

第三层 交换

▶ **Layer 3 Switching: A Guide for IT Professionals**

▶ (美) Jim Metzler Lynn DeNoia 著

▶ 卢泽新 周榕 等译

915.05
4



机械工业出版社
China Machine Press

Prentice Hall PTR

第三层交换是新一代局域网路由和交换技术,本书是第一本关于这种新技术的系统化指南。本书主要内容包括:如何决定是否选择第三层交换技术、第三层交换网络设计技术、第三层交换案例分析等,并对目前流行的6种第三层交换产品给出了基准测试结果。最后,针对具体实施,为第三层交换的管理给出了一些推荐意见。

本书是作者多年来丰富经验的总结,是理论与实践的完美结合。无论是网络专业人士还是热爱网络的广大学者,都会从本书平实、客观的语言中体会到它的价值和份量,并从升级自己局域网的过程中获益无穷。

Jim Metzler, Lynn DeNoia: Layer 3 Switching: A Guide for IT Professionals.

Authorized translation from the English language edition published by Prentice Hall PTR.

Copyright © 1999 by Prentice Hall PTR.

All rights reserved.

Chinese simplified language edition published by China Machine Press.

Copyright © 2000 by China Machine Press.

本书中文简体字版由美国Prentice Hall公司授权机械工业出版社独家出版,未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权所有,侵权必究。

本书版权登记号: 图字: 01-2000-0453

图书在版编目(CIP)数据

第三层交换 / (美)梅斯勒 (Metzler, J.), 迪诺阿 (DeNoia, L.) 著; 卢泽新, 周榕等译. - 北京: 机械工业出版社, 2000.9

(IP网络技术丛书)

书名原文: Layer 3 Switching: A Guide for IT Professionals

ISBN 7-111-08222-2

I. 第… II. ①梅… ②迪… ③卢… ④周… III. ①局部网络-路由选择 ②局部网络-交换-技术 IV. TN915.05

中国版本图书馆CIP数据核字 (2000) 第44342号

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑: 马珂

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年9月第1版第1次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 10印张

印数: 0 001-6 000册

定价: 20.00元

凡购本书, 如有倒页、脱页、缺页, 由本社发行部调换

前言

背景知识与目标

20世纪80年代，连接分离的局域网段的一种简单廉价的方法就是采用网桥，虽然路由器也被用来创建结构及增加功能，但它往往使系统变得复杂和昂贵。网络管理员们过去一直在努力解决如何应用这种新的路由技术来设计最优化的网络，以及选择何种路由方法。另外，一些网桥销售业绩很好的商家没有及时响应对路由器的需求而失去了可观的市场份额。

当前在第二层（L2）交换和第三层（L3）交换的发展过程中出现了与此相类似的现象。从技术的角度来看，L2交换与网桥有着相似的特点，即价格低廉和易于使用。在最近三年中，L2交换市场从零发展为价值数十亿美元。在网络中路由功能仍然是必需的，L3交换承诺能够满足这些需求，并且该方式比过去的路由器更为快捷、简单和廉价。

我们相信业界将会像过去努力推广路由器一样去推广第三层交换，为此网络专业人员将会面临以下四个问题：

- 1) 争取对已有网络进行升级的批准和资金支持通常比最初建设时要困难得多。
- 2) 存在几种应用L3交换来设计网络的方法。
- 3) 厂家采用多种方法来实现L3交换，而通常的规律是：市场上提供的多种选择使买方感到迷惑，结果他们往往没有买到最新的产品。
- 4) 人们通常会对新技术的引入持怀疑态度，业界已有太多曾经被大肆宣扬的技术最终被市场所淘汰的例子（例如，100VG-AnyLAN和ATM-25）。

只要潜在的买主仍在探索之中，厂家就不可能最后成功。例如，如果网络专业人员不能区分各种L3交换的方法，不设计采用L3交换产品的网络，不针对网络管理进行升级，厂家就不可能向他们出售产品。另外我们也看到，各个厂家往往仅专注于自己的实现方式，而没有意识到他们有必要更广泛地了解所处的环境，包括网络管理员的需求以及竞争对手所提供的实现方式。

本书的目的是扫除在引入新技术特别是第三层交换时人们认识上的一些障碍。我们将指导购买者评估第三层交换是否适合他们的特定情形，我们还将详细介绍这一技术的细节及一些厂家的实现方法及其产品。对于厂家来说，本书将有助于他们更好地理解其潜在的买主在购买和部署第三层交换产品时所面临的问题，以及如何将自己的产品在更广泛的市场中定位。

本书内容覆盖范围

当今社会的特点是“以信息为基础”或者是某些人所说的“以知识为基础”，我们也明显地看到当今经济的发展趋势是一种“全球性”的经济而非区域性的或国家范围内的经济。由于“时间就是金钱”的意识和各种商业压力，我们越来越迫切地要求通信系统能为我们提供对关键信息及时获取的能力。对于许多商业机构和组织来说，其业务和竞争力的核心已经是计算机和网络。从自动化工厂到电子商店，从企业资源规划（ERP）到在线预订，从数字图

书馆到个人主页，可靠而高效的网络正日益成为我们工作和生活的基础。“拥有越多，奢望越多”已经变为“拥有越多，需求越多”，没有任何一家商业机构和组织希望他们的计算机网络在下一年度或以后缩小规模。让更有经验的人员操作更强大的计算机以获得更多简单而先进的应用一直是计算机容量、性能和可靠性不断发展的持续动力。关于这方面的内容将在第2、3和8章中更进一步地讨论。

