

## 以零死区时间进行连续测量

FCA3100 系列

操作指南

泰克 FCA3100 系列定时器 / 计数器 / 分析仪引入了以**零死区时间进行连续测量**的概念。本操作指南将重点介绍 FCA3100 系列产品的连续测量，另外还将介绍数据测量和流式传送的基本功能，以及 FCA3000 和 FCA3100 系列产品之间的差别。

## 1. FCA3000/FCA3100 测量和输出数据传送模式

我们先概括介绍一下 FCA3000 和 FCA3100 系列产品中不同的测量和输出数据传送模式。

FCA3000 和 FCA3100 系列产品可以以多种不同的测量和数据传送模式工作：

- 单一(单项)测量
- 零死区时间块测量
- 块测量
- 零死区时间单一测量(仅 FCA3100 系列)

模式	本地操作		远程操作	
	FCA3100	FCA3000	FCA3100	FCA3000
单一测量 (有死区时间)	值模式	值模式	READ?. INIT+FETCH? GET INIT +TALK ONLY	READ?. INIT/FETCH? GET
块测量 (有死区时间)	任意测量 分析模式	任意测量 分析模式	READ:ARR? INIT/FETCH:ARRay?	READ ARR? INIT/FETCH ARR?
零死区 时间单一测量	Freq BtB, Period BtB, TIE	无	READ?. INIT+FETCH? GET INIT +TALK ONLY	无
零死区 时间块测量	Freq BtB, Period BtB, TIE 和分析模式	无	READ:ARR? INIT+FETCH:ARRay? of Freq BtB, Period BtB, TIE (1 个时间标记 / 值); 或原始时间标记 (4 个时间标记 / 值)	READ ARR? INIT/FETCH ARR? of 原始时间标记 (4 个时间标记 / 值)

模式	最大速度(每秒计算的结果)	
	FCA3100	FCA3000
单一测量(有死区时间)	GET: 650/s TALK ONLY: 4000/s	GET: 500/s
块测量(有死区时间)	READ:ARR?: 15K Sa/s	READ ARR? 5K Sa/s
零死区时间块测量, 块之间有死区时间	READ:ARR?: 15K Sa/s, 250K Sa/s to internal memory of 3.75MB	READ:ARR?: 15K Sa/s, 250K Sa/s to internal memory of 750KB
连续零死区时间块测量	ARM:COUNT INF READ:ARRay:? 10K Sa/s	无

## 单一测量

- READ?
- INIT+FETCH?
- GET

单一测量意味着一次进行一项测量，然后传送到显示屏及数据输出(GPIB或USB)。在从相连的控制器通过GET命令(Group Execute Trigger)逐个触发计数器的各项测量时，这种模式在测量之间大约有2 ms的死区时间。这种模式不涉及测量内存缓冲器。

通过使用上面的单一测量命令，您可以控制什么时候要初始化(开始)测量。简化的通信过程如下：

- 控制器发话方/FCA3000或FCA3100接听方：“start measurement” (开始测量)(GET)
- 控制器发话方/FCA3000或FCA3100接听方：“send result” (发送结果)(FETCH?)
- FCA3000或FCA3100发话方/控制器接听方：“sending result data” (发送结果数据)
- 控制器发话方/FCA3000或FCA3100接听方：“start next measurement” (开始下一个测量)(GET) …

FCA3100：除FCA3000模式外，FCA3100还有另外一种输出模式：仅发话方模式(SYSTEM:TALKOnly ON)。

仅发话方模式与GET-triggered单项测量的区别在于，计数器将被触发一次，然后计数器将以最高速率输出测量数据，而不会等待控制器发出后续的触发命令(GET)。这降低了传送开销，因为控制器没有控制测量之间的时间。控制器不能初始化各项测量，将一直发送测量数据，直到控制器通过Interface Clear命令或通过按计数器前面板上的ESC键停止传送。

在这种“实时”传送模式下，测量之间的死区时间<400微秒。为达到这种吞吐率，简化的通信过程如下：

- 控制器发话方/FCA3000接听方：“go to Talker only mode and start measurement” (进入仅发话方模式，开始测量)
- FCA3000发话方/控制器接听方：“sending result data” (发送结果数据)
- FCA3000发话方/控制器接听方：“sending result data” (发送结果数据)
- 等等…

## 块测量

- READ:ARR?
- INIT + FETCH:ARR?

