



第一章 信息科学

第一节 什么是信息科学

信息科学是以信息为主要研究对象,以信息的运动规律和应用方法为主要研究内容,以计算机等技术为主要研究工具,以扩展人类的信息功能为主要目标的一门新兴的综合性学科。

信息科学由信息论、控制论、计算机科学、仿生学、系统工程与人工智能等学科互相渗透、互相结合而形成的。

二十世纪 40 年代末,美国数学家香农发表了《通信的数学理论》和《在噪声中的通信》两篇著名论文,提出信息熵的数学公式,从量的方面描述了信息的传输和提取问题,创立了信息论。于是信息论首先在通信工程中得到广泛应用,为信息科学的研究奠定了初步的基础。

随着自动化系统和自动控制理论的出现,对信息的研究开始突破原来仅限于传输方面的概念。美国数学家维纳在这个时期发表了著名的《控制论》和《平稳时间序列的外推、内插和平滑



问题》,从控制的观点揭示了动物与机器的共同的信息与控制规律,研究了用滤波和预测等方法,从被噪声湮没了的信号中提取有用信息的信号处理问题,建立了维纳滤波理论。

60年代中,由于出现复杂的工程大系统需要用计算机来控制生产过程,系统辨识成为重要研究课题。从信息科学的观点来看,系统辨识就是通过输入输出信息来研究控制系统的行为和内部结构,并用简明的数学模型来加以表示。控制就是根据系统结构和要求对信息加工、变换和利用。

信息和控制是信息科学的基础和核心。70年代以来,电视、数据通信、遥感和生物医学工程的发展,向信息科学提出大量的研究课题,如信息的压缩、增强、恢复等图像处理和传输技术,信息特征的抽取、分类和识别的模式、识别理论和方法,出现了实用的图像处理和模式识别系统。

香农最初的信息论只对信息作了定量的描述,而没有考虑信息的其他方面,如信息的语义和信息的效用等问题。而这时的信息论已从原来的通信领域广泛地渗入到自动控制、信息处理、系统工程、人工智能等领域,这就要求对信息的本质、信息的语义和效用等问题进行更深入的研究,建立更一般的理论,从而产生了信息科学。

为了解决控制和决策中的非数值问题,和适应80年代以后智能机研究的需要,以及要解决知识信息处理的问题,遂产生了知识工程,并已研制成专家系统、自然语言理解系统和智能机器人等。

信息科学正在形成和迅速发展,人们对其研究内容的范围



发达的通信技术



尚无统一的认识。现在主要的研究课题集中在以下六个方面：

信源理论和信息的获取,研究自然信息源和社会信息源,以及从信息源提取信息的方法和技术;

信息的传输、存储、检索、变换和处理;

信号的测量、分析、处理和显示;

模式信息处理,研究对文字、图像、声音等信息的处理、分类和识别研制机器视觉系统和语音识别装置;

知识信息处理,研究知识的表示、获取和利用,建立具有推理和自动解决问题能力的知识信息处理系统即专家系统;

决策和控制,在对信息的采集、分析、处理、识别和理解的基础上作出判断、决策或控制,从而建立各种控制系统、管理信息系统和决策支持系统。

信息过程普遍存在于生物、社会、工业、农业、国防、科学实验、日常生活和人类思维等各种领域,因此信息科学将对工程技术、社会经济和人类生活等方面产生巨大的影响。

第二节 什么是电信和电信网

电信(telecommunication)是指利用电报、电话、传真、无线电设备和互联网络等电子手段传递信息的通讯方式。

而电信网(telecommunication network)是多个用户电信系统互连的通信体系。是由终端设备、传输设备、交换设备等基本要素组成的综合系统。电信网的主要功能是按用户的需要传递和交流信息,以实现人类远距离通信的需要。



电信网的分类:

按电信业务的种类分为:电话网、电报网、用户电报网、数据通信网、传真通信网、图像通信网、有线电视网等等。

按服务区域范围分为:本地电信网、农村电信网、长途电信网、移动通信网、国际电信网等等。

按传输媒介种类分为:架空明线网、电缆通信网、光缆通信网、卫星通信网、用户光纤网、低轨道卫星移动通信网等。

按交换方式分为:电路交换网、报文交换网、分组交换网、宽带交换网等等。

按结构形式分为:网状网、星形网、环形网、栅格网、总线网等等。按信息信号形式分为:模拟通信网、数字通信网、数字模拟混合网等。按信息传递方式分为:同步转移模式(STM)的综合业务数字网(ISDN)和异地转移模式(ATM)的宽带综合业务数字网(B-ISDN)等。

现在世界各国的电信网正在向数字化的电信网发展,将逐步代替模拟通信的传输和交换,并且向智能化,综合化的方向发展。



第二章 通信的发展史

第一节 远古的追忆难忘烽火台

现在每当我们提到烽火台,就会自然而然地想到长城,实际上烽火台筑在长城沿线的险要处和交通要道上。一旦发现敌情,便立刻发出警报:白天点燃掺有狼粪的柴草,使浓烟直上云霄;夜里则燃烧加有硫磺和硝石的干柴,使火光通明,以传递紧急军情。上图为新疆呼图壁县境内的烽火台,在呼图壁县境内共有 5 个烽火台,其中 3 个已毁,烽火台长宽均约 4 米,高约 5 米,筑台年月不详。

烽火台通信,源于奴隶制国家在政治和军事方面对通信的需要。据历史记载,早在三千多年前,我国就有了利用烽火台通信的方法。关于烽火通信有个叫“千金买笑”的故事。故事是这样的,周朝有个周幽王,这是一个非常残暴而腐败的君主,他有个爱妃名叫褒姒,长得非常美丽,《东周列国志》中有这样一段话来形容褒姒:“目秀眉清,唇红齿白,发挽乌云,指排削玉,有如花



如月之容,倾国倾城之貌。”褒妃虽然很美,但是“从未开颜一笑”。为此,周幽王使出了一个赏格:“谁要能叫娘娘一笑,就赏他一千斤金子”(当时把铜叫金子)。于是有人想出了一个点起烽火戏诸侯的办法,想换取娘娘一笑,一天傍晚,周幽王带着爱妃褒姒登上城楼,命令四下点起烽火。临近的诸侯看到了烽火,以为西戎(当时西方的一个部族)来犯,便领兵赶到城下救援,但见灯火辉煌,鼓乐喧天。一打听才知是周幽王为了取乐于娘娘而干的荒唐事儿,各诸侯敢怒不敢言,只好气愤地收兵回营。褒姒见状,果然淡然一笑。但事隔不久,西戎果真来犯,虽然点起了烽火,却无援兵赶到。原来各诸侯以为周幽王又是故伎重演。结果都城被西戎攻下,周幽王也被杀死了,从此西周灭亡了。

至今仍相传的“千金买笑”的故事就是从这儿来的。后来,又有人写了首诗,讽刺“烽火戏诸侯”之事,诗是这样的:

良夜颐宫奏管簧,无端烽火烛穹苍。

可怜列国奔驰苦,止博褒妃笑一场!

这个历史故事不仅生动的描绘了当时利用烽火台通信的情况,同时也告戒后人,通信是非常重要的,不论在什么时候也不论是什么人,都不能拿通信当儿戏。

第二节 话说望远镜

17世纪中叶,人们发明了望远镜,它使得人们可以看得更远了。到1791年,法国人发明了灯信号,此后“灯语”通信在欧洲风靡一时。直到今天,信号灯、旗语、望远镜等目视光通信的



发达的通信技术



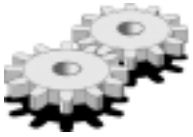
手段仍在使用,但是这一切还是最原始的光通信,不能算作是真正的光通信。不过,这些原始的光通信由于方便、可靠至今仍在使用,所以还是有必要了解的,现在让我们认识一下望远镜吧。

望远镜的作用首先是能够放大远方物体的张角,人眼的分辨角大约是 1 分(1 分是 1 度的六十分之一),而望远镜能使人眼能看清角距更小的细节,其次,望远镜能将光线集中起来,使人眼看到本看不到的暗弱物体发出的光线。望远镜由物镜和目镜两组镜头及其他配件组成。为了减小望远镜的像差,物镜和目镜通常由多个元件组成。望远镜所能收集的最大的光束直径,称为口径。所能观测到的范围称为视场,通常以角度来表示。视场大小和目镜的结构有关,对于同样的目镜视场直径与放大倍数成反比:放大率越高,视场越小。上面的两幅图是天文学上常用的光学望远镜。

1. 折射望远镜

中国目前最大的光学望远镜是 2.16 米。茫茫宇宙,繁星似沙,但今后 10 年,人类为天体光谱作的“户口登记”数,将超过以往数百年。因为,人类有了新的“千里眼”——大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜,该望远镜将于 2004 年建成,安放在北京兴隆县燕山山脉中兴隆观测站,届时,将大大提升我国天文学研究的国际地位,使我国恒星和星系的光谱观测达到国际领先水平。

大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜(LAMOST)是国际上视场和口径最大的天文望远镜,长 50 米、高 30 米,视场为 5 度,口径达 4 米,一次观测可达 20 平方度(整个宇宙空间约有



4 万平方度)。通过大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜,在 21 世纪前 10 年,人类就可测出天体光谱 100 万个。

目前世界上最大的望远镜是位于夏威夷的凯克望远镜,直径 10 米,由 36 面 1.8 米的六角型镜面拼合而成,耗资一亿三千万美元,主要是由美国的一个企业家凯克捐助修建的,第一面凯克望远镜建造成功后,凯克基金会又投资修建了凯克二号望远镜,两座望远镜挨在一起,威力无比;另外的大型望远镜有美国国立天文台位于南北两半球两个八米望远镜,一座位于夏威夷,一座位于智利,合称双子座望远镜;日本人在夏威夷建造了一座八米的称为昴星团望远镜;下世纪欧洲南方天文台将建成四座八米望远镜,组合口径相当于 15 米!

目前世界上最大的射电望远镜是波多黎各的阿雷西沃无线探测仪,它是我们安放在宇宙间的最大的无线电耳朵。该望远镜上的巨大的反向镜的直径为 305 米。阿雷西沃探测仪目前被用来搜寻空中的由外星智能生命发射来的信号,如果你看过电影《黄金眼》(英美合拍,1995)及《接触》(美国,1997),就一定不会对它陌生那一段发展的历史。

2. 细数家珍

虽然人类社会的文明程度和科学技术得到了很大的提高,但是简单的利用光传递信息的方式仍然在广泛使用,例如红黄绿交通信号灯,旗语,电灯发明之后,又有了利用百叶窗和灯光的灯语。现在让我们认识一下旗语。

旗语产生于西方的大航海时代,舰船之间通过旗语来进行联络;直到现在,各种信号旗仍然在船舶上悬挂。现在在 F1 的



发达的通信技术



赛车场也使用到了旗语,可以说它也是一种目视光通信的手段。如果你能向 F1 赛手像是塞纳、舒马赫、威伦纽夫等高手侃侃有关 F1 旗语的话题,一定能让他们刮目相看。现在就让我们了解一下 F1 的旗语吧:

白色旗表示跑道上有缓慢移动的车辆

红色旗表示比赛已停止

黑色旗表示指定的赛车下次通过修理站时要停车

黄底红道旗意思是告诉车手跑道较滑

黑白对角旗表示是非运动员行为

黄旗表示有危险

黑白格相间的旗子意思是比赛结束

蓝旗表示有车手正要超车

黑底黄色圆心旗表示赛车有故障

绿色旗表示全程畅通

看到这些表示方法,你是不是觉得这种以颜色以及颜色的组合来传递信息的通信方式很别出心裁。开动你的脑筋,说不定你能想到更绝的招呢。

不论是烽火台、望远镜,还是交通红绿灯、旗语,它们都是光通信的不同形式,但是它们有一个共同点,就是利用大气来传播可见光,由人眼来接收。也正因为如此,我们才会对它们如此地熟悉,可是这些却不是真正的意义上的光通信,更不是强大的光通信,真正强大的光通信应该是光纤通信。在这里,应该明确,光通信指的是一切运用光作为载体而传送信息的所有通信方式的总称,而不管传输所使用的媒质是什么;而光纤通信则是单纯



地依靠光纤作为媒质来传送信息的通信方式。

第二节 路漫漫兮其也远

尽管人类很早就认识到用光可以传递信息,比如 3000 多年前我国就有了用光传递远距离信息的设施——烽火台;但是,其后的很多年中,光通信几乎没有什么发展;后来又有了用灯光闪烁、旗语等传递信息的方法;但是这些都是用可见光进行的视觉通信,是非常原始的光通信方式,不能称得上是完全意义上的光通信。

近 100 年中,人们仍然没有对光通信失去兴致,就连大发明家贝尔(BELL)也尝试着用光来打电话,这被认为是近代光通信的开始。20 世纪 60 年代后,随着人们对通信的要求变得越来越强烈,光通信获得了突飞猛进的发展。我们今天所说的光通信已不再是用可见光进行的视觉通信,而是采用光波作为载波来传递信息的通信方式了。现代人类已经进入了信息社会,光通信的魅力也逐步地展现在人们的面前。

第三节 贝尔的光电话

光通信的出现比无线电通信还早。波波夫发送与接收第一封无线电报是在 1896 年,以发明电话而著名的贝尔,在 1876 年发明了电话之后,就想到利用光来通电话的问题。1880 年,他



发达的通信技术



利用太阳光作光源,大气为传输媒质,用硒晶体作为光接收器件,成功地进行了光电话的实验,通话距离最远达到了 213 米。1881 年,贝尔宣读了一篇题为《关于利用光线进行声音的产生与复制》的论文,报导了他的光电话装置。在贝尔本人看来:在他的所有发明中,光电话是最伟大的发明。

贝尔用弧光灯或者太阳光作为光源,光束通过透镜聚焦在话筒的震动片上。当人对着话筒讲话时,震动片随着话音震动而使反射光的强弱随着话音的强弱作相应的变化,从而使话音信息“承载”在光波上(这个过程叫调制)。在接收端,装有一个抛物面接收镜,它把经过大气传送过来的载有话音信息的光波反射到硅光电池上,硅光电池将光能转换成电流(这个过程叫解调)。电流送到听筒,就可以听到从发送端送过来的声音了。

光话的苦恼利用光在大气中传送信息方便简单,所以人们开始研究的光通信都是这种方式。但是光在大气中的传送要受到气象条件的很大限制,比如在遇到下雨、下雪、阴天、下雾等情况,就会看不远和看不清,这叫做大气的能见度降低,使信号传输受到很大阻碍。此外,太阳光、灯光等普通的可见光源,都不适合作为通信的光源,因为从通信技术上看,这些光都是带有“噪声”的光。也就是说,这些光的频率不稳定、不单一,光的性质也很复杂;一句话,就是光不纯。因此,真要用光来通信,必须要解决两个最根本的问题:一是必须有稳定的、低损耗的传输媒质(可不能再用空气了哟!);另一个问题是必须要找到高强度的、可靠的光源。在此后的几十年中,由于这两项关键技术没有得到解决,光通信就一直裹足不前。也正因此,贝尔的光话始终



工业技术丛书

gongye jishu congshu

没有走上实用化的阶段。所以我们今天也没有用上 BELL 的光电话,而只是用了他发明的电话;但不管怎样,BELL 真的是一位伟大的发明家,我们应该记住他的名字。

XYZSTAR.COM
校园之星



第三章 光缆通信

第一节 光能传播信息

1. 光也可以“走弯路”

1870 年,英国物理学家廷德尔在实验中观察到,把光照射到盛水的容器内,从出水口向外倒水时,光线也沿着水流传播,出现弯曲现象,这好象不符合光只能直线传播的定律。实际上,这时光仍是沿直线传播,只不过在水流中出现了光反射现象,因而光是以折线方式前进的。光也可以“走弯路”。

廷德尔观察到的现象,直至 1955 年才得到实际应用。当时在英国伦敦英国学院工作的卡帕尼博士,发明了用极细的玻璃制做的光导纤维。每根细如丝的光导纤维是用两种对光的折射率不同的玻璃制成,一种玻璃形成中央中心束线,另一种包在中心束线外面形成包层。由于两种玻璃在光学性质上的差别,光线经一定角度从光导纤维的一端射入后,不会从纤维壁逸出,而是沿两层玻璃的界面连续反射前进,从另一端射出。最初,这种



光导纤维只是应用在医学上,用光纤束组成内窥镜,可以观察人体肠胃内的疾病,协助医生及时作出确切的判断。

其实,现代的光纤通信也就是运用光反射原理,把光的全反射限制在光纤内部,用光信号取代传统通信方式中的电信号,从而实现信息的传递的。

2.世界第一台激光器

1960年7月8日,美国科学家梅曼发明了红宝石激光器,从此人们便可获得性质和电磁波相似而频率稳定的光源。研究现代化光通信的时代也从此开始。激光器的英文简称叫 LASER,意思是“受激发射的光放大”。这种激光器产生的光与普通的灯光不一样,它是受物质原子结构本质决定的光,频率稳定,约为 100 太赫。这种光的频率比已经广泛应用的微波(频率约为 10 兆赫)的频率高 1 万倍。因此,用这种光来传送信息从理论上来说,通信的容量可以比微波通信的容量也大 1 万倍!因此,激光器的发明对光通信的研究工作产生了重大的影响。但是最初发明的激光器在室温下不能连续工作,因此,还不可能在通信中获得实际应用。

3.光纤的诞生

人类从未放弃过对理想光传输介质的寻找,经过不懈的努力,人们发现了透明度很高的石英玻璃丝可以传光。这种玻璃丝叫做光学纤维,简称“光纤”。人们用它制造了在医疗上用的内窥镜,例如做成胃镜,可以观察到距离一米左右的体内情况。但是它的衰减损耗很大,只能传送很短的距离。光的损耗程度是用每千米的分贝为单位来衡量的。直到 20 世纪 60 年代,最



发达的通信技术



好的玻璃纤维的衰减损耗仍在每公里 1000 分贝以上。每公里 1000 分贝的损耗是什么概念呢？每公里 10 分贝损耗就是输入的信号传送 1 公里后只剩下了十分之一，20 分贝就表示只剩下百分之一，30 分贝是指只剩千分之一……1000 分贝的含意就是只剩下亿分之一，是无论如何也不可能用于通信的。因此，当时有很多科学家和发明家认为用玻璃纤维通信希望渺茫，失去了信心，放弃了光纤通信的研究。

激光器和光纤的发明，使人们看到了光通信的曙光。而要实现光纤通信，还需要在激光器和光纤的性能上有重大的突破。但是在这两方面的突破遇到了许多困难，尤其是光纤的损耗要达到可用于通信的要求，从每千米损耗 1000 分贝降低到 20 分贝似乎不太可能，以致很多科学家对实现光纤通信失去了信心。就在这种情况下，出生于上海的英籍华人高锟(K.C.Kao)博士，通过在英国标准电信实验室所作的大量研究的基础上，对光波通信作出了一个大胆的设置。他认为，既然电可以沿着金属导线传输，光也应该可以沿着导光的玻璃纤维传输。1966 年 7 月，高锟就光纤传输的前景发表了具有重大历史意义的论文，论文分析了玻璃纤维损耗大的主要原因，大胆地预言，只要能设法降低玻璃纤维的杂质，就有可能使光纤的损耗从每公里 1000 分贝降低到 20 分贝/公里，从而有可能用于通信。这篇论文使许多国家的科学家受到鼓舞，加强了为实现低损耗光纤而努力的信心。

世界上第一根低损耗的石英光纤——1970 年，美国康宁玻璃公司的三名科研人员马瑞尔、卡普隆、凯克成功地制成了传输



损耗每千米只有 20 分贝的光纤。这是什么概念呢？用它和玻璃的透明程度比较,光透过玻璃功率损耗一半(相当于 3 分贝)的长度分别是:普通玻璃为几厘米、高级光学玻璃最多也只有几米,而通过每千米损耗为 20 分贝的光纤的长度可达 150 米。这就是说,光纤的透明程度已经比玻璃高出了几百倍!在当时,制成损耗如此之低的光纤可以说是惊人之举,这标志着光纤用于通信有了现实的可能性。

4. 光纤之路——舍我其谁

1970 年激光器和低损耗光纤这两项关键技术的重大突破,使光纤通信开始从理想变成可能,这立即引起了各国电信科技人员的重视,他们竞相进行研究和实验。1974 年美国贝尔研究所发明了低损耗光纤制作法——CVD 法(汽相沉积法),使光纤损耗降低到 1 分贝/公里;1977 年,贝尔研究所和日本电报电话公司几乎同时研制成功寿命达 100 万小时(实用中 10 年左右)的半导体激光器,从而有了真正实用的激光器。1977 年,世界上第一条光纤通信系统在美国芝加哥市投入商用,速率为 45Mb/s。

进入实用阶段以后,光纤通信的应用发展极为迅速,应用的光纤通信系统已经多次更新换代。70 年代的光纤通信系统主要是用多模光纤,应用光纤的短波长(850 纳米)波段,(1 纳米 = 1000 兆分之一米,即米)。80 年代以后逐渐改用长波长(1310 纳米),光纤逐渐采用单模光纤,到 90 年代初,通信容量扩大了 50 倍,达到 2.5Gb/s。进入 90 年代以后,传输波长又从 1310 纳米转向更长的 1550 纳米波长,并且开始使用光纤放大器、波



发达的通信技术



分复用(WDM)技术等新技术。通信容量和中继距离继续成倍增长。广泛地应用于市内电话中继和长途通信干线,成为通信线路的骨干。

5.光通信大事记

——1880年,美国电话发明家贝尔就已经研究并成功地发送与接收了光电话。1881年,贝尔宣读了一篇题为《关于利用光线进行声音的产生与复制》的论文,报导了他的光电话装置。

——1930年至1932年间,日本在东京的日本电报公司与每日新闻社之间实现了3.6公里的光通信,但在大雾大雨天气里效果很差。第二次世界大战期间,光电话发展成为红外线电话,因为红外线肉眼看不见,更有利于保密。

——1854年,英国的廷德尔在英国皇家学会的一次演讲中指出,光线能够沿盛水的弯曲管道进行反射而传输,并用实验证实了这个想法。

——1927年,英国的贝尔德首次利用光全反射现象制成石英纤维可解析图像,并且获得了两项专利。

——1951年,荷兰和英国开始进行柔软纤维镜的研制。

——1953年,荷兰人范赫尔把一种折射率为1.47的塑料涂在玻璃纤维上,形成比玻璃纤维芯折射率低的套层,得到了光学绝缘的单根纤维。但由于塑料套层不均匀,光能量损失太大。

——1960年7月世界上第一台红宝石激光器出现了。1961年9月由中国科学院长春光学精密机械研究所研制成功中国第一台红宝石激光器。

——20世纪60年代,有的实验室用氦——氖气体激光器



做了传送电视信号和 20 路电话的实验。也有的公司制成了语言信道试验性通信系统,最大传输距离为 600 米。到 80 年代初激光通信已进入应用发展阶段。

——1966 年英籍华人高锟博士首次明确提出利用光导纤维进行激光通信的设想,并为此获得了 1979 年 5 月由瑞士国王颁发的国际伊利申通信奖金。

——1968 年,日本两家公司联合宣布研制成了一种新型无套层光纤,它能聚集和成像,称作聚焦纤维。同期,美国宣布制成液体纤维,它是利用石英毛细管充以高透明液构成的。这两种光纤的光损耗很难降低,所以实用价值不大。

——1970 年美国康宁公司用高纯石英生产出世界上第一根损耗率为每公里 20 分贝的套层光纤,开创了光纤通信的新篇章,使通信光纤研究跃进了一大步。一根光纤可以传输 150 万路电话和 2 万套电视。

——1976 年日本在大孤附近的奈良县开始筹建世界上第一个完全用光缆实现光通信的实验区,到 1978 年 7 月已拥有 300 个用户。(实际上光通信系统使用的不是单根光导纤维,而是由许多光纤聚集在一起组成的光缆。一根直径为 1 厘米的光缆,里面有近百根光导纤维。光缆和电缆一样可以架在空中,埋入地下,也可以铺设在海底,它的出现使激光通信进入实际应用阶段。)

6. 历史的启示

人类的想象力和创造力是无穷的,当人们经过艰苦的探索,掌握了光纤通信的奥秘,把地球用一束束的玻璃丝牢牢地裹起



发达的通信技术



来以后,人们又把目标盯在了地球之外的宇宙空间,这就是宇宙激光通信。由于宇宙空间没有大气或尘埃,激光在那里传输时比在大气中的衰减小得多,因而激光用于宇宙通信既优越又经济,这受到各国的普遍重视,现在已经有大量的科学家投身到了这个研究的领域。

当我们冷静地回顾一下光通信的发展历史时,不难发现,人们使用过的光通信的传输媒质有大气、水、液体纤维导管、玻璃纤维、光缆,甚至还在尝试使用外层空间;用于光通信的波长范围从红外线、可见光到高频射线。人类孜孜不倦的尝试和丰富的想象力启发我们:我们总可以找到比以前更好的传输媒质!我们也可以充分利用电磁波广阔的频谱!

应该认识到,人类的发明和创造通常是建立在对前人认识成果的改造和创新的基础之上的,尽管当前光通信传输领域占主导地位的是光纤,但是这并不意味着其它方式被淘汰了,只要展开自己想象的翅膀,我们依然能够找到更好的传输媒质,当然我们也可以考虑将以前尝试过的传输媒质进行新的加工,从而获得比光纤更优越的传输性能。比如人类正在探索的宇宙光通信,它的身上不也闪烁着 BELL 光电话的灵感之光吗?

7. 共和国光纤通信的发展

在 70 年代国外的低损耗光纤获得突破以后,我国从 1974 年开始了低损耗光纤和光通信的研究工作,并于 70 年代中期研制出低损耗光纤和室温下可连续发光的半导体激光器。1979 年分别在北京和上海建成了市话光缆通信试验系统,这比世界上第一次现场试验只晚两年多。这些成果成为我国光通信研究



的良好开端,并使我国成为当时少有的几个拥有光缆通信系统试验段的几个国家之一。到 80 年代末,我国的光纤通信的关键技术已达到国际先进水平。

从 1991 年起,我国已不再建长途电缆通信系统,而大力发展光纤通信。在“八五”期间,建成了含 22 条光缆干线、总长达 33000 公里的“八横八纵”大容量光纤通信干线传输网。1999 年 1 月,我国第一条最高传输速率的国家一级干线(济南——青岛) $8 \times 2.5 \text{ Gb/s}$ 密集波分复用(DWDM)系统建成,使一对光纤的通信容量又扩大了 8 倍。

第二节 光纤怎样传播信息

1. 光纤定律

光纤传输系统是数字通信的理想通道。与模拟通信相比较,数字通信有很多的优点,灵敏度高、传输质量好。因此,大容量长距离的光纤通信系统大多采用数字传输方式。随着互联网的发展,人们提出了网络时代的三大定律:

第一定律:摩尔定律。

早在 1964 年,英特尔公司创始人戈登·摩尔(Gordon Moore)在一篇很短的论文里断言:每 18 个月,集成电路的性能将提高一倍,而其价格将降低一半。这就是著名的摩尔定律。由此,微处理器的速度会每 18 个月翻一番。这就意味着每 5 年它的速度会快 10 倍,每 10 年会快 100 倍。同等价位的微处理器会越变越快,同等速度的微处理器会越变越便宜。可以想见,



发达的通信技术



在未来,世界各地的人不但都可以通过自己的计算机上网,而且还可以通过他们的电视、电话、电子书和电子钱包上网。作为迄今为止半导体发展史上意义最深远的定律,摩尔定律被集成电路近 40 年的发展历史准确无误地验证着。

第二定律:吉尔德定律。

乔治·吉尔德曾预测,在未来 25 年,主干网的带宽将每 6 个月增加一倍。其增长速度超过摩尔定律预测的 CPU 增长速度的 3 倍。今天,几乎所有知名的电讯公司都在乐此不疲地铺设缆线。当带宽变得足够充裕时,上网的代价也会下降。在美国,今天已经有很多的 ISP 向用户提供免费上网的服务。

第三定律:麦特卡尔夫定律。

以太网的发明人鲍勃·麦特卡尔夫告诉我们:网络价值同网络用户数量的平方成正比。如果将机器联成一个网络,在网络上,每一个人可以看到所有其他人的内容,100 人每人能看到 100 人的内容,所以效率是 10000。10000 人的效率就是 100000000。

联合国“1999 世界电信论坛会议”副主席约翰·罗斯(John Roth)在 10 日论坛开幕演说时提出“新摩尔定律”——光纤定律,互联网带宽每 9 个月会增加一倍的容量,但成本降低一半,比晶片变革速度的每 18 个月还快。摩尔定律(Moore's Law)用来形容半导体科技的快速变革,平均每 18 个月,晶片的容量会成长一倍,成本却减少一半;“光纤定律”(Optical Law)则用来形容网络科技。左面是几种关键技术的发展速度示意图。

2. 通信线路走过的路



通信线路是将电信号从一个地点传送到另一个地点的传输媒质。在有线电信中,它是传送电信号的导线,叫做电信线路。

电信线路的发展,大体上经历了架空明线、对称电缆、同轴电缆、光缆等主要阶段。

1844年,在美国华盛顿与巴尔的摩之间建造的电报线路是最早的商用架空明线,全长40英里,采用单根铜线传送电报。最早传送电报的海底电缆是1850年在法国和英国之间的英吉利海峡敷设的,也是单根铜线的电缆。

1876年电话问世。最初的电话是利用电报线通话的。单根导线通话噪音很大,后来为了减少噪音干扰,电话明线和电缆都改用了双线环路。为了减少通话串音,又陆续采用明线交叉,即双线相位换位的技术;在电缆中则采取双线相互扭绞的办法。将多对由两根相同线质、相同线径、相互绝缘的心线相互相绞而成的心线组合在一起,便成了电缆,叫做对称电缆。

对称电缆通常能传送频率为4MHz以下的电信号。为了传送更高频率的电信号,在30年代后期,出现了一种新型结构的电缆,叫做同轴电缆。这是由一根中心导线(内导体)和一根包围在它外面的圆管导体(外导体)组合而成的信息传输媒体。中心导体和圆管导体的轴线相同,故有同轴电缆之称。1941年,美国建成了第一条同轴电缆线路,可以同时开通480路电话,后来逐渐发展扩大、最后发展到一条同轴电缆上可同时开通10080和13200路电话。

1970年,由于用于通信的激光器和光导纤维(光纤)相继研制成功,使通信传输媒体的容量进一步扩大。1976年,美国在



发达的通信技术



亚特兰大用含有 144 根光纤的光缆建成了第一条光纤通信实验系统。1988 年,第一条横跨大西洋的海底通信光缆敷设成功。成为欧美两大洲之间的骨干通信线路。

电信线路在我国的发展情况:

19 世纪 70 年代,电信传入我国。1871 年,丹麦大北电报公司的业务首先通过海缆进入上海,在上海开办了电报局。丹麦、俄罗斯、英国等帝国主义相继侵占中国的电信主权。我国自主建设、自己掌管的第一条电信线路,是 1887 年福建巡抚丁日昌在台湾高雄(旧名旗后)和台南(旧名府城)之间建设的明线电报线路,全长 95 华里。

1962 年,在北京和石家庄之间开通了我国设计制造的 60 路载波长途高频对称电缆。1976 年,我国开通了自己设计制造的 1800 路京沪杭同轴电缆线路,同年还建成了中国上海与日本熊本县之间的海底同轴电缆线路,可以开通 480 路电话。1978 年,我国研制成功通信光缆,80 年代以后逐渐用于长途通信线路,成为我国的主要通信手段。

3. 光纤通信的战略地位

本世纪 30 年代,有人提出这样的观点:“总有一天光通信会取代有线和微波通信而成为通信主流”。该观点反映出光纤通信技术在未来通信中已显示出其重要性。今天,光通信技术已经很成熟,光纤通信已是各种通信网的主要传输方式,光纤通信在信息高速公路的建设中扮演着至关重要的角色,欧美等发达国家已经把光纤通信放在了国家发展的战略地位。现在光纤的使用已不只限于陆地,光缆已广泛铺设到了大西洋、太平洋海



底,这些海底光缆使得全球通信变得非常简单快捷。现在不少发达国家又把光缆铺设到住宅前,实现了光纤到办公室、光纤到家庭。光纤通信技术之所以发展这样迅速,除了人们日益增长的信息传输和交换需要外,主要是由光纤通信本身所具有的优点决定的。

4. 光纤制造

目前通信中所用的光纤一般是石英光纤。石英的化学名称叫二氧化硅(SiO_2),它和我们日常用来建房子所用的砂子的主要成分是相同的。但是普通的石英材料制成的光纤是不能用于通信的。通信光纤必须由纯度极高的材料组成;不过,在主体材料里掺入微量的掺杂剂,可以使纤芯和包层的折射率略有不同,这是有利于通信的。

制造光纤的方法很多,目前主要有:管内 CVD(化学汽相沉积)法,棒内 CVD 法,PCVD(等离子体化学汽相沉积)法和 VAD(轴向汽相沉积)法。但不论用哪一种方法,都要先在高温下做成预制棒,然后在高温炉中加温软化,拉成长丝,再进行涂覆、套塑,成为光纤芯线。光纤的制造要求每道工序都要相当精密,由计算机控制。在制造光纤的过程中,要注意:

- ① 光纤原材料的纯度必须很高。
- ② 必须防止杂质污染,以及气泡混入光纤。
- ③ 要正确控制折射率的分布。
- ④ 正确控制光纤的结构尺寸。
- ⑤ 尽量减小光纤表面的伤痕损害,提高光纤机械强度。

5. 神鹰之眼——导弹制导



发达的通信技术



用光纤制导导弹有些人可能迷惑不解。光纤细如蛛丝,高速飞行的导弹会不会拉断光纤呢?这的确是光纤制导中的一个关键问题。一般市场上出售的光纤的抗拉强度,远不能满足光纤制导的要求。而光纤制导用的光纤,是经过特殊加工的。这种光纤的外径只有 300 微米左右,可承受巨大的拉力,足以满足光纤制导的要求。

光纤制导就如同放风筝一样,制导导弹可从车辆和直升飞机上发射。操纵人员通过屏幕显示器观察导弹寻的器传来的信号,有如随同导弹一起飞向目标,当然其命中精度要高得多。导弹向前飞行时,从弹体内拉出一根细光纤。操纵手通过这根光纤向导弹发出控制指令。导弹就如同长“眼睛”一样盯住目标,直到击中为止。那么,光纤制导的导弹为什么能跟踪目标呢?原来这种导弹除了装有发动机、战斗部分和控制系统外,还在导弹头部安装“成像式寻的器”,如电视摄像机、红外线成像传感器等。它们起到眼睛的作用。实际上,导弹并不是瞄准目标发射,而是垂直发射的。当导弹飞到一定高度,寻的器“看”到地面情况,先将地物反射的光变换成电信号,再把电信号转变成一定波长的光信号,通过光纤下行传回发射装置,并在显示器上显示出图像来。操纵手根据显示的图像选择目标,发出指令并通过光纤上传送给导弹,将导弹导引到目标上。

这根纤细的光纤在导弹和发射装置之间,起着双向传输光信号的作用。那么,上行和下行的光信号能否产生干扰呢?如果上行和下行的光信号采用同一波长的光,肯定会产生干扰的。但是光纤制导的下行光信号是镓铝砷激光器发出的波长为 850



纳米的红外激光,而上行光信号是铟镓砷磷发光二极管发射的波长为 1.06 微米的红外光,由于这两束光的波长不同,所以在光纤中传播不会产生互相干扰,并且可以通过光纤两端的双向耦合器把两者分开。

光纤制导技术,由于光信号在光纤中传播,所以不受大气的影 响,抗干扰的能力强,精度也高,由于光纤制导使用单根光纤,而红外有线制导使用两根导线,所以又具有体积小、重量轻的特点。这些优点使光纤制导具有广阔的发展前景。

白衣天使的新搭档

光纤在医学上的应用自然首推胃镜了。

自 1869 年德国医生库什莫尔(Kussmaul)首先制成第一台胃镜以来,胃镜经历了 100 多年的历史。由硬式而至半曲,由金属而至光学纤维胃镜。纤维胃镜的普及确定是 30 年来胃肠病学领域划时代的进展,纤细而可屈的镜身,灵活的操纵部,日益变广的视角,越来越大的弯曲度使食道、胃、十二指肠粘膜在胃镜视野内暴露无遗,从而使消化科医师对胃粘膜病变识别有如皮肤科医师对皮损的观察,清晰、形象而逼真,胃镜检查等于给医生装上了可深入病人体内的“望远镜”。对于一个熟练的操作者,也不再存在盲区。因此,胃镜对临床诊断及随访观察都提供了最佳的工具。加上闭路电视及录像装置的配备,使图像再现、资料保存均十分方便,使用胃镜可以准确而高效地诊断各种食道、胃、十二指肠疾病。



第三节 光纤通信的结构

1. 光发射机的构成

光发送机由输入接口、光源、驱动电路、监控电路、控制电路等构成,其核心是光源及驱动电路。在数字通信中,输入电路将输入的信号(如 PCM 脉冲)进行整形,变换成适于线路传送的码型后通过驱动电路光源,或者送到光调制器调制光源输出的连续光波。为了稳定输出的平均光功率和工作温度,通常要设置一个自动的温度控制及功率控制电路。

系统对光源的要求是很高的,包括: 1 .波长稳定性要求: WDM 系统对光源发射波长的稳定性具有较高的要求,波长的漂移将导致信道之间的串扰。2 .功率稳定性要求: 某信道功率的漂移,不仅影响本信道的传输性能,而且通过 EDFA 的瞬态效应影响其它信道的性能。

光源的控制电路主要包括温度控制和功率控制电路,它们的作用就是消除温度变化和器件老化的影响,稳定发射机性能。其它的控制电路还有光源慢启动保护电路、激光器反向冲击电流保护电路、激光器过流保护电路和激光器关断电路。

2. 光接收机的构成

光接收机可以分为前端、线性通道、时钟提取与数据再生几个部分。

3. 基本光纤通信系统

最基本的光纤通信系统由数据源、光发送端、光学信道和光



接收机组成。其中数据源包括所有的信号源,它们是话音、图象、数据等业务经过信源编码所得到的信号;光发送机和调制器则负责将信号转变成适合于在光纤上传输的光信号,先后用过的光波窗口有 0.85、1.31 和 1.55。光学信道包括最基本的光纤,还有中继放大器 EDFA 等;而光学接收机则接收光信号,并从中提取信息,然后转变成电信号,最后得到对应的话音、图象、数据等信息。

4. 数字光纤通信系统

光纤传输系统是数字通信的理想通道。与模拟通信相比较,数字通信有很多的优点,灵敏度高、传输质量好。因此,大容量长距离的光纤通信系统大多采用数字传输方式。

5. WDM 史话

观察几十年通信的发展史,可以发现,多路通信技术已经经历了几次大的变迁,即频分多路(FDM)、时分多路(TDM)和波分多路(WDM)。

从 80 年代开始,光纤通信的高速发展超乎了人们的想象,光通信网络逐渐成为现代通信网的基础平台。在此期间,光纤通信系统的发展经历了几个阶段,从 80 年代末的 PDH 系统,到 90 年代中期的 SDH 系统,直到现在的 WDM 系统,光纤通信系统自身在快速地更新换代。WDM 的主要特点:

①可以充分利用光纤的巨大带宽资源。WDM(波分复用技术),是新一代的超高速的光缆技术,所谓波分复用技术,就是在单一光纤内同步传输多个不同波长的光波,让数据传输速度和容量获得倍增,它充分利用单模光纤的低损耗区的巨大带宽



资源,采用合波器,在发送端将不同规定波长的光载波进行合并,然后传入单模光纤。在接收部分将再由分波器将不同波长的光载波分开的复用方式,由于不同波长的载波是相互独立的,所以可以双向传输。根据不同的波分复用器(分波器,合波器),可以复用不同数量的波长。WDM 技术的特点决定了它可以几倍几十倍的提升带宽。我们现在采用的 TDM 技术,可将现有的单波传输带宽,从 $2.5\text{G}/\text{s}$ 扩到 $10\text{G}/\text{s}$,已接近其物理极限,而采用 WDM 技术可以充分利用光纤的巨大带宽资源,现在人们利用的只是光纤低损耗区($1310\text{nm}\sim 1550\text{nm}$)的极少一部分,即使利用 EDFA 的放大区域带宽($1530\text{nm}\sim 1565\text{nm}$)也只用了 $1/6$,而 WDM 技术可充分利用单模光纤的巨大带宽(约 $25\text{T}/\text{Hz}$,相当 $25000\text{G}/\text{s}$),如此大的带宽,可以说完全解决我们的网络带宽问题。

②适应各种信号。由于同一光纤中传输的信号波长彼此独立,因而可以传输特性完全不同的信号,完成各种电信业务信号的综合和分离,包括数字信号和模拟信号,以及 PDH 信号和 SDH 信号的综合与分离。

③透明传输。波分复用通道对数据格式是透明的,即与信号速率及电调制方式无关。一个 WDM 系统可以承载多种格式的“业务”信号,ATM、IP 或者将来有可能出现的信号。WDM 系统完成的是透明传输,对于“业务”层信号来说,WDM 的每个波长就像“虚拟”的光纤一样。

④扩容方便。在网络扩充和发展中,WDM 是理想的扩容手段,对于早期的芯数不多的光纤系统,利用此技术,不必做较



大改动,就可以轻松扩容。WDM 也是引入宽带新业务(例如 CATV、HDTV 和 B-ISDN 等)的方便手段,增加一个附加波长即可引入任意想要的新业务或新容量。

⑤网络生存性好。利用 WDM 技术选路来实现网络交换和恢复,从而可能实现未来透明的、具有高度生存性的光网络。

⑥节省成本。在国家骨干网的传输时,EDFA 的应用可以大大减少长途干线系统 SDH 中继器的数目,从而减少成本。距离越长,节省成本就越多。

6 .WDM 的主要特点

①可以充分利用光纤的巨大带宽资源。WDM(波分复用技术),是新一代的超高速的光缆技术,所谓波分复用技术,就是在单一光纤内同步传输多个不同波长的光波,让数据传输速度和容量获得倍增,它充分利用单模光纤的低损耗区的巨大带宽资源,采用合波器,在发送端将不同规定波长的光载波进行合并,然后传入单模光纤。在接收部分将再由分波器将不同波长的光载波分开的复用方式,由于不同波长的载波是相互独立的,所以可以双向传输。根据不同的波分复用器(分波器,合波器),可以复用不同数量的波长。WDM 技术的特点决定了它可以几倍几十倍的提升带宽。我们现在采用的 TDM 技术,可将现有的单波传输带宽,从 2.5G/s 扩到 10G/s,已接近其物理极限,而采用 WDM 技术可以充分利用光纤的巨大带宽资源,现在人们利用的只是光纤低损耗区(1310nm~1550nm)的极少一部分,即使利用 EDFA 的放大区域带宽(1530nm~1565nm)也只用了 1/6,而 WDM 技术可充分利用单模光纤的巨大带宽(约



发达的通信技术



25 T/ Hz, 相当 25000 G/ S), 如此大的带宽, 可以说完全解决我们的网络带宽问题。

②适应各种信号。由于同一光纤中传输的信号波长彼此独立, 因而可以传输特性完全不同的信号, 完成各种电信业务信号的综合和分离, 包括数字信号和模拟信号, 以及 PDH 信号和 SDH 信号的综合与分离。

③透明传输。波分复用通道对数据格式是透明的, 即与信号速率及电调制方式无关。一个 WDM 系统可以承载多种格式的“业务”信号, ATM、IP 或者将来有可能出现的信号。WDM 系统完成的是透明传输, 对于“业务”层信号来说, WDM 的每个波长就像“虚拟”的光纤一样。

④扩容方便。在网络扩充和发展中, WDM 是理想的扩容手段, 对于早期的芯数不多的光纤系统, 利用此技术, 不必做较大改动, 就可以轻松扩容。WDM 也是引入宽带新业务 (例如 CATV、HDTV 和 B - ISDN 等) 的方便手段, 增加一个附加波长即可引入任意想要的新业务或新容量。

⑤网络生存性好。利用 WDM 技术选路来实现网络交换和恢复, 从而可能实现未来透明的、具有高度生存性的光网络。

⑥节省成本。在国家骨干网的传输时, EDFA 的应用可以大大减少长途干线系统 SDH 中继器的数目, 从而减少成本。距离越长, 节省成本就越多。

7 .WDM 的发展前景

过去无论 PDH 的 34 Mb/ s - 140 Mb/ s - 565 Mb/ s, 还是 SDH 的 155 Mb/ s - 622 Mb/ s - 2 .4 Gb/ s, 其扩容升级方法都是



采用电的 TDM 方式,即在电信号上进行的时间分割复用技术,光电器件和光纤完成的只是光电变换和透明传输,对信号在光域上没有任何处理措施(甚至于放大)。WDM 技术的应用第一次把复用方式从电信号转移到光信号,在光域上用波分复用(即频率复用)的方式提高传输速率,光信号实现了直接复用和放大,而不再回到电信号上处理,并且各个波长彼此独立,对传输的数据格式透明。因此,从某种意义上讲,WDM 技术的应用标志着光通信时代的“真正”到来。

当前,研究的热点之一是 DWDM,DWDM 实验室水平为:

$100 \times 10 \text{ Gb/s}$ (100 波,每波 10 Gb/s),中继距离 400km;

$30 \times 40 \text{ Gb/s}$ (30 波,每波 40 Gb/s),中继距离 85km;

$64 \times 5 \text{ Gb/s}$ (64 波,每波 5 Gb/s),中继距离 720km。

密集波分复用 DWDM 商用水平为 320 Gb/s ,即一对光纤可传送 400 万话路,相当于 0.05 秒内能传完 30 卷大英百科全书。目前商用系统的传输能力仅是单根光纤可能传输容量(数十 Tb/s)的 $1/100$ 。

WDM 是一种在光域上的复用技术,形成一个光层的网络既“全光网”,将是光通讯的最高阶段。建立一个以 WDM 和 OXC(光交叉连接)为基础的光网络层,实现用户端到端的全光网连接,用一个纯粹的“全光网”消除光电转换的瓶颈,将是未来的趋势。现在 WDM 技术还是基于点到点的方式,但点到点的 WDM 技术做为全光网通讯的第一步,也是最重要的一步,它的应用和实践对于全光网的发展有举足轻重的影响。

8 .WDM 与光纤



从光纤通信发展的几个阶段看,所应用的技术都与光纤密切相关。80 年代初期的多模光纤通信,所应用的是多模光纤的 850nm 窗口;80 年代末、90 年代初期的 PDH 系统,所应用的是单模光纤 1310nm 窗口;1993 年开始的 SDH 系统开始转向 1550nm 窗口;WDM 是在光纤上实行的频分复用技术,更是与光纤有着不可分割的联系。目前的 WDM 系统是在 1550nm 窗口实施的多波长复用技术,因而在深入讨论 WDM 技术以前,有必要讨论一下光纤的特性,特别是光纤的带宽和损耗特性。

由于单模光纤具有内部损耗低、带宽大、易于升级扩容和成本低的优点,因而得到了广泛应用。从 80 年代末起,我国在国家干线网上敷设的都是常规单模光纤。常规石英单模光纤同时具有 1550nm 和 1310nm 两个窗口,最小衰减窗口位于 1550nm 窗口。多数国际商用光纤在这两个窗口的典型数值为:1310nm 窗口的衰减在 $(0.3 \sim 0.4) \text{ dB/km}$;1550nm 窗口的衰减在 $(0.19 \sim 0.25) \text{ dB/km}$ 。

研究表明除了该吸收峰导致的损耗比较大外,其它区域光纤损耗都小于 0.5 dB/km (现在已有公司推出了全波 (ALL-WAVE) 光纤,消除了这一损耗峰峰值,使整个频带更加平坦)。现在人们所利用的只是光纤低损耗频谱 (1310~1550nm) 极少的一部分。以常规 SDH 2.5 Gb/s 系统为例,在光纤的带宽中只占很小一部分,大约只有 0.02 nm 左右;全部利用掺铒光纤放大器 EDFA 的放大区域带宽 (1530~1565) nm 的 35nm 带宽,也只是占用光纤全部带宽 (1310~1570nm) 的 $1/6$ 左右。

理论上,WDM 技术可以利用的单模光纤带宽达到 200nm,



即 25THz 带宽,即使按照波长间隔为 0.8nm(100GHz)计算,理论上也可以开通 200 多个波长的 WDM 系统,因而目前光纤的带宽远远没有利用。WDM 技术的出现正是为了充分利用这一带宽,而光纤本身的宽带宽、低损耗特性也为 WDM 系统的应用和发展提供了可能。

9 .WDM 技术原理

在模拟载波通信系统中,为了充分利用电缆的带宽资源,提高系统的传输容量,通常利用频分复用的方法,即在同一根电缆中同时传输若干个信道的信号,接收端根据各载波频率的不同,利用带通滤波器就可滤出每一个信道的信号。

同样,在光纤通信系统中也可以采用光的频分复用的方法来提高系统的传输容量,在接收端采用解复用器(等效于光带通滤波器)将各信号光载波分开。由于在光的频域上信号频率差别比较大,人们更喜欢采用波长来定义频率上的差别,因而这样的复用方法称为波分复用。

所谓 WDM 技术就是为了充分利用单模光纤低损耗区带来的巨大带宽资源,根据每一信道光波的频率(或波长)不同可以将光纤的低损耗窗口划分成若干个信道,把光波作为信号的载波,在发送端采用波分复用器(合波器)将不同规定波长的信号光载波合并起来送入一根光纤进行传输,在接收端,再由一波分复用器(分波器)将这些不同波长承载不同信号的光载波分开的复用方式。由于不同波长的光载波信号可以看作互相独立(不考虑光纤非线性时),从而在一根光纤中可实现多路光信号的复用传输。双向传输的问题也很容易解决,只需将两个方向



的信号分别安排在不同波长传输即可。根据波分复用器的不同,可以复用的波长数也不同,从几个至几十个,甚至上百个不等,现在商用化的一般是 8 波长和 16 波长系统,这取决于所允许的光载波波长的间隔大小。

WDM 本质上是光域上的频分复用 FDM 技术,每个波长通路通过频域的分割实现,因为我们都知道波长 λ 和频率的关系是 $\nu = c/\lambda$, 其中 ν 是光的速度,在真空中取 $\nu = c$,对波长的分割实际上也是对频率的分割。

10 .OTDM 通信技术

电的时分复用(ETDM)是一种成熟的技术,已在通信领域广泛应用,成为数字通信的基本技术。随着通信速率的提高,容量的扩大,其性能受到一系列因素的限制。这些因素主要是:数字集成电路的速率、高功率低噪声线性放大器的速率、激光器和调制器的调制带宽等。这些因素导致以电的时分复用为基础的强度调制 - 直接检测光通信系统的最高商用化速率约在 10~20Gb/s 左右。尽管目前实验室的试验水平已达 40Gb/s,但是这一速率将来很难用于长途传输系统,很可能只适用于短距离通信。

