

# 新版

## 交换式以太网和快速型以太网

Switched and Fast ETHERNET Second Edition

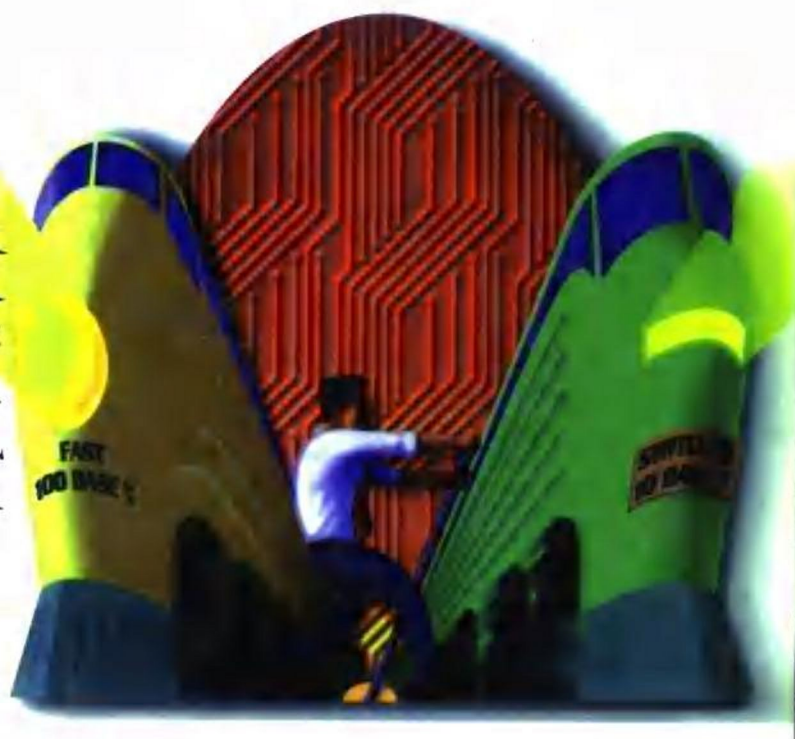
[美] Robert Breyer 和 Sean Riley 著

肖文贵 肖丹 吴远珍 肖峰 译

石祥生 校

全新的内容  
包括ATM!

本书是论述以太网技术各种最新成果的专著，综合地介绍各种标准、产品、应用程序和实施交换式以太网和快速型以太网的策略。



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

JS671.5

# 新版交换式以太网和快速型以太网

[美] Robert Breyer 和 Sean Riley 著

肖文贵 肖丹 译

吴远珍 肖峰

石祥生 校



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

## 内 容 简 介

本书是美国 ZD 出版公司的最新版本,也是目前有关最新以太网技术的唯一权威性专著。本书的两位作者长期从事以太网产品的开发工作,具有深厚的理论基础和丰富的工作经验,因此本书既有一定的理论深度,又有很强的实践性,是一本理论与实践相结合,可读性极强的技术书籍。书中介绍了以太网的发展史和未来通信技术的发展趋势,并介绍了选择适配器、集线器、路由器、网络开关等网络构件,以及确定拓扑结构和布线技术及如何实施交换式和快速型以太网、如何进行网络管理和故障检修等。新版增加了 ATM 的内容。

本书适合信息领域中各行各业的主管、开发人员、安装及销售人员进行阅读,又是各大专院校计算机专业和通信专业师生的专业参考书。



Authorized translation from the English language edition published by Ziff - Davis perss an imprint of Macmillan Computer Publishing U. S. A Copyright©1996.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the publisher.

SIMPLIFIED CHINESE language edition published by Publishing House of Electronics Industry. Copyright © 1997.

本书中文简体专有翻译出版权由美国 Ziff-Davis Press 公司授予电子工业出版社。未经许可,不得以任何手段和形式复制或抄袭本书内容。版权所有,侵权必究。

原 书 名: Switched and Fast Ethernet Second Edition

书 名: 新版交换式以太网和快速型以太网

著 者: Robert Breyer 和 Sean Riley

译 者: 肖文贵 肖 丹 吴远珍 肖 峰

审 校 者: 石祥生

责任编辑: 陆伯雄

印 刷 者 北京市牛山世兴印刷厂印刷

出版发行: 电子工业出版社出版、发行

北京市海淀区万寿路 173 号信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

URL: <http://www.phei.co.cn>

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 19 字数: 400 千字

版 次: 1997 年 9 月第一版 1997 年 9 月第一次印刷

印 数: 20000 册

书 号: ISBN7-5053-4394-7  
TP·2028

定 价: 30.00 元

著作权合同登记号 图字: 01-97-0987

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

## 序

说我即将死亡的传言  
是过于夸大其词  
——以太网

70年代中发明了以太网,1982年IBM将它推向市场,但1996年的通信技术已是今非昔比!随着技术的迅速发展(即所谓的摩尔法则),时至今日,以太网作为局域网(LAN)协议的确有点苍老,有人就以此断言它是一个老态龙钟的无用之物,但事实并非如此!自然就会有人问:为什么以太网没有死亡?这个问题的答案是多方面的;它涉及到市场和技术两方面的因素,请看以下事实:

