

# 第 1 章 局域网设计与构建

## 本章学习目标

本章从局域网搭建前对用户进行需求分析开始，到最后工程竣工时的测试与验收、相关文件的归档，对局域网搭建过程中所涉及的问题进行了整体介绍。如何确定局域网设计方案是本章的重点。学完本章，读者可以掌握以下内容。

- 局域网搭建的整个流程。
- 网络需求分析与工程论证。
- 局域网设计方案的提出。
- 网络产品选型原则。

在计算机网络的规划与构建过程中，首先应该建立一个“系统”的概念，并遵循一定的技术方法，让这个系统有机地运转起来。按 ANSI(美国国家标准学会)的定义，系统是组织起来的人、机器和方法，以完成一组具体指定功能的集合。

要完成一个网络系统的规划，首先应当有一套系统的规划方法，尽量做到有根据、有条理，对所建系统要求的业务功能、技术规范与性能要求等方面都应该有明确的了解，并建立相应的技术文档，作为今后系统管理、维护与使用的一项依据。对于一个系统来说，一个好的系统规划是成功进行网络设计与实现的前提。

通常要采用系统工程的方法来开展网络规划与实现。在此，将设计方法规范化，局域网的实现过程可分为如图 1-1 所示的几个重要步骤。将用户需求作为设计依据，按流程图一步一步进行设计即可。

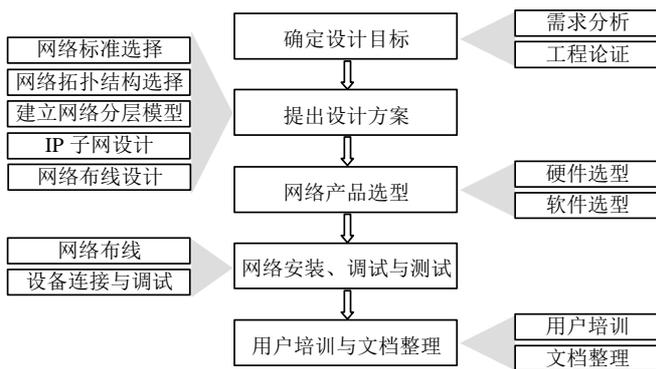


图 1-1 局域网组建的实现过程



## 1.1 确定网络设计目标

### 1.1.1 需求分析

#### 1. 用户需求信息的获得

对任何一项工程而言,需求分析都是首要的。在为用户设计一套局域网方案时,首先要清楚客户的具体需求,这对方案的设计和设备的选择起着决定性的作用。用户需求分析做得越细,对网络工程目标的确定、新系统的设计和实施方案的制订越有利,后期开发中可能出现的问题也就越少。

用户需求分析首先要进行的是用户基本情况的调研,以获取用户的需求信息。用户的问题一般是实际存在的问题或要求,往往不是用计算机网络的技术语言来表达,这就需要设计人员能够将用户的需求或问题用准确的计算机网络术语描述出来。用户的问题可能是多种多样的,但系统分析员应该能利用自己分析问题的能力和对网络的准确理解,对用户提出的问题给出确切定义,完成最初的工作。

以下是一个分析的具体事例,从中可观察用户问题与其分析结果表达方式的不同。

用户问题:有很多文件要存储,大家都用。

分析结果:需要一个大容量服务器,估计磁盘容量为×GB。

用户问题:很多人要同时使用这个软件。

分析结果:需要该软件的多用户版本。

用户问题:应用系统要求可靠性很高,工作不能间断。

分析结果:系统需要做磁盘镜像或双机热备份处理,可以给出不同的性能/价格预算。

.....

在用户需求分析环节中,一般有以下方面的信息需要了解。

(1) 地理布局。了解用户单位的楼宇及办公场所的物理位置和分布情况、相互之间的距离、建筑结构概况。如果要进行结构化综合布线或智能大厦的设计,则要获得建筑物的建筑施工图,了解大楼的建筑结构、配电间或管道井及计算机机房的位置分布与电源系统的结构等信息,了解附近是否有强的电磁干扰、有无对通信线路架设或埋设的限制等。

(2) 用户设备类型与数量。了解用户单位总人数,用户群之间的关系,共需要多少用户终端,个人计算机、服务器及其他设备(如IP电话、视频设备)的数量。

(3) 网络服务。了解用户单位需要哪些网络服务,如数据库和程序的共享、文件的传送与存取、用户设备之间的逻辑连接、电子邮件、网络互联、虚拟终端等。

(4) 容量和性能。网络容量是指在任何时间间隔内网络能承担的通信量。网络性能一般用经过网络的响应时间或端到端时延来表示。通常,当网络的通信量接近其最大容量时,响应时间就变长,网络性能就恶化。只有掌握了网络上将负担的通信量以及用户对响应时间的要求后,才能选择网络的类型及其配置,以便更好地满足用户的需求。

(5) 系统兼容。了解用户单位原有的计算机环境(如果有),计算机网络系统的功能、拓扑结构、计算机终端数量与分布,原有系统软件和数据库的种类、版本,应用软件的功能

能。大多数工作人员都比较适应原有的计算机环境，使用新的网络会面临着使用环境改变的问题。用户单位都不希望浪费原有的设备资源，这就要求在新的网络规划中要充分考虑到这一点。

(6) 经费预算。用户单位的网络系统建设可以使用的经费是有一定限额的，如果规划超过了这一限额，用户单位会难以接受，所以在需求分析时要首先确定可能获得的经费预算。

(7) 其他需求。如对人员的培训要求等。

## 2. 需求分析的基本工作

在基本情况调研的基础上，对准备建立在计算机网络上的有关业务进行分析，解决哪些部分可以实现计算机网络化、如何实现等问题。然后提出网络系统的概要设想，形成系统概要设计书。基本的用户需求分析工作可按如下步骤进行。

(1) 现行计算机环境和业务的调查分析，即对计算机系统和业务现状进行调查和分析。

(2) 调查分析和整理用户的需求与存在的问题，研究解决办法，包括对硬件环境和应用软件开发的需求。

(3) 提出实现网络系统的设想，在需求调查的基础上对系统作概要设计，可以根据不同的要求提出多个方案。

(4) 计算成本、效益和投资回收期。新系统的框架构成后，就要估算建成这个系统所需要的成本，分析网络系统建成后可能带来的各种效益(包括经济效益和社会效益)，计算投资的回收期。

(5) 设计人员内部对所设想的网络系统进行评价，给出多种设计方案的比较。

(6) 编制系统概要设计书，对网络系统做出分析和说明。用户需求分析的主要结果就是“系统概要设计”，这是组网工程的纲领性文件。

(7) 概要设计的审查，验证基本调研的结果是否与用户的需求一致，重点是对系统概要设计书进行审查。基本调研审查由设计人员、管理人员共同参与。特别是通过质量管理人员的参与来保证整个网络系统的质量。

(8) 把基本调研情况连同系统概要设计书提交给用户，并做出解释。

(9) 用户对基本调研的工作和系统概要设计书进行评价，提出意见。

(10) 研究系统概要设计书，设计采纳用户意见，对系统概要设计书进行修改，使用户需求分析的工作获得用户的最终认可。用户负责人应在系统概要设计书上签字，表示认可。

## 1.1.2 工程论证

### 1. 工程论证概述

工程论证是为了弄清所定义的项目是否可能实现和是否值得进行研究。论证的过程实际是一次大大简化了的系统分析和系统设计的过程。在投入大量资金前，研究工程的可能性，减少所冒的风险，即使研究结论是不值得进行的，花在可行性研究上的精力也不算白费，因为它避免了一次更大的浪费。

在论证过程中，需要从经济、技术、运行和法律等诸多方面进行论证，以做出明确的



结论供用户参考。

(1) 在经济方面,需要论证局域网的设计有没有经济效益,花费如何,多长时间可以收回成本。

(2) 在技术方面,包括现有技术如何实现这一方案,有没有技术难点,建议采用的技术先进程度怎样,系统有无可扩展性,可满足未来多少年内的增长需求,系统是否有冗余,所提供的稳定性能否满足用户要求。

(3) 运行可行性是指工程的运行方式是否可行,如工程中有没有一定的安全措施可以保证网络的正常运行,系统中有没有安全漏洞。

(4) 法律可行性是指工程的实施会不会在社会上或政治上引起侵权、破坏或其他责任问题。

若经过论证是可行的,则应按照国家制定的有关规定,写出系统开发和建设的可行性报告。

## 2. 可行性报告的撰写

可行性报告将向用户和上级主管部门说明拟议中的网络开发建设基础上的必要性、可行性,以及可产生的经济效益和社会效益,分析用户单位目前的信息技术使用状况和不足,给出系统概要设计的具体内容、硬件选型方案和可供选择的其他技术方案,给出与应用系统的关系说明及计算网络建设所需的经费预算,提出完成规划设计的其他保证等,作为审批立项的参考。

