



Build Cloud Data Center

Core Technology, Operation, Maintenance, Security, High Availability

# 云数据中心构建实战

## 核心技术、运维管理、安全与高可用

杨欢 著

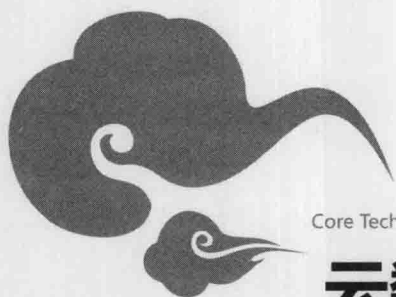
国内首本云数据中心著作，资深运维技术专家和数据中心技术专家撰写

以实际生产环境为背景，从核心技术、具体方法、运维、管理、系统安全、与高可用6个维度详解如何构建和运营大规模云数据中心



机械工业出版社  
China Machine Press

云计算与虚拟化技术丛书



Build Cloud Data Center  
Core Technology, Operation, Maintenance, Security, High Availability

# 云数据中心构建实战

核心技术、运维管理、安全与高可用

杨欢 著



机械工业出版社  
China Machine Press

## 图书在版编目(CIP)数据

云数据中心构建实战: 核心技术、运维管理、安全与高可用 / 杨欢著. —北京: 机械工业出版社, 2014.11

(云计算与虚拟化技术丛书)

ISBN 978-7-111-48444-8

I. 云… II. 杨… III. 计算机网络—数据处理 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 255299 号

## 云数据中心构建实战: 核心技术、运维管理、安全与高可用

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: 高婧雅

印 刷: 北京市荣盛彩色印刷有限公司

版 次: 2014 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 186mm×240mm 1/16

印 张: 19.25

书 号: ISBN 978-7-111-48444-8

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) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjsj@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

## 为什么要写这本书

小的时候，家里有块菜地，常常和爸爸拎着桶浇灌菜园。后来，种的菜越来越多，拎桶浇水常常累得爸爸腰酸背痛。于是，便铺设了一根长长的管子直通菜园，用的时候打开水龙头，不肖几分钟整个菜地就被灌溉完了。

那个时候还小，不晓得也不考虑水是怎么来的。只觉得这种方法速度快了不少，还能随心所欲地大面积喷水，这可比拎桶要爽得多。

随着年龄的增长，我知道了水是来自江河湖泊、地下水及地表水，经过沉淀、消毒、过滤、净化等工艺流程，最后通过配水泵站和管道输送到居民家里。

相对于自来水的汲取和输送，相信老百姓更关心的是：水的价格是涨还是降？每天打开水龙头会不会停水？如果哪一天需要大量的用水，能不能供应得上？

事实上，万物相通！

作为一个用户是不会考虑网页用什么语言编码，也不会考虑数据存储到什么环境之中，更不会关心这个大环境采用什么管理平台、设备是否节能与低碳。作为用户考虑更多的是上层服务给提供资源是不是充分，速度是不是快捷，资料的安全性有没有保障……

这和我们日常的用水、用电有点类似。

CIO 或者 IT 管理、运营人员，其角色类似水、电供应者，职责就是保障业务的高可用性，满足用户不断增长的信息需求，建立更加可靠、安全的数据中心，对于用户，只需要支付少量的资金就可以租用到丰富的资源。

事物的发展还是会回到最简单的方式，一方提供资源，一方购买资源，于是“云计算”的概念应运而生。云将海量的资源再度集中到一起，通过租赁的方式释放给全球用户。简单的一句话仅描述了云计算的运作理念，却不能对云进行全面的诠释。原因在于云计算包罗万象，建设之初就需要根据绿色建筑标准来构建数据中心，基础设施会大量采用模块化、集

装箱化数据中心，并在能源消耗方面广泛采用绿色、环保、低碳的建设策略。管理层面会全方位应用抽象的虚拟架构，并通过软件定义数据中心的计算、存储、网络、安全以及高可用性，同时和物联网、移动互联网强强联合，为用户提供最简单、最基础的框架结构。

云计算涉及范围之广是其他任何技术所不能企及的，它终将会引领未来信息战略，成为跨行业信息支撑的领导者。请与我们携手，走向一个您所憧憬的云数据中心。

## 读者对象

说实话，作为一名 IT 人既感觉幸运，又有些许的无奈。

要说幸运，是因为每天都在追逐新的技术，并且这些引领我们前进的前端技术永远不会停滞，“活到老学到老”的劲头在 IT 领域得到了完美诠释，对于喜欢追逐新概念、新思路的 IT 人来说，这具有非常大的吸引力。

说起无奈，还是纠结于这令人炫目的新技术，概念越来越抽象，应用越来越深入，并且需要的环境也在不断变化。新技术与新应用难以同步同样困扰着 IT 人，持续地汲取新知识虽然是提高自身技术修养的前提，但是技术的选择是主导未来的关键。

