

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R BS.647-3 建议书
(03/2011)

**广播工作室的
数字音频接口**

BS 系列
广播业务 (声音)



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电通信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

知识产权政策 (IPR)

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 系列建议书

(也可在线查询 <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

系列	标题
BO	卫星传送
BR	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
BS	广播业务 (声音)
BT	广播业务 (电视)
F	固定业务
M	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
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	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关问题

说明：该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版
2011年，日内瓦

© ITU 2011

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

ITU-R BS.647-3建议书*

广播工作室的数字音频接口

(1986-1990-1992-2011年)

范围

本建议书规定了广播工作室使用的双信道定期抽样和线性表示的数字音频数据的串行数字传输接口。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 在广播工作室中，有必要将数字域内不同数字声音设备相互连接起来；
- b) 如所有设备使用相同的接口连接，好处颇多；
- c) ITU-R BS.646建议书—演播室中数字声音信号的信源编码，规定了在制作声音和电视广播节目的过程中采用的数字声音的格式；
- d) 该接口应允许处理峰值储备；
- e) 该接口应允许承载不同辅助数据，

建议

1 附件1所述接口应用于广播工作室中两信道定期抽样和线性表示的数字音频数据的串行数字传输。相同接口可用来传送压缩音频信号和其它用户定义数据；

2 遵守本建议书的规定采取自愿的原则。但是，本建议书也包括某些强制性条款（以保证例如互操作性或适用性），因此当满足了所有强制条款后即认为遵守了本建议书。“应”或“必须”等一些强制性语言以及对应的否定性的词语用来表示要求。不得将这些词汇的使用解释为必须部分或完全地遵守本建议书。

* 应提请IEC和音频工程协会（AES）注意本建议书。

附件1

双信道线性表示的数字音频数据的串行传输

以下五个部分（第1部分至第5部分）规定了广播工作室中双信道周期性抽样和线性表示的数字音频数据的串行数字传输接口。

- 第1部分规定了适用于本规范的术语。
- 第2部分规定了音频内容的音频编码格式。
- 第3部分规定了有关音频内容和音频内容所承载的元数据或子代码的编码格式。
- 第4部分规定了数字音频接口的传送格式。
- 第5部分规定了不同媒介的物理和电子参数。

尽管本传输规范与抽样频率无关，该接口主要采用48 kHz，因为这是建议广播应用使用的抽样频率（ITU-R BS.646建议书）。本文附件未包含与任何通用载波设备的连接。

注 1 – 在本接口规范中，提到了用于消费的接口。上述两个接口不同。

目录表

	页
第1部分 – 术语.....	3
第2部分 – 音频内容.....	5
第3部分 – 元数据和子代码.....	7
第3部分附录 A – （参考信息） 附加话音质量信道的提供.....	17
第3部分附录B – （参考信息） 有关信道状态的CRCC的生成（字节23）	18
第4部分 – 传送.....	19
第5部分 – 物理和电气参数.....	24
第5部分附录A – （参考信息） 符号速率和UI.....	27
第5部分附录B – （参考信息） 平衡的传输	28
第5部分附录C – （规范） 同轴传输	32

第1部分

术语

1 引言

第1部分规定了本建议书使用的术语。

2 术语

以下术语定义适用于本建议书。

2.1 抽样频率

代表音频信号的抽样频率。

2.2 音频抽样词

代表音频抽样幅度的二进制位系列，亦称为PCM抽样。

2.3 辅助抽样位

分配给音频的四个最低效位（LSB），可作为辅助抽样位分配，当音频抽样位数量少于或等于20时可用作辅助信息。

2.4 有效位

表示同一子帧中音频抽样位是否适合直接转换为模拟音频信号的位。

2.5 最高效位

在此标准中，音频抽样词的最高效位（MSB），在二的补码中为符号位。

2.6 最低效位

在此标准中，音频抽样词的最低效位（LSB）。

2.7 子帧

第4部分规定的传送中最小结构单元，承载一个PCM抽样和辅助信息。

2.8 信道状态

在与各音频信道相关的块信息中提取的固定格式中的数位，任何接口用户均可解码。

2.9 用户数据

提供用来承载所有其它信息的信道。

2.10 元数据

有关相同信道中音频内容的信息。

2.11 帧

两个相连和相关子帧序列。

2.12 二相传号

减少与源二进制比特流相关的DC内容并扩大时钟恢复能量的信道编码（或行编码）技术。

2.13 偶数奇偶校验位

位值的选择使字段中所含一的总数为偶数。

2.14 前置词

同步使用的专用格式，与二相传号相兼容，但不属于二相传号，见第4部分第6段。

2.15 块

起点确定的一组192个连续帧。见第4部分第6段。

注1 – 块的起点由一个特别子帧前置词确定。见第4部分和第5和第6段。

2.16 信道编码/行编码

通过接口表示的二进制位传输的编码方法，见上述二相传码。

2.17 单位间隔（UI）

编码方案中最短的标称时间间隔。

注1 – 抽样帧中有128个UI，见第5部分附录A。

2.18 接口抖动

相对于理想时钟，接口数据过渡（零点交叉）的时间偏差。

2.19 固有抖动

自由运行或与无抖动参考物同步的设备的输出接口抖动。

2.20 抖动增益

用十进制表示的与设备输出端结果抖动设备同步的输入抖动幅度比。

注1 – 该定义不包括固有抖动效应。

2.21 帧速率

帧的发射频率。

第2部分

音频内容

1 引言

第2部分规定了用于音频内容的音频编码格式。

2 音频内容

2.1 音频内容编码

音频内容应使用2的补码作为线性PCM编码。

2.2 PCM极化

模拟正电压应用正二进制数字表示。

2.3 编码准确度选择

编码的精确度应在16至24位之间，为说明信道状态数据表示所使用的长度而分为两组，16至20位和20至24位，见第3部分。

2.4 中等编码精确度

接口允许的最大字长为20或24位。比此位数少的信源应调整到可用字长的MSB，未使用的LSB应设为逻辑0。

注1 – 如低分辨率信号未经合法化，则需要符号扩展。

2.5 非音频内容

该接口在B信道或两个信道中可轮流承载经压缩的数据或音频，或在线性PCM音频中采用不同格式。在此情况下，各信道的有效位应单独设置并对信道状态进行编码以表示这种情况。见第3部分。

注1 – 这类使用尚未标准化：该条款仅为防止标准设备得到如此使用。

2.6 DC内容

经编码的音频应尽可能包含少量的相当DC偏差，在任何情况下必须小于相当模拟噪声电平。

3 抽样频率

3.1 信道依赖性

两个信道的抽样频率应相同。

3.2 抽样频率的选择

根据ITU-R BS.646建议书，广播应用中建议使用的抽样频率为48 kHz。

4 有效位

4.1 信道有效性使用

有效位在相关音频抽样词适合于直接转化为模拟音频信号时应设为逻辑0，在不适用的情况下，应设为逻辑1。当信道状态显示（字节0位1（见第3部分）），音频抽样词未采用线性PCM的形式，有效性位应在各子帧中设为逻辑1。

有效行位没有默认状态。

4.2 独立的信道有效性

各信道中每个抽样的有效性应单独设置或重新设置。

5 预加重

5.1 预加重表示

预加重的使用应按照第3部分的规定表示在信道状态中，采用ITU-R BS.450-3建议书的50 μs预加重或ITU-T J.17建议书的预加重。不适用预加重时，可标明。

注 1 – 大力提倡正数表示法。默认值通常用来表示无预加重，但条件未确定。

第3部分

元数据和子代码

1 引言

第3部分规定了有关音频内容和其所承载的元数据或子代码的编码格式。

2 用户数据格式

每帧中将承载一位用户数据。各信道可承载不同用户数据，这些数据之间可能与有关的音频内容相关或不相关。因此，其容量（kbit/s）对于每信道而言等于所使用的抽样频率（kilosamples/s）。

用户数据位可由用户随意使用。

已知的用户数据信道的可用格式由信道状态字节1，数位4至7表示。

用户数据位的默认值为逻辑0。

3 信道状态格式

3.1 信道状态位

每子帧应承载一位信道状态数据。各信道可承载不同信道状态数据。因此，其容量（kbit/s）等于所使用的抽样频率（kilosamples/s）。

注1 – 各音频信号的信道状态承载与该音频信号相关的信息，因此数字音频信号的两个子帧可承载不同信道状态数据。信道状态所含信息包括：音频抽样词的长度、音频信道数量、抽样频率、抽样地址代码、字母数字信源和目标代码及加重。

