

企业迁云实战

ENGINEERING PRACTICE FOR CLOUD MIGRATION

何强 谭虎 何龙 等编著



阿里云技术服务团队官方出品，凝聚阿里云多年的云实战经验与思考
从云计算技术基础到完整的企业迁云方案，深入理解企业迁云精髓



机械工业出版社
China Machine Press

云计算与虚拟化技术丛书

企业迁云实战

ENGINEERING PRACTICE FOR CLOUD MIGRATION

何强 谭虎 何龙 等编著



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

企业迁云实战 / 何强等编著. —北京: 机械工业出版社, 2017.6
(云计算与虚拟化技术丛书)

ISBN 978-7-111-57096-7

I. 企… II. 何… III. 云计算 IV. TP393.027

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 137720 号

本书是一本指导用户和云计算服务从业人员规划与实施企业应用、数据库、大数据等迁移上云的工程类书籍, 融合了阿里云技术服务团队多年的实战和思考。本书按照“点一线一面一体”的思路, 逐步深入介绍云计算的基础知识、应用迁移、数据库迁移、数据存储迁移、大数据迁移、应用优化、云上架构规划与设计等内容, 并结合案例展开, 使读者更深刻地理解和掌握企业迁云的过程和需要注意的问题。

本书适合企业 IT 部门负责人以及从事云计算相关工程的设计与实施、云计算咨询等岗位的技术人员阅读, 也适合希望了解云计算的读者和研究人员阅读。

企业迁云实战

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: 朱 劼

责任校对: 李秋荣

印 刷: 北京文昌阁彩色印刷有限责任公司

版 次: 2017 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 186mm × 240mm 1/16

印 张: 19

书 号: ISBN 978-7-111-57096-7

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

当前，一场科技革命浪潮正席卷全球，这一次，IT 技术是主角之一。云计算、大数据、人工智能、物联网，这些新技术正加速走向应用。很快，它们将渗透至我们生产、生活中的每个角落，并将深刻改变我们的世界。

在这些新技术当中，云计算作为基础设施，将全面支撑各类新技术、新应用。我认为：云计算，特别是公共云，将成为这场科技革命的承载平台，全面支撑各类技术创新、应用创新和模式创新。

作为一种普惠的公共计算资源与服务，云计算与传统 IT 计算资源相比有以下几个方面的优势：一是硬件的集约化；二是人才的集约化；三是安全的集约化；四是服务的普惠化。

公共云计算的快速发展将带动云计算产业进入一个新的阶段，我们可以称之为“云计算 2.0 时代”，云计算对行业演进发展的支撑作用将更加凸显。

云计算是“数据在线”的主要承载。“在线”是我们这个时代最重要的本能，它让互联网变成了最具渗透力的基础设施，数据变成了最具共享性的生产资料，计算变成了随时随地的公共服务。云计算不仅承载数据本身，同时也承载数据应用所需的计算资源。

云计算是“智能”与“智慧”的重要支撑。智慧有两大支撑，即网络与大数据。包括互联网、移动互联网、物联网在内的各种网络，负责搜集和共享数据；大数据作为“原材料”，是各类智慧应用的基础。云计算是支撑网络和大数据的平台，所以，几乎所有智慧应用都离不开云计算。

云计算是企业享受平等 IT 应用与创新环境的有力保障。当前，企业创新，特别是小微企业和创业企业的创新面临 IT 技术和 IT 成本方面的壁垒。云计算的出现打破了这一壁垒，IT 成为唾手可得的基础性资源，企业无须把重点放在 IT 支撑与实现上，可以更加聚焦于擅长的领域进行创新，这对提升全行业的信息化水平以及激发创新创业热情将起到至关重要的作用。

除了发挥基础设施平台的支撑作用外，2.0 时代的云计算，特别是公共云计算对产业的影响将从量变到质变。我认为，公共云将全面重塑整个 ICT 生态，向下定义数据中心、IT

