



中华人民共和国国家标准

GB/T 17700—1999
eqv ITU-R BO. 1211

卫星数字电视广播 信道编码和调制标准

Channel coding and modulation standard for
Digital Video Broadcasting-Satellite (DVB-S)

1999-03-23 发布

1999-10-01 实施

国家质量技术监督局 发布

前 言

为使在固定卫星业务(FSS)和广播卫星业务(BSS)波段中,用于卫星数字多路节目 TV/HDTV 业务一次和二次分配的调制和信道编码系统(本标准中简称“系统”)实现标准化,特制定本标准。

本标准描述了在固定卫星业务(FSS)和广播卫星业务(BSS)波段(11/12 GHz)中,用于卫星数字多路节目 TV/HDTV 业务一次和二次分配的调制和信道编码系统。本标准也适用于 C 波段(4/6 GHz)的固定卫星业务(FSS)中的相应业务。

本标准等效采用 ITU-R BO. 1211 建议书《用于 11/12 GHz 卫星业务中的电视、声音和数据业务的数字多节目发射系统》。本标准与等效采用的 IRU-R BO. 1211 建议书的差异:

- 1) 根据我国的应用情况,使用范围扩展用于 C 波段(4/6 GHz)固定卫星业务中的相应的业务;
- 2) 增加了在特定的条件下系统使用 BPSK 调制方式。

系统不仅可为消费级综合解码接收机提供直接到户(DTH)的业务;而且可以通过重新调制,用于卫星共用天线电视系统(SMATV)和有线电视前端(参见 EST-300 429 电视、声音和数据业务的数字广播系统;有线系统的帧结构、信道编码及其调制)。

系统使用四相相移键控(QPSK)调制方式和基于卷积码及截短 RS 码级联的误码保护方式(在特定的条件下,系统可考虑采用 BPSK 调制,有关内容见附录 E)。

系统适用于不同带宽的卫星转发器。

系统使用包复用的同步传输结构,与基于 MPEG-2 编码的电视业务兼容(ISO/IEC DIS 13818-1)。利用复用的灵活性可将传输容量用于不同的业务结构,包括电视、声音和数据业务。所有业务都在单一的数字载波上时分复用。

本标准概述了卫星数字电视传输系统,规范了数字调制信号,以此保证设备之间的兼容性,这是通过在调制器一端详细描述信号处理的原则来实现的。在接收端可以有多种不同的实现方法。但是仍有必要参考本标准中涉及接收的有关内容。本标准为满足业务的质量要求,定义了系统的性能指标及其特征。

本标准的附录 A、附录 B 为本标准的附录,附录 C、附录 D、附录 E 为提示的附录。

本标准由中华人民共和国原广播电影电视部提出。

本标准由国家广播电影电视总局标准化规划研究所归口。

本标准起草单位:国家广播电影电视总局标准化规划研究所、四川长虹电子集团公司。

本标准起草人:杜百川、施正平、任仪、杨庆华、魏学明。

ITU 前言

ITU(国际电信联盟)无线电通信全会考虑到:

- 1) 数字源编码技术已经发展到一个成熟的水平,即在采用与传输容量相适应的比特速率的条件下,与常规的模拟技术相比,数字技术在视频和声音质量方面更具优势;
- 2) 数字复用技术可以更灵活地动态分配每一个节目组成部分(视频、声音和数据)的总数据速率,从而可以改变同一个复用码流中的节目数,适应多媒体业务的需要;
- 3) 数字传输技术可提供更好的频谱利用率[例如,包括相应的误码保护在内,从 25 Mbit/s 到 50 Mbit/s 的数据率,都可满足世界无线电行政大会指配的广播卫星规划(日内瓦,1977)(WARC BS-77)]并提供较高的功率效率。同常规的模拟技术相比,还能对特定的卫星带宽和功率资源进行灵活的配置;
- 4) 同模拟发射相比,数字发射需要的抗干扰保护较少,从而提高频谱的利用率;
- 5) 大规模数字集成电路的使用有可能在规模化生产的情况下提供较低的设备价格;
- 6) 新的数字多节目电视系统可用于现有的 11/12 GHz 波段卫星信道;
- 7) 作为世界范围的标准,ITU-R 在以下几方面已经进行了广泛的研究:
 - 卫星数字电视广播系统的需求,
 - 综合业务数字广播(ISDB)的概念,包括数据业务和业务信息的传送,
 - 用于条件接收的通用加扰技术,
 - 与不同传输媒介最大可能的通用性,例如卫星、卫星共用天线电视系统、地面发射机和电缆,
 - 实现通用综合电视接收机这一概念的可能性,这种接收机应是在全世界范围内以可接受价格向公众提供,
 - 将来向高清晰度电视兼容转化的可能性,
 - 满足上述需求的各种技术建议的能力,
 - 各种系统方案的计算机模拟以及实验室和现场评估;
- 8) 卫星数字多节目业务已在一些国家开展,并且其他许多国家计划从 1995 年起开始这一业务;
- 9) 卫星数字多节目电视系统目前正在世界许多地方发展,欧洲以外的主管部门仍在研究和考虑采用相关的标准,并向 ITU-R 递交文稿;
- 10) 已经有 150 多个实体,包括设备制造商、广播公司、网络运营者和有关主管部门在发展欧洲的数字电视广播(DVB)业务的谅解备忘录上签字;
- 11) DVB 项目已经一致同意在 11/12 GHz 频段进行卫星传输的通用系统建议(称为 DVB-S 系统),这个建议成为一个欧洲电信标准(ETS);
- 12) DVB-S 系统包含如下部分,从 1995 年起一直在进行消费类接收机的开发:
 - 依据国际标准草案 ISO/IEC 13818 的图像和声音编码,传送复用,业务信息系统;
 - 数据业务传送,通用加扰系统,与外部设备的通用接口;
- 13) DVB-S 系统与 DVB-C 系统(线缆分配)、DVB-CS 系统(卫星共用天线分配系统)和正在发展的 DVB-T(地面广播)系统有最大的通用性(包括源编码、复用和里德-所罗门(Reed-Solomon)外编码)。

建议

- 1 附录 1 规定的 DVB-S 帧结构、信道编码和调制方式应该作为世界范围的标准,用于实现 11/12 GHz 下行链路频段的卫星数字多节目电视业务。

注 1 为配合本建议书,成立了特别报告组。该组一直致力于制定一个世界范围的 11/12 GHz 频段数字多节目卫星发射系统,用于电视、声音、数据业务的广播。为了实现这个世界范围的标准,该特别报告组将对 DVB-S 系统和其他已有的数字多节目卫星发射系统同时进行研究。

