

# WAFS 产品中 GRIB 资料中国区产品评估

苏丽蓉 温志军

(民航中南空管局气象中心, 广州 510405)

**摘要** 为了给使用 WAFS 产品的用户提供量化参考依据, 选取 WAFS 产品中常用区域和层次的 GRIB 数据, 利用由国家气象中心提供的风、温客观分析网格点资料, 与 WAFS 中同时刻的预报场产品(风、温网格点资料), 用均方根误差进行数字化形式分析比较。结果表明: WAFS 提供的风、温预报, 通常是短时效的风、温预报比长时效的风、温预报更接近客观分析场; 低层的预报比高层的预报更接近客观分析场; 风的预报以  $v$  矢量的预报优于  $u$  矢量的预报; 风的误差主要来源于  $u$  矢量的误差。

**关键词** WAFS 产品 风、温预报 均方根误差 评估

## 引言

WAFS (World Area Forecast System, 世界区域预报系统) 是一个世界范围提供统一标准化格式航空气象航线预报的系统, 目的是为航空气象用户提供图像和数字形式的产品。目前, 全球有两个世界区域预报中心(WAFC)负责制作 WAFS 产品, 分别是伦敦中心和华盛顿中心。WAFS 产品主要有 4 大类: ①T4 传真图, 包括高空风/温度预报图, 航路重要天气预报图, 火山灰扩散预报图等。②GRIB (GRIdded Binary) 数据, 来自全球统一模式的数值预报格点气象数据。③BUFR 资料, 以 BUFR 码形式发布的重要天气预报图。④OPMET 资料, 即文本资料, 包括各类报文。

本文主要选取了常用区域和层次, 利用国家气象中心提供的客观分析场风、温网格点资料, 与 WAFS 中同时刻的预报场产品(风、温网格点资料)用数字化形式相比较, 并对比较的结果进行初步的分析。主要为用户使用 WAFS 产品时, 提供更精确的量化参考依据, 并对这些产品的可靠性有所了解。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料的获取

本文所用资料分两部分: ①客观分析场是通过由国家气象中心在巨型计算机上进行高效的全球实况资料采集、质量控制、四维同化等各项处理后, 再往单

收站发送的 ASC II 码流文件。广州站能接收到的资料为每天两个时次(00:00 和 12:00 UTC)的客观分析场, 所需进行的工作是把获得的流文件进行解码、要素分类并从中提取所需范围的客观分析资料。②被评估场是由伦敦世界航空区域预报中心(WAFC)提供每天两个时次(00:00 和 12:00 UTC), 与 T4 传真图产品对应的全球 GRIB 流文件(对同一时刻, 无论是 00:00 UTC 还是 12:00 UTC, WAFC 都提供了时效为 18 h 和 24 h 的预报资料)。由于 WAFS 的 GRIB 数据是变网格结构, 所以要对获得的流文件进行解码, 并使用 3 次多项式插值拟合方法, 将解码后的资料从不规则的网格点上插值到标准网格点上, 然后再提取所需范围的要素资料。

由于资料采集时一些客观原因, 在采集阶段不能做到连续地将每一时次的资料都收集齐。本文所用资料时段为 2003 年 3 月 1 日至 6 月 1 日, 共收集 168 个时次的资料, 层次为 300 hPa、500 hPa 和 850 hPa。

### 1.2 资料的整理

考虑到国内观测场的密度, 本文采用资料的区域为:  $20^{\circ} \sim 45^{\circ} \text{N}$ ,  $100^{\circ} \sim 125^{\circ} \text{E}$ , 格距为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ , 每一层次格点数为 121 个(图 1)。目前, 通过国家气象中心提供的 CAMSPS 系统, 接收解码获取的全球客观分析场格距为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ , 其资料的数组排列是<sup>[1]</sup>: 经向排列由西经到东经, 纬向排列由北半球到南半球, 风场  $u$ 、 $v$  单位为 m/s, 温度场  $T$  的单

