

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

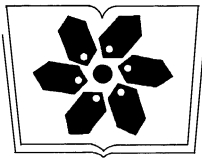
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第9期 Vol.31 No.9 **2011**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 9 期

2011 年 5 月 (半月刊)

目 次

EAM 会议专刊述评——气候变化下旱区农业生态系统的可持续性	李凤民, Kadambot H. M Siddique, Neil C Turner, 等 (I)
第二届生态系统评估与管理(EAM)国际会议综述	李朴芳, 赵旭喆, 程正国, 等 (2349)
应对全球气候变化的干旱农业生态系统研究——第二届 EAM 国际会议青年学者论坛综述	赵旭喆, 李朴芳, Kadambot H. M Siddique, 等 (2356)
微集雨模式与降雨变律对燕麦大田水生态过程的影响	强生才, 张恒嘉, 莫非, 等 (2365)
黑河中游春小麦需水量空间分布	王 瑶, 赵传燕, 田风霞, 等 (2374)
祁连山区青海云杉林蒸腾耗水估算	田风霞, 赵传燕, 冯兆东 (2383)
甘肃小陇山不同针叶林凋落物量、养分储量及持水特性	常雅军, 陈 琦, 曹 靖, 等 (2392)
灌水频率对河西走廊绿洲菊芋生活史对策及产量形成的影响	张恒嘉, 黄高宝, 杨 斌 (2401)
玛纳斯河流域水资源可持续利用评价方法	杨 广, 何新林, 李俊峰, 等 (2407)
西北旱寒区地理、地形因素与降雨量及平均温度的相关性——以甘肃省为例	杨 森, 孙国钧, 何文莹, 等 (2414)
黑河河岸植被与环境因子间的相互作用	许莎莎, 孙国钧, 刘慧明, 等 (2421)
干旱胁迫对高山柳和沙棘幼苗光合生理特征的影响	蔡海霞, 吴福忠, 杨万勤 (2430)
树锦鸡儿、柠条锦鸡儿、小叶锦鸡儿和鹰嘴豆干旱适应能力比较	方向文, 李凤民, 张海娜, 等 (2437)
胡杨异形叶绿素荧光特性对高温的响应	王海珍, 韩 路, 徐雅丽, 等 (2444)
柠条平茬处理后不同组织游离氨基酸含量	张海娜, 方向文, 蒋志荣, 等 (2454)
玛河流域扇缘带盐穗木土壤速效养分的“肥岛”特征	涂锦娜, 熊友才, 张 霞, 等 (2461)
摩西球囊霉对三叶鬼针草保护酶活性的影响	宋会兴, 钟章成, 杨万勤, 等 (2471)
燕麦属不同倍性种质资源抗旱性状评价及筛选	彭远英, 颜红海, 郭来春, 等 (2478)
光周期对燕麦生育时期和穗分化的影响	赵宝平, 张 娜, 任长忠, 等 (2492)
水肥条件对新老两个春小麦品种竞争能力和产量关系的影响	杜京旗, 魏盼盼, 袁自强, 等 (2501)
猪场沼液对蔬菜病原菌的抑制作用	尚 斌, 陈永杏, 陶秀萍, 等 (2509)
不同夏季填闲作物种植对设施菜地土壤无机氮残留和淋洗的影响	王芝义, 郭瑞英, 李凤民 (2516)
不同群体结构夏玉米灌浆期光合特征和产量变化	卫 丽, 熊友才, Baoluo Ma, 等 (2524)
脱硫废弃物对碱胁迫下油菜幼叶细胞钙分布及 Ca^{2+} -ATPase 活性的影响	毛桂莲, 许 兴, 郑国琦, 等 (2532)
过去 30a 玛纳斯河流域生态安全格局与农业生产力演变	王月健, 徐海量, 王 成, 等 (2539)
基于 RS 和转移矩阵的泾河流域生态承载力时空动态评价	岳东霞, 杜 军, 刘俊艳, 等 (2550)
毛乌素沙地农牧生态系统能值分析与耦合关系	胡兵辉, 廖允成 (2559)
民勤绿洲农田生态系统服务价值变化及其影响因子的回归分析	岳东霞, 杜 军, 巩 杰, 等 (2567)
青岛市城市绿地生态系统的环境净化服务价值	张绪良, 徐宗军, 张朝晖, 等 (2576)
基于 3S 技术的祖厉河流域农村人均纯收入空间相关性分析	许宝泉, 施为群 (2585)
专论与综述	
全球变化下植物物候研究的关键问题	莫非, 赵 鸿, 王建永, 等 (2593)
区域气候变化统计降尺度研究进展	朱宏伟, 杨 森, 赵旭喆, 等 (2602)
干旱胁迫下植物根源化学信号研究进展	李冀南, 李朴芳, 孔海燕, 等 (2610)
山黧豆毒素 ODAP 的生物合成及与抗逆性关系研究进展	张大伟, 邢更妹, 熊友才, 等 (2621)
旱地小麦理想株型研究进展	李朴芳, 程正国, 赵 鸿, 等 (2631)
小麦干旱诱导蛋白及相关基因研究进展	张小丰, 孔海燕, 李朴芳, 等 (2641)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 306 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-05



封面图说: 覆膜-垄作燕麦种植——反映了雨水高效利用和农田水生态过程的优化(详见强生才 P2365)。

彩图提供: 兰州大学干旱与草地生态教育部重点实验室莫非 E-mail: mofei371@163.com

西北旱寒区地理、地形因素与降雨量及 平均温度的相关性 ——以甘肃省为例

杨 森¹, 孙国钧¹, 何文莹¹, 赵 鸿^{1,2}, 李凤民¹, 熊友才^{1,*}

(1. 兰州大学干旱与草地生态教育部重点实验室, 兰州 730000; 2. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 兰州 730020)

