应用笔记

NOVOSENSE 纳芯微电子

I²C总线应用指南

AN-13-0023

作者：Xiutao Lou



AN-13-0023

I²C总线应用指南

NOVOSENSE 纳芯微电子

摘 要

本文为 I²C 总线应用技术指南，完整覆盖 I²C 基础理论、器件选型、故障排查与实操问答四大模块。首先，系统讲解 I²C 发展历程、总线特性、标准通信时序、读写交互规范，推导上拉电阻上下限计算方法，建立总线等效电路模型。其次，结合纳芯微现有物料，分类梳理 I²C 电平转换芯片、缓冲中继器、热插拔器件、多路 I²C 开关、I²C GPIO 扩展器的功能差异与选型逻辑。随后，针对工程调试高频的 NACK 无应答故障，从焊接、原理图设计、从机地址、复位电路、通信时序、寄存器指令六大维度拆解根因。最后，汇总高频 QA，为硬件设计、驱动开发、故障定位提供参考，提升 I²C系统的通信稳定性与设计效率。

目 录

1. I²C基本介绍 ---- 2
   1.1. I²C的历史 ---- 2
   1.2. I²C的特点 ---- 2
   1.3. I²C的工作模式 ---- 3
   1.4. I²C的通信格式 ---- 4
      1.4.1 START/STOP信号 ---- 4
      1.4.2 数据有效性 ---- 4
      1.4.3 写/读操作格式 ---- 5
   1.5. I²C总线等效框图 ---- 6
   1.6. I²C的上拉电阻计算 ---- 6
      1.6.1 最小上拉电阻 ---- 6
      1.6.2 最大上拉电阻 ---- 7

AN-13-0023

I²C总线应用指南

NOVOSENSE 纳芯微电子

2. I²C器件选型指南 ---- 7
2.1. 纳芯微已有物料 ---- 8
2.2. I²C电平转换器 ---- 8
2.3. I²C缓冲器/中继器 ---- 9
2.4. I²C热插拔 ---- 10
2.5. I²C开关 ---- 12
2.6. I²C GPIO扩展 ---- 14
3. I²C NACK的可能原因 ---- 15
3.1. 焊接 ---- 16
3.2. 原理图标记 ---- 16
3.3. 地址信息 ---- 16
3.4. RESET引脚配置 ---- 16
3.5. 时序正确性 ---- 16
3.6. 指令有效性 ---- 16
4. 常见QA ---- 17
5. 修订历史 ---- 18

1.I²C基本介绍

1.1.I²C的历史

I²C（Inter-Integrated Circuit，集成电路间总线）是由荷兰飞利浦半导体（NXP前身）于1980年推出的一种低速、双向、半双工的同步串行通信总线，初衷是为了解决嵌入式系统中各类低速外设与主控芯片的复杂接线问题，简化板级设备互联设计。

在I²C诞生之前，嵌入式外设通信多采用SPI、并行接口等方案，SPI需要4根及以上信号线、并行接口占用大量IO资源，硬件布线繁琐、成本高、扩展性差。I²C仅用两根信号线即可实现多设备组网，极大简化了硬件设计，后续逐步成为通用低速通信标准。

1.2.I²C的特点

（1）双线通信：仅需SCL（时钟信号线）、SDA（数据信号线）两根总线，无需片选信号，极大节省主控IO资源。大多数I²C外设会额外引出INT中断引脚，该引脚不属于I²C标准总线协议，是厂商自定义的辅助功能引脚。中断引脚用于从设备主动向主控上报事件（如数据就绪、异常告警），不参与数据收发、时序同步，不改变I²C双线通信的核心架构。

（2）多主多从：支持单主多从、多主多从组网，总线上可挂载多个主设备、多个从设备，通过设备地址区分通信对象。每个连接到总线上的器件都有唯一的地址，任何器件既可以作为主机也可以作为从机，但同一时刻只允许有一个主机。

（3）开漏输出：所有设备的SCL、SDA引脚均为开漏结构，必须外接上拉电阻才能输出高电平，总线支持“线与”机制，可实现总线仲裁、冲突检测；

（4）电平兼容灵活：可通过上拉电源匹配3.3V、5V系统，支持不同电平设备混连（需满足电平兼容规范）。

（5）同步半双工通信：由主设备提供SCL时钟信号，收发数据共用数据线，同一时刻只能单向传输数据。

（6）带应答机制：每传输1字节数据后，接收方需返回ACK应答信号，保障通信可靠性，支持异常重传。

（7）通信速率：通信速率低（最高3.4Mbit/s），总线挂载设备数量受地址空间和总线电容限制。

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

1.3.I²C的工作模式

I²C 协议定义了四种标准化工作模式，不同模式对应不同的通信速率、时序参数、上升/下降沿要求及硬件适配条件。

（1）标准模式（Standard Mode，SM）
最高通信速率100kHz该模式时序宽松，对总线寄生电容、上拉电阻容忍度极高，几乎适配所有老旧及通用I²C外设。多用于低速、低实时性场景，如普通EEPROM、简单温度传感器，硬件布线长度可适当放宽。

（2）快速模式（Fast Mode，FM）
最高通信速率：400kHz，是目前消费电子、嵌入式设备的工业主流标配模式。相较于标准模式，缩短了信号建立、保持时间，对信号边沿速率有明确要求。适配绝大多数传感器、OLED、PMIC、ADC/DAC等常用外设兼顾稳定性与传输效率，适配绝大多数板载短走线场景。

（3）增强快速模式（Fast Mode Plus，FM+）
最高通信速率：1MHz，为快速模式的升级版本，优化了总线驱动能力与时序约束。该模式要求更小的总线寄生电容、更低阻值的上拉电阻，对PCB布线规范性要求更高。适用于需要小幅提升传输速率的场景，如多传感器阵列、高速触控芯片、高频参数采集设备，不支持老旧低速I²C设备。

