



长江大学电子信息学院

自制实验设备使用说明书

设备名称: 测井信号模拟器

规格型号: _____

研制单位: 电工电子实验中心

作者: 魏 勇

研制时间: 2008年

目 录

一、测井信号模拟器的技术指标.....	1
二、信号模拟器面板说明.....	6

一、测井信号模拟器的技术指标

该测井信号模拟器主要是为满足地面数控测井系统的需求而研制的。根据信号模拟器的技术协议，测井信号模拟器产生以下几种信号：PCM3504 信号、PCM3508 信号、PCM9801 信号、声波信号、CBL 信号、氧活化信号；另外还应该模拟产生来自地面的深度、张力和磁记号信号。下面详细介绍模拟测井信号的特征：

1、PCM 3504 数传信号

PCM3504 信号始终是由模拟器向地面单向传输。

编码方式：数据编码采用曼 2 格式，即曼彻斯特编码的微分。

数据格式：一个数据包有 10 道数据，每道有 20 个数据位，前 3 位为同步位（分为数据同步和命令同步两种），中间 16 位为数据位，最后一位为奇校验位。

数据传输时钟为 5.73kHz。数据变化规律为：每道数据大小可以通过键盘进行设置，帧与帧之间相应道数据值相差 100。

数据包和道数据的格式、信号波形如图 1 所示：

道 0	道 1	道 2	道 3	道 4	道 5	道 6	道 7	道 8	道 9
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

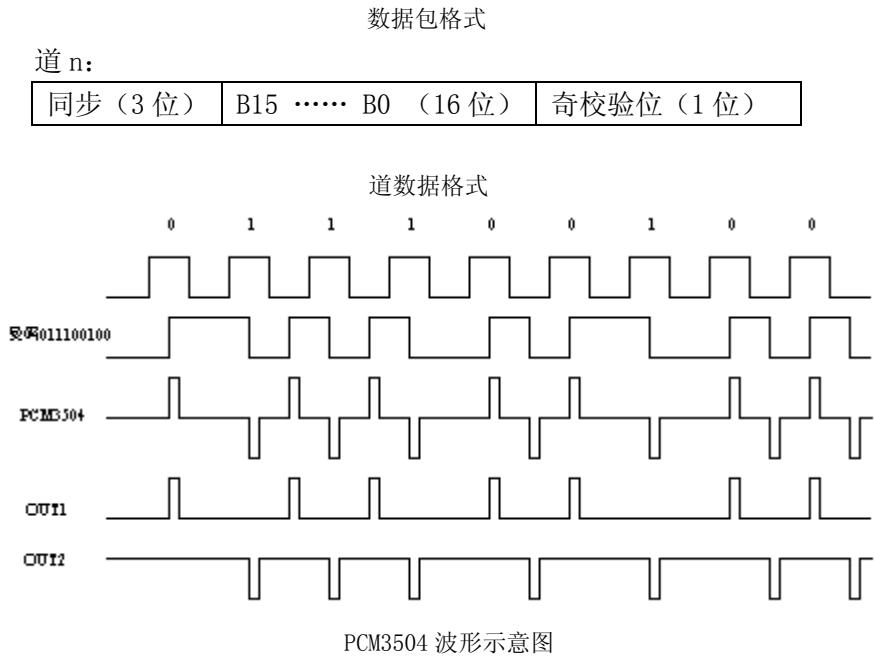


图 1 PCM3504 数据格式及波形

2、PCM 3508 数传信号

模拟器模拟 PCM3508 信号是模拟 PCM3508 遥传仪的工作模式。其工作过程是：地面系统向遥传仪发送 PCM3508 命令，井下仪器根据下发命令上传 PCM3508 数据。

因为模拟器仅仅起一个检测地面仪器的作用，所以在本次设计中简化了对命令分析的过程。具体设计为模拟器模拟井下仪器接收地面系统的 PCM3508 命令，然后再返回其接收到的命令数据值。

PCM3508 采用曼彻斯特编码，其特征如下：

- (1) 每帧信息由同步、数据和校验位三部分组成。
- (2) 同步类型有两种：低电平在先高电平在后是数据同步；高电平在先低电平在后是命令同步，高低电平宽度均为 1.5 位，因此，同步宽度为 3 位。
- (3) 数据位共有 16 位，高位在前，低位在后。数据 1 用由高到低的跳变表示，数据 0 用由低到高的跳变表示。
- (4) 每帧的最后一位为校验位，曼彻斯特编码采用奇校验位。