可行性报告一般可以按照下述内容编写。

### (1) 可行性研究的前提。

- 项目要求,如系统应具备的功能、性能、数据流动方式、安全要求、与其他系统的关系、完成期限等。
- 项目目标,如提高自动化程度、处理速度、人员利用率,提供信息服务和应用信息平台等。
- 项目的假定条件和限制条件,如系统运行寿命、系统方案选择比较的时间、经费的来源和限制、法律和政策方面的限制、运行环境和开发环境的限制、可利用的信息和资源等。
- 可行性研究的方法,说明使用的基本方法和策略、系统的评价方法等。
- 评价尺度,说明对系统进行评价时所使用的的主要尺度,如费用、功能、开发时间和用户界面等。

(2) 现有状况的分析。分析用户目前的计算机使用情况,以进一步说明组建新的计算机网络的必要性,具体内容如下。

- 说明目前的计算机系统的基本情况,以及数据信息处理的方法和流程。
- 计算机系统承担的工作类型和工作量。
- 现有系统在处理时间、响应速度、数据存储能力、功能等方面的不足。
- 用于现有系统的运行和维护人员的专业技术类别和数量。
- 计算机系统的费用开支、人力、设备、房屋空间等。

(3) 建议建立的网络系统方案。说明建议建立的网络系统方案如何实现基本目标,具

体内容如下。

- 方案的概要，以及为实现目标和要求将使用的方法和理论依据。
  - 建议的网络系统对原有系统的改进。
  - 技术方面的可行性，如系统功能目标的技术保障、工程人员的数量和质量、规定期限内完成工程的计划和依据。
  - 建议的网络系统带来的影响，包括新增设备和可使用的老设备的作用、现存的软件和新软件的适应与匹配能力、用户在人员数量和技术水平方面的要求、信息的保密安全、建筑物的改造要求和环境实施要求、各项经费开支等。
  - 建议的网络系统存在的局限性，以及这些问题未能消除的原因。
- (4) 可供选择的其他网络系统方案。
- 提出各种可供选择的方案，说明每种方案的特点和优、缺点。
  - 与建议的方案比较，指出未被选中的原因。
- (5) 投资与效益分析。
- 对建议的方案说明所需要的费用，包括基本建设费用(如设备、软件、房屋和环境实施、线路租用等)、研究开发费用、测试和验收费用、管理和培训费用、非一次性支出费用等。
  - 对建议的方案说明能够带来的效益，如日常开支的缩减、管理运行效率的改进、其他方面效率的提高，也可以说明可能的社会效益。
  - 给出建立网络系统的收益/投资比值和投资的回收周期的建议。
  - 估计当一些关键因素，如系统生命周期长度、系统的工作负荷量、工作负荷的类型、处理的速度要求、设备的配置等产生变化时，对收益和开支的影响。
- (6) 社会因素。
- 法律方面的可行性，包括合同责任、专利侵犯等。
  - 用户的工作制度、行政管理等方面是否允许使用该方案。
  - 用户工作人员是否已具备使用该系统的功能。
- (7) 结论。可行性研究报告应给出研究结论，并做出简要说明。这些结论可以是如下

内容。

- 可以立即开始实施。
- 需要等待某些条件满足后才能实施。
- 需要对系统目标做出某些修改后才能实施。
- 不能实施或不必要实施。

### 1.1.3 网络设计原则

要进行计算机网络安全设计，第一步是根据用户的需求分析，确立计算机网络安全的设计目标，网络安全设计目标是建立一个可以满足客户的业务和技术需求的功能完整的网络。一个成功的网络安全设计要为网络容量留出余地，而且应该采用新技术，能适应网络规模扩大。设计还应该有效地利用现有的资源，保护前期投资。针对不同的组织和不同情况，网络安全设计的目标也不尽相同，但是任何网络安全设计都要遵循如下特定的原则。



## 1. 功能性

在未完全了解要完成的任务之前,进行网络设计是根本不可能的。把所有的需求集中起来通常是一件非常复杂而困难的工作,但网络的最终功能应该实现其设计目标。网络必须是可运行的,也就是说,网络能完成用户提出的各项任务和需求,应为用户到用户、用户到组织机构的各种应用提供速度合理、功能可靠的连接。在设计时,设计人员要经常问自己,要完成的功能是什么,从而将目标集中在要完成的任务上。

网络设计的目的是使用方便,它是用户毫无困难地使用网络服务的能力,在连接到网络时可以得到较好的性能,而且不需要用户过多参与。一般来说,一个网络越安全,可用性就越差,一个完全安全的网络是没有用的,因为没有通信流可以通过它。

## 2. 可缩放性

所设计的网络必须是可缩放的。比如一栋房子的拆迁所造成的部分网络中断,并不影响整个网络。计算机网络设计更要考虑网络必须能够随着组织机构规模的增长而增长,同时可随着组织机构数目的增加而增大。也就是说,最初的网络设计可以根据网络规模的变化而扩展规模,即最初的设计不必做较大修改就可扩展到整个网络,除了具有应付增加更多用户、更多站点的应变能力外,还应具有增加应用的应变能力。

关于具有增加应用的应变能力非常重要。一个网络开始时,也许只要求具有资源共享的用途,但随着用户对网络需求的不断扩大,又有了新的要求,如 IP 电话、网络视频会议等。那么,所设计的网络就应该具有这种增加应用的应变能力。

## 3. 可适应性

网络设计必须着眼于未来技术的发展。网络对新技术的实现不应有所限制。在网络的设计和安装中,在适应性和成本有效性之间应该进行权衡。例如,VoIP(Voice over IP)和多播是当下互连网络中快速流行的新技术。通过使用提供了具有网络扩展和升级选项的硬件和软件,都能实现这些功能。

## 4. 可管理性

网络应提供方便的检测和管理功能,以保证网络稳定运行。在考虑网络管理时,应该与考虑网络设计时一样细心,这就意味着网络运行应该符合最初的设计目标,而且应该是可以支持的。如果网络管理员要求实现非常方便的管理,可能就要花费大量时间,设计出一个易于管理的网络。

## 5. 成本有效性

网络设计成本必须控制在财政预算的限制之内。超出财政预算的设计方案再好也是空中楼阁。网络设计人员必须找出导致预算超支的具体设计要求以及相应的解决方案。如果不存在可以降低成本的解决方案,那么应该将这些信息反馈给业主,以便他们能够根据获得的信息做出相关的决策调整,或增加财政预算。

总体规划设计、分步实施是解决财政困难行之有效的办法。但建议基础设计,如布线系统、光缆铺设等,最好一步到位。

通过需求分析和工程论证, 兼顾以上设计原则, 整个网络的设计目标也就确定下来了, 下一步的工作就是针对既定的网络设计目标进行整体网络规划与设计。

## 1.2 确定网络设计方案

建设一个网络并不是一件简单的事, 需要具备网络的基本知识, 知道局域网的构成部件。把这些知识串联起来, 结合用户的需求, 便可形成一个设计方案的大体结构。设计方案的形成, 占一个网络工程 30%~40% 的工作量, 剩下的只是付诸实施的问题。

### 1.2.1 网络标准的选择

网络设计的一个重要步骤就是根据业务性质与需求选择最合适的网络标准。现行的局域网技术有多种, 但只有部分为常用技术, 下面仅从网络设计的角度简单介绍几种网络标准。

#### 1. 以太网(Ethernet)

当前应用最广泛的局域网是以太网家族。以太网系列技术是目前局域网组网首选的网络技术。历史上在局域网中应用过多种网络类型, 包括以太网、令牌总线、令牌环等。最终, 以太网以低廉的价格、简单的配置、方便的管理成为局域网的事实标准, 并占据了 90% 以上的市场份额, 成为校园网、企业网、城域网建设中日益重要的选择。

以太网家族包括以下成员。

(1) 10Mbps 以太网。10Mbps 以太网又叫传统以太网, 简记为 10ME, 诞生于 20 世纪 70 年代。1983 年, IEEE 正式批准其为第一个以太网工业标准, 确定其采用 CSMA/CD 作为介质访问控制方法, 标准带宽是 10Mbps。随着网络的发展, 传统标准的 10Mbps 以太网技术已难以满足日益增长的网络数据流量的速度需求, 目前已较少使用。

(2) 快速以太网(Fast Ethernet, FE)。快速以太网的数据率是 100Mbps。快速以太网保留了传统以太网的所有特征, 即相同的帧格式、相同的介质访问方法 CSMA/CD、以太网相同的组网方法。用户只要更换一张网卡, 再配上一个 100Mbps 的集线器, 就可以很方便地由 10Base-T 以太网直接升级到 100Mbps 以太网, 而不必改变网络的拓扑结构。快速以太网标准又分为 100Base-TX、100Base-FX 和 100Base-T4 三个子类。这三个子类分别代表可用于快速以太网的介质类型。其中 100 代表传输速率为 100Mbps, Base 代表基带传输。T4 代表使用 4 根双绞线, 这 4 根线是语音级的(三类双绞线); TX 是指用 2 根双绞线, 这 2 根双绞线是数据级的(五类双绞线); FX 是光纤。100Base-TX、100Base-FX 统称为 100Base-X 标准。

