

**飞仙智能**  
Flying Fairy Intelligent

# FI6700 可编程线性霍尔效应传感器芯片

Rev. 1.2

2024-01-12

## 目录

<b>0. 名词定义和缩略语说明</b> .....	<b>4</b>
<b>1. FI6700 简介</b> .....	<b>5</b>
1.1. 特性和优势 .....	5
1.2. 典型应用 .....	5
<b>2. 概述</b> .....	<b>6</b>
2.1. 功能概述 .....	6
2.2. 转换特性 .....	6
<b>3. 引脚定义和引脚说明</b> .....	<b>8</b>
3.1. SOIC-8 封装的引脚定义和引脚说明 .....	8
3.2. TO94 封装的引脚定义和引脚说明 .....	9
3.3. TSSOP-16 封装的引脚定义和引脚说明 .....	10
<b>4. 应用参考设计</b> .....	<b>11</b>
4.1. SOIC-8 封装的应用 .....	11
4.2. TO94 封装的应用 .....	13
4.3. TSSOP-16 封装的应用 .....	15
<b>5. 技术规格</b> .....	<b>17</b>
5.1. 绝对最大额定值 .....	17
5.2. 一般性电气规格 .....	17
5.3. 隔离规格 .....	19
5.4. 时序规格 .....	19
5.4.1. 一般性时序规格 .....	19
5.4.2. 模拟输出模式的时序规格 .....	20
5.4.3. PWM 输出模式的时序规格 .....	20
5.4.4. SENT 输出模式的时序规格 .....	21
5.5. 精度与磁场规格 .....	24
5.6. CPU、内存规格 .....	25
<b>6. FI6700 传感器芯片的编程</b> .....	<b>26</b>
6.1. 编程器的连接 .....	26
6.2. 可编程参数信息 .....	26
6.2.1. 后端用户可编程参数 .....	26
6.2.2. 后端用户可编程参数描述 .....	29

6.3. 可追溯信息 .....	41
<b>7. 功能描述 .....</b>	<b>42</b>
7.1. 自诊断 .....	42
<b>8. 封装 .....</b>	<b>44</b>
8.1. SOIC-8 封装 .....	44
8.1.1. SOIC-8 封装示意图及标识 .....	44
8.1.2. SOIC-8 封装尺寸 .....	44
8.1.3. SOIC-8 封装磁场感应点位置 .....	45
8.2. TO94 封装 .....	45
8.2.1. TO94 封装示意图及标识 .....	45
8.2.2. TO94 封装尺寸 .....	46
8.2.3. TO94 封装磁场感应点位置 .....	46
8.3. TSSOP-16 封装 .....	47
8.3.1. TSSOP-16 封装示意图及标识 .....	47
8.3.2. TSSOP-16 封装尺寸 .....	47
8.3.3. TSSOP-16 封装磁场感应点位置 .....	48
<b>9. 订货信息 .....</b>	<b>49</b>
<b>10. ESD 预防 .....</b>	<b>50</b>

## 0. 名词定义和缩略语说明

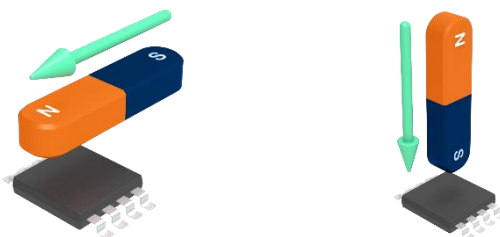
IC	集成电路
POR	上电复位
EOL	产线终端
EMC	电磁兼容
ESD	静电放电
ADC	模拟数字转换器
DAC	数字模拟转换器
LSB	最低有效位
MSB	最高有效位
DNL	微分非线性误差
INL	积分非线性误差
LSD	低边驱动
PP	推挽式
MT3V/LT3V	高于/低于 3V
MT4V/LT4V	高于/低于 4V
MT7V/LT7V	高于/低于 7V
PWM	脉冲宽度调制
%DC	脉宽占空比, $T_{ON}/T_{PWM}$
NC, N/C	不连接
TC	温度补偿
RISC	精简指令集计算机
DSP	数字信号处理器
HW, H/W	硬件
FW, F/W	固件
EEPROM	电可擦可编程只读存储器
ECC	纠错码
ROM	只读存储器
RAM	随机存储器
FIR	有限冲激响应滤波器
FPI	飞仙编程器
FPK	飞仙编程软件包
PGI	编程接口
PGM	编程模式
FI/FFI	飞仙智能

## 1. FI6700 简介

FI6700 是一款可编程线性霍尔效应传感器芯片，可实现非接触位置传感。该传感器芯片可对与 IC 表面垂直的磁场分量进行测量。FI6700 支持多输出模式，例如模拟、PWM 和 SENT。

FI6700 的可编程传输特性可进行系统非线性补偿调整，从而可实现精度更高、更为灵活的磁性设计。

客户可以通过带有 FFI 编程器的连接器在生产线校准中进行这种线性关系的编程。



### 1.1. 特性和优势

- 线性霍尔效应位置传感器 IC
- 对非线性磁场设计产生线性输出信号
- 可编程位置非线性补偿：16 段分段线性化
- 可编程热漂移非线性补偿：灵敏度和偏移，6 段分段线性化
- 客户可配置输出模式：模拟（成比例）、PWM、SENT (2010)
- 12 位分辨率 – 10 位精度（考虑温度影响）
- 断线诊断（VDD 开路，VSS 开路）
- 过电压保护
- 低电压检测
- 48 位 ID 编号
- 汽车温度范围（从-40°C 到+150°C）
- 符合 AEC-Q100 Grade 0 标准
- 单芯片 SOIC8 和 TO94 封装、双芯片（全冗余）TSSOP16 封装：无铅且符合 RoHS 规范

### 1.2. 典型应用

- 绝对小角度旋转位置传感器
- 绝对小行程线性位置传感器
- 踏板位置传感器
- 扭矩传感器
- 非接触式电位器

## 2. 概述

### 2.1. 功能概述

FI6700 是一款可编程线性霍尔传感器芯片，可实现非接触式位置传感。该芯片可对与 IC 表面垂直的磁场分量进行测量，用户可以通过它的快速数据处理链对系统的输出传输特性进行优化。

该芯片可将非线性系统特性转换为线性输出特性，当然，非线性系统特性必须在器件寿命内保持稳定。因此，传感器需要补偿位置、磁场及温度之间的非线性关系，该传感器的编程可在客户端进行在线校准。

下面小节将解释简化的传输特性，完整的细节在文档的其余部分给出。磁场测量是通过霍尔板和温度传感器的模拟增益链将模拟信号转换为数字信号，然后数字后端将它转换为线性输出曲线。第 6.2 节介绍了通过连接器在客户端产线进行校正编程的信息。

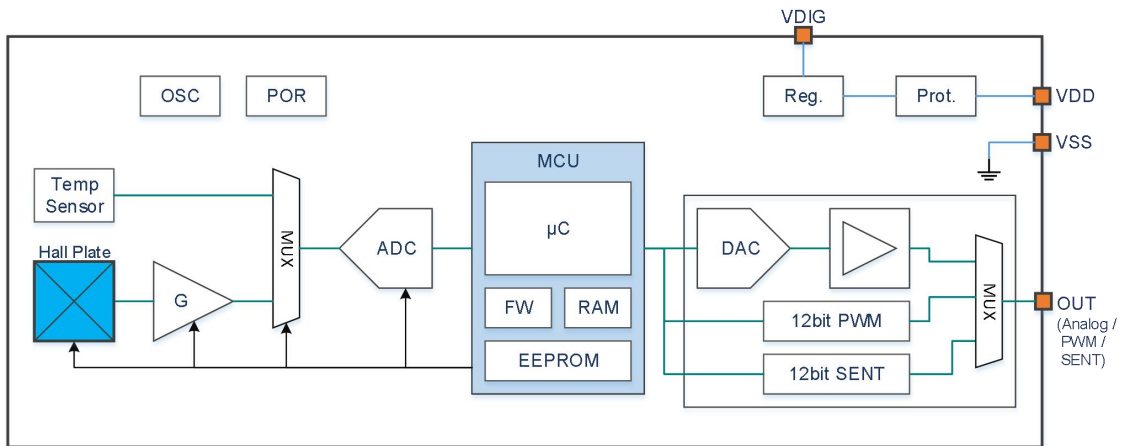


图 2-1 FI6700 框图

### 2.2. 转换特性

如图 2-1 的框图所示，垂直于芯片表面的磁场分量 ( $B_z$ ) 会被芯片前端检测到，对应的霍尔信号 ( $V_z$ ) 在霍尔片上产生并放大。

模拟信号处理是基于全差分模拟处理链，使用了经典的漂移电压消除技术（霍尔片两相位旋转和斩波放大器）。

处理后的模拟信号经过 15 位的 ADC 转换为数字信号，进入到 DSP 模块中做进一步处理。该 DSP 是一个基于 16 位 RISC 内核的微处理器，其主要功能是进行转换特性的计算，以及执行自诊断处理。当计算得到位置信息后，它将进一步根据目标传递特性做进一步的修正，最终由以下 3 种方式之一进行输出：

- 经过 12 位 DAC 得到的与供电电压成正比例的模拟输出
- 数字 PWM 输出
- 数字 SENT 输出（J2716 Rev JAN2010）

转换特性开始于被测量磁场  $B_z$ ，经由 DSP 处理程序，对磁场的温度变化以及位置-磁场的非线性关系进行修正，最后得到输出信号。详细描述参见 6.2.2.2 节。

DSP 的功能是由存储在 ROM 中的微处理器代码（固件-F/W）来控制实现的。除了获取磁场信息，固件（F/W）还控制了模拟信号处理链，输出传输特性曲线，输出协议、编程/校准已经自诊断模式。校准参数存储在带错误校验汉明码（ECC）的 EEPROM 中。

### 3. 引脚定义和引脚说明

#### 3.1. SOIC-8 封装的引脚定义和引脚说明

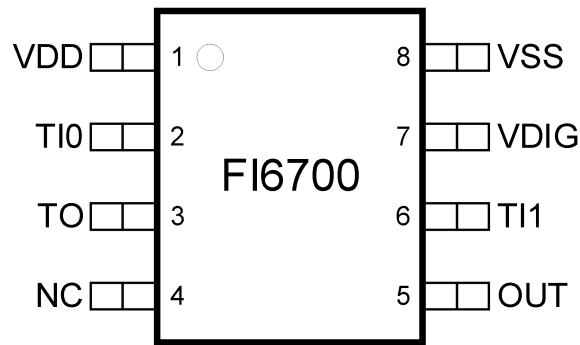


图 3-1 SOIC-8 封装引脚定义

表格 3-1 SOIC-8 封装引脚说明列表

序号	引脚名	类型	描述
1	VDD	Supply	电源输入
2	TI0	Test	测试引脚，正常应用时接地
3	TO	Test	测试引脚，正常应用时接地
4	N/C		悬空
5	OUT	Output/Comm.	输出，或编程通讯引脚
6	TI1	Test	测试引脚，正常应用时接地
7	VDIG	Supply	内部电源
8	VSS	Ground	系统地

### 3.2. TO94 封装的引脚定义和引脚说明

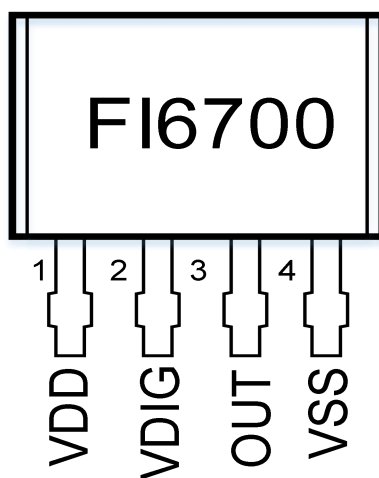


图 3-2 TO94 封装引脚定义

表格 3-2 TO94 封装引脚说明列表

序号	引脚名	类型	描述
1	VDD	Supply	电源输入
2	VDIG	Supply	内部电源
3	OUT	Output/Comm.	输出，或编程通讯引脚
4	VSS	Ground	系统地

### 3.3. TSSOP-16 封装的引脚定义和引脚说明

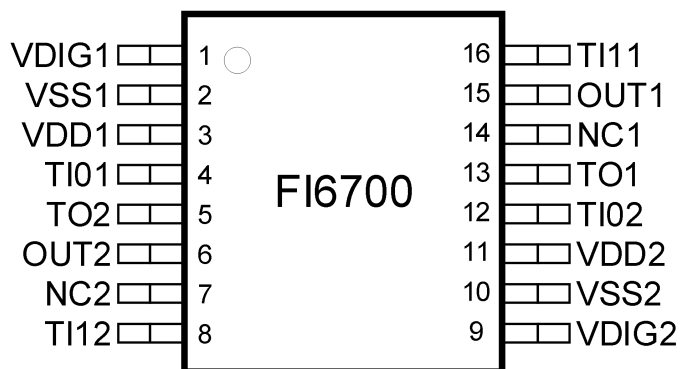


图 3-3 TSSOP-16 封装引脚定义

表格 3-3 TSSOP-16 封装引脚说明列表

序号	引脚名	类型	描述
1	VDIG1	Supply	内部电源
2	VSS1	Ground	系统地
3	VDD1	Supply	电源输入
4	TI01	Test	测试引脚，正常应用时接地
5	TO2	Test	测试引脚，正常应用时接地
6	OUT2	Output/Comm.	输出，或编程通讯引脚
7	NC2		悬空
8	TI12	Test	测试引脚，正常应用时接地
9	VDIG2	Supply	内部电源
10	VSS2	Ground	系统地
11	VDD2	Supply	电源输入
12	TI02	Test	测试引脚，正常应用时接地
13	TO1	Test	测试引脚，正常应用时接地
14	NC1		悬空
15	OUT1	Output/Comm.	输出，或编程通讯引脚
16	TI11	Test	测试引脚，正常应用时接地

