

## 第二部分 数字基带系统

### 1. 实验内容

PAM 信号的 Labview 实现

### 2. 实验目的

- 1、熟悉各种模拟信号的产生方法及其用途。
- 2、观察分析各种模拟信号波形的特点。
- 3、熟悉掌握 AMI、HDB3、CMI 和双相码的编码规则。
- 4、根据编码规则，自主设计完成以上码的编译码实验。

### 3. 实验步骤

#### （一）实验仪器

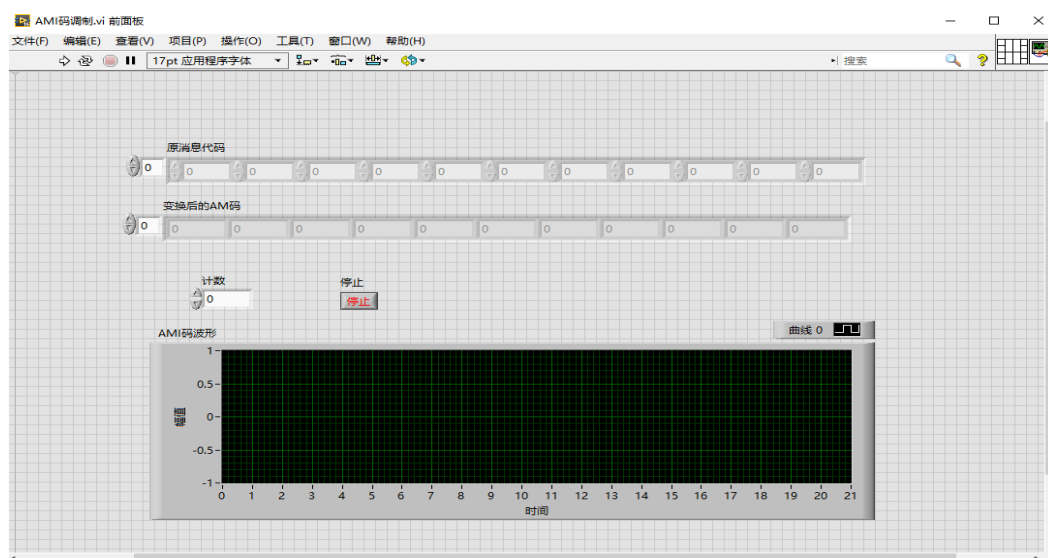
LabVIEW2013 软件：

- （1）数组+数值输入控件（原消息代码，输入 2 维，1、0 码元）
- （2）数组+数值显示控件（变换后的 AM 码，输出 1 维，变换后的 CMI 码，+1、-1 码元，HDB3 码的 01 显示，变换后的 Manchester 码）
- （3）数组+字符串显示控件（HDB3 码）
- （4）数值输入控件（计数，除数，被除数）
- （5）布尔（停止按钮，圆形指示灯）
- （6）波形图控件（AM 码波形，CMI 码波形，HDB3 码波形，Manchester 码波形）
- （7）结构（While 循环，For 循环，条件结构，层叠式顺序结构）
- （8）数组（数组大小，索引数组，创建数组，替换数组子集）
- （9）数值（数值常量，+1，÷，向下取整）
- （10）比较（=）

#### （一）AMI 码调制

- 1、创建新的 VI 工程，命名为 AMI 码调制并保存。

- 2、打开前面板，右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为原消息代码并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值输入控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（1）所示情况。
- 3、右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为变换后的 AMI 码并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值显示控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（1）所示情况。
- 4、右键：控件→数值→数值输入控件，命名为计数并放置在前面板上。
- 5、右键：控件→布尔→停止按钮，放置在前面板上。
- 6、右键：控件→图形→波形图，命名为 AMI 码波形并放置在前面板上，右键该控件属性，并调整为下图（1）所示情况。

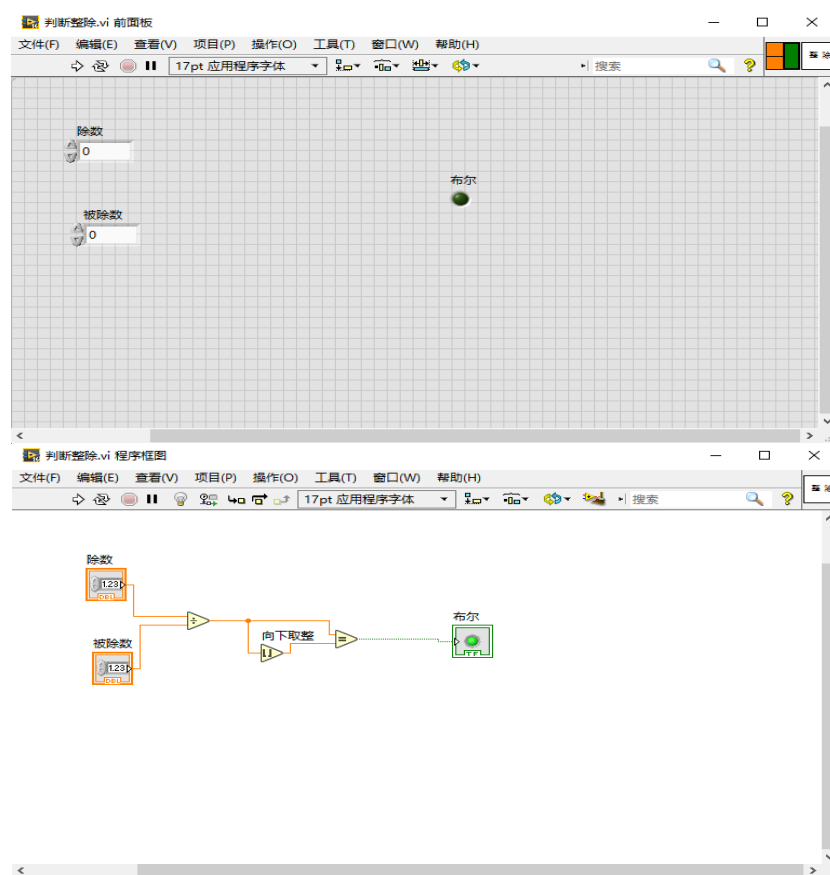


图（1）AMI 码调制前面板

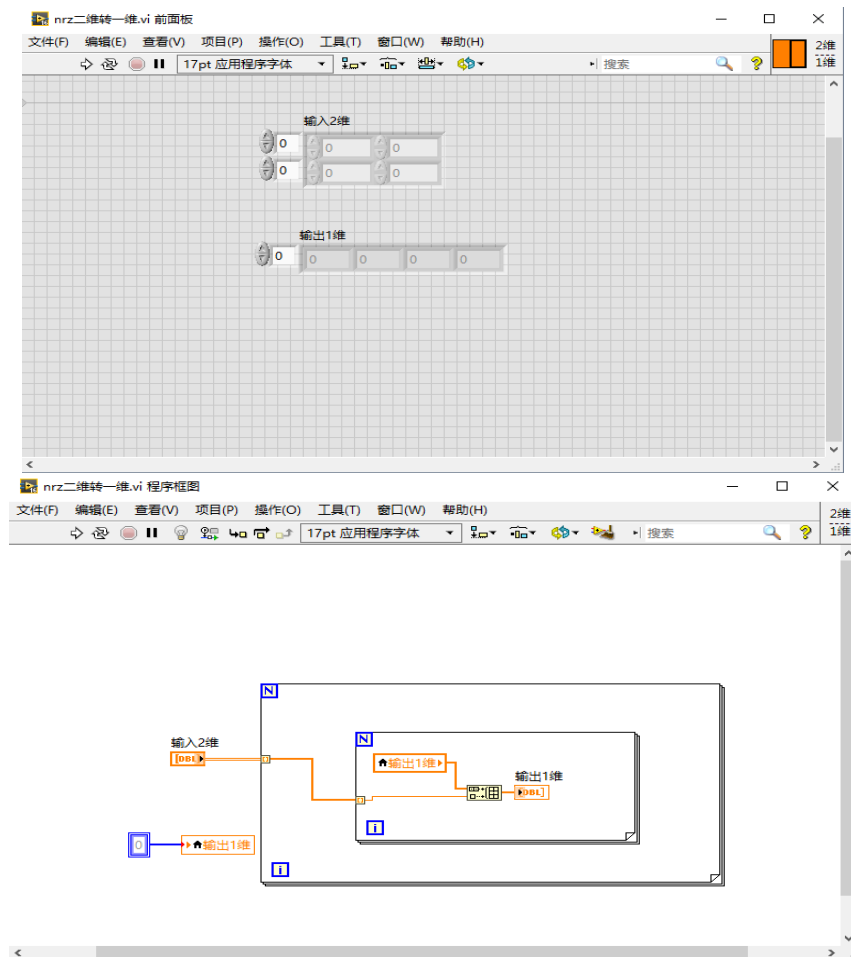
- 7、快捷键 Ctrl+E 进入 AMI 码调制程序框图。
- 8、将鼠标移至原消息代码右键：表示法→U32；再移至变换后的 AMI 码右键：表示法→I8；再移至计数右键：表示法→U8；调整好其数据类型。
- 9、整个调制过程应该在 while 循环中进行，右键：编程→结构→While 循环，布局为图（4）所示。
- 10、创建一个 For 循环结构，右键：编程→结构→For 循环，布局为图（4）所示。
- 11、创建两个条件结构，右键：编程→结构→条件结构，布局为图（4）所示。

12、创建一个层叠式顺序结构，右键：编程→结构→层叠式顺序结构，布局为图（4）所示。

13、构件整体程序框图到这里需要用到两个子 VI 程序：判断整除.VI，如图（2）和 nrz2 维转 1 维.VI，如图（3）。VI 子程序接线端制作：在子程序前面板中的右上角有接线端→右键→调整好要求的端口数→单击接线端（变黑后）→点到前面板的对应的控件上，制作完成保存；在 AMI 码调制程序面板右键：选择 VI…，在文件复选框里找到要添加的 VI 文件，调用放置在程序框图下。

