

第3章 城域网

教学要求:

通过本章的学习,学生应该了解计算机城域网的基本概念。

了解多路复用技术(DWDM)、接入网、无线城域网(WMAN)与 WiMAX 技术的技术基础。

了解城域网的技术标准与应用案例。

3.1 城域网基本概念

1. 城域网概念

城域网(Metropolitan Area Network, MAN)基本上是一种大型的 LAN,通常使用与 LAN 相似的技术。之所以将 MAN 单独地列出的一个主要原因是:城域网是局域网规模越来越大,最后发展到广域网的一个历史演变过程,现在大多数网络用户都是通过城域网接入广域网/互联网的。城域网的标准是分布式队列双总线(Distributed Queue Dual Bus, DQDB),即 IEEE 802.6。DQDB 由双总线构成,所有的计算机都连接在上面。

所谓宽带城域网,就是在城市范围内,以 IP 和 ATM 电信技术为基础,以光纤作为传输媒介,集数据、语音、视频服务于一体的高带宽、多功能、多业务接入的多媒体通信网络。

它能够满足政府机构、金融保险、大中小学校、公司企业等单位对高速率、高质量数据通信业务日益旺盛的需求,特别是快速发展起来的互联网用户群对宽带高速上网的需求。

2. 业务特点

(1) 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。千兆以太网技术在宽带城域网中的广泛应用,使骨干路由器的端口能高速有效地扩展到分布层交换机上。光纤、网线到用户桌面,使数据传输速度达到 100M、1000M。

(2) 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,可以使用路由器、Hub 甚至普通的网卡。用户只需将光纤、网线进行适当连接,并简单配置用户网卡或路由器的相关参数即可接入宽带城域网。个人用户只要在自己的计算机上安装一块以太网卡,将宽带城域网的接口插入网卡就联网了。安装过程和以前的电话一样,只不过网线代替了电话线,计算机代替了电话机。

(3) 技术先进、安全。技术上为用户提供了高度安全的服务保障。宽带城域网在网络中提供了第二层的 VLAN 隔离,使安全性得到保障。由于 VLAN 的安全性,只有在用户局域网内的计算机才能互相访问,非用户局域网内的计算机都无法通过非正常途径访问用户的计算机。虚拟拨号的普通用户通过宽带接入服务器上上网,经过账号和密码的验证才可以上网,用户可以非常方便地自行控制上网时间和地点。

3. 主要用途及适用范围

(1) 高速上网。利用宽带 IP 网频带宽、速度快的特点,用户可以快速访问 Internet 及享受一切相关的互联网服务(包括 WWW、电子邮件、新闻组、BBS、互联网导航、信息搜索、远程文件传送等),端口速度达到 10M 以上。

(2) 互动游戏。可以让用户享受到 Internet 网上游戏和局域网游戏相结合的全新游戏体验。通过宽带网,即使是相隔 100 千米的同城网友,也可以不计流量地相约玩三维联网游戏。

(3) VOD 视频点播。让用户坐在家里利用 Web 浏览器随心所欲地点播自己爱看的节目,包括电影精品、流行的电视剧集,还有视频新闻、体育节目、戏曲歌舞、MTV、卡拉 OK 等。

(4) 网络电视(NETTV)。突破传统的电视模式,跨越时间和空间的约束,在网上实现无限频道的电视收视。通过 Web 浏览器的方式直接在网上收看电视节目,克服了现有电视频道受地区及气候等多种因素约束的弊病,而且有利于进行一种新型交互式电视剧“网络电视剧”的制作和播放。

(5) 远程医疗。采用先进的数字处理技术和宽带通信技术,医务人员为远在几百千米或几千千米之外的病人进行诊断和治疗,远程医疗是随着宽带多媒体通信的兴起而发展起来的一种新的医疗手段。

