

# 从云计算看气象部门未来的信息化趋势

■ 沈文海

回顾气象部门三十多年来的信息化建设历程，面对令人自豪的累累硕果，我们应当清醒地看到，在多年来的能力建设过程中，由于传统理念、方法、措施和技术选择等因素的制约，能力的实现及维持的代价始终居高不下。与发达国家相比，除功能方面存在差距外，效益和效能方面的差距亦始终存在，且多年来未见缩小。若这些问题不予根本解决，将导致未来气象事业发展的负担愈发沉重，前进的步履愈发蹒跚。

“云计算”是近年来被全球IT界广泛热议的话题，它声称通过技术手段和方法，可使一般用户基本摆脱传统的信息工作模式，大幅降低目前人们因信息化工作所必须付出的高昂代价，解脱束缚人们的以购置信息基础设施资产为形式的沉重枷锁，使人们的创造思维能以较目前更为低廉的代价和便捷的方式予以充分实现。

“云计算”一经出世，便迅速被业界关注，并受到各方的热烈追捧。抛却某些另有图谋的商家为提高其产品营销业绩所进行的炒作外，云计算的内涵向人们展示了一幅梦幻般的美丽愿景：人们可以像使用水和电资源一样，以按量付费的形式使用计算、网络、存储等资源以及软件能力服务。这是一个在四十多年前便被人们所畅想，今天由于技术的发展终于有可能变为现实的令人激动的梦想。而其潜在的对于未来社会的深远影响，还需要人们经过较长时间的观察、分析和思考，方才可能全面认识。

本文对“云计算”做一概要介

绍，并就其对气象部门信息化发展所带来的方向性启示，进行探讨。

## 一、云计算的由来、目标和特征

“云计算”作为由现有技术组合而成的一种新的运作形态，至今尚无被业界广泛认同的定义，有文字可查的定义不下三十余种，诸家都从各自的视角来观察和理解“云计算”。经综合归纳，笔者较为认同雷万云博士对云计算的定义，即：云计算是一种IT资源的交付和使用模式，指通过网络以按需、易扩展的方式获得所需的资源（硬件、平台、软件、服务），提供资源的网络被称之为“云”。

### 1. 云计算的由来及发展现状

#### (1) 云计算概念雏形的产生

1961年，John McCarthy提出了计算力和通过公用事业销售计算机应用的思想，指出“计算迟早会变成一种公用基础设施”。在此以前的1959年，Christopher Strachey发表了名为《大型高速计算机中的时间共享》的学术报告，第一次提出了虚拟化的概念，这篇文章也被认为是虚拟化技术的最早论述；而正是虚拟化技术的发展和成熟，奠定了云计算的技术基础。

#### (2) 网络重要性被认知

1993年，Sun公司提出“网络就是计算机”（The Network is the Computer）的口号，以标语的形式向人们宣示了网络在IT领域内的重要地位。

#### (3) SaaS 的诞生

1999年，Oracle高管Mare

Benioff在确信web应用将最终取代桌面应用这一大趋势后，开风气之先地创建了Salesforce这家以销售在线CRM（客户关系管理）系统为主的互联网公司，并定义了SaaS的概念，即：软件将会以在线服务的形式提供给用户，从而避免了用户在购买、安装和运行维护方面可能出现的繁琐步骤和高昂代价。

#### (4) 《IT 不再重要》的发表

2003年，在《哈佛商业评论》上发表的一篇极具轰动性的题为《IT不再重要》的文章中，作者Nicholas G. Carr犀利地提出：IT技术已经日用品化了，虽然这样能使大多数企业从IT中获益，但IT也很难再给企业带来一定的竞争优势了。该文遭到整个IT界的同声斥责，以至于作者因此而自称为IT界的“全民公敌”。但今天看来，此文不仅促使广大IT从业人员不断反思，而且推动了IT产业的变革。因为IT技术的日用品化并非IT界的末日，而恰恰是下一次创新和发展的起点。

#### (5) Google 三大核心技术

Google在2003年的SOSP大会上发表了有关GFS分布式存储系统的论文，在2004年的OSDI大会上发表了有关MapReduce分布式处理技术的论文，在2006年的OSDI大会上发表了关于BigTable分布式数据库的论文。这三篇重量级论文的发表，以及与此同时虚拟化技术的成熟，标志着云计算核心技术基础支撑的基本成型，而相应的开源技术产品的出现和广泛运用，使云计算核心技术得到了普及。

## (6) Amazon 的 AWS 系统的推出

2006年3月, Amazon推出了AWS系统EC2, 完美地解决了圣诞节计算高峰时段对基础资源的需求, 以及平时常态时段的空闲资源再利用问题。这是第一例成功的弹性计算。

## (7) 云计算破茧而出

2006年8月9日, Google首席执行官Eric Schmidt在搜索引擎大会(SES San Jose, 2006)首次提出“云计算”(Cloud Computing)的概念。