(3) 千兆(10 亿位每秒)以太网(Gigabit Ethernet, GE)。千兆以太网的数据率是 1000Mbps。随着技术的发展, 网络分布计算、桌面视频会议等应用对带宽提出了新的要求, 同时 100Mbps 快速以太网也要求主干网、服务器一级有更高的带宽。人们迫切需要更高性能的网络, 并且它应该与现有的以太网产品保持最大的兼容性。为此, IEEE 提出了千兆以太网技术。



千兆以太网技术包括两个标准：IEEE802.3z 与 IEEE802.3ab。IEEE802.3z 为基于单模光纤、多模光纤和同轴电缆的千兆以太网标准。IEEE802.3ab 是基于铜芯双绞线的千兆以太网标准，该标准为以太网 MAC 层定义了一个接口 GMII，还定义了管理、中断器操作、拓扑规则和四种物理层信令系统——1000Base-SX(短波长光纤)、1000Base-LX(长波长光纤)、1000Base-CX(短距离铜线)和 1000Base-T(100m 的 4 对 UTP)。

千兆以太网是目前应用最广泛的网络技术，它在速度上比传统以太网快 100 倍，而在技术上却与以太网兼容，同样使用 CSMA/CD 和 MAC 协议，仍保留 IEEE802.3 标准规定的以太网数据帧格式及最大、最小帧长。千兆以太网最大的优点在于它对现有以太网的兼容性。它首先用于整个企业的主干网，其次用于服务器组，在桌面机中则很少使用。

(4) 万兆(百亿位每秒)以太网(10 Gigabit Ethernet, 10GE)。万兆以太网的数据率是 10000Mbps。万兆以太网标准由 IEEE802.3ae 委员会制定，于 2002 年正式完成。万兆标准意味着以太网具有更高的带宽(10GB)和更远的传输距离(最长传输距离可达 40km)。万兆以太网标准包括 10GBase-X、10GBase-R、10GBase-W 三种类型。

万兆以太网并非将千兆以太网的速率简单地提高了 10 倍，还有许多技术问题要解决。万兆以太网的帧格式与以前的以太网完全相同，还保留了 IEEE802.3 标准规定的以太网最小、最大帧长，保持了较好的兼容性。由于数据率很高，不再使用铜线而是使用光纤作为传输介质，它使用长距离(超过 10km)的光收发器与单模光纤接口，以便能够工作在广域网和城域网的范围。10Gbps 以太网也可使用较便宜的多模光纤，但传输距离为 65~300m。

万兆以太网的出现大大扩展了校园/企业网的骨干网带宽，也对简化城域网起到了促进作用。以太网 IEEE802.3 标准如表 1-1 所示。

表 1-1 以太网 IEEE802.3 标准

10ME				
IEEE 标准	802.3	802.3a	802.3i	802.3j
物理层标准	10Base-5	10Base-2	10Base-T	10Base-F
批准时间/年	1983	1989	1990	1993
FE				
IEEE 标准	802.3u	802.3u	802.3u	802.3x&y
物理层标准	100Base-FX	100Base-TX	100Base-T4	100Base-T2
批准时间/年	1995	1995	1995	1997
GE			10GE	
IEEE 标准	802.3z	802.3ab	802.3ae	802.3ae
物理层标准	1000Base-X	1000Base-T	10GBase-LR/LW	10GBase-ER/EW
批准时间/年	1998	1998	2002	2002

## 2. 光纤分布式数据接口(FDDI)

FDDI(Fiber Distributed Data Interface)是一个使用光纤作为传输媒体的令牌环状网。它

先是由 ANSI 的标准委员会 X3T9.5 通过为美国的标准, 随后被 ISO 通过为国际标准 ISO 9314。FDDI 也常被划分在城域网 MAN 的范围。FDDI 的产品在 1988 年问世。

FDDI 主要是用作校园环境的主干网, 其主要特性如下。

- (1) 使用基于 IEEE802.5 令牌环标准的 MAC 协议, 分组长度最大为 4500Byte。
- (2) 利用多模光纤进行传输, 并使用有容错能力的双环拓扑。
- (3) 数据率为 100Mbps, 光信号码元传输速率为 125MBaud。
- (4) 可以安装 1000 个物理连接(若都是双连接站, 则为 500 个站), 最大站间距离为 2km(多模光纤), 环路长度为 100km, 即光纤总长度为 200km。
- (5) 具有动态分配带宽的能力, 故能同时提供同步和异步数据服务。

FDDI 采取了自恢复措施, 可以大大提高网络的可靠性。这种措施是使用两个数据传输方向相反的环路。在正常情况下, 只有一个方向的环路在工作。这个工作的环路叫作主环, 而另一个不工作的环路叫作次环[见图 1-2(a)]。当环路出现故障时, 例如, A 和 B 之间的链路断开了[见图 1-2(b)], 那么 FDDI 可自动重新配置, 同时启动次环工作, 并在 A 站和 B 站将主环和次环接通, 使整个网络的 4 个站点仍然保持连通。当站点出现故障时, 例如, 站点 A 不能工作了[见图 1-2(c)], 那么 FDDI 同样可启动次环工作, 并在 B 站和 D 站将主环和次环接通, 使站点 B、C 和 D 保持连通。当出故障的链路或站点修好后, 整个 FDDI 网络又恢复到原来的主环工作状态。

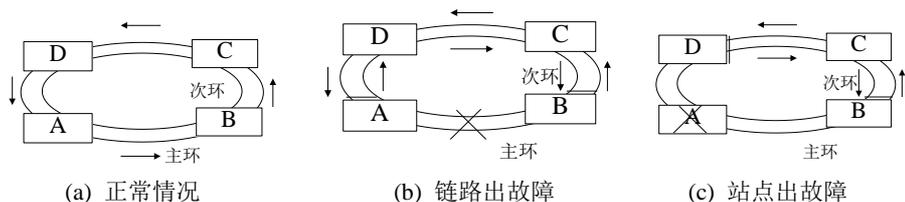


图 1-2 具有双环的 FDDI

不难看出, 当主环和次环都工作时, FDDI 环路的总长度大约增加一倍。当出现多处故障时, FDDI 将变为多个分离的小环形网继续工作。

拥有 100Mbps 的 FDDI 在 20 世纪 90 年代初期获得了较快的发展, 也曾被预测为下一代的局域网, 然而 FDDI 从未拥有过很大的市场, 这是因为 FDDI 的芯片过于复杂导致价格昂贵。自从快速以太网大量进入市场后, 在 100Mbps 局域网的领域中, 已很少有人愿意使用 FDDI。

### 3. 异步传输模式(ATM)

异步传输模式(Asynchronous Transfer Mode, ATM)是对网络技术的革命性变革, 因为 ATM 对局域网环境中的网络前提做了彻底的改变。在完全的 ATM 方案中, 工作站适配器、交换机以及可能的网络层协议等全部需要更换。ATM 是一种非常灵活的技术, 适用于从工作组应用到 WAN 互联网络应用的各种情况。这种技术将提供无缝的网络结构, 它可以根据需求基本上无限制地提供带宽。ATM 将成为未来的多服务网络的基础。

ATM 主要有以下优点。

- (1) 选择固定长度的短信元作为信息传输的单位, 有利于宽带高速交换。信元长度为



53 字节,其首部(可简称为信头)为 5 字节。长度固定的首部可使 ATM 交换机的功能尽量简化,只用硬件电路就可对信元进行处理,因而缩短了每一个信元的处理时间。在传输实时语音或视频业务时,短的信元有利于减少时延,也节约了结点交换机为存储信元所需的存储空间。

(2) 能支持不同速率的各种业务。ATM 允许终端有足够多字节需要发送时就去利用信道,从而取得灵活的带宽共享。来自各终端的数字流在链路控制器中形成完整的信元后,即按先到先服务的规则,经统计复用器以统一的传输速率将信元插入到一个空闲时隙内。链路控制器调节信息源进网的速率。不同类型的服务都可复用在一起,高速率信源占有较多的时隙。交换设备只需按网络最大速率设置,与用户设备的特性无关。

(3) 所有信息在最低层以面向连接的方式传送,保持了电路交换在保证实时性和服务质量方面的优点。但对用户来说,ATM 既可工作于确定方式(即承载某种业务的信元基本上周期性地出现),以支持实时型业务,也可以工作于统计方式(即信元不规则地出现),以支持突发型业务。

(4) ATM 使用光纤信道传输。由于光纤信道的误码率极低,且容量很大,因此在 ATM 网内不必在数据链路层进行差错控制和流量控制(放在高层处理),因而明显地提高了信元在网络中的传输速率。