摘要: 地理、地形因素是影响西北旱寒区农业种植结构和生态保育的重要因素之一。以甘肃为例, 在遥感和 GIS 技术支持下, 选取该地区 122 个气象站点的 1980、1990、2000 年 3 个年份各月降雨量和平均气温作为数据源, 分析了各月降雨量和平均气温与经纬度、海拔、坡向、坡度之间的相关关系。结果表明, 降雨量与经度、纬度和海拔 3 个地理、地形因子相关性较大, 与坡度和坡向无显著性相关; 降雨量和纬度之间存在普遍的显著性负相关, 平均偏相关系数在 0.5 以上。另外, 月平均气温与经度、海拔具有很高的显著性负相关, 其中平均气温与海拔之间的偏相关系数达到 0.9 以上, 但与坡度和坡向的相关性不显著。更进一步, 分析了 3 个年度各月的月平均气温与纬度之间的关系, 虽然气温和纬度之间存在一定的相关性, 但随着年份的变化, 温度与纬度具有显著性相关的月份数在减少, 并且在存在相关性的月份中, 气温同纬度之间的偏相关系数也在逐年减小, 纬度对温度的空间分布的影响正逐渐变弱。研究结果支持了中国西北干旱区范围正向东南扩展的结论, 并为全球变化下旱区农业生态系统管理提供理论潜力。

关键词: 降雨量; 平均气温; 地理、地形因素; 纬度; 中国

Correlation of topographic factors with precipitation and surface temperature in arid and cold region of Northwest China: a case study in Gansu Province

YANG Sen¹, SUN Guojun¹, HE Wenying¹, ZHAO Hong^{1,2}, LI Fengmin¹, XIONG Youcai^{1,*}

1 MOE Key Laboratory of Arid and Grassland Ecology, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

2 Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Lanzhou 730020, China

Abstract: Topography is one of the most important factors affecting agricultural systems and ecological conservation in the arid and cold regions of Northwest China. In this study, the Gansu Province region was chosen to evaluate the correlation between monthly surface temperature/precipitation with latitude/longitude altitude/aspect and slope using the surface temperature and precipitation data of 1980, 1990 and 2000 across 122 meteorological stations using remote sensing and GIS techniques. The results showed that precipitation was popularly correlated with three large topographic factors, longitude, latitude and elevation, but had no significant correlation with slope and aspect; there was a significantly negative correlation between rainfall and latitude, with the average partial correlation coefficient of above 0.5. In addition, monthly surface temperature was observed to have a high negative correlation with longitude and altitude, where the partial correlation coefficient between surface temperature and elevation was more than 0.9, but the correlation of surface temperature with slope and surface temperature with aspect were not significant. Furthermore, we analyzed the correlations of monthly surface temperature with latitude across all the months of the three years, and found that the number of the months when a

基金项目: 国家重点基础研究发展计划资助项目(973 项目)(2009CB825101); 国家公益性行业(气象)科研专项子课题(GYHY200806021-06/GYHY201106029); 国家自然科学基金项目(31070372 和 30970447); 教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-07-0396); 兰州大学人才引进专项(582449)

收稿日期: 2010-10-31; 修订日期: 2011-02-21

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: iamsenny@163.com, xiongye@lzu.edu.cn

significant correlation between temperature and latitude was observed became fewer with the increase of years, while there was a correlation between them. Additionally, among the months in which the correlation was there, the partial correlation coefficient between temperature and latitude decreased year by year, suggesting that the effect of the latitude on the spatial distribution of temperature was gradually weakening. The results support the existing viewpoint that the extent of the arid northwest China has been extending to the south and east, and provide theoretical potential for arid agro-ecosystem management under global change.

Key Words: precipitation; surface temperature; topographic factor; latitude; China

位于我国西北内陆地区的甘肃省,横跨黄土高原、青藏高原与河西走廊,具有多样化的地理、地形要素。该地区的气候类型覆盖了从半湿润到极度干旱之间的各种类型,其物候特征在西部旱寒区具有典型性和代表性。地理、地形因素对甘肃大部地区的农业种植结构与可持续发展具有重要影响,是开展土地规划和水资源管理必备前提条件。从地理区域来说,研究区有一半的面积位于黄土高原丘陵沟壑区,是开展雨养农业、梯田建造和草田轮作的适宜区;研究区还有三分之一的面积位于祁连山及河西绿洲-荒漠区,是国家农林生态系统保育和灌溉农业发展的重要基地。研究区还有一部分位于青藏高原高寒区,是黄河流域的水源涵养区和承载草地畜牧业发展的生态脆弱区。

降雨量和温度对于自然植被和农作物生存、生长来说是两个重要的影响因素。降雨在大气水循环的过程中充当着重要的角色,地表的水分通过蒸散发过程进入大气,最终又以降雨的形势返回地表。降雨是决定全球环境和气候变化的重要因子^[1],适当的降雨量可以保证植物的生存、生长,这一点对于生态的恢复和生态可持续发展尤为重要;相反,若短时间内发生了大规模降雨,会造成洪涝灾害,对生产生活造成巨大损失。由此可见,降雨量监测是很有必要的。然而,大气降水在时空上的分布变化很大,要达到较高精度的降雨量估计值,必须有密集的雨量站点^[1],站点的建设首先是需要很高的成本,其次站点数量的增加并不能和降雨量估计值的精度成正比。这就急切需要一个低成本有效的方法对降雨量分布做一个尽可能准确的估计。

温度在各种气候因子中也占有非常重要的地位^[2]。在各种植物生存生长中也是一个非常重要的影响因素,适当的温度能使植物生长的更加茂盛,相反不适的温度可能在很短的时间内造成植物的大量死亡。不仅植物的生存生长和温度密切相关,植物种子的传播^[3-4]等也受到温度的影响。温度的监测和降雨类似,也需要大量的气象站点,也和降雨量的精确估计存在同样的问题。因此通过一种简单有效的方法对温度的分布进行预测是非常必要的。

