

通信系统中的通信方式探析

赵蕾蕾

国家管网集团北京管道有限公司北京输油气分公司 北京 102488

摘要：本文旨在系统性地研究通信系统中的各类通信方式，从基础理论模型出发，深入剖析其分类维度、技术内涵与发展脉络。文章首先阐述了通信系统的基本构成与核心模型，为后续讨论奠定理论基础；继而从信号特征、传输媒质、传输方向与时间关系、数据排列时序、网络结构以及复用机制等多个维度，对通信方式进行全方位的分析与解析，详细论述了模拟与数字通信、有线与无线通信、单工/半双工/全双工通信、串行与并行通信、星型/总线型/环型/网状拓扑以及频分/时分/码分/波分复用等关键技术的原理、特点。本研究旨在为理解通信系统的内在逻辑、把握技术发展脉络提供一个系统、全面且深入的理论框架。

关键词：通信系统；通信方式；模拟通信；数字通信；复用技术；网络拓扑

引言

人类社会的发展史，亦是信息传递方式的演进史。从烽火狼烟到移动互联网，通信技术不断突破，深刻重塑生产生活方式与社会结构。通信方式作为系统核心，决定信息的表示、传输与接收，不同方式适配不同场景：光纤通信支撑高带宽骨干网，无线通信赋能移动互联，全双工满足实时交互，单工则用于简单广播。当前，5G/6G、物联网与人工智能等新兴领域推动通信向“感知—计算—智能”融合演进，对系统提出更高要求。本文旨在构建系统化分析框架，从多维度梳理通信方式的原理、优劣及关联，揭示技术演进逻辑，并前瞻性探讨未来发展方向，呈现通信方式的全景图景。

1 通信系统的基本模型与构成

1.1 通信系统的基本模型

经典通信系统模型由五个核心部分构成：信源、发送设备、信道、接收设备和信宿，同时包含噪声源以反映现实干扰。信源产生信息（如语音、图像或数据），并将其转换为原始电信号或光信号。发送设备对信号进行处理，包括信源编码、信道编码和调制，以适配信道特性。信道作为传输媒介，分为有线与无线两类，在传输中引入衰减、失真及噪声。接收设备执行解调、信道解码和信源解码，从受扰信号中尽可能还原原始信息。信宿将恢复的信号转为可感知或可处理形式。噪声源于信道、外部电磁环境或系统内部，是限制通信性能的根本因素。该模型为分析和设计各类通信系统提供了基础框架。

1.2 通信系统的分类基础

通信系统的分类是定义“通信方式”的基础，主要从四个维度展开：一是按信号特征分为模拟与数字通

信，前者传连续信号，后者传离散信号；二是按传输媒质分为有线（如光纤、电缆）与无线（如电磁波），各有稳定性与灵活性之别；三是按信息流向分为单工（单向）、半双工（交替双向）和全双工（同时双向），影响交互实时性；四是按数据时序分为串行（逐位传输）与并行（多位同步），关系到速率、成本与距离。这些维度相互交织，共同构成通信方式的完整谱系。例如，5G移动通信即为数字、无线、全双工、串行系统。掌握这些分类，是深入理解各类通信方式的前提。

2 基于信号特征的通信方式：模拟与数字通信

2.1 模拟通信

模拟通信系统通过连续变化的信号传递信息，其核心是让载波的幅度（AM）、频率（FM）或相位（PM）随原始信号连续变化。AM实现简单但抗干扰差、效率低，常用于中短波广播；FM抗噪性强、音质好，广泛用于高保真广播和电视伴音。模拟通信技术成熟、无需模数转换，适合直接处理自然连续信号。但其致命缺陷在于抗干扰能力弱——噪声一旦叠加便难以消除，且随信号放大而累积，导致信噪比不断恶化。此外，模拟信号易被窃听，保密性差，且难以集成，不利于设备小型化与智能化。因此，在现代通信中已逐渐被数字通信取代。

2.2 数字通信

数字通信系统利用离散数字信号传递信息，是现代通信的主流。其流程包括：对模拟信号进行采样、量化和编码，再经信源编码压缩数据、信道编码增强抗干扰能力，最后通过数字调制（如ASK、FSK、PSK、QAM）将信号搬移到高频载波上传输。其核心优势在于强抗干扰性——可通过再生中继消除噪声，实现无累积失真的远距离传输；同时具备高安全性（易加密）、便

于与计算机融合处理、存储和交换,并利于集成化,降低成本与功耗^[1]。然而,数字通信也存在带宽需求大、系统复杂、同步要求高及模数转换引入量化误差等不足。尽管如此,其综合性能优势使其成为当前及未来通信技术发展的主导方向。

