

ASK、FSK 调制分析

数字调制是现代通信的重要方法，在卫星通信、移动通信等现代数字通信系统中，信道中传输的都是数字已调信号。数字调制与模拟调制相比有许多优点。数字调制具有更好的抗干扰性能，更强的抗信道损耗，以及更好的安全性；数字传输系统中可以使用差错控制技术，支持复杂信号条件和处理技术，如信源编码、加密技术等。

在通信技术中，远距离传递信息是通信的最终目的。在无线远距离传输过程中，需要将基带信号进行调制，通过调制，基带信号的频谱搬到适合信道和噪声特性的频率范围内进行传输。数字通信系统大致原理如下图所示：

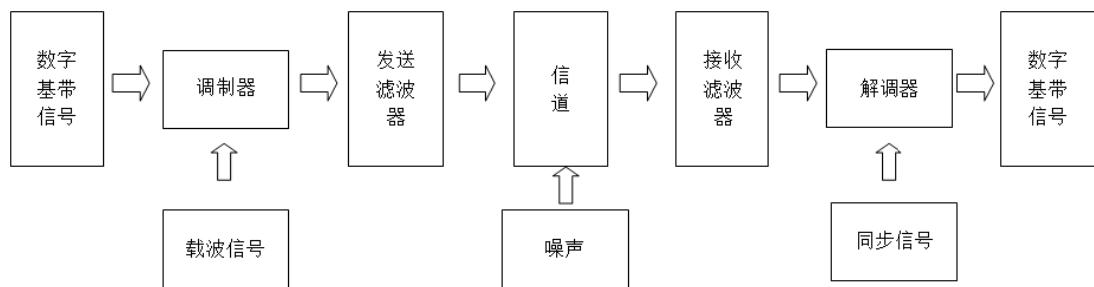


图 1 数字通信系统原理框图

在上图数字调制过程中，有三种基本的调制方式，ASK (振幅键控)、FSK (频移键控) 和 PSK (相移键控)，分别利用载波的幅度、频率和相位来承载数字基带信号。当基带信号为二进制时，也称为 2ASK，2FSK，2PSK。

2ASK

2ASK 是最早出现的数字调制方式 , 较多应用于早期的莫尔斯电报系统 , 但容易受到增益变化的影响 , 抗干扰能力比较差 , 实际应用并不广泛 , 但是我们可以将 2ASK 作为理解其他数字调制的基础。

2ASK 基本原理 : 在振幅键控中 , 用二进制数字基带信号中的 “ 0 ” 和 “ 1 ” 来控制载波幅度的有或无 , 使载波幅度随着数字基带信号的变化而变化。如下图所示 , 载波信号直接加到开关输入端 , 数字基带信号加入到控制端 , 当数字基带信号为 “ 1 ” 时 , 载波信号输出 , 为 “ 0 ” 时 , 信号无输出。

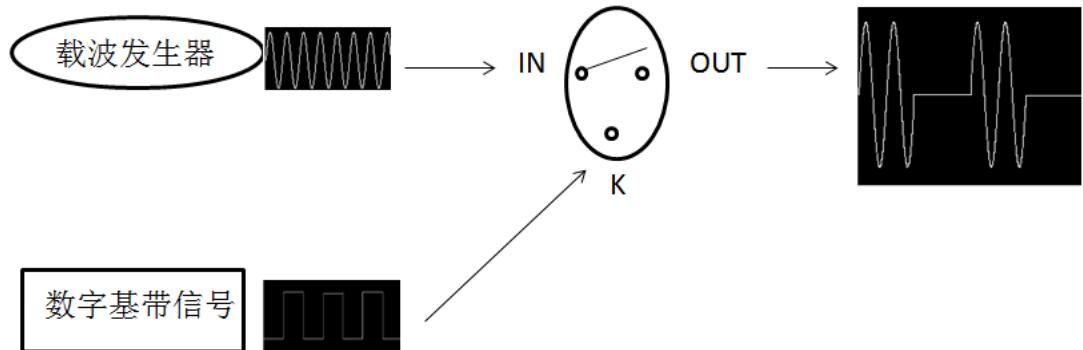


图 2 2ASK 基本原理框图

我们采用 SDG6000X 信号源以及 SVA1015X 频谱仪来模拟 2ASK 和 2FSK 数字调制、解调分析过程。

信号源设置 :

