

# 基于云计算的国家级气象资源池设计与建设

聂元丁

(国家气象信息中心,北京 100081)

**摘要:**为了适应气象资源整合集约的要求,基于虚拟化技术,开展了气象业务国家资源池设计与建设,基于云计算相关技术,利用成熟的虚拟化产品,搭建服务器与存储资源池,结合气象行业业务应用的特点,推进业务系统整合和改造。结合气象行业的自身特点以及信息化现状,探讨了云计算的相关技术以及资源池的设计原则,设计了国家级气象资源池的总体技术架构、服务器以及存储资源池技术,介绍了气象资源池的建设过程,容量规模,计算存储资源分配情况。通过对气象资源池建设前后产生的多种相关效益进行对比分析,结果表明,国家级气象资源池集约化效益显著,具有实际的业务应用价值,对其他行业有很好的借鉴意义;同时也对未来气象行业中的传统业务迁移入云提出了一些设想和展望。

**关键词:**气象;云计算;资源池;虚拟化

**中图分类号:**TP39

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2018)12-0132-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2018.12.028

## Design and Construction of National Meteorological Resource Pool Based on Cloud Computing

NIE Yuan-ding

(National Meteorological Information Center, Beijing 100081, China)

**Abstract:** In order to meet the requirements of meteorological resources integration, based on virtualization technology, the design and construction of the national meteorological service resource pool is carried out. Based on cloud computing technology and mature virtualization products to build server and storage resource pool, combined with the characteristics of the meteorological application, the integration and transformation of business system is promoted. Combined with the characteristics of the meteorological industry and the status quo of information technology, we discuss the relevant technologies of cloud computing and the design principles of resource pool, design the overall architecture, server and storage resource pool technology in national meteorological resource pool, introduce the current construction process of meteorological resource pool, as well as its capacity scale, calculation and storage resource allocation. Through the meteorological resource pool before and after the construction of a variety of related benefits, the results show that the national meteorological resource pool has obvious intensive benefits, practical application value and great reference value for other industries. At the same time, we also put forward some ideas and prospects for the traditional business migration in the future meteorological industry into the cloud.

**Key words:** meteorological; cloud computing; resource pool; virtualization

### 0 引言

气象行业经历了“十一五”期间推进信息化“全国气象雷达共享”和通信网络的全面建设,信息化工作取得显著成效。随着气象行业信息化建设的深入推进,要求业务响应更快速、管控更集中、服务更优质、工作更协同。

国家气象信息中心承担着国家级气象基础信息、计算机、局域网络和互联网资源的设计、建设、运维及

相关服务工作。气象部门的业务数据种类要素繁多,包括地面、高空、卫星、雷达、预报、数据库、视频资料等资料类型,数据量巨大、数据增长速度快,而国家气象信息中心是气象行业的国家级计算和存储加工处理的数据中心,目前的IT基础设施已经无法满足海量业务数据存储以及气象资料分析处理加工的需求,需要对气象信息基础设施资源池进行规范设计和统一建设。

为了开展气象业务系统的整合构建研究,解决信

收稿日期:2017-12-25

修回日期:2018-04-26

网络出版时间:2018-07-04

基金项目:国家自然科学基金(41275076)

作者简介:聂元丁(1975-),男,高级工程师,研究方向为云计算大数据IT系统管理。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20180703.1510.008.html>

息孤岛问题,利用业界成熟的云计算技术,构建气象信息基础设施资源池,在虚拟化平台上承载气象业务系统,实现气象应用虚拟化,合理利用气象数据、预报产品和研究成果。气象云基础设施资源池在气象行业中应用虚拟化技术,利用业界成熟的云计算技术,为用户应用提供可共享的气象数据资源,可扩展、可管理、可量化、可运维的气象数据处理和服务有着非常重要的意义<sup>[1]</sup>。