3 基于传输媒质的通信方式:有线与无线通信

3.1 有线通信

有线通信是指利用物理导线或光纤作为传输媒质的通信方式。其主要类型包括双绞线、同轴电缆和光纤。双绞线由两根相互缠绕的绝缘铜线组成,通过扭绞来抵消电磁干扰,广泛应用于电话网络和局域网。同轴电缆由内导体、绝缘层、外导体和护套构成,具有良好的屏蔽性能和较宽的带宽,曾是早期有线电视和计算机网络的主要传输介质。光纤则利用光在玻璃或塑料纤维中的全反射原理来传输信息,是现代通信的基石,其核心优势在于超大带宽、极低损耗、抗电磁干扰能力强以及尺寸小、重量轻、保密性好^[2]。有线通信的优点是传输稳定、可靠、安全,带宽潜力巨大,尤其是光纤。其缺点是铺设成本高、工程量大、灵活性差,难以适应移动通信的需求。

3.2 无线通信

无线通信是指利用电磁波在自由空间中传播来传输信息的通信方式。其工作原理是通过天线将高频电流转换为电磁波辐射出去,接收端天线再将电磁波转换回电流。根据工作频率的不同,可分为长波、中波、短波、超短波、微波、毫米波乃至光波等。频率越高,可用带宽越宽,但传播距离越短,穿透能力越弱。主要类型包括地面微波中继通信、卫星通信、移动通信以及无线局域网与蓝牙。无线通信的最大优势是灵活性和移动性,无需铺设物理线路,部署迅速,特别适合移动终端和难以布线的场景。然而,它也面临诸多挑战,如频谱资源稀缺、易受多径效应和阴影衰落等信道损伤影响、存在安全隐患以及受天气、地形等环境因素制约。

4 基于传输方向与时间关系的通信方式

4.1 单工通信

单工通信是指数据只能在一个固定方向上传输的工作方式。通信链路是单向的,发送端只能发送,接收端只能接收,双方的角色是固定的,无法互换。其典型的应用场景是广播,如电台、电视台,广播站是唯一的发送端,无数听众或观众是接收端。另一个例子是早期的键盘与计算机之间的通信。单工通信的结构最简单,成本最低,但缺乏交互性。

4.2 半双工通信

半双工通信允许数据在两个方向上传输,但在任意时刻,数据只能在一个方向上传输。它本质上是一种可以切换方向的单工通信。通信双方共享同一个信道,通过某种协议来协调谁在何时拥有发送权。经典的例子是对讲机,当一方按下通话键时,只能发送,对方只能接收;松开按键后,才能接收对方的回复。早期的以太网也是半双工的。半双工通信相比单工增加了双向交互能力,但通信效率低于全双工,因为信道不能被双向同时利用,且切换过程会带来延迟。

4.3 全双工通信

全双工通信允许数据在两个方向上同时传输。它相当于两个方向相反的单工通信的结合。要实现全双工,通常需要两条独立的物理信道,或者在同一条物理信道上采用频分复用或回波抵消等技术来分离收发信号。现代电话通信是最常见的全双工应用,通话双方可以同时讲话和倾听。现代的以太网交换机也普遍支持全双工模式。全双工通信的通信效率最高,实时性最好,用户体验最佳,但系统设计最复杂,成本也相对较高。

5 基于数据排列时序的通信方式:串行与并行通信

5.1 并行通信

并行通信是指数据的各位在同一时刻通过多条并行的数据线同时进行传输。例如,传输一个8位的数据,就需要8条数据线。这种方式的优点是传输速度快,因为所有位是同时传送的,在一个时钟周期内即可完成一个字或字的传输,使其非常适合于短距离、高吞吐量的内部数据交换,如CPU与内存之间、计算机主板上的各种总线。然而,并行通信也存在明显的缺点:成本高、布线复杂,需要多条数据线;抗干扰能力差,多条平行导线之间容易产生串扰;还存在时钟偏移问题,由于各条数据线的物理长度不可能完全一致,信号到达接收端的时间会有微小差异,这在高速传输时会成为一个严重问题,限制了传输速率和距离。

5.2 串行通信

串行通信是指数据的各位按照时间顺序,一位接一位地在一条或一对数据线上进行传输。其最大的优点是成本低、布线简单,只需要很少的信号线,大大简化了连接器和电缆的设计。同时,由于线缆数量少,串扰问题几乎不存在,差分信号技术的引入进一步增强了抗共模噪声的能力,使其非常适合于设备间的远距离通信^[3]。不过,串行通信的传输速度相对较慢,因为数据是一位一位传送的。然而,通过不断提高串行传输的时钟频率,现代串行接口的速率已经远远超过了传统并行接口。