- 具有以太网连接的计算机安装场地已超过1亿(此数目还在增加)。虽然有25%的常规共享介质以太网计算机因网络拥塞而使性能恶化;但仍有7千5百万个节点拥有满意的LAN性能(如文字处理,电子表格和电子邮件等用户)。换句话说,对于许多用户,即使在1996年,共享介质的以太网不用扩展就能工作得十分出色。
- 信息系统的管理人员痛恨叉式升降机式的升级。也就是说,即使在网络拥塞困扰着网络用户时,应对现行网络基础设施进行渐进式扩展,以缓解网络拥塞的压力。这种作法将受到广大网络用户的青睐。在网络技术方面已开发出许多提高以太网流通量的方法;这样,网络升级就会相对地减少许多痛苦。
- 对台式机来说,光纤分布式数据接口(FDDI)曾是(现在仍是)太贵太复杂。虽然神奇的光缆主干网可能是一个出路,但FDDI网络接口卡(NIC)和集中器的价格总是比以太网连接价格高十倍,尽管早在90年代初就有一些工业权威评论员作过一些预测,但这种居高不下的价格却阻碍了它的广泛应用。
- 虽然最初的以太网是基于同轴电缆布线的(警告:如果你在线的末端,请不要除掉那个端接器!),但使用电话布线系统安装以太网却更加容易和更加方便。

以太网各节点共享介质(同轴电缆或双绞线)的可用带宽。用户之间相互争用网络带宽,在极端的情况下,即每个用户都在同一时间想发送信息,那么用户就会明显地感到网络在变慢。只有转向交换技术(此技术是在1991年由一家名叫Kalpana的小公司首先引入市场的),它把硅技术应用到以太网上,使网络对与其连接的用户来说就象一条总是处于平静状态的大道,虽然交换技术起初只是用来替代高价路由器(曾被误用来管理带宽),但现在它已成为加强新网络设计和建造的核心机构。

如果10Mbps网络在用户负荷的冲击下变得愈来愈慢,那为什么不提高它的速度呢?似乎问题很简单,但事情既不简单,也不象人们想象的那样显而易见,100BASE-X是首次由另一家小公司(Grand Junction网络公司)在1992年间IEEE 802.3委员会作为使以太网在100Mbps传输速率下工作的手段而推荐的。虽然遭到HP和IEEE内部的强烈反对,但它最终仍以快速型以太网而名噪于世。现在,快速型以太网为用户提供了迈向更高速度的平稳过渡之路,避免了主要体系结构上大动干戈式或叉式升降机式的升级。当然,快速型以太网连接也可以是交换式的,从而使用户可获得另外的体系结构升级的可能性。

如果说明快速型以太网不错的话,那么快快速型以太网就是好上加好了!的确,IEEE

802.3z 工作组正全力投入每秒千兆位传输速率型的以太网的标准化工作。

有些人质问道:为什么不直接从拥塞的以太网直接升级到 ATM 这类超级网络体系结构上? 回答是:ATM 的优点只是某种学究式的论点。以太网的伸缩性极强,能满足用户对各种速度(从 10Mbps 再到 100Mbps)的需求。保留现有的基于帧的以太网(虽然还带有交换型和快速型以太网扩展)可使现有基础设施免受折腾之苦,而且还减少了培训和技术支持方面的需求。利用允许声音和/或图像优先传送的标准化以太网扩展(IEEE 802.1p)、虚拟 LAN(IEEE 802.1q)和包括全双工在内的流控制技术(802.1x),大多数用户就几个不需要转移到 ATM 上——至少现在是如此,很清楚地可以看到,在许多新的以太网实现方案中已明显地减慢了 ATM 在局域网中的应用速度。

由于以下原因以太网,仍具有极强的生命力;一是 LAN 网络协议应用面极广;二是替换它的技术太复杂、太昂贵,又要求叉式升降机式的升级;三是原始的 1.0 版以太网经过技术改造和扩展,其能力已明显地能满足当前 LAN 用户的通信需要、由 Metcalfe 和 Boggs 二人发明的以太网仍将愉快和简捷地向新世纪发送信息包。

—Howard S. (narney)

—Jack T. Moses

1996 年 6 月

## 鸣 谢

我俩合著本书是生平一段激动人心的经历,其开创性达到难以置信的程度:当时尚无其它书既涉及交换式以太网又涉及快速型以太网,更谈不上如何使用和推广这些技术。本书的第一版是在 1995 年 6 月出版的,现在我们很乐意将改进的第二版奉献给读者。

当我们开始与 Ziff - Davis 商谈第二版时,还不知道在短短的一年内究竟有多少修改。从第一版书出版以来,我们了解到了交换式和快速型以太网如何在网络中使用的更多的情况。

由于得到许多人士的帮助,才使这本新改进的第二版书得已面世,万分感谢我们的技术评论员、PC 周刊的知名编辑 Bill Katz,他在本书第二次编辑中给了我们真诚的帮助。同样要万分感谢 Bay Networks 公司的 Peter Stutz,他替我们改写了第 9 章;在此我们衷心地希望有一天看到 Petet 写的论述网络管理的书, Rich Seifert 和 Gideon Prat 二位是为我们提供 IEEE 最新发展的主要信息源。我们还想对 Mart Molle 表示谢意,他在最有争议的以太网带宽能力问题上给予我们极大的帮助,最后我们还要感谢 Breet Bartowl(他是 Ziff - Davis Press 的生气勃勃的不可多得的新编辑)和本书的编辑 Kim Haglund。

当然我们要永远感谢在每一版中帮助过我们的人士。向以下人士表示万分感谢:在充实以太网发展史细节方面的有 Rabert Metcalfe、Ron Crane、Bab Galin、Ron Schmidt 和 Howard Charney;本书的技术评审员 Dave Brooks;当然还有 IEEE 802.3 快速以太网工作组的资深成员 Rich Bowers,我们还要感谢第一版书的助产师 Ziff - davis Press 的 Kelly Green Ami 的 Knox。

我们祝愿你们因阅读本新版书而感到幸福愉快,也希望你们从阅读本书中和我们在写本书中一样有较大的受益。

Sean Rily(Sean-Riley@ccm.jf.intel.com)

Robert Breyer(Robert-A-Breyer@ccm.imn.intel.com)

