

# LM95221

*Application Note 1727 Calibrating the ADC08xxxx Family of Ultra High-Speed Converters*



Literature Number: ZHCA331

# 超高速转换器ADC08xxxx系列的校准

美国国家半导体公司  
应用注释 1727  
Robbie Shergill  
2008年3月6号



## 1.0 引言

千兆采样速率ADC的ADC08xxxx系列（例如ADC08D1500）内部集成了精密的自校准电路。这种特性是此款器件在宽温度范围内显著性能中的重要部分。本文旨在为系统设计师全面描述如何充分利用这种特性。器件的数据手册包含了自校准在不同方面的详细内容，所以用户也可参阅数据手册。

## 2.0 自校准方案

由于校准对于表述的性能非常重要，因而在每次上电开始器件要执行自校准。此外，在需要的情况下还允许用户可以通过手动命令来执行器件的自校准。一般仅当系统温度的变化已超出系统设计确立的阈值时才会执行这项操作。因为最终还是器件本身的温度对其性能造成影响，用户可将芯片上的二极管连到一个外置温度传感器，从而能监控器件温度。美国国家半导体推荐LM95221(或其它类似产品)温度传感器来实现这项功能。

无论是根据上电抑或是根据指令，校准程序约需1-2毫秒时间，具体取决于时钟频率和特定的器件（参考器件的数据手册和在本文中提到的所有其它参数）。此外，仅在上电时，器件会在启动自校准程序之前插入一个时延。对于这一延迟，用户可选择相对较短（几十毫秒）或相对较长（几秒）的延迟。这种延迟的目的是允许电源和别的变量保持稳定。注意，当器件配置为扩展控制的工作模式时无法提供较长的时延（例如，通过串行接口配置）。同时也应注意器件延时计数器，只有当时钟输入有效时才开始计数。

CalRun引脚总是指示器件是否处于自校准模式或正常工作模式。

## 3.0 实施自校准

首先需要确认的是自校准是器件“正常”工作的组成部分。正因为此，在校准期间，器件的工作条件应尽量与“正常”系统条件相近并同样稳定。这意味着电源、温度和所有的输入值都必须在数据手册的“工作额定值”中标明的工作条件范围内，且保持稳定。

其次，为了得到较高的校准精度，操作条件必须尽量接近其工作条件。为了让这些条件保持稳定，有必要维持特定量的时延。系统工程师必须决定其系统所需的时延，其变化范围可从大约1-2秒变化至几十秒。如第二章中所述，器件具有内置校准时延的特性。如果需要更长的时延，采用CAL输入引脚可进一步延迟校准周期的启动。

具体实现的方法是，用户在上电期间将CAL引脚保持为高电平，并且按照时延的需要维持足够长的时间。器件保持等待状态，直到启动上电校准周期之前，CAL引脚会被周期性地从低电平加到高电平。在数据手册的交流电气特性表中可查阅CAL输入的“低-高周期”时序要求。除了抑制校准产生之外，这种方案不会干扰器件的其它特性。尽管用CAL输入并以这种方式实现延迟，我们仍应考虑，在得到合适的性能之前必须要作上电校准。

除了期望环境条件（电源和温度）保持稳定之外，器件的其它工作条件也需要保存恒定，以获得最精确的校准。这里提供了一些具体要求：

- 时钟输入必须保持稳定（这包括不执行DCLK\_RST）；
  - 模拟输入必须在其有效\*的范围内，但是频率并不重要—包括直流；
  - 当执行校准时，禁止干扰控制和配置设定；
  - 对于ADC08D500/1000/1500和ADC08500/1000/1500系列器件，器件必须处于正常模式（非DES模式）。在新推出的ADC08D1020/1520和ADC083000/B3000器件上，则不存在这样的限制；
  - 尽管SCLK可被激活，但禁止访问控制寄存器；
  - 当启动校准时器件不应处于关机模式，在校准时也禁止进入关机模式。
  - 在ADC083000和ADC08B3000器件上，当使用时钟相位调整功能并在使能这一功能后需要使RTD位保持设定位置，这样就可以使DCLK在校准期间保持运行。
- \*“有效”意味着输入在工作额定值所规定的范围内。

## 4.0 自校准期间器件的行为

除了对信号处理路径产生明显中断外，器件在校准期间还会表现出其它几种影响。

1. 禁止数字输出
2. 该系列的某些器件也会禁止DCLK输出

器件的DCLK输出通常仅供数据捕捉使用。事实上它是会被中断的，意味着ASIC/FPGA器件不应将其用作时钟信号，因为其逻辑电平高于捕捉的逻辑电平。然而，在有必要将DCLK信号用作通用时钟的应用中，该系列新推出的器件为用户提供了在校准期间保持DCLK运行的控制功能。所付出的代价是，如果保持DCLK激活，模拟输入终接电阻（Rterm）未被校准，这样会得到不太精确的Rterm值。因而，不应在上电校准期间采用这种选项，而是仅适用于上电之后的命令校准期间。

