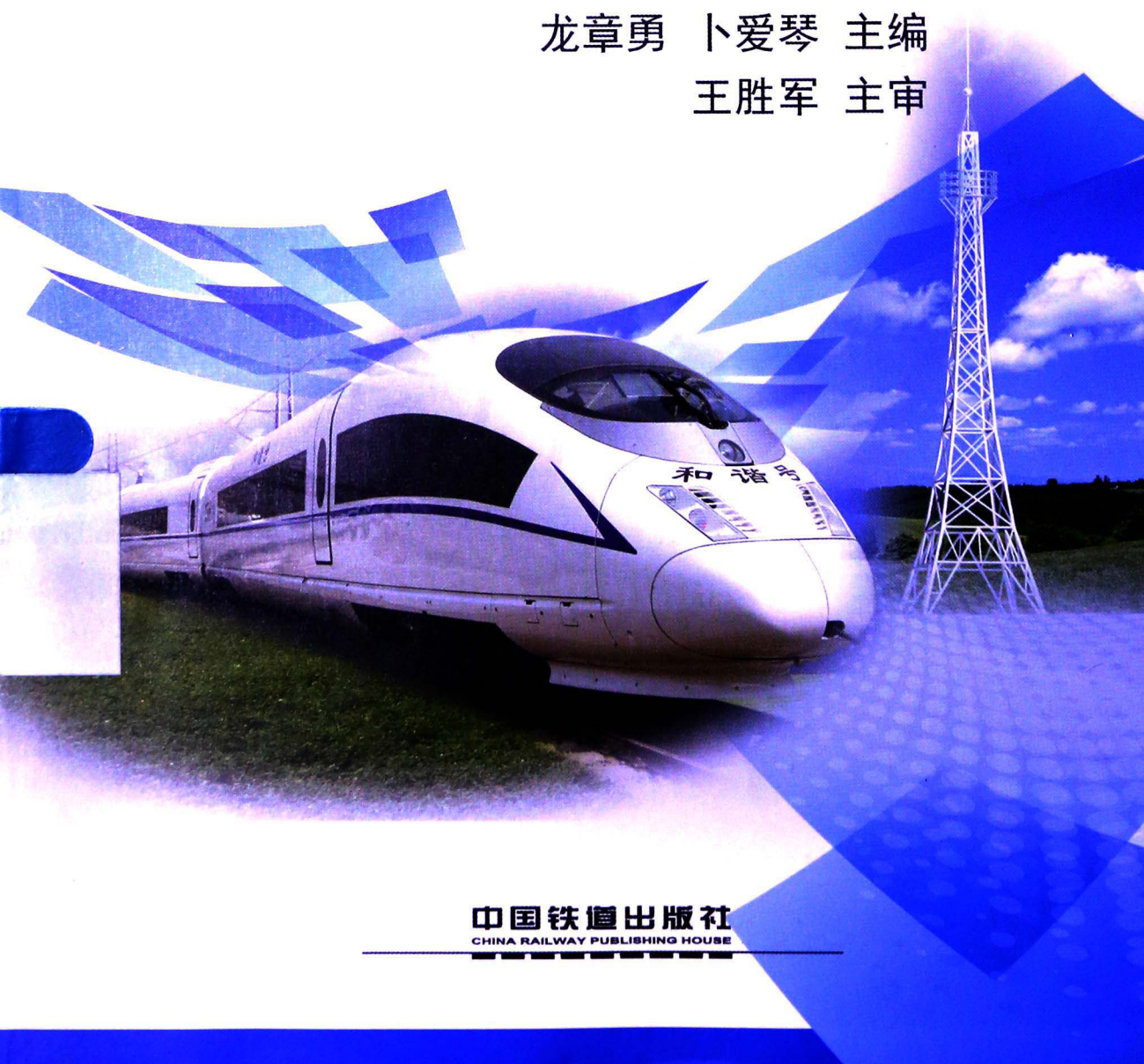


铁路通信概论

TIELU TONGXIN GAILUN

龙章勇 卜爱琴 主编

王胜军 主审



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路通信概论

龙章勇 卜爱琴 主 编
王胜军 主 审

中国铁道出版社

2014年 北 京

内 容 简 介

本书为适应铁路通信技术发展和铁路通信装备水平提升的新形势而编写。本书系统、全面地阐述铁路通信的基本理论和铁路通信技术的应用。全书共十章,主要内容包括通信网基础、传输网、接入网、电话交换网、数据通信网、移动通信网、支撑网和通信电源。

本书可作为高等学校和高等职业院校学生通信技术专业、通信信号专业、电子信息专业以及其他相关专业的教科书,也可作为铁路通信技术人员、轨道交通通信技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路通信概论/龙章勇,卜爱琴主编. —北京:

