

信息通信专业考研指导丛书

通信原理 考研指导

TONGXIN YUANLI KAOYAN ZHIDAO

郝建军 尹长川 刘丹谱 等编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

TN911

46

信息通信专业考研指导丛书

通信原理考研指导

郝建军 尹长川 刘丹谱 编
李祥明 罗 涛

北京邮电大学出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

通信原理考研指导/郝建军等编. —北京:北京邮电大学出版社,2001.8

ISBN 7-5635-0518-0

I.通… II.郝… III.通信理论—研究生—入学考试—自学参考资料

IV.TN911

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 043957 号

-
- 书 名:** 通信原理考研指导
编 者: 郝建军 尹长川 刘丹谱 李祥明 罗涛
责任编辑: 郑 捷
出 版 者: 北京邮电大学出版社(北京市海淀区西土城路 10 号)
邮编: 100876 电话: 62282185 62283578
网址: <http://www.buptpress.com>
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京源海印刷厂
印 数: 3 000 册
开 本: 850 mm × 1 168 mm 1/32 印张: 11.25 字数: 288 千字
版 次: 2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 7-5635-0518-0/TN·233
定 价: 25.00 元
-

内容简介

本书以樊昌信教授等主编的《通信原理》(第4版)教材为主要参考书,同时参考了其他教材。全书共分为两大部分,第一部分涵盖了“通信原理”课程研究生入学考试的所有内容。每章由本章要点、习题解答两部分组成。本章要点总结性地给出复习要点;习题解答对主要参考书的课后习题作了详尽的解答。第二部分则对近几年来北京邮电大学研究生入学考试“通信原理”课程试题作了详尽的解答。

本书既可作为报考硕士研究生的复习辅导书,也可用作相关专业课程学习或复习的指导书,还可作为有关教师的教学参考书。

BAC91/07

前言

“通信原理”课程是通信与信息系统专业研究生入学考试课程之一,对考生在通信与信息系统领域的基础知识和独立工作能力有较高的要求。此书旨在帮助考生能在较短的时间内掌握本课程的主要内容,熟悉多种题型,掌握解题技巧。

本书以樊昌信教授等主编的《通信原理》(第4版)为主要参考书,同时参考了其他教材。全书共分两大部分,第一部分主要为习题解答,共分为11章:绪论,确定信号和随机信号分析,信道,模拟调制系统,数字基带传输系统,数字调制系统,模拟信号的数字传输,数字信号的最佳接收,差错控制编码,正交编码和伪随机序列,同步原理。每章由本章要点与习题解答组成,包括了研究生入学考试要求的绝大部分内容。第二部分主要选编了北京邮电大学“通信原理”课程近5年的研究生入学考试试题及其详细解答。

本书由北京邮电大学郝建军、尹长川、刘丹谱、李祥明、罗涛合作编写,郝建军负责全书的统稿。在本书编写过程中得到乐光新教授的悉心指导,在此表示衷心感谢。同时对本书选用的参考文献的著作者,我们表示真诚的感谢。

编者都是在一线长期从事“通信原理”课程教学的教师,在编写时力求文字通俗易懂,基本概念清晰明了,内容重点突出。但由于编者水平有限,编写时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,恳请读者斧正。

