高温、抗振动、±2000°/s陀螺仪

ADXRS645

产品特性

创新型陶瓷垂直贴装封装，适合于俯仰或滚动速率响应
宽工作温度范围：−40°C至+175°C
长寿命：保证1000小时(T_A = 175°C时)
可在宽频率范围内提供高振动抑制特性
抗冲击能力：10,000 *g*
输出与基准电源成比率
5 V单电源供电
根据数字命令执行自测
温度传感器输出

应用

地质勘探中的井下测量
极高温度工业应用
恶劣的机械环境

概述

ADXRS645是一款高性能角速率传感器，具有出色的抗振动能力，可用于高温环境中。ADXRS645采用ADI公司取得专利的大规模BiMOS表面微加工工艺制造，多年实际应用证明性能稳定可靠。先进的差分四传感器设计改善了加速和振动抑制。

输出信号RATEOUT是电压值，与围绕封装盖法线轴转动的角速率成比例。最小测量范围为±2000°/s，加入单个外部电阻之后可扩展至±5000°/s。输出与所提供的基准电源成比率。芯片工作还需要其它几个外部电容。

该器件提供温度输出，用于补偿技术。两路数字自测输入通过机电方式激励传感器，以测试传感器和信号调理电路是否正常工作。ADXRS645提供8 mm x 9 mm x 3 mm、15引脚钎焊引脚三列直插式封装。

功能框图

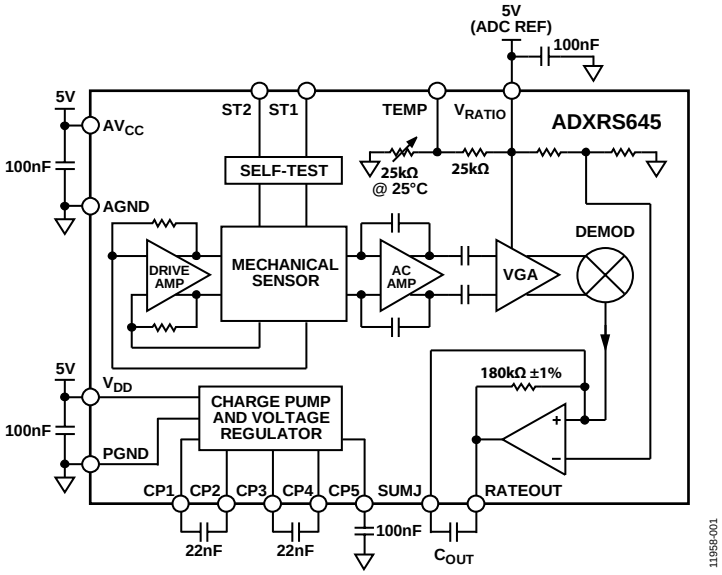

图1.

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700

©2014 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

ADI中文版数据手册是英文版数据手册的译文，敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误，ADI不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性，请参考ADI提供的最新英文版数据手册。

目录

产品特性 1
应用 1
概述 1
功能框图 1
修订历史 2
技术规格 3
绝对最大额定值 4
速率敏感轴 4
ESD警告 4
引脚配置和功能描述 5
典型性能参数 6
工作原理 9
设置带宽 9
温度输出和校准 9
电源比率 9
范围扩展 9
自测功能 9
连续自测 9
外形尺寸 10
订购指南 10

修订历史

2014年9月 — 修订版0至修订版A

更改“产品特性”部分 1
表1中增加可用寿命参数 3

2014年7月—修订版0：初始版

修订版0 | 第2页，共10页

技术规格

保证所有最低和最高技术规格。不保证典型技术规格。除非另有说明，T_A = 25°C，V_S = AV_{CC} = V_{DD} = 5 V，V_{RATIO} = AV_{CC}，角速度 = 0°/s，带宽 = 80 Hz (C_{OUT} = 0.01 μF)，I_{OUT} = 100 μA。

表1.

