

气象业务技术四十年来的发展

骆 继 宾

(国家气象局)

提 要

本文就我国气象业务技术中的主要方面,即气象台站网的建设和发展、气象通讯系统、卫星气象及气象卫星、天气预报、气候资料工作、专业气象工作等方面四十年来的发展作了简要述评。在这四十年来的发展中,以近十年来的进展最为迅速和显著,本文对此作了重点的叙述。通过以上叙述也概括地说明了我国当前气象业务技术的现状和水平。

1989年10月1日,是中华人民共和国建国四十周年纪念日。四十年来,在党中央和国务院的正确领导下,我国的气象事业有了蓬勃的发展。气象事业发展的关键是气象业务技术的发展。我国目前的气象业务技术水平,在国内能够基本满足我国国民经济发展及防灾、抗灾的需要;在国际上,从总体上说已接近国际先进水平,某些方面则已达到国际先进水平。现就四十年来我国气象业务技术一些主要方面的发展简要分述如下。

一、气象台站网的建设和发展

我国气象台站网的建设和发展概括地说有以下特点,即发展速度快,密度大,种类比较齐全,质量逐步提高。

1. 地面台站网

旧中国遗留下的各类气象台站总共只有70多个,残缺不全。50年代主要干了两件事:一是统一观测规范;二是大力发展气象台站。我国大部分地面测站包括天气站和气候站都是那个时期建立起来的。台站网发展速度之

快是惊人的,特别是在1958年提出“专专有台,县县有站”的口号,一年中就建了1108个台站,经过以后的调整,大部分都巩固了。也可以说,现有的全国2361个台站中,绝大部分是50年代建立起来的。就我国地面台站的密度看,除了西北部高原、沙漠等地外,均已达到了世界气象组织所要求的标准。东部有些地方甚至稍过密。这一台站密度可以和世界上台站最密的西欧、北美地区媲美。我国地面观测发报的质量也是受到国际赞誉的。测报质量虽曾有长时间的徘徊,但总是逐步提高的,近10年来,特别是近两三年改用PC-1500微机编报之后,质量有显著提高。1988年全国地面测报错情率已下降到0.16%,不及1978年1.8%的十分之一。

我国测报工作的一大特点是缺报率一直很低。即使在“十年动乱”期间,除极少数台站有过中断外,绝大部分台站均能坚持正常的工作。近10年来世界气象组织每年均组织对各国测报的监测。1988年监测的结果,我国地面观测的缺报率仅0.9%,是全球情况最好的国家之一。

2. 高空气象探测站网

有测风和无线电探空两类探测。50年代初测风主要是靠光学经纬仪跟踪气球,由于气球易受云层遮蔽,在阴雨天气情况下,这种测风效果差。50年代中开始建立我国的(芬式)无线电测风站,以后又引进苏式马拉赫经纬仪。到60年代,701型测风雷达研制成功,与新研制成功的探空仪结合在一起,形成59-701型探空测风系统。

50年代我国探空站网的发展也是很快的。建国之初,我国只有两个探空站。到第一个五年计划结束即1957年底,探空站数已达73个,经纬仪测风站165个。50年代主要的问题是探空仪的制式不稳,先后采用美式、芬式、苏式探空仪,到60年代,59-701型探空测风系统研制成功,并逐步在全国高空站普遍采用以后,探空和测风的制式才稳定下来。整个探空站网就数量和观测仪器方法而言,从60年代末到现在基本是稳定的。我国目前的探空站共120个,小球测风站还保留了27个。我国探空站的总数在世界上居第二位,仅次于苏联。从台站的间距看,除西部高原、沙漠地区外,甚至高于苏、美,可以与世界上最密的西欧相比。目前世界上参加全球交换的探空站共979个,我国约占1/10。我国高空探测的质量也是稳步提高的。在观测方法上也不断有所改进,59型探空的地面接收,最初是人工的,以后改为自动记录,人工计算,80年代以后研制出全自动接收设备,并采用PC-1500微机半自动处理和Z-80微机实时处理,不仅节省了人力,减轻了劳动强度,也提高了观测精度。世界气象组织仪器和观测方法委员会委托英国对各国1977—1981年五年探测质量评定的结果,我国在世界上属中上水平。我国探空仪的施放高度50年代不足20km,到70年代已稳定在25km左右,有的可达30km。