中国铁道出版社,2014. 2

ISBN 978-7-113-17972-4

I. ①铁… II. ①龙… ②卜… III. ①铁路通信—教材 IV. ①U285

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 012975 号

书 名: 铁路通信概论

作 者: 龙章勇 卜爱琴 主编

策 划: 崔忠文 徐 清

责任编辑: 徐 清 李嘉懿 亢嘉豪 编辑部电话: (路) 021-73420 (市) 010-51873420

电子信箱: dianwu@vip.sina.com

封面设计: 郑春鹏

责任校对: 马 丽

责任印制: 陆 宁

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 三河市兴达印务有限公司

版 次: 2014年2月第1版 2014年2月第1次印刷

开 本: 787mm×960mm 1/16 印张: 21.75 字数: 420千

书 号: ISBN 978-7-113-17972-4

定 价: 45.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010) 51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010) 51873659,路电(021) 73659,传真(010) 63549480

前 言

铁路通信技术是先进的数字技术、微电子技术与光电子技术的有机结合体,正在向着数字化、宽带化、智能化、高速化及个人化方向发展。将来,出行的旅客也可以在列车上享受如同在办公室环境下的通信服务,进行语音、数据、传真、图像等信息交流,还可以接入国际互联网。随着列车向高速化迈进,为保证行车安全,实现有效的人机控制和提高运输效率,要求建立一个功能更加完善、技术构成更加先进的铁路通信网。要想使上述构想成为现实,就必须采用先进的、现代化的有线和无线通信的传输和接入方式,实现铁路通信网的升级,适应信息社会的发展。

本书就是为了适应铁路通信技术的发展和铁路通信装备水平提升这个新形势而编写的,系统、全面地阐述了铁路通信的基本理论和铁路通信技术的应用。全书共十章。第一章绪论,介绍通信系统与通信网的基本概念以及铁路通信网的概况;第二章通信网基础,介绍通信技术基本原理,包括调制技术、数字传输技术、模拟信号的数字传输和图像通信技术;第三章传输网,介绍光纤通信的概念、光纤通信系统构成和光纤通信的几种实际传输系统及其实际应用情况,包括 SDH/MSTP 传输系统、DWDM 传输系统和 OTN 光传送网;第四章接入网,介绍接入网的基本概念以及几种接入方式,包括 xDSL 接入技术、光纤接入技术和无线接入技术,还简要说明铁路接入系统的实际应用情况;第五章电话交换网,介绍交换技术的基本原理、程控交换机硬件和软件结构以及铁路电话网的实际应用情况;第六章数据通信网,介绍数据通信的基本概念、基本原理、数据网设备以及铁路数据通信系统的应用;第七章移动通信网,介绍移动通信的基本概念和基本原理,重点突出铁路移动通信的应用,包括列车无线调度通信系统和铁路数字移动通信系统(GSM-R),同时展望了未来铁路移动

通信的发展方向——铁路宽带移动通信系统(LTE-R);第八章支撑网,介绍信令网、同步网和网管网;第九章其他铁路专用通信业务网,介绍通信技术在铁路中的几种应用,包括调度通信系统、会议电视系统、综合视频监控系统 and 铁路应急通信系统;第十章通信电源,介绍通信电源的基本概念、防雷与接地装置、电源及机房环境监控系统。

本书可作为高等学校和高等职业院校学生通信技术专业、通信信号专业、电子信息专业以及其他相关专业的教科书,也可作为铁路通信技术人员、轨道交通通信技术人员的参考书。读者可以通过本书了解通信技术和铁路通信领域的全貌,帮助读者系统地学习铁路通信技术的相关知识和技能。

全书由龙章勇、卜爱琴主编,刘苏杨、段俊毅、贾爱茹副主编,北京铁路通信技术中心总工程师王胜军主审。龙章勇编写第一、四、五章,刘苏扬编写第二章,卜爱琴编写第三章,段俊毅编写第六章,卢德俊编写第七章,朱晓蓉编写第八章,贾爱茹编写第九章,朱柏洋编写第十章。

本书在编写过程中,得到了北京交通大学孙强教授的悉心指导和帮助,得到了中国铁道出版社的大力支持。本书的编写参考了大量的优秀书籍和珍贵资料,在此特向所有作者表示衷心的感谢。

