

我国飞机观测气象资料概况及质量分析

廖捷¹⁾²⁾³⁾ 熊安元¹⁾

¹⁾ (国家气象信息中心,北京 100081)

²⁾ (中国科学院大气物理研究所大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室,北京 100029)

³⁾ (中国科学院研究生院,北京 100049)

摘 要

为全面了解我国飞机观测气象资料的时空分布特征和质量状况,该文介绍了 AMDAR(Aircraft Meteorological Data Relay)计划的发展及我国通过 AMDAR 计划实施获取的飞机观测气象资料(又称 AMDAR 资料)的时空分布特征,分析了起飞和降落阶段飞机观测所获廓线资料的可用性,并分别对全球 AMDAR 资料 and 我国 AMDAR 资料进行极值检查、空间位置检验和时间一致性检验,对我国 AMDAR 资料错误率的月值变化和垂直分布特征进行了分析。结果表明:我国三分之二的 AMDAR 资料集中在飞机的起飞和降落阶段,并主要集中在我国中东部地区;利用我国 AMDAR 资料制作的廓线垂直分辨率大部分高于 10 hPa。我国 AMDAR 资料的气温错误率低于全球水平,但风速错误率高于全球水平,错误资料主要集中在近地面层。从 2008 年开始,我国 AMDAR 资料的质量状况较往年有了明显改善,风速错误率一直维持在 1.3% 以下,气温错误率维持在 0.2% 以下。总体来说,我国 AMDAR 资料已成为我国高空气象观测资料的重要组成部分,资料质量稳定,具有较高的应用价值。

关键词: 飞机观测;AMDAR;廓线;质量控制

引 言

大多数民航飞机都装有气象传感器和自动数据收集处理系统,可以将飞机在飞行中观测的气象数据以报文形式自动传输到地面接收站并提供给气象部门。飞机观测的气象要素包括气压高度、气温和风场等。利用民航飞机导航系统和空速系统计算飞机相对于地面的速度和空气相对于飞机的速度的矢量差可获得风场资料,通过铂电阻测温元件可获得气温资料^[1]。利用装载在进行云物理探测、人工影响天气作业专用飞机上的粒子测量系统及其他一些机载云物理探测仪器可以在云中探测各种尺度大小的液态和固态粒子的特征尺度和谱分布^[2],但专用飞机探测成本较高,观测也没有连续性。如果在民航飞机上装载水蒸汽传感器及其他特殊仪器,亦可观测到湿度^[3]、冰粒有效密度^[4]等云物理量。

通过世界气象组织的 AMDAR(Aircraft Meteorological Data Relay)计划,各国的飞机观测气象资料已经实现全球交换。现阶段我国气象部门获取的

飞机观测气象资料均为通过 AMDAR 计划获取的飞机报文(通常又叫 AMDAR 资料或 AMDAR 报文,以下简称 AMDAR 资料)。我国 2002 年开始建立 AMDAR 资料的数据物理链路与接收平台及实时收集、处理业务流程,通过 GTS 实现了我国 AMDAR 资料的全球交换,并通过实时数据库和卫星广播系统向各级气象部门提供实时的全球 AMDAR 资料。本文提及的我国 AMDAR 资料专指我国航空公司下属飞机观测的飞机报文资料。

AMDAR 资料具有重要的应用价值。由于飞机观测资料时空密度较大,AMDAR 资料可以在天气预报和航线气象服务中用于一些极端天气现象的预警^[3],还可结合卫星资料用于研究浅层积云的分布和动力学特征^[5]。AMDAR 资料与其他资料结合能较连续地监视机场附近气象要素的时空变化特征,对大雾天气的定点分析和预报比常规观测资料有更好的业务使用价值^[6]。AMDAR 资料可以提高大尺度的短期和中期天气预报能力^[7-8],提高海洋上空的高层风场预报,这种提高效果在探空资料稀疏的地区更明显^[9]。同化试验表明,在模式同化分析过程

中加入飞机观测气象资料,可以提高我国华南地区暴雨过程的降水区域和强度模拟能力^[10];在大雾天气的数值模拟和分析过程中,飞机观测气象资料对气温场分析有显著影响^[10];在全球范围增加飞机资料可使得急流的模拟效果更接近于观测的实际情况^[7,11]。此外,将高层飞机资料应用于分析大西洋气旋结构和移动轨迹研究,可使整个斜压系统的结构发生显著改变^[8]。

