

Nutanix Hyperconverged Infrastructure
Essential Guide

Nutanix超融合基础架构 权威指南

吴孔辉 尹思杰 高园 著 夏峰 审校

由Nutanix 创始人兼CEO Dheeraj Pandey先生作序，业内大咖联袂推荐，多位资深的超融合和虚拟化业内专家合作撰写。

本书涵盖了超融合相关的基础知识，也对Nutanix超融合产品进行了详细介绍，并从数据中心管理者关心的产品安装、规划与设计、部署与测试、运维与管理多个角度着手，讲解超融合方案，力求帮助超融合爱好者及使用者掌握Nutanix超融合的相关知识。



云计算与虚拟化技术丛书

Nutanix Hyperconverged Infrastructure
Essential Guide

Nutanix超融合基础架构 权威指南

吴孔辉 尹思杰 高园 著 夏峰 审校



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

Nutanix 超融合基础架构权威指南 / 吴孔辉, 尹思杰, 高园著. —北京: 机械工业出版社, 2017.9

(云计算与虚拟化技术丛书)

ISBN 978-7-111-58148-2

I. N… II. ①吴… ②尹… ③高… III. 云计算 IV. TP393.027

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 238469 号

Nutanix 超融合基础架构权威指南

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 陈佳媛

责任校对: 殷虹

印刷: 北京市荣盛彩色印刷有限公司

版次: 2017 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 186mm×240mm 1/16

印张: 21.25

书号: ISBN 978-7-111-58148-2

定价: 69.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

背景

当听说中国团队正在撰写一本关于 Nutanix 架构和实践部署的书，我就迫不及待想写一篇推荐序给读者讲述我们的心得体会。我们从 2012 年起进入中国，那时也是公司建立的早期阶段。从那时起，我们便开始不断增加新的企业和政府客户。中国的客户和合作伙伴促使我们提高安全性，实现远程管理、跨区域复制，提供售后支持，做好界面本地化，同时降低企业云的总拥有成本。在过去的两年，我们将联想公司纳入承载 Nutanix 云操作系统的全球硬件合作伙伴。这使我们在中国本土市场拥有了更大的潜力，尤其是对国有企业客户来说。

企业云的历史

20 世纪末，在阿里巴巴、百度、腾讯、亚马逊、脸谱、谷歌等互联网公司的数据中心里，计算架构层面发生了根本的改变。它们不再为基础架构购买有特殊功能的专有硬件，所有的基础架构都是可编程的，以纯软件形式在商业服务器运行，并可根据需求通过软件而非人为干预的方式实现以机架为单位的堆叠扩展，数以百万的服务器都由定制的专有操作系统管理。在 2009 年年底，我们确认要为企业定制此类它们急需的操作系统。有挑战的是，这种操作系统必须无缝支持企业内部所有传统应用，且管理极为简单，就像客户使用苹果 iOS 设备一样。一键式消费级的简易是我们的核心价值观，也是我们投入大量成本用于用户体验、用户界面设计的原因。Nutanix 的管理系统 Prism 就是由此而生的。

超融合基础架构：2011-2020

我们先打破的数据中心硬件是存储。存储阵列如大型主机系统一般又贵又庞大，同时存在管理竖井，要求管理人员精通诸如传统 SAN 存储、HBA 卡、刀片服务器背板等相关硬件的专业知识。存储需要以应用为中心、应用感知、高度分布，并运行在商业服务器之上——就像音乐作为“第一杀手锏的应用”融合在手机里，存储同样可以融合在计算服务器之中。

摒弃 SAN 和存储阵列是数据中心基础架构的根本变革，同时也是建立企业下一代计算平台的架构基础。

在之后的 8 年，我们扩展了 HCI 的疆界，将传统昂贵的存储才有的高端功能纳入了 Nutanix 的 HCI 之中，包括复杂功能的实现，如性能、复制、容量优化、业务连续性、可扩展性、安全性和数据完整性。由于磁盘驱动器（HDD）存储介质将接力棒传递到下一代硅芯片技术，如固态闪存和非易失性存储器（NVMe）存储，HCI 的架构以及“数据本地化”概念，即应用程序与最相关的数据相邻，变得不可或缺。此外，由于数据中心内的所有构成都基于软件，甚至需要管理数十亿个用户文件的基于硬件的文件管理器都必须进行软件定义并自动扩展。对象存储服务也是如此。总之，与存储遵循摩尔定律类似，随着摩尔曲线的变化，HCI 的创新步伐将继续加快。