下面根据需求划分出一些使用云计算的用户群体。

- ☐ 云数据中心管理人员；
- ☐ 云数据中心安全架构人员；
- ☐ 数据中心的 IT 运维人员；
- ☐ 云计算的爱好者；
- ☐ 使用云计算的公司或组织；
- ☐ 开设相关课程的大专院校。

## 如何阅读本书

关于数据中心的书籍琳琅满目，云计算的书籍也在图书市场上占据着很大份额，但能将云计算和数据中心进行融合的却是凤毛麟角。

众所周知，云计算庞大的运算能力需要极其复杂和强劲的支撑环境，顶层云数据中心的建立技术之深、管理之强、规模之大是以往任何数据中心难以企及的。本书以云时代为背景，介绍云数据中心的构建、管理、应用，以及安全建设。

开篇从基础数据中心谈起，第 1 章介绍常规数据中心的等级与分类，指导读者构建规范化的数据中心；第 2 章着重介绍云计算的理念、优势，以及因地制宜的云选型，并对广大读者关注的云风险、云怀疑论进行批判性分析；第 3 章直面传统数据中心的现状和运营弊端，

提出新型的云管理理念，同时阐述了当前最流行的 IaaS、PaaS、SaaS 核心技术体系。

以“云”为核心的数据中心需要自主、扩展、伸缩的技术架构，故第4章从动态架构方向入手，详细介绍了云数据中心的基础架构、核心技术，以及结构建模；第5章详述云数据中心技术框架，以及不可忽略的虚拟化、大数据管理等核心技术；第6章将焦点定位在全球顶级标准协议，向读者描述云在标准领域的进展，同时绘制出未来智慧云数据中心的蓝图。

安全与风险长期并存，哪怕是全球顶级云数据中心也会遭遇近乎离奇的事件，故第7章会向大家介绍云数据中心的灾难事件，并对风险的源头进行解析；第8章则从顶级安全架构入手，详细阐明云安全指南、云治理、云审计等安全措施，以及关键安全意识培养和各层面的安全保障。

对于应用，则是贯穿于书籍的整体，云应用表现在多方面，不论是底层的还是顶层的，第9章会重新审视云计算，展望未来云数据中心对IT产业的种种影响，同时还会为大家揭示非主流的 XaaS 架构。

## 勘误和支持

由于作者的水平有限，加之编写时间仓促，书中难免会出现一些错误或者不准确的地方，恳请读者批评指正。无论你在书中的任何问题和错误，都欢迎发送邮件至邮箱 96new@sina.com，我将尽量为大家提供最满意的解答。如果你有更多的宝贵意见，也可以通过邮箱进行沟通，期待能够得到你们的反馈。

## 致谢

首先感谢机械工业出版社华章公司，特别是华章公司的杨福川先生，他在前期的构思、方向等问题上给予了笔者专业的指导，还要感谢高婧雅编辑的辛勤审稿，她以专业、细致的态度审核了书中每一个细节。

感谢益海嘉里集团信息团队的所有同仁，在不同的领域给予技术支持，让这本书的内容更加丰满，特别感谢益海嘉里集团 CIO——常有强先生，长久以来对我们信息团队的帮助和辅导，让信息团队可以快速地融合到企业业务运营环境中。在书籍的创作过程中，他更是给予指导性的建议和技术支撑，因为有了他的支持我才能顺利完成了本书的出版。