1. 在 SDG6000X 信号源中选择 IQ 波形输出 , 等待初始化完成 ;
2. 在上位机软件 EasyIQ 设置要输出的数字调制信号 , 选择发送数据 PN9 随机二进制序列 , 发送信号的符号长度设置为 256 , 符号速率为 50K Symbol/s , 调制类型选择 2ASK , 发送端滤波器选择根余弦滤波器

(RootCosine) , filter alpha 选择 0.8 , 然后在 EasyIQ 上方工具栏选择“ Update ” 及“ Download ” 把波形更新下载到信号源 , 具体如下图所示 :



图 3 EasyIQ 设置界面

3. 在信号源中设置载波频率为 100MHz , 幅度为 0dBm , 连接信号源到 SVA1015X 频谱仪 , 此时信号源把调制信号通过线缆发送到频谱仪中 ;

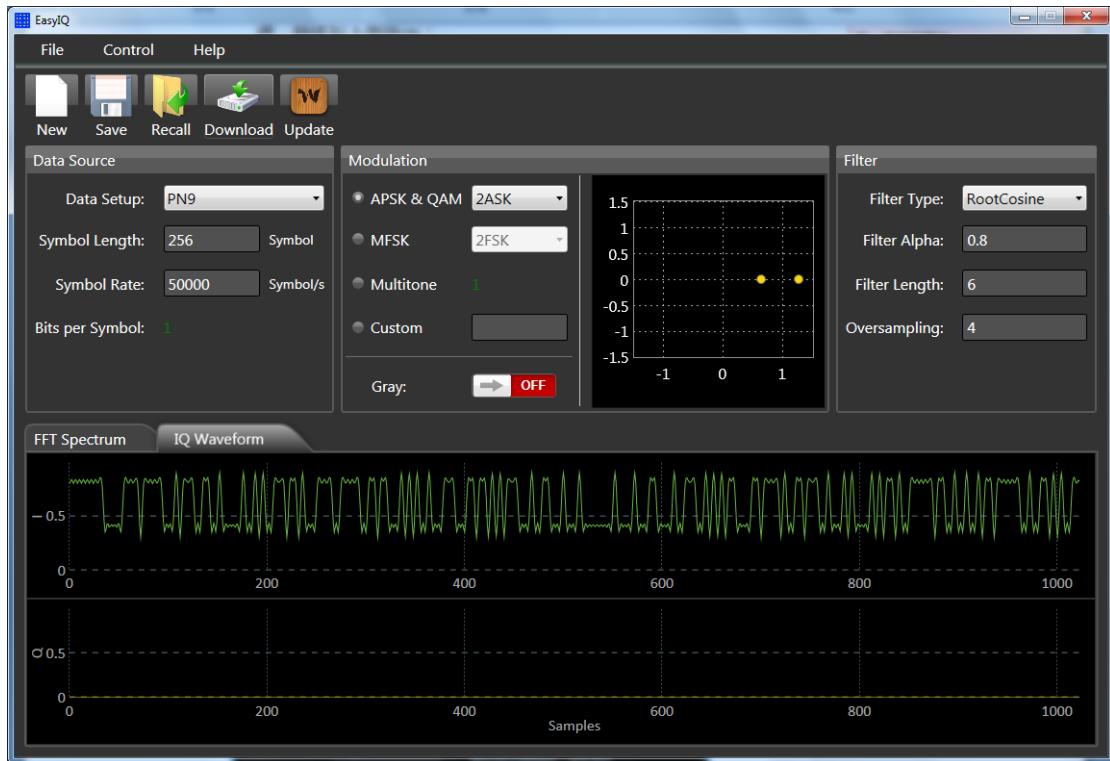


图 4 SDG6000X 设置界面

在 SVA1015X 中点击“Mode”按键，进入调制分析模式，选择“ASK”，然后根据之前调制信号的设置，设置符号速率为 50KS/s（接收速率和发送速率相等），滤波器设置为“Sqrt Nyquist”，参考滤波器设置为“Nyquist”（与发送端的发送滤波器相匹配，常用的滤波器选择规则可以参考 SVA1015X 用户手册），其它的“Alpha”和“Filter Length”保存和之前在 EasyIQ 上设置的设置一致，测量符号长度设置为 100（最高可以看到 1500）。然后点击“Frequency”按键，设置接收端的载波频率为 100MHz，首先单次扫描查看分析之后波形数据，得到下图所示波形，在图中，屏幕一次显示 20 个，大概每格两个符号，我们可以从经过调制分析之后的波形读出二进制序列大概为“01 10 00 10 10 10 01 00 01 11 0”。

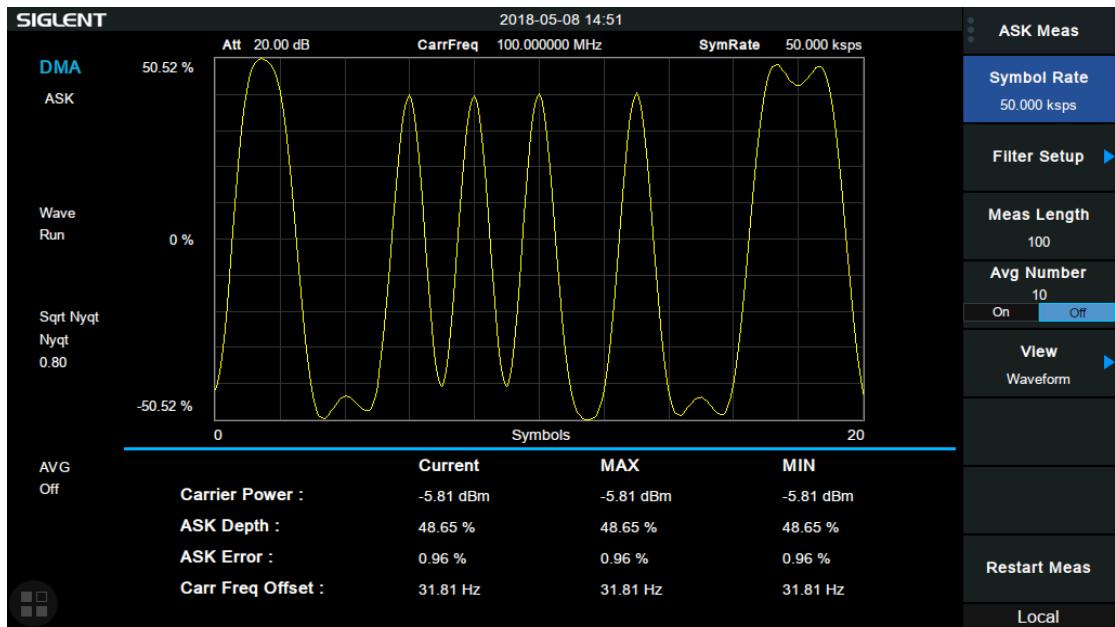


图 5 SVA1000X 显示分析结果 (波形)

通过调制分析波形我们可以看到载波的功率 , ASK 的调制深度 , ASK 调制的幅度误差 , 载波的偏差率等测量值。我们可以点击 “Meas Setup” 按键 , 选择查看信号分析 (可选二进制以及十六进制) 。

