

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R BO.1516-1建议书
(01/2012)

**工作在11/12 GHz频段卫星所采用的
数字多节目电视系统**

**BO 系列
卫星传输**



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的作用是确保所有无线电通信业务，包括卫星业务，合理、公平、有效和经济地使用无线电频谱，并开展没有频率范围限制的研究，在此基础上通过建议书。

无线电通信部门制定规章制度和政策的职能由世界和区域无线电通信大会以及无线电通信全会完成，并得到各研究组的支持。

知识产权政策 (IPR)

ITU-R的知识产权政策在ITU-R第1号决议附件1引用的“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策”中做了说明。专利持有者提交专利和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，该网址也提供了“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策实施指南”以及ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 建议书系列

(可同时在以下网址获得：<http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

系列	标题
BO	卫星传输
BR	用于制作、存档和播放的记录；用于电视的胶片
BS	广播业务(声音)
BT	广播业务(电视)
F	固定业务
M	移动、无线电测定、业余无线电以及相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定和固定业务系统之间频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和标准频率发射
V	词汇和相关课题

注：本ITU-R建议书英文版已按ITU-R第1号决议规定的程序批准。

电子出版物
2012年，日内瓦

© 国际电联 2012

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段翻印本出版物的任何部分。

ITU-R BO.1516-1建议书

工作在11/12GHz频段卫星所采用的数字多节目电视系统

(ITU-R 285/4号课题)

(2001-2012)

范围

本建议书建议了对用于电视、声音及数据业务的四种卫星数字多节目接收系统的通用功能要求。附件1给出了对通过工作在11/12 GHz频段卫星进行电视传输的通用功能要求。

国际电联无线电通信全会,

考虑到

- a) 数字多节目系统是为工作在11/12 GHz频段的卫星而设计的;
- b) 这些系统是数字式的, 在视频、声音和数据的服务质量、使用灵活性、频谱效率和发射鲁棒性上提供了明显的优点;
- c) 这些系统为在单一复用中的业务提供多重性, 例如电视节目、多媒体单元、数据业务、音频频道及类似;
- d) 这些系统或者是处于广泛运行使用之中, 或者计划在近期投入运行使用;
- e) 随着前ITU-R BO.1294建议书的发展, 在数字多节目系统技术中已经取得了显著的进步, 且这些进步已经被包括在ITU-R BO.1408建议书所描述的系统之中;
- f) 已经设计、制造出与这些系统中的二种或三种的一些或者所有通用单元相兼容的集成电路, 并且被广泛采用;
- g) 这些系统具有各种不同的特点, 它们可以使得这些系统中的某一个更适合于一个管理机构的需求;
- h) ITU-R 第1号决议规定, 当建议书提供与一个特定无线应用相关的各种系统的信息时, 它们必须要基于与该应用相关的标准, 并且在可能的情况下, 应包括采用这些标准对所建议系统的评估” ,

建议

- 1 希望实施通过卫星的数字多节目电视业务的管理机构应该参考附件1§4中所描述的特性, 作为在选择一个特定系统时的辅助;
- 2 当实施通过卫星的数字多节目电视业务时, 应该选择附件1中所描述的传输系统之一;

3 如同附件1§ 3中所描述，一个数字多节目传输系统通用功能要求的通用单元应该在有多于一个系统共存或者在将来可能共存的那些地区中作用为这些业务实现的基础。

附件1

对由工作在11/12 GHz频段卫星发送的数字多节目电视 进行接收时的通用功能要求

目录

	页
1 引言	5
2 数字多节目传输系统的通用参考模型	6
2.1 通用参考模型	6
2.2 应用于卫星IRD	7
3 数字多节目传输系统的通用单元	9
3.1 调制/解调制与编码/解码	9
3.1.1 调制与解调制	9
3.1.2 匹配滤波器	11
3.1.3 卷积编码与解码	11
3.1.4 同步字节解码器	12
3.1.5 卷积解交错器	12
3.1.6 Reed-Solomon编码器与解码器	12
3.1.7 能量扩散的消除	12
3.2 传输与解复用	12
3.3 视频、音频及数据的源编码与解码	13
3.3.1 视频	14
3.3.2 音频	14
3.3.3 数据	14
4 卫星传送的数字多节目电视系统的概括特性与比较	14
4.1 概括系统特性	15

	页
4.2 系统特性比较	15
5 特定特性	23
5.1 不同系统在调制器输出处的信号频谱	23
5.1.1 系统A的信号频谱	23
5.1.2 系统B的信号频谱	25
5.1.3 系统C的信号频谱	26
5.1.4 系统D的信号频谱	32
5.2 卷积编码	33
5.2.1 系统A的卷积编码特性	33
5.2.2 系统B的卷积编码特性	33
5.2.3 系统C的卷积编码特性	33
5.2.4 系统D的卷积编码特性	34
5.3 同步特性	36
5.3.1 系统A的同步特性	36
5.3.2 系统B的同步特性	37
5.3.3 系统C的同步特性	37
5.3.4 系统D的同步特性	39
5.4 交错器	43
5.4.1 系统A的卷积交错器	43
5.4.2 系统B的卷积交错器	44
5.4.3 系统C的卷积交错器	45
5.4.4 系统D的块交错器	46
5.5 Reed-Solomon编码器	47
5.5.1 系统A的 Reed-Solomon编码器特性	47
5.5.2 系统B的 Reed-Solomon编码器特性	47
5.5.3 系统C的 Reed-Solomon编码器特性	47
5.5.4 系统D的 Reed-Solomon编码器特性	48
5.6 能量扩散	48
5.6.1 系统A的能量扩散	48
5.6.2 系统B的能量扩散	49
5.6.3 系统C的能量扩散	49

5.6.4	系统D的能量扩散	50
5.7	成帧与传输流特性	51
5.7.1	系统A的成帧与传输流特性	51
5.7.2	系统B的成帧与传输流特性	51
5.7.3	系统C的成帧与传输流特性	51
5.7.4	系统D的成帧与传输流特性	51
5.8	控制信号	52
5.8.1	系统A的控制信号	52
5.8.2	系统B的控制信号	52
5.8.3	系统C的控制信号	52
5.8.4	系统D的控制信号	52
6	参考	52
7	缩写表	53
	附件1的附录1 — 系统B的传输流特性	54
1	引言	54
2	前缀	55
3	无效包与测距包	56
4	视频应用包	58
4.1	辅助数据包	59
4.2	基本视频业务包	62
4.3	冗余数据包	63
4.4	非MPEG视频数据包	64
5	音频应用包	65
5.1	辅助数据包	66
5.2	基本音频业务包	66
5.3	非MPEG音频数据包	67
6	节目指南包	67
7	传输复用限制	68
7.1	基础流复用限制的定义	68

	页
附件1的附录2 — 系统D的控制信号.....	69
1 引言.....	69
2 TMCC信息编码.....	70
2.1 变更顺序.....	70
2.2 调制编码组合信息.....	70
2.3 TS标识.....	71
2.4 其他信息.....	72
3 TMCC信息的外层编码.....	72
4 时钟参考.....	72
5 TMCC的频道编码.....	72
附件1的附录3 — 用于通用集成接收机解码器的集成电路的可用状况.....	73
1 引言.....	73
2 分析.....	74
3 结论.....	74

1 引言

自从被引入，卫星数字电视系统持续地显示了其有效利用卫星频谱的能力和为消费者提供高质量服务的能力。在前ITU-R BO.1211、ITU-R BO.1294建议书以及ITU-R BO.1408建议书中已经描述了这些系统中的四种。

本着促进对用于电视、声音和数据业务的卫星数字多节目接收系统集中于世界范围标准，在前ITU-R BO.1294建议书中描述了由卫星发射的数字多节目电视进行接收的通用功能要求。在本建议书中，为工作在11/12 GHz频段卫星的集成接收机—解码器（IRD）定义了通用功能要求和通用单元。在其他频段的使用过去不曾，现在也没有被排斥。前ITU-R BO.1294建议书考虑了在前ITU-R BO.1211建议书中所描述的单个系统。

如前ITU-R BO.1294建议书中所定义的卫星IRD的通用单元能够接收来自三种数字多节目传输系统的发射。这些系统被标记为系统A、B和C。对这些系统中每一种的通用与特有单元进行了分析，结论是，对一个卫星IRD通用单元的实际实施是可行的。从那时起，对在这些系统中使用的集成电路的持续发展已经毫无疑问地验证了这一发现，很多与这些系统中的二种或者所有三种兼容的集成电路现在是可以得到的。

在这之后开发了一个第四种系统，并且描述于ITU-R BO.1408建议书中。它也共享了在前ITU-R BO.1294建议书中所描述的相同的通用单元。它体现了这些数字多节目系统技术的进步。它提供了额外的功能，例如同时支持多个调制类型、一个分级调制机制的能力，以及处理在一个给定载波内的多个动态图像专家组（MPEG）传输流的能力。

在本附件的以下章节中，简要地回顾了这些系统的通用功能要求和单元，并且简要描述了一个通用数字多节目传输系统的功能。

同样，提供了这四种系统中每一个的概要和系统级特性。这些系统级参数既适用于传输设备，也适用于集成接收机解码器的实施。

2 数字多节目传输系统的通用参考模型

2.1 通用参考模型

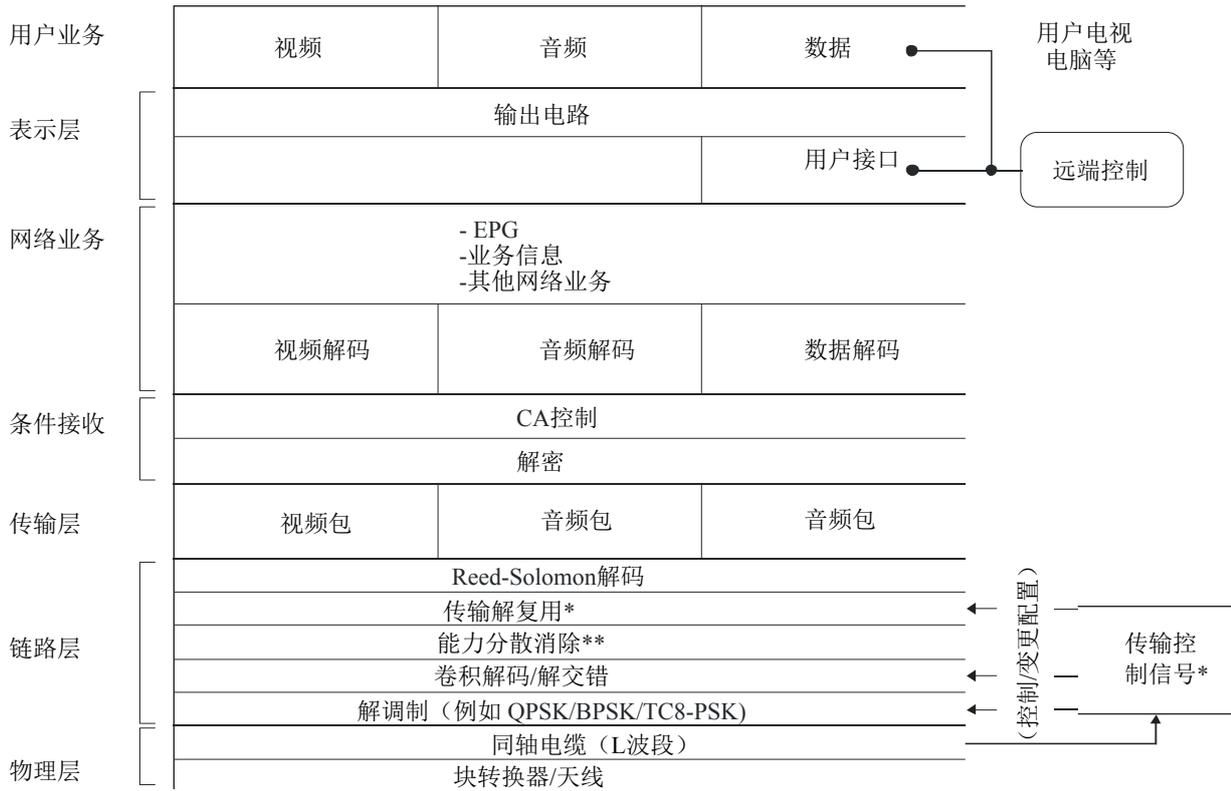
已经制定出用于一个数字多节目传输系统的通用功能要求的通用参考模型。这个通用参考模型已经显示出可以适用于此处所描述的所有四种系统。

该通用参考模型定义是基于一个数字多节目传输系统协议栈的所有层面上所需要的通用功能。它可以被用来定义在一个用于接收这些传输的IDR中所需要的通用功能。

作为参考，图1表示了基于以下层面的典型IRD协议栈：

- 物理和链路层，含盖典型前端功能：载波的产生与载波的接收（调谐），正交相移键控（QPSK）调制与解调制、卷积编码与解码、交错和解交错、Reed-Solomon编码与解码、以及能量扩散应用和消除。
- 传输层，负责不同节目和成分的复用与解复用，以及信息（视频、音频与数据）的封包与解封包。
- 条件接收功能，它控制外部加密与解密功能的操作以及相关的控制功能（作为一个选项的条件接收的通用接口）。
- 网络业务，执行视频和音频编码与解密，以及电子节目指南（EPG）功能和业务信息的管理，可选的，还有数据解码。
- 表示层，在所有其他以外，负责用户接口、远端控制的操作等。
- 用户业务，包含基于视频、音频和数据的不同应用。

图1
典型IRD协议栈



BPSK: 二进制PSK
 TC8-PSK: 网格编码8-PSK
 * 仅仅存在于D系统中
 ** 不存在于系统B中

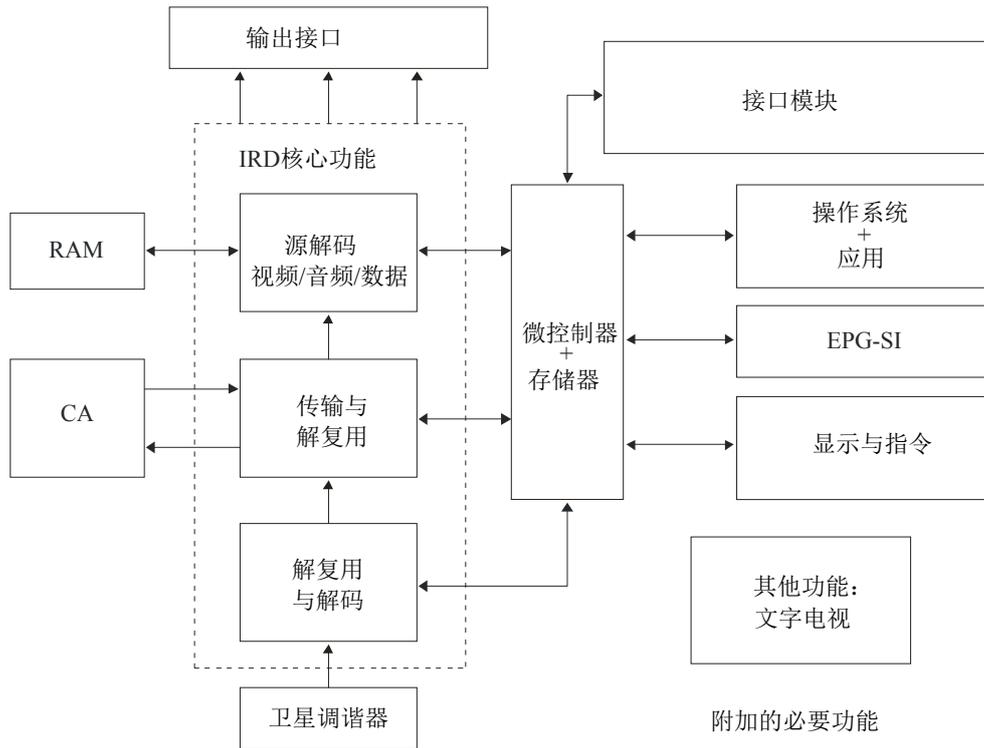
BO.1516-01

2.2 应用于卫星IRD

以协议栈为基础，可以推导出卫星IRD的通用方框图（图2）。这对显示通用单元在该IRD中如何组织是有用的。

图2

卫星IRD的通用参考模型



BO.1516-02

在该通用参考模型中确定了二种功能：IRD核心功能和其他附加必要功能：

- IRD核心功能，包括定义数字电视系统的关键IRD功能。IRD核心功能包括：
 - 解调制与解码，
 - 传输与解复用，
 - 视频、音频与数据的源解码。
- 附加必要功能，需要用于实现该系统的运行，以及用附加及/或者补充功能对其进行升级。这些功能与业务的配置密切相关。以下功能和模块可以被视为附加必要功能，并且可以区分不同的IRD：
 - 卫星调谐器
 - 输出接口
 - 操作系统与应用
 - EPG
 - 业务/系统信息（SI）
 - 条件接收（CA）
 - 显示、远程控制及不同指令
 - 只读存储器（ROM）、随机存储器（RAM）及闪存
 - 互动模块
 - 微控制器
 - 其他功能，例如文字电视、字幕等。

3 数字多节目传输系统的通用单元

通用单元如下：

- 调制/解调制及纠错编码/解码。
- 传输复用与解复用。
- 视频、音频及数据的源编码与解码。

3.1 调制/解调制与编码/解码

图3中给出了通用单元调制/解调制与编码/解码功能的方框图。重叠的方框表示这四种系统通用单元的功能，尽管它们具有不同特性。虚线方框表示不是被所有四种系统采用的功能。

3.1.1 调制与解调制

本通用单元执行正交、二进制或者8相位相干调制与解调制功能。在该解调制器中，该解调制器给内层解码器提供“软判决” I 和 Q 信息。

在一个卫星IRD内，这个通用单元将能够采用具有绝对映射（无差分编码）的传统格雷编码QPSK调制和TC 8-PSK调制来解调制一个信号。

对QPSK调制，将采用如图4中所给信号中的比特映射。

对二进制或8-PSK调制，将采用在§ 5.2.4中所描述信号中的比特映射。

图3

解调制和频道解码方框图

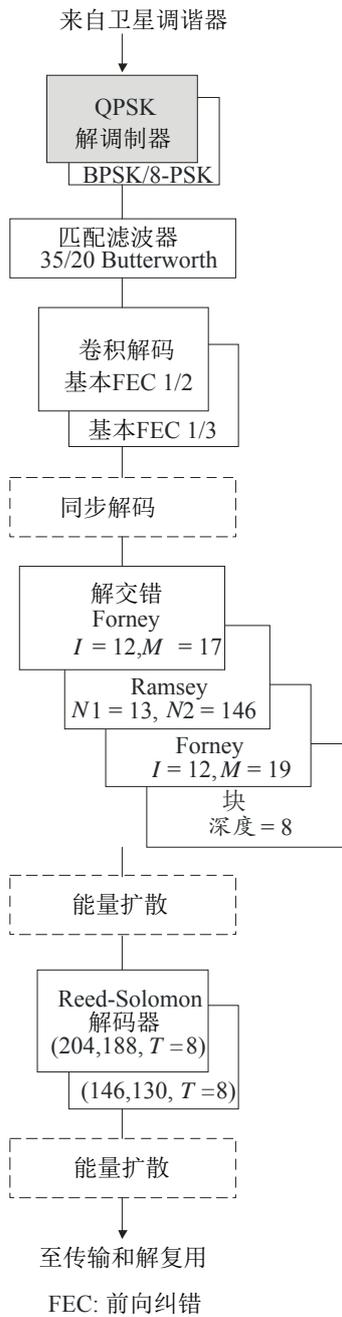
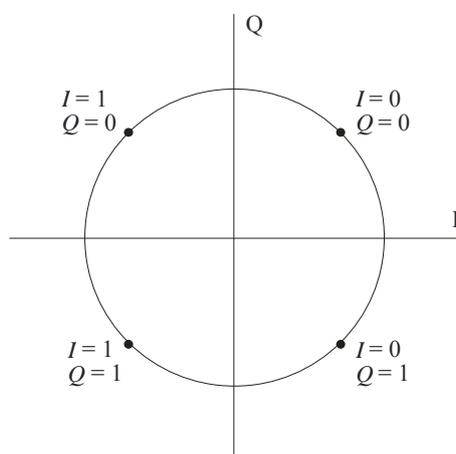
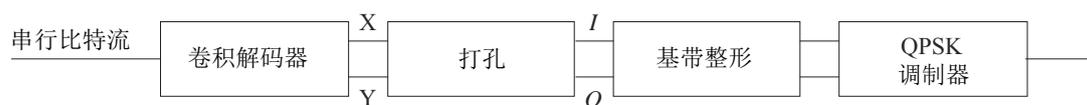


图4

QPSK星座图



BO.1516-04

3.1.2 匹配滤波器

解调制器中的这个通用单元根据滚降来实现补充脉冲整形滤波类型。采用一个有限脉冲响应（FIR）数字滤波器能够对IRD中的频道线性失真进行均衡。

卫星IRD必须能够处理具有以下形状和滚降因子的信号：

均方根升余弦： $\alpha = 0.35$ 和 0.20

限带4阶Butterworth：标准和截断频谱模式

关于调制器输出端信号频谱模板的信息将在§ 5.1中提供。

3.1.3 卷积编码与解码

此通用单元执行第一级误码保护编码与解码。该单元设计使得解调制器将工作于介于 1×10^{-1} 与 1×10^{-2} 之间量级的输入等效“硬判决”BER（取决于所采用的编码速率），并将产生一个大约为 2×10^{-4} 或者更低的输出BER。此输出BER对应于外层编码纠错之后的准无误码（QEF）服务。有可能此单元使用“软判决”信息。此单元可以处于尝试每个编码速率和打孔配置，直到获得时钟的一个职能。此外，它还可以处于判定 $\pi/2$ 解调制相位模糊的一个职能。

内层编码具有以下特性：

- Viterbi和打孔。
- 编码限制长度 $K = 7$ 。

编码器与解码器采用三种不同的卷积编码工作。系统将能够采用基于1/2或1/3比率编码速率进行卷积解码：

- 基于基本比率1/2：FEC = 1/2、2/3、3/4、5/6、6/7和7/8。
- 基于基本比率1/3：FEC = 5/11、1/2、3/4、2/3、3/5、4/5、5/6和7/8。