以往关于地理、地形因子对降雨量和气温的分布研究已取得一定进展。通过分析中国过去 52 a 的季节温度同地形因子之间的关系,得出夏季温度的分布受到地形因素影响较大,而冬季则受到纬度影响明显的结论^[5]。利用偏最小二乘回归分析法对地理和地形影响下我国区域的气温空间分布进行研究,关于西北地区的气温得出局地因子地形高程的变化是最重要的影响因素^[6]。在地形因子对降雨量分布的影响方面,以石羊河流域上游为研究区域,利用 GIS 软件分析模拟了降雨量同地形因子之间的关系,并建立了模拟模型^[7]。通过分析地形对青藏高原丰枯水年雨季降水量空间分布的影响,发现海拔、季风、开放度和经度都会对降雨量的分布产生重要影响^[8]。

国外学者对于降雨量、温度和地形因子之间的关系研究也有不同程度的进展。通过分析纬度和海拔对年气温变化趋势,发现纬度和海拔对年气温的变化都会造成很大影响^[9]。利用快速空气污染监测系统,对加拿大工业城市哈密尔顿的空气逆温和地形因素进行了研究,发现地形因素对空气逆温的影响是巨大的^[10]。以印度中纬度环流地区和印度北部为研究区,分析了它们季雨之间的相关性,发现地域的差异也会对降雨产生影响^[11]。

西北旱寒区复杂的地表特征和多变的气候类型是影响该地区生态系统可持续管理的关键环境因子。近年来,随着全球变化生态学的兴起,研究地理和地形因素与气候因子的耦合关系成为国内外研究的热点和难

点,对该问题的揭示对西北旱寒区调整农业种植结构和加强生态保育具有重要理论意义。根据以往的研究^[12-14],影响降雨量和气温空间分布的主要因素有:经度、纬度、海拔、坡向、坡度以及下垫面等。特别是地理、地形对局地气候的影响,在程度上常常可以与大气环流、太阳辐射的作用相比拟^[7]。本研究正是利用 SPSS 统计分析软件,将 1980 年、1990 年和 2000 年各个月份甘肃省内部及周边共 122 个气象站点测得的月降雨量和月平均温度与该站点处的经度、纬度、海拔、坡向、坡度之间分别做偏相关分析,从而得出月降雨量和月平均温度与这些地理、地形因子之间的相关关系。这些相关关系可为降雨量多少及温度高低的精确预报、生态环境的可持续发展以及农业的科学化管理提供重要的科学依据。

1 研究区概况

西北旱寒区主要包括陕、甘、宁、青、新等省区,本研究所采用的研究区域是甘肃省。甘肃省($N32^{\circ}11'—42^{\circ}57'$, $E92^{\circ}13'—108^{\circ}46'$)与新疆、青海、四川、陕西、宁夏和内蒙古 6 省相邻。地势自西南向东北倾斜,地形呈狭长状,东西长 1655 km,南北宽 530 km,总面积 45.44 万 km^2 ^[15]。地貌复杂多样,山地、高原、平川、河谷、沙漠、戈壁,类型齐全,交错分布,大致可分为 6 种:陇南山地、陇中黄土高原、甘南高原、河西走廊、祁连山地和河西走廊以北地带。

甘肃省深居中国西北内陆,生态环境相对脆弱,自然环境较差。年降水量在 36.6—734.9 mm 之间,年平均气温在 $0—16^{\circ}C$ 之间^[15],属于典型的干旱、半干旱区(图 1)。甘肃省东部属于黄土高原、西南部属于青藏高原(图 1),是连通中国两大高原的桥梁。境内植被种类相对较少,且分布受到地理位置等因素影响很大。南部祁连山区以高寒灌丛^[16]、高寒草甸和青海云杉林等为主。中部和北部主要分布的是沙生植被等,且受水分因子影响最大^[17]。农田等经济作物主要分布在中部和北部绿洲区内。

