

Spatio-Temporal Variations of Surface Temperature Lapse Rate on Qilian Mountains

Changwei Lin¹, Xiaoli Chang²

¹Teaching Department of Science, Gansu University of Chinese Medicine, Dingxi Gansu

²Hunan University of Science and Technology, Xiangtan Hunan

Email: changxiaoli2002@163.com

Received: Jun. 8th, 2018; accepted: Jun. 22nd, 2018; published: Jun. 29th, 2018

Abstract

By integrated use of Excel, Arcgis software and based on the near surface temperature data to 37.7°N - 38.4°N, 99.8°E - 101.4°E range within the Qilian Mountains (east branch source of Heihe River Basin), the paper drawn surface temperature lapse rate of change in the spatial and temporal distribution line chart, thereby analyzed its characteristics, and provided basic information for the relevant area of research. Analysis results showed that: Overall, the correlation between surface temperature lapse rate of distribution and thermal conditions was more significant. In the spatial distribution, the annual surface temperature lapse rate is basically consistent with the distribution of mountain terrain and heat conditions. The surface temperature lapse rate of the sunny is significantly higher than that of the shady; in time distribution, the distribution of surface temperature lapse rate in all seasons is different; surface temperature lapse rate at different phases is also different.

Keywords

Qilian Mountains, Surface Temperature Lapse Rate, Temporal and Spatial Distribution

山区地表温度垂直递减率的时空分布特征——以祁连山为例

林长伟¹, 常晓丽²

¹甘肃中医药大学定西校区, 甘肃 定西

²湖南科技大学资源环境与安全工程学院, 湖南 湘潭

Email: changxiaoli2002@163.com

收稿日期: 2018年6月8日; 录用日期: 2018年6月22日; 发布日期: 2018年6月29日

摘要

综合运用Excel、Arcgis等软件,以37.7°N~38.4°N、99.8°E~101.4°E范围内祁连山区(黑河源头东流域)的近地面温度数据为基础,绘制了地表温度垂直递减率在时空分布上的变化折线图,由此对祁连山区的地表温度垂直递减率的时空分布特征进行初步分析,为相关领域研究提供基础资料。分析结果显示:总体看来,地表温度垂直递减率的分布与热量条件的相关关系较为显著。空间分布上,地表温度垂直递减率全年分布规律基本与山区地形、热量条件分布情况一致,阳坡地表温度直减率明显高于阴坡;时间分布上,各个季节的地表温度垂直递减率分布各不相同,不同时相的地表温度垂直递减率也有差异。

关键词

祁连山区, 地表温度垂直递减率, 时空分布

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

地表温度是研究区域生态系统、天气预报、水温循环和环境演化等分析研究和模型模拟的重要变量和基础资料。虽然现在通过遥感手段能够获取空间分布的地表温度,但是目前遥感数据的空间分辨率较粗,在地形复杂的山区,一个像元涵盖复杂的信息,使得获取的数据不确定性十分强。而传统的站点观测只能获取有限点的数据,再通过统计手段建立地表温度和其他要素之间的关系进行插值,获得时空分布的数据。

祁连山区地处我国西北部内陆干旱区与青藏高原区两大自然区的交汇地带,在我国自然地理中占有重要的位置,是地理气候分界线。对其气候的相关研究已成为热点[1]。然而目前,受山区独特的地理条件如海拔位置较高、可达性差等因素限制,祁连山区气象观测站点少且获取准确温度数据不易,大多地表温度研究资料来源于研究区周边为数不多的气象观测站,再用空间插值[2]、DEM空间模拟[3]、或使用树轮重建气候因子[4]等手段获取。对祁连山区高海拔地段进行长时间观测,通过地表温度值对这种特殊的边界层地表温度垂直递减率的时空分布特征的分析研究相对薄弱。

国内相关学者也对温度垂直递减率进行过研究,如方精云[5]研究显示我国地面气温垂直递减率在0.25°C~0.63°C/100 m范围内波动,郑成洋等对福建黄冈山东南坡气温的垂直变化分析得出年均温的直减率为0.43°C/100 m [6],这些不同地区的研究,也证明了传统意义上的结果不适用于山地气候区。本文试图利用处于祁连山高海拔地段的有限温度数据对祁连山山区地表温度垂直递减率的时空分布特征做一个较详细的分析,为水文、生态等相关研究提供参考。