ATM 网络虽然在局域网技术上的应用比 FDDI 晚了近 10 年,但实际上,其应用已有了较成功的范例。进入 20 世纪 90 年代以来,ATM 在局域网方面异军突起,成为人们最关注的技术之一。虽然 ATM 拥有众多的优点,但是 ATM 设备比较昂贵,且能直接支持的应用不多,所以在局域网中很少采用,一般应用于城域网或国家级主干网。

以上介绍了几种有线局域网可以采用的网络标准。网络设计员在进行网络设计时,可根据需要与具体情况进行选择。当前有线局域网主要使用以太网技术。以太网技术选型比较容易确定,例如,可以按表 1-2 所示的方式来搭建平台。

表 1-2 网络标准选择

类 型	桌面/工作组	部 门	企 业
普通型	以太网(10Base-T)	快速以太网(100Base-TX)	千兆以太网(1000Base-X)
增强型	快速以太网(100Base-TX)	千兆以太网(1000Base-X)	万兆以太网(10GBase-L)

## 1.2.2 网络拓扑结构选择

网络拓扑结构是建设网络信息系统首先要考虑的问题。网络拓扑结构对整个网络的运行效率、技术性发挥、可靠性和费用等方面都有着重要的影响。确立网络的拓扑结构是整个网络方案规划设计的基础。网络拓扑结构设计是指在给定结点位置及保证一定可靠性、时延、吞吐量的情况下,服务器、工作站和网络连接设备如何通过选择合适的通路、线路的容量以及流量的分配,使网络的成本降低。

在有线局域网中,常用的拓扑结构有总线型结构、环型结构、星型结构、网状结构与树型结构。

## 1. 总线型拓扑结构

在总线型拓扑结构中，局域网的各个节点都连接到一个单一连续的物理线路上，如图 1-3 所示。由于各个节点之间通过电缆直接相连，因此，总线型拓扑结构中所需要的电缆长度是最小的。

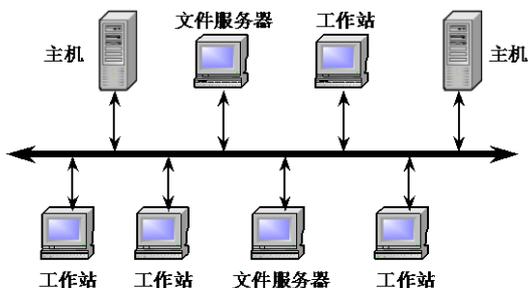


图 1-3 总线型拓扑结构

常见的使用总线型拓扑的局域网有 Ethernet、ARCnet 和 Token Bus。总线型拓扑结构的一个重要特征就是可以在网络中广播信息。网络中的每个站几乎可以同时收到每一条信息，这与下面要讲的环型网络形成了鲜明的对比。

总线型拓扑结构最大的优点是价格低廉，用户站点入网灵活。其另一个优点是某个站点失效不会影响到其他站点。但它的缺点也很明显，由于共用一条传输信道，任一时刻只能有一个站点发送数据，而且介质访问控制比较复杂。总线型结构网络是一种针对小型办公环境的成熟而又经济的解决方案。

## 2. 环型拓扑结构

在环型拓扑结构中，连接网络中各节点的电缆构成一个封闭的环，如图 1-4 所示，信息在环中必须沿着每个节点单向传输，因此，环中任何一段的故障都会使各站之间的通信受阻。所以在某些环状拓扑结构中，如 FDDI，在各站点之间连接了一个备用环，当主环发生故障时，由备用环继续工作。

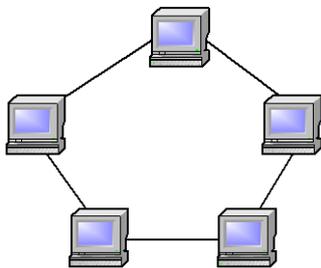


图 1-4 环型拓扑结构

环型拓扑结构并不常见于小型办公环境中，这与总线型拓扑结构不同。因为总线型结构中所使用的网卡较便宜且管理简单，而环型结构中的网卡等通信部件比较昂贵且管理复杂。环型结构在以下两种场合比较常见：一是工厂环境中，因为环型网的抗干扰能力比较



强；二是有许多大型机的场合，采用环型结构易于将局域网应用于大型机网络中。

### 3. 星型拓扑结构

在星型拓扑结构中，网络中的各节点都连接到一个中心设备上，由该中心设备向目的节点传送信息，如图 1-5 所示。星型拓扑结构方便了对大型网络的维护和调试，对电缆的安装检验也相对容易。由于所有工作站都与中心节点相连，所以在星型拓扑结构中移动某个工作站十分简单。

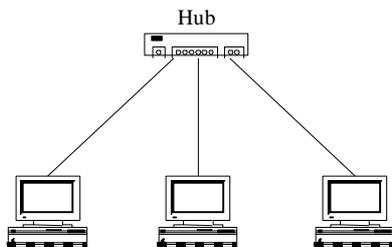


图 1-5 星型拓扑结构

目前流行的星型结构网络主要有两类：一类是利用单位内部的专用小交换机组成局域网，在本单位内为综合语音和数据的工作站交换信息提供信道，还可以提供语音信箱和电话会议等业务，是局域网的一个重要分支；另一类是近几年兴起的利用集线器(Hub)连接工作站的网络，这被认为是今后办公局域网的发展方向。

### 4. 网状拓扑结构

网状拓扑结构是一种无规则的连接方式，在网状结构中，每个节点均可与任何节点相连，如图 1-6 所示。

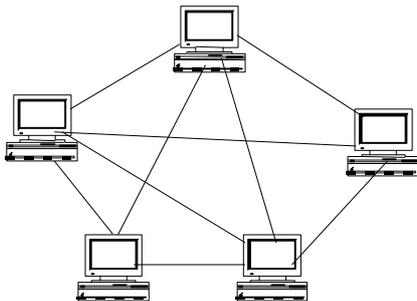


图 1-6 网状拓扑结构

这种连接方式不经济，只在每个站点都要频繁发送信息时才使用这种方法。它的安装也较复杂，但系统可靠性好、容错能力强，有时也称为分布式结构。

在网状拓扑网络中，节点间路径多，碰撞问题、阻塞问题大大减少，信息流的动态分配和路由的动态选择可以优化信息的传输；且不会因某一个局部的网络故障而影响整个网络的正常工作，可靠性高；结构优化，能通过流量分析，利用图的连通性理论，达到以最小的通信线路代价获得最高的连通性。网状拓扑也同样存在缺点，它的网络关系复杂，建网较困难，而且路由选择、网络管理等技术也相对复杂。

## 5. 树状拓扑结构

当局域网的规模比较大，而且网络覆盖的单位存在行政或业务隶属关系时，一般采用树状拓扑结构组网。树状拓扑是星型拓扑的一种变形，它将原来用单独链路直接连接的节点通过多级处理主机进行分级连接，如图 1-7 所示。

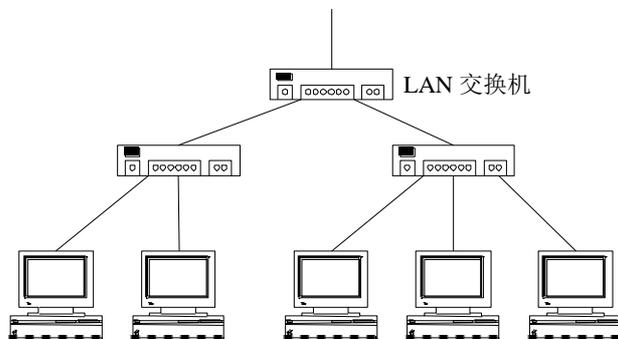


图 1-7 树状拓扑结构

树状拓扑结构的特点如下。

- (1) 在局域网中存在主干通信介质和分支通信介质。
- (2) 计算机和网络设备之间的连接存在分级关系，连接关系呈树状。

### 1.2.3 建立分级三层设计模型

在网络设计中，没有一种设计方法可以适合所有的网络。网络设计技术非常复杂而且更新很快。Cisco 提出了网络设计方法学，使用分级三层模型建立整个网络的拓扑结构。这种设计模型有时也称为结构化设计模型(Hierarchical Network Design Model)。在分级三层模型中，网络可以被划分为核心层(Core Layer)、分布层(Distribution Layer)和接入层(Access Layer)，如图 1-8 所示。

