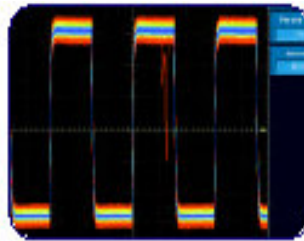


▶ ITU656 标准——
接口标准



目录

数字电视基础标准介绍之二.....	2
(ITU656 标准).....	2
第一部分 GB/T17953-2000 主要讲述的几个问题.....	2
附录 A	14
有关在 625 行电视系统中使用的数字电视信号接口的注释	14
第二部分 最新国际标准 BT.656-4 与 GB/T17953 在内容上的差别.....	15
第三部分 国际标准 ITU-R BT.656-4 建议书	17
第四部分 比特串行接口	27
附件 1.....	32
有关 525 行和 625 行电视系统数字视频信号接口的注释.....	32

数字电视基础标准介绍之二 (ITU656 标准)

ITU-R BT.656-4 “工作在 ITU-R BT.601(部分 A)的 4:2:2 级别上的 525 行和 625 行电视系统中的数字分量视频信号的接口”是数字电视继 BT.601 又一最基础的标准。2000 年我国根据相应的国际标准,制定了我们的国家标准。那就是 GB/T17953-2000 “4:2:2 数字分量图像信号的接口”。它是根据国际标准 ITU-R BT.656-4 制定的。于 2000 年 8 月 1 日开始正式实施。

这本资料共分三大部分。第一部分介绍 GB/T17953-2000 “4:2:2 数字分量图像信号的接口”主要讲述的几个问题。第二部分介绍最新的国际标准 ITU-R BT.656-4 与 GB/T17953-2000 在内容上的差别。第三部分将最新的国际标准 ITU-R BT.656-4 提供给大家,以作参考。

第一部分 GB/T17953-2000 主要讲述的几个问题

GB/T17953-2000 是个“接口”标准。那么,什么是“接口”呢?在 ITU-R BT.656-4 标准中给“接口”下了简明的定义。接口就是两台设备或两个系统间相互连接的规范。这种规范包括互连电路的类型、参数和功能,以及由这些电路交换的信号的类型和形式。并行接口是把数据字的每个比特通过分离的通道同时传送的接口。而串行接口是把一个数据字(和相继数据字)的每个比特通过单一通道顺序传送的接口。

具体地说,在电视节目制作和编辑的各个环节,采用了大量数字视频设备,它们在使用中需要相互连接。在演播室和电视中心的内部多采用 75Ω 同轴电缆连接不同的数字电视设备。但在更长距离的情况下,要采用光缆传送数字电视编码信号。

在采用电缆连接不同数字电视设备时,又有两种接口方法,一种是 8 比特(或 10 比特)的数字电视信号并行传送,这就需要用多芯电缆将各个比特位通过自己的专用导线对传送。另一种方法是将数字电视编码信号顺序串行传送。

不管采用什么方式,所传送信号的内容,包括视频信号、定时基准信号和辅助数据,以及编码方法都是共同的。

GB/T17953-2000 首先确定了“接口的公共信号格式”,然后依次规定了“比特并行接口”和“比特串行接口”的电参数及其机械连接方法。GB/T14857-93 是 GB/T17953-2000 4:2:2 数字分量图像信号的接口标准的基准,而后者又是前者实际实施的保证。

GB/T17953-2000 规定并适用于工作在 GB/T14857 “演播室数字电视编码参数规范”的 4:2:2 模式的 625 行电视系统的数字分量视频信号的接口。

一、接口的公共信号格式

在接口的通用信号格式中,规定了视频数据的编码特性、视频数据格式、接口信号结构、图像定时基准码(SAV、EAV)、辅助数据和消隐期间的数据字等问题。

1. 视频数据的编码特性

在 GB/T14857-93 演播室数字电视编码参数规范(ITU-R BT.601)中,规定了数字视频编码的主要参数,但它还不够完全。如,GB/T14857-93 只规定了数字行消隐期的位置,而没有规定数字场消隐是从那行开始到那行结束。这恰恰是 GB/T17953-2000(ITU-R BT.656-4)所包含的内容。GB/T17953-2000 规定:V-数字场消隐,在第一场是从第 624 行开始(V=1),到第 23 行结束(V=0)。但要特别注意:第 23 行(V=0)已在场的正程,而不在场消隐期内。所以在 625 行系统,第一场的数字场消隐期共有 24 行,而在模拟视频信号中,场消隐期为 25 行。第二场的数字场消隐期是从第 311 行开始(V=1),在第 336 行结束(V=0)。同样,第 336 行也在场正程,而不在场消隐期内。但在第二

场中,数字场消隐期的总行数为 25 行。这就是说,第二场的数字场消隐期,起始行号、结束的行号以及消隐期的总行数(第二场)与模拟视频第二场的消隐期完全相同。至于 F-数字场识别,第一场 $F=0$,从第一行到第 312 行;第二场 $F=1$,从第 313 行到第 625 行。第一场共 312 行而第二场为 313 行。对于模拟视频来说,第一场和第二场的总行数都是 312.5 行。

场消隐和场识别定义的具体内容见表 1。

表 1 场消隐和场识别定义

V—数字场消隐	
第一场起始($V=1$)	第 624 行
第一场结束($V=0$)	第 23 行
第二场起始($V=1$)	第 311 行
第二场结束($V=0$)	第 336 行
F—数字场识别	
第一场 $F=0$	第 1 行
第二场 $F=1$	第 313 行

这里要特别注意,信号 F 和 V 与位于数字行开始的有效视频定时基准码的尾部同步改变状态。也就是说, V 在数字场消隐开始由 0 变到 1,在场消隐结束由 1 到 0; F 在数字第一场开始由 1 变到 0 或在数字第二场开始由 0 变为 1 都要与位于数字行开始处的 EAV(有效视频结束)中的定时基准码的尾部同步改变状态。进一步说,在 V 和 F 改变状态时, H 和后面的保护比特 P_0 、 P_1 、 P_2 、 P_3 也同步改变状态。

2. 视频数据格式

8 个最高有效位都是 1 或都是 0 的数据字用于数据识别,所以在 256 个 8 比特字中只有 254 个字(或在 1024 个 10 比特字中的 1016 个字)可用于表示信号值。这与 GB/T14857-93 中的规定完全一致。在 GB/T14857-93 的码字用法中规定:0 和 255 两个量化级专用于同步。量化级 1~254 用于视频信号。

