

数值产品再分析诊断与图象显示在天气分析预报中的应用

王继志 汤桂生

(中央气象台)

提 要

本文介绍了数值产品再分析诊断(MOD)与图象显示技术在国内外研究的现状,讨论了作为天气分析预报的新技术在天气预报业务中的作用及发展趋势。文中还就北京气象中心及省级微机图象业务系统最近的工作和设想进行了讨论和评述。

一、引言

数值预报产品再分析诊断,是将数值预报输出的多种产品,包括客观分析的要素场及输出的各物理量场作为初始资料,进行诊断分析、加工计算,为分析预报提供新的工具。

数值产品再分析诊断,是近年来发展很快的一项技术。众所周知,十几年来,随着计算机技术的发展,数值天气预报业务化成为现实。欧洲中期预报中心的数值模式不断完善;数值产品种类日益增多;预报时效从3天延长到6天;北京气象中心B模式已业务运行几年。其产品在我国台站广为应用。然而,在实际天气预报中,如何进一步提高数值产品的应用水平,却是业务预报技术发展的关键之一。显然,随着气象信息成百倍地增加,数值产品的丰富,天气分析方法将发生很大的变化,在过去相当长的一段时期,传统的天气图表在纸面上的表达形式不仅是必要的,而且起着重要的作用。但它将逐渐为计算机图象的多功能显示及多功能复制再现方式所代替。本文就是从预报员对数值产品,尤其是格点资料如何应用、理解的实际需要出发,讨论数值输出产品诊断分析(Model Output Diagnoses,简称MOD)技术在国内外的发展现状,及数值产品图形显示技术在现代天气分析预报技术发展中的作用。

二、MOD 技术的发展及其应用

MOD是利用数值产品资料,进行诊断或动力学再分析,其中“D”是诊断(Diagnoses)或动力学(Dynamics)分析代替统计学分析。近年来,MOD技术发展很快,并日益广泛地应用于短期、中长期天气预报及理论研究中。

北京气象中心的B模式产品,向国内各台站发布了许多物理量资料,各地台站应用这些数值产品进行再加工、再分析诊断,作了大量工作。使用垂直运动、涡度场及低空急流的叠加制作落区预报就是其中很好的例子。

利用欧洲中期预报中心数值产品作再分析诊断的工作很多,其中,对大尺度涡旋的诊断非常重视,因为它是转折性天气发展的主要系统。图1给出850hPa感热涡旋动量的水平通量 $\overline{T'V'}$ 与平均温度的分布,以等值线形式叠加其上,这种叠加后新产生的天气图就是一张新的诊断天气图。这种使用数值格点场资料再加工的产品,直观地表现了涡旋动量对平均运动场的干扰状况。

美国国家气象中心NMC逐日发布格点场资料。C. J. 纽曼对台风的发展与移动规律作了大量的研究工作,尤其重视对热带气旋移动规律“引导”原理的研究。他利用格点资料,对多层次气旋运动的动力引导进行计算,发展了一种“深层平均引导”理

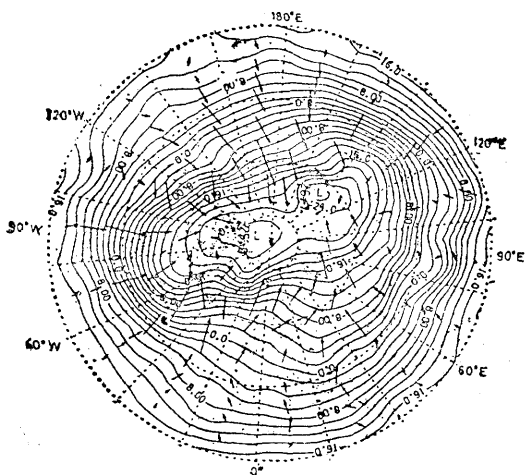


图1 850 hPa 平均温度(等值线)与
感热涡旋通量(箭头线)的分布

论^[1]。指出热带风暴与深层引导的密切关系(图2)。它将数值产品格点场进行再分析,找出了新的有意义的诊断场。该诊断场是作为热带天气系统预报典型的业务化工具之一。由图2可见,热带气旋的移动与深层平均场引导气流方向一致。