3.2 信道状态块

信道状态信息应组织在192个位块中，分为从0至23个8位字节。传输格式应对各第192帧做出标记以表明它是块内的第一位。在每个字节中，位的编号为0至7，0为发射的第一位，因此字节0的0位是块内的第一位。当字节拥有数值时，0位是最低效位。

注1 – 在第4部分中，以前置词Z开始的帧包含两个信道内块的首位。在其它传输中，“块开端”旗语用来标记块中的第一子帧，可单独用于各信道。

3.3 信道状态内容

采用具体的组织方式。表格显示了多位置量，最高效位在左边，请注意，位的发射顺序为从右到左。

图 1

信道状态数据格式

字节	位
0	7 6 5 4 3 2 1 0
0	e d c b a
1	g f
2	j i h
3	n = 0 k
3	n = 1 m l
4	r g p o
5	s
6	字母数字信道来源数据
7	
8	
9	
10	字母数字信道目的地数据
11	
12	
13	
14	本地抽样地址代码 (32 位二进制)
15	
16	
17	
18	时间抽样地址代码 (32 位二进制)
19	
20	
21	
22	可靠性旗语
23	周期性冗余校对字符

关键词:

a 信道状态块的使用
 b 线性 PCM 标识
 c 音频信号预加重
 d 锁定指示
 e 抽样频率
 f 信道模式
 g 用户位管理
 h 辅助抽样位的使用
 i 信源词长度

j 对应水平表示
 k 信道数
 l 信道数
 m 多信道模式编号
 n 多信道模式
 o 数字音频参考信号
 p 预留但未定义
 q 抽样频率
 r 抽样频率标定旗语
 s 预定但未确定

3.3.1 字节 0: 基本音频参数

位	0	信道状态块的使用
状态	0	信道状态块的消费使用（见注1）
	1	信道状态块的专业使用

位	1	线性PCM标识
状态	0	音频抽样词表示线性PCM抽样
	1	音频抽样词用于线性PCM抽样以外的目的

位	4 3 2	音频信号加重
状态	0 0 0	加重未表示。接收机默认为无加重，允许人工越权
	0 0 1	无加重，不允许接收机人工越权
	0 1 1	50 μ s + 15 μ s加重，见ITU-R BS.450建议书，不允许接收机人工越权。
	1 1 1	ITU-T J.17建议书加重（800 Hz为6.5 dB插入损耗）。不允许接收机人工越权。
	所有数位2至4的其它状态保留不变，但在未进一步定义前不得使用。	

位	5	锁定指示
状态	0	默认。未说明锁定条件
	1	信源抽样频率未锁定

位	7 6	抽样频率
状态	0 0	抽样频率未说明。接收机默认为接口帧速率，允许人工越权或自动设置。
	1 0	抽样频率48 kHz。不允许人工越权或自动设置。
	0 1	抽样频率为44.1 kHz。不允许人工越权或自动设置。
	1 1	抽样频率为32 kHz。不允许人工越权或自动设置。

注 1 – 字节0位0的意义在于，源于符合IEC 60958-3消费使用的接口的传输可确定，仅符合IEC 60958-3消费使用的接收机将按照本标准确定的专业接口正确识别传输。将专业发射机与消费接收机连接将导致不可预测的运行，相反亦然。因此，以下字节定义仅在位0等于逻辑1（信道状态块的专业使用）时适用。

注 2 – 音频抽样词未采用线性PCM形式的显示要求为此信道设置有效性，见第2部分第2.5段。

注 3 – 抽样频率显示，或此字节可以显示的抽样频率之一的使用不是运行该接口的要求。如发射机不支持抽样频率显示，抽样频率未知，或抽样频率不是可在本字节中显示的抽样频率之一，可使用位6至7的00状态。在后一种情况下，对于一些抽样频率而言，可使用字节4显示正确值。

注 4 – 当字节1位0至3显示单信道双抽样频率模式时，音频信号的抽样频率为字节0位6至7所显示的抽样频率的两倍。

3.3.2 字节1：信道模式、用户位管理

位	3 2 1 0	信道模式
状态	0 0 0 0	未显示模式。接收机默认为双信道模式。支持人工越权
	1 0 0 0	双信道模式，不支持人工越权
	0 1 0 0	单信道模式（单声道）。不支持人工越权
	1 1 0 0	主次模式，子帧1优先。不支持人工越权
	0 0 1 0	立体声模式，信道1为左信道。不支持人工越权
	1 0 1 0	保留供用户定义的应用使用
	0 1 1 0	保留供用户定义的应用使用
	1 1 1 0	单信道双抽样频率模式、子帧1和2承载相同信号的连续样本。信号的抽样频率为帧速率的两倍，同时为字节0所显示的抽样频率的两倍，但未对字节4所显示的速率加倍（如字节4使用的话）。不支持人工越权。字节3的矢量用于信道识别。
	0 0 0 1	单信道双抽样频率模式 – 立体声模式在左。子帧1和2承载相同信号的连续样本。该信号的抽样频率是帧速率的两倍，0字节所示抽样频率的两倍，但不是字节4所示抽样频率的两倍（如字节4使用的话）。不支持人工越权
	1 0 0 1	单信道双抽样频率模式 – 立体声模式在右。子帧1和2承载相同信号的连续样本。该信号的抽样频率是帧速率的两倍，0字节所示抽样频率的两倍，但不是字节4所示抽样频率的两倍（如字节4使用的话）。不支持人工越权
1 1 1 1	多信道模式，字节3的矢量用于信道识别。	
位0至3的所有其它状态得到保留，在进一步定义之前不得使用。		

位	7 6 5 4	用户位管理
状态	0 0 0 0	默认，未显示任何用户信息
	1 0 0 0	采用192位块结构并具有用户定义内容。块开端与信道状态块开端保持一致
	0 1 0 0	保留供AES18标准使用
	1 1 0 0	用户定义的
	0 0 1 0	用户数据符合IEC 60958-3确定的通用用户数据格式
	1 0 1 0	AES52规定的192位块结构，块开端与信道状态块开端保持一致
	0 1 1 0	保留供IEC 62537使用
位4至7的所有其它状态得到保留，在未得到进一步定义之前不得使用		

3.3.3 字节2：辅助位、词长和一致水平

位	210	辅助位的使用
状态	000	最大音频抽样词长度为20位（默认）。辅助位的使用未定义
	100	最大音频抽样词长为24位。辅助位用于主音频抽样数据
	010	最大音频抽样词长为20位。该信道的辅助位用来承载单一协调信号，见注1
	110	保留供用户定义的应用使用
位0至2的所有其它状态得到保留，在未进一步定义之前不得使用。		

位	543	发射信号的编码音频抽样词长 (见注2、3和4)	
		如按上述位0至2所示最大长度为24位时，音频样本词长	如按上述位0至2所示最大长度为20位时，音频样本词长
状态	000	未显示词长（默认）	未显示词长（默认）
	100	23 位	19 位
	010	22 位	18 位
	110	21 位	17 位
	001	20 位	16 位
	101	24 位	20 位
位3至5的所有其它状态得到保留，在未进一步定义之前不得使用			

位	76	一致水平显示
状态	00	未显示一致水平
	10	与SMPTE RP155一致，一致水平低于最大代码20 dB
	01	与EBU R68一致，一致水平低于最大代码18.06 dB
	11	保留供未来使用

注1 – 协调信道使用的信号编码描述见第3部分附录A。

注2 – 位3至5的默认状态表明，在20位或24位编码范围内的活跃位数量不是由发射机确定的。接收机应默认为由编码范围确定的最大位数并支持人工越权或自动设置。

注3 – 位3至5的非默认状态显示出20位或24位编码范围内的活跃位数量。同时间接显示了肯定不活跃的LSB数量，它相当于20或24减去对应于位状态的数量。

注4 – 与位3至5任何状态所显示的音频抽样词长无关，MSB在第4部分第2.5段规定的发射子帧的第27时隙中。

3.3.4 字节3：多信道模式

位	7	多信道模式
状态	0	未定义的多信道模式（默认）
	1	定义的多信道模式

其余位状态定义取决于位7的状态。

或：

位	6至0	信道数量（当字节3位7为0时）
数值	信道数量是字节数加一，位0为最低效位	

或，

位	6 5 4	多信道模式（当字节3位7为1时）
状态 注： LSB 优先	0 0 0	多信道模式0，信道数量由该字节位3至0确定
	0 0 1	多信道模式1。该信道数量由该字节位3至0确定
	0 1 0	多信道模式2。该信道数量由该字节位3至0确定
	0 1 1	多信道模式3。该信道数量由该字节位3至0确定
	1 1 1	用户定义的多信道模式，信道数量由字节位3至0确定
位6至4的所有其它状态得到保留，在未进一步定义之前不得使用。		

