



全国1001所高校学子的明智选择

全国计算机等级考试 全能教程

四级网络工程师

全国计算机等级考试命题研究组◎编

- **权威性:**
命题研究组资深专家最新研究成果, 作者长期工作在教学一线。
- **全真性:**
所有试题均紧扣最新大纲的要求, 布局均与考试真题完全相当。
- **实战性:**
书中最后提供现场做题环境, 便于考生在考前6
- **前瞻性:**
在深入研究历年真题的基础上, 提供严密的知识

全国大学生最关注的等考品牌

北邮·等考



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



全国计算机等级考试全能教程

——四级网络工程师

全国计算机等级考试命题研究组 编

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书以教育部考试中心最新考试大纲和指定教程为依据,在研究历次真题(最新最全)的基础上编写而成。本书章节安排与常规教程一致,主要内容包括:网络系统结构与设计的基本原则、中小型网络系统总体规划与设计方法、IP 地址规划和设计方法、路由设计基础、局域网技术、交换机及其配置、路由器及其配置、无线局域网技术、计算机网络信息服务系统的安装与配置、网络安全技术、网络管理技术,每章末尾设置有“应试加油站”,该板块汇集重点提示、解题技巧等部分,引导考生掌握重点内容,增强考生的解题能力和综合应用能力。书末附有 4 套笔试真题,供考生考前实战演练。

本书以全国计算机等级考试考生为主要读者对象,适合于考生在等考前复习使用,也可作为相关考试培训班的辅导教材,以及大、中专院校及师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

全国计算机等级考试全能教程. 四级网络工程师/全国计算机等级考试命题研究组编. --北京:北京邮电大学出版社, 2013. 1

ISBN 978-7-5635-3330-5

I. ①全… II. ①全… III. ①电子计算机—水平考试—教材②计算机网络—水平考试—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 283477 号

书 名: 全国计算机等级考试全能教程——四级网络工程师

作 者: 全国计算机等级考试命题研究组

责任编辑: 满志文

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京联兴华印刷厂

开 本: 889 mm × 1 194 mm 1/16

印 张: 16

字 数: 542 千字

版 次: 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-3330-5

定 价: 34.80 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

目 录

第 1 章 网络系统结构与设计的基本原则	1	2.3.1 考试重点整理	25
1.1 基础知识	1	2.3.2 解题技巧	26
1.1.1 计算机网络的分类	1	2.4 过关练习与答案	26
1.1.2 计算机网络结构的特点	1	2.4.1 过关练习	26
1.1.3 广域网技术的发展	2	第 3 章 IP 地址规划和设计方法	28
1.1.4 局域网技术的发展	2	3.1 基础知识	28
1.1.5 城域网技术的发展	3	3.1.1 IP 地址的概念与划与分地址 新技术的研究	28
1.2 实训任务	4	3.1.2 标准分类的 IP 地址	28
1.2.1 实训任务一:宽带城域网的结构	4	3.1.3 划分子网的三级地址结构	30
1.2.2 实训任务二: 宽带城域网组建的基本原则	5	3.1.4 无类域内路由(CIDR)技术	31
1.2.3 实训任务三: 管理与运营宽带城域网的关键技术	5	3.1.5 专用 IP 地址与内部网络地址 规划方法	32
1.2.4 实训任务四: 构建宽带城域网的基本技术与方案	6	3.2 实训任务	34
1.2.5 实训任务五:网络接入技术与方法	8	3.2.1 实训任务一:IP 地址规划方法	34
1.3 应试加油站	12	3.2.2 实训任务二:子网地址规划方法	37
1.3.1 考试重点整理	12	3.2.3 实训任务三:可变长度子网 掩码(VLSM)地址规划方法	38
1.3.2 解题技巧	12	3.2.4 实训任务四:CIDR 地址规划方法	39
1.4 过关练习与答案	13	3.2.5 实训任务五:内部网络专用 IP 地址 规划与网络地址转换 NAT 方法	40
1.4.1 过关练习	13	3.2.6 实训任务六: IPv6 地址规划基本方法	44
1.4.2 参考答案	13	3.3 应试加油站	45
第 2 章 中小型网络系统总体规划与设计方法	14	3.3.1 考试重点整理	45
2.1 基础知识	14	3.3.2 解题技巧	45
2.1.1 基于网络的信息系统基本结构	14	3.4 过关练习与答案	46
2.1.2 网络系统组建工程的阶段划分	15	3.4.1 过关练习	46
2.1.3 网络需求调研与系统设计的基本 原则	16	3.4.2 参考答案	47
2.2 实训任务	16	第 4 章 路由设计基础	49
2.2.1 实训任务一: 网络用户调查与网络工程需求分析	16	4.1 基础知识	49
2.2.2 实训任务二: 网络总体设计的基本方法	17	4.1.1 分组转发的基本概念	49
2.2.3 实训任务三:网络关键设备的选型	19	4.1.2 路由选择的基本概念	49
2.2.4 实训任务四:网络服务器选型	22	4.2 实训任务	52
2.2.5 实训任务五: 网络系统安全设计的基本方法	23	4.2.1 实训任务一:自治系统 与 Internet 的路由选择协议	52
2.3 应试加油站	25	4.2.2 实训任务二:内部网关协议 IGP	53



