

中国移动创新系列丛书 **G³**

面对云计算，你OUT了吗？

Google动了谁的奶酪？

应对云计算挑战，中国IT科技，应何去何从？

众说纷纭，且听为民深刻剖析！

中国移动总裁**王建宙**和中国工程院两大院士**李德毅、倪光南**
特别推荐本书。

CLOUD COMPUTING

云计算

深刻改变未来

张为民 唐剑峰 罗治国 钱岭 编著



 科学出版社
www.sciencep.com

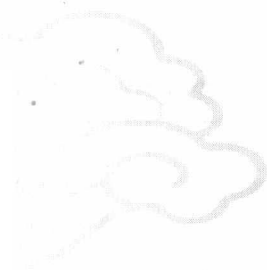
张为民 唐剑峰 罗治国 钱 岭 编著

云计算



深刻改变未来

CLOUD COMPUTING



北 京

科学出版社

内 容 简 介

本书概述了云计算的起源、发展以及商业模式,介绍了云计算的关键技术、典型应用以及开源软件和社区。

云计算既是机遇也是挑战,中国科技何去何从?需要从国家层面重视云计算,在教育、普及、重点研发、示范工程等诸多领域对其进行统筹规划,从而推动云计算在中国的发展,并最终使云计算造福百姓,惠及国民经济,推动科技创新与进步。

本书语言生动,案例丰富,适合所有想了解云计算的读者。

图书在版编目(CIP)数据

云计算:深刻改变未来/张为民等编著. —01版. —北京:科学出版社, 2009

ISBN 978-7-03-026128-1

I. 云… II. 张… III. 计算机网络-研究 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第218063号

策 划:柳建尧 / 责任编辑:赵丽欣 文 戈

责任校对:王万红 耿 耘 / 责任印制:吕春珉

封面设计:子时文化 / 插画设计:Ate插画工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年12月第一版 开本:B5(720×1000)

2010年1月第二次印刷 印张:13 1/2

印数:5 001—10 000 字数:219 000

定价:28.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135763-8011

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303



推荐语



云计算是近年来一个热门的技术名词，很多专家认为，云计算会改变互联网的技术基础，甚至会影响整个产业的格局。正因为如此，很多企业都在研究云计算技术和基于云计算的服务。

本书对云计算的起源和发展，云计算涉及的关键技术，基于云计算的典型应用及其商业模式，作了详尽的分析和介绍，可以帮助读者进一步地认识云计算、理解云计算和思考云计算。

面对当今世界经济发展的挑战和机遇，我们期待着更多的创新型技术的出现，以技术发展带动产业演进，促进经济的发展。

——中国移动通信集团公司总裁 王建宙

作者以他的职业敏感，看到了人类在互联网环境下的新走向。云计算将改变我们的工作和生活。有了云计算，信息资源和信息能力都可以从互联网上获得，用户无须自己买软件、买硬件，也不必要自己亲自当软件工程师，只要向服务提需求，就可以得到你需要的资源，如带宽、存储空间、计算能力。尤其是广大的中小企业，随着服务成本的降低以及应用自由度的增加，将成为云计算的最大受益者。云计算还将改变信息产业的格局，软件行业和信息服务业会更加规模化、集中化和精细化，端设备会更加简洁、丰富、轻量化和个性化，泛在计算成为现实。

