

最新电子电路大全

第2卷

信号传输 与通信电路

段九州 主编



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

TN710/208

:2

2008

最新电子电路大全

第 2 卷

信号传输与通信电路

段九州 主编

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

最新电子电路大全. 第2卷, 信号传输与通信电路/段九州主编. —北京: 中国计量出版社, 2008. 3

ISBN 978-7-5026-2803-1

I. 最… II. 段… III. ①数字信号传输—电子电路②通信系统—电子电路 IV. TN710
TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 035782 号

内 容 提 要

本书是《最新电子电路大全》丛书的第2卷。包括信号传输与通信的基本知识, 基带信号与话音信号传输电路, 调制、解调与频率合成电路, 混频与中频放大电路, 有源滤波器电路, 射频接收与发送集成电路等六章。除第一章作为全书的基础知识外, 其余各章都自成体系, 以方便读者作为工具书随机查阅。利用这本工具书, 读者只需按图索骥便可完成设计、开发过程中许多耗工费时的工作。

本书可作为从事电子产品研发、生产、维修人员的工具书, 也可作为高等院校相关专业的师生进行课程设计和电子制作竞赛的参考书。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市密东印刷有限公司印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787mm×1092mm 16开本 印张19.5 字数466千字

2008年5月第1版 2008年5月第1次印刷

*

印数1—2000 定价: 48.00元

《最新电子电路大全》编委会

主 编:段九州

副 主 编:马纯良 王春安

编 委:(按姓氏笔画排列)

丁余泉 王 杰 王 柯 王志新 刘 军
向 东 孙丽君 李连杰 李文忠 苏锦海
张 威 张志愿 张黎强 张晓光 张国定
戴紫彬

第2卷《信号传输与通信电路》编委会

主 编:段九州

编 委:张黎强 戴紫彬 王 柯 张 威 王志新
李文忠

审 校:王春安

电路图绘制:刘国旗 方师菁 段 丹 刘健鹏 朱跃武

前 言

随着现代电子技术的快速发展,各种电子、电器设备的种类和生产数量急速增长,有关电子电器中硬件电路领域的问题引起人们越来越多的关注。研究硬件电路实际上就是和元器件打交道。近20多年来,我国电子元器件生产的年增速保持在20%左右。现有形成规模的生产企业达3900多家,销售收入超过1亿元的企业已经超过1000家。中国已经成为世界上电子元器件和电器设备的第一生产大国。在这种形势下,从生产部门到研究院所,从职业培训到院校教育,都越来越重视以元器件为基础的硬件电路应用技术的研究。在电路设计方案的确定和基本功能电路的选型方面,一个简捷的办法就是查找成熟的功能电路,再根据自己的技术目标对这些电路作必要的修改使之满足自己的具体需求,这样可以省去设计过程中查阅大量数据手册和进行繁杂计算的麻烦,从而提高工作效率。

国内出版界很早就注意到了电路设计领域的这一问题。早在二十多年前的1985年,中国计量出版社就出版了一部《电子电路大全》,达上千万字,受到了读者的欢迎。进入本世纪之初,中国计量出版社又组织出版了中国电子学会前理事长已故孙俊人院士主编的《新编电子电路大全》,本书作者之一段九州曾经参与了此书的策划与编写。现代电子技术的发展越来越快。一方面新的功能电路不断出现,另一方面也有过时的内容需要淘汰。为此,中国计量出版社约请了国内高校和研究所有关方面的专家会同有实践经验的作者推出了这套《最新电子电路大全》丛书。丛书共有四卷,为了避免各卷的内容涵盖出现重叠,经各卷主编多次讨论后确定了一个比较科学的分类方法,即按照信号特征及其处理方式进行分类的方法。其中有关小信号处理电路的有三卷:《信号产生与放大电路》、《信号传输与通信电路》、《信号检测与控制电路》;有关大信号处理的一卷:《功率输出与电源供给电路》。本卷是小信号处理电路中的一卷。内容包括通信的基本知识,基带与话音信号传输电路,调制、解调及频率合成电路,混频与中频放大电路,有源滤波器电路,射频接收与发送集成电路等六章。除第一章作为全书的基础知识外,其余各章都自成体系,以方便读者作为工具书随机查阅。利用这本工具书,读者可按图索骥完成设计、开发过程中许多耗工费时的任务。