在将来的超高速传输系统中,主要是电子电路的速率形成了“瓶颈”,在速率接近电子电路的处理极限之后,依靠电处理技术的进步提高单信道传输速率已不现实,而在光路部分还有潜力可挖。光时分复用系统(OTDM)就是使设备中的电子电路只工作在相对较低的速率上,从而避开了电子设备对提高速率的限制,能达到扩容的目的。



OTDM 需要的基本技术包括超短光脉冲发生技术、全光时分复用/ 去复用技术、超高速定时提取技术。

OTDM 传输系统的关键技术包括超短光脉冲发生技术、全光时分复用/ 去复用技术和超高速定时提取技术等。超短光脉冲发生技术是实现超高速 OTDM 系统的必要条件之一。发送的信号光脉冲越窄,单位时间内发送的脉冲就越多,传输的信息量就越大。在 OTDM 试验中采用模同步掺铒光纤环形激光器就是为了产生超短光脉冲,同时,这种激光器温度稳定,产生的脉冲几乎没有啁啾,在高频条件下,不需要进行啁啾补偿或脉冲压缩,就能产生 10ps 以下的超短脉冲。

将低速的光信号进行时分复用,形成超高速的光信号的光时分复用技术以及将超高速的光信号进行时分去复用,再生低速光信号的去复用技术是 OTDM 不可缺少的技术,使用电子电路的复用/ 去复用的工作速度有限,目前的最高速率可达 20Gb/s。为了打破这种现状,实现超高速时分复用/ 去复用,人们正在研制全光控制的各种超高速电路,其重点又放在去复用电路,主要有光学克尔开关、四波混合(FWM)开关、交叉相位调制(xPM)开关及非线性光学环路镜(NOLM)等几种结构。

光定时提取技术同样是 OTDM 不可缺少的技术。特别是在 100Gb/s 以上的光传输系统中,接收端采用重新定时的时钟,产生控制光脉冲,时隙特别短,因此,希望控制光的时间抖动尽可能小,就必须尽量降低重新定时的时钟相位噪声。在目前的 OTDM 试验中,主要采用了两种方案,一是利用行波半导体激光放大器的光波混合的锁相环电路,另一种是利用行波导体



发达的通信技术



激光放大器内增益调制的锁相环电路。

在超高速光通信系统中,光时分复用是一种十分有效的方式,而且速率越高,效果越显著。但是,由于密集波分复用和色散补偿技术的进展神速,光时分复用技术的优越性已有所逊色,当传输速率在 40Gb/s 以上时实现 OTDM 技术有一定困难,并在色散补偿方面也有难以解决的问题。

12 全光通信闪亮登场

随着社会经济的发展,人们对信息的需求急剧增加,信息量呈指数增长,仅 Internet 用户需要传送的信息比特速率每年就增加 8 倍。通信业务需求的迅速增长对通信容量提出越来越高的要求。

光纤近 30THz 的巨大潜在带宽容量,使光纤通信成为支撑通信业务量增长最重要的技术。现阶段采用时分复用单波长的光纤传输系统容量已达 10Gbit/s ,再提高系统速率就会产生技术和经济上的问题。人们普遍认为波分复用是充分利用光纤低损耗区 30THz 带宽的一种可行技术,可以打破单个波长系统带宽的限制,是提高光纤容量的一种有效途径。

但是光纤传输系统速率的提高也带来了一个新的问题。在这种高速传输的网络中,如果网络节点处仍以电信号处理信息的速度进行交换,就会受到所谓“电子瓶颈”(10Gbps)的限制,节点将变得庞大而复杂,超高速传输所带来的经济效益将被昂贵的光/电和电/光转换费用所抵消。为了解决这一问题,人们提出了全光网 AON(All Optical Network)的概念。

全光网,又称宽带高速光联网,它以波长路由光交换技术和



波分复用传输技术为基础,在光域上实现信息的高速传输和交换,数据信号从源节点到目的节点的整个传输过程中始终使用光信号,在各节点处无光/电、电/光转换。全光网,从原理上讲就是网中直到端用户节点之间的信号通道仍然保持着光的形式,即端到端的全光路,中间没有光电转换器。这样,网内光信号的流动就没有光电转换的障碍,信息传递过程无需面对电子器件处理信息速率难以提高的困难。

全光网技术是光纤通讯领域的前沿技术,是 21 世纪真正的高速公路。目前,许多国家都把全光网作为建设“信息高速公路”的基础,将其提升到战略地位的高度。

13 全光网的优点

全光网与现有光纤网的区别之一在于其波长路由,通过波长选择性器件实现路由选择。其二是信号传输无电中继,具有信号透明性,即数据速率透明和信号格式透明。另外全光网还具有可扩展性、可重构性和可操作性。具备以往通信网和现行光通信系统所不具备的优点:

①简单可靠。全光网结构简单,端到端采用透明光通路连接,沿途没有光电转换与存储,网中许多光器件都是无源的,便于维护、可靠性高。

②可扩展性好。加入新的网络节点时,不影响原有的网络结构和设备,降低成本,具有网络可扩展性。

③透明传输。全光网以波长选择路由,对传输码率、数据格式及调制方式均具有透明性,可提供多种协议业务,可不受限制地提供端到端业务。



发达的通信技术



④灵活重组。可根据通信业务量的需求,动态地改变网络结构,充分利用网络资源,具有网络可重组性。

⑤快速恢复。实现快速网络恢复,恢复时间可达 100 ms,对绝大多数业务无损伤。

⑥提供多种业务。全光网提供多种宽带信息业务,包括数据、音频和视频通信,可以把全光网支持的业务及应用分为 3 类:

传统数字信号业务,其数据速率范围从低速 Kbps 至高速 Gpbs,如异步传送模式(ATM)、局域网的互连、多路数字电话、以太网等。

模拟信号业务,如有线电视(CATV)节目的多路传送。

用户需要光接口业务,高速数据和多媒体业务,包括视频工作站、大规模数据库和多路高清晰度电视等,这将是全光网业务的主流。

14 全光网的网络结构

全光通信网络的结构分为服务层(Service layer)和传送层(Transport layer),网络传送层分为 SDH 层、ATM 层和光传送层。光传送层由光分插复用器(OADM)和光交叉连接(OXC)组成。在光传送层,通过迂回路由波长(Rerouting wavelength),在网络中形成大带宽的重新分配。在光缆断开时,光传送层起网络恢复(Restoration)的作用。在远端,光纤环中的光分插复用器 OADM 插入/分离所确定的波长通道至 ATM 复用器,而 OXC 则连接两个光 WDM 环路到 ATM 交换机。

利用波分复用技术的全光网将采用三级体系结构。0 级



(最低一级)是众多单位各自拥有的局域网(LAN),它们各自连接若干用户的光终端(OT)。每个0级网的内部使用一套波长,但各个0级网多数也可重复使用同一套波长,1级可看作许多城域网(MAN),它们各自设置波长路由器连接若干个0级网。2级可以看作全国或国际的骨干网,它们利用波长转换器或交换机连接所有的1级网。

15. 关键技术

全光网是通信网发展的目标,分两个阶段完成。第一个阶段为全光传送网,即在点对点光纤传输系统中,全程不需要任何光/电和电/光的转换。长距离传输完全靠光波沿光纤传播,称为发端与收端间点对点全光传输。第二个阶段为完整的全光网。在完成上述用户间全程光传送网后,有不少的信号处理、储存、交换以及多路复用/分用、进网/出网等功能都要由光子技术完成。完成端到端的光传输、交换和处理等功能,这是全光网发展的第二阶段,即完整的全光网。

由此,实现全光网大致有以下几种关键技术。为了补偿传输上的光功率损耗,需要光放大器,但是光放大器方面存在带宽限制,限制了可用的波长资源。为了实现从传输设备中上下路某个波长信号,需要光分插复用器。为了直接在光域内实现路由选择、网络恢复等,需要使用光交叉连接器件。光分插复用器和光交叉连接器件因为存在大量的光开关和光滤波器,光信号串扰严重,在网络中会积累。另外还有光滤波器的级联会影响总通带特性;波长转换技术不成熟;网络运行、管理和控制方案不成熟等。这些障碍都限制了全光网络的规模。



发达的通信技术



目前世界各国正在计划和开发中的全光网主要集中在美国、欧洲和日本。实验网有多种,其中 METON(城域光网络)是现在全光网研究中的一个典型代表。实验网采用 8 个波长、8 个节点的波分复用环形网,码率为 2.5Gbit/s 和 10Gbit/s ,系统最大容量为 80Gbit/s 。

16 光纤传输系统技术

在传输方面,掺铒光纤放大器、波分复用和光纤色散补偿技术是建立全光通信网的核心技术。光纤在 $1.55\mu\text{m}$ 窗口有一较宽的低损耗带宽(30THz),可以容纳密集波分复用(DWDM)的光信号同时在一条光纤上传输,这样的多路传输系统是可以扩展的,经济合理。 $1.55\mu\text{m}$ 掺铒光纤放大器(EDFA)能在较宽波段提供同等增益,它与波分复用和光纤色散补偿技术结合,成为挖掘光纤潜在带宽容量的最好办法。

虽然 DWDM 和 EDFA 的结合堪称通信领域的最完美的联姻,但是系统只提供了原始的传输带宽,只有再加上灵活的节点才能实现高效的灵活的组网能力。然而现有的电交叉连接(DXC)系统十分复杂,其系统开发和改进的速度要慢于半导体芯片性能改进的摩尔定律,从发展看是无法跟上网络传输链路容量每 9 个月翻番的增长速度的。于是业界的注意力开始转向光节点,即光分插复用器(OADM)和光交叉连接器(OXC),靠光层面上的波长连接来解决节点的容量扩展问题,即能直接在光路上对不同波长的信号实现上下和交叉连接功能。

目前具有固定波长上下的 OADM 已经商用,具有软件可配置的 OADM 也即将商用,而 OXC 尚处于试验阶段,主要问



题是尚未有性能价格比好、容量可扩展。稳定可靠的光交换矩阵,核心是光开关。目前看来,微电机开关(MEMS)最有前途。美国朗讯公司采用 MEMS 技术实现了 256×256 的全光交叉连接器,称为波长路由器,可节约 25 % 的运行费用和 99 % 的能耗。美国 Xros 公司利用两个相对放置的各有 1152 个微型镜面的阵列实现了 1152×1152 的大型 OXC,容量上和端口上都有重大突破,其总容量已经比传统电交叉连接器提高了约两个量级。



第四章 移动通信

第一节 移动通信的发展

1. 移动通信的神话

现在的移动通信,相信大家都不陌生,呼机,手机早就走入千家万户。

其实我们的远古老祖先,也有过这样的向往呢!大家应该会记得《西游记》中的一幕:玉皇大帝派二郎神抓拿孙悟空,众神都在凌霄宝殿上观战,正当底下打的正厉害的时候,忽然孙悟空不见了,于是玉皇大帝就叫出“千里眼”和“顺风耳”,“千里眼”和“顺风耳”一个看,一个听,很快就把孙悟空找到了。

日本也有关于“顺风耳”的神话故事,日本传说中,深山里住着一种“回声”妖怪,平时我们对着深山喊,深山的回声就是它附和着人的声音发出来的,听起来挺恐怖,不过这种妖怪是不伤害人的。而且它还有一种法力,可以一下子把声音传到远方你想通话的人那里去。有它帮助通话非常方便。



其他涉及这方面的一些神话故事还有很多,可见古代中外的人们由于交通不便,联系起来十分费劲,于是他们都想象着“顺风耳”的出现,可以和远方的亲人尽快的联系。

如今,古人的梦想已经被我们实现了。“顺风耳”真的出现了,那就是现在的移动通信,无论你要找的人在那里,通过移动通信你就可以尽快的和他联系。呼机,手机等等这些现代化的通信工具给予我们极大的方便。它可以把你远方的亲人的声音原原本本地送到你面前。让你充分领略到科技的力量。科技带给人们的便利,将伴随着科技的进一步发展体现在我们的面前。

在下面的学习中,你将不仅仅了解移动通信的历史,现在和未来。还会对移动通信的工作原理有进一步的了解。

2. 无线通信趣事

一项伟大的科学成果从发现到为人类所利用,往往需要经过几代人前赴后继的努力。麦克斯韦预言电磁波的存在,但却没有能通过亲手实验证实他的预言;赫兹透过闪烁的水花,第一次证实电磁波的存在,但却断然否认利用电磁波进行通信的可能性。他认为,若要利用电磁波进行通信,需要有一面面积与欧洲大陆相当的巨型反射镜。但是,“赫兹电波”的闪光,却照亮了两个年轻人不朽的征程。这两个年轻人便是波波夫和马可尼。关于无线通信发展的趣事。

1895年5月7日,年仅36岁的波波夫在彼德堡的俄国物理化学会的物理分会上,宣读了关于“金属屑与电振荡的关系”的论文,并当众展示了他发明的无线电接收机。当他的助手雷布金在大厅的另一端接通火花式电波发生器时,波波夫的无线



发达的通信技术



电接收机便响起铃来;断开电波发生器,铃声立即中止。几十年后,为了纪念波波夫在这一天的划时代创举,当时的苏联政府便把5月7日定为“无线电发明日”。

1896年3月24日,波波夫和雷布金在俄国物理化学协会的年会上,操纵他们自己制作的无线电收发信机,作了用无线电传送莫尔斯电码的表演。当时拍发的报文是“海因里希·赫兹”,以此表示他对这位电磁波先驱者的崇敬。虽然当时的通信距离中只有250米,但它毕竟是世界上最早通过无线电传送的有明确内容的电报。从此,无线通信揭开了新的一章,人类的通信也从此进入一个新世纪。

也是在1896年的6月,年方21的意大利青年马可尼也发明了无线电收报机,并在英国取得了专利。当时通信距离只有30米。

关于无线通信发展的趣事

马可尼1874年4月25日生于意大利波伦亚。他自幼便有广泛的爱好,对电学、机械学、化学都有浓厚的兴趣。13岁那年,他便在赫兹证实电磁波存在的论文的启发下,萌发了利用电磁波进行通信的大胆设想。他时而在阁楼上,时而在庭院或农场里进行无线电通信的试验。1894年,他成功地进行了相距2英里的无线电通信的收与发。

马可尼发明之路荆棘丛生。他在申请政府赞助落空后,于1896年毅然赴英。在那里他得到了科学界和实业界的重视和支持,取得了专利。1897年,马可尼建议了世界上第一家无线电器材公司——美国马可尼公司。这一年的5月18日,马可尼



进行横跨布里斯托尔海峡的无线电通信获得成功。1898年,英国举行游艇赛,终点是距海岸20英里的海上。《都柏林快报》特聘马可尼用无线电传递消息,游艇一到终点,他便通过无线电波,使岸上的人们立即知道胜负结果,观众为之欣喜若狂。可以说,这是无线电通信的第一次实际应用。

二极管的发明,对马可尼的研究起到了积极推动作用。1901年,他成功地进行了跨越大西洋的远距离无线电通信。实验是在英国和纽芬兰岛之间进行的,两地相隔2700公里。从此,人类迎来了利用无线电波进行远距离通信的新时代。

1937年7月20日,马可尼病逝于罗马。罗马上万人为他举行了国葬;英国邮电局的无线电报和电话业务为之中断了2分种,以表示对这位首先把无线电理论用于通信的先驱者,以及1909年诺贝尔物理学奖获得者的崇敬与哀悼。

3. 永不消失的电波

① 频率

其实在实际的生活里我们经常地接触到“频率”这个词,相信很多朋友对此都不会陌生。在移动通信中,我们用无线电波进行相互之间的通信,因此电波的频率就是我们不得不考虑的问题。大家都听过收音机,我们接受一个台的时候总要调一个旋钮,直到听清楚为止,如果我们换台,就旋转旋钮调到另外的一个台的频率去,看到这里,相信大家都清楚了,每一个台都有自己的无线电波的频率。

为什么要这样呢?因为如果所有的电台都采用同一个频率,那么会出现一片混乱,收音机里什么也听不见,所有的电台



发达的通信技术



的信号都夹杂在一起了。所以全国各地对每个电台都有严格的限制和审核,北京地区调频(FM)信号就有一定的间隔,所有的私人电台都是不允许的。

在通信中,我们对频率也有很严格的限制,因为我们可以利用的频率资源(也就是频率范围)是有限的。如果我们对频率的使用没有严格的审核和限制,就会发生通信一片混乱的情况。因此,国际上采用了比较统一的标准,比如移动通信就划分了一定的频率范围,每一个(连续的)频率范围我们称为频段。其他的频段用于卫星通信,微波通信等等。

②相位

有一些朋友可能对“相位”这个词不太了解,其实我们在生活中也是经常遇到的,比如说“三相交流电”,其中的相也是这个意思,在这里我们简单解释一下“相位”,每一频率的电波有其相应的波长(波长就是指一个单位电波的长度,单位为米),我们把一个波长对应为 2π 的相位,比如有两路相同频率的电波,在传输过程中,有一路电波比另外一路电波快了半个波长那么我们就说该电波比另外一路超前了 π 相位,另外一路就比前面一路滞后了 π 相位。

想具体了解相位的朋友可以参照一些关于通信的参考书。

4.移动通信之路

世界范围的移动通信的发展进程,回顾起来可分为四个阶段。

世界移动通信发展的历程第一阶段:从二十世纪 20 年代至 40 年代初,移动通信有了初步的发展,不过当时的移动通信使



用范围小的可怜,主要使用对象是船舶、飞机、汽车等专用移动通信以及运用在军事通信中,使用频段主要是短波段(比如现在的收音机用的频段),限于当时的技术限制,移动通信的设备也只是采用电子管的,不仅又大又笨重,而且效果还很差。当时也只能采用人工交换和人工切换频率的控制和接续方式,接通时间和接通效率都与今天的移动通信差的太多。不过当时的工程师们都看到了移动通信的潜力,将大量的人力物力投入在移动通信的发展上。

第二阶段:到了 40 年代中至 60 年代末,移动通信有了进一步的发展,在频段的使用上,放弃了原来的短波段,主要使用 VHF(甚高频)频段的 150MHz,到了后期又发展到 400MHz 频段。同时技术上的进步——60 年代晶体管的出现,使移动台向小型化方面大大前进了一步。效果也比以前有了明显的好转,由于移动通信的便捷性,在美国、日本、英国、西德等国家开始应用汽车公用无线电话(MTS 或 IMTS),与此同时,专用移动无线电话系统大量涌现,广泛用于公安、消防、出租汽车、新闻、调度等方面。同时此阶段的交换系统已由人工发展为用户直接拨号的专用自动交换系统。接通效率也有了很大改善。这时,移动通信逐步走进了公众的日常生活,人们已经看到了未来个人移动通信的曙光。这时的移动通信,开始快速地向小型化,便捷化以及个人化发展。

第三阶段:到了 70 年代至 80 年代,集成电路技术、微型计算机和微处理器的快速发展,以及由美国贝尔实验室推出的蜂窝系统的概念和其理论的在实际中的应用,使得美国、日本等国



发达的通信技术



家纷纷研制出陆地移动电话系统。可以说,这时的移动通信系统真正地进入了个人领域:具有代表性的有美国的 AMPS(Advanced Mobile Phone System)系统,英国的 TACS 系统,北欧(丹麦、挪威、瑞典、芬兰)的 NMT 系统、日本的 NAMTS 系统等等,这些系统均先后投入商用。这个时期的系统的主要技术是模拟调频、频分多址,以模拟方式工作(这些名词将在以后的文章中解释),使用频段为 800/900MHz(早期曾使用 450MHz),故称之为蜂窝式模拟移动通信系统,或为第一代移动通信系统。

这一阶段是移动通信系统不断完善的过程。系统的耗电、重量、体积大大缩小,服务多样化,系统大容量化,信息传输实时化,控制与交换更加自动化、程控化、智能化,其服务质量已达到很高的水平。世界上第一个蜂窝系统是由日本的电话和电信公司(NTT)于 1979 年实现。进入 80 年代,可以说移动通信已经达到了成熟阶段。

与此同时,许多无线系统已经在全世界范围内发展起来。寻呼系统和无绳电话系统在扩大服务范围。许多相应的标准应运而生。

第四阶段:90 年代至今,随着数字技术的发展,通信、信息领域中的很多方面都面临向数字化、综合化、宽带化方向发展的问題。第二代移动通信系统是以数字传输、时分多址或码分多址(这些名词将在以后的文章中解释)为主体技术,目前国际上已进入商用和准备进入商用的数字蜂窝系统有欧洲的 GSM、美国的 DAMPS(IS - 54 目前用 IS - 136)、日本的 JDC 系统及美



国的 IS - 95 系统等。

进入 90 年代中期, 世界各移动通信设备制造商和运营商已从对第三代移动通信系统的概念认同阶段进入到具体的设计、规划和实施阶段。在开发第三代系统的进程中形成了北美、欧洲和日本三大区域性集团。它们又分别推出了 W - CDMA、TD/ CDMA 和宽带 CDMA One 的技术方案。为实现第三代移动通信系统(IMT - 2000)全球覆盖与全球漫游, 三种技术方案之间正在相互做出某些折中, 以期相互融会。

第三代移动通信是综合的全球个人通信网, 它是 2000 年以后的移动通信网络。目前规划与研究比较典型的系统有:

1. 未来公用陆地移动通信系统(FPLMTS), 它是一个由国际无线电咨询委员会建议的系统, 计划将所有的移动通信系统综合于一体, 为移动用户在全球范围内提供高质量的话音和非话音服务, 并能与其它通信网互连。

2. 通用移动通信系统(UMTS), 它是欧共体于 1988 年开始的“欧洲高级通信研究”发展计划的一部分, 计划在 2000 年左右在欧洲投入使用。通用移动通信系统将具有三个重要特点, 即: (1) 是一个综合了现有移动通信的综合系统; (2) 是一个提供多种服务的综合业务系统; (3) 通用移动通信系统可用于各种环境。

第二代移动通信系统在提供话音和低速数据业务方面已取得了巨大的成功, 而且在以后多年里将继续被广泛使用。通过增强网络元件功能, 使这些老一代标准的网络继续得到发展或升级。而第三代移动通信系统将能够提供目前只有固定接入才



能实现的更先进的业务和更高的数据速率,以及一系列新业务。此外,第三代移动通信系统已将‘全球漫游’作为一项关键要求,从而可为全球移动用户开创更广泛的市场,挖掘更大的设备(尤其是用户设备)通用潜力,并提高经济效益。

第三代移动通信系统应提供的特性包括:名副其实的无处不在、无缝高效的无线数据能力,能够吸引在固定通信领域日益增长的数据业务。

第二节 移动通信的基本知识

1. 无线电波的脾气

我们需要澄清一下,无线通信与移动通信虽然都是靠无线电波进行通信的,但却是两个概念,首先移动通信肯定是无线通信,无线通信有包含移动通信的意味。但无线通信侧重于无线,移动通信更侧重于其移动性。比如我们一个在北京,一个在广州,我们之间通过无线电波进行通信,这就是无线通信,如果我们更强调我们通信中的移动性,就是移动通信。

正是因为如此,移动通信对无线电波频率的选择更加谨慎,要求更高,也正因为这样,在移动通信的发展过程中,正如前面介绍的,移动通信的频率选择做了几次变动。现在我们国家采用的第二代移动通信(GSM)技术,频率为900MHz和1800MHz。

这个频段的电波特点是由于频率比较高,所以传播的过程中,发射以及接收天线架设得较高的时候,在视线范围内,电磁



波直接从发射天线传播到接收天线,另外还可以经地面反射而到达接收天线。所以接收天线处的场强是直接波和反射波的合成,直接波不受地面影响,地面反射波要经过地面的反射,因此要受到反射点地形的影响。

大家观察光线的时候,会注意到光线在光滑的镜子上会反射,在凹凸不平的物体上会向各个方向反射,称为漫反射。

在 900MHz 和 1800MHz 这个频段的电波也有这个特点,所以电波在传播的过程中就会有反射和漫反射现象,同时,前面提过,电波还有绕射现象,就是障碍物的大小和电波的波长差不多或比其小的时候,电波可以绕过障碍物传播。所以移动通信中电波的传播是很复杂的,接收端的电波常常是直射波,反射波,绕射波的合成。

2.应用系统入门

很多人一提到移动通信,往往首先想到的是手机,其实移动这个概念不仅仅在于手机,它其实包括蜂窝移动,集群调度,无绳电话,寻呼系统和卫星系统。我们平时所提的手机仅仅是蜂窝移动系统中的移动台,移动台的概念包括手机,呼机等等移动终端。

因此我们要了解两个基本的名词:基站和移动台,因为我们以后所提到的基本术语。

首先说说移动台,顾名思义,移动台是移动的终端,它是接收无线信号的接收机,在移动通信中,它以各种不同的形式出现,包括手机,呼机,无绳电话等等,当然他们的工作原理是不相同的,但是由于他们都在移动通信中扮演着移动的角色,具有移



发达的通信技术



动性,接收的是无线信号,所以我们把它们统称为移动台。移动通信的应用系统简介:

另一个名词是基站,基站在移动通信中是必不可少的,它是与移动台联系的第一个固定收发机,移动台脱离了基站自然就无法工作,因为是基站接收移动台的信号与交换局相连,从而完成移动台的收发工作。基站与移动台之间的联系靠天线收发无线电波。

正因为基站的重要性,所以我们在建立移动通信网的时候要慎重地考虑基站的分布,以满足移动台的需要。基站分布确定以后,就覆盖了一定用户的活动区域,在地图上呈现一个网状结构,所以我们也把基站位置的规划称为组网。

另外我们还应该了解的名词有交换中心,所谓交换中心指的是交换各种信息的中心,比如你在北京,你的话音要传到广州去,你广州的朋友的话音要到北京来,所以我们必须把你们的信息做一个交换,这种机器叫做交换机,交换机的所在就叫做交换中心。交换中心分为有线和无线,有线交换中心顾名思义就是我们平时的电路交换中心,无线交换中心则是为移动台的所在基站之间提供服务。

第三节 移动通信的特点

1. 无线电波传播复杂

移动通信中至少有一方处于移动状态下通信,我们不可能再用一条电话线和他们相连了,所以必须使用无线信道——靠



无线电波传送信息。同时在前面提到,移动通信使用一定频率的电波进行通信,而且随着无线通信的发展,频率的使用也越来越优化,现在移动通信的频率范围在甚高频(VHF)、超高频(UHF)的范围,它的传播方式受地形地物影响很大。

移动通信系统多建于大中城市的市区,城市中的高楼林立、高低不平、疏密不同、形状各异,这些都使移动通信传播路径进一步复杂化,并导致其传输特性变化十分剧烈。据以上原因,使移动台接收到的电波一般是直射波和随时变化的绕射波、反射波、散射波的叠加,这样就造成所接收信号的电场强度起伏不定,这种现象称为衰落。在后面的学习中你会了解到衰落又分两种:长期衰落和短期衰落。

同时由于移动台的不断运动,当达到一定速度时,如超音速飞机,固定点接收到的载波频率将随运动速度 v 的不同,产生不同的频移,也就是说频率发生了变化,发生了偏移,通常把这种现象称为多普勒效应。在下面我们会具体说明。

另外,移动台长期处于不固定位置状态,外界的影响很难预料,如尘土、振动、碰撞、日晒雨林,这就要求移动台具有很强的适应能力。此外,还要求性能稳定可靠,携带方便、小型、低功耗及能耐高、低温等。同时,要尽量使用户操作方便,以满足不同人群的使用。这给移动台的设计和制造带来很大困难。由于移动台在通信区域内随时运动,需要随机选用无线信道,进行频率和功率控制、地址登记等跟踪技术。这就使其通信比固定网要复杂得多。在入网和计费方式上也有特殊的要求,所以移动通信系统是比较复杂的。



发达的通信技术



因而在移动通信中,要考虑的因素很多,因此移动通信就比一般的通信方式复杂多了。

2.矛锐盾更坚——抗干扰

在移动通信中,空间传播的电磁波除有用信号外,还存在大量的干扰电波。主要的干扰被我们称为互调干扰、邻道干扰及同频干扰等。

那么什么叫做互调干扰呢,专业点说互调干扰主要是系统设备中的非线性引起的,如混频选择不好,使非有用信号混入,而造成干扰。有兴趣的读者可以看看电子刊物,获取这方面的知识。不懂的读者也不要着急,互调干扰说的通俗一点,就是设备技术上的一些问题。常常我们做不到十分理想的设备,所以一些其他的没有用的信号也就混进去了,偶尔收音机里的串台,也是这个原因。

邻道干扰是指两个相邻的信道之间的干扰,是由于一个强信号串入弱信号中干扰弱信号而造成的干扰,说的通俗一点,比如两个车道,你在左边,我在右边,大家的路宽是一样的,可是你的车太大,就影响了我的车道……呵呵,意思就是这样了,为解决这个问题,在移动通信设备中采用自动功率控制电路,对强功率信号加以控制,在例子中,就是限制你车子的大小,大家就相安无事了。

同频干扰是指相同载频电台之间的干扰,是蜂窝式移动通信所特有的干扰,由频道重复利用所造成。为什么会这样呢,因为频率资源是一定的,来来去去就那几个频段,大家都要。只好分区间来用了,这个区用这个频段,那个区用那个频段,隔几个



区后,难免又用回来了,这时就要考虑干扰的问题了,因为大家用的都是同一个频率啊!因此,无论在系统设计中,还是在组网时,都必须对干扰问题予以充分的考虑。

第四节 “蜂窝”分类

1 “蜂窝”之名何来之

其实,在上述众多的移动通信系统中,我们最常说的就是蜂窝移动通信系统,它在我们国家应用最广,用户最多,也最为大家所关心,所以我们在这里先简要介绍一下蜂窝移动通信系统。

前面说了,蜂窝式移动通信会带来同频干扰,那么我们为什么还要采用蜂窝式移动通信呢?原因还是在于频率资源上:频率作为一种资源必须合理安排和分配。由于适于移动通信的频段仅限于 VHF(甚高频)、UHF(超高频),所以可用的通道容量是及其有限的。为满足用户需求量的增加,只能在有限的已有频段中采取有效利用频率的措施,如窄带化(就是每个用户占用的频率带宽较小)、缩小频带间隔(就是缩小用户频带之间的保护间隔)、频道重复利用等方法来解决。

目前常使用频道重复利用的方法来扩容,也就是划分蜂窝的方法来增加用户容量。

蜂窝的划分就是说在使用区域划出一块块的小区域,每一个小区分配一些频率资源,隔几个小区后,又把相同的频率划给另一个小区,但认为这时候他们之间的干扰比较小,在可以忍受的情况,但每个城市要做出长期增容的规划,以利于今后发展需



要。

在理论上设计中,发现用正六角形的图形来模拟实际中的小区要比用圆形,正方形等其他图形效果更好,衔接也更紧密,所以现在的划分小区都采用了这种方法,看上去就像是蜂窝,所以我们也称为“蜂窝式移动通信”。

2“蜂窝”里的房间

正如我们前面介绍的那样,这种系统由移动业务交换中心(MSC)、基站(BS)设备及移动台(MS)(用户设备)以及交换中心至基站的传输线组成,如下图所示。是说移动的交换中心(MSC)与公共的电话交换网(就是我们平时所说的电话网PSIN)之间相连,移动交换中心负责连接基站之间的通信,通话过程中,移动台(比如手机)与所属基站建立联系,由基站再与移动交换中心连接,最后接入到公共电话网。

基站与移动台(常常是手机)之间是无线通信,他们之间用无线电波进行信息传递,每个基站负责与一个特定区域的所有的移动台进行通信。基站和移动交换中心之间通过微波或有线交换信息进行彼此联系。最后移动交换中心再与公共电话网进行连接。

如果仅仅是两个基站所属的移动台进行通信,信息只需要在移动交换中心就可以完成之间的通话。如果需要和其他的用户通话,则由移动交换中心与公共电话网连接,再与其他用户完成通话。

蜂窝式公用陆地移动通信系统适用于全自动拨号、全双工工作、大容量公用移动陆地网组网,可与公用电话网中任何一级



交换中心相连接,实现移动用户与本地电话网用户、长途电话网用户及国际电话网用户的通话接续。这种系统具有越区切换、自动或人工漫游、计费及业务量统计等功能。这些功能将在以后中陆续介绍。

3. 蜂窝移动通信系统

这种系统由移动业务交换中心(MSC)、基站(BS)设备及移动台(MS)(用户设备)以及交换中心至基站的传输线组成,如下图所示。目前我国运行的 900MHz 第一代移动通信系统(TACS)模拟系统和第二代移动通信系统(GSM)数字系统都属于这一类。

就是说移动台的移动交换中心与公共的电话交换网(就是我们平时所说的电话网 PSIN)之间相连,移动交换中心负责连接基站之间的通信,通话过程中,移动台(比如手机)与所属基站建立联系,由基站再与移动交换中心连接,最后接入到公共电话网。

下面解释一下全双工,单工和半双工:所谓全双工工作就是通信双方可以同时进行收发工作;就是说,通信的双方都可以在同一时间又说又听,互不干扰,就叫全双工。

若某一时间通信的双方只能进行一种工作,即在一个时间里要么说,要么听,只可选择一样,则称为单工工作。

若一方可同时进行收发工作,而另一方只能单工工作,则称为半双工工作。

蜂窝式公用陆地移动通信系统适用于全自动拨号、全双工工作、大容量公用移动陆地网组网,可与公用电话网中任何一级



发达的通信技术



交换中心相连接,实现移动用户与本地电话网用户、长途电话网用户及国际电话网用户的通话。这种系统具有越区切换、自动或人工漫游、计费及业务量统计等功能。这些功能将在以后中陆续介绍。

目前模拟蜂窝移动通信系统主要用于开放电话业务。随着GSM 数字蜂窝移动网的建设和发展,已逐步开放数据、传真等多种非电话业务。

4. 集群调度

这种系统常常用在公共汽车的调度上,该系统一般由控制中心、总调度台、分调度台、基地台及移动台组成。该系统具有单个呼、组呼、全呼、紧急告警/ 呼叫、多级优先及私密电话等适合调度业务专用的功能。除完成调度通信外,该系统也可以通过控制中心的电话互连终端与本部门的小交换机相连接,提供无线用户与有线用户之间的电话接续。但因该系统是专为调度通信而设计的,系统首先保证调度业务,对于电话通信只是它的辅助业务并受到限制。所以,利用该系统组建公用电话网是不适宜的。

5. 集群调度移动通信系统

集群移动通信系统可以实现将几个部门所需要的基地台和控制中心统一规划建设,集中管理,而每个部门只需要建设自己的调度指挥台(即分调度台)及配置必要的移动台,就可以共用频率、共用覆盖区,即资源共享、费用分担,使公用性与独立性兼顾,从而获得最大的社会效益。所以,我们必须提倡这种联合建设共用网络的建网方式。



集群移动通信系统目前通用的有多种制式及标准,如美国的 800MHz 调度系统,日本的 900MHz MCA 系统,法国的 200MHz RADICOM200 系统及瑞典的 80MHz MOBITEK 系统等。各种系统使用的信令、纠错编码及网络结构不同,无法兼容,在设台组网工作中选择系统时应谨慎考虑

第五节 无绳通信

1. 无绳移动通信系统

无绳电话最初是应有线电话用户的需求而诞生的,初期主要应用于家庭。这种无绳电话系统十分简单,只有一个与有线电话用户线相连接的基站和随身携带的手机,基站与手机之间利用无线电沟通。

但是,无绳电话很快得到商业应用,并由室内走向室外。这种公用系统由移动终端(公用无绳电话用户)和基站组成。基站通过用户线与公用电话网的交换机相连接而进入本地电话交换系统,如下图所示。通常在办公楼、居民楼群之间、火车站、机场、繁华街道、商业中心及交通要道设立基站,形成一种微蜂窝或微微蜂窝网,无绳电话用户只要看到这种基站的标志,就可使用手机呼叫。这就是所谓的“Telepoint”(公用无绳电话)。

2. 无绳移动通信系统

第一代无绳电话(CT1)是按照 80 年代英国贸易工业部和英国电信研究所联合制订的模拟无绳电话系统技术规范生产的,信道数较少,同时基站的发射频率也不合适,因此已被“CT



发达的通信技术



+ '所取代。

第二代无绳电话(CT2)是按照英国 1987 年制订的数字无绳电话技术规范(CAI - COMMON AIR INTERFACE, 公共空中接口)生产的,工作于 864~868MHz, 通话质量较高,保密性强,抗干扰好,价格便宜。但在室外只能提供单向业务(即只能去话,不能来话),也不能越区切换。

近年来基于无绳概念而发展起来的无线用户交换(WPABX)得到重视,作为无绳数据通信的无线局域网(WLAN)也得到发展。无绳通信也是发展个人通信网(PCN)的一个基础。

现在的“步步高”等等无绳电话,大体上也属于这样一种类型,不过现在的这种家庭无绳电话与前面所提的系统不大一样,他仅仅是在家庭范围内与母机相连,然后通过母机与电话网相接。

3. 寻呼移动通信系统

这是一种单向通信系统,既可作公用也可作专用,仅规模大小有差异而已。专用寻呼系统由用户交换机、寻呼控制中心、发射台及寻呼接收机组成。公用寻呼系统由与公用电话网相连接的无线寻呼控制中心、寻呼发射台及寻呼接收机组成。

寻呼系统有人工和自动两种接续方式。人工方式由话务员将主呼用户需要寻找的寻呼机和需要传递的信息编成信令和代码,代用户搜索被寻呼者。在无线寻呼业务的发展初期,人工方式对用户比较方便,故被广泛应用。但在无线寻呼业务已有相当发展的今天,用户的兴趣已转向自动寻呼。



寻呼移动通信系统,整个寻呼过程是用户打电话,通过电话网连入寻呼台,寻呼台对叫方的信息进行处理后通过天线发送出去,终端的 BP 接收到信号后发出讯号告知机主信息。

如果是人工台,则寻呼台对用户的呼叫由人工处理后送入寻呼数据处理中心,再由机器通过天线发射出去,如果是自动台,则直接由机器处理后通过天线发射出去。

我国今后无线寻呼的发展方向是自动化、数字化、多功能和汉字显示。而且现在人们的生活水平提高很快,数字机已经逐渐被淘汰,中文机随着价格的下调逐步占领了相当的市场,相信随着手机的进一步发展,寻呼事业最终也许会完结。

4. 卫星移动通信

卫星通信这方面我们在其它章节有专门的介绍。不过由于它也给个人的移动通信带来了新的通信方式,所以我们在这里着重介绍一下这方面的情况。

在最近五六年来,以手持机为移动终端的非同步卫星移动通信系统已涌现出多种设计及实施方案。其中,呼声最高的要算铱(Iridium)系统,它采用 8 轨道 66 颗星的星状星座,卫星高度为 765km。另外还有:全球星(Global star)系统,它采用 8 轨道 48 颗星的莱克尔星座,卫星高度约 1400km;奥德赛(Odyssey)系统,采用 3 轨道 12 颗星的莱克尔星座,中轨、高度为 10000km;白羊(Aries)系统,采用 4 轨道 48 颗星的星状星座,高度约 1000km;以及俄罗斯的 4 轨道 32 颗星的 COSCON 系统。

除上述系统外,海事卫星组织推出的 Inmarsat - P,实施全



发达的通信技术



球卫星移动电话网计划,采用 12 颗星的中轨星座组成全球网,提供声像、传真、数据及寻呼业务。该系统设计可与现行地面移动电话系统联网,用户只须携带便携式双模式话机,在地面移动电话系统覆盖范围内使用地面蜂窝移动电话网,而在地面移动电话系统不能覆盖的海洋、空中及人烟稀少的边远山区、沙漠地带,则通过转换开关使用卫星网通信。

可是,非常不幸的是,铱(Iridium)星系统由于种种原因倒闭了,全球星系统还在苦苦的坚持,技术上应该没有太大的问题,只是由于成本一直无法降下来,从而得不到更好的发展,不过有人相信,随着社会的进一步发展,在 21 世纪,中、低轨以手持机为中心的卫星移动通信系统必将在“综合的全球个人通信网”中成为重要的组成部分。

第六节 移动通信

1. 移动通信中的行话

信道:

信道是对无线通信中发送端和接收端之间的通路的一种形象比喻,对于无线电波而言,它从发送端传送到接收端,其间并没有一个有形的连接,它的传播路径也有可能不只一条(正如前面所说的电波的传播方式提到的),但是我们为了形象地描述发送端与接收端之间的工作,我们想象两者之间有一个看不见的道路衔接,把这条衔接通路称为信道。信道有一定的频率带宽,正如公路有一定的宽度一样。



大区:

所谓大区是指:在一个比较大的区域中,只用一个基站覆盖全地区的,不论是单工或双工工作,单信道还是多信道,都称这种组网方式为“大区制”,以别于后面所称的小区制。大区制的特点是只有一个基站,服务(覆盖)面积大,因此所需的发射功率也较大。大区制多用于专用网或小城市的公共网。由于只有一个基站,其信道数有限(因为可用频率带宽有限),因此容量较小,一般只能容纳数百至数千个用户。

小区:

所谓小区是相对于大区而言的,由于大区制的主要缺点是系统容量不高,为了适合大城市或更大区域的服务,必须突破这一限制。采用小区制(Cellular System)组网方式,可以在有限的频谱条件下,达到大容量的目的。

小区制的概念如下:将所要覆盖的地区划分为若干小区,每个小区的半径可视用户的分布密度在1~10公里左右,在每个小区设立一个基站为本小区范围内的用户服务。这和大区制中的基站一样,本小区内能服务的用户数仍由这个基站的信道数来决定。但每一个小区和其它小区可再重复使用这些频率,称为频率再用(frequency reuse)。由于相隔远了,同信道干扰降至可以接受的程度,所以用有限的频率数就可以服务多个小区。用这种组网方式可以构成大区域大容量的移动通信系统,还可以形成全省,全国或更大的系统。

漫游:

移动台的漫游也称出游,它的意义是移动台脱离了本管区



发达的通信技术



的范围,而移动到其他管区中去了,当其他用户呼叫这个漫游的移动台的时候,仍拨它原来的局号和电话号码。显然,如蜂窝系统无漫游功能,将无法和这一脱离原管区的移动台接通。而具有漫游功能的系统,则可将此电话接到此已脱离本管区漫游到其他管区的移动台去。这一功能对于一个在较大范围的地区,全省,全国或更大的地区(例如北欧四国的跨国或全欧洲)活动的用户确实是非常重要的。

切换:

过区切换是指当移动台在通话中经过两个基站覆盖区的相邻边界的时候所采用的信道切换过程。

由于相邻两个小区的信道不一样,移动台通话的前半段时间在一个基站的某一个无线信道上传输,而后半段时间已经进入到另一个基站的覆盖范围,须切换到另一个基站所支配的信道上去,这种信道的切换必须不影响通话进行,时间要求短,须在 100 毫秒以下,完全自动切换,通话人完全不觉察。由于蜂窝技术的广泛采用,所以切换技术在蜂窝移动通信中占有重要地位。

漫游与切换两个性能是大区制所没有的,切换是由漫游而起,漫游通过切换技术得以解决。在漫游的过程中,当通话经过小区边界时,无线信道要切换,其过程如下:

移动台位置不仅由为之服务的基站台收集,而且也由周围的基站台收集,并判断当前是否需要进行信道切换,从而进行新信道的准备工作。当移动控制中心判断要进行信道切换,就发送指令给移动台当前基站和即将到的小区所属基站,由手机配



合基站完成切换工作。

2.下面主要讲一下手机为代表的呼叫建立过程,分为两个过程:

a 移动台的被呼过程

这种情况一般是指我们在固定电话上呼叫移动台(手机),下面说明移动台的被呼过程。呼叫处理过程实上是一个复杂的接续过程,包括交换中心间一些命令的交换和操作处理、识别定位呼叫的用户、选择线路和建立信道的连接等。下面将详细地介绍这一处理过程。

(1)固定网的用户拨打移动用户的电话号码。

(2)固定电话网(程控交换网)交换机分析用户所拨打的移动用户的号码。

固定电话交换中心接到用户的呼叫后,根据用户所拨打的移动用户的号码分析得出此用户是要接入移动用户网,这样就将接续转接到移动网的关口移动交换中心(GMSC Gateway Mobile Services Switching Center)。

(3)关口移动交换中心分析用户所拨打的移动用户的号码

因为移动交换中心没有被呼用户的位置信息,而用户的位置信息只存放在用户登记的归属寄存器(HLR)和访问登记表(VLR)中,所以移动交换中心分析用户所拨打的移动用户的号码得到被呼用户所在的归属寄存器的地址,取得被呼用户的位置信息。所以得到被呼用户的所在地区,同时也得到与该用户建立话路的信息,这个过程称为归属寄存器查询。

(4)关口移动交换中心找到当前为被呼移动用户服务的移



动交换中心

(5)由正在服务于被呼用户的移动交换中心得到呼叫的路由信息

正在服务于被呼用户的移动交换中心是由其产生的一个移动台漫游号码(MSRN)给出呼叫路由信息的。这里由访问登记表分配的移动台漫游号码是一个临时移动用户的一个号码。该号码在接续完成后即可以释放给其它用户使用。

(6) 移动交换中心与被呼叫的用户所在基站连接,完成呼叫

关口移动交换中心接收包含移动台漫游号码的信息,并分析它,得到被叫的话路信息。最后将向正在为被呼用户服务的移动交换中心发送携带有移动台漫游号码的呼叫建立请求消息,正在为被呼用户服务的移动交换中心接到此消息,找到被叫用户。通过其所在基站完成呼叫。

b 移动台的主呼过程。

当一个移动用户要建立一个呼叫,只需拨被呼用户的号码,再按“发送”键,移动用户则开始启动程序。首先,移动用户通过随机接入信道(RACH)向系统发送接入请求消息。移动交换中心便分配给它一个专用信道,查看主呼用户的类别并标记此主叫用户示忙,若系统允许该主呼用户接入网络,则移动交换中心发证实接入请求消息。

主叫用户发起呼叫,如果被呼叫用户是固定用户,则系统直接将主叫用户号码送入固定网(PSTN),固定网将号码连接至目的地。这种连接方式与固定电话的区别仅仅在于发送端的移



动性,就是说移动台先接入移动交换中心,移动交换中心再与固定电话网相连,之后就和平时的电话接续没有什么差别了,由固定电话网接到被呼叫的用户端去。

如果被呼号是同一网中的另一个移动台,则移动交换中心以类似从固定网发起呼叫的处理方式,进行归属寄存器的请求过程,转接被呼用户的移动交换机,一旦接通被呼用户的链路准备好,网络便向主呼用户发出呼叫建立证实,并给它分配专用业务信道(TCH)。主呼用户等候被呼用户响应证实信号,这时完成移动用户主呼的过程。也就是说,移动台呼叫移动台是“移动台呼叫固定电话网用户”以及“固定电话网用户呼叫移动台”的两者的结合。中间常常需要固定网(PSTN)做两者之间的信息交换。但由于移动台的移动性,就造成呼叫过程更复杂,要求也更高。其复杂之处在于移动台与移动交换中心之间的信息交换,包括基站与移动台之间的连接以及基站与移动交换中心之间的连接。

未来的世界是个人通信的世界,虽然“个人通信”至今尚无统一的标准,但多数人认为是指“一个人在任何地方,任何时间均能与任何地方的人进行通信的一种服务”。也就是不论在任何时间和空间人们均可以互相通信的一种服务。被称为一种全时空通信的服务。这种通信可认为是通信的理想。它将随着21世纪的来临而实现。

未来的移动终端可以做得小而又耗电低,则个人携带就很方便。价格也会降低,这样就可能普及,人人都可以有一个随身携带的移动终端,移动终端和个人始终在一起,则终端的移动性



发达的通信技术



和个人的移动性相一致。这种情况个人的号码就是移动终端的号码。

价格低是指人们承受得起(还包括运转时的收费率),因为个人通信是和普及率相联系的。如果价格很高,只有少数人才买得起,那么也不能达到与任何地点的任何人通信的目的。未来的通信一定要是多数人的通信。

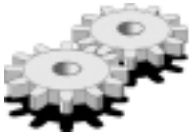
其他的改善还有容量会大幅度提高,可靠性也得到加强。服务业务更多也更好。下面是一些人对未来移动通信的构思:

你只需要带一张芯片,这张芯片是你个人独有的,记录着你个人的信息,然后你带上一台移动终端,就可以到世界各地旅游,当你需要和别人通信时,你只需要把你的识别芯片放进任何一台移动终端,这台移动终端可以是你的,也可以是公用的,你就可以进行通话或者其他联系,别人想找你的时候,他就可以随时随地通过网络找到你的识别芯片从而找到你。比如你在美国某个路边加油站,你只要把你的芯片插入路边的一个公用电话,你就可以和任何人通话了。

随时随地的个人化通信,是我们未来移动通信发展的目标!

