

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材



专业关键技术教材

高速铁路通信技术 ——业务网

◎ 中国铁路总公司

GAOSU TIELU TONGXIN JISHU
YEWUWANG

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材

专业关键技术教材

高速铁路通信技术

——业务网

中国铁路总公司

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书为中国铁路总公司组织编写的高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材之一,是通信专业关键技术教材。全书共五篇十八章,主要内容包括:业务网基础知识、铁路调度通信、铁路会议通信、铁路综合视频监控、铁路应急通信等五部分。

本书适用于高速铁路通信专业技术人员培训,也可供业务网相关设备运用管理人员学习,对各类职业院校相关师生学习也有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

高速铁路通信技术·业务网/中国铁路总公司

编著. —北京: 中国铁道出版社, 2016. 4

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材

ISBN 978-7-113-19242-6

I. ①高… II. ①中… III. ①高速铁路—铁路通信—技术培训—教材 IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 210515 号

书 名: 高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材
高速铁路通信技术——业务网
作 者: 中国铁路总公司

责任编辑: 亢嘉豪 崔忠文 编辑部电话: (路) 021-73146 电子信箱: dianwu@vip.sina.com
(市) 010-51873146

封面设计：崔丽芳
责任校对：焦桂荣
责任印制：陆宁 高春晓

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：北京精彩雅恒印刷有限公司

版次: 2016 年 4 月第 1 版 2016 年 4 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16 印张: 12.25 字数: 297 千

书 号: ISBN 978-7-113-19242-6

定 价：58.00 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

Preface 前言

党的十六大以来,在党中央、国务院的正确领导下,我国铁路事业得到了快速发展,目前,中国高速铁路运营里程已经位居世界第一。在建设和运营实践中,我国高速铁路积累了丰富的经验,取得了大量创新成果。将这些经验和成果进行系统总结,编写形成规范的培训教材,对于提高培训质量、确保高速铁路安全有着十分重要的意义。为此,中国铁路总公司组织相关专业的技术力量,统一编写了这套高速铁路管理人员和专业技术人员培训系列教材。

本套培训教材共分高速铁路行车组织、机务、动车组、供电、工务、通信、信号、客运8个专业,每个专业分为科普教材、专业关键技术教材和案例教材三大系列。科普教材定位为高速铁路管理人员普及型读物,对本专业及相关专业知识进行概论性介绍,学习后能够基本掌握本专业所需的基本知识、管理重点、安全关键;专业关键技术教材定位为高速铁路专业技术人员使用的学习用书,对本专业关键技术进行系统介绍,学习后能够初步掌握本专业新技术和新设备的运用维护关键技术;案例教材定位为高速铁路岗位人员学习用书,对近年来中国高速铁路运营实践中发生的典型案例及同类问题的处理方法进行总结归纳,学习后能为处理同类问题提供借鉴。

本书为通信专业关键技术教材《高速铁路通信技术——业务网》。业务网是提供铁路通信业务网络的总称。全路组网的业务系统主要包括铁路调度通信系统、会议通信系统、铁路综合视频监控系统、铁路应急通信系统等。铁路调度通信系统是铁路通信网中重要的专用通信系统,为铁路总公司、铁路局、车站调度员、值班员与所管辖区内有关运输生产作业人员之间业务联系使用的专用电话业务,是指挥列车运行、保证行车安全、提高运输效率的重要设施。会议通信系统是利用视频会议设备和数字传输电路(数据网)传送活动图像、语音、应用数据(电子白板、计算机屏幕)等信息,为参加会议的各方提供交互式的会议业务。铁

路综合视频监控系统是采用现代视频监控技术和 IP 传输方式构建的网络化、数字化的视频监控系统,系统提供应用所需的视频图像,满足铁路多个业务部门及铁路其他信息系统对视频信息的需求,从而实现视频网络资源和信息资源的共享。铁路应急通信系统是在铁路发生自然灾害、行车事故或其他突发性公共事件时,为确保救援指挥需要,在突发事件现场与应急救援指挥中心之间、应急救援指挥中心与应急救援指挥分中心之间以及突发事件现场内部建立的语音、数据、图像传送的通信系统。

