

日本天气监测分析、预报和服务情况简介

郭进修

(国家气象中心 100081)

笔者于 1996 年 5 月 26 日—6 月 5 日参观了日本气象厅总部所属东京管区气象雷达观测系统,天气预报部实时业务值班室、计算机系统、气象卫星中心,京都大学防灾研究所,大阪管区气象台,关西机场天气预报中心。与有关日方科技人员进行了座谈、讨论,日方人员介绍了日本气象厅数值预报业务和模式,实时天气分析、监测和天气预报业务,台风实时定位以及台风、暴雨业务预报、警报制作流程、方法,天气预报部及其下属的预报课(处)的责任、人员分工,日本气象灾害的收集和防灾减灾组织、对策,京都大学防灾研究所大风、暴雨研究室的研究情况以及大阪管区气象台和关西机场天气预报中心的业务服务。现只介绍日本的天气监测分析、预报和服务情况。

1 日本气象厅的大气探测、资料收集分发及监控

1.1 大气探测

1.1.1 地面测站

日本气象厅有常规地面全要素观测站 162 个,1313 个 4 要素(气温、风、降水量和日照)测站,平均密度 17 公里,每小时进行一次探测,如有需要,可 20 分钟观测一次。据预报科有关人员说,日本建设省降水测站平均密度为 5 公里,东京管区的密度 3—4 公里。

1.1.2 高空测站

探空气球测站 18 个,每天进行 2 或 4 次探测;有探空气球探测的船舶 2 艘;一星期一次进行高达 60 公里的火箭探测站 1 个(此站

位于岩手县境内东海岸)。

1.1.3 雷达测站

日本境内有气象雷达测站 20 个,雷达探测船舶 2 艘。富士山雷达回波可在气象厅楼内的大屏幕上同步显示。

1.1.4 海洋测站

潮汐测站 66 个,建在离岸 1—3 公里 50 米海深的沿海海浪观测站 11 个,海洋观测船 6 艘、海洋浮标观测 4 个。

1.1.5 卫星探测

静止卫星一颗,每天接受 NOAA 卫星资料,并将卫星资料加工处理形成 TOVS 资料提供数值模式和台风定位、定强。若有台风存在时,卫星中心制作台风指导报,提供国内外气象部门使用。

1.1.6 日本还开展如樱花开放日期,秋季树叶变色……等方面的特殊观测项目。

1.2 资料收集分发及监控

1.2.1 日本气象厅国内通信网有两套,一套是由 HF、VHF、UHF 和卫星组成的无线通信网,此网连接国家预报中心和各管区预报中心以及下属的台站。另一套是主要的,由有线连接 6 个管区台,管区台连接其下属的气象台站的通信网(称 L-ADESS)。

1.2.2 资料收集分发速度快。观测后,4—5 分钟可全部收集完毕,10 分钟内可将资料加工处理完毕并传送到预报员使用的工作站中。

1.2.3 计算机和资料收集分发运行监控。无论是计算机中心、卫星中心,还是大阪气象台、关西航空气象台的资料收集分发的监控都

先进明了。各条线路(包括国际通信线路)的运行情况监控在屏幕上显示设计通信速率和目前实际运行通信速率,如有不正常线路,则改变颜色并发出嗡鸣声。在国内资料收集分发的屏幕上以表格形式显示出各管区台应传来台站资料数、实到资料站点数,并可立即查出各区送来资料的站名、时间和未到资料站点的站名等。分发给各地的资料也一目了然,传真图的广播分发可从屏幕上看到开始发送时间,终止结束时间及是否正常等。在总体资料收集监控屏幕上可以看到全球实时资料(包括地面资料、高空资料、飞机探测资料、船舶资料以及卫星反演资料等)的密度,参观时,看到卫星反演资料正在逐渐增加的显示。在计算机运行情况的监控屏幕上显示出计算机和提交给计算机各种作业的运行情况,以及投入业务的数值预报模式的运行阶段的显示。

2 天气预报部数值预报课的数值预报业务

日本气象厅的数值天气预报由预报部数值预报课制作,新的数值模式(参见《气象科技动态》1996年3—4期)已于今年3月1日投入业务运行。区域模式引入了非常规探测资料(雷达和 TOVS 资料)以提高降水等要素预报的精度。数值模式提供的产品种类繁多,标准等压面(包括地面)各时段的形势、温度预报,各层各种物理量的预报以及各时段主要天气要素的预报。

