

<http://www.phei.com.cn>

思 科 系 列 丛 书

# QoS在IOS 中的实现与应用 (第2版)

## Implementing Quality of Service Using IOS (Second Edition)

◎ 张国清 编著

→ 详解 QoS要素

← 解析 QoS命令

→ 完整的配置示例

← 清晰的配置过程

音/视频业务的技术保障

← CCIE认证考试科目



含光盘1张  
精彩演示每个实验

 电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

思科系列丛书

# QoS 在 IOS 中的实现与应用

(第2版)

**Implementing Quality of Service Using IOS**  
**( Second Edition )**

张国清 编著

电子工业出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书是一本全面、系统介绍使用 Cisco IOS 实现区分服务模式 QoS 的专业图书。全书共分 10 章，以 QoS 原理、实现及应用为主线，详细介绍了数据分类的基础知识、数据分类技术、数据标记技术、流量整治与整形技术、队列技术和拥塞管理与拥塞避免技术，举例介绍了 QoS 在 IPSec VPN 和 MPLS VPN 中的应用。

本书读者对象为期望获得思科职业认证的人员、网络管理员、网络工程师、系统工程师及高层技术管理人员。

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

QoS 在 IOS 中的实现与应用 / 张国清编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2012.3  
(思科系列丛书)

ISBN 978-7-121-16103-2

I. ①Q… II. ①张… III. ①计算机网络—安全技术 IV. ①TP393.08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 030577 号

策划编辑: 宋 梅

责任编辑: 宋 梅

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

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: 787×1 092 1/16 印张: 14.25 字数: 365 千字

印 次: 2012 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 45.00 元 (含光盘 1 张)

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。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

## 序

白天正在办公室忙，看见 MSN 在闪烁，点开一看是张国清的消息，他请我为他的新书作序。我和张国清老师认识了有七八年的时间，因为都在思科网络技术学院的体系内，见面的机会比较多。后来，我加入了思科公司，而张国清老师还是认真、执著并且充满激情地从事着讲师的职业，兢兢业业地为普及网络技术、培养 IT 人才而努力工作着。

我手上已经有了两本张老师的书，一本是《CCNA 学习宝典》，另一本是《最新 CCNP 认证之 BSCI 宝典》。这两本书的知识结构合理，逻辑清晰，讲述的过程由易到难，层次递进。另外，很多重要的知识点都阐述得很详细，许多命令的参数也都作了详细的解释，对读者继续深入学习很有帮助。通过这两本书可以看出张老师的著书风格，也可以知道这和他多年来在所从事的讲师生涯中养成的良好素养是分不开的。为了能够让学员对课堂内容理解得清晰和透彻，并且能够比较容易理解和掌握，张老师真是进行了非常努力的钻研和总结，付出了非常多的心血。

这次让我作序的是关于 QoS 在路由器和交换机方面应用的书。

路由器是互联网和大型企业网中最重要的网络互联设备。根据应用场景的不同，路由器分成面向骨干网络的高端路由器、面向企业骨干及接入的中端路由器，以及面向家庭和小企业的 SOHO 路由器。随着语音和视频等各种应用的蓬勃开展，网络中的路由器逐渐演变为提供多种服务路由的中枢和控制器。由于网络处理器和专用集成电路的采用，使得一些路由器的工作能力大大增强，可以生成二层和三层 VPN、防火墙功能和 VoIP 等增值业务，并且能提供对语音和视频的 QoS 支持功能。

交换机在企业网中起着顶梁柱的作用。整合数据、语音与视频等多媒体服务对交换机的 QoS 提出了新的要求。传统的数据服务对网络的延时并不敏感，但如果打 IP 电话，网络时延就会导致语音的失真；如果使用视频电话，就会出现图像停顿不流畅现象。因此，新型交换机对 QoS 的支持至关重要。