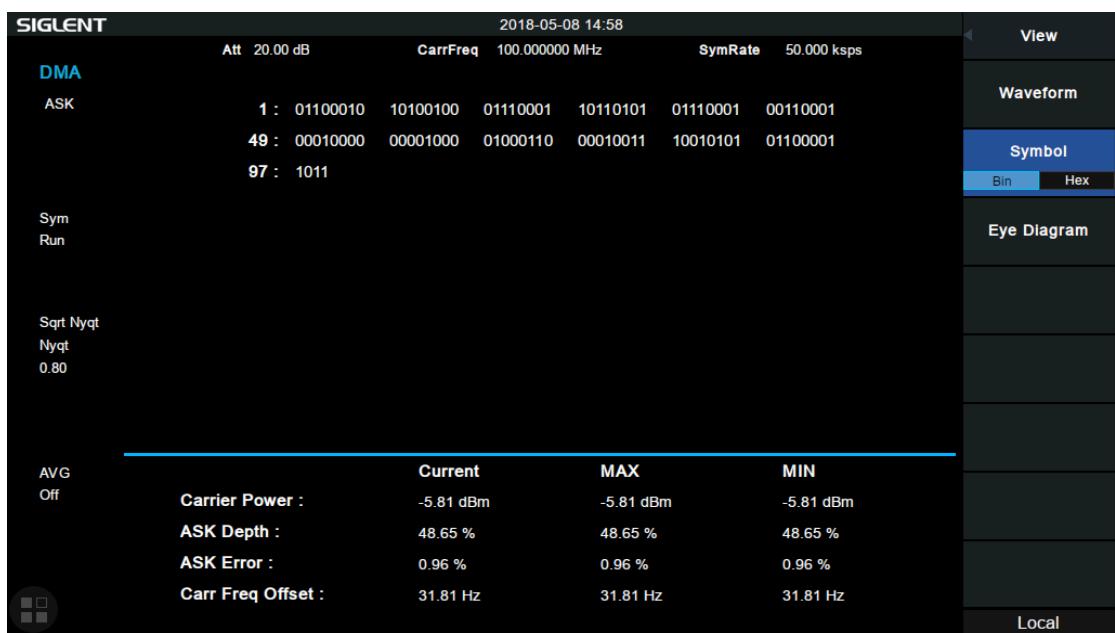


图 6 SVA1000X 显示分析结果 (符号)

由上图我们可以看出调制分析之后得到的基带信号携带的 100 个随机二进制序列（最高可设置到 1500 个），我们取前 20 个数据，和我们的波形图解读出来的序列是一致的。此外，由屏幕下方数据可知 ASK 误差与参考波形的误差不到 1%，载波偏移 30Hz。因此我们可以查看此信号的眼图，由眼图可知信号传输质量是比较优秀的。