3 .AMPS 系统的简介

模拟移动通信系统是蜂窝移动通信系统发展的早期阶段,在 1946 年,第一种公众移动电话服务被引进到美国的 25 个主要城市,每个系统使用单个大功率的发射机和高塔,覆盖地区超过 50 公里,但仅能以半双工模式提供语音服务,却使用 120kHz 带宽。虽然经过了后来技术的进步而提高了频谱使用效率,提供了全双工、自动拨号等功能,但提供的服务由于频道的数量很



少以及呼叫阻塞等原理不能满足使用。在 50 和 60 年代, AT&T 的贝尔实验室和全世界其他的通信公司发展了蜂窝无线电话的原理和技术。利用在地域上将覆盖范围划分成小单元,每个单元复用频带的一部分以提高频带的利用率,即利用在干扰受限的环境下,依赖于适当的频率复用规划(特定地区的传播特性)和频分复用(FDMA)来提高容量。从而实现了真正意义上的蜂窝移动通信。

一个典型的模拟蜂窝电话系统是在美国使用的高级移动电话系统(AMPS),AMPS 系统采用 7 小区复用模式,并可在需要时采用“扇区化”和“小区分裂”来提高容量。与其他第一代蜂窝系统一样,AMPS 在无线传输中采用了频率调制,在美国,从移动台到基站的传输使用 824MHz 到 849MHz 的频段,而基站到移动台使用 869MHz 到 894MHz 的频段。每个无线信道实际上由一对单工信道组成,他们彼此有 45MHz 分隔。每个基站通常有一个控制信道发射器(用来在前向控制信道上进行广播),一个控制信道接收器(用来在反向控制信道上监听蜂窝电话呼叫建立请求),以及 8 个或更多频分复用双工语音信道。

在一个典型的呼叫中,随着用户在业务区内移动,移动交换中心发出多个“空白 - 突发”指令,使该用户在不同基站的不同语音信道间进行切换。在 AMPS 中,当正在进行服务的基站的反向语音信道(RVC)上的信号强度低于一个预定的阈值,则由移动交换中心产生切换决定。预定的阈值由业务提供商在移动交换中心中进行调制,它必须不断进行测量和改变,以适应用户的增长、系统扩容,以及业务流量模式的变化。移动交换中心在



发达的通信技术



相邻的基站中利用扫描接收机,即所谓‘定位接收机’来确定需要切换的特定用户的信号水平。这样,移动交换中心就能找出接受切换的最佳邻近基站,从而完成交换的工作。

4.全球通系统简介

第二代移动通信是以 GSM、窄带(N - CDMA)两大移动通信系统为代表的。

GSM 移动通信系统是基于 TDMA 的数字蜂窝移动通信系统。GSM 是世界上第一个对数字调制、网络层结构和业务作了规定的蜂窝系统。GSM 是为了解决欧洲第一代蜂窝系统四分五裂的状态而发展起来的。在 GSM 之前,欧洲各国在整个欧洲大陆上采用了不同的蜂窝标准,对用户来讲,就不能用一种制式的移动台在整个欧洲进行通信。另外由于模拟网本身的弱点,使得它的容量也受到了限制。为此欧洲电信联盟在 1980 初期就开始研制一种覆盖全欧洲的移动通信系统,即现在被人们称为 GSM 的系统。如今 GSM 移动通信系统已经遍及全世界,即所谓‘全球通’,目前我国移动通信网就是以 GSM 系统为基础的移动网络系统。

GSM 移动通信系统是一种典型的基于 TDMA 的数字蜂窝移动通信系统,GSM 系统总体结构由以下功能单元组成:

(1)移动台(MS):它包括移动设备(ME)和用户识别模块(SIM)。根据业务的状况,移动设备可包括移动终端(MT),终端适配功能(TAF)和终端设备(TE)等功能部件。

(2)基站(BTS):为一个小区服务的无线收发信设备。

基站控制器(BSC):具有对一个或多个 BTS 进行控制以及



相应呼叫控制的功能,BSC 以及相应的 BTS 组成了 BSS(基站子系统)。BSS 是在一定的无线覆盖区中,由移动业务交换中心(MSC)控制,与 MS 进行通信的系统设备。

(3)移动业务交换中心(MSC):对于位于它管辖区域中的移动台进行控制、交换的功能实体。

(4)拜访位置寄存器(VLR):MSC 为所管辖区域中 MS 的呼叫接续,所需检索信息的数据库。VLR 存储与呼叫处理有关的一些数据,例如用户的号码,所处位置区的识别,向用户提供的服务等参数。

(5)归属位置寄存器(HLR):管理部门用于移动用户管理的数据库。每个移动用户都应在其归属位置寄存器注册登记。HLR 主要存储两类信息,有关用户的参数和有关用户目前所处位置的信息。

(6)设备识别寄存器(EIR):存储有关移动台设备参数的数据库。主要完成对移动设备的识别、监视、闭锁等功能。

(7)鉴权中心(AUC):认证移动用户的身份和产生相应鉴权参数(随机数 RAND,符号响应 SRES,密钥 K_c)的功能实体。

(8)操作维护中心(OMC):操作维护系统中的各功能实体。依据厂家的实现方式可分为无线子系统的操作维护中心(OMC - R)和交换子系统的操作维护中心(OMC - S)。

GSM 系统可通过 MSC 实现与多种网络的互通,包括 PSTN、ISDN、PLMN 和 PSPDN。

5.窄带(N - CDMA)系统简介

第二代移动通信是以 GSM、窄带(N - CDMA)CDMA 两大



移动通信系统为代表的。前面已经介绍了 GSM 系统,这里我们介绍一下窄带 CDMA 系统,由于宽带 CDMA 系统是我们今后的发展方向,所以后面我们还会对宽带 CDMA 系统作介绍。

由于 CDMA 体制具有较强的抗干扰能力,具有抗多径延迟扩展的能力,以及可提高蜂窝系统的通信容量等优点,使得 CDMA 数字蜂窝移动通信系统成为 TDMA 数字蜂窝系统(以 GSM 为代表)的强有力的竞争对手。

数字蜂窝移动通信系统采用 CDMA 技术将带来下列好处:

(1)较低的发射功率;(2)保密性;(3)软切换;(4)大容量;(5)话音激活技术;(6)频率重用及扇区化;(7)低的信噪比或载干比需求;(8)软容量,即容量不是定值,可以变动,用户数的增加仅仅会使通话质量下降而已。

前向链路中的逻辑信道包括:前向业务信道(TCH),引导信道(PiCH)、同步信道(SyCH)和寻呼信道(PaCH)等组成。

前向逻辑信道及其功能如下:

(1)引导信道(PiCH,即 Pilot Channel):基站在此信道发送引导信号(其信号功率比其它信道高 20dB)供移动台识别基站并引导移动台入网。

(2)同步信道(SyCH,即 Synchronization Channel):基站在此信道发送同步信息供移动台建立与系统的定时和同步。

(3)寻呼信道(PaCH,即 Paging Channel):基站在此信道寻呼移动台,发送有关寻呼、指令及业务信道指配信息。

(4)前向业务信道(F - TrCH),即供基站到移动台之间通信,用于传送用户业务数据,同时也传送信令信息,传送这种信



令信息构成的信道称为伴随信令信道(ASCH,即 Associated Signaling Channel),例如功率控制信令信息就是在 ASCH 中传送的。

反向链路中的逻辑信道由反向业务信道(TCH)和接入信道(AcCH)等组成。

前向逻辑信道及其功能如下:

(1)接入信道是一个随机接入信道,供网内移动台随机占用,移动台在此信道发起呼叫及传送应答信息。

(2)反向业务信道(B - TrCH),即供移动台到基站之间通信,它与前向业务信道一样,用于传送用户业务数据,同时也传送信令信息,如功率控制信道。

6 .GSM 的演化

GSM 移动数据业务主要分为电路型数据业务和分组型数据业务。GSM 第一阶段提供的 9600bps 以下数据业务及 Phase 2 + 阶段提出的 HSCSD 都属于电路型数据业务。Phase 2 + 阶段提出的 GPRS,则属于分组型数据业务,后者相对于前者具有很显著的优越性。

a .电路型数据业务

GSM 系统一开始就是从数字化的角度进行设计的,若提供电路型数据业务,则只要进行版本升级,不用进行大的网络重新规划。在 GSM 第一阶段即提出了电路型数据业务的实现方式,为了适应种类繁多的数据业务,GSM 网络两端分别设置了 2 个功能单元 TAF 和 IWF,使得无论开展何种数据业务,在 GSM 网内传输数据的方式是一致的。提供数据业务时,BTS/



发达的通信技术



BSC 仅需提供编码支持, MSC 中需增加 IWF 功能单元, 可提供 PSTN/ ISDN/ PDN 互联, 提供传真/ 数据业务功能, 速率在 9.6kbps 以下, 支持透明和非透明两种方式(由是否采用 RLP 协议决定)。

由于受到无线接口的单个业务信道数据传送速率最高不能超过 12kb/s 的限制, 与其它网络数据通信速率最高为 9600b/s。为了提高数据速率, ETSI 于 1997 年 2 月批准采用 HSCSD 技术, 采用一种新的信道编码方案, 通过截短校验比特将时隙波特率从 9.6kbps 增加到 14.4kbps。HSCSD 还能使多个时隙结合在一起, 从而最高达到 57.6kbps, 等效于一条无线 ISDN 线路。提供 HSCSD 仅需作少量额外投资, 主要是进行软件升级, 不需新的网络组成部分。

b. 分组型数据业务 - GPRS

GPRS 是 GSM 提供的分组交换和分组传输方式的新的承载业务, 可以应用在 PLMN 内部或应用在 GPRS 网与外部互联分组数据网(IP、X.25)之间的分组数据传送, GPRS 能提供到现有数据业务的无缝连接。使用 GPRS 时, 数据封装进每个分组并在网上发送。网络容量仅在需要时分配, 提供了即时连接和高通过率。GPRS 提供了非常灵活的波特率, 从小于 100bps 到大于 171.2kbps, 因此能处理从低速短消息到浏览复杂网站所需的高速传输。少于一个时隙的各种应用可从 GPRS 的功能中得到好处, 可使几个用户共享一个时隙。GPRS 允许用户在收发数据资料的同时接收电话。不过, GPRS 将要求空中接口和基站分系统两方面作更动, 以便能进行此种分组模式的传输。



另外 GPRS 需要新的网络组成部分,SGSN 和 GGSN,GPRS IP 骨干网,以及新型终端。GPRS 对电子信箱和数据库接入业务较理想,用户不必为短暂的传输付出高费用。由于基于 TCP/IP 协议,GPRS 可提供与因特网更有效的连接。

c .GSM 增强数据率改进 - EDGE

为了进一步向第三代移动通讯系统演进,GSM 系统将引入 EDGE 技术。EDGE 技术一个吸引人的地方在于它不需要对网络硬件和软件进行大的改动,它在 HSCSD 和 GPRS 的基础上,采用 8PSK 调制方式,可以每时隙波特率提高到 48kbps,EDGE 同时还允许集中多达 8 个时隙,从而使总带宽达到 384kbps。这些时隙可被灵活地用来同时传送多个业务。预计到 2000 年,采用 EDGE 技术的高速率数据通信将开始应用到 GSM 网络上。

7. 第三代移动通信系统

第三代移动通信系统最早是由国际电联于 1985 年提出的,当时称为未来公众陆地移动通信系统(FPLMTS),后改为 IMT - 2000,意指在 2000 年左右开始商用并工作在 2000MHz 频段上的国际移动通信系统。1997 年 4 月,国际电联向各成员国的主管部门发出通知,征求 IMT - 2000 无线接口候选传输技术,并将在此基础上制定国际标准。

IMT - 2000 的目标有以下 4 个方面:

(1)全球漫游,以低成本的多种模式的手机来实现。用户不再限制于一个地区和一个网络,而能在整个系统和全球漫游;这意味着真正的实现随时随地的个人通信。



发达的通信技术



(2)适应多种环境,采用多层小区结构,即微微蜂窝、微蜂窝、宏蜂窝,将地面移动通信系统和卫星移动通信系统结合在一起;不管身处何方,依然近在咫尺。

(3)能提供高质量的多媒体业务:包括高质量的话音、可变速率的数据、高分辨率的图象等多种业务;到时候可视电话和综合业务将满足人们的所有要求。

(4)足够的系统容量、强大的多种用户管理能力、高保密性能和服务质量。质量和保密功能对这一代移动通信技术提出更高的要求。

为实现上述目标,对无线传输技术提出了以下要求:

(1)高速传输以支持多媒体业务,室内环境至少 2Mb/s ;室外步行环境至少 384Kb/s ;室外车辆环境至少 144Kb/s ;

(2)传输速率按需分配;

(3)上下行链路能适应不对称业务的需求;

(4)简单的小区结构和易于管理的信道结构;

(5)灵活的频率和无线资源的管理、系统配置和服务设施;

IMT - 2000 的频带划分

1992 年世界无线电行政大会(WARC)根据 ITU - R 对于 IMT - 2000 的业务量和所需频谱的估计,划分了 230MHz 带宽给 IMT - 2000。 $1885 - 2025\text{MHz}$ 及 $2110 - 2200\text{MHz}$ 频带为全球基础上可用于 IMT - 2000 的业务; $1980 - 2010\text{MHz}$ 和 $2170 - 2200\text{MHz}$ 为卫星移动业务频段共 60MHz ,其余 170MHz 为陆地移动业务频段,其中对称频段是 $2 \times 60\text{MHz}$,不对称的频段是 50MHz 。



8. 来势汹涌的第三代潮流

在移动通信技术发展上,从 80 年代初开始商用,差不多是以 10 年为一个周期。在新世纪之初,以支持移动多媒体业务为特征的第三代移动通信即将商用。就像 1994 年,中国邮电部决定旗下中国电信的移动通信网络采用 GSM 技术,它塑造了 GSM 制胜全球数字移动通信市场的格局。这是一场难于以金钱估价的竞争。6 年后的今天,面对千亿美元计的市场这场标准竞争又再度上演。这两场标准之争的目的相同,但不同的是竞争的环境已经有了变化:我国信息产业部政企分开、邮电分营、电信重组已经完毕,电信运营市场有效的竞争格局面正在逐步形成,运营商正在走向市场。面对 3G(第三代移动通信系统)的来临,我们的电信运营商与设备商将如何选择?

全球主要的电信制造商 Ericsson、Nokia、Lucent、Motorola、Nortel、Alcatel、Siemens、NEC、FUJISU 和国内通信设备制造商华为、中兴等都将 WCDMA 系统作为最重要的 3G 系统来开发,并积极参与 WCDMA 标准和规范的制定。值得一提的是,尽管日本 2G 的移动通信系统是并非与此相容,但日本的各大公司,例如 HITACHI、PANASONIC、NEC、MITSUBISHI、FUJISU 等公司都参与到了 WCDMA 的设备开发中来,并且已经完成了大多数设备的开发,日本公司的参与无疑会加速 WCDMA 系统设备的成熟和稳定。此外日本还有众多的厂商例如 SANYO、TOSHIBA、SHARP,等参与 WCDMA 的开发,这无疑也会加速 WCDMA 系统的商用化进程。

韩国是大规模使用 CDMAOne(窄带 CDMA)系统的国家,



发达的通信技术



韩国预计在年底开始 CDMA2000 业务(SAMSUNG),在 2002 年世界杯时达到大规模商业化。设备制造商(如 SAMSUNG)在积极进行 CDMA2000、WCDMA 系统的开发。

在 3G 移动通信系统的运营实验情况方面,目前全球主要的移动运营商都在对 3G 移动通信系统进行运营实验。目前欧洲与亚洲主要的运营商都选择了 WCDMA 作为其 3G 运营系统,日本 NTTDoCoMo 正在积极推动全球标准化的下一代移动电话方式 W - CDMA。

去年,WCDMA 阵营盟主爱立信公司和 CDMA2000 阵营盟主高通公司,宣布它们已达成一系列协议,解决了有关 CDMA 技术争议,并相互许可使用有关 CDMA 技术的专利,使得在实现第三代移动通信的道路上又迈进了一大步。人们相信 CDMA 系统是一个性能优良的技术先进的系统,并且有着良好的发展前景。

第七节 我国移动通信

1.我国移动通信概述

我国移动通信起步较晚。当然,把无线电台用于舰船,飞机上进行通信早已有之,但是那时都是在短波段工作的普通调幅电台。至于陆地上的移动通信,除了军队的坦克通信从建立坦克部队起就有无线通信以外,民用的路上通信是专用的早于公用的,如 60 年代起我国列车上开始有第一台机车调度无线电话。汽车调度电话则到 70 年代才随着出租汽车的发展而出现。



公用的移动通信系统建立较晚,第一个大区制公用移动通信系统(150MHz 频段)由邮电部第一研究所研制。于 1980 年在上海建立试用。我国蜂窝制移动网则到 1987 年冬,广州市第一个开通蜂窝移动电话业务。随后,北京,重庆及珠江三角洲,上海,海南,武汉等地陆续建起蜂窝网,均是引进国外设备安装的。其中以珠江三角洲地区的蜂窝网为最大,覆盖广州,深圳,珠海等地,采用瑞典爱立信(Ericsson)公司的 CMS88 移动通信系统,于 1988 年开通。

我国的移动通信虽然启动较晚,但是发展很快。我国邮电部已制定“25~1000MHz 陆地公众移动通信网技术体制(暂行规定)”,其中规定我国模拟制蜂窝采用 TACS 体制,1989 年国家科委决定由我国自己开发生产模拟蜂窝移动电话系统,以适应各地不断增长的需要。

截至 1991 年 6 月,我国的蜂窝网用户已有三万六千人,在世界上排名第 25 位。我国的蜂窝网用户有一大特点,即手持台(俗称“大哥大”)用户明显多于汽车用户,约占全系统的 70%~80%,这一方面是表明我国现阶段的汽车尚不够普及,也反映手持台的经济性和人们对个人通信的需求。最近我国加速开放的决定,明显的激发了对移动通信的需求,据各地的报纸报道以及数字表明,移动通信(特别是手机)增长速度惊人!有些地方以超过 100% 的速度增长。有人预计,在未来的几年内,中国的移动用户将在世界上排首位!

我国发展更快的是无线寻呼业务,因为它价格远较双工移动电话便宜,又可以在一定意义上缓解人们对移动通信的需求,



发达的通信技术



适合我国当前人们的经济情况,所以发展也较早。在 70 年代末期,少数单位已有建立。公共无线寻呼网则在 1984 年于上海,广州,深圳三市首先建立开通。此后各大,中城市纷纷开办此项业务。据不完全统计,到 1992 年 6 月,全国已有 1075 个城镇有此项业务,用户超过 220 万,到 1993 年 6 月则增至 1476 个城镇开通,用户达 394.9 万,年增长率达 79.5%。广东还在 1990 年第一个将广州,佛山,东莞,惠州等 11 个县市的寻呼联网,共有寻呼中心 37 个,用户 10 万。

无绳电话在我国发展较晚,在 1990 年仅有千余用户。但由于无绳电话价格便宜,其性能又不断改善,预计将有飞跃的增长。据报道,自深圳 1992 年 8 月引进先进的第二代全数字无绳电话 CT - 2 后,已建立 500 余个基站,用户达一万多人。上海也计划建立 CT - 2 无绳电话的公共人网点(Telepoint),届时上海市区,外滩,南京路等地,可用无绳电话随处入网拨通电话。其他已建或开始建的还有温州,宁波,绍兴等地。

集群移动电话系统完全由于其价格较蜂窝网低,频谱利用率高,适用于容量不太大的专用系统使用,在我国也有发展,第一个集群电话网在广州引进(摩托罗拉产品)于 1990 年 7 月开通,随后北京也于 1990 年 9 月开通。

近年来,由于第二代数字蜂窝移动电话的崛起,我国也开始研究开发数字移动电话,并于 1992 年在嘉兴地区引入第二代数字移动蜂窝网 GSM 系统,开始试运转。这不仅是世界技术发展形式所趋,而且也是我国军民对移动电话的要求。

总的看来,移动通信的需求日益增长,特别是改革开放以



来,移动通信已经成为通信的热门。而现在,正是移动通信如火如荼发展的时期。后面我们将会讨论未来的移动通信,它将更加让人欣喜。

2. 第三代系统在中国

到 2000 年底我国移动电话用户将超过 7000 万,2010 年本土的移动电话用户将达到 3 亿(不含港澳台),比较稳健的估计为 25 亿。中国移动已经建成世界上用户最多的 GSM 网(近 5000 万),还在继续快速增长。今后会部署 GSM1800,在用户多、经济发达地区开通 GPRS 网。中国移动在今年将投资 600 亿左右人民币继续新建和扩建 GSM 网络。更令人欣喜的是,所有数据都表明,今后 GSM 网络将从单纯的 900M 扩容逐渐演变为在原有网络基础上兴建 1800M 网络,以满足终端用户数量不断增长的需要。新建网络不存在技术壁垒,国产设备供应商完全可以借此打入市场,占据一定的市场份额,为日后网络升级和 3G 的引进工作做好铺垫。

中国联通是拥有 1000 万用户的中国第二大 GSM 网,并接收了有 10 万用户的长城公司窄带 CDMA 网。其 CDMA 网络建设一度受多方面因素影响,假设一切顺利,按联通原来的计划在 2002 年拥有用户 2800 万,网络容量达 4000 万。到 2005 年其 CDMA 用户达到 5500 - 6000 万户,市场占有率达到 35%。据预测:到 2001 年,中国 GSM 移动电话用户将达到 1 亿,GSM 交换机将净增 8000 万门左右,若以目前市场上平均价格 130 美元/门来计算,仅 GSM 交换机扩容一项,就有 104 亿美元的市场规模。以此推算,GSM 基站系统将净增约 44 万个载频,若以



发达的通信技术



目前市场上平均价格来计算,GSM 基站系统将会有约 440 亿元的市场规模。如果联通原计划不变,CDMA 网的建设到 2005 年其系统总投资可能达到 1800 亿元。联通计划选择 3 - 4 家系统提供者向其 3 - 4 个主要的地区提供设备。在 TD - SCDMA 方面,大唐一直在积极努力,西门子公司则进行了 TD - SCDMA 试运行。

今年 2 月 16 日,中国联通公司和美国高通国际实业公司(QUALCOMM)在北京正式签订了 CDMA(码分多址)知识产权的框架协议。该协议的签订确定了国内制造商使用高通公司拥有的知识产权的原则和程序,也引起了国内以及世界通信界的广泛关注,因为该协议为中国国内厂商生产和销售 CDMA 无线通信设备创造了条件,有可能改变世界 CDMA 市场的格局。在这之后不久的 3 月 15 日,朱总理在记者招待会上谈到,今后我国在移动通信中将采用 CDMA 技术。CDMA 这一技术又引起了人们的广泛关注。这表明:中国构建第三代移动通信网络工作已经启动,规范技术标准、科研开发等工作正有序展开。

在我国,GSM 网络已形成巨大的规模,欧洲标准的 WCDMA 在网络方面充分考虑到与 GSM 的兼容性,在无线传输技术上也考虑了与 GSM 的双模切换兼容,向 WCDMA 体制的 3G 系统演进,在一开始就解决了全网覆盖的问题,此外也有利于保护我国在 GSM 上的投资。另外,WCDMA 基站采用同步/非同步技术,运营者独立性强。

对于 CDMA2000 来说,由于目前我国支持 CDMAOne 的



IS - 41 网络还没有规模,因此从 CDMAOne 向 CDMA2000 演进,核心网络建设的投资是巨大的。

CDMA2000 采用 GPS 系统,对 GPS 依赖较大,当无法收到 GPS 信号的时候或地点,系统无法实施同步。而 GPS 是美国的系统,系统建立在 GPS 可靠工作基础上,受制于美国 GPS 政策,在政治上有很大风险。

对于电信设备制造行业,我国在 GSM 蜂窝移动通信方面已取得了群体突破,进入产业化阶段,现在已开始商业化。华为定位于 GPRS 和 WCDMA 上,中兴在 6 月 21 日举行的上海国际通信设备展上,推出全套 CDMA 系统,产品包括从交换系统到基站和手机。中兴通讯的 CDMA 系统已具备了商用的条件和向区过渡的能力。首信也开发了 CDMA 系统产品。大唐联合东南大学,在国内 CDMA 研发上处于领先地位。对于 GSM 的手机行业,目前已经形成规模产业的趋势,国产手机也已经上市,厦华、东信、康佳和 TCL 等七八家已形成规模生产能力。

由于 CDMA2000 系统是基于 CDMAOne 系统的演进,北美、南韩厂商在 IS - 95 上有丰富的设备研制及网上运行经验,而我国对于 CDMAOne 的系统,无论是系统设备或手持终端设备的设计制造都未形成规模和产业,此外在工程设计和运营经验上也比较欠缺。从 CDMAOne 演进到 CDMA2000,我国运营商和设备商和国外相比存在较大的差距。此外,我国电信科学研究院的 TD - SCDMA 提案为 TDD 方式,有利于和 WCDMA 的融合,这样对我国产业也有利。



发达的通信技术



在中国电信界,对 CDMA 技术的看好由来已久。中国民族电信制造业早已就 CDMA 技术的开发和研制花费了相当的人力和物力,国家也拨出资金开展研究,并相继取得一些重要的突破。大唐电信研制的 CDMA 移动交换系统在 1999 年就取得了信息产业部的入网证。普天研制的 CDMA 基站也在最近取得重要突破,并着手开始产业化的准备工作。其它企业如中兴公司等也在 CDMA 的研发上取得很大的进展。不久前,诺基亚公司已与电信传输研究所签署协议,将在中国进一步合作研制第三代移动通信系统,双方将共同开发 WCDMA(宽带码分多址)技术,合作进行网络及服务关键技术的研发,并分享共同的研究开发成果。这一技术的应用将有利于网络营运商有效地提供移动多媒体服务,并为终端用户提供可视电话、信息娱乐、移动互联网等更先进的服务。可见,我国发展 CDMA 产业已经有了一定的基础。

在政府方面信息产业主管部门的表态非常克制。信息产业部部长吴基传表示,待 3G 有关网络部分技术的国际标准确定后,才对外公布开放原则。一般的说法是,这个标准要等到明年 3 月才能确定。今年 5 月间,信息产业部发文通知,禁止各移动通信公司自行开展 3G 试验。让市场来选择标准,对于 GSM 用户分别超过 5000 万户和 1000 万户的中国移动和中国联通来说,最充分地利用既有的网络是最经济的决定。

1999 年 6 月中旬,中国移动(香港)总裁王晓初宣布,中国移动(香港)的 3G 网络“肯定”会用 WCDMA;中国移动的



GPRS 网络会在 2000 年开始商用,由于中国的经济发展水平决定了用户的主要需求还是话音业务,转向更先进的 WCDMA 的推动力不强,2000 年开始才会在大城市商用 3G 业务,直到 2010 年 WCDMA 网络才成为主流。在此期间,不排除发生技术上的进一步突破,从而使 WCDMA 有过时的可能性。由于 GSM 的巨大容量,相应的 GPRS 市场也很大,国外的 Nortel, Motorola, Siemens, Ericsson, 国内的华为都开发了相应产品并作了试验。

中国联通是最大的变数,直到目前为止,中国并没有一个大规模的窄带 CDMA 网络,建设窄带 CDMA 网的最佳时机已经错过。CDMA2000 1x(单载波)3G 技术的成熟还需要一段时间,据国外目前开发 CDMA2000 1x 系统厂商宣布的消息,其符合国际标准的 CDMA2000 1x 的商用系统最快也要到 2001 年中才能提供,也就是说,如果中国 CDMA 移动网络建设直接采用 CDMA2000 1x,则仍需等待一年。在这一年的时间中,根据目前中国移动通信发展速度,移动通信将增加几千万用户,如果 CDMA 不发展,这几千万用户将进入 GSM 市场。这就是联通的最大变数。联通就更加难以下决心部署 CDMA 系统了,从国际上看,极少有运营商同时经营两个不同制式的网络。

短期内最有可能的获得移动牌照的是中国电信,预计在 2001 年初。由于频谱有限,加之要在 CDMA 上扶持联通,中国电信最可能经营 GSM/DCS1800 网。不过未来新的其他运营商进入也有可能采用 CDMA2000。

3. 我国的移动通信的未来



发达的通信技术



第三代移动通信是近 20 年来现代移动通信技术和实践的总结和发展。1985 年 ITU TG8/1 成立时,当时昂贵的第一代模拟移动通信系统在全世界仅有几十万用户,没想到二十多年后,移动通信竟成为通信领域中的主流。1996 年,ITU 正式确认使用 IMT - 2000 这个名称;1997 年,确定了基本要求和征求无线传输技术(RTT)建议。至此,第三代移动通信进入了制定和完成国际标准的快车道,成为全球通信业技术和市场竞争的一个焦点。

目前,第三代移动通信系统的框架已确定,将以卫星移动通信网与地面移动通信网结合,形成一个对全球无缝覆盖的立体通信网络,满足城市和偏远地区不同密度用户的通信需求,支持话音、数据和多媒体业务,实现人类个人通信的理想。

ITU 对第三代陆地移动通信系统的基本要求是:在室内、手持机及移动三种环境下,支持话音和各种多媒体数据业务(速率达 2Mb/s),实现高质量、高频谱利用率、低成本的无线传输技术以及全球兼容的核心网络。

第三代移动通信网由核心网、无线接入网和用户终端构成。鉴于历史和现状,核心网主要是以第二代移动通信的两种网络为基础,从而形成了两套网络标准。

在过去两年间,我国首次大规模参加了制定和评估第三代移动通信技术和标准的工作。我国提出的 TD - SCDMA 建议,已成为 IMT - RSPC 的组成部分,并将对我国和全球第三代移动通信的发展产生重大影响。在第三代移动通信技术中,TDD 模式的无线传输技术在频谱灵活性、提供不对称业务和低价格



等方面的优势已被国际上认可。根据我国提出的 TD - SCDMA 技术标准开发的设备,可达到提供高频谱利用率、灵活和低成本的目标,在市场上将有较强的竞争能力。本世纪初(2001~2004 年),在第二代移动通信网用户密集区或要求数据和多媒体业务的地区,将依托第二代移动通信网,以 TD - SCDMA 的技术为主,使用双频双模终端,开通第三代移动通信业务,平稳地向第三代移动通信过渡,并将收到巨大的经济效益。

最近,信息产业部在石家庄组织召开了我国提出的另一种著名的技术:LAS - CDMA 技术验证评估会,来自国内政府有关部门、大学、研究机构、企业的知名学者和专家参加评估。这次评估是在信息产业部科技司组织的对 LAS - CDMA 概念验证样机技术测试的基础上进行的,评估专家组经过认真讨论和研究分析认为:LAS - CDMA 技术通过使用 LS 码构造了无干扰窗口,通过使用 LA 码和变换的 LS 码降低了相邻小区干扰,理论上是正确的;通过对概念验证样机的测试,验证了无干扰窗口的存在;根据理论分析和实测结果,表明 LAS - CDMA 技术可以提供较大的系统容量和较高的频率利用率,LAS - CDMA 技术是移动通信 CDMA 技术的一项创新。

LAS - CDMA 技术是由北京邮电大学李道本教授发明,其概念验证样机由北京太平洋连宇通信技术有限公司开发并拥有多项发明专利。该项技术将为未来移动通信系统的实现提供了一个较为可行的方案,目前已由中国无线通信标准研究组向 3GPP2 推荐,成为第三代移动通信技术 cdma2000 - 1x(单载波)的增强型候选技术标准之一。北京太平洋连宇通信技术有



发达的通信技术



限公司正在加强与国内外的广泛合作,加快实用化系统的开发,将力争在社会各方面的通力合作和支持下,尽快使 LAS - CD-MA 技术成为正式国际标准。

XYZSTAR.COM
校园之星



第 五 章 计 算 机 通 信

第 一 节 算 机 网 络

1. 什么是计算机网络

计算机网络不过是两台或多台计算机通过电缆连在一起,这样它们可以交换信息。

当然,除了网络,计算机之间也有其他方式交换信息。我们中的大多数都用过一种最原始的“手工网络”的方式。那就是你将文件复制到软盘上,然后把这张盘拿到别人的计算机上。这就是称之为“手工”的原因了。

“手工网络”的问题在于其太慢,再加上要在你的地毯上(假如你的办公室里铺了地毯的话)留下痕迹。有一天,计算机玩家们发现联网比每隔半年换一次地毯划算得多。于是,现代计算机网络诞生了。

有了网络,你可以把办公室中的所有计算机都连上网,在每个计算机里都装一块电路板(网卡)。这样,你就有地方插电缆,



发达的通信技术



安装和配置网络软件以使网络工作。于是,你有了可运行的计算机网络。

回答完毕。听听行家是怎么说的。

我们的网络朋友们,到底什么是计算机网络呢?就是用通讯设备和线路,将处在不同地方和空间位置、操作相对独立的多个计算机连接起来,再配置一定的系统和应用软件,在原本独立的计算机之间实现软硬件资源共享和信息传递,那么这个系统就成为计算机网络了。

2. 客户机和服务器

客户机/ 服务器系统(Client/ Server System)是计算机网络(尤其是 Internet)中最重要的应用技术之一,其系统结构是指把一个大型的计算机应用系统变为多个能互为独立的子系统,而服务器便是整个应用系统资源的存储与管理中心,多台客户机则各自处理相应的功能,共同实现完整的应用。用户使用应用程序时,首先启动客户机通过有关命令告知服务器进行连接以完成各种操作,而服务器则按照此请示提供相应的服务。

客户机/ 服务器(C/ S, Client/ Server)概念来源于日常生活中常见的一种工作方式。例如,在一个大餐馆中,食客向招待员点菜,招待员把食客要求通知厨房的厨师,厨师按食客要求做好菜让招待员端给食客,这就是一种餐馆的 C/ S 工作方式。餐馆中的招待员和厨师进行了分工:招待员直接面向食客,了解食客要求并向食客提供最终服务;厨师看不到食客,但具体运作食客提交的任務。如果把餐馆看成一个系统,则招待员与厨师的分工就是一种系统的分工,C/ S 工作方式就是一种系统分工、协同



的工作方式,有时也称为 C/S 模式、C/S 系统。招待员与厨师的分工关系是一种系统的结构关系,所以 C/S 实际上也是一种系统结构模式。

计算机网络的主要用途之一是允许共享资源。这种共享是通过相呼应的两个独立程序来完成的。每个程序在相应的计算机上运行。一个程序在服务器中,提供特定资源;另一个程序在客户机中,它使客户机能够使用服务器上的资源。

例如,你正在计算机上用一个文字处理程序(如 Word)进行工作,你告诉程序,你要编辑一个存贮在网络的另一台计算机中的特定的文件。你的程序将给那台计算机发送一个信号,请求它把这个文件传输过来。在这种情况下,你的文字处理程序是客户机,此时接受这种请求并发出这个文件的程序叫服务器,更确切地说它是一个文件服务器。

在局域网上,硬件就在附近并且看得见。通常,人们用“服务器”这个词来称运行服务器程序的这台计算机。假设有这样的场面:一位网络管理员带着美国总统参观他的局域网,他在现场指着一台米色计算机,夸耀地说“这就是我们的文件服务器!”对于这种恰当有礼的炫耀,总统点头示意并说:“很好!”

在 Internet 上,硬件却通常看不到,这里的“客户机”和“服务器”一般是分别指载有相应程序的计算机,一个是要求服务的计算机,另一个是可提供服务的计算机。

可以举一个重要的例子,很多 Internet 的主机提供一种叫做 WWW 的服务(就相当于你现在浏览网页)。WWW 允许你用鼠标点击“链接”(简言之,就是使鼠标光标变成手形的文本



发达的通信技术



词句和图形), 每次你点击一项, WWW 程序就执行所要求的任务, 一直到你的需要得到满足。例如, 某个“链接”是连到一个特定的信息内容(如“今日新闻”), WWW 将检索这个信息, 并把它显示给你。

当你用 WWW 时, 要涉及两个不同的程序。一个程序安装在客户机上, 它执行你的鼠标点击, 立即显示链接的网页内容, 确保你的要求得到执行, 这个程序叫做 WWW 客户机程序, 比如你使用的浏览器(IE 或 Netscape)。另一个程序在服务器上, 如“阿帕奇”(Apache) Web 服务器软件, 它对你的 WWW 客户机所要求的一切进行满足。

这种系统的绝妙之处, 就是客户机和服务器程序不在同一台计算机上运行, 这些客户机和服务器程序通常归属不同的计算机。例如, 你可能坐在中国北京的一台 PC 机前, 通过 WWW 来阅读万里之外的美国国家安全的“今日新闻”, 看一看美国总统选举的闹剧。在这种情况下, WWW 客户机就是你的 PC 机, 它运行着一个程序, 此时 WWW 服务器是在美国另一端的一台超级计算机, 它运行着另一个程序。

大部分计算机网络(包括所有的 Internet 服务)都使用这种客户机/服务器关系。要懂得怎样使用计算机网络(尤其是 Internet), 事实上就意味着要懂得怎样使用每个客户机程序。你的任务是启动客户机, 并叫它执行程序。客户机的任务是连接上相对应的服务器, 并确保你的指令正确执行。

3. 计算机网络发展史

网络并不新鲜。在计算机时代早期, 众所周知的巨型机时



代,计算机世界被称为分时系统的大系统所统治。分时系统允许你通过只含显示器和键盘的哑终端来使用主机。哑终端很像 PC,但没有它自己的 CPU、内存和硬盘。靠哑终端,成百上千的用户可以同时访问主机。这是如何工作的?是由于分时系统的威力,它将主机时间分成片,给用户分配时间片。片很短,会使用户产生错觉,以为主机完全为他所用。

在七十年代,大的分时系统被更小的微机系统所取代。微机系统在小规模上采用了分时系统。所以说,并不是直到七十年代 PC 发明后,才想出了今天的网络。

远程终端计算机系统是在分时计算机系统基础上,通过 Modem(调制解调器)和 PSTN(公用电话网)向地理上分布的许多远程终端用户提供共享资源服务的。这虽然还不能算是真正的计算机网络系统,但它是计算机与通信系统结合的最初尝试。远程终端用户似乎已经感觉到使用“计算机网络”的味道了。

在远程终端计算机系统基础上,人们开始研究把计算机与计算机通过 PSTN 等已有的通信系统互联起来。为了使计算机之间的通信联接可靠,建立了分层通信体系和相应的网络通信协议,于是诞生了以资源共享为主要目的的计算机网络。由于网络中计算机之间具有数据交换的能力,提供了在更大范围内计算机之间协同工作、实现分布处理甚至并行处理的能力,联网用户之间直接通过计算机网络进行信息交换的通信能力也大大增强。

1969 年 12 月,Internet 的前身——美国的 ARPA 网投入



发达的通信技术



运行,它标志着我们常称的计算机网络的兴起。这个计算机互联的网络系统是一种分组交换网。分组交换技术使计算机网络的概念、结构和网络设计方面都发生了根本性的变化,它为后来的计算机网络打下了基础。

八十年代初,随着 PC 个人微机应用的推广,PC 联网的需求也随之增大,各种基于 PC 互联的微机局域网纷纷出台。这个时期微机局域网系统的典型结构是在共享介质通信网平台上的共享文件服务器结构,即为所有联网 PC 设置一台专用的可共享的网络文件服务器。PC 是一台“麻雀虽小,五脏俱全”的小计算机,每个 PC 机用户的主要任务仍在自己的 PC 机上运行,仅在需要访问共享磁盘文件时才通过网络访问文件服务器,体现了计算机网络中各计算机之间的协同工作。由于使用了较 PSTN 速率高得多的同轴电缆、光纤等高速传输介质,使 PC 网上访问共享资源的速率和效率大大提高。这种基于文件服务器的微机网络对网内计算机进行了分工:PC 机面向用户,微机服务器专用于提供共享文件资源。所以它实际上就是一种客户机/服务器模式。

计算机网络系统是非常复杂的系统,计算机之间相互通信涉及到许多复杂的技术问题,为实现计算机网络通信,计算机网络采用的是分层解决网络技术问题的方法。但是,由于存在不同的分层网络系统体系结构,它们的产品之间很难实现互联。为此,国际标准化组织 ISO 在 1984 年正式颁布了“开放系统互连基本参考模型”OSI 国际标准,使计算机网络体系结构实现了标准化。



进入九十年代,计算机技术、通信技术以及建立在计算机和网络技术基础上的计算机网络技术得到了迅猛的发展。特别是1993年美国宣布建立国家信息基础设施 NII 后,全世界许多国家纷纷制定和建立本国的 NII,从而极大地推动了计算机网络技术的发展,使计算机网络进入了一个崭新的阶段。目前,全球以美国为核心的高速计算机互联网络即 Internet 已经形成,Internet 已经成为人类最重要的、最大的知识宝库。而美国政府又分别于 1996 年和 1997 年开始研究发展更加快速可靠的互联网 2(Internet 2)和下一代互联网(Next Generation Internet)。可以说,网络互联和高速计算机网络正成为最新一代的计算机网络的发展方向。

4. 计算机网络的功能

计算机网络有很多用处,其中最重要的三个功能是:数据通信、资源共享、分布处理。

数据通信

数据通信是计算机网络最基本的功能。它用来快速传送计算机与终端、计算机与计算机之间的各种信息,包括文字信件、新闻消息、咨询信息、图片资料、报纸版面等。利用这一特点,可实现将分散在各个地区的单位或部门用计算机网络联系起来,进行统一的调配、控制和管理。

资源共享

“资源”指的是网络中所有的软件、硬件和数据资源。“共享”指的是网络中的用户都能够部分或全部地享受这些资源。例如,某些地区或单位的数据库(如飞机机票、饭店客房等)可供



发达的通信技术



全网使用;某些单位设计的软件可供需要的地方有偿调用或办理一定手续后调用;一些外部设备如打印机,可面向用户,使不具有这些设备的地方也能使用这些硬件设备。如果不能实现资源共享,各地区都需要有完整的一套软、硬件及数据资源,则将大大地增加全系统的投资费用。

分布处理

当某台计算机负担过重时,或该计算机正在处理某项工作时,网络可将新任务转交给空闲的计算机来完成,这样处理能均衡各计算机的负载,提高处理问题的实时性;对大型综合性问题,可将问题各部分交给不同的计算机分头处理,充分利用网络资源,扩大计算机的处理能力,即增强实用性。对解决复杂问题来讲,多台计算机联合使用并构成高性能的计算机体系,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。

第二节 计算机网络的分类

XYZSTAR.COM
校园之星

1. 通信子网和资源子网

计算机网络首先是一个通信网络,各计算机之间通过通信媒体、通信设备进行数字通信,在此基础上各计算机可以通过网络软件共享其它计算机上的硬件资源、软件资源和数据资源。从计算机网络各组成部件的功能来看,各部件主要完成两种功能,即网络通信和资源共享。把计算机网络中实现网络通信功能的设备及其软件的集合称为网络的通信子网,而把网络中实现资源共享功能的设备及其软件的集合称为资源子网。



就局域网而言,通信子网由网卡、线缆、集线器、中继器、网桥、路由器、交换机等设备和相关软件组成。资源子网由连网的服务器、工作站、共享的打印机和其它设备及相关软件所组成。

在广域网中,通信子网由一些专用的通信处理机(即节点交换机)及其运行的软件、集中器等设备和连接这些节点的通信链路组成。资源子网由上网的所有主机及其外部设备组成。

2. 从小到大——局域网、城域网、广域网、因特网

网络中计算机设备之间的距离可近可远,即网络覆盖地域面积可大可小。按照联网的计算机之间的距离和网络覆盖面的不同,一般分为局域网(LAN,即 Local area network)、城域网(MAN,即 Metropolitan area network)、广域网(WAN,即 Wide area network)和因特网(Internet)。LAN 相当于某厂、校的内部电话网,MAN 犹如某地只能拨通市话的电话网,WAN 好像国内直拨电话网,因特网则类似于国际长途电话网。

局域网(LAN)是由某种类型的电缆把计算机直接连在一起的网络。把局域网连在一起组成了广域网(WAN)。大多数的广域网是通过电话线路连接的,少数的也采用其它类型的技术,如卫星通讯。Internet 中大多数广域网连接是通过电话系统。

下面就是一个很典型的网络例子。设想你坐在一所大学的计算中心房间里,里面放满了计算机。你的计算机在这一局域网中,与房间中所有其它的计算机相连,也与整栋建筑内的办公室的计算机相连。在一个学校,有很多的局域网。例如,电信系有自己的计算机网络,管理系、计算机科学系等等也有。这些局



发达的通信技术



域网中的每一台机器都连在一个作为主干的高速通路上,构成一个校园的广域网。

以上是一个大学的例子,很多其它的机构,如公司、政府机关、研究单位、其它种类的学校等,其实也是相似的。如果是小机构,可以只要一个局域网,大机构可把多个局域网连成一个或多个复杂的广域网,通常由专职人员来管理这些网络。

局域网间是怎样连接的?它是通过一种叫做路由器(router)的专用设备来实现的。路由器的作用是提供从一个网络到另一个网络的通路。我们用路由器来连接局域网(构成广域网)和广域网(构成更大的广域网)。换句话说,我们可以认为:Internet 里的计算机通过大量的路由器连成局域网和广域网。地位不同——基于服务器的网络和对等网络。

在计算机网络中,倘若每台计算机的地位平等,都可以平等地使用其他计算机内部的资源,每台机器磁盘上的空间和文件都成为公共财产,这种网就称之为对等局域网(Peer to Peer LAN),简称对等网。在对等网计算机资源这种共享方式将会导致计算机的速度比平时慢,但对等网非常适合于小型的、任务轻的局域网,例如在普通办公室、家庭、游戏厅、学生宿舍内建个小 LAN。

如果网络所连接的计算机较多,在 10 台以上且共享资源较多时,就需要考虑专门设立一个计算机来存储和管理需要共享的资源,这台计算机被称为文件服务器,其他的计算机称为工作站,工作站里硬盘的资源就不必与他人共享。如果想与某人共享一份文件,就必须先把文件从工作站拷贝到文件服务器上,或



者一开始就把文件安装在服务器上,这样其他工作站上的用户才能访问到这份文件。这种网络称为客户机/服务器(Client/Server)网络。

第三节 硬件组成

计算机网络是由两个或多个计算机通过特定通信模式连接起来的一组计算机,完整的计算机网络系统是由网络硬件系统和网络软件系统组成的。

组成一般计算机网络的硬件有哪些?一是网络服务器;二是网络工作站;三是网络适配器,又称为网络接口卡或网卡;四是连接线,学名“传输介质”或“传输媒体”,主要是电缆或双绞线,还有不常用的光纤。如果要扩展局域网的规模,就需要增加通信连接设备,如调制解调器、集线器、网桥和路由器等。我们把这些硬件连接起来,再安装上专门用来支持网络运行的软件,包括系统软件和应用软件,那么一个能够满足工作或生活需求的计算机网络也就建成了。

1. 服务提供者——服务器

服务器(Server)是一台高性能计算机,用于网络管理、运行应用程序、处理各网络工作站成员的信息请示等,并连接一些外部设备如打印机、CD-ROM、调制解调器等。根据其作用的不同分为文件服务器、应用程序服务器和数据库服务器等。Internet 网管中心就有 WWW 服务器、FTP 服务器等各类服务器。

广义上的 Server(服务器)是指向运行在别的计算机上的客



发达的通信技术



户端程序提供某种特定服务的计算机或是软件包。这一名称可能指某种特定的程序,例如 WWW 服务器,也可能指用于运行程序的计算机,例如,“我们的邮件服务器今天崩溃了”,这就是电子邮件不能被发送出去的原因。一台单独的服务器计算机上可以同时有多个服务器软件包在运行,也就是说,它们可以向网络上的客户提供多种不同的服务。

网络服务器是不是就是所说的文件服务器?一般意义上的网络服务器确也是指文件服务器。文件服务器是网络中最重要硬件设备,其中装有 NOS(网络操作系统)、系统管理工具和各种应用程序等,是组建一个客户机/服务器局域网所必需的基本配置;对于对等网,每台计算机则既是服务器也是工作站。

采用什么样的微机用作服务器最为合适?若有条件购置专门的文件服务器则更好,因为硬件上有专门考虑,我们在前面不是说服务器的硬盘存取速度对网络的影响很大吗?所以专用的服务器就对数据的存储、速度、可靠性都有考虑,诸如硬盘镜像、双工等容错技术一般都会得到应用。不过一般的小型 LAN,采用 PII 级的微机,配备一个或数个 GB 的大容量硬盘和一个 32 位的网卡也就可以满足需求。

2.坐享其成者——工作站

工作站(Workstation)也称客户机,由服务器进行管理和提供服务的、连入网络的任何计算机都属于工作站,其性能一般低于服务器。个人计算机接入 Internet 后,在获取 Internet 的服务的同时,其本身就成为一台 Internet 网上的工作站。网络工作站需要运行网络操作系统的客户端软件。



3. 计算机的哨卡——网卡

网卡也称网络适配器、网络接口卡 (NIC, Network Interface Card), 在局域网中用于将用户计算机与网络相连, 大多数局域网采用以太 (Ethernet) 网卡, 如 NE2000 网卡、PCMCIA 卡等。

何谓网卡? 网卡是一块插入微机 I/O 槽中, 发出和接收不同的信息帧、计算帧检验序列、执行编码译码转换等以实现微机通讯的集成电路卡。它主要完成如下功能: (1) 读入由其它网络设备 (路由器、交换机、集线器或其它 NIC) 传输过来的数据包 (一般是帧的形式), 经过拆包, 将其变成客户机或服务器可以识别的数据, 通过主板上的总线将数据传输到所需 PC 设备中 (CPU、内存或硬盘); (2) 将 PC 设备发送的数据, 打包后输送至其它网络设备中。它按总线类型可分为 ISA 网卡、EISA 网卡、PCI 网卡等。其中 ISA 网卡的数据传送以 16 位进行, EISA 和 PCI 网卡的数据传送量为 32 位, 速度较快。

网卡的工作原理与调制解调器的工作原理类似, 只不过在网卡中输入和输出的都是数字信号, 传送速度比调制解调器快得多。

网卡有 16 位与 32 位之分, 16 位网卡的代表产品是 NE2000, 市面上非常流行其兼容产品, 有些就叫不出来名字, 一般用于工作站; 32 位网卡的代表产品是 NE3200, 一般用于服务器, 市面上也有兼容产品出售。

网卡的接口大小不一, 其旁边还有红、绿两个小灯, 起什么作用呢? 网卡的接口有三种规格: 粗同轴电缆接口 (AUI 接



发达的通信技术



口);细同轴电缆接口(BNC 接口);无屏蔽双绞线接口(RJ - 45 接口)。一般的网卡仅一种接口,但也有两种甚至三种接口的,称为二合一或三合一卡。红、绿小灯是网卡的工作指示灯,红灯亮时表示正在发送或接收数据,绿灯亮则表示网络连接正常,否则就不正常。值得说明的是,倘若联接两台计算机线路的长度大于规定长度(双绞线为 100 米,细电缆是 185 米),即使连接正常,绿灯也不会亮。

4.勤快的“猫”——调制解调器 Modem

调制解调器也叫 Modem,俗称“猫”。它是一个通过电话拨号接入 Internet 的必备的硬件设备。通常计算机内部使用的是“数字信号”,而通过电话线路传输的信号是“模拟信号”。调制解调器的作用就是当计算机发送信息时,将计算机内部使用的数字信号转换成可以用电话线传输的模拟信号,通过电话线发送出去;接收信息时,把电话线上传来的模拟信号转换成数字信号传送给计算机,供其接收和处理。

按调制解调器与计算机连接方式可分为内置式与外置式。内置式调制解调器体积小,使用时插入主机板的插槽,不能单独携带;外置式调制解调器体积大,使用时与计算机的通信接口(COM1 或 COM2)相连,有通信工作状态指示,可以单独携带、能方便地与其他计算机连接使用。

按调制解调器的传输能力不同有低速和高速之分,常见的调制解调器速率有 14.4Kbps、28.8Kbps、33.6Kbps、56Kbps 等。“bps”为每秒钟传输的数据量(字节数),工作速度越快,上网效果越好,价格越高,但电话线路的通信能力可能制约调制解



调器的整体工作效率。

5.信号的加油站——中继器和集线器

要扩展局域网的规模,就需要用通信线缆连接更远的计算机设备,但当信号在线缆中传输时会受到干扰,产生衰减。如果信号衰减到一定的程度,信号将不能识别,计算机之间不能通信。必须使信号保持原样继续传播才有意义。