本文对 AMDAR 计划下 2003 年 5 月—2009 年 4 月我国 AMDAR 资料的发展及资料概况进行总结,并参照基本气象资料质量控制综合判别法^[12],对 AMDAR 资料进行质量控制,分析其质量状况及可用性。

1 我国 AMDAR 资料的时空分布特征

AMDAR 资料数量的稳定性及质量状况与参加观测计划的飞机数量、航线分布、通信线路、机载信号处理软件、航空和气象部门的编解码软件等密切相关。2003 年以来,我国每月获得的 AMDAR 资料数量占全球 AMDAR 资料数量的百分比为 5%~

20%。2003—2007 年我国 AMDAR 资料数量并不稳定,部分月份的缺报日数偏高,甚至出现整月资料缺报的情况。直至 2007 年 11 月,我国 AMDAR 资料的收集和传输进入稳定状态,不再出现整月缺报的情况。图 1 给出 2003 年 5 月—2009 年 4 月我国每月收到的 AMDAR 资料报文数量。从 2003 年 5 月—2005 年 5 月,我国每月的 AMDAR 报量在 8 万份以下。2005 年 6 月开始,月报量增加到 15 万份。2006 年 6 月以后,由于参加我国 AMDAR 计划飞机架次的调整,月观测记录数回落至 10 万以下。至 2008 年 1 月,飞机报量又逐渐增加至每月 20 万份左右。至此,飞机报量逐渐稳定,并有少量增加。2009 年月报量约为 20 万。2008 年 11—12 月,民航数据中心开始对不同航空公司发送的飞机报文编码格式进行统一,这期间,为了防止报文质量出现问题,向气象部门发送了两套不同编码格式的报文,导致报量突然增加,这一时段实时收集到的很多报文为重复报文。总的来说,早期 AMDAR 资料的数据量少,稳定性较差,但可为一些中短期天气系统的研究提供数据源;2007 年 11 月以后的 AMDAR 资料具有更广泛的使用价值。

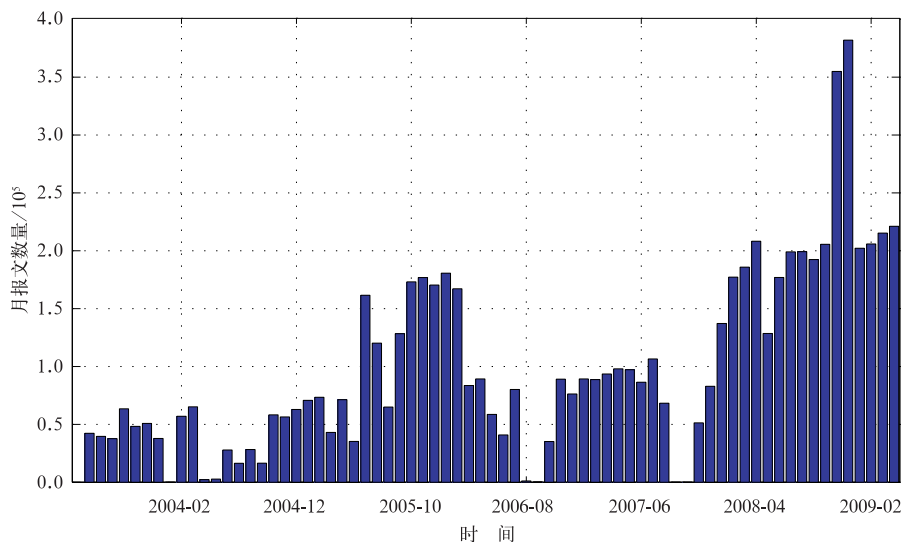


图 1 2003 年 5 月—2009 年 4 月我国 AMDAR 资料的月报文数量

Fig. 1 Monthly number of Chinese AMDAR reports from May 2003 to April 2009

2003 年,我国参加 AMDAR 计划的航空公司很少,资料主要集中在以北京为中心的几条航线。随着我国航空运输业的迅速发展,大量配有气象观测仪器和信号处理软件的飞机投入运行,加入 AMDAR 计划的航空公司也开始增加,AMDAR 报量