参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
灵敏度[1]	顺时针旋转为正输出				
测量范围[2, 3]			±2000		°/s
初始	T_A = 25 °C		1		mV/°/s
温度漂移	未补偿，−40°C至+150°C[4]		±5		%
	未补偿，150 °C至175 °C		−35		%
非线性度	最佳拟合直线		0.1		%FS
零点[1]					
初始	T_A = 25 °C	2.4	2.5	2.6	V
温度漂移	未补偿，−40°C至+150°C[4]		±50		°/s
	未补偿，150 °C至175 °C		±150		°/s
线性加速度效应	任意轴		0.1		°/s/g
振动校正	25 g rms，50 Hz至5 kHz		0.0006		°/s/g^2
噪声性能					
速率噪声密度	T_A ≤ 25 °C		0.25		°/s/√Hz
本底分辨率	T_A = 25°C，运动中1分钟到1小时		100		°/hr
	T_A = 150°C，运动中1分钟到1小时		150		°/hr
频率响应					
带宽(±3 dB)[5]	无外部滤波器		2000		Hz
传感器谐振频率		15.5	17.5	20	kHz
自测[1]					
ST1 RATEOUT 响应	ST1引脚从逻辑0变为逻辑1		−1300		°/s
ST2 RATEOUT 响应	ST2引脚从逻辑0变为逻辑1		1300		°/s
ST1至ST2 不匹配[6]			±2		%
逻辑1输入电压		3.3			V
逻辑0输入电压				1.7	V
输入阻抗	至公共端	40	50	100	kΩ
温度传感器[1]					
V_{TEMP} (25°C)	负载 = 10 MΩ	2.3	2.4	2.5	V
比例系数[7]	25°C，V_{RATIO} = 5 V		9		mV/°C
开启时间[8]	通过CP5 = 100 nF上电至最终值的±2 °/s		50		ms
输出驱动能力					
电流驱动	额定性能			200	μA
容性负载驱动				1000	pF
电源					
工作电压 (V_S)		4.75	5.00	5.25	V
静态电源电流			3.5		mA
温度范围					
额定性能		−40		+175	°C
寿命					
可用寿命	T_A = 175 °C	1000			小时

[1] 参数与V_{RATIO}成线性比率关系。
[2] 测量范围可能是最大的范围，包括输出摆幅范围、初始失调、灵敏度、失调漂移和灵敏度漂移(5 V电源)。
[3] 在RATEOUT和SUMJ引脚之间增加单个120 kΩ电阻，可以把测量范围扩展到差不多±5000°/s。
[4] 从+25°C到−40°C或从+25°C到+150°C的最大偏差，典型温度行为参见"典型性能参数"部分。
[5] 通过外部电容C_{OUT}调整。带宽降至0.01 Hz以下不会进一步改善噪声。
[6] 自测不匹配定义为(ST2 + ST1)/((ST2 − ST1)/2)。
[7] 比例系数针对25°C至26°C的温度变化，V_{TEMP}与V_{RATIO}成比率关系。
[8] 基于特性。

绝对最大额定值

表2.

参数	额定值
加速度(任意轴，0.5 ms)	
未上电	10,000 *g*
上电	10,000 *g*
V_{DD}, AV_{CC}	−0.3 V至+6.6 V
V_{RATIO}	AV_{CC}
ST1, ST2	AV_{CC}
输出短路持续时间(任意引脚接公共端)	不定
工作温度范围	−55°C至+175°C
存储温度范围	−65°C至+185°C

注意，等于或超出上述绝对最大额定值可能会导致产品永久性损坏。这只是额定最值，并不能以这些条件或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，推断产品能否正常工作。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

