

文章编号: 1003-7578(2013)01-148-06

南疆沙漠腹地地温变化特征^{*}

黄洁^{1,2}, 金莉莉³, 李振杰³, 曹兴⁴

(1. 塔中气象站, 且末 841000; 2. 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 乌鲁木齐 830002;

3. 临沧市气象局, 临沧 677000; 4. 乌鲁木齐市气象局, 乌鲁木齐 830001)

提 要: 利用塔中气象站三年的气象数据, 分析了塔中地温的变化特征。结果显示: 塔中 0~40cm 地温年变化规律显著, 温度自 1 月开始迅速上升, 在 7 月达到最高值, 达 30℃ 以上, 其后又持续下降, 冬季最低; 80cm 以下地温变化平缓, 最高、最低温度出现月份逐渐后延, 年振幅渐小; 在典型晴天、阴天、沙尘天气时, 表层地温都是日出前后最低, 日出后迅速上升, 至午后 16 时左右达最大值, 其后迅速下降, 于日落时降至一低值, 并在夜间继续缓慢下降; 四季 0~80cm 各层地温夏季 > 秋季 > 春季 > 冬季; 天气对地温的影响主要体现在地表温度和浅层地温, 至 40cm 及以下各层几乎无影响, 日变化与典型晴天规律相同; 阴天和浮尘对地温的影响较小, 扬沙和沙尘暴天气对地温影响较大, 其影响随深度增加而渐小; 各层地温的平均日变化曲线近于正弦曲线, 随深度增加地温特征线趋于平缓, 极值出现时间逐渐后延。塔中地温的年际、日内变化的逐层性, 与沙漠表面风成沙的物理属性有关。

关键词: 塔克拉玛干; 沙漠腹地; 地温特征

中图分类号: P423.3

文献标识码: A

地温是指地表和以下不同深度处土壤温度的统称, 包括地面温度、浅层地温(距离地面 5cm, 10cm, 15cm, 20cm) 和深层地温(距离地面 40cm, 80cm, 160cm, 320cm)。地温是一个重要的气候指标, 目前, 已有不少学者对地温做了大量的研究, 并发现地温也是引起天气变化的主要因子之一。对地温的研究主要为时空变化^[1-4], 浅层地温^[5-6], 深层地温^[7-8], 利用地温预测降水^[9]; 利用气候变化对水资源、荒漠化、生态和棉花生长的影响, 为分析地温与作物发育期的关系提供了依据^[10-14], 并开展地温场的研究等^[15], 近年来很多研究还发现青藏高原地表温度的变化与我国众多地区的后期降水和地震等现象有密切关系^[16]等, 但已有的研究较少涉及到地温对天气的影响。

沙漠是陆地表面重要的地貌单元, 而我国干旱地区面积超过 100 万 km², 占国土面积的 11%, 荒漠是干旱区的主要景观^[17]。塔里木盆地深居欧亚大陆的中心, 同时由于青藏高原的存在, 水汽很难到达, 形成了亚洲大陆最大的极端干旱区—塔克拉玛干沙漠。塔中气象站是唯一深入塔克拉玛干沙漠腹地的国家基本气象站, 设有自动气象站系统、国家沙尘暴网观测站和 80m 大气边界层梯度观测系统, 该站观测资料代表了广阔沙漠腹地的气候状况^[18]。塔中地表物质为风成沙, 且以极细沙为主^[19-24], 对其下各层地温的变化特征进行研究, 具有重要的科学意义。

1 材料

1.1 研究区概况

塔中夏季极端高温、空气干燥、降水极少、植被缺乏、沙源丰富。年平均气温 13.6℃, 极端最高气温可达 40.0℃~46.0℃, 极端最低气温达 -20.0~-32.7℃。平均年降水量仅 25.9mm 左右, 且年内分配不均衡, 春夏两季的降水量可占全年降水量的 90% 以上; 该地区蒸发量极大, 据塔中气象站 20cm 蒸发皿测得的数据, 该地区的年平均蒸发量可达 3812.3mm。风沙活动频繁, 风力强劲。