4.2.3 实训任务三: 最短路径优先协议 OSPF	55	6.4 过关练习与答案	98
4.2.4 实训任务四:外部网关协议 BGP	56	6.4.1 过关练习	98
4.3 应试加油站	58	6.4.2 参考答案	99
4.3.1 重点提示	58	第7章 路由器及其配置	101
4.3.2 解题技巧	58	7.1 基础知识	101
4.4 过关练习与答案	59	7.1.1 路由器概述	101
4.4.1 过关练习	59	7.1.2 路由器工作原理	101
4.4.2 参考答案	60	7.1.3 路由器的结构	105
第5章 局域网技术	61	7.1.4 路由器的工作模式	106
5.1 基础知识	61	7.2 实训任务	108
5.1.1 局域网组网的基础知识	61	7.2.1 实训任务一: 路由器的基本操作及配置方法	108
5.1.2 综合布线的概念	63	7.2.2 实训任务二: 路由器的基本配置及公用命令	108
5.2 实训任务	64	7.2.3 实训任务三:路由器的接口配置	113
5.2.1 实训任务一: 以太网组网的基本方法	64	7.2.4 实训任务四: 路由器的静态路由配置	116
5.2.2 实训任务二:局域网互联设备类型	67	7.2.5 实训任务五:动态路由协议的配置	118
5.2.3 实训任务三: 综合布线系统网络结构设计	69	7.3 高级实训任务	122
5.2.4 实训任务四: 综合布线系统的子系统设计	70	7.3.1 高级实训任务一: 路由器的 DHCP 的功能及其配置	122
5.3 应试加油站	73	7.3.2 高级实训任务二:路由器 IP 访问控制列表的功能及其配置	125
5.3.1 考试重点整理	73	7.4 应试加油站	129
5.3.2 解题技巧	73	7.4.1 考试重点整理	130
5.4 过关练习与答案	74	7.4.2 解题技巧	130
5.4.1 过关练习	74	7.5 过关练习与答案	133
5.4.2 参考答案	75	7.5.1 过关练习	133
第6章 交换机及其配置	76	7.5.2 参考答案	134
6.1 基础知识	76	第8章 无线局域网技术	136
6.1.1 局域网交换机的基本功能	76	8.1 基础知识	136
6.1.2 局域网交换机工作原理	76	8.1.1 蓝牙技术与标准	136
6.1.3 交换表内容的建立和维护	77	8.1.2 HiperLAN 技术与标准	137
6.1.4 交换机的交换结构	78	8.1.3 IEEE 802.11 标准	138
6.1.5 交换机的交换方式	79	8.2 实训任务	139
6.1.6 交换机的分类	80	8.2.1 实训任务一:无线局域网的设计	139
6.1.7 虚拟局域网 VLAN 技术	81	8.2.2 实训任务二: 常用的无线局域网设备	140
6.1.8 生成树协议 STP	81	8.2.3 实训任务三: 无线接入点的安装与调试	141
6.2 实训任务	82	8.3 应试加油站	142
6.2.1 实训任务一:交换机的配置	82	8.3.1 考试重点整理	142
6.2.2 实训任务二:交换机 VLAN 配置	87	8.3.2 解题技巧	143
6.2.3 实训任务三:交换机 STP 配置	93	8.4 过关练习与答案	143
6.3 应试加油站	96		
6.3.1 重点提示	96		
6.3.2 解题技巧	97		



8.4.1 过关练习	143	10.3 应试加油站	174
8.4.2 参考答案	144	10.3.1 考试重点整理	174
第9章 计算机网络信息服务系统的安装与配置	146	10.3.2 解题技巧	174
9.1 基础知识	146	10.4 过关练习与答案	175
9.1.1 DNS的基本概念与工作原理	146	10.4.1 过关练习	175
9.1.2 DHCP的基本概念与工作原理	147	10.4.2 参考答案	176
9.1.3 WWW的基本概念与工作原理	147	第11章 网络管理技术	177
9.1.4 FTP服务器的基本概念与工作原理	148	11.1 基础知识	177
9.1.5 E-mail的基本概念与基本工作原理	148	11.1.1 网络管理的基本知识	177
9.2 实训任务	149	11.1.2 网络管理模型	178
9.2.1 实训任务一:		11.1.3 互联网控制报文协议 ICMP	181
安装、配置 DNS 服务器	149	11.1.4 Windows 2003 网络管理	182
9.2.2 实训任务二:		11.1.5 常见网络故障及其处理	183
安装、配置 DHCP 服务器	150	11.1.6 漏洞扫描	184
9.2.3 实训任务三:		11.2 实训任务	185
安装、配置 WWW 服务器	154	11.2.1 实训任务一:	
9.2.4 实训任务四:		常用网络管理软件的安装与配置	185
安装、配置 FTP 服务器	155	11.2.2 实训任务二:	
9.2.5 实训任务五:		管理与维护用户账户	186
安装、配置 E-mail 服务器	157	11.2.3 实训任务三:	
9.3 应试加油站	158	利用工具监控和管理网络	186
9.3.1 考试重点整理	158	11.2.4 实训任务四:	
9.3.2 解题技巧	158	查找和排除故障的基本方法	190
9.4 过关练习与答案	159	11.2.5 实训任务五:	
9.4.1 过关练习	159	网络攻击与漏洞查找的基本方法	191
9.4.2 参考答案	160	11.3 应试加油站	192
第10章 网络安全技术	161	11.3.1 考试重点整理	192
10.1 基础知识	161	11.3.2 解题技巧	192
10.1.1 网络安全技术的基本概念	161	11.4 过关练习与答案	194
10.1.2 数据备份方法	161	11.4.1 过关练习	194
10.1.3 加密技术	163	11.4.2 参考答案	195
10.1.4 防病毒技术	165	附录:真题及解析	196
10.1.5 防火墙技术	167	全国计算机等级考试:四级网络工程师真题一	196
10.1.6 入侵检测技术	167	全国计算机等级考试:四级网络工程师真题二	205
10.1.7 网络安全评估	170	全国计算机等级考试:四级网络工程师真题三	214
10.2 实训任务	170	全国计算机等级考试:四级网络工程师真题四	222
10.2.1 实训任务一:		全国计算机等级考试:四级网络工程师	
数据备份设备与软件安装和配置	170	真题一答案及解析	230
10.2.2 实训任务二:		全国计算机等级考试:四级网络工程师	
防病毒软件安装与配置	171	真题二答案及解析	233
10.2.3 实训任务三:		全国计算机等级考试:四级网络工程师	
防火墙的安装与配置	171	真题三答案及解析	237
10.2.4 实训任务四:		全国计算机等级考试:四级网络工程师	
网络入侵检测系统的安装与配置	173	真题四答案及解析	240

