

DAXING YUANQU
WANGLUO JIANSHE YU GUANLI

大型园区

网络建设与管理

魏楚元 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

大型园区网络建设与管理

魏楚元 等编著



机械工业出版社

本书从基础入手,以一个大型网络建设为主线,系统地介绍了一个园区网络规划、设计与实施的原理、方法、技术和管理。本书首先介绍了一个大型园区网络的基本原理、基本概念和关键要素及设计方法。然后分章节、较全面、系统地介绍了网络互连设备、服务器与存储技术、网络安全原理与技术、综合布线系统、网络机房与数据中心和网络管理的设计方法与关键技术。本书涵盖了一个大型网络规划、设计的全过程。作者结合多年从事网络规划设计与管理的实践经验,为读者提供了一个完整的大型园区网络设计方法和当前流行的技术案例,涵盖一个大型园区网络的网络设备、综合布线系统、机房建设、服务器与存储系统、网络管理与安全等主要内容。

本书内容通俗易懂,结构清晰、实例丰富、实用性强。本书适合高等院校计算机科学与技术、网络工程、信息安全、软件工程等专业的学生使用,也适合作为网络工程人员的自学教材和培训教材,特别适合作为网络工程技术人员和网络管理人员的工程实践指导书。

图书在版编目(CIP)数据

大型园区网络建设与管理/魏楚元等编著. —北京:
机械工业出版社, 2014. 8
ISBN 978 - 7 - 111 - 47722 - 8

I. ①大… II. ①魏… III. ①计算机网络管理
IV. ①TP393. 07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 191685 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:林春泉 责任编辑:翟天睿

版式设计:赵颖喆 责任校对:程俊巧

责任印制:刘 岚

北京京丰印刷厂印刷

2015 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·16.5 印张·399 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 47722 - 8

定价:49.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

据中国互联网络信息中心（CNNIC）2013 年 7 月 17 日在京发布的第 32 次《中国互联网络发展状况统计报告》显示：截至 2013 年 6 月底，我国网民规模达到 5.91 亿，互联网普及率为 44.1%。在今年上半年的互联网发展中，手机作为上网终端的表现抢眼，不仅成为新增网民的重要来源，在即时通信、电子商务等网络应用中均有良好的表现。进入 21 世纪以来，近 10 年时间，我国网络产业的发展十分迅猛，华为、中兴、锐捷等知名网络厂商推动了网络产业的迅猛发展。中国俨然是一个网络大国，国家层面上推动物联网产业、云计算产业的发展，基础网络设施的建设变得十分重要。行业的发展热潮势必催生了网络基础设施建设的高潮，对网络工程行业的人才需求也变得旺盛。

何为一个大园区网络，并没有一个严格的定义。人们经常讨论的大型园区网络，通常是指这个网络所服务的用户数、信息点数、网络设备台套数等。如一所大学，拥有人数两三万人，这所大学只有一个网络出口，那么这所大学所建设的园区网络覆盖到全校 100 多栋建筑物，构成了这所大学的局域网，这个局域网通常称为校园网。校园网拥有网络核心与数据中心机房，拥有中心机房至全校各单体建筑的主干光缆，每栋楼宇都有覆盖各单体办公室的双绞线缆，每栋楼宇的弱电间都有网络交换机，数据中心机房拥有多台服务器和存储系统等。这些关键要素就构成了一个大园区网络。

如何设计一个大园区网络呢？业界很多企业、厂商、专家、学者都提出了很多解决方案，如知名网络厂商推出的交换、路由方案。实际上，一个大园区网络的规划、设计与建设是一个系统工程。从系统论的角度，可以把它分解为几大块：第一，一个以网络设备为主的网络解决方案；第二，一个网络与数据中心机房建设方案；第三，一个与网络解决方案相匹配的综合布线系统解决方案；第四，一个完备的网络管理与网络安全解决方案。可以把这四个关键的解决方案及其实践，归结为网络基础设施的建设。本书系统性地以一个大型网络建设为主线，介绍了一个园区网络规划、设计与实施的原理、方法、技术和管理。

本书的作者结合多年从事网络规划设计与管理的实践经验，为读者提供一个完整的大园区网络设计方法和当前流行的技术案例，涵盖一个大园区网络的网络设备、综合布线系统、机房建设、服务器与存储系统、网络管理与安全等主要内容。业界不断推出新的产品、新的解决方案，推陈出新，内容繁杂。作者从基础层面着手，抓住主要的要素，由浅入深地介绍一些解决方案。本书最大的特点是实用性强，基本上围绕实践层面，从解决问题入手。这些方案可以供读者理解如何规划一个大园区网络，如何以最快捷、最实用的方式构建一个大园区网络。本书也有部分理论基础，以方便读者理解掌握。

本书共分为 8 章，各章的主要内容如下：

第 1 章 园区网络工程概述。主要介绍了计算机网络的基本组成、功能、局域网的基础知识。对一个大园区网络规划与设计的要素进行了介绍，并介绍网络逻辑设计、物理设计、网络弱电工程设计的一些基本概念和方法。