在ADC08D1020/1520和ADC083000/B3000器件上，由扩展配置寄存器中的RTD（电阻微调禁止）位来决定是否允许DCLK在校准期间停止或运行。一旦上电，该位的默认状态为停止DCLK，且在校准过程中对Rterm实施微调。在上电校准期间，用户必须将该位置于默认状态，并期望在校准期间将DCLK停止。其后用户必须将该位清零以便在随后的命令校准周期内保持DCLK的运行状态。这里必须强调的是当RTD位禁止时至少要执行一次校准，这样才能使输入终端电阻可以至少进行一次微调。

校准自身的产生并不需要重写控制寄存器或调整为其它值，同样，如果系统设计是使用多个该器件并已采用DCLK\_RST使它们同步，校准期也并不需要同步而再执行一次。

## 5.0 性能影响

在数据手册中器件的性能是器件经过正确校准的情况下保证的，校准是在测试期间以规定的工作条件进行。同任何其它电路一起工作时，器件随着校准后环境条件的变化，也表现出不同程度的性能下降。通常在校准后仍会影响性能的系统参数是温度。当温度变化超过一个特定阈值时，应执行命令自校准操作。通常这个阈值是系统设计师在设计过程中确定下来的。美国国家半导体不保证由于温度变化而造成未校准的器件性能下降的数值。然而，从有限数据中得到的下列观测结果，会对用户有些帮助。

1. 在55°C的温度变化范围(硅片温度从+45°C变化至+100°C)内，器件的ENOB性能降低0.35位。
2. 在80°C温度变化范围(硅片温度从+20°C变化至+105°C)内会产生2%的增益误差。
3. 如果用户激活DCLK使之在校准期间运行，在要求的上电校准之后Rterm未经过校准，仅由于温度的影响，Rterm值在宽达120°C的温度变化范围（硅片温度从0°C变化至+120°C）内预期变化整体的1%。

基于这组有限的的数据，触发自校准周期的合理温度变化阈值将落在20至30°C的最大范围内。

## 6.0 结论

自校准是千兆采样8位ADC系列的强大特性。其为用户提供了大量的灵活性，使得这些器件可在宽广的温度范围内提供更可靠的性能。

# 注释

## 注释

For more National Semiconductor product information and proven design tools, visit the following Web sites at:

Products		Design Support	
Amplifiers	<a href="http://www.national.com/amplifiers">www.national.com/amplifiers</a>	WEBENCH	<a href="http://www.national.com/webench">www.national.com/webench</a>
Audio	<a href="http://www.national.com/audio">www.national.com/audio</a>	Analog University	<a href="http://www.national.com/AU">www.national.com/AU</a>
Clock Conditioners	<a href="http://www.national.com/timing">www.national.com/timing</a>	App Notes	<a href="http://www.national.com/appnotes">www.national.com/appnotes</a>
Data Converters	<a href="http://www.national.com/adc">www.national.com/adc</a>	Distributors	<a href="http://www.national.com/contacts">www.national.com/contacts</a>
Displays	<a href="http://www.national.com/displays">www.national.com/displays</a>	Green Compliance	<a href="http://www.national.com/quality/green">www.national.com/quality/green</a>
Ethernet	<a href="http://www.national.com/ethernet">www.national.com/ethernet</a>	Packaging	<a href="http://www.national.com/packaging">www.national.com/packaging</a>
Interface	<a href="http://www.national.com/interface">www.national.com/interface</a>	Quality and Reliability	<a href="http://www.national.com/quality">www.national.com/quality</a>
LVDS	<a href="http://www.national.com/lvds">www.national.com/lvds</a>	Reference Designs	<a href="http://www.national.com/refdesigns">www.national.com/refdesigns</a>
Power Management	<a href="http://www.national.com/power">www.national.com/power</a>	Feedback	<a href="http://www.national.com/feedback">www.national.com/feedback</a>
Switching Regulators	<a href="http://www.national.com/switchers">www.national.com/switchers</a>		
LDOs	<a href="http://www.national.com/lldo">www.national.com/lldo</a>		
LED Lighting	<a href="http://www.national.com/led">www.national.com/led</a>		
PowerWise	<a href="http://www.national.com/powerwise">www.national.com/powerwise</a>		
Serial Digital Interface (SDI)	<a href="http://www.national.com/sdi">www.national.com/sdi</a>		
Temperature Sensors	<a href="http://www.national.com/tempsensors">www.national.com/tempsensors</a>		
Wireless (PLL/VCO)	<a href="http://www.national.com/wireless">www.national.com/wireless</a>		

THE CONTENTS OF THIS DOCUMENT ARE PROVIDED IN CONNECTION WITH NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION ("NATIONAL") PRODUCTS. NATIONAL MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES WITH RESPECT TO THE ACCURACY OR COMPLETENESS OF THE CONTENTS OF THIS PUBLICATION AND RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES TO SPECIFICATIONS AND PRODUCT DESCRIPTIONS AT ANY TIME WITHOUT NOTICE. NO LICENSE, WHETHER EXPRESS, IMPLIED, ARISING BY ESTOPPEL OR OTHERWISE, TO ANY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS IS GRANTED BY THIS DOCUMENT.