中继器(Repeater),用于连接同类型的两个局域网或延伸一个局域网。当我们安装一个局域网而物理距离又超过了线路的规定长度时,就可以用它进行延伸;中继器也可以收到一个网络的信号后将其放大发送到另一网络,从而起到连接两个局域网的作用。

集线器称为 HUB,是一种集中完成多台设备连接的专用设备,提供了检错能力和网络管理等有关功能。HUB 有三种类型:对被传送数据不做任何添加的 Passive HUB,被称为被动集线器;能再生信号,监测数据通讯的 Active HUB,被称为主动集线器;能提供网络管理功能的 Intelligent HUB,被称为智能集线器。

6.网络间的关卡——网桥、路由器和网关

网桥(Bridge)也连接网络分支,但网桥多了一个“过滤帧”的功能。一个网络的物理连线距离虽然在规定范围内,但由于负荷很重,可以用网桥把一个网络分割成两个网络。这是因为网桥会检查帧的发送和目的地址,如果这两个地址都在网桥的这一半,那么这个帧就不会发送到网桥的另一半,这就可以降低整个网的通讯负荷,这个功能就叫“过滤帧”。



发达的通信技术



假如需要连接两种不同类型的局域网,那就得用路由器(Router),它可以连接遵守不同网络协议的网络。路由器能识别数据的目的地地址所在的网络,并能从多条路径中选择最佳的路径发送数据。如果两个网络不仅网络协议不一样,而且硬件和数据结构都大相径庭,那么就得用网关(Gateway)。不过,这两个东西在一般的局域网中几乎是派不上用场的。

7.信号的马路——传输媒体

网络电缆用于网络设备之间的通信连接,常用的网络电缆有双绞线、细同轴电缆、粗同轴电缆、光缆等。此外计算机网络还使用无线传输媒体(包括微波、红外线和激光)、卫星线路等传输媒体。

8.坚强的后盾——不间断电源 UPS

UPS 是不间断电源(Uninterruptible Power System)的英文名称的缩写,它伴随着计算机的诞生而出现,是计算机常用的外围设备之一。实际上,UPS 是一种含有储能装置,并以逆变器为主要组成部分的恒压恒额的不间断电源。

UPS 在其发展初期,仅被视为一种备用电源。后来,由于电压浪涌、电压尖峰、电压瞬变、电压跌落、持续过压或者欠压甚至电压中断等电网质量问题,使计算机等设备的电子系统受到干扰,造成敏感元件受损、信息丢失、磁盘程序被冲掉等严重后果,引起巨大的经济损失。因此,UPS 日益受到重视,并逐渐发展成一种具备稳压、稳频、滤波、抗电磁和射频干扰、防电压浪涌等功能的电力保护系统。目前在市场上可以购买到种类繁多的 UPS 电源设备,其输出功率从 500VA 到 3000kVA 不等。



当有市电供给 UPS 的时候,UPS 对市电进行稳压($220\text{V} \pm 5\%$)后为计算机供电。此时的 UPS 就是一台交流市电稳压器,同时它还向机内电池充电。因 UPS 设计的不同,UPS 适应的范围也不同,UPS 输出电压在 $\pm 10 - 15\%$ 的变化一般属正常的计算机使用电压。当市电异常或者中断时,UPS 立即将机内电池的电能通过逆变转换供给计算机系统,以维持计算机系统的正常工作并保护计算机的软硬件不受损失。

配备 UPS 的主要目的是防止由于突然停电而导致计算机丢失信息和破坏硬盘,但有些设备工作时是并不害怕突然停电的(如打印机等)。为了节省 UPS 的能源,打印机可以考虑不必经过 UPS 而直接接入市电。如果是网络系统,可考虑 UPS 只供电给主机(或者服务器)及其有关部分。这样可保证 UPS 既能够用到最重要的设备上,又能节省投资。

第四节 软件组成

用户与网络的中间人——网络操作系统

网络操作系统(NOS)是网络的心脏和灵魂,是向网络计算机提供服务的特殊的操作系统,它在计算机操作系统下工作,使计算机操作系统增加了网络操作所需要的能力。例如像前面已谈到的当你在 LAN 上使用字处理程序时,你的 PC 机操作系统的行为就像在没有构成 LAN 时一样,这正是 LAN 操作系统软件管理了你对字处理程序的访问。网络操作系统运行在称为服务器的计算机上,并由连网的计算机用户共享,这类用户称为客



户。

NOS 与运行在工作站上的单用户操作系统或多用户操作系统由于提供的服务类型不同而有差别。一般情况下,NOS 是以使网络相关特性最佳为目的的。如共享数据文件、软件应用以及共享硬盘、打印机、调制解调器、扫描仪和传真机等。而一般计算机的操作系统,如 DOS 和 OS/2 等,其目的是让用户与系统及在此操作系统上运行的各种应用之间的交互作用最佳。

为防止一次由一个以上的用户对文件进行访问,一般网络操作系统都具有文件加锁功能。如果没有这种功能,将不会正常工作。文件加锁功能可跟踪使用中的每个文件,并确保一次只能一个用户对其进行编辑。文件也可由用户的口令加锁,以维持专用文件的专用性。

NOS 还负责管理 LAN 用户和 LAN 打印机之间的连接。NOS 总是跟踪每一个可供使用的打印机以及每个用户的打印请求,并对如何满足这些请求进行管理,使每个终端用户的操作系统感到所希望的打印机犹如与其计算机直接相连。

NOS 还对每个网络设备之间的通信进行管理,这是通过 NOS 中的媒体访问法来实现的。

NOS 的各种安全特性可用来管理每个用户的访问权利,确保关键数据的安全保密。因此,NOS 从根本上说是一种管理器,用来管理连接、资源和通信量的流向。

现在常用的 NOS 有 Novell NetWare、Windows NT、UNIX 和 LINUX 等。

网络协议和应用服务软件



协议是网络设备之间进行互相通信的语言和规范。常用的网络协议有:IPX、TCP/ IP、NetBEUI、NWLink。TCP/ IP 是 Internet 使用的协议。

客户机(网络工作站)上使用的应用软件通称为客户软件。它用于应用和获取网络上的共享资源。用在服务器上的服务软件则使网络用户可以获取这种服务。

客户机/ 服务器系统的引入,给许多桌面系统注入了新的活力。如电子消息系统(又叫群件系统, Groupware),利用计算机和通讯网络在工作组内协调和管理工作进程,目前的 Lotus Notes、Microsoft Exchange Server 等都使用了客户机/ 服务器概念,在降低客户机内存负担的同时,提高了效率。

第五节 计算机的悄悄话

1 .数据通信技术是计算机网络系统的基础之一

当计算机互相通信时,它们在说些什么呢?大多数时候是在它们之间传送特定的电信号——数据信号。尽管多数人从不知道——也不关心所发生的事情,但粗略地看看一些超出基础的通信知识(只是超出一点点)会有助于你理解所发生的一切。

借助对电话通话的模拟,我们来分析一个典型的对话,如下表所示,表明人类的对话方式和计算机对话方式之间的一些显著相似的特点。



发达的通信技术



表 人类之间和计算机之间是如何交流的

人类会话	计算机会话
喂,你好,我是小强。	计算机显示发送者的姓名和地址。
小丽在吗?	计算机显示接收者的姓名和地址。
请问我可以同她讲话吗?	计算机发出请求并建立连接以证实到达接收者。
小丽,你今晚有空吗?我想请你吃饭。	计算机要求或提供服务。
五点钟在老地方等。	计算机提出特定要求或提供特定服务。
不见不散。	计算机关闭服务。
再见。	计算机中断连接。

我们可以看出,人类会话和计算机会话并非都不同——每次交流的基本内容都非常相似。当然,你看到每条真实内容时,你很快会意识到人类用声音来交流,具有特定的但却很灵活的含义,而计算机用数据位(比特,bit)的方式来通信,也具有特定的但非常固定的解释。

下面来看一看两台计算机之间传输文件的过程。首先,计算机 A 通过调制解调器和电话线与计算机 B 建立连接;然后,利用通信软件,计算机 A 将存在磁盘上的文本文件 FILE .TXT 通过建立的连接传到计算机 B 的磁盘里。这样接收到的文件和发送的文件是完全一致的。

上述文件传输过程看似简单,其实它包含了非常复杂的通信技术。假设在计算机 A 中的文件 FILE .TXT 包含一条问候



信息“你好！新年快乐！”，这一问候信息其实由一些 ASCII 码字符组成，而每个 ASCII 码字符又是 8 位二进制数的序列，所以计算机 A 中的文件 FILE.TXT 由一个二进制数的序列组成。在发送文件时，这个二进制数的序列从磁盘调入计算机的内存，然后通过计算机与调制解调器之间的通信电缆，二进制数的序列被送到调制解调器时，成为一个二值（具有高低两个电压）的电信号序列。为了防止传输错误，调制解调器往往在这个二值的电信号序列中添加一些错误校验信息，然后转换成适合于在电话线中传输的模拟信号，以便有效而可靠地传输。在这个模拟信号的传输过程中，由于信号的能量会有所衰减和受到其它的干扰，所以在接收端，计算机 B 的调制解调器收到的信号往往与计算机 A 的调制解调器发出的信号不同。计算机 B 的调制解调器将接收到的信号转换回二值的电信号序列，并根据校验信息试图发现或纠正传输中的错误。正确的二值电信号序列被送到计算机 B 的存储器里，然后又转储到磁盘中。计算机 B 的用户打开接收到的文件就可以看到接收到的信息，这条信息通常是发送的原始信息的准确复制。

从上面的介绍可以看出，计算机间的通信和普通电话间的通信有着显著的区别。首先，计算机通信系统中发送和接收的是数字信号，而电话通信中发送和接收的是模拟信号；其次，计算机间的通信增加了信号变换的设备，例如调制解调器，通过它可以在模拟信号上传递数字数据，并且可以发现或纠正传输中的错误；第三，在计算机间的通信中，接收到的数据和发送的数据通常是完全一致的，而在电话通信中，接收的却是变了样的原



始信号的仿制品。

DTE(Data Terminal Equipment)是数据终端设备,它是数据的出发点和目的地。数据输入输出设备、通信处理机和计算机属于DTE的范围。DTE根据协议控制通信的功能。通信控制器负责DTE和通信线路的连接,完成数据缓冲、速度匹配、串并转换等。如微机内部的异步通信适配器(UART)、数字基带网中的网卡就是通信控制器。

信道是传输信号的通道,可以有线的传输媒体,也可以是无线的传输媒体。信号变换器的功能是把通信控制器发出的信号转换成适合于在信道上传输的信号,或者相反,把从信道上接收的信号转换成通信控制器所能接受的信号。如调制解调器、光纤通信网中的光电转换器。信号变换器和其他的网络通信设备又统称为数据通信设备DCE(Data Communication Equipment),DCE为用户设备提供入网的连接点。

2. 信息时代的高速路

如果你要从北京到上海去参加一个会议,采用什么方式旅行以保证准时到达就是你面临的问题。你也许会选择乘坐小汽车、出租车、公共汽车、飞机、火车、骑自行车或步行。显然这些旅行方式在旅途中所花费的时间、费用、舒适程度和路线正确与否诸方面有所差别。但是你想要做的是到达上海,对此而言,你需要的就是“传输”。根据旅行的目的地和你个人的条件,选择某些交通工具也许是不明智、不合逻辑或者不可能的。如果你要到月球去,你会骑自行车吗?千里之行,始于足下——基带传输与曼彻斯特编码



直接使用数字信号传输数据时,数字信号几乎要占用整个频带,终端设备把数字信号转换成脉冲电信号时,这个原始的电信号所固有的频带,称为基本频带,简称基带。在信道中直接传送基带信号时,称为基带传输。大多数局域网(LAN)使用的都是基带传输。

使用基带传输时,数字数据由许多不同形式的电信号的波形来表示。表示二进制数字的码元的形式不同,便产生出不同的编码方案。主要有单极性不归零码、单极性归零码、双极性不归零码、双极性归零码、曼彻斯特码和差分曼彻斯特码等。其中两种曼彻斯特编码都得到了广泛的应用。曼彻斯特编码最大的优点是,无论编码怎样变化,脉冲中每发生一次跳变,不是在同步脉冲开始位置就是在中间位置。也就是说,发送端在发送曼彻斯特编码的时候,同时也把同步信号(每位的中间时刻)告诉接收端,这对接收端先提取同步信号,然后再检测数字信号,是非常有利的。

3. 骑上飞驰的骏马——频带传输

采用模拟信号传输数据时,往往只占用有限的频带,对应基带传输将其称为频带传输。使用模拟信号传输数字数据时,需要借助于调制解调装置,把数字信号(基带脉冲)转换成模拟信号,使其变为适合于电话线路传输的信号。调制就是用基带脉冲对载波波形的某些参量进行控制,使这些参量随基带脉冲变化。经过调制的信号称为已调信号。已调信号通过线路传输到接收端,在接收端通过解调恢复为原始基带脉冲。

任何载波信号有三个特征:振幅(A)、频率(f)和相位(P)。



发达的通信技术



相应地,把数字信号转换成模拟信号就有三种基本技术:振幅调制(ASK)、频率调制(FSK)和相位调制(PSK)。

4.速度与质量——数据传输的指标

当我们寄包裹时,总是希望一要快,二不要丢包。实际上前者是速度要求,后者是质量要求。数据传送也是一样,存在着速度与质量问题。数据传输通常按下列指标衡量:传输速度(讯号移动的速度)、传输差错率(由于车库大门开启、太阳黑子、UFO发射等现象的干扰)、信道容量。

常见的传输速率指标有二:信息速率和码元速率。信息速率表示每秒传送信息量的多少,信息量的单位是“比特”(bit),显然信息速率是“比特/秒”(bit/s 或 b/s 或 bps)。码元速率表示每秒传送的“码元”数多少,其单位是“波特”(baud)。对二进制调制来讲,基带信号的信息速率等于调制后的码元速率;对多进制调制来讲,基带信号的速率大于调制后的码元速率。

常见的传输差错指标也有二:误码率和误比特率。误码率和传输速率是一对矛盾,就像车开得越快,事故率越高一样。在什么情况下能够尽量提高速度?这要看信道条件的好坏,正如开车要看道路条件。

值得注意的是,传输速率不可能无止境地提高,它是有限的,这个极限就是有名的香农公式提出的“信道容量”。信道容量 C 就是指信道可能达到的最大传输能力,即极限信息速率。



第六节 Internet

1. 因特网溯源

姓名: 因特网

英文名: Internet

曾用名: 阿帕网

外号: 信息高速公路、互联网、国际互联网、网际网等等

对其中一个外号的自我解释: 信息高速公路可能是我因特网最常见的外号了。这可能是因为人们都能够理解在道路上运行的车辆和在电子信息公路上传输的信息的关系。你将如何从埃及的开罗驶往法国的巴黎? 具体路途可能无法知道, 但是你可以查阅地图。然而怎样仅咔嚓一声就从开罗传到巴黎? 在你打开地图前, 它可能已经没有用了。

性别: 有时是可爱的“伊妹儿”, 有时是勤快的搬运工(FTP), 你说呢?

出生时间: 按阿帕网算, 应该是 1969 年。都已过而立之年了。

籍贯: 美国

身高、体重: 不详。不是敷衍你, 因为每时每刻都在急速地增加。

血型: TCP/ IP。因为血管里流的是遵循 TCP/ IP 协议的 IP 包。

简单经历:



发达的通信技术



出生于冷战时代;

由军方出资抚养,在大学校园中长大,具有很好的学术修养;

服役 21 年,至 1990 年正式退役;

投身商界至今,成就斐然,足迹遍布全球。

有何特长:

传情达意,通风报信(电子邮件 E - mail);

任劳任怨,服务到家(文件传输 FTP);

包罗万象,应有尽有(万维网 WWW);

远程登录,资源共享(远程登录 Telnet);

有缘千里,咫尺天涯(网上聊天和 IP 电话);

……还有很多很多的优点,不一一细表了。

愿望:希望你能与我做朋友,世界和平,恭喜发财……

2. 定义 Internet

不同的 Internet 用户对 Internet 有不同的认识,特别是对不同领域的用户来说,更是如此。使用 Internet 来阅读新闻或者搜索信息的普通用户一般通过万维网(WWW)访问 Internet,他们所见的是简单的网页,对他们来说,Internet 上的一切都很容易简单,只需敲入网址,用鼠标点击几下就行了。对工程师或研究人员来说,他们常谈起的是“远程登录”到这一点或文件传输到那一点。但是如果要解释如何实现“远程登录”和“文件传输”,那就一言难尽了。对一个有丰富编程经验的网络大师来说,他会用大量的网络术语和技术理论来阐明对 Internet 的认识,这一定会让外行的听众头昏脑胀。



很难给 Internet 下一个总结性的定义。对于一些人来说, Internet 仅仅是给其他人发送电子邮件的一种途径, 而对另一些人来说, Internet 则是他们会友、娱乐、阅读、辩论、工作甚至环游世界的地方。在国外文献中, 人们称它是“没有领导、没有法律、没有政治、没有军队……”, 总之是不可思议的组织结构或社会。

Internet 非常象地球上广阔的海洋, 它实际上覆盖了全球, 从美国到欧洲、亚洲、澳大利亚、南美洲, 最后再返回美国。同样可以将 Internet 划分为大洋(子网)、海峡(网络间的连接)、大陆(超级计算机)、大岛(大型机、小型机或工作站)和一些多不胜数的小岛屿(个人计算机)。在他们之间来回穿梭的是数据流, 或称为比特流, 它们穿越数千里, 从一个港口(计算机端口)到达另一个港口(计算机端口)。在 Internet 中航行和在大海中航行的最大区别在于航行的速度。网上的用户和航海员的区别在于用户不需要离开座位就可以每秒航行数千公里。你可以从中国出发到美国选取一份文件, 将它复制到德国、日本, 所有这一切都可以在弹指一挥间完成。这是技术上的一项伟大成就。

由数以千计的小网络构造出了 Internet 这个世界上最大、最流行的计算机互联网, 它连接了上百万台计算机和数千万用户(还在不断增加)。除去设备规模、统计数字、使用方式、发展方向上的明显优势外, Internet 正以一种令人难以置信的速度在发展。Internet 所包含数据的丰富程度远远超过了人们最大胆的想象。

从网络通信技术的角度看, Internet 是一个以 TCP/ IP 网



发达的通信技术



络协议连接各个国家、各个地区以及各个机构的计算机网络的
数据通信网。从信息资源的角度看,Internet 是一个集各个部
门、各个领域的各种信息资源为一体,供网上用户共享的信息资
源网。今天的 Internet 已远远超过了网络的涵义,它是一个社
会。虽然至今还没有一个准确的定义概括 Internet,但是这个
定义应从通信协议、物理连接、资源共享、相互联系、相互通信的
角度综合考虑。从一般角度认为 Internet 的定义应包含下面三
个方面的内容:

Internet 是一个基于 TCP/ IP 协议族的网络;

Internet 是一个网络用户的集团,用户使用网络资源,同时
也为该网络的发展壮大贡献力量;

Internet 是所有可被访问和利用的信息资源的集合。

3 .初探 Web 技术

WWW(World Wide Web) 是一种建立在 Internet 上的全
球性的、交互的、动态、多平台、分布式图形信息系统。同 Tel-
net、E - mail、FTP、BBS 等相似。它也是建立在 Internet 上的
一种网络服务。它遵循 HTTP 协议。缺省端口是 80。它的开
发最初是为了在科学家之间共享成果,科学家们可以将科研成
果以图文形式在网上进行共享。它的最基本的概念就是超文本
Hypertext,如果您用过任何一种在线帮助系统你就会比较了解
它的结构了。现在 WWW 的应用已远远超出了原设想。成为
Internet 上最受欢迎的应用之一。它的出现极大的推动了 In-
ternet 的推广。

4 .WWW 的核心技术就是 Web 技术。



Web 是由日内瓦粒子物理实验室发明的。Web 技术利用了一种称为超文本(Hypertext)的技术,即它使用了在文件中有着加重色的词句或图形去链接或指向其它文件、图形、声音等。它可以从一个文件中的任何一点指向另一个文件的任何一点,从而可以实现快速的信息浏览。同时超文本技术具有良好的图形用户界面,使得用户能很容易地浏览因特网中的信息。

Web 技术主要涉及到两个标准,一个是应用层协议,称为超文本传送协议(HTTP);另一个是表示层句法,称为超文本标记性语言(HTML)。Web 技术是在这两个标准的基础上发展起来的。

5 .Web 是什么?先来看看两个名词:

(1)超文本(hypertext)

一种全局性的信息结构,它将文档中的不同部分通过关键字建立链接,使信息得以用交互方式搜索。它是超级文本的简称。

(2)超媒体(hypermedia)

超媒体是超文本(hypertext)和多媒体在信息浏览环境下的结合。它是超级媒体的简称。用户不仅能从一个文本跳到另一个文本,而且可以激活一段声音,显示一个图形,甚至可以播放一段动画。

Internet 采用超文本和超媒体的信息组织方式,将信息的链接扩展到整个 Internet 上。Web 就是一种超文本信息系统,Web 的一个主要的概念就是超文本连接,它使得文本不再象一本书一样是固定的线性的。而是可以从一个位置跳到另外的位



发达的通信技术



置。你可以从中获取更多的信息。可以转到别的主题上。想要了解某一个主题的内容只要在这个主题上点一下,就可以跳转到包含这一主题的文档上。正是这种多连接性我们才把它称为 Web。

6 .Web 的特点:

(1)Web 是图形化的和易于导航的(navigate)

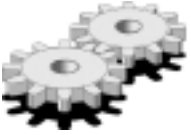
Web 非常流行的一个很重要的原因就在于它可以在一页上同时显示色彩丰富的图形和文本的性能。在 Web 之前 Internet 上的信息只有文本形式。Web 可以提供将图形、音频、视频信息集合于一体的特性。同时, Web 是非常易于导航的,只需要从一个连接跳到另一个连接,就可以在各页各站点之间进行浏览了。

(2)Web 与平台无关

无论你的系统平台是什么,你都可以通过 Internet 访问 WWW。浏览 WWW 对你的系统平台没有什么限制。无论从 Windows 平台、UNIX 平台、Macintosh 还是别的什么平台我们都可以访问 WWW。对 WWW 的访问是通过一种叫做浏览器(browser)的软件实现的。如 Netscape 的 Navigator、NCSA 的 Mosaic、Microsoft 的 Explorer 等。

(3)Web 是分布式的

大量的图形、音频和视频信息会占用相当大的磁盘空间,我们甚至无法预知信息的多少。对于 Web 没有必要把所有信息都放在一起,信息可以放在不同的站点上。只需要在浏览器中指明这个站点就可以了。使在物理上并不一定在一个站点的信



息在逻辑上一体化,从用户来看这些信息是一体的。

7. 网络渐欲迷人眼

随着 Internet 的发展,Internet 将提供越来越多的服务。但就目前而言,网民使用较多的主要有下列服务。

电子邮件(E - mail):这是目前使用最广泛的系统,每天都有几千万封信件飞往世界各地,它们有家信、朋友问候,以及商务公函等。电子世界的邮递系统与现实生活中的邮递系统十分相似,只是不能邮寄水果、炸弹,或邮购鲜牛奶。(然而,你能发送信件、电子表格、图像、声音和程序等等。)

文件传输(FTP):FTP 是 Internet 中最早的成员之一。Internet 的全部目的就是把文件从一处传输到另一处,多少年来,FTP 就是干着这种差事。FTP 还提供了包含许多十分实用的免费工具程序的软件宝库。

远程登录(Telnet):只有很少用户使用 Telnet,但它使用起来很方便。Telnet 为我们提供了一种登录到 Internet 其他计算机中去的途径。一旦登录成功,你或许会用到那台计算机上的陌生命令,或者文本式菜单系统。也可能玩一种叫做 MUD 的虚拟游戏。大多数人都忙于使用 Web,你不妨试试 Telnet。

万维网(World Wide Web):这个蜘蛛网(Web)在 Internet 越张越大,使 Internet 变得很美妙!在万维网中,能看到图画,听到声音,甚至看到电影。Web 是一个巨大的“超文本系统,其文档一个个互相链接在一起。点击文档中一个词,比如澳大利亚的悉尼(当然也可以是中国的北京),则这个美丽城市的导游文档就出现在屏幕上了。真是一个魔幻般的系统!



发达的通信技术



新闻组(Newsgroup/ Usenet)和电子公告牌(BBS):新闻组就是专题讨论组。你想了解当前的国际形势?想学习某种特别的风筝放飞技术?想学学……真的,无论想了解什么内容,你都能找到满意的答案。电子公告牌与新闻组的功能相仿,它的工作方式与真正的布告栏——带图钉的木板非常类似,它是一种计算机化的供公共或私人所用的留言系统,其他计算机用户可以从中看到你的信息,你也可以看到别人的留言。

聊天系统(chat):“聊天”这个词用在这里不十分恰当,该系统中没有人在互相交谈,倒是在不停地打字。你键入一句话,马上就能传给对方或传给许多人。他们也能键入回话。

话又说回来,这些都只是工具,不是 Internet 的全部。当你看完下面的详细介绍后,就会得到一个完整的概念:怎样使用这些工具,使它对你的事业、生活有益,又能用得心情舒畅。

XYZSTAR.COM
校园之星



第 六 章 微 波 通 信

第 一 节 微 波 的 简 史

1 .微波简史(一)

在了解微波通信的具体工作原理之前,让我们先回顾一下微波通信的发展。

微波的发展是与无线通信的发展是分不开的。1901 年马可尼使用 800KHz 中波信号进行了从英国到北美纽芬兰的世界上第一次横跨大西洋的无线电波的通信试验,开创了人类无线通信的新纪元。无线通信初期,人们使用长波及中波来通信。20 世纪 20 年代初人们发现了短波通信,直到 20 世纪 60 年代卫星通信的兴起,它一直是国际远距离通信的主要手段,并且对目前的应急和军事通信仍然很重要。

用于空间传输的电波是一种电磁波,其传播的速度等于光速。无线电波可以按照频率或波长来分类和命名。我们把频率高于 300MHz 的电磁波称为微波。由于各波段的传播特性各



发达的通信技术



异,因此,可以用于不同的通信系统。例如,中波主要沿地面传播,绕射能力强,适用于广播和海上通信。而短波具有较强的电离层反射能力,适用于环球通信。超短波和微波的绕射能力较差,可作为视距或超视距中继通信。

微波通信是二十世纪 50 年代的产物。由于其通信的容量大而投资费用省(约占电缆投资的五分之一),建设速度快,抗灾能力强等优点而取得迅速的发展。20 世纪 40 年代到 50 年代产生了传输频带较宽,性能较稳定的微波通信,成为长距离大容量地面干线无线传输的主要手段,模拟调频传输容量高达 2700 路,也可同时传输高质量的彩色电视,而后逐步进入中容量乃至大容量数字微波传输。80 年代中期以来,随着频率选择性色散衰落对数字微波传输中断影响的发现以及一系列自适应衰落对抗技术与高状态调制与检测技术的发展,使数字微波传输产生了一个革命性的变化。特别应该指出的是 80 年代至 90 年代发展起来的一整套高速多状态的自适应编码调制解调技术与信号处理及信号检测技术的迅速发展,对现今的卫星通信,移动通信,全数字 HDTV 传输,通用高速有线/ 无线的接入,乃至高质量的磁性记录等诸多领域的信号设计和信号的处理应用,起到了重要的作用。

国外发达国家的微波中继通信在长途通信网中所占的比例高达 50 % 以上。据统计美国为 66 % ,日本为 50 % ,法国为 54 % 。我国自 1956 年从东德引进第一套微波通信设备以来,经过仿制和自发研制过程,已经取得了很大的成就,在 1976 年的唐山大地震中,在京津之间的同轴电缆全部断裂的情况下,六个



微波通道全部安然无恙。九十年代的长江中下游的特大洪灾中,微波通信又一次显示了它的巨大威力。在当今世界的通信革命中,微波通信仍是最有发展前景的通信手段之一。

2.微波简史(二)

卫星通信方面,从1945年克拉克提出三颗对地球同步的卫星可覆盖全球的设想以来,卫星通信真正成为现实经历了20年左右的时间。先是诸多低轨卫星的试验,而1957年10月4日原苏联成功发射的世界上第一颗距地球高度约1600km的人造地球卫星,实现了对地球的通信,这是卫星通信历史上的一个重要里程碑;1965年4月6日发射的“晨鸟”(Early Bird)号静止卫星标志着卫星通信真正进入了实际商用阶段,并纳入了世界上最大的商业卫星组织INTELSAT的第一代卫星系统IS-I。GEO商用卫星通信以INTELSAT卫星系统为典型,从1965年IS-I以来,至今正式商用的卫星系统历经八代12种,目前正在研制第九代卫星系统IS-IX,预计2001年发射。

移动通信方面,它的发展至今大约经历了五个阶段:第一阶段为20年代初到50年代末,主要用于舰船及军用,采用短波频段及电子管技术,至该阶段末期出现150MHz的单工汽车公用移动电话系统MTS,第二阶段为50年代到60年代,此时频段扩展到UHF450MHz,器件技术已经向半导体过渡,大都为移动环境中的专用系统,并解决了移动电话与公用电话的接续问题;第三阶段为70年代初到80年代,此时频段已经扩展到800MHz,美国进行了AMPS试验,第四阶段为80年代到90年代中,第二代数字移动通信兴起并且大规模的发展,并逐步向个



发达的通信技术



人通信发展。出现了 D - AMPS、TACS、ETACS、GSM/ DCS、cdmaOne、PDC、PHS、DECTPACS、PCS 等各类系统,频段扩至 900MHz 到 1800MHz,而且除了公众移动电话系统以外,无线寻呼系统,无绳电话系统,集群系统等各类移动通信手段适应用户与市场需求同时兴起;第五阶段为 90 年代中期到现在,随着数据通信与多媒体的业务需求的发展,适应移动数据,移动计算机及移动多媒体的第三代移动通信开始兴起,WCDMA, LAS - cdma 等相应的标准应允而生。无线通信技术前景一片光明。

近十年来,国内信息网络的发展对通信基础设施提出了越来越高的要求。各种网络接入技术越来越受到人们的重视。网络接入大致上可分为网络接入和单机接入两类。许多技术如 DDN、xDSL、56K、ISDN、微波、帧中继、卫星通信等都成为人们的关注对象。迄今,尽管中国电信基础建设取得了极大的发展,但是仍无法满足网络迅速发展的迫切需要。因此,无线微波扩频通信以其建设快速简便等优势成为建立广域网连接的另一重要方式,并在一些城市中(如北京)形成一定规模,是国内城市通信基础设施的有效补充,引起了很多网络建设单位的兴趣。微波扩频通信目前在国内的重要应用领域之一是企事业单位组建 Intranet 并接入 ISP。一般接入速率为 64K - 2Mbps,使用频段为 2.4G - 2.4835GHz,该频段属于工业自由辐射频段,也是国内目前唯一不需要无委会批准的自由频段。



第二节 无线电波的传播

1. 无线电波的传播特性

无线电波通过多种传输方式从发射天线到接收天线。主要有自由空间波,对流层反射波,电离层波和地波。

* 表面波传播,就是电波沿着地球表面到达接收点的传播方式。电波在地球表面上传播,以绕射方式可以到达视线范围以外。地面对表面波有吸收作用,吸收的强弱与带电波的频率,地面的性质等因素有关。

* 天波传播,就是自发射天线发出的电磁波,在高空被电离层反射回来到达接收点的传播方式。电离层对电磁波除了具有反射作用以外,还有吸收能量与引起信号畸变等作用。其作用强弱与电磁波的频率和电离层的变化有关。

* 散射传播,就是利用大气层对流层和电离层的不均匀性来散射电波,使电波到达视线以外的地方。对流层在地球上约 10 英里处,是异类介质,反射指数随着高度的增加而减小。

* 外层空间传播,就是无线电在对流层,电离层以外的外层空间中的传播方式。这种传播方式主要用于卫星或以星际为对象的通信中,以及用于空间飞行器的搜索,定位,更踪等。自由空间波又称为直达波,沿直线传播,用于卫星和外部空间的通信,以及陆地上的视距传播。视线距离通常为 50km 左右。

2. 微波应用概述

其实微波就在我们中间,就一般消费者而言,术语“微波”就



发达的通信技术



意味着使微波炉,很多家庭用它加热食品;工业和医药应用中亦使用微波加热。微波炉是一种相当简单的系统,由高功率源、波导馈线和炉腔所成。

源一般是工作在 2.45GHz 的磁控管,它的输出功率通常在 $500\sim 1500\text{W}$ 之间。炉腔具有金属壁,电气尺寸相对较大,为了减小由于炉子内存在驻波所引起的不均匀加热,用一种“模扰动器”扰乱腔内场分布,这种“模扰动器”是一种金属风扇叶片,食品放在随电机旋转的大浅盘上。

一种微波炉

在普通气体或木炭火的炉子中,首先,被加热的食品由于热传递先在它的外部得到热量,然后,食品内部由传导得到热。微波加热时,食品的内部先得到热。出现这种现象的原因在于水分子的谐振和具有大损耗正切材料的损耗。一种有趣的事实是很多食物的损耗正切,随着温度的增加而下降,以使微波加热在某种程度上有自我调节功能。结果与通常烹调比较,微波烹调给出极快并更均匀的食品加热。微波炉的效率定义为变换为食品中热量的功率对供给炉子功率的比值,一般小于 50% ;但是,这通常大于普通炉子的烹调效率。

设计微波炉时最要紧的是安全。由于使用很高微波功率源,泄漏电平必须很小,以避免使用户暴露在有害的辐射中。因此,磁控管、馈给波导和炉腔,都必须仔细地屏蔽。并应特别注意微波炉门的要求;除要求精密仪器机械公差外,门周围的联接通常利用 RF 吸收材料和一个扼流法兰盘,以使微波泄漏降低到可允许电平。



3. 雷达系统

现代雷达大多数是微波雷达,利用微波工作的雷达可以使用尺寸较小的天线,来获得很窄的波束宽度以获得关于被测目标性质的更多的信息。雷达不仅用于军事,也用于民用,如导航,气象探测,大地测量,工业检测和交通管制等。

雷达或称雷达检测和定位,也许是微波技术最有优势的应用。在运行中,发射机发出一个信号,信号的一部分被遥远的目标反射,然后被一个灵敏的接收机检测到。如果使用的是一个窄波束天线,则目标的方向就可由天线的位置准确地测出;目标的距离,由信号传导目标并被目标反射回来所使用的时间来决定,目标的径向速度也与返回信号的多普勒频移有关。雷达系统经常应用在如下的场合中:

(1) 公众应用: 机场监视、海上导航、气象雷达、测量学、飞机着陆、夜间防盗、速度测量(警戒雷达)、测绘等。

(2) 军事应用: 空间和海事导航,飞机、导弹、空间飞行器的检测和跟踪,导弹的精确制导,导弹和火炮的点火控制,武器保险、侦察等。

(3) 科学应用: 天文学、绘图和成像,精密距离测量,自然资源遥感等。由于微波具有频率高,频带宽,信息量大的特点,所以被广泛应用于各种通信业务,包括微波多路通信,微波中继通信,移动通信和卫星通信。目前数字微波在通信系统的主要应用场合有如下这些,我们在后面将重点介绍一下无线微波接入技术: 干线光纤传输的备份及补充

如点对点的 SDH 微波、PDH 微波等。主要用于干线光纤



发达的通信技术



传输系统在遇到自灾害时的紧急修复,以及由于种种原因不适合使用光纤的地段和场合。

农村、海岛等边远地区和专用通信网中为用户提供基本业务的场合 这些场合可以使用微波点对点、点对多点系统,微波频段的无线用户环路也属于这一类。

城市内的短距离支线连接

如移动通信基站之间、基站控制器与基站之间的互连、局域网之间的无线联网等等。既可使用中小容量点对点微波,也可使用无需申请频率的微波数字扩频系统。未来的宽带业务接入(如 LMDS)

4.无线微波接入技术

近十年来,国内信息网络的发展对通信基础设施提出了越来越高的要求。各种网络接入技术越来越受到人们的重视。网络接入大致上可分为网络接入和单机接入两类。许多技术如 DDN, xDSL, 56K, ISDN, 微波, 帧中继, 卫星通信等都成为人们的关注对象。

迄今,尽管中国电信基础建设取得了极大的发展,但是仍无法满足网络迅速发展的迫切需要。因此,无线微波扩频通信以其建设快速简便等优势成为建立广域网连接的另一重要方式,并在一些城市中(如北京)形成一定规模,是国内城市通信基础设施的有效补充,引起了很多网络建设单位的兴趣。

微波扩频通信目前在国内的重要应用领域之一是企事业单位组建 Intranet 并接入 ISP。一般接入速率为 64K - 2Mbps,使用频段为 2.4G - 2.4835GHz,该频段属于工业自由辐射频段,



也是国内目前唯一不需要无委会批准的自由频段。

微波扩频通信技术特点是利用伪随机码对输入信息进行扩展频谱编码处理,然后在某个载频进行调制以便传输。属于中程宽带通信方式。微波扩频通信技术来源于军事领域,主要开发目的是对抗电子战干扰。微波扩频通信具有以下特点:

建设无线微波扩频通信系统目前无需申请、带宽较高、建设周期短;一次性投资、建设简便、组网灵活、易于管理,设备可再次利用相连单位距离不能太远,并且两点直线范围内不能有阻挡物。抗噪声和干扰能力强,具极强的抗窄带瞄准式干扰能力,适应军事电子对抗;能与传统的调制方式共用频段;信息传输可靠性高;保密性强,伪随机噪声使得不易发现信号的存在而有利于防止窃听;多址复用,可以采用码分复用实现多址通信;设备使用寿命较长。扩频通信按调制方式可以划分为四种基本类型:

直接序列扩频 (Direct Sequence Spread Spectrum, 简称 DSSS);

跳频扩频 (Frequency Hopping Spread Spectrum, 简称 FHSS);

跳时扩频 (Time Hopping Spread Spectrum, 简称 THSS);

宽带线性调频扩频 (Chirp Spread Spectrum, 简称切普扩频)。

以上四种基本扩频系统各有优缺点。如果采用以上扩频技术的混合方式,技术折衷而使其优势互补,则可以满足高要求的抗干扰指标。采用混合扩频技术系统所获得的扩频增益等于其



中所有单独扩频系统的扩频增益的总和。

微波扩频系统按接入方式分为点对点、点对多点两种。

点对点方式是指连接的双方用一对微波扩频传输设备相连。采用点对点方式的微波系统主要使用 802.3 协议,传输效率高于 802.11 协议。一般通信速率为 64Kbps - 2Mbps,另外,可将若干点对点微波设备的通信信道进行复合,使得通信速率达到 10Mbps。其应用场合为:为连接两个地点提供专用可靠的通信信道,且要求通信速率较高。相应设备的价钱随通信速率的提高而增加,一般报价为 5 - 20 万元(指一对设备)。

点对多点方式是指扩频系统含一个中心点和若干分布接入点,若干分布接入点以竞争方式或固定分配方式分享中心点提供的总信道带宽。主要使用 802.11 协议。系统各分布接入点所分享的带宽一般为 64K - 128Kbps(总带宽一般为 1M - 2Mbps)。竞争方式可根据接入用户实时需要分配总带宽,但缺点是竞争时将浪费带宽、造成拥挤;而以固定方式分享带宽可以保证传输带宽,但缺乏带宽实时分配的灵活性。其应用场合为:需组建一微波通信网络,包括一个信息中心站和若干个分支接入站,分支接入站通过一条速率要求不高的通信信道($< = 512\text{Kbps}$)访问中心站,并通过中心站访问到其它分支接入站。

802.11 协议是专门为微波无线网使用的,其目的是规范无线网产品、增加各种无线网产品的兼容性。虽然各种无线网产品号称都使用 802.11 协议,但实际上因软件、载波和扩频方式不同而很难兼容。802.11 协议由于分时机制,点对点传输效率低于 802.3 协议。在点对多点传输情况下,分配给各接入点用



户的速率呈指数下降趋势。实际使用中接入点的数目一般不超过 10。

5. 我国的微波发展趋势

微波通信技术问世已半个多世纪,它是在微波频段通过地面视距进行信息传播的一种无线通信手段。最初的微波通信系统都是模拟制式的,它与当时的同轴电缆载波传输系统同为通信网长途传输干线的重要传输手段,例如我国城市间的电视节目传输主要依靠的就是微波传输。70 年代起研制出了中小容量(如 8Mb/s 、 34Mb/s)的数字微波通信系统,这是通信技术由模拟向数字发展的必然结果。80 年代后期,随着同步数字系列(SDH)在传输系统中的推广应用,出现了 $N \times 155\text{Mb/s}$ 的 SDH 大容量数字微波通信系统。现在,数字微波通信和光纤、卫星一起被称为现代通信传输的三大支柱。

随着技术的不断发展,除了在传统的传输领域外,数字微波技术在固定宽带接入领域也越来越引起人们的重视。工作在 28GHz 频段的 LMDS(本地多点分配业务)已在发达国家大量应用,预示数字微波技术仍将拥有良好的市场前景。

目前数字微波通信技术的主要发展方向有:提高 QAM 调制级数及严格限带 为了提高频谱利用率,一般多采用多电平 QAM 调制技术,目前已达到 $256/512\text{QAM}$,很快就可实现 $1024/2048\text{QAM}$ 。与此同时,对信道滤波器的设计提出了极为严格的要求:在某些情况下,其余弦滚降系数应低至 0.1。现已可做到 0.2 左右。

网格编码调制及维特比检测技术 为降低系统误码率,必须



发达的通信技术



采用复杂的纠错编码技术,但由此会导致频带利用率的下降。为了解决这个问题,可采用网格编码调制(TCM)技术。采用TCM技术需利用维特比算法解码。在高速数字信号传输中,应用这种解码算法难度较大。

自适应时域均衡技术 使用高性能、全数字化二维时域均衡技术减少码间干扰、正交干扰及多径衰落的影响。

多载波并联传输可显著降低发信码元的速率,减少传播色散的影响。运用双载波并联传输可使瞬断率降低到原来的 $1/10$ 。

其它技术

如多重空间分集接收、发信功放非线性预校正、自适应正交极化干扰消除电路等。





第 七 章 卫 星 通 信

第 一 节 卫 星 系 统 的 组 成

(1)位置与姿态控制系统

从理论上讲,静止卫星的位置相对于地球说是静止不动的,但是实际上它并不是经常能够保持这种相对静止的状态。这是因为地球并不是一个真正的圆球形状,使得卫星对地球的相对速度受到影响。同时当太阳、月亮的辐射压力发生强烈变化时,由于他们所产生的对卫星的干扰,也往往会破坏卫星对地球的相对位置。这些都会使得卫星漂移出轨道,使得通信无法进行。负责保持和控制自己在轨道上的位置就是轨道控制系统的任务之一。仅仅使卫星保持在轨道上的指定位置还远远不够,还必须使它在这个位置上有一个正确的姿态。因为星上定向天线的波束必须永远指向地球中心或覆盖区的中心。由于定向波束只有十几度或更窄,波束指向受卫星姿态变化的影响相当大,再加上卫星距离地球表面有 36000KM,姿态差之毫厘,将导致天线



发达的通信技术



的指向谬之千里。再者,太阳电池的表面必须经常朝向太阳,所有这些都要对卫星姿态进行控制。

(2) 天线系统

通信卫星的天线系统包括通信天线和遥测指令天线。要求两种天线体积小、重量轻、可靠性高,寿命长、增益高、波束永远指向地球,分别采用消旋天线和全向天线。

(3) 转发器系统

空间转发器系统是通信卫星的主体。实际上是一部高灵敏度的宽带收发信机。其智能就是以最小的附加噪声和失真以及尽可能高的放大量来转发无线信号。

第二节 通信卫星的工作过程

利用通信卫星和广播卫星传输广播电视节目是卫星应用技术的重大发展。那么,通信卫星是怎样工作的呢?