掉在坚硬表面上可能会引起高于10,000 *g*的冲击，甚至超过器件绝对最大额定值。搬运时应小心，避免损坏器件。

速率敏感轴

当ADXRS645绕封装盖的法线轴(即俯视封装盖)顺时针旋转时，可产生正输出电压。

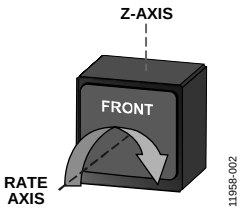

图2. 顺时针旋转时RATEOUT信号增大

ESD警告

ESD(静电放电)敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

引脚配置和功能描述

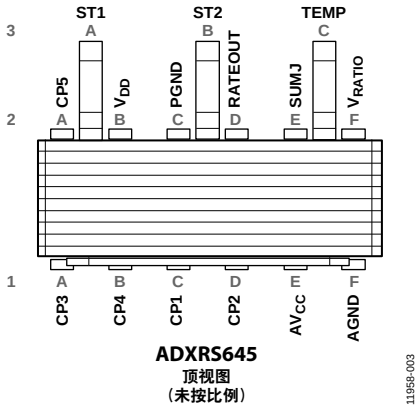

图3. 引脚配置(顶视图)

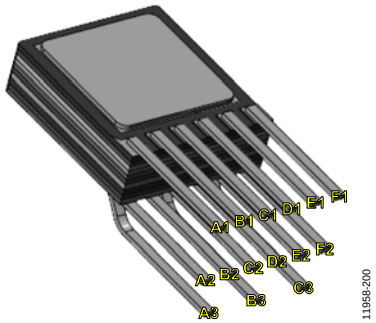

图4. 引脚配置(三维视图)

表3. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	说明
A1	CP3	电荷泵电容(22 nF)
A2	CP5	高压滤波器电容(100 nF)
A3	ST1	正自测
B1	CP4	电荷泵电容(22 nF)
B2	V_{DD}	正电荷泵电源
B3	ST2	负自测
C1	CP1	电荷泵电容(22 nF)
C2	PGND	电荷泵电源回路
C3	温度	温度电压输出
D1	CP2	电荷泵电容(22 nF)
D2	RATEOUT	速率信号输出
E1	AV_{CC}	正模拟电源
E2	SUMJ	输出放大器求和点
F1	AGND	模拟电源回路
F2	V_{RATIO}	比率输出的参考电源

