

2000—2010 年塔里木河流域气候特征及其变化趋势

高国雄¹, 贾俊姝², 戴俊生³

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 中国城市出版社, 北京 100053; 3. 新疆农业科学院, 新疆 乌鲁木齐 830091)

摘要: [目的] 分析塔里木河流域气候特征及其变化趋势, 为该流域后续治理及生态经济发展提供科学指导。[方法] 利用塔里木河流域 44 个气象监测站的气象要素观测资料, 采用 Excel 和 SPSS 11.0 软件进行气象数据分析, 利用 ArcMap 10.0 和 Surfer 8.0 软件进行制图, 对该流域 2000—2010 年的气候特征及其变化趋势进行分析和研究。[结果] 塔里木河流域气候条件极其恶劣, 气候类型受地貌类型和地形条件制约, 以干旱和极干旱气候为主, 分别占流域总面积的 73.16% 和 15.97%; 年均气温、年日照时数、年降水量和年蒸发量以夏季最高, 年均相对湿度以秋冬季较高, 大风主要发生在春季和夏季; 各气象要素的空间分布特征受到地形地貌特征的影响, 基本遵循以塔里木盆地为中心, 向外围逐渐发生变化的总体规律。[结论] 近 10 a 来, 塔里木河流域的年均气温、年降雨量、年日照时数及年平均风速呈上升趋势, 而年均相对湿度、年蒸发量则呈下降趋势。

关键词: 气候特征; 变化趋势; 季节指数; 塔里木河流域

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)02-0332-05

中图分类号: S157.1, P467

文献参数: 高国雄, 贾俊姝, 戴俊生. 2000—2010 年塔里木河流域气候特征及其变化趋势[J]. 水土保持通报, 2016, 36(2): 332-336. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.02.061

Characteristics and Change Trend of Climate in Tarim River Basin During 2000—2010

GAO Guoxiong¹, JIA Junshu², DAI Junsheng³

(1. College of Natural Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. China City Press, Beijing 100053, China; 3. Xinjiang Academy of Agricultural Science, Urumqi, Xinjiang 830091, China)

Abstract: [Objective] The climate characteristics and its change trend of Tarim River basin from 2000 to 2010 were analyzed to provide scientific instructions for soil and water conservation and ecological economy development. [Methods] Data collected from 44 meteorological stations in Tarim River basin during 2000—2010 were analyzed using Excel and SPSS 11.0 statistical software. Map was drawn by Arcmap 10.0 and Surfer 8.0 software. [Results] Local climate is harsh as conditioned by the geomorphic type and terrain condition. Arid and extremely arid climate are dominated in Tarim River basin, covered about 73.16% and 15.97% of the basin area, respectively. Annual average temperature, sunshine duration, precipitation and evaporation attained their highest values in summer; whereas, annual average relative humidity were comparatively higher in autumn and winter, and wind occurred mainly in spring and summer. Spatial distribution meteorological elements were all affected by topographical features, characterized by the centralization and peripherization in the inward and outward of the basin. [Conclusion] In the past 10 years, the annual average temperature, annual rainfall, annual sunshine duration and the annual average wind speed of Tarim River basin had increase tendencies, while the annual average relative humidity, annual evaporation were declined.

Keywords: climate characteristics; change trend; seasonal index; Tarim River basin

收稿日期: 2015-03-12

修回日期: 2015-06-05

资助项目: 新疆农业科学院“塔里木河流域综合治理工程生态经济效益评价”; 黄河水土保持工程建设局“黄河上中游地区水土保持效益评价”

第一作者: 高国雄(1969—), 男(汉族), 陕西省清涧县人, 博士, 副教授, 从事水土保持与荒漠化防治教学与研究工作。E-mail: ggx2000@126.com。