2007年10月起, Google、IBM、Amazon、Yahoo、HP、Intel、AMD、Dell、Microsoft、Cisco 等公司分别与包括美国、新加坡、德国、中国台湾及中国大陆在内的百余所大学签订了推广云计算计划, 试图将云计算模式快速推广到校园。2008年2月1日, IBM公司宣布将在中国无锡太湖新城科教产业园为中国的软件公司建立全球第一个云计算中心。

## (8) 云计算在中国大陆

云计算兴起的浪潮已引起中国政府的关注。相关主管部门已对云计算产业的发展势头表现出相当的兴趣和重视, 并着手制定云计算产业在中国的推进政策。目前相关工作已进入实质性操作阶段。2010年10月, 发改委联合工信部下发《关于做好云计算服务创新发展试点示范工作的通知》, 在北京、上海、深圳、杭州、无锡等五个城市先行开展云计算创新发展试点示范工作, 就是重要的启动步骤。

## 2. 云计算的基本特征、部署模式、服务形态和判识标准

### (1) 云计算的基本特征

归纳起来, 云计算具有如下五个基本特征:

①按需自助服务: 消费者无需与服务商交互, 就可自动地得到

自助的计算资源能力, 如服务器的数量和使用时间、网络存储空间等(即资源的自助服务)。

②基于网络的访问: 所有资源均不在本地, 消费者通过网络获得资源的服务, 并通过网络支付所获服务的费用。

③虚拟化的资源池: 云端所有可提供服务的资源全部虚拟化, 并形成相应的资源池; 可根据消费者的需要在资源池中动态配置、部署或释放有关资源。

④快速弹性的资源服务配置: 对消费者提供服务的资源配置是弹性的, 可根据消费者对资源需求的变化, 实时动态地增减资源的配置, 从而达到资源服务效率的最大化。

⑤服务可计算(效能计算): 资源的服务可被计量, 从而可被计费。系统通过计量的方法来自动控制和优化资源使用。资源的使用可被监测、控制以及对供应商和用户提供透明的报告(即付即用模式)。

### (2) 云计算的部署模式

云计算目前公认的部署模式共有四种: 私有云、社区云、公共云和混合云(限于篇幅, 本文不做展开讨论)。

### (3) 云计算的服务形态

云计算的服务形态共有三种, 即:

①基础设施服务(IaaS): 对消费者提供处理、存储、网络以及基础计算资源的能力。消费者可以部署和运行任何软件(包括操作系统和应用软件)。消费者不必管理、控制产生这些资源能力的设备和设施。

②平台服务(PaaS): 消费者通过服务商提供的编程语言(如: Java、Python等)及基础平台(如: GIS、数据库等), 开发相关的应用, 并在其上运行已开发

的应用。消费者并不管理和控制服务商的基础设施、操作系统及提供服务的平台, 但能够控制部署应用, 并能够对应用环境进行配置。

③软件服务(SaaS): 消费者通过网络使用服务商提供的软件服务, 而无需购买软硬件、建设机房、招聘IT人员。即, 消费者可通过互联网以租赁方式使用其所需要使用的各种以软件为特征的信息系统。

### (4) 云计算的判识标准

目前业界已基本达成共识的对云计算的判识标准有以下三条:

①用户所需要的资源不在客户端, 而来自于网络;

②服务能力具有分钟级甚至秒级的伸缩能力;

③具有较传统模式5倍以上的性价比优势。

## 二、云计算产生的基础及关键技术

### 1. 云计算产生的基础

云计算并非凭空产生, 它的出现是计算技术、网络通信技术以及互联网应用成长和成熟的自然产物。

#### (1) 计算技术的成长和成熟

1965年, Intel创始人Gordon Moore发现, “随着单位成本的降低以及单个集成电路所集成的晶体管数量的增加, 到1975年, 以经济学角度分析, 单个集成电路应集成65000个晶体管”, 并藉此推测, 如果这个趋势继续的话, 计算能力相对于时间周期将呈指数倍的上升。由此提出了“摩尔定律”: 在未来的18~24个月内, 每单位芯片上的晶体管数量将会翻番。

过去的四十多年里, 摩尔定律一直代表着信息技术的发展速度, 也标示着一场计算机革命: 运算速度越来越快、存储容量越来越大、整机价格越来越低。近20年来, CPU性能提高了3500倍; 单

位内存价格下降了4500倍；单位硬盘价格下降了360万倍。与此同时，虚拟化、分布式计算和并行计算、分布式海量数据存储和管理等有关技术也相继发展和日益成熟，客观上为云计算的出现奠定了技术储备。

## (2) 通信带宽的更快增长

20世纪90年代中期前后，密集波分复用技术（DWDM）开始从实验室进入商业领域，该技术可在一根光纤里传送多路平行的Gb级光信号。该技术的应用导致远程通信带宽成本大幅下降：在该技术广泛应用前的1993年，传输1GB数据（1km/s）的成本为2000美元，而到2007年，同样通信传输量的成本已下降至不足1美元。

