

全球观测资料质量监视评估

陶士伟¹ 张跃堂¹ 陈卫红¹ 陈晓红²

(1. 国家气象中心, 北京 100081; 2. 安徽省气象台)

提 要: 全球观测资料质量监视评估系统是为监视评估国家气象中心所接收的全球气象观测资料的质量而设计开发的。该系统以资料同化的6小时预报场为背景场, 计算观测资料与背景场的偏差; 运用质量控制技术排除观测资料中的可能是错误的资料; 实时和非实时地统计分析各类观测报告的状况和观测资料的质量。采用的质量控制技术和统计分析方法都尽量和国际上发达气象中心相一致。所有产品都以图表形式在气象系统内部web网页上发布。该系统应用于日常观测资料质量监视评估及中国区域探空资料问题的详细分析、探空站综合评分、探空观测资料归档、探空观测资料偏差订正效果检验、L波段探空资料质量分析等, 取得了显著效果。对加强观测业务管理、保证观测资料质量、改进观测技术发挥了积极的作用。

关键词: 质量监视评估 综合质量控制 观测余差

Monitoring and Evaluation System of Observation Quality

Tao shiwei¹ Zhang Yuetang¹ Chen Weihong¹ Chen Xiaohong²

(1. National Meteorological Center, Beijing 100081; 2. Anhui Meteorological Observatory)

Abstract: The observation monitoring and evaluating system in NMC/CMA is described. This system includes the function of data processing, data quality control, bias statistics and analysis, products releases etc. The complex quality control and advanced evaluation technique are adopted. As an operational system, some observation problems are found and have been improved. The products also were used in verification of the bias correction scheme for 59 radiosonde and in the quality analyses for L-band digital radiosonde. A great contribution was made by the system on the management of observation operational, the improvement of

observation quality and the application of observation data.

Key Words: quality monitoring and evaluating complex quality control innovation

引言

建立全球观测资料质量监视评估系统(简称 GOMES)的目的是通过对各类观测资料的接收状况和观测要素客观量化质量信息的实时和非实时监视,以便及时发现观测业务系统存在的各种问题,提供改进观测业务及观测技术的依据,让用户及时了解各种观测资料及其质量的时空分布特性,使各种观测资料得到更合理地应用。

早在 20 世纪 80 年代末,在世界气象组织(WMO)的倡导下,欧洲中期数值预报中心^[1-3]、美国国家环境预报中心、英国气象局和日本气象厅等均建立了他们自己的 GOMES,并通过 WMO 或双边协定定期交换结果。他们的方法都是基于数值预报同化系统提供的背景场,计算观测资料与背景场的差别(简称观测余差);对观测资料进行质量控制排除异常值;统计分析各类观测报告的接收率、观测报告时空分布、异常值比率、观测余差的平均偏差和标准差时空分布等。在我国,一直没有开展这方面的工作。尽管中国气象局也能获得其他气象中心的监视评估结果,但都是滞后的,非实时的,其内容也不够丰富,不能满足及时发现问题和解决问题的要求。

国家气象中心数值室在参照国际上通用 GOMES 设计方案的基础上,自行设计开发的 GOMES 经一年多的准业务运行后,于 2001 年 1 月投入了业务运行。实时和非实时地监视评估全球范围的 00Z、12Z(世界时,下同)两个时次±3 小时内各类观测资料。这些观测资料包括陆地地面观测、船舶

地面观测、探空观测、测风观测、浮标观测、飞机观测、卫星云导风和卫星观测厚度。

GOMES 的结构和应用效果分别在第 1、第 2 节描述,第 3 节给出简要的总结。

1 监视评估系统结构

GOMES 依托于国家气象中心业务运行的全球资料同化系统和实时观测资料数据库。系统主要由资料处理、观测资料质量控制、观测质量统计评估分析、信息显示等几个部分组成。其流程如图 1 所示。