第 2 章 网络互连设备。主要介绍了网络互连的基本概念和常用的网络设备，重点介绍

了交换机和路由器的构造、基本原理和性能指标。

第3章 数据中心服务器与存储技术。主要介绍了服务器与存储系统的设备特点、构造、板卡、性能指标，给出了一些存储系统的解决方案。

第4章 网络安全技术。介绍了网络安全的基本概念、基本攻防技术、给出了网络防火墙、入侵检测、入侵防御系统等关键安全设备的解决方案。

第5章 综合布线系统。主要介绍了综合布线系统的规划、设计与施工技术。

第6章 网络核心机房建设。主要以一个网络核心机房与数据中心机房建设案例为主，阐述了网络机房建设的一些关键要素。

第7章 网络管理。主要介绍了网络管理的基本概念、基本原理和常用的网络管理手段。

第8章 大型园区网络规划与设计案例。主要以高校校园网络建设为案例，介绍了园区网络规划与设计的基本方法。

本书内容通俗易懂、结构清晰、实例丰富、实用性强。本书适合高等院校计算机科学与技术、网络工程、信息安全、软件工程、智能建筑弱电工程等专业的学生使用，也适合作为网络工程人员的自学教材和培训教材，特别适合于作为网络工程技术人员和网络管理人员的工程实践指导书。