不知您是否在这样的环境中工作过：新技术不是被商业需求所“拉动”，而是被其拥护者所“推动”（有时为了他们自身的原因）；公司中产品的开发仅仅是受工程效益的驱动而没有考虑其市场潜力；某人拥有配备最新硬件和软件的计算机不是因为绝对需要而仅仅是因为别人已经拥有。如果是的话，那么您将深刻地领悟到技术的作用（不管是正面的还是反面的）通常是如何被夸大其辞。字处理工具软件没有真正夺去许多秘书的工作，自动柜员机没有消除对传统银行机构的需要，电视和计算机也没有对我们教育大多数学生的方式产生根本性的革命，大多数人只知道使用他们的应用软件的一小部分功能。计算和网络更是在其高承诺和低交付方面受到普遍指责。但还是有一些众所周知的取得巨大成功的典范，如美国医院供应系统、美国航空公司和Frito-Lay公司。本书讨论了与新技术相关的诸多方面（关于第三层交换的深层讨论在第4~6章中给出），您可以发现第2章中列出的一些标准在对新技术进行初步评估时是非常有用的（见表2-1）。

第7章针对Strategic网络公司提供的案例研究给出了几个应用第三层交换产品的网络设计方案。该案例也许与您自己或您客户的环境并不相同，但您将发现第2章中列出的评估新技术适合程度的过程（见表2-1）可用于确定该案例中哪一部分符合您的情形。将这些步骤规范化以及将网络风险承担者牵涉进来有助于减少在事关企业能否成功运作的网络中引进新技术所带来的风险。

最后，第9章进行了综合分析，为要成功部署或销售第三层交换产品必须注意的10个最关键问题给出了我们的建议，并指出其中哪些具有更广泛的通用性。如果可能，其中的某些观点能帮助读者在应用第三层交换技术以及将来应用其他新技术时最大限度地降低风险。

阅读指导

本书主要面向那些正试图升级其机构局域网基础结构的人，读者将在下述几方面受益：

- 制定应用于第三层交换以及其他任何新技术的成功评估和部署中的方法和评估标准。
- 有关第三层交换技术的深入解释。
- 关于第三层交换技术针对三个常见网络问题的不同解决方法的建议，这三个问题分别是：优化网络主干、优化服务器以及从FDDI结构移植。

本书对于其任务就是把他们的产品进行市场定位的人员也将非常有用，本书将帮助他们分析客户环境中的机遇和挑战：目前的状况，驱动或阻碍改变的因素，使用何种标准来评估第三层交换技术；此外，本书也能够为他们提供在市场中定位自己的产品时所需的背景知识。

应当说有了注意事项，才算得上一个完整的介绍。计算机和网络技术变化的步伐似乎不会放慢，尽管我们很想知道它是否会一直加速。因此很重要的一点是应当看到，本书所介绍的产品细节乃至关于第三层交换技术的信息从某种意义上说也许只在相对短暂的一段时间内是准确的。技术本身会发展，产品也会改进或被新一代产品所取代。然而我们相信，书中所提供的评估新技术的方法将一直有效，您可以在厂家开始讨论他们“第四层交换”的解决方

案时进行尝试。

另外有必要指出的是，我们从来没有试图在本书中覆盖第三层交换的所有解决方案和产品。我们所选择的在市场中居领导地位的主要厂家及一些新兴公司的令人感兴趣的产品也许并不与所有人的选择一致，但我们确实认为所做的选择有相当广泛的代表性。如果您是一个潜在的买主，我们的分析将有助于您评估其他产品。对于我们在书中未做介绍的厂家，从本书中也可以大略地了解到我们认为谁会是您当前主要的竞争对手。

虽然本书介绍的内容是一项特定的技术，但我们并不认为它是一本技术书籍。对于某些人来说，也许我们提供的技术细节比他们想象的更多；而对于另外一些人来说，也许我们介绍的技术细节还不够。我们的目标在于提供如何看待第三层交换以及评估它和其他新技术的框架。这是一项富有挑战性的工作，我们将请您来分享我们在此所奉献的热情和关注。

第1章 引言及背景

1.1 新技术的激励

本书将着力减少因技术和产品发布的热潮以及最近关于第三层交换这一新技术的大量报道所引起的混淆。为能有序地讨论，我们先来回顾过去的经历。不知您是否记得100VG-AnyLAN，还有ATM25？直到最近，它们还都被认为是可能会对局域网技术产生重大影响的技术。然而两者都没能成功。

关于100VG-AnyLAN和ATM25的故事并不独特，两者都是未能达到市场预期目标的复杂的网络技术。当然，这种失败不是一种新现象。例如，80年代早期的三种主要的局域网技术：以太网、令牌环和Wangnet，其中Wangnet也许有的读者已不记得了。它是一种宽带的，基于同轴电缆的，能够支持数据、声音和视频的局域网。如表1-1所示，市场对这三种技术的接受程度是与它们的复杂程度成反比的。

表1-1 80年代的局域网技术

局域网技术	技术复杂程度	市场接受程度
以太网	低	高
令牌环	中	中
Wangnet	高	低

结论：一种技术允许一种新的商业行为方式存在，但这并不意味着人们必定会接受这一技术或这一新的商业行为方式。

结论：某些技术将会市场中失败，一种最先进最复杂的技术并不能保证该技术不被市场所淘汰。

上述原则将导致网络专业人员从某种不同的角度去看待自己的工作，尤其是选择最复杂的技术不应当是他们工作的核心内容。如前所述，某些非常复杂的技术最终也会被市场所淘汰。新的工作方式不一定是必需的，例如，桌面视频会议的技术已经存在有数年了，但到如今还没有几家公司认为这种新的工作方式值得付诸实践。网络专业人员工作的中心内容应当是：