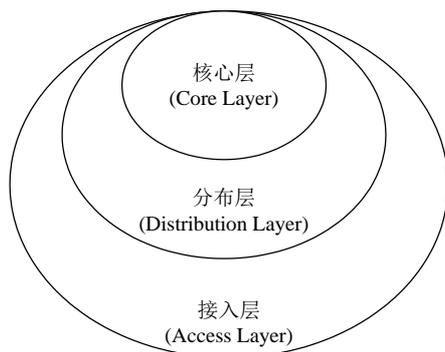


图 1-8 分级三层设计模型

对应于网络拓扑，每一级都有一组各自不同的功能。通过采用分级方法，可以用分级设计模型建立非常灵活和缩放性极好的网络。

分级三层设计模型既可应用于局域网，也可应用于广域网、城域网。但在不同网络



中,其表示的内容并不一样。以行政部分的等级划分为例,站在全省讲核心层就是省政府,分布层是地市级政府,接入层是各级县政府。在一个部门内,核心层是部门的领导,分布层是中层干部,接入层是普通职员。不要拘泥于每一层到底是什么,而应把它看作是一种化整为零的设计思想,各个层次既相对独立又相互关联,在具体实施时,可以把重点放在解决某一层次的问题上,由此把复杂的问题简单化。

在三层拓扑结构中,通信数据被接入层导入网络,然后被分布层聚集到高速链路上流向核心层,从核心层流出的通信数据被分布层发散到低速链路上,经接入层流向用户。

在分层网络中,核心层处理高速数据流,其主要任务是数据的交换;分布层负责聚合路由路径,收敛数据流量;接入层负责将流量导入网络,执行网络访问控制等网络边缘服务。

按照分层结构规划网络拓扑时,应遵守以下基本原则。

- (1) 网络中因为拓扑结构改变而受影响的区域应被限制到最低限度。
- (2) 路由器(及其他网络设备)应传输尽量少的信息。

下面以园区网络设计为例来讲解分级三层结构法的使用。图 1-9 所示为一个简单的园区网分级模型。

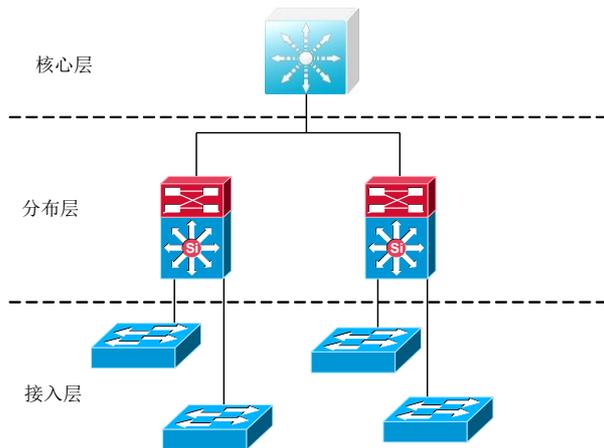


图 1-9 园区网三层分级模型

## 1. 核心层

核心层是园区网的主干部分,其主要目的是尽可能快地交换数据。核心层不应该涉及费力的数据包操作或者减慢数据交换的处理。应该避免在核心层中使用像访问控制列表和数据包过滤之类的功能。核心层主要负责以下几项工作。

- 提供交换区块间的连接。
- 提供到其他区块的访问。
- 尽可能快地交换数据帧或数据包。

核心层一般采用高端交换机。对核心交换要求能提供线速多点广播转发和选路,以及用于可扩展的多点广播选路的独立于协议的多点广播协议,而且还要求所选用的核心交换机保证能提供园区网主干所需的带宽和性能。

## 2. 分布层

分布层也叫汇聚层，是网络接入层和核心层之间的分界点。该层提供了边界定义，并在该处对潜在的费力的数据包操作进行处理。在园区网环境中，分布层能执行众多功能，其中包括以下内容。

- VLAN 聚合。
- 部门级和工作组接入。
- VLAN 间的路由。
- 广播域或组播域的定义。
- 介质转换。
- 安全。

总之，分布层可以被归纳为能提供基于策略的连通性的分层。它可将大量接入层过来的低速链路通过少量高速链路导入核心层，实现通信量的聚合。同时，分布层可屏蔽经常处于变化之中的接入层对相对稳定的核心层的影响，从而可以隔离接入层拓扑结构的变化。

## 3. 接入层

接入层是直接与客户打交道的层次，接入层的基本设计目标包括以下三个。

- 将流量导入网络。
- 提供第二层服务，比如基于广播或 MAC 地址的 VLAN 成员资格和数据流过滤。
- 访问控制。

需要指出的是，VLAN 的划分一般是在接入层实现的，但 VLAN 之间的通信必须借助于分布层的设备才得以实现。

由于接入层是用户接入网络的入口，所以也是黑客入侵的门户。接入层通常用包过滤策略提供基本的安全性，以保护局域网免受网络内外的攻击。

接入层的主要准则是能够通过低成本、高端口密度的设备提供安全功能。相对于核心层采用的高端交换机，接入层就是“低端”设备，称之为工作组交换机或接入层交换机。因为园区网接入层往往已到用户桌面，所以有人又称之为桌面交换机。

以上介绍了一个典型园区网的三层划分情况，但需要注意的是，并不是所有网络都具有这三层，并且每一层的具体设备配置情况也不一样。比如当网络很大时，核心层可由多个冗余的高端交换机组成，如图 1-10 所示；又比如当构建超级大型网络时，该网络可以进行更进一步的划分，整个网络分为四级，分别为核心层、骨干层、分布层及接入层。相反，当网络较小时，核心层可能只包含一个核心交换机，该设备与分布层上所有的交换机相连；如果网络更小的话，核心层设备可以直接与接入层设备连接，分层结构中的分布层被压缩掉了，如图 1-11 所示。显然，这样设计的网络易于配置和管理，但是其扩展性不好，容错能力较差。

使用分级设计模型，可以有利于设计的实现，在这种情况下，许多站点有重复的相似拓扑，而且模块化的体系结构促进了技术的逐渐迁移。有效地使用分级设计模型的指导准则如下。

- 选择最适合需求的分级模型。边界作为广播的隔离点，同时还作为网络控制功能



的焦点。

- 不要使网络的各层总是完全网状的。如果访问层路由器是直接连接的, 或者不同站点的分布层路由器是直接相连的(不通过主干线连接起来), 就会成为网状连接。但是核心层连接通常是网状的, 其目的是考虑到电路冗余和网络收敛速度的原因。

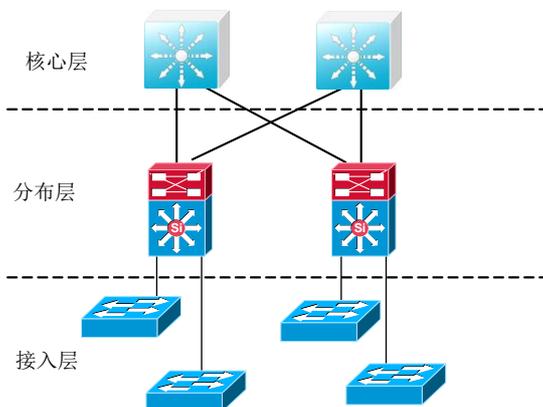


图 1-10 核心层采用冗余高端交换机

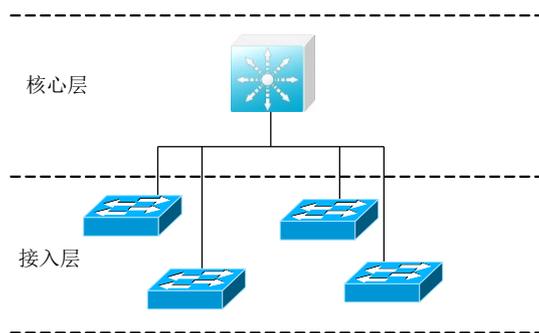


图 1-11 核心层与接入层连接

- 不要把终端工作站安装在主干网上。如果主干网上没有工作站, 可以提高主干网的可靠性, 使通信量管理和增大带宽的设计更为简单。把工作站安装在主干网上, 还可能导致更长的收敛时间。
- 通过把 80% 的通信量控制在本地工作组内部, 使工作组 LAN 运行良好。尽管 8/2 原则现已渐渐转变为 2/8 原则, 但我们仍可以通过合理设计使得通信量尽量局部化, 尽量将联系较多的人员分配在同一子网或同一 VLAN 中, 从而较高度地实现通信隔离, 这样既缓解了网络压力, 又能保证安全性。

## 1.2.4 IP 地址规划

IP 地址的合理分配对网络管理起到重要作用。IP 地址分配需要遵守一定的规则。

## 1. 体系化编址

体系化其实就是结构化、组织化，以企业的具体需求和组织结构为原则对整个网络地址进行有条理的规划。规划的一般过程是从大局、整体着眼，然后逐级由大到小分割、划分。最好在网络组建前配置一张 IP 地址分配表，对网络各子网指定相应的网络 ID，对各子网中的主要层次指定主要设备的网络 IP 地址，对一般设备指定所在的网段。各子网之间最好还要列出与相邻子网的路由表配置。表 1-3 是一个 IP 地址编址示例。

