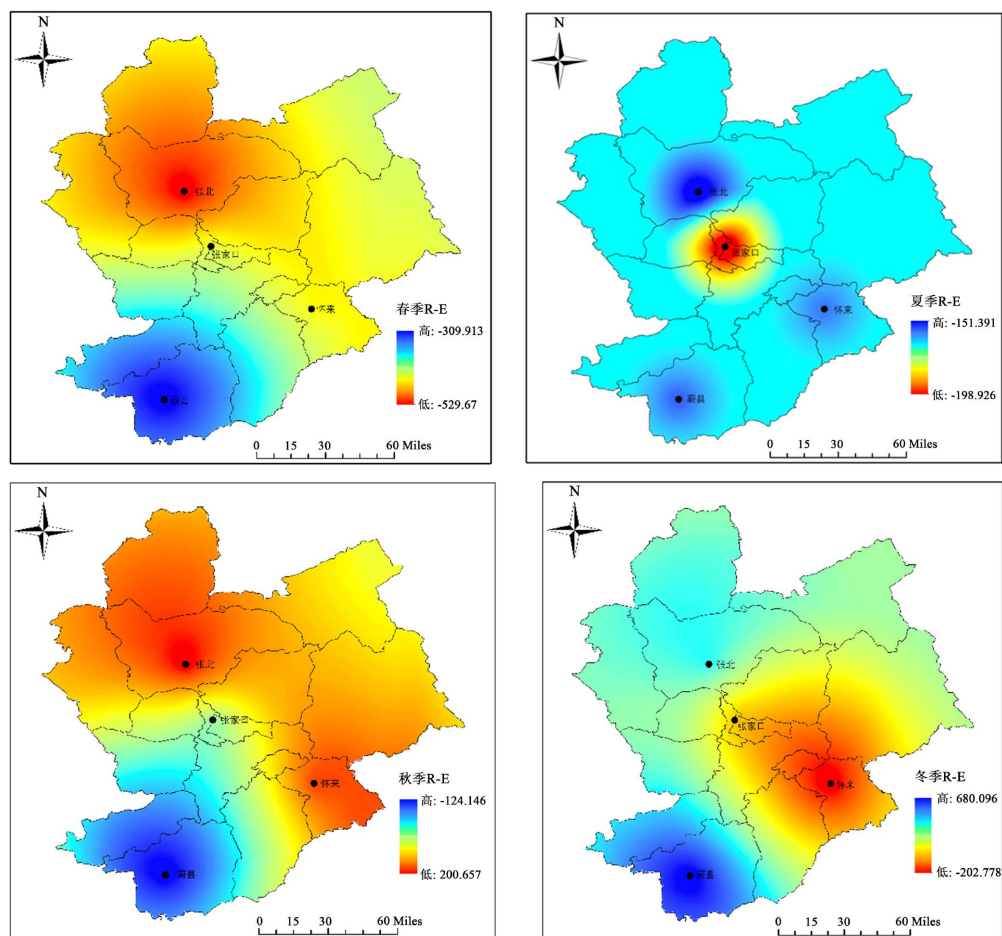


Figure 5. Variation of difference between average precipitation and evaporation in different regions in four seasons
图 5. 四季不同地区平均降水量与蒸发量差值变化