还要感谢我亲爱的父母、岳父和岳母、妻子和儿子，是你们在背后默默地承担着一切。

当然，最应感谢的就是正在阅读本书的读者朋友，无论您是刚刚听闻云计算，还是云计算领域的拓展者，因为您的阅读和关心让云计算可以更迅速地发展和成长。

杨 欢

# 目 录 Contents

## 前言

## 第1章 奠定基石：典型数据中心

### 搭建模式 ..... 1

#### 1.1 数据中心概述 ..... 1

#### 1.2 数据中心的发展历程与未来趋势 ..... 2

##### 1.2.1 数据中心的发展历程 ..... 2

##### 1.2.2 数据中心的未来发展趋势 ..... 3

#### 1.3 数据中心分类与分级 ..... 6

##### 1.3.1 数据中心分类 ..... 6

##### 1.3.2 数据中心分级 ..... 7

#### 1.4 数据中心规划与设计 ..... 8

##### 1.4.1 建筑总体规划 ..... 9

##### 1.4.2 布线系统模型设计 ..... 11

##### 1.4.3 电源管理设计 ..... 15

##### 1.4.4 冷却系统设计 ..... 19

##### 1.4.5 安防系统设计 ..... 22

#### 1.5 数据中心管理与运维 ..... 25

##### 1.5.1 数据中心管理运维目标 ..... 25

##### 1.5.2 数据中心管理运维范畴 ..... 26

##### 1.5.3 数据中心的运营要求 ..... 28

## 1.6 小结 ..... 31

## 第2章 风起云涌：云计算渐入

### 佳境 ..... 32

#### 2.1 什么是云计算 ..... 33

##### 2.1.1 云计算的概念 ..... 33

##### 2.1.2 云计算的主要特征 ..... 34

#### 2.2 云计算的怀疑论与支持论 ..... 36

##### 2.2.1 云计算的怀疑论 ..... 36

##### 2.2.2 云计算的支持论 ..... 37

#### 2.3 云计算的优缺点 ..... 40

##### 2.3.1 云计算为 IT 运营带来哪些 助力 ..... 40

##### 2.3.2 云计算会为企业带来何种 风险 ..... 43

#### 2.4 云计算的发展历程与未来趋势 ..... 44

##### 2.4.1 云计算的发展历程 ..... 45

##### 2.4.2 云计算的未来趋势 ..... 47

##### 2.4.3 触手可得的云计算 ..... 49

#### 2.5 云计算的落地 ..... 51

##### 2.5.1 IaaS——虚拟化的广泛应用 ..... 51



|       |                |    |
|-------|----------------|----|
| 2.5.2 | PaaS——中间件的高效推广 | 52 |
| 2.5.3 | SaaS——云计算浏览器   | 53 |
| 2.6   | 因地制宜的云选型       | 54 |
| 2.6.1 | 公有云            | 54 |
| 2.6.2 | 私有云            | 58 |
| 2.6.3 | 混合云            | 61 |
| 2.6.4 | 云计算的选择         | 63 |
| 2.7   | 云计算带来的新挑战      | 64 |
| 2.7.1 | IT 管理的挑战       | 64 |
| 2.7.2 | 系统运行模式的挑战      | 65 |
| 2.7.3 | 用户隐私挑战         | 65 |
| 2.7.4 | 安全管控挑战         | 65 |
| 2.7.5 | 标准制定挑战         | 66 |
| 2.8   | 小结             | 66 |

### 第3章 挑战传统：核心应用聚合 云端

|       |                  |    |
|-------|------------------|----|
| 3.1   | 传统数据中心运作         | 67 |
| 3.1.1 | “烟囱式”数据中心运作理念    | 68 |
| 3.1.2 | 传统数据中心敢以回避的现状    | 68 |
| 3.1.3 | 传统数据中心 VS. 云数据中心 | 70 |
| 3.2   | 应用瓶颈与系统转移        | 71 |
| 3.2.1 | 遭遇瓶颈，制约发展        | 72 |
| 3.2.2 | 系统转移，寻求新生        | 75 |
| 3.3   | IaaS 核心技术体系      | 76 |
| 3.3.1 | IaaS 发展状况        | 76 |
| 3.3.2 | IaaS 的优势         | 77 |
| 3.3.3 | IaaS 关键技术        | 78 |
| 3.3.4 | 虚拟化技术及其实现模式      | 79 |
| 3.3.5 | IaaS 可靠性与安全性     | 81 |

|       |               |     |
|-------|---------------|-----|
| 3.4   | PaaS 核心技术体系   | 83  |
| 3.4.1 | PaaS 发展状况     | 83  |
| 3.4.2 | PaaS 的优势      | 84  |
| 3.4.3 | PaaS 平台格局分析   | 86  |
| 3.4.4 | PaaS 关键技术     | 89  |
| 3.4.5 | PaaS 可靠性与安全性  | 91  |
| 3.5   | SaaS 核心技术体系   | 93  |
| 3.5.1 | SaaS 发展状况     | 94  |
| 3.5.2 | SaaS 成熟度模型分级  | 94  |
| 3.5.3 | 哪些企业需要应用 SaaS | 96  |
| 3.5.4 | 哪些应用更加适合 SaaS | 98  |
| 3.5.5 | SaaS 关键技术     | 103 |
| 3.5.6 | SaaS 可靠性与安全性  | 105 |
| 3.6   | 小结            | 107 |

