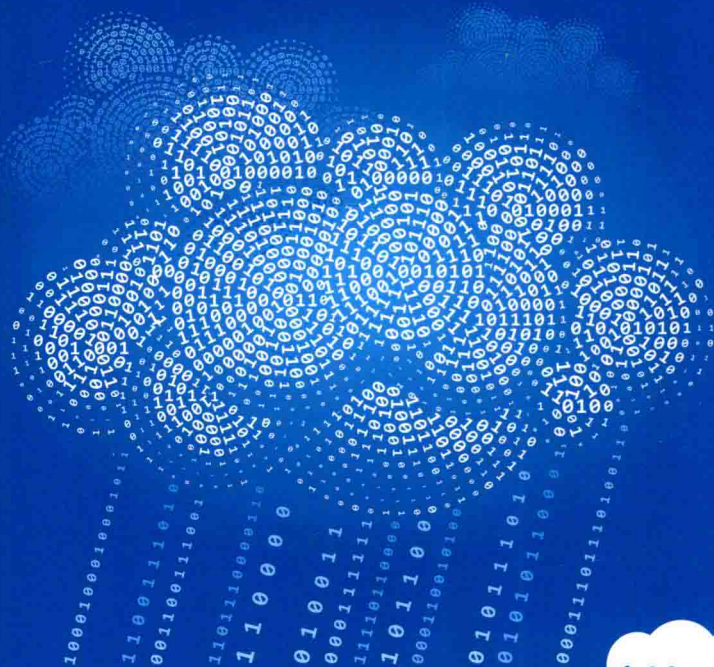




(第2版)

云计算通俗讲义

王良明 著

软件|IT|云计算|IaaS|SaaS|PaaS|DaaS|私有云|混合云|公共云|虚拟化|
集群|分布式|CDN|SDN|容器|SOA……

到底是什么东西，到底能给我带来什么？终于有人说清楚了！

人人都能看得懂的云计算书！



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

云计算通俗讲义

(第2版)

王良明 著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内容简介

本书力求简明扼要地阐述云计算的基本概念,让非IT专业人士也能轻松看懂这一现在人人都能接触(以后程度会更深)的事物——云计算。本书遵循一条由感性到理性、由浅入深的主线展开:首先采用情景描述,让外行的人对云计算也能产生感性认识;其次从计算机的基本知识开始逐步引出云计算的概念,使人产生理性认识;接着列举一系列生活中的典型云应用例子,让人们明白云计算给生活带来的确切好处;最后采用三个云计算实施方案让人们感受一下组建云计算中心的过程,以达到抛砖引玉之功效。

本书可作为高等院校学生教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

云计算通俗讲义 / 王良明著. —2版. —北京:电子工业出版社, 2017.6
ISBN 978-7-121-31426-1

I. ①云… II. ①王… III. ①云计算—高等学校—教材 IV. ①TP393.027

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第085031号

策划编辑:孙学瑛

责任编辑:徐津平

特约编辑:赵树刚

印刷:北京季蜂印刷有限公司

装订:北京季蜂印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱

邮编:100036

开本:720×1000 1/16 印张:19.5

字数:375千字

版次:2015年11月第1版

2017年6月第2版

印次:2017年6月第1次印刷

定价:59.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:010-51260888-819, faq@phei.com.cn。

前言

从 2011 年开始，云计算成为国内线上线下的热谈，政府主导的 5 个云计算中心浮现在国人的眼前，各种新型云计算公司如雨后春笋般涌现，许多非互联网公司也纷纷增加与云计算有关的产品线，各种云存储产品容量节节攀升。伴随而来的是云计算书籍的大量涌现，在书店和网店都占据着显著的位置。笔者从 2004 年开始涉足云计算，自然不会错过这些新涌现的书籍，但翻遍了这些书之后发现，这些书中堆满了各种专业术语和英文单词，很多内容都是直译外国文档资料，但都没有说清楚什么是云计算。在云计算应用风起云涌的当下，云计算、物联网和大数据的概念异常混乱，而且诸如智慧小区、智慧城市和智慧地球等新概念又不断被国人炒出来，更是让人“不识庐山真面目”了。