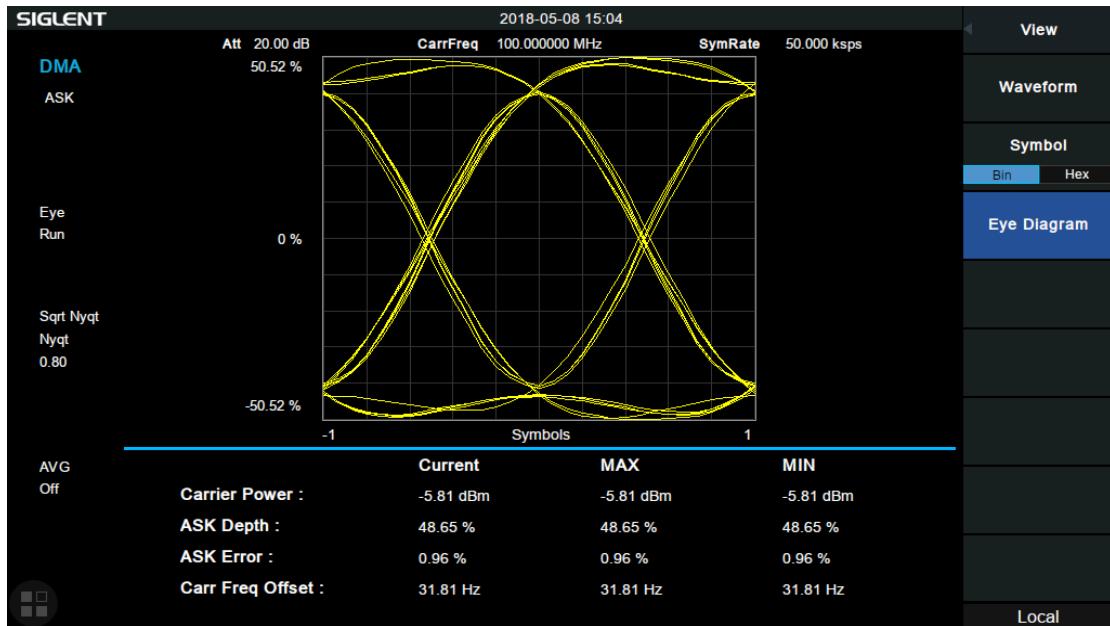


图 7 SVA1000X 显示分析结果（眼图）

2FSK

FSK 数字调制的抗干扰能力和抗噪声比较好，在传输速率在 1200 波特以下的设备一般都采用 FSK 调制方式传输数据，在中低速数据通信系统中传输数据时有着广泛的使用，但是占用的带宽会比较大，频带利用率小。

FSK 数字调制原理：在二进制数字频率调制系统中，使用两个不同的载波来传输数字基带信号。即载波 f_1 代表着二进制 “1”，载波 f_2 代表二进制数据 “0”，从而实现在频域上的搬移。