结论：网络专业人员的一项基本责任是用最合适的技术来解决所在公司愿意斥资解决的问题。

网络专业人员在评估网络技术时，他们需要知晓一个事实，那就是业界已经见惯了在引入新的网络技术（如100VG-AnyLAN、ATM25、ISDN、SMDS和ATM）时重复出现的技术虚假宣传现象。该现象周期如图1-1所示。

技术虚假宣传现象周期从技术生命周期的早期开始，通常以商业出版界第一篇用某些抽象术语介绍该技术所带来的好处的文章为起点。由于在这个时候还没有产品发货，人们往往

将只看到该技术所带来的优点。人类的本性使得人们相信很快将会出现一个新技术来解决许多网络问题（即便不是解决所有网络问题）。

这一现象将因数家厂商发出的第一批客户订货而得到升级，紧接着的商业杂志中的一系列文章通常使网络社会进入膨胀状态。这些文章用热情洋溢的语气描述产品的最初试验，并附带有对正在使用这一新技术的某业内人士的采访，这种采访的目的就是表明此人有远见地试验了新技术或者解决了某些主要的网络问题或者使公司运行比以前高效得多。

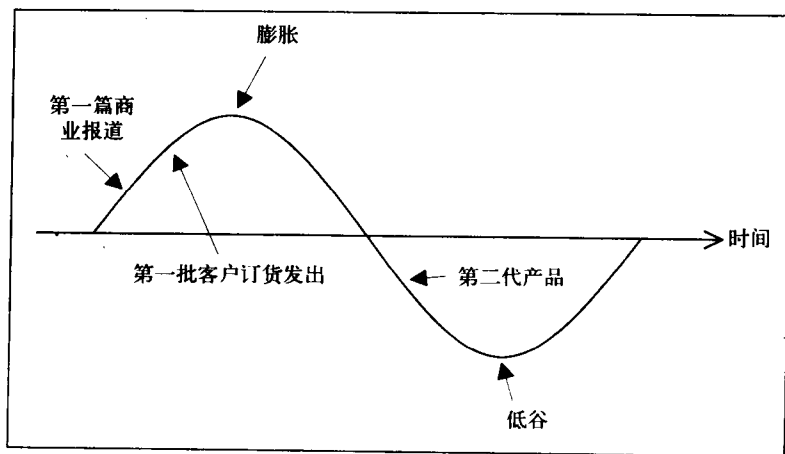


图1-1 技术虚假宣传现象的周期

然而在多数情况下，在这些报道出现后不久，第一篇关于该技术第一代产品的缺点的文章就会见诸报端。这些负面报道的文章出现的时间也差不多是下一代新技术正处于技术虚假宣传现象周期中上升阶段的时候。负面报道文章的出现与另一新技术未经验证的前景相结合，使技术虚假宣传现象周期进入低谷阶段，从而使某些技术从此未能重新获得好的市场地位。但是仍有许多技术，结合第二代产品的改进，以及对其用途的更切实际的预期，在某种程度上反而抵消了其负面影响。

第三层交换是否会遵循相似的技术虚假宣传现象周期？答案是肯定的。事实上，该周期早就已经开始。几家厂商声称第三层交换将能够使网络的性能提高10倍而同时使成本下降到1/10，即性价比改善达100倍！这些声明是否会使其他技术因此而完全失去市场？依据本书详细阐述的原因，答案是绝对不可能！尽管我们相信第三层交换对于大多数（即便不是全部）大中型企业来说将是一项关键技术。目前人们正在讨论或已经部署的第三层交换技术有多种实现方法，但我们断定其中某些方法如同以前的某些网络技术一样，将会被市场所淘汰。

1.2 新技术的驱动因素

1.2.1 网络业务流

如果说当今信息产业（IT）有什么特点的话，那一定是大量新的不同计算方式的发展。仅仅在几年以前，各公司才从基于大型机的应用向客户/服务器方式的应用转变。然而向客户/服务器计算模式的转变对于网络业务流的大小和类型产生了显著影响，同样也对系统开发方式产生了显著影响。在大型机计算环境中，系统开发过程通常很长，且文档配备齐全，并配

有总评和释义。这种规范化形式通常会把网络机构牵涉进来，使它们弄清楚正在开发的项目并对网络需求进行量化。

与此相反，客户/服务器计算环境的特点则是短的开发周期以及更多地使用简易软件。然而在此有一个矛盾，即网络专业人员更好地规划和管理未来网络容量和预算需求已越来越重要，但行动起来却越来越困难。

结论：从大型机计算模式中迁移出已使量化未来网络需求变得更加困难，同时根据需求进行预算也变得更加重要。

将客户/服务器应用模式视为过时的观点显然是欠成熟的，但大多数网络专业人员考虑的重点已经转移到内部网应用模式上了。例如，大多数企业正在或即将部署大规模的内部网应用。与此同时，多数企业正在将服务器集中以降低分散管理的费用。这些因素无疑将导致局域网中业务流的显著增加和网络之间业务流类型的显著改变。

传统的网络界有一个规则，即局域网内的业务流类型遵循“80/20规则”：子网络内的业务流占80%，跨越子网络的业务流占20%。但是我们认为“80/20规则”对于多数企业网络已经不适用了。目前来判定这一规则是变为50/50还是20/80尚为时过早，但很明显，跨越子网络的业务流所占的比重已越来越大了，相应地对局域网中路由功能的需求将不断增加。