在中国，云计算呈现冰火两重天的怪象：这边厢，供应商们个个摩拳擦掌、热情高涨，大家恨不得从“万亿云计算市场”蛋糕中分得一大块，却鲜有人脚踏实地做产品；那边厢，用户们迷茫、观望者众多，大家都牢牢捂紧各自的钱袋，怯怯地问：“云计算到底是什么？能给我带来什么好处？”

笔者深刻地感受到，必须要向民众简单明了地讲清楚云计算的概念，同时对各种热炒的新概念做一个全面的梳理，正本清源，才能使得国内云计算产业步入良性发展的轨道。

本书遵循由感性认识到理性认识、由浅入深的原则展开讨论。第 1 章“云”畅想，以未来一家人的衣食住行为情节来描述美好的云生活，使得读者对云计算有一个初步的感性认识。第 2 章“云”概念，从最基本的计算机知识开始，逐步引入云计算的几个主要特征，最后阐述云计算的概念就水到渠成

了。第3章“云”架构，重点介绍美国国家标准与技术研究院（National Institute of Standards and Technology, NIST）发布的云计算架构模型。第4章“云”组件，从整体上梳理云计算的组成结构，并阐述各个组成部分对应的开源和商业解决方案。第5章“云”技术，介绍组建云计算中心需要用到的技术，向读者表明云计算只不过就是传统IT技术的集大成者，并没有什么神秘的新技术。第6章“云”安全，从多个角度介绍云计算的安全性，意在消除部分民众认为云计算不安全的恐惧心理。第7章“云”应用，罗列一些生活当中最典型的云应用，目前这些云应用无一被实现，是未来的重点发展方向。第8章“云”方案，以三个实际的云计算实施例子向读者展现实现一个具体的云计算并不可怕，三个例子覆盖小型、中型和大型云计算系统，但条件所限，实验数据存在瑕疵，就当抛砖引玉吧。

本书自第1版发行以来，收到了很多读者的反馈，于是笔者结合自己的最新教学总结，加上云计算快速发展带来的新东西，现推出第2版。第2版在第1版的基础上做了很大的改进：章节安排更合理，增加一章内容专门介绍云计算架构，云计算安全的内容更充实，增加了OpenStack有关的内容。

非技术人员通过阅读本书，能感性认识云计算；

企业管理者通过阅读本书，能发现商机；

IT技术人员通过阅读本书，能建立IT环境的全局观，并对云计算涉及的方方面面技术产生理性认识；

云计算工程师通过阅读本书，会重新梳理大脑中原先杂乱无章的概念，且有可能将对云计算的认识提高到哲学层面；

大学生通过阅读本书，可以很好地建构自己的云计算知识体系……

总之，每个读者都能从中获益，至少对云计算不再“云里雾里”了。

我要感谢一路陪同我的妻子、女儿、父母及兄弟姐妹，他们是上帝赐予我最宝贵的财富，我们一路同行，一路欢笑。

恳求各位读者提出宝贵的意见和建议，荣耀归于你们，不胜感激。

本书一些配套的资料请浏览网站 www.veryopen.org，有意见和建议请发送邮件至 wlm@veryopen.org。

作者 于岭南·五桂山（广东理工职业学院）

2017 年 3 月 25 日

轻松注册成为博文视点社区用户（www.broadview.com.cn），扫码直达本书页面。

- **提交勘误：**您对书中内容的修改意见可在【提交勘误】处提交，若被采纳，将获赠博文视点社区积分（在您购买电子书时，积分可用来抵扣相应金额）。
- **与作者交流：**在页面下方【读者评论】处留下您的疑问或观点，与作者和其他读者一同学习交流。