隐形的虚拟化、网络和安全：2015-2020

在 2013 年左右，我们意识到通过 HCI 使存储隐形并不是终点，而是实现真正隐形基础设施旅程中的一个里程碑。我们必须努力使数据中心的其他组件完全自动化并一键式启用。虚拟化软件是数据中心软件堆栈中非常昂贵的一层，包括系统管理、运营管理和数据中心自动化软件。影响 100 亿到 150 亿美元的行业的时机已经成熟了。我们知道，必须将虚拟化无缝地融合在一起，就像我们使存储“消失”一样。它要在预算中作为一个单独的项目消失。整个虚拟化团队必须融入更大的 CloudOps 运动，因为我们努力将多个专家团队合并为一体。类似于公有云公司，我们在 Linux 开源的基础上构建了我们自己的 Hypervisor，Nutanix AHV 和 Acropolis 因此诞生。我们的企业云之旅已经开始了。HCI 已经成为我们产品策略同心圆内的最内圈。云操作系统的波纹逐渐向外延伸。

自 2013 年以来的四年中，AHV 已经成为我们全产品堆栈的基石。AHV 的所有功能包括安全性、资源调度、高可用性、IO 管道、网络等，均是完全分布式、超融合和横向扩展的。我们已经实现了微分段、服务链、软件加密和合规性自我修复，与我们的软件定义的存储功能一样优越。到 2017 年年中，这个云操作系统已经部署在核心数据中心、远程和分支机构、“前沿部署”边界云，如石油钻井、陆军车辆、海军舰艇、商业货轮、制造业工厂、零售商店和医院等。Nutanix 正在帮助云实现离散化，我们从根本上认为云架构未来将变成分布式的。

超越虚拟机和公有云

如我之前提到的，云操作系统必须运行在半机柜、四个机柜、四十个机柜、四百个机柜到四千个机柜的环境中。两个法则基本上说明了为什么云要离散在超过 10 个大的公有云数据中心和怎么实现这一点。

□ 区域法则——合规性，数据主权，计算本地化，区域治理

□ 物理法则——数据和计算的本地化，网络分区导致的故障隔离，离线操作等

离散云要求最高程度的自动化、机器学习、应用为中心的迁移、集中化的监控和编排，以及可视化。Nutanix 可以通过 Calm，借助源于电子商务云的交易市场的概念聚焦在高度可视化的以应用为中心的自动化引擎上。Calm 的“蓝图”拥有整合 ITOps 和 DevOps 的潜力，例如运维人员和开发人员可以（借助 Calm）使用整个应用模型的通用语言（进行沟通）。由于云的“数据平面”（包括硬件和应用）逐渐离散化，控制平面需要集中化以形成云应该具备的规模经济。集中化的控制平面正是 Prism Central 打下基础的地方。我们也希望以快速的步伐创新以期达到不仅仅是“一键式”，还有“零接触”和“零服务单”。

另一个不断激发我们的领域是基于 Linux 的容器。当计算单元变得无状态化，应用可以由运行在虚拟机中的有状态服务和运行在容器中的无状态、更加短暂的（弹性的）服务混合而成。我们看到 Kubernetes 也是一个在 Nutanix 内外持续发展创新的领域。

自有还是租用：Xi 的旅程

大约在 2015 年年底，我们意识到隐形基础架构的真正本质是混合云模式，整个数据中心可以在其中呈现隐形。现在，我们的客户不仅可以决定使用自有设备承载可预测的应用，还可以决定通过公有云服务租用共享设备应对弹性的和不可预测的工作负载。公有云和私有云融为一体的思路是融合的最终疆界。操作系统需要熔融整个的网络、安全模型、识别引擎、计算、存储以及提供单一同质化体验的控制平面，模糊自有和租用的界限。我们也从中国客户和合作伙伴听到很多真知灼见如必须整合 Capex 和 Opex 来获取最大伸缩性、Prism 需要将公有和私有融为一体、Acropolis 需要从数据中心解耦应用和网络、Calm 需要假设世界将变成多云模式。

这是 Nutanix 在未来十年的旅程；这是通往“长城”的旅程；这是 Xi 的旅程……

Dheeraj Pandey

Nutanix 联合创始人 & 首席执行官

前 言 *Preface*

超融合是近年来企业数据中心的备受推崇的技术之一。超融合技术可以帮助企业实现大量的业务与技术价值，如简化数据中心管理、提高应用响应速度、降低总体拥有成本、加快业务系统的上市时间。超融合技术适用于各类应用场景，如关键应用系统、数据保护、桌面虚拟化、大数据、分支机构、开发测试场景等。