(6) 远程会议。异地开会不用出差,在高速信息网络上的视频会议系统中开会即可。

(7) 远程教育。学生可通过宽带网在家收看教学节目并可与老师实时交互;可上 Internet 查资料,以 E-mail 等方式布置作业、交作业、解答提问等;缺课可检索课程数据库以 VOD 方式播放老师讲课录像等。

(8) 远程监控(WebCAM)。可以对远程的系统或其他东西进行监控,授权用户通过 Web 自由进行镜头的转动、调焦等操作,实现实时的监控管理功能。

(9) 家庭证券交易系统。可在家里交互式地进行证券大户室形式的网上炒股,不但可以实时查阅深、沪股市行情,获取全面及时的金融信息,还可以通过多种分析工具进行即时分析,并可进行网上实时下单交易,参考专家股评。

宽带业务还可为广大用户提供 Internet 信息浏览、信息查询、收发电子邮件、网上游戏、多媒体网上教育、视音频点播等多项服务。

4. 城域网与局域网、广域网的区别

(1) 局域网或广域网通常是为了一个单位或系统服务的,而城域网则是为整个城市而不是为某个特定的部门服务的。

(2) 建设局域网或广域网包括资源子网和通信子网两个方面,而城域网的建设主要集中在通信子网上,其中也包含两个方面:一是城市骨干网,它与全国的骨干网相连;二是城市接入网,它把本地所有的联网用户与城市骨干网相连。

3.2 多路复用传输技术

1. 概述

城域网主要使用多路复用技术进行数据传输。

多路复用技术是把多个低信道组合成一个高速信道的技术,它可以有效地提高数据链

路的利用率,从而使得一条高速的主干链路同时为多条低速的接入链路提供服务,也就是使得网络干线可以同时运载大量的语音和数据传输。

采用多路复用技术的原因是:通信工程中用于通信线路架设的费用相当高,需要充分利用通信线路的容量;而是网络中传输介质的传输容量都会超过单一信道传输的通信量,为了充分利用传输介质的带宽,需要在一条物理线路上建立多条通信信道。人们平时上网最常用的电话线就采取了多路复用技术,所以一个人在上网的时候,其他人也可以打电话。

多路复用最常用的两个设备是:

- (1) 多路复用器。在发送端根据约定规则把多个低带宽信号复合成一个高带宽信号。
- (2) 多路分配器。根据约定规则再把高带宽信号分解为多个低带宽信号。这两种设备统称为多路器(MUX)。

2. 多路复用技术

常见的多路复用技术包括频分多路复用(FDM)、时分多路复用(TDM)、波分多路复用(WDM)和码分多路复用(CDMA)。其中时分多路复用又包括同步时分复用和统计时分复用。

FDM、TDM、WDM、CDMA 的基本原理如下:

- (1) 频分多路复用(FDM)。

频分多路复用(FDM)的基本原理是在一条通信线路上设置多个信道,每路信道的信号以不同的载波频率进行调制,各路信道的载波频率互不重叠,这样一条通信线路就可以同时传输多路信号,如图 3.1 所示。

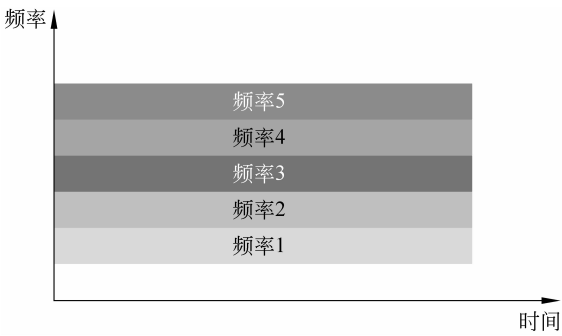


图 3.1 频分多路复用(FDM)

用户在分配到一定的频带后,在通信过程中自始至终都占用这个频带。频分复用的所有用户在同样的时间占用不同的带宽资源(请注意,这里的“带宽”是频率带宽而不是数据的发送速率)。