作者简介: 苏丽蓉, 女, 1962 年生, 高级工程师, 主要从事航空气象预报工作, E-mail: lrsu@atmb.org

收稿日期: 2004 年 3 月 8 日; 定稿日期: 2004 年 6 月 8 日

位为℃。因此,通过编写程序从中提取所需经纬度的  $u, v, T$ 。WAFS 的格点资料是按二进制网格点格式,  $u, v$  单位为  $m/s$ ,  $T$  的单位为  $^{\circ}F$ , 采用的是  $1.25^{\circ} \times 1.25^{\circ}$  “变” 经纬网格。资料的数组排列是经向排列由西经到东经, 纬向排列由赤道到北半球再由赤道到南半球<sup>[2]</sup>。因此需编程序解码、插值, 从中提取所需经纬度的  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$  格距的  $u, v, T$ 。同时还要把温度单位转为  $^{\circ}C$  和数据重新排列, 使其的纬向排列和客观分析场一致, 均为由北纬到南纬。

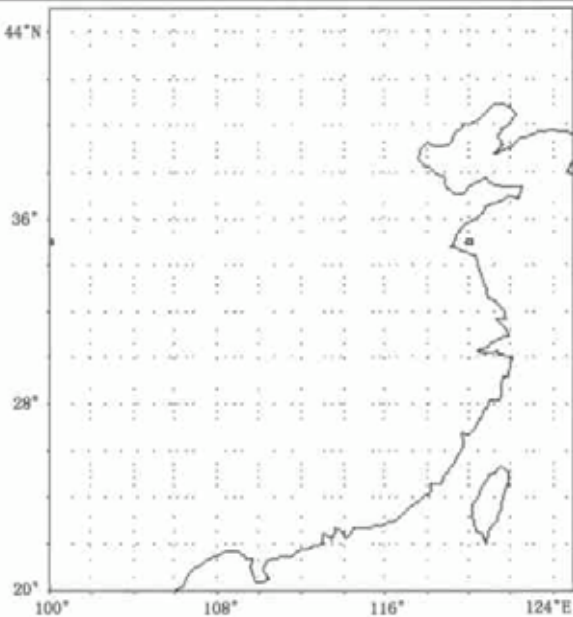


图1 本文采用资料的区域

### 1.3 资料处理

对资料的评估<sup>[2]</sup>主要采用均方根误差 ( $R_{MSE}$ ) 来进行。因为在短期预报中用均方根误差可客观评价该要素值的精确性。 $R_{MSE}$  越小, 表明偏离实际值越小, 因而该要素值也越精确可用。均方根误差的数学表达式为:

$$R_{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - Y'_i)^2}$$

其中,  $n$  为格点数,  $Y_i$  为参数的预报值,  $Y'_i$  为格点上的客观分析值。

## 2 数据比较与分析

选用 2003 年 3 月 1 日至 6 月 1 日 300 hPa 500 hPa 和 850 hPa 的 00:00 和 12:00 UTC 客观分析场资料, WAFS 选用对应时刻、对应层次的 18 h 与 24 h 预报场资料。假定国家气象中心提供的客观分析场是正确的, 命中率以 24 h 预报  $R_{MSE}$  大于 18 h 预报为 1, 否则为 0, 命中率的百分比是指 24 h 预报  $R_{MSE}$  大于 18 h 预报的命中率所占的百分比。

### 2.1 温度场的比较

由 300 hPa 温度客观分析场与对应的 WAFS 24 h 和 18 h 预报场的平均  $R_{MSE}$  (图 2a 和图 2b) 可知: 无论是对应 00:00 UTC 还是 12:00 UTC 的客观分析场, 300 hPa 24 h 预报的平均  $R_{MSE}$  均大于 18 h 的平均  $R_{MSE}$ , 命中率分别为 71.7% 和 60.4%, 也就是说, 并不是因个别的  $R_{MSE}$  造成这种结果, 即该结果可用。因此, 300 hPa 的预报场资料, 18 h 的温度预报优于 24 h 的温度预报。

由 500 hPa 温度客观分析场与对应的 WAFS 24 h 和 18 h 预报场的平均  $R_{MSE}$  (图 3a 和图 3b) 可知: 无论是对应 00:00 UTC 还是 12:00 UTC 的客观分析场, 500 hPa 24 h 的平均  $R_{MSE}$  均大于 18 h 的平均  $R_{MSE}$ , 命中率均为 63%, 也就是说并不是因个别的  $R_{MSE}$  造成这种结果, 即该结果可用。因此, 500 hPa 的预报场资料, 18 h 的温度预报优于 24 h 的温度预报。