设备，甚至是 CPU 等核心器件，向上定义软件与应用，横向承载数据与安全，纵向支撑人工智能的技术演进与应用创新。

对我国来说，发展云计算产业的战略意义重大。我认为，云计算已不仅仅是“IT 基础设施”，它将像电网、移动通信网、互联网、交通网络一样，成为“国家基础设施”，全面服务国家多项重大战略的实施与落地。

云计算是网络强国建设的重要基石。发展云计算产业，有利于我国实现 IT 全产业链的自主可控，提高信息安全保障水平，并推动大数据、人工智能的发展。

云计算是提升国家治理能力的重要工具。随着大数据、人工智能、物联网等技术应用到智慧城市、智慧政务建设中，国家及各城市的治理水平和服务能力大幅提升，这背后，云计算平台功不可没。

云计算将全面推动国家产业转型升级。云计算将支撑“中国制造 2025”“互联网+”战略，全面推动“两化”深度融合。同时，云计算也为创新创业提供了优质土壤，在“双创”领域，云计算已真正成为基础设施。

在 DT 时代，我认为计算及计算的能力是衡量一个国家科技实力和创新能力的重要标准。只有掌握计算能力，才具备全面支撑创新的基础，才有能力挖掘数据的价值，才能在重塑 ICT 生态过程中掌握主导权。

接下来的几年，云计算将成为全球科技和产业竞争的焦点。目前，我国的云计算产业具备和发达国家抗衡的能力，而我们对数据的认知、驾驭能力及对资源的利用开发和人力也是与发达国家等同的。因此，我们正处在一个“黄金窗口期”。

我一直认为，支撑技术进步和产业发展的最主要力量是人才，未来世界各国在云计算、大数据、AI 等领域的竞争，在某种程度上会转变为人才之争。因此，加强专业人才培养将是推动云计算、大数据产业发展的重要抓手。

由于是新兴产业，我国云计算、大数据领域的人才相对短缺。作为中国最大的云计算服务企业，阿里云希望能在云计算、大数据领域的人才培养方面做出努力，将我们在云计算、大数据领域的实践经验贡献到高校的教育中，为高校的课程建设提供支持。

与传统 IT 基础技术理论相比，云计算和大数据更偏向应用，而这方面恰恰是阿里云的优势。因此，我们与高校合作，优势互补，将计算机科学的理论和阿里云的产业实践融合起来，让大家从实战的角度认识、掌握云计算和大数据。

我们希望通过这套教材，把阿里云一些经过检验的经验与成果分享给全社会，让众多计算机相关专业学生、技术开发者及所有对云计算、大数据感兴趣的企业和个人，可以与我们一起推动中国云计算、大数据产业的健康快速发展！

胡晓明
阿里云总裁

近年来，云计算的普及进程超过我们的想象，并迅速变成类似水、电、煤的基础设施。云计算降低了高科技走向民用化的门槛，大数据和人工智能同样变得触手可及，从作为风向标的云栖大会上也能看出这种趋势。2015年云栖大会的主题是企业上云，2016年云栖大会的主论坛围绕大数据指导企业生产展开，2017年3月14日在深圳举办的云栖大会则将人工智能作为焦点议题。现阶段，企业是否上云已不再是核心问题，企业更应该聚焦新技术，关注数据如何为企业创造价值。

提到迁云，2014年9月“云上贵州”项目一期正式启动，作为阿里云的第一个迁云架构师，我负责协助“云上贵州”项目涉及的7个委办厅局进行应用和数据库的迁云。当时云计算在国内还不算普及，云是什么、系统如何快速迁移到云端、Oracle能不能上云、MySQL能否应用到生产环境、云上的安全和稳定性如何保障，这些都需要有切实可行的解决方案。“云上贵州”项目一期结束后，我开始筹建阿里云的迁云服务团队，专注于企业的上云架构设计和迁云技术攻关，净能（谭虎）和周翰（何龙）是第一批团队成员，服务的客户包括红岭创投、12306、新浪微博、海关总署、公安部、各级省政务云等。团队在支持企业迁云的过程中，沉淀和打磨了大量的迁云文档和工具，内容涵盖上云调研、评估、云上架构设计、应用和数据迁移、研发规范、数据库规范、性能压测、大促护航、大数据迁移、同城异地容灾等，每一个方向都有一套完整的方法论。