块测量意味着要设置某个测量功能，如频率，然后从控制器触发块测量顺序。然后逐个把各项测量结果传送到内存，进行存储，直到达到设定的样点数。之后，可以使用 FETCH ARRAY 命令把存储器内容发送到控制器。

测量之间的死区时间明显要小得多，只有4–8微秒。为把死区时间降到最低，例如，您可以使内插器校准失效(CAL:INT:AUTO OFF)。为最大限度地提高吞吐量，您还可以关闭显示器(DISP:ENAB OFF)，使用 Packed 数据格式(FORM:PACK)。

通过使用这些获取数据的模式，您可以进行块传送，只有在收到整个块时，才能看到各项测量。您可以通过软件控制要初始化(开始)块传送的确切时间。

FCA3000 中的块测量程序是纯顺序测量。首先，要测量并在内存中存储块中的所有值，然后处理块中的所有测量数据(计算和格式化)，最后把块传送到PC。测量功能可以是有死区时间的任何标准功能(如频率、周期、 $V_{p-p}$ )或原始时间标记功能(零死区时间)。这意味着，由于数据输出块之间有死区时间，因此一直有一个数据间隙，即使各个块包含零死区时间数据。在 FCA3000 中，最多只能到 750K 样点进行真正的零死区时间测量(内存限制)，之后数据中必须有间隙。



## 零死区时间单一测量

只有FCA3100拥有零死区时间单一测量，既可以在本地操作中从前面板进入，也可以在远程总线操作中从前面板进入。共有三个预先定义的测量项目：背对背频率测量、背对背周期测量和TIE (时间间隔误差)。

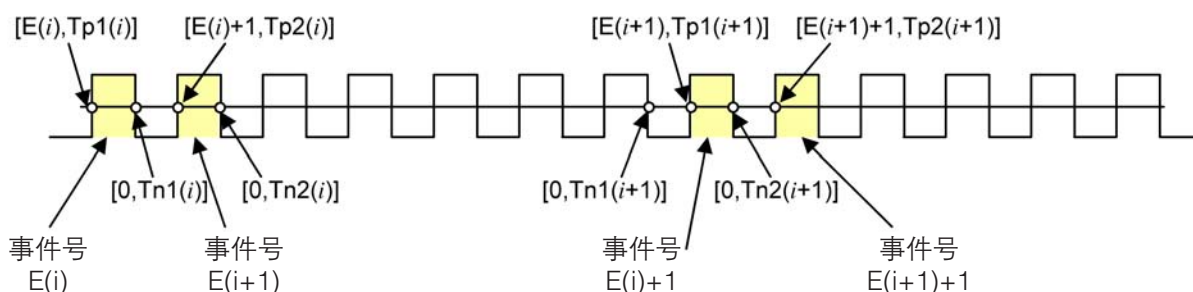
在背对背频率测量或周期测量中，可以通过测量时间设置，以规定的间隔读取经过的输入触发事件或输入周期数量( $N_i$ )以及经过的时间，每次在读取经过的事件和时间时，您可以在运行过程中计算频率或周期，具体公式为：

$$Freq(i) = \frac{N_i - N_{i-1}}{T_i - T_{i-1}} \quad Per(i) = \frac{T_i - T_{i-1}}{N_i - N_{i-1}} \quad TIE(i) = T_i - T_0 - \frac{N_i - N_0}{F_{REF}}$$

注意，根据定义，频率值一直是测量期间平均每秒周期数量。在测量频率时，输入信号除以2，然后加上时间标记，这意味着最短频率测量时间要超过两个周期。背对背周期和TIE没有输入分频器，单个周期长  $N_i = N_{i-1} + 1$ 。这适用于最高约 250 KHz 的输入频率。在直到 160 MHz 的更高频率上，其值为平均背对背周期。

## 零死区时间块测量(原始时间标记数据)

FCA3100 和 FCA3000 系列产品都只作为块测量功能执行零死区时间“原始”时间标记测量，不能从前面板进入这一功能。从 GPIB 或 USB 总线上，设置特定的块长度，选择 4 微秒以上的步调时间，开始时间标记测量(FUNC: TSTA)。然后，这种模式存储累积的带有时间标记的输入触发事件数量，每组 4 个，直到 160 MHz 输入信号不会丢失任何一个周期。



$E(i)$ 是累积输入周期中的第*i*个样点(在输入A或输入B上计算所有触发事件数量，并直到160 MHz 累积这些事件)。  
 $E(i)=0$ 的斜率为负，输入周期累积数量的斜率为正。

