第 1 章　军事通信网概述

1.1　军事通信网定义和分类

1.1.1　军事通信网定义

通信网是由一系列设备、信道和规章(则)组成的有机系统,使与之相连的用户终端设备可以进行有意义的信息交流。简单地说通信网是能够在多个用户间相互传递信息的系统，如电话通信网、计算机网等，邮政系统实际上也是一种通信网。由电磁设备系统组成的通信网，称为电信网。通信系统和通信网是一个相近的概念，但国防通信系统可由多个不同的通信网组成。现代通信网是由用户终端、节点和传输链路按一定的拓扑结构互连组成的。

军事通信网是用于军事目的、保障作战指挥的通信网，它由国家的防务政策和军事理论决定,基本要求是能够保障作战指挥、协同动作、情报、武器系统控制、警报报知、后勤支持和日常管理等信息的准确传递。

1.1.2　军事通信网分类

1. 通信网分类

通信网可从各个不同的角度分类,通常按业务类型可分为电话网、电报网、电视网、数据网（局域网、城域网和广域网）和综合业务数字网等；按通信传输手段可分为长波通信网、载波通信网、光纤通信网、无线电通信网、卫星通信网、微波接力网和散射通信网等;按区域可分为农话网、市话网、长话网和国际网；按服务对象可分为公用网、专用网和军用网；按信号形式可分为模拟网和数字网；按活动方式可分为固定网和移动网等。

2. 军事通信网分类

军事通信网除可按通信网一般分类外，按保障的任务性质主要分为战略通信网和战术通信网,80 年代美国又重新明确了战区通信网（如欧洲、朝鲜战区）。我军军事通信网分为战略、战役和战术通信网，集团军通信系统为战役通信系统，师及师以下的通信系统为战术通信系统。

战略通信网也称为国防通信网，它是国家根据防务政策和战略思想，满足战略指挥需要所建立的通信网,主要连接统帅部、各军兵种、各大军区、军事基地和战略武器系统,完成战略作战指挥、武器控制和情报信息的传递。战略通信网以固定的通信设施为主体，组成覆盖广大地域的全军公用通信网。目前通常由军用电话网、军用数字保密电话网、军用数据网等组成，并已开始由独立的业务通信网向宽带综合业务数字网过渡。战略通信网和平时期主要由固定的交换中心,和电缆、光缆、卫星、散射、微波接力等传输信道组成;战

需要全本请访问 www.ertongbook.com

时还可以补充移动卫星站、移动散射通信设备、无线接力和移动交换机改变网络结构，增加传输信道和交换节点的冗余，并辅助大功率无线电通信网。

军用电话网主要由电话交换设备、传输信道和用户终端组成，完成军队各级电话业务传送。军用数字保密电话网主要由数字交换设备、数字传输信道、信道群路加密设备和用户终端加密设备组成，提供军队保密要求较高用户的电话业务。军用数据网目前包括分组交换网和军事信息互连网，军用分组交换网主要由数据节点交换设备、数字信道、分组拆装设备和数据终端组成，提供各类计算机数据、报文和图像的传送；军事信息互连网主要由计算机主机、网络互连设备和计算机终端组成，提供军事多媒体信息共享。军用数据网是目前军队实现自动化指挥的主要通信网。

战术（役）通信网是以保障战术（役）作战指挥为目的的通信网，我军也称为野战综合通信系统。战术(役)通信网是军事通信网的重要组成部分,战术(役)通信网通常由战斗无线电网、地域通信网、战术卫星通信网、自动数据分发系统和升空平台通信等组成,以无线传输为主，辅以野战光纤、电缆等。战斗无线电网由无线电台组网，主要用于前方战斗地域的作战指挥，保障战场条件下最基本的通信，网中以最简单的同频直接通信为主，也可以通过入口设备进入地域通信网。地域通信网是由若干干线节点交换机、入口交换机、传输信道、保密设备、网控设备和用户终端互连而成的可移动的栅格状通信网，可和战略通信网连接,提供固定终端用户和移动用户入网,主要保障在一定地域范围内军(师)作战的整体通信需求，地域通信网是战术（役）通信网的骨干和核心。战术卫星通信网由战术通信卫星和可移动的战术卫星地球站组成，主要提供战术单位和上级之间的远距离通信、特殊条件下应急通信、地域通信网节点之间连接和地域网与战略网连接。升空平台通信是由飞机、气球等升空载体构成中继和交换站,与地面、空中或海上单位通信,主要用于特殊条件下的通信保障。

1.2 军事通信网的特点

军事通信网和民用通信网技术上有很大相似性，军事通信大量采用了民用通信技术，很多军事通信技术也转化为商业应用。但是军事通信网一开始就是围绕战争这个特殊的环境和任务发展的，军事通信要求迅速、准确、保密和不间断。军事通信网主要解决如何充分保障战争条件下的指挥通畅问题，而民用通信网则更多地考虑如何为更多用户服务和更大的商业利益；军事通信网需要灵活抗毁的网络结构，而民用通信网通常建立以城市为中心的固定的等级网络结构；军事战术（役）通信网是地域通信网为主干的结构和机动无线电通信，而民用移动通信网是区域蜂窝结构。军事通信网和民用通信网相比更突出时效性、机动灵活性、安全保密性、通信电子防御能力、抗毁性和互通性。

1. 时效性

军事行动要求兵贵神速、快速反应，夺取战斗胜利必须赢得最快速度。古代通信依靠烽火、驿马接力、信鸽等手段，部队和武器反应的速度，很大程度上取决于信息的传递速度。现代战争中，作战双方都力图通过高技术手段和兵力的快速机动赢得作战的主动权；战场呈现出瞬息万变、战机稍纵即逝的特征，时间的军事价值明显上升了，这对通信快速提出越来越高的要求。没有通信的及时性，指挥员难于及时掌握战场瞬息万变的情况，难

于及时展开军事行动，就会贻误战机，造成严重的后果。以洲际导弹为例，从发射到命中几千公里以外的目标约 30min，预警系统从发现识别目标，到反导弹拦截系统启动，部队的展开，都依赖于快速、准确的通信保障。据称美国总统战时指挥系统，向全球美军部队下达一级战备命令只需 3～6min。

通信网的时效性在技术上体现为：通信有效覆盖范围，从陆地、水面、水下、天空到外层空间 通信速率和容量，实现高速宽带传输，传输内容包括电话、数据、传真和图像等 通信高质量，实现低误码率和低失真传输。

2. 机动性

现代战争空间广阔，体现出协同合成作战式样的多元化、作战行动的高度机动和武器破坏杀伤力巨大，这种作战方式的空间性和动态性，决定着军事通信网应具有高度机动性和应变能力。军事通信网配置较多的移动通信设备，如移动卫星地球站、无线接力设备、散射通信设备、节点交换设备、双工无线电电台和飞机中继通信设备等。无论是战略通信网或战术(役)通信网，在网络的结构形式上，要根据战场情况的发展变化，用辐射式、地域栅格式和分布式等不同结构灵活组网。在通信组织形式上，把逐级保障、越级保障、区域保障和机动保障等方法有机结合起来使用。