表 1-3 IP 地址编址示例

子网	网络 ID	服务器地址	路由器地址	客户机网段
子网 1	192.168.1.0	192.168.1.1~192.168.1.5	192.168.1.10	192.168.1.11~192.168.1.254
子网 2	192.168.2.0	192.168.2.1~192.168.2.5	192.168.2.10	192.168.2.11~192.168.2.254
子网 3	192.168.3.0	192.168.3.1~192.168.3.5	192.168.3.10	192.168.3.11~192.168.3.254

从网络总体来说，体系化编址的原则是使相邻或者具有相同服务性质的主机或办公群都在 IP 地址上连续，这样在各个区块的边界路由设备上便于进行有效的路由汇总，使整个网络的结构清晰，路由信息明确，也能减小路由器的路由表。而每个区域的地址与其他的区域地址相对独立，也便于灵活管理。

## 2. 持续可扩展性

这里所说的可扩展性就是在初期规划时为将来的网络拓展考虑，眼光要放得长远一些，在将来很可能增大规模的区块中要留出较大的余地。

IP 地址最开始是按有类划分的，A、B、C 各类标准网段都只能严格地按照规定使用地址。但现在发展到了无类阶段，由于可以自由规划子网的大小和实际的主机数，所以使得地址资源的分配更加合理，这无形中就增大了网络的可拓展性。虽然在网络初期的一段可能很长的时间里，未合理考虑余量的 IP 地址规划也能满足需要，但是当一个局部区域出现高增长或整体的网络规模不断增大时，不合理的规划就很可能导致必须重新部署局部甚至整体的 IP 地址，这在一个中大型网络中就绝不是一件轻松的事情了。

IPv4 仍是现行的 IP 协议，其地址通常是以圆点分隔的 4 个十进制数字表示，每一个数字对应于 8 个二进制的比特串。在早期有类的 IP 地址时代，IP 地址分为两部分，即网络地址、主机地址。网络地址分为 A、B、C、D、E 五类。A 类地址 4 字节中第一字节代表网络号，剩下的 3 字节代表主机位，首字节范围是 1~127。B 类地址的前两个字节代表网络号，剩下的两个字节代表主机位，首字节范围是 128~191。C 类地址的前 3 字节代表网络号，剩下的 1 字节代表主机位，首字节范围是 192~223。D 类地址为多播地址，E 类地址为保留地址，专门供实验用。

除此之外，还有一些特殊的 IP 地址，如 IP 地址 127.0.0.1 为本地回环测试地址；255.255.255.255 为广播地址；IP 地址 0.0.0.0 代表任何网络；网络地址全为 0 代表本网络或本网段；网络地址全为 1 代表所有的网络；主机地址全为 0 代表某个网段的任何主机地址；主机地址全为 1 代表该网段的所有主机。

随着网络的发展，出现了划分子网的 IP 地址。用来标识网络地址位数的便是子网掩



码,它用于辨别 IP 地址中哪部分为网络地址,哪部分为主机地址,是由连续的 1 和连续的 0 组成的 32 位地址。划分子网可以将原有的 A、B、C 类网段进一步划分,而原来的 A、B、C 三类地址分别对应的子网掩码称为默认子网掩码,全 1 位数分别为 8 位、16 位和 24 位。

而现在,无类别的 IP 地址得到了广泛使用,子网掩码变为“掩码”,可以自由划分网络地址和主机地址,完全打破了 A、B、C 这样的固定类别划分,如 192.168.10.32/28,它的掩码是 255.255.255.240,最后一个字节是 11110000,也就是只剩 4 位为主机位,前 28 位为网络地址。由于 192.\*.\*.\*属于 C 类地址,24 位掩码,也就是说多用了 4 位作为网络地址。使用这样的子网掩码可得到  $2^x-2$ ( $x$  代表多占的掩码位)个子网,这里减掉的两个是主机地址全 0 和全 1 的地址。这样一来一个 C 类子网就被划分成多个可用的小子网。

如果网络中使用的路由选择协议支持 VLSM(变长子网掩码),就可以使用真正的分级寻址设计方法。在 TCP/IP 中,可以在核心层使用 8 位子网掩码,在分布层使用 16 位子网掩码,而在接入层使用 24 位子网掩码。在分级设计中认真分配地址,可以实现路由选择表中路由的有效汇总。下面举例说明这个问题。

假设 10.0.0.0 是分配给整个网络的网络地址,那么在核心层可选择 8 位子网掩码。核心层的子网和子网掩码应该是 10.0.0.0 和 255.0.0.0,这样接入层和分布层的所有路由变量都不能被外部网络获得。核心层会向任何外部网络说:如果你的 IP 包地址是 10.anything,就发送到我这里吧。分布层的典型子网和子网掩码的组合是 10.1.0.0/16,在分布层,路由器会对任何外部网络说:如果你的 IP 包地址是 10.1.anything,就发到我这里来吧。依次,接入层可使用 24 位子网掩码,接入层典型的子网和子网掩码的组合是 10.1.1.0/24。

当使用分级地址设计来实现 IP 地址分配时,可以实现网络的可缩放性和稳定性要求。

### 3. 按需分配公网 IP

相对于私有 IP 而言,公网 IP 不能由自己设置,而是由 ISP 等机构统一分配和租用的。这就造成了公网 IP 稀缺,所以对公网 IP 必须按实际需求分配。例如,对外提供服务的服务器群组区域,不仅要够用,还要预留出余量;而员工部门仅需要浏览 Internet 等基本需求的区域,可以通过 NAT 来多个节点共享一个或几个公网 IP;最后,那些只对内部提供服务,或只限于内部通信的主机,不用分配公网 IP。具体的分配必须根据实际的需求进行合理的规划。当然,如果企业内部网络不与外网连接,则不用申请就可以使用公网 IP 地址,如 A、B 类地址,这样的网络所连接的用户比 C 类网络大许多,可以满足一些大中型企业的网络规划需求。

另外,由于现在的 IPv4 网络正在向 IPv6 过渡,将来很可能出现一段很长的 IPv4 和 IPv6 共存的时期,所以现在构建网络时应尽量考虑到对 IPv6 的兼容性,选择能支持 IPv6 的设备和系统,以降低升级过渡时的成本。

### 4. 静态和动态分配地址的选择

是使用静态 IP 地址分配方式还是使用 DHCP 动态 IP 分配方式,需要从这两类分配机制的优缺点谈起。

首先,对于动态分配地址,由于地址是由 DHCP 服务器分配的,便于集中化统一管理,并且每个新接入的主机通过非常简单的操作就可以正确获得 IP 地址、子网掩码、默认网关、DNS 等参数,在管理的工作量上比静态地址要少很多,而且越大的网络越明显。而静态分配地址正好相反,需要先指定好哪些主机要用到哪些 IP,绝对不能重复,然后再去客户机上逐个设置必要的网络参数,并且当主机区域迁移时,还要记住释放 IP,并重新分配新的区域 IP 和配置网络参数。这需要一张详细记录 IP 地址资源使用情况的表格,并且要根据变动实时更新,否则很容易出现 IP 冲突等问题。可以想象这在一个大规模的网络中工作量是多么大。但是在一些特定的区域,如服务器群区域,每台服务器都有一个固定的 IP 地址,这在绝大多数情况下都是需要的。

其次,动态分配 IP 地址可以做到按需分配,当某个 IP 地址不被主机使用时,能释放出来供别的新接入主机使用,这样可以在一定程度上高效地利用好 IP 资源。DHCP 的地址池只要能满足同时使用的 IP 峰值就可以。而静态分配必须考虑更大的使用余量,很多临时不接入网络的主机并不会释放掉 IP,而且由于是临时性的断开和接入,手动释放和添加 IP 等参数明显是很烦琐的工作,所以这时必须考虑使用更大的 IP 地址段,以确保有足够的 IP 资源。

最后,动态分配要求网络中必须有一台或几台稳定且高效的 DHCP 服务器,因为当 IP 管理和分配集中的同时,故障点也相应集中起来了,只要网络中的 DHCP 服务器出现故障,整个网络就有可能瘫痪,所以在很多网络中,DHCP 服务器不止一台,还要另有一台或一组热备份的 DHCP 服务器,在平时它们还可以分担地址分配的工作量。另外,客户机在与 DHCP 服务器通信时,如地址申请、续约和释放等,都会产生一定的网络流量,虽然不大,但还是要考虑到的。而静态分配就没有以上两个缺点,而且静态地址还有一个最吸引人的优点就是比动态分配更容易定位故障点。在大多数情况下,企业网管在使用静态地址分配时,都会有一张 IP 地址资源使用表,所有的主机和特定 IP 都会一一对应起来,出现了故障或者对某些主机进行控制管理时,都比动态地址分配要简单得多。

