



21世纪高等院校规划教材

计算机网络工程

刘永华 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校规划教材

计算机网络工程

刘永华 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以完整的局域网组建、网络互联过程以及管理、维护为基础,并结合具体的案例说明计算机网络设计及实施的各阶段采用的比较成熟思想和结构,着重培养学生分析问题、解决问题的能力。

全书共 12 章,主要内容包括:局域网的设计与构建、网络互联设备、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、搭建网络服务及配置、网络互联技术、网络安全技术、网络管理与维护技术、网络系统集成案例、网络工程项目训练。另外附有 10 个参考实验。

本书内容系统、完整,内容丰富,实用性强,是一本理论和实践相结合的技术书籍,适合于普通高等院校计算机科学与技术、网络工程、通信工程、电子科学与技术、自动化、电子信息工程专业本科生学习,也可为计算机、通信、自动化、网络布线、系统集成等领域的高职高专学生、成人高等教育学生以及相关的科技人员使用。

本书所配电子教案及相关教学资源可以从中国水利水电出版社网站和万水书苑上下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和<http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络工程 / 刘永华编著. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2012. 12
21世纪高等院校规划教材
ISBN 978-7-5170-0295-6

I. ①计… II. ①刘… III. ①计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第253449号

策划编辑: 雷顺加 责任编辑: 宋俊娥 加工编辑: 宋 杨 封面设计: 李 佳

书 名	21 世纪高等院校规划教材 计算机网络工程
作 者	刘永华 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 20.5 印张 500 千字
版 次	2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	36.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

“计算机网络”是一门高度综合与交叉的具有独特科学规律的学科。在现有计算机网络构建与网络工程技术的教材当中,着重讲解、讨论计算机网络的体系结构及其通信协议,帮助学生掌握计算机网络的原理,了解网络运行的基本机制和方法,学习以后对网络会有大体的了解,但仅限于理论方面,在实践方面,不会使用计算机网络设备,对计算机网络构建以及网络的设计与施工也茫无头绪,不知如何将理论应用于实践,对于网络应用中的故障也难以分析与排除。

本书以计算机网络的各项基本技术和主流技术为基础,说明计算机网络中采用的比较成熟思想和结构,突出常用计算机网络设计、配置和管理的方法,并对网络的设计、开发和应用中的实际问题及网络发展中的热点问题进行讨论。本书注重理论与实践的结合,力求培养学生分析问题和解决问题的能力,适合学生循序渐进地学习。

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、网络互联过程以及管理、维护为基础,并结合具体的案例说明计算机网络设计及实施的各阶段采用的比较成熟的思想和结构,着重培养学生分析问题、解决问题的能力。本书的主要特色是:注重理论与实践结合,习题与实训结合,整体规划与案例结合,任务驱动与技能训练结合。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 的方法以及介绍计算机网络的管理与维护问题,最后介绍网络系统集成以及工程项目训练。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→工程项目训练。

全书由 12 章组成,主要内容包括:局域网的设计与构建、网络互联设备、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、搭建网络服务及配置、网络互联技术、网络安全技术、网络管理与维护技术、网络系统集成案例、网络工程项目训练。另外附有 10 个参考实验。

本书内容系统、完整,内容丰富,实用性强,是一本理论和实践相结合的技术书籍,适合于普通高等院校计算机科学与技术、网络工程、通信工程、电子科学与技术、自动化、电子信息工程专业本科生学习,也可为计算机、通信、自动化、网络布线、系统集成等领域的高职高专学生、成人高等教育学生以及相关的科技人员使用。

本书由刘永华独立编著并完成全书统稿整理。孟凡楼、赵艳杰、陈茜、孙俊香、张淑玉、王桂湘、刘天翔、张宗云、董春平、刘芳、王公堂对本书的编写提供了帮助,在此向他们表示感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,疏漏在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者
2012 年 10 月

