

对气象信息化的理解和再认识

■ 沈文海

近年来，以互联网为核心标志的信息技术和产品正在深刻影响着当代人类社会，以致一些学者将其称之为“20世纪人类最伟大的发明”。与此相伴，“信息化”作为一个完整概念，一经问世，便迅速传播并被广泛接受。新一届中国政府已将信息化作为本届政府努力奋斗的“新四化”目标之一，在很大程度上反映了信息化对当代社会的重要程度。

从广义上看，气象行业的业务特点就是获取信息、处理信息、应用并发布信息产品，因此气象业务是典型的信息业务，气象业务系统是典型的信息系统，气象部门也是有关信息技术最早和较为充分应用的部门。信息化对于气象行业究竟意味着什么，气象信息化究竟包含哪些内涵，什么是气象信息化的实质，气象信息化与气象业务信息化之间的关系如何，这是需要认真思考和深入分析的。笔者拟通过本文，对上述问题做出分析和回答。

一、信息化的概念和理解

信息化的概念起源于20世纪60年代，由日本社会学家Tadao Umesao在题为《论信息产业》的文章中首次提出，而后被译成英文传播到西方，20世纪70年代后期西方社会开始普遍使用“信息社会”和“信息化”等概念。

我国于1997年召开的首届全国信息化工作会议，首次对信息化进行了官方定义：信息化是指培育、发展以智能化工具为代表的新的生产力并使之造福于社会的历史过程；国家信息化就是在国家统一规划和组织下，在农业、工业、科学技术、国防及社会生活各个方面应用现代信息技术，深入开发广泛利用信息资源，加速实现国家现代化进程。

联合国1998年发表的《知识社会》一文，对信息化进行了如下阐述：信息化既是一个技术的进程，又是一个社会的进程。它要求在产品或服务的生产过程中实现管理流程、组织机构、生产技能以及生产工具的变革。

我国政府于2006年发布的《2006—2020年国家信息化发展战略》，再次修订了信息化的定义：信息化是充分利用信息技术，开发利用信息资源，促进信息交流和知识共享，提高经济增长质量，推动经济社会发展转型的历史进程。修改后的定义有3层

含义：（1）信息技术迅速发展，这是背景和前提条件；（2）IT应用的广泛深入，这是信息化所要完成的工作；（3）经济社会的发展转型，这是信息化的目标。

因此，从广义上理解，信息化代表了一种信息技术被高度应用，信息资源被高度共享，从而使得人的智能潜力以及社会物质资源潜力被充分发挥，个人行为、组织决策和社会运行趋于合理化的理想状态。而从经济学的角度看，所谓信息化，是指社会经济的发展，从以物质与能源为经济结构的重心，向以信息为经济结构的重心转变的过程。同时，信息化也是IT产业发展与IT在社会经济各部门扩散的基础之上，不断运用IT改造传统的经济、社会结构，从而通往如前所述的理想状态的一个持续的过程。

事实上，某一技术的产生和存在未必能形成生产力，只有当该技术实现了社会化生产与应用之后，方才可能。信息化的目的就是要实现信息技术的社会化生产以及在社会经济各个领域中的广泛应用——这是信息时代社会生产力发展的必然要求。

人类社会中反映生产力水平和状况的标志，是劳动者创造的生产工具，而生产工具的进步取决于人们认识、开发和利用资源的能力，人类能够利用什么样的资源，就可以创造出什么样的生产工具。在人类社会的发展进程中，可供利用的战略资源自远古至今按年代顺序依次为：物质、能源和信息。其中：物质的作用在于提供材料，能源用以提供动力，而信息则是知识和智慧的载体。从这个角度理解，信息化就是运用已知技术，推动并优化人类产生知识和智慧的过程。只要人类社会依然存在，“信息和知识的生产和传播”便是永恒的主题，而运用技术手段优化这一生产和传播过程也就永远不会结束。因此，信息化永远不会结束。

二、信息技术的引入以及气象业务的进步

阿尔弗雷德·D·钱德勒在《信息改变了美国》一书中，曾生动而详细地描述了近代和现代信息技术的发展过程，以及信息技术的社会应用给美国社会带来的跌宕起伏、日新月异的变化。就气象行业而言，也是如此。