每帧数据格式及波形如图 2 所示：

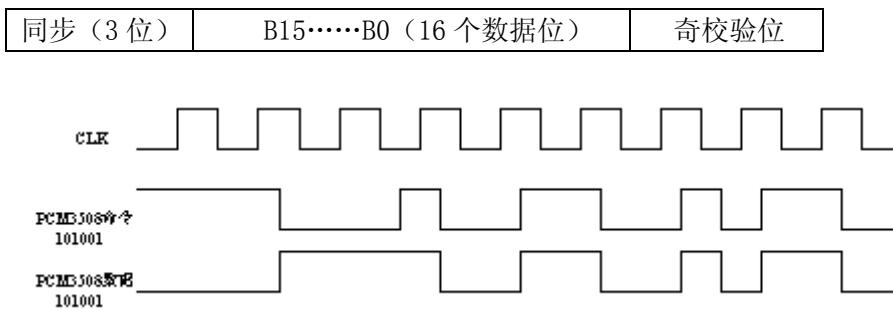


图 2 PCM3508 的数据格式及波形

3、PCM 9801 数传信号

模拟 PCM9801 信号是指模拟器模拟 PCM9801 数传短节与 PCM9801 地面通道板进行通讯。通讯是双向的，地面通道板下发命令，数传短节上传测井信息。数传短节按照地面通道板的命令工作，这些命令包括：产生声波触发脉冲、上传测井信息、设置数据传输率等。

(1)、PCM9801 编码方式：

PCM9801 采用双极性归零制编码方式，这样可以消除电缆分布电容的影响。下发命令和上行数据的编码方式相同，但数据传输率不同。下行数据传输率为 10Kbps，而上行数据传输率可以由下传命令参数改变，可分别为：10kbps、13kbps、16kbps、20kbps、24kbps、28kbps。

下面的波形图为脉冲编码波形的一个例子。

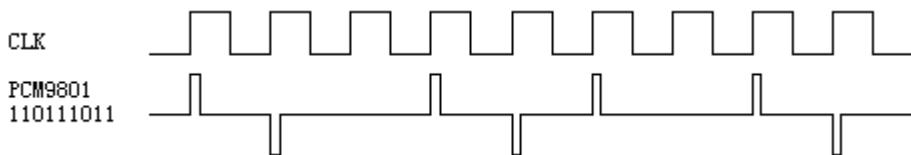


图 3 PCM9801 信号波形

(2)、PCM9801 下发命令：

下发的 PCM9801 命令包括 1 个起始位和 4 个命令字节。起始位为 1，4 个命令字节按如下格式排列：

ACL	STN	CMD1	CMD2	CHKSUM
-----	-----	------	------	--------

ACL STN：该字节的最高 2 位 ACL 为声波逻辑命令，ACL 为 00 代表声波逻辑周期 1，ACL 为 01 代表声波逻辑周期 2，ACL 为 10 代表声波逻辑周期 3，ACL 为 11 代表声波逻辑周期 4。后 6 位 STN 为井下仪器站号，指出了命令的目的地址，站号的取值范围为十六进制数 00-3D，3E 为公共命令标识符。

CMD1：命令字节 1。

CMD2：命令字节 2。

CHKSUM：校验和（数据的异或值）。

一方面，模拟器能够根据 ACL 值，即当前所处的声波逻辑周期，来发送声波；另一方面，本次设计的模拟器还能够响应地面通道板发出的 2 种命令：设置数据传输率命令（命令字节为 $x_1x_2DBx_3x_400$ ）、设置上传数据块大小的命令（命令字节为 $x_1x_2DAx_3x_400$ ）。

对于设置数据传输率的命令 $x_1x_2DBx_3x_400$ ：

- 操作 作：
= 00 数据传输率设置为 10kbps。
= 01 数据传输率设置为 13kbps。
= 02 数据传输率设置为 16kbps。
= 03 数据传输率设置为 20kbps。
= 04 数据传输率设置为 24kbps。
= 05 数据传输率设置为 28kbps。

对于设置上传数据块大小的命令 $x_1x_2DAx_3x_400$ ：

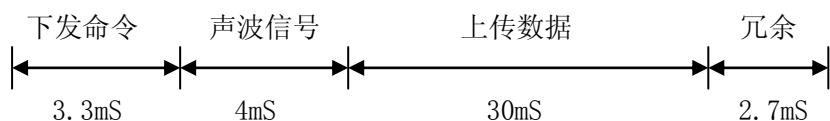
将数据总长度设置为 x_3x_4 ，采用后三个声波逻辑周期传输数据，因此上行数据有三帧，每帧长度为 x_3x_4 的 1/3。

