

王传辉,姚叶青,时刚,2018. 江淮地区 ERA-Interim 再分析与观测温度资料对比分析[J]. 气象,44(9):1220-1228.

江淮地区 ERA-Interim 再分析与 观测温度资料对比分析*

王传辉¹ 姚叶青¹ 时 刚²

1 安徽省公共气象服务中心,合肥 230031

2 黑龙江省齐齐哈尔市气象局,齐齐哈尔 161006

提 要: 通过对比江淮地区 1992—2016 年 08 和 20 时的 ERA-Interim 再分析资料与观测资料的温度要素,发现它们在垂直方向上的偏差存在从低层到高层先减小后增大的特点,对流层低层各站偏差的空间差异明显,到中高层各站偏差趋于一致。偏差存在明显年际变化,500 hPa 及以上等压面在 2000 年前后再分析资料比观测资料存在由偏低向偏高的转折;除地面外,其他高度上两种资料的平均绝对偏差均呈显著减小趋势。在偏差的月际分布上,地面和 500 hPa 以上高度再分析资料普遍比观测资料偏高,各高度上平均绝对偏差在 8—9 月最小。进一步对各天气现象下两种资料比较发现,雪、雨夹雪、冰粒子和冻雨天气发生时,地面至 1000 hPa 和 850 hPa 上再分析资料比观测资料偏高;大雾天气发生时,再分析资料比观测资料在 1000 hPa 偏高幅度明显高于地面。可见,在江淮地区使用 ERA-Interim 再分析温度资料判别降水相态时,大气边界层和 850 hPa 温度需慎重使用,近地层虚假逆温对大雾判别会产生很大影响。

关键词: ERA-Interim 再分析资料,观测资料,温度偏差,江淮地区

中图分类号: P468

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2018.09.010

Comparative Analysis of ERA-Interim Temperature Reanalysis Data and Observations over Jianghuai Region

WANG Chuanhui¹ YAO Yeqing¹ SHI Gang²

1 Anhui Public Meteorological Service Centre, Hefei 230031

2 Qiqihar Meteorological Office of Heilongjiang Province, Qiqihar 161006

Abstract: By comparing the ERA-Interim temperature reanalysis data and observations at 08:00 BT and 20:00 BT over Jianghuai Region from 1992 to 2016, we found the deviations between them decrease first and then increase vertically from low level to top level. The spatial differences are obvious in lower troposphere and tend to be consistent in middle and higher levels. The reanalysis data at 500 hPa and above have transition from lower (before the year 2000) to higher (after the year 2000) deviations. Except for surface, the average absolute deviations of these two kinds of data show significant decreasing tendencies at other pressure levels. In monthly distribution of deviations, reanalysis data at surface and above 500 hPa are generally higher than sounding data, and the absolute deviations at all pressure levels are the smallest around August and September. Further researches showed that under the weather phenomena of snow, sleet, freezing rain and ice particles, deviations of reanalysis data from surface to 1000 hPa and 850 hPa are generally higher than sounding data. However, the higher amplitudes of reanalysis data minus sounding data at 1000 hPa are significantly larger than surface in foggy weather, and under all above-mentioned

* 安徽省气象局预报员专项(kY201607)资助

2017 年 8 月 24 日收稿; 2018 年 7 月 24 日收修定稿

第一作者:王传辉,主要从事公共气象服务. Email:wang_chh@aliyun.com

通信作者:姚叶青,主要从事专业气象服务研究. Email:zmhht@163.com

phenomena deviations of reanalysis data are higher above 500 hPa. So, the 850 hPa temperature data should be used carefully when using ERA-Interim to distinguish precipitation phase. The false temperature inversion in the near-surface layer will have a great influence on the identification of fog.

Key words: ERA-Interim reanalysis data, observation data, temperature deviation, Jianghuai Region

引言

近年来,随着中国地面加密自动气象观测站的布设,地面气象要素观测密度得到提升(王平等, 2017),但气象探空资料观测站点没有明显变化,尤其是在站点布设密度和垂直等压面层次等方面,使得在具体天气诊断时显得过于稀疏。有鉴于此,近年来再分析资料广泛应用于天气气候的诊断(Cornes and Jones, 2013;王传辉等, 2014;杨玮等, 2017;慕丹和李跃清, 2018)。

再分析资料兼有探空时间序列长和卫星空间覆盖广的优点,自 20 世纪 90 年代出现以来,迅速成为天气气候研究最常用的资料源之一(郭艳君等, 2016)。目前应用比较广泛的再分析资料集主要有 NCEP/NCAR, NCEP/DOE, ERA-15, ERA-40, ERA-Interim(以下简称 ERAI), JRA25, JRA55, 20CR, MERRA 以及 CFSR 等。各再分析资料质量如何,各气象要素适用性如何,随着再分析资料的广泛应用已有学者做了相关的对比分析。郭艳君等(2016)对比逐月探空和多套再分析气温资料发现, ERAI, JRA55 和 MERRA 与其他再分析资料相比,更接近中国探空气温数据。关于 ERAI 温度资料评估方面,还有 Berrisford et al(2011)、You et al(2013)、王卫国等(2015)和郭艳君等(2016)等对该再分析资料中地面、对流层以及平流层高度上温度的适用性进行相关探讨,为该资料的可适用性提供了一定的依据。