3. 天气雷达网

我国天气雷达探测业务起步较晚,50年

代末开始引进,60年代开始研制,60年代末至70年代才开始布网。最初在沿海布设了9部843型雷达,波长为11.3cm,主要用于探测、警戒台风。70年代在内地、特别是东部各省大量布设711型雷达,波长为3.2cm,主要用于本地天气特别是对流性天气的监测。70年代后期713型雷达研制成功,近10年来在一些省会和重要城市已陆续布点30多台。80年代初研制成功714型雷达,波长为10.3cm,这种雷达的电磁波穿透力强,适宜于大面积强降水的探测,现正逐步布设在沿海,以取代原有的843型雷达,同时在一些多暴雨地区(如黄山等)也着手布设。

我国目前天气雷达的总数已近200部,其中711型3cm雷达占3/4。就总数而言,我国的天气雷达超过世界上任何国家,但是由于通讯条件的落后,我国雷达图象远程传输技术还比较差。

80年代,在天气雷达方面下述两项技术获得了显著的发展:一是雷达图象近距离和远距离的传输;一是用微机对雷达信号进行数值化处理,以使图象能增强和彩色显示。此外,一些省、市还用微机进行多部雷达图象的拼图工作。这些技术的发展都大大提高了雷达的应用水平。

4. 专业台站网

除了以上几个通用台站网外,我们还有一些专业台站网,如农业气象试验站网和一些专项观测(如日射、酸雨等)试验站网。

农业气象试验站网是我国较大的专业台站网之一。现在全国共有一级农试站29个,二级农试站31个,从数量上看这在世界上是少有的。农作物的品种因地理和气候条件而异,因而农业气象观测项目并不完全统一,但农业气象情报对加强为农业服务的针对性,为各级领导指挥农业生产提供科学依据方面,起到了积极作用。

除农业气象试验站网之外,经过多年的

努力,我国还建成了民航气象台站网,军事气象台站网,农垦气象台站网等。它们为专业气象业务和服务提供和积累了必要的资料,也补充了通用气象台站网的不足。

二、气象通讯系统

通讯系统有如气象业务工作的动脉,通讯畅通,全盘皆活。四十年来由于我国气象业务的发展,需要通过通讯网路传递的信息十倍,甚至几十倍、上百倍的增加,而且传递速度要快,方式要多样、灵活,我国气象通讯业务正是适应这一需要而发展的。

50年代我国的气象通讯主要是靠莫尔斯方式的广播和接收。1956年开始建立第一条有线电传电路,以后建立了国际有线电传和国内干线有线电传电路。70年代发展了无线电传气象广播(即移频广播)和气象传真广播。近10年来气象通讯技术发展最快。到目前为止,我国已经建立了一套比较完整的气象通讯网。

我国现在的气象通讯网路主要由有线电路、无线电传广播和辅助通讯网等几部分组成。

有线电路又分为:1. 国际有线(卫星)电传电路,目前已开通北京—东京、北京—奥芬巴赫(西德)的高速卫星电路和北京—莫斯科、北京—伯力、北京—乌兰巴托、北京—平壤、北京—香港等的低速有线电路;2. 国内干线有线电传电路,北京至上海、广州、武汉、成都、兰州、乌鲁木齐、沈阳等几个区域通讯枢纽间的有线电传;3. 省级有线电传电路,主要是各区域枢纽至各省、直辖市、自治区气象局之间的有线电传电路,目前全国30个省、市、区均已建立了此种电路;4. 省内及市内的有线电路。部分省、区建立了省气象台至某些地、市气象台的有线电传电路,各省气象台还普遍建立了通至民航、军事、院校、防汛、交通、科研单位之间的市内有线电路,转发所需的国