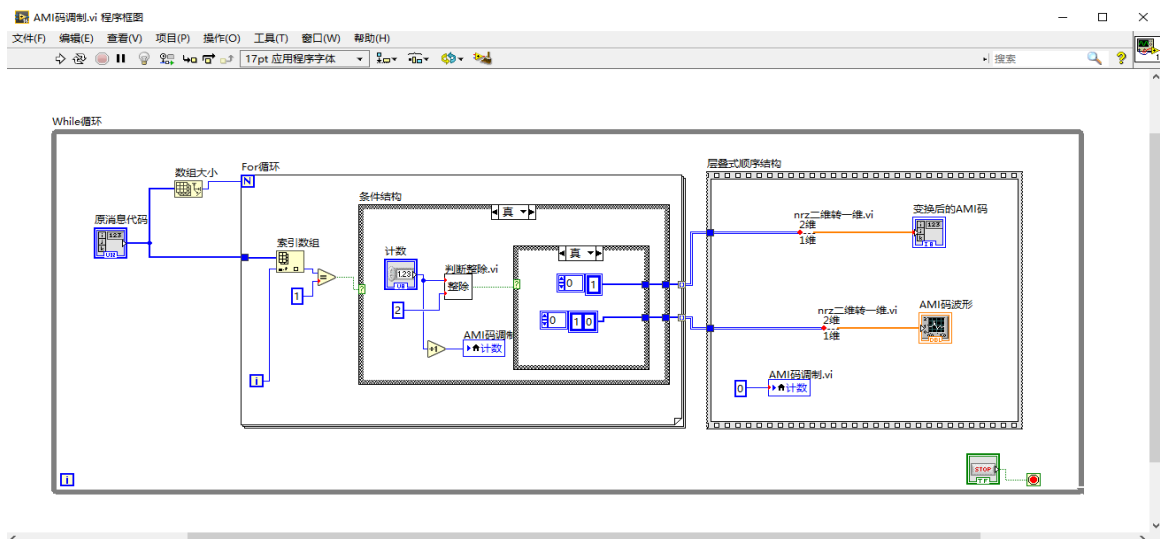


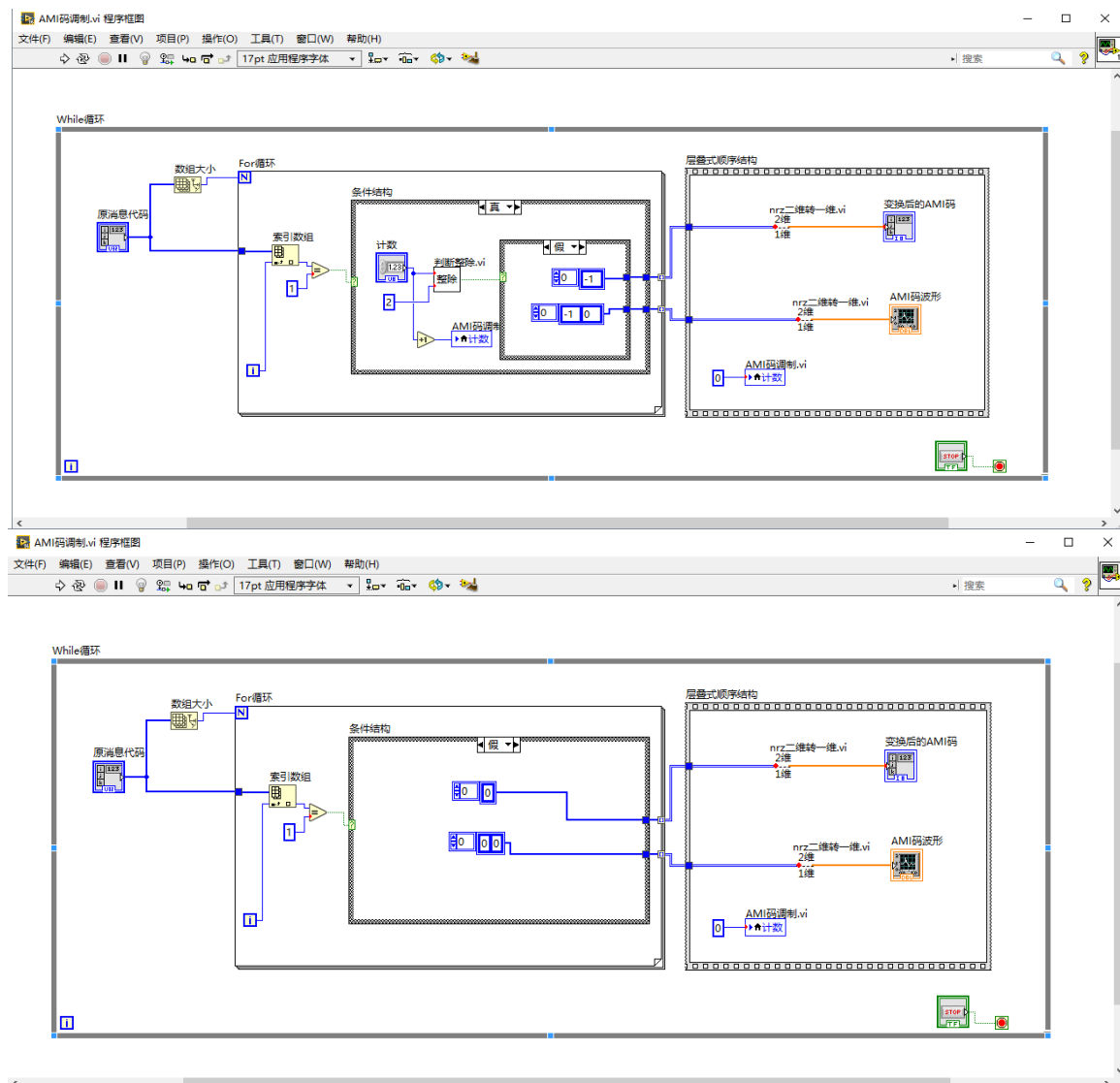
图（2）判断整除.VI 前面板设计和程序框图



图（3）nrz2 维转 1 维.VI 前面板设计和程序框图

14、AMI 码调制程序框图具体布局如下图（4）所示：





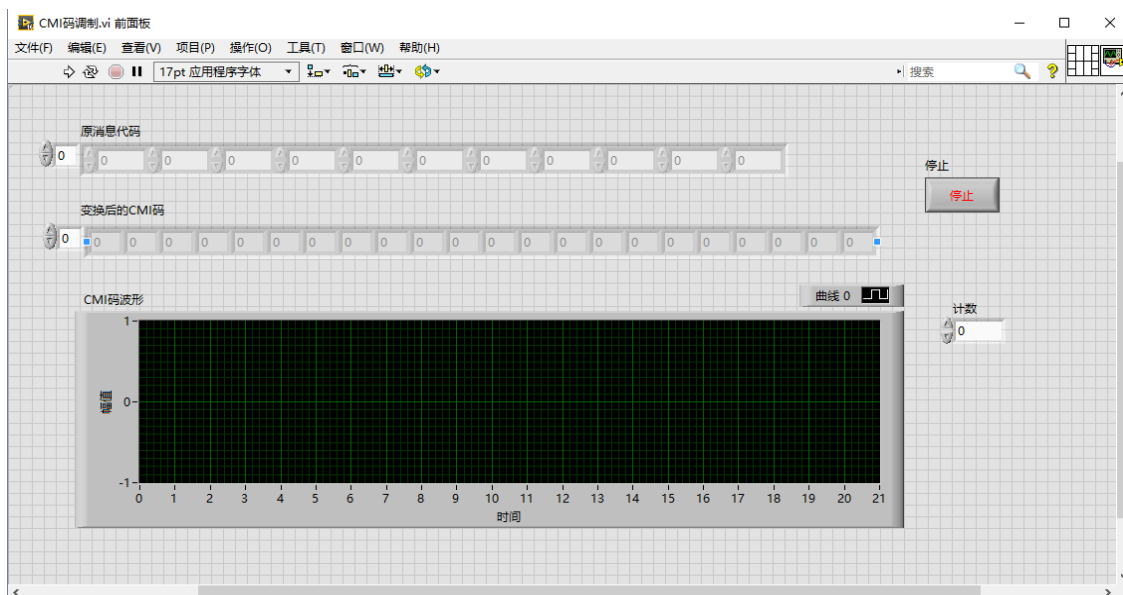
图（4）AMI 调制程序框图

## （二）CMI 码调制

- 1、创建新的 VI 工程，命名为 CMI 码调制并保存。
- 2、打开前面板，右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为原消息代码并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值输入控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（5）所示情况。
- 3、右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为变换后的 CMI 码并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值显示控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（5）所示情况。
- 4、右键：控件→数值→数值输入控件，命名为计数并放置在前面板上。