* 收稿日期: 2011-11-24; 修回日期: 2012-2-7

基金项目: 公益性气象行业专项(GYHY201006012)资助。

作者简介: 黄洁(1965-), 女, 汉族, 助理工程师, 从事气象地面观测, 沙尘暴观测。

通讯作者: 金莉莉(1984-), 女, 汉族, 硕士研究生, 助理工程师, 主要从事地面观测工作。Email: jinlili6687060@126.com

1.2 资料来源与处理

文中应用塔中气象站(39°00'N 83°40'E,海拔:1099.3m)2007年1月1日-2010年1月1日的0、5、10、15、20、40、80、160、320cm地温数据进行处理和分析。为便于比对,将地面气象观测资料(逐时气压、气温、相对湿度、两分钟风速)调整为以0:00为日界,日平均值和时平均值均为调整后的平均值。

2 地温基本变化特征

2.1 地温年变化

图1为塔中2007~2009年平均地温的年变化曲线,表1为图1中的主要特征值。从图和表中可以看出:1)塔中0~40cm地温年变化呈倒“U”型分布。各层3~5月份温度迅速升高,在7月份达到一年中最高值,可达30℃以上,其后温度逐渐下降;至1月份各层地温降到全年最低值,皆在0℃以下;2)塔中80cm以下地温变化平缓,基本呈正弦曲线。80cm和160cm地温的最高值在8月,分别为24.8℃、21.7℃,最低值都在2月,分别为5.1℃、9.1℃,都比0~40cm地温相应后延1个月,而在320cm该指标又后延1~2个月;3)随地温表埋深的增加,地温年变化曲线振幅依次减小,位相顺次延迟;4)表层和浅层地温受太阳辐射的影响很大,尤其是表层地温升温、降温快,日较差大,越向深层,地表沙层能量向下传递依次滞缓;5)各层地温年平均温度均在16℃左右。

2.2 地温的日变化特征

2.2.1 各季地温日变化

选取分析塔中1月6日、4月5日、7月12日、10月2日四个典型晴天数据,代表各季地温日变化(图2)。从地表向下,地温波动逐渐减小,各季地表(0cm)及浅层地温(5~20cm)峰谷值明显,且日最高值出现时间逐层后延;深层地温日内峰、谷值不显著;40cm以下几乎呈直线,即日振幅随埋深而迅速减小;0~80cm各层地温夏季>秋季>春季>冬季;秋季、冬季地表温度数值相近,白天尤为接近。着重分析0~40cm地温的日变化特征,其特征值(表1)。

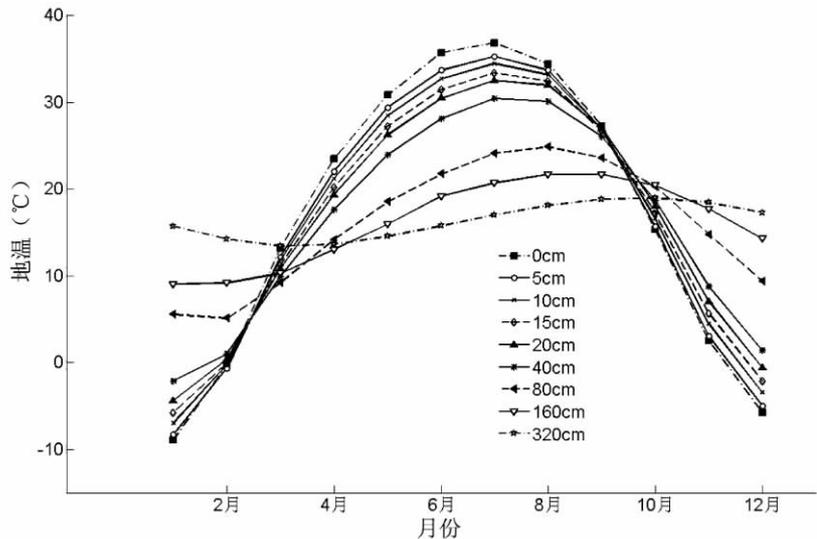


图1 塔中地温的年变化特征

Fig. 1 Annual soil temperature at Tazhong

表1 塔中不同季节0~40cm地温的日变化特征值

Tab. 1 Changes of ground temperature at the 0-40cm depth at Tazhong at different season