全书分为五篇:基础知识,铁路调度通信,铁路会议通信,铁路综合视频监控,铁路应急通信。业务网基础知识的主要内容包括:音频编解码技术、视频编解码技术、常用通信协议、相关通信技术、音视频质量评价方法。铁路调度通信的主要内容包括:调度通信系统、调度通信设备和维护。铁路会议通信的主要内容包括:视频会议系统、视频会议设备和维护。铁路综合视频监控的主要内容包括:综合视频监控系统、综合视频监控设备和维护。铁路应急通信的主要内容包括:应急通信系统、应急通信设备和维护。

本书由闫永利主编,卢燕飞主审。参加编写人员有:魏有银(第二篇)、付翠竹(第三篇)、崔万利(第四篇)、宋明(第五篇)。参加审定人员有:李力、马知宇、任启军。本书编写过程中,还得到了沈尧星、陈金华、周军民等专家的大力支持与帮助,在此一并表示衷心感谢!

由于近年来高速铁路技术发展较快,同时编者的水平及精力所限,本书内容不全面、不恰当甚至错误的地方在所难免,热忱欢迎使用本书的广大读者以及行业内专家学者对本书提出批评、指正意见,以便编者对本书内容不断地改进和完善。

编 者

二〇一五年十月

Contents 目 录

第一篇 业务网基础知识

第一章 基本知识	1
第一节 通信基本模型	1
第二节 OSI 模型	5
第三节 高速铁路通信系统的业务应用	6
第二章 音频编解码技术	8
第一节 音频编解码技术的发展	8
第二节 音频编码技术及标准	8
第三章 视频编解码技术	12
第一节 视频编解码技术的发展	12
第二节 MPEG-4 标准	14
第三节 H. 264 标准	14
第四节 AVS 标准	16
第五节 智能视频处理技术	16
第四章 常用通信协议	18
第一节 语音通信控制协议	18
第二节 视频会议控制协议	20
第三节 网络通信协议	22
第五章 相关通信技术	24
第一节 多路复用技术	24
第二节 数字锁相环技术	25
第三节 回波相消技术	25
第四节 会议桥	26
第五节 WLAN 技术	27

第六章 音视频质量评价方法	29
第一节 主观评价方法	29
第二节 客观评价方法	30

第二篇 铁路调度通信

第七章 铁路调度通信概述	32
第一节 铁路调度通信的发展	32
第二节 铁路调度通信系统的特点	33
第八章 铁路调度通信系统	34
第一节 铁路调度通信系统功能	34
第二节 铁路调度通信系统构成	35
第三节 铁路调度通信系统组网	42
第四节 铁路调度通信主要业务的实现方式	43
第五节 铁路调度通信系统用户编号	46
第六节 铁路调度通信系统与其他系统/设备的互联	49
第七节 铁路调度通信系统质量标准	51
第九章 铁路调度通信设备和维护	53
第一节 铁路调度通信设备简介	53
第二节 铁路调度通信设备维护	72

第三篇 铁路会议通信

第十章 铁路会议通信概述	75
第一节 会议通信的发展	75
第二节 铁路视频会议系统的现状和特点	76
第十一章 铁路视频会议系统	79
第一节 铁路视频会议系统功能	79
第二节 铁路视频会议系统构成	82
第三节 铁路视频会议系统组网	84
第四节 铁路视频会议系统与其他系统/设备的互联	88
第五节 铁路视频会议系统质量标准	89
第十二章 铁路视频会议设备和维护	91
第一节 铁路视频会议设备简介	91
第二节 铁路视频会议外部设备	107

