

Circuits from the Lab™
Reference Circuits

Circuits from the Lab™ reference circuits are engineered and tested for quick and easy system integration to help solve today's analog, mixed-signal, and RF design challenges. For more information and/or support, visit www.analog.com/CN0274.

连接/参考器件

ADXL362	Nanopower、三轴、±2 g/±4 g/±8 g 数字输出MEMS加速度计
ADP195	采用反向电流阻挡的逻辑控制型 高端电源开关

超低功耗独立运动开关

评估和设计支持

电路评估板

[CN-0274电路评估板\(EVAL-CN0274-SDPZ\)](#)

[系统演示平台\(EVAL-SDP-CS1Z\)](#)

设计和集成文件

[原理图、布局文件、物料清单](#)

电路功能与优势

图1所示电路采用一个三轴ADXL362数字加速度计和ADP195高端电源开关来构建一个超低功耗、对运动敏感的开关。

ADXL362是一款超低功耗三轴加速度计，在唤醒模式下的功耗不足100 nA。与使用功率占空比来实现低功耗的加速度计不同，ADXL362没有通过欠采样混叠输入信号；它在全数据速率下进行持续采样。还有一个片内、12位温度传感器，精度可达±0.5°。

ADXL362的输出分辨率为12位支持±2 g、±4 g及±8 g三种工作范围，±2 g范围内的分辨率为1 mg/LSB。噪声电平要求低于480 μg/√Hz的应用可以选择两个低噪声模式(低至120 μg/√Hz)之一，电源电流增加极小。

ADXL362的最小额定工作温度范围是-40°C至+85°C，并提供16引脚陶瓷基板栅格阵列(LGA)封装。

ADP195是一款高端负载开关，采用1.1 V至3.6 V电源供电，可防止电流反向从输出端流向输入端。该器件内置一个低导通电阻P沟道MOSFET，后者支持1.1 A以上的连续负载电流并可将功率损耗降至最低。

这种器件组合针对控制负载功率的独立运动开关提供了业界领先的低功耗解决方案。

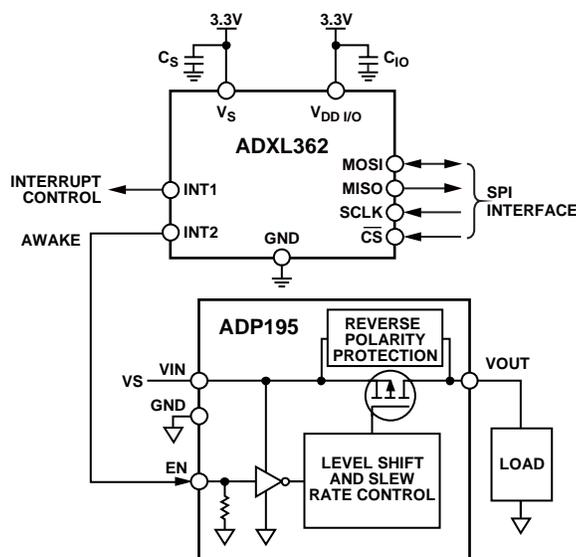


图1. 超低功耗独立运动开关(原理示意图：未显示去耦和所有连接)

Rev. 0

Circuits from the Lab™ circuits from Analog Devices have been designed and built by Analog Devices engineers. Standard engineering practices have been employed in the design and construction of each circuit, and their function and performance have been tested and verified in a lab environment at room temperature. However, you are solely responsible for testing the circuit and determining its suitability and applicability for your use and application. Accordingly, in no event shall Analog Devices be liable for direct, indirect, special, incidental, consequential or punitive damages due to any cause whatsoever connected to the use of any Circuits from the Lab circuits. (Continued on last page)

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 www.analog.com
Fax: 781.461.3113 ©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

电路描述

ADXL362基本工作原理

ADXL362是一款三轴、超低功耗加速度测量系统，能够测量动态加速度(由运动或冲击导致)和静态加速度(即重力)。

传感器的移动元件为多晶硅表面微加工结构(也称为梁)，置于硅晶圆顶部。多晶硅弹簧悬挂于晶圆表面的结构之上，提供加速度力量阻力。

结构偏转由差分电容进行测量。每个电容均由独立固定板和活动质量块连接板组成。任何加速度均会使梁偏转、差分电容失衡，从而使传感器输出的幅度与加速度成比例。相敏解调用于确定加速度的幅度和极性。

