

## 在AD9981上实现自动失调功能

作者: Del Jones

### 简介

AD9981是首款集成自动失调功能的显示电子器件(DEPL)。自动失调功能通过计算所需的失调设置来工作，从而在箝位期间产生给定的输出代码。当自动失调使能时(寄存器0x1B:5 = 1)，寄存器0x0B-0x10的设置由自动失调电路用作期望的箝位代码(或目标代码)，而非失调值。电路会在箝位后(但仍在“后肩”期间)输出代码和目标代码作比较，然后上调或下调失调以进行补偿。在自动失调模式下，目标代码为11位二进制补码字，并将0x0B位7用作红色通道的符号位(0x0D位7用于绿色通道，0x0F位7用于蓝色通道)。

### 寄存器定义的变化

寄存器0x0B-0x10的定义会根据自动失调功能使能与否而发生变化。图1和图2显示了这些差异。

| Address | Name         | Value         | Control                  |
|---------|--------------|---------------|--------------------------|
| 0B      | Red Offset   | 0100000000 64 | ALL: □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ |
| 0C      |              | 0000000000 0  | 256 □ □ □ □ □ □ □ □ □ □  |
| 0D      | Green Offset | 0100000000 64 | 256 □ □ □ □ □ □ □ □ □ □  |
| 0E      |              | 0000000000 0  | 256 □ □ □ □ □ □ □ □ □ □  |
| 0F      | Blue Offset  | 0100000000 64 | 256 □ □ □ □ □ □ □ □ □ □  |
| 10      |              | 0000000000 0  | 256 □ □ □ □ □ □ □ □ □ □  |

EACH SET OF REGISTERS CONSISTS OF 9 BITS (BINARY NOTATION) THAT ARE USED TO ADJUST THE OFFSET OF THE ADC.

图1. 自动失调禁用时的AD9981

| Address | Name              | Value          | Control                  |
|---------|-------------------|----------------|--------------------------|
| 0B      | Red Target Code   | 0000000000 0   | ALL: □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ |
| 0C      |                   | 1000000000 128 | 4 □ □ □ □ □ □ □ □ □ □    |
| 0D      | Green Target Code | 0000000000 0   | 4 □ □ □ □ □ □ □ □ □ □    |
| 0E      |                   | 1000000000 128 | 4 □ □ □ □ □ □ □ □ □ □    |
| 0F      | Blue Target Code  | 0000000000 0   | 4 □ □ □ □ □ □ □ □ □ □    |
| 10      |                   | 1000000000 128 | 4 □ □ □ □ □ □ □ □ □ □    |

EACH SET OF REGISTERS CONSISTS OF 11 BITS (TWOS COMPLEMENT NOTATION) THAT ARE USED TO ADJUST THE TARGET CODE OF THE ADC'S OUTPUT AFTER CLAMP.

图2. 自动失调使能时的AD9981

### 亮度调节

若自动失调被禁用，失调寄存器较低的9个位则控制增加至通道的绝对失调。失调控制提供+255/-256 LSB的调节范围，1 LSB失调对应1 LSB的输出代码。

自动失调使能时，寄存器0x0B-0x10则包含目标代码而非失调值。这些寄存器依然可以用来调节亮度。不同之处在于，当自动失调使能时，精确黑色代码输出会受到调节，这样用户就能明确黑色电平所设置的代码。这对需要匹配NTSC规格或其他采用小于满刻度代码范围的视频规格的应用特别有用。例如，如果分量视频系统的Y输入只需要使用75%的代码范围(代码范围128-896)，Y(绿色)目标代码可以设为512，并且可调节增益，以实现896的最大输出代码。开发控制亮度的软件时，必须考虑这些因素。

### 目标代码值限制

尽管目标代码寄存器中有11位(10位加1个符号位)，实际调整范围只有9位。目标代码0也是无效的。因此，有效目标代码范围如下：

- 接地箝位输入：

-255 (111 0000 0001)至-1 (111 1111 1111)

1 (000 0000 0001)至+255 (000 1111 1111)。

- 中间电平箝位输入：

256 (001 0000 0000)至767 (010 1111 1111)。

开发控制亮度的软件时，这些因素也必须加以考虑。

## 使用自动失调

若要激活自动失调模式，应将寄存器0x1B的位5设为1。接下来，必须对目标代码寄存器(0x0B–0x10)进行编程设置。设置到目标代码寄存器中的值应为后肩参考期间所需的AD9981输出代码。例如，对RGB信号而言，三个寄存器一般都应设为极小的代码(建议为4，但除0之外±255之间所有代码均有效)，而对YPbPr信号而言，绿色(Y)通道一般应设为极小代码(4)，蓝色和红色通道(Pb和Pr)一般应设为512。对中间电平箝位输入而言，虽然AD9981的失调范围可能无