军事通信网机动性在技术上要解决野战复杂地形情况下，部队高速运动中的通信问题，合同作战中协同单位的互通问题，通信设备快速拆装、开通和转移问题，以及机动的战术（役）通信网与相对固定的战略通信网、国家信息基础的互连问题。

3. 安全保密性

秘密迅速坚决干脆是作战的基本原则，保守秘密在军事行动中占有重要的地位。在现代信息社会中，战争形式从武器能量较量逐渐向信息作战方面转化。由于现代通信网基本由计算机系统组成，作战中敌方情报机关和军事信息侦察人员通过信息网络、电子侦察等各种渠道收集、窃取秘密信息。如截取破译传输中的机密信息；靠近通信枢纽，截收分析计算机、交换机和其它终端设备辐射出的电磁信号，获取机密信息；反复测试获取军事信息网入网口令；统计分析通信线路的通信流量、分组包，判断军事企图和指挥机关位置。派遣特工和策反人员，在计算机信息系统中窃取机密信息、删改信息和程序、设置病毒，使通信网中断或彻底瘫痪。所以通信网的安全保密不仅是对传输中军事通信内容的安全保护，而且还包括对军事通信网内部信息（网络配置信息和设备技术信息）、通信设施和军事通信组织的安全保护。后者甚至比通信内容安全更重要，通信设施位置和军事通信组织反映军队指挥关系、军事部署和战争（役）企图；通信网设施的破坏将彻底丧失作战的指挥控制。

军事通信网安全主要依靠严格的保密制度、密码技术和严密的通信组织管理。建立完善的通信和密码一体化保密通信网体系，安全完整的密钥产生分发管理体系，是现代军事通信网实现安全传递信息的基础。安全的军事通信网应解决信息传输保密、用户鉴别、访问控制和计算机病毒防治等主要安全问题。

4. 通信电子防御

军事通信电子防御，通常也称通信抗干扰，是保障通信电子设备和系统正常工作的措施和行为，是信息战的重要组成部分。电子战（电子对抗）已经是现代战争的新型作战领域，成为影响战争进程乃至战争胜负的重要因素。由于战时主要依赖无线电通信系统，通

信电子防御主要指电磁频谱反截收、反侦察和反干扰，是所有通信电子设备的共同任务。现代电子技术的发展,电子侦察卫星、飞机、船、地面侦听站、投掷式侦察设备、个人侦察窃听设备,构成立体化、大区域、全天候和高精度的侦察能力。电子干扰威力空前提高,干扰频率已可覆盖通信全部频段，干扰对象从通信系统扩大到整个 C^4I(指挥、通信、计算、控制和情报)系统的电子设备,干扰功率强度可达几十千瓦,干扰跟踪速度为毫秒级,干扰精度达千赫。这些都将使未来的战争中军事通信网的抗干扰面临十分复杂的局面。

军事通信电子防御涉及通信组织管理和通信技术，管理的原则通常有：

(1) 在保障正常通信的前提下，严格控制电磁辐射，减少通信设备开机的数量、种类、次数和时间，必要时实施无线电静默；

(2) 隐蔽频率，控制发射方向和尽量减小辐射功率；

(3) 采用通信辐射欺骗，随机改变呼号，布置电子反射物和假通信目标等反侦察措施；

(4) 将不同种类的通信设备混合编制成网，增加通信网整体抗干扰能力；

(5) 设置备用(隐蔽)通信网(台站),增强最坏条件下应急通信能力；

(6) 积极主动摧毁和压制敌干扰设备。

在技术措施上，采用抗干扰能力强的通信技术体制，抗干扰电路设计，以加强通信设备的自身抗干扰性能。如采用扩频通信、猝发通信，减小信号被截获概率；采用快速跳频电台、多频分集接受、自适应天线和增加发射功率等方法,增强通信抗干扰能力 研制使用新频段通信装备。

5. 抗毁性

军事通信网的抗毁性，主要是指通信网对抗摧毁性攻击或永久性破坏的能力，抗毁性是任何一个军事通信网必须考虑的问题。目前对通信网的主动性攻击主要有火力摧毁打击、高能量激光和电磁脉冲攻击、计算机病毒攻击和人为的破坏；通信网被动性破坏主要是自然灾害、系统和设备故障。通信网火力摧毁是武器能量对通信枢纽、网络节点和通信设施的物理破坏；高能量激光和电磁脉冲攻击，是通过高能量激光和电磁脉冲在电路中产生强电流，烧毁设备芯片和器件；计算机病毒攻击是在敌方的计算机系统传播病毒，摧毁计算机系统软件和各种信息。

现代战争中，对通信设施和军事电子系统的攻击通常是战争的序幕。以叙贝卡谷地之战、英阿马岛之战，都是从电子战开始的。特别是海湾战争，多国部队经过几个月的侦察,在战争开始,首先进行了多次长时间的电子干扰,接着通过反辐射导弹、巡航导弹、智能炸弹和航空轰炸，集中攻击伊拉克的防空雷达系统、国家电信大楼、十大通信设施和指挥控制系统,使伊军 80% 的指挥控制系统被毁 ,95%雷达系统无法运转，从而使多国部队完全掌握了战争信息主导权。 1988 年 12 月 2 日美国康奈尔大学的研究生莫里斯，把一种病毒植入美国计算机网络系统，一夜间使 8500 台计算机染毒，6200 多台计算机无法开机(包括许多美国军方计算机),日常工作陷入瘫痪,使里根大为震惊,专门召集副总统布什和国防部长商讨计算机安全问题。

通信网的抗毁性也依赖通信组织管理和通信网技术。抗毁的通信组织管理原则主要有 隐蔽通信网主要枢纽、通信节点和设备,以防止侦察隐蔽求存 把通信网主要枢纽、通信节点和设备部署在坚固工事之中，实行中心机房和发射系统分离，以保护通信网主要设

施；移动通信设施机动配置，变换阵地机动求存；部署假通信网台站和辐射源，以假护真；增加通信节点、传输信道的备份和冗余，提高抗毁性；加强内部各个环节安全管理，防止敌特破坏；主动先敌打击敌人侦察、控制和火力目标。通信网抗毁的技术手段上主要有：采用有较强抗毁能力的通信网络结构设计，通信机房电磁屏蔽和热辐射屏蔽，使用有源无源诱饵干扰敌精确攻击，反侦察天线技术，计算机防病毒技术，通信网部分被毁下自动重组织技术，故障检测和诊断技术等。