90年代初，George Gilder提出著名的吉尔德定律：未来25年内，主干网的带宽将每6个月增加一倍，每bit的传输成本将趋于0。

目前全球光纤总长度可绕地球2.5万圈。而密集波分复用技术的应用，使得一些发达国家近10年来主干网带宽增长了近1000倍。

从增速角度考察，通信带宽的增速甚至大于摩尔定律。充足的网络带宽成为最廉价的资源，使得电信业务逐渐向互联网演进，信息服务迅速大众化。

## (3) 互联网的出现和广泛应用

1992年，当时的美国副总统Al Gore向国会提出了著名的美国信息高速公路法案，1993年9月，美国政府宣布实施一项新的高科技计划——“国家信息基础设施”（National Information Infrastructure, NII），旨在以互联网为雏形，兴建信息时代的高速公路——“信息高速公路”，使所有的美国人方便地共享海量的信息资源，互联网由此在全球迅速普及。近10年来，互联网用户数量每

6个月翻一番，互联网通信量每100天翻一番。

## (4) 系统虚拟化技术的逐渐成熟

随着VMware、Citrix及微软等公司多年的不懈努力，系统虚拟化技术有了长足发展。一台服务器能够整合过去多台服务器的负载，从而有效地提升了硬件的利用率，降低能源损耗和硬件的购买成本。更重要的是，这些技术有效地提升了数据中心自动化管理的程度，从而极大地减少了在管理方面的投入，使数据中心的的管理更加智能化。

## 2. 云计算所涉及的关键技术

云计算所涉及的关键技术皆非云计算专有，而是数十年来IT技术在发展过程中由实际需求而孕育、生长并成熟起来的；是技术的成熟促成了云计算的出现。相对于云计算而言，属于关键技术的具体内容包括以下几个方面。

①虚拟化技术。该技术实现了物理资源的逻辑抽象和统一表示。通过该技术可提高资源的利用率，并能根据用户业务需求的变化，快速灵活地进行资源配置和部署。虚拟化技术将物理设备的具体技术特性加以封装隐藏，对外提供统一的逻辑接口，从而屏蔽了物理设备因多样性而带来的差异。虚拟化技术主要包括：计算虚拟化、存储虚拟化、网络虚拟化、应用虚拟化等。目前典型的产品有Citrix Xen、VMware ESX Server和Microsoft Hype-V等。

②分布式编程模型与计算。该技术可在后台自动将用户的程序分解为高效的分布式计算或并行计算模式，并在后台具体执行计算工作，包括相关的任务调度。这使得服务方能有效利用所辖各类资源，在用户的容忍时效内将结果返回给用户。当前各IT厂商提出的“云”计划的编程工具大部分基于

Map-Reduce的编程模型。一些专家和学者将MPI和PVM等并行计算编程工具也纳入到该项技术的范围之中。

③海量数据分布式存储技术。该技术可满足大量用户对服务端海量数据的并发存取需求，并保证高可用、高可靠和经济性。该技术以分布式存储方式来保证并发存取海量数据的高时效、高可用和经济性，以冗余存储方式来保证数据的可靠性。目前被列入云计算海量数据存储技术的产品主要有Google的GFS（Google File System，非开源）以及HDFS（Hadoop Distributed File System，开源），这两种技术已经成为事实标准。

④海量数据管理技术。该技术满足了对以分布式存储形式管理的海量数据的高效管理，实现对分布式存储的海量数据进行处理和分析的需求。目前云计算的数据管理技术中最著名的是Google的BigTable数据管理技术。与此同时，Hadoop开发团队正在开发类似BigTable的开源数据管理模块。

⑤虚拟资源的管理与调度。云计算系统的平台管理技术能够使大量的虚拟化资源协同工作，方便地进行业务部署和开通，快速发现和恢复系统故障，通过自动化、智能化手段实现大规模系统的可靠运行。

⑥云计算相关的安全技术。云计算模式带来一系列的安全问题，包括用户隐私的保护、用户数据的备份、云计算基础设施的防护等，这些问题都需要更强的技术手段，乃至法律手段去解决。

## 三、云计算的意义

关于云计算的意义，可以从最终用户、信息技术、社会和政治学以及可持续发展等几个维度来予以考察。

### 1. 最终用户的视角：云计算是一种IT资源的交付和使用模式

对于最终用户而言，云计算不是一种新技术，不是一个新的IT架构，不是一种新方法。云计算是一种全新的IT资源交付模式，这种模式使得用户能够完成他所需要做的事情，而不需要特殊的IT支持（如购置设备及基础软件平台，以及对这些设备的运行维护）。对用户来说，云计算的技术层面是抽象的、隐藏的，可简单地通过“一朵云”来表示。用户可以通过获得服务来使用它，但不必购置、管理和维护它。

