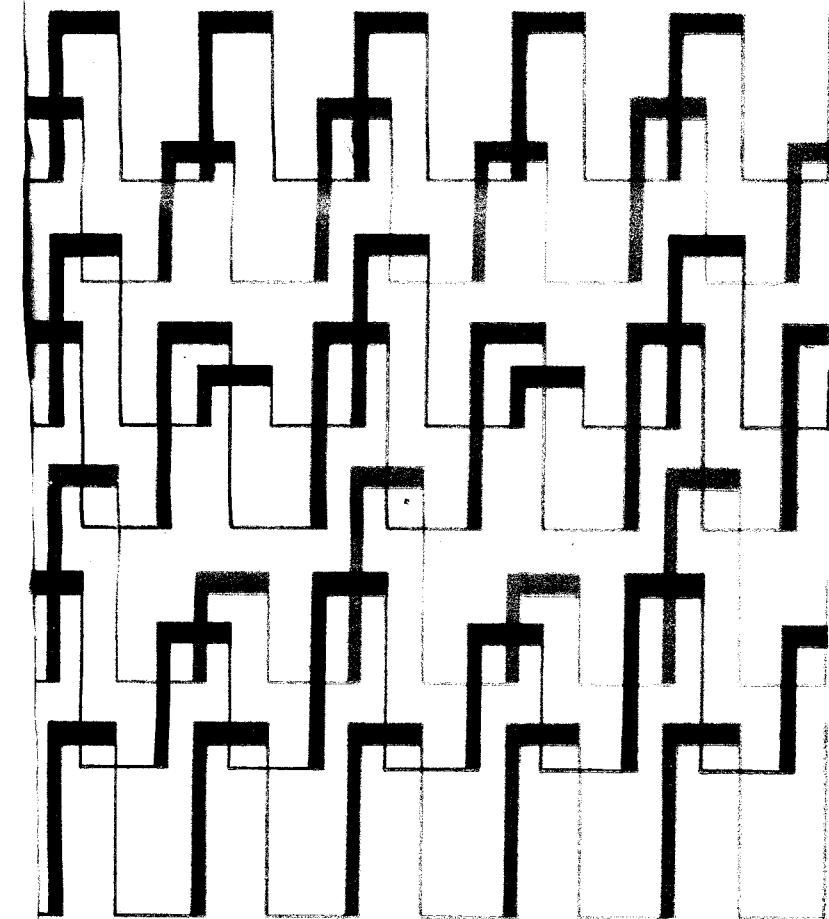


G. E. 赫茨勒 H. 霍夫瓦尔德 编著

脉冲 技术

基础



E. Hölzler H. Holzwarth
Pulstechnik
Band I. Grundlagen
Springer-Verlag
Berlin, Heidelberg, New York 1975

内 容 简 介

全书分上、下二册。主要讲述脉冲技术的基本原理和基本电路及其应用。本书为上册基础部分，共十章，包括导论、连续和离散信号的分析、取样定理、特殊脉冲序列、随机过程、量化和编码、模-数和数-模转换、信息论基础、脉冲调制的各种制式等内容。

本书取材新颖、丰富，物理概念清楚，数字分析简明，文字叙述详细，可供通信工程技术人员，高等院校有关专业的教师、研究生和高年级学生阅读参考。

脉 冲 技 术

上 册

(基 础)

[德]E. 赫茨勒 编著
H. 霍茨瓦尔特
陈 进 光 译

人民邮电出版社出版
北京东长安街27号
河北省邮电印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1982年2月 第 一 版
印张：15 16/32 页数：248 1982年2月河北第一次印刷
字数：353 千字 印数：1-11,900 册

统一书号：15045·总2519-无6154

定价：1.60 元

前言*

作者原著有“脉冲调制的理论和技术”一书，于1957年出版。为了满足读者要求并反映当今理论和技术水平，特将原著改编成为这本书。改编时，对原著基础理论涉及的范围广、而应用问题过于偏重调制方面的不平衡现象作了调整，增加了新的及调制技术以外的内容，并把书名相应地改为“脉冲技术”，分上、下两册。上册副标题“基础”，下册副标题“应用与系统”，各有一定独立性。当然，下册用到了上册中讲过的预备知识。