云计算凸现了草根的力量。让大众普遍参与和使用计算，形成群体智慧；网上的社区会更加活跃，社区规模可大可小，社区主题可粗可细，社区门槛可高可低，社区划分无穷无尽。

云计算将让人类变得更加智慧，更好更快地感知这个地球上发生



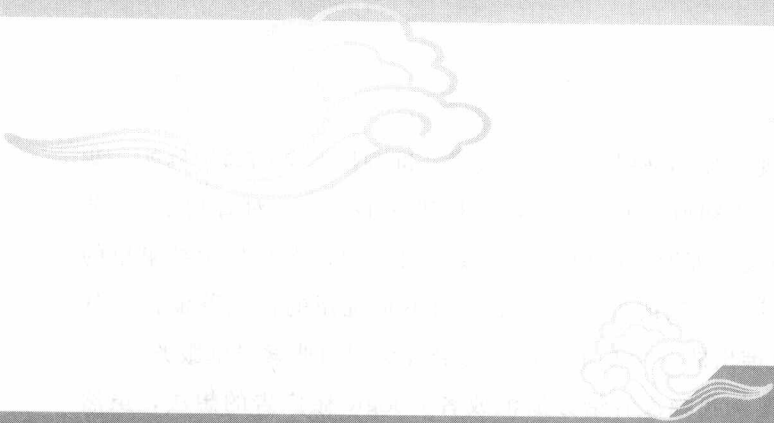
的一切。如果要问为什么，请你阅读此书，她会帮你理解云计算，帮你云中漫步，帮你腾云而飞。

——中国工程院院士 李德毅

中国有世界最多的网民和移动用户，又有最丰富的科技人力资源，当今“云计算”方兴未艾，中国不能错过以“云计算”带动科技和产业发展的机遇。

本书论述了“云计算”的方方面面，文笔生动、深入浅出，是在中国传播“云计算”的理想读物。

——中国工程院院士 倪光南



Preface 前言

说起云计算，很多人都会不知所云。回想起几周前在北京召开的 Hadoop 技术峰会上，看到与会的博士生面对 MapReduce 编程方式时懵懂的眼神；回想起与一些企业 IT 主管在晚宴闲聊中，我向他们讲述云计算的价值和意义时他们疑惑的神情，我不禁要由衷地感叹，中国高等学府中的师生，研究机构的专家学者，IT 公司的程序员和研发部门主管，还有企业的 ITO 甚至 CEO，以及工信部、发改委、国资委的官员，面对云计算，你们 OUT 了吗？

当然，在国内，我也欣喜地看到了国人对云计算的关注和跟进。清华大学的一些学生选修了 Google 的 101 课程；百度和新浪的研发人员正在研究搜索领域里神化了的 Google；李德毅院士、倪光南院士等科学家，他们心系国家科技强国的梦想而成立了中国云计算专委会；中国移动研究院的“大云”云计算研发团队也在云计算的处女地上努力耕耘了两年；等等。

云计算在中国还是一种小荷才露尖尖角的状况，这恰恰与美国旧金山湾区风起“云”涌，大大小小的云计算公司迅速涌现的情形形成鲜明对比。在湾区，无论是 SunnyVallie 街角的咖啡馆里，还是 Mountain View 闹市区的意大利比萨饼店中，抑或是 San Jose 的开源社区的聚会上，人们见面的时候都会互相寒暄：“你 Twitter 了吗？”或者“你云计算了吗？”

两天前，我通过 Wi-Fi 下载 Google 的语音搜索客户端并将其安装到手机

上才用了不到 1 分钟。现在我都是用语音完成搜索，准确度非常的高。例如，我开车去“苏浙汇”吃饭，不知道该怎么走了，于是我拿出手机，对着它说：“苏浙汇。”手机屏幕上立马显示苏浙汇的地址和路线以及地图，而且显示结果里的店恰恰是我所在地（北京）附近的那家苏浙汇，而不是杭州的什么苏浙汇。其实，这就是 Google 最近推出的一个基于云计算的语音识别和搜索引擎服务。

当然，讲上面这个案例我绝没有给苏浙汇或者 Google 做广告的想法，虽然苏浙汇的菜肉大馄饨我很爱吃，Google 也是我超级崇拜的一家公司。相反，当我写这本书的时候，是越写越觉得担忧。当我越是将 Google 的故事津津道来的时候，我越是感觉到一种隐忧。

