

**飞仙智能**  
Flying Fairy Intelligent

# FI3710 感应式位置传感器芯片

Rev. 1.6

2025-05

## 目录

<b>0. 名词定义和缩略语说明</b> .....	<b>4</b>
<b>1. FI3710 简介</b> .....	<b>5</b>
1.1. 特性和优势 .....	5
1.2. 典型应用 .....	5
<b>2. 功能概述</b> .....	<b>6</b>
<b>3. 引脚定义和引脚说明</b> .....	<b>7</b>
3.1. SSOP20 封装引脚定义 .....	7
3.2. SSOP20 封装引脚说明 .....	7
3.3. TSSOP16 封装引脚定义 .....	8
3.4. TSSOP16 封装引脚说明 .....	9
<b>4. 应用参考设计</b> .....	<b>10</b>
4.1. SSOP20 封装的典型 PWM 输出应用 .....	10
4.2. SSOP20 封装的典型模拟输出应用 .....	11
4.3. SSOP20 封装的典型 SENT 输出应用 .....	12
4.4. TSSOP16 封装的典型应用 .....	13
<b>5. FI3710 传感器芯片的编程</b> .....	<b>14</b>
5.1. 编程器的连接 .....	14
5.2. 输出模式编程 .....	14
5.2.1. PWM 输出模式频率配置 .....	14
5.2.2. SENT 输出模式参数配置 .....	15
5.2.3. Analog 输出模式参数配置 .....	15
5.3. 非易失性存储编程锁定 .....	16
5.4. 可追溯信息 .....	16
<b>6. 技术规格</b> .....	<b>17</b>
6.1. 绝对最大额定值 .....	17
6.2. 一般性电气规格及性能规格 .....	17
6.3. 电源供电规格 .....	18
6.4. ANALOG 输出的时序规格 .....	18
6.5. PWM 输出的时序规格 .....	19
6.6. 线圈规格 .....	19
6.7. SENT 输出的时序规格 .....	20

6.7.1. SENT 概述 .....	20
6.7.2. SENT 协议传输时序信息定义 .....	20
6.7.3. EMC 增强的 SENT 时序信息 .....	21
6.8. EMC/ESD 规格 .....	23
6.9. 诊断 .....	23
<b>7. 封装 .....</b>	<b>24</b>
7.1. SSOP20 封装 .....	24
7.1.1. SSOP20 封装示意图及标识 .....	24
7.1.2. SSOP20 封装尺寸 .....	25
7.2. TSSOP16 封装 .....	26
7.2.1. TSSOP16 封装示意图及标识 .....	26
7.2.2. TSSOP16 封装尺寸 .....	26
<b>8. 订货信息 .....</b>	<b>28</b>

## 0. 名词定义和缩略语说明

ECU	电子控制单元
FS	Full Scale 全量程
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
Nibble	4-bit 数据, 或半字节数据
LSN	最低 Nibble
MidN	中间 Nibble
MSN	最高 Nibble
PCB	印刷电路板 Printed Circuit Board
PWM	脉宽调制
SENT	Single Edge Nibble Transmission, 单边沿 4-bit (半字节) 数字信号传输标准协议
NC	不连接
EEPROM	电可擦可编程只读存储器
FPI	飞仙编程器
FPK	飞仙编程软件包
FI/FFI	飞仙智能

## 1. FI3710 简介

FI3710 系列芯片用于汽车、工业、医疗以及定制场合中，检测绝对旋转角度，或线性运动的非接触式电涡流感应位置传感器芯片。

FI3710 芯片使用线圈中感应和涡流的物理原理来检测在一组线圈上方滑动或旋转的导电目标的位置，该线圈由一个激励线圈和几组接收线圈组成。芯片与外围元件以及激励线圈形成振荡信号，从而引起空间磁场的变化，通过一组或两组三个接收线圈感应空间磁场的变化，检测并输出导电滑块或旋转物体在接收线圈上滑动或旋转时的位置信号。

在一般应用中，激励线圈和接收线圈通过在 PCB 板上布线的方式实现。由于线圈组上方导电物体位置的变化，激励线圈会在接收线圈上方感应出次级电信号，再经过芯片的调制和信号处理获得一个表示导电物体位置的信号。

### 1.1. 特性和优势

- 基于电涡流感应原理的非接触式位置传感芯片
- 相比霍尔传感器，抗杂散磁场能力更强，可不需要额外的屏蔽措施
- 绝对旋转角度检测，相对旋转角度差检测以及线性位置检测
- 不需要磁体，应用成本更低
- 高分辨率，小角度同样适用
- 高精度，误差 $\leq 0.15\%$ \*量程（理想线圈）
- 内置有非易失性存储单元，支持客户 EOL 编程
- 上下限位或占空比可编程
- 输出模式可编程：Analog、PWM、SENT
- PWM 输出频率可编程：64Hz~4KHz
- 支持标准 SENT、倍速 SENT、EMC 增强 SENT，以及 EMC 增强倍速 SENT
- 转子偏移编程校正
- 气隙偏差，线圈不一致等非线性补偿
- 多种功能安全诊断
- 过压保护，以及反向供电保护
- 48-bit 客户 ID 编号（48-bit FFI\_ID 可实现可追溯性）
- 单芯片有 SSOP20(双通道)和 TSSOP16 封装：无铅且符合 RoHS 规范
- AEC-Q100 Grade0，工作环境温度从 $-40^{\circ}\text{C}$ 到 $150^{\circ}\text{C}$
- 满足 ISO 26262 SEooC ASIL B (FI3710DL/EL 版本)

### 1.2. 典型应用

- 旋转位置传感器（最高 $360^{\circ}$ ）：水阀、热管理、SAS 等传感器
- 小角度传感器或弧形运动传感器：油门踏板、变速箱挡位、车身高度、节气门等传感器
- 线性运动传感器：油门踏板、刹车踏板、液位、前后轮转向等传感器

## 2. 功能概述

FI3710 通过内部信号产生模块配合外围无源元件产生激励信号，外部移动块或旋转块的变化引起感应输入信号 INA0~INA2 及 INB0~INB2 的变化，再经过信号调制处理、滤波、自动增益调节等处理之后，送给 ADC 转成数字码，并经过数字处理，通过 Driver 驱动输出随移动块变化的信号。

