

文章编号:1673-8411 (2017) 03-0068-05

冬季贴地层最低温度差异分析

邱光敏, 罗葳

(武平县气象局, 福建 武平 364300)

摘要:应用 2008 年冬季最冷时期在福建省长汀县气象站进行的地面、近地面、草面和气温四个层次每日最低温度的观测资料,分析在晴冷型和阴雨型两类天气条件下各层最低温度的差异。结果表明:①晴冷型天气时,贴地层中最低温度:地面>近地面>草面,各层温差显著,而气温与地面温度相当;②阴雨型天气时,贴地层中最低温度:地面>近地面>气温>草面,各层温差小。影响冬季贴地层最低温度差异的主要气象因子为云量(特别是低云量)、风速、湿度、大气透明度和降水等。

关键词:贴地层;最低温度;差异分析;影响因子;冬季

中图分类号:P49

文献标识码:A

Difference analysis of the minimum temperature near ground in winter

Qiu Guang-min, Luo Wei

(Wuping County Meteorological Service, Wuping, Fujian 364300)

Abstract: Based daily minimum temperature observation data on the ground, surface and grass ground and air four levels in Changting county weather stations in 2008 winter, the differences of minimum temperature on each layer under clear-cold weather and overcast-wet weather were analyzed.

The results showed that ① under the clear-cold weather, the minimum temperature on each levels: ground > surface > grass, with significant temperature difference, but the air temperature was similar to the ground temperature. ② under overcast-wet weather, the minimum temperature on each levels: ground > surface > air > grass, with small differences. The main meteorological factors, that affect the minimum temperature difference in winter, are cloud content (especially low cloud), wind speed, humidity, atmospheric transparency and precipitation, etc.

Key words: ground; minimum temperature; difference analysis; impact factor; winter

1 引言

目前,我们对贴地层(距地 1.5m 高度以下至地面)温度的普遍观测只进行气温和地面(0cm)温度两项观测。虽然《规范》已将草面温度列入了均须观测的项目,但至今为止,仍未在全国普遍执行,部分

开始执行的省份,因开展时间不长,对其与气温和地面温度的差异及成因也有待进行系统的研究。根据定义,温度必须低于 0℃才有可能形成霜和结冰。可在我们在观测中会出现气温或地面温度在 2℃左右时出现结冰和气温或地面温度在 5℃左右时出现霜^[1]

收稿日期:2017-01-10

作者简介:邱光敏(1987-),福建长汀县人,学士,助理工程师,主要从事大气探测工作。

与定义不符的情况,这是由于出现霜和结冰所处的位置与现行观测气温和地面温度所处的位置不同等所引起的。其差异究竟如何?近年来对这方面的研究有一些进展。高迎娟、赵艳玲等^[2-3]分别根据对气温、草温和地面温度的差异作了分析研究,认为晴夜草面温度明显低于气温和地面温度。但上述分析缺少包括近地面温度在内的综合分析。本文通过对观测资料的对比分析,揭示了冬季贴地层中晴冷型和阴雨型两类天气下最低温度差异的特征及其成因,为观测员实事求是地进行观测记录、资料审核,同时也为预报员冬季考虑霜和结冰等天气现象的预报提供参考依据,对开展冬季道路结冰预警预报和农业气象服务等方面具有积极意义。

2 贴地层最低温度差异特征

2.1 资料及方法

本文资料来源于 2008 年 12 月至 2009 年 1 月

福建省长汀县气象观测站最冷时期的观测资料。贴地层各层温度的变化有一定的滞后性,为消除其出现时间滞后的影响,有可比性,所进行的对比观测项目是贴地层每日的最低温度。福建省目前贴地层只有气温和地温采用自动观测,未开展草面和近地面温度观测,因此另增加草面和近地面温度观测。因温度传感器与温度表有一定误差^[4-7],为有比较性,所有数据统一用最低温度表进行人工观测。其观测的资料有:地面最低温度、近地面最低温度(温度表直接放在地温场上,感应部份距地面 0.4cm)、草面最低温度(温度表放在地温场西侧 80cm 处的浅草层上,草高 4cm,感应部份距地面 2cm)、最低气温及其出现时相应的总/低云量、风速、相对湿度、大气透明度(用水平能见度代)、视程障碍现象和降水等。根据 39 组观测资料分别进行筛选、整理出较为典型的晴冷型和阴雨型两类天气条件下具有代表性的各五组数据,统计出近地面与地面最低温度差、草面与地面