1.1 基础知识

1.1.1 计算机网络的分类

计算机网络按照其覆盖的地理范围进行分类,可以很好地反映不同类型网络的技术特征。

按覆盖地理范围的不同,计算机网络分为局域网、城域网和广域网。

一、局域网

局域网(LAN)覆盖的地理范围有限,适用于机关、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。具有数据传送速率高(10Mbit/s ~ 10Gbit/s)、误码率低、易于建立与维护扩展等特点。

二、城域网

城域网(MAN)的覆盖范围一般是一个城市或地区的内部,距离通常在几十千米之内,其设计目标是满足覆盖范围内大量企业、机关、公司的多个局域网互联的请求。其数据传送速率为 50Mbit/s 左右,MAN 误码率中等,常被用于 LAN 互联、综合视频、音频和数据业务。

三、广域网

广域网(WAN)可以覆盖几个地区、国家,甚至横跨几个洲,可以使用电话线、微波、卫星或者它们的组合信道进行通信,将分布在不同地区的计算机系统互联起来。其数据传输速率较慢,为 96kbit/s ~ 45Mbit/s,且误码率较大,一般只用于远程数据传输。

1.1.2 计算机网络结构的特点

早期的计算机网络主要是广域网。

从计算机网络组成的角度看,从功能上将计算机网络逻辑划分为资源子网和通信子网。

通信子网主要包括通信线路、网络连接设备、网络通信协议和通信控制软件等,主要负责全网的数据通信,为网络用户提供数据传输、转接、加工和转换等通信处理工作。通信线路为通信控制处理机(CCP)与通信控制处理机之间、通信控制处理机与主机之间提供信道。

通信控制处理机是一种具有通信控制功能的专用计算机,按功能和用途,可以分为存储转发处理机、网络协议变换器、报文分组组装/拆卸设备等。它的功能主要包括实现资源子网和通信子网的接口功能、对进入网络传输的数据信息提供转接功能,以及为数据提供路径选择和流量控制等功能。

资源子网主要包括网络中所有的主计算机系统、终端、终端控制器、联网外围设备、各种软件资源与



信息资源等。资源子网负责全网的数据处理业务,向网络用户提供各种网络资源与网络服务。主机(host)可以是大型机、中型机、小型机、工作站或微型机,它是资源子网的主要组成单元,它通过高速通信线路与通信子网的通信控制处理机相连接。主机系统拥有各种终端用户要访问的资源,它负担着数据处理的任务。终端是用户进行网络操作时所使用的末端设备,它是用户访问网络的界面。

随着微型计算机的广泛应用及局域网技术的发展成熟,当前出现了光纤及高速网络技术、多媒体、智能网络,发展为以 Internet 为代表的互联网。

1.1.3 广域网技术的发展

广域网是一种跨地区的数据通信网络,通常包含一个国家或地区。广域网通常由两个或多个局域网组成。它的投资成本大,管理困难,通常使用电信运营商提供的设备作为信息传输平台,例如通过公用网,如电话网,连接到广域网,也可以通过专线或卫星连接。国际互联网是目前最大的广域网。

分组交换技术和电路交换技术在广域网中都得到了应用。分组交换技术允许用户共享公共信息传输的媒体资源,以便于媒体能够更有效地利用其基础设施。在分组交换网络的设置中,网络要连接到媒体网络,而且有许多用户都共享媒体网络。然后媒体就可以在用户站点之间创建许多虚拟的电路,借助这样的虚拟电路,数据包就可以通过网络从一个站点传送到另一个站点了。电路交换技术支持数据连线在需要时进行连接,通信结束时就会被切断。其运作就像一根普通的语音通信电话线路。

1.1.4 局域网技术的发展

局域网是当今计算机网络技术应用与发展非常活跃的一个领域。局域网技术的发展十分迅速,目前已在企业、机关、学校的信息管理和服务领域得到广泛应用。

1. CSMA/CD 协议

CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)即带冲突检测的载波侦听多路访问。它的基本原理是:每个结点都共享网络传输信道,在每个站要发送数据之前,都会检测信道是否空闲,如果空闲则发送,否则就等待;在发送出信息后,即对冲突进行检测,当发现冲突时,则取消发送。

2. LLC 与 MAC 协议

为了制定局域网的国际标准,IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers,美国电气和电子工程师协会)设置了 802 委员会,1985 年 IEEE 公布了 IEEE 802 标准的五项标准文本,同年被美国国家标准局(ANSI)采纳作为美国国家标准。后来,国际标准化组织(ISO)经过讨论,建议将 802 标准定为局域网国际标准。

IEEE 802 标准将数据链路层分成了两个子层:一个是与物理介质相关的部分,称为介质访问控制子层(MAC);另一个是统一的逻辑链路控制子层(LLC)。

3. 以太网技术

以太网在物理层可以使用粗同轴电缆、细同轴电缆、非屏蔽双绞线、屏蔽双绞线和光纤等多种传输介质。在所有的局域网标准中,发展最好、应用面最广的无疑是采用 802.3 CSMA/CD 协议的“以太网”,这是由于它从共享式到交换式的发展,克服了负载提高所引起的瓶颈,其速度从最先的 10Mbit/s,发展到了 100Mbit/s(802.3u,快速以太网)、1 000Mbit/s(802.3z,千兆位以太网)甚至是 10 000Mbit/s(802.3ae,万兆位以太网),满足了各种不同的需求。

4. 无线局域网

1997 年,IEEE 发布了 802.11 协议,这也是无线局域网(WLAN)领域内第一个在国际上被广泛认可的协议。随后,802.11a、802.11b、802.11d 标准相继完成。目前正在制订的一系列标准有 802.11e、802.11f、802.11g、802.11h、802.11i 等,它推动着 WLAN 走向安全、高速、互联。