页面入口：<http://www.broadview.com.cn/31426>



目 录

第1章 “云”畅想.....	1
第2章 “云”概念.....	19
2.1 软件的概念.....	20
2.2 计算机系统.....	27
2.3 计算机网络.....	29
2.4 IT 系统组成.....	34
2.5 云计算概念.....	38
2.6 3 种服务模式.....	43
2.6.1 IaaS.....	45
2.6.2 PaaS.....	48
2.6.3 SaaS.....	53
2.7 4 种部署模型.....	60
2.7.1 私有云.....	60
2.7.2 社区云.....	63
2.7.3 公共云.....	65
2.7.4 混合云.....	66
2.8 云计算的优劣分析.....	69
2.8.1 情景案例.....	69
2.8.2 云计算的优势.....	74
2.8.3 云计算的劣势.....	75
第3章 “云”架构.....	77
3.1 云架构参考模型.....	77

3.2 云服务消费者.....	81
3.3 云服务提供商.....	82
3.3.1 服务编排	83
3.3.2 云服务管理	84
3.3.3 安全保障	87
3.3.4 隐私保护	89
3.4 云计算审计员.....	90
3.5 云服务代理商.....	90
3.6 云服务承运商.....	92
第4章 “云” 组件.....	93
4.1 开源组件.....	96
4.1.1 开源计算项目	96
4.1.2 虚拟化	99
4.1.3 操作系统	103
4.1.4 数据库	104
4.1.5 中间件	113
4.1.6 基础服务	118
4.1.7 云管理工具	123
4.1.8 应用软件	140
4.2 商业组件.....	141
4.2.1 VMware	141
4.2.2 Citrix.....	142
4.2.3 Microsoft	144
第5章 “云” 技术.....	147
5.1 云端技术.....	147
5.1.1 云布局	149
5.1.2 存储	153

5.1.3	虚拟化与容器技术	160
5.1.4	远程桌面	171
5.1.5	负载均衡	175
5.1.6	集群	177
5.1.7	容错计算	180
5.1.8	家目录漫游	184
5.1.9	租户隔离	186
5.1.10	统一身份认证	190
5.1.11	SOA	192
5.1.12	微服务	198
5.2	终端技术	198
5.2.1	终端分类	198
5.2.2	质量控制	201
5.2.3	终端项目	201
5.3	通信协议	204
第6章	“云”安全	215
6.1	信息管理与数据安全	216
6.1.1	云信息架构	216
6.1.2	数据打散存储	219
6.1.3	数据安全生命周期	219
6.1.4	数据安全	220
6.2	计算可用性	223
6.3	互操作性与可移植性	226
6.3.1	互操作性	226
6.3.2	可移植性	227
6.3.3	实施建议	228
6.3.4	用户自由度	230

6.4 加密与密钥管理.....	231
6.4.1 加密介绍	232
6.4.2 云端数据库加密	232
6.4.3 密钥管理	233
6.5 云服务提供商.....	235
第7章 “云” 应用	242
7.1 企业私有办公云.....	243
7.2 园区云.....	244
7.3 医疗云.....	246
7.4 公民档案云.....	247
7.5 卫生保健云.....	248
7.6 教育云.....	248
7.7 交通云.....	250
7.8 出行云.....	251
7.9 购物云.....	251
7.10 农村农业云.....	252
7.11 高性能计算云.....	253
7.12 人工智能云.....	253
第8章 “云” 方案.....	255
8.1 小型方案.....	257
8.1.1 需求分析	257
8.1.2 系统设计	257
8.1.3 硬件选型	261
8.1.4 软件选型	266
8.1.5 部署与运维	267
8.2 中型方案.....	270
8.2.1 需求分析	270

8.2.2	系统设计	270
8.2.3	硬件选型	271
8.2.4	软件选型	272
8.2.5	部署与运维	272
8.3	大型方案.....	272
8.3.1	需求分析	272
8.3.2	系统设计	274
8.3.3	硬件选型	288
8.3.4	软件选型	292
8.3.5	部署	293

