

第4章 信源及压缩编码

4.1 概 述

4.3 语 音 编 码

4.5 图像压缩编码

4.2 语音信号的特征

4.4 图像信号的特征

4.6 数据信号编码

4.1 概 述

现代通信系统的一个重要标志是信源信号、传输系统、交换系统和信号处理等诸环节实现了数字化。而语言和图像等信源信号都是模拟的，他们在时间和幅度上都是连续取值的变量，是完全等同于原物理量的电信号。

语音和图像信号都包含大量的冗余，信号的有些部分不包含什么信息，有些可以根据其他部分估算出来，即具有一定的相关性。这种“冗余”是压缩编码的前提。压缩编码的方法大体上有以下3类：

- (1) 概率匹配编码：
- (2) 变换编码：
- (3) 识别编码：

4.2 语音信号的特征

1. 语音信号的模型

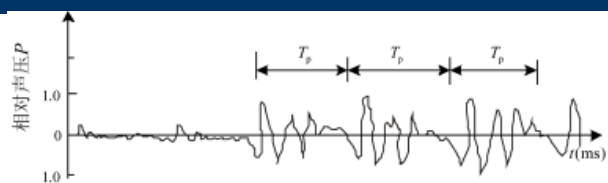
从声学的观点来说，不同的语音是由于发生器官中的声音激励源和口腔声道的形状不同引起的。根据激励源和声道模型的不同，语音主要可分成浊音和清音。

图4.1 浊音和清音的波形及频谱

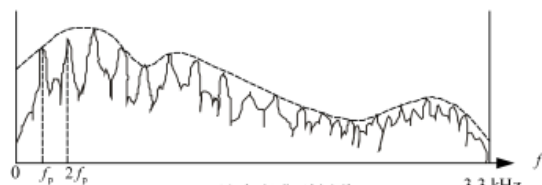
2. 语音信号的统计特性

语音信号是一随机信号，只能用统计分析的方法来分析其特性。通常语音信号概率密度函数依赖于输入信号频带宽度以及录音条件。

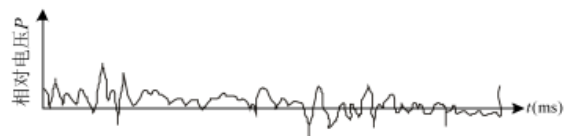
图4.1 浊音和清音的波形及频谱



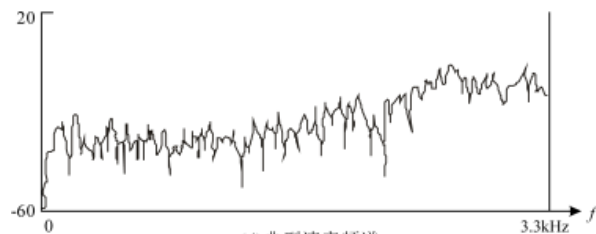
(a) 浊音声波波形图



(b) 浊音段典型频谱



(c) 清音波形图



(d) 典型清音频谱

4.3 语音编码

4.3.1 概述

4.3.2 抽样定理和脉冲调制(PAM、PDM、PAM)

4.3.3 脉冲编码调制PCM

4.3.4 简单增量调制 ΔM

4.3.5 自适应差分脉冲编码调制ADPCM

4.3.6 子带编码(SBC)

4.3.7 声码器

4.3.1 概述

语音信号可以变换成电信号(经过调制或不经调制)后直接在信道中传输,但要在数字通信系统中传输,就必须进行A/D和D/A转换,也即将模拟信号数字化后再进行数字传输。这里提出的语音编码就是指语音的A/D与D/A变换。各种编码技术对语音信号进行处理,目的都是为了减少传输码率和提高音质。语音编码技术可以分为两类,一类是波形编码技术,另一类是参量编码。波形编码是将时间域信号直接变换为数字代码,其特点是重建的信号质量好。较为常见的语音编码及比特率如 [表4.1](#)所示。