在以往的研究中,针对 ERAI 资料的研究主要是从气候特征、年际变化以及月尺度等方面进行讨论的(李瑞青等, 2012;高路和郝璐, 2014;王卫国等, 2015)。从天气尺度,尤其对一日 4 次资料对比分析较少(朱彦良等, 2012)。朱彦良等(2012)虽然利用逐 6 h ERAI 资料与探空资料进行了对比,但分析对象仅为 2008 年 5—12 月安徽寿县一个观测站点,对比时间短,涉及范围小。在再分析资料与探空资料对比分析的高度方面,以往研究多是针对 850 hPa 及以上高度(赵天保和符淙斌, 2009;贾蓓西等,

2014),对近地层涉及相对较少。本研究针对 1992—2016 年江淮地区 ERAI 资料与该地区 15 个站地面及 1000~200 hPa 各标准等压面温度做对比分析。分天气现象分别对比 ERAI 温度资料与观测温度资料的偏差情况,除指出了观测资料的局限性外,还为 ERAI 温度资料在江淮地区天气诊断及各天气现象下的适用性提供参考。

1 资料与方法

利用国家气象信息中心提供的江淮地区 15 个观测站自建站至 2016 年一日 2 次(08 和 20 时,北京时)观测的温度资料,由于 1991 年之前探空数据缺少 925 hPa 等压面资料,而在天气分析中 925 hPa 资料的加入对对流层低层的影响相对较大(阎敬华等, 1993),本研究选取时段为 1992—2016 年,垂直层次包括地面及 1000, 925, 850, 700, 500, 400, 300, 250 和 200 hPa。ERA-Interim 资料与 ERA-40 再分析资料类似,但在 ERA-40 再分析资料的基础上进行了一定的改进。在数据同化中使用了 ECMWF 积分预报系统(Integrated Forecast System, IFS)模式,同时还使用了 4 维变量资料同化系统(4D-Var)(<http://apps.ecmwf.int/datasets/data/Interim-full-daily/levtype=pl/>)。在以往各再分析温度资料的对比中,ERA-Interim 温度资料具有一定的优越性(李瑞青等, 2012;高路和郝璐, 2014;王卫国等, 2015;郭艳君等, 2016)。该资料空间分辨率为 $0.125^\circ \times 0.125^\circ$,垂直方向上取与观测数据相同的等压面(2 m 温度对应观测数据中的地面温度),时次为世界时的 00, 06, 12 和 18 时共 4 个时次(Berrisford et al, 2009; Dee et al, 2011),本研究使用该资料 00 和 12 时数据,对应观测资料 08 和 20 时(北京时)数据。在讨论 ERAI 温度资料与观测温度资料偏差的空间分布、年际变化、月际变化等方面时将温度在垂直方向上分为 4 层,即地面、近地层(1000~925 hPa)、对流层低层(850~700 hPa)以及对流层中高层(500~200 hPa)。ERA-Interim 资料与观测资料的对比,使用双线性插值将格点数据插值到相应站点位置上。

对比 ERAI 温度资料和观测温度资料主要使用平均偏差和平均绝对偏差(朱彦良等,2012;苏涛和封国林,2015)。文中涉及到的偏差是指平均偏差和平均绝对偏差表现出来的共同特点。

$$\text{平均偏差} = \frac{\sum_{i=1}^N (T_{Ei} - T_{Oi})}{N}$$

$$\text{平均绝对偏差} = \frac{\sum_{i=1}^N | (T_{Ei} - T_{Oi}) |}{N}$$

式中, T_{Ei} 为 ERAI 温度资料, T_{Oi} 为观测温度资料, 单位: $^{\circ}\text{C}$; N 为参与统计的样本数。

平均绝对偏差变化趋势以及两种资料均值差异的显著性水平检验采用 t 检验(魏凤英,2007)。

在分析各天气现象下温度的分布时,选取:晴(78162个)、雨(436个)、雪(194个)、雨夹雪(150个)、冰粒子(111个)、冻雨(35个)和大雾(1559个)。

2 江淮地区两种温度资料偏差的空间分布

分别计算江淮地区 1992—2016 年各高度上 ERAI 温度资料与同高度观测温度资料的平均偏差和平均绝对偏差(图 1)。总体来看,地面温度的平均偏差最大,其次为 1000~925 hPa,850~700 hPa 最小。从地面温度的平均偏差看(图 1a),除湖北宜昌站为 -2.22°C 外,其他站点在 $-0.40\sim 0.76^{\circ}\text{C}$,其中有 8 个站点的均值差异通过了 0.05 显著性水平检验。进一步分析发现宜昌站的海拔高度为 134.3 m,但 ERAI 资料给出该站点位置的海拔高度为 592.4 m,与实际高度相差达 458.1 m。按照近地面气温随高度的经验公式(每升高 100 m 约降低 0.6°C)计算,两者大约相差 2.75°C ,同时海拔越高地表大气受陆面的影响更为明显(卢萍等,2017)。可见,地形原因可能是导致地面温度偏差较大的一