作为信息化新技术,有关云计算资源池的规划和实施并没有现成可以遵循的系统方法,气象行业同时又具有自身的特殊性和重要性,其他行业没有可以借鉴的成功案例,这些也导致了气象资源池规划和建设的难度。文中在理解云计算的基础上,结合气象业务的自身特点,重点研究了气象行业中资源池的基础架构,阐述了资源池建设如何规划、资源池如何建设部署,同时对气象资源池如何在业务应用迁移入云后产生的投资收益进行分析,说明了该资源池规划和建设部署的可行性和有效性。目前,业界没有成熟的资源池规划和部署方案,而该资源池的规划和部署会给其他行业带来很好的借鉴价值。

## 1 气象信息化现状

气象行业数据有自身独特的特点,业务系统流程主要是获取、检查、加工、处理、服务,各个环节互为上下游,彼此紧密联系;气象行业的 IT 管理人员运维的信息工作与气象信息系统紧密相关,业务系统全部是 7\*24 小时无间断全天候运行<sup>[2]</sup>。气象行业业务系统的产生是根据某一个或某些具有共性的一类特定需求如短期气象预报,长期气候预报,山洪地质灾害预报等进行相对独立开发的。根据每个项目建设的流程,受客观条件所限,每个项目的经费来源和采购方式不尽相同,目的与背景不同,业务系统之间也彼此无关联,每个业务系统都有项目本身对 IT 基础资源(包括计算和存储以及开发环境)的特定需求。

目前国家气象信息中心服务器主要以 X86 服务器为主,小型机为辅,运行着天气预报预测,气候监测预警,数据库、文件共享、通信传输、信息安全等多个业务系统,基本是采取每个系统部署在自身项目采购的单套或者多套服务器和存储上。通过对各个系统的资源监控分析发现,大多数服务器的计算平均利用率长期在 5% 以下,存储资源空间也没有得到充分合理的利用,直接导致了资源闲置、机房空间以及空调电源等的不合理能耗,另外,随着新项目的出现以及旧项目的升级等多期建设,机房内单独的业务系统数量增加,带来了 IT 基础设施管理复杂度不断提高、机房能耗浪费巨大等一系列问题。作为为气象信息业务系统提供服

务和支持的国家气象信息中心,面临了诸多问题,主要包括:

(1)每套业务系统从项目立项、科研报告、经费预算、需求分析开始都留出预算,为项目独立购买项目所需的基础设施硬件,设备按照满足项目业务系统资源需求的理论峰值指标来设计购买;

(2)每套业务系统都有各自独立的架构和特征,加大了 IT 管理人员的运维管理难度,同时也使得 IT 管理复杂、IT 维护成本不断提高;

(3)不同项目购置的基础设施导致机房机柜空间分配困难,由于空间和电源供应等问题也为将来系统扩展带来隐患;

(4)由于各个项目购置的硬件配置不尽相同,不同硬件性能指标也不同,并且 IT 设备更新换代频繁,导致各个业务系统中淘汰的资源得不到很好的利用,资源重复利用效率差,造成了设备资源的浪费。

上述问题产生的根本原因在于存在 IT 信息孤岛。信息化项目的建设一般都要按照不同独立的应用系统而独立完成项目立项、规划、建设以及最后的项目业务化工作,每个项目需要根据项目应用对 IT 基础设施能力的要求,配置各种硬件设备资源,包括服务器、磁盘阵列存储以及所涉及的网络资源。由于项目的独立性,每个项目在设计设备指标都按照业务运算的资源峰值叠加来配置购买这些资源,通过独立的物理服务器、基础操作系统、系统软件平台和独立数据库满足应用。这也就导致了各个项目在经过建设验收业务上线后,形成的是各个纵向“烟囱”,烟囱间没有任何资源可以共享,形成了所谓的信息孤岛。在这种信息孤岛技术环境中,系统之间相互通信很少,造成业务数据资源重复或者浪费的局面。这也带来 IT 管理无法及时地满足不断变化的业务需求的难题,如何降低管理维护成本、提升服务效率,如何应对服务创新等方面的挑战。这也推动了信息系统从传统大型主机向开放架构<sup>[3-5]</sup>、从分布式架构向云计算服务演进<sup>[6]</sup>。

