



端到端QoS网络设计 (第2版)

End-to-End QoS Network Design

Quality of Service for
Rich-Media & Cloud Networks
Second Edition

[美] Tim Szigeti, CCIE #9794
[加] Robert Barton, CCIE #6660
[美] Christina Hattingh
[美] Kenneth Briley, CCIE #9754

著

YESLAB工作室
田玥

译
审

ciscopress.com

端到端QoS网络设计 (第2版)

End-to-End QoS Network Design

Quality of Service for
Rich-Media & Cloud Networks
Second Edition

[美] **Tim Szigeti**, CCIE #9794
[加] **Robert Barton**, CCIE #6660
[美] **Christina Hattingh**
[美] **Kenneth Briley**, CCIE #9754

著

YESLAB工作室 译
田玥 审

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

端到端QoS网络设计 : 第2版 / (美) 西格提
(Szigeti, T.) 等著 ; YESLAB工作室译. — 北京 : 人民
邮电出版社, 2015.3
ISBN 978-7-115-37700-5

I. ①端… II. ①西… ②Y… III. ①计算机网络—网
络设计 IV. ①TP393.02

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第009417号

版权声明

End-to-End QoS Network Design: Quality of Service for Rich-Media & Cloud Networks (ISBN:1587143690)

Copyright © 2014 Pearson Education, Inc.

Authorized translation from the English language edition published by Cisco Press.

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 Pearson Education 授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书任
何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

-
- | | |
|---------------------|---|
| ◆ 著 | [美] Tim Szigeti [加] Robert Barton |
| | [美] Christina Hattingh [美] Kenneth Briley |
| 译 | YESLAB 工作室 |
| 审 | 田 玥 |
| 责任编辑 | 傅道坤 |
| 责任印制 | 张佳莹 焦志炜 |
| ◆ 人民邮电出版社出版发行 | 北京市丰台区成寿寺路 11 号 |
| 邮编 100164 | 电子邮件 315@ptpress.com.cn |
| 网址 | http://www.ptpress.com.cn |
| | 北京艺辉印刷有限公司印刷 |
| ◆ 开本: 800×1000 1/16 | |
| 印张: 55 | |
| 字数: 1083 千字 | 2015 年 3 月第 1 版 |
| 印数: 1—3 000 册 | 2015 年 3 月北京第 1 次印刷 |
| 著作权合同登记号 | 图字: 01-2013-8472 号 |
-

定价: 138.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

内容提要

本书是 Tim 与 Christina 继本书第一版之后的又一重磅之作。这一次, Tim 响应新时代网络技术的发展趋势, 力邀无线技术专家 Kenneth 和自己的挚友、数据中心专家 Robert 加盟本书的创作, 补充了本书上一版中数据中心和无线网络领域的空白。

本书从 QoS 的基本理念与基础理论入手, 以 QoS 在不同环境中的配置与应用方法为纲, 搭配各类环境中的案例分析, 再辅以在各类环境中部署不同 QoS 策略的注意事项及建议, 由浅入深, 由小及大, 层层深入地向读者展开了 QoS 世界的巨幅画卷。

鉴于本书涉及领域甚广, 当今又鲜有网络敢言弃用 QoS 技术, 因此本书完全可以充当各个层次、各个领域网络技术从业者的工具书。准备考取高级网络技术认证 (如 CCIE) 的人员则可以将本书作为 QoS 技术的自学教材; 网络初学者和在校生可以参详其中的基本理论与设计原则; 网络设计师和售前工程师可以参考其中的设计方案与案例研究; 售后技术人员和网络运维人员可以参照这本书中的配置方法与思路。

关于作者

Tim Szigeti, CCIE #9794, 是 Cisco 公司系统设计部 (Systems Design Unit) 的高级技术主管, 主要负责针对企业移动解决方案设计网络架构。在过去的 15 年中, 他一直专注于 QoS 技术, 并撰写了许多技术论文和设计指南, 现已通过 Cisco Press 出版两本著作, 即 *End-to-End QoS Network Design* (第 1 版) 和 *Cisco TelePresence Fundamentals*。前者已由人民邮电出版社引进并出版。

Robert Barton, CCIE #6660, 现与妻子和两个孩子生活在温哥华。他毕业于不列颠哥伦比亚大学, 拥有工程物理学学位, 也是一名注册的职业工程师。Rob 持有路由交换和安全的 dual CCIE 认证, 也是加拿大的第一位 CCDE。Rob 在入职 Cisco 前曾供职于 ArrowPoint, 是 ArrowPoint 的数据中心专家, 为许多大型的加拿大企业提供技术支持。自 ArrowPoint 被 Cisco 收购后, Rob 就一直担任公共部门的系统工程师, 主要从事无线与安全架构的工作。现在, Rob 主要负责研究智能电网技术, 包括从事智能电表及智能变电站设计工作。