视频数据字以 27 兆字/秒的速率复用传送,其顺序是:

$$C_B、Y、C_R、Y、C_B、Y、C_R\dots\dots。$$

其中字序列 C_B 、 Y 、 C_R 是共位的亮度和色差取样,也就是它们出自于同一个取样点。紧接着的 Y 字对应于下一个亮度取样。

3. 接口信号结构

图 1 示出视频取样数据如何加到接口数据流中。图 1 中的取样标识符号与 GB/T14857 中的规定完全一致。模拟信号的行基准点 O_H 对应于数字行亮度信号的第 732 个取样点和色度信号的第 366 个取样。数字有效行的最后一个完整取样点对应于 C_B359 、 $Y718$ 、 C_R359 序列。数字有效行的第一个取样点对应于 C_B0 、 $Y0$ 、 C_R0 序列。 $Y719$ 后是四个码字的定时基准信号 EAV 。而 C_B0 前是定时基准信号 SAV 。首尾包括 EAV 和 SAV 在内的区间为数字行消隐期。数字行的正程由 C_B0 、 $Y0$ 、 C_R0 序列开始到 $Y719$ 结束。数字视频整行由 EAV 开始到 $Y719$ 结束。

图 1 接口数据流的构成(本文中的图都附于资料后)

4. 视频定时基准码(SAV 、 EAV)

SAV 和 EVA 是两个定时基准信号。 SAV 是 Start of Active Video 的缩写,意为有效视频起始,而 EAV 是 End of Active Video 的缩写,表示有效视频结尾。 SAV 在每个视频数据块的前面,并紧接着视频数据块。它标志着视频数据块由它后面开始。 EAV 在每个视频数据块的后面。它表示视频数据块在它前面结束,也就是表明数字有效行取样已经结束。

SAV 和 EAV 两个定时基准信号都由四个字序列组成。其格式为 FF 00 00 XY,数值以十六进制记数法表示。头三个字 FF 00 00 是固定前缀。

第四个字 XY 给出两场识别(F)、场消隐状态(V)和行消隐状态(H)等信息。FF 和 00 值仅用于时间基准信号。定时基准信号的比特分配示于表 2。

表 2 视频定时基准码

数据比特编号	第一字(FF)	第二字(00)	第三字(00)	第四字(XY)
9 (MSB)	1	0	0	1
8	1	0	0	F
7	1	0	0	V
6	1	0	0	H
5	1	0	0	P ₃
4	1	0	0	P ₂
3	1	0	0	P ₁
2	1	0	0	P ₀
1	1	0	0	0
0	1	0	0	0

F=0 表示在第一场

F=1 表示在第二场

V=0 表示在场正程

V=1 表示在场消隐期

H=0 表示有效视频起始(SAV)

H=1 表示有效视频结尾(EAV)

P₀、P₁、P₂、P₃ 为保护比特(见表 3)

MSB 为 Most Significant Bit 的缩写,表示最高有效位。

表 1 中的值对应于 10 比特接口。为与 8 比特接口兼容,D₁ 和 D₀ 比特值未作规定。

在表 1 中规定了 V 和 F 比特在数字视频场消隐期和场正程以及在第一场和第二场的状态。保护比特 P₀、P₁、P₂、P₃ 的比特状态取决于 F、V、H 的比特状态,如表 3 所示。在接收器中,这种安排允许校正 1 比特误码和检出 2 比特误码。

表 3:保护比特

F	V	H	P ₃	P ₂	P ₁	P ₀
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	1	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	0	0	1

5. 辅助数据

辅助数据应当符合我国有关标准。在国际上应符合 ITU-R BT.1364 建议书。有关内容将在后续的资料中介绍。

6. 消隐期中的数据字

出现在数字消隐期间,而又不是用于时间基准码或辅助数据的数据字应填充相应于 C_B、Y、C_R、Y 信号的消隐电平 的 80.0_h、10.0_h、80.0_h、10.0_h.....序列到复用数据中的合适位置。

二、比特并行接口

在比特并行接口这一部分将介绍对并行接口的一般描述、数据格式、时钟信号、接口的电气特性及对接插件的机械详细说明等问题。

1. 对并行接口的一般描述

描述视频信号的数字码字的各个比特用并行的 8 对(可选 10 对)导线传送,每对线载有每个分量信号 C_B、Y、C_R、Y 相同有效位的比特复用数据流。辅助数据也用这 8 对线传输。辅助数据是在消隐期间以时分复用方式加到数据流中。另外一对导线提供 27MHz 的同步时钟。

接口上的信号用平衡导线对传送。不加均衡时,所用电缆的长度可达 50 米(近似于 160 英尺);而采用合适的均衡时,电缆长度可达 200 米(约为 650 英尺)。

设备间的并行连接采用带有锁定装置的 25 芯 D 型接插件。为方便起见,数据字的各比特被赋予 DAT0 到 DAT9 的名字。全字以 DATA(0~9)表示。DATA9 是最高有效位。8 比特数据字占用 DATA(2~9)。视频数据以 NRZ(Non-Return to Zero 非归零信号)方式按数据块实时传送,而不加缓冲器。每个数据块的数据包含一个有效电视行。

2. 并行接口数据格式

并行接口载有 8 个(可选 10 个)并行数据比特形式的数据和一路分开的同步时钟。数据以 NRZ(非归零信号)方式编码。

3. 时钟信号

时钟信号是 27MHz 方波,0 到 1 的跳变瞬间代表数据传送时刻。时钟信号脉冲宽度为 $18.5 \pm 3\text{ns}$,对其抖动指标的要求是与整个一场的平均周期的偏离应小于 3ns。这个抖动指标仅适用于有效并行接口,而不适合于数模转换或并串转换的时钟定时。

下面介绍一下时钟与数据间的定时关系:时钟信号的正向跳变(0 到 1)瞬间应发生在两次数据跳变的中间时刻,如图 2 所示。

图 2 时钟—数据定时(在信号源端)

