

AS5115

具有缓冲正弦和余弦输出信号的可编程、360° 磁性角度编码器

1 概述

AS5115 是一款非接触式旋转编码传感器，可在 -40°C 到 $+150^{\circ}\text{C}$ 的工作温度范围内精确测量整个 360° 内的角度。

该产品利用集成式霍尔元件阵列，将一个简单的 2 极磁铁角度位置转化为模拟输出电压。相关的角度信息由缓冲的正弦及余弦电压提供。这种设计能够直接整合到现有的架构中，且能为不同的应用优化速度与精度，为系统设计带来最大的灵活性。

器件包含一个 SSI 接口，从而对信号路径进行参数配置，同时还包含一次性可编程寄存器模块 (OTP)，允许用户针对不同的机械结构限制和磁场条件进行信号路径的增益调节。

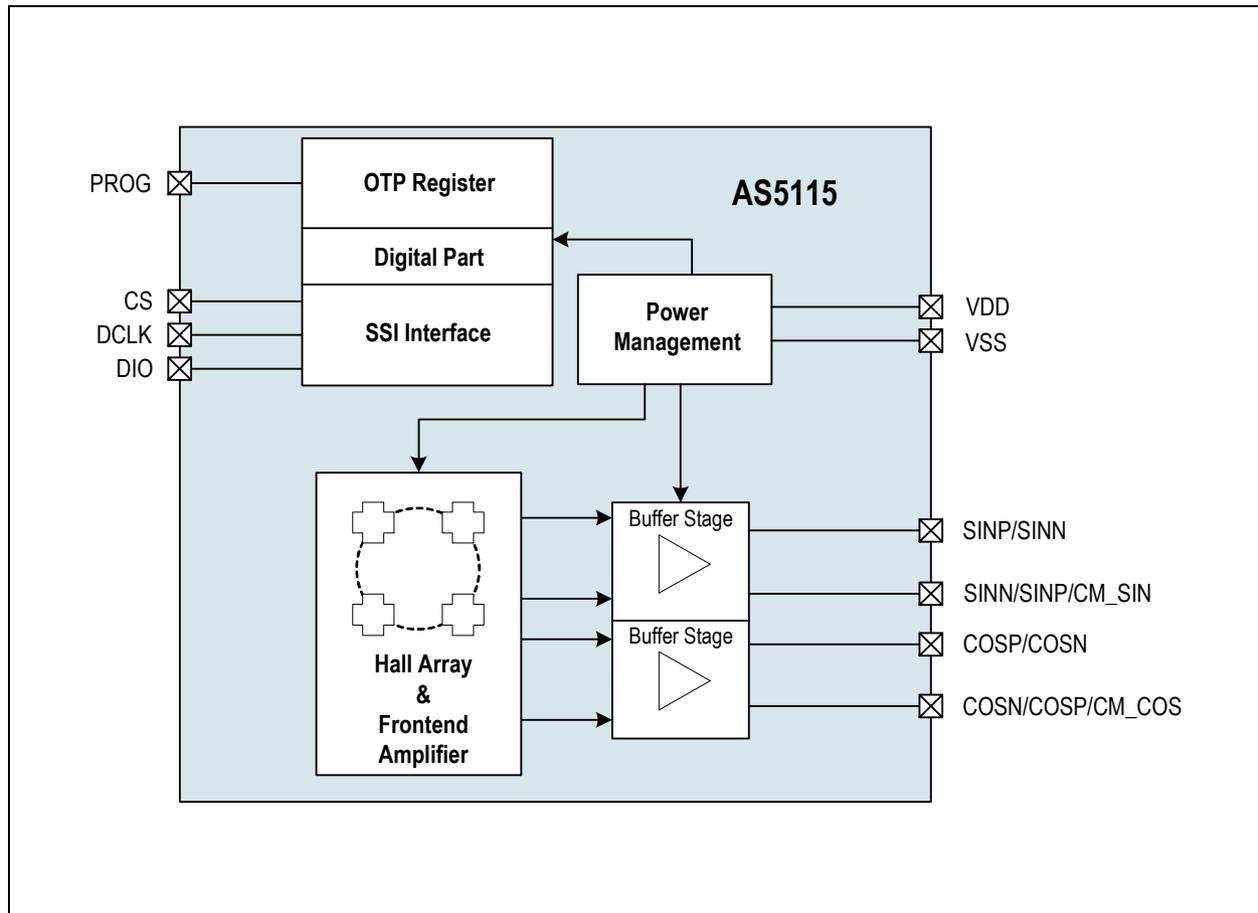
2 主要特性

- 非接触式角位置编码
- 高精度模拟输出
- 缓冲的正弦和余弦信号
- SSI 接口
- 低功耗模式
- 2 种可编程输出模式：差分 and 单端模式
- 宽磁场输入范围：20 - 80 mT
- 宽温度范围： -40°C 至 $+150^{\circ}\text{C}$
- 完全符合 AEC-Q100 的 grade 0 汽车认证标准
- SSOP-16 封装

3 应用

AS5115 非常适合多种汽车和工业类应用。

图 1. AS5115 方框图





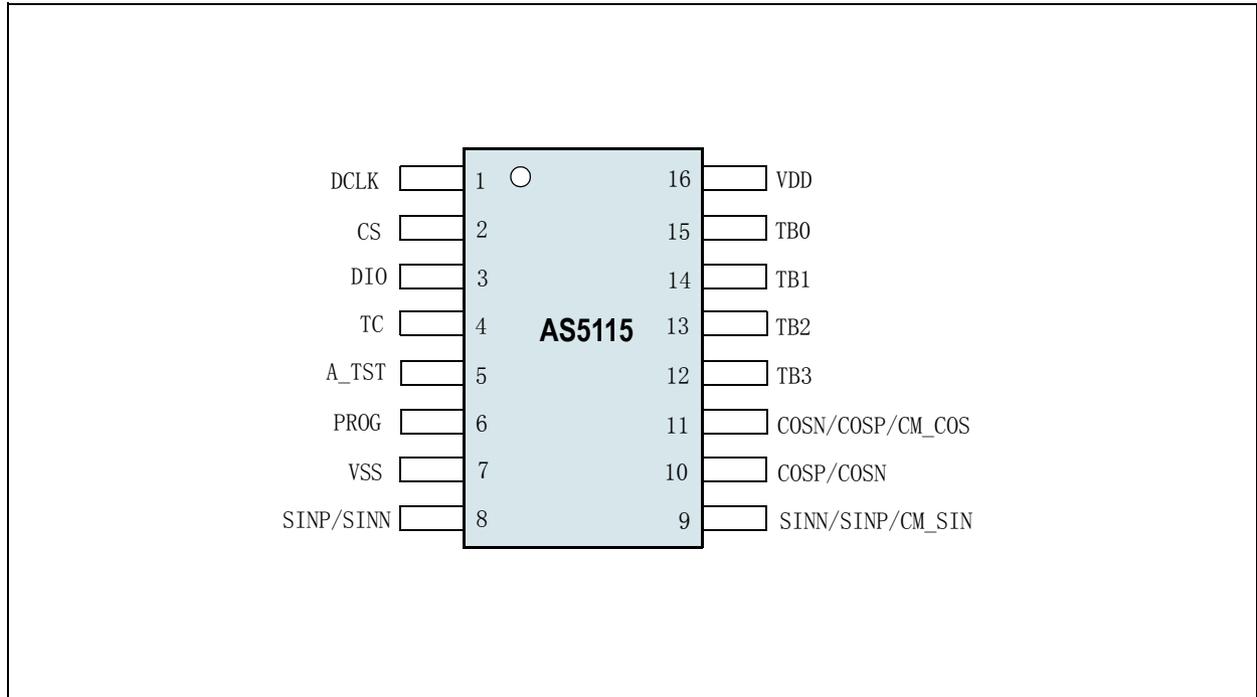
内容

1	概述	1
2	主要特性	1
3	应用	1
4	引脚排布	3
	4.1 引脚说明	3
5	极限参数	4
6	电气特性	5
	6.1 时序特性	6
7	详细说明	7
	7.1 休眠模式	7
	7.2 SSI 接口	7
	7.3 器件通信 / 编程	8
	7.4 波形 - 正常运行模式的数字接口	10
	7.5 波形 - 扩展模式的数字接口	10
	7.6 波形 - 齐纳二极管模拟回读的数字接口	11
	7.7 一次性编程内容	11
	7.8 采用外部内插器的模拟正弦 / 余弦输出	12
	7.9 OTP 编程和校验	13
	7.10 预编程版本	15
8	应用信息	16
9	封装图纸和标识	17
10	订购信息	18