1901年无线电通信技术的发明，以及气象探测传

感设备的数字化，导致了无线电探空仪的发明，从而使得气象探空业务成为可能。二战初期原本用于战时防空的雷达技术，催生了云雨雷达以及雷达这项全新技术在气象领域的广泛应用，以至于出现了雷达气象这门学科分支。美国于1958年1月试验成功本国第一颗人造卫星，在短短的两年之后，便于1960年4月发射了军民合用试验卫星“泰勒森-1号”，开启了气象天基观测业务；卫星技术从诞生之日起，便与气象探测有着千丝万缕的联系。

现代气象业务能力重要标志的数值预报学科的发展历程，也能反映出信息技术对气象业务的作用：早在1922年，英国的数学和物理学家Richardson便明确提出了应利用数值方法对运动方程进行积分，并指出了实施方法。然而受当时观测能力、理论水平和计算能力的影响，没有做出成功的预报。直到1948年前后，动力气象学理论日益丰富和完备，探空技术日臻成熟，尤其是世界上第一台真正意义上的电子计算机（ENIAC）的出现，使得在规定时间内完成大规模数值积分的梦想成为可能，从而开启了数值预报的大门。此后的数十年间，在计算技术迅猛发展的助力下，数值天气预报学科一路高歌猛进，其发展阶段如表1所示。我国气象行业数值预报业务的发展基本与此同步（表2）。

在计算机问世的60多年中，计算能力从几千次/秒提升到千万亿次/秒，相应地数值预报模式也经历了从网格距几百千米的粗糙的地转近似模式到网格距只有1km左右、不采用传统动力学近似的精细模式的发展历程。从这个意义上可以说，计算机的性能及其利用效率决定了数值预报模式的性能。

与此相同步的，20世纪50年代后期电传技术的引入，逐步改变了气象观测信息以莫尔斯码方式进行

通信传输的落后状态，大幅提高了观测信息的传输时效。20世纪60年代传真广播的应用，使得气象预报服务覆盖面和服务时效都有很大的提高。20世纪90年代卫星通信技术的成熟以及9210工程的成功，使得全国探测资料实现了实时传输和应用。而光纤通信技术的迅猛发展和全国气象地面宽带网络的建成，彻底消除了困扰我国气象行业数十年的气象广域通信问题。

气象科学发展道路上存在诸多阻碍，有学科理论方法方面的，也有信息资源、处理能力资源以及处理技术方面的，信息技术不是气象科学，它无法解决气象学科中的科学机理和方法问题，它只是满足了气象学科因发展而产生的众多需求中的某些需求（如处理能力资源、处理技术等）。由于这些需求的被满足，产生这些需求的学科分支（如数值预报等）因之得以突破由资源、技术等因素所织成的藩篱，在发展道路上逐渐起飞。而其他学科分支，由于其需求没有得到满足，便依然局促于技术藩篱之中。

需要强调的是，信息技术不是万能的，它不能替代气象科学。那些享受到信息技术所创造的良好条件，资源、技术需求被充分满足的气象学科分支，如果在本学科的理论方法上没有进一步的发展和提高，则整个学科分支的发展便依然困顿，不会因为信息技术的引入而产生本质变化。这样的例子在我国气象界俯拾皆是。

气象学科的发展，需要多种其他学科和技术的综合有效应用，以解决不断涌现的各方面需求。在这些学科和技术当中，信息技术由于半个多世纪以来的迅猛发展和广泛渗透，无疑成为其中最具活力、最有前途、最有能力解决更多问题的助力者。

因此，笔者认为，气象信息化就是“充分利用信息技术，有效解决气象学科和气象业务发展过程中不

表1 数值天气预报的发展阶段

年代	数值模式发展阶段	计算技术	形态	峰值性能
1904年—20世纪50年代	数值模式的酝酿期			
20世纪50—60年代	数值模式架构的完善期	电子管、晶体管	主机	数十万次/s
20世纪60—80年代	大气环流模式的发展	集成电路、大规模集成电路	主机、服务器	百万次/s、千万次/s
20世纪80—90年代	完善物理过程和资料同化	超大规模集成电路	阵列机、服务器集群	亿次/s、数十亿次/s
20世纪90年代之后	耦合模式的发展	超大规模集成电路、并行计算技术	超大规模集群	千万亿次/s

