

姚雯, 马颖, 王战, 等. 用数值预报场间接对比新疆两种型号探空系统. 应用气象学报, 2012, 23(2): 159-166.

用数值预报场间接对比新疆两种型号探空系统

姚雯^{1)*} 马颖¹⁾ 王战²⁾ 黄炳勋¹⁾

¹⁾(中国气象科学研究院, 北京 100081) ²⁾(北京市密云县气象局, 北京 101500)

摘 要

利用 2007—2010 年近 4 年的探空资料对比新疆中、北部地区乌鲁木齐、伊宁、克拉玛依、北塔山 4 个采用 GTS(U)-2 型 P 波段雷达-电子探空仪的探空站及其周围的阿勒泰、阿克苏和库尔勒 3 个采用 GTS1 型 L 波段雷达-电子探空仪的探空站的探空记录与预报场的偏差值, 发现采用 GTS1 型探空仪的 3 个探空站的探空记录不仅在同一观测时段而且 08:00(北京时, 下同)与 20:00 两个不同的观测时段与预报场差值的差异小; 4 个采用 GTS(U)-2 型探空仪的探空站的探空记录与预报场的差值在同一观测时间的差异小, 但 08:00 和 20:00 的差异很大; 且 GTS(U)-2 型探空仪与 GTS1 型探空仪 20:00 获取的探空记录与预报场差值的差异小, 但 08:00 探空记录的差异大。综合对比结果表明: 2007 年 1 月—2010 年 3 月新疆自治区采用的 GTS(U)-2 型探空仪的探空记录 08:00 可能存在问题, 用户在数据资料分析时需要特别注意。

关键词: GTS(U)-2 型 P 波段雷达-电子探空仪; GTS1 型 L 波段雷达-电子探空仪; 数值预报场; 间接对比

引 言

现代气候变化的研究已经扩展到高空, 资料使用者不但对各探空站探空记录的精度提出了更高的要求^[1-2], 而且希望高空站网上的探空资料精度在空间和时间上尽可能达到一致。国际上评估探空记录质量的方法主要有两种: 一是将各种探空仪挂在同一气球下进行同步对比观测, 以了解不同探空系统的综合探测精度差异^[3], 同步对比方法直接、有效, 但是由于测量误差与观测时间、季节和地区有关^[4-5], 因此应在不同的时间、季节和地区进行对比观测, 同时为了尽可能减少观测数据随机误差的影响, 还要求通过大量的对比数据来进行统计分析, 但是由于受到工作量和财力的限制, 很难完全满足要求; 二是利用全球数值预报模式的预报场来间接了解不同探空仪在各标准等压面高度上的探测精度差异, 该方法以资料同化的 6 h 预报场为背景场, 计算观测资料与背景场的偏差^[6-7], 世界气象组织(WMO)仪器与观测方法委员会(CIMO)进行此项工作的专家

认为对较好的全球数值天气预报模式来说, 在短期预报(6 h)中, 全世界大多数地区 100 hPa 位势高度的随机误差为 10~20 m, 相应的气压层平均温度误差为 0.15~0.3℃, 因此, 全球数值天气预报模式的预报场可以作为客观定量化的背景场, 对观测资料进行质量评估。这种同预报场比较的方法为探空资料质量的监视评估提供了很好的解决方案^[8-10]。

20 世纪 80 年代末以来, 世界气象组织利用欧洲中期数值预报中心的预报场长期监测评估全球探空站网记录的质量, 监测者将 -35~25 gpm 作为测站与预报场 100 hPa 等压面位势高度月平均差值的超差阈值^[11-14]。从 2003 年 L 波段雷达-电子探空仪系统进入高空站网开始, 中国气象科学研究院利用 T213 数值预报模式提供的预报场^[15]评估我国高空站网记录的质量, 发现该预报场基本反映了由天气形势引起的相邻测站之间温度和位势高度数值的地区差异, 如果临近的高空探测站在相当长时期内使用不同型号的探空系统, 就可以利用预报初估场剔除由天气过程引起的气象要素场的地区差异, 进行探空记录的间接对比。探空记录本身的精度越高,

2011-04-06 收到, 2011-12-30 收到再改稿。

资助项目: 国家自然科学基金项目(41105122)