（4）高速模式（High Speed Mode，HS）
最高通信速率最高 3.4MHz，为I²C最高速率标准。该模式需要主设备发起高速切换指令，切换后可绕过部分标准时序限制，大幅提升传输效率。仅用于小体积、低寄生电容、短走线的高端设备，如高清音频编解码芯片、高精度工业采集模块。

I²C模式	Standard Mode	Fast Mode	Fast Mode Plus	High Speed Mode
fSCL_max	100kHZ	400kHZ	1000kHZ	3.4MHz
tr_max	1000ns	300ns	120ns	40ns-SCL 80ns-SDA
tf_max	300ns	300ns	120ns	40ns-SCL 80ns-SDA
tHD:STA_min	4μs	0.6μs	0.26μs	160ns
tSU:STA_min	4.7μs	0.6μs	0.26μs	10ns
Cb	400pF	400pF	550pF	100pF
VIL_max	0.3*VDD	0.3*VDD	0.3*VDD	0.3*VDD
VIH_min	0.7*VDD	0.7*VDD	0.7*VDD	0.7*VDD

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

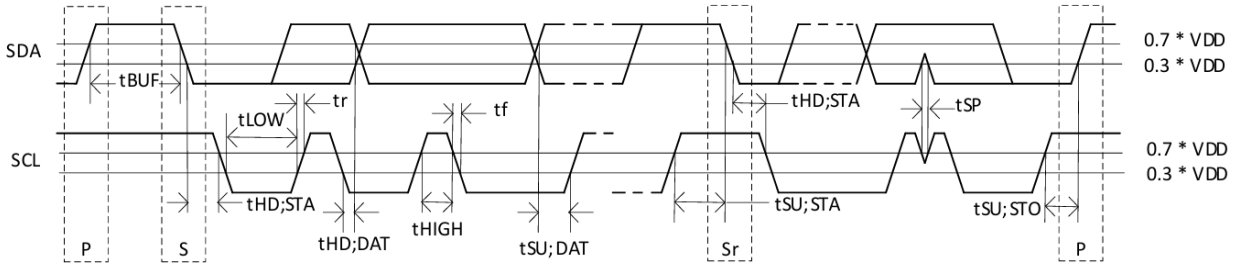


图1.1 I²C时序示意图

1.4.I²C的通信格式

1.4.1 START/STOP信号

I²C 起始信号（START）：在 SCL 保持高电平期间，SDA 由高电平向下跳变产生下降沿，即为有效的起始信号，用于开启一次 I²C 传输。

I²C 停止信号（STOP）：在 SCL 保持高电平期间，SDA 由低电平向上跳变产生上升沿，即为有效的停止信号，用于终止本次 I²C 传输并释放总线。

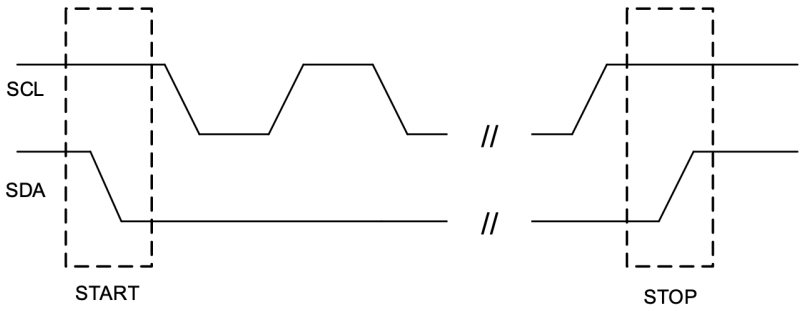


图1.2 START/STOP信号示意图

1.4.2 数据有效性

在 SCL 保持高电平的期间，SDA 电平必须保持稳定固定，不允许跳变。若 SDA 在此区间发生电平翻转，I²C 总线会被误识别为 START 或 STOP 信号，造成通信帧异常、传输中断。

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

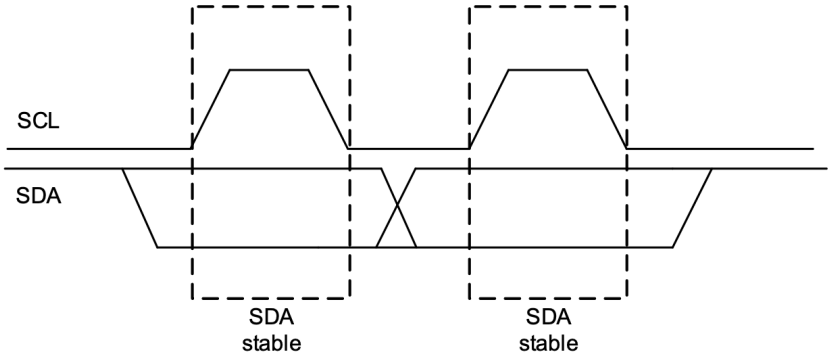


图1.3 数据有效性示意图示意图

1.4.3 写/读操作格式

以7-bit设备地址、8-bit寄存器地址、8-bit数据空间为例，MSB在前、LSB在后，图1.4和图1.5中深色部分是主机控制总线，浅色是从机控制总线。

图1.4是常规I²C的写操作，主机发起 I²C 写传输时，首先输出START信号，紧接着发送从设备 7 位地址、读写控制位W=0。从设备返回ACK后，主机发送目标寄存器地址。从设备再次应答，确认就绪。随后主机发送需要写入寄存器的数据，完成全部数据传输（单字节或多字节）后，主机发送STOP信号终止通信。