(3)、PCM9801 上行数据传输格式

上行数据由 4 个起始位和测井信息组成。4 个起始位为 4 个连续的“1”，测井信息是指挂在通讯总线上的所有仪器的测井信息。而对于模拟器来说，测井信息可以是模拟器自定义的一串数据。在本次模拟器设计中，测井数据是一组依次递增的数据，递增量作为 PCM9801 信号的参数可变。

(4)、PCM9801 信号的通讯时序

本次模拟器按照测声波的通讯时序进行工作，在深度驱动方式下，声波触发脉冲间隔为 40MS（采样深度间隔为 8mm/点，测井速度为 720m/h）时，数据通讯的时序关系如下图所示：



4、声波信号

声波测井仪在地面声波逻辑脉冲的控制下，向地面发送声波信号。地面发送的一组声波逻辑包括四个声波逻辑周期，与此相对应，声波测井仪将向地面传送 4 个声波波列。一个完整声波波列包括声波发射标志和全波列波形，发射标志和声波首波到达的时间差称为声波旅行时间。声波旅行时间是声波波列要传达的重要信息。对于模拟器来说，4 个声波旅行时间（T1-T4）作为声波信号的参数可以被操作者修改。另外，为满足能够模拟声波变密度测井的要求，声波的首波幅度也要作为声波的参数可以被操作者修改。图 4 是声波逻辑脉冲和声波波形的对照图。

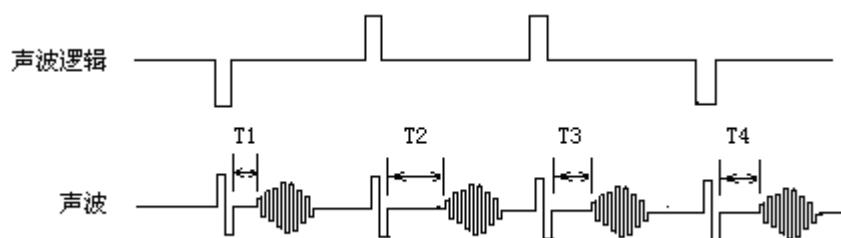


图 4 声波逻辑脉冲和声波波形

5、CBL 信号

CBL 测井仪在地面声波逻辑脉冲的控制下，向地面发送 CBL 信号。地面发送的一组 CBL 逻辑包括 2 个声波逻辑周期，与此相对应，CBL 测井仪将向地面传送 2 个声波波列。一个完整 CBL 波列包括声波发射标志和波列波形，发射标志和声波首波到达的时间差称为 CBL 旅行时间。CBL 旅行时间是 CBL 波列要传达的重要信息。对于模拟器来说，2 个 CBL 旅行时间作为 CBL 信号的参数可以在程序中修改。图 5 是模拟的 CBL 信号波形：

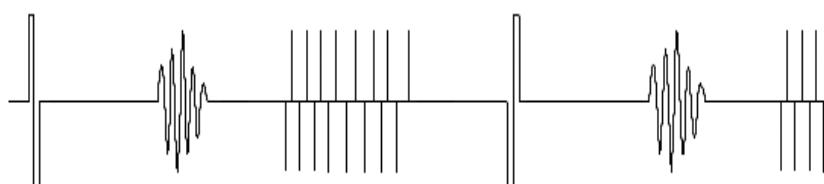


图 5 CBL 信号波形

6、氧活化信号

(1)、氧活化信号编码方式：51 串口数据双极性驱动输出。单片机串行口

使用模式 1，时钟为 12M，重载值 FAH，波特率为 4.5K，带奇偶校验位。

(2)、井下仪器数据格式

a、每间隔 100ms 采集一次数据，利用单片机的串行口以原码的形式向上传送。加上顺序控制位，共上传 15 个字节，数据格式为：

#55*1|SEQ*2|DET1*2|DET2*2|DET3*2|DET4*2|DET5*2|FFFF;