典型性能参数

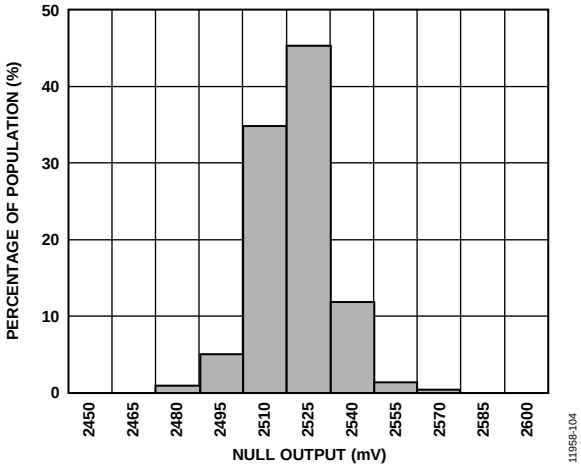

图5. 25 °C时零点输出

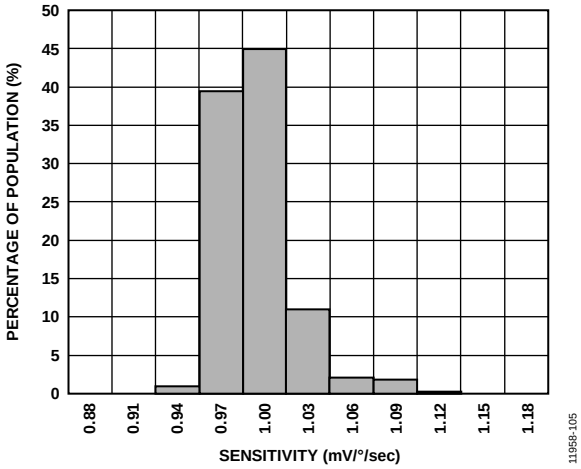

图6. 25 °C时的灵敏度

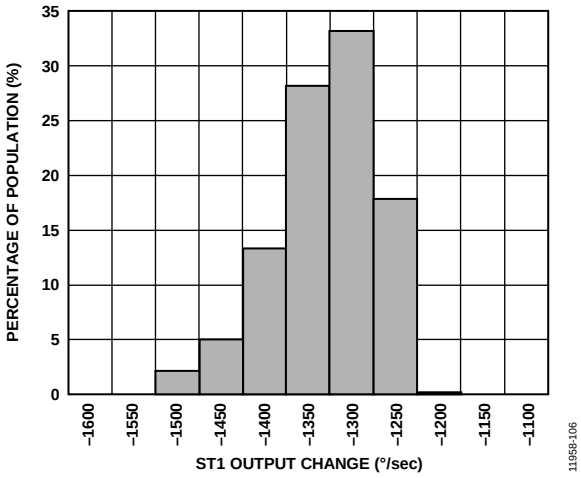

图7. 25 °C时的ST1输出变化(V_{RATIO} = 5 V)