时钟周期: $T=1/1728f_H=37\text{ns}$

时钟脉冲宽度: $t=18.5 \pm 3\text{ns}$

数据定时—发端: $t_d=18.5 \pm 3\text{ns}$

f_H :行频

这里要特别指出:GB/T17953-2000 中的图 2 画得不够确切。数据的定时基准(两次数据跳变的中间时刻)应对准时钟信号正向跳变的

50%电平处,而不应是图 2 中所示的对应于正向跳变的终点。在 ITU-R BT.656-4 中给出了正确的图示。

4. 并行接口的电气特性

每个线路驱动器发端都有一路平衡输出,而相应的线路接收器收端也都有一路平衡输入(如图 3 所示)。虽然没有规定采用 ECL 技术,但是线路驱动器和接收器必须是 ECL 兼容的。即它们必须容许驱动器或接收器采用 ECL。要特别指出:所有数字信号的时间间隔都在半幅点间测得。如图 3 所示,线路驱动器的 A 端相对于 B 端为正时,对应于二进制“1”;而 A 端对 B 端为负时,对应于二进制“0”。

图 3 线路驱动器和接收器的连接

线路驱动器特性(发端):

输出阻抗:最大 110Ω 。

共模电压: $-1.29V \pm 15\%$ (两端都相对于地)

信号幅度: $0.8 \sim 2.0V_{p-p}$,在 110Ω 电阻性负载上测量。

上升和下降时间:小于 $5ns$,在 20%和 80%幅度点间测量,负载电阻 110Ω 。上升和下降时间差不得超过 $2ns$ 。

线路接收器特性(收端)

输入阻抗: $110\Omega \pm 10\Omega$ 。

最大输入信号: $2.0V_{p-p}$ 。

最小输入信号: $185mV_{p-p}$

然而,当随机数据信号在数据检测点上呈现如图 4 中眼图所示的状态时,线路接收器必须仍能正确读出二进制数据。

最大共模信号: $\pm 0.5V$,包括 0 到 $15kHz$ 范围内的干扰(两端对地)。

微分时延:当时钟对数据的微分时延在 $\pm 11ns$ 范围内时(见图 4),数据必须能被正确读出。

图 4 相对于最小输入信号电平的理想眼图

在眼图中,数据一定能正确检出的窗口宽度包括 $\pm 3\text{ns}$ 的时钟抖动, $\pm 3\text{ns}$ 的数据定时以及 $\pm 5\text{ns}$ 的电缆对之间的时延差。

5. 并行接口接插件的机械部分

并行接口所用电缆插头上的两个 UNC4-40 螺钉与插座锁在一起。螺钉穿进安装在设备插座的螺母锁孔。电缆接插件使用针形插头,而设备接插件采用针孔插座。连接电缆及其接插件必须加以屏蔽。电缆屏蔽(触点 13)用于控制电缆的电磁辐射。要求触点 13 在两端都对机架地高频导通,另外在发端还要对机架地直流导通。

表 4 接点安排

接点	信号线	接点	信号线
1	时钟	14	返回时钟
2	系统地 A	15	系统地 B
3	数据 9(MSB)	16	返回数据 9
4	数据 8	17	返回数据 8
5	数据 7	18	返回数据 7
6	数据 6	19	返回数据 6
7	数据 5	20	返回数据 5
8	数据 4	21	返回数据 4
9	数据 3	22	返回数据 3
10	数据 2	23	返回数据 2
11	数据 1	24	返回数据 1
12	数据 0	25	返回数据 0
13	电缆屏蔽		

三、比特串行接口

在比特串行接口这部分将介绍串行接口的一般概念、编码(扰码)问题、数据字传送顺序、逻辑约定、传输媒介、串行接口的电气特性等。

比特串行接口是将 10 比特字的复用数据流以比特串行形式通过单一通道传送。在传送之前,要进行附加编码以实现频谱成形、字节同步并有利于时钟恢复。

串行比特数据流的编码采用生成多项式 $G1(x) \times G2(x)$ 对未编码的串行比特流加扰。式中:

$G1(x) = X^9 + X^4 + 1$ 产生加扰的 NRZ(非归零)信号

$G2(x) = X + 1$ 产生无极性的 NRZI(变形非归零)序列。

在串行接口方式,对每个数据码字先传送 10 比特字的最低有效位。信号以 NRZI 形式传送,与它的比特极性无关。比特串行数据流可用同轴电缆或以光纤为载体传送。

下面介绍一下串行接口的电气特性:

1. 线路驱动器特性(源端)

(1) 输出阻抗:

线路驱动器为不平衡输出,源阻抗为 75Ω 。在 5~270MHz 频率范围内反射损耗不小于 15dB。

(2) 信号幅度

在不接任何传输线的输出端跨接的 75Ω 电阻负载上测得的峰峰信号幅度在 $800\text{mV} \pm 10\%$ 之间。

(3) 直流偏移

与信号幅度中点为基准的直流偏移在 +0.5V 到 -0.5V 之间。

(4) 上升和下降时间

上升和下降时间由 20% 和 80% 幅度点间确定,并且在直接连到输出端的 75Ω 电阻负载上测量。其值应在 0.75 到 1.50ns 之间。上升和下降时间相差不应超过 0.50ns。

(5) 输出抖动

对线路驱动器的输出抖动特性规定如下:

$$\begin{aligned} f_1 &= 10\text{Hz} \\ f_3 &= 100\text{kHz} \\ f_4 &= 1/10 \text{ 时钟速率} \\ A_1 &= 0.2\text{UI} \\ A_2 &= 0.2\text{UI} \end{aligned}$$

UI 为单位间隔,是抖动测量单位。1UI 和 0.2UI 分别对应于 3.7ns 和 0.74ns。在其它规范中常采用 0.2UI 的定时抖动,正在考虑将定时抖动定为 1UI。

在 ITU-R BT.1363 “符合 ITU-R BT.656、BT.799 及 BT.1120 建议书的串行信号测量中使用的抖动技术规范及抖动测量方法”中给出了“固有和输出抖动通带”的有关规定。如图 5 所示。

图 5 固有和输出抖动通带

f_1 为定时抖动通频带的低端频率,一般为 10Hz。 f_3 为校正抖动 (Alignment jitter) 通频带的低端频率,它应在 1kHz~100kHz 之间。在 ITU-R BT.656-4 及 GB/T17953-2000 中, f_3 规定为 100kHz。 f_4 为定时抖动和校正抖动通频带的高端频率, $f_4=1/10$ 时钟速率。