### 第4章 动态规划：构建云时代 数据中心

|       |                         |     |
|-------|-------------------------|-----|
| 4.1   | 传统数据中心的运营模式渐行<br>渐远     | 108 |
| 4.2   | 架设云端的新型数据中心             | 110 |
| 4.3   | 云数据中心新功能、特性、<br>挑战、关键因素 | 111 |
| 4.3.1 | 云数据中心新功能                | 111 |
| 4.3.2 | 云数据中心主要特性               | 113 |
| 4.3.3 | 云数据中心机遇与挑战              | 117 |
| 4.4   | 云数据中心建模                 | 120 |
| 4.4.1 | 云数据中心体系结构               | 121 |
| 4.4.2 | 云数据中心结构分层               | 123 |
| 4.5   | 云数据中心基础架构剖析             | 125 |
| 4.5.1 | 云计算数据中心总体架构             | 125 |



|       |           |     |
|-------|-----------|-----|
| 4.5.2 | 资源池分类     | 125 |
| 4.5.3 | 资源池管理     | 128 |
| 4.5.4 | 动态分配服务    | 131 |
| 4.5.5 | 自助服务门户    | 132 |
| 4.6   | 云数据中心核心技术 | 133 |
| 4.6.1 | 虚拟调度技术    | 133 |
| 4.6.2 | 网络支撑技术    | 135 |
| 4.6.3 | 系统监控与管理技术 | 136 |
| 4.6.4 | 数据保护技术    | 139 |
| 4.6.5 | 绿色数据中心技术  | 140 |
| 4.7   | 小结        | 141 |

## 第5章 顶级管理：构建云时代数据中心平台

|       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 5.1   | 云数据中心技术框架概述     | 142 |
| 5.2   | 云数据中心计算模式分析     | 146 |
| 5.2.1 | 并行计算            | 146 |
| 5.2.2 | 分布式计算           | 147 |
| 5.2.3 | 网格计算            | 148 |
| 5.2.4 | 效用计算            | 150 |
| 5.2.5 | 各种计算模式的区别       | 150 |
| 5.3   | 云数据中心与虚拟化技术     | 152 |
| 5.3.1 | 虚拟化技术功能简介       | 152 |
| 5.3.2 | 虚拟化技术为“云”带来哪些支撑 | 153 |
| 5.3.3 | 服务器虚拟化技术        | 153 |
| 5.3.4 | 存储虚拟化           | 157 |
| 5.3.5 | 网络虚拟化           | 161 |
| 5.3.6 | 应用程序虚拟化技术       | 164 |
| 5.3.7 | 桌面虚拟化           | 166 |

|       |             |     |
|-------|-------------|-----|
| 5.3.8 | 虚拟化管理       | 169 |
| 5.3.9 | 虚拟化技术之风险    | 172 |
| 5.4   | 云数据中心与大数据管理 | 174 |
| 5.4.1 | 大数据级别与特点    | 174 |
| 5.4.2 | 大数据存储技术     | 176 |
| 5.4.3 | 大数据处理技术     | 178 |
| 5.4.4 | 大数据处理的辅助技术  | 181 |
| 5.5   | 小结          | 182 |

## 第6章 标准与智能：孕育规范的智慧“云”

|       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 6.1   | 云标准化的必要性        | 184 |
| 6.2   | 云标准化对行业的影响      | 185 |
| 6.2.1 | 标准化对 IaaS 的影响   | 186 |
| 6.2.2 | 标准化对 PaaS 的影响   | 186 |
| 6.2.3 | 标准化对 SaaS 的影响   | 187 |
| 6.2.4 | 标准化对云供应商、云用户的影响 | 187 |
| 6.3   | 当前云标准化现状        | 188 |
| 6.3.1 | 国际云标准化的现状       | 188 |
| 6.3.2 | 国内云数据中心标准化现状    | 193 |
| 6.3.3 | 开放云计算联盟         | 195 |
| 6.4   | 云计算的主要标准        | 196 |
| 6.4.1 | 建筑评估系统          | 196 |
| 6.4.2 | 绿色云数据中心的标准      | 198 |
| 6.4.3 | 虚拟架构的标准         | 203 |
| 6.4.4 | 云存储的标准          | 206 |
| 6.4.5 | 云接口的标准          | 207 |
| 6.5   | 智慧云数据中心         | 209 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 6.5.1 IDC 的发展历程·····        | 209 |
| 6.5.2 智慧云数据中心的特征·····       | 210 |
| 6.5.3 智慧云数据中心的广泛<br>应用····· | 214 |
| 6.6 小结·····                 | 221 |

## 第7章 居安思危：规避潜在云数据 中心危机·····222

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 7.1 下一代信息技术的机遇与风险····· | 223 |
| 7.2 云数据中心风险评定·····     | 226 |
| 7.3 数据中心灾难回顾·····      | 229 |
| 7.3.1 不可抗力灾难回顾·····    | 229 |
| 7.3.2 云供应商灾难回顾·····    | 233 |
| 7.4 云中风险解析·····        | 237 |
| 7.4.1 单一数据中心的风险分析····· | 237 |
| 7.4.2 云落地的风险·····      | 237 |
| 7.4.3 数据隐私的风险·····     | 238 |
| 7.4.4 虚拟行为的风险·····     | 240 |
| 7.4.5 平台与硬件风险·····     | 242 |
| 7.4.6 人为损失与误操作风险·····  | 243 |
| 7.4.7 病毒攻击与自然灾害风险····· | 244 |
| 7.5 小结·····            | 245 |