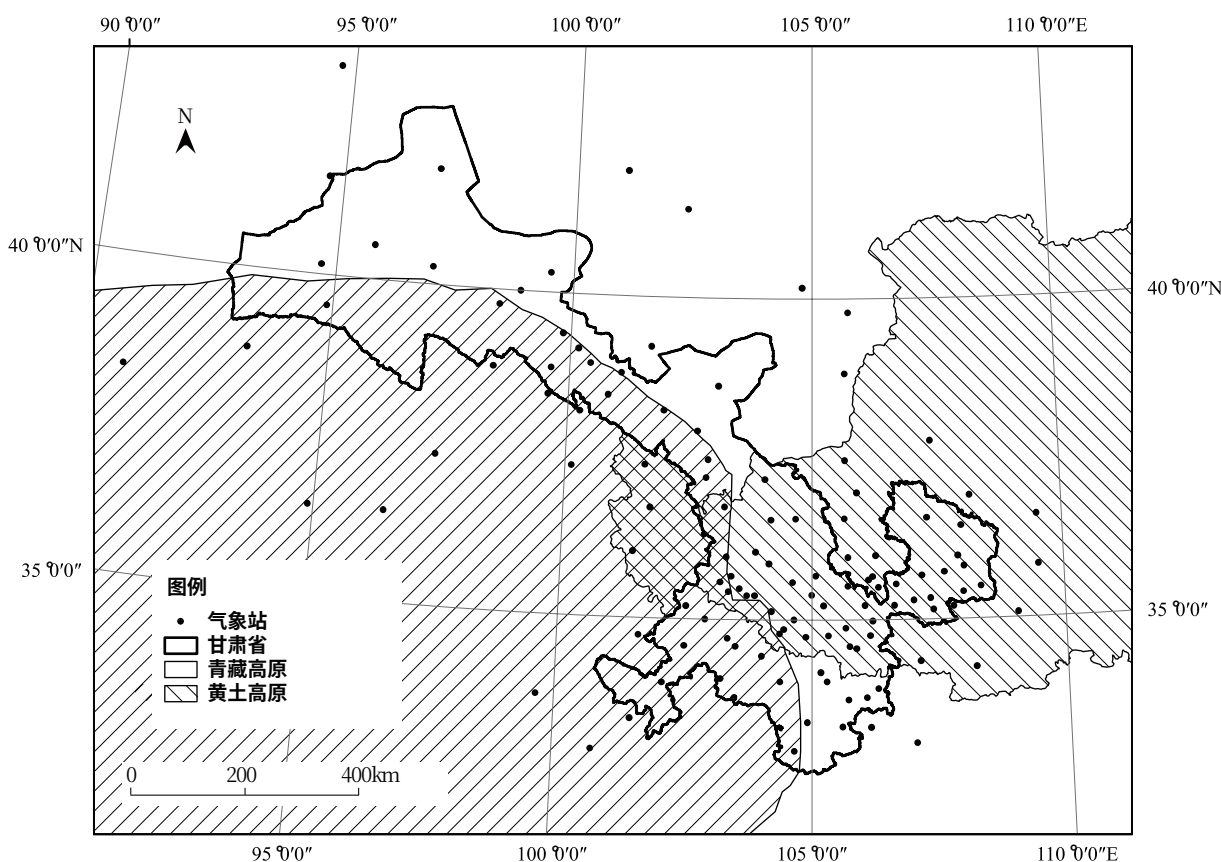


图 1 气象站点位置分布以及甘肃省与黄土高原、青藏高原位置关系

Fig. 1 Distribution of the 122 meteorological stations and the position of Gansu Province, Loess Plateau and Tibetan Plateau

2 材料和方法

2.1 数据来源与预处理

本文用于研究的降雨量和平均温度数据来源于中国气象科学数据共享服务网和甘肃省气象局,时间为1980、1990、2000年,数据内容包括月降雨量、月平均温度、经纬度和海拔高度,共涉及甘肃省内部及周边122个气象站点(图1)。

坡向和坡度数据是由DEM数据经过ArcGIS软件提取所得。所采用的DEM为NASA(美国国家航天局)最新发布的数据,是第3次全球范围内的DEM数据产品。采样经度达到了30 m,海拔精度为7—14 m,是目前公开发布的精度最高覆盖范围最大的DEM数据产品。

坡向和坡度数据提取的具体过程可分为两步:第一步是根据DEM做出坡向和坡度图;第二步是从做好的坡向和坡度图中把每个气象站点对应位置的数据提取出来。由于所使用的DEM数据的坐标系是地理坐标系,因此在使用ArcGIS软件做坡向和坡度提取时,工具模块中的Z值需要预先计算获得,而不能采用其默认值。Z值的获得可采用以下公式计算:

$$Z = 1.0 \div (113200 \times \cos\theta)$$

式中, θ 为中心纬度的弧度值。

做出坡向和坡度图后,根据每一个气象站点的位置,再分别将坡向和坡度数据提出。

2.2 相关性方法简介

常见的相关分析可分为简单相关分析,偏相关分析和距离分析3种。简单相关分析指的是两个变量之间的相关性,是一个二元关系,可简单的反映两个变量之间的相关程度。简单相关关系只能反映两个变量之间的关系,但如果因变量同时受到多个因素的影响时,简单相关关系便不能真实的反映二者之间的关系,所以需要考察在其他因素的影响剔除后二者之间的相关程度,即偏相关分析^[18]。距离分析是对观测量之间或变量之间相似或不相似程度的一种测度,是一种广义的距离。它又可以分为观测量之间距离分析和变量之间距离分析。

本研究所使用的相关分析方法是偏相关分析。降雨量和平均温度都会受到5个地理、地形因素的影响,可能是其中的一个,或者是其中的某几个,甚至是全部的影响。因此,要分析降雨量或平均温度与某一个地理、地形因素之间的关系时,就必须剔除其它地理、地形因素对其的影响,这刚好满足了偏相关分析的使用条件,并且这种分析方法已经被广泛使用^[19-20],实践证明此种方法效果很好。

3 结果与讨论

以站点为主键,对处理完成的降雨量、平均温度、经度、纬度、海拔、坡向和坡度进行分组,得到3年12个月份共36组数据。利用SPSS软件所提供的偏相关分析功能对数据做偏相关分析,每次以5个地理、地形因子之一和降雨量或平均温度为变量,其余4个因子为控制量输入SPSS中分析,最终得出月降雨量和月平均温度与5个地理、地形因素之间的偏相关系数(表1—表3)。

对结果表(表1—表3)进行归纳总结,可得出以下3方面结论:

(1)月降雨量方面 主要与经度、纬度和海拔3个因子相关性较大。只有1月份的降雨量在与经度存在相关性的同时还受到坡度的影响,但相关系数不高,只有0.2左右。其它各月份的降雨量都和纬度存在很好的负相关性,相关系数最高达到0.67,平均相关系数也在0.5以上,可见纬度对降雨量的多少具有很大影响。部分月份的降雨量还与经度存在正相关性,但相关系数不高一般不超过0.5。海拔与部分月份的降雨量也存在相关性,虽然相关系数不高,但相对较为复杂,有些月份是呈现负相关,有些是正相关,并没有一个统一、明显的规律。

(2)月平均温度方面 它和经度、海拔呈现出良好的负相关性。尤其是海拔,3年全部月份的平均温度都和海拔因子具有相关关系,且相关系数基本都在0.9以上。其次是经度也对月平均温度的分布起着重要作用,根据得出的数据结果统计,月平均温度和经度之间的相关系数也在0.2到0.7之间。

表 1 1980 年各月降雨量和平均温度同各地理、地形因子间相关系数

Table 1 Correlation factors between monthly rainfall, mean monthly temperature and landform in 1980