$f_1 \sim f_4$ 形成定时抖动测量通频带。在这一通带内,容许的最大峰-峰抖动规定为 A_1 。 $f_3 \sim f_4$ 形成校正抖动测量通频带。通带内容许的最大峰-峰抖动规定为 A_2 。 A_1 、 A_2 的单位为 UI(单位间隔)。

2. 线路接收器特性(收端)

(1) 终接阻抗

电缆终接 75Ω,在 5~270MHz 频率范围内反射损耗至少为 15dB。

(2) 接收器灵敏度

当线路接收器连接到在允许的极限信号幅度限值下工作的线路驱动器,或通过一个在 270MHz 有 40dB 损耗,其损耗特性为 $1/\sqrt{f}$ 的电缆连接时,线路接收器都必须能够正确读出随机二进制数据。

(3) 干扰抑制

当直接连到工作在规定的最下限信号幅度的线路驱动器时,线路接收器必须在叠加以下电平干扰信号时也能正确读出二进制数据:

直流: $\pm 2.5V$

1kHz 以下: 2.5Vp-p

1kHz~5MHz: 100mVp-p

5MHz 以上: 40mVp-p

(4) 输入抖动

需要规定输入抖动容限。输入抖动用短电缆(2 米)测量。

在 ITU-R BT.1363 “符合 ITU-R BT.656、BT.799 及 BT.1120 建议书的串行信号测量中使用的抖动技术规范及抖动测量方法”中,对“输入抖动容限进行了描述”。

输入抖动容限是随频率变化的正弦抖动的峰-峰幅度,当把它加到设备输入端时使差错性能发生规定的劣化。对输入抖动容限的要求用抖动模板(如图 6 所示)来规定,它覆盖要考核的整个频率范围。该模板表示设备不造成差错性能发生规定劣化而必须接受的抖动最小量。满足抖动容限要求的设备必须具有大于该要求的实际抖动容限(如图 7 所示)。

图 6 输入抖动容限模板

图 7 抖动容限规范及顺应的(实际的)抖动容限

频带 $f_1 \sim f_2$ 形成低频抖动容限通频带。在这一通频带内,至少应该容许 $A_1 UI$ 的峰-峰正弦抖动而不超过规定的差错准则。

频带 $f_3 \sim f_4$ 形成高频抖动容限通频带。在这一通频带内,至少应该容许 $A_2 UI$ 的峰-峰正弦抖动而不超过规定的差错准则。

在 f_2 与 f_3 之间抖动容限要求的斜率应该是每 10 倍频 -20dB。 f_2 与 f_3 的关系为： $f_2=f_3/(A_1/A_2)$ 。

3. 电缆和接插件

所选电缆应符合电磁辐射方面有关标准的规定。所用电缆应有 75Ω 的标称特性阻抗。接插件应有符合标准 BNC 型的机械特性(IEC 出版物 169-8),其电气性能应允许它用于频率高达 850MHz 的 75Ω 电路。

附录 A

有关在 625 行电视系统中使用的数字电视 信号接口的注释

A₁ 并行接口

在时钟信号适当编码,如采用交替奇偶校验(AP)编码的情况下,已经证明可通过减小电缆衰减来加大互连距离。为使较长的互连链路正常工作,线路接收器要包含均衡部分。在使用均衡时,它要符合图 8 的标称特性。这个特性允许工作的电缆长度范围小到零。线路接收器必须满足最大输入信号(2.0Vp-p)条件。

图 8 线路接收器小信号均衡特性

A₂ 串行接口

进行信号传输可采用同轴电缆的电形式,也可采用光纤的光形式。中等长度的连接应当优选同轴电缆,而对很长的连接距离应优选光纤。

可以组成一个系统,以检测出现在接收端的误码,这样就能自动监视它的性能。

在一个完整的数字设备和系统中,对于所有的互连,有用的是与信息内容无关的任何适当的数据流都是透明的、这样,虽然接口是用于

传送视频信号,但对于信息内容它应当是“透明的”,即它不应基于它所工作的已知信息本身的结构。

第二部分 最新国际标准 BT.656-4 与 GB/T17953 在内容上的差别

GB/T17953-2000 与 ITU-R BT.656-4 在内容上基本一致。但应该说,ITU-R BT.656-4 比 GB/T17953-2000 在内容上更加全面。如 ITU-R BT.656-4 不仅适用于 625 行系统也适用于 525 行系统。ITU-R BT.656-4 对光接口特性也进行了描述等。

一、ITU-R BT.656-4 适用于 625 行和 525 行两个系统

因我国采用 625 行标准,所以在 GB/T17953-2000 中只规定了 625 行的有关参数。而 ITU-R BT.656-4 则包括了 625 行和 525 行两种国际上通用的标准。

两者的差别主要在视频编码特性的“场消隐和场识别定义”上,如 ITU-R BT.656-4 中的表 1 和图 1 所示。

从 ITU-R BT.656-4 标准的表 1 中可以看出:V-数字场消隐,在第一场对 625 行系统是从第 624 行开始(V=1)到第 23 行结束(V=0);而对 525 行系统则从第 1 行开始(V=1)到第 20 行结束(V=0)。在第二场对 625 行系统是从第 311 行开始(V=1)到第 336 行结束(V=0)。而对于 525 行系统则从第 264 行开始到第 283 行结束。至于 F-数字场识别,对 625 行系统,第一场 F=0 是从第 1 行到第 312 行,第二场 F=1 是从第 313 行到 625 行。而对于 525 行系统则是第一场 F=0,从第 4 行到第 265 行,第二场 F=1 是从第 266 行到第 3 行。

从 ITU-R BT.656-4 标准的“图 1 接口数据流的构成”可以看到:对 625 行系统,模拟信号的行基准点 O_H 对应于数字行亮度信号的第 732 个取样点和色度信号的第 366 个取样。而对于 525 行系统, O_H 对应于数字行亮度信号的第 736 个取样和色度信号的第 368 个取样。

当然,整行的亮度取样,对 625 行系统是从 0 到 863 共 864 个亮度取样点。而对于 525 行系统,整行的亮度取样是从 0 到 857 共 858 个亮度取样点。

二、GB/T17953-2000 “时钟与数据定时关系”图不够确切

数据定时基准(两次数据跳变的中间时刻)应对准时钟信号正向跳变的 50%电平处,而不应是 GB/T17953-2000 图 2 中所示的对应于正向跳变的终点。在 ITU-R BT.656-4 的图 2 中给出了正确的图示。