卫星通信系统是由空间部分——通信卫星和地面部分——通信地面站两大部分构成的。在这一系统中,通信卫星实际上就是一个悬挂在空中的通信中继站。它居高临下,视野开阔,只要在它的覆盖照射区以内,不论距离远近都可以通信,通过它转发和反射电报、电视、广播和数据等无线信号。

从地面站 1 发出无线电信号,这个微弱的信号被卫星通信天线接收后,首先在通信转发器中进行放大,变频和功率放大,最后再由卫星的通信天线把放大后的无线电波重新发向地面站 2,从而实现两个地面站或多个地面站的远距离通信。举一个简



单的例子:如北京市某用户要通过卫星与大洋彼岸的另一用户打电话,先要通过长途电话局,由它把用户电话线路与卫星通信系统中的北京地面站连通,地面站把电话信号发射到卫星,卫星接到这个信号后通过功率放大器,将信号放大再转发到大西洋彼岸的地面站,地面站把电话信号取出来,送到受话人所在的城市长途电话局转接用户。

电视节目的转播与电话传输相似。但是由于各国的电视制式标准不一样,在接收设备中还要有相应的制式转换设备,将电视信号转换为本国标准。电报、传真、广播、数据传输等业务也与电话传输过程相似,不同的是需要在地面站中采用相应的终端设备。

随着航天技术日新月异的发展,通信卫星的种类也越来越多。按服务区域划分,有全球、区域和国内通信卫星。按用途分,有一般通信卫星、广播卫星、海事卫星、跟踪和数据中继卫星以及各种军用卫星。

第三节 移动通信系统的分类

卫星移动通信系统的分类可按其应用来分,也可以按他们所采用的技术手段来分。

(一) 按应用分类

可分为海事卫星移动系统(MMSS)、航空卫星移动系统(AMSS)和陆地卫星移动系统(LMSS)。海事卫星移动系统主要用于改善海上救援工作,提高船舶使用的效率和管理水平,增



发达的通信技术



强海上通信业务和无线定位能力。

航空卫星移动系统主要用于飞机和地面之间为机组人员和乘客提高话音和数据通信。陆地卫星移动系统主要用于为行驶的车辆提供通信。

(二) 按轨道分类

通信卫星的运行轨道有两种。一种是低或中高轨道。在这种轨道上运行的卫星相对于地面是运动的。它能够用于通信的时间短,卫星天线覆盖的区域也小,并且地面天线还必须随时跟踪卫星。另一种轨道是高达三万六千公里的同步定点轨道,即在赤道平面内的圆形轨道,卫星的运行周期与地球自转一圈的时间相同,在地面上看这种卫星好似静止不动,称为同步定点卫星。它的特点是覆盖照射面大,三颗卫星就可以覆盖地球的几乎全部面积,可以进行二十四小时的全天候通信。

(三) 按频率分类

按照该卫星所使用的频率范围将卫星划分为 L 波段卫星, Ka 波段卫星等等。

(四) 按服务区域分类

随着航天技术日新月异的发展,通信卫星的种类也越来越多。按服务区域划分,有全球、区域和国内通信卫星。顾名思义,全球通信卫星是指服务区域遍布全球的通信卫星,这常常需要很多卫星组网形成。而区域卫星仅仅为某一个区域的通信服务。而国内卫星范围则更窄,仅限于国内使用,其实各种分类方式都是想将卫星的某一特性更强地体现出来,以便人们更好的区分各种卫星。



第四节 卫星轨道分类

下面,我们详细介绍采用卫星轨道进行分类:以卫星为基础的移动通信的应用和研制情况,大体上可分为3种情况:

(1) 卫星不动(同步轨道卫星)

目前已经广泛应用的 Inmarsat 以及正积极开发中的 AMSC(美国),CELSAT(美国),MSS(加拿大)、Mobilesat(澳大利亚)等移动通信系统均属于这种情况。这些系统已经实现到车,船和飞机等移动体上的通信,实现到手机的通信指日可待。

(2) 卫星动(非同步轨道卫星),终端不动

它是通过非同步轨道卫星实现到较大终端(例如移动通信网的基站)的通信,而以后再连接到手持机的用户。Calling(美国)系统大体上属于这种情况。移动用户通过关口站上的卫星进行通信也基本属于这种情况。

(3) 卫星动(非同步轨道卫星),终端也动。

当前提出来的大量中、低轨道系统(如铱星系统、全球星系统、奥迪赛系统)极化均属这种情况,他们的特征就是做到终端手持化,实现了卫星通信适应未来个人移动通信的需求。

就卫星在空间运行的轨道形状来说,有圆轨道和椭圆轨道。此外,卫星轨道与地球赤道可以构成不同的夹角(称为倾角),倾角等于零的称为赤道轨道;倾角等于 90° 的称为极轨道;倾角在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 之间的称为倾斜轨道。圆轨道又可以按其高度分为3种:低轨道(LEO)(距地面数百公里至 5000KM,运行周期为 2



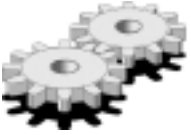
发达的通信技术



~4 小时);中轨道(MEO)(距地面 5000~20000KM,运行周期 4~12 小时);高(同步)轨道(GEO)(距地面 35800KM,运行周期 24 小时),它又称为静止轨道。

由此,卫星移动通信系统基本上可以分为高、中、低三种。铱星系统(Iridium)和全球星系统(Globalstar)是 LEO 系统发展那最快的范例。奥迪赛系统(Odyssey)、Inmarsat P - 21 是 MEO 系统的范例。Inmarsat 系统、氚(Tritium)系统、亚洲卫星移动通信系统(ASMTS)(该系统是美国休斯公司建议我国发展的)是 GEO 系统的范例。其网络基本上与固定业务卫星系统相同。这三种系统都要用手持机进行个人通信。他们除了具有语音通信功能外,还应具有传送数据、传真、寻呼、静态图象和定位等功能。这 3 种不同轨道系统用手持机进行个人通信,各有优劣,其性能表如下表所示:

项目	低轨道	中轨道	高轨道
轨道高度	700~1200km	8000~13000km	35800km
波束数	6~48	19~150	58~200
天线直径	约 1 米	约 2 米	8 米以上
卫星信道数	500~1500	1000~4000	3000~8000
射频功率	50~200W	200~600W	600~900W
卫星成本合计	高	低	中
卫星寿命	3~7 年	12~15 年	12~15 年
地面站投资	高	低	中
高仰视角时间率	低	高	中



项目	低轨道	中轨道	高轨道
卫星可视域通过时间	短(10~12min)	中(约 90 min)	长
使用	复杂	普通	容易
卫星切换	频繁	频度小	无
地面网连接	差	好	容易
轨道展开时间	慢	普通	快

本世纪 60 年代以来,人类已经将数以百计的通信广播卫星送入高轨道(GEO),在实现国际远距离通信和电视传输方面,这些卫星一直担当主角。但是,高轨道(GEO)卫星也存在一些问题:

(1) 自由空间中,信号强度反比于传输距离的平方。高轨道(GEO)卫星距地球过远,需要有较大口径的通信天线。

(2) 信号经过远距离传输会带来较大的时延。在电话通话中,这种时延会使人感到明显的不适应。在数据通信中,时延限制了反应速度,对于 2001 年台式超级计算机来说,半秒种的时延意味着数亿字节的信息滞留在缓冲器中。

(3) 轨道资源紧张。高轨道(GEO)卫星只有一条,相邻卫星的间隔又不可以过小,因为地球站天线分辨卫星的能力受限于天线口径的大小。在 Ka 频段(17~30GHz)为了能够分出 2° 间隔的卫星,地面站天线口径的合理尺寸应不小于 66cm。按这样计算,高轨道(GEO)卫星只能提供 180 颗同轨道位置。这其中还包括了许多实用价值较差,处于大洋上空的位置。

中、低轨道卫星(MEO,LEO)用于个人全球通信有很多优



发达的通信技术



点。低轨道卫星(LEO)轨道高度仅是高轨道(GEO)卫星的二十分之一至八十分之一,所以其路径损耗通常比高轨道(GEO)卫星低很多,所发射的功率是高轨道(GEO)卫星的二百分之一至二千分之一,传播时延仅为高轨道(GEO)卫星的七十五分之一,这对实现终端手持化和达到话音通信所需要的时延要求是很必要的。但是由于运转周期和轨道倾角关系,中轨道(MEO)和低轨道卫星(LEO)通信卫星相对于地球上的观察者不再是静止的,为了保证在地球上任一点均可以实现 24 小时不间断的通信,必须精心配置多条轨道及一大群具有强大处理能力的通信卫星,这样一个庞大而又复杂的空间系统要实现稳定可靠的运转,涉及到技术上和经济上的一系列问题。当今,计算机、微电子技术和小型卫星技术的发展,使解决建立大型中轨道(MEO)和低轨道卫星(LEO)卫星通信系统的难题成为可能,从而开辟了“空基”通信的新时代。

第五节 移动通信的频谱划分

卫星移动通信系统可分为海事卫星移动系统(MMSS)、航空卫星移动系统(AMSS)和陆地卫星移动系统(LMSS)。海事卫星移动系统主要用于改善海上救援工作,提高船舶使用的效率和管理水平,增强海上通信业务和无线定位能力。航空卫星移动系统主要用于飞机和地面之间为机组人员和乘客提供话音和数据通信。陆地卫星移动系统主要用于为行驶的车辆提供通信。分配给卫星移动通信业务的频率范围为 235MHz ~



71GHz。工作频率的下限由适合于移动地球站的小口径天线所能达到的天线增益所决定的。例如,若要求的天线增益为 3dB,则对于 1m 有效口径的天线,频率下限为 200MHz。工作频率的上限受到很多因素影响。在 1GHz 以上,降雨衰减(雨点会降低信号强度)和分子吸收一般随频率增加而增大。对于要求高可靠性的系统。最佳的频率范围为 200GHz~10GHz。除了传播因素以外还应考虑技术发展水平、可靠性要求以及频率再用等因素。

1992 年世界无线电行政大会(WARC'92)对包括低轨道卫星在内的卫星移动业务进行了调整和分配。

(1) 1000MHz 以下

包括低轨道卫星在内的非同步卫星全球主用和次用频段原来的分配如下:

137~137.025MHz(下行,主用)

137.175~137.825 MHz(下行,主用)

137.025~137.175 MHz(下行,次用)

137.825~138 MHz(下行,次用)

148~149.9 MHz(上行,主用)

400.15~401 MHz(下行,主用)

92 年世界无线电行政大会所作的补充是,分给移动卫星业务的 312~315 MHz 和 387~390 MHz(次用)也可以由低轨道卫星所使用,但用于非同步卫星时要进行协商;分给移动卫星业务全球主用的 148~149.9 MHz 和分给陆地移动卫星的 149.9~150.05 MHz(全球主用)用于非同步卫星时也要进行协商。



发达的通信技术



(2) L 和 S 频段

在 92 年世界无线电行政大会上,新分了 1525~1530 MHz 频段,作为全球海运移动卫星业务的主用频段,这一频段也作为陆地卫星移动系统的全球次用频段。

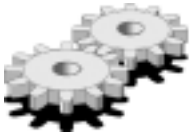
另外,还专门为移动卫星业务分配了 1610~1626.5 MHz (上行)和 2483.5~2520 MHz(下行)新的全球主用频段。这个频段也为全球定位系统和导航系统使用。大部分大型的低轨道卫星系统均使用这个频段。

在 S 频段为 MSS(卫星移动系统)分配的全球主用频段是: 1980~2010 MHz; 2170~2200 MHz; 2500~2520 MHz; 2670~2690 MHz。但同时要求其中 1970~2010 MHz 和 2160~2200 MHz 到 2000 年 1 月 1 日以后才可以使用, 2500~2520 MHz 和 2670~2690 MHz 到 2005 年 1 月 1 日以后才可以使用。

第六节 无线电波的传播特性

移动通信的一个重要基础是无线电波的传播,无线电波通过多种方式从发射天线传播到接收天线,我们按照无线电波的波长人为地把电波分为长波(波长 1000 米以上),中波(波长 100 - 1000 米),短波(波长 10 - 100 米),超短波和微波(波长为 10 米以下)等等。为了更好地说明移动通信的问题,我们先介绍一下电波的各种传播方式:

1. 表面波传播



表面波传播是指电波沿着地球表面传播情况。这时电波是紧靠着地面传播的,地面的性质,地貌,地物等的情况都会影响着电波的传播。

当电波紧靠着实际地面——起伏不平的地面传播时,由于地表面是半导体,因此一方面使电波发生变化和引起电波的吸收。另一方面由于地球表面是球型,使沿它传播的电波发生绕射。

从物理课程中我们已经知道,只有当波长与障碍物高度可以比较的时候,才能有绕射功能。由此可知,在实际情况中只有长波,中波以及短波的部分波段能绕过地球表面的大部分障碍到达较远的地方。在短波的部分波段和超短波,微波波段,由于障碍高度比波长小,因而电波在地面上不绕射,而是按直线传播。

2. 天波传播

短波能传至地球上较远的地方,这种现象并不能用绕射或其他现象做解释。直到 1925 年,利用在地面上垂直向上发射一个脉冲,并收到其反射回波,才直接证明了高层大气中存在电离层。籍此电离层的反射作用,电波在地面与电离层之间来回反射传播至较远的地方。我们把经过电离层反射到地面的电波叫天波。

电离层是指分布在地球周围的大气层中,60km 以上的电离区域。在这个区域中,存在有大量的自由电子与正离子,还可能有大量的负离子,以及未被电离的中性离子。发现电离层后,尤其近三四十年来,随着火箭与卫星技术的发展,利用这些工具



发达的通信技术



对电离层进行了深入的试验和研究。当前电离层的研究已经成为空间物理的一个重要的组成部分,其研究的空间范围和频段也日益宽广。

在电离层中,当被调制的无线电波信号在电离层内传播时,组成信号的不同频率成分有着不同的传播速度。所以波形会发生失真。这就是电离层的色散性。同时,由于自由电子受电波电场作用而发生运动,所以当电波经过电离层,其能量会被吸收一部分。而且,从电离层吸收电波的规律看,若使用电波的工作频率太低,则电离层对电波的吸收作用很强。所以天波传播中有一个最低可用频率,低于这个频率,就会因为电离层对电波的吸收作用太大而无法工作。

3.空间波传播

当发射以及接收天线架设得较高的时候,在视线范围内,电磁波直接从发射天线传播到接收天线,另外还可以经地面反射而到达接收天线。所以接收天线处的场强是直接波和反射波的合成场强,直接波不受地面影响,地面反射波要经过地面的反射,因此要受到反射点地质地形的影响。

空间波在大气的底层传播,传播的距离受到地球曲率的影响。收,发天线之间的最大距离被限制在视线范围内,要扩大通信距离,就必须增加天线高度。一般地说,视线距离可以达到50km左右。

空间波除了受地面的影响以外,还受到低空大气层即对流层的影响。

移动通信中,电波主要以空间波的形式传播。类似的还有



微波传播。

4. 散射传播

大气对流层中,除了有规则的片状或层状气流外,还存在有不规则的,这类似于水流中漩涡的不均匀体。相应的,在电离层中则有电子密度的不均匀性。当天线辐射出去的电波,投射到这些不均匀体的时候,类似于光的散射和反射现象,电波发生散射或反射,一部分能量传播到接收点的这种传播称为散射传播。这种通信方式通信距离可达 300 - 800km,适用于无法建立微波中继站的地区,例如用于海岛之间和跨越湖泊,沙漠,雪山等地区。但是,由于散射信号相当微弱,所以散射传播接收点的接收信号也相当微弱,即传播损耗很大,这样,散射通信必须采用大功率发射机,高灵敏度接收机和高增益天线。

5. 外层空间传播

电磁波由地面发出(或返回),经低空大气层和电离层而到达外层空间的传播,如卫星传播,宇宙探测等均属于这种远距离传播。由于电磁波传播的距离很远,且主要是在大气以外的宇宙空间内进行,而宇宙空间近似于真空状态,因而电波在其中传播时,它的传输特性比较稳定。我们可以把电波穿过电离层外面的空间传播,基本上当作自由空间中的传播来研究。至于电波在大气层中传播所受到的影响,可以在考虑这一简单的情况基础上加以修正。



第七节 卫星移动通信的评价

卫星通信中,要求发射机和发射天线具有强大的发射功率和很高的天线增益,接收机要有极高的灵敏度和极低的噪声,因此,通常用下列参数来表征这些特征。

(1) 等效各向同性辐射功率(EIRP)

EIRP 也称为等效全向辐射功率,它的定义是地球站或卫星的天线发送出的功率(P)和该天线增益(G)的乘积,即:

$$EIRP = P * G$$

如果用 dB 计算,则为

$$EIRP(dBW) = P(dBW) + G(dBW)$$

EIRP 表示了发送功率和天线增益的联合效果。

(2) 噪声温度(T_e)

在地面微波系统中,设备产生的噪声功率是用噪声系数来表示的。在卫星系统中,经常要求噪声预算的精度在几分之一 dB 以内,否则在一个具有许多站的大型卫星系统内,线路计算和系统性能中的 1dB 误差可能会造成很大的一笔费用支出。噪声温度是将噪声系数折合为电阻元件在相当于某一温度下的热噪声,这里温度以绝对温度 K 计算。对于低噪声接收机来说,采用等效噪声温度比噪声系数具有更高的计算精度。噪声温度(T_e)和噪声系数(NF)的关系如下:

$$NF = 101g(1 + T_e / 290)dB \text{ (在室温 } 17^\circ)$$

卫星接收机的典型 T_e 在 1000K 左右($NF = 7dB$),地球站



接收机的典型 T_e 在 $20 \sim 1000\text{K}$ 范围内。

(3) 品质因数(G/T_e)

G/T_e 是天线增益与噪声温度之比。在卫星通信系统中, T_e 的高低严重影响接收信号的实际效果, 因此必须在 G 中减去 T_e 的影响才能正确反映接收系统的实际质量, G/T_e 值的计算公式如下:

$$G/T_e = G(\text{dB}) - 10 \lg T_e(\text{dB/K})$$

在这里, 由于考虑到大部分读者的专业基础水平问题, 所以我们不打算进一步讨论这些技术参数的由来和推导过程, 有兴趣的读者可以找一些比较专业的卫星通信书籍进行进一步的学习, 同时需要指出的是, 即使大家看不懂这里所列出来的公式和他们所代表的含义, 并不会对大家进行以后的阅读和了解有很大的影响。当然, 如果能够了解这些公式, 会对您以后学习有所帮助。

第八节 卫星通信话短长

卫星通信同现在常用的电缆通信、微波通信等相比, 有较多的优点, 基本可以概括为几个字;

远: 是指卫星通信的距离远。俗话说, “站的高, 看的远”, 同步通信卫星可以“看”到地球最大跨度达一万八千余公里。在这个覆盖区内的任意两点都可以通过卫星进行通信, 而微波通信一般是 50 公里左右设一个中继站, 一颗同步通信卫星的覆盖距离相当于三百多个微波中继站。



发达的通信技术



多:指通信路数多、容量大。一颗现代通信卫星,可携带几个到几十个转发器,可提供几路电视和成千上万路电话。

好:指通信质量好、可靠性高。卫星通信的传输环节少,不受地理条件和气象的影响,可获得高质量的通信信号。

活:指运用灵活、适应性强。它不仅可以实现陆地上任意两点间的通信,而且能实现船与船,船与岸上、空中与陆地之间的通信,它可以结成一个多方向、多点的立体通信网。

省:指成本低。在同样的容量、同样的距离下,卫星通信和其他的通信设备相比较,所耗的资金少,卫星通信系统的造价并不随通信距离的增加而提高,随着设计和工艺的成熟,成本还在降低。

下面说说对广播卫星的技术要求:

广播卫星必须是对地静止的,以便观众使用简单,无需跟踪卫星而且定向性强的接收天线,这不仅要求使用赤道同步卫星,还要求卫星能精确地保持它在轨道上的位置和姿态。

广播卫星必须有足够的有效辐射功率,以简化地面接收设备。在覆盖面积较大,波束为 2° 左右的情况下,个体接收卫星电视广播所需的转发器发射功率是几百瓦,集体接收方式所需的是几十瓦。

广播卫星必须有足够长的使用寿命和可靠度,以降低停播率,并避免经常更换卫星所带来的停播和浪费。为此要求卫星使用长寿命、高可靠度的元件、部件,并必须设置星上备份部件、备份转发器,及发射备份卫星。目前的广播卫星设计寿命为5~7年。



广播卫星的重量应保证工作需要,并在此前提下尽量减轻,以节约发射费用。为此,星上各分系统所用的材料比重要小,耗电部分应尽可能提高效率,以减轻整个星体重量。已发射的以及近期内将要发射的广播卫星的重量,大体在 3000~8000 公斤之间。

第九节 我国卫星通信市场报告

卫星通信是解决边远地区通信的主要手段,也是城市通信的有效补充。为解决我国 24 万多个行政村及边远地区的通信难题,需要增加卫星通信通道线路 70 - 100 万条。近两年兴起的因特网的卫星接入方式可以用于支持因特网干线连接,具有明显优势,并已成为国际通信热点。

但是,从目前的技术进展情况看,宽带卫星应用业务的广泛实现还需要两年时间,但众多的运营商早已着手宽带卫星系统的设计和开发,划分为两大类,即全球或区域覆盖同步轨道系统和全球覆盖低轨道系统。前者着重提供允许时延的多媒体应用业务,而后者则主要提供低延时的多媒体应用。从技术角度看,同步轨道卫星需要开发数字技术来减少延时的影响,而低轨道卫星则需要解决卫星组网问题。宽带卫星具有以下 5 个方面的优点:

1、覆盖范围广。一颗卫星的波束覆盖范围可达数千 km,提供处处可以使用的通信。

2、可部署性。宽带卫星系统既可以和地面系统相结合,又



发达的通信技术



可以绕开复杂的地面网络建立独立的卫星网络,这后一个特点在快速部署卫星通信终端卫星终端甚至可以即插即用迅速实现全球通。

3、带宽利用率高。卫星系统可以配置成按需提供带宽,而且可以动态分配接入容量,以满足广播、多点传送和多媒体通信需求。

4、成本低廉。随着新的宽带卫星数据传输业务扩大到更多的商业、企业、政府机构和家庭用户,以及卫星技术的大量使用,将进一步降低每月的接入费用,从而吸收更多的用户接收宽带卫星通信服务。

5、提供一体化网络。卫星网络因其覆盖面广、容易部署等特点,在将来有可能取代目前传输速率参差不齐、接入方式复杂的地面网络,并提供全球宽带主干系统。企业用户还可以有选择地把多种应用统一到一个卫星网络上。

就宽带卫星实现全球覆盖而言,还必须解决几个重要问题。摆在第一位的问题是制定标准来规范日益增长的市场需求的促进新技术的应用。二是卫星网络接入设备的费用和服务费必须非常低廉,以使新用户能够接收宽带卫星业务。因此,必须优化最终用户接入设备的性能,降低设备成本。三是宽带卫星接入系统要能支持数以百万计的用户,而且能迅速安装,并能以高的效费比迅速为用户推出新的业务。VSAT 专用网通信已经和正在成为我国金融、证券、海关、航空、铁路、旅游、商业零售等行业进行信息交换的重要手段,并已经产生明显经济效益,随着我国经济发展,必将以极快的速度发展。



第十节 我国卫星通信分析

我国的卫星通信干线主要用于中央、各大区局、省局、开放城市和边远城市之间的通信。它是国家通信骨干网的重要补充和备份。为保证地面网过负荷时以及非常时期(如地面发生自然灾害时)国家通信网的畅通,有着十分重要的作用。

在我国边远省、自治区(如西藏、新疆)的一些地区,难以用扩展和延伸国家通信网的方法来进行覆盖。

对于这些地区的一些人口聚居的重镇或县城(也可用于海岛)的用户,我国是利用 VSAT 的方法将其接入地面公用网。这对我国通信网的全国覆盖具有重要意义。

卫星专用网在我国发展很快,目前银行、民航、石化、水电、煤碳、气象、海关、铁路、交通、航天、新华社、计委、地震局、证券等均建有专用卫星通信网,大多采用 VSAT 系统,全国已有几千个地球站。

我国需要建立卫星移动通信系统,以支持位于地面移动通信网服务区以外用户的移动通信业务,其终端应当是轻便和低成本的。

卫星移动通信系统还用来为地面通信网未能覆盖的农村和边远地区提供基本的通信(话音和低速数据,这对发展中国家更具有意义)。这里所指的“农村和边远地区”用户,是指十分分散的“自然村”,要求其终端的复杂度、体积和成本应远小于 VSAT 小站。



发达的通信技术



以我国为主的卫星移动通信系统 APMT(亚太移动通信系统)正在筹建,它是以同步卫星支持的区域性系统。系统支持手持机用户,为此星载天线十分庞大(天线直径约 1 - 3m),此外系统还用于支持边远地区的基本通信。

在不久的将来,我国的卫星网还将用于支持低业务密度地区的高速率用户(集团用户)终端的通信需求,比如,对因特网的高速浏览,以及高速率的接入公用网。对于这一类的用户,其终端设备的简化和低成本也是十分重要的。建立我国的综合卫星通信系统的设想。目前,我国在同步卫星通信方面的发展已具规模,在作为国家干线通信网的备份和组建专用网方面发挥了巨大的作用。但是,面对一些业务需求,如移动通信业务、边远地区基本通信业务、高速率用户的接入和因特网浏览以及交互式多媒体业务等方面的需求,我国是采用继续发展和扩大同步卫星通信系统来支持这些新业务?还是建立包括同步卫星和非同步卫星在内的综合卫星通信系统呢?从国外卫星通信发展趋势来看,由于轨道高度较低的非同步卫星无论在支持移动通信,边远地区基本通信和高速率用户的接入等方面都十分有利,它能有效地降低对终端 EIRP(有效合向辐射功率)和 G/T 值(接收机品质因数)的要求,使用户终端大为简化和降低成本。因此,建立我国的综合卫星通信系统在技术上是合理的。

我国卫星通信分析在综合系统中,同步卫星和非同步卫星部分各自支持的业务重点应有所不同。

同步卫星系统主要支持的业务有:

1.地面公用网各枢纽站之间的干线连接,其地面站庞大,成



本高;

- 2 .远端用户(VSAT 终端)的接入;
- 3 .构成专用网和专用网与公用网之间的连接。

非同步卫星系统主要支持的业务有:

- 1 .移动通信业务;
- 2 .提供过远地区和农村的基本通信(话音和低速数据),其用户终端体积和成本远低于 VSAT 终端;
- 3 .用于高速率(可达 2Mb/ S)用户终端的接入,提供交互式多媒体业务和支持用户高速浏览因特网。其用户终端成本和天线尺寸应小于 VSAT 终端。

在综合系统中,由于非同步卫星将飞越全球,具有全球(非实时)覆盖能力,因此综合系统可以实现全球的(非实时)数据通信(数据信息延时最大约 5 小时)。尽管通信是非实时的,但系统是完全由我国自主控制的,这在一定程度上能缓解一直困扰我国的全球通信问题,对军事和外交机要通信具有重要意义。

建立我国的综合卫星通信系统,除市场需求和技术上的合理和先进性之外,系统所需的投资和经济效益如何,是决定建立该系统是否切实可行的关键因素。

我国的综合卫星通信系统是为我国(及其周边地区)服务的区域性系统。一般来说,采用同步卫星也许是一种较好的选择,因为系统所需的投资较省,而采用覆盖全球的非同步轨道卫星星座为某一地区提供服务(在经济上)是不可取的。然而,随着星座设计技术的突破,利用数目较少的非同步轨道卫星构成的星座也是区域性系统的一种选择。



发达的通信技术



作为我国的综合卫星通信系统中的非同步卫星部分,以采用“区域性时限”星座为宜。该星座可以在特定的时段(通常在每天的业务高峰时段)对我国进行连续覆盖,而空间段所需投资可大致与同步卫星相当。同时,由于覆盖我国的非同步卫星区域性星座对地理上与美国对称(经度差约 180°)的美国,具有甚至更好的覆盖特性(仰角更高)。因此,如果同一星座以支持中国和美国的两个区域性系统,空间段的投资共同承担,那么我国的非同步卫星系统所需投资可能比一个同步卫星系统更省。

我国综合系统中的非同步卫星可以是一种由 4 颗椭圆轨道卫星(近、远地点分别为 4497km 和 16209km)构成的星座,它能在北京时间每天的 7 点至 23 点 30 分连续覆盖我国。可以看出,星座对我国的最小覆盖仰角在 15° 以上,而对大陆的绝大部分地区在 20° 以上。

在非同步卫星不能覆盖的低业务量时段(如深夜和凌晨),可由同步卫星来支持这些较小的业务量。此时,对我国连续覆盖的同步卫星也处于低负荷时段,它有足够的资源(如功率)来改善由非同步卫星转换至同步卫星时因传播损耗增加所带来的不利影响。

第十一节 探讨我们的未来

中国自 60 年代初,即开始研制了微波接力通信系统和人造地球卫星,它标志着中国人民已有能力依靠自己的力量,涉足于卫星通信领域,为通信网增加新的通信手段。及至 70 年代中



期,中国已有大型地球站为国内、国际通信服务。近 20 余年来,中国卫星通信,在研究、开发、制造和发射、运营等多领域,由于国家重视和国内科技人员、管理人员等各方面的共同努力,得到了长足的发展,为下一步发展奠定了坚实基础。

我们清楚,卫星通信系统本身是个复杂的大系统,涉及很多学科,综合工艺和技术,需要多部门的相互协助,资金和人力方面加大投入,才能促进其更快发展,适应社会各部门多方面需求,现仅就今后发展前景和努力方面,作些初步探讨。

(一)分利用好宝贵资源;

频谱资源与轨道资源,是发展卫星通信的先决条件,必须搞好发展规划,以满足国家各方面的需求。要有专门的科技队伍进行长期不间断的研究、分析和多方面协调工作。在国际上多做工作,争取获得尽可能多的频谱与轨道资源,并把这些宝贵资源充分利用好。

(二)星通信系统研究、开发方面;

(1)由于卫星通信系统涉及到多部门、多学科的协作,因此要有跨部门的专家联合参加,总体规划与设计,以充分发挥整个国家的人才和技术优势,作出有自己特色的系统,达到国际上先进水平,并能满足国家各方面需求。

(2)当前的重点是通信卫星本身的开发工作,在保证质量前提下,首先注意两个问题:

①研制出大容量通信卫星的平台和小卫星平台。有了这两种平台,以利加速发展高、中、低各种轨道,各种用途的卫星通信系统。这样,在研制卫星过程中就可避免很多重复工作,节省了



发达的通信技术



人力和物力。

②在研制各类卫星本身时,应采用模块式的生产线方法,这样可缩短研制、开发时间。若在时间上取得优势,就可在竞争中争取到主动权。

(3)对于卫星通信系统的地球站设备,要考虑到高可靠性,并用创新精神,力求使系统达到最佳化,在关口站设备方面,则强调灵活性,要能适应多方面需求,具有与地面多种通信系统互联互通的能力,至于卫星通信系统的用户终端,要达到人机界面友好,小巧可靠操作方便等。

(三)建立必要的监测台站

建立必要的监测台、站(固定、移动),除对已投入运营的通信卫星运行情况等及时了解、分析、加强管理外,更重要的还要监测国外的卫星在国内空间场强覆盖情况,及时克服和减少电磁波的干扰,以保护我国的电磁环境和合法权益。这样为我国卫星通信创造良好的环境,以利于更快地发展。

(四)通信卫星运营方面

在通信卫星运营方面,要充分利用卫星通信的覆盖广,传输质量好,能以各种组网方式适应不同用户、不同领域、不同地理空间应用的特点,搞好卫星通信网的建设,发挥其应有作用。

(1)卫星通信系统,它的转发器可作为通信网的干线传输手段。在“静止轨道”上,它覆盖广,特别适合于我国边远地域稀路由(用户少而分散)的通信之需,而对地面通信系统无法达到的或用地面通信系统建设投资过大的农村地区,则卫星通信系统,可发挥其独特的作用。



(2) 卫星通信系统与地面通信系统综合,可作为通信网的重要组成部分,并和地面的传输系统相配合,可以提高传输的可靠性(特别在干线传输方面,地面的光纤传输系统、微波接力通信系统和卫星通信系统的综合使用),可发挥各自优势,并互为备份与补充,这在我国幅员广大的国家,特别显得重要。因此在每个通信网建设、规划中,要综合考虑这些因素。

(3) 卫星通信系统可独立组网,也可作为地面通信网的接入网,特别适合于各种速率信息的传输接入,也适合于不对称业务的传输和集语音、数据与图象三者组合的终端配合,实现多媒体通信。因此,在整个通信网规划中,要充分考虑卫星通信手段的这种优势,而且一旦通信卫星发射成功,卫星通信建设速度快,受地理条件限制较小,能迅速满足通信需求,这是它“得天独厚”的特点。

(4) 中、低轨道的卫星移动通信系统与地面蜂窝移动通信的综合与互通,是整个移动通信发展的必由之路。从通信容量,全网结构等角度分析,前者是后者的延伸和补充,因此要把这两者作为一个大系统来看,特别是在用户终端、使用频段、调制方式和协调核心网规范等方面,总体方案应统一起来考虑,这将符合发展方向。

第十二节 用卫星上网

上网的人都有这样的体会:当输入某个网址或发出下载命令后,却不得不花很长时间等待结果,随着上网人数的增加,网



发达的通信技术



络也变得更加拥挤不堪,甚至有人将 WWW 称为“word wide wait”。据测算,如果网页的下载时间超过 8 秒,用户就会放弃访问,网页下载时间每减少 1 秒钟,用户放弃访问网页的机率能够减少 30 % - 60 %。

现在,一项新的接入技术可以从某种程度上改善这种状况,它就是采用美国休斯公司 Direc PC 技术的高速宽带多媒体接入系统。这是一套单向的卫星广播系统,采用非对称的互联网接入方式。

1. 什么是非对称方式

互联网应用的一个很大的特点就是信息传输的不对称性。用户浏览互联网时一个简短的请求,可能引致请求信息几千倍的下载文件回传。如果通过调制解调器下载,常常要花很长时间。那么,可不可以让上传的带宽窄一点,下传的带宽增加一些呢?

使用 DirecPC 技术,可以使这一问题得到解决。Direc PC 卫星发送服务是美国休斯网络系统公司 1996 年推出的高速宽带多媒体接入技术,曾获得美国《数据通讯》杂志 96 年度最新产品金奖。几年来,Direc PC 技术风靡全球,不但在美国拥有大量用户,并且在加拿大、墨西哥、德国、北非、中东、印度、日本、韩国、台湾等国家和地区得到广泛应用。

2. 工作原理

卫星系统的基础设备为网络营运中心(Network Operation Center,简称 NOC),包括一架 7 米直径的卫星天线和 54M 的上行主站。其他还包括专用宽带网,用于上连互联网或通过 Ku



波段 QPSK 卫星调制编码器向用户广播。

系统的工作过程见这样的:用户通过拨号或其他方式,例如 ISDN 或者专线接入互联网,将服务请求如浏览网页、下载文件等命令转给网络操作中心 NOC 处理,在该要求离开用户 PC 之前,用户端软件将在该要求信息上附加一个头码,NOC 收到请求信息后,将头码删除,根据信息地址到相应网站获取所需要的内容,NOC 随后将这些内容发送到卫星上,上行速度可达 24Mbps,再由卫星发射至用户的接收天线并由此进入计算机、在用户端,最低的配置为 Pentium90 计算机,16M 内存,20M 硬盘空间和 14.4Kbps 以上的调制解调器此外,还需要安装一副直径 0.75—0.9 米的卫星接收天线和一块包括在计算机内的数据卡以及驱动和应用软件等。操作系统为 Win95 或 Win NT。

技术特点:

- 1、采用非对称的高速卫星传输技术,优化网络带宽;
- 2、支持标准 TCP/IP 协议、WWW、E-mail、Newsgroup、Telnet;
- 3、支持单向流式视、音频实时多点传送;
- 4、支持一对多点 3Mbps 速度数据文件传送,接收端数目无限制;
- 5、所有传输数据实现 DES 加密,安全可靠。

目前全球共有 11 家 ISP 提供类似的业务,大约 10 万用户,分布在美国、日本、韩国、台湾等地。

在国内,由卫视周刊工程部代理的“星网通”和 Turbo163



发达的通信技术



卫星接入系统已经开通,就花费而言,卫星接入以其高速率的理想传输模式,也较为合理,不论企业规模的大小或个人用户皆足以负担。现在,全国各地的互联网用户都可以通过卫星享受高速上网冲浪的乐趣了。

第十三节 技术发展

革命性的新技术将大幅度地增强卫星的功能,并大大地降低卫星的成本。新系统的构成将取决于商业市场,而不再象过去那样主要由政府决定。当年苏联的小型 Sputnik 卫星于 1957 年 10 月升空时,曾引起了西方社会的一阵恐慌。自那时起,航天界工程师们就一直致力于设计功能更强的卫星。这些年来,卫星体积越来越大,功率越来越高,通信容量越来越大。目前,美国国家侦察局(NRO)正在操作 15 吨级的巨无霸情报卫星,而地球同步轨道商业卫星的重量已经达到五吨。

然而,在今后二十年中,低地球轨道(LEO)和中地球轨道(MEO)的卫星却可能会向另外一个方向发展,即小型化,从而使卫星发展回归到起点。科学家预测将会出现与第一颗 Sputnik 卫星体积相近的卫星,但是星载处理器却采用了极为尖端的技术。每颗卫星都拥有强大的计算能力,并与几十颗、甚至几百颗相似的卫星互联,对地球进行不间断的地毯式覆盖。这些卫星可以是通信卫星、情报监视卫星或科学观察卫星。

政府实验室期望着象篮球一样大的卫星的出现,但是在注重现实利益的商业卫星领域,出现了两种相反的卫星发展趋势。



一方面,地球同步轨道卫星的的体积会继续增大,以便提供更多的带宽和更大的功率。另一方面,用于话音和数据通信的低地球轨道和中地球轨道商业卫星则会越来越小。例如,16 个波束的“全球星”(Globalstar)移动电话卫星只有 454 公斤重,其载荷功率只有 1.1 千瓦。

可以确定的是,各个领域的技术进步将使太空开发成本在今后的 10 至 20 年内得到大幅度的降低。与过去不同的是,用户的需求是技术开发的主要动力,政府的需求不再是技术开发的主动力。

在美国,当今的卫星技术进步大多源自于里根政府在八十年代所做的国防空间建设,尤其是战略防御(SDI)计划。直到 1995 年,技术开发依然主要是政府领导的。例如“铱星”低地球轨道移动电话通信卫星的星座中就采用了军事空间技术研究的,例如 Teledesic 公司价值 90 亿美元的“空中因特网”计划。而且这种趋势正在走强。据 Futron 公司的预测,所有具有强劲增长势头的空间市场全都源自于商业界,在可预见的未来,政府市场仍然不会有明显的增长。

虽然美国在卫星技术上的地位仍比较尊崇,但是欧洲正在加紧追赶,日本也在进行卫星通信的基础研究,特别是光学通信的研究,并且在研究适用于空间平台的机器人技术和自动对接技术。

随着时间的推移,在那些亚太地区开创极大规模卫星企业的都没有经得起考验。虽然现在乐观和希望又有所抬头,但是许多危机后遗症仍滞留在这一地区。“对于没有完全筹集足够



发达的通信技术



的工程资金的公司来说,情况会更危险。这一类的工程有 Laostar、AceS、APMT、MA 和 Telkom。由于 Telkem 已经筹备了相当数额的资金,相信它将会发射第一颗卫星,而且其市场是现成的。”1998 年末一位欧洲卫星业分析家说,而其他的工程就不是这种情况,人们对这些工程的可行性持有浓厚的怀疑态度。事实上,卫星提供商为了卖出产品,开始向纵向结构发展,其中也包括经营方式,这样,这些工程就可能会找到筹资的方法。例如,劳拉公司宣布该公司对 Laostar 工程很感兴趣,洛克希德-马丁公司则对 AceS 工程很感兴趣。因此,通过国际大公司的资助,一些已经停滞的工程可能会重新启动,藉此,这些大公司也能够扩大其覆盖面。对于已经拥有卫星轨道位置的工程项目来说,复活的机会更大一些。

最近公布的消息说,亚洲卫星电信公司(Asiasat)的所有权已经易主。这表明在未来一个月内,该地区的交易可能会很频繁,而且其中可能会有一些重大交易。Asiasat 目前已经向洛杉矶的休斯航天与通信公司订购了一个备份卫星。这颗卫星是 Asiasat3S 卫星,计划于 1999 年末结束的 Asiasat 卫星。

随着卫星业巨头的涌入,那些原先的好机会可能会转眼即逝。地区性政治在其中发挥怎样的作用?外国大卫星公司迅速地买走了轨道位置和卫星,这在当地会否成为人们议论的重点话题?不论怎么说,正是根深蒂固的民族主义促成了该地区卫星梦想的形成。而这些梦想是否现实是另外一回事。无论是谁忽视了该地区的民族主义情感,都会冒一定风险,而后果也只能自负。



最后的问题与实质性经济方程相关。需求潜力和实际产生收益的业务是完全不同的两码事。90年代初期和中期显得非常理想的卫星硬件与业务搭配形式,到了90年代末期可能已经不符合这一地区的需要。

码头上堆起一摞集装箱并没有什么意义,只有集装箱装满货物才会有用。同样道理,随着这一地区卫星容量的迅速增长,管理层和股东们最关心的应该是已有卫星容量和新卫星容量被充分利用。正因为如此,未来一年中的头等大事就是要让亚太地区的卫星容量得到充分的利用。





第八章 智能网

第一节 何谓智能

智能网是在原有通信网络基础上,为快速、方便、经济、灵活地提供新的电信业务而设置的附加网络结构。

从这个描述可以看出,智能网的核心是如何高效地向用户提供各种新的业务,像国际上使用最早的智能业务——被叫集中付费(通常称它为 800 号业务)、帐号呼叫(通常叫做 200 号业务呼叫)等。但是,要想做到快速、经济地不断提供新的业务给用户,现有通信网的传统做法是不行的。

按照过去传统的技术和软件编程方法,一个新的业务从定义到最后可以上网使用,周期一般要 1.5 到 5 年,智能网的目标是将这个周期减少到最多 6 个月!可以想象,由此带给电信部门和用户的巨大的经济利益和方便。新业务的开发周期缩短,意味着大大缩减开发投资;业务提前向用户开放,又会及早地收回大量资金,提高网络的利用率,增强网络的智能性,这就是智



能网能够迅速发展的源动力。

如何达到快速、经济、方便地向用户提供新业务的目的呢？这就必须对现有网络结构、网络的管理、业务的控制和生成的方法进行变革。这涉及到方方面面的改变。智能网的基本思想是在网络中把交换和智能分离开，实行集中业务控制，这是通过设置一些网络的功能部件，又叫功能实体来实现的。这些功能实体有：业务控制点(SCP)，业务交换点(SSP)，智能外设(IP)，业务管理系统(SMS)，业务数据点(SDP)，业务生成环境(SCE)。这些功能部件独立于现有的网络，是一个附加网络结构。这样一个 IN 结构带来网络整体智能的增加。

第二节 他 从 哪 里 来

智能网的概念是美国于 1984 年提出的，智能网的定义中并没有人们通常理解的“智能”含义，它仅仅是一种“业务网”。目的是提高通信网开发业务的能力。它的出现引起了世界各国电信部门的关注，国际电联(ITU)在 1988 年开始将其列为研究课题。1992 年 ITU - T 正式定义了智能网(Intelligent Network)，制订了一个能快速、方便、灵活、经济、有效地生成和实现各种新业务的体系。该体系的目标是应用于所有的通信网络；即不仅可应用于现有的电话网、N - ISDN 网和分组网，同样适用于移动通信网和 B - ISDN 网。

由于智能网所服务的网络不同，所提供业务的复杂程度也不尽相同，而且随着通信技术的不断发展会有新的技术及网络



发达的通信技术



出现。为便于智能网提供、生成和管理业务,ITU - T 的第 11 研究组(SG11)计划将智能网分阶段进行研究,就不同阶段提出不同的要求。

ITU - T1992 年颁布了智能网能力集(INCS - 1),其研究的范围主要是 PSTN、N - ISDN 和在移动网上提供各种增值智能业务,它只能在一个网内提供智能业务。它是智能网的第一阶段,在业务平面共定义了 25 种业务和 38 种业务特征,总功能平面共定义了 14 个 SIB,用这些 SIB 可以实现业务平面定义的所有业务和业务特征。

ITU - T 颁布的 INCS - 2 标准定义了 16 种基本业务和 64 种业务特征,1997 年 9 月 SG11 的第二次研究组会议上,审议了 CS2(Q .122X 系列)的最后修改建议,除 Q .1229 外全部提交全会通过。CS2 的标准业务有电信业务、业务管理和业务生成业务三类,在电信业务中,除包括 CS1 阶段的业务外,主要类型有网间业务、个人移动业务和呼叫方处理业务三类业务。它新增了关于移动通信网的业务特征和网间互通能力,向用户提供了网间业务。个人移动业务有:用户鉴权、用户登记、UPT 的选项业务特征等。业务管理和业务生成业务是 CS2 中新考虑的业务,对它们的研究还停留在功能结构上,具体的规程在 CS2 中还没有研究。

正在形成的能力集 3(INCS - 3)是 CS2 的进一步发展,其研究分为 CS - 3 .1 近期和 CS - 3 .2 中长期,CS3 .1 的目标业务除支持 CS2 业务外,还支持三类业务:移动业务、B - ISDN 业务和多网络支撑的 IN 业务,CS - 3 .1 仅支持有限的宽带业务。



CS - 3.2 是一个长期目标,它的目标业务是真正的多点间连接的宽带多媒体业务,它的呼叫模型将考虑 B - ISDN 呼叫和承载连接分开的概念,并将引入 B - ISDN 的功能实体,真正做到同 B - ISDN 的综合。CS - 4 阶段的草案也已开始研究。CS - 3 和 CS - 4 阶段都将增加 IN 与 Internet 结合的业务。

第三节 揭开智能的奥秘

智能网的基本结构可以描述为:

* 业务交换点 SSP: 包括 CCF 和 SSF 功能实体。作为智能网业务接入点,业务用户可以从网络的任何地点拨打业务前缀号来调用业务。网络通过呼叫路由安排将呼叫接到 SSP,一旦收到智能网业务呼叫,SSP 便根据对号码的分析识别出这是智能网呼叫,接着分析出该业务的种类、位置及附加信息。然后将这些信息及请求 SCP 对业务呼叫控制指令送到 SCP,由 SCP 中的业务逻辑来接替对呼叫控制。

* 业务控制点 SCP: 包括 SCF 和 SDF 功能实体。存储业务用户数据和业务逻辑,实现智能业务过程中对 SSP 的实时控制。

* 业务管理点 SMS: 包括 SMF 功能实体。完成对所有业务的操作管理功能及业务数据的客户化。

* IP: 提供 SSP 与用户实现交互操作的功能。可用于语言识别,合成发送文件、接收用户所拨号码等功能。

* 信令转接点 STP: 提供 SCP, SMS 与下层 SSP, IP 之间



发达的通信技术



信令控制的通路。

* 业务创建环境 SCE:利用独立软件模块(SIB)支持创建和修改业务。物理上可独立于整个网络。

第四节 携智能网走遍天下

随着数字移动通信系统(如 GSM、CDMA、DECT、PHS 以及铱系统和 Globalstar 等移动卫星通信系统)的蓬勃发展,第三代数字通信系统的市场范围越来越大,技术推动力越来越强,移动智能网已经成为急需研究的课题之一。各国电信部门与电信设备供应商为把智能网技术应用于移动通信领域投入了大量的资源,开展了全面的研究和实验。随着市场的迅速增长,用户对移动通信提出了更高的要求,希望得到更多更好的服务,而以往业务的生成周期很长,业务的多样性也不易实现。与此同时,由于原有网络体系的限制,很多补充业务在用户漫游时不能很好提供,极大地限制了移动市场的进一步发展,使得各运营商迫切需要推出移动智能业务。

在 GSM 网络上提供智能业务,采用的标准是 ETSI 的 CAMEL 规范(移动网客户化应用增强协议)。利用 CAMEL 协议,可以方便地提供多种业务。在 GSM 网络上,采用上自叙述的方案,可以提供预付费、虚拟专用网、移动 800、呼叫筛选等智能业务。与固定网智能业务的一个显著不同是,由于采用相对静态的触发方式,移动用户一旦登记了智能业务,他的所有呼叫都将经过智能网的处理。以预付费业务为例:如果用户申请了



移动预付费业务,则他的呼叫无论呼出呼入全部按照预付费业务对待。

近年来,预付费业务在世界各地得到了长足的发展,是各种智能业务中发展最为迅速、应用最为广泛的业务。对于运营商,该业务可以避免后付费方式带来的欠费和欺诈现象,降低运营费用,获得更多的流动资金;对于用户,该业务具有免入网费、免月租费、即买即用的灵活特点,得到了用户的普遍欢迎,取得了良好的社会效益。

自 1999 年下半年,中国联通和中国移动两大移动运营商分别推出了“如意通”和“神州行”预付费业务。由于具有即买即用、即充即打的特点,两种业务非常适于低端用户、旅游者和出差人员使用,用户群迅速扩大,形成了良好的品牌形象,获得了巨大的社会效益。随着业务资费的调整和漫游区域的扩大,业务得到了进一步的迅猛发展。全国日增“神州行”用户愈 6 万,部分地区 100 % 新增用户为预付费用户。由于全球 SIM 卡紧张,许多省市预付费卡供不应求,出现断号现象。仅在北京地区,新发行的第二批 20 万套“神州行”就在一周左右的时间内被抢购一空。据不完全统计,目前中国预付费用户已经超过 600 万。

实践证明,预付费业务在中国具有广阔的市场前景和长远的发展潜力。参考国外运营商开展的实际情况,很多国家预付费用户已经超过后付费用户,在新增用户中,预付费用户达到 80 % 左右的比例。随着我国经济的飞速发展,移动通信方式得到了迅速普及,用户数已突破 5000 万,但移动用户在总人口中



发达的通信技术



所占比例仍然很低,与发达国家相比存在很大差距。对用户群进行分析,收入水平相对较高的阶层已经基本加入移动通信的行列,构成目前后付费用户群的主要部分;在总人口中占更大比例的阶层收入相对较低,目前使用移动通信工具的人数较少,是今后发展的重点用户群。进一步增加移动通信事业的普及率,扩大用户群,需要推出适合中、低用户的业务。而预付费业务具有免月租费、随时控制通话费用的特点,恰恰适应了大量用户的业务需求。随着通信事业的快速发展,在全国经济快速发展的推动下,移动通信工具必将日益普及。如果按照总人口的 15 %—20 % 比例的人群将加入到移动通信行列中计算,新增的 60 %—70 % 用户都将把预付费业务作为首选,在近两年内预付费业务的潜在需求有 1.1 亿到 1.7 亿,具有非常长远的发展潜力。

预付费业务有多种实现手段。根据中国 GSM 移动网络现状,参考移动通信技术的发展和网络演进的趋势,中国移动通信和中国联通两大运营商不约而同地采用了移动智能网技术开展全国漫游的预付费业务,分别创立了“神州行”和“如意通”两大品牌。

Internet 在本世纪末的爆炸性发展,加快了人类社会向信息社会过渡的步伐,使得信息业的竞争更为激烈。特别是第一代 Internet 的产生,通过 Internet 打电话已成事实。如何将 Internet 和 PSTN 有效地综合起来,以充分利用两网的资源,保护已有的电信投资,进一步开发新型的增值业务,扩展 Internet 的业务领域,对于 Internet 和 PSTN 的发展都具有十分重要的意



义。

ITU - T 第十一研究组在 1997 年 9 月成立了 IN 与 Internet 综合的专题研究小组,并纳入了 INCS3 的研究计划,IETF 于 1997 年 7 月成立了 PINT 工作组,专门研究 IN 与 Internet 的互连。目前许多电信部门也在积极研究如何利用智能网向用户提供 PINT 业务。IN 与 Internet 互通业务将成为 CS - 3 及 CS - 4 能力组中的内容之一。

IN 与 Internet 互通的业务可以分为从 Internet 启动的业务和从 PSTN 启动的业务。目前所提出的 PINT 业务大都是从 PSTN 启动的业务。主要有:点击拨号、点击发送、回送传真、语音接入信息和来话通知等。

实现 IN 与 Internet 互通的主要业务目前都被列在 CS - 4 的草案中,究竟 CS - 4 能够支持哪些业务,还待今后的进一步研究。

Internet 与 IN 的结合,不仅对 IN 的业务发展和管理功能的增强产生了积极的作用,还对 IN 的中长期演进产生了影响。Internet 具有全球寻址、无连接化和分组化的特征,在对协议簇的支持、具有开放性的接口和分层化结构等方面都优于 IN。IN 技术只有通过与 Internet 的结合,才能促进智能业务走向快速发展的良好局面。

三网融合发展的大趋势,及信息时代的来临,促使了宽带综合业务数字网的发展。它将在 21 世纪得到大发展,并成为信息社会的主要信息网络之一。研究 IN 与 B - ISDN 的结合具有深远的意义。



发达的通信技术



ITU - T 在智能网建议的能力集 - 3(CS - 3)中将推出宽带智能网(B - IN)的有关建议。CS - 3 的研究分为 CS - 3 .1 和 CS - 3 .2 两个阶段,CS3 .1 中仅支持有限的宽带业务,如:会话型宽带业务,但仅限于点到点连接,或通过服务器连接;广播型宽带业务;消息传递和提取业务,也只考虑点到点连接。CS - 3 .2 是一个长期的目标,它的目标是真正实现多点连接的宽带多媒体业务。如远程教育、远程医疗、电视会议、多媒体信息服务、视频点播等。这种业务提供的特点是它们可以共用同一平台,而不需要为每一种业务配置一套专用的设备。它将是智能网在 21 世纪发展的重点。

实现宽带智能网业务主要在 INCM 的分布功能平面 DFP 和物理平面 PHP 上。多方呼叫的大量出现是宽带智能网业务的重要特点,因此要求建立多方呼叫的呼叫模型,及建立宽带智能网的功能实体(FE)和物理实体(PE),并设计实现宽带智能业务所必须的信令系统。同时修改智能网的交换管理功能模块,以满足比窄带单一网络复杂得多的宽带多媒体网络的网络控制;设计提供宽带智能业务的智能外设(IP)和特殊网络资源(SNR)等。

智能网 CS - 3 的实现基于 INCS - 1 和 INCS - 2 以及宽带信令系统,同时还需要有新的面向对象的呼叫和连接建模方法、复杂的网络控制功能。IN 与 B - ISDN 的结合,将促使 B - ISDN 的发展及其业务的引入,加快通信业的发展;而且对 IN 和 B - ISDN 技术的发展和成熟都有益处。

智能网技术在窄带网中已被广泛使用并获得了巨大的成



工业技术丛书

gongye jishu congshu

功,越来越多的增值业务的引入加速了人类社会向信息化的演进。移动通信的迅猛发展和 Internet 的异军突起,使得 IN 与移动通信网和 Internet 的结合成为电信技术演进的必然趋势。随着宽带通信的启动,智能网与 B - ISDN 的结合将产生新的多媒体业务。智能网在我国的发展还处于初期,智能网在未来的通信网中具有巨大的发展前景,对未来的通信业将产生很大的影响。它将成为今后电信运行部门增加收入和改善服务的主要途径之一。

XYZSTAR.COM
校园之星



第九章 传真

1. 传真的成长之路

传真技术早在 19 世纪 40 年代就已经诞生,比电话发明还要早三十年。它是由一位名叫亚历山大·贝恩的英国发明家于 1843 年发明的。但是,传真通信是在电信领域里发展比较缓慢的技术,直到 20 世纪 20 年代才逐渐成熟起来,60 年代后得到了迅速发展。近十几年来,它已经成为使用最为广泛的通信工具之一。

钟摆的启示

传真技术的起源说来很奇怪,它不是有意探索新的通信手段的结果,而是从研究电钟派生出来的。1842 年,苏格兰人亚历山大·贝恩研究制作一项用电控制的钟摆结构,目的是要构成若干个钟互连起来同步的钟,就像现在的母子钟那样的主从系统。他在研制的过程中,敏锐地注意到一种现象,就是这个时钟系统里的每一个钟的钟摆在任何瞬间都在同一个相对的位置上。

这个现象使发明家想到,如果能利用主摆使它在行程中通过由电接触点组成的图形或字符,那么这个图形或字符就会同



时在远距主摆的一个或几个地点复制出来。根据这个设想,他在钟摆上加上一个扫描针,起着电刷的作用;另外加一个时钟推动的一块“信息板”,板上有要传送的图形或字符,它们是电接触点组成的;在接收端“信息板”上铺着一张电敏纸,当指针在纸上扫描时,如果指针中有电流脉冲,纸面上就出现一个黑点。发送端的钟摆摆动时,指针触及信息板上的接点时,就发出一个脉冲。信息板在时钟的驱动下,缓慢地向上移动,使指针一行一行地在信息板上扫描,把信息板上的图形变成电脉冲传送到接收端;接收端的信息板也在时钟的驱动下缓慢移动,这样就在电敏纸上留下图形,形成了与发送端一样的图形。这是一种原始的电化学纪录方式的传真机。

滚筒式传真机

1850年,又有一位英国的发明家,名叫弗·贝克卡尔,他把传真机的结构作了很大的改进,他采用“滚筒和丝杆”装置代替了时钟和钟摆的结构。这种改进的结构,工作状况有点像车床,滚筒作快速旋转,传真发送的图稿卷在滚筒上随之转动。而扫描针则沿着丝杆缓慢地顺着滚筒的轴向前进,对滚筒表面上的图形进行螺旋式的扫描。这种滚筒式的传真机一直被延用了一百多年。

1865年,一位名叫阿巴卡捷的伊朗人根据贝恩和贝克卡尔提出的传真机原理和结构,自己研制出了可以实际应用的传真机,并且带着他的传真机到法国巴黎、里昂和马赛等城市进行了传真通信的实验。

相片传真机的发明



发达的通信技术



人们对新闻照片和摄影图片的传送的要求是很广泛的。许多科学家都曾致力于相片传真机的研究。1907年11月8日,法国的一位发明家——爱德华·贝兰在众目睽睽之下表演了他的研制成果——相片传真。爱德华·贝兰(1876 - 1963)是在法国摄影协会大楼里工作的人员,他所在的法国摄影协会大楼下正好是法国电信线路从巴黎——里昂——波尔多——巴黎的起始点和终点。这为贝兰的研究提供了得天独厚的条件。贝兰的潜心研究,获得了电信部门的允许,同意他在夜间利用这条通信线路做实验。贝兰在大楼的地下室里废寝忘食地研究和试验了三年的时间,终于制成了相片传真机。

爱德华·贝兰并不满足于自己所取得的初步成功,继续进行传真机方面的研究。1913年,他制成了世界上第一部用于新闻采访的手提式传真机。1914年,法国的一家报纸首先刊登了通过传真机传送的新闻照片。

相片传真把指针接触式的扫描改变成光电扫描,不仅使传真的质量大大提高,而且光电扫描和照相感光制版配合,使相片传真得以实现。

1925年,美国电报电话公司的贝尔研究所研制出高质量的相片传真机。1926年正式开放了横贯美国大陆的有线相片传真业务,同年还与英国开放了横跨大西洋的无线相片传真业务。此后,欧美各国和日本等国相继都开放了相片传真业务,从此相片传真被广泛用于新闻通讯社传送新闻照片,随后扩展到军事、公安医疗等部门,用来传送军事照片、地图、罪犯照片、指纹、X光照片等。



彩色传真机

最早彩色传真记录的图片刊登在《贝尔系统技术报导》1925年4月的卷首插图上。这幅图片实际上是用滤色镜按红、绿、蓝顺序三种颜色分三次独立传送的,然后再重叠合成。后来有人用同样的基本技术,采取了一些自动化的操作,研制成能复制彩色图片的传真设备。1945年8月,在波茨坦会议上,杜鲁门、斯大林和艾德礼的彩色照片成功地从欧洲通过无线电传到华盛顿。但是仍未能用于开放彩色传真业务。直到80年代中期,彩色传真机才逐渐发展到了可以实用化的程度。

传真通信业务的大发展

1968年,美国率先在公用电话网上开放传真业务,世界各国也随之相继利用电话网开放传真通信业务。使原本局限于在专用电路上应用的传真机的数量猛增,应用的范围迅速扩大。尤其是用于传送手写、打印或印刷的书信、文件、表格、图形等的文件传真机,使用最为普通,发展也最快。原国际电话咨询委员会(CCITT)对电话网上使用的文件传真机进行了分类,它们是:

一类机(G1)在话路上传送一页A4幅面(210mm×296mm)文件约6分钟时间;

二类机(G2)在话路上传送一页A4幅面文件,约需3分钟;

三类机(G3)在话路上传送一页A4幅面文件,约需1分钟;

四类机(G4)高速文件传真机,传送一页A4幅面文件,只



发达的通信技术



需 3 秒钟。

在 70 年代以前,主要是使用一类机,70 年代曾经使用二类机,80 年代开始推广使用三类机,它的性能、功能不断完善,已逐渐成为传真通信中主要机种。四类机的使用尚不普遍。

最近十多年来,传真通信的发展更为迅速,目前已成为发展最快的非话电信业务之一。





第 十 章 I P 电 话

1 .IP 电话看过来

是一种利用电脑通过网络拨打电话到另一台电脑(PC)或电话(phone)的应用软件,部分软件甚至还可以用来传送视频、语音及文件等等。能够节约高昂的国际(国内)长话费是 IP 电话最吸引人的地方。

IP 电话按连接方式共分三种:

- ①PC to PC
- ②PC to phone
- ③phone to phone

对于前两种方式需要特定的软件才能实现通话,比如 Net-Meeting2 .1, Internet Phone5 .01, MediaRing Talk99 4 .21 可以实现 PC to PC 的通话,而 Net2Phone9 .5 .1 和 Video Vox-Phone Gold 可以让我们用 PC 拨打到世界上任何一部普通电话上。而 phone to phone 则是利用普通电话在因特网上传送语音的,它采用压缩编码及统计复用等技术,节省了网络的带宽,降低了通信成本。

IP 电话最诱人的地方便是其低廉的通话费用。就拿 PC to



发达的通信技术



PC 这种方式来说吧,不管你是在打国内或是国际长途,你的话费都 = 上网费 + 市话费!如果是 PC to phone 则需要按照不同软件的要求再交一笔很少的费用,比如 Net2Phone 9.5.1,按 0.1 美元/分钟收费。

最方便的要算是 phone to phone 这种方式了。可喜的是,1999 年 4 月 27 日起,信息产业部正式批准中国电信、中国联通、吉通公司三家公司进行 IP 电话业务运营试验。本次 IP 电话业务试验将以电话记账卡方式实现从普通电话到普通电话的通信。试验期间资费标准暂定为:国际长途电话每分钟 4.8 元;国内长途电话每分钟 0.3 元;内地(深圳除外)至香港,内地(中山、珠海除外)至澳门,内地至台湾每分钟 2.5 元;深圳至香港,中山、珠海至澳门每分钟 1.5 元。

目前三家公司已经开展 IP 电话业务的城市分别有:

中国电信:北京、上海、广州、武汉、西安、沈阳、南京、成都、天津、重庆、杭州、福州、济南、长沙、昆明、哈尔滨、长春、郑州、深圳、东莞、苏州、大连、青岛、厦门、珠海等 25 个城市;

中国联通:北京、上海、天津、重庆、广州、南京、厦门、成都、杭州、福州、深圳、大连等 12 个城市;

吉通公司:北京、上海、广州、深圳、武汉、大连、青岛、东莞、厦门、天津、宁波、杭州等 12 个城市。

此次 IP 电话业务试验将采取电话记帐卡方式,其方法与目前使用的 200、300 电话卡相似,即:用户先获得各公司发行的 IP 电话记帐卡,同时得到一个私人帐号和密码,使用时,在任何一部双音频电话上拨打该公司的 IP 接入号码,然后根据语音提



示,输入私人帐号及密码,再拨入被叫号码即可使用。IP 电话资费自动从卡上扣除,本地电话接入费在用户到当地电话部门交话费时一并交纳。此次 IP 电话业务各公司接入号码分别为:中国电信 17900,中国联通 17910,吉通公司 17920。

2 IP 电话是什么

IP 是当前热门的技术。与此相关联的一批新名词,如 IP 网络、IP 交换、IP 电话、IP 传真等等,也相继出现。那么,IP 是什么呢?