地温表深度	日期	最高温		最低温		平均温度 (°C)	变动幅度 (°C)
		出现时刻	值 (°C)	出现时刻	值 (°C)		
0cm	1月6日	15:00	11.8	09:00	-23.6	-11.3	35.4
	4月5日	16:00	50.7	08:00	-1.5	19.5	52.2
	7月12日	16:00	64.5	07:00	15.4	35.9	49.1
	10月2日	15:00	53.8	08:00	8.0	25.1	45.8
5cm	1月6日	18:00	-1.1	10:00	-16.9	-10.1	15.8
	4月5日	18:00	31.7	09:00	7.1	18.6	24.6
	7月12日	18:00	45.7	09:00	22.5	33.0	23.2
	10月2日	17:00	38.3	09:00	14.4	24.8	23.9
10cm	1月6日	20:00	-4.2	12:00	-11.9	-8.1	7.7
	4月5日	20:00	24.0	11:00	12.3	18.2	11.7
	7月12日	20:00	38.3	10:00	26.5	31.9	11.8
	10月2日	20:00	31.0	11:00	19.3	25.0	11.7
15cm	1月6日	00:00	-4.4	13:00	-8.4	-6.4	4
	4月5日	00:00	20.2	13:00	14.5	17.5	5.7
	7月12日	23:00	34.3	12:00	28.5	31.1	5.8
	10月2日	22:00	27.5	12:00	22.0	24.8	5.5
20cm	1月6日	00:00	-3.7	15:00	-5.7	-4.7	2
	4月5日	02:00	18.3	15:00	15.5	17.0	2.8
	7月12日	00:00	31.9	14:00	29.5	30.8	2.4
	10月2日	00:00	26.8	14:00	24.1	25.5	2.7
40cm	1月6日	00:00	-2.5	22:00	-2.8	-2.6	0.3
	4月5日	03:00	15.8	0:00	15.7	15.8	0.1
	7月12日	00:00	30.2	14:00	29.6	29.8	0.6
	10月2日	03:00	24.8	18:00	24.5	24.7	0.3

