

# ART2769 任意波形发生器

## 硬件使用说明书



北京阿尔泰科技发展有限公司

产品研发部修订



# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 目 录 .....                   | 1  |
| 第一章 功能概述.....               | 2  |
| 第一节、产品应用.....               | 2  |
| 第二节、DA 任意波形输出功能 .....       | 2  |
| 第三节、其它硬件指标.....             | 2  |
| 第四节、板卡尺寸.....               | 2  |
| 第五节、产品安装核对表.....            | 2  |
| 第六节、安装指导.....               | 3  |
| 一、软件安装指导.....               | 3  |
| 二、硬件安装指导.....               | 3  |
| 第二章 元件布局图.....              | 4  |
| 第一节、主要元件布局图.....            | 4  |
| 第二节、主要元件功能说明.....           | 4  |
| 一、信号输入输出连接器.....            | 4  |
| 二、电位器.....                  | 4  |
| 三、板基地址选择.....               | 5  |
| 第三章 各种信号的连接方式.....          | 6  |
| 第一节、DA 模拟量输出的信号连接方式 .....   | 6  |
| 第二节、ATR 模拟量外触发信号连接方式 .....  | 6  |
| 第三节、DTR 数字量外触发信号连接方式 .....  | 6  |
| 第四节、多卡同步的实现方法.....          | 6  |
| 第四章 数据格式、排放顺序及换算关系.....     | 7  |
| 第一节、DA 单极性模拟量输出的数据格式 .....  | 7  |
| 第二节、DA 双极性电压输出的数据格式 .....   | 7  |
| 第五章 触发功能的使用方法.....          | 7  |
| 第一节、DA 触发功能 .....           | 8  |
| 一、DA 内触发功能 .....            | 8  |
| 二、DA 外触发功能 .....            | 8  |
| 第二节、DA 内时钟与外时钟功能的使用方法 ..... | 10 |
| 一、DA 内时钟功能 .....            | 10 |
| 二、DA 外时钟功能 .....            | 10 |
| 第六章 ART2769 地址分配 .....      | 11 |
| 第七章 产品的应用注意事项、校准、保修.....    | 13 |
| 第一节、注意事项.....               | 13 |
| 第二节、DA 模拟量输出的校准 .....       | 13 |
| 第三节、保修.....                 | 13 |

# 第一章 功能概述

信息社会的发展，在很大程度上取决于信息与信号处理技术的先进性。数字信号处理技术的出现改变了信息与信号处理技术的整个面貌，而数据采集作为数字信号处理的必不可少的前期工作在整个数字系统中起到关键性、乃至决定性的作用，其应用已经深入到信号处理的各个领域。实时信号处理、数字图像处理等领域对高速度、高精度数据采集卡的需求越来越大。ISA 总线由于其传输速度的限制而逐渐被淘汰。我公司推出的 ART2769 信号发生器综合了国内外众多同类产品的优点，以其使用的便捷、稳定的性能、极高的性价比，获得多家试用客户的一致好评，是一款真正具有可比性的产品，也是您理想的选择。

## 第一节、产品应用

ART2769 卡是一种基于 PC104 总线的任意波形发生器，可直接和计算机的 PC104 接口相连，构成实验室、产品质量检测中心等各种领域的数据采集、波形分析和处理系统。也可构成工业生产过程监控系统。它的主要应用场合为：

- 电子产品质量检测
- 信号采集
- 过程控制
- 伺服控制

## 第二节、DA 任意波形输出功能

- ◆ 转换器类型：AD768AR（2 独立芯片）
- ◆ 输出量程(OutputRange)：0~5V、0~10V、±2.5V、±5V
- ◆ 转换精度：16 位(Bit)
- ◆ 输出点速率(Frequency)：最高 40MHz（50ns/点），软件可调
- ◆ 通道数：2 通道
- ◆ 触发源(TriggerSource)：软件触发源，硬件模拟外触发源（ATR）、硬件数字外触发源（DTR）
- ◆ 触发电平：0~10V
- ◆ 触发方向(TriggerDir)：负向触发、正向触发、正负向触发
- ◆ 时钟源(ClockSource)：内时钟
- ◆ 存储器深度：每路 256K 字（点）RAM 存储器
- ◆ 数据传输方式：程序方式
- ◆ DA 建立时间：25nS(0.025%精度)
- ◆ 非线性误差：±4LSB(最大)
- ◆ 输出误差(满量程)：±2LSB
- ◆ 工作温度范围：- 40°C ~ +85°C