### 2. 信息技术的视角：云计算是一种商业模式的革命

从信息技术的角度考量，云计算是继个人计算机、互联网之后的第三次信息技术革命。云计算与PC、Internet的不同之处在于：云计算的存在不止基于硬件、软件和网络，而且更主要的，它是基于网络的资源及服务的。云计算是一种商业模式的革命，它彻底改变了人们获取IT服务的方式，降低了社会信息化的门槛。

### 3. 社会学、政治学的视角：云计算是一次对生产力的解放

云计算最大限度地降低了使用者的信息化工作的代价，解脱了前期购置IT资产的高额投入以及中后期IT设备运行维护管理的附加代价等加诸于使用者身上的沉重枷锁，使得使用者能以“按量付费”（即：效能计算）这一迄今为止最为合理的模式使用IT资源。这将使得蕴藏在人们脑海中的各种知识、智慧等得以更加便捷、更小代价地转变为实际成果，从而极大地解放了生产力。

圣塔菲研究所对云计算的评价具有较好的概括性：“电力的普及重构了一百年前的世界，电灯改变

了生活的节奏，电动组装线使工业和加工业有了新的定义，而家用电器则让工业革命进入了家庭。对于‘云’，也许最丰富的想象力都不足够，这将是一个创新涌现的混沌状态。”

### 4. 发展的视角：云计算是一种可持续的发展模式

对使用者来说，IT不重要，技术不重要，重要的是需求的全面满足；而对于提供者来说，如果用户需求的满足是建立在提供者所不可承受代价的基础之上，则这种满足方式就是不可持续的。因此，只有在提供者持续的有赢利发展的状态下，使用者的要求才可能得到持久的满足。只有双赢才能让事情延续下去。

云计算正是这样一种模式：它在大幅降低用户使用代价的同时，通过运用有效的技术手段，充分发掘提供者所拥有资源的潜力和使用效率，通过提高效率来降低服务成本，通过规模积累微利，使得效能计算（Utility Computing，即按使用量付费）成为了可能。

综上所述，云计算使人们几十年的梦想逐渐变成现实，即：为实现工作或生活中的某个必须使用信息技术予以完成的目标，人们不必首先花费高昂代价来购买IT资产或掌握相关IT技能，而是可以像日常生活中使用水、电一样，通过计量收费方式直接购买IT资源或服务。

云计算彻底降低了信息化的准入门槛，使得所有与之相关的工作变得更加简单、合理和自然，也使得创新和变革变得更加容易和便捷。

## 四、云计算浪潮所带来的启示

云计算的出现，是巨大需求的存在（即：大幅降低信息化工作的代价，以资源服务方式实现计算资源的提供和使用），相关技术的进

步（虚拟化、分布式计算和存储等关键技术的逐步成熟），以及基础环境条件的具备（计算机速度持续提升、价格持续下降，网络的出现和带宽的持续倍增），三者共同孕育出的结果。它之所以一经出世，便引起万众瞩目，成为IT界乃至全社会热议的话题，并非仅缘于商家的炒作和哄抬。事实上，云计算没有任何一项专属于自身的技术，它不是生长起来的，而是被组装出来的。其塑造者的可贵之处在于：在基础环境条件大致具备的情况下，利用现有的成熟技术以及技术组合，实现了人们几十年前就已萌发出来的理念、理想和美好愿望。

结合气象部门信息化建设的历程和现状，云计算至少在以下三个方面对我们有一定的启示意义。

### 1. 资源与资产的脱钩以及资源的弹性配置：令人向往的理想状态

长久以来，信息系统的建立始终伴随着相应的基础设施和运行环境（即：计算机、网络、存储以及操作系统）的添置、安装、调试、运行和维护等一系列资金的耗费及人力资源的投入。从资源的角度看，上述活动的目的无非是计算、存储和通信能力资源的购置以及维持；而这种以采购设备的形式来达到满足能力资源需求的方式，是将资源与资产（即设备本身）强行挂接在一起，以购置资产的形式实现资源的满足。

依马克思的观点：资本主义生产力发展主要区别于以前一切社会生产的特征，是生产过程本身的社会化，即由分散的小生产者转化为大规模社会生产的过程。因此，在目前社会化大生产已成为主要生产方式的今天，这种以采购资产的形式实现能力资源的满足，从而完成生产过程的方式，已越来越

不适应社会发展的需要。资产应当与资源相脱钩，由专业部门向社会（或企业内部）提供统一高效的资源服务，这既是社会生产发展的需要，而且也已经开始成为现实。

以“虚拟化技术”、“分布式编程计算”以及“虚拟资源管理技术”等为核心技术支撑的被称之为“云计算数据中心”的出现，实现了将基础设施资源作为服务内容向社会或部门内部提供服务的新模式，即所谓的基础设施及服务（IaaS）。