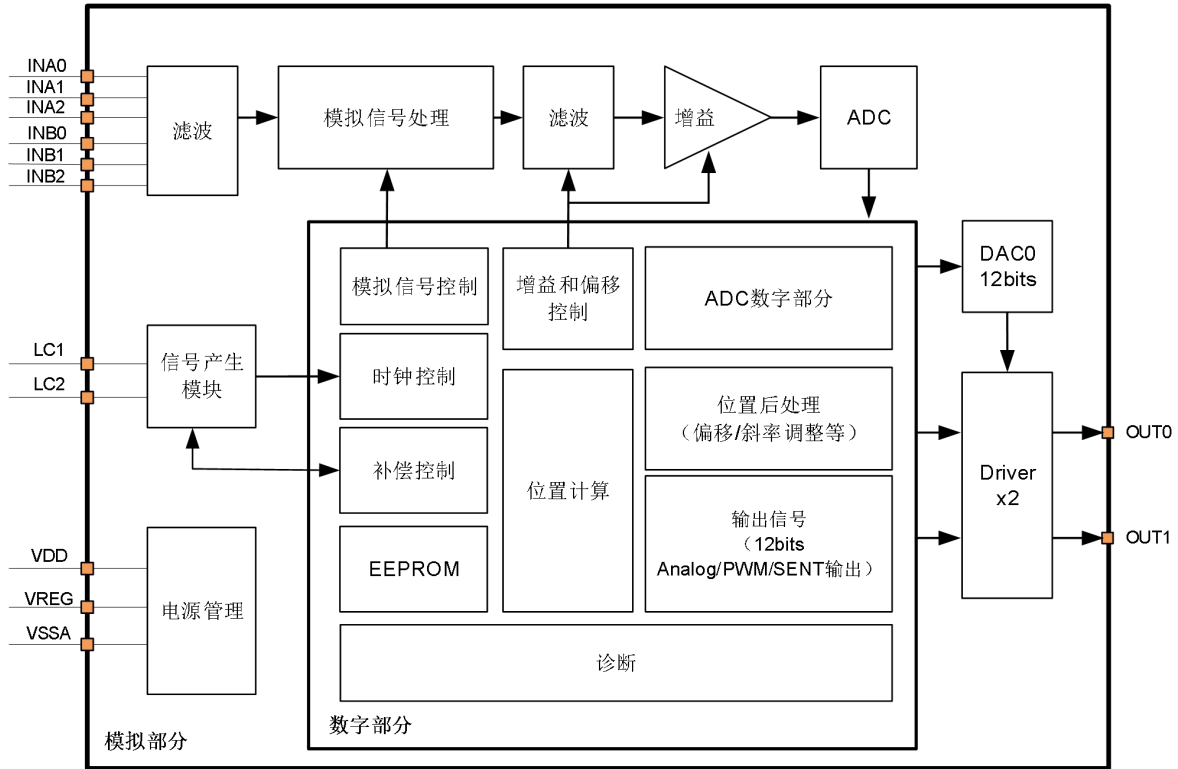


图 2-1 FI3710 芯片系统框图

FI3710 芯片可获取单个或两个通道信号并完成信号处理，并可对输出通道进行编程，实现 Analog/PWM/SENT 模式输出。

### 3. 引脚定义和引脚说明

#### 3.1. SSOP20 封装引脚定义

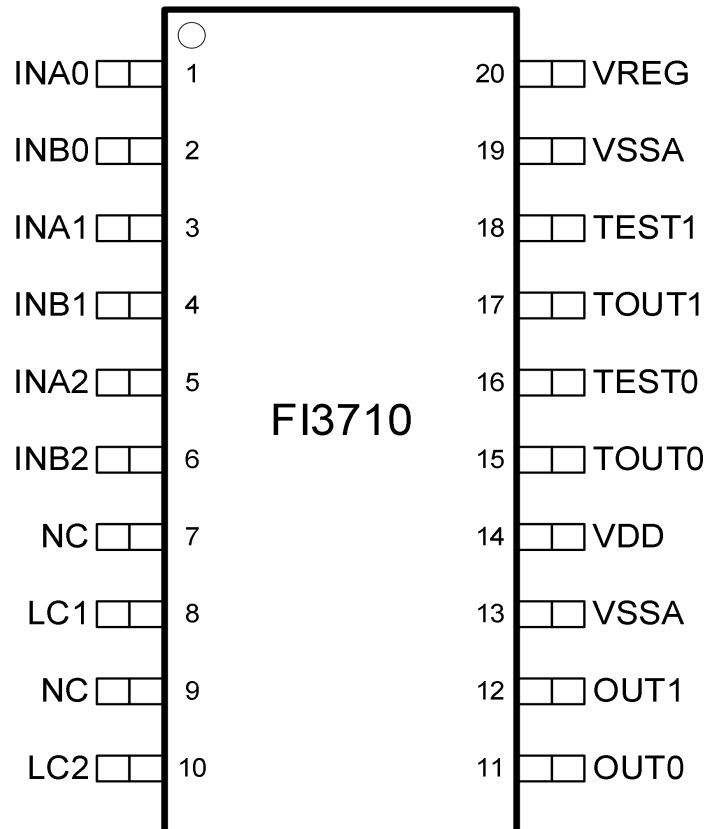


图 3-1 SSOP20 封装引脚示意图

#### 3.2. SSOP20 封装引脚说明

表格 3-1 SSOP20 封装引脚说明列表

序号	引脚名	类型	描述
1	INA0	Input	通道 A0 感应信号输入
2	INB0	Input	通道 B0 感应信号输入
3	INA1	Input	通道 A1 感应信号输入
4	INB1	Input	通道 B1 感应信号输入
5	INA2	Input	通道 A2 感应信号输入
6	INB2	Input	通道 B2 感应信号输入
7	NC	No Connect	悬空
8	LC1	Input/output	激励信号输入输出
9	NC	No Connect	悬空
10	LC2	Input/output	激励信号输入输出

序号	引脚名	类型	描述
11	OUT0	Input/output	Analog/PWM/SENT 输出，或用作编程通信用途
12	OUT1	Input/output	PWM 输出
13	VSSA	Ground	芯片地
14	VDD	Supply	芯片电源，并可用作编程通信用途
15	TOUT0	Input/output	测试输入/输出 0 脚，正常应用悬空或接地
16	TEST0	Input	测试输入 0 脚，正常应用悬空或接地
17	TOUT1	Input/output	测试输入/输出 1 脚，正常应用悬空或接地
18	TEST1	Input	测试输入 1 脚，正常应用悬空或接地
19	VSSA	Ground	芯片地
20	VREG	Output	内部模拟电源，外部连接电源缓冲电容器

### 3.3. TSSOP16 封装引脚定义

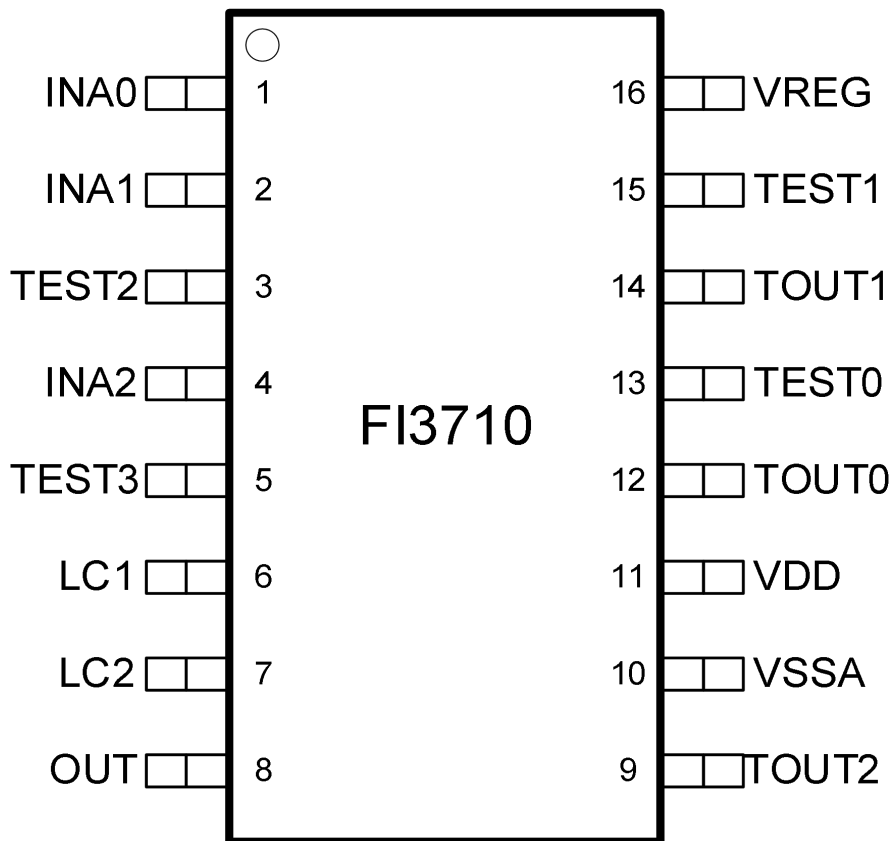


图 3-2 TSSOP16 封装引脚示意图

### 3.4. TSSOP16 封装引脚说明

表格 3-2 TSSOP16 封装引脚说明列表

序号	引脚名	类型	描述
1	INA0	Input	通道 A0 感应信号输入
2	INA1	Input	通道 A1 感应信号输入
3	TEST2	Input	测试输入 2 脚，正常应用悬空
4	INA2	Input	通道 A2 感应信号输入
5	TEST3	Input	测试输入 3 脚，正常应用悬空
6	LC1	Input/output	激励信号输入输出
7	LC2	Input/output	激励信号输入输出
8	OUT	Input/output	Analog/PWM/SENT 输出，或用作编程通信用途
9	TOUT2	Input/output	测试输入/输出 2 脚，正常应用悬空
10	VSSA	Ground	芯片地
11	VDD	Supply	芯片电源，并可用作编程通信用途
12	TOUT0	Input/output	测试输入/输出 0 脚，正常应用悬空或接地
13	TEST0	Input	测试输入 0 脚，正常应用悬空或接地
14	TOUT1	Input/output	测试输入/输出 1 脚，正常应用悬空或接地
15	TEST1	Input	测试输入 1 脚，正常应用悬空或接地
16	VREG	Output	内部模拟电源，外部连接电源缓冲电容器