第三节	铁路会议室环境要求	116
第四节	铁路视频会议设备维护	119
第四篇 铁路综合视频监控		
第十三章	铁路综合视频监控概述	122
第一节	视频监控技术	122
第二节	铁路综合视频监控系统的特點	125
第十四章	铁路综合视频监控系统	128
第一节	铁路综合视频监控系统功能	128
第二节	铁路综合视频监控系统构成和组网	131
第三节	铁路综合视频监控系统与其他系统/设备的互联	134
第四节	智能分析技术	136
第十五章	铁路综合视频监控设备和维护	145
第一节	铁路综合视频监控设备简介	145
第二节	铁路综合视频监控设备维护	161
第五篇 铁路应急通信		
第十六章	铁路应急通信概述	167
第一节	铁路应急通信的发展	167
第二节	铁路应急通信业务的特点和要求	168
第三节	高速铁路应急救援指挥体系	169
第十七章	铁路应急通信系统	174
第一节	铁路应急通信组成	174
第二节	铁路应急通信系统拨号原则	181
第三节	公网移动通信网在铁路应急通信中的运用	182
第十八章	铁路应急通信设备和维护	183
第一节	铁路应急通信设备简介	183
第二节	铁路应急通信设备维护	183
参考文献		188

第一篇 业务网基础知识

结合高速铁路通信业务特点,本篇主要介绍通信相关概念和常识、基础知识以及关键技术。

首先简要介绍通信基本模型和 OSI 模型,以期读者对通信有概括性的了解;然后结合音视频应用,主要讲述音视频模拟信号的数字化及编码标准,同时对数字音视频信号传输和交换控制协议进行介绍;最后介绍语音和图像质量的评价方法。

第一章 基本知识

第一节 通信基本模型

一、通信系统的定义与特点

在人类的活动过程中需要相互之间传递各种信息,也就是说将承载着各种信息的信号通过某种方式由发送者传递给接收者,这种信息的传递过程就是通常所说的通信。用电信号或光信号传递和交换信息的系统,称为电信系统。

人类社会活动所有不同的消息都可以归为两类:一类称为连续消息,另一类称为离散消息。连续消息是指消息的状态是连续的,如强弱连续变化的语音、亮度连续变化的图像等,连续消息又称作模拟消息,信息中随时间变化而连续取值的信号称连续信号或模拟信号,如普通电话机输出的信号就是模拟信号,传输模拟信号的通信系统称为模拟通信系统;离散消息是指消息的状态是离散可数的,它们不是时间的连续函数,其取值仅为有限可数的离散值,把这样的消息称为离散消息或数字消息,信息中时间和状态都是离散的信号称作离散信号或数字信号,如电报、数字、数据、监控指令等,传递数字信号的通信系统称为数字通信系统。

数字通信比模拟通信更能适应人们对通信的更高要求,具有如下特点:(1)数字信号便于存储;(2)数字通信的抗干扰能力强,可通过再生消除干扰的积累;(3)数字信号可变为光脉冲信号,易于通过光纤传输;(4)数字信号容易加密;(5)数字通信可靠性高,可通过冗余校验实现差错控制;(6)灵活性与通用性良好,因数字通信中各类消息实质上均为二进制码,便于传输和处理。

二、通信系统的构成及作用

在人类社会活动中,交换与传递信息所需的一切技术设备的集合俗称为通信系统(实际是通信系统的一部分,不包括烽火传信、飞鸽传书等方式)。通信系统的种类繁多,但其基本模型都可以用图 1—1 来表示。

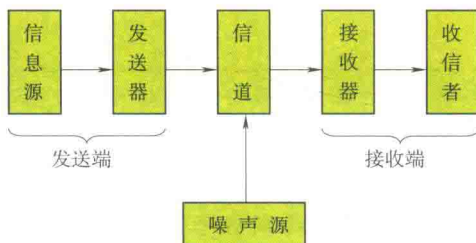


图 1—1 通信系统的基本模型

图 1—1 所示的基本模型是单向的通信系统,如广播、无线寻呼系统等。通常点对点通信系统都应该是双向的,即通信的双方都拥有收/发信设备,传输媒介也是能双向传输的,如电话通信系统。下面介绍通信系统构成及每个组成部分的作用。

1. 信息源:即信源,是各类信息产生的源点。可以是人说话的声音、看到的图像,也可以是计算机(PC机)发出的某条指令等。根据信息源输出信号性质的不同可以分为连续性信息源与离散性信息源。连续性信息源(如电话机、摄像机等)输出连续幅度信号;离散性信息源(如电传机、计算机等)输出离散的符号序列或文字。通常,信息源需把待传送的信息(如语言、报文、数据和图像等)转变为电信号或光信号。