月份 Month	月降雨量 Monthly precipitation					月平均温度 Monthly surface temperature				
	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔 Altitude	坡向 Aspect	坡度 Slope	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔 Altitude	坡向 Aspect	坡度 Slope
1	-0.117	-0.379 **	-0.157	-0.052	0.141	-0.701 **	-0.938 **	-0.937 **	-0.132	0.098
2	0.172	-0.096	0.501 **	0.118	0.155	-0.718 **	-0.919 **	-0.913 **	-0.089	-0.010
3	0.038	-0.596 **	-0.013	-0.007	0.052	-0.595 **	-0.841 **	-0.899 **	-0.052	-0.015
4	-0.117	-0.608 **	-0.250 **	0.082	0.086	-0.653 **	-0.821 **	-0.945 **	-0.123	0.014
5	0.040	-0.621 **	-0.227 *	-0.028	0.082	-0.532 **	-0.261 **	-0.939 **	-0.047	-0.012
6	0.146	-0.573 **	0.049	0.047	0.080	-0.200 *	0.307 **	-0.937 **	0.013	-0.040
7	0.301 **	-0.495 **	0.060	0.015	0.055	-0.321 **	0.309 **	-0.924 **	0.034	0.010
8	0.261 **	-0.445 **	0.130	-0.152	0.106	-0.537 **	-0.138	-0.952 **	0.024	-0.018
9	0.116	-0.670 **	0.089	-0.161	0.019	-0.505 **	-0.384 **	-0.941 **	-0.019	-0.018
10	0.283 **	-0.494 **	-0.085	0.112	0.129	-0.458 **	-0.800 **	-0.950 **	-0.041	0.029
11	-0.011	-0.316 **	-0.371 **	-0.008	-0.001	-0.442 **	-0.802 **	-0.925 **	-0.081	0.091
12	-0.084	-0.242 **	0.049	-0.106	0.113	-0.489 **	-0.860 **	-0.897 **	-0.122	0.073

* 信度水平达到 0.05; ** 信度水平达到 0.01

表 2 1990 年各月降雨量和平均温度同各地理、地形因子间相关系数

Table 2 Correlation factors between monthly rainfall, mean monthly temperature and landform in 1990

月份 Month	月降雨量 Monthly precipitation					月平均温度 Monthly surface temperature				
	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔 Altitude	坡向 Aspect	坡度 Slope	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔 Altitude	坡向 Aspect	坡度 Slope
1	0.350 **	-0.112	-0.041	-0.051	0.193 *	-0.598 **	-0.882 **	-0.889 **	0.022	0.010
2	0.510 **	-0.197 *	0.144	0.012	0.159	-0.607 **	-0.844 **	-0.898 **	-0.012	-0.051
3	0.480 **	0.082	0.000	-0.049	0.161	-0.528 **	-0.766 **	-0.925 **	0.040	-0.069
4	0.203 *	-0.628 **	-0.182 *	0.000	0.031	-0.628 **	-0.764 **	-0.950 **	0.000	-0.051
5	0.206 *	-0.621 **	0.032	-0.080	-0.107	-0.533 **	-0.118	-0.960 **	0.036	0.005
6	-0.071	-0.657 **	-0.085	-0.183 *	-0.019	-0.422 **	0.189 *	-0.947 **	0.065	0.063
7	0.245 **	-0.401 **	-0.008	0.073	0.012	-0.317 **	0.007	-0.947 **	0.042	0.004
8	0.517 **	-0.421 **	0.088	-0.083	-0.106	-0.457 **	-0.097	-0.949 **	0.059	-0.039
9	0.129	-0.646 **	-0.254 **	0.056	0.064	-0.425 **	-0.288 **	-0.950 **	0.101	-0.043
10	0.341 **	-0.533 **	-0.045	0.029	-0.014	-0.440 **	-0.692 **	-0.954 **	0.069	-0.036
11	0.094	-0.318 **	-0.370 **	0.083	0.079	-0.284 **	-0.838 **	-0.925 **	0.022	0.006
12	0.263 **	-0.033	-0.010	0.020	0.049	-0.338 **	-0.839 **	-0.858 **	0.019	0.000

* 信度水平达到 0.05; ** 信度水平达到 0.01

表 3 2000 年各月降雨量和平均温度同各地理、地形因子间相关系数

Table 3 Correlation factors between monthly rainfall, mean monthly temperature and landform in 2000

月份 Month	月降雨量 Monthly precipitation					月平均温度 Monthly surface temperature				
	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔 Altitude	坡向 Aspect	坡度 Slope	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔 Altitude	坡向 Aspect	坡度 Slope
1	0.247 **	-0.149	-0.175	-0.002	0.210 *	-0.545 **	-0.892 **	-0.843 **	0.000	0.048
2	0.290 **	-0.271 **	0.216 *	-0.094	0.085	-0.471 **	-0.844 **	-0.896 **	-0.072	0.090
3	-0.143	-0.608 **	-0.096	-0.072	-0.030	-0.296 **	-0.759 **	-0.920 **	-0.117	0.107
4	-0.113	-0.522 **	-0.135	-0.063	0.032	-0.361 **	-0.625 **	-0.928 **	-0.072	0.081
5	-0.105	-0.575 **	0.301 **	-0.062	0.038	-0.232 *	-0.096	-0.924 **	-0.020	0.088
6	0.455 **	-0.288 **	0.412 **	-0.123	0.109	-0.391 **	-0.152	-0.932 **	0.003	0.058
7	0.246 **	-0.088	0.371 **	0.115	0.151	-0.287 **	0.002	-0.909 **	0.047	-0.012
8	0.206 *	-0.569 **	-0.094	-0.048	-0.086	-0.392 **	-0.082	-0.929 **	0.025	0.064
9	0.231 *	-0.569 **	0.032 **	-0.166	0.023	-0.392 **	-0.255 **	-0.913 **	0.027	0.067
10	0.311 **	-0.636 **	-0.299 **	-0.120	0.153	-0.370 **	-0.729 **	-0.873 **	0.026	0.048
11	0.222 *	-0.392 **	-0.175	-0.113	0.002	-0.377 **	-0.826 **	-0.871 **	-0.034	0.091
12	-0.251 **	-0.501 **	-0.101	0.029	0.091	-0.041	-0.722 **	-0.855 **	-0.036	0.058