目 录

前言

第1章 局域网的设计与构建	1	2.2.5 路由器的硬件连接	48
本章学习目标	1	2.3 网络设备的配置	51
1.1 确定网络设计目标	2	2.3.1 交换机的配置方式	51
1.1.1 需求分析	2	2.3.2 交换机的配置模式与命令	53
1.1.2 工程论证	3	2.3.3 路由器的配置方式	54
1.1.3 网络设计原则	5	2.3.4 路由器的配置模式与命令	54
1.2 确定网络设计方案	6	习题与思考题二	55
1.2.1 网络标准的选择	6	第3章 交换技术及配置	57
1.2.2 网络拓扑结构的选择	10	本章学习目标	57
1.2.3 建立分级三层设计模型	12	3.1 交换技术概述	57
1.2.4 IP 地址规划	16	3.1.1 二层交换技术	57
1.2.5 网络布线设计	18	3.1.2 三层交换技术	58
1.2.6 安全设计	20	3.2 VLAN 技术	60
1.3 网络产品选型	20	3.2.1 VLAN 产生的原因	60
1.3.1 网络硬件设备选型	20	3.2.2 VLAN 标准	61
1.3.2 网络软件的选择	21	3.2.3 VLAN 的划分方法	62
1.4 网络的安装、调试与测试	23	3.2.4 VLAN 内及 VLAN 间的通信	63
1.5 用户培训	23	3.2.5 实现 VLAN	66
1.6 工程项目文档	24	3.3 链路聚合技术	67
习题与思考题一	24	3.3.1 链路聚合	67
第2章 网络互联设备	26	3.3.2 流量平衡	69
本章学习目标	26	3.3.3 链路聚合的实现	70
2.1 网络设备概述	26	3.4 生成树协议	70
2.1.1 服务器	27	3.4.1 交换网络中的冗余链路	70
2.1.2 工作站	29	3.4.2 生成树协议	71
2.1.3 网络适配器	30	3.4.3 生成树的实现举例	80
2.1.4 中继器	31	3.5 交换技术综合应用案例	81
2.1.5 集线器	32	习题与思考题三	84
2.1.6 网桥	33	第4章 路由技术及配置	86
2.1.7 交换机	35	本章学习目标	86
2.1.8 路由器	36	4.1 路由器的作用与构成	86
2.2 网络设备的连接	37	4.1.1 路由器的作用	86
2.2.1 网络设备的总体连接方法	38	4.1.2 路由器的构成	88
2.2.2 网络连接规则	39	4.2 路由表	89
2.2.3 网络设备的主要接口	43	4.2.1 路由表的构成	89
2.2.4 交换机互连方式	47	4.2.2 路由的分类	90

4.3 路由选择协议	93	习题与思考题六	156
4.3.1 基本概念	93	第7章 搭建网络服务及配置	157
4.3.2 内部网关协议 RIP	94	本章学习目标	157
4.3.3 内部网关协议 OSPF	95	7.1 网络服务概述	157
4.3.4 外部网关协议 BGP	96	7.1.1 网络操作系统	157
4.4 路由技术综合应用案例	98	7.1.2 域控制器	158
习题与思考题四	101	7.1.3 DNS 服务	160
第5章 无线局域网	102	7.1.4 DHCP 服务	164
本章学习目标	102	7.1.5 WINS 服务	166
5.1 无线局域网的概述	102	7.2 网络服务器的配置与使用	167
5.2 无线局域网的标准	103	7.2.1 配置服务器	167
5.2.1 WLAN 802.11 系列标准	103	7.2.2 创建与管理用户	173
5.2.2 无线局域网的其他标准	104	7.2.3 创建和管理组	176
5.3 无线局域网的硬件设备	105	7.3 从工作站登录到服务器的方法	178
5.4 无线局域网的拓扑结构	108	7.3.1 配置客户端网络	178
5.5 无线局域网的连接方案	109	7.3.2 将客户端加入活动目录	179
5.5.1 独立无线局域网方案	109	7.4 网络资源共享的方法	180
5.5.2 无线以太网和有线 LAN 互联	111	7.4.1 共享资源的方法	180
5.5.3 多接入点无线连接方案	111	7.4.2 共享打印机的方法	180
5.6 无线局域网的组建	113	习题与思考题七	187
5.6.1 Ad-Hoc 无线网络的组建	113	第8章 网络互联技术	189
5.6.2 Infrastructure 无线网络的组建	116	本章学习目标	189
习题与思考题五	122	8.1 虚拟专用网 VPN	189
第6章 网络布线技术	124	8.1.1 VPN 原理	189
本章学习目标	124	8.1.2 VPN 的 Windows 解决方案	191
6.1 结构化布线方法	124	8.2 网络地址转换 NAT	201
6.1.1 结构化布线子系统划分	125	8.2.1 NAT 工作原理	201
6.1.2 结构化布线设计等级	126	8.2.2 NAT 技术实施	204
6.1.3 结构化布线标准	126	8.3 局域网宽带接入 Internet	204
6.2 结构化布线中的子系统	127	8.3.1 NAT 技术的软件实现	205
6.2.1 工作区子系统布线方法	127	8.3.2 Internet 连接共享接入	209
6.2.2 水平子系统布线方法	130	8.3.3 通过代理服务器接入	211
6.2.3 垂直干线子系统布线方法	134	习题与思考题八	213
6.2.4 设备间子系统设计	137	第9章 网络安全技术	215
6.2.5 管理间布线方法	141	本章学习目标	215
6.2.6 建筑群子系统布线方法	145	9.1 网络安全问题概述	215
6.3 居民楼布线	150	9.1.1 网络安全的概念	215
6.4 办公室内的设备连接	150	9.1.2 网络安全控制模型	216
6.5 设备间的连接	151	9.1.3 安全威胁	217
6.5.1 设备的种类	151	9.2 加密、认证与鉴别	220
6.5.2 设备连接的类型与方法	152	9.2.1 密码学的基本概念	220
6.6 布线系统的测试与验收	153	9.2.2 认证技术	222