2. 研究区域概况

实验区位于祁连山区(黑河上游的东支子流域地段)经纬度范围为37.7°N~38.4°N、99.8°E~101.4°E(见图1),平均海拔高度大于3500米,但两翼高度相差较大[7],西北段高于东南段。祁连山自白垩纪以来处于断块升降运动中,形成一系列平行地垒(或山岭)和地堑(谷底、盆地)[8]。实验区自然条件复杂,属

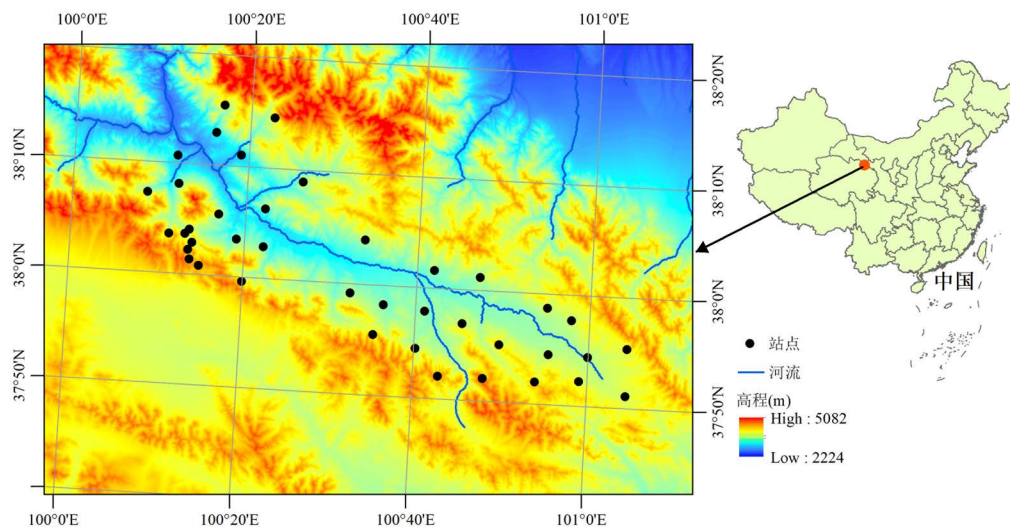


Figure 1. Surface temperature observatories in this study area
图 1. 研究区观测站点平面分布示意图

于典型的大陆高寒山区气候, 植被和土壤等条件在垂直方向上明显呈梯度性变化, 植被覆被以高寒草甸/草原为主, 实验区西部有少量林木, 海拔 3600 m 以上冻土现象多发育, 4200 m 以上存在永久冰川和常年积雪[9]。

3. 研究方法及数据获取

3.1. 研究方法

统计方法: 本文所得数据为每五分钟地面温度值, 对其加以平均求得各时间段/点、地形条件、辐射增温条件下的温度垂直递减率。

地表温度垂直递减率简称为温度直减率, 表示单位高度内温度变化值, 通常指的是气象观测站点的裸露土壤的表面温度, 也称为 0 cm 的地温, 本文所得数据为地面 5 cm 温度, 近似于地表温度。计量单位为 $^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 。温度随海拔高度增高而降低, 温度直减率为正, 反之为负[11]。在已知高程、温度值的情形下, 计算公式为:

$$Y = -D_z / 100D_T \quad (1)$$

Y : 温度直减率;

D_z : 垂直距离(高程差);

D_T : 温度差。

由于山区测度的实际困难致使部分温度值数据缺失, 加之山区特殊的地形条件, 部分时间段内个别测站点存在逆温现象, 为使平均情况具备一定的代表性和真实性, 对各类情况进行分类统计。剖面测站分布见图 2, 站点平面分布图见图 1。

3.2. 数据收集及数据提取

本文数据来源于中国西部环境与生态科学数据中心。从架设于祁连山区黑河源头段的 55 个气象观测站, 获取地面 5 cm 处温度值。2013 年 8 月 1 日 0 时到 2014 年 7 月 30 日 23 时, 每 5 min 记录一次地表温度值, 共获得 40 个站点为期近一年的温度数据。根据每 5 min 记录数据, 求得逐小时平均温度值, 计