* 信度水平达到 0.05; ** 信度水平达到 0.01

综合分析 1980、1990、2000 年 3 个年份各月的平均温度,可以发现:受纬度影响的月份数在逐渐减少,1980 年只有 8 月份的平均温度对纬度的影响不敏感;1990 年纬度对 5、7、8 月份的平均温度无影响;2000 年 5—8 月的平均温度都不受纬度影响,只有其余 8 个月份受纬度影响较大。再次分析不同年份相同月份纬度对平均温度的影响(表 4):发现不同年份的相同月份受纬度影响的相关系数也在逐渐减小。因此可得出结论,纬度对月平均温度存在一定的影响,但影响在逐渐减弱。

表 4 1980、1990、2000 年不同月份平均温度与纬度间相关系数

Table 4 Correction factors between mean monthly temperature and latitude in 1980, 1990 and 2000

月份 Month	满足信度水平的偏相关系数 Partial correlation coefficient			月份 Month	满足信度水平的偏相关系数 Partial correlation coefficient		
	1980	1990	2000		1980	1990	2000
1	-0.938	-0.882	-0.892	2	-0.919	-0.844	-0.844
3	-0.841	-0.766	-0.759	4	-0.821	-0.764	-0.625
5	-0.261	—	—	6	0.307	0.189	—
7	0.309	—	—	8	—	—	—
9	-0.384	-0.288	-0.255	10	-0.800	-0.692	-0.729
11	-0.802	-0.838	-0.826	12	-0.860	-0.839	-0.722

(3)降雨量和温度都会受到经度、纬度、海拔、坡向、坡度这 5 个因素的影响^[12-14],通过本研究发现甘肃省的降雨量和平均温度主要受经纬度和海拔的影响,坡度、坡向在本研究区对降雨量和平均温度的影响不大。降雨量和温度在气象学中是一个非常复杂的过程,他们的具体成因还受到大气环流^[21]、下垫面、离水体距离、季风^[22]和太阳辐射^[23]等诸多因素的影响,本研究所做的地理、地形因素与它们之间的相关性分析,只是对降雨量和平均温度造成影响的一个方面,因此不能片面的通过各种地理、地形因素来精确计算出降雨量的多少和温度的高低。

4 结论与建议

月降雨量主要与经度、纬度和海拔 3 个因子相关性较大。其中,降雨量和纬度之间存在一定的负相关关系;部分月份的降雨量与经度存在一定的正相关关系;海拔对降雨量的分布也存在一定影响,但并没有一个统一规律。

月平均温度和经度、海拔呈现出良好的负相关性。尤其是海拔,3 年全部月份的平均温度和海拔因子间的相关系数基本在 0.9 以上;月平均温度与经度之间也存在不错的相关关系,相关系数在 0.2 到 0.7 之间。综合分析 3 年各个月份的平均温度与纬度之间的相关性,纬度对月平均温度存在一定的影响,但影响在逐渐减弱。这一点刚好也是该地区在全球气候变暖这一大环境下做出的信息反馈。

本研究结果支持了中国西北干旱区范围正向东南扩展的结论,并为全球变化下旱区农业生态系统管理提供理论潜力。从实践意义上讲,研究结果对西北旱寒区的生态恢复、可持续发展和农牧结构调整具有重大的意义。建议在西北旱寒区农牧交错带实施“大面积搞生态、小面积搞生产”的战略方针,进一步加强退耕还林还草和天然林保护工程,以应对气候变暖下生态系统退化的严峻现实。同时,以提高区域水分生产力为核心目标,调整西北旱寒区农牧结构。通过以农促牧,农牧结合,达到社会效益和生态效益并举,为开展生态适应性管理新模式提供范式基础。

References:

- [1] Liu Z. The Study On Distributed Precipitation Estimation Model & Method Based On MODIS & Artificial Neural Networks. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2005.
- [2] Pan Y Z, Gong D Y, Deng L, Li J, Gao J. Smart distance searching-based and DEM-informed interpolation of surface air temperature in China. Acta Geographica Sinica, 2004, 59(3): 366-374.
- [3] Norris-Hill J. The influence of ambient temperature on the abundance of poaceae pollen. Aerobiologia, 1997, 13(2): 91-97.
- [4] Barnes C, Pacheco F, Landuyt J, Hu F, Portnoy J. The effect of temperature, relative humidity and rainfall on airborne ragweed pollen