本书全面、系统地介绍了在路由器和交换机上实现区分服务模式 QoS 的步骤和命令，并列出了许多示例来解释如何使用命令实现相应的功能。因此，本书的可操作性很强。另外，书中的内容在结构上清晰地体现了思科研发人员实现 QoS 的思路。

我认为这是一本很及时的书，相信它能够给计划参与思科职业认证考试的人员、学生及从事网络工程的技术人员提供非常有力的帮助。



思科系统（中国）网络技术有限公司  
中国思科网络技术学院总经理

## 前 言

网络发展到今天，不管是只服务于一个企业的局域网，还是服务于大众的互联网，都发生了巨大的变化。这种变化推动着社会信息化飞速地向前发展，也不断地提高人们的生活质量，人们时刻享受着信息技术带来的方便和快乐。

与 5 年前相比，网络上的业务类型也有了很大的变化，其提供的服务更加丰富多彩了。5 年前的网络服务主要是浏览网页、数据传输（上传和下载），以及从服务器（数据库）中查询并获取数据。而今天，网络上除了这些传统的业务外，还增加了很多新型业务，比如，实时音频业务、Web 多媒体应用、实时视频业务、交互式音频业务、交互式视频业务和交互式数据业务等。这么多业务在同一个网络平台上运行，势必会互相产生影响，甚至是干扰，造成某些业务不能达到其应该具备的业务质量。用专有术语来说，就是这种业务的服务质量不满足要求。比如，一个 IP 电话的语音总是断断续续的，一个视频会议的图像不流畅，这就是服务质量不满足要求的例子。

在 WLAN 越来越被广泛部署的今天，人们通过无线 AP 参加视频会议，思科的无线移动技术通过 QoS 技术，优化了组播数据的传送。

另外，虚拟专业网（VPN）的广泛部署，也需要运营商和客户携手共同考虑如何保证客户能够获得端到端的服务质量，而运营商从中可以开辟新的业务增长点。

服务质量的英文名称叫做 Quality of Service，简称 QoS。它是指网络提供更高优先服务的一种能力，包括专用带宽、抖动控制和延迟（用于实时和交互式流量情形）、丢包率的改进，以及不同 WAN、LAN 和 MAN 技术下的指定网络流量等，同时确保为每种流量提供的优先权不会阻碍其他流量的进程。

QoS 是网络用来解决网络延迟和阻塞等问题的一种技术。在正常情况下，如果网络只用于特定的无时间限制的应用系统，并不需要 QoS，如 Web 应用或 E-mail 应用等；但是对关键应用和多媒体应用就十分必要。当网络过载或拥塞时，QoS 能确保重要业务数据不延迟、不丢弃，保证网络的高效运行。比如，IP 电话的数据既不能延迟也不能丢弃。

QoS 还是一种网络安全技术。当路由器或交换机接收到流量非常大的攻击网络内某服务器的数据时，可以使用 QoS 技术对这种有害的数据流进行限制，把它的流量限制在比较低的水平上，以至于不能对网络内的服务器构成威胁。比如，限制 DDOS 攻击和蠕虫病毒等。

越来越多的路由器和交换机都具有了 QoS 功能。作为网络设计人员和网络管理人员有必要学习 QoS 技术，在实际工作中灵活使用该技术，保证网络高效、安全地运行，比如，弹性带宽管理（下载 / 上传速度）。

所有网络，无论是大型企业网络、ISP 的网络和中小型公司网络，都能利用 QoS 的某些方面获得最佳效率。由各种网络平台构成的企业网络必须提供端到端 QoS 解决方案，这就要求为不同的技术采用不同的 QoS 配置；ISP 要求网络有良好的扩展性和性能，而且其承载的数据也不同于以前了，有了实时应用数据，这就需要 QoS 区分出不同的数据，为不同的客户提供有区分的服务等级；在中小型网络中，管理员必须面对日益增长的应用程序，QoS 可以使其区分不同的应用，以更有效的方式利用所购买的电信链路。