在中、长期预报中,传统的天气图是平均图、距平图以及统计分析图等。近年来,中、长期天气过程从观测事实、物理机制到预报方法的研究,例如,大气的低频振荡、遥相关过程的研究,都取得较大进展。图3是对阿留申低压区的经验正交函数(EOF)分析。该图表明,75%的低频振荡出现在某一季节内,而不是出现在季节转换之间,这些新的MOD研究方法给长期天气过程提供

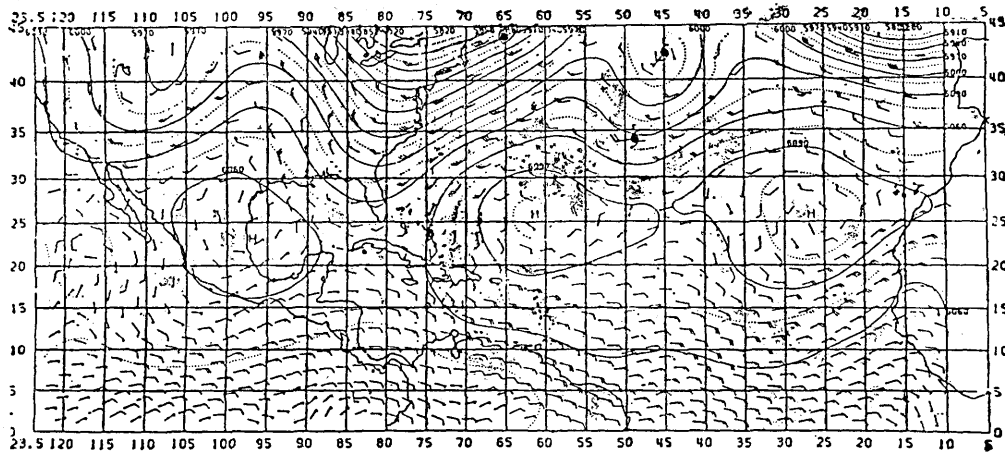


图2 1981年9月11日美洲及大西洋上空深层引导气流与飓风活动的分析

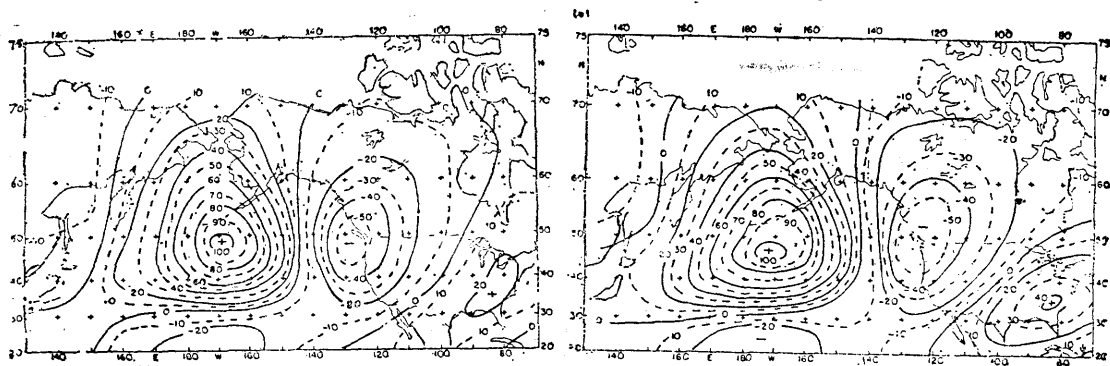


图3 北太平洋阿留申低压区附近引用格点资料作的 EOF 分析
左图:持续异常 右图:低通滤波异常

了新的信息。它告诉人们, 将阿留申低压作为振荡源来做季节转换预报可能会事半功倍〔2〕。

图4是Murakami用1979年5—9月欧洲中心格点资料所作的EOF分析, 对北半球夏季风45天振荡现象进行研究。通过对格点风场的经验正交函数的展开, 分析空间向量 E_1 和 E_2 以及时间向量 C_1 、 C_2 。它揭露了东亚季风存在着明显的45天振荡周期, 这种季风活动(如季风建立、季风雨、中国梅雨的开始和结束)中的进退表现十分清楚〔3〕。图4表明, 印度季风的建立、活跃均出现在时间系数向量图的右上象限; 季风的三次中断均出现在左下象限, 其变化周期为45天。

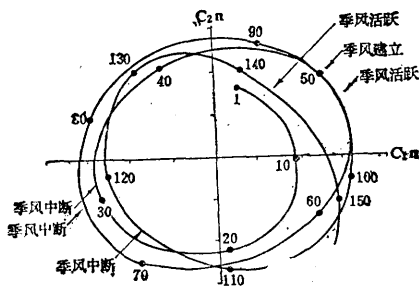


图4 200 hPa 平均 $\bar{u}$ 场EOF分析
 C_{1n} 、 C_{2n} 分别为时间系数的第1、2分量

已开发应用的MOD范围十分广泛, 以上仅给出几个典型例子。数值产品再诊断分析在实际天气预报中的应用有如下几个方面, 亦可视为几个步骤。

1. 数值产品(如格点场资料)经过预报员的经验加工、叠加分析、综合运用, 可以给出诸如落区预报、经验判断等有指导意义的预报方法和工具(如目前广泛应用的暴雨落区预报)。这仍属经验使用阶段。

