



北京市高等教育精品教材立项项目



电子信息与电气学科规划教材·电子信息科学与工程类专业

数字多媒体广播

李 栋 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY <http://www.phei.com.cn>



北京市高等教育精品教材立项项目
电子信息与电气学科规划教材·电子信息科学与工程类专业

数字多媒体广播

李栋 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书分为11章。第1章“数字多媒体广播概论”中,在简要说明数字信号与数字传输系统特点的基础上,介绍了国内外已经投入运行的数字多媒体广播传输系统的主要技术特征。为使读者,尤其是在职的工程技术人员容易理解数字多媒体广播技术,为学习后续的内容打下基础,本书的2~5章专门提供了相关数字技术的基础知识。从第6章开始,详细讲述了工作在不同波段的各种数字多媒体广播系统,包括数字音频广播(DAB)、数字中短波广播(DRM)、HD Radio、中国移动多媒体广播(CMMB),以及其他一些技术系统。

本书属于北京市高等教育精品教材立项项目,本书的读者对象是,广播电视通信技术领域(广播机构、工业界、研究机构)的工程技术人员和大专院校相关专业的师生。本书特别适合于广播电视领域数字技术培训和继续教育。

图书在版编目(CIP)数据

数字多媒体广播 / 李栋编著. —北京: 电子工业出版社, 2010.9

北京市高等教育精品教材立项项目

ISBN 978-7-121-11780-0

I. ①数… II. ①李… III. ①数字广播系统—高等学校—教材 IV. ①TN934.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 175107 号

责任编辑: 陈晓莉

特约编辑: 张莉 杨晓红

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 22 字数: 563 千字

印 次: 2010 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前言

广播是我们日常生活中的良师益友。目前我们每天收听的调幅广播或调频广播,传送的都是模拟信号,属于模拟广播。模拟广播由调制方式和带宽所决定,有很多缺点。主要问题是传输过程中会产生噪声和失真的积累以及由电波多径传播引起衰落,严重影响传输质量。此外,传统的模拟广播方式,大多只有声音广播节目,业务单纯。

数字多媒体广播系统,属于新一代的广播。这种新的传输系统,抗干扰性能好;数字传输系统需要的发射功率很小,有利于节约能源和减小电磁污染、改善环境;数字传输系统采用数据率压缩技术,并允许单频网(SFN)运行,大大提高了频谱利用率;数字传输系统是一种多媒体广播系统,它既可以用来传送声音广播节目,也可以传送数据业务、静止图像或活动图像。

鉴于以上情况,模拟声音广播向数字声音广播发展,也就是说,数字化是技术发展的必由之路。

在广播技术领域,数字化最早是在演播室,实现信号的数字记录、存储和交换。随着数据率压缩技术的进步,解决了实现传输数字化的最大障碍,从而使从演播室到用户的整个传输系统的数字化成为可能。

本书涉及的内容主要有数字音频广播(DAB)技术、调幅波段(中、短波)的数字广播(DRM, AM HD Radio)、数字卫星广播技术、不同制式的数字多媒体广播技术等。

这些技术和与此相关的产业,是国际上的新兴技术和产业,有的已经在一些国家和地区得到应用和发展,有的还在实施准备之中。可以预料,21世纪将是数字多媒体广播的时代。

本书是为适应我国广播技术由模拟向数字化发展的需要而编写的。

本书共有11章。第1章数字多媒体广播概论,在简要说明数字信号及其传输系统的特点的基础上,介绍了国内外已经投入运行的数字多媒体广播传输系统的主要技术特征,使读者对数字多媒体广播技术有一个总体的认识。介绍的多媒体广播系统有主要有世界上最早的数字声音广播——数字卫星广播(DSR)、阿斯特拉卫星数字声广播(ADR)、数字音频广播(DAB)、世广卫星数字声音广播(WorldSpace)、美国的数字卫星广播系统、日本的数字广播(ISDB-TSB)、数字长中短波广播(DRM)与DRM+、中国移动多媒体广播(CMMB)、HD Radio(高清晰度广播)。