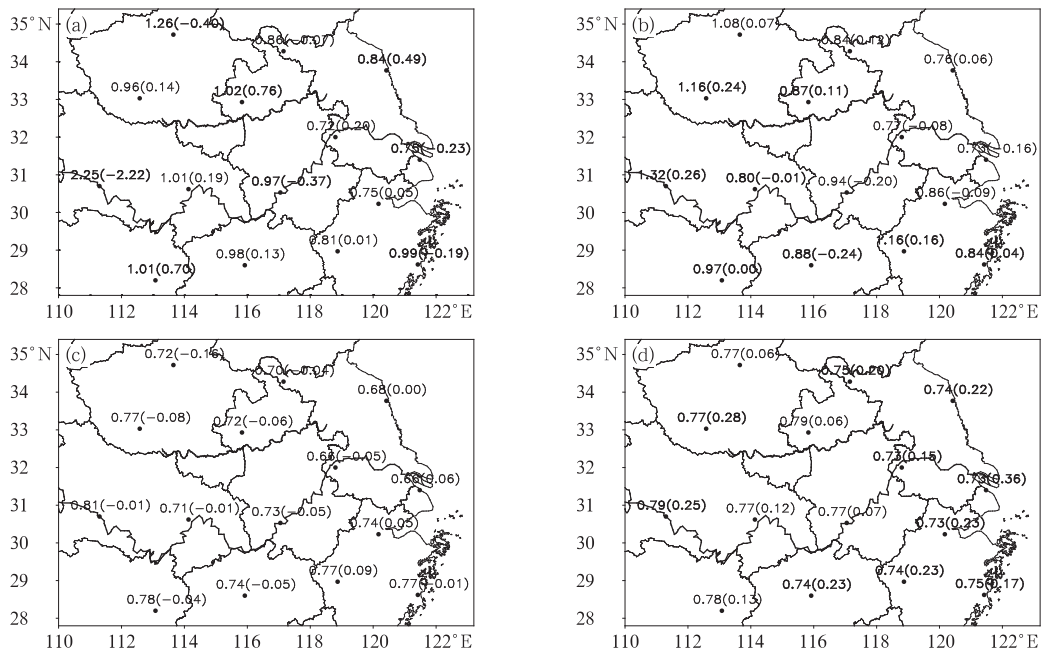


图 1 江淮地区 ERAI 温度资料与观测温度资料在地面(a)、1000~925 hPa(b)、850~700 hPa(c)和 500~200 hPa(d)平均偏差(括号内数字)和平均绝对偏差分布(单位: $^{\circ}\text{C}$)

(加黑数据为通过 0.05 显著性水平检验的站点资料)

Fig. 1 The averaged deviations (brackets) and absolute deviations of ERAI temperature and observed temperature data at surface (a), 1000—925 hPa (b), 850—700 hPa (c),

500—200 hPa (d) over Jianghuai Region (unit: $^{\circ}\text{C}$)

(Bold numbers stand for stations having passed the 0.05 significant level test)

个原因。在地面温度的平均绝对偏差中,除宜昌站为 2.25℃外,其他站点基本在 1℃左右,偏差较大的站点主要位于江淮地区西部和北部。在近地面层(1000~925 hPa)中(图 1b),两种温度资料平均偏差和平均绝对偏差整体上均比地面高度上偏小,西部和南北的站点均值的差异通过了 0.05 显著性水平检验,平均偏差有 7 个站点在 0.1℃以内,偏差最大仍在宜昌站,为 0.26℃。在研究范围内站点平均绝对偏差的均值为 0.93℃,整体上东南部小于西北部。由于 ERAI 资料中地形误差的存在,地面和 1000 hPa 高度上的温度在一定程度上也受地形的影响。在近地面,尤其是对地面温度进行地形订正时,可能会在一定程度上减小两种资料间的偏差,其具体情况有待进一步探讨。

江淮地区对流层低层(850~700 hPa)两种温度资料平均偏差基本在 0℃附近(图 1c),同时还看到,在 15 个观测站中有 11 个站点为负偏差,说明 ERAI 温度资料在此层多数站点表现比观测资料偏小。在对流层低层温度平均绝对偏差在 0.66~0.81℃,15 个观测站平均值为 0.73℃。在对流层中高层(500~200 hPa),所有站点平均偏差均大于 0(图 1d),其数值处在 0.06~0.36℃,有 10 个站点均值的差异通过了 0.05 显著性水平检验,说明在对流层中高层,ERAI 温度资料比观测温度资料存在系统性偏高的特点,其各站点平均绝对偏差的差异较

小,基本处在 0.73~0.79℃。

综上分析,江淮地区 ERAI 温度资料与观测温度资料偏差整体上从低层到高层先减小后增大。无论是平均偏差还是平均绝对偏差,在对流层中低层(850~700 hPa)均为最小。在对流层中高层(500~200 hPa)上,ERAI 温度资料比观测温度资料系统偏高。另外,在对流层中高层,两温度资料在各站点的偏差趋于一致。

3 江淮地区两种温度资料偏差的时间变化

3.1 江淮地区两种温度资料偏差的年际变化

统计江淮地区 ERAI 温度资料与观测温度资料区域平均偏差和区域平均绝对偏差的年际变化(图 2)。地面温度平均偏差存在明显的年际变化(图 2a),在 2002 年以前和 2010 年以后 ERAI 资料普遍比观测资料高。各年份中,平均绝对偏差基本在 0.95℃附近,这与图 1a 中的数值相符。在近地层(1000~925 hPa)上(图 2b),1995 年之前以负偏差为主,1995—2006 年以正偏差为主,2008—2016 年转为为负偏差。平均绝对偏差维持在 0.80~1.02℃,长期变化趋势表现为显著减小趋势(通过 0.05 显著性水平检验),说明近年来江淮地区两种