近年来各类互联网应用被用户广泛接受，互联网企业实现了在低廉成本建设数据中心的情况下提供大量用户接入使用的能力，这得益于互联网数据中心领先的 Web-Scale 架构。而如果使用传统数据中心方案来满足如此大量的用户访问是难以想象的。

超融合与传统的数据中心架构不同，超融合摆脱了传统三层架构的限制与束缚，其底层设计采用领先的 Web-Scale 架构，让数据中心具备横向扩展、按需采购、性能和成本可预测、高性能的特点。

从企业角度而言，在引入超融合技术前，需要对自身的业务需求进行梳理，并根据业务需求对超融合产品和资源进行选择，不适当的资源配置和选型都可能会对上面运行的业务系统造成影响。同时，超融合作为一种新的数据中心架构，数据中心建设者除了需要关心超融合系统的安装、配置、部署之外，还需要对日后的运维和管理工作量进行评估，只有这样才能将采用超融合系统的风险降到最低。

此外，超融合技术由于整合了以往服务器、存储、虚拟化的功能角色，因此，基于超融合的数据中心在运维管理方面与传统架构的数据中心有着明显的不同，对于那些 IT 职责有着明显分工的 IT 部门而言，甚至可能需要对现有的 IT 人员的工作职责、技术服务流程等进行重构。

超融合凭借独有的技术优势与架构特点，可以适用于各种行业和使用场景，但是完善的规划设计、日常运维管理仍然不可或缺，只有这样企业才可以充分利用超融合的优势来提升业务能力，从而提升企业的竞争力。

本书的写作目的

随着超融合采用率的不断攀升，包括传统架构提供商在内的众多企业也纷纷加入超融合市场，推出形态不一的超融合产品，这使得超融合市场鱼龙混杂，概念混乱。本书的作者团队作为国内最早接触超融合的技术人员，希望通过本书分享对超融合技术的体会和理解，并帮助读者更加全面地了解超融合市场、以 Nutanix 产品为代表的超融合技术和解决方案。

本书的目标读者

本书适用于希望对超融合解决方案以及超融合产品有深入了解的读者，同时正在筹备、参与超融合项目建设的 IT 人员也可以将本书作为 Nutanix 超融合产品安装、规划与设计、部署与测试、运维与管理的参考书目。

致谢

特别感谢 Nutanix 公司的技术总监夏峰和市场部总监吴启新以及 Nutanix 产品总监 Harry Yang，他们对于本书的内容和出版提供了大量的建议。

同时，感谢 Nutanix 公司中国区工程师团队在本书写作过程中给予的意见与帮助，因为与他们的合作，本书才得以如期完成并顺利出版。

感谢本书策划编辑姚蕾、责任编辑陈佳媛在本书内容、出版方面给予的支持。

目 录 Contents

Nutanix 企业云在中国

前言

第 1 章 超融合系统发展历程及概述··· 1

- 1.1 数据中心的演进····· 2
- 1.2 超融合系统概览····· 4
- 1.3 超融合市场格局····· 8
- 1.4 软件定义存储与超融合系统····· 10
- 1.5 数据中心面临的挑战····· 12
- 1.6 超融合出现的诱因····· 13
- 1.7 超融合适用的应用场景····· 15
- 1.8 引入超融合的时机····· 17

第 2 章 Nutanix 超融合介绍····· 19

- 2.1 Nutanix 公司介绍····· 19
- 2.2 Nutanix 产品介绍····· 19
 - 2.2.1 Acropolis 软件····· 20
 - 2.2.2 Prism 软件····· 24
 - 2.2.3 产品形态····· 27
- 2.3 Nutanix 技术原理····· 30
 - 2.3.1 Nutanix 系统设计架构····· 30
 - 2.3.2 高效性技术特性····· 34

2.3.3 存储容量优化技术特性····· 38

2.3.4 高可用性技术特性····· 42

2.3.5 备份与容灾技术特性····· 45

2.3.6 面向应用的扩展服务····· 49

第 3 章 HCI 实验环境搭建····· 53

- 3.1 Nutanix Next 社区介绍····· 53
 - 3.1.1 Nutanix 社区版介绍····· 53
 - 3.1.2 Nutanix Next 社区注册
步骤····· 55
- 3.2 Intel NUC 介绍····· 61
- 3.3 Nutanix 社区版安装····· 61
 - 3.3.1 下载及制作镜像盘····· 62
 - 3.3.2 安装 Nutanix 社区版····· 64
 - 3.3.3 AOS 集群创建····· 67
 - 3.3.4 登录 Prism 集群管理控制台····· 75
 - 3.3.5 安装 Prism Central····· 76
- 3.4 Nutanix 社区版操作····· 85
 - 3.4.1 Prism 控制台操作····· 85
 - 3.4.2 自助服务门户操作····· 105
 - 3.4.3 Prism Central 操作····· 119
 - 3.4.4 常见排错操作····· 128