- (2) 时分多路复用(TDM)。

时分多路复用(TDM)是以信道传输时间作为分割对象,通过多个信道分配互不重叠的时间片的方法来实现,因此时分多路复用更适用于数字信号的传输。它又分为同步时分多路复用和统计时分多路复用,如图 3.2 所示。

使用时分多路复用,信道不再细分,而是作为一整条通道来使用。每一个用户预先分配一个等宽的时间片,任一个用户是在固定的时间片中进行信息的传输。

频分多路复用技术通常用于传输连续信号,时分多路复用技术通常用于传输离散信号。

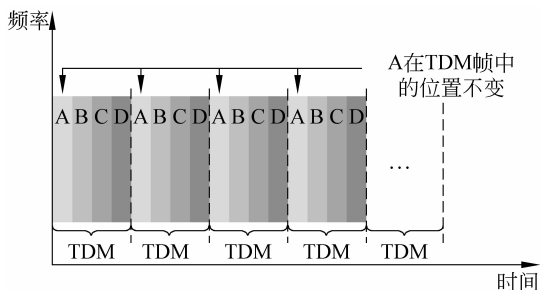


图 3.2 时分多路复用(TDM)

(3) 波分多路复用(WDM)。

波分多路复用是光的频分多路复用,它是在光学系统中利用衍射光栅来实现多路不同频率光波信号的合成与分解,如图 3.3 所示。

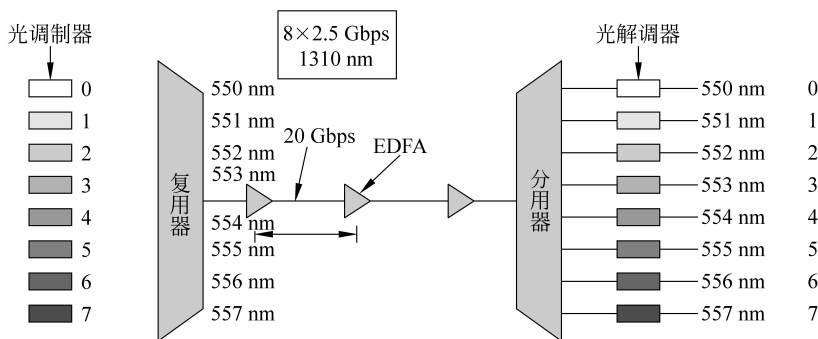


图 3.3 波分多路复用(WDM)

(4) 码分多路复用(CDMA)。

码分多路复用也是一种共享信道的方法,每个用户可在同一时间使用同样的频带进行通信,但使用的是基于码型的分割信道的方法,即每个用户分配一个地址码,各个码型互不重叠,通信各方之间不会相互干扰,且抗干扰能力强。码分多路复用技术主要用于无线通信系统,特别是移动通信系统。它不仅可以提高通信的语音质量和数据传输的可靠性以及减少干扰对通信的影响,而且增大了通信系统的容量。笔记本或个人数字助理(Personal Data Assistant,PDA)以及掌上电脑(Handed Personal Computer,HPC)等移动性计算机的联网通信就是使用了这种技术。

3. DWDM 密集型光波复用

DWDM 密集型光波复用(Dense Wavelength Division Multiplexing,DWDM)是能组合一组光波长用一根光纤进行传送。这是一项用来在现有的光纤骨干网上提高带宽的激光技术。更确切地说,该技术是在一根指定的光纤中,多路复用单个光纤载波的紧密光谱间距,以便利用可以达到的传输性能(如达到最小程度的色散或者衰减)。这样,在给定的信息传输容量下,就可以减少所需要的光纤的总数量。

DWDM 能够在同一根光纤中,把不同的波长同时进行组合和传输。为了保证有效,一根光纤将转换为多个虚拟光纤。所以,如果打算复用 8 个光纤载波(OC),即一根光纤中传

