

特点

- 单芯片、半双工 1200bps FSK 调制解调器
- 符合 HART 通信协议物理层要求
- 符合 Bell202 标准载波 1200Hz 和 2200Hz
- HART 波形整形输出具有额外驱动能力
- 数字信号处理确保可靠的输入信号检测
- UART 接口
- 工作电压 2.7V~3.6V
- 低功耗,调制模式下最大功耗为 85 μ A
- -55 $^{\circ}$ C 至+125 $^{\circ}$ C 工作温度范围
- 20 引脚 5mm x 5mm x 0.75mm TQFN 封装
- 满足 RoHS 环保要求

描述

SD2085 是一款专为实现 HART 协议而设计的 CMOS 单片调制解调器芯片,用于支持 HART 协议的现场仪表和控制器中。器件集成了所有必要的滤波、信号检测、调制、解调及 HART 信号波形整形等功能,所以芯片只需少量外围无源元件,即可满足 HART 物理层规范功能要求。

SD2085 使用相位连续的频移键控 FSK 技术,传输速率为 1200 位/秒,采用半双工通信,符合 HART 协议物理层要求。芯片调制模式的最大电源电流在 3.6V 电压及外部 3.6864MHz 时钟下为 85 μ A。

HART 输入信号通过模数转换器(ADC)采样,然后进行数字滤波与解调,该架构确保在干扰环境下能进行可靠的信号检测。数模转换器 (DAC)输出产生频率为 1200Hz 和 2200Hz 的相位连续梯形波。

由于 SD2085 具有丰富的集成模块,所需外围元件少,并采用 5mm x 5mm 的 QFN 封装,可极大节省电路板空间,因此非常适合主机和从机配置下的低功耗环路供电型应用。

订购信息

| 封装形式 | 订货名称 |
|-----------------|--------|
| QFN20 5mm x 5mm | SD2085 |

管脚图和管脚描述

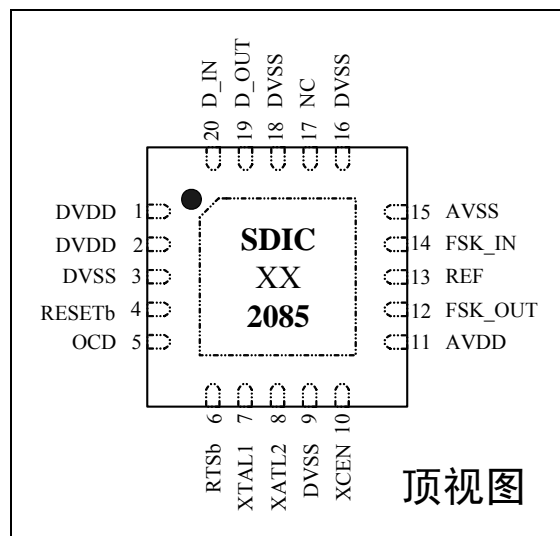


图 1. QFN20 管脚图

表 1. 管脚描述

| 序号 | 管脚名称 | 属性 | 管脚描述 |
|-----------------|---------|------|---|
| 1, 2 | DVDD | 数字电源 | 数字电源，应与 AVDD 同一电压。 |
| 3, 9, 16, 18 | DVSS | 数字地 | 数字地，应将此引脚连接到 AVSS。 |
| 4 | RESETb | 数字输入 | 芯片复位，低电平有效。 |
| 5 | OCD | 数字输出 | 载波检测，高电平表示 FSK_IN 载波有效。 |
| 6 | RTSb | 数字输入 | 发送请求，低电平使能调制器并禁用解调器，芯片处于发送模式；高电平使能解调器并禁用调制器，芯片处于接收模式。 |
| 7 | XTAL1 | 模拟输入 | 外部 3.6864MHz 晶振连接端或外部时钟源输入端。 |
| 8 | XTAL2 | 模拟输出 | 外部 3.6864MHz 晶振连接端，如果使用外部时钟源，此引脚需悬空。 |
| 10 | XCEN | 数字输入 | 晶振电路使能，低电平有效。 |
| 11 | AVDD | 模拟电源 | 模拟电源。 |
| 12 | FSK_OUT | 模拟输出 | HART FSK 信号输出端，连接到 4-20 毫安电流环回路。 |
| 13 | REF | 模拟输出 | 内部 1.5V 基准电压输出端。应接 1 μ F 电容至 AVSS。 |
| 14 | FSK_IN | 模拟输入 | HART FSK 信号输入端，信号来自 4-20 毫安电流环回路端口。 |
| 15 | AVSS | 模拟地 | 模拟电路地。 |
| 17 | NC | - | 悬空引脚，可接 DVDD 或 DVSS。 |
| 19 | D_OUT | 数字输出 | 解调后的 HART 数据，送到外部 UART 接口。 |
| 20 | D_IN | 模拟输入 | 待发送数据，即调制器的数据输入端，调制后经 FSK_OUT 发送。 |
| EPAD | AVSS | 模拟地 | 模拟电路地。对于典型应用，连接到 #15 引脚。 |