- concentrations. *Aerobiologia*, 2001, 17(1): 61-68.
- [5] Lu A G, Pang D Q, Ge J P, He Y Q, Pang H X, Yuan L L. Effect of landform on seasonal temperature structures across China in the past 52 years. *Journal of Mountain Science*, 2006, 3(2): 158-167.
- [6] Shu S J, Wang Y, Chu H Y. Spatial distribution of temperature in China: Geographic and topographic influences. *Journal of Nanjing University (Natural Sciences)*, 2009, 45(3): 334-342.
- [7] Chen H, Li Y Y, Yang Z F, Shen Z Y. Research on the relationship between terrain factors and precipitation. *Research of Soil and Water Conservation*, 2007, 14(1): 119-122.
- [8] Zhang J, Li D L, He J M, Wang X Y. Influence of terrain on precipitation distribution in Qingzang tableland in wet and dry years. *Advance in Water Science*, 2007, 18(3): 319-326.
- [9] Kane R P, Buriti R A. Latitude and altitude dependence of the interannual variability and trends of atmospheric temperatures. *Pure and Applied Geophysics*, 1997, 149(4): 775-792.
- [10] Wallace J, Corr D, Kanaroglou P. Topographic and spatial impacts of temperature inversions on air quality using mobile air pollution surveys. *Science of the Total Environment*, 2010, 408(21): 5086-8096.
- [11] Singh G P, Chattopadhyay J. Relationship between mid-latitude circulation indices and Indian northeast monsoon rainfall. *Pure and Applied Geophysics*, 1998, 152(4): 811-818.
- [12] Ding Y G, Yu J H, Shi N. Quasi-biennial oscillation variability in interannual variance of the global surface temperature during the last 100-year period. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 2001, 25(1): 89-102.
- [13] Sun A J, Gao B. A diagnostic analyses of serious flood/drought during summer season in the north China plane. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 2000, 24(3): 393-402.
- [14] Kong Y F, Tong W W. Spatial exploration and interpolation of the surface precipitation data. *Geographical Research*, 2008, 27(5): 1097-1108.
- [15] Gansu Government. Climate of Gansu Province. (2008-12-16) [2010-08-12]. <http://www.gansu.gov.cn/GsglItem.asp>.
- [16] Yu Y W, Hu Z Z, Xu C L, Zhang D G. Study on the vegetation types and distribution of alpine shrubs in eastern Qilian mountains. *Journal of Gansu Agricultural University*, 1999, 34(1): 12-17.
- [17] Liu H Y, Xu L H, Chen C D, Cui H R, Xu X Y. Vegetation patterns and nature reserve construction in an extremely-arid desert in Anxi, NW China's Gansu Province. *Journal of Environmental Sciences*, 2002, 14(3): 380-387.
- [18] Du Z Y. General Method of Statistical Analysis-SPSS Application. Jinan: Shandong People's Publishing House, 2006.
- [19] Cai D H, Guo N, Li C W. Interpolation of air temperature based on DEM over eastern region of Gansu. *Journal of Arid Meteorology*, 2009, 27(1): 10-17, 28.
- [20] Cui S F, Zhang Z H, Yao F Q, Zhang Y, Ren S G. Influencing factors and prediction models of soil temperature in Yantai based on partial correlation analysis. *Shandong Agricultural Science*, 2010, (1): 18-21.
- [21] Thompson D. The contribution of airflow circulations to local temperatures and rainfall in the New England area, New South Wales, Australia. *Theoretical and Applied Climatology*, 1973, 21(2/3): 175-188.
- [22] Otterman J, Atlas R, Ardizzone J, Starr D, Jusem J C, Terry J. Relationship of late-winter temperatures in Europe to North Atlantic surface winds: a correlation analysis. *Theoretical and Applied Climatology*, 1999, 64(3/4): 201-211.
- [23] Feijt A J, Kohsiek W. The effect of emissivity variation on surface temperature determined by infrared radiometry. *Boundary-Layer Meteorology*, 1994, 72(3): 323-327.

参考文献:

- [1] 刘忠. 基于 MODIS 和人工神经网络的流域分布式降雨量估算模型和方法研究. 华中科技大学水利电力工程, 2005.
- [2] 潘耀忠, 龚道溢, 邓磊, 李京, 高静. 基于 DEM 的中国陆地多年平均温度插值方法. *地理学报*, 2004, 59(3): 366-374.
- [6] 舒守娟, 王元, 储惠芸. 地理和地形影响下我国区域的气温空间分布. *南京大学学报(自然科学)*, 2009, 45(3): 334-342.
- [7] 陈贺, 李原园, 杨志峰, 沈珍瑶. 地形因素对降水分布影响的研究. *水土保持研究*, 2007, 14(1): 119-122.
- [8] 张杰, 李栋梁, 何金梅, 王小燕. 地形对青藏高原丰枯水年雨季降水量空间分布的影响. *水科学进展*, 2007, 18(3): 319-326.
- [12] 丁裕国, 余锦华, 施能. 近百年全球平均气温年际变率中的 QBO 长期变化特征. *大气科学*, 2001, 25(1): 89-102.
- [13] 孙安健, 高波. 华北平原地区夏季严重旱涝特征诊断分析. *大气科学*, 2000, 24(3): 393-402.
- [14] 孔云峰, 全文伟. 降雨量地面观测数据空间探索与插值方法探讨. *地理研究*, 2008, 27(5): 1097-1108.
- [15] 网站编辑部. 甘肃省气候情况. (2008-12-16) [2010-08-12]. <http://www.gansu.gov.cn/GsglItem.asp>.
- [16] 于应文, 胡自治, 徐长林, 张德罡. 东祁连山高寒灌丛植被类型与分布特征. *甘肃农业大学学报*, 1999, 34(1): 12-17.
- [18] 杜志渊. 常用统计分析方法—SPSS 应用. 济南: 山东人民出版社, 2006.
- [19] 蔡迪花, 郭妮, 李崇伟. 基于 DEM 的气温插值方法研究. *干旱气象*, 2009, 27(1): 10-17, 28.
- [20] 崔素芳, 张振华, 姚付启, 张燕, 任尚岗. 基于偏相关分析的烟台市土壤温度影响因素及预测模型研究. *山东农业科学*, 2010, (1): 18-21.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 9 May, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Guest Editorial from EAM Workshop—Sustainability of agricultural ecosystems in arid regions in response to climate change	
..... LI Fengmin, Kadambot H. M Siddique, Neil C Turner, et al (I)	
Overview on the 2 nd international workshop on ecosystem assessment and management (EAM)	
..... LI Pufang, ZHAO Xuzhe, CHENG Zhengguo, et al (2349)	
Arid agricultural ecology in response to global change: Overview on Young Scholar Forum of the 2 nd International Workshop on	
EAM	ZHAO Xuzhe, LI Pufang, Kadambot H. M Siddique, et al (2356)
The effects of micro-rainwater harvesting pattern and rainfall variability on water ecological stoichiometry in oat (<i>Avena sativa</i> L.)	
field	QIANG Shengcai, ZHANG Hengjia, MO Fei, et al (2365)
Spatial variation of water requirement for spring wheat in the middle reaches of Heihe River basin	
..... WANG Yao, ZHAO Chuanyan, TIAN Fengxia, et al (2374)	
Model-based estimation of the canopy transpiration of Qinghai spruce (<i>Picea crassifolia</i>) forest in the Qilian Mountains	
..... TIAN Fengxia, ZHAO Chuanyan, FENG Zhaodong (2383)	
Litter amount and its nutrient storage and water holding characteristics under different coniferous forest types in Xiaolong Mountain,	
Gansu Province	CHANG Yajun, CHEN Qi, CAO Jing, et al (2392)
Effect of irrigation frequency on life history strategy and yield formation in Jerusalem artichoke (<i>Helianthus tuberosus</i> L.) in oasis	
of Hexi Corridor	ZHANG Hengjia, HUANG Gaobao, YANG Bin (2401)
The evaluation method of water resources sustainable utilization in Manas River Basin	
..... YANG Guang, HE Xinlin, LI Junfeng, et al (2407)	
Correlation of topographic factors with precipitation and surface temperature in arid and cold region of Northwest China: a case	
study in Gansu Province	YANG Sen, SUN Guojun, HE Wenying, et al (2414)
The relationship between riparian vegetation and environmental factors in Heihe River Basin	
..... XU Shasha, SUN Guojun, LIU Huiming, et al (2421)	
Effects of drought stress on the photosynthesis of <i>Salix paraqulesia</i> and <i>Hippophae rhamnoides</i> seedlings	
..... CAI Haixia, WU Fuzhong, YANG Wanqin (2430)	
The comparison of drought resistance between <i>Caragana species</i> (<i>Caragana arborescens</i> , <i>C. korshinskii</i> , <i>C. microphylla</i>) and two	
chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) cultivars	FANG Xiangwen, LI Fengmin, ZHANG Haina, et al (2437)
Response of chlorophyll fluorescence characteristics of <i>Populus euphratica</i> heteromorphic Leaves to high temperature	
..... WANG Haizhen, HAN Lu, XU Yali, et al (2444)	
Free amino acid content in different tissues of <i>Caragana korshinskii</i> following all shoot removal	
..... ZHANG Haina, FANG Xiangwen, JIANG Zhirong, et al (2454)	
“Fertile Island” features of soil available nutrients around <i>Halostachys caspica</i> shrub in the alluvial fan area of Manas River watershed	
..... TU Jinna, XIONG Youcai, ZHANG Xia, et al (2461)	
Analysis of the activities of protective enzymes in <i>Bidens pilosa</i> L. inoculated with <i>Glomus mosseae</i> under drought stress	
..... SONG Huixing, ZHONG Zhangcheng, YANG Wanqin, et al (2471)	
Evaluation and selection on drought-resistance of germplasm resources of <i>Avena</i> species with different types of ploidy	
..... PENG Yuanying, YAN Honghai, GUO Laichun, et al (2478)	
Ecophysiological mechanism of photoperiod affecting phenological period and spike differentiation in oat (<i>Avena nuda</i> L.)	
..... ZHAO Baoping, ZHANG Na, REN Changzhong, et al (2492)	
Effects of water and fertilization on relationship between competitive ability and seed yield of modern and old spring wheat varieties	
..... DU Jingqi, WEI Panpan, YUAN Ziqiang, et al (2501)	