本书在编写过程中参考了国内外知名企业、厂商提出的一些经典的解决方案和产品资料，也参考了国内同仁编写的专著、教材的新成果、新知识，在此一并表示感谢。

本书的写作得到了张蕾、孙绪华、宋军、李勇振、王东亮、牟综磊等的大力帮助和支持，他们参与编写了部分内容，在此表示感谢。

网络是一个复杂系统。本书内容较为全面，但限于篇幅和章节，很多内容并未深入阐述清楚，再限于作者水平有限，书中难免存在很多错误和不完善的地方，敬请读者批评指正。

编 者

2014年6月

目 录

前言

第1章 园区网络工程概述 1

1.1 计算机网络概述 1

1.1.1 计算机网络的定义 1

1.1.2 计算机网络的功能 1

1.1.3 计算机网络的分类 2

1.2 局域网 3

1.2.1 局域网的定义及功能 3

1.2.2 局域网的分类 4

1.3 园区网络规划与设计 7

1.3.1 园区网络的概念 7

1.3.2 大型园区网络规划与设计 8

1.3.3 大型园区网络工程设计原则 10

1.3.4 组网需求分析 12

1.3.5 园区网络建设的性能目标 14

1.3.6 园区网络建设的步骤 17

1.4 园区网络逻辑设计 18

1.4.1 网络拓扑的选择 18

1.4.2 网络分层结构设计 19

1.4.3 IP地址规划与分配 21

1.4.4 IPv6地址规划与分配 23

1.4.5 子网划分与VLAN 27

1.4.6 网络Internet出口设计 28

1.5 园区网络物理设计 29

1.5.1 网络传输介质的选择 29

1.5.2 结构化布线 30

1.5.3 设备选型 30

1.5.4 网络弱电机房设计与施工 33

本章小结 34

第2章 网络互连设备 35

2.1 网络互连 35

2.1.1 网络互连的基本概念 35

2.1.2 网络互连的目的及意义 35

2.1.3 网络互连的基本原理 36

2.2 常用的网络设备 38

2.2.1 网络适配器 38

2.2.2 中继器 40

2.2.3 网桥 41

2.2.4 集线器 42

2.2.5 网关 43

2.3 交换机 44

2.3.1 交换机的基本概念 44

2.3.2 交换机的工作原理 44

2.3.3 以太网交换机的基本功能 45

2.3.4 以太网交换机的分类 45

2.3.5 交换机的主要性能指标 46

2.4 路由器 47

2.4.1 路由器的基本概念 47

2.4.2 路由器的工作原理 48

2.4.3 路由器的基本功能 49

2.4.4 路由器的分类 49

2.4.5 路由器的主要性能指标 50

2.5 主流网络产品介绍 50

2.5.1 交换机简介 51

2.5.2 路由器简介 53

本章小结 55

第3章 数据中心服务器与存储

技术 56

3.1 服务器技术概述 56

3.2 服务器硬件基础 57

3.2.1 服务器的CPU 57

3.2.2 服务器的关键部件 59

3.2.3 服务器主要性能指标 62

3.3 服务器分类 63

3.3.1 按服务器的外形结构分类 63

3.3.2 按应用层次分类 65

3.3.3 按服务器的处理器类型分类 68

3.3.4 按服务器的用途分类 69

3.4 服务器系统的主要技术 70

3.4.1 服务器的基本技术 70

3.4.2 服务器的群集与容错技术 72

3.4.3 服务器的负载均衡技术 74

3.4.4 服务器虚拟化技术 75

3.5 网络存储系统 78

3.5.1 网络存储的基本概念	78	4.7.2 入侵检测系统的工作原理	122
3.5.2 存储系统相关协议	79	4.7.3 入侵检测系统的分类	124
3.5.3 存储技术的分类	80	4.7.4 入侵检测系统产品的选用 方法	125
3.6 云存储技术	82	4.8 网络安全综合解决方案案例分析	126
3.6.1 云存储技术的基本概念	82	4.8.1 基本思想	126
3.6.2 云存储技术的优势	83	4.8.2 安全方案设计	126
3.6.3 云存储的结构模型	84	4.8.3 安全防范措施	127
3.6.4 云存储的特点	85	本章小结	129
3.6.5 云存储解决方案	87	第5章 综合布线系统	130
本章小结	91	5.1 综合布线系统概述	130
第4章 网络安全技术	92	5.1.1 综合布线系统简介	130
4.1 网络安全概述	92	5.1.2 综合布线系统的定义	131
4.1.1 网络安全的重要性	92	5.1.3 综合布线系统的特点	131
4.1.2 网络面临的不安全因素	92	5.2 综合布线系统的结构	132
4.1.3 网络安全的定义及特征	93	5.2.1 综合布线系统的总体结构	132
4.2 网络安全策略及防护体系	95	5.2.2 综合布线系统的组成	133
4.2.1 网络安全策略	95	5.3 网络传输介质	135
4.2.2 网络安全防护体系	95	5.3.1 双绞线	136
4.3 常见的网络黑客攻击方法及防范	96	5.3.2 同轴电缆	138
4.3.1 网络攻击的步骤	96	5.3.3 光纤	139
4.3.2 网络攻击的原理和手段	97	5.3.4 光缆与光纤连接器	140
4.3.3 IP 欺骗攻击	99	5.4 综合布线系统设计	142
4.3.4 保护口令安全	101	5.4.1 综合布线系统设计原则	142
4.4 网络安全技术基础理论	102	5.4.2 综合布线系统设计标准	143
4.4.1 密码技术的基本概念	102	5.4.3 综合布线系统设计步骤	144
4.4.2 密码体制	103	5.4.4 综合布线系统设计时需考虑 的问题	144
4.4.3 认证技术	105	5.4.5 综合布线各子系统设计	145
4.4.4 PKI 技术	107	5.5 综合布线系统工程施工技术	152
4.5 虚拟专用网络	109	5.5.1 综合布线系统工程施工要点	152
4.5.1 VPN 的基本概念	109	5.5.2 综合布线工程施工常用工具 与使用	154
4.5.2 VPN 的工作原理	109	5.5.3 配线架的安装与端接	156
4.5.3 VPN 的关键技术和主要协议	110	5.6 综合布线系统工程测试	159
4.5.4 VPN 常见的三种组网类型	113	5.6.1 综合布线系统测试的必要性	159
4.5.5 VPN 解决方案	114	5.6.2 测试标准与测试模型	159
4.6 防火墙技术	117	5.7 综合布线系统设计方案案例	161
4.6.1 防火墙的基本概念	117	5.7.1 工程概况	161
4.6.2 防火墙的基本功能	118	5.7.2 功能需求	163
4.6.3 防火墙的实现技术	118	5.7.3 总体设计思路	163
4.6.4 防火墙的分类	120	5.7.4 各子系统设计	164
4.6.5 防火墙的应用与发展趋势	120	5.7.5 设备间的环境要求	170
4.7 入侵检测系统	121		
4.7.1 入侵检测系统的基本概念及 功能	122		

5.7.6 管道设计	170	6.9.2 数据中心能耗效率计算	207
本章小结	171	6.9.3 绿色数据中心	208
第6章 网络核心机房建设	172	本章小结	209
6.1 网络核心机房基本概念	172	第7章 网络管理	211
6.1.1 网络核心机房的概念	172	7.1 网络管理的基本概念	211
6.1.2 网络核心机房的组成	172	7.1.1 什么是网络管理	211
6.1.3 电子机房的类型及特点	173	7.1.2 网络管理系统的概念	212
6.2 网络核心机房规划与设计	174	7.2 网络管理的目标和内容	213
6.2.1 机房布局规划设计	174	7.2.1 网络管理的基本目标	213
6.2.2 机房工程	175	7.2.2 网络管理的主要内容	214
6.3 网络机房选址及机房装修	176	7.2.3 网络管理的基本方式	215
6.3.1 机房选址考虑的因素	176	7.2.4 网络管理的对象	216
6.3.2 机房室内装修	176	7.3 网络管理的基本功能	216
6.4 供配电系统	177	7.3.1 配置管理	216
6.4.1 供配电概述	177	7.3.2 故障管理	217
6.4.2 不间断电源	181	7.3.3 性能管理	218
6.4.3 机房照明系统	184	7.3.4 安全管理	219
6.4.4 防雷接地系统	185	7.3.5 计费管理	219
6.4.5 静电防护	186	7.4 802.1x 认证管理技术	220
6.5 机房空调及新风系统	186	7.4.1 802.1x 协议介绍	220
6.5.1 机房空调系统	186	7.4.2 802.1x 认证体系	220
6.5.2 精密空调的选择	188	7.4.3 802.1x 认证过程	221
6.5.3 精密空调机容量的计算方法	189	7.4.4 802.1x 认证技术在组网中的 应用	223
6.5.4 新风系统	192	7.4.5 802.1x 认证的特点	226
6.6 机房消防系统	193	7.4.6 认证技术应用实例	226
6.6.1 气体灭火消防系统	193	7.5 网络管理平台案例介绍	228
6.6.2 消防报警及联动控制系统	194	7.6 计费管理	232
6.7 机房弱电系统	195	7.6.1 校园网计费管理的功能	232
6.7.1 网络核心机房综合布线系统	195	7.6.2 校园网计费系统案例介绍	233
6.7.2 KVM 系统	199	7.7 校园网安全管理技术	234
6.7.3 机房动力环境监控系统	199	7.7.1 校园网常见的安全风险	234
6.8 网络核心机房设计案例	201	7.7.2 校园网安全防范对策	235
6.8.1 设计案例情况概述	201	7.8 网络管理员的职责和任务	237
6.8.2 机房装修工程	202	本章小结	240
6.8.3 机房供配电、照明及防雷接 地系统	203	第8章 大型园区网络规划与设计 案例	241
6.8.4 机房空调及新风系统	205	8.1 校园网建设与发展历程	241
6.8.5 综合布线系统工程	206	8.2 校园网建设总体方案分析	242
6.8.6 消防系统	206	8.2.1 校园网的设计原则	242
6.8.7 机房环境及设备集中监控 系统	206	8.2.2 校园网总体方案设计思路	243
6.9 网络核心机房未来发展趋势	207	8.2.3 校园网的基本功能与建设	
6.9.1 传统数据中心的弊端	207		