5、右键：控件→布尔→停止按钮，放置在前面板上。

6、右键：控件→图形→波形图，命名为 CMI 码波形并放置在前面板上，右键该控件属性，并调整为下图（5）所示情况。



图（5）CMI 码调制前面板

7、快捷键 Ctrl+E 进入 CMI 码调制程序框图。

8、将鼠标移至原消息代码右键：表示法→U32；再移至变换后的 CMI 码右键：表示法→U8；再移至计数右键：表示法→U8；调整好其数据类型。

9、整个调制过程应该在 while 循环中进行，右键：编程→结构→While 循环，布局为图（6）所示。

10、创建一个 For 循环结构，右键：编程→结构→For 循环，布局为图（6）所示。

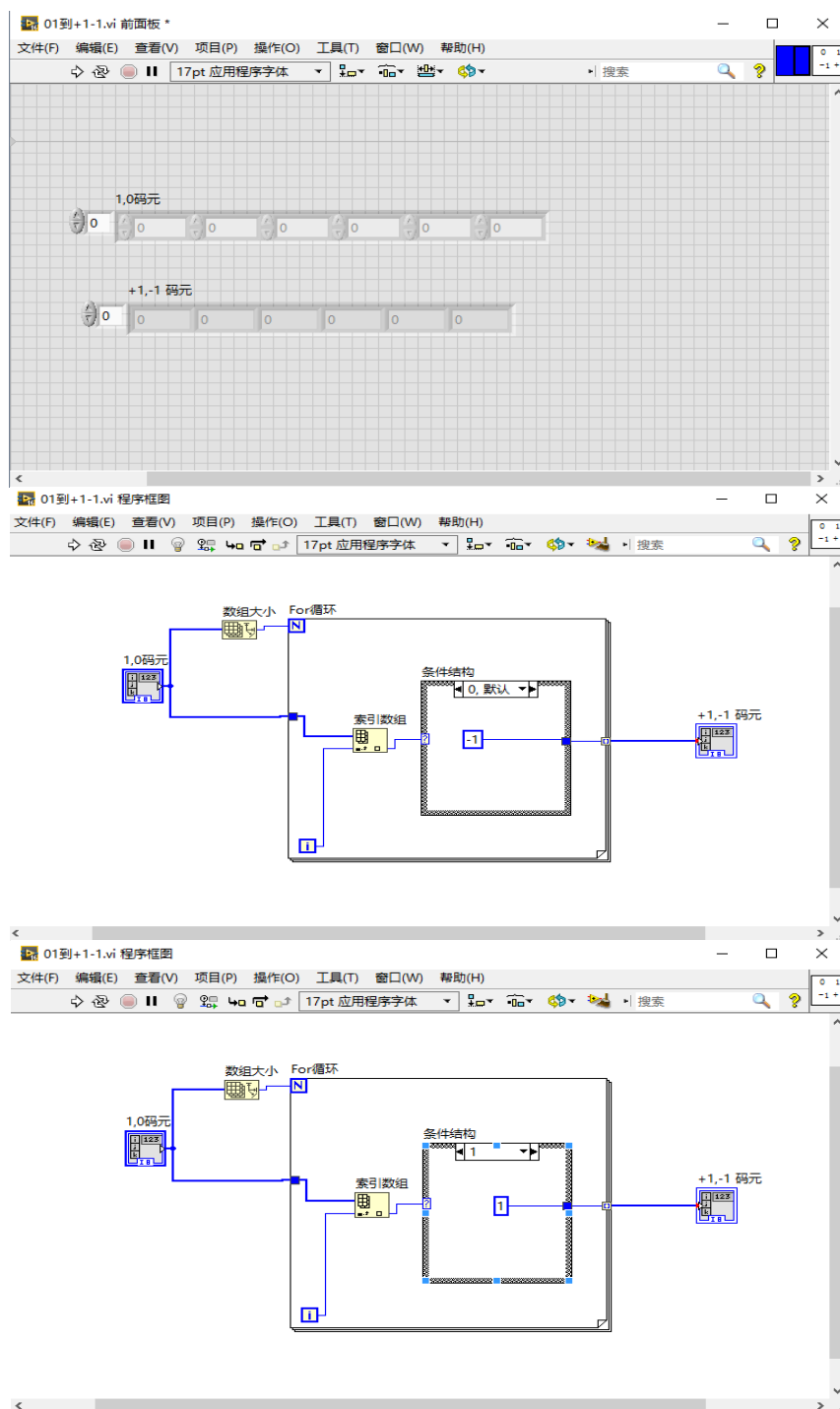
11、创建两个条件结构，右键：编程→结构→条件结构，布局为图（6）所示。

12、创建一个层叠式顺序结构，右键：编程→结构→层叠式顺序结构，布局为图（6）所示。

13、构件整体程序框图到这里需要用到三个子 VI 程序：判断整除.VI，如图

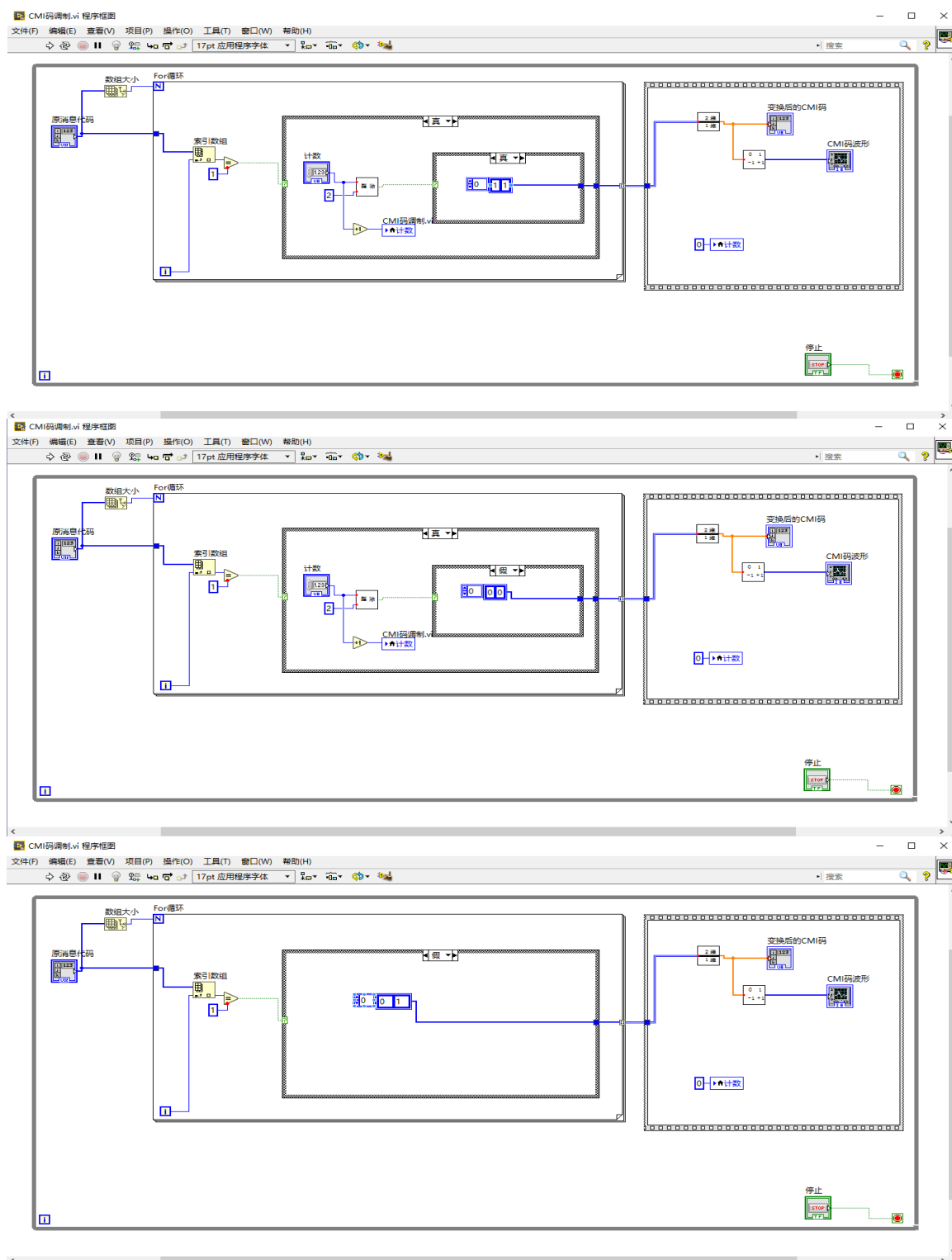
（2），nrz2 维转 1 维.VI，如图（3）和 01 到+1-1.VI，如图（7）。VI 子程序接线端制作：在子程序前面板中的右上角有接线端→右键→调整好要求的端口数→单击接线端（变黑后）→点到前面板的对应的控件上，制作完成保存；在 CMI 码调制

程序面板右键：选择 VI…，在文件复选框里找到要添加的 VI 文件，调用放置在程序框图下。



图（7）01 到+1-1.VI 前面板设计和程序框图

14、AMI 码调制程序框图具体布局如下图（8）所示：



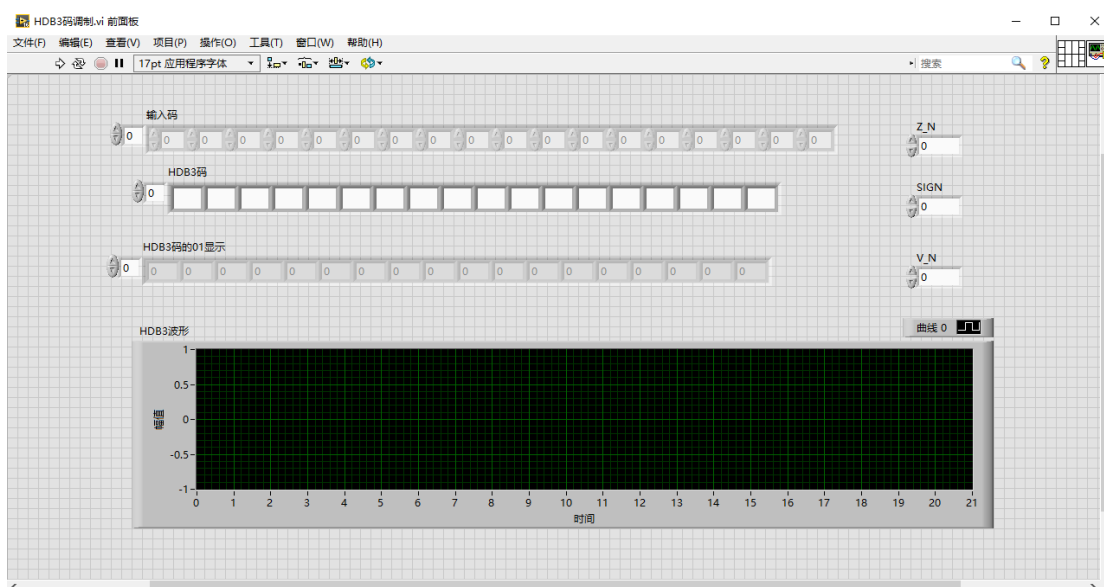
图（8）CMI 调制程序框图

### （三）HDB3 码调制

1、创建新的 VI 工程，命名为 HDB3 码调制并保存。



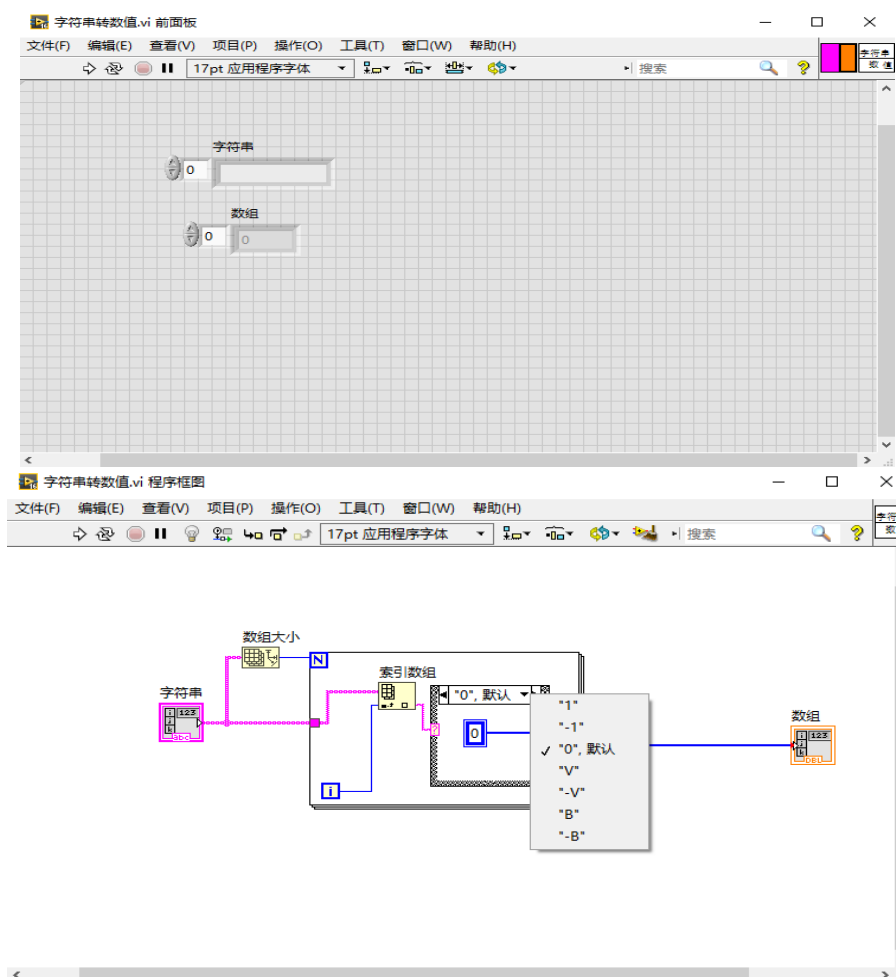
- 2、打开前面板，右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为输入码并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值输入控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（9）所示情况。
- 3、右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为 HDB3 码并放置在前面板上；右键该控件：控件→字符串与路径→字符串显示控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（9）所示情况，选中该控件，右键：数据操作→重新初始化为默认值。
- 4、右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为 HDB3 码的 01 显示并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值显示控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（9）所示情况。
- 5、添加三个数值输入控件，右键：控件→数值→数值输入控件，分别命名为 SIGN, V\_N 和 Z\_N 并放置在前面板上。
- 6、右键：控件→图形→波形图，命名为 HDB3 码波形并放置在前面板上，右键该控件属性，并调整为下图（5）所示情况。



图（9）HDB3 码调制前面板

- 7、快捷键 Ctrl+E 进入 HDB3 码调制程序框图。
- 8、创建一个 For 循环结构，右键：编程→结构→For 循环，布局为图（11）所示。
- 9、创建条件结构，右键：编程→结构→条件结构，布局为图（11）所示。