结论：局域网中的业务流有两个突出的特点：总的业务流在增加；子网络间的业务流在增加。

为了解释这一概念，假设网络业务流的总量不变，且网络业务流比例由80/20变为20/80。这意味着需要在子网间进行路由的业务流增加到过去的4倍。这是否意味着网络中需要4倍的路由器呢？答案是否定的，实际上需要比4倍更多的路由器。因为当路由器数量增加时，路由器之间的联系与合作占路由器全部工作的比重就会增加。

结论：随着子网络间业务流的增加，路由能力也相应地需要增加。

举例来说，假设路由能力增加4倍需要6倍的路由器。现在如果业务流类型改变的同时业务流的总量翻了一番，那么网络中所需的路由器总数为原来的12倍。如果按照传统的路由产品的成本进行计算，这对于大多数IT经理来说无疑都是一个难以接受的预算。

结论：即使是局域网内子网络间业务流的适度增加伴随着总业务流的适度增加，都将使得采用传统的路由器来满足路由功能的需求在经济上不大可行。

1.2.2 网络资源

当今IT行业的另一个特点是网络需求的增长与能够获得的网络资源（包括人力和预算两方面）之间的巨大差距（见图1-2）。由过去的经验可知，通常网络业务流的增加为每年40%左右，而网络资源的增长约为每年5%。注意，如果业务流以每年40%的速度增长，则总的业务流大概每两年翻一番。

而且，在商业和网络环境中还没有迹象表明图1-2所示的情形将会发生改变。必须看到这只是平均增长率，有些企业的增长速度要快得多。某些企业的网络增长速度要缓慢一些，但有些企业的网络业务流的增长速度已接近每年100%。在网络预算方面，我们所熟悉的约10%的企业其预算保持两位数的增长速度，而还有10%的企业实际上在压缩它们的预算。

结论：为了保证成功，网络专业人员必须使其网络具有良好的成本效益比。提高网络成本效益的主要量化措施是降低单位成本。

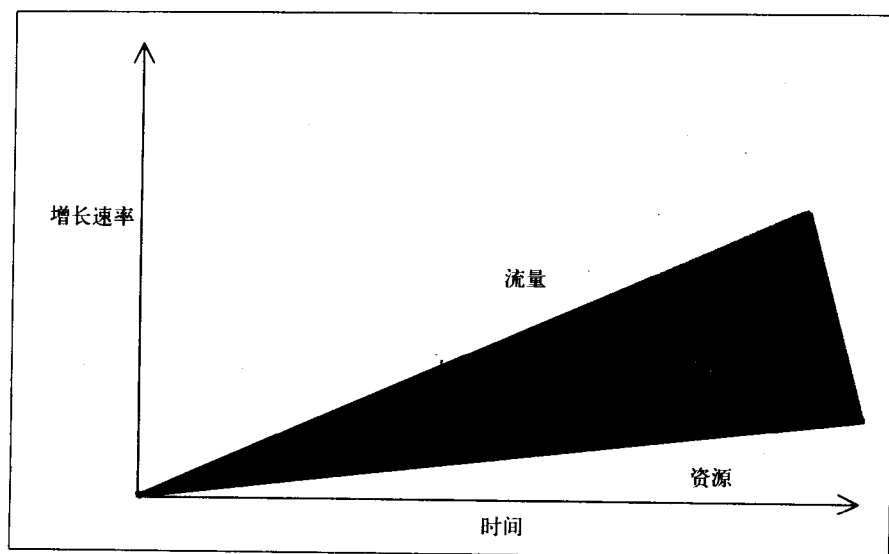


图1-2 网络需求与可供资源之间的差距

我们相信第三层交换技术能够在市场中获得成功，因为它使得网络专业人员可以用更有效益的方式操作网络。关于这一点稍后将在本书中进一步讨论。

1.3 从根本上评估新技术的标准

前面讲过一些新技术会在市场中淘汰。这对于一个企业，尤其是处于领导地位的企业的网络专业人员来说是一个矛盾，因为这些企业为了保持或获得竞争优势，往往在一个新技术出现的初期便采用它。网络专业人员所面临的挑战就是必须选择在市场中有极大成功可能性的新技术以最大限度地降低风险。我们建议采用表1-2所列的标准来判断一项新技术的市场前景。

表1-2 根本上评估新技术的标准

该技术解决了人们希望解决的问题了吗？
该技术是此问题的第一个解决方法吗？
如果该技术不是第一个解决方法，它比其他解决方法明显优越吗？
技术复杂程度对于所解决的问题来说是合适的吗？
该技术代表一种长远的解决方案吗？
所有的技术细节适当吗？
实施该技术需要付出很大的努力吗？
有没有明显的非技术风险？

下面以第三层交换为例来评估其市场可行性：

1) 该技术解决了人们希望解决的问题了吗？第三层交换技术所针对的问题是显著地改善路由特性的同时显著地降低路由的成本。这是随着网络需求的增长和变化，网络专业人员必

须不断解决的问题。

2) 该技术是此问题的第一个解决方法吗? 很明显, L3交换不是提供路由功能的第一种方法。早在十多年前路由器就已经得到应用, 然而L3交换是在使路由性能显著增强的同时而使路由成本明显降低的第一种技术。

