

文章编号: 1006-4354 (2010) 04-0028-04

L 波段与 59-701 探测系统同步资料对比分析

张聪娥, 陈建基, 傅海涛

(陕西省气象信息中心, 西安 710014)

摘 要: 选用安康 2005 年 11 月 (59 个时次) 同步观测资料, 利用统计学原理, 对 L 波段探测系统和 59-701 探测系统等压面各要素的测值进行比较、分析, 结果表明: 两套系统的高度、温度探测值比较接近, 但 L 波段探测系统的高度、温度离散度小于 59-701 探测系统, 其高度、温度测值波动小, 稳定性好, 测量精度高, 探测数据准确、可靠; L 波段探测系统的相对湿度测值低于 59-701 探测系统, 且两者测值相差较大, L 波段探空仪湿度传感器灵敏度高, 采样速度快, 但相对湿度测值离散度较大, 和 59 型探空仪相比, 其相对湿度测值稳定性较差。

关键词: L 波段探空仪; 59 型探空仪; 同步观测; 平均值; 标准差

中图分类号: P4422.2

文献标识码: B

从 2002 年起, 中国气象局开始对我国现有的高空探测系统 (59-701 系统) 进行改造, 将其升级为 L 波段探测系统, 陕西有 4 个探空站, 汉中 2005 年 1 月 1 日、安康 2005 年 11 月 1 日、西安泾河站 2007 年 1 月 1 日分别开始正式运行 L 波段探测系统, 延安探空站由于周围环境的限制和影响, 现在暂时还使用 59-701 探测系统。为了及时了解仪器的观测误差量级和分布特征, 以便合

理使用观测资料和进一步改进仪器性能, 选用安康 2005 年 11 月 59 次对比观测资料 (由于陕西省三站均在冬季换型对比, 且时间规定为一个月, 没有夏季对比资料), 对两套系统各等压面要素的测值进行比较, 分析其测量精度。

1 探测值比较

表 1 为安康探空站两套系统同时同地平行观测资料。

表 1 安康站 2005 年 11 月 L 波段和 59 型探空仪等压面高度、温度及相对湿度平均值、标准差

气压/ hPa		925	850	700	600	500	400	300	250	200	150	100
高度 /m	平均 L 波段	840	1 536	3 103	4 316	5 713	7 354	9 364	10 589	12 049	13 870	16 338
	值 59 型	839	1 536	3 102	4 314	5 711	7 353	9 362	10 585	12 045	13 867	16 334
	标准 L 波段	43	35	19	26	40	57	89	107	117	111	85
	差 59 型	43	35	18	25	40	59	91	109	121	116	91
温度 /°C	平均 L 波段	8.8	5.8	-1.9	-7.5	-16.2	-28.0	-40.8	-46.8	-52.6	-61.0	-68.0
	值 59 型	8.6	5.8	-2.2	-7.6	-16.1	-28.0	-41.1	-46.9	-52.7	-61.0	-68.3
	标准 L 波段	3.9	4.3	4.7	3.7	3.4	3.2	4.8	3.5	1.9	3.1	3.2
	差 59 型	3.9	4.3	4.7	3.9	3.6	3.4	4.8	3.6	2.1	3.4	3.3
相对 湿度 /%	平均 L 波段	74	66	63	46	41	34	22	14	10	8	
	值 59 型	81	72	71	61	57	54	47	44	42	40	
	标准 L 波段	19	21	33	38	31	27	22	14	8	7	
	差 59 型	14	15	24	25	21	18	15	15	12	10	