第1章

“云”畅想

早上 6:30，家庭壁挂云终端响铃并提醒：“现在是早上 6:30。室内温度 20℃，室外温度 10℃，PM2.5 指数 20，湿度 40%，有雾，适合晨练。”我家的壁挂云终端接入了人工智能公共云端，它为我们提供建议，协助我们作决定，成为我们生活中不可或缺的朋友。只不过这个全球人工智能公共云端诞生还不到两年，它的知识非常缺乏，各个国家都在不断完善其算法，并充实其知识库。

我瞄了一眼妻子手腕上的胎音监护仪，亮着微弱的绿光，于是起床把正在另一个房间睡觉的儿子叫醒：“该起床了，男子汉。”儿子一骨碌爬起来，昨天我们夸他是个男子汉，男子汉就该果断、说到做到、从不拖拉。我们父子二人照例到了客厅，在云终端上很快做完了体检并拍下照片，显示体重、心率、血压、体温、心电图、脑电波正常，儿子又长高了半毫米。到今日，儿子已经拍下了近 2000 张同角度的照片，而自己每天一张同角度的照片也已经拍了快 8 年了。每次按下连续播放按钮，看到快速长大的儿子，我都会哈

哈哈大笑；但是看到自己慢慢老去的脸，心情就不一样了。儿子去了卫生间，我马上看到屏幕上出现了儿子的其他体能指标：体液微酸、尿液正常、大便偏干。我皱了皱眉头：“这小家伙肥肉又吃多了。”然后我又查看了一下昨夜老婆的监护记录，一共有 7 条数据，看起来一切正常。儿子去穿袜子和运动鞋了，我进了卫生间，本来是不想上厕所的，只是每天起床后都要收集体检数据，这是国家监护中心要求的。我发现自己的体液也偏微酸，以前吃碱性食品多，体液一直微碱，最近几个月经常在餐馆大吃大喝，生日 Party、节日聚会特别多。本月 12 日我被升为公司的二级荣誉员工，经常被同事拉去请客吃饭。临出门，我根据壁挂云终端上给出的稀饭配方，淘好米并加入少许螺旋藻和高粱，这样我们回来时稀饭就煮好了。

我们跑出小区大门，然后右拐，继续朝前跑过两个街区，便到了小河边。河的两岸长着参天大树，左岸两米开外铺了一条三米宽的水泥路，路的左侧同样是参天大树，在路上行走就像进了隧道。这条路是晨跑的最佳场所，我在这条路上已经跑了足足六个年头。我向前加速跑了 200 米左右后，又往回跑，遇到儿子后鼓励他一番，然后又加速向前跑……

大概 7:40，我手腕上的终端铃响了，看到“张丽华”的名字在闪动，她是老婆妊娠期的监护医生。我按下通话按钮，张阿姨如连珠炮似的声音立马响起：

“小王，不错啊，又在锻炼呢！哦，还带着儿子呢，我家那位就知道睡觉……我刚刚收到国家监护中心的消息，说你老婆今天下午 15:00 要生。你们做好准备，医院上午 10:00 左右安排车和医护人员过去接你老婆，床位我已经安排好了。”张阿姨就是这么爽快，说话从不拖泥带水。

国家监护中心的预产期预测软件是我所在的申云公司开发的，是我设计的预测算法。这是大数据算法的一种，这个算法具备自我完善功能，理论上只要基础数据足够，预测准确率可达百分之百，目前准确率达到了 90%。国家监护中心是政府资助的非营利性机构，属于全国性的公共云计算中心，那里运行着成百上千个与国民健康有关的云软件，监护着国家十多亿公民的身

体状况，肩负着各种疾病的预测预防任务。

“张阿姨，我们要准备什么东西呢？你看，我和我老婆都没有经验，自从我儿子出生之后，国家政策发生了很大的变化。”

“主要是心理准备，婴儿和产妇的用品，医院已经全部免费提供了。”

5年前国家施行妇女免费分娩政策，而且医疗、教育都全民免费了。由于国家健康云的成功实施，民众的日常体能监护、卫生保健都是免费的，而且体能监护还是实时的。国家监护中心会根据每个人的身体状况发送饮食建议菜单和注意事项，并能预测人什么时候得病、会得什么病，同时给出相应的预防措施。