为便于读者学习各种数字多媒体广播技术的原理,本书的第2~5章用了大量的篇幅,讲述了数字多媒体广播技术所涉及到的数字技术基础知识,包括信源编码、信道编码、数字调制以及COFDM传输方法等。

本书的第6和第7章,介绍和讨论了数字音频广播(DAB)技术,包括:DAB概论;传输帧结构与节目传输机理;时间交织与频率交织;数据广播业务;DAB发射机;DAB覆盖网与DAB接收机等。

本书的第8章,在探讨AM广播的出路的基础上,介绍和讨论了用在调幅波段(30MHz以下)的数字广播技术——DRM技术系统,探讨了DRM节目与AM节目同播的相关问题,讨论了DRM发射机的技术特征,介绍了DRM接收机。此外,在本章中还介绍和讨论了DRM

系统向更高频段的发展,直到最高可在 174MHz 使用的系统——DRM+ 系统。

本书的第 9 章,介绍与讨论了美国的 HD Radio 技术系统,包括在调频波段使用的 FM HD Radio 和在调幅波段使用的 AM HD Radio 系统,在阐述了工作原理和技术特征,并与其他已有系统进行了比较,指出在我国应用的局限性。

本书的第 10 章,介绍与讨论了中国移动多媒体广播(CMMB)技术,包括系统构成和技术特征,CMMB 系统传输帧,信道编码与交织,调制星座映射,频域 OFDM 符号形成,射频信号及其频谱,业务复用,电子业务指南,CMMB 发射机,CMMB 室内覆盖系统以及 CMMB 接收终端技术要求。

本书的第 11 章,介绍与讨论了其他数字多媒体广播系统,包括卫星数字多媒体广播(S-DMB),DVB-H 传输系统,DVB-SH 系统和 World Space 数字卫星广播。

在本书的附录 A 中,归纳了本书内容所涉及到的缩略语全称与中外文对照。在本书的最后,给出了编写本书的主要参考文献。

在编写本书的过程中,作者注重了知识的系统性、理论性、技术完整性和工程实用性的结合。

本书的读者对象是,广播电视通信技术领域(广播机构、工业界、研究机构)的工程技术人员和大专院校相关专业的师生。本书特别适合用于广播电视领域数字技术培训和继续教育。

需要说明的是,本书作为北京市高等教育精品教材立项项目得到资助。

限于作者水平,书中难免有不妥之处,欢迎读者批评指正。

李 栋

2010 年 8 月于北京

目 录

第 1 章 数字多媒体广播概论	1
1.1 数字信号与数字传输系统	1
1.1.1 模拟信号与数字信号	1
1.1.2 数字通信的优点	1
1.1.3 数字传输系统的构成	2
1.1.4 数字传输系统的性能度量	2
1.1.5 数字信号的形式	3
1.1.6 数字广播的发展趋势	3
1.2 数字声音广播与数字多媒体广播技术概要	4
1.2.1 世界上最早的数字声音广播——数字卫星广播(DSR)	4
1.2.2 阿斯特拉卫星数字声广播(ADR)	4
1.2.3 数字音频广播(DAB)	4
1.2.4 世广卫星数字声音广播(WorldSpace)	5
1.2.5 美国的数字卫星广播系统	6
1.2.6 日本的数字广播(ISDB-TSB)	6
1.2.7 数字长中短波广播(DRM)与 DRM+	7
1.2.8 DVB-H 与 DVB-SH	8
1.2.9 中国移动多媒体广播(CMMB)	10
1.2.10 HD Radio (高清晰度广播)	10
本章思考题	11
第 2 章 信源编码	12
2.1 模拟信号的数字化	12
2.1.1 模拟信号转换为数字信号	12
2.1.2 数字信号还原为模拟信号	18
2.1.3 广播电视信号数字化的代价和解决办法	19
2.2 信源编码概论	19
2.2.1 信源编码的任务	19
2.2.2 信源编、解码系统	20
2.2.3 数据压缩的可能性	20
2.2.4 数据压缩的分类	21
2.2.5 何谓与 CD 可比的质量	21
2.3 数字音频数据率压缩的理论基础	22