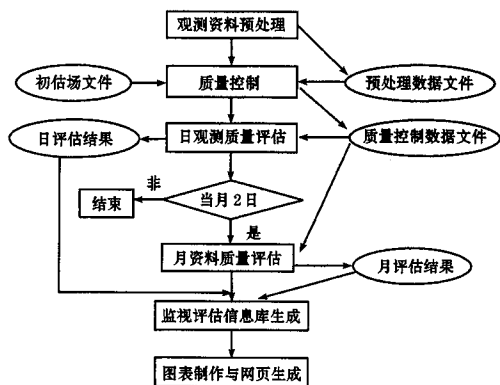


图 1 观测资料质量监视评估系统流程图

1.1 资料处理

GOMES 所用的实时观测资料是定时从数据库中检索的。然后按 GOMES 要求的格式进行数据整理,要素基本属性检查、间接观测要素计算、无效观测或要素剔除等处理。国家气象中心全球资料同化业务系统 6 小时同化预报场,通过一系列谱格网格变

换，作为 GOMES 的背景场。

1.2 观测资料质量控制

观测资料质量控制的目的是确定和排除各类观测资料中存在的可能是错误的资料（简称异常值），使观测资料质量评估结果具有足够的代表性。对探空观测高度及温度，采用综合质量控制（简称 CQC）^[4] 技术，对其它要素运用观测余差的极值检查（简称 REC）技术。CQC 技术指导思想是：首先对被检查要素进行各种方法（CQC 分量）检查，然后根据不同类型错误资料在各 CQC 分量中的反映的先验知识，综合分析识别资料中存在的错误值及其可能的来源。本系统中 CQC 分量包含静力学检查、基值检查、REC 检查、空间水平方向的一致性检查与空间垂直方向的一致性检查。其中空间水平方向的一致性检查采用最优插值法。

REC 检查技术是将观测余差与其极值进行对比，由此来判断是否存在异常值。

评估的要素及应用的质量控制方法如表 1。

表 1 各要素的质量控制方法

报类	要素	质量控制方法
TEMP	$H、T、u、v$	CQC 及 REC
PILOT	$u、v$	REC
SYNOP	$P_s、PL$	REC
SURX	$P_s、PL$	REC
SHIP	$P_s、PL$	REC
DRIBU	$P_s、PL$	REC
SATOB	$u、v$	REC
AIREP	$u、v$	REC
SATEM	TH	REC

表中 TEMP、PILOT、SYNOP、SURX、SHIP、DRIBU、AIREP、SATOB、SATEM 分别代表探空报、测风报、地面报、地面自动站报、船舶报、浮标站、飞机报、卫星云导风和卫星测厚报； H 、

$T、u、v、P_s、PL、TH$ 分别代表位势高度、温度、风的东西和南北分量、海平面气压、测站层气压和厚度。

1.3 观测资料监视评估

观测资料评估内容分为观测资料接收状况统计和观测资料质量评估。并且分为实时和非实时（一个月时段）两种。实时是评估每个观测时次接收状况和观测质量；非实时是评估一定时段内观测接收状况和观测质量。

评估按区域或测站进行，主要内容是各类观测报告的接收状况、异常值比率，观测余差的标准差和平均偏差的统计和综合评估。

统计观测资料接收状况是了解各报类观测资料的总体分布和来报率情况，掌握常规观测各报类、各区域的站点观测业务运行状况，及时发现测站或通讯线路可能出现的问题。

观测余差的平均偏差代表观测值与背景场的系统性偏差，通过单站观测的平均偏差与全球或区域范围平均偏差比较，可以间接地估计单站的观测值与真值的偏差程度；观测余差的标准偏差代表观测值的离散度（观测精度）；同样，观测资料异常值比率可以帮助分析来自观测仪器、观测方法、观测资料传输与处理等过程存在的异常问题。为保证统计结果的代表性，在统计观测余差的标准差和平均偏差时，除排除了被质量控制过程认定为异常值外，还要求统计样本数大于 10。

探空和测风观测的层次较多，评估整个测站观测资料的质量需要采用所有层综合评估的方法，即用 100hPa 层的观测余差标准差作为归一化因子，对各层观测余差平均偏差和标准差进行归一化，然后再加权平均，作为整个测站的观测余差平均偏差和标准

差。质量监视评估内容分别见表 2 和表 3。

表 2 报告接收状况的监视内容

报类	实时监视	非实时监视
TEMP、PILOT	各时次观测数、缺报的站点列表	各站逐日观测数、月平均接收率及平均到达层顶
SYNOP	各时次观测数；缺报的站点列表	各站逐日观测数、各站月平均接收率
表 1 中其他报类	各时次观测数及分布	逐日观测数及月平均分布