2016年3月，团队萌生了把技术经验总结成书的想法，并快速付诸行动，每位成员都有内容上的贡献。团队分享是编写这本书的初衷，我一直认为技术不神秘，不应该只留在自己的脑子里，技术一定要写下来、分享出去才有价值。

2016年5月，我离开阿里云，和拖雷（陈吉平）、江枫（宁海元）、翟强一起创办了袋鼠云。袋鼠云是一家围绕云计算平台做上云服务和大数据解决方案的公司，专注于企业的上云和大数据解决方案。有点遗憾，我没有坚持到和团队一起把这本书写完，很高兴在回雁（何强）的带领和坚持下，这本书能如期出版。

我有幸提前翻阅这本书，全书的涉猎面很广，是业界难得的企业迁云实战的总结，不

仅凝练出企业迁云的方法论和具体的迁云实施方案，还覆盖了云上的网络架构、云上的应用容量评估和性能测试、系统上云改造和优化等诸多方面。更难得的是，书中对 MySQL 数据库的运用也有详尽阐述。这本书作为阿里云技术服务团队实战经验的结晶，非常值得推荐。

丁原（徐进挺）
袋鼠云联合创始人
2016 年 6 月

20 世纪 90 年代末，虚拟化技术与分布式技术成熟后，初步形成了云计算概念的雏形。21 世纪初，Salesforce 初尝 SaaS 服务，云计算真正进入人们的视野。从 2005 年开始，AWS、阿里巴巴、Google 等互联网企业为了解决自身资源空闲问题，把长期在电商行业积累的分布式计算、安全等技术和空闲资源进行了升华与利用，第一次形成了大规模的 IaaS 服务，正式对外部客户提供 IaaS 服务。从此，云计算时代真正到来。紧接着，很多传统软件企业、IT 服务企业以及新兴云计算创业公司纷纷加入到这场云计算的大变革中。

阿里云作为国内云计算行业的领先企业，同样在这场大变革中与众多同行一起探索云计算的未来之路。2009 年，阿里云在北京写下第一行代码，标志着阿里云诞生。阿里云从诞生第一天起就以“普惠科技”为使命，希望能为不同类型的企业客户和个人客户带来安全可靠、快速高效、价格合理的技术；同时，能让中国企业站在未来新科技领域的世界之巅，而不是继续扮演追赶者。在这个理想和使命的驱动下，阿里云上下一心，开启了这艘战舰。到 2014 年，阿里云大规模商业化应用开始，从此一路勇猛前行，连续多个季度保持 100% 以上的增长率。但是，客户数量的高速增长也给阿里云技术服务团队带来了很大的挑战：如何帮助客户高质、高效地把既有应用系统、数据、数据库迁移到阿里云上；如何实现更好的架构与性能，提升客户原有 IT 架构的灵活性、稳定性、可靠性和性价比等，都是摆在我们面前的严峻课题。

为了更好地为数量与体量都快速增长的客户提供好的服务，阿里云技术服务团队一直在不断思考和摸索。我们也希望能在市面上找到一些书籍，从中获得帮助。我们发现，随着云计算的成熟，越来越多的书籍对云计算是什么、云计算的实现原理、云计算该怎么用都进行了非常好的描述，而且随着云计算的普及，把自己的核心应用与数据迁移到云上的客户也越来越多，但是市面上一直缺少指导客户或者云计算服务从

业人员更好地规划与实施应用、数据、数据库、大数据迁移上云的工程类书籍。因此我们希望把自己的思考和经验总结出来，给那些和我们一样有过困惑和迷茫的人一些帮助，这也是我们编写本书的初衷。所以，本书的宗旨为：希望通过阿里云技术服务团队的多年实战经验，结合阿里云自身云计算的技术特点，提供一本指导企业迁云的工程书，希望能给企业客户和云计算服务从业人员一些启发和帮助，避免他们走弯路。