三、在 ITU-R BT.656-4 中给出了光接口的有关特性

在 GB/T17953-2000 中,光接口特性:待定。而在 ITU-R BT.656-4 中指出:光接口特性的规范应遵照 ITU-R BT.1367 建议书的一般规则(符合 ITU-R BT.656、ITU-R BT.799 和 ITU-R BT.1120 建议书信号的串行数字光纤传输系统。

必须满足下列指标要求:

上升和下降时间: $< 1.5\text{ns}(20\% \text{到 } 80\%)$

输出抖动: $f_1=10\text{Hz}$

$f_3=100\text{kHz}$

$f_4=1/10$ 时钟速率

$A_1=0.135\text{UI}(\text{UI:单位间隔})$

$A_2=0.135\text{UI}$

另外,还需要规定输入抖动。输入抖动用 2 米短电缆测量。

四、在 ITU-R BT.656-4 中,专门提出了“对其它业务的干扰”问题

在 ITU-R BT.656-4 的并行接口接插件的机械说明和串行接口用电缆的要求中,都提到了避免对其它设备业务干扰的问题。在它的附件 1 中,专门论述了“对其它业务的干扰”问题。

在处理和传输数字数据,如高数据率的数字视频信号时,会产生可能引起串扰或干扰的宽能量谱。特别要注意的是:在建议书 ITU-R

BT.601(部分 A)中规定的 13.5MHz 取样频率(标称值)的第 9 次和第 18 次谐波落在 121.5MHz 和 243MHz 的导航应急频道上,因此,在设计和使用接口时,必须采取适当的预防措施以保证这些频率不受干扰。从数字数据处理设备中辐射的信号所允许的最大电平是各个国家标准和国际标准所要研究的一个问题。还要注意,在 CISPR 建议书“信息技术设备 — 干扰的限定值和测量方法” CISPR/B(中央办公室)文件 16 中给出了这种有关设备的辐射电平。

在比特并行接口情况下,加拿大广播公司(CBC)进行的工作表明,利用正确的电缆屏蔽,估计不会有对其它业务的干扰问题。辐射电平应符合表 5 中给出的限值。这些限值与美国 FFC(美国联邦通信委员会)的限值相同。

表 5 寄生辐射限值

频率(MHz)	在 30 米处的最大场强 (dB μ V/m)
30~88	30
88~216	50
216~1000	70

光纤传输消除了由电缆传输产生的辐射,并且还防止了传导共模辐射,但同轴电缆的性能目前也可做到近乎完善。人们确信各种辐射的大部分来自两种方法共有的处理逻辑电路和大功率驱动器。由于数字信号的宽频带和随机性,通过频率优化对防止干扰不会有什么改善。保证数字信号辐射干扰达到可接受的低电平的实用方法,还需要进一步研究。

第三部分 国际标准 ITU-R BT.656-4 建议书

Rec.ITU-R BT.656-4
建议书 ITU-R BT.656-4

工作在建议书 ITU-R BT.601(部分 A)的 4:2:2 级别上的 525 行和 625 行电视系统的数字分量视频信号的接口(课题 ITU-R 65/11) ITU(国际电信联盟)无线电通信委员会,考虑到

- a)对于电视广播机构和节目制作者,在数字演播室标准方面,有最多个数的重要参数值共用于 525 行和 625 行系统,有明显的好处;
- b)一种世界范围兼容的数字方法会使设备的开发具有许多共同特点,运行会更经济,并便于国际间的节目交换;
- c)为实现上述目标,已经以 ITU-R BT.601 建议书的形式对数字电视演播室的基本编码参数达成了协议;
- d)ITU-R BT.601 建议书的实际实施要求规定接口和通过接口的数据流的细节;
- e)这些接口在 525 行和 625 行两种型式之间应该具有最大的共性;
- f)在 ITU-R BT.601 建议书的实际实施中,希望对接口的串行和并行两种方式都做出规定;
- g)这些接口所产生的数字电视信号有可能是对其它业务的潜在干扰源,必须对无线电规则(RR)No.964 给予应有的注意。

建议

在电视演播室里需要 ITU-R BT.601(部分 A)建议书中所描述的分量编码数字视频信号接口的地方,这些接口和通过它们的数据流应符合规定比特—并行和比特—串行实施的如下描述。

5. 引言

本建议书描述工作在 525 行和 625 行标准并遵守 ITU-R BT.601 建议书(部分 A)中所规定的 4:2:2 编码参数的数字电视设备的互连方法。

第一部分描述两种接口通用的信号格式。

第二部分描述比特并行接口的专用特性。

第三部分描述比特串行接口的专用特性。

补充信息在附件 1 中。

Rec.ITU-R BT.656-4

第一部分

接口的通用信号格式

1. 接口的一般描述

接口在单一源和单一受体间提供单向互连。

并行和串行接口的通用信号格式在第 2 节中描述。

数据信号是 8 比特或可选 10 比特字编码的二进制信息型式。这些信号是：

- 视频信号；
- 定时基准信号；
- 辅助信号。

注 1 — 在本建议书中,数字字的大小以十进制和十六进制两种形式表示。为避免在 8 比特和 10 比特的表示方法之间造成混淆,把 8 个最高有效位看作整数部分,而如果存在另外两个比特,则被看作小数部分。

例如,比特样本 10010001 将表示为 145_d 或 91_h ,而样本 1001000101 被表示为 145.25_d 或 91.4_h 。在没有示出小数的地方,应假定有二进制 00。

8 比特字占据一个 10 比特字左边的最高有效位,即比特 9 到比特 2。在这里比特 9 是最高有效位。

2. 视频数据

2.1 编码特性

视频数据应符合建议书 ITU-R BT.601 部分 A 和示于表 1 的场消隐的定义。

表 1 场间隔定义

		625	525
第一场	V—数字场消隐 开始 (V=1)	第 624 行	第 1 行
	结束 (V=0)	第 23 行	第 20 行
第二场	V—数字场消隐 开始 (V=1)	第 311 行	第 264 行
	结束 (V=0)	第 336 行	第 283 行
F—数字场识别			
	第一场 F=0	第 1 行 第 313 行	第 4 行 第 266 行
	第二场 F=1		