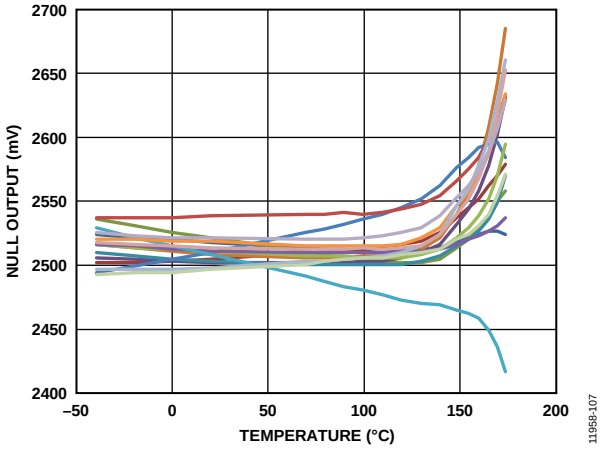

图8. 整个温度范围内的零点输出

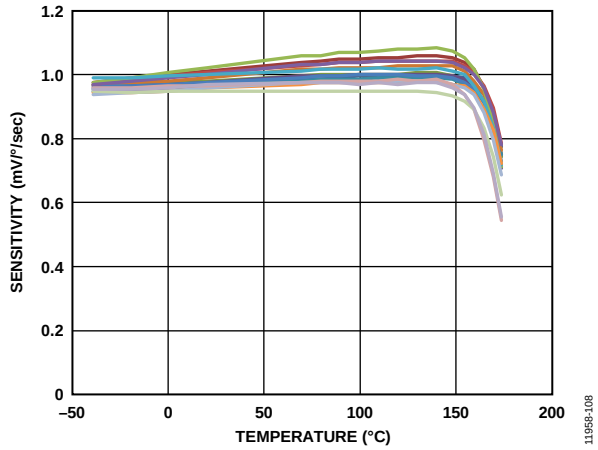

图9. 整个温度范围内的灵敏度

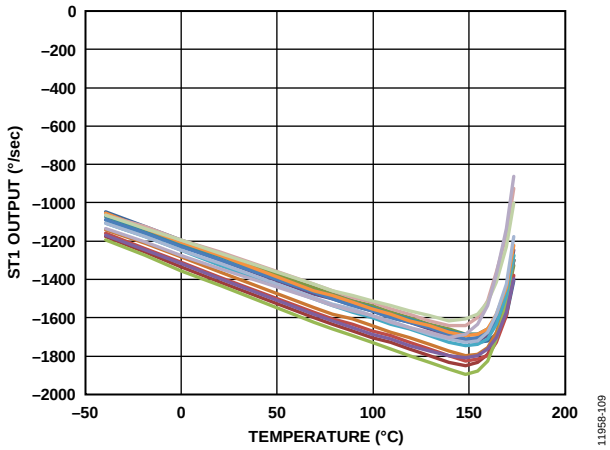

图10. 整个温度范围内的ST1输出

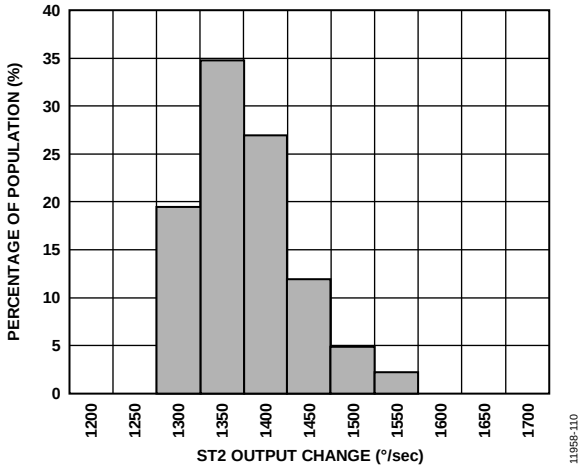

图11. 25 °C时的ST2输出变化(V_{RATIO} = 5 V)

图12. 25 °C时的自测不匹配(V_{RATIO} = 5 V)