第4章 HCI 规划与设计 130

- 4.1 计算规划设计 130
 - 4.1.1 物理 CPU 到 vCPU 的换算 130
 - 4.1.2 内存资源的换算 131
 - 4.1.3 计算资源的数据收集 132
 - 4.1.4 计算资源的损耗类型 134
 - 4.1.5 超融合资源计算实战 138
- 4.2 存储规划设计 142
 - 4.2.1 全闪存模式和混合模式 142
 - 4.2.2 存储池设计 142
 - 4.2.3 存储容器设计 144
 - 4.2.4 数据安全 149
- 4.3 网络规划设计 150
 - 4.3.1 超融合物理网络设计 150
 - 4.3.2 虚拟网络设计 158
 - 4.3.3 CVM 的网络连接 169
 - 4.3.4 NTP 配置 171
- 4.4 安全规划设计 173
 - 4.4.1 网络安全 173
 - 4.4.2 访问控制 176
- 4.5 高可用规划设计 178
 - 4.5.1 数据可用性设计 179
 - 4.5.2 数据中心容灾 184

第5章 HCI 部署与测试 190

- 5.1 集群部署 190
 - 5.1.1 环境准备 191
 - 5.1.2 使用 Foundation 部署 Nutanix 集群 197
- 5.2 性能测试 223
 - 5.2.1 测试工具介绍 223

5.2.2 测试工具使用 223

第6章 HCI 操作与管理 237

- 6.1 虚拟化支持概览 237
 - 6.1.1 虚拟化系统的选择 239
 - 6.1.2 Nutanix 功能在 Hypervisor 上的差异 240
- 6.2 AHV 环境操作 241
 - 6.2.1 AHV 最大配置 241
 - 6.2.2 Acropolis 动态调度 242
 - 6.2.3 AHV 高可用性配置 243
 - 6.2.4 AHV 支持 Citrix XenDesktop 245
 - 6.2.5 节点关闭 245
 - 6.2.6 节点启动 247
- 6.3 vSphere 环境操作 248
 - 6.3.1 vSphere 最大配置 249
 - 6.3.2 vSphere HA/DRS 配置 249
 - 6.3.3 vSphere EVC 配置 251
 - 6.3.4 VAAI 支持 251
 - 6.3.5 节点关闭 252
 - 6.3.6 节点启动 253
 - 6.3.7 Nutanix 预设配置 254
- 6.4 Hyper-V 环境操作 255
 - 6.4.1 Hyper-V 最大配置 255
 - 6.4.2 ODX 存储优化特性支持 256
 - 6.4.3 节点关闭 256
 - 6.4.4 节点启动 257
 - 6.4.5 SCVMM 管理 258
- 6.5 XenServer 环境操作 260
 - 6.5.1 XenServer 最大配置 260
 - 6.5.2 XenServer 要求与限制 261

6.5.3	节点关闭	261	7.2.2	Nutanix 数据保护带来的优势	309
6.5.4	节点启动	262	7.3	桌面虚拟化方案	310
6.5.5	XenCenter 管理	262	7.3.1	Nutanix 释放桌面虚拟化无穷潜力	310
6.6	日常运维管理	264	7.3.2	Nutanix 为桌面虚拟化带来的优势	312
6.6.1	集群操作	264	7.4	大数据平台	312
6.6.2	虚拟化层 VLAN 修改	265	7.4.1	Nutanix 节约大数据平台运维成本	313
6.6.3	CVM 内存配置修改	268	7.4.2	Nutanix 为大数据平台带来的优势	314
6.6.4	主机操作与管理	270	7.5	分支机构方案	315
6.6.5	日志集中处理	275	7.5.1	Nutanix 打造简约的分支机构 IT 环境	315
6.6.6	合规性管理与软件升级	277	7.5.2	Nutanix 为分支机构 IT 环境带来的优势	316
6.6.7	监控与警报	279	7.6	开发测试环境	317
6.7	应用迁移	284	7.6.1	通过企业云架构开发测试环境	317
6.7.1	同类 Hypervisor 迁移	284	7.6.2	Nutanix 云平台为开发测试环境带来的优势	317
6.7.2	异构 Hypervisor 迁移	288	附录 A	超融合系统评估要点	319
6.7.3	镜像服务导入应用	293	附录 B	Nutanix 软件版本和功能划分	323
6.8	自动化操作	294	附录 C	术语表	327
6.8.1	Nutanix API 介绍	294			
6.8.2	CLI 操作	298			
6.8.3	命令行的批量操作	301			
第 7 章 HCI 应用场景介绍		304			
7.1	关键应用平台	304			
7.1.1	支持各类关键应用	304			
7.1.2	Nutanix 为关键应用带来的优势	306			
7.2	数据保护方案	306			
7.2.1	Nutanix 平台内置的数据保护机制	307			