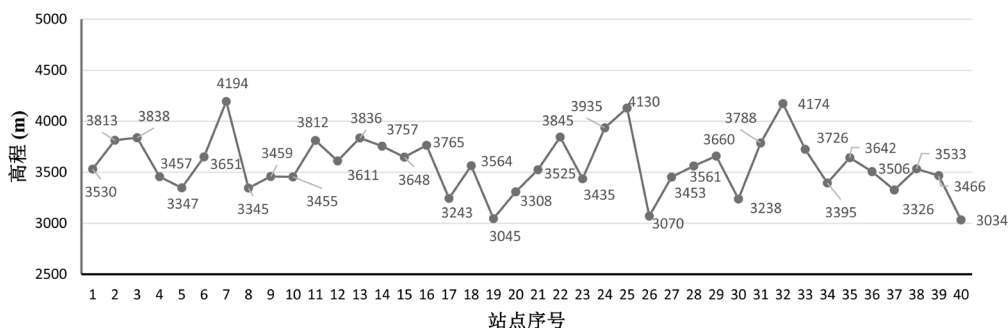


Figure 2. Sections of surface temperature observatories

图 2. 观测站点剖面分布示意图

算不同时间段/点、不同坡向的地表温度垂直递减率。

基于 DEM, 利用 ArcGis 软件平台, 选择依据坡向提取各气象站点坡度、坡向信息, 为保证所用数据的坐标一致性, 文中所有数据采用的平面坐标系统为 Beijing_1954_3_Degree_GK_CM_108E, 地理坐标系统采用 GCS_WGS1984。综合考虑祁连山区特殊自然地理条件(山脉走向、地形起伏等) [10]及站点数据在时间上的连续性, 依照上述统计分析方法, 从 40 个测站点中选取具有一定研究价值的气象站点对, 并将其划分为阴、阳坡进行分别统计分析。

3.3. 数据的局限性

本文观测站点数据来源于地面 5 cm 温度值数据, 与传统的大气温度值数据计算出的温度直减率相比, 计算求得的温度直减率偏小。同时, 分析也包括了热量条件、海拔、地形等因素, 因此研究结果具备一定的可信性。但在有些具体的站点, 由于受到独特的自然地理环境的影响, 个别站点求得数据可能与大区域有所不同。由于观测时间仅 1 年, 部分测站点数据仅 3 个月, 对于一些分布特征无法给出普适性结论, 尤其是随海拔高度增加, 地表温度垂直递减率的波动特征以及变化程度是否存在规律, 需要延长观测期, 更深入的分析。

4. 时空分布特征

4.1. 不同季节日内分布特征

为了找到不同季节地表温度垂直递减率在日内的变化特征, 从 40 个测站点中选取具有一定典型性的 4 组站点温度值, 对其求平均, 在时间尺度上划分为四个季节分别对比分析, 绘制不同季节在日内地表温度垂直递减率变化特征折线图, 见图 3。

总的看来, 山区地表温度垂直递减率在日内变化较大, 最大值和最小值分别出现在夏季的 6 时和 13 时, 差值达到 $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 。从图 3 可以明显看到, 各个季节的变化特征差异较大, 但四个季节的平均地表温度垂直递减率在日内(0~23 时)变化形式一致, 大致可划分为两个阶段: 上升期(16~次日 8 时)、下降期(9~15 时), 变化过程均呈“S”形, 大致可用余弦定理描述。从平均尺度上看, 山区地表温度垂直递减率, 夏季 > 春季 > 秋季 > 冬季, 平均变化情况与秋季地表温度直减率变化情况相一致, 因此秋季可在一定程度上代表平均情况。祁连山区日内地表温度直减率的分布特征与其热量条件变化相一致, 热量越大地表温度直减率变动越大, 这说明地表温度直减率分布与山区热量条件的相关性很大。

4.2. 不同月份日内分布特征

从图 4 中可以知道, 各月的地表温度直减率在日内的起伏情况与图 3、图 5 基本一致, 均可用余弦

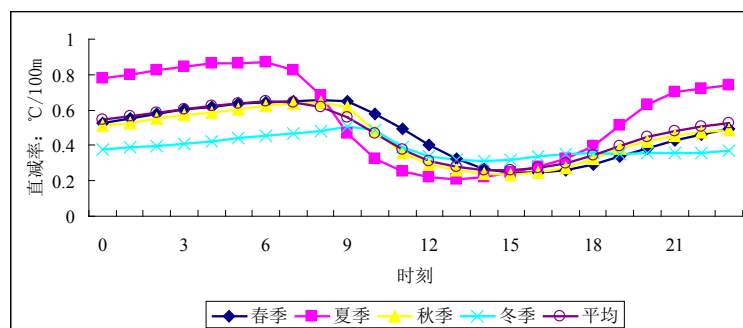


Figure 3. Diurnal range of surface temperature lapse rate in different seasons
图 3. 不同季节地表温度直减率日内分布