9.2.3 数字签名技术	222	11.2.2 锐捷中型网络解决方案	271
9.3 入侵检测技术	223	11.3 大型网络系统集成方案	272
9.4 防火墙技术	225	11.3.1 大型网络方案的特点与要求	272
9.4.1 防火墙的基本工作原理	225	11.3.2 Cisco 大型局域网方案	273
9.4.2 防火墙的分类	226	习题与思考题十一	277
9.4.3 防火墙的工作模式	226	第 12 章 网络工程项目训练	278
9.4.4 防火墙的应用	227	本章学习目标	278
9.5 访问控制列表	230	12.1 网络工程项目训练一	278
9.5.1 访问控制列表的基本概念	230	12.1.1 工程背景与项目需求	278
9.5.2 访问控制列表的定义	231	12.1.2 项目实施	278
9.5.3 访问控制列表的类型	232	12.1.3 结果测试	281
9.6 计算机病毒	234	12.1.4 思考讨论	281
9.6.1 计算机病毒的种类	234	12.2 网络工程项目训练二	282
9.6.2 计算机病毒的特点	235	12.2.1 项目需求	282
9.6.3 病毒的入侵途径	236	12.2.2 训练内容	282
9.6.4 病毒的防治	237	12.2.3 训练步骤	283
习题与思考题九	238	12.2.4 结果测试	285
第 10 章 网络管理与维护技术	240	12.3 网络工程项目训练三	286
本章学习目标	240	12.3.1 项目背景	286
10.1 网络管理技术	240	12.3.2 网络设备组建部分训练	287
10.1.1 网络管理的意义	240	12.3.3 参考与提示	287
10.1.2 网络管理的基本概念	241	12.3.4 项目全部完成标准	289
10.1.3 网络管理协议 SNMP	243	12.4 网络工程项目训练四	290
10.1.4 网络管理工具	246	12.4.1 项目背景介绍	290
10.2 网络维护技术	248	12.4.2 项目要求	291
10.2.1 网络维护概述	248	12.4.3 项目实施过程及配置	292
10.2.2 网络常见故障	249	习题与思考题十二	298
10.2.3 网络故障排除的思路	250	附录 参考实验	299
10.2.4 常用测试命令	253	实验一 双绞线的制作	299
10.2.5 故障实例及排除方法	256	实验二 虚拟局域网 VLAN 的设置	301
习题与思考题十	263	实验三 快速生成树协议的配置	303
第 11 章 网络系统集成案例	265	实验四 三层交换机的设置	305
本章学习目标	265	实验五 路由器连接局域网	307
11.1 小型网络系统集成方案	265	实验六 静态路由由实验	308
11.1.1 小型网络方案的特点与要求	265	实验七 NAT 网络地址转换	310
11.1.2 3Com 小型有线局域网络解决 方案	266	实验八 交换机的端口安全	312
11.1.3 小型无线局域网络解决方案	267	实验九 PPP CHAP 认证	314
11.2 中型网络系统集成方案	269	实验十 交换三级网综合实验	316
11.2.1 中型网络方案的特点与要求	270	参考文献	322

第 1 章 局域网的设计与构建



本章学习目标

局域网的设计与构建是一个复杂而长期的过程，本章从局域网搭建前进行需求分析，到工程竣工时的测试与验收，相关文件的归档，对局域网搭建的整个过程中涉及到的问题进行了整体介绍。确定局域网设计方案是本章的重点。学完本章，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、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、使用的一项依据。作为一个系统来说，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，将局域网的实现过程分为如图 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。