输 48 路信号,传输容量就将从 2.5Gbps 提高到 20Gbps。目前,由于采用了 DWDM 技术,单根光纤可以传输的数据流量最大达到 400Gbps。随着厂商在每根光纤中加入更多信道,每秒兆兆位的传输速度指日可待。

DWDM 的一个关键优点是它的协议和传输速度是不相关的。基于 DWDM 的网络可以采用 IP、ATM、SONET/SDH、以太网协议来传输数据,处理的数据流量在 100Mbps 和 2.5Gbps 之间。这样,基于 DWDM 的网络可以在一个激光信道上以不同的速度传输不同类型的数据流量。从 QoS(质量服务)的观点看,基于 DWDM 的网络以低成本的方式来快速响应客户的带宽需求和协议改变。

3.3 接人网技术

城域网的接入主要依靠目前存在的电信网络。全国的电信网是由长途网和本地网两大部分组成。本地网又是由连接着各个电信局之间的中继网和各个局交换设备连接到每个用户的用户接入网所组成。

用户接入网包括由电信局至用户间的全部机线设备。从电信局至用户的用户线路主要包括三大部分:主干线路、配线线路、引入线。一般主干线较长,约 2 千米,配线较短,约几百米,引入线一般不超过几十米。目前用做主干线和配线的多是对绞铜缆,用做引入线的是对称线。随着各种电信业务的迅速发展,用户将不仅要求利用电话业务,还将要求接入计算机数据、传真、电子邮件、图像、有线电视等多媒体服务,原来连接用户的铜缆性能已不能满足新业务的需要,必须对用户接入网进行改造或新建。建设方式可以对现有铜缆构成的用户接入网进行改造以达到要求,也可利用光纤构成用户接入网。

光纤直接接入家庭是将来用户接入网的发展方向,但不可能立即丢弃全部现有铜缆而新建一个光纤用户接入网,且当前建立光纤用户线路也比铜缆用户线路贵。故必须根据各种用户性质,所需要的业务类型,从技术和经济上分析比较来选择最合理的方式方案。当前,也可以考虑以下一些方式:

(1) 利用现有铜缆方式。可以采用 HDSL(高速率数字用户环路)方式,它是利用两对铜线开通 2Mbps,以满足一般用户线距离内的用户需要。或采用 ADSL(不对称数字用户环路)方式,它是利用一条铜线,除了可以传送原有电话业务外,还可以单向传送大约 6Mbps 速率的业务。

(2) 光纤和同轴电缆混合方式。当用户接入的业务量较大,或需要接入有线电视等业务时,可以采用一段光纤,连接一段铜缆的混合方式。比如在发送端把模拟信号和有线电视信号调制成光信号后,送入光纤。在接收端通过光电变换后,用同轴电缆把有线电视信号送至各用户电视接收机,其他信号可以用对绞铜线分别接入各有关家庭中。

(3) 光纤到路边和光纤到家。根据发展需要,可以用光纤光缆代替原主干电缆,或代替原主干电缆和配线电缆,其他段落仍用铜缆或铜线。这种连接方式,可以根据光纤到达地点分别称为 FTTC(光纤到路边),或 FTTB(光纤到大楼)等。

对于已经具备或即将具备宽带需求的用户,也可以考虑直接把光纤引入家庭,称为 FTTH(光纤到家)。

(4) 还可利用无线构成的用户接入网。对于距离局交换设备较远、用户密度较稀的一

些郊区、农村、山区等用户,由于用户线太长,分布很分散,投资较大。采用无线接入方式往往显得比较方便,节省投资。尤其对于可能出现自然灾害(如水灾、地震等)的地区,为了提高通信的可靠性,应考虑采用无线接入方式。

3.4 无线城域网

在无线局域网(WLAN)势头正劲之际,近年来又出现了无线城域网(WMAN)技术。

在 1999 年,IEEE 设立了 IEEE 802.16 工作组,其主要工作是建立和推进全球统一的无线城域网技术标准。在 IEEE 802.16 工作组的努力下,近些年又陆续推出了 IEEE 802.16、IEEE 802.16a、IEEE 802.16b、IEEE 802.16d 等一系列标准。