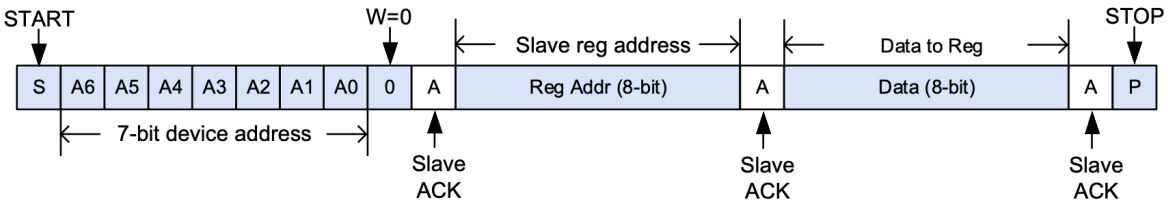


图1.4写操作示意图

图1.5是常规I2C的读操作，主机发起 I²C 写传输时，首先输出START信号，紧接着发送从设备 7 位地址、读写控制位W=0。从设备返回ACK后，主机发送目标寄存器地址。从设备再次应答，确认就绪。 主机再次发送START信号，随后发送从设备地址，读写控制位R=1 。此时从设备应答读请求，主机释放 SDA 数据线，但持续向从设备提供时钟信号。在这一阶段的传输过程中，主机转变为接收方，从设备转变为数据发送方。从设备向外发送数据。每传输完 1 字节数据后，主机向从设备回复应答位（ACK），告知从设备可继续发送后续数据。当主机接收完预期字节数量的数据后，将发送非应答位（NACK），通知从设备停止传输、释放总线，最后主机发出停止信号结束本次通信。

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

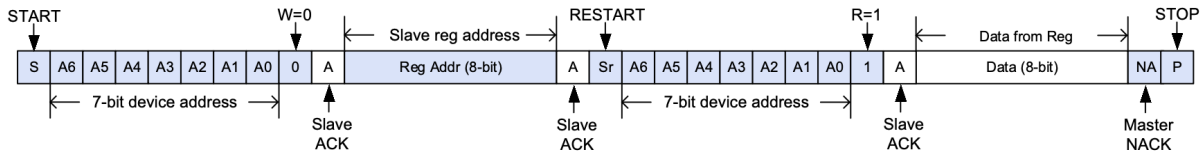


图1.5读操作示意图

1.5.I²C总线等效框图

I²C总线是开漏结构，设备能将总线拉至低电平，或是 “释放” 总线，由外部上拉电阻将总线电位拉高。由于任何器件都无法主动强制输出高电平，总线不会出现一台设备输出高、另一台输出低，而造成电源对地短路的通信故障。

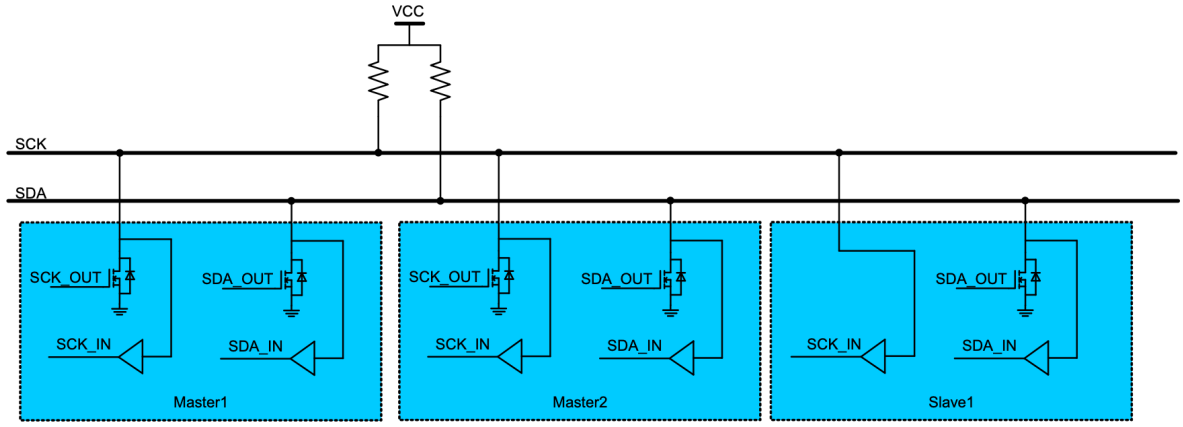


图1.6 I²C等效示意图

1.6.I²C的上拉电阻计算

I²C的外部上拉电阻由最小阻值和最大阻值的约束，来保证器件的正常工作和通信的稳定运行。实际硬件设计中，需要保证上拉电阻在$R_{p(min)}$ ~ $R_{p(max)}$之间。

1.6.1 最小上拉电阻

若上拉电阻阻值过小（上拉驱动能力过强），总线灌电流会超出 I²C 器件下拉 MOS 管的承载能力，可能会烧坏器件内部的MOS管，同时可能导致引脚无法将总线拉至规格要求的有效低电平，通信逻辑识别异常。最小上拉电阻$R_{p(min)}$的具体计算公式如下：

$$R_{P(\min)} = \frac{V_{CC} - V_{OL(\max)}}{I_{OL}}$$

其中，$V_{OL(max)}$是器件低电平输出电压的最大值、VCC是器件的供电电压、I_{OL}是器件最大灌电流。

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

1.6.2 最大上拉电阻

拉电阻阻值上限由总线总寄生电容C_b及 I²C 协议规定的最大上升时间tr共同约束。电阻阻值过大将增大 RC 充电时间常数，总线电平上升速率放缓，若无法在规范时限内抬升至逻辑高电平，会触发时序违规、通信失效。最大上拉电阻的具体计算公式如下：