表4.1 各种语音编码技术

编码类型	编码方法	比特率	信噪比或质量评定
波形编码	PCM(CCITT G.711)	64kb/s	38 dB
	ADPCM(CCITT G.721)	32kb/s	35 dB
	瞬时压扩 PCM	40kb/s	30 dB
		32kb/s	30 dB
	ADM(CVSD 法)	32kb/s	24 dB
	子带编码(SBC)	16kb/s	18~20 dB
	时域谐波压扩 ADPCM (ADPCM-TDHS)	16kb/s	20~25 dB 25~30 dB
参量编码	通道声码器	1200/2400/4800b/s	较好
	共振峰声码器	600/1200b/s	差
	线性预测声码器	1200/2400/4800b/s	好
	声激励声码器	9600b/s	很好

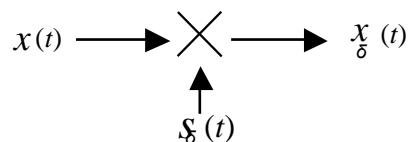
4.3.2 抽样定理和脉冲调制(PAM、PDM、PAM)

1. 抽样定理
2. 低通信号的均匀抽样定理的证明

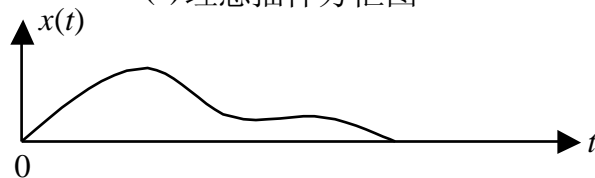
图4.3 理想抽样的方框图及各点波形

3. 抽样的分类
4. 抽样定理的直接应用——脉冲调制(PAM、PDM、PPM)