2. 发送器:即发送设备,也称为变换器,它的主要作用是将信息源发生的信息(原始电信号或光信号)变换成适合在信息交换与传输通道中传送的信号。

3. 信道:信号传输的通路称为信道。在传输信号的同时也对信号造成损害(如使信号产生畸变)。信道按传输介质的种类不同可以分为有线信道和无线信道。在有线信道中电信号(或光信号)在架空明线、电缆、光缆等传输媒介上传输;在无线信道中电信号沿空间传输。

4. 接收器:即接收设备,也称为反变换器,工作过程是发送设备的逆过程,也就是还原的过程。它的基本功能是完成和发送设备相反的变换,从传输媒质输出的带有噪声和干扰的信号(包括有用信号)中恢复出原始信号。

5. 收信者:即信宿,也就是信息传送的终点,是将复原的原始电信号转换为相应的消息(如耳机、扬声器恢复出的原始电信号变换为语音)。它可以与信息源相对应构成一人通信或机—机通信;也可以与信息源不一致,构成一人—机通信或机—人通信。

6. 噪声源:通信系统内各种噪声和干扰影响的等效结果。通信系统的噪声来自系统各个组成部分,从发送和接收信息的周围环境,各种设备的电子器件到信道所受到的外部电磁场干扰,都会对信号形成噪声影响。在通信系统中,信号通过媒介一般要经过长距离的传输,极易受到噪声的干扰。同时由于传输损耗使得进入接收设备的信号十分微弱,所以在系统内相关的环节要有抑制噪声与干扰的设备,以防止有用信息的失真降低到最低限度。

三、通信系统的分类

通信系统的分类方法较多,通常采用按消息的物理特征、传输媒质、系统组成的特点、传输信号的特征、调制方式和复用方式来分类。下面简要介绍相关分类。

(一)按消息的物理特征来分类

根据消息物理特征的不同,可分为电话通信、电报通信、数据通信和图像通信等。这些系统可以是专用的,但通常是融合的或并存的。随着通信网络和计算机技术的发展,网络统一承载、终端融合使用正在改变我们的生活方式。

(二)按传输媒质来分类

按传输媒质的不同可分为无线通信和有线通信。无线通信通常是借助于电磁波在自由空间进行传播;而有线通信的传输媒质可以是架空明线、电缆和光缆等。无线通信根据电磁波波长的不同可分为长波通信、中波通信、短波通信、微波通信等。

(三)按系统组成的特点来分类

1. 短波通信系统。该系统工作在 $2 \sim 30$ MHz 的短波波段,传输带宽窄,系统容量小,主要用于特殊的业务和军事通信中。

2. 微波中继通信系统。采用微波波段 $2 \sim 12$ GHz 进行通信,传输带宽高,系统容量大,主要用于长距离通信。

3. 卫星通信系统。它是在地面微波中继通信和空间技术基础上发展起来的,是微波中继通信系统的一种特殊形式,覆盖区域大,通信距离远,利用三颗人造同步卫星可实现全球通信。