表 1 冬季晴冷型天气贴地层最低温度温差

日期	D1n (℃)	D2n (℃)	D3n (℃)	Tn (℃)	D2n-D1n (℃)	D3n-D1n (℃)	Tn-D1n (℃)	D3n-Tn (℃)	N (成)	ff (m·s ⁻¹)	U (%)	VV (km)
2009.01.03	-1.3	-3.1	-7.1	-1.6	-1.8	-5.8	-0.3	-5.5	0	0.4	95	14.0
2009.01.10	-3.8	-4.8	-9.2	-3.2	-1.0	-5.4	0.6	-6.0	0	0.4	85	16.0
2009.01.14	-5.1	-6.6	-11.1	-5.5	-1.5	-6.0	-0.4	-5.6	0	0.6	80	22.0
2009.01.15	-4.5	-5.9	-10.8	-4.5	-1.4	-6.3	0.0	-6.3	0	0.0	79	24.0
2009.01.16	-3.2	-4.4	-9.3	-3.0	-1.2	-6.1	0.2	-6.3	0	0.5	86	24.0
平均	-3.6	-5.0	-9.5	-3.6	-1.4	-5.9	0.0	-5.9	0.0	0.4	85	20.0
极大值					-1.8	-6.3	0.6	-6.3				

注(下同):D1n-地面最低温度;D2n-近地面最低温度;D3n-草面最低温度;Tn-最低气温;D2n-D1n-近地面与地面最低温度差;D3n-D1n-草面与地面最低温度差;Tn-D1n-气温与地面最低温度差;D3n-Tn-草面与气温最低温度差;N-总云量;ff-风速;U-相对湿度;VV-能见度

表 2 冬季阴雨型天气贴地层最低温度温差注: NH —低云量;TQXX—天气现象;·—雨;= —轻雾

日期	D1n (℃)	D2n (℃)	D3n (℃)	Tn (℃)	D2n-D1n (℃)	D3n-D1n (℃)	Tn-D1n (℃)	D3n-Tn (℃)	NH (成)	ff (m/s)	U (%)	VV (km)	TQXX (符号)
2008.12.27	11.2	10.7	9.9	10.6	-0.5	-1.3	-0.6	-0.7	10	0.6	85	10.0	· =
2008.12.28	12.0	11.7	11.0	12.0	-0.3	-1.0	0.0	-1.0	10	0.8	99	7.0	= ·
2008.12.29	10.2	9.6	9.0	8.7	-0.6	-1.2	-1.5	0.3	10	2.9	87	18.0	·
2008.12.30	8.7	7.8	7.1	7.2	-0.9	-1.6	-1.5	-0.1	10	2.3	91	15.0	· =
2009.01.22	8.5	8.0	7.6	7.7	-0.5	-0.9	-0.8	-0.1	10	0.9	94	8.0	= ·
平均	10.1	9.6	8.9	9.2	-0.6	-1.2	-0.9	-0.3	10.0	1.5	91	11.6	
极大值					-0.9	-1.6	-1.5	-1.0					

注: NH -低云量;TQXX-天气现象;·-雨;= -轻雾

最低温度差、气温与地面最低温度差、草面与气温最低温度差及其各差值的统计值。

2.2 晴冷型和阴雨型天气贴地层最低温度差异特征

2.2.1 晴冷型天气各层最低温度差异特征

当受冷高压控制,天气稳定,天空无云、静风、相对湿度较小、大气透明度好的晴冷型天气清晨,辐射冷却降温剧烈,贴地层中各层最低温度差异显著(见表1)。近地面最低温度低于地面最低温度,平均低 1.4°C ,最大低 1.8°C ;草面最低温度则显著低于地面最低温度和气温,都是平均低 5.9°C ,最大低 6.3°C ;最低气温与地面最低温度相当,平均温差 0.0°C ,最大绝对值温差 0.6°C 。高迎娟、赵艳玲等在其所分析的资料中也曾分别出现草面最低温度比最低气温低 8.5°C 和草面最低温度比地面最低温度低 8.2°C 的典型事例。很显然,在晴冷型天气条件下,草面是贴地层中温度最低处,单从气温和地面温度的资料上是看不出贴地层中还会有如此大的温差,说明了当气温或地面温度在 2°C 左右时出现结冰和气温或地面温度在 5°C 左右时出现霜是完全有可能的。