假如，Google 的云计算平台越来越先进，它的成本也越来越低，那么，这个世界上，将来就只有一台“计算机”了，那就是 Google；雅虎首先看出了这个问题，也在推进 Hadoop，也在打造其基于云计算的互联网服务，那么或许还好，将来，这个世界上除了 Google，可能还有一台小点儿的计算机，它叫做雅虎；后来，微软和 IBM 觉得不行，豁了老命在技术和商业模式上跟进云计算，如果运气好的话，那么将来世界上可能还有两台更小一些的“计算机”，分别叫做微软和 IBM。但是大家注意到了没有，这里面，没有中国什么事儿。这不得不让我们这些中国的 IT 从业者扪心自问：“Google 到底动了谁的奶酪？”

Google 和雅虎还有最近的微软都在玩什么？不约而同地都是基于云计算的搜索。搜索是最成功的云计算的实现，但它不仅仅是搜索，而是信息计算，是从海量信息中经过计算处理解决现实问题。另外它是面向大众的互联网体验，所以它在免费为大众提供服务的同时，实际是在聚集大众的智慧，并把用户的习惯和行为以及智慧进行彻底的数据挖掘，再下一步，它将可以仿真每一个人的智慧。这个叫做 Google 的云计算，它知道你是谁，你喜欢什么，你要什么，你想什么，甚至能知道你的潜意识！这是不是很可怕？！

的确，Google 云计算的能量太大了，首先它有每天递增的全世界的信息数据，它的搜索爬虫日以继夜地在爬；其次它向大家免费提供高体验度的互联网应用，从而拥有了几乎全世界的用户；再者它有对每个用户的数据挖掘和分析；再加上 Google 基于云计算的数据平台上有海量数据的存储能力，有强大的计算力，而其成本是同业者（例如雅虎、百度）的四十分之一；还有，Google 的那些

天才科学家，每天都在变着法子地让 Google 的云计算系统变得更厉害。天呀，Google 它有一个可以生长和进化的计算系统！无论对谁，这都是来自 Google 云计算的挑战！面对挑战，中国 IT 科技，应该何去何从？

中国是个有着几千年文明的古老国家，我们不能让那些记载着我们的文明和智慧的数据都存在北美的云计算服务器上！我认为面对这样一个像神话一样的企业，只有一个破解的方法，那就是拥有能与 Google 抗衡的中国的云计算系统。所以，我们一定得了解云计算，一定得研发和掌握云计算的关键技术，并且把云计算技术及其商业模式加以充分实践和应用。

就全球范围来说，云计算方兴未艾。倪光南院士说：“正是因为云计算够新，而且不成熟，于中国，才是机会。”这话我坚决同意。由于云计算的出现，现在正是我国信息技术和信息产业追赶世界先进水平难得的契机，抓住了这个机遇，对我国的科学技术领域以及产业结构调整乃至整个经济发展都有十分重要的意义！

中国移动通信研究院在黄晓庆院长的带领下，已经脚踏实地地投入云计算研发两年多了。也正是由于参与了中国移动的云计算研发项目，我们较早较深入地接触了云计算，对云计算有了一定的认识。我们真正体会到了云计算为人类社会带来的价值及其对我国科技乃至经济发展的战略意义。我们为此而激动不已，因而迫不及待地想把我们所了解到的这些内容告诉大家。这就是我们编写本书的初衷。

本书的编写，要感谢以下诸位同志。其中 5.1 节由徐萌、高丹、邓超、罗治国和孙少陵帮助编写完成；5.2 节由郑健平、孙悦、周文辉帮助编写完成；5.3 节中部分内容由韩金字、胡珉、孙宏伟帮助编写完成。同时，也要特别说明的是，书中图 2-11、3-3、3-4、3-5、4-13、10-1，引用自中国移动研究院“大云”研发团队的研究成果。

本书的编写，更要特别感谢黄晓庆院长的教导，两年半前，他把云计算的研发项目带给了中国移动，并为研发工作明确了思路 and 方向，因而我对云计算的认识和理解，处处无不映射着他的前瞻和创新思考的光芒。