对于使用者而言，IaaS有三点值得关注：其一，该模式实现了资源与资产相脱钩，使用者不必购置资产（即相关的硬件设备），而只需按实际需求购置所需的资源即可。其二，使用者所使用的资源可以随着实际应用需求的变化而实现实时动态调整（增加或减少）。其三，使用者根据资源的实际使用量按量付费。

这种模式令使用者从购置基础设施资产的前期高额投入的困境中解脱出来，大大降低了生产成本，提高了工作效率。以一家美国房地产网络为例，该公司拟统计67万个家庭在最近12年内购入、沽出的房产数据，为消费者提供更好的建议和消息。此项工作如按以往惯例自己动手，即完成诸如采购设备、准备场地环境、安装调试设备、运行并维护设备等工作，预计将历时6个月，耗资约100万美元。后该公司决定采取租用Amazon的EC2服务，最终仅用了3周便完成了统计分析工作，耗资仅5万美元。

因此，IaaS是目前最为理想的资源使用模式。

## 2. 公共运行平台的做大做强：可促成业务运行模式的良性调整

数年前，Google Earth 以其独特的工作方式吸引了国内大批技术人

员，它不但向人们提供珍贵的GIS资料，而且向人们开放相应的工作平台以及相关的API接口，使得从事相关工作的技术人员不必为信息的获取、系统运行平台的购置和维护而奔忙，可直接将相关应用建立并运行在该平台之上。这种新颖的服务模式大大降低了有关应用的准入门槛，使得地理信息系统的应用在短时间内得到迅速扩展和普及。气象部门也有不少技术人员根据实际需要，在其上建立了满足本地气象服务需求的中小型应用系统，代价低而效果良好。可以想象，如果这一平台能够长期稳定的维持并发展下去，将会给与此相关的应用领域带来怎样的发展和进步。

Google Earth在中国的成功，标志着人们可以用租赁使用平台资源的方式而不是购置平台产品来实现自己的应用需求；这意味着在平台这个层面的服务化，可使平台的使用成本大幅降低，使平台应用实现的效益达到最大化。

作为以信息获取、信息加工处理和信息服务为特征的气象行业，各业务单位所从事的业务工作无一例外的是信息工作，业务系统无一例外的是信息系统。如果将平台定位为气象信息管理系统，平台使用者定义为基层气象单位，平台的应用落实为基层气象单位的气象业务工作，那么上述“租赁平台”（即PaaS）的存在以及服务模式的应用，意味着基层气象单位可以通过网络使用设置在“云端”的平台资源和平台服务，便可完成有关的业务工作——即所谓业务系统的“非本地化运行”及业务产品的“远程制作”；而这进一步意味着：这些单位可以不必在当地配置相应的用于运行业务系统的基础设施及基础平台。可以想象，这一工作模式的实现，将极大简化基层气象单位的工作环境，解决因

IT基础设施维护等问题所造成的单位职工编制和人员配置的缺口和困难，使得基层单位的人员结构更为合理，工作内容更加专业化。

信息管理系统是气象部门的核心业务系统，其他所有业务系统皆围绕着信息管理系统而运行。CIMISS系统的建立和投入业务运行，将在全国省一级气象部门建立数据中心级的气象资料存储管理系统，并完善国家一级的相关系统。Google Earth为CIMISS系统的发展提供了样板，未来的CIMISS除了提供自身所应具备的各种统计分析 & 绘图等服务功能以外，在提供丰富高效的API检索应用接口的基础上，还应提供一定规模的应用运行平台服务；为基层单位的业务系统，以及那些规模小、资金少、研发时间短、阶段性运行的应用提供稳定良好的研发、测试和运行平台。这对于气象行业的科技进步将起到极大的推动作用。

## 3. 服务形态：通用业务系统值得探索和尝试的发展方向

对于那些需要占用和耗费较大资源的通用软件而言，使用者因此而购置计算机设备及相关平台软件，多年来一直是天经地义的惯例。使用者用于购置基础设施的费用，以及因日常维护造成的人力和资源的付出，被理所当然地视为使用该软件（或系统）所理应由使用者承受的代价。也正是由于这类代价有时过于高昂和难以承受，使得一些优秀的具有广泛应用前景的系统和软件得不到应有的应用。

SaaS（软件即服务）是在“云计算”概念提出的多年之前即已开始业界出现的一种新颖的模式，该模式将软件作为一种服务资源，使用者无需为使用而购买该软件，以及特意配置相应的运行环境，而是通过租赁方式，通过互联