本书得到“江苏省轨道交通控制工程技术研究中心开放基金”立项资助(立项号 201309)。

鉴于编者水平有限,难免有不妥之处,敬请指正。

编 者

2014 年 1 月于南京

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 通信网基本概念	1
第二节 铁路通信网概述	9
思考题	15
第二章 通信网基础	16
第一节 调制技术	16
第二节 数字传输技术	22
第三节 模拟信号的数字传输	35
第四节 图像通信技术	49
思考题	57
第三章 传 输 网	58
第一节 概 述	58
第二节 光纤与光缆	62
第三节 SDH/MSTP 传输系统	70
第四节 DWDM 传输系统	88
第五节 光传送网(OTN)	95
第六节 铁路传输系统	104
思考题	108
第四章 接 入 网	109
第一节 概 述	109
第二节 xDSL 接入技术	115
第三节 光纤接入技术	120
第四节 无线接入技术	130
第五节 铁路接入网系统	134
思考题	135
第五章 电话交换网	136
第一节 概 述	136
第二节 程控交换技术	141

第三节 铁路电话网·····	155
思考题·····	160
第六章 数据通信网·····	161
第一节 概 述·····	161
第二节 数据通信基本原理·····	163
第三节 数据网设备·····	189
第四节 铁路数据通信系统·····	193
思考题·····	202
第七章 移动通信网·····	203
第一节 概 述·····	203
第二节 移动通信基本技术·····	207
第三节 列车无线调度通信系统·····	213
第四节 铁路数字移动通信系统(GSM-R)·····	220
第五节 机车综合无线通信设备(CIR)·····	238
第六节 铁路宽带移动通信系统(LTE-R)·····	243
思考题·····	248
第八章 支撑网·····	249
第一节 信 令 网·····	249
第二节 同 步 网·····	256
第三节 网 管 网·····	272
思考题·····	280
第九章 铁路专用通信业务网·····	281
第一节 调度通信系统·····	281
第二节 会议电视系统·····	290
第三节 综合视频监控系统·····	298
第四节 铁路应急通信系统·····	305
思考题·····	315
第十章 通信电源·····	316
第一节 概 述·····	316
第二节 通信电源的种类·····	319
第三节 防雷与接地装置·····	326
第四节 电源及机房环境监控系统·····	331
思考题·····	339
参考文献·····	340

第一章 绪 论

第一节 通信网基本概念

一、通信和通信系统

(一) 通信定义

通信定义:通信是传递信息的手段,即将信息从发送器传送到接收器。

通信按传统理解就是信息的传输与交换,信息可以是语音、文字、符号、音乐、图像等等。任何一个通信系统,都是从一个称为信息源的时空点向另一个称为信宿的目的点传送信息。以长途和本地的有线电话网(包括光缆、同轴电缆网)、无线电话网(包括卫星通信、微波中继通信网)、有线电视网和计算机数据网为基础组成的现代通信网,通过多媒体技术可为家庭、办公室、医院、学校等提供文化、娱乐、教育、卫生、金融等广泛的信息服务。可见,通信网络已成为支撑现代社会最重要的基础结构之一。

通信目的:为了完成信息的传输和交换。

通信的一些相关概念:

(1) 信息:可被理解为消息中包含的有意义的内容。

信息一词在概念上与消息的意义相似,但它的含义却更普通化,抽象化。

(2) 消息:消息是信息的表现形式,消息具有不同的形式,例如符号、文字、语音、音乐、数据、图片、活动图像等。

也就是说,一条信息可以用多种形式的消息来表示,不同形式的消息可以包含相同的信息。例如:分别用文字(访问特定网站)和语音(拨打 121 特服号)发送的天气预报,所含信息内容相同。

(3) 信号:信号是消息的载体,消息是靠信号来传递的。信号一般为某种形式的电磁能(电信号、无线电、光)。

(二) 通信系统

通信系统是以实现通信为目标的硬件、软件以及人的集合。

1. 通信系统模型

图 1-1 是一个基本的点到点通信系统的一般模型。

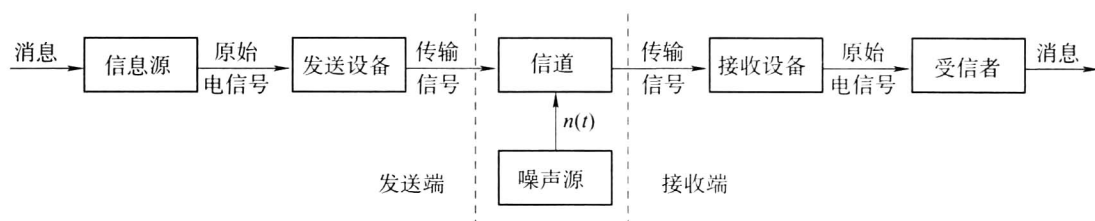


图 1-1 通信系统的一般模型

(1) 信息源:把各种可能消息转换成原始电信号;

(2) 发送设备:为了使原始电信号适合在信道中传输,把原始电信号变换成与传输信道相匹配的传输信号;

(3) 信道:信号传输的通道;