（1）电压升至0.7*VCC（VIH）所需的时间t1公式：

$$0.7V_{CC} = V_{CC} \times \left(1 - e^{-\frac{t_1}{R_P C_b}}\right)$$

（2）电压升至0.3*VCC（VIL）所需的时间t2公式：

$$0.3V_{CC} = V_{CC} \times \left(1 - e^{-\frac{t_2}{R_P C_b}}\right)$$

（3）tr上升时间为t2 – t1：

$$tr = t2 - t1 = 0.8473 \times R_P \times C_b$$

（4）$R_{p(max)}$的计算如下：

$$R_{P(\max)} = \frac{t_r}{0.8473 \times C_b}$$

2.I²C器件选型指南

I²C 总线为标准双向通信接口，由主机控制器实现与从机设备的数据交互，从机仅在被主机寻址后才可发送数据。总线挂载的每一台设备均具备独立设备地址，用于总线上多设备区分识别。图2.1表述了常见I²C芯片的应用框图。

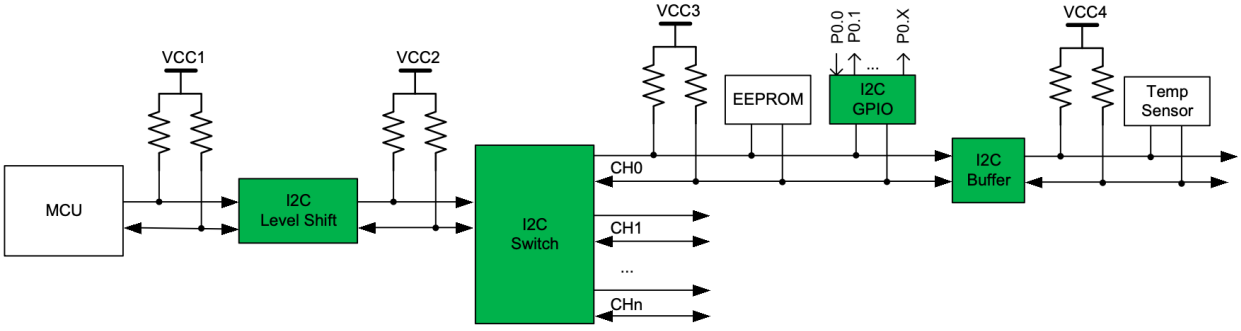


图2.1 I²C产品应用框图

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

2.1.纳芯微已有物料

目前纳芯微（NOVOSENSE）可提供丰富的 I²C 器件，包含 I²C 电平转换器、缓冲器、热插拔、GPIO 扩展及多路切换开关等产品。

2.2.I²C电平转换器

I²C电平转换器目前支持的料号为NCA9306，提供TSSOP8（NCA9306-DTSHR）和VSSOP8（NCA9306-DVSR）两种封装，工作温度范围为-40°C~85°C。VREF1工作电压范围为1.2V~3.3V，VREF2工作电压范围为1.8V~5.5V。NCA9306专为开漏型I²C总线做跨电压域双向信号转换，自带使能控制引脚，无方向控制脚，不提供缓冲器的功能，广泛用于混合电压 MCU、传感器、EEPROM 互联场景。

它的内部是一个低导通电阻的MOS开关，输入为低时MOS导通，输入为高时MOS截止。EN引脚为高电平时，芯片正常工作；EN引脚为低电平，两侧高阻断开。

NCA9036的常见应用框图，如图2.3所示。

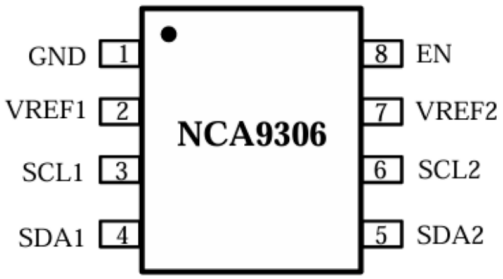


图2.2 NCA9306引脚图

表2.1 NCA9306引脚描述

引脚名	编号	描述
GND	1	参考地
VREF1	2	SCL1/SDA1的低压侧供电
SCL1	3	低压侧I2C时钟线SCL1
SDA1	4	低压侧I2C数据线SDA1
SDA2	5	高压侧I2C数据线SCDA2
SCL2	6	高压侧I2C时钟线SCL2
VREF2	7	SCL2/SDA2的高压侧供电
EN	8	使能输入信号（高有效）

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

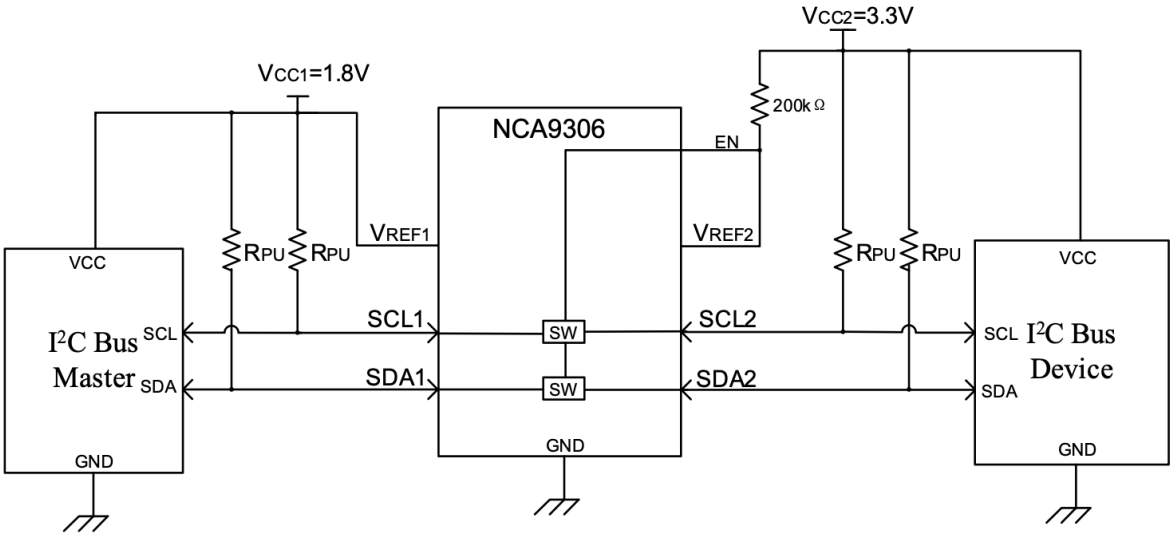


图2.3 NCA9306典型应用框图

2.3.I²C缓冲器/中继器

I²C缓冲器目前支持的料号为NCA9617A，提供MSOP8（NCA9617A-DMSR）一种封装，工作温度范围为-40°C~105°C。VCCA工作电压范围为0.8V~5.5V，VCCB工作电压范围为2.2V~5.5V。NCA9617是双通道双向 SDA/SCL 独立缓冲，同时实现电平转换和总线电容隔离，广泛用于主板 / 服务器多支路 I²C 总线隔离、传感器、EEPROM、显示屏。

