

L波段与59-701系统高空对比 观测资料特征分析

伊里哈木,王秋香,贺晓东,刘卫平
(新疆气象信息中心,新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:选择喀什探空观测站10个位势等压面上的高度、气温、露点L波段雷达探空系统与59-701雷达探空系统对比观测资料进行分析,结果表明,两种仪器的露点差异最大,而且随高度增加而增加。对各时段高度、气温、露点观测资料进行 u 检验也表明,L波段与59-701雷达探空高度和气温观测资料无显著性差异,属于同一气候序列;而部分露点值没有通过检验。另外,气温观测值的离散性相对较大,各位势层高度、气温、露点观测值的离散性19时比07时大,低空比高空大。两种仪器在各等压面上的气温值有一定差异,这种差异在大气对流活跃时尤为突出。

关键词:L波段雷达探空系统;59-701雷达探空系统;均一性检验;高空;观测资料

中图分类号:P412.25

文献标识码:B

文章编号:1002-0799(2009)05-0050-04

Characteristic Analysis of Observation Data of the Contrast between L-Band and 59-701 Upper-Air Sounding Systems

YILIHAMU, WANG Qiu-xiang, HE Xiao-dong, LIU Wei-ping
(Xinjiang Meteorological information center, Urumqi 830002, China)

Abstract: In order to contrast the difference between L-band and 59-701 upper-air sounding systems, the altitude, temperature and humidity data at 10 isobaric surfaces, observed from Kashi sounding station were analyzed, and the results indicate the diversity of dew-point in the two instruments is the most and which increase with the high increment. The altitude and temperature have no significant diversity from two different systems in term of u test for the altitude, temperature and dew-point observing data in each time and they belong to the same climate series, moreover, some dew-point does not pass the test. In addition, the dispersion of temperature is bigger relatively. At each isobaric surface, the dispersion of altitude, temperature and dew-point at 19 is bigger than that at 07, and that in low level is bigger than in upper air. There is a certain extent difference for the temperature at each isobaric surface, and the difference is most when the convection is active.

Key words: L-Band sounding systems; 59-701 sounding systems; homogeneity test; upper-air; observing data

收稿日期:2008-02-22;修回日期:2009-05-22

作者简介:伊里哈木(1963-),男(维吾尔族),工程师,现从事气象信息管理工作。

气候资料可为人类的社会活动包括农业气候区划、城市规划、大型工程施工等提供大气环境信息资料,也是长期气候变化研究的基础资料。近年来随着科学技术的日益发展,更多新的探测手段和技术被广泛应用,新高空观测系统具有地面系统结构简单、自动化程度高的优点,在提高观测效率,大幅度地提高资料精度的同时,常会使换型前后的数据序列出现显著的变化,甚至发生突变^[1]。因此,为了取得均一性的长序列数据,需要对仪器更换前后的资料进行对比分析和均一性检验,以了解新旧资料的差异和特性,为气候变化研究奠定基础。关于气候序列的均一性检验,目前国内已有一些工作^[2-6],宋超辉等依据统计原理总结出三种气温序列均一性检验的方法^[2],李庆祥等总结了国内外多种均一性检验方法,将均一性检验归纳为直接和间接两类方法^[3],为气候资料的均一性检验奠定了基础。新疆气象局从2003年到现在,探空仪器经历了从59-701型雷达探空系统(以下简称59-701型)到L波段雷达探空系统(以下简称L波段)或到400M的变更,还没有开展过前后资料的对比分析和均一性检验,妨碍了观测资料有效、准确地使用。本文选自喀什探空观测站L波段与59-701系统对比观测资料,在对比分析的同时,作最基本的均一性检验,即对两种仪器观测资料的均值进行检验,并给出具有显著差异的资料的差值范围以供使用时参考。