1. WiMAX 基本概念

为了使 IEEE 802.16 系列技术得到推广,在 2001 年成立了 WiMAX 论坛组织,因而相关无线城域网技术在市场上又被称为“WiMAX 技术”。WiMAX 全称为 World Interoperability for Microwave Access,即全球微波接入互操作系统,其技术标准为 IEEE 802.16。

WiMAX 技术的物理层和媒质访问控制层(MAC)技术基于 IEEE 802.16 标准,可以在 5.86Hz、3.56Hz 和 2.56Hz 这 3 个频段上运行。

WiMAX 利用无线发射塔或天线,能提供面向互联网的高速连接。其接入速率最高达 75Mbps,胜过有线 DSL 技术,最大距离可达 50km,它可以替代现有的有线和 DSL 连接方式,来提供最后 1km 的无线宽带接入。因而,WiMAX 可应用于固定、简单移动、便携、游牧和自由移动这 5 类应用场景。

WiMAX 相对于 Wi-Fi 的优势主要体现在 Wi-Fi 解决的是无线局域网的接入问题,而 WiMAX 解决的是无线城域网的问题。Wi-Fi 只能把互联网的连接信号传送到约 100 米远的地方,WiMAX 则能把信号传送到 50 千米之远。Wi-Fi 网络连接速度为 54Mbps,而 WiMAX 为 70Mbps。有专家认为,WiMAX 的覆盖范围和传输速度将对 3G 构成威胁。在成本等各个方面的优势使得业内人士将 WiMAX 技术看做是一项打破产业格局的技术。

2. WiMAX 的技术优势

(1) 传输距离远、接入速度高、应用范围广。WiMAX 采用 OFDM 技术,能有效地抗多径干扰;同时采用自适应编码调制技术,可以实现覆盖范围和传输速率的折中;利用自适应功率控制,可以根据信道状况动态调整发射功率。正由于其具有传输距离远、接入速度高的优势,其可以应用于广域接入、企业宽带接入、移动宽带接入,以及数据回传等几乎所有的宽带接入市场。

(2) 不存在“最后 1km”的瓶颈限制,系统容量大。WiMAX 作为一种宽带无线接入技术,它可以将 Wi-Fi 热点连接到互联网,也可作为 DSL 等有线接入方式的无线扩展,实现最后 1 km 的宽带接入。WiMAX 可为 50km 区域内的用户提供服务,用户只要与基站建立宽带连接即可享受服务,因而其系统容量大。

(3) 提供广泛的多媒体通信服务。由于 WiMAX 具有很好的可扩展性和安全性,从而可以提供面向连接的、具有完善 QoS 保障的、电信级的多媒体通信服务,其提供的服务按优先级从高到低有主动授予服务、实时轮询服务、非实时轮询服务和尽力投递服务。

(4) 安全性高。WiMAX 空中接口专门在 MAC 层上增加了私密子层,不仅可以避免非法用户接入,保证合法用户顺利接入,而且还提供了加密功能(如 EAP SIM 认证),保护用户隐私。

3. WiMAX 发展面临的问题

(1) 成本问题。相对于有线产品,成本太高,不利于普及。

(2) 技术标准和频率问题。许多国家的频率资源紧缺,目前都还没有分配出频带给 WiMAX 技术使用,频率的分配直接影响系统的容量和规模,这决定了运营商的投资力度和经营方向。

(3) 与现有网络的相互融合问题。IEEE 802.16 系列技术标准只是规定空中接口,而对于业务、用户的认证等标准都没有一个统一的规范,因而需要通过借助现有网络来完成,因此必须解决与现有网络的相互融合问题。