6. 互通性

军事通信网的互通性是指不同通信网或通信设施之间的互连互通能力。主要包含战略、战术（役）通信网和国家信息基础设施的互通能力，C^4I 系统的各部分的互通能力，合成部队中各军兵种和友军的互通能力，以及作战部队和后勤支援系统的互通能力。现代战争是一体化多兵种的立体战争，信息战涉及 C^4I 的各部分，如果各自的通信网和信息处理系统不能有效地解决互连互通问题，就不能把各军兵种、各武器装备凝结成一个整体，实现一致和协调的行动，难以形成强大的战斗力或贻误战机。美军在 70 年代以前，各军种独立建设各自的通信指挥系统，使用的设备和技术解决方案各自为政，如计算机语言、报文格式、数据交换、通信协议等均不统一，造成各系统不能互通，严重地妨碍全军自动化指挥的发展，以致在 70 年代以后不得不花大气力整顿解决。

通信网的互通性解决，首先要求国家和军队建立权威的统一的管理协调机构，统一规划国家信息基础设施和军队 C^4I 的建设，实现军地通信网的融合，及和平时期和战时功能相互转化；统一全军的通信体制，实现通信装备的系列化和通用化；制定有关军事通信设备、计算机和通信网的接口、协议和规程等标准；解决通信网互通前提下情报信息的共享问题；完善通信网互连互通的技术组织和管理。

1.3 军事通信网与指挥自动化

1. 军事指挥的发展

军事指挥是为达到一定目的，对部队作战行动进行运筹决策、计划组织和协调控制的活动。指挥决策的形成依赖所掌握的各方情报。在古代战争中，指挥主体是统兵的将帅。随着武器装备的进步，军队规模的扩大，活动地域的增宽，及军事行动的复杂化，指挥的主体演变为司令部。第二次世界大战以后，远程武器的出现，空间卫星、航空兵器的战争应用，极大地改变了区域攻防的作战方式，演变为纵深立体的战场。在这演变中最突出点就是空间贬值和时间增值。战场空间的全方位化，导致情报信息的激增；军事行动的高速化，导致决策时间缩短，要求高效率指挥和快速反应。

在这种现代战争条件下，司令部群体的手工工作，已经无法胜任战场的变化，指挥自动化作为科技发展的必然产物应运而生。军队指挥自动化是以军事学为基础，在指挥体系中广泛使用计算机和通信等新技术，实现情报收集、传递、处理决策、武器控制和指挥自动化，最大程度提高指挥效能。美军的指挥自动化为 C^4I 系统。指挥自动化的出现受到了各国军事界的高度重视，美军认为“为了保持可靠的威慑，有没有一种高超的指挥控制通信系统，同有没有武装部队同等重要”苏军认为‘实现指挥自动化是继核武器、洲际导弹后军事革命的第三阶段”。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

2. 军事通信网和指挥自动化的关系

从图 1－1 示意图中可以看出，军队指挥自动化系统由立体信息探测系统、综合信息传输系统（通信网）、信息处理决策系统和作战执行系统组成。立体信息获取系统通过空间侦察、预警和监视卫星，空中侦察预警飞机，地面侦察预警雷达、传感器、无线电侦听和人力情报，以及海洋侦察船、声呐，形成全球立体的信息探测系统。及时、准确和大量收集军事态势、敌兵力部署和调动、通信网络和指挥系统构成、武器配置和电磁信息，以及提供敌方导弹、飞机袭击的预警情报等，为指挥员的准确决策提供依据。

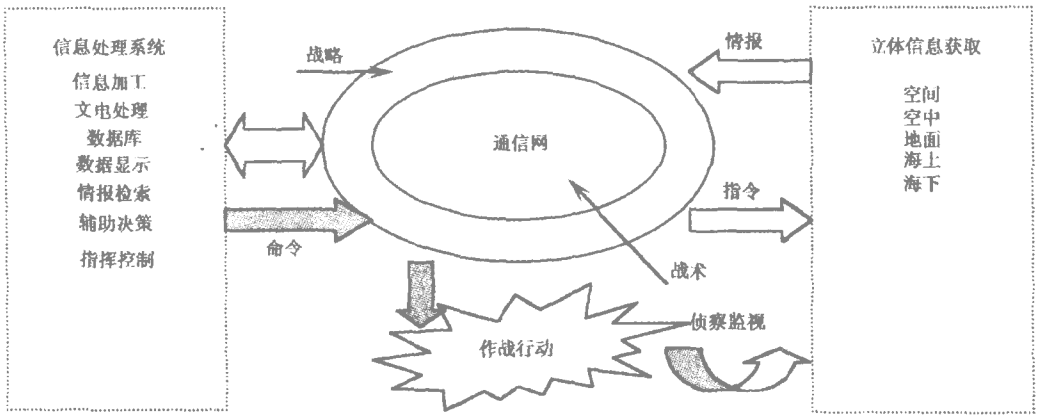


图 1－1　军队指挥自动化系统示意图

如果把立体信息获取系统比为指挥自动化系统的耳目，则信息处理系统就是指挥自动化系统的大脑。应用数据库、人工智能、图像处理、信息融合等计算机技术，把各种情报信息进行自动分类、存储、更新、复制分发和计算分析等处理，提供各种信息检索，并根据任务意图通过作战模拟、军事运筹和知识推理等方法，为指挥员提供作战方案的辅助决策和决策评估，然后向作战执行系统下达作战命令。作战执行系统由部队、武器系统和支援系统等要素组成，直接完成上级的作战意图。

军事通信网是连接指挥自动化系统各大要素的纽带和桥梁，可称为指挥自动化系统的神经网络，主要目的是迅速、准确、保密和可靠地传递各种指挥、控制和情报信息，把战争中的各军种部队、武器和支援，把指挥、控制和情报连接成为一个有机的整体。在 C^4I 的不同层次使用不同的通信网保障，所以军事通信网是信息战的支柱，指挥自动化系统的基础。“没有通信联络，就没有指挥”美军在野战条令中提出“通信是每个部队整个战斗力的非常重要的一部分”“战斗力的关键是通信系统”。

3. 指挥要求和通信保障

一方面，军事通信网是在满足军事指挥的需求中逐渐发展变化的，特别指挥自动化的要求极大地推动着军事通信网发展；另一方面计算机、通信和网络技术的发展使指挥自动化成为现实，并很大地促进与完善了军事指挥的方式和手段。所以军事指挥自动化和军事通信网在相互作用中共同得到了发展。如美军的全球地空一体化战的作战理论和相应的军事指挥需求，指导美军逐步由三军独立的通信系统，过渡到集中统一管理的全球战略通信网，该网络覆盖全球 75 个国家和地区。苏军为满足大纵深立体战的军事指挥需求，