位	3至0	信道数量（当字节3位7为1时）
数值	信道数量是上述四位数值加一，位0为最低效位。	

注1 – 确定的多信道模式定义了信道数量和功能之间的映射。一些映射可能涉及综合两个模式产生的多达32信道的组合。

注2 – 为与只对一子帧中信道状态数据敏感的设备相兼容，子帧2承载的信道显示与信道1相同的信道数。在此情况下，意味着第二个信道所具有的数量超过子帧1信道，单信道双抽样频率模式除外。

3.3.5 字节4：DARS，隐含信息，多速率抽样频率

位	1 0	数字音频参考信号
状态	0 0	非参考信号（默认）
	1 0	1级参考信号
	0 1	2级参考信号
	1 1	保留，但在进一步定义之前不得使用。

位	2	隐含在PCM信号中的信息
	0	无显示（默认）
	1	音频抽样词在最低效位中包含附加信息

位	6 5 4 3	抽样频率
状态	0 0 0 0	未显示（默认）
	0 0 0 1	24 kHz
	0 0 1 0	96 kHz
	0 0 1 1	192 kHz
	0 1 0 0	384 kHz
	0 1 0 1	保留
	0 1 1 0	保留
	0 1 1 1	保留
	1 0 0 0	保留用于引导
	1 0 0 1	22.05 kHz
	1 0 1 0	88.2 kHz
	1 0 1 1	176.4 kHz
	1 1 0 0	352.8 kHz
	1 1 0 1	保留
	1 1 1 0	保留
	1 1 1 1	用户定义

位	7	抽样频率标定旗语
状态	0	无标定（默认）
	1	抽样频率由字节4位3至6或字节0位6至7显示为1/1.001次

注 1 – 位2指音频抽样词，而不是辅助位中的信息。

注 2 – 当位2设为1时，音频信号的处理（如抖动、抽样率转换和水平变化）应避免。接收机亦可将此状态作为应在信号最低效位中寻求更多信息的提示（如MPEG环绕音，见ISO/IEC 23003-1）。

注 3 – 字节4显示的抽样频率与字节1所示信道模式无关。

注 4 – 抽样频率的显示，此字节可显示的抽样频率之一的使用不是本接口的运行要求。位3至6的0000状态可在发射机不支持在此字节中显示抽样频率，抽样频率未知，或抽样频率不是该字节可显示的抽样频率之一时得到使用。在后一种情况下，对于一些抽样频率，字节0可用来显示正确值。

注 5 – 为字节4的位3至6的保留状态待未来定义，以便使位6用来设置有关44.1 kHz的速率，状态1 000除外，并确定有关48 kHz的速率。在未得到进一步定义前不得使用。

3.3.6 字节5: 保留

位	7至0	保留
数值	在进一步定义之前设为逻辑0。	

3.3.7 字节6至9: 字母数字信道来源

位	7至0	字母数字信道来源数据
数值 (各字节)	没有符合ISO 646、国际参考版本 (IRV) 奇偶校验位的7位数据, LSB首先用位7的逻辑0发射。 消息中第一个字符为字节6 不允许非打印控制字符字节01 ₁₆ 至1F ₁₆ 和7F ₁₆ 默认值为逻辑0 (代码00 ₁₆)	

注 1 – ISO 646, IRV都被看作7位ASCII.

3.3.8 字节10至13: 字母数字信道目的地

位	7至0	字母数字信道目的地数据
数值 (各字节)	没有符合ISO 646、国际参考版本 (IRV) 奇偶校验位的7位数据。LSB首先用位7的逻辑0发射。 消息中第一个字符为字节10 不允许非打印控制字符字节01 ₁₆ 至1F ₁₆ 和7F ₁₆ 默认值为逻辑0 (代码00 ₁₆)	

3.3.9 字节14至17: 本地抽样地址代码

位	7至0	本地抽样地址代码
数值 (各字节)	32位二进制值代表目前块的第一个抽样 字节14是最低效字节。默认值为逻辑0	

注 1 – 例如, 在录音开始时有意将其设置为0, 使之具有与录音索引计数器相同的功能。

3.3.10 字节18至21: 时间抽样地址代码

位	7至0	时间抽样地址代码
数值 (各字节)	32位二进制值代表目前块的第一个抽样 字节18为最低效字节。默认值为逻辑0	

注 1 – 这是信号来源编码期间记载的时间并在后续操作中保持不变。向实时的代码转换或向时间代码的转换, 二进制抽样地址代码的所有零值应被认为是午夜 (即00时、00分钟、00秒、00帧)。二进制数字向任何常规时间代码的代码转换需要准确的抽样频率信息以提供准确抽样时间。

3.3.11 字节22：保留

位	7至0	保留
该字节位保留，在得到进一步定义前设为逻辑0		

注1 – 字节22原规定承载一系列可靠性旗语。不支持使用该字节，保留该字节。

3.3.12 字节 23：信道状态数据CRCC

位	7至0	信道状态数据循环冗余校验字符
数值	<p>生成的多项式为 $G(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$</p> <p>循环冗余校验字符（CRCC）传递信息已测试整个信道状态数据块（包括字节0至22）的有效接收。为实现串行实施，所有1的最初条件应在校验位生成的过程中得到使用，首选发送LSB。没有默认值，该字段应永远使用正确的CRCC编码。见第3部分第3.5.2段和附录B</p>	

3.4 在标记非PCM音频时的信道状态

当字节0位0和1双双设为逻辑1时，可为线性PCM音频实施以下信道状态位 – 即其解释可能与字节0位1的状态无关。表1列举的状态位不得用于有待进一步标准化的其它目的。

表1

非PCM音频，受保护的状态位

字节	位	功能
0	5	锁定显示
0	6至7	抽样频率
1	4至7	用户位管理
2	0至2	辅助位的使用
3	0至7	多信道模式显示
4	3至7	抽样频率倍数和标记
23	0至7	信道状态数据CRCC

3.5 接口格式实施

3.5.1 实施水平

3.5.1.1 概述

以下两种实施得到确定：标准实施和增强实施。这些术语用来简单地说明涉及信道状态多个特点的接口发射机的实施水平。与实施水平无关的是，所有第3.3定义的位的保留状态应保持不变。

3.5.1.2 标准水平

标准实施规定了基本实施水平，应足以保证专业音频或广播应用。在标准实施中，发射机应正确编码和发射字节0、字节1、字节2和字节23、CRCC中的所有信道状态位，并符合本案文规定。

3.5.1.3 增强水平

除符合第3.5.1.2有关标准实施的要求外，增强实施应提供更多的能力。

3.5.2 发射机要求

发射机应编码信道状态以符合所有两个规定的实施水平之一的格式化和信道编码规则。所有发射机应正确编码并按照Z前置词或块开端使用正确的并置发射信道状态（见第4部分）。

3.5.3 接收机要求

接收机应按照应用的要求对信道状态予以解码。接收机应在需要拒绝故障信道状态块时解释CRCC误码。接收机不得将CRCC等信道状态块的误码或块长度误码错误解释为静音或改动音频内容的理由。

