

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。

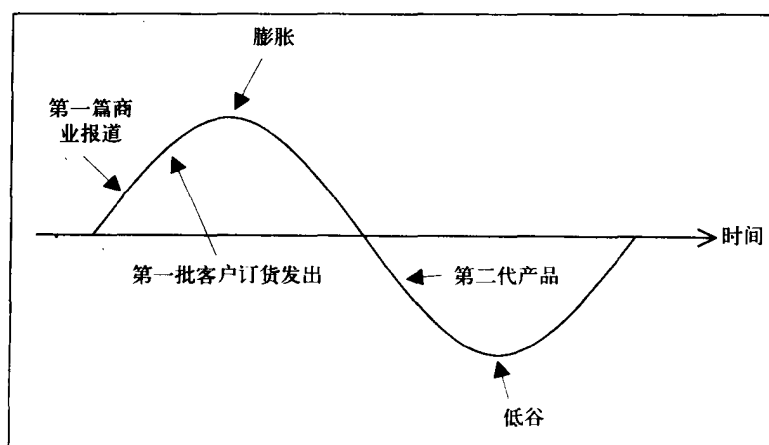


图 1-1 技术虚假宣传现象的周期

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。

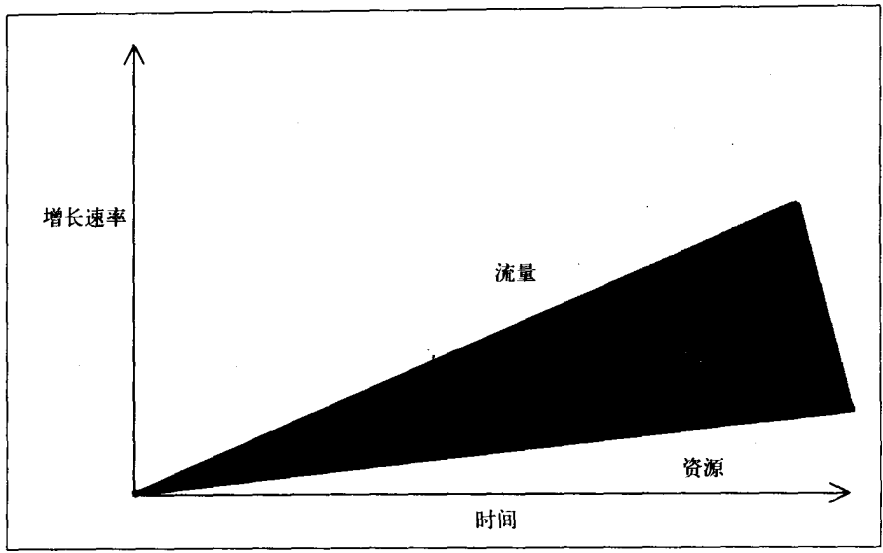


图1-2 网络需求与可供资源之间的差距

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 从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。

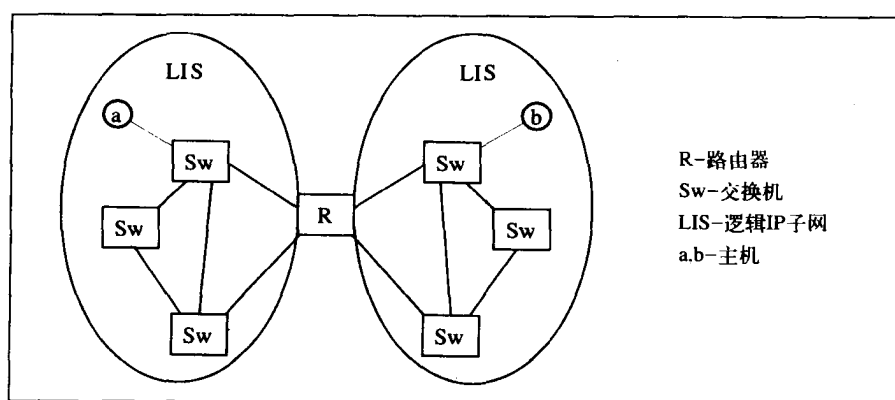


图1-3 逻辑IP子网构成互连网络

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

乎无一例外属于这种情况，他们依靠产业部门的收入来源，而开销往往占到公司整个收入的0.5%~2%。像林业和制药一类的行业多在这个范围的低端，而像计算机和金融一类的行业多属于高端。

在当前商业环境和相应要求公司更加高效运转的压力情况下，网络专业人员需要更清楚其局域网架构中主要的高成本部分和成本要素。搞清楚这一点将有助于网络专业人员完成两项关键任务，一是对不同方案的网络总体成本进行比较；二是更好地解释技术投资，如第三层交换的必要性。