特定特性在§ 5.2中提供。

3.1.4 同步字节解码器

此通用单元将对同步字节进行解码。该解码器将为解交错提供同步信息。它还处于恢复解调制器的相位模糊（对Viterbi解码器不可检测）的一个职能。

特定特性在§ 5.3中提供。

3.1.5 卷积解交错器

此通用单元允许在内层解码器输出端的误码突发以字节为基础随机化，以改善外层解码器的突发误码纠错能力。

此通用单元采用Ramsey II型（ $N1 = 13$ ， $N2 = 146$ ）和Ramsey III型（Forney方式）（ $I = 12$ ， $M = 17$ 和 19 ）卷积交错器系统或块交错器系统（深度 = 8），如§ 5.4中所特别规定。

3.1.6 Reed-Solomon编码器与解码器

此通用单元提供第二级误码保护。它处于在存在输入误码突发BER大约为 7×10^{-4} 或更好时，且采用无限字节交错的情况下，提供QEF输出（即大约 1×10^{-10} 和 1×10^{-11} 的BER）的一个职能。在交错深度为 $I = 12$ 的情况下，对QEF假设 $BER = 2 \times 10^{-4}$ 。

此通用单元具有以下特性：

– Reed-Solomon生成器：（255,239, $T = 8$ ）

– Reed-Solomon编码生成器多项式：

$$(x + \alpha^0) (x + \alpha^1) \dots (x + \alpha^{15})$$

或

$$(x + \alpha^1) (x + \alpha^2) \dots (x + \alpha^{16})$$

其中：

$$\alpha = 02_h。$$

– Reed-Solomon字段生成器多项式：

$$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

特定特性在§ 5.5中提供。

3.1.7 能量扩散的消除

此通用单元向传输中增加一个随机化模式，以保证均匀的能量扩散，当它存在时，必须由解调制器去除。它可以以这样一种方式来实现，当去随机化过程被置于Reed-Solomon解码器之前或之后时，要能够去除随机化信号。一个卫星IRD的这个通用单元可以对此功能实施旁路。

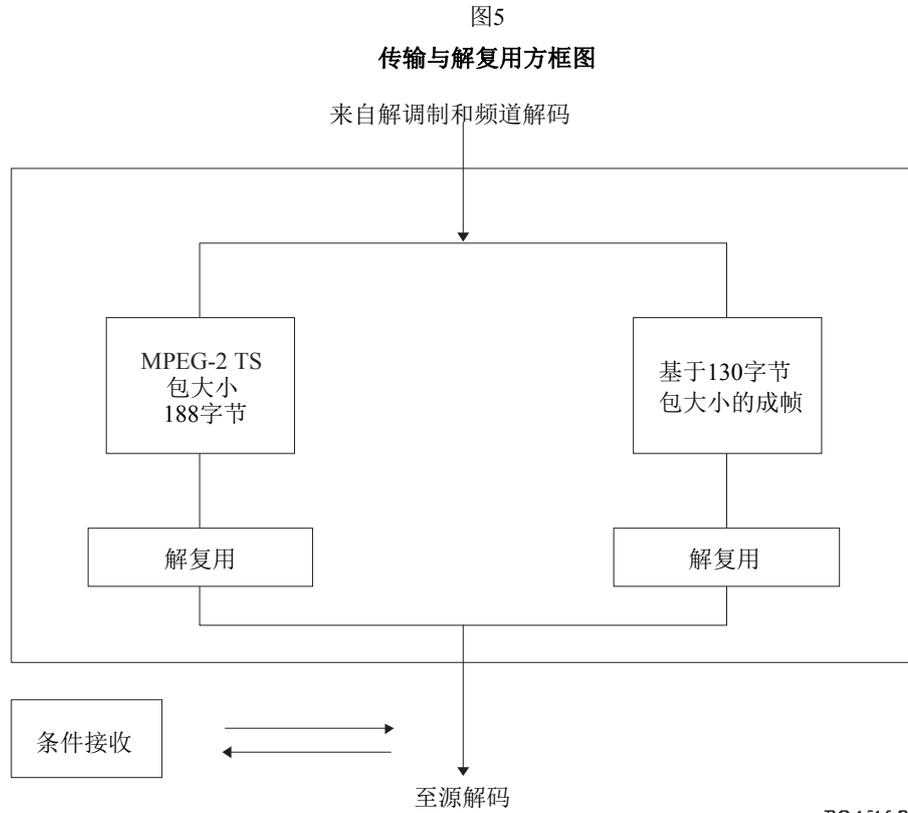
特定特性在§ 5.6中给出。

3.2 传输与解复用

在图5中描述了卫星IRD的传输与复用/解复用功能的方框图。

该系统能够按照MPEG-2传输复用器（参见ISO/IEC 13818-1）以及在§ 5.7中所定义的传输流特定特性接收数据包并对其解复用数。

条件接收不在本建议书的范围之内。

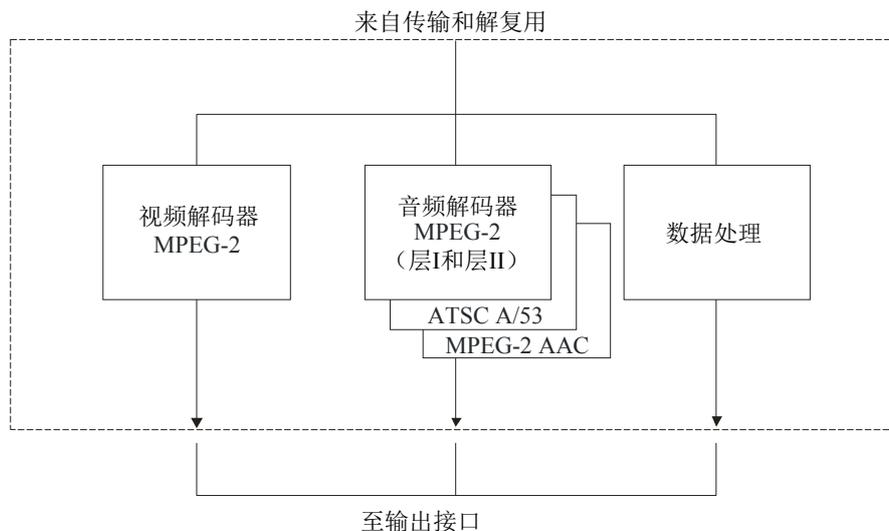


3.3 视频、音频及数据的源编码与解码

在图6中描述了视频、音频和数据功能的源编码或解码的方框图。

图6

源解码的方框图



ATSC: 高级电视系统委员会

BO.1516-06

3.3.1 视频

此通用单元至少要求按照如ISO/IEC 13818-2中所规定的主要类主要等级MPEG-2信号对视频格式进行源编码与解码。

3.3.2 音频

此通用单元要求按照MPEG-2 I和II层（ISO/IEC 13818-3）、ATSC-A/53附件B（ITU-R BS.1196建议书，附件2）格式，以及MPEG-2 AAC（高级音频编码）（ISO/IEC 13818-7）对音频信号进行源编码和解码。

3.3.3 数据

此模块负责处理提供给或来自传输复用的源编码数据所需要的功能。这个问题不在本建议书范围之内。

4 卫星传送的数字多节目电视系统的概括特性与比较

如引言中所描述的，本建议书包括共享第3节中所描述的通用单元的四种数字多节目电视系统的特性。这些系统被标记为系统A、B、C和D。系统A首次被描述于前ITU-R BO.1211建议书中，并且也被包括在前ITU-R BO.1294建议书中。系统B和C首次被描述于前ITU-R BO.1294建议书中。系统D描述于ITU-R BO.1408建议书中。这些系统中的三种今天处于运行使用中，而计划在非常近的将来对第四种进行运行部署。

这些系统被设计用于通过数字卫星稳定地提供高质量的MPEG视频与音频节目。采用MPEG压缩技术对可用频谱提供了有效的利用，传输层的设计使得可以非常灵活地对卫星收发器安排视频和音频节目。

系统A基于MPEG-2视频与声音编码运算法则，以及基于MPEG-2传输复用。一个采用Reed-Solomon和卷积编码的级联FEC机制，利用软判决Viterbi进行解码，可以在存在噪声与干扰的情况下保证非常稳定的射频性能。在1/2到7/8范围内的五种编码率进阶提供了频谱与功率效率之间的不同折衷。系统的传输符号速率可以由运营者来选定，以使卫星收发器带宽的利用最优化。

系统B也是基于MPEG-2主要类主要等级视频编码算法规则。它采用MPEG-1 II层音频编译方法和系统B传输规范。如同系统A，一个采用Reed-Solomon和卷积编码的级联FEC机制，利用软判决Viterbi进行解码，可以在存在噪声与干扰的情况下保证非常稳定的射频性能。在1/2到6/7范围内的三种编码率进阶提供了频谱与功率效率之间的不同折衷。传输符号速率固定在20 m符号/s。

系统C还能以时分复用（TDM）格式携带多个数字电视（以及无线电）业务，而且它还能共享与上面所述相同的通用结构单元。该系统包括可再生的接收控制、计次预付费（IPPV）、以及数据业务。虚拟频道可以简化观看者导航和频道间的“冲浪”。

系统D是为多媒体业务广播而设计的一个新近开发的系统。它系统地将各种数字内容集成到一起，每一种内容可以包括从低清晰度电视（LDTV）到高清晰度电视（HDTV）的多节目视频、多节目音频、图像、文本等。所建议的系统可以在作为数字内容的通用容器而被广泛使用的MPEG传输流（MPEG-TS）基础上进行集成。

为了覆盖在各种业务相互之间可能不同的广泛要求，系统D提供了一系列调制和/或误码保护机制，它们可以被灵活地选择和组合。引入多种调制/误码保护机制对位于经受严重雨衰气候地区的国家特别有用。

4.1 概括系统特性

表1提供了决定这四种数字多节目系统特性的相关参数的信息。此表格既包括核心功能（通用单元），也包括附加必要功能的信息。

4.2 系统特性比较

无线电通信全会在ITU-R 第1号决议的§ 6.1.2中规定：“当建议书提供与一个特定无线电应用相关的各种系统的信息时，它们应该基于与该应用相关的标准，且在可能的情况下，应该包括采用这些标准对所建议系统的一个评估。”表2提供了这样一个评估。与这些系统相关的性能标准被选定，并且提供了这些系统中每一种的相关参数值或能力。

表1

利用卫星的数字多节目电视系统的概括特性

a) 功能

	系统A	系统B	系统C	系统D
所提供的业务	SDTV和HDTV	SDTV和HDTV	SDTV和HDTV	SDTV和HDTV
输入信号格式	MPEG-TS	改良MPEG-TS	MPEG-TS	MPEG-TS
多输入信号能力	否	否	否	是，最大8个
抗雨衰能力	取决于发射机功率与内层编码速率	取决于发射机功率与内层编码速率	取决于发射机功率与内层编码速率	发射机功率和内层编码速率之外，还包括分级传输
移动接收	不可用，留待将来考虑	不可用，留待将来考虑	不可用，留待将来考虑	不可用，留待将来考虑
灵活指定业务比特率	可用	可用	可用	可用
与其他接收机系统通用的接收机设计	可与系统A、B、C和D通用	可与系统A、B、C和D通用	可与系统A、B、C和D通用	可与系统A、B、C和D通用
与其他媒介的通用性（即地面传输、电缆等）	基于MPEG-TS	基于MPEG-ES（基本流）	基于MPEG-TS	基于MPEG-TS

表1 (续)

b) 性能

	系统A	系统B	系统C	系统D
净数据速率 (无奇偶校验的可传输速率)	符号速率 (R_s) 不固定。 以下净数据速率产生于一个27.776 Mbd的 R_s 例子: 1/2: 23.754 Mbits/s 2/3: 31.672 Mbits/s 3/4: 35.631 Mbits/s 5/6: 39.590 Mbits/s 7/8: 41.570 Mbits/s	1/2: 17.69 Mbits/s 2/3: 23.58 Mbits/s 6/7: 30.32 Mbits/s	19.5 Mbd 29.3 Mbd 5/11: 16.4 Mbits/s 24.5 Mbits/s 1/2: 18.0 Mbits/s 27.0 Mbits/s 3/5: 21.6 Mbits/s 32.4 Mbits/s 2/3: 24.0 Mbits/s 36.0 Mbits/s 3/4: 27.0 Mbits/s 40.5 Mbits/s 4/5: 28.8 Mbits/s 43.2 Mbits/s 5/6: 30.0 Mbits/s 45.0 Mbits/s 7/8: 31.5 Mbits/s 47.2 Mbits/s	最高52.2 Mbits/s (符号速率28.86 Mbd)
向上扩展性	是	是	是	是
HDTV能力	是	是	是	是
可选条件接收	是	是	是	是

c) 技术特性 (传输)

	系统A	系统B	系统C	系统D
调制机制	QPSK	QPSK	QPSK	TC8-PSK/QPSK/BPSK
符号速率	未规定	固定20 Mbd	19.5和29.3 Mbd可变	未规定 (例如, 28.86 Mbd)
必要带宽 (-3 dB)	未规定	24 MHz	19.5和29.3 MHz	未规定 (例如, 28.86 MHz)
滚降率	0.35 (升余弦)	0.2 (升余弦)	0.55和0.33 (四阶Butterworth滤波器)	0.35 (升余弦)
Reed-Solomon外层编码	(204,188, $T=8$)	(146,130, $T=8$)	(204,188, $T=8$)	(204,188, $T=8$)
Reed-Solomon生成器	(255,239, $T=8$)	(255,239, $T=8$)	(255,239, $T=8$)	(255,239, $T=8$)

表1 (续)

	系统A	系统B	系统C	系统D
Reed-Solomon生成器多项式	$(x + \alpha^0)(x + \alpha^1)\dots(x + \alpha^{15})$ 其中, $\alpha = 02_h$	$(x + \alpha^0)(x + \alpha^1)\dots(x + \alpha^{15})$ 其中, $\alpha = 02_h$	$(x + \alpha^1)(x + \alpha^2)\dots(x + \alpha^{16})$ 其中, $\alpha = 02_h$	$(x + \alpha^0)(x + \alpha^1)\dots(x + \alpha^{15})$ 其中, $\alpha = 02_h$
Reed-Solomon字段生成器多项式	$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$	$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$	$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$	$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$
能量扩散随机化	PRBS: $1 + x^{14} + x^{15}$	无	PRBS: $1 + x + x^3 + x^{12} + x^{16}$ 对 4894字节周期截断	PRBS: $1 + x^{14} + x^{15}$
进入伪随机二进制序列 (PRBS)寄存器的加载 序列	100101010000000	N.A.	0001 _h	100101010000000
随机化点	RS编码器之前	N.A.	RS编码器之后	RS编码器之后
交错	卷积, $I = 12, M = 17$ (Forney)	卷积, $N1 = 13, N2 = 146$ (Ramsey II)	卷积, $I = 12, M = 19$ (Forney)	块 (深度 = 8)
内层编码	卷积	卷积	卷积	卷积, 网格 (8-PSK: TCM 2/3)
限制长度	$K = 7$	$K = 7$	$K = 7$	$K = 7$
基本编码	1/2	1/2	1/3	1/2
生成器多项式	171, 133 (八进制)	171, 133 (八进制)	117, 135, 161 (八进制)	171, 133 (八进制)
内层编码率	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	1/2, 2/3, 6/7	1/2, 2/3, 3/4, 3/5, 4/5, 5/6, 5/11, 7/8	1/2, 3/4, 2/3, 5/6, 7/8
传输控制	无	无	无	TMCC
帧结构	无	无	无	Nslot/帧 (例如, $N = 48$) 8帧/超级帧

表1 (续)

	系统A	系统B	系统C	系统D
包大小	188字节	130字节	188字节	188字节
传输层	MPEG-2	非MPEG	MPEG-2	MPEG-2
卫星下行频率范围	初始为11/12 GHz而设计, 不排除其他卫星频率范围	初始为11/12 GHz而设计, 不排除其他卫星频率范围	初始为11/12 GHz和4 GHz 卫星频率范围而设计	初始为11/12 GHz而设计, 不排除其他卫星频率范围

d) 技术特性实例 (源编码)

		系统A	系统B	系统C	系统D
视频源编码	语法	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
	等级	至少主要级	至少主要级	至少主要级	从低级到高级
	分类	至少主要类	至少主要类	至少主要类	主要类
高宽比		4:3 16:9 (2.12:1 可选)	4:3 16:9	4:3 16:9	4:3 16:9
支持的图像格式		未限定, 建议: 720 × 576 704 × 576 544 × 576 480 × 576 352 × 576 352 × 288	720 × 480 704 × 480 544 × 480 480 × 480 352 × 480 352 × 240 720 × 1280 1280 × 1024 1920 × 1080	720 (704) × 576 720 (704) × 480 528 × 480 528 × 576 352 × 480 352 × 576 352 × 288 352 × 240	1920 × 1080 1440 × 1080 1280 × 720 720 × 480 544 × 480 480 × 480 352 × 240* 176 × 120* (* 对分级传输)
监视器的帧速率 (每秒)		25	29.97	25或29.97	29.97或59.94

表1 (完)

	系统A	系统B	系统C	系统D
音频源编码	MPEG-2, I和II层	MPEG-1, II层; ATSC A/53 (AC3)	ATSC A/53或MPEG-2 I和II层	MPEG-2 AAC
业务信息	ETS 300 468	系统B	ATSC A/56 SCTE DVS/011	ETS 300 468
EPG	ETS 300 707	系统B	用户可选	用户可选
文字电视	支持	未规定	未规定	用户可选
字幕	支持	支持	支持	支持
隐藏字幕	未规定	是	是	支持

表2

特性比较表

调制与编码	系统A		系统B		系统C		系统D	
分别支持且在同一载波上的调制模式	QPSK		QPSK		QPSK		8-PSK、QPSK和BPSK	
性能 (定义准无误码 (QEF) 要求的C/N (bits/s/Hz))	频谱效率	QEF ⁽¹⁾ 的C/N	频谱效率	QEF ⁽²⁾ 的C/N	频谱效率 ⁽³⁾	QEF ⁽⁴⁾ 的C/N	频谱效率	QEF ⁽⁵⁾ 的C/N
模式 内层编码								
BPSK 转换	1/2	未采用	未采用		否		0.35	0.2

表2 (续)

调制与编码		系统A		系统B		系统C		系统D	
QPSK 转换	5/11	未采用		未采用		0.54/0.63	2.8/3.0	未采用	
	1/2	0.72	4.1	0.74	3.8	0.59/0.69	3.3/3.5	0.7	3.2
	3/5	否		未采用		0.71/0.83	4.5/4.7		
	2/3	0.96	5.8	0.98	5	0.79/0.92	5.1/5.3	0.94	4.9
	3/4	1.08	6.8	未采用		0.89/1.04	6.0/6.2	1.06	5.9
	4/5	未采用		未采用		0.95/1.11	6.6/6.8	未采用	
	5/6	1.2	7.8	未采用		0.99/1.15	7.0/7.2	1.18	6.8
	6/7	未采用		1.26	7.6	未采用		未采用	
	7/8	1.26	8.4	未采用		1.04/1.21	7.7/7.9	1.24	7.4
8-PSK 网格		未采用		未采用		未采用		1.4	8.4
能否分级调制控制?		否		否		否		是	
符号速率特性		连续可变		固定, 20 Mbd		可变, 19.5或29.3 Mbd		连续可变	
包长度 (字节)		188		130		188		188	
所支持的传输流		MPEG-2		系统B		MPEG-2		MPEG-2	

表2（完）

传输与复用	系统A	系统B	系统C	系统D
传输流与卫星频道的对应	一个流/频道	一个流/频道	一个流/频道	1到8个流/频道
支持视频流的统计复用	在一个传输流中无限制	在一个传输流中无限制	在一个传输流中无限制	在一个传输流中无限制。还可以在一個卫星频道中跨传输流

TWTA: 行波管放大器

IMUX: 输入复用

OMUX: 输出复用

- (1) 在 $BER < 10^{-10}$ 。系统A的C/N值参考在一个假设卫星链路上得到的计算机仿真结果，包括IMUX、TWTA和OMUX，调制滚降为0.35。它们基于在接收机中的软判决Viterbi解码这样一个假设。采用了一个1.28的带宽与符号速率比。C/N数值包括由于IMUX与OMUX滤波器上的带宽限制而产生的一个0.2 dB计算劣化、在TWTA上饱和时的0.8 dB非线性失真，以及0.8 dB调制解调器劣化。这些数值应用于RS (204,188) 之前 $BER = 2 \times 10^{-4}$ ，它对应于在RS编码器输出端的QEF。未考虑由于干扰而引起的劣化。
- (2) 在BER为 1×10^{-12} 时。
- (3) 分别如根据 $2(Rc) (188/204) / 1.55$ 或 $2(Rc) (188/204) / 1.33$ 对系统C正常和截断频谱整形所进行的计算，其中Rc为卷积编码速率。
- (4) 理论QPSK（每符号2比特） E_s/N_0 ，即分别如对正常和截断频谱整形在波特率带宽中所测量的C/N。不包括硬件实现容限或卫星收发器的损耗容限。
- (5) 这些数值是从计算机仿真中推演出来的，且视为理论值。这些数值应用于具有波特率带宽（Nyquist bandwidth）RS (204,188) 之前的 $BER = 2 \times 10^{-4}$ 。不包括硬件实现容限或卫星收发器损耗容限。