迅速增加,并形成了以北京、上海和深圳等航空运输量较大的机场为中心的几个资料集中地区。早期资料主要集中在 105°E 以东地区,从 2008 年开始,西部地区的数据有所增加。至 2009 年 4 月,云贵川地区以及新疆地区每月也能获得一定数量的飞机观测

资料。但由于我国机场主要分布在东部地区,飞机观测获取的起飞和降落阶段的气象资料集中在一些大中城市。图2给出2003年5月—2008年12月我国AMDAR资料在各高度层的报文数量占总报量的百分比。6 km高度以下均为飞机的起飞或降落阶段,这两阶段飞机观测资料约占总资料量的三分之二,其中近地面资料量约占总资料量的6%~7%。从950 hPa开始,资料量随高度逐渐减少,至700 hPa资料量开始增加。在平飞阶段,飞机主要在200~300 hPa和350~400 hPa这两个厚度层飞行,因此这两个层次的资料量最大,均超过总资料量的10%。200 hPa以上的飞机资料非常少,所有资料分布在100 hPa以下。

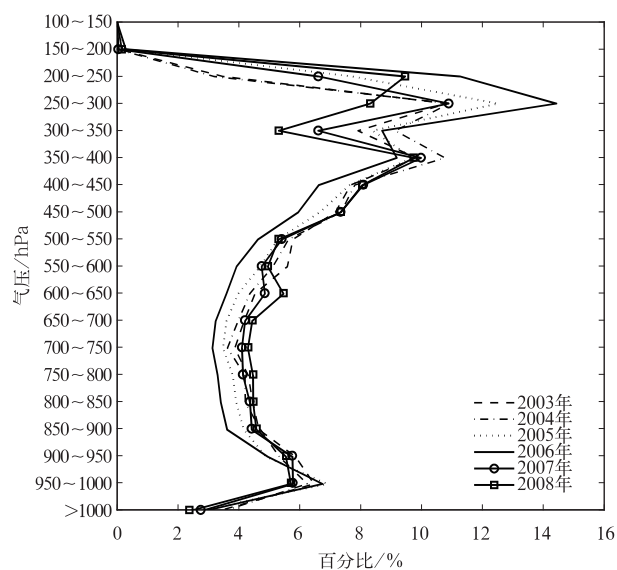


图2 2003年5月—2008年12月我国AMDAR资料在各高度层报文数量占总报量的百分比

Fig. 2 Vertical variation of number of Chinese AMDAR reports from May 2003 to December 2008

2 起飞和降落阶段飞机观测廓线资料

由于大中城市的机场航班吞吐量大,通过飞机观测,可以在机场附近获取具有高时间分辨率和垂直分辨率的中低层气象资料。对实时获取的飞机报文进行整理、筛选,并结合机场信息,形成以起飞或降落机场为“站点”的垂直廓线,可提供该机场附近对流层中低层的气温、风场的日变化信息,更方便地用于各类天气现象、天气系统的诊断分析。

2.1 垂直廓线的提取

视单架飞机在单次起飞或降落阶段获取的连续

报文组成的要素垂直分布曲线为单条廓线,对廓线的提取,首先需要进行如下两个步骤的处理:

① 重复飞机报文的处理。从通信系统获取的飞机观报文中,有时会出现元数据信息相同的两份或多份报文资料。在这里,元数据信息指飞机标识符(飞机的注册号)、观测时间、经纬度和飞行高度。导致这种情况的主要原因有:④重复发报;⑤飞机观测资料的最高观测频率为6 s(起飞阶段),但获得的观测资料时间分辨率为分钟;⑥传感器对空间位置的定位误差等等。对上述情况,提取廓线时,对元数据和要素均相同的报文,只保留一份;对元数据相同但要素值存在差异的报文,则用平均观测值作为该元数据信息对应的观测值。

② 观测记录的航线识别。由于地面接收站同时接收若干架飞机下发的报文;此外,同一架飞机前后两次观测和发报之间存在时间间隔。因此,单架飞机在单次飞行过程中观测获取的气象信息不能被地面站连续接收,在制作廓线前应首先根据报文中的飞机标识符、观测时间、经纬度、飞行状态等信息对观测记录进行航线识别。