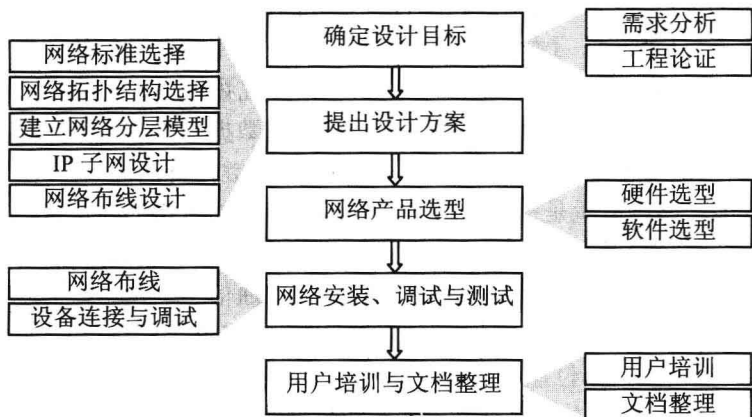


图 1-1 局域网组建的实现过程

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,需求分析总是首要的。在为用户设计一套局域网方案时,首先要弄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定越有利,后期开发中可能出现的问题也就越少。

在实施用户需求分析时,首先时用户基本情况进行调研,获取用户的需求信息。用户的问题往往是实际存在的问题或要求,而且这些问题通常不是用计算机网络的技术语言表达,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精确理解,针对用户提出的问题给出确切定义,完成最初始的工作。

以下是一个具体的分析事例,可以用来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 XG 字节。

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:系统需要作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,一般有以下几个方面的信息需要了解:

(1) 地理布局。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。了解该单位的用户总人数,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(如果有的话),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。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使用环境上改变所造成的

问题。用户单位都不希望浪费原有的设备资源，就要求在新的网络规划中充分考虑到这一点。

(6) 经费预算。用户单位可用于网络系统建设的经费是有一定限额的，如果规划超过这一限额，用户单位将难以接受，所以在需求分析时就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，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”，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) 研究系统概要书，根据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，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，做出明确的结论供用户参考。

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。

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。

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。

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。

若经过论证项目是可行的,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

该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、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的状况和不足,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,计算网络建设所需经费预算,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主要尺度,如费用、功能、开发时间、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,具体内容有:

- 说明目前的计算机系统的基本情况,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,具体内容有:

- 方案的概要,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和匹配能力、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) 可供选择的其它网络系统方案。

- 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)、研究的开发费用、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。
- 给出建议建立的网络系统的收益/投资比值和投资的回收周期。
- 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、设备的配置等发生变化时,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要求。

(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:

- 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

要进行计算机网络设计,第一步是根据用户的需求分析,确立计算机网络的设计目标,网络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,网络设计的目标也不尽相同,但是任何网络设计中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,它是使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。一般说来,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。也就是最初的网络设计可以使网络规模随组织机构规模的变化而扩展,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。

具有增加应用的应变能力非常重要。如一个网络开始时,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)和多播是当今互联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,设计时可能要花费大量时间。设计出一个易于管理的网络,该网络设计人员的威望会与日俱增。

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、想入非非的设计方案,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非常有效的方法。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,兼顾以上的设计原则,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,事实上需要具备网络的基本知识,了解局域网络的构成部件。把这些知识串连起来,结合用户的需求,便可形成一个设计方案的结构。设计方案的形成,占一个网络工程工作量的30%~40%,剩下的只是付之实现的问题。

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. 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。历史上在局域网络中应用过多种网络类型,包括以太网、令牌总线、令牌环等。最后,

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) 10Mb/s 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 10Mb/s。随着网络的发展,传统标准的 10Mb/s 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 100Mb/s。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、相同的组网方法。用户只要更换一张网卡,再配上一个 100Mb/s 的集线器,就可以很方便地由 10Base-T 以太网直接升级到 100Mb/s 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、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 表示传输速率为 100Mb/s,Base 表示为基带传输。T4 表示使用 4 根双绞线,这 4 根线是语音级的 (三类双绞线);TX 表示使用两根双绞线,这两根双绞线是数据级的 (五类双绞线);FX 表示使用光纤。100Base-TX、100Base-FX 统称为 100Base-X 标准。

(3) 千兆以太网 (Gigabit Ethernet, GE)。千兆以太网的数据率是 1000Mb/s。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 100Mb/s 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 提出了千兆位以太网技术。

千兆以太网技术包括两个标准:IEEE 802.3z 和 IEEE 802.3ab。IEEE 802.3z 是基于单模光纤、多模光纤和同轴电缆的千兆以太网标准。IEEE 802.3ab 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 (100 米 4 对 UTP)。