* E-mail: yaowen@cams.cma.gov.cn

临近的探空站越多,间接对比的结果越可靠。

新疆中部和北部地区的乌鲁木齐、伊宁、克拉玛依和北塔山 4 个测站采用的是 GTS(U)-2 型 P 波段雷达-电子探空仪系统(以下简称 P 波段),其周围的阿勒泰、阿克苏和库尔勒 3 个探空测站采用 GTS1 型 L 波段雷达-电子探空仪系统(以下简称 L 波段),分布见图 1。P 波段与 L 波段探空系统二者传感器不同,生产厂家不同,与其配套的探空数据接收处理软件也不相同。由于这两种型号探空仪长期在相邻台站施放,具备利用数值预报场间接进行探空记录间接对比的条件。

利用 2007—2010 年近 4 年的探空资料与预报场间接对比这 2 种不同型号探空系统的误差时发现,4 个使用 P 波段探空系统的探空站与其临近的 3

个使用 L 波段探空系统的探空站获取的探空记录相比,08:00(北京时,下同)的温度和位势高度记录异常偏低,20:00 的记录相差不大。本文详细介绍利用预报场间接对比这 2 种型号探空观测记录之间的系统差值随观测时间(08:00, 20:00)和季节变化的情况。

1 冬季各探空站记录与预报场的比较

探空仪的温度观测误差一般为太阳辐射误差、长波辐射误差和滞后误差。太阳辐射误差与太阳高度角关系密切,白天占的比例较大,且越到高空越大,但夜间不存在,其他误差在白天和夜间都存在,且日夜差异不大^[16-17]。冬季(12 月一次年 2 月)新疆中、北部地区 7 个探空站由于所处的地理位置,08:00 和 20:00 探空仪施放期间几乎都处在夜间,不存在太阳辐射误差,且长波辐射误差和滞后误差差异不大,因此对于同型号探空系统 08:00 和 20:00 施放误差的差异应该很小。图 2 显示的是 2007—2009 年 12 月一次年 2 月使用 L 波段探空系统的 3 个站(图 2a)和使用 P 波段探空系统的 4 个站(图 2b)08:00 和 20:00 各等压面上的温度和位势高度观测记录与预报场的差值。

从图 2a 可以看到,尽管 3 个 L 波段站相距较远,但各站记录偏离预报场的差异小,08:00 和 20:00 不同探测时段的差异也很小。由于冬季新疆在两个探空时段内均不受太阳辐射误差的影响,且预报场可以基本反映相邻探空站之间温度和位势高度场的地区和时间差异,因此理论上同型号的探空仪 08:00 和 20:00 探空记录误差的差异应该很小,

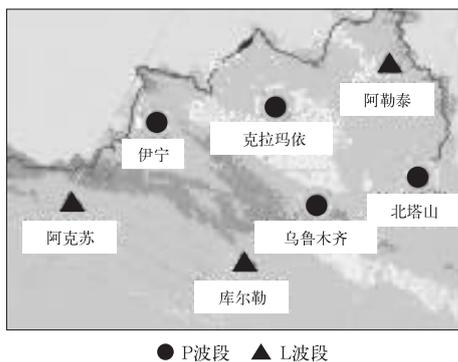


图 1 新疆中、北部地区两种不同型号探空仪的探空站分布

Fig.1 Distribution of sounding stations using two different types of radiosonde systems at central and north areas of Xinjiang