4 引脚排布

图2. 引脚排布 (顶视图)



4.1 引脚说明

表1. 引脚说明

引脚名称	引脚编号	引脚类型	说明
DCLK	1	带施密特触发器的数字输入	数字接口的时钟输入
CS	2		数字接口的片选输入, 扫描使能
DIO	3	数字输入 / 输出	数字接口的数据 I/O, 扫描输入
TC	4	模拟输入 / 输出	测试线圈
A_TST	5	模拟输出 / 数字输出	模拟测试引脚, 扫描输出
PROG	6	电源管脚	OTP 编程管脚
VSS	7		还用作测试线圈 + EasyZapp 的 VSS (双键)
SINP/SINN	8	模拟输出	缓冲模拟输出
SINN/SINP/CM_SIN	9		
COSP/COSN	10		
COSN/COSP/CM_COS	11		
TB3	12	模拟输出 / 数字输入	测试总线, 模拟输出
TB2	13		
TB1	14		
TB0	15	模拟输出	测试总线, 模拟输出
VDD	16	电源管脚	数字 + 模拟供电



5 极限参数

参数超过表 2 列出的参数值或会对器件造成永久损害。这些只是应力额定值，而器件在这些数据或其它超过第 5 页电气特性所刊载的条件下，并不表示器件能够正常运作。若器件长时间暴露在极限参数下，器件的可靠性将受到影响。

表 2. 极限参数

参数	最小	最大	单位	说明
电气参数				
供电电压 (VDD)	-0.3	7	V	
输入引脚电压 (V _{in})	-0.3	VDD+0.3	V	
输入电流 (闭锁免疫性), (I _{scr})	-100	100	mA	规范: EIA/JESD78 Class II Level A
静电放电				
静电放电 (ESD)		±2	kV	规范: JESD22-A114E
持续功率耗散				
总功率耗散 (P _{tot})		275	mW	
封装热阻 (Θ _{JA})		27	°C/W	速率 = 0; 多层 PCB; Jedec 标准测试板
温度范围和存储条件				
存储温度 (T _{strg})	-65	150	°C	
封装本体温度 (T _{body})		260	°C	规范: 回流焊尖峰温度 (本体温度) 根据 IPC/JEDEC J-STD-020 的“非密封固态表面贴装器件湿度 / 回流焊灵敏度分类”标准设定。 无铅引脚封装的引脚涂层使用 100% 的雾锡 (100% Sn)
非冷凝湿度	5	85	%	
湿度敏感等级 (MSL)	3			代表车间寿命长达 168 小时



6 电气特性

除非另有说明，所有定义参数公差都在整个工作条件范围和工作寿命期间获得保证。

表 3. 工作条件

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V _{DD}	供电电压正极		4.5		5.5	V
V _{SS}	供电电压负极		0.0		0.0	V
T _{amb}	环境温度		-40		150	°C

表 4. 数字输入和输出的直流 / 交流特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
CMOS 输入						
V _{IH}	高电平输入电压		0.7 * V _{DD}		V _{DD}	V
V _{IL}	低电平输入电压		0		0.3 * V _{DD}	V
I _{LEAK}	输入漏电流				1	μA
CMOS 输出						
V _{OH}	高电平输出电压	4mA	V _{DD} - 0.5		V _{DD}	V
V _{OL}	低电平输出电压	4mA	0		V _{SS} + 0.4	V
C _L	容性负载				35	pF
CMOS 输出三态						
I _{OZ}	三态漏电流				1	μA

表 5. 磁输入规格

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
B _{Zpp}	磁输入场强度	霍尔列阵半径 (=1 毫米) 处的峰 - 峰值	32		160	mT
B _{offset}	磁场偏移	在磁铁线性范围之内	-10		+10	mT
f _{rot}	旋转速率	最大 30,000 rpm	0		500	Hz

表 6. 电气系统规格

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
I _{DD}	电流消耗	最大 I _H (霍尔偏置电流) 情况下的最大值			28	mA
t _{power_on}	上电时间				1.275	ms
t _{prop}	传播延迟	-40°C 至 150°C	18	22	30	μs
M	磁性灵敏度	版本: AS5115	10		60	mV / mT
		版本: AS5115A	20.72	28	35.28	
V _{PP}	模拟输出电压幅值 (峰 - 峰值)		1.38	1.94	2.5	V
AM _{Temp}	全温范围内 AM 追踪精度	-40°C 至 150°C	-1		+1	%
AM	正弦 / 余弦幅值失配度	25°C	-2		+2	%



表 6. 电气系统规格

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V _{offset1}	输出直流偏移电压	当没有输入信号时, 可编程 OTP 设定 (见第 8 页)	1.47	1.5	1.53	V
V _{offset2}			2.45	2.5	2.55	
DC _{offset}	直流偏压漂移	-40°C 至 150°C	-50		+50	μV/°C
V _{OUT}	模拟输出范围		V _{SS} + 0.25		V _{DD} - 0.5	V
I _{OUT}	输出电流		-1		1	mA
C _{LOAD}	容性负载				1000	pF

6.1 时序特性

表 7. 时序特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
t _{1_3}	片选到 DCLK 正沿的时间	见图 5 和 图 6	30		-	ns
t _{2_3}	片选到外部驱动总线的时间		0		-	ns
t ₃	命令位建立时间 数据有效到 DCLK 正沿		30		-	ns
t ₄	命令位保持时间 DCLK 正沿之后的数据有效时间		15		-	ns
t ₅	浮动时间 上一个命令位的 DCLK 正沿到总线浮空		-		$\frac{1}{(2+0) * f_{DCLK}}$	ns
t ₆	总线驱动时间 上一个命令位的 DCLK 正沿到总线驱动		$\frac{1}{(2+0) * f_{DCLK}}$		-	ns
t ₇	数据有效时间 DCLK 正沿到总线有效		$\frac{1}{(2+0) * f_{DCLK}}$		$\frac{1}{(2+30) * f_{DCLK}}$	ns
t ₈	数据位保持时间 DCLK 正沿后的数据有效时间		$\frac{1}{(2+0) * f_{DCLK}}$		-	ns
t _{9_3}	片选保持时间 DCLK 正沿到片选负沿		$\frac{1}{(2+0) * f_{DCLK}}$		-	ns
t _{10_3}	总线浮动时间 片选负沿到总线浮动		-		30	ns
t ₁₁	写入访问的数据位建立时间 DCLK 正沿后的数据有效时间		30		-	ns
t ₁₂	写入访问的数据位保持时间 DCLK 正沿后的数据有效时间		15		-	ns
t _{13_3}	总线浮动时间 片选负沿到总线浮动		-		30	ns

备注：数字接口将在 CS 信号为低电平时复位。



7 详细说明

AS5115 的优点包括:

- 完整的片上系统, 无需角度校准
- 采用磁性感测原理, 非常适合工作环境严苛的应用
- 非接触式感测, 可靠性甚高
- 系统稳固耐用, 能够耐受磁铁水平偏离、温度变化和外部磁场的影响