中华人民共和国国家标准

卫星数字电视广播 信道编码和调制标准

GB/T 17700—1999
eqv ITU-R BO. 1211

Channel coding and modulation standard for
Digital Video Broadcasting-Satellite(DVB-S)

1 范围

本标准规定了在固定卫星业务(FSS)和广播卫星业务(BBS)波段(11/12 GHz)中,用于卫星数字多路节目电视/高清晰度电视业务一次和二次分配的调制和信道编码系统(简称“系统”)。

本标准适用于固定卫星业务(FSS)和广播卫星业务(BBS)波段(11/12 GHz)中,卫星数字多路节目电视/高清晰度电视业务一次和二次分配,本标准也适用于C波段(4/6 GHz)的固定卫星业务中的相应业务。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效,所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

ISO/IEC DIS 13818-1:1994 运动图像和相关声音编码

3 符号和缩略语

3.1 符号

在本标准中,使用了如下的符号:

α	滚降系数
C/N	载噪比
C/I	载波干扰比
d_{free}	卷积码自由距离
E_b/N_0	每个可用比特能量和两倍噪声功率谱密度的比率
f_N	奈奎斯特频率
G_1, G_2	卷积码生成器
$g(x)$	RS码生成多项式
I	交织深度(字节)
I, Q	调制信号的同相位和正交相位分量
j	交织器的分支序号
K	卷积码约束长度
M	卷积交织器分支深度($j=1 \ M=N/I$)
N	误码保护帧长度(字节)
$p(x)$	RS码域生成多项式

r_m	带内纹波(dB)
R_s	相应于调制信号的双边奈奎斯特带宽的符号率
R_U	由 MPEG-2 传输复用器输出的可用比特率
R_U'	RS 外码编码器输出的比特率
T	在 RS 误码保护数据包中能被纠正的字节数
T_s	符号周期
X, Y	编码率为 1/2 的卷积编码后形成的两路比特流

3.2 缩略语

本标准中,使用了如下的缩略语:

AWGN	加性高斯白噪声
BB	基带
BER	比特误码率
BPSK	二相相移键控
BSS	广播卫星业务
BW	带宽
DTH	直接到户
DVB	数字视频广播
DVB-S	卫星数字视频广播
FDM	频分复用
FEC	前向纠错
FIFO	先进先出移位寄存器
FIR	有限冲激响应
FSS	固定卫星业务
HEX	十六进制脚注
HDTV	高清晰度电视
IF	中频
IMUX	输入复用器-滤波器
IRD	综合解码接收机
MPEG	运动图像专家组
MSB	最高有效位
MUX	复用
OBO	输出回退
OCT	八进制脚注
OMUX	输出复用器-滤波器
P	收缩
PDH	准同步数字序列
PSK	相移键控
PRBS	伪随机二进制序列
QEF	准无误码
QPSK	四相相移键控
R	随机序列
RF	射频
RS	里德-所罗门码

GB/T 17700—1999

TBD 待定

TDM 时分复用

TWT 行波管放大器

4 传输系统

4.1 系统定义

系统定义了从 MPEC-2(见 ISO/IEC DIS 13818-1)复用器输出到卫星传输通道的特性,能对电视基带信号进行适配处理的设备功能模块。对数据流的处理包括如下几部分(见图 1):

- 传送复用适配和用于能量扩散的随机化处理；
- 外编码(即 RS 编码)；
- 卷积交织；
- 内编码(即收缩卷积编码)；
- 调制前的基带成形处理；
- 调制。

系统功能描述由附录 E 标准的附录

由于通过卫星进行 DTH 业务(直接)特别对功率限制有要求,因此抗噪声和抗干扰性能是系统设计的主要目标,而频谱利用率则次之。为达到要求的功率谱密度而又对频谱利用率没有过多的影响,系统使用 QPSK 调制方式以及级联的卷积码和 LDPC 码。卷积码可以灵活地进行设置,这样可以在给定的卫星转发器带宽内使系统性能达到最佳(见附录 1 和附录 2)。

本系统适用于单转发器单载波时分复用和单转发器多载波时分复用的方式

系统直接兼容 MPEG-2 编码电视信号, 调制解调器传输帧同步于 MPEG-2 复用传送包。

如果接收到的信号高于 C/N 和 C/I 门限,那么系统采用的前向纠错(FEC)技术可提供准无误码(QEF)质量指标,即在一个小时的传输时间里,校正的误码率相当于在 MPEG-2 解复用器的输入处的比特误码率 $(BER) = 10^{-10} \sim 10^{-11}$ 。

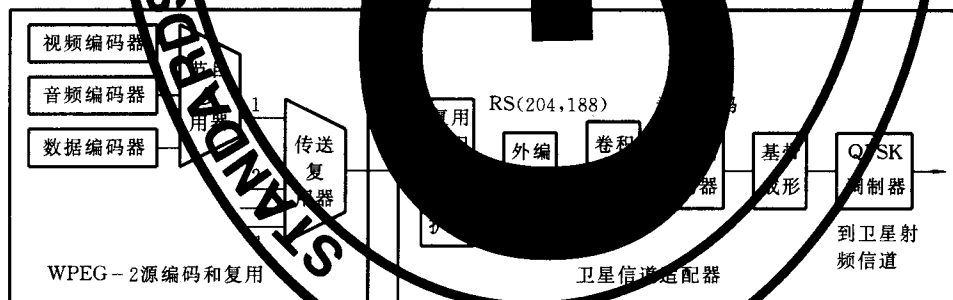


图 1 系统功能框图

4.2 卫星转发器特性的适配

多路数字电视节目的传输将使用固定卫星业务(FSS)和广播卫星业务(BSS)波段。转发器带宽的选择取决于所用的卫星和业务所需的码率。

符号速率应与所给定的转发器特性匹配。附录 C 给出了基于计算机模拟的假想卫星链路特性,其中没有考虑干扰的影响。

4.3 接口

本标准定义的系统界定于表 1 给出的接口。

表 1 系统接口

位置	接口	接口类型	连 接
发送端	输入	MPEG-2 传送复用流	来自 MPEG-2 复用器
	输出	70/140 MHz 中频	去射频设备
接收设备	输出	MPEG-2 传送复用流	去 MPEG-2 解复用器
	输入	待定	来自射频部件(室内单元)

4.4 信道编码

4.4.1 传送复用适配和能量扩散随机化处理

在 MPEG-2 传送复用器(见 ISO/IEC DIS 13818-1)后,系统输入码流组成固定长度的数据包(见图 3)。MPEG-2 传送复用包总长度为 188 个字节。它包括一个同步字节(即 47_{HEX})。发送端的处理顺序总是从同步字节(即 01000111)的最高有效位(即 0)开始。