## 引言

今天的以太网已不只是局域网(LAN)的另一种类型,它业已成为局域网硬件的事实上的标准。交换式及快速型以太网将确保以太网成为 21 世纪的最畅销 LAN,其原因是交换式及快速型以太网是发展成熟的、基于标准化的、价格适中的产品,并得到业界几乎所有经销商的支持,这与完全是新开发的、没有经过实践证明的或专用的高速网络技术形成了鲜明的对照。

本书不是一本纯理论性的著作,它不会使你淹没在理论与规范的汪洋大海之中。书中采用“直述法”,以交换式及快速型以太网的使用为核心来展开叙述。我们的宗旨是教会你一些实际知识,从而掌握高速以太网的升级、构建、管理和排除故障等技巧。

我们把交换式以太网和快速型以太网组合在一本书中,因为二者关系密切。虽然它们各自可以独立存在,但将交换式以太网和快速型以太网相结合,就会使以太网成为 21 世纪高速网络的最佳选择。

### 本书适合众多的读者群

本书是为以太网用户编写的,并为本书的读者作了各种假设:我们假定你已经具有一般的 LAN、特别是以太网方面的一些经验,并相信网络基础建设是确保贵公司竞争力的一项根本性的长期投资,还假定你正在或即将着手解决你的现行 LAN 的性能瓶颈。

如果你符合以下情况之一时,那么本书就是为你写的:

- 你是一个大型公司的信息主管(CIO),并正在为未来 5 年拟制高速 LAN 的发展战略。
- 你是 LAN 的负责人,必须在下周末将严重超载的网络段升级,还有两天就要决定采购设备。
- 你是网络经理,需要为贵公司的共享型 10BASE-T LAN 向高速 LAN 升级设计提供一个方案。
- 你是管理信息系统(MIS)的主管,正在对咨询人员和经销商为使超载的现行网络升级而提出的各种建议进行评估,并决定采用哪种建议。
- 你试图解决 Internet 和 Intranet 给你的网络增加的信息流量。
- 你已“预见”你的网络将采用 10/100 LAN 适配器,你想知道下一步该怎么办?
- 你对“千兆位以太网(Gigabit Ethernet)”、“全双工以太网(Full-Duplex Ethernet)”和其它帧交换先进技术中所发生的事情很感兴趣。
- 你正在考虑如何将交换式和快速型以太网与未来的 ATM 策略集成在一起。
- 你除了知道一定的网络知识外,只对高速网络技术感兴趣。

## 内容概览

自从本书的第一版出版以来,我们接到了大量读者的各种来信、电话、电子邮件等,反映他们利用本书的内容已经将他们的网络升级成交换式和快速型以太网。但有些读者要求提供更多的信息,特别是如下一类题目:与 ATM 的接口、千兆位以太网、快速以太网标准的未来等。为此,在本书的第二版中,我们希望能使你很快地认识到在网络界什么东西仍然是两个最热门的话题。特别是千兆位以太网将能确保受到广泛支持的以太网在未来的很多年中将仍然是网络业的佼佼者,其中最主要的是向后兼容。

本书的前 5 章主要是基础知识,第 1 章讨论 25 年前的 4800-bps 无线电传输网络是如何发展到当前的 100Mbps LAN 的。第 2 章将交换式以太网和快速型以太网与目前其它一些高速网络技术进行对比。第 3 章深入研究交换式和快速型以太网的标准,以及这两种高速方案与经过实用的 10Mbps 共享介质方案的区别。在此,布线方法是 LAN 经理关心的话题。第 4 章专门讨论 UTP(非屏蔽双绞线)和光缆布线要求、测试要求和检验事项。第 5 章讨论带宽,带宽在全书到处都涉及到,但本章将讨论如何测量它,以及网络实际上能处理的通信量大小如何。我们还讨论一些颇耗费愈来愈珍贵的带宽的若干应用。

第 6 章到第 10 章是本书的精髓部分,其重点是快速型以太网和交换式以太网的安装、应用、管理和故障排除方法。第 6 章介绍不同的网络构件以及在购置网络适配器、中继器、开关、机箱式集线器和路由器时要注意的一些特征。第 7 章介绍将现行的 10Mbps 共享介质以太网升级到新的高速以太网时用的逐步法。第 8 章讨论 4 个实例,来展示第 7 章所讨论的逐步升级法的应用。在交换环境中的网络管理与目前的共享网络中的网络管理是不同的,第 9 章将比较这些区别,另外本章还有一节讨论台式机的管理。第 10 章提供一些有关高速以太网 LAN 故障排除的提示及剖析。第 11 章是第二版中新增添的内容,介绍了 ATM 和交换式及快速型以太网如何在你的网络中共存。虽然 ATM 在整个网络市场中所占份额不大,但了解使得交换式以太网、快速以太网和 ATM 在一个网络中无缝隙地工作的意义是很重要的。

最后三个附录。大多数 LAN 硬件厂家目前都能提供以太网交换产品,100BASE-T 是一种相当新的产品,目前尚未像交换式以太网那样受到广泛支持,因而在附录 A 中列出了目前能提供 100BASE-T 设备的厂家名录。附录 B 列出了我们在编写本书时发现是很有用的一些参考资料及书刊。在附录 C 中,我们列出了一些有关的、很有用的 Web 站点。

(为了加深对网络产品及网络升级的认识,征得 Intel 公司同意,我们将《Intel 10/100 兆快速以太网产品网络设计指南》作为附录 D 附于书后,供读者参考。)

请注意,读者并不需要一页接一页地阅读本书。每一章的写法是相对独立的,所以读者可以把它当作参考指南。如果你现在正在使用以太网,并且要进一步学习有关下一代高速以太网的知识,那么你的书架上应该有这本书的一席之地。



# 第 1 章

## 以太网的发展史

在最近的 25 年期间,以太网已从 4800 bps 争用型无线电频道传输系统发展到最普及的局域网络标准,并能在无屏蔽的双扭电话线上每秒传输 100 兆位的信息。