工作模式

ADXL362的三种基本工作模式为待机、测量和唤醒。

- 将ADXL362置于待机模式可以暂停测量，并将功耗降至10 nA。会保留所有待处理数据或中断，但不会处理新的信息。ADXL362以待机模式上电，上电时所有传感器功能均关闭。
- 测量模式是ADXL362的正常工作模式。在此模式下，器件会持续读取加速度数据。采用2.0 V电源供电时，在输出数据速率高达400 Hz的整个范围内，该加速度计的功耗都低于3 μ A。在此模式下工作时，可以使用介绍的所有功能。作为超低功耗加速度计，ADXL362能够以12.5 Hz(最小值)至400 Hz(最大值)的数据速率持续输出数据，同时功耗仍然低于3 μ A。由于能够以所有数据速率针对其传感器的全部带宽持续采样，因此ADXL362不会出现欠采样和混叠现象。

- 唤醒模式非常适合以极低功耗(电源电压为2.0 V时功耗为270 nA)简单地检测是否存在运动。唤醒模式在实施运动激活开关时尤其有用，可让系统的其余部分保持关断，直至检测到运动。在唤醒模式下，每秒只进行6次加速度测量，以确定是否存在运动，这样可将功耗降至非常低的水平。在唤醒模式下，除了活动定时器，可以使用加速度计的其它所有功能。可访问所有寄存器，也可从器件中获取实时数据。

CN0274评估软件采用ADXL362的唤醒模式。也就是说，检测到运动之前，ADXL362会保持休眠状态，而一旦检测到运动就会进入测量模式。

功率/噪声权衡

ADXL362提供了几个用于降低噪声的选项，但使用时会造成功耗略微增加。

带宽为100 Hz时，ADXL362在正常工作状态下的噪声性能通常为7 LSB rms，这对于大多数应用都合适，具体取决于带宽和所需的分辨率。对于要求噪声更低的情况，ADXL362提供了两种低噪声工作模式，以略微增加功耗为代价来降低噪声。

表1. ADXL362噪声与功耗的关系

模式	噪声(μ g/vHz, 典型值)	功耗(μ A, 典型值)
正常工作	380	2.7
低噪声	280	4.5
超低噪声	175	15

表1显示了正常工作模式以及两种低噪声模式下的功耗值和噪声密度，其中电源电压典型值为3.3 V。

CN0274评估软件采用ADXL362的正常工作噪声模式。

运动检测

ADXL362的内置逻辑可检测到运动(加速度超过特定阈值)和静止(加速度未超过特定阈值)。

对运动或静止事件的检测由状态寄存器指示，也可配置用于产生中断。此外，器件的运动状态(即器件是在运动还是静止)通过AWAKE bit指示。

加速度计处于测量模式或唤醒模式时，可以使用运动和静止检测。

运动检测

加速度在用户指定的一段时间内始终高于指定阈值时，即检测到运动事件。有两种运动检测事件：绝对运动检测和参考运动检测。

- 使用绝对运动检测时，将加速度样本与用户设置的阈值进行比较，以确定是否存在运动。例如，如果阈值设为0.5 g，任意轴上的加速度为1 g并且持续时间超过了用户定义的运动时间，则置位运动状态。在许多应用中，根据与参考点或方位的偏差进行运动检测优于根据绝对阈值进行运动检测。由于这样可消除重力导致的静态1 g对运动检测的影响，因此会特别有用。加速度计静止时，虽然本身没有运动，但其输出仍然可以达到1 g。使用绝对运动检测时，如果阈值设为小于1 g，立刻就能检测到运动。
- 在参考运动检测模式下，当加速度样本在用户定义的时间段内比内部定义的参考值至少高出用户设置的数量时，则检测到运动。启用运动检测后会计算参考值，并且获取的第一个样本将用作参考点。只有加速度与此初始方位的偏差足够大时，才会检测到运动。参考配置使运动检测非常敏感，甚至可以检测到最细微的运动事件。

[CN0274评估软件](#)在搜索运动时采用参考工作模式。

静止检测

加速度在指定的时间段内始终低于指定阈值时，即检测到静止事件。有两种非运动检测事件：绝对静止检测和参考静止检测。

- 使用绝对静止检测时，在用户设置的时间内将加速度样本与用户设置的阈值进行比较，以确定是否不存在运动。
- 使用参考静止检测时，则在用户定义的时间内将加速度样本与用户指定的参考进行比较。器件首次进入唤醒状态时，第一个样本将用作参考点，并且围绕该点应用阈值。如果加速度保持在阈值范围内，器件将进入休眠状态。如果加速度值超出阈值范围，该点将用作新的参考，然后针对该点重新应用阈值。