千兆以太网是目前使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 IEEE 802.3 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。它首先是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) 万兆以太网 (10Gigabit Ethernet, 10GE)。万兆以太网的数据率是 10000Mb/s。万兆以太网标准由 IEEE 802.3ae 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 (10G) 和更远的传输距离 (最长传输距离可达 40km)。万兆标准包括 10GBase-X、10GBase-R、10GBase-W 三种类型。

万兆以太网并非将吉比特以太网的速率简单地提高 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 IEEE 802.3 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。10Gb/s 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/企业网骨干网的带宽,也对简化城域网起到了促进作用。以太网 IEEE 802.3 标准如表 1-1 所示。

表 1-1 以太网 IEEE 802.3 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	1983 年	1989 年	1990 年	1993 年
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	1995 年	1995 年	1995 年	1997 年
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	1998 年	1998 年	2002 年	2002 年

2. FDDI

FDDI (Fiber Distributed Data Interface, 光纤分布式数据接口) 是一个使用光纤作为传输媒体的令牌环形网。它先被 ANSI X3T9.5 标准委员会通过, 作为美国的标准, 随后被 ISO 通过, 作为国际标准 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 主要用作校园环境的主干网, 其主要特性如下:

- (1) 使用基于 IEEE 802.5 令牌环标准的 MAC 协议, 分组长度最大为 4500 字节。
- (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 100Mb/s, 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, 可以大大地提高网络的可靠性。这种措施为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, 这个工作的环路称为主环, 而另一个不工作的环路称为次环 (见图 1-2 (a))。当环路出现故障时, 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, 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。

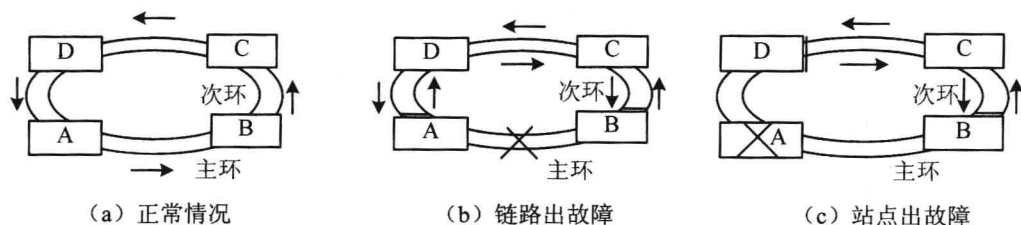


图 1-2 具有双环的 FDDI

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 100Mb/s 的 FDDI 在 20 世纪 90 年代初期曾获得了较快的发展，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 的芯片过于复杂因而价格昂贵。自从快速以太网大量进入市场后，在 100Mb/s 局域网的领域中，已很少有人愿意使用 FDDI。

3. ATM

异步传输模式 ATM(Asynchronous Transfer Mode)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作了彻底的改变。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 也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。在传输实时音视频业务时，短的信元有利于减小时延，也节约了节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 允许终端在有足够多比特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间隙内。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要比 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，一般在城域网或国家级主干网上应用。

以上介绍了几种有线局域网可以采用的网络标准，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

	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 网络拓扑结构的选择

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,使网络成本降低的过程。

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

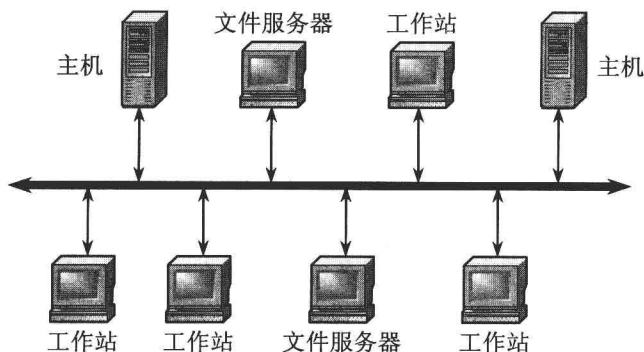


图 1-3 总线型拓扑结构

常见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。这与下面要讲到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。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,任一个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

环型拓扑结构中,连接网络中各结点的电缆构成一个封闭的环,如图 1-4 所示,信息在环中必须沿每个结点单向传输,因此,环中任何一段的故障都会使各站之间的通信受阻。所以在某些环型拓扑结构中,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。

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而且管理简单,而环型结构中的网卡等通信部件比较昂贵且管理时复杂得多。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用于大型机网络中。