为了符合 ITU 的无线电规则并保证有恰当的二进制转换,从 MPEG-2 复用器来的输入数据将按照图 2 进行随机化处理。

伪随机二进制序列(PRBS)生成多项式为:

$$1 + X^{14} + X^{15}$$

在每 8 个传送包的开始处将 PRBS 寄存器进行初始化,即将序列“100101010000000”装入 PRBS 寄存器,如图 2 所示。为了向解扰器提供一个初始化信号,将每组 8 个传送包中的第一个传送包的 MPEG-2 同步字节由 47_{HEX} 逐比特取反转换为 B8_{HEX}。以上处理过程称为传送复用适配。

PRBS 生成器输出的第一个比特加到被取反的 MPEG-2 同步字节(即 B8_{HEX})后面的第一个字节的第一位(即 MSB)上。为实现其他传送包的同步,在后续的 7 个传送包的 MPEG-2 同步字节期间,PRBS 继续工作,但无输出,使这些字节不被加扰。这样,PRBS 序列的周期应是 1503 个字节。

当调制器无输入比特流时随机化处理仍要进行,而且当输入比特流与 MPEG-2 传送流格式(即 1 个同步字节+187 个字节数据包)不兼容时,该处理也要进行。这就避免了调制器发射未经调制的载波。

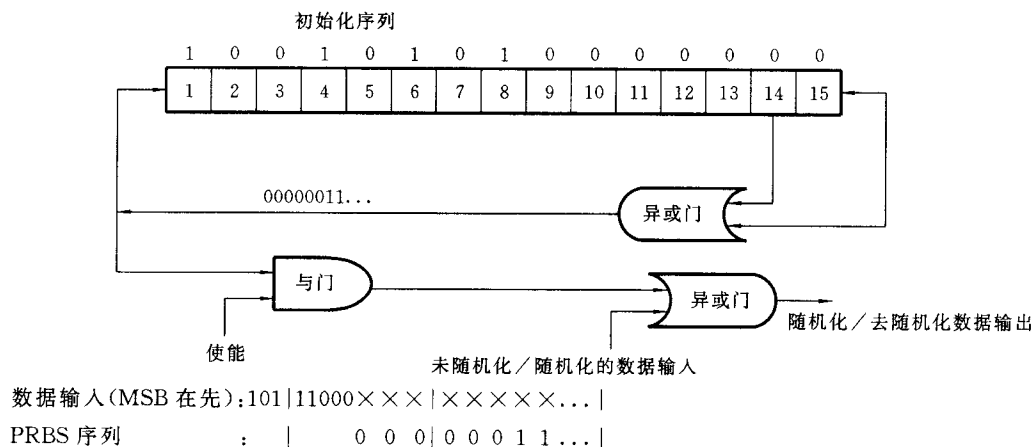


图 2 随机化/去随机化原理图

4.4.2 外码(RS),交织和成帧

帧结构基于输入的数据包结构(见图 3(a))

图 3(b)所示的每一个已随机化传送包(188 bytes)都用截短的 RS(204,188,T=8)编码生成一个误码保护数据包(见图 3(c)),RS(204,188,T=8)是由原始的 RS(255,239,T=8)截短而得到的。数据包同步字节,不论是未反转的(即 47_{HEX})还是已经逐比特取反的(即 B8_{HEX}),也都要进行 RS 编码处理。

码生成多项式: $g(x) = (x + \lambda^0)(x + \lambda^1)(x + \lambda^2) \cdots (x + \lambda^{15})$ 这里 $\lambda = 02_{\text{HEX}}$

域生成多项式: $p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$

截短的 RS 码可以通过在(255,239)编码器输入的信息字节之前加 51 个全为零的字节的方法来实现。在 RS 编码过程完成后,这些空字节将被去掉。

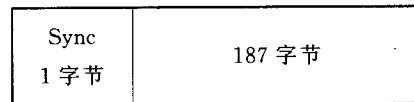
如图 4 所示,将对每个误码保护数据包(见图 3(c))进行深度为 $I=12$ 的卷积交织处理,其结果是生成一个交织帧(见图 3(d))。

卷积交织处理深度为 $I=12^{1)}$ 。交织帧由相互交迭的误码保护数据包组成并且界定于已取反或没有取反的 MPEG-2 同步字节(借此保持 204 字节的周期)。

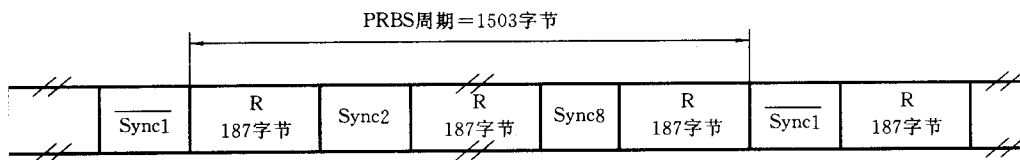
交织器由 12 个分支构成,由输入开关周期地把输入字节流接入各路输入。每一路是深度为 $(M \times j)$ 个单元的先入先出(FIFO)移位寄存器,(这里 $M=17=N/I$, $N=204$ =误码保护帧长度, $I=12$ =交织深度, j =分支号)。每个 FIFO 单元大小为一个字节,并且输入与输出的开关应同步。

为实现同步,同步字节和逐比特取反的同步字节总是经过交织器的“0”分支(相应于零延时)。

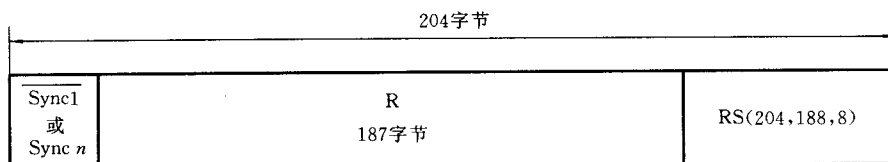
注:原理上,去交织器和交织器类似,但是分支号是相反的(即 $j=0$ 对应于最大的延时)。去交织器的同步可由将第一个识别到的同步字节输出到“0”号分支来实现。