表 3 观测资料质量监视评估内容

报类	实时监视评估内容	非实时监视评估内容
TEMP、PILOT、SYNOP	单站偏差，分区平均偏差、标准偏差及异常值比率	单站逐日偏差，单站及分区月平均偏差、标准偏差及异常值比率
表 1 中其他报类	各时次 10×10 经纬度网格内平均偏差和标准偏差分布	10×10 经纬度网格内月平均偏差和标准偏差分布

1.4 信息显示和查询

运用 NCAR 和 GRADS 软件包制作各种统计与评估结果的空间分布、时空演变曲线、点聚图、垂直廓线图和数据列表，直观形象地显示各类观测的接收状况和观测资料质量。

采用 HTML、JAVA、JavaScript 和 CGI 等语言工具，制作具有动态检索界面、图表制作与显示功能的 Web 页面，使用户能及时、方便、有效地获取由 NCAR 和 GRADS 软件包生成的各种图表。

WEB 页面的网址为：<http://10.0.64.29/quality/quality.hmt>，用户名和密码都为：public。气象系统用户可登录网址，浏览这些观测资料质量信息。按时间、报类、垂直层次、区域范围（区站号、区站号范围、全球）及统计评估项目进行选择，WEB 脚本将动态地生成各种图表。

2 观测资料质量监视评估系统应用

2.1 日常业务中的应用

GOMES 建设的主要目的就是监视评估日常观测资料质量。自 GOMES 建立以来，系统运行稳定。观测系统的主管部门、观测工作者和观测资料使用者均可通过网页随时查询任何一天的信息。

2005 年中国气象局监网司运用 GOMES 结果对近年来中国区域探空观测资料质量现状和进展作了全面地分析和总结^[5]。

中国气象局气象科学研究所大气探测研究所大气探测专家根据日常 GOMES 产品对中国区域探空和测风资料质量进行更细化的分析，发现和解决一些观测资料质量问题，为保证和改进中国区域探空和测风观测资料的质量起到了重要作用。如 2004 年黄炳勋研究员发现中国区域探空风观测资料在解码过程中存在问题和个别测站当日报文与上个月或几个月以前同一时间的报文相同的异常现象。

中国气象局大气探测中心运用 GOMES 产品对中国区域探空和测风站观测业务进行综合评分，作为考核各探空和测风站观测业务的标准。

中国气象局国家信息中心在探空和测风观测资料归档业务的质量控制过程中，没有对观测资料应用 CQC 和 REC 技术。为了弥补此不足，在归档资料中融合了 GOMES 的生成的质量信息。

2.2 观测误差订正效果检验

自 20 世纪 90 年代初，我国参加国际交换的探空站约三分之二被认为高度资料在高层存在较大正偏差，在 100hPa 约 50gpm。

中国气象局科学研究院大气探测研究所的探测专家对其进行调查,认为是温度观测滞后的原因造成的。2000年7—10月,对50个测站进行偏差订正试验。GOMES(当时为准业务运行)对订正效果进行评估。对50个测站订正前(6月)后(7—10月)及与未订正(76个)测站对比。其结果如图2,就50个站的平均结果而言,订正后的100hPa高度平均偏差比订正前的明显变小,在00UTC及12UTC分别下降约45gpm和49gpm左右。76个未订正站的100hPa高度平均偏差仍然偏高。订正与未订正其标准偏差变化不大(图略)。另外,订正后的100hPa高度平均偏差00UTC及12UTC分别为-25.64gpm和-42.51gpm,扣除预报背景场全球平均偏差27.9gpm(00UTC)和35.9gpm(12UTC)后,仅为2.26gpm和-6.61gpm。就此结果看来是合理的,基本消除了约50gpm正偏差,为系统偏差订正方案提供了有力的证据。