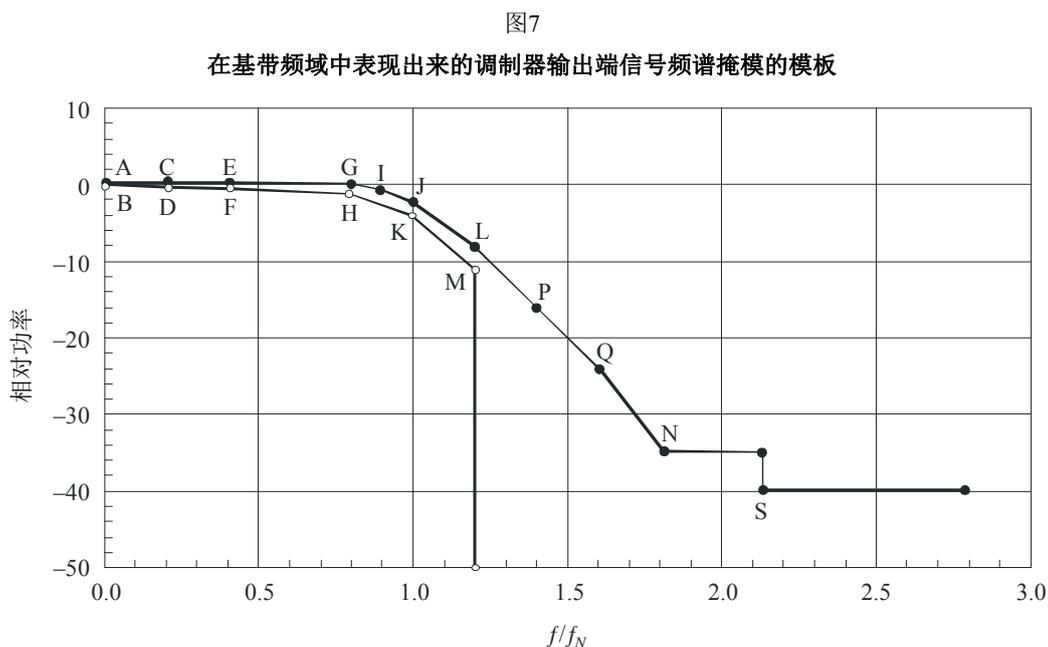
5 特定特性

5.1 不同系统在调制器输出处的信号频谱

5.1.1 系统A的信号频谱

系统A采用一个0.35均方根升余弦滚降因子。

图7给出了调制器输出端信号频谱的模板。



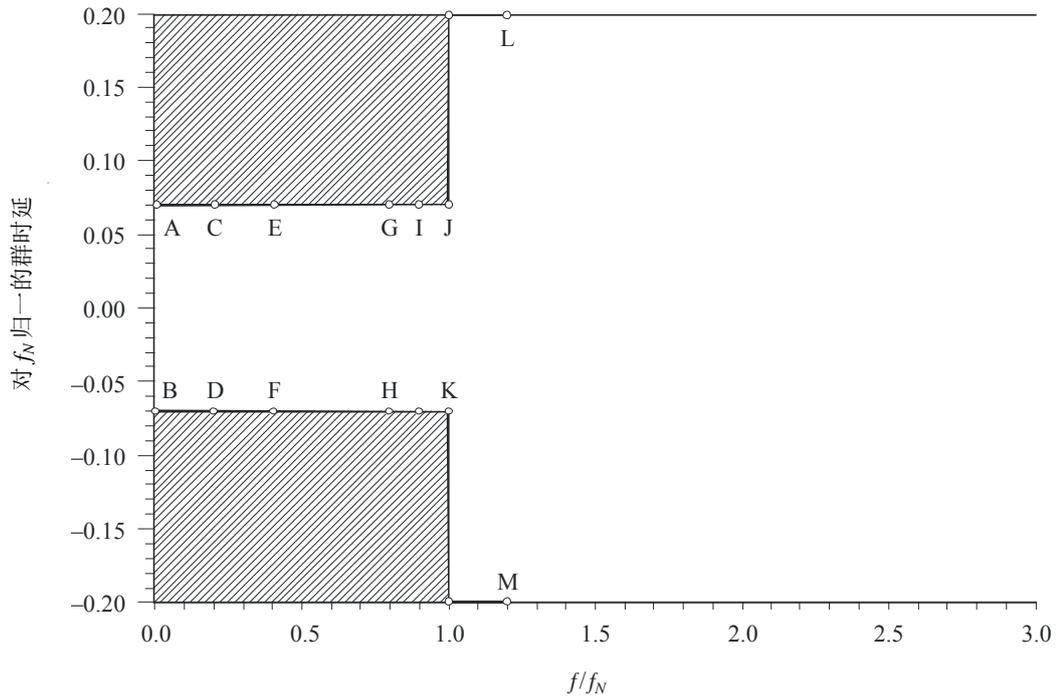
BO.1516-07

图7还描述了一个Nyquist调制器滤波器硬件实现的可能掩模。在表3中定义图7和8中所示的A到S点。滤波器频率响应掩模是基于假设理想Dirac Delta输入信号，以符号周期 $T_s = 1/R_s = 1/2f_N$ 间隔，当在矩形输入信号的情况下，应该对滤波器响应应用一个适当的 $x/\sin x$ 修正。

图8给出了Nyquist调制器滤波器硬件实现群时延的一个掩模。

图8

调制器滤波器群时延模板



BO.1516-08

表3

图7和8中所给点的坐标

点	频率	相对功率 (dB)	群时延
A	$0.0 f_N$	+0.25	$+0.07/f_N$
B	$0.0 f_N$	-0.25	$-0.07/f_N$
C	$0.2 f_N$	+0.25	$+0.07/f_N$
D	$0.2 f_N$	-0.40	$-0.07/f_N$
E	$0.4 f_N$	+0.25	$+0.07/f_N$
F	$0.4 f_N$	-0.40	$-0.07/f_N$
G	$0.8 f_N$	+0.15	$+0.07/f_N$
H	$0.8 f_N$	-1.10	$-0.07/f_N$
I	$0.9 f_N$	-0.50	$+0.07/f_N$
J	$1.0 f_N$	-2.00	$+0.07/f_N$
K	$1.0 f_N$	-4.00	$-0.07/f_N$
L	$1.2 f_N$	-8.00	-
M	$1.2 f_N$	-11.00	-

表 (完)

点	频率	相对功率 (dB)	群时延
N	$1.8 f_N$	-35.00	-
P	$1.4 f_N$	-16.00	-
Q	$1.6 f_N$	-24.00	-
S	$2.12 f_N$	-40.00	-

5.1.2 系统B的信号频谱

系统B采用一个0.2的均方根升余弦滚降因子。

图9
系统B信号频谱

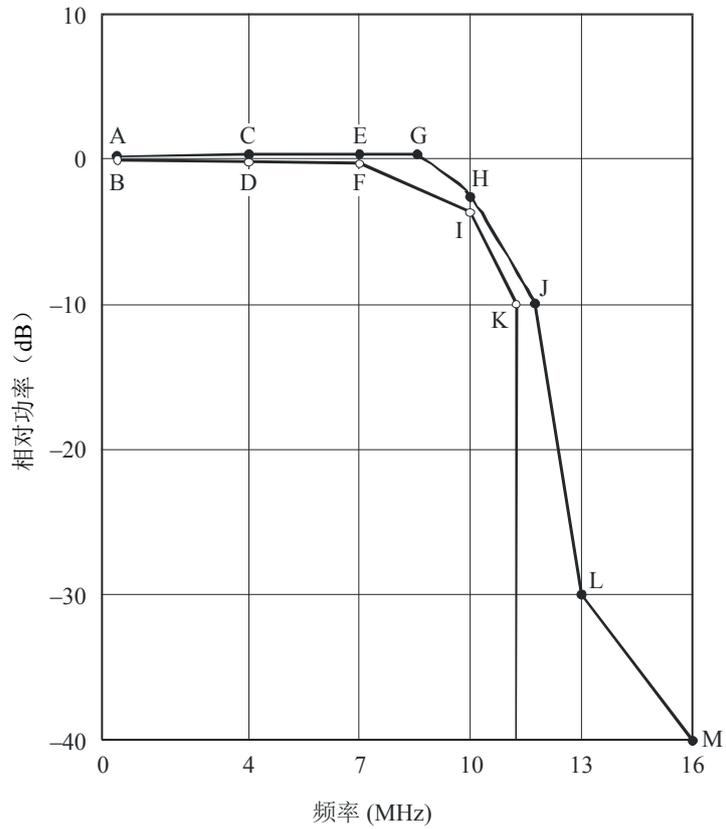


表4
点坐标

点	相对功率 (dB)	频率 (MHz)
A	0.2	0.05
B	-0.2	0.05
C	0.25	3.5
D	-0.25	3.5
E	0.3	7
F	-0.3	7
G	0.3	8.5
H	-2.5	10
I	-3.5	10
J	-10	11.75
K	-10	11.25
L	-30	13
M	-40	16

5.1.3 系统C的信号频谱

本节定义系统C基带信号整形和调制器输出频谱的设计建议。

5.1.3.1 基带信号整形

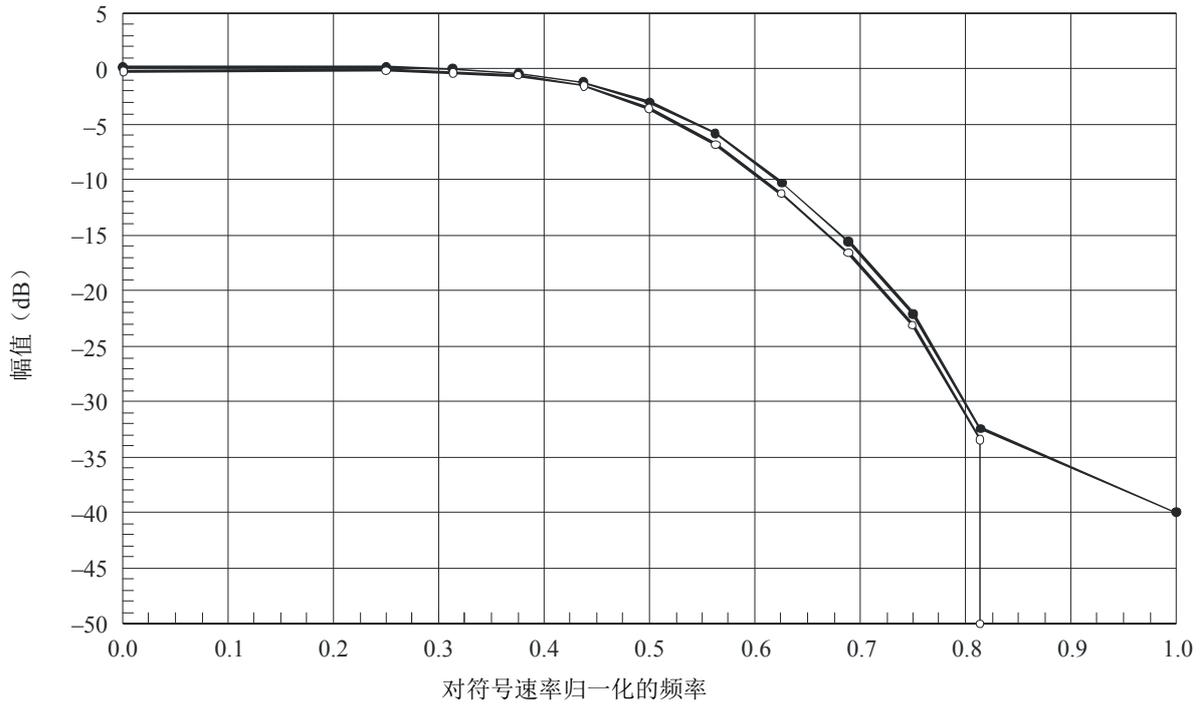
根据系统要求，系统C采用标准或截断频谱模式的限制频带四阶Butterworth滤波。

5.1.3.1.1 幅度响应

图10a和10b以对传送符号速率归一化的形式显示了基带信号整形频谱密度的建议标准和截断频谱模式的设计目标。表5a和5b分别对标准和截断频谱模式的对应节点进行了列表。

图10a

标准模式的频谱密度掩模



BO.1516-10a

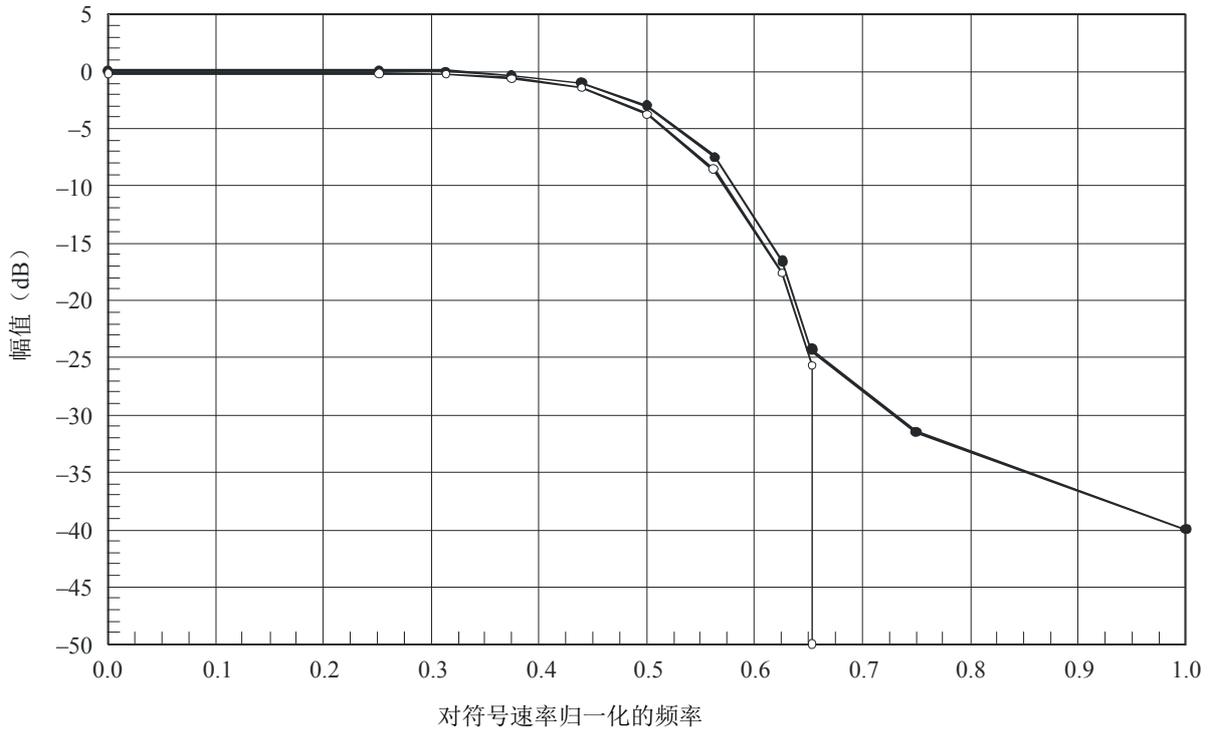
表5a

标准模式频谱密度掩模节点

对传输符号速率归一化的频率偏移	上掩模节点 (dB)	下掩模节点 (dB)
0.00	0.1	-0.1
0.25	0.1	-0.1
0.3125	0.0	-0.2
0.375	-0.35	-0.55
0.4375	-1.25	-1.45
0.50	-3.0	-3.50
0.5625	-5.85	-6.85
0.625	-10.25	-11.25
0.6875	-15.55	-16.55
0.75	-22.05	-23.05
0.8125	-32.3	-33.3
0.8125		-50.0
1.0	-40.0	

图10b

截断频谱模式频谱密度掩模



BO.1516-10b

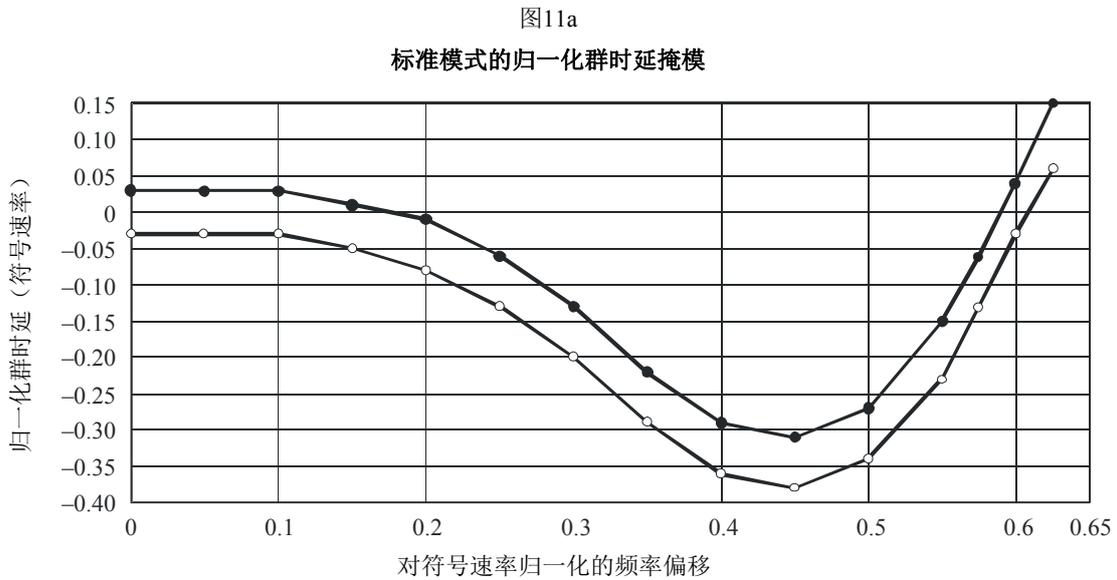
表5b

截断频谱模式频谱密度掩模节点

对传输符号速率归一化的频率偏移	上掩模节点 (dB)	下掩模节点 (dB)
0.00	0.1	-0.1
0.25	0.1	-0.1
0.3125	-0.15	-0.35
0.375	-0.35	-0.55
0.4375	-1.0	-1.2
0.50	-2.9	-3.4
0.5625	-7.4	-8.4
0.625	-16.6	-17.6
0.654	-24.5	-25.5
0.654		-50.0
0.75	-31.8	
1.0	-40.0	

5.1.3.1.2 群时延响应

图11a和11b以对传输符号速率归一化的形式显示了所建议的标准和截断频谱模式基带信号整形群时延的设计目标。表6a和6b分别对标准和截断频谱模式的相应节点进行了列表。实际所需的群时延可以通过列表数值除符号速率 (Hz) 来获得；例如，对29.27 Msymbol/s运算，从表6a中可以得到在频率偏移为 $0.3 \times 29.27 \text{ MHz} = 8.78 \text{ MHz}$ 时的标准模式下节点为 $(-0.20/29.27 \times 10^6 \text{ Hz}) = -6.8 \times 10^{-9} \text{ s} = -6.8 \text{ ns}$ 。



BO.1516-11a

表6a
标准模式的归一化群时延节点

对传输符号速率归一化的频率偏移 (f_{sym})	对符号速率归一化的下掩模群时延 (时延 $\times (f_{sym} \text{ (Hz)})$)	对符号速率归一化的上掩模群时延 (时延 $\times (f_{sym} \text{ (Hz)})$)
0.00	-0.03	0.03
0.05	-0.03	0.03
0.10	-0.03	0.03
0.15	-0.05	0.01
0.20	-0.08	-0.01
0.25	-0.13	-0.06
0.30	-0.20	-0.13
0.35	-0.29	-0.22
0.40	-0.36	-0.29
0.45	-0.38	-0.31

表 6a (完)

对传输符号速率归一化的 频率偏移 (f_{sym})	对符号速率归一化的 下掩模群时延 (时延 $\times (f_{sym} \text{ (Hz)})$)	对符号速率归一化的 上掩模群时延 (时延 $\times (f_{sym} \text{ (Hz)})$)
0.50	-0.34	-0.27
0.55	-0.23	-0.15
0.575	-0.13	-0.06
0.60	-0.03	0.04
0.625	0.06	0.15

图 11b

截断频谱模式的归一化群时延掩模

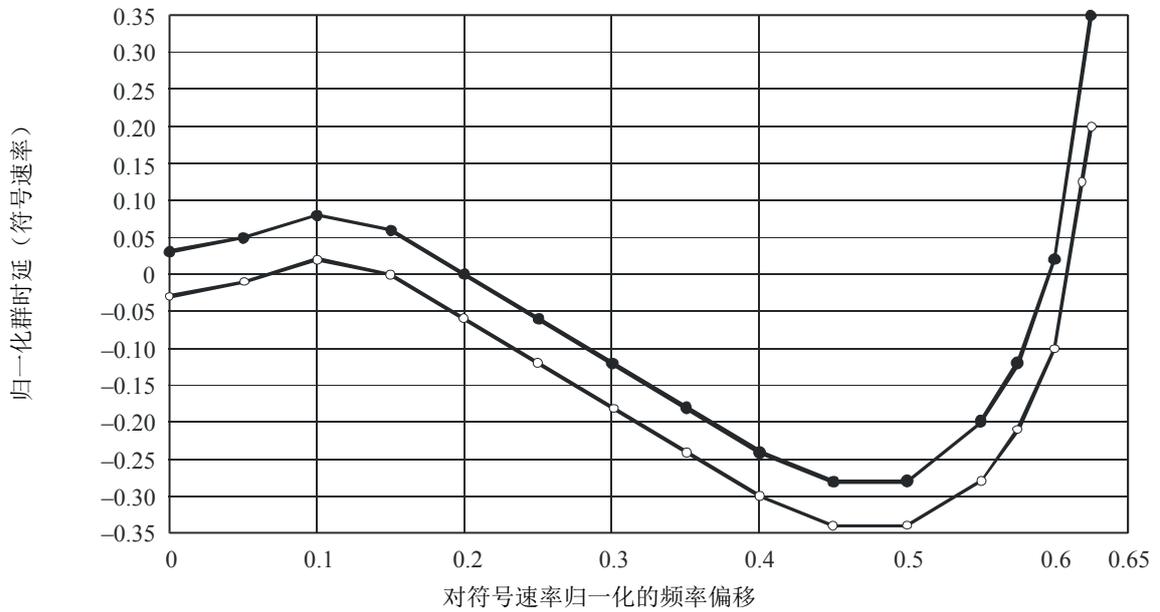


表6b

截断频谱模式的归一化群时延节点

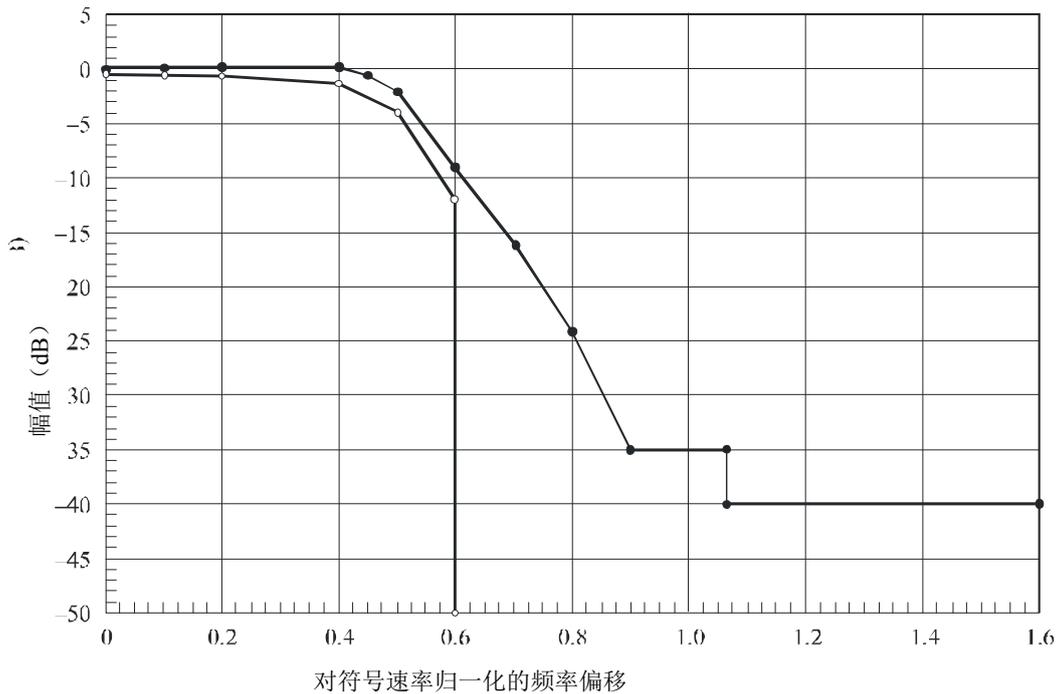
对传输符号速率归一化的 频率偏移 (f_{sym})	对符号速率归一化的 下掩模群时延 (时延 $\times (f_{sym} \text{ (Hz)})$)	对符号速率归一化的 上掩模群时延 (时延 $\times (f_{sym} \text{ (Hz)})$)
0.00	-0.03	0.03
0.05	-0.01	0.05
0.10	0.02	0.08
0.15	-0.00	0.06
0.20	-0.06	-0.00
0.25	-0.12	-0.06
0.30	-0.18	-0.12
0.35	-0.24	-0.18
0.40	-0.30	-0.24
0.45	-0.34	-0.28
0.50	-0.34	-0.28
0.55	-0.28	-0.20
0.575	-0.21	-0.12
0.60	-0.10	0.02
0.625	0.20	0.32