## 4. 应用参考设计

### 4.1. SOIC-8 封装的应用

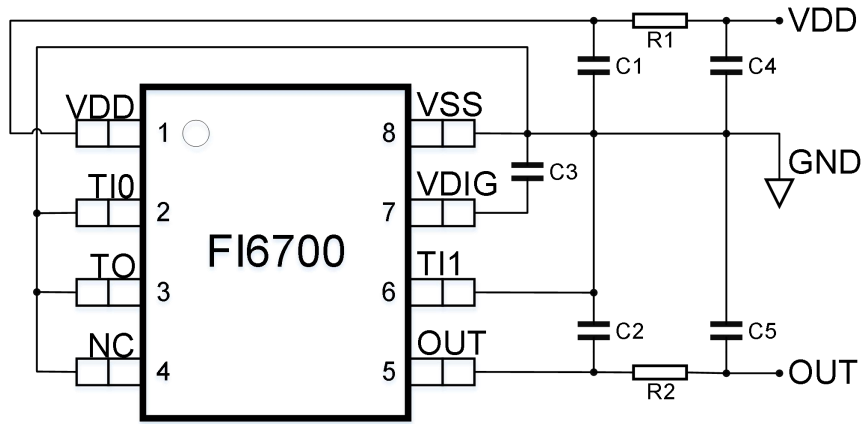


图 4-1 SOIC-8 封装的应用参考电路

表格 4-1 SOIC-8 封装应用的元器件表（模拟输出）

元器件	紧凑 PCB			EMC 加强 PCB			备注
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
C1	100nF	100nF	1uF	47nF	100nF	1uF	靠近引脚
C2	47nF	100nF	330nF	47nF	100nF	330nF	靠近引脚
C3	47nF	100nF	220nF	47nF	100nF	220nF	靠近引脚
C4				500pF	1nF	10nF	靠近连接器
C5				500pF	1nF	10nF	靠近连接器
R1				0Ω	10Ω	33Ω	增加模拟输出比例误差
R2				10Ω	50Ω	100Ω	

表格 4-2 SOIC-8 封装应用的元器件表（PWM 输出）

元器件	紧凑 PCB			EMC 加强 PCB			备注
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
C1	100nF	100nF	1uF	47nF	100nF	1uF	靠近引脚
C2	2.2nF	4.7nF	22nF	2.2nF	4.7nF	22nF	靠近引脚
C3	47nF	100nF	220nF	47nF	100nF	220nF	靠近引脚
C4				500pF	1nF	10nF	靠近连接器
C5				500pF	1nF	2.2nF	靠近连接器
R1				0Ω	10Ω	33Ω	影响 VDD 引脚上的电压
R2				10Ω	50Ω	100Ω	

表格 4-3 SOIC-8 封装应用的元器件表 (SENT 输出)

元器件	紧凑 PCB			EMC 加强 PCB			备注
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
C1	100nF	100nF	1uF	47nF	100nF	1uF	靠近引脚
C3	2.2nF	4.7nF	22nF	2.2nF	4.7nF	22nF	靠近引脚
C3	47nF	100nF	220nF	47nF	100nF	220nF	靠近引脚
C4				500pF	1nF	10nF	靠近连接器
C5				500pF	1nF	2.2nF	靠近连接器
R1				0Ω	10Ω	33Ω	影响 VDD 引脚上的电压
R2				10Ω	50Ω	100Ω	

## 4.2. TO94 封装的应用

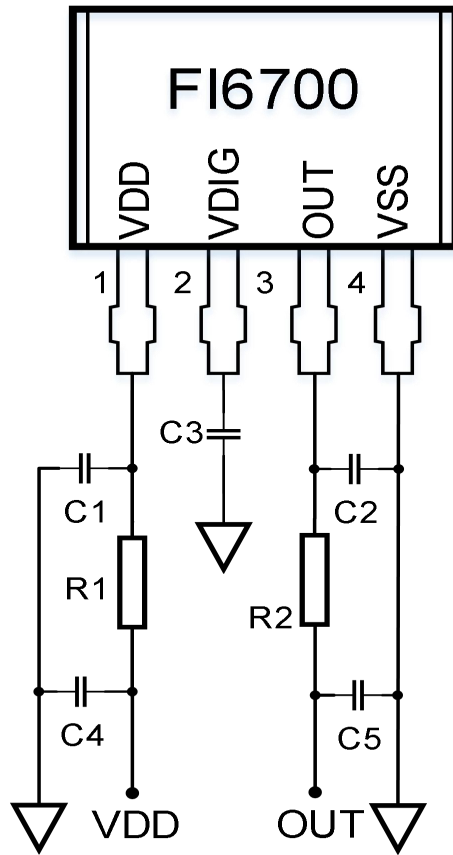


图 4-2 TO94 封装的应用参考电路

表格 4-4 TO94 封装应用的元器件表（模拟输出）

元器件	紧凑 PCB			EMC 加强 PCB			备注
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
C1	100nF	100nF	1uF	47nF	100nF	1uF	靠近引脚
C2	47nF	100nF	330nF	47nF	100nF	330nF	靠近引脚
C3	47nF	100nF	220nF	47nF	100nF	220nF	靠近引脚
C4				500pF	1nF	10nF	靠近连接器
C5				500pF	1nF	10nF	靠近连接器
R1				0Ω	10Ω	33Ω	增加模拟输出比例误差
R2				10Ω	50Ω	100Ω	

表格 4-5 TO94 封装应用的元器件表 (PWM 输出)

元器件	紧凑 PCB			EMC 加强 PCB			备注
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
C1	100nF	100nF	1uF	47nF	100nF	1uF	靠近引脚
C2	2.2nF	4.7nF	22nF	2.2nF	4.7nF	22nF	靠近引脚
C3	47nF	100nF	220nF	47nF	100nF	220nF	靠近引脚
C4				500pF	1nF	10nF	靠近连接器
C5				500pF	1nF	2.2nF	靠近连接器
R1				0Ω	10Ω	33Ω	影响 VDD 引脚上的电压
R2				10Ω	50Ω	100Ω	

表格 4-6 TO94 封装应用的元器件表 (SENT 输出)

元器件	紧凑 PCB			EMC 加强 PCB			备注
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
C1	100nF	100nF	1uF	47nF	100nF	1uF	靠近引脚
C3	2.2nF	4.7nF	22nF	2.2nF	4.7nF	22nF	靠近引脚
C3	47nF	100nF	220nF	47nF	100nF	220nF	靠近引脚
C4				500pF	1nF	10nF	靠近连接器
C5				500pF	1nF	2.2nF	靠近连接器
R1				0Ω	10Ω	33Ω	影响 VDD 引脚上的电压
R2				10Ω	50Ω	100Ω	

### 4.3. TSSOP-16 封装的应用

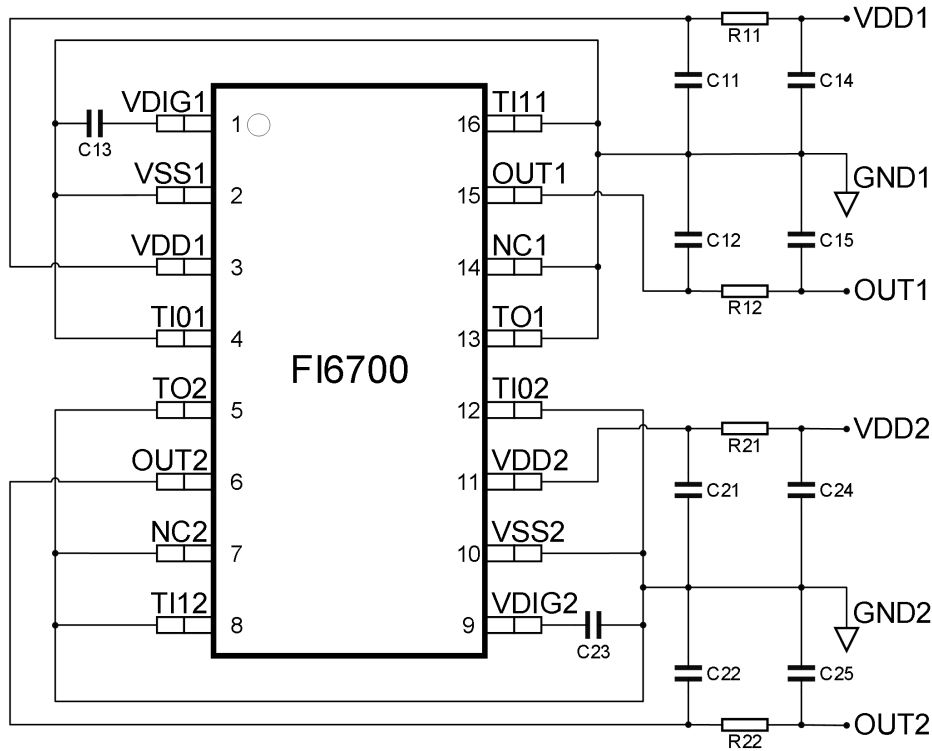


图 4-3 TSSOP-16 封装的应用参考电路

表格 4-7 TSSOP-16 封装 FI6700 应用的元器件表（模拟输出）

元器件	紧凑 PCB			EMC 加强 PCB			备注
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
C11, C21	100nF	100nF	1uF	47nF	100nF	1uF	靠近引脚
C12, C22	47nF	100nF	330nF	47nF	100nF	330nF	靠近引脚
C13, C23	47nF	100nF	220nF	47nF	100nF	220nF	靠近引脚
C14, C24				500pF	1nF	10nF	靠近连接器
C15, C25				500pF	1nF	10nF	靠近连接器
R11, R21				0Ω	10Ω	33Ω	增加模拟输出比例误差
R12, R22				10Ω	50Ω	100Ω	

表格 4-8 TSSOP-16 封装 FI6700 应用的元器件表（PWM 输出）

元器件	紧凑 PCB			EMC 加强 PCB			备注
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
C11, C21	100nF	100nF	1uF	47nF	100nF	1uF	靠近引脚
C12, C22	2.2nF	4.7nF	22nF	2.2nF	4.7nF	22nF	靠近引脚

C13, C23	47nF	100nF	220nF	47nF	100nF	220nF	靠近引脚
C14, C24				500pF	1nF	10nF	靠近连接器
C15, C25				500pF	1nF	2.2nF	靠近连接器
R11, R21				0Ω	10Ω	33Ω	影响 VDD 引脚上的电压
R12, R22				10Ω	50Ω	100Ω	

表格 4-9 TSSOP-16 封装 FI6700 应用的元器件表 (SENT 输出)

元器件	紧凑 PCB			EMC 加强 PCB			备注
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
C11, C21	100nF	100nF	1uF	47nF	100nF	1uF	靠近引脚
C12, C22	2.2nF	4.7nF	22nF	2.2nF	4.7nF	22nF	靠近引脚
C13, C23	47nF	100nF	220nF	47nF	100nF	220nF	靠近引脚
C14, C24				500pF	1nF	10nF	靠近连接器
C15, C25				500pF	1nF	2.2nF	靠近连接器
R11, R21				0Ω	10Ω	33Ω	影响 VDD 引脚上的电压
R12, R22				10Ω	50Ω	100Ω	

## 5. 技术规格

### 5.1. 绝对最大额定值

表格 5-1 绝对最大额定值

参数	最大值
供电电压, $V_{DD}$ (过压)	+24V
反向电压保护	-12V
正向输出电压	+18V
输出电流 ( $I_{out}$ )	+30mA
反向输出电压	-0.3V
反向输出电流	-50mA
存储温度范围, $T_s$	-40°C to +150°C
工作温度范围, $T_A$	-40°C to +150°C
磁场强度	±1T

注意：超出绝对最大额定值会导致永久损坏，长时间工作在绝对最大额定值下可能会影响设备的可靠性。

### 5.2. 一般性电气规格

表格 5-2 一般性电气规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
额定电压	$V_{DD}$		4.5	5	5.5	V
供电电流 <sup>(1)</sup>	$I_{DD}$	开启省电模式		6.5	10 <sup>(2)</sup>	mA
浪涌电流 <sup>(3)</sup>	$I_{surge}$				20	mA
复位启动电平(上升沿)	HPOR_LH	与片上数字电压 $V_{DIG}$ 相关	2	2.25	2.5	V
复位启动电平滞回	HPOR_Hyst		50		200	mV
上电启动电平(上升沿)	MT4V_LH		3.8	4.0	4.2	V
上电启动电平滞回	MT4V_Hyst		50		200	mV
PGM 启动电平(上升沿)	MT7V_LH		5.7	6.0	6.5	V
PGM 启动电平滞回	MT7V_Hyst		50		200	mV
输出短路电流	$I_{short}$	$V_{out} = 0V$		15	24	mA
		$V_{out} = 5V$		15	30	mA
		$V_{out} = 18V (T_A=25^\circ C)$		15	30	mA
模拟输出负载	$R_L$	下拉到地	4.7	10		kΩ
		上拉到 5V	4.7	10		kΩ
模拟输出饱和电平	$V_{sat\_lo}$	上拉负载 $R_L \geq 10k\Omega$ 到 5V 上拉负载 $R_L \geq 5k\Omega$ 到 18V		1 2	2 3	% $V_{DD}$
	$V_{sat\_hi}$	下拉负载 $R_L \geq 5k\Omega$ 下拉负载 $R_L \geq 10k\Omega$	95 97.5	96 98		% $V_{DD}$