参加本书编写的有段九州、戴紫彬、王柯、王志新、张黎强、张威、李文忠等。王春安教授对全书初稿做了仔细审校。参编的各位作者从浩如烟海的专业报刊、

专业杂志中精选出实用的电路,再逐一对其分析、核实和修正,然后用精练的语言概括出各个电路的应用特点、关键参数和使用注意事项,其工作量非常之大,参编人员为此付出了极大的努力。刘国旗、方师菁、段丹、刘健鹏、朱跃武等参加了电路图的绘制。编者在此对他们的辛勤劳动一并致谢。

由于时间紧迫和编者的水平所限,书中可能存在着不尽如人意的地方,希望读者不吝批评指正。

编 者

2008年5月

目 录

第 1 章 信号传输与通信的基本知识	(1)
1.1 信息与信号	(1)
1.2 通信的分类	(1)
1.3 通信系统的模型	(4)
1.4 数字通信系统的性能指标	(4)
1.5 数字信号基带传输	(5)
1.6 数据通信	(8)
1.7 调制和解调基础知识	(10)
1.8 无线传输的发送和接收	(20)
第 2 章 基带信号与话音信号传输电路	(23)
2.1 高信噪比低速数据放大器 FX002	(23)
2.2 话音频谱倒置电路 FX004	(24)
2.3 接收机音频放大器 TDA1190/TDA3190	(25)
2.4 内含高速比较器的基带处理器 LMX2411	(26)
2.5 具有数字音量控制的移动电话音频处理器	(26)
2.6 可编程音频信号处理器 FX803	(28)
2.7 移动无线电用数字音频信号处理器 FX806A	(29)
2.8 语音存储和恢复编码/译码器 FX812	(30)
2.9 全双工数字音频处理器 FX826	(31)
2.10 带断路保护模式的移动电话功放 LM4861	(32)
2.11 准互补小功率音频放大器 MC13060	(33)
2.12 电子衰减器 MC3340	(33)
2.13 通话集成电路 TEA1060 系列	(34)
2.14 具有拨号接口的低电压通话电路 TEA1062	(37)
2.15 双音多频收发器集成电路 M-8880	(41)
2.16 脉冲/双音频拨号电路 ET91210	(42)
2.17 脉冲/双音频拨号电路 HM9102A/D	(44)
2.18 脉冲/双音频拨号电路 HM9104	(46)
2.19 电话振铃专用电路 MC34017-X	(48)
2.20 双音多频拨号集成电路 LH95088	(49)
2.21 低功耗振铃专用电路 LM8204	(50)
2.22 脉冲/双音频拨号电路 MC145412	(52)
2.23 振铃专用集成电路 LH1240	(54)
2.24 脉冲/双音频拨号电路 PCD3310P	(55)

2.25	专用集成电路 KA2410/KA2411	(57)
2.26	双音多频拨号集成电路 PCD4421	(57)
2.27	双音多频拨号集成电路 TEA1046P	(61)
2.28	双音多频拨号集成电路 TEA1075P	(66)
2.29	通话集成电路 WE9185	(67)
2.30	通话集成电路 TP5700A	(70)
2.31	振铃专用集成电路 CSC1512AEP	(71)
2.32	脉冲/双音频拨号电路 W91×××S	(72)
2.33	脉冲/音频(P/T)兼容拨号集成电路 W91414	(85)
2.34	双音多频拨号集成电路 W91810A	(88)
2.35	免提通话集成电路 TEA1094	(89)
2.36	脉冲/双音多频兼容拨号电路 WE9140 系列	(90)
2.37	脉冲/双音多频兼容拨号集成电路 WE9142	(93)
2.38	多功能话机用集成电路 WE9148	(94)
2.39	双音多频拨号集成电路 WE9187	(98)
2.40	双音多频拨号集成电路 WE9188	(101)
2.41	二进制输入双音多频发生器 TP5088	(101)
2.42	通话集成电路 MC34014	(103)
2.43	免提通话集成电路 MC34018	(104)
2.44	通话集成电路 MC34114	(109)
2.45	免提通话集成电路 MC34118	(111)
2.46	双前置放大器 SL30	(114)
2.47	数字控制的双放大器阵列 FX029	(116)
2.48	CTCSS 编码器 FX315	(116)
2.49	呼叫进程音译码器 FX623	(117)
2.50	对数放大器 TDA8781T	(118)
第3章 调制、解调与频率合成电路		(120)
3.1	全双工 FFSK 调制解调器 FX469	(120)
3.2	低电压/高速 GMSK 调制解调器 FX589	(121)
3.3	FSK 调制解调器 FX809	(123)
3.4	1.1GHz 频率合成电路 LMX1501A/LMX1511	(124)
3.5	双频率合成器 LMX2330A/LMX2331A/LMX2332A	(125)
3.6	双频率合成器 LMX2335/LMX2336/LMX2337	(127)
3.7	MC145146-1 构成的移动电话信道频率合成器	(129)
3.8	MC145146-1 构成的 800MHz、666 信道频率合成器	(129)
3.9	4bit 数据总线输入锁相环频率合成器 MC145146-2	(130)
3.10	并行输入锁相环频率合成器 MC145151-2	(130)
3.11	并行输入锁相环频率合成器 MC145152-2	(132)