收稿日期: 2010-04-02

作者简介: 张聪娥 (1963—), 女, 陕西户县人, 学士, 工程师, 从事气象高空报表审核工作。

1.1 高度

从表 1 可以看出, 两种仪器的高度探测值比较接近, 随着高度的升高探测值差异略有增大。从 925 hPa 到 100 hPa, L 波段探空仪的高度测值比 59 型探空仪的高度测值偏高, 平均偏高 2 m。虽然两种仪器各等压面的平均高度较接近, 但从逐日资料看, 两种仪器的高度探测值存在一定差异, 且高度越高差异越大。如 500 hPa, L 波段探空仪的高度测值比 59 型偏高 28 次, 14 日 19 时(第 43 次) 差异最大, 为 19 m; 偏低 28 次, 25 日 07 时和 27 日 19 时(第 25 次和 56 次) 差异最大, 为 -12 m; 3 次相同。100 hPa, L 波段高度测值比 59 型偏高 31 次, 28 日 07 时(第 28 次) 差异最大, 为 82 m; 偏低 24 次, 18 日 07 时(第 18 次) 差异最大, 为 -62 m; 1 次相同。具体见图 1 (图中曲线出现不连续, 是因探测未达此高度, 图 2、图 3 相同)。

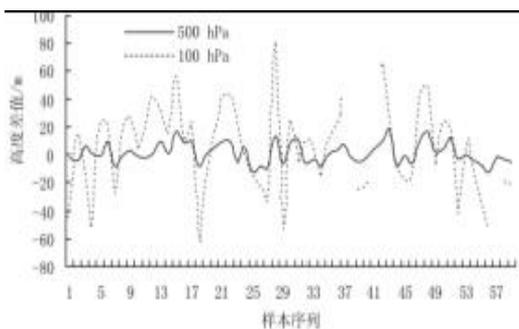


图 1 安康 2005 年 11 月 L 波段与 59 型探测系统高度差值曲线

1.2 温度

从表 1 可以看出, 两种仪器的温度探测值较接近, 但随着高度的升高探测值差异略有增大。从 925 hPa 到 100 hPa, L 波段探空仪的温度测值比 59 型探空仪的温度测值偏高, 平均偏高 0.1 °C。其中 700、300、100 hPa 差异偏大, 因 59 型探空仪测温的滞后性及受对流运动、太阳辐射影响较大所致。其中, 700 hPa 因仪器出云形成假逆温, L 波段探空仪灵敏度高, 比 59 型探空仪更能及时反应这种变化; 300、100 hPa, 仪器大多处于第一、第二对流层内对流运动较强烈的地方, 加之越到高空大气越稀薄, 59 型探空仪较 L 波段探空仪受

对流运动及太阳辐射的影响更大, 所以, 两种仪器的温度测值差异略增。虽然两种仪器各等压面的平均温度较接近, 但从逐日资料看, 两种仪器的温度探测值存在一定差异, 且高度越高差异越大。如 700 hPa, L 波段探空仪的温度测值比 59 型偏高 40 次, 15 日 07 时(第 15 次) 差异最大, 为 1.3 °C; 偏低 16 次, 10 日 19 时(第 39 次) 差异最大, 为 -0.8 °C; 3 次相同。100 hPa, L 波段温度测值比 59 型偏高 37 次, 7 日 19 时(第 36 次) 差异最大, 为 3.1 °C; 偏低 17 次, 25 日 19 时(第 54 次) 差异最大, 为 -2.3 °C; 1 次相同(图 2)。

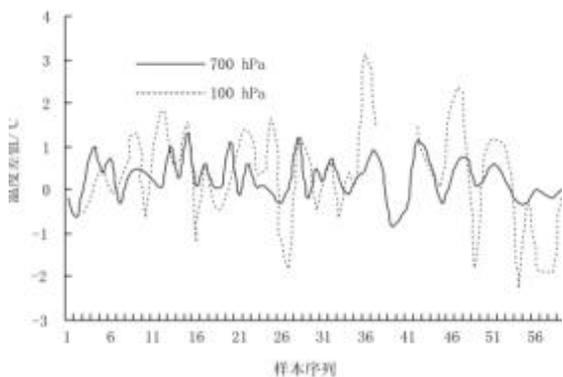


图 2 安康 2005 年 11 月 L 波段与 59 型探测系统温度差值曲线

1.3 相对湿度

从表 1 可以看出, 925 hPa 到 150 hPa, L 波段探空仪的相对湿度测值均低于 59 型探空仪, 平均偏低 19%, 850 hPa 差值最小, 为 6%, 差值随高度升高而增大, 200、150 hPa 达最大值 32%。从逐日资料看, 两种仪器的相对湿度差异更明显。如 850 hPa, L 波段探空仪的相对湿度测值比 59 型偏高 11 次, 20 日 19 时(第 49 次) 差异最大, 为 12%; 偏低 42 次, 29 日 07 时(第 29 次) 差异最大, 为 -31%; 6 次相同。200 hPa, L 波段相对湿度测值均比 59 型低, 14 日 19 时(第 43 次) 差异最大, 为 53% (图 3)。