总之,从技术层面讲,WiMAX 更适合用于城域网建设的“最后 1km”无线接入部分,尤其对于新兴的运营商更为合适。WiMAX 技术具有传输距离远、数据速率高的特点,配合其他设备(如 VoIP、Wi-Fi 等)可提供数据、图像和语音等多种较高质量的业务服务。在有线系统难以覆盖的区域和临时通信需要的领域,可作为有线系统的补充,具有较大的优势。随着 WiMAX 的大规模商用,其成本也将大幅度降低。在未来的无线宽带市场中,尤其是在专用网络市场中,WiMAX 将占有重要位置。

3.5 城域网应用案例讨论

3.5.1 H3C 运营商广电城域网解决方案

随着三网合一趋势越来越明显,以及 IPTV、卫星直播电视等业务的快速发展,传统的广电行业面临着越来越大的压力,它迫切需要转型,即从单一的广播电视业务提供商向综合信息提供商转变,以应对未来激烈的竞争。

广电运营商转型的关键就是开展多项业务,如机顶盒双向交互业务、家庭宽带上网业务、大客户 VPN 业务、视频监控等。而开展这些业务的关键则是需要高性能、高可靠的 IP 数据城域网,因为原有的 HFC 网络由于 QoS、性能、带宽等多种原因无法可靠承载未来业务所需的大量数据。

1. 广电业务运营对 IP 城域网的要求

考虑到广电业务的特性及广电运营商自身的一些特点,此 IP 城域网需要满足以下要求:

(1) 多业务承载。目前广电运营商开展的业务主要可以分为个人及大客户两大类。个人业务主要包括双向机顶盒互动业务(如 VoD 点播、时移电视等)、家庭宽带上网及 VoIP 业务;大客户业务主要是政府、银行等的 VPN 接入。此 IP 城域网必须能够可靠承载这些业务。

(2) 高可靠、高性能。整网要达到运营商级 99.999%的可靠性,即全年业务中断时间不能超过 5 分钟。同时还需要实现各类业务数据的高速转发,不能出现大规模拥塞等现象,否则对于语音、视频等高时延敏感业务会产生巨大影响。

(3) 灵活丰富的 QoS 策略。广电业务类型丰富,不同业务对于 QoS 有着不同的要求。语音数据对带宽要求不高,但对时延和抖动非常敏感,若时延超过 150ms,就会产生失真、语音断续等现象;视频数据不但对时延抖动敏感,且对带宽要求较高,若产生拥塞,则图像会产生马赛克甚至停顿;普通的数据服务,如 Web 页面浏览、电子邮件发送等,由于内容越来越丰富而不像以前仅仅局限于文字,故对于带宽的要求也越来越高。这都要求 IP 城域网及设备具备丰富灵活的 QoS 策略,充分保证不同业务的连续性。

(4) 易管理、易维护。广电许多设备数量大、种类多,且分布分散,很多设备都需要进入居民小区及居民家中。若要单个进行维护,则无论人员数量还是工作量均非常庞大,耗时费力,因此需要整网管理功能要非常强大。此外,还要求整网设备可靠耐用,无故障工作时间高、故障发生率低。