3.12	1.1G 锁相环频率合成器 MC145190/MC145191	(133)
3.13	锁相环调谐电路 MC44802A	(135)
3.14	锁相环调谐电路 MC44807/17	(136)
3.15	锁相环调谐电路 MC44810	(139)
3.16	I/Q 发送/调制集成电路 SA900	(141)
3.17	双向 I ² C 总线控制 1.3GHz 频率合成器 TSA5511	(143)
3.18	无线电调谐锁相环频率合成器 TSA6057/TSA6057T	(145)
3.19	小功率单片频率合成器 UMA1014	(146)
3.20	小功率双频率合成器 UMA1015M	(147)
3.21	连续可变增量调制解调器 FX609	(149)
3.22	语音存储恢复 CVSD 编码器/译码器 FX709	(150)
3.23	连续可变斜率增量调制 CVSD 编/译码器 FX802	(152)
3.24	连续可变斜率增量调制/解调器 MC34115	(153)
3.25	连续可变增量调制器 HC-55564	(155)
3.26	自适应脉冲编码调制集成电路 PCD5032	(156)
3.27	集成锁相环构成的频率合成器	(158)
3.28	带有微机数字接口的频率合成器	(159)
3.29	模拟乘法器 BG314 构成的振幅调制器	(160)
3.30	运放配合乘法器构成 DSB 调制器	(160)
3.31	XR-2206 构成的 DSB-AM 信号调制器	(161)
3.32	用运放开关构成的调制器	(161)
3.33	双运放构成增益大于 1 的振幅调制器	(162)
3.34	运放构成的脉宽调制器	(163)
3.35	单稳态多谐振荡器构成的脉宽调制器	(163)
3.36	电压比较器构成的脉宽调制器	(164)
3.37	XR-215 构成的 FSK 调制器	(164)
3.38	1 200 波特 FSK 调制器	(165)
3.39	利用交流电源线的有线广播调频载波调制器	(165)
3.40	采用单片波形发生器构成的心电图信号调制器	(166)
3.41	单片锁相环 KD801 构成的同步检波器	(166)
3.42	乘法器 BG314 构成的同步检波器	(167)
3.43	锁相环构成的调频解调器	(168)
3.44	用 NE565 构成的伴音(SCA)解调器	(169)
3.45	低速心电图调频信号解调电路	(169)
3.46	μ PC1353C 构成的双 S 形鉴频器	(170)
3.47	BG322 构成的 FSK/ASK 解调器	(170)
3.48	XR-215 构成的 FSK 解调器	(171)
3.49	NE560、NE565 构成的 FSK 解调器	(172)