7.1 休眠模式

该模式可使系统减少总电流消耗。当 IC 处于休眠模式时不提供输出信号。用户可通过 SSI 接口发出 SLEEP 或 WAKEUP 命令去启动或关闭休眠模式。模拟模块断电后可快速唤醒。

7.2 SSI 接口

器件的设定是通过数字接口实现的。每次通信从片选信号的上升沿开始。数字接口的内部自由振荡模拟时钟振荡器与外部用数字时钟源之间的同步化, 可在较宽的数字时钟频率范围内完成。

表 8. SSI 接口引脚说明

端口	符号	功能
片选	CS	表示器件开始新的访问周期 CS = L0 → 数字接口复位
DCLK	DCLK	数字接口通讯用的时钟源。
双向数据输入输出	DIO	同一条线传送命令和数据信息。 命令的第 1 位决定该访问是读取还是写入操作。

表 9. SSI 接口参数说明

符号	参数	备注	最小	典型	最大	单位
f_DCLK	正常工作的时钟频率	时钟频率的标称值可由一个 10MHz 振荡器源得出。	无限制	5	6	MHz
f_EZ_RW	Easy zap 读、写访问的时钟频率		无限制	5	6	kHz
f_EZ_PROG	Easy zap 访问编程 OTP 的时钟频率	正确访问可编程齐纳二极管模块要求严格的时序 - zap 脉冲刚好为 1 个周期。 时钟频率的标称值可由一个 10MHz 振荡器源得出。	200	-	650	kHz
f_EZ_ARB	Easy zap 模拟回读的时钟频率	允许 20pF 负载。 时钟频率的标称值可由一个 10MHz 振荡器源得出。	无限制	156.3	162.5	kHz

参数	备注
正常模式的一般接口参数	
协议: 5 个命令位 + 16 个数据输入输出	
命令	5 位命令: cmd<4:0> → bit<21:16>
数据	16 位数据: data<15:0> ← bit<15:0>
扩展模式的一般接口参数	
协议: 5 个命令位 + 46 个数据输入输出	
命令	5 位命令: cmd<4:0> → bit<50:46>
数据	34 位数据: data<45:0> ← bit<45:0>
接口模式	
正常读取运行模式	cmd<4:0> = <00xxx> → 每个数据位 1 个 DCLK



参数	备注
扩展式读取运行模式	cmd<4:0> = <01xxx> → 每个数据位 4 个 DCLK
正常写入运行模式	cmd<4:0> = <10xxx> → 每个数据位 1 个 DCLK
扩展式写入运行模式	cmd<4:0> = <11xxx> → 每个数据位 4 个 DCLK

7.3 器件通信 / 编程

表 10. 正常模式的数字接口

#	命令	二进制	模式	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
23	WRITE_CONFIG	10111	写入	go2sleep	gen_rst					analog_sig	OB_bypassed								
16	EN_PROG	10000	写入	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0

名称	功能
go2sleep	进入 / 离开低功耗模式（无输出信号）
gen_rst	生成全局复位
analog_sig	在 PGA 之后切换通道至测试总线
OB_bypassed	为执行测试关闭及旁路输出缓冲器

表 11. 扩展模式中的数字接口

#	命令	二进制	模式	出厂设定								用户设定					
				<45:44>	<43:26>	<25:23>	<22:20>	<19:18>	<17:14>	<13>	<12>	<11>	<10>	<9>	<8:7>	<6>	<5:0>
31	WRITE_OTP	11111	xt write	r	r	r	r	r	r	r	r	invert_channel	cm_sin	cm_cos	gain	dc_offset	hall_bias
25	PROG_OTP	11001	xt write	r	r	r	r	r	r	r	r	invert_channel	cm_sin	cm_cos	gain	dc_offset	hall_bias
15	RD_OTP	01111	xt read	r	r	r	r	r	r	r	r	invert_channel	cm_sin	cm_cos	gain	dc_offset	hall_bias
9	RD_OTP_ANA	01001	xt read														

注意：“r”代表预留位。除非另有说明，它们不应被改写。

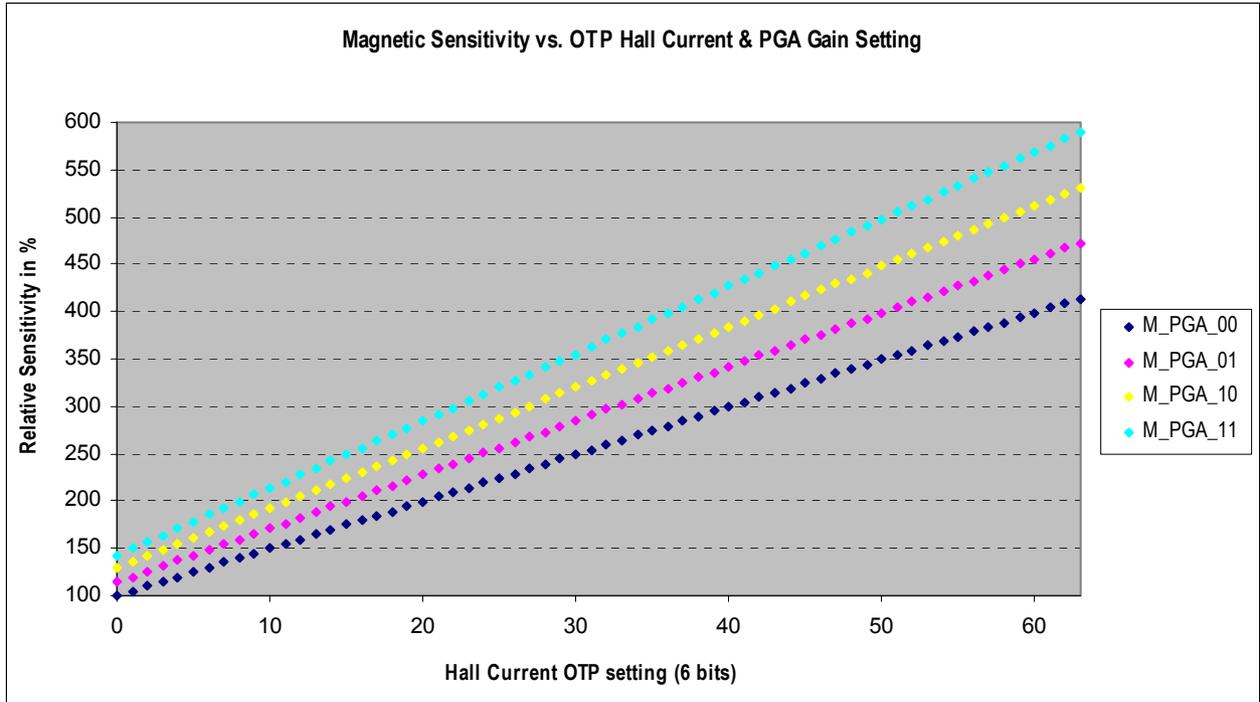
备注：

1. 在扩展模式下访问 OTP 之前，先要在正常模式下发出 EN PROG 命令（命令 16）。
2. OTP 内容将被定义 / 更新。

名称	功能
invert_channel	Inverts 在 PGA 之前的正弦和余弦通道实现反相输出功能（0 → SIN/COS, 1 → SINN/COSN）
cm_sin	SINN / CM 引脚上使能共模电压输出（0 → differential, 1 → common）
cm_cos	COSN / CM 引脚上使能共模电压输出（0 → differential, 1 → common）
gain	PGA 增益设定（影响整体磁场灵敏度），2 位
dc_offset	输出直流偏压（0 → Voffset1=1.5V, 1 → Voffset2=2.5V）
Hall_b	霍尔偏置设定（影响整体磁场灵敏度），6 位