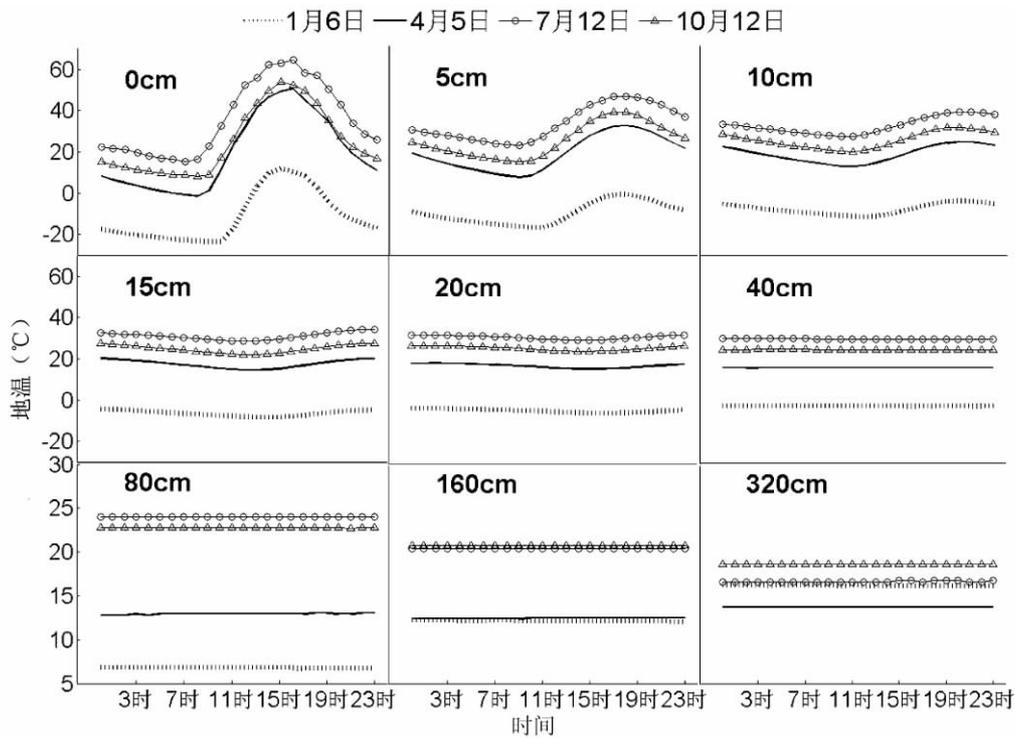


图 2 塔中不同季节地温的日变化特征

Fig. 2 The ground temperature at Tazhong at different season

2.2.2 典型天气地温日变化特征

沙漠地区多沙尘天气,当发生浮尘、扬沙、沙尘暴时,空气中充满沙尘,它影响着沙漠地表所接受的太阳辐射,从而导致沙漠地区地表温度和浅层地温与晴天时有明显不同。文中选取塔中 2009 年 5 月 7 日(扬沙天气:00:00~9:25 浮尘,其后为扬沙)、12 日(阴天:总云量达 7 成)、15 日(浮尘天气:5:32~10:12)、20 日(沙尘暴天气:1:53~5:55 为扬沙,5:55~8:25 为沙尘暴且能见度只有 700m,8:25~21:21 减弱为扬沙,21:21 之后再减弱为浮尘)及 29 日(典型晴天)地温数据进行分析(图 3)。

地表温度各天气日变化差别较大。各天气下,地表温度日变化曲线都呈单峰型,白天曲线多波动,夜间曲线较平滑。其中晴天、阴天和浮尘时地表温度差别极小,峰、谷值及出现时间基本一致。当扬沙和沙尘暴发生时,当地地表温度明显区别于其他三种天气,1)扬沙过程的夜间地表温度比典型晴天高约 4.7~11℃,沙尘暴时增温幅度达 1.4~13℃;2)扬沙和沙尘暴天气时白天地表温度明显较晴天时低,扬沙日减小幅度为 -0.3~-20.3℃,沙尘暴日减小幅度为 -3.6~-22.5℃;3)扬沙和沙尘暴日,地表温度日变幅分别为 31.5℃、22.3℃,远低于其他天气下的 50℃。

5cm 地温曲线在各天气日都较平滑、形态相近,但峰谷值出现时间较地表后延约 3 小时,日变幅也较地表温度减小很多。这与风成沙沙层向下热量传输的特性及其滞后性有关。晴天、阴天和浮尘天气时三条曲线几乎平行变化,差别 < 10℃;其中晴天、阴天和浮尘日最大值分别为 42.7℃、38.2℃和 40.4℃,较地表温度最大值减小约 20℃,最小值分别为 17.4℃、11.4℃和 16.1℃,较地表温度最小值增大约 10℃,日变幅分别为 25.3℃、26.8℃和 24.3℃,较地表温度日变幅减小约 30%。扬沙和沙尘暴天气日 5cm 地温夜间时较晴天日稍高 5~10℃,夜间稍低 7℃,因此较前述三种天气日日变幅减小约 15℃,这说明沙尘天气对 5cm 地温的影响较地面减弱。随地温表埋深的增加,逐层地温日变幅依次迅速变小,各层日变化渐弱。

2.3 地温全年平均日变化特征

各层地温的平均日变化特征(图 4),全年日变化近似正弦曲线。0cm 和 5cm 地温具有典型的日变化特征;随深度增加,地温日变化趋于平缓,40cm 以下,日变化非常小,近似直线。地表温度和浅层地温在日出后约 8、9 时达到最小值,日出后温度迅速上升,其中地表温度在 15 时达到一天中的最大值(35.35℃),5cm 地温在 18 时达到最大值(27.11℃)。0cm~20cm 地温最低值出现时间,随深度的增加,依次滞后约 2 小时。然后,温度迅速下降,至傍晚降到一个较低值,并且于夜间继续缓慢降温,到日出前后再次达到最低值。