NCA9617A的常见应用框图，如图2.5所示。

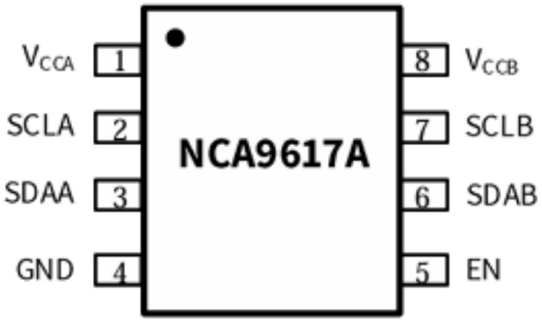


图2.4 NCA9617A引脚图

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

表2.2 NCA9617A引脚描述

引脚名	编号	描述
VCCA	1	A侧供电电压
SCLA	2	A侧I2C时钟线SCLA
SDAA	3	A侧I2C数据线SDAA
GND	4	参考地
EN	5	使能输入信号（高有效）
SDAB	6	B侧I2C时钟线SCLB
SCLB	7	B侧I2C数据线SDAB
VCCB	8	B侧供电电压

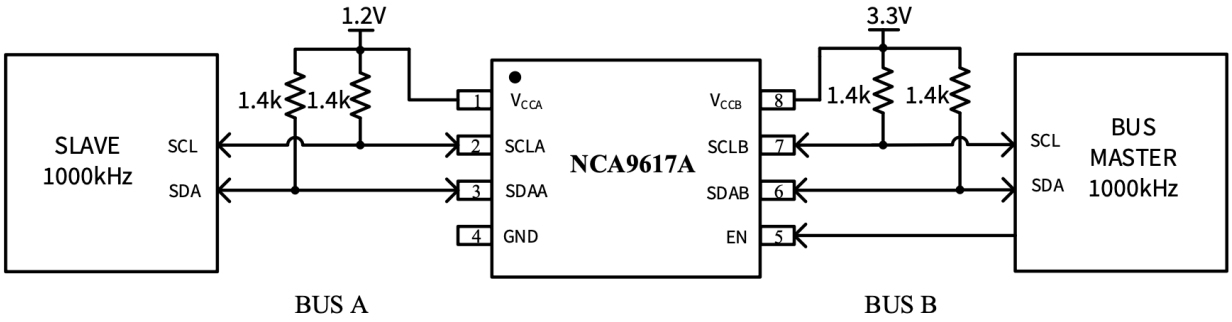


图2.5 NCA9617A典型应用框图

2.4.I²C热插拔

I²C热插拔目前支持的料号为NCA9511，提供MSOP8（NCA9511-DMSR）和SOP8（NCA9511-DSPR）两种封装，工作温度范围为-40°C~105°C。VCC工作电压范围为2.7V~5.5V。NCA9511是带热插拔功能的单电源 I²C/SMBus 双向缓冲器，仅支持同电压域，广泛应用于服务器 / 工控机箱带电背板 I²C 插槽（热插拔网卡、风扇、电源监控卡）。

它内部有1V预充电电路，可减小热插拔时的电流冲击，同时内部有5mA的上升沿加速电路，满足 400kHz 时序要求。

NCA9511的常见应用框图，如图2.7所示。

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

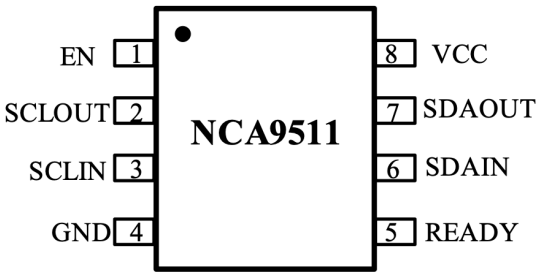


图2.6 NCA9511引脚图

表2.3 NCA9511引脚描述

引脚名	编号	描述
EN	1	使能输入信号（高有效）
SCLOUT	2	OUT侧I2C时钟线SCLOUT
SCLIN	3	IN侧I2C时钟线SCLIN
GND	4	参考地
READY	5	连接信号开漏输出（需要外部上拉电阻到VCC）
SDAIN	6	IN侧I2C数据线SDAIN
SDAOUT	7	OUT侧I2C数据线SDAOUT
VCC	8	供电电压