以太网的发展史是如此的吸引人,以致于无数的技术骄子和名声显赫的公司都拜倒在她的石榴裙下。人们从它的发展史看到了技术的前景和诱人的财富,实际上整个产业界都将在联结不同计算机设备这一概念上腾飞。

我们很高兴能与你一道分享这 25 年来以太网发展的动人史。在本书的第一版中,我们曾指出反映当代以太网最高技术水平的快速型以太网并不是这首迷人交响乐的最后一个乐章! 我们没有错。在这新的一版中,我们已奏响了千兆位以太网的新乐章。

## 以太网的起源:ALOHA 无线电系统 (1968—1972)

以太网的核心思想是使用共享的公共传输信道。共享数据传输信道的思想来源于夏威夷大学。60年代末,该校的 Norman Abramson 及其同事研制了一个名为 ALOHA 系统的无线电网络。这个地面无线电广播系统是为了把该校位于 Oahu 岛上的校园内的 IBM 360 主机与分布在其它岛上和海洋船舶上的读卡机和终端连接起来而开发的。

该系统的初始速度为 4800 bps,最后升级到 9600 bps。该系统的独特之处在于用“入境”(inbound)和“出境”(outbound)无线电信道作两路数据传输。出境无线电信道(从主机到远方的岛屿)相当简单明了,只要把终点地址放在传输的文电标题上,然后由相应的接收站译码。入境无线电信道(从岛屿或船舶发到主机)比较复杂,但很有意思,它是采用一种随机化的重传方法:副站(岛屿上的站)在操作员敲击 Return 键之后发出它的文电或信息包,然后该站等待主站发回确认文电。如果在一定的时限(200 到 1500 毫微秒)内,在出境信道上未返回确认文电,则远方站(副站)会认为两个站在企图同时传输,因而发生了碰撞冲突,使传输数据受破坏。此刻两个站都将再次选择一个随机时间,试图重发它们的信息包,这时成功的把握就非常大。这种类型的网络称谓争用型网络,因为不同的站都在争用相同的信道。

原始的 ALOHA 网络框图示于图 1.1

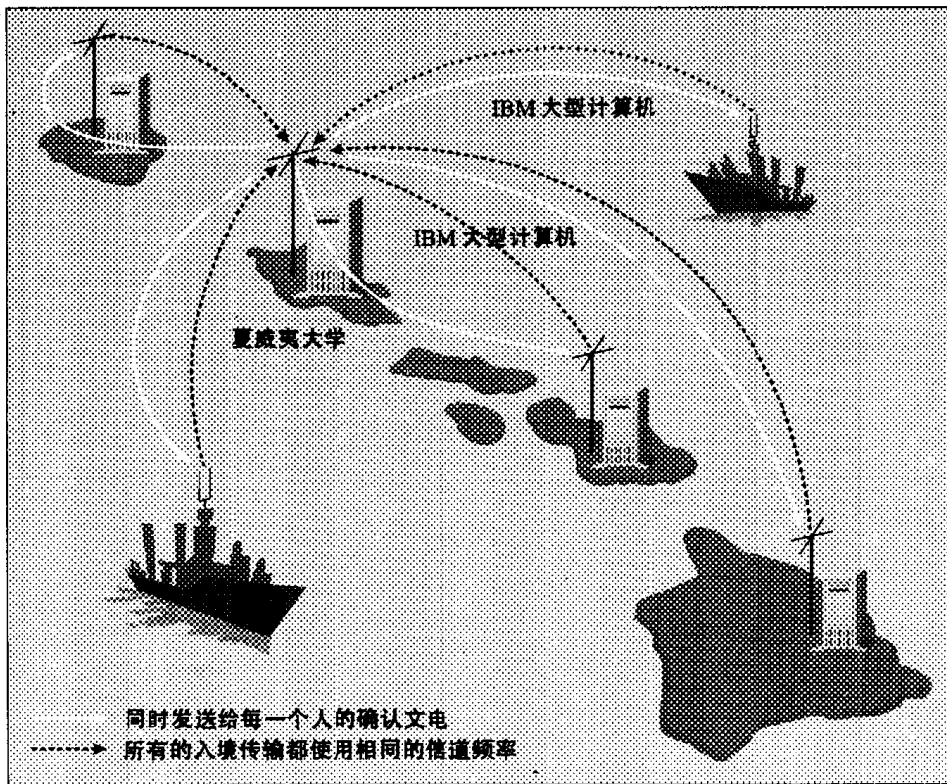


图 1.1 夏威夷大学在 60 年代研制的 ALOHA 网络是第一个基于争用的网络,也是以太网的基础

这种争用型网络有两种含义：

- 这一模式允许多个节点用简单而灵巧的方法，准确地在同一个频道上进行传输。
- 使用该频道的站愈多，发生碰撞的机率愈高，从而导致传输延迟增加和信息流通量降低。

Norman Abramson 发表了一系列有关 ALOHA 系统的理论和应用方面的文章，其中 1970 年的一篇文章详细阐述了计算 ALOHA 系统的理论容量的数学模型。现在这个模型已以经典的 ALOHA 模型而闻名于世，当时它评估出 ALOHA 系统的理论容量达到 17% 的理论效率。在 1972 年，ALOHA 通过同步访问而改进成时隙 ALOHA 成组广播系统，使效率提高一倍多。

Abramson 及其同事的研制成果已成为当前使用的大多数信息包广播系统(其中包括以太网和多种卫星传输系统)的基础。1995 年 3 月，Abramson 因其在争用型系统的开创性研究工作而获得 IEEE 的 Kobayashi 奖。