内外气象情报。

无线电传广播,现在在北京、兰州、乌鲁木齐、武汉和成都共设立了5组无线电传广播,覆盖全国各地,播发的内容、范围、时效可以满足各种类型气象台的需要,这主要是为没有有线电传电路的气象台制作天气预报提供气象信息的。

传真广播网,主要是向全国各气象台提供天气分析、预报和其它图形产品,分两级。一类传真是由北京国家气象中心发出的各种图形产品,供全国各级气象台和国外气象部门接收使用;二类传真是六个区域通讯枢纽播发的图形产品,主要供本区域内气象台站接收使用。

辅助通讯网,是为了补足上述通讯网路的不足,主要是用甚高频和超高频对讲电话建立的省—地、市,以及地、市—县间的通讯联系。在青海、黑龙江等省还部分地使用单边带通讯解决远距离台站间的通话。辅助通讯网络目前在全国大部分省、市、区已建立起来。它不仅可以通话,进行天气会商,还可以传递气象情报,甚至雷达图象。

80年代是气象通讯大发展的年代,这不仅表现在通讯网络的迅速发展和逐步健全上,还表现在新技术的引用上。特别值得提出的是计算机通讯,1980年首先在北京气象中心建立了以日立M160计算机为主的通讯枢纽,由计算机进行自动选报、纠错、编辑和分发。由于使用了计算机,得以在80年代初使北京—奥芬巴赫,北京—东京的电路升速为9600比特/秒,达到了世界气象通讯中的最高传输速度,既加快了时效,又大大增加了传递的信息量。以后,上海、武汉、广州等区域通讯枢纽又采用PDP11/44计算机,作为通讯机和北京之间建立了计算机对计算机的高速通讯。

与此同时,在一些省气象台相继采用微机转报系统。这是利用微机进行自动收报、选报、纠错、编辑、分发等任务,不仅提高

了时效和质量,也节省了人力。近几年的实践表明,这种系统花钱不多,行之有效。辅助通讯网的发展是近四、五年的事。这一通讯网的建立,加上近几年发展的气象警报系统,使基层台站大大增强了活力,深受基层台站和地方政府的欢迎。

三、卫星气象及气象卫星

1960年世界上第一颗气象卫星上天,使人类开始了从空间观测地球大气的新纪元。60年代各国纷纷建立卫星资料(图片)接收站。我国于1969年底着手研制卫星图片接收设备,1970年首先在中央气象台建立气象卫星云图接收的设备和业务。当时接收的是低分辨率的极轨气象卫星云图(APT)。由于云图直观、形象,设备价格不高,技术亦不复杂,因此,在短短几年中,这种业务就在全中国几十个地点和单位普及。70年代中期,我国又研制生产了高分辨率极轨气象卫星资料接收设备(HRPT),以后又进行了改进。1977年日本地球静止气象卫星(GMS)发射以后,我国很快新研制并成功地接收了低分辨率和高分辨率地球静止气象卫星云图的设备,并建立了相应的业务。可以说,在卫星云图接收技术上,我们能紧跟国际上气象卫星的发展。目前,我们能接收到最新一代(第四代)极轨气象卫星和日本GMS-3的高分辨数字展览云图。现在卫星云图已是我国各类气象台常用的预报工具之一。

在卫星云图资料的加工处理方面,也有了很大发展。70年代,我们接收到的云图的拼镶、定位,经纬度网格的加套都是手工制作的。到70年代末开始改用计算机处理。80年代则大量使用微机,不仅可以对云图进行自动的拼镶、显示、加套经纬网格和地貌、国界,还可以进行增强和伪彩色处理和显示,使云图的使用更为直观、方便、准确。此外,我国有关单位还利用卫星资料推算海