3 预报部预报课的天气预报业务

3.1 天气预报种类

从时间尺度上可划分为短期和一周天气预报。一个月(10、20及月底三次滚动式预报)、三个月(每月一次、20日发布)、暖季(4—9月、一年一次,3月10日发布)、冷季(11—3月、一年一次,10月9日发布)等不同时段的长期天气趋势预报制作和发布业务是由长期预报课承担的,此课已于7月从预报部转为由气候和海洋部管理。

从形式上可分为以20公里格距方块区域

的分布式预报和以城市、都、道、府为代表的地区天气预报。

从天气出现的强度、影响的严重程度上可分为常规天气预报、注意报(advisory,类似于我国的消息)和警报。

3.2 常规预报的天气要素和制作完成时间

短期:天气(包括晴、阴、降水量级及其概率)、最高最低气温、风、海浪和湿度。

一周:天气(包括晴、阴、降水量级及其概率)、最高最低气温。

完成时间:

1天预报:每3小时时间间隔,每天于6、12、18时(东京时)完成。

2—3天预报:24小时时间间隔,每天于5、11、17时完成。

1周预报:24小时时间间隔,每天于11时完成。

3.3 注意报、警报标准和发布

3.3.1 项目

如预报下列天气出现时,发布注意报和警报。

	注 意 报	警 报
大风	暴风雪	风暴
暴雨	暴雪	雪暴(Snow-Storm)
风暴潮	大浪	暴雨
洪水(inundation)	大雾	暴雪(heavy snow)
洪涝(flood)	雪崩	风暴潮
干燥空气(dry air)	积雪	大浪
霜冻	低温	洪水
雪解冻	浓霾	洪涝
地崩(ground loosing)		地崩

3.3.2 标准

	全国(东京)标准	地方(福岗)标准	
注 意 报	大风	13m/s	12m/s
	风暴潮	2.0m	4.0m
	暴雨洪涝	30mm/1小时	30mm/1小时
		50mm/3小时	60mm/3小时
警 报		90mm/24小时	100mm/24小时
	大风	25m/s	20m/s
	风暴潮	3.0m	5.0m
	暴雨洪涝	50mm/1小时	50mm/1小时
报		80mm/3小时	100mm/3小时
		150mm/24小时	150mm/24小时

3.3.3 天气监视和警报的发布

当预报 3.3.1 所列项目和 3.3.2 所列标准的灾害性天气和诱发的灾害发生时,注意报和警报可随时制作发布,此时地面观测台站可将 1 小时间隔的观测加密为每隔 20 分钟,同样,资料收集分发系统可将资料在 10 分钟内收集加工并分发至值班室,以便预报员监视天气变化。注意报和警报可短至每小时发布 1 次。

4 电视天气预报节目

日本气象厅属政府部门,天气预报产品无偿提供新闻媒体。各电视台电视天气预报节目中所有图形图象、文字、播音、编辑等工作由称之为日本天气联合会(Japan Weather Association)制作提供,此会是由广播公司和其它私营公司参加的、加工日本气象厅制作的天气实况和预报信息并提供服务的私营性公司。

电视天气预报节目丰富,从形式上可分为上人讲解和不上人讲解,上人讲解的一般有地面形势实况和预报图,卫星云图和天气要素预报图。从预报范围上可分为全球天气预报、全国天气预报、管区天气预报。全球天气预报节目内容有:全球卫星云图、重要天气和重要天气系统的描述和讲解,并发布约 30 个全球重大城市未来 5 天的逐日天气、最高最低温度预报。国内天气预报节目内容有地面形势实况和预报图、卫星云图、全国天气(如晴、阴、降水及概率)、最高最低温度、风和近海浪高的预报。图形有分成小块以不同颜色表示降水量和温度分布的预报,有以不同天气符号表示某一区域的天气和以数字表示此区域的最高最低温度和变温(与前一天相比)以及降水概率的预报。预报时段 24 小时内分为每隔 6 小时间隔预报,24 小时后为 24 小时时段预报。城市天气预报内容一般为天气、温度和湿度预报。一周天气预报以表格和天气符号形式列出某区未来 2—7 天的预报。还有的电视台用折线勾画区域,用温度表形式表示温度高低的预报。

