

USB Type-C 线缆电子标签 IC

Electronic Marker for USB Type-C Cable

1 特性

- 支持 USB Type-C 2.2 和 PD3.1 协议标准
- ✧ 支持 SOP'和 SOP''通讯
- ✧ 集成硬件的双向标记编解码 (BMC) 协议
- ✧ 集成物理层协议 (PHY)
- ✧ 支持 Get_Manufacturer_Info 指令
- ✧ 支持模式操作
- ✧ 支持 Get_Status 指令,集成内部温度传感器,支持实时获取线缆温度功能
- ✧ 支持 EPR 240W Capable
- 支持雷电 3、雷电 4、USB4 80G 线缆应用
- 高集成度
- ✧ 集成两端的 VCONN 二极管
- ✧ 集成两端的 Ra 电阻和 Ra 自动移除
- BOM 极简
- ✧ 极简 BOM
- 灵活定制
- ✧ 支持 4 次烧写, 烧写保护功能
- 极低功耗
- VCONN 工作电压范围: 2.7V~5.8V
- ESD 8KV (VCONN1/2、CC 脚)
- VCONN1、VCONN2、CC 脚高耐压 55V
- 封装
- ✧ DFN2×2-6L
- ✧ DFN2×2-8L
- ✧ WL-CSP-6B

2 应用

- USB Type-C Passive 线缆
- USB Type-C Active 线缆
- USB Type-C EPR 240W Capable 线缆
- USB Type-C 雷电 3、雷电 4 线缆

3 简介

IP2133H 是一款支持 USB Type-C 2.2 标准以及 PD3.1 规范的 USB Type-C 线缆电子标签芯片。为 C-C 线缆应用提供完整的解决方案。

支持数据烧写, 方便开发; 支持烧写保护, 保证数据安全。

IP2133H 具备高集成度与极简 BOM, 有效减小整体方案的尺寸, 降低 BOM 成本。

目录 Contents

1	特性	1
2	应用	1
3	简介	1
4	典型应用原理图	3
4.1	Passive Cable	3
4.1.1	方案一	3
4.1.2	方案二	3
4.2	Active Cable	4
5	IP2133H 系列型号选择表	4
6	引脚定义	4
6.1	引脚说明	5
7	芯片内部框图	5
8	极限参数	5
9	推荐工作条件	6
10	电气特性	6
11	功能描述	7
11.1	SOP'或 SOP"通信	7
11.2	PD 协议支持的消息类型	8
11.2.1	Hard Reset 及 Cable Reset	8
11.2.2	控制消息(Control Message)	8
11.2.3	数据消息(Data Message)	9
11.2.4	Discover Identity	9
11.2.5	Get_Status 指令	11
11.3	模式操作	11
12	应用原理图	11
12.1	USB2.0 线缆参考方案	11
12.2	USB3.2 线缆参考方案	12
12.3	USB4.0 线缆参考方案	12
13	BOM 表	13
13.1	USB2.0 线缆参考 BOM 表	13
13.2	USB3.2 线缆参考 BOM 表	13
13.3	USB4.0 线缆参考 BOM 表	13
14	封装信息	14
14.1	封装尺寸	14
14.2	焊盘尺寸	16
14.3	编带尺寸	17
15	责任及版权声明	18

4 典型应用原理图

4.1 Passive Cable

4.1.1 方案一

Passive Cable : Electronically Marked Cable with VCONN connected through the cable