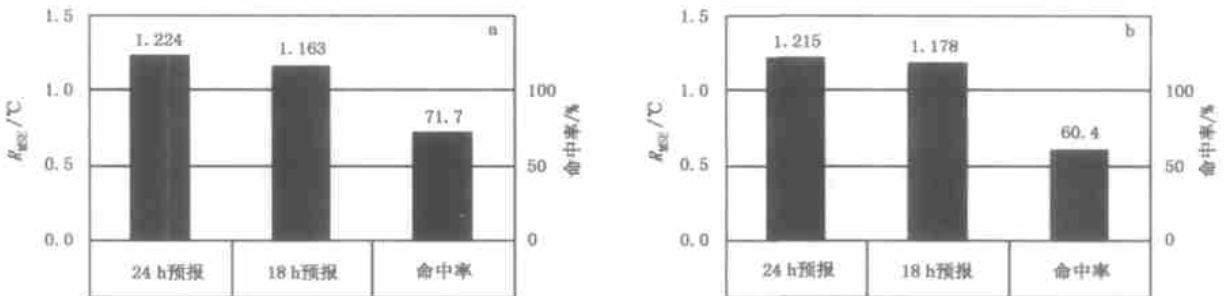


图2 300 hPa 00:00 UTC (a) 和 12:00 UTC (b) 温度客观分析场与对应的 WAFS 24 h 和 18 h 预报场的平均均方根误差 ( $R_{MSE}$ )

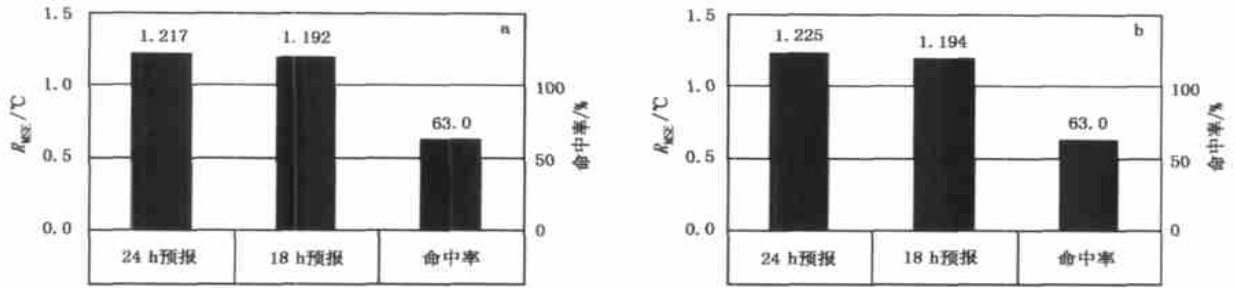


图 3 500 hPa 00:00 UTC (a)和 12:00 UTC (b)温度客观分析场与对应的 WAFS 24 h 和 18 h 预报场的平均  $R_{MSE}$

由 850 hPa 温度客观分析场与对应的 WAFS 24 h 和 18 h 预报场的平均  $R_{MSE}$ (图 4a 和图 4b)可知:对应 00:00 UTC 的客观分析场,850 hPa 24 h 预报的平均  $R_{MSE}$  大于 18 h 平均  $R_{MSE}$  的命中率仅为

48.1%,而对于 12:00 UTC 的客观分析场,850 hPa 24 h 预报的平均  $R_{MSE}$  大于 18 h 平均  $R_{MSE}$  的命中率为 51.9%。因此,850 hPa 的温度场,18 h 的温度预报不一定优于 24 h 的温度预报。

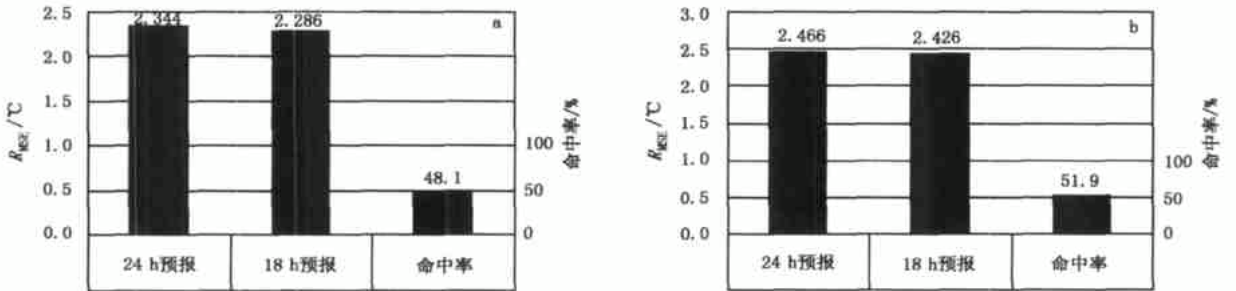


图 4 850 hPa 00:00 UTC (a)和 12:00 UTC (b)温度客观分析场与对应的 WAFS 24 h 和 18 h 预报场的平均  $R_{MSE}$