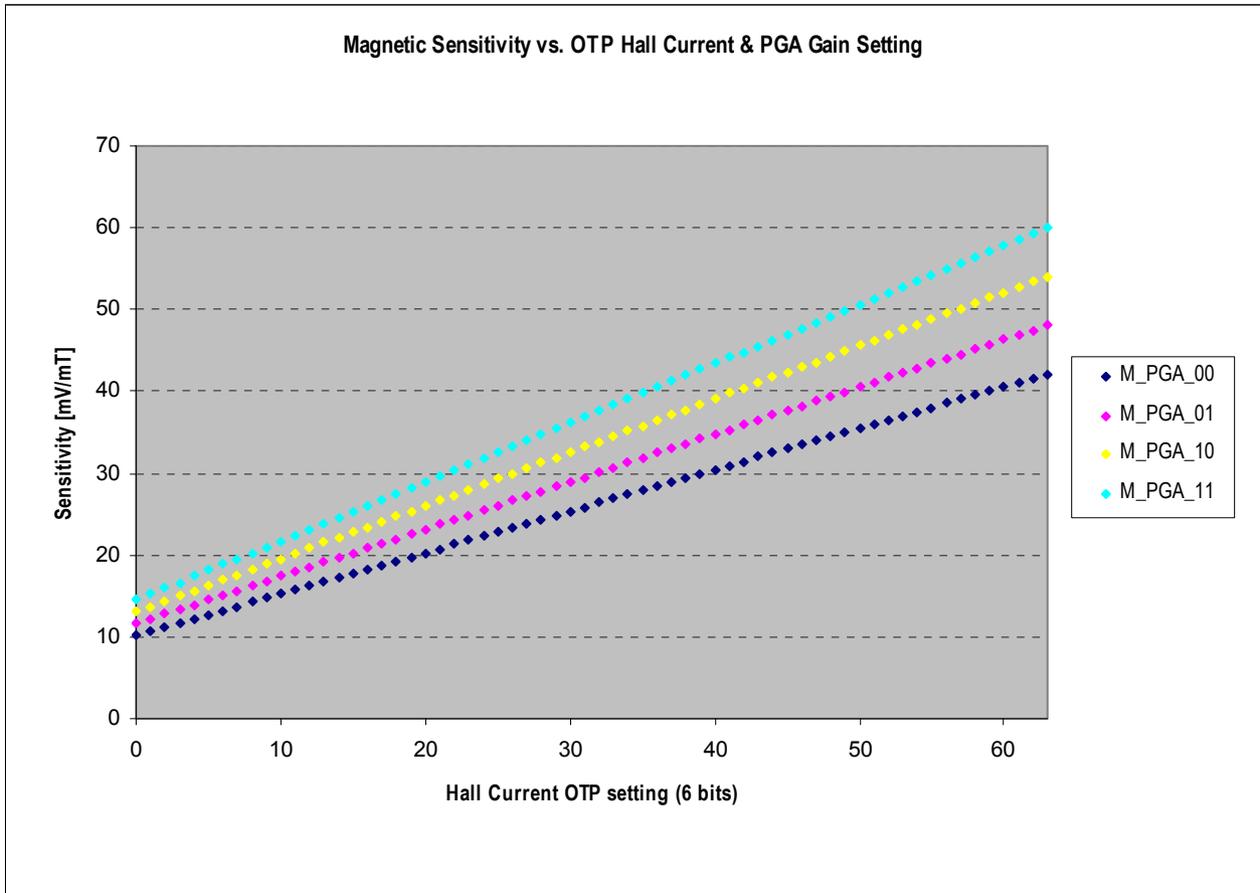


图3. 灵敏度增益设定 - 相对灵敏度 (%)



输出信号的幅值可通过灵敏度(6位)及I或增益(2位)编程设定(见图3)。

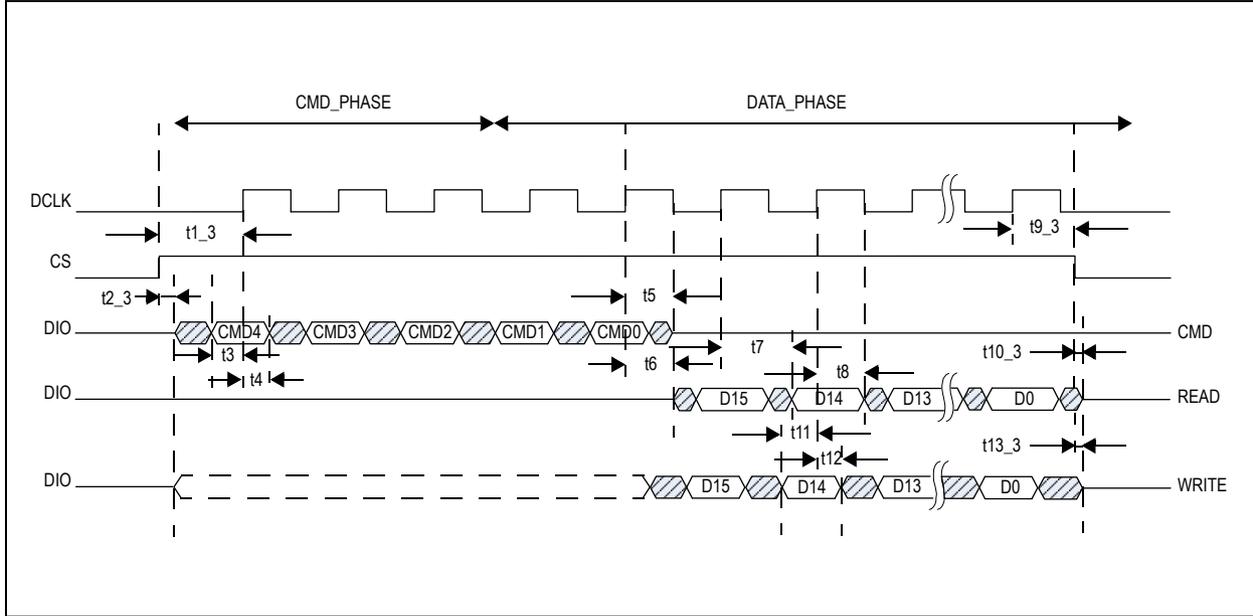
图4. 灵敏度增益设定 - 灵敏度 [mV/mT]