## **Xerox PARC 创建首台以太网 (1972-1977)**

今天我们知道的以太网是在 1972 年开创的，当时 Bob Metcalfe 来到 Xerox Palo Alto 研究中心(PARC)的计算机科学实验室工作，Xerox 是有名的研究机构。1972 年 PARC 的研究员已经发明了世界上第一台名叫 EARS 的激光打印机和第一台名叫 ALTO 的带图形用户界面的 PC。当时 Metcalfe 已被 Xerox 雇用为 PARC 的网络专家，他的第一件工作是把 Xerox ALTO 计算机连到 Arpanet (Arpanet 是 Internet 的前身)。在 1972 年秋，Metcalfe 正在访问住在华盛顿特区的 Arpanet 计划的管理人员，并偶然发现了 Abramson 的关于 ALOHA 系统的早期研究成果。在阅读 Abramson 的有名的关于 ALOHA 模型的 1970 论文时，Metcalfe 认识到，虽然 Abramson 已经作了某些有疑问的假设，但通过优化后可以把 ALOHA 系统的效率提高到近 100%。最后，Metcalfe 因为他的基于信息包的传输理论而获得哈佛大学理学博士学位。

1972 年底，Metcalfe 和 David Boggs 设计了一套网络，将不同的 ALTO 计算机连接起来，接着又把 NOVA 计算机连接到 EARS 激光打印机。在研制过程中，Metcalfe 把他的工作命名为 ALTO ALOHA 网络，因为该网络是以 ALOHA 系统为基础的，而又连接了众多的 ALTO 计算机。这个世界上第一个个人计算机局域网——ALTO ALOHA 网络首次在 1973 年 5 月 22 日开始运转。这天，Metcalfe 写了一段备忘录，宣称他已将该网络改名为以太网(Ethernet)，其灵感来自于“电磁辐射是可以通过发光的以太来传播的这一想法”。最初的实验型 PARC 以太网以 2.94Mbps(每秒兆位)的速度运行，该速度值有点太零碎，其原因是第一个以太网的接口定时是采用 ALTO 系统时钟，意味着每 340 毫微秒就发送一次脉冲，导致传送率为 2.94Mbps，当然，以太网比初始的 ALTO 网络有了巨大的改进，因为以太网是以载波监听为特色的，即每个站在要传输自己的数据流之前先要探听网络上的动静，所以，一个改进的重传方案可使网络的利用率提高将近 100%。到 1976 年时，在 PARC 的实

验型以太网中已经发展到 100 个节点,已在长 1000 米的粗同轴电缆上运行。Xerox 正急于将以太网转化为产品,因此将以太网改名为 Xerox Wire。但在 1979 年,DEC、Intel 和 Xerox 共同将此网络标准化时,该网络又恢复以太网这个名字。1976 年 6 月,Metcalfe 和 Boggs 发表了题为:“以太网:局域网的分布型信息包交换”的著名论文,1977 年底,Metcalfe 和他的三位合作者获得了“具有冲突检测的多点数据通信系统”的专利,多点传输系统被称为 CSMA/CD(载波监听多路存取和冲突检测)。从此,以太网就正式诞生了。

## DEC、Intel 和 Xerox 将以太网标准化 (1979-1983)

在 70 年代末,数十种局域网技术已经涌现出来,而以太网正是其中的一员。除了以太网外,当时最著名的网络有:数据通用公司的 MCA、网络系统公司的 Hyperchannel、Data-Point 公司的 ARCnet 和 Corvus 公司的 Omninet。使以太网最终坐上局域网宝座的不是她的技术优势和速度,而是 Metcalfe 版的以太网已变成产业标准。

在 1979 年初,离开两年后又重新回到 Xerox PARC 的 Metcalfe 接到在 DEC 公司工作的 Gordon Bell 的电话。Bell 想讨论 DEC 和 Xerox 共同建造以太网 LAN 的设想, Metcalfe 认为和不同厂商一起发展以太网的主意不错,但 Metcalfe 此时有点身不由己,因为 Xerox 一心想保护它的专利,限制 Metcalfe 为 DEC 工作。因此, Metcalfe 建议 DEC 直接与 Xerox 主管商讨将以太网转变成产业标准的计划,最后 Xerox 迈出了这一步。

使 DEC 和 Xerox 在产业标准上合作的障碍之一是反托拉斯法。Metcalfe 在 MIT 时的朋友 Howard Charney 律师,建议他把真正的以太网技术转到标准化组织(不久 Charney 成为了 3Com 的创始人之一)。

Metcalfe 在访问位于华盛顿特区的美国标准化局(NBS)时,遇见了英特尔公司的一位正在 NBS 工作的工程师,此人正在为他的先进的 25MHz VLSI NMOS 集成电路加工技术寻找新的应用,这种珠联璧合的优势是显而易见的:Xerox 提供技术,DEC 有雄厚的技术力量,而且是以太网硬件的强有力的供应商,英特尔提供以太网硅片构件。不久, Metcalfe 离开 Xerox 成为企业家和经纪人。1979 年 7 月,DEC、英特尔和 Xerox 筹备召开三方会议,1979 年正式举行首次三方会议。1980 年 9 月 30 日,DEC、Intel 和 Xerox 公布了第三稿的“以太网,一种局域网:数据链路层和物理层规范,1.0 版”,这就是现在著名的以太网蓝皮书,也称为 DIX(取三家公司名字的第一个字母而组成的)版以太网 1.0 规范。如前所述,最初的实验型以太网工作在 2.94Mbps,而 DIX 开始规定是在 20Mbps 下运行,最后降为 10Mbps。在以后两年里 DIX 重新定义该标准,并在 1982 年公布了以太网 2.0 版规范作为终结。

在 DIX 开展以太网标准化工作的同时,世界性专业组织 IEEE 组成一个定义与促进工业 LAN 标准的委员会,并以办公室环境为主要目标,该委员会名叫 802 工程。DIX 集团虽已推出以太网规范,但还不是国际公认的标准,所以在 1981 年 6 月,IEEE 802 工程决定组成 802.3 分委员会,以产生基于 DIX 工作成果的国际公认标准,一年半以后,即 1982 年 12