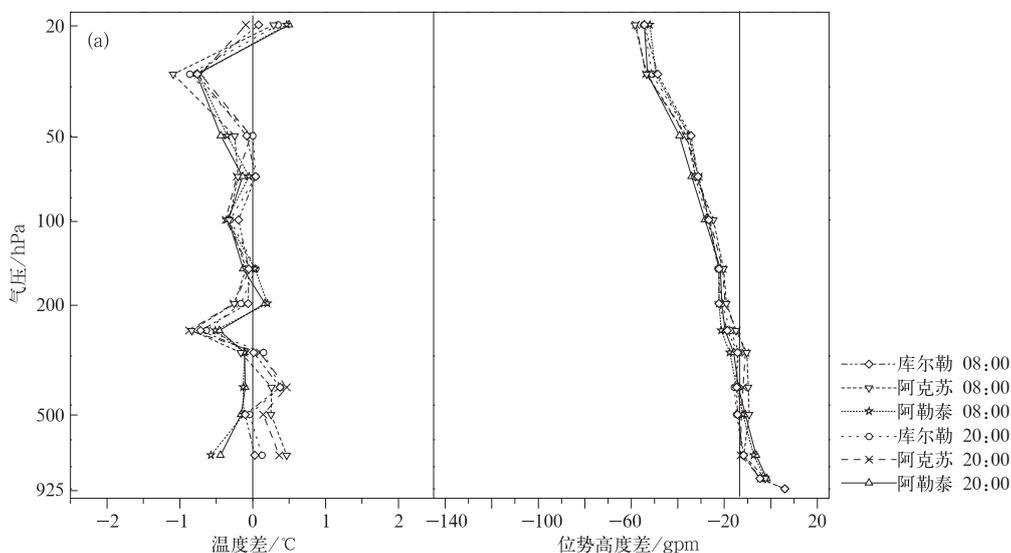
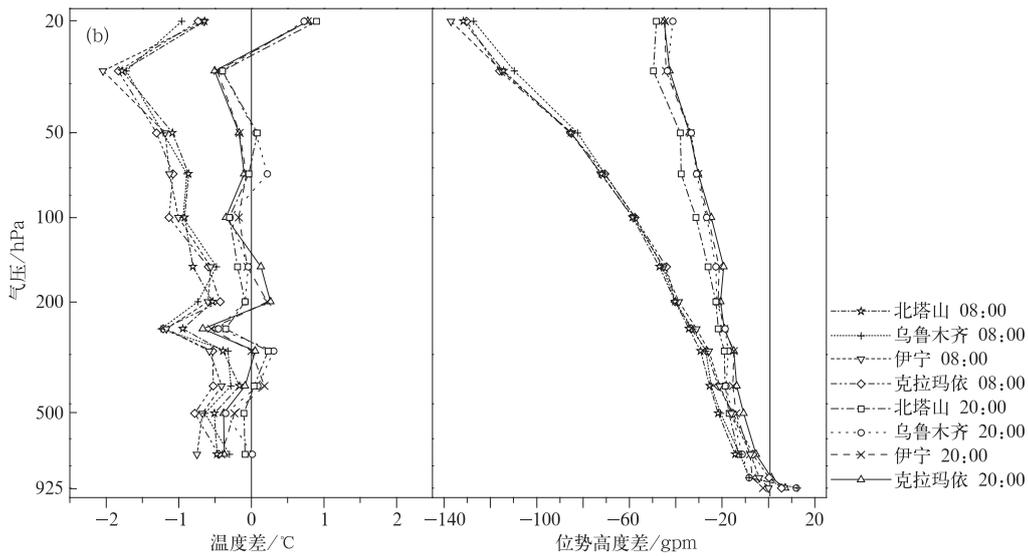


图 2 冬季 L 波段(a)和 P 波段(b)探空记录与预报场的差值比较

Fig.2 Bias between observations and first-guess fields in winter (a)L-band, (b)P-band



续图 2

且实际统计结果与之相符。

从图 2b 看到,在相同投放时段各 P 波段探空记录偏离预报场的差异小,但 08:00 和 20:00 不同投放时段的探空记录偏离预报场的差异大。该型号探空记录实际统计结果与上述理论分析不符,且 P 波段与 L 波段 20:00 探空记录偏离预报场的差异相近,但 08:00 差异很大,因此从统计分析结果认为 P 波段探空系统 08:00 的探空记录可能存在问题,值得进一步分析。

2 夏季各探空站记录与预报场的比较

夏季(6—8月)上述 7 个探空站在探空仪施放

期间(08:00 和 20:00)几乎都处在白天,在探空仪施放过程中需要考虑太阳辐射误差的影响。图 3 是 2007—2009 年 6—8 月 L 波段探空系统(图 3a)和 P 波段探空系统(图 3b)08:00 和 20:00 各个等压面上的温度和位势高度观测记录与预报场的偏差的比较情况。

可以看到,夏季 08:00 和 20:00 各 L 波段探空记录的平流层温度、位势高度与预报场差值的差异很小,但在对流层,各探空记录的差异比冬季略大。各 P 波段探空记录在相同的投放时段温度、位势高度与预报场差值的地区差异同样表现为在对流层大,在平流层差异小。统计分析结果与冬季相同,两种不同型号的探空系统在相同的探测时段内整体的