对单次航线的资料,根据飞行状态值提取各航线中飞机处于起飞阶段(降落阶段)的观测点,便可形成起飞和降落廓线。根据起飞或降落点所处位置,可确定该航线起飞或降落的机场,即廓线所属“站点”。在飞机巡航阶段,飞机飞行状态一般为平飞,但遭遇湍流时,可能会导致飞机报告中飞行状态显示为上升或下降。因此距离机场所在位置超过300 km的记录点不纳入廓线中。此外,为保证廓线的可用性,同时考虑到早期飞机观测的时间密度较低、飞机标识符不完整或缺测等因素会影响所组织廓线包含记录的数量,廓线所包含的观测记录数至少要大于5。

2.2 我国飞机观测廓线资料

廓线数量的空间分布主要取决于加入AMDAR计划的航空公司的航线安排。2003—2008年,中国民航总局和各航空公司之间关于AMDAR计划的实施协议在不断调整,不断有新的航空公司愿意在部分飞机上装载观测气象资料所需的仪器及数据处理软件,也有部分航空公司由于飞机换型等原因退出了AMDAR计划。截至2008年底,我国有4家航空公司共48架飞机装载了业务化的气象观测仪器和数据处理软件。利用2.1节所述的方法,对2003年5月—2008年12月通过我国AM-

DAR 资料整理获取的我国飞机观测廓线总量进行统计。结果表明,2003 年 5 月—2008 年 12 月的飞机观测廓线资料分布在全国的 110 个机场(图 3)。约 41% 的机场可获取的廓线数只有不到 50 条;廓线数为 50~1500 的机场数量约占 39%;20% 机场

(22 个机场)的廓线数量超过了 1500。通过飞机观测,北京首都国际机场 2008 年每天获取的廓线数为 50 左右。随着我国 AMDAR 计划的不断推进,通过飞机观测获取的廓线数量在不断增加。

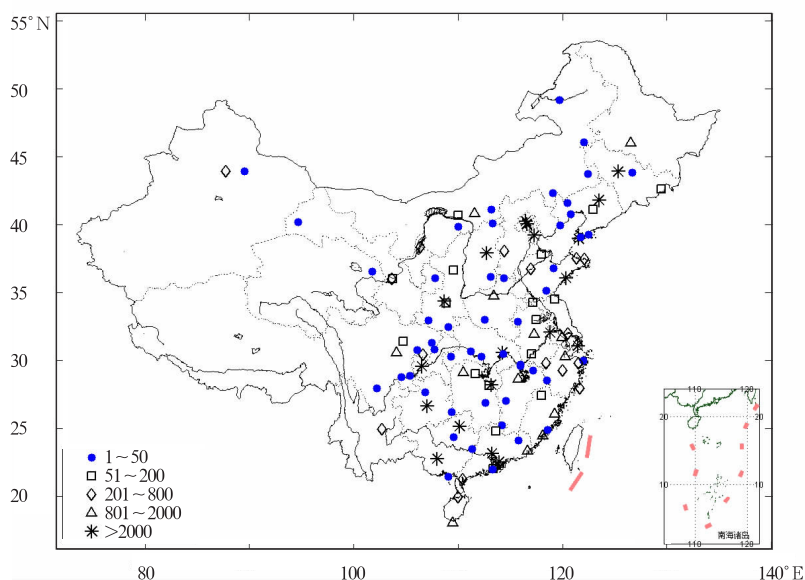


图 3 2003 年 5 月—2008 年 12 月我国飞机观测廓线数量分布

Fig. 3 Distribution of aircraft observational profiles in China from May 2003 to December 2008

通过飞机观测获得的廓线垂直分辨率(观测点的平均垂直距离)并不固定(图 4),大部分廓线的垂直分辨率在 10 hPa 以下,远高于常规探空资料的垂

直分辨率。垂直分辨率高于 2 hPa 的廓线占总廓线比例在 2003 年为 43.4%。随着 AMDAR 计划的发展,该比例逐年增长,至 2008 年增长到 78.9%。