既然 QoS 技术如此重要并被广泛地部署在网络中，作为网络管理者、网络工程师及高层技术管理人员必须掌握 QoS 技术。在读者建议下，经过一段时间的准备后，我写了《QoS 在 IOS 中的实现与应用》一书，该书正式出版发行后受到了广大读者的一直好评。为了更好地帮助业界广大读者掌握 QoS 技术，我决定对《QoS 在 IOS 中的实现与应用》进行修订改版，新版图书将配光盘，其实用性和可读性将更强，可手把手地教会读者在路由器和交换机上实施 QoS。

《圣经》教导门徒说：“做光做盐，”因此，我希望这本书能像光一样照亮读者前进的道路，书中的内容及所配的光盘，如同放了盐一样的菜品，读起来有滋有味。

全书共分 10 章，章节的顺序与在网络中实施 QoS 的步骤一致，建议读者顺序阅读。它们是：

- 第 1 章 服务质量 (QoS) 概述；
- 第 2 章 QoS 与标识字段；
- 第 3 章 数据的分类与标记；
- 第 4 章 流量整治；
- 第 5 章 队列及拥塞管理；
- 第 6 章 拥塞避免技术；
- 第 7 章 流量整形；
- 第 8 章 链路优化技术；
- 第 9 章 IPsec VPN 应用 QoS；
- 第 10 章 MPLS VPN 应用 QoS。

本书由张国清编著，参加编写工作的还有栗君、王澜、张运欣和车斌。

欢迎读者对本书评论。任何建议或意见、批评，可以使用以下方式知会作者：

博客地址：<http://gooltsing.blog.chinaunix.net>

微博：<http://weibo.com/gooltsing>

作者信箱：[gooltsing@sina.com](mailto:gooltsing@sina.com)

作者  
2012 年 2 月于北京



## 作者心语

这本书第 1 版上市的时候，其实是有点超前的，因为对现有网络进行 QoS 实施和优化的并不多，除非在网络中已经部署了 IP 电话和 IP 视频系统。但从网络的发展方向上看，统一通信、无边界网络必定会被广泛部署，QoS 的重要性和必要性就会突显出来。因此，在第 1 版上市的前两年，我就开始酝酿为读者奉献一本关于这方面的书籍了。

第 1 版上市后，我一直关注书的销售情况，并不时收到读者的反馈信息。这些信息反映出业界正越来越关注网络的 QoS，同时也让我知道了本书很好地满足了技术人员的需要，读者对本书第 1 版的评论正说明了这一点。

### 来自当当网的评论

作者 (362027666@\*\*\*.\*\*\*2011-11-19 17:40:15) ——此书详细讲解了配置交换机和路由器中 QoS 的应用，值得收藏。

作者 (lqdjgzjl 2011-11-18 23:41:21) ——要想利用现有条件优化网络，必须深入研究 QoS。本书结合 Cisco 的 IOS 详细阐述了 QoS 方法，值得参考推荐！

### 来自 51CTO 读书频道的评论

wangzhixu——看完了，相当不错啊，很有条理性。

Vincentbo——中国人写的书，符合中国人的阅读习惯，虽然说思科的书是经典，但张国清的书阅读起来轻松。

### 360buy 上的评价

① 读者永冻黎明说——感觉市面上就这么一本 QoS 的书能看了，资料匮乏的年代啊……良好的中文教材……

② 读者心远方说——讲得十分详细透彻，例子也很多。

鉴于读者的热情和对本书第 1 版的反馈意见，我决定编辑出版第 2 版。在第 1 版的基础上，增加演示实验。通过演示实验，让广大读者真切地看到 QoS 的效果，使读者更清晰地理解 QoS。通过观看演示实验，读者可以更直观地学习命令和实施步骤，加强了实际操作能力。在阅读完本书后，很容易在现网上部署 QoS，快速把技能转化为生产力。