2 标准差对比分析

从以上对比分析可以看出, L 波段探空仪和 59 型探空仪的高度、温度、相对湿度测值均存在

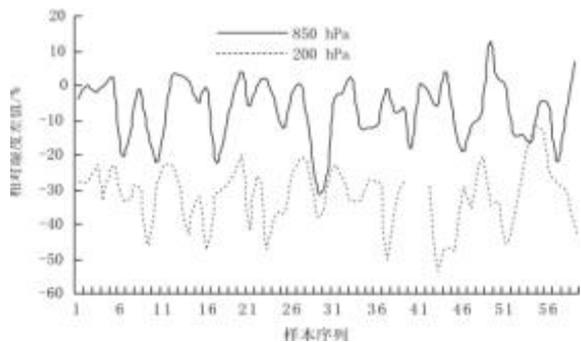


图3 安康2005年11月L波段与59型探测系统相对湿度差值曲线

一定程度的差异,那么,究竟哪种仪器的探测值较准确或者更接近实际值呢?通常,若仪器测量值波动小、离散度小,则认为该仪器测值稳定性好,精度高,反之亦然。

在统计学中^[1],常用标准差(均方差)来表征随机变量取值的集中程度或离散程度,计算公式

为: $s_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$, 选用安康2005年11月同步观测资料,标准差统计结果如表1所示(式中 s_x 为标准差, x_i 为安康2005年11月各层各要素探测值, \bar{x} 为安康2005年11月各层各要素探测值的平均值, n 为样本数)。

2.1 高度

从表1可以看出,两种仪器高度标准差随高度的变化规律一致,峰值均出现在200 hPa,为117 m和121 m;400 hPa以下,两种仪器高度标准差接近,400 hPa及以上,两种仪器高度标准差差异逐渐增大,100 hPa差异达最大值6 m。总体为L波段探空仪高度标准差小于59型探空仪,说明L波段探空仪高度离散度比59型探空仪小,其测高稳定性比59型探空仪好。

2.2 温度

从表1可以看出,两种仪器温度标准差随高度的变化规律一致,峰值均出现在700、300 hPa,为4.7、4.8℃,这是因为仪器在出云及处于对流层顶附近时都会引起温度的突变从而出现超差点,所以温度标准差增大;600 hPa以下,两种仪器温度标准差相同,600 hPa及以上,两种仪器温

度标准差差异逐渐增大,150 hPa差异达最大值0.3℃。这是由于59型探空仪较L波段探空仪受对流运动及太阳辐射的影响更大,引起较多温度超差点,故59型探空仪温度标准差较大,所以两种仪器温度标准差差异增大。总体为L波段探空仪温度标准差小于59型探空仪,说明L波段探空仪温度离散度比59型探空仪小,温度探测值稳定性好,精度高。

2.3 相对湿度

从表1可以看出,L波段探空仪相对相对湿度标准差大于59型探空仪(300 hPa以上L波段探空仪相对湿度探测值基本不变,标准差没有可比性),近地面925 hPa差值最小,为5%,600 hPa差值最大,为13%,说明L波段探空仪相对湿度离散度较大,59型探空仪测湿稳定性比L波段探空仪更好。

L波段探空仪湿度传感器性能不稳定,探测误差较大,从实时探测曲线上可以明显看出,在入云或出云时,相对湿度变化异常剧烈,在20 s内相对湿度变化量达90%左右,相应的相对湿度曲线呈幅度较大的锯齿状,这就是露点曲线急剧变化的原因,这种现象表明在对流层内存在不与外界进行热量和水汽交换的绝湿层,这显然与实际大气层结不符;而且,L波段探空仪多数在700 hPa以上或完成一次出入云后相对湿度就会停留在10%以下不变,即在低温情况下湿度传感器明显失效。而59型探空仪相对湿度变化比较平稳,曲线较平滑,符合大气层结规律,这一点,从表1也可得到证实:700 hPa以上L波段探空仪与59型探空仪相对湿度差异明显增大;300 hPa以上L波段探空仪相对湿度探测值基本不变。所以,L波段探空仪相对湿度问题是我国高空气象探测系统设备换型后亟待解决的问题。