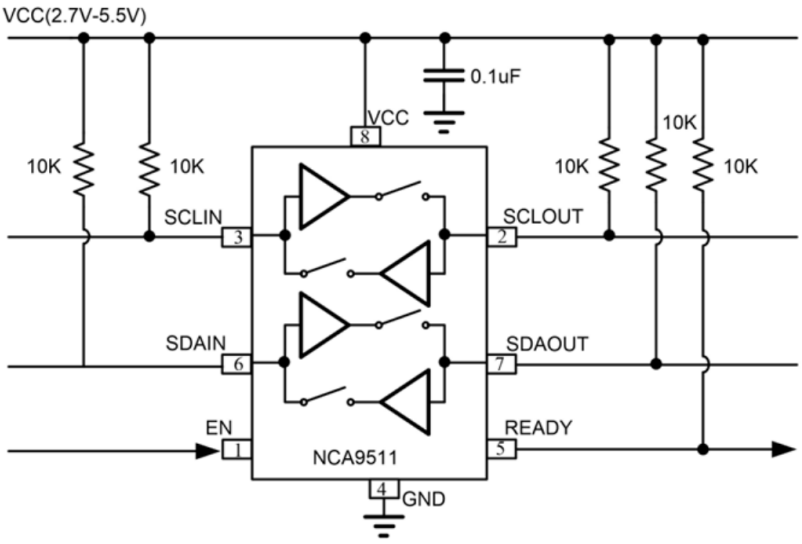


图2.7 NCA9511典型应用框图

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

2.5.I²C开关

I²C switch目前支持的料号，包括NCA9544、NCA9545、NCA9546、NCA9548。

（1）I²C 多路开关依靠主机修改芯片内部的control register，决定内部导通哪一路/多路通道，写1代表导通、写0代表关断。需要注意的是，I²C写操作指令必须以STOP结束才能激活通道选择。

（2）对应支持中断功能的料号，每一路子 I²C 通道配套一个 INTx 引脚，从机产生中断时拉低对应 INTx，芯片内部做与运算，拉低公共 INT 引脚通知 MCU。MCU 可读取 芯片寄存器判断哪一路产生中断。

（3）对应支持硬件RESET的料号，当发生I2C总线持续拉低卡死的工况时，可以拉低RESET引脚至少Tw(rst)L时间，实现芯片的复位。

（4）I²C多路开关芯片的设备硬件地址均是7-bit，其中高四位均是1110b，剩余低3位由硬件地址引脚A2/A1/A0依次填充，若仅有2位硬件地址引脚，则按照0/A1/A0填充。

料号	NCA9544	NCA9545	NCA9546	NCA9548
封装	QFN20	TSSOP20	QFN16、SOP16、TSSOP16	TSSOP24
工作电压范围	1.65V~5.5V	1.65V~5.5V	1.7V~5.5V	1.65V~5.5V
工作温度范围	-40°C~105°C	-40°C~105°C	-40°C~105°C	-40°C~105°C
通道数	4	4	4	8
地址引脚数	3	2	3	3
通道独立中断输入	4	4	0	0
全局中断输出	1	1	0	0
硬件复位RESET	0	1	1	1
I2C最大速率	400kHz	400kHz	400kHz	400kHz
车规/工规	工规	工规	工规	工规