视频的制作者名叫车斌，我发现他在优酷上发布了很多视频，我看了一些，做得相当不错，因此我邀请他加盟，为本书增色添彩。车斌先生获得了南京邮电大学计算机应用技术工学硕士学位，通过了 CCIE 路由与交换认证和 CCIE 服务提供商认证。现任网络技术工程师和培训师，主要从事高级路由选择和安全方面的研究工作；车斌先生提倡“远离应

试教育，提升专业修养”，相信通过实用而深入的技术视频，能快速提高学员的技术水平。

编写一本技术书是一件有意义的事，但阅读一本技术书可能是比较枯燥和无聊的。演示实验的加入，恰好是完美地结合了图书本身的意义和有趣味性。

努力为读者打造精品和经典图书是我多年的宗旨和梦想。

张国清

2012年2月于北京



## 语 法 约 定

本书使用的命令语法约定如下：

- ① 黑体字代表命令；
- ② 正体字代表命令中的参数；
- ③ 斜体字代表命令中的参数变量；
- ④ 大括号“{}”表示其中的参数或变量是必选项；
- ⑤ 中括号“[]”表示其中的参数或变量是可选项；
- ⑥ 竖线“|”表示隔开的参数或变量任选其一。

# 目 录

第 1 章 服务质量 (QoS) 概述	1
1.1 决定 QoS 的因素	1
1.2 端到端 QoS 服务模式	2
1.2.1 尽力而为服务模式	2
1.2.2 集成服务模式	2
1.2.3 区分服务模式	3
1.2.4 DS 与 PHB	4
1.3 区分服务模式的结构模型	4
1.4 IOS 的 QoS 特性	6
1.4.1 实现 QoS 的 IOS 工具	6
1.4.2 实现 QoS 的流程	7
1.5 本章小结	8
第 2 章 QoS 与标识字段	9
2.1 帧与标识字段	9
2.1.1 ISL 帧的格式与 QoS	9
2.1.2 IEEE 802.1q 帧的格式与 QoS	10
2.2 IPv4 报文头与 QoS	11
2.2.1 IPv4 报文头的结构	11
2.2.2 IPv4 ToS 字段	12
2.3 DSCP	13
2.3.1 ToS 与 DSCP	14
2.3.2 类别选择码	14
2.3.3 DSCP 值	14
2.3.4 保证转发服务	15
2.3.5 无阻碍转发服务	16
2.3.6 其他定义	16
2.4 IPv6 报文头与 QoS	16
2.5 MPLS 标签与 QoS	17
2.6 DSCP/CoS/IP Pre.映射	17
2.6.1 CoS-to-DSCP	17
2.6.2 DSCP-to-CoS	18
2.6.3 IP-Precedence-to-DSCP	19
2.7 默认对应关系总结	20
2.8 本章小结	20

<b>第 3 章 数据的分类与标记</b> .....	21
3.1 分类流程.....	21
3.2 边界及边界信任.....	22
3.2.1 启用交换机的 QoS 功能.....	23
3.2.2 信任 CoS.....	24
3.2.3 信任 DSCP.....	24
3.2.4 信任 IP Precedence.....	25
3.2.5 信任 IP 电话.....	26
3.2.6 启用被信任边界特性.....	26
3.2.7 为交换机端口设置默认 CoS 值.....	26
3.2.8 查看端口 QoS 状态.....	27
3.2.9 设置 QoS 域边界端口的信任特性.....	28
3.3 使用 MQC 分类.....	29
3.3.1 class-map 命令.....	29
3.3.2 class-map 示例.....	29
3.3.3 policy-map 命令.....	32
3.3.4 policy-map 示例.....	33
3.3.5 service-policy 命令.....	34
3.3.6 MQC 应用示例.....	34
3.3.7 class-map 嵌套.....	35
3.3.8 policy-map 嵌套.....	36
3.3.9 检查配置的命令.....	37
3.4 使用 NBAR 分类.....	38
3.4.1 PDLM.....	39
3.4.2 PDLM 类型.....	39
3.4.3 MQC 与 NBAR.....	40
3.4.4 使用 MQC 配置 NBAR 的步骤.....	41
3.4.5 NBAR 应用示例.....	41
3.4.6 NBAR 的一些局限.....	43
3.5 本章小结.....	44
<b>第 4 章 流量整治</b> .....	45
4.1 令牌桶.....	45
4.2 令牌桶原理.....	46
4.2.1 单桶单速.....	47
4.2.2 双桶单速.....	47
4.2.3 双桶双速.....	47
4.3 CAR.....	48
4.3.1 CAR 语法通式.....	49