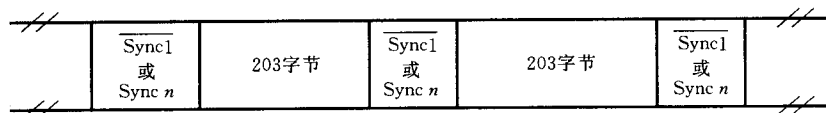
(a) MPEG-2 传送复用包



(b) 随机化后的传送包:同步字节和随机化序列 R



(c) 里德-所罗门 RS(204,188, $T=8$)误码保护数据包



(d) 交织帧;交织深度 $I=12$ 字节

$\overline{\text{Sync1}}$ = 没有随机化的逐比特取反同步字节

$\text{Sync } n$ = 没有随机化的同步字节, $n=2, 3, \dots, 8$

图 3 帧结构

1) 卷积交织处理是基于与 Ramsey 类型 II 方法相兼容的 FORNEY 方法,参见 IEEE Trans. Comm. Tech., COM-19, pp. 772-781, (October 1971) Forney, G. D.: “用于常规突发干扰信道的纠错编码”。

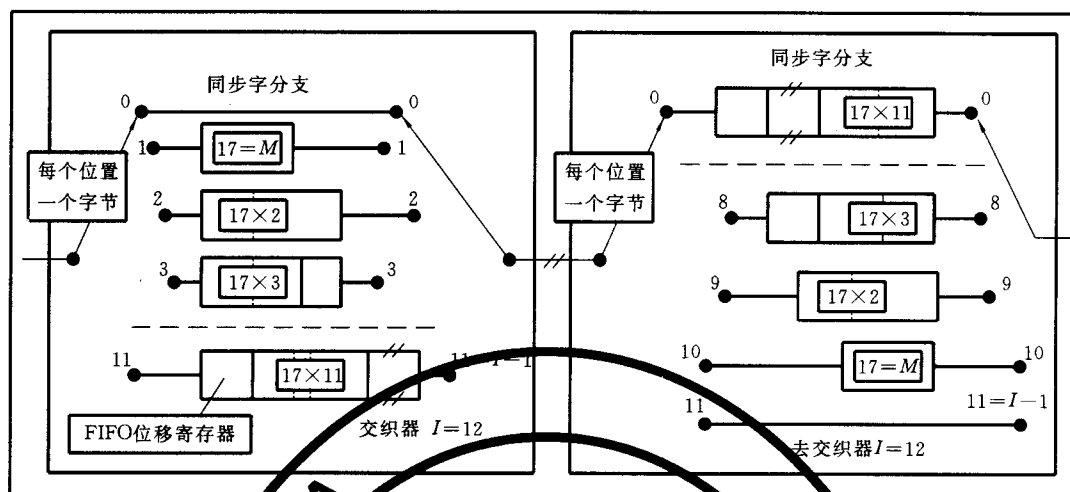


图 4 示意图

4.4.3 内码(卷积)

系统允许使用一系列基于约束长度 $K=7$ 、编码率为 $1/2$ 的卷积码的收缩卷积码。对于给定的业务或数据速率,通过选择合适的编码率可以得到最佳的误码保护水平。系统允许使用编码比率为 $1/2$ 、 $2/3$ 、 $3/4$ 、 $5/6$ 和 $7/8$ 的卷积码。

表 2 给出了可用的收缩卷积码的

注:在接收机端,每一种编码比率和收缩配置都要进行测试,直到锁定信号为止。在解调器中,相位不定性可通过对界定交织帧的 MPEG-2 同步字节进行识别来解决。

表 2 卷积码

原码		率									
		1/2		2/3		3/4		5/6		7/8	
K	G_1 (X)	G_2 (Y)	P	d_{free}	P	d_{free}	P	P	d_{free}	P	d_{free}
7	171 _{oct}	133 _{oct}	101	10	101	6	$X: 101$ $Y: 11010$	$X: 10101$ $Y: 11010$	4	$X: 1000101$ $Y: 1111010$	3
			$I = X_1Y_1$ $Q = Y_1$		$I = X_1Y_2Y_3$ $Q = Y_1X_1Y_1$		$I = X_1Y_2Y_4$ $Q = Y_1X_3X_5$			$I = X_1Y_2Y_4Y_6$ $Q = Y_1Y_3X_5X_7$	

注: 1=传输比特
0=非传输比特

4.5 基带成形和调制

系统使用传统的绝对映射(不进行差分编码)格雷码 QPSK 调制。使用图 5 所示的信号空间比特映射。

注:在特定的条件下,系统可考虑采用 BPSK 调制,有关内容见附录 E(提示的附录)。

在调制之前, I 和 Q 信号(在数学上由一系列狄拉克 δ 函数表示,彼此间隔为符号周期 $T_s = 1/R_s$)将进行平方根升余弦滚降滤波。滚降系数 α 为 0.35。

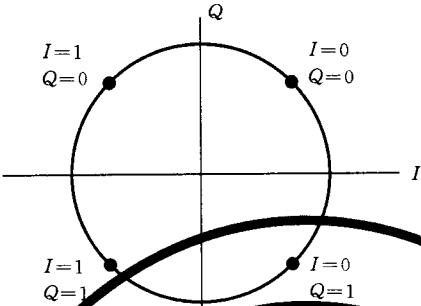
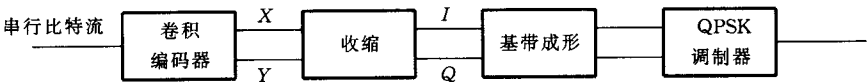


图 5 QPSK 星座图

基带平方根升余弦滚降滤波器具有下

$$H(f) = 1, \text{ 当 } |f| < f_N(1 - \alpha)$$
$$H(f) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{\pi}{2f_N} \left[\frac{|f| - f_N(1 - \alpha)}{\alpha} \right], \text{ 当 } f_N(1 - \alpha) \leq |f| \leq f_N(1 + \alpha)$$
$$H(f) = 0, \text{ 当 } |f| > f_N(1 + \alpha)$$

其中： $f_N = \frac{1}{2T_s} = \frac{R_s}{2}$ 为奈斯特频率；
 α 是滚降系数。

调制器输出端的信号频谱样板图由附录 A(标准的附录)给出。

5 误码性能要求

在中频(IF)环路的调制解调器必须满足表 3 给定的 E_b/N_0 之间的性能要求。
卫星系统性能的代表性数值由附录 B 所示的附录 C 给出。

表 3 系统的中频环路性能

内码纠错率	RS 编码后达到 QEF, 维持比译码误码率 $\leq 2 \times 10^{-4}$ 所需的 E_b/N_0 。
1/2	4.5
2/3	5.0
3/4	5.5
5/6	6.0
7/8	6.4

