

塔里木河流域气候及径流变化特征研究

木沙·如孜^{1,2}, 白云岗², 雷晓云¹, 肖军²

(1. 新疆农业大学 水利与土木工程学院, 乌鲁木齐 830052; 2. 新疆水利水电科学研究院, 乌鲁木齐 830049)

摘要:以塔里木河流域的 26 个气象站和 8 个水文站 1961—2005 年的观测资料为基础,对塔里木河流域的温度、降水、径流变化及它们之间的相关关系进行了分析。结果表明:塔里木河流域的年平均气温、降水量逐年递增趋势。2000 年后的平均气温与多年平均气温相比增加了 0.75℃,增幅 7.69%,其中平原区增幅大于山区;降水量增加了 16.65 mm,增幅 17.89%,其中山区增幅大于平原区;在 1961—2008 年间塔里木河流域干流径流量逐年减少,2000 年后平均径流量与多年平均径流量相比干流阿拉尔站减少了 1.35 亿 m³,减幅为 3.00%;叶尔羌河玉孜门勒克站增加了 1.91 亿 m³,增幅为 21.80%;和田河同古孜洛克站径流量增加了 1.76 亿 m³,增幅 7.88%;乌鲁瓦提站增加了 1.75 亿 m³,增幅达 8.06%;开孔河黄水沟站增加了 0.58 亿 m³,增幅达 19.48%;大山口站增加了 5.43 亿 m³,增幅达 14.33%。通过对 20 世纪 80 年代前后开孔河与叶尔羌河年平均径流与年平均气温、平均降水关系的分析发现,气候变化下温度升高对径流的影响较大,尤其是形成于塔北昆仑山水系的河流。

关键词:塔里木河流域;气温;降水量;气候变化;径流变化

中图分类号:P461⁺.5

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)06-0122-05

Study on the Change of Climate and Runoff in the Tarim River Basin

MUSHA · Ruzi^{1,2}, BAI Yun-gang², LEI Xiao-yun¹, XIAO Jun²

(1. College of Water Conservancy and Civil Engineering, Xinjiang Agriculture University, Urumqi 830052, China; 2. Xinjiang Research Institute of Water Resources and Hydropower, Urumqi 830049, China)

Abstract: In this paper, based on observations in 26 meteorological stations and 8 hydrological stations of the Tarim River Basin, the changes of temperature, precipitation, runoff, and the relationship between them were analyzed from 1961 to 2005. The results showed that annual mean temperature, precipitation increased by time trend in the Tarim River Basin. After year of 2000, average temperature increased 0.75℃ with an increase rate of 7.69% compared to the long-term average value, in which a increase was larger than in plain area than mountainous area; precipitation increased 16.65 mm with an increase rate of 17.89%, in which the increase was more in the mountainous area than plain area; from 1961 to 2008 in Tarim River Basin, river runoff decreased year by year. After year of 2000, compared to long-term average runoff, the average runoff of the Alar station reduced by 1.35×10^8 m³ with the decrease rate of 3%; runoff of Yarkent river Yuzminleke station increased 1.91×10^8 m³ with an increase rate of 21.80%; and the runoff of Hotan river Tongguzleke station runoff increased 1.76×10^8 m³ with an increase rate of 7.88%; the runoff of Wuluwati station increased 1.75×10^8 m³ with an increase rate of 8.06%; the runoff of Kaikong River Huangshuiguo Station increases 0.58×10^8 m³ with an increase rate of 19.48%; the runoff of the Dashankou station increased 5.43×10^8 m³ with an increase of 14.33%. Through the analysis on annual average runoff and annual average temperature in the Kaikong of river and Yarkent River before and after 1980s, it could be seen that the effects of average precipitation, climate change temperature on runoff was significant; especially the effect was very remarkable in the river basin originating from the Tarim North Kunlun mountainous.