4.3.2	限速访问列表	50
4.3.3	限速访问列表的通配符掩码	50
4.3.4	限速访问列表示例	51
4.3.5	使用 CAR 限速的案例	51
4.3.6	检查 CAR 配置的命令	53
4.4	使用 MQC 整治流量	55
4.4.1	命令及步骤	55
4.4.2	Policed-DSCP Map	56
4.4.3	MQC 用法示例	56
4.4.4	MQC 流量整治案例	57
4.4.5	双速多行为示例	64
4.4.6	基于 NBAR 的流量整治	64
4.4.7	基于带宽百分比的流量整治	65
4.4.8	三级分层流量整治	66
4.4.9	集合整治器	70
4.5	本章小结	70
<b>第 5 章</b>	<b>队列及拥塞管理</b>	<b>71</b>
5.1	先进先出队列	71
5.2	优先队列	72
5.2.1	原理	72
5.2.2	配置命令	73
5.2.3	配置示例	74
5.3	自定义队列	75
5.3.1	原理	75
5.3.2	轮询发送数据量	75
5.3.3	配置命令	77
5.3.4	配置示例	78
5.4	加权公平队列	79
5.4.1	基于数据流的加权公平队列	79
5.4.2	基于分类的加权公平队列	81
5.5	低延迟队列	85
5.5.1	原理	85
5.5.2	配置命令	86
5.5.3	配置示例	87
5.6	RTP 优先队列	89
5.7	交换机上的队列	90
5.7.1	交换机的 QoS 结构	90
5.7.2	队列及拥塞管理	91

5.7.3	入队列	91
5.7.4	出队列	96
5.8	本章小结	99
<b>第 6 章</b>	<b>拥塞避免技术</b>	<b>101</b>
6.1	随机早期检测	101
6.2	丢弃概率	101
6.3	加权随机早期检测	102
6.4	平均队列长度	102
6.5	基于流的 WRED	103
6.6	遵从区分服务的 WRED	104
6.7	配置 WRED	104
6.7.1	在物理接口上启用 WRED	104
6.7.2	在 VC 接口上启用 WRED	105
6.7.3	配置基于流的 WRED	106
6.7.4	启用遵从区分服务的 WRED	107
6.8	明确拥塞通知与 WRED	113
6.8.1	原理概述	113
6.8.2	配置 ECN	114
6.9	本章小结	115
<b>第 7 章</b>	<b>流量整形</b>	<b>117</b>
7.1	流量整形的优点	117
7.2	流量整形技术	117
7.3	通用流量整形	117
7.3.1	配置 GTS 的基本命令	118
7.3.2	GTS 利用 ACL 整形	118
7.3.3	帧中继的 GTS	118
7.3.4	检查流量整形的命令	119
7.4	基于分类的流量整形	120
7.4.1	配置 CBTS 的命令	120
7.4.2	配置示例	121
7.5	帧中继流量整形	124
7.5.1	帧中继流量整形使用的命令	124
7.5.2	FR 流量整形配置示例	125
7.5.3	帧中继流量整形与 RTP 优先队列	128
7.5.4	帧中继流量整形与 LLQ	129
7.5.5	帧中继流量整形与 PVC 优先队列	132
7.6	基于 MQC 的帧中继流量整形	134