我们可以参照 ASK 调制时信号源的设置输出 FSK 调制信号，在上位机 EasyIQ 和信号源的设置如下：

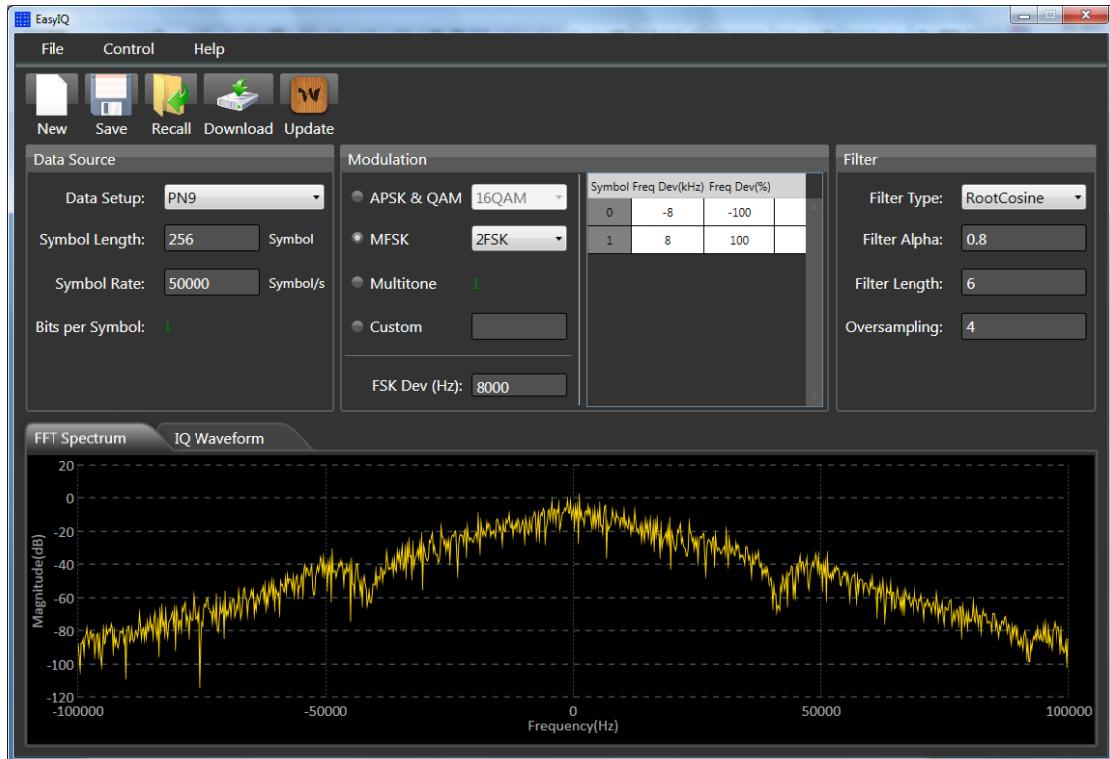


图 8 EasyIQ 设置界面

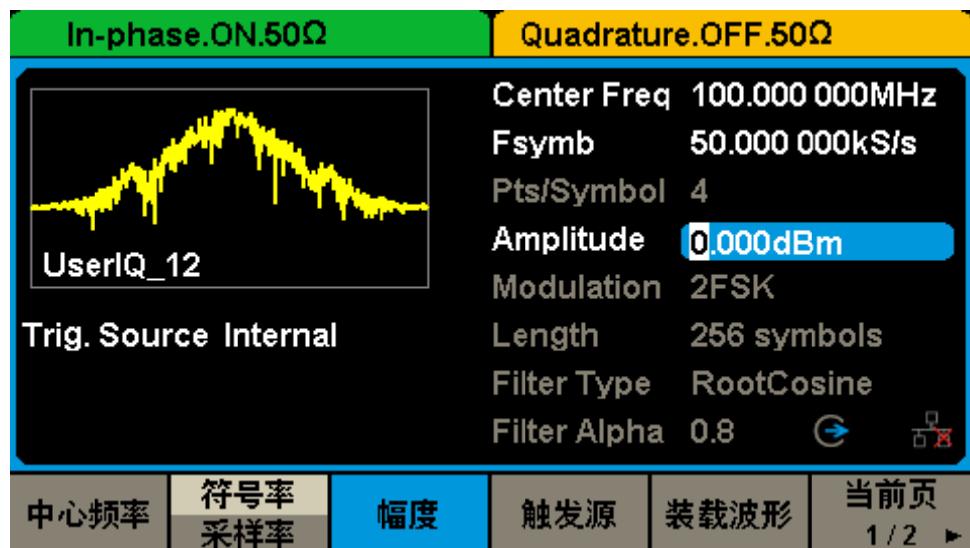