随着当前计算机信息技术的高速发展,基于云计算的虚拟化技术能很好地解决信息孤岛问题,是一种新型的计算模式。它以服务的形式为用户提供各种 IT 资源,如硬件资源、存储资源和应用程序等<sup>[7]</sup>,跨越 IT 架构实现对资源的统一管理、调度和监控,进而提高系统整体的灵活性和效益<sup>[8]</sup>。

## 2 关键技术

### 2.1 云计算技术

云计算是继分布式计算、并行计算、网格计算等发展而来的一种新计算模式,具有分布式及并行处理等优点,同时还具备负载均衡、资源共享、便于维护等特

点<sup>[9]</sup>。云计算是近年来兴起并广受关注的一种资源提供、使用和计算模式<sup>[10]</sup>。

云计算包含两层含义:一是云计算平台基础设施,是用来构建上层应用程序的基础;另外一层是构建在这个基础平台之上的云计算应用程序<sup>[11]</sup>。云计算具有资源虚拟化、存储高效可靠、高可扩展性、集约管理、按需服务、“超瘦”客户端、使用方便等优点<sup>[12-14]</sup>。云

计算按照服务类型可分为三类<sup>[15]</sup>:基础设施即服务(infrastructure as a service, IaaS)、平台即服务(platform as a service, PaaS)和软件即服务(software as a service, SaaS)。在上述几类服务模式中, IaaS 模式位于最底层,向上层业务提供最基础的设施以及服务。将处理器、内存、输入/输出、存储、网络等虚拟化资源进行统一的管理调度,如图 1 所示。

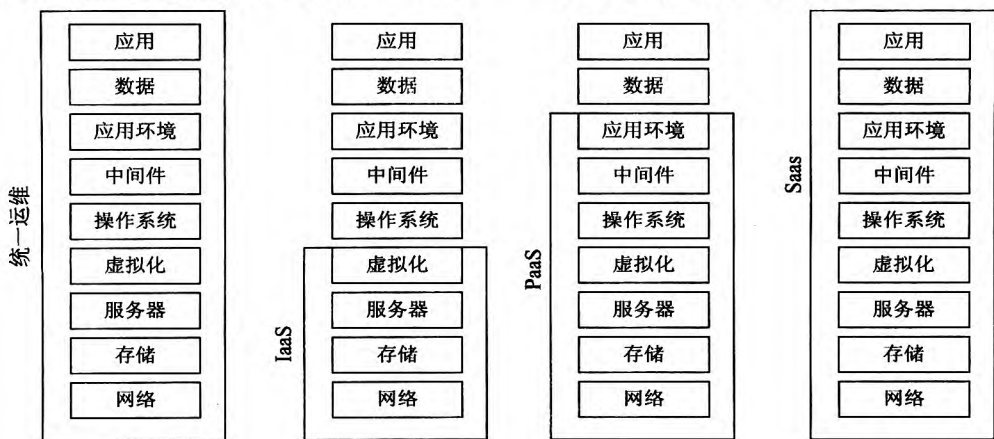


图 1 云计算架构

## 2.2 云计算与 OSI 参考模型

OSI 参考模型(open system interconnect)是国际标准化组织(ISO)和国际电报电话咨询委员会(CCITT)联合制定的,从低到高分为七层:物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。OSI 参考模型层与层之间的关系既有联系制约又互相独立。其设计思路是聚合横向的同类功能,而模块化纵向的不同层次的功能。同样,在 IT 建设中也可以借鉴 OSI 的设计思路,聚合基础设施中的计算存储等资源,形成统一可调度运维的一个大资源池;模块化纵向的不同层次的功能,将业务系统,包括所涉及的硬件设备如服务器、存储、网络以及操作系统与独立硬件系统分离,降低维护成本。