以NCA9545为例，地址信息和典型应用框图分别如图2.8和图2.9所示。

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

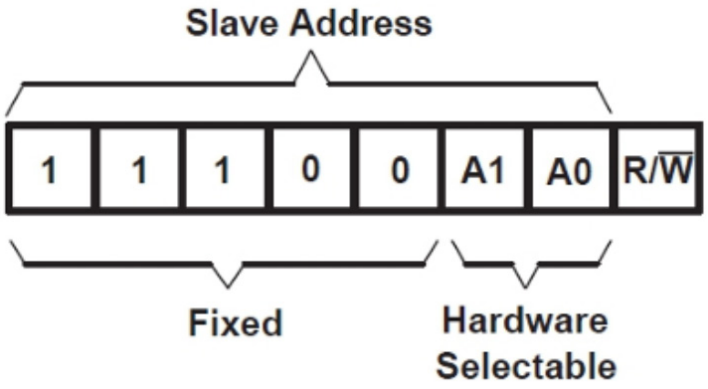


图2.8 NCA9545设备地址

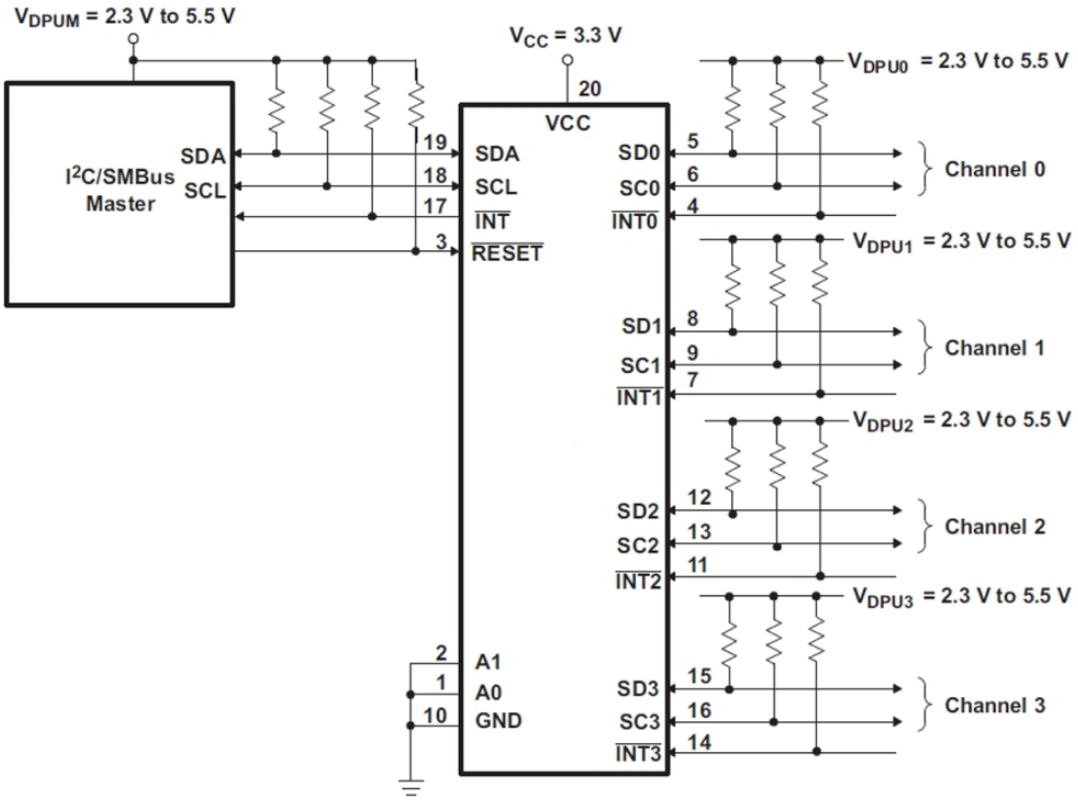


图2.9 NCA9545典型应用框图

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

2.6.I²C GPIO扩展

I²C GPIO扩展目前支持的料号，包括NCA9534B、NCA9539、NCA9555、NCA9555B。

（1）主机通过修改configuration port register来配置GPIO的输入/输出类型，写1为输入、写0为输出。主机通过读取input port register可以获取端口的电平状态。当GPIO配置成输出时，通过修改output port register来配置输出高或者低，写1为高、写0为低。芯片还额外有polarity inversion port register，当对应bit配置为1时，会把input port register相应bit的数值翻转。

（2）中断输出引脚的功能是当输入类型的GPIO端口实际电平和input port register数值不匹配时，INT会拉低通知MCU。当MCU完成对input port register的读操作后，INT释放为高。INT引脚内部是开漏输出，需要外部上拉电阻接到VCC。

（3）对应支持硬件RESET的料号，可以拉低RESET引脚至少Tw(rst)L时间，实现芯片的复位。

料号	NCA9534B	NCA9539	NCA9555	NCA9555B
封装	SOW16、TSSOP16	TSSOP24	TSSOP24	TSSOP24、QFN24
工作电压范围	1.65V~5.5V	1.65V~5.5V	2.3V~5.5V	1.65V~5.5V
工作温度范围	-40°C~125°C	-40°C~125°C	-40°C~85°C	-40°C~125°C
GPIO数	8	16	16	16
地址引脚数	3	2	3	3
中断输出	1	1	1	1
硬件复位RESET	0	1	0	0
I/O内部上拉	/	/	100kΩ	100kΩ
I2C最大速率	400kHz	400kHz	400kHz	400kHz
车规/工规	工规	车规	工规	工规

以NCA9539为例，地址信息和典型应用框图分别如图2.10和图2.11所示。

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

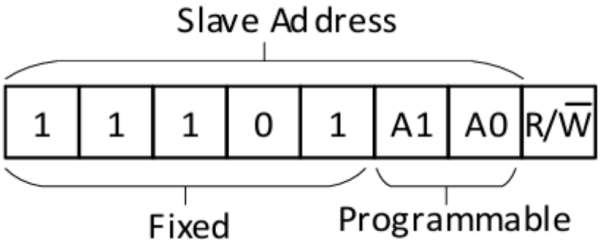


图2.10 NCA9539设备地址

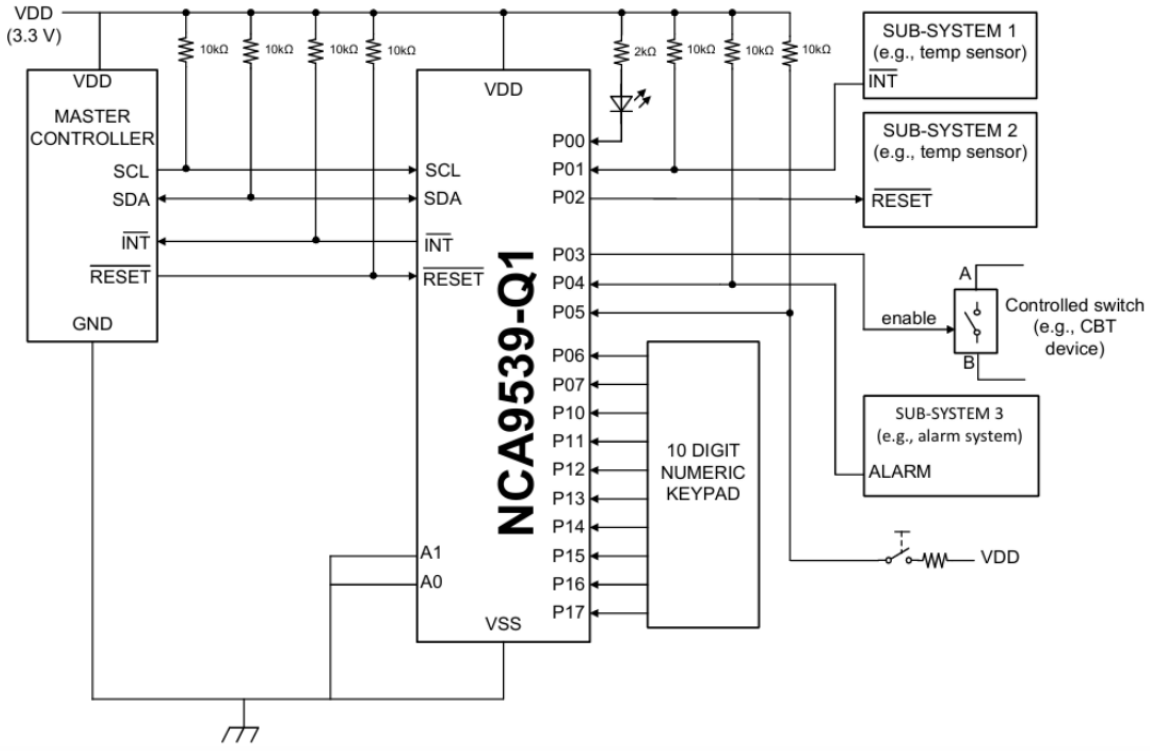


图2.11 NCA9539典型应用框图

3.I²C NACK的可能原因

实际调试 I²C 时，常会出现 NACK 问题，本章归纳了常见故障原因。图 3.1 展示了主机对 0x56 地址设备执行写操作的指令时序，第九个时钟周期 SDA 为高电平，对应 NACK 状态。