5.1.3.2 调制器响应

在图11c中显示了所建议调制器的输出频谱响应，并在表6c中进行了列表。

图 11c

截断频谱模式的归一化群时延掩模



BO.1516-11c

表 6c

系统C的频谱掩模

对传送符号速率归一化的频率偏移	上掩模节点 (dB)	下掩模节点 (dB)
0.0	0.25	-0.25
0.1		-0.4
0.2		-0.4
0.4	0.25	-1.0
0.45	-0.5	
0.5	-2.0	-4.0
0.6	-9.0	-12.0
0.6		-50.0
0.7	-16.0	
0.8	-24.0	
0.9	-35.0	
1.06	-35.0	
1.06	-40.0	
1.6	-40.0	

5.1.4 系统D的信号频谱

系统D信号频谱与系统A的相同。请参见§ 5.1.1。

5.2 卷积编码

5.2.1 系统A的卷积编码特性

表7a基于基本模式1/2对系统A规定了打孔编码定义：

表 7a

系统A的卷积编码特性

原始编码			编码速率									
			1/2		2/3		3/4		5/6		7/8	
K	$G_1(X)$	$G_2(Y)$	P	d_{free}	P	d_{free}	P	d_{free}	P	d_{free}	P	d_{free}
			X= 1		X= 10		X= 101		X= 10101		X= 1000101	
7	171 _o	133 _o	Y= 1	10	Y= 11	6	Y= 110	5	Y= 11010	4	Y= 1111010	3
			$I = X_1$		$I = X_1 Y_2 Y_3$		$I = X_1 Y_2$		$I = X_1 Y_2 Y_4$		$I = X_1 Y_2 Y_4 Y_6$	
			$Q = Y_1$		$Q = Y_1 X_3 Y_4$		$Q = Y_1 X_3$		$Q = Y_1 X_3 X_5$		$Q = Y_1 Y_3 X_5 X_7$	

1: 传送比特

0: 非传送比特

P: 打孔

5.2.2 系统B的卷积编码特性

表7b对系统B规定了打孔编码定义。

表7b

系统B的卷积编码特性

原始编码			编码速率					
			1/2		2/3		6/7	
K	$G_1(X)$	$G_2(Y)$	P	d_{free}	P	d_{free}	P	d_{free}
7	171 _o	133 _o	X= 1 Y= 1 $I = X_1$ $Q = Y_1$	10	X= 10 Y= 11 $I = X_1 Y_2 Y_3$ $Q = Y_1 X_3 Y_4$	6	X= 100101 Y= 111010 $I = X_1 Y_2 X_4 X_6$ $Q = Y_1 Y_3 Y_5 Y_7$	待定

P: 打孔

5.2.3 系统C的卷积编码特性

基于基本编码1/3的系统C的打孔编码定义如下：

以下卷积编码特性包括在编码层：

- 卷积编码器支持逐字节交错I和Q复用频道的传输。
- IRD实现卷积编码节点和打孔同步。

- 卷积编码以限制长度7、比率1/3编码进行打孔。比率1/3编码的编码生成器是 $G(2) = 1001111$ 二进制（117 八进制）、 $G(1) = 1011101$ 二进制（135 八进制）和 $G(0) = 1110001$ 二进制（161 八进制）。该编码生成器是从最低时延到最高时延输入比特定义的（请参见图12）。
- 打孔矩阵如下：
 - 比率3/4打孔矩阵为 $p_2 = [100]$ 、 $p_1 = [001]$ 、 $p_0 = [110]$ （二进制）。对输出1，在三个比特序列中的每个第二和第三比特被删除，对输出2，每个第一和第二比特被删除，而对输出3是每个第三输出比特被删除。
 - 比率1/2打孔矩阵为 $[0]$ 、 $[1]$ 、 $[1]$ （二进制）。
 - 比率5/11 打孔矩阵为 $[00111]$ 、 $[11010]$ 、 $[11111]$ （二进制）。
 - 比率2/3 打孔矩阵为 $[11]$ 、 $[00]$ 、 $[01]$ （二进制）。
 - 比率4/5 打孔矩阵为 $[0111]$ 、 $[0010]$ 、 $[1000]$ （二进制）。
 - 比率7/8 打孔矩阵为 $[0000000]$ 、 $[0000001]$ 、 $[1111111]$ （二进制）。
 - 比率3/5 打孔矩阵为 $[001]$ 、 $[010]$ 、 $[111]$ （二进制）。
 - 比率5/6 打孔矩阵为 $[00111]$ 、 $[00000]$ 、 $[11001]$ （二进制）。
- 来自卷积编码器的输出顺序是打孔的 G_2 输出，后面跟随着打孔的 G_1 输出，再后面跟随着打孔的 G_0 。
- 编码器打孔序列输出的第一比特应用于在一个组合MUX模式运行中的QPSK信号的I频道；例如，在下图中（图12）， i_0 、 k_1 、 i_3 、 k_4 、...提供给I频道，而 k_0 、 j_2 、 k_3 、 j_5 、... 提供给Q频道。

5.2.4 系统D的卷积编码特性

系统D卷积编码特性与系统A的非常类似。

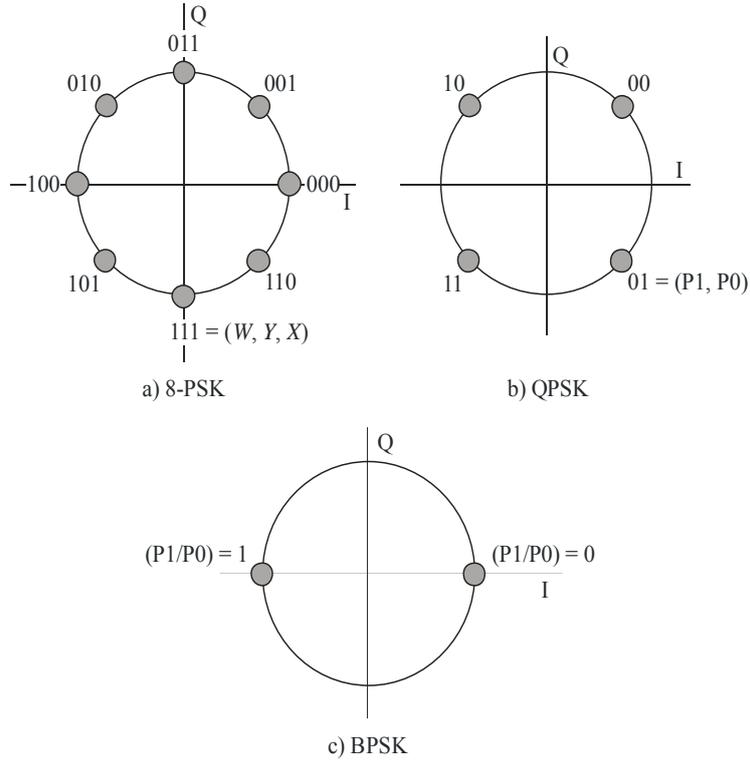
系统D不仅采用QPSK，而且还采用TC8-PSK和BPSK。因此，系统D的特性将从系统A扩展获得。

系统D允许多种调制方式，以及多种基于限制长度为7的比率1/2卷积编码的打孔卷积编码。发生器多项式为171 八进制和133 八进制（请参见图13）。它可以允许采用TC8-PSK、QPSK和BPSK。当允许这些调制方式时，该系统对TC8-PSK允许编码比率2/3，对QPSK为编码比率1/2、2/3、3/4、5/6以及7/8，对BPSK为1/2。

图12显示了卷积编码器，而图13显示了打孔和符号整形电路。打孔编码如表8中所定义。符号整形如图14中所规定。对BPSK，二个编码比特（ P_0 和 P_1 ）按顺序 P_1 ，然后 P_0 传输。只有在TC8-PSK情况下，将会采用输入比特 B_1 ，其中 B_1 和 B_0 是一字节数据的二个连续比特（ B_1 代表较高阶比特）。

对以上所描述以外的调制和卷积编码，应该应用适当的规范。

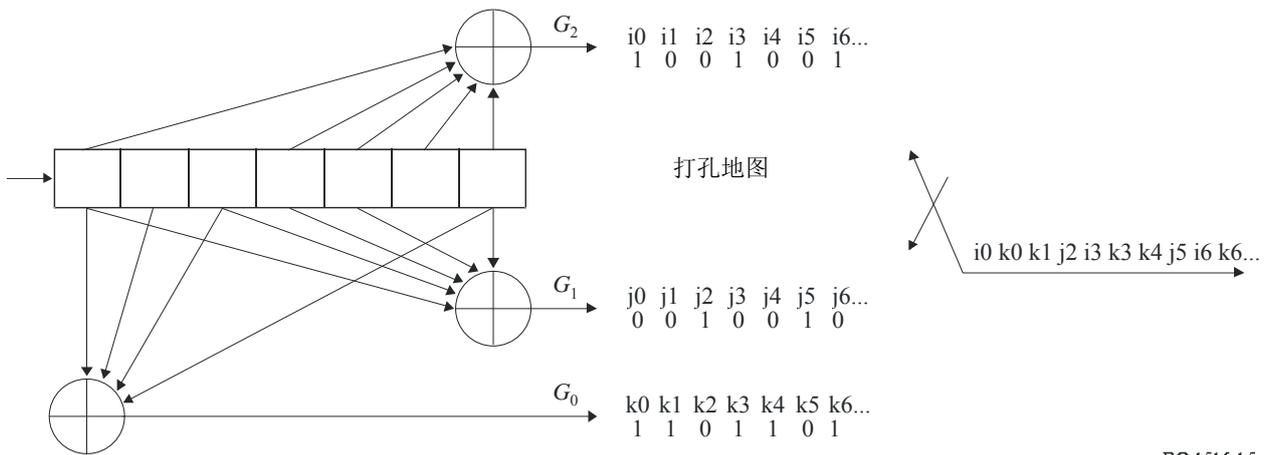
图 14
符号整形



BO.1516-14

图 15

卷积编码器（比率3/4实例）



BO.1516-15

5.3 同步特性

5.3.1 系统A的同步特性

系统输入流应该以固定长度包来组织，遵循MPEG-2传输复用器（请参考ISO/IEC DIS 13818-1参见[1] § 6）。MPEG-2传输复用（MUX）包的总包长度为188字节。包括1个同步字

字节（即 47_{h} ）。在发送端按顺序处理应该总是从同步字节（即01000111）的最高有效比特（MSB）（即“0”）开始。

5.3.2 系统B的同步特性

单个同步字节被加到每个编码块（146字节）中。在交错完成后加入该同步字节。该同步字节为二进制数值00011101，而且附加到每个编码块的开始处。

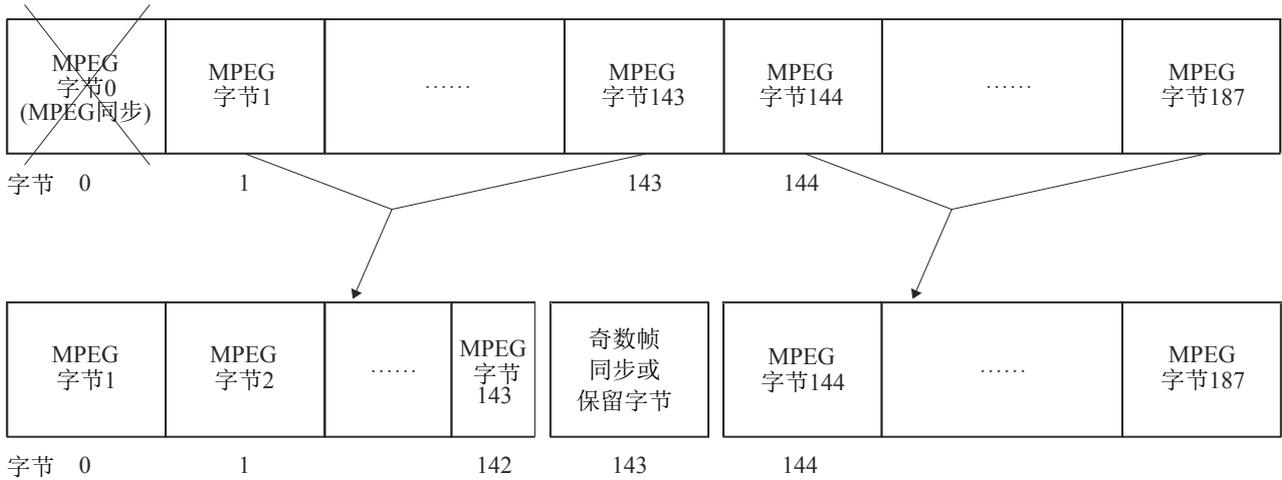
5.3.3 系统C的同步特性

上行传输处理通过执行MPEG-2包重新排序以及16比特帧同步和保留字格式化，帮助了FEC编码系统的下行同步。图16显示了为保证16比特帧同步模式每12个Reed-Solomon块间隔在Viterbi解码器的输出端出现在连续字节位置所需要的上行处理。

以下功能是由编码器为了同步目的来执行的：

- 上行包解码器输入是一个188字节MPEG-2传输包的传输流，其中字节编号为0至187。MPEG-2传输包可以被编号为 $n = 0, 1, 2$ 。
- 对编号为0模12的传输包，MPEG-2同步字节编号0被偶数帧同步字节00110110替代，从左到右编号为MSB到最低有效位（LSB）。MSB首先在频道中发送。如果当前MPEG传输流是一个处于分裂MUX模式的 Q 频道MUX，则偶数同步字节为10100100。
- 对编号11模12的传输包，MPEG-2同步字节编号0被丢弃，字节编号1至143被移位，奇数帧同步字节01011010（MSB到LSB，MSB首先进入频道）跟随在MPEG-2字节143之后被插入（对分裂MUX模式中的 Q 频道MUX，奇数同步字节为01111110），然后添加MPEG-2字节144至187来完成该包的结构。图17显示了这个奇数编号的包处理。
- 对不等于0模12的偶数编号传输包，MPEG-2同步字节编号0被一个保留字节代替。
- 对不等于11模12的奇数编号传输包，MPEG-2同步字节编号0被丢弃，字节编号1至143被移位，保留字节跟随在MPEG-2字节143之后被插入，然后添加MPEG-2字节144至187来完成该包的结构。
- 随机器发起于编号为0模24的传输包处；在卷积交错器输出端每12个Reed-Solomon块时间，随机器在奇数和偶数同步字节的16比特发生期间关断。
- 对分裂MUX运行，当应用于QPSK调制器时， Q 流数据被相对于 I 流数据延迟一个符号时间。这使得在下行衰减或周期滑动期间可以快速重新获取。

图17
奇数编号包的上行包重新排序器



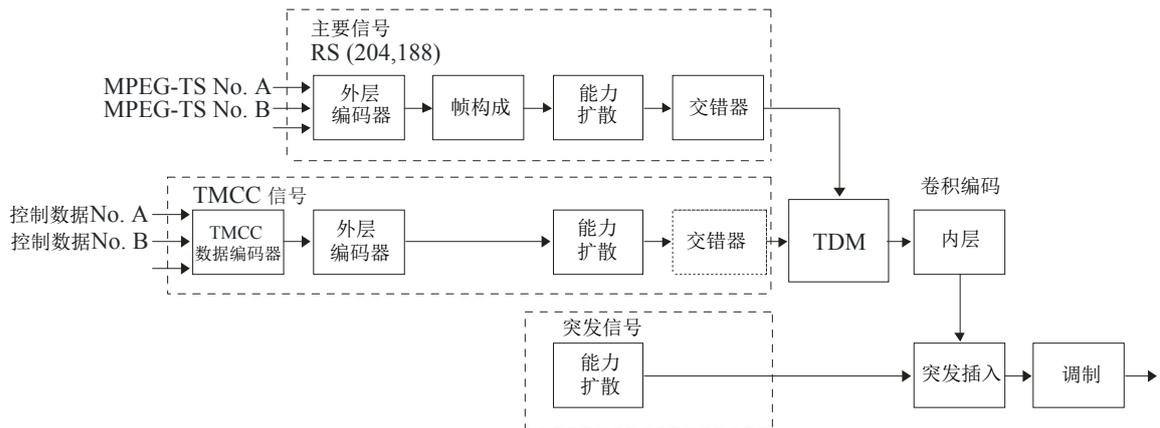
BO.1516-17

5.3.4 系统D的同步特性

在图18中显示了一个系统D的总体架构。该系统处理三种信号，以采用多种调制机制传输多种MPEG-TS，并且实现稳定和方便的接收。这三种信号是：

- 主要信号，包括多种MPEG-TS，并携带节目内容；
- 传输和复用配置控制（TMCC）信号，它们通报所采用调制机制的接收机、MPEG-TS的标识等；及
- 突发信号，它保证在任何接收条件下（特别是在低信噪比（C/N）条件下）在接收机中稳定的载波恢复。

图 18
系统的总体结构图



BO.1516-18

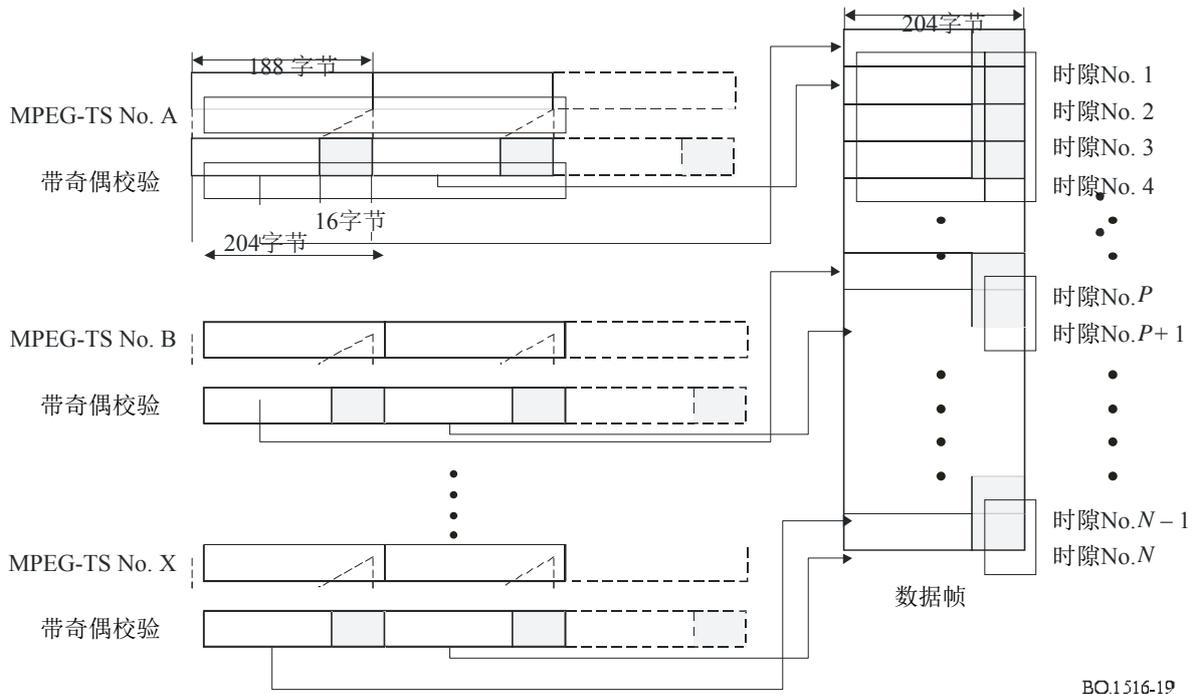
为了处理多种MPEG-TS和容纳多种同时采用的调制机制，在系统D种采用了一种帧结构。

为了组合MPEG-TS，误码保护204字节包被分配到一个数据帧的时隙中，如图19中所示。该时隙指示了在该数据帧中的绝对位置，并被用作指定调制机制和MPEG-TS标识的单