图 9 SDG6000X 设置界面

在信号源模拟输出 2FSK 数字调制信号之后, 我们用 SVA1015X 得到的调制波形分析波形及其参数如下所示 :

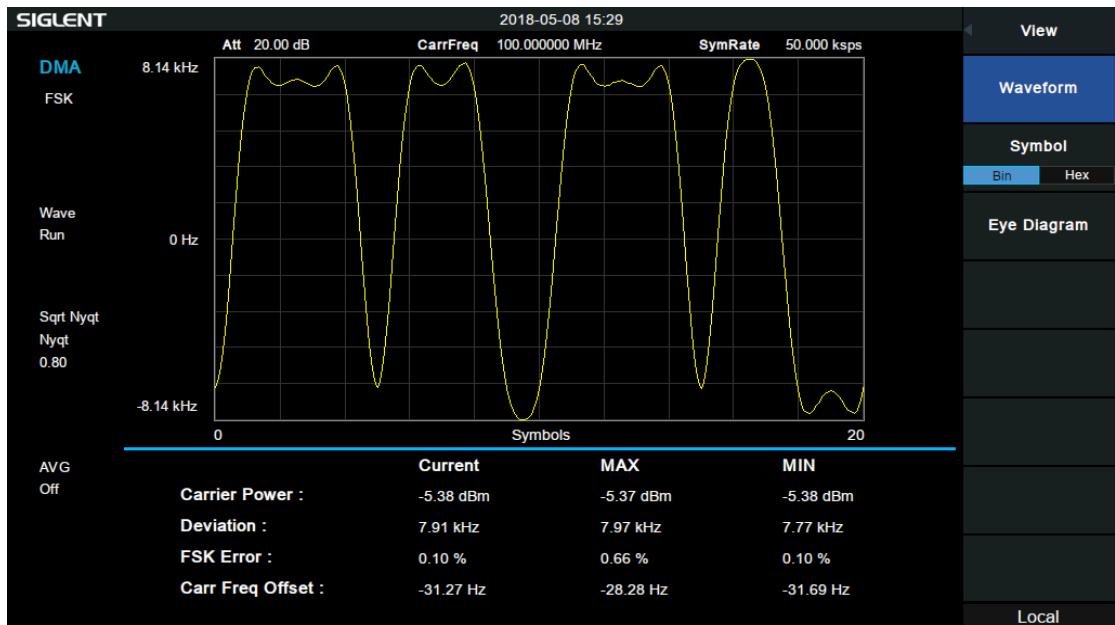


图 10 SVA1000X 显示分析结果 (波形)