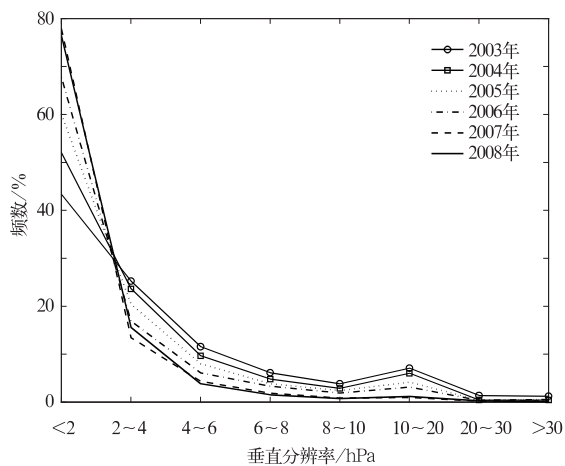


图 4 我国飞机观测廓线垂直分辨率的频数分布

Fig. 4 Frequency distribution of vertical resolution of Chinese aircraft observational profiles from 2003 to 2008

飞机观测廓线在中低层的垂直分辨率较高,其中对低层大气垂直变化的描述能力较强。如果同一天内不同时段、不同架次飞机观测廓线综合使用,能将大气的日变化特征,如逆温层、低空急流的日变化特征等,做出更详尽的描述。作为样例,图 5 给出 2009 年 4 月 9 日 12:00 (世界时,下同) B-2641, B-2642, B-2645, B-2672 和 B-5121 共 5 架飞机在北京首都国际机场上空观测获得的气温和风速分布,并与北京探空站观测获得的气温廓线进行对比。从图 5 可以看出,飞机观测获取的气温和机场所在城市探空站获取的探空气温的垂直变化趋势十分接近,但低层的飞机观测值和探空观测值存在较小的差异,同时不同飞机在同一高度观测到的气温值也稍有差异。机场和探空站的距离、起飞和降落阶段不同飞机空间位置差异、观测时间差异以及机载仪器的系统误差是造成这些差异的主要原因。

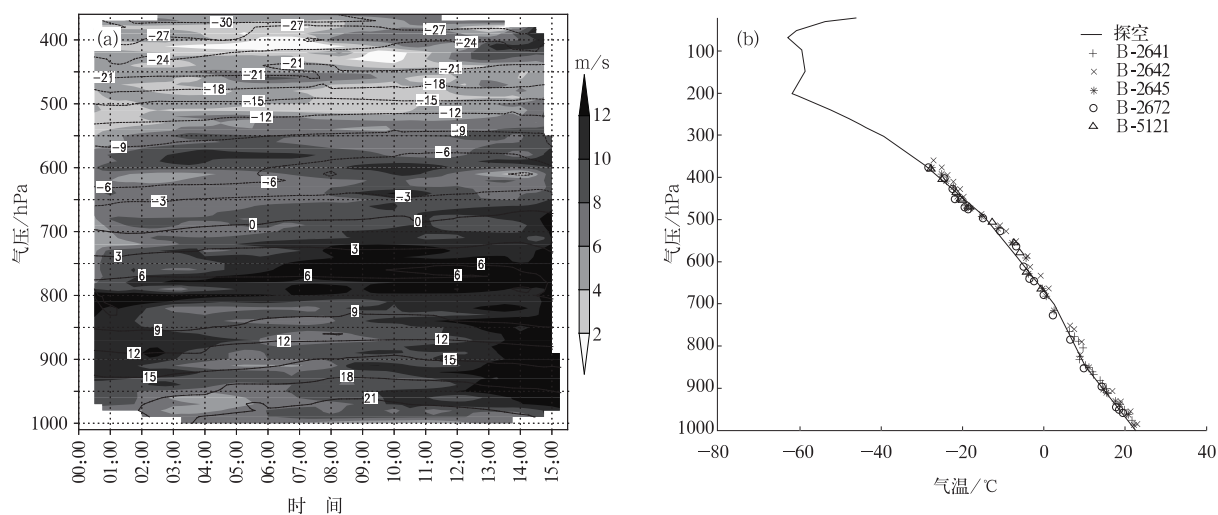


图5 北京地区2009年4月9日地面至400 hPa飞机观测的气温和风速

(a)气温(等值线;单位:°C)和风速(阴影;单位:m/s)的时间-高度剖面图,

(b)12:00飞机和探空观测气温的垂直变化

Fig. 5 Temperature and wind speed observed by aircraft in Beijing on 9 April 2009

(a) time-height section of temperature and wind speed, (b) vertical variation

of temperature observed by aircraft and radiosonde in Beijing at 12:00 9 April 2009