2. 方案概述

H3C 广电城域网整体解决方案如图 3.4 所示。

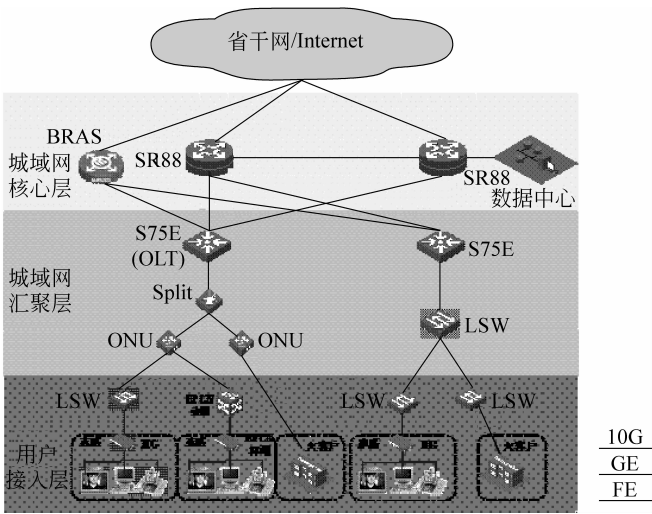


图 3.4 H3C 广电城域网整体解决方案

城域网分为两层：核心层及汇聚层。

(1) 城域网核心层作为城域网核心,其主要功能是 IP 数据包高速转发。使用 H3C 公司的 SR8800 系列高性能核心路由器。SR8800 系列高性能路由器引擎交换容量最大为 1.44TB,包转发率最高可达 586Mpps,全面支持 OSPF、BGP 等路由协议。实现了万兆 NP 平台和无阻塞交换技术的完美融合,完全满足用户对于业务处理性能和容量的要求。

(2) 汇聚层直接面对用户接入层,主要负责接入层至核心层的 IP 数据包汇聚转发,避免大量的接入层设备流量直接冲击城域网核心层设备。使用 H3C 公司的 S7500E 系列高性能多业务交换机。

3.5.2 西安市广电城域网解决方案

西安市广电城域网使用双环型拓扑结构,互为备份,降低故障率,提高可用性,如图 3.5 所示。

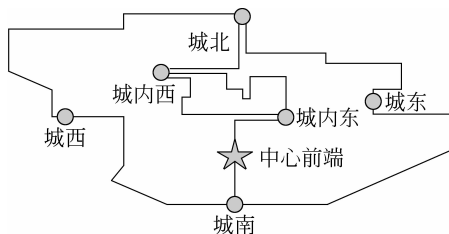


图 3.5 西安市广播电视光缆路由环型拓扑

在此环型拓扑结构的基础上构造了西安市有线电视宽带综合信息网数据 IP 网络,分级使用了思科公司的 GSR 12012、GSR 12008、Cisco 7507/7504、Cat 5505/2948G-L3 等核心路由及交换设备,如图 3.6 所示。

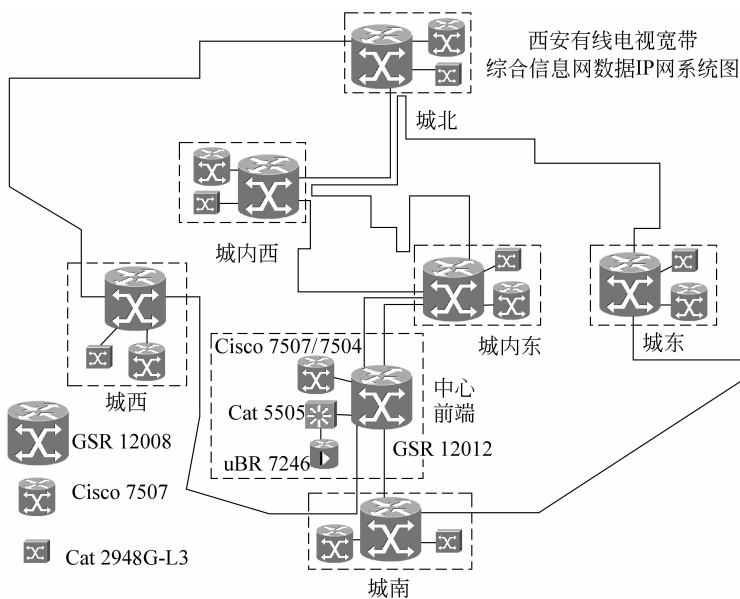


图 3.6 西安市有线电视宽带综合信息网数据 IP 网络

习 题 3

1. 城域网与局域网、广域网的区别是什么?
2. 常见的多路复用技术有哪几类?
3. 什么是 DWDM 密集型光波复用?
4. 用户接入可以考虑哪几种模式?
5. 什么是无线城域网? 什么是 WiMAX?
6. WiMAX 的技术优势及发展面临的问题是什么?