1 资料及方法

根据南疆地形及探空站的分布,本文选择喀什探空观测站作为南疆代表站,资料选取2004年12月10日到2005年1月9日07时和19时100hPa到850hPa等10个位势等压面上的高度、气温、露点L波段与59-701系统对比观测资料,其中,850、250和150hPa的层是规定层,其余选择每隔100hPa的整数层。用变差系数^[7]分析资料单点序列的离散程度,因它不受变量本身量级的影响,而方便对温度、高度、露点等不同量级的序列进行比较;用两种仪器同一位势面上高度、气温、露点的平均差值,结合两种仪器的器差,进行不同情况下两种仪器观测资料差异的对比分析。选择 u 检验用仪器换型前后的两段资料的均值对其连续性进行检验^[8],由于 u 检验的前提是资料符合正态分布,文中同时计算峰度和偏度系数作正态分布检验。

2 分析及检验

2.1 离散分析

图1是07时和19时L波段与“59-701”系统各规定等压面上高度、气温、露点观测资料的变差系数,由图可以看出,500hPa以下,气温和露点的变差系数较大,说明中低空受太阳辐射的影响空气对流运动活跃,气温和露点跳跃性大,观测值离散性大。总体上说资料离散性随高度的增加而减小,说明高度、气温、露点观测值随高度的增加观测值更加集中。比较而言,高度的变差系数最小,说明高度资料更加稳定可靠,露点次之,气温的离散性略大。19时变差系数大于07时变差系数,原因是由于吸收太阳辐射,白天大气对流活跃,19时的各种特征值也相对比较活跃,因此,观测值离散性略大。

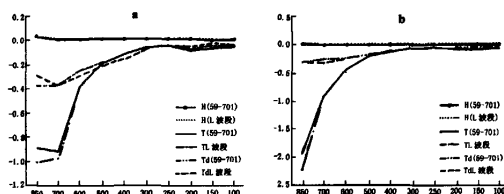


图1 L波段与59-701系统对比观测资料
变差系数

(a为07时,b为19时)

2.2 差值分析

图2是L波段与59-701系统各位势面上高度、气温、露点对比观测资料的差值,由图2可见,不同时间L波段与59-701系统所观测到的高度、气温、露点值差异是不同的。07时L波段各位势面上所观测到的气温值均大于59-701系统的观测值(图2b),最大差值在600hPa;19时L波段的气温观测值在700hPa之下大于59-701系统观测值,700hPa之上小于59-701系统观测值,100hPa差值最大。两种仪器07时和19时气温差值的差异是因为两者的感应元件和测温原理不同而存在的器差所致。L波段雷达系统的温度传感器采用热敏电阻,具有灵敏度高、感应速度快等优点,59-701系统的温度感应元件采用螺旋形双金属片,温度观测值具有明显滞后性。总体上说,19时大气对流运动活跃,气温高于07时,气温递减率也比07时大,由于59-701系统的气温观测值的滞后性而携带的下层观测值信号较多,使观测值偏大,L波段与59-701系统的气温差值多数为负号;而07时相反,由于气温较低及气温递减率较小,各层701气温观测值与实际

值相差不大,而L波段观测值更真实地反映了各层气温,L波段与59-701系统的气温差值多数为正号。值得注意的是,07时从600hPa开始气温递减率急剧增加,由于L波段气温观测值更能反映大气层结的状况,而温度观测值较高,使差值为正并达到最大,之后温度递减率增加几乎不变或有所减小,两种仪器的差值较小且变化不大。

07时L波段各位势面上所观测到的高度值均大于59-701系统观测值(图2a),最大差值在150hPa;19时400hPa之下L波段高度观测值大于59-701系统的观测值,400hPa之上小于59-701系统观测值,绝对最大差值在100hPa上。由于各规定等压面上的位势高度主要是由压湿换算而来,而温度的贡献比湿度大^[10],所以,两种仪器因温度差异而产生的高度差异的原因与前面相同。