表2 我国气象行业数值天气预报业务的发展概况

年代	模式名称	模式分辨率	计算机	性能
1959年	正压模式		不详	不详
1969—1978年	A模式	三层原始方程模式	DJS-6	6万次
1980—1982年	B模式	381km, 5层	日立 M170	百万次
	亚洲有限区域模式	200km, 15层		
1994年	T42、T63、T106		CRAY (C92)	亿次
1995年	T213L31		IBM SP2	760亿次
2004年	T639L60, 三维变分同化	3km	IBM Cluster 1600	23万亿次

断涌现的问题和需求，促进气象学科和业务的高效、持续、健康发展的“工作进程”。而所谓“气象业务信息化”则相对具体，即“充分利用信息技术，有效解决气象业务发展过程中不断涌现出的问题，不断推进气象业务的系统化、自动化发展及其高效运转的工作进程”。

三、气象信息化的内涵

1. 信息技术是新的生产力

蒸汽机无法代替纺织工艺和技术，但蒸汽机却因其解决了关键的动力问题，导致纺织业由分散的手工作坊朝大规模工业化生产的方向发展，从而引发了第一次工业革命。同样，信息技术无法替代气象科学，但信息技术却因其能够解决气象学科中信息采集、传输、处理、存储和应用等关键环节的技术难题，使得气象学科和业务得以解脱诸多技术桎梏，为其高速发展提供了可能。在目前信息时代里，信息技术的革命性变革及其具体载体计算机、光纤通信、互联网、云计算等的陆续出现和迅速普及，正在改变人们的生产生活方式，人们的思维观念乃至组织结构和社会形态都在随之产生悄然而深刻的变化。2004年5月联合国经社理事会曾指出：互联网的普及和应用无论在广度上还是在深度上，其影响均可与18世纪的工业革命相比拟。

信息技术已将气象业务从50多年前依靠莫尔斯电码发送和接收气象观测资料，依靠专业绘图员手工绘制天气形势图，预报员根据天气形势图，依靠自身积累的经验和知识主观判断天气趋势，依靠无线电广播发布天气预报和趋势预测的原始业务形态，发展成今天地基、天基和空基有机融合的综合观、探测，信息高速实时传输，客观预报已占相当比重，气象服务涵盖至上至国家最高层、下至最偏远地区的村寨家庭每一个角落的现代气象业务。

因此，信息技术是推进气象事业发展的最具生命力的新的生产力。

2. 气象信息化绝不只限于信息技术和设备在气象行业的引入

一个行业或部门的信息化，体现在信息技术在该行业的有效应用，而IT设备是信息技术的基本载体之一。因此，信息技术和IT设备的引入以及信息系统的建立，是该行业或部门信息化的外在表象以及必然过程之一，但这绝不是信息化的全部（甚至主要）内容。以数字化和微处理为主要特征的现代信息技术发展到今天，已经远远超出了技巧和工具的范畴。就

信息技术应用而言，与其发展的阶段性特征相对应，应用这些信息技术的指导思想普遍经历了由“计算机化”到“业务流程优化”，进而发展到“机构重组”的三个阶段。

所谓计算机化，就是在生产和管理过程中，能用到计算机的地方尽可能使用计算机，即所谓将原有业务工作以及业务流程“计算机化”，以达到借助计算机及其附属设备来提高工作效率和管理水平的目的。迄今为止，计算机化仍然是现代信息技术应用的基础和重要目标之一。

现代信息技术的真正潜力并不只限于使原有业务流程运作良好，而且在于能使单位或部门打破原有的规章制度和过时的设想，创建新的更富效率和活力的工作方式及工作流程，即所谓“业务流程优化（或再造）”。业务流程是围绕数据或数据产品的生成过程组织在一起的业务系统的组合。就气象业务而言，目前不少传统业务流程已经落后于业务发展的需求。以地面观测资料收集流程为例，传统的并且延续至今的以ftp为核心技术的传输流程是：观测站（县局）—省局—国家气象信息中心。以该流程传输的地面观测资料，即便采用再高的网络传输带宽，能力再强的处理服务器，往往仍需要数分钟甚至数十分钟方能到达国家级业务中心，这种时效在流程建立之初可以满足当时的业务需求；但业务发展到今天，对资料传输时效的需求较之当初已大幅提高，仍以这样的时效传输实时观测数据，必然严重影响预报业务时效。而目前正在试验（包括消息中间件技术在内）的新的通信技术，可在数秒内将地面观测数据从观测设备直接传至国家级业务中心。因此目前的传输流程完全可以进行优化甚至改造。