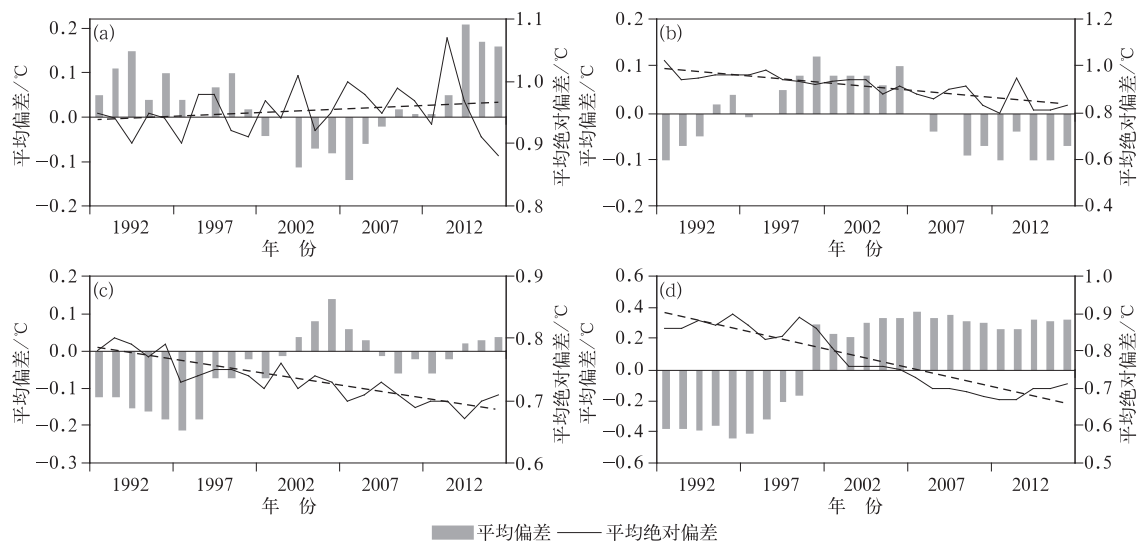


图 2 江淮地区 ERAI 温度资料与观测温度资料在地面(a)、1000~925 hPa(b)、850~700 hPa(c)和 500~200 hPa(d)平均偏差和平均绝对偏差平均值年际变化

Fig.2 Same as Fig. 1, but for interannual variation of regional mean deviations

(The histogram denotes averaged deviation, while the curve denotes averaged absolute deviation)

温度资料在近地层整体上越来越接近。

对流层中低层(850~700 hPa, 图 2c)在 1999 年及以前, ERAI 温度资料较观测温度资料明显偏小, 各年平均偏差均在 0.1°C 以上, 1999 年以后偏差明显减小, 基本处在 $-0.1^{\circ}\text{C} \sim 0.1^{\circ}\text{C}$ 。在此高度上, 两温度资料平均绝对偏差较低层明显偏小, 处在 $0.67 \sim 0.79^{\circ}\text{C}$, 1992—2016 年呈显著减小趋势(通过 0.05 显著性水平检验)。对流层中高层(500~200 hPa)(图 2d), 两种温度资料平均偏差在 2000 年及以前均小于 0°C , 处在 $-0.44 \sim -0.16^{\circ}\text{C}$, 从 2001 年开始平均偏差转为大于 0°C , 维持在 $0.23 \sim 0.38^{\circ}\text{C}$ 。绝对偏差在 2002 年前后由高转低, 长期变化同样呈显著减少趋势(通过 0.05 显著性水平检验)。陈哲和杨溯(2014)曾指出, 2000 和 2001 年全国所有台站进行了探空系统升级, 而 2002 年以后, 中国的探空站开始陆续换成 L 波段雷达电子探空仪器。探空系统的升级和设备的更换是导致此时两种资料温度偏差转变的一个重要原因。

3.2 江淮地区两温度资料偏差的月际分布

进一步统计江淮地区 ERAI 温度资料与观测温度资料平均偏差和平均绝对偏差的各月分布(图 3)。两温度资料地面平均偏差上(图 3a), 除 7 和 10 月平均偏差为负外, 其他月份均为正值。平均绝对偏差在各月间差异不大, 多处处在 0.94°C 左右。近地层(1000~925 hPa)温度平均偏差在 1—5 月为

正值, 6—12 月为负值(图 3b), 说明在上半年 ERAI 温度资料较观测温度资料以偏大为主, 而下半年偏小。各月份中平均绝对偏差处在 $0.80 \sim 0.97^{\circ}\text{C}$ 。

在对流层低层(850~700 hPa)江淮地区两温度资料平均偏差呈单峰型分布(图 3c), 7 月为负偏差最大的月份, ERAI 温度资料较观测温度资料偏小 0.18°C , 1 月为正偏差最大的月份, 偏大 0.17°C 。平均绝对偏差与平均偏差分布相似, 在 8 月偏差最小, 1 和 2 月最大。与其他等压面相比, 在 850~700 hPa 高度上温度平均绝对偏差最小。对流层中高层(500~200 hPa, 图 2d), 各月份 ERAI 温度资料均较观测温度资料偏高, 其中 1 和 2 月偏高幅度最大, 为 0.22°C , 6—8 月偏高幅度相对较小, 在 $0.02 \sim 0.03^{\circ}\text{C}$ 。可见, 在对流层中高层夏季要比冬季系统偏差小。平均绝对偏差普遍处在 $0.70 \sim 0.84^{\circ}\text{C}$ 。江淮地区 ERAI 温度资料与观测温度资料偏差与中国范围内整体偏差情况略存差异(郭艳君等, 2016)。

4 江淮地区两种温度资料偏差的垂直分布

对 1992—2016 年江淮地区 ERAI 温度资料与观测温度资料在各高度上平均偏差和平均绝对偏差分别做升序排列, 图 4 中分别给出各高度上的最大值、99%数值、90%数值、平均值、10%数值、1%数值和最小值。从平均偏差的垂直分布看(图 4a), 各层