面温度等参数。1987年,卫星气象中心在联合国计划开发署的支持下,建成了一个具有80年代水平的比较完整的TIROS-N气象卫星资料接收处理系统。

70年代气象卫星图片主要用于天气分析和预报。用云图配合天气图能更清楚地确认天气系统,如冷锋、低涡等等。特别是在资料稀少的海洋上,识别热带风暴、台风、东风波和在记录很少的高原上识别各类天气系统(包括孟加拉湾和高原西部移来的系统)都极为有用。由于气象卫星是一个面的观测,因此,它在航空预报上效益显著。80年代云图资料的应用领域在逐步拓宽。现在我们能利用卫星资料监测森林、草原火灾,在1987年5月大兴安岭大火中,气象卫星云图监测的火情为指挥抗灾、灭火起到了重要的作用。此外,卫星云图还应用于洪涝灾害的监测,河口泥沙沉积情况的监测以及农作物产量的预测,海冰的预测和海上鱼群的预测等。

研制我国自己的气象卫星是根据周恩来总理生前的指示进行的。1988年9月7日我国第一颗极轨气象业务试验卫星——风云一号被成功地送入轨道。随后地面系统即收到了风云一号发出的云图,图象清晰,层次分明。这颗试验气象卫星的成功发射标志着我国已经进入世界上少数几个能发射和拥有气象卫星国家的行列,为我国气象卫星事业打下了基础。相信通过第一颗试验气象卫星的经验教训,我国今后的气象卫星事业会得到更好地发展。可以肯定地说,我国在气象卫星及其应用方面的潜力还很大。

四、天气预报

50年代初,我国就建立了大台的天气图的日常预报业务并开展天气学方法的天气预报。这十年中天气预报的发展和提高,一方面是由于地面和高空探测站点的增多,另一方面是对影响我国的天气系统和我国特有的天气型式有了认识并积累了一定的天气经

验。1958年首先从云南镇雄开始开展了单站补充预报。这在当时弥补大台预报过于概括、为加强本地短时天气预报是起到了积极的作用。随后在山西雁北地区台开始的分片预报也具有相同的意义。

60年代初,在全国大台普遍开展了预报改革,实际上主要的工作是对影响本地的天气型式和天气系统进行归纳、整理,形成天气气候的概念;对一些有用的预报经验加以简单地统计,使其指标化,这些工作当时都起到了一定积极作用。

十一届三中全会以来,经过拨乱反正,加强了气象业务现代化建设,使得最近十年来天气预报业务有了较快的发展,概括起来主要表现在以下几个方面:

1. 由于雷达图象和卫星云图逐渐在各气象台普及,短期预报的依据更为充实,特别是近年来有了雷达联网拼图和高分辨率云图以及图象资料的增强和彩色显示等手段,这对监测对流性天气和中小尺度系统很有用。许多气象台开展了短时预报取得了较好的效果。卫星云图对监测海洋、高原、边远地区等资料稀少地区的天气系统具有很高的价值。

2. 数值预报产品得到了广泛的应用。目前北京气象中心已经开展北半球5层原始方程模式72小时的预报。同时还开展了5层原始方程区域模式和正压嵌套台风预报模式和用于热带的4层和6层原始方程模式。另一方面,国外的数值预报产品,特别是欧洲中期天气预报中心的产品在我国也受到了欢迎和广泛的应用。省、市级以上气象台的中期预报,已越来越多的依赖于中期数值预报的结果。这些年来数值预报产品的水平和时效也在逐步提高。

3. 数理统计预报方法,数值产品的解释预报方法,专家预报系统等有了很大的发展。数理统计预报的种类多、应用范围广,不仅在单站预报、要素预报上,在台风路径预报、长期预报上的应用也有发展。MOS

和PPM预报方法作为数值产品的统计解释预报方法,用以预报各地的气象要素的分布,得到了广泛的应用。各种客观诊断方法,如总静力能量和湿有效位能,非热成风涡度和相对位涡,湿倾向方程及低频重力波指数法等都在应用中取得了一定的预报效果。近几年专家预报系统在各地都有了不同程度的发展。这实际是把预报员的经验进行逻辑化、客观化、定量化的总结和提高。一些省气象台反映,对某些重要天气过程,专家系统的预报结果已能达到甚至超过老预报员的水平。总之,这几个方面的发展使我国的天气预报业务正稳步地向客观化道路上迈进。