塔里木河流域地处西部干旱区,是中国最大的内陆河流域,它是塔里木盆地中唯一的水系,拥有丰富的光、热、土、油、气等自然资源,但由于气候干燥,降雨稀少,蒸发强烈,水资源极为匮乏,从而导致生态环境十分脆弱。20 世纪 50 年代以来,受全球气候变化的影响,塔里木河流域气象要素呈现出独特的变化特点,近年来已有不少学者针对塔里木盆地气候和水文关系进行了研究^[1-13],普遍认为气温呈上升趋势,降水呈明显的增加趋势。但随着经济社会的不断发展,塔里木河源流区灌区引水量持续增加,流域内缺乏有效的水资源统一管理机制,使得到达干流及其下游河道的水量递减非常显著,造成荒漠植被衰败死亡,土地沙漠化加剧,并进而威胁绿洲安全,流域生态环境处于急剧恶化的恶性循环状态。为了挽救塔里木河流域生态,合理配置水资源、保护和改善塔里木河干流下游生态环境,2001 年国务院批准实施了总投资 107 亿元的塔里木河流域近期综合治理规划工程,经过 10 a 余的综合治理,取得了显著成效,但也存在许多问题和争议,亟待解决。为此,2011 年新疆自治区发改委立项对塔里木河治理工程生态经济和节水效益进行系统总结,合理评价工程的生态经济和节水效益,探寻制约效益发挥的问题根源,为国家和自治区宏观决策提供科学、可靠的理论依据,以科学指导塔里木河流域后续治理及生态经济发展。本文作为该项目评价的部分内容,仅就工程治理期间流域气候特征及变化趋势进行分析评价,关于气候变化与流域水文响应将另文评述。

1 研究区概况

塔里木河地处天山和昆仑山之间,地理坐标介于 $73^{\circ}10' - 94^{\circ}05'E$, $34^{\circ}55' - 43^{\circ}08'N$ 之间,自西向东绕塔克拉玛干沙漠北缘贯穿塔里木盆地,流域由 9 大水系组成,总面积 $1.02 \times 10^6 \text{ km}^2$,从主要源流叶尔羌河的源头算起,河流全长 2 421 km。干流(肖夹克一台特玛湖)全长 1 321 km,干流自身并不产流,依靠各源流汇流补给。塔里木河流域地处欧亚大陆腹地塔里木河盆地,远离海洋,四周高山环绕,是一个典型的封闭性内陆盆地,属大陆性暖温带极端干旱沙漠气候,降水稀少,蒸发强烈,温差大,多风沙、浮尘天气,日照时间长,光热资源丰富。气温年平均日较差 $14 \sim 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$,年最大日较差一般在 $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。年平均气温 $10.6 \sim 11.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。夏酷冬寒,夏季 7 月份平均气温为 $20 \sim 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$,极端最高气温 $43.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。冬季 1 月平均气温为 $-10 \sim -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$,极端最低气温 $-27.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\geq 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温 $4\ 100 \sim 4\ 300 \text{ }^{\circ}\text{C}$,持续 180~200 d,日照时

数在 3 000 h 左右,平均年太阳总辐射量为 $1\ 740 \text{ kW} \cdot \text{h}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,无霜期 187~233 d。多年平均降水量为 116.8 mm,流域中心降水量 10 mm,降水时间分布具有很强的异质性,80% 以上集中于夏秋季(5—10 月),其余不到 20% 的集中于冬春季(11 月—次年 4 月),蒸发量 $1\ 125 \sim 1\ 600 \text{ mm}$ 。干旱指数 $17 \sim 50$,自北向南、自西向东增大。干流地区多风沙、浮尘天气,以下游地区最为严重,起沙风($\geq 5 \text{ m/s}$)年均出现次数 202 d,最大风速 40 m/s,主导风向为东北或东北东。

2 资料与方法

2.1 数据资料来源

(1) 气象资料原始数据来源新疆气象局塔里木河流域 44 个气象站的监测统计数据,主要包括空气温度、降水量、蒸发量、日照时数、相对湿度等。44 个气象站点分别是库尔勒、焉耆、和硕、和静、巴仑台、尉犁、巴音布鲁克、轮台、库车、新和、沙雅、拜城、温宿、阿克苏、阿瓦提、阿拉尔、乌什、阿合奇、柯坪、巴楚、库尔尕特、乌恰、阿图什、喀什、阿克陶、英吉沙、伽师、岳普湖、麦盖提、莎车、泽普、叶城、塔什库尔干、皮山、墨玉、和田、洛普、策勒、于田、民丰、塔中站、且末、若羌、铁干里克。

(2) 第 3 期(2004 年)和第 4 期(2010 年)塔里木河流域(南疆)荒漠化沙化土地调查成果数据来源于新疆林勘院,主要包括地貌类型、土地利用现状、植被类型及面积、荒漠化土地面积等。