4. 光纤通信系统。光波为载波,光纤为传输媒介的通信系统。光纤通信以其高带宽、小衰耗、低成本等特性已成为通信技术的主流技术,并已步入我们的家庭。

5. 移动通信系统。以移动体对固定地点之间或移动体之间的通信,目标是任何人、任何地点、任何时间都可以进行通信,移动通信系统运用了多种通信技术。

6. 电视通信系统。主要指各种有线电视通信设备与线缆系统。

(四)按传输信号的特征来分类

传输模拟信号的通信系统称为模拟通信系统,传输数字信号的通信系统称作数字通信系统。与数字通信相比,模拟通信设备相对简单,但传输占用频带窄,抗干扰能力差。

数字通信抗干扰能力强,有较好的保密性和可靠性,易于集成化,缺点是构成较为复杂。数字通信系统模型如图 1—2 所示。

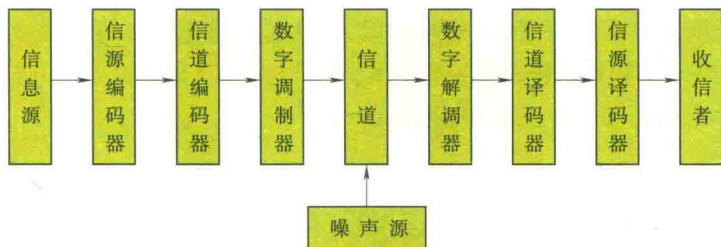


图 1—2 数字通信系统模型

(五)按调制方式来分类

根据是否采用调制方式,可将通信系统分为基带传输和调制传输(又称频带传输)。基带传输是将未经调制的原始电信号(或光信号)直接在线路上进行的一种传输,如音频市内电话和数字信号的基带传输等;调制传输是先对原始电信号(或光信号)进行调制后再在信道上进行的一种传输。

(六)按复用方式分类

在通信系统中,信道能提供比原始电信号(或光信号,又称基带信号)高得多的带宽,为提高信道利用率,将多路信号同时在信道内传送,这就是复用技术。它可分为基带复用、频分复用、时分复用与码分复用四种复用方式。

1. 基带复用:指在短距离内直接在传输介质上传输模拟基带信号的系统,优点是线路设备简单,缺点是传输介质的带宽利用率较低,不适于在长途线路上用。

2. 频分复用:用频谱搬移的方法使各路基带信号分别占用不同的频率范围,目前主要用于微波链路和铜线介质上,在光纤介质上该方式更习惯被称为波分复用。波分复用原理就是在保证一定频率间隔情况下,使光纤上单个波长的信道传输变为多个波长同时传输多路光信号,以充分利用光纤资源,提高信息传输容量。

3. 时分复用:采用脉冲调制的方法使不同路数的信号占据不同的时间区间,它具有差错率低、安全性好、数字电路高集成度与带宽利用率高的特点,数字通信采用时分复用技术。

4. 码分复用:用一组正交的脉冲序列来分别携带不同的信号,主要用于空间通信的扩频通信系统中。

四、通信网络

要方便、快捷地提供各种通信业务,必须构建高带宽、广覆盖,具有移动性的通信网络。

(一)通信网络的定义

能够将声音、图像、文字、数据、视频等媒体转换成电信号或光信号,而且在任何两地间所处的通信终端设备以及人和通信终端设备之间,按照预先约定的规则(或称协议等)进行传输和交换建立的通信系统,为个人、企事业单位和社会提供各类通信服务,通常称之为通信网络。

(二)通信网络的组成与功能

通信网络系统一般由“用户终端接入系统”、“传输与汇聚系统”和“路由转换交换系统”以及“电信级质量监控保障系统”组成。其功能是要适应用户通信需要,实现通信网内任意两个或多个用户之间信息的交互。

(三)通信系统与通信网络系统的关系

通信网络来源于通信系统又高于通信系统。无论网络的种类、技术、功能等如何复杂,从物理硬件设施分析,通信系统是各种通信网络不可或缺的物质基础,这是一种自然发展规律,没有线就不能成为网。通信系统可以单独存在,而通信网络是通信系统的扩充,通信网络不能离开通信系统而单独存在。

(四)现代通信网络系统的特点

- 1. 技术的先进性:目前的通信技术发展趋势是以电信级的“IP 分组交换宽带网络”作为统一的承载话音业务、数据业务与交互式视频业务的通信平台,形成具有“三重业务传输能力”的综合信息 IP 传送网络。
- 2. 网络化与四维时空性:在地球上通信网所能覆盖的任何地方,人们都可以进行信息的传送。
- 3. 优质的服务性:高可靠性、传播对象大众化、质优价廉的商业模式、通信产品与服务的多样性。
- 4. 国民经济的基础产业性:通信行业是一个信息化社会的基础产业;信息化又是一种特殊的生产力。
- 5. 通信系统的分层结构:按专业功能分为物理媒介层、传输层和交换层;按通信服务的区域性分为用户终端网络、用户接入网、城域汇聚传输网、广域业务交换网。
- 6. 通信网络技术仍在持续高速发展。