张为民

2009 年 11 月 26 日



Contents 目 录

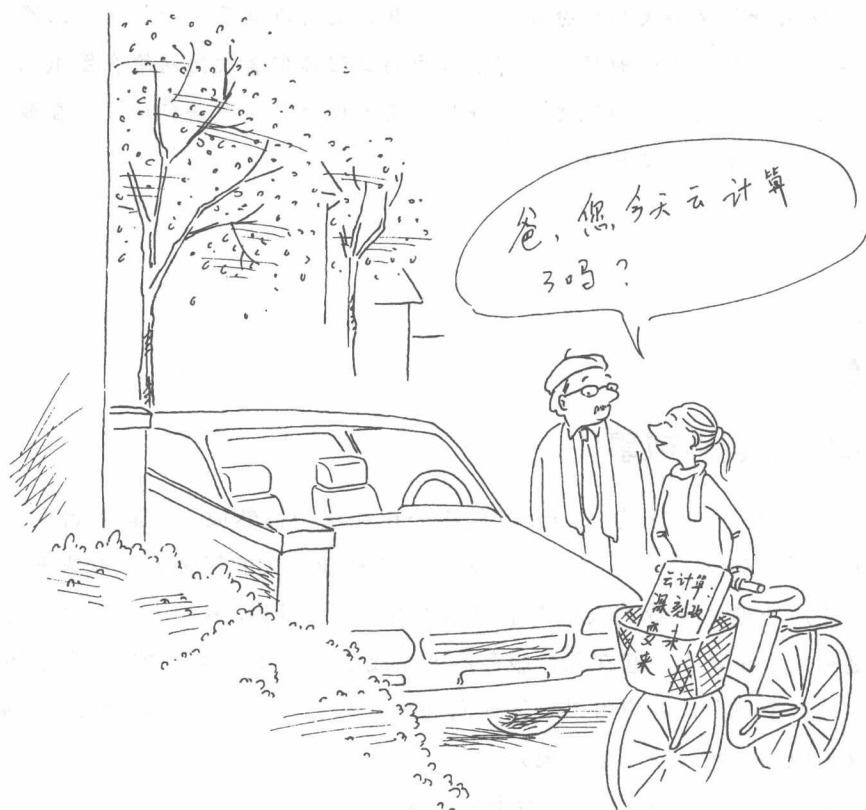
第 1 章 初识云计算	1
1.1 Animoto 的创业故事	2
1.2 云计算就在我们身边	4
1.3 风起“云”涌	7
1.4 让我们走入云计算	11
第 2 章 云计算的前世今生	14
2.1 高高在上的大型计算机的时代	16
2.2 合久必分：PC 机时代的到来	20
2.3 分久必合：Internet 让 PC 机合在了一起	22
2.4 合中有分，分中有合：云计算时代来临	25
2.5 众说纷纭的云计算概念	29
2.6 云计算的分类	35
2.7 云计算的特点优势	38
2.8 Google 云计算成功的秘诀之一	41
第 3 章 云计算的典型商业模式	46
3.1 三种主流的云计算商业模式	48
3.2 云计算商业模式的成功秘密	51
3.3 云计算的优势	55

3.4	云里乾坤，谁主沉浮？	57
3.5	云计算的未来预测	62
第4章	云计算关键技术	65
4.1	云计算技术框架概述	66
4.2	虚拟化技术	71
4.3	海量分布式存储技术	76
4.4	并行编程模式	87
4.5	数据管理技术	93
4.6	分布式资源管理技术	95
4.7	云计算平台管理技术	97
4.8	云计算是一种多粒度和变粒度计算	99
4.9	绿色节能技术	104
第5章	丰富多彩的云应用	108
5.1	云计算让商业智能如虎添翼	109
5.2	云计算助力 IDC 大展身手	114
5.3	回归云计算的起源——丰富多样的搜索应用	120
第6章	云计算与开源	134
6.1	虚拟化平台软件 Xen 与 KVM	135
6.2	云基础设施管理平台 Eucalyptus 与 OpenNebula	137
6.3	分布式计算框架 Hadoop	138
6.4	云平台访问接口适配层 libcloud 与 Dasein Cloud API	140
6.5	开源精神	141
第7章	从云到端	143
7.1	Chrome	146
7.2	FireFox	148
7.3	IE 8	150
7.4	Android	151
7.5	iPhone	153
7.6	OPhone OS	154
7.7	云端精彩	158