### 2.2 温度场的综合比较

表 1 为 00:00 和 12:00 UTC 各层温度的平均  $R_{MSE}$  比较。从表 1 可知,除 00:00 UTC 500 hPa 24 h 预报的平均  $R_{MSE}$  为 1.217,略小于 300 hPa 的  $R_{MSE}$  平均值 1.224 外,其余均为越是高层其温度  $R_{MSE}$  平均值越小。这说明高层的 WAFS 温度资料

更接近客观分析场的温度。而比较各层的 00:00 UTC 与 12:00 UTC 的  $R_{MSE}$  平均值可发现,温度在低层 850 hPa 的  $R_{MSE}$  差值较大,说明低层的温度预报 18 h 和 24 h 准确度有一定差别。而 500 hPa 温度的  $R_{MSE}$  突变较小也说明 500 hPa 的 18 h 预报和 24 h 预报准确度接近。

表 1 00:00 UTC 和 12:00 UTC 各层温度的平均  $R_{MSE}$  比较

℃

	00:00 UTC			12:00 UTC		
	24 h 预报	18 h 预报	差值	24 h 预报	18 h 预报	差值
300 hPa	1.224	1.163	0.061	1.215	1.178	0.037
500 hPa	1.217	1.192	0.025	1.225	1.194	0.031
850 hPa	2.344	2.286	0.058	2.466	2.426	0.040

### 2.3 风矢量场的比较

为了对风矢量的预报进行评估,对  $u$ 、 $v$  分别求  $R_{MSE}$ (图 5)和算术平均值(图 6)。

从图 5a 和图 5b 可见, $u$ 、 $v$  矢量的平均  $R_{MSE}$  以 850 hPa 的最小,500 hPa 次之,300 hPa 最大,并且命

中率均在 50%以上,也就是说,并不是因个别的  $R_{MSE}$  造成这种结果,即该结果为可用。因此,越低层的 WAFS 的  $u$ 、 $v$  矢量资料越接近客观分析风场。

比较图 5a 各层的 24 h 和 18 h 的平均  $R_{MSE}$  可知,850 hPa 24 h 预报的平均  $R_{MSE}$  与 850 hPa 18 h 预