## 第三节、其它硬件指标

板载时钟振荡器：40MHz

## 第四节、板卡尺寸

119mm（长）\*90mm（宽）\*12mm（高）

## 第五节、产品安装核对表

打开 ART2769 板卡包装后，你将会发现如下物品：

- 1、ART2769 板卡一个；
- 2、ART 软件光盘一张，该光盘包括如下内容：



- a) 本公司所有产品驱动程序，用户可在 PC104 目录下找到 ART2769 驱动程序；
- b) 用户手册（pdf 格式电子文档）。

## 第六节、安装指导

### 一、软件安装指导

在不同操作系统下安装ART2769板卡的方法一致，在本公司提供的光盘中含有安装程序Setup.exe，用户双击此安装程序按界面提示即可完成安装。

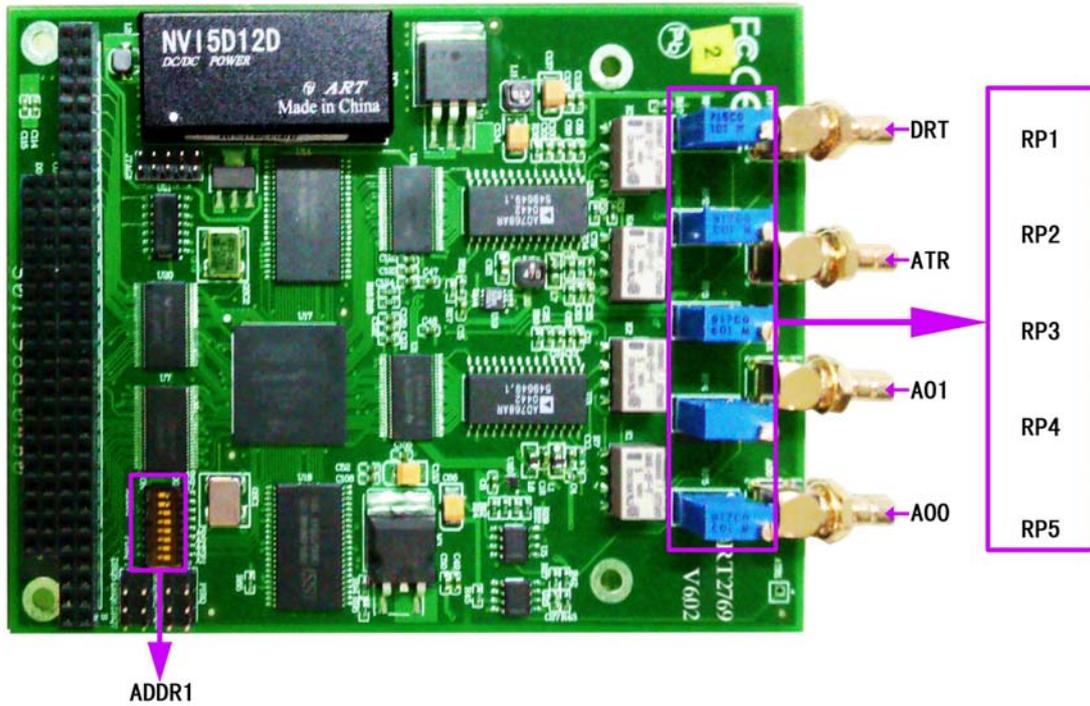
### 二、硬件安装指导

在硬件安装前首先关闭系统电源，待板卡固定后开机，开机后系统会自动弹出硬件安装向导，用户可选择系统自动安装或手动安装。

**注意：不可带电插拔板卡。**

## 第二章 元件布局图

### 第一节、主要元件布局图



2.1 板卡外观图

### 第二节、主要元件功能说明

请参考第一节中的布局图，了解下面各主要元件的大体功能。

#### 一、信号输入输出连接器

- A00: 模拟量输出接口；
- A01: 模拟量输出接口；
- ATR: 模拟量触发信号输入接口；
- DTR: 数字量触发信号输入接口。

#### 二、电位器

- RP1: A01 模拟量输出满度调节；
- RP2: A01 模拟量输出零点调节；
- RP3: A00 模拟量输出零点调节；
- RP4: A00 模拟量输出满度调节；
- RP5: ATR 触发电平调节；