## 4. 应用参考设计

### 4.1. SSOP20 封装的典型 PWM 输出应用

#### Sensor module

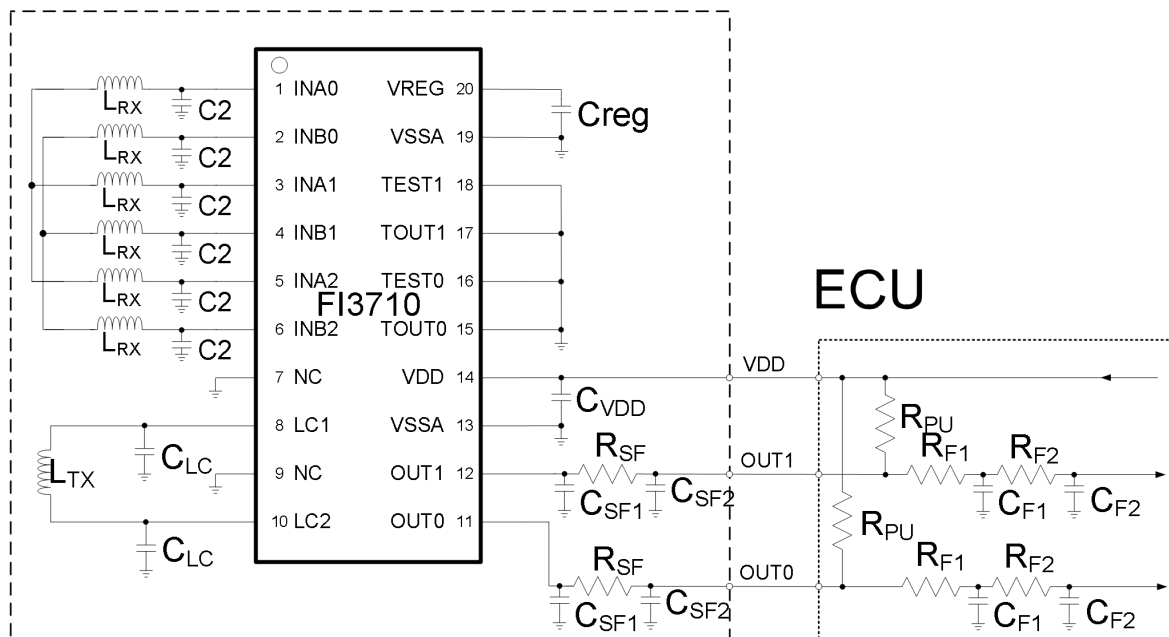


图 4-1 SSOP20 封装的典型 PWM 输出应用设计示意图

表格 4-1 SSOP20 封装的典型 PWM 输出应用的元器件列表

元器件	PWM 应用			单位	描述
	Min.	Typ.	Max.		
C <sub>VDD</sub>	80	100	-	nF	电容
C <sub>reg</sub>	-	900	-	nF	电容
C <sub>LC</sub> <sup>(1)</sup>	-	1.5	-	nF	电容
C <sub>SF1</sub>	7	10	12	nF	电容
R <sub>SF</sub>	58	61.9	124	Ω	电阻
C <sub>SF2</sub>	3.3	4.7	5.64	nF	电容
R <sub>PU</sub>	2.15	2.2	2.25	KΩ	电阻
R <sub>F1</sub>	460.6	470	479.4	Ω	电阻
C <sub>F1</sub>	0.7	1	1.2	nF	电容
R <sub>F2</sub>	4.6	4.7	4.8	KΩ	电阻
C <sub>F2</sub>	70	100	120	pF	电容

(1) C<sub>LC</sub>由线圈的实际设计来定，需符合 6.6 中的激励信号频率范围要求，以下 4.2~4.4 节类同。

## 4.2. SSOP20 封装的典型模拟输出应用

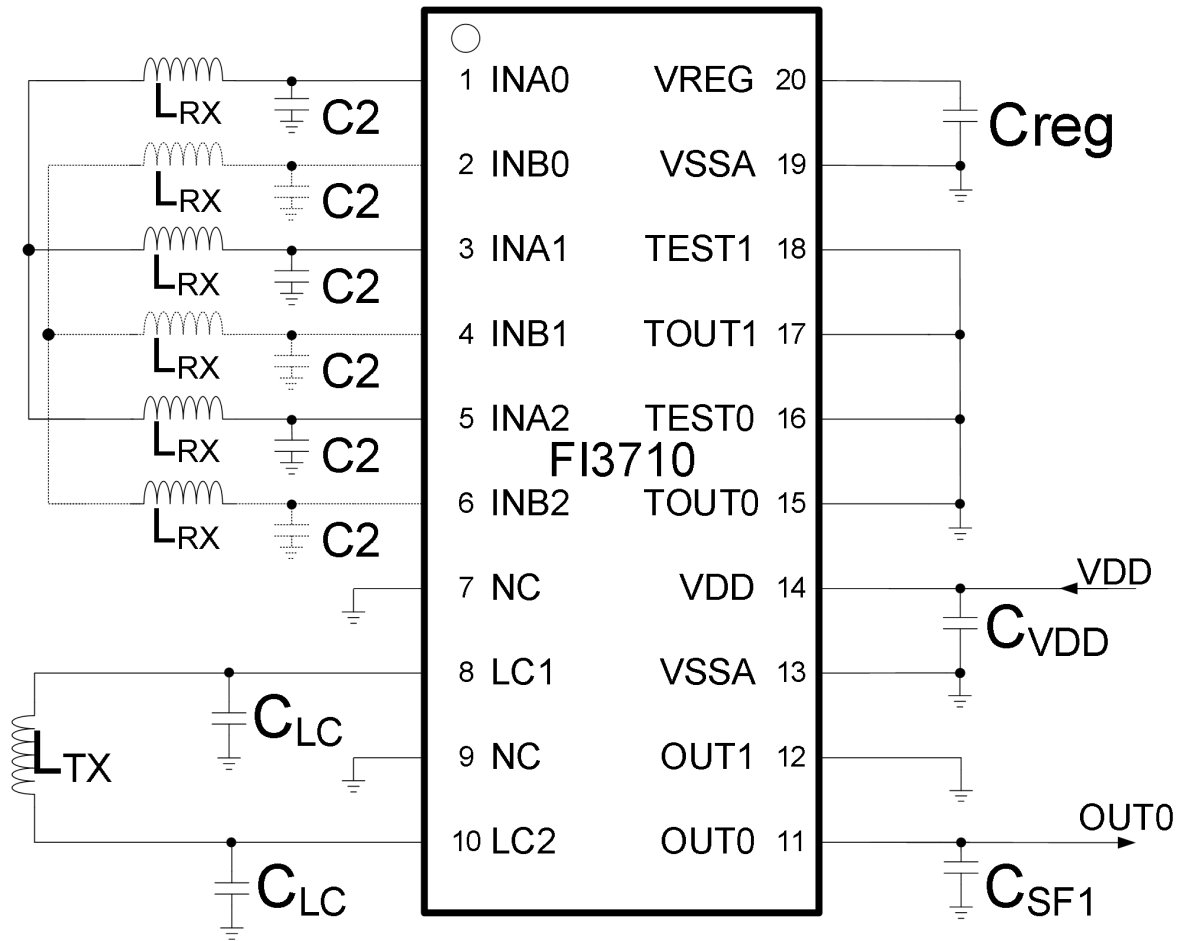


图 4-2 SSOP20 封装的典型模拟输出应用设计示意图

注：AB 两组感应线圈中选一组使用即可。

表格 4-2 SSOP20 封装的典型模拟应用的元器件列表

元器件	ANA 应用			单位	描述	备注
	Min.	Typ.	Max.			
C <sub>VDD</sub>	80	100	-	nF	电容	靠近引脚
C <sub>reg</sub>	-	900	-	nF	电容	靠近引脚
C <sub>LC</sub>	-	1.5	-	nF	电容	
C <sub>SF1</sub>	10	100	220	nF	电容	靠近引脚

### 4.3. SSOP20 封装的典型 SENT 输出应用

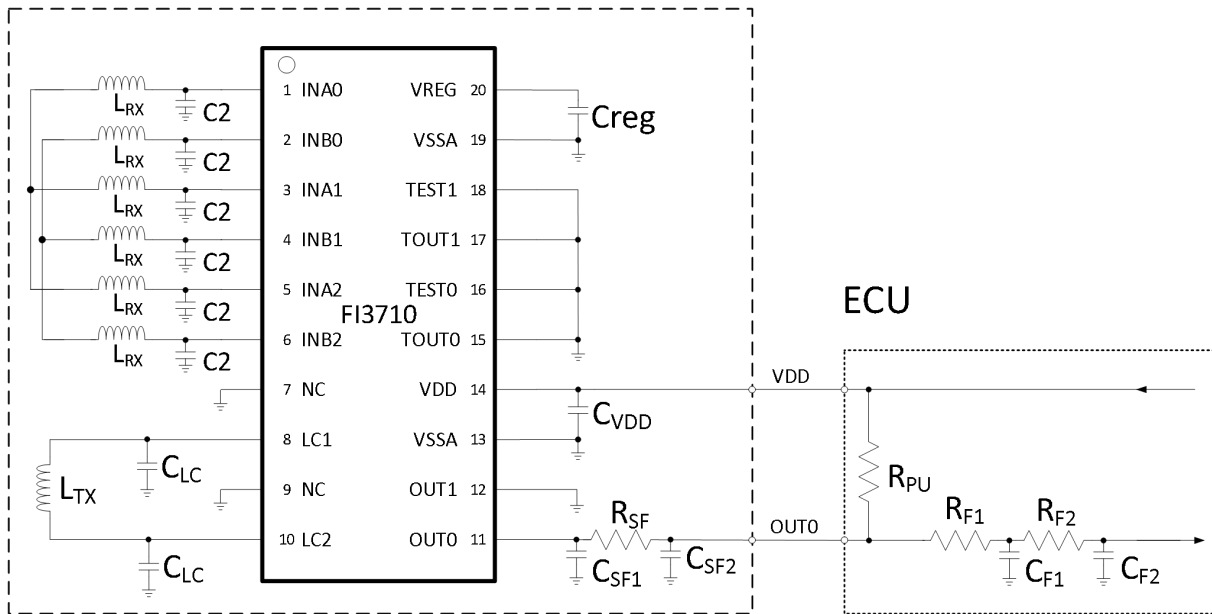


图 4-3 SSOP20 封装的典型 SENT 输出应用设计示意图

表格 4-3 SSOP20 封装的典型 SENT 输出应用的元器件列表

元器件	SENT 应用			单位	描述
	Min.	Typ.	Max.		
$C_{VDD}$	80	100	-	nF	电容
$C_{reg}$	-	900	-	nF	电容
$C_{LC}$	-	1.5	-	nF	电容
$C_{SF1}$	4.76	6.8	8.16	nF	电容
$R_{SF}$	117	120	124	$\Omega$	电阻
$C_{SF2}$	4.76	6.8	8.16	nF	电容
$R_{PU}$	47	51	55	K $\Omega$	电阻
$R_{F1}$	382	390	398	$\Omega$	电阻
$C_{F1}$	1.54	2.2	2.64	nF	电容
$R_{F2}$	3.5	3.6	3.7	K $\Omega$	电阻
$C_{F2}$	154	220	264	pF	电容