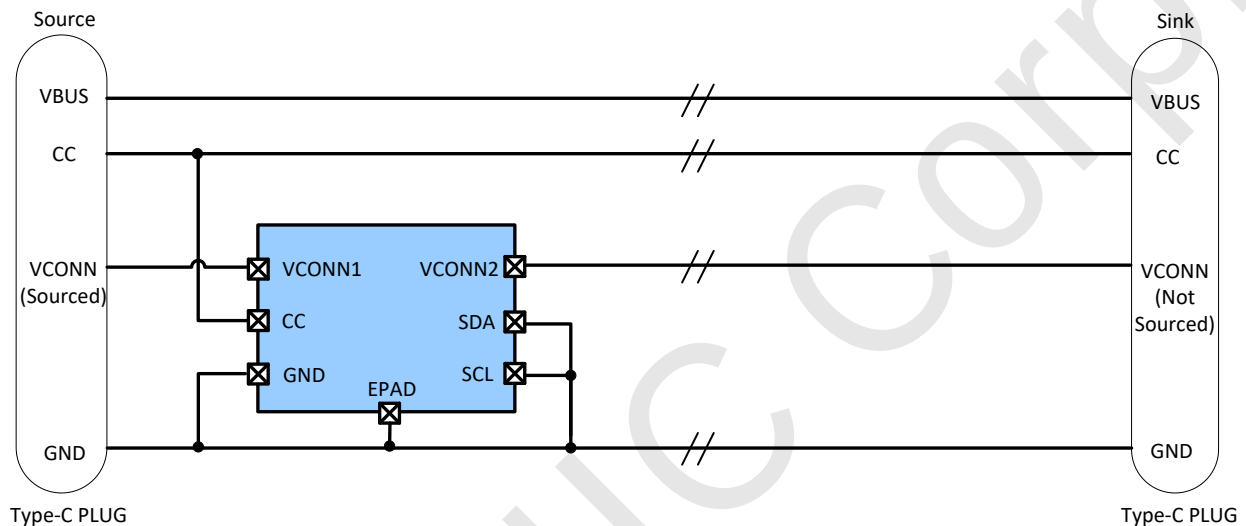


图 1 Passive Cable 方案一 简化应用原理图

4.1.2 方案二

Passive Cable : Electronically Marked Cable with SOP' at both ends(with VCONN not connected through the cable)