元。时隙的大小（在一个时隙中的字节数）为204字节，以保证保持时隙与误码保护包之间的一一对应。该数据帧由N个时隙构成。

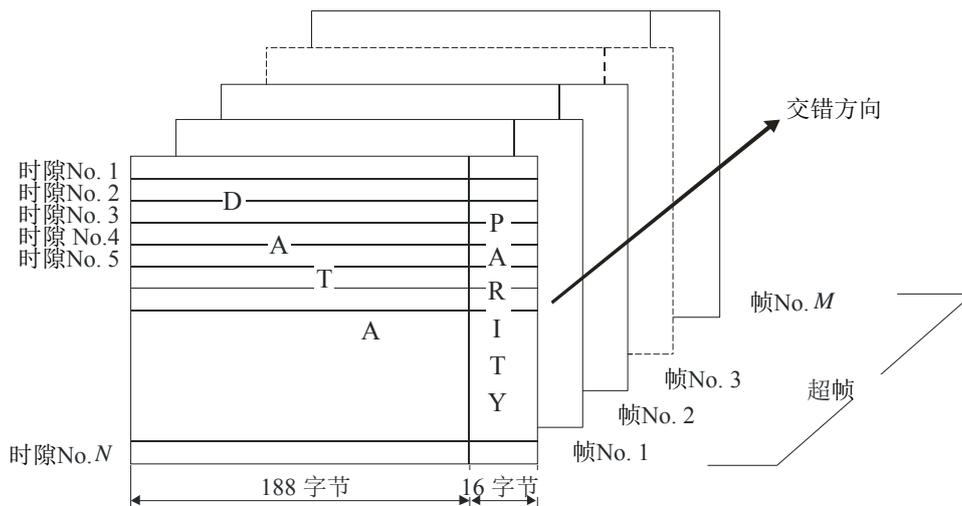
一个超级帧被引入，以便于实现交错。图20显示了该超级帧的结构。该超级帧由M个帧构成，其中，M对应于交错深度。

图 19
帧结构



BO.1516-19

图 20
超级帧结构



BO.1516-20

因为频谱效率或每符号的可传送比特随调制与内层编码速率的组合而变，被传送的包数量取决于该组合。因为采用一个特定调制机制调制的符号数量必须是整数，传输包数量与用于调制的符号数量之间的关系由等式（1）给出。

$$I_k = \frac{8 B P_k}{E_k} \quad (1)$$

其中：

- I_k, P_k : 整数
- I_k : 采用调制机制与内层编码速率 k 阶组合传输的符号数量
- P_k : 采用调制机制和内层编码速率 k 阶组合传输的包数量
- E_k : 调制机制和内层编码速率 k 阶组合的频谱效率
- B : 每个包的字节数 (= 204)。

每个数据帧的符号数量， I_D ，由等式（2）表示。

$$I_D = \sum_k I_k \quad (2)$$

当所有包是采用具有系统中可用组合之中最高频谱效率的调制编码组合调制时，在一个帧周期中传输的包数量变为最大。因此，系统所提供的时隙数量通过替换等式（1）的 I_D 和 E_{max} 给出。

$$N = \frac{I_D E_{max}}{8 B} \quad (3)$$

其中， N 表示系统提供的时隙数量，而 E_{max} 表示该系统提供的调制编码组合的最高频谱效率。

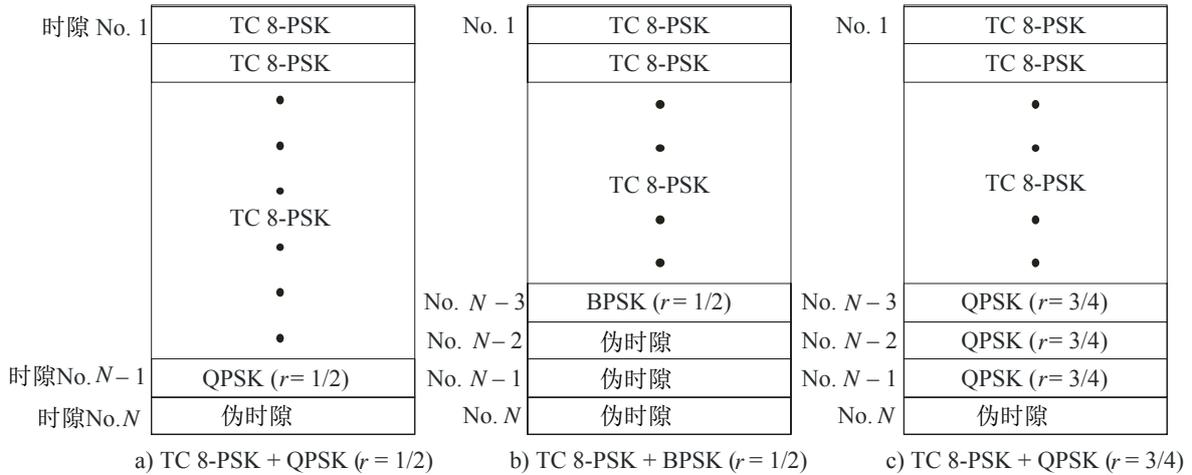
当采用了不具有最高频谱效率的调制编码组合时，被传输包的数量变得少于由该系统提供的时隙数量。在此情况下，一些时隙将被伪数据填充，以保持该帧的大小（在一个帧中的时隙数量）恒定。这些时隙被称为“伪时隙”。通过以下等式（4）得到一个帧中的伪时隙 S_d 数量。

$$S_d = N - \sum_k P_k \quad (4)$$

在同时采用多种调制机制的情况下，即，一个帧中部分时隙是由一个特定调制编码组合调制，而其他时隙是由其他组合调制，数据应该在实际采用的组合之中从最高频谱效率机制到最低频谱效率机制来调制。换句话说讲，采用较高效率组合所传输的包被指定给一个帧中较低编号的时隙。此调制顺序在低信噪比接收中对卷积编码解码之后给出误码率（BER）的最小值。

图21显示了当QPSK ($r = 1/2$, r 表示编码速率)、BPSK ($r = 1/2$)和QPSK ($r = 3/4$)分别与网格编码（TC）8-PSK ($r = 2/3$)使用时隙分配的一些实例。在这些实例中，TC 8-PSK ($r = 2/3$)被假设为该系统的最高频谱效率组合。因为QPSK ($r = 1/2$)的频谱效率是TC 8-PSK的一半，要插入一个伪时隙（图21a）；因为BPSK ($r = 1/2$)的频谱效率是TC 8-PSK的四分之一，要插入三个伪时隙（图21b）；以及，因为QPSK ($r = 3/4$)的频谱效率是TC 8-PSK的3/4，为三个有效时隙插入一个伪时隙（图21c）。

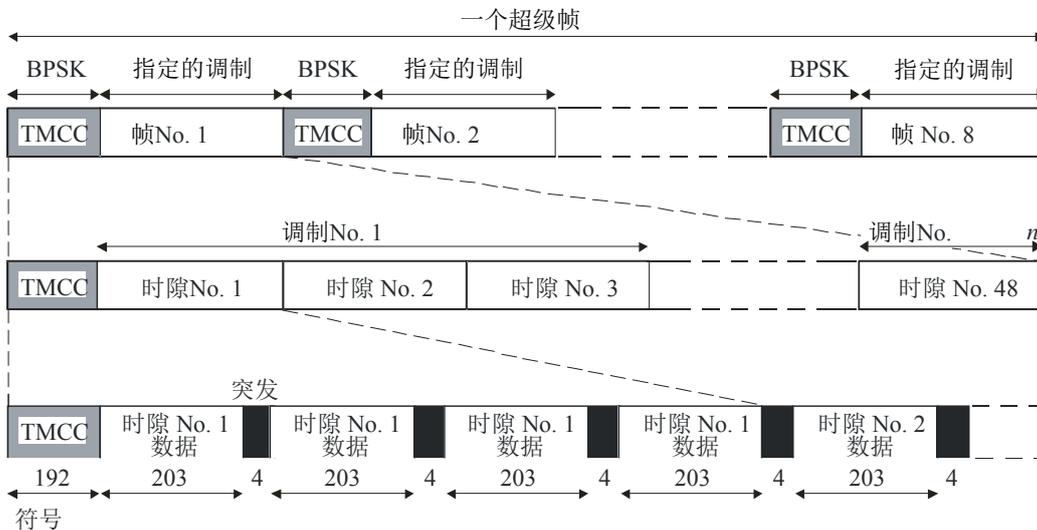
图 21
时隙分配实例



BO.1516-21

系统D采用传输和复用配置控制（TMCC）信号来携带分配给该时隙的调制机制和 MPEG-2-TS ID 等信息。详细的TMCC信息在附录2中给出。图22显示了系统D传输信号的结构图。

图 22
传输信号的结构图



其中调制No. 1 = TC8-PSK

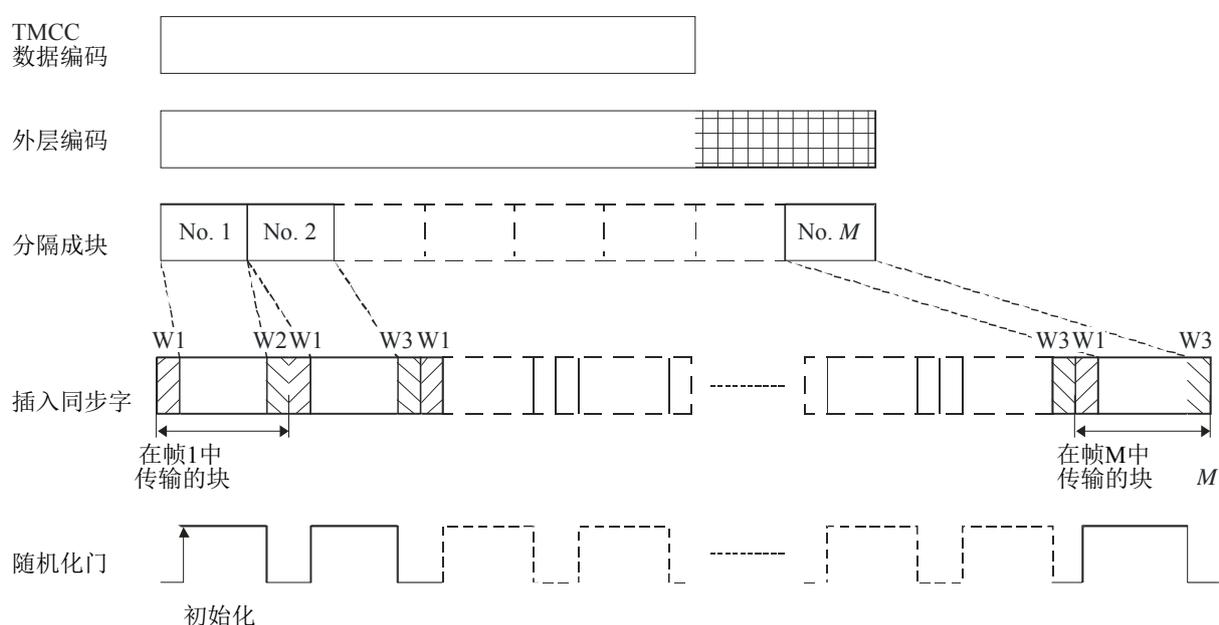
BO.1516-22

主要信号和TMCC信号应该在每个帧进行时分复用。按照给每个时隙指定的调制编码组合，复用信号的时基因为卷积编码处理而部分（基于时隙）地扩展/压缩。经过这个操作，如果包括在主要信号之中，伪时隙应该被从传输信号中排除。图23显示了主要、TMCC和突发信号为形成传输信号的概念上的集成过程。

为了在整个帧中的连续突发之间保持一个恒定的间隔（请参见图22），应该在卷积编码的主要信号的每204个符号中插入一个突发信号。请注意，当不传送MPEG同步字时，应该在每203个符号中插入该突发信号（请参见§ 5.4.4）。突发的持续时间应该为4个符号。用于调制之前突发的数据应该为了能量扩散而采用一个适当的随机序列进行随机化。突发信号的调制机制应该与应用于TMCC信号的（对抗传输噪声最强的机制）相同。

当在接收机中的载波恢复仅仅是来自突发信号时，恢复的载波并不总是锁定到正确的频率。这个问题（锁相环（PLL）的误锁定）可以通过在突发信号之外采用TMCC期间的传输信号来解决（当PLL错误锁定时，在一个TMCC期间恢复的载波周期数将是一个不同的错误数，因此，PLL能够被周期数的差别控制）。

图 23
TMCC信号的产生



BO.1516-23

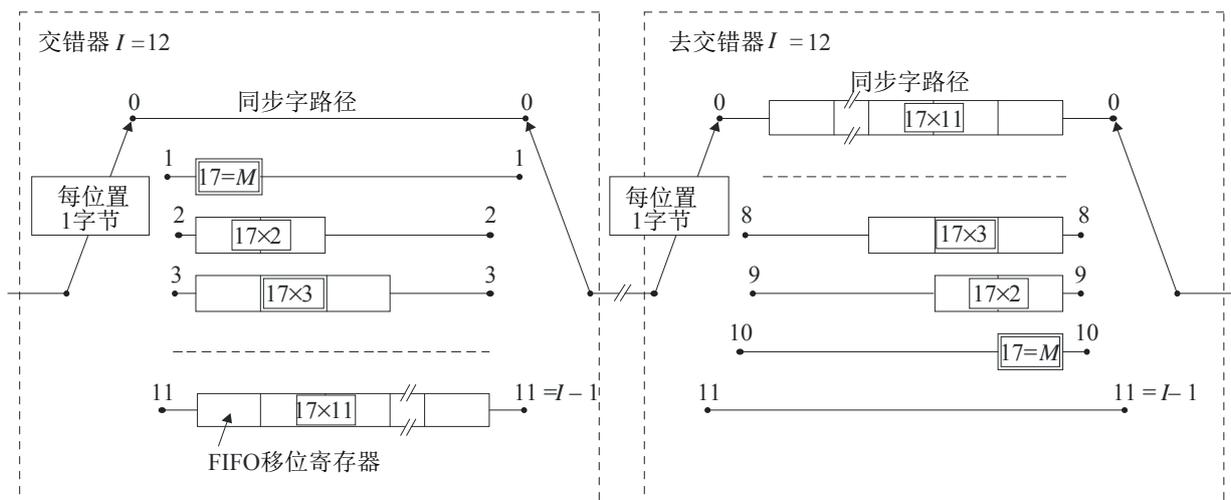
5.4 交错器

5.4.1 系统A的卷积交错器

按照图24a的概念机制，深度 $I=12$ 的卷积交错应该被应用于误码保护包。这将形成一个交错的帧。

图 24a

卷积交错器和解交错器的概念图



BO.1516-24a

卷积交错处理因该基于Forney方式，当 $I = 12$ 时，它与Ramsey III型方式兼容。交错的帧应该由叠加误码保护包构成，并且应该被反转或非反转MPEG-2同步字节来去除限制（保持204字节周期）。

交错器可以由 $I = 12$ 个分支构成，由输入开关周期性地连接到输入字节流。每个分支因该是先入先出（FIFO）位移寄存器，具有深度（ Mj ）单元（其中， $M = 17 = N/I$ ， $N = 204 =$ 误码保护帧长度， $I = 12 =$ 交错深度， $j =$ 分支指数）。FIFO元应该包含1字节，而输入和输出开关应该同步。

为了同步的目的，同步字节和反转同步字节应该总是导向交错器的“0”分支（对应于一个零时延）。

注1 — 原则上，解交错器类似于交错器，但是分支指数被颠倒（即 $j = 0$ 对应于最大的时延）。解交错器同步可以通过将第一个识别的同步字节导入“0”分支中来实现。

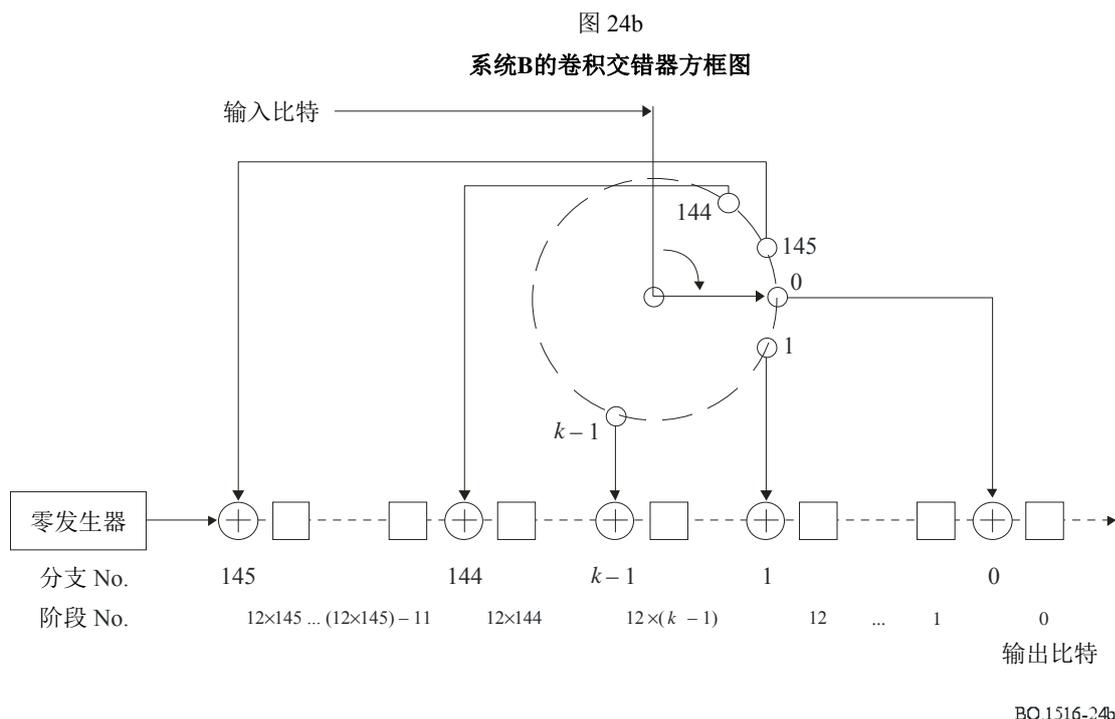
5.4.2 系统B的卷积交错器

系统B采用图24b中方框图定义的一个卷积交错器。此交错器是一个Ramsey II型交错器（请参见注1），具有以下参数：

$I = 146$ 交错器块长度，及

$D = 13$ 交错深度。

注1 — RAMSEY J. [May 1970] Realization of optimum interleavers. *IEEE Trans. Inform. Theory*, Vol. IT-16, 338-345.



卷积交错引入一个绝对读到写的时延，它随着一个 I 个字节的块内字节指数线性地增加：

$$\text{读/写时延 (字节)} = (D - 1) k \quad k = 0, \dots, I - 1.$$

交错器并不向数据流增加开销数据。它包括一个转接器和一个有分支的移位寄存器。此交错器在转接器位置 0 在每个数据包开始处开始，并且按照以下步骤运行。

对每个输入字节：

- 步骤 1：在该转接器当前位置的分支处添加输入字节（当没有被转接器选中时，在该分支呈现 0），
- 步骤 2：将移位寄存器移动到右面一个字节，
- 步骤 3：将该转接器移动到下一个转接器位置，
- 步骤 4：在移位寄存器位置 0 对输出字节取样。

5.4.3 系统C的卷积交错器

编码层提供 8 比特 Reed-Solomon 编码器输出符号的卷积交错。以下特性定义了该卷积交错：

- 深度 $I = 12$ ， $J = 19$ 交错器包括一个 $I(I - 1)J/2 = 1254$ Reed-Solomon 符号存储器。此交错器结构将与图 25 中所示的转接器类型相兼容。
- 一个 Reed-Solomon 编码输出块的第一个字节被输入，并输出到零时延交错器转接器臂上。
- 第 k 个转接器臂包括 $k \cdot J$ 个字节时延， $k = 0, 1, \dots, 11$ ， $J = 19$ 。一个输出字节被从第 k 个 FIFO 或循环缓存器读出，一个输入字节被写入或移动到第 k 个缓存器中，然后，该转接器臂前进到第 $k + 1$ 个交错器臂。在从最后的转接器臂读取和写入后，该转接器为了它的下一个输出前进到零时延臂。

5.4.4 系统D的块交错器

为了处理多个MPEG-TS并允许同时使用的多种调制机制，在系统D中采用了一个帧结构。成帧结构在§ 5.3.4中给出。

具有深度为M的帧间块交错应该被应用于随机化的数据，如图26中所示。对每个帧的时隙分配应该在整个超级帧中都相同，导致仅仅在采用相同调制编码组合传输的那些数据之间交错。交错应该对每个时隙除了第一个字节（MPEG同步字节）外实施。

图26显示了当交错深度为8（即超级帧包括8个帧）且采用二种调制编码组合时的一个交错实例。原始帧中的数据按帧间方向被读出，即，按顺序A1、1、A2、1、A3、1、...，其中Ai、j表示在第i个帧中的第j个帧的字节数据，来形成交错的帧。在交错帧中的数据按字节方向（水平地）读出，并馈入到TDM复用器中。