注1—字节23中的CRCC的目的是显示信道状态块因交换或编辑效应（举例而言）造成的破坏。应对下游设备和相关系统采取的任何行动的影响给予适当的考虑。

3.6 接口格式文件

应提供描述接口发射机和接收机支持的信道状况特点的文件。

注1—为促进按此规范制造的设备之间的兼容运行，有必要规定哪些信息位和操作位需要编码并通过发射机发射，由接口接收机解码。

4 辅助位

4.1 辅助位可用性

24位音频抽样词的4个最低效位可在词长不超过20位的情况下用来提供辅助信息。

4.2 辅助位的可用性

当这些位用于任何目的时，发射机应通过在字节2位0、1和2中编码信道状态显示这种使用（见第3.3.3段）。

注1—典型的使用是为了协调而增加有线带宽和分辨率的音频信道，见第3部分附录A。

第3部分
附录 A

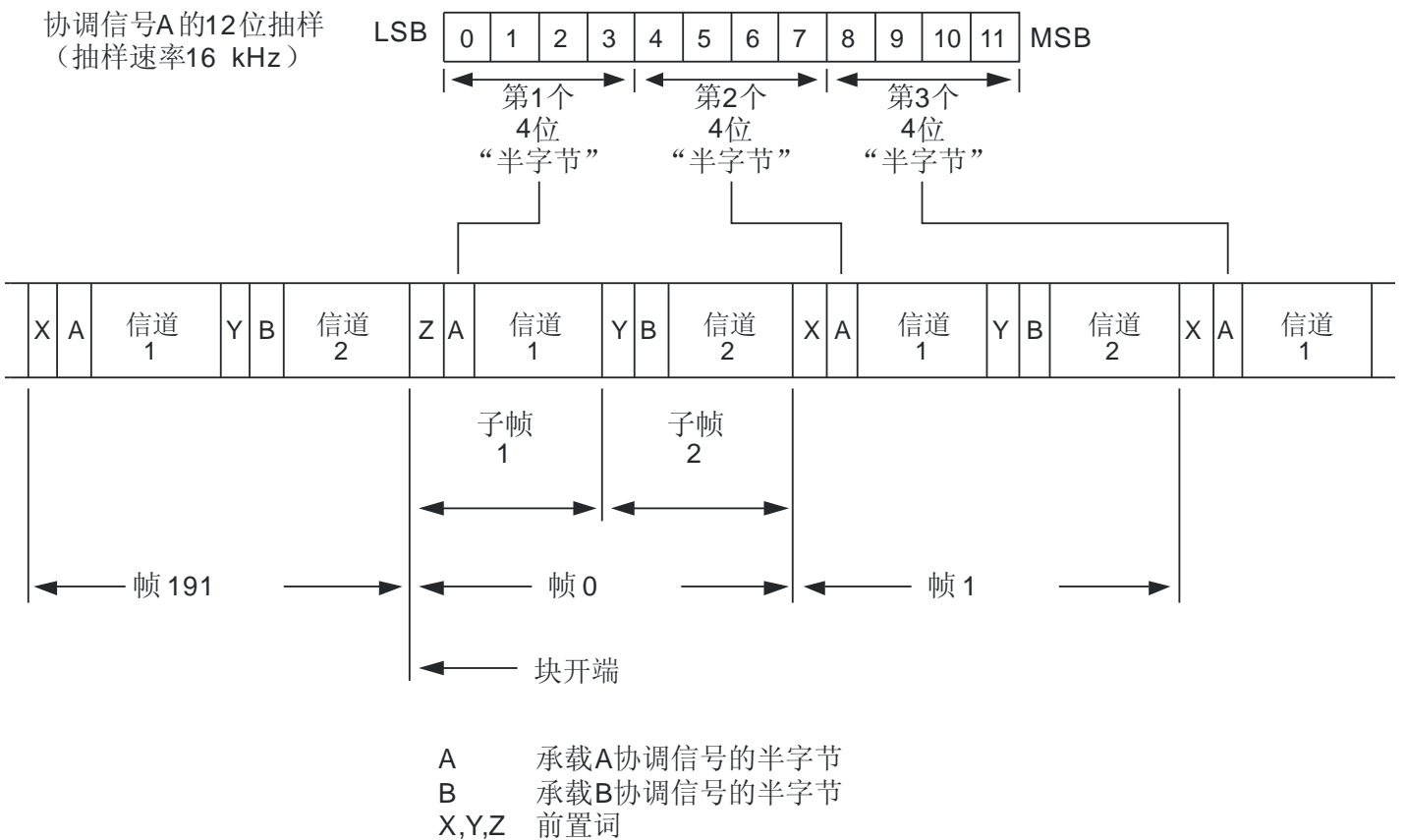
(参考信息)

附加话音质量信道的提供

当20位编码范围得以满足音频信号需求时，可使用4个辅助位作为话音质量协调信号（对讲）。这些显示在字节2位0、1和2中（见第3.3.3段）。

话音质量信号的抽样频率为主音频抽样频率的1/3，全部采用每抽样12位的编码，用2的补码表示。在接口子帧的辅助位中每次发送4位。其中一个信号可由子帧1发送，另一个信号由子帧2发送。块开端显示作为话音质量信号的帧调整词。对于第4部分规定的传输格式，帧0的两个子帧分别包含相关话音质量抽样的4个LSB，如图2所示。图2还显示了两个话音质量信号，每子帧一个。

图 2
帧和块结构



第3部分
附录B

(参考信息)

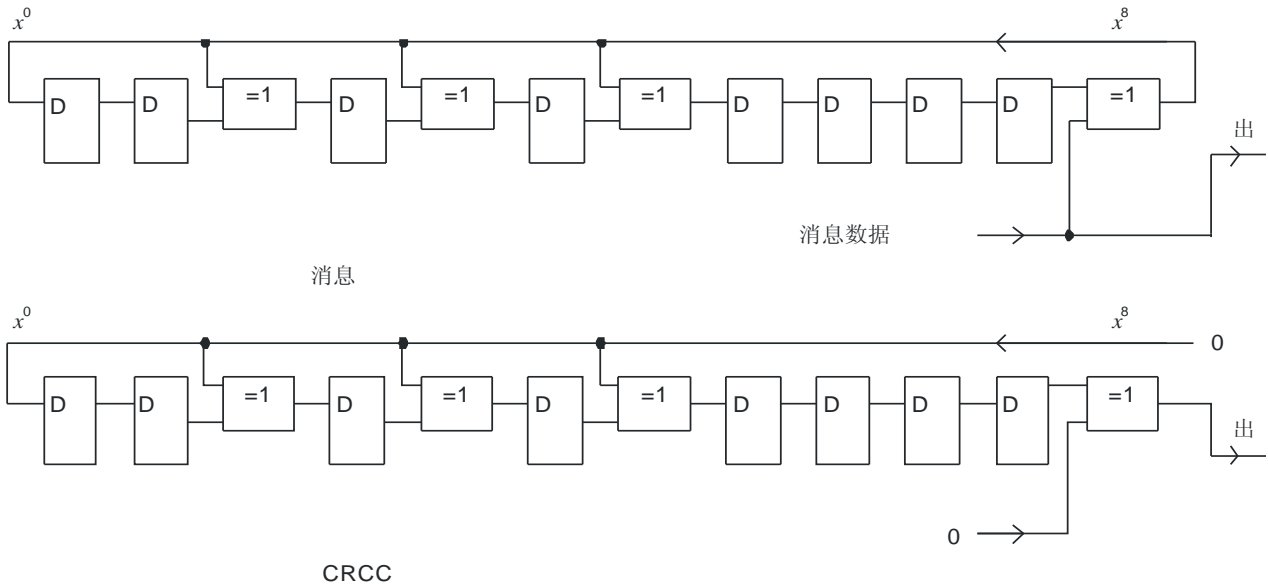
有关信道状态的CRCC的生成 (字节23)

由192位组成的信道状况块格式包括循环冗余校验码 (CRCC)，占用块的最后8位 (字节23)。该代码的规范由生成多项式表示：

$$G(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

串行的硬件实现案例见图3。各阶段的最初条件为逻辑1。

图3
帧和块结构



BS.647-03

信道状况数据和结果 CRCC 的两个示例如下。

示例1:

字节	位设为逻辑1
0	0 2 3 4 5
1	1
4	1

所有字节0至22的信道状况中的其它为设为逻辑0:

字节23	信道状况数据循环冗余校验符							
位	0	1	2	3	4	5	6	7
信道状况位	184	185	186	187	188	189	190	191
数值	1	1	0	1	1	0	0	1

示例2:

字节	位设为逻辑1
0	0

信道状况字节0至22所有其它位设为逻辑0:

信道23	信道状况数据循环冗余校验符							
位	0	1	2	3	4	5	6	7
信道状况位	184	185	186	187	188	189	190	191
数值	0	1	0	0	1	1	0	0

上述示例不应隐含具体的实施水平。

第4部分

传送

1 引言

第4部分定义了传送数字音频接口的格式。

2 子帧

2.1 子帧时隙

各子帧将分为32个时隙，编号为0至31。见图4。时隙0是所发射的第1时隙。各时隙应包括两个UI。

2.2 前置词

时隙0至3、前置词应包含指定为X、Y和Z的三个允许前置词之一，见第5和第6段以及图7。

2.3 音频数据内容

时隙4至27应包含音频抽样词，或其它诸如压缩音频等数据，或音频和其它数据的组合（见第2部分和第3部分第4段）。

2.4 抽样词定向

抽样首先由LSB承载。

2.5 MSB位置

最有效位（MSB），符号位，由时隙27承载。如信源提供的位少于接口允许的位，20或24，未使用的LSB将设为逻辑0，激活位应在现有词长的MSB端得到合理化。

在使用24位编码范围时，LSB为时隙4。

当20位编码范围充足时，LSB应在时隙8。时隙4至7可用于其它应用。在这些条件下，时隙4至7的位被指定为辅助抽样位（见第3部分）。

2.6 有效性位

时隙28将承载与在同一子帧中发射的音频抽样词相关的有效性位（见第2部分）。

2.7 用户数据位

时隙29将承载在相同子帧中发射的与音频信道相关的用户数据信道中的一位（见第3部分）。

2.8 信道状况位

时隙30，信道状况位，将承载与相同子帧中发射的音频信道相关信道状况信息的1位（见第3部分）。

2.9 奇偶校验位

时隙31将承载奇偶校验位，使时隙4至31将承载偶数的一和奇数的零。

图4
子帧格式



a)