据统计，目前国家级业务系统约50个，这些业务系统依循彼此间上下游关系直接接收上游发来的数据，并向下游传输本系统的产品。由此在这些系统间编织出一张极其复杂的数据流程网络，业务变更十分困难。而如果设置一个业务产品库，居中接收并管理所有业务系统产生的业务产品及中间产品，所有业务系统从该库获取上游的数据，并将本系统产生的数据传输至该库，数据流程将会大大简化，业务变更将会十分简单，而流程效率也不会因此降低。

美国某著名汽车公司在20世纪上半叶规模鼎盛时期，曾拥有包括钢铁厂、橡胶厂甚至玻璃厂在内的所有产品及零部件的生产加工工厂。后在该公司业务优化战略调整过程中，逐步出售了所有可利用社会资源完成零部件生产的工厂，只留下了设计研究所、发动

机生产厂和成车组装厂。从而使该公司生产效率大大提高,成本大幅下降,对市场需求反应更加灵活。反观气象行业某些在技术环境相对落后时期构建的管理结构,在当下通信、加工处理等技术产生突破,尤其是管理系统产生、成熟并逐渐普及后,完全可以将原来因技术限制而不得不设置的树状层级管理体系,改变成管理效率更高的扁平化结构,并因之调整原有的组织。

所以,气象业务信息化不单在于业务工作和业务流程的“计算机化”,其更大的作用和价值在于资源(包括信息资源以及计算、存储和网络资源)的充分共享和利用、业务和管理流程的持续优化,实现行业内部各种资源的优化和重组,促进行业内部结构(首要的是业务和管理结构)的进一步合理化和价值最大化。气象业务信息化不能只局限在技巧和操作层面(即所谓IT设备的引入和装备),它应当而且必须包括管理层面和组织机构层面的变革。在已上报的气象现代化实施方案中,国家气象信息中心将气象业务信息化的标志具体归纳为:业务体系扁平化、数据流程简约化、资源利用高效化、服务响应便捷化和方法规范化。

3. 气象信息化的要义:做强气象

“力争在较短时间内,将我国从气象大国建设成气象强国”,这是近年来气象部门努力奋斗的战略目标。气象强国绝不是单指气象从业人数的众多,办公楼宇的巍峨,各种气象设备及装备的丰富和先进,以及气象业务和科研经费的充足;气象强国的核心标志集中体现在预报和服务等业务能力和水平方面。归纳起来,做强气象至少有三个重要指标:能力强大、反应敏捷和自身健康。所谓“能力强大”,是指服务功能的强大,反映在业务层面的表现,就是观探测信息精准、预报准确、气象服务全面及时到位。“反应敏捷”是指对外界不断产生的对气象服务新的需求信息的快速感知和准确获取,以及满足这些新需求的新的服务能力的迅速形成和业务化。而“自身健康”是指内部信息及指令准确,内部流程通畅简约,以及维持强大预报和服务功能所付出的代价(“能耗”)的最小化,即所谓“可持续发展”。这里的“能力强大”不等于“反应敏捷”和“自身健康”,反之亦然。此三指标彼此独立存在,缺一不可。

前已详述,信息技术代替不了气象科学,气象预报、产品制作、探测理论等方面与世界气象强国的差距,需要气象科学家们的专业知识、智慧和辛勤劳作。与此同时,处于信息时代的气象业务,通过信

息技术手段的具体运用,在提高局部业务功能效率的基础上,优化业务组合、降低无益的延迟和消耗、最大限度地发挥各业务单元的作用,使其整体功能效益达到最大化,同样能够提高业务水平和能力,而这一切,有赖于信息化在气象部门的持续和深入。因此,信息化在气象部门的持续和深入,未来在“做强气象”方面大有可为。