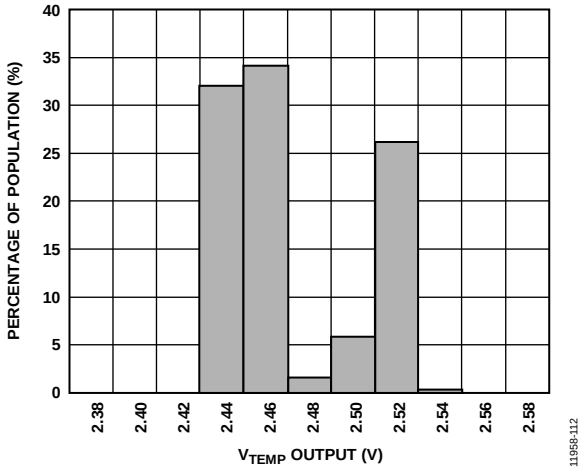

图13. 25 °C时的V_{TEMP}输出

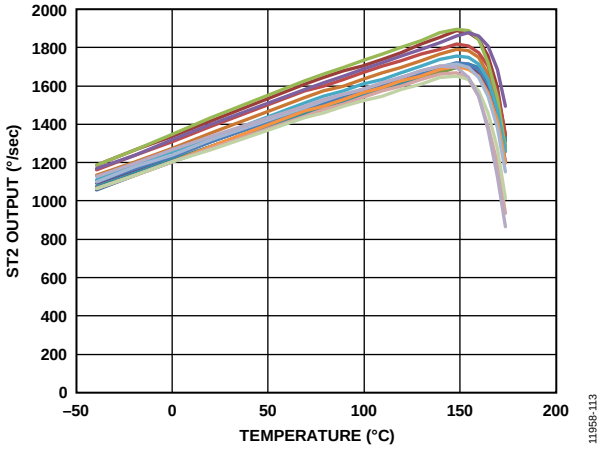

图14. 整个温度范围内的ST2输出

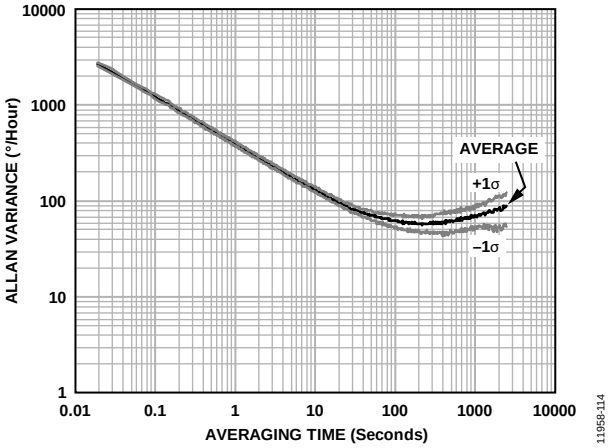

图15. 25 °C时的艾伦偏差与均值时间的关系

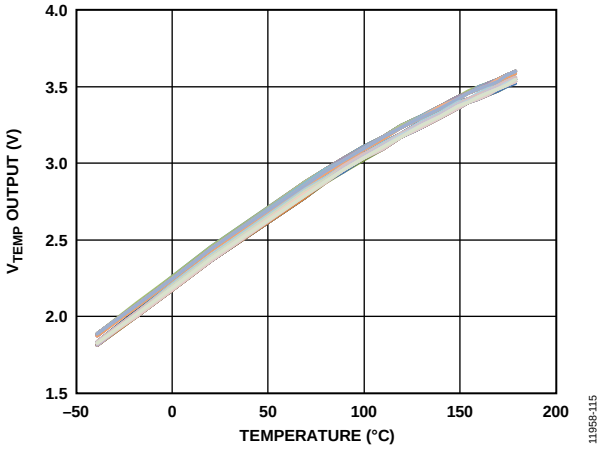

图16. 整个温度范围内的V_{TEMP}输出

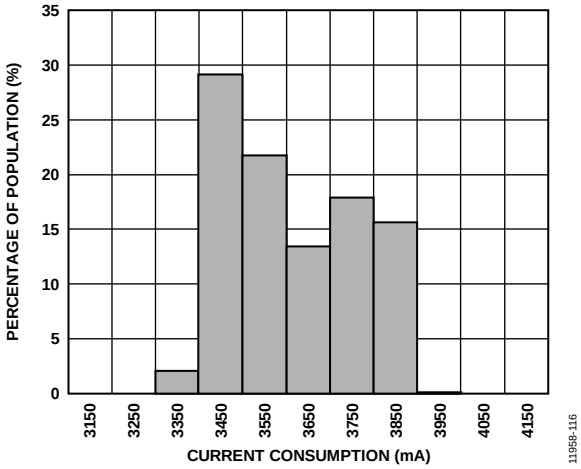

图17. 25°C时的功耗(V_{RATIO} = 5 V)

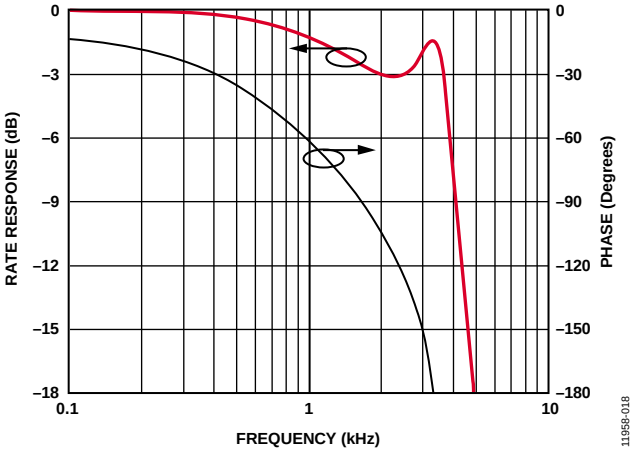

图19. 典型速率和相位响应与频率的关系
(C_{OUT} = 470 pF，串联RC低通滤波器为3.3 kΩ和22 nF)

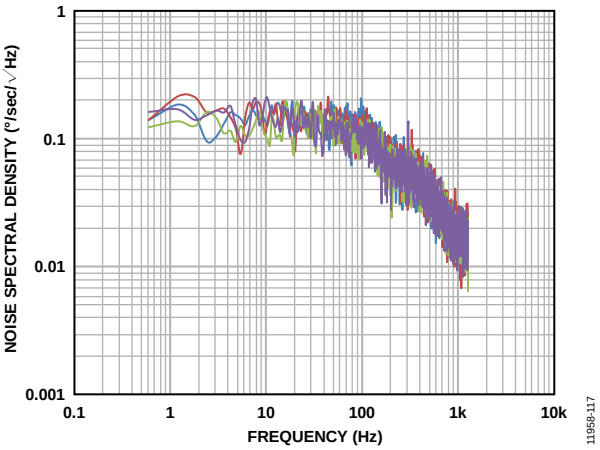

图18. 典型噪声频谱密度(C_{OUT} = 0.01 μF)