超融合系统发展历程及概述

随着 IT 技术的迅猛发展和影响范围的日趋扩大，尤其是大数据和互联网时代的到来，传统的 IT 架构面临着巨大的挑战。如何革新架构，使其更好地满足当下以及未来的数据、业务需求，是当前 IT 基础架构的核心考量。

IT 技术不再仅仅是政府或企业所关注的，它已潜移默化地改变着人们的生活及工作方式。以前，技术革新对人们生活的影响如多米诺骨牌效应般慢慢蔓延开来；而现在，技术革新扩散和蔓延的速度却近似一种爆炸式的形态，这一切背后的重要推手就是 IT 技术的快速发展。

数据中心作为 IT 行业的重要组成部分，经历了多次变革，从最初的大型机系统逐步演变为独立的服务器系统，随着软件技术的发展，又开始走向分布式的云架构。这种变化是 IT 行业发展的必然结果，当这种结果反作用于 IT 行业时，也会推动 IT 行业转变关注焦点并让 IT 行业走上精细化发展的道路。数据中心作为 IT 行业发展的重要推动力，从最初的业务支撑中心，逐渐变为业务的驱动中心；数据中心的发展焦点，不再是有多大空间，可放置多少服务器和存储，而是能支撑多大规模的业务，是否具备敏捷地随业务需求而动态扩张的能力。

基于 IT 技术发展起来的大型互联网企业逐渐代替传统商业公司成为全球市场中的巨无霸，如谷歌（Google）、亚马逊（Amazon）、脸谱（Facebook）、百度（Baidu）、腾讯（Tencent）、阿里巴巴（Alibaba）等，这些企业最核心的资产是“数据”，而如何处理和利用这些“数据”，正是数据中心的职责所在和核心价值的体现。大型互联网企业的快速崛起正是由于各自的数据中心具备了当前 IT 行业最为领先的技术水平。基于大型互联网企业数据中心的最佳实践，一种全新的计算理念——Web-Scale（互联网规模扩展架构），正逐步成为当前数据中心建设的一个参考标准。而基于 Web-Scale 理念形成的超融合系统包含了当前及

未来一段时间内数据中心所需的关键技术：基于机器学习的智能化，分布式自治系统，系统自恢复能力，基于 API 的自动化及分析能力。

1.1 数据中心的演进

社会发展离不开信息技术，信息技术已经成为当今社会运转中不可或缺的一部分，小到我们日常生活所需的衣食住行，大到国计民生，都高度依赖着信息技术的支撑。而信息技术的运行离不开支撑其运行的数据中心基础架构。

数据中心由各类服务器、存储、网络以及支持这些组件运行的电力、制冷等设备组成，提供了应用所需的网络、计算、存储这三项最为重要的能力。今天的数据中心经过不断的演化，正在告别以往由硬件定义的模式，逐渐形成由软件定义的智能、模块化数据中心架构。

在最近 20 年数据中心的发展过程中，数据中心架构的变化经历了如下几个重要阶段，即分散式、整合式、虚拟化、融合系统、超融合（简称 HCI）五个重要阶段，如图 1-1 所示。



图 1-1 数据中心架构演进

在数据中心发展初期，服务器主要使用其内部的磁盘或外部的直连存储（DAS），其架构如图 1-2 所示。

随着用户对应用的可用性、存储性能、存储容量等要求的提高，整合式的数据中心架构逐渐变成主流，数据中心的存储设备由直连存储演变为集中式的共享存储模式，服务器通过 HBA、SAN 交换机、FC 线缆与存储设备连接，这种架构的推出，有效地提高了存储可用性、利用率、存储设备的可管理性，再加上操作系统及应用程序对于集群功能的支持（如 Windows 集群功能、SQL Server 集群服务等），应用的可用性也随之提高。整合式的数据中心架构如图 1-3 所示。