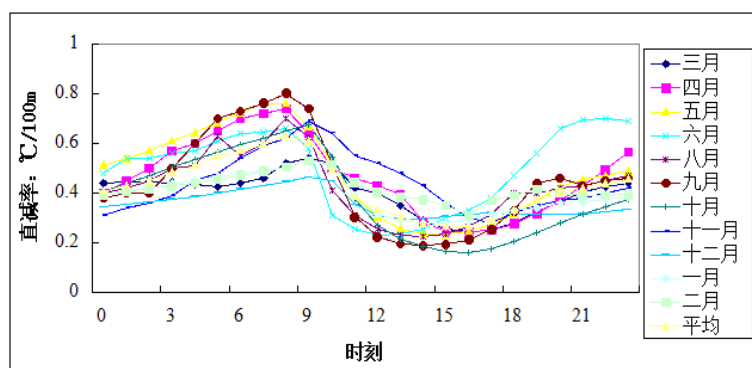


Figure 4. Diurnal range of surface temperature lapse rate in each month
图 4. 各月地表温度直减率日内分布

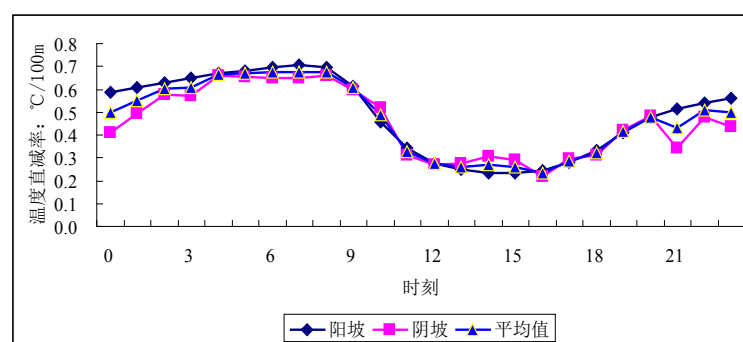


Figure 5. Diurnal range of surface temperature lapse rate in different slopes
图 5. 不同坡向日内分布

定理描述。从 0 时开始至 23 时, 经过上升下降再上升的过程。最值均出现在白天(7 时~19 时), 最大值出现在上午(7 时~12 时), 最小值出现在下午(13 时~19 时)。由此可知, 山区自然条件的季节性变化对地表温度垂直递减率的影响, 与山区日内自然气象条件变化对地表温度垂直递减率的影响相比很弱。这与祁连山区典型的大陆性高寒山区气候特征相吻合, 山区小气候明显, 地表温度垂直递减率年内变动较小, 日较差大。

4.3. 不同坡向日内分布特征

考虑到时间的连续性, 选择 2013 年 8 月至 2013 年 11 月三个月内各测站温度平均值, 绘制不同坡向

在一天内不同时相地面温度垂直递减率的变化折线图。

由图 5 可见, 从整体变化情况来看, 阴坡和阳坡的地表温度垂直递减率在日内分布特征一致, 均可用余弦定理描述, 这也证明了图 3 的可信性。由图 5 可知, 在 24 小时内, 阳坡地表温度直减率变动幅度略高于阴坡, 而不同坡向地表温度直减率最值出现的时间点一致, 且在各时刻的起伏趋势一致。这说明坡向因子只对地表温度直减率的变化幅度有影响, 对地表温度直减率变化的时间拐点影响很弱, 几乎可以忽略不计。