$Tp1(i)$ 是第一个正触发事件的时间标记

$Tp2(i)$ 是第二个正触发事件的时间标记

$Tn1(i)$ 是第一个负触发事件的时间标记

$Tn2(i)$ 是第二个负触发事件的时间标记

请注意，在步调时间之后发生的第一个触发事件可能为负及正触发斜率，因此 4 个时间标记的顺序可能如下：

正 - 负 - 正 - 负，或负 - 正 - 负 - 正

其识别方式是考察负斜率为 0 及正斜率为正整数的事件编号。

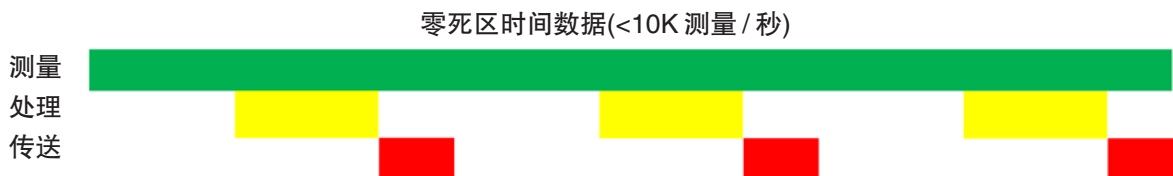
除 FCA3000 原始时间标记模式外，FCA3100 还可以作为零死区时间块测量，来测量背对背频率和周期及 TIE。

与正常块阵列测量一样，可以在限定时间内以最大速度连续进行这一测量，直到填满内存缓冲器，具体容量分别是 3.75M 样点(FCA3100)和 750k 样点(FCA3000)。之后，必须读取并清空内存，然后再测量下一块零死区时间数据。

FCA3100 还可以在无限的时间内连续“流式传送”零死区时间数据测量。

## 2. 连续流式输出模式

这种独特的 FCA3100 输出模式基本上是一种正常的块测量模式，但有一点例外，即它有多个并行的过程，在内存中存储数据，处理存储的数据，输出数据。此外，FCA3100 中的块长度没有限制。



连续测量分成两种形式：“Fetch on the Fly”(飞行中获取)及“Overwrite Mode”(覆盖模式)，具体如下。

### 飞行中获取

这种功能在运行过程中获取落在缓冲器内的正常块测量结果，但要考虑一点，因为测量还没有完成，您可能不知道实际上有多少样点可供获取。因此，您可以使用 FETC:ARR? MAX 功能(参见下面)。

### 覆盖模式

在您指定的测量总数超过内存中的测量总数时，即>3.75M 样点，应使用这种覆盖模式。在缓冲器填满时，将用新值覆盖旧值。其完成的方式应一直能够在飞行中安全地获取数据(以合理的测量速度)。也就是说，被覆盖的数据应该永远不是获取过程中的数据。

对几乎所有测量功能来说，都可以使用下面的方法。内存缓冲器分成六段，每段在某个时点专用于某项特定用途(获取数据的段及写入新数据的段)。可以按需变换各个段的作用。

只要获取速度或多或少地跟上测量速度，那么其在很大程度地象普通循环缓冲器一样操作。但在获取速度没有足够快时，或在停止测量及缓冲器包含大量的未获取数据时，一直有一两个段在缓冲器中剩下有效的最新结果数据，如缓冲器的六分之一与缓冲器的三分之一之间(600K – 1200K 项测量)。

如果仪器设置成测量速度快于覆盖模式下可以处理的速度，您最终会在缓冲器中得到无效的数据。大多数情况下会发生时间标记无效，有时还会发生测量结果无效。在错误发生时，内部测试会检测到错误，中止测量，在错误队列中放上 -321, "Storage fault" 错误，表明不能信任缓冲内容(但仍会提供数据，以供获取)。

覆盖模式下的测量速度限制取决于许多因素，如用户在飞行中获取数据的速度及方式。因此，很难有一个固定的测量速度推荐规则。

目前有一个限制：在覆盖模式下，使用的步调时间最低为50微秒，而不管实际设置是多少。这是为了防止用户“堵塞”仪器。

实际测试表明，>10K Sa/s的数据捕获速率可能会导致长时间测量期间的某个点数据无效。为安全起见，把步调时间设置成大于100微秒，并加一定的余量。计算比较复杂的测量，如Phase(相位)，要求的步调时间要长于比较简单的测量，如Period Single(单个周期)。

### 3. FCA3100 中的新 SCPI 命令或改变的行为

#### FETCH:ARRay? <样点数量> | MAX (仅适用于 FCA3100)

在指定<样点数量>时，仪器会一直等待，直到有了该数量才会作出响应。如果测量进程与预期不符，那么这会导致等待时间非常长。

在使用"MAX"参数时，仪器将对目前尽可能多的样点作出响应。响应中的样点数量受到缓冲器中目前剩下的没有获取的样点及FORMAT:SMAX设置限制。

在缓冲器中根本没有可以获取的有效样点时，会生成Error; -230,"Data corrupt or stale" 错误。

在试图获取的样点数量超过缓冲器剩下的可以获取的数量时，会生成Error -224,"Illegal parameter value" 错误信息。在缓冲器最后使用"MAX"参数及已经获取所有样点时，也会生成这种错误信息。