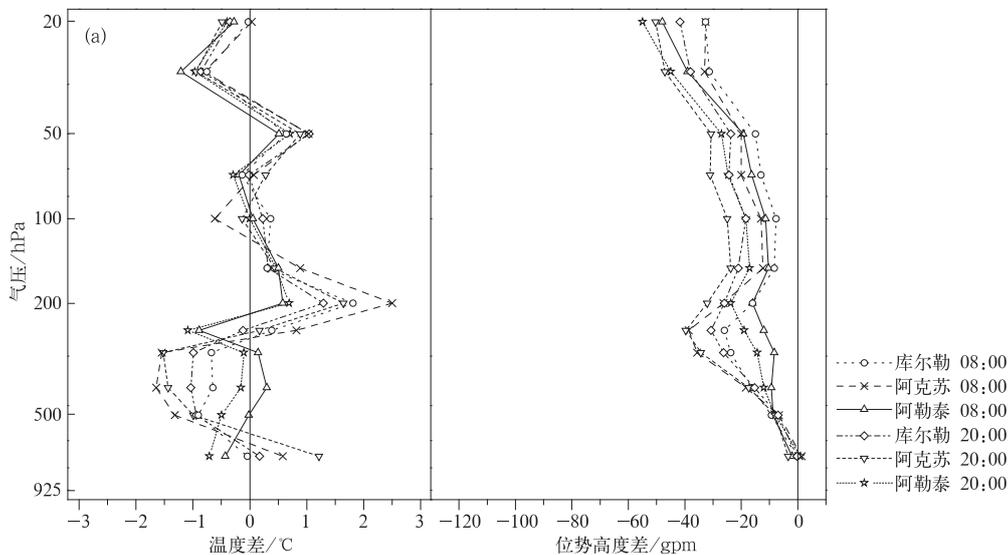
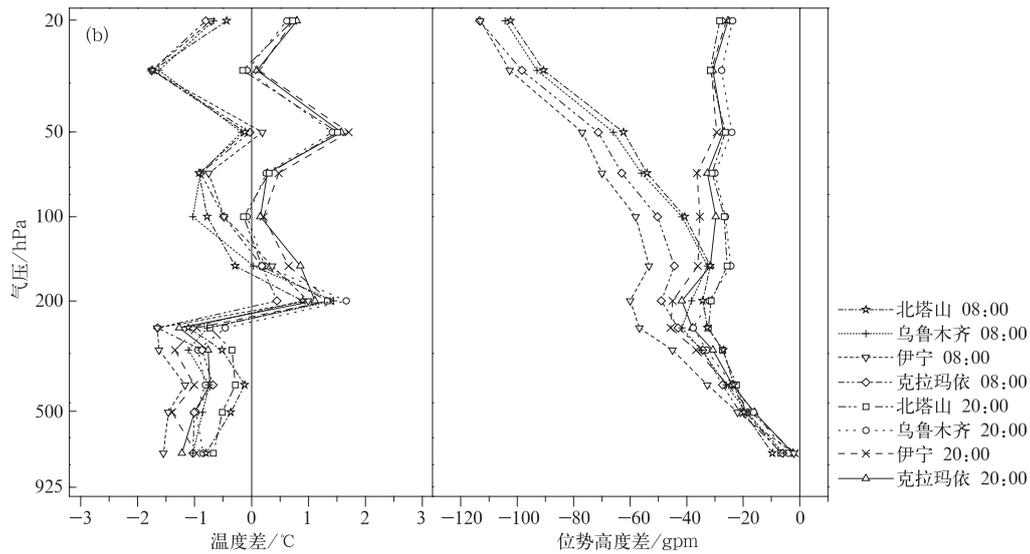


图 3 夏季 L 波段(a)和 P 波段(b)探空记录与预报场的差值比较

Fig. 3 Bias between observations and first-guess fields in summer (a)L-band,(b)P-band



续图 3

探空记录与预报场的差值相近,且 P 波段与 L 波段 20:00 探空记录偏离预报场的差异不大,但在 08:00 差异大。

3 P 波段与 L 波段探空系统间接对比的季节差异

由于所处的地理位置,新疆中部及北部地区冬季 20:00 太阳已经落下,冬季 08:00 太阳尚未升起,在探空仪施放过程中未受到太阳辐射误差的影响,因此将冬季 08:00 与 20:00 定义为夜间情况。夏季 08:00 太阳已经升起,20:00 太阳尚未落下,即太阳

均在天空,因此在探空仪施放过程中需要考虑太阳辐射误差的影响,将夏季 08:00 与 20:00 定义为白天情况。

图 4a 为冬季(夜间)、图 4b 为夏季(白天)P 波段探空仪与 L 波段探空仪利用预报场间接对比的结果(P 波段探空记录减去 L 波段探空记录)。

从图 4a 可以看到,与 L 波段探空记录相比,冬季 20:00(夜间) P 波段探空记录在低空偏低在高空偏高,但差值都不大。从图 4b 可以看到,夏季 20:00(白天)P 波段探空记录也是在低空偏低,在高空偏高,但差值比冬季 20:00 大。特别是在高空,温度偏高达 1°C 左右。