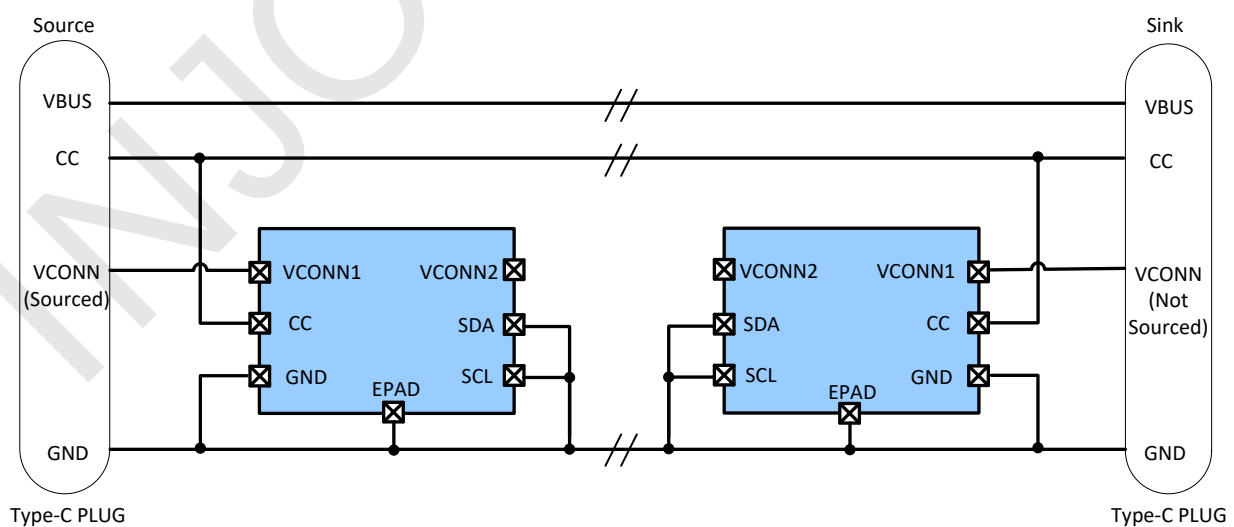


图 2 Passive Cable 方案二 简化应用原理图

4.2 Active Cable

Active Cable : Marked Cable with SOP' at near end and SOP'' at far end

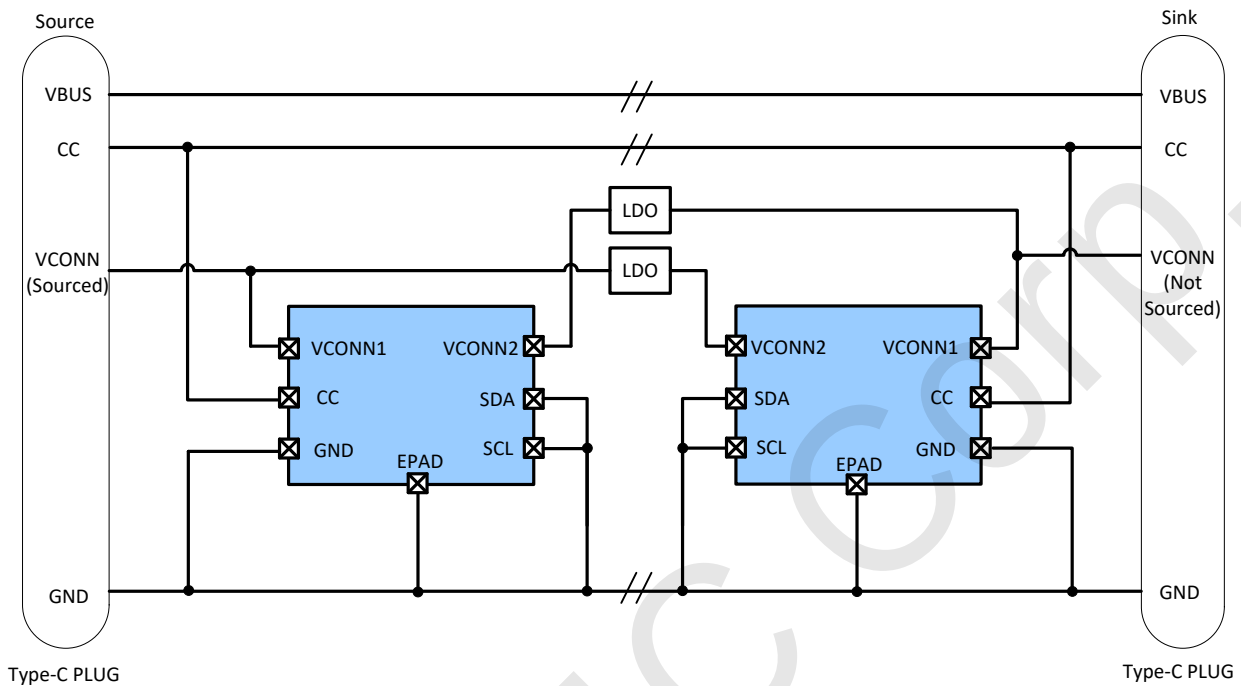


图3 Active Cable 简化应用原理图

5 IP2133H 系列型号选择表

型号	描述	封装
IP2133	USB2.0/USB3.2,Gen1/Gen2,cable	DFN-6L
IP2133_EPR	USB2.0/USB3.2,Gen1/Gen2,EPR Mode Capable cable	DFN-6L
IP2133T	USB2.0/USB3.2,Gen1/Gen2,cable	DFN-8L
IP2133T_EPR	USB2.0/USB3.2,Gen1/Gen2,EPR Mode Capable cable	DFN-8L
IP2133H	USB2.0/USB3.2,Gen1/Gen2,USB4.0,EPR Mode Capable cable	DFN-6L
IP2133TH	USB2.0/USB3.2,Gen1/Gen2,USB4.0,EPR Mode Capable cable	DFN-8L
	USB2.0/USB3.2,Gen1/Gen2,USB4.0,EPR Mode Capable cable	WL-CSP-6B