建立了军地融合、覆盖面广、通信链路分散、冗余度高和注重抗毁性的战略通信网。该网络以地面线路、卫星为主,辅助散射、微波接力和无线电系统。

60 年代以前，在战术（役）指挥上普遍采用军师旅团分层指挥的体系，为了保障这种指挥体系，相应的通信系统使用如图 1－2 所示的链式结构。这种保障配置方式使指挥链和通信链一体化，严重妨碍司令部的机动性，且通过电磁侦察和测向容易暴露司令部位置,使之成为攻击目标 另外随着合同作战的发展,这种指挥方式较大地限制了各军种、友邻部队和机动部队的协同和联络。在 60～70 年代，随着半导体集成技术、计算机技术和自动交换技术的发展，为克服链式通信结构的缺陷提供了可能。 70 年代开始，西方主要国家陆续研制建设军事地域通信网，如图 1－2 所示,一种有若干交换节点,通过无线接力或野战电缆(或光纤)连接成栅格网,各级各类指挥所和部署在该地域的所有部队,都可通过相应的节点入网，网中固定和机动用户可方便地相互通信。这样的通信网不仅隐蔽了司令部,而且为战场提供了全方位作战指挥、协同动作、武器控制、情报互通和后勤支援的通信保障。军事地域通信网的诞生，也使传统的指挥方式发生了变化，为多兵种合成一体化指挥奠定了基础。

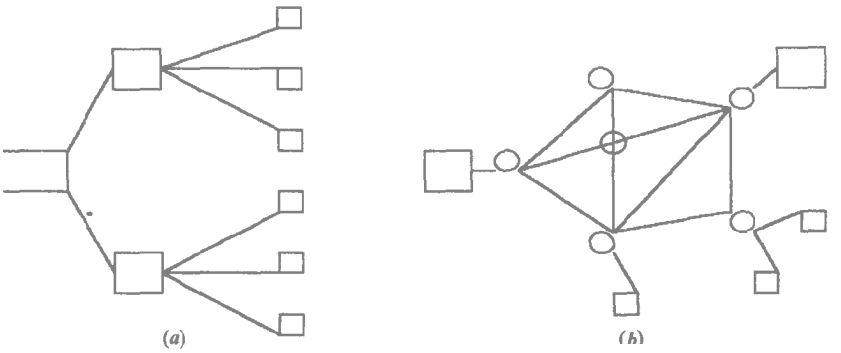


图 1－2　战术指挥通信保障结构
(a)链式通信结构；(b)网状通信结构。

1.4　军事通信网的发展过程和趋势

军事通信的发展与科学技术的发展密不可分，军事通信网很大程度上是信息技术在军事领域的应用。每一次信息技术的重大发明和进展，都对军事通信产生深刻的影响，导致军事通信革命性的变革。技术进步对军事通信的影响在近代是比较直接的，如无线电电报的发明，马上进入军事应用；卫星通信一开始就有军商两用色彩。但到了 80 年代以后，信息技术各方面的快速变化，技术复杂性的不断增加，科学新思想的提出和技术的进展，由于要经过产品开发周期、市场确认，以及解决建设资金和技术过渡兼容性等一系列问题，转入实际的大面积推广应用时间已难以确定。所以军事通信网作为十分庞大和复杂的系统工程，鉴于经济、政治和技术等原因，它的发展也就变成了一个渐进的过程。这种军事通信网发展水平和信息技术创新的不同步，导致军事通信网发展越来越难于

按每个具体的时间来划分阶段。另一个难于划分的原因是世界各国军事通信网发展水平差别非常巨大，本书军事通信网的发展过程和趋势主要以先进国家的发展作为依据。

1.4.1 军事通信网的发展过程

1. 古代军事通信

自有战争开始,就有了军事通信,中国 3000 多年前甲骨文中就记载了有关运动通信报警的内容。在西汉，卫青、霍去病与匈奴作战时，以烽火为进军号令，仅一昼夜，烽火台信号就从河西传到了数千里之外的辽东。古代的军事通信网主要是烽火台网络和军邮接力通信网,利用简易的声、光、旗帜和运动通信(信鸽、驿马和人)是古代军事通信的基本特征。

2. 军事通信网发展的第一阶段

军事通信网发展的第一阶段是 19 世纪中叶至 20 世纪 40 年代。1844 年有线电报的发明人莫尔斯(Samuel Morse) 亲自从华盛顿向他的大学发出第一份电报； 1854 年美国军队在克里米亚战争中，建立了从司令部到下属部队的电报通信网；美国在内战中，联邦政府共架设了 2.4 万公里的电报线。1876 年贝尔(Aeander Graham Bell) 发明电话以后的很短时间里，人们已经开始意识到电话线应该汇接到一个中心，在中心点上建立两个电话的线路连接，这就是人工交换台为基础的电话通信网。 1889 年 Almoud B.Strower 发明了机电式的步进制交换机，由用户拨号脉冲直接决定机电步骤选择路由的步进制交换机，一直用至 20 世纪 70 年代。1932 年瑞典人发明了类似继电器接通的纵横制交换机。 1895 年马可尼和波波夫分别发明了无线电收发报机，这种不受位置限制、通信距离远和速度快的通信手段很快风靡军队,1897 年美国陆军在纽约附近建立了一条试验性舰岸无线线路,1905 年清朝政府北洋新军为海军船只装备了无线电台。伴随无线电台的出现，也开始有了通信对抗(干扰和抗干扰)。

在第二次世界大战中,出现了短波、超短波无线电台、无线接力机、传真机和多路载波机等通信设备，大量装备到连或排，并开始产生保障军事通信的完整体制和编制。军事通信网发展的第一阶段形成了有线电话电报和无线电电台为主，简易信号和运动通信为辅的军事通信网络。近代军事通信网基本适应了当时战争的指挥控制需要，并在战争中发挥了巨大的作用。近代军事通信业务主要是电话和电报，电话业务占统治地位，且为模拟信号传输 。30 ~ 40 年代长途、野战电话仍主要依靠人工接续或半自动接续，电报的编译码和交换方式还是以人工为主。

第一阶段军事通信网技术的主要特征是信息开始以电磁信号的形式实现了远距离传输,即电话电报传输。

3. 军事通信网发展的第二阶段

军事通信网发展的第二阶段是第二次世界大战以后的 50 ~ 70 年代。晶体管、半导体集成电路和计算机等技术的发展，为通信网的发展起到了关键作用。 1951 年美国建成了第一条有 100 个中继站的微波接力通信线路，采用 4GHz 工作频率和 20MHz 带宽,从此中大容量模拟无线接力系统在全世界推广应用。 60 年代基于脉码调制 (PCM)(每路电话

64kb/s）的数字传输体系开始建立，至今仍是通信网传输体系的骨干。 1965 年美国 AT&T 推出了第一个程控本地交换系统。 1962 年美国发射了一颗 AT&T 通信卫星，第一次实现了跨越大西洋的电视转播。 1965 年第一颗地球同步通信卫星 INTELSAT－I 发射。在这第二阶段中，以模拟为主的军事通信网技术在苏美为代表的东西方对抗中，得到了快速发展。主要发达国家在这一时期基本建立了三军统一的战略综合军事通信网，主要包括自动电话网、自动电报网和自动保密电话网。由于卫星通信的距离远、容量大、可靠性高、战场监视能力强和不容易摧毁等显著优点，在军事通信网中受到高度重视，并得到了迅速发展和广泛应用。战略军事通信网从各军种独立、按业务分类的单一通信网，开始过渡到以电缆(地缆、海缆)、无线接力、散射和卫星综合传输体系为基础的综合通信网。这里综合通信网的概念是针对各自独立通信网而言的，是各军兵种和各种业务综合利用数字传输设备和信道，各军兵种实现统一协调的互通，但不同的业务如电话、电报，仍然要采用各自不同的交换设备，还不能以统一的信号形式实现综合交换，也没有综合业务的终端设备。军事通信网发展的第二阶段中，战术（役）通信网极大地改进和完善了战术无线电电台的性能，开始研制野战地域通信网和抗干扰跳频电台。在此期间数字通信体制的出现，由于其抗干扰能力强、便于计算机处理、高安全性加密、以及能很好地满足现代武器高精度自动化控制的要求，占绝对统治地位的传统模拟通信体制不可逆转地开始向数字体制过渡。