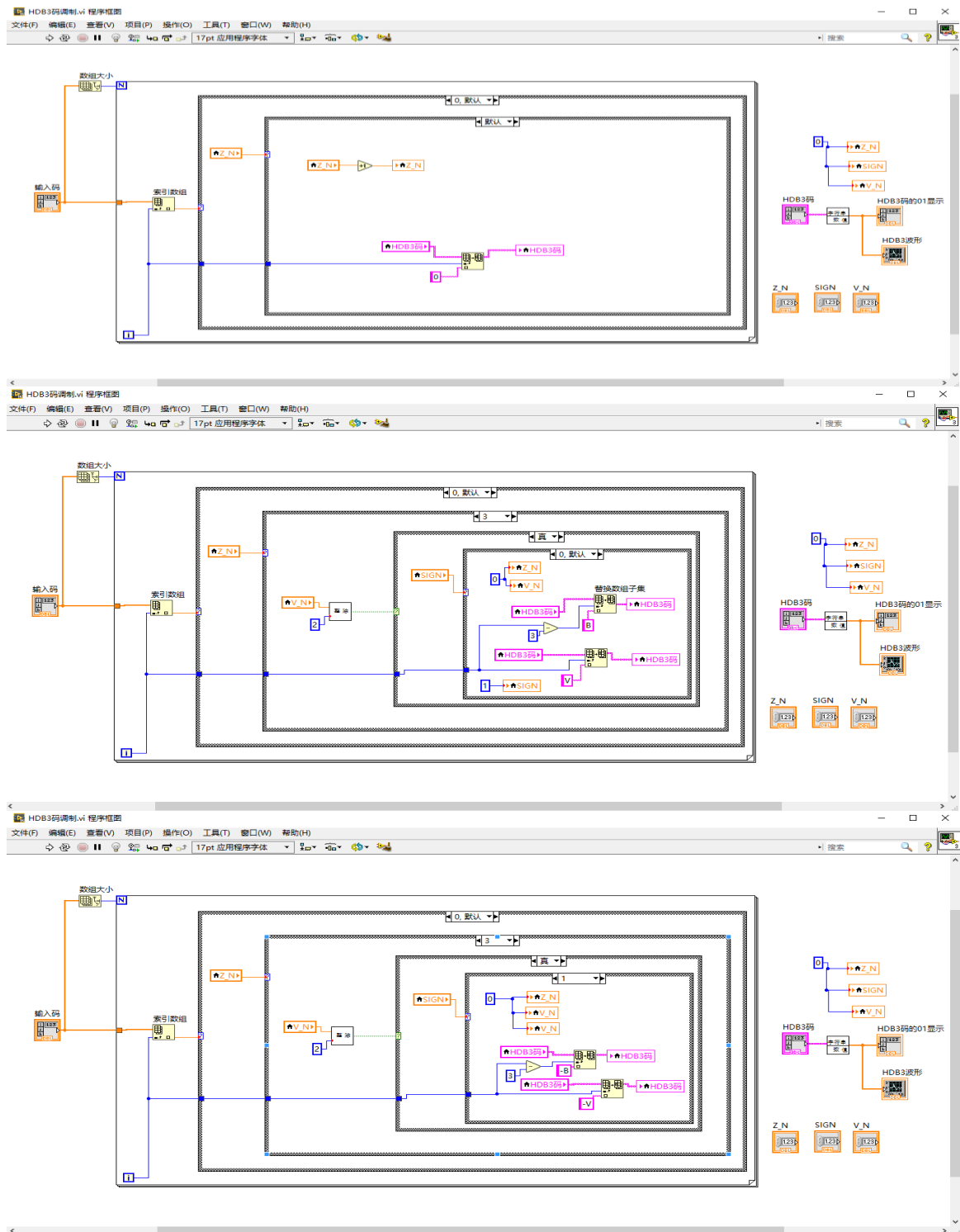
10、构件整体程序框图到这里需要用到两个子 VI 程序：判断整除.VI，如图（2），字符串转数值.VI,如图（10）。VI 子程序接线端制作：在子程序前面板中的右上角有接线端→右键→调整好要求的端口数→单击接线端（变黑后）→点到前面板的对应的控件上，制作完成保存；在 HDB3 码调制程序面板右键：选择 VI...，在文件复选框里找到要添加的 VI 文件，调用放置在程序框图下。



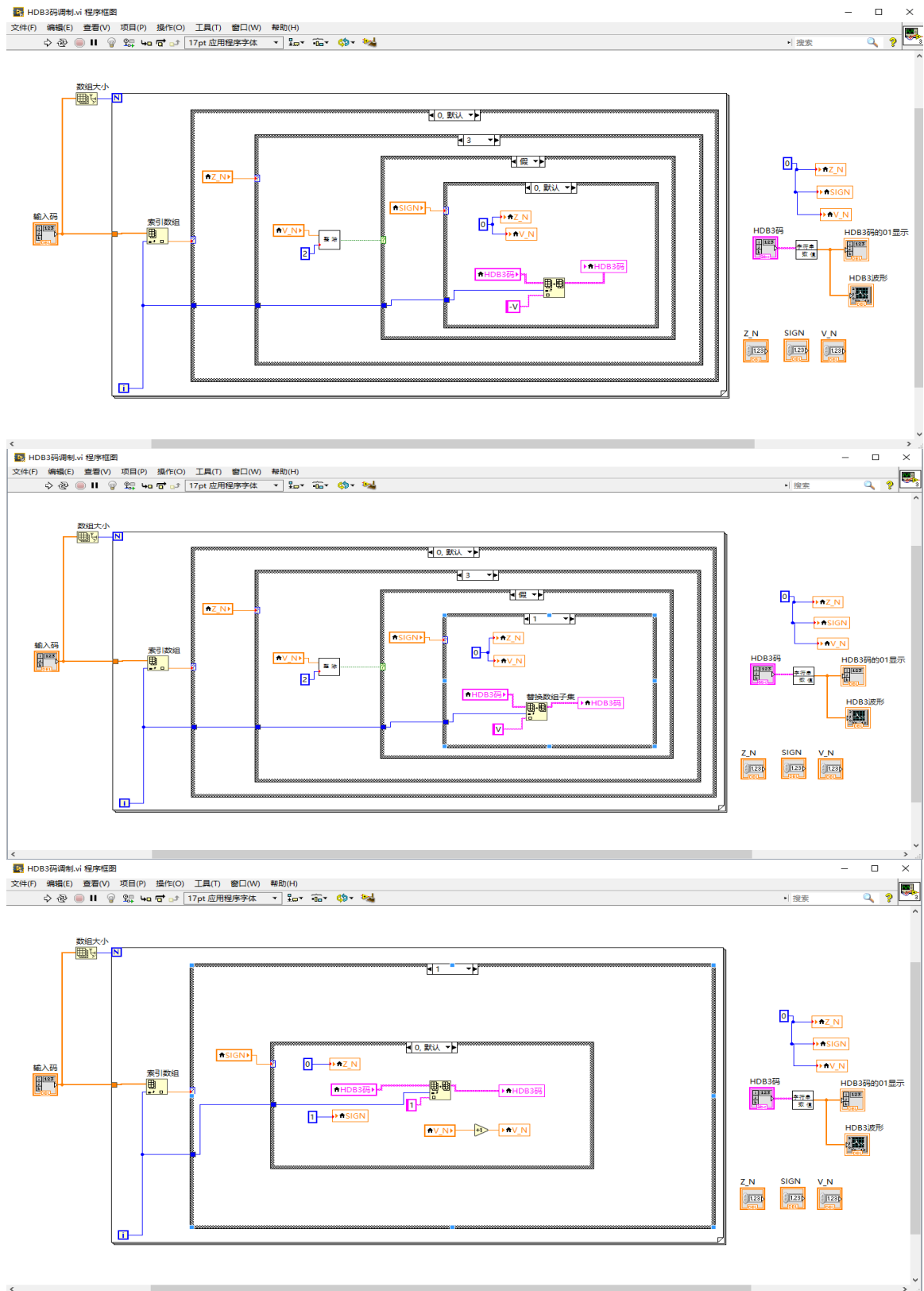
图（10）字符串转数值.VI 前面板设计和程序框图

11、HDB3 码调制程序框图具体布局如下图（11）所示：

## 《通信原理》实验报告范例



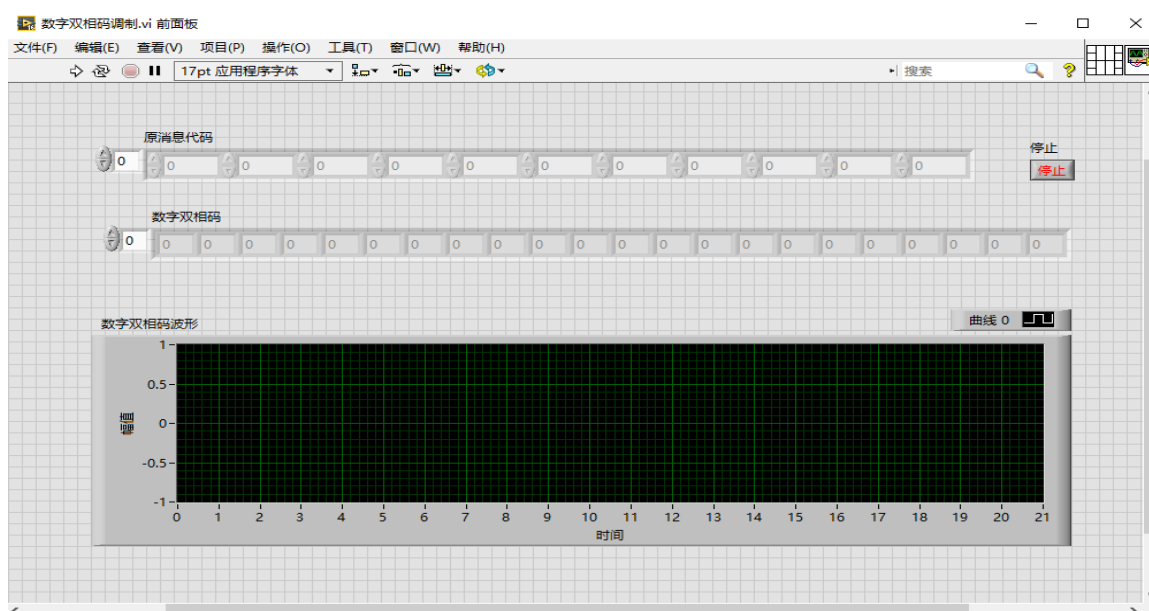
## 《通信原理》实验报告范例



图（11）HDB3 码程序框图

#### （四）数字双相码调制

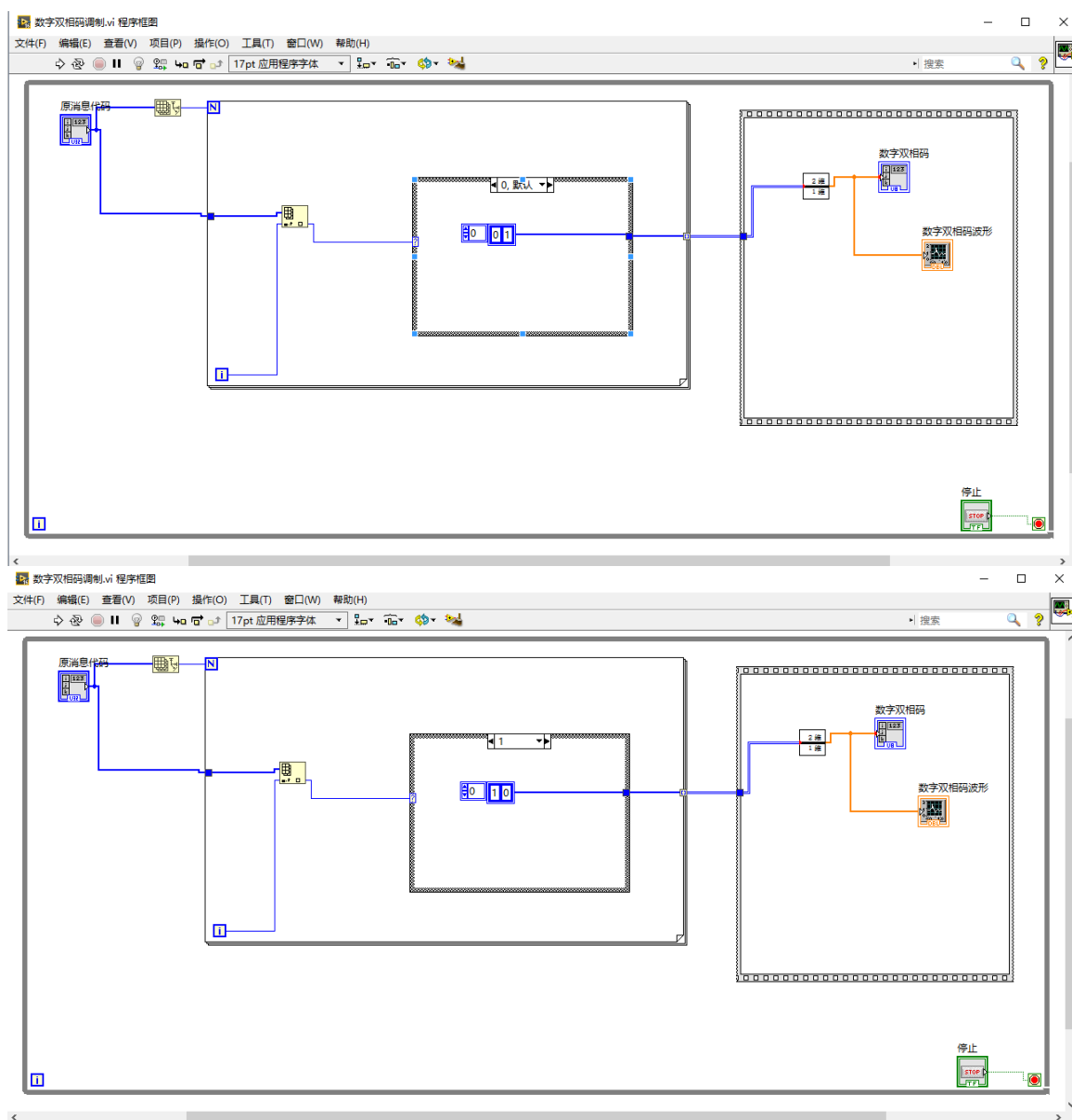
- 1、创建新的 VI 工程，命名为数字双相码调制并保存。
- 2、打开前面板，右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为原消息代码并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值输入控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（12）所示情况。
- 3、右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为数字双相码并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值显示控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（12）所示情况。
- 4、右键：控件→布尔→停止按钮，放置在前面板上。
- 5、右键：控件→图形→波形图，命名为数字双相码波形并放置在前面板上，右键该控件属性，并调整为下图（12）所示情况。