#### 4.4. TSSOP16 封装的典型应用

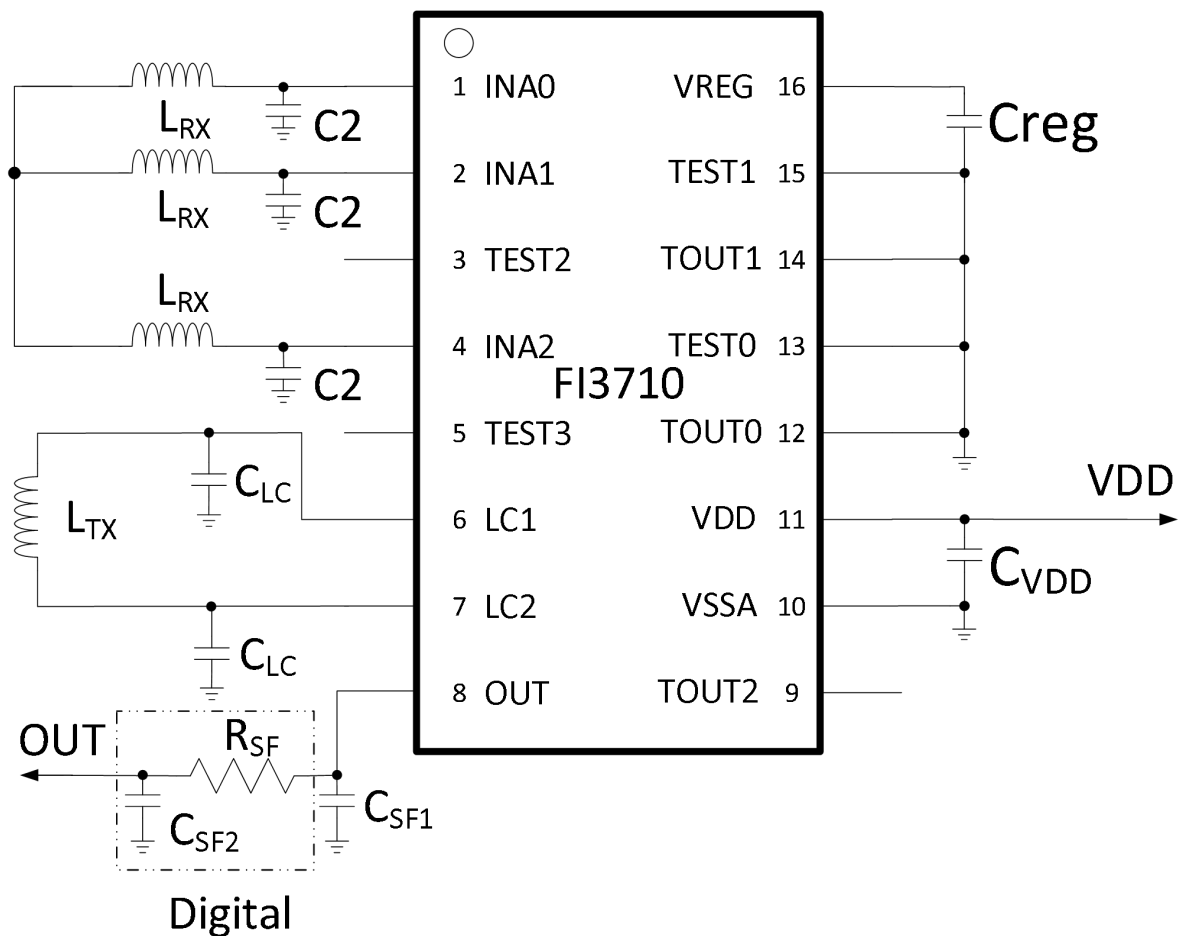


图 4-4 TSSOP16 封装的典型应用设计示意图

表格 4-4 TSSOP16 封装的典型应用的元器件列表

元器件	ANA 应用			PWM 应用			SENT 应用			单位
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
C <sub>VDD</sub>	80	100	-	80	100	-	80	100	-	nF
C <sub>reg</sub>	-	900	-	-	900	-	-	900	-	nF
C <sub>LC</sub>	-	1.5	-	-	1.5	-	-	1.5	-	nF
C <sub>SF1</sub>	10	100	220	7	10	12	4.76	6.8	8.16	nF
R <sub>SF</sub>				58	61.9	124	117	120	124	Ω
C <sub>SF2</sub>				3.3	4.7	5.64	4.76	6.8	8.16	nF

## 5. FI3710 传感器芯片的编程

### 5.1. 编程器的连接

FI3710 芯片与飞仙智能提供的 FPI 编程器连接，配合编程软件 FPK 以及专用的 FI3710 编程子板，通过编程软件 FPK 的 GUI 操作实现编程。

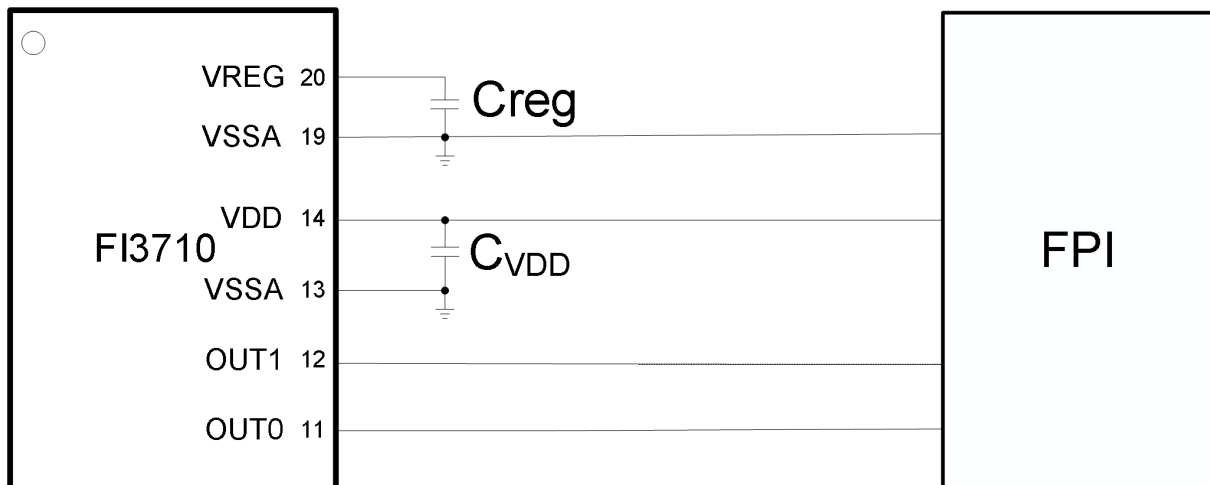


图 5-1 FI3710 编程硬件连接示意图

### 5.2. 输出模式编程

FI3710 芯片的输出模式分：PWM，SENT 和 Analog 三种模式，可以通过编程实现不同模式输出。

表格 5-1 输出模式参数

参数	位宽	默认值	描述
OUT0_MODE	2	2'b00	OUT0 的输出模式控制 2'b00: PWM 输出 2'b01: Analog 输出 2'b1x: SENT 输出
OUT1_EN	1	1'b0	OUT1 的输出使能控制 1'b0: 输出禁止 1'b1: 输出启用

#### 5.2.1. PWM 输出模式频率配置

PWM 输出的频率可以参数来配置，具体见下表：

表格 5-2 PWM 输出的频率配置参数

参数	位宽	默认值	描述
OUT0_PER	3	3'b000	OUT0 PWM 输出频率配置 3'b000: 512Hz 3'b001: 1KHz 3'b010: 2KHz 3'b011: 4KHz 3'b10x: 64Hz 3'b110: 128Hz 3'b111: 256Hz
OUT1_PER	3	3'b000	OUT1 PWM 输出频率配置 3'b000: 512Hz 3'b001: 1KHz 3'b010: 2KHz 3'b011: 4KHz 3'b10x: 64Hz 3'b110: 128Hz 3'b111: 256Hz