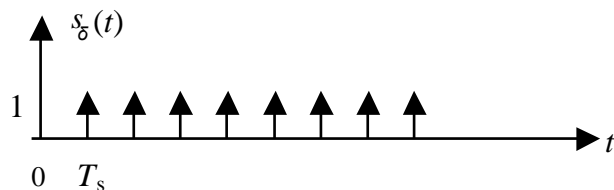
图4.3 理想抽样的方框图及各点波形



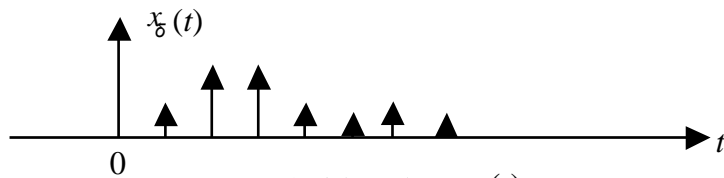
(a)理想抽样方框图



(b)低通模拟信号



(c)理想周期 $s_{\sigma}(t)$ 波形



(d)抽样后输出 $x_{\sigma}(t)$

4.3.3 脉冲编码调制PCM

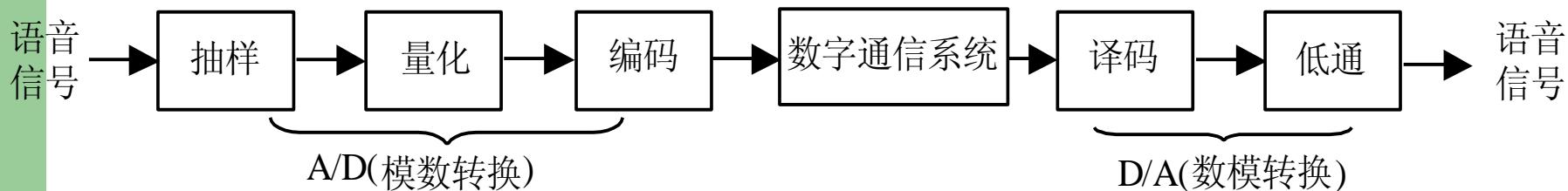
1. 线性PCM编码

图4.7 PCM通信系统方框图

2. 非线性PCM编码

3. 译码原理

图4.7 PCM通信系统方框图



4.3.4 简单增量调制 ΔM

1. 简单增量调制编码原理

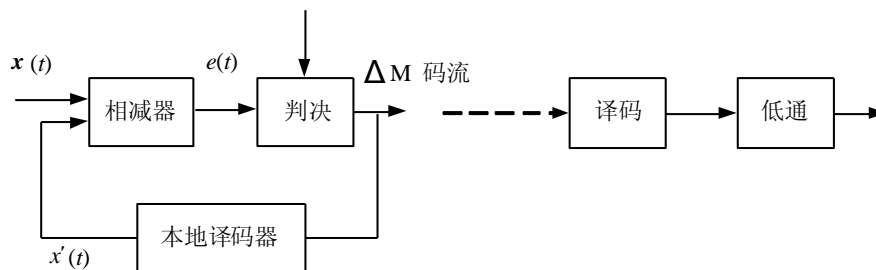
图4.13 简单增量调制原理图

2. 译码的基本思想

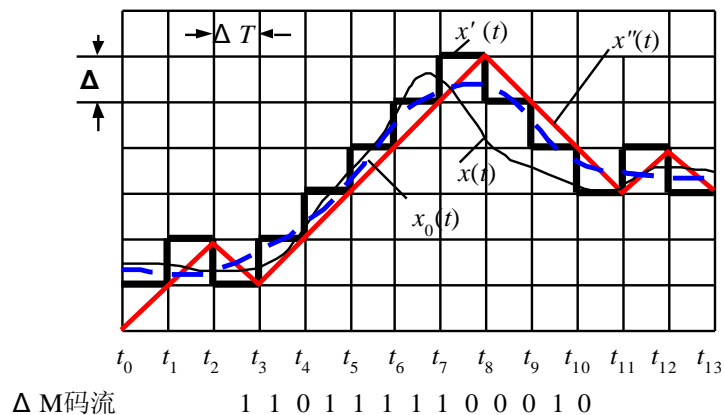
3. 性能分析

4. 连续可变斜率增量调制(CVSD)