2.2.2 阴雨型天气各层最低温度差异特征

当阴雨天气、湿度较大、大气透明度较差、有一定风速,辐射降温小的阴雨型天气时,贴地层中各层最低温度差异不明显(见表2)。近地面最低温度、草面最低温度和最低气温分别比地面最低温度平均低 0.6°C 、 1.2°C 和 0.9°C ;而草面最低温度仅比最低气温平均低 0.3°C 。表2中2008年12月27、28日两天为暖平流型阴雨天气,12月29、30日和2009年1月22日为冷平流型阴雨天气,但两者温差不明显。

3 贴地层最低温度差异分析

3.1 贴地层最低温度的影响因子

贴地层的热量交换主要是通过辐射、乱流、分子传导及水相变化来进行的,其热量的增减影响着各层温度的高低。根据气象学理论,在大气层的对流层,温度一般是随高度的增加而递减的,但在贴地层因温度变化剧烈,是不遵守该规律的。贴地层的温度变化主要是受天气系统、云量(特别是低云量)、风速、空气湿度、大气透明度和是否有降水等的影响^[8-11],此外还与地面与浅层土壤的热量差额、土壤的热属性^[12]和含水量、土壤的疏松与否^[13-14]、地表面的辐射率和草的蒸腾等有关。本文主要考虑云量、风速、

空气湿度、大气透明度和降水等因子的影响。

3.2 晴冷型天气各层最低温度差异分析

冬季受冷高压控制,层结稳定,在日落之后,夜空晴朗静风,大气透明度好,地面因长波辐射降温迅速^[15],但由于大气层结稳定,缺少湍流扰动,地面的冷却效应只波及到贴近地面的空气层,所以易出现上暖下冷的逆温层。逆温层的存在削弱了湍流的发展,同时较弱的湍流运动又利于贴近地面空气的降温冷却,从而利于逆温的维持和发展^[16]。晴冷型天气贴地层夜间降温幅度大,温度降得低,日最低温度出现在经过一整夜剧烈辐射热量净支出达到极小值的清晨,各层温差显著,草面最低温度显著低于地面最低温度和最低气温^[17],平均低 5.9°C ,最大低 6.3°C ,草面温度也明显低于近地面最低温度,平均低 4.5°C ,最大低 4.9°C 。

(1)贴地层夜间降温幅度大的主要原因:总云量为0成(无云)、风速不足 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 、相对湿度平均为85%,能见度平均为 20.0km (见表1)。天空无云和较好的大气透明度有利于辐射降温,而基本处于静风的状态不利于热量垂直交换而产生冷空气堆积,湿度较小则使得水汽难于达到过饱和,因而发生凝结释放出的潜热少导致温度降得更低。

(2)草面最低温度显著低于地面最低温度的原因:地面在冷却降温的同时,地面以下土壤中温度较高而通过分子传导向地面传递热量和大气对地面的逆辐射而补充了一部份因辐射而损失的热量,使地面降温幅度比只有向四周放射辐射而冷却降温的草面要小,草面降温幅度要大,温度降得更低。另外,由于草层的隔离作用不易产生乱流,其上下层热量(上暖下冷)的垂直交换受到阻碍以及草叶很轻,表面积较大,在同一时间内表面积较大的物体散热较多,冷却得较快^[18],草的蒸腾也需要消耗热量而冷却降温导致其温度降得多,草面的辐射冷却一般比土壤要强,造成草面最低温度显著低于地面最低温度。

(3)草面最低温度显著低于最低气温的原因:百叶箱与地面有一定的距离,草面辐射冷却降温要比百叶箱高度处的空气的降温要来得大,且百叶箱内空气受百叶箱的隔离作用,风很小时不易进行空气的乱流和热量的交换,受草面温度的影响较小,其温度降得不低^[19],相对草面温度来说,气温反而高得多,在草层以上形成极为明显的逆温层,出现草面最

低温度显著低于最低气温的情况。

(4) 近地面最低温度略低于地面最低温度而明显高于草面最低温度的原因: 近地面因与地面有 0.4cm 的间距, 受地面分子传导传递的热量少, 而向四周放射辐射却相对较多, 所以其温度比地面温度要低, 但相差不大。近地面相对草面来说, 因其更接近地面, 受地温的影响大, 且其四周裸露, 易产生乱流、进行热量的垂直交换, 使其温度降幅明显小于草面的温度降幅, 出现近地面最低温度明显高于草面最低温度的情况, 但其温差不如地面与草面最低温度的温差大。