法达到每个值，但256和767之间的任何目标代码值均有效。表1所示为自动失调模式的寄存器设置示例。

为每个通道设置目标代码的功能给用户带来了更加自由和灵活的选择。不过，大多数情况下，所有通道一般设为4或512，由于能够灵活选择其他值，在通道间有意插入偏斜成为可能。ADC范围也可以偏斜，这样正常范围以外的电压就可以数字化处理。(例如，将目标代码设为160时，通常低于黑色电平的同步端就可以进行数字化处理和评估。)

**表1.使能自动失调时的寄存器设置示例**

| RGB自动失调箝位 |          |  | YPbPr自动失调箝位 |  |         |
|-----------|----------|--|-------------|--|---------|
| 寄存器       | 值        | 描述   | 值           | 描述   |         |
| Rx0B      | 0x00     | 红色失调MSB  | 红色目标代码 = +4 | 0x40   | 红色失调MSB |
| Rx0C      | 0x80     | 红色失调LSB  |             | 0x00   | 红色失调LSB |
| Rx0D      | 0x00     | 绿色失调MSB  | 绿色目标代码 = +4 | 0x00   | 绿色失调MSB |
| Rx0E      | 0x80     | 绿色失调LSB  |             | 0x80   | 绿色失调LSB |
| Rx0F      | 0x00     | 蓝色失调MSB  | 蓝色目标代码 = +4 | 0x40   | 蓝色失调MSB |
| Rx10      | 0x80     | 蓝色失调LSB  |             | 0x00   | 蓝色失调LSB |
| Rx18      | ****000* | 位3:1 = '000'。这会将三个通道都设为接地箝位。   | ****101*    | 位3:1 = '101'。<br>这会将所有红色和蓝色通道都设为中间电平箝位，<br>绿色通道设为接地箝位。                             |         |
| Rx1B      | **1***** | 位5 = '1'。这会使能自动失调箝位。   | **1*****    | 位5 = '1'。这会使能自动失调箝位。   |         |
| Rx1B      | ***xx*** | 位4:3 = '10'。这会设置自动失调电路，<br>以操作所有64个箝位。'00' = 每个箝位；<br>'01' = 16个箝位；'11' = 每个VSYNC。 | ***xx***    | 位4:3 = '10'。这会设置自动失调电路，<br>以操作所有64个箝位。'00' = 每个箝位；<br>'01' = 16个箝位；'11' = 每个VSYNC。 |         |

## 箱位时序

自动失调电路的内部逻辑需要16至40个数据时钟周期(通过寄存器0x2E的位4:3可以8时钟步长编程设置),以实现其功能。这一操作会在箱位信号停用后立即执行。因此,务必在活动视频至少16至40个(具体取决于0x2E - 4:3)数据时钟周期前停用箱位信号。无论是使用AD9981的内部箱位电路还是外部箱位信号(如图3所示),这一点都适用。因此,在这些要求下,必须确保:

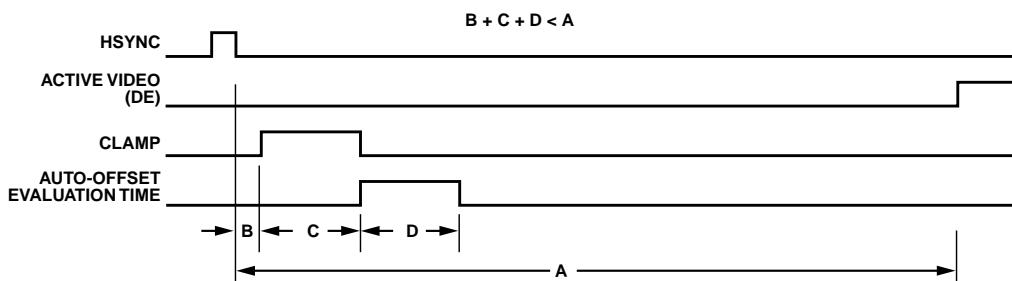
$$\text{箱位位置} + \text{箱位时间} + \text{自动失调评估时间} < \text{后肩时间}$$

也可参考图3:

寄存器0x2E位4:3的定义如表2所示。要提供最大箱位时间,建议将这些位设为“00”。

表2.自动失调评估时间寄存器位定义

| 寄存器  | 位数  | 描述       |  |
|------|-----|----------|--|
| 0x2E | 4:3 | 自动失调评估时间 | 00 = 16个时钟<br>01 = 24个时钟<br>10 = 32个时钟<br>11 = 40个时钟 |



A: BACK PORCH TIME—VARIABLE, DEPENDING ON VIDEO MODE.  
 B: CLAMP START TIME (CLAMP PLACEMENT)—PROGRAMMABLE IN THE AD9981.  
 C: CLAMP TIME—PROGRAMMABLE IN THE AD9981.  
 D: TIME REQUIRED BY THE AUTO-OFFSET CIRCUIT—PROGRAMMABLE IN 8-CLOCK STEPS FROM 16–40 PIXEL CLOCK PERIODS.

图3.箱位时序要求