军事通信网发展第二阶段的主要技术特征是自动交换、数字传输体系、卫星通信的军事应用和全军统一的综合通信网。

4. 军事通信网发展的第三阶段

军事通信网发展的第三阶段是 70～80 年代。1970 年一根涂有二氧化硅的光导纤维的传输损耗达到了 20dB/km，而 1959 年激光的发明导致光通信技术的起步。 1966 年在美国国防部高级研究计划署的资助下，建立了第一个分组交换实验网 ARPA 网(Arpanet)，1971 年开始投入试验运行。分组交换的概念早在 1964 年由美国空军兰德公司的 Paul Baran 提出，而在 Larry Roberts 领导下的 ARPA 网，使分组交换技术得到了发展和广泛的应用。 1974 年 R.M.Metcalfe 和同事们作为实验计划，开始了后来最为人们熟悉的以太网(Ethernet)研究。同一时期 Norman Abramson 在夏威夷大学主持了第一个分组无线电网 ALOHA(Alohanet）的研究。从此数据通信网从主要面向终端的系统，进展到以分组交换为基础的计算机之间的互连。在此期间，作为不同产品实现网络互连所必须的网络体系结构、协议和标准开始制定，并得到世界广泛公认。 1964 年美国信息交换标准码(ASCII 码)颁布，1969 年电子工业协会推荐的第一版本标准 RS232D，使编码信息可以通过调制解调器在电话网中传递。 1976 年国际电话电报咨询委员(CCITT，1993 年起成为国际电信联盟 ITU 的标准化部门）提出了具有深刻影响的 X.25 协议建议，为分组交换网在世界各地的推广打开了大门。在 CCITT 的协助下，国际标准化组织(ISO)1978 年通过了“开放式系统互连 OSI”参考模型，对以后网络分层工作模式和通信协议的发展具有深刻的影响。

军事通信网发展的第三阶段战略数据通信网开始成为战略通信网的重要组成部分，在这阶段，军事信息中非话音内容显著增加，如大量数字化图像的情报、武器的控制制导、导航、定位和计算机信息等。1982 年美国开始建设国防数据通信网，在 1990 年第二期工

程结束时,建立了 500 多个分组交换节点，能连接 14000 台各类计算机或数据终端设备，允许其中 6400 台同时工作，并配置供机动部队使用的移动分组交换设备。主要提供美军指挥部及各军兵种部队之间图像、数据和电子函件的传递功能。西方主要国家军队在 80 年代开始装备的地域通信网中，在节点电路交换的基础上增加了分组数据交换网、分组无线电系统和战场信息分发系统。在 80 年代后期一些西方国家试验发展了快速包分组交换为基础的战术(役)通信网,提供数据通信为主、辅助话音通信的业务,支持围绕数字地图的指挥命令系统和数字化的武器控制系统。军事通信网发展的第三阶段，大容量的光纤传输系统、数字微波系统开始形成，并取代电缆逐渐成为地面干线传输的主要手段。抗干扰通信如跳频、扩频、频率自适应、天线自适应调零和猝发通信,以及保密通信被普遍采用 战术(役)地域通信网开始进入实用阶段。军事通信网从过去的话音业务为主,开始形成话音和数据业务并重的局面。

军事通信网发展的第三阶段的主要技术特征是数据网络、分组交换系统和大容量光纤、数字微波传输体系。

5. 军事通信网发展的第四阶段

军事通信网发展的第四阶段开始于 80 年代中期。1972 年 CCITT 在 G.703 建议中初步定义了综合业务数字网 (ISDN)的概念,1984 年通过了 ISDN 的 I 系列建议,被称为 ISDN 发展的第一个里程碑。1988 年 CCITT 的蓝皮书及以后的 ITU－T 系列建议书，对 1984 年 ISDN 建议进行了进一步的阐述和发展。在 ISDN 提出以前，尽管已建立综合传输体系,但通信网都以专用目的设计建设,如电话网、电报网、有线电视网、分组数据交换网等。公用电话网建立在每路约 3kHz 的带宽，有线电视网视频信号建立在每路 6MHz 的信道带宽基础上,并按均匀速率(带宽)设计的。对不同速率的非话业务(传真、数据)在电话网上的传输，需要较高代价的辅助适配设备。通信网的专用化设计，使网络对不同业务的兼容性、灵活性和资源利用率存在严重不足。所以在数字传输系统和数字交换发展以后，随着用户对各种新业务需求的增长，产生了建立一个支持各种业务的数字通信网思想,即 ISDN。这是一种全数字化、业务综合化、传输与交换一体化和标准用户接口的全新通信网。80 年代中后期，几乎所有技术发达国家的军队，都在积极研究军事领域的 ISDN,提供电话、数据、文字、图像业务和线路承载(租用)。1990 年美军提出了 ISDN 近、中、远发展规划,规划中的 2000 年以后第三代国防通信网为军事 ISDN。在 80 年代的 CCITT－I 系列建议中，提供基于64kb/s 数字传输率的 144kb/s 基本速率接口 (其用户的标准接口速率是两个全双工 64kb/s 的 B 信道和一个全双工 16kb/s 的信令 D 信道,简称 2B＋D),与 1.5Mb/s 或 2.09Mb/s 的一次群速率接口。这样的速率可以支持广泛的业务，但不支持高速率的业务，如动态图像、视频信号和局域网互连。通常称 64kb/s 的 ISDN 为窄带 ISDN(N－ISDN)。

军事通信网发展的第四阶段，计算机网，特别是因特网 (Internet) 及其网上应用系统的出现，极大地推动了军事多媒体通信的发展。国防通信网开始从原来的传输网向信息网转化，如美军原来的国防通信系统(DCS, Defence Communication System)开始转化为国防信息系统网(DISN, Defence Information System Network)。通信网逐步形成信息传输和应用一体化的趋势。