如表2-2所示，局域网的总体拥有成本主要由三个部分组成，它们分别是：

- 资产设备（与运行网络直接相关的硬件和软件购买费用）。
- 人力费用（规划、设计、实施和管理网络的所有人员的总费用（薪水加额外奖金））。
- 设施（线缆布设、办公用房、硬件和软件维护及网络运行所需用品的总费用）。

表2-2 局域网拥有成本的主要部分

资 产	人 力	设 施
集线器	网络设计	电线/电缆布设
路由器	网络配置	设备维护
服务器	助理人员	软件维护
网卡	运行支持	办公用房
第三层交换机	地址管理	电源
网络管理硬件和软件	实施	空调
远程访问硬件和软件	搬迁/增加/修改	广域网电路（如果有必要）

图2-1 清楚地显示了局域网总体拥有成本中资产、人力和设施三部分分别所占的比重。注意到在该局域网中，没有广域网电路的费用。图2-1表明，在传统局域网成本中，人力费用占主要部分，其次为资产部分，设施部分所占费用较少。

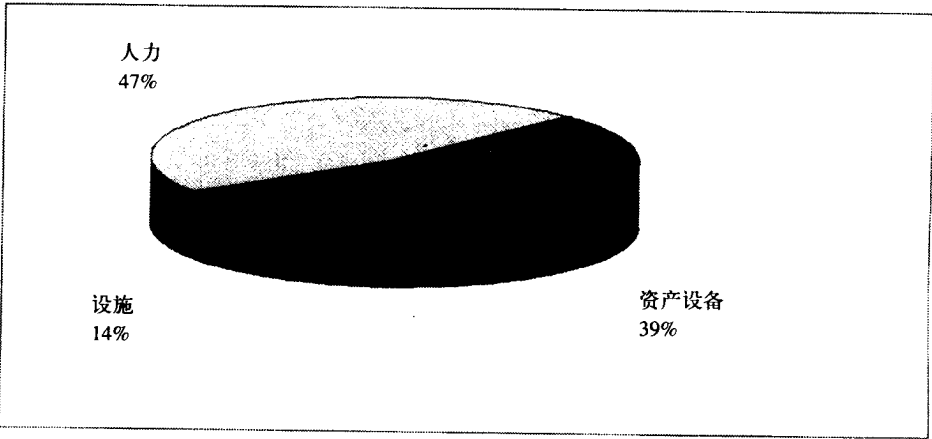


图2-1 局域网成本各部分

结论：为了更多地提供经济高效的局域网服务，网络专业人员必须至少给予人力费用与设备费用相当程度的重视。这可以理解为需要选择易于实施和之后运行的设备，

同时改善网络管理。

还有一个经常用于分析投资的资本指标为投资回报 (RoI)。笼统地说, 投资回报分析的前提是如果网络专业人员做了投资, 通常则对新的网络硬件的投资将会节约一笔可以量化的开销。最好情形下, 在一个短的时期内 (即回报期), 节约的开销与投资相当。在最后时期 (为了与硬件折旧一致, 通常定为3年以后), 计算出公司的最初投资所产生的年均回报率是有可能的。

计算出RoI是一件令人向往的事, 但对于局域网升级, 这样做是非常困难的。典型的局域网升级将会增加资产开销, 但很少会产生可度量的人力或设施费用的降低。举例来说, 通常要计算当局域网升级时因部署新的硬件而将网络管理者解放出来的时间。假设该分析表明部署新的硬件能够使网络管理者10%的时间空闲出来, 且一共有30名网络管理者, 则该分析通常会得出结论, 认为这相当于该公司可以节约3名全职雇员。而企业的首席财务官 (CFO) 往往发现并没有人员减少。这即是说, 可以省去一些开销, 但没有真正地降低开销。另外, 不同局域网解决方案的成本比较也经常被认为是一项RoI分析, 它是一项重要的分析, 与这里所指的投资回报分析不同。

结论: 通常, 确切计算局域网升级的投资回报 (RoI) 即便可能, 也是非常困难的。

由于计算局域网升级的RoI通常不大可能, 因而建议网络专业人员采用别的资金分析形式。这里特别推荐使用单位成本指标。单位成本指标有四项准则, 它们是:

- 面向终端用户。
- 易于理解。
- 与决定网络成本的因素密切相关。
- 网络专业人员可以人为调节。

结论: 网络专业人员应当确定和管理一套单位成本指标。

以传送声音的网络为例, 与局域网不同的是, 它有一个易于理解的单位成本, 即每分钟通话的成本。假设一个名为Call Centers的公司每次通话的费用为10美分, 每个月需通话100万次, 那么它每个月进行语音通信的费用为10万美元。