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
PWM 输出负载	R <sub>L_PWM</sub>	下拉到地	1			kΩ
		上拉到 5V	1			kΩ
数字饱和电平, 开漏输出 (R <sub>L_PWM</sub> to V <sub>PU</sub> <sup>(4)</sup> )	V <sub>o_min</sub>	上拉负载 R <sub>L_PWM</sub> =1 kΩ到 5V	98			%V <sub>PU</sub>
		上拉负载 R <sub>L_PWM</sub> =1 kΩ到 14V	97			
		上拉负载 R <sub>L_PWM</sub> =1 kΩ到 18V	96			
		上拉负载 R <sub>L_PWM</sub> <5.6 kΩ到 5V	97			
		上拉负载 R <sub>L_PWM</sub> <5.6 kΩ到 14V	95			
		上拉负载 R <sub>L_PWM</sub> <5.6 kΩ到 18V	92			
主动诊断输出电平	V <sub>diag_lo</sub>	上拉负载 R <sub>L</sub> ≥10kΩ 到 5V 上拉负载 R <sub>L</sub> ≥5kΩ 到 18V		1 2	2 3	%V <sub>DD</sub>
	V <sub>diag_hi</sub>	下拉负载 R <sub>L</sub> ≥5kΩ 下拉负载 R <sub>L</sub> ≥10kΩ	95 97.5	96 98		%V <sub>DD</sub>
被动诊断输出电平 (开路追踪诊断) <sup>(5)</sup>	BV <sub>SSPD</sub> <sup>(6)</sup>	V <sub>SS</sub> 开路 & 下拉负载 R <sub>L</sub> ≥5kΩ 下拉负载 R <sub>L</sub> ≥10kΩ	95 97.5			%V <sub>DD</sub>
	BV <sub>SSPU</sub>	V <sub>SS</sub> 开路 & 上拉负载 R <sub>L</sub> ≥1kΩ	99.5	100		%V <sub>DD</sub>
	BV <sub>DDPD</sub>	V <sub>DD</sub> 开路 & 下拉负载 R <sub>L</sub> ≥1kΩ		0	0.5	%V <sub>DD</sub>
	BV <sub>DDPU</sub>	V <sub>DD</sub> 开路 & 上拉负载 R <sub>L</sub> ≥5kΩ			2	%V <sub>DD</sub>
钳位输出电平	V <sub>clamp_lo</sub>	可编程	0		100	%V <sub>DD</sub> <sup>(7)</sup>
	V <sub>clamp_hi</sub>	可编程	0		100	%V <sub>DD</sub> <sup>(7)</sup>

- (1) 平均供电电流。双芯片版本的供电电流要乘以 2。
- (2) 为减小到 10mA, 需要开启省电模式。该模式开启时, 会动态开启、关闭内部模块。在需要满足严格的 EMC 要求, 或者模拟输出下要求在供电或输出线上加一个电阻的情况下, 可以关闭该模式。
- (3) 该值仅在早期启动时有效, 在启动阶段, 电流可能会在短时间内动态地超过该值。
- (4) V<sub>PU</sub> 是通过外部上拉电阻连接到输出端的上拉电压
- (5) 更多详细信息, 请参加诊断相关章节。
- (6) 对双芯片版本, BV<sub>SSPD</sub> 有变化
- (7) 钳位电平需要与饱和输出电平综合考虑 (参见 V<sub>sat\_lo</sub> 和 V<sub>sat\_hi</sub>)

如上表所述，FI6700 可以满足图 5-1 所示的典型输出范围分类。

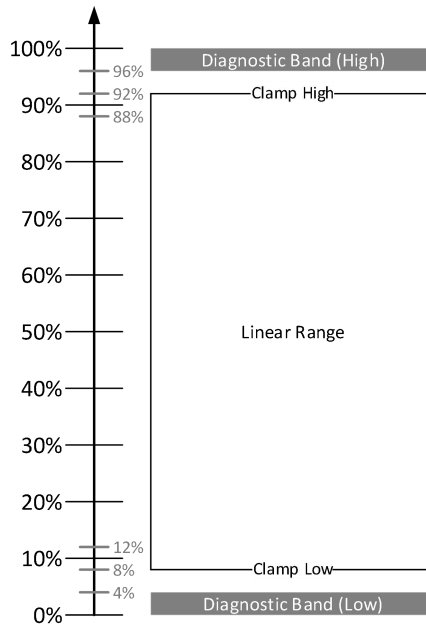


图 5-1 典型应用的输出范围分类示例

### 5.3. 隔离规格

仅适用于 GQ 代码的封装（双芯片版本）。

表格 5-3 隔离规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
隔离阻值		两个芯片之间	4			MΩ

### 5.4. 时序规格

#### 5.4.1. 一般性时序规格

不管选用何种通讯协议，下面时序规格都不受影响。

表格 5-4 一般性时序规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
主时钟频率	Ck	所有影响因素，包括温漂	12.6	13.3	14	MHz
主时钟频率温漂	$\Delta T_{Ck}$				$\pm 3\%$	Ck <sub>NOM</sub>
看门狗	T <sub>wd</sub>			118		ms

### 5.4.2. 模拟输出模式的时序规格

表格 5-5 模拟输出模式的时序规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
输出刷新周期	ts			441		μs
输出延时		Filter = 0 <sup>(1)</sup> Filter = 1 Filter = 2		1.5 2 3		ts [刷新率] <sup>(2)</sup>
启动周期	Tsu	不包含模拟输出转换时间			5	ms
模拟输出转换速率		模式 1: 从 C <sub>OUT</sub> = 47nF 到 330nF 模式 2: 直至 C <sub>OUT</sub> = 10nF 模式 3: 直至 C <sub>OUT</sub> = 47nF 模式 4: 直至 C <sub>OUT</sub> = 330nF	25 230 14 1.8	37 250 16 2.5		V/ms

(1) 关于滤波参数的细节，请参见 6.2.2.6 节

(2) 阶跃响应时间就是刷新周期时间 ts。因此 filter = 1 的阶跃响应时间为 882μs = 2x441 μs

### 5.4.3. PWM 输出模式的时序规格

表格 5-6 PWM 输出模式的时序规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
PWM 输出分辨率	R <sub>PWM</sub>	12 bits		0.025		%DC/LSB
PWM %DC 抖动	J <sub>DC</sub>	LSD – 模式 5 100Hz, 4.7nF, R <sub>L</sub> =1kΩ PU 200Hz, 4.7nF, R <sub>L</sub> =1kΩ PU 1000Hz, 4.7nF, R <sub>L</sub> =1kΩ PU PP – 模式 7 100Hz, 4.7nF, R <sub>L</sub> =1kΩ PU 200Hz, 4.7nF, R <sub>L</sub> =1kΩ PU 1000Hz, 4.7nF, R <sub>L</sub> =1kΩ PU		±0.003 ±0.005 ±0.009 ±0.003 ±0.005 ±0.009	±0.016 ±0.02 ±0.035 ±0.016 ±0.02 ±0.035	%DC
PWM 频率抖动	J <sub>PWM</sub>	LSD – 模式 5 100-1000Hz, 4.7nF, R <sub>L</sub> =1kΩ PU PP – 模式 7 100-1000Hz, 4.7nF, R <sub>L</sub> =1kΩ PU		±0.04 ±0.04	±0.15 ±0.15	Hz

抖动定义为连续 1000 次采样钳位输出的  $3\sigma$ ，见下图。

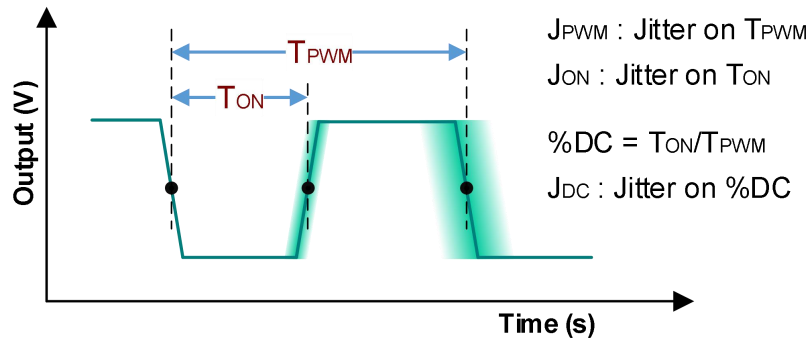


图 5-2 PWM 精度测试条件

表格 5-7 PWM 精度测试参数

参数	符号	测试条件
PWM $T_{ON}$ , $T_{PWM}$	$T_{ON}$ $T_{PWM}$	触发电平 = 50% $V_{pp}$
上升时间, 下降时间		满幅的 10% 和 90%
抖动	$J_{ON}$ $J_{PWM}$	连续 1000 次采样的 $\pm 3\sigma$
占空比	$\%DC$	$T_{ON}/T_{PWM}$

#### 5.4.4. SENT 输出模式的时序规格

表格 5-8 SENT 输出模式的时序规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
Ttick 时间 <sup>(1)</sup>		$C_K = 13.3MHz$		3		$\mu s$
SENT 帧周期 <sup>(2)</sup>	tframe	$C_K = 13.3MHz$		882		$\mu s$
SENT 帧最大 tick 数 <sup>(3)</sup> (关闭 pause 脉冲)				257		Ticks
内部位置采样周期	tper	$C_K = 13.3MHz$		441		$\mu s$
第一次位置采样到同步脉冲的时延	ta1	$C_K = 13.3MHz$		1083		$\mu s$
第二次位置采样到同步脉冲的时延	ta2	$C_K = 13.3MHz$		643		$\mu s$
磁场变化到 SENT 数据的平均时延(同步通讯模式)	Latency	FILTER = 1 (推荐) 包含 SENT 传输时间		1745		$\mu s$
启动时间 (直至第一次同步脉冲)	tsu1			1.8		ms
启动时间 (直至第一次数据接收)	tsu2	不包含最后一次 pause 脉冲		5.9	6.3	ms
串行信息		扩展序列(18 个串行信息帧) 短序列(8 个串行信息帧)		286 127		ms
在连接线上的上升时间		电平阈值: 0.5V 和 4.5V	3.6		6.7	$\mu s$
在接收端的上升时间		电平阈值: 0.5V 和 4.5V	6.4		8.8	$\mu s$

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
在连接线上的下降时间		电平阈值：0.5V 和 4.5V	2.0		3.6	μs
在接收端的下降时间		电平阈值：0.5V 和 4.5V	4.5		7.2	μs

- (1) Tick 时间与主时钟频率为比例关系，一个 IC 的 Tick 时间变化是由主时钟频率的热漂移决定的。
- (2) 这里的帧周期是指能满足同步通讯的包含 pause 脉冲的帧，同步是指数据采样与 SENT 帧信号传输的时间差是固定值。
- (3) 帧长度取决于是否开启 pause 脉冲。如果关闭 pause 脉冲，帧长度是变化的。一个典型的 SENT 帧包含：一个 56 ticks 的同步脉冲，8 个半字节的数据包（其中每个半字节长度的在 12 到 27 ticks 间），一个可选的 pause 脉冲（最小为 12 个 ticks）。

#### 5.4.4.1. 时序图

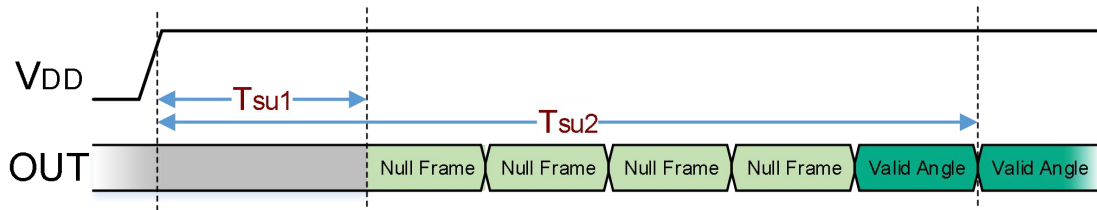


图 5-3 SENT 输出模式启动阶段的时序图

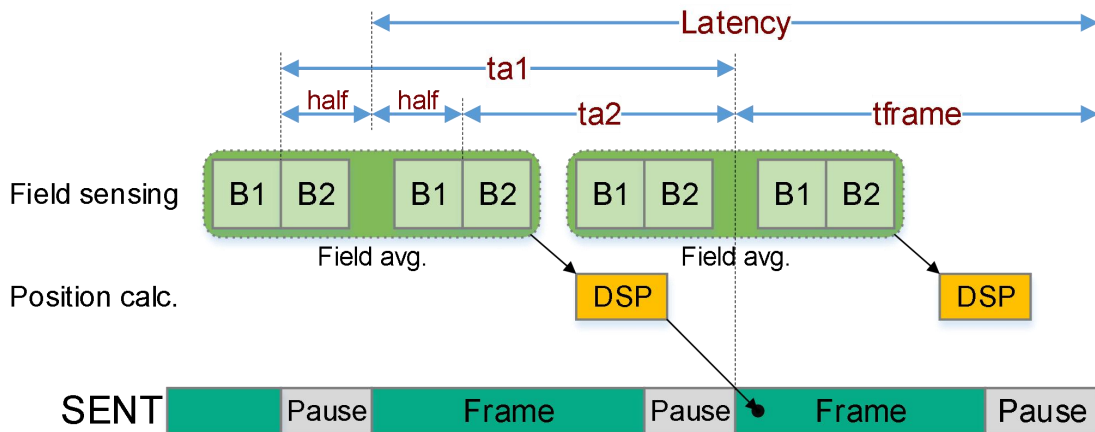


图 5-4 时延（采样到输出的延迟） - FILTER=1(推荐) 两次读出数据被平均

注意：一次磁场读出数据需要 B1 和 B2

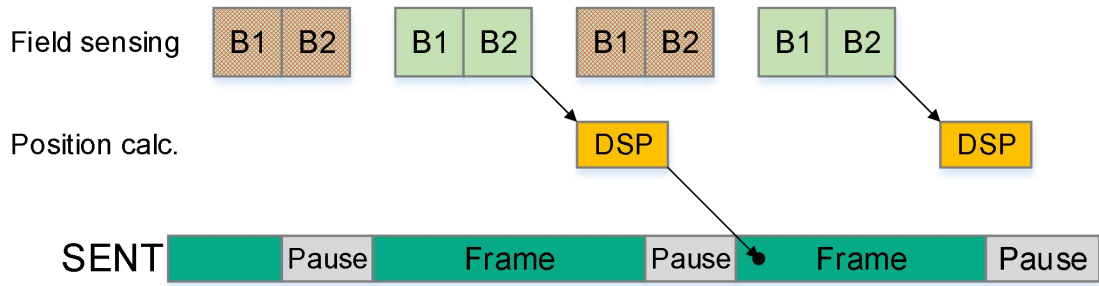


图 5-5 时延 - FILTER=0(不推荐)