## 第8章 安全至上：云数据中心高 可用性建设·····246

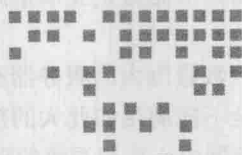
|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 8.1 “矛”与“盾”的纷争·····            | 246 |
| 8.1.1 “矛”——永远的风险预警·····        | 247 |
| 8.1.2 “盾”——云数据中心安全的<br>概念····· | 247 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 8.1.3 “争”——云安全随时面临<br>挑战·····  | 248 |
| 8.2 云安全的顶层结构·····              | 249 |
| 8.2.1 定义云计算、服务模式及<br>部署模型····· | 249 |
| 8.2.2 云中治理·····                | 250 |
| 8.2.3 合规审查·····                | 252 |
| 8.2.4 云风险监管与审计·····            | 253 |
| 8.2.5 GRC 因素·····              | 255 |
| 8.3 云安全意识·····                 | 256 |
| 8.3.1 从“斯诺登事件”看安全·····         | 256 |
| 8.3.2 云安全的关键用户·····            | 257 |
| 8.3.3 云安全目标·····               | 258 |
| 8.3.4 云安全素养的提升措施·····          | 258 |
| 8.4 云数据中心必备安全措施·····           | 259 |
| 8.4.1 物理设备的安全建设·····           | 259 |
| 8.4.2 数据的安全·····               | 262 |
| 8.4.3 通信的安全·····               | 264 |
| 8.5 云内灾难恢复机制·····              | 266 |
| 8.5.1 云中灾难的可控管理·····           | 266 |
| 8.5.2 安全机制与应急方案·····           | 267 |
| 8.5.3 严格的记录审核·····             | 268 |
| 8.5.4 云容灾数据中心·····             | 269 |
| 8.6 小结·····                    | 270 |

## 第9章 展望未来：云计算制衡 IT 规则·····272

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 9.1 云计算对未来 IT 产业的影响····· | 272 |
| 9.1.1 商务模式的转变·····       | 273 |
| 9.1.2 云计算助力商业分析·····     | 274 |

|                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| 9.1.3 下一代桌面虚拟化的到来·····275 | 9.4 云计算对企业信息生命的影响···287    |
| 9.1.4 云引发新型存储技术·····276   | 9.4.1 云计算对 TCO 的贡献·····287 |
| 9.1.5 物联网渐行渐近·····277     | 9.4.2 云计算对 ROI 的贡献·····289 |
| 9.2 云计算带来的种种变革·····278    | 9.4.3 全面高可用性时代·····289     |
| 9.3 展望未来的云数据中心·····281    | 9.5 云开放的契机·····290         |
| 9.3.1 标准化数据中心·····281     | 9.5.1 开放平台的加速推进·····290    |
| 9.3.2 大虚拟化时代的到来·····281   | 9.5.2 关键应用的转移·····291      |
| 9.3.3 绿色节能模式的深入应用·····284 | 9.5.3 交付模式的变更·····291      |
| 9.3.4 多层次、高等级管理·····286   | 9.6 小结·····296             |



## 奠定基石：典型数据中心搭建模式

很早以前，个人电脑和商用电脑还被定位成“奢侈品”，那时企业的信息化水平还处在萌芽阶段，即便有几台服务器，也只是提供基本的文件备份、财务管理等服务。那时服务器的“驻地”叫做机房。

一空调、一组 UPS、数台服务器应该是机房的通用模式，随着互联网的兴起，企业的信息化水平逐步提高，越来越多的企业将纸质的文档转移成电子的数据。电子邮箱、ERP、SAP、OA 等服务成为每个企业信息支柱系统，它们每时每刻都会产生大量的数据交换。

这些数据不但对存储速度有着苛刻的要求，同时还需要满足高安全性和高可靠性，网络环境的稳定、通信线路的冗余、精密空调的支撑、消防与监控的保障、管理平台的高可用……众多苛刻的条件传统的机房已无法应付。

上述算是“内忧”，还有“外患”。

企业规模的扩张，多个地域分散着分公司、平级工厂，它们的信息系统需要共存、共用，并且数据在近端和远端也需要无差别地传输，企业的信息应用不仅面向内部的员工，对于公众用户还要通过 Web 与企业进行资源互动和信息交流。