本书希望从几个核心维度展示我们在企业迁云方面的理解和经验。

□ **点**：简述云计算的基础知识。

□ **线**：分别从应用迁移、数据库迁移、存储数据迁移、大数据迁移、应用优化等多个方面形成一条线，依次介绍各类迁移的方法论、工具、迁移工作中需要注意的问题等。

□ **面**：有了点和线，我们需要把这些内容组成一个面，这就是云上的架构规划与设计。

□ **体**：如果只是单独介绍技术，很难让读者快速抓住和理解企业迁云的实战精髓，因此我们结合了众多实际案例进行逐步解析，形成一个整体，期望读者可以快速结合自己工作中遇到的实际场景与书中案例中的场景，更好、更深刻地理解企业迁云的部署与实施过程。

本书在写作过程中力求结合实战经验，但是也考虑到一些初步接触云计算的读者的需求，所以期望尽可能做到理论知识与实战经验兼顾，力求让不同层次、不同专业的读者都可以容易地理解企业迁云是什么以及如何实战操作。对于初步接触云计算的读者，可以通过第1章对云计算及围绕云计算的相关服务有一个快速了解；对于企业IT部门的管理者，可以通过第2章了解到企业为什么要迁云、企业该如何迁云、迁云后该注意什么、其他企业如何上云等内容；对于企业IT部门负责云计算设计与实施的技术人员以及上云咨询与实施人员，可以通过第3章到第8章的内容了解云上通用架构设计与改造、应用迁云、数据库服务迁云、文件存储服务迁云、云上应用优化、云上大数据的知识，从中找到自己需要的实战经验与理论指导；最后一章是企业迁云的综合案例，这是我们精心准备给所有读者的，大家可以通过完整的案例，了解其他企业是如何完成上云的。

本书由阿里云服务技术中台团队编写，在此衷心感谢团队所有参与本书编写的同事（以下排名不分先后：崔迪（花名“饮冰”）、戴少青（花名“戴少”）、何龙（花名“周翰”）、何强（花名“回雁”）、彭义评（花名“马柯”）、谭虎（花名“净能”）、曾迟（花名“沙陌”）），他们在繁忙的工作之余，利用晚上和周末宝贵的休息时间参与本书各个章节的编写。衷心地感谢这些同事的家人，谢谢你们的理解和支持，没有你们在背后默默地牺牲与奉献，就不会有本书的出版。

同时，要特别感谢阿里云大数据团队对我们提供的无私援助，吴伟（花名“无戈”）、张云远（花名“云远”）、罗海伟（花名“一墩”）和刘红涛（花名“弘锐”）等同学用自己的

技术沉淀和项目经验为第 8 章提供了丰富的素材，并且直接参与到编写工作中，保证了本书的完整与权威性。

此外，阿里云总裁胡晓明（花名“孙权”）、高层主管马劲（花名“竹蜓”）、刘澍泉（花名“炳烛”）、易立（花名“微垣”）和曾震宇（花名“舟牧”）都曾对本书的编写进行亲切指导，并为本书的交付出版进行严格把关。

由于云计算技术的发展日新月异，书中难免有不足的地方，恳请读者批评指正。文中提供的阿里云官网链接如有失效，请自行根据关键字到官网重新搜索。对于本书，各位读者有任何意见和建议，欢迎通过如下途径联系我们：

1) 在阿里云云栖社区论坛（论坛名称：阿里云服务）进行留言和互动，督促我们改进，地址：<https://yq.aliyun.com/teams/56?spm=5176.100240.searchteam.8.VucTsu>。二维码如下：



2) 通过电子邮件将问题反馈给我们：ApsaraService8-ASC@list.alibaba-inc.com。

金建明
阿里云技术服务中台团队
2017 年元月于杭州

目录 Contents

序一
序二
前言

第1章 云计算与云服务 1

- 1.1 云计算的起源 1
- 1.2 云计算的概念 2
- 1.3 云服务的发展现状 3
 - 1.3.1 SaaS 4
 - 1.3.2 PaaS 5
 - 1.3.3 IaaS 6
- 1.4 云计算的未来 6