FILTER=0 与 FILTER=1 的差异在于: FILTER=0 时会丢弃一次 B1/B2 的采样

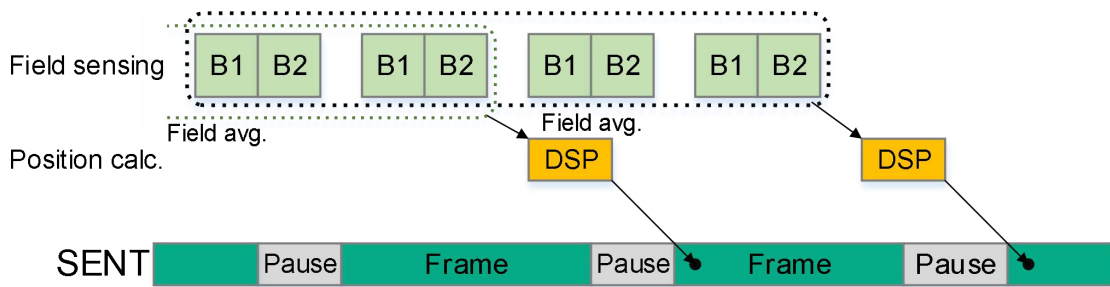


图 5-6 时延 - FILTER=2

5.4.4.2. 上升时间、下降时间测量的应用示例图

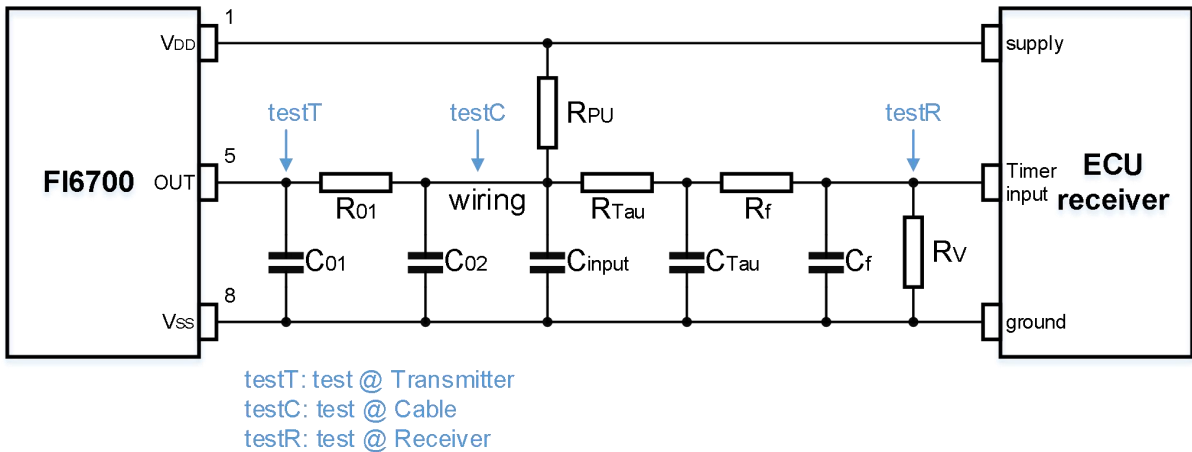


图 5-7 用于测量上升、下降时间的电路图

(参考: J2716 Rev Jan 2010 FIG. 6.3.4)

表格 5-9 用于测量上升、下降时间电路图的元器件列表

元器件	值	单位
C <sub>01</sub>	10 ± 25%	nF
C <sub>02</sub>	不安装	nF
R <sub>01</sub>	不安装	Ω
C <sub>input</sub>	68	pF
C <sub>Tau</sub>	2.2	nF
C <sub>f</sub>	100	pF
R <sub>Tau</sub>	568	Ω
R <sub>f</sub>	10	kΩ
R <sub>PU</sub>	14.7	kΩ
R <sub>v</sub>	不安装	Ω

## 5.5. 精度与磁场规格

表格 5-10 精度与磁场规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
ADC 分辨率				15		Bits
模拟输出分辨率	R <sub>DAC</sub>	12b DAC (理想状况, 无噪声) INL (EOL 校准前) DNL	-4 -0.5	0.025	+4 3	%V <sub>DD</sub> /LSB <sub>12</sub> LSB <sub>12</sub> LSB <sub>12</sub>
输出级噪声		钳位输出		0.05	0.075	%V <sub>DD</sub>
总噪声 <sup>(1)</sup>	3σ	VG = 21 (= 30mT 的范围)			0.1	%V <sub>DD</sub>
模拟输出比例误差		4.75V ≤ V <sub>DD</sub> ≤ 5.5V LT4V ≤ V <sub>DD</sub> ≤ MT7V	-0.05 -0.1		+0.05 +0.1	%V <sub>DD</sub>
磁场强度	B <sub>z</sub>		-150		150	mT
偏移及偏移温漂						
偏移温漂	Δ <sup>T</sup> V <sub>OQ</sub>	不做系统补偿情况下	-0.45		0.45	%Span
灵敏度及灵敏度温漂						
灵敏度温漂	Δ <sup>T</sup> S	IC 本征灵敏度温漂	-150		150	ppm/°C
		温度偏差(器件之间)	-5		-5	°C
磁温度系数	TC <sub>m</sub>		-4000		0	ppm/°C

(1) 噪声峰峰值为 3σ 噪声。应用电路图为推荐的连线, 详细信息, 可参考 4 节的应用模式。这个规格参数是在 Hard Filter & IIR filter k=4、且响应时间小于 1ms 的情况下测得。

## 5.6. CPU、内存规格

DSP 是基于 16 位 RISC 的微处理器。CPU 工作频率为 13.3MHz，指令处理速度为 3.3Mips。

表格 5-11 CPU、内存规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
ROM				10		KB
RAM				448		Byte
EEPROM				256		Byte

## 6. FI6700 传感器芯片的编程

### 6.1. 编程器的连接

FI6700 编程时不需要任何专用的引脚，只需使用芯片的供电和输出引脚即可。FI6700 可以在工程实验室或者是产品线上，通过 FFI 编程工具 FPI 以及专门的 FI6700 子板、对应的软件工具（FPK 用户界面）来实现编程。

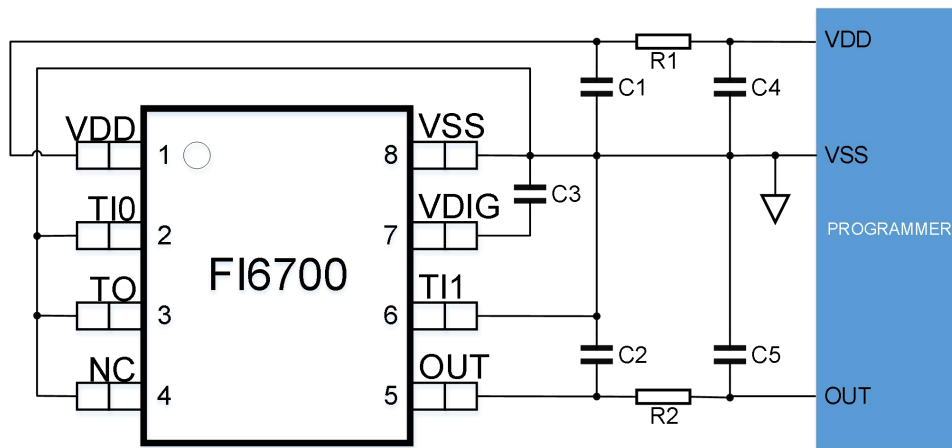


图 6-1 编程器的连接电路

### 6.2. 可编程参数信息

#### 6.2.1. 后端用户可编程参数

表格 6-1 后端用户可编程参数

参数	描述	比特	默认值	备注
EE_OUT_MODE	输出模式	3	1	
EE_DIAG_MODE	诊断模式	3	7	
EE_ADIAG_OUT_HI	模拟诊断报错的输出电平 (Lo/Hiz or Hiz/Hi)	1	0	
EE_VG	虚拟增益 VG(模拟增益 AnalogGain)	8	04h	默认值的模拟增益为 20 AnalogGain[VG] = 1.0755VG * AnalogGain[VG=0]
EE_PWM_TCYC	PWM 周期参数	16	FFI	
EE_DIG_OFS_IN	开启预缩放的数字偏移	8	E0h	有符号二进制补码
EE_DIG_GAIN_IN	开启预缩放的数字增益	8	10h	无符号

参数	描述	比特	默认值	备注
EE_DIG_OFS_OUT	开启后缩放的数字偏移	8	00h	有符号二进制补码
EE_DIG_GAIN_OUT	开启后缩放的数字增益	8	04h	无符号 除非是 maxField/minField < 2 的单极应用, 否则 不建议修改 DIGGAINOUT & DIGOFFSETOUT
EE_BPivot	用户温度补偿中心点	8	80h	输出范围的 50%
EE_LNR_Y0	17 点 LNR-第 0 点 Y 坐标	16	0000h	输出范围的 0%或 -50%
EE_LNR_Y1	17 点 LNR-第 1 点 Y 坐标	16	1000h	
EE_LNR_Y2	17 点 LNR-第 2 点 Y 坐标	16	2000h	
EE_LNR_Y3	17 点 LNR-第 3 点 Y 坐标	16	3000h	
EE_LNR_Y4	17 点 LNR-第 4 点 Y 坐标	16	4000h	
EE_LNR_Y5	17 点 LNR-第 5 点 Y 坐标	16	5000h	
EE_LNR_Y6	17 点 LNR-第 6 点 Y 坐标	16	6000h	
EE_LNR_Y7	17 点 LNR-第 7 点 Y 坐标	16	7000h	
EE_LNR_Y8	17 点 LNR-第 8 点 Y 坐标	16	8000h	
EE_LNR_Y9	17 点 LNR-第 9 点 Y 坐标	16	9000h	
EE_LNR_Y10	17 点 LNR-第 10 点 Y 坐标	16	A000h	
EE_LNR_Y11	17 点 LNR-第 11 点 Y 坐标	16	B000h	
EE_LNR_Y12	17 点 LNR-第 12 点 Y 坐标	16	C000h	
EE_LNR_Y13	17 点 LNR-第 13 点 Y 坐标	16	D000h	
EE_LNR_Y14	17 点 LNR-第 14 点 Y 坐标	16	E000h	
EE_LNR_Y15	17 点 LNR-第 15 点 Y 坐标	16	F000h	
EE_LNR_Y16	17 点 LNR-第 16 点 Y 坐标	16	FFFFh	输出范围的 100%或 150%
EE_CLAMP_LO	输出钳位低电平	16	0000h = 0%	
EE_CLAMP_HI	输出钳位高电平	16	FFFFh = 100%	
EE_SENT_EN	SENT 输出使能	1	0	
EE_PWM_EN	PWM 输出使能	1	0	
EE_PWM_POL	PWM 输出极性调整	1	0	
EE_PWM_SR	PWM 输出变化速率选择	1	0	
EE_DSP_SEQ	DSP 处理顺序选择	2	0	
EE_HALL_POL	霍尔板极性的调整	1	0	
EE_FIELD_XYZ_SEL	输入的磁场分量选择	2	0	
EE_FILTER	滤波模式选择	2	1	
EE_SENT_OSYS_SEL	SENT 串行信息数据与系统漂移温漂系数选择信号。 0 - 选择系统漂移温漂系数	1	0	