4.4. 不同坡向季节分布特征

为了找到不同坡向在四个季节中的变化情况, 按照划分的阴坡、阳坡, 分别统计地表温度垂直递减率在不同季节的分布特征。

从图 6 可以明显看到, 不同坡向的地表温度垂直递减率在不同的季节, 波动幅度存在差异, 但无论是阴坡还是阳坡, 秋季的地表温度垂直递减率均为四个季节中最低。而在冬季, 与其他三个季节不同的是, 阴坡地表温度垂直递减率高于阳坡。实验区最大海拔落差为 1159 m, 平均海拔 3581 m, 降水条件对地表温度垂直递减率影响较小。春季(3~5 月)虽然山区气温逐渐回暖, 但此时山区温度仍普遍偏低, 地表温度在不同海拔高度、不同坡向间差异不大, 地表温度直减率偏小; 夏季(6~8 月)地面温度垂直递减率出现阳坡高于阴坡现象; 秋季(9~11 月), 山区温度普遍转凉, 地表温度差异为一年中最小时期, 因而地表温度直减率在一年中秋季最低; 冬季(12~翌年 2 月)祁连山区降温幅度大, 降雪多发。而阴坡受内蒙古干冷空气及西北寒流影响比阳坡大, 降温幅度比阳坡大, 阴坡较短距离内地表温度差值比阳坡大。因此, 地表温度直减率在冬季, 阴坡大于阳坡。这说明坡度对地表温度直减率在季节间分布的影响, 是通过气候因素发生作用的。

4.5. 不同坡向年内分布特征

为了探讨不同坡向条件下, 地表温度垂直递减率在各月的变化特征, 在 7 月数据缺失的情况下, 选取具备一定代表性的六个站点对 8 月至翌年 6 月的地表温度数据, 计算求得阴坡、阳坡地表温度直减率在各月的分布二特征, 见图 7。

总体看来, 阴坡与阳坡地表温度直减率变化幅度均较大, 其中阳坡最大与最小差值出现在达到 $0.2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, 阴坡最大与最小差值较小为 $0.15^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, 阳坡振幅大于阴坡。对比表 7 与实验区温度变化情况, 发现地表温度直减率的变化情况与实验区年内温度变动情况不一致。阴坡、阳坡地表温度直减率最小值均出现在 10 月, 最大值均出现在 4 月, 而该时期并不是实验区地表温度最高、最低的时期, 这说明地表温度直减率的最值不受坡向因素影响, 也与地表温度没有直接关系。

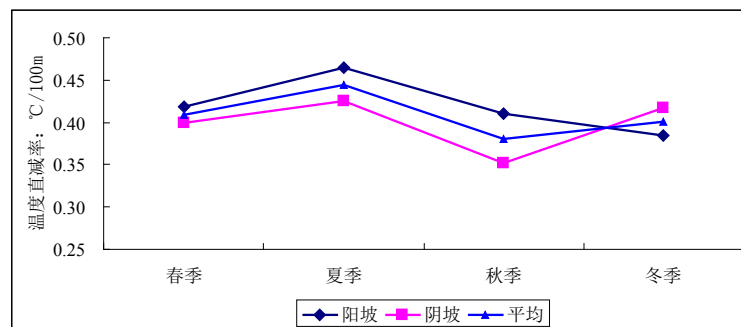


Figure 6. Seasonal changes of surface temperature lapse rate in different slopes
图 6. 不同坡向地表温度直减率季节分布

4.6. 阴阳坡对比

为使计算结果更能代表实际情况, 以其与周边多个站点温度直减率的平均值确定单个测站点地表温度直减率, 依据阴、阳坡向分别统计, 按照高程递增顺序排列见表 1。

从表中可以看出, 地面温度直减率在不同坡向条件下, 差异较大, 阳坡地表温度直减率显著高于阴坡地表温度直减率, 最大差值为 $0.623^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 。从增幅来看, 实验区地表温度直减率随海拔高度增加经过下降、上升、再下降过程。

这说明, 地表温度直减率主要受海拔、坡向影响, 其次地形对其也有明显影响。地面日间增温、夜间冷却的变化对凸起地形的影响与其对凹陷地形的影响相比而言较小, 再加上凸起地形区风速较大, 湍流交换强, 因此凸起地形区地表温度直减率差异较小。与之相反, 凹陷地形, 日间在烈日下, 地温急剧上升, 下层气温相形升高, 不同地区地表温度垂直递减率差异较大。