第二节 OSI 模型

开放系统互联参考模型(OSI, Open System Interconnection)是一个协议规范。OSI 模型有 7 层结构,每层都可以有几个子层。OSI 的 7 层从下到上分别是:物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层。如图 1-3 所示。

一、物理层(Physical Layer)

传递信息需要通过一些物理媒体,如双绞线、同轴电缆等,但具体的物理媒体并不在 OSI 的 7 层之内,有人把物理媒体当作第 0 层,物理层的任务就是为它的上一层提供一个物理连接,以及它们的机械、电气、功能和过程特性。例如,规定使用电缆和接头的类型、传送信号的电压等。在物理层,数据还没有被组织,仅作为原始的位流或电气电压处理,单位是比特。

二、数据链路层(Data Link Layer)

数据链路层负责在两个相邻结点间的线路上,无差错地传送以帧为单位的数据。每一帧包括需传送的数据和一些必要的控制信息。数据链路层要负责建立、维持和释放数据链路的连接。在传送数据时,如果接收方检测到所传数据中有差错,就要通知发方重发这一帧。

三、网络层(Network Layer)

在通信网络中进行信息交换的两个终端之间可能会经过很多个数据链路,还可能经过很多通信子网。网络层的任务就是选择合适的网间路由和交换结点,确保数据及时传送。将数据链路层提供的帧组成数据包,包中封装有网络层包头,其中含有逻辑地址信息,即源

应用层
表示层
会话层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

图 1—3 数据通信系统的分层模型

站点和目的站点地址的网络地址。

四、传输层 (Transport Layer)

该层的任务是根据通信子网的特性,并以可靠和经济的方式有效利用网络资源,为两个端系统(也就是源站和目的站)的会话层之间,提供建立、维护和取消传输连接的功能,负责可靠地传输数据。在这传输,信息的传送单位是报文。

五、会话层 (Session Layer)

也可以称为会晤层或对话层,在会话层及以上的高层次中,数据传送的单位不再另外命名,统称为报文。会话层不参与具体的传输,它提供包括访问验证和会话管理在内的建立和维护应用之间通信的机制。例如,服务器验证用户登录便是由会话层完成的。

六、表示层 (Presentation Layer)

该层主要解决信息的语法表示问题,提供一种公共语言以便能进行互操作。它将欲交换的数据从适合于某一用户的抽象语法,转换为适合于 OSI 系统内部使用的传送语法,即提供语法转换、语法选择和连接管理服务。数据的压缩和解压缩、加密和解密等工作都由表示层负责。

七、应用层 (Application Layer)

应用层是 OSI 系统的最高层,直接和应用程序接口并提供网络应用服务。

通常把上面的 7 个层次分为低层与高层。低层为 1~4 层,是面向通信的;高层为 5~7 层,是面向信息处理的。

第三节 高速铁路通信系统的业务应用

高速铁路通信网络是由铁路承载网和相关业务网构建的综合通信网络,所应用技术的先进性、支撑业务的多样性和高可靠性的要求,决定了高速铁路通信网络的装备水准要高于普速铁路。目前高速铁路通信业务主要分为以下几个方面。

一、话音业务

话音业务属于通信基本业务,高速铁路通信系统所提供的话音业务最主要的是调度通信,其主要为铁路行车指挥、运输生产和经营管理提供固定话音服务,与 GSM-R 结合实现无线调度通信,为沿线各车站提供站内直通和相邻站间的话音通信。

除调度通信外,办公语音业务也是高速铁路通信业务之一,其主要为高速铁路各个车站及基层单位办公提供基本的有线公务自动电话服务;为在车站站场或沿线区间等非固定场所执行公务的工作人员提供公务移动电话服务。

二、数据业务

随着数据通信技术及信息技术的发展,高速铁路通信系统中的数据网所承载的数据业

务也越来越多,为高速铁路运营各种数据信息应用提供基础的网络承载。高速铁路通信系统可以提供以下的数据服务:

- (1) 为影响行车安全的数据专网提供专线服务,包括专用光纤和实时透明的数据专线;
- (2) 为各类信息系统提供承载网络,包括业务中心和终端的接入,其带宽和可靠性满足应用系统的要求;
- (3) 利用 GSM-R 网络实现车地信息交互,为在车站站场或沿线区间户外执行公务的工作人员提供公务移动低速数据服务。