图4.13 简单增量调制原理图



(a) ΔM 原理框图



(b) ΔM 波形示意图

4.3.5 自适应差分脉冲编码调制ADPCM

1. DPCM原理

1) DPCM原理及框图

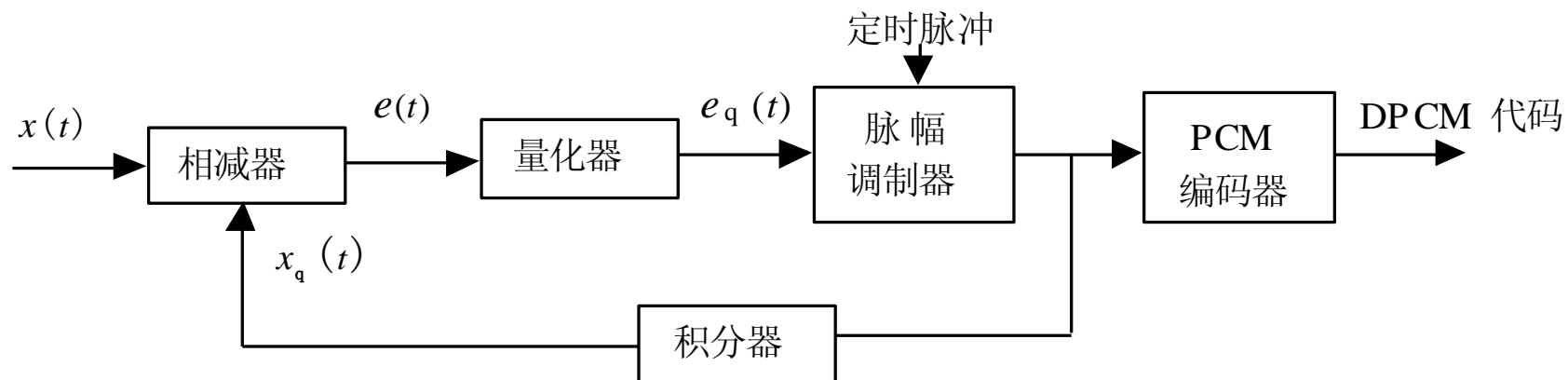
图4.15 DPCM系统方框图

2) DPCM的性能特点

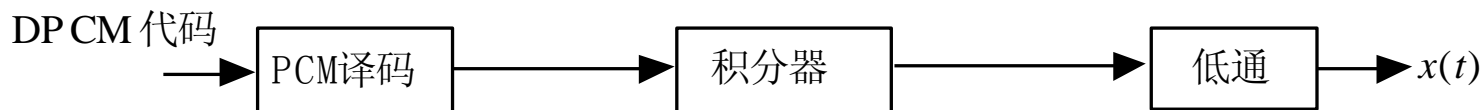
2. ADPCM原理

ADPCM有两种方案，一种是预测固定，量化自适应；另一种是兼有预测自适应和量化自适应。

图4.15 DPCM系统方框图



(a) 调制器



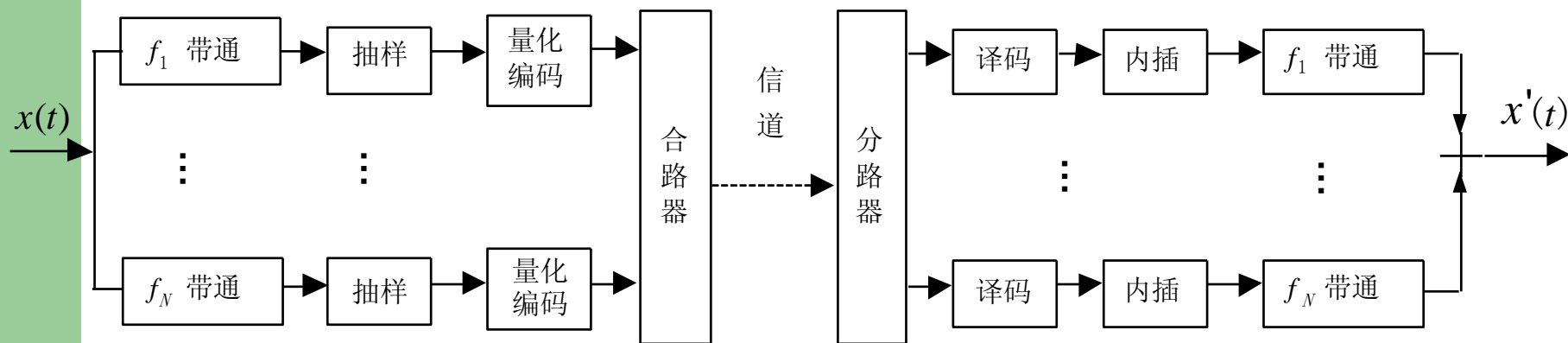
(b) 解调器

4.3.6 子带编码(SBC)

SBC也可以说是多带独立的自适应脉冲编码调制，显然在性能上这要比全频单带的自适应脉冲编码调制优越，因为信号的各共振峰振幅相差很大(可大到30~40dB)，单带自适应脉冲编码调制的自适应阶距无法照顾所有共振峰的要求。