V 有效性位
 U 用户数据位
 C 信道状况位
 P 奇偶校验位
 AUX 辅助抽样位



b)

BS.647-04

3 帧

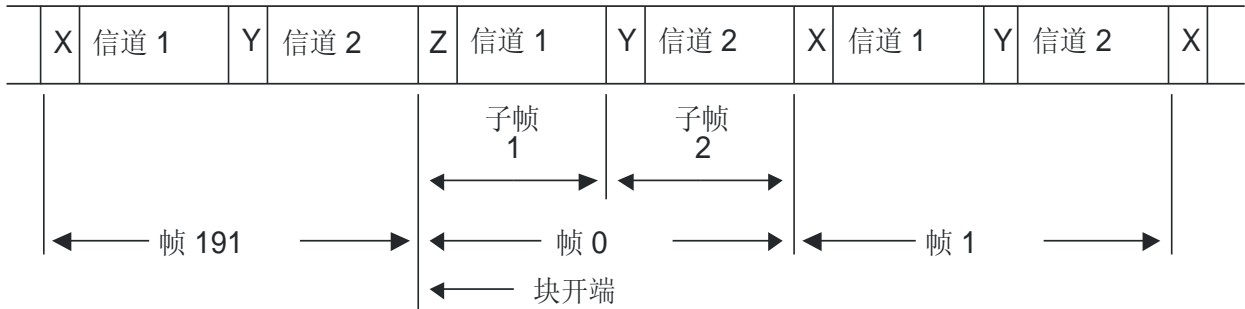
一帧由两个子帧构成（见图5）。除非另有规定，帧发射速率完全对应于信源抽样速率。在立体声信号中，一个帧的两个子帧将承载同时提取的抽样。

示例包括：

- 双信道模式： 信道1在子帧1中，信道2在子帧2中。
- 立体声模式： 接口用来发射立体声音频，其中两个信道假设得到同步抽样。左侧或A侧，信道在子帧1中，右侧或B侧，信道在子帧2中。
- 单信道模式（单声道）： 所发射的比特率保持在正常双信道速率水平，音频抽样词放在子帧1中。子帧2的时隙4至31或承载与子帧1相同的位或设置为逻辑0。接收机通常默认为信道1，除非提供人工越权。
- 主次模式： 在一些需要两个信道的应用中，一个信道为主要信道或重要信道，而另一个信道为次要信道。主要信道在子帧1中，次要信道在子帧2中。
- 单信道双抽样频率模式： 帧速率是音频抽样频率的一半。各帧中的信道2在相同帧的信道1抽样后承载抽样。

注 1 – 传输模式通过设置信道状态字节1位0至3来表示（见第3部分）。

图5
帧格式



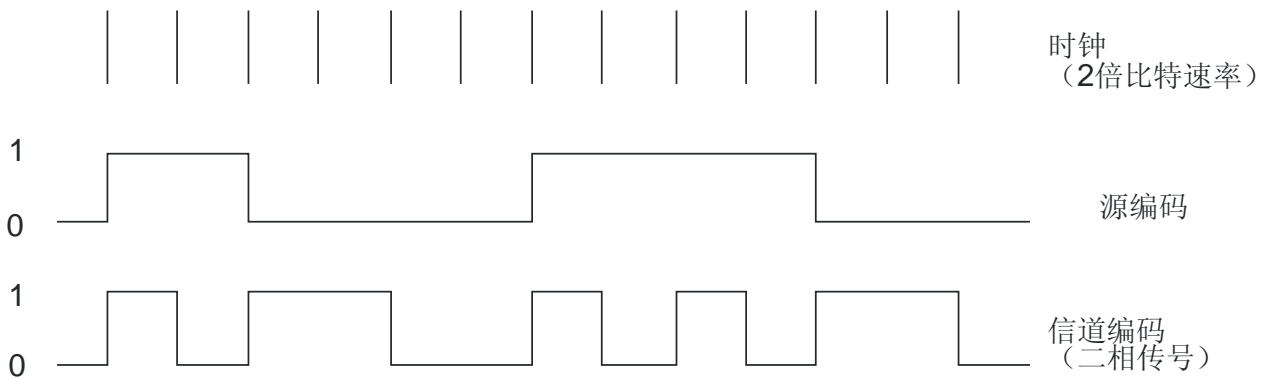
BS.647-05

4 信道编码（行编码）

时隙4至31应采用二相传号形式编码。

要传送的各位应采用由两个连续二进制状态构成的符号表示。符号的第一状态将永远不同于前一个符号的第二状态。符号的第二状态在所传送的位为逻辑0时应与第一状态相同，但该位为逻辑1时便不同，见图6。各状态应占用一个单元间隔（UI）。

图6
信道编码



BS.647-06

注 1 – 二相传号编码缩短了传输线路的直流（DC）部分，方便数据流的时钟恢复，使接口对连接极化不再敏感。

5 前置词

5.1 前置词时隙

时隙0至3应编码为前置词。

5.2 第一个子帧前置词

每帧中的第一子帧应以X类前置词开始，192帧块开端除外，它将承载一个前置词类型Z。它所定义的块结构用来组织信道状态信息。

5.3 次要子帧前置词

次要子帧前置词永远以前置词类型Y开始。

注 1 – 前置词的具体模式提供的是子帧和块的同步和标识。为实现在一个抽样阶段的同步并使该流程完全可靠，这些模式违背二相传号编码规则，通过避免数据模仿前置词来实现。前置词的一个突出特点是偶数奇偶校验。

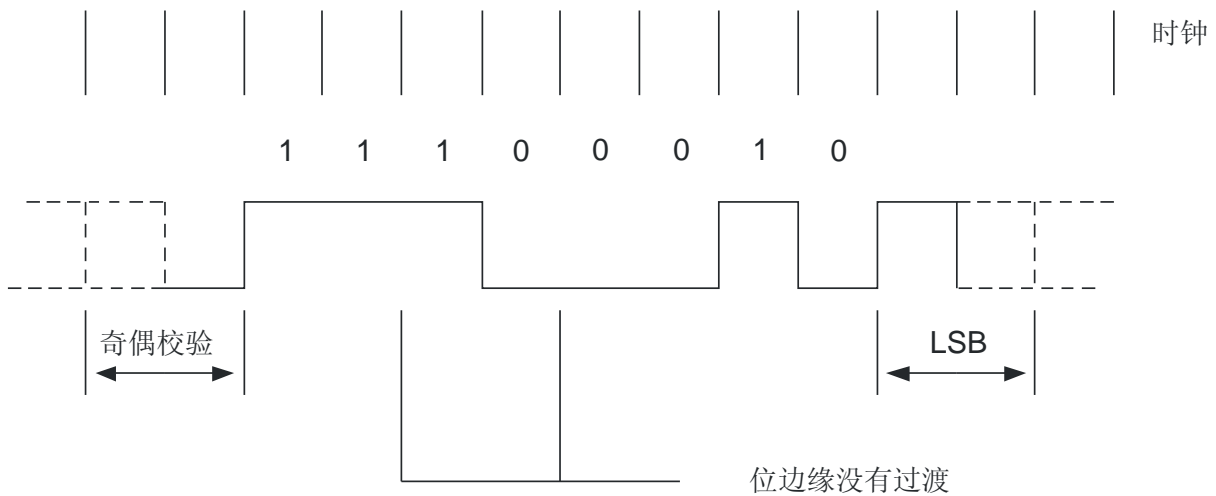
5.4 前置词代码

三类前置词的形式见表2，用8个连续状态表示，占4个时隙。图7代表前置词X。

表 2
前置词编码

前置词状态	信道编码		
	0	1	
前置词			
X	11100010	00011101	子帧 1
Y	11100100	00011011	子帧 2
Z	11101000	00010111	子帧 1和块开端

图 7
前置词 X (11100010)



注 1 – 前置词的第一状态总是不同于表示就校验位的前一符号的第二状态。

注 2 – 这些前置词没有滞留，使用二项编码提供时钟恢复。它们与任何有效二项系列至少有两个状态的不同。

注 3 – 当每时隙加每数据“1”位时，状态总是相反。子帧中时隙数量为偶数，由于时隙31的偶数奇偶校验位（见2.9段），“1”位中的偶数，任何子帧中的转换总数总是偶数。因此，所有前置词将采用相同的状态开始。因此，只有上述前置词中的一个，事实上会通过接口得到传送。然而，为确保不受极化变化影响，有必要对任何前置词集进行解码。