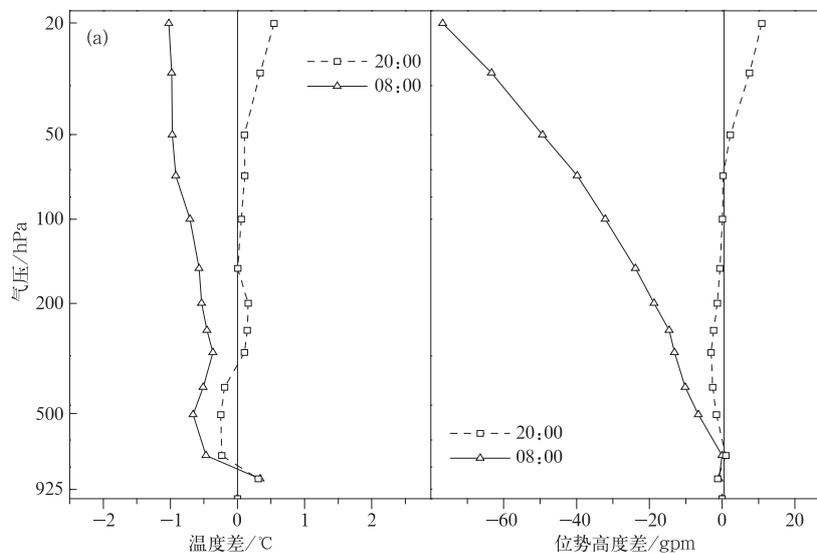
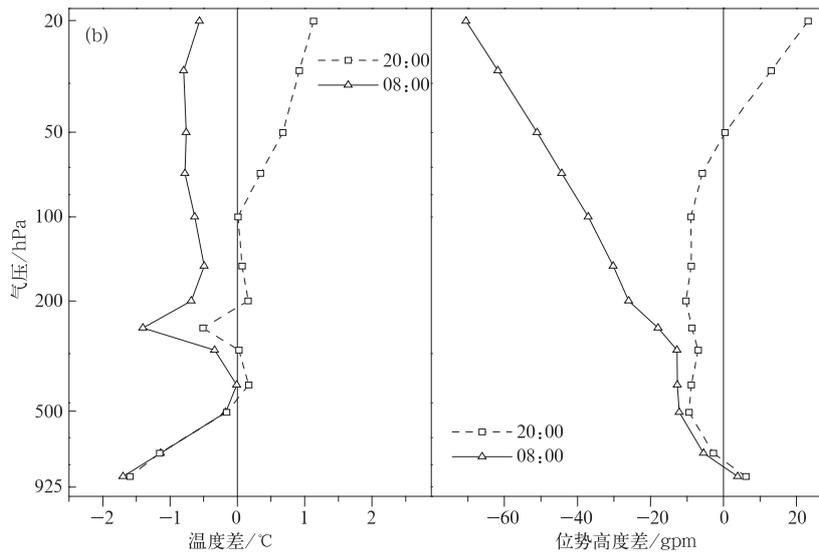


图 4 冬季(a)和夏季(b)P 波段与 L 波段探空记录间接对比

Fig. 4 Indirect comparisons between P-band and L-band radiosonde systems in winter(a) and summer(b)



续图 4

但无论冬季 08:00(夜间)还是夏季 08:00(白天)P 波段探空记录的温度记录都明显偏低,在高空偏低 0.6~1.0℃左右,致使用层间温度累计计算的位势高度偏低,到 20 hPa 位势高度偏低达 70 gpm 左右。

4 P 波段探空仪探空记录的间接对比

图 5 为利用预报场对 2007—2009 年各季节 P 波段探空系统 08:00 和 20:00 获取的探空记录间接对比的结果(08:00 记录减去 20:00 记录)。

从图 5 可以看到,各季节白天的探空资料其温度和位势高度记录低于夜间的记录,而且随高度增加而差异明显,20 hPa 高度,温度偏低 1.5℃左右,位势高度偏低 80 gpm 左右。值得注意的是,由于这几个探空站所处的地理位置,夏季 08:00 与 20:00 太阳均在天空,应考虑辐射误差订正的影响,而冬季 08:00 与 20:00,探空仪施放过程均未见太阳,温度记录无需太阳辐射误差订正,在这两种不同的数据处理条件下,P 波段探空系统均出现 08:00 的探空温度记录明显偏低的情况。