- Inhibitory effect of biogas slurry from swine farm on some vegetable pathogen SHANG Bin, CHEN Yongxing, TAO Xiuping, et al (2509)
- Effects of different summer catch crops planting on soil inorganic N residue and leaching in greenhouse vegetable cropping system WANG Zhiyi, GUO Ruiying, LI Fengmin (2516)
- Photosynthetic characterization and yield of summer corn (*Zea mays* L.) during grain filling stage under different planting pattern and population densities WEI Li, XIONG Youcai, Baoluo Ma, et al (2524)
- Effects of desulfurization waste treatment on calcium distribution and calcium ATPase activity in oil-sunflower seedlings under alkaline stress MAO Guilian, XU Xing, ZHENG Guoqi, et al (2532)
- The evolution between ecological security pattern and agricultural productive force in Manas River Basin for the past 30 years WANG Yuejian, XU Hailiang, WANG Cheng, et al (2539)
- Spatio-temporal analysis of ecological carrying capacity in Jinghe Watershed based on Remote Sensing and Transfer Matrix YUE Dongxia, DU Jun, LIU Junyan, et al (2550)
- The coupling relationship and emergy analysis of farming and grazing ecosystems in Mu Us sandland HU Binghui, LIAO Yuncheng (2559)
- Dynamic analysis of farmland ecosystem service value and multiple regression analysis of the influence factors in Minqin Oasis YUE Dongxia, DU Jun, GONG Jie, et al (2567)
- Environment purification service value of urban green space ecosystem in Qingdao City ZHANG Xuliang, XU Zongjun, ZHANG Zhaohui, et al (2576)
- The spatial relationship analysis of rural per capital revenue based on GIS in Zulihe River basin, Gansu Province XU Baoquan, SHI Weiqun (2585)

Review and Monograph

- The key issues on plant phenology under global change MO Fei, ZHAO Hong, WANG Jianyong, et al (2593)
- Recent advances on regional climate change by statistical downscaling methods ZHU Hongwei, YANG Sen, ZHAO Xuzhe, et al (2602)
- Current progress in eco-physiology of root-sourced chemical signal in plant under drought stress LI Jinan, LI Pufang, KONG Haiyan, et al (2610)
- ODAP biosynthesis: recent developments and its response to plant stress in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) ZHANG Dawei, XING Gengmei, XIONG Youcai, et al (2621)
- Current progress in plant ideotype research of dryland wheat (*Triticum aestivum* L.) LI Pufang, CHENG Zhengguo, ZHAO Hong, et al (2631)
- Recent advances in research on drought-induced proteins and the related genes in wheat (*Triticum aestivum* L.) ZHANG Xiaofeng, KONG Haiyan, LI Pufang, et al (2641)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

客座编辑 Guest Editors LI Fengmin XIONG Youcai Neil Turner Kadambot Siddique

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 31 卷 第 9 期 (2011 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 9 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元