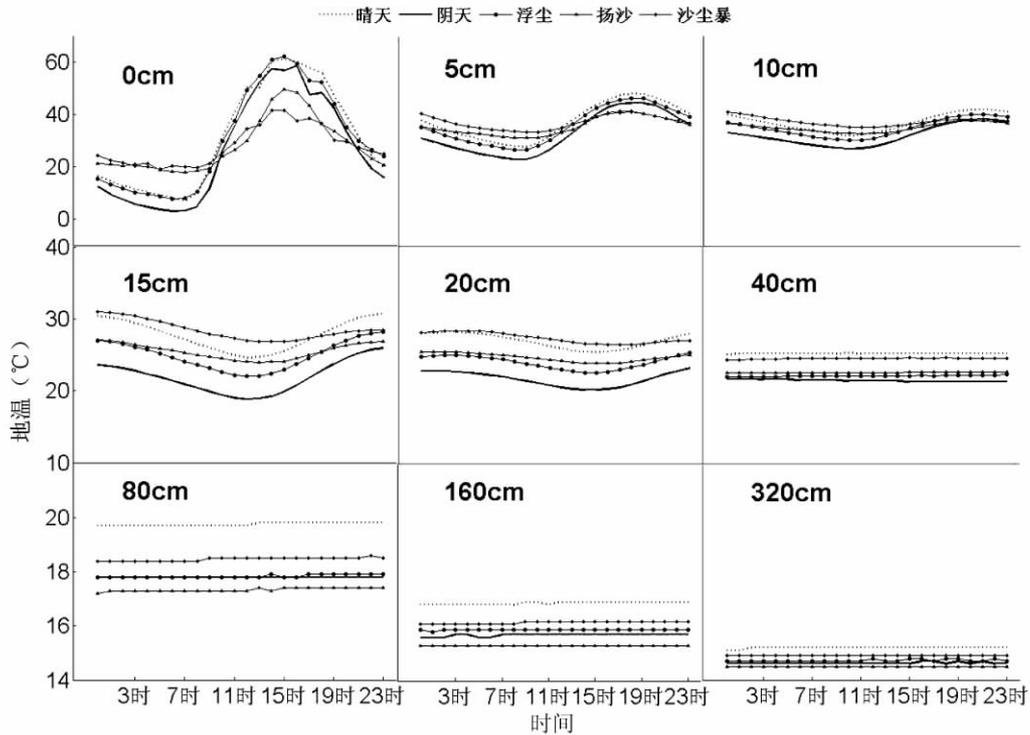


图 3 塔中典型天气地温的日变化特征

Fig. 3 Diurnal variation of ground temperature at Tazhong under typical weather condition

3 讨论

不同沙漠的地表物理性质有很大差异,各种地表类型对能量收支可产生重要影响。首先,不同土壤类型的反照率不同,而沙的反照率也与风化程度有关。塔中地表反照率存在明显的日变化,随着太阳高度角的增大而减小,日均地表反照率季节性变化明显,冬季高、夏季低,年均值为 0.270 ± 0.003 ^[25] 比敦煌荒漠戈壁值、黑河戈壁值及沙漠值都高。其次,不同土壤类型的导热系数和热容各不相同,对地表热量的收支也有一定的影响。塔克拉玛干沙漠平均土壤热容量、热传导率和热扩散率分别为 $1.559 (\pm 0.140) \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$, $0.234 (\pm 0.021) \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 和 $1.504 (\pm 0.110) \times 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, 尤其夏季土壤热力学性质变得不稳定。沙漠地表水的渗透率依土壤的特性变化很大,这也影响了地表温度分布。塔克拉玛干沙漠腹地流动沙丘全为单相沙层,塔中位于复合纵向沙垄间洼地,坡面层次复杂。同时,受地下水位与矿化度的影响。塔中的细沙能够促进水分的保持,地下水位多位于地下 2m 以内^[26-28]。这些都决定了塔中沙层温度与其他沙漠有明显不同。