TESTING AND OTHER QUALITY CONTROLS ARE USED TO THE EXTENT NATIONAL DEEMS NECESSARY TO SUPPORT NATIONAL'S PRODUCT WARRANTY. EXCEPT WHERE MANDATED BY GOVERNMENT REQUIREMENTS, TESTING OF ALL PARAMETERS OF EACH PRODUCT IS NOT NECESSARILY PERFORMED. NATIONAL ASSUMES NO LIABILITY FOR APPLICATIONS ASSISTANCE OR BUYER PRODUCT DESIGN. BUYERS ARE RESPONSIBLE FOR THEIR PRODUCTS AND APPLICATIONS USING NATIONAL COMPONENTS. PRIOR TO USING OR DISTRIBUTING ANY PRODUCTS THAT INCLUDE NATIONAL COMPONENTS, BUYERS SHOULD PROVIDE ADEQUATE DESIGN, TESTING AND OPERATING SAFEGUARDS. EXCEPT AS PROVIDED IN NATIONAL'S TERMS AND CONDITIONS OF SALE FOR SUCH PRODUCTS, NATIONAL ASSUMES NO LIABILITY WHATSOEVER, AND NATIONAL DISCLAIMS ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTY RELATING TO THE SALE AND/OR USE OF NATIONAL PRODUCTS INCLUDING LIABILITY OR WARRANTIES RELATING TO FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, MERCHANTABILITY, OR INFRINGEMENT OF ANY PATENT, COPYRIGHT OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT.

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。  
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：[www.national.com](http://www.national.com)。

#### 生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命，依照使用说明书正确使用，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

#### 禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范 (CSP-9-111C2)》以及《相关禁用物质和材料规范 (CSP-9-111S2)》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。  
无铅产品符合RoHS指令。



**National Semiconductor**  
Americas Customer  
Support Center  
Email: [new.feedback@nsc.com](mailto:new.feedback@nsc.com)  
Tel: 1-800-272-9959

**National Semiconductor**  
Europe Customer Support Center  
Fax: +49 (0) 180-530 85 86  
Email: [europe.support@nsc.com](mailto:europe.support@nsc.com)  
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208  
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171  
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

**National Semiconductor**  
Asia Pacific Customer  
Support Center  
Email: [ap.support@nsc.com](mailto:ap.support@nsc.com)

**National Semiconductor**  
Japan Customer Support Center  
Fax: 81-3-5639-7507  
Email: [jpn.feedback@nsc.com](mailto:jpn.feedback@nsc.com)  
Tel: 81-3-5639-7560

## 重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

	产品		应用
数字音频	<a href="http://www.ti.com.cn/audio">www.ti.com.cn/audio</a>	通信与电信	<a href="http://www.ti.com.cn/telecom">www.ti.com.cn/telecom</a>
放大器和线性器件	<a href="http://www.ti.com.cn/amplifiers">www.ti.com.cn/amplifiers</a>	计算机及周边	<a href="http://www.ti.com.cn/computer">www.ti.com.cn/computer</a>
数据转换器	<a href="http://www.ti.com.cn/dataconverters">www.ti.com.cn/dataconverters</a>	消费电子	<a href="http://www.ti.com/consumer-apps">www.ti.com/consumer-apps</a>
DLP® 产品	<a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>	能源	<a href="http://www.ti.com/energy">www.ti.com/energy</a>
DSP - 数字信号处理器	<a href="http://www.ti.com.cn/dsp">www.ti.com.cn/dsp</a>	工业应用	<a href="http://www.ti.com.cn/industrial">www.ti.com.cn/industrial</a>
时钟和计时器	<a href="http://www.ti.com.cn/clockandtimers">www.ti.com.cn/clockandtimers</a>	医疗电子	<a href="http://www.ti.com.cn/medical">www.ti.com.cn/medical</a>
接口	<a href="http://www.ti.com.cn/interface">www.ti.com.cn/interface</a>	安防应用	<a href="http://www.ti.com.cn/security">www.ti.com.cn/security</a>
逻辑	<a href="http://www.ti.com.cn/logic">www.ti.com.cn/logic</a>	汽车电子	<a href="http://www.ti.com.cn/automotive">www.ti.com.cn/automotive</a>
电源管理	<a href="http://www.ti.com.cn/power">www.ti.com.cn/power</a>	视频和影像	<a href="http://www.ti.com.cn/video">www.ti.com.cn/video</a>
微控制器 (MCU)	<a href="http://www.ti.com.cn/microcontrollers">www.ti.com.cn/microcontrollers</a>		
RFID 系统	<a href="http://www.ti.com.cn/rfidsys">www.ti.com.cn/rfidsys</a>		
OMAP 机动性处理器	<a href="http://www.ti.com/omap">www.ti.com/omap</a>		
无线连通性	<a href="http://www.ti.com.cn/wirelessconnectivity">www.ti.com.cn/wirelessconnectivity</a>		
	德州仪器在线技术支持社区		<a href="http://www.deyisupport.com">www.deyisupport.com</a>

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122  
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司