网（或网络）在软件提供者处使用该软件，从而将软件的使用门槛降低到可能达到的最低程度。

以SaaS的视角来审视目前气象行业应用系统的使用情况，不难看出：目前一些通用系统（如MICAPS）对客户的要求较高，使用者不得不常年运行并维护一套与之相关的运行环境，既牵扯人力物力，效率亦不高。而且随着这些通用系统的发展，其功能将越来越丰富、需要管理和处理的数据将越来越多，与之相应地，客户端的环境也将越来越复杂和庞大。如果一直沿用目前的运行模式，那么使用者对于运行环境的维护保障代价也将随之越来越高。

问题是，这种代价是我们必须付出的吗？我们可否换一种思路，将这些系统以服务的方式向全行业使用者开放并提供呢？

至少，这值得我们去探索。

## 五、云计算的适用度分析及我们自身存在的差距

### 1. 云计算目前在气象部门的适用度初探

云计算展现给人们梦境般的诱人画面，但对气象部门而言，通向梦境的道路却并非坦途。它至少应当解决安全性、分布式计算模式效率、投资保护、有限规模下的效益以及网络带宽等诸多方面的问题。

#### (1) 安全性问题

安全性问题是目前云计算所面临的最大挑战，至今尚无有效手段和方法可彻底打消使用者就该问题所产生的疑虑。气象信息是受到法律保护的具有较高机密级别的信息，在目前这种具有严格审批手续、专人负责等一系列严密措施的管理下，尚不时发生资料外泄的情况，一旦将这些资料交予虚无缥缈的“公共云”，如何令有关管理部

门和责任人确信这些数据是安全的，并且能够切实保证这些信息的安全，是气象信息部门首先需要解决的问题。此外，个人资料的私密性问题如何解决，也是一个目前业界尚未根本解决的难题。

总之，安全问题是云计算落地前所必须解决的基础性问题，该问题的存在，将严重影响云计算的普及和深入应用。目前该问题已受到业界的高度重视，云安全联盟与惠普公司基于对29家企业、技术供应商和咨询公司的调查结果，于2009年共同列出了云计算在安全方面的“七宗罪”，就是业界就安全问题对云计算本身可能造成的负面影响而深感忧虑的具体表现。

#### (2) 虚拟化环境下分布式处理模式的普适性问题和效率问题

云计算三大特征之一的“资源随需求弹性增长”，是建立在资源高度的虚拟化及分布式计算模式的基础之上的。其中，多机虚拟化（即，多台虚拟服务器协同完成一个大型计算问题）需要应用分布式处理模式，将一个大型计算问题自动拆分成众多相对独立的小型计算问题，交由各虚拟服务器共同完成。拆分的粒度大小，以及各颗粒之间的耦合度问题，直接关系到分布式计算（处理）效率的高低。对于那些无论如何拆分，都无法避免各颗粒间频繁通信的紧耦合型计算问题，如何通过有效方法自动形成分布式计算方案并予以部署，自动地执行分布式计算过程，自动有效组织各颗粒间频繁的数据通信，并保证该方案运行的高效率，是一个需要验证的问题，至少目前尚未看到有关的应用成功案例。

此外，分布式处理模型对于结构化数据的规范化管理（即商用数据库）的适用度，以及该模式与在物理机环境下运行商用数据库，二者之间运行效率的高低比较，也是

一个需要尝试和检验的问题。

#### (3) 投资保护问题

经过几十年的建设时期，历史稍长一些的单位和企业大都已建立了本单位或部门的信息业务系统。这些系统由于所建立的年代不同，业务目标不同，采购渠道不同等诸多因素，其物理设备及基础平台的品牌、级别和技术标准等大都存在较大差异。如何利用那些现有的存在异构现象的基础设施，是每一个欲实施“云计算”方案的单位的CIO所必须面对的棘手问题。

从目前业界公认的“云计算”系统来看，其基础设施架构绝大多数都是同构的，基于充分异构的基础设施而构建的“云计算”系统极为罕见。

#### (4) 规模有限情况下PaaS和SaaS的效益问题

对于大幅降低使用者在使用资源方面的代价的“云计算”而言，令提供者仍能获利的路径有二，一为大幅提高设备的使用率；二为扩大规模，积小利而成宏利。然而对那些规模相对有限，又因安全等问题无法使用“公共云”而只能考虑自建“私有云”的企业和单位而言，如何在有限的规模中保证PaaS——特别是SaaS——的效益的持续存在，是一个令人忧虑的问题。如果通用软件SaaS化所付出的成本无法从日后的应用中逐步补回，那么这项工作就是难以持续、甚至无法进行的。

#### (5) 网络带宽的制约

据2011年9月份美国网络数据传输公司Pando Networks发布的全球网速排名显示，韩国互联网下载速度居全球之首，平均网速达2202KB/s。而中国大陆平均网速仅245KB/s，远低于580KB/s的全球平均水平，排名第71位。如此带宽条件难以满足云计算对网络环境的基