根据调制分析波形得到数据和眼图如下：

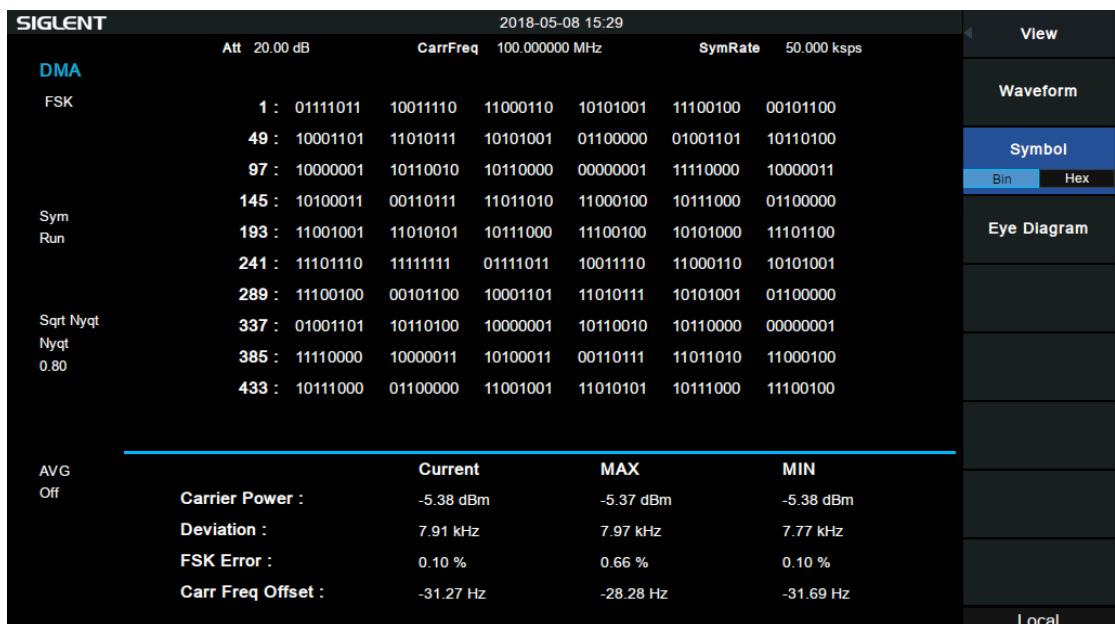


图 11 SVA1000X 显示分析结果 (符号)