Christina Hattingh 在 Cisco 公司企业网络路由组 (前身为服务路由技术组, 或称 SRTG) 担任统一通信 (UC) 方向的资深技术人员达 13 年。SRTG 的产品主要包括 2900、3900、2800、3800 系列 ISR 路由器以及它们的前身, SRTG 的产品是第一个通过 TDM 网关接口、WAN 接口、呼叫控制以及 QoS 功能, 在 IP 网络中统一传输语音、数据、视频流量并提供网络服务的 Cisco 平台。ISR 系列路由器经常应用于小型的远程办公网络, 在 WAN 边缘, 对于 QoS 服务的需求是最为敏感的。担任这一职务期间, Christina 曾经在 Cisco Live 会议 (Cisco 在线会议) 中发表过演讲, 对 Cisco 的销售人员和二级经销商的雇员提供过技术培训 (内容是路由器上的 UC 技术), 也曾经与 Cisco Press 合作撰写过多部作品, 就 UC 网络的部署与设计向客户提供过咨询意见 (包括 QoS 的设计方案), 并帮助客户实现了从 TDM 到 SIP trunk 的转换。

Kenneth Briley, Jr., CCIE #9754, 是 Cisco 公司网络操作系统技术组 (Network Operating Systems Technology Group) 的技术主管。在超过 10 年的时间里, 他一直专注于 QoS 的设计和应用、QoS 的特性和功能、使用 QoS 技术的新产品营销。在此期间, 他在 Cisco Live (思科在线) 中撰写了多部部署指南和白皮书。最近, 他正在从事的工作是将有线与无线网络中的 QoS 策略进行融合。

关于技术审稿人

John Johnston, CCIE #5232, 是 Cisco 公司的一名技术营销工程师。他的工作领域是移动安全技术及设计校验。John 有超过 19 年的 IP 互联网工作经验, 其中包括企业网络的设计与实施经验。在加入 Cisco 之前, John 曾为数家世界五百强企业提供过网络设计方面的技术支持服务。他拥有北卡罗来纳大学夏洛特分校的电子工程学士学位。

Roland Saville 是 Cisco 公司系统开发部门 (Systems Development Unit) 的技术主管, 主要负责针对部署企业网络的工作设计最佳做法的指导方针。他曾在 Cisco 历任系统工程师、产品经理、系统咨询工程师、技术营销工程师以及技术主管等职, 工作经验逾 18 年。在此期间, 他曾深入研究大量不同的技术领域, 包括网络基础设施中语音和视频的融合、网络安全、无线局域网互联、RFID、能量管理、Cisco TelePresence 以及 BYOD。此外, 他还花费时间用于研究零售市场。在进入 Cisco 之前, 他曾在雪佛兰公司担任过 8 年的通信工程师。Roland 拥有爱达荷州立大学颁发的电器工程学士学位以及圣塔克拉拉大学颁发的工商管理硕士学位。除曾与别人合著过 *Cisco TelePresence Fundamentals* 外, 他还是 IEEE 成员, 拥有 12 项专利。

献辞

Tim Szigeti:

每逢为一本书撰写献词，我都会陷入一个两难的境地。

一方面，我一直在对周围的亲朋好友解释：要是没有把这本书的第1版献给我的妻子，我一定犯下了一个不可饶恕的错误。而自那以后，我更是一直想要把我的第二本书献给我的儿子，可现在我又有了一个可爱的女儿，我也很希望能把第二本书献给她（正是由于她的不期而至，才让这个版本的问世推迟了数月之久）。

我的问题来了：每本书真的就只能献与某一个人吗？还是说，我可以把一本书的不同版本献给不同的人。何况，我也不想和我妻子去争论“献辞”的确切涵义——英语语言文学和哲学可是她的老本行。

所以，我只好在这里玩弄一下权衡术的把戏，在其中寻找一个折衷的方法：我愿将本书的第一版献给 Lella，并将本书的第二版献给 Lella 的 2.0 版（也就是我们的女儿 Isla）。

我可是亲眼见识了女儿是多么珍视我的作品。过去好几个月的时间里，这本书的第一版都垫在她的婴儿床下，这是为了把婴儿床的一边垫高一点，让它在夜晚不会发出恼人的响声。看到她每天早上笑靥如花地从睡梦中醒来，我猜她一定体会到了这本书的重要价值。不仅如此，她还很喜欢用小嘴撕咬这些书，并在上面留下很多口水，直到它变得湿漉漉的方才罢休，这个过程对她似乎是一种享受。这就是她对作者表示尊敬的方式吧？我想。