2.2 数据分析与制图

(1) 各气象要素分析采用 Excel 和 SPSS 11.0 统计软件进行数据分析。

(2) 气象要素特征采用季节指数表示。季节指数是用简单平均法计算的周期内各时期季节性影响的相对数,它是反映该季度各气象要素与总平均值之间一种比较稳定的关系的指标。季节指数大于 1 表示该季度的气象要素值高于总平均数,反之则低于总平均值,如果序列的季节指数都近似等于 1,则说明该序列没有明显的季节效应^[14]。季节指数计算公式为:

$$S_K = \frac{\overline{X_K}}{\overline{X}} \quad (1)$$

$$\text{其中, } \overline{X_K} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ik}}{n}, \overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m x_{ik}}{nm}.$$

式中: S_K ——季节指数; $\overline{X_K}$ ——周期平均数; \overline{X} ——总平均数; X_{ik} ——第 i 年第 k 月的平均气象要素值。

(3) 气象要素等值线图、地貌和气候类型分布图采用 Arcmap 10.0 和 Surfer 8.0 软件进行制图。其中干旱气候类型依据干燥度指数划分,地貌类型依据海拔高度划分^[15]。

3 结果与分析

3.1 气候类型与空间分布

为了分析塔里木河流域气候状况及其受地形地貌的影响,依据干燥度指数和塔里木河流域荒漠化沙化土地调查成果数据,利用 ArcMap 10.0 软件编制塔里木河流域气候区域及地貌类型空间分布图。分析可知,塔里木河流域主要的气候类型是干旱和极干旱气候,分别占流域总面积 73.16% 和 15.97%,半干旱、亚湿润干旱及湿润气候占流域总面的比例依次为 7.46%, 2.51% 和 0.91%, 由此说明塔里木河流域气候条件极其恶劣。塔里木河流域的地貌特征是以塔里木盆地为中心,向外围地势逐渐升高,形成盆地—平原—低山—中山—高山—极高山总体趋势,地形呈

南高北低、西高东低。盆地占整个流域的 40.28%, 极高山、平原、中山及高山地貌在流域所占比例相差不多,在 12%~15% 左右,其他的地貌类型还有低山、高原和丘陵,表明塔里木河流域地形地貌状况较为复杂。塔里木河流域南部气候条件较北部地区更为恶劣,南部地区仅有少部分极高山地貌类型区属于半干旱气候,其余区域均为干旱和极干旱气候。尤其是盆地中 29.75% 区域属于极干旱气候、70.25% 区域属于干旱气候,是整个塔里木河流域气候最干旱的地区。亚湿润干旱气候和湿润气候主要分布在塔里木河流域北部的中山及高山地貌类型区域。

3.2 气象要素季节性特征

根据塔里木河流域 44 个气象站点 2000—2010 年月平均气象资料,利用 SPSS 统计分析软件采用时间序列的季节分解法,求算各气象要素季节指数,进行各气象因子的季节性特征分析,结果详见表 1。其中,季节划分:春季(3—5 月),夏季(6—8 月),秋季(9—11 月),冬季(12 月至次年 2 月)。

表 1 塔里木河流域 2000—2010 年各气象因子季节指数

月份	季节指数					
	年均气温	年降雨量	年均相对湿度	年蒸发量	年日照时数	年均风速
1	-0.67	0.34	1.28	0.16	0.74	0.66
2	-0.11	0.34	1.12	0.30	0.77	0.84
3	0.71	0.42	0.83	0.93	0.94	1.12
4	1.34	0.60	0.69	1.32	0.98	1.32
5	1.76	1.45	0.77	1.60	1.20	1.32
6	2.12	1.71	0.81	1.72	1.23	1.31
7	2.21	2.66	0.95	1.72	1.22	1.20
8	2.13	1.79	0.98	1.56	1.18	1.08
9	1.68	1.56	1.05	1.22	1.11	0.96
10	1.01	0.65	1.06	0.95	1.11	0.81
11	0.27	0.31	1.14	0.40	0.88	0.72
12	-0.47	0.16	1.33	0.13	0.67	0.66