第2章 企业迁云概述 9

- 2.1 企业迁云后 IT 管理的改变 11
- 2.2 企业迁云需要注意的问题 12
- 2.3 阿里云服务简介 14
- 2.4 云端实践 16
 - 2.4.1 12306 网站 16
 - 2.4.2 淘宝双十一活动 16
 - 2.4.3 视频点播 / 直播类网站 17

第3章 云上通用架构设计与改造 21

- 3.1 网络架构设计 21

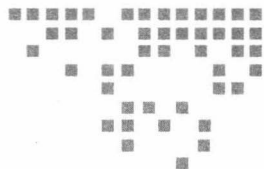
- 3.1.1 网络产品简介 21
- 3.1.2 网络接入与规划 22
- 3.2 云上运维管理架构设计 24
 - 3.2.1 基于 RAM 实现账号权限管理方案 24
 - 3.2.2 云上开发、测试、生产环境管理方案 26
- 3.3 应用架构设计 28
 - 3.3.1 负载均衡 28
 - 3.3.2 可扩展性 28
 - 3.3.3 微服务 29
 - 3.3.4 异步化 32
 - 3.3.5 高可用 32
 - 3.3.6 云数据库架构最佳实践 35
- 3.4 应用改造实践 37
 - 3.4.1 应用架构改造 37
 - 3.4.2 数据库改造 40
 - 3.4.3 文件存储改造 43
 - 3.4.4 大数据实时计算应用改造 44
 - 3.4.5 大数据离线分析应用改造 47

第4章 应用系统迁云 51

- 4.1 应用系统迁云的挑战 51
- 4.2 系统迁云方法 53

4.2.1 迁云原则	53	5.3.2 MySQL 开发规范	101
4.2.2 迁云策略	53	5.3.3 MySQL 表设计	102
4.2.3 迁云节奏	54	5.3.4 MySQL 分布式数据库	104
4.3 迁云评估	54	5.3.5 关键功能改造	108
4.4 迁云的整体流程	55	5.3.6 RDS 性能优化	113
4.4.1 系统调研	56	5.3.7 RDS 控制台	115
4.4.2 风险评估	58	5.4 数据传输服务	118
4.4.3 云上架构设计	59	5.4.1 数据迁移	118
4.4.4 系统改造	59	5.4.2 迁移评估	118
4.4.5 数据迁移验证	61	5.4.3 支持的数据库类型	119
4.4.6 功能 / 性能测试	63	5.4.4 迁移权限	120
4.4.7 系统割接交付	64	5.4.5 迁移数据类型映射关系	120
4.5 系统迁云技术选型	66	5.4.6 DTS 应用实例	122
4.6 直接迁移上云	67		
4.7 改造迁移上云	68	第 6 章 文件存储服务迁云	145
4.7.1 OLTP 类型	68	6.1 OSS 的适用场景	145
4.7.2 OLAP 类型	70	6.2 本地文件平滑迁移到 OSS	148
4.7.3 文件 / 内容管理类型	71	6.2.1 迁移步骤	148
4.7.4 大规模离线计算类型	71	6.2.2 OSS 回源规则设置	150
4.8 云上安全保障	72	6.2.3 迁移工具 OSSImport2	152
4.9 应用镜像服务迁云	77	6.3 云上 OSS 应用实践	156
4.9.1 镜像迁移概述	77	6.3.1 OSS 权限控制	156
4.9.2 镜像迁移可行性评估	78	6.3.2 OSS 防盗链	158
4.9.3 镜像迁移工具	79	6.3.3 客户端直传 OSS 的实践	162
4.9.4 镜像迁移到阿里云的 实施流程和实践方法	81	6.3.4 数据传输完整性校验	166
4.9.5 阿里云上跨 VPC 和区域、 账号镜像迁移实践	93		
第 5 章 数据库服务迁云	97	第 7 章 云上应用容量评估与 优化	169
5.1 RDS	97	7.1 应用容量规划概述	169
5.2 DRDS	99	7.2 应用容量压测评估方法	171
5.3 异构数据库改造上云实践	100	7.3 应用容量评估工具	180
5.3.1 Oracle 与 MySQL	101	7.4 应用监控与弹性伸缩	201
		7.5 应用性能容量评估及优化案例	206