### 5.2.2. SENT 输出模式参数配置

表格 5-3 SENT 输出参数配置

参数	位宽	默认值	描述
SENT_SPEED	1	1'b0	定义 SENT 协议的速率 1'b0: ticks=3.0 μS 1'b1: ticks=1.5 μS
SENT_MAX_RANGE	1	1'b0	SENT 输出范围调节 0: 标准值 1: 扩展值

### 5.2.3. Analog 输出模式参数配置

表格 5-4 Analog 输出模式参数

参数	位宽	默认值	描述
OUT0_ANA_INV	1	1'b0	OUT0 模拟输出取反 1'b0: 正常输出 1'b1: 反向输出
OUT0_ANA_HALF	1	1'b0	OUT0 模拟输出半幅输出 1'b0: 满幅 1'b1: 半幅

### 5.3. 非易失性存储编程锁定

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

注意：MEM\_LOCK 参数可以通过 solver 函数“MemLock”进行设置。

### 5.4. 可追溯信息

出厂时，FFI 在每个芯片内置的非易失性存储中编程写入唯一的 ID 标识。同时，也开放部分存储单元供用户存储 ID 信息。FFI 强烈建议在 EOL 编程时，将必要的 ID 写入用户 ID 存储地址中，以确保最终产品的完全可追溯性。

表格 5-5 FFI 出厂 ID

参数	位宽	默认值	描述
FFI_ID[15:0]	16	FFI <sup>(1)</sup>	0~65535
FFI_ID[31:16]	16	FFI <sup>(1)</sup>	0~65535
FFI_ID[47:32]	16	FFI <sup>(1)</sup>	0~65535

(1) FFI 出厂已经编程，不可修改。

表格 5-6 用户可编程 ID

参数	位宽	默认值	描述
USR_ID[15:0]	16	16'h0000	0~65535
USR_ID[31:16]	16	16'h0000	0~65535
USR_ID[47:32]	16	16'h0000	0~65535

## 6. 技术规格

### 6.1. 绝对最大额定值

表格 6-1 绝对最大额定值

参数	符号	最大值	备注
正向供电电压	V <sub>DDFWD</sub>	+20V	
		+24V	1 小时
		+30V	1 分钟
正向供电电流	I <sub>DDFWD</sub>	30mA	
反向供电电压	V <sub>DDREV</sub>	-10V	
		-13V	1 分钟
反向供电电流	I <sub>DDREV</sub>	-70mA	
正向输出电压	V <sub>OUTFWD</sub>	+18V	
正向输出电流	I <sub>OUTFWD</sub>	30mA	
反向输出电压	V <sub>OUTREV</sub>	-0.3V	
反向输出电流	I <sub>OUTREV</sub>	-50mA	
存储温度范围	T <sub>S</sub>	55°C to +165°C	
工作温度范围	T <sub>A</sub>	-40°C to +150°C	
最大工作结温	T <sub>J</sub>	+165°C	

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芯片的可靠性。

### 6.2. 一般性电气规格及性能规格

T<sub>A</sub> = -40°C to +150°C (除非另有规定)

表格 6-2 一般性电气规格及性能规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
位置信号精度	Acc <sub>position</sub>	理想线圈	-0.15		0.15	%FS
供电电压	V <sub>DD</sub> <sup>(1)</sup>	保证正常运行	4.5	5	5.5	V
供电电流	I <sub>DD</sub>	无 LC 线圈、无负载	10		16	mA
		有 LC 线圈、有负载： F <sub>LCO</sub> =3.35MHz	12		36	mA
模拟电源	V <sub>DDA</sub>	内部电源	3.05	3.3	3.6	V
启动电流	I <sub>start</sub>				60	mA
ADC 分辨率	R <sub>ADC</sub>			12		bits
DAC 分辨率	R <sub>DAC</sub>			12		bits
PWM 输出上拉电阻	R <sub>L_PWM</sub>	上拉到 5V	2.15	2.2	2.25	kΩ
PWM 输出电平 (R <sub>L_PWM</sub> to V <sub>PU</sub> )	V <sub>PWM_lo</sub>	外接指定负载，并通过上拉电阻 R <sub>L_PWM</sub> =2.2kΩ 连接到			5	%V <sub>PU</sub>
	V <sub>PWM_hi</sub>		95			%V <sub>PU</sub>

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
		V <sub>PU</sub> =5V				
SENT 输出上拉电阻	R <sub>L_SENT</sub>	上拉到 5V	47	51	55	kΩ
SENT 输出电平 (R <sub>L_SENT</sub> to V <sub>PU</sub> )	V <sub>SENT_lo</sub>	SENT_MAX_RANGE=0, 外接指定负载, 并通过上拉电阻 R <sub>L_PWM</sub> =51kΩ 连接到 V <sub>PU</sub> =5V		0.3	1.1	V
	V <sub>SENT_hi</sub>		3.8	4.6	%V <sub>DD</sub>	
	V <sub>SENT_lo_Ex</sub>	SENT_MAX_RANGE=1, 外接指定负载, 并通过上拉电阻 R <sub>L_PWM</sub> =51kΩ 连接到 V <sub>PU</sub> =5V	76	92	%V <sub>DD</sub>	
	V <sub>SENT_hi_Ex</sub>		4	4.9	V	
			80	98	%V <sub>DD</sub>	
	模拟输出电阻	R <sub>L</sub>	下拉到地	5		
模拟输出电容	C <sub>L</sub>	下拉到地	3.3		100	nF
模拟满幅饱和输出电平	V <sub>ana_lo_full</sub>	下拉到地 5KΩ, 100nF			5	%V <sub>DD</sub>
	V <sub>ana_hi_full</sub>		95		%V <sub>DD</sub>	
模拟半幅饱和输出电平	V <sub>ana_lo_half</sub>	下拉到地 5KΩ, 100nF			5	%V <sub>DD</sub> /2
	V <sub>ana_hi_half</sub>		95		%V <sub>DD</sub> /2	
被动诊断输出电平 (模拟输出模式, 开路追踪诊断)	BV <sub>SSPD</sub>	V <sub>SS</sub> 开路 & 下拉负载 R <sub>L</sub> ≥5kΩ	95			%V <sub>DD</sub>
	BV <sub>SSPU</sub>	V <sub>SS</sub> 开路 & 上拉负载 R <sub>L</sub> ≥5kΩ	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> ≥5kΩ		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>

(1) PWM 模式下工作范围为 4.75V~5.5V, SENT 模式下工作范围为 4.85V~5.15V。

### 6.3. 电源供电规格

表格 6-3 电源供电规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
供电电源摆率	SR <sub>VDD</sub>				1	V/μS

### 6.4. Analog 输出的时序规格

表格 6-4 Analog 输出的时序规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
信号采样周期				16		μS
输出刷新周期	T <sub>per</sub>		220	440	614	μS
系统初始响应时间					2.190	mS
启动周期	T <sub>su</sub>	不包含模拟输出转换时间			2.702	mS
模拟输出转换速率		C <sub>OUT</sub> =3.3 nF 到 10 nF			10	V/μS
		C <sub>OUT</sub> =10 nF 到 100 nF			5	

## 6.5. PWM 输出的时序规格

表格 6-5 PWM 输出的时序规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
PWM 输出频率	$F_{PWM}$		64		4000	Hz
PWM 输出分辨率	$R_{PWM}$	12 bits		0.025		%DC/LSB
数字输出上升时间			7.5	10	15	$\mu S$
数字输出下降时间			7.5	9.5	15	$\mu S$

## 6.6. 线圈规格

表格 6-6 线圈规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
激励线圈电感	$L_{TX}$			3.3		$\mu H$
激励信号频率	$F_{LCO}$	LC 振荡器	3.05	3.35	4.05	MHz
接收信号幅值差	$\Delta V_{RX}$		4		120	mV <sub>pp</sub>

建议：为了确保 LC 谐振电路具有良好的品质因数和较低的温度漂移，请使用 NP0 电容器或者 C0G 陶瓷电容。

Lco 驱动传感器线圈系统的 Tx 线圈，Lco 频率 ( $F_{LCO}$ ) 由外部电感 ( $L_{TX}$ ) 和两个外部电容器  $C_{LCO}$ )，频率由  $L_{TX}$  和  $C_{LCO}$  的值来确定。 $R_{TX}$  表示 Tx 线圈的内部电阻。