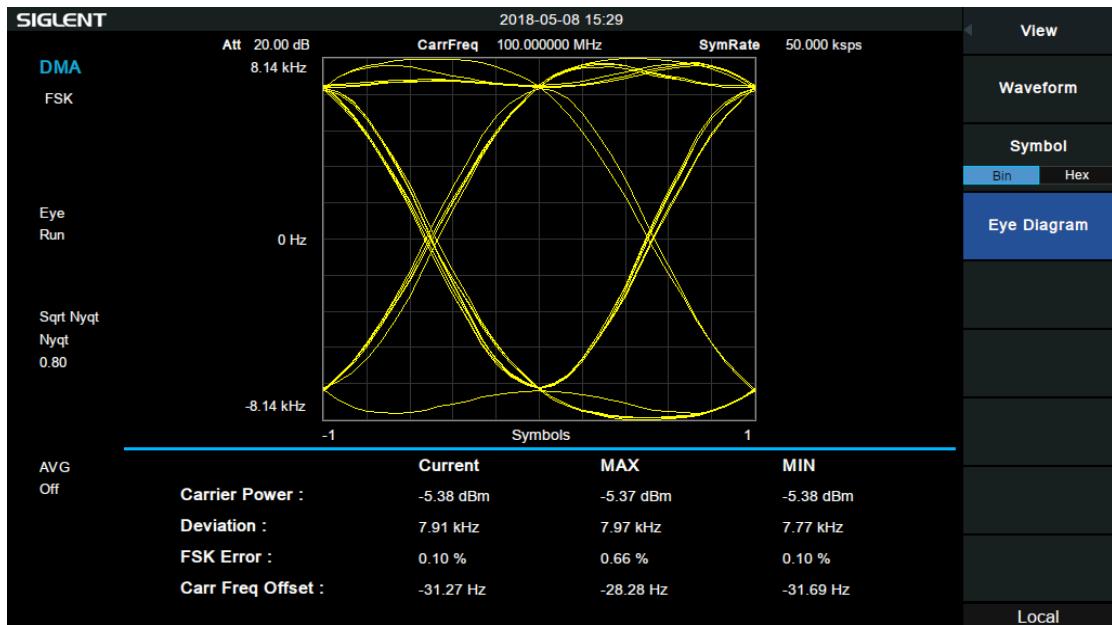


图 12 SVA1000X 显示分析结果 (眼图)

通过 SVA1015X 的调制分析功能 , 我们可以看到经过调制分析之后的基带波形所携带的信息 , 之后再通过眼图判断传输质量优劣。

以上就是使用 SDG6000X 系列脉冲 / 任意波形发生器简单模拟 ASK/FSK 数字调制 , 用 SVA1000X 系列频谱 & 矢量网络分析仪对调制信号进行分析的过程。在通信技术高速发展的时代 , 虽然数字调制方式越来越丰富 , 但是我们依旧能够以 ASK/FSK 为基础 , 初步了解数字调制。

关于鼎阳

鼎阳科技 (SIGLENT) 是一家专注于通用电子测试测量仪器及相关解决方案的公司。

从 2005 推出第一款数字示波器产品至今 , 10 余年来鼎阳科技一直是全球发展速度最快的数字示波器制造商。历经多年发展 , 鼎阳产品已扩展到数字示波器、手持示波表、函数 / 任意波形发生器、频谱分析仪、台式万用表、直流电源等通用测试测量仪器产品。2007 年 , 鼎阳与高端示波器领导者美国力科建立了全球战略合作伙伴关系。2011 年 , 鼎阳发展成为中国销量领先的数字示波器制造商。2014 年 , 鼎阳发布了中国首款智能示波器 SDS3000 系列 , 引领 “ 人手一台 ” 型实验室使用示波器

由功能示波器向智能示波器过渡的趋势。2017 年，鼎阳发布打破行业垄断，多项参数突破国内技术瓶颈的 SDG6000X 系列脉冲/任意波形发生器，其输出带宽高达 500MHz。目前，鼎阳已经在美国克利夫兰和德国汉堡成立分公司，产品远销全球 70 多个国家，SIGLENT 正逐步成为全球知名的测试测量仪器品牌。



关于鼎阳硬件设计与测试智库

鼎阳硬件设计与测试智库（简称鼎阳硬件智库）由深圳市鼎阳科技有限公司领衔创办，是中国第一家“智力众筹”模式的硬件智库。

鼎阳硬件智库顺势而为，倡导“连接-分享-协作-创造”的理念，高举志愿者服务的大旗，相信互联网是“爱”的大本营，相信人们都有发自内心分享的愿望。

鼎阳硬件智库选择硬件领域最普遍的七类问题：电源，时钟，DDR，低速总线，高速总线，EMC，测试测量进行聚焦。寻找“最针尖”的问题进行研讨，针对“最针

尖”的问题组织专家答疑，将硬件大师积累的宝贵知识和经验变成公众财富，惠及更多硬件人。

鼎阳硬件智库，群策群力，连接所有硬件人。

有硬件问题，找鼎阳硬件智库。