2.3.1	频谱掩蔽效应	22
2.3.2	时间掩蔽效应	25
2.3.3	子频带编码	25
2.3.4	变换编码	26
2.4	MPEG 音频编码标准	26
2.4.1	MPEG-1 音频编码标准	26
2.4.2	MPEG-2 音频编码标准	27
2.4.3	ISO/IEC13818-7	29
2.4.4	MPEG-4 音频编码标准	29
2.5	MUSICAM(MPEG-1 Layer2) 音频编码方法	32
2.5.1	概述	32
2.5.2	MUSICAM 编码器	32
2.6	联合立体声编码	38
2.6.1	基本原理	38
2.6.2	质量改善	39
2.7	低取样频率低比特率编码	39
2.7.1	兼顾低比特率与较好质量	39
2.7.2	改善声音质量原理	40
2.8	先进音频编码(AAC)	40
2.8.1	系统概述	40
2.8.2	滤波器组	41
2.8.3	预测	42
2.8.4	量化	42
2.8.5	编码	42
2.8.6	时域噪声整形(TNS)	42
2.9	CELP 与 HVXC 语音编码方法	43
2.9.1	码本激励线性预测(CELP)编码	43
2.9.2	谐波矢量激励编码(HVXC)	44
2.10	高效音频编码与频带恢复(SBR)技术	45
2.10.1	AAC-Plus V1 与 AAC-Plus V2	45
2.10.2	SBR 基本原理与压缩效率	46
2.10.3	参数立体声原理与效果	48
2.10.4	应用领域	48
2.11	数字视频信号的信源编码	48
2.11.1	数字视频信号压缩机理	48
2.11.2	常用视频编码方法	49
2.11.3	视频压缩标准与应用	50
2.11.4	H. 264 编码原理与性能	51
	本章思考题	54

第3章 信道编码	56
3.1 概述	56
3.1.1 信道编码的任务	56
3.1.2 差错控制方式及差错分类	57
3.1.3 差错控制编码分类及差错灵敏度	57
3.1.4 等差错保护与不等差错保护	57
3.2 卷积编码	58
3.2.1 卷积码的基本概念	58
3.2.2 卷积编码器举例	59
3.2.3 卷积编码器的状态图和网格图	60
3.2.4 卷积解码—维特比解码	60
3.2.5 卷积码的 BER	63
3.3 DAB 与 DRM 实际应用的卷积编码器	64
3.3.1 卷积编码器构成与生成多项式	64
3.3.2 卷积码的删除	65
3.4 Reed Solomon 码	68
3.4.1 RS 码原理与能力	68
3.4.2 生成多项式校验符号	69
3.4.3 RS 码与卷积码的级联	70
3.5 LDPC(低密度奇偶校验码)原理	71
3.5.1 引言	71
3.5.2 奇偶校验码	71
3.5.3 线性分组码	71
3.5.4 LDPC 码	74
本章思考题	77
第4章 数字调制	78
4.1 数字调制概论	78
4.1.1 调制信号与调制	78
4.1.2 调制的作用	78
4.1.3 数字调制及其基本方法	78
4.1.4 如何评价数字调制系统	79
4.2 二进制数字调制	79
4.2.1 二进制幅度键控(2ASK)	79
4.2.2 二进制频移键控(2FSK)	80
4.2.3 二进制相移键控(2PSK)	80
4.2.4 二相差分相移键控(2DPSK)	82
4.3 四相相移键控(4PSK, QPSK)	84
4.3.1 $\pi/4$ -4PSK 系统	84