所以，我愿意把这本书献给我可爱的小女儿。你每天晚上让我消停不了几个小时，连我自己都说不清自己是怎么坚持把这本书写完的。我知道，很可能你永远都不会去阅读这本书，但这又有什么关系呢？我只想让你明白，你的身影不时出现在我的脑海之中，让我几乎无法集中精力来写作这部作品。现在这本书终于交稿了，我也有了更多的时间可以同你玩耍，任由你稚嫩柔弱的手指紧紧地抓住我的衣襟。

Rob Barton:

我愿将这本书献给我的两个孩子 Adrian 和 Matthew。但我并不是希望你们认真阅读这本书，最终成为 QoS 领域的专家，我甚至不会去主动鼓励你们向网络设计师或者工程师的方向发展，虽然它们都是崇高而神圣的职业。写作本书期间我获得了一些其他的感悟：只有当你们认识到自己要去从事哪一个行当，并下定决心要在那个行业中有所建树时，你们才会成长起来。很多时候，我们并不知道自己的努力能否带来成功，但当你决心去完成一些困难重重、极具挑战并会让你经历磨难的任务时，你就会收获成长。没有付出，就没有收获，这是生活

的真谛。我希望这本书能给予你们寻找成长动力的契机，无论是在精神的层面、内心的层面、专业的层面、肉体的层面还是灵魂的层面。这本书是我献给你们的礼物。

Christina Hattingh:

愿将这本书献给 Robert Verkroost 和我的父母，感谢你们不懈的支持与鼓励。

Kenneth Briley, Jr.:

这是我的第一本书，我愿意听从 Tim 的建议，将它献给我美丽的妻子 Mirah。Mirah 会不时阅读这本书并给与我充分的肯定，我都数不清她曾经花了多少小时来纠正我语法的错误，并在我滔滔不绝地谈论 QoS 技术有多么有趣时，耐心地聆听。对于我们家庭成员——Lukas、Erik 和 Max：求你们不要太快长大，还要铭记一点：一切皆有可能。

致谢

Tim Szigeti:

首先我想要感谢第 1 版的所有读者，正因为你们这本书才能大获成功。很少有图书能在出版 10 年后依旧保持销售量稳步增长。所以我要特别感谢那些评论过我的图书的读者，每当我在亚马逊上看见五星的评级时，感激和自豪之情便溢于言表，谢谢你们！

感谢我的主管 Neil Anderson，这么多年来，你从未轻视 QoS 在网络系统和解决方案中的重要作用，并一直确保 QoS 问题能够得到妥善的解决。也要感谢 Greg Edwards，是你帮我定义并阐释了这些端到端的 QoS 战略。

感谢 Fred Baker 在定义和诠释各种 QoS 标准方面，给予我的指导。也要感谢 James Polk 在 IETF 中不断挑战极限，定义未来 QoS 模型的架构。

我要感谢温哥华 Cisco 实验室的管理员 Mojan Mobasser，感谢你在设备采购和编排方面所做出的贡献。同样我要感谢 Dawid Brink 能让我使用他的 Nexus box，而且从未产生任何质疑。

同时，我要感谢加拿大 Toronto Bell 公司的团队能让我访问他们的 ASR 和 CRS 实验室，还要感谢在地球另一端（新加坡办公室）的 Lim Fung，能够让我访问他的实验室。

我要由衷感谢 Tim Stevenson，你在数据中心平台这一领域的超强技术能力，帮助我解决许多我自己无法解决的硬件架构问题。谢谢你，Tim！

此外，我还要感谢 Lukas Krattiger 在瑞士进行的研究与测试，是你的贡献保证了我们能够在 Nexus 7000 上正确地完成 QoS 操作。感谢你敏锐的洞察力、超凡的耐心和辛勤的工作，Lukas！

必须感谢 Lucien Avramov 能够将他在数据中心所做的 QoS 工作与我们分享。还要感谢目前不知身在何方的 Mike Herbert，感谢你在这个领域所做出的开拓性成就。

我还要感谢 Cisco 产品团队，他们在听取了我們对于这本书的反馈后，升级了 QoS 的特性集。包括 Albert Mitchell 和 Catalyst 2K/3K 团队将我们最新的设计方案加入到了新版的 AutoQoS 之中。也应感谢 Sarath Subrahmanya 和 Ramachandra Murthy 对于 WLC QoS 增强功能的建议。还要感谢 Oz Ben-Rephael 和以色列的团队，感谢他们不断更新 NBAR2 的应用特征，其中包括我们自己的 Jabber 应用。

感谢 Cisco 的出版团队。Brett Bartow，感谢你在这个项目上的付出，感谢你让我们对此前的版本进行了彻底的推翻和重建。当我们一次又一次突破我们实现商定的页数，使得最终的成书比预计的页数多了整整一倍，可你始终没有大发雷霆。还要感谢你因我女儿的降生，特许我推迟数月发表这部作品，让我能够暂时将注意力放在家庭成员身上。