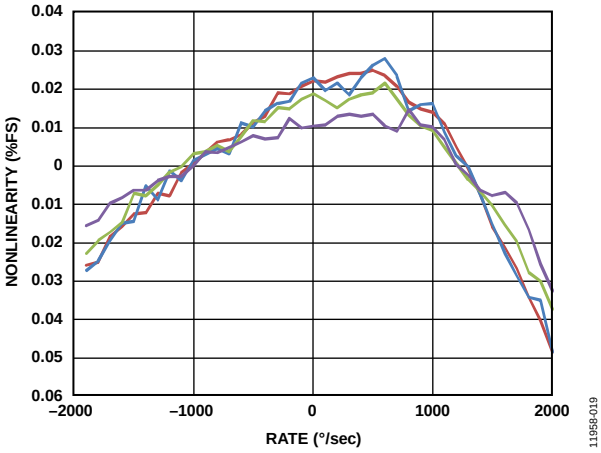

图20. 典型输出非线性

工作原理

ADXRS645使用谐振器陀螺仪原理工作。两个多晶硅检测结构各含一个扰动框架，通过静电将扰动框架驱动到谐振状态以产生必要的速度，从而在旋转期间产生科氏力。在各框架的两个外部极限处(与扰动运动正交)是可动指；可动指放在固定捡拾器(pickoff)指之间，形成一个容性捡拾结构来检测科氏运动。检测到的信号被馈送至一系列增益和解调级，产生电速率信号输出。双传感器设计可抑制外部的重力和振动。传感器与信号调理电子元件一起制造，有利于保护信号在高噪声环境中的完整性。

静电谐振器的工作电压为15 V。由于大多数应用一般只提供5 V电压，因此芯片内包括一个电荷泵。如果提供17 V至22 V外部电源，则可以省略CP1至CP4上的两个电容，通过1 kΩ串联电阻将此电源连接到CP5(引脚A2)。当ADXRS645上电时，CP5不应接地。虽然不会造成损坏，但在某些情况下，如果不先断开ADXRS645的电源，则断开接地后电荷泵可能无法启动。

设置带宽

外部电容C_{OUT}与片内电阻R_{OUT}一起构成一个低通滤波器，用于限制ADXRS645速率响应的带宽。−3 dB频率由R_{OUT}和C_{OUT}设置：

$$f_{OUT} = 1/(2 \times \pi \times R_{OUT} \times C_{OUT})$$

可以精确控制该频率，因为R_{OUT}在制造期间被调整至180 kΩ ± 1%。在RATEOUT引脚(D2)和SUMJ引脚(E2)之间连接的任何外部电阻将导致：R_{OUT}=(180 kΩ× R_{EXT})/(180 kΩ × R_{EXT})。

一般而言，陀螺仪为18 kHz谐振频率时，可添加另一个滤波器(硬件或软件)，以衰减解调尖峰引起的高频噪声。推荐由3.3 kΩ串联电阻和22 nF并联电容(2.2 kHz极点)组成的RC输出滤波器。

温度输出和校准

通过执行温度校准来提高陀螺仪的整体精度是常见做法。ADXRS645有一路电压输出与温度成比例，可以作为这种校准方法的输入。温度传感器结构如图21所示。

25°C时TEMP引脚(C3)的标称电压为2.4 V，V_{RATIO} = 5 V。在25°C时，温度系数约为~9 mV/°C。虽然TEMP输出的重复度高，但绝对精度不高。

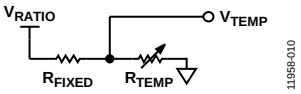

图21. 温度传感器结构

电源比率

ADXRS645 RATEOUT、ST1、ST2和TEMP信号与V_{RATIO}电压成比率关系；也就是说，零点电压、速率灵敏度和温度输出与V_{RATIO}成比例。因此，它与电源比率式模数转换器(ADC)配合使用最为简便，可以自动消除微小电源波动所引起的误差。非比率式的行为会引起某种通常可忽略不计的小误差。注意，为了确保满测量范围，V_{RATIO}不得大于AV_{CC}。