图4.17给出一种SBC的编、译码方框图。子带编码可用于比特率在9.6kb/s~32kb/s之间。在这个范围内，语音质量与同等比特率的ADPCM的质量相当。

图4.17 SBC编、译码方框图

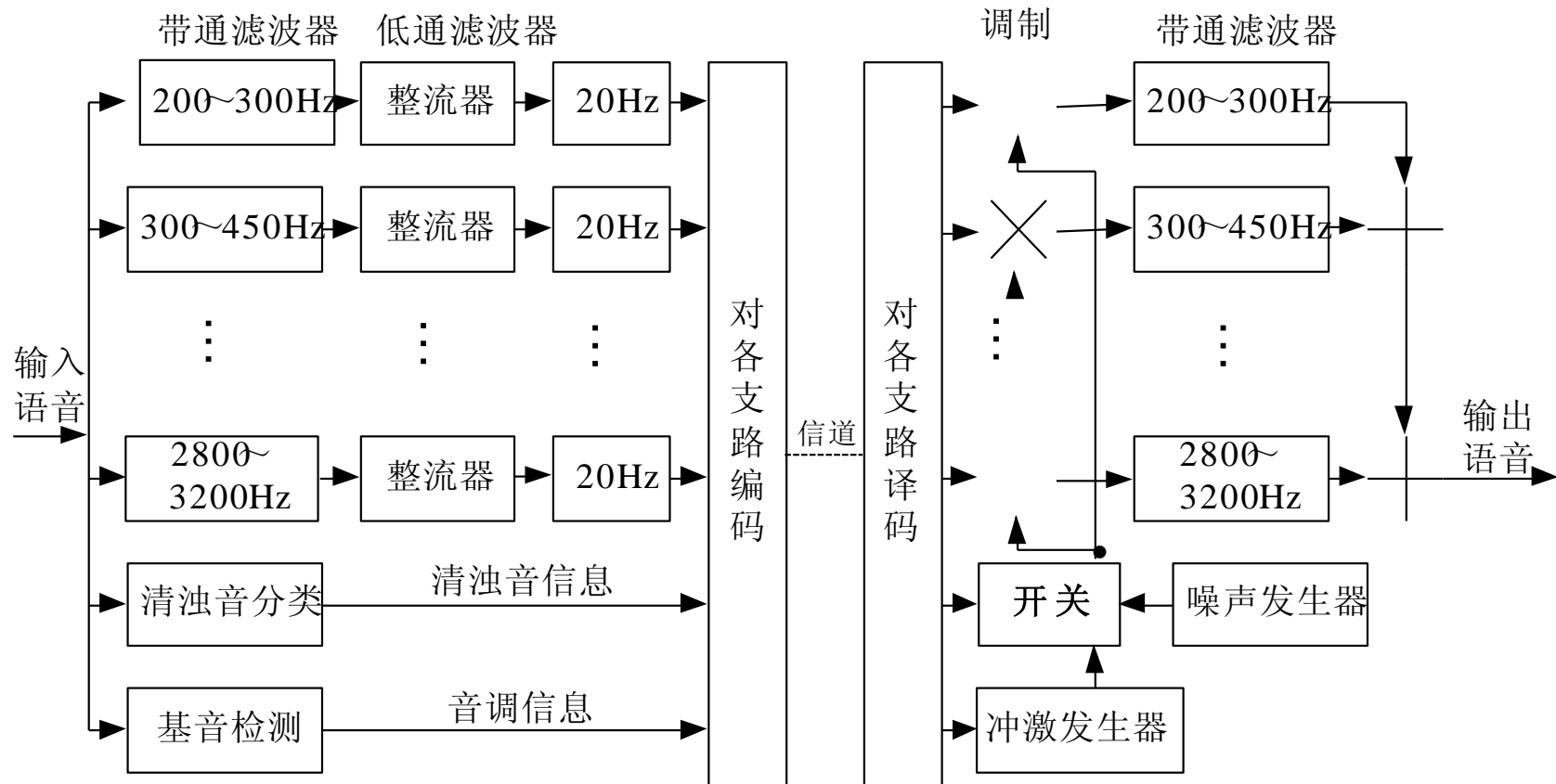


4.3.7 声码器

图4.18 通道声码器原理框图

1. 通道声码器
2. 共振峰声码器
3. 线性预测编码声码器(LPC)