3.3 阴雨型天气各层最低温度差异分析

阴雨型天气贴地层日最低温度较多出现在夜晨^[20], 降温幅度小, 温度降得不低, 各层间温差小, 在 1.0℃左右。其云量、风速、相对湿度、水平能见度、视程障碍现象和降水等状况分别为低云量为 10 成、风速 $2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右、相对湿度在 90% 左右、能见度在 11.0 左右、有轻雾和下雨(表 2)。

阴雨型天气贴地层最低温度差异小的主要原因: 天空受低云笼罩, 大气透明度较差, 多有轻雾, 不利于长波辐射降温。此外, 受下雨的影响等, 大气中的水汽含量增加, 湿度较大, 其水汽达到饱和而发生凝结释放出的潜热较多^[21], 由于下雨和有一定风速而产生的乱流有利于上下层以及百叶箱内外空气的交换, 减小上下层以及百叶箱内外空气的温差, 不易出现逆温层。另外, 因下雨雨水渗透地中也减小了地面温度与浅层地温的差异。当冷空气入侵, 出现平流降温时, 虽然湿度较小, 但随着冷空气入侵, 气温下降和因风速相对较大, 易于上下层空气的交换, 从而减少上下层空气的温差。当强冷空气入侵, 急速降温时, 因风速大, 气温与近地面和草面的温度更接近, 而地面温度因地面以下土壤温度较高, 通过分子传导传递热量上来, 补充了一部份因气温下降损失的热量, 地面最低温度比近地面、草面和气温的最低温度要高, 但温差不大。

4 小结与建议

(1) 冬季受冷高压控制, 天空晴朗、静风、空气湿度小、大气透明度好的清晨, 贴地层中最低温度基本呈现: 地面>近地面>草面, 地面最低温度与最低气温相当, 草面最低温度均显著低于地面最低温度和

最低气温, 平均低 5.9℃, 最大低 6.3℃。近地面最低温度略低于地面最低温度而明显高于草面最低温度, 平均高 4.5℃, 最大高 4.9℃。

(2) 当冬季阴雨天气、空气湿度较大、大气透明度较差, 有一定风速的夜晨, 贴地层最低温度差异不明显, 贴地层中最低温度基本呈现: 地面>近地面>气温>草面, 各层温差在 1℃左右, 最大不超过 2℃。

(3) 建议观测员、资料审核员和预报员在冬季晴冷型天气下, 当气温或地面温度在 2℃左右时注意是否有结冰, 当气温或地面温度在 5℃左右时注意是否有霜。

(4) 地面温度传感器没有被土埋住一半会有一定的误差。因此, 在对地温场松土和强降水后地面温度传感器露出地面时, 应切实将土埋住地面温度传感器一半, 以确保观测记录的准确。

(5) 建议尽早按《规范》的要求, 在全国统一开展草面温度的观测, 以适应为农业生产及相关行业气象服务的需求。

参考文献

- [1] 邓天宏, 王国安, 焦建丽, 等. 草温、0cm 地温、气温间变化规律分析 [J]. 气象与环境科学, 2009, 32 (4): 47-50.
- [2] 高迎娟. 特种观测项目温度极值规律的揭示及其预报方法的探讨 [J], 吉林气象, 2004, (2): 17-21.
- [3] 赵艳玲, 李静锋, 刘泳梅. 利用草面温度预报霜的分析 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (3): 1248-1250.
- [4] 廖丽光, 韦秀贤. 铂电阻地表温度与玻璃液体地表温度分析对比 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (4): 74-76.
- [5] 陆生兰. 自动站与人工站观测数据存在较大误差的原因探析 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (S1): 110-111.
- [6] 韦馨丰, 温亚丽, 何润洁. 湛江自动气象站与人工观测数据差值对比 [J]. 广东气象, 2008, 30 (SII): 21-24.
- [7] 古秋红, 黄小雯. 气温要素与人工观测记录的对比分析 [J]. 气象研究与应用, 2009, 30 (S1): 84-85.
- [8] 李雄, 董蕙青, 黄嘉华, 等. 南宁各种下垫面温度特征及预报方法探讨 [J]. 气象科技, 2005, 33 (6): 487-491.
- [9] 蔡文华, 李文. 用地理因子模拟年度极端最低气温模式的探讨 [J]. 气象, 2003, 29 (7): 31-33.
- [10] 蔡玲玲. 如何判断自动气象站草面温度的异常 [J]. 广