由表 1 可知,年均气温 4—10 月的季节指数大于 1,均高于全年平均水平。其中,夏季温度最高,6—8 月的气温季节指数高于全年平均水平 2 倍;冬季 12 月至次年 2 月份的气温均在摄氏零度以下,为全年温度最低,气温季节指数呈负值。降雨集中发生在夏季,尤其以 7 月最高;5—9 月的年降雨量季节指数均大于 1,高于全年平均水平,其中 6—8 月的降雨量季节指数明显高于其他月份,7 月季节指数高于全年平均水平 2 倍。9 月至次年 2 月的相对湿度季节指数大于 1,高于全年平均水平,也就是说秋季和冬季年均相对湿度比较高。年蒸发量 4—9 月的季节指数大于 1,高于全年平均水平,其中 6—7 月季节指数是全年最高的,表明蒸发主要集中在夏季。年日照时数 5—

10 月的季节指数大于 1,高于全年平均水平,其中 6—7 月年日照时数的季节指数更高,表明夏季的日照时数最长。年均风速 3—8 月的季节指数大于 1,高于全年平均水平,大风主要发生在春季和夏季。

3.3 气象要素空间分布特征

将塔里木河流域 44 个气象站点 2000—2010 年月平均气象统计资料整理汇总,求得各气象站点 2000—2010 年期间各气象要素的多年平均值,再根据塔里木河流域荒漠化沙化土地调查成果提取出塔里木河流域边界作基面图,利用 Surfer8.0 软件制作完成了塔里木河流域各气象要素等值线图(图 1)。分析可知,塔里木河流域各气象要素的空间分布特征受到地貌特征的影响,基本遵循以塔里木盆地为中

心,气候特征向外围逐渐发生变化的总体规律。气压最高值 910 Pa 的等值线出现在塔里木盆地的东部,形成由东向西递减趋势,且流域南部大气压高于北部。气温与降雨量空间分布规律正好相反,从等温线图分析可知,气温是以干旱气候区为中心向北向西逐渐降低,2000—2010 年,极干旱、干旱气候区的多年平均气温等值线高于 10 ℃,随着向北向西过渡到亚湿润干旱、湿润气候,多年平均气温逐渐降低到 -3 ℃ 以下。从年降雨量等值线图分析可知,2000—2010 年,塔里木盆地极干旱区年降雨量等值线最低

为 30 mm,干旱区年降雨量等值线低于 100 mm;环绕塔里木盆地向外围年降雨量逐渐增加,且流域北部降雨量高于南部地区。年蒸发量空间分布规律与气温大体一致,年蒸发量高于 3 000 mm 等值线出现在塔里木盆地的中心部位,向外围逐渐减小,且南部高于北部、东部高于西部。

2000—2010 年期间,塔里木河流域年日照时数大致呈现由南向北、由东向西递减的趋势;风速呈现出首先由塔里木盆地中心向外围递减,然后到流域边缘地带风速又增大的趋势。