到底何种情况使用动态分配,何种情况使用静态分配呢?肯定要按实际的网络结构和需求来考虑,其中最重要的一个决定因素应该是网络规模的大小,这直接决定了网络管理的工作量。简单地说,大型企业和远程访问的网络适合动态地址分配,而小企业网络和那些对外提供服务的主机则适合静态地址分配。

## 1.2.5 网络布线设计

网络的逻辑拓扑结构、IP 子网等设计方案确定之后,下面要做的便是确定网络的布线方案,这实际上决定了网络的实际物理布局。

网络布线方案主要讨论怎样设计布线系统,这个系统有多少信息量、多少语音点,怎样通过水平干线、垂直干线、楼宇管理子系统把它们连接起来,需要选择哪些传输介质(线缆),需要哪些线材(槽管),及其材料价格如何,施工有关费用需多少等问题。

结构化布线系统是一种模块化、灵活性极高的建筑物和建筑群内的信息传输系统。结构化综合布线系统(SCS)是一种集成化的通用传输系统,它利用双绞线或光缆来传输建筑物内的多种信息。结构化布线也叫综合布线,是一套标准的继承化分布式布线系统。结构



化布线就是用标准化、简洁化、结构化的方式对建筑物中的各种系统(网络、电话、电源、照明、电视、监控等)所需要的各种传输线路进行统一的编制、布置和连接,形成完整、统一、高效兼容的建筑物布线系统。图 1-12 所示便是一个网络布线方案结构图。

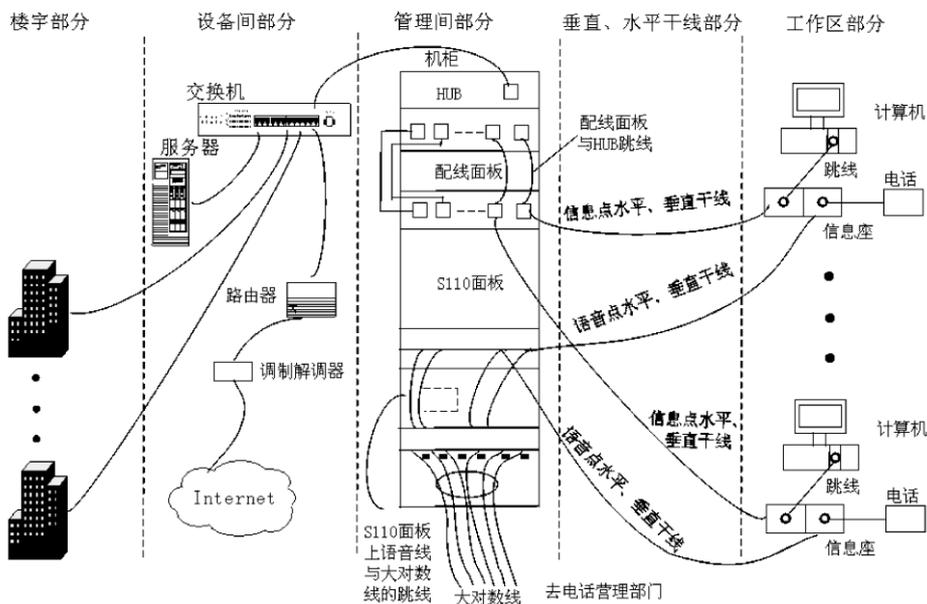


图 1-12 网络布线方案结构图

通常网络中的传输介质有双绞线、同轴电缆与光缆等。其中,光缆主要用于网络设备的互联,同轴电缆和双绞线主要用于网络设备到桌面主机的连接。同轴电缆用于总线型局域网布线,双绞线用于星型局域网布线。各种通信介质在局域网中的分布大致遵循以下原则:双绞线用于桌面和同一楼内的布线,光缆用于楼间布线,如表 1-4 所示。

表 1-4 通信介质分布

通信介质	分布位置
双绞线	桌面布线 同一楼层布线 楼层交换机互连
光缆	楼与楼间交换机互连 楼层交换机互连 桌面布线(用在极少数的高性能计算场所)
同轴电缆	楼层交换机互连

### 1.2.6 安全设计

从本质上讲,网络安全就是网络上的信息安全,是指网络系统的硬件、软件及其系统的数据受到保护,不因偶然的或恶意的原因而遭到破坏、更改和泄露,系统能够连续可靠

地正常运行。广义地说,凡是涉及网络上信息的保密性、安全性、可用性、真实性和可控性的相关技术和理论,都是网络安全所要研究的内容。网络安全的内容既有技术方面的问题,也有管理方面的问题,两方面相互补充,缺一不可。技术方面主要侧重于防范外部非法用户的攻击,管理方面则侧重于内部人为因素的管理。如何有效地保护重要的信息数据、提高计算机网络系统的安全性,已经成为所有计算机网络应用必须考虑和解决的一个重要问题。

安全设计可以包括很多方面的内容,如服务器的安全配置、联网设备本身的安全、防火墙设置、入侵检测系统的布局等,这些将会在第 9 章进行介绍。

## 1.3 网络产品选型

### 1.3.1 网络硬件设备选型

网络系统中主要硬件设备的选择直接影响网络的整体性能,其投资占网络系统整体投资的比例很大。在网络系统总体设计时,对其进行分析和选择是很重要的。网络设备选择一般有两种含义:一种是从应用需要出发进行的选择,另一种是在众多厂商的产品中选择性能价格比高的产品。在组建局域网时,通常涉及的主要网络硬件设备有服务器、工作站、集线器、交换机和路由器等,在此仅给出部分核心设备的选择标准。

#### 1. 服务器选型

由于服务器在网络中占有重要地位,因此,网络服务器的选型是组建局域网的一项重要工作。服务器选型的原则可以归纳为 5 个字母,即 MAPSS。

**M** 代表可管理性(Management),服务器的可管理性利于及时发现服务器的问题,进行及时维护和维修,避免或减少因服务器的宕机而造成的网络系统瘫痪;另一方面,利于管理员及时了解服务器性能,以便对性能有问题的服务器进行及时升级。

**A** 代表可用性(Availability),可用性可以用服务器连续无故障运行的时间来衡量。由于高端服务器是网络的数据中心,时刻为用户提供数据访问服务,因此要尽量避免服务器在工作时间内宕机。选择高端服务器时,用户需要考察服务器连续运行的时间。

**P** 代表性能(Performance),服务器整体性能由以下几方面的因素决定。

(1) 芯片组。芯片组用于把计算机上的各个部件连接起来,实现各部件之间的通信。芯片组是计算机系统的核心部件,直接决定了系统支持的 CPU 类型、支持的 CPU 数目、内存类型、内存最大容量、系统总线类型和系统总线速度等。选择最先进的芯片组结构,就保证了系统性能的领先。

(2) 内存类型和最大容量。内存类型和最大容量对于系统的运算处理能力也具有非常大的影响。

(3) I/O 通道。I/O 通道是计算机系统的性能瓶颈。采用高速的 I/O 通道,对服务器整体性能的提高具有非常重要的意义。对于提供交互式数据服务的应用,服务器需要高速的 I/O 通道。

(4) 与网络的接口及计算能力。服务器通过网络与客户机通信,服务器与网络的接口



卡要选择服务器专用网卡。另外,要选择与服务器硬件体系结构匹配的服务器操作系统,这对于提高服务器整体性能也是非常重要的。例如,UNIX 体系结构的服务器以采用 UNIX 操作系统为宜。

第一个 S 代表服务(Service),服务首先体现在维修,其次是技术支持(包括售前和售后的技术支持)。另外,还包括服务器厂商网站上提供的服务,如 QA(Question & Answer)和软件下载。

第二个 S 代表节约成本(Saving Cost),在考察 M、A、P、S 四个方面的指标的同时,还要综合考虑它们导致的价格变化。一般来讲,高性能和优质服务就意味着高价格。因此,在资金预算有限的情况下,要综合考虑 M、A、P、S 的指标,力争在一定的成本上获得最佳的性能指标。

## 2. 交换机选型

根据交换机使用环境的不同,对其性能要求也不一样,总的来说,衡量交换机较关键的技术指标如下。

(1) 端口容量。端口容量是指满配置时各种端口的最大值,它体现的是交换机最大的扩展能力,可以为网络将来的扩展留有余量。具体选配模块时,满足当前需要即可。

(2) 支持的网络类型。一般情况下,固定配置式不带扩展槽的交换机仅支持一种类型的网络,机架式交换机和固定配置带扩展槽的交换机可支持一种类型以上的网络,如各种以太网及 ATM、OC-192 的 POS 口等。交换机支持的网络类型越多,其可用性和可扩展性越强,价格也越高。

(3) 背板吞吐量。背板吞吐量又称背板带宽,单位是每秒通过的数据包个数(pps),表示交换机接口卡和数据总线间所能吞吐的最大数据量。交换机的背板带宽越高,处理数据的能力越强,同时成本也会越高。交换机背板应该有足够的可扩展性以备网络扩容。部分厂商提供的背板带宽未必可信,用户可参考另一指标——满配置时的吞吐量。