Key words: Tarim River Basin; temperature; precipitation; climate variation; runoff change

收稿日期:2012-04-22

修回日期:2012-06-06

资助项目:水利部公益性行业科研专项(201001066);新疆自治区水利水电工程重点学科基金;新疆自治区水文学及水资源重点学科基金

作者简介:木沙·如孜(1985—),男(维吾尔族),新疆拜城县人,在读硕士研究生,主要从事农业抗旱减灾方面的研究。E-mail:545796230@qq.com

通信作者:白云岗(1974—),男,新疆奇台县人,高级工程师,主要从事农业抗旱减灾方面的研究。E-mail:xjbaigy@sina.com

近年来,由于 CO₂ 等温室气体的大量排放和人类活动的影响^[1],全球气候变暖问题已成为国际社会所关注的重大问题^[2-3]。2007年2月初,联合国政府气候变化专门委员会(IPCC)在巴黎发布全球气候变化报告表示:地球气候的温度在过去100 a中变暖了0.74℃,主要的变暖阶段是最近50 a^[4]。气候变化对水文水资源的影响逐渐成为全球变化研究的重要组成部分^[5-6],我国西北地区自20世纪80年代中后期由暖干向暖湿转型以来,有关新疆诸多河流的气候,水文变化得到越来越多的学者关注^[7-8],并对径流形成规律及气候变化的影响研究起到了推动作用^[9]。塔里木河流域水资源紧缺,生态环境十分脆弱,研究这一区域的气候变化特征及其对径流变化的影响规律,对合理开发利用水资源、进行塔里木河流域综合治理及洪旱灾害防治具有重要的参考价值^[10-15]。

1 研究区域与方法

1.1 区域概况

塔里木河流域位于我国新疆维吾尔自治区南部的塔里木盆地内,处于东经 73°10′—94°05′,北纬 34°55′—43°08′,流域面积为 102.04 万 km²,是我国第一大内陆河流域,是环塔里木盆地的阿克苏河、喀什噶尔河、叶尔羌河、和田河、开都河—孔雀河、迪那河、渭干河与库车河、克里雅河和车尔臣河等九大水系 144 条河流的总称。由于远离海洋和高山环列,降水稀少,气候干燥,多年平均年降水量为 116.8 mm,而多年平均蒸发量高达 1 800~2 900 mm。

1.2 研究方法

以塔里木河流域的 26 个气象站和 8 个水文站 1961—2005 年的观测资料为基础,通过文献查阅、部

门收集等手段,建立塔河流域的历史水文及气象资料数据库,应用图表分析、数理统计等方法,分析流域气候及径流特征。

2 结果与分析

2.1 气温变化特征

以流域内 26 个气象站的气温资料进行年代间的分析,塔里木河流域的年平均气温 1961—2005 年呈逐年代递增趋势(表 1、图 1),其中 2000 年以后较 45 a 平均气温增加了 0.75℃,增幅 7.69%,较 1960s 增加了 1.27℃,增幅 13.75%。将平原区 22 个气象站和山区阿合奇、塔什库尔干、巴音布鲁克、吐尔尕特等 4 个气象站气温进行平均,分析山区和平原区气候变化特征,由表 1 和图 1 可见气温逐年增加,2000 年以后较 45 a 平均,平原区增加了 0.74℃,增幅达 6.69%;山区增加了 0.56℃,增幅达 17.83%;较 1960s,平原区增加了 1.20℃,增幅达 11.32%;山区增加了 1.10℃,增幅达 42.31%,平原区增幅大于山区。

将整个流域按照空间分为塔北、塔南、塔西三个区域进行气温变化特征分析(表 1、图 1),塔里木河流域的年平均气温呈逐年代递增趋势,其中,塔河流域北部增长最为明显,其次为南部、西部的增加幅度相对较小。1960s 温度最低,2000 年后温度最高。2000 年以后较 45 a 平均,流域北部增加了 1.22℃,增幅达 13.15%;南部增加了 1.00℃,增幅达 10.53%;西部增加了 0.8℃,增幅达 6.67%。较 1960s,流域北部增加了 1.8℃,增幅达 20.60%;南部增加了 1.7℃,增幅达 19.32%;西部增加了 1.3℃,增幅达 11.33%。塔北区域增幅大于塔南和塔西区域。