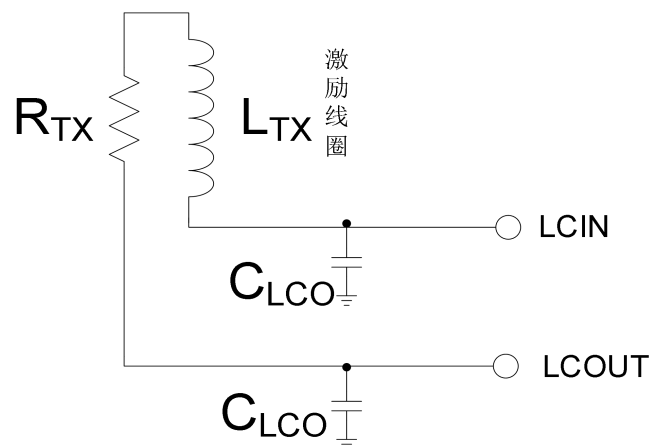


图 6-1 LC 连接示意图

Lco 频率可用如下公式计算：

$$F_{LCO} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L_{TX}(C_{LCO}/2)} - \left(\frac{R_{TX}}{L_{TX}}\right)^2}$$

## 6.7. SENT 输出的时序规格

### 6.7.1. SENT 概述

FI3710 提供了 EMC 性能更优，且传输速率更快的扩展 SENT——Single Edge Nibble Transmission 协议输出。

### 6.7.2. SENT 协议传输时序信息定义

SENT 协议的帧编码方案是由一串连续发送的，以“clock tick time”为基本时间单位的脉冲序列构成，具体包括如下序列：

- 校准/同步脉冲：脉冲时序周期为 56 ticks 长度，接收端接收后用于确定 SENT 帧的基础时序信息。
- 状态及串行通讯 Nibble 脉冲：包括 4 bits 数据信息，对应的 clock ticks 数为 12~27 ticks。
- 数据 Nibble 脉冲：一串包含 1~6 组用来表示通信信号 4 bits 数值的数据 Nibble 脉冲序列。
- 校验 Nibble 脉冲：包括 4 bits 校验数据信息，对应的 clock ticks 数为 12~27 ticks。
- Pause 脉冲：可选，在校验 Nibble 脉冲序列之后传送，最小长度为 12 ticks，最大长度 687 ticks。

更多关于 SENT 规格的信息，请参考 SAE J2716-2016 标准。

#### 6.7.2.1. 标准 SENT 3 Nibble 输出帧格式

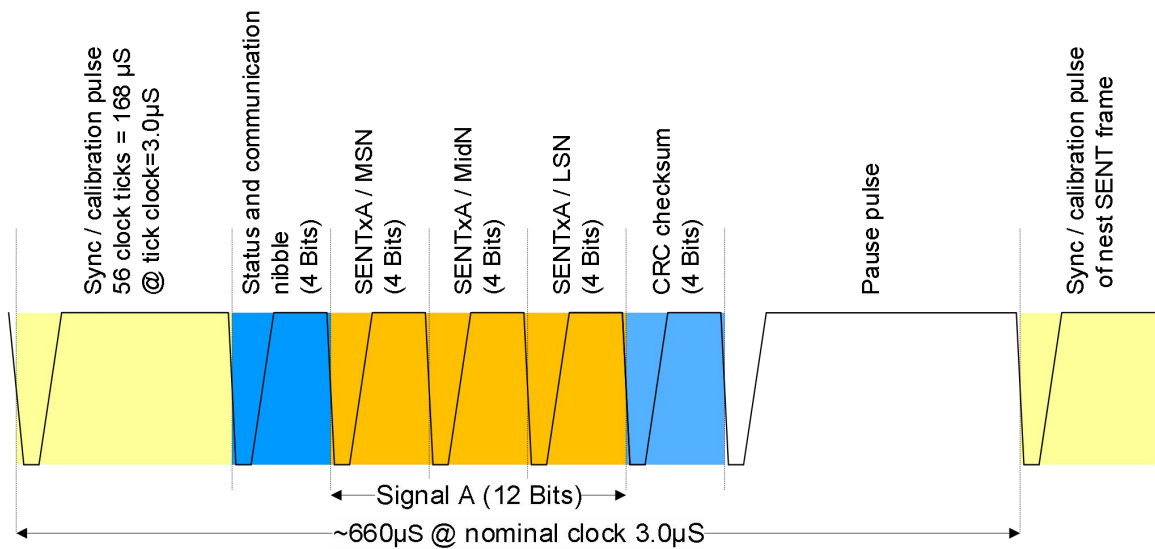


图 6-2 传送一个 12-bits 信号的标准 SENT 3 Nibble 编码帧格式

表格 6-7 标准 SENT 3 Nibble 输出的时序规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
Tick 时间	$T_{\text{Tick}}$	SENT 输出的 tick 时间长度	2.7	3.0	3.3	$\mu\text{S}$
SENT 帧周期	$T_{\text{Frame\_SENT}}$	SENT 每帧的帧长		660		$\mu\text{S}$

6.7.2.2. 标准 SENT 6 Nibble 输出帧格式

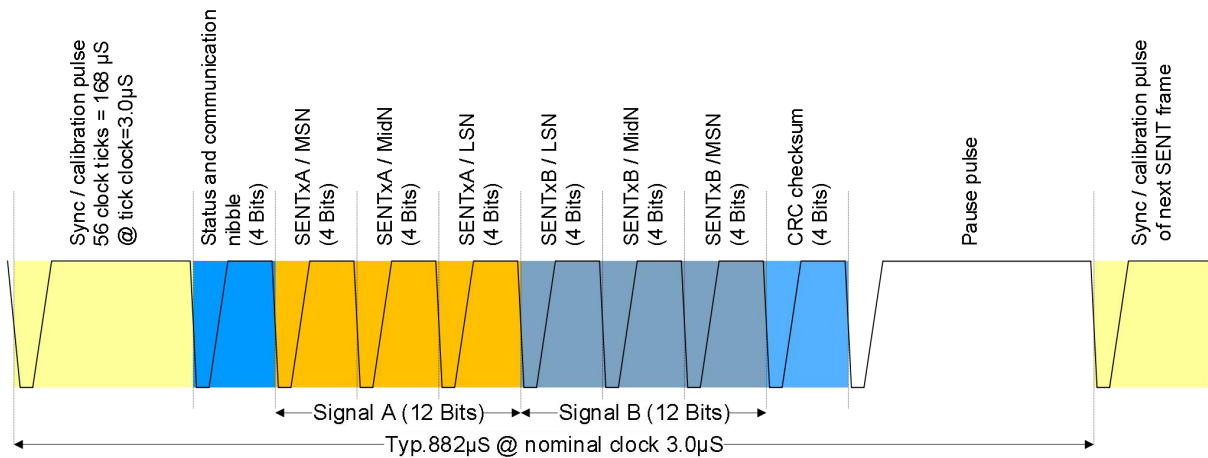


图 6-3 传送两个 12-bits 信号的标准 SENT 6 Nibble 编码帧格式

表格 6-8 标准 SENT 6 Nibble 输出的时序规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
Tick 时间	$T_{Tick}$	SENT 输出的 tick 时间长度	2.7	3.0	3.3	$\mu S$
SENT 帧周期	$T_{Frame\_SENT}$	SENT 每帧的帧长		882		$\mu S$

6.7.3. EMC 增强的 SENT 时序信息

FI3710 特别定制的具有 EMC 增强，且传输速率更高的 SENT 协议。标准 SENT 采用固定的低电平时间，可变的高电平时间来编码被传输数据。FI3710 定制的 SENT 扩展协议为了更佳的 EMC 性能，区别于标准 SENT 协议的编码样式，采用固定的高电平时间，可变的低电平时间来编码数据，并且每帧 SENT 长度是相等的，为了实现每帧 SENT 数据一致，增加了可变长度的 Pause 脉冲，而标准 SENT 协议每帧 SENT 数据的长度是可变的，每帧长度不一致。

为了更高的传输速率，降低应用时的感应延时，FI3710 对标准 SENT 协议进行了扩展，可采用更小的 SENT tick 时间，最小 SENT tick 时间为 1.35 $\mu S$ 。