三、图像通信业务

多媒体通信在高速铁路得到了广泛应用,目前主要的图像通信业务包括:

- (1) 为调度、客运、公安等部门提供视频监控业务;
- (2) 为调度指挥、运输生产和经营管理提供电视会议服务;
- (3) 为事故抢险提供应急图像通信业务。

图 1—4 所描述的是高速铁路通信系统各子系统组成及主要业务。有些业务由信号、电力等其他专业部门维护、使用和管理,通信专线或通信网络已经成为该业务系统不可或缺的组成部分,通信专业需要与各专业密切配合,做好其业务系统的构建和后期维护使用工作。本书重点介绍由铁路通信专业提供的业务系统,包括:调度通信系统、会议通信系统、视频监控系统及应急通信系统。

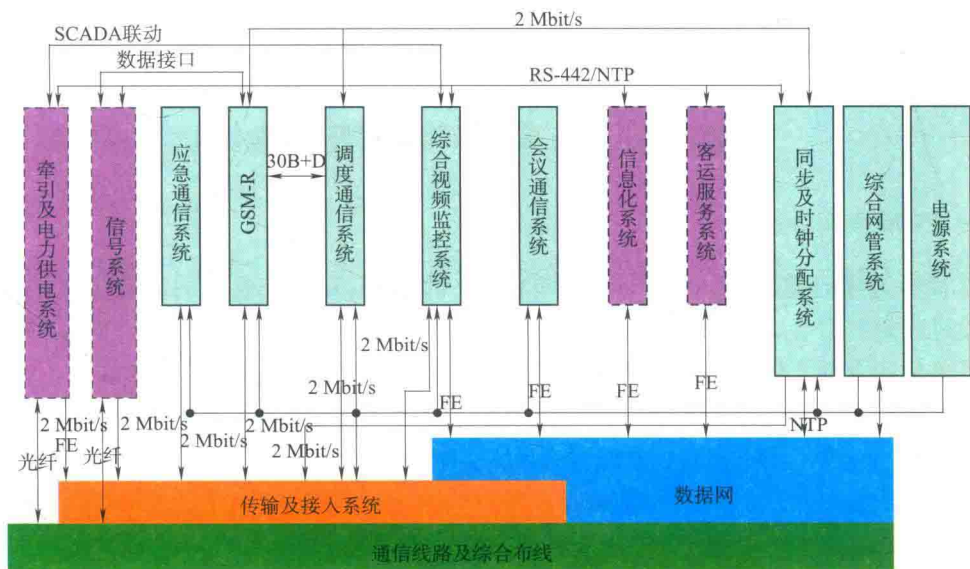


图 1—4 高速铁路通信系统各子系统组成及主要业务

第二章 音频编解码技术

第一节 音频编解码技术的发展

音频编码的主要目的是在保证一定重构质量的前提下,以尽量少的比特数来表征音频信息。目前声音的编码技术和标准很多,通常把已有的话音编译码器分成以下三种类型:波形编译码器(Waveform Codecs)、音源编译码器(Source Codecs)和混合编译码器(Hybrid Codecs)。一般来说,波形编译码器的话音质量高,但数据率也很高;音源编译码器的数据率很低,但产生的合成话音的音质有待提高;混合编译码器使用音源编译码技术和波形编译码技术,数据率和音质介于二者之间。目前在通信领域,主要使用波形编译码器和混合编译码器。

随着计算机网络、移动通信等的不断发展以及应用需求多样化的推动,音频编码技术的研究不再仅仅局限于压缩特性,而渐渐开始向网络适应性、用户交互性、高保真等方面转移,这从MPEG音频标准的发展过程中可见一斑。近几年来,音频编码技术一方面继续研究如何进一步提高压缩率和抗误码特性使其适合移动和网络多媒体应用,另一方面又不断地向无损编码、可伸缩编码、空间音频编码等分支方向发展。

