



高等学校**应用型特色**规划教材
2016年度山东省本科高校教学改革研究项目
(项目编号: C2016M048)

局域网

组建、管理与维护 (第3版)



刘永华 张秀洁 主编

赠送
电子课件



清华大学出版社

高等学校应用型特色规划教材

局域网组建、管理与维护

(第3版)

刘永华 张秀洁 主 编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书系统地介绍了局域网组建技术、管理技术以及网络系统维护技术等相关方面的内容,涵盖了计算机网络组建、管理与维护所需的相关知识。第3版较第2版在内容上做了较大改动,基于微软较新的服务器操作系统 Windows Server 2008 编写。此外,在第9章的网络安全技术中,增加了密码学算法的具体内容。

本书共分为11章,主要内容为局域网设计与构建、计算机网络设备、交换技术及配置、路由技术及配置、无线局域网、网络布线技术、搭建网络服务、网络互联、网络安全技术、网络管理与维护技术、网络系统集成案例分析。另附有参考实验和工程项目训练。

本书内容系统完整、知识丰富、实用性强,是一本理论和实践相结合的技术书籍,适合于高等院校计算机科学与技术专业、网络工程专业、数字媒体技术专业、软件工程专业、通信工程专业以及自动化专业的本科学生学习,也可供计算机、通信、网络布线、系统集成等领域高职高专学生、成人教育学生,以及相关科技人员使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。
版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

局域网组建、管理与维护/刘永华,张秀洁主编.—3版.—北京:清华大学出版社,2018
(高等学校应用型特色规划教材)

ISBN 978-7-302-48680-0

I. ①局… II. ①刘… ②张… III. ①局域网—高等学校—教材 IV. ①TP393.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 270097 号

责任编辑:桑任松

封面设计:杨玉兰

责任校对:李玉茹

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 装 者:北京泽宇印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22

字 数:530 千字

版 次:2006 年 6 月第 1 版 2018 年 1 月第 3 版

印 次:2018 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:54.00 元

产品编号:074334-01

第 3 版前言

局域网是计算机网络的最简形式，同时也是—切计算机网络的基础，所有能在 Internet 上实现的功能，都可以轻而易举地在局域网上实现。此外，由于安全性方面的原因，某些敏感数据目前还只适合在局域网内流通。因此，要真正理解和运用计算机网络，就必须从局域网开始。

本书以完整的局域网组建过程以及管理、维护为基础，并结合具体案例说明计算机网络设计及实施的各阶段所采用的比较成熟的思路 and 结构，着重培养学生分析问题、解决问题的能力。

本书的主要特色有，注重理论与实践结合、习题与实训结合以及整体规划与案例结合。本书的编写思路是，首先介绍局域网的知识体系和组建技术，解决了局域网的组建问题；在此基础上介绍接入网和传输网技术，解决了广域网组建与网络互联问题；随后介绍局域网接入 Internet 的方法；最后介绍计算机网络的维护问题。即局域网组建→交换与路由技术→网络互联→系统集成→接入 Internet→网络管理与维护。

本书共 11 章。第 1 章介绍局域网设计与构建，第 2 章介绍计算机网络设备，第 3 章介绍交换技术及配置；第 4 章介绍路由技术及配置，第 5 章介绍无线局域网，第 6 章介绍网络布线技术，第 7 章介绍搭建网络服务，第 8 章介绍网络互联，第 9 章介绍网络安全技术，第 10 章介绍网络管理与维护技术，第 11 章介绍网络系统集成案例分析。另有附录 A 参考实验，附录 B 工程项目训练。

本书由刘永华、张秀洁主编，刘永华负责通稿整理。其中刘永华完成了第 1~6 章和附录 B 的编写，张秀洁完成了第 7~11 章和附录 A 的编写。赵艳杰、孟凡楼、陈茜、孙俊香、洪璐、黄忠义对本书部分章节的编写提出了宝贵意见，在此向他们表示感谢。

由于作者水平有限，加之时间仓促，疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 局域网设计与构建.....	1
1.1 确定网络设计目标.....	2
1.1.1 需求分析.....	2
1.1.2 工程论证.....	3
1.1.3 网络设计原则.....	5
1.2 确定网络设计方案.....	7
1.2.1 网络标准的选择.....	7
1.2.2 网络拓扑结构选择.....	10
1.2.3 建立分级三层设计模型.....	13
1.2.4 IP 地址规划.....	16
1.2.5 网络布线设计.....	19
1.2.6 安全设计.....	20
1.3 网络产品选型.....	21
1.3.1 网络硬件设备选型.....	21
1.3.2 网络软件选择.....	23
1.4 网络的安装、调试与测试.....	24
1.5 用户培训.....	25
1.6 工程项目文档.....	25
思考题.....	26
第 2 章 计算机网络设备	27
2.1 网络设备概述.....	27
2.1.1 服务器.....	28
2.1.2 工作站.....	31
2.1.3 网卡.....	32
2.1.4 中继器.....	34
2.1.5 集线器.....	34
2.1.6 网桥.....	35
2.1.7 交换机.....	37
2.1.8 路由器.....	39
2.2 网络设备的连接.....	40
2.2.1 网络设备的总体连接方法.....	40
2.2.2 网络连接规则.....	41
2.2.3 网络设备的主要接口.....	45
2.2.4 交换机互联方式.....	49