图（12）数字双相码调制前面板

- 6、快捷键 Ctrl+E 进入数字双相码调制程序框图。
- 7、将鼠标移至原消息代码右键：表示法→U32；再移至数字双相码右键：表示法→U 8；调整好其数据类型。
- 8、整个调制过程应该在 while 循环中进行，右键：编程→结构→While 循环，布局为图（13）所示。
- 9、创建一个 For 循环结构，右键：编程→结构→For 循环，布局为图（13）所示。

- 10、创建一个条件结构，右键：编程→结构→条件结构，布局为图（13）所示。
- 11、创建一个层叠式顺序结构，右键：编程→结构→层叠式顺序结构，布局为图（13）所示。
- 12、构件整体程序框图到这里需要用到三个子 VI 程序： nrz2 维转 1 维.VI，如图（3）。VI 子程序接线端制作：在子程序前面板中的右上角有接线端→右键→调整好要求的端口数→单击接线端（变黑后）→点到前面板的对应的控件上，制作完成保存；在数字双相码调制程序面板右键：选择 VI…，在文件复选框里找到要添加的 VI 文件，调用放置在程序框图下。



图（12）数字双相码调制前面板

#### 4. 实验结论及思考

（1）AMI 码输入 1000110110 波形如下：

（2）CMI 码输入 10100011001 波形如下：

（3）Manchester 码输入 110101100 波形如下：

（4）HDB3 码输入 100001100001000010 波形如下：

实验中遇到的问题：

.....

实验体会

.....

## 第三部分 数字频带系统

### 1. 实验内容

- (1) FSK 与 ASK 调制解调的 Labview 实现
- (2) PSK 与 DPSK 调制解调的 Labview 实现

### 2. 实验目的

通过对 ASK、FSK、PSK 和 DPSK 调制解调的仿真实验，观察各二进制调制信号的形成波形和功率谱图，掌握数字频带系统的工作原理。

### 3. 实验步骤

- (1) 2ASK 和 2FSK 信号的 LabVIEW 实现

#### (一) 实验仪器

LabVIEW2013 软件:

- (1) 数组+数值输入控件（输入序列，输入 2 维，收到的信息序列，1, 0 码，输入序列（绝对码），相对码）
- (2) 数值输入控件（采样点数 N，采样率，载波频率，码速率 Rb，相位输入，噪声标准差，调制信号，高斯噪声信号，信道输出信号，载波相位，一个码周期内的点数，载频 1，载频 2）
- (3) 数组+数值显示控件（输入序列波形，输出 1 维，输出序列，0，-1 码，输出序列（绝对码），输出序列（相对码））
- (4) 布尔（停止按钮，圆形指示灯）
- (5) 波形图控件（输入序列波形，载波波形，2ASK 波形，滤波后的波形，2ASK 频谱图，载波 1，载波 2，上路滤波后波形，下路滤波后波形，2FSK 频谱图，2FSK 信号波形）
- (6) 结构（For 循环，条件结构）
- (7) 数组（数组大小，索引数组）
- (8) 数值（数值常量，+，÷，×，最近数取整）
- (9) 比较（=, >）



(10) 波形测量 (FFT 频谱 (幅度-相位), 频谱测量)

(11) 滤波器 (Butterworth)

(12) 信号生成 (正弦信号发生器, 高斯白噪声)

(一) 2ASK 调制与解调

1、创建新的 VI 工程, 命名为 ASK 调制与解调并保存。

2、打开前面板, 右键: 控件→数组, 矩阵与簇→数组, 命名为输入序列并放置在前面板上; 右键该控件: 控件→数值→数值输入控件, 添加到数组内; 将鼠标放置在控件上, 拖拉成如下图 (1) 所示情况。

3、右键: 控件→数值→数值输入控件, 命名为采样点数 N, 采样率, 载波频率, 码速率 Rb, 相位输入, 噪声标准差并放置在前面板上。

4、右键: 控件→图形→波形图, 命名为输入序列波形, 载波波形, 2ASK 波形, 滤波后的波形, 2ASK 频谱图并放置在前面板上, 右键该控件属性, 并调整为下图

(1) 所示情况。

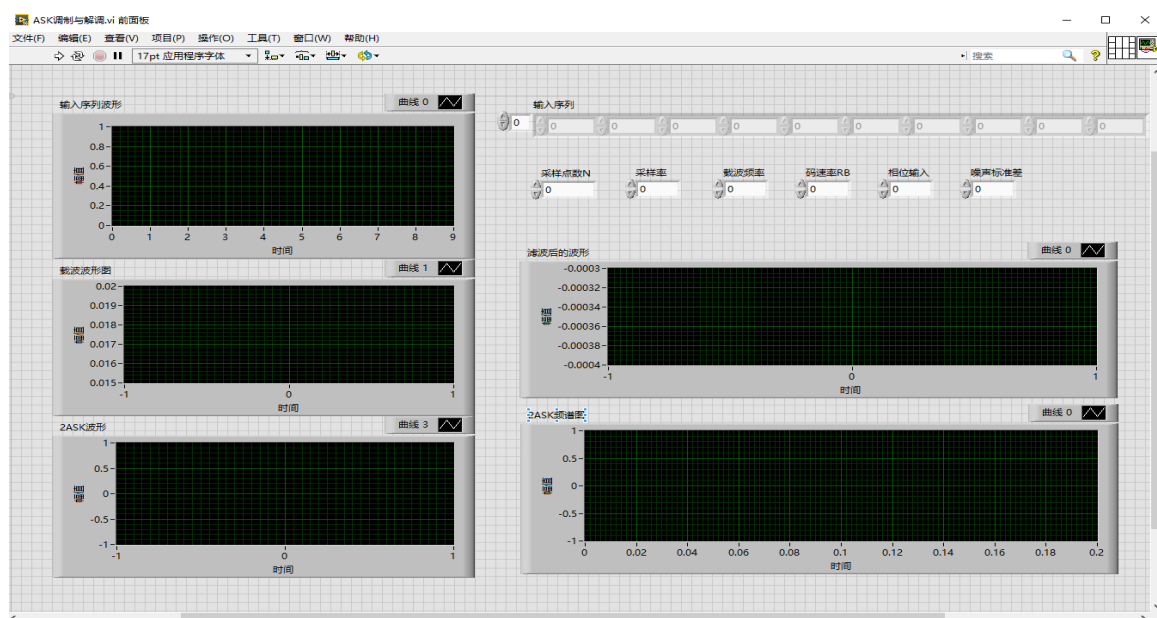


图 (1) ASK 调制与解调前面板

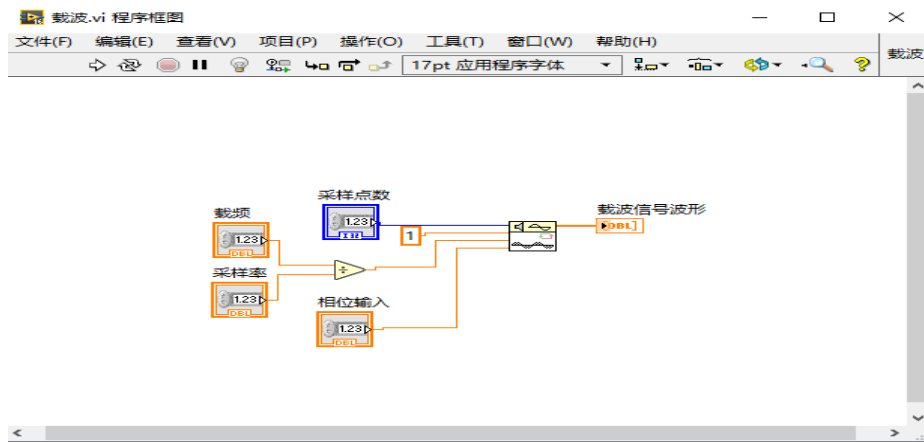
5、快捷键 Ctrl+E 进入 ASK 调制与解调程序框图。

6、将鼠标移至输入序列右键: 表示法→U32; 再移至变换后的输出序列右键: 表示法→U32 调整好其数据类型。

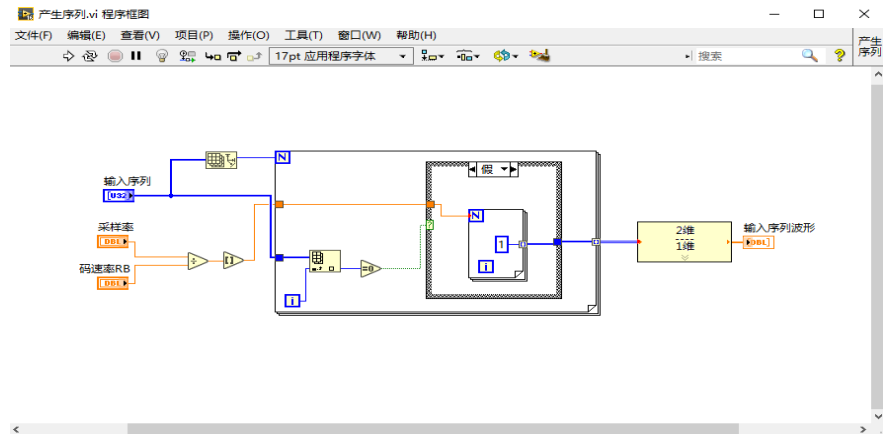
7、创建一个 For 循环结构, 右键: 编程→结构→For 循环, 布局为图 (5) 所示。