6 引脚定义

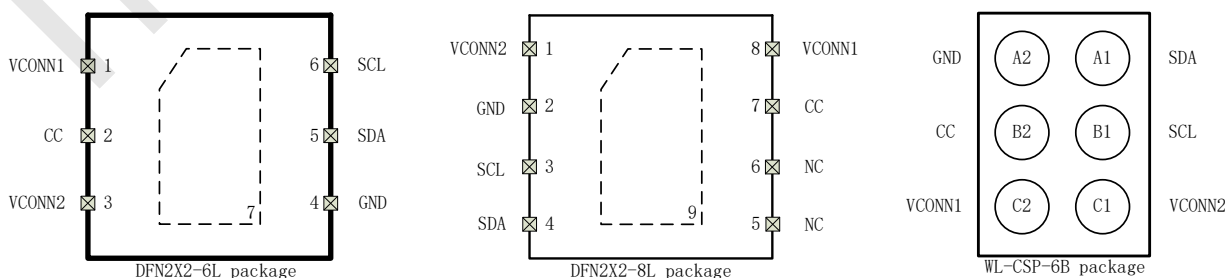


图4 IP2133H 引脚图

6.1 引脚说明

序号			名称	描述
DFN2X2-6L	DFN2X2-8L	WL-CSP-6B		
1	8	C2	VCONN1	VCONN 电源供电 1
2	7	B2	CC	Type-C CC 输入输出
3	1	C1	VCONN2	VCONN 电源供电 2
4	2	A2	GND	接地
5	4	A1	SDA	仅作调试用途，建议接地
6	3	B1	SCL	仅作调试用途，建议接地
7	9	-	EPAD	热焊盘，建议接地

7 芯片内部框图

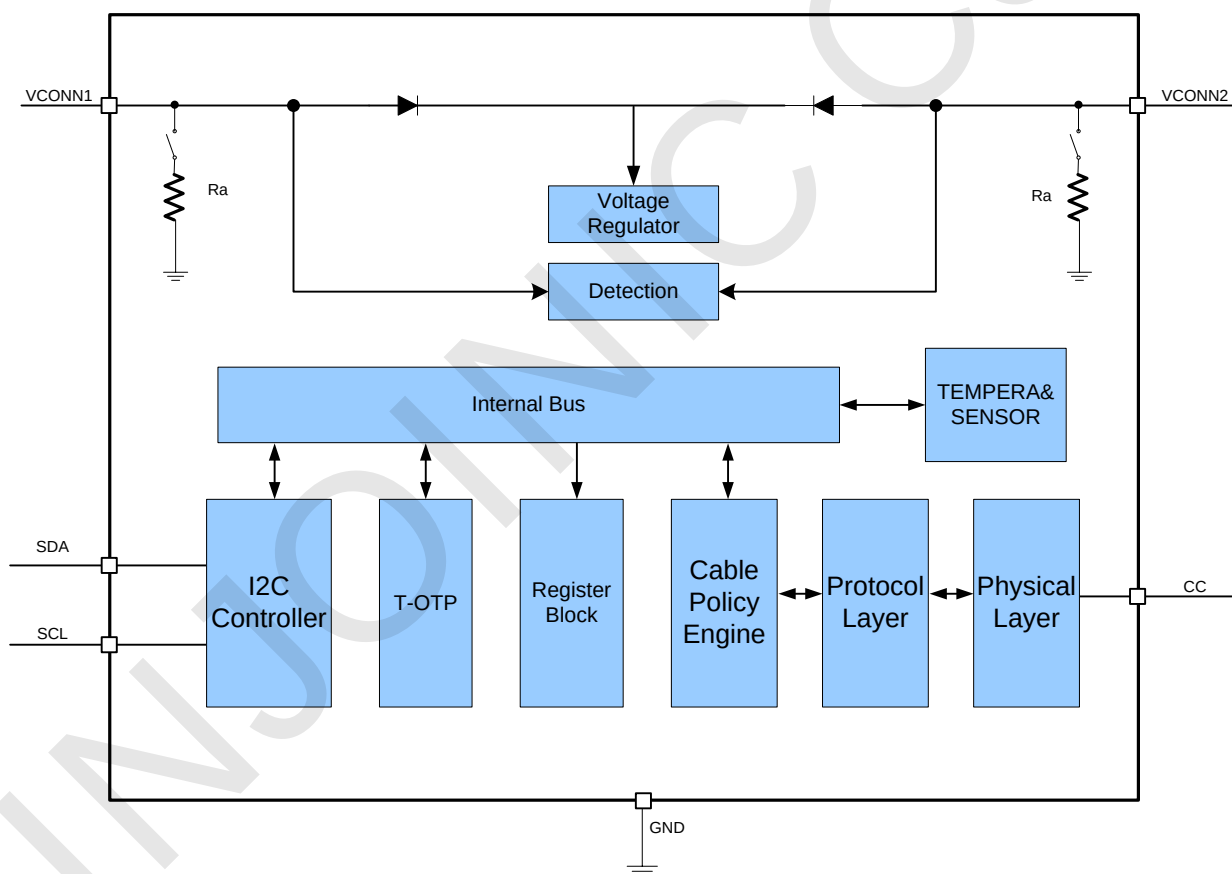


图 5 芯片内部框图

8 极限参数

参数	符号	值	单位
VCONN1 端口输入电压范围	VCONN1	-0.3 ~ 55	V
VCONN2 端口输入电压范围	VCONN2	-0.3 ~ 55	V
CC 端口输入电压范围	CC	-0.3 ~ 55	V