编者

2001年6月

责任编辑 郑捷

封面设计 上官冰冰

信息通信专业考研指导丛书

- 通信原理考研指导
- 数据结构考研指导
- 微机原理与接口技术考研指导
- 电路信号与系统考研指导

ISBN 7-5635-0518-0



9 787563 505180 >



ISBN 7-5635-0518-0/TN·233

定价：25.00元

目 录

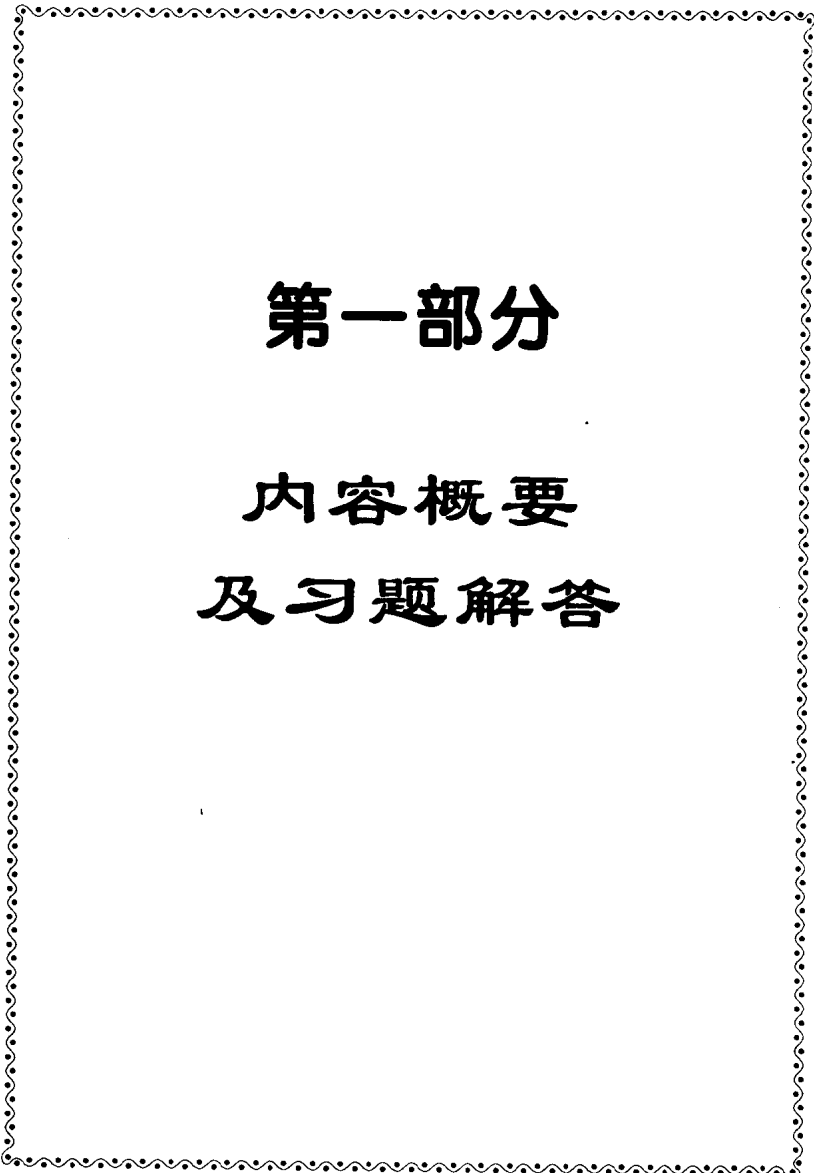
第一部分 内容概要及习题解答

第1章 绪 论	3
1.1 本章要点	3
1.2 习题解答	7
第2章 确定信号和随机信号分析	12
2.1 本章要点	12
2.2 习题解答	23
第3章 信 道	39
3.1 本章要点	39
3.2 习题解答	48
第4章 模拟调制系统	58
4.1 本章要点	58
4.2 习题解答	70

第 5 章 数字基带传输系统	93
5.1 本章要点	93
5.2 习题解答	103
第 6 章 数字调制系统	133
6.1 本章要点	133
6.2 习题解答	144
第 7 章 模拟信号的数字传输	164
7.1 本章要点	164
7.2 习题解答	180
第 8 章 数字信号的最佳接收	196
8.1 本章要点	196
8.2 习题解答	203
第 9 章 差错控制编码	221
9.1 本章要点	221
9.2 习题解答	228
第 10 章 正交编码与伪随机序列	254
10.1 本章要点	254
10.2 习题解答	259
第 11 章 同步原理	266
11.1 本章要点	266
11.2 习题解答	273

第二部分 北京邮电大学部分年度 考研试题及详细解答

A 北京邮电大学 1997 年硕士研究生入学试题·····	285
B 北京邮电大学 1998 年硕士研究生入学试题·····	298
C 北京邮电大学 1999 年硕士研究生入学试题·····	310
D 北京邮电大学 2000 年硕士研究生入学试题·····	323
E 北京邮电大学 2001 年硕士研究生入学试题·····	337
参考文献·····	349