3 原因分析

L波段探测系统和59-701探测系统相比,其高度、温度的离散度小,测值稳定,精度高,探测资料可靠性高。

3.1 工作频率

L波段探测系统的GFE(L)1型二次雷达工作频率为 $1\ 675 \pm 3$ MHz,处于气象辅助业务及天

文射线业务专用频段,符合国际电联和我国无线电频率划分规定,同频干扰的可能性很小,59-701 探测系统的二次测风雷达工作频率为 400 ± 3 MHz,同频干扰较严重。

3.2 采样周期

L 波段探空仪的采样周期为 1.2 ± 0.1 s,采样密度高,探测数据精度就高,59 型探空仪的采样周期为 6~12 s,采样密度和数据精度低。

3.3 气球与仪器间距离

L 波段探测系统要求施放时气球与仪器间距离为 30 m,探空仪受气球尾流影响小,59-701 探测系统施放时气球与仪器间距离为 15 m,仪器受尾流影响大,特别是气压感应元件受尾流影响使气压和高度测值不准确。

3.4 感应元件

L 波段电子探空仪采用高科技数字式感应元件,其抗干扰能力强,性能稳定,59 型探空仪使用机械式感应元件,感应元件易受外界天气变化影响,变性发生几率较高。

3.5 太阳辐射

L 波段电子探空仪体积小,重量轻,受太阳辐射面小,故辐射误差小,温度测值较准确,59 型机械探空仪笨重、体积大,温度感应元件受太阳辐射面大,温度测值存在着较大的辐射误差。

3.6 滞后误差

L 波段电子探空仪传感器采用 GPW2 型棒

状热敏电阻、24PC 型硅阻固态压力膜盒式和 XGH-02 型高分子湿敏电阻,灵敏度高,滞后误差小,探测数据精度高,59 型探空仪采用机械式感应元件,机械传动引起的滞后误差大,灵敏度低,探测数据精度低。

3.7 自动化程度

L 波段探测系统基测工作及探测数据处理等过程大部分由基测设备和计算机自动完成,数据精度高,59-701 探测系统自动化程度低,灵敏度检查、基点检查、基值测定及探测数据处理等过程人工参与较多,易受人为因素影响,数据精度低。

4 小结

两套系统的高度、温度探测值比较接近,L 波段探测系统的高度和温度测值比 59-701 探测系统偏高;L 波段探测系统的高度、温度离散度小于 59-701 探测系统,其高度、温度测值波动小,稳定性好,测量精度高,探测数据准确、可靠。

L 波段探测系统的相对湿度测值低于 59-701 探测系统,且两者测值相差较大;L 波段探空仪湿度传感器灵敏度高,感应速度快,但相对湿度测值离散度较大,和 59 型探空仪相比,湿度传感器稳定性较差。

参考文献:

- [1] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法. 北京: 气象出版社, 2004: 5.

《陕西气象》网站征集精品文献

为了进一步方便全省气象部门职工,尤其是基层人员查阅文献,陕西气象编辑部在《陕西气象》网站专门开辟了“精品文献”栏目,集结《陕西气象》编委及局内科技人员提供的在核心期刊上发表的论文,以飨读者。

欢迎在核心期刊上发表论文的作者将您发表的论文提供给陕西气象编辑部。您可在《陕西气象》网站(目前挂在陕西省气象局内网)注册成为作者或审稿人后,通过网站提供的“精品文献”提交功能提交,也可将论文发电子信箱 sxqxbjb029@yahoo.com.cn、Lotus 信箱“陕西气象编辑室/气象学会/陕西/CMA@CMA”。文档要求 WORD 或 PDF 格式。

(林杨, 乔旭霞)