这一册是上册，共十章，基本内容在第一章之末有概括介绍。其中新增的内容，在数学工具方面有：正交渥尔什函数，离散和快速富里哀变换， Z -变换，数字滤波器，自相关和互相关函数，雷达中脉冲时间压缩的经典和数字方法，最佳化过程，巴克（*Barker*）码和模糊函数；在通信理论方面有：模-数转换，信源编码和信道编码。此外，新增加了一整章关于数字调制的内容，讨论了编、解码方法，脉冲编码调制和增量调制以及二者相结合的系统。对连续调制，仅仅为了便于分类及说明与数字调制有联系的问题，作了极为简要的说明。

下册比较深入地阐述了从脉冲产生和形成直到构成整个系统的各单元电路以及在各种技术装置中经常遇到的一些实际例子，如基本数字电路、逻辑组件和存储器组件、存储器系统等。由于利用脉冲序列传输信息极为重要，故对此作了较深入

*根据原文书前言编译

的讨论；还讨论了有重要意义的近代通信交换系统。另有一章讲“综合通信网”，讨论一种把传输和交换统一处理的方案。最后一章介绍定位技术的发展。

书中，对复数量没有特殊的印刷标志；选用公式符号，力求全书一致。个别地方之所以未能一致（特别是前六章），是由于许多新的著作，其“语言”因学派不同而异，而我们认为，在向读者介绍较难的题材时，最好是保留原著的语言。定义和名称采用目前通用的DIN标准和通信技术协会的建议。图表和公式均按章编号，章号编在前。列出的文献并不完备，但尽可能选进了那些有创始性的原著。

参加本书增订工作的，除署名作者外，上册尚有H.拉森（Larsen）和R.克斯登（Kersten）博士。下册因牵涉的面广，另邀请了五位学者参加。这里谨向他们表示感谢。

慕尼黑，1974年秋

E.赫茨勒 H.霍茨瓦尔特

常用公式符号

α	衰减常数
α_n	富里哀分量
Δ	衰减差值
α_d	串话衰减
α_G	信号(本底)噪声比
α_Q	信号(量化)噪声比
b	相位
b	整数, 码基
b_n	富里哀分量
B	带宽
B_0	原信号带宽
B_h	高频带宽
B_m	调制带宽
B_s	选择性带宽
c_n	复数富里哀分量; $c_n = a_n \pm j b_n$
c	光速
C	传输信道容量或电容器容量
d	归一化频率或时间偏离量
f	频率
f_0	取样频率, 载波频率
f_b	比特序列频率
f_D	频率的多普勒(Doppler)偏移
f_v	由6dB衰减增量表征的边界频率
f_h	高频, 载频

f_m	调制频率, 键控频率
f_N	干扰频率
f_s	二元信号的点频
f_c	节拍频率
$f(t)$	瞬时频率
ΔF	频偏
$F(f)$	频谱振幅密度
F_N	噪声系数
$\tilde{f}\{x\}$	x 的富里哀变换
g	传输常数
$G(\omega)$	传输函数
$h(t)$	过渡函数
$H(z)$	z 变换中的传输函数
H	熵
H_0	判决量
$H\cdot$	信息流量
$i(t)$	电流瞬时值
I	电流, 电流幅度
I	信息容量, 信息量
$J_n(x)$	n 阶贝塞尔函数
j	$j = \sqrt{-1}$
h	波兹曼常数
k_n	n 阶非线性畸变系数
L	二进制符号
L	电感量
$\mathcal{L}(x)$	x 的拉普拉斯变换
m	调制度
m_1, m_2	线性和平方期望值
n	电平