第 8 章 因云制宜云计算	160
8.1 因云制宜	161
8.2 尚无标准的云计算	164
8.3 云中漫步安全吗?	165
8.4 掣肘的并非是技术	167
8.5 云观念的接受很容易吗?	167
8.6 云计算在节省金钱方面的功绩有多大?	168
第 9 章 云计算深刻改变未来	169
9.1 云计算对于技术的影响	170
9.2 云计算对各产业的影响	172
9.3 面对云计算,中国科技何去何从?	174
第 10 章 企业在云计算领域的实践与创新	177
10.1 中国移动在云计算领域的实践和创新	178
10.2 美地森科技在云存储和云计算 IDC 构建的实践和创新	180
10.3 八百客在云计算领域的实践和创新	183
10.4 友友新创在云计算领域的实践和创新	185
10.5 世纪互联进行的中国 IaaS 服务的实践和创新	186
10.6 播思在云计算存储及关键技术上的实践和创新	188
10.7 小结	189
第 11 章 不得不看的 8 大云计算宝典	191
11.1 宝典 1: 搜索引擎论文	192
11.2 宝典 2: GFS 论文	193
11.3 宝典 3: MapReduce 论文	194
11.4 宝典 4: BigTable 论文	196
11.5 宝典 5: Google 及其“云”智慧	197
11.6 宝典 6: Hadoop 开源项目	197
11.7 宝典 7: 中国云计算网	199
11.8 宝典 8: 中国移动云计算网	199
参考文献	201
后记	202

第1章

初识云计算





2008年11月，美国商业周刊发表了一篇著名的文章《Google及其云智慧》，开篇宣称“这项全新的远大战略旨在把强大得超乎想像的计算能力分布到众人手中”，它预示着云计算（Cloud Computing）作为一种革命性的技术受到了产业界的普遍关注。“云计算”这个词自从被Google提出之后，在IBM、微软等IT行业巨头的大力推动之下，迅速成为IT行业最热门的概念，紧接着学术界也积极参与进来。

但是，作为普通大众，我们难免困惑于这个多少有些奇怪的名词——“云计算”。我们不禁要问：“什么是云计算？云计算能够给我们带来什么？”为了真正理解云计算，并且了解云计算的神奇价值，还是让我们先从Animoto公司的创业故事说起吧。

其实云计算是指大规模分布式并行计算，之所以有了“云”这个浪漫的名字，是因为最早的时候，富有创造力的工程师们喜欢把网络在图纸上画成一朵云，从而自诩为浪漫的工程师。而大规模分布式并行计算，在最初的时候，被称为网络计算。

1.1

Animoto 的创业故事

2006年8月，一家名为Animoto的小公司在纽约悄然成立。其创始人史蒂维·克里夫顿（Stevie Clifton）是一个刚从大学毕业不久的年轻人，他热衷于拍照和进行照片处理，他看到人们都有把旅行中拍摄的照片编成Flash短片的需求，于是和几个年轻人一起在几台服务器上完成了一个基于网络的视频展示服务平台。通过这个平台，客户可以上传他们的图片和音乐并自动生成定制的视频，同时可以和他们的朋友分享这些视频。

公司创建之初，他们把这几台服务器就放在办公室里，当时，每天约有



5000 个访客使用这项服务。这几台服务器，恰能分担这些负载。所以，史蒂维他们这几个管理经营者的日子过得优哉游哉。他们的商业模式主要是后向广告收费，也有部分服务是向互联网用户进行前向收费，比如有些用户想得到全尺寸的视频光盘，或者希望制作更长时间的视频，或者是获得相关的冲印照片和制作服务，这就需要用户在获得服务前支付一些费用。