4.3.2	$\pi/2$ -4PSK 系统	84
4.3.3	串/并变换	85
4.3.4	4PSK 的判决范围和抗干扰能力	85
4.3.5	4PSK 的解调	86
4.3.6	4PSK 与 2PSK 的比较	87
4.4	四相差分相移键控(4DPSK、DQPSK)	87
4.4.1	$\pi/4$ -4DPSK 系统	87
4.4.2	4DPSK 的差分编码与解码	88
4.4.3	$\pi/4$ -4DPSK 真值表	89
4.4.4	$\pi/2$ -4DPSK 系统	90
4.4.5	4DPSK 与 4PSK 的符号差错率	90
4.5	正交调幅(QAM)	91
4.5.1	4QAM 与 16QAM	91
4.5.2	64QAM	93
4.5.3	QAM 信号的特点	93
4.5.4	QAM 方法的误符号率与误比特率	94
4.5.5	QAM 信号的解调	95
4.5.6	m PSK 与 m QAM 的比较	96
4.6	分级调制	96
4.6.1	分级调制的基本概念	96
4.6.2	多分辨率 QAM(QPSK 在 16QAM 中)	96
	本章思考题	98
第 5 章	COFDM 传输方法	99
5.1	概述	99
5.1.1	什么是 COFDM	99
5.1.2	COFDM 技术的主要优缺点	99
5.2	无线电信道的特性	100
5.2.1	衰减作用、多径效应与频率选择性	100
5.2.2	多普勒频移与时间选择性	101
5.2.3	频率失真与时间失真	102
5.3	宽带系统	104
5.3.1	宽带系统的优点	104
5.3.2	单载波串行传输与多载波并行传输的比较	104
5.4	COFDM 基本原理	106
5.4.1	子载波调制与解调	106
5.4.2	用 IDFT 与 DFT 实际实现 OFDM	107
5.5	COFDM 符号的保护间隔与符号传输机理	109
5.5.1	保护间隔及其作用	109
5.5.2	插入保护间隔付出的代价	111

5.5.3	COFDM 符号传输机理	111
5.6	COFDM 信号波形与频谱	112
5.6.1	时域波形	112
5.6.2	峰值系数	112
5.6.3	频谱形状	114
5.7	COFDM 基带信号的频率变换	114
5.7.1	模拟变频器	114
5.7.2	数字变频器	115
5.8	OFDM 接收机分析	116
5.8.1	不良匹配符号的计值	116
5.8.2	接收机中的 FFT	116
5.9	COFDM 基本参数的选择	117
5.9.1	信道编码率及符号期 T_s 上限的确定	117
5.9.2	COFDM 信号带宽的确定	118
5.9.3	载波数量及保护间隔的确定	118
5.9.4	各子载波调制方法的确定	118
	本章思考题	119
第 6 章	数字音频广播(DAB)信号处理与发射机	120
6.1	DAB 概论	120
6.1.1	信源编码方法和信道编码方法	120
6.1.2	宽带传输系统	121
6.1.3	多种覆盖方式	122
6.1.4	DAB 的传输模式和工作频段	122
6.1.5	DAB 的数据业务及数据传输系统	123
6.2	DAB 的传输帧结构与节目传输机理	123
6.2.1	由输入数据到传输复合信号的形成	123
6.2.2	DAB 传输帧	123
6.2.3	DAB 公共交织帧(CIF)	126
6.2.4	数据块划分与结合成 OFDM 符号	127
6.2.5	DAB 不同模式的数据帧(传输帧)对比	127
6.2.6	DAB 信号的表达式	129
6.2.7	DAB 节目传输机理	130
6.2.8	DAB 发射系统总体框图	132
6.3	DAB 的时间交织与频率交织	134
6.3.1	时间交织	134
6.3.2	频率交织	136
6.4	DAB 的数据广播业务	138
6.4.1	DAB 数据业务传输概论	138
6.4.2	传送数据的特殊性能	140