军事通信网发展的第四阶段主要技术特征是 ISDN 和互连网。

6. 我军通信现状

我国是发展中国家,建国后在党和国家、军委领导的重视下,我军的战略通信网、战术（役）通信网和通信装备，从数量到质量上都有了显著的改善。建立起了比较系统的教学、研究和装备生产体系。基本已建立起比较完善的电缆、光缆、卫星、散射、微波接力和无线电台等各种通信传输体系；基本已建立起以军用电话网、军用数字保密电话网、军用数据网为骨干的战略通信网络；地域通信网为基础的野战综合通信系统逐步走向实用；我军战术无线电台从调频电台为主，逐步向跳频保密电台过渡。但全军还没有完全形成一个统一的综合通信网。由于我国经济技术起点低和建国以后文革的影响，我军通信网的水平和发达国家军队相比至少有 10 年差距。

1.4.2 军事通信网的发展趋势

工业时代结束,信息时代的来临,世界正像第一次、第二次工业革命来临一样,面临着重要变革，这种变革对战争的影响也是深刻的。美军认为未来战争是信息战，是利用信息的力量实施依靠知识的战争。美陆军参谋长沙利文认为：如果我们看到、听到敌人的动向,对敌实施干扰、破坏,并比敌军指挥官更具远见卓识,我们的‘知识’将转变为胜利。如果我们在整个部队中分享这种“知识”，这支部队在进行协调作战时将是战无不胜的。要夺取‘制信息权”,打赢信息战,首先要实现部队的数字化,就如同要取得机动战的胜利,部队必须实现机械化一样。第二次世界大战中的诺曼底战役与海湾战争规模相当，盟军在诺曼底登陆后按计划各自行动，盟军最高指挥官实际已无法控制作战进程，也不能实施有效、及时指挥；而海湾战争中则完全不同，所有军事行动都在协调下进行，如对目标的轰炸，侦察卫星将得到的数据通过通信系统传递给飞机，在精确引导下飞机实施攻击。数字化的通信系统实时或近实时把战场情报在各单位中传递，是取得未来战争胜利的关键环节。从近期局部战争已基本可以看到未来战争的轮廓，未来战争是利用综合技术极大地提高部队整体作战效能，而不是一种或几种武器的效能。战场数字化网络将把陆、海、空、天各种力量连成一体,把情报信息、指挥信息、武器控制和部队行动连成一体,充分发挥综合技术的威力。所以在未来信息战、数字化战场上，宽带综合业务的数字化通信网络将是军事通信网发展的趋势。

随着信息技术的发展，用户对宽带新业务的需求开始迅速增加。光纤传输、计算机和高速数字信号处理器件等关键技术的进展，使宽带综合业务数字网（B－ISDN）的实现成为可能,而 B－ISDN 充满光明的前景，又极大地鼓舞和推动了各国 B－ISDN 发展。1993 年初美国正式提出了信息高速公路计划，引起世界各国的广泛关注和强烈反应，1993 年 12 月欧共体提出了建立欧洲“信息高速公路”计划；西方和亚洲国家纷纷拨巨资建设自己的信息高速公路。信息高速公路的核心就是 B－ISDN。B－ISDN 可以灵活的速率为用户提供所希望的几乎所有业务,如高分辨率电视、音乐、可视电话、电视会议、视频图像、语音、电子函件、信息检索、远程教育和商务、高速数据传输、局域网互连等。B－ISDN 基础是新的光干线传输体系、异步转移模式(ATM)信元的传输、复用和交换。B－ISDN 开始引起一场新的技术革命，它的建成将完全改变世界的生活、工作和相互交流方式。至今 B－ISDN 在规划、基础设施建设、关键技术开发研究上已有很大进步，以 ATM 技术为核心的 B－ISDN 已进入实用化阶段，有大量的 ATM 产品问世。以 ATM 交换机为骨干组

需要全本请访问 www.ertongbook.com

建的大型广域网已开始出现，可承载 ATM、帧中继、电路仿真、N－ISDN 等多种业务，能提供远程医疗、远程教学、视频点播等服务。ATM 论坛承载声音和电话系列标准已经推出。ATM 可以以 25Mb/s、155Mb/s、622Mb/s 速率运行，目前已达 2.488Gb/s。在 ATM 进入实用化的同时，全光干线传输系统和 Internet Ⅱ也都取得了很大进展，IPV6、IP 电话开始接近实用，很可能形成以全光干线传输体系为基础，ATM、IP(或某种形式混合体）为交换协议的未来通信网。

信息高速公路提出后，美国国防部将它视为军事通信现代化的重要途径，希望依靠信息高速公路和保密技术建立全球战略通信网。国外军事评论员认为，军事信息高速公路的建立，必将使军事通信面貌产生新的变革。1992 年 6 月美军参谋长联席会议发表了美军下世纪通信和协同作战总体规划框架文件“武士 C^4I”，美军‘武士 C^4I’计划按照军用信息高速公路的要求，提出建立一个称为“信息球”的全球实时军用通信网的长期战略。美军后来 C^4I 的每一项计划，都依照该文件为基础。美军称该网络为任何一个战斗员，从单兵到总统，及时准确地提供他们所需的信息。参与军事行动的任何人，不管他们处于什么位置，随时都能利用各种信息终端存取他们所需的信息。未来的军事宽带综合业务数字网由各种局域网、区域网(地域网、城域网和移动网)、广域网组成，通过 B－ISDN 实现高速互连，并使业务扩展到战术层和单兵终端，形成覆盖广泛的军用公共信息网，提供各军兵种综合业务的互通。

未来的战术(役)通信网将是无线移动 ATM、无线接力和光纤组成的区域宽带综合业务通信网。要求能够提供整个战区快速、机动、互通、保密、实时的综合业务通信能力，并具有良好的抗毁性能。互通性要求网络体系支持各军兵种各分队的完全互通，允许设备和子系统的互换性，战术（役）通信网和战略通信网的透明连接，及和民用网互连的灵活性。安全与抗毁性涉及系统虽然以先进的民用 B－ISDN 技术为基础，但必须具备安全和抗毁的军事特征。安全的考虑主要有：数据传输和业务量保密、数据和用户的完整性、鉴别的可靠性和访问控制。其它的军事特征是必须适应军事的对抗环境、机动性、无线接口、自适应路由、网络和设备的冗余、抗恶劣环境的组件、电子战支持等。正在规划的北约 Post－2000 战术通信系统，美国陆军通信电子司令部指定的战术战场连网（TBW)计划都充分体现了这种趋势。规划中的北约 Post－2000 战术通信系统，由局域子系统（LAS)、广域子系统(WAS)、移动系统(MS)、系统管理与控制子系统(SMCS)组成。LAS 支持有限区域内一个自我维持团体的内部和局部通信，为用户提供 WAS 的入口、与战略网接口及民用网连接。其主干传送标准的 ATM 信元，信息出入量为吉比特／秒数量级，可选择移动或固定的配置。广域子系统在长距离战术传输系统上为 LAS 提供转接，也为跨越 LAS 边界的用户提供交换，允许多个 LAS 通过它连接成较大的网络，WAS 由战术 ATM 骨干通信网组成。移动系统用于机动作战，MS 可作为独立网络工作或作为战术通信系统的一部分工作，MS 由多功能电台(话音、数据、图像、及定位、导航、敌我识别)和无线入口点(RAP)组成。RAP可以作独立设备工作，也可连接到 LAS、WAS 或其它 MS 节点工作，RAP的目的是把宽带多媒体 ATM业务延伸到前线。管理与控制子系统是该体系结构的有机组成部分，满足现代网络管理标准，但为了满足军事通信系统的网管需求必须加入特殊功能。