功能描述

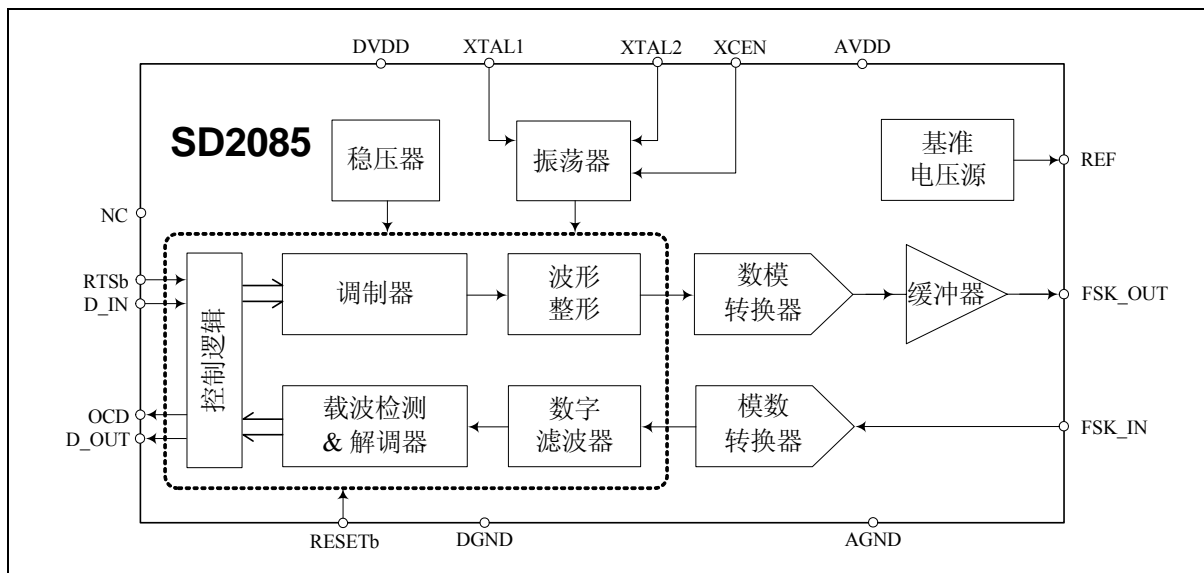


图 2. 功能框图

图 2 是 SD2085 的功能模块框图，SD2085 是一款单芯片、低功耗、HART FSK 半双工调制解调器，符合 HART 物理层要求。

内部集成了用于发送数据的调制器、波形整形器、DAC、HART 输出缓冲器，用于接收数据的 ADC、数字滤波器、解调器、载波检

测电路。另外，还内置基准电压源、晶振振荡器电路和供数字电路电源的 LDO。由于具有这样丰富的集成选项，因此所需外部元件极少，非常适合 HART 现场仪表和主机配置。

SD2085 能够发送或接收 1200Hz 和 2200Hz FSK 信号，如图 3 所示，1200Hz 信号表示数字“1”，2200Hz 信号表示数字“0”，比特率为 1200 位/秒。

器件支持外部晶振和 CMOS 时钟输入两种时钟配置。

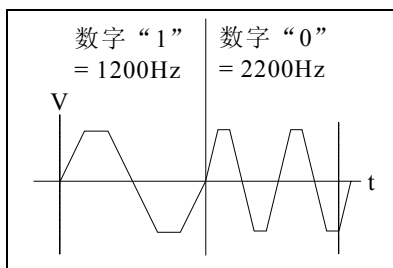


图3. HART FSK 信号

FSK 调制器

当RTSb信号设为低电平，SD2085处于发送模式，调制器通过波形整形电路，将D_IN输入端的非归零制(NRZ)数字信号，转换成一系列1200Hz和2200Hz符合HART协议要求、相位