注 1—信号 F 和 V 与位于数字行开始的有效视频定时基准码的尾部同步改变状态。

注 2—行编号的定义见 ITU-R BT.470 建议书。注意数字行编号如在建议书 ITU-R BT.601(部分 A)中描述的,在 O_H 之前改变状态。

注 3—设计者应当注意到符合本建议书原来版本的某些设备,对 525 行 V—比特“1”和“0”的转变可能未必发生在 20(283)行。

2.2 视频数据格式

8 个最高有效位都是 1 或都是 0 的数据字留作数据识别用,所以在 256 个 8 比特字中只有 254 个字(或在 1024 个 10 比特字中的 1016 个字)可用于表示信号值。

视频数据字以 27Mword/s(兆字/秒)复用传送,其顺序是:

$$C_B, Y, C_R, Y, C_B, Y, C_R, \dots \circ$$

其中字序列 C_B, Y, C_R , 是共位的亮度和色差取样,紧接着的 Y 字对应于下一个亮度取样。

2.3 接口信号结构

图 1 示出视频取样数据如何加到接口数据流中。图 1 中的取样标识符号符合建议书 ITU-R BT.601(部分 A)的标识符号。

图 1 接口数据流的组成(本文中的图附于资料后)

注 1— 括号中的取样标识编号对应于 625 行系统,它们不同于 525 行系统(也可参见 ITU-R BT.803 建议书)。

2.4 视频定时基准码(SAV、EAV)

有两个定时基准信号,一个在每个视频数据块的开始(有效视频开始,SAV),另一个在每个视频数据块结束(有效视频结束,EAV),如图 1 所示。

每个定时基准信号由 4 字序列组成,其格式如下:FF 00 00 XY。(数值以十六进制记数法表示。FF 00 值留用于时间基准信号。)头三个字是固定前缀。第 4 个字包含定义两场识别、场消隐状态和行消隐状态等信息。定时基准信号内的比特分配示于表 2。

表 2 视频定时基准码

数据比特编号	第一字(FF)	第二字(00)	第三字(00)	第四字(XY)
9 (MSB)	1	0	0	1
8	1	0	0	F
7	1	0	0	V
6	1	0	0	H
5	1	0	0	P ₃
4	1	0	0	P ₂
3	1	0	0	P ₁

2	1	0	0	P ₀
1	1	0	0	0
0	1	0	0	0

注 1 — 示出的值是 10 比特接口的建议值。

注 2 — 为了与已存在的 8 比特接口兼容, D₁ 和 D₀ 比特值未规定。

F=0 第一场期间

F=1 第二场期间

V=0 其它处

V=1 场消隐期间

H=0 有效视频开始(SAV)

H=1 有效视频结束(EAV)

P₀、P₁、P₂、P₃:保护比特(见表 3)

MSB:最高有效位

表 1 规定 V 和 F 比特的状态。

P₀、P₁、P₂、P₃ 比特具有的状态取决于示于表 3 的 F、V 和 H 的状态。在接收器中,这种排列容许校正 1 比特误码和检出 2 比特误码。

表 3 保护比特

F	V	H	P ₃	P ₂	P ₁	P ₀
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	1	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	0	0	1

2.5 辅助数据

辅助信号应符合建议书 ITU-R BT.1364。

2.6 消隐期间的数据字

出现在数字消隐期间的不是用于时间基准码或辅助数据的数据字被填充相应于 C_B, Y, C_R, Y 信号的消隐电平的 80.0_h 、 10.0_h 、 80.0_h 、 10.0_h ……序列到复用数据中的合适位置。

第二部分 比特并行接口

1. 接口的一般描述

描述视频信号的数字码字的各个比特用并行的 8 对(可选 10 对)导线传送,每对线载有每个分量信号 C_B, Y, C_R, Y (相同有效位)比特的复用数据流。8 对线也载有辅助数据,这些数据在视频消隐期间以时分复用方式加到数据流中。另外一对线提供 27MHz 的同步时钟。

接口上的信号用平衡导线对传送。不加均衡时,所用电缆的长度可达 50 米(≈ 160 英尺);而采用合适的均衡时,电缆可达 200 米(≈ 650 英尺)。

互连采用 25 芯 D 型接插件,并带有锁定机构(见第 5 节)。

为方便起见,数据字的各比特被赋予 DATA0 到 DATA9 的名字。全字以 DATA(0~9)表示。DATA9 是最高有效比特。8 比特数据字占用 DATA(2~9)。

视频数据以 NRZ 方式按块实时(不加缓冲器)传送。每块包含一个有效电视行。

2. 数据格式

接口载有 8(可选 10)并行数据比特形式的数据和一路分开的同步时钟。数据以 NRZ 方式编码。所建议的数据格式在第 1 部分中描述。

3. 时钟信号

3.1 概述

时钟信号是 27MHz 方波,0~1 的跳变代表数据传送时刻。此信号有如下特性:

宽度: $18.5\pm 3\text{ns}$

抖动:与整个一场的平均周期的偏离小于 3ns。

注 1 — 这个抖动指标适用于有效并行接口,但不适合于数模转换或并串转换的时钟定时。

3.2 时钟对数据的定时关系

时钟信号的正向跳变应发生在两次数据跳变的中间,如图 2 所示

图 2 时钟对数据的定时(在源端)

时钟周期(625): $T=1/1728f_H=37\text{ns}$

时钟周期(525): $T=1/1716f_H=37\text{ns}$

时钟脉冲宽度: $t=18.5\pm 3\text{ns}$

数据定时— 发端: $t_d=18.5\text{ns}$

f_H : 行频

4. 接口的电气特性

4.1 概述

每个线路驱动器(源端)有一路平衡输出,而相应的线路接收器(收端)有一路平衡输入(见图 3)。

虽然没有规定采用 ECL 技术,但是线路驱动器和接收器必须是 ECL 兼容的。即它们必须容许驱动器或接收器采用 ECL。所有数字信号的时间间隔都在半幅点间测得。

4.2 逻辑约定

线路驱动器的 A 端相对于 B 端为正时,对应于二进制 1;为负时,对应于二进制 0(见图 3)。

图 3 线路驱动器和线路接收器的互连

4.3 线路驱动器特性(源端)

4.3.1 输出阻抗:最大 110 Ω

4.3.2 共模电压:-1.29V \pm 15%(两端相对于地)。

4.3.3 信号幅度:0.8~2.0Vp-p,在 110 Ω 电阻性负载上测量。

4.3.4 上升和下降时间:小于 5ns,在 20%和 80%幅度点间测量,负载电阻 110 Ω 。上升和下降时间差不得超过 2ns。

4.4 线路接收器特性(收端)