目前支持无线局域网的技术标准主要有蓝牙技术、HomeRF 技术及 IEEE 802.11 系列。其中,Home-



eRF 主要用于家庭无线网络,其通信速度比较慢;蓝牙技术是在 1994 年由爱立信公司开始研发的,是按 802.11 标准的补充技术来设计的。

5. 令牌总线协议

采用令牌总线协议的网络,虽然在物理上它们还是连接在一条总线上,但是在逻辑上却组成了一个首尾相连的环。通过一个称为令牌的特殊帧来控制网络的访问。获得令牌的站点,可以在规定的一段时间内,控制传输介质—总线进行发送。本站发完信息,或超过规定时间,则应将令牌传送给后继站。由于逻辑环上只有唯一的令牌沿环循环流动,且只有获得令牌者,方能发送数据,从而避免了网上碰撞。

令牌总线的主要缺点就是协议复杂,开销较大,特别是在轻负载时体现得尤为突出,它与 CSMA/CD 相比的优点在于可以进行优先级处理,没有最小帧的限制,不需要通过边收边发检测冲突,在重负载下体现了更好的性能。

6. 令牌环协议

令牌环使用中继器将单个的点到点线路链接成为物理的环形结构,然后通过令牌这种特殊的控制帧来进行传输的管理。它的基本原理是:令牌在网络上依次顺序传递,当工作站要发送数据时,等待捕获一个空令牌,然后将要发送的信息附加到后面,往下一站发送,直到目标站,然后将令牌释放;工作站要发送数据时,如果经过的令牌不是空的,则等待令牌释放。

令牌环的优点是:使用点到点连接,完全数字化、自动检测和消除电缆故障;支持优先级,允许短帧,但受令牌持有时间限制,不允许存在任意长的帧;重负载时,吞吐量和效率较高。但其缺点是在轻负载时延迟较大。

1.1.5 城域网技术的发展

城域网是在一个城市范围内所建立的计算机通信网,它的传输媒介主要采用光缆,传输速率在 100Mbit/s 以上。所有联网设备均通过专用连接装置与媒介相连。

IEEE 制定了专门的城域网协议,即 IEEE 802.6——分布队列双总线(DQDB)协议,该协议通常使用光纤作为传输介质,每个站都连接两条总线:一条为发送总线,另一条为接收总线。在发送数据时,它必须选择一根能够使接收站成为其下游站的总线。

1. 城域网的业务特点

- 传输速率高:宽带城域网采用大容量的 Packet Over SDH 传输技术,为高速路由和交换提供传输保障。
- 技术先进、安全:技术上为用户提供了高度安全的服务保障。
- 用户投入少,接入简单:宽带城域网用户端设备便宜而且普及性较好,可以使用路由器、集线器甚至普通的网卡。

2. FDDI 技术

早期城域网的首选技术是光纤环网,其典型产品是光纤分布式数据接口 FDDI。它是一个高性能的光纤令牌环网标准,该标准于 1989 年由美国国家标准局(ANSI)制定。FDDI 的 IEEE 协议标准为 IEEE 802.7。FDDI 以光纤为传输介质,传输速率可达 100Mbit/s,采用单环和双环两种拓扑结构。但为了提高网的健壮性,大多采用双环结构。每一个 FDDI 环可以连接 500 台工作站,工作站间的距离可达 2 km,从而 FDDI 的单环网络范围可达 100 km,若以双环结构来看则可达 200 km。它与 IEEE 802.5 类似,也是使用令牌环协议。不过 FDDI 的环比较长,因此允许将帧附到前面帧的后面进行流动,因此也称为多帧发送。

FDDI 标准支持两类数据传输服务:一类是稳定的流式通信,适用于电路交换的 PCM 语音或 ISDN 的同步数据;另一类是突发式通信,适用于不可预计的分组交换数据。

3. 城域网的主要用途及其适用范围

推动城域网发展与应用的业务主要如下：

- 大规模 Internet 接入的需求与交互式应用；
- 远程办公、视频会议方式等办公方式的出现；
- 数字电视、视频点播、家庭网络以及许多相关业务的出现。

考题链接

【例题 1-1】下列关于城域网技术的描述正确的是_____。

- A) 建设同样规模的宽带城域网,采用 10Gbit/s 光以太网的造价高于 SONET
- B) RPR 是一种用于直接在光纤上高效传输 IP 分组的传输技术
- C) 早期的 SONET/SDH 不适合于传输 IP 分组
- D) DPT 由 Cisco 公司提出

分析:以太网与 DWDM 技术都十分成熟,并且已经广泛应用,经过估算,组建一个同样规模的宽带城域网,光以太网的造价是 SONET 的 1/5,是 ATM 的 1/10。

答案: A

1.2 实训任务

1.2.1 实训任务一:宽带城域网的结构

1. 宽带城域网的结构

设计一个宽带城域网将设计“三个平台与一个出口”,即网络平台、业务平台、管理平台和城市宽带出口等问题,宽带城域网的总体结构图如图 1-1 所示。

从逻辑上分,宽带城域网的网络平台可分为核心交换层、边缘汇聚层和用户接入层三部分。

核心交换层主要承担高速数据交换的功能;边缘汇聚层用于路由与流量的汇聚;而用户接入层主要承担用户接入与本地流量控制的功能。

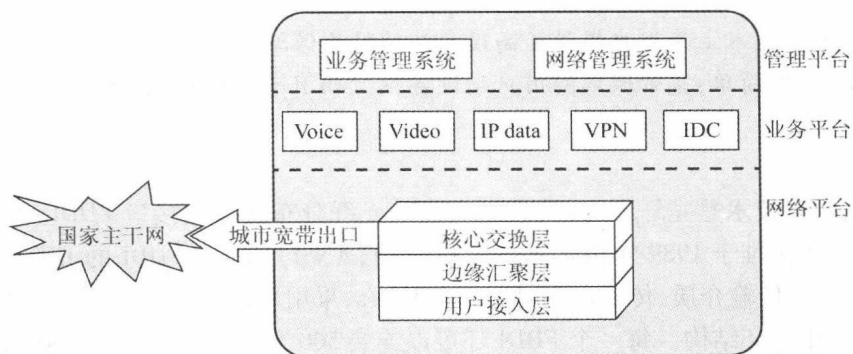


图 1-1 宽带城域网的总体结构

2. 宽带城域网网络平台的主要功能

(1) 核心交换层



核心交换层也称核心层,它有以下几个基本功能:

- 它为整个网络提供一个高速、宽带的中心连接,并能提供所有城域网联入 Internet 所需要的路由服务。
- 它将多个边缘汇聚层连接起来,提供穿透服务,进行数据的高速转发,为整个城域网提供一个高速安全的、具有 QoS 保障能力的数据传输环境,同时实现与全国骨干网络的互联,提供城市高速 IP 数据出口。
- 用户数据流可通过汇聚层上行到核心网络,通过核心网获取所需业务。

(2) 边缘汇聚层

边缘汇聚层也称汇聚层,它有以下几个基本功能:

- 它是多台接入层交换机的汇聚点,它必须能够处理来自接入层设备的所有通信量,并提供到核心层的上行链路。
- 它将接入层的数据进行分组传输的汇聚、转发和交换,同时进行本地路由、过滤、流量均衡以及安全控制、IP 地址转换等处理。
- 汇聚层与接入层相比较,具有更少的接口和更高的交换速率。

(3) 用户接入层

用户接入层也称接入层,接入层是直接面对用户的一个层面,目的是允许终端用户连接到网络,它为广大的用户提供 10/100Mbit/s 的高速接入,被称为网络的“最后一公里”。

1.2.2 实训任务二:宽带城域网组建的基本原则

宽带城域网在设计与组建上,有以下几个基本原则:可管理性、可运营性、可赢利性和可扩展性。

1. 可管理性

由于宽带城域网要向广大用户提供高效高质的各种宽带业务,故它应该具有足够好的网络管理能力以及一套合适的网络管理系统。电信交换网有比较成熟的管理能力,这种能力表现在电信级的接入管理、业务管理、网络安全、计费能力、IP 地址分配以及 QoS 保证方面。

2. 可运营性

所组建的宽带城域网,必须是实时可运营的,才能保证提供高质高效的服务,因此它最关键、最核心的设备一定是电信级的。

因此宽带城域网设计的关键,是如何组建一个电信级或准电信级的网络系统。

3. 可赢利性

宽带城域网的运营和管理可满足网络的有偿服务等基本需求,但未必能够解决赢利问题,而赢利恰恰是宽带城域网建设的目标。建设可赢利宽带城域网,首先要解决的问题是盈利模式问题,这就要求我们能正确地定位客户群,发现利润区,培养和构建价值链。

4. 可扩展性

建设可扩展的宽带城域网,打破了一步到位的建设模式,事先制定持续发展的统一规划,分阶段、分步骤实施,这样既可减少一次性投资过大的问题,又可根据业务的开展动态调整建设节奏和规模,最大程度地降低投资风险。

1.2.3 实训任务三:管理与运营宽带城域网的关键技术

宽带城域网位于广域网与接入网的交汇处,各种业务和协议都在此汇聚分流和进出核心网,直接面对终端用户,应用环境复杂;其内部是多种交换技术和业务网络并存,因此我们在设计与组建宽带城域网的同时要注意网络成功组建和运营的关键技术。

宽带城域网管理与运营的关键技术包括:带宽管理、服务质量 QoS、用户管理、网络管理、多业务接



入、统计与计费、IP 地址的分配和地址转换、网络安全等。

1. 带宽管理

城域网的建设必须兼顾现有的带宽管理能力与在未来的扩充能力。能否提供无阻塞、高质量的传输,已成为宽带城域网竞争的重要指标之一。

2. 服务质量

服务质量(Quality of Service, QoS)是网络的一种安全机制,是用来解决网络延迟和阻塞等问题的一种技术。

网络服务质量表现在延时、抖动、吞吐量和数据包丢失率等方面。当网络过载或拥塞时,QoS 能确保重要业务量不受延迟或丢弃,同时保证网络的高效运行。在有限的网络资源下,应该根据用户享受服务与使用资源的不同,制定不同的服务质量要求。

目前,宽带城域网的 QoS 所要求的技术主要包括资源预留协议(RSVP)、区分服务(DiffServ)和多协议标签交换 MPLS 等。

3. 用户管理

宽带城域网的用户管理一般包括用户认证、接入管理、计费管理等。

系统采用 DHCP 自动获得的 IP 地址或静态配置的 IP 地址,与用户设备的 MAC 地址或基于网络端口的 VLAN ID 捆绑,使用户不需要进行身份认证即可自动联入网络。

4. 网络管理

宽带城域网必须有严格的网络管理能力。宽带城域网的管理有 3 种基本方法:带内管理、带外管理及同时使用带内带外管理。

5. 多业务接入

在网络的边缘,宽带多业务接入设备被各大电信运营商和网络供应商普遍看好,纷纷都在投巨资建设自己的宽带接入网;各大电信设备制造商也纷纷推出了自己的宽带多业务接入系统。

6. 统计与计费

宽带网络能正常运行,不能缺少优秀的统计与计费系统,最简单的计费系统是利用简单网络管理协议(SNMP)的管理信息库(MIB)来实现的。城域网通过包月、包年、计时、计流量等计费方式收取费用,使用哪种统计与计费方式也会涉及到市场营销策略的灵活性。

7. IP 地址的分配与地址转换

随着宽带用户的增多,IP 地址资源成为了困扰宽带城域网的难题,在当今的 Internet 中,普遍存在使用“代理”设备来进行网络地址转换(NAT)的现象,导致这种现象的原因是 IPv4 地址空间的资源耗尽危机。虽然不对称的地址分配和连通性制度已经在代理中被定义,但是却给端对端应用程序和协议制定造成了一些特殊的问题,像电话会议和多媒体网络游戏。即使在 IPv6 世界中这些问题还是会存在。