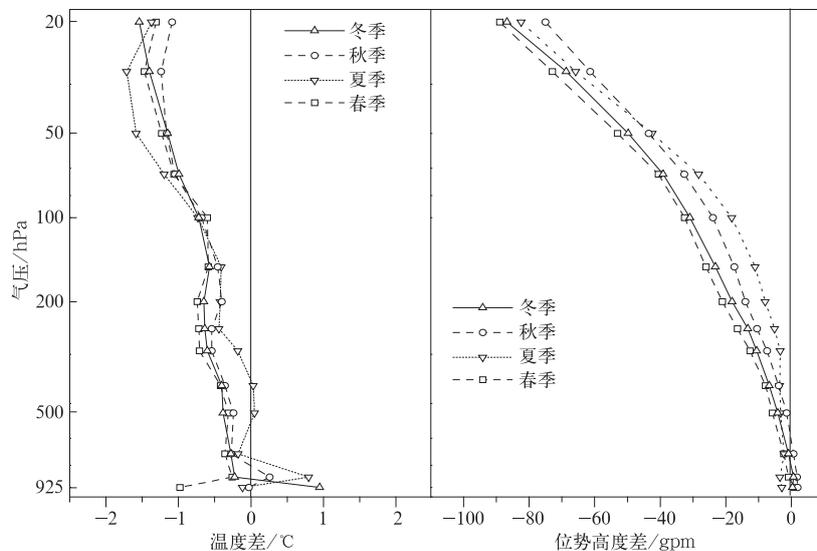


图 5 各季节 P 波段探空系统 08:00 与 20:00 探空记录间接对比

Fig. 5 Indirect comparisons in different seasons between observations of P-band radiosonde systems at 0800 BT and 2000 BT

在春秋过渡季节,08:00 探空仪施放后期太阳升起,20:00 施放初期太阳尚未下山,但可以看到,春秋季节差异很小,与冬夏季节的差异也不大,均为08:00 的记录明显偏低。

5 P 波段更换为 L 波段探空系统前后与预报场的比较

2010 年 4 月起新疆地区这 4 个 P 波段探空系

统更换为 L 波段探空系统。图 6 表明,在 1—3 月探空系统更换前,20:00 P 波段与 L 波段探空记录偏离预报场的差异相近,08:00 记录偏低,情况与前 3 年一致,但 4—12 月更换为 L 波段系统后 08:00 记录不再明显偏低,且 08:00 与 20:00 的探空记录与预报场差值的差异相近。通过系统更换前后的统计分析结果,进一步证明了新疆的这 4 部 P 波段探空仪的探空记录在 2007—2010 年 3 月的 08:00 记录存在问题。