2. 目前较多的是将MOD技术从经验应用阶段发展到建立物理图象。MOD技术有助于为预报员提供比传统天气图深刻得多的形象的物理图象, 使天气过程的演变, 不同尺度的相互作用能直观地显示在画面上, 有利于加深理解数值天气预报结果的物理意义(图1的表达形式, 所说明的物理意义是普

通传统天气图难于表达的)。

3. 第三步, 即是通过MOD技术, 将数值预报产品的分析诊断结果, 在完成前两步工作后, 形成对某种天气现象有预报意义的新预报工具(如图3、4的工作)。

由此可见, 数值预报产品再诊断, 一方面可以加深对产品资料本身的理解, 同时, 通过对天气过程与现象的分离、识别, 预报员可在新的诊断与动力学再分析基础上, 拓宽对产品的应用, 形成新的预报工具。

三、数值产品的图象显示

由以上各类诊断方法产生的图形分析不难看出, 上述各图共同特点是, 新天气图形的物理意义深刻, 诊断功能强。MOD技术是通过一些物理量或气象要素的科学运算与气象图象显示综合软件系统的运行来实现的。传统的数值预报产品, 如作为代表的格点场资料本身在形象化、通俗化方面较差。所以, 没有现代的计算机图象显示技术的支持, 数值产品的多样性, 物理概念的深刻性也难以表现出来, 数值产品的业务化应用也是困难的。从一定意义上说, 数值预报、动力气象学及图象显示技术的密切结合, 代表着气象科学的一个重要发展趋势。

中央气象台在气象图象工作方面处于开发阶段, 主要作了以下两项工作。

1. 微机图象显示产品的开发与设计

图5是中央气象台图象产品的设计框图。由图可见, 利用微机, 可以实现业务分析与各类主要预报图表的图象显示。预报员可通过人机对话方式, 检索和调阅各类图形。

中央气象台正在开发的微机图象系统前端与微机资料库、程序库相连, 气象数据处理与科学诊断运算及数值产品的输出、再分析结果, 均可直接调用图形库, 形成预报员对图形产品的直接调阅检索。这个图形系统将由一个主目录(List)和10余个子目录组成, 每个子目录中包含若干图形产品或图形元件。预报员使用的调阅命令可简单到只按一个键码, 通过中文提示, 得到所希望看到的任意图形。