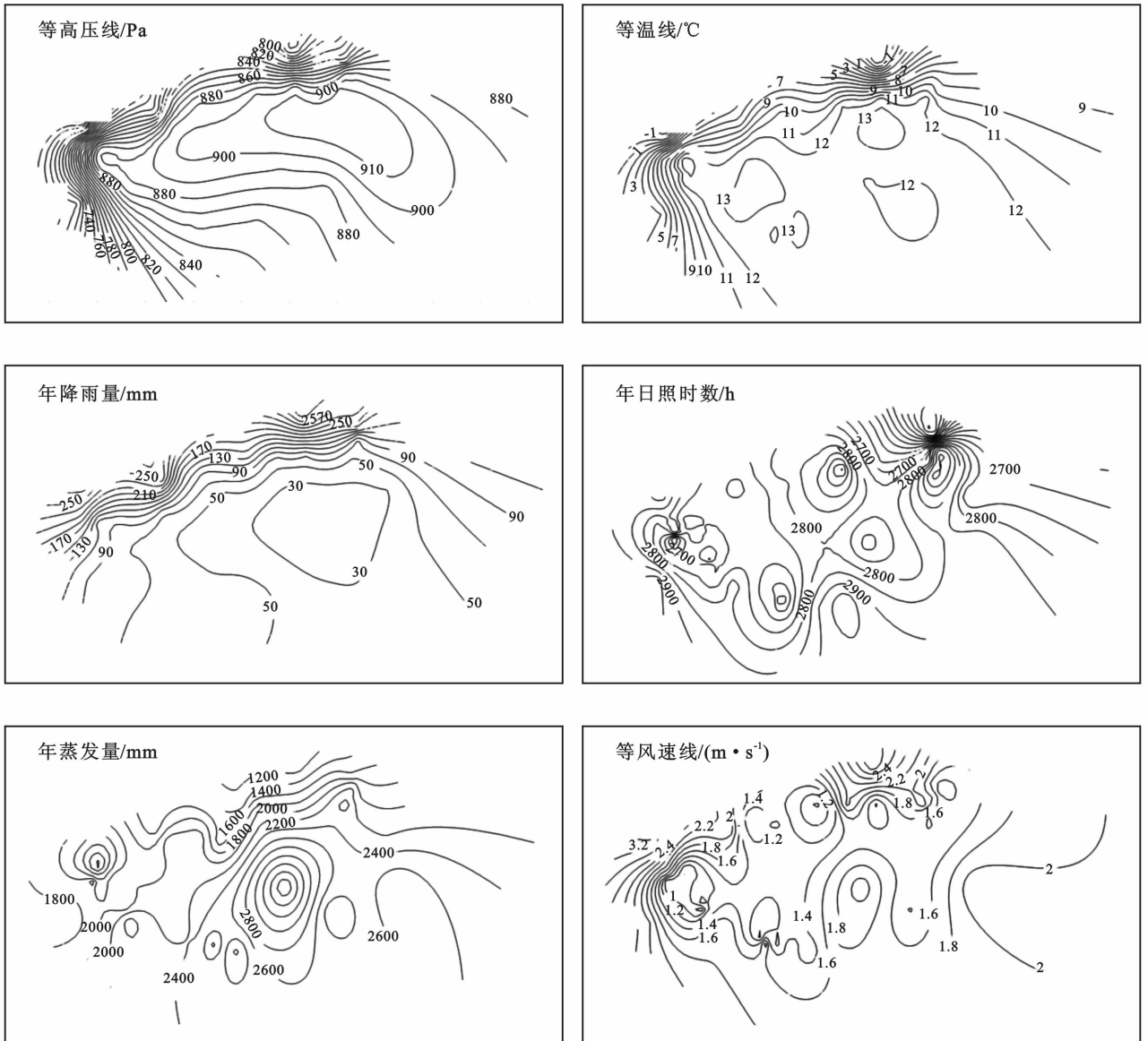


图 1 塔里木河流域 2000—2010 年各气象要素等值线分布

3.4 气象要素的年变化

根据塔里木河流域 44 个气象站点的 2000—2010 年气象统计资料,以 2000 年年均气温、年均相对湿度、年降雨量、年蒸发量、年日照时数、年均风速等气

象因子数据为基数,得到塔里木河流域各气象因子的年变化相对幅度数据,采用线性趋势分析近 10 a 来各气象因子的变化趋势(图 2)。由图 2 可知:(1) 各气象要素之间存在一定的相关性。2005 年空气温度较

低、年降水量相对较高,因而年蒸发量最低,可见蒸发量受空气湿度、降水量影响较明显。(2)从2000—2010年,塔里木河流域的年均气温、年降雨量、年日照时数及年均风速呈上升趋势,近10a来各项指标分别增加了 0.27°C , 14.5 mm , 32.1 h 和 0.19 m/s 。其中,2009年是近10a来降水量最少、相对湿度最低的一年。(3)从2000—2010年,塔里木河流域年均相对湿度、年蒸发量呈下降趋势,近10a来年均相对湿度及年蒸发量分别下降了 3.4% 和 94.1 mm 。这或许与流域内土地利用变化和植被覆盖度增加有一定关系,根据遥感图像解译数据分析表明,流域内居民工矿交用地、林地、耕地及水域面积依次增长 38.74% , 15.12% , 14.93% 和 5.98% ,而裸露沙地等未利用地面积减少 0.67% ;流域内平均植被盖度呈现小幅增长,增幅 0.92% ,2007年下游英苏一台特玛湖段天然植被盖度达到了 11.41% ,植被恢复趋势比较明显。