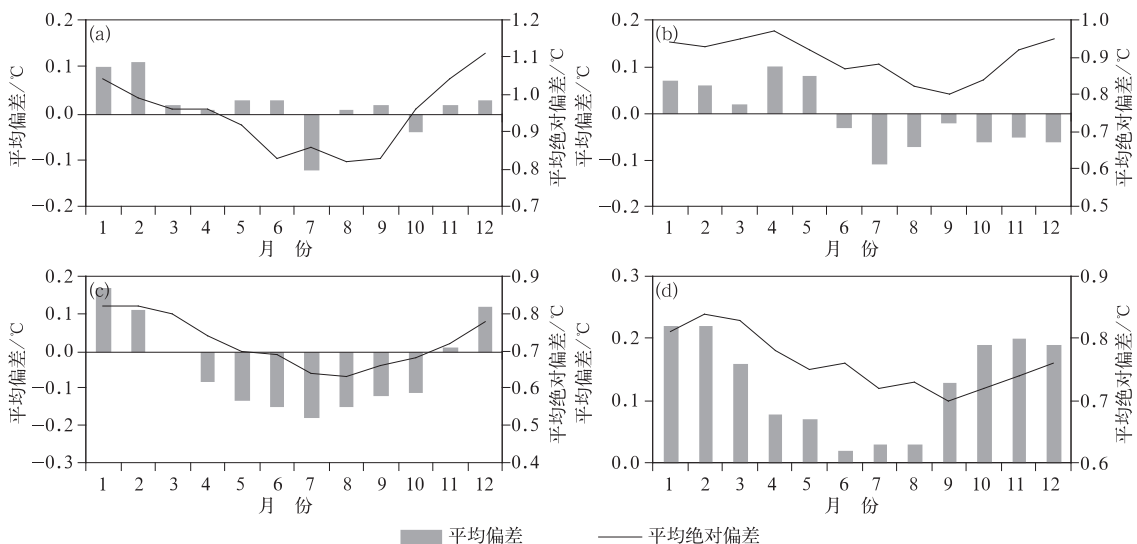


图 3 同图 2, 但为月际分布

Fig. 3 Same Fig. 2, but for monthly distribution

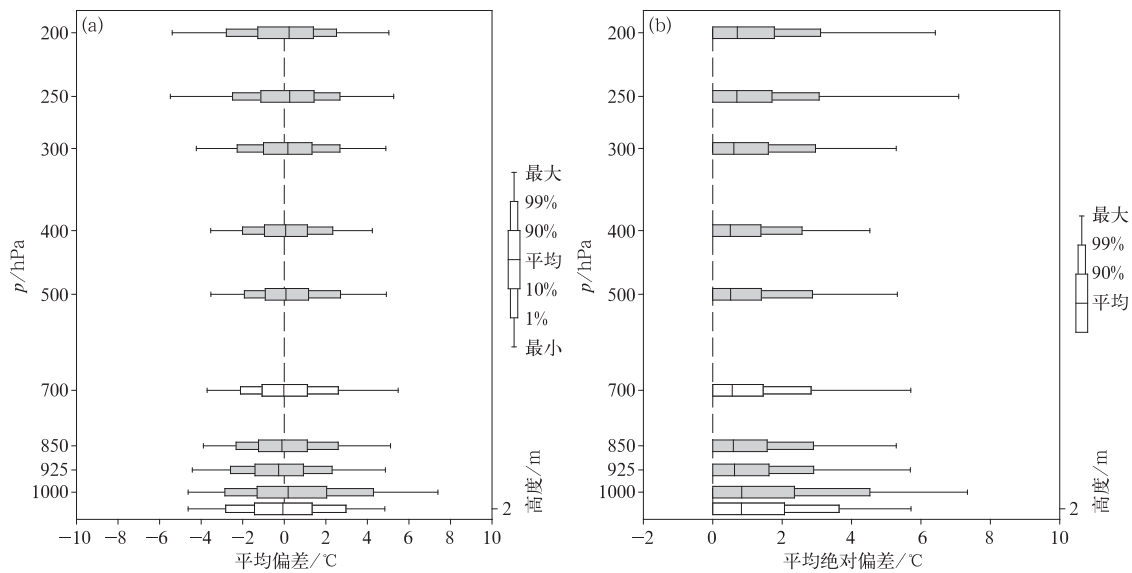


图 4 江淮地区 ERAI 温度资料与观测温度资料平均偏差(a)、平均绝对偏差(b)垂直分布
(单位: °C, 灰色柱表示通过 0.05 显著性水平检验)

Fig. 4 Vertical distribution for averaged deviation (a) and absolute deviation (b) of ERAI temperature and observed temperature data over Jianghuai Region
(unit: °C, Gray square stands for that having passed the 0.05 significant level test)

的偏差存在一定差异,对流层低层 1000 hPa 偏差相对较大,10%~90%偏差处在 -1.31~2.04°C,平均值为 0.19°C。925 hPa 平均值为 -0.27°C,为各等压面平均偏差最大的一层。从 500 hPa 向上随着高度的升高,平均偏差也随之增大,到 200 hPa,10%~90%偏差处在 -1.27~1.40°C。500~200 hPa 各层均值为正偏差,且各层均值的差异均通过了 0.05 显著性水平检验。区域平均的绝对偏差平均值从地面到 500 hPa 随高度增加而减小(图 4b),到了 500 hPa 以上随高度增加而增大,90%和 99%数值也呈现类似的分布特点。陈哲和杨溯(2014)在分析中国探空温度资料非均一性问题时曾指出,中国的探空系统在 2000 和 2001 年进行了升级,这可能是导致两种温度资料平均偏差在 500 hPa 及以上由负转为正的原因。