感谢 Chris Cleveland 让技术审稿的过程变得如此轻松。你的建议这本书变得愈发完美，对此我铭感五内。也要感谢 Seth Kerney 为协调副本的审稿工作所做出的努力，还要感谢 Vanessa Evans，在创作本书中的各个阶段，你一直为我们提供一切所需。

我想，最应该感激的是我们的技术编辑 Roland Saville 和 John Johnston。Roland，在我有幸共事过的人中，你无疑是最具才华的人之一，而且你似乎无所不知，真不知道你是怎么把这么多东西装进你的大脑的。它不会爆炸吗？我喜欢将你比作哲学工程师，无论什么设计建议，你都能想象出一种它无法适应的极端情况。这对我们极为重要，因为你只需要置身事外，听听我们的想法，就能得出必须通过大量实验才能达到的结论，这极大地节省了我们泡在实验室中的时间，同时还能确保最终的设计方案完美无瑕。也要谢谢你，JJ！感谢你让我使用你的大规模 RTP 实验室并一路给予我帮助。你对于细节的关注让我印象深刻。你竟然能在上百页配置中找出那些细微的错误，对此我五体投地。

最后，我要对我的合著者表示感谢。

Ken：感谢你展现出来的博学与灵活。你可以随时参与到一个陌生的工作中，并将你的研究成果完美融入到这项工作之中。能在过去的 10 年中与你在很多项目中进行合作实属幸事，期待与你再次合作，十分感谢，Ken！

Christina：十分感谢你能在退休后还能能为这些项目做出自己的贡献。你的工作要比 Jack Kerouac 更多，与你合作让我获益良多！感谢你为了这本书，重操 QoS 的旧业，你的知识和经验让这本书的内容更加坚实可靠。

Rob：过去的 20 年，我们一直是朋友、同学、室友以及工作伙伴，是彼此婚礼上的“第二伴郎”和图书的合著伙伴。你的勇气和决心是非常振奋人心的。说实话，要不是看到你实现了这一目标，我真不知道自己会不会考取 CCIE。我能参与半程马拉松（和全天的马拉松）也是受你的影响。感谢你为这个项目所做的巨大贡献。多少次我们必须停下手里的工作，用大量实验和测试去探索技术世界中的一个又一个主题，这可不是胆小鬼能完成的任务。感谢你能一直坚持到今天，Rob。不过，你对兄弟一直都是这样，这就是你的交友之道。

Rob Barton:

首先，我要感谢 Cisco 温哥华办公室中的同僚，我用两年的时间把系统工程师分为了两类：热衷于解决 QoS 理论问题的和喜欢帮助客户排忧解难的，而你们一直对此十分宽容。特别要感谢 Cisco 审计团队的同仁 Mike MacDonal，他是一个极具耐心的人；感谢我的经理 Ralph Wright，他积极支持我的工作并给予了我很多鼓励；感谢我的主管 Bill Kastelic，他在工作上赋予了我更高的灵活度，让我得以完成这本书的创作。没有你们的支持，一切皆成空谈。

我还要感谢我实验室的管理员 Mojan Mobasser，他在我最需要实验设备时帮我把它搞到

了手。测试这些 QoS 解决方案需要很多的时间，没有你的支持，我就无法搭建和测试这些解决方案。

特别感谢 Ian Procyk 和我的合著人 Ken Briley，感谢你们帮我测试了很多困难的无线方案。同样，我也要感谢 Larry Ross，感谢你花费很多时间用邮件或者电话与我讨论各种无线 QoS 的解决方案。我还要感谢 Kangworn Chinthammit 帮助我撰写了 AVC 部分的概述，感谢 Scott Wainer 帮我完成了 GET VPN 一章的写作任务。在本书的创作过程中，你们就是我技术灵感的源泉。

我还要感谢 Terra-Comm Solutions 的 Bruno Wollman，当我们讨论去年我在 Cisco Live（思科在线）所做的演讲时，你向我介绍了 DMVPN 同 GETVPN 结合起来使用，以解决实际项目 VoIP 问题的方法，这对于 GET VPN 这一章的内容是极好的补充。

Chris Cleveland 和 Brett Bartow，感谢你们一直为这个项目辛勤工作并一直给我支持。这个项目需要付出的时间与精力，几乎超过了我们所有人的预期，在这部作品中，你们不仅向读者分享了自己对于 QoS 机制的理解与体会，更让这本书变得更富有创造力，还通过技术文献为本书提供了大量的支持。

最后，我要感谢 Tim Szigeti，你不仅是 20 多年来我最亲密的朋友之一，更是一位优秀的工程师。是的，我说的就是“工程师”——那个你经常拿来恭维我的字眼。我依然清楚地记得，在两年半前，这个项目开始的那一天，在我们跑完半程马拉松之后，我们一起在 White Spot 共进早餐。当时我跟你讲，你的《端到端 QoS 网络设计》固然是一部伟大的作品，但这本书已经过时了。而你的回答却让我难以忘怀，当时你说：“那你干吗不和我一起写本新的呢？”于是，那一天，这个项目启动了。虽然这是一个漫长而艰巨的任务，但它同时也是一段难忘的经历。感谢你，Tim！