连续的梯形波，在内部通过缓冲器输出至 FSK_OUT 引脚。FSK_OUT 输出的梯形波摆幅为 0.5V~1.0V，直流电平为 0.75V。

输入 D_IN 的信号是一个标准的 UART 帧，如图 4 所示，该帧包含一个起始位、8 位数据、一个奇偶校验和一个停止位。

FSK_OUT 引脚驱动纯容性负载时，负载应在 4.7nF 至 68nF 范围之内，容性负载越大，SD2085 需要消耗更多的电流，表 3 中的功耗规格是基于 FSK_OUT 驱动 4.7nF 容性负载的情况。

如果需要驱动带有阻性元件的负载，建议在 FSK_OUT 引脚和地之间连接一个 22nF 电容，而阻性负载应通过一个 2.2μF 串联电容进行耦合隔直。对于低阻抗器件，阻性负载 R_{LOAD} 范围通常为 200Ω 至 600Ω，具体的连接如图 5 所示。

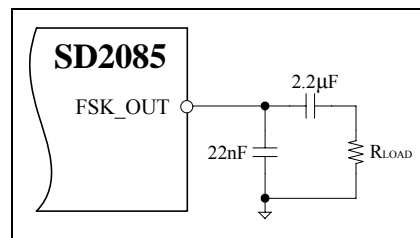


图5. FSK_OUT 驱动阻性负载

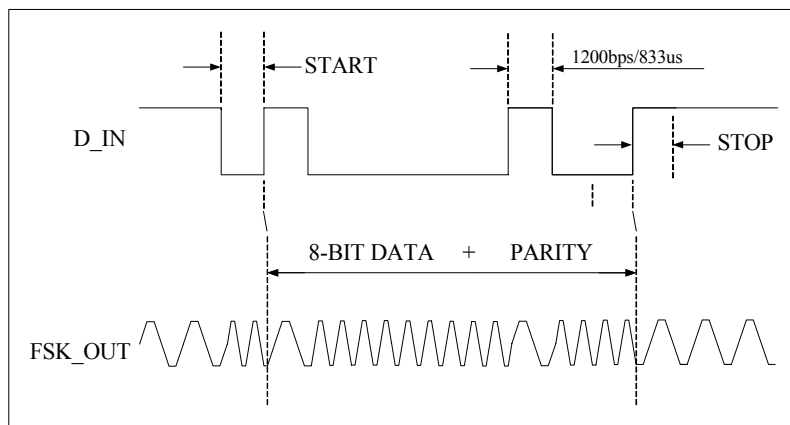


图4. SD2085 调制波形图

FSK 解调器

当RTSb信号设为高电平，SD2085处于接收模式。HART信号通过外部带通滤波器进行抗混叠滤波之后到达FSK_IN，OCD高电平表示检测到载波有效，解调器接收FSK_IN的FSK信号，通过ADC、数字滤波和数字解调器，最终在D_OUT上恢复出原始信号，并在此引脚输出到外部UART。

外部带通滤波器配置如图6所示。输入端包含200 kΩ电阻，将电流限制在足够低水平。这种情况下，输入端具有很高的瞬态电压保护能力，即使在要求最苛刻的工业环境中，也无需额外的保护电路。假设电阻精度选择1%，电容精度选择10%，构成的滤波器对载波检测影