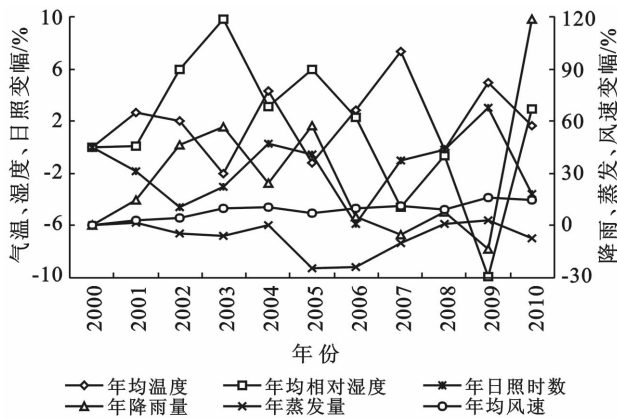


图2 塔河流域2000—2010年气象因子变化趋势

4 结论

(1)塔里木河流域气候条件极其恶劣,气候类型受地貌类型和地形条件制约,主要的气候类型是干旱和极干旱气候,分别占流域总面积 73.16% 和 15.97% 。

(2)塔里木河流域气候季节特征表现为年均气温、年日照时数、年降水量和年蒸发量以夏季(6—8月)最高,年均相对湿度以秋冬季(9月至次年2月)较高,大风主要发生在春季和夏季,3—8月平均风速高于全年平均水平。

(3)塔里木河流域各气象要素的空间分布特征受到地貌特征的影响,基本遵循以塔里木盆地为中心,

气候特征向外围逐渐发生变化的总体规律。其中年均气压、年日照时数由东向西、由南向北递减趋势;年降水量由盆地中心向外围逐渐增加;年均气温、年蒸发量则与年降水量空间分布规律正好相反;风速呈现先由塔里木盆地中心向外围递减,然后到流域边缘地带风速又增大的趋势。

(4)近10a来,塔里木河流域的年均气温、年降水量、年日照时数及年均风速呈上升趋势,而年均相对湿度、年蒸发量则呈下降趋势。

[参考文献]

- [1] 傅丽昕,陈亚宁,李卫红,等.塔里木河源区近50a径流量与气候变化关系研究[J].中国沙漠,2010,30(1):204-209.
- [2] 闫桂霞,陆桂华,吴志勇.塔里木河流域降水特性时空分析[J].水电能源科学,2009(2):1-3.
- [3] 陶辉,白云岗,毛炜峰.塔里木河流域气候变化及未来趋势预估[J].冰川冻土,2011,33(4):738-743.
- [4] 段建军,王彦国,王晓风.1957—2006年塔里木河流域气候变化和人类活动对水资源和生态环境的影响[J].冰川冻土,2009,31(5):781-791.
- [5] 陈亚宁,郝兴明,徐长春.新疆塔里木河流域径流变化趋势分析[J].自然科学进展,2007,17(2):205-210.
- [6] 陈亚宁,徐宗学.全球气候变化对新疆塔里木河流域水资源的可能性影响[J].中国科学(D辑):地球科学,2004,34(11):1047-1053.
- [7] 蒋艳,夏军.塔里木河流域径流变化特征及其对气候变化的响应[J].资源科学,2007,29(3):45-52.
- [8] 徐海量,叶茂,宋郁东.塔里木河源区气候变化和年径流量关系初探[J].地理科学,2007,27(2):219-224.
- [9] 杨青,何清.塔里木河流域的气候变化、径流量及人类活动间的相互影响[J].应用气象学报,2003,14(3):309-321.
- [10] 任朝霞,杨达源.近50年西北干旱区气候变化趋势研究[J].第四纪研究,2006(2):299-300.
- [11] 秦大河.中国气候与环境演变[M].北京:科学出版社,2005.
- [12] 王顺德,王彦国,王进,等.塔里木河流域近40a来气候、水文变化及其影响[J].冰川冻土,2003,25(3):315-320.
- [13] 王顺德,陈洪伟,张雄文,等.气候变化和人类活动在塔里木河流域水文要素中的反映[J].干旱区研究,2006,23(2):195-202.
- [14] 王进,刘晓丽.季节指数在城市气温变化中的应用[J].科学技术信息,2010(17):95-95.
- [15] 赵济主编.中国自然地理[M].3版.北京:高等教育出版社,1995.