Kenneth Briley, Jr.:

首先我要感谢 Roland Saville，我们一同解决汇聚访问平台上的 QoS 问题时，你的指导与洞见使我获益良多。

感谢 Stephen Orr：无线技术此前只是浮云，如今却成气候——感谢你那些闪耀着智慧光辉的精彩评论。

还要感谢 Tripti Agarwal、Saravanan Radhakrishnan、Anuj Kumar 和 Bhavana Kudipudi，没有这个团队的辛勤工作，一切皆为泡影。

前言

“关于 QoS 我们现在做得还不够吗？”

这是一个我时不时就会被问及的问题，对于这个问题我喜欢这样回答：“什么时候我们在可用性和安全性上的工作可以画上句号，我们在 QoS 上的工作也就算大功告成了。”

毋庸讳言，虽然 QoS 技术诞生至今也已经历了一段不短的时间，但它仍是一种基本的网络基础设施技术（同高可用性技术和安全技术一样）。这些基本的技术会始终作为一切网络系统中一个固有的组成部分，出现在不同的平台上、不同的网络位置（PIN）中，最终出现在端到端网络之间。

此外，为了满足新的业务和技术需求，这些基本的网络技术也在不断发展变化。以 QoS 为例，从大约 10 年前本书的第一版问世之时，它就从未停下变化和发展的步伐。

在此，我们不妨以一类需要借助 QoS 技术的应用为例：视频应用。

2004 年，大多数的企业网络中只会传输两类视频流量，即流媒体视频（单向数据流，同时通过网络级缓存和应用级缓存，来平衡传输中延迟的波动）和视频会议（双向数据流，在专用的硬件系统之间传输，所占带宽为 384kbit/s 或 768kbit/s）。于是，我们进入了位于北卡罗来纳州三角研究园的大型 Cisco 校验实验室（Cisco Validation Lab），总结出了适用于这两类视频流量的最佳设计方案。大功告成了，不是吗？

当然不是！

在接下来的几年里，编解码器和硬件的发展降低了视频制作的成本和门槛，时至今日，几乎每个人都拥有一部能够随时随地拍摄高分辨率视频的智能手机。同样，随着社交网站的涌现，视频分享和发布突然成了每个人的日常行为，人们不论身在何处都可以将自己制作的视频发布出去（而且是在全球范围内！）与他人分享。得益于硬件和无线网络技术的发展，人们也可以随时随地在任何设备上浏览视频。

于是，视频现在成了 Internet 上所占比例最大的一类网络流量，在未来几年之内，其所占的比例将达到 90%。与此同时，视频流量出现了许多新的形势和变化，如网真、IP 视频监控、桌面视频和数字标牌等。这些视频中的每一类都有为保证终端用户高质量的体验所必须满足的独特的服务等级需求。因此，我们又回到了 QoS 的问题上，因为这项技术的作用就是保障用户的体验。

但视频只是众多应用中的一类。

数据中心、云网络和无线网络的发展，无不对 QoS 网络设计带来了相应的影响。

因此，本书的新版应运而生。

出版本书第 2 版的另一个初衷是为了反映 QoS 相关工业标准的演化。Cisco 一直提倡无论何时部署 QoS，都要遵循业界的标准和建议，因为这样做不但能够简化 QoS 的设计方案，还

可以在管理域上扩展 QoS 策略，并提高管理域之间的 QoS 策略效率。因此，新的标准、RFC 和提案已经——并将继续——对当今和未来的战略性 QoS 设计产生重大影响。

出版本书新版本的第三个关键原因是，在本书前一版中进行了详细介绍的每一个网络平台都已经进行了代替或升级。所以，本书在第 2 版中对(本书写作时的)最新的平台进行了介绍，展示了十多个 Cisco 产品系列。事实上，几乎每个设计章节都介绍了适用该角色的不同 Cisco 平台，无论讨论的角色是数据中心虚拟交换机、分支路由器、无线 LAN 控制器、园区网分布层交换机、WAN 汇聚路由器，还是服务提供商的核心路由器或其他。

最后，QoS 是一个无所不包而又晦涩艰深的内容，它包含了大量基本的技术概念，以及在某些特定平台上实施这些技术的具体方法。因此，网络管理员能有一本关于此主题的参考读物是很有价值的，就像本书，涵盖了所有相关的工具，展示了多个端到端的战略，并详细介绍了市面上每一个主流的 Cisco 平台的设计建议。