6.7.3.1. EMC 增强的倍速 SENT 3 Nibble 输出帧格式

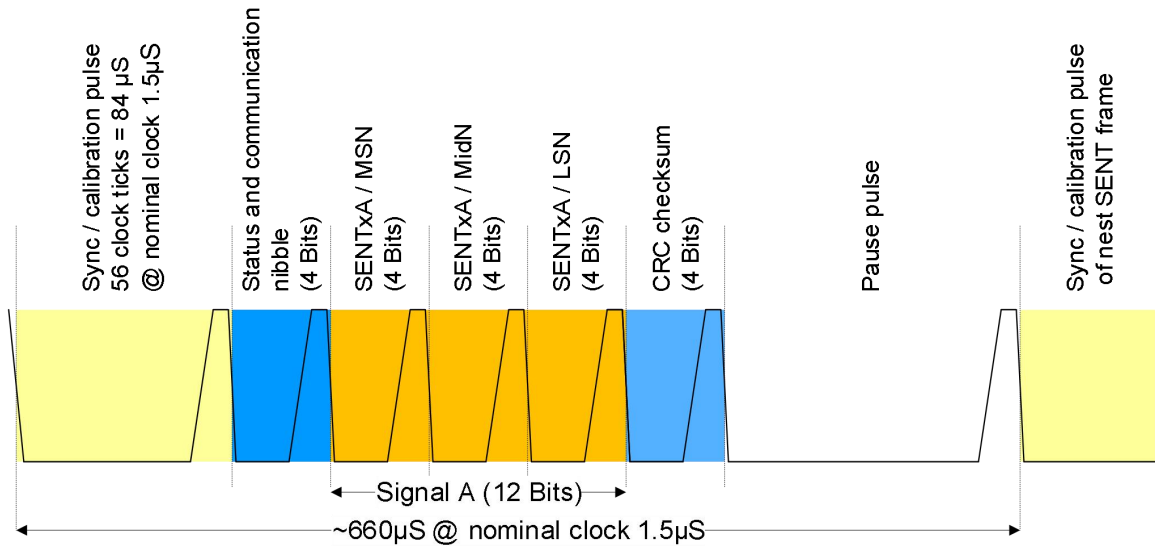


图 6-4 传送一个 12-bits 信号 EMC 增强的倍速 SENT 3 Nibble 编码帧格式

表格 6-9 EMC 增强的倍速 SENT 3 Nibble 输出的时序规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
Tick 时间	$T_{Tick}$	SENT 输出的 tick 时间长度	1.35	1.5	1.65	$\mu S$
SENT 帧周期	$T_{Frame\_SENT}$	SENT 每帧的帧长		660		$\mu S$

6.7.3.2. EMC 增强的倍速 SENT 6 Nibble 输出帧格式

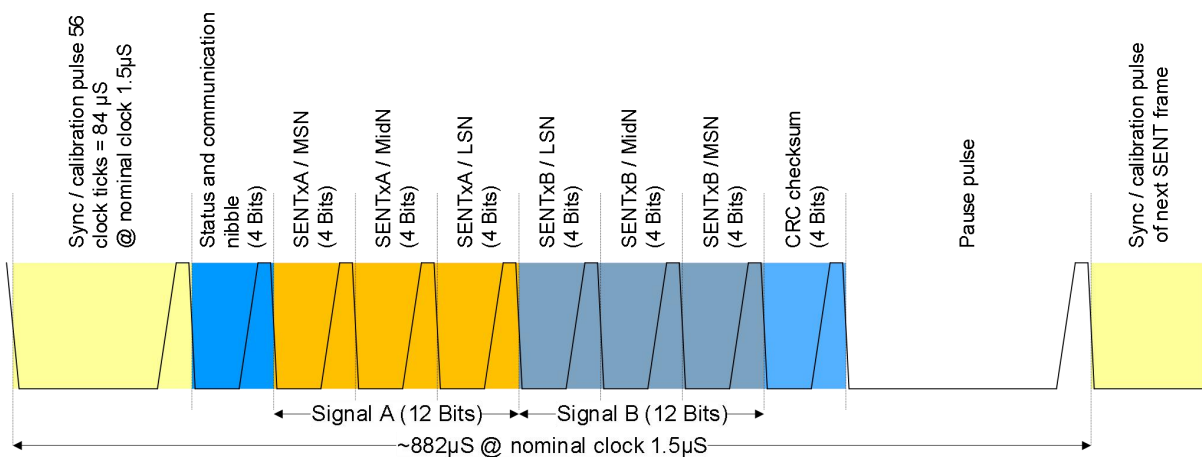


图 6-5 传送两个 12-bits 信号 EMC 增强的倍速 SENT 6 Nibble 编码帧格式

表格 6-10 EMC 增强的倍速 SENT 6 Nibble 输出的时序规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
Tick 时间	T <sub>Tick</sub>	SENT 输出的 tick 时间长度	1.35	1.5	1.65	μS
SENT 帧周期	T <sub>Frame_SENT</sub>	SENT 每帧的帧长		882		μS

## 6.8. EMC/ESD 规格

表格 6-11 EMC/ESD 规格

参数	符号	备注	最小	典型	最大	单位
ESD 人体模型 <sup>(1)</sup>	HBM			±2		kV
ESD 充电器件模型 <sup>(2)</sup>	CDM			±2		kV

(1) ESD HBM 测试是根据 AEC-Q100-002 标准在所有引脚上进行的。

(2) ESD CDM 测试是根据 AEC-Q100-011 标准在所有引脚上进行的。

## 6.9. 诊断

FI3710 提供了大量的自诊断功能。这些功能大大提高了芯片运行的鲁棒性，并使芯片在发生内部或外部错误时输出诊断信号：

1. 电源电压过低或过高：实时监控；
2. 移动导体异常诊断：诊断转子丢失等异常；
3. 激励信号诊断：诊断激励信号是否正常，振幅过低或开路，频率过高或过低；
4. 感应信号诊断：诊断感应信号是否短路或幅值超出感测范围；
5. ADC 信号溢出；
6. 内部 EEPROM 故障，数据校验或纠错；
7. 输出开路诊断：VDD 或 VSS 断路；
8. 输出通道诊断：OUT0 或 OUT1 引脚过载。