各类组织对于 IT 技术寄予厚望，应用程序及其用户数量随之增加，数据中心内的服务器设备也变得越来越，数据中心空间与电力不足、较低的服务器资源利用率、不同的服务器品牌和型号让数据中心的运维变得不堪重负。服务器虚拟化技术的引入整合了服务器资源，有效地减少了服务器设备的蔓延，应用程序被封装在虚拟机中运行，用户获得与物理服务器运行应用程序时一致的使用体验，同时还能提高资源利用率和运维效率。但这一类型的数据中心架构，仅仅是在服务器上实施了虚拟化，是服务器虚拟化技术与整合式数据中心

架构的叠加，服务器与存储之间使用的仍然是三层架构，如图 1-4 所示。

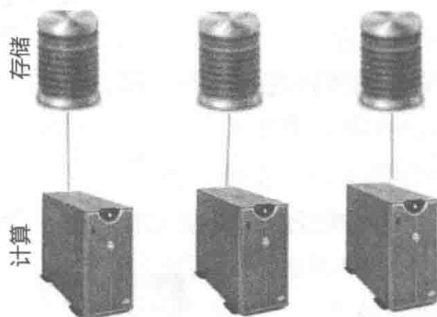


图 1-2 分散式的数据中心架构

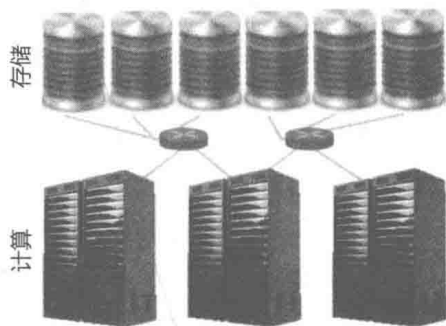


图 1-3 整合式数据中心架构

得益于虚拟化技术的引入，数据中心内的服务器数量得到一定程度的控制，但虚拟机数量的膨胀与超配消耗了巨大的存储空间，这使得数据中心内的存储设备数量逐年递增，占用大量空间，消耗越来越多的成本。传统的存储设备受限于其架构，无法提供灵活的纵向及横向扩展能力。

在上述情况下，IT 供应商推出了融合系统（也称集成系统）方案，将服务器、存储设备、存储交换机、TOR 网络交换机放置在同一个机架中以模块方式销售，并在设备出厂前进行兼容性验证和设备的预配置，同时针对特定工作负载进行测试验证，这种模块化、标准化的方式减少了用户侧的部署时间，降低了用户自行进行集成的复杂度。当用户需要扩容时，可以通过叠加模块的方式进行横向扩展。其架构如图 1-5 所示。

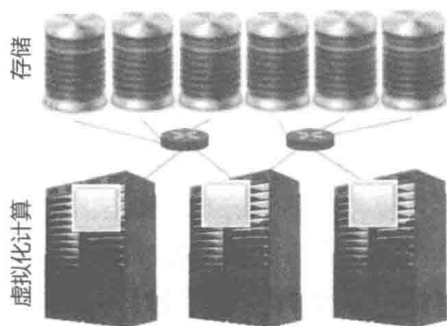


图 1-4 虚拟化数据中心架构

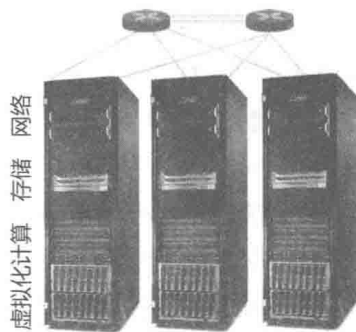


图 1-5 融合系统架构

融合系统的机架中包含了一个或多个供应商的产品组件，这些组件并不是专为融合系统设计的，供应商通过硬件堆砌以及软件集成的方式包装解决方案，但是在最终的集成度上并没有得到预想的效果。此外，用户的应用千差万别，融合系统更多的是为标准化的应用负载设计（如虚拟化服务器、虚拟桌面、Web 服务器等），针对非标准化、混合型应用负载的表现并不理想。此外，供应商以机架为单位进行销售，如果用户的 IT 规模用不上一个模块或者用户希望以更小的颗粒进行横向扩展，融合系统的使用就会受到诸多限制。

此外，IT 部门仍然要面对虚拟化管理的复杂性，虚拟机泛滥导致资源浪费，应用堆栈增多导致出现故障后故障定位和排错变得困难，存储设备因为不能支持虚拟机感知而无法直观显示虚拟机性能数据等。