07时和19时L波段各位势面上所观测到的露点值均小于59-701系统观测值(图2c),露点差的绝对值在500hPa上随高度增加而增加,最大差值在150hPa上。两种仪器露点差值随高度增加的原因除了与气温有关外,还与湿度有关。两种仪器湿度的感应元件和观测原理存在器差,L波段观测采用灵敏度较高的湿敏电阻作为湿度感应元件,利用湿敏电阻随湿度变化而变的原理测湿,反应灵敏,滞后误差小;而59型探空仪采用肠衣作为湿度感应元件,肠衣的滞后系数随温度降低而加大,在低温时的测湿误差很大,采用湿敏电阻的比值阻值来表示相对湿度,基本克服湿敏电阻阻值随时间漂移带来的误差。孙敏峰、马舒庆等对L波段雷达系统、Vaisala公司GPS探空系统对比观测结果研究表明,两者一

致性很好^[11]。可见在温度较低的对流层上层,L波段观测值更接近国际上比较先进的数字式电子探空仪,即大气实际情况。

2.3 均一性检验

均一性检验的方式有很多种^[2],本文选择最基本的u检验。为了对各时次L波段与59-701系统各位势面上高度、气温、露点对比观测资料进行均一性检验,首先进行正态分布检验。表1是各时段L波段与59-701雷达探空对比观测资料偏差和峰度值,从表1中可以看出,除了100hPa上L波段的露点之外,所有观测值均通过了信度 $\alpha=0.05(u_\alpha=1.96)$ 的检验。说明各时次L波段与59-701系统各位势面上高度、气温、露点均遵从正态分布。从峰度和偏度值的分布来看,除了07时低空气温值和部分L波段的露点值峰度偏高之外,其余大多数观测值的峰度都比较平缓,说明大多数观测值距离平均值的绝对差值较小,这从各时次各位势面上高度、气温、露点偏差的绝对值较小也可以看出。各时次各位势面上偏度分布的差异不大,其中,各时次两种仪器高度值的偏度多为正号,说明高度观测值比较稳定,无

表1 各时段L波段与59-701系统对比观测资料偏差和峰度值

高度	07时						19时						
	高度		温度		露点		高度		温度		露点		
	701	L波段	701	L波段	701	L波段	701	L波段	701	L波段	701	L波段	
850hPa	偏度	0.18	0.17	-0.59	-0.56	-0.55	-0.83	-0.10	-0.12	-0.51	-0.14	-0.55	-0.63
	峰度	-0.89	-0.91	-0.35	-0.41	-0.26	-0.13	-0.52	-0.45	-0.29	-0.41	-0.20	0.33
700hPa	偏度	-0.17	-0.26	-0.94	-0.83	0.08	-0.67	-0.42	-0.39	-0.67	-0.71	0.16	0.04
	峰度	-1.08	-1.05	1.15	0.79	-0.97	0.32	-0.84	-0.89	-0.02	0.11	-0.55	-0.24
600hPa	偏度	-0.17	-0.20	0.23	-0.08	-0.51	-0.98	-0.11	-0.10	0.15	0.11	-0.05	-0.21
	峰度	-0.89	-0.93	-1.06	-1.03	0.02	0.92	-0.75	-0.96	-1.04	-1.06	-0.47	-0.17
500hPa	偏度	0.01	0.01	-0.10	-0.15	-0.44	-0.54	0.07	0.06	-0.16	-0.20	-0.35	-0.73
	峰度	-1.03	-1.15	-1.38	-1.28	-0.87	-0.33	-0.85	-1.00	-1.07	-1.18	-0.52	0.05
400hPa	偏度	0.03	0.05	-0.25	-0.13	-0.02	0.01	0.07	0.05	-0.18	-0.28	-0.35	-0.61
	峰度	-1.26	-1.36	-1.23	-1.25	-1.02	-0.74	-1.02	-1.12	-1.18	-1.23	-0.91	-0.30
300hPa	偏度	0.01	0.03	-0.05	-0.04	-0.03	0.19	0.10	0.10	-0.07	-0.13	-0.28	-0.42
	峰度	-1.38	-1.45	-1.14	-1.11	-0.11	-0.26	-1.11	-1.23	-0.99	-1.10	-0.50	0.03
250hPa	偏度	0.00	0.03	0.36	0.22	0.48	-0.16	0.20	0.17	-0.30	-0.08	-0.43	-0.97
	峰度	-1.44	-1.51	0.21	0.16	-0.24	-0.26	-1.12	-1.27	-0.49	-0.90	-0.34	1.60
200hPa	偏度	0.04	0.07	0.62	0.51	-0.06	0.28	0.32	0.26	0.52	0.38	0.31	-0.49
	峰度	-1.40	-1.47	-0.29	-0.59	-0.90	-1.21	-1.02	-1.23	-0.89	-0.69	-1.18	-0.86
150hPa	偏度	-0.05	-0.02	-0.14	-0.08	-0.51	-0.41	0.19	0.02	0.25	0.08	-0.43	0.33
	峰度	-1.22	-1.17	-1.02	-1.03	-0.74	-0.94	-0.80	-1.07	-1.01	-0.98	-1.13	-1.32
100hPa	偏度	0.14	0.12	0.19	0.21	0.44	-0.03	0.32	-0.42	0.09	-0.02	-0.29	-1.76
	峰度	-1.02	-0.76	-0.75	-0.61	-0.94	-0.71	-0.55	-0.23	-1.19	-1.23	-1.45	3.28