注解：以上电位器的详细说明请参考《[产品的应用注意事项、校准、保修](#)》章节。

### 三、板基地址选择

ADDR1：板基地址拨码开关。板基地址可设置成 200H~3F0H 之间可被 16 整除的二进制码，板基地址默认为 300H，将占用基地址起的连续 44 个 I/O 地址。

开关的第 5、6、7、8 位分别对应地址 A6、A7、A8、A9 是基地址选择开关，第 1、2、3、4 位分别对应的是 A2、A3、A4、A5 为保留位。拨码开关 ADDR1 拨向标有“ON”的一侧表示高有效值为 1，反向则反之。板基地址选择开关 ADDR1 如表 2.2。

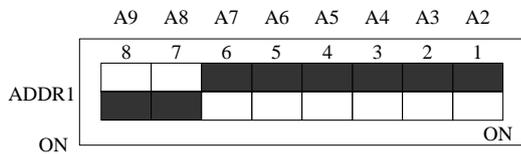
其基地址的配置方法为：

|         |          |     |    |    |          |    |    |          |    |    |    |    |
|---------|----------|-----|----|----|----------|----|----|----------|----|----|----|----|
| 地址位     | A11      | A10 | A9 | A8 | A7       | A6 | A5 | A4       | A3 | A2 | A1 | A0 |
| X 为可配置位 | 未用       | 未用  | x  | x  | x        | x  | 0  | 0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
|         | 第3个十六进制位 |     |    |    | 第2个十六进制位 |    |    | 第1个十六进制位 |    |    |    |    |

#### 2.2 板基地址配置

注意：表中标识为“0”的位为固定值，只有标识为“x”的位可以由 ADDR1 拨码开关改变，因此用户要正确配置基地址，就只须改变表中的相应位，便可容易的产生想要的基地址。

比如说出厂默认基地址 300H 的配置，只需将 ADDR1 的 A8、A9 位拨到“ON”。如图 2.3：



#### 2.3 ADDR1配置

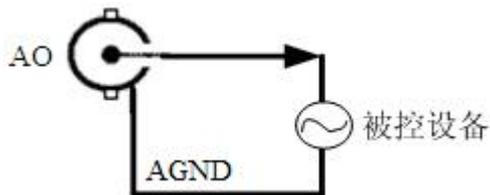
常用的基地址选择有：

| 地址       | 板基地址拨码开关图示 | 地址   | 板基地址拨码开关图示 |
|----------|------------|------|------------|
| 200H     |            | 240H |            |
| 280H     |            | 2C0H |            |
| 300H(默认) |            | 340H |            |
| 380H     |            | 3C0H |            |