7.6.1	命令语法	134
7.6.2	配置示例	135
7.7	本章小结	135
<b>第 8 章</b>	<b>链路优化技术</b>	<b>137</b>
8.1	报文头压缩	137
8.1.1	RTP 报文头压缩	137
8.1.2	配置 RTP 报文头压缩	137
8.1.3	查看 RTP 压缩信息	140
8.1.4	TCP 报文头压缩	141
8.1.5	配置 TCP 报文头压缩	141
8.1.6	查看 TCP 压缩信息	142
8.1.7	基于分类的报文头压缩	143
8.2	帧的拆解与交错	145
8.2.1	拆解与交错概述	145
8.2.2	连载延迟	146
8.2.3	支持 LFI 的链路	146
8.2.4	在帧中继上应用 LFI	146
8.3	PPP 多链路捆绑	150
8.3.1	配置串行接口 MLP	150
8.3.2	启用 LFI 特性	151
8.3.3	检查 MLP 状态	152
8.4	本章小结	152
<b>第 9 章</b>	<b>IPSec VPN 应用 QoS</b>	<b>153</b>
9.1	IPSec VPN	153
9.2	IPSec VPN 模式	153
9.2.1	传输模式	153
9.2.2	隧道模式	154
9.3	保存 ToS 字段值	155
9.4	使用报文头参数分类	155
9.5	应用实例	156
9.5.1	对 ESP 数据应用 QoS	156
9.5.2	使用 Pre-classify 特性	159
9.5.3	GRE+IPSec 隧道模式	162
9.5.4	基于站点的 VPN 与 QoS 策略	165
9.6	本章小结	171
<b>第 10 章</b>	<b>MPLS VPN 应用 QoS</b>	<b>173</b>
10.1	MPLS 网络模型	173

10.2	数据分类与 EXP 字段	173
10.3	MPLS QoS 策略	174
10.4	MPLS QoS 专用命令	174
10.5	MPLS QoS 隧道模式	174
10.5.1	统一模式及其实现	174
10.5.2	管道模式及其实现	182
10.5.3	短管道模式及其实现	187
10.6	本章小结	192
附录 A	642-642 考试真题练习	193
附录 B	642-642 考试真题练习答案	210
参考文献		211



# 第 1 章 服务质量 (QoS) 概述

服务质量 (Quality of Service, QoS) 是网络 (互联网) 传输质量和可用性的度量。服务可用性是 QoS 的重要基础要素。成功实现 QoS 的前提是网络基础构造必须高度可靠。

进一步理解 QoS, 它是指网络为某特定数据流提供优良服务 (满足或超过业务要求的服务质量) 的能力。承载数据流的底层网络技术包括帧中继、ATM、以太、SONET/SDH 和 PTN 网络等。QoS 利用以下特性提供优良的、更可预知的网络服务:

- 提供专用带宽;
- 降低丢包率;
- 管理和避免网络拥塞;
- 对网络流量整形 (Shaping);
- 设置数据优先级。



## 1.1 决定 QoS 的因素

端到端 (End-to-end) QoS 是指从网络一端到另一端的 QoS, 这种 QoS 是全程的 QoS, 不是点到点的。端到端 (End-to-end) QoS 也是指网络能够为特定数据提供所要求服务质量的能力。决定这种能力的因素有以下几种。

① 带宽 (Bandwidth): 带宽描述了网络设备的接口或网络链路在单位时间 (秒) 内发送或传送的比特量。带宽越大表示单位时间内传送的数据量越大, 越能够保证服务质量。

② 丢包率 (Loss): 指未被接收到的数据包占总发送数据包的比率。丢包率是网络可靠性的一个参数。如果网络高度可靠, 则在非拥塞情况下丢包率应该是 0。在拥塞情况下, 如果使用了 QoS, 则 QoS 将决定选择丢弃哪些数据包来缓解拥塞。

③ 延迟 (Delay): 一个数据包从发送端被发送出去到达接收端所经历的有限时间。如语音, 它的延迟就是指从讲话者说出口, 到接听者听到声音这段时间。如果延迟过大, 超过了规定值, 就表明网络所提供的服务质量低, 不能满足业务要求。