7.4 波形 - 正常运行模式的数字接口

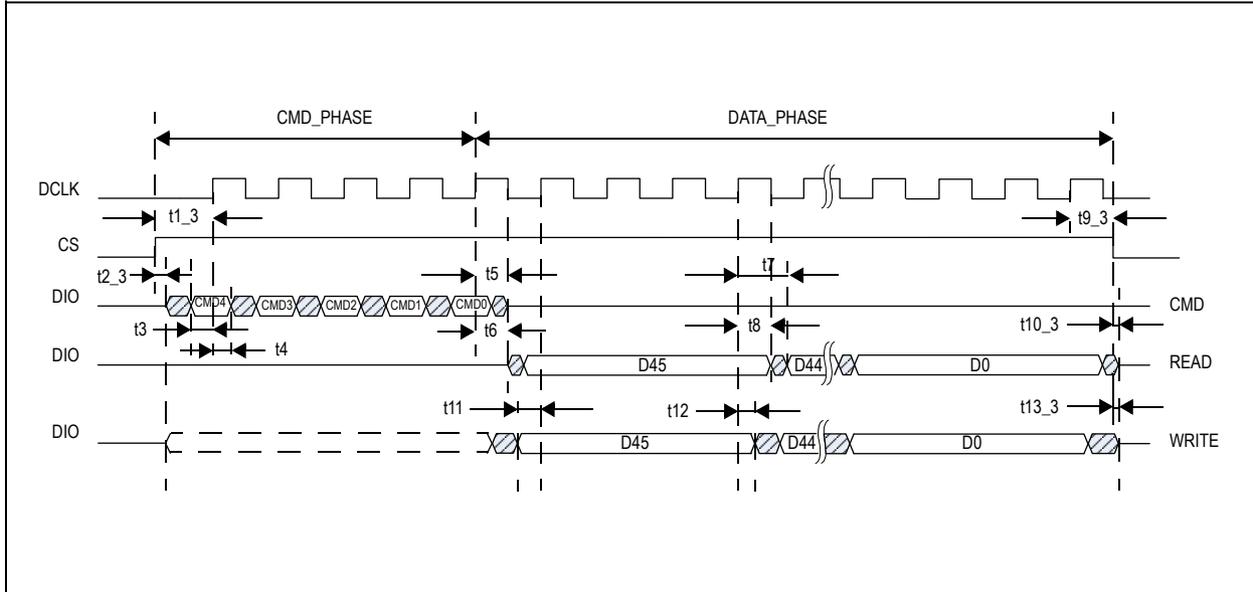
图 5. 正常运行模式的数字接口



7.5 波形 - 扩展模式的数字接口

在扩展模式中，由于内部结构关系，数字接口的每个数字位需要四个时钟脉冲。在这段时间内，器件能够为特定访问进行内部信号处理（例如 easy zap 接口）。

图 6. 扩展模式的数字接口





7.6 波型 - 齐纳二极管模拟回读的数字接口

系统定义了一个模拟回读机制，以确保所有齐纳二极管获得正确烧写。根据命令列表执行“READ OTP ANA”序列，并在每个访问序列的后面测量二极管的数值。

图 7. 齐纳二极管模拟回读的数字接口

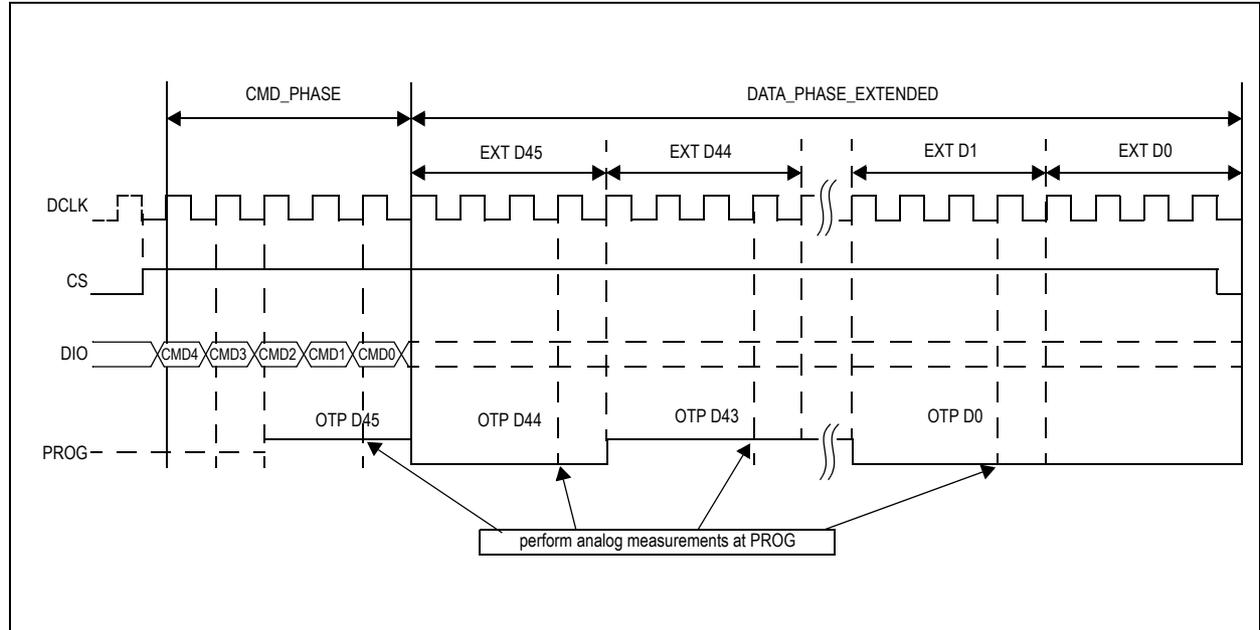


表 12. 串行位序列 (16 位读 / 写)

写入命令					读 / 写数据															
C4	C3	C2	C1	C0	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

7.7 一次性编程内容

AS5115 芯片内部集成 46 位 OTP ROM (Easyzap)，供校准和配置之用。该 PROM 可通过串行接口进行编程。为实现不可逆编程，PROG 引脚需要连接外部编程电压。出厂校准位可基于安全原因由闭锁位闭锁。

如下表所示，OTP 包含 46 个位。第 44 和 45 位用作 OTP 测试及其余位的 ESD 保护。

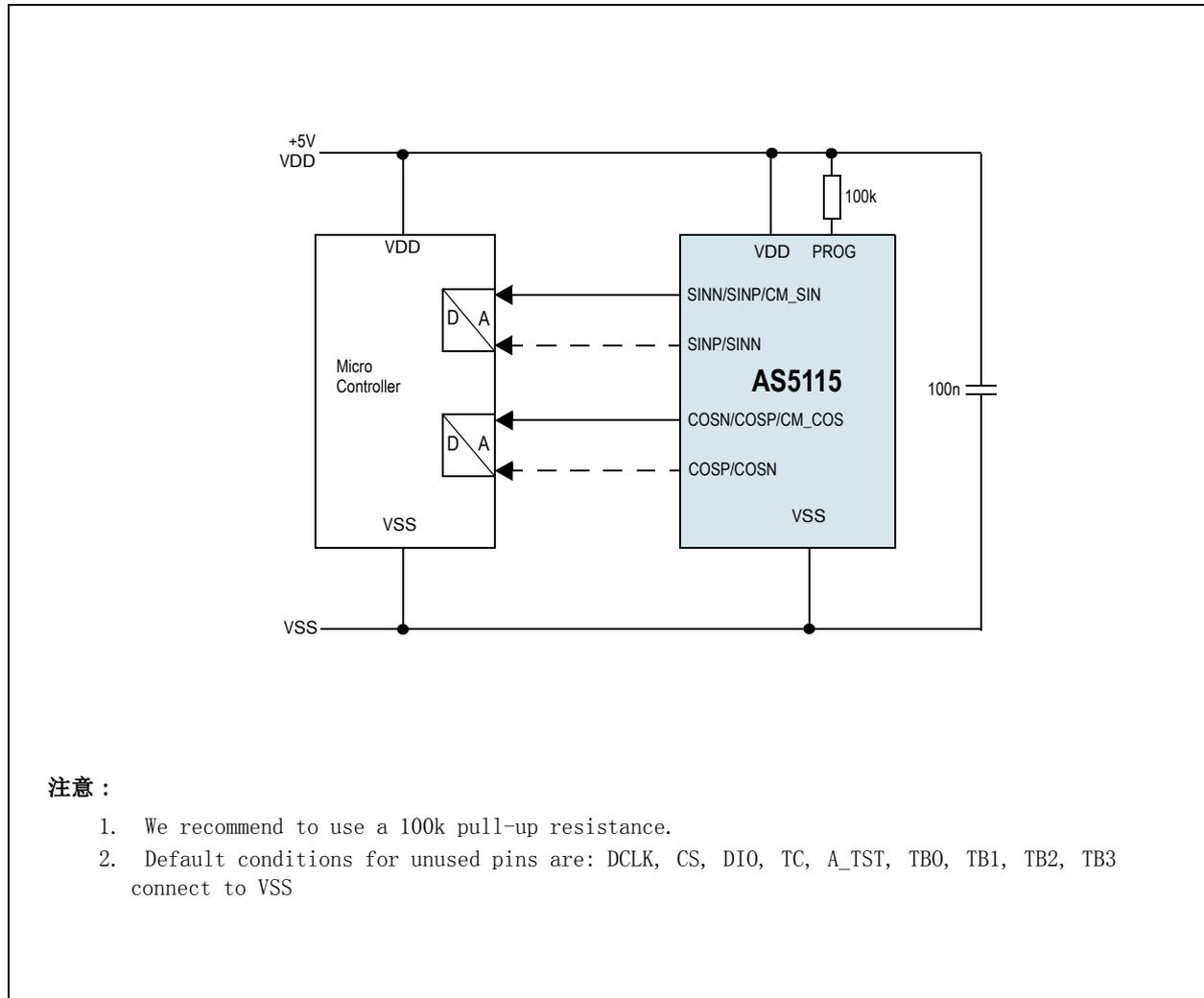
名称	位数	OTP 启动	OTP 结束	访问	注释
Hall_b	6	0	5	用户	设定整体灵敏度
dc_offset	1	6	6	用户	输出直流偏移设定
gain	2	7	8	用户	输出缓冲增益设定
Lock	1	13	13	奥地利微电子	生产测试中设定
invert_channel	1	11	11	用户	于 PGA 之前使正弦和余弦通道反相，以执行反相输出功能
cm_sin	1	10	10	用户	在 SINN / CM 引脚启动共模电压输出
cm_cos	1	9	9	用户	在 COSN / CM 引脚启动共模电压输出