IP 是英文 Internet Protocol 的缩写,意思是“网络之间互连的协议”,也就是为计算机网络相互连接进行通信而设计的协议。在因特网中,它是能使连接到网上的所有计算机网络实现相互通信的一套规则,规定了计算机在因特网上进行通信时应当遵守的规则。任何厂家生产的计算机系统,只要遵守 IP 协议就可以与因特网互连互通。正是因为有了 IP 协议,因特网才得以迅速发展成为世界上最大的、开放的计算机通信网络。因此,IP 协议也可以叫做“因特网协议”。

IP 是怎样实现网络互连的?各个厂家生产的网络系统和设备,如以太网、分组交换网等,它们相互之间不能互通,不能互通的主要原因是因为它们所传送数据的基本单元(技术上称之为“帧”)的格式不同。IP 协议实际上是一套由软件程序组成的协议软件,它把各种不同“帧”统一转换成“IP 数据报”格式,这种转换是因特网的一个最重要的特点,使所有各种计算机都能在因特网上实现互通,即具有“开放性”的特点。

那么,“数据报”是什么?它又有什么特点呢?数据报也是



发达的通信技术



分组交换的一种形式,就是把所传送的数据分段打成“包”,再传出去。但是,与传统的“连接型”分组交换不同,它属于“无连接型”,是把打成的每个“包”(分组)都作为一个“独立的报文”传出去,所以叫做“数据报”。这样,在开始通信之前就不需要先连接好一条电路,各个数据报不一定都通过同一条路径传输,所以叫做“无连接型”。这一特点非常重要,它大大提高了网络的坚固性和安全性。

每个数据报都有报头和报文这两个部分,报头中有目的地址等必要内容,使每个数据报不经过同样的路径都能准确地到达目的地。在目的地重新组合还原成原来发送的数据。这就要 IP 具有分组打包和集合组装的功能。

在实际传送过程中,数据报还要能根据所经过网络规定的分组大小来改变数据报的长度,IP 数据报的最大长度可达 65535 个字节。

IP 协议中还有一个非常重要的内容,那就是给因特网上的每台计算机和其它设备都规定了一个唯一的地址,叫做“IP 地址”。由于有这种唯一的地址,才保证了用户在连网的计算机上操作时,能够高效而且方便地从千千万万台计算机中选出自己所需的对象来。

现在电信网正在与 IP 网走向融合,以 IP 为基础的新技术是热门的技术,如用 IP 网络传送话音的技术(即 VoIP)就很热门,其它如 IP over ATM、IP over SDH、IP over WDM 等等,都是 IP 技术的研究重点。

3 IP 领域四潮流



随着 IP 电话走向市场,IP 电话运营商为使其服务受用户青睐,除提供话音邮件、呼叫等待和高速 ADSL 接入服务外,都将推出新的应用。

①赋予普通电话 IP 功能

IP 电话的再一种新的应用是赋予普通电话以 IP 能力。例如,Aplio 公司最近推出的 Aplio/ Phone2 .0 能将普通电话连接至 Internet,并能与兼容 H 323 标准的 IP 电话和会议软件相结合使用。

此外,InnoMedia 公司发布了赋予普通电话 IP 功能的 InfoTalk 装置,该装置连接在电话机和插座之间,能通过 Internet 把呼叫传送至其他使用 InfoTalk 的用户。

②赋予呼叫中心网络能力

现在,已有一些厂商(如美国 Essl 科技公司和 NetSpeak 公司)开始推出 IP 电话产品,这些产品能让用户使用同一条电话线打电话和接入网站,并在呼叫中心向代理商传送为用户服务的在线请求,因此用户无需断开与 Internet 的连接,就能获得对代理商的实时话音接入。由于呼叫中心在众多企业中起着为用户提供服务的重要作用,所以网络化的呼叫中心将会得到普遍应用。

③一体化的消息传递

一体化消息传递是让用户通过一部电话或 PC 接入 E-mail、传真和寻呼消息。这种一体化的消息接入服务现在尽管还不普遍,但是经营 IP 电话网络的业内人士认为,在今后几年内它将会成为重要的服务方式。一些 IP 电话厂商目前正在开



发达的通信技术



发能提供一体化消息服务的产品。

④IP 电视电话

业内人士认为,IP 电话一种可能的新应用是改善 IP 电话呼叫的视频连接。例如,Netspeak 公司的 WebPhone4 .0 和 VocalTec 通信公司的 InternetPhone5 等产品,都能用作实时电视电话。IP 传输视频(Video over IP)与 IP 电话一样也需要相当多的带宽,这一特点有助于这一技术与 IP 电话相结合,从而有利于经常面对带宽限制的家庭和小企业用户。

目前,美国的几家电信公司正在试验新的电视电话产品,声称它将是调制解调器制造商梦寐以求的最实用的产品。有线电视运营商和电信公司现在正在试验一家名为 8X8 的公司提供的 Via - IP 电视电话产品。它预计,这种新产品将是即将开发的宽带 Internet 电话系统的基础,通过这种电话系统,电视电话应用将能够在将要采用的多种网络标准下运行。

4 .IP Phone Vs 传统电话

优点

和传统的 PSTN 相比,IP Phone 有以下优点:

(1)能够更加高效地利用网络资源。IP Phone 采用了先进的数字信号处理技术,可以将原先 64 kbit/s 的话音信号压缩成 8 kbit/s 或更低码率的数据流,能够在同一条线路上传输比采用模拟技术时更多的呼叫,并且 IP Phone 采用的是分组交换技术,可以实现信道的统计复用,使得网络资源的利用效率更好,大大降低运营商的成本。

(2)可以提供更为廉价的服务。现在已经有一些 ISP 开始



提供 IP Phone 服务,并且价格低廉,可以比传统的电话低 40 % ~70 %。

(3)和数据业务有更大的兼容性,正如前所述,现在的 IP Phone 不仅包含传统的话音业务,还涵盖了其它一些多媒体实时通信业务。

缺点

目前,IP Phone 正处于发展时期,仍有一些问题有待完善,具体表现在以下几个方面:

(1)话音质量得不到保证。由于现在的 IP 网络从本质上来讲是一个无连接的、没有 QoS 保证的网络,在网络拥塞时,延迟过大,话音不清楚。

(2)互通性较差。由于目前关于 IP Phone 的国际标准还不完善,不同厂家的产品不能互通。

(3)网络容量小。目前提供 IP 电话的网关大部分是以 30 话路,即一条 E1 为单位,通过叠加也很少超过 1000 线。

相信随着支持 QoS 的 IPv6、帧中继、ATM 网络的普及,以及国际标准的制定,这一问题会逐步得到解决。



第十一章 电报

1. 大幕将启——莫尔斯和电报

人类首先利用电进行远距离通信联络的就是电报。电报随发随到,与往昔单纯依靠邮驿传递信息比较,是通信史上的一大变革。

160 多年前,早年学过电学的美国画家莫尔斯(1791 - 1872 年),在法国返回祖国的邮轮上,看到电磁感应的表演,开始对新兴的电磁学发生浓厚的兴趣,从此专心从事电信科学的研究。他历尽艰辛,把挣来的钱都花在探索把电磁原理应用到传递信息上。1837 年,他终于制成一台由手工操作开闭电路的发报装置,称它为电报机。他还利用使电流交替地通电和切断产生不同的信号,即点、划和空白,它的声音是“滴”、“达”和无声,他以这三者不同的组合创造了表达 26 个字母和数字的电码,这就是以后全球通用的莫尔斯电码。为了做长距离的电报传输试验,莫尔斯到处请求资助,可人们都不愿冒险投资。直至 1843 年他才得到国会的支持,获得了 3 万美元,在华盛顿与巴尔的摩之间架设一条 64 公里长的电报线路。翌年 5 月 24 日,莫尔斯在国会大厦会议室作表演。他激动地操纵电报机,向巴尔的摩发出



了历史上第一份电报,电文是:“上帝创造了何等奇迹”。从此,快速的电报引起人们的注意,一些国家也先后制造电报机,推广电报通信。早期的电报由报务人员用电键向对方发送电码,通过架空铁线传输。

电报的发明,开始了用电作为信息载体的历史。从此,人类传输信息的速度大大加快了。“滴 - 嗒”一响(1秒钟),它已经绕地球轨道走了7圈半,这是以前任何一种通信工具所望尘莫及的。

电报机开始被用在铁路通信上,但并不为人们所注意。后来,在一次追捕逃犯的战斗中,崭露头角,从此名声大振。

1845年1月1日,伦敦帕丁顿车站的报务员收到了一份紧急电报,大意是说有一名杀人犯正坐在一列驰向帕丁顿的火车上,他的座位在第二节车厢的最后一个车室里。帕丁顿警方便根据这份电报所提供的线索很快使歹徒就范。这件事迅速传扬开去,使人们切身地感受到电报这种新的通信方式的“威力”。

1858年横跨大西洋的海底电缆敷设成功,同年8月12日在美国和英国间传送了越洋有线电报。19世纪末无线电被发明以后,有了无线电报,因而电报通信逐渐遍布全球,连遥远的北极也能通过它与大陆取得联络。第二次世界大战后,用户电报发展了起来。用户在办公地点或住所装一部电传机,通过凿孔纸条把电码转换成信号,联通电报线路,经电信部门交换,与另一地点的用户直接进行通报联络。到了70年代,自动化的电子电传机问世,电报的传递更加方便快捷了。

我国的电报通信,先是1871年外商私自在我沿海敷设海底



发达的通信技术



电缆,并在上海租界设立电报局。1876年,清政府为自办电报在福州船政学堂设电报专业培训人员。1877年,清政府在台湾台南至高雄兴建军用电报线。1881年建成天津至上海电报线路,开办公众电报业务。1928年,中国共产党在上海建立秘密无线电台,陆续在解放区组建无线电报通信网。新中国成立后,迅速建设和恢复了北京至全国各地的长途通信网。50年代建成的北京电报大楼是当时全国规模最大、设备完善的电报通信枢纽。随后全国各省市先后开办用户电报业务,并建立自动转报网。

2.英雄乐业——青年弄潮儿

一项伟大的科学成果从发现到为人类所利用,往往需要经过几代人前赴后继的努力。麦克斯韦预言电磁波的存在,但却没有能通过亲手实验证实他的预言;赫兹透过闪烁的水花,第一次证实电磁波的存在,但却断然否认利用电磁波进行通信的可能性。他认为,若要利用电磁波进行通信,需要有一面面积与欧洲大陆相当的巨型反射镜。但是,“赫兹电波”的闪光,却照亮了两个年轻人不朽的征程。这两个年轻人便是波波夫和马可尼。

1895年5月7日,年仅36岁的波波夫在彼德堡的俄国物理化学会的物理分会上,宣读了关于“金属屑与电振荡的关系”的论文,并当众展示了他发明的无线电接收机。当他的助手雷布金在大厅的另一端接通火花式电波发生器时,波波夫的无线电接收机便响起铃来;断开电波发生器,铃声立即中止。几十年后,为了纪念波波夫在这一天的划时代创举,当时的苏联政府便把5月7日定为“无线电发明日”。1896年3月24日,波波夫



和雷布金在俄国物理化学协会的年会上,操纵他们自己制作的无线电收发信机,作了用无线电传送莫尔斯电码的表演。当时拍发的报文是“海因里希·赫兹”,以此表示他对这位电磁波先驱者的崇敬。虽然当时的通信距离中只有 250 米,但它毕竟是世界上最早通过无线电传送的有明确内容的电报。

就在同一年的 6 月,年方 21 的意大利青年马可尼也发明了无线电收报机,并在英国取得了专利。当时通信距离只有 30 米。

马可尼 1874 年 4 月 25 日生于意大利波伦亚。他自幼便有广泛的爱好,对电学、机械学、化学都有浓厚的兴趣。13 岁那年,他便在赫兹证实电磁波存在的论文的启发下,萌发了利用电磁波进行通信的大胆设想。他时而在阁楼上,时而在庭院或农场里进行无线电通信的试验。1894 年,他成功地进行了相距 2 英里的无线电通信的收与发。

马可尼发明之路荆棘丛生。他在申请政府赞助落空后,于 1896 年毅然赴英。在那里他得到了科学界和实业界的重视和支持,取得了专利。1897 年,马可尼建立了世界上第一家无线电器材公司——美国马可尼公司。这一年的 5 月 18 日,马可尼进行横跨布里斯托尔海峡的无线电通信获得成功。1898 年,英国举行游艇赛,终点是距海岸 20 英里的海上。《都柏林快报》特聘马可尼用无线电传递消息,游艇一到终点,他便通过无线电波,使岸上的人们立即知道胜负结果,观众为之欣喜若狂。可以说,这是无线电通信的第一次实际应用。



第 十 二 章 A T M

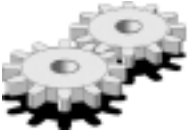
1 .ATM 之必然

ATM 的成功,固然取决于微电子等高技术的进步以及社会需求的驱动,而 ATM 其自身的优势,也使它在交换技术中独占鳌头。

众所周知,到目前为止通信网主要采用两种交换方式,即电路交换方式和分组交换方式。

电路交换是在收发端之间建立起具有一定速率的信道,且不论双方是否在传送信息,此信道则一直被双方所独占,直到双方拆除信道为止。因为信道是按时隙周期性分配的,时隙的插入、分解比较简单,用高速度的硬件可以实现,更重要的是时延时少,处理速度快,可提供高速的、实时的、信息连续传送的通信业务。由于存在速率固定及网路资源利用率低的缺点,即使技术上可以实现多速率、高速的电路交换,但是难免造成处理、控制的复杂性,也使硬设备成本提高。

分组交换克服了电路交换的缺点,采用统计复用技术,用可变比特率传送信息。即把所传送的信息分成“组”,以“信息组”进行复用和交换,动态分配网路资源,因而网路利用率高,适合



于像 CAD 和 CAM 的中心计算机与远程工作站间非连续性突发性低速信息的传送。但是协议(X.25)复杂、处理时间长、时延大、速率受到很大的限制。尽管分组交换的改进型——帧中继简化了协议,提高了速率,但帧长度过长且可变,虽然带宽效率高,但同时造成了装拆、传送长帧的时间长,因而又不适合于实时性要求高的信息传送,如语音、图像信息等。

	电路交换	分组交换
优点	* 时延小,通信质量有保证 * 控制简单	* 带宽可变,灵活 * 统计复用,资源利用率高 * 一个用户可以同时进行多个通信 * 如发 E - mail, 通话, 下载文件可同时进行)
缺点	* 呼叫建立需要时间 * 每个连接带宽固定(不能适应不同速率的业务) * 不传信息时也占用资源(不适用于突发业务)	* 网络功能复杂 * 信息传输时延大, QoS 难以保证

2 .交换方式的演变

ATM 是在分组交换技术上发展起来的快速分组交换。它综合吸取了分组交换高效率和电路交换高速率之优点,针对分组交换速率低的弱点,用电路交换完全与协议处理几乎无关的特点,通过高性能 LS1 的硬设备来提高处理速度,以实现高速化,因此也可以说 ATM 技术是在克服了分组交换和电路交换方式局限性的基础上产生的。



3 .电路方式

电路方式是从一点到另一点传递信息的最简单的方式。电路方式是基于电话网电路交换的原理,即当用户要求发送数据时,交换机就在主叫用户终端和被叫用户终端之间接续一条物理的数据传输通路,这种传输通路是双向的。

电路方式属于预分配电路资源系统,即在一次接续中,电路资源预先分配给一对用户固定使用,不管在这条电路上实际有无数据传输,电路一直被占用,直到双方通信完毕拆除连接为止。

采用电路方式进行数据通信,可以采用公用交换网络,即电话网(PSTN),也可以采用专线方式,即数字数据网(DDN)。DDN一般用于向用户提供专用的数字数据传输信道,或提供将用户接入公用交换网的接入信道。这种专线方式不包括交换功能。

优点:

- ①信息传输时延小。
- ②电路是“透明”的。
- ③信息传送的吞吐量大。

缺点:

- ①所占用的带宽是固定的,所以网络资源的利用率较低。
- ②用户在租用数字专线传递数据信息时,要承受较高经济代价。

4 .分组方式

分组方式是一种存储转发的交换方式。它是将需要传送的



信息划分为一定长度的包,也称为分组,以分组为单位进行存储转发的。而每个分组信息都载有接收地址和发送地址的标识,在传送数据分组之前,必须首先建立虚电路,然后依序传送。

在分组交换网中为什么在一条实际的电路上能够传输许多对用户终端间的数据而不互相混淆呢?它的基本原理是把一条电路分成若干条逻辑信道,对应每一条逻辑信道有一个编号,称为逻辑信道号,将两个用户终端之间的若干段逻辑信道经交换机链接起来构成虚电路。

分组方式在线路上采用动态复用的技术来传送各个分组,带宽可以动态复用。用户在接入分组交换网时可以通过分组装拆设备(PAD,该设备的主要功能是把普通字符终端的非分组格式转换成分组格式)把各终端的字符数据流组成分组,在集合信道上以分组交换复用。使多个用户可以共享一个分组连接。

一般终端送出的信息,经交换机的分组装拆功能构成分组,存储到分组交换机的存储器内,接着就可以和来自其他终端的分组一起,以动态复用的方式,通过一条高速传输线路进行传输,从而提高了传输线路利用率。如果是一个分组型终端,可以直接进入交换机而无须经过分组装拆设备。发送侧送出的分组,按其控制信息在网内传送,一直传送到目的地交换机,再经用户线传送到接收终端。如果接收终端是一般终端,则仍需交换机内的 PAD 设备进行处理,把分组恢复成原始电文。如果接收终端是分组式终端或计算机,则可按其原样传送到接收终端,由该终端或计算机直接处理。在这种情况下,分组终端可以采用分组多路复用方式,通过一条用户线同时和多个对方终端



发达的通信技术



进行通信。

优点:

- ①传输质量高。
- ②可靠性高。
- ③为不同种类的终端相互通信提供方便。
- ④分组多路通信。
- ⑤经济性能好。
- ⑥能与公用电话网、用户电报及低速数据网、其他专用网互连。

缺点:

由于采用存储——转发方式工作,所以每个分组的传送延迟可达几百毫秒,而且在传送分组时需要交换机有一定的开销,故分组交换不适宜在实时性要求高、信息量大的场合使用;还由于技术比较复杂、网络管理功能强等原因,大型分组交换网的投资较大。

5. 帧方式

帧方式是在开放系统互连(OSI)参考模型第二层,即数据链路层上使用简化的方式传送和交换数据的一种方式。由于在链路层的数据单元一般称作帧,故称为帧方式。其重要特点之一是将 X.25 分组网中通过分组节点间的重发、流量控制来纠正差错和防止拥塞,对处理过程进行简化,将网内的处理移到网外端系统中来实现,从而简化了节点的处理过程,缩短了处理时间,这对有效利用高速数字传输信道十分关键。

实现帧方式进行数据通信有两个最基本的条件,一是要保



证数字传输系统的优良的性能,二是计算机端系统的差错恢复能力。这两个条件目前早已不成为障碍。现代光纤数字传输系统的比特差错率实质上可达到 10^{-9} 次方以下。因此,现代通信网的纠错能力不再是评价网络性能的主要指标。昔日 X.25 分组交换技术的某些优点在光纤数字传输系统的环境里已不再十分令人感兴趣,相反地有些功能甚至是多余的了。所以简化网络功能,以提高网络效率成为帧方式的重要内容之一。高智能、高处理速度的用户设备如局域网,它们本身具有数据通信协议如 TCP/IP、SNA/SDLC 可以实现纠错、流量控制等功能,一旦网络出现错误(概率很小),可以由端对端的用户设备纠错。

帧方式是一种快速分组技术,它采用动态分配传输带宽和可变长的帧的技术,它适用于处理突发性信息和可变长度帧的信息,是局域网互连的最佳选择。

其优点如下:

- ①高效性;
- ②经济性;
- ③可靠性;
- ④灵活性;
- ⑤长远性。

6. 信元方式 信元方式(Cell Model)是将信息以信元为单位进行传送的一种技术。信元主要由两部分构成,即信元头和信元净荷。信元头所包含的是地址和控制信息,信元净荷是用户数据。信元的长度是固定的。采用信元方式,网络不对信元的



发达的通信技术



用户数据进行检查。但是信元头中的 CRC 比特将指示信元地址信息的完整性。

信元方式也是一种快速分组技术,它将信息通过适配层切割成固定长度的信元。通常传递信元的网络被称为信元中继网络。

信元方式适用于各种类型信息的传输,是提供综合业务的网络技术基础。

信元方式仅是一个非常宏观的概念,在具体应用中,还需规范详尽的格式及协议,例如 SMDS 就是一种采用信元方式的协议示例,在 B-ISDN 中所采用的 ATM 技术也是基于信元的。

7 .ATM 之正身

朋友,是否有过这样的经历,在网上的随便一个搜索引擎敲敲 ATM 的字眼,总会跳出来一堆关于“阿童木”和“自动提款机”的垃圾网址。……痛苦哉?痛苦也。

千呼百唤始出来,但是许多人总是误会我们的老大——ATM。还记得在邮电大学的 ATM 中心有一天突然挂出了一个牌子——“这里不是银行!”肯定是许多人都只以为 ATM 就是自动取款机,都冲进去 ATM 中心想取钱……

噚噚噚……在这里先要澄清几个著名的概念。ATM 一个缩写是 Automatic Teller Machine(自动取款机),这是在一般银行或路边都能见到的提款机。而我们所说的 ATM 是 Asynchronous Transfer Mode(异步传输模式)。这就是我们下面要讨论的时尚话题——ATM。

8 .信息共产主义



随着 21 世纪信息社会的即将到来,社会的进步,经济发展,教育普及,环境保护等各个领域对通信提出了新的,更高的要求。

面对人们对通信的需求,通信网应该提供什么样的通信业务,这些业务的特点是什么,80 年代已作出了回答,即通信业务向宽带化,综合化及智能化方向发展。21 世纪期待的通信业务如下:高清晰度电视,电视会议,高清晰度计算机自动设计, PACS(图像存档及通信系统),高功能远距离监测(或监视), CSCW(计算机支持合作工作组),电子报纸,电子杂志,电子图书馆,高清晰度数据库,远距离咨询,人工卫星办公室,家庭购物,医疗,健康监视,电子游戏,高清晰度家庭影院,电视点播,电子望远镜……

上述多功能化的业务,现今的任何网都是无法完成的,因为这些网都是面向特定的业务需要。目前的网的问题主要有:各网的业务忙时不同;有碍于新技术的采用:如 N - ISDN 是为 64KB/ S 的语音信道设计的,随着编码技术和芯片技术的发展, N - ISDN 不能有效利用 32KB/ S(ADPCM), 13KB/ S(移动网)或更低速率的技术资源;大量的网络 and 不同的硬件使维护,管理费用居高不下,同时维护人员需熟悉不同业务网的操作规程,从而不利于形成高效的管理体系;各种网络专业化程度高,不利于综合新业务和多媒体通信的发展;同时要求多种通信业务的用户,需要多个用户号码,多种接续方式和多台通信终端,用户不仅投资大而且使用不方便。

总之,相对地说这些专业网既满足不了未来用户对业务的



发达的通信技术



高速度、多样化及灵活性的要求,也克服不了在网络的维护和管理上给经营者带来的困难,更重要的是,无法适应未来网的发展。因此,无论是从用户的角度还是从网络经营者的角度,都希望对未来网构建的设计思想有一个根本的转变,即建立一个单一的网络。这种网络既能传送低速信号,也能传送高速信号;既能适应语音信号的误码特性,进而也能适应图像信号的时延和误码两种特性。这个网络便是以 ATM 技术为基础的 B - ISDN,它是未来发展的方向。

9.向 ATM 进军

近来,高性能桌面计算机和工作站的普及速度惊人,随之而来的是大量涌现的对传输速率要求很高的通信密集型应用,例如学校、银行、医院等领域已经开始各种多媒体应用,然而这种应用却在现实中受到阻碍,原因是广域网(WAN)带宽的增长相对而言极为有限。

许多机构至今仍使用 64Kbps 或 254Kbps 的线路连接地理上分布各处的局域网,这根本不足以处理数据密集型应用,更难于支持共享这些数据密集型应用,因而多个局域网必须通过一个互连网彼此连接。为了向用户终端提供高效的数据分布服务,简单的局域网互连是不够的,需要有范围更广的通信网络。最初人们尝试采用传统的广域网服务,如 X.25,但由于局域网数据业务的无规律、不可预测性以及突发性,使这种想法很快被放弃。

正是在这种情况下,异步传输模式(ATM)技术应运而生,为局域网和广域网展现了一个战略性的未来。目前,ATM 能



提供强有力的主干网技术,为企业和其它网络根据需求分配带宽。今后,ATM 技术将提供可扩展及应用独立式的高性能数字交换网,同时处理话音、视频和数据业务。

与已有的话音和视频网络不同,ATM 网络的目的是为了同时接纳多种不同类型信息互不相容的特性。同时,ATM 还具备高度扩展性,即同一 ATM 核心技术既能用于 25Mbps 的局域工作组,又能提供 155Mbps 的 OC - 3 公共网连接服务。此外,ATM 和传统的局域网及广域网标准不同,它可以提供多种不同速率,并且是在不同的物理媒体上工作。

在专用网方面,用户正计划在广域主干网上向极高交换速率发展,但在广域范围内铺设通向综合性网络的道路尚需假以时日。由于建立综合性全球网络结构的技术依据极具说服力,使各厂家、客户和标准组织都已开始规划 ATM 的未来,一个更为完善的通信环境指日可待。用户将以更低的费用得到更高的带宽可用性,而且无论数据以何种形式出现,传送速率都将大为提高。

ATM 技术是在一些机构(如某些公用网运营商)倡导研究宽带综合业务数字网(B - ISDN)时出现的。到 80 年代中期,宽带传输已很明显地远远超出了运营商公用交换机的带宽容量。同时人们也清楚地看到,局域网的出现要求提供交换型的宽带网络连接服务,要求根据需要分配带宽,并要求不局限于传统传输标准的可扩展性带宽,这促使各运营商采纳 ATM 作为 B - ISDN 转移模式。在这一进展的同时,宽带传输系统的单一标准也被采纳,从而使 1.5Mbps 和 2Mbps 两个主要带宽结构之



发达的通信技术



间的差异得到协调。ITU 同步数字结构(SDH - 或北美的 SONET)是用户到用户网络 ATM 接口的通用标准,它采用 155 . 52Mbps 的集成化结构模式,并在 Gbits 范围内定义了可扩展结构。

到 1992 年为止,ITU 在 ATM 网络协议和接口方面已制定出多项综合性标准。ATM 论坛(FORUM)也在 1992 年初成立,并于当年 6 月发表其首项规范。

ATM 网络技术吸收了传统网络技术的优点,并避开不足,成为对局域网、城域网和广域网都很有价值的技术,它必将带来统一的全球性数字交换服务,从而集局域网和广域网于一体。

10 .ATM 业务谈

(1) 商业应用

在商业领域,有两大类 ATM 的应用,即多媒体和高速数据。多媒体应用主要包括有会议电视、职业教育和技术培训、电子信箱、桌面合作工作组、居家办公、远程医疗、远程勘探等;高速数据应用主要设计局域网(LAN)互联和数据网合成。

1) 桌面应用

桌面合作工作组可以取代会议室。主要通过声、像双向传输将分布于不同地点的工作小组组织起来,进行交互式工作,共享办公设施,不仅便于管理,而且大大节省了差旅费,提高工作效率。这种应用可扩展到家庭办公。

2) 远程医疗

如果将全国乃至全世界的医生、诊所、医院以及康复中心、医学研究机构等、通过 ATM 网连接起来,实施远程医疗,它可



即时召集最有名的医生、提出最佳诊断方案,为病人提供及时、最有效的治疗。此外,图像医疗权力机构可以在 ATM 网中建立必要的医疗信息库,使人们可以存取有关医疗数据,如医疗记录、X 光片、CAT 扫描片等。

3) 远程教学

远程教学中心通过 ATM 网可以向社会提供教学材料、培训和教学,学员可以得到优秀教师的授课、雇员不离岗就可接受教育。此外,研究机构、大学等可以加强技术和科研交流与合作。

(2) 居民应用

ATM 网络的初期应用主要有 VOD(按需视像服务)、电子游戏、可视电话等。

1) VOD

VOD 有可能成为 ATM 应用的最大市场之一。ATM 网络将提供 VCR(Video Cassette Recorder)的功能。客户在家里通过电视机任意选播自己喜欢的电影,可控制停播、快速前进和后退及暂停。当然,VOD 的价格不能太贵,起码要与租借录像带的价格相当,同时也要比录像带的质量高、节目丰富。

2) 居家购物

购物者可以利用 ATM 网络的交互能力,像在商店里一样进行物品的挑选、采购,用个人特有的号码进行支付。

3) 电子游戏

不同地区的多媒体工作站可以像在同一个 LAN 内一样,通过 ATM 网进行交互式电子游戏。



发达的通信技术



当然,ATM 网络的应用远不只上述这几种,ATM 网络的应用将涉及社会方方面面,如金融、航空、经贸、气象、政府机构、海关、广播、商业、教育、建设、医疗等等。

随着即将到来的 21 世纪信息化社会的发展,B - ISDN 在下个世纪将成为现实。如何由目前的通信网(包括电话网、数据网、传真网、N - ISDN、专用线等)向 B - ISDN 过渡,也是各国关心的问题。

90 年代,宽带 ATM 业务将主要用于商业领域的专线通信。这一阶段将主要构建用户光纤接入网,为 B - ISDN 的发展创造条件。

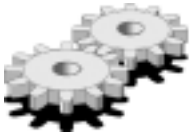
到 2000 年,已有的 N - ISDN 部分中继网将被大量的 ATM 中继网所代替,信令/ 控制网实现 ATM 化。

2015 年以后,宽带通信能力将扩大到客户,并将实现,以 ATM 为基础的 B - ISDN。

11 .ATM 会更美

虽然 ATM 的相关技术及研究发展很快,但 ATM 总体上仍有待于进一步完善。无论在其开发和使用的实践中目前都还存在一些问题,如 ATM 的话务量管理及拥塞控制方面的技术并不理想;目前 ATM 产品的价格普遍较高;ATM 的标准尚不完善,在适应性、通用性及互操作性等方面均带来一些问题。

尽管如此,ATM 作为一种全新的交换技术和 21 世纪通信技术的主流已是不容置疑的。ATM 最早是作为新一代的电信技术基础而提出来的。其优势首先体现在构造骨干网上,因为一方面它有上 Gb/ s 的容量,再则,由于 VP、VC 技术的采用,容



量和处理的灵活性是目前时分长途电话交换网所不能比拟的。从这点来看,也就决定了它在今后建设电信主干网中的地位。另一方面,目前较为普及的局域网虽然也采用了一些高速网络技术,如 FDDI、100Base - T 等,但采用这些技术的网络都有一个共同的特点,即都是基于所谓的媒体共享。这样,过多的共享必然会降低实际的传输速率,这已成为这类高速网络的一个症结。解决这个问题的有效方法即是从“共享式”转换为“交换式”,而 ATM 这种新型交换技术有其无可替代的优势。现在 2Mb/ s、34Mb/ s、45Mb/ s 和 155Mb/ s 的 ATM 产品已经被人们所接受。在 1995 年春天,ATM 论坛对有关 LAN 仿真、新的 ATM 适配层和低速接入(E1/ T1)等方面进行了标准化,这使得相应的 ATM 产品的竞争力进一步加强。就 ATM 的产品生产来看,已有 50 多家厂商生产 ATM 产品,另外尚有 100 多家厂商在开发有关 ATM 的交换、集线和路由设备。从有关 ATM 的商用化和现场试验来看,目前仅在美国就有十多个 ATM 现场试验,其中北卡罗来纳州的信息高速公路网是美国最大的一个 ATM 网。在加拿大,现已有七个地方性的 ATM 投入使用;在欧洲的芬兰、法国和德国等也开通了一些 ATM 商用业务;在亚太地区,如日本、朝国、新加坡等国亦有类似的计划。尽管 ATM 技术最终的完善和相应市场的成熟还要等至下一世纪,但 ATM 技术决非一种仅限于实验室的新技术,目前,它已经开始从实验室走向实用和商业应用,随着其相关技术的完善和发展,必将会获得广泛的应用。毫无疑问,ATM 与同步光纤网(SONFT)的结合将构成 21 世纪通信的主体。



12 .ATM Vs IP

ATM 与 IP 各自的技术特点反映出电信界和计算机界各自的特点,电信在过去的一个世纪内逐步发展,并几乎一直受到政府规范的制约,电信产品和服务要求高可靠性和终端设备之间的互操作性。而计算机行业的产品以更新快而闻名,并要求低成本,但可容忍一定程度的不可靠。

人们对 ATM 技术一直期望很高,在话音通信方面,AAL1 电路仿真方式在今天的技术背景下已不再有效,因为不断发展和成熟的语音压缩技术已可以将一路语音信号从 64kbps 压缩到 8kbps 甚至更低而不损害语音质量。采用 VBR 和 AAL2 传送语音目前标准还不完善。另外,在 LAN 环境由于千兆位以太网的崛起,ATM 的优势不复存在,在广域网领域,ATM 受到来自帧中继技术的竞争。最终让人们开始重新考虑 ATM。近几年来,随着 Internet 的广泛延伸和 Internet 应用的不断增多,还由于 Internet 终端——计算机功能的进一步增强,IP 在逐步统一局域网和桌面系统之后又开始向 ATM 的地位发起挑战。IP 协议所具有的最大优势在于,它可以运行在任何介质和网络上,可以保证异种网络的互通,即“Ip over everything”。并且,IP 技术顺应了计算机不断普及,功能越来越强这一趋势,随着 PC 应用的扩展而逐步扩大。Web、电子贸易甚至 IP 语音等应用不断地推动着 IP 领域的不断扩大。由于 IP 可以实现广泛互通,IP 甚至还用来承载其它协议,即将其它协议数据包封装在 IP 包中,甚至可以实现“Every thing over IP”,例如 PPTP、L2TP 等。具有广阔市场应用前景的 VPN(虚拟专用网)技术



便是采用 IP 协议来承载并实现互通,利用公用 Internet 来建立安全的企业内部网络的一种应用。最近几年,POS(Packet Over SDH)技术发展很快,更使得 IP 技术如虎添翼。采用 IP over SDH 和 DWDM(密集波分复用)技术可以大大提高 IP 链路的带宽,具有极高的性价比,为 IP 进入更为广泛的应用领域铺平了道路。

IP 与 ATM 技术的融合

Internet 应用的不断发展对 IP 骨干网络带宽提出了新的要求。传统的 IP 网络采用的是纯路由器方式,即在广域网环境中通过路由器进行 IP 包的拆装和转发。这种方式造成中间转接次数多,延时大并且带宽不够高。另外,ATM 交换机的开发和使用已有一段过程,已有不少专门用于 ATM 接口和交换的硬件。IP 需要利用 ATM 技术来提高传输速度,ATM 也要具有承载 IP 的能力以拓展其应用领域。ATM 论坛和制定 IP 标准的 IETF 组织较早就开始了这方面的工作。IP 与 ATM 的融合有两种方式:一种是叠加方式,一种是集成方式。IP 和 ATM 各自的位置

如今,人们已基本上对 IP 技术的前景达成共识,即认为 IP 协议将一统应用平台。至于底层传送技术是采用 ATM 还是 IP,或者准确地说是采用 IP over ATM 还是 IP over SDH?则需要具体问题具体分析:当使用 POS 时,路由器由基于 SDH 的快速点到点链路连接,然而使用 Ip over ATM,路由器由传送复用多个虚电路连接的链路组成的网络连接,并可以为所复用的每个连接保证灵活的带宽和服务质量。归根到底,两种技术最



发达的通信技术



为显著的区别在于速度和灵活性。在什么场合哪种因素更重要,哪种技术就更好。

在网络速度最重要的情况下,POS 技术更有吸引力。在带宽管理的网络灵活性重要的情况下,IP over ATM 是更好的解决方案。对于提供多种业务的大运营商来说,尤其是传统的电信运营商,他们大多已在骨干网络上采用了 SDH 技术,他们更愿意采用 ATM over SDH 并采用 IP over ATM 来提供 IP 业务,因为他们需要灵活的带宽管理,并保证用户的服务质量。不过 ATM 技术比较复杂,将会需要更高的设备费用和运行维护费用。

国外的 ISP 往往会建设自己的光纤骨干网,他们一般需要在骨干路由器之间进行高速的互连以达到数据包吞吐量最大化,并且由于主要只经营 IP 业务,所以他们一般会采用 IP over SDH。技术发展会使 IP over ATM 更有前景。正在制定中的 MPLS 协议采用集成模式紧密地将 IP 和 ATM 的优势相结合,抛弃了重叠模式和由此所带来的复杂性和带宽的低效率。

AT&T 公司现在分别运行着几种不同的网络,除了传统长途电信网以外,还有 ATM 网络和 IP 网络,并且在三种网络上都提供话音通信业务。这样会带来网络的运行和维护费用成本增加,但这是传统运营商向未来网络演进过程中不可避免并较为切实的一种途径。Level3 等新兴电信公司则以光纤网为基础,以 ATM 来提供话音业务,IP 提供数据业务。对于设备供应商来说,也很少有将产品发展全部寄托于要么 ATM 要么 IP 的单一的解决方案。诸如 Cisco、Ascend 这样的大供应商也分



别有相应的产品序列。Cisco 已经提供 POS 的线路卡, Cisco12000 千兆比交换式路由器和 Cisco7500 路由器都可支持 POS, 它还推出了多种具备 IPoverATM 和标记交换能力的 ATM 交换机系列。

对于用户来说, 有时需要 ATM, 有时是帧中继, 而有时却是 IP。每一种网络技术都具有自己的价格、性能和业务特点。对于电信运营商来说, 未来成功的多业务融合网络将会是集成有多种已存在多年的技术的网络: ATM 位于核心, 作为底层传输技术, 帧中继和 IP 作为较低速的接入, IP 来集成网络的应用功能。



第十三章 接入网

第一节 接入网概述

1. 当终点已不再永久

“接入网”??? —— 也许对于许多人来说它是一个陌生的名词,,但实际上它却就在我们的周围,除了一般的终端设备(如电话、手机、电脑……)之外,与我们的“距离”最近的就是它——“接入网”,这是由接入网在整个电信网中的地位(直接面向用户)决定的。

在电信局中交换机、电信主干网路的速度越来越快;然而,在用户终端与交换网之间的连接速度却成为“瓶颈”……在电信领域出现了新的技术概念——接入网……

接入网的出现,使整个电信网路的发展更加合理,网路资源的利用更加充分。

“接入网”是由传统的用户环路发展而来,是用户环路的升级。接入网是电信网的一部分。接入网直接面向用户,通过各



种传输媒介为用户提供各种业务。

国际电联标准部 (ITU - T) 提出了接入网 (AN - Access Network) 的概念, 目的是综合考虑解决将本地交换机、用户环路和中继设备通过有限的标准化接口, 将各种用户接入到业务节点的问题。

从交换局或业务节点到用户终端在绝大多数情况下距离不超过 4km, 在城市多数情况可能只有 1km, 接入网是业务接入的瓶颈, 是网络数字化的最后一段, “最后一公里”的称谓由此而来。由于接入网量大面广, 成为影响网络建设与运行成本的最重要的部分, 对接入网技术的性能价格比要求很高, 接入网技术的开发任务还很重, 接入网数字化仍然是任重道远, 因此有人称接入网是“艰难的最后一公里”或“漫长的最后一公里”。

2. 何谓“接入”

一般地说, 通信网包含核心网 (Core network) (也即骨干网, backbone) 和接入网 (access network) 两大部分。例如一个大城市, 必有市内通信网 (常称市内电话网, local telephone network), 它分若干地区设立若干交换局 (CO, central office) (也即 exchange) 作为网的结点。这些交换局经过局间线路 (inter-office line) 相互连接, 传输成群的信号, 构成市内通信的核心网。

与此同时, 每一通信用户终端各自经过这样或那样的有线传输线路, 连接在该地区的交换局。这样的用户线, 英文原来称 Sub - scriber line 或 local loop, 近来则称为 accessline, 译成接入线。用户叫话时, 信号通过这种接入线接至交换局; 用户被叫



发达的通信技术



时,信号从交换局通过接入线接至该用户。这种接入线既是整个通信网的最后一英里(last mile),又是最初一英里(first mile)。这样,一个市内通信网范围内众多用户的接入线就构成接入网。

从整个通信网来看,核心网承担全市通信,关系重大,而接入网的每一对接入线只涉及一个用户,影响较小。但是,用户数众多,相应地接入线的线对数庞大,因此对通信网投资企业者来说,接入网需要花去比核心网更多的资金。

“access”这个英文名词,不久以前才在通信技术英文文献中出现和推广使用,我们译为“接入”。它可能代表两种意义。一是象前面说的那样,把用户叫话的信号接至通信网的结点,准备进行交换。二是把用户的话音、数据或视频信息业务送进通信网,或从通信网传出至用户。通信网可以有有线固定的,也可以是无无线移动通信的或固定通信的。对于无线,就称为“无线接入”(wireless access)。

3. 历史回顾

1) 一个降低接入段线路投资的组网概念的提出

1975 年英国电讯(BT)在苏格兰(格拉斯哥)举行的一次研讨会上首次提出了接入网的概念。

开始实验时间——1976 年在(曼彻斯特)进行了组网可行性试验,1977 年在苏格兰和伦敦地区进行了大规模的推广应用;

总结时间——1978 年在格拉斯哥会议上正式肯定这种组网方式并命名为“接入网组网”技术,随后由 Willesm 等人共同



编辑了此次会议的文献集——“电信网技术”。

2) 国际电信技术界的认同

1978 年 BT 在 CCITT 相关会议上正式提出接入网组网概念；

1979 年 CCITT 用远端用户集线器(RSC)命名方式给具备类似性能的设备进行了框架描述。

4 .滚滚长江东逝水

1) 数字程控交换机(SPC)于 70 年代末开始大规模商业化,这使得 RSC 的概念发展为 RSU(不带本地交换)、RSM(带本地交换)两部分。

2) 由于接入网概念普遍为电信运营和设备供应商所接受,加上数/模混合网时代的来临,PCM 数字复用传输设备从更高程度减少了 RSU(或 RSM)与主控设备之间的实践连接数量,并作为一种过渡性的网关接口设备较好地解决了数/模混合网中模拟设备与数字设备之间的互连互通问题。

3) 一些新崛起的中小企业开始涉足 RSU 及 PCM 复用设备的生产制造,并展开了与传统的具有垄断地位的大电信设备供应商之间的竞争。运营者注意到这种竞争将给自己带来可观的经济利益,并可在一定程度上摆脱传统设备供应商的制约,于是在 CCITT 上公开支持这种竞争并希望通过标准化程序使之获得稳定的发展。

4) CCITT 相关工作组在 80 年代初先后提出了 V1、V2、V3、V4 共 4 种数字接口的一般性建议。

5) 运营者、传统设备供应商、新的竞争者之间的错综复杂



的经济利益关系,使得上述 4 种数字接口建议工作最终未能取得广泛的认同。

6) 80 年代中期世界范围内反垄断呼声高涨,新诞生的中小企业对其发展严重受制于传统的大型供应商的局面日益不满,加之发达国家反垄断法的出台,导致了电信界对接入网接口规范化和标准化要求的提出。

7) 80 年代后期,在各方面的推动下,ITU - T 开始着手制定标准化程度较高的数字接口规范——V5 .X,并对接入网作了较为科学的界定(尽管还存在不少值得商榷和明显疏漏的问题)。

8) V5 .X 促使接入网设备长期被处在垄断地位的大制造商自然控制的局面出现崩溃,运营业可以从设备供应商之间的竞争中获得更多的好处(包括经济的、技术的)。但是,随着网络规模的急速膨胀,运营业的网络管理(特别是由于接入网中物理节点显著增加)及许多相关问题日趋复杂化,网管危机开始出现。