8、创建一个条件结构，右键：编程→结构→条件结构，布局为图（5）所示。

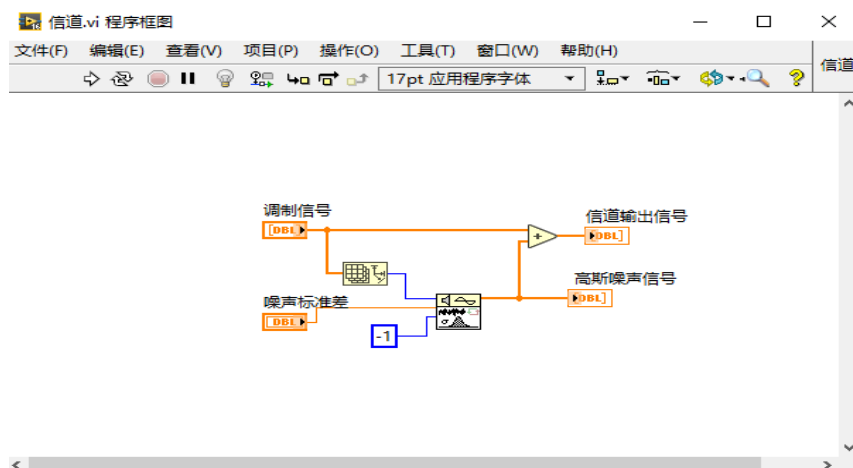
9、构件整体程序框图到这里需要用到三个子VI程序：载波.VI，如图（2），产生序列.VI，如图（3），信道.VI，如图（4）。VI子程序接线端制作：在子程序前面板中的右上角有接线端→右键→调整好要求的端口数→单击接线端（变黑后）→点到前面板的对应的控件上，制作完成保存；在ASK调制与解调程序面板右键：选择VI…，在文件复选框里找到要添加的VI文件，调用放置在程序框图下。



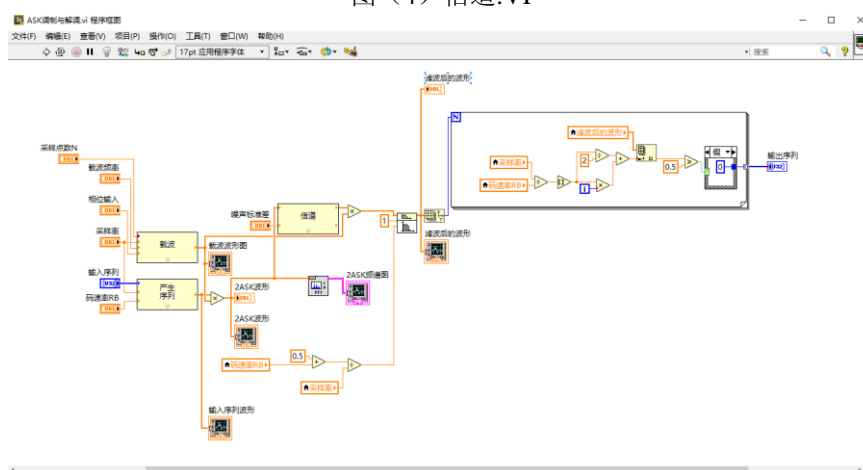
图（2）载波.VI



图（3）产生序列.VI



图（4）信道.VI

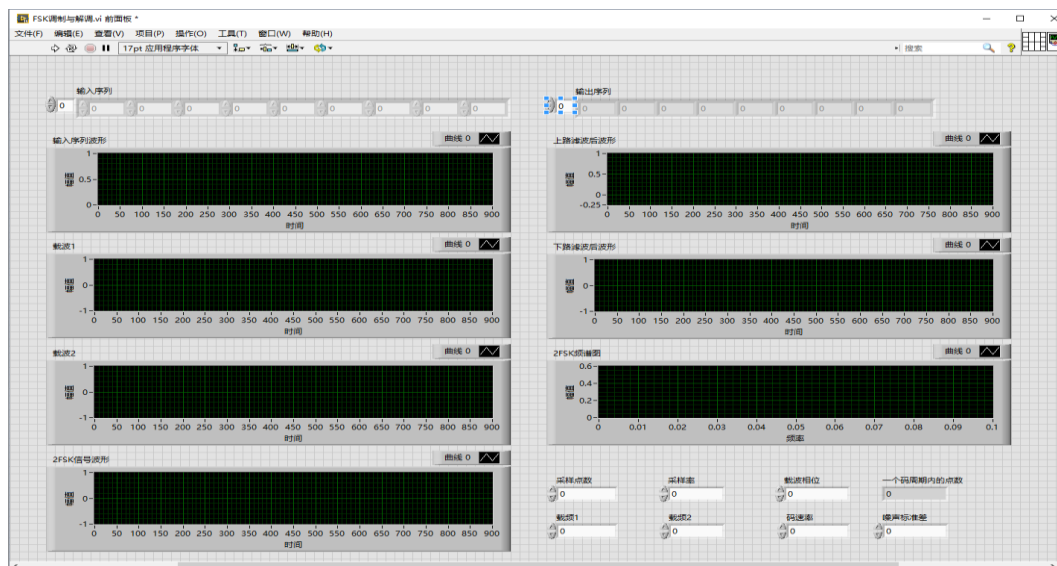


图（5）ASK 调制与解调程序框图

## （二）2FSK 调制与解调

- 1、创建新的 VI 工程，命名为 FSK 调制与解调并保存。
- 2、打开前面板，右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为输入序列并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值输入控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（6）所示情况。
- 3、右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为输出序列并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值显示控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（6）所示情况。
- 4、右键：控件→数值→数值输入控件，命名为采样点数 N，采样率，载波相位，码速率 Rb，一个周期内的点数，载频 1，载频 2，噪声标准差并放置在前面板上。

5、右键：控件→图形→波形图，命名为输入序列波形，载波 1，载波 2，上路滤波后波形，下路滤波后波形，2FSK 频谱图，2FSK 信号波形并放置在前面板上，右键该控件属性，并调整为下图（6）所示情况。



图（6）FSK 调制与解调前面板

6、快捷键 Ctrl+E 进入 ASK 调制与解调程序框图。

7、将鼠标移至输入序列右键：表示法→U32；再移至输出序列右键：表示法→U32 调整好其数据类型。

8、创建一个 For 循环结构，右键：编程→结构→For 循环，布局为图（8）所示。

9、创建一个条件结构，右键：编程→结构→条件结构，布局为图（8）所示。

10、构件整体程序框图到这里需要用到四个子 VI 程序：载波.VI，如图（2），产生序列.VI，如图（3），信道.VI，如图（4），翻转 01.VI，如图（7）。VI 子程序接线端制作：在子程序前面板中的右上角有接线端→右键→调整好要求的端口数→单击接线端（变黑后）→点到前面板的对应的控件上，制作完成保存；在 ASK 调制与解调程序面板右键：选择 VI…，在文件复选框里找到要添加的 VI 文件，调用放置在程序框图下。

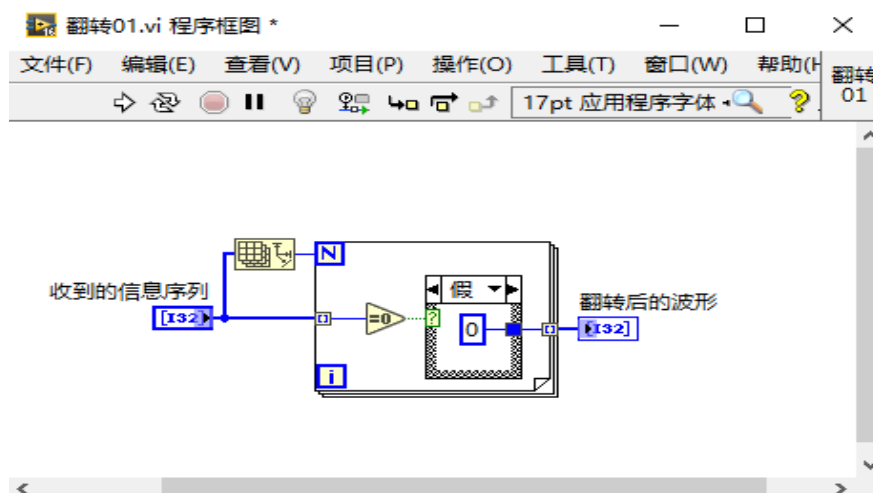


图 (7) 翻转 01.VI

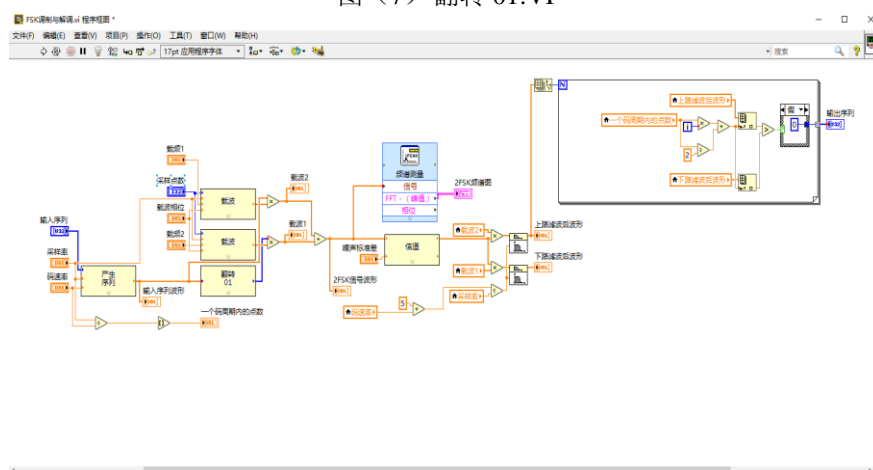


图 (8) FSK 调制与解调程序框图

## (2) AWGN 信道下 DPSK 调制解调系统的设计

### (一) 实验仪器

LabVIEW2013 软件:

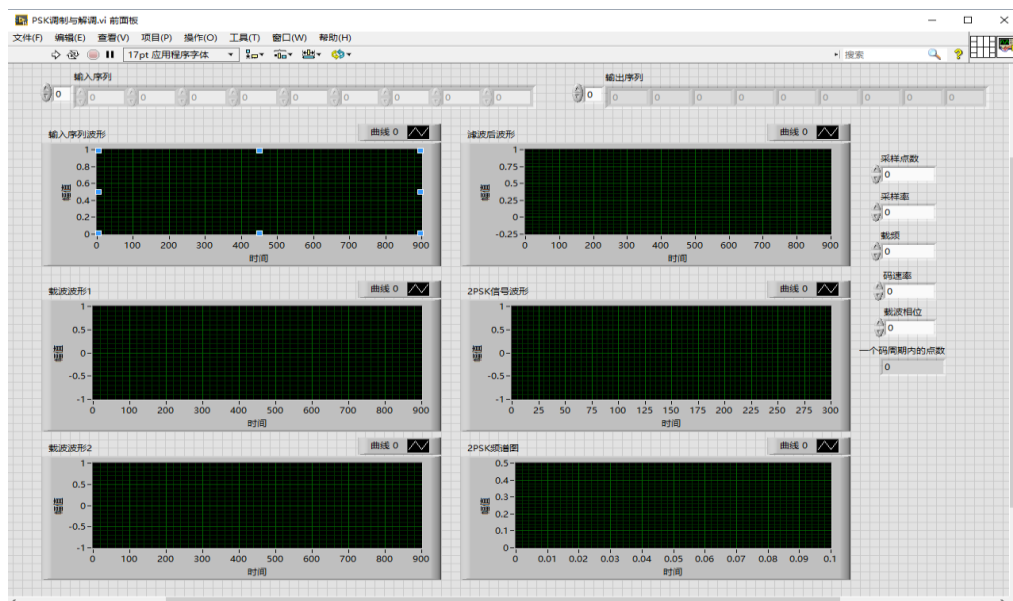
(1) 数组+数值输入控件 (输入序列, 输入 2 维, 收到的信息序列, 1,0 码, 输入序列 (绝对码), 相对码)