3) 如果该技术不是第一个解决方法, 它比其他解决方法明显优越吗? 由于L3技术已经是第一了, 所以这一标准在这儿不适用。

4) 技术复杂程度对于所解决的问题来说是合适的吗? 正如本书将要讨论的, L3交换的不同实现方法的技术复杂程度大不一样, 网络专业人员的一个任务就是要确保他们所选择的实现方法具有适当的技术复杂程度。

5) 该技术代表一种长远的解决方案吗? 获得更丰富的路由功能的同时还要控制成本这一要求永远不会过时; 另外, L3交换技术的一个基本特点, 即在硬件中提供更多的功能是一长远的设计趋势。因此, 我们相信第三层交换是一种长远的解决方案。

6) 所有的技术细节适当吗? 从总体上来说, 这个问题的答案是否定的。一些厂家还没有产品发货出去; 另外一些厂家发出的产品有严重的不足, 如端口密集度低或者性能不足。另外, 实现附加值功能(例如服务质量)的标准尚在拟订之中。但是我们相信目前一些可行的产品正在发送之中, 而且市场也将很快成熟。

7) 实施该技术需要付出很大的努力吗? 对于这个问题的一个总的回答也是否定的, 因为所需的努力程度与你所选择的L3交换的实现方法有关。例如, 某些设备几乎无需什么努力就可以在网络中进行部署, 因为设备能够自动获得其他网络部分的情况, 而另外某些设备需要与路由器相似地安装和配置。

8) 有没有明显的非技术风险? 这里所指的风险往往与机构有关。由于第三层交换通常由目前部署路由器的同一机构来部署, 所以我们看不到明显的非技术风险。

1.4 第三层技术的定义

在准备资料的过程中, 我们发现一个现象, 那就是许多术语表示的是同一事物, 而同一术语又会代表不同的事物。为了让读者有一个清楚的概念, 我们必须从一些背景知识开始, 介绍在本书的讨论中所使用的一系列标准定义。如表1-3所示, 第三层(L3)指的是网络层, 第二层(L2)则为数据链路层。

表1-3 开放系统互连(OSI)参考模型

层	名 称
7	应用层
6	表示层
5	会话层
4	传输层
3	网络层
2	数据链路层
1	物理层

首先我们必须弄清楚, 网络互连功能是第三层交换和路由技术中的一个重要的基本概念, 而交换机和路由器则是指网络互连产品。实际上, 基本的网络互连设备有三种: 网桥、路由

器和网关。交换机是一种高级网桥，路由器就是路由器，而网关工作在第7层（应用层），与本书所讨论的无关。

交换的基本功能就是转发业务流，将输入端口与输出端口对应起来。交换机的体系结构和实现方法（例如交换矩阵或TDM总线）决定了在什么时候进行对应以及如何对应。通常我们对于第二层报文交换非常熟悉，它使用目标端口的MAC地址（如以太网第二层中的媒体访问控制子层）来决定输入信息包的下一步流向。

路由的基本功能是：

- 路由处理（路径确定、路由表的维护）。
- 业务流转发（地址解析、计数器维护、报文头重写）。

地址解析的实现通常是以部分（或全部）第三层目标地址为索引来查找相应的第二层MAC地址。（后面我们将特别关注表的查找，并把它作为区别第三层交换不同类型的关键组件。）路由选择具有比传统的第二层交换更大的网络视野（即对应第三层）。

我们用特别服务来指不同的交换和路由产品所实现的其他功能，这些功能差别可能会比较大，例如：

- 将业务流转换为适于在广域网中传输的格式。
- 业务流身份的认证。
- 报文过滤（如出于安全目的）。
- 将业务流从一种格式转化为另一种格式（例如，从令牌环格式转换为以太网络格式）。
- 协议封装或隧道功能。

网络互连的第一种设备网桥用于将两个局域网段连接起来。它比中继器要略微好一些，后者仅仅简单地将所有业务流从一个端口拷贝至另一端口，而网桥能够“知道”各个网段中设备的第二层地址。这意味着网桥可以根据所知道的目标位置将业务流从一个网段转至另一网段。下面我们来看一下市场如何区分路由器与交换机：

- 交换机提供交换功能，也可能提供一些特别服务（如报文过滤）。
- 路由器提供路由功能、交换功能以及特别服务。

在本书中，进行如下区分是很有用处的：

- 第二层交换可以：
 - 根据第二层（L2）地址转发业务流。
 - 执行交换功能。
 - 可能提供特别服务（例如报文过滤）。
- 第三层交换可以：
 - 基于第三层（L3）地址转发业务流。
 - 执行交换功能。
 - 可能提供特别服务（例如认证）。
 - 执行或不执行路由处理。

说句题外话，与第二层交换的特别服务相比，您可能更希望获得第三层交换的第三层特别服务。

有了这些背景知识，下一步就是将第三层交换进行分类，采用的方法基于Strategic 网络公司的创立者和董事长Nick Lippis在1997年初提出的观点，即将第三层交换分为两个基本类

型：一种在第三层对每个信息报文都进行处理；而另一种则不是这样。我们将前者称为报文到报文第三层交换，而将后者称为第三层流交换（详见第4章）。

在报文到报文第三层交换中，又可以作如下区分：

- 传统路由器（1995年以前开发的产品，大部分功能由软件完成，更晚出现的路由器可能会使用硬件缓存以提高报文转发的性能）。
- 学习型网桥（基于第三层地址转发业务流，但不进行路由处理）。
- 路由交换机（基于第三层地址转发业务流，并且进行路由处理）。
- 现代因特网路由器（“现代”意味着突破传统路由器的性能不足，即吞吐量限制、时延及时延变化）。