(4) 接收设备:从接收信号中恢复出原始电信号;

(5) 受信者:将复原的原始电信号转换成相应的消息。

2. 通信系统分类

通信系统可按多种方法进行分类。

按通信业务(即信源的种类)分类,可分为电话通信、数据通信、图像通信和多媒体通信系统等;

按传输媒介分类,可分为有线通信系统(包括铜双绞线和电缆、光纤和光缆等)和无线通信系统(包括微波和卫星通信链路、无线本地环路等);

按传输信号属性分类,可分为电子通信系统和光通信系统等;

按是否采用调制分类,可分为基带传输系统和频带传输系统;

按信号结构分类,可分为模拟通信系统和数字通信系统。

3. 模拟通信系统与数字通信系统

通信系统中的消息可以分为:

连续消息(模拟消息)——消息状态连续变化。如:语音、图像;

离散消息(数字消息)——消息状态可数或离散。如:符号、文字、数据。

信号是消息的表现形式,消息被承载在电信号的某一参量上。因此信号同样可以分为:

模拟信号——电信号的该参量连续取值。如:普通电话机收发的语音信号;

数字信号——电信号的该参量离散取值。如:计算机内 PCI/ISA 总线的信号。

模拟信号和数字信号可以互相转换。因此,任何一个消息既可以用模拟信号表示,也可以用数字信号表示。

相应的,通信系统也可以分为模拟通信系统与数字通信系统两大类。

(1) 模拟通信系统:模拟通信系统在信道中传输的是模拟信号。模型如图 1-2 所示。

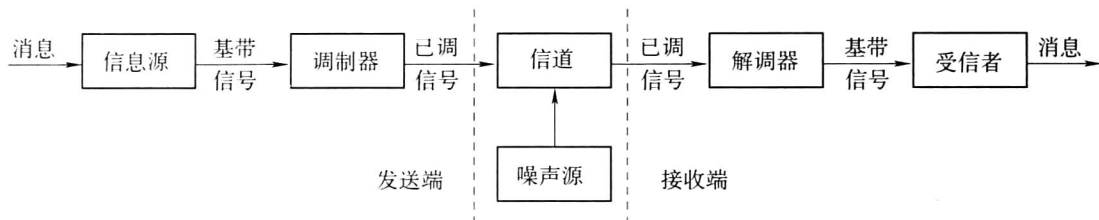


图 1-2 模拟通信系统模型

基带信号——即原始电信号,由消息转化而来的原始模拟信号,一般含有直流和低频成分,不宜直接传输;

已调信号——由基带信号转化来的,频域特性适合信道传输的信号。又称频带信号。

对模拟通信系统进行研究的主要内容就是研究不同信道条件下不同的调制解调方法。

(2)数字通信系统:数字通信系统在信道中传输的是数字信号。模型如图 1-3 所示。

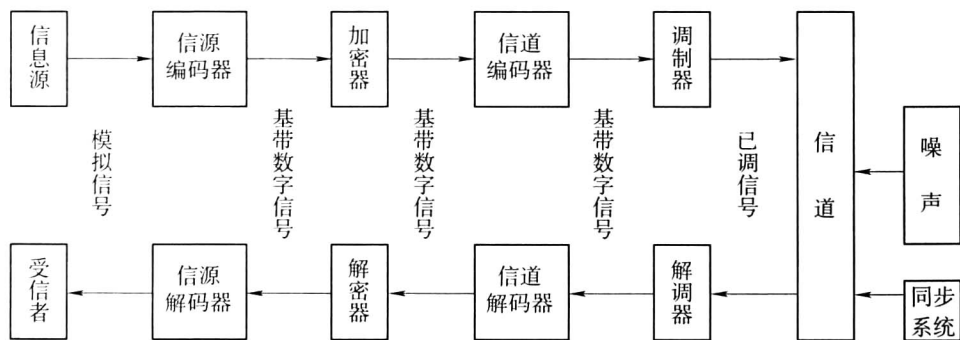


图 1-3 数字通信系统模型

信源编/解码器——实现模拟信号与数字信号之间的转换;

加/解密器——实现数字信号的保密传输;

信道编/解码器——实现差错控制功能,用以对抗由于信道条件不良造成的误码;

调制/解调器——实现数字信号的传输与复用。

以上各个部分的功能可根据具体的通信需要进行设置,对数字通信系统进行研究的主要内容就是研究这些功能的具体实现方法。

数字通信具有以下显著特点:

①数字电路易于集成化,因此数字通信设备功耗低、易于小型化;

- ②再生中继无噪声累积,抗干扰能力强;
- ③信号易于进行加密处理,保密性强;
- ④可以通过信道编码和信源编码进行差错控制,改善传输质量;
- ⑤支持各种消息的传递;
- ⑥数字信号占用信道频带较宽,因此频带利用率较低。