备注：将会决定 / 更新 OTP 分配



7.8 采用外部内插器的模拟正弦 / 余弦输出

图8. 外部角度计算用的正弦和余弦输出



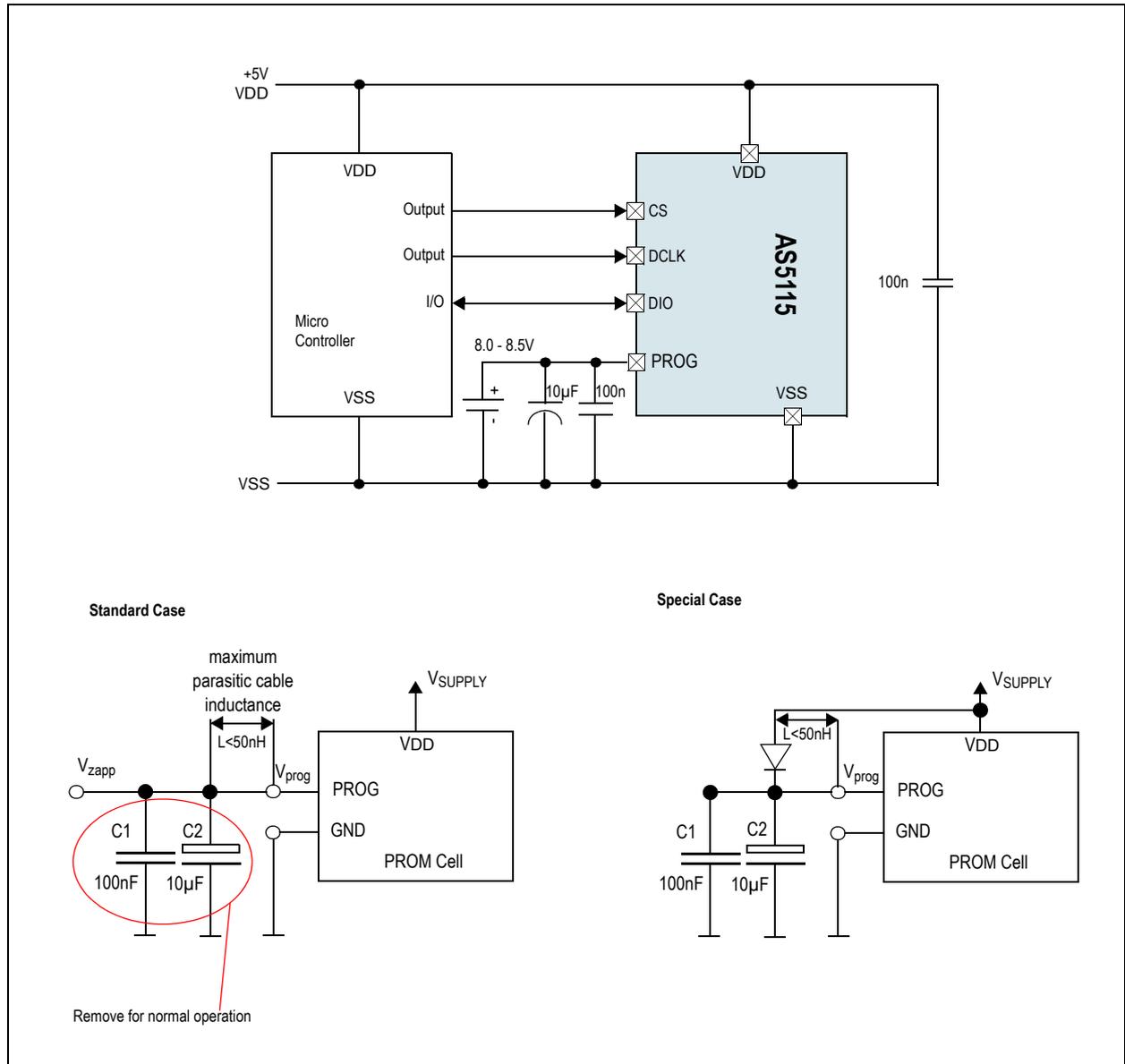
AS5115 会提供霍尔阵列前端的模拟正弦和余弦输出 (SINP, COSP)，以实现测试目的。这些输出允许用户借助外部 ADC + μ C 执行角度计算，例如以更高分辨率计算角度。不过信号线必须尽量短。如果信号线较长，必须增加屏蔽措施以达到最好的性能。

通过编程 1 个位，用户可以选择使用模拟正弦和余弦输出 (SINP, COSP) 或它们的反相信号 (SINN, COSN)。此外，通过编程 <9:10> 位，可启用正弦和余弦的共模输出信号。



7.9 OTP 编程和校验

图9. OTP 编程连接方式



注意：正常工作时，PROG 引脚的最大容性负载必须小于 20pF。然而，在编程期间，需要 C1+C2 以在电流出现尖峰时缓冲编程电压，当回到正常运行模式时，必须要移除这些电容。如果相关的电容无法在最终组装时移除，我们建议在 PROG 和 VDD 之间增加一个二极管（4148 或类似器件），如图 9 所示（特别方式）去解决这个矛盾。

由于引入 D1，启动时电容 C1+C2 的电压为 $V_{DD} - 0.7V$ ，因此它们不会影响内部 OTP 寄存器的读出。当编程 OTP 时，二极管会确保电流不会由 PROG (8V - 8.5V) 引脚流向 (5V)。

在标准应用中（见图 9），正确的 OTP 读出校验可以由模拟回读 OTP 寄存器来完成。

只要可以接触到 PROG 引脚，我们建议采用标准处理方式。假如 PROG 引脚在最终组装时无法接触，我们建议采用特别方式。



要进行 OTP 编程，就必须在 PROG 引脚上施加一个额外电压。该电压需要由一个高速 100nF 陶瓷电容和一个 10 μ F 电容来做缓冲。要编程的信息由命令 25 进行设置。OTP 的第 16 位至第 45 位供 AMS 出厂校准之用，所以不能重写。