由于服务器、存储网络、集中式共享存储构成的三层架构在性能、成本、可靠性、可管理性、扩展性等方面存在诸多问题，使得以 Nutanix（路坦力）为代表的 HCI 解决方案迅速发展。Nutanix 的 HCI 解决方案带来了基础架构平台的革命性变化，方案通过软件定义的方式降低了物理环境的复杂度，内置的管理平台提升了平台整体的运维能力，如图 1-6 所示。

超融合系统通过集成虚拟化、计算、存储及网络技术，摒弃了三层架构固有的问题，支持以更小的颗粒（一次只需添加一个节点）进行横向扩展，并通过分布式架构、软件定义技术及自修复等功能提供更高的可用性和可扩展性，这使其很快成为众多数据中心建设者在新建、更新数据中心时的首选方案。



图 1-6 HCI 架构

1.2 超融合系统概览

在开始介绍超融合系统之前，有必要对超融合系统的前身即融合系统进行介绍。

融合系统也称集成系统，是数据中心随着技术发展而产生的一种参考方案架构。从字面意思来看，融合就是将两个或多个组件组合在一起，形成一个融合的单元。业界对于融合系统并无一个统一的标准定义。但维基百科中对于融合系统的定义比较具有代表性：“融合系统是由一组不同的 IT 组件封装成为一个统一、优化的计算单元，这些不同的 IT 组件可能包含服务器、存储设备、网络设备及系统软件等，以便于实现 IT 基础架构的管理、自动化及编排配置。”

从维基百科的定义中不难看出：首先，融合系统包含了传统 IT 基础架构中的一个或多个组件，如服务器、存储设备或网络设备等；其次，融合系统不应是简单的硬件设备堆砌，而应该具备一定的预配置能力；最后，融合系统在管理上应该具有所包含资源的集中管控能力，并提供一个统一的控制面板。

融合系统上述三层内涵有着一个共同的目的，即降低 IT 基础架构的复杂度、提升部署及维护效率。

如图 1-7 所示，任何 IT 系统都可以按照如下三层进行分类定义，我们熟知的各个 IT 组件都可以归类到“资源消费者”“资源协调者”以及“资源供给者”三种角色当中，每

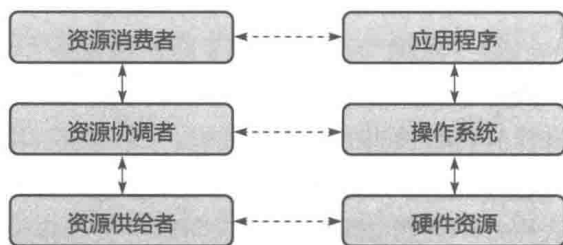


图 1-7 资源角色的逻辑分层

个组件与其他组件间的协作就是我们熟知的集成能力，融合系统就是将传统 IT 架构中的各个组件进行集成，提升组件间的协作效率、降低协作成本，进而实现 IT 系统服务能力的最大化。按照 IT 技术架构的优化原则，对不同角色的 IT 组件进行深度优化和集成，实现系统整体的优化，将资源最大程度地供应给消费者使用，可以获得最大产出。

融合系统架构也同样遵循上述的技术架构优化原则，将提供计算资源的服务器、提供数据存储资源的存储系统和提供网络资源的网络系统这些“资源供给者”进行堆砌。这种通过硬件设备叠加来实现的模块化方案，作为融合系统的初期版本，实质是以物理形态为主的融合系统。IT 供应商通常通过整机柜式数据中心的概念，将传统的标准服务器、存储设备和网络设备放置在一个标准机柜中，打包出售给用户。这种融合系统可以解决设备选型和物理部署配置上的一些问题，但从 IT 基础架构管控层面与传统的 IT 基础架构相比并无区别。

虚拟化技术被用户接受，等于在“资源协调者”层面有了优化集成的载体，融合系统供应商借助虚拟化的能力对原有的融合系统进行升级，在物理形态的融合系统基础上预配置了虚拟化层，融合系统开始进入硬件与软件集成的模式。这类产品包括大家所熟知的 VCE 推出的 vBlock 系统、Dell 推出的 vStart 系统、Cisco 联合 NetApp 推出的 Flexpod，等等。这一类型的融合系统，已经不再是通过硬件堆砌实现简单物理形态的融合，而是发展成硬件和软件系统集成形态的融合，相较于传统 IT 架构，这一类融合系统提供了更为全面的预配置能力，大大降低了规划和选型复杂度，通过预集成，提高了交付和配置效率，预置的管理平台在一定程度上实现了 IT 资源的集中管控。但此类融合系统所采用的硬件设备或软件系统仍是基于传统架构设计或开发的，无论是在采购还是在运行过程中，同样存在传统 IT 基础架构所面临的资源浪费、性能瓶颈或者过度投资等问题。