5. 结论

地表温度直减率是一个相当复杂的变数, 尤其在山区复杂的自然条件下, 难以找到规律, 但通过仔

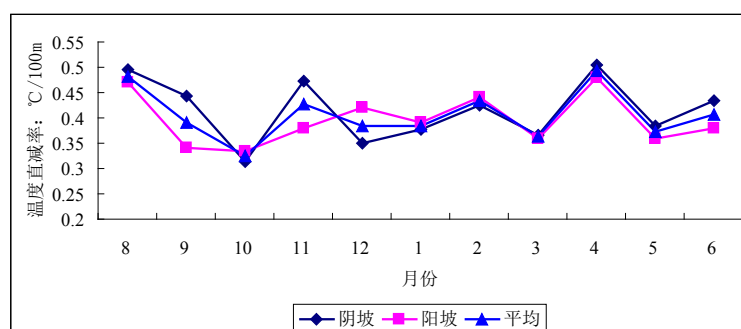


Figure 7. Annual changes of surface temperature lapse rate in different slopes
图 7. 不同坡向地表温度直减率年内变化折线图

Table 1. Surface temperature lapse rate in different topographic conditions
表 1. 阴阳坡在不同地形条件下地表温度垂直递减率对比表

位置	站点序号	坡度	坡向	高程(m)	温度垂直递减率($^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$)
阳坡	55	2.83°	208.49°	3045	0.724
	27	4.48°	233.53°	3414	0.506
	11	18.27°	220.14°	3449	0.91
	31	6.16°	223.69°	3462	0.624
	14	13.32°	228.11°	3611	0.756
	37	11.63°	212.87°	3744	0.624
	34	28.30°	58.71°	3239	0.68
阴坡	20	5.46°	63.29°	3242	0.287
	23	9.07°	24.33°	3270	0.495
	12	7.73°	23.59°	3813	0.446
	28	4.19°	32.01°	3930	0.58
	29	5.01°	62.59°	4122	0.58

细的分析, 还是可以找到它的一些主要规律。文中分析的是祁连山区高海拔地段, 考虑地形、小气候等因素的地表温度直减率的时空分布特征。分析结论归纳为:

1) 山区地表温度垂直递减率的时空分布与各测站点的热量条件显著相关, 热量条件差异大的地区, 地表温度直减率较大。

2) 坡向因子对日内、年内的地表温度垂直递减率最值出现的时间点影响不大, 但对地表温度直减率的波动幅度影响较大。不同坡向出现地表温度直减率最大、最小值的时间点一致, 而阳坡地表温度直减率的波动幅度大于阴坡。阳坡平均值大于阴坡, 但阳坡起伏强度大于阴坡。

3) 受热量条件影响, 山区地表温度直减率日内变动较大, 年内变动较小, 季节性变动无明显规律。

参考文献

- [1] 游松财, 李军. 海拔误差影响气温空间插值误差的研究[J]. 自然资源学报, 2005, 20(1): 140-144.
- [2] 李新, 程国栋, 卢玲. 青藏高原气温分布的空间插值方法比较[J]. 高原气象, 2003, 22(6): 565-573.
- [3] 张洪亮, 邓自旺. 基于 DEM 的山区气温空间模拟方法[J]. 山地学报, 2002, 20(3): 360-364.
- [4] 蔡秋芬, 刘禹, 宋慧明, 等. 树轮记录的陕西中~北部地区 1826 年以来 4 月~9 月温度变化[J]. 中国科学, 2008, 38(8): 971-977.
- [5] 方精云. 我国气温直减率分布规律的研究[J]. 科学通报, 1992, 37(9): 817-820.
- [6] 郑成洋, 方精云. 福建黄岗山东南坡气温的垂直变化[J]. 气象学报, 2004, 62(2): 251-255.
- [7] 沈静, 刘永红, 康建国, 蔡澜峰, 付婷婷. 祁连山气候分布特征研究[J]. <http://paper.edu.cn/>, 2006.
- [8] 高红山, 潘保田, 邬光剑, 李吉均, 李炳光, 业渝光. 祁连山东段冲积扇的发育时代及其成因[J]. 兰州大学学报, 2005, 41(5): 1-3.
- [9] 李若瑛. 祁连山地区降水气候特征及其成因分析研究[D]: [博士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2008.
- [10] 林之光, 安顺清, 吴其助, 焦仪珍, 等. 武夷山区气温垂直梯度的研究[J]. 气候和应用气象, 1983, 9(4): 18-19.
- [11] 田杰, 王庆伟, 于大炮, 周莉, 代力民. 长白山北坡气温的垂直变化[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(4): 65-69.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ag@hanspub.org