注

1 E_b/N_0 的值对应于 RS 编码前的可用比特率, 并包括一个 0.8 dB 的调制解调器实施裕量和由于外码导致的噪声带宽的增加($10 \lg 188/204 = 0.36$ dB)。

2 准无误码(QEF)意味着每小时少于一个未校正的误码, 即在 MPEG-2 解复用器的输入端达到 BER 为 $10^{-10} \sim 10^{-11}$ 。

附录 A

(标准的附录)

调制器输出端信号频谱

图 A1 给出调制器输出端的信号频谱模板。

图 A2 给出奈奎斯特调制滤波器硬件实现的群时延模板。

图 A1 也表示了在 4.5 条中定义的奈奎斯特调制滤波器的一种可能的硬件实现模板。图 A1 和图 A2 中点 A 到点 S 由表 A1 定义。滤波器频率响应的模板是根据输入为理想的狄拉克 δ (Dirac delta) 信号的假设, 其间隔为符号周期 $T_s = 1/R_s = 1/2f_N$, 如果输入信号为矩形, 还要对滤波器响应进行适当的 $x/\sin x$ 校正。

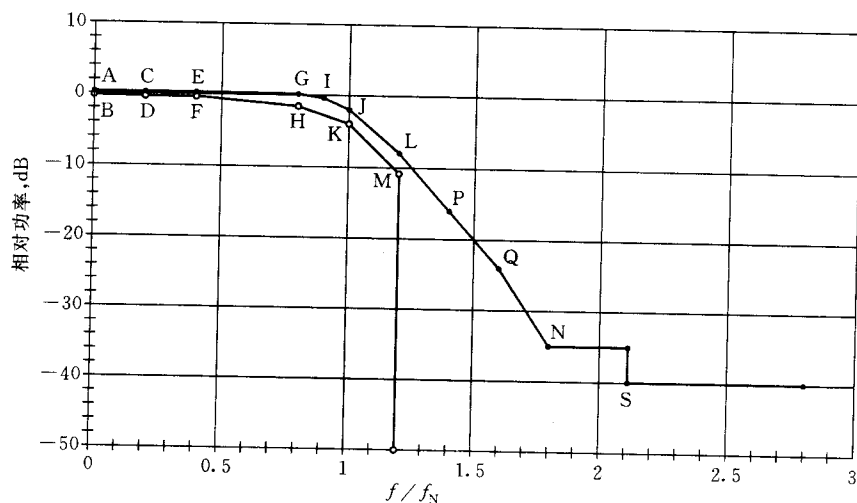


图 A1 基带频率域中调制器输出的信号频谱模板

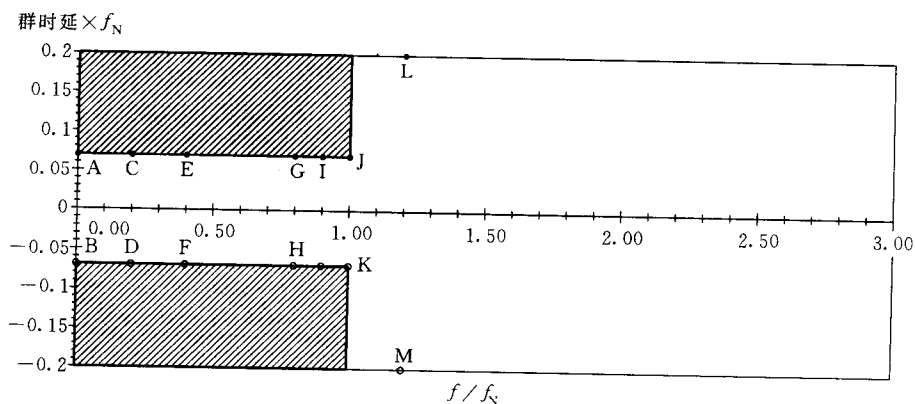


图 A2 调制滤波器群时延模板

表 A1 图 A1 和 A2 中点的定义

点	频率	相对功率(dB)	群时延
A	$0.0f_N$	+0.25	$+0.07f_N$
B	$0.0f_N$	-0.25	$-0.07f_N$
C	$0.2f_N$	+0.25	$+0.07f_N$
D	$0.2f_N$	-0.40	$-0.07f_N$
E	$0.4f_N$	+0.25	$+0.07f_N$
F	$0.4f_N$	-0.40	$-0.07f_N$
G	$0.8f_N$	+0.15	$+0.07f_N$
H	$0.8f_N$	-1.10	$-0.07f_N$
I	$0.9f_N$	-0.50	$+0.07f_N$
J	$1.0f_N$	-2.00	$+0.07f_N$
K	$1.0f_N$	-4.00	$-0.07f_N$
L	$1.2f_N$	-8.00	—
M	$1.2f_N$	-11.00	—
N	$1.8f_N$	-35.00	—
P	$1.4f_N$	-16.00	—
Q	$1.6f_N$	-24.00	—
S	$2.12f_N$	-40.00	—

附录 B

(标准的附录)

系统方案描述

调制器和解调器完成的功能如图 B1 所示。

由于调制器和解调器框图相似,只对解调器进行描述如下:

——中频接口和 QPSK 解调器:该单元完成正交相干解调和模数转换,向内码译码器提供“软判决” I 、 Q 信息。

——匹配滤波器:该单元根据滚降因子对脉冲波形进行反升余弦脉冲成形滤波。

使用有限脉冲响应(FIR)数字滤波器可以对综合解码接收机(IRD)中的通道线性失真进行均衡。

——载波/时钟恢复单元:该单元用于恢复解调器同步。在解调器的整个 C/N 范围内失锁产生的可能性应当很低。

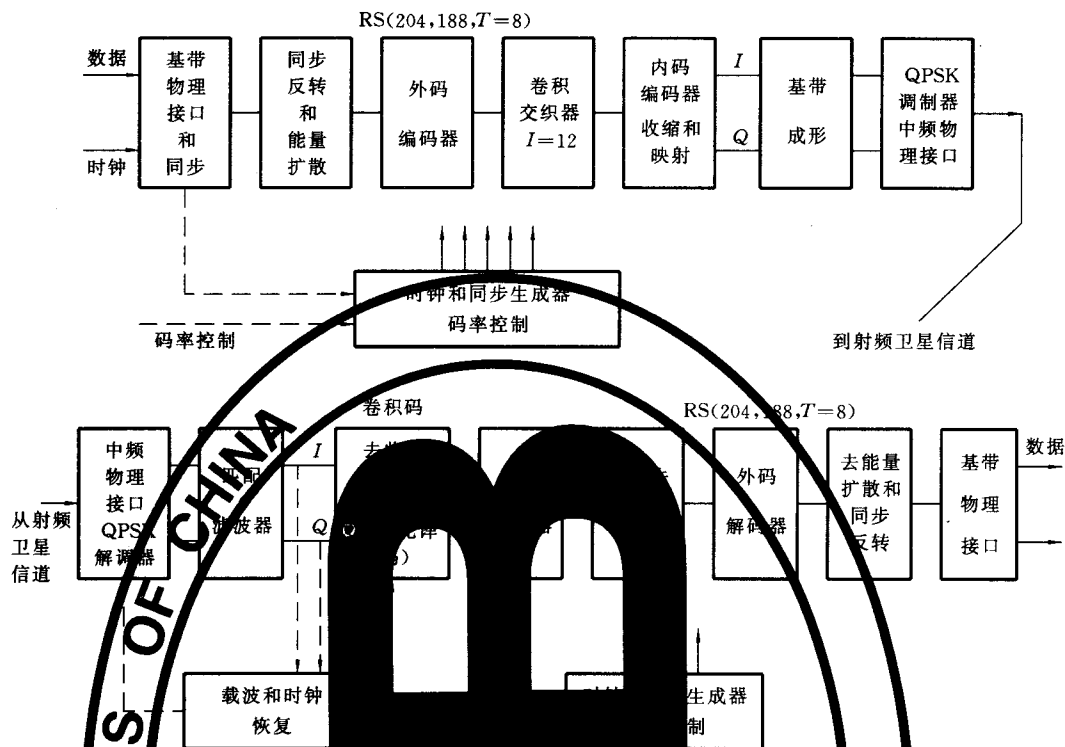


图 2-1 发送端和接收端系统示意框图

——内码解码器:该单元提供第一级误码保护解码。它必须能在输入信号等效“硬判决”比特误码率(BER)的数量级为 10^{-1} 和 10^{-2} (依赖于所用的纠错码) 的条件下工作,并产生 2×10^{-4} 或更低的输出误码率(BER)。这个输出误码率经过外码解码后可能达到可接受的业务。该单元有可能利用“软判决”信息。该单元试用各种编码比率和收敛,直到达到同步。在这里还去除解调相位 $\pi/2$ 不定性。

——同步字节解码器:通过对 MPEG-2 同步字节进行该解码器为去交织提供同步信息。它也要辨别出 QPSK 解调器的 π 相位不定性(该不定性不能被内码解码器检测到)。

——卷积去交织器:该单元将内码解码器输出端处的突发误码以字节为单位进行随机化处理,以提高外码解码器纠正突发误码的能力。

——外码解码器:该单元提供第二级误码保护解码。当输入误码率约为 1×10^{-4} 时,此单元应提供准无误码的输出(即 BER 为 10^{-6} 到 10^{-7})。在交织时,输出误码性能可以更好。在交织深度 $I=12$,输入误码率为 $BER=1 \times 10^{-4}$ 时,即可认为能提供准无误码的输出。

——去能量扩散:该单元通过去除用于能量扩散目的而使用的随机化处理,恢复用户数据,并把已反转的同步字节转变成正常的 MPEG-2 同步字节。

——基带物理接口:该单元将数据结构转换成外部接口所需的格式和协议。

注:如果误码超过了外码的纠错能力,MPEG-2 可以通过置位包头中的误码标志位来提供指示信息。

附录 C

(提示的附录)

比特率和转发器带宽关系的举例

传输符号率 R_s 可以与给定的转发器特性相匹配,以达到最大的传输容量。这种传输容量是指在因转发器带宽限制而造成的信号劣化的情况下的可接受量值。表 C1 给出了当一个卫星转发器的带宽 BW 对应值为 $BW/R_s=1.28$ 时可达到的可用比特率 R_U 的例子。

对于不同的业务需求可以采用其他的 BW/R_s 值,这取决于传输容量和 E_b/N_0 。劣化程度之间的折

中考虑。

表 C1 比特率和转发器带宽对应关系举例

-3 dB 带宽 MHz	-1 dB 带宽 MHz	R_s (BW/R_s =1.28) Mbaud	R_U (QPSK+ 1/2 卷积码) Mbit/s	R_U (QPSK+ 2/3 卷积码) Mbit/s	R_U (QPSK+ 3/4 卷积码) Mbit/s	R_U (QPSK+ 5/6 卷积码) Mbit/s	R_U (QPSK+ 7/8 卷积码) Mbit/s
54	48.6	42.2	38.9	51.8	58.3	64.8	68.0
46	41.4	35.9	32.1	44.2	49.7	55.2	58.0
40	36.0	31.2	28.8	38.4	43.2	48.0	50.4
36	32.4	28.1	25.9	34.6	38.9	43.2	45.4
33	29.7	25.8	23.8	31.6	35.6	39.6	41.6
30	27.0	23.4	21.6	28.8	32.4	36.0	37.8
27	24.3	21.1	19.3	25.9	29.2	32.4	34.0
26	23.4	20.3	18.5	25.0	28.1	31.2	32.8

注

1 R_U 表示 MPEG-2 复用器之后的可传输速率, R_s (速率) 对应于信号的一 3 dB 带宽。

2 表 C1 对应于 35 滚降系数和 2 的情况 (对应加性高斯白噪声信道 (AWGN))。对于 IMUX, OMUX 和

图 C1 和 C2 显示了由计算机模拟的 IMUX 和 OMUX 滤波器的特性, 总带宽为 33 MHz (-3 dB)。

图 C3 给出的例子是计算机模拟的卫星转发器 OMUX 带宽的限制造成的 E_b/N 劣化 (见图 C1 和图 C2) (转发器行波管放大器输出回波损耗 $OL=0$ dB)。 BW/R_s 的比率在 1 和 1.35 之间。基准的 0 dB 劣化对应于卫星转发器带宽无限的情况 ($BW=\infty$, TWT $OL=0$ dB)。此结果是由计算机模拟获得的, 其中内码速率为 2/3 和 7/8, $ER=2 \times 10^{-4}$ 。对应于不同转发器, 可以获得其他的结果。当使用图 C3 时, 考虑到转发器的发热和老化不稳定, 应加入适当余量。