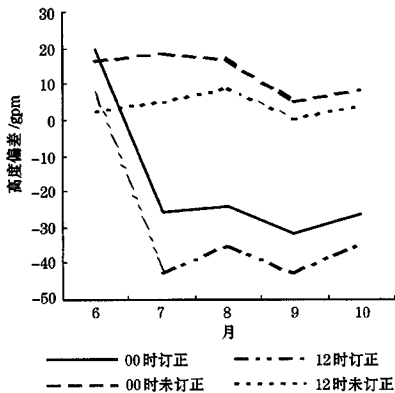


图2 2000年7—10月100hPa高度观测减背景场平均偏差

2.3 L波段探测资料质量分析

2005年,我国已有36个测站使用L波段探空仪,用BESSEL拟合方法^[6-8],把GOMES得出的观测余差均方差作进一步分

解成观测误差和背景场误差。图3是2005年3—5月00时59型、L波段、北美区域探空温度观测余差平均偏差和分解后的观测误差。

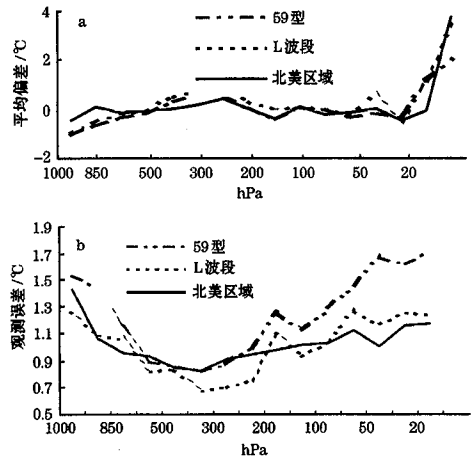


图3 2005年3—5月00时59型、L波段、北美区域探空温度观测余差的平均偏差(a)和观测误差(b)

经对比分析,59型和L波段探空仪观测的温度都存在正的平均偏差。L波段和59型的温度平均偏差基本相当或稍大一些,说明L波段温度观测系统性偏差没有明显变化。L波段温度观测误差有明显减小,接近北美区域水平,说明L波段温度观测精度有较大的改进。

3 小结

(1) GOMES依托于国家气象中心业务运行的全球资料同化系统和实时观测资料数据库。采用国际上通用的设计方案。系统主要包括资料处理、质量控制、观测质量评估分析、信息显示等部分。并采用了国际先进的CQC质量控制和综合质量监视评估技术。监视评估内容包括了通过通讯系统接收的各类观测资料的主要观测要素,监视评估

产品丰富。

(2) 该系统除对日常观测资料质量监视评估外,还应用于探空和测风资料归档、探空和测风站观测业务综合评分、59 型探测资料观测误差订正效果检验和 L 波段探测资料质量分析中,为加强观测业务管理、保证观测资料质量、改进观测技术及提高观测资料应用效果发挥积极的作用。

参考文献

- 1 Bottger, H. ECMWF monitoring system [R]. Radiosonde data quality and monitoring ECMWF/WMO workshop, 1987: 227-238.
- 2 Rutherford, A. M. ECMWF radiosonde monitoring results [R]. Radiosonde data quality and monitoring ECMWF/WMO workshop, 1987: 95-114.
- 3 Hollingsworth, A. Identification of forecast and observation bias [R]. Radiosonde data quality and monitoring ECMWF/WMO workshop, 1987: 79-80.
- 4 Gandin, L., S. Complex quality control of meteorological observation [J]. Monthly Weather Review, 1988, 116 (5): 1137-1156.
- 5 Zhiqiang Zhao, Bingxun Huang. Some step of quality control of upper-air data have been in China [C]. WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation (TECO-2005), Bucharest, Romania. 4-7 May 2005.
- 6 Xu Qin, Li Wei, A. Van Tuyl and E. H. Barker. : Estimation of Three-Dimensional Error Covariance Part I Analysis of Height Innovation Vectors [J]. Monthly Weather Review, 2001, 129 (8): 2126-2135.
- 7 Xu Qin and Li Wei. Estimation of three-dimensional error covariance Part II Analysis of wind innovation vectors [J]. Monthly Weather Review, 2001, 129 (12): 2939-2954.
- 8 Xu Qin and Li Wei. Estimation of three-dimensional error covariance Part III Height-wind forecast error correlation and related geostrophy [J]. Monthly Weather Review, 2002, 130 (4): 1052-1062.