参数	描述	比特	默认值	备注
	1 - 选择 SENT 串行信息数据			
EE_DAC_OUT_SIGN	DAC 输出符号取反	1	0	
EE_HARD_THRES_EN	Hard threshold 使能	1	0	
EE_OUT_SCALE_EN	输出范围倍增使能 0 - 输出范围保持为 0%到 100%的范围; 1 - 将输出范围放大到-50%到 150% 的范围	1	0	
EE_SSYS_2XSPAN	系统温度补偿系数倍增使能: 0 - 磁温度补偿系数 Ssys 的修正范围为[0.75, 1.248]; 1 - 磁温度补偿系数 Ssys 的修正范围为[0.5, 1.496]	1	0	
EE_MEM_LOCK	EEPROM 锁定	1	0	
EE_ROM_CS/ EE_HARD_THRES	这个参数仅可用作下面两个功能之一: 1. 当开启补丁时, 被用作 ROM checksum (EE_ROM_CS) 2. 或当 hard threshold 被开启时, 用作 hard threshold 值。	8	20h	Checksum 可以通过 EE_CRC_DISABLE 来关闭
EE_SSYS12	{EE_SSYS2, EE_SSYS1}	8	00h	有符号二进制补码
EE_SSYS35	{EE_SSYS5, EE_SSYS3}	8	00h	
EE_SSYS67	{EE_SSYS7, EE_SSYS6}	8	00h	
EE_SMSG_ID_1 / EE_PWMTL	可用作: 1. 用户串行信息 1 的 ID 2. 或 PWM 周期参数的 lsb	8	D0h	
EE_SMSG_ID_2 / EE_PWMTH	可用作: 1. 用户串行信息 2 的 ID 2. 或 PWM 周期参数的 msb	8	07h	
EE_SMSG_ID_3 / EE_PWMDC	可用作: 1. 用户串行信息 3 的 ID 2. 或进入错误报告时的 PWM 占空比	8	00h	
EE_SMSG_ID_4	用户串行信息 4 的 ID	8	00h	
EE_SMSG_DATA_1 / EE_OSYS_12	可用作: 1. 用户串行信息 1 的数据 2. 或 {EE_OSYS2, EE_OSYS1}	16	0000h	如果被用做 SENT 串行信息, 则不能用作线性补偿的系统偏移温漂, 反之亦然。系统灵敏度温漂是一直可用的。
EE_SMSG_DATA_2 / EE_OSYS_35	可用作: 1. 用户串行信息 2 的数据 2. 或 {EE_OSYS5, EE_OSYS3}	16	0000h	
EE_SMSG_DATA_3 / EE_OSYS_67	可用作: 1. 用户串行信息 3 的数据 2. 或 {EE_OSYS7, EE_OSYS6}	16	0000h	

参数	描述	比特	默认值	备注
				漂。
EE_SMSG_DATA_4	用户串行信息 4 的数据	16	0000h	
EE_SENT_CH1_CODE_ERR	通过通道 1 报告诊断错误的错误码	3	0	
EE_SENT_ROLL_CNT_ZERO	关闭通道 2 循环计数码的使能	1	0	
EE_SMSG_SEQEXT	扩展串行信息序列的使能	1	0	
EE_SENT_CFG	{EE_PRESCALER_N[3:0], EE_PRESCALER_M[3:0]}	8	2Ah	
EE_SENT_PAUSE_EN	SENT pause pulse 使能	1	1	
EE_SENT_FRAME_PERIOD	SENT 帧周期	12	126h	
EE_SMSG_RAM_PROBE_EN	串行信息输出用户定义 RAM 信息的使能	1	0	
EE_SMSG_RAM_PROBE_MSB	串行信息输出用户定义 RAM 信息时选择高 12bit	1	0	
EE_SMSG_RAM_PROBE_ADDR	串行信息输出用户定义 RAM 信息地址	1	0042h	
EE_USR_ID1	用户 ID1	16	0000h	
EE_USR_ID2	用户 ID2	16	0000h	
EE_USR_ID3	用户 ID3	16	0000h	

FFI 强烈建议在 EOL 阶段检查使用用户标识数据 (USR\_ID 参数)。

## 6.2.2. 后端用户可编程参数描述

### 6.2.2.1. 输出模式

#### 6.2.2.1.1. 输出模式参数

通过设定输出模式参数 EE\_OS\_MODE (高阻、模拟、数字、或 SENT)，可以设置在正常工作、启动阶段、报错时的输出模式。

表格 6-2 EE\_OS\_MODE 描述

参数	比特	默认值	描述
EE_OUT_MODE	[2:0]	1	正常工作下的输出模式,即除了启动阶段或报错时的输出模式
Not used	[3]	0	保留
EE_DIAG_MODE	[6:4]	7	启动阶段或报错时的输出模式
EE_ADIAG_OUT_HI	[7]	0	模拟模式诊断错误时输出为高/低电平

EE\_OUT\_MODE 定义了 FI6700 在应用中的输出模式 (高阻、模拟、数字 PWM、数字 SENT 协议)。

表格 6-3 输出模式的定义

EE_OUT_MODE[2:0]	类型	描述	备注
------------------	----	----	----

EE_OUT_MODE[2:0]	类型	描述	备注
0	Not used		
1	模拟	模拟轨到轨, coutmin=47nF	模拟输出 (默认)
2	模拟	模拟轨到轨, coutmax=10nF	模拟输出
3	模拟	模拟轨到轨, coutmax=68nF	模拟输出
4	模拟	模拟轨到轨, coutmax=330nF	模拟输出
5	数字	开漏(NMOS)	PWM/SENT
6	数字	开漏(PMOS)	PWM
7	数字	推挽式	PWM/SENT

使用 PWM 或 SENT 输出模式时, 需要选择适当的输出模式配置, 以及对 EE\_SENT\_EN, EE\_PWL\_EN, EE\_PWL\_POL 等信号及相关参数做适当的配置。

### 6.2.2.1.2. PWM 输出模式

如果选择了 PWM 输出模式, 输出信号是一个经过脉宽调制 (Pulse Width Modulation, 即 PWM) 的数字信号。

PWM 的极性可以通过 EE\_PWM\_POL 参数来选择:

- EE\_PWM\_POL = 0, 100%输出全为低电平
- EE\_PWM\_POL = 1, 100%输出全为高电平

PWM 频率可以通过 EE\_PWM\_TCYC 来进行配置, 下表提供了不同目标 PWM 频率值所对应的 EE\_PWM\_TCYC 典型配置。

表格 6-4 不同 PWM 频率的 EE\_PWM\_TCYC 配置

PWM 频率 (Hz)	EE_PWM_TCYC(LSB) @13.3MHz	PWM 精度 (μs)	PWM 精度 (%)	PWM 精度 (bit)
100	44333	0.240	0.0024	15
250	17733	0.240	0.006	14
500	8866	0.240	0.012	13
1000	4433	0.240	0.024	12

注:

- 考虑到主时钟的初始容差, 需要进行更精确的微调。
- PWM 频率与主时钟的公差一致 (见 $\Delta^T Ck$ )。

### 6.2.2.2. 输出传递特性

#### 6.2.2.2.1. 简介

这部分内容主要是介绍对位置信息的修正。

在 FI6700 中, 用户可以通过以下三个方面的补偿来优化从磁场强度到输出的传递特性:

- 灵敏度温漂的分段线性补偿。灵敏度漂移修正系数定义了从-50°C 到 160°C 之间的 7 个等距温度点的值，其他温度点的值可以通过它们线性插值得到。这些参数为：EE\_SSYS1 ~ EE\_SSYS7。
- 偏移温漂的分段线性补偿。偏移温漂修正系数定义了从-50°C 到 160°C 之间的 7 个等距温度点的值，其他温度点的值可以通过它们线性插值得到。这些参数为：EE\_OSYS1 ~ EE\_OSYS7。
- 位置信息的分段线性补偿（LNR）：为 17 个等距的磁场强度点定义一个期望输出值。具体实现有以下两个步骤：
  - 首先，根据参数 EE\_DIG\_OFS\_IN 和 EE\_DIG\_GAIN\_IN 参数对 LNR 的输入信号进行“缩放”处理。
  - 然后，通过 17 个 LNR 参数 EE\_LNR\_Y0 ~ EE\_LNR\_Y16 进行线性补偿。

本章的后面章节假设了读者已经了解以下三个概念：

- 有符号参数是二进制补码格式的。
- DSP 处理链通常以 16 位数字进行计算。例如，最后补偿的数字信号值范围在 0 到 65535 之间。任何与此规则不一致的地方都将特别说明。
- 本章将使用一下参数命名。计算的每个输出都是下一步的输入，参见下一节 6.2.2.2.2。
  - B1: 输入磁场（来自 ADC 转换后的输出）。（用户不可调整）
  - B2: 霍尔元件偏移补偿后的信号。（用户不可调整）
  - B3: 霍尔元件灵敏度补偿后的信号。（用户不可调整）
  - B4: 经过极性和滤波处理后的信号。（用户不可调整） (=B\_IC\_TC)
  - B5a: 经过数字偏移和增益处理后的信号。（用户可编程）
  - B7: 经过系统灵敏度补偿后的信号（用户可编程）
  - B6: 经过系统偏移补偿后的信号（用户可编程）
  - B5b: 经过位置信息分段线性补偿后的信号（用户可编程）
  - B8: 经过缩放后的信号（用户不可调整）
  - B9: 经过输出钳位后的信号（用户可编程）
  - B10: DAC、PWM 或 SENT 输出的信号（协议是用户可编程的）

### 6.2.2.2.2. 计算顺序的选择

用户可通过参数 EE\_DSP\_SEQ 对计算顺序进行选择，用户可选的计算顺序在下表中定义。

表格 6-5 用户可选计算顺序

EE_DSP_SEQ[1:0]=0	EE_DSP_SEQ[1:0]=1	EE_DSP_SEQ[1:0]=2	EE_DSP_SEQ[1:0]=3
1. Hall Offset(T)	1. Hall Offset(T)	1. Hall Offset(T)	1. Hall Offset(T)
2. Hall Sens(T)	2. Hall Sens(T)	2. Hall Sens(T)	2. Hall Sens(T)
3. Polarity	3. Polarity	3. Polarity	3. Polarity
4. Filter	4. Filter	4. Filter	4. Filter
5a. Apply Pre-scaling	5a. Apply Pre-scaling	5a. Apply Pre-scaling	5a. Apply Pre-scaling
5b. LNR	6. System Offset(T)	5b. LNR	7. System Sens(T)
6. System Offset(T)	7. System Sens(T)	7. System Sens(T)	6. System Offset(T)
7. System Sens(T)	8a. Post Scaling	6. System Offset(T)	8a. Post Scaling
8a. Post Scaling	5b. LNR	8a. Post Scaling	5b. LNR
8b. 2x Scaling	8b. 2x Scaling	8b. 2x Scaling	8b. 2x Scaling
9. Clamping	9. Clamping	9. Clamping	9. Clamping

EE_DSP_SEQ[1:0]=0	EE_DSP_SEQ[1:0]=1	EE_DSP_SEQ[1:0]=2	EE_DSP_SEQ[1:0]=3
10. DAC Map	10. DAC Map	10. DAC Map	10. DAC Map

**重要信息：** Pre-scaling 需要使用数字增益和偏移参数 EE\_DIG\_GAIN\_IN、EE\_DIG\_OFS\_IN，而 Post Scaling 需要使用 EE\_DIG\_GAIN\_OUT、EE\_DIG\_OFS\_OUT。用户也可以通过 EE\_OUT\_SCALE\_EN 开启或关闭 8b. 2x Scaling 的功能。

### 6.2.2.2.3. 位置信息的分段线性补偿 (LNR)

完整的数字信号与输出信号关系(转换函数),由 LNR 参数(EE\_LNR\_Y0,EE\_LNR\_Y1 ... EE\_LNR\_Y16), 输入范围缩放系数, 输出范围缩放系数, 以及钳位参数来决定。

从数字信号值到输出电平的转换函数关系由下面图 6-2、图 6-3、图 6-4 给出。它们给出了用户可以编程配置的上述参数。

输入范围预缩放处理是为了把从模拟端过来的信号调整缩放到一个较好的范围,作为分段线性补偿(LNR)的输入。

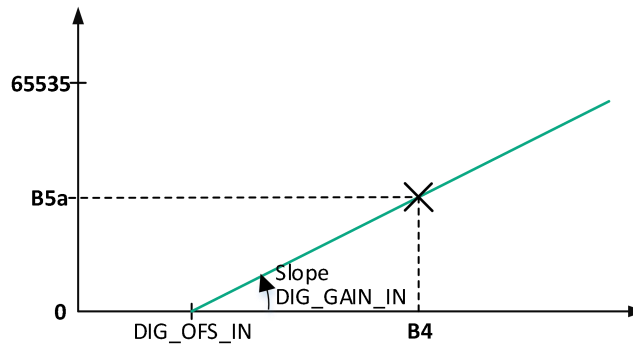


图 6-2 分段线性补偿的输入范围预缩放处理

在 17 点 LNR 模式中, 输出转换特性是分段线性的 (Piece-Wise-Linear, PWL)。LNR 输入的范围是[0, 65535], 在此范围内, 17 个点(16 段)是平均分布的。可编程的所有 Y 坐标值(EE\_LNR\_Yn)在[0, 65535]之间, 这样钳位电平在其中一段的中间(如下图所示), 但是输出值依然是在 EE\_CLAMP\_LO 和 EE\_CLAMP\_HI 之间。