第 8 章 大数据上云	212	第 9 章 企业迁云综合案例	264
8.1 大数据上云概述	212	9.1 交通管理行业案例	264
8.1.1 阿里云大数据架构	212	9.1.1 行业背景	264
8.1.2 阿里云大数据产品介绍	212	9.1.2 OLTP 系统迁云	264
8.1.3 上云工具	216	9.1.3 典型 OLTP 系统平滑迁云	267
8.1.4 大数据上云的优势	220	9.1.4 大规模离线计算系统迁云	269
8.1.5 大数据处理场景介绍	220	9.1.5 典型的大规模离线计算系统 迁云	271
8.1.6 几种常见的大数据上云 方案	222	9.1.6 迁云后的变化	277
8.2 大数据上云的步骤	226	9.2 互联网金融行业案例	277
8.2.1 客户调研	227	9.2.1 迁云背景	277
8.2.2 资源评估	228	9.2.2 迁云解决方案	279
8.2.3 数据上云	230	9.2.3 迁云过程中的问题剖析	280
8.2.4 业务逻辑上云	254	9.2.4 迁云后的变化	286
8.3 大数据上云案例	261	附录 A Oracle 和 MySQL 字段类型对比	288
8.3.1 某气象企业数据上云的 案例	261	附录 B Oracle 与 PPAS 字 段类型对比	289
8.3.2 某直播企业数据上云的 案例	262	参考文献	290



云计算与云服务

信息技术的飞速发展，推动着 IT 技术的各个方面发生变革。近几年，IT 领域正加速步入云计算时代。云计算的提出引发了新的计算变革，催生出新的 IT 服务模式，进而使工作方式和商业模式发生了根本性改变。追根溯源，云计算与并行计算、分布式计算和网格计算不无关系，更是虚拟化、效用计算、SaaS、SOA 等技术混合演进的结果。通过与相关技术、商业模式、创新要素形成的有机互动，云计算已经成为信息产业实现跨越式发展的重要驱动力。

1.1 云计算的起源

对企业而言，数据中心的各种系统（包括软硬件与基础设施）是一大笔资源投入。一方面，新系统（主要指硬件部分）一般经过 3 ~ 5 年即面临逐步老化与淘汰，软件则面临不断升级的压力；另一方面，IT 的投入难以跟上业务发展的步伐，即使利用虚拟化技术，也解决不了不断增加的业务对资源的变化需求，一定时期内扩展性总是有所限制。于是，企业产生了新的需求：IT 资源能够弹性扩展、按需服务，将服务作为 IT 的核心，提升业务敏捷性，从而大幅降低成本。因此，面向服务的 IT 需求开始演化到云计算架构上。

云计算架构可以由企业自己构建，也可采用第三方云设施，但基本趋势是企业将逐步采取租用 IT 资源的方式来实现业务需要，如同使用水力、电力资源一样。计算、存储、网络将成为企业 IT 运行中可以使用的资源，无须自己建设，可按需获得。从企业角度来讲，云计算解决了 IT 资源的动态需求和最终成本问题，使得 IT 部门可以专注于服务的提供和业务运营。

现在，越来越多的企业提供的服务，不管是软件服务、信息分析、视频直播还是联机游

戏等，都通过云计算服务实现。因为云计算系统具有庞大的计算能力与存储空间，用户只要通过网络与云计算系统连接，就可以方便地取得云计算服务资源，消费者只需要按自己的使用量付费，就像付水电费那样方便、快捷。

另外，现代企业有一个关键的生产资料和要素，那就是**数据**。数据已经成为企业的核心资产，而对数据的使用和挖掘能力也日益成为企业的核心竞争力。利用云计算技术与服务能够更方便地收集、计算、挖掘数据，使那些不具备大数据基础设施的企业也能享受到大数据带来的红利。