月 19 日, 19 个公司宣布了新的 IEEE 802.3 草稿标准。1983 年该草稿最终以 IEEE 10 BASE 5 而面世。(选用缩写词 10BASE5 是因为该标准指定了利用基带的 10-Mbps 传输速率和允许节点间的距离是 50 米, 802.3 与 DIX 以太网 2.0 在技术上是有所差别的, 不过这种差别甚微。)今天的以太网和 802.3 可以认为是同义词。在此期间, Xerox 已把它的 4 件以太网专利转交给 IEEE, 因此现在任何人都可以用 1000 美元从 IEEE 得到以太网使用许可证。1984 年美国联邦政府以 FIPS PUB 107 的名字采纳 802.3 标准。1989 年 ISO 以标准号 IS 88023 采纳 802.3 以太网标准, 至此, IEEE 标准 802.3 正式得到国际上的认可。

## 3Com 将以太网产品化 (1980-1982)

在 DEC、Intel、Xerox 的工程师们仍在为以太网规范进行最后加工时, Metcalfe 已在谋求其它商业利益, 并谢绝了 Steve Jobs 建议他参加 Apple 计算机公司开发网络的建议。1979 年 6 月, Bob Metcalfe、Howard Charney、Ron Crane、Greg Shaw 和 Bill Kraus 组成一个计算机通信和兼容性公司, 就是现在著名的 3 Com 公司。

1980 年 8 月, 3 Com 公司宣布了它的第一个产品, 即用于 Unix 的商业版 TCP/IP, 并在 1980 年 12 月产品正式上市, 1981 年 2 月制定了宏伟的经营计划。3 Com 收到了一大笔风险基金, 1981 年 3 月, 即在官方标准正式公布前 18 个月, 3Com 公司已将它的第一批符合 802 标准的产品(3C100 收发器)投放市场。1981 年底, 该公司开始销售 DEC PDP/11 系列和 VAX 系列用的收发器和插卡, 同时也销售 Intel Multibus 和 Sun 微系统公司机器用的收发器和插卡。

Metcalfe 的最初商业计划是把 1980 年的风险资金投到为新个人计算机开发以太网适配器的工作上, 因为新的个人计算机在世界各地刚刚兴起。1981 年 Metcalfe 与所有的大牌 PC 公司(其中包括 IBM 和 Apple)商谈建造以太网适配器的计划。在 Apple 工作的 Steve Jobs 立即表示赞同, 一年后 3Com 公司为 Apple 机配置的第一批以太网产品投放市场。这台名叫 Apple Boxes 的以太网设备是一台连接到 Apple II 并行端口的笨拙的机箱, 在市场上以失败而告终。一直以创造历史著称的 IBM 当时也宣布了最初的 IBM PC, 但不与 3Com 合作, 原因是 IBM 正忙于发明自己的令牌环网。但 3Com 决定在没有 IBM 合作的情况下推进自己的计划, 开始开发 EtherLink ISA 适配器。18 个月后, 即 1982 年 9 月 29 日, 第一台 EtherLink 投放市场, 并随机配置相应的 DOS 驱动器软件。

第一台 EtherLink 在许多方面有技术上的突破:

- EtherLink 网络接口卡可通过硅半导体集成工艺来实现。1983 年, 3Com 成为新起的 Seeq 技术公司的合伙人。Seeq 公司许诺在它的 VLSI 技术中使一个硅片能包含大多数的离散控制器功能, 从而减少印制板上的元件数量及其成本, 并留出足够的空间使收发器能组装在一块印制板上。1982 年年中, EtherLink 变成包含一块以太网 VLSI 控制器硅片的第一个网络接口卡(NIC)——Seeq 8001。
- 更重要的是 EtherLink 成为 IBM PC 的第一个以太网 ISA 总线适配器, 这是以太网

发展史上的一个里程碑。

- 由于 Seeq 硅片的价格低,所以 3Com 能以 950 美元的价格销售 EtherLink,这比其它的卡和以前销售的收发器都要便宜得多。
- 在 EtherLink 适配器推出之前,所有以太网设备的特点是采用一个外接的 MAU 收发器,将它连接在以太网的细同轴电缆上。由于采用超大规模集成电路芯片节省了大量空间,因而该收发器就可集成在插件卡上。由于传统的粗同轴电缆存在各种缺点,因此 3Com 公司也采用新的细缆布线方法。