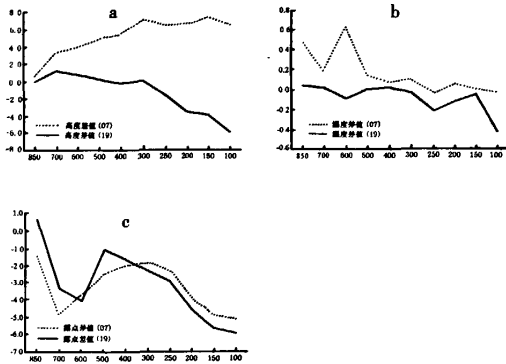


图2 L波段与59-701系统各位势面(hPa)上对比观测资料差值
(a为高度,b为气温,c为露点)

论是任何时次两种仪器多数观测值都略大于平均值。气温也是如此,在不同时次的偏度差异不大,主要是在高度上的差异。在高空大部分气温偏度值为正,中低空为负,说明在高空气温的多数观测值大于平均值,而在中低空多数观测值小于平均值。露点的偏度一般为负号,说明露点的观测值大多小于平均值。

表2是对各时段L波段与59-701系统对比观测资料所进行的 u 检验,从表中可见,所有高度和气温观测值均通过了信度 $\alpha=0.05(u_0=1.96)$ 的 u 检验,说明L波段与59-701雷达探空高度和气温观测资料无显著性差异,属于同一气候序列,在作大气分析时,这部分观测资料可以连续使用。从表3还可以看出,部分露点值没有通过检验。

表2 各时段L波段与59-701系统对比观测资料 u 检验表

时次	07时			19时		
位势面	高度	温度	露点	高度	温度	露点
850hPa	-0.028	-0.508	1.742	-0.225	-0.620	-1.547
700hPa	-0.238	-0.097	2.789	0.073	-0.136	2.765
600hPa	-0.325	-0.869	1.963	0.091	0.044	2.261
500hPa	-0.323	-0.155	1.439	0.026	-0.051	0.383
400hPa	-0.264	-0.059	1.333	-0.014	-0.115	0.678
300hPa	-0.265	-0.114	1.825	-0.006	-0.088	1.879
250hPa	-0.229	0.045	3.747	-0.065	0.113	3.273
200hPa	-0.267	-0.032	4.186	-0.149	-0.064	5.959
150hPa	-0.427	-0.017	8.724	-0.223	-0.025	7.562
100hPa	-0.562	-0.047	9.302	-0.355	0.296	12.029