表 1 1961—2005 年塔里木河流域各区气温年代变化

分区	不同年代平均气温/℃				2000 年以后气温增减幅度/℃		
	1960s	1970s	1980s	1990s	2000 年以后	与 1960s 相比	与 45 a 平均值相比
山区	2.60	3.10	3.00	3.30	3.70	1.10	0.56
平原区	10.60	10.70	10.90	11.30	11.80	1.20	0.74
北部	8.70	8.80	8.90	9.50	10.50	1.80	1.22
南部	8.80	9.20	9.30	9.70	10.50	1.70	1.00
西部	11.50	11.70	11.80	12.20	12.80	1.30	0.80
全流域	9.27	9.51	9.61	10.01	10.54	1.27	0.75

2.2 降水变化特征

由表 2 和图 2 可知,塔里木河流域各区的年平均降水量,1961—2005 年整体上呈逐年代递增趋势,其中 2000 年以后较 45 a 平均,各年代平均降水量增加 16.65 mm,各年代平均增幅 17.89%,较 1960s 增加了 29.68 mm,增幅达 37.08%,1960s 偏枯,1990s 和 2000 年后偏丰。将平原区 22 个气象站和山区 4 个气象站降水量进行平均,分析山区和平原区降水变化特征(表 2、图 2)可知,降水逐年增加,2000 年以后较 45

a 平均,平原区增加了 16.34 mm,增幅达 23.06%;山区增加了 31.04 mm,增幅达 15.32%;较 1960s,平原区增加了 30.70 mm,增幅达 51.34%;山区增加了 41.90 mm,增幅达 21.85%,山区增幅大于平原区。

塔里木河流域的年平均降水量逐年代递增趋势,其中,塔河流域北部增长最为明显,其次为南部,西部的增加幅度相对比较小。2000 年以后较 45 a 平均,流域北部增加了 16.64 mm,增幅达 16.18%;南部增加了 28.94 mm,增幅达 26.91%;西部增加了 9.02