(三) 通信方式

通信方式是指通信双方之间的工作方式或信号传输方式。

根据信号传送的方向与时间关系,通信方式可以分单工、半双工和全双工三种。

单工:两地间只能在一个指定的方向上进行传输,一个数据终端固定作为数据源,而另一个固定作为数据宿,如图 1-4(a)所示,在二线连接时可能出现这种工作方式。

半双工:两地间可以在两个方向上进行传输,但两个方向的传输不能同时进行,利用二线电路在两个方向上交替传输数据信息。由 A 到 B 方向一旦传输结束,为使信息从 B 传送到 A,线路必须倒换方向,如图 1-4(b)所示。

全双工:两地间可以在两个方向上同时进行传输。在四线连接中均采用这种工作方式,如图 1-4(c)所示。在二线连接中,采用某些技术(如回波消除,频带分割)也可以进行双工传输。

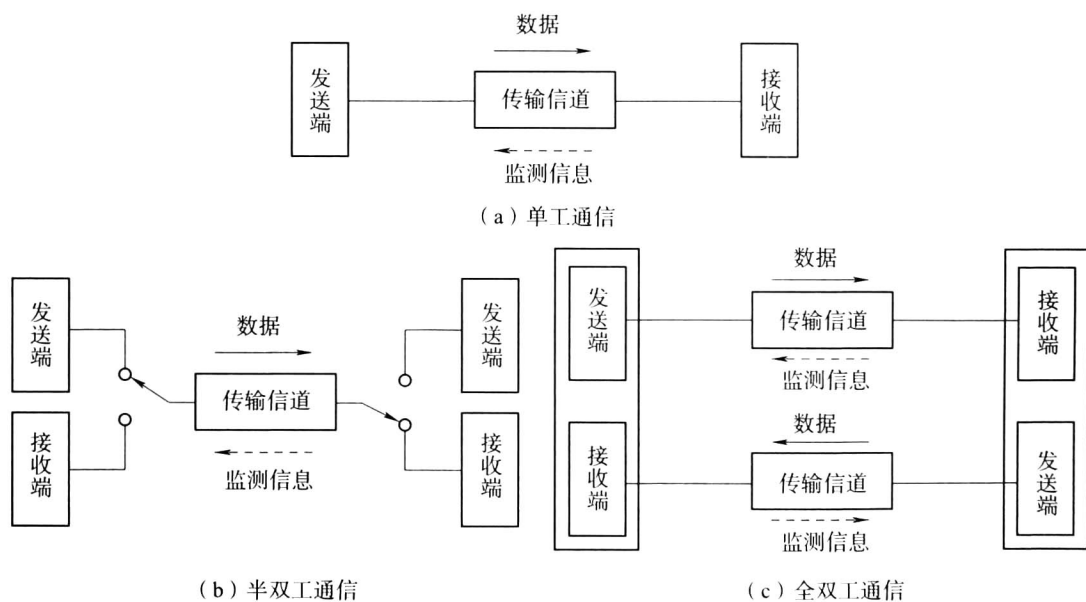


图 1-4 通信方式

在数字通信中,按照数字信号码元排列方式不同,可分为并行传输与串行传输。如图 1-5 所示。

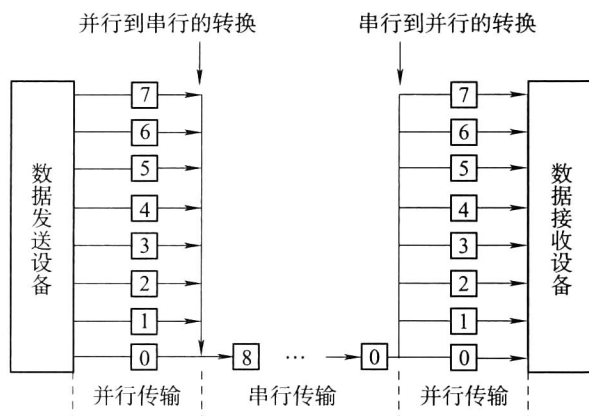


图 1-5 并行传输与串行传输

所谓并行传输指的是数据以成组的方式,在多条并行信道上同时进行传输。常用的就是将构成一个字符代码的几位二进制码,分别在几个并行信道上进行传输。例如,采用 8 比特代码的字符,可以用 8 个信道并行传输,一次传送一个字符,因此收、发双方不存在字符的同步问题,不需要另加“起”、“止”信号或其他同步信号来实现收、发双方的字符同步,这是并行传输的一个主要优点。但是,并行传输必须有并行信道,这往往带来设备或实施条件上的限制,因此较少采用。一般适用于计算机和其他高速数据系统的近距离传输。