处于连续两个点之间的输出特性是通过内插值得到的。

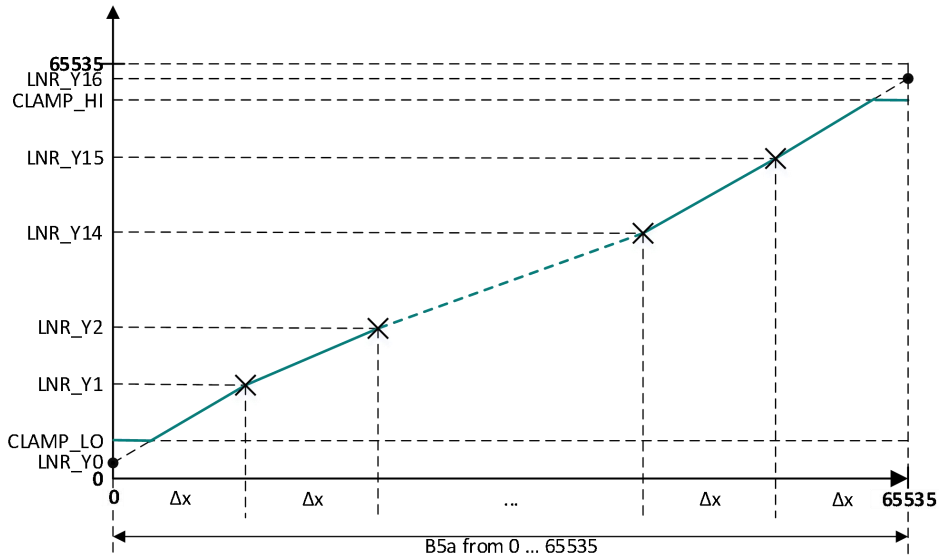


图 6-3 分段线性 (PWL) 补偿

理想情况下，假设 DAC 是线性的，那么 0LSB 对应输出  $0\%V_{DD}$ ，65535 对应  $100\%V_{DD}$ 。但通常情况下，会考虑在 EE\_LNR\_Y0 到 EE\_LNR\_Y16 的范围上通过一个较小的 offset 和 slope 做一个缩放。

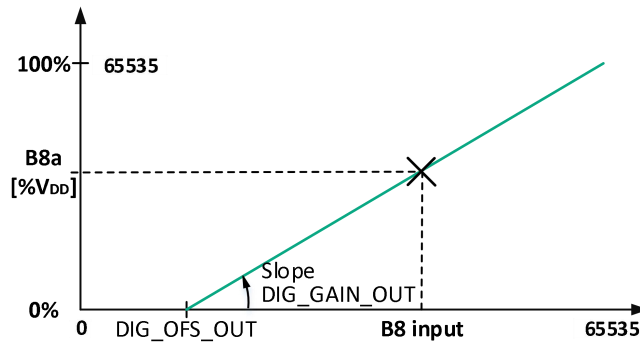


图 6-4 输出范围缩放处理

**重要信息：** 如果用户只需要调整磁场强度与输出之间的转换关系，则只需要使用 DIG\_GAIN 和 DIG\_OFS。

用户只需要对位置信息进行分段线性补偿时，流程可以裁剪为：

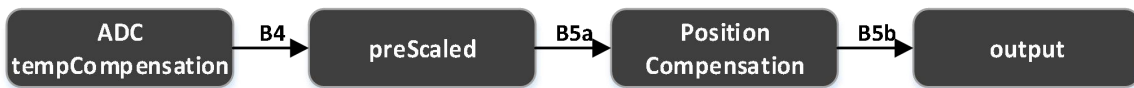


图 6-5 只需分段线性补偿的流程

对于裁剪部分，下面步骤和等式必须遵守：

➡ **第一步，选择模拟增益代码 VG**

为减小 AD 转换中的量化误差，应该选择尽可能高的模拟增益，使用数字增益以微调的方式减小电路灵敏度。

## 调整预缩放因子 EE\_DIG\_GAIN\_IN 和 EE\_DIG\_OFS\_IN

$$B5a = (B4 - DIG\_OFS\_IN * 2^8) * DIG\_GAIN\_IN * 2^8 / 2^{10}$$

用户需要使用上式确保 B5a 的范围在 0 到 65535 之间。

## 调整分段线性系数 EE\_LNR\_Y0 ... EE\_LNR\_Y16

这些系数定义了 17 个等距输入点的期望输出值，用户可以编程这 17 个点的期望输出值，其他中间点的值由线性插值得到。

表格 6-6 EE\_LNR\_Yn 值与输出之间的关系

EE_LNR_Yn	输出	
	EE_OUT_SCALE_EN = 0	EE_OUT_SCALE_EN = 1
0	0%Vdd	-50%Vdd
65535	100%Vdd	150%Vdd

### 6.2.2.2.4. 偏移的温漂分段线性补偿

用户可以对系统偏移的温漂进行修正。出厂时，FFI 已经把芯片的本征偏移温漂调整到最小，如果需要对系统偏移（非芯片偏移）的温漂做调整，请联系 FFI。

这个功能只在用户参数 EE\_SENT\_OSYS\_SEL 为 0 时才可用，这时，与 SENT 通讯复用的三个 EEPROM 字才会被用作系统偏移补偿，否则，EE\_OSYS1 到 EE\_OSYS7 的 EEPROM 内容将被用作 SENT 通讯。

转换公式也依赖 6.2.2.2.2 节定义的计算顺序。

$$O_{sys}(T_{lin}) = PWL_7(T_{lin}) / 8$$

其中，PWL<sub>7</sub> 表示分段线性补偿，

其输出 O<sub>sys</sub>(T<sub>lin</sub>) 会被加到输入值去。

T<sub>lin</sub> 为 IC 测量到的温度，其范围为 -50°C 到 160°C。

EEPROM 的值由下表定义给出。

表格 6-7 EE\_OSYS1~EE\_OSYS7 的定义

PWL <sub>7</sub> 分段线性补偿值	EEPROM 参数
PWL <sub>7</sub> (T <sub>lin</sub> =-50degC)	EE_OSYS1 * 256
PWL <sub>7</sub> (T <sub>lin</sub> =-15degC)	EE_OSYS2 * 256
...	...
PWL <sub>7</sub> (T <sub>lin</sub> =125degC)	EE_OSYS6 * 256
PWL <sub>7</sub> (T <sub>lin</sub> =160degC)	EE_OSYS7 * 256

### 6.2.2.2.5. 灵敏度的温漂分段线性补偿

用户可以对系统灵敏度的温漂进行修正。出厂时，FFI 已经把芯片的本征灵敏度温漂调整到最小。通过 FFI 的工具，可以减小例如磁体温漂导致的系统灵敏度温漂。

转换公式也依赖 6.2.2.2.2 节定义的计算顺序。

$$S_{sys}(T_{lin}) = (2^{15} + PWL_7(T_{lin}) / 2), \quad \text{if } EE\_SSYS\_2XSPAN=1,$$

$$S_{sys}(T_{lin}) = (2^{15} + PWL_7(T_{lin}) / 4), \quad \text{Otherwise.}$$

其中， $PWL_7$  表示分段线性补偿。前者的修正范围为[0.5, 1.496]，后者为[0.75, 1.248]。

输出  $S_{sys}(T_{lin}) / 2^{15}$  是芯片温度导致的灵敏度变化。

$T_{lin}$  为 IC 测量到的温度，其范围为 -50°C 到 160°C。EEPROM 的值由下表定义给出。

表格 6-8  $EE\_SSYS1 \sim EE\_SSYS7$  的定义

PWL <sub>7</sub> 分段线性补偿值	EEPROM 参数
PWL <sub>7</sub> (T <sub>lin</sub> =-50degC)	EE_SSYS1 * 256
PWL <sub>7</sub> (T <sub>lin</sub> =-15degC)	EE_SSYS2 * 256
...	...
PWL <sub>7</sub> (T <sub>lin</sub> =125degC)	EE_SSYS6 * 256
PWL <sub>7</sub> (T <sub>lin</sub> =160degC)	EE_SSYS7 * 256

### 6.2.2.2.6. 钳位参数

钳位电平参数是两个独立的值，用来限制输出电平的范围。EE\_CLAMP\_LO 参数设置了输出电平的最小值，EE\_CLAMP\_HI 参数设置了输出电平的最大值。两个参数都是 16 比特的分辨率。在模拟输出模式下，由于 12 位 DAC 的限制，分辨率被限制在 0.024%VDD；在 PWM 输出模式下，分辨率可以达到 0.024%DC。

### 6.2.2.3. SENT 输出协议

#### 6.2.2.3.1. 概述

FI6700 提供的数字 SENT 输出协议符合标准 J2716 Revised JAN2010 定义的“A.3 Single Secure Sensors”子集。

注：用户只能选择偏移温漂（0 高斯点）的分段线性补偿或者 SENT 串行信息中的一个。

#### 6.2.2.3.2. Single Secure 的快速通道

FI6700 会根据 Single Secure 格式来发送 SENT 帧，其格式会在这节进行描述。

#### SENT 帧内容

FI6700 的 SENT 帧包含 6 个数据 nibble，格式由下表给出：

表格 6-9 SENT 帧内容格式

SENT 帧								
Status[0:3]	D1-MSN	D1-MidN	D1-LSN	D2-MSN	D2-MidN	D2-LSN	CRC	可选 Pause

其中，相应的帧内容由下表定义：

表格 6-10 SENT 帧内容描述

SENT 帧内容	描述
Status[0]	通道 1 的标记 (“1”: 错误; “0”: 其他情况)
Status[1]	0
Status[2]	增强的串行信息 (见 6.2.2.3.3 节)
Status[3]	增强的串行信息 (见 6.2.2.3.3 节)
D1	位置信息
D2-MSN	D2-MSN = Rolling Counter 的 MSN
D2-MidN	D2-MidN = Rolling Counter 的 LSN
D2-LSN	D2-LSN = D1 取反值的 MSN
CRC	增强型 CRC (不支持旧版本 CRC)
Pause Pulse	可选 Pause 脉冲

注: 为减小帧长度, 可以将 rolling counter 限制为 0 值。可以通过将 EE\_SENT\_ROLL\_CNT\_ZERO 参数置 1 来实现。

### 6.2.2.3.3. 快速通道的诊断信息报告

#### 诊断报告比特 Status[0]

当满足下面三个条件, 状态比特 Status[0]会置 1, 报告错误状态:

1. (模拟或环境) 诊断发现错误。-- 数字诊断错误会进入失效安全模式
2. 与错误对应的诊断错误报告使能 (EE\_DIAG\_EN) 是开启的。
3. 错误超过了防误动作时间。

#### 通道 1 的诊断报告

除了通过状态比特 Status[0]报告诊断信息, 也可以通过 12-bits 的通道 1 来报告。

EE\_SENT\_CH1\_CODE\_ERR[2:0]参数是 SENT 错误报告码, 它可以控制诊断信息通过通道 1 来报告:

如果 EE\_SENT\_CH1\_CODE\_ERR[2:0]=0, 通道 1 被用作发送位置信息, 不会发送诊断信息, 就跟没有诊断一样, 这种情况下, 诊断错误只能通过状态比特 Status[0]来报告。

如果 EE\_SENT\_CH1\_CODE\_ERR[2:0]>1, 当发生错误时, 通道 1 会被用来发送诊断报告值 (4088+EE\_SENT\_CH1\_CODE\_ERR[2:0])。

#### 诊断报告时间

诊断报告时间是可编程的 (可以设置为若干个诊断周期), 一个诊断周期是 20 次位置采样时间, 大致为 8.8ms。

#### 诊断防误动作

诊断报告是可以防误动作的, 防误动作处理参数是用户可编程的, 步进大致为 8.8ms。

#### 6.2.2.3.4. Pause 脉冲

标准里定义的 Pause 脉冲会出现在每一个帧的末尾，pause 脉冲模式可以通过 EE\_SENT\_PAUSE\_EN 来开关。请联系 FFI，以获取取消 pause 脉冲模式的完整程序。

Pause 脉冲的长度是可变的，它被用来实现帧周期为固定时间长度（EE\_SENT\_FRAME\_PER）。固定帧周期可以帮助实现磁场采样和帧同步脉冲之间的同步。

#### 6.2.2.3.5. 快速通道的 CRC

FI6700 提供的是 CRC 新的推荐实现（SENT 2010）。

#### 6.2.2.3.6. 串行信息通道（慢速通道）

##### 6.2.2.3.6.1. 增强型串行信息

FI6700 对慢速通道的编码符合 SENT 标准定义的增强型串行信息格式，除了以下约束：

配置比特不可选，只能为 0，即只支持包含 12-bits 数据和 8-bits 信息 ID 的数据格式。

##### 6.2.2.3.6.2. 串行信息序列

FI6700 实现了符合标准定义的压力传感器子集的串行信息序列（标准中没有定义角度传感器的串行信息格式），如下表：

表格 6-11 串行信息的数据序列

序号	8bit ID	数据项	12 bit Data	备注
1	29h	传感器 ID	可编程	EE_USR_ID1[11:0]
2	01h	诊断错误码	RAM	见后面描述...
3	2Ah	传感器 ID	可编程	{EE_USR_ID2[7:0], EE_USR_ID1[15:12]}
4	01h/80h	诊断错误码 / 用户定义的 RAM 信息	RAM	EE_SMSG_RAM_PROBE_ADDR 指 定 RAM 地址的数值，例如，温度， Gain, FieldStrength 等
5	2Bh	传感器 ID	可编程	{EE_USR_ID3[3:0], EE_USR_ID2[15:8]}
6	01h	诊断错误码	RAM	
7	2Ch	传感器 ID	可编程	EE_USR_UID3[15:4]
8	01h/80h	诊断错误码 / 用户定义的 RAM 信息	RAM	
扩展部分(EE_SMSG_SEQEXT = 1)				
9	06h	SENT 标准版本号	003	
10	01h	诊断错误码	RAM	
11	EE_SMSG_ID1	用户定义数据#1	EE_SMSG_DATA_1	例如，传感器类型，制造商代码等。