图4.18 通道声码器原理框图



4.4 图像信号的特征

4.4.1 图像信号的特点

4.4.2 图像信号的冗余

4.4.3 图像质量评价

4.4.1 图像信号的特点

1. 图像信息的分类

图像按照其内容的运动状态，可划分为静止图像和活动图像两大类。

2. 图像信息的特点

图像信息与语音信息相比有两大特点。第一图像信息是二维以上的多维信息。第二个特点是频带非常宽，约为声音信号频谱的1000倍。

4.4.2 图像信号的冗余

1. 空间冗余
2. 时间冗余
3. 信息熵冗余(编码冗余)
4. 结构冗余
5. 知识冗余
6. 视觉冗余

4.4.3 图像质量评价

图像质量评价是图像信息工程的基础技术之一。

图像质量的含义包括两个方面，一个是图像的逼真度，另一个是图像的可懂度。

4.5 图像压缩编码

4.5.1 图像信号的抽样

4.5.2 图像信号的量化

4.5.3 图像信号的压缩编码

4.5.1 图像信号的抽样

在平面的线上使连续变化的语音在时间上离散化称为语音信号抽样，而在空间的面上使连续变化的图像在时间上离散化称为图像信号抽样。

1. 抽样频率
2. 抽样方式的选择

4.5.2 图像信号的量化

1. 最佳量化
2. 彩色图像量化
3. 矢量量化

4.5.3 图像信号的压缩编码

1. 预测编码

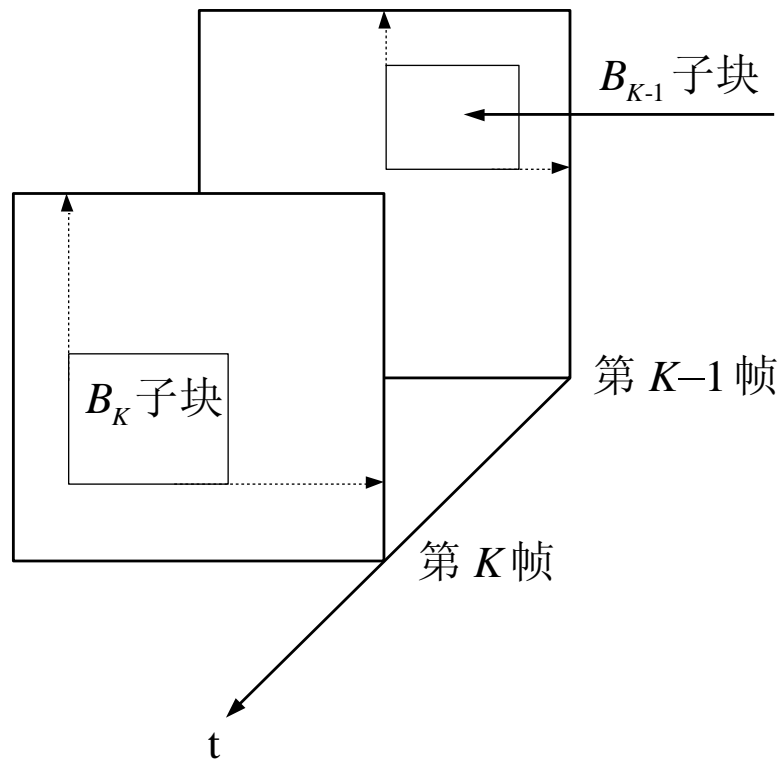
图4.20 块匹配位移量估计算法

2. 正交变换编码

3. 其他新型图像压缩编码方法

4. 图像压缩编码标准

图4.20 块匹配位移量估计算法



4.6 数据信号编码

4.6.1 数据信号的特征

4.6.2 国际5号码(IA5)

4.6.3 国际电报2号码

4.6.4 EBCDIC码

4.6.5 信息交换用汉字代码

4.6.6 数据信号的压缩编码

4.6.1 数据信号的特征

最基本的数据信号波形为二进制电压或电流波形，这与前面讲到的模拟信号数字化后的波形没有区别。但由于数据被定义为具有某种含义的数字、字母或符号的组合，因此数据信号的二进制信号必须以码组的形式出现，单个比特不能代表有实际意义的信息。