9) TMN(电信管理网)概念的提出是运营业为在多设备供应商环境下寻求高效管理能力解决网管问题的又一新的努力。

10) 由于历史的原因,大制造商不愿再为失去市场份额和利润水平保持沉默,转而在接入网网管问题上采取了从技术标准到竞争策略的全方位反攻,其直接的结果就是想方设法对 ITU - T 在接入网网管建议的制定方面制造困难,以便达到网管不通使运营者失去对基于 V5 .X 标准的其它供应商产品的不自觉抵制(由于网管不通会使运营者在使用标准接口的接入网



产品方面产生管理障碍和心理障碍)。

11) 新进入电信产品市场的竞争企业只有依靠不断推出新的技术概念和鼓吹可能为运营带来的好处以期获得来自市场方面的支持。

12) 90 年代以来宽带、无线技术的发展,特别是人们普遍认为 B - ISDN 时代即将来临,接入网有可能为新的运营公司提供发展机会,为老的运营公司提供增值业务,于是 ITU - T 终于在 1998 年基本完成了 VB5 建议的制定工作。

13) 与此同时,运营业的垄断行为也正在发达国家受到不可阻挡的挑战,新出现的运营者必须采用更为先进的技术手段(如宽带、无线接入等)以尽可能地减少或降低地面线路的投资风险。

14) NII(国家信息基础设施)、GII(全球信息基础设施)概念的提出及光纤传输技术的革命性进步,使接入网很可能会发展成一个独立的产品及运营市场。

上述动力使得接入网技术仍能以较强的势头持续发展至今。

5.接入网定义

接入网是在业务节点接口(SNI)和与其关联的每一个用户网络接口(UNI)之间由提供电信业务的传送实体组成的系统。

SN(业务节点)是提供接入到各种交换和/或非交换电信业务的网元。SNI(业务节点接口)是提供用户接入到 SN 的接口。UNI(用户网络接口)指的是终端设备与应用接入协议的网络终端之间的接口。



6.接口配置

在交换业务的情况下,SN 即本地交换局(LE),它提供接入呼叫和连接控制信令以及接入连接与资源处理的能力。这时接入网就是本地交换局与用户终端之间的系统,也就是过去所指的本地线路分配网的全部或一部分。最简单的接入网就是金属用户线路,这时 UNI 就是电话机与用户线的接口,SNI 就是电话交换机的模拟用户线接口(Z 接口)。显然有电信网以来就有接入网,随着数字化从核心网扩展到用户接入,SNI 和 UNI 多样化了,它们之间的传送实体也变得复杂了,国际电信联盟就开始用接入网来定义 SNI 和 UNI 之间的传送系统。交换机数字用户接入用的 SNI 统称为 V 接口,根据帧格式等而区分为 V1~V5,其中 V5 又依据集线能力分为 V5.1 与 V5.2,宽带则称为 Vb5.1 和 Vb5.2。UNI 的类型也很多,ITU-T 已经规定的有 ISDN 的 T 接口和 B-ISDN 的 Tb 接口,实际上大量使用的还有 10Mb/s 和 100Mb/s 以太网接口,将来还有 1000Mb/s 以太网口。用户终端也不仅仅是 TE,代替 TE 的可能就是一个网络,即 CPN(用户驻地网)。

随着 IP 和视频业务发展,路由器、接入服务器、视频服务器等作为 SN 出现在电信网络,这时 SNI 可以是与交换业务相同的 V5 或 Vb5 类接口,也可以是不同的接口,对后者 ITU-T 目前尚未标准化。

7.接入网功能

现在所谈到的接入网一般地说它包括缆线设施和传输设备,可含复用、交叉连接等传输功能,还有与 UNI 有关的用户端



口功能、与 SNI 有关的业务端口功能以及核心功能(如集线、电路仿真和通路选择),这些功能分布在 OLT(光线路终端)和 ONU(光网络单元)中。需要指出即便在交换业务接入的情况下接入网本身也并不解释用户信令,换句话说接入网不受用户信令所控制。对于 SNI 是 V5 和 Vb5 类接口的接入网,与 V5 和 Vb5 类接口有关的功能是由网络管理系统通过 AN 中管理用的 Q 接口来配置的。

8.接入网业务

迄今为止,各国电信网的主要业务仍然是电话,约占总业务量的 70% 至 90%,因而接入网规划设计的主要目标仍然是针对电话业务的,目前主要是 2Mbit 以下速率。除了电话业务外,接入网在目前至少应支持现有铜缆用户网所能支持的所有业务,例如各种低速数据业务、 $N \times 64\text{kbit}$ 数据租用业务、模拟租用线、ISDN 基本接入和一次群接入、非本地交换的业务等等。

对于小企事业用户和居民用户,近期的主要宽带业务需求主要有下面 5 类:

①点播电视(VOD)或难点播电视(NVOD),又称影视点播业务或准影视点播业务,尤其是点播电影节目。这类业务允许用户选择中心电影库中的任何一部影片并具有很短的延时。这类业务将会是小企事业和居民用户环境下发展最快的宽带新业务。

②交互式图像游戏。这类业务允许用户通过现有的公用电话网玩电子图像游戏,电子图像游戏库可以有大量丰富多采的节目可供选用。这类业务也会有相当的市场。



发达的通信技术



③交互式图像业务。这类业务允许用户控制所看的节目,例如用户可以控制摄像机的角度,参加游戏节目,获取新闻或体育节目的额外信息等。

④远程教育。这类业务允许分布在各地的用户都能参加现场的或录像的教育课程。这类业务预计也将会有较大的发展潜力。

⑤多媒体库。这类业务可以看作是远程教育节目中的一种,其特点是允许用户进行交互式搜索,并能看、读、听多媒体信息,即有视听读能力。

中长期的宽带业务需求主要有下面几类:

①广播电视。这类业务允许用户籍用广播电视。这类业务允许用户接入和迅速选择广播电视节目。

②事务业务。这类业务允许用户参与交互式事务,诸如银行、购物、要求服务、预购机票、预订旅馆等。

③目标型广告。这类业务允许作广告的公司选择某一类人或群体看他们的广告,或者为特定的个人或群体选择广告类型。

其他的还有图像信箱业务和可视电话业务等。

9.接入网家族

接入网的分类方法有很多种,例如可以按传输媒介分、按拓扑结构分、按使用技术分、按接口标准分、按业务带宽分、按业务种类分等等。将这些因素都考虑进去,接入网的花样自然就很多,但常用的主要有下面几大类,它们可单独使用或混合使用:

金属用户线上的 XDSL:它又可分为 IDSL(ISDN 数字用户环路)、HDSL(利用两对线双向对称传输 2Mb/s 的高速数字用



户环路)、SDSL(单线对双向对称传输 2Mb/s 的数字用户环路,传输距离比 HDSL 稍短)、VDSL(甚高速数字用户环路)、ADSL(不对称数字用户环路)。上述系统的拓扑结构是点到点。

同轴电缆上的 HFC(双向混合光纤同轴电缆接入传输系统),SDV(可交换的数字视频接入系统,也基于混合光纤同轴电缆,但同轴缆上只传下行信号)。

拓扑结构是树型或总线型,下行物理上通常为广播方式。HFC/SDV 与其他接入方式相比的特点是下行可以混合传送模拟与数字信号。

光纤接入系统:可分为有源与无源系统,有源系统有基于 PDH 和 SDH 之分,拓扑结构可以是环型、总线型、星型或它们的混合型,也有点对点的应用。

无源即 PON(无源光网络),有窄带与宽带之分,目前宽带 PON 已经标准化的是基于 ATM 的 PON,即 APON。PON 本身下行是点到多点系统,上行为多点到点,上行时需要解决多用户争用问题,目前上行大多用 TDMA(时分多址)技术。

无线接入系统:通常指固定无线接入(FWA),根据其技术来自无绳电话(如 DECT)、集群电话、蜂窝移动通信、微波通信或卫星通信可分为很多类,对应不同的频段,容量、业务带宽和覆盖范围各异。无线接入主要的工作方式是点到多点,上行解决多用户争用的技术有 FDMA(频分多址)、TDMA(时分多址)和 CDMA(码分多址),从频谱效率看 CDMA 最好,TDMA 其次。其中 CDMA 又可有扩谱(DS)、跳频(FH)和同步(S-CDMA)几种。



10 接入网大潮

随着数字化与宽带业务的出现,采用具有更长传输距离和更大容量的通信媒介,成为现今接入网技术的发展方向。

xDSL 数字用户系列技术是基于原有的铜缆接入网而提供的一种宽带接入手段,HFC 系统和非对称 Cable Modem 在传送模拟 CATV 信号方面具有很大优势;但从技术发展来看,光纤到户(FTTH)是接入网的最终解决方案。光纤到户的优点在于:对用户来说带宽不受限,这为宽带业务进入家庭提供了带宽上的保证;另外,光纤直接到家,不受外界的干扰也无泄露问题,室外设备可以做到无源,避免雷击,性能更可靠,供电成本也最低;但其缺点是成本太高,不能大量推广。由于 FTTH 的成本问题,致使目前大多数情况下光纤不能到家庭,但在提高成本不多的情况下,使光纤尽量靠近用户,光纤到路边/ 光纤到大楼(FTTC/ FTTB)无疑是一种兼顾目前和未来的较好方案。

在接入网技术中,目前有几个引人注目的发展趋势:

① 内置 SDH 接入网。它具有兼容性强、有利于向宽带接入发展的优点。

② 以 ATM 技术为基础的无源光网络(APON)。它代表了宽带接入技术的发展方向,其优势在于:结合 ATM 多业务多比特率支持能力和 PON 透明宽带传送能力,业务的接入非常灵活。

③ 利用 ATM 技术传送 MPEG - 2 信号。实现视频点播业务(VOD)是近几年 ATM 论坛、ITU - T 等组织研究的一个中心内容,也是 AN 发展的另一趋势。



④ 基于光纤环路(FITL)和 ATM 技术的交互式数字视频接入系统(SDV)。目前国外正在进行该系统的实验,它除支持传统的话音窄带业务外,还能向用户提供 VOD,数字广播视频服务以及模拟广播视频服务业务;另外,在 SDV 网络的不同单元间还可以进行信息流的交换。

⑤ 宽带无线接入的本地多路分配系统(LMDS)。它采用蜂窝单元,以毫米波 28GHz 向用户提供 VOD、广播和会议电视、视频家庭购物等宽带业务。

随着社会和技术的进步,信息技术发展的大趋势是电话、计算机、电视三种技术、产业乃至网络的融合,即三网合一。它表现为业务层互相渗透交叉,应用层使用统一的通信协议,网络层互联互通,技术上趋向一致。在这种大潮推动下,接入网的发展目标是建立一个全业务接入网(FSAN),它不仅能支持窄带、宽带以及交互式宽带业务,而且还能支持目前尚未定义的一些新业务,将各种应用性技术融于一网,以满足用户的各种业务需求。

11 接入网应用

接入网有有线、无线等形式,世界上各个国家因国情不同,实现接入网的方式也各异。在西方发达国家早已建成的电信网、有线电视网和计算机网中存在大量完好的双绞铜线和同轴电缆,而在发展中国家信息基础设施建设中,由于光纤接入网将成为世界信息网中的发展重点,光纤接入网正在获得大幅增长。

北美——北美国家基本上利用了光缆和原有金属双绞线及同轴电缆提供多媒体图像业务。在美国,CATV 的同轴电缆连



发达的通信技术



接了 93 % 以上的家庭,所以广泛采用单向 HFC 方式实现 CATV。一些公司在接入网中采用交互式数字视像 SDV 方式,把电信及数字视像业务进行数字复用传输,并在 ONU 上与模拟 CATV 信号混合接入用户,以实现高速双向业务。

欧洲——在欧洲,各国多采用数字用户环路 DLC 方式。英国和德国等国家正在积极采用无源光网络 PON,ONU 的终端连接到用户的引入线保留原有的金属电缆,采用 ADSL 和 VDSL 的系统方式,迅速有效提供多媒体图像业务。

日本——日本已经实现光纤到楼和光纤到路边,虽然推迟了推进光纤到户的计划,但一些大公司最新引进的系统仍然是要将光缆进一步接近用户住宅。

我国——在我国,随着接入网概念的提出,我国也相应制定了一系列的接入网技术体制、标准及测试规范。从 1996 年开始,中国电信组织了由 17 个中外厂商和 15 个省邮电管理局参加的 35 个实验点。经过近 2 年的试验,结果表明 V5 接口可实现不同厂家接入网设备与交换机的互通,接入网具有较强的业务支持能力,除支持 PSTN、ISDN 业务外,还支持 $N \times 64\text{kbps}$ 、64kbps 以下各类速率、Internet、X.25、CATV 等业务,值得在公网推广,SDH 的接入设备也已投入实用。根据试验和测试结果,1998 年中国电信选出功能较强、能较好符合中国 V5 接口规范的 15 个厂家 10 多种接入网设备在公网上试用。由此,我国 V5 接入网的实际应用在全国范围逐步展开。到目前为止,网上接入网设备共 400 万线,规模超过世界其他国家。

随着我国接入网技术的逐渐成熟和发展,公众多媒体通信



接入系统、ATM 接入、VOD 系统等已逐步进入试验网阶段,而利用 HFC 系统和非对称 CableModem,将专用 CATV 网改造成具有宽带数据和话音接入的宽带接入网的工作也在逐步展开。这些都为建设能传送活动图像、图片、数据、话音等各种业务的、统一的接入系统——全业务接入网打下坚实的基础。

第二节 各种接入网

1. 光纤同轴混合接入(HFC)

HFC(Hybrid Fiber Coaxial)网是指光纤同轴电缆混合网,它是一种新型的宽带网络,采用光纤到服务区,而在进入用户的“最后 1 公里”采用同轴电缆,它比较合理有效地利用了当前的先进成熟技术,融数字与模拟传输为一体,集光电功能于一身,同时提供较高质量和较多频道的传统模拟广播电视节目、较好性能价格比的电话服务、高速数据传输服务和多种信息增值服务,还可以逐步开展交互式数字视频应用。

与通信网很近似的是有线电视网(CATV, cable television),它是由电视台把电视节目通过有线线路播送至一个地区的众多住家用户。事实上,最近通信业务运营的趋向表明,有线电视网也准备提供通信业务,充分发挥网的作用。住家用户的电视机除了用来收看电视节目外,还在电视机上加装“机顶盒”(set-top box)。用户连往电视台或通信网交换局的接入线则采用“光纤与同轴电缆混合”(HFC, hybrid fiber-coax),即电视台或交换局利用光纤连至用户集中的某一地点,然后利用同



发达的通信技术



轴电缆,让该地区的各个用户分别接上同轴电缆的许多抽头。这样,某一用户如欲使用 Internet 接入,就可以经过其家中电视机的机顶盒与 HFC 线路组合,连往交换机上网,数据速率可以较高,自 56kb/ s 至 10Mb/ s。这就依靠“ 电缆 modem ”起作用。另外,HFC 网还可提供电话通信业务,受到用户欢迎。

例如英国某公司拥有一百万个住家用户,其中 40 万家装置电缆 modem,90 % 的用户需要电缆电话。就是说,在同一接入线上,最好能兼顾电视、电话和 Internet 等多种业务。

随着信息社会的到来,信息交成为人类最重要的资源,它主要表现为图像、声音和文本(数据)三种形式。可以看出,信息网络的发展方向是数字化、综合化、智能化、宽带化和个人化。虽然全数字化网络具有明显的优势,但由于目前广泛使用的电视机、电话机都是模拟的,不能直接利用数字方式服务。现在合理的方案应该是既能支持目前的模拟和数字服务又能逐步过渡到今后的全数字化服务。

HFC 综合网可以提供电视广播(模拟及数字电视)、影视点播、数据通信、电信服务(电话、传真等)、电子商贸、远程教学与医疗、以及增值服务(电子邮件、电子图书馆)等极为丰富的服务内容。

2 .灵感突至能造福

长期以来通信用户的电话机经过“ 对绞铜线 ”的用户线连至市内交换局,进入公共交换的通信网(PSTN),接至对方用户的电话机,使双方得以互相会话。众所周知,电话在百余年来对人类通信起了极大的作用。事实上,载荷电话模拟信号的双绞铜



线在百余年来默默无闻地同样对人类通信做出了巨大贡献,应该受到同样的赞颂。双绞铜线为传统的模拟电话提供 300 ~ 3400 Hz 的频带,用户对通话质量感到满意。

为了适应电话用户使用低速数据通信,加装调制—解调器(modem),使速率 33kb/s 和最高 56kb/s 的数据信号能够通过模拟话音频带与对方实行数据通信。话音 modem 只能提供 56kb/s 的数据速率。为什么双绞铜线只能传输以 56kb/s 为限度的数据呢?应该说,这不是对绞铜线传输能力的限度,而是通信网中的交换机有限制,它对电话通信只是分配一个话音频带。虽然用户的数据信息经过话音 modem,交换机并不认出它是话音 modem 传来的数据信号,而只是对它当作话音信号看待。对绞铜线本身并不限制带数据信号的传输,只要避开窄带交换机,用户就可以把宽带数据信号送进通信网。

因此我们说,用户线如避开了窄带的话音交换机,就可成为“数字用户线”(DSL, Digital Subscriber Line)。当然,双绞铜线用作 DSL,其传输数据信号速率的容量与其线路长度有关。以前的对绞铜线传输宽带数据信号,只能限于很短的长度。如参数结构经过改进,新的对绞铜线能够传输较长距离。这样的 DSL 到了交换局内,不经过原来的话音 modem,而是由另一种 modem 提取数字信号,或者 DSL 连至街上某一接线箱,再连往通信网的交换机。通信网可能是利用 ATM,或是利用 IP (Internet Protocol)。用于 DSL,传输宽带数据信号的 modem,是需要精心设计的,必须利用最新的大规模集成芯片和信号处理技术,这就是为什么 DSL 到近年才开始应用和较快发展的原



因。

3 .DSL 概述

在理想的环境下,铜线的速率仅受线缆衰减的限制,但在现有的电话网中,带宽很大程序上被过滤器和网络本身所制约。现有铜双绞线的升级固然可以极大地提升整个网络性能,但其代价不菲,因此需要一种既能使用现有线缆又能明显提高性能的方法。Bellcore 发明了第一代数字用户技术并创造了术语 DSL。其目的是高性能、低成本:在现有铜线网络上达到至少 2Mbps 的带宽。DSL 用软件和电子技术结合,弥补了铜线的一些缺陷。

DSL 给予我们:

几乎立刻的网络升级

比光纤和同轴电缆更便宜的选择

更可靠的数据传输

xDSL 是 DSL (Digital Subscriber Line) 的统称,意即数字用户线路,是以铜电话线为传输介质的点对点传输技术。DSL 技术在传统的电话网络(POTS)的用户环路上支持对称和非对称传输模式,解决了经常发生在网络服务供应商和最终用户间的“最后一公里”的传输瓶颈问题。由于电话用户环路已经被大量铺设,如何充分利用现有的铜缆资源,通过铜质双绞线实现高速接入就成为业界的研究重点,因此 DSL 技术很快就得到重视,并在一些国家和地区得到大量应用。

4 .DSL 原理

DSL 是一种先进的调制接入技术。众所周知,常用的公用



电话网(PSTN)在交换机内采用了全数字化的交换技术,但最终到达用户端的信号仍是模拟信号。按照这种方式将用户线接入全数字化的因特网,用户侧必须先用调制解调器将计算机的数字信号变换为模拟信号,交换机侧又必须将模拟信号转变为数字信号。经过数/模和模/数两次转变后,传输速率就会受到很大限制。数字用户线技术是在现有用户电话线两侧同时接入DSL调制解调设备,在用户线上利用数字信号高频带宽的特性直接采用数字信号传输,省去中间的模/数转换,突破了模拟信号传输极限速率为56kB/s的限制。

DSL的接入可按上行信道(用户到网络)和下行信道(网络到用户)的速率判别分为对称方式和非对称方式。上下行传输速率相同为对称方式,上下行传输速率不同为非对称方式。一般而言,用户下传数据量远大于上传数据量,因此非对称方式DSL接入中,下行信道速率大于上行信道速率。

DSL技术的具体实现有高速数字用户线(HDSL)、通用非对称数字用户线(UADSL)、速率自适应数字用户线(RADSL)、ISDN数字用户线(IDSL)、非对称用户数字线(ADSL)等方式,xDSL是对这些具体数字用户线实现技术的总称。

5 .xDSL 分类

xDSL中,“x”代表着不同种类的数字用户线路技术。各种数字用户线路技术的不同之处,主要表现在信号的传输速率和距离,还有对称和非对称的区别上。

DSL技术主要分为对称和非对称两大类。

1、对称DSL技术



发达的通信技术



1) HDSL——High - bit - rate DSL(高速 DSL);

2) SDSL——Single - line DSL,这是 HDSL 的单线版本,它可以提供双向高速可变比特率连接,速率范围从 160Kbps 到 2.084Mbps;。

3) MVL——Multiple Virtual Line(多虚拟数字用户线),MVL 是 Paradyne 公司开发的低成本 DSL 传输技术。

4) IDSL(ISDN 数字用户线) 通过在用户端使用 ISDN 终端适配器和在双绞线的另一端使用与 ISDN 兼容的接口卡,这种技术可以提供 128Kbps 的服务。

2、非对称 DSL 技术

1) ADSL——Asymmetric DSL(非对称 DSL)

2) RADSL——Rate Adaptive DSL(速率自适应 DSL),这种技术允许服务提供者调整 xDSL 连接的带宽以适应实际需要并且解决线长和质量问题。

3) VDSL——Very High Data Rate DSL(甚高速数字用户线)

而其中主要的技术有 HDSL、ADSL、VDSL 三种。

此外还有一些公司所提出的建议,如 UDSL(Unidirectional DSL)、x2/ DSL,应用很少。

6 .xDSL 的实现

xDSL 系统主要由局端设备(DSLAM——Digital Subscriber Line Access Multiplexer)和用户端设备(CPE)组成。

局端由 DSLAM 接入平台、DSL 局端卡、语音分离器、IPC(数据汇聚设备)等组成,其中 IPC 为可选的设备。语音分离器



将线路上的音频信号和高速数字调制信号分离,并将音频信号送入电话交换机,高速数字调制信号送入 DSL 接入系统;DSLAM 接入平台可以同时插入不同的 DSL 接入卡和网管卡等;局端卡将线路上的信号调制为数字信号,并提供数据传输接口;IPC 为 DSL 接入系统提供不同的广域网接口,如 ATM、帧中继、T1/ E1 等。这些设备都设在电话系统的交换机房中。

用户设备由 DSL Modem 和语音分离器组成,DSL Modem 对用户的数据包进行调制和解调,并提供数据传输接口。

7.你认识(HDSL)吗

HDSL 与 SDSL 支持对称的 T1/ E1 (1.544Mbps/ 2.048Mbps)传输。其中 HDSL 的有效传输距离为 3 - 4 公里,且需要两至四对铜质双绞电话线;SDSL 最大有效传输距离为 3 公里,只需一对铜线。比较而言,对称 DSL 更适用于企业点对点连接应用,如文件传输、视频会议等收发数据量大致相应的工作。同非对称 DSL 相比,对称 DSL 的市场要少得多。

HDSL 是 xDSL 技术中最成熟的一种,已经得到了较为广泛的应用。这种技术可以通过现有的铜双绞线以全双工 T1 或 E1 方式传输。(一个将要出现的称之为 HDSL2 的版本将可以使用单根双绞线完成同样的任务。)。其特点是:

利用两对双绞线传输;

支持 $N \times 64\text{kbps}$ 各种速率,最高可达 E1 速率;

HDSL 是 T1/ E1 的一种替代技术,主要用于数字交换机的连接、高带宽视频会议、远程教学、蜂窝电话基站连接、专用网络建立等。



发达的通信技术



与传统的 T1/ E1 技术相比, HDSL 具有以下优点:

价格便宜;

容易安装, T1/ E1 要求每隔 0.9~1.8 公里就安装一个放大器, 而 HDSL 可在 3.6 公里的距离上传输而不用放大器。

HDSL 除了用于接入网外, 还可用于 DDN 节点中继、无线寻呼中继、移动基站中继、局域网间互联、会议电视及高速数据传输等, 为企业事业用户提供低成本的 E1 通路。利用 HDSL 传输技术与视频压缩编码 MPEG 技术相结合, 传输机频宽带业务, 如传输录像机频信号以及多媒体会议电视系统信号。可作为 2Mb/ s 会议电视的传输接入系统。另外, 也可用于传输可视电话、家庭购物、远程诊断、远程教育等多媒体业务传输。

第 三 节 A D S L

1. ADSL 简介

非对称数字用户环路(ADSL——Asymmetric Digital Subscriber Loop)能够在现有的铜双绞线, 即普通电话线上提供高达 8Mbit/ s 的高速下行速率, 远高于 ISDN 速率; 而上行速率有 1Mbit/ s, 传输距离达 3km—5km。其优势在于可以充分利用现有的铜缆网络(电话线网络), 在线路两端加装 ADSL 设备即可为用户提供高宽带服务, 由于不需要重新布线, 降低了成本, 进而减少了用户上网的费用。

ADSL 调制解调技术的主要技术特点在于: ADSL 技术利用现有电话铜线基础设施几乎就能为所有家庭和企业提供各种



电信服务,允许用户以比今天最新的 56K Modem 高 100 倍左右的速率通过数据网络或 Internet 以及相关服务进行交互式通信。在这种交互式通信中,ADSL 的下行线路可提供比上行线路更高的带宽,即上下行带宽不相等,且一般都在 1:10 左右。如果线路的上行速率是 640Kbps,则下行线路就有 6.4Mbps 的高速传输速率。这也就是 ADSL 为什么叫非对称数字用户线的原因。同时,由于 ADSL 采用频分复用技术,可将电话语音和数据流一起传输,用户只需加装一个 ADSL 用户端设备,通过分流器(语音与数据分离器)与电话并联,便可使一条普通电话线就同时通话和上网且互不干扰。因此,使用了 ADSL 接入方式,等于在不改变原有通话的情况下,另外增加了一条高速上网专线。可见,ADSL 技术与拨号上网调制技术有很大区别。

2. ADSL 的特点

ADSL 的调制技术是 ADSL 的关键所在。在 ADSL 调制技术中,一般均使用高速数字信号处理技术和性能更佳的传输码型,用以获得传输中的高速率和远距离。目前 ADSL 调制解调技术仍未形成统一标准,主要分为 CAP 调制 (Carrierless Amplitude and Phase Modulation: 无载波幅相调制) 和 DMT 调制 (Discrete Multi Tone Modulation: 离散多音调制)。前者 CAP 方法简单,实现容易,后者 DMT 技术复杂,但功能更强。两种技术互不兼容,设备之间无法互连,影响了 ADSL 的推广。不过现在市场上的产品基本上以 CAP 调制技术为基础。

就目前技术,ADSL 在一条电话线上,从电信网络提供商到用户的下行速率范围一般在 1.5Mbps 至 8Mbps 之间,而反向



的上行速率则是在 16Kbps 至 640Kbps 之间,所对应的最大传输距离为 5.5km。由于大部分 Internet 和 Intranet 应用中下载数据量远大于上载量,正好适合 ADSL 的技术特点,从长远来看,发展中的 ADSL 技术将会在网上冲浪、视频点播 (VOD)、远程局域网中大显身手,也为远程数据库访问、家庭购物、交互式游戏以及远程教育等领域提供了理想的数据转输方式。

ADSL 对网络的需求仅仅是一对普通的电话双绞线,这对网络提供者和用户来说都极为简单且方便。同时,与 Cablemodem 的共享相比,ADSL 独享带宽,是真正意义上的宽带接入。

安装 ADSL 也极其方便快捷。在现有电话线上安装 ADSL,除了在使用端安装 ADSL(大小与普通 MODEM 类似)外,用户现有线路不需改动(改动只在交换机房内进行)。

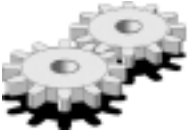
3 .ADSL 的接入模型

ADSL 的接入模型主要有中央交换局端模块和远端模块组成。

中央交换局端模块包括在中心位置的 ADSL Modem 和接入多路复合系统,处于中心位置的 ADSL Modem 被称为 ATU - C(ADSL Transmission Unit - Central)。接入多路复合系统中心,Modem 通常被组合成一个接入节点,也被称作“DSLAM”(DSL Access Multiplexer)。

远端模块由用户 ADSL Modem 和滤波器组成,用户端 ADSL Modem 通常被称为 ATU - R(ADSL Transmission Unit - Remote)。

4 .ADSL Vs 其他 DSL



DSL(数字用户线路,Digital Subscriber Line)是以铜质电话线为传输介质的传输技术组合,它包括 HDSL、SDSL、VDSL、ADSL 和 RADSL 等,一般称之为 xDSL。它们主要的区别就是体现在信号传输速度和距离的不同以及上行速率和下行速率对称性的不同这两个方面。

HDSL 与 SDSL 支持对称的 T1/E1 (1.544Mbps/2.048Mbps)传输。其中 HDSL 的有效传输距离为 3 - 4 公里,且需要两至四对铜质双绞电话线;SDSL 最大有效传输距离为 3 公里,只需一对铜线。比较而言,对称 DSL 更适用于企业点对点连接应用,如文件传输、视频会议等收发数据量大致相应的工作。同非对称 DSL 相比,对称 DSL 的市场要少得多。

VDSL、ADSL 和 RADSL 属于非对称式传输。其中 VDSL 技术是 xDSL 技术中最快的一种,在一对铜质双绞电话线上,上行数据的速率为 13 到 52Mbps,下行数据的速率为 1.5 到 2.3 Mbps,但是 VDSL 的传输距离只在几百米以内,VDSL 可以成为光纤到家庭的具有高性价比的替代方案,目前深圳的 VOD (Video on demand)就是采用这种接入技术实现的;ADSL 在一对铜线上支持上行速率 640Kbps 到 1Mbps,下行速率 1Mbps 到 8Mbps,有效传输距离在 3 - 5 公里范围以内;RADSL 能够提供的速度范围与 ADSL 基本相同,但它可以根根据双绞铜线质量的优劣和传输距离的远近动态地调整用户的访问速度。正是 RADSL 的这些特点使 RADSL 成为用于网上高速冲浪、视频点播(IAV)、远程局域网络(LAN)访问的理想技术,因为在这些应用中用户下载的信息往往比上载的信息(发送指令)要多得



发达的通信技术



多。

据 CNNIC(中国国家网络信息中心)统计,截至 1997 年 10 月 31 日,中国上网用户数达 62 万,其中 49.1% 的用户认为 Internet 最令人失望的地方是网上速度太慢,36.2% 的用户则认为是上网收费太贵;而截至 1998 年 6 月 30 日,在不到一年的时间里,以上三个统计数字都将近翻了一番,分别是:117.5 万,88.9%,61.2%。由此可见,随着中国 Internet 上网用户数的飞速膨胀,网上速度太慢和收费太贵愈发成为中国 Internet 发展的两大障碍。

目前深圳的上网用户达 10 万,比去年激增近一倍多,其中大部分用户正在寻求一种上网速度快而性能价格比高的上网方式。

基于以上分析,以及结合目前上网用户的实际条件及市场需求,深圳市数据通信局首先采用了 RADSL(以下简称为 ADSL)技术作为用户网宽带高速接入服务。深圳推出 ADSL 之初,就并不因为这是一种先进的高速接入技术而将其“贵族化”,而是将其定位为“大众化”的高速接入服务,(目前 ADSL 用户中,个人用户与公司用户各占一半,就说明 ADSL 已步入小公司、家庭用户,是普通用户所能承受的,足以说明目前深圳数据局的价格定位是基本合理的)。所以深圳的 ADSL 接入与其它接入方式相比,一直保持了较高的性能价格比。

ADSL 接入服务能做到较高的性能价格比这一点,与 ADSL 接入技术较其它接入技术具有其独特的技术优势是分不开的。



5 .ADSL Vs Cable Modem

与 Cable Mode 相比,ADSL 技术具有着相当大的优势。Cable Modem 的 HFC 接入方案采用分层树型结构,其优势是带宽比较高(10M),但这种技术本身是一个较粗糙的总线型网络,这就意味者用户要和邻近用户分享有限的带宽,当一条线路上用户激增时,其速度将会减慢。再者,有关资料表明,大部分情况下,HFC 方案必需兼顾现有的有线电视节目,而占用了部分带宽,只剩余了一部分可供传送其它数据信号,所以 Cable Modem 的理论传输速率只能达到一小半。国外公司实验表明,其速率减为 1M - 2Mbps,更常见的是 400K - 500Kbps。综合来看,即使在理想状态下,HFC 只相当于一个 10Mbps 的共享式总线型以太网,而 ADSL 接入方案在网络拓扑结构上较为先进,因为每个用户都有单独的一条线路与 ADSL 局端相连,它的结构可以看作是星型结构,它的数据传输带宽是由每一用户独享的。

6 .ADSL Vs Modem 及 N - ISDN

A) 比起普通拨号 Modem 的最高 56K 速率,以及 N - ISDN 128K 的速率,ADSL 的速率优势是不言而喻的。

B) 与普通拨号 Modem 或 ISDN 相比,ADSL 更为吸引人的地方是:它在同一铜线上分别传送数据和语音信号,数据信号并不通过电话交换机设备,减轻了电话交换机的负载,并且不需要拨号,一直在线,属于专线上网方式。这意味着使用 ADSL 上网并不需要缴付另外的电话费。

7 .ADSL 看明朝



发达的通信技术



由于 ADSL 在开发初期,是专为视像节目点播而设计的,具有不对称性和高速的下行通道,随着 Internet 的急速发展,ADSL 作为一种高速接入 Internet 的技术更具有生命力,它使在现有 Internet 网上提供多媒体服务成为可能。

目前深圳 ADSL 主要提供 Internet 高速宽带接入的服务,用户只要通过 ADSL 接入,访问相应的站点便可免费享受多种宽带多媒体服务,如深圳视聆通宽带网站点: www.sz.supernet.com 与广州视聆通宽带网站点: www.gz.supernet.com 上的视频点播 VOD、音乐厅、网上剧场等;深圳游戏中心: www.chinagame.net 上的网上游戏;深圳电视台: www.realtv.sz.supernet.com 上的网络电视等。

ADSL 个人用户具有一个固定的静态 IP 地址,个人用户可以建立个人主页,让视聆通上的其它网友一睹自己的风采;ADSL 局域网用户具有 4 个固定的静态 IP 地址,申请了 ADSL 局域网形式入网的公司可以在中国公众多媒体网(视聆通)上架设公司的网站,提供 WWW、FTP、Email 等服务;ADSL 服务有足够的带宽供局域网用户共享,用户可以通过代理服务器的形式为整个公司的局域网用户提供上网服务。

由于 ADSL 是基于 ATM 干线网络传输的接入视聆通的,因而也可以提供基于 ATM 或 IP 的 VPN(虚拟专用网)服务。

随着 ADSL 技术的进一步推广应用,ADSL 接入还将可以提供点对点的远程医疗,远程教学,远地可视会议等服务。

业界许多专家都坚信,以 ADSL 为主的 xDSL 技术终将成为铜双绞线上的赢家,目前采用普通拨号 Modem 及 N - ISDN



技术接入的用户将逐步过渡到 ADSL 等宽带接入方式,并最终实现光纤接入。而这在深圳推出 ADSL 接入服务以后,市场对 ADSL 接入服务的热烈反映已可以初见端倪。

8 .ADSL 今日行

随着 Internet 的爆炸式发展,在 Internet 上的商业应用和多媒体等服务也得以迅猛推广。要享受 Internet 上的各种服务,用户必须以某种方式接入网络。为了实现用户接入网的数字化、宽带化,提高用户上网速度,光纤到户(FTTH)是用户网今后发展的必然方向,但由于光纤用户网的成本过高,在今后的十几年甚至几十年内大多数用户网仍将继续使用现有的铜线环路,于是近年来人们提出了多项过渡性的宽带接入网技术,包括 N - ISDN、Cable Modem、ADSL 等等,其中 ADSL(非对称数字用户环路)是最具前景及竞争力的一种,将在未来十几年甚至几十年内占主导地位。

目前,ADSL 的热潮席卷世界各地,PC 业界领袖 MIC(Microsoft、Intel、Compaq)等以及世界范围内各大网络公司 3COM、CISCO、Siemens、Alcatel、Paradyne 等相继推出 ADSL 的产品并致力于 ADSL 的发展;全球许多电信公司、ISP 也纷纷推广各自的 ADSL 服务,北美、新加坡等率先正式投入营业,日本、台湾、韩国等等国家也已进入试验阶段,中国电信在北京、上海、广东、福建等地已进行相关的网络测试并开始试验性推广,而深圳更是已进入了实用阶段。

9 .VDSL 的故事

VDSL(超高速数字用户环路)是一种在普通的短距离的电



发达的通信技术



话铜线上最高能以 52Mbit/s 的速率传输数据的技术,它的速度大大高于 ADSL(非对称数字用户环路)和 Cable Modem(线缆调制解调器),相当于 T3 的数据传输速率。它可以大大提高因特网的接入速度,提供本地不同区域网络之间的快速链接,并可用来开展视频信息服务。

VDSL 与 ADSL 类似,也是非对称型,即利用双绞铜线提供上行与下行两个方向非对称的宽带业务。但 VDSL 的传输速率比 ADSL 高近 10 倍,传输距离比 ADSL 也短得多。VDSL 下行信道的传输速率可达 13 - 55Mbit/s,无中继传输距离为 300 m - 1.5km;上行信道传输速率为 1.5 - 19.2 Mbit/s,随不同公司的产品而异。VDSL 也采用频分复用方式,将电话和 VDSL 的上、下行信号放在不同频带内传输。低频段传输普通电话、ISDN 业务,中间频段传输上行信道的数字控制信息,高频段传输下行信道的图像或高速数据信息。发送端将各类业务信号调制到不同频段,经过双绞线传输到接收端,接收信号经解调及滤波后分离出各类信号。

VDSL 主要采用 DMT 和离散小波多频调制(DWMT)。DWMT 采用了小波正交变换,其性能比 DMT 更好。经小波变换的 DWMT 其子信道的功率 99.99% 以上都集中在主瓣,因而信噪比大为提高。VDSL 系统与 ADSL 类似,在局端和用户端配置 VDSL Modem,电话业务通过 POTS 分离器和耦合器加入信道,HDTV 数字图像或多路 MPEG 压缩编码后的图像利用 VDSL 下行信道送至用户端。VDSL 还可与光纤接入网配合,作为 ONU(光网络单元)到用户间的配线,通过 FTTC 为企业



用户和家庭提供宽带接入。

第四节 光纤接入网

1. 光纤接入网概述

(1) 概念

光线接入网采用光纤做为主要的传输媒体来取代传统的双绞线。由于光纤上传送的是光信号,因而需要在交换局将电信号进行电光转换变成光信号后再在光纤上进行传输。在用户端则要利用光网路单元(ONU)再进行光电转换恢复成电信号后送至用户设备。

(2) 应用形式

根据光纤向用户延伸的距离,也就是 ONU 所设置的位置,光线接入网又有多种应用形式,如表所列,其中最主要的三种形式是光纤到大楼(FTTB)、光纤到路边(FTTC)、光纤到户(FTTH)。

FTTC 主要为住宅用户提供服务。ONU 放置在路边,从 ONU 出来用同轴电缆传送视像业务,双绞线对传送普通电话业务,,每个 ONU 一般可为 8~32 个用户服务,适合为独门独院的用户提供各种宽带业务,如 VOD 等。

FTTB 有分为两种,一种是为公寓大楼用户服务,实际上只是把 FTTC 中的 ONU 从路边移至公寓大楼内;另一种是为办公大楼服务的,ONU 设置在大楼内的配线箱处,为大中型企事业单位及商业用户服务,可提供高速数据、电子商务、可视图文、



远程医疗、远程教育等宽带业务。FTTB 与 FTTC 并没有什么根本不同,两者的差异在于服务的对象不同,因而所提供的业务不同,ONU 后面所采用的传输媒介也有所不同。

FTTH 则是将 ONU 放置在住户家中,有住户专用,。为家庭提供各种综合宽带业务,如 VOD、居家购物、多方可视游戏等等。

(3)优缺点

光纤接入网,特别是 FTTH 光纤接入网,具有频带宽、容量大、信号质量好、可靠性高、可以提供多种业务乃至未来宽带交互型业务、是实现 B - ISDN 的最佳方案等优点,因而被认为是接入网的发展方向。但光纤接入网成本昂贵,FTTH 平均用户成本平均 3000~5000 美元,普通用户难以承受。尽管 FTTB、FTTC 采用若干用户共用 ONU 以分摊成本、降低平均成本的方式,但却带来供电困难等问题。此外,适合光纤接入网的 OAM&P 程序还不完善,这些都限制了它的大规模应用。

近几年来,随着技术的进步,光电器件成本下降,FTTH 与 FTTC 之间的成本差距正在逐步缩小。尽管 FTTH 初期投资高于 FTTC,但由于 FTTH 无外部有源设备,因而可靠性高、供电容易且成本低、运营维护费低、规划费用低等,综合考虑系统寿命成本,FTTH 与 FTTC 已不再存在巨大的成本差距,这将促进 FTTC 向 FTTH 的演化。

2.光纤接入的结构

光纤接入网主要有两种结构;有源双星(ADS)和无源光网络(PON)。



ADS 结构中的最后一段链路由用户专用或由少量用户共用,具有可以采用带宽窄、性能低的光器件的优点,但存在定位、供电及现场操作远端电气件等问题,且初期投资较大。

PON 结构初期投资低、维护费用低、易于扩容升级、业务展开灵活,但用户设备要求用带宽宽、性能佳的光设备,而且必须采用多址接入协议以保证各用户发回的比特流到达交换局时基本同步。目前光线接入网多采用 PON 结构。无源光网络光纤接入网可以采用诸如时分复用(TDM)、波分复用(WDM)、光功率分离、副载波复用(SCM)等多种复用技术。

一般地说光纤离用户越近,共享该光纤的用户数越少,但每一用户可获得较大的带宽,光纤离用户越远,则可为多用户共享,但要考虑从 ONU 至用户终端间其它传输媒介的接力。除此之外,FTTCab、FTTB/ FTTC、FTTH 所用的传输技术并无多大区别。

通常为了降低成本,一个光线路单元 OLT 往往带多个 ONU,拓扑结构可以采取以下几种:

链型——即多个 ONU 串在一根总线上

环形——多个 ONU 构成一自愈环,然后与 OLT 相连,或 OLT 本身也作为环中的一节点,具有 SDH(同步数字系列)分插复用器(ADM)功能的 ONU 具有支持链形和环形拓扑的能力。在环形方式中,每个 ONU 都有两条路由连到 OLT 而增加了安全性。

星形——根据分支点是有源设备(如分接器)或光纤分路器而分为有源光网络和无源光网络,后者称为 PON,因分支点无



源使网络对传送信号速率、格式均透明且便于维护而更有吸引力。

在 PON 中,从 OLT 发到各 ONU 的信号时分复用(TDM)在一起广播式发到每一个 ONU,每个 ONU 选取自身所需的信号。反方向为了使 ONU 回送到 OLT 的信号时间上能依次错开不致碰撞,需要有测距技术调节时延以便适应 ONU 的远近,这称为时分多址(TDMA)方式,也可以采用如副载波复用多址(SCMA)、码分多址(CDMA)方式,但它们不如 TDMA 那样被广泛采用。下行从 OLT 到 ONU 和上行从 ONU 到 OLT 采用不同的光纤是比较简单的方案,采用波分复用 WDM(即来去方向分别使用不同波长)或时间压缩复用 TCM(就象打乒乓球那样来去两方向信号时间上交替传送)技术可以在一根光纤上实现双向传输,这称为单纤双工传送。类似地,WDM 技术还可用于在同一光纤上同时支持数字信号和模拟 CATV 信号的传送。

光纤接入网的光缆和干线光缆是不同的,接入网用光缆通常容量很大,可多达 1000 芯甚至更多,基于带状光纤的高密度大容量光缆不仅能降低每一纤的平均造价而且能更有效利用光缆管道。如何迅速完成多根光纤的接续对接入网有重要意义,新型的大容量光缆接头盒、多纤活动连接器、非熔接式光接头等对降低施工成本有不可忽视的影响。与大容量光缆配套的高密度且便于操作的光纤终端架和实现光纤配线资源管理与接入网传输性能监视、光纤自动保护倒换控制的接入网光纤操作系统是大容量接入网不可少的装置,它们与 V5 及传输系统的网管一起,对降低维护成本改进服务质量起着至关重要的作用。



3. 接入网新篇

最先敷设并沿用至今的用户接入线是铜线。每一用户各有一对铜线(即扭绞线对, twisted pair), 邻近地区若干个用户的铜线集合在一根铅包电缆内, 常称用户电缆(subscriber cable), 埋在地下管道内或挂在架空电杆上。旧式对绞铜线主要用于传送电话模拟信号, 频带 300~3400 Hz, 简称 4kHz 带宽。如利用调制解调器(modem), 则用户的数据通信也可利用这样的铜线, 但只能是很低速率的数据。近年来, 新的对绞铜线在结构设计上大有改进, 因而传输的频带宽度加大, 尤其在距离不长的线路, 可传送较大带宽的信息业务。然而, 按传输带宽能力而言, 铜线的对绞线不如同轴管, 而光纤则远优于铜线。

随着信息时代步伐的前进, 人们对信息业务种类的需求明显增长、特别是 90 年代中期起, Internet 向全世界公开开放, 广大计算机用户踊跃上网, 互通电子邮件, 进行文件转移, 寻求 WWW 信息, 因而数据业务量猛增, 在全世界范围内即将与传统电话业务量相等甚至超过, 这使原有通信网受到巨大冲击, 尤其是接入网几乎成为“瓶颈”。另外, 用户也越来越需要视频通信, 诸如可视电话、可视会议、可视图文, 以及电视和电影传送到家等等, 甚至多媒体通信。

对这样的高速率数据信息和视频信息业务, 显然需要能够提供宽频带或高数字速率的通信网。对于有线固定通信网而言, 核心网已经利用光纤线路和波分多路(WDM)系统, 而且可以逐年扩容, 实际上构成了宽带通信网。但大范围普遍敷设的大量接入网, 还来不及立即变成宽带网。因此, 对于运营企业来



发达的通信技术



说,宽带接入网在近年必须特别重视发展,既要满足广大用户对高速数据和宽带信息业务的通信需求,又要不过分加重用户承担的开支费用。

在分析用户的数字接入线时,应该考虑到用户实际使用有些通信业务时具体利用接入线的情况。其中有一种非常明显的情况是:用户在接入线上不是双向都需要宽频带。例如,计算机用户需要向 Internet 上网时,接入线上只有网至用户的方向(即下行方向)才传送长时间的大量高速数据信息。又例如,住家用户需要点播电视或电影(VOD 或 MOD)时,接入线上也只有下行方向才传送长时间的大量高速数字电视或电影,而且这些电视或电影都经过了高度的压缩编码。这两类实际应用的例子表明:用户接入线上行和下行两方向传输数据所需的带宽是不对称的。因此,接入网宜于有效地发展“不对称数字用户线”(ADSL .asymmetrical digital subscriber line)。

在原来用户线的铜线上,如装用模拟 modem,可在话音频带内传输 14.4kb/s 低速数据。近来 modem 技术有所改进,可传输 56kb/s 的较高速率数据。由于话音电路终端的限制,话音频带的 modem 只能限于使用至 64kb/s 。为了让用户使用 ISDN(窄带),接入线容许数据速率为 $56\text{kb/s} \sim 128\text{kb/s}$,但仍不能满足用户使用 Internet 接入的需要。现在,ADSL 技术突破,使用户终端 ADSL - modem 连通其附近交换局 ADSL - modem,用一种普通型式(国际标准称 G .Lite)可将接入速率提高至 $128\text{kb/s} \sim 1.5\text{Mb/s}$ 。具体地说,它对下行线路(网至用户)可提供数据速率高达 1.5Mb/s ,而对上行线路(用户至网)



传送数据达 384kb/ S。这意味着,ADSL 对下行线路提供的带宽相当于现行模拟 modem 的 50 倍。而这样的数据速率适用于用户线长度达 18000 英尺(世界上 75 % 的用户线都没有超过这长度)。另一种更好的 ADSU - full,甚至能够提供更高的数据速率,2.5Mb/ S~8Mb/ S。还有一种对称数字用户线(SDSL),可对双方向同样提供较高的数据速率 1.5Mb/ S,但速率越高,传输距离越短。总的来说,利用数字用户线(DSL)技术,今后可以提供需要越来越多的宽带接入(broadband access)。

近来又考虑得更深入,DSL/ ADSL 技术并不限于用户与网的交换局之间使用,也许该用户线只到某一分配点,离交换局还有一段距离。因此,对于新的 DSL 系统,可能需要设想利用“接入接口平台”(AIP,access Interface platform)的方案。这就可能具有更大的灵活性;通信网不限于利用电路交换的 PSTN,而是改革为新型的分组数据网,即 IP/ ATM 网。

与通信网很近似的是有线电视网(CATV,cable television),它是由电视台把电视节目通过有线线路播送至一个地区的众多住家用户。事实上,最近通信业务运营的趋向表明,有线电视网也准备提供通信业务,充分发挥网的作用。住家用户的电视机除了用来收看电视节目外,还在电视机上加装“机顶盒”(set-top box)。用户连往电视台或通信网交换局的接入线则采用“光纤与同轴电缆混合”(HFC,hybrid fiber-coax),即电视台或交换局利用光纤连至用户集中的某一地点,然后利用同轴电缆,让该地区的各个用户分别接上同轴电缆的许多抽头。这样,某一用户如欲使用 Internet 接入,就可以经过其家中电视



发达的通信技术



机的机顶盒与 HFC 线路组合,连往交换机上网,数据速率可以较高,自 56kb/ s 至 10Mb/ s。这就依靠“ 电缆 modem ”起作用。另外,HFC 网还可提供电话通信业务,受到用户欢迎。例如英国某公司拥有一百万个住家用户,其中 40 万家装置电缆 modem,90 % 的用户需要电缆电话。就是说,在同一接入线上,最好能兼顾电视、电话和 Internet 等多种业务。