4.4.1 输入阻抗:110 Ω \pm 10 Ω

4.4.2 最大输入信号:2.0Vp-p。

4.4.3 最小输入信号:185mVp-p。

然而,当随机数据信号在数据检测点上呈现如图 4 中眼图所示的状态时,线路接收器必须仍能正确读出二进制数据。

4.4.4 最大共模信号: \pm 0.5V,包括 0 到 15kHz 范围内的干扰(两端对地)。

4.4.5 微分时延:当时钟对数据的微分时延在 \pm 11ns 范围之内时(见图 4),数据必须能被正确读出。

图 4 对应于最小输入信号电平的理想眼图

注 1— 在眼图中,数据一定能够正确检出的窗口宽度包括 \pm 3ns 的时钟抖动, \pm 3ns 的数据定时(见第 3.2 节)以及 \pm 5ns 的电缆对之间的时延差。(也可参见 ITU-R BT.803 建议书)。

5. 接插件的机械详细说明

接口使用 ISO 文件 2110-1980 规定的 25 芯 D 型超小型接插件，触点分配示于表 4。

表 4 触点分配

触点	信号线
1	时钟
2	系统地 A
3	数据 9(MSB)
4	数据 8
5	数据 7
6	数据 6
7	数据 5
8	数据 4
9	数据 3
10	数据 2
11	数据 1
12	数据 0
13	电缆屏蔽
14	时钟返回
15	系统地 B
16	数据 9 返回
17	数据 8 返回
18	数据 7 返回
19	数据 6 返回
20	数据 5 返回
21	数据 4 返回
22	数据 3 返回
23	数据 2 返回
24	数据 1 返回
25	数据 0 返回

注 1 — 电缆屏蔽(触点 13)用于控制电缆的电磁辐射。建议触点 13 在两端都应对机架地高频导通,另外在发端也要对机架地直流导通。(也可参见 ITU-R BT.803 建议书。)

用电缆插头上的两个 UNC4-40 螺钉与插座锁在一起,螺钉穿进安装在设备插座的螺母锁孔。电缆接插件使用针形插头,而设备接插件采用针孔插座。连接电缆及其接插件必须加屏蔽(见注 1)。

注 1 — 应注意 ITU-R BT.601 建议书(部分 A)规定的取样频率 13.5MHz(标称值)的第 9 次和第 18 次谐波落在 121.5MHz 和 243MHz 导航应急频道上。因此,在设计和使用接口时,必须采取适当的预防措施,以保证这些频率不受干扰。在 CISPR 建议书:“信息技术设备—干扰限值和测量方法” CISPR/B(中央办公室)文件 16 中给出了有关设备的辐射电平。然而“无线电规则”(RR)No.964 条款禁止在应急频率上有任何有害干扰。(也可见建议书 ITU-R BT.803。)

第四部分 比特串行接口

1. 接口的一般描述

10 比特字的复用数据流(如第一部分所述)以比特串行形式通过单一通道传送。在传输之前,要进行附加编码以实现频谱成形、字节同步并利于时钟恢复(见注 1)。

注 1— 本建议书的原来版本描述的是基于 8B9B 字变换技术的一种串行接口,由于实现困难,这种技术不再被推荐。

除了在这个版本的建议书中所描述的基于扰码的 10 比特接口外,还存在一个 11—比特字格式(10B1C),在这种格式中,第 11 位是扰码的数据字的最低有效位(LSB)的补码。

2. 编码

采用生成多项 $G1(x) \times G2(x)$ 对未编码的串行比特流加扰,式中:

$G1(x)=X^9+X^4+1$ 产生加扰的 NRZ 信号,而
 $G2(x)=X+1$ 产生无极性的 NRZI 序列

3. 传送顺序

先传送每个 10 比特字的最低有效位。

4. 逻辑约定

信号以 NRZI 形式传送,与它的比特极性无关。

5. 传送媒介

比特串行数据流可以用同轴电缆(见第 6 节)或光纤载体(见第 7 节)传送。

6. 电气接口特性

6.1 线路驱动器特性(源端)

6.1.1 输出阻抗

线路驱动器有一个源阻抗为 75Ω 的不平衡输出,并且在 $5\sim 270\text{MHz}$ 频率范围内至少有 15dB 的反射损耗。

6.1.2 信号幅度

在不接任何传输线的输出端跨接的 75Ω 电阻负载上测得的峰-峰信号幅度在 $800\text{mV}\pm 10\%$ 之间。

6.1.3 直流偏移

与信号幅度中点为基准的直流偏移在 $+0.5\text{V}$ 到 -0.5V 之间。

6.1.4 上升和下降时间

上升和下降时间由 20%和 80%幅度点间确定,并且在直接连接到输出端的 75Ω电阻负载上测量,其值应在 0.75 到 1.50ns 之间。上升和下降时间相差不应超过 0.50ns。

6.1.5 抖动

输出抖动规定如下:

输出抖动(见注 1) $f_1=10\text{Hz}$

$f_3=100\text{kHz}$

$f_4=1/10$ 时钟速率

$A_1=0.2\text{UI}$ (UI:单位间隔)(见注 2)

$A_2=0.2\text{UI}$

注 1— 1UI 和 0.2UI 对应于 3.7 和 0.74ns。

抖动指标和抖动测量方法要遵照 ITU-R BT.1363 建议书(符合建议书 ITU-R BT.656、ITU-R BT.799 和 ITU-R BT.1120 的比特串行信号的抖动指标和抖动测量方法)。

注 2 — 在其它规范中经常采用 0.2UI 的定时抖动,正在考虑将定时抖动定为 1UI。

6.2 线路接收器特性(收端)

6.2.1 终接阻抗

电缆终接 75Ω,在 5~270MHz 频率范围内反射损耗至少为 15dB。

6.2.2 接收器灵敏度(见注 1)

当线路接收器连接到第 6.1.2 节所允许的极限电压限值下工作的线路驱动器,或通过一个在 270MHz 有 40dB 损耗,其损耗特性为 $1/\sqrt{f}$ 的电缆连接时,线路接收器都必须能够正确读出随机二进制数据。

注 1 — 在第 6.1.5 节、第 6.2.2 节和第 6.2.3 节规定的参数是目标值,在将来考虑系统的实际贯彻,参数可能被改善。

6.2.3 干扰抑制(见注 1)