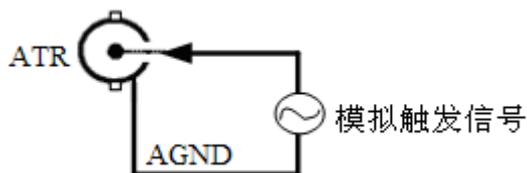
#### 2.4 基地址选择

## 第三章 各种信号的连接方式

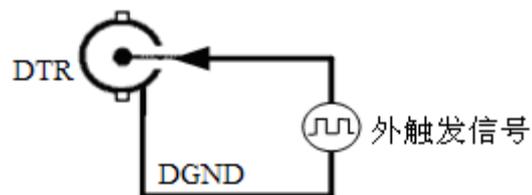
### 第一节、DA 模拟量输出的信号连接方式



### 第二节、ATR 模拟量外触发信号连接方式



### 第三节、DTR 数字量外触发信号连接方式

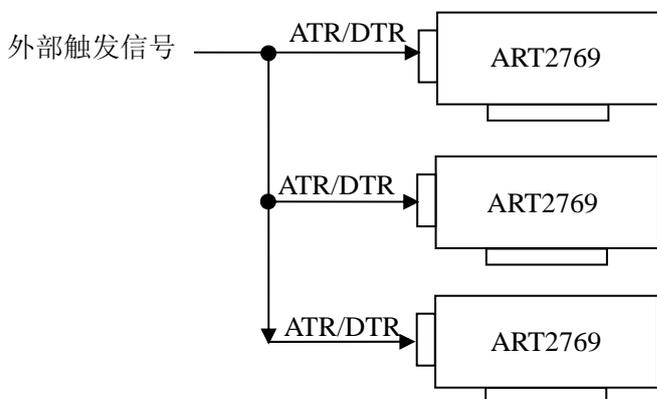


如果使用我公司配备的引线进行引号输入，那么信号源的正端接引线红色端，负向（或地）接引线黑色端。

### 第四节、多卡同步的实现方法

ART2769多卡同步可以采用共同的外触发。

采用共同的外触发方案时，设置所有的参数请保持一致。首先设置每块卡的硬件参数，并且都使用外触发（ATR或者DTR），连接好要采集的信号，通过AI管脚输入ATR（需要设置触发电平）或DTR管脚接入触发信号，然后点击“开始数据采集”按钮，这时采集卡并不采集，等待外部触发信号，当每块采集卡都进入等待外部触发信号的状态下，使用同一个外部触发信号同时启动AD转换，达到同步采集的效果。连接方法如下：



外触发同步采集的连接方法

## 第四章 数据格式、排放顺序及换算关系

### 第一节、DA 单极性模拟量输出的数据格式

如表 4.1 所示：

| 输入       | AD原始码(二进制)          | AD原始码(十六进制) | AD原始的码(十进制) |
|----------|---------------------|-------------|-------------|
| 正满度      | 1111 1111 1111 1111 | FFFF        | 65535       |
| 正满度-1LSB | 1111 1111 1111 1110 | FFFE        | 65534       |
| 中间值+1LSB | 1000 0000 0000 0001 | 8001        | 32769       |
| 中间值      | 1000 0000 0000 0000 | 8000        | 32768       |
| 中间值-1LSB | 0111 1111 1111 1111 | 7FFF        | 32767       |
| 零点+1LSB  | 0000 0000 0000 0001 | 0001        | 1           |
| 零点       | 0000 0000 0000 0000 | 0000        | 0           |

4.1 DA 单极性输出格式

注明：当输出量程为 0~5V、0~10V 时，即为单极性输出（输出信号只允许在正端范围变化）时，按照表格 4.1 所示，假定输出的电压值为 Volt(单位为 mV)，写向设备的 DA 原始码为 nDADData，则换算关系如下：（向设备写入的原码值 nDADData 最大为 65535）

0~5V 量程时： $nDADData = Volt / (5000.00 / 65536)$ ；

0~10V 量程时： $nDADData = Volt / (10000.00 / 65536)$ 。

### 第二节、DA 双极性电压输出的数据格式

如表 4.2 所示：

| 输入       | AD原始码(二进制)          | AD原始码(十六进制) | AD原始的码(十进制) |
|----------|---------------------|-------------|-------------|
| 正满度      | 1111 1111 1111 1111 | FFFF        | 65535       |
| 正满度-1LSB | 1111 1111 1111 1110 | FFFE        | 65534       |
| 中间值+1LSB | 1000 0000 0000 0001 | 8001        | 32769       |
| 中间值      | 1000 0000 0000 0000 | 8000        | 32768       |
| 中间值-1LSB | 0111 1111 1111 1111 | 7FFF        | 32767       |
| 零点+1LSB  | 0000 0000 0000 0001 | 0001        | 1           |
| 零点       | 0000 0000 0000 0000 | 0000        | 0           |

4.2 DA 双极性输出格式

注明：当输出量程为 ±2.5V、±5V 时，即为双极性输出（输出信号允许在正负端范围变化）时，按照表格 4.2 所示，假定输出的电压值为 Volt(单位为 mV)，写向设备的 DA 原始码为 nDADData，则换算关系如下：（向设备写入的原码值 nDADData 最大为 65535）

±2.5V 量程时： $nDADData = Volt / (5000.00 / 65536) + 32768$ ；

±5V 量程时： $nDADData = Volt / (10000.00 / 65536) + 32768$ 。

## 第五章 触发功能的使用方法

### 第一节、DA 触发功能

#### 一、DA 内触发功能

在初始化DA时，若DA硬件参数DAPara.TriggerSource=ART2769\_TRIGMODE\_SOFT选择内触发时，则可实现内触发采集。在内触发采集功能下，调用InitDeviceDA函数初始化设备，再等待EnableDeviceDA函数启动DA时，DA即刻进入转换过程，不等待其他任何外部硬件条件，也可理解为软件触发。