高性能计算能力的快速增长,使得数值预报特别是短临预报、集合预报等方法迅速发展并不断完善,从而使得灾害性天气预报的准确度不断改善和提高。通信方法和技术的长足进步,尤其是互联网的横空出世及其荷载应用的日益丰富,使得气象服务手段、方法、渠道和时效成倍扩展。业务流程的优化和再造、信息资源规划以及高度共享,能使部门内部流程更加简约合理、资源利用效率及效能更高、可更加灵活地随需而变。尤其是云计算和虚拟化技术的有效应用,将根本改变人们使用信息、计算和存储资源的模式,极大提高资源的利用效率,降低资源使用成本,进而有可能改良气象业务的传统格局。约20年前,美国政府组织研究并提出的“敏捷制造”的概念、方法以及经验,也为敏捷的个性化气象服务提供了新的思路和可供借鉴的案例。

信息化对于气象部门而言,其要义和核心价值在于通过提高效率和效能来“做强气象”,而其实际效果和最终价值体现,都在于做强气象业务。随着气象信息化的不断深入,新的技术、理念和方法的不断引入和成功运用,信息化一定能够成为“做强气象”的主要途径之一。

四、目前需要解决的主要问题

1. 信息化进程中的“云计算”

社会的需求是全方位的,而某一项关键技术的突破以及代表性产品的问世,往往能在满足社会有关方面需求的同时,逐渐引导社会沿着这项关键技术所开辟的方向发展。个人PC、服务器、网络技术、磁盘阵列、数据库等的出现,以及在社会和气象部门造成的在工作模式、形态和效率上的深刻变化,无一不再说明了这一点。随着互联网的出现,人们甚至在学习方式上都在发生着悄无声息地改变,网购巨头阿里巴巴2008年平均每天在互联网上的交易额已达2亿元人民币左右,十天就可超过北京王府井百货公司全年的销售营业额。2012年百度的广告收入已逼近同年央视的广告收入,预计今年将全面超过央视,这从一个侧面反映了人们获取信息、知识的渠道正在发生深刻变化。十多年前,气象部门技术人员还在对发达国家气

象业务系统的数据支持能力赞叹不已，而现在自身已达到几乎每个业务系统都自配一套数据库，以单独支撑本业务功能的堪称“奢华”的程度。

每个阶段都有其特定的主题和重点解决的关键问题，这甚至可以从工信部主编的《中国信息化发展报告》副标题的年度变化（2009：“跨越与融合”；2010：“转型与调整”；2011：“泛在应用与创新”）得到印证。近年来，云计算、大数据的出现和理念的迅速传播，使原本喧闹的IT界再度兴奋和激动，也引发了全社会有识之士的普遍思考。抛去商家炒作的成分，云计算至少能给我们带来建设和运行成本的大幅降低、资源更加高效的利用以及系统管理的更加便捷高效等方面的好处。基于这方面的认识，英国政府于2011年3月更新了政府的ICT战略，将其核心目标确定为：减少浪费和项目失败，刺激经济增长；创造ICT公共基础设施；基于ICT促进及应对变化；加强治理。

类似的，美国政府于一年前发布了25项IT项目管理改革办法，其改革重点为：在接下来的18个月内，至少扭转或终止1/3效率低下的IT项目；“云技术优先”迁移策略：各部门必须在3个月内选定3个向政府云上迁移的服务，其中的一个必须在12个月内完成迁移，另外两个也必须在18个月内完成迁移；到2015年，至少整合800个联邦政府数据中心。按照美国政府的见解，云计算的有效应用可在如下方面提高IT项目收益：提高资源使用效益，提升资产利用率，整合需求，加速数据中心重组，简化IT项目，提高服务灵活性，改善服务可扩展性，增加创新，提升服务效率，降低风险。

与此相对应的，我国最近发布的《十二五国家政务信息化工程建设规划》提出，信息化工程建设应注重资源共享和业务协同，将建设模式由彼此分散的粗放型转变为彼此协同的集约型，并将“构建整体系统”作为建设原则。

所以，云计算的出现，为气象行业在互联网时代大规模地整合资源、大幅度提高资源使用效率、降低运营成本、提高服务灵活性和服务效率、改善服务可扩展性、增加创新等方面，提供了可能。而这一切也正是目前“做强气象”的核心内容。