图 25
卷积交错器

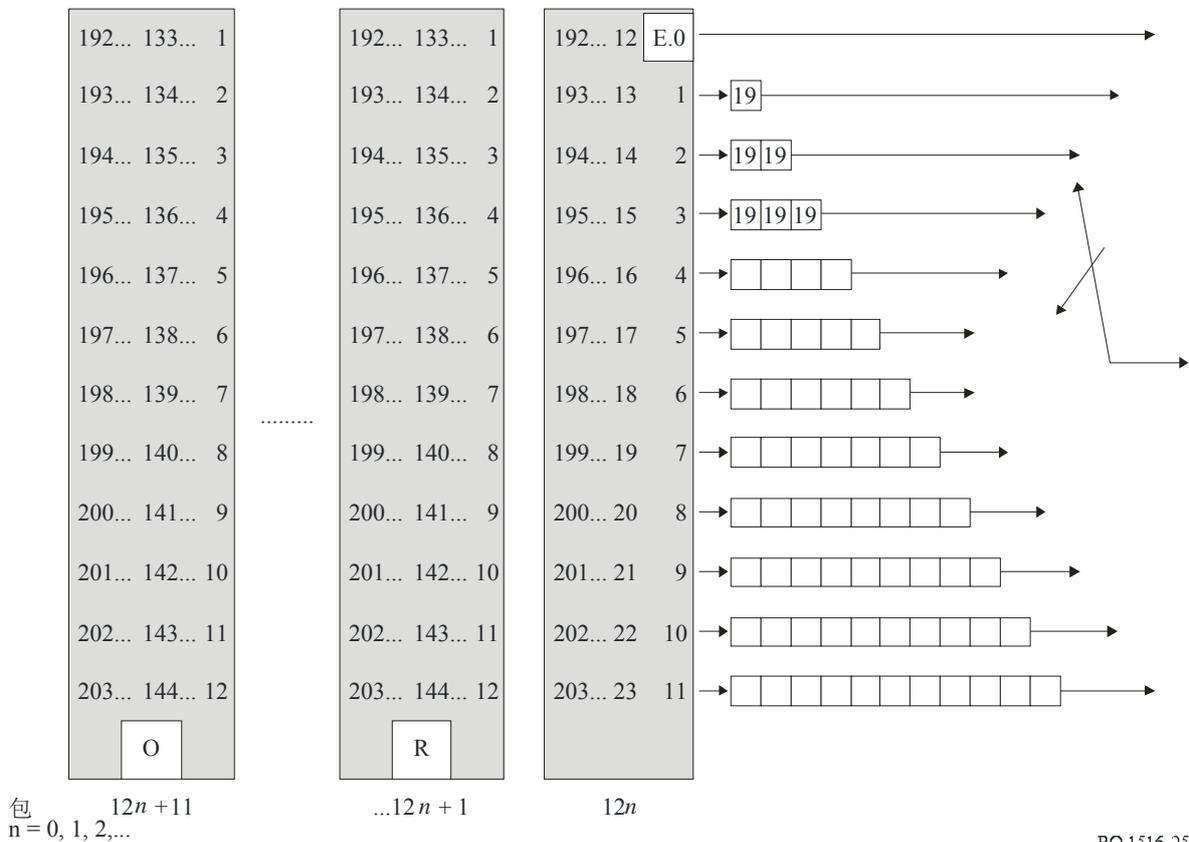
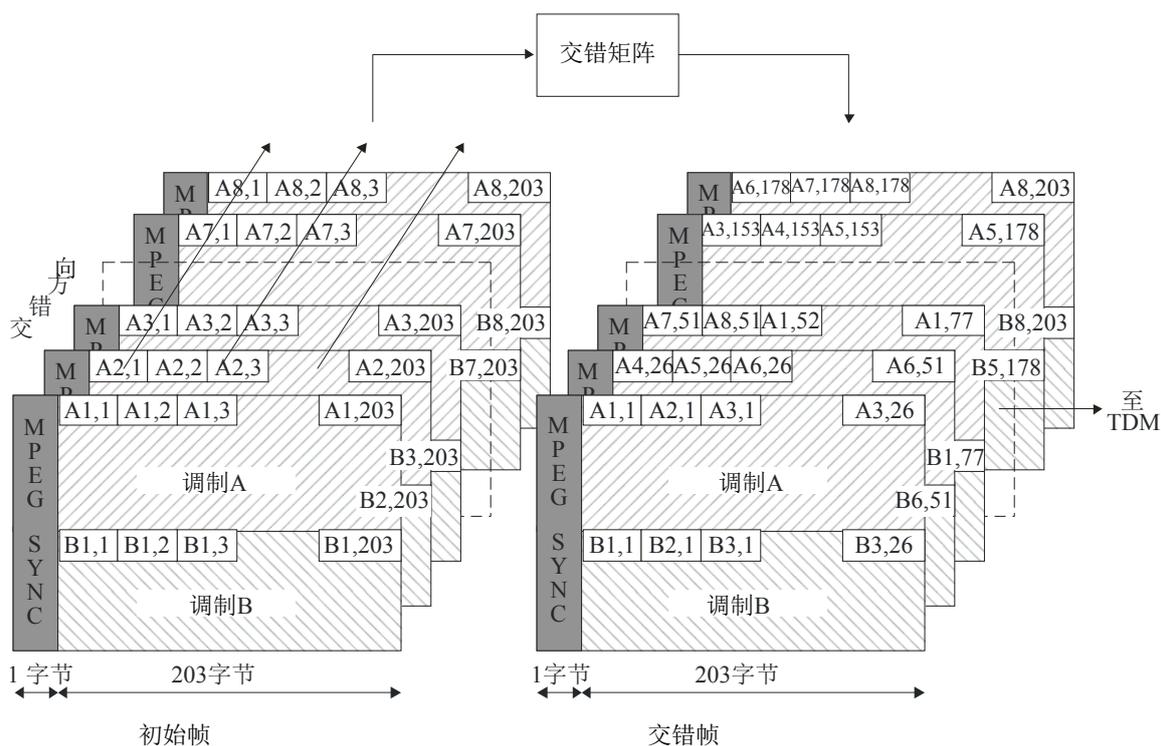


图 26
交错的示意图



BO.1516-26

没有必要传输每个包的第一个字节（47_hMPEG同步字），因为时钟参考（帧同步字）是通过TMCC信号来发送。被省略的MPEG同步字需要在接收机被恢复，以正确地实现外层解码。

5.5 Reed-Solomon编码器

Reed-Solomon解码器将能够采用以下缩短的参数工作：

- (204,188, $T = 8$)
- (146,130, $T = 8$)。

缩短的Reed-Solomon编码可以通过在一个 (255, 239) 编码器输入端的信息字节之前添加字节（51 用于 (204,188)，及109用于 (146,130)）来实现，所有设置为零。这些无效字节应该在Reed-Solomon编码程序之后被丢弃。

5.5.1 系统A的Reed-Solomon编码器特性

系统A采用： (204,188, $T = 8$)

5.5.2 系统B的Reed-Solomon编码器特性

系统B采用： (146,130, $T = 8$)

5.5.3 系统C的Reed-Solomon编码器特性

系统C采用： (204,188, $T = 8$)

5.5.4 系统D的Reed-Solomon编码器特性

系统D采用： (204,188, T = 8)

Reed-Solomon编码是一个具有8比特符号的 (204,188, T = 8) 编码，从一个256个符号的块长度缩短而得到，且修改为每个块最多 $t = 8$ 个符号。

限定字段GF (256) 构成自基本多项式 $p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$ 。

t 误码修正编码的生成器多项式源自 $x = a^i, i = 1, 2, \dots, 2t$, $g(x) = \prod_{i=1}^{i=2t} (x + a^i)$ 。

当 $t = 8$ 时，生成器多项式为 $g(x) = x^{16} + a^{121}x^{15} + a^{106}x^{14} + a^{110}x^{13} + a^{113}x^{12} + a^{107}x^{11} + a^{167}x^{10} + a^{83}x^9 + a^{11}x^8 + a^{100}x^7 + a^{201}x^6 + a^{158}x^5 + a^{181}x^4 + a^{195}x^3 + a^{208}x^2 + a^{240}x + a^{136}$ 。

对于一个 $(N, N - 2t)$ 编码，一个 N 个符号的编码字是通过在最初的 $N - 2t$ 个时钟周期中输入数据符号来生成，然后运行该电路来生成 $2t$ 奇偶校验符号。这个编码器明显地是系统的，因为，其输出与最初的 $N - 2t$ 个周期的数据符号输入完全一致。从代数上看，输入到编码器的符号序列 $d_{N-2t-1}, d_{N-2t-2}, \dots, d_0$ 代表多项式 $d(x) = d_{N-2t-1}x^{N-2t-1} + d_{N-2t-2}x^{N-2t-2} + \dots + d_1x + d_0$ 。编码器形成编码字 $c(x) = x^{2t}d(x) + rmd[d(x) / g(x)]$ ，且以从最高到最低的顺序输出系数。

从数据比特到符号的并行到串行转换的约定是一个从左至右移位寄存器，最早的比特构成LSB，而最近的比特构成MSB。Reed-Solomon编码如图27中所示应用于包。

图 27

应用于一个包的Reed-Solomon编码



BO.1516-27

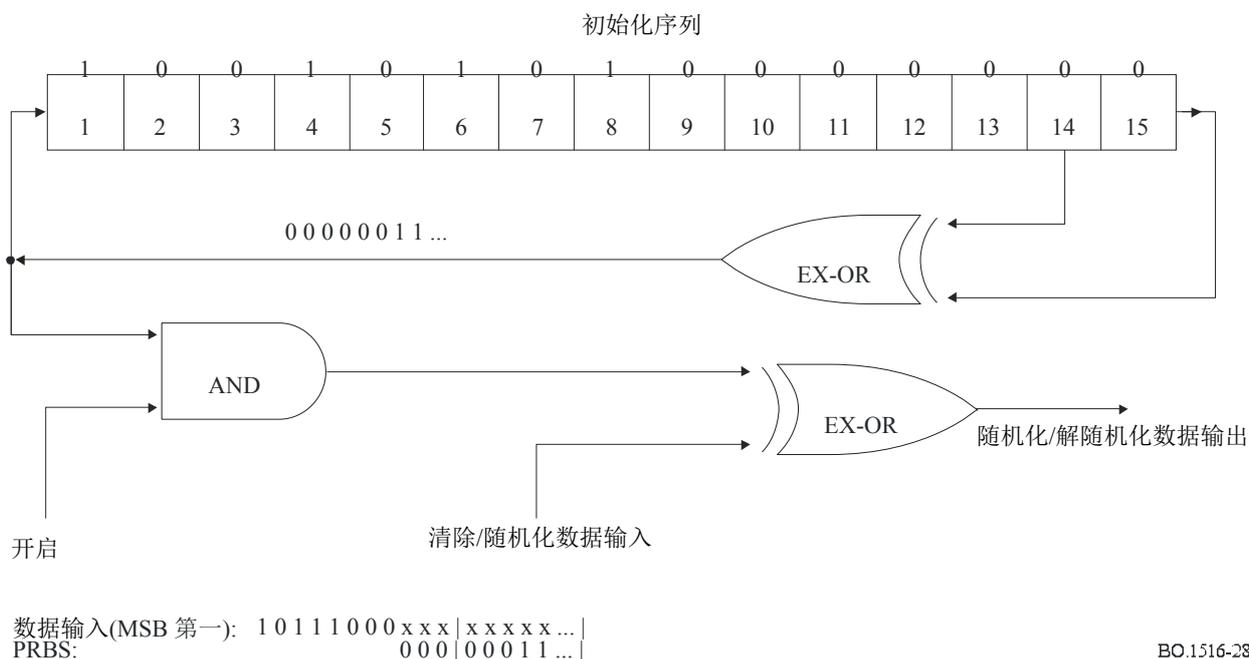
5.6 能量扩散

5.6.1 系统A的能量扩散

系统A在Reed-Solomon解码之后去除随机化模式。PRBS生成器的多项式应该是 $1 + x^{14} + x^{15}$ ，加载序列为“100101010000000”。

为了符合ITU无线电规则并保证适当的二进制转换，应该将输入MPEG-2复用的数据按照图28中所描述的结构进行随机化。

图 28
随机器/解随机器示意图



PRBS生成器的多项式应该是：

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

如图28中所示，序列“100101010000000”到PRBS寄存器中的加载应该在每8个传输包的开始处发起。为了向解扰码器提供一个发起信号，在一个有8个包的组中第一个传输包的MPEG-2同步字节被从47_h到B8_h按比特反转。此过程被称为“传输复用适配”。

在PRBS生成器输出端的第一个比特应被应用于跟随在反转MPEG-2同步字节（即B8_h）之后的第一个字节的第一个比特（即MSB）。为了有助于其他同步功能，在随后的7个传输包的MPEG-2同步字节期间，PRBS的生成应该继续，但其输出应该被关闭，使这些字节不被随机化。从而，PRBS的周期应该是1503字节。

当调制器输入比特流不存在时，或者当它不符合MPEG-2传输流格式（即1个同步字节 + 187个包字节），随机化过程也应该是激活的。这是为了避免从该调制器发射一个未调制的载波。

5.6.2 系统B的能量扩散

系统B不采用随机化模式。

5.6.3 系统C的能量扩散

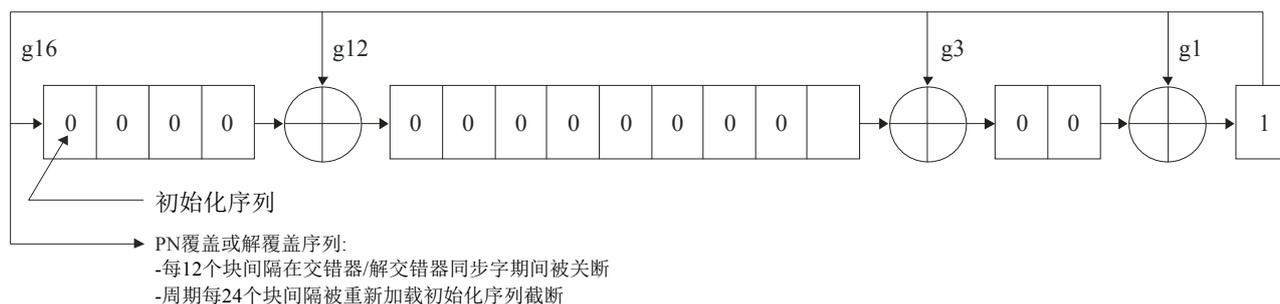
系统C在卷积解码之后应用随机化功能。PRBS生成器的多项式应该是 $1 + x + x^3 + x^{12} + x^{16}$ ，带有一个加载序列“0001_h”。

为了能量扩散，以及为了比特定恢复目的保证一个高的数据转化密度，编码层在交错器输出和解交错器输入处采用了数据随机化（扰码）。以下特性规定了数据随机化：

- 卷积编码之前的传输数据通过一个EXCLUSIVE-OR操作来随机化，它具有一个每24个Reed-Solomon编码器块间隔重新启动的截断 $2^{16} - 1$ 最大长度伪随机（PN）序列，如图29中所示。

- 每12个Reed-Solomon块间隔发生的16比特FEC同步模式不被随机化。随机器在FEC同步模式被插入的16比特时间内被同步，但是随机器输出在带有传输数据的EXCLUSIVE-OR操作中不被使用。
- PN序列生成自一个16级线性反馈移位寄存器，在第16、12、3和1级具有分支，如图29中所示。随机器输入被定义为PN随机化序列。
- 随机器每24个块间隔在跟随在来自交错器的奇数字节/偶数字节FEC帧同步字输出之后的第一个比特以数值0001_h被初始化。

图 29
随机器方框图



BO.1516-29

5.6.4 系统D的能量扩散

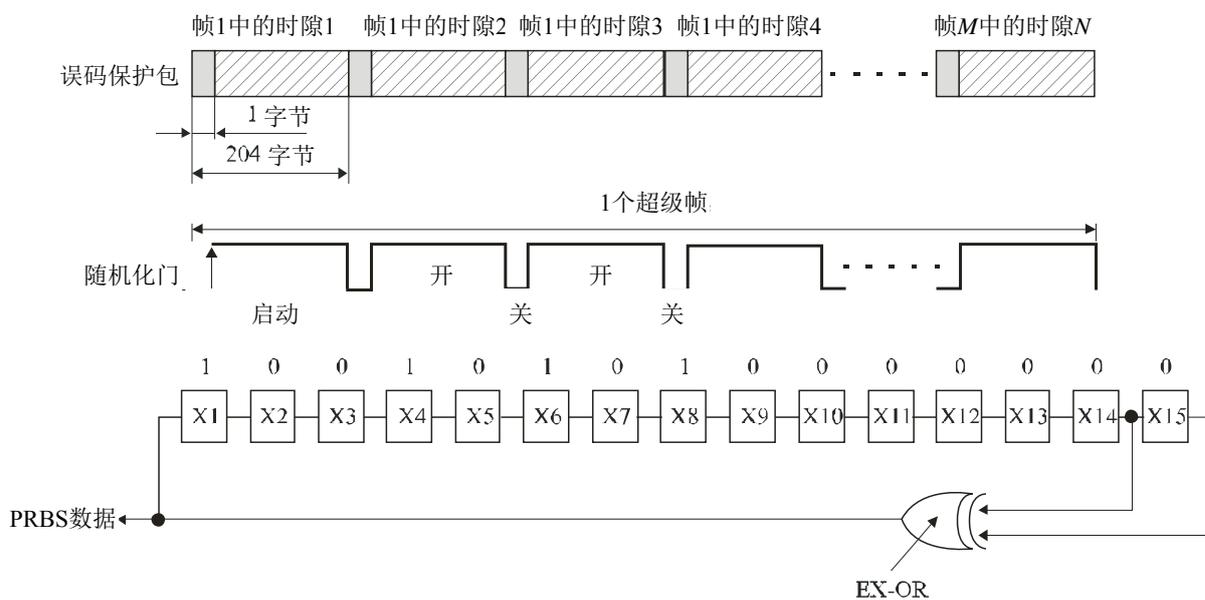
为符合ITU无线电规则并保证适当的二进制转换，该帧的数据应该按照图30中所描述的结构被随机化。

PBRs生成器多项式是：

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

如图30中所示的序列“100101010000000”到PRBS寄存器的加载是在每个超级帧的第二个字节处发起。PRBS生成器输出的第一个比特被应用于帧1中时隙1的第二个字节的第一个比特（即MSB）。PRBS被添加到数据，除了每个时隙的第一个字节（MPEG同步字节）。

图 30
随机器示意图



BO.1516-30

5.7 成帧与传输流特性

5.7.1 系统A的成帧与传输流特性

成帧机构应该基于输入包的结构（请参见图31a）。

5.7.2 系统B的成帧与传输流特性

请参见附录1。

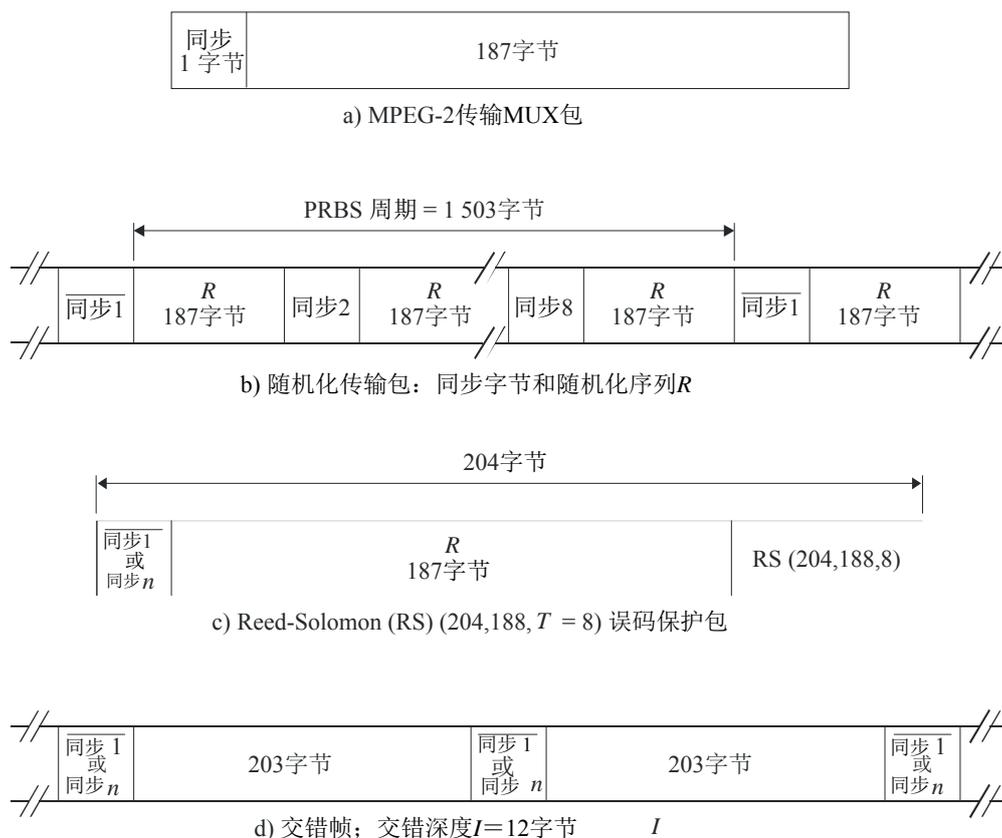
5.7.3 系统C的成帧与传输流特性

请参见同步特性（§ 5.3.3）。

5.7.4 系统D的成帧与传输流特性

请参见同步特性（§ 5.3.4）。

图 31
成帧结构



同步1：未随机化补充同步字节
同步n：未随机化同步字节2, 3, ..., 8

BO.1516-31

5.8 控制信号

5.8.1 系统A的控制信号

无。

5.8.2 系统B的控制信号

无。

5.8.3 系统C的控制信号

无。

5.8.4 系统D的控制信号

请参见附录2。

6 参考

- [1] ISO/IEC: Standard ISO/IEC DIS 13818. Coding of moving pictures and associated audio, Parts 1, 2 and 3.

- [2] Standard ATSC/A53, Annex B. Recommendation ITU-R BS.1196, Annex 2.
- [3] Standard ETS 300 468. Digital broadcasting systems for television, sound and data services; Specification for Service Information (SI) in Digital 视频 Broadcasting (DVB) systems.
- [4] Standard ETS 300 707. Electronic Programme Guide (EPG) ; Protocol for a TV-guide using electronic data.