范围扩展

在RATEOUT和SUMJ引脚之间增加单个120 kΩ电阻，可以降低ADXRS645比例因子，把测量范围扩展到差不多±5000°/s。如果在RATEOUT和SUMJ引脚之间增加外部电阻，应按比例增加COUT以便保持正确的带宽。例如，若增加180 kΩ电阻，则C_{OUT}应加倍。

自测功能

ADXRS645具有自测功能，可以让各检测结构和相关电子电路如同陀螺仪受到角速率效应一样。它由施加于ST1(引脚A3)、ST2(引脚B3)或以上二者的标准逻辑高电平启动。ST1会让RATEOUT电压产生约−1.3 V变化，ST2会引起相反的+1.3 V变化。自测响应遵循封装大气的粘度温度相关性，约为0.25%/°C。

同时启动ST1和ST2不会造成损坏。ST1与ST2匹配严格(±1%)，但同时启动二者可能会引起与自测不匹配度成比例的小视在零点偏置偏移。

对ST1和ST2引脚施加一个等于V_{RATIO}的电压可以启动ST1和ST2。施加于ST1和ST2的电压不得大于AV_{CC}。

连续自测

ADXRS645的单芯片集成度使它比任何其它采用大规模制造方法获得的产品具有更高的可靠性。此外，它采用成熟的BiMOS工艺制造，该工艺的可靠性已得到实际验证。作为额外的故障检测措施，器件上电时可以执行自测。然而，某些应用可能必须在速率检测的同时执行连续自测。

外形尺寸

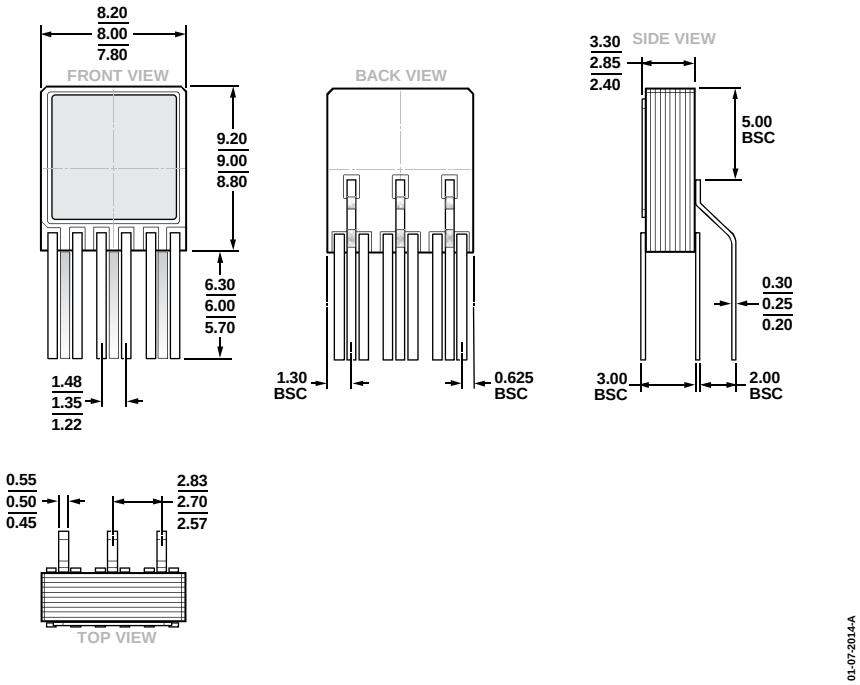

图22. 15引脚钎焊引脚三列直插式封装[BL_TIP]
(DY-15-1)
图示尺寸单位：mm

订购指南

型号[1]	温度范围	封装描述	封装选项
ADXRS645HDYZ	−40°C至+175°C	15引脚钎焊引脚三列直插式封装[BL_TIP]	DY-15-1

[1] Z = 符合RoHS标准的器件

©2014 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
D11958sc-0-9/14(A)