(2) 数值输入控件 (采样点数 N, 采样率, 载波频率, 码速率  $R_b$ , 相位输入, 噪声标准差, 调制信号, 高斯噪声信号, 信道输出信号, 载波相位, 一个码周期内的点数, 载频 1, 载频 2)

(3) 数组+数值显示控件 (输入序列波形, 输出 1 维, 输出序列, 0, -1 码, 输出序列 (绝对码), 输出序列 (相对码))

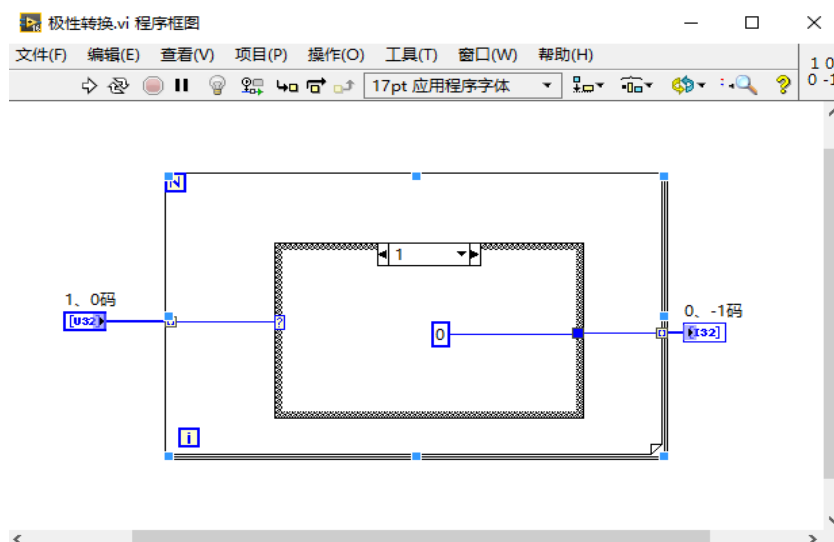
- (4) 布尔（停止按钮，圆形指示灯）
- (5) 波形图控件（输入序列波形，载波波形， 2PSK 信号波形，2PSK 频谱图，相对码波形，2DPSK 信号波形，2DPSK 频谱图）
- (6) 结构（For 循环，条件结构）
- (7) 数组（数组大小，索引数组）
- (8) 数值（数值常量，+，÷，×，最近数取整）
- (9) 比较（=0，>）
- (10) 波形测量（FFT 频谱（幅度-相位），频谱测量）
- (11) 滤波器（Butterworth）
- (12) 信号生成（正弦信号发生器，高斯白噪声）
- (一) 2PSK 调制与解调

- 1、创建新的 VI 工程，命名为 PSK 调制与解调并保存。
- 2、打开前面板，右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为输入序列并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值输入控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（9）所示情况。
- 3、右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为输出序列并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值显示控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（9）所示情况。
- 4、右键：控件→数值→数值输入控件，命名为采样点数 N，采样率，载波相位，码速率 Rb，一个周期内的点数，载频噪声标准差并放置在前面板上。
- 5、右键：控件→图形→波形图，命名为输入序列波形，载波波形 1，载波波形 2，滤波后波形，2PSK 频谱图，2PSK 信号波形并放置在前面板上，右键该控件属性，并调整为下图（9）所示情况。

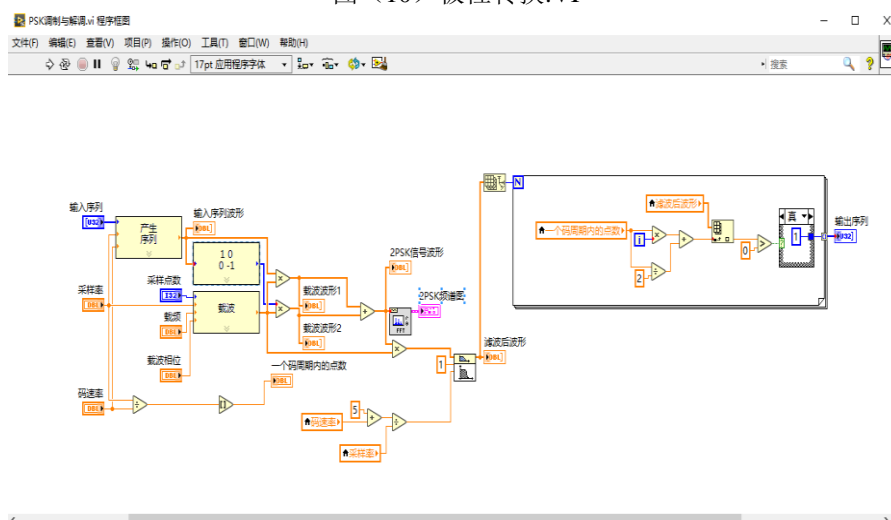


图（9）PSK 调制与解调前面板

- 6、快捷键 Ctrl+E 进入 PSK 调制与解调程序框图。
- 7、将鼠标移至输入序列右键：表示法→U32；再移至输出序列右键：表示法→U32，再移至采样点数右键：表示法→I32 调整好其数据类型。
- 8、创建一个 For 循环结构，右键：编程→结构→For 循环，布局为图（11）所示。
- 9、创建一个条件结构，右键：编程→结构→条件结构，布局为图（11）所示。
- 10、构件整体程序框图到这里需要用到三个子 VI 程序：载波.VI，如图（2），产生序列.VI，如图（3），极性转换.VI，如图（10）。VI 子程序接线端制作：在子程序前面板中的右上角有接线端→右键→调整好要求的端口数→单击接线端（变黑后）→点到前面板的对应的控件上，制作完成保存；在 ASK 调制与解调程序面板右键：选择 VI...，在文件复选框里找到要添加的 VI 文件，调用放置在程序框图下。



图（10）极性转换.VI



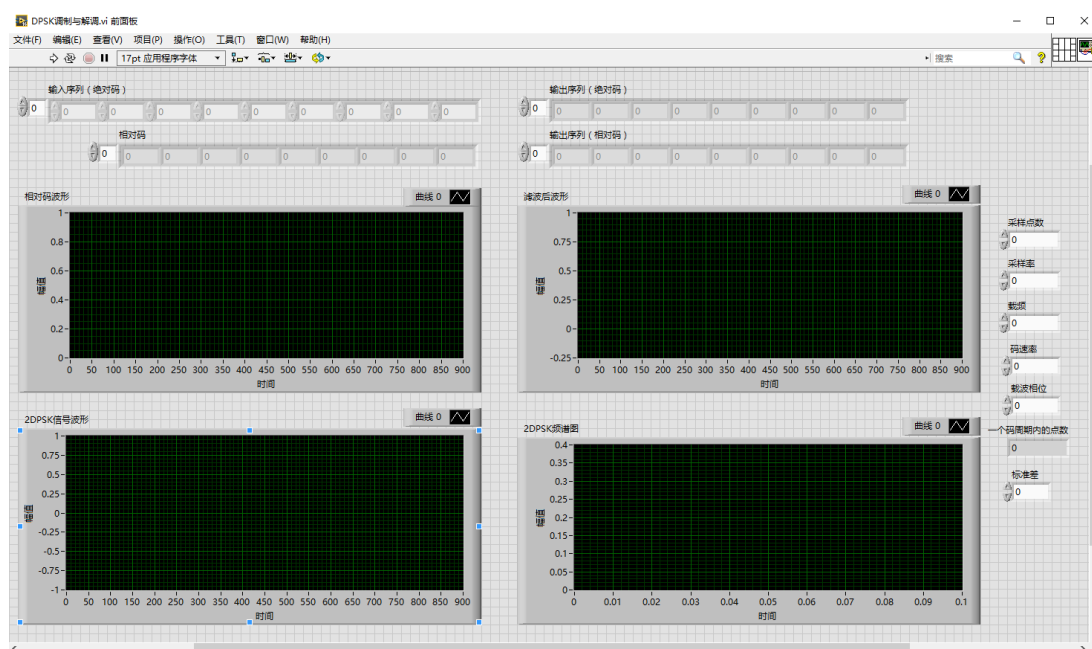
图（11）PSK 调制与解调程序框图

## （二）DPSK 调制与解调

- 1、创建新的 VI 工程，命名为 DPSK 调制与解调并保存。
- 2、打开前面板，右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为输入序列（绝对码）并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值输入控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（12）所示情况。
- 3、右键：控件→数组，矩阵与簇→数组，命名为输出序列（绝对码），输出序列（相对码），相对码并放置在前面板上；右键该控件：控件→数值→数值显示控件，添加到数组内；将鼠标放置在控件上，拖拉成如下图（12）所示情况。

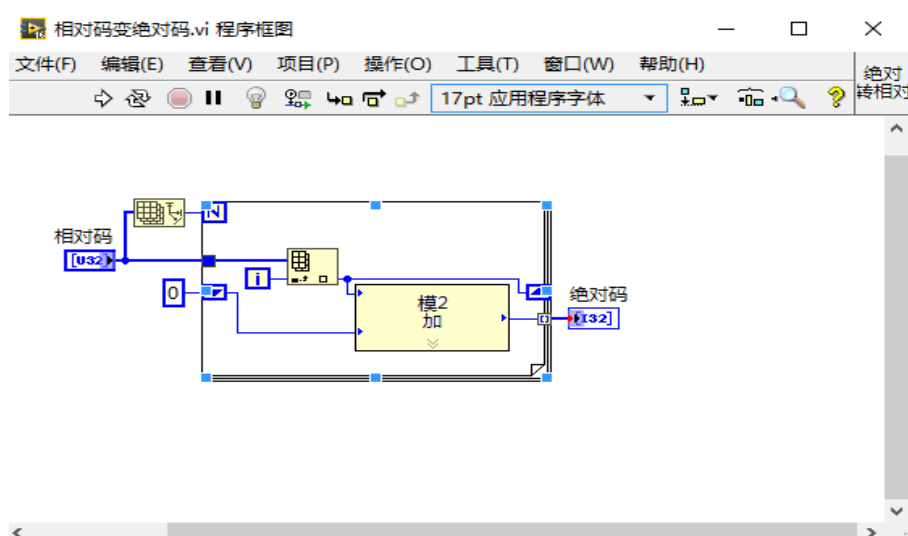


- 4、右键：控件→数值→数值输入控件，命名为采样点数 N，采样率，载波相位，码速率  $R_b$ ，一个周期内的点数，载频 1，载频 2，噪声标准差并放置在前面板上。
- 5、右键：控件→图形→波形图，命名为相对码波形，2DPSK 信号波形，滤波后波形，2DPSK 频谱图并放置在前面板上，右键该控件属性，并调整为下图（12）所示情况。

