

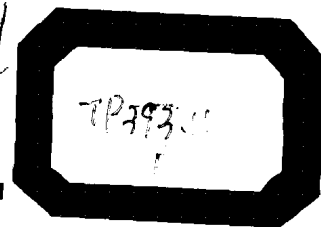
网络与通信技术
译丛

数据通信 吉比特以太网手册

〔美〕史蒂芬·桑德斯 编
韩煜国 刘 符 译

人民邮电出版社

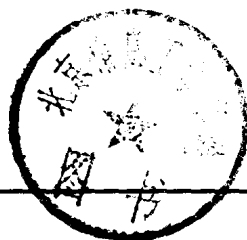




网络与通信 仅小件公

数据通信

吉比特以太网手册



[美] 史蒂芬·桑德斯 编

韩煜国 刘 符 译

人民邮电出版社



2000/08

网络与通信技术译丛
数据通信 吉比特以太网手册

- ◆ 编 [美] 史蒂芬·桑德斯
- 译 韩煜国 刘 符
- 责任编辑 陈万寿
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 800 × 1000 1/16
印张: 35.25
字数: 464 千字 2000 年 3 月第 1 版
印数: 1 - 5 000 册 2000 年 3 月北京第 1 次印刷
著作权合同登记 图字: 01 - 99 - 0633 号

ISBN 7-115-08288-X/TN·1555

定价: 48.00 元

版 权 声 明

本书为麦克劳·希尔出版社(美)独家授权的中文译本。本书的专有出版权属人民邮电出版社。未经原版出版者和本书出版者的书面许可，任何单位和个人不得复印、复制、摘录或以其他任何形式使用本书的部分或全部内容。

©1998

本书原版版权属麦克劳·希尔出版社(McGraw-Hill)。

版权所有，侵权必究。

本书原版书名 Data Communications Gigabit
Ethernet Handbook

编者 Stephen Saunders

内 容 提 要

本书是数据通信领域的一本重要译著，主要内容是描述吉比特以太网(即通常所说的千兆以太网)技术，包括吉比特以太网技术的总体概述、吉比特以太网的相关标准和规范、吉比特以太网的路由选择技术、吉比特以太网和其它高速 LAN 的比较、向吉比特以太网过渡的方案、吉比特以太网的设计原则以及吉比特以太网的相关产品。

本书内容丰富，图文并茂，适合于从事数据通信、网络工程工作的业内人士阅读和参考。

前言

回首 1997 年初，当我第一次想写关于吉比特以太网的书时，我就深深地感觉到这是很及时的。但是从开始写这本书到这本书出版这段时间，这项新技术的发展超出了我的预计。吉比特以太网已经从最初作为一个新网络的选择方案转变为网络管理者寻求建立以光速传输的高速骨干网络的主要选择。事实上，这种转变几乎和技术本身的变化同步。

为什么会有这种变化呢？吉比特以太网难以预计的普及性的一个原因在于分组网络的复苏。当然，基于分组的 LAN 技术从未过时。但是随着 90 年代初 ATM 的出现，人们普遍认为在实现网络时不采用 ATM 的固定长度信元或它的高度发达的服务质量机制会有很多限制。

不仅如此，除了增加性能之外，联网领域已经有两种有效的途径更新以太网，使其很容易地处理今天的应用，即优先级和 QOS。一方面，像 IEEE 和 IETF 这样的组织已经致力于制定优先级的标准，包括资源预留协议 (RSVP) 和正在出台的协议如 802.1Q 和 802.1p 及专用链路层上的综合业务 (ISLL)。厂家们也在积极努力，利用先进的排队和缓冲技术，把 QOS 做进系统的硬件中，作为一个基本的级别。

两种方法(基于标准的和基于厂家设备的)都比较

新，并且问题都需要解决。但是目前网络管理者知道，ATM 技术不是惟一可以对业务量分出优先级，或保证对时间敏感的业务的可利用带宽的技术。

ATM 坎坷的命运不是由于以太网已经普及的惟一因素造成的，另一个更为切实的原因是企业网带宽的紧缺。尽管几乎每个人都知道容量的不足是推动吉比特以太网发展的动力，但是大多数人现在才理解关键时期刚刚开始。