目前的基本方案是使用公用 IP 地址和内部专用 IP 地址这两类地址与网络地址转换技术来解决,只为宽带城域网的关键设备与特殊用户分配固定的分用 IP 地址。

8. 网络安全

随着网络安全问题重要性的增加,如何设计一个稳定、可靠、安全和经济的城域网,应对日益增多的网络攻击、病毒破坏和黑客入侵等问题已成为宽带城域网建设和运营所关注的重点。

宽带城域网的建设和运营,必须全面建立安全防护体系,才能向社会提供一个安全、高速、易用、智能化的网络,保证运营商宽带数据业务正常经营。

1.2.4 实训任务四:构建宽带城域网的基本技术与方案

构建宽带城域网的基本技术有 3 种:基于 SDH 的城域网、基于 10GE 的城域网和基于 PRP 的城域网。宽带城域网构建方案的选择要根据所在的城市、用户数量及应用的领域来决定。



1. 基于 SDH 的城域网

SDH(Synchronous Digital Hierarchy,同步数字体系)是一种将复接、线路传输及交换功能融为一体,并由统一网管系统操作的综合信息传送网络,是美国贝尔通信技术研究出来同步光纤网络(SO-NET)。

SDH 的核心应用了波分多路复用技术,就是在一条光纤信道上传输多条信号。SDH 网络是 ATM、DDN 等中继网络服务的承载网。

2. 基于 10GE 的城域网

从 2000 年下半年开始,一些电信设备公司提出了光以太网的概念,它的技术核心是:利用光纤的巨大带宽资源和以太网的成熟与易用性为运营商建造新一代的宽带城域接入网,满足市场对带宽的巨大需求。它的实现形式有很多种,其中最为重要的两种:基于 10GE 技术与弹性分组环技术。

3. 基于 PRP 的城域网

弹性分组环技术是一种在环形结构上优化数据业务传送的新型 MAC 层协议,能够适应多种物理层(如 SDH、以太网、DWDM 等),可有效地传送数据、语音、图像等多种业务类型。

环形结构是目前城域网的主要的拓扑结构。RPR 技术采用双环(内环和外环)结构。每对结点之间都有两条路径,保证了高可用性;对环路带宽采用空间重用机制,单播数据传送可在环的不同部分同时进行,提高了环路带宽的利用率。

RPR 技术具有网络拓扑结构的自动发现和更新功能。在网络拓扑变化时,每个结点通过接收 RPR 环上其他结点的 MAC 地址,自动建立和更新自己的拓扑图,使得网络初始化配置变得极其简单,实现了即插即用,并可避免手工配置带来的错误,便于进行网络的运营维护。图 1-2 为基于 RPR 的城域网的环结构示意图。

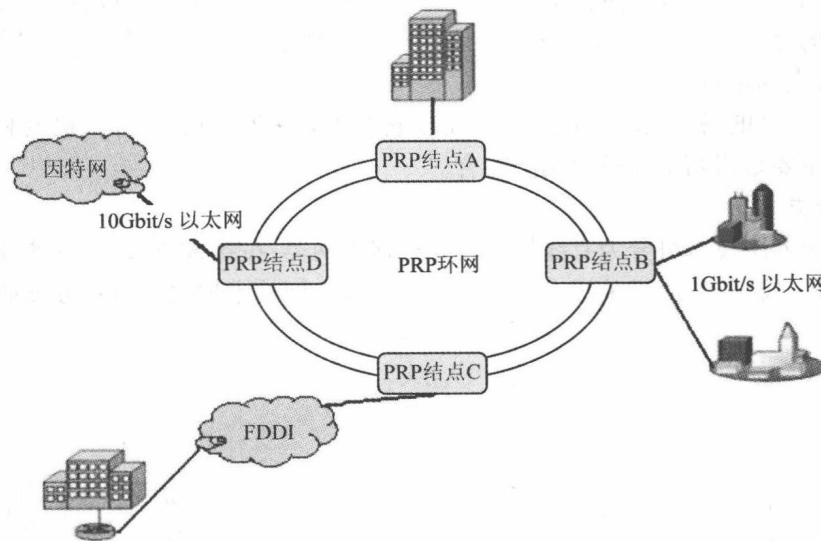


图 1-2 基于 RPR 的城域网应用实例环结构示意图

RPR 技术主要有以下几个特点:

- 带宽利用率高。
- 公平性好。
- 快速保护和恢复能力强。
- 保证服务质量。



考题链接

【例题 1-2】下列关于 RPR 技术的描述中,错误的是_____。

- A) RPR 与 FDDI 一样使用双环结构
- B) 在 RPR 环中,源结点向目的结点成功发出的数据帧要由源结点从环中收回
- C) RPR 环中每一个结点都执行 SRP 公平算法
- D) RPR 能够在 50ms 内隔离出现故障的结点和光纤段

分析:在 RPR 环中,源结点向目的结点成功发出的数据帧要由目的结点从环中收回,而不是源结点。故 B 选项错误。

答案: B

1.2.5 实训任务五:网络接入技术与方法

接入网(Access Network, AN)是指交换局到用户终端之间的所有机线设备,它的主干系统为传统的电缆和光缆,一般长达数千米;配线系统也可能是电缆和光缆,其长度一般几百米,而引入线长通常为几米到几十米。它是泛指用户网络接口(UNI)与业务结点接口(SNI)间实现传送承载功能的实体网络。

1. 接入技术与“数字会聚”、“三网融合”

目前,可以作为用户接入网的主要有三类:计算机网络、电信通信网与广播电视网。它们是按照各自的需求、采用不同的体制发展的。

从技术的角度来看,接入网的接入方式可以分为五类,地面有线通信系统、无线通信/移动通信网、卫星通信网、有线电视网和地面广播电视网。它们早期并不属于同一个部位,但是数字化使它们都可能提供语言、数据与视频的综合业务,就造成了通信、计算机与广播电视等产业的会聚。“数字会聚”将会对未来通信体制产生重大的影响。