(4) MAC 地址表大小。连接到园区网上的每个端口或设备都需要一个 MAC 地址,其他设备要用此地址来定位特定的端口及更新路由表和数据结构。设备 MAC 地址表的大小反映了该设备能支持的最大结点数。

## 3. 路由器选型

衡量路由器的指标主要有以下几个。

(1) 背板能力。通常指路由器背板容量或者总线能力。

(2) 吞吐量。指路由器的包转发能力。

(3) 丢包率。指路由器在稳定的持续负荷下由于资源缺少而在应该转发的数据包中不能转发的数据包所占的比例。

(4) 转发时延。指需转发的数据包最后一比特进入路由器端口到该数据包第一比特出现在端口链路上的时间间隔。

(5) 路由表容量。指路由器运行中可以容纳的路由数量。

(6) 可靠性。指路由器可用性、无故障工作时间和故障恢复时间等指标。

### 1.3.2 网络软件选择

网络软件分为网络操作系统软件、网络管理软件、应用软件、工具软件和支撑软件等，正确地选择能够相互配合、完成网络系统需求功能的软件组合，是网络建设的关键，而其中网络操作系统的选择是最基础的，也是最核心的。

网络操作系统(Network Operation System, NOS)是向联入网络的一组计算机用户提供各种服务的一种操作系统。一般来说，NOS 偏重于将与网络活动相关的特性加以优化，即通过网络来管理诸如共享数据文件、软件应用和外部设备之类的资源。NOS 管理的资源有以下几种。

- 由其他工作站访问的文件系统。
- 在 NOS 上运行的计算机的存储器。
- 加载和执行共享应用程序。
- 对共享网络设备的输入/输出。
- 在 NOS 进程之间的 CPU 调度。

目前，NOS 产品种类繁多，下面列举几种常见的解决方案。

(1) Windows 系统。微软的 Windows 系统不仅在个人操作系统中占绝对优势，在网络操作系统中也具有非常强劲的实力。虽然它在安全性和稳定性方面不如 UNIX 和 Linux，但由于它的易用性和强大的应用软件支持，以及足以满足企业用户对安全性、稳定性的需求，使得其应用仍是最为广泛的，特别是在企业局域网中，至少有 80% 以上采用的是微软的 Windows 系列网络操作系统。

在局域网中，微软的网络操作系统主要有 Windows NT 4.0 Server、Windows 2000 Server/Advanced Server，以及 Windows Server 2003 等。

(2) UNIX 系统。UNIX 自出现(1974 年)至今已有 40 多年的历史，它所发布的各种版本难计其数。UNIX 所指的并非是单一的操作系统，而是指一系列的 UNIX 家族，如 Sun OS、Sun Solaris、HP-UX、BSD 和 Free BSD 等。

这类操作系统的稳定性和安全性非常好，但由于它多数是以命令方式进行操作，不容易掌握，因此，UNIX 系统一般用于大型的局域网中，长久以来主要被政府机构、学校或研究机构所使用。现在，由于 Internet 的发达，越来越多其他领域的使用者开始接触到 UNIX 系统。UNIX 在企业界的发展更是惊人，尤其是在一些需要处理大量数据、要求高可靠度的场合中，更是非 UNIX 系统不可。

(3) Linux 系统。Linux 是当今流行的操作系统之一。Linux 是 UNIX 操作系统的的一个分支，它最初是由 Linux Torvalds 于 1991 年为基于 Intel 80386 的 IBM 兼容机开发的操作系统，在加入自由软件组织 GNU 后，经过 Internet 上全体开发者的共同努力，已成为能够支持各种体系结构的具有很大影响的操作系统。Linux 最大的优势在于它不是商业操作系统，其源代码受 GNU 通用公共许可证(GPL)的保护，是完全开放的，任何人都可以下载用于研究、开发和使用。Linux 能提供较稳定的系统，不易受到病毒攻击，其安全性、开放性与二次开发能力较好。目前这类操作系统仍主要应用于中、高档服务器中。

总的来说，对特定计算环境的支持使得每种操作系统都有适合自己的工作场合，例如



Windows XP 适用于桌面计算机, Windows Server、Linux 目前较适用于小型的网络, 而 UNIX 适用于大型服务器应用程序。用户可根据企业网络应用规模、应用层次等实际情况, 选择最合适的操作系统。

## 1.4 网络的安装、调试与测试

网络的安装、调试与测试环节不容忽视, 即使选择了优质的材料和先进设备, 但安装工艺低劣, 要想通过测试验收也是不可能的。这一步直接关系到整个网络的性能。总的来说, 整个过程可以分为以下几步。

### 1. 布线

按照布线系统的要求进行布线施工。在此过程中, 尤其要注意严格按照布线标准施工, 严格执行对线缆和接口进行标记, 并给出标记和施工文档(以便以后维护)。

### 2. 设备安装、配置和调试

设备开箱验货之后进行加电检测, 判断配置是否符合合同要求。之后安装软件系统, 进行测试和运行。

另外, 这步中最重要的环节是通过对网络设备进行配置使网络的逻辑设计方案真正得以实施, 如网段的划分等。

### 3. 网络安全配置

网络安全配置涉及很多细节, 在此仅列出基本内容。

- 服务器安全设置。
- 交换机安全设置。
- 路由器安全设置。
- VLAN 设置。
- 防火墙设置。
- 网络管理设置。

### 4. 网络系统测试

(1) 连通性和链路电气测试。整个施工完成后, 要采用全部或抽查的方式测试各信息点的连通性。为了保证网络系统的可靠运行, 应按照国家标准对传输介质和接口进行电气参数的测试, 并给出详细的测试报告。

(2) 系统功能和性能测试。网络开通后, 对要求的功能和性能进行测试, 最后给出网络系统的测试或验收报告。

## 1.5 用户培训

用户培训是网络建设过程中不可缺少的一个步骤。培训课程可分为以下几个方面。

(1) 管理阶层的培训。各单位的领导要率先进行培训,使其了解网络的功能与效益,再由其宣教并影响其下属,这样可加速网络推广的成效。

(2) 网络管理与维护人员的培训。各单位内部要有 2~3 人接受网络管理与维护培训,以便能在网络发生故障时做紧急修复。

(3) 网络软件开发人员的培训。若使用程序多为固定,则可委托软件公司代为开发。若使用程序经常变动,则以自训方式培养程序设计师,可节省成本。

(4) 一般使用者的培训。第一阶段应着重单机应用培训,待其熟悉基本操作技能后,再指导其上网及掌握网络应用技巧。

## 1.6 工程项目文档

网络文档目前在国际上还没有一个标准可言,国内各大网络公司提供的文档内容也不一样。但网络文档是绝对重要的,它可为未来的网络维护、扩展和故障处理节省大量的时间。作者根据十多年从事网络工程的实际经验,介绍一下网络文档的组成。

网络文档一般由 3 种文档组成,即网络结构文档、网络布线文档和网络系统文档。

### 1. 网络结构文档

网络结构文档由下列内容组成。

- 网络逻辑拓扑结构图。
- 网段关联图。
- 网络设备配置图。
- IP 地址分配表。

### 2. 网络布线文档

网络布线文档由下列内容组成。

- 网络布线逻辑图。
- 网络布线工程图(物理图)。
- 测试报告(提供每一节点的接线图、长度、衰减、近端串扰和光纤测试数据)。
- 配线架与信息插座对照表。
- 配线架与集线器接口对照表。
- 集线器与设备间的连接表。
- 光纤配线表。



### 3. 网络系统文档

网络系统文档的主要内容如下。

- 服务器文档，包括服务器硬件文档和服务器软件文档。
- 网络设备文档，网络设备是指工作站、服务器、中继器、集线器、路由器、交换机、网桥、网卡等。在做文档时，必须有设备名称、购买公司、制造公司、购买时间、用户、维护期、技术支持电话等。
- 网络应用软件文档。
- 用户使用权限表。

在验收、鉴定会结束后，应将乙方所交付的文档材料以及验收、鉴定会上所使用的材料一起交给甲方的有关部门存档。

## 思 考 题

1. 对用户进行需求分析应从哪些方面入手？
2. 工程论证包括哪些方面？
3. 如何撰写可行性报告？
4. 试述以太网家族成员间的相同点与不同点。
5. 局域网有哪几种网络拓扑结构？各自的特点是什么？
6. 简述分层网络设计的含义及方法。
7. 静态和动态分配 IP 地址各有什么优缺点？如何选择应用场合？
8. IP 地址分配应遵循哪些基本原则？
9. 服务器选型的原则是什么？
10. 衡量路由器、交换机性能的指标有哪些？
11. 通信介质根据各自特点不同，使用场合也不同，试进行说明。
12. 如何对网络系统进行测试与验收？
13. 整个局域网搭建过程中有哪些文档需要归档？