需求	244	8.3.3 IP 地址及路由规划	253
8.2.4 校园网设计案例分析	247	8.3.4 综合布线系统设计	253
8.3 校园网建设实际案例	250	本章小结	255
8.3.1 建设需求调查	250	参考文献	256
8.3.2 逻辑网络设计方案	251		

第 1 章 园区网络工程概述

1.1 计算机网络概述

1.1.1 计算机网络的定义

在计算机网络发展过程的不同阶段中，人们对计算机网络提出了不同的定义，它反映了当时网络技术发展的水平，以及人们对网络的认识程度。计算机和通信的结合对于计算机系统的组织方式产生了深远的影响。把一台大型的计算机放在一个单独的房间中，然后用户带着他们的处理任务去房间里上机，这种“计算机中心”的概念现在已经完全过时了。由一台计算机来处理整个组织中所有的计算需求，这种老式的模式已经被新的模型所取代，在新的模型下，由大量独立的、但相互连接起来的计算机共同完成计算任务。这些系统称为计算机网络（Computer Networks）。

计算机网络是利用通信设备和通信线路将地理位置分散、功能独立的多台计算机和由计算机控制的外部设备连接起来，在网络操作系统的控制下，按照约定的通信协议进行信息交换，实现资源共享的系统，如图 1-1 所示。

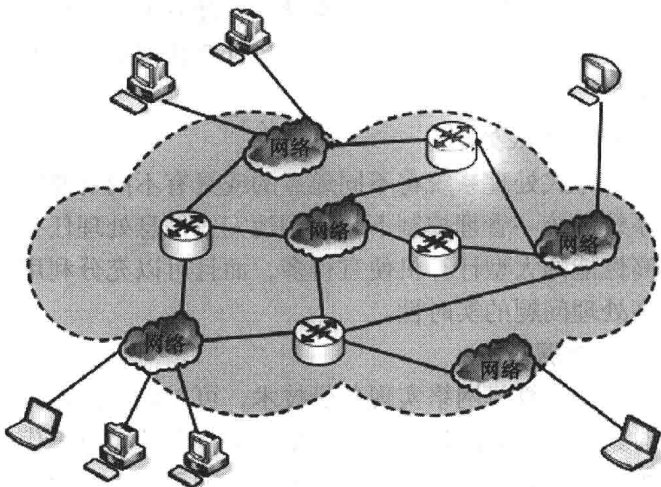


图 1-1 计算机网络示意图

1.1.2 计算机网络的功能

计算机网络的功能主要有以下几个方面：

1. 信息交换

信息交换是计算机网络最基本的功能，主要完成网络中各个节点之间的通信。计算机网络为人们提供了快捷地与他人进行信息交换的方式。人们可以在网上收发电子邮件，发布新闻消息，进行电话会议、电子商务、网上求职、娱乐聊天等活动。

2. 资源共享

共享的资源主要是指计算机硬件资源、软件资源和数据资源。通过资源共享，可使网络中各单位资源互通，有助于分工协作，从而大大提高系统资源的利用率。

(1) 硬件共享

在网络范围内能够共享的硬件资源有高速运算器、大容量磁盘、打印机、绘图仪、高性能计算机等。如图 1-2 所示，局域网中的共享打印机就属于硬件共享。通过硬件资源的共享，可以提高设备的利用率，避免重复投资。

(2) 软件资源

网络中的某些机器，特别是一些大型机上，装有各种功能完善的软件资源，如大型有限元结构分析程序、专用的绘图程序等。用户可以通过网络登录到远程计算机上去使用这些软件，也可以从网络上下载某些程序在本地机上使用，以实现软件资源的共享。

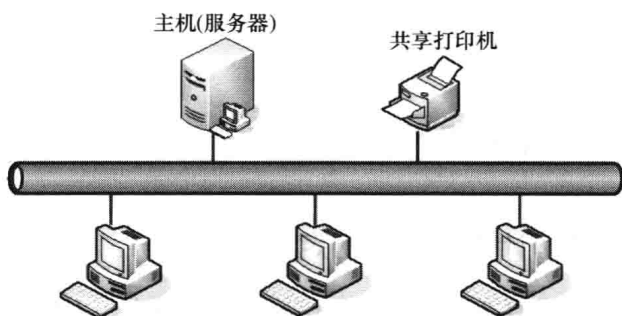


图 1-2 网络打印机共享示意图

(3) 信息与数据

网络上的数据库和各种文件中存储有大量的信息资源，内容涉及科学、技术、商业、教育、医学、气象等各个方面。通过计算机网络，这些资源可以供世界各地的人们查询并加以利用。

3. 分布式处理

分布式处理系统将不同地点的或具有不同功能的多台计算机用通信网络连接起来，在控制系统的统一管理控制下，协调地完成信息处理任务。这种协同工作、并行处理要比单独购置高性能的大型计算机便宜得多，而且可以充分利用网络资源，均衡各计算机的负载，从而提高处理问题的实时性。