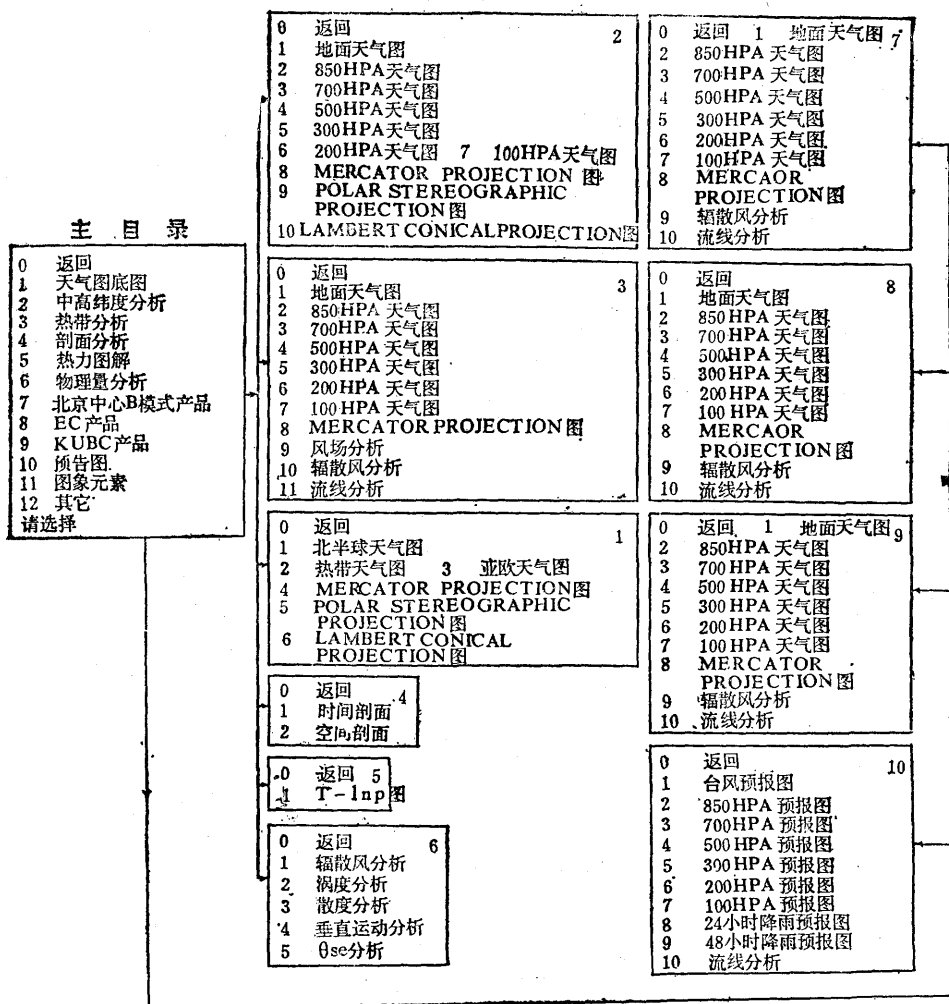


图5 中央气象台图象产品示意图

如图5所示,在屏幕上首先出现主目录,预报员可从12种主目录选择中任意取一个。如要看热带分析,则键入“3”,屏幕上立刻出现第3画面。此时有11种选择,如果你需要看850hPa的热带天气图,键入“2”即可,屏幕会立刻显示850hPa彩色热带天气图(见封底图6)。并根据要求,绘出风场或其他场。若在主目录上键入“5”(热力图解),在第5子目录出现后再键入“1”,即可检索到如图7(见封底)那样的温度-对数压力图。