6 块

一个192帧的序列应被指定为块。此序列中的第一帧应在X类型前置词的位置上包含前置词类型Z。由此帧构成的子帧应包含第3部分描述的信道状态编码中第1字节的第1位。

第5部分

物理和电气参数

1 引言

该第5部分规定了不同媒介的物理和电气参数。

第4部分确定的传送格式旨在用于100米距离内按传统方式设计的屏蔽双绞线，接收机或速率在50 kHz以下的帧无需传输均衡或任何特殊均衡。更长的线缆长度和更高的帧速率可能有所使用，但线缆挑选要求可能迅速提高，还可能需接收机均衡或使用有源中继，或二者兼有。本条款做出规定，以便使均衡终端适用75 Ω 铜轴线缆。光缆传输问题正在考虑之中。

2 通用特性

所有接口须符合第3段的通用抖动要求。其它参数必须符合所规定的传输类型。

该接口应使用第5部分附录B规定的平衡传输格式。该接口可使用第5部分附录规定的其它传输格式中的一种。

3 抖动

3.1 输出接口抖动

3.1.1 概论

设备输出端抖动应计为设备本身抖动和设备定时参考造成的抖动之和。

3.1.2 固有的抖动

接口输出端固有的抖动峰值在过渡零交叉处测量，在使用固有抖动测量过滤器时应小于 0.025 UI。

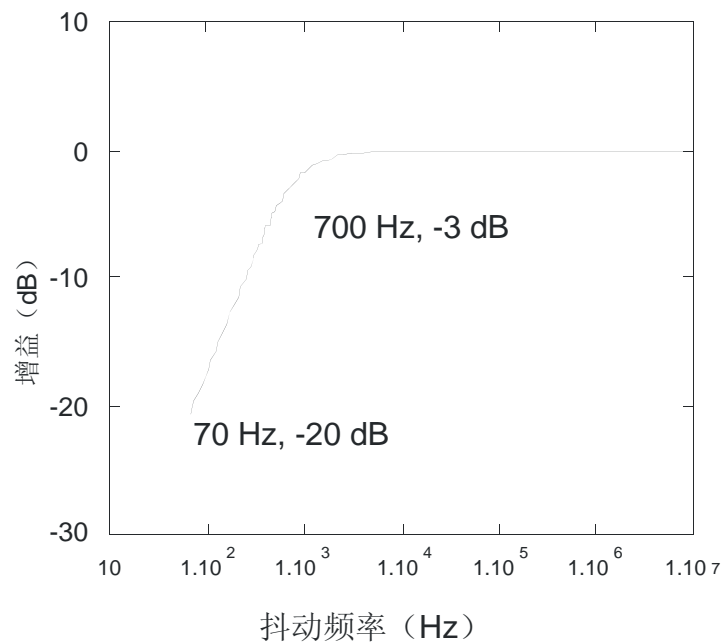
注 1 – 该抖动可能具有非常不对称性，任何方向不同于理想定时的偏差应符合规定。

注 2 – 该要求适用于两种情况，一种是当设备锁定在可能是一个调制数字音频信号的无抖动定时参考的情况下，以及当设备自由运转的情况下。

注 3 – 固有抖动测量过滤器特点见图8，它显示出最低相位高通量过滤器在 700 Hz 时为 3 dB 衰减，使用通带单位增益，一阶滚降至 70 Hz。

图 8

固有抖动测量过滤器特性



BS.647-08

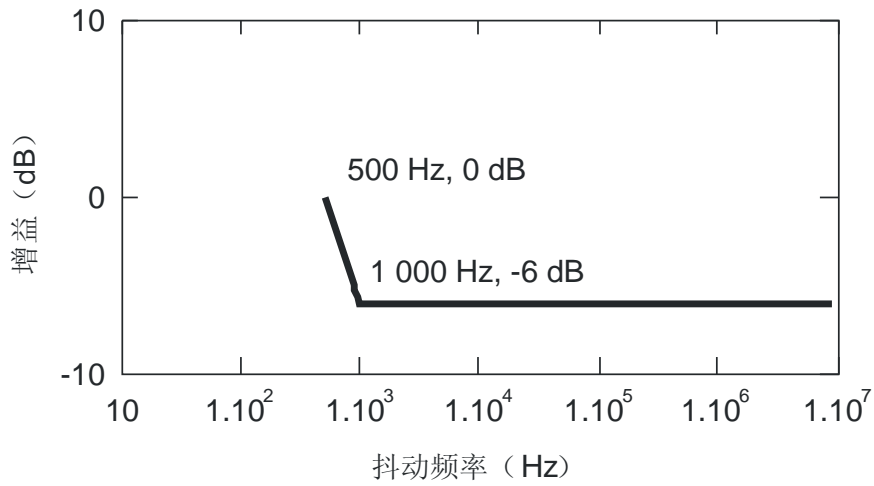
3.1.3 抖动增益

在所有频率情况下，从任何定时参考输入到信号输出的正弦抖动增益应小于 2 dB。

注 1 – 如提供了抖动衰减，正弦抖动增益低于图9的抖动转移功能掩模，则设备规范应表明，设备抖动衰减在此规范内。掩模对低频率抖动增益未施加更多的限制。限制起于 500 Hz 输入抖动频率，其中它为 0 dB，在 1 kHz 及其之上的情况下降至 -6 dB。

图 9

抖动转移功能掩模



BS.647-09

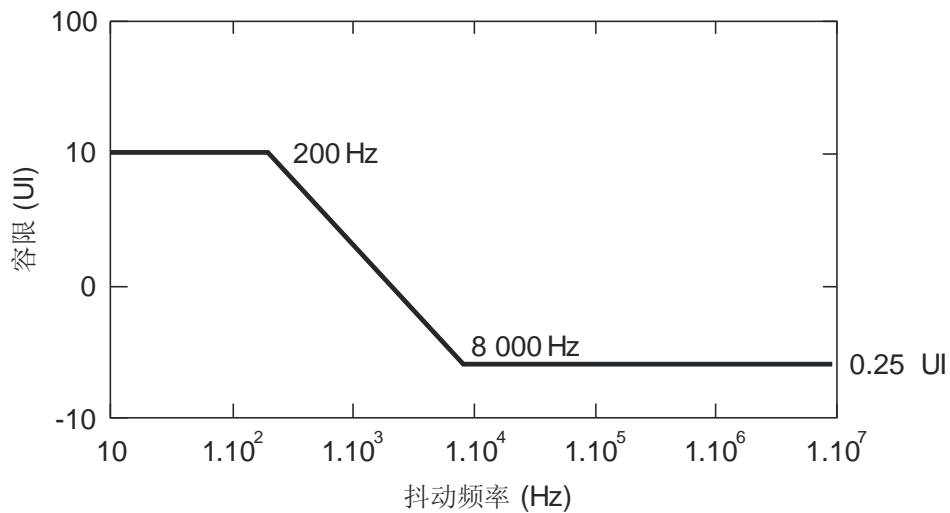
3.2 接收机抖动容限

接口数据接收机应使用图10抖动容限模板规定的任何正弦抖动对输入数据流进行正确解码。

注 1 – 该模板要求在高频率情况下峰对峰抖动容限为0.25 UI，使用8 kHz以下频率倒数提升以便将10 UI峰对峰稳定在200 Hz以下。

图 10

抖动容限模板



BS.647-10

第5部分 附录A

(参考信息)

符号速率和UI

接口性能的要求是由帧速率决定的，而帧速率又是由音频抽样频率决定的。作为48 kHz基本速率的一套抽样速率可选择使用44.1 kHz或32 kHz。这些基本速率可加倍以实现更高或更低的抽样频率。

以下表格列举了接口的符号速率，以及随着抽样频率倍数的不同而增加的UI。

表 3

符号速率 (MHz) 与抽样频率

倍数	抽样频率 (F_s) kHz		
	32	44.1	48
0.25	1.024	1.411 2	1.536
0.5	2.048	2.822 4	3.072
1	4.096	5.644 8	6.144
2	8.192	11.289 6	12.288
4	16.384	22.579 2	24.576
8	32.768	45.158 4	49.152

表 4

UI (ns) 与抽样频率

倍数	抽样频率 (F_s) kHz		
	32	44.1	48
0.25	976.56	708.62	651.04
0.5	488.28	354.31	325.52
1	244.14	177.15	162.76
2	122.07	88.58	81.38
4	61.04	44.29	40.69
8	30.52	22.14	20.35