在聚合资源形成统一的可运维的资源池内,当业务方需要应用需求时,应用方不用关注应用运行所需要的设备资源的购置,只需向资源池管理部门提出资源需求,IT 运维人员便可以根据业务申请在资源池中分配相应的资源给应用方。当业务上线运行后,如果出现这个业务系统的业务资源不足时,同样应用方可以申请扩充资源,资源池运维人员实现动态添加计算存储资源,这样承载业务运行的资源对于业务方是透明的。这种架构假设的是一种统一资源池,与信息孤岛架构完全不同,完全以业务应用为中心,将可用资源整合到一起统一运维。统一资源池为多个业务系统提供了一个通用的、高可用性的、横向的、易管理、易扩展的新一代统一系统架构。

统一资源池架构参考了 OSI 七层模型的设计思

路,将处于不同功能位置的设备、介质等进行了模块化的封装,使得各层之间的关系变得独立清晰,各层之间的访问可以跨介质甚至跨平台<sup>[16]</sup>。模型如图 2 所示。

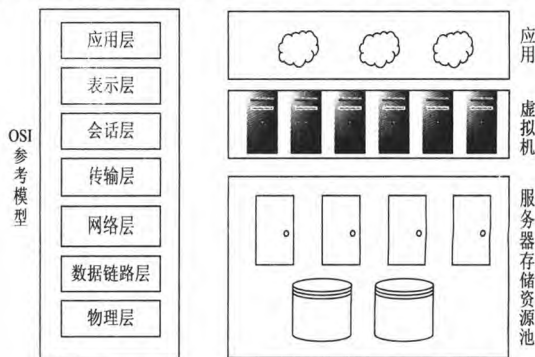


图 2 云计算与 OSI 参考模型

## 3 资源池架构设计

中国气象局在 2014 年启动了气象云资源池建设项目,后期经过多次的扩充建设,目前已经形成了相对成型的国家级气象云 IAAS 资源池设计与实施方案。

### 3.1 设计原则

#### 3.1.1 完整性原则

满足设计要求,满足系统架构和功能需求,满足系统性能指标和硬件指标,适用于气象资源池要求,遵循具有很好的完整性和适用性原则,保证系统正常实施和运行。

#### 3.1.2 柔性化原则

柔性反映资源应对业务需求,适应业务变化的能力。资源池的柔性原则是指资源可被调度、可按需求

动态分配和组装,从而满足不同需求的能力。包括计算和存储容量基础资源服务与处理能力方面,无论是在硬件系统还是软件设计配置上都要有很好的易集成性和可扩展性,方便今后系统扩容。

### 3.1.3 实用性原则

系统为用户提供简单、方便、易操作的人机交互界面,功能规划设计便于日常管理维护,满足系统功能要求,简便实用、易配置操作、易维护升级原则。

### 3.1.4 弹性原则

对资源运行状态下的能力要求,指的是根据应用和软/硬件的负载需求,对运行环境中软/硬件资源配置或数量进行动态调整,对应用系统的影响降到最低。例如,资源配置改变的瞬间,如何做到用户无感知的资源动态调整;运行状态下,对于经常出现的瞬时峰值,如何做到各种负载参数的平滑升降<sup>[17]</sup>。

## 3.2 气象云资源池建设目标

根据气象信息化统一规划,气象云资源池采取分阶段分任务建设,不同时期实现不同的建设目标。第一阶段实现 IaaS,第二阶段实现 PaaS 加 SaaS。

### 3.2.1 第一阶段(IaaS)建设目标

在虚拟化平台上实现全局应用的集中管理、虚拟整合、动态调度的功能,主要在不同网络区域建设计算池、存储池等。通过使用虚拟化技术,采用云模式构架,初步实现 IaaS,即:计算虚拟化、存储虚拟化、网络虚拟化。气象云数据中心建成后,绝大部分应用服务都将运行在数据中心,新增的气象业务需求都由数据中心统一分配网络、服务器、存储资源,为气象业务的各类应用提供统一的运行环境。