4. 数据备份

通过计算机网络实现备份技术，可以提高计算机系统的可靠性。当某一台计算机出现故障时，可以立即由计算机网络中的另一台计算机来代替其完成所承担的任务。例如，空中交通管理、工业自动化生产线、军事防御系统、电力供应系统等都可以通过计算机网络设置，以保证实时性管理和不间断运行系统的安全性和可靠性。

1.1.3 计算机网络的分类

计算机网络可以从不同的角度进行分类，根据链路控制技术、覆盖的地理范围、网络拓扑结构等来进行分类，本节重点介绍两种分类方法及相关知识。

1. 根据计算机网络覆盖的地理范围分类

按照计算机网络所覆盖的地理范围的大小进行分类，计算机网络可分为：局域网、城域网和广域网。了解一个计算机网络所覆盖的地理范围的大小，可以使人们能一目了然地了解该网络的规模和主要技术。

局域网（LAN）的覆盖范围一般在方圆几十米到几公里。典型的是一个办公室、一个办公楼、一个企业或一个园区的范围内的网络。如一所大学的校园网络，是典型的一个规模比较大的园区网络。

当网络的覆盖范围达到一个城市的大小时，被称为城域网。网络覆盖到多个城市甚至全国的时候，就属于广域网的范畴了。目前，我国已建成的广域网是 ChinaNet、CERNET 等。

大型企业、院校、政府机关通过租用公共广域网的线路，可以构成自己的广域网。

2. 根据网络拓扑结构分类

网络拓扑结构分为物理拓扑和逻辑拓扑。物理拓扑结构描述网络中由网络终端、网络设备组成的网络节点之间的几何关系，反映出网络设备之间以及网络终端是如何连接的。

网络按照拓扑结构划分有：总线型结构、环形结构、星形结构、树形结构和网状结构，如图 1-3 所示。

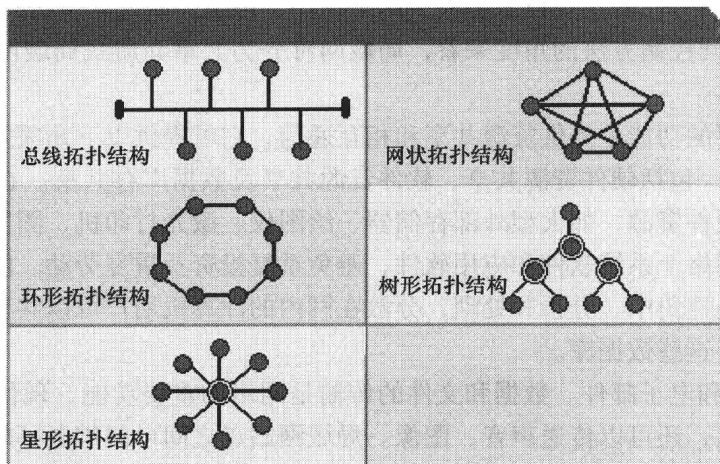


图 1-3 计算机网络的拓扑结构

总线型拓扑结构是早期同轴电缆以太网中网络节点的连接方式，网络中各个节点挂接到一条总线上。这种物理连接方式已经被淘汰。

1) 星形拓扑结构是现代以太网的物理连接方式。在这种结构下，以中心网络设备为核心，与其他网络设备以星形方式连接，最外端是网络终端设备。星形拓扑结构的优势是连接路径短，易连接，易管理，传输效率高。这种结构的缺点是中心节点需具有很高的可靠性和冗余度。

2) 树形拓扑结构的网络层次清晰，易扩展，是目前多数校园网和企业网使用的结构。这种结构的缺点是根节点的可靠性要求很高。

3) 环形拓扑结构的网络中，通信线路沿各个节点连接成一个闭环。数据传输经过中间节点的转发，最终可以到达目的节点。这种通信结构的最大缺点是通信效率低。

4) 网状拓扑结构构造的网络可靠性最高。在这种结构下，每个节点都有多条链路与网络相连，高密度的冗余链路，使一条甚至几条链路出现故障，网络仍然能够正常工作。网状拓扑结构的网络的缺点是成本高，结构复杂，管理维护相对困难。

1.2 局域网

1.2.1 局域网的定义及功能

局域网技术是计算机网络研究与应用的热点，也是目前技术发展最快的领域之一。从局

域网应用的角度来看,它的技术特点主要表现在以下方面:

- 1) 局域网覆盖有限的地理范围,通常为 0.1 ~ 2.5km,适用于公司、机关、校园、工厂等有限范围内的计算机、终端与各类信息处理设备联网的需求。
- 2) 局域网提供高传输速率 (100Mbit/s ~ 10Gbit/s)、低误码率 ($10^{-7} \sim 10^{-12}$) 的高质量数据传输环境,传输速率高达 1000Mbit/s 的高速局域网正在发展中。
- 3) 局域网一般属于一个单位,易于建立、维护与扩展。
- 4) 决定局域网特性的主要技术要素为网络拓扑、传输介质与介质访问控制方法。
- 5) 从介质访问控制方法的角度来看,局域网可分为共享介质式局域网与交换式局域网两类。

局域网最主要的功能是提供资源共享和相互通信,它可提供以下几项主要服务:

- 1) 资源共享,包括硬件资源共享、软件资源共享及数据库共享。在局域网上各用户可以共享昂贵的硬件资源,如大型外部存储器、绘图仪、激光打印机、图文扫描仪等特殊外设。用户可共享网络上系统软件和应用软件,避免重复投资及重复劳动。网络技术可使大量分散的数据能被迅速集中、分析和处理,分散在网内的计算机用户可以共享网内的大型数据库而不必重新设计这些数据库。
- 2) 数据传送和电子邮件。数据和文件的传输是网络的重要功能,现代局域网不仅能传送文件、数据信息,还可以传送声音、图像。局域网站点之间可提供电子邮件服务,某网络用户可以输入信件并传送给另一用户,收信人可打开“邮箱”阅读处理信件并可写回信再发回电子邮件,既节省纸张又快捷方便。
- 3) 提高计算机系统的可靠性。局域网中的计算机可以互为后备,避免了单机系统的无后备时可能出现的故障导致系统瘫痪,大大提高了系统的可靠性,特别在工业过程控制、实时数据处理等应用中尤为重要。
- 4) 易于分布处理。利用网络技术能将多台计算机连成具有高性能的计算机系统,通过一定算法,将较大型的综合性问题分给不同的计算机去完成。在网络上可建立分布式数据库系统,使整个计算机系统的性能大大提高。

1.2.2 局域网的分类

目前,业界应用最广泛的局域网主要是以双绞线、光纤为代表的传输介质以太网,在网络发展历史中,因行业特点,所采用的局域网也不一定都是以太网,局域网主要有以太网(Ethernet)、令牌网(Token Ring)、FDDI 网、异步传输模式网(ATM)等几类。但是,目前在业界使用的主要是以太网技术和无线局域网技术,其他组网技术在工业领域多见,其他行业较为少见。本节重点介绍以太网技术和无线局域网技术。

1. 以太网(Ethernet)

1980 年, Digital Equipment Corporation、Intel 和 Xerox (DIX) 协会发布了第一个以太网标准。1982 年, DIX 协会发布了 Ethernet II 标准,是目前 LAN 中实施的标准。以太网是应用最为广泛的局域网,包括标准以太网(10Mbit/s)、快速以太网(100Mbit/s)、千兆以太网(1000Mbit/s)和 10G 以太网,它们都符合 IEEE802.3 系列标准规范。

(1) 标准以太网

最开始以太网只有 10Mbit/s 的吞吐量,它所使用的是 CSMA/CD (Carrier Sense Multiple

Access/Collision Detect; 带有冲突检测的载波侦听多路访问) 的访问控制方法, 通常把这种最早期的 10Mbit/s 以太网称为标准以太网。以太网主要有两种传输介质, 即双绞线和同轴电缆。所有的以太网都遵循 IEEE 802.3 标准, 下面列出的是 IEEE 802.3 的一些以太网标准, 在这些标准前面的数字表示传输速度, 单位是 “Mbit/s”, 最后的一个数字表示单段网线长度 (基准单位是 100m), Base 表示 “基带”, Broad 代表 “带宽”。

- 10Base-5: 使用粗同轴电缆, 最大网段长度为 500m, 基带传输方法;
- 10Base-2: 使用细同轴电缆, 最大网段长度为 185m, 基带传输方法;
- 10Base-T: 使用双绞线电缆, 最大网段长度为 100m;
- 1Base-5: 使用双绞线电缆, 最大网段长度为 500m, 传输速度为 1Mbit/s;
- 10Broad-36: 使用同轴电缆 (RG-59/U CATV), 最大网段长度为 3600m, 是一种宽带传输方式;
- 10Base-F: 使用光纤传输介质, 传输速率为 10Mbit/s。

(2) 快速以太网 (Fast Ethernet)

随着网络的发展, 传统标准的以太网技术已难以满足日益增长的网络数据流量速度的需求。在 1993 年 10 月以前, 对于要求 10Mbit/s 以上数据流量的 LAN 应用, 只有光纤分布式数据接口 (FDDI) 可供选择, 但它是一种价格非常昂贵的、基于 100Mbit/s 光缆的 LAN。1993 年 10 月, Grand Junction 公司推出了世界上第一台快速以太网集线器 FastSwitch10/100 和网络接口卡 FastNIC100, 快速以太网技术正式得以应用。随后 Intel、SynOptics、3COM、BayNetworks 等公司亦相继推出自己的快速以太网装置。与此同时, IEEE802 工程组亦对 100Mbit/s 以太网的各种标准, 如 100 Base-TX、100 Base-T4、MII、中继器、全双工等标准进行了研究。1995 年 3 月 IEEE 宣布了 IEEE802.3u 100 Base-T 快速以太网标准 (Fast Ethernet), 就这样开始了快速以太网的时代。

快速以太网与原来在 100Mbit/s 带宽下工作的 FDDI 相比具有许多的优点, 主要体现在快速以太网技术可以有效地保障用户在布线基础实施上的投资, 它支持 3、4、5 类双绞线以及光纤的连接, 能有效地利用现有的设施。

快速以太网的不足也是以太网技术的不足, 即快速以太网仍是基于载波侦听多路访问和冲突检测 (CSMA/CD) 技术, 当网络负载较重时, 会造成效率的降低, 当然可以使用交换技术来弥补。

100Mbit/s 快速以太网标准又分为: 100Base-TX、100Base-FX、100Base-T4 三个子类。

1) 100Base-TX: 是一种使用 5 类数据级无屏蔽双绞线或屏蔽双绞线的快速以太网技术。它使用两对双绞线, 一对用于发送, 一对用于接收数据。在传输中使用 4B/5B 编码方式, 信号频率为 125MHz。符合 EIA586 的 5 类布线标准和 IBM 的 SPT 1 类布线标准。使用同 10Base-T 相同的 RJ-45 连接器。它的最大网段长度为 100m。它支持全双工的数据传输。