mm,增幅达 24.79%。较 1960s,流域北部增加了 35.10 mm,增幅达 41.59%;南部增加了 37.90 mm,

增幅达 38.44%;西部增加了 14.40 mm,增幅达 46.45%。塔北地区增幅最大,其次为塔南和塔西地区。

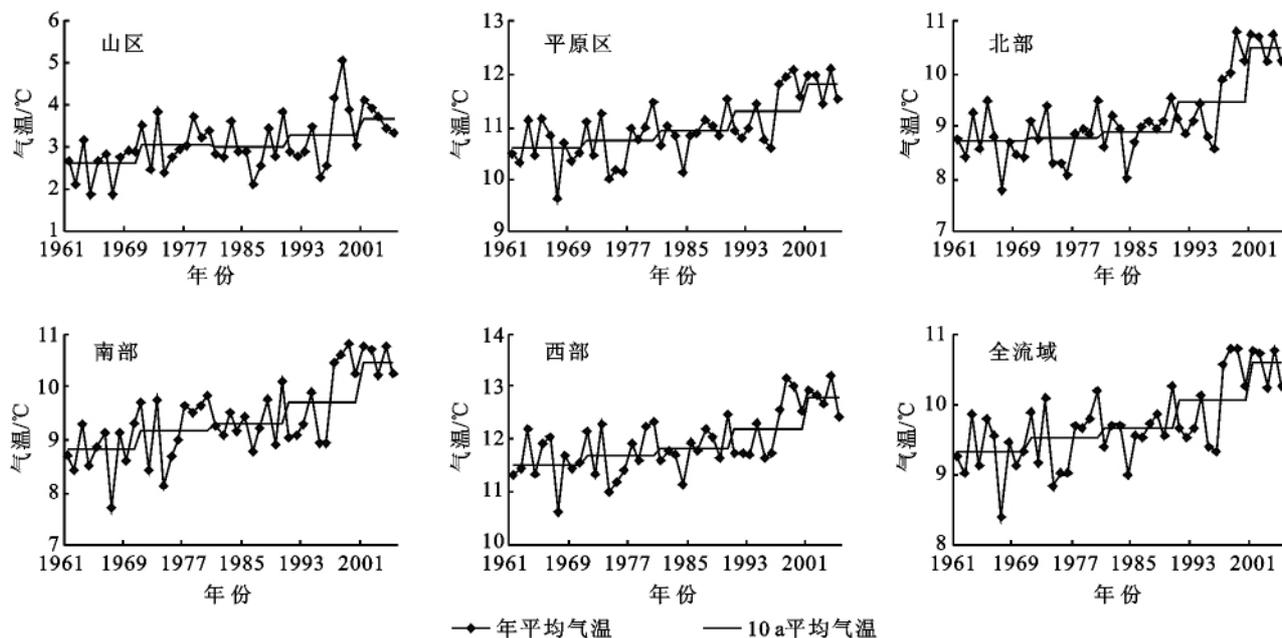


图 1 塔里木河流域各区气温年代变化

表 2 1961—2005 年塔里木河流域各区降水量年代变化

分区	不同年代平均降水量/mm					2000 年后降水量增减幅度/mm	
	1960s	1970s	1980s	1990s	2000 年后	与 1960s 相比	与 45 a 平均值相比
山区	191.80	181.20	186.30	220.30	233.70	41.90	31.04
平原区	56.50	60.90	70.70	79.00	87.20	30.70	16.34
北部	84.40	91.60	101.70	117.10	119.50	35.10	16.64
南部	98.60	91.20	97.30	114.20	136.50	37.90	28.94
西部	31.00	28.50	39.50	37.50	45.40	14.40	9.02
全流域	80.05	81.69	90.66	103.27	109.73	29.68	16.65

2.3 径流变化特征

根据 1961—2008 年塔里木河阿拉尔干流区水文站和黄水沟、塔什店、大山口、卡群、玉孜门勒克、通古孜洛克和乌鲁瓦提 1 个干流区水文站,7 个源流区水文站的资料统计(表 3)可知,塔里木河流域干流径流量逐年减少,各源流的产流区均在山区,出山口径流量 3 个河流均增加,增加幅度不大,2000 年以后径流量与 1960s 相比:和田河同古孜洛克站径流量增加了 1.43 亿 m³,增幅达 6.29%;乌鲁瓦提站增加了 2.03 亿 m³,增幅达 9.48%;干流阿拉尔站年经流量减少了 6.93 m³,减幅达 13.70%;叶尔羌河卡群站增加了 8.57 亿 m³,增幅为 13.65%;玉孜门勒克站增加了 2.73 亿 m³,增幅为 34.42%;开孔河黄水沟站增加了 0.92 亿 m³,增幅达 34.95%。2000 年后平均径流量与多年平均相比:干流阿拉尔站减少了 1.35 亿 m³,减幅为 3.00%;叶尔羌河玉孜门勒克站增加了 1.91 亿 m³,增幅为 21.80%;和田河同古孜洛克站径流量增加了 1.76 亿 m³,增幅达 7.88%;乌鲁瓦提站增加了 1.75 亿 m³,增幅

达 8.06%;开孔河黄水沟站增加了 0.58 亿 m³,增幅达 19.48%;大山口站增加了 5.43 亿 m³,增幅达 14.33%。

2.4 气候变化对塔里木河径流量的影响

用塔里木河流域巴音布鲁克(开孔河)和塔什库尔干(叶尔羌河)源流区 1961—2005 年出山口径流量和气温、降水资料进行相关分析,图 3 和图 4 为塔河流域巴音布鲁克地区,图 5 和图 6 为塔什库尔干源流地区近 45 a(1961—2005)来气温、降水和径流变化趋势。巴音布鲁克(图 3)和塔什库尔干(图 5)各年平均径流量与相应各年的平均气温作对比,图中 1960s—1980s 和 1980s—2000s(2001—2005)趋势线为年平均径流与年平均气温的线性回归,其倾向率都为正,巴音布鲁克 1980s 以前与 1980s 以后倾向率分别为 0.183 4 和 0.347 8 亿 m³/°C,塔什库尔干分别为 2.510 3 和 6.017 5 亿 m³/°C,说明塔河流域气候变化下温度升高对径流增加有较大贡献,而对形成于昆仑山水系的河流与天山水系的河流相比较,对前者的影响要远大于后者。各年平均径流量与相应各年的平

均降水量作对比(图 4 和图 6),由图 4 可知,巴音布鲁克 1980s 前与 1980s 后倾向率都为正,分别为 0.000 6 和 0.001 7 亿 m³/mm;塔什库尔干分别为-0.017 9 和