注 1 – 随着抽样频率的增加对抖动性能的要求亦提高。举例而言，对于8 * 48 kHz (384 kHz)的抽样频率将要求抖动为0.025 * 20.35 ns，或0.51 ns（见第3.1.2段）。

第5部分 附录B

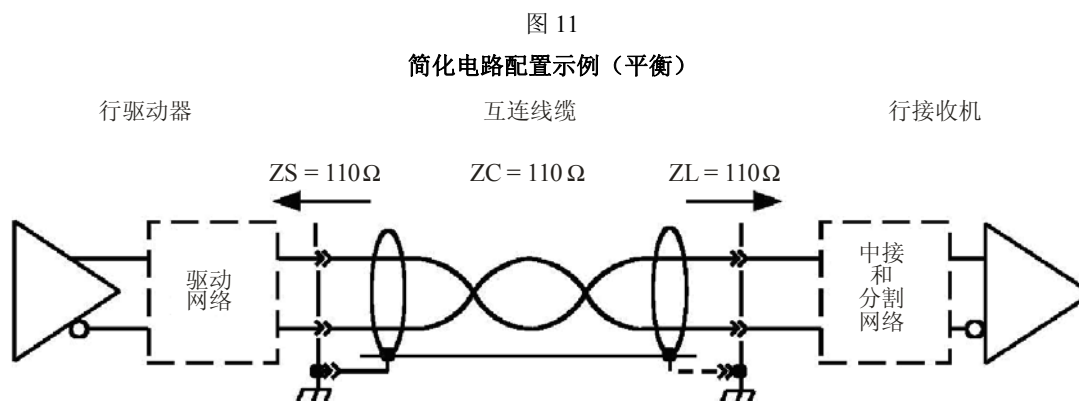
(参考信息)

平衡的传输

1 一般特性

1.1 配置

可使用符合图11一般配置的电路。



BS.647-11

注 1 – 接口的电气特性基于ITU-T V.11建议书的规定，允许通过数百米长的线缆传输平衡电压数字信号。

1.2 均衡

接收机可利用均衡。

传输前没有均衡。

均衡接口电气参数的频率范围取决于所支持的最大数据速率。上行频率是最大帧速率（48 kHz为6 MHz）的128倍。

1.3 线缆

互连线缆应在频率从100 kHz到最大帧速率128倍时使用标称特性阻抗110 Ω加以平衡。

线缆类型应属于以下中的一种：

- 屏蔽（屏蔽线缆）；
- 非屏蔽（非屏蔽）双绞线（UTP）结构布线（5类线或更好，见ISO/IEC 11801）（见注5）；
- 屏蔽双绞线（STP）结构布线（见ISO/IEC 11801）。

同样线缆类型可用于任何单接口连接，包括补丁管理。

注 1 – 保持线缆特性阻抗，驱动和终接阻抗容限接近可增加可靠传输的线缆长度并提高数据速率。

注 2 – 为平衡驱动阻抗、结束阻抗使容限水平保持接近，线缆本身可降低地电磁兼容的可能性和发射。

注 3 – 使用更高频率下较低损耗线缆可提高传输可靠性，加大距离并提高数据速率。

注 4 – 在设计接口时应谨慎，以便为5类线缆双绞线提供充足的平衡。使用传统布线的RJ45接插件，目前的做法倾向于为ITU-R BS.647的信号使用针4和5（例如，将其与相同线缆的ATM信号分割开来）。针3和6最好最为第二对。为全面保护，该接口必须能够承受所规定的功率电压以支持网络设备。大力提倡使用转换器和块和接口的块电容器。

注 5 – UTP线缆用来提供非均衡400米范围内的传输，或均衡800米传输，帧速率为48 kHz。

2 行驱动器特性

2.1 输出阻抗

行驱动器应具有20%容限内110 Ω 内部阻抗的平衡输出，输出终端频率为0.1 MHz到最高帧速率的128倍。

2.2 信号幅度

信号幅度应在2 V和7 V峰对峰之间，110 Ω 的电阻与输出终端连接，没有任何互连线缆出现。

注 1 – 典型值为4 V。

2.3 平衡

任何输出终端通用模式组件在浮动负载为110 Ω 终接时频率从DC到最大帧速率128倍，在信号以下30 dB。

2.4 提升和下降时间

由10%和90%幅度点决定的提升和下降时间应为0.03 UI和0.18 UI（测量时110 Ω 电阻连接至输出终端），没有任何互连线缆出现。

注 1 – 48 kHz帧速率的最小和最大提升和下降时间分别是5 ns和30 ns。

注 2 – 采用较低的5 ns的限值运行可改进接收信号眼图，但有可能增加发射机的电磁辐射。因此应谨慎从事以满足当地有关电磁兼容性（EMC）的规定。

3 行接收机特性

3.1 终接阻抗

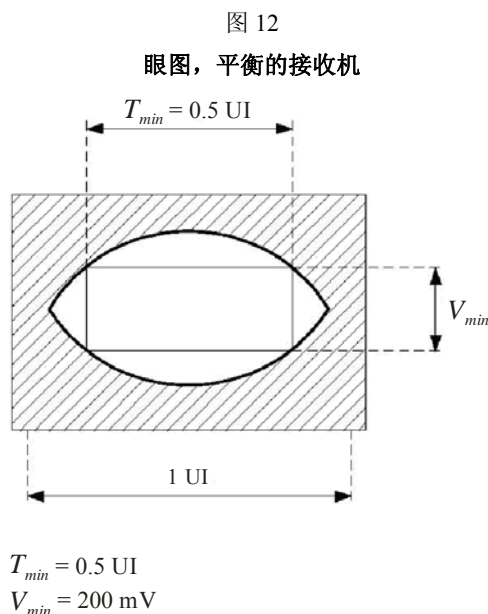
接收机应主要显示110 Ω 电阻阻抗，在从0.1 MHz到最大帧速率128倍的频段上，在输入终端测量的互连线缆容限为20%。在任何一行实施一个以上接收机可因为阻抗不匹配产生传输错误。

3.2 最大输入信号

接收机在与第2.2段规定极端电压限值范围内的行驱动器直接连接时正确解释数据。

3.3 最小输入信号

接收机在随机输入信号产生以200 mV的 V_{min} 和0.5 UI的 T_{min} 为特性的眼图时正确感知数据。见图12。



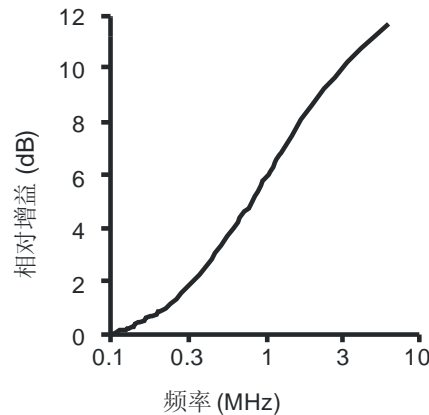
BS.647-12

3.4 接收机均衡

可对接收机实施均衡使所使用的互连线缆超过100米，对于帧速率为48 kHz的建议频率均衡特性见图13。接收机应满足第3.2和3.3段规定的要求。

图 13

建议的48 kHz帧速率接收机均衡特性



BS.647-13

3.5 通用模式拒绝

在从DC到20 kHz频率范围内出现高达7 V峰值通用模式信号不应引发数据错误。

4 接插件

4.1 XLR接插件

输出和输入标准接插件应为圆形插式三针接插件，见IEC 60268-12。

注 1 – 这类接插件通常称为XLR，或XLR-3。

固定在一个设备上的输出接插件应使用公头母座。相应的线缆插件因此应具有母头公座。

固定在设备上的输入接插件应使用母头公座。相应的线缆接插件因此将具有公头母座。针的使用为：

针 1	线缆屏蔽或信号接地
针 2	信号
针 3	信号

注 2 – 信道编码意味着，针2和3的相对极化不重要，见第4部分第4段。然而，建议为这些信号路径保留相对极化。

4.2 8向模块接插件

在使用5类结构布线时，要求使用IEC 60603-7（有时称为“RJ45”）规定的8向模块接插件。尽管按照定义，接口对极化不灵敏，为建立适配器，XLR针2应连接至RJ45针5（或其它奇数针），XLR针3应连接至RJ45针4（或偶数针），与对四个双绞线之一的使用保持一致。

设备制造商应明确表明数字音频输入和输出，包括数字音频输入或数字音频输出的条件。

当面板空间有限时，接插件功能可能与模拟信号连接器混淆，应使用缩略语DI或DO分别表示数字音频输入和输出。

第5部分 附录C

(规范)