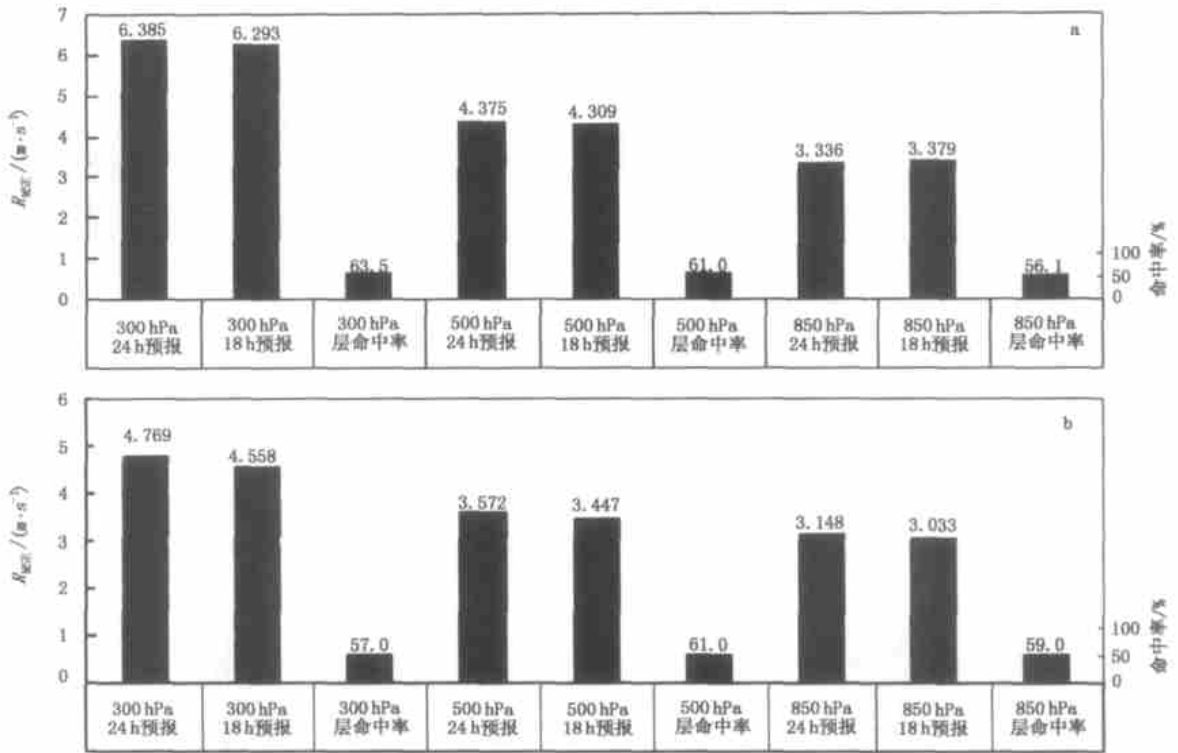


图 5 各层风速  $u$ (a) 和  $v$ (b) 与所对应的 WAFS 24 h 和 18 h 预报场平均  $R_{MSE}$

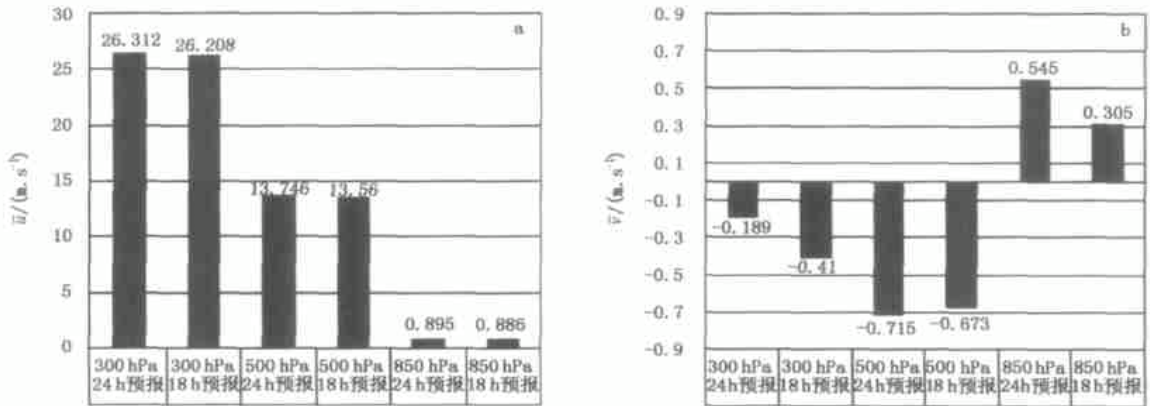


图 6 各层 WAFS 风矢量  $u$ (a)、 $v$ (b) 的算术平均值

报的平均  $R_{MSE}$  最小,它们之间的差值也最小,说明风矢量  $u$  在 850 hPa 最接近客观分析风场。而比较图 5b 各层的 24 h 预报和 18 h 预报的平均  $R_{MSE}$  可知,850 hPa 24 h 预报的平均  $R_{MSE}$  与 850 hPa 18 h 预报的平均  $R_{MSE}$  最小,它们之间的差值也最小,说明风矢量  $v$  在 850 hPa 亦最接近客观分析风场。此外,比较图 5a 中各层 18 h 与 24 h 预报的  $u$  矢量的  $R_{MSE}$  平均值可知,对各层  $u$  矢量均有 24 h 预报的  $R_{MSE}$  平均值大于 18 h 预报的  $R_{MSE}$  平均值。因此可知对风矢量  $u$ ,

WAFS 资料 18 h 的预报比 24 h 的预报更接近客观分析风场,同样比较图 5b 中各层 18 h 与 24 h 预报的  $v$  矢量的  $R_{MSE}$  平均值亦可知,对风矢量  $v$ ,18 h 的预报比 24 h 的预报更接近客观分析风场。

从图 5a 和图 5b 对应层次对应时刻的  $u$  矢量的  $R_{MSE}$  平均值与  $v$  矢量的  $R_{MSE}$  平均值相比较可知, $u$  矢量的平均  $R_{MSE}$  均大于  $v$  矢量的平均  $R_{MSE}$ ,说明了对应各层均有  $v$  矢量的预报优于  $u$  矢量的预报。