序号	8bit ID	数据项	12 bit Data	备注
12	01h/80h	诊断错误码 / 用户定义的 RAM 信息	RAM	EE_SMSG_RAM_PROBE_ADDR 指定 RAM 地址的数值，例如，温度，Gain，FieldStrength 等
13	EE_SMSG_ID2	用户定义数据#2	EE_SMSG_DATA_2	
14	01h	诊断错误码	RAM	
15	EE_SMSG_ID3	用户定义数据#3	EE_SMSG_DATA_3	
16	01h/80h	诊断错误码 / 用户定义的 RAM 信息	RAM	
17	EE_SMSG_ID4	用户定义数据#4	EE_SMSG_DATA_4	
18	01h	诊断错误码	RAM	

第一部分（序号 1 到 8）交替提供诊断错误码和传感器 ID。

第二部分（序号 9 到 19）是可选的，可以通过 EEPROM 参数 EE\_SMSG\_SEQEXT 来开启。这一部分包含有诊断错误码（出现 5 次），4 个用户定义信息（ID 和 DATA），以及 SENT 标准版本号。

#### 6.2.2.3.6.3. 串行信息序列周期

表格 6-12 串行信息序列周期

序列长度 (串行信息个数)	序列长度 (SENT 帧数)	序列周期 (ms, 典型值)
8	144	127
18	324	286

#### 6.2.2.3.6.4. 用户定义的 RAM 信息

序号为 4、8（如果开启扩展信息，则也包含 12、16）的串行信息是用户定义的，共有 3 中选择：

- 错误代码 （EE\_SMSG\_RAM\_PROBE\_EN = 0）
- 用户定义 RAM 信息的 12-LSB （EE\_SMSG\_RAM\_PROBE\_EN = 1, EE\_SMSG\_RAM\_PROBE\_MSB = 0）
- 用户定义 RAM 信息的 12-MSB （EE\_SMSG\_RAM\_PROBE\_EN = 1, EE\_SMSG\_RAM\_PROBE\_MSB = 1）

位置为 4、12、16、20 的串行信息都用同一个用户定义 RAM 地址 EE\_SMSG\_RAM\_PROBE\_ADDR。

表格 6-13 可选的用户定义 RAM 信息

变量名字	地址	描述
Tlin	004Eh	芯片温度传感器输出值

### 6.2.2.3.6.5. 错误代码发送频率

错误代码的目标发送频率是每隔三个串行信息发送一次，即每 72 个 SENT 帧发送一次。如果不开启用户定义 RAM 模式，发送速率将达到最大值，相当于每隔一个信息发送一次，即每 36 个 SENT 帧发送一次。

### 6.2.2.3.6.6. 串行信息中的错误码

串行信息中的错误码包含下面的信息：

表格 6-14 串行信息中错误码定义

比特位	诊断错误信息	备注
3	ADC 溢出	ADC 饱和溢出，下溢出或上溢出
4	ADC 自诊断出错	ADC 自诊断发现错误
5	模拟电压监测错误	内部模拟电压过低
6	VDD 电压监控错误	外部供电电压过低、过高
7	RoughOffset 溢出	霍尔器件的偏移饱和溢出，下溢出或上溢出
8	温度越界	温度超出范围，高温越界或低温越界

### 6.2.2.3.7. 启动阶段的传输

在芯片启动过程中，输出一直保持高电平，直到数字部分启动完成，将会发送 4 个初始帧（所有 6 个数据 nibble 都是 0 值）。第 5 帧开始发送有效帧，为测量的位置信息，参见时序规格。

### 6.2.2.3.8. 磁场采样（A2D 转换）与帧同步脉冲的同步

快速通道的数字输出结果为相邻两次结果的平均值。每次采样结果是由 4 次 ADC 转换值计算得到。

ADC 采样与 SENT 帧同步脉冲之间的时间差是固定的。因此磁场强度值与 SENT 同步脉冲之间的相位延迟是固定的，这使在 ECU 端做滤波处理成为可能。参见时序规格。

### 6.2.2.4. 用户标识

表格 6-15 EE\_USR\_IDx 定义

参数	值
EE_USR_ID1	0...65535
EE_USR_ID2	0...65535
EE_USR_ID3	0...65535

标识码：48 位（3 个字）可自由使用的参数，用户可用于芯片的追溯。

### 6.2.2.5. EEPROM 锁定

通过设置 EE\_MEM\_LOCK 参数，可以对 FFI 及用户配置的全部 EEPROM 参数进行写保护。一旦锁定功能被启用，EEPROM 的值将不再能被更改。

## 6.2.2.6. 数字滤波

### 6.2.2.6.1. 简介

FI6700 提供两种滤波：有限脉冲响应滤波器和无限脉冲响应滤波器。IIR 滤波器被认为对闭环系统是最好的，因为它具有较小的寄生相位延迟。为了能够尽可能减小噪声，用户可以在应用 IIR 滤波器时使用硬阈值。

### 6.2.2.6.2. 滤波规格与 EEPROM 配置

表格 6-16 给出了不同滤波在一个步进的响应时间。

表格 6-16 滤波描述

滤波类型	相对噪声减小因子	相位延迟 (#采样)	90%响应延迟 vs 无滤波 (#采样)
No filter	1	0	$\Delta = 0$
FIR(1,1)	1:0.707	0.5	$\Delta = 0$
FIR(1,1,1,1)	1:0.500	1.5	$\Delta = 3$
IIR k=2,	1:0.578	< 1	$\Delta = 3$
IIR k=2.66,	1:0.480	< 1.6	$\Delta = 4$
IIR k=4	1:0.379	< 3	$\Delta = 7$

表格 6-17 滤波器 EEPROM 配置

EEPROM 参数	描述	EEPROM 值	备注
FILTER (2b)	No filter	0	
	FIR(1,1)	1	
	FIR(1,1,1,1)	2	
	一阶 IIR	3	可以结合硬阈值使用。 重要信息：需同时设置 IIR_K
IIR_K (16b)	k=2	8000h	IIR 滤波，其中 k 用于转换函数： $y_n = y_{n-1} + (x_n - y_{n-1})/k$ filter = (1 << 16)
	k=2.66	603Eh	
	k=4	4000h	
	k=8	2000h	
	k=16	1000h	

### 6.2.2.6.3. 硬阈值

硬阈值允许在磁场快速变化时绕过 IIR 滤波，磁场变化由用户定义的阈值“硬阈值”给出。这种配置推荐用于需要强滤波带来收益而在磁场位置变化极大时需要立即响应。但是，这种行为是非线性的，在闭环反馈系统中使用时，建议进行严格仔细的测试。

使用这个功能时，需要开启 EE\_HARD\_THRES\_EN 以及配置参数 EE\_HARD\_THRES。定义这个参数，需要测量正常工作下固定位置的噪声 B\_IC\_TC，然后，这个信号变化的标准差的 6 倍将决定硬阈值。

## 6.2.2.7. 可编程诊断参数

### 6.2.2.7.1. 诊断输出模式 EE\_DIAG\_MODE

EE\_DIAG\_MODE 定义了诊断模式下输出级的模式

表格 6-18 诊断输出模式定义

EE_DIAG_MODE [2:0]	类型	描述	备注
0	Disable	输出高阻	不推荐
5	数字	开漏(NMOS)	PWM
6	数字	开漏(PMOS)	PWM
7	数字	推挽式	PWM

### 6.2.2.7.2. 诊断输出电平 EE\_ADIAQ\_OUT\_HI

在启动阶段（包括模拟输出模式和 PWM 输出模式），或者诊断错误报告时（仅模拟输出模式），EE\_ADIAQ\_OUT\_HI 参数定义了诊断的输出电平（输出诊断高或者诊断低）。

在 PWM 模式下，为了能正确检测到启动后的第一个 PWM 周期，当 PWM 周期的前沿为上升沿时，原则上应该将诊断的错误报告电平设为 0；相应地，当 PWM 周期的前沿为下降沿时，应该设为 1，FFI 建议设成 EE\_ADIAQ\_OUT\_HI = EE\_PWM\_POL。

#### 诊断功能

对于安全需求高的应用，建议开启诊断功能。参见 7.1 节。

## 6.2.2.8. EEPROM 耐用性

EEPROM 是用来存储校准数据的（与 OTPROM 类似），FI6700 的嵌入式 EEPROM 可以保证在 125°C 下至少写入 1000 次（仅限于工程或校正目的）。

## 6.3. 可追溯信息

出厂时，FFI 会在每个芯片 EEPROM 编程写入唯一的 ID 标识。FFI 强烈建议在 EOL 编程中存储此值，以确保最终产品的完全可追溯性。

这些 ID 标识在 EOL 编程中是不允许被修改的。

表格 6-19 可追溯信息 EE\_FFI\_IDx 定义

参数	描述	默认值	备注
EE_FFI_ID1	FFI 标识 1	FFI	16-bits
EE_FFI_ID2	FFI 标识 2	FFI	16-bits
EE_FFI_ID3	FFI 标识 3	FFI	16-bits

## 7. 功能描述

### 7.1. 自诊断

FI6700 提供大量自诊断功能。这些功能大大提高了芯片运行的鲁棒性，并防止芯片在发生内部或外部错误时输出错误的信号（失效安全）。

表格 7-1 自诊断

诊断项	处理措施	对输出的影响	类型	监控频率	报告频率
<b>启动阶段的诊断</b>					
RAM 测试	进入失效安全模式, 110ms 后 CPU 重启	诊断低/高报告 (可选)	数字硬件	n/a, 仅在启动阶段	n/a, 仅在启动阶段
看门狗 BIST	进入失效安全模式, 110ms 后 CPU 重启	诊断低/高报告 (可选)	数字硬件	n/a, 仅在启动阶段	n/a, 仅在启动阶段
低电压监测 SUPPLYMONI = (MT3VB) or (MT4VB)	停留在启动阶段, 110ms 后 CPU 重启	诊断低/高报告	环境&模拟	n/a, 仅在启动阶段	n/a, 仅在启动阶段
过电压监控 MT7V	进入 PGM 编程模式	输出高阻态	环境	n/a, 仅在启动阶段	n/a, 仅在启动阶段
温度监控 TEMPMONI	防误动作 (可编程)	诊断低/高报告	模拟	n/a, 仅在启动阶段	n/a, 仅在启动阶段
<b>后台循环诊断</b>					
ROM 16bit 校验和 (连续)	进入失效安全模式, 110ms 后 CPU 重启	诊断低/高报告 (可选)	数字硬件	82·DTI <sub>DIG</sub>	82·DTI <sub>DIG</sub>
EEPROM 8bit CRC 检查 (连续)	进入失效安全模式, 110ms 后 CPU 重启	诊断低/高报告 (可选)	数字硬件	11·DTI <sub>DIG</sub>	11·DTI <sub>DIG</sub>
看门狗 (连续)	CPU 重启	--	数字硬件	105ms	n/a
<b>DSP 循环诊断</b>					
ADC 溢出 ADCCLIP	防误动作 (可编程)	诊断低/高报告 (PWM/ANA 可选) SENT status bit0 = 1 (SENT 可选)	环境&模拟	5/DSP	DTI <sub>ANA</sub> × $\frac{\text{Diag\_Debounce\_Tresh}}{\text{Diag\_Debounce\_Stepup}}$
ADC 检测 (模数转换) ADCMONI	防误动作 (可编程)	诊断低/高报告 (PWM/ANA 可选) SENT status bit0 = 1	模拟硬件	1·DTI <sub>ANA</sub>	DTI <sub>ANA</sub> × $\frac{\text{Diag\_Debounce\_Tresh}}{\text{Diag\_Debounce\_Stepup}}$

诊断项	处理措施	对输出的影响	类型	监控频率	报告频率
		(SENT 可选)			
低电压监测 SUPPLYMONI = (MT3VB) or (MT4VB)	电源防误动作 (可 编程)	诊断低/高报告 (PWM/ANA 可选) SENT status bit0 = 1 (SENT 可选)	环境& 模拟	1·DTI <sub>ANA</sub>	DTI <sub>ANA</sub> × $\frac{\text{Diag\_Debounce\_Tresh}}{\text{Diag\_Debounce\_Stepup}}$
过电压监控 MT7V	PGM 防误动作后 进入 PGM 编程模 式	输出高阻	环境	1/DSP	1/20·DTI <sub>ANA</sub>
温度监控 TEMPMONI	防误动作 (可编 程)	诊断低/高报告 (PWM/ANA 可选) SENT status bit0 = 1 (SENT 可选)	模拟	1·DTI <sub>ANA</sub>	DTI <sub>ANA</sub> × $\frac{\text{Diag\_Debounce\_Tresh}}{\text{Diag\_Debounce\_Stepup}}$
<b>硬件诊断 (由专用数字逻辑进行连续的检查)</b>					
读写访问超出存储 器地址	进入失效安全模 式, 110ms 后 CPU 重启	诊断低/高	数字硬 件	n/a, 即时诊断	n/a, 即时诊断
对保护区进行写 访问 (IO 和 RAM 区域)	进入失效安全模 式, 110ms 后 CPU 重启	诊断低/高	数字硬 件	n/a, 即时诊断	n/a, 即时诊断
进入未授权模式	进入失效安全模 式, 110ms 后 CPU 重启	诊断低/高	数字硬 件	n/a, 即时诊断	n/a, 即时诊断
EEPROM 纠错码 (Hamming 纠错)	(透明的) 纠错	无影响	数字硬 件	n/a, 即时诊断	n/a, 即时诊断
<b>硬件诊断 (由专用模拟电路进行连续的检查)</b>					
V <sub>SS</sub> 断路	恢复后 CPU 重启	下拉负载 => 诊断高 上拉负载 => 诊断高	环境	n/a, 即时诊断	n/a, 即时诊断
V <sub>DD</sub> 断路	恢复后 CPU 重启	下拉负载 => 诊断低 上拉负载 => 诊断低	环境	n/a, 即时诊断	n/a, 即时诊断