6.4.3	PAD 数据区与传输系统	142
6.4.4	数据接收机	143
6.5	DAB 发射机	144
6.5.1	DAB 发射机的定义和任务	144
6.5.2	COFDM 信号的特点和对发射机的要求	144
6.5.3	频率变换方法	145
6.5.4	非线性失真与非线性校正	148
6.5.5	输出带通滤波器	153
6.5.6	DAB 发射机构成举例	154
6.5.7	DAB 转发器和发射天线	160
6.5.8	我国对 DAB 发射设备的技术要求	161
6.6	基于 DAB 技术的 T-DMB	163
6.6.1	T-DMB 概述	163
6.6.2	音频、视频、数据业务传输机理	163
6.6.3	从 DAB 到 DMB 的技术升级	164
6.6.4	DAB/DMB 系统构成例	166
	本章思考题	168
第 7 章	DAB 覆盖网与接收机	169
7.1	DAB 单频网(SFN)	169
7.1.1	SFN 发射网及同步工作能力的基础	169
7.1.2	网络增益与功率节约	169
7.1.3	同步网的频率节约	171
7.1.4	同步网规划的若干参数	172
7.1.5	DAB 的工作频率	173
7.1.6	同步网基准模型	173
7.1.7	同步网中覆盖空隙的填充	176
7.1.8	DAB 与其他无线电业务的相容性	176
7.1.9	同步网同步运行的保证	177
7.1.10	同步网节目的馈送	179
7.1.11	同步网传输链的可靠性	188
7.2	地面 DAB 的覆盖与室内接收	188
7.2.1	关于移动接收	188
7.2.2	地点概率与时间概率	189
7.2.3	地面 DAB 的覆盖条件与场强要求	190
7.2.4	室内覆盖问题及接收机灵敏度	190
7.2.5	在建筑物内的 DAB 覆盖	191
7.2.6	在隧道、停车房和地下车库的 DAB 覆盖	193
7.3	DAB 接收机	194
7.3.1	DAB 接收机的基本构成和工作原理	194

7.3.2	DAB 接收机举例	201
	本章思考题	207
第 8 章	DRM 技术系统与 DRM+	208
8.1	AM 广播的出路与统一的数字传输系统	208
8.1.1	调幅信道的特性	208
8.1.2	AM 广播的出路	209
8.1.3	对数字系统的基本要求	210
8.1.4	全世界需要统一的数字化系统	211
8.2	DRM 技术系统的总体描述	212
8.2.1	系统概述	212
8.2.2	系统结构	212
8.2.3	信源编码	215
8.2.4	传输模式	216
8.2.5	信道编码和调制	218
8.2.6	业务容量和比特率	222
8.2.7	RF 保护率	223
8.2.8	DRM 单频网和多频网	223
8.3	DRM 节目与 AM 节目同播	223
8.3.1	同播概念与基本要求	223
8.3.2	可能的同播的方式	224
8.3.3	各种同播方式的相关问题	225
8.3.4	$+m$ 可达 135%~155% 的发射机同播运行的优势	228
8.3.5	小结	229
8.4	DRM 发射机	229
8.4.1	模拟 AM 发射机发射 DRM 数字信号	229
8.4.2	发射机性能的衡量	237
8.4.3	天线系统	237
8.4.4	DRM 发射机与配置实例	238
8.4.5	关于带外发射	239
8.4.6	与模拟相同覆盖面积时的数字功率	242
8.5	DRM 接收机	243
8.5.1	DRM 软件接收机	243
8.5.2	DRM 接收机构成	245
8.5.3	多用接收机构成	245
8.5.4	现代接收机处理	246
8.5.5	DRM 接收的若干问题	246
8.6	DRM+ 技术系统	248
8.6.1	概述	248
8.6.2	DRM+ 技术优点归纳	248

8.6.3	DRM+系统构成	250
8.6.4	系统参数的选择	251
8.6.5	DRM+接收机	252
8.6.6	DRM+技术系统兼容性 & 覆盖测量与分析	252
8.6.7	DRM+混合模式	254
	本章思考题	255
第9章	HD Radio 技术系统	256
9.1	HD Radio 概论	256
9.1.1	概述	256
9.1.2	HD Radio 优缺点	256
9.2	FM HD Radio	257
9.2.1	FM HD Radio 系统组成	257
9.2.2	FM HD Radio 工作模式	259
9.2.3	频谱掩模	262
9.2.4	模拟与数字信号的合成	264
9.2.5	非线性校正	267
9.3	AM HD Radio	268
9.3.1	AM HD Radio 系统组成	268
9.3.2	AM HD Radio 工作模式	269
9.3.3	AM HD Radio 发射机	272
9.4	HD Radio 接收机技术	273
	本章思考题	275
第10章	中国移动多媒体广播(CMMB)	276
10.1	概论	276
10.1.1	引言	276
10.1.2	传输系统构成	276
10.2	CMMB 系统传输帧	277
10.2.1	信号处理系统物理层	277
10.2.2	传输帧结构与信号	279
10.3	信道编码与交织	281
10.3.1	RS 编码和字节交织	281
10.3.2	LDPC 编码	283
10.3.3	比特交织	283
10.4	调制星座映射	284
10.5	频域 OFDM 符号形成	284
10.5.1	连续导频和传输指示信息	285
10.5.2	离散导频及数据子载波	286
10.5.3	扰码	286