本系统还有图象的开窗放大、平移与旋转、不同天气图形的投影变换等功能。在数

值预报产品的应用方面,如反映北京气象中心数值产品的B模式格点资料应用,欧洲中心数值产品的图象显示及KWBC(华盛顿)数值产品的应用方面都给予充分的考虑。图8(见封底)是该系统使用的主要设备之一。

一些专用的气象诊断图表,如台风预报图、卫星云图的图象实时显示(图9,见封底)等已在中央气象台利用微机屏幕开发完成,预报员既能调阅不同时效、不同层次、各类气象要素形势背景图,又能查看短时云系演变图。对台风预报,只要输入当前台风所在位置,几秒钟内,就能在屏幕上显示出

24 小时、48 小时、72 小时的路径预报图。

2. 在 M-360R 机上建立台风与热带环流自动检索与图象显示系统

对中央气象台而言, 在开发微机图象技术, 使数值产品 MOD 技术能迅速发展并应用于业务的同时, 应充分利用大型机的优势。我们在 M-360R 机高级图象终端上开发研制的台风与热带环流自动检索与图象显示系统^[4], 已于 1986 年夏季投入业务试运行

(图 10, 见封底)。该系统在台风路径实时预报、台风历史资料图象检索及利用数值格点资料进行再诊断分析等方面, 都具有较好的功能。如对热带辐散风场的分析, 垂直环流的分析, B 模式风场的流线分析图象显示等都作了初步开发性工作^[5]。

四、小结

综上所述, 数值产品的应用与推广, 必须解决若干理论与技术问题, 并对数值预报产品应用的前景作出一些估计, 才能提高目前的水平。

作者认为, 从现在开始, 我们应该对以计算机技术为中心的现代天气分析技术的发展趋势进行研究。就天气分析技术而言, 数值产品、格点资料的广泛应用, 是预报人员对数值产品的再认识, 再分析诊断, 以便加深理解的问题。人们必须打破传统的看书面、纸面天气图的习惯, 重新研究一套办法,

通过计算机去“看”新的图。而不是把格点数值读下来, 再重新键入计算机, 让它依着天气图的方式, 再绘制出槽或脊来。

数值预报产品如何丰富与发展, 转化为新的预报员所能理解的预报工具, 就当前看来, MOD 技术是新发展的有意义的工具之一。预报员应当掌握它、运用它。MOD 技术是数值预报、动力气象学、统计气象学、计算机及图象处理显示技术综合发展的产物。未来的天气图形将面目一新, 三维的动态图象是描写大气过程的理想图象, 计算机处理的气象图形将在这方面得到充分的发展。

参考文献

- [1] L. J. Shapiro, C. J. Neumann, On the Orientation of Grid Systems for the Grid Systems for the Statistical Prediction of Tropical Cyclone Motion, M. W. R., Vol 112, No 1, 1984.
- [2] M. D. Randall, Persistent anomalies of the extratropical Northern Hemisphere winter time circulation, 1985.
- [3] Takio Murakami and Tetsuo Nakazawa, Tropical 45 day Oscillations during the 1919 Northern Hemisphere Summer, JAS, Vol 42, No 1, 1985.
- [4] Wang Jizhi (王继志), An Automatic Document Retrieval and Pictorial Output System for Typhoon Analysis and Prediction on North-Western Pacific, Second International Conference on Interactive Information and Processing Systems for Meteorology, Oceanography and Hydrology, Miami, 1986.
- [5] 王继志, 现代天气分析预报技术的发展, 气象, 1987 年第 1 期。

The model-output re-diagnoses and graphic display for numerical weather productions

Wang Jizhi Tang Guisheng
(Central Meteorological Office)

Abstract

In this paper, a new technique, the status and development of the Model-Output Re-Diagnoses (MOD) and graphic display for numerical weather productions have been discussed. The role in weather analysis and forecasting for this technique have also been documented.