想求全责备？别这样，关于 QoS 的工作，才刚刚开始！

本书的目标

本书的主要目标是以全面且紧密的方式展示 QoS 设计中的各个层面，包括工具的概述、设计方案的战略战术，以及各个平台的具体配置方式。因此，无论是新手还是资深的网络管理人员，都可以把本书当作这个主题的手边参考书，并从中获益。

此外，本书中还在多个平台上，提供了可以充当 QoS 模板的配置案例。读者可以这样看待这些模板（借用帕累托的二八原则）：80% 是企业或服务提供商的通用 QoS 解决方案，另外 20% 可以通过自定义和修改，成为最终为顾客量身定制的解决方案。书中解释了设计背后的注意事项和基本原理，管理员充分了解设计背后的基本原理，就能放心地对其进行修改，以满足自己特定的需求和限制条件。

在这本拥有丰富配置案例的书中，我们始终在配置命令中添加了解释说明。通过这种方式，我们可以着重介绍与 QoS 相关的命令，逐行详细介绍每个配置命令的功能，并阐明它们是怎样组成整体解决方案的。

为了给这些逐行的设计建议提供补充，本书还介绍了相关的验证命令。这些验证命令均展示在相应的设计示例中，并用阴影突出强调了输出信息中需要特别关注的内容。这使得本书的验证示例与软 / 硬件文档中展示的类似示例相比，更加丰富，也使得网络管理员能够更快地确定自己是否正确地部署了推荐的设计方案。

最后，每一个设计部分的末尾都有一个案例研究章节，它可以将这一部分中介绍的众多战略性原则、战术性建议和某些平台的注意事项联系在一起。这些案例研究章节说明了如何利用通用的抽象设计概念，来满足客户的不同需求。这些案例研究章节代表了实际生产环境中的要求。每一个案例研究的示例都跨越了多个设备，并突出了它们之间的联系。此外，所

有的案例研究章节都是该部分中的一个完整的端到端 QoS 网络设计方案。

谁应该阅读本书

本书面向的主要读者是那些需要部署 QoS 技术的网络管理员。此外，本书的读者还可包括其他相关的 IT 专业人士，如系统管理员、音频 / 视频专家、VoIP 专家和操作人员。

此外，读者中也可能包括技术决策的制定者，这些人不仅负责根据目标来起草网络部署方案与实施步骤，也负责评估 QoS 部署方案的战略及可行性。

其他的读者包括系统工程师、合作伙伴、培训机构的讲师，以及所有因需要考取 Cisco 认证或需要掌握实际操作技能而渴望提升 QoS 技术的网络从业者。

阅读本书的门槛很低，本书开篇部分涵盖了从高到中级的 QoS 技术细节，包括协议、工具和相关标准。此外，对于不熟悉某些特定概念的读者，每章的扩展阅读部分也提供了拥有更多具体信息的参考文献。

因为本书的内容范围从高级技术细节到低级技术细节不等，因此适合的读者技术水平也很广泛，从中级到专家级别的人士均可阅读本书。

本书是如何组织的

本书分为 39 章，8 个部分，还包括 2 个附录。虽然本书也可以逐页阅读，但这样的组织方式也方便读者找出符合自己感兴趣的章节，以便将本书当作一本参考书来使用。

第 1 部分，“QoS 设计概述”，向读者介绍了 QoS 技术，展示了这些 QoS 工具的简史及结构框架。接下来，这一部分对一组 QoS 工具进行了概述，其中包括分类和标记工具、限速和整形工具、队列和丢弃工具、带宽预留工具以及一些（如媒体网、应用可见性与控制的）高级工具。

第 2 部分，“QoS 设计战略”，脱离了纯技术的讨论，以概括性的视角探讨了业务需求是如何驱动 QoS 设计方案变革的。这一部分分析了应用服务等级需求以及战略层面的 QoS 最佳设计方案。这一部分提供了全书中的第一个案例研究章节，说明了定义一个端到端 QoS 设计战略时，需要考虑的诸多因素。

第 3 部分，“园区网 QoS 设计”，开始将战略性 QoS 模型运用到战术性的网络位置（PIN）中，这一部分介绍的 PIN 即为企业园区网。这一部分深入讨论了适用于园区网的设计注意事项及建议，后续章节专门对园区网的接入层、分布层和核心层的设计注意事项进行了讨论。这一部分最后以一个园区网 QoS 设计方案的案例研究篇章作结。

第 4 部分，“无线 LAN QoS 设计”，将战略性的 QoS 模型应用到了企业的无线 LAN 环境中。因为与网络的其他部分相比，WiFi 是一种独特的媒介，因此本部分也介绍了额外的概念来解释如何通过无线信号实现 QoS。这些注意事项包括对增强型分布式协调功能（Enhanced Distributed Coordination Function）以及 IEEE 802.11e/ 无线多媒体 QoS 的介绍。接下来，