具体过程请参考5.1图例，其中DA工作脉冲的周期由设定的采样频率(Frequency)决定。DA启动脉冲由软件接口函数EnableDeviceDA函数产生。

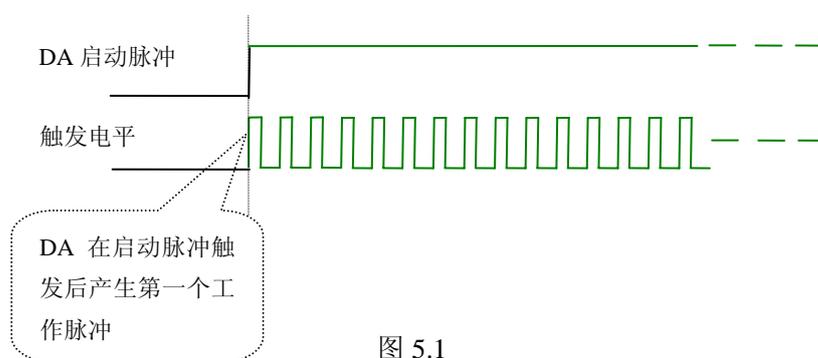


图 5.1

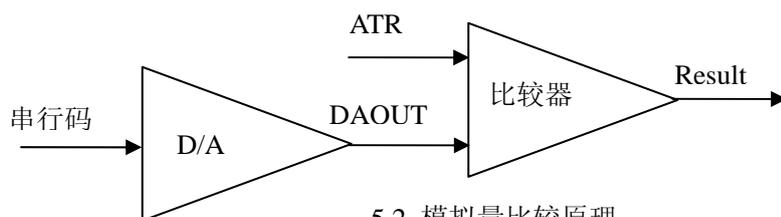
5.1 DA 工作脉冲

#### 二、DA 外触发功能

在初始化DA时，若DA硬件参数DAPara.TriggerSource=ART2769\_TRIGSRC\_ATR时，则可实现ATR外触发采集，若DAPara.TriggerSource=ART2769\_TRIGSRC\_DTR时，可实现DTR外触发采集。在外触发采集功能下，调用InitDeviceDA函数初始化设备，再等待EnableDeviceDA函数启动DA时，DA并不立即进入转换过程，而是要等待外部硬件触发源信号符合指定条件后才开始转换DA数据。其外部硬件触发源信号由ATR或DTR输入。ATR即可提供边缘触发及电平触发。关于在什么条件下触发DA，由用户选择的触发源(TriggerSource)、触发方向(TriggerDir)共同决定。各种条件的具体实现请参考以下内容。

##### (一)、ATR 模拟触发功能

模拟量触发是将一定范围内变化的模拟量信号作为触发源。由ATR提供的触发源信号与模拟触发电平信号同时进入模拟比较器进行高速模拟比较，产生一个预期的比较结果(Result)来触发DA转换(如图5.2)。模拟触发电平信号由板上的串行D/A的输出电压决定。其模拟量触发源信号的有效变化范围为LVTTL。可以由微机向D/A写入串行码实现，其软件实现函数为SetDevTrigLevelDA()。