[CN0274评估软件](#)在搜索静止时采用参考工作模式。

链接运动和静止检测

可以同时使用运动和静止检测功能，然后通过主机处理器手动处理，或者也可以配置为通过多种方式进行交互：

- 在默认模式下，运动和静止检测功能都处于使能状态，并且所有中断都必须由主机处理器处理；也就是说，处理器必须读取每个中断，然后才能清零并再次使用。
- 在链接模式下，运动和静止检测功能彼此链接，以致在任意给定时间都只有一项功能处于使能状态。一旦检测到运动，就会认为器件处于运动或唤醒状态，然后不再搜索运动：下一个事件预期为静止，因此只有静止检测起作用。如果检测到静止，则认为器件处于静止或休眠状态。此时下一个事件预期为运动，于是只有运动检测起作用。在此模式下，主机处理器必须处理每个中断，然后使能下一操作。
- 在环路模式下，运动检测的工作方式与上文所述链接模式相同；但是，无需由主机处理器处理中断。此配置简化了常用运动检测的实施，并且通过减少总线通信功耗而增强了省电效果。
- 如果在链接模式或环路模式下使能自动休眠模式，则在检测到静止事件后，器件会自主进入唤醒模式，而一旦检测到运动事件，则重新进入测量模式。

[CN0274评估软件](#)采用自动休眠和环路模式来演示ADXL362的功能。

AWAKE Bit

AWAKE bit是一个状态位，用于指示ADXL362是处于唤醒状态还是休眠状态。检测到运动条件表明器件处于唤醒状态，检测到静止条件则表明器件处于休眠状态。

唤醒信号可映射至INT1或INT2引脚，因此可用作状态输出，以便根据加速度计的唤醒状态连接下游电路的电源或断开其电源连接。与环路模式一起使用时，此配置可以实现一种微小的自主运动激活开关。

如果下游电路的导通时间在可接受范围内，则这种运动开关配置能够消除应用中其余部分的待机功耗，从而显著降低系统级功耗。这种待机功耗通常会超过ADXL362的整个功耗范围。

中断

ADXL362的一些内置功能可触发中断，以便针对某些状态条件向主机处理器发出提醒。

通过设置INTMAP1和INTMAP2寄存器中的适当位，可将中断映射至两个指定输出引脚(INT1和INT2)之一(或两者)。所有功能都可以同时使用。如果多个中断映射至一个引脚，则中断的OR组合决定该引脚的状态。

如果没有功能映射至某个中断引脚，则该引脚自动配置为高阻抗状态(高阻态)。引脚也会在复位后进入此状态。

检测到特定状态条件时，则会激活该条件映射至的引脚。默认情况下，引脚配置为高电平有效，因此激活后引脚会变为高电平。不过，通过在适当的INTMAP寄存器中设置INT_LOW引脚，可以将配置切换为低电平有效。

INT引脚可连接到主机处理器的中断输入端，并以中断程序对中断作出响应。由于多个功能可映射至同一个引脚，STATUS寄存器可用于确定导致中断触发的具体条件。

CN0274评估软件对ADXL362的配置为：检测到运动后，INT1引脚为高电平；检测到静止后，INT1引脚为低电平。

测试结果

所有测试均使用EVAL-CN0274-SDPZ和EVAL-SDP-CS1Z执行。演示器件的功能时，运动阈值设置为0.5 g，静止阈值设置为0.75 g，而静止样本数量设置为20。搜索运动时，只需任意轴上的一个加速度样本越过阈值。

开始时，将电路定位为电池组与桌子贴合，印刷电路板(PCB)可沿任意方向缓慢旋转90°，从而在接近与初始方位垂直的位置这一过程中使得加速度越过阈值。

图2显示了**CN0274评估软件**的屏幕截图，其中ADXL362起初处于休眠状态并搜索运动。接着，样本11越过阈值时，ADXL362进入唤醒状态并开始搜索静止。阈值进行调整，以表明器件正在搜索静止。