总之天气预报节目较多但不十分活跃,不同电视台电视节目的表达形式也不尽相同。

5 天气分析监视,台风、暴雨预报警报业务

5.1 天气分析监视

日本气象厅天气分析监视是建立在天气实况(包括各种屏幕天气图、物理量图、云图、雷达图和国内大量天气要素图)和数值天气预报产品(包括形势、物理量和各种天气要素预报图)基础上的,值班员在工作站进行调阅和输出激光纸页图,没有一张用机器或手工填绘的天气图等图表。工作站(基本为日立)菜单清晰,操作调用方便,属“全傻瓜”型。工作站分析一张亚洲地面图约 40 秒,存储后调用速度也很快。屏幕上图形与图象、图形与图形可叠加,可排列放置实况和不同时段的数值预报产品及修改后的天气实况、预报形势图、要素图。修改后的实况和预报图等产品可根据菜单要求存放和分发。

5.2 台风定位和预报

日本气象厅台风监测和实时定位定强业务由卫星气象中心和预报部预报课实施。气象卫星中心利用卫星资料负责 160°W 以西、20°S 以北的太平洋热带气旋的监测和 180°以西、0°以北的台风(包括热带风暴,强热带风暴)的定位、定强和卫星指导报的制作和发布。预报部使用卫星、天气、雷达和数值预报产品等资料承担 180°以西,0°以北的热带气旋监测和台风定位、定强及预报制作服务业务。

5.2.1 气象卫星中心热带气旋分析业务

气象卫星中心云图分析人员每天除进行常规云图分析、制作云情图外,还需对热带气旋(包括热带风暴、强热带风暴和台风)进行重点分析,确定其中心位置,用 Dvorak 方法估算其强度,制作卫星指导报(CCAA 报)向国内外气象部门发布,另外还需估算 50KT 和 30KT 风速区域和推算绕热带气旋中心的低云移动速度及分布(图 1)提供预报员定位、定强参考。

5.2.1.1 气象卫星中心热带气旋定位

①确定云型

热带气旋生成、发展、成熟、减弱的生命史中各阶段的云型特征是不同的,首先根据其

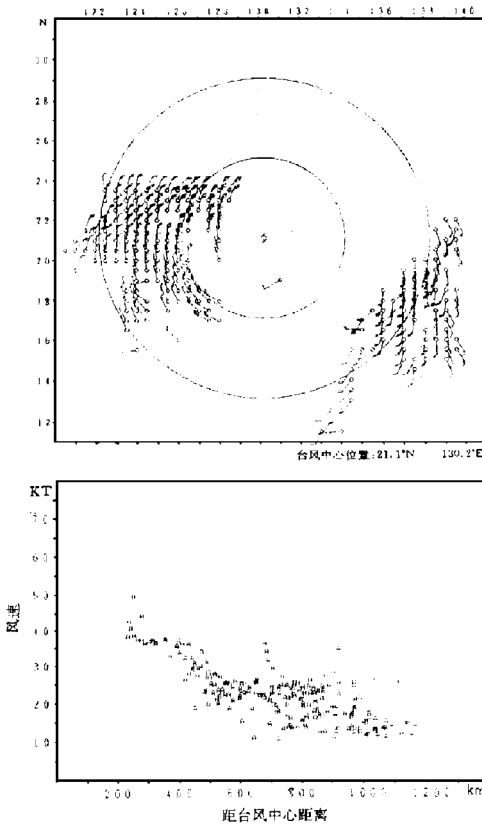


图1 卫星推算的绕热带气旋中心低云移动速度及分布可用于:1.推估热带气旋位置和中心附近最大风速,2.台风模式特征确定热带气旋云型。

②定位

根据不同云型采用不同方法定位。

当有眼时,根据眼定位。

当热带风暴云系统中心不是很清楚时,则根据弯曲云带画螺线,螺线集合点则是其中心。

当弯曲云带没有出现,云系统中心看不出来时,则用圆或椭圆把整个云区包围起来,用几何中心确定其位置。

当云系统中心很不清楚,用上述方法确定的位置也不一,则根据前期路径外推一个位

置,并把用前方法确定的与外推位置最近的位置作为热带气旋位置。

当上述方法都很难奏效时,则把位置定在密闭云区内温度梯度最密集的地方。

③定位是在一个双屏幕工作站上进行的。多幅云图的显示和动画,并可与前期路径和外推路径叠加,作螺线、圆和椭圆都很方便、迅速。操作是用光电笔在绘图板上进行,板上贴有各种云型和特征表以及操作内容表。中心位置确认后,左屏给出其中心值。