3.50	1 200 波特 FSK 解调电路	(172)
3.51	调频广播解调电路	(172)
3.52	APCM 编码/译码器 MC145540	(174)
3.53	3V 多特征 PCM 编/译码器 MT91L60	(175)
3.54	5V 多特征编/译码器 MT9160	(178)
3.55	串行 13bit 线性编/译码器 MC145402	(179)
第 4 章 混频与中频放大电路		(181)
4.1	低噪声混频放大器 LMX2216	(181)
4.2	中频处理集成电路 LMX2240	(182)
4.3	宽带调频中频集成电路 MC13155	(183)
4.4	IF/FM 放大器 MC1351	(185)
4.5	带检波器的 IF/FM 放大器 MC1357	(185)
4.6	IF/FM 放大器 MC1358	(186)
4.7	高增益调频中频集成电路 MC3359	(186)
4.8	低功耗调频中频集成电路 MC3361	(188)
4.9	调频中频集成电路 MC3371	(190)
4.10	调频中频集成电路 MC3372	(191)
4.11	低电压、低噪声放大器/混频器(1GHz)SA601	(192)
4.12	混频/调频中频集成电路 SA606	(192)
4.13	低噪声放大/混频/压控振荡器(1GHz)SA620	(194)
4.14	高性能混频器/调频中频集成电路 SA636	(195)
4.15	数字中频接收集成电路 SA637	(196)
4.16	调频前端集成电路 TDA1574	(197)
4.17	调频前端集成电路 TDA1574T	(198)
4.18	镜象干扰抑制前端 UAA2072M	(200)
第 5 章 有源滤波器电路		(202)
5.1	FX306 音频滤波器阵列	(202)
5.2	通用集成 RC 滤波器 FLT-U2	(203)
5.3	两级通用集成 RC 滤波器 AF151	(204)
5.4	五阶切比雪夫低通滤波器 5G6514	(205)
5.5	集成高 Q 值带通滤波器 5G6515	(205)
5.6	CMOS 单片滤波器 LB101	(206)
5.7	单片集成滤波器 OM4031T	(206)
5.8	双可调谐低通抽样数据滤波器 MC145414	(207)
5.9	滤波器阵列 FX336 R2000	(208)
5.10	四滤波器阵列 FX366	(209)
5.11	脉冲编码调制单片滤波器 TP3040/TP3040A	(211)

5.12	通用开关电容滤波器 MF10	(212)
5.13	甚低频有源低通滤波器	(213)
5.14	运放构成的三阶有源低通滤波器	(214)
5.15	10Hz 四阶巴特沃斯低通滤波器	(214)
5.16	开关电容构成的 8 阶低通滤波器	(215)
5.17	单运放有源低通滤波器	(215)
5.18	用相同参数构成的每倍频程 24dB 低通滤波器	(216)
5.19	截止频率 10MHz 的巴特沃斯低通滤波器	(216)
5.20	截止频率 1MHz 的二阶巴特沃斯高通滤波器	(216)
5.21	每倍频程衰减 -18dB 的有源高通滤波器	(217)
5.22	具有锐截止特性的有源高通滤波器	(217)
5.23	有源高通滤波器	(218)
5.24	低电压带通滤波器	(218)
5.25	0.1~10Hz 带宽的滤波器	(218)
5.26	高 Q 值带通滤波器	(219)
5.27	有源窄带滤波器	(219)
5.28	低 Q 值高增益带通滤波器	(219)
5.29	可同时获得四种特性的滤波器	(220)
5.30	具有低通/高通/带通三种特性的有源滤波器	(220)
5.31	Q 值可调的带阻滤波器	(221)
5.32	频率可调的滤波器	(221)
5.33	频率和 Q 值可调的滤波器	(222)
5.34	用单个运放组成的单峰特性滤波器	(222)
5.35	高 Q 值陷波滤波器	(222)
5.36	陷波滤波器	(223)
5.37	15~3 500Hz 带通滤波器	(223)
5.38	10MHz 带通滤波器	(224)
5.39	10kHz 可变 Q 值滤波器	(224)
5.40	10kHz 调谐电压滤波器	(224)
5.41	交流声滤波器	(225)
5.42	电源频率噪声滤波器	(225)
5.43	60Hz 输入陷波滤波器	(226)
5.44	低群延迟失真的音频带通滤波器	(226)
第 6 章	射频接收与发送集成电路	(228)
6.1	单片 FM 集成电路 TDA7021T	(228)
6.2	FM 双变频窄带接收集成电路 MC13135	(228)
6.3	FM 双变频窄带接收集成电路 MC13136	(231)
6.4	宽带 FSK 接收集成电路 MC3356	(232)