### 3.2.2 第二阶段私有云(PaaS+SaaS)建设目标

初步建成气象私有云,全面实现对硬件资源与软件资源的统一管理、统一分配、统一部署、统一监控和统一备份。基本实现 PaaS,整合国家气象信息中心的各类业务逻辑,设计与部署相应的工作流,建立可重复运作的标准化流程,提供按需服务,实现虚拟机的快速部署和资源回收。同时在私有云基础上构建全局应用的数据共享平台,为全局数据应用集成、信息门户、身份认证等平台提供运行环境支撑,初步实现 SaaS。

## 3.3 气象云资源池架构

气象云资源池从 2014 年启动建设以来,到目前已经初具规模,整个气象云资源池由 VMWARE 和华为两个虚拟化管理平台组成,分别部署在局域网和互联网区域,为局域网和互联网网络区域的业务系统提供计算和存储资源服务,整个资源池服务于中国气象局各个业务单位,提供 IT 资源及平台环境服务,涵盖业务、政务、科研等方面,共承载包括强天气预报系统,国家级气象业务内网,中国气象科学数据网,军事保障平

台等多个重要业务系统。

截止到 2018 年 1 月,气象云资源池总共包括 47 台物理主机,资源池中应用部署了总计 279 个业务应用系统,702 台虚拟云主机及存储资源,集约比达到 1:15 左右,一台物理主机承载了大约 15 个虚拟机的运行。

## 4 应用及效益分析

### 4.1 应用情况

气象云资源池中部署的业务系统分为两大类,一类为新上线的虚机,承载新业务和科研应用,另一类为旧的业务迁移入云,即 P to V(physical to virtual)。对于第一类,由于虚拟和运行环境均是全新部署,实现起来相对简单,而对于第二类迁移入云的运行多年的各种“旧”的业务系统,由于各种业务系统各不相同,原先均运行在传统的物理机上,类型千差万别,需要具体问题具体分析处理。

总之,在系统入云的时候,需要遵循以下虚拟化“入云落地”策略:

(1)业务系统运行在传统物理服务器上,出现运行该系统的多台物理服务器的资源利用率过低时,需要考虑迁移入云虚拟化。利用虚拟化技术的“一分多”,即一台物理机虚拟出多台虚机的特性,在一台物理机上同时运行多个虚拟机,共享资源,提高利用率,实现应用系统整合,降低 TCO 成本。

(2)物理服务器需要分配给不同业务系统使用时,需要考虑采用虚拟化技术,虚拟资源不与物理机形成绑定关系,虚拟机独立运行,快速部署,资源实现动态分配和回收,满足业务动态变化需求。例如需求难以预测的系统、负载波动大的系统、IDC 弹性计算系统等。

(3)对于业务系统需要使用共享存储实现集群 Cluster;需安装特殊硬件(如独立显卡、USB-Key、串口等);需要 Oracle RAC 架构;需承载视频直播业务;涉密系统或涉及敏感数据的,原则上不考虑入云解决,还是基于传统的物理机形式承载。

### 4.2 效益分析

气象云资源池在局域网和互联网网络区域的资源总量以及分配情况见表 1。

从表中可以看出,目前计算资源 CPU 总数和内存资源分配率都处于较高水平,CPU 分配率达到 159%,处于资源超分的状态,真正发挥了资源集约的优势。

采用资源池虚拟化技术带来多方面效益。首先是主机虚机的集约比大大提高。从表 1 中看出,气象云资源池集约比累计达到 1:15 左右,一台物理主机承载了大约 15 个虚机的运行,集约化效益显著,CPU 和

内存资源都得到了充分的利用,极大地发挥了资源的利用效率。其次从场地环境方面进行考量,47 台 4U 服务器需 5 个机柜,如果所有虚拟机全部采用物理服务器承载,共需要 55 个机柜,因此节省了 50 个机柜的场地空间。平均每台 x86 服务器功率约为 400 W,采用虚拟化技术后一年节省服务器电量约 173 万度。