响仍可忽略。

HART位流是一个标准的UART帧，如图7所示，该帧包含一个起始位、8位数据、一个奇偶校验和一个停止位。

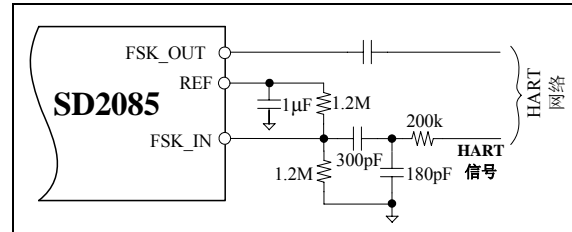


图6. SD2085外部带通滤波器连接

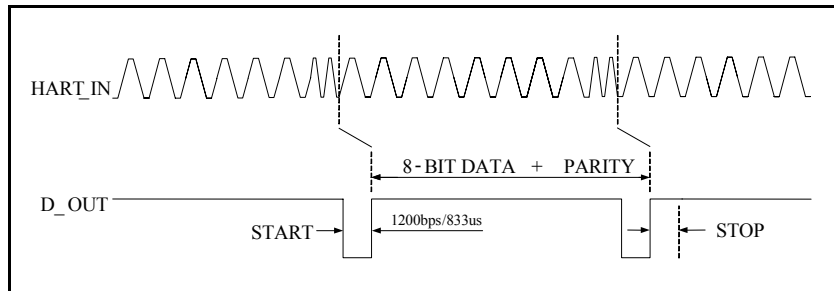


图7. SD2085解调波形图

时钟配置

SD2085提供两种时钟配置选项：外部晶振和CMOS时钟输入。

外部晶振的典型连接如图8所示，将XCEN置为低电平，晶振采用3.6864MHz。晶振和电容应尽量靠近SD2085。

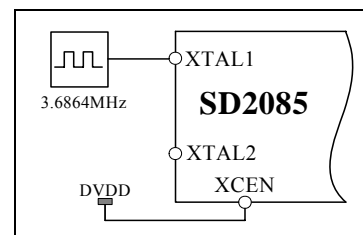


图9. 外灌CMOS时钟连接

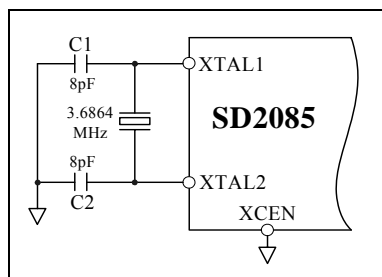


图8. 晶振连接

CMOS时钟典型连接如图9所示，将XCEN置为高电平，并将3.6864MHz外部时钟源连至XTAL1引脚，而XTAL2引脚保持开路状态。

省电模式

RESETb设为低电平时，SD2085内部电路全部复位，并置于省电模式。在此模式下，接收、发送和振荡器全部关断，器件的最大功耗为5μA。

RESETb变成高电平时，SD2085即返回上电状态。若不使用复位功能，此引脚可以固定接到DVDD。

电气特性

表 2. 极限参数

| Symbol | Parameter | Minimum | Maximum | Unit |
|----------------|-----------|---------|------------------------|------|
| T _A | 工作温度 | -55 | +125 | °C |
| T _S | 储存温度 | -65 | +150 | °C |
| AVDD 至 AVSS | 模拟供电电压 | -0.3 | +7.0 | V |
| DVDD 至 DVSS | 数字供电电压 | -0.3 | +7.0 | V |
| AVSS 至 DVSS | 模拟数字电源地 | -0.3 | +0.3 | V |
| 模拟输入至 AVSS | 模拟端口偏压 | -0.3 | AVDD+0.3 或+7(取较小者) | V |
| 数字输入至 DVSS | 数字端口偏压 | -0.3 | DVDD+0.3 或+7(取较小者) | V |
| TL | 回流焊温度曲线 | | 参考 IPC/JEDECJ-STD-020C | °C |
| ESD | 人体模型 | 4000 | | V |
| | 机械模型 | 400 | | V |

注意:

1. CMOS 器件易被高能静电损坏, 芯片必须储存在导电泡沫, 注意避免工作电压超出范围。
2. 在插拔芯片前请关闭电源。

表 3. 电气参数 (除非另有说明, AVDD/DVDD=+2.7V~+3.6V; T_A=-55°C~+125°C; AVSS/DVSS=0V; 外部晶振, XTAL1/XTAL2 分别对地接 8pF 电容; FSK_OUT 带 4.7nF 负载。)

| 标识 | 参数名称 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件/备注 |
|--------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------------------|------------------------------|
| AVDD DVDD | 电源电压 | 2.7 | 3.3 | 3.6 | V | |
| IDD1 | AVDD 和 DVDD 功耗 解调模式 | | 97 | 125 | μA | 外部时钟、-55°C 至+85°C |
| | | | | 130 | μA | 外部时钟、-55°C 至+125°C |
| | | | 125 | 500 | | 外部晶振、-55°C 至+85°C |
| | | | | 550 | | 外部晶振、-55°C 至+125°C |
| | AVDD 和 DVDD 功耗 调制模式 | | 67 | 80 | μA | 外部时钟、-55°C 至+85°C |
| | | | | 85 | μA | 外部时钟、-55°C 至+125°C |
| | | 95 | 450 | | 外部晶振、-55°C 至+85°C | |
| | | | 500 | | 外部晶振、-55°C 至+125°C | |
| IDD0 | 省电模式功耗 | | 2.5 | 5 | μA | |
| V _{REF} | 初始精度 | 1.48 | 1.5 | 1.52 | V | |
| V _{REF} OCD 位 置 | 负载调整率 | | 1.5 | | ppm/μA | 利用 500μA 负载测试 |
| | 电压调整率 | | 60 | | μV/V | |
| | 载波有效幅度 | 90 | 105 | 115 | mVp-p | |
| FSK_IN | 输入范围 | 0 | | 1.5 | V | |
| FSK_OUT T | 输出幅度 | | 500 | | mVp-p | |
| FSK_OUT 外部时钟 | 逻辑“1”频率 | | 1200 | | Hz | |
| | 逻辑“0”频率 | | 2200 | | Hz | |
| | 相位连续性误差 | | | 0 | 度 | |
| | 最大阻性负载 | | 160 | | Ω | 负载如图 5 所示的 R _{LOAD} |
| | 频率精度 | 3.6496 | 3.6864 | 3.7232 | MHz | |