图 6 给出各层 WAFS 风矢量  $u$ 、 $v$  的算术平均

值。从图 6a 可见,各层  $u$  矢量的算术平均值都为正,根据风矢量的定义:正值为偏西风,负值为偏东风。可知各层的偏西风大于偏东风, $u$  矢量的误差主要由偏西风造成。由 300 hPa 的  $u$  的算术平均值远大于其他两层,可知 300 hPa 的偏西风远强于其他两层。

从图 6b 可见, $v$  矢量的算术平均值有正有负,且数值都甚小,根据风矢量的定义:正值为偏南风,负值为偏北风,则可知各层的偏南风与偏北风比较接近。300 hPa 和 500 hPa 的  $v$  的算术平均值为负,说明该时期 300 hPa 和 500 hPa 的偏北风占主导。850 hPa 的  $v$  的算术平均值为正,说明 850 hPa 的风向偏南风占主导。

从图 6a 和图 6b 对应层次对应时刻的  $u$  矢量的算术平均值远大于  $v$  矢量的算术平均值可知, $u$  矢量在总体预报中的权重大于  $v$  矢量。

### 3 结论

在国家气象中心提供的客观分析场是正确的前提下,可以总结以下几点:

(1) WAFS 提供的风、温预报资料,18 h 的风、温预报比 24 h 的风、温预报更接近客观分析场。24 h 温度预报的平均  $R_{MSE}$  与 18 h 温度预报的平均  $R_{MSE}$  之差为 0.025 ~ 0.061。除 850 hPa 18 h  $u$  矢量的平均  $R_{MSE}$  略大于 24 h 的平均  $R_{MSE}$ ,其余各层

风矢量 24 h 预报的平均  $R_{MSE}$  都比 18 h 预报的平均  $R_{MSE}$  大,其差值为 0.066 ~ 0.211。

(2) 从表 1 的数据分析可见,除 00:00 UTC 500 hPa 24 h 预报的平均  $R_{MSE}$  为 1.217,略小于 300 hPa 的平均  $R_{MSE}$ (1.224)外,其余均为高层的平均  $R_{MSE}$  小于低层的平均  $R_{MSE}$ ,850 hPa 的平均  $R_{MSE}$  与 300 hPa 的平均  $R_{MSE}$  差值由 1.12(00:00 UTC 24 h 预报)到 1.251(12:00 UTC 24 h 预报)。由此可知:通常高层的温度预报比低层的温度预报更接近客观分析场的温度,但不排除有时候会出现低层的温度预报比高层的温度预报更接近客观分析场的温度。

(3) 低层的  $u$ 、 $v$  矢量预报比高层的  $u$ 、 $v$  矢量预报更接近客观分析风场。如  $u$  矢量 300 hPa 24 h 预报的平均  $R_{MSE}$  为 6.385,850 hPa 24 h 预报的平均  $R_{MSE}$  为 3.336,前者比后者大 3.049。

(4) 风的预报中以  $v$  矢量的预报优于  $u$  矢量的预报。 $u$  矢量的平均  $R_{MSE}$  与同层次同预报时段的  $v$  矢量的平均  $R_{MSE}$  相比,其差值为 0.346 ~ 1.681。

(5) 风的误差主要来源于  $u$  矢量的误差。

### 参考文献

- 1 中国气象局.9210 工程人机交互处理系统技术开发组. MICAPS 用户手册(微机版),1999
- 2 CAeM 航空气象先进技术应用工作小组. 数值天气预报产品在航空气象中的释用. 北京:气象出版社,2001

## Assessment of GRIB Data in China in WAFS Products

Su Lirong Wen Zhijun

( Meteorological Center, Air Traffic Administration of Mid-Southern China, Guangzhou 510405)

**Abstract:** In order to provide quantitative reference for WAFS' s users, selecting the GRIB data in the areas and levels in common use in WAFS products, the numerical analysis and comparison were made of the objective analysis of wind and temperature from the National Meteorological Center and the forecast results of the WAFS (wind, temperature) at the same time in the form of the root-mean-square error (RMSE). The WAFS wind and temperature predictions are usually short-term predictions, which are closer to the objective analysis fields than long-term wind and temperature predictions. The forecasts for low levels are closer to the objective analysis fields than the forecasts for higher levels. In addition,  $v$  vector forecast with is superior to  $u$  vector, and most of the wind errors come from  $u$  vector.

**Key words:** WAFS, upper-level wind and temperature, RMSE, assessment