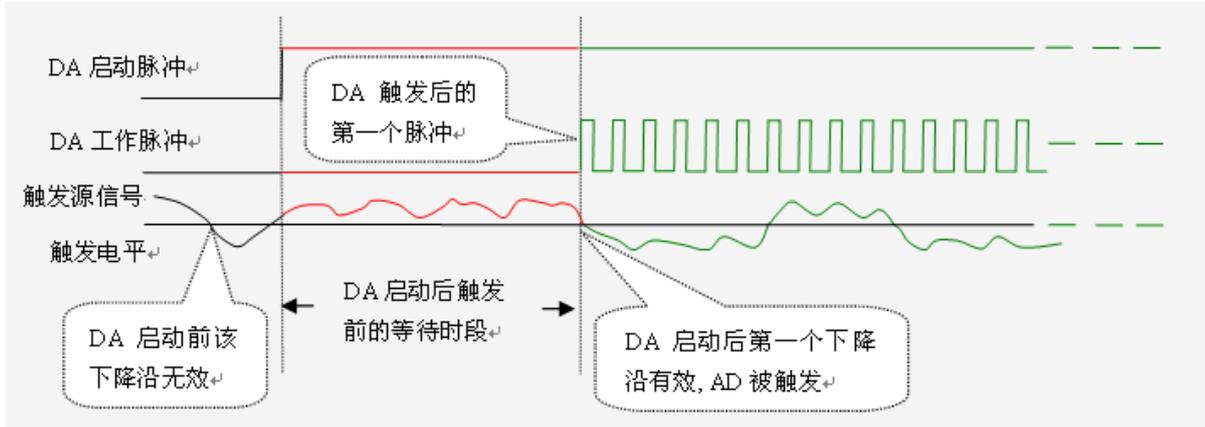


5.2 模拟量比较原理

当DAPara.TriggerDir = ART2769\_TRIGDIR\_POSITIVE时，为正向触发，即当ATR触发源信号从小于触发电平TriggerLevel变化至大于触发电平时，AD即刻进入转换过程，在此情况下，ATR的后续状态变化并不会影响AD采集，除非用户重新初始化AD。

当DAPara.TriggerDir = ART2769\_TRIGDIR\_NEGATIVE时，即为负向触发，它与正向触发方向相反，其他方面同理。见图5.3：

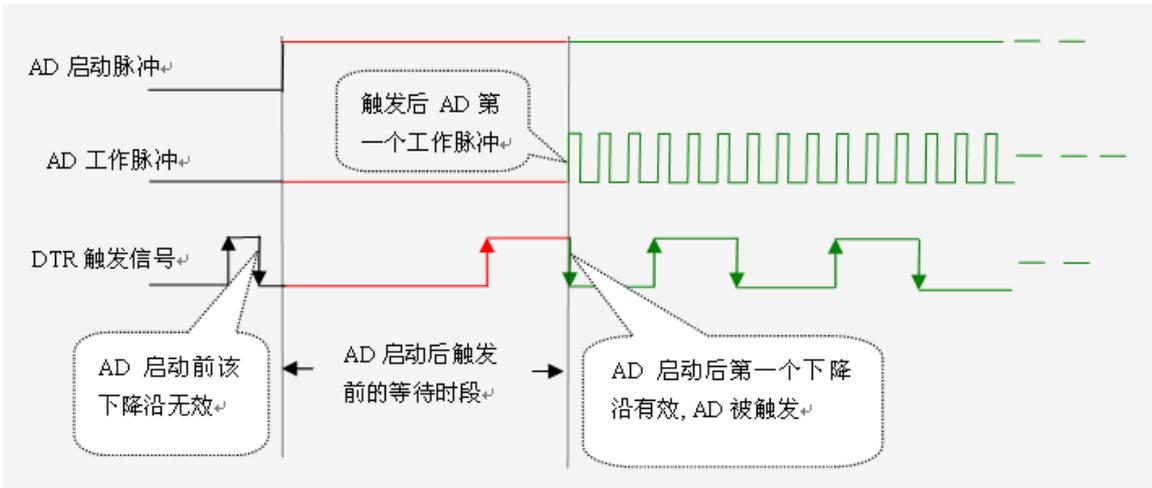
当DAPara.TriggerDir = ART2769\_TRIGDIR\_POSIT\_NEGAT时，即选择触发方向为上边沿或下边沿触发。它的特点是只要触发源信号的变化跨越触发电平便立即触发AD转换。后续变化对AD采集无影响。此项功能可应用在只要外界的某一信号变化时就采集的场合。



5.3 下降沿触发图例

(二)、DTR 数字触发功能

ADPara.TriggerDir = ART2769\_TRIGDIR\_NEGATIVE时，即选择触发方向为负向触发。即当DTR触发源信号由高电平变为低电平时（也就是出现下降沿信号）产生触发事件，AD即刻进入转换过程，其后续变化对AD采集无影响。



5.4 下降沿触发图例

ADPara.TriggerDir = ART2769\_TRIGDIR\_POSITIVE时，即选择触发方向为正向触发。即当DTR触发源信号由低电平变为高电平时（也就是出现上升沿信号）产生触发事件，AD即刻进入转换过程，其后续变化对AD采集无影响。

ADPara.TriggerDir = ART2769\_TRIGDIR\_POSIT\_NEGAT时，即选择触发方向为正负向触发。它的特点是只要DTR出现高低电平的跳变时（也就是出现上升沿或下降沿）产生触发事件。AD即刻进入转换过程，其后续变化对AD采集无影响。此项功能可应用在只要外界的某一信号变化时就采集的场合。