传统路由器一直用于局域网间的网络互连（例如，以太网与令牌环网的互连），用以连接不同的IP子网络，最近也用于连接不同的虚拟局域网（VLAN）。“学习型网桥”这一术语用于描述一小类仅比第二层交换多一路由功能的产品，它们被动地获取第三层地址映射的能力迅速即成为其他类型产品的一个受软件控制的可选功能，因而不受特别的注意。本书主要就是介绍另外两类产品的新的和令人感兴趣的特点，以及如何应用它们使网络发挥最佳效益。之所以选择这两类产品作重点介绍，是因为它们所具有的性价比要比传统路由器高1~2个数量级。关于路由交换机和现代因特网路由的详细特点将在第4章中给出，第5和第7章分别介绍产品案例和实现方法。我们并非提供一部介绍厂家或产品的百科全书，但我们所选择的产品和方法都是当前居市场领导地位的和在新兴企业中有代表性的。

将第三层流交换进一步分类要困难得多，因为它们所采用的实现方法非常广泛，延伸至数据报文概念领域以外甚至涉及到ATM中的信元。另外，这些实现方法所包含的内容远不止将功能由软件实现变为硬件实现——它们基本上是处理传输数据的新方法。因此，我们将讨论体系结构而不是具体的产品。其中有两类方法非常有用：以终端系统为中心和以网络为中心的方法。以终端系统为中心的实现方法要求在所有参与的终端系统进行软件安装或修改；而以网络为中心的方法则不需要，它们在网络设备内提供相应功能。关于这些方法的详细特点将在第4章中给出，第6章和第7章分别介绍产品案例和实现方法，同样只是选择了一些案例，而没有提供全部的介绍。

1.5 其他支撑技术

除了交换和路由技术外，新的第三层技术的成功与其他正在开发的技术有着密切联系，我们将简要介绍如下。

1.5.1 虚拟局域网

虚拟局域网（VLAN）是为解决大型交换式网络中的广播问题而开发的，这种大型交换式网络通常称为平面型网络——没有任何路由，每个网络构成了单独的广播域。设备越多，越有可能产生大量的广播流通过网络，从而极大地消耗网络带宽资源，甚至在整个网络内产生广播风暴。广播限制通常在第三层进行，通过网络地址来区分不同的广播域。第一个VLAN是第二层设备的逻辑分组，用来模拟第三层的广播域，这样只有通过路由，业务流才能在不同的VLAN之间流动。可以将VLAN想象为一个封闭用户组（CUG），第二层交换机在其中充当业务流的交通指挥。只有路由才具备相应的信息和能力来将它们连接起来。因而，VLAN

已经成为一种更为广义的机制，在第二层、第三层或其他策略性能上都有相应的定义。VLAN与第三层交换的结合尤其有用：

- 防止来自使用不可路由协议（如NetBEUI）子网的广播加重整个网络的负担。
- 隔离遗留协议（如IPX）由传统路由器来处理，而不由第三层交换来处理。

IEEE正在为VLAN制定两个重要的标准。802.1p用来加速时间敏感数据在不同VLAN之间的传输和限制VLAN间高带宽的组播业务流，该协议通常被称为VLAN标记协议。802.1Q即VLAN中继协议，其目的是为了在连接不同的VLAN时省去支持VLAN的交换机和路由器之间所需要的直接的物理连接。如果没有这些标准，所有VLAN方案都是专有的，不具有互操作性。所有主要的供应商都声称当标准出台时他们的产品都会支持这些标准，但我们建议读者还是要小心为好。

1.5.2 NHRP

下一跳解析协议（NHRP）是互联网工程任务组（IETF）正在开发的一种新的路由协议，它是针对大型网络中的路由问题而开发的。NHRP被设计为当两通信终端不在同一广播域内时，允许在传输过程中由源端（主机或路由器）来决定合适的下一跳网络层地址和MAC地址。图1-3描述的是独立逻辑IP子网（LIS）的概念，其中：

- LIS内的所有成员拥有相同的IP网络号/子网络号及相同的地址掩码。
- LIS内的所有成员与同一子网络直连。
- 与LIS外的所有主机和路由器的连接都通过路由器。
- LIS内所有成员之间的访问直接进行（无需通过路由器）。

在传统IP路由中，主机“a”与主机“b”之间的通信必须通过向属于各自子网络的路由器发送数据报文来进行。跨越这样一个路由器被称为一跳。在大型互连网络中，要到达目的地址可能需要许多跳。

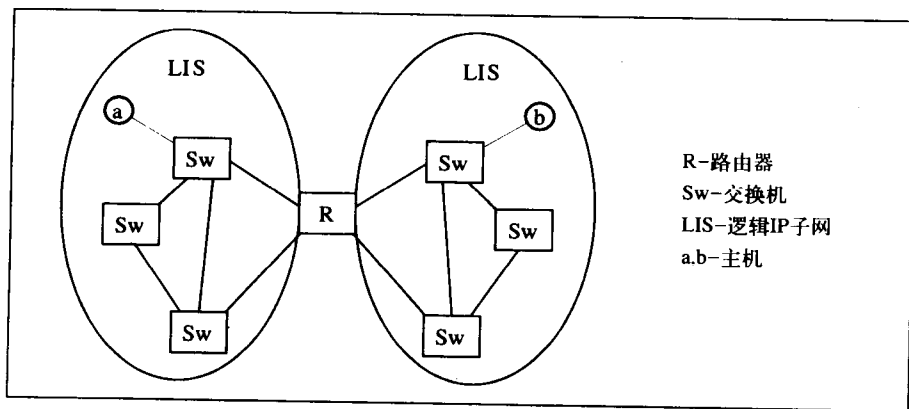


图1-3 逻辑IP子网构成互连网络

NHRP不是基于LIS模型的，而是基于本地地址组（LAG）的。在LIS中，将业务流转发至本地还是远端，是由IP地址信息决定的；而在LAG模型中，将业务流转发至本地还是远端不再与地址信息相关，而是与服务质量和/或业务流特征联系在一起。因此，整个网络内的任