本需求，也与吉尔德定律所描绘的网速增长规律相去甚远。这是目前外部环境条件中制约云计算发展的重要因素之一。

对此，工信部已启动“宽带战略”，加快推进3G和光纤宽带网络发展。到2015年末，国内城市家庭上网带宽达到20Mbps以上。该举将有效缓解网络带宽对于云计算实施的制约。

上述问题，是漂浮在云计算天空中挥之不去的数片乌云。

## 2. 差距和不足

尽管存在上述问题，“云计算”的理念，即通过深度挖潜，最大程度地提高设备和系统的利用率，以向使用者提供资源服务的模式彻底降低使用者信息化工作的准入门槛，是符合当今发展趋势和方向的。以“又好又快地发展”作为实际评判标准的今日中国，以提高“四个能力”为发展目标的气象部门，如何在信息化发展过程中具体贯彻这些既定目标，是每一个参与者必须思考的问题。参照“云计算”的理念和发展路线，气象部门在信息化建设过程中长期存在的问题便愈发明显和突出。

### (1) 缺少部门及行业的整体统筹规划，导致建设和管理的混乱

业务架构规划设计的缺失，导致IT架构设计的缺失。同时，IT部门没有能担负起统筹设计规划信息系统架构的职责，没有担负起统一建设、统一部署和统一管理IT基础设施的职责。统筹规划的缺失导致项目设计缺乏统筹布局和各方面关系的兼顾，从而造成项目建设目标的单一和狭隘，基础设施（含平台）与业务系统紧密捆绑。而业务职责的明确及考核制度的确立，使得业务系统严格归属于业务单位，从而造成基础设施（含平台）在设计阶段的整体无序，以及引进和运维管理阶段的混乱和低效。

### (2) 粗放的管理模式导致IT资源利用率的长期低下

业务系统归属于所属业务部门，运行平台归属于业务系统，使得气象部门在信息化建设和管理过程中整体的集约化程度甚低。统筹规划的长期缺位导致信息孤岛及信息烟囱林立，并派生出基础设施及平台的使用效率整体的低下。以目前各业务单位在国家气象信息中心托管的各业务系统为例，据不完全统计，其基础设施中的服务器（包括CPU、内存等）的平均使用率低于30%。

此外，没有长期稳定的研发团队及规范的软件研发平台，IT专业单位自身能力不强等，诸多负面因素长期困扰着气象部门的信息化建设。使得当人们骤然接触到“云计算”后，不免生出遥远的陌生感和相形见绌的差距感。

## 六、未来信息化趋势的探讨

气象部门的信息化建设已进入到信息技术与气象业务深度融合的阶段；在助力气象业务，有效提高“四个能力”的同时，以先进的设计理念、有效的组织形式和技术手段，尽可能提高工作效率和效益，是实现“又好又快”发展模式的主要途径。

根据信息技术的发展态势以及业界对未来走向的共识，笔者认为，气象部门未来信息化发展趋势将有以下四个重点。

### 1. 资源的集约化管理和便捷高效利用将成为关注重点

随着信息化建设的不断深入，如何使宝贵的资源（包括能力资源和信息资源）的价值得到充分发挥，是IT部门面临的最大挑战之一。资源的有效管理和合理调度，是充分发挥资源价值的基础和前提；而欲达目的，首先必须实现资源的集约化管理。这里的资源既包括IT

基础设施，也包括气象信息。目前这种资源（特别是基础设施资源）的分散管理，其安全性隐患以及在管理维护方面的高昂代价等弊端已彰显无遗，并开始引起有关各方的关注。只有成规模，才能高效率和高效益。相信随着时间的推移，通过对资源的集约化管理来达到其效益的最大化，终将成为共识。

需要特别强调的是：数据是信息系统的核心财富，信息资源的集约化管理，是提高数据使用效益，高效解决数据安全问题的有效途径。将分布式数据中心整合成有限的几个核心数据中心及备份数据中心，使数据使用起来更加流畅、便捷，从而最大限度地发挥数据的自身价值和附加价值，是目前业界推崇和行之有效的方法和模式。可以预见，未来气象部门的数据中心的数量和布局将比现在更加简单和合理。

随着社会的进步，高效、绿色、人与自然和谐共存等理念将日益广泛普及，气象部门终将逐步抛弃粗放式的建设方式，信息化建设终将实现统一规划、统一设计、分步实施和集约化管理。

### 2. 基于平台的应用将逐渐形成规模

依前所述，平台作为一种服务资源的提供，对于促进相关领域技术和业务发展具有重要意义。近年来，该领域在气象部门内部已开始得到重视。国家气象中心研发的“气象GIS”平台，就是基于该理念所做的有益尝试。相信在不远的将来，类似的尝试以及基于有益尝试而逐渐成长起来的具有典型气象特色的“PaaS”平台必将出现。而它的出现和不断完善，必将促进相关领域技术和业务的快速发展，从而形成良性的互动局面。有关决策者应充分意识到此项工作的意义和