SDA 端口输入电压范围	SDA	-0.3 ~ 10	V
SCL 端口输出电压范围	SCL	-0.3 ~ 10	V
结温范围	T_J	-40 ~ 150	°C
存储温度范围	T_{stg}	-60 ~ 150	°C
回流焊温度 (10sec)	T_s	260	°C
工作环境温度范围	T_A	-40~120	°C
封装热阻	θ_{JA}	90	°C/W
人体模型 (HBM)	ESD	8	KV
VCONN1/2, CC 脚			

*高于绝对最大额定值部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害，在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

9 推荐工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
VCONN1 输入电压	VCONN1	2.7	5	5.8	V
VCONN2 输入电压	VCONN2	2.7	5	5.8	V
CC 端口输入电压	CC	3	-	5.5	V
SDA 端口输入电压	SDA	3	-	4	V
SCL 端口输出电压	SCL	3	-	4	V
工作环境温度	T_A	- 40	-	105	°C

*超出这些工作条件，器件工作特性不能保证。

10 电气特性

除特别说明， $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $4.5\text{V} \leq \text{VCONN1/2} \leq 5.5\text{V}$

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入工作电压	VCONN1/2	引脚直接加电压	2.75	5	5.75	V
输入欠压阈值	UVLO	引脚直接加电压	-	2.4	-	V
欠压迟滞	V_{UVLO_hys}	引脚直接加电压	0.1	0.2	0.3	V
静态工作电流	I_Q	空载， VCONN1/2=5V	0.3	1.3	1.6	mA
发送信号工作电流	I_{TX}	VCONN1/2=5V 工作	0.4	1.75	3	mA
接受信号工作电流	I_{RX}	VCONN1/2=5V 工作	0.4	1.1	1.6	mA
下拉电阻	R_a	-	0.8	1	1.2	K Ω
弱化电阻	R_{weak}	-	18	21	24	K Ω
BMC TX PARAMETERS						
Bit Rate	$f_{BitRate}$	-	270	300	330	K
Maximum difference between the bitrate during the part of the packet following the Preamble	$P_{BitRate}$	-	-	-	0.25	%

and the reference bitrate.						
Time to cease driving the line after the end of the last bit of the Frame.	$t_{\text{EndDriveBMC}}$		-	-	23	us
Fall time (From 90% to 10% amplitude)	t_{Fall}		300	-	-	ns
Time to cease driving the line after the final high-to-low transition.	$t_{\text{HoldLowBMC}}$		1	-	-	us
Time from the end of last bit of a Frame until the start of the first bit of the next Preamble.	$t_{\text{InterFrameGap}}$		25	-	-	us
Rise time (From 10% to 90% amplitude)	t_{Rise}		300	-	-	ns
Time before the start of the first bit of the Preamble when the transmitter Shall start driving the line.	$t_{\text{StartDrive}}$		-1	-	1	us
Voltage Swing	v_{Swing}		1.05	1.125	1.2	V
OVP 阈值（OVP 阈值用寄存器来配置，分为 2 挡-低档和高档）						
OVP on CC, lower threshold	$V_{\text{OVP_CC_lo}}$	-	5	5.6	6	V
OVP on CC, upper threshold	$V_{\text{OVP_CC_up}}$	-	5	6	7	V
OVP on CC, hysteresis	$V_{\text{OVP_CC_hys}}$	-	0.1	0.2	0.5	V
OVP on VCONN1/2, lower threshold	$V_{\text{OVP_VCONN_lo}}$	-	5.5	6	6.5	V
OVP on VCONN1/2, upper threshold	$V_{\text{OVP_VCONN_up}}$	-	6.5	7	7.5	V
OVP on VCONN1/2, hysteresis	$V_{\text{OVP_VCONN_hys}}$	-	0.1	0.2	0.5	V