- 东气象, 2010, 32 (1): 59-60.
- [11] 程爱珍, 何秋香, 黄理, 等. 气象要素对草面温度的影响分析及其质量控制方法 [J]. 气象研究与应用, 2009, 30 (1): 70-72.
- [12] 李静锋, 赵艳玲, 高筱英, 等. 城市草面温度变化规律的初步分析 [J]. 广西农学报, 2010, 25 (2): 24-28.
- [13] 罗获, 戴腾祥. 地温场土壤疏松与否对地温的影响 [J], 气象, 2003, 29 (4): 封二; 封三.
- [14] 马祖胜, 李汉彬, 徐明唐. 地面最高温度人工与遥测数据差异的原因 [J]. 广东气象, 2007, 29 (2): 60-61.
- [15] 陈玲, 张劲梅, 李秀艳. 东莞市草温与地温、气温的差异 [J], 广东气象, 2010, 32 (5): 56-57.
- [16] 张礼春, 朱彬, 牛生杰, 等. 南京市冬季市区和郊区晴天大气边界层结构对比分析 [J]. 南京信息工程大学学报 (自然科学版), 2009, 1 (4): 329-337.
- [17] 罗获, 邱光敏, 邓冬梅, 等. 一次中等相对湿度结露的成因分析 [J]. 广东气象, 2016, 38 (4): 34-36.
- [18] 张玫, 梁振国. 一次霜降现象的地面气象要素分析 [J], 广东气象, 2009, 31 (6): 63-64.
- [19] 张亚哲, 高业新, 冯欣. 华北平原中部草面温度变化特征 [J], 气象研究与应用, 2012, 33 (4): 51-53.
- [20] 陈凤娟, 黄琳, 邓吴生. 北海市草面温度与地面温度的相关分析 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (3): 58-63.
- [21] 何鹏, 陈明艳, 戴平凤. 灵山县冬季气温空间分布特点的初步分析 [J]. 气象研究与应用, 2009, 30 (2): 43-45.

(上接第 63 页)

(3) 以柳州国家气象站雨量资料为样本编制的暴雨强度公式可在柳州市区范围使用。

参考文献:

- [1] 覃卫坚, 李耀先, 廖雪萍, 等. 大气低频振荡对广西持续性区域性暴雨的可能影响 [J]. 气象研究与应用, 2015, 36 (3): 1-7.
- [2] 《给水排水设计手册 (第 5 册) 城镇排水》 [J]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
- [3] 覃卫坚, 李耀先, 覃志年. 广西暴雨的区域性和连续性研究 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (4): 1-4.
- [4] 黄丽康, 韦彩色, 赵玉红. 合浦县暴雨气候特征及成因分析 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (4): 32-34, 9.
- [5] 黄翠银, 陈剑飞. 2011 年 10 月一次广西区域性暴雨特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (4): 22-26.
- [6] 覃卫坚, 李耀先, 廖雪萍. 广西热带气旋的暴雨统计分析 & 数值模拟 [J]. 气象研究与应用, 2013, 34 (1): 1-6.
- [7] 覃卫坚, 李耀先, 廖雪萍. MJO 活动对广西 6 月阶段性降水的影响研究 [J]. 气象研究与应用, 2015, 36 (1): 25-30.
- [8] 上海市建设和交通委员会. 室外排水设计规范 (GB50014-2006, 2014 年版) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.
- [9] 国家住建部、中国气象局. 城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则 [S]. 2014.
- [10] 金家明. 城市暴雨强度公式编制及应用方法 [J]. 中国市政工程, 2010, (1): 38-39.
- [11] 陈正洪, 王海军, 张小丽, 等. 水文学中雨强公式参数求解的一种最优化方法 [J]. 应用气象学报, 2007, 18 (2): 237-241.
- [12] 邱兆富, 周琪, 张智, 等. 暴雨强度公式推求方法探讨 [J]. 城市道桥与防洪, 2004 (1): 47-49.
- [13] 顾俊强, 陈海燕, 徐集云. 瑞安市暴雨强度概率分布公式参数估计研究 [J]. 应用气象学报, 2000, 11 (3): 355-363.
- [14] 植石群, 宋丽莉, 罗金铃, 等. 暴雨强度计算系统及其应用 [J]. 气象, 2000, 26 (6): 30-32.