Δn	传输线路上的信噪比
Δn_2	解调后的信噪比
N	噪声功率
N_c	频带 B_0 内的噪声功率
O	二进制符号
p	拉普拉斯变换的变量, 复频率
p	频繁度, 概率
P	功率, 信号功率
P_1, P_2	系统输入端和输出端的信号功率
P_Q	量化畸变功率
$\hat{P}$	峰值功率
q	整数, 量化分层数
r	一个码字的码元数 (位数)
$r(t)$	噪声信号
r_i	一个码字的二进制码元数
r_K	压扩受益
r_N	信噪比受益
r_2	激励受益
R	有功阻抗
R	剩余度
R_K	压缩因子
$s(t)$	信号的瞬时值
$s_o(t)$	载波振荡或脉冲序列的瞬时值
$s_1(t), s_2(t)$	系统输入端和输出端信号的瞬时值
$s_i(t)$	脉冲的瞬时值
$s_N(t)$	干扰信号的瞬时值
$s_Q(t)$	量化畸变的瞬时值
$s_\delta(t)$	网络对单位脉冲 $\delta(t)$ 的响应
$s_\sigma(t)$	网络对单位阶跃 $\sigma(t)$ 的响应

Δs	剩余幅值
$\Delta s(t)$	差值信号的瞬时值
$si(x)$	$\frac{\sin x}{x}$
$Si(x)$	正弦积分; $Si(x) = \int_0^x Si(t) dt$
S, S_0	振幅, 幅度范围
$S(t)$	载波脉冲包络, 时变振幅
$S_1 S_2$	振幅, 系统输入端和输出端的幅度范围
$\tilde{S}$	信号的有效值
ΔS	幅度偏移量, 振幅分层
S_N	噪声振幅
$\tilde{S}_N$	噪声信号的有效值
t	时间
Δt	时移, 时延偏离量
t_c	基本时延
t_r	过渡时间
t_r	确定的时刻
T	绝对温度
T	(长的)时间区间
T_c	载波振荡或脉冲过程的周期
T_b	比特周期
T_m	调制振荡的周期
T_R	雷达信号的回波时延
T_z	z 信道脉冲序列周期
ΔT	时偏
$u(t)$	电压瞬时值
$u(t)$	解析信号的实部
u	电压, 电压幅度
v	放大倍数
$v(t)$	解析信号的虚部

$w(x)$	概率密度
x	实轴, 自变量
x	编码信号的状态值
x	归一化频率
$x(t_i)$	时间离散的信号函数
$X(f)$	频谱函数
y	虚轴, 因变量
y	量化间隔的状态数
z	z 变换的变量; $Z = e^{pT}$
z	信道数
$\mathcal{Z}(x)$	x 的 z 变换
$\delta(t)$	单位脉冲
Δ	差, 有限变化量
e	误差数, 错误数
$\Delta\theta(t)$	脉冲角度调制的时间偏移量
$\sigma(t)$	单位阶跃
τ	脉冲宽度
τ	相关时移
τ_b	恒定或平均脉冲宽度
φ	相角
$\varphi(t)$	瞬时相位
$\Delta\varphi(t)$	瞬时相位距载波相位的偏离量
$\varphi_{xx}(\tau)$	x 量的自相关函数
$\varphi_{xy}(\tau)$	x 量与 y 量的互相关函数
$\phi(\omega)$	功率谱密度
$\phi_{xx}(\omega)$	自相关函数的功率密度
$\phi_{xy}(\omega)$	互相关函数的功率密度
$\phi(x)$	高斯误差积分
$\Delta\phi$	相偏, 调制指数

$\psi(t)$ 复信号函数

$\psi(f)$ 复信号函数的频谱

$\chi(T_R, f_D)$ 模糊函数

ω 角频率, $\omega = 2\pi f$

目 录

常用公式符号.....	(I)
第一章 导论.....	(1)
第二章 在时域和频域内时间连续信号的表示.....	(13)
2.1 周期过程.....	(13)
2.1.1 富里哀总和与复频谱.....	(13)
2.1.2 矩形振荡、锯齿形振荡和矩形脉冲序列	(18)
2.2 非周期过程与富里哀变换	(23)
2.2.1 从富里哀总和过渡到富里哀积分	(23)
2.2.2 特殊性质的时间函数	(27)
2.2.3 帕色伐 (Parseval) 定理	(28)
2.2.4 富里哀变换的运算法则	(29)
2.2.4.1 线性	(29)
2.2.4.2 改变尺度.....	(29)
2.2.4.3 时移	(30)
2.2.4.4 载频振荡被一时间函数所调制	(30)
2.2.4.5 时间函数的微分	(30)
2.2.4.6 频谱密度函数的微分	(30)
2.2.4.7 时域和频域内的卷积	(31)
2.2.4.8 时间函数相乘	(32)
2.3 拉普拉斯变换	(34)
2.3.1 时移阶跃函数	(37)