2.4 露点差值范围

由于59型探空仪采用肠衣作为湿度感应元件,依据文献[9]和文献[11]的结论,肠衣的滞后系数随温度降低而加大,在低温时的测湿误差较大, -30°C 以下探测所得湿度数据可信度较差,而本文为了比较两种仪器湿度感应元件的差异,时间选择在冬季最冷的12月到1月,是 -30°C 以下的气温值出现最频繁的季节。因此,部分层结两种仪器的露点观测值没有通过均一性检验,说明在冬季这些层结两种仪器露点观测值差异较大。表3列出了这些层结露点差值的平均值以及标准误差和差值范围,供使用者参考。

3 结论

对单点仪器换型均一性检验分析结果表明,两种仪器的露点差异最大,而且随高度增加而增加,在

表3 各时次L波段与59-701系统露点差值表

时次	项目	700hPa	600hPa	250hPa	200hPa	150hPa	100hPa
07时	差值平均	-4.855	-3.733	-2.296	-3.870	-4.840	-5.086
	标准误差	4.078	4.481	1.993	1.540	1.971	2.100
	差值范围	-18.7~2.6	-17.3~2.6	-6.7~0.9	-5.5~-1.1	-8.5~-1.8	-7.9~-2.7
19时	差值平均	-3.368	-4.071	-2.912	-4.527	-5.560	-5.914
	标准误差	3.818	3.310	2.534	2.335	2.247	2.705
	误差范围	-11.3~4.5	-10.5~2.5	-8.5~-0.1	-8.2~-1.2	-9.3~-3.2	-11.5~-3.9

温度较低的对流层上层,59-701型探空仪测定的露点偏高,尤其是 -30°C 以下探测所得露点数据可信度较差,L波段观测值更接近大气实际情况。对各时段高度、气温、露点观测资料进行 u 检验也表明,L波段与59-701雷达探空高度和气温观测资料无显著性差异,属于同一气候序列。而部分露点值由于59-701型探空仪的缺陷没有通过检验,本文给出了差值范围,以方便资料的使用。

另外,在探空审核及观测中,以下结论可以作为参考:根据单点仪器换型对比分析结果,气温观测值的离散性相对较大;各位势层高度、气温、露点观测值的离散性19时比07时大;低空比高空大;两种仪器在各等压面上的气温值有一定差异,这种差异在大气对流活跃时尤为突出。

参考文献:

- [1] 程胜龙. 城市化对兰州气温变化影响的定量分析[J]. 气象, 2005, (31): 29-34.
- [2] 宋超辉, 刘小宁, 李集明. 气温序列非均一性检验方法的研究[J]. 应用气象学报, 1995, 6(3): 289-296.
- [3] 李庆祥, 刘小宁, 张洪政, 等. 定点观测气候序列均一性研究[J]. 气象科技, 2003, 31(1): 2-11.
- [4] 刘小宁. 我国40年年平均风速的均一性检验[J]. 应用气象学报, 2000, 11(2): 27-34.
- [5] 宋超辉, 孙安健. 非均一性气温气候序列订正方法的研究[J]. 高原气象, 1995(6): 215-220.
- [6] 刘小宁, 孙安健. 年降水量序列非均一性检验方法探讨[J]. 气象, 1995, 21(8): 3-6.
- [7] 马开玉, 丁裕国. 气候统计原理与方法[M]. 北京: 气象出版社, 1993, 28-30.
- [8] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999, 59-61.
- [9] 陈芳, 马英芳, 刘秀兰, 等. 高空与气象观测系统换型记录对比分析[J]. 青海气象, 2006, 3: 47-50.
- [10] 中国气象局监测网络司. 高空气象探测手册[M]. 北京: 气象科学出版社, 2001.
- [11] 孙敏峰, 马舒庆, 刘凤琴, 等. L波段二次测风雷达系统业务试运行期间探测对比分析[C]. //首届气象仪器与观测技术交流和研讨会学术论文集, 海口: [s.n.], 2001.