当直接连接到工作在第 6.1.2 节规定的最下限信号幅度的线路驱动器时,线路接收器必须在叠加以下电平干扰信号时也能正确读出二进制数据:

直流	$\pm 2.5V$
1kHz 以下	2.5Vp-p
1kHz~5MHz	100mVp-p
5MHz 以上	40mVp-p

注 1 — 在第 6.1.5 节、第 6.2.2 节和第 6.2.3 节规定的参数是目标值,在将来考虑系统的实际贯彻,参数可能被改善。

6.2.4 输入抖动

需要规定输入抖动容限。输入抖动用短电缆(2 米)测量。

抖动的指标和抖动测量方法要遵照 ITU-R BT.1363 建议书(符合建议书 ITU-R BT.656、ITU-R BT.799 和 ITU-R BT.1120 的比特串行信号的抖动指标和抖动测量方法)。

6.3 电缆和接插件

6.3.1 电缆

建议所选电缆应符合电磁辐射方面的有关国家标准。

注 1— 应注意 ITU-R BT.601 建议书(部分 A)规定的取样频率 13.5MHz(标准值)的第 9 次和 18 次谐波落在 121.5MHz 和 243MHz 导航应急频道上。因此,在设计和使用接口时,必须采取适当的预防措施以保证这些频率不受干扰。在 CISPR 建议书:“信息技术设备—干扰限值 and 测量方法” CISPR/B(中央办公室)文件 16 中给出了有关设备的辐射电平。然而“无线电规

则”(RR)No.964 条款禁止在应急频率上有任何有害干扰。(也可见建议书 ITU-R BT.803。)

6.3.2 特性阻抗

所用电缆应有 75Ω 标称特性阻抗。

6.3.3 接插件特性

接插件应有符合标准 BNC 型的机械特性(IEC 出版物 169-8),其电气性能应允许它用于频率达 850MHz 的 75Ω 电路。

7. 光接口特性

光接口特性的规范应遵照 ITU-R BT.1367 建议书的一般规则(符合 ITU-R BT.656、ITU-R BT.799 和 ITU-R BT.1120 建议书信号的串行数字光纤传输系统)。

为采用本建议书,下列指标是必需的:

上升和下降时间 $< 1.5\text{ns}$ (20%到 80%)

输出抖动(见注 1) $f_1=10\text{Hz}$

$f_3=100\text{kHz}$

$f_4=1/10$ 时钟速率

$A_1=0.135\text{UI}$ (UI:单位间隔)

$A_2=0.135\text{UI}$

需要规定输入抖动。输入抖动用短电缆(2 米)测量。

注 1 — 抖动指标和抖动测量方法应遵照 ITU-R BT.1363 建议书(符合建议书 ITU-R BT.656、ITU-R BT.799 和 ITU-R BT.1120 的比特串行信号的抖动指标和抖动测量方法)。

附件 1

有关 525 行和 625 行电视系统数字视频信号接口的注释

1. 引言

本附件包括还未完全作出规定的一些课题的补充信息,并指出需要将来进一步研究的工作。

2. 定义

接口是这样一个概念,它是涉及两台设备或两个系统间相互连接的规范。这个规范包括互连电路的类型、参数和功能,以及这些电路交换的信号的类型和形式。

并行接口是把数据字的每个比特通过分离的通道同时传送的接口。

串行接口是把一个数据字(和相继数据字)的每个比特通过单一通道顺序传送的接口。

3. 并行接口

在时钟信号适当编码,如采用交替奇偶校验(AP)编码的情况下,经证明可通过减少电缆衰耗的作用来加大互连距离。

为使较长的互连链路正常工作,线路接收器可能要包含均衡部分。

在使用均衡时,它要符合图 5 的标称特性。这个特性允许工作的电缆长度范围小到零。线路接收器必须满足本建议书第 2 部分第 4.4 节最大输入信号的条件。

图 5 用于小信号的线路接收器的均衡特性

4. 串行接口

进行信号传输可采用同轴电缆的电形式,也可采用光纤的光形式。中等长度的连接一般应当优选同轴电缆,而对很长的连接距离应当优选光纤。

可以组成一个系统,以检测出现在接收端的误码,这样就能自动监视它的性能。

在一个完整的数字设备或系统中,对于所有的互连,有用的是与信息内容无关的任何适当的数据流都是透明的。这样,虽然接口是用于传递视频信号,但对于信息内容它应当是透明的,即它不应基于它所工作的已知信息本身的结构。

对串行接口问题的开发工作正在进行。在欧洲的先进通信技术研究计划(European Race projects)范围内,能接收各种各样输入格式的光纤传送系统已作为试验性设备的一部分。

5. 对其它业务的干扰

在处理和传输数字数据,如高数据率的数字视频信号时,会产生可能引起串扰或干扰的宽能量谱。特别要注意在本建议书中所描述的以下事实:在建议书 ITU-R BT.601(部分 A)中规定的 13.5MHz 取样频率(标称值)的第 9 次和 18 次谐波落在 121.5MHz 和 243MHz 的导航应急频道上。因此,在设计和使用接口时,必须采取适当的预防措施以保证这些频率不受干扰。从数字数据处理设备中辐射的信号所允许的最大电平是各个国家标准和国际标准所要研究的一个问题。还应注意,在 CISPR 建议书:“信息技术设备—干扰的限定值和测量方法” CISPR/B(中央办公室)文件 16 中给出了这种有关设备的辐射电平。

在比特并行接口情况下,加拿大广播公司(CBC)进行的工作表明,利用正确的电缆屏蔽,估计不会有对其它业务的干扰问题。辐射电平应符合表 5 中给出的限值。这些限值与美国 FCC(美国联邦通信委员会)的限值相同。

表 5 寄生辐射限值

频率(MHz)	在 30 米处的最大场强 (dB μ V/m)
30~88	30
88~216	50
216~1000	70

光纤传输消除了由电缆产生的辐射,并且还防止了传导共模辐射,但同轴电缆的性能也能够做到近乎完善。人们确信各种辐射的大部分来自两种方法共有的处理逻辑电路和大功率驱动器。由于数字信号的宽带和随机性,通过频率优化不会有什么改善。

6 结论

保证数字信号辐射干扰达到可接受的低电平的实际方法,还需要进一步研究。