4. 预报流程中各项技术的改进。近些年在预报流程的各个环节,技术上都有了显著的改进,这包括微机转报系统、填图机、实时资料库和各种图形显示等等的建立和使用,都对天气预报水平的提高起到了一定的作用。表现在:①提高了工作时效,使预报员能更早地看到新的天气图表;②节省了大量的手工操作劳动,使人们有更多的时间和精力,查阅资料,考虑预报;③人们能得到更多的图表、资料,使用起来也更为方便。这些效益的综合作用,必然促使天气预报水平提高。

1987年下半年,国家气象局在全国29个省市开展了一次关于天气预报的社会调查,33万余人参与民意测验,其中有70.5%的人认为天气预报基本准确。在回答关于近几年天气预报水平是否有提高时,49.4%的人认为,有较大提高,42.7%的人认为有所提高。可以说这是广大人民群众对我国天气预报业务发展的一个客观而公正的评价。

五、气候资料工作

气候资料工作的任务在于把原始观测资料经过审核、加工、整编、储存、出版,使其能以一种方便的形式满足国民经济各有关

部门和气象科研的需要。我国气候资料的业务于1950年正式建立,起步甚早。50年代,由于台站数量增长很快,资料工作的任务是很重的。尽管当时几乎全部工作都是手工操作,但整个工作的进展是井井有条的。一些新的业务也在逐步开展,如与国外资料的交换,历史天气图的出版,资料用打孔方式记入卡片以及资料的缩微业务等,气候的分析服务工作也在逐步开展。

60年代,由于业务指导思想上“左”的影响,加上对资料工作的作用、特点认识不足,因而采取了不适当的措施,对资料工作进行了压缩、取消、合并,一些正常的业务工作被迫停顿,资料整编工作形成积欠。

十一届三中全会以后,中央气象局作出了加强气候资料工作的决定,对资料工作的机构、人员也作了相应的调整充实。气候资料工作的大发展是近十年的事,突出地表现在以下几个方面:

1. 基本气象资料的信息化。气象资料最初是记录、抄写、储存在观测报表上,以后有小部分用人工打孔的形式记入卡片上,这种原始载体对现代化的、即用计算机进行的加工、整编是不适应的。从1980年起全国各省、市气象局即采用纸带做载体的信息化工作,这种载体的信息可输入计算机,也可以方便地转记在磁带上。到目前为止全国基本站和高空站的数据已全部信息化,一般台站也绝大部分完成信息化,其中不少已转记在磁带上。这意味着多年积欠的资料整编可以很容易地由计算机去完成,从而使多年沉睡的原始资料得以在服务 and 科研上发挥作用。

2. 用计算机加工、整编资料。70年代初在中央气象局资料室开始使用计算机。80年代初利用微机(CCS-401、IBM-PC和APPLE-II等)进行气候资料加工整编的工作已在全国各省、市逐步展开。这就大大提高了资料加工整编的质量和时效,节约了大量的手工劳动,也便于根据服务上的需要

进行专业性或专题的加工和整编。近年来不少省、市气象局已用微机编制气象站的月报表并投入业务。这不仅提高了报表的质量,使之更为工整、美观,并减轻了气象站的工作负担。此外,用微机进行整编打印,还大大简化了资料出版的程序,提高了质量和时效。

3. 气候评价工作的普遍开展。80年代初开始,全国自上而下,普遍地把气候评价工作列入日常业务。气候评价是从气候对国民经济和社会的影响出发,用气候学的方法评述本年度、本地的气候状况和天气气候特点以及其对工农业生产和对国民经济各部门、人民生活的利弊影响。这是一种对气候状况的综合分析和记载,在某种程度上,它是更为全面而深化的“气候志”。记载和分析了单纯从气候资料报表数字中所不能和不易表达的情况。长期的积累,必然使这种记载在气候的分析、研究和气候资源的开发应用上具有更为重要的价值。另一方面气候评价本身(指对某一年的分析)已经成为一种服务材料,一些部门和单位用它来分析本部门经济效益与天气气候的关系,这对他们合理利用天气和气候条件以提高经济效益无疑是有益的。