何两个终端可以直接进行通信，而与地址毫无关系。这就要求网络内的任一主机或路由器能够把网络内另外任一实体的IP地址解析为MAC地址。NHRP使用客户/服务器方式来提供这种机制，而该机制是MPOA（ATM之上的多协议）必不可少的要素之一。

1.5.3 RSVP

ATM的支持者一直宣扬ATM的一个优点是：它能够给不同类型的网络业务流分配不同的服务质量（QoS）参数（例如，带宽分配和优先级）。这样在网络中就可以接受不同质量的服务。随着在局域网中传送声音和视频流的兴趣的增长，人们开始希望能否在以帧为基础的IP环境中设计出相似的技术来。IETF正在开发的资源预留协议（RSVP）正是为了实现这一目的。RSVP将网络业务流视为一系列的流，流就是从一个源应用发向某一个或某些目的应用的一串数据。流可以会聚成共享相同资源特征（如多个语音交谈）的“会话”。RSVP服务的需求由应用给出，它通知网络它希望获得的网络资源（例如，比特率或者数据报文最大值）。目前已经定义的有两类服务：面向连接业务流的保证质量的服务和控制负载的服务，后者提供与未加载网络所提供的尽可能等同的服务。下面的链路层负责传送相应级别的服务。对于ATM，RSVP信息被直接映射为ATM的服务类别；其他数据链路技术（如以太网）则使用缓冲和特殊排队机制来实现相似的结果。有一点非常重要，那就是RSVP只是一个发送信号的协议——它本身并不分配任何网络资源。

1.5.4 IP组播

本质上说，IP组播是一种节约网络带宽资源的方法，用于需要在互连网络中将同一信息从一个源端发送至多个目的端，但又不是发给所有终端的情形。其核心在于不能将业务流在第二层中向所有地方进行广播。这里所需的是加入和退出组播分组以及记录所有分组情况的机制，然后智能路由器能够将业务流只转发至要去的目的地，而智能交换机将业务流重复发至目的地所在的那些端口。其中所涉及的最重要的协议为：

- IGMP（因特网组管理协议）。它提供建立和更新组内成员的功能；
- DVMRP（距离矢量组播路由协议）。它使路由器在网络中发现充足的组播路径，但在扩展方面有些限制；
- PIM（协议无关的组播）。它在DVMRP基础上进行改进，与所有的单播协议协同工作。它有两种模式，密模式（与DVMRP相似，适于稳定的集中的分组）和稀模式（适于经常变化且分散很广的分组）。

具备这些背景知识，您就可以开始深入考察第三层交换技术了。

第2章 技术评估的框架

2.1 简介

本书主要围绕局域网的前沿技术——第三层交换，然而本章将介绍与局域网架构的演变有着密切关系的诸多因素。例如，多数情况下机构在升级其局域网的架构时，技术是否领先往往并不是决策时的主要依据。另外，有许多公司的策略甚至就是直到某一技术已经有数年的成功应用之后才采用这一技术。这些机构不采用最前沿的技术是为了避免局域网升级时一些不必要的风险。除了降低风险这一标准之外，这些机构在选择技术时还有其他一些标准，本章2.2小节将就此展开详细讨论。

网络专业人员在选择某一新技术时的一个主要依据是成本。成本似乎是一个很好理解的概念，然而局域网设备供应商常使用一个与成本相关的不同术语——“投资回报（RoI）”。2.3小节将给出他们所谓的投资回报的定义，并详细说明实际上确切计算局域网升级的RoI是不大可能的。此外，还提供了一些对提供网络服务的成本进行量化的其他资金指标，这些指标可供网络专业人员使用。

我们曾经参与过几个升级局域网架构的项目，其中项目实施组的工作与高级主管的愿望明显脱节。在最好情况下，这种脱节将大幅延缓项目的完工；而在最坏情况下，最终导致项目的失败。2.4小节将给出一个商业模型，网络专业人员可以利用这一模型，以网络架构和新厂家产品为出发点，来确定上级主管的期望以及其中哪些是可行的。

最后，就算在局域网升级时企业的目标和技术要求与厂家所提供的产品一致，也通常会存在一些问题——哪些因素决定了升级局域网架构的最佳时机？2.5小节将讨论规划网络容量的过程，用以确定这些因素。

2.2 决策标准

我们曾帮助许多机构确定他们在选择网络技术时的决策标准，常采用下面的方法来进行：

- 由网络部门召开大脑风暴会议来产生一系列决策标准。
- 对这些标准进行清查，以进行完整定义，将重复的标准整和。
- 对标准的重要程度进行确定，标明其中最重要的一些标准。
- 对标准按照相互之间的联系进行分组。

通常情况下产生的分组包括适用性和可管理性、技术和体系结构以及厂家和价格。

表2-1列出了在大脑风暴会议中最常出现的一些标准，及对其进行的分组。

表2-1 典型的决策标准及其分组

标 准	分 组
支持（定义：在问题出现之前就通知我们）	适用性和可管理性
操作简单	适用性和可管理性

(续)