2) 100Base-FX: 是一种使用光缆的快速以太网技术, 可使用单模和多模光纤 (62.5 μ m 和 125 μ m), 多模光纤连接的最大距离为 550m。单模光纤连接的最大距离为 3000m。在传输中使用 4B/5B 编码方式, 信号频率为 125MHz。它使用 MIC/FDDI 连接器、ST 连接器或 SC 连接器。它的最大网段长度为 150m、412m、2000m 或更长至 10km, 这与所使用的光纤类型和工作模式有关, 它支持全双工的数据传输。100Base-FX 特别适合用于有电气干扰的环境、较大距离连接、或高保密环境等情况。

3) 100Base-T4: 是一种可使用 3、4、5 类无屏蔽双绞线或屏蔽双绞线的快速以太网技术。它使用 4 对双绞线, 3 对用于传送数据, 1 对用于检测冲突信号。在传输中使用 8B/6T 编码方式, 信号频率为 25MHz, 符合 EIA586 结构化布线标准。它使用与 10Base-T 相同的 RJ-45 连接器, 最大网段长度为 100m。

(3) 千兆以太网 (GB Ethernet)

随着以太网技术的深入应用和发展, 企业用户对网络连接速度的要求越来越高, 1995 年 11 月, IEEE802.3 工作组委任了一个高速研究组 (Higher Speed Study Group), 研究将快速以太网速度增至更高。该研究组研究了将快速以太网速度增至 1000Mbit/s 的可行性和方法。1996 年 6 月, IEEE 标准委员会批准了千兆位以太网方案授权申请 (Gigabit Ethernet Project Authorization Request)。随后 IEEE802.3 工作组成立了 802.3z 工作委员会。IEEE802.3z 委员会的目的是建立千兆位以太网标准: 包括在 1000Mbit/s 通信速率的情况下的全双工和半双工操作、802.3 以太网帧格式、载波侦听多路访问和冲突检测 (CSMA/CD) 技术、在一个冲突域中支持一个中继器 (Repeater)、10Base-T 和 100Base-T 向下兼容技术千兆位以太网具有以太网的易移植、易管理特性。千兆以太网在处理新应用和新数据类型方面具有灵活性, 它是在赢得了巨大成功的 10Mbit/s 和 100Mbit/s IEEE802.3 以太网标准的基础上的延伸, 提供了 1000Mbit/s 的数据带宽。这使得千兆位以太网成为高速、宽带网络应用的战略性选择。

1000Mbit/s 千兆以太网目前主要有以下三种技术版本: 1000Base-SX, -LX 和 -CX 版本。1000Base-SX 系列采用低成本短波的 CD (Compact Disc, 光盘激光器) 或者 VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser, 垂直腔体表面发光激光器) 发送器; 而 1000Base-LX 系列则使用相对昂贵的长波激光器; 1000Base-CX 系列则打算在配线间使用短跳线电缆把高性能服务器和高速外围设备连接起。

(4) 10G 以太网

现在 10Gbit/s 的以太网标准已经由 IEEE 802.3 工作组于 2000 年正式制定, 10G 以太网仍使用与以往 10Mbit/s 和 100Mbit/s 以太网相同的形式, 它允许直接升级到高速网络。同样使用 IEEE 802.3 标准的帧格式、全双工业务和流量控制方式。在半双工方式下, 10G 以太网使用基本的 CSMA/CD 访问方式来解决共享介质的冲突问题。此外, 10G 以太网使用由 IEEE 802.3 小组定义的和以太网相同的管理对象。总之, 10G 以太网仍然是以太网, 只不过更快。但由于 10G 以太网技术的复杂性及原来传输介质的兼容性问题 (目前只能在光纤上传输, 与原来企业常用的双绞线不兼容), 还有这类设备造价太高, 因此主要用在大型园区网络的核心交换机等设备上。

2. 无线局域网

无线局域网 (Wireless Local Area Network, WLAN) 是计算机网络与无线通信技术相结合的产物。通俗地说, WLAN 就是在不采用传统电缆的同时, 提供传统有限局域网的所有功能, 网络所需的基础设施不需要再埋在地下或隐藏在墙里, 网络却能够随着用户的需要移动或变化。无线局域网正在日渐普及, 越来越多的办公楼、机场和其他的公共场合配备了 WLAN。人们越来越深刻地认识到: WLAN 不仅能满足移动和特殊应用领域的需求, 还能覆盖有线网络难于涉及的范围。WLAN 作为传统局域网的补充, 目前已成为局域网应用的热点问题之一。

无线局域网的第一个版本发表于1997年,其中定义了介质访问接入控制层和物理层。物理层定义了工作在2.4GHz的ISM频段上的两种无线调频方式和一种红外传输的方式,总数据传输速率设计为2Mbit/s。两个设备之间的通信可以自由直接(ad hoc)的方式进行,也可以在基站(Base Station)或者访问点(Access Point)的协调下进行。

1999年,加上了两个补充版本:802.11a定义了一个在5GHz ISM频段上的数据传输速率可达54Mbit/s的物理层;802.11b定义了一个在2.4GHz的ISM频段上但数据传输速率高达11Mbit/s的物理层。2.4GHz的ISM频段为世界上绝大多数国家通用,因此802.11b得到了最为广泛的应用。苹果公司把自己开发的802.11标准起名叫AirPort。1999年工业界成立了Wi-Fi联盟,致力解决符合802.11标准的产品的生产和设备兼容性问题。802.11标准和补充如下。