1.2 云计算的概念

根据前面的介绍我们知道，云是一种服务，可以像使用水、电、煤那样，按需使用、灵活付费，使用者只需关注服务本身。云计算的资源是动态扩展且虚拟化的，通过互联网提供，终端用户不需要了解云中基础设施的细节，不必具有专业的云技术知识，也无须直接进行控制，只关注自身真正需要什么样的资源以及如何通过网络来获得相应的服务。

按照服务划分，云计算可以分为 IaaS、PaaS 和 SaaS 三个层次：IaaS（Infrastructure as a Service，基础架构即服务）是基础层。在这一层，通过虚拟化、动态化将 IT 基础资源（计算、网络、存储）聚合形成资源池。资源池即计算能力的集合，终端用户（企业）可以通过网络获得自己所需要的计算资源，运行自己的业务系统。这种方式使用户不必自己建设这些基础设施，而是通过付费即可使用这些资源。

在 IaaS 层之上的是 PaaS（Platform as a Service，平台即服务）层。这一层除了提供基础计算能力，还具备了业务的开发运行环境，提供包括应用代码、SDK、操作系统以及 API 在内的 IT 组件，供个人开发者和企业将相应功能模块嵌入软件或硬件，提高开发效率。对于企业或终端用户而言，这一层的服务可以为业务创新提供快速、低成本的环境。

最上层是 SaaS（Soft as a Service，软件即服务）。实际上，SaaS 在云计算概念出现之前就已经存在，它随着云计算技术的发展得到了更好的发展。SaaS 的软件是“拿来即用”的，不需要用户安装，软件升级与维护也无须终端用户参与。同时，它还是按需使用的软件，相对于传统软件购买后就无法退货具有无可比拟的优势。

对于企业而言，可根据需要使用上述某一种层次的云服务。大型企业一般需要综合上述三个层次的云服务，即层次化的云计算服务，一般也称为 I-P-S 云计算，各层可独立提供云服务，下一层的架构为上一层云计算提供支撑。例如，某视频网站采用了上述的 I-P-S 云计算架构。其中，由阿里云大型服务器群、高速网络、存储系统等组成 IaaS 架构提供基础服务；使用阿里云提供的 RDS、MQ 等服务构建在 IaaS 层上，这些 RDS、MQ 提供的服务组成 PaaS，把视频的应用逻辑（如视频编解码、视频流接入等）部署上来，提供在线的视频点播、直播等服务。这样一个大型的系统对互联网用户而言，就是一个大规模视频类 SaaS 应用。

在业内的普遍认识里，云计算按照部署模式的不同，主要分为公有云、私有云和混合云。公有云一般由云计算厂商构建，面向公众、企业提供公共服务，由云计算厂商运营；私有云是指由企业自身构建，为企业内部提供云服务；当企业既有私有云，同时又采用公有云计算服务时，这两种云之间形成一种内外数据相互流动的形态，便是混合云的模式。目前，大型企业迁云时都倾向使用混合云模式，把面向互联网用户的应用系统部署在公共云上，把内部系统或者安全等级要求较高的系统部署在私有云上。

阿里云对云的模式认识稍有不同：阿里云计算是公共服务，即公共云（Public Cloud Service），它向人们提供高科技、低门槛、简单易用的云计算服务和能力，是一种普惠服务。在阿里云公共云上，既有利用云计算检修铁路的铁路工人，也有迅速走红的直播平台小咖秀，还有 12306、中石化这样的央企……云计算为大众创业、万众创新提供了沃土。

公共云能够满足大多数客户对计算的需求，但对一些特殊的客户，公共云可能无法满足需求，比如安全方面的限制，这就要为客户提供专门的云计算服务，即“专有云”（英文为 Dedicated Cloud Service）。

阿里专有云不是另起炉灶的一套基础设施，而是公共云为满足特定客户需求而进行的延伸，是公共云的特殊形态。众多的大型企业和政府单位，也纷纷借助阿里云的技术建设了自己的专有云：中国海关总署正使用阿里云专有云上的大数据计算能力提升通关查验的效率；中国邮政集团在专有云平台上积极地打造新一代寄送业务平台；中国联通借助阿里云专有云实现了全国卡号系统的互联网云化……