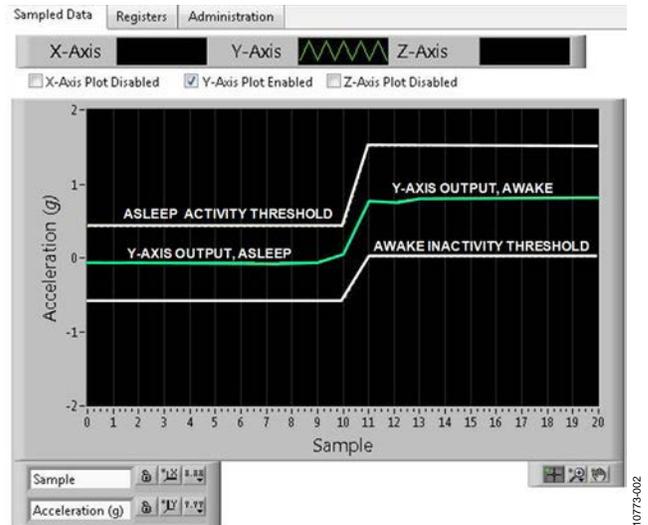


图2. 评估软件输出的屏幕截图

为了更好地展示，已利用图上的单选按钮禁用了X轴和Z轴曲线。

ADP195的输出(或中断引脚本身)通过数字万用表测量。ADXL362处于唤醒状态时，中断变为高电平并将ADP195的EN引脚驱动至高电平，进而将MOSFET的栅极驱动至低电平，从而导致开关闭合，这样就会接通任意下游电路与电源的连接。相反，ADXL362处于休眠状态时，中断会将ADP195的EN引脚驱动至低电平，进而将MOSFET的栅极驱动至高电平，从而导致开关断开。

PCB布局考虑

在任何注重精度的电路中，必须仔细考虑电路板上的电源和接地回路布局。PCB应尽可能隔离数字部分和模拟部分。本系统的PCB采用4层板堆叠而成，具有较大面积的接地层和电源层多边形。有关布局和接地的详细论述，请参见MT-031指南；有关去耦技术的信息，请参见MT-101指南。

ADXL362的电源应当用1 μ F和0.1 μ F电容去耦，以适当抑制噪声并减小纹波。这些电容应尽可能靠近器件。对于所有高频去耦，建议使用陶瓷电容。

电源走线应尽可能宽，以提供低阻抗路径，并减小电源线路上的毛刺效应。通过数字地将时钟及其它快速开关数字信号屏蔽起来，使之不影响电路板的其它器件。PCB的照片如图3所示。

有关本电路笔记的完整设计支持包，请访问www.analog.com/CN0274-DesignSupport。

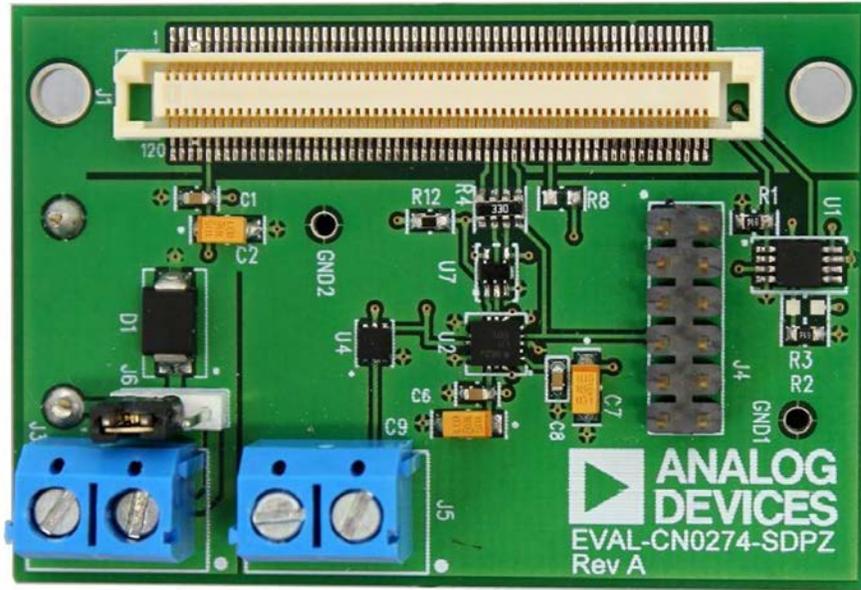


图3. EVAL-CN0274-SDPZ PCB照片

常见变化

ADXL362内置自由落体检测功能。通过写入定制软件，可使用非运动中断来实施此功能。

当物体处于真正的自由落体状态时，所有轴上的加速度都是0 g。因此，自由落体检测的实现方式是查找特定时间段内所有轴上的加速度都降至特定阈值以下(接近0 g)。

通过设置非运动阈值(300 mg至600 mg)和非运动时间(150 ms至350 ms)，可将ADXL362用作自由落体检测器。这些值的寄存器设置视器件的g范围设置而定。

电路评估与测试

本电路使用EVAL-SDP-CS1Z系统演示平台(SDP)评估板和EVAL-CN0274-SDPZ电路板。这两片板具有120引脚的对接连接器，可以快速完成设置并评估电路性能。

EVAL-CN0274-SDPZ包含要评估的电路，如本笔记所述。EVAL-SDP-CS1Z与CN0274评估软件一起使用，可从EVAL-CN0274-SDPZ获取数据。