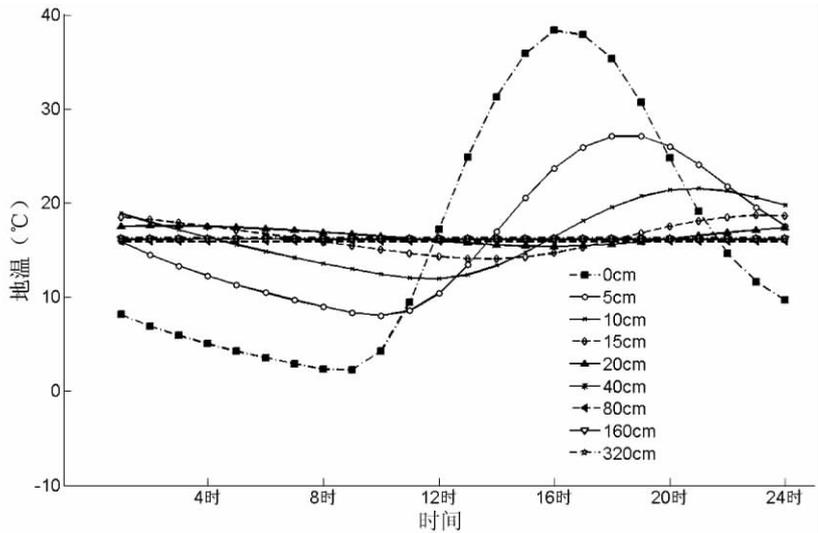


图 4 塔中地温的平均日变化特征

Fig. 4 Diurnal average variation of annual ground temperature at Tazhong

4 结论

通过对塔中各层地温进行年、月、日变化特征的分析及对典型天气下各层地温的变化进行对比,得出

如下主要结论:

(1) 塔中0~40cm地温年变化规律明显,温度自1月份开始迅速上升,在7月份达到一年中最高值,至30℃以上,其后又持续下降;80~320cm地温变化平缓,峰谷值出现月份逐渐后延;随地温表埋深增加,各层地温曲线相位逐渐延迟,温度年振幅逐渐减小。

(2) 以四个典型晴天代表四季,得出塔中地温季节变化特征为:0~80cm各层地温夏季>秋季>春季>冬季,地温日振幅随埋深逐渐减小;40cm及以上层地温日变化幅度较大,40cm以下变幅较小,自地表向下日变化逐层减小;各季各层地温有明显不同,越向深层地温日变化越小。

(3) 分析塔中晴天、阴天和沙尘天气时的各层地温,可知天气对地温的影响主要是地表温度和浅层地温,至40cm及以下各层所受影响不明显;沙尘时日变化与典型晴天基本规律相同;阴天和浮尘对地温的影响较小,与晴天差别不大,但扬沙和沙尘暴增加了地表及浅层地温的波动性,与典型晴天明显不同;扬沙和沙尘暴对各层地温影响随深度增加逐渐减小。

(4) 各层地温的平均日变化呈正弦曲线,只在数值上与典型晴天有差别;随深度增加,地温日变化趋于平缓。40cm以下日变化渐趋直线,极值出现时间逐渐后延。塔中地温的年际、日内变化的逐层性,与塔中地表风成沙多极细沙、比热小、导热性较好、吸热放热迅速的物理属性有关。