同轴传输

本节规定的参数适用于将平衡设备调配至铜轴线缆的电路。其它标准在按照ITU-R BS.647建议书使用传统视频设备时，数字要求更加严格，而在消费设备使用屏蔽音频线缆短程连接时（IEC 60958-3），数字要求不太严格。

1 行驱动器特性

1.1 概述

传输前不允许进行均衡。

注 1 – 行驱动器（亦称为发生器或发射机）规范与ITU-R BS.647建议书提到的平衡电气规范完全不同，它以不平衡的铜轴线缆传输为基础，与常规专业视频做法一致。

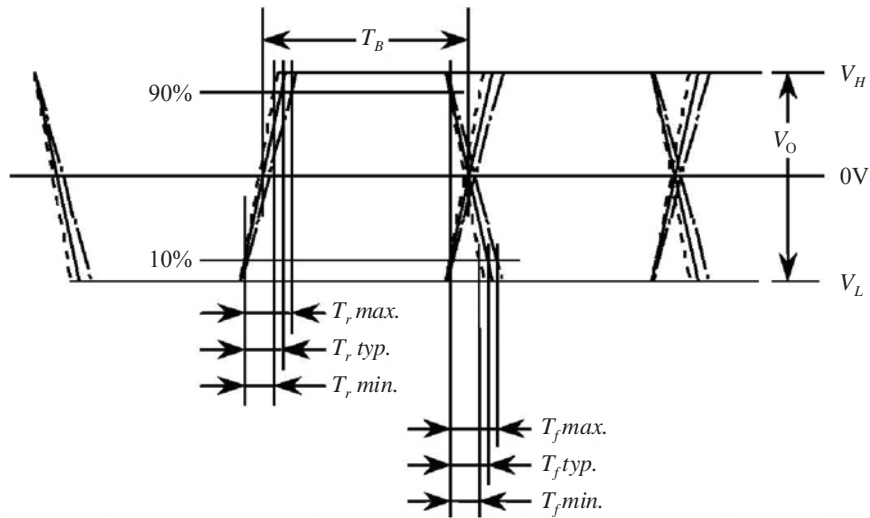
1.2 输出阻抗

行驱动器应具有不平衡的输出电路，信源阻抗为75 Ω ，回程损耗在从0.1 MHz到帧速率128倍的频率范围内（在48 kHz时为6.0 MHz）好于15 dB。

1.3 信号特性

在测量连接至输出终端的电阻时，输出信号特性如图14和表5所示。电阻值应为75 Ω ，相对容限为 $\pm 1\%$ 。

图 14
输出信号波形



BS.647-14

表 5
输出信号特性

参数	符号	最小	典型	最大	单位
输出电压	$V_O = V_H - V_L$	0.8	1.0	1.2	V
DC偏移	$ V_H + V_L $	–	–	< 50	mV
上升时间	T_r	0.185 (30 ns)	0.225 (37 ns)	0.27 (44 ns)	UI 注 6
下降时间	T_f	0.185 (30 ns)	0.225 (37 ns)	0.27 (44 ns)	UI 注 6
位宽度	T_B	–	1 (163 ns)	–	UI 注 1、6

注 1 – 等于 $1/(128 \times \text{帧速率})$ 。

注 2 – 输出电压与典型的模拟视频信号类似。

注 3 – 较小的DC偏差为远程传输提供更好的结果。

注 4 – 选择上升和下降时间的最低值限制输出信号的宽度。当此数字音频信号馈入常规模拟视频分布放大器 (VDA) 时, 该规范防止由模拟VDA有限带宽造成的不必要信号相位畸变。高帧速率意味着无相位畸变的高视频带宽。以更低的速率运行可改进接收信号眼图, 但可能在发射机端增加EMC。应谨慎从事以满足各地有关EMC的规定。

注 5 – 选择上升和下降时间的最大值, 考虑到长距离 (1 000米) 传输的愿望。

注 6 – (括号) 中的数字代表帧速率为 48 kHz 的时间值。

2 铜轴电缆特性

互连电缆应为铜轴电缆，特性阻抗为 $75\ \Omega \pm 3\ \Omega$ ，频率范围从0.1 MHz到 $128 \times$ 帧速率（48 kHz是为6.0 MHz）。屏蔽应良好。

3 行接收机特性

3.1 概述

接收机端可使用均衡。

注1 – 所接收的信号完整性取决于终接线缆端的信号条件和接收机特性。接收机诸如门限电平、滞后水平、输入灵敏度等特性取决于应用情况。应用部分是由传输距离、所使用的线缆、所要求的噪声余量和恢复电路下游性能决定的。如目标是在各种条件下保护信号的完整性，使其在各种情况下保持一致，优等接收机的要求在各种情况下各不相同。因此，本文件仅规定了最低要求，而没有规定每个接收机的特性。

3.2 终接阻抗

终接阻抗是线缆接插件的阻抗为 $75\ \Omega$ ，回程损耗为15 dB左右，频率范围从0.1至 $128 \times$ 帧速率（48 kHz时为6.0 MHz）。

3.3 最大输入信号

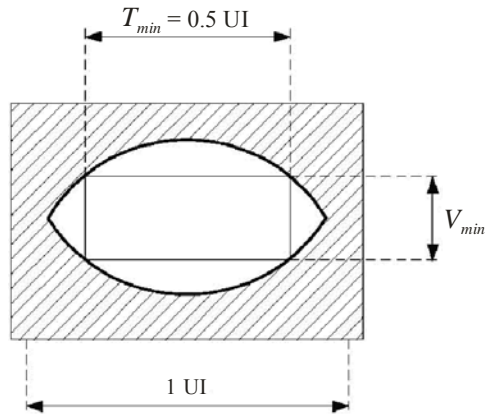
接收机在直接连接至在第1.3段规定的极端电压限值内工作的行驱动器时应正确解释数据。

3.4 最小输入信号

当输入接插件的随机信号产生以320 mV的 V_{min} 和0.5 UI的 T_{min} 为特征的眼图时，接收机正确解释数据（见图15）。

图 15

眼图，铜轴接收机



$$T_{min} = 0.5 UI$$

$$V_{min} = 320 \text{ mV}$$

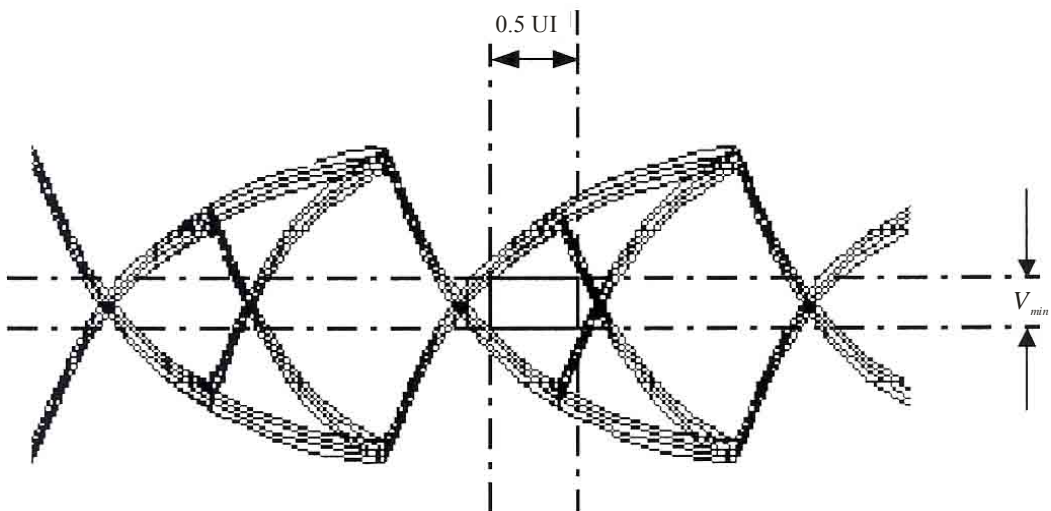
BS.647-15

注 1 – 该规范等同于铜轴电缆接收机端终接的BNC接插件最小信号规范。规范的目的是保持与符合第5部分附录B的现有设备的兼容性，即电阻板或阻抗转换器使BNC（75 Ω）接插件适用于第5部分附录B所述XLR类型接插件（110 Ω）。该转换器用于将不平衡铜轴与平衡的ITU-R BS.647输入相连接。

注 2 – 对于1 000米以上的传输，测试发现，有必要显示可以可靠地使用以30 mV的 V_{min} 为特征的输入信号眼图工作的高敏感度接收机，见图16。

图 16

长途传输的眼图



BS.647-16

4 接插件

该接插件应具有符合IEC 61169-8 (2007-2) 第8部分所述BNC类型的机械特性。