2. 气象信息化目前面临的主要问题

(1) 气象信息化的阶段性特征

20世纪后二十年，气象部门进行了系统性的信息化基础建设，其标志性系统及相关信息如表3所示。进入21世纪，气象观测系统借助大气监测自动化系统工程（第一期、第二期）得以迅速发展，基本实现了国家级基准站、基本站的遥测自动化；高空探测由最初的59/701系统更新换代成包括L波段探空雷达、GPS探空、臭氧探空、闪电定位系统等在内的综合性探空体系。基本建成了覆盖全国的新一代天气雷达网，并在许多省区实现了天气雷达联网监测。

与此同时，针对新时期国家和社会对气象服务的新要求，依托若干个大型建设项目，气象业务功能建设和业务系统建设蓬勃兴起，陆续建立起一大批具有明确服务对象和服务要求的业务系统。2012年中国气象局发布的《中国气象局关于全面推进县级气象机构综合改革工作的通知》，更是要求以改革观测业务、加强监测预警业务、强化公共气象服务、建设综合气象业务系统为重点，加快构建业务一体化、平台集约化、岗位多责化的县级综合气象业务。而上述所有这些业务系统，全部是采用信息技术，建立在IT设备基础资源平台之上的典型的信息系统。

因此，如果说改革开放30年中的前20年，对于气象信息化而言，是以基础建设为主，那么进入21世纪的十余年，则是以业务系统大发展，信息技术大范围作用于气象业务的十余年。

(2) 气象信息化需要进一步深入

对于气象信息化（尤其是气象业务信息化）而言，进入21世纪以来的十余年，既是气象业务和流程

表3 20世纪后二十年气象部门的标志性系统及相关信息

类别	系统名称	建成年份	业务范围	作用
通信	BQS系统	1981	国内/际通信	全球气象资料实时获取；国家级—省级通信自动化，绘图自动化
	VAX系统	1990	国内通信系统	同上
	9210系统	2000	国内通信系统	国内观测资料实时传输
数据处理	M360	1985	资料处理	气候资料的规范化处理
	CRAY	1994	高性能计算	T42、T63
	IBM SP2	1995	高性能计算	T106、T213、气候动力延伸预报
数据库	Alpha数据库	1987	实时资料数据库	实时气象资料的规范化存储管理和应用
业务平台	MICAPS	1997	天气预报综合业务平台	首次实现天气预报业务的计算机化、综合化和人机交互
办公平台	Lotus/Notes	1999	办公自动化	首个全行业办公自动化综合平台

被大面积“计算机化”的十余年，也是徘徊于计算机化的无形围墙之内，没能进一步深入的十余年。笔者在《从“气象信息岛网”的负面作用看业务系统的阶段性整合》一文中曾分析了目前在气象部门普遍存在的“信息岛网”现象及产生的原因；归纳起来，气象岛网的负面作用大致有三个方面：①系统数量众多导致信息流程复杂，信息同步更新困难；②系统同构和同质导致投资浪费；③“三自系统”造成运行负担沉重。而“信息岛网”之所以产生，除内外在客观因素外，总体规划的长期缺位是最根本的原因。由于总体规划的缺乏以及综合协调管理的无力甚至缺位，尽管每个项目、每个系统的设计都经过较为严格的论证和评审，但从总体看，全行业的建设依然呈现“局部有效，整体无序”的现象。

业务和业务流程的计算机化固然是气象信息化的一个必然阶段，但气象信息化绝不只限于“计算机化”。在各个业务点、面都已基本因“计算机化”而实现“局部高效”的情况下，应适时重新审视现有数据流程乃至业务流程的合理性，通过优化乃至再造业务流程来提高整体业务效率和效能。如果没有管理层面在资源配置、流程设置、业务节点（系统）的功能界定等通盘规划，以及建设过程中在统筹安排下的分步实施，那么气象业务因“计算机化”所产生的巨大潜能便无法充分发挥出来；相反，其所派生的负面效应却会因之而逐渐积累，负担和因之付出的代价日益沉重——“气象信息岛网”的纷纷涌现和逐渐扩大便是现实的例证。