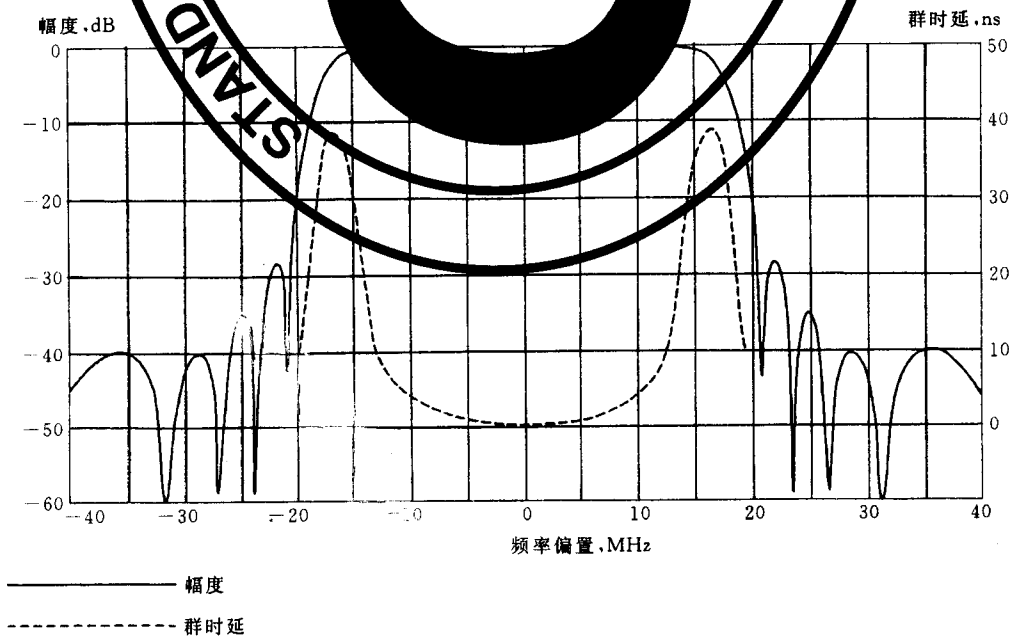


图 C1 假想输入复用滤波器特性

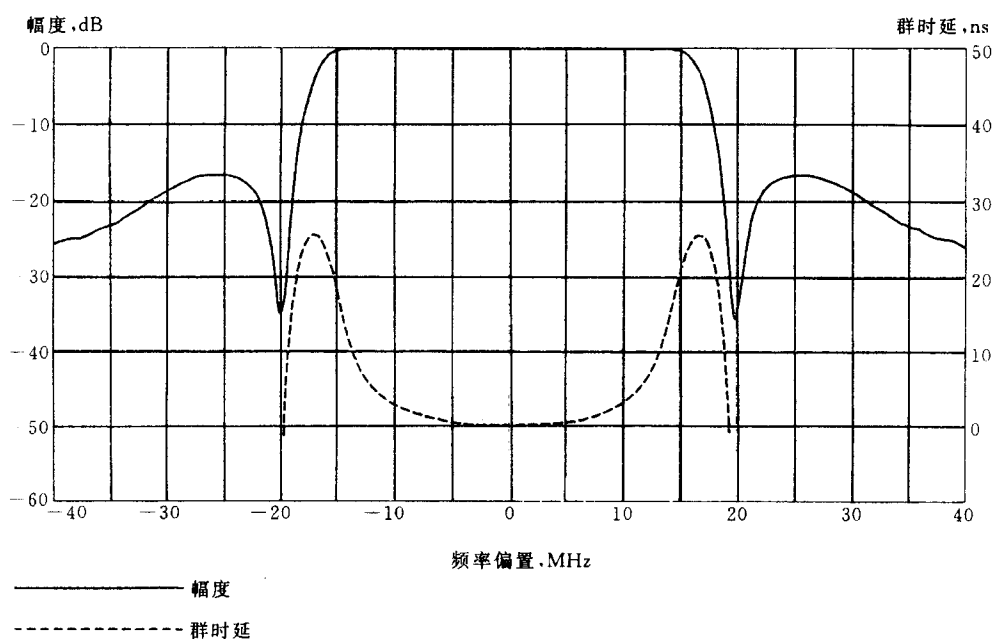


图 C2 假想输出复用滤波器特性

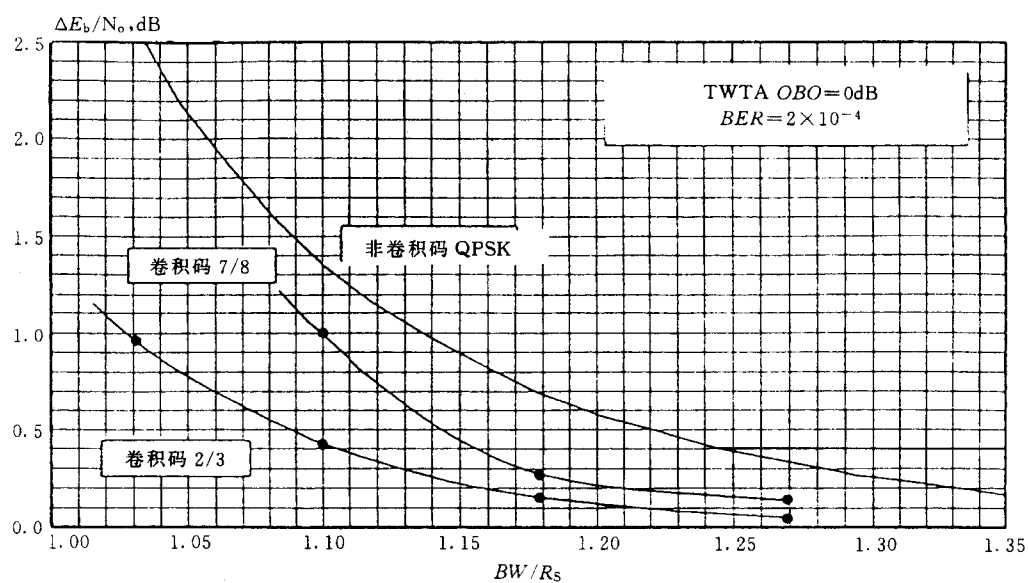


图 C3 由于转发器带宽限制导致的劣化

附录 D

(提示的附录)

系统的使用举例

表 D1 考虑将系统应用于额定带宽为 33 MHz (−3 dB) 的转发器的例子。不同的内码比率给出相应的比特率。

表 D1 33 MHz 转发器系统性能的例子

比特率 R_U (复用器后) Mbit/s	比特率 R_U' (RS 后) Mbit/s	符号率 Mbaud	卷积内码 比率	RS 外码 比率	C/N (33 MHz) dB
23.754	25.776	25.776	1/2	188/204	4.1
31.672	34.368	25.776	2/3	188/204	5.8
35.631	38.664	25.776	3/4	188/204	6.8
39.590	42.960	25.776	5/6	188/204	7.8
41.570	45.108	25.776	7/8	188/204	8.4