军事 B－ISDN 目前尚在刚起步阶段，作为一个十分庞大和复杂的系统工程，鉴于经

济、政治、技术、与现有设备过渡等原因，它的发展也是一个渐进的过程，预计开始进入实用需要约 15 年左右的时间。但与国家信息高速公路发展一样，已是不可逆转的发展趋势。

练 习 思 考 题

1. 目前军事通信网的主要组成。军事通信网和民用通信网相比有何特点？

2. 军事通信网的安全保密、电子防御和抗毁性主要包含什么内容？主要的对策是什么？

3. 简述军事通信网和指挥自动化的关系。

4. 简述军事通信网发展的主要过程和趋势。

5. 什么是综合数字网(IDN)、综合业务数字网(ISDN)、宽带综合业务数字网(B－ISDN)？

第 2 章　通信网基础

军事通信网的基础知识主要包括：通信网基本组成，通信网的结构，通信网传输系统，通信网交换技术，通信协议、通信网络的路由选择，拥塞与流量控制等内容。以下将分别给予介绍。

2.1　通信网的组成

1. 通信网的一般组成

由图 2－1 可见，通信网是由若干用户终端 A、B、C、…，并通过传输设备连接起来。终端与终端之间通过一个或多个节点链接，在节点处提供交换、处理网络管理等功能。传输系统包括用户终端之间、用户终端与节点以及节点之间的各种传输媒体和设备。可以通过双绞线、同轴电缆、光纤等有线媒体或无线电传输信号。实质上，现代通信网一般是由用户终端设备、传输系统和交换设备按照某一种结构组成的。

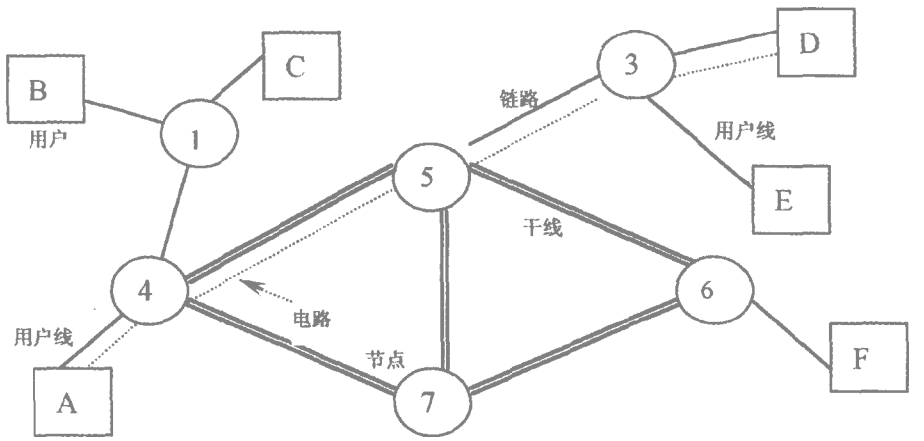


图 2－1　通信网的一般组成

2. 通信网组成的要素

1）终端设备

终端设备是通信网中的源点和终点，它除对应于信源和信宿之外还包括了一部分变换和反变换装置。终端设备主要功能是：发送端将发送的信息转变成适合信道上传送的信号；接收端则从线路上接收信号，并将之恢复成能被利用的信息。第二种功能是能产生和识别网内所需的信令信号或规则，以便相互联系和应答。

常见用户终端设备有电话机、电传机、数据终端、传真机、计算机等。

2)传输系统

传输系统是指完成信号传输的媒体和设备总称。它在终端设备与交换设备之间以及交换系统相互之间连接起来，形成网络。传输系统按传输媒质不同，分为有线传输系统和无线传输系统。通信网中常见的传输系统有：载波传输系统、光纤传输系统、数字微波系统、无线电传输系统和卫星传输系统等。通过提供同时并行的不同带宽的频分多路复用（FDM, Frequency Division Multiplex），或者时分多路复用（TDM, Time Division Multiplex），可获得各种不同数目的复用信道。传输系统可以区分为传输信道、电路、用户环路、传输链路、干线和节点，图 2-2 表示了它们之间的关系。

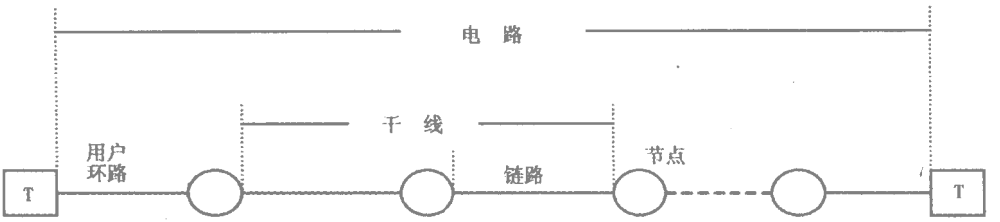


图 2-2 通信网的基本电路结构

(1) 传输信道 简称信道，是两点间单向传输信号的一种手段，包括传输媒体和中间装置。它可以用传输信号的性质（如带宽、速率等）来限定，如一条标称为 3kHz 传输信道。几条信道可通过分配给每一信道一特定的频带或时隙共享一公共通道，如一条标称为 4kHz 的 FDM 或 TDM/PCM 群传输信道。

(2) 电路 是两点间实现信号双向传输的两条传输信道的组合，以提供完整的一个通信。通常一条电路包括两个伸延到用户设备的双向传输信道，如图 2-2所示。电路可以按设备传送信号的形式分为模拟和数字电路。

(3) 用户环路 也称为本地线或用户线，是一个节点和用户设备或用户分系统之间简单的固定连接。环路可以是双绞线、电缆、或其它任意合适的媒体连接（例如光纤和无线等）。环路可以是二线或四线连接，通常根据需要提供模拟或数字信号的传输。

(4) 传输链路 简称链路，是指两个相邻节点间或终端设备和节点之间的信道（或电路）段，通常是指两个配线架之间一段。通路是指从出发点到接收点的一串节点和链路，即是跨越网络一部分而建立路由的“点一点”连接。链路的主要特征是在两点间具有规定特性的传输手段，如无线链路、同轴链路或 2Mb/s 链路，所谓的数据链路是由数据通信协议和设备组成的能够传输数据的链路。

(5) 干线 一条干线可以由一条或多条串联的链路组成。干线是两个交换中心或节点之间的连接。干线连接通常是以交换为基础，由许多用户复用或用户分系统复接的大容量电缆、光纤或无线电传输通路，在干线的两端提供适合节点工作的设备，例如复接器。当提供两条或两条以上的并联链路作为干线用时，就组成了群路，如综合数字网的干线包含了数据、话音等多种链路。