所谓串行传输指的是数据流以串行方式,在一条信道上传输。一个字符的 8 位二进制码,由高位到低位顺序排列,再接下一个字符的 8 位二进制码,这样串接起来形成串行数据流传输。串行传输只需要一条传输信道,传输速度远远慢于并行传输,但易于实现,成本低,是目前采用的主要传输方式。

但是串行传输存在一个收、发双方如何保持码组或字符同步的问题,这个问题不解决,接收方就不能从接收到的数据流中正确地区分出一个个字符来,因而传输将失去意义。如何解决码组或字符的同步问题,目前有两种不同的解决办法,即异步传输方式和同步传输方式。

(四) 信息与信息量

一般将语言、文字、图像或数据称为消息,将消息给予受信者的新知识称为信息。

因此,消息与信息不完全是一回事,有的消息包含较多的信息,有的消息根本不包含任何信息。为了更合理地评价一个通信系统传递信息的能力,需要对信息进行量化,即用“信息量”这一概念表示信息的多少。

如何评价一个消息中所含信息量为多少呢?既可以从发送者角度来考虑,也可以从接收者角度来考虑。一般我们从接收者角度来考虑,当人们得到消息之前,

对它的内容有一种“不确定性”或者说是“猜测”。当受信者得到消息后,若事前猜测消息中所描述的事件发生了,就会感觉没多少信息量,即已经被猜中;若事前的猜测没发生,发生了其他的事,受信者会感到很有信息量,事件若越是出乎意料,信息量就越大。

事件出现的不确定性,可以用其出现的概率来描述。因此,消息中信息量 I 的大小与消息出现的概率 P 密切相关,如果一个消息所表示的事件是必然事件,即该事件出现的概率为 100%,则该消息所包含的信息量为 0,如果一个消息表示的是不可能事件,即该事件出现的概率为 0,则这一消息的信息量为无穷大。

为了对信息进行度量,科学家哈莱特提出采用消息出现概率倒数的对数作为信息量的度量单位。

定义:若一个消息出现的概率为 P ,则这一消息所含信息量 I 为:

$$I = \log_a \frac{1}{P} \quad (1-1)$$

当 $a=2$,信息量单位为比特(bit),是目前应用最广泛的信息量单位。

以下举例说明信息量的含义:

不可能事件: $P=0, I=\infty$;

小概率事件: $P=0.125, I=3$;

大概率事件: $P=0.5, I=1$;

必然事件: $P=1, I=0$ 。

可见,信息量 I 是事件发生概率 P 的单调递减函数。

图 1-6 表达了对于等概率出现的离散消息信息量的度量方式。

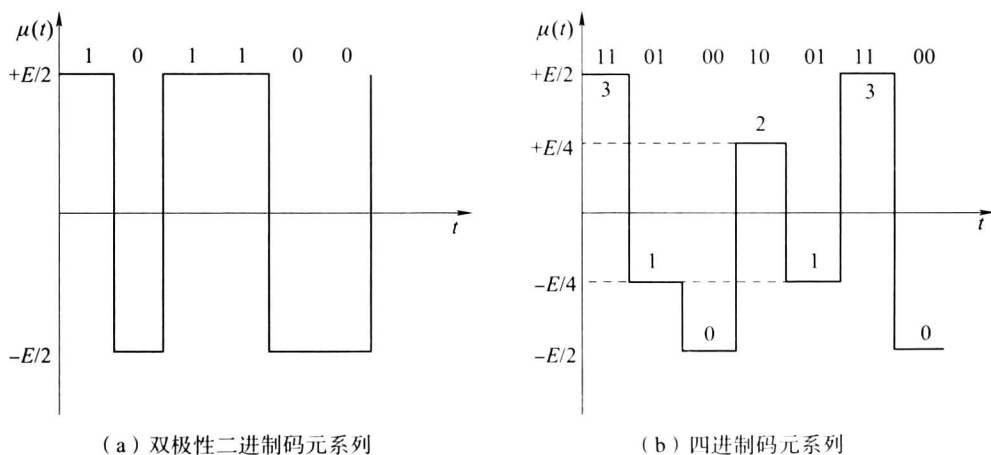


图 1-6 二进制和四进制码元系列

对于双极性二进制码元系列,只有两个计数符号(0和1)的进制码系列,如果0、1出现的概率相等,即 $P(0) = P(1) = 1/2$,那么任何一个0或1码元的信息量为:

$$I = \log_2 \frac{1}{P(0)} = \log_2 \frac{1}{P(1)} = \log_2 2 = 1(\text{bit}) \quad (1-2)$$