表格 7-2 诊断频率参数

参数	最小	典型	最大	单位
DTI <sub>ANA</sub>	8.9	8.9	8.9	ms
DTI <sub>DIG</sub>	4	6	10 <sup>(1)</sup>	ms

 (1) DTI<sub>DIG</sub> (例如最差情况下为 10ms) 对应 20 个输出刷新时间 (例如 500μs)

## 8. 封装

### 8.1. SOIC-8 封装

#### 8.1.1. SOIC-8 封装示意图及标识

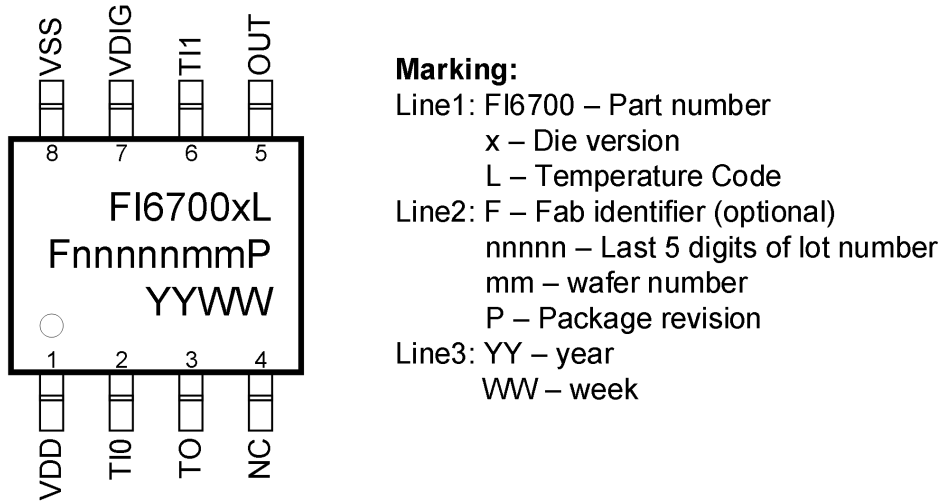


图 8-1 SOIC-8 封装示意图及标识

#### 8.1.2. SOIC-8 封装尺寸

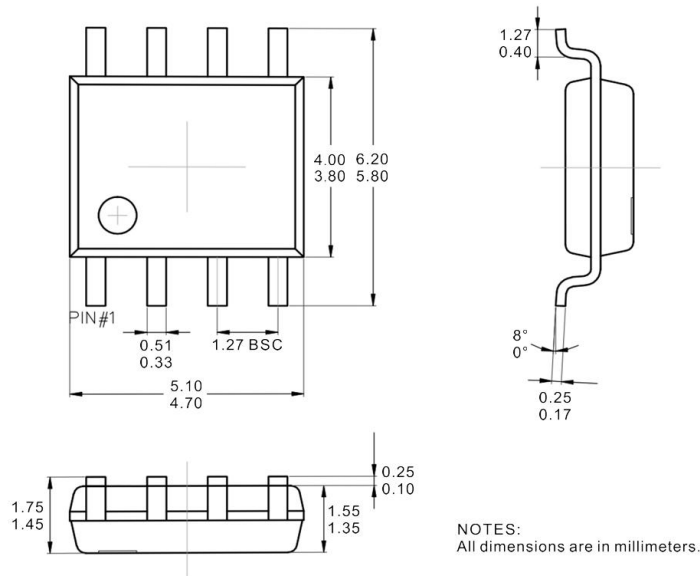


图 8-2 SOIC-8 封装尺寸

### 8.1.3. SOIC-8 封装磁场感应点位置

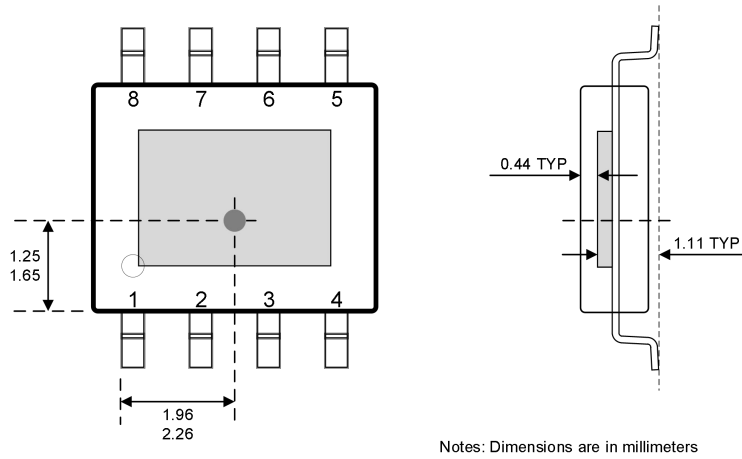
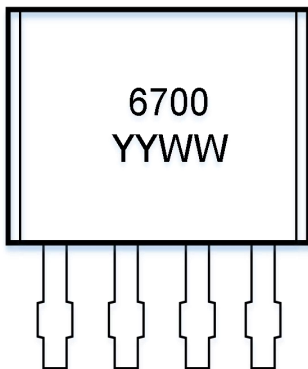


图 8-3 SOIC-8 封装的磁场感应点

## 8.2. To94 封装

### 8.2.1. TO94 封装示意图及标识



#### Marking:

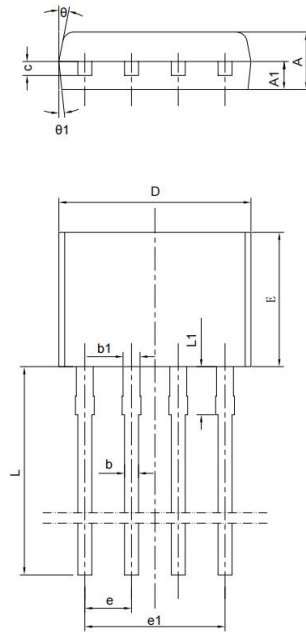
Line1: 6700 – Part Number FI6700

Line2: YY – Year (2 digits)

WW – Week (2 digits)

图 8-4 TO94 封装示意图及标识

### 8.2.2. TO94 封装尺寸



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.460	1.660	0.057	0.065
A1	0.660	0.860	0.026	0.034
b	0.350	0.560	0.014	0.022
b1	0.380	0.550	0.015	0.022
c	0.360	0.510	0.014	0.020
D	5.120	5.320	0.202	0.209
E	3.550	3.750	0.140	0.148
e	1.270 TYP		0.050 TYP	
e1	3.710	3.910	0.146	0.154
L	14.000	15.000	0.551	0.591
L1	1.010	1.610	0.040	0.063
θ	11° TYP		11° TYP	
θ1	6° TYP		6° TYP	

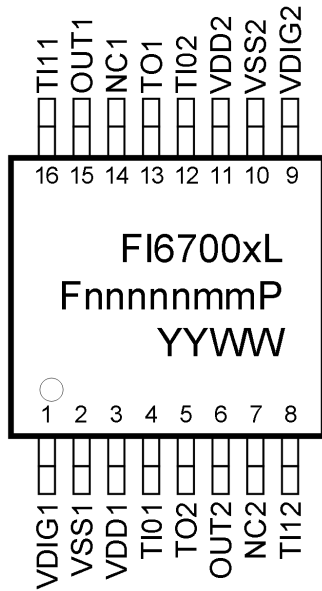
图 8-5 TO94 封装尺寸

### 8.2.3. TO94 封装磁场感应点位置

TBD

### 8.3. TSSOP-16 封装

#### 8.3.1. TSSOP-16 封装示意图及标识



#### Marking:

Line1: FI6700 – Part number

x – Die version

L – Temperature Code

Line2: F – Fab identifier (optional)

nnnnn – Last 5 digits of lot number

mm – wafer number

P – Package revision

Line3: YY – year

WW – week

图 8-6 TSSOP-16 封装示意图及标识

#### 8.3.2. TSSOP-16 封装尺寸

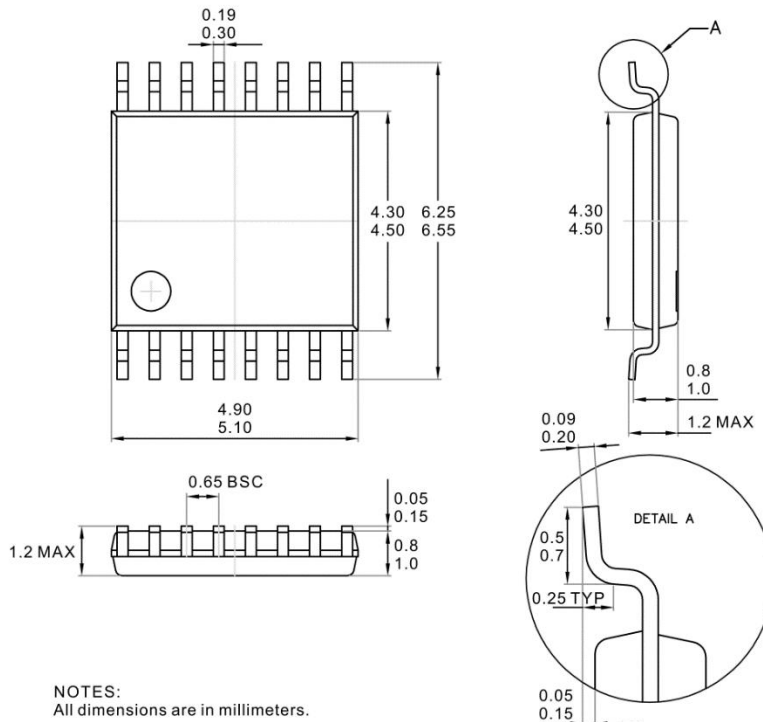


图 8-7 TSSOP-16 封装尺寸

### 8.3.3. TSSOP-16 封装磁场感应点位置

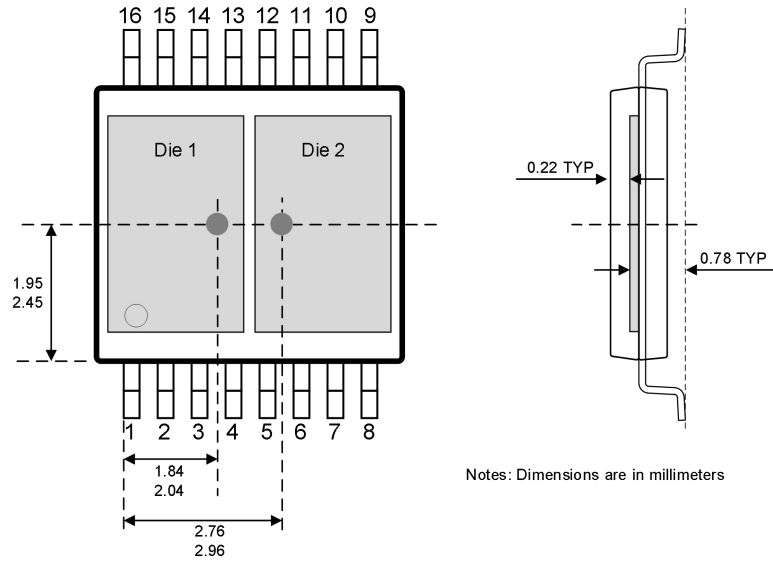


图 8-8 TSSOP-16 封装的磁场感应点

## 9. 订货信息

FI6700 可以订货的信息如下。最新的订货信息请联系供应商。

表格 9-1 FI6700 可订货信息

芯片代码	版本代码	温度代码	封装代码	电容封装代码	可选代码	包装代码	备注
FI6700	A	L	DI	N	000	RA	
FI6700	A	L	UE	N	000	BU	
FI6700	A	L	GQ	N	000	RA	

其中：

温度代码： L: -40°C to +150°C

K: -40°C to +125°C

E: -40°C to +85°C

封装代码： DI: SOIC-8

GQ: TSSOP-16

包装代码： RA: Reel 包装

BU: Bulk 包装

订货信息示例： FI6700ALDI-N-000-RA

## 10. ESD 预防

电子半导体产品对静电放电（ESD）很敏感。处理半导体产品时，都要遵守静电放电控制程序。一个好的 PCB 版图设计（电容接近引脚，低阻抗的接线版图）会帮助提高 ESD 鲁棒性。

## 修订记录

版本	日期	版本描述
V1.2	2024-01-15	更新 TO94 封装尺寸信息
V1.1	2022-09-26	更新丝印信息、SOIC8 封装尺寸信息
V1.0	2022-03-07	初始发布版本

**版权所有 © 深圳市飞仙智能科技有限公司 2024。保留一切权利。**

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

**重要通知 - 请仔细阅读**

深圳市飞仙智能科技有限公司（“飞仙智能”）保留随时对飞仙智能产品，文档和规格进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。因此，用户应在订货之前获取关于飞仙智能产品的最新信息，和飞仙智能核对信息的正确性是必要的。

除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。飞仙智能不对其使用承担任何责任，也不承担因其使用导致的任何对专利或第三方其它权利的侵犯的责任。

飞仙智能不对任何知识产权进行任何明示或默许的授权或许可。