再分析逐日资料与月平均资料用途不同,常用来诊断具体天气过程,逐日资料的优劣要根据其在具体天气过程中的可靠性,下面分不同天气现象对 1992—2016 年各高度上两种温度资料做升序排列(图 5)。在晴天状况下(图 5a),温度平均偏差的垂直分布与气候平均状况情况相似(图 4a),在 925 hPa 上均值为 -0.2°C,在 500 hPa 及以上高度均值都为正值,且均值的差异都通过了 0.05 显著性水平检验。在地面至 1000 hPa 上 10%和 90%数值分别

<-1.5°C 和 >1.5°C,其他各高度上均在 ±1°C 附近。与晴天相比,降雨天气时对流层低层(700 hPa 及以下)两种温度偏差相对较小(图 5b),但到 500 hPa 及以上偏差明显增大,尤其到对流层高层(200 hPa),10%和 90%数值分别为 -1.8 和 1.7°C。降雪情况下值得关注的是在地面和 1000 hPa 上平均值分别为 0.50 和 0.60°C(图 5c),由于近地面温度对降水相态有重要影响(杨舒楠等,2017),这一现象可能会直接影响对降水相态的判别。在雨夹雪降水相态发生时,近地层温度与降雪存在相似的情况(图 5d),地面和 1000 hPa 上平均值分别为 0.50 和 0.30°C,这两层均值的差异都通过了 0.05 显著性水平检验。此外,在对流层中高层(500~200 hPa)上,存在 0.50~0.60°C 的明显偏高。同时,850 hPa 上 ERAI 温度资料相对于观测温度资料存在明显偏高现象,导致 ERAI 资料在 925~850 hPa 可能存在虚假的逆温现象。冰粒子和冻雨降水相态(图 5e 和 5f),在地面至 1000 hPa 和 850 hPa 等压面上温度分布与雨夹雪相似,ERAI 温度资料比观测温度资料存在明显偏高现象,其中冻雨相态下该现象更为明显。在江淮地区雪、雨夹雪以及冻雨发生时近地层温度差异较小(余金龙等,2017),在使用 ERAI 温度资料进行各相态分析时需谨慎。在大雾天气发生时(图 5g),地面和 1000 hPa 高度上 ERAI 温度资料

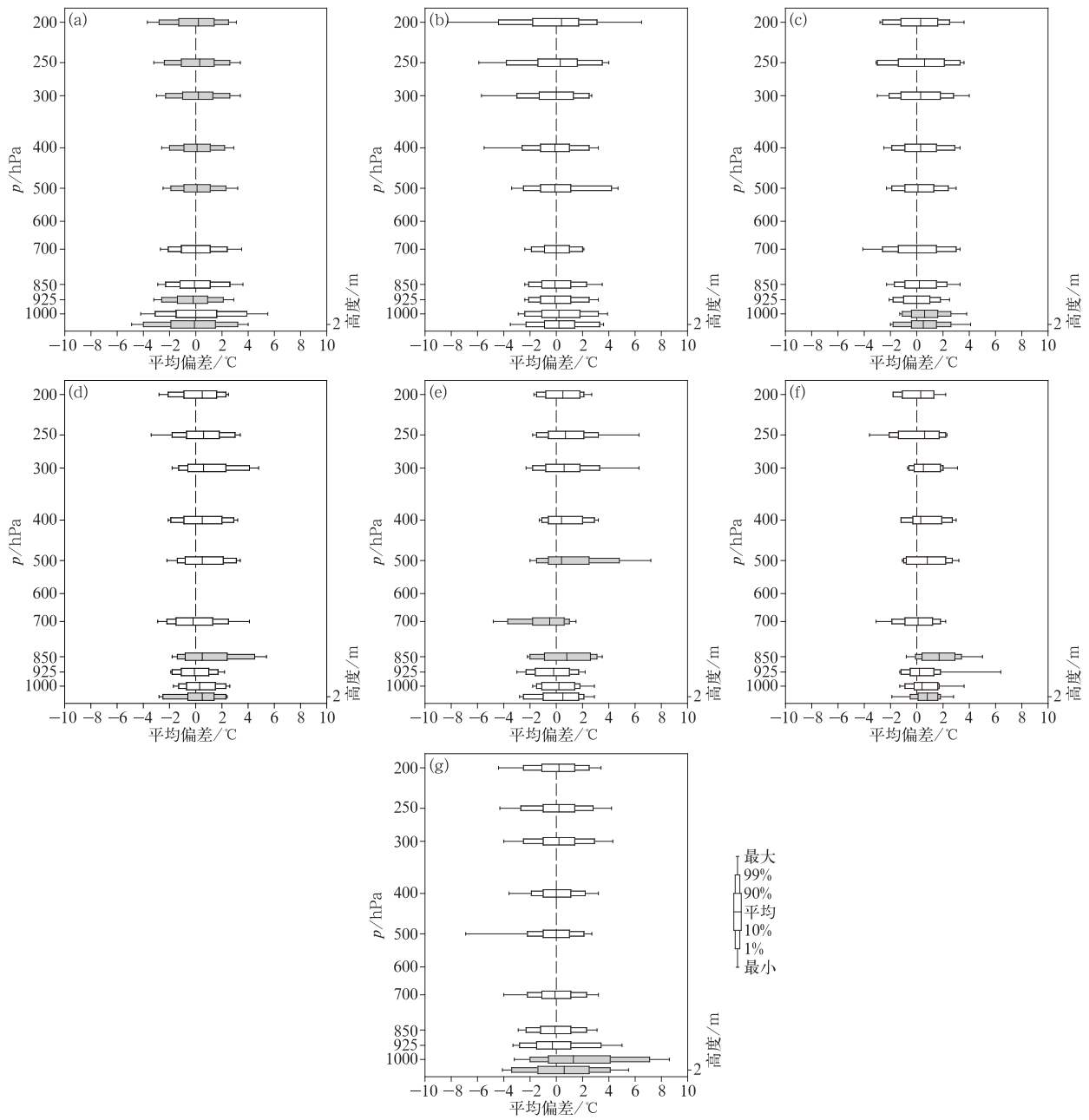


图 5 江淮地区 ERAI 不同天气下温度资料与观测温度资料平均偏差垂直分布
(灰色柱表示通过 0.05 显著性水平检验)