第一部分

内容概要

及习题解答

第 1 章 绪 论

1.1 本章要点

本章主要内容包括通信的基本概念、通信的模型、通信系统的分类及通信方式、信息的定义及其度量方法,以及通信系统的主要性能指标。

1. 通信的含义

通信按照传统的理解就是信息的传输与交换。

2. 通信系统组成

(1) 通信系统的一般模型

对于点对点的通信,其一般模型如图 1-1 所示。

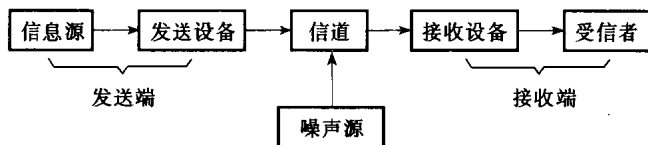


图 1-1 通信系统模型

(2) 模拟通信与数字通信系统模型

通信传输的消息可以分为两类：离散消息和连续消息。

离散消息——消息的状态是可数的和有限的；

连续消息——消息的状态连续变化。

消息被载荷在电信号的某一参量上,通过信道进行传送。对应于离散消息,电信号的该参量将取离散值,这样的信号称为数字信号;对应于连续消息,电信号的该参量连续取值,这样的信号称为模拟信号。根据信道中传输的是模拟信号还是数字信号,可以相应地把通信系统分为模拟通信系统和数字通信系统。

模拟通信系统的模型如图 1-2 所示。

数字通信系统的模型如图 1-3 所示。图中(a)和(b)分别对应于频带和基带数字通信系统的一般模型。

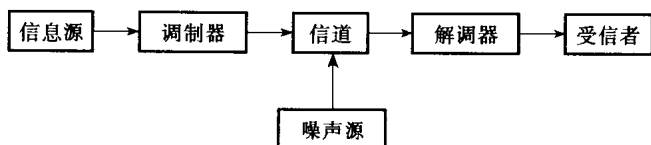
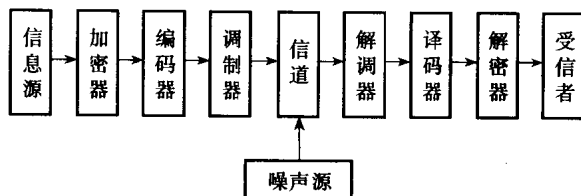
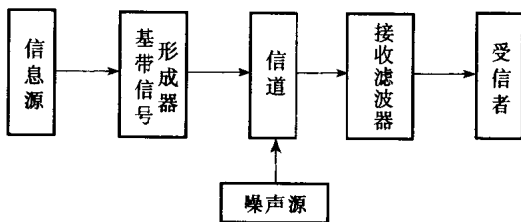


图 1-2 模拟通信系统模型



(a)



(b)

图 1-3 数字通信系统模型

数字通信相对于模拟通信的优势:

- 抗干扰能力强,数字信号可以再生而消除噪声积累;
- 传输差错可控,改善了传输质量;
- 易于使用现代数字信号处理技术对数字信号进行处理;
- 易于加密,可靠性高;
- 易于实现各种信息的综合传输。

与模拟通信相比,数字通信的缺点是:系统设备复杂,对同步要求高,比模拟通信占据更宽的系统频带等。

3. 通信系统的分类及通信方式

通信系统的分类方法有很多,从通信系统模型的角度可给出五种分类方法,分别为按消息的物理特征、按调制方式、按信号特征、按传输媒介、按信号复用方式进行分类。

实际的通信系统分为专线和通信网两类。“通信原理”课程重点讲述点与点之间的通信。点与点的通信是专线通信,多点间的通信是网通信。网通信的基础是点与点的通信。

对于点与点之间的通信,按消息传送的方向与时间关系,可分为单工、半双工及全双工三种通信方式;按照数字信号码元排列方法的不同,分为串序和并序两种通信方式。

4. 信息及其度量

消息中所含的信息量与该消息出现的概率 $p(x)$ 之间的关系定义为

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

通常取对数底 $a=2$,则信息量 I 的单位为比特(bit)。

对于符号集是由 n 个符号 x_1, x_2, \dots, x_n 组成的离散信息源,

若每个符号出现的概率分别为 $p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_n)$, 且有

$\sum_{i=1}^n p(x_i) = 1$, 则平均每个符号所含的信息量为

$$H(x) = \sum_{i=1}^n p(x_i) \log_2 \frac{1}{p(x_i)} \text{ bit/符号} \quad (1-2)$$

$H(x)$ 又称为信息源的熵。当信息源的每个符号等概出现时, 信息

源具有最大熵, 此时, $P(x_i) = \frac{1}{n}, i = 1, 2, \dots, n$ 。

$$H(x) = \log_2 n \text{ bit/符号} \quad (1-3)$$

5. 主要性能指标

从研究消息的传输角度来说, 设计或评述通信系统的主要性能指标是传输信息的有效性和可靠性。有效性主要是指消息传输的“速度”, 而可靠性主要是指消息传输的“质量”。这两个指标是相互矛盾的, 通常依据实际系统要求取得相对的统一。