6 基于网络结构的通信方式:网络拓扑

6.1 星型拓扑

星型拓扑的结构特点是所有节点都通过点到点的链路连接到一个中央节点。所有通信都必须经过中央节点进行转发。这种结构清晰，易于安装、管理和故障诊断，单个节点的故障不会影响其他节点。但其高度依赖中央节点，中央节点一旦故障，整个网络将瘫痪，且布线成本相对较高。

6.2 总线型拓扑

总线型拓扑中，所有节点都连接到一条共享的主干电缆上。数据以广播形式发送，所有节点都能接收到，但只有目标地址匹配的节点才会处理该数据。其优点是结构简单，所需电缆少，成本低廉，易于扩展。缺点是总线是整个网络的瓶颈，所有通信都共享其带宽，网络负载重时性能急剧下降，且总线本身的故障会导致整个网络中断，故障诊断困难。

6.3 环型拓扑

环型拓扑将所有节点通过点到点的链路连接成一个闭合的环。数据沿着环单向或双向流动，每个节点接收来自上游的数据，如果是发给自己的则留下，否则转发给下游。这种方式数据传输延迟固定，适合于实时性要求高的应用^[4]。但任何一个节点或链路的故障都可能导致整个环路中断，添加或删除节点会影响网络运行。

6.4 网状拓扑

网状拓扑中，节点之间存在多条冗余的连接路径，可分为全网状和部分网状。其最大的优点是可靠性极高，容错能力强，即使某条链路或某个节点失效，数据仍可通过其他路径到达目的地，网络负载可以得到均衡。但其结构极其复杂，所需链路数量庞大，成本高昂，管理和维护难度大。在实际应用中，纯粹的拓扑结构较少见，更多的是它们的组合，如树型拓扑和混合拓扑。现代大型网络本质上是一个复杂的、动态的、部分网状的结构，通过路由协议来动态选择最优路径。

7 基于复用机制的通信方式

7.1 频分复用

频分复用的原理是将信道的总带宽划分为多个互不重叠的子频带，每个子信道分配给一个用户或一路信号。各路信号在各自的频带上独立传输，互不干扰。接收端通过滤波器将各路信号分离。其典型应用包括传统的模拟电话系统、有线电视系统和第一代移动通信。

7.2 时分复用

时分复用将时间划分为周期性的帧，每个帧再划分为若干个固定长度的时隙。每个用户或信号被分配一个

固定的时隙，在该时隙内独占整个信道带宽进行传输。各路信号轮流占用信道。其应用包括数字电话系统、第二代移动通信和同步光网络。统计时分复用是一种动态分配时隙的方式，只给有数据要发送的用户分配时隙，从而提高了信道利用率。

7.3 码分复用

码分复用中，所有用户在同一时间、占用同一频带进行通信。区分不同用户的方法是给每个用户分配一个独特的、相互正交或准正交的扩频码序列。发送端用该码序列对原始信号进行扩频调制，接收端用相同的码序列进行相关解扩，从而提取出目标用户的信号，而其他用户的信号则被视为宽带噪声被抑制。第三代移动通信的核心技术正是基于此。

7.4 波分复用

波分复用本质上是光域的频分复用。在光纤通信中，将不同波长的光信号复用到同一根光纤中进行传输。每个波长承载一路独立的信号。这是现代骨干光纤网络的核心技术，极大地提升了单根光纤的传输容量。这些复用技术是构建现代高效、大容量通信网络的基础，它们常常被组合使用。

8 结语

通信方式是一个多维度体系，可从信号特征（模拟/数字）、传输媒质（有线/无线）、传输方向（单工/全双工）、数据时序（串行/并行）、网络结构及复用机制等角度分类。各类方式在不同历史阶段为满足特定需求而发展，各有优劣、互为补充。调制、同步与编码等使能技术保障了通信的高效与可靠。当前，通信正朝智能化、融合化、泛在化演进。以6G为代表的下一代技术将超越传统“信息管道”角色，融合通信、感知、计算与智能，成为综合性数字基础设施。深入理解现有通信方式及其演进趋势，对推动技术创新、构建高效智能的信息社会具有重要意义。

参考文献

- [1]李达.通信工程项目的网络优化方式探讨[J].信息通信,2020,(04):217-218.
- [2]谢萌.无线通信多种方式融合下的通信安全保障策略分析[J].中国宽带,2024,20(11):19-21.
- [3]王青龙,韩春昊,王春霞,等.数字通信信号调制方式识别研究[J].电声技术,2024,48(01):142-145.
- [4]邓飞,蔡波.Linux两种管道通信方式的分析[J].现代信息科技,2023,7(14):54-56.