在多数情况下, 网络专业人员无法控制语音信息的时间长短, 但他们能够对语音信息的单位成本进行某些控制。他们可以从技术上降低这一成本, 如与服务供应商重新谈判, 重新设计网络, 以及采用更新的更经济高效的服务。

继续以Call Centers公司为例。假设通信部主管拟订一个项目, 要将语音通信的费用从每分钟10美分降低至每分钟8美分。仅就费用问题而言, 按照主管的做法, 理论上可以在年底产生积极的效益。但是, 在进一步假设降低语音网络费用的同时, 每月的语音通信实际上增加了一倍。那么, 每月的语音通信费用将上升至16万美元, 较以前实际增加60%。如果主管将以前的费用作为网络成本的底线的话, 他将不大可能看到积极的前景。

遗憾的是, 在局域网环境中, 没有哪一个单位成本指标是易于理解和有意义的。常用的局域网成本指标为每终端的年度运行成本, 其优点是易于理解, 起码在概念上是这样。对于终端上所运行的软件相对稳定的公司, 使用这一度量标准是比较好的。公司网络中的业务流没有显著的变化, 而连网的终端数目在增加。在这种情况下, 终端数量是决定成本的主要因素。这样网络专业人员能够将每终端的成本降下来, 可以说取得了成功。

结论：如果公司中运行在终端上的应用软件相对稳定，业务流没有显著的变化，那么每终端的年度运行成本是一个值得采用的单位成本指标。

但是，在多数环境中，终端上不断增加新的应用，这些应用将使网络的业务流及总的运行成本增加。在这种情况下，一个优秀的网络专业人员所能做的便是降低每终端费用的增长速度。但许多时候，降低每终端费用的增长速度并不被认为是网络专业的成功。这时，可以采用的另一局域网成本指标是局域网中每兆字节的传输费用。这一指标很好地反映了导致网络费用上涨的另一要素，即业务流增加。同样，网络专业人员是可以从技术上降低每兆字节的传输成本的，如重新设计网络，采用新的技术，以及利用网络管理使网络更加高效。

在计算每兆字节传输费用时将表2-2所列出的成本要素全部包括进去是很重要的。另外需要指出，每兆字节传输费用与每秒兆比特的费用（费用 / Mbps）之间存在很大不同。前者度量的是传输公司的业务流的费用，因而它是面向终端用户的；后者度量的是提供网络容量的费用。可以通过这样的办法来降低费用 / Mbps 指标值，就是不考虑网络的实际需求而建设一个巨大的网络。费用 / Mbps 指标用来对不同技术进行比较是合适的，但对于度量网络运行的成本效益比则不适用。

结论：如果运行在终端上的应用软件不断增加，或者业务流有显著的变化，那么与每终端的年度运行成本指标相比，局域网中每兆字节传输费用能够更好地反映决定网络成本的要素。

注意上面的规则中并没有说对于快速变化的环境，每终端年度运行成本不是一个重要的指标，它是的。这条规则说的是对动态变化的情形，每终端年度运行成本不能满足上面关于单位成本指标的四项指标中的一项，即它不容易受网络专业人员的人为影响。

2.4 三步IT商业模型

前面已经提到过，在升级局域网时网络专业人员的工作往往与机构中其他关键人员脱钩。我们开发了一个称为成功管理的管理模型，用来消除这种脱钩。该模型确定了网络专业人员必须关注的三项功能——风险承担者管理、网络优化和厂家管理。

广义地讲，风险承担者就是对于网络部门的决策有重大影响的所有人员，包括首席财政官、首席信息官或者商业部经理（BUM）。风险承担者管理的目的就是为保证网络部门与其主要的风险承担者之间有定期的有效交流。交流可以让网络专业人员更好的理解商业发展方向，然后应用传统的和新兴的技术来实现企业目标。另外，这种交流也确保风险承担者支持网络专业人员的行动，如部署第三层交换技术。表2-3详细地列出了风险承担者管理的主要部分。

表2-3 风险承担者管理的主要部分

部 分	描述/目标
客户管理功能	帮助网络专业人员了解市场已有的网络服务，收集能够促进网络服务发展的商业需求，对这些商业需求的代价进行量化
容量和预算规划处理	容量规划的结果是确定网络中的哪一部分已达到极限；预算规划处理将容量需求转化为预算需求。这些信息使网络专业人员从决策层获得足够的支持

(续)