(a)晴,(b)雨,(c)雪,(d)雨夹雪,(e)冰粒子,(f)冻雨,(g)大雾

Fig. 5 Vertical distribution for averaged deviation of ERAI temperature and observed temperature data when fine weather (a), rain (b), snow (c), sleet (d), ice particles (e),

freezing rain (f) and fog (g) occurred over Jianghuai Region

(Gray square stands for that having passed the 0.05 significant level test)

比观测温度资料存在明显偏高现象,且 1000 hPa 偏高更为明显,这两层均值的差异都超过了 0.05 显著性水平检验,这将导致近地层虚假逆温存在。

综上所述,在各天气现象下,500 hPa 以上普遍

存在 ERAI 温度资料比观测温度资料偏高的现象。在雪、雨夹雪、冰粒子和冻雨降水相态发生时,地面至 1000 hPa 和 850 hPa 等压面上 ERAI 温度资料比观测温度资料偏高,尤其以冻雨表现最为明显。

大雾天气发生时, ERAI 温度资料在 1000 hPa 比观测温度资料偏高幅度高于地面, ERAI 温度资料在是否存在逆温和逆温强度方面可能存在一定偏差。

对各天气现象下两种资料绝对偏差进行对比(图略), 大雾在对流层低层绝对偏差最大, 冰粒子较大偏差主要出现在 500 hPa 附近, 而降雨相态的绝对偏差大值层主要在对流层高层。

在具体天气现象诊断中, 逆温层是否存在和存在高度尤为重要, 例如辐射雾的出现一般伴随近地层的逆温(王博妮等, 2016; 曾婷等, 2017), 冻雨的发生一般在 700 hPa 附近存在由逆温产生的融化层(尤凤春等, 2015; 康丽莉等, 2017)。下面就各层间的逆温状态进行分析。

江淮地区 ERAI 温度资料与观测温度资料在地面至 1000 hPa、地面至 925 hPa 以及 850~700 hPa 存在逆温的比例(图 6), 其中正值表示存在逆温, 负值表示没有逆温存在。在地面至 1000 hPa 上(图 6a), ERAI 资料显示有 45.99% 的个例存在逆温, 该数值大于观测资料得到的 39.38%, 表明 ERAI 资料在地面至 1000 hPa 存在逆温的概率比观测资料大; 而在地面至 925 hPa 上, ERAI 资料存在逆温比观测资料偏少(图 6b)。在对流层中低层(850~700 hPa)的逆温 ERAI 资料也比观测资料偏少(图 6c)。

5 结论与讨论

(1) 江淮地区 ERAI 温度资料与观测温度资料

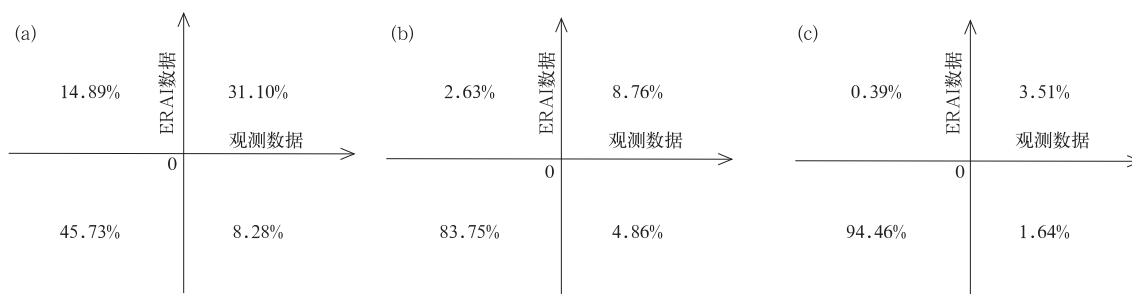


图 6 江淮地区 ERAI 温度资料与观测温度资料在地面至 1000 hPa(a)、地面至 925 hPa(b)和 850~700 hPa(c)存在逆温的比例分布

Fig. 6 The percentage of existent temperature inversion from 1000 hPa to surface (a), 925 hPa to surface (b), 700 to 850 hPa (c) in both ERAI reanalysis and observation data over Jianghuai Region

平均偏差从低层到高层先减小后增大, 对流层低层各站差异明显, 到中层各站点两种温度资料的偏差趋于一致。

(2) 1992—2016 年, 等压面上两种温度资料平均偏差年际差异明显, 500 hPa 及以上等压面上在 2000 年前后存在由负向正的转折。除地面外, 其他高度上两种温度资料的平均绝对偏差均呈显著减小趋势。

(3) 在平均偏差的月际分布上, 地面和 500 hPa 以上高度 ERAI 温度资料普遍比观测温度资料偏高。各高度上两种温度资料平均绝对偏差在 8—9 月前后最小。