传统机房的应对能力日渐匮乏，数据中心的概念应运而生。

### 1.1 数据中心概述

数据中心（Data Center）不再是服务器的集合，而是一套完整的、复杂的、大集合的系统，用于实现对数据信息的集中处理、存储、传输、交换和管理。

如今，企业将更多地业务流程转换成电子的模式，无纸化办公逐渐替代纸张、油墨等易耗品，较高配置的刀片服务器和与之配套的存储和通信系统能满足信息系统的运转，但是依

靠服务器和存储并不能为企业带来高可用性保障，从基础设施到应用层面的部署都需要细致规划与设计。

另一方面，数量庞大的服务器和存储必然会给数据中心带来大量的热负荷，可以肯定的是普通空调完全不能满足如此大的热能转换，于是精密空调、冷热通道、围栏技术、背板水冷等技术成为数据中心冷却系统的重要环节。

在电力的供应环节，UPS 自然是首选，但这远远不够，冗余的 UPS 可以在一定程度上提高可用性，这应该算是最基础的措施。提高可用性还需要在数据中心部署柴油发电机，它的设计容量是  $N+1$ ，并且需要配备双路市电输入，因为高负载、多线路的电力资源不允许中断。

静电对电子设备的影响相信大家都不陌生，防静电地板在数据中心算是首层防护工具，对于其他异常电量控制还需要多角度考虑。举个简单的例子，面对瞬间数万伏的闪电只依靠建筑墙体的避雷系统或许有隐患，一旦闪电进入数据中心内部必会击穿电子器件，故安全的防雷和接地系统必不可少。

这些只是数据中心的一个缩影，诸如避免火灾的气体消防系统、监视诸多电子设备的数字安保系统同样是数据中心的建设内容。在《ANSI/TIA-942-2005, Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers》（数据中心的通信基础设施标准）中标明 Tier IV 的可用性为 99.995%，也就是说数据中心内计划性的维护和非计划性维护每年的中断时间不得超过 10 分钟。这要求我们对数据中心的考量不再是某个个体，而是将数据中心的各个环节全部整合到一起，有针对性、计划性、全面性地评估和部署数据中心。数据中心管理的难度和强度在不断增加，但是对于数据中心管理人员来说，这似乎更为有趣。

“多一点挑战”是我们更希望看到的。

## 1.2 数据中心的发展历程与未来趋势

英特尔（Intel）创始人之一戈登·摩尔（Gordon Moore）提出的“摩尔定律”在业界有着深远的影响，定律指出：当价格不变时，集成电路上可容纳的晶体管数目，约每隔 18 个月便会增加一倍，性能也将提升一倍。试想一下，20 年前服务器拥有 4GB 内存绝对是恐怖的概念，而如今 4GB 内存也只是家用电脑的标配。

数据中心也是在这样的概念指引下不断地前行，核心设备的升级必然会带来数据中心改变，甚至变革。纵观数据中心发展历程，数据中心经历了四个大的阶段：大型机时代、小型机时代、互联网时代和云时代。

### 1.2.1 数据中心的发展历程

20 世纪 40 年代，美国生产了第一台全自动电子数字计算机“埃尼阿克”（Electronic Numerical Integrator and Calculator, ENIAC，电子数字积分器和计算器），从此开始了数据中心时代，图 1-1 展示了数据中心的发展历程。

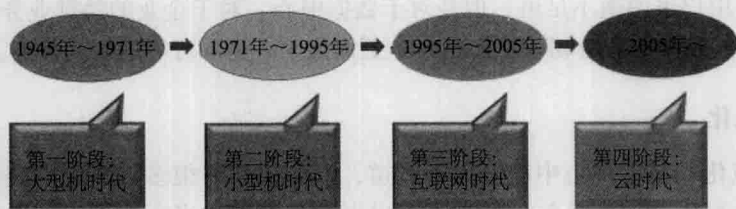


图 1-1 数据中心的发展历程

- **大型机时代（1945 年～1971 年）**：计算机的主要器件还是由电子管、晶体管组成，它们的体积庞大、耗电量高、成本昂贵，多用于国防军事、科学研究等领域。由于涉及的数据非常敏感，当时价格昂贵的 UPS 和精密空调也成为必备选项，这时的数据机房倾向于大型机的数据计算，因此也称为数据计算机房。
- **小型机时代（1971 年～1995 年）**：大规模集成电路飞速发展的年代，大型机和巨型机还是主要支撑，但是另一股力量同时开启了小型机和微型机的发展。技术的改进、性能的提升、成本的大幅下降使得小型机领域发展迅猛，中小型数据机房也呈现爆炸式增长。这时也是操作系统飞速发展的阶段，美国 AT&T 公司在 PDP-11 上运行的 UNIX 操作系统和微软公司的 Windows 也为小型机的发展推波助澜。
- **互联网时代（1995 年～2005 年）**：1995 年以前，很多小型的、大型的数据中心基本上算是单兵作战，即便有一些数据传输也只是小范围、低速率的领域。随着互联网的出现，分散在各地的数据资源被有效地整合到一起，并通过互联网这个大的平台分散给人类社会。为了满足数据增长的需求，IDC（Internet Data Center，互联网数据中心）应运而生，它集中收集和处理数据，可以提供主机托管、资源出租、系统维护、流量分析、负载均衡、入侵检测等服务。这十年不仅是互联网高速发展的十年，也是 IDC 高速发展的十年。
- **云时代（2005 年～至今）**：TB（1TB=1024 GB）级的数据 IDC 尚能应付，但是随着 PB（1PB=1024 TB）级，乃至 EB（1EB=1024 PB）级的数据相继出现，IDC 的承载压力可想而知。1U 或者数 U 的机架式服务器、刀片式服务器成为硬件先行者，虚拟化、海量数据存储作为技术保障，分布式、模块化数据中心正逐渐接管市场……