因此，气象信息化绝不能止步于若干信息技术的引入、IT设备的配备等技术和操作层面，在“计算机化”达到一定程度后，气象信息化（尤其是气象业务信息化）必须进一步深入并将其上升到管理层面，适时进行业务规划、信息资源规划和IT架构规划等管理层面的通盘设计规划，凝聚部门、行业和IT界所有知识和智慧，构建起一个资源配置合理、流程简约、功能完备的健康的业务体系。在此基础上，由最高层对建设过程进行通盘调度，彼此协调、分步实施，以较高的效率贯彻总体规划。惟其如此，方可能逐步达到“强身健体”的目标。不涉及管理层面和机构层面、只停留在计算机化层面的“气象业务信息化”，犹如晚清同光年间的“洋务运动”，浮肿、迟钝、多病及高耗低效等现象是无法避免的。

所以，目前的气象信息化（尤其是气象业务信息化）亟待进一步深入，由技术和操作层面上升到管理层面。

3. 目前需要解决的核心问题

(1) 顶层协调管理：扭转目前“整体无序”的建设状态

改革开放以来30多年的气象信息化建设硕果累累，但由于始终局限和徘徊在技术和操作层面，未能主动和有意识地将信息化导入管理层面，而是依然沿用20世纪90年代甚至80年代的传统管理方法和思路，因而就气象业务信息化而言，其迄今为止所获成果多表现在气象业务系统的“做大”，伴随着业务功能问题的逐一解决，整体业务系统迅速肥硕起来，具体表现为：业务系统众多、数据库众多、服务器和存储设备众多、层级重叠、流程复杂、设备和资源利用效率很低、运行和维护代价则居高不下。

笔者此前已论述过，导致上述负面现象近年来迅速蔓延的原因，在规划层面，是缺少总体的业务架构规划和IT架构规划；而在操作层面，是缺少拥有相当执行权力的、依据总体规划通盘协调调度气象部门信息化建设的领导部门。在缺少总体规划的背景下，在缺乏更高层协调管理的情况下，职能部门、业务单位之间缺乏沟通，闷头自我发展成为常态，造成的结果便是“干弱枝肥”，岛屿一个接一个建立，彼此之间仅以网络简单地连接起来。“气象信息岛网”逐年扩大，联接岛屿的网络如蛛网般复杂而脆弱，而维护这些岛网运行所必须付出的代价也给各业务单位带来了沉重负担。

一战时期法国战时总理克雷孟梭曾经说过：“战争太重要了，不可以交给将军们。”周宏仁先生将其引伸演绎成为：“信息化太重要了，不可以交给技术专家们。”周先生的本意是：对于一个部门而言，信息化进程极其重要，应当由熟悉业务、明确发展方向、具有统揽全局能力的领导集体或组织负责统领，必须跳出技术的局限，基于整体，从目的出发，从问题入手，而技术专家由于自身条件所限，往往难以具备站在全行业高度的发展视野，因而难以担负起统领本行业或部门信息化的重任。反观当下的气象部门，气象业务信息化确实没有“交给技术专家”，然而也没有交由熟稔业务、明了发展方向、可统揽全局的领导集体或组织，事实上处于无统领状态。这种统领的缺位，使得气象业务信息化事实上是“交给了一大群彼此很少往来的‘处长和科长’”。这些“处长和科长”虽明了本单位的业务需求，能有针对性地设计业务功能并组织建设相关系统，但就整体效率和效能而言，较之“技术专家”便存在相当差距了。因为技术专家至少明了技术的可行性和系统整体的简约性等基

本法，并在实施中尽可能贯彻。而缺乏统一协调的各单位分散独立建设，连整体的简约性也会因任务的紧迫、技术的相对复杂而被放弃。因为在没有整体规划的情况下，这些单位没有义务因自觉遵守系统简约性而给自己平添许多协调、沟通等方面的工作压力以及因此而造成构建系统时的技术复杂度。因此“信息化的‘交给处长和科长’”虽然很好地解决了每个业务单位具体的业务功能需求问题，但也直接导致了气象业务信息化进程的“局部有效而整体无序”。这种现象如不予遏制并改变，气象业务躯体的日渐庞大，应变反应的逐渐迟钝，前进步伐的日益蹒跚沉重，便是不可避免的。