④定位精度:根据355个热带气旋7类云型与JMA确定的热带气旋最佳路径位置统计比较,结论如下:

当热带气旋有眼时,气象卫星中心所定位置的偏差差不多都在0.5个经纬度内,在0.3个经纬度内的达85%。当确定中心很精确,卫星中心所定位置位于最佳路径位置的东北象限。

当热带气旋无眼,但云结构可确定其位置,气象卫星中心所定位置的偏差差不多在1个经纬度。在既无眼,又无云结构,其位置偏差要超过无眼有云结构偏差的20%。

5.2.1.2 热带气旋定强

日本气象厅气象卫星中心确定热带气旋强度仍使用Dvorak方法。首先确定热带气旋处在其生命史中的哪一阶段。根据各阶段云型、云区范围等确定其参数后分析确定CI指数,最后根据H. Koba(1989)CI指数与中心附近最大风速和最低气压表给出近中心最大风速和最低气压值。

气象卫星中心定强业务是在专用双屏工作站上进行的。其流程分为10大步,其中某些大步中还分若干小步。进行每步工作时,左屏幕显示Dvorak方法的参照图及说明;右屏为云图,参数确定后在左屏显示并记录。确定CI指数时,前面各步结论均显示在屏幕上以便综合分析。用光电笔围出云区,机器便给出范围大小值,非常客观。

5.2.2 预报部预报课热带气旋分析业务

5.2.2.1 职责:当西北太平洋有热带气旋生成时,预报课台风所人员开始值班,承担热带气旋分析监测、定位、定强、制作预报(包括台风移动,强度变化以及降雨,风、风暴潮和浪高等天气预报),台风过后,整理台风路径,制作并发布最佳路径。

5.2.2.2 方法:预报部台风定位、定强除了卫星云图上使用与气象卫星中心同样的定强、定位方法重新定强定位外,还有两种方法和在定位定强考虑的因素是气象卫星中心来不及使用或不应考虑的因素。它们是:

(1)利用卫星推导低云的移动速度而估算的风向风速分布以及距中心不同距离风速分布图(图 1)来推估台风中心位置和中心最大风速。

(2)利用琉球群岛和伊立诸岛实测地面资料,使用距离交叉和气压廓线外延法推估台

风中心位置和强度。

(3)预报员定强还考虑了天气实况和形势的变化以及未来的路径和强度变化预报等因素,因此相当多的情况下,预报课预报员所定位置和强度与卫星中心所定位置和强度是不一致的。

5.2.2.3 工作平台:在日立工作站和激光输出的纸介质上进行,工作平台与气象卫星中心类似。

5.2.2.4 定位精度:统计了业务定位与最佳路径位置的误差,平均为 16 海里,小于 30 海里(good fix)占 63%,在 30—60 海里(fair fix)占 24%,大于 60 海里(poor fix)占 13%。

定位是很重要的,初始位置误差将导致较大的预报误差,经统计分析,得出 24 小时预报误差与初始定位误差关系的回归方程如下:

good fix 情况下 $FE=2.4 \times IE+102$ 海里

fair fix 情况下 $FE=1.3 \times IE+132$ 海里

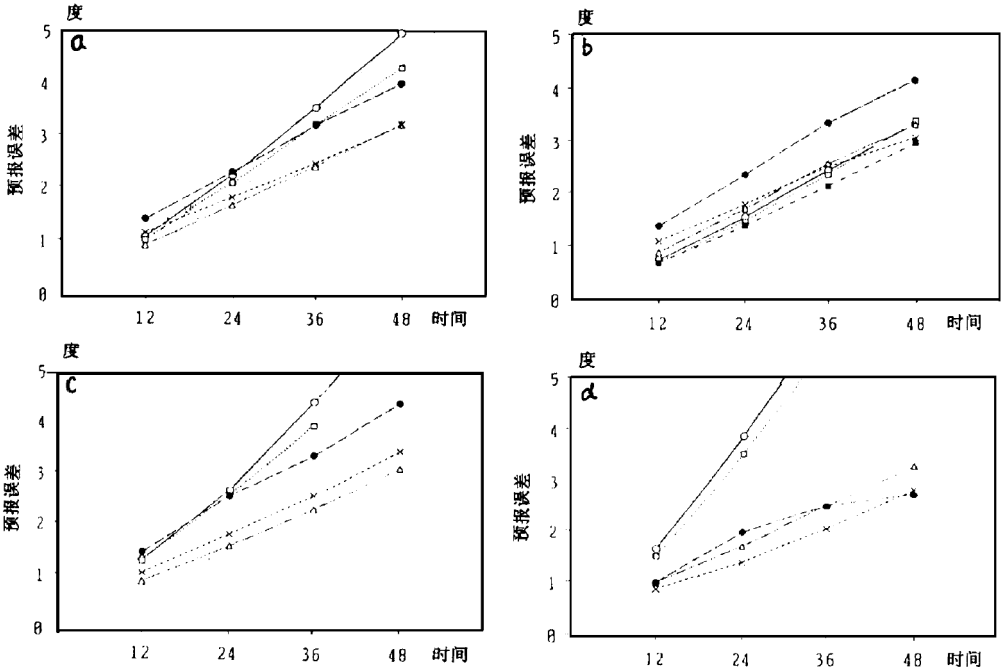


图 2 各种台风预报方法精度的比较。a. 整个洋面, b. 15°N—19°N 范围洋面, c. 19°N—25°N 范围洋面, d. 25°N—30°N 范围洋面。○表示客观外推法, □表示统计(PC)法, △表示台风模式, ×表示区域模式, ●表示全球模式

poor fix 情况下 $FE=4.1 \times IE+126$ 海里

其中 FE 为预报误差, IE 为初始定位误差。

5.2.3 预报部的台风预报业务

5.2.3.1 台风预报业务流程

日本气象厅预报部台风预报业务流程与我国台风预报流程相似。即首先分析台风目前和前期路径, 强度变化及其产生这种变化的原因, 然后调阅各种客观预报结果, 分析天气形势和天气资料变化, 综合判断并形成台风移动、强度和天气预报结论, 存放中央服务器中并服务。

5.2.3.2 台风预报方法

(1)客观预报方法有:客观外推预报法、统计预报(PC)法。

(2)数值模式输出结果有:台风模式(06, 18UTC)、全球模式(00, 12UTC)。

(3)卫星云图特征预报方法。

5.2.3.3 各种台风预报方法精度的比较

从图 2a 中可见, 台风模式预报的精度较高, 其次是区域模式和全球模式, 外推和统计法制作的预报在预报时段较短时还相差不多, 但随着预报时效的增长, 其精度大大低于数值模式。从图 2b-d 中可见, 在纬度较低时, 除全球模式外, 其它预报方法精度相差不多, 随着纬度的增加, 台风和区域模式预报的结果越来越优于外推和统计预报的结果。

5.2.3.4 台风的服务

预报制作完成后, 注意报、警报将通过 ADESS(资料自动编辑监视系统)向地方台站和联网用户传输; 通过无线电台、无线传真、海事卫星向海洋安全部门、船舶发布; 同时传输给都府、海上安全厅、运输省、警察厅等政府部门; 并通过 GTS 传发给台风委员会成员国。

5.3 暴雨预报

日本气象厅暴雨预报是建立在高质量的数值预报释用产品和预报员分析监视稠密测站(包括雷达、卫星)天气实况变化基础上的, 其降水预报业务流程如下:

首先在工作站屏幕上显示数值预报并经卡门滤波和神经元释用每 3 小时 4 个等级降雨量分布, 并将此降雨预报发往各区域中心, 同时激光输出 11 个大区, 每大区又分为若干小区每 3 小时降雨量和降水概率表。预报员调阅分析各种实况和预报产品后在纸面表格上修改, 完成修改后输入工作站, 形成经预报员修改后(包括区域中心修改后传回)的正式降水预报产品, 存入中央服务器, 供用户调用。若达到要求发布降雨注意报和警报标准时, 则向有关政府部门和单位传输其暴雨注意报或警报信息。

6 日本的防灾减灾

日本是多地震、多海洋、多气象灾害的国家, 地震和火山灾害之多是众所周知的, 气象灾害方面, 由台风和梅雨锋造成的 24 小时最大降雨量曾分别达 1114 和 1109.2 毫米, 1 小时降雨量达 187 毫米; 台风造成的极大平均风速达 69.8m/s, 阵风达 85m/s, 影响是相当严重的。