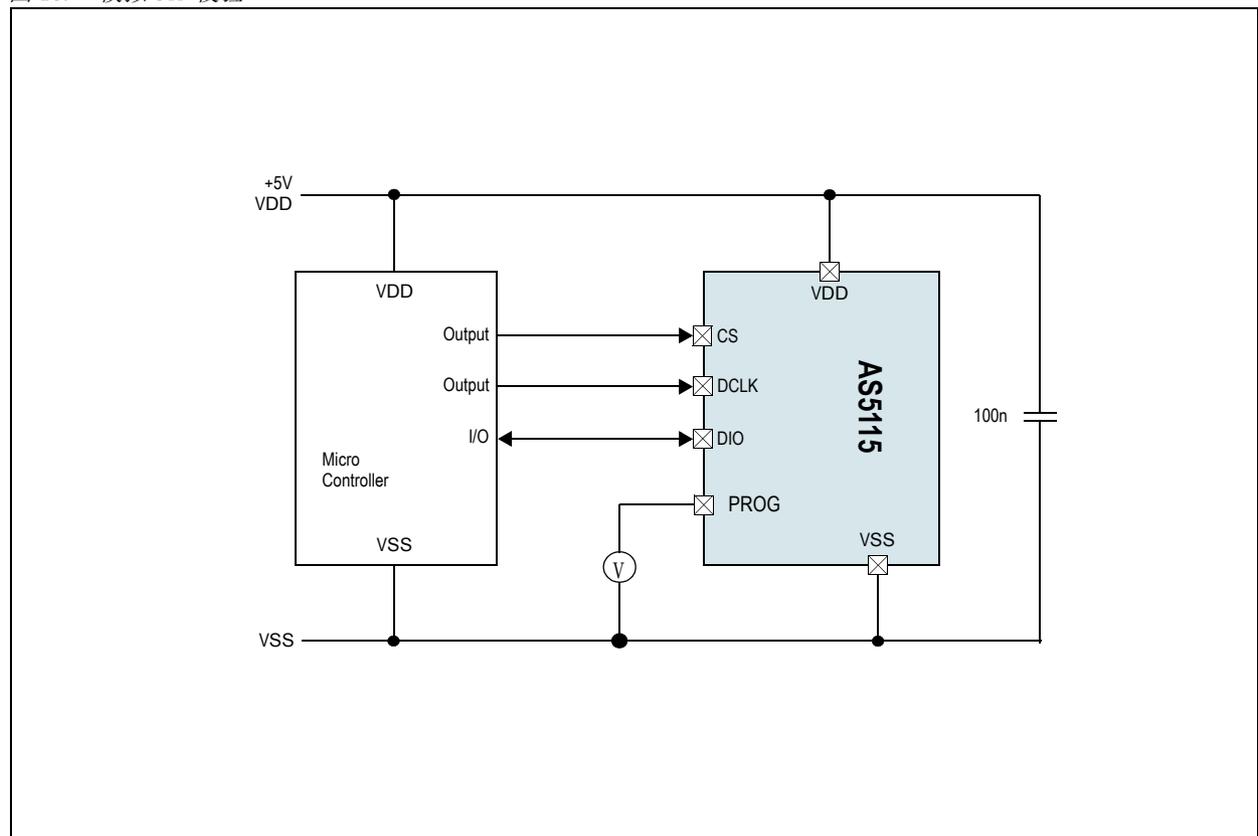
符号	参数	最小	最大	单位	备注
VDD	供电电压	5	5.5	V	
GND	地电平	0	0	V	
V_zapp	编程电压	8	8.5	V	PROG 引脚
T_zapp	温度	0	85	$^{\circ}$ C	
f_clk	CLK 频率		100	kHz	DCLK 引脚

完成编程操作后，被编程的 OTP 位可以采用两种方式进行校验：

数字校验：可通过发送一条 READ OTP 命令 (#15) 简单实现。这个寄存器的结构与 OTP PROG 或 OTP WRITE 命令相同。

模拟校验：先切换到扩展模式并发送一条 ANALOG OTP READ 命令 (#9)，PROG 引脚变为输出，且随每个时钟输入同步发送 1 个模拟电压，该电压序列代表 OTP 寄存器（由 D45 开始）内的位序列。电压低于 500mV 显示 1 个正确编程的位（“1”），而处于 2V 至 3.5V 之间的电压代表 1 个正确的未编程位（“0”）。这两种电压之间的任何电压值均表明编程不正确。

图 10. 模拟 OTP 校验





7.10 预编程版本

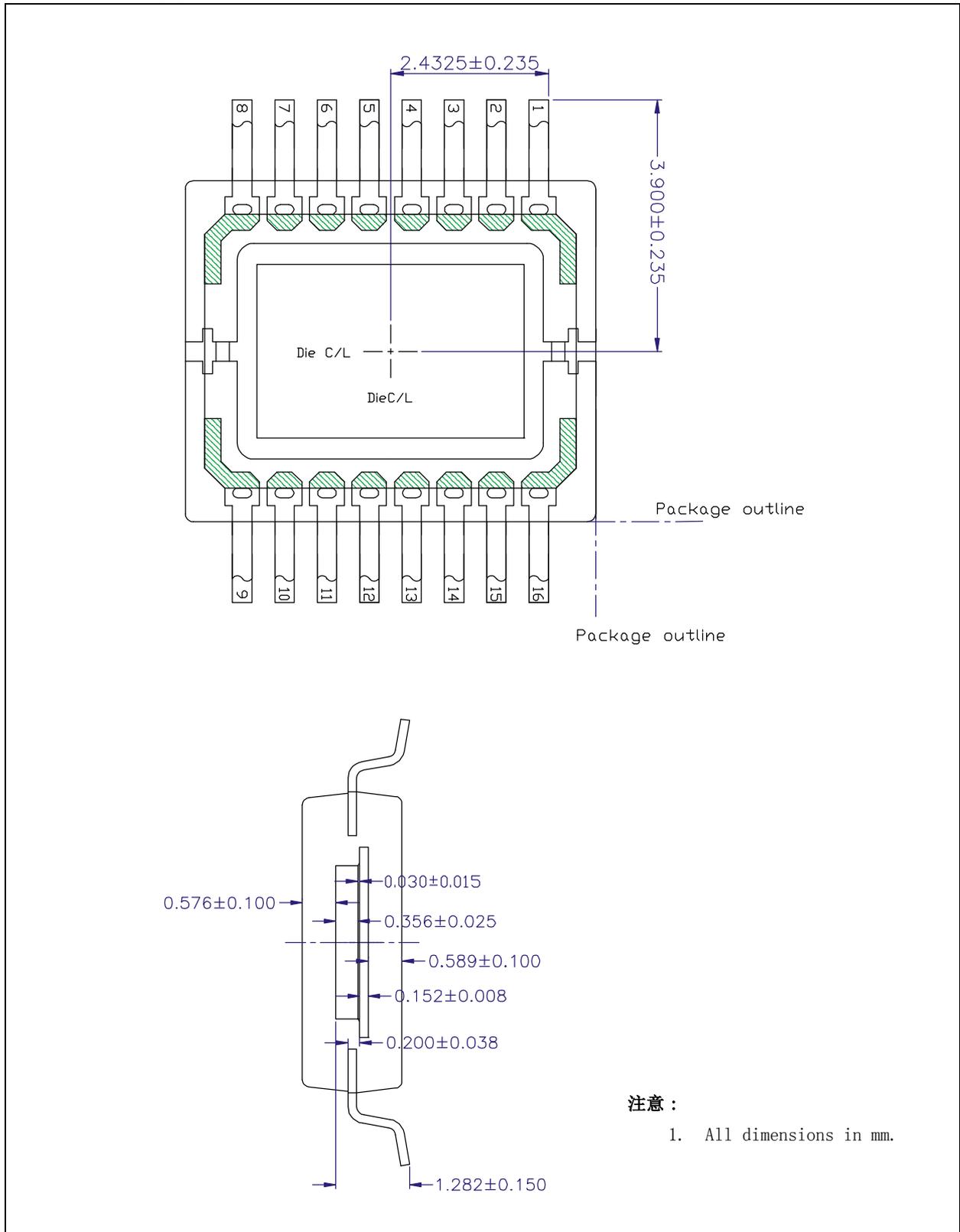
表 13. 预编程版本

版本	标识	灵敏度	输出	输出直流偏移	PGA 增益设置	霍尔偏压电流
AS5115		未编程	1.5V	0	未编程	未校准
AS5115A		28 mV/mT	2.5V	1	00	12.15µA