价值，并予以积极支持和引导。

需要指出的是：气象“PaaS”的存在和优质服务，是建立在其所拥有的具有一定规模的资源的有效管理的基础之上的。因此，资源集约化管理的实现，是气象“PaaS”业务化的基础和前提。

### 3. 气象信息系统的业务布局将有可能更为简单、合理和高效

基础设施资源集约化管理，以及业务系统的基于平台化的逐步实现，将可使基层气象单位的业务工作环境大大简化：其所有的设备资源、数据资源和相关平台皆可来自于设在省局、区域中心乃至国家级信息中心的“云端”的各项服务，基层单位的业务工作可经本地终端，通过网络使用设于省、区域和国家气象信息中心（即“云端”）的资源服务而得以全部完成。基层气象单位可以不必修建自己的计算机房，不必购置UPS和机房专用空调，不必设置门禁、消防和防水等安全设施，不必维护服务器、数据库等基础设施和平台，单凭使用“云端”的各项资源服务，便可保质保量地完成本单位的所有相关业务工作。

这样的工作模式至少可以适用于县级气象局，而且甚至可能适用到地市级气象单位，缓解甚至消除因IT资产管理给当地造成的人力资源压力。

上述工作的完成，将使气象部门信息系统整体架构更加简单、合理，业务工作的布局更加合理、高效和专业化。此举将从业务布局角度彻底消除目前信息系统建设和运行过程中存在的混乱、低效和低水平重复等现象，实现“又好又快”的发展目标。

### 4. 应用系统（软件）的研制应逐步规范化、专业化和平台化

缺少规范标准的开发平台，所

有应用软件研发工作皆沿用“一切从最基本模块开始做起”的模式，前人的成果和经验得不到有效的保留、集成和发展，这是目前气象部门长期存在的缺陷。

开发平台由业务构件库、服务库以及开发界面（平台）等组成。由于开发平台的统一规范性，使得在其上开发的各种应用系统（软件）之间的功能模块可达到较高的规范化程度，从而形成系统内部以及系统与系统之间的最大范围和最大程度的功能复用。而功能复用的广泛和深入，又使得系统研发者能够摆脱平均占总工作量约50%的基础型功能的重复性开发，而将宝贵而有限的精力聚焦于本系统特定功能的设计和开发方面。

随着业务构件库和服务库的不断丰富，基于该平台的应用系统研发工作将越来越直观、便捷和简单。

气象行业需要一支属于自己的长期稳定的应用软件研发团队。同样，气象行业也需要拥有一个长期稳定、不断改进和丰富的统一规范的应用软件研发平台。因为这个平台的存在，将使气象行业从此真正摆脱一直延续至今的“一切从最基本模块开始做起”的低水平重复工作现象，使得所有新的工作都是基于前人积累的成果之上，而不是重复前人早已做过多次的工作。

计算机软件的实质，是人类处理事物、解决问题的方法的具体描述，是人类知识和智慧的固化。长

期稳定、统一规范的软件研发平台，非但是规范气象应用系统的尺度，更是已被显性化了的气象知识和智慧的图书馆和实验室。同时，它也能大大降低应用软件研发的门槛，使得科学家和工程师头脑中蕴藏的知识和闪现的智慧火花能够更加简便快捷地固化下来，复制出去，成为行业乃至社会的共同财富。

总之，在满足业务目标的前提下，最大限度地发掘并发挥出所有资源的潜在价值，最大限度地提高资源的使用效率，从而提高信息化建设的整体效益和效能，最大限度地降低气象部门在业务、科研、管理等各方面的工作成本，以工作环境的大幅改善及工作代价的大幅降低来促进气象部门技术水平的提高、业务能力的增强、管理质量的提升——这是“云计算”带给我们的启示。

云计算的理念、方法在气象部门的适度引入和有效普及应用，将有可能极大地简化基层气象单位的业务工作环境，真正实现资源的优化组合和业务工作的专业化分工，完成气象部门信息系统架构的最优化调整和合理配置，彻底摆脱一直存在的无序、混乱、低水平重复建设等负面现象；极大地降低创造性工作和日常信息化工作的初期成本和过程成本，从而释放出被高昂代价所压制的宝贵的创造力和生产力。

（作者单位：国家气象信息中心）

#### 深入阅读

雷万云,等. 2011. 云计算——技术、平台及应用案例. 北京: 清华大学出版社.

李德毅. 2011. 2011云计算技术发展报告. 北京: 科学出版社.

李德毅. 云计算热点分析——李德毅院士谈云计算.

<http://wenku.baidu.com/view/0383d480e53a580216fcfea5.html>

蔺华,等. 2011. 大师访谈: 云计算推动商业与技术变革. 北京: 电子工业出版社.

马克思. 德意志意识形态.

赛迪CCID. 中国云计算产业发展白皮书.

吴宋华. 2011. 云计算核心技术剖析. 北京: 人民邮电出版社.