The current development of operational systems for computer-graphic display in Beijing Meteorological center and some ideas to develop those operational systems for the local stations have been discussed.

《数值预报产品再分析 诊断与图象输出在 天气预报中的应用》 附图

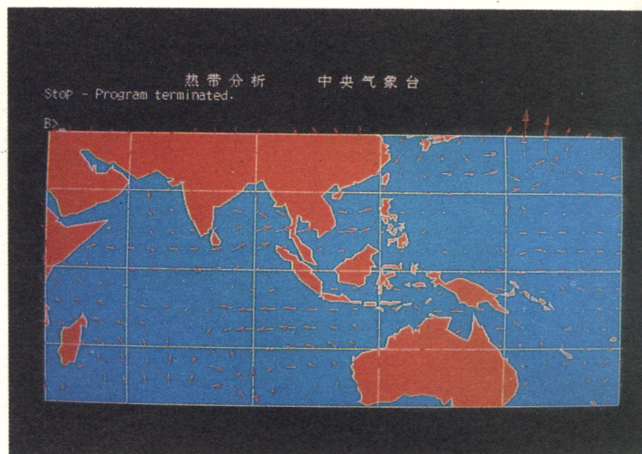


图6 微机长城0520热带风场分析

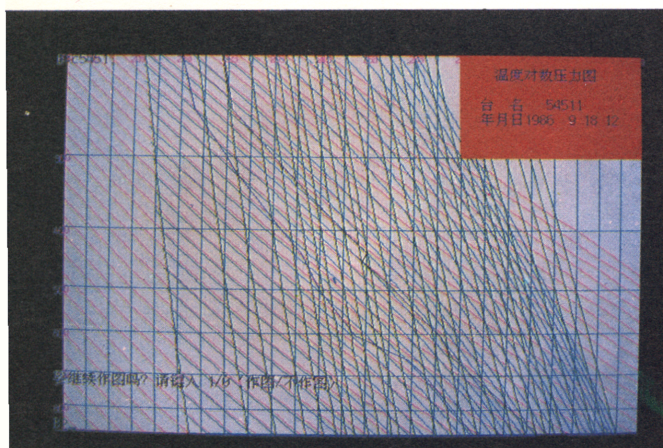


图7 微机长城0520T - lnp图分析



图8 中央气象台微机长城0520工作状态

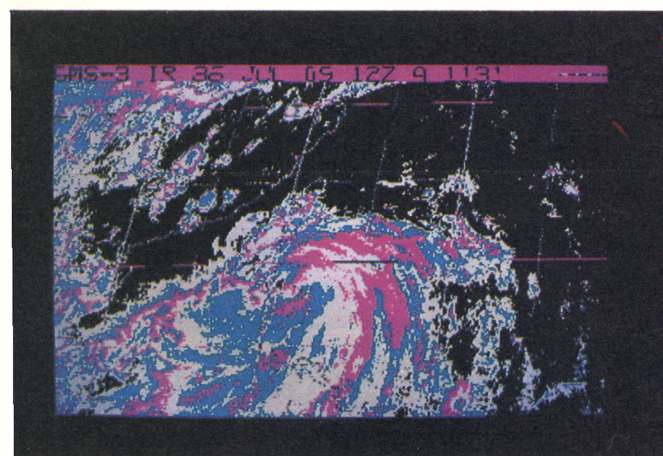


图9 中央气象台微机长城0520卫星实时接收系统



图10 在M-360R上建立的台风与热带环流分析

辑 国家气象局《气象》编辑部
版 气 象 出 版 社
刷 农业出版社印刷厂

总发行处 北京市邮政局
订购处 全国各邮电局
国外订购处 中国国际图书贸易总公司
北京2820信箱

代号: 2-495 国外代号: M-4
定 价: 0.60
北京市期刊登记证第222号
1987年9月10日出版