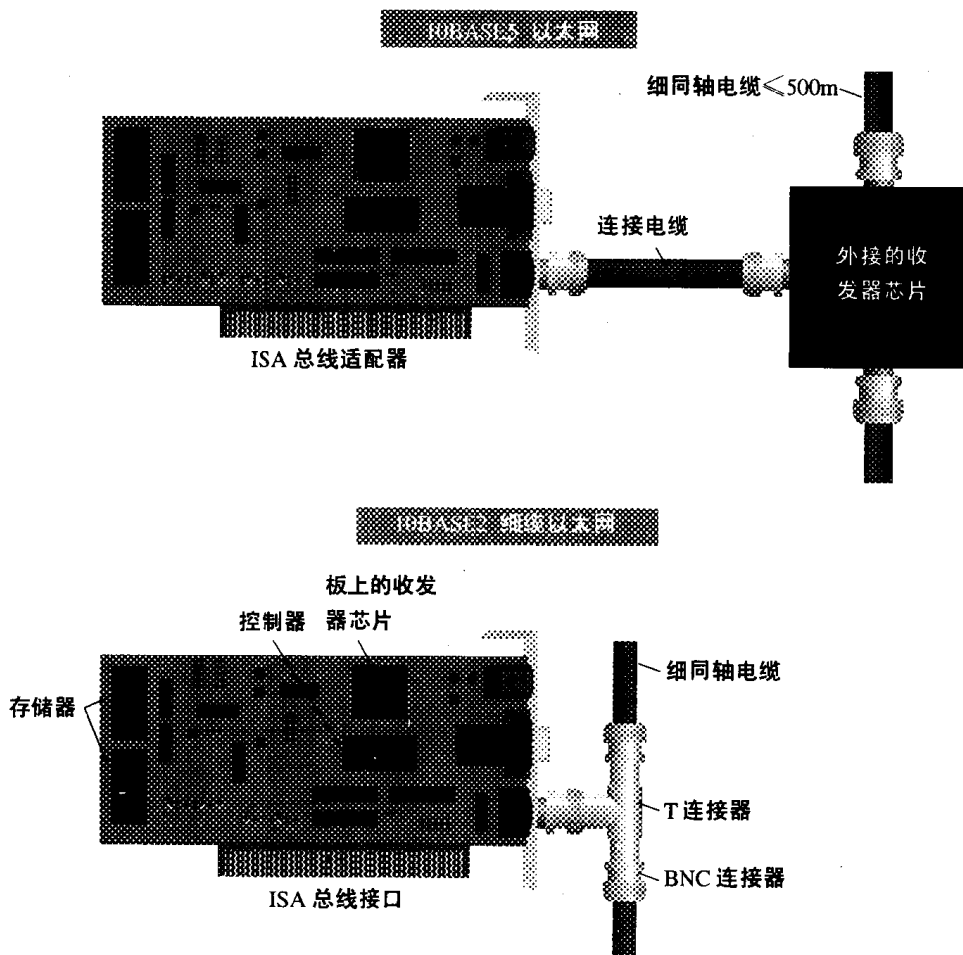


图 1.2 细缆以太网适配器在网络接口卡上包含收发器,并采用细同轴电缆

这个名为细缆以太网的基本思想是由 EtherLink 设计师 Ron Crane 发明的,并很快成为事实上的标准。这种细缆以太网有许多优点:不需要外加收发器和收发器电缆,价格便宜,由于细同轴电缆容易安装和使用,使得网络与用户更加友好。

Metcalf 决定以 IBM PC 为目标,使 3Com 公司大受其益。当时 IBM 设计 IBM PC 是想将该机主要作家庭计算机用;然而开始大量购买 PC 机的却是各个公司,而不是家庭用户。1982 年对 PC 的需求已超过预测值,IBM 一个月就卖出 20 万台 PC,比公司原先的预测超出一倍之多,使得 IBM 公司的工厂加班加点,用一年时间生产出要两年半才能完成的产量,以满足市场需求。在 1983 年初,IBM XT 上市,此时 IBM 已占有 PC 商业市场的 75%

的份额,可惜的是 IBM 当时没有认识到各公司想把他们的个人计算机联网。到 1983 年时, EtherLink 的生意火爆,1984 年 3Com 的股票开始上市。同年,3Com、ICL(国际计算机有限公司),HP 将细缆以太网的概念提交给 IEEE,不久 IEEE 就以 10BASE2 承认它为官方标准。由于节点到节点的距离缩短到 200 米,所以将该标准称为 10BASE2;还有,由于它采用较便宜的细同轴电缆,因此也称为 Cheapernet。

## **StarLAN:思想伟大,但速度欠佳** **(1984—1987)**

细缆以太网在大多数方面都比常规以太网优异,细缆以太网用廉价的柔软性强的细同轴电缆取代了昂贵的黄色粗同轴电缆。另外,大多数细缆以太网的网络接口卡(NIC)都有内含的收发器,使得它容易安装和降低费用。

但是细缆以太网仍有一些主要的缺点,例如同轴电缆因偶然性事故或用户的某种粗心而断裂(这种事往往时有发生),就会使整个网络瘫痪。另外,要求在网络两端进行正确的端接,而且网络重构是一个问题——如果用户进行实体方面的移动,则网络电缆必须相应地重新布线,这往往是既不方便,而又容易出事。

1983 年底,从英特尔公司来的 Bob Galin 开始与 AT&T 和 NCR 协作,研究在无屏蔽双绞线(UTP)电话电缆上运行以太网。NCR 建议采用类似细缆以太网的总线拓扑结构,而 AT&T 电话公司热衷于类似现行电话布线结构的星形结构。UTP 星形配置的优点是多方面的:便于安装、配置、管理和查找故障,而且成本较低;这种星形星置是一个突破,因为它允许采用结构化布线系统,它用单独一根线将每个节点连接到中央集线器,这对于安装、故障寻找和重新配置显然是一个明显的优点,可以大大降低整个网络的成本。图 1.3 示出了总线和星形配置。

1984 年初又有 14 家公司参加到 UTP 以太网的研究活动中来,有过很多次讨论,主要都是围绕如何使快速以太网能运行在 UTP 线上。他们证实低速以太网(1-2Mbps)可以在 Category 3 线上运行,并能满足电磁干扰规定和串扰方面的限制。但某些经销商强烈反对将速度降到常规以太网速度的 10%,很快使不少人失去兴趣,其中也包括以太网的两位领头人 3Com 和 DEC 在内,而其它一些参与者认为 1Mbps 对配置 IBM PC 和 XT 机的 PC 网已够快的了。在经过一番激烈的技术讨论后,该集团表决通过将以太网退回到 1Mbps 上。

10 家公司决定执行 1Mbps 以太网,并与 IEEE 进行商讨。IEEE 802 小组委托以 Galin 为首的 StarLAN 任务组进行标准化工作。1986 年中,作为 IEEE 802.3 新标准的 1BASE 被批准实施(StarLAN 可支持从集线器到节点间长达 250 米的距离,在 1BASE 5 中的 5 表示节点到节点的距离为 500 米)。