6.5	FM 双变频接收集成电路 MC3362	(234)
6.6	FM 双变频接收集成电路 MC3363	(236)
6.7	变频 FM 接收集成电路 MC3367	(238)
6.8	单片 FM 发射芯片 MC2833	(240)
6.9	FM 发射集成电路 BA1404	(241)
6.10	甚高频 FM/AM 发送集成电路 MC13175/MC13176	(243)
6.11	低功耗 FM 发送集成电路 MC2831	(244)
6.12	接收集成电路 MICRF007	(245)
6.13	宽带 FSK 接收集成电路 MC13055	(247)
6.14	内嵌微处理器发射集成电路 AT86RF401	(248)
6.15	多调制方式发射电路 MAX2900	(249)
6.16	FSK 发射集成电路 nRF402	(251)
6.17	FSK 发射集成电路 nRF902	(253)
6.18	OOK/ASK 接收集成电路 RX6000	(254)
6.19	模拟/数字接收集成电路 TH71112	(256)
6.20	FSK 收发集成电路 nRF403	(260)
6.21	GMSK/GFSK 收发集成电路 nRF903	(262)
6.22	FSK 收发集成电路 AT86RF211	(265)
6.23	FSK 收发集成电路 MICRF500	(268)
6.24	FM/FSK 接收集成电路 CMX018	(271)
6.25	ASK/FSK 接收集成电路 T5760	(274)
6.26	ASK/FSK 接收集成电路 U3741	(276)
6.27	ASK/OOK 接收集成电路 RF2919	(278)
6.28	FM/FSK 接收集成电路 RX3930	(280)
6.29	ASK 接收集成电路 MAX1470	(284)
6.30	ASK/OOK 发射集成电路 MICRF104	(286)
6.31	ASK 发射集成电路 MICRF102	(288)
6.32	OOK 接收集成电路 MICRF008	(290)
6.33	FM/FSK 无线发射集成电路 CMX017	(291)
6.34	ASK/FSK 发射集成电路 T5750	(292)
6.35	FSK/ASK 发射集成电路 U2741	(295)
附录 国外集成电路型号前缀与生产厂家对照		(297)
参考文献		(300)

第 1 章

信号传输与通信的基本知识

人类社会已经进入到信息时代，其特征是数字化的信息使得现代人交流范围急剧扩大。信息的交流增加了人们对通信设施的依赖，同时也促进了各种通信设备的发展。通信设备所传输的信息是由通信电路中的信号所携带。为了掌握这些电路的原理和应用方法，需要具备一些信号传输和通信技术的基本常识。通信技术的内容涵盖很广，本章择要介绍一些基础知识，重点是关于信息和信号的概念、通信系统的一些分类情况、通信技术中重要的调制与解调概念以及模拟信号的数字化等内容。

1.1 信息与信号

现代通信技术的本质就是利用电子技术的各种手段传递消息(Message)。为了能使用通信系统传递这些消息，要把消息变换成某种电信号的波形。这里的电信号波形简称为信号(Signal)。

通信的目的是传递信息。但是通信系统所传递的消息并不等同于信息(Information)。信息是一个抽象的概念。在接收者得到发送来的消息之前，消息的内容对于接收者来说是未知的——否则，这个消息就不含有信息，也无须用通信系统来传递。通俗一点说，信息就是消息中的有用分量。信息的多少可以用信息量来衡量，信息量的单位是比特(bit)。消息中的内容越是能出乎接收者意料之外，则此信号的信息量越大。可见消息中的信息量与接收者对消息的未知程度有关。计算机中使用的二进制数 1 和 0 作为消息发送出去时，如果 1、0 出现的概率相同，则它的每一位(1、0)都有一比特的信息量。由于这个原因，计算机技术中把二进制数的 1 位也叫做 1 比特。

现代社会的信息量越来越大，专业人员不断努力开展对信号及其传输电路以及传输方法的研究，以便利用已有的通信设施传输尽可能多的信息量。

1.2 通信的分类

随着通信技术的发展，通信的内容和形式不断丰富，通信的种类也层出不穷，为了方便应用，就需要对其进行归类区分。

1.2.1 常见分类方法

随着通信的发展,通信的内容和形式不断丰富,通信的种类也层出不穷。这就需要归类分析。分类的方法很多,最为常见的有下列几种:

①按消息的形式分,可以分为:语音、数据、图像、文字等。如果所传递的信息形式只是上述之一,则分别叫做语音通信、数据通信、图像通信、文字传真等。如果所传递的信息包含了上述的两种以上形式,则常常把它叫做多媒体通信(Multimedia Communication)。更具体些,如果传递的消息是语言则称电话通信;消息只是文字和符号,则叫做电报;传送固定图像则称为传真;传送活动图像则称为电视,等等。

②按收发两地有无一条具体的线路(Line)来划分,可分为有线通信和无线通信。有线的如架空明线、电缆、光缆、军用被覆线等;无线的如短、中、长波通信,微波接力通信,卫星通信等。

③按通信对象数量的不同,通信方式可分为点到点通信(即通信是在两个对象之间进行)、点到多点通信(一个对象和多个对象之间的通信)和多点到多点通信(多个对象相互之间的通信)三种,如图 1.1 所示。

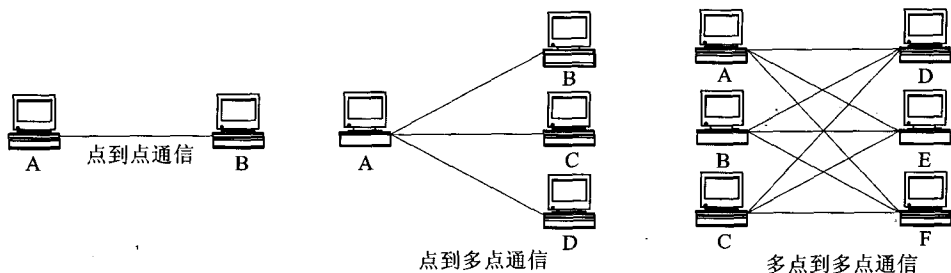


图 1.1 点到点、点到多点和多点到多点通信示意

④根据信号传输方向及时间的不同,任意两点间的通信方式可分为单工通信、双工通信、半双工通信。通信方式指通信双方(或多方)之间的工作形式和信号传输方式,它是通信各方在通信实施之前必须首先确定的问题。

单工通信(Simplex)是在任何一个时刻,信号只能从甲方向乙方单向传输,甲方只能发信,乙方只能收信。比如广播电台与收音机、电视台与电视机的通信(点到多点)、遥控玩具、航模(点到点)等均属此类。双工通信(Duplex)是在任何一个时刻,信号能够双向传输,每一方都能同时进行收信与发信工作,比如普通电话、手机。半双工通信(Half-Duplex)是在任何一个时刻,信号只能单向传输,或从甲方向乙方,或从乙方向甲方,每一方都不能同时收、发信息,比如对讲机、收发报机以及问询、检索等之间的通信。三种通信方式的示意如图 1.2 所示。

⑤按信号的性质分,可分为模拟(Analog)通信和数字(Digital)通信。如果通信系统中所传递的是模拟信号,则称为模拟通信;如果通信系统中所传递信号的是数字信号,则称为数字通信。模拟信号常常是由传感器采集到的连续变化的物理量直接转换形成的电信号。例如温度、压力、声音、图像等物理量,经过相应的传感器变换,可以形成幅度连续变化的电信号——模拟信号。数字信号则多为模拟信号经量化编码后得到的幅度离散的值,例如在计算机中用二进制代码表示的音频、视频、图形等数据。