部 分	描述/目标
服务分类	让风险承担者明白网络将给他们提供什么样的服务。服务就是使用者获得的便利，包括： • 会议（会议室型、桌面型和语音型） • 因特网访问 • 语音邮件 • 电子邮件 • 文件传输
服务级别约定（SLA）	描述各类服务的质量参数，例如对于电子邮件服务，可能规定超过1兆的邮件信息中，99%的邮件要在30分钟内发送出去
反馈报告	至少应包括生成的报告，好让用户知道他们所承担的网络费用。更详细的，应包括查询这些网络费用情况的进程
财务分析	至少应包括确定、计算并报告一些单位成本指标，如局域网中每兆字节传输费用
基准测试	将网络与其他公司相似的网络进行比较，这种比较应当与主要的财务、运行和性能指标密切相关

网络专业人员一直关注网络的优化。通常，网络优化包括网络硬件的规划、设计、实施和管理。然而，网络优化的意义在不断改变。例如，在广域网中，网络优化越来越依赖于外部提供的服务，如帧中继和虚拟专有网络（VPN）。按照这种发展趋势进行逻辑推论，公司将几乎不会拥有什么广域网硬件。

结论：由于公司将越来越多的网络功能交由外界来提供，因而网络专业人员的角色日益演变为生产厂家与网络部门的风险承担者之间的中介。

与广域网架构不同的是，大多数公司并没有将其局域网架构大量地交由外界来实现。然而，不管外包是否是主要的措施，局域网优化的意义都不得有所改变。这有两个原因：一是网络专业人员必须应付在资源稍有增长的情况下网络业务流的显著增加。采用传统的网络优化方法，这一点就算能够做到，也是非常困难的；二是网络专业人员执行风险承担者管理的需求日益增加。

网络优化中必须增加的功能包括网络基架、网络成本分析，某些时候还包括建立应用模型。表2-4列出了网络优化的主要构成部分。

表2-4 网络优化的构成部分

部 分	描述/目标
网络基架	对描述网络当前状况和发展趋势的参数进行量化，如利用率和时延
网络成本分析	有多种级别的分析，包括： • 网络运行的单位成本（即费用/兆字节） • 提供服务的单位成本，如发消息和举行会议 • 完成某一行动的单位成本，如搬迁/增加/修改，或者硬件安装
技术评价	确定已有技术或者新兴技术对于公司网络的适用程度，以及确定新出现技术的市场生存能力
应用模型	通过仿真来量化给定应用对公司网络的影响

(续)

部 分	描述 / 目标
网络设计	确保网络能够以最低的单位成本满足服务级别约定 (SLA) ; 设计工作在网络架构的范围内进行, 如进行设计以查看以太网的分段是否可行
网络体系结构	网络体系结构的目标是: • 确保所提出的商业需求能够被满足 • 与厂家管理相结合以避免购买不恰当的网络产品和服务 • 确保网络的经济效益逐步提高 它将通过以下措施来达到上述目标 • 确定对于网络最合适的技术组合 • 确定网络设计的 - 套规则
网络管理体系	主要由三部分构成, 分别是: • 获取网络业务流统计信息的工具 • 处理业务流统计信息的平台和工具 • 指示需对数据结果所做的处理, 其中包括确定最佳的组织结构
外包评价	确定某外部厂家的优势之处, 如时间、地理位置
网络使用策略	建立围绕使用网络的许多策略, 策略的详细描述包括: • 如何才是对因特网的恰当使用 • 谁拥有访问公司数据的权限

网络专业人员必须增加他们进行网络优化的办法; 与此相似, 他们也需要加强对厂家管理的认识。新环境的厂家管理中一个越来越重要的部分是制定接受具体产品和服务的计划, 它之所以重要的原因是当前越来越多的新产品涌入市场, 新产品往往没有对所增强的性能的实质性描述。表2-5中列出了厂家管理中的其他主要组成部分。

表2-5 厂家管理的组成部分

部 分	描述 / 目标
产品和服务接受计划 产品和服务原型	确保厂家的方案与公司所获得的产品和服务相符合 在生产性或试验性网络中部署某产品或服务之前先进行试用, 一般先在实验环境中试用
RFP创建和评价	本部分的目的是: • 明确公司的需求并确定优先级 • 选择一些厂家就这些需求进行交流 • 评估来自厂家的反馈信息
合同谈判和管理	确保公司所签订的所有合同都能够保护公司的利益, 尤其是在购买新技术时。我们关注的一个重点是厂家在部署新技术的指导方向上发生的改变对公司的影响
厂家策略制定	确定公司局域或广域网的恰当数量的供应商, 这是为了确保网络专业人员不被局限在某一项技术或某一个厂家
SLA 制定	这部分与网络专业人员向风险承担者提供的服务级别约定 (SLA) 相似, 但侧重点不一样, 这里所制定的SLA是为了对公司从外部所获得的产品和服务质量参数进行约定

新产品大量涌入市场的一个例子就是所有第三层交换的产品被推向市场, 所有这些设备都声称它能每秒交换数百万数据报文。网络专业人员在作出选择之前必须确定在运行具体应