对于四进制码元系列,共有四种不同状态:0、1、2、3,每种状态必须用两位二进制码元表示,即00、01、10、11。如果每一种码元出现的概率相等,即 $P(0) = P(1) = P(2) = P(3) = 1/4$,那么任何一个0、1、2、3码元的信息量为:

$$I = \log_2 \frac{1}{P(0)} = \log_2 \frac{1}{P(1)} = \log_2 \frac{1}{P(2)} = \log_2 \frac{1}{P(3)} = \log_2 4 = 2(\text{bit}) \quad (1-3)$$

由以上分析可知,多进制码元包含的信息量大,所以采用多进制信息编码时,信息传输效率高。当采用二进制时,噪声电压大于 $E/2$ 才会引起误码;而当采用四进制时,只要噪声电压大于 $E/4$ 就会引起误码,因此,进制数越大,抗干扰能力也就越差。

二、通信系统主要性能指标

在设计或评估通信系统时,往往要涉及通信系统的主要性能指标,否则将无法衡量其质量的优劣。性能指标即质量指标,它们是对整个系统综合规定的。

通信系统最主要的质量指标是传输信息的有效性和可靠性。有效性指传输一定信息量时所占用的信道资源(如频带宽度),或者说是传输的“速度”的问题;而可靠性指接收信息的准确程度,是一个“质量”的问题。显然,有效性和可靠性是互相矛盾的,要求传输速率高,质量就差一些;要求传输质量好,则速度就要受到限制。通常只能依据实际要求取得相对的统一。当然有效性和可靠性在一定条件下是可以进行互换的。

此外,通信系统的性能指标还涉及标准性、经济性、适应性和维护使用等。

(一) 模拟通信系统的有效性和可靠性

在模拟通信系统中,信号传输的有效性通常是用有效传输频带来衡量的。同样的消息用不同的调制方法,需要不同的频带宽度。例如,调频波的频带比调幅波的频带宽得多,因此在同样的传输线路上传输调频波的有效性就不如调幅波。

模拟通信系统的可靠性通常用接收端解调器输出信噪比来衡量。

由于信道内存在噪声,因此模拟通信系统的接收端接收到的波形实际上是信号和噪声的混合物,它们经过解调后同时在通信系统的输出端出现。因此,噪声对模拟信号的影响可用信号与噪声的平均功率之比来衡量,称为信噪比,通常采用分贝为单位。

信噪比定义为:

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{dB}} = 10 \lg \frac{S}{N} = L_S - L_N (\text{dB}) \quad (1-4)$$

式中, S 为信号的平均功率; N 为噪声的平均功率; L_S 为信号功率电平; L_N 为噪声功率电平。所以信噪比还可以定义为信号功率电平与噪声功率电平之差。

信噪比越大, 通信质量越高, 信息内容的准确性也就越高。输出信噪比一方面与信道内噪声大小和信号功率有关, 同时又和调制、解调方式有很大关系。不同的解调方式对噪声的处理能力也不同。例如, 在调频系统内采用的鉴频器具有抑制噪声的能力, 因此输出信噪比可以提高; 而在调幅系统内采用包络检波器来解调就没有提高输出信噪比的能力, 因此调频系统的传输可靠性往往比调幅系统好。但是, 调频系统的传输有效性不如调幅系统, 这是有效性和可靠性之间的矛盾。

(二) 数字通信系统的有效性和可靠性

数字通信系统的有效性指标是传输速率和频带利用率, 可靠性指标是传输差错率。

1. 传输速率

(1) 比特率(信息速率) R_b : 指单位时间内所传送的信息量。单位为比特/秒 (bit/s)。

(2) 波特率(码元速率) R_B : 指单位时间内所传送的码元数目。单位为波特 (Baud)。

比特率和波特率虽然都是用来衡量数字通信系统有效性的, 但两者之间是有区别的。二进制情况下, 两者在数值上相等, 但单位不同。多进制情况下两者在数值上不相等, 两者间的关系为:

$$R_b = R_B \log_2 M (\text{bit/s}) \quad (1-5)$$

式中, M 为多进制数。

由式(1-5)可知, 若采用多进制码元传输信息, 可以提高信息的传输速率。

2. 频带利用率

在比较不同通信系统的效率时, 只看传输速率是不够的, 还要看传输信息所占用的频带宽度。所以还可以用频带利用率来衡量通信系统的传输有效性。频带利用率定义为单位频带内的传输速率, 用 η 表示, 单位为比特/秒·赫 [(bit/s)·Hz] 或波特/赫兹 (Baud/Hz)。