2.2.5 路由器的硬件连接	51
2.3 网络设备的配置.....	53
2.3.1 交换机配置方式	53
2.3.2 交换机配置模式与命令	55
2.3.3 路由器配置方式	57
2.3.4 路由器配置模式与命令	57
思考题.....	57
第 3 章 交换技术及配置	59
3.1 交换技术概述.....	59
3.1.1 二层交换技术	59
3.1.2 三层交换技术	60
3.2 VLAN 技术	62
3.2.1 VLAN 产生的原因	62
3.2.2 VLAN 标准	63
3.2.3 VLAN 的划分方法	64
3.2.4 VLAN 内及 VLAN 间的 通信	65
3.2.5 VLAN 实现	68
3.3 链路聚合技术.....	70
3.3.1 链路聚合	70
3.3.2 流量平衡	71
3.3.3 链路聚合实现	72
3.4 生成树协议概述.....	73
3.4.1 交换网络中的备份链路	73
3.4.2 生成树协议	74
3.4.3 生成树的实现举例	82
3.5 交换技术综合应用案例.....	83
思考题.....	87
第 4 章 路由技术及配置	88
4.1 路由器的作用与构成.....	88
4.1.1 路由器的作用	88
4.1.2 路由器的构成	90
4.2 路由表.....	91
4.2.1 路由表的构成	91



4.2.2 路由的分类.....	92	6.2 结构化布线中的子系统.....	129
4.3 路由选择协议.....	95	6.2.1 工作区子系统布线方法	129
4.3.1 基本概念.....	95	6.2.2 水平子系统布线方法	132
4.3.2 内部网关协议 RIP	96	6.2.3 垂直干线子系统布线方法	136
4.3.3 内部网关协议 OSPF	97	6.2.4 设备间子系统设计	139
4.3.4 外部网关协议 BGP.....	99	6.2.5 管理间子系统布线方法	143
4.4 路由技术综合应用案例.....	100	6.2.6 建筑群子系统布线方法	147
思考题.....	103	6.3 居民楼布线.....	151
第5章 无线局域网.....	104	6.4 办公室内的设备连接.....	152
5.1 无线局域网概述.....	104	6.5 设备间的连接.....	153
5.2 无线局域网标准.....	105	6.5.1 设备的种类	153
5.2.1 WLAN 802.11 系列标准.....	105	6.5.2 设备连接类型与方法	154
5.2.2 无线局域网的其他标准.....	107	6.6 布线系统测试与验收.....	155
5.3 无线局域网硬件设备.....	108	思考题.....	158
5.3.1 无线网卡.....	108	第7章 搭建网络服务.....	159
5.3.2 无线访问点.....	109	7.1 网络服务概述.....	159
5.3.3 无线桥接设备.....	109	7.1.1 网络操作系统	159
5.3.4 无线宽带路由器.....	110	7.1.2 域控制器	161
5.3.5 高增益天线.....	110	7.1.3 DNS 服务	164
5.4 无线局域网的拓扑结构.....	111	7.1.4 DHCP 服务.....	170
5.4.1 无 AP 的 Ad-Hoc 模式.....	111	7.1.5 Web 服务	174
5.4.2 基于 AP 的 Infrastructure 结构.....	112	7.2 网络服务器的配置与使用.....	178
5.5 无线局域网连接方案.....	112	7.2.1 服务器角色和功能简介	178
5.5.1 独立无线局域网方案.....	112	7.2.2 配置服务器	179
5.5.2 无线以太网和有线 LAN 互联.....	114	7.2.3 创建与管理用户	181
5.5.3 多接入点无线连接方案.....	115	7.2.4 创建和管理组	185
5.6 无线局域网的组建.....	117	7.3 从工作站登录到服务器的方法.....	187
5.6.1 Ad-Hoc 无线网络的组建.....	117	7.3.1 配置客户端网络	187
5.6.2 Infrastructure 无线网络的组建.....	120	7.3.2 将客户端加入活动目录	188
思考题.....	125	7.4 网络资源共享.....	189
第6章 网络布线技术.....	126	7.4.1 共享资源的方法	189
6.1 结构化布线方法.....	126	7.4.2 共享文件夹	190
6.1.1 结构化布线子系统划分.....	127	7.4.3 共享打印机	195
6.1.2 结构化布线设计等级.....	128	思考题.....	199
6.1.3 结构化布线标准.....	128	第8章 网络互联.....	200
		8.1 虚拟专用网.....	200
		8.1.1 VPN 原理	200
		8.1.2 VPN 的 Windows 解决方案	202