802.11, 1997年,原始标准(2Mbit/s工作在2.4GHz)。

802.11a, 1999年,物理层补充(54Mbit/s工作在5GHz)。

802.11b, 1999年,物理层补充(11Mbit/s工作在2.4GHz)。

802.11c,符合802.1D的媒体接入控制层(MAC)桥接(MAC Layer Bridging)。

802.11d,根据各国无线电规定做的调整。

802.11e,对服务等级(Quality of Service, QoS)的支持。

802.11f,基站的互连性(Interoperability)。

802.11g,物理层补充(54Mbit/s工作在2.4GHz)。

802.11h,无线覆盖半径的调整,室内(indoor)和室外(outdoor)信道(5GHz频段)。

802.11i,安全和鉴权(Authentication)方面的补充。

802.11n,导入多重输入输出(MIMO)和40Mbit通道宽度(HT40)技术,基本上是802.11a/g的延伸版。

1.3 园区网络规划与设计

1.3.1 园区网络的概念

园区网通常是指大学的校园网及企业的内部网(intranet),其本质就是局域网。可以从几个方面对园区网络进行划分,如根据局域网采用的拓扑结构,可分为总线型局域网、环形局域网、星形局域网和混合型局域网等,这种分类方法比较常用。按局域网使用的协议或媒体访问控制方法,可以将局域网分为以太网、令牌环网等。还可以按数据的传输速度分为10Mbit/s局域网、100Mbit/s局域网、千兆局域网等。按信息的交换方式可分为交换式局域网、共享式局域网等。从园区网组网工程规模大小的角度,我们可以将园区网分为小型园区网、中型园区网以及大型园区网。

小型网络是针对“对等网”或基于服务器、集线器、交换机的初级网络系统。小型网络的需求相对简单,将若干台计算机连接起来,组成对等的网络,计算机之间可以相互之间共享资源,如果其中一台计算机安装了打印机、扫描仪等,其余计算机可以通过网络系统共享打印机和上网服务。中型网络是指那些PC和网络设备数量在50~250之间的网络,而大型网络可能包括上千台到上万台的终端设备。大型网络大多采用分布式交换网络设计,具有

清晰的分层模型。充分考虑各个主机的流量需求,关键设备实现冗余备份,路由技术和交换技术的有机结合,构建一个高速、稳定、可靠的多业务实施解决方案。

1. 小型园区网

小型园区网主要用来实现网内用户全部信息资源共享。此类局域网往往接入的计算机节点较少,一般在 20~50 台之间,而且各个节点相对集中,每个节点与集线器或交换机之间的距离不超过 100m,采用双绞线进行结构化布线就足够了。

在选用硬件方面,交换机十分强调端口的交换能力,内置交换模块性能比集线器高出许多,采用交换机可以提高整个网络的性能。另一方面,由于现在低端桌面交换机价格比较便宜,比集线器价格贵不了多少,因此可以采用桌面交换机。

2. 中型园区网

中型园区网的规模较小型园区网略大一些,需要连接的计算机节点一般在 60 台以上,并且各个节点的距离也较远,一般超过 100m 甚至更远,利用双绞线作为传输介质已经远远不够。而且此时对网络性能的要求也比较高,对网络的传输速度也有一定的要求,因此可以使用光纤介质来连接整个网络的主干网络,从而使网络可以有较长的传输距离(2km 以上)。

中型园区网可以采用两层结构,即中心交换机层和供各个节点连入的桌面交换机层。中心交换机可以采用高档的企业级交换机,提供多个千兆网络端口。各个节点的桌面交换机连接到中心交换机上,每一个桌面交换机内部就相当于一个小型园区网。

3. 大型园区网

由于大型的企业园区网的覆盖范围极广,如学校、企业、工厂、政府机构等,因此,必须采用性能优良、功能强大的设备才能保证整个系统稳定、安全、可靠地运行。建立大型园区网时需要考虑的因素很多,需要大型园区网的企业一般都把高性能的网络通信摆在性能需求的第一位。这种大型网络应该使用千兆以太网,中心交换机可选用企业级高密度中型交换机,适宜采用两层结构或者三层结构。三层结构是以中型局域网为基点进行扩展的,多个中型局域网的骨干交换机连接到中心交换机上。这两种方案的选择应根据实际情况来定,如果整个园区网比较分散,部分节点比较集中,则利用三层结构较好;如果各个节点之间都比较分散,桌面交换机到骨干交换机的距离较远,则采用两层结构较为合理。当然也可以采用两层结构和三层结构混合的方法,把相对集中的桌面交换机通过骨干交换机汇集起来连接到中心交换机上,而分散的节点直接接到中心交换机上。

1.3.2 大型园区网络规划与设计

大型园区网络建设工程是一项复杂的系统工程,涉及技术问题、管理问题、组织问题、经费问题。它通常是伴随着现代智能建筑建设的发展而发展,特别是现代建筑中的任何一个楼宇都无法离开网络的建设。大型园区网络规划与设计必须遵守一定的系统分析和设计方法。网络规划设计要处理好整体建设与局部建设、近期建设与远期建设之间的关系,根据用户近期需求、经济实力和中远期发展趋势,结合网络技术的现状和发展进行综合考虑,特别是因网络技术的飞速发展,要具有一定的前瞻性、可扩展性。网络规划设计应解决以下几个主要问题:

1) 为什么要建设计算机网络——建设计算机网络的目的。