由于ADXL362在休眠和唤醒状态下功耗都相对较小，因此可以利用EVAL-SDP-CS1Z中接出的数字数据线为EVAL-CN0274-SDPZ供电。

设备要求

需要以下设备：

- 带USB端口的Windows® XP、Windows Vista®(32位)或Windows® 7(32位)PC
- [EVAL-CN0274-SDPZ](#)评估板
- [EVAL-SDP-CS1Z](#)评估板
- [CN0274评估软件](#)
- 电源：3.0 V或2节AAA电池。

开始使用

将CN0274评估软件光盘放入PC，加载评估软件。打开我的电脑，找到包含评估软件光盘的驱动器，打开Readme文件。按照Readme文件中的说明安装和使用评估软件。

CN-0274

功能框图

测试设置框图参见图4，电路原理图参见EVALCN0274-SDPZ-SCH-RevA.pdf文件。此文件位于CN0274设计支持包中。

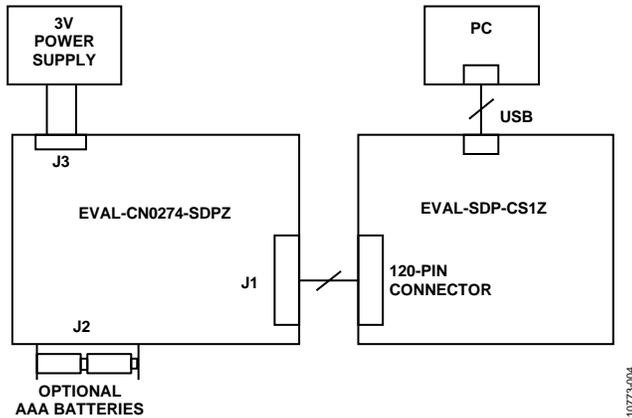


图4. 测试设置框图

设置

将CN0274评估软件上的120引脚连接器连接到EVAL-SDP-CS1Z上的连接器。使用尼龙五金配件，通过120引脚连接器两端的孔牢牢固定这两片板。

在断电情况下，将3.0 V电源连接到J3连接器。或者，也可使用PCB底部的连接器J2，以便通过两节AAA电池为整个电路供电。将EVAL-SDP-CS1Z附带的USB电缆连接到PC上的USB端口。注意：此时请勿将该USB电缆连接到SDP板上的mini-USB连接器。

测试

为J3螺纹接线端子通电，或在PCB底部的J2连接器中放置电池(将跳线J6移至左侧以方便电池供电)。启动CN0274评估软件，并通过USB电缆将PC连接到EVAL-SDP-CS1Z上的mini-USB连接器。

一旦USB通信建立，就可以使用EVAL-SDP-CS1Z来发送、接收和捕捉来自EVAL-CN0274-SDPZ的串行数据。

有关EVAL-SDP-CS1Z的信息，请参阅SDP用户指南。

有关测试设置、校准以及如何使用评估软件来捕捉数据的详细信息，请参阅软件的Readme文件：

www.analog.com/CN0274-UserGuide。

了解详情

CN-0274 Design Support Package:

<http://www.analog.com/CN0274-DesignSupport>

MT-031 Tutorial, *Grounding Data Converters and Solving the Mystery of "AGND" and "DGND"*, Analog Devices.

MT-101 Tutorial, *Decoupling Techniques*, Analog Devices.

AN-688 Application Note, *Phase and Frequency Response of iMEMS Accelerometers and Gyros*, Analog Devices

数据手册和评估板

[CN0274 Circuit Evaluation Board \(EVAL-CN0274-SDPZ\)](#)

[System Demonstration Platform \(EVAL-SDP-CS1Z\)](#)

[ADXL362 Data Sheet](#)

[ADP195 Data Sheet](#)

[ADP195 Evaluation Board](#)

修订历史

2012年9月—修订版0：初始版

(Continued from first page) Circuits from the Lab circuits are intended only for use with Analog Devices products and are the intellectual property of Analog Devices or its licensors. While you may use the Circuits from the Lab circuits in the design of your product, no other license is granted by implication or otherwise under any patents or other intellectual property by application or use of the Circuits from the Lab circuits. Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, Circuits from the Lab circuits are supplied "as is" and without warranties of any kind, express, implied, or statutory including, but not limited to, any implied warranty of merchantability, noninfringement or fitness for a particular purpose and no responsibility is assumed by Analog Devices for their use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from their use. Analog Devices reserves the right to change any Circuits from the Lab circuits at any time without notice but is under no obligation to do so.

©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN10773sc-0-9/12(0)