2008 年 4 月中旬，Facebook 社区热门推荐了 Animoto 的这个应用给它的成员，这使得用户对这个应用产生的兴趣出现了一个小小的高潮，三天时间里约有 75 万人在 Animoto 网站上进行了注册。在高峰期，每小时约有两万五千人使用 Animoto 的服务。如此快速的用户增长反而给 Animoto 带来了灾难，他们那几台服务器因不堪重负而纷纷宕机，史蒂维他们几个忙得不可开交，焦头烂额。由于并发用户数太多，该互联网应用的响应速度慢如蜗牛，于是 Facebook 社区成员对其的恶评不断。

创办公司的几个年轻的大学生这时真是一筹莫展。为了填补服务器的需求缺口，满足不断增长的用户需求，这家公司需要在现有基础上对服务器扩容 100 倍。但史蒂维这些人既没有资金进行如此规模的服务器扩容，也没有技术能力和兴趣来管理这些服务器。

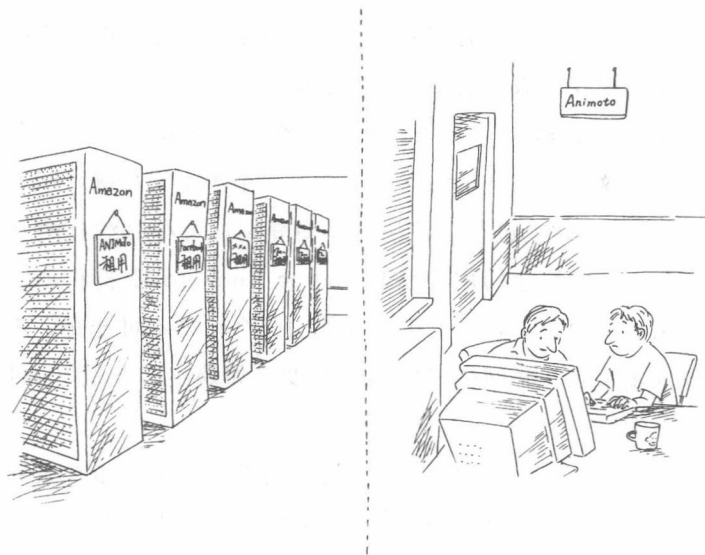
刚好史蒂维的大学同学迈克尔·克兰德尔（Michael Crandell）雪中送炭。Michael 看到了亚马逊弹性计算云（Amazon Elastic Compute Cloud, Amazon EC2）的巨大潜力，在加利福尼亚圣塔芭芭拉创办了一家叫做 RightScale 的科技创新公司，专门为亚马逊的云计算设计应用软件。迈克尔告诉史蒂维：“你压根儿就不需要自己买服务器和存储设备，也不需要自己管理，你可以租用亚马逊的弹性计算云或亚马逊的简单存储服务（Amazon Simple Storage Service, Amazon S3）来实现你的这个应用需求，并且这些 IT 资源的租用相当便宜。我的公司可以帮助你把你现有的互联网应用移植到你租用的亚马逊弹性计算云上面。”

通过这个合作，Animoto 只需为应付三天的流量激增付费，并且不需购买或配置任何新的服务器。它把负载交给亚马逊承担，一台服务器一小时的费用只有约 10 美分，包含了带宽、存储和相关服务带来的一些边际成本。

当服务器需求下降时，Animoto 自动降低他们的服务器租用量，也降低了他们的成本。如今，Animoto 和 RightScale 的创始人，一群年轻的小伙子都赚了大



钱，他们的创新型科技公司也纷纷获得了风险投资公司的青睐，而他们的运营成本都因为云计算而显著降低。



Animoto 成功的故事带给我们的启示：云计算并不仅仅是技术，它更是一种商业运营模式。云计算可以帮助年轻人降低创业门槛而专注于互联网服务本身的创新，从而让普通的年轻人发家致富，梦想成真。