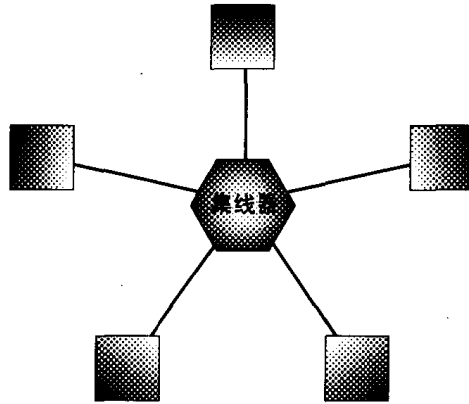


图 1.3 以集线器为中心、节点按星形布局的结构化布线系统

### StarLAN 走向消亡

1984年,以 HP 和 AT&T 为首的经销商将 StarLAN 集线器网络接口卡推向市场。在 80 年代 StarLAN 完成了数百万个连接,但包括 3Com 和 DEC 在内的许多经销商早已认定 1Mbps 太慢——在计算机工业上已形成每两年将性能翻一番的传统,一些客户和经销商把 1Mbps 以太网看作是一种后退行为。(在 1984 年 IBM 已宣布基于 Intel's 80286 微处理器的 PC AT,两年后,即在 StarLAN/1BASE 5 标准被批准的那年,Intel 公司推出了 80386 微处理器,这个 32 位的 CPU 比它的上一代 80286 强劲许多倍。)因此,StarLAN 再也不可能获得工业界和市场的支持使之重新起飞。终于在 1987 年走向衰亡,当时 SynOptics 公司推出 LATTISNET 和提交在常规电话线上实现全速 10Mbps 以太网性能的产品。不久,LATTISNET 由 IEEE 按照双绞线以太网进行标准化,同时定名为 10BASE-T,这样 StarLAN 和 Galin 的死期已是屈指可数的了,不过作为无屏蔽双扭线和星形线以太网的开拓者,其功绩是不可磨灭的。

## 10BASE-T 和结构化布线的历史 (1986—1990)

在 80 年代中期,PC 革命浪潮已是势不可挡,1986 年,个人计算机在应用程序的驱动下销售在蒸蒸日上。Lotus 1-2-3 已成为 IBM PC AT 的应用的有力对手——每一笔生意中都少不了它。Apple 的 Macintosh 在 1986 年起飞后,因其非平行图形用户界面而得到用户的青睐。同时人们希望共享昂贵的激光打印机来印刷他们的电子表格和台式印刷出版物,使得网络销售也特别红火。



发生两件大事使得以太网再度掀起高潮：一是 1985 年 Novell 开始提交 Network，这是一个专为 IBM 兼容个人计算机联网用的高性能操作系统，二是 10BASE-T，一个能在无屏蔽双绞电话线上全速 10Mbps 运行的以太网。

### 光缆以太网和 UTP 以太网

第一个以太网使用的是粗同轴电缆，几年以后，Metcalfe 和 Eric Rawson 证明 CSMA 型信号能在光缆上运行。80 年代初期，光缆引起轰动。Xerox 决定在光缆上运行以太网。Eric Rawson 被任命为光缆以太网工程的负责人，不久 Ron Schmidt 也参加进来。Rawson 和 Schmidt 发现以太网的确能在光缆上运行，但只能是星形结构，而不是典型的以太网总线拓扑结构。

1985 年，Schmidt 又将光缆以太网硬件改变成在屏蔽双绞线(STP)上运行，然而，由于 STP 电缆价格昂贵而笨重；因而在以后他又做了一些实验，证明以太网可以在正规的无屏蔽双绞线(UTP)上运行。

### 结构化布线：StarLAN 和 Token Ring

1985 年，IBM 开始推出它的 4-Mbps Token Ring LAN——这已是在 Metcalfe 最初与 IBM 商讨建造 IBM PC 用的以太网适配器的 6 年之后，也差不多是第一个 ISA EtherLink 上市后的三年。虽然令牌环(Token Ring)网比 10Mbps 以太网差不多慢一半，但它比以太网有一个主要的优点——它是基于结构化的布线系统，它把中央集中器或集线器用屏蔽双绞线(STP)连到节点上。

到 1986 年，采用结构化布线系统的 StarLAN 也开始上市，但不幸的是 StarLAN 的速度只有以太网速度的 10%，即 1Mbps，因而无法取代常规的 10Mbps 以太网或 4Mbps 的令牌环网。但是，StarLAN 和令牌环的出现使得未来用双绞线布线和集中化布线集线器的前景更加明朗化。

### SynOptics 通信公司的诞生

再回到 1983 年，Schmidt 已开始 Xerox 内部寻求一个经营单位来生产光缆以太网，虽然未能如愿以偿，但却在另一方面大有收获——他在 Xerox 内找到了一个名叫 Andy Ludwig 的业务计划师，两人非常投机，经过与 Xerox 的多次谈判后，到 1985 年夏终于成立了他们自己的公司，而 Xerox 只是他们公司的小股东。在获得一笔风险资金后，Schmidt 和 Ludwig 于 1985 年 11 月率领 8 名 Xerox 雇员完全脱离 Xerox 公司，开始以名为 ASTRA 通信公司进行创业。该公司的目标是销售结构化布线光缆和 STP 以太网集线器。(ASTRA 这个名字没有维持多久，因为 NEC 已为该名进行过商标注册，并威胁要控告 Schmidt 的新公司违反商标法。新公司的一个董事长在浏览字典时偶然找到 Synopsis 这个词，SynOptics 通信这个公司的名字就由此而诞生。)

### 10BASE-T 批准为 IEEE 标准

1986 年，SynOptics 开始进行在 UTP 电话线上运行 10Mbps 以太网的研究工作。名叫 LATTIS NET 的第一个 SynOptics 产品于 1987 年 8 月 17 日正式投放市场。也就在同一