QoS 设计章节针对集中式的无线 LAN 控制器部署模型和新的无线有线融合接入部署模型进行了介绍。这一部分以一个 WLAN QoS 的设计案例研究结束。

第 5 部分，“数据中心 QoS 设计”，继续对 QoS 战略进行应用，这次将其应用到了数据中心网络中。由于数据中心汇聚了存储区网络和局域网，其中有些协议要求获得完全无损的服务，这一点传统的 QoS 工具无法保证。因此，这一部分讨论了数据中心专用的 QoS 工具，包括可用来保证无损服务的数据中心桥接工具集。接下来，QoS 的设计章节分析了数据中心网络的虚拟接入层、接入和汇聚层，以及核心层。该部分以一个数据中心 QoS 设计的案例研究结束。

第 6 部分，“WAN 和分支 QoS 设计”，将讨论的范围扩展到了局域网的范畴之外，将战略性 QoS 原则应用到了广域网环境中。这一部分介绍了 WAN 汇聚路由器和分支路由器上的 QoS 设计方案。该部分以一个 WAN QoS 设计的案例研究结束。

第 7 部分，“MPLS VPN QoS 设计”，继续广域网问题的讨论，但将焦点转移到了 MPLS VPN 网络中的 QoS 战略，在端到端的设计方案中，分别从企业客户和服务提供商的角度进行了探讨。这一部分介绍了企业客户边界路由器，提供商边界路由器和提供商核心路由器的设计。该部分以一个 MPLS VPN QoS 的案例研究结束。

第 8 部分，“IPSec QoS 设计”，将战略性 QoS 原则应用到了 IPSec VPN 环境中，这一部分是全书的结尾。在这一部分中，本书对动态多点 VPN（Dynamic Multipoint VPN）和组加密传输 VPN（Group Encrypted Transport VPN）进行了详细的探讨。

全书共分 39 章和 2 个附录，其内容如下。

- **第 1 章，“QoS 与 QoE 的介绍及回顾”**：本章会介绍服务质量和体验质量的演化简史，基础的 QoS 概念和标准，以及迫使本书出版第 2 版的那些革命性的改变。
- **第 2 章，“基于 IOS 的 QoS 体系结框架和语法结构”**：本章概述了如何将 QoS 工具相互关联，也会介绍 Cisco 基于 IOS 的 MQC（模块化 QoS 命令行界面），这是一种在大多数 Cisco 平台上配置 QoS 的通用语法结构。
- **第 3 章，“分类与标记”**：本章会描述许多用于区分数据包分类技术，分类是提供差分服务的第一步。此外，本章还会讨论多种标记的方式，这些技术可以让数据包不必在各个节点都由设备进行重分类。
- **第 4 章，“限速、整形和降级工具”**：本章会对多种可用来检测和限制数据流的工具进行讨论，其中包括限速器（用于丢弃过量的流量）、整形器（用于延迟过量的流量）和标记器（用于重标记过量的流量）。
- **第 5 章，“拥塞管理和拥塞避免工具”**：本章会通过分析队列工具（用于确定哪些包可以在拥塞期间获得优先处理）和早期丢弃工具（用于减少拥塞发生的概率），来介

绍处理网络瓶颈的各种选择。

- **第 6 章，“带宽预留工具”**：本章会介绍带宽预留的概念，以及终端设备 / 基础设施通过通信来判断何时、如何预留带宽的具体细节。
- **第 7 章，“IPv6 网络中的 QoS”**：本章会介绍 IPv6 的数据包格式、分类和标记选项，以及在 IPv6 网络或 IPv4 和 IPv6 的混合网络中，配置 QoS 工具的方式。
- **第 8 章，“媒体网络”**：本章简要概述了媒体网的架构，并会对如何在媒体网环境中配置和监测 QoS 进行详细介绍。
- **第 9 章，“应用可视性控制”**：本章会介绍用于对不同应用进行识别、分类和监测的深度数据包监控技术，以及它们在网络中的使用方法。
- **第 10 章，“商业和应用的 QoS 需求”**：本章会对影响 QoS 设计的商业趋势及各种应用类别的 QoS 需求进行介绍。
- **第 11 章，“QoS 的设计原则与方法”**：本章将此前章节中介绍的 QoS 工具和商业需求综合运用到 QoS 战略性模型中，以分析初级、中级和高级的需求。
- **第 12 章，“战略性 QoS 设计的案例研究”**：本章是一个系列中的第一个案例研究章节。本章会介绍一个虚拟的公司——Tifosi Software（Tifosi 软件），并讨论定义端到端 QoS 策略时，商业和技术层面的注意事项。
- **第 13 章，“园区网 QoS 设计的注意事项与建议”**：本章概述了各种与园区网 QoS 设计相关的注意事项与建议，包括信任边界、基于端口与基于 VLAN 的设计方法，以及设计 EtherChannel QoS 时应予考虑的因素。
- **第 14 章，“园区网接入层（Cisco Catalyst 3750）的 QoS 设计”**：本章是第一个特定平台的设计章节，这一章会从配置层面详细介绍通过 Cisco Catalyst 3750 系列交换机来充当园区网接入层边界的最佳 QoS 设计方案。
- **第 15 章，“园区网分布层（Cisco Catalyst 4500）QoS 设计”**：本章会详细介绍通过 Cisco Catalyst 4500 系列交换机来充当园区网分布层时的配置建议，同时也会介绍将该交换机配置为园区网访问边界交换机的具体方法。
- **第 16 章，“园区网核心层（Cisco Catalyst 6500）QoS 设计”**：本章会详细介绍通过 Cisco Catalyst 6500 系列交换机来充当园区网核心层时的配置建议，同时也会介绍将该交换机配置为园区网访问边界交换机和分布层交换机的具体方法。
- **第 17 章，“园区网 QoS 设计的案例研究”**：这个案例研究的章节将会描述 Tifosi Software 是如何将他们的战略性 QoS 设计模型应用到一个由 Cisco Catalyst 3750、4500 和 6500 系列交换机组成的园区网络的。
- **第 18 章，“无线 LAN QoS 设计的注意事项与建议”**：本章概述了多种与无线 LAN