7 缩写表

AD	辅助数据
ATM	异步传送模式
ATSC	先进电视系统委员会
CA	条件接收
ETS	欧洲电信标准
FEC	前向纠错
IRD	集成接收机解码器
MPEG	动态图像专家组
MPEG-2 TS	MPEG-2传输流
PID	节目标识
PRBS	伪随机二进制序列
QAM	正交幅度调制
QEF	准无误码
QPSK	正交相移键控
RAM	随机存取存储器
ROM	只读存储器
RS	Reed-Solomon
SCID	业务频道标识
SCTE	电缆电信工程师协会
TC8-PSK	网格编码8相移键控
TMCC	传输与复用配置控制

附件1的

附录1

系统B的传输流特性*

目录

- 1 引言
- 2 前缀
- 3 无效包与测距包
- 4 视频应用包
 - 4.1 辅助数据包
 - 4.2 基本视频业务包
 - 4.3 冗余数据包
 - 4.4 非MPEG视频数据包
- 5 音频应用包
 - 5.1 辅助数据包
 - 5.2 基本音频业务包
 - 5.3 非MPEG音频数据包
- 6 节目指南包
- 7 传输复用限制
 - 7.1 基础流复用限制的定义

1 引言

本附录规定了系统B比特流的传输协议。它具有在接收机中为误码检测、逻辑再同步及误码隐藏提供基础的一个固定长度包结构。系统B传输协议包括二个截然不同的子层：一个“数据链路/网络”子层、前缀以及对每种业务特定的一个传输“适配”子层。数据链路/网络子层提供普通传输服务，例如扰码控制标记、异步元复用以及误码控制。适配层被设计用

* 系统A和C的传输流特性详见附件1的第6节，参考文献 [1]。

于将变长MPEG数据高效封装到固定长度元中，同时为在解码器中无法纠正误码事件之后的快速逻辑再同步以及误码隐藏提供支持。

传输协议格式在每个元包括一个前缀和一个传输块的情况下规定了数据的固定长度元（或包）。前缀包括四比特的控制信息和12比特的业务频道标识。业务复用能力为视频、音频和数据业务的混合提供支持。传输块包括含有定时和扰码信息的辅助数据和业务特定数据，例如，对MPEG视频业务：冗余MPEG字头和标准MPEG数据。

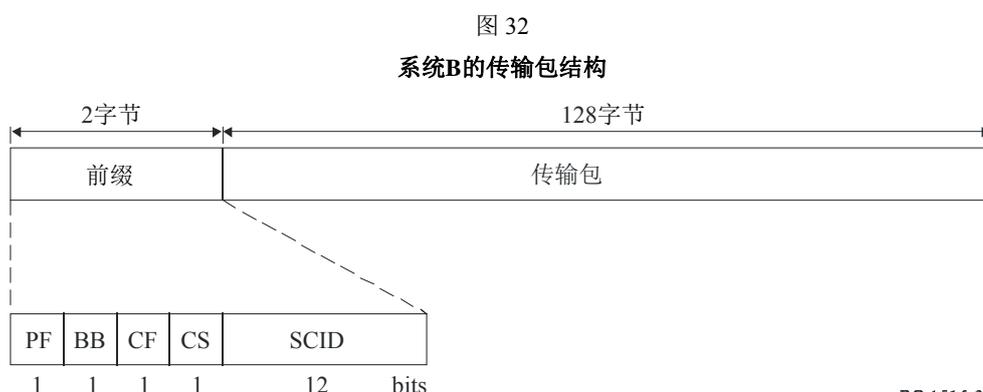
在本协议中提供了有助于在该频道中检测到一个或多个元丢失之后解码器的快速恢复的机制。通过识别特定信息和冗余传输关键MPEG数据，解码器能够控制被误码所影响的图像区域。

本附录的第二节详尽描述了传输结构的前缀部分。二个特殊目的传输包，无效包和测距包在§ 3中描述。第4和第5节分别描述了视频应用包和音频应用包的细节。节目指南相关包在§ 6中描述。本附录还包括§ 7，一个对传输缓存器管理的复用限制的描述。

请注意，在本规范中，术语“扰码”被一般地使用，当用于数字系统时表示加密。

2 前缀

系统B传输包应该包括130字节。在这些字节中，前2个字节应被保留用于前缀比特。前缀包含数个对多个不同视频、音频和数据业务的链路控制标记以及频道标识。图32显示了一个传输元的逻辑结构，前缀及其与传输块的关系在其中被标识。



前缀中字段的语义定义在下面表9中给出：

表 9
前缀字段

PF	包成帧	此比特随着每个包在0和1之间轮换
BB	束边界	此比特仅仅对视频业务有意义： BB比特在包含一个冗余视频序列字头的第一个包中被设置为1，在所有其他包中被设置为0。 解码器应该忽略此比特
CF	控制标记	CF = 1：此包的传输块不扰码 CF = 0：此包的传输块扰码
CS	控制同步	对扰码的传输包（即CF = 0），此比特指示用于解扰码的密钥。 在辅助包中，如果辅助包有效负载包含控制字包（CWP），此比特指示哪一个CWP被发送（CS = 0或CS = 1）。从该CWP导出的解扰码密钥信息被用于对具有相同CS的包进行解扰码（即，从具有CS=0的辅助包得到的密钥被用于具有CS=0的传输包的解扰码）
SCID	业务频道ID	这个12比特字段（无正负号的整数，MSB在先）唯一地标识了在该传输包传输块中的信息所企图的应用。随后的SCID保留用于特定目的： SCID = 0x000 – NULL包 SCID = 0xFFF – 保留（不使用!）
	传输块	这是将由SCID所涉及的应用来处理的应用数据（128字节）

3 无效包与测距包

有二种在系统B中定义的特殊传输包：无效包和测距包。

无效包和测距包应该是不加密的（即CF = 1）。

这些包的包结构如下：

无效包：

PF = x （在包之间轮换）
BB = 0
CF = 1
CS = 0
SCID = 0x000

因此，无效包的前2个字节（前缀）以十六进制符号读出；根据PF比特值为0x 20 00，或者0x A0 00。

测距包：

PF = x （在包之间轮换）
BB = 0

CF = 1

CS = 0

SCID: 由复用设备决定。

无效包和测距包的128字节（传输块）是相同的，且在以下表10中描述。（此内容特别设计为中立的，以保持调谐锁定）。

表 10
无效和测距包传输块

字节号	数值	字节号	数值	字节号	数值	字节号	数值
1 ⁽¹⁾	4 ⁽¹⁾	33	48	65	38	97	125
2	9	34	124	66	137	98	137
3	180	35	121	67	99	99	212
4	6	36	26	68	57	100	61
5	149	37	179	69	113	101	187
6	240	38	128	70	146	102	96
7	167	39	88	71	191	103	192
8	88	40	113	72	245	104	141
9	169	41	223	73	71	105	69
10	6	42	82	74	194	106	15
11	78	43	75	75	159	107	108
12	175	44	112	76	212	108	80
13	172	45	18	77	55	109	184
14	129	46	242	78	154	110	106
15	134	47	249	79	235	111	159
16	185	48	172	80	227	112	231
17	162	49	112	81	129	113	224
18	181	50	199	82	200	114	157
19	137	51	214	83	197	115	197
20	118	52	50	84	13	116	198

表 10 (完)

字节号	数值	字节号	数值	字节号	数值	字节号	数值
21	8	53	93	85	230	117	57
22	149	54	159	86	112	118	60
23	57	55	218	87	19	119	134
24	198	56	180	88	246	120	61
25	147	57	223	89	86	121	11
26	97	58	65	90	128	122	218
27	2	59	141	91	182	123	100
28	83	60	123	92	122	124	50
29	64	61	64	93	127	125	214
30	38	62	184	94	197	126	95
31	41	63	0	95	176	127	53
32	20	64	54	96	233	128	184

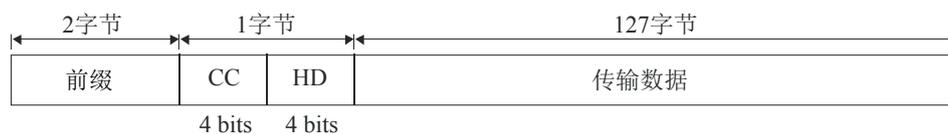
⁽¹⁾ 请注意，此字节在其他包中对应于CC/HD字节，即，CC = 0 HD = 0100b。

4 视频应用包

视频传输包的一般结构显示在图33中。在视频应用包内，有4种传输元，其特性由利用它们来进行传输的视频业务相关数据类型决定：

- 辅助数据包（时间戳、加密控制字包）
- 基本视频业务包（MPEG 视频数据）
- 冗余数据包（冗余MPEG字头和非冗余MPEG视频数据）
- 非MPEG视频数据包（非MPEG数据和非冗余MPEG视频数据）。

图 33
一般视频应用包结构



BO.1516-33

为指示不同元类型和相关的计数器，视频传输层格式有4比特用于CC，有4比特用于HD，如图33中所示。这些字段的详细描述在表11中给出。请注意，在130字节长的包中，前2个字节被用于前缀，第3字节包含CC和HD字段，剩余的127字节携带有效负载。

表 11
在CC HD字节中字段的语义定义

CC	连续计数器	此4比特字段（无正负号的整数，MSB在先）随着每个具有相同SCID的包增加1。在CC达到其最大值15（1111 _b ）时，CC返回到0。当HD字段包含“0x00”（即，辅助包）时，CC被设置为0（0000 _b ）且不应该增加。请注意，根据无效包与测距包的定义，在无效包与测距包中CC字段被设置为0。 CC使一个接收机可以对一个特殊传输业务检测元的不连续性（由于元误码引起）。
HD	字头指示符	此4比特字段指示4个视频应用包的类型： HD 0000 _b 辅助数据包 01x0 _b 基本视频业务包 10x0 _b 冗余数据包 11x0 _b 非MPEG视频数据包 X: 此比特可以是0或1 所有其他数值为将来使用而保留

4.1 辅助数据包

辅助数据包（Aux packets）被用于辅助数据组（ADG）的传输，并由HD = 0000_b来标识。

这些包以普通格式（未扰码）进行传输，并且在前缀中的控制标记（CF）比特被设置为1，以对此指示。

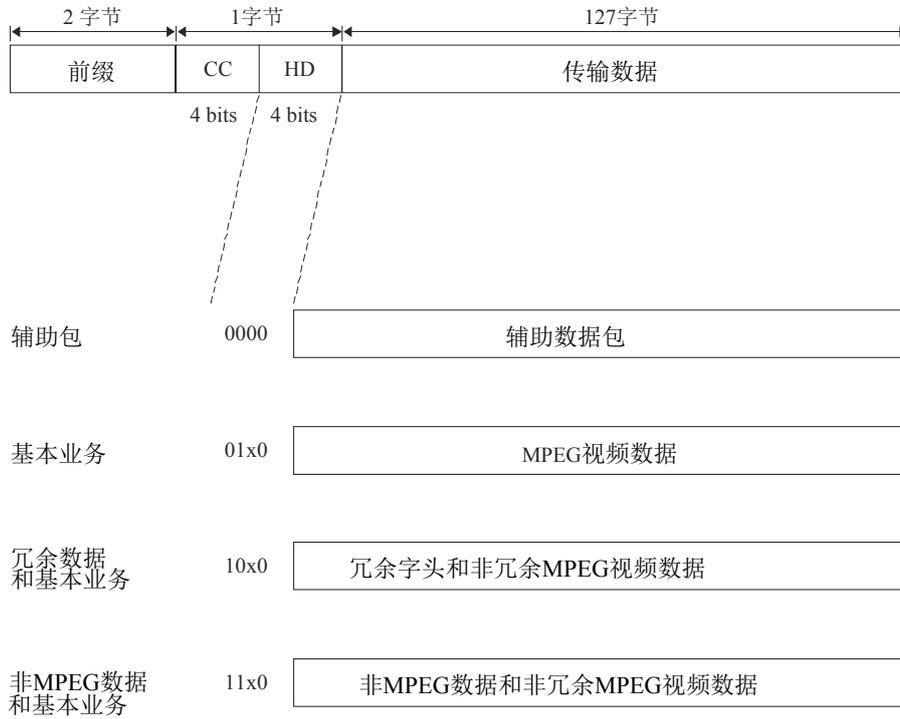
ADG可以包括：

- 参考定时编码和时间戳：
- 加密控制字包（CWP）。

一个ADG包括二部分：2字节的辅助数据前缀（ADP）和可变长度的辅助数据块（ADB）。一个辅助包可以包括一个或相邻排列的多个数据组。如果127字节的有效负载没有完全被ADG数据所填充，剩余（未用的）字节被用零填充。同样，在每个ADP字段中的CFF比特指示对应的ADB是否包含定义的、有效数据。如果此比特被设置为零，该包的紧随该CFF比特之后开始的剩余部分应该被忽略。这意味着具有零CFF比特ADG的AFID、AFS和ADB应该被忽略。同样，没有有效的ADG能够在该包的剩余部分中传输。

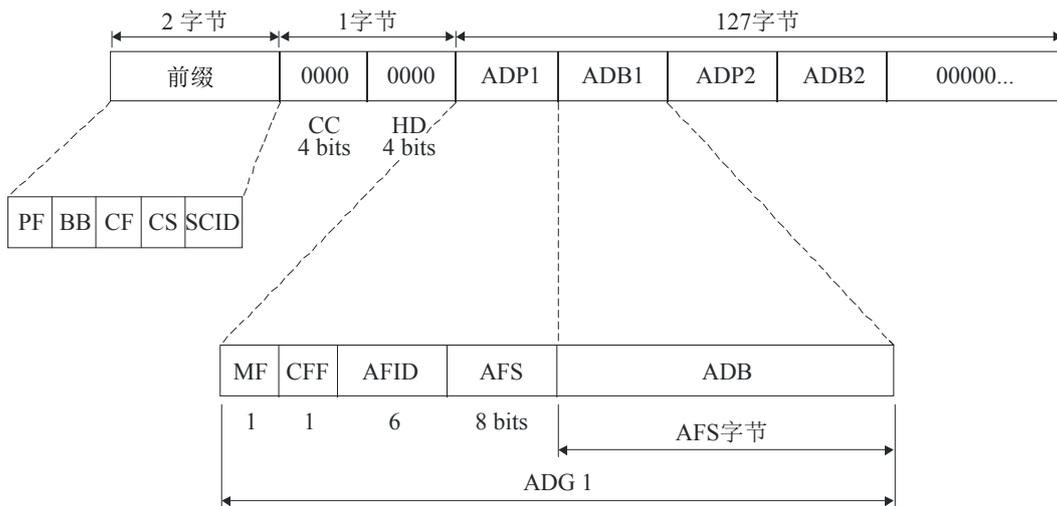
一个带有二个ADG字段的辅助数据包结构的实例显示在图35中。在辅助数据包中（相关）字段的语义定义在表12中给出。

图 34
视频应用包结构



BO.1516-34

图 35
辅助数据包结构



BO.1516-35

表12

辅助数据包中（相关）字段的语义定义

BB	束边界	对辅助包BB = 0
CF	控制标记	对辅助包（未扰码）CF = 1
CS	控制同步	如果辅助包有效负载包含CWP，此比特指示哪一个CWP被发送（CS = 0或CS = 1）。从该CWP导出的扰码密钥信息被用于对具有相同CS的业务包进行解扰码（即，从CS=0的辅助包得到的密钥被用于对CS=0的传输包进行解扰码）
CC	连续计数器	对辅助包CC = 0000 _b
HD	字头指示符	对辅助包HD = 0000 _b
MF	可修改标记	MF = 1: 随后的ADB能够被修改 MF = 0: 随后的ADB不能被修改 解码器应该忽略此标记
CFF	当前字段标记	CFF = 1: 此字段包含一个有效ADG CFF = 0: 此字段不包含一个有效ADG
AFID	辅助字段ID	此6比特字段指示在此辅助数据组中携带的辅助数据信息。定义了三种不同的辅助数据组。 ADG的AFID定义 000000 _b 仅为参考时间戳 000001 _b 仅为加密控制字包（CWP） 000011 _b 参考时间戳和CWP 000010 _b 和000100 _b 到111111 _b : 为将来的定义而保留
AFS	辅助字段大小	此一字节字段（无正负号的整数，MSB在先）包含随后辅助数据块以字节为单位的长度
ADB	辅助数据块	大小为AFS字节的辅助数据信息

在系统B定义了三种ADG，如辅助数据前缀中的AFID字段所标识。

仅为参考时间戳

AFID = 000000_b

AFS = 5 (0x05)

ADB = 字节时间戳：一个全0字节，后面跟随着表示来自编码器中27MHz系统参考计数器抽样的32比特。此抽样在该辅助数据包离开编码器时取得。请注意，这不同于MPEG所采用的参考时间戳。在系统B参考时间戳中的一个增量等于27MHz时钟的一个周期。在MPEG参考时间戳中的一个增量等于27MHz时钟的300个周期，或者一个90kHz时钟的一个增量。此取样是在该辅助数据包离开该编码器时取得。

仅为加密CWP

AFID = 000001_b

AFS = 120 (0x78)

ADB = 120字节控制字包：管理加密和条件接收所要求的信息。

请注意，在前缀中的CS比特指示哪个CWP在有效负载中被发送（CS = 0或CS = 1）。从该CWP导出的解扰码密钥信息被用来对具有相同CS的业务包进行解扰码（即，从CS=0的辅助包得到的密钥被用于对CS=0的传输包进行解扰码）。

参考时间戳和CWP

AFID = 000011_b

AFS = 125 (0x7D)

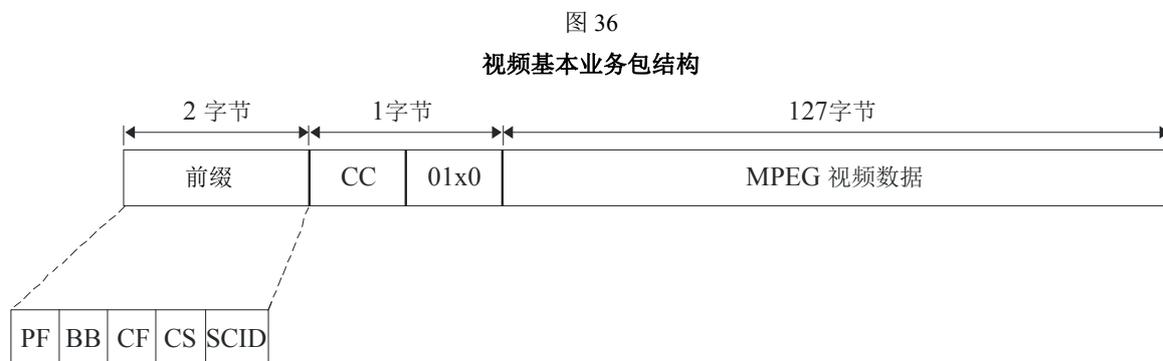
ADB = 5字节时间戳，后面跟随着CWP的120字节

注1 – 对多业务节目，即，包含二个或更多音频、视频和数据业务组合的那些，辅助数据将仅仅发生在这些业务中的一个之上是常见的（但不要求）。作为一个结果，在一个单一辅助数据包中收到的定时和/或条件接收信息可以应用于所给节目内的多于一个的业务。这是可能的，因为：

- 系统时钟参考对一个所给节目内的所有业务是通用的；
- 从CWP，条件接收系统可以指示在一个所给节目内的高达三个业务的授权。

4.2 基本视频业务包

具有HD字段设置为01x0的一个视频业务的传输包携带基本视频业务（即，MPEG视频比特）信息。基本视频业务包的结构显示在图36中。在基本视频业务包结构中的（相关）字段的语义定义在表13中给出。



BO.1516-36

表13

在基本视频业务包中（相关）字段的语义定义

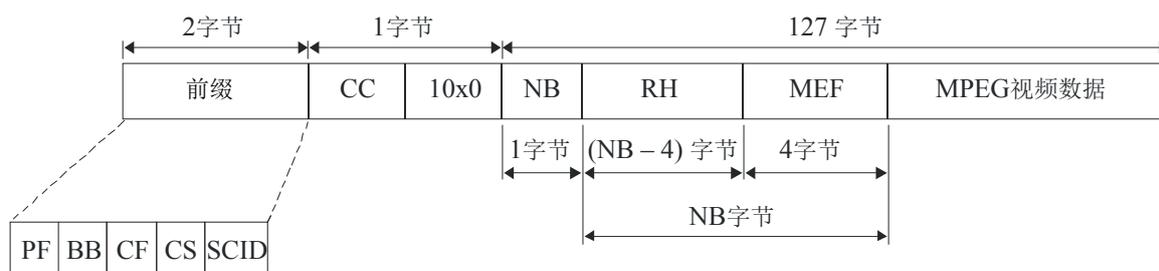
BB	束边界	BB比特在包含一个冗余视频序列字头的第一个基本视频包中被设置为1，而在所有其他包中为0。 解码器应该忽略此比特
CF	控制标记	CF = 1: 此包的传输块不扰码 CF = 0: 此包的传输块扰码
CS	控制同步	对扰码的传输包（即，CF = 0），此比特指示用于解扰码的密钥

HD	字头指示器	对基本视频业务包, $HD = 01x0_b$ HD (1) 比特, 在 $HD = 01x0_b$ 中以 x 标识, 随着每个包含一个非冗余图象字头开始编码的基本视频业务包轮换。对这些包, 图象字头开始编码是包定位的, 将是跟随在 CC/HD 字段之后的 MPEG 视频数据有效负载的前 4 个字节。没有其他包轮换 HD (1) 比特
	MPEG 视频数据	MPEG 视频数据的 127 字节

4.3 冗余数据包

HD = 10x0 的一个特殊包类型被规定要包含图象冗余组 (GOP) 和图象字头。冗余 GOP 和图象字头可以或可以不存在于一个视频比特流中。因此, 冗余数据包可以或可以不存在。冗余数据包的结构在图 37 中显示。冗余数据包中 (相关) 字段的语义定义在表 14 中给出。

图 37
冗余数据包结构



BO.1516-37

表 14

冗余数据包中 (相关) 字段的语义定义

BB	束边界	对冗余视频业务包 $BB = 0$ 解码器应忽略此比特
CF	控制标记	CF = 1: 此包的传输块不扰码 CF = 0: 此包的传输块扰码
CS	控制同步	对扰码的传输包 (即, CF = 0), 此比特指示用于解扰码的密钥
HD	字头指示器	对冗余数据包 $HD = 10x0_b$ HD (1) 比特, 在 $HD = 10x0_b$ 中以 x 标识, 反映了包含原始图象字头起始编码的相同 SCID 的最后基本视频业务包 (在 $HD = 01x0_b$ 中的 x 值) 的 HD 轮换状态。
NB	字节数	此一比特字段 (无正负号整数, MSB 在先) 以字节表示 RH 和 MEF 的总长度。 在 NB 字段中显示的字节数必须大于或等于 5, 且小于或等于 126 字节, 即 $5 \leq NB \leq 126$

RH	冗余字头	此 (NB - 4) 字节字段包括冗余GOP和/或图象字头
MEF	媒体错误字段	此4字节MEF字段被设置为等于ISO MPEG定义的序列错误编码： 0x 00 00 01 B4 规划的应用是无论何时当（利用FEC解码器或CC不连续性）检测到一个包错误时，传输处理器发送冗余GOP及图象字头以及媒体错误字段字节到MPEG视频解码器。在其他时间，GOP和图象字头以及媒体字段不被发送到MPEG视频解码器。MPEG视频解码器检测媒体错误字节的存在，并激活一个错误隐藏程序
	MPEG数据	采用标准MPEG视频数据（非冗余）对数据包的剩余部分进行填充，它们是前面具有视频数据的相同SCID包视频数据流的一个继续