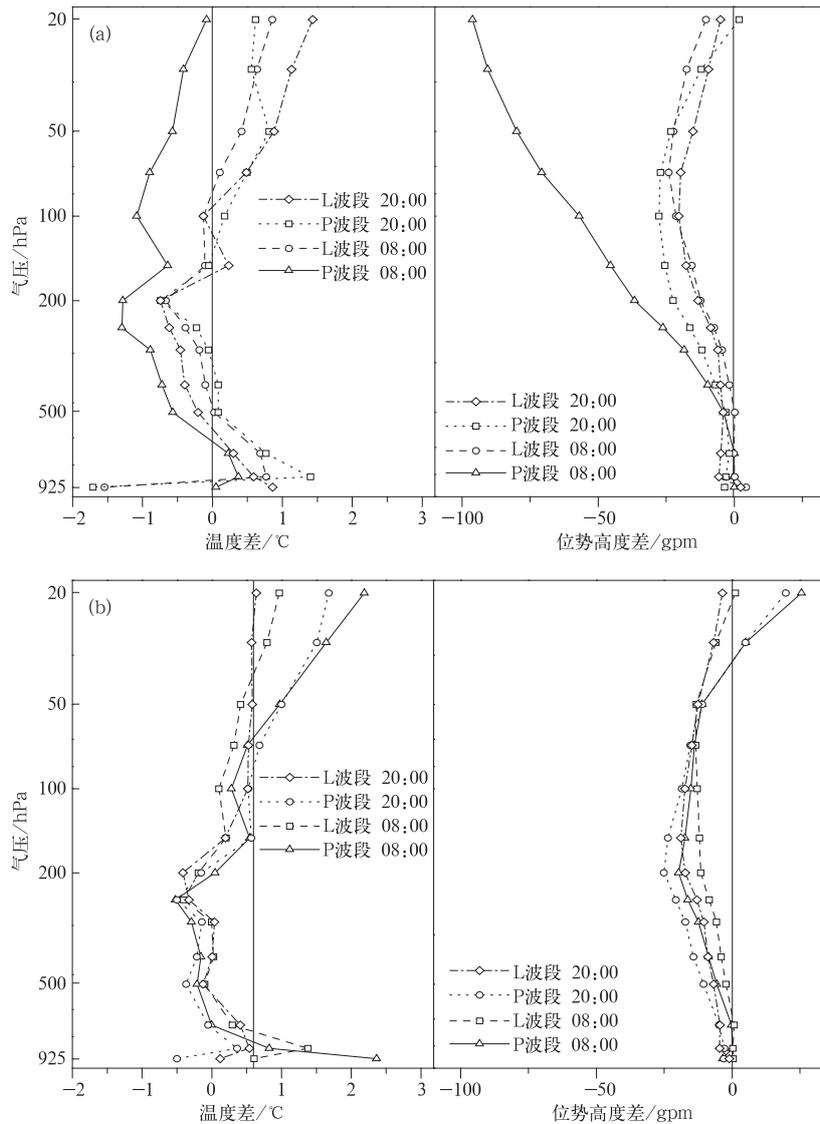


图 6 新疆地区 P 波段探空仪换型前后 08:00 与 20:00 记录与预报场差值比较

(a) 2010 年 1—3 月, (b) 2010 年 4—12 月

Fig. 6 Indirect comparison between observations and first-guess fields at 0800 BT and 2000 BT before and after changing types of radiosonde systems in Xinjiang

(a) from January to March in 2010, (b) from April to December in 2010

6 丽江和清远探空记录的间接对比

为分析新疆地区 P 波段探空系统 08:00 记录存在问题的原因,本文详细统计了 P 波段探空仪在云南丽江和广东清远站探空记录与预报场间接对比的情况,结果发现两站记录同样存在 08:00 温度记录偏低的现象;20 hPa 高度,新疆 08:00 的温度偏低 1.5℃左右,用层间温度累计计算的位势高度偏低 80 gpm,丽江站 08:00 的温度偏低 1℃左右,位势高度偏低 40 gpm,而清远站 08:00 的温度偏低 0.6℃左右,位势高度偏低 20 gpm 左右。

丽江和清远两探空站采用的 P 波段探空系统,与新疆地区采用的 P 波段系统探空仪生产厂家一致,且采用同一接收处理软件获取探空记录。同样型号的探空仪,相同的数据处理软件,20:00 温度记录在不同季节、不同年际与预报场的差异很小,而 08:00 探空记录均出现温度探空记录偏低的问题。由于探空记录中的温度数据需要对太阳辐射误差、长波辐射误差和滞后误差进行合理订正,其中长波辐射误差和滞后误差在白天和夜间都存在,且日夜差异不大,但是太阳辐射误差与太阳高度角的关系密切,不同地理位置在同一时刻太阳高度角不同,因此在不同地区施放对太阳辐射误差订正的程 度不一样。08:00 的探空施放过程中,同一时刻东部地区的太阳高度角比西部偏高,太阳辐射误差的订正程度东部地区比西部要大,如果在温度记录上对太阳辐射误差订正处理不当,特别是如果利用东部的太阳辐射误差订正值来处理西部问题,会出现温度记录中太阳辐射误差订正过多,导致温度记录偏低的现象。尤其是冬季新疆地区 08:00 太阳尚未升起,温度记录不需进行太阳辐射误差订正,如果在数据处理过程中进行了相应的订正,会进一步加剧温度记录偏低的程度。希望本文的统计结果对有关厂家和 P 波段探空记录接收处理软件编制者分析和查明原因有参考价值。

7 小 结

通过对新疆中、北部地区 4 个 P 波段探空站和 3 个 L 波段探空站 2007—2010 年近 4 年的探空资料与预报场的差值的统计分析,得到以下初步结果:

1) L 波段探空系统 08:00 和 20:00 的温度和

位势高度记录偏离预报场的情况非常一致。

2) P 波段探空系统 08:00 和 20:00 的温度和位势高度记录偏离预报场的情况非常不一致。08:00 记录明显偏低,且随高度增加,偏低的程度越大,20 hPa 高度,温度偏低 1.5℃左右,位势高度偏低 80 gpm 左右。而 20:00 的温度和位势高度记录偏离预报场的情况与 L 波段电子探空仪偏离预报场的情况比较一致。

3) 2010 年 P 波段探空仪换型前后,08:00 的温度和位势高度记录偏离预报场的情况变化明显,从 2010 年 4 月这 4 个 P 波段探空站改用 L 波段探空系统后 08:00 记录不再明显异常偏低。

综合以上对比分析结果可知,2007—2010 年 3 月期间新疆中、北部 4 个 P 波段探空仪站 08:00 的探空记录存在问题,对太阳辐射误差的处理可能是出现该问题的主要原因。