10.5.4	OFDM 信号的产生	287
10.6	射频信号及其频谱	288
10.7	业务复用	289
10.8	电子业务指南	291
10.9	CMMB 发射机	293
10.9.1	发射机整体构成	293
10.9.2	CMMB 激励器	293
10.9.3	RF 功率放大器	293
10.9.4	发射机性能要求	295
10.9.5	CMMB 直放站放大器	295
10.9.6	双工器与多工器	296
10.9.7	发射机功率核算	298
10.10	CMMB 室内覆盖系统	298
10.10.1	概述	298
10.10.2	有线接收无线增补覆盖	298
10.10.3	无线接收无线增补覆盖	298
10.10.4	有线或无线接收泄漏增补覆盖	299
10.11	CMMB 接收终端技术要求	299
10.11.1	概述	299
10.11.2	功能要求	300
10.11.3	性能要求	300
10.11.4	用户界面要求	302
10.12	手机电视传输系统技术指标含义	302
	本章思考题	305
第 11 章	其他数字多媒体广播系统	307
11.1	卫星数字多媒体广播(S-DMB)	307
11.1.1	系统概述	307
11.1.2	信号处理原理与技术特征	308
11.2	DVB-H 传输系统	309
11.2.1	概述	309
11.2.2	系统描述	310
11.2.3	DVB-H 与其他传输系统的比较	312
11.2.4	DVB-H 与 T-DMB 的全面比较	313
11.3	DVB-SH 系统	315
11.3.1	概述	315
11.3.2	系统描述	316
11.4	World Space 数字卫星广播	323
11.4.1	概述	323
11.4.2	系统构成	324

11.4.3	透明广播方式与处理广播方式	325
11.4.4	信道编码、数据格式	326
11.4.5	接收机	327
11.4.6	系统信号处理流程	328
	本章思考题	328
	附录 A 缩略语全称与中外文对照	329
	参考文献	336

第1章 数字多媒体广播概论

1.1 数字信号与数字传输系统

1.1.1 模拟信号与数字信号

在广播电视技术领域,现已开始实现由演播室到传输的全面数字化。不论是声音信息还是图像信息,要想记录或传送,都要首先通过话筒或摄像机,将其变成相应的电信号。这种表示信息的电信号,按时间和幅度取值的不同情况可分为:

- ① 时间和幅度都连续的信号;
- ② 时间离散、幅度连续的信号;
- ③ 时间连续、幅度离散的信号;
- ④ 时间和幅度都离散的信号。

通常,我们把时间和幅度都连续的信号称为模拟信号,模拟信号的传输与交换称为模拟通信;把时间与幅度都离散的信号称为数字信号,数字信号的传输与交换称为数字通信。

1.1.2 数字通信的优点

在讨论数字通信的优点之前,让我们首先看一下模拟通信的缺点。

模拟通信的主要缺点是通信质量较差。其主要原因是模拟通信的抗干扰能力差,尤其是远距离通信,会产生失真与噪声的积累,严重影响通信质量。为了提高抗干扰能力,往往要提高有用信号本身的强度,例如,提高发射功率,这反过来又造成不同业务之间更强的相互干扰。

此外,模拟通信的频谱利用不经济。现今国际上的模拟电视频道通常为 $6\sim 8\text{MHz}$ 带宽,只能传送一套电视节目(图像和伴音)。

相对于模拟通信而言,数字通信主要有以下优点:

① 抗干扰和噪声的能力强,无失真与噪声积累,传输质量高。数字通信通常传送只有两个取值的二进制信息,接收端只需要对接收信号进行对应于数字“0”或“1”的两个状态的判定。信号在传输过程中,噪声和干扰虽然对信号的波形有影响,使其产生失真,但在很大程度上仍能正确判定传送信息是“0”码或“1”码的波形,消除了失真与噪声的积累,通信质量可达到或接近信号源的质量。信号源数字信号的质量与二进制位数有关,可以取任意高的质量。

② 传输可靠性高。在数字通信中,为了进一步提高传输可靠性,通常对传送的信息要进行信道编码,以便在出现传输差错时能予以修正,实现信息无差错传输。

③ 发射机功率可以降低,节约能源,电磁环境得到改善。由于前面提到的两个优点,在进行数字通信时,接收的信号仅要求很低的载噪比,也就是说发射机不需要大的功率。这样,发射机功率消耗降低,既节约了能源,也降低了电磁污染。

④ 节约频谱。随着数据率压缩技术的进步,为数字通信带来另外一个突出优点,那就是频谱利用率提高。在同样的 RF 带宽内,可以传输比模拟多很多的节目。

⑤ 数字信号便于处理、存储、交换,便于和计算机等连接。数字信号容易延时和加扰。数字信号经过适当处理,可以通过计算机网络实现互联和资源共享。

⑥ 便于实现多媒体。

⑦ 数字化产品体积小、重量轻、功耗省、可靠性高、多功能和智能化。

由于数字通信的优点十分突出,最初的缺点(数据率大)也由于近年来数字压缩技术的进步和发展而得到解决。因此,数字通信是现代通信技术发展的趋势。

1.1.3 数字传输系统的构成

图 1-1-1 所示的是数字传输系统的构成方框图。

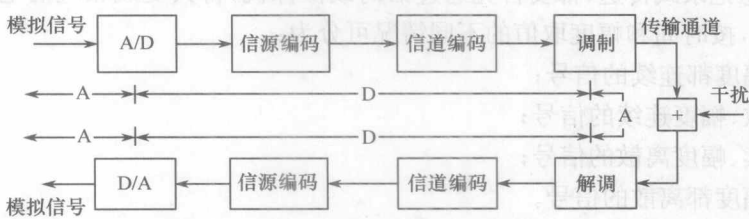


图 1-1-1 数字传输系统的构成方框图

数字广播传输系统与模拟传输系统的主要区别在于,模拟信号首先要经 A/D 转换变为数字信号,然后,要经过信源编码进行数据率压缩(即降低数据率),确保信息传输的有效性;为了提高信号传输的可靠性,下一步需要人为加进冗余,进行信道编码,以便在传输出现差错,接收端进行信道解码时,可以发现差错并予以修正。

信道编码后数据处理的重要一步是进行数字调制,将数字信号变为适合于在信道上上传的信号形式。在广播电视技术领域中,根据应用的条件不同,通常是采用数字调幅或数字调相(或者既调幅又调相)。

数字调制器输出的信号通常是射频(RF)信号,且为模拟信号形式。这是因为数字调制器的载波信号通常仍使用余弦信号(容易产生和处理),数字调制器的输出信号仍是幅度或(和)相位受到数字信号调制的射频振荡。

与模拟调制不同的是,射频振荡的瞬时幅度或(和)相位的变化是不连续的(离散的),只有有限的几种幅度或(和)相位状态,不同的状态对应不同的码字(一组由 0 和 1 组成的代码)。

综上所述,从话筒开始直到接收机的扬声器,数字广播传输系统的信号形式,既有模拟信号(A)形式,又有数字信号(D)形式。

1.1.4 数字传输系统的性能度量

数字传输系统的质量优劣可通过其有效性和可靠性来衡量。所谓有效性,是指系统的传输速率,是单位时间内可以传输的比特数,用比特/秒(b/s)表示。

数字传输系统的可靠性用误码率(或称误比特率)表示,其定义为接收机信道解码后的错误比特数与传输的总比特数之比。