1.2

云计算就在我们身边

或许，你会觉得，上面这个发生在美国横跨其东西海岸之间的故事离我们有点儿遥远，诚然，云计算帮助史蒂维这些年轻人成为了富翁，但和我们的生活有关联吗？



其实有关联，作为一个用户，我们早已走入了云计算。当你对于一个事物未知或者知之甚少的时候，倘或你恰好在电脑边，你自然而然地会启动 Google 搜索一下；当你需要给合作伙伴抑或朋友写信的时候，你可能自然而然地使用了 Gmail 或者 Ymail 邮箱的服务，这两个邮箱服务以及 Google 的搜索引擎就是典型的云计算服务。

下面几个熟悉的案例可以为你描述一下我们身边的云计算。

☆ 案例 1

年轻的公司女白领 OL 小姐懊恼地抱怨自己做了一下午的工作，文档却由于操作失误而消失得无影无踪，那可恶的蓝屏白字恰如一场噩梦。她的同学张威廉为她建议了一种新的选择——Google Docs。这个建议受到 MSN 群内很多同学的赞许，因为很多人已经在用 Google Docs 在线写作工作文档了。包括我所写的这本云计算的书，也是在 Google Docs 上写就的。因为这样我的朋友可以随时登陆阅读我更新的部分，并给我提出宝贵的建议。

☆ 案例 2

小林是一家企业的销售总监，手下有 30 多个销售员，每个销售员又都有 10~20 个客户的订单要处理。以前他们都是通过公司的 ERP (Enterprise Resource Planning, 企业资源规划) 软件来处理订单的，自从注册使用了 Salesforce.com 的 CRM (Customer Relationship Management, 客户关系管理) 软件之后，小林可以随时随地地查阅和分析其客户的营销状况，同时极大地提升了每个销售员的沟通效率和客户管理工作的效率，而他们因此支付的费用却大为下降。

☆ 案例 3

常凡是一家平面设计公司的设计师，她常常头痛如何把设计好的文稿交给客户确认并交付喷绘厂家实施喷绘作业。很多时候，客户到最后一刻还在修改设计



稿文案，而喷绘往往要连夜进行，第二天一早那些巨型喷绘展板就要在展会上展示，所以如何快速地把大小高达 1~2GB 的设计文稿发出去，就成了一个难题。邮箱肯定是不堪其负，而 QQ 或者 MSN 会由于对方的不在线而无法传输文件。但是基于云计算的网上硬盘服务能够解决这个问题。常凡只需登录自己的网盘账号，然后把设计文稿上传到云计算平台上，系统会给她一个共享链接，常凡只需将共享链接用飞信发给她的客户或者供应商就可以了。

☆ 案例 4

孟欣是一个地道的 Google 粉丝儿。一年半之前，颇为极客^①的他加入了任职的这家公司，从此他就把 Google Docs 带入了日常工作，他推荐 CEO 用 Google Document 阅读、批改自己的工作文档；他建议同事们用 Google Spreadsheet 建立并分享彼此的工作周报和工作进度电子表格；在做完 PPT 演示文稿的时候，他习惯性地要上传到 Google Presentation 上面。同时，他会用 Google Translate 协助处理自己的翻译问题，用 Google Picasa 处理并储存自己的照片，用 Google Calendar 管理自己的日程并及时与自己的 iPhone 同步，每次出行之前他会用 Google Map 查询行车路线，甚至他青睐的输入法也是 Google 的拼音输入法。原来这些由微软提供的软件承担的工作，他现在几乎全部用 Google 来完成，不需要安装、维护什么东西，既不怎么占用个人电脑资源，还能带来了更大的自由和便捷，他喜欢这种感觉。他把这种快乐归功于“云计算”。

☆ 案例 5

孟欣只是众多“云计算”的受益者之一，电子设备制造商 Sanmina-SCI 更为清晰地感受到了这种“云计算”带来的影响。此前，Sanmina-SCI 只有很少的员工使用 Google 的云计算服务“Google Apps”，而现在这家年收入 107 亿美元的公司内使用 Google Apps 的员工已经超过 1000 人。他们使用 Google 的电

^① 极客：极客是美国俚语“geek”的音译。近年来，随着互联网文化的兴起，这个词含有智力超群和努力的语意，又被用于形容对计算机和网络技术有狂热兴趣并投入大量时间钻研的人。