## 第二节、DA 内时钟与外时钟功能的使用方法

### 一、DA 内时钟功能

内时钟功能是指使用板载时钟振荡器产生的时钟信号去触发DA定时转换（即DA的刷新时钟）。而读取RAM中存放的波形数据的时钟则是经板载逻辑控制电路根据用户指定的分频数分频后产生的，该时钟最大与触发DA的频率相同，最小可以达到DA触发频率的 $(65535 \times 2)$ 倍分频，这样可以实现慢速回放RAM中存放的波形。要使用内时钟功能应在软件中置硬件参数DAPara.ClockSource = ART2769\_CLOCKSRC\_IN。该时钟的频率在软件中由硬件参数DAPara.Frequency决定。如Frequency = 100000，则表示读取波形的速度为100KHz，但是DA的刷新时钟不变，仍然是40MHz。

### 二、DA 外时钟功能

外时钟功能是指使用板外的时钟信号来定时触发DA进行转换。该时钟信号由连接器的CLK\_IN脚输入提供。要使用外时钟功能应在软件中置硬件参数DAPara.ClockSource = ART2769\_CLOCKSRC\_OUT。该时钟的频率主要取决于外时钟的频率。在外时钟模式下，无论是DA的刷新时钟还是读取波形数据的时钟均与外时钟相同。

## 第六章 ART2769 地址分配

| 偏移地址     | 写操作  | 读操作 | 备注   |
|----------|--|-----|------|
| 基地址+0X00 | 写地址 (HEX):   |     |      |
| 基地址+0X02 | 写数据 (HEX): 0x00<br>D[1: 0] : 触发源; 00: 软件触发;<br>01: 模拟触发;<br>10: 数字触发;<br>D[3: 2]: 触发方向控制; 00: 下降沿;<br>01: 上升沿;<br>10: 上升下降沿触发;                         | 可读回 |      |
|          | 0x01: DA0 频率控制字 D[15: 0] =<br>0000: 40MHz<br>0001: 20MHz<br>0010: 10MHz<br>0011: 6.66MHz<br>0100: 5MHz<br>0101: 4MHz<br>0110: 3.33MHz<br>0111: 2.85MHz | 可读回 | 偶数分频 |
|          | 0x02: DA0 使能控制 D[15]:<br>= 0: DA 转换禁止<br>= 1: DA 转换使能  | 可读回 |      |
|          | 0x03: DA0 软件触发控制 D[0]:<br>= 0: 软件触发禁止<br>= 1: 软件触发开始   | 可读回 |      |
|          | 0x04: PC 读写 RAM0 当前偏移地址低 16 位地址: D[15: 0]  | 可读回 |      |
|          | 0x05: PC 读写 RAM0 当前偏移地址高 2 位地址 D[1: 0]   | 可读回 |      |
|          | 0x06: PC 写入 RAM0 中的 DA 数据: D[15: 0]  | 可读回 |      |
|          | 0x07: RAM0 循环起始地址低 16 位: D[15: 0]  | 可读回 |      |
|          | 0x08: RAM0 循环起始地址高 2 位: D[1: 0]  | 可读回 |      |
|          | 0x09: RAM0 循环末尾地址高 16 位: D[15: 0]  | 可读回 |      |
|          | 0x0A: RAM0 循环末尾地址低 2 位: D[1: 0]  | 可读回 |      |
|          | 0x0B: 循环次数: 0 为无限循环: D[15: 0]  | 可读回 |      |
|          | 0x0C: 单点立即输出 DA0 的数据: D[15: 0]   | 可读回 |      |
|          | 0x0D: 复位 RAM0 的地址到初始地址: 操作该地址有效  | 可读回 |      |
|          | 0x0E: DA0 的极性[0]: 0 双极性, 1 单极性   | 可读回 |      |
|          | 0x0F: DA0 增益 [0]: 0 增益为 1, 1 增益为 2   | 可读回 |      |