我展开手腕上的终端屏幕，查看老婆的监护信息，没有什么异常。她已经起床了，看来她也知道今天要临产了，显得有点紧张。我和儿子拍了一张鬼脸合照发给老婆，同时留言：“我们现在就往回跑。”

到了小区楼下的社区服务部取了早餐和老婆的营养餐，这个服务部是老婆开的，请了两个员工。服务部一方面负责小区的社会性工作（如接收妇幼保健院免费提供的孕妇营养餐，并分发给小区内的孕妇，小区内居民云终端的发放、回收和维修，以及幼儿鲜奶的发放等）；另一方面开展一些盈利性业务（如3D打印服务、快递收发等）。我们的早餐是国家监护中心根据早上的体检数据给出建议配单并通过3D打印机打印出来的，3D食品打印就是用营养胶把食品粉末粘贴成各种食物的形状而已。中国是目前唯一一个能把农产品研制成粉末并做长时间保存和运输而百分之百保留营养成分的国家，目前政府把此项技术无偿提交给联合国，相信很快就会在全世界推广。

吃完早饭，儿子被幼儿园校车接去上学了。上午9:00我参加了公司的虚拟会议，讨论了广西农业云项目的实施进展情况。根据国家的规划目标，再过五年，农业云要覆盖全国农村，功能包括水、土壤、空气监控，农作物种植专家指导，农产品收割、粉末研制加工、储藏及运输等，我工作的申云公司中标了广西壮族自治区农业云项目。

10:30 张阿姨等人把我老婆接到了医院，虽然我可以不去，但我还是去了医院，其实我也帮不上什么忙，连待产室都不让进。于是，我来到病人家属休息区，把手腕上的云终端连接到桌子上的固定云终端上，然后接入到公司的私有办公云，登录云中的私人电脑桌面；同时我在屏幕的右上角开启一个小窗口，实时显示我老婆的体能状况。

今年年初，公司开始进入区域医疗云市场，当然不是终端医疗云应用软件，而是医疗云平台软件、中间件和远程医疗设备。我的工作是为了解决远程手术当中的通信协议，其中网络延时问题困扰了我很长时间。远程手术对于医生来说就像腹腔镜，看着一个屏幕操作两个把手，最大的区别就是腹腔镜的病人就躺在旁边的手术台上，而远程手术的病人却在另外一所医院、另外一个城市，甚至是另外一个国家。如果网络延时过大，那么医生每次移动一下把手，几秒钟后才能在屏幕上看到手术刀移动，这是不可接受的，而且很危险。通过查阅网络上论文库中的文章，我逐渐掌握了这样一个事实：网络延时是网络的固有属性，与网络路径上的转发设备的数量和转发速度相关，只在网络路径的两端是无法改善网络延时的。

中午 3D 打印服务部给我送来了营养餐，这是公司的一项福利，员工周一至周五的午餐免费提供，菜谱由国家监护中心定制，分量也由它预测，保证每个人每顿饭都能吃到可口且适量的饭菜。我顺便查看了一下儿子上午的活动轨迹，目前保持不动，应该在睡午觉。活动轨迹显示，这小家伙整个上午几乎没停过。咦，怎么这两根线离开学校了？线的另一端是博物馆，应该是去参观博物馆了。我又查看了他们班主任的教学日志，果然是去参观博物馆了。我透过产房的玻璃门看了看老婆，她正在张阿姨的陪同下吃饭，我向她挥手，她和我相视一笑。

突然，手腕上的云终端震了我一下，我急忙展开屏幕，公司研发部李总的脸出现了。

“小王啊，美国 AndG 公司来了一拨人马，他们对我们的产妇预产期预测软件很感兴趣，下午 14:30 你给他们介绍一下，如何？”

“老大，没问题。几号会议室？”

“就安排在 5 号吧，那里有虚拟现实系统。”