## 7. 封装

### 7.1. SSOP20 封装

#### 7.1.1. SSOP20 封装示意图及标识

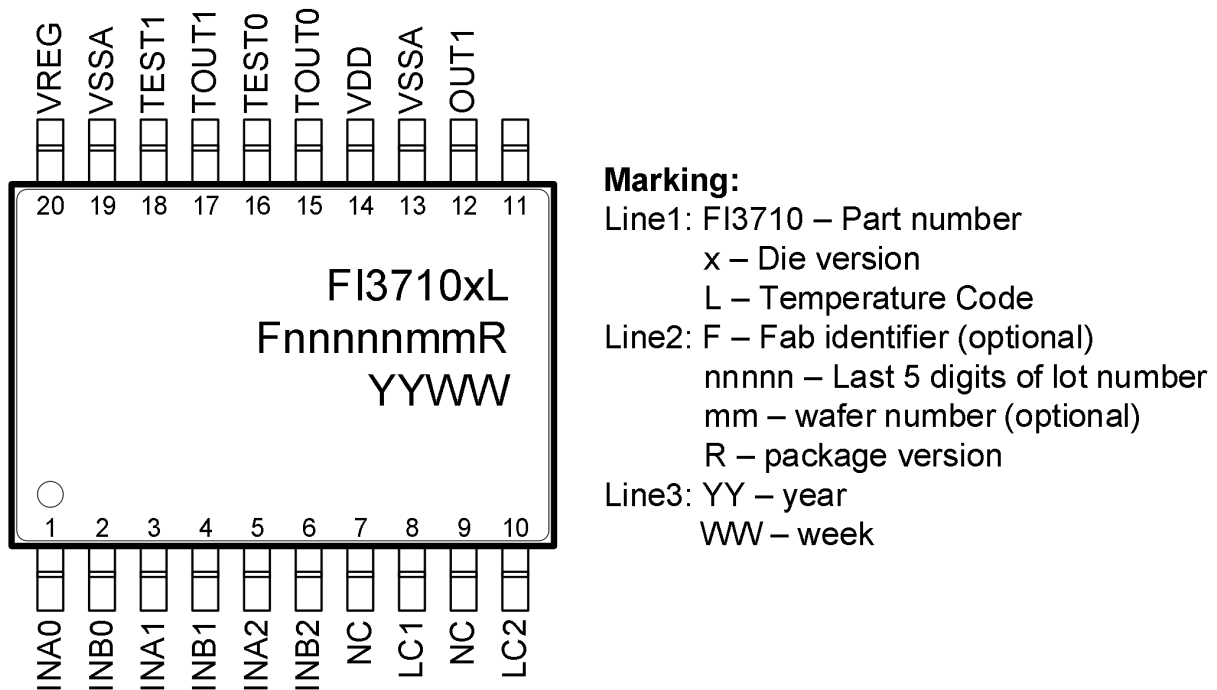


图 7-1 SSOP20 封装示意图及标识

7.1.2. SSOP20 封装尺寸

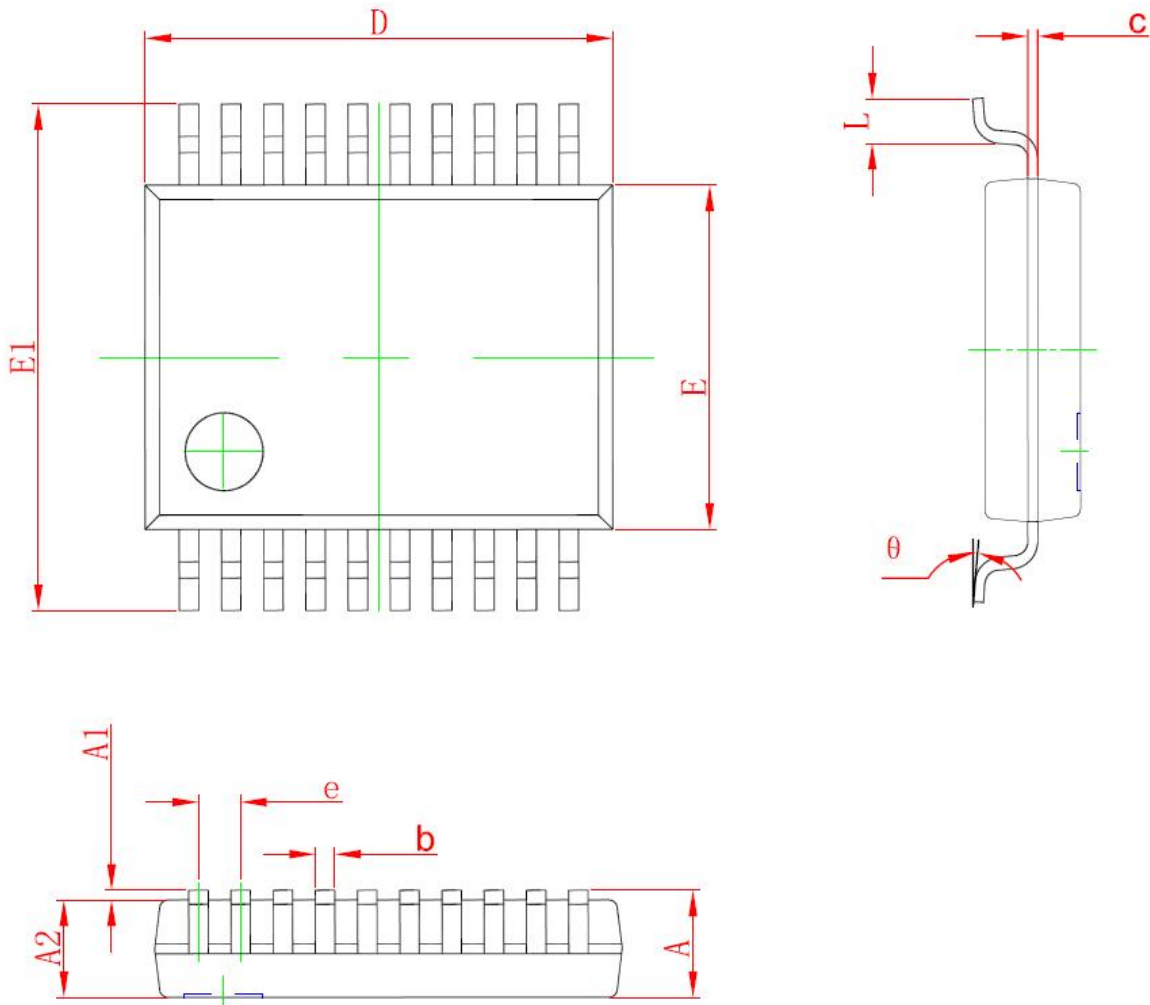


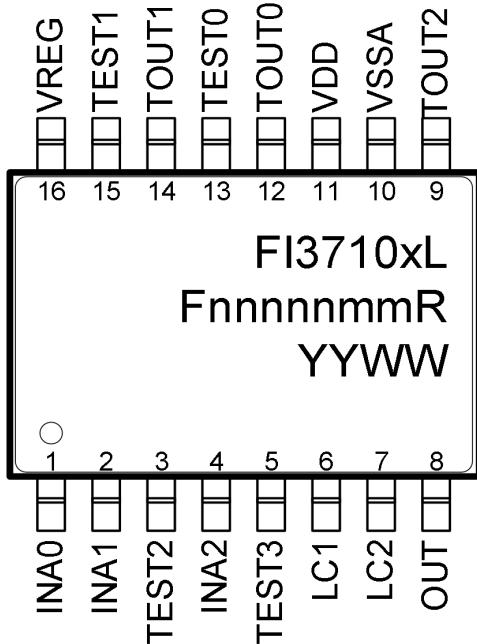
图 7-2 SSOP20 封装尺寸

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A		1.730		0.068
A1	0.050	0.230	0.002	0.009
A2	1.400	1.600	0.055	0.063
b	0.220	0.380	0.009	0.015
c	0.090	0.250	0.004	0.010
D	7.000	7.400	0.276	0.291
E	5.100	5.500	0.201	0.217
E1	7.600	8.000	0.299	0.315
e	0.65(BSC)		0.026(BSC)	
L	0.550	0.950	0.022	0.037
θ	0°	8°	0°	8°

图 7-3 SSOP20 封装具体尺寸信息

## 7.2. TSSOP16 封装

### 7.2.1. TSSOP16 封装示意图及标识



#### Marking:

Line1: FI3710 – Part number

x – Die version

L – Temperature Code

Line2: F – Fab identifier (optional)

nnnnn – Last 5 digits of lot number

mm – wafer number (optional)

R – package version

Line3: YY – year

WW – week

图 7-4 TSSOP16 封装示意图及标识

### 7.2.2. TSSOP16 封装尺寸

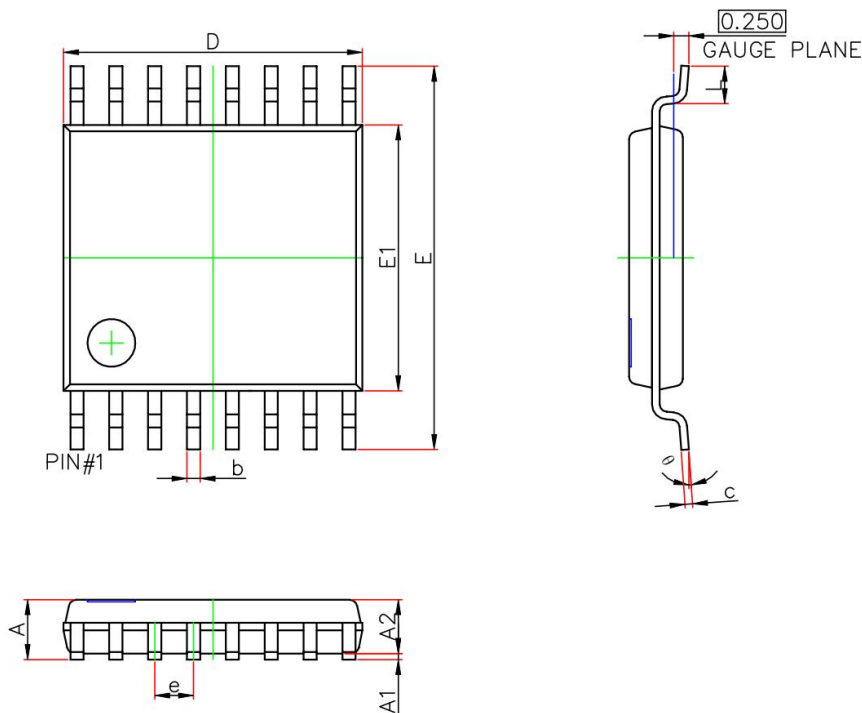


图 7-5 TSSOP16 封装尺寸

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	—	1.200	—	0.047
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	0.800	1.000	0.031	0.039
b	0.190	0.300	0.007	0.012
c	0.090	0.200	0.004	0.008
D	4.900	5.100	0.193	0.201
E	6.250	6.550	0.252(BSC)	
E1	4.300	4.500	0.169	0.177
e	0.650(BSC)		0.026(BSC)	
L	0.500	0.700	0.020	0.028
$\theta$	1°	7°	1°	7°

图 7-6 TSSOP16 封装具体尺寸信息

## 8. 订货信息

FI3710 可以订货的信息如下。最新的订货信息请联系市场部。

表格 8-1 FI3710 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
FI3710	A	L	GQ	N	000	RA	PWM 和 SENT 输出
FI3710	B	L	FU	N	000	RA	ANA、PWM 和 SENT 输出
FI3710	C	L	GQ	N	000	RA	
FI3710	C	L	FU	N	000	RA	
FI3710	D	L	GQ	N	000	RA	
FI3710	D	L	FU	N	000	RA	
FI3710	E	L	GQ	N	000	RA	
FI3710	E	L	FU	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： FU:SSOP20

GQ:TSSOP16

包装代码： RA: Reel 包装

订货信息示例： FI3710ELGQ-N-000-RA

## 修订记录

版本	日期	版本描述
V1.0	2024.01	初始版本
V1.1	2024.02	更新应用信息
V1.2	2024.03	更新 TSSOP16 封装信息
V1.3	2024.04	更新可订货信息
V1.4	2024.10	更新 Analog、SENT 输出的时序规格、线圈规格、订货信息等信息
V1.5	2025.04	更新特性和优势、绝对最大额定值、一般电气规格、线圈规格、标识、订货信息。
V1.6	2025.05	更新一般电气规格信息。

**版权所有 © 深圳市飞仙智能科技有限公司 2025。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。