出现硬件与软件集成的融合系统之后，有一段时间的相对稳定期，很多融合系统厂商开始细分融合系统的应用场景，也就是在“资源消费者”层面进行深耕细作，逐渐出现了各种基于应用系统深度集成的融合系统，如面向数据库应用的融合系统、面向 SAP 应用的融合系统、面向 Hadoop 集群的融合系统等。但是 IT 架构本身并未得到根本性的革新。

随着融合系统市场的成长，第三方研究机构 IDC 及 Gartner 也开始对融合系统进行定义及分类。根据 IDC 及 Gartner 发布的官方报告，两者对融合系统的分类如下：

IDC 将融合系统 (Converged System) 分为三类，分别是：

- 集成系统 (Integrated System)
- 认证参考系统 (Certified Reference System)
- 超融合系统 (Hyperconverged System)

Gartner 则将融合系统称为集成系统 (Integrated System)，分为四类，分别为：

- 集成基础设施系统 (Integrated Infrastructure System)
- 集成参考架构系统 (Integrated Reference Architecture System)
- 集成堆栈系统 (Integrated Stack System)
- 超融合集成系统 (Hyperconverged Integrated System)

从上述分类中不难看出，Gartner 对于融合系统的界定相比 IDC 更为细致，因此，接下来笔者将参照 Gartner 对融合系统的分类进行简要介绍：

- 集成基础设施系统：将服务器、存储及网络硬件集成在一起，提供一个共享的计算基础设施，如 VCE 的 vBlock 系统和 HPE Converged System 700。
- 集成参考架构系统：由一家或多家供应商所认证的一组具有特定规格的包含了多个硬件或软件系统的产品集合（理想情况下，由同一家供应商提供服务支持），所有列出的集成系统均可被视为参考架构，如 Cisco 与 NetApp 推出的 FlexPod 数据中心解决方案中包含了 Cisco UCS 服务器、Cisco Nexus 交换机以及 NetApp FAS 存储，各服务器厂商基于 VMware VSAN 推出的 VSAN Ready Node 等。
- 集成堆栈系统：将服务器、存储和网络硬件与应用软件集成，以提供应用一体机或类似应用一体机的功能，例如 Oracle Exadata 或 Teradata。
- 超融合集成系统：紧密地将计算、存储和网络硬件结合在一起，且无须传统的存储系统（SAN）；数据存储功能以及备份、恢复、复制、重复数据删除及数据压缩等功能均包含在管理软件或集成硬件中，与计算能力统一交付。主要的供应商有 Nutanix、Scale Computing、Cisco HyperFlex 和 HPE SimpliVity 等。

了解了融合系统的定义与分类后，以下将对超融合系统进行介绍。

超融合系统（Hyperconverged System）或超融合基础设施（Hyper-Converged Infrastructure）这一概念最早由谁提出，难以考证，而且目前仍未形成一个严格的标准定义。经笔者调查，第一套超融合系统由 Nutanix 于 2011 年推出，并使用了融合基础设施来归类该产品。随着超融合市场热度的提升，无论是新兴厂商还是老牌厂商都陆续推出各自的超融合系统产品。于是各厂商和机构都对超融合系统给出了各自的定义：

- Nutanix：超融合架构是指在同一套设备单元中除具备计算、网络、存储和虚拟化能力之外，还具备数据备份、快照技术、重复数据删除、在线数据压缩等特性，且多套设备单元可以通过网络聚合起来，实现模块化的无缝横向扩展，形成统一的资源池，并通过统一的管理系统进行管控。Nutanix 认为超融合架构（HCI）仅仅是通往企业云架构的一个阶段。
- IDC：超融合系统是集成系统新兴的一个分支，将计算、存储、网络功能整合到单一的软件解决方案或物理设备中，封装为单一的、高度集成化的解决方案。与传统 IT 基础设施的不同点在于，超融合系统实现了不同资源类型的深度集成，并由系统供应商提供统一的服务支持。
- Gartner：超融合集成系统是指，紧密地将计算、存储和网络硬件结合在一起，且无须传统的存储系统（SAN）；数据存储功能以及备份、恢复、复制、重复数据删除及数据压缩等功能，均已包含在管理软件或集成到硬件中，与计算能力统一交付。

虽然有不同的定义标准，但大家基本形成了一个统一的共识，即超融合系统是一个软件定义、可灵活配置、按需扩容的全堆栈 IT 基础设施，可以包含但不限于如下组件：