正如本书所述，10/100Mbit/s 以太网适配器的销售量刚刚第一次超过 10Mbit/s 卡的销量。但是只有 20% 的 10/100 卡目前用于 100Mbit/s 的速度。

当网络管理者试图把他们的工作组集线器和交换机从 10Mbit/s 的硬件升级到 100Mbit/s 的硬件时，这些双速适配器会自动切换，以较高的速度发送，那时对带宽的需求会真正开始。随着速度增加 10 倍，会产生大量的工作组业务量，这些业务量会加在企业的骨干网上，从而产生一个全新的容量关键级。（从 10Mbit/s 到 100Mbit/s 需要多长时间？如果交换机和集线器的领先厂商之间全部的价格大战持续下去，那么根本不需要多长时间。）

显然，吉比特以太网在对付带宽不足的问题上是网络管理者的强有力的武器。吉比特以太网的市场刚刚启动，很多厂家不断推出产品。除了增加带宽之外，很多厂家正在他们的交换机上加入多层路由选择功能——使交换机足以防止工作组业务量首先进入骨干网。吉比特以太网还在网络的其它部分担当重任，例如，提供服务器的高速连接，为高级用户传送大的带

宽。

听起来很振奋人心。但是像任何一项新技术一样，采用吉比特以太网并不总是一帆风顺。采用吉比特以太网的企业将面临几个问题。请注意：吉比特以太网的 QOS 和优先级特性还不成熟，在吉比特以太网上采用路由选择的优越性方案还不一致，拥塞控制还存在于需要处理的办法，网络管理者必须掌握一整套新的拓扑结构和设计原则，让吉比特以太网安全可靠地运行在已有的 5 类线电缆上将是一个真正的挑战。除了这些技术挑战之外，网络管理者还需要开拓广告信息和市场消息，以发现适合他们网络的最佳产品。

这就是本书出版的目的。本书讲述的基本原理可以为网络管理者、顾问和设计者提供过渡到吉比特以太网所需的知识，而不需要从头学起。

这本书由 7 部分组成。每一部分针对这种过渡的不同方面，各部分的安排有助于网络管理者自身处理这些问题——从学习技术的基础到设计和组成网络。

第一部分为读者提供吉比特以太网标准的广泛理解——这是基础；第二部分开始阐述吉比特以太网标准在与其它技术如 802.1p、802.1Q 和 802.1x 连接使用时，如何能工作得最好；第三部分讲述在吉比特以太网中如何采用路由选择智能的关键问题；第四部分把吉比特以太网和其它现有的高速 LAN 技术(如 ATM 和光纤通道)相比较；第五部分给出了从今天已有的 LAN 技术向吉比特以太网过渡所采取的措施，保证尽可能减少损失；第六部分给出了 6 种设计思路，详

细讲述了怎样从吉比特以太网和与之相连的设备中获得最好的性能；第七部分提供了一个详细的适配器清单，它包含了对第一代吉比特以太网产品优缺点的评价。

为了保证这本书的内容最好，最有参考价值，最准确，信息最及时，我没有选择自己写(请读者们原谅。我可以保证本书书稿是最严肃认真的一稿)。相反，我找到了与这项技术关系最密切，因此也就能提供准确答案的人们，因为技术掌握在领先的吉比特以太网厂商手里。他们对这本关于吉比特以太网的书表现得非常积极。作为竞争对手，还从来没有这么多知名的联网专家会聚一堂，为一项工作而相互协作。因此产生了这部由联网方面的专家们所写的关于联网最有前途的技术之一的指导精品。

最后提示一点，我和供稿人尽了最大努力确保本书内容的准确性，但是吉比特以太网是一项高速发展的技术。在出版时，定义吉比特以太网的标准是稳定的，但是读者应该注意到，在后续出版的过程中，会有一些细微的变化，这是可以想到的。