-0.005 4 亿 m³/mm,说明塔河流域气候变化下降水增加对年径流的影响较小,尤其对于形成于昆仑山水系的河流。

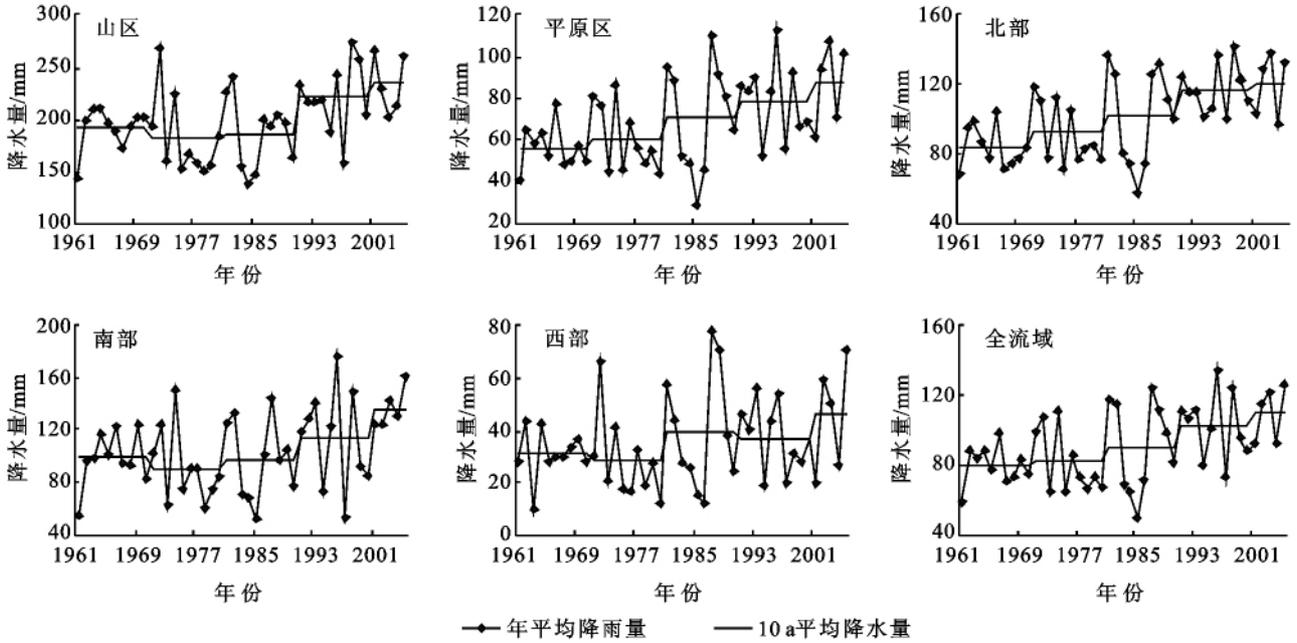


图 2 塔里木河流域各区降水量年代变化

表 3 1961—2005 年塔里木河流域各站不同年代径流量变化

亿 m³

塔河流域	河名	站名	1960s	1970s	1980s	1990	2000 年后
干流	塔河	阿拉尔	50.56	43.80	45.15	41.76	43.64
		黄水沟	2.63	2.48	2.35	3.85	3.55
	开孔河	塔什店	—	9.58	11.63	16.47	—
		大山口	—	31.64	30.28	38.92	40.86
源流	叶尔羌河	卡群	62.80	66.02	65.26	68.00	71.37
		玉孜门勒克	7.93	7.82	9.09	8.25	10.66
	和田河	同古孜洛克	22.65	22.53	21.20	21.12	24.07
		乌鲁瓦提	21.45	22.20	21.49	20.04	23.49