三网融合是一种广义的、社会化的说法,在现阶段它并不意味着电信网、计算机网和有线电视网三大网络的物理合一,而主要是指高层业务应用的融合。

2. 接入技术的分类

从接入技术分,接入网技术可分为有线接入与无线接入两类;按接入方式分,它涉及用户的环境与需求,可以分成家庭接入、校园接入、机关接入和企业接入。接入网技术按接入方式分类如图 1-3 所示。

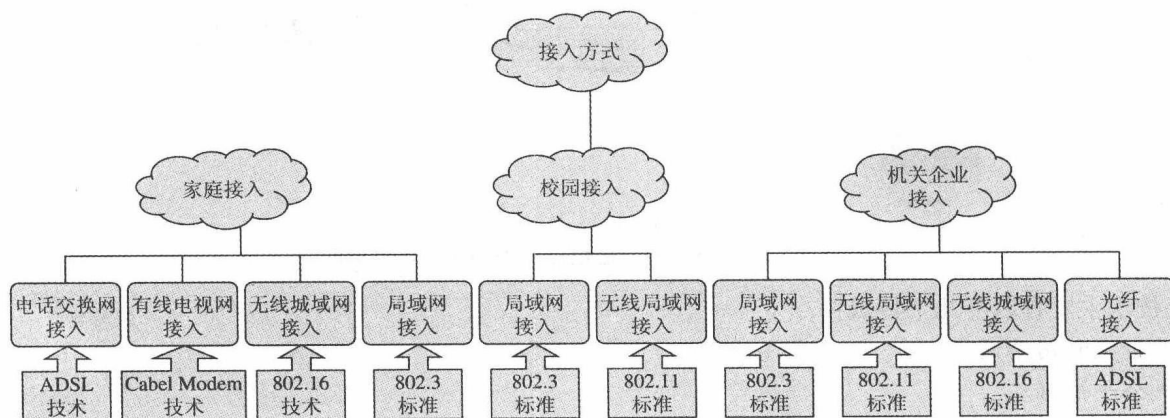


图 1-3 为接入网技术按接入方式分类图



从实现技术的角度,宽带接入技术主要有:基于普通电话线的 xDSL 接入;同轴电缆上的双向混合光纤同轴电缆传输系统 HFC;光纤接入系统和宽带无线接入系统等。这些接入网络既可单独作用,也可混合使用。

3. 各种接入技术的特点

下面从实现技术的角度来讨论各种接入技术的特点。

(1) 数字用户线 xDSL 接入

数字用户线(Digital Subscriber Line, DSL)技术是基于普通电话线的宽带接入技术。它可以在一根铜线上分别传送数据和语音信号,其中数据信号并不通过电话交换设备,且不需要拨号,属于一直在线的专线上网方式。

DSL 有许多模式,如 ADSL、RADSL、HDSL 和 VDSL,通常把所有的 DSL 技术都统称为 xDSL,“x”代表不同种类的 DSL 技术。按数据传输上、下行速率的相同和不同,DSL 有对称传输和非对称传输两种模式。

与其他的宽带接入技术相比,xDSL 技术的优势主要表现为如下几个方面:

- 能够提供足够的带宽以满足人们对于多媒体网络应用的需求。
- 性能和可靠性有明显的优势。
- 利用现有的电话铜双绞线,能够平滑地与人们现有的网络进行连接,是比较经济的接入方案。

常用的 xDSL 的技术特点如表 1-1 所示。

表 1-1 常用的 xDSL 技术

xDSL	名称	对称性	线数/对	下行速率/(bit/s)	上行速率/(bit/s)	传输距离/km
ADSL	非对称数字用户线	非对称	1	1.5M/6M	64k/640k	5.5/3.6
HDSL	高比特率数字用户线	对称	2	1.544M	1.544M	3.6
VDSL	甚高速数字用户线	非对称	2	51M	2.3M	1.4
RDSL	速率自适应数字用户线	非对称	1	1.5M/6M	64k/640k	5.5

①ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line,不对称数字用户线)

ADSL 是一种上行和下行传输速率不对称的技术。在一条电话线上,从电信网络提供商到用户的下行速率可以达到 1.5~8Mbit/s,而反方向的上行速率为 16~640kbit/s。ADSL 最大传输距离为 5.5km,它可以在现有的电话铜双绞线网络上,以重叠和不干扰传统模拟电话业务的方式,提供高速数字业务。

②HDSL(High-data-rate Digital Subscriber Line,高速率数字用户线)

HDSL 技术提供的传输速率是对称的,即为上行和下行通信提供相等的带宽,传输速率可达到 T1/E1,一般采用两对电话线进行全双工通信,有效传输距离只有 5km,其典型的应用是代替现有的 T1 方式将远程办公室连接起来。

③VDSL(Very-high-data-rate Digital Subscriber Line,极高速率数字用户线)

VDSL 和 ADSL 一样也是一种上行和下行传输速率不对称的技术。VDSL 使用一条电话线,获得下行传输速率可达到 13~52Mbit/s,上行速率为 1.5~2.3Mbit/s,同时传输距离不超过 1.5km,其主要用于视频和多媒体等相关场合。

④RADSL(Rate-Adaptive Digital Subscriber Line,速率自适应数字用户线)

RADSL 除能与线路条件自适应外,提供的传输速率及距离范围和 ADSL 基本相同。RADSL 能够根据双绞铜线质量的好坏和传输距离的远近动态地调节用户的访问速率,这使得用户可以用不同的速率将不同的铜线连接起来,最大限度地利用现有的通信资源。

(2) HFC 接入

HFC(混合光纤同轴电缆),原是指采用光纤传输系统代替全同轴 CATV(有线电视)作为网络中的干线传输部分,而现在是指利用混合光纤同轴网络来进行宽带数据通信的 CATV 网络。