大型机时代和小型机时代，更多地称为“数据机房”，随着数据的膨胀、技术的变革，数据机房逐渐演变为数据中心，这不仅仅是概念上的变化，在功能性、规范性、规模性都与互联网数据中心和云数据中心有着巨大的差别。

从 1945 年至今，数据中心高速发展，高端的配置、领先技术不断提出并加以应用，在未来我们熟知的数据中心必然会有翻天覆地的变化。

### 1.2.2 数据中心的未来发展趋势

数据中心承载着大量的关键数据，业务的连续性是数据中心生存的首要条件，短短几分



钟的中断对普通用户来说微不足道，但是对于数据中心、对于企业的关键业务来说那将是致命的打击，未来的数据中心会朝着更加精密、更加集中、更加可靠的方向发展。

## 1. 高度虚拟化

服务器虚拟化在数据中心中已经大行其道，但是仍然有很多数据中心架设着物理服务器，随着时间的推移，物理服务会大跨步向虚拟服务迁移，当所有的服务以虚拟形态出现时，数据中心高度虚拟化的雏形基本成型。

仅仅是服务器虚拟化显然不能算是高度虚拟化的数据中心，存储虚拟化和网络虚拟化成为虚拟化的延伸和高可用性的保障。

一方面，存储虚拟化将毫无关联且相互独立的存储空间完全抽象到一个全局范围的存储区域网络，如 SAN，数据集中管理并形成巨大的“资源池”，管理平台将这些资源动态地分配给各个系统应用，资源的高利用率立刻可以体现。另一方面，存储虚拟化将底层相对复杂的基础存储技术变得简单，数据管理员看到的不再是冰冷、繁多的存储设备，取而代之的是更加层次化、无缝的资源虚拟视图。而对于用户的体验则更加明显，高速、大容量无疑是对存储最好的诠释。存储虚拟化对管理者和用户无疑是双赢的资源整合模式。

网络虚拟化，是通过智能化的软件将物理网络元素中分离网络流量进行抽象，这些网络元素全部以虚拟的形式出现，它可以将一个企业的物理网络抽象出多个逻辑网络，针对不同的部门、不同的用户进行划分，如 VLAN 技术；也可以将多个物理网络抽象为一个虚拟网络，合而为一的大型虚拟网络可以满足沉重的网络需求，例如某网站的访问量激增时，将多个物理网络进行整合，进行合而为一的网络应用；网络虚拟化还可以在一个服务器宿主机内，建立内部网络虚拟交换机，将系统请求的网络任务全部切换到宿主机内存中，网络数据的传输演变成内存数据的交换，使海量数据传输时间极大地降低。

服务器虚拟化、存储虚拟化、网络虚拟化将数据中心的基础环境进行了集中整合，使得数据中心全局可用性和安全性得到了大幅提升，接下来在其上层开始部署应用程序虚拟化和桌面虚拟化，在应用层面同样采用虚拟的方式来运营数据中心，高度虚拟化的大幕从此拉开，如图 1-2 所示。

## 2. 绿色、环保、低碳

虚拟化的高度应用已经开始颠覆“数据中心是企业成本中心”的概念，当 500 台服务器整合成为 50 台甚至更少的服务器时，数据中心的成本结构必然发生了质的改变。随着设备的大幅减少，支撑其运行的 UPS 系统也会呈现大幅度缩减的态势，每年仅电费的支出就会为企业节省 60% 以上，绿色数据中心的概念会随着设备的精简体现得更加完美。

在基础环境领域，设备本身也同样经历着低碳概念的洗涤。主板应用 RoHS 认证材料，并采用全固态电容，材质本身非常绿色环保、稳定性高，且电源转换高效；八核甚至更多核心的 CPU 在服务器的整体战略角度上说，提供着高效的性能；电源系统配备监控微处理管理芯片，实时管理电源的工作状态，为整体节能降耗、滤波降噪、自动超频降频提供着帮助，