参 考 文 献

- [1] CIMO. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation(7th Edition). Geneva:WMO/TD-No. 8, 2008.
- [2] 王颖,任国玉. 中国高空温度变化初步分析. 气候与环境研究, 2005,10(4):780-790.
- [3] 李伟,赵培涛,郭启云,等. 国产 GPS 探空仪国际比对试验结果. 应用气象学报,2011,22(4):453-462.
- [4] 姚雯,马颖. 用 GPS 定位数据研究 L 波段雷达-数字探空仪系统的测高误差. 应用气象学报,2009,20(2):195-202.
- [5] 马颖,姚雯,黄炳勋. 59 型与 L 波段探空仪温度和位势高度记录对比. 应用气象学报, 2010,21(2):214-220.
- [6] 庄照荣,薛纪善,庄世宇,等. 资料同化中背景场位势高度误差统计分析的研究. 大气科学,2006,30(3):533-544.
- [7] 陶士伟,张跃堂,陈卫红,等. 全球观测资料质量监视评估. 气象,2006,32(6):53-58.
- [8] 李伟,张春晖,孟昭林,等. L 波段气象探测网运行监控系统设计. 应用气象学报,2010,21(1):115-120.
- [9] Guo Yatian, Huang Bingxun, Hu Deyun, et al. Correction for Bias of Chinese Upper-air Measurements. WMO, TECO-2002, 1. 2(7),2002.
- [10] Zhao Zhiqiang, Huang Bingxun. Some Step of Quality Control of Upper-air Network Data in China. WMO, TECO-2005, P3(4),2005.
- [11] Bottger H. ECMWF Monitoring System. Radiosonde Data Quality and Monitoring ECMWF/WMO Workshop,1987:227-238.
- [12] Rutherford A M. ECWFM Radiosonde Monitoring Results. Radiosonde Data Quality and Monitoring ECMWF/WMO workshop,1987:95-114.
- [13] Hollingsworth A. Identification of Forecast and Observation bias. Radiosonde Data Quality and Monitoring ECMWF/WMO Workshop, 1987:79-80.

- [14] 马颖,姚雯,黄炳勋.用初估场对比中芬探空仪温度和位势高度记录.应用气象学报,2011,22(3):336-344.
- [15] 胡江凯,王雨,王毅涛.国家气象中心 T213L31 数值预报运行监控方案及预报效果评估.应用气象学报,2005,16(2):249-259.
- [16] 金波,李吉明.新一代数字探空仪生产控制系统的设计.气象水文海洋仪器,2005,4(3):46-49.
- [17] 黄炳勋,郭亚田,陶士伟,等. L 波段雷达-电子探空仪系统探空资料质量初析//中国气象学会 2003 年年会论文集,2003:158-162.

Indirect Comparison of Two Types of Radiosonde Systems Deployed in Xinjiang Using First Guess Fields

Yao Wen¹⁾ Ma Ying¹⁾ Wang Zhan²⁾ Huang Bingxun¹⁾

¹⁾ (Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

²⁾ (Miyun Meteorological Bureau of Beijing, Beijing 101500)

Abstract

The consistency of upper-air observations in serial of space and time is attached more and more importance especially by the users and upper-air observation operators. Generally, the systematic differences of different types of radiosondes can be obtained using the method of direct comparison when the compared radiosondes are suspended below the same balloon. However, as these errors are more or less related with the releasing place, time and method, the results of a few direct comparisons cannot reflect the differences properly.

It is found that FG (first guess) fields can reflect the regional differences of meteorological element arose by weather process generally and such differences can be removed indirectly using FG. If two different types of radiosonde systems are equipped at neighborhood stations for quite a long time, they can be compared indirectly using FG.

Average bias is analyzed between the observations and FG from neighborhood stations of Urumqi, Yining, Klamayi, Beitashan (4 stations which use P-band radiosonde system), Altay, Aksu and Kuerle (3 stations which use L-band radiosonde system) during 2007—2010. The result reveals that the differences of average bias between observations and FG from L-band stations are small during both daytime and night. The differences of average bias at the same sounding time from the 4 P-band stations are normal, but the differences are very large between 0800 BT and 2000 BT. And the differences of average bias are very small between P-band and L-band at 2000 BT but large at 0800 BT.

It shows that observations at 0800 BT by P-band radiosonde system might be problematical, which call for more attention when using these data in Xinjiang. Statistical results are also given as reference for correcting the systematic error.

Key words: GTS(U)-2 P-band electrical radiosonde; GTS1 L-band electrical radiosonde; first guess(FG) fields; indirect comparison