现在是 14:00 整，我呼通秘书，请她准备 5 号会议室的会议系统，并开启虚拟现实设备。14:20 我找到一个没人的小房间，把手腕云终端的屏幕调为最大模式，接入 5 号会议室。刚好看到李总带客人鱼贯而入，个个人高马大，还有一个美女。我开启了家里的电视节目录制程序，15:00—17:00 直播世界杯足球比赛，同时预订 17:30 开始煮饭。我整了整衣冠，然后开启终端上的微型全息摄像头，我“进入”了会议室，“站”在众人的面前，看到他们惊愕的眼神，我自豪地用不太标准的普通话开始介绍。

“各位远道而来的朋友，大家下午好。我是申云公司的王××，是产妇预产期预测软件项目的经理，现在由我来介绍这款软件。”过了一会儿，掌声响起来。

十年前的那次改革打开了中国人勤劳勇敢、创新无限的闸门。此后的十年，中国在经济、军事、科技、教育、国防等领域发生了翻天覆地的变化，很多领域已经超越了美国，每年超过一半的诺贝尔奖都被中国人领走。由此，在世界上掀起了一股学习中文的热潮，在中国留学、就业、取经、定居的外国人一拨接一拨。但凡来中国的外国人，都会一些中文，因此我用中文介绍他们是听得懂的，但是要说得慢一些。

“这软件预测我老婆今天 15:00 临产，所以我上午就到了医院。现在是 14:50，10 分钟后各位就能见证奇迹了。”

“这款软件属于大数据分析软件，中国是大数据非常丰富的国家，横向上有十多亿人口的数据，纵向上记录了每个女人从出生到现在的全部数据，尤其是女人怀孕期间，每隔 1 个小时采集一次数据。在这庞大的数据之上，再利用我们的预测模型，准确率在 90%以上。”又是一阵掌声。

此后发生的事情是这样的：我老婆在 15:20 产下一名女婴，然后张阿姨把一个婴儿微型手腕云终端戴在我女儿的手上，同时向国家信息云中心申请开

通了一个账户，输入了虹膜、指纹和 DNA 等信息。国家信息云中心下发了身份证号码，并开通了免费的具有 1TB 容量的存储空间。我把照片传到了会议室，并简单介绍中国国家信息云中心。

“中国国家信息云中心是世界上最大的大数据中心，存储了世界上最庞大的数据，它由中国政府建设和管理，公民免费使用。活着的每个人都有一个账号和 1TB 的存储空间，这 1TB 的空间采用分层授权模式，保存着个人生老病死的全部信息，如档案记录、健康数据、活动轨迹、学习工作状况、个人资料、云桌面等。有了这个大数据平台，我们可以做很多分析和预测。”

“大家应该注意到了戴在我女儿手腕上的像手镯一样的东西，其实绝大多数中国人每人都戴了一个，但是偏远的山区农村还没有普及到，那里的网络基础设置正在铺设。这是一个高科技电子产品，功能主要有两个：一是通信终端，二是数据采集器。出生时配发，上小学时更换。使用微波定向技术，所以对佩戴者没有丝毫的辐射影响，孕妇、老人和小孩都可以安全佩戴。它有一个柔性屏幕，完全展开时可达五英寸。它能采集脉搏、心率、体温、体液酸碱度、脑电波、周围环境，以及位置等信息，采集到的信息被实时传递到国家信息云中心。”

.....

下午 17:00，我去东方幼儿园接儿子，然后一起回到医院。小家伙见到妈妈就吵着要见妹妹，于是我抱着他通过无菌室的玻璃门往里看，5 号床就是我的女儿，但由于离得太远看不清楚，儿子就说我骗他。

现在中国的妇幼保健系统非常完善，妻子生小孩，丈夫什么都不用操心，生完前三天吃住都在医院，随后医院会把母婴送回家，并配送妇幼用品，以后还会定期赠送产后营养餐、婴儿纸尿裤等用品，而且还安排专门的接口医护人员，可随时咨询和上门服务。

我带儿子回家的路上去了一趟 3D 打印服务部，根据菜谱建议，我购买了胡萝卜、菠菜和蘑菇，家里还有一些瘦肉，我打算晚上自己炒菜。