这只是服务器应用环节的一个缩影，存储设备、网络设备的自身环境的变化也在为降低数据中心整体 TCO (Total Cost of Ownership, 总体拥有成本) 作出贡献。

在整体环境中，中央冷却系统这样的耗电大户随着设备的减少也发生变迁，无线热传感系统向管理平台发送着实时的数据，方便管理者进行最适宜的热调整；冷热通道封装采用围栏技术，将冷空气流和热空气流通过乙烯基塑料隔板材质分离，将冷热空气快速导流，保持空气温度长期均衡。另外，精密空调变速系统、自然冷却系统，以及节能照明灯都在体现绿色数据中心低碳环保的态势。

在日趋紧张的资金环境，在保证所有系统正常运转的情况下，“省钱就是硬道理”！

### 3. 集装箱与模块化

当我们走进微软芝加哥数据中心时（见图 1-3），会产生这样的错觉：难道我们进入一个无人值守的巨型仓库了吗？如果不是经过相当严格的身份验证，相信很多初入芝加哥数据中心的人都会有此感觉，其实这正是集装箱式、模块化数据中心的体现。



图 1-2 数据中心高度虚拟化



图 1-3 微软芝加哥数据中心

大型集装箱的密度非常高，内部通常放置了大量的机架式设备，从占地面积上讲，一般相当于同级别的传统数据中心的 1/5 左右。这种集装箱式数据中心多采用水冷技术，并通过冷热通道将气流疏导，加之全封闭的模式使得数据中心的 PUE (Power Usage Effectiveness, 数据中心能源效率) 非常低，符合绿色、低碳、经济的要求。

同时集装箱内还具备柴油发电机、UPS、配电柜等电力系统，指纹识别或者 IC 智能卡片等门禁系统、远程网络监控系统，以及感烟感温火灾预警系统、早期火灾预警系统和气体灭火系统，每一个集装箱都是一个独立的模块，等同于一个传统的数据中心，将多个集装箱叠加在一起，它的部署速度、协作能力、自动化部署、安全保障大幅增加。

为了应对目前快速增长的网游和电子商务市场，急需扩展数据中心规模来应付日益增长的业务需求，这种集装箱、模块化的数据中心可以起到推波助澜的作用，它要比传统模式部署简单，HP、SUN 等大型数据中心供应商可做到“美国 6 周，全球 12 周”交货。相信集装箱和模块化将是未来数据中心发展方向。

## 4. 云数据中心

公有云的诞生早于私有云，但是云的真正发展更多的是由私有云带动起来的。

高度虚拟化在迅速地改变当前 IT 运营模式，它使得云数据中心内的虚拟化更加复杂，“一虚多”的模式（一台物理服务器抽象出多个虚拟系统）得到了扩展、“多虚一”（多个虚拟系统同时处理单项任务）和“多虚多”（多项业务在多个虚拟系统中运行）正在成为云数据中心主要环节。

可以试想一下，电子商务、视频播放、在线交友等网站，日均网页访问量会达到数亿次，支撑业务的平台恐怕需要数万台服务器、多个数据中心以及海量的存储。传统数据中心难以满足，云数据中心将这些抽象出来的资源全部整合到一起，以“资源池”的方式管理，按需处理复杂的业务请求。

面对如此庞杂的资源池，人工管理显然非常不现实，所有人都会希望自动化管理，业务的迁移、故障集群转移与检查排除、流程的跟踪与审核都需要自动化的管理技术来实现。

传统的数据中心向“云”的模式过渡是大势所趋，中小企业的灵活性更加倾向于公有云，而大型企业由于关键业务和敏感数据相信会以私有云为主，并随着公有云技术的发展会将业务进行迁移，“私主公辅”的混合云模式也将占据一定比例。

## 1.3 数据中心分类与分级

不同数据中心应用的系统、面向的服务对象、关联的级别各不相同，小型数据中心未必会配置双路市电输入和大型的柴油发电机；而大型的数据中心由于面临各种复杂环境的用户和 ISP 资源，并且需要 7×24 小时不间断服务，他们的数据中心不可能只有单一的某个点，对数据中心进行分类和分级可以更好地了解整个数据中心的运作。

### 1.3.1 数据中心分类

由于服务的对象、服务的质量、业务的规模等有所差异，当前数据中心主要根据以下几个因素进行分类。

#### 1. 关联级别分类

根据企业的组织机构将数据中心分为单级数据中心和多级数据中心。

□ 单级数据中心是指企业或组织将业务系统集中化管理，只设立一个数据中心，不管是本部，还是分支机构的客户端都通过相关通道连接内部服务。

□ 多级数据中心是指企业或组织以多层次、分布式的模式建设的数据中心，总部部署一级数据中心，下级单位建立二级数据中心、三级数据中心……

单级数据中心多为中小型企业应用，多级数据中心则多为大型企业、科研机构等。