4. 气候工作意识的增强。长期以来气候资料工作的重点在资料的统计整编方面,气候工作开展不多。近几年气候变化问题已引起世界人民的关注和各国政府的重视,气候工作也得到相应加强。在这一大趋势的影响下,我们也加强了气候和气候资源的工作,不仅在管理机构上有了调整,更广泛地开展气候分析和服 务,还开始了气候变化的监测和分析工作,这方面今后几年肯定会有大的发展。

六、专业气象工作

1. 农业气象

这是专业气象工作中建立最早,工作量也最大的一项。近十年来农业气象已突破了过去多年来主要限于试验研究的范围,突出的工作主要有:

(1) 农业气候区划工作,在全国29个省、市,2千多县开展了农业气候区划,工作量巨大,这不仅对全国农业气候资源进行了一次广泛的调查,整编出了大量基本数据和图表,同时也使各地领导和有关部门增强了农业气候资源的概念,有利于今后按科学规律办事。

(2) 森林防火的气象业务,包括林火监测和火险等级预报,等等。

(3) 农作物产量的预测,近几年各省利用气象卫星资料和地面及农用观测资料,对小麦等总产量(和平均亩产)进行预报,从实际预测的效果看,总的来说这种预报的结果比起其它部门的预测更接近实际,受到各地党政领导的欢迎。

2. 海洋气象

海洋气象业务始于50年代初,1950年我们即逐步建立了一批海洋气象站,不仅进行气象观测,也进行海洋水文观测。与此同时沿海几个海洋气象台即开始用中文、英文向海上来往船舶广播海上的天气预报和警报。60—70年代由于海洋机构、体制的变动,加上“文革”的影响,只维持了海上的天气预报。70年代末开始,由于改革、开放的需要,海洋气象工作重新得到加强。

近十年来新开展的主要业务有:加强了一批港口气象台站的建设;开展了为海上石

油钻井平台的气象服务;对海上来往船只除继续提供天气预报、警报的中、英文广播外,还进行天气图的传真广播;开展了远洋气象导航的业务试验并取得了较好的成果,有待于今后逐步投入业务。

概括地说,我国气象业务技术四十年来有了很大的发展,但道路却是不平坦的。和全国科技和经济的发展一样,受全国“大形势”的影响,有指导思想上的失误,更有十年动乱的干扰。而近十年来,由于十一届三中全会以来改革、开放的政策贯彻和经济发展的需要,我国气象业务技术得到了持续、稳定的发展。业务的种类比较齐全,现代化水平有了大幅度提高。可以说是四十年来发展最好、最快的时期。尽管我们大胆地引进了许多国外的先进技术,但是在许多方面,例如微机的广泛使用,高频辅助通讯网的建立,农业气象业务,卫星资料的应用等方面都能从中国的现实情况出发,体现了中国的特色。经过这十年的发展,我们已为我国今后气象业务技术现代化的大发展打下了一个比较好的基础。只要我们今后在指导思想上没有重大的失误,相信我国的气象业务技术会得到更快更好的发展,和国外先进科技水平的差距会逐步缩小,并能更好地满足我国国民经济发展和改革、开放的需要。

Developments of operational meteorological techniques for the last 40 years

Luo Jibin

(State Meteorological Administration)

Abstract

This paper describes briefly the last 40 year's development of main operational aspects of China's meteorological work, i.e. various meteorological station network, meteorological telecommunication, satellite meteorology and meteorological satellite, weather forecast, climatology and climatic data and specialized meteorology. During its 40 year's development the progress made in the latest 10 years is most prominent and significant. Therefore, it is described with emphasis in the paper. In fact, an outline has been given on the present status and level of China's main aspects of operational meteorological work through the description.