史蒂芬·桑德斯(Stephen Saunders)
《数据通信》杂志总编辑
Saunders@data.com

译者序

当今世界即将步入信息时代，信息化的概念已经无法用电信的一般概念加以诠释，传统的电信业务，如电话、电报，虽然在人类社会中还起着相当重要的作用，但真正活跃在信息化时代的产物是一种信息产生、传送和接收的过程，特别是在计算机技术和通信技术相结合的今天，这一过程显得尤为重要。数字化和数字通信成为主流，传送手段成为关键技术，业务的开发要以此为基础。以太网作为局域网的一种重要技术，随着传输信息量的不断增加，它也在不断发展，吉比特以太网正是顺应了这种发展趋势而产生的。为了使广大读者能对吉比特以太网有个全面的了解，我们特将史蒂芬·桑德斯编撰的《数据通信吉比特以太网手册》翻译出来，供读者阅读和参考。

翻译工作是由韩煜国博士和刘符教授共同完成的。由于译者水平有限，译文可能有不周之处，欢迎广大读者批评指正。对本书翻译出版过程中作出有益贡献的所有同志表示感谢，尤其是感谢人民邮电出版社对本书翻译工作的大力支持。

译者

1999 年 12 月

感谢

产生写一本书的念头是一回事，而真正出版这本书则是另一回事。简单地说，如果没有各个章节作者的热情支持和广博的专业知识，那么今天您所看到的这本书也就不可能出版了。他们牺牲了大量的休息时间，为这本书付出了很大的心血。我要深深地感谢他们。

借此机会，我还要感谢数据通信杂志 (Data Communications Magazine) 的同事们。我要感谢我的老板 Lee Keough，是她让我写了另一本书，并且给我鼓励和支持。我还要感谢数据通信的高级技术编辑 David Newman，他对本书的内容和技术的准确性提出了很好的建议。特别要感谢数据通信的设计经理 Ken Surabian，他的封面设计独具匠心。还要感谢高级编辑 Erica Roberts，他对第一代吉比特以太网产品作了深入的分析。最后要感谢执行编辑——“大胡子” Aaron Fischer。

我还要感谢 McGraw-Hill 的本书编辑 Steve Elliot，是他第一次让我有了写这本书的念头，并且追得我很紧，直到我把书交给他(六个月)，Steve，你太少有了；还要感谢 McGraw-Hill 专业出版部的高级

编辑督察 Frank Kotowski, 以及 North Market Street Graphics 的 Stephanie Landis 和他的同事, 是他们使出版顺利完成。

最后, 我要深深地感谢下面这些工作人员的家属、市场的专家和自由的写作者。他们都很出色。没有他们的默默工作(但是非常值得赞赏!), 这本书也不会完成:

Robert Barlow、Barbara Bates、Marilyn Callaghan、David Callisch、Erin Curtis、Peter Dave、Ana Fiejeski、Kurt Foeller、Kevin Gallagher、Alice Homolka、Barara Hurst、Amanda Jaramillo、Diane Kennedy、Yechiel Kurtz、Mark Levenson、Maureen Liberty、Susan Lider、Lori Lux、Molly Miller、Nancy Prater、Linda Pugliano、Dawn Slusher、Jeanne Talbot 以及 Donna Woznicki。

目

录

第 1 部分 吉比特以太网概述

第 1 章	吉比特以太网：全面概述	3
1.1	引言	4
1.2	吉比特以太网的规模	5
1.3	幻想破灭	7
1.4	缓冲器或者受损	8
1.5	在光纤中求得高速	9
1.6	服务器限速	10
1.7	吉比特的实现	11
第 2 章	吉比特以太网标准	13
2.1	引言	14
2.2	数据帧	16
2.3	什么是吉比特以太网	17
2.4	OSI 模型	17
2.4.1	数据链路层	18
2.4.2	物理层	19
2.5	以太网的帧	19
2.5.1	目的地址	20
2.5.2	源地址	21