## ABORt

在中断阵列测量时，ABORT 不再使已经完成的结果无效。这意味着您在中止后，现在可以获取部分结果。

## FORMat:SMAX <number>

其中“number”是 4–10000 之间的任何整数。默认设置是 10000 (不受 \*RST 影响)。这一命令预计用于在读取大量数据时有问题的任何控制器或应用程序，另外还用于需要 FETC:ARR? MAX 功能的情况。使用下述方式查询实际设置：

## FORMat:SMAX?

在使用“MAX”参数时，仪器应一直在可以预测的时间内作出反应。实际反应时间主要取决于响应中的样点数量及使用的 FORMat 设置(ASCII 特别慢，REAL 速度快，PACKed 最快)，在一定程度上还取决于实际测量功能。缓冲器中从最新获取没有新的测量时(在结尾也没有新的测量)，FETC:ARR? MAX 将作出“zero samples”(零样点)响应，即在 ascii 格式中为空字符串，在 REAL 格式或 PACKed 格式中为空二进制数据包("#10")。

## ARM:COUNT <number> | INFinity

### ARM:COUNT?

"INF" 参数只用于 CNT91。它会导致准备循环无穷地持续下去。(注：时间标记计数器在大约 107 天非中止操作后会溢出，如果需要连续运行三个月以上，那么在应用软件中必须考虑这一点) 在设置成 INFinity 时，查询会应答 "INF" (不带双引号)。

## Talker Only Mode (仅发话方模式)

为打开仅发话方模式：

## SYSTem:TALKonly ON

从这时起，FCA3100 将“永远”作为发话方，不会通过正常握手线路从控制器收听任何编程命令，没有提供“SYST:TALK OFF”命令。一旦把命令 SYST:TALK ON 发送到计数器，FCA3100 将不再通过 GPIB 接口中的数据线对正常命令作出响应。

为关闭仅发话方模式，应使用前面板上的 ESC 键(C)，也可以通过 GPIB 发送 Interface Clear (IFC)。

成功进行仅发话方高速传送的进一步设置为：

DISPlay:ENABle OFF.

FORMat REAL 或 FORMat PACKed.

ARM:COUNT 1

TRIGger:COUNT 1

INIT:CONT ON.



测量功能可以是除以下功能以外的任何功能：

平均周期(智能计算)

频率 (智能计算)

时间间隔 (智能计算)

时间标记

电压

### Totalize (积算)

这意味着可以使用 Frequency BtB 和 Period BtB，但没有“智能”频率。“智能”频率使用落在多个带时间标记的数据之间的回归线来改善基本分辨率。

**泰克科技(中国)有限公司**  
上海市浦东新区川桥路1227号  
邮编: 201206  
电话: (86 21) 5031 2000  
传真: (86 21) 5899 3156

**泰克北京办事处**  
北京市海淀区花园路4号  
通恒大厦1楼101室  
邮编: 100088  
电话: (86 10) 5795 0700  
传真: (86 10) 6235 1236

**泰克上海办事处**  
上海市徐汇区宜山路900号  
科技大楼C楼7楼  
邮编: 200233  
电话: (86 21) 3397 0800  
传真: (86 21) 6289 7267

**泰克深圳办事处**  
深圳市福田区南园路68号  
上步大厦21层G/H/I/J室  
邮编: 518031  
电话: (86 755) 8246 0909  
传真: (86 755) 8246 1539

**泰克成都办事处**  
成都市人民南路一段86号  
城市之心23层D-F座  
邮编: 610016  
电话: (86 28) 8620 3028  
传真: (86 28) 8620 3038

**泰克西安办事处**  
西安市二环南路西段88号  
老三届世纪星大厦20层K座  
邮编: 710065  
电话: (86 29) 8723 1794  
传真: (86 29) 8721 8549

**泰克武汉办事处**  
武汉市汉口建设大道518号  
招银大厦1611室  
邮编: 430022  
电话: (86 27) 8781 2760/2831

**泰克香港办事处**  
九龙尖沙咀加连威老道2-6号  
爱宾大厦15楼6室  
电话: (852) 2585 6688  
传真: (852) 2598 6260

**如需进一步信息**

泰克维护完善的一套应用指南、技术简介和其它资源, 并不断扩大, 帮助工程师处理尖端技术。请访问: [www.tektronix.com.cn](http://www.tektronix.com.cn)

©2010年泰克公司版权所有, 侵权必究。泰克产品受到美国和国外已经签发和正在申请的专利保护。本文中的信息代替以前出版的所有材料中的信息。技术数据和价格如有变更, 恕不另行通告。TEKTRONIX和TEK是泰克公司的注册商标。本处提到的所有其它商号均为各自公司的服务标志、商标或注册商标。

9/2010 WWW

3CC-25883-0

**Tektronix**<sup>®</sup>