HFC 是新一代的有线电视网。图 1-4 给出了 HFC 的结构示意图。它的主要特点是:传输容量大,易实现双向传输。

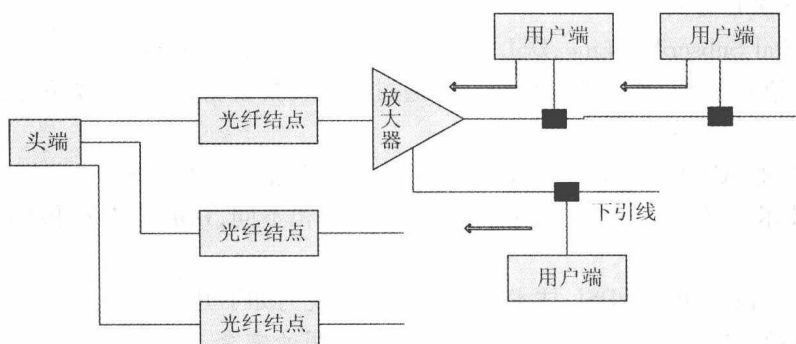


图 1-4 HFC 的结构示意图

Cabel Modem(光纤调制解调器)彻底解决了由于声音图像和传输而引起的阻塞,其速率已达 10Mbit/s 以上,下行速率则更高,它提供家庭和办公室的信息应用,如电话、电视和 PC 等到 HFC 接入网络的接口。

Cabel Modem 可以分为以下几种类型:

- 从传输方式,Cabel Modem 可以分为双向对称式传输和非对称式传输两种。
- 从数据传输方向上,Cabel Modem 可分为单向和双向两类。
- 从同步方式上,Cabel Modem 可以分为同步和异步交换两类。
- 从接入的角度,Cabel Modem 可以分为个人 Cabel Modem 和宽带多用户 Cabel Modem。
- 从接口角度,Cabel Modem 可以分为外置式、内置式和交互式机顶盒三种。

考题链接

【例题 1-3】下列关于光纤同轴电缆混合网 HFC 的描述中,错误的是_____。

- A) HFC 是一个双向传输系统
- B) Cable Modem 利用频分多路复用方法将信道分为上行信道与下行信道
- C) Cable Modem 传输方式分为对称式和非对称式两类
- D) HFC 通过 Cable Modem 将光缆与同轴电缆连接起来

分析: Cable Modem 是专门为利用有线电视网进行数据传输而设计的,Cable Modem 把用户计算机与有线电视同轴电缆连接起来。

答案: D

(3) 光纤接入

光纤接入是指局端与用户之间完全以光纤作为传输媒体。绝大多数网络运营商都认为,理想的接入网是基于光纤的网络。

无源光纤网 PON 是 ITU 的 SG15 研究组在 G.983 建议“基于无源光纤网的高速光纤接入系统”进行标准化的,该建议分为两个部分:

- OC-3,155.520Mbit/s 的对称业务;
- 上行 OC-3,155.520Mbit/s,下行 ITU 标准 OC-12,622.08Mbit/s 的不对称业务。



按照 G.983 建议,传输介质可以是一根或两根单模光纤。双向传输通过波分复用 WDM 实现。

宽带无源光网络 APON 是 PON 和 ATM 结合的产物,具有稳定、可靠,可适应不同带宽、传输质量的需求,不易拥塞,接入距离长等优点。

考题链接

【例题 1-4】TTC 标准 OC-3 的传输速率为_____。

- A) 51.84 Mbit/s B) 155.52 Mbit/s
C) 622.08 Mbit/s D) 1.244 Gbit/s

分析:无源光纤网 PON 是 ITU 的 SG15 研究组在 G.983 建议“基于无源光纤网的高速光纤接入系统”进行标准化的。该建议分为两个部分:

1. OC-3, 155.520 Mbit/s 的对称业务
2. 上行 OC-3, 155.520 Mbit/s, 下行 OC-12, 622.080 Mbit/s 的不对称业务

答案: B

(4) 宽带无线接入

现在,无线接入技术主要有 802.11 标准的无线局域网(WLAN)、802.16 标准的无线城域网(WMAN)和无线网格网(WMN)技术。

①802.11 标准与 WLAN。802.11 标准定义了无线局域网物理层与 MAC 协议,以后又出现两个扩展版本。其中,802.11 标准定义了使用红外、跳频扩频与直接序列扩频技术,传输速率为 1 Mbit/s 或 2 Mbit/s;802.11b 标准定义使用直序扩频技术,传输速率为 1 Mbit/s、2 Mbit/s、5.5 Mbit/s、11 Mbit/s;802.11a 传输速率为 54 Mbit/s。802.11 标准在 MAC 层采用了 CSMA/CA 的访问控制方法。

②802.16 标准与 WMAN。802.16 标准体系的主要目标是制定工作在 2~66 MHz 频段的无线接入系统的物理层与介质访问控制 MAC 子层规范。在网络构成上,以 IEEE 802.16 系列标准为代表的宽带 WMAN 主要用于本地多点连接,既可将 802.11 系列无线接入到互联网,也可连接企业与家庭环境至有线骨干线路。表 1-2 为 IEEE 802 系列标准对比。

表 1-2 IEEE 802 系列标准对比

	IEEE 802.11	IEEE 802.16d	IEEE 802.1e	IEEE 802.20
标准类型	WLAN	WMAN	WMAN	WMAN
覆盖范围	150m(802.11b) 100m(802.11a)	1~15km	几公里	2~5km
工作频率	2.4GHz(802.11b) 2.5GHz(802.11a)	1~11GHz 许可或免许可频段 11~60Hz 许可频段	<60GHz 许可频段	<3.5GHz 许可频段
移动性	无	无	本地	250km/h
业务定位	个人用户,游牧式数据接入	中小企业用户的数据接入 无线传输	个人用户的宽带移动数据 业务为主	高速移动数据业务
QoS 支持	不具备	不具备	不具备	不具备
标准化程度	高系列标准中的大多数 已制定完成,只有少数 部分尚在制定中	2004 年 6 月份获得 IEEE 批准	2005 年上半年通过	处于早期需求分析阶段

③WMN 与 Ad hoc。Ad hoc 网络是一种没有有线基础设施支持的移动网络,网络中的结点均由移动