8 应用信息

图 11. SSOP-16 剖面图

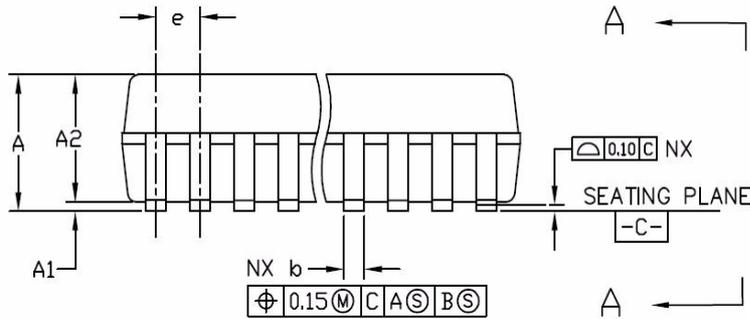
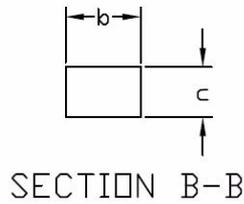
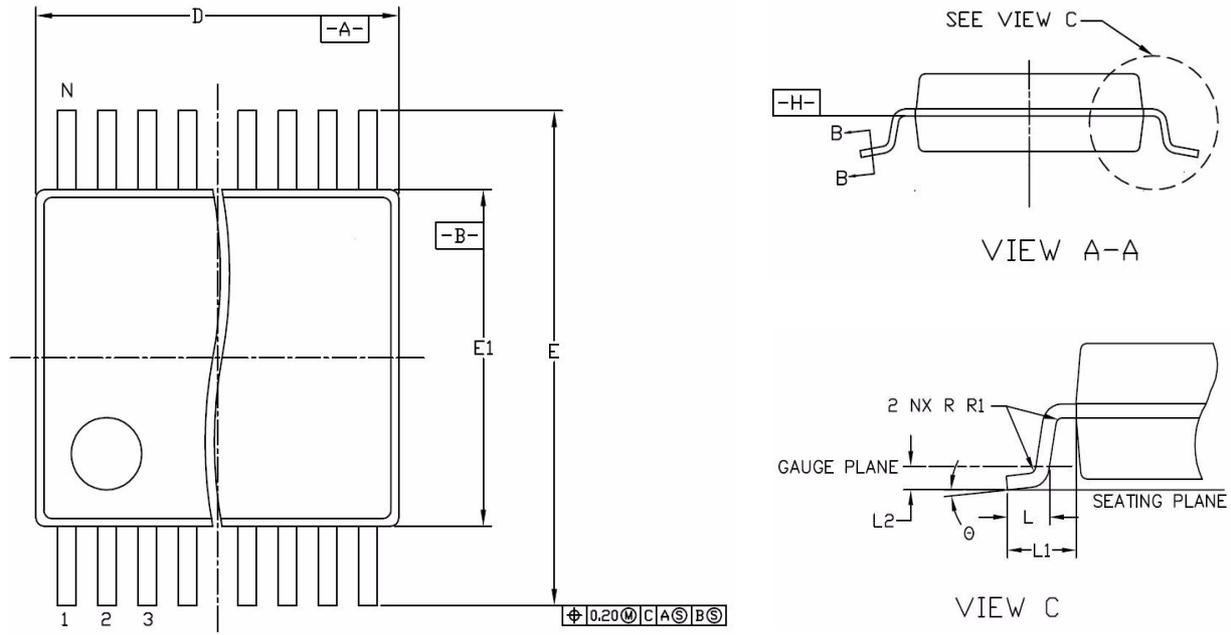




9 封装图纸和标识

这款器件采用 16 引脚、缩小外形封装

图 12. 封装图纸和尺寸



符号	最小	典型	最大
A	1.73	1.86	1.99
A1	0.05	0.13	0.21
A2	1.68	1.73	1.78
b	0.22	0.30	0.38
c	0.09	0.17	0.25
D	5.90	6.20	6.50
E	7.40	7.80	8.20
E1	5.00	5.30	5.60
e	-	0.65 BSC	-
L	0.55	0.75	0.95
L1	-	1.25 REF	-
L2	-	0.25 BSC	-
R	0.09	-	-
θ	0°	4°	8°
N	16		

注意：

1. 尺寸和公差符合 ASME Y14.5M-1994 标准。
2. 所有尺寸以毫米计算。角度以度数计算。

标识: YYWWZZ。

YY	WW	M	ZZ
制造年份的最后 2 位数	制造周数	工厂标志符	组装追溯码



10 订购信息

有关器件可如表 14 所示的标准产品供货。

表 14. 订购信息

订购编码	说明	付运形式	封装
AS5115-HSSP	缓冲的正弦和余弦输出信号	卷带	16 引脚 SSOP
AS5115A-HSSP			

注意： 所有产品都符合电子产品有害物质管制规定和奥地利微电子的绿色政策。
 请于 ICdirect: <http://www.ams.com/ICdirect> 线上购买我们的产品或索取免费样品。

有关技术支持, 请访问: <http://www.ams.com/Technical-Support>。

更多信息和查询, 请用电邮联系我们: sales@ams.com
 或访问: <http://www.ams.com/distributor>, 寻找当地的分销商。



版权说明

版权所有 © 1997-2012, ams AG, Tobelbaderstrasse 30, 8141 Unterpemstaetten, 欧洲 - 奥地利。注册商标®。保留所有权利。本文材料未经版权所有人的事先书面批准, 不得进行复制、改编、合并、翻译、保存或使用。

本文所提及的全部产品和公司均为其相应公司的商标或注册商标。

免责声明

ams AG 公司售出的产品按照本公司“销售条款”中所载明的保修和专利保护条款的规定执行。对于本资料所载明的信息说明或所说明设备不存在专利侵权行为的事项, ams AG 不做任何明确、法定、隐含或说明性保证。ams AG 保留随时修订规格和价格的权利, 恕不另行通知。因此, 在本产品设计到一套系统中时, 有必要与 ams AG 进行当前有效信息的核查。本产品预计用于普通的商业用途。在未经 ams AG 针对特定用途进行额外处理的情况下, 强烈建议不要将本产品应用于军事、医疗生命保障或生命维持设备等要求更宽广温度范围、特殊环境要求或高可靠性的用途。如果付运量少于 100 个组件, 制造流程有可能与标准生产流程出现偏差, 例如测试流或测试地点。

本资料中由 ams AG 提供的信息经确认为正确和准确的。但是, ams AG 对任何接受者或第三者的损失赔偿不承担任何责任, 包括但不限于, 与提供、执行或使用本资料技术数据相关或所引发的任何类型的人身伤害、利润损失、不能使用、业务中断或间断、特别、意外或后果性的损坏。ams AG 在提供技术或其它服务过程中不对接受方或任何第三方发生或引发任何义务或责任。



联系方式

总部

ams AG
Tobelbaderstrasse 30
A-8141 Unterpemstaetten, Austria

Tel: +43 (0) 3136 500 0
Fax: +43 (0) 3136 525 01

如需查询销售处、分销商和代表信息, 请访问:

<http://www.ams.com/contact>