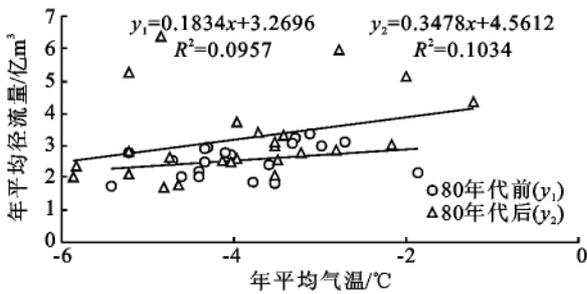


图 3 巴音布鲁克年平均径流量与年平均气温的关系

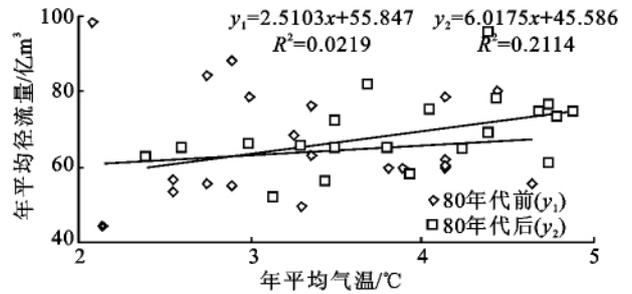


图 5 塔什库尔干年平均径流量与年平均气温的关系

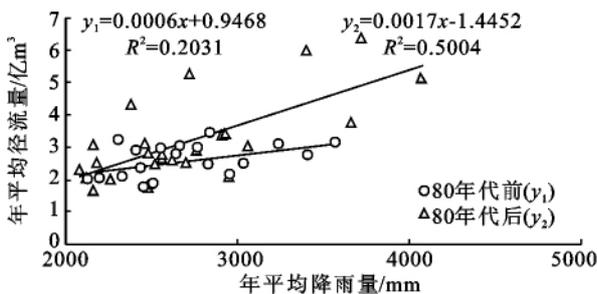


图 4 巴音布鲁克年平均径流量与年平均降水量的关系

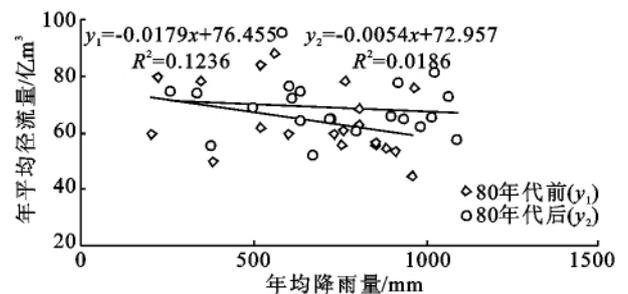


图 6 塔什库尔干年平均径流量与年平均降水量的关系

3 讨论

(1) 近 45 a 以来塔里木河流域呈变暖增湿趋势, 2000 年后平均与多年平均相比气温增加了 0.75℃, 增幅 7.69%, 其中平原区与山区相比, 平原区增幅大于山区, 空间上塔河流域北部增长最为明显, 其次为南部、西部; 2000 年后平均降水与多年平均相比降水量增加了 16.65 mm, 增幅 17.89%, 其中山区增幅大于平原。

(2) 1961—2008 年间塔里木河流域干流径流量逐年减少, 2000 年后平均径流量与多年平均相比, 干流阿拉尔站减少了 1.35 亿 m³, 减幅为 3.00%; 叶尔羌河玉孜门勒克站增加了 1.91 亿 m³, 增幅为 21.80%; 和田河同古孜洛克站径流量增加了 1.76 亿 m³, 增幅 7.88%; 乌鲁瓦提站增加了 1.75 亿 m³, 增幅达 8.06%; 开孔河黄水沟站增加了 0.58 亿 m³, 增幅达 19.48%; 大山口站增加了 5.43 亿 m³, 增幅达 14.33%。

(3) 塔河流域年际降雨与气温变化是引起径流变化的根本原因, 根据巴音布鲁克(开孔河)和塔什库尔干(叶尔羌河)源流区 1961—2005 年出山口径流量和气温、降水的相关分析, 塔河流域气候变化下温度升高对径流增加有较大贡献, 而对形成于昆仑山水系的河流的影响大于形成于天山水系的河流; 降水增加对年径流的影响较小, 尤其对于形成于昆仑山水系的河流。

参考文献:

- [1] 贺瑞敏, 王国庆, 张建云. 环境变化对黄河中游伊洛河流域径流量的影响[J]. 水土保持研究, 2007, 14(2): 298-301.
- [2] 郭庆春, 何振芳, 李力. 全球气候变化对农业的影响[J]. 湖南农业科学, 2011(19): 61-64.
- [3] 覃卫坚, 李耀先, 覃志年. 广西气温气候变化特征研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(32): 18315-18318.
- [4] 周晋红, 张军, 刘武华. 近 45 年来太原气候变化特征研究[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(3): 7-13.
- [5] 李常斌, 李文艳, 王雄师, 等. 黑河流域中、西部水系近 50 年来气温降水径流变化特征[J]. 兰州大学学报, 2011, 47(4): 7-12.
- [6] 赵串串, 杨晓阳, 张凤臣, 等. 气候变化对三江源区沙化土地植被生物量的影响[J]. 水土保持研究, 2008, 15(3): 175-181.
- [7] 张小龙. 新疆温泉县气温、降水及径流变化特征[J]. 水利科技与经济, 2011, 17(5): 66-67.
- [8] 宋文娟, 熊黑钢. 新疆开垦河流域径流变化特征分析[J]. 水土保持研究, 2008, 15(4): 224-227.
- [9] 王波雷, 马孝义, 季万才, 等. 乌兰木伦河径流变异特征分析研究[J]. 水土保持研究, 2007, 14(6): 314-318.
- [10] 李香云, 王立新, 章予舒. 近 40 年我国西北荒漠区降水和气温的时空变异特征: 以塔里木河流域为例[J]. 气候与环境研究, 2004, 9(4): 658-669.
- [11] 李红军, 江志红, 魏文寿. 近 40 年来塔里木河流域旱涝的气候变化[J]. 地理科学, 2007, 27(6): 801-807.
- [12] 徐长春, 陈亚宁, 李卫红, 等. 45 年来塔里木河流域气温、降水变化及其对积雪面积的影响[J]. 冰川冻土, 2007, 29(2): 183-188.
- [13] 王福勇, 郑浩. 对塔里木河流域水资源管理模式的探讨[J]. 水利发展研究, 2002, 2(7): 6-7.
- [14] 满苏尔, 沙比提, 楚新正. 近 40 年来塔里木河流域气候及径流变化特征研究[J]. 地域研究与开发, 2007, 26(4): 97-101.
- [15] 洪爱华, 刘文轩. 新疆区情文摘: 新疆民族大学新生生活方式现状分析[J]. 新疆社科信息, 2006(4): 31.
- [6] 尹锴, 赵千钧, 崔胜辉, 等. 城市森林景观格局与过程研究进展[J]. 生态学报, 2009, 29(1): 389-398.
- [7] 汲玉河, 周广胜. 1988—2006 年辽河三角洲植被结构的变化[J]. 植物生态学报, 2010, 34(4): 359-367.
- [8] 邱扬, 杜建林, 王晓军. 植被动态的格局与过程[J]. 山西大学学报: 自然科学版, 1997, 20(4): 440-451.
- [9] Bai Yang, Ouyang Zhiyun, Zheng Hua, et al. Ecosystems patterns and dynamics in Haihe river basin[J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(6): 327-334.
- [10] 雷秀丽, 杨泽东, 马雪梅, 等. 基于 DEM 的小流域土地利用分析模型研究与实践[J]. 测绘通报, 2011(2): 52-55.
- [11] 崔卫国, 文倩, 刘艳艳, 等. 基于 DEM 的醴陵市土地利用空间格局分析[J]. 资源科学, 2008, 31(2): 228-234.
- [12] 张少伟, 杨勤科, 任宗萍, 等. 江西省赣南地区土地利用动态分析[J]. 水土保持研究, 2011, 18(2): 53-65.
- [13] 孔祥丽, 王克林, 陈洪松, 等. 广西河池地区土地利用变化与社会经济发展水平关系的典范对应分析[J]. 自然资源学报, 2007, 22(1): 132-139.
- [14] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [15] 孟广涛, 方向京, 李宁云, 等. 云南金沙江流域典型区域森林景观空间格局特征的初步研究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(6): 78-84.
- [16] 徐广才, 康慕谊, 李亚飞. 锡林郭勒盟土地利用变化及驱动力分析[J]. 资源科学, 2011, 33(4): 690-697.

(上接第 121 页)