b、下传共 3 个字节，数据格式为：#55*1|命令*1|参数*1；

c、上传数据和下传命令分时传送，在 100ms 时间内完成。

3、典型波形

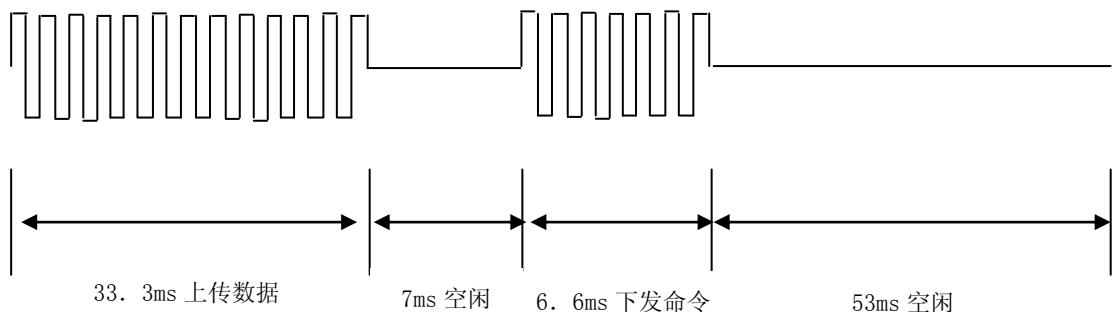


图 6 氧活化信号典型波形

7、深度信号

深度信号是光学编码器或临近感应式传感器发出的相位相差 90 度的方波信号。通过测定深度信号的频率和相位差来确定现场井下电缆的运动方向和速度等状态。下图显示的是测井电缆上提时的深度信号波形，可见 A 超前 B 90 度，若测井电缆下放则 B 超前 A 90 度。

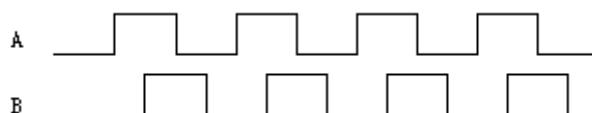


图 7 深度信号波形

8、张力信号

张力信号波形近似于模拟信号，其幅度代表电缆所承受张力的大小。当井下仪器遇阻、遇卡时，张力信号会发生突变。

9、磁记号

为准确测量井深，在测井前利用标准井的标准套管数据给各种测井电缆作深度磁性记号，每隔 25 米深度给测井电缆打上一个磁记号。下图给出了由磁定位器测出的磁记号曲线。



图 8 磁记号波形

二、信号模拟器面板说明

测井信号模拟器的仪器面板是模拟器与外界联系的接口。模拟器产生的信号通过面板上的信号端口输出，仪器操作员通过操作面板上调节旋钮来调节信号的参数。仪器面板的设计如下图所示：

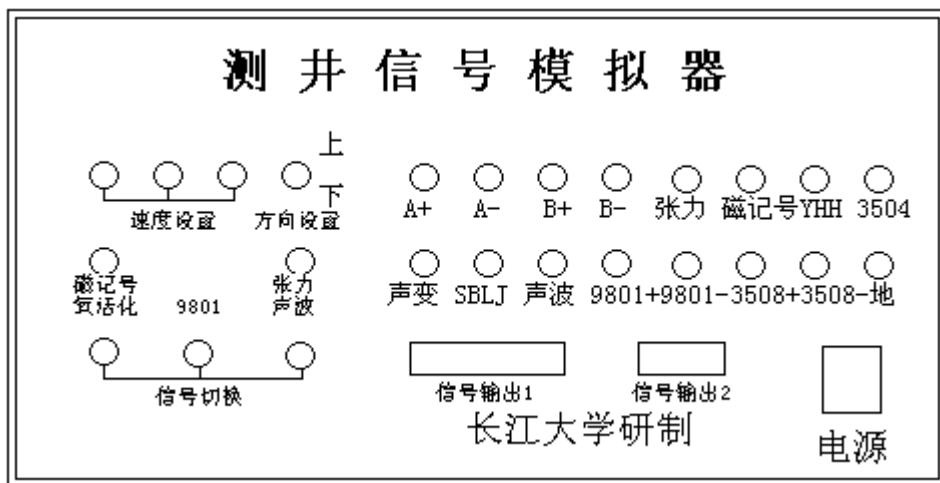


图 9 测井信号模拟器仪器面板示意图

如图 9 所示，面板由信号端口、信号参数调节旋钮、信号切换开关、速度设置开关、电源开关等组成。所有的信号都有两种输出方式，一种是从 16 个信号输出孔输出信号，另一种输出方式是通过专用连接线从 DB25 和 DB9 两个信号输出端口输出所有的信号。16 个输出孔的输出方式具有通用性，可以和一般的数控测井地面系统配接。而 DB25 和 DB9 的输出方式具有专用性，它只与专用的采集箱配接。信号切换开关是针对 DB25 和 DB9 信号输出通道而言的，对于 16 个输出孔，始终有信号输出。张力信号需要通过调节旋钮来修改信号参数，而深度信号需要通过开关设置参数，磁记号按钮用来模拟磁记号的外部触发，当按下按钮时将产生一个磁记号脉冲。