3 AMDAR 资料质量控制方案及质量分析

传统的质量控制方法有范围检查、极值检查、内部一致性检查、空间一致性检查、气象学公式检查、统计学检查、均一性检查等多个步骤。这些方法被普遍应用到各类气象资料的质量控制中^[13-15]。本文在传统质量控制方法基础上,参考美国气象同化数据引入系统(Meteorological Assimilation Data Ingest System, MADIS)网站提供的美国 Aircraft 资料质量控制原理,设计了质量控制方案,并直接引用了该方案提供的气温、风向和风速极值参数和阈值计算方法,在此基础上设计了详细的数据处理算法和质量控制流程。质量控制流程包括如下几个步骤:①元数据信息检查及错误记录的剔除;②极值检查;③观测资料的航线组织;④资料的空间位置检验;⑤气温和飞行高度的时间一致性检验;⑥质量控制码综合分析。

选取日平均报大于或等于100份的月份,对质量控制结果进行统计分析。日平均报量低于100份的月份不参与统计。结果表明,和全球AMDAR资料的错误率相比,2003年5月—2009年4月我国AMDAR资料的气温错误率均低于全球水平,但风

速错误率明显高于全球水平(图6)。2003年5月—2009年4月,绝大多数月份的气温错误率在1%以下,风速错误率在2%以下。只有2005—2006年的部分月份错误率偏高。2006年1—7月的风速错误率均超过2%。2008年,我国AMDAR资料的错误率有了明显回落。2008年1月—2009年4月我国AMDAR资料的气温错误率一直维持在0.3%以下,风速错误率一直维持在1.3%以下(表1)。对错误资料的分析结果表明,集中性的气温错误常常表现为符号错误。

表2给出了2008年我国AMDAR资料在各厚度层的错误率。起飞和降落阶段飞机观测的风速质量较差,900~950 hPa和950~1000 hPa这两个厚度层的风速错误率分别为0.32%和0.52%,1000 hPa高度以下的风速错误率高达34.18%,其余各层次风速错误率均接近0。由于飞机上装载的观测仪器在计算风速及计算水平风矢量(或风速和风向)时采用的简化假设严格要求不存在侧滑,而常规的飞机测量系统中没有侧滑这个变量,当坡度角小于 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 时,测量值比较可靠^[1]。近地层由于飞机处于上升和下降阶段,飞机的坡度角通常大于这一标准,这可能是起飞和降落阶段资料的错误率较高的原因。低层气温资料的错误率相对其他层次也明显偏高。

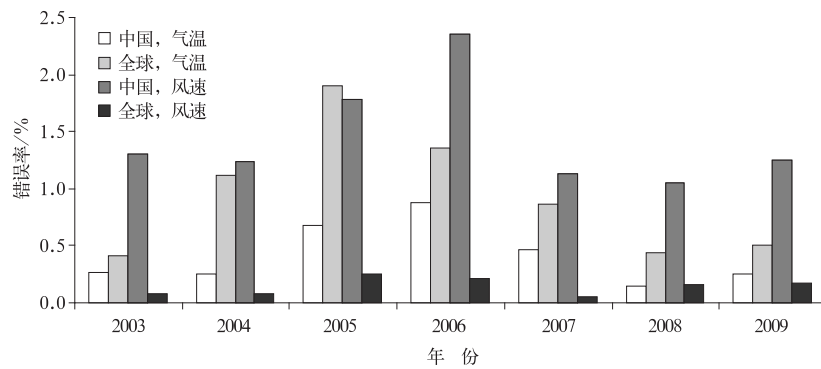


图 6 2003 年 5 月—2009 年 4 月我国 AMDAR 资料和全球 AMDAR 资料的气温和风速错误率

Fig. 6 Yearly error rates of temperature and wind speed of Chinese and global AMDAR reports from May 2003 to April 2009

表 1 2003 年 5 月—2009 年 4 月我国 AMDAR 资料的气温和风速错误率(单位:%)

Table 1 Monthly error rates of temperature and wind speed of Chinese AMDAR reports from May 2003 to April 2009 (unit: %)