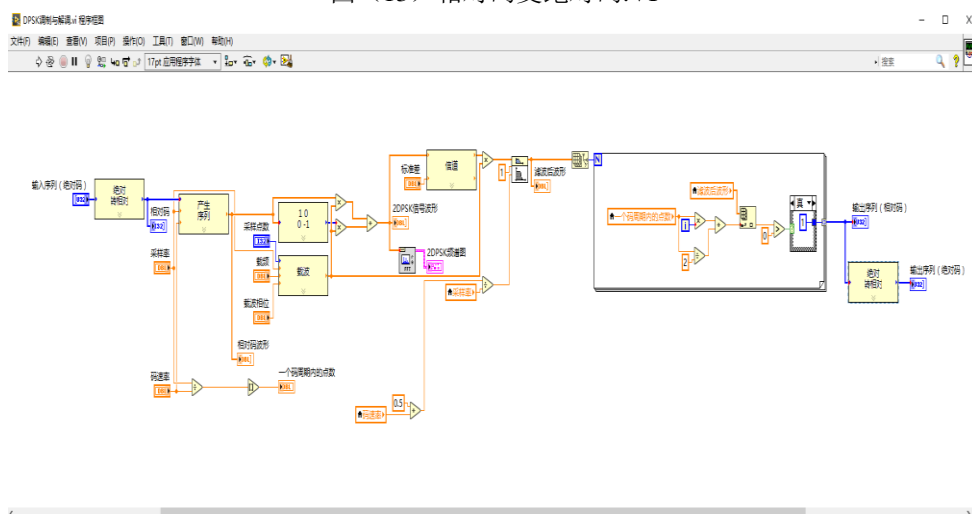


图（12）DPSK 调制与解调前面板

- 6、快捷键 Ctrl+E 进入 DPSK 调制与解调程序框图。
- 7、将鼠标移至输入序列（绝对码）右键：表示法→U32；再移至相对码右键：表示法→U32，再移至采样点数右键：表示法→I32 调整好其数据类型。
- 8、创建一个 For 循环结构，右键：编程→结构→For 循环，布局为图（14）所示。
- 9、创建一个条件结构，右键：编程→结构→条件结构，布局为图（14）所示。
- 10、构件整体程序框图到这里需要用到三个子 VI 程序：载波.VI，如图（2），产生序列.VI，如图（3），信道.VI，如图（4），极性转换.VI，如图（10），相对码变绝对码.VI，如图（13）。VI 子程序接线端制作：在子程序前面板中的右上角有接线端→右键→调整好要求的端口数→单击接线端（变黑后）→点到前面板的对应的控件上，制作完成保存；在 ASK 调制与解调程序面板右键：选择 VI...，在文件复选框里找到要添加的 VI 文件，调用放置在程序框图下。



图（13）相对码变绝对码.VI



图（14）DSP 调制与解调程序框图

#### 4. 实验结论及思考

##### （1）2ASK 调制与解调

设置输入码为：1000110101

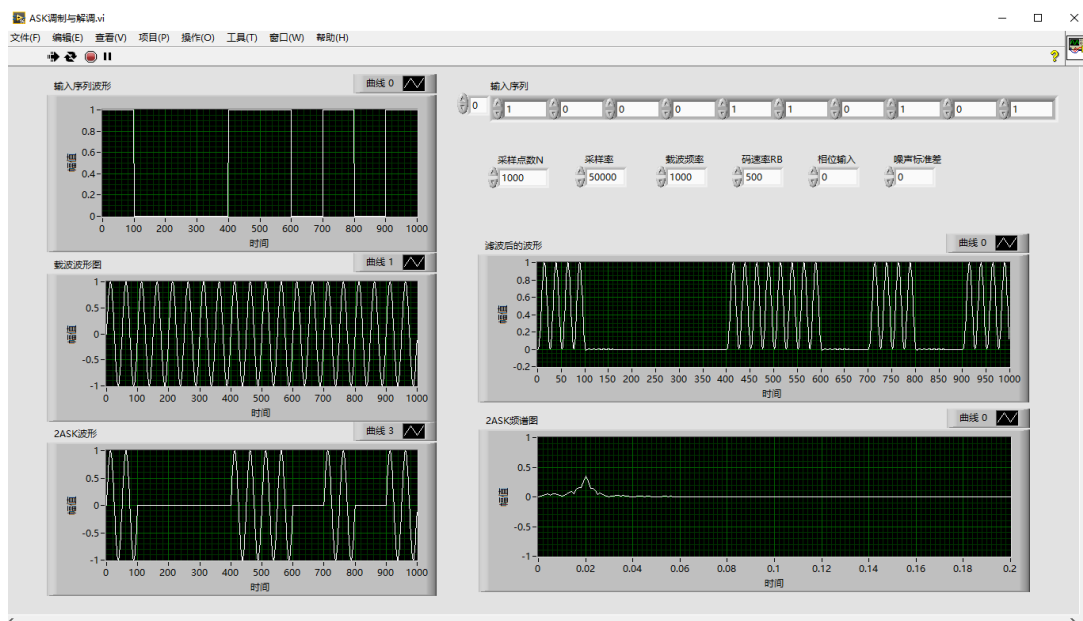
采样点数 N 为：1000

采样率为：50000

码速率 RB 为：500

相位输入为：0

噪声标准差为：0



## (2) 2FSK 调制与解调

输入序列: 011010011

采样点数: 1000

采样率: 50000

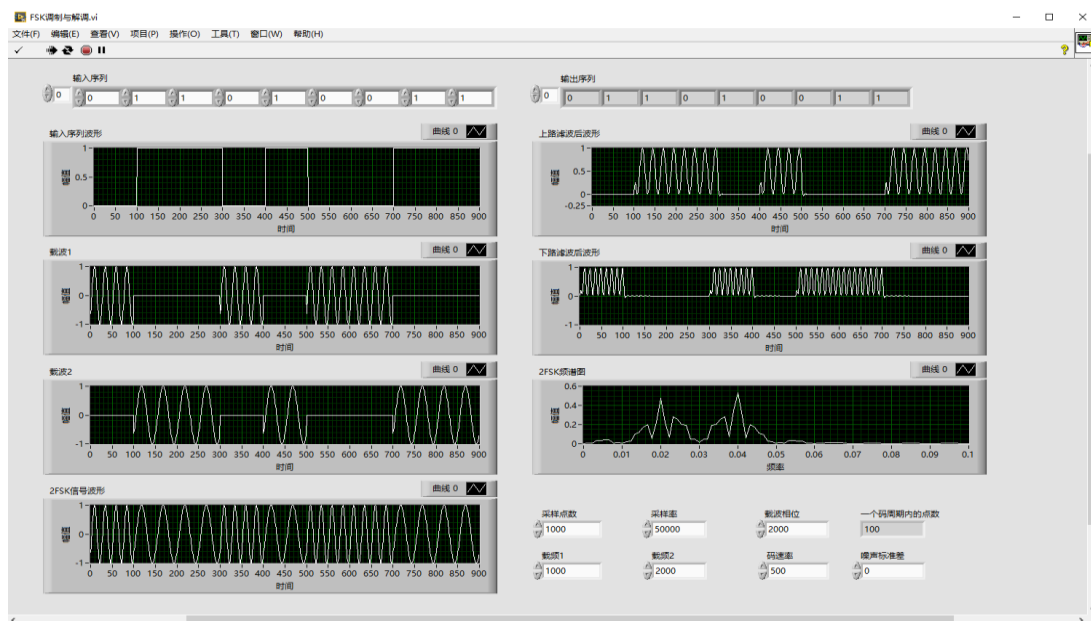
载波相位: 0

载频 1:1000

载频 2:2000

码速率: 500

噪声标准差: 0



### (3) 2PSK 调制与解调

输入序列：100011001

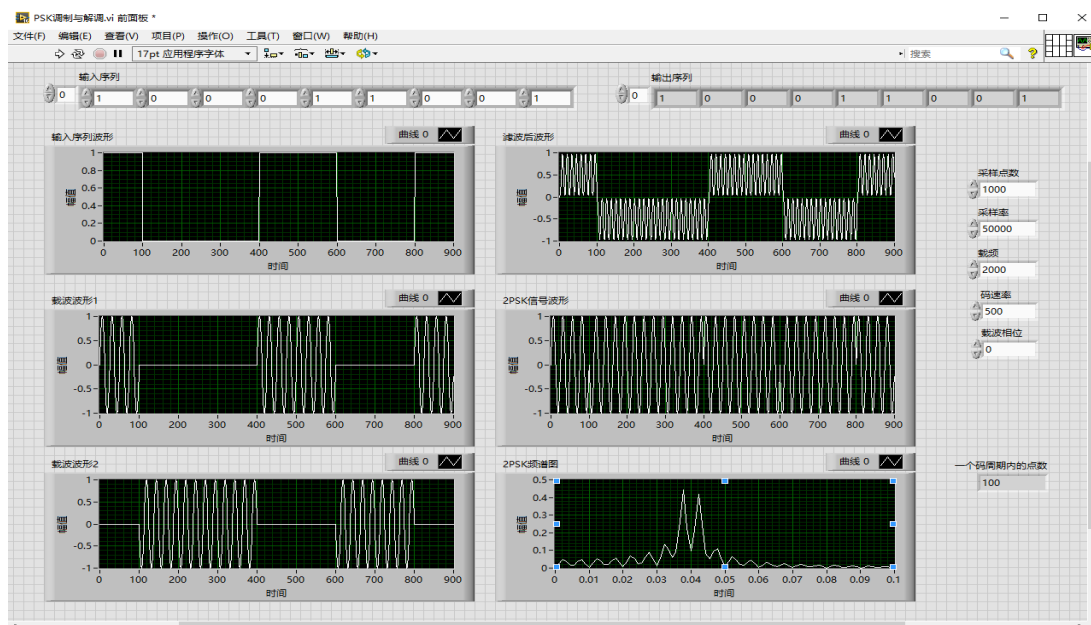
采样点数：1000

采样率：50000

载波频率：2000

码速率：500

载波相位：0



### (3) DPSK 调制与解调

输入序列（绝对码）：101001101

采样点数：1000

采样率：50000

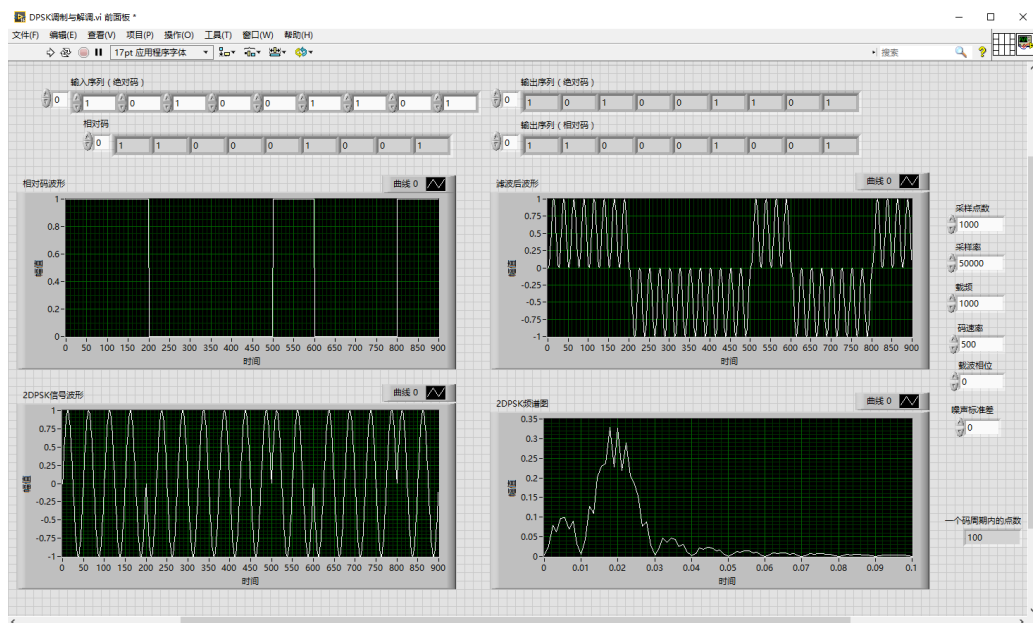
载波频率：1000

码速率：500

载波相位：0

噪声标准差：0

## 《通信原理》实验报告范例



实验思考