3. 传输差错率

(1) 误信率(误比特率) P_b : 指接收端收到的错误比特数在传送总比特数中所占的比例。

$$P_b = \text{错误比特数} / \text{传输总比特数} \quad (1-6)$$

(2) 误码率(误符号率) P_e :指接收端收到的错误码元数在传送总码元数中所占的比例。

$$P_e = \text{错误码元数} / \text{传输总码元数} \quad (1-7)$$

三、通信网络组成和分类

众多的用户要想完成相互之间的通信过程,依靠由传输媒质组成的网络来完成信息的传输和交换,这样就构成了通信网络。

(一) 通信网络组成

通信网络从功能上可以划分为接入设备、交换设备、传输设备。

(1) 接入设备:包括电话机、传真机等各类用户终端,以及集团电话、用户小交换机、集群设备、接入网等;

(2) 交换设备:包括各类交换机和交叉连接设备;

(3) 传输设备:包括用户线路、中继线路和信号转换设备,如:双绞线、电缆、光缆、无线基站收发设备、光电转换器、卫星、微波收发设备等。

此外,通信网络正常运作需要相应支撑网络的存在。支撑网络主要包括同步网、信令网、电信管理网(网管网)三种类型。

(1) 同步网:保证网络中的各节点同步工作;

(2) 信令网:可以看作是通信网的神经系统,利用各种信令完成保证通信网络正常运作所需的控制功能;

(3) 电信管理网(网管网):完成电信网和电信业务的性能管理、配置管理、故障管理、计费管理、安全管理。

(二) 通信网络分类

按业务种类可分为电话网、电报网、传真网、广播电视网以及数据网等;

按所传输的信号形式可分为数字网和模拟网;

按服务范围可分为本地网、长途网和国际网;

按运营方式可分为公用通信网和专用通信网;

按组网方式可分为移动通信网、卫星通信网等。

第二节 铁路通信网概述

一、铁路通信作用

铁路是国民经济大动脉,是国家交通运输的重要支柱。特别是改革开放以来,我国铁路建设出现了前所未有的大发展,随着六次大提速的进行,越来越多的电气化铁路开通,建设运营了时速 300 km 以上的高速铁路。截至 2013 年底,全路共有

5 000 多个车站,全国铁路营业里程超过 10 万 km,居世界第二位;高铁运营里程突破 1 万 km,居世界第一位。铁路已成为我国经济社会发展的重要基础设施,在推进我国经济社会发展,构建社会主义和谐社会中发挥着重要作用。

覆盖全路的铁路通信网是直接为铁路运输生产和铁路信息化服务的通信设施。随着国民经济的快速发展,铁路运输的装备和运输承载能力也在飞速发展,现代化的铁路对通信的方式要求越来越多,依赖程度越来越高,铁路通信已成为铁路运输不可或缺的组成部分。

铁路通信在铁路运输中的重要作用主要表现在组织运输、提高运输效率、保证行车安全、提高经营管理水平和管理效率等方面。

二、铁路通信现状

随着铁路建设和更新改造,铁路通信网不断扩大规模、提升能力,为铁路运输生产和内部管理提供了专用通信业务,为铁路现代化和信息化应用提供了基础网络支撑,在我国高原、重载铁路成套技术和客运专线技术的发展过程中发挥了重要作用。

1. 承载网初具规模,基础通信设施不断增加

通信光缆、电缆覆盖全国铁路线,其中长途通信光缆约 12 万 km,长途电缆约 8 万 km,架空明线约 1 万 km。以密集波分复用(DWDW)、同步数字系列(SDH)和多业务传送平台(MSTP)技术为主构建的光传输网基本覆盖铁路沿线车站,承载了铁路各类专用通信业务,为 CTC 系统、客票、公安等重要信息系统组网、铁路计算机网和数据通信网提供了传输通道,但传输系统能力已近饱和。

铁路数据通信网由建设于不同时期的铁路计算机网、客运专线数据网和由铁通公司划转的专用数据网构成,三部分网络采用相同的技术,相互独立,分别承载着铁路办公、运输生产、统计、经营管理、旅客服务等信息系统和安全生产监测、监控系统以及视频监控、会议电视、GPRS 等专用通信系统。铁路数据通信网在规模和能力上均不能满足铁路信息化需要。

时钟同步网、通信设备网管和通信电源及机房环境监控等系统普遍运用,部分铁路局设置了通信综合网管系统。

2. 列车无线调度通信技术升级换代,车地通信质量不断提高

我国铁路自上世纪 80 年代开始装备的 450 MHz 模拟制式列车无线调度通信系统(无线列调),覆盖全国约 7 万 km 普速铁路,承载了列车无线调度电话、调度命令信息和车次号校核信息传送、列尾风压查询等业务,系统承载业务的信道能力已经饱和。随着高原、重载和客运专线铁路建成的铁路数字移动通信系统(GSM-R),承载了调度通信、CTCS-3 级列车控制信息传送、机车同步操控信息传送、调度