标 准	分 组
报告反馈 (定义: 将有用数据列成表单的能力)	适用性和可管理性
低的拥有成本	适用性和可管理性
可管理性	适用性和可管理性
性能 (定义: 吞吐量大小且时延低)	技术和体系结构
开放性	技术和体系结构
附加值 (专有) 特性	技术和体系结构
帐户功能 (定义: 测量使用量的能力)	技术和体系结构
可靠性 (有多种定义: “不失效”、“低的MTBF (平均失效间隔时间)”及“低的MTTR (平均修复时间)”))	技术和体系结构
互操作性	技术和体系结构
界面	技术和体系结构
多协议支持	技术和体系结构
体系结构	技术和体系结构
容错能力	技术和体系结构
可扩展性 (有多种特种, 包括模块化、接口的数量和类型、所支持的技术)	技术和体系结构
零部件 (定义: 零部件可升级能力)	技术和体系结构
产品未来发展方向	技术和体系结构
最初价格	厂家和价格
厂家生存能力 (定义: 5年后状况如何)	厂家和价格
相对地位 (定义: 企业E对于该厂家的重要程度)	厂家和价格
是否是产品家族中的一种	厂家和价格
该厂家开拓新产品市场的历史记录	厂家和价格
该厂家在业界的地位	厂家和价格

下面是针对表2-1中的各个分组所总结出来的一些主要结论。

2.2.1 厂家和价格

就标准的重要性而言, 通常这一组标准远不及另外两组, 但这并不是说它就不是一个重要因素。重要因素与决策标准之间有一些细微的差别, 例如, 很多企业不将具体选择哪一家的产品作为一个决策标准是因为他们早就已经有了可接受厂家的清单。所以选择厂家并非不重要, 在某种意义上说甚至相反, 选择厂家是那么重要以至于企业通常都有自己可接受的厂家的清单。

低的最初价格对于网络专业人员来说算不上主要的决策标准, 与前面相似, 这也并非意味着它不重要。确切地说, 网络专业人员往往不指望清单上厂家的设备在最初价格上有什么大的差别, 而且他们对于采纳低的网络总体拥有成本作为一个决策标准的反映也不热烈。虽然许多网络专业人员在大脑风暴会议中提到这一决策标准, 但很少受到特别重视。其中的原因可能多种多样, 但共同的一点就是厂商都声称如果采用他们的产品, 则与其竞争对手的产品相比, 可以降低总体拥有成本, 而这样网络专业人员通常很难在其中发现什么实质性的东西。

结论: 多数网络专业人员对于厂家所谓他们的技术能够降低网络总体拥有成本这一

说法并不大相信。

2.2.2 适用性和可管理性

在大多数时候，这一组决策标准都最受重视。该组的重要性源自两方面因素。一方面是对当前所获得的好或差的服务的切身感受。差的服务有多种表现形式，包括缺乏关于新产品的信息，关于功能和产品需求的错误信息，以及有时客户团体方的矜持与傲慢。一所大学曾将厂商分为两类：“黑夜厂商”和“白昼厂商”。他们说黑夜厂商正逐步失去客户，原因完全是其劣质服务，尤其是与模范的白昼厂商相比较时。最让人感兴趣的还在后面，某大型保险公司也曾抱怨他们的主要供应商所提供的劣质服务，而这个供应商正是向前面那所大学提供模范优质服务的厂家，即白昼厂商。

结论：厂商向客户所提供的服务质量因多方面的因素而相差很大，例如客户团体方的组成成员，以及该客户对于厂家的重要程度。

使适用性和可管理性受到特别重视的另一方面原因是网络管理重要性的增加。之所以这么说是因为在与数百个网络专业人员的交谈或调查中，80%~90%的人员都谈到网络管理要比仅仅18个月以前明显重要得多。他们给出的原因是非常实际的。他们还认为网络对于所在公司的业务是至为关键的，因为他们经常要在非常有限的经费下管理越来越多的东西。眼下他们将网络管理视为他们成功与否的关键所在。

结论：高效的网络管理对于网络专业人士的成功是至为关键的。

然而他们同时又认为虽然网络管理的重要性日益增加，但所获得的网络管理工具大多没有安装，或者安装了但并没有使用。关于这一点还没有有效的统计数据来加以证实。

结论：网络管理的重要性与该结论的影响之间有着明显的差距。

2.2.3 技术和体系结构

此组的决策标准有时看得比适用性和可管理性更重要，很少被认为远不及后者重要。将技术和体系结构看得比适用性和可管理性更重要的机构往往有着明确定义的短期需求。例如，曾有一个客户希望快速部署第三层交换技术，他们认为过一段时期后，各个厂家的产品之间也许几乎不会有什么明显的技术差别。但是由于当前产品的不成熟，他们希望选择具有最少技术缺陷的产品。

在拜访网络专业人员时发现的一件令人感兴趣的事情是他们如何看待竞争产品所声称的性能特征。我们发现，在选择网络设备时，客户希望设备具有满足他们需求的强大性能，而大多数网络专业人员对于那些超过自己所需的性能并不是特别感兴趣。因此，性能更像是需要逐项核对的需求，而不是取舍标准。

2.3 资金

当前的商业环境用1996年8月12日的《时代》杂志封面故事的标题来形容是最恰当不过的了——“工作即地狱”。更进一步地说，各行各业已经并将持续在无情的压力下变得更加高效率。在机构内，对于那些并不产生收入的职能部门来说，这一压力要强烈得多。网络部门几