参考文献

- [1]金旭,陈晓冬,管彦武.气候变化对浅层地温测量影响的改正[J].地球学报,2004,25(5):579-582.
- [2]陈吉琴,宋萌勃,吴士夫,等.长江流域近40年平均地温时空变化分析[J].长江工程职业技术学院学报,2009,26(2):34-36.
- [3]胡军,杜军.西藏地温的年际和年代际变化[J].地理学报,2007,62(9):925-934.
- [4]陆晓波,徐海明.中国近50年地温的变化特征[J].南京气象学院学报,2006,29(5):706-712.
- [5]杜军,李春.近45年拉萨浅层地温对气候变化的响应[J].气象,2007,33(10):61-67.
- [6]狄晓英,赵俊萍,史海平,等.近46年临汾浅层地温气候特征分析[J].山西师范大学学报(自然科学版),2009,23(1):120-124.
- [7]吴让,周秉荣,李金红.三江源地区深层地温变化特征分析[J].青海科技,2009(1):53-56.
- [8]李兴荣,胡非,孙向明,等.深圳冬季多层地温日变化特征[J].中国科学院研究生院学报,2009,26(3):323-329.
- [9]珍白,玛卓嘎,美多白珍.利用深层地温预测阿里地区夏季降水[J].高原气象,2009,28(4):53-54.
- [10]张杰.塔克拉玛干沙漠腹地沙丘表面温度特征初探[J].中国沙漠,2003,23(5):592-595.
- [11]李江风.沙漠气候[M].北京:气象出版社,2002:132.
- [12]李国军,李晓媛,王振国,等.黄河上游水源补给区气候变化及对水资源的影响[J].干旱气象,2007,25(2):67-70.
- [13]孙兰东,刘德祥.西北地区热量资源对气候变化的响应特征[J].干旱气象,2008,26(1):8-12.
- [14]赵鸿,王润元,王鹤龄.西北干旱区棉花对气候变化响应的评价指标体系[J].干旱气象,2008,26(4):29-34.
- [15]王发科,苟日多杰,祁贵明,等.柴达木盆地气候变化对荒漠化的影响[J].干旱气象,2007,25(3):28-33.
- [16]建军,余锦华,达琼.近30年青藏高原年平均0cm地温的分布和变化特征[J].气象,2006,32(2):64-69.
- [17]赵松乔.中国干旱地区自然地理[M].北京:科学出版社,1985.
- [18]李江风,何清,胡烈群,等.塔克拉玛干沙漠和周边山区天气气候[M].北京:科学出版社,2003:281-584.
- [19]李振山,陈广庭,冯起.塔克拉玛干沙漠腹地纵向沙垅表面沙物质粒度特征[J].干旱区资源与环境,1998,12(1):21-28.
- [20]李森,夏训诚,肖洪浪,等.马里萨赫勒地区风成沙特征、来源与发育时代[J].地理科学,1999,19(2):163-170.
- [21]李志忠.塔里木石油公路沿线风成沙特征及其区域分异[J].新疆师范大学学报(自然科学版),1996,15(4):52-62.
- [22]吉启慧.粒度分析在塔克拉玛干沙漠研究中的应用[J].中国沙漠,1996,16(2):173-179.
- [23]李志忠.塔克拉玛干沙漠腹地纵向沙垅的粒度分布特征[J].干旱区研究,1996,13(2):37-43.
- [24]陈渭南.塔克拉玛干沙漠84°E沿线沙物质的粒度特征[J].地理学报,1993,48(1):33-46.
- [25]刘永强,何清,张宏升,等.塔克拉玛干沙漠腹地地气相互作用参数研究[J].高原气象,2011,30(5):1294-1299.
- [26]何兴东,段争虎,等.塔克拉玛干沙漠腹地植物固沙工程[M].北京:海洋出版社,2001:6-19.
- [27]申元村,养勤业,景可,等.中国的沙尘、尘暴及其防治[J].干旱区资源与环境,2000,14(3):11-14.
- [28]段争虎,何兴东,赵爱国,等.塔克拉玛干沙漠腹地灌溉条件下土壤盐渍度变化研究[J].干旱区资源与环境,2000,14(3):65-70.

Variation of soil temperature characteristics at Tazhong , Xinjiang

HUANG Jie^{1 2} , JIN Lili³ , LI Zhenjie³ , CAO Xing⁴

(1. Tazhong Weather Station , Qiemo 841000 , P. R. China;

2. Institute of Desert Meteorology , China Meteorological Administration , Urumqi 830002 , P. R. China;

3. Lincang Meteorological Bureau of Yunnan Province , Lincang 677000 , P. R. China;

4. Urumqi Meteorological Bureau of Xinjiang Province , Urumqi 830001 , P. R. China)

Abstract: In this paper , we analyzed the soil temperature variations by the weather data of Tazhong during 2007 to 2009. The results showed that the soil temperature had apparent variation in 0 ~ 40cm. It started rising rapidly from January , then reached the highest value of a year above 30°C in July , and subsequently continued to decline; The soil temperature in 80 ~ 320cm changed slowly. The maximum , minimum temperature occurred gradually suspend , annual amplitude decreased gradually. Both in typical weather condition the soil temperature , the average diurnal variation of soil temperature and surface soil temperature were at the lowest points around sunrise , then rose rapidly after sunrise and reach the maximum temperature at 16:00 , thereafter they decreased rapidly and reached a low point in the sunset and continued to slowly decline at night. The soil temperature in 0 ~ 80cm was summer > autumn > spring > winter; different impact of weather on the soil temperature was mainly reflected in the surface temperature and shallow soil temperature , below 40cm deep (up 40cm deep) it had very small (big) variation. Compared with sunny day , the soil temperature had very small variation in cloudy and dust day. With the depth increased , the impact of blowing sand and dust storms on soil temperature gradually decreased , the time of extreme value was gradually delay. The average daily change of soil temperature was approximate sine curve , with the depth increased , the variation of soil temperature was very small and the time of extreme value was gradually delay. The interannual and daily variation of soil temperature in layer by layer were related to the soil physical at Tazhong.

Key words: Tazhong; soil temperature; variation; characteristics