8.2 网络地址转换.....	210	第 10 章 网络管理与维护技术	257
8.2.1 NAT 工作原理.....	210	10.1 网络管理技术.....	257
8.2.2 NAT 技术实施.....	212	10.1.1 网络管理的意义	257
8.3 局域网宽带接入 Internet	212	10.1.2 网络管理的基本概念	258
8.3.1 NAT 技术的软件实现.....	213	10.1.3 网络管理协议 SNMP.....	261
8.3.2 Internet 连接共享接入	216	10.1.4 网络管理工具	264
8.3.3 通过代理服务器接入.....	218	10.2 网络维护技术.....	266
思考题.....	220	10.2.1 网络维护概述	266
第 9 章 网络安全技术	221	10.2.2 网络常见故障	267
9.1 网络安全概述.....	221	10.2.3 网络故障排除的思路	268
9.1.1 网络安全概念.....	221	10.2.4 常用测试命令	271
9.1.2 网络安全模型.....	222	10.2.5 故障实例及排除方法	274
9.1.3 安全攻击.....	223	思考题.....	281
9.1.4 安全服务和安全机制.....	226	第 11 章 网络系统集成案例分析	282
9.2 密码学理论: 加密、认证与鉴别.....	227	11.1 小型网络系统集成方案.....	282
9.2.1 基本概念.....	227	11.1.1 小型网络方案的特点	
9.2.2 加密技术.....	228	与要求	282
9.2.3 认证技术.....	231	11.1.2 3COM 小型有线局域网络	
9.2.4 数字签名技术.....	234	解决方案	283
9.3 入侵检测技术.....	237	11.1.3 小型无线局域网络解决	
9.3.1 入侵检测的分类.....	238	方案	285
9.3.2 入侵检测过程分析.....	239	11.2 中型网络系统集成方案.....	287
9.3.3 检测和访问控制技术的共存		11.2.1 中型网络方案的特点	
共荣.....	239	与要求	287
9.3.4 入侵检测目前存在的问题.....	239	11.2.2 锐捷中型网络解决方案.....	288
9.4 防火墙技术.....	240	11.3 大型网络系统集成方案.....	290
9.4.1 访问控制列表.....	240	11.3.1 大型网络方案的特点	
9.4.2 防火墙的基本工作原理.....	243	与要求	290
9.4.3 防火墙分类.....	244	11.3.2 Cisco 大型局域网方案	291
9.4.4 防火墙的工作模式.....	246	思考题.....	294
9.4.5 防火墙的应用.....	247	附录 A 参考实验	295
9.5 计算机病毒.....	250	附录 B 工程项目训练.....	320
9.5.1 计算机病毒的种类.....	250	参考文献	342
9.5.2 计算机病毒的特点.....	252		
9.5.3 病毒的入侵途径.....	253		
9.5.4 病毒的防治.....	254		
思考题.....	256		

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。

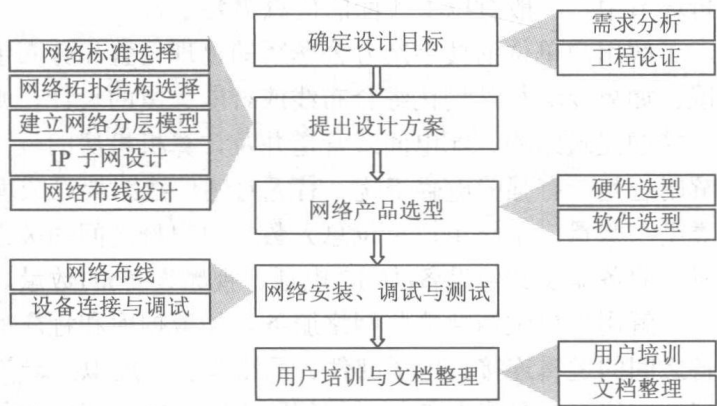


图 1-1 局域网组建的实现过程

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,完成最初始的工作。

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 $\times$ 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”,这是组网工程的纲要性文件。

(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,如工程中有无一定的安全措施可以保证网络的正常运行,系统中有无安全漏洞。

(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能力。

(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请求,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)和多播是当下互联网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方法。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权标环状网。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。

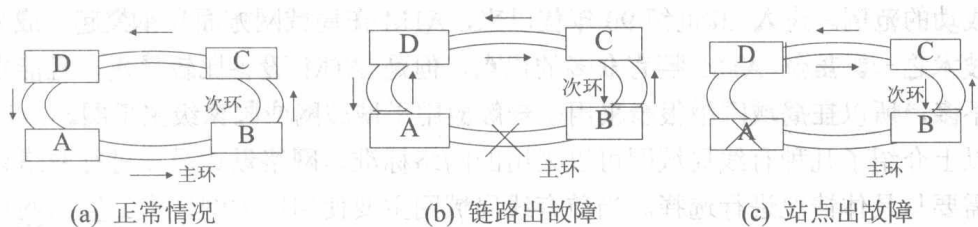


图 1-2 具有双环的 FDDI

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。