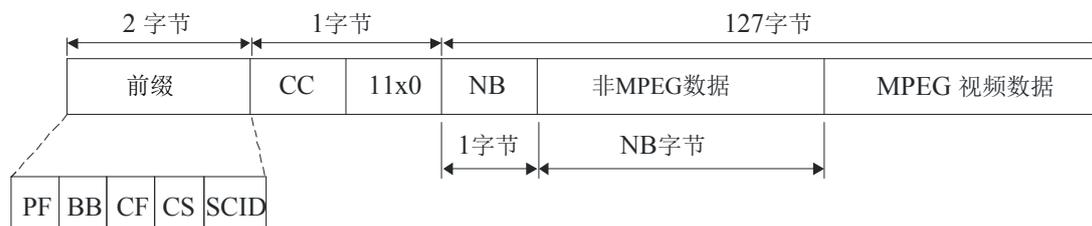
4.4 非MPEG视频数据包

在普通运行中不采用非MPEG数据包。仅仅在一个编码器从备用变换到运行模式时发布的第一个包的情况中允许一个例外。

一个非MPEG数据包的结构显示在图38中。在非MPEG视频数据包中（相关）字段的语义定义在表15中给出。

图 38

非MPEG视频数据包结构



BO.1516-38

表 15

非MPEG视频数据包中（相关）字段的语义定义

BB	束边界	对非MPEG视频数据包BB = 0 解码器应该忽略此比特
CF	控制标记	CF = 1: 此包的传输块不扰码 CF = 0: 此包的传输块扰码
CS	控制同步	对扰码的传输包（即，CF = 0），此比特指示用于接扰码的密钥
HD	字头指示器	对非MPEG视频数据包HD = 11x0 _b HD (1) 比特，在HD = 11x0 _b 中以x标识，反映相同SCID的最后基本视频业务包（在HD = 01x0 _b 中的x值）的HD轮换状态
NB	字节数	此1字节字段（无正负号，MSB在先）以字节数表示随后的非MPEG数据字段的长度。 在NB字段中显示的字节数必须大于或等于5，且小于或等于126字节，即 $5 \leq NB \leq 126$
	非MPEG数据	此NB字节字段包括非MPEG数据，它们不能被一个MPEG视频解码器解译
	MPEG数据	采用标准MPEG视频数据（非冗余）对非MPEG数据包的剩余部分进行填充

5 音频应用包

音频传输包的一般结构显示在图39中。在音频应用包内，有三种传输元，其特性由利用它们来进行传输的音频业务相关数据类型决定：

- 辅助数据包（时间戳、加密控制字包）
- 基本音频业务包（MPEG音频数据）
- 非MPEG音频数据包（非MPEG数据和MPEG音频数据）。

为了显示不同的元类型和相关的计数器，音频传输层格式有4比特用于CC和4比特用于一个HD。这些字段的详尽描述在下面表16中给出。请注意，130字节长的包中，前2字节被用于前缀，第三字节包含CC和HD字段，而剩余的127字节携带有效负载。

图 39
一般音频应用包结构

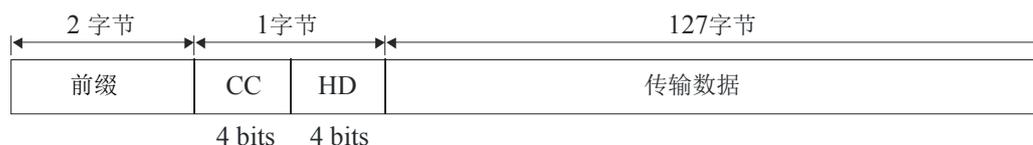


表 16

CC HD字节中单元的语义定义

CC	连续计数器	此4比特字段（无正负号，MSB在先）随着每个具有相同SCID的包增加1。当它达到最大值15（1111 _b ）后，该连续计数器返回到0。当HD字段等于“0x00”（辅助包）时，该连续计数器被设置为0（0000 _b ），且不应该增加。CC使得一个接收机能够对一个特殊传输业务检测元的不连续性（由于元错误）
HD	字头指示器	此4比特字段标识3种音频应用包类型为： HD 0000 _b 辅助数据包 0100 _b 基本音频业务包 1100 _b 非MPEG音频数据包 所有其他值被保留

5.1 辅助数据包

音频业务的辅助数据包具有与视频业务辅助数据包相同的结构（语法和语义），如§ 4.1中所解释。

5.2 基本音频业务包

一个HD字段设置为0100_b的音频业务传输包携带基本音频业务（即，MPEG音频比特）信息。基本音频业务包的结构显示在图40中，（相关）字段的语义定义在表17给出。



BO.1516-40

表 17

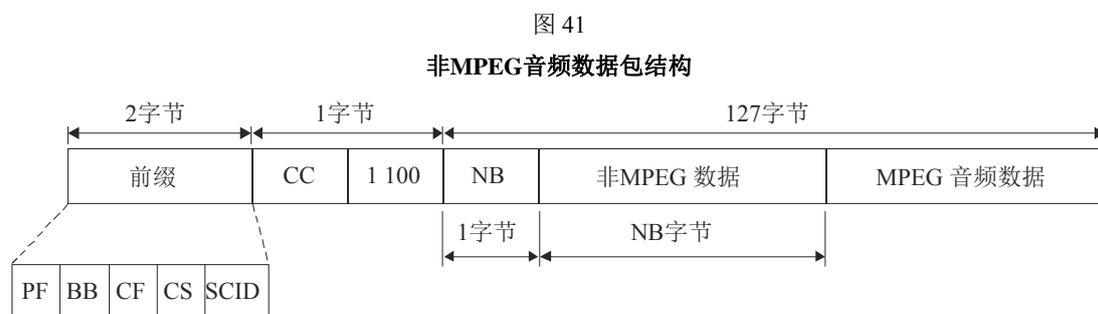
在基本音频业务包中（相关）字段的语义定义

BB	束边界	对基本音频业务包BB = 0
CF	控制标记	CF = 1: 此包的传输块不扰码 CF = 0: 此包的传输块扰码
CS	控制同步	对扰码的传输包（即，CF = 0），此比特指示用于解扰码的密钥
HD	字头指示器	对基本音频业务包HD = 0100 _b
	MPEG音频数据	标准MPEG音频数据的127字节

5.3 非MPEG音频数据包

在普通运行中不采用非MPEG数据包。仅仅在一个编码器从备用变换到运行模式时发布的第一个包的情况中允许一个例外。

一个非MPEG音频数据包的结构显示在图41中，而（相关）字段的语义定义在表18中给出。



BO.1516-41

表 18

在非MPEG音频数据包中（相关）字段的语义定义

BB	束边界	对非MPEG音频数据包BB = 0
CF	控制标记	CF = 1: 此包的传输块不扰码 CF = 0: 此包的传输块扰码
CS	控制同步	对扰码的传输包（即，CF = 0），此比特指示用于解扰码的密钥
HD	字头指示器	对非MPEG音频数据包HD = 1100 _b
NB	字节数	此一比特字段（无正负号，MSB在先）以字节数表示随后非MPEG数据字段的长度。 在NB字段中显示的字节数必须大于或等于5，且小于或等于126字节，即， $5 \leq NB \leq 126$
	非MPEG数据	此（NB）字节字段包括非MPEG数据，它们不能被一个MPEG音频解码器解译
	MPEG音频数据	采用标准MPEG音频数据对该非MPEG数据包的剩余部分进行填充

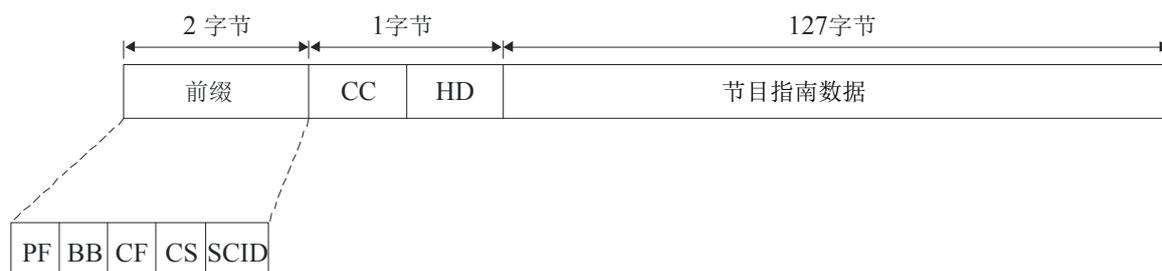
6 节目指南包

节目指南包包括用于调谐频道和对观看者显示可用节目信息所需的所有数据。在系统B中定义的节目指南流是：

主节目指南（MPG）、特殊节目指南（SPG）、购买信息包（PIP）及描述信息包（DIP）流。这些流携带在具有与图42中所显示结构相同的包中。对所有这些流，前缀字段中的CF比特被设置为1（即，不扰码）。主节目指南包的SCID总是由用户事先定义的一个固定的数值。

图 42

节目指南包结构



BO.1516-42

表 19

在节目指南包中（相关）字段的语义定义

BB	束边界	对节目指南包BB = 0
CF	控制标记	对节目指南包CF = 1（未扰码）
SCID	业务频道ID	SCID: 这是一个由用户为了识别主节目指南数据事先定义的固定数值；格式为一个12比特字段（无正负号，MSB在先）。典型数值为0x001
HD	字头指示器	对节目指南包HD = 0100 _b

7 传输复用限制

对包时间规划的复用限制是对在一个传输复用上的所有传输包而确定的。NULL包被规定来填充在传输复用中其他情况下未规划时间的时隙，这样，一个恒定传输复用速率在任何时间间隔内得以保持。

7.1 基础流复用限制的定义

在本节中所确定的限制应用于具有以下基础数据流类型的一个给定SCID的传输包：视频、音频、CA、MPG、SPG、DIP、PIP、低速率串行数据（连续和阶段性的）和高速宽带数据（缓存的和未缓存的）。

该限制的本性是限制在传输复用上一个给定SCID包的发生频率，以使得携带一个较低基础流速率有效负载的包被安排时间的频次少于携带一个较高基础流速率有效负载的包。传输复用限制根本上将传送到一个解码器的基础数据流的峰值速率相对于从一个编码器输出传输来的基础流源速率绑定。

如果，且仅仅如果规定的传输流数据类型的每一种按照SCID连续满足对所指定速率的复用限制测试时，一个传输复用被视为有效。

复用限制：

如果，且仅仅如果以下条件被连续满足时，对指定数据类型的每一个SCID，基础流数据的传输包传输速率被视为对速率 R 是有效的：

基础流数据被从所选定SCID的传输包有效负载字段传送到一个508字节缓存器中。假设数据以一个恒定速率 R 被从所述缓存器中移除，当数据可用时，所给SCID的传输包应该被安排时间，以至于所述的缓存器不溢出。所述缓冲区允许是空的。

附件1的

附录2

系统D的控制信号

目录

- 1 引言
- 2 TMCC信息编码
 - 2.1 变更顺序
 - 2.2 调制编码组合信息
 - 2.3 TS标识
 - 2.4 其他信息
- 3 TMCC信息的外层编码
- 4 时钟参考
- 5 TMCC的频道编码

1 引言

本附录定义了系统D的控制信号。系统D为了在接收机中的适当解调制/解码采用了TMCC信号。TMCC信号携带以下信息：

- 每个时隙的调制编码组合；
- 每个时隙的MPEG-2 TS标识，及
- 其他（例如，变更顺序、紧急告警广播的标记比特）。

TMCC信息先于主要信号传输，因为没有TMCC信息，主要信号就不能被解调制。TMCC更新的最小间隔为一个超级帧的持续时间。接收机原则上在每个超级帧对TMCC信息解码。除以上信息之外，TMCC信号还传送时钟参考。

2 TMCC信息编码

TMCC信号所携带的信息被如图43中所示格式化。每一项的细节在下面描述。

图 43

TMCC信息格式

变更顺序	每个时隙的 调制编码组合	每个时隙 的相对TS ID	相对TS ID和 MPEG-2 TS ID 之间的对应表	其他信息
------	-----------------	------------------	------------------------------------	------

BO.1516-43

2.1 变更顺序

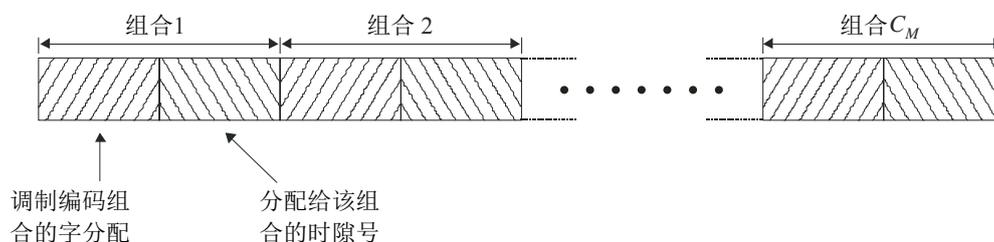
“变更顺序”是一个5比特数字，它指示TMCC信息的更新。每次TMCC被更新它就增加。接收机可以仅仅检测这些比特，而仅仅当这些比特变化时才解码TMCC信息。变更顺序的采用由系统选择性定义。

2.2 调制编码组合信息

它给出了对每个时隙的调制机制与卷积编码速率的组合。为了减少这个信息的传输比特，该信息被编码成图44中所示的格式。同时使用的调制编码组合的最大数量 C_M 是由系统考虑了业务要求而规定的。调制编码组合的字分配如同表20中所规定。当被采用的调制编码组合数量少于由系统指定的最大数时，字“1111”被应用于其余组合，并且指定的时隙号被设置为零。

图 44

调制编码组合信息的编码格式



BO.1516-44

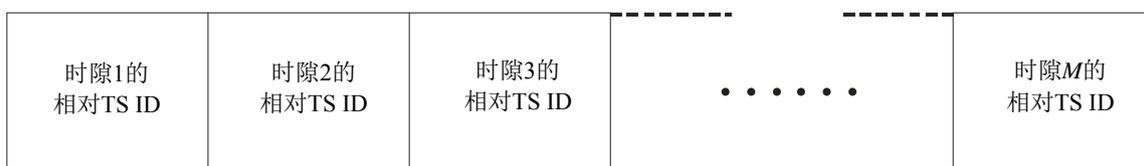
表 20
调制编码组合的字分配

字	调制编码组合
0000	保留
0001	BPSK ($r = 1/2$)
0010	QPSK ($r = 1/2$)
0011	QPSK ($r = 2/3$)
0100	QPSK ($r = 3/4$)
0101	QPSK ($r = 5/6$)
0110	QPSK ($r = 7/8$)
0111	TC8-PSK ($r = 2/3$)
1000-1110	保留
1111	虚拟码

2.3 TS标识

代替每个时隙的传输MPEG-2 TS ID (16比特), 采用了一个“相对TS ID”组合, 它们仅仅标识被传输的TS和这二种ID之间的对应表。它导致减少传输比特。每个时隙的相对TS ID顺序地从时隙1开始传输。同时传输的最大TS数量 T_M 由系统规定。

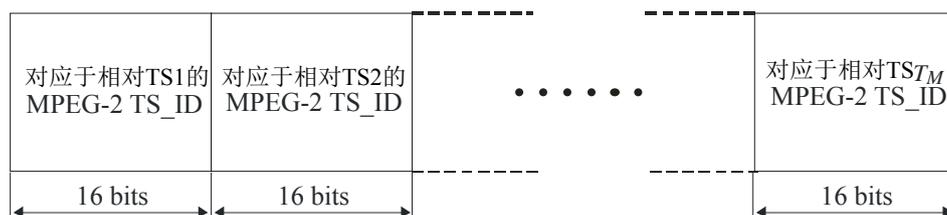
图 45
相对TS ID信息的数据安排



BO.1516-45

对应表由代表每个MPEG-2 TS ID的16比特数字矩阵构成。这些数字按照从相对TS ID编号0到 T_M 来安排。

图 46
对应表的数据安排



BO.1516-46

2.4 其他信息

其他信息的编码格式由系统适当定义。

3 TMCC信息的外层编码

因为TMCC信息对接收机中的解调制是必不可少的，TMCC信号应该采用比主信号所采用FEC级别更高的FEC来保护。出于同样的原因，它应该采用对抗传输噪声最强的调制编码组合来进行传输。

4 时钟参考

包括了二种时钟参考，即指示每个帧开始的帧同步字和标识第一个帧（帧1）的帧标识字。这些字应该由每个帧来传输。

在把外部解码TMCC数据分成 M 块之后（其中， M 是一个超级帧中帧的数量），同步字应该插入到每个块中，如图47所示。同步字W1应该在每个块的开始处插入。字W2应该在第一个帧中传输的块的末尾插入，而字W3应该在剩余块的末尾插入。字W1、W2和W3应该由2字节构成。W1应该是1B95_h，W2应该是A340_h，而W3应该是5CBF_h（W3是通过将W2比特反转而获得）。

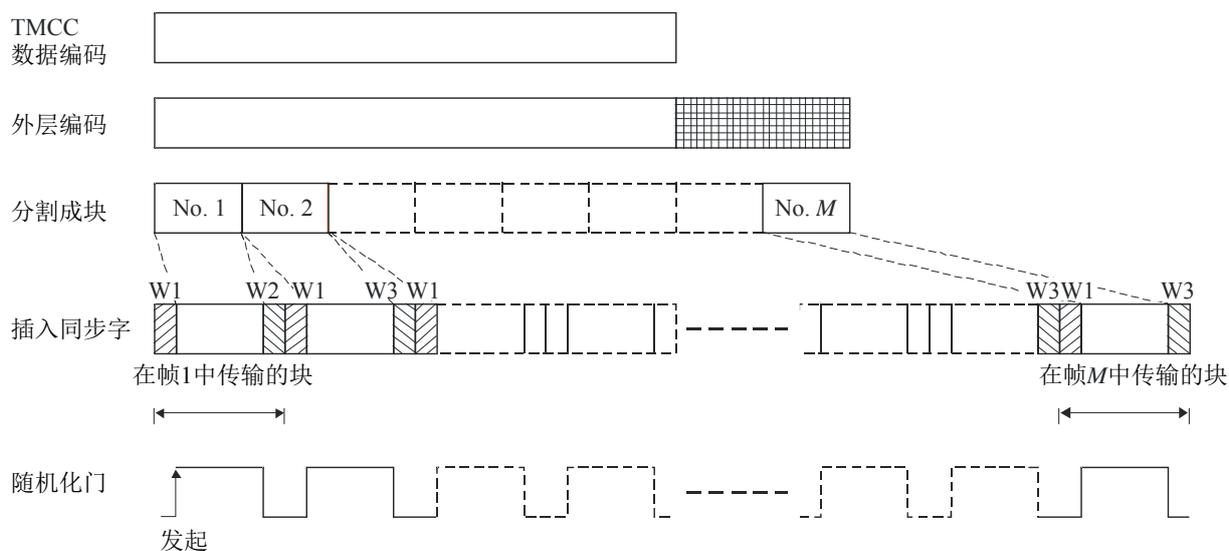
请注意，这些字的前6比特将被有效负载信息（主信号的内容和/或TMCC信号）所改变，这是因为将在接下来的处理阶段应用于TMCC信号的卷积编码（限制长度7）。换言之，字的前6比特被用作卷积编码的终结比特。因此，在同步字中的独特比特模式为原始字的16比特中的10比特。

5 TMCC的频道编码

TMCC信号应该为了能量扩散而被随机化。伪随机二进制序列发生器的多项式与主信号所用的相同。伪随机序列在第一个块的第三字节（刚好在同步字之后）处开始。发生器输出的第一比特被应用于第一个块的第三字节的第一个比特（即，MSB）。伪随机序列被添加到数据中，除了时钟参考字。

对由少量比特构成的TMCC信号，交错处理可以不需要，因为交错的效果有限。如果有必要，应该规定一个适当的交错处理。

图 47
TMCC信号的产生



BO.1516-47

附件1的

附录3

用于通用集成接收机解码器的集成电路的可用状况

目录

- 1 引言
- 2 分析
- 3 结论

1 引言

本附录描述了集成电路（IC）发展和可用性的当前状态。联系了多个著名的IC制造商，以审查它们当前产品供应、将来的计划以及评估开发一个支持这四种系统的IC的可能性。

多个IC制造商已经提供支持系统A、B和C的IC，且有一个供应商提供支持系统A和D的IC。此外，在不久的将来，所有四种系统很可能将得到多个供应商的支持。

ITU-R BO.2008报告 – 卫星数字多节目广播 – 被用作评估支持这四种系统通用单元的IC的可行性及相关成本影响的基础。

2 分析

最近的评估已经确认了在ITU-R BO.2008报告中所已经确定的假设。多个制造商可提供用于所确定的通用IRD单元的IC，因此，使得开发一个支持系统A、B和C的IRD成为可能。

对系统D的IRD所需的新功能已经被评估。已经决定，在要求一个通用IRD的所有通用单元的同时，如ITU-R BO.2008报告图1中所描述的链路层将需要影响在如图7和8中所描述的卫星调谐器/解码器模块的解码器部分中修改的升级。典型的二种IC被用于实现卫星调谐器及其解码器模块。所有四种系统能够采用一个通用调谐器芯片（IC）。

卫星解码器芯片包括解调制功能。在芯片上，系统D要求更大的RAM，以支持块解交错功能。系统A、B和C采用卷积解交错功能，它要求减少RAM矩阵。当有附加功能来支持在此芯片中所需要的控制信令时，已确定其影响是可被忽略的。

为了评价解码器芯片的价格，我们假设数量与通常在估计IRD成本时所用的相同。在ITU-R BO.2008报告中所列举的典型IRD成本分摊估计卫星解调制器+解码器功能花费30美元的情况下，其在典型数量情况下的现时成本估计是在4美元范围内。升级的卫星解调制器+解码器芯片成本估计在一年之内在9美元范围内。

ITU-R BO.2008报告显示了一个IRD估计成本为300美元。我们相信，当与为了支持系统D的5美元（9美元－4美元）估计所需成本增加，大多数IRD制造商将期望一个通用IRD设计。当价格差别估计在5美元范围内时，期望这个差别将随时间而缩小。基于在制造程序上的改善，当前业界倾向预测以年为基础20%的价格降低。

3 结论

ITU-R BO.2008报告得出结论，在IC制造上的进步将使基于通用单元的IRD设计成为可能。多个IC制造商现在供应支持系统A、B和C的芯片。根据评估ITU-R BO.2008报告和当前技术状态，我们得出结论，其成本对IRD总成本影响可以忽略的一个支持四种系统的基于通用单元的IRD将在一年之内可行。