与云原生（Cloud Native）的创业公司不同，传统企业内部的信息化系统已经存在 40 多年，很多内部 IT 系统部署在线下机房，包括财务、OA、HR 和报销管理等系统。随着互联网业务的蓬勃发展，更多的创新应用在互联网上涌现。企业既需要保证老系统的稳定持续运行，也需要借助云的弹性满足峰值业务访问。云下的传统系统和云上的云原生系统的有机集成，造就了混合云的形态。混合云已经成为大型传统企业进行互联网+业务创新的主要模式。阿里云既支持传统意义的混合云，也建议对于大型企业从公共云到专有云在基础设施层面遵循统一标准，确保互联互通，数据能够流动，系统能平滑迁移。只有保持底层架构一致，上层业务开发的成本才能降到最低。在这样的前提下，企业可以更方便地打通自己的专有云和公共云的通道，轻松实现混合云的架构。

因此，在本书中，我们对云服务的形态，都将统一使用“公共云”和“专有云”来进行区分和称呼。

1.3 云服务的发展现状

SaaS、IaaS、PaaS 这三种云服务模式目前处于不同的发展阶段。其中，SaaS 和 IaaS 产业比较成熟，PaaS 领域起步最晚，提供该服务的企业并不多。表 1-1 给出了三种云服务模式现状的比较。

图 1-1 给出了 2015 年中国云服务市场规模占比图，从中可以看到，国内的云计算服务以 SaaS 和 IaaS 为主，PaaS 占比较小。SaaS 服务虽然占据了半壁以上江山，但是行业格局依然比较混乱，缺乏领导者；PaaS 服务仍处于发展初期，市场认知度比较低，但是未来的增长预期恰恰是最高的；IaaS 服务的占比超过 1/3，已经得到国内企业客户的充分认可，云主机、云存储等应用形式是用户使用最多的，占比 70% 以上。

表 1-1 三种云服务模式现状的比较

	SaaS	PaaS	IaaS
服务对象	企业	开发者	开发者和企业用户
成熟度	发展最早，成熟度相对最高	起步最晚，成熟度最低	在应用层成熟后兴起，成熟度较高
核心能力	帮助企业优化业务流程	帮助开发者的产品快速获得某种功能	帮助企业 / 开发者快速拥有存储、计算等资源
发展现状	企业级市场活跃，融资集中在 C 轮及以上	潜力最大，融资集中在早期 A、B 轮	竞争激烈，垂直领域亦有发展空间
主要玩家	互联网公司、传统软件公司及创业企业	互联网公司、创业企业	电信运营商、IT 厂商、互联网公司、创业企业

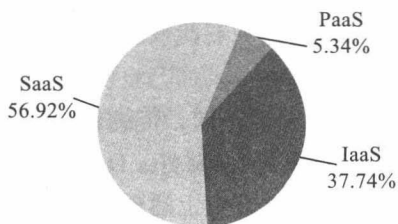


图 1-1 2015 年中国云服务市场规模占比图

接下来我们逐一分析各种云服务模式。

1.3.1 SaaS

SaaS 服务的概念产生于 2003 年，是最早引入中国的云服务形式。SaaS 是一种通过网络提供软件的模式，有了 SaaS，所有的服务都托管在云上，用户不用再购买软件，且无须对软件进行维护。现在，一个完整的企业 Web 应用程序，可以在云上提供一个敏捷、统一的企业协作平台。就像使用自来水一样，企业可以根据实际需要向 SaaS 提供商租赁在线的软件服务。SaaS 可以帮助企业减少费用，管理硬件、网络和内部 IT 部门。

早期的 SaaS 服务主要用于销售管理，如八百客、xTools 等使用的 ASP 就是早期的 SaaS 服务。进入 2008 年，传统企业集中转型，办公软件企业（如用友、金蝶）开始开发 SaaS 业务。SaaS 企业集中布局在 CRM、ERP 流程管理领域。2013 年，SaaS 服务开始细分，通信、邮箱、网盘等工具开始 SaaS 化，基于手机等移动终端的 SaaS 平台开始出现。随着