因此，必须尽快扭转目前气象业务信息化“整体无序”的状态。而应采取的步骤，一是加快制定整体业务规划和IT架构规划；二是恢复并加强顶层协调管理，在现有基础上组建或赋予某机构以职权，总体协调管理和指导气象部门的业务信息化建设。

上海市气象局最近初步建成的“一体化气象业务平台”，打破业务部门彼此间的藩篱，构建起基于业务流程的综合业务平台，是一次十分珍贵的有益探索。该平台的建成和成功运行，为气象业务信息化的藩篱打开了一扇吹进清新之风的窗户。

(2) 综合和集约：气象业务信息化的发展模式

高效率和高效能是信息化的特征之一，而综合和集约是实现高效率高效能的必由之路，因而这也是进入21世纪以来IT业界始终热议的主题。恢复和加强顶层协调管理，其目的也是便于实现气象业务信息化的综合和集约化，改变“整体无序”状态，使气象业务体系从局部到整体，都能达到效率最佳状态，从而使气象业务机体逐渐强健起来。

因此，当务之急，是在总体规划的指导下，在确保业务能力不被削弱的前提下，对业务系统进行适当的综合性整合，化繁为简、消冗就精；对数据、计算、存储和网络等基础性资源进行集约化整合，统一调配，移峰填谷，使中国气象业务的肌体由臃肿变为匀称，经络畅通，反应敏捷。

一些发达国家的政府部门，近年来都将整合系统和资源、提高效率和效能、降低能耗和成本作为最近一段时期国家信息化的首要工作。而云计算、虚拟化和大数据等模式的出现，为上述信息化工作的开展提供了路径的可能，并展示出光明的前景。

因此，将气象信息化（尤其是气象业务信息化）引向深入，在总体规划的指导下，综合性调整和整合

业务系统，集约化整合各类资源，以此为起点逐渐做强气象业务，此正其时也。

需要指出的是，在深化气象信息化工作的背景下，专门从事资源、系统的服务和维护工作的独立的信息化专业部门，其工作重心应当适时进行调整：传统的IT资源维护工作应尽可能交由社会上已有的成熟的专业力量代为承担，逐步将自身的工作重点调整到系统集成和集成应用等带有鲜明气象业务色彩的工作方向上来。国务院于2013年8月初发布的《“宽带中国”战略及实施方案》中，向人们展示了未来国内基础通信业的光明前景，在某种程度上也预示了气象通信这门传统气象IT业务的未来。在这方面，湖南省气象信息中心利用国家超算中心长沙分中心的高性能计算资源，构建湖南省气象局高性能计算系统，就是一个值得借鉴的成功案例。限于篇幅，不对此话题做进一步展开讨论。

五、结语

如同信息化是人类历史进程的永恒话题一样，只要气象事业存在，气象信息化便会永远伴随其左右。回顾三十余年来气象信息化的发展历程，既有高歌猛进、令业界称奇的辉煌时期，也有踟蹰困顿、令人迷惑不解的阶段。新一届中国政府提出的“新四化”，为徘徊中的气象信息化敲响了晨钟。往者已去，来日可追，在全行业大力提升气象科技水平的同时，气象信息化——尤其是气象业务信息化——应当冲破藩篱，以提高业务效率和效能为主要目标，与气象科技一道，驱动我国气象事业向着气象强国的目标前驶。

致谢：此文在成文和修改过程中，得到赵立成、肖文名、王春虎、马廷淮、舒红平等同事的指点，在此深表谢意。

(作者单位：国家气象信息中心)

深入阅读

- 矫梅燕,等. 2010. 现代数值预报业务. 北京: 气象出版社.
- 姜奇平. 2006. 信息化质变论. 2006年北大讲演录.
- 沈文海. 从“气象信息网”的负面作用看业务系统的阶段性整合, <http://www.ciotimes.com/lifecycle/itgh/75981.html>
- 沈文海. 2012. 从云计算看气象部门未来的信息化走向. 气象科技进展, 2(2): 49-56.
- 郑国光,等. 2008. 气象部门改革开放三十周年纪念文集. 北京: 气象出版社.
- 周宏仁. 2008. 信息化论. 北京: 人民出版社.