2.5.3	长度/类型	21
2.5.4	数据	21
2.5.5	帧校验序列	22
2.6	传输准备	22
2.7	封装过程	25
2.8	数据包	25
2.9	物理编码子层: 8B/10B 编码	27
2.10	串行/并行变换器	29
2.11	光收发机	30
2.12	媒质	31
2.13	逆过程	32
第 3 章	增强的 CSMA/CD: 分组突发	33
3.1	引言	34
3.2	背景介绍	35
3.3	载波扩展	36
3.4	短帧的低利用率	36
3.5	帧丢失	38
3.6	分组突发	38
3.7	短帧的较高利用率	40
3.8	帧丢失减少	41
3.9	后冲突	42
3.10	结论	42
第 4 章	全双工中继器	43
4.1	引言	44
4.2	从中继器到交换机	46
4.3	全双工中继器初探	48

4.4	全双工中继器的应用	49
4.5	内部研究	51
4.6	FIFO 缓冲器	52
4.7	漏桶模型	53
4.8	判决	55
4.9	非对称流量控制	55
4.10	链路部件	57
4.11	结论	58
第 5 章	吉比特以太网：物理层和传输媒质的选择 ..	61
5.1	引言	62
5.2	传输媒质的条件	63
5.3	吉比特以太网的物理层	63
5.4	光 PHY	65
5.5	铜 PHY	66
5.6	目标距离	67
5.7	结论	68
	鸣谢	69
第 2 部分	吉比特以太网及相关规范	
第 6 章	IEEE 的有关标准 802.1p、802.1Q 和 802.3x	73
6.1	引言	74
6.2	拥塞问题：标准的解决方案	75
6.3	IEEE 标准 802.1p：多级消减	76
	6.3.1 GARP 网络	77
	6.3.2 消减	80
6.4	IEEE 标准 802.1Q：虚拟 LAN 和	

	优先级判断	81
	6.4.1 带宽增加	82
	6.4.2 移动的经验	83
	6.4.3 修改后的以太网帧结构	84
	6.5 优先级	85
	6.6 IEEE 标准 802.3x: 全双工/流量控制	87
	6.6.1 点到点通信	87
	6.7 结论	89
第 7 章	CSMA/CD 的增强型—虚拟冲突	91
	7.1 引言	92
	7.2 背景资料	92
	7.3 多媒体: 交换或共享	93
	7.4 多媒体需求	94
	7.5 虚拟冲突	96
	7.6 网络直径加倍	99
	7.7 带宽保证和对优先级的支持	100
	7.8 公平性	101
	7.9 结论	102
第 8 章	吉比特以太网 LAN 的服务质量	105
	8.1 引言	106
	8.2 基本类型的定义: COS 和 QOS	108
	8.3 实现 QOS 的第一步	109
	8.4 一个企业范围的解决方案	110
	8.5 QOS 部件和激活器	111
	8.6 在数据格式一致的情况下可度量的 带宽	112

8.7	分组或分组流的优先级和资源预留 ...	113
8.8	排队方法	114
8.9	管理方法	116
8.10	丢弃方法	116
8.11	通过各种技术映射服务级别	117
8.12	低成本芯片：一个重要的促进因素	118
8.13	选择合适的 QOS 组合	119
8.14	实现方案	121
8.15	策略	122
8.16	结论：QOS 作为网络控制的 一种方法	122
第 9 章	在吉比特以太网中实现 VLAN	123
9.1	引言	124
9.2	VLAN 的定义	124
9.3	吉比特以太网改变的规则	126
9.4	广播/同播控制	126
9.5	在吉比特交换机上实现 VLAN 技术	129
9.6	吉比特以太网和 QOS	129
9.7	设计吉比特 VLAN	130
9.8	VLAN 标准和多厂家网络	131
9.9	在高速网络中的 VLAN 和路由选择	132
	9.9.1 内部路由选择/第三层交换	133
	9.9.2 外部路由选择	133
9.10	利用吉比特以太网和 VLAN 减缓 骨干网的拥塞	133
9.11	在第二级骨干网中利用 VLAN	