(4) 雪、雨夹雪、冰粒子和冻雨发生时, 地面至 1000 hPa 和 850 hPa 上 ERAI 温度资料比观测温度资料偏高, 尤其以冻雨表现明显。大雾天气发生时, ERAI 温度资料在 1000 hPa 比观测温度资料偏高幅度明显高于地面, 可能会导致近地层出现逆温或逆温偏强。

在本文分析中, 两种温度资料偏差无论是在年际变化、月际分布还是分天气现象统计时, 在 500 hPa 及以上等压面上, ERAI 温度资料始终比探空温度资料偏大, 这种偏差为什么只在对流层中高层表现明显? 从探空资料的角度分析可能主要有以下两方面原因: (1) 观测误差与大气密度有关, 空气越稀薄探空仪误差越大(Lanzante et al, 2003); (2) 探空资料受到一定程度的太阳辐射影响(余君等, 2016)。

参考文献

- 陈哲,杨溯,2014. 1979—2012年中国探空温度资料中非均一性问题的检验与分析[J]. 气象学报,72(4):794-804.
- 高路,郝璐,2014. ERA-Interim气温数据在中国区域的适用性评估[J]. 亚热带资源与环境学报,9(2):75-81.
- 郭艳君,张思齐,颜京辉,等,2016. 中国探空观测与多套再分析资料气温序列的对比研究[J]. 气象学报,74(2):271-284.
- 贾蓓西,徐海明,安月改,2014. 中国区域再分析湿度资料与均一化探空湿度资料的对比分析[J]. 气象,40(9):1123-1131.
- 康丽莉,邓芳萍,岳平,等,2017. 一种浙江省冻雨落区的推算方法[J]. 气象,43(6):756-761.
- 李瑞青,吕世华,韩博,等,2012. 青藏高原东部三种再分析资料与地面气温观测资料的对比分析[J]. 高原气象,31(6):1488-1502.
- 卢萍,杨康权,李英,2017. 基于加密探空资料对不同海拔高度台站边界层大气的对比分析[J]. 大气科学,41(6):1234-1245.
- 慕丹,李跃清,2018. 基于 ERA-Interim 再分析资料的近 30 年九龙低涡气候特征[J]. 气象学报,76(1):15-31.
- 苏涛,封国林,2015. 基于不同再分析资料的全球蒸发量时空变化特征分析[J]. 中国科学:地球科学,45(3):351-365.
- 王博妮,濮梅娟,田力,等,2016. 江苏沿海高速公路低能见度浓雾的气候特征和影响因子研究[J]. 气象,42(2):192-202.
- 王传辉,杨玮,周顺武,等,2014. 2011年初夏长江中下游地区旱涝急转前后环流和水汽条件分析[J]. 高原气象,33(1):210-220.
- 王平,王晓峰,张蕾,等,2017. 地面观测资料在快速更新同化系统中的敏感性试验[J]. 气象,43(8):901-911.
- 王卫国,杨芳园,王颖越,等,2015. 利用 ERA-Interim 资料对平流层 Brewer-Dobson 环流变化趋势的分析[J]. 地球物理学报,58(2):371-382.
- 魏凤英,2007. 现代气候统计诊断与预测技术:第 2 版[M]. 北京:气象出版社.
- 阎敬华,王康玲,薛纪善,1993. 925 hPa 资料对高度场分析和预报的影响[J]. 热带气象学报,9(4):344-350.
- 杨舒楠,徐珺,何立富,等,2017. 低层温度平流对华北雨雪天气过程的降水相态影响分析[J]. 气象,43(6):665-674.
- 杨玮,徐敏,周顺武,等,2017. 江淮流域 6—7 月极端强降水事件时空变化及环流异常[J]. 高原气象,36(3):718-735.
- 尤凤春,付桂琴,刘卓,等,2015. 北京地区冻雨时空分布及探空温湿特征分析[J]. 气象,41(12):1488-1493.
- 余金龙,朱红芳,邱学兴,等,2017. 安徽冬季地面降水相态的判别研究[J]. 气象,43(9):1052-1063.
- 余君,李庆祥,廖捷,等,2016. 中国区域高空三种气温、湿度资料交叉对比[J]. 气象,42(6):743-755.
- 曾婷,李岩瑛,张强,等,2017. 民勤干旱区冬季浓雾形成的边界层条件分析[J]. 气象,43(8):936-942.
- 赵天保,符淙斌,2009. 应用探空观测资料评估几类再分析资料在中国区域的适用性[J]. 大气科学,33(3):634-648.
- 朱彦良,凌超,陈洪滨,等,2012. 两种再分析资料与 RS92 探空资料的比较分析[J]. 气候与环境研究,17(3):381-391.
- Berrisford P, Dee D, Fielding K, et al, 2009. The ERA-Interim Archive (version 1.0)[R]. ECMWF, ERA Report Series:1-16.
- Berrisford P, Källberg P, Kobayashi S, et al, 2011. Atmospheric conservation properties in ERA-Interim[J]. Quart J Roy Meteor Soc, 137(659):1381-1399.
- Cornes R C, Jones P D, 2013. How well does the ERA-Interim reanalysis replicate trends in extremes of surface temperature across Europe? [J]. J Geophys Res Atmos, 118(18):10262-10276.
- Dee D P, Uppala S M, Simmons A J, et al, 2011. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system[J]. Quart J Roy Meteor Soc, 137(656):553-597.
- Lanzante J R, Klein S A, Seidel D J, 2003. Temporal homogenization of monthly radiosonde temperature data. Part I: methodology [J]. J Climate, 16(2):224-240.
- You Qinglong, Fraedrich K, Min Jinzhong, et al, 2013. Can Temperature extremes in China be calculated from reanalysis? [J]. Global Planet Change, 111:268-279.