对于模拟通信系统来说, 其有效性可用消息占用的有效带宽来度量, 可靠性用接收端输出的信噪比来度量。

衡量数字通信系统有效性的主要性能指标是传输速率(可用码元速率或信息速率来表征), 可靠性的主要指标是差错率(可用误码率或误信率来表征)。

(1) 传输速率

传输速率可用码元传输速率(又称码速率或传码率)或信息传输速率(又称信息速率或传信率)来衡量。

码元速率 R_B 定义为单位时间(每秒)内传输码元的数目, 单位为“波特”, 常用“Baud”表示。由于码元速率并未限定码元的进制, 而同一系统的各点上可能采用不同的进制, 故给出码元速率时须说明码元的进制和该速率在系统中的位置。设二进制码元速率为 R_{B2} , N 进制码元速率为 R_{BN} , 且有 $N = 2^k$, k 为正整数, 二进制

与 N 进制的码元速率有如下转换关系式

$$R_{B_2} = R_{B_N} \log_2 N \text{ Baud} \quad (1-4)$$

信息传输速率又称为信息速率或传信率,它定义为每秒钟传递的信息量,单位是比特/秒,或记为 bit/s(或者 bps)。在二进制下,码元速率与信息速率在数值上相等,只是单位不同;在 N 进制下,设信息速率为 R_b (bit/s),码元速率为 R_{B_N} (Baud),则有

$$R_b = R_{B_N} \log_2 N \text{ bit/s} \quad (1-5)$$

或

$$R_{B_N} = \frac{R_b}{\log_2 N} \text{ Baud}$$

(2) 差错率

差错率可用误码率或误信率两种方法来表述。误码率 p_e 定义为

$$p_e = \frac{\text{错误接收码元数}}{\text{传送总码元数}} \quad (1-6)$$

误信率(又称误比特率) p_b 定义为

$$p_b = \frac{\text{错误接收的信息量}}{\text{传送信息总量}} \quad (1-7)$$

1.2 习题解答

1-1 设英文字母 E 出现的概率为 0.105, x 出现的概率为 0.002。试求 E 及 x 的信息量。

解 英文字母 E 出现的概率为 $p(E) = 0.105$, 其信息量为

$$I_E = \log_2 \frac{1}{p(E)} = \log_2 \frac{1}{0.105} = 3.25 \text{ bit}$$

字母 x 出现的概率为 $p(x) = 0.002$, 其信息量为

$$I_x = \log_2 \frac{1}{p(x)} = \log_2 \frac{1}{0.002} = 8.97 \text{ bit}$$

1-2 某信息源的符号集由 A, B, C, D 和 E 组成, 设每一符号独立出现, 其出现概率分别为 1/4, 1/8, 1/8, 3/16 和 5/16。试求该信息源符号的平均信息量。

解 该信息源符号的平均信息量为

$$\begin{aligned} H(x) &= - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log_2 p(x_i) \\ &= - \frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} - 2 \times \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} - \frac{3}{16} \log_2 \frac{3}{16} - \frac{5}{16} \log_2 \frac{5}{16} \\ &= 2.23 \text{ bit/符号} \end{aligned}$$

1-3 设有四个消息 A, B, C, D 分别以概率 1/4, 1/8, 1/8 和 1/2 传送, 每一消息的出现是相互独立的。试计算其平均信息量。

解 每个消息的平均信息量为

$$\begin{aligned} H(x) &= - \frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} - 2 \times \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} - \frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{2} \\ &= 1.75 \text{ bit/符号} \end{aligned}$$

1-4 一个由字母 A, B, C, D 组成的字, 对于传输的每一个字母用二进制脉冲编码, 00 代替 A, 01 代替 B, 10 代替 C, 11 代替 D, 每个脉冲宽度为 5 ms。

(1) 不同的字母是等可能出现时, 试计算传输的平均信息速率;

(2) 若每个字母出现的可能性分别为

$$P_A = \frac{1}{5}, P_B = \frac{1}{4}, P_C = \frac{1}{4}, P_D = \frac{3}{10}$$

试计算传输的平均信息速率。

解

(1) 每个字母的持续时间为 $2 \times 5 \text{ ms}$, 所以字母传输速率为

$$R_{B4} = \frac{1}{2 \times 5 \times 10^{-3}} = 100 \text{ Baud}$$