年份	要素	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2003	气温					0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.2
	风速					1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.1
2004	气温		0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3
	风速		1.1	1.3	1.1	1.2	1.2	1.3	1.2	1.4	1.3	1.2	1.3
2005	气温	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.9	1.4	1.6
	风速	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2	2.0	1.8	1.1	1.8	2.3	2.0	2.0
2006	气温	1.7	0.8	1.1	0.9	0.7	0.4	0.2			0.5	0.3	0.3
	风速	2.3	2.3	2.5	2.5	2.7	4.4	3.9			1.3	1.3	1.1
2007	气温	0.3	0.3	0.2	0.3	2.3	0.4	0.1	0.1			0.1	0.2
	风速	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.2	1.2			1.1	1.2
2008	气温	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
	风速	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	0.7	0.7
2009	气温	0.2	0.2	0.3	0.3								
	风速	1.3	1.2	1.3	1.2								

表 2 2008 年我国 AMDAR 资料在各厚度层的气温和风速错误率(单位:%)

Table 2 Temperature and wind speed error rates in different levels of Chinese AMDAR reports in 2008 (unit: %)

层次	气温	风速
<250 hPa	0.00	0.00
250~300 hPa	0.11	0.00
300~350 hPa	0.10	0.00
350~800 hPa	0.00	0.00
800~850 hPa	0.01	0.00
850~900 hPa	0.05	0.00
900~950 hPa	0.12	0.32
950~1000 hPa	0.07	0.52
>1000 hPa	3.89	34.18

4 小结和讨论

本文对近 7 年来 AMDAR 计划发展过程中我

国 AMDAR 资料的基本特征进行分析,并对 2003 年 5 月—2009 年 4 月全球和我国 AMDAR 资料进行极值检查、空间位置检验和时间一致性检验,对错误资料的时间和垂直分布特征进行了分析。主要结论如下:

1) 至 2009 年,我国气象部门每月可以获取约 20 万份 AMDAR 报文资料,报文均集中在 100 hPa 以下,在起飞和降落阶段的观测密度很高。起飞和降落阶段的报量约占总报量的三分之二,近地面报量约占总报量的 6%~7%。

2) 利用 AMDAR 资料提取的我国飞机观测廓线的垂直分辨率大多在 10 hPa 以下。随着我国 AMDAR 计划的发展,高垂直分辨率的廓线所占的比重逐年增加。至 2008 年,分辨率高于 2 hPa 的廓线占廓线总量的比例约为 78.9%。

3) 我国 AMDAR 资料可以在较大程度上弥补

我国中东部地区一些大中城市探空资料在时间和垂直分布上的不足。不同架次的飞机在同一时间段的观测值有细微差别。

4) 2008 年以前,我国 AMDAR 资料质量并不稳定。从 2008 年开始,我国 AMDAR 资料的质量状况明显好转,气温错误率和风速错误率分别维持在 0.3% 和 1.3% 以下,气温错误率低于全球水平,但风场错误率明显高于全球水平,飞机观测的低层风场可用性很低。

需要说明的是,由于不同型号飞机装载的观测仪器、仪器测量和标定方法以及信号处理软件均存在差异,在本研究基础上,对不同型号飞机观测获取资料的质量状况进行区别分析和误差订正,并进一步分析其与探空资料的系统偏差,将有助于进一步提升资料的应用价值。