注

1 表 D1 的计算机模拟结果基于一个假设的卫星链路,包括 IMUX, TWTA 和 OMUX(见图 C1 和图 C2),调制滚降系数 0.35, C/N 基于在接收机中实施软判决维特比译码。 $BW/R_s=1.28$ 。

2 C/N 的值包括由于 IMUX 和 OMUX 滤波器带宽限制造成的 0.2 dB 劣化, TWTA 饱和造成的 0.8 dB 非线性失真,以及 0.8 dB 调制解调失真。该值适用于在 RS 码(204,188)之前 $BER=2 \times 10^{-4}$,输出为准无差错(QEF)。由于干扰引起的劣化没有计入。

图 D1 显示了表 D1 中内码速率为 2/3 时的情况适合于连接 34.368 Mbit/s 的准同步数字微波中继(PDH)地面网络的例子,所使用的 RS 误码保护与卫星所使用的一样。

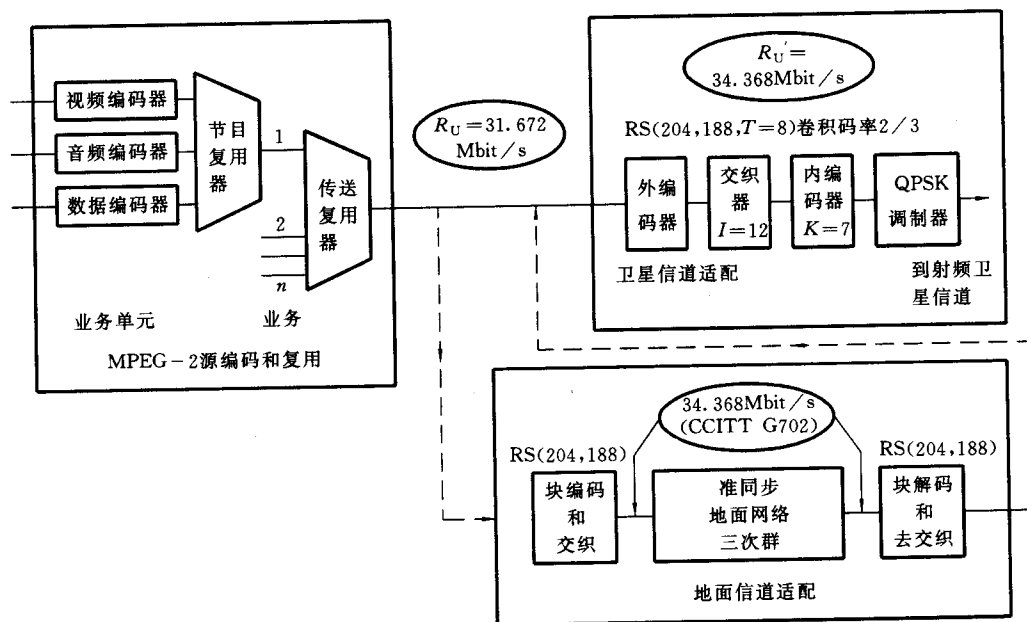


图 D1 系统和同地面准同步数字微波中继连接示例

附录 E

(提示的附录)

在 DVB 卫星传输系统中 BPSK 调制的实现

本附录为不适宜采用前述 QPSK 调制方式的应用提供了一种较好的 BPSK 实现方案。

内码的收缩符合本标准的表 2(与 QPSK 相关),产生 I 和 Q 并行信号。

通过并行到串行的转变, I 和 Q 两个信号合并成一个信号 R , 使用双倍的速率, 在表 E1 中 $R=I, Q$ 。

表 E1 给出收缩方案。

表 E1 BPSK 收缩方案

编码速率	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
X :	1	10	101	10101	1000101
Y :	1	11	110	11010	1111010
R =	X_1Y_1	$X_1Y_1Y_2X_3Y_3Y_4$	$X_1Y_1Y_2X_3$	$X_1Y_1Y_2X_3Y_4X_5$	$X_1Y_1Y_2Y_3Y_4X_5Y_6X_7$

信号 R 映射到 BPSK 星座图时采用绝对码(不采用差分码)。

频谱成形基带滤波器与 QPSK 的一致。

在通过卫星发送直接到户(DTH)业务的典型条件下,采用本标准的 QPSK 调制方式达到频谱和功率效率两者的平衡。和 BPSK 相比,在存在加性高斯白噪声(N)和干扰(I)时,使用相同的比特率 R'_U , QPSK 提供了双倍频谱效率和相同的功率效率。

总之,采用 QPSK 方式,在使用与转发器带宽相匹配的最大符号率的情况下,可获得卫星传输系统最好的系统性能(参见本标准附录 C)。这种方式称为“全频带”传输。反之,如果部分转发器带宽没有被信号利用,在本附录中称为“缩减频带”传输。“全频带”QPSK 与依次递减的收缩码率(从 7/8 到 1/2)相组合,可以获得与 $C/(N+I)$ 相匹配的最大比特率 R'_U 。如果能够找到一种与 $C/(N+I)$ 相匹配的 QPSK 配置方案,没有一种 BPSK 方案能在比特率 R'_U 或派生的影响其他业务干扰功率谱密度方面提供相同或更好的性能。例如:比较“全频带”QPSK 1/2 和“全频带”BPSK 7/8(使用相同的符号速率),后者的比特率 R'_U 减少了 12.5%,同时功率增加了 1.3 dB,而派生的影响其他业务干扰功率谱密度则相同。

只有在特定的临界传送的条件下,在相同的比特率 R'_U 时,“全频带”BPSK 的性能超过“缩减频带”QPSK 1/2。这只有在 $C/(N+I)$ 的实际比值不能支持“全频带”QPSK 1/2 的比特率 R'_U ,并且存在很强的窄带同频干扰时才可能发生。例如:假设窄带同频干扰 $C/I=10$ dB,使用同样的比特率 R'_U ,“全频带”BPSK 2/3 和“缩减频带”QPSK 1/2 相比,“全频带”BPSK 2/3 需要相同的 E_b/N_0 ,但是派生的干扰功率谱密度减小 1.7 dB。在相同的条件但采用较小的 R'_U 时,“全频带”BPSK 1/2 需求的 E_b/N_0 减小 0.8 dB,派生的干扰功率谱密度减少 3 dB。另一方面,在某些情况下,由于 QPSK 频谱占用率低,可采用在转发器带宽内移动载波信号的方法,避免同频干扰。

版权专有 不得翻印

*

书号:155066·1-16056

定价: 13.00 元

*

标 目 383—47