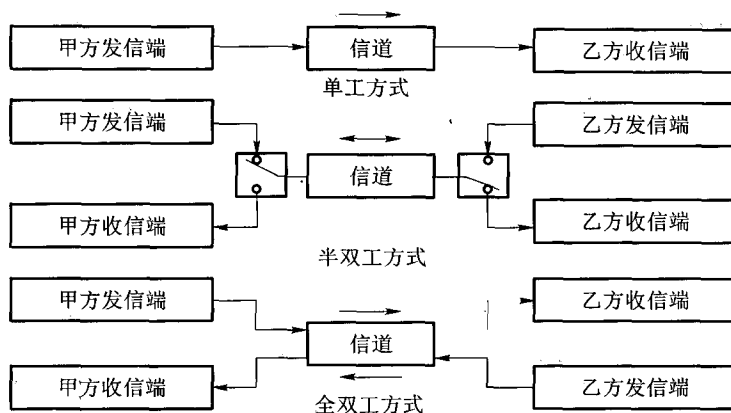


图 1.2 单工、半双工、全双工通信方式示意

1.2.2 模拟通信与数字通信

模拟通信和数字通信是按系统中传递的是模拟信号还是数字信号进行划分的，因此有必要对模拟信号和数字信号的特征作明确的区分和说明。

模拟信号的振幅可以取连续的无限个值，且其取值与所传送的信息一一对应，例如话筒输出的话音信号、摄像机输出的电视信号等都属于模拟信号。

数字信号与模拟信号的主要区别是其幅度为不连续的离散值。数字通信所要求的线路质量更高，所占用的系统带宽要比模拟通信更宽。例如电话通信中，一路模拟电话信号通常占 4kHz 带宽足够，而一路数字话则要占 20kHz~60kHz 甚至更多的带宽。

模拟通信系统中，最受关注的问题是如何实现调制和解调。这是因为，给定信道的适用频率通常与信源的实际频率不同，并且信道的频带宽度也不一定满足信源的带宽要求。由信源产生的信号通常具有丰富的低频分量，这种信号称为“基带”（Baseband）信号，基带信号一般不能直接在电磁波、光纤等信道中传输。为此，在发送端应设法把它转换成适合于信道传输的频率，这个转换过程就是调制（Modulation）。经过调制后的信号称做已调信号（Modulated Signal）。已调信号一方面在频率方面能适合信道的传输，同时又携带有来自信源的信息。换句话说，传递已调信号就传递了信源的信息。

对于数字通信系统，除了调制和解调之外，其发送过程还应包括有信源的编码/解码、信道的编码/解码这些重要步骤。其接收过程中，除了解调，还应有相应的信源译码和信道译码部分。典型的数字通信系统模型如图 1.3 所示。

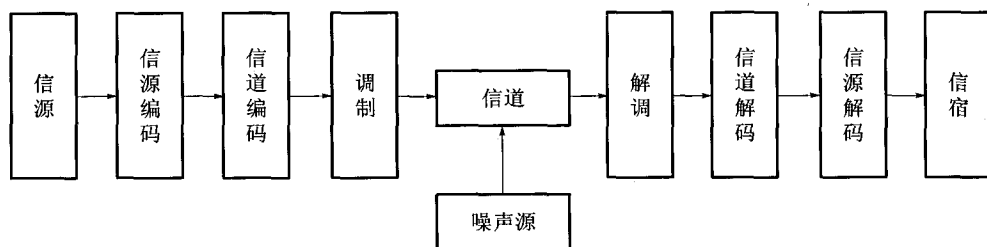


图 1.3 数字通信系统模型

编码器通常由信源编码(Source Coding)和信道编码(Channel Coding)两部分构成。信源编码器的主要作用是把模拟信号变为数字信号(A/D转换);信道编码则主要是纠错编码,以提高信道传输的可靠性。此外,数字通信中还需要考虑数字信号的识别判定和同步等问题。

1.3 通信系统的模型

通信系统,是指完成通信所需的全部技术设备和传输媒质所构成的总体。为了便于分析,通信工程界人士常常把通信系统抽象为一个模型(Model),简称通信模型。

通信系统的基本模型由以下几个部分组成(见图1.4)。

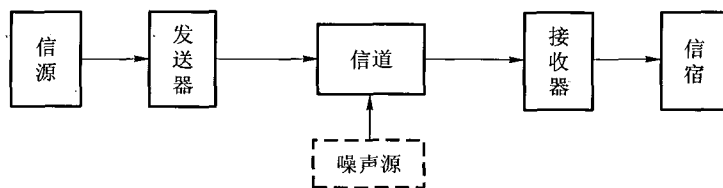


图 1.4 通信系统基本模型

信源(Information Source): 又称信息源。信息源的输出多为低频电信号,一般是由自然界中的声音或物像经传感器件变换而成,例如话筒的输出、摄像机的输出、各种敏感探测器件的输出……等等。

发送器(Transmitter): 其作用是把信号转换为易于传送的形式。发送器一般包括信号处理电路和频率变换电路两部分。最典型的频率变换电路是调制器(Modulator)。