致谢:感谢国家气象信息中心的张洪政和王旻燕对本文撰写和修改提供的宝贵意见和建议。感谢姚燕、琚玲、汪万林和许松在飞机观测资料的收集和编解码方面所作的大量工作。

参考文献

- [1] 世界气象组织. 气象仪器观测方法和指南. 中国气象局,译. 北京:气象出版社,1992.
- [2] 姚展予,濮江平,刘卫国,等. 飞机探测云物理数据集的建立和应用. 应用气象学报, 2004, 15(增刊): 68-74.
- [3] NOAA. Status Report on AMDAR Programme in USA. The 8th Meeting of the AMDAR Panel, Santiago, Chile, 2005.
- [4] Schwartz B, Benjamin S G. A comparison of temperature and wind measurements from ACARS-equipped aircraft and rawinsondes. *Wea Forecasting*, 1995, 10: 528-544.
- [5] Stefaan M A Rodts, Peter G Duynkerke, Harm J J Jonker. Size distributions and dynamical properties of shallow cumulus clouds from aircraft observations and satellite data. *Journal of Atmospheric Sciences*, 2003, 60: 1895-1912.
- [6] 黄卓,李延香,王慧,等. AMDAR 资料在天气预报中的应用. 气象, 2006, 32(9): 42-48.
- [7] Cardinali C, Isaksen L, Andersson E. Use and impact of automated aircraft data in a global 4D-var data assimilation system. *Mon Wea Rev*, 2003, 131: 1865-1877.
- [8] Pouponneau B, Ayrault F, Bergot T, et al. The impact of aircraft data on an atlantic cyclone analyzed in terms of sensitivities and trajectories. *Wea Forecasting*, 1999, 14: 67-83.
- [9] Talagrand O, Courtier P. Variational assimilation of meteorological observations with the adjoint vorticity equation—Part 1. *Theory Quart J Roy Meteor Soc*, 1987, 113: 1311-1328.
- [10] Liang Aimin, Zhang Qinghong, Liu Kaiyu, et al. The 3D-var data assimilation experiments on a dense fog event over the Central Plain of China. *Acta Meteorologica Sinica*, 2009, 23(1): 116-127.
- [11] Rukhovets L, Tenenbaum J, Geller M. The impact of additional aircraft data on the Goddard Earth Observing System analyses. *Mon Wea Rev*, 1998, 126: 2927-2941.
- [12] 王伯民. 基本气象资料质量控制综合判别法的研究. 应用气象学报, 2005, 15(增刊): 50-59.
- [13] 刘小宁,鞠晓慧,范邵华. 空间回归检验方法在气象资料质量检验中的应用. 应用气象学报, 2006, 17(1): 37-43.
- [14] 张强,郭发辉,许松. 全球地面天气报资料质量控制和数据集特征分析. 应用气象学报, 2004, 15(增刊): 121-127.
- [15] 任芝花,许松,孙化南,等. 全球地面天气报历史资料质量检查与分析. 应用气象学报, 2006, 17(4): 412-420.

Introduction and Quality Analysis of Chinese Aircraft Meteorological Data

Liao Jie¹⁾²⁾³⁾ Xiong Anyuan¹⁾

¹⁾ (National Meteorological Information Center, Beijing 100081)

²⁾ (State Key laboratory of Numerical Modeling for Atmospheric and Geophysical Fluid Dynamics, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

³⁾ (Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

Abstract

Meteorological data observed on civil airplanes in China in recent years is all the AMDAR reports spark plugged to obtain by the AMDAR Program of WMO. For a comprehensive understanding of the current situation and quality of Chinese aircraft meteorological data, the temporal and spatial distribution character of Chinese AMDAR data from 2003 to 2009 are summarized, synthesizing the AMDAR reports of these six years observed through aircrafts taking-off and landing phase to aircraft observational profiles and analyzing its usability. Moreover, in reference to the aircraft data quality control principium used by NCEP, the quality of global AMDAR data and Chinese AMDAR data from May 2003 to April 2009 are checked with a quality control method, which consists of six steps: Metadata check, validity check of air temperature and wind, aviation track-organization, position consistency check, temporal consistency check of air temperature and attitude, and comprehensive analysis of quality control code. Based on the result of quality control, the temporal and spatial distribution characteristic of error data is analyzed.

The statistical result shows that, the amount of Chinese AMDAR reports has been increasing year by year. In 2003, there are about 50000 files per month. In 2009, the number is about 200000 per month. Two-thirds of the reports concentrate in take-off and landing phase. The analysis result shows that, all of the aircraft observational profiles cover over 110 airports, which are mainly distributed in the east-central areas, especially some large and medium cities. The vertical resolution of almost all the aircraft observational profiles is higher than 10 hPa. With the development of Chinese AMDAR program, the proportion of profiles with high resolution increases year by year. In 2008, there are about 78.9 percent aircraft observational profiles whose vertical resolution is higher than 2 hPa. Case study result shows that, although the vertical trend is very close, there is a little difference at low level between the temperature observed by aircraft and by radiosonde. In addition, there is also a little difference among the temperature observed at the same height by different aircrafts. The result of quality control shows that the temperature error rate of Chinese AMDAR data is lower than the global level, but the wind error rate is to the contrary. The error data is mainly concentrated in the near-surface level. The quality of Chinese AMDAR data has improved significantly compared with previous years. From January 2008 to April 2009, the monthly error rate of wind speed is less than 1.3 percent, and the monthly error rate of temperature is less than 0.2 percent. In conclusion, the source and quality of Chinese aircraft meteorological data is stable, and as an important part of upper air observation data, aircraft meteorological data is of great application value.

Key words: aircraft observation; AMDAR; profile; quality control