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

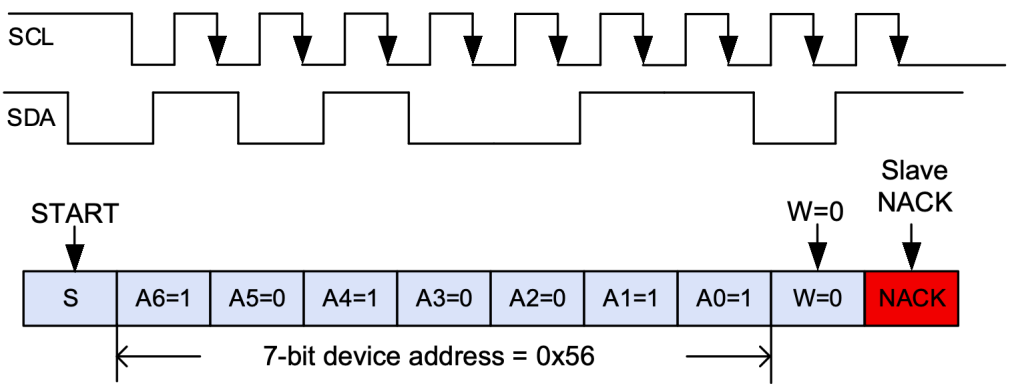


图3.1 I2C NCAK示意图

3.1.焊接

芯片 SCL、SDA、VCC、GND 引脚出现虚焊、焊盘脱落或走线断路（如串联电阻漏装）、或者芯片pin1接反，会造成 I²C 通信异常。

3.2.原理图标记

客户端原理图绘制错误，如SCL/SDA的引脚信息和芯片标号不匹配、或者SCL和SDA接反。

3.3.地址信息

芯片的地址硬件引脚实际配置与软件指令发送的地址不匹配。

3.4.RESET引脚配置

若芯片有RESET引脚，以低电平有效为例。当RESET短接到GND，或者悬空时，会导致芯片进行硬件复位，建议外通过上拉电阻接到VCC。

3.5.时序正确性

I²C 包含多种工作模式，测试前需确认待测芯片支持的模式参数，涵盖最高工作频率、起始与停止时序、上升时序等，保证芯片在额定规格内运行，杜绝超规格使用。

3.6.指令有效性

Master发送的指令确保发送的寄存器/EEPROM地址可被芯片寻址。若地址不存在，芯片会正常返回NACK。

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

4.常见QA

(1) NCA9306、NCA9617A、NCA9511的主要区别是什么?
NCA9306是双向MOS 直通开关，两侧总线电容叠加，仅做电平转换，不能隔离总线电容，多节点长走线容易电容超标波形失真。NCA9617A在实现电平转换的同时可以隔离总线电容，可实现I²C总线挂更多的外设，但是需要考虑B的VOL电平问题。NCA9511是同电压域缓冲，无跨电压转换，独有热插拔保护，用于服务器背板带电插拔子卡。

（2）为什么缓冲器能隔离总线电容，而直通开关不行?
开关内部是导线直连，两边走线、器件寄生电容并联叠加。缓冲器内部是独立输入检测以及输出驱动电路，只同步逻辑电平，两侧电容互不干扰，解决总线电容超标导致的上升沿过缓、通信失败。

（3）NCA9306和NCA9617A有无上电时序要求?
两者都没有上电时序要求，但是需要注意支持的工作电压范围。NCA9617A还需要满足0.4VCCA + 0.8V ≤ VCCB。

（4）热插拔场景可以选择哪款芯片?
目前NOVOSENSE支持热插拔的芯片只有NCA9511，适合于同电压背板热插拔场景，内部有预充电电路。

（5）I²C多路开关的作用是什么?
解决 I²C 从设备地址冲突，每路通道独立电平转换，支路之间电气隔离，互不干扰。

（6）I²C多路开关可以同时打开吗?
硬件支持同时多选通道，但多路同时打开会合并支路总线电容，易超出 I²C 负载上限，波形畸变，建议单路分时选通。

（7）I²C GPIO扩展的INT引脚作用是什么?
对应输入GPIO端口，当发生电平跳变时，INT会拉低通知MCU，代替了轮询获取状态，节省算力。MCU读取 Input port register后自动清除中断，INT 恢复高电平。

（8）I²C发生SDA锁死如何解决?
若芯片带RESET引脚复位引脚，可以拉低RESET实现复位；主机发送9个SCL时钟(针对8位数据的情况)；上下电实现POR复位。

Copyright © NOVOSENSE Microelectronics Co.,Ltd 2026. All rights reserved.

5.修订历史

版本	描述	作者	日期
1.0	创建应用笔记	Xiutao Lou	2026/6/17

销售联系方式：sales@novosns.com;　获取更多信息：www.novosns.com

重要声明

本文件中提供的信息不作为任何明示或暗示的担保或授权，包括但不限于对信息准确性、完整性，产品适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的陈述或保证。

客户应对其使用纳芯微的产品和应用自行负责，并确保应用的安全性。客户认可并同意：尽管任何应用的相关信息或支持仍可能由纳芯微提供，但将在产品及其产品应用中遵守纳芯微产品相关的所有法律、法规和相关要求。

本文件中提供的资源仅供经过技术培训的开发人员使用。纳芯微保留对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其他更改的权利。纳芯微仅授权客户将此资源用于开发所设计的整合了纳芯微产品的相关应用，不视为纳芯微以明示或暗示的方式授予任何知识产权许可。严禁为任何其他用途使用此资源，或对此资源进行未经授权的复制或展示。如因使用此资源而产生任何索赔、损害、成本、损失和债务等，纳芯微对此不承担任何责任。

有关应用、产品、技术的进一步信息，请与纳芯微电子联系（www.novosns.com）。

苏州纳芯微电子股份有限公司版权所有