2.3.2	狄拉克冲激函数	(37)
2.3.3	拉普拉斯变换的一些重要定理	(43)
2.3.3.1	时间函数的微分	(43)
2.3.3.2	线性微分方程和展开定理	(44)
2.3.3.3	链式梯形网络中的展开定理和暂态过程	(47)
2.4	信号的一般正交表示法	(49)
2.4.1	概述	(49)
2.4.2	正交曲折函数(渥尔什(Walsh)函数)	(51)
2.4.3	渥尔什函数的图示法	(52)
2.4.4	渥尔什函数的正交展开	(52)
第三章	在时域和频域内时间离散信号的表示	(55)
3.1	离散的时间函数	(55)
3.1.1	离散时间函数的表示法	(56)
3.1.2	离散富里哀变换(DFT)	(57)
3.1.3	离散富里哀变换中的逆变换	(59)
3.1.4	离散富里哀变换中的卷积	(59)
3.2	快速富里哀变换(FFT)	(61)
3.3	$\mathcal{Z}$ -变换	(65)
3.3.1	问题的提出	(65)
3.3.2	$\mathcal{Z}$ -变换的定义	(66)
3.3.3	$\mathcal{Z}$ -变换的逆变换	(68)
3.3.4	$\mathcal{Z}$ -变换的性质	(68)
3.3.4.1	衰减定理	(68)
3.3.4.2	扩展定理	(69)
3.3.4.3	时移定理	(69)

3.3.4.4 卷积定理.....	(70)
3.3.5 $\mathcal{D}$ -变换举例.....	(70)
3.4 数字滤波器	(74)
3.4.1 非递归型数字滤波器	(78)
3.4.2 递归型数字滤波器	(78)
3.4.3 传输函数的周期性	(81)
第四章 取样定理	(84)
4.1 频谱和时间取样定理	(84)
4.2 取样作为正交展开	(92)
4.3 低频限非零的限带信号	(93)
第五章 特殊脉冲序列及其变形问题	(99)
5.1 矩形脉冲序列和余弦平方脉冲序列	(99)
5.2 频带受限时的变形	(103)
5.3 无线电和雷达技术中的脉冲序列	(106)
5.4 雷达中的脉冲压缩	(109)
5.5 稳相原理	(115)
5.6 受扰脉冲的分辨率	(116)
5.7 网络对脉冲的响应	(119)
5.7.1 网络传输函数的基本特性	(120)
5.7.2 最小相移网络的衰减特性和相位特性 ...	(124)
5.7.3 网络传输函数表示为回波函数之和	(132)
5.7.3.1 具有纯衰减畸变的网络的回波节	(134)
5.7.3.2 最小相移网络的回波节	(135)
5.7.4 脉冲通过线性网络时的变形	(136)
5.7.4.1 具有线性相位特性的网络	(136)
5.7.4.2 理想低通滤波器的响应	(138)
5.7.4.3 具有余弦形传输函数的低通滤波器	(141)

5.7.4.4	具有高斯传输函数的低通滤波器	(145)
5.7.4.5	纯相位畸变的影响	(146)
5.8	网络分析程序	(151)
第六章	随机过程	(152)
6.1	维纳 (<i>Wiener</i>) 广义谐波分析	(155)
6.2	互相关	(161)
6.3	时间离散和取值离散随机过程的分析举例	(165)
6.4	随机过程的系统理论基础	(173)
6.5	最佳线性系统	(178)
6.6	巴克 (<i>Barker</i>) 码	(184)
6.7	定位技术的模糊函数	(188)
第七章	模拟信号和数字信号 量化和编码	(201)
7.1	概述	(201)
7.2	模—数转换	(202)
7.2.1	量化	(202)
7.2.2	编码	(206)
7.2.3	其它说明	(212)
7.3	数—模转换	(213)
第八章	信息论基础	(214)
8.1	引言	(214)
8.2	信源编码	(215)
8.2.1	不相关度的减少	(216)
8.2.2	剩余度的减少	(217)
8.2.3	判决量, 熵和剩余度	(221)
8.3	信道编码	(228)
8.3.1	检错码和纠错码	(229)