第二节 音频编码技术及标准

一、PCM 编码

PCM 脉冲编码调制是 Pulse Code Modulation 的缩写,是数字通信的编码方式之一。它的主要过程是将话音、图像等模拟信号每隔一定时间进行取样,使其离散化,同时将抽样值按分层单位四舍五入取整量化,将抽样值按一组二进制码来表示抽样脉冲的幅值。

模拟信号数字化必须经过三个过程,即抽样、量化和编码,以实现模拟话音信号的数字化。

(一) 抽 样

抽样是把模拟信号以其信号带宽 2 倍以上的频率提取样值,变为在时间轴上离散的抽样信号的过程。例如,话音信号带宽被限制在 $0.3 \sim 3.4$ kHz 内,用 8 kHz 的抽样频率(f_s),就可获得能取代原来连续话音信号的抽样信号。对一个信号进行抽样获得的抽样信号是一个脉冲幅度调制(PAM)信号,如图 2—1 所示。对抽样信号进行检波和平滑滤波,即可还原出原来的模拟语音信号。

(二) 量 化

抽样信号在时间轴上是离散的信号,但仍然是模拟信号,其样值在一定的取值范围内,可有无限多个值。显然,对无限个样值一一给出数字码组来对应是不可能的。为了实现以

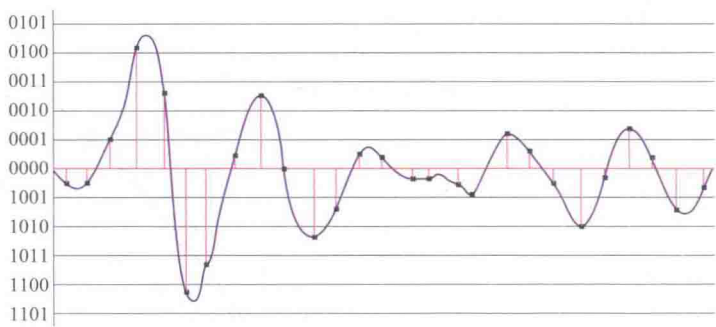


图 2—1 音频编码的数字化过程

数字码表示样值,必须采用“四舍五入”的方法把样值分级“取整”,使一定取值范围内的样值由无限多个值变为有限个值。这一过程称为量化。

量化后的抽样信号与量化前的抽样信号相比较有所失真,且不再是模拟信号。这种量化失真在接收端还原模拟信号时表现为噪声,这种噪声称为量化噪声。量化噪声的大小取决于把样值分级“取整”的方式,分的级数越多,即量化级差或间隔越小,量化噪声也越小。

(三) 编 码

量化后的抽样信号在一定的取值范围内仅有有限个可取的样值,且信号正、负幅度分布的对称性使正、负样值的个数相等,正、负向的量化级对称分布。若将有限个量化样值的绝对值从小到大依次排列,并对应地依次赋予一个二进制数字代码(例如,赋予样值 0 的二进制数字代码为 0),在码前以“+”、“-”号为前缀,来区分样值的正、负,则量化后的抽样信号就转化为按抽样时序排列的一串二进制数字码流。这种把量化的抽样信号变换成给定字长的二进制码流的过程称为编码。

二、音频编码标准

随着各种数字音频技术的应用,音频编码算法的标准越来越多,表 2—1 所示的是一些主流音频编码标准的主要特点。

表 2—1 主流音频编码标准的主要特点

序号	音频压缩标准	编码技术	声音质量	数据率
1	G. 711	波形编码—PCM 编码	话音质量	64 kbit/s
2	G. 721	波形编码—ADPCM	话音质量	32 kbit/s
3	G. 723. 1	混合编译码器	话音质量	5. 3/6. 3 kbit/s
4	G. 728	混合编译码器	话音质量	16 kbit/s
5	G. 729	混合编译码器	话音质量	8 kbit/s
6	GSM	混合编译码器	话音质量	13. 2 kbit/s
7	Mp3	混合编译码器	各种声音质量	128 kbit/s(常用)
8	G. 722. 1c	混合编译码器	调频广播(14 kHz)	24/48 kbit/s
9	G. 719	混合编译码器	CD 质量(20 kHz)	48 kbit/s