| 数字输入参数 | | | | | | |
|----------|--------|------------------|--|------------------|------------------|--------------------------------------|
| V_{IH} | 逻辑高电平 | $0.7 \cdot DVDD$ | | | V | |
| V_{IL} | 逻辑低电平 | | | $0.3 \cdot DVDD$ | V | |
| I_{IH} | 高电平电流 | | | ± 0.1 | μA | |
| I_{IL} | 低电平电流 | | | ± 0.1 | μA | |
| t_1 | 载波起始时间 | | | 0.3 | 位时间 ¹ | 从 RTSb 下降沿到载波到达第一个波峰的时间。参考图 11。 |
| t_2 | 载波停止时间 | | | 1 | 位时间 ¹ | 从 RTSb 上升沿到载波幅度降至最小接收幅度以下的时间。参考图 12。 |
| t_3 | 载波衰减时间 | | | 1 | 位时间 ¹ | 从 RTSb 上升沿到载波幅度降至交流零的时间。参考图 12。 |
| t_4 | 载波检测开启 | | | 6 | 位时间 ¹ | 从载波开启到 OCD 上升沿的时间。参考图 13。 |
| t_5 | 载波检测关闭 | | | 6 | 位时间 ¹ | 从载波关闭到 OCD 下降沿的时间。参考图 14。 |

说明:

1. 位时间是指传输一位数据所需的时间长度，即 1 个位时间 = $1/1200\text{Hz} = 833.333\mu\text{s}$ 。

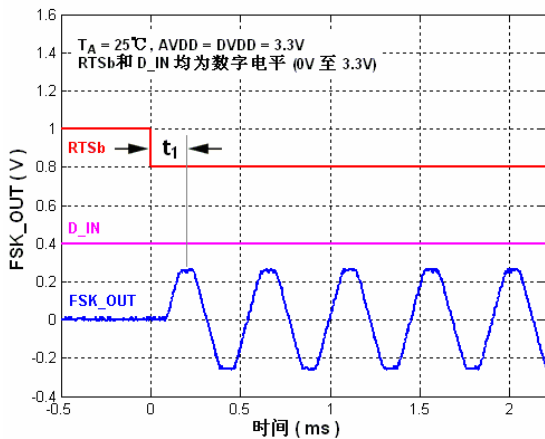


图 11. 载波起始时间

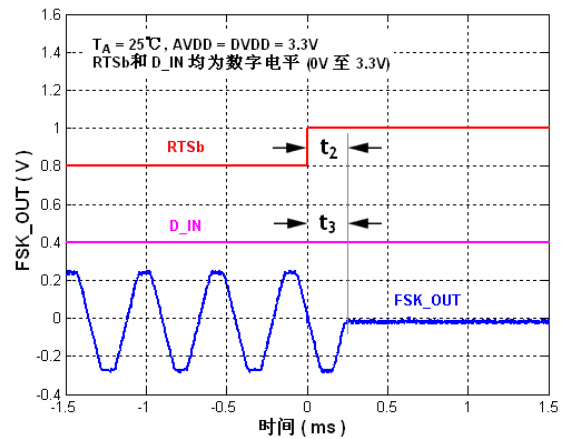


图 12. 载波停止/衰减时间

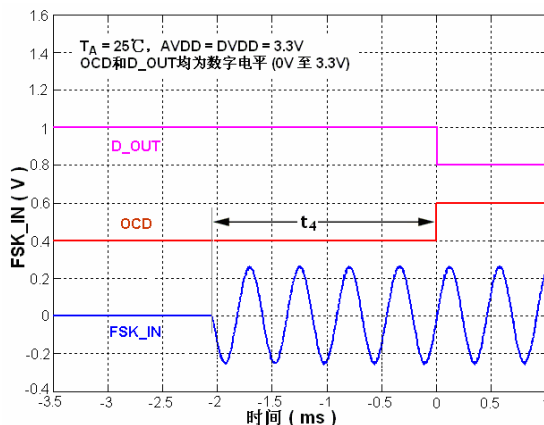


图 13. 载波检测开启时序

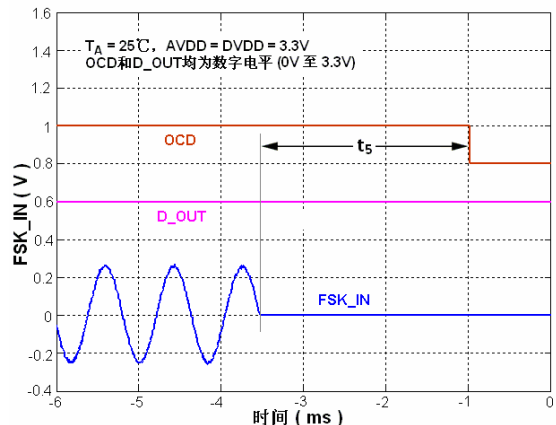
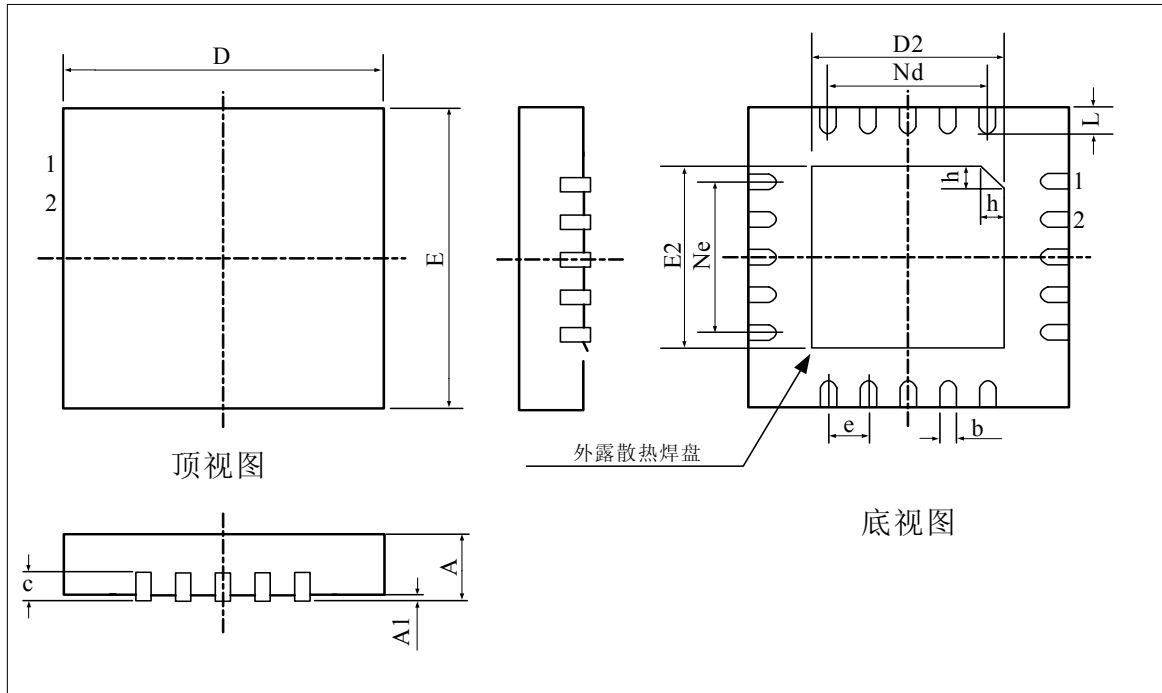


图 14. 载波检测关闭时序

封装规格


尺寸：毫米 (mm)

| 标识 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
|----|---------|------|------|
| A | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
| A1 | — | 0.02 | 0.05 |
| b | 0.25 | 0.30 | 0.35 |
| c | 0.18 | 0.20 | 0.25 |
| D | 4.90 | 5.00 | 5.10 |
| D2 | 3.05 | 3.15 | 3.25 |
| E | 4.90 | 5.00 | 5.10 |
| E2 | 3.05 | 3.15 | 3.25 |
| e | 0.65BSC | | |
| Ne | 2.60BSC | | |
| Nd | 2.60BSC | | |
| L | 0.45 | 0.55 | 0.65 |
| h | 0.30 | 0.35 | 0.40 |

图 15. QFN20 封装外形图