60 年代以来, 日本由自然灾害造成的经济损失最低年份约 20 亿美元, 最高年份约达 300 亿美元, 其损失占国民经济总产值的 0.2% 至 1.4%。

6.1 防灾组织

日本防灾组织分四个层次——国家, 县府、市镇和公民级。国家级包括内阁总理大臣, 负责制定、实施和协调防灾计划。中央防灾会议, 负责防灾基本计划的制定和促进实施, 指定 29 个行政机关, 37 个公共机关负责防灾业务计划的制定和实施。府县级组织包括知事, 地方防灾会议和指定的地方行政机关和公共机关组成, 负责本地防灾计划的制定、实施和协调。市镇级包括市镇长和市镇会议, 负责本市镇的防灾计划制定和组织实施。公民组成水防团和防灾队伍, 进行防灾减灾活动。

6.2 防灾对策基本法和防灾财政预算

59 年一台风登陆日本, 产生了重大灾害。为了今后减轻自然灾害的影响, 制定了防灾

基本法,包括明确各部门的责任,建立防灾体制,紧急灾害对策,救策恢复对策,组织预防灾害,财政预算和灾害的紧急状态八个方面。

防灾财政预算逐年增加,95 年为 30000 亿日元,主要用于科技研究,灾害预防,救灾恢复和国土保全(工程修建)等四个方面。

6.3 日本气象厅的防灾组织

日本气象厅在厅本部计划处设有防灾官员,负责气象厅防灾的管理、组织和协调。具体业务工作分布在各部门实施,如气象方面在预报部的预报课,负责灾害性天气注意报、警报和防洪方面的专用气象情报预报信息的发布并开展此方面的防灾减灾工作的合作。

6.4 气象灾情的收集

当灾害性天气发生时和出现后,当地气象台负责向市镇和府县政府部门收集灾情,并按规定及时通过有线和无线通信系统向气象厅报告。

7 体会

日本气象厅在业务及其组织管理某些方面的工作给笔者留下深刻的印象,主要如下:

(1)日本气象厅业务组织的严密,管理的科学,流程的清楚,实际运作的规范以及职责的清晰,分工的严格,工作的细致都达到了较高水准。

(2)日本气象厅设备和业务形成整体系统,集中投资、部与部、课与课之间不重复劳动,投资和劳动效益高。

(3)预报员使用的工作平台,设计先进,分级菜单无需过多查询,充分考虑了要完成这一业务,如修改一份实况或预报图的各步流程,实用性非常强,操作也非常简便易学。

(4)只要是在业务中确有用处的方法,不管它们再老再简单,仍一丝不苟地按要求制作并使用,比如台风定强工作中所用的 Dvorak 方法以及台风预报工作中的客观外推法。

(5)我国数值预报和业务预报员面临的冲击和挑战。“八五”期间,我国的数值预报有了

长足的进展和提高,降水模式从无到有,不断提高,有了很大的发展。然而象日本的数值预报,由于模式的分辨率,区域模式中物理过程描述和处理的提高以及非常规资料的引入,天气要素预报的精度也有了较大提高。欧洲中心的形势预报以及日本的降水预报已在我国各级台站广泛使用,冲击着我国数值预报产品的使用。另外,在我国建立以数值预报产品为基础的综合天气预报方法和体系是全国预报员的愿望,也是我国业务预报发展的出路。作为基础意味着什么?至少应该是象日本一样预报员在制作全国或一个区域,一个城市天气预报时,数值预报产品不应只作参考,预报员在头脑里形成天气要素预报图形是建立在数值预报产品、实况变化和对模式预报性能深入了解……等的基础上,且对数值模式提供的要素预报只进行个别的,细小的修改。目前资料加工处理能力和人机交互能力较强的工作站已进入会商室,与之相应的 MIPS 和 MICAPS 软件开发已基本投入业务并将逐步完善提高,给建立以数值产品为基础的综合天气预报方法和体系提供了条件,我国数值预报,尤其是要素预报的品种和精度就成了建立这一预报体系的关键,面临重大挑战。

由于通信能力,计算机、工作站对资料加工处理能力的提高,数值预报产品,尤其是要素预报产品精度的提高,品种的增多以及人们精神物质文明的提高,在生产生活中将要求有更多的和更精的天气要素预报,这样目前传统的天气分析监视手段,预报方式和内容同样面临冲击,用铅笔手工分析天气图最终将成为历史,取而代之的完全是屏幕图形图象。修改精度高的数值预报产品必定要求预报员具有的水平更高,经验更丰富,知识面更广,捕捉有效预报信息更多。业务预报员必须改变某些观念,适应天气预报方式的根本改革,接受气象现代文明进步的挑战,并赢得胜利。