QoS 设计相关的注意事项与建议, 同时也会介绍如增强型分布式协调功能和无线多媒体 QoS 等 WLAN QoS 工具。

- 第 19 章, “集中式 (Cisco 5500 无线 LAN 控制器) QoS 设计”: 本章会通过 Cisco 5500 WLC 来详细介绍通过 GUI 和 CLI 部署集中式无线 LAN 控制器 (WLC) 时的建议。
- 第 20 章, “融合接入 (Cisco Catalyst 3850 和 Cisco 5760 无线 LAN 控制器) QoS 设计”: 本章会详细介绍将 Cisco Catalyst 3850 系列交换机和 Cisco 5760 WLC 部署到融合接入 WLAN 部署模型中时的配置建议。
- 第 21 章, “融合接入 QoS 设计的案例研究”: 这个案例研究的章节将会描述 Tifosi Software 如何将他们的战略性 QoS 设计模型应用到一个由 Cisco Catalyst 3850 系列交换机和 Cisco 5760 WLC 组成的无线与有线相融合的 LAN 中。
- 第 22 章, “数据中心 QoS 设计的注意事项与建议”: 概述了与数据中心 QoS 设计相关的各种注意事项与建议, 并会介绍数据中心桥接工具集。
- 第 23 章, “数据中心虚拟接入层 (Nexus 1000V) 的 QoS 设计”: 本章会详细介绍通过 Cisco Nexus 1000V 系列虚拟交换机来充当数据中心接入层交换机时的配置建议。
- 第 24 章, “数据中心接入 / 汇聚层 (Nexus 5500/2000) 的 QoS 设计”: 本章会详细介绍通过 Cisco Nexus 5500 系列交换机 (有可能外接 Cisco Nexus 2000 系列矩阵扩展模块) 来充当数据中心接入 / 汇聚交换机时的配置建议。
- 第 25 章, “数据中心核心层 (Nexus 7000) 的 QoS 设计”: 本章会详细介绍通过 Cisco Nexus 7000 系列交换机来充当数据中心核心交换机时的配置建议, 也会深入介绍 M 系列模块和 F 系列模块上的 QoS 设计方案。
- 第 26 章, “数据中心 QoS 设计的案例研究”: 这个案例研究的章节将会描述 Tifosi Software 是如何将他们的战略性 QoS 模型应用到一个由 Cisco Nexus 1000V、5000/2000 和 7000 系列交换机组成的数据中心网络的。
- 第 27 章, “WAN 和分支 QoS 设计的注意事项与建议”: 概述了多种与 WAN QoS 设计相关的注意事项与建议, 包括硬件与软件方面的注意事项、延迟和抖动的目标以及带宽预留技术的几种选择。
- 第 28 章, “WAN 汇聚服务路由器 (Cisco ASR 1000) 的 QoS 设计”: 本章会详细介绍通过 Cisco ASR 1000 系列路由器来充当 WAN 汇聚路由器时的配置建议, 其中涉及的 WAN 媒介包括租用线缆、ATM 和 Packet-Over-SONET。
- 第 29 章, “分支路由器 (Cisco ISR G2) 的 QoS 设计”: 本章会详细通过 Cisco ISR G2 系列路由器来充当分支路由器时的配置建议, 以及媒体网和 AVC 的设计方案。
- 第 30 章, “WAN 和分支 QoS 设计的案例研究”: 这个案例研究的章节将会描述