④ 抖动 (Jitter): 也称为延迟变量 (Delay Variation), 用来描述不同数据包在端到端传输中的不同延迟。如一个数据包从源端到目的端用时 100 ms, 而其后的数据包经由同一条路径时却花费 125 ms, 那么抖动就是 25 ms。终端设备上的应用软件, 如 Media Player, 可以使用缓冲区来弥补由抖动造成的质量下降, 但它不能补偿数据包到达时间的瞬时变化, 这也会造成缓冲区的过载或欠载运行, 导致业务质量降级。如在网上看电影时, 视频播放仍然不够流畅。

网络对任何组织都是非常重要的。它承载着大量的应用, 包括实时语音、高质量视频和对延迟敏感的数据等, 这就要求网络必须能够通过管理带宽、延迟、抖动和丢包率等参数提

供可预测、可管理，甚至有时是可保证的服务。

QoS 就是用于达到这一目标的技术和工具。QoS 的目标是形成一个聚合的、对于用户来说透明的网络，在这个聚合的网络平台上，各种数据共存且并不公平地竞争网络资源，加上重要应用的数据被网络设备赋予较高的优先级或得到优先服务，这样这些应用的服务质量就不会降低至不可用的地步了。



## 1.2 端到端 QoS 服务模式

QoS 服务模式（Service Model）用于描述端到端 QoS 的能力，在如何使应用程序发送数据和网络以什么方式转发数据上，不同模式之间是不同的。有以下 3 种服务模式可供选择。

### 1.2.1 尽力而为服务模式

尽力而为服务模型（Best-Effort Service Model）是最简单的服务模型。其实，IP 网络从其诞生那天就是提供这种服务的，只是那时还没有 QoS 的概念罢了。使用网络的应用程序可以在它认为必须的时候随时发出任意数量的数据，而且不需要事先获得批准，也不需要通知网络。网络尽最大的可能性来发送报文，但对时延和可靠性等性能不提供任何保证，网络设备也不区分数据，没有大小、优先之说，哪个数据先到就先为哪个数据服务。尽力而为服务是现在 Internet 的默认服务模型，它适用于绝大多数网络应用场合，如 FTP 和 E-Mail 等。

Cisco IOS 实现这种服务的方法是 FIFO 队列（先进先出队列）。

随着 IP 网络的广泛应用，网络上的应用也越来越多，不同的应用对带宽、延迟、抖动和丢包率等的要求是不同的，因此，当网络不出现拥塞时各种应用都能正常使用，但如果出现拥塞，那些对服务质量要求高的应用势必会受到影响，尽力而为的服务模式显然不能满足这种情况下的要求，这就要求网络必须能够为应用提供服务质量。例如，当某用户发送大量数据时，如果没有 QoS 机制，在其后的其他用户的少量数据也必须等待。如果采用了 QoS 机制，网络设备可以把后面的少量数据先于前面的大量数据发送出去，从而可避免少量数据等待时间过长。

### 1.2.2 集成服务模式

集成服务模式（Integrated Service Model）是一种多服务模式（Multiple Service Model），即它可以满足多种 QoS 需求。它的主要特征是应用程序在发送报文前，需要使用特定的信令向网络设备申请特定的服务。应用程序把自己要发送的数据简要状态（Profile）通知给网络，描述数据状态的参数包括带宽和时延等。应用程序收到网络的确认信息才开始发送数据，即网络已经为这个应用程序的数据保留了网络资源。应用程序发出的数据也应控制在流量参数描述的范围以内。

网络收到应用程序的资源请求后，执行许可控制（Admission Control）检查，即基于应用程序的资源申请和网络可用的资源情况，判断是否为应用程序分配资源。一旦网络为应用程序分配了网络资源，只要应用程序的流量在参数描述的范围以内，网络将承诺满足应用程序