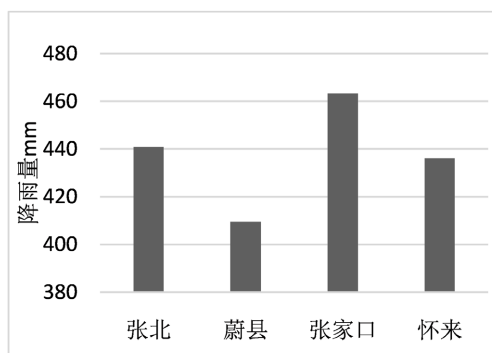


Figure 6. Variation of annual average precipitation
图 6. 年平均降水量变化

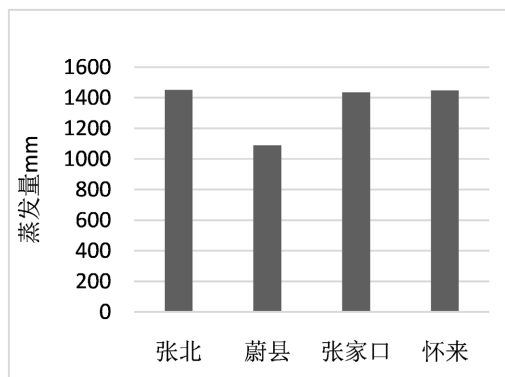


Figure 7. Variation of annual average evaporation
图 7. 年平均蒸发量变化

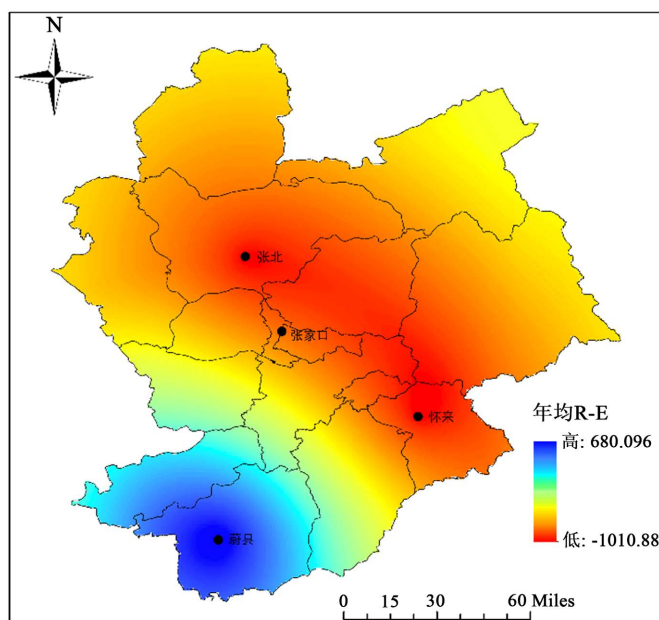


Figure 8. Variation of annual average evaporation and rainfall difference in different regions
图 8. 不同地区的年平均蒸发量和降雨量差值变化

4. 结论

1) 从月平均降雨量和蒸发量分布来看, 降雨过程主要发生在 7~8 月, 而蒸发过程主要集中于 4~6 月。月平均降雨量和蒸发量差值表明, 四个站点每月蒸发量都大于降雨量, 除张北是 5 月的差值最大外, 其余地区均在 4 月出现最大差值。

2) 从季节性平均降雨量和蒸发量分布来看, 各地降雨量趋势相同, 夏季降水最大, 冬季降水最少, 春秋两季降水量差异不大。而蒸发量在春季达到了最大, 冬季最小。从降雨量和蒸发量差值来看, 春季各个地区的蒸发量明显大于降雨量, 蔚县差值最小。

3) 从年平均降雨量和蒸发量特征来看, 降雨量分布的地区差异不大, 年均降雨量在 440 mm 左右, 其中蔚县站的年平均降雨量最小, 张家口站的年平均降雨量最大。年平均蒸发量的分布地区差异不是很明显。其中张北最高, 而蔚县的年平均蒸发量相对较小。从不同地区的年平均蒸发量和降雨量差值来看, 其中蔚县的差异性最小, 张北, 张家口, 怀来三个站点的年均差值相差不大。降雨量与蒸发量的差值均

为负数,甚至达到了 1000 mm,表明张家口不同地区的水资源利用量少,水资源缺乏,容易形成干旱等自然灾害,提前做好防护措施。

参考文献

- [1] 孙永亮,李小雁,汤佳,等. 青海湖流域气候变化及其水文效应[J]. 资源科学, 2008, 30(3): 354-362.
- [2] 张良,郭世娟. 张家口市年降水量的加权马尔科夫链预测[J]. 河北工程技术高等专科学校学报, 2014(3): 4.
- [3] 陈寒冰,陈末,刘睿姝,等. 1992-2019 年长春市多年降雨量和蒸发量变化特征分析[J]. 水利科技与经济, 2022, 28(1): 8.
- [4] 张黎明,魏志远,漆智平. 近 30 年海南不同地区降雨量和蒸发量分布特征研究[J]. 中国农学通报, 2006, 22(4): 403-407.
- [5] 王一鸣,王芳芳. 1960-2010 年宜良县降雨量和蒸发量变化特征分析[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(9): 3.
- [6] 王新宁,张俊霞,段雯瑜,等. 张家口近 40 年降水量变化特征分析[J]. 农业灾害研究, 2021, 11(1): 90-91+94.
- [7] 陈沫宇,张占贵,张良,等. 面向山洪预警的干旱半干旱区雨量站网优化方法——以河北省张家口市为例[J]. 地理与地理信息科学, 2021, 37(3): 16-20.
- [8] 侯美英. 张家口市坝区不同高程降水量特性对比分析[J]. 中国化工贸易, 2014, 6(2): 2.
- [9] 李廉水,孙健,陈云峰. 气象服务效益评估技术与方法: 理论与实证研究[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [10] 徐宝荣,徐晓雪,李晓刚. 张家口干旱灾害分析与研究[J]. 河北水利, 2010(7): 1.
- [11] 马丽英. 近 35 年来异龙湖地区降水量与蒸发量变化关系的研究[J]. 人民珠江, 2010, 31(2): 24-26.
- [12] 杜颖,陈云. 张家口市水功能区现状与发展[J]. 河北水利, 2016(4): 1.