(6) 节点 通信网中，节点是用户环路和链路或链路之间的分配点。节点配备设备的范围可以从二线／四线混合线圈(例如，二线环路与四线用设备的连接)，到包括电路或信息交换、接线、信号处理、业务管理和技术控制等非常复杂的设备。

3 交换设备

交换设备根据寻址信息和网控指令进行链路连接或信号导向，以使通信网中的多对用户建立信号通路。交换设备以节点的形式与邻接的传输链路构成各种拓扑结构的通信网目前主要的交换方式有 电路交换、报文交换、分组交换、ATM 交换等。交换设备是现代通信网的核心。对不同的通信网络，交换设备的性能要求也不同。例如，对电话网的交换的要求是不允许对通话的传输产生延时，因此，目前主要是采用直接接续通话电路的交换方式，也有用报文交换和分组交换方式。对于主要用于计算机通信的数据网，由于计算机终端或数据终端可能有各种不同的速率，同时为了提高传输链路的利用率，可将输入信息流进行存储，然后再转发到所需要的链路上去，这种方式叫做存储转发交换方式。例如，分组交换就是利用存储转发方式进行交换，这种交换方式可以达到充分利用链路的目的。

2.2 通信网的结构

通信网虽然可以从不同的角度分为不同结构的网络，但其网络的基本拓扑结构都是一致的。通信网网络结构是指终端、节点或两者之间的连接分布形式。

2.2.1 网络的基本拓扑结构

目前，通信网构架的基本拓扑结构如图 2－3 所示，主要有网状网、星型网、复合型网、环形网和总结型网等五种，实际通信网的拓扑结构通常由以上基本结构复合组成。

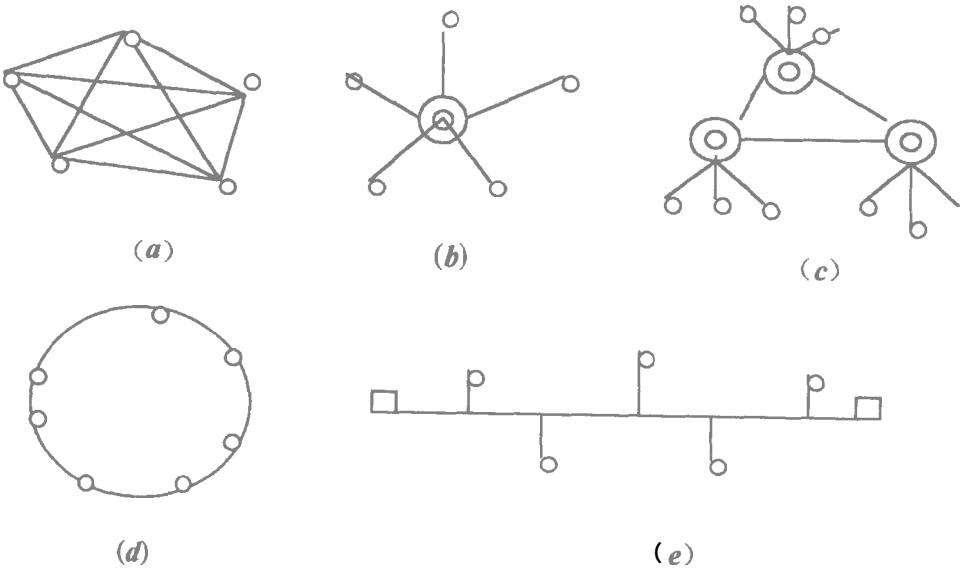


图 2－3 通信网的基本拓扑结构

(a)网状网；(b)星型网；(c)复合型网；(d)环型网；(e)总线型网。

1. 网状网

多个节点或用户之间互连而成的通信网称为网状网，也叫直接互连网(完全或部分互连网)，如图 2－3(a)所示。由图可见，具有 N 个节点的完全互连网需要 N(N－1)/2 条传

输链路。这种网络结构网络链路的冗余度高，路由选择的自由度大，网络的可靠性和稳定性较好。但是，因为链路太多，造成传输链路利用率低的缺点，随着节点 N 的增大,这个问题表现更突出，所以实际使用中通常采用节点部分互连的网状网。网状网多运用于军事通信网。

2. 星型网

星型网结构是一种以中央节点为中心，把若干外围节点（或终端）连接起来的辐射式互连结构。中央节点作为控制全网工作的中心，通过单独线路分别与各个外围节点（或终端)相连接,如图 2-3(b）所示。各用户之间需要通信时都必须通过中央节点交换转接才能达到通信的目的地。与网状网相比，它具有传输链路少的优点。但其致命的缺点是：中央节点担负全网的转接任务,负荷十分繁重,一旦出现故障,全网将要瘫痪。另外,中心节点设备费用比终端用户高得多。

3. 复合型网

复合网是由网状网和星型网复合而成的网络，如图 2-3(c)所示。它是以星型网为基础，并在通信量较大的区域构成网状网结构。复合网实质上是针对星型网存在中央节点负荷过重的问题，采取由几个节点来分担中央节点的负荷，并能实现本地交换。这种网络结构兼取了前述两种网络的优点，比较经济合理，而且有一定的可靠性。这种网络设计要考虑使转接交换设备和传输链路总费用之和最小的原则。实际通信网中复合型网络结构较常见。

4. 环型网

如果网络节点被连接成闭合的环路，则称为环型网，如图 2-3(d）所示。在环型网络中，任何两个节点之间都要通过闭合环路互相通信，单条环路往往只支持单一方向的通信，所以任何两个节点通信信息都要围绕环路循环一周才能实现互相通信。这种网络的主要特点是：

(1)在环路中，每个节点的地位和作用是相同的，每个节点都可以获得并执行控制权，很容易实现分布式控制。

(2)不需要进行路径选择,控制比较简单。因为在环型网中,路径只有一条,不存在给信息规定路径的问题。

(3)在环型网中，传送信息的延迟时间固定，有利实时控制。

(4）可采用高速数字式传输信息，不需要调制解调器，接口线路及连接结构比较简单。

5. 总线型网

总线型网络是所有的节点连接在一条总线上，是一种共享通路的结构。从物理构形看,总好像一根‘无根树”,故又得名‘无根树’结构。如图 2-3(e）所示。在总线型网络中，互相通信的总线必须能够实现双向传输。如果一条总线太长，或者节点太多，可以将一条总线分成几段，段间再通过中继器互连起来。总线结构网络在计算机局域网中都获得广泛的应用。主要是因为它有以下的好处：

(1)具有良好的扩充性能，节点的增删和位置变动比较容易，变动时不必停止网络的正常工作。总线本身也可以通过连接部件延伸和扩展。

(2)可以使用多种存取控制方式，例如，载波侦听多路访问／碰撞检测方式 CSMA/

需要全本请访问 www.ertongbook.com