|  |   |         |      |
|--|---|---------|------|
|  | 写数据 (HEX): 0x10.<br>DA1 模式控制<br>D[1: 0] : 触发源; 00: 软件触发;<br>01: 模拟触发;<br>10: 数字触发;<br>D[3: 2]: 触发方向控制; 00: 下降沿;<br>01: 上升沿;<br>10: 上升下降沿触发;               | 可读回     |      |
|  | 0x11:<br>DA1 频率控制字 D[15: 0] =<br>0000: 40MHz<br>0001: 20MHz<br>0010: 10MHz<br>0011: 6.66MHz<br>0100: 5MHz<br>0101: 4MHz<br>0110: 3.33MHz<br>0111: 2.85MHz | 可读回     | 偶数分频 |
|  | 0x12: DA1 使能控制 D[15]:<br>= 0: DA 转换禁止<br>= 1: DA 转换使能   | 可读回     |      |
|  | 0x13: DA1 软件触发控制 D[0]:<br>= 0: 软件触发禁止<br>= 1: 软件触发开始  | 可读回     |      |
|  | 0x14: PC 读写 RAM1 当前偏移地址低 16 位地址: D[15: 0]   | 可读回     |      |
|  | 0x15: PC 读写 RAM1 当前偏移地址高 2 位地址: D[1: 0]   | 可读回     |      |
|  | 0x16: PC 写入 RAM1 中的 DA 数据: D[15: 0]   | 可读回     |      |
|  | 0x17: RAM1 循环起始地址低 16 位: D[15: 0]   | 可读回     |      |
|  | 0x18: RAM1 循环起始地址高 2 位: D[1: 0]   | 可读回     |      |
|  | 0x19: RAM1 循环末尾地址高 16 位: D[15: 0]   | 可读回     |      |
|  | 0x1A: RAM1 循环末尾地址低 2 位: D[1: 0]   | 可读回     |      |
|  | 0x1B: RAM1 循环次数: 1 为无限循环 D[15: 0]   | 可读回     |      |
|  | 0x1C: 单点立即输出 DA1 的数据: D[15: 0]  | 可读回     |      |
|  | 0x1D: 复位 RAM1 的地址到初始地址: 操作该地址有效   | 可读回     |      |
|  | 0x1E: DA1 的极性 [0]: 0 双极性, 1 单极性   | 可读回     |      |
|  | 0x1F: DA1 增益 [0]: 0 增益为 1, 1 增益为 2  | 可读回     |      |
|  | 0x20: ATR 触发设定 D[7: 0]=0000:<br>触发电平 0V=00FF: 触发电平 5V   | 可读回     |      |
|  | 0x21:   | 读回硬件版本号 |      |



## 第七章 产品的应用注意事项、校准、保修

### 第一节、注意事项

在公司售出的产品包装中，用户将会找到这本说明书和板卡，同时还有产品质保卡。产品质保卡请用户务必妥善保存，当该产品出现问题需要维修时，请用户将产品质保卡同产品一起，寄回本公司，以便我们能尽快的帮用户解决问题。

在使用ART2769板时，应注意以下问题：

- 1) ART2769板正面的IC芯片不要用手去摸，防止芯片受到静电的危害；
- 2) 用户请注意电源的开关顺序，使用时要求先开主机电源，后开信号源的电源；先关信号源的电源，后关主机电源。

### 第二节、DA 模拟量输出的校准

产品出厂时已经校准，只有当用户使用一段时间后，或者改变原来的量程设置时及用户认为需要时才做校准。下面以±5V量程为例，说明校准过程：（其他量程同理）

- 1) 将数字电压表的地线与板卡的地相接，电压表的输入端与需要校准的DA通道相连接；
- 2) 零点校准：在 Windows 下运行 ART2769 高级程序，选择 A00 通道，将 DA 输出设置为 0，调整电位器 RP3，使 A00 通道实际输出为 0V。同理，调整电位器 RP2 可使 A01 的输出为 0V；
- 3) 满度校准：在Windows下运行ART2769高级程序，选择A00通道，将DA输出设置为4999.84mV，通过调整电位器RP4，使相应的A00输出为4999.84mV，而通过调整电位器RP1，使A01输出为4999.84mV；
- 4) 触发电平校准：当用户使用触发功能时，用户根据需要可设置0~10V的触发电平，通过调整电位器RP5，测量板卡上的ATR测试点，使测得的触发电平值与设置的触发电平值相同。注：实际触发电平为设置值的2倍，比如设置触发电平为2V，实际需4V电压触发；
- 5) 重复以上步骤，直到满足要求。

### 第三节、保修

ART2769自出厂之日起，两年内凡用户遵守运输，贮存和使用规则，而质量低于产品标准者公司免费维修。