有线宽带通信网的接入线,最终似乎将由“ 无源光纤网 ”(PON,passive optical network)来实现。从核心网的交换局直至每一用户终端,或连至离若干用户很近的公共接入点,再由同轴电缆连至每一用户终端。每一用户的通信终端使用电信号,因而光纤的接入点需要光/ 电和电/ 光转换的端机,而其余全是无源的光纤,所以称为无源光纤网。用了这样的 PON,下行线路提供用户使用各种通信业务,数据速率可以高达 155Mb/ s。而且,在 PON 的光纤线路上,可能加装波分多路(WDM)系统,光纤的传输容量潜在能力巨大,远远超过同轴和对绞铜线电缆。因此,PON 在宽带接入网的发展前景是美好的。如果用户是大型企业和单位,各自在它们的大楼或厂区内安装了局域网(LAN),而且这些大用户连往交换局的接入线早已使用光纤线路,这就是常称的“ 光纤连至大楼 ”(FTTB)。上面提及用 PON 将住家连至公共接入点,类似于“ 光纤连至路边 ”(FTTC)。目前,由于发送和接收、电/ 光和光/ 电转换的端机成本仍居高不下,PON 没有完全做到使每一住家用户成为接入点,也就是未能实现“ 光纤连至每一住家 ”(FTTH)。在不远的将来,用于宽带信息的光端机价格下降,并且住家本身的电力源可提供光端



机所需的电源,克服光纤不能输送电源的缺点,PON 就有可能使每一住家本身成为接入点,FTTH 得以普遍实现。

以上简单说明了固定有线通信网的接入网将向宽带接入网方向发展。在国际上,ADSL、HFC、相应的 modem 和 PON 等方式都有实际应用,而且技术方案各有发展。估计在不太远的将来,PON 将成为主要方式,接入网很可能和核心网一样充分利用光纤线路。

第五节 无线接入网

1. 无线接入技术

伴随着通信的飞速发展和电话普及率的日益提高,在人口密集的城市或位置偏远的山区安装电话,在铺设最后一段用户线的时候面临着一系列难以解决的问题:铜线和双绞线的长度在 4 - 5 公里的时候出现高环阻问题,通信质量难以保证:山区、岛屿以及城市用户密度较大而管线紧张的地区用户线架设困难而导致耗时、费力、成本居高不下。为了解决这个所谓的‘最后一英(公)里’的问题,达到安装迅速、价格低廉的目的,作为接入网技术中的一个重要部分——无线接入技术便应运而生了。

2. 结构及功能

无线接入是指从交换节点到用户终端之间,部分或全部采用了无线手段。

典型的无线接入系统主要由控制器、操作维护中心、基站、固定用户单元和移动终端等几个部分组成。各部分所完成的功



发达的通信技术



能如下:

①控制器

控制器通过其提供的与交换机、基站和操作维护中心的接口与这些功能实体相连接。控制器的主要功能是处理用户的呼叫(包括呼叫建立、拆线等)、对基站进行管理,通过基站进行无线信道控制、基站监测和对固定用户单元及移动终端进行监视和管理。

②操作维护中心

操作维护中心负责整个无线接入系统的操作和维护,其主要功能是对整个系统进行配置管理,对各个网络单元的软件及各种配置数据进行操作:在系统运转过程中对系统的各个部分进行监测和数据采集;对系统运行中出现的故障进行记录并告警。除此之外,还可以对系统的性能进行测试。

③基站

基站通过无线收发信机提供与固定终接设备和移动终端之间的无线信道,并通过无线信道完成话音呼叫和数据的传递。控制器通过基站对无线信道进行管理。基站与固定终接设备和移动终端之间的无线接口可以使用不同技术,并决定整个系统的特点,包括所使用的无线频率及其一定的适用范围。

④固定终接设备

固定终接设备为用户提供电话、传真、数据调制解调器等用户终端的标准接口——接口。它与基站通过无线接口相接。并向终端用户透明地传送交换机所能提供的业务和功能。固定终接设备可以采用定向天线或无方向性天线,采用定向天线直接



指向基站方向可以提高无线接口中信号的传输质量、增加基站的覆盖范围。根据所能连接的用户终端数量的多少;固定终接设备可分为单用户单元和多用户单元。单用户单元(SSU)只能连接一个用户终端;适用于用户密度低、用户之间距离较远的情况;多用户单元则可以支持多个用户终端,一般较常见的有支持4个、8个、16个和32个用户的多用户单元,多用户单元在用户之间距离很近的情况下(比如一个楼上的用户)比较经济。

⑤移动终端

移动终端从功能上可以看作是将固定终接设备和用户终端合并构成的一个物理实体。由于它具备一定的移动性,因此支持移动终端的无线接入系统除了应具备固定无线接入系统所具有的功能外,还要具备一定的移动性管理等蜂窝移动通信系统所具有的功能。如果在价格上有所突破,移动终端会更受用户及运营商的欢迎。

3.特点小议

无线接入技术在一些环境的应用中有着有线手段无法比拟的优越性。无线接入系统的系统结构决定了系统组网灵活、适应性强,由于采用无线方式,不需要对用户的精确定位,可以克服一些地理环境的限制(如山区和多湖泊地区)进行网络覆盖,因此网络规划难度不大、网络建设速度快,可以在很短的时间内为用户开通服务。

由于无线接入系统的扩容非常容易,因此在建网初期用户较少时只需要较小的投资规模,在用户量增加的时候随时进行扩容,可以有效利用运营商的投资,更快地收回成本并开始赢



发达的通信技术



利。

同时无线传输的方式,减少了维护人员的数量,设备的操作维护、监控及软件升级均可通过操作维护中心进行,极大地降低了运营成本。

无线接入系统的拆装都非常容易,这就使得老少边穷地区作为临时解决方案的设备在通信条件得到根本改善之后,可以将系统用于其它需要的地方,提高了设备的利用率,节省了大量的资金。

当然,无线接入也有其不足的一面,主要是目前的每线价格还比较高,不过随着技术标准的不断颁布、无线接入产品的不断完善以及成本的不断下降,这些问题会逐步解决。

4. 种类及频率分配

无线接入的实现主要基于以下几种类型的技术:

①蜂窝技术

采用蜂窝技术的无线接入系统技术成熟,比较易于实现且覆盖范围比较大,比较适合于农村等地理位置偏远的地区使用。比较典型的有 450MHz 系统、基于 GSM 和 CDMA 的系统等等。

②数字无绳技术

采用数字无绳技术的无线接入系统由于采用了 32kbPs 的 ADPCM 话音编码技术,话音质量已基本接近有线的语音质量。而且由于采用微蜂窝组网(基站覆盖半径一般为几百米),频率规划简单、频率复用率高、系统容量大,比较适合城市人口稠密管线紧张的地区如宾馆、饭店、写字楼以及出于竞争考虑需要快



速为用户提供服务的情况。

③点对点微波技术

这是一个传统的技术,对于距离超过 40 公里以上的分散用户可以采用基于该技术的系统。

④卫星技术

对于特别偏远的地区以及偏远的山区,卫星技术的优越性是前面介绍的几种技术所无法比拟的。比如对于山区分散的用户,如采用微波技术可能需要经过多个中继接力站才能进行覆盖,会导致工程费用高、施工困难以及日常维护困难的问题。而采用卫星覆盖的方式,只需在地面建立与固定网连接的关口站,即可在卫星辽阔的覆盖区通过架设卫星小站提供话音业务。

国家无线电管理局规定将 1900~1920MHz 分配给采用 TDD 方式的无线接入系统。主要有 TDMA、CDMA 以及两种有代表性的数字无绳系统:日本的 PHS 和欧洲的 DECT。根据无线电管理局的规定,TDMA、CDMA 无线接入系统使用 1908 - 1915MHz 频段,在农村、边远地区及山区如果不会干扰 PHS、DECT 系统,也可以使用 1900~1915MHz 频段。

由于国际电联已将 1885 - 2025MHz/2110 - 2200MHz 确定为第三代移动通信系统使用的频段,因此国家无线电管理局规定原用于 FDD 方式无线接入系统的频段 1890 - 1900MHz/1970 - 1980MHz 使用有效期截至 2002 年底。

5 .WCDMA 接入网

CDMA 所具有的种种扩频优点已为业内共识,正是这些特质使得当 CDMA 应用于 WLL 时可以提供比模拟技术网络大



发达的通信技术



15 - 20 倍的用户容量;又因 CDMA 具有单频复用且对以频率、时间、空间分集的特点,使建设 CDMA 接入网变得快捷和节省投资。WCDMA 技术被许多世界电信组织选为 IMT - 2000 的应用技术,为了和世界第三代移动通信保持同步,在 WLL 中应用 WCDMA 是目前首选。

其中 RP 类似移动网中的基站,可以配以全向或扇区无线,因其使用 WCDMA 空中接口,RP 可以提供高质量高速数据接入,在固定/半固定的 WLL 环境中,高速数据接入的服务面积比同样使用 WCDMA 的移动网大,误码率和系统复杂性也可以降低。例如提供 115kbit/s 的数据服务时,一个 80 信道的 RP 覆盖可达 8km。利用 1 发 2 收的天线分集技术和 EVRC 等技术可以改善语音服务质量并增加系统容量。RPC(无线关口控制器)联带有 RPOM 和 IWF,RPOM 为 RPC 和网管系统的接口功能实体,IWF 为网间互联实体,主要负责和系统外数据网络的连接,包括 Internet、X 25、FR 等网络,即 IWF 可以配有众多类型和速率的数据接口。

这样 RIU(无线接口单元)的终端用户可以直接通过 WCDMA 空中接口、RPC 和 IWF 登录众多数据网而无需通过 WLL gateway 和 PSTN 上数据网,减少路径迂回和众多协议变换,其优点显而易见。普通的语音在 RPC 中已经和数据业务分离,通过 WLL gateway 和 PSTN 联网。RIU 完成最终用户的业务集成,可以有 1、2、4、32 线等配制形式,既可以在稀话务的农村地区使用,也可用于高话务、高数据量的城市地区;RIU 支持 RJ - 11、RJ - 45 和 RS - 232 等数据接口;提供 64kbit/s 的 PCM 和



32kbit/s ADPCM 的语音服务和高达 56kbit/s 带内数据接入及 115kbit/s 的数据和 144kbit/s (2B + D) 的 ISDN 数据接入, 具有极大的灵活性。尤其对中小企业、居民小区用户、集团用户等需要综合接入的用户极具吸引力。从系统总容量上看, WCDMA WLL 系统和 DECT、PHSWLL 系统相比有了显著提高, 一个 DECT、PHS WLL (1 套中心控制器组成) 最大用户容量在 1024 线左右, 利用集线技术可以达到 3600 线; 而上述一套 WCDMA WLL 系统在保证通话服务质量的情况, 可达 2 万用户, 利用 WCDMA 的软容量特性, 实际利用可以更多。由于 DECT、PHSWLL 等网络的低系统容量, 导致单线成本下降困难, 严重制约了这类网络的发展, 使其只在农村、郊县等有线成本过高的地区有竞争力; 而且因其自身技术局限数据接入速率目前不高于 14.4kbit/s, 在城市等 Internet 接入热点地区资金回收能力非常有限。对 WCDMA WLL 系统来说, 克服了 DECT 等系统的弱点, 单线成本已可以和光纤接入网媲美, 其数据接入速率也毕竟处于移动通信二代 (14kbit/s) 到三代 (2Mbit/s) 的过渡期间, 在城市通信运营中有较大的吸引力。

WCDMA WLL 在中国刚刚起步, 全国个别地区有一定规模的试验网。预计随着 CDMA 移动网的兴起, 将会有更大规模的发展。

6. 系统概述

LMDS 是 Local Multipoint Distribution Services 的缩写, 中文译作本地多点分配业务。这是一种微波的宽带业务, 工作在 28GHz 附近频段, 在较近的距离双向传输语音、数据和图像



发达的通信技术



等信息。

LMDS 采用一种类似蜂窝的服务区结构,将一个需要提供业务的地区划分为若干服务区,每个服务区内设基站,基站设备经点到多点无线链路与服务区内的用户端通信。每个服务区覆盖范围为几公里至十几公里,并可相互重叠。

目前各国的核心网络建设均初具规模,基本可满足当前通信的需求。而突出的矛盾体现在接入网方面,即用户与核心网络的连接部分。这一问题是通信向宽带、智能、个人化发展的关键,因此我国也把研究、发展和建设接入网列为重要任务。

从技术上来说,按照使用的媒介不同,接入网可划分为有线接入网和无线接入网,无线接入分为移动无线接入和固定无线接入。移动无线接入就例如我们熟悉的移动电话接入等,用户是可移动的,而固定无线接入与此正好相反,用户基本是固定不动的。按照这样的分类标准,LMDS 属于无线固定接入手段,而它最大的特点在于宽带特性,可用频谱往往达 1GHz 以上。

随着 Internet 的高速普及与多媒体技术的飞速发展,用户对带宽的要求越来越高,有线接入手段无法跟上发展的速度:传统的铜线、电缆,已完全不能满足传输的要求,如果添加额外的调制和压缩设备,成本又往往是用户所不愿负担的;全光缆网络将是比较完美的解决方案,但对基础网络的要求过高,即使在发达国家也还需要一段时间才能实现;折衷的光纤电缆混合方案(HFC)在很多国家并不适合,因为光纤与电缆往往掌握在不同的部门手中,由于法规的限制及各自利益的保护,混合使用难于实现。



普通的无线接入系统均是窄带系统,工作在 450MHz、800MHz 等,针对低速的话音和数据业务。而 LMDS 的宽带特性,决定它几乎可以承载任何种类的业务,包括话音、数据和图像等,如下:

(1) 话音业务

LMDS 系统可提供高质量的话音服务,而且没有时延。系统可提供标准接口,如 RJ - 11。

(2) 数据业务

LMDS 的数据业务包括低速数据业务、中速数据业务和高速数据业务。具体数据速率可支持 1.2kbit/s - 155Mbit/s,并支持多种协议,包括帧中继、ATM、TCP/IP 等。

(3) 图像业务

LMDS 可支持模拟和数字图像业务,可提供的图像信道包括 150 条远程节目、10 条本地节目,还可提供最少 10 条 PPV 节目信道。系统的信号可以从卫星来,也可以是本地制作的;可以是加密的,也可以未加密。

7. 优劣并存

除了上述宽带特性,LMDS 还具有无线系统所固有的优点,如建设成本低,项目启动快,建设周期短,维护费用低等。

(1) 项目启动快,工程完成快

无线系统与有线系统相比,很大的优势在于工程的启动与实施非常迅速。尤其在大城市,有线工程往往要经过市政等部门的审批,因为对道路、绿地等环境破坏较大,而且施工量大,要受到多种因素的制约。



(2)前期投资比例较小,后期扩容能力强,投资回收快

LMDS 系统的投资包括中心基站设备、用户端设备、网管系统和其它附加费用。由于 LMDS 是一种利用基站覆盖用户端设备的体制,所以在网络初期,只需小部分投资建立一个配置较简单的基站,覆盖若干用户即可开始运营。随着用户数量的增加,可提高基站的配置,增加用户端设备,逐步扩容,逐步追加投资。所以投资回收也很快。

(3)可以根据用户需要进行建设

在网络正式投入运营之前,往往很难准确推算用户的业务需求发展情况,传统接入网络中,用户对带宽和新业务的不断的需求往往使服务商深感头疼。而 LMDS 系统的基站、扇区覆盖体制,用户端设备的模块化结构,使容量扩充和新业务提供都很容易,服务商可以随时根据用户要求,添加所需的设备,提供新的服务。

(4)网络运行、维护费用比较低, 这是无线系统自身固有的优势。

LMDS 系统的局限性主要有以下三点:

(1)服务区覆盖范围较小,不适合远程用户使用。

(2)基站设备相对比较复杂,价格较贵,所以用户少时,平均每用户成本较高。LMDS 自身的特点,决定它更适合于大城市的城区或其他人口比较稠密的地区。

(3)由于工作频率高,通信质量受雨、雪等天气影响较大。

8.技术特点

①LMDS 的带宽可与光纤相比拟,实现无线光纤到大楼,



可用频带至少 1GHz。与其他接入技术相比, LMDS 被认为是最后一公里光纤的灵活替代技术。

②光纤的传输速率高达 10Gpbs, 而 LMDS 传输速率可达 155Mbps, 稳居第二。

③LMDS 可支持所有主要的话音和数据传输标准, 如 ATM、TCP/ IP、MPEG - 2 等。

④LMDS 工作在毫米波波段, 工作在 20GHz~40GHz 频率上, 被许可的频率是 24GHz、28GHz、31GHz、38GHz, 其中以 28GHz 获得的许可较多, 该频段具有较宽松的频谱范围, 最有潜力提供多种业务

LMDS 可以说是 WATM(Wireless ATM)的第一个商用版本, 无线接入利用 10GHz 或更高的微波解决, 和 WCDMA WLL 相比 LMDS 的服务重点放在宽带数据业务上, 传统的 POST 语音业务已经退居其次。网络的结构和 WCDMA WLL 等变化不大, 控制中心完成多种业务的分离和协议转换, 提供的 SNI 接口速率将从 $N \times 64\text{ kbit/s}$ 到 2 Mbit/s , 甚至 155 Mbit/s , 业务的多样性决定控制中心乃至基站使用 ATM 架构、IP 或 IP + ATM 架构, 以支持多种业务的 QOS 分配和管理。

控制中心的 ATM 服务组至少也应包含 AAL1、AAL2 和 AAL5 的服务。实际上控制中心是一个 ATM/ IP 交换机或 ATM 接入交换机。控制中心至基站的传输也多以 ATM 直联或 ATM over SDH 的方式实现, 对用户端来说室内电元 NIU 的功能更为复杂一些, 需要由其完成 WATM 信元到通用 ATM 信元的互换, 并以此为基础提供更多的 FR、E1 等接口。为了提



发达的通信技术



高单站频率利用率, LMDS 多采用 64/ 16QAM 调制技术, 并采用多扇区覆盖, 多的可达 20 余个扇区, 每扇区接入容量高达 200Mbit/s。LMDS 基站至 NIU 的下行链路多采用 TDM 方式, 上行链路采用 TDMA 或 FDMA。由于 LMDS 针对高速率固定数据用户提供服务, 没有或很少考虑半固定、移动用户(尤其是使用 WLL 手机上网的中低速数据用户), 即没有提及用户移动性管理; 而且目前 ATM 架构处理语音业务的低效率问题还没有统一有效的解决, 所以虽然 LMDS 可以通过蜂窝组网构建宽带 WLL, 它还是更适合中小单位(企业、学校、医院等)的集团使用, 而对目前中国以经营 POST 语音接入为主的电信运营商来说, LMDS WLL 就象一个多点 ATM 传输网, 而不像——一个为广大“散户”服务的经济型用户网。

9. 商业应用

目前市场上, 研制和生产 LMDS 设备的厂商多集中于北美, 如 P - COM 公司、北方电讯、新桥网络等。设备厂商们对 LMDS 设备的深入研究, 主要是由于北美国家对 LMDS 的浓厚的兴趣, 尤其是 1998 年 3 月 FCC 对频率许可证的公开拍卖更掀起了 LMDS 热潮。许可证拍卖后, 中标公司开始着手建网工作, 其中拥有多个市场 LMDS 许可证的 Winstar 公司从 1998 年年中开始, 在美国的华盛顿特区、洛杉矶等大城市进行了 LMDS 系统安装。在这些项目的建设, Winstar 公司采用的都是美国 P - COM 公司的 LMDS 系统。

P - COM 公司是业界知名的, 专业的微波设备厂商, 产品线非常丰富, 包括中小容量、长距离扩频数字微波设备, 中容量



数字微波设备,大容量 SDH 微波设备,宽带系统等。P - COM 公司一直在致力于点对多点微波的开发研制工作,利用与朗讯、西门子、北电的战略伙伴关系,在此基础之上的 LMDS 系统的研制更是轻车熟路,P - COM 是最早可以提供 LMDS 系统的厂商之一。P - COM 公司与美国本土,欧洲及亚洲的电信服务商有深厚的合作关系,在欧洲和美国本土的 PDH 微波市场占 60 % 以上的份额,与 Winstar 公司也有长期的合作,包括提供 LMDS 系统。

1999 年 1 月 7 日,P - COM 与 Winstar 公司共同宣布,世界上第一套商用 LMDS 系统投入正式运行,利用 P - COM 公司的 LMDS 系统,为用户提供高速 Internet 接入、会议电视、视频点播。LAN 互连以及话音服务,取得了非常好的商业效果。自此以后,P - COM 与 Winstar 公司紧密携手,在美国本土以及国际市场,大规模开展 LMDS 业务。

LMDS 在中国

目前,我国大型电信部门的数据网络骨干网的建设正在轰轰烈烈地进行,一些地区已经初具规模,各电信运营商已开始着手接入网的建设。LMDS 以其大容量、多业务、易建设、见效快等明显优势引起了我国业内人士的广泛关注。

1999 年 7 月,我国的第一套 LMDS 实验网在广东省的广州市开通,这套由 P - COM 公司为中国联通公司建立的 LMDS 网络标志着我国接入网发展的新起点。目前,中国联通公司的 LMDS 实验网正在测试和调制阶段,如果实验成功,LMDS 也许会在中国掀起一次通信技术革命的高潮。



附 录

手机使用常识

1. 新用户须知

作为新手,初次使用手机时要首先仔细阅读手机使用手册,同时注意保存好购机发票、保修卡和相应资料。购机时,一般手机都会带有相应的手机操作讲解光盘,这样能使大家更容易地掌握手机操作要领。仔细阅读手机使用操作资料,这是每个新手必需的入门过程。

①正确安装 SIM 卡及电池

在确定手机断电情况下,才能将 SIM 卡放入(取出时也要在断电的情况下操作)。注意要正确安装 SIM 卡,一般手机都有定位保护措施,只要将 SIM 卡有金属芯片的一面与手机的金属芯片相接触即可。再装入电池,一定要正确安装,不能安装反了,安装时要特别注意电池定位指示。切记:以后若要取出电池,必须先关掉手机电源再操作,否则会烧掉 SIM 卡。

②正确地给手机电池充电

手机电池的使用寿命不是按年来计算的,而且按电池的充放电次数来计算的。镍镉电池一般可充放电 100 - 150 次,镍氢



电池一般可充放电 200 - 300 次,锂电池一般可充放电 350 - 700 次。电池的每次充放电间隔时间越长,电池的寿命就越长。所以,我们在使用电池时最好是将电池的电量全部使用完再充电。

手机电池在首次使用时应如何充电?

正品的手机电池在使用前被厂家设置为“休眠状态”,需要将其电池元素激活,才能全部充分地使电池的充放电容量发挥出来。可以采用如下方法:头三次充电,每次充足 16 个小时,电池在手机上正常使用耗光后再充,以使电池尽快达到最佳使用状态。

③使用 GSM 手机时请注意如下事项:

- 1) 在飞机上使用移动电话可能干扰机上通信网络,危及飞机安全。请在登机前关闭手机。
- 2) 在加油站、化工厂、油库及爆破地点,请关闭手机。
- 3) 使用手机时,不要接近个人心脏起搏器、助听器等。
- 4) 在驾驶途中,请谨慎使用手机,以免影响交通安全。
- 5) 保护手机免遭猛烈阳光雨水等的影响。擅自安装不符合标准的天线或改动元件,会损坏手机,严重影响手机的操作效能。

2.手机最怕什么

你知道手机最怕什么吗?大自然的迫害和你自己的疏忽不小心都是造成它缩短寿命的原因!在这里提供五个手机的最怕,供大家参考。

第一怕:潮湿的环境损害:



发达的通信技术



避免在潮湿的环境(海边/雨中)使用手机,以免大量水气侵入电路板形成水渍,造成短路,或使金属接口氧化。因为如果充电孔氧化,充电时易发生烧机的危险。应适度地使用手机,使其内部产生一定的温度,自然蒸发平常所累积的水气。而如果手机闲置长期不使用,需加以特别的防潮处理。泡水:很明显,什么玩意儿泡过水以后还能活蹦乱跳的?硫磺:在硫磺重的地方应避免使用手机,以免加重金属氧化情形。

第二怕:碰撞造成的损害:

基本常识,机械碰撞容易受损。挤压:手机受力压迫,伤害虽不至于像摔机般直接,但某些屏幕出现黑点的情况,大多是液晶受挤压破裂流出所造成。因为液晶屏幕所能承受的压力相当有限,使用者千万要注意!

第三怕:温度环境的损害:

手机应避免受热曝晒。尤其是夏天汽车内的高温,容易让电路板或电池因高温产生变化,屏幕也容易因材质变化而扭曲变形。温差:手机进出空调房间时产生的温差,冷空气所凝成的水气可能会腐蚀电路板,造成电子零部件短路,影响手机寿命!

第四怕:关于电池使用不当的损害:

若非使用原厂电池,手机与电池间的接点密合度就不如原厂电池。长期晃动下来,有可能会有接点松弛,容易发生瞬间断电的情况。

充电:充电时不要开机,以免手机充电时的高温影响电路板。汽车充电器应在车子发动后再插上,以免发动时的瞬间高峰电流循电路回流到手机,对内部零件造成破坏。常出国的朋



友最好多带一些备用电池,否则一定要使用原厂配套充电器,以免电压不同而伤机。

静电:人体带有静电,若手机的拆装动作未在可释放静电的平台进行,有可能让静电夹带杂质侵入机身,造成短路。

第五怕:灰尘,油脂的危害:

灰尘的累积也会妨碍电路板接点间的电流传导。油脂:手机面板长期贴面使用,脸部的油脂有可能渗入机身,污染内部线路,造成损害!

3.注意身体健康

每一位手机拥有者都面临着电磁波的伤害,加强自我保护是必要的。这里告诉你几条具体的防护措施:

①移动电话接通瞬间释放的电磁波容易致癌,所以移动电话响时,最好一秒后再接听手机。

②移动电话接通时,应尽量将手机与大脑相距 15 公分。

③在使用手机时,要尽可能地使天线远离人体,特别是头部。

④如果身边有其他电话可用,就不要使用手机。

⑤尽量减少每次通话的时间。

⑥在使用手机时,可以采用手机专用耳机,实现远距离使用是比较有效的办法。

⑦平时多吃一些水果蔬菜,尤其是富含维生素 B 的食物,如胡萝卜、海带、油菜、卷心菜及动物肝脏等,以利于调节人体电磁场紊乱状态,增加机体抵抗电磁辐射污染的能力。

4.哪些人不宜用手机



发达的通信技术



癫痫病患者手机使用者大脑周围产生的电磁波是空间电磁波的 4 - 6 倍,少数劣质手机产生的电磁波超过空间电磁波百倍,可使脑电图异常,有诱发癫痫病的可能。严重神经衰弱者经常使用手机的人可能引起失眠、健忘、多梦、头晕、头痛、烦躁易怒等神经衰弱症状。

白内障患者手机发射出的电磁波可使眼球晶状体温度上升、水肿,加重白内障患者的病情。

心脏病患者心脏功能的正常是与钾、钠、钙、镁离子产生的电位平衡分不开,外来的电磁波可严重干扰心肌电生理过程。试验证明,手机的电磁波可使心电图异常。装有心脏监视器者,用手机会影响监测结果,导致误诊。

甲亢和糖尿病患者手机释放的电磁波可导致内分泌紊乱,甲亢、糖尿病均为内分泌不调性疾病,使用手机会加重病情。

孕妇及乳母有资料证明,严重的电磁波辐射有致畸作用。因此,孕妇不宜使用手机。手机还能引起内分泌的紊乱,影响泌乳,乳母也应尽量避免使用。未成年的小儿强大的电磁波长期于脑边释放会影响小儿大脑发育,严重者会诱发脑瘤。60 岁以上的老人大脑发生衰老性萎缩,功能逐渐衰退,电磁波会妨碍老年人大脑功能的正常发挥。

5 .WAP 手机常识

WAP 手机是集移动电话与移动电脑于一身的新型通讯工具,它不仅具有普通手机的功能,而且还有收发电子邮件、传真、浏览新闻、查看股市行情等功能。

WAP 手机和一般的手机不同之处在于它内置有微型浏览



器(MiniBrowser)、缓存(Cache)和内存。正如电脑上网要用浏览器一样,WAP手机上网要用微型浏览器。同样,WAP手机上网也要进行一系列的设置。具体的设置详见WAP手机技术支持。

正如许多人想象,WAP手机上网和普通的电脑上网有很大的差别。由于WAP手机内存不大、屏幕小及无线频带窄,目前WAP手机所显示的网页内容主要是文字,也有一些较小的图片,但仅有黑、白和灰色三种颜色。业界专家指出,能够让手机和手持电脑成为上网工具的WAP技术将是互联网技术的下一个热点。不过,手机上网真要流行开,还有两个前提,那就是——一来WAP必须解决好目前还不便于操作的问题,二者需要网络运营商加紧WAP网的基本建设,使WAP手机有用武之地。

WAP手机可收发电子邮件、阅读新闻和股市行情,但是更复杂的通信应用,如在线采购和视频会议,目前的移动通信网运行速度就无法达到要求了。在近期将于德国汉诺威开幕的Ce-bit技术博览会上,对移动通信进行全面“提速”从而使互联网实现移动,将是与会者一个热烈讨论的话题。

据爱立信公司预计,到2004年移动互联网用户将达到6亿。而美国研究机构弗莱斯特公司(Forrester Research)公布的数据显示,2004年,欧洲三分之一的人将使用手机购物和收取网上信息。

在这场争夺移动互联网用户的竞争中,日本先行一步。明年日本第一个基于宽带码分多址技术的第三代移动通信网将投入运营。欧洲将紧随其后。



发达的通信技术



下面是关于 WAP 手机操作的问与答

一、我如何键入网址？

1、打开手机,进入“服务”功能选项;2、按下“确定”键;3、选中“书签”;4、按下“确定”键;5、选择“添加书签”;6、键入你想看的网址,如:wap4.com;7、按下“确定”键即存储即可。

二、如何上网？

1、打开手机,进入“服务”功能选项;2、按下“确定”键;3、选中“主页”或“书签”;4、按下“确定”键,这时,你会看到开始拨号的画面,可能等一会,你就可看到网上的内容了。有时时间长些,是正常的。

三、为何我几次拨号都上不了网？

假设你的设置都正确的话,这是由于目前无线通讯的带宽太窄,仅为 9.6kbp/s,好一些,14.4kbp/s,是拨号时间变长,甚至超时断掉;或者,你所选择的拨号服务商过于忙,上网人太多。

你的设置是否正确,可查看 WAP 手机设置。

四、若要用 WAP 手机上网,WAP 手机要申请那些服务？

如果你要用 WAP 手机上网,在使用前,必需开通一般的通话服务、短消息服务、数据服务。

当你以上服务都申请好后,再进行上网设置。

5.手机常见病

大部分手机用户在使用中都会遇到很多故障,其实有许多手机“故障”并不要求专业技术人员加上专业工具才能解决,大家看了以下的“教您一招”,也能轻松应付。现介绍包括爱立信、摩托罗拉、诺基亚、飞利浦等机型的解锁,显示告警,无送话等常



见故障的解决方法。

(1)爱立信 398/ 388 显示“ 仅限拨打紧急电话 ”

出现这一字样,通常是由于用户从一个基站区移动到另一个基站区才会发生。仅需进入菜单重新搜索一次网络即可。

(2)爱立信 388,398 对方听不到自己的讲话(或时有时无),自己能听到对方讲话。

由于这两种机的送话器是在手机的左下角,检查送话器后面电池下面的螺丝是否松动了,若松动拧紧就行了。

(3)爱立信 388,398 自己听不到对方的讲话,对方能听到自己的讲话

首先可以考虑是不是将话筒的音量关掉了。仍然无受话则可能是受话器接触不良或错位。可在接通一个电话的情况下按手机面板上的右箭头将五个黑格调满,如果是受话器接触不良或错位,有工具完全可以自行处理。

(4)爱立信 388,398 语言错乱,即出现非中文非英语的第三国语言、语言错乱容易造成操作上的进一步失误。

只要在开机的情况下按 * # 0000 # ,稍等片刻手机自动返回英语菜单,您又可以操作自如了。

(5)爱立信 388,398 显示“ FAX ”或“ 传真或数据 ”字样

由于在菜单里有一项功能调错了。具体地说就是“ 下一次通话类型 ”或“ NEXTTYPE ”项出错。将“ 下一次通话类型 ”或“ NEXTTYPE ”项重新选为“ SPEAK ”或“ 话音 ”。

(6)爱立信 388,398 显示“ Phonelocked ”或“ 话机已锁 ”字样

手机被锁是常见现象。只要用户没有修改密码那么请输入



0000(四个零)解锁吧。

(7)爱立信 388,398 显示“ PINCODE ”或“ 输入 PIN 码 ”

这表示要求你输入 PIN 码,最初号码为 1234。如果您已经更改了 PIN 码而且又忘记了话,最好是送电信局处理,三次输错将被要求输入 PUK 码。

(8)爱立信 788,768 显示“ Wrongcard ”或“ insertcard ”字样

通常是由于读卡器受震后错位造成的,也可能是卡坏了或脏了造成的。重新取出卡再插一次试试,不行则送到维修处,处理读卡器即可。

(9)摩托罗拉 8200 系列,GC87 系列,掌中宝系列被锁机

MOTOROLA 数字机开机密码的缺省值为 1234,如果输入 1234 后按 OK,仍无法开锁,那么请送到电信局处理。

(10)诺基亚 5110,6110 左上角显示“ 2 ”字样,且无法打出电话,能呼入

这是由于你把手机的“ 通话设置 ”里的“ 当前号码 ”项改成了号码 2 造成的只需将其调回号码 1 后确认即可,或者用另一张卡插入此机找到网络后换回即可。另提醒用户在熟练掌握该功能之后,不妨将其改为号码 2 以免让别人乱用您的手机、节约话费自己要用再改成号码 1 即可。(注意:此项功能不影响呼入)

(11)诺基亚 5110,6110 由于用户自己调乱引起故障的“ 万能解决方法 ”

“ 万能解决方法 ”就是将手机设置调到“ 出厂设置 ”,即进入“ 手机设置 ”的“ 出厂设置 ”输入保密码(在售机时所带的小黄单上有 5 位数)或为初始值 12345 即可。完成后凡是由于功能调



整造成的故障即可解决,如果您的手机故障依旧那对您来说可不是好消息。

6 .SIM 卡大全

SIM 卡(Subscriber Identity Module),即用户识别卡

它是一张符合 GSM 规范的“智慧卡”,它内部包含了与用户有关的,被存储在用户这一方的信息,移动电话只有装上 SIM 卡才能使用。“SIM 卡”有大小之分,大卡尺寸 $54\text{mm} \times 84\text{mm}$ (约为名片大小),小卡尺寸为 $25\text{mm} \times 15\text{mm}$ (比普通邮票还小)。其实“大卡”上面真正起作用的是它上面的那张“小卡”,“小卡”上起作用的部分只有小指甲盖那么大。目前国内流行样式是“小卡”,小卡也可以换成“大卡”(有个卡托即可)。“大卡”和“小卡”分别适用于不同类型的 GSM 移动电话,早期的机型如 GC87C 用的是“大卡”,现在新出的机型基本上都是用“小卡”。SIM 卡可以插入任何一部符合 GSM 规范的移动电话中,而通话费则自动计入持卡用户的帐单上,与移动电话无关。SIM 卡的使用,有效的防止了盗用、并机和通话被窃听,使用户的正常通信得到了可靠的保障。为了保证您的移动电话丢失后不被盗用,每张 SIM 卡都可设置一组个人密码(PIN 码)来对 SIM 卡上锁,它是由用户自己设定的。只有正确输入密码后,手机才会进入正常的使用状态。连续三次输入错误的个人密码,手机即会将 SIM 卡锁住。发生这种情况,请您立即关机并携机及 SIM 卡找移动电话运营商解锁。如果此时您还继续操作,将引起 SIM 卡的自动封毁,给您造成不必要的损失。

使用智能 SIM 卡注意事项:



发达的通信技术



请勿将卡弯曲,卡上的金属芯片更应小心保护;保持金属芯片清洁(可用酒精棉球轻擦),避免沾染尘埃及化学物品;为保护金属芯片,请避免经常将 SIM 卡从手机中抽出;请勿将 SIM 卡置于超过 85 度或低于 - 35 度的环境中;在取出或放入 SIM 卡前,请先关闭手机电源;在手机出现低电源告警时,请关闭手机,再更换电池。

SIM 卡的存储容量

一般 SIM 卡的 IC 芯片中,有 8KB 的存储容量,可供储存以下信息:

- (1)100 组电话号码及其对应的姓名文字;
- (2)15 组短信息(Short Message) ;
- (3)5 组以上最近拨出的号码;
- (4)4 位 SIM 卡密码(PIN)。

当您启动 SIM 卡的 PIN 码(个人识别码)功能后,每次开机后,GSM 系统与手机之间要自动鉴别 SIM 卡的合法性,当您的 SIM 卡不慎遗失或被窃时,为了慎重起见,您应立即找网络运营商申请挂失,以免 SIM 卡被盗用。SIM 卡挂失后,可随即向网络运营商申请补办。

购买完全手册

如果你正准备购买手机,那你只需按照以下八个步骤选购,包您买到称心如意的手机:

一、选网络,先决定要用哪一种系统

目前国内移动电话网分为模拟网、GSM、CDMA。模拟网如广东的“大众通”,GSM 如中国电信的全球通 139/ 138/ 135/



136 和联通的 130/1301, CDMA 如 137。模拟网由中国电信早期在各地建设。目前由于很多原来用户转到 GSM 数字网, 网络资源空置, 一些地方为了继续发挥模拟网的效益, 开始推广“大众通”, 其入网费低廉, 不能打长途, 以避免手机被人盗打给用户带来的损失。

GSM900, 即“全球通”。国内用户已达近 2000 万户。其无线频率在 900MHz, 具有通话质量高, 不会被盗号等优点, 配有中、英文短消息, 数据通讯等功能。目前是我国的主要网络制式。在一些大城市, 网络已呈拥挤之势, 影响了用户的接通率。

GSM1800, 也属“全球通”服务, 与 GSM900 共存(就是所谓的“双频”), 好比是在堵塞的城市地面交通基础上新建了立交工程。GSM1800 采用的也是 GSM 技术, 只是频段在 1800 兆。具备 GSM900 的几乎所有功能, 而且容量更大、噪音更小、受干扰更少。加上手机厂商目前已经开发上市了双频手机, 能够在 GSM900 和 GSM1800 两个网络上自动选择最佳信号进行通话, 一机两用。目前, 中国电信 GSM1800 网的双频切换功能在一些城市已经开通(一些城市暂时还没有)DCS 网可以成为你现今购买移动电话的最佳选择。

数字网 CDMA, 其实现原理不同于 GSM/DCS, 具有抗干扰强, 容量大等优点, 目前我国只有北京、上海、西安、广州开通。最近, 信息产业部将 CDMA 划给联通独家发展。

您可以根据需要决定:

(1) 模拟网“大众通”, 其入网费低廉, 不能打长途, 模拟手机



发达的通信技术



也很便宜。适合只在本地使用。但升级更换为 GSM“全球通”后,模拟手机不能再使用。

(2)电信 GSM“全球通”信号覆盖面广,功能强,随着中、英文短消息、数据通讯等服务的推出,使用更方便,是现在的主流市场。但各方面费用都较高。目前,选择双频网络,在通信拥挤的大城市是最佳选择。

(3)联通 GSM 较电信 GSM 信号覆盖面略差,功能服务上与电信 GSM 基本一样,目前在不断推出新的服务,如 EMAIL 到手机。而且,入网费较电信低。

(4)CDMA 网目前我国只有北京、上海、西安、广州开通,不在这四个地方,就先不要买 CDMA 手机。

二、选品牌

世界著名的大型专业通信厂商目前大都已在中国建立生产基地,并设有大型维修中心。其产品质量及售后服务较有保障。目前中国市场前三位的是 NOKIA、MOTOROLA、ERICSSON。各种不同品牌的手机都有自己不同的价位,以满足不同层次的用户。手机价格因各品牌的激烈竞争,一降再降。目前,较流行的手机型号有:爱立信 T28、T18,诺基亚 3210、6150、8810,摩托罗拉 V998 +、L2000、CD928。各款手机各有其亮点和与众不同之处,如摩托罗拉 CD928、诺基亚 6150 具有双频功能,可在 900M 和 1800M 网络间切换,不受频率和地区限制。摩托罗拉 L2000 更具有三频功能。爱立信 GF76、摩托罗拉 StartTAC308 有色彩绚烂的机身,适合新潮女性使用。三星 600C 拥有独特的语音拨号功能而且体积纤小。爱立信 GH788 和



GF768 体积纤巧。色彩多样。操作简便,令人爱不释手。诺基亚 6110 号称“百变通”,可设置五种情景模式,全面支持中文短信息,内置日历备忘录。其他功能如红外线接口。数据传输,更是一一俱备,受到较多赞誉。如果口袋里的钱够多,还可以考虑诺基亚 8850,令人心动的产品,简直完美无瑕!本站推荐:男士可以选用摩托罗拉 L2000/ LF2000,三频切换、声控菜单、语音拨号、全中文键盘输入、三分钟录音、锂电;女士可以选用诺基亚 8850 或摩托罗拉 V998+。

三、选好购机场所

如今的手机专柜遍地开花,消费者购机进谁家?目前,人们一般可以通过厂家专卖店、电信营业厅、大中型商场和一般零售店(个体小商贩)购买手机。在厂家专卖店购买最方便,也最放心,目前诺基亚 Nokia 已开始在全国范围内实行专卖店制度。专卖店对厂家产品了解最深入,附件也齐全,售后服务不仅直接,而且完善周到。在中国电信或中国联通营业厅购买让人放心,其进货渠道正规,售报服技术实力强,但价格较贵。在大中型商场购买一样让人放心,其进货渠道正规,且有售后质量保证条款。在一般零售店(个体小商贩,价格便宜)购买,一定要注意其手机配置(小心水货、假电池)和售后服务。

四、比功能、选外观,再衡量自己的需求,做出比较

并不是功能越多越好,其实许多功能根本就用不上。应该选择一个操作方式简便,人性化设计的手机,让日后使用起来可轻松上手。对于普通消费者来说较实用的是中文短信息功能,它可通过手机来发送和显示中文信息,即使手机关机或超



发达的通信技术



出服务区也不遗漏信息。但目前具有中文短信息功能的手机不多，如摩托罗拉 L2000、CD928+，飞利浦 939（929 没有中文输入），诺基亚 8110+、6150、8210 等。手机的造型要合理，外观色彩符合主人的个性和职业，单手即可操作，操作要轻松。

五、价格考虑

通常羊毛出在羊身上，功能越齐全，体积越小，收讯良好，待机时间长，通常是每一个人都想要的，但通常符合这些条件的手机它的价格也都比一般的手机贵上许多。价格是购机者最为关心的指标。对于同一种机型，电信营业厅，厂家和一般零售店可能会有所不同。当价格低时请注意：

(1)所有经销的手机都应有邮电部的“入网许可证”及防伪标记。

(2)同时要注意不同价格的电池。附件种类和数量是否与厂家专营店的标准配置相同，电池、附件是否为厂家原配，经销商是否有品质保证或相应的书面保用承诺。

六、查入网标签、查手机配置、查电池

(1)国家规定所有手机在入网销售前，必须经邮电部有关机构的严格检测，才发给邮电部入网标签。而每台手机标签排列序号是唯一的，每个型号手机的入网证号也不相同。目前市场假冒入网标签泛滥，只有正规渠道所购手机质量才可靠。

(2)检查手机包装盒是否有中文标识。印刷是否精美；是否有原厂中文说明书。原厂合格证；原装电池、快速充电器、充电座等附件的种类和数量是否齐备，是否为厂家原配，电源插头是



否符合我国制式。

(3)原厂高档手机电池价值 400 元左右,而假冒电池价格不足 100 元。用假电池强行充电可能引起爆炸,所以必须认真检查。

七、查售后维修服务

手机是高技术产品,维修手机必须具备手机综合测试仪。原厂专用软件接口原厂零配件等,所以,一定要仔细核实是否由原厂或其授权特约维修中心提供一年保修、终身维修的服务。索取正式代理商的保证书,避免买到水货日后求助无门。

1、自购机之日起保修的时限一般应为一年。维修的周期长短与经销者的维修水平及与厂家对其备件和技术支持程度有关。

2、有些经销者以“换机”来保证一年的保修,从成本上讲可能无法一一实现,请购买时向经销商确认。

3、选择具有全国联保售后服务体系的厂家最理想:购买者可及时得到服务,同时购买后也信心十足。

八、必要的测试

决定了要买何种品牌、何种款式的手机了吗?在买之前,为了避免买到有瑕疵不良的产品,或是买了水货而不自知,还是作一下测试吧!

(1)检查电池;(特别注意:电池!切记!切记!!)的颜色和机身外壳的颜色是否一致,若颜色和机身并不完全符合,厂商所配备的电池可能不是原厂电池。

(2)所有的按键都按按看,以免有接触不良的状况发生。



(3)将电池装上,看电池是否与手机是否完全吻合不会摇晃,并测验手机接头及电池本身,是否正常。

当然请手机老手帮忙也是不可缺少的,请多参考一下他们的意见。一回生,两回熟,往往买过手机的人对这方面会有些了解,请他们做做自己的参考是很有必要的,同时也可以对自己挑合适的款式有帮助哦!所谓‘当局者迷,旁观者清’就是这个道理了,当然,最终买机子的人是你,“各有所好”才能使各个商家有生意可做。

鉴别水货

手机市场日益繁荣,各大商家都极力宣传,以及用一些促销手段来吸引买家,还有的大打价格战,价钱低的不能再低了为止,可实际上这里面也是鱼龙混杂,不少商家用水货手机或升级版来欺骗用户,所以,当您在需要购买手机时,一定有仔细鉴别,借您一双慧眼,让您不会再‘雾里看花’。

水货手机鉴别步骤:

(1) 首先验明是否贴有信息产业部“进网许可”标志;

(2) 然后检查手机的配置,包括电池、充电器是不是厂家原配,一般均贴有厂家的激光防伪标志;

(3) 最后确认经销商的保修是否与厂家的保修条例一致。

另外,专家还建议你在购买手机时要注意以下三个问题:

①电子串号不一致

每台手机都有统一的电子串号,手机产品出厂时就将电子串号输入数据库,遇到需要保修时就调出数据,确定是否是销往中国市场,发现某种手机不是中国市场的则不予保修,所以水货



手机一旦出现故障,修理和投诉都很困难。用户在购买手机时,可以查询一下手机的 IMEI 码。首先在手机上按 * # 06 # ,一般会在手机上显示 15 个数字,这就是本手机的 IMEI 码。然后打开手机的电池盖,在手机里有一张贴纸,上面也有一个 IMEI 码,这个码应该同手机上显示的 IMEI 码完全一致。然后再检查手机的外包装盒上的贴纸,上面也应该有一个 IMEI 码,这个码也应该同手机上显示的 IMEI 码完全一致。如果此三个码有不一致的地方,这个手机就有问题。

②销售改装机

由于中文手机和英文手机如爱立信 GF768E 和 GF768C 存在着较大的价格差,所以不少不法商家就私自将英文机改装成中文机,坑害消费者以牟取暴利。再比如现在市场上热销的机种 cd928 + 由于可以用几种汉字输入方法输入中文,而且功能齐全,所以在市场上俏销,而 cd928 和 d938 等功能与 cd928 + 几乎一样,只是软件版本不太一样,所以无法输入中文,于是有商家将 cd928 和 cd938 的软件置换,使 cd928 和 cd938 可以输入中文,然后将这种手机说成是 cd928 和 cd938 的升级版而卖更高的价钱。但这是违反摩托罗拉公司规定的做法。摩托罗拉中国公司将不会对此种手机实行保修。而且也有人反映软件升级后的手机在使用中会出现字符乱码、死机等现象。更有甚者以沿海水货市场买回假冒名牌手机的机壳,换上旧的主板,当新机出售。

③偷换电池和充电器

现在通过正规渠道进货的手机,利润比较薄,所以不法商家



发达的通信技术



就对手机的配置打起了算盘。如厂商出厂时手机包装内只有一块电池,一个旅行充电器,这些肯定是原厂制造,当然这个价格也是行价,商家的利润也不太高。如果遇上电信部门搞优惠活动实行统一的优惠价格,商家的利润更薄。由此,商家就给手机的出厂配置增加一块电池,增加一个座式充电器,当然价格相对较高。但是,用户买手机大多没有什么经验,所以在买机时,想到一块电池当然不够,于是就买有两块电池、两个充电器的手机。殊不知,商家的利润往往就反映在那增加的部分配置里面——电池和充电器不是原厂货。

真假电池在外观上很难辨别,但假电池的电压十分不稳定,对机的损害相当大,而且经常会出现通话中断线的情况。在沿海,这种假的手机电池便宜到令人惊讶的地步,如 30 元,而进到内地就卖 400~600 元。这种电池有谁敢用?

一些高档手机的原装充电器具有电压自动选择、电池充满后自动保护等多种功能,价格一般在 600~700 元以上,而假冒充电器只有 300~400 元。水货手机无法享有原厂家提供的或符合原厂家技术标准的保修与维修,正品手机可享有一年的保修及符合原厂家技术标准的其它售后服务,而且即使销售商家倒闭,那么还可以由原厂家承担产品的质量责任。水货手机一般来讲销售商无法向消费者提供符合原厂家技术标准的保修与其它服务,不用说别的,单是一部手机检测仪就得四十多万元。水货销售商也许会许诺给予保修,但他们所谓的保修,实现上往往就是他们给你修修而已,最不能让人放心的是,销售商今天在,明天说不定就倒闭了,到那时候你的手机出了问题怎么办?



因为是水货,从法律上原厂家没有任何义务向其提供售后服务,所以原厂家对水货手机一般均拒绝提供保修与其它售后服务。

水货手机是国家明令禁止销售使用的商品。1995 年 791 号邮电部文件关于发布《电信终端设备进网审批管理规定》的通知之中第五条规定;凡接入国家通信使用的电信终端设备,必须符合国家规定的技术体制、标准和通信行业标准以及邮电部有关业务规定,并具有邮电部颁发的进网许可证;未获得进网许可证的电信终端设备,不得接入国家通信网使用。第十七条规定:厂家和经销单位对未经邮电部审批,无进网许可证的电信终端设备不得刊登广告和销售。

水货手机配置的电池多是假电池。许多来咨询的消费者所待的手机配置的都是假电池,但是因为消费者在购买手机时一般在发票中不会注明,电池使用一段时间后发现上当受骗时也往往无法讨回公道,据不完全统计,消费者 40 % 以上的水货手机从销售商那里来时配置的是假电池。

水货手机贴有伪造假冒的入网许可证,国家有关法律法規明令禁止销售,因而水货手机属于伪劣商品。防伪常识电池充电器防伪:

最常见的作假方法:将原装的电池或充电器换掉,以简配或全配的价格卖,或者换上其他品牌电池充原装的价格卖。

防范措施:注意电池和充电器是否全配,是否有厂家的标志和防伪商标。

将假电池、假充电器随手机出售:

假电池:一般是将四五枚照相机电池连在一起,粘贴上手机



发达的通信技术



电池的外壳。

假充电器：一般是将旧的或返修的充电器重新包装销售。

防范措施：

A、注意有否厂家的防伪标志。

B、选择可靠的零售商购买。