信道(Channel): 系指从发送端到接收端之间使用的传输介质。如电线、电缆、光纤、电磁波等……。

噪声源(Noise Source): 这是信道上存在的以及系统内部不可避免的干扰与噪声的集中表示。噪声严重地限制了通信的能力,也造成了通信电路和设备的复杂性。如果没有噪声,我们使用极小的功率就可以把电信号传送到遥远的宇宙中去。

接收器(Receiver): 接收信号并转换信号为其原始形式。接收器一般也包括信号处理电路和频率变换电路。接收器中最典型的频率变换电路是解调器(Demodulator)。解调是调制的反变换过程。

信宿(Lodge Sink): 信息的归宿——即信息的最终收受端,又称收终端。

1.4 数字通信系统的性能指标

数字通信系统的技术指标分成两大类:传输的有效性和可靠性。有效性即效率,系指在给定的信道带宽下能传输多少信息;可靠性系指接收信息的准确程度。

1.4.1 有效性

衡量数字系统有效性的指标是传码率 R_B 、传信率 R_b 。

传码率又称传输速率、码元速率、波形速率等。在数字通信中,数字信号的每一位叫作

一个“码元”，每个码元都由有限个数字信号波形来表示。系统中每秒钟传送的码元数就是码元速率 R_B ，简称传码率，单位是波特 B(Baud)。例如，某系统每秒传送 2 400 个码元，则称其传输速率为 2 400 波特，或记为 2 400B。

一个通信系统的传码率取决于其系统带宽和所传送信号的带宽。系统带宽是系统工作时的可用频率范围。信号带宽是信号具有的频谱范围。二者的关系就像“马路”和“车辆”的关系。路越宽，在路上允许并行奔跑的车就可以越多。

仅用码元速率表示有效性常常不够。因为传输速率仅仅表征了单位时间内传送的数字波形多少，而每种波形所含的信息量不见得相同。例：阴晴云雨用 4 进制数表示，可用 1、2、3、4 四个码元与之对应，每次预报用一个码元足矣。若用二进制表示，需要 00、01、10、11 与之对应。同样若每秒报告一次天气，则每次应传送两个码元(0 和 1 的组合)，传码率为 2B。

虽然以上传码率相差一倍，信息量却相同。(可见二进制的—个码元和四进制—个码元的信息量不同)。要正确而合理地表示通信系统的有效性，还应考虑其“每秒传送的信息量”，这就是传信率 R_b 。

传信率 R_b 又称信息速率。顾名思义，信息速率是信息传送的速度，即每秒传送的信息量。信息量的单位——比特，其大小正好是一个二进制码元所携带的信息量。因此传信率的单位是 bit/s。对同—种进制来说，传码率越高，传信率也高。这是因为它们的每个码元具有相同的信息量。

对于二进制来说，传信率和传码率具有相同的数值： $R_{b2} = R_{B2}$ ，如—个二进制数字传输系统具有 2 400 波特的码元速率时，它的信息速率也是 2 400bit/s，这里要注意它们具有不同的单位。如果不是二进制系统，则二者数值不会相同。对 N 进制信号，传信率 R_b 和传码率 R_B 之间的关系是：

$$R_b = R_B \log_2 N$$

可见在同样码元速率时 N 进制传输的信息量要大—些。

有时我们需要对系统频带宽度的利用情况进行衡量。衡量频带宽度的指标是频带利用率 δ ，它指的是“单位频带内的传码率”，可记为

$$\delta = \text{传码率} / \text{带宽} (\text{波特} / \text{赫兹})$$

1.4.2 可靠性

数字通信系统的传输可靠性常用误码率 P_e 或误信率 P_b 来衡量。

误码率 P_e = 错误接收码元数 / 传输的总码元数

误信率 P_b = 错误接收的信息量 / 传输的总信息量

P_e 或 P_b 越小，数字传输的可靠性就越高，通信质量就越好，对于实际的通信系统，可依具体情况规定 P_e 或 P_b 的数值。例如，在数字电话系统中， P_e 为 10^{-4} 量级即可；而在数据传输系统中，要求 $P_e \leq 10^{-6}$ 量级。

1.5 数字信号基带传输

不经过调制直接传输数字基带信号的通信系统称为数字基带传输系统。数字基带信号是以不同的电位变化或波形来表示相应的数字信息。传输数字基带信号需要考虑的问题主要有