8.3.2	受扰信道	(232)
8.3.3	信息流量和信道容量	(235)
第九章	脉冲调制	(246)
9.1	调制的基本原理	(246)
9.1.1	调制的目的	(246)
9.1.2	调制方式的分类	(249)
9.1.3	群聚方式的分类	(256)
9.2	正弦过程作为被调载波	(259)
9.2.1	取值连续的调制	(259)
9.2.1.1	幅度调制	(259)
9.2.1.2	角度调制	(262)
9.2.2	取值离散的调制	(264)
9.2.3	频率群聚, 多重调制	(268)
9.2.4	传输畸变的影响	(269)
9.2.5	噪声及其影响	(272)
9.2.5.1	噪声及其定量分析	(272)
9.2.5.2	调幅时噪声的影响	(275)
9.2.5.3	调角时噪声的影响	(276)
9.2.5.4	经多重调制后频率群聚信号中噪声的影响	(277)
9.2.6	用取值离散信号调制时畸变和噪声的影响	(281)
9.3	脉冲序列作为被调载波 (脉冲调制法)	(283)
9.3.1	历史回顾	(283)
9.3.2	脉冲调制法概述	(284)
9.3.3	取值连续的脉冲调制	(286)
9.3.3.1	脉冲幅度调制 (PAM)	(286)

9.3.3.2	脉冲相位调制和脉冲频率调制 (PPM和 PFM)	(293)
9.3.3.3	脉冲宽度调制 (PDM)	(299)
9.3.4	各种调制方式频谱的比较	(303)
9.3.5	取值离散的脉冲调制	(305)
9.3.5.1	信号样值的量化	(305)
9.3.5.2	量化的脉幅调制和脉相调制	(309)
9.3.5.3	数字调制	(310)
9.3.6	时间群聚	(314)
9.3.7	幅度群聚, 取值群聚	(319)
9.4	取值连续的脉冲调制法的特性	(323)
9.4.1	脉幅调制的特性	(323)
9.4.1.1	脉幅调制中的串话	(323)
9.4.1.2	脉幅调制中的噪声	(330)
9.4.2	脉角调制和脉宽调制的特性	(332)
9.4.2.1	脉相调制中的串话	(333)
9.4.2.2	脉相调制中的噪声	(336)
9.4.2.3	脉宽调制中的串话	(337)
9.4.2.4	脉宽调制中的噪声	(338)
9.4.3	通过压扩瞬时值获得信噪比受益	(339)
9.4.4	各种取值连续的脉冲调制法的比较, 多重调制	(344)
第十章	数字调制	(351)
10.1	脉冲编码调制	(352)
10.1.1	历史回顾	(352)
10.1.2	脉码调制传输系统的分类	(353)
10.1.3	编码方法	(354)

10.1.3.1	编码管	(354)
10.1.3.2	三种基本编码法及其比较	(356)
10.1.3.3	组合编码法	(359)
10.1.3.4	特殊编码法	(362)
10.1.4	解码方法	(366)
10.1.5	码转换	(369)
10.1.6	压缩扩展	(371)
10.1.7	量化畸变	(376)
10.1.7.1	畸变功率	(377)
10.1.7.2	量化畸变的频谱	(383)
10.1.7.3	信噪比, 非线性畸变系数	(386)
10.1.7.4	剩余衰减	(391)
10.1.7.5	本底噪声与串话	(392)
10.2	增量调制(DM)和增量脉码调制($DPCM$)	(394)
10.2.1	差值形成法	(394)
10.2.2	增量调制(DM)	(396)
10.2.2.1	简单的增量调制	(396)
10.2.2.2	改进了的增量调制	(399)
10.2.3	增量脉码调制($DPCM$)	(401)
10.2.3.1	增量-脉码调制的原理	(401)
10.2.3.2	增量脉码调制中的信噪比	(404)
10.3	几种数字调制法的比较	(407)
10.4	数字调制信号的传输特性	(409)
10.4.1	信号的种类和形状	(410)
10.4.2	数字调制信号中干扰和畸变的影响	(418)
10.4.3	解调后错误概率与噪声功率的关系	(425)
10.5	多重调制	(430)