4.6.2 国际5号码(IA5)

国际5号码是把字符转换成代码的一种方案，码表如 表4.4所示。该方案是1963年由美国标准化协会提出的，称为美国信息交换标准代码(ASCII码)，随后被国际标准化组织(ISO)和国际电报电话咨询委员会(CCITT)采纳，并发展成为国际通用的信息交换标准代码。国际5号码是用7位二进制代码表示出每个字母、数字、符号及一些常见控制符的。7位二进制代码可以表示 $2^7=128$ 个不同字符(状态)。

表4.4 国际5号码表

					b ₇	0	0	0	0	1	1	1	1
					b ₆	0	0	1	1	0	0	1	1
					b ₅	0	1	0	1	0	1	0	1
b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	列 行	0	1	2	3	4	5	6	7	
0	0	0	0	0	NUL	TC ₇ (DBL)	SP	0	@	P	l	p	
0	0	0	1	1	TC ₆ (SOH)	DC ₁	!	1	A	Q	a	q	
0	0	1	0	2	TC ₅ (STX)	DC ₂	”	2	B	R	b	r	
0	0	1	1	3	TC ₄ (ETX)	DC ₃	#	3	C	S	c	s	
0	1	0	0	4	TC ₃ (EOT)	DC ₄	☉	4	D	T	d	t	
0	1	0	1	5	DC ₅ (ENQ)	TC ₈ (NAK)	%	5	E	U	e	u	
0	1	1	0	6	TC ₂ (ACK)	TC ₉ (SYN)	&	6	F	V	f	v	
0	1	1	1	7	BEL	TC ₁₀ (ETB)	'	7	G	W	g	w	
1	0	0	0	8	FE ₈ (BS)	CAN	(	8	H	X	h	x	
1	0	0	1	9	FE ₇ (HT)	EM	)	9	I	Y	i	y	
1	0	1	0	10	FE ₆ (LF)	SUB	*	:	J	Z	j	z	
1	0	1	1	11	FE ₅ (VT)	ESC	+	;	K	[	k	{	
1	1	0	0	12	FE ₄ (FF)	IS ₁ (FS)	,	<	L	\	l	|	
1	1	0	1	13	FE ₃ (CR)	IS ₂ (GS)	-	=	M	]	m	}	
1	1	1	0	14	SO	IS ₃ (RS)	.	>	N	`	n	_	
1	1	1	1	15	SI	IS ₄ (US)	/	?	O	_	o	DEL	L

4.6.3 国际电报2号码

IA2码是一种5位二进制代码，又称波多(Baudot)码。波多码广泛应用于电报通信中，是起止式电传电报中的标准用码，在低速数据传输系统中仍使用这种码。5位码只能表示出 $2^5=32$ 符号，但通过一个“数字/字母”转移控制码可改变代码意义，因此可有64种表示，实际中应用了其中58个。

4.6.4 EBCDIC码

EBCDIC码是扩展二至十进制码的简称。它是一种8位二进制代码，有 $2^8=256$ 种组合，可以表示256个字符和控制符。EBCDIC码目前只定义了143种，剩余了113个，这对需要自定义字符的应用非常有利。

由于EBCDIC是8位码(1字节)，已无法提供奇偶核验位，因此不宜长距离传输。但EBCDIC的码长与计算机字节长度一致，故可作为计算机的内部传输代码。

4.6.5 信息交换用汉字代码

汉字变成代码的过程是分两步实现的，即采用由“外码”和“内码”组成的两级编码方法。汉字的外码是指计算机与人之间进行交换的一种代码。它与汉字的录入方式有直接关系。同一汉字，采用不同的录入方式，则汉字的外码就不同。

4.6.6 数据信号的压缩编码

1. Huffman编码
2. 游程编码
3. Lempel-Ziv编码