表 1 气象云资源池分配使用效益情况

区域	主机	虚机	CPU 总数	CPU 分配	内存总数	内存分配	集约比
局域网	38	585	2 694	159%	12.32	81%	1 : 16
互联网	9	117	720	88%	2.93	56%	1 : 13

资源池虚拟化技术也极大缩短了业务部署上线周期,将持续数月的设备招标、采购、部署流程缩短到数十分钟。此外,还可提高 IT 基础设施可靠性,不再因物理设备故障导致业务系统停止服务,通过备份系统对虚拟服务器进行定期整机备份,在操作系统崩溃或软件故障时也可快速恢复系统。另外,出现资源不足情况时,可快速实现虚拟硬件(CPU、内存、存储等)扩充,避免因硬件能力限制导致业务发展。

5 结束语

通过气象云资源池建设,初步在数据中心机房实现了对气象业务基于 IaaS 层的虚拟化,数据中心内部基本实现了资源统一部署和运维,实现了用户资源的按需分配,满足气象数据和应用等气象系统的功能需求,极大地节约了机房场地空间、集约能源,提升效率约 50% 左右。

利用云计算技术是气象行业信息化发展的大趋势,随着今后气象云工程项目的继续开展和建设,包括基于 PasS 和 SasS 层应用的研究开展,未来将会有更多的气象大数据研究成果,随着气象业务的进一步发展,气象预报的社会公众服务效果也会得到进一步提升。

参考文献:

[1] 滕小羽,陈海宁,高志球. 气象业务云平台与应用[M]. 北京:气象出版社,2014.

[2] 沈文海. 从云计算看气象部门未来的信息化趋势[J]. 气象科技进展,2012(2):49-56.

[3] KAMBADUR M, MOSELEY T, HANK R, et al. Measuring interference between live datacenter applications[C]//Proceedings of international conference on high performance computing, networking, storage and analysis. Salt Lake City,

UT:IEEE,2012.

[4] GOVINDAN S, LIU J, KANSAL A, et al. Cuanta: quantifying effects of shared on-chip resource interference for consolidated virtual machines[C]//Proceedings of ACM symposium on cloud computing. Cascais, Portugal:ACM,2011.

[5] CARLI R, FAGNANI F, SPERANZON A, et al. Communication constraints in the average consensus problem[J]. Automatica,2008,44(3):671-684.

[6] ALAMELDEEN A R, WOOD D A. IPC considered harmful for multiprocessor workloads[J]. IEEE Micro,2006,26(4):8-17.

[7] 曹媛媛. 云计算关键技术应用及发展[J]. 电子科技,2011,24(11):141-143.

[8] 武 星,王旻超,张 武,等. 云计算研究综述[J]. 科技创新与生产力,2011(6):49-55.

[9] 苏朋程. 云计算研究虚拟化技术的研究[J]. 计算机技术与发展,2017,27(4):29-33.

[10] FOSTER I, ZHAO Y, RAICU I, et al. Cloud computing and grid computing 360-degree compared[C]//Grid computing environments workshop. [s. l.]:IEEE,2008:1-10.

[11] 刘正伟,文中领,张海涛. 云计算和云数据管理技术[J]. 计算机研究与发展,2012,49(S):26-31.

[12] 陈 全,邓倩妮. 云计算及其关键技术[J]. 计算机应用,2009,29(9):2562-2567.

[13] 王意洁,孙伟东,周 松,等. 云计算环境下的分布存储关键技术[J]. 软件学报,2012,23(4):962-986.

[14] 陈 康,郑纬民. 云计算:系统实例与研究现状[J]. 软件学报,2009,20(5):1337-1348.

[15] 刘 鹏. 云计算[M]. 第 2 版. 北京:电子工业出版社,2010.

[16] 王健伟. 一种全新的 IT 建设架构—统一资源池[J]. 数据通信,2011(5):10-12.

[17] 杨 宁,罗华永,李 兴,等. 电力云资源池基础架构的设计和实施[J]. 电信科学,2017(3):142-147.