11 功能描述

11.1 SOP'或 SOP''通信

SOP'通信是建立在设备与被 VCONN 供电的线缆插头之间的通信，SOP''通信是建立在与另一端线缆插头之间的通信。IP2133H 支持 SOP'和 SOP''通信。VCONN 供电后，e-Marker 线缆需要支持 SOP'或 SOP''通信，其通信过程如下图所示：

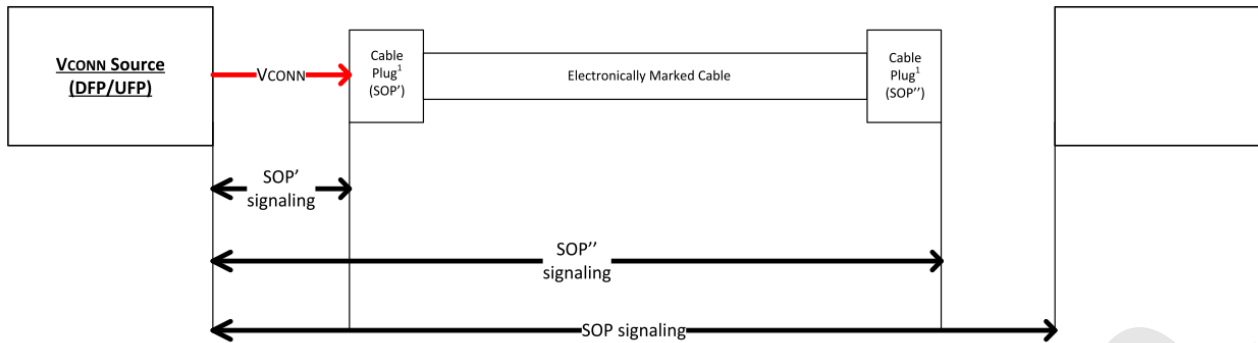


图 6 SOP'及 SOP''通信示例

Passive 线缆在 VCONN 供电时，有能力支持 SOP' 通信。Active 线缆既可以支持 SOP' 通信，又可以支持 SOP''通信。Active 线缆近端可以支持 SOP' 通信，远端可以支持 SOP''通信。

11.2 PD 协议支持的消息类型

IP2133H 支持 3 种类型的消息指令，Hard Reset、Cable Reset 和 SOP*指令，对于其他不支持的指令不用响应。也不回复 GoodCRC

K-code Number	K-Code in code table		
	Layout Pad Reference	Layout Pad Reference	Layout Pad Reference
1	RST-1	RST-1	Sync-1
2	RST-1	Sync-1	Sync-1
3	RST-1	RST-1	Sync-3
4	RST-2	Sync-3	Sync-3

11.2.1 Hard Reset 及 Cable Reset

芯片收到 Hard Reset 或 Cable Reset 信号时，芯片复位，芯片类似重新上电，恢复到上电状态。

11.2.2 控制消息(Control Message)

芯片将只响应下面表格中所列出的控制消息（Control Messages）。该表格以外的消息都将在回复 GoodCRC 后被忽略。

	Message Header[4:0]	Message Type	Description
Transmitted Message	0 0001	GoodCRC	Be sent to acknowledge that the previous message was correctly received (i.e. had a good CRC)
	0 0011	Accept	Be sent to indicate that it has completed its Soft Reset.
Received Message	0 0001	GoodCRC	The sent message has been correctly received
	0 1101	Soft_Reset	Reset MessageIDCounter before sending the Accept Message response
	Others	N/A	Ignored

11.2.3 数据消息(Data Message)

芯片将只响应下面表格中所列出的数据消息（Data Messages）。该表格以外的消息都将被忽略，回复 GoodCRC

	Message Header[4:0]	Message Type	Description
Transmitted Message	N/A		
Received Message	0 0011	BIST	Including BIST Carrier Mode and BIST Test Data
	0 1111	Vendor_Defined	See below section
	Others	N/A	Ignored

11.2.4 Discover Identity

- Discover Identity

Discover Identity 命令用于 VCONN Source 端供电的线缆插头的身份识别，其命令的格式如下：

Header No. of Data Objects = 4-7 ¹	VDM Header	ID Header VDO	Cert Stat VDO	Product VDO	0..3 ² Product Type VDO(s)
--	------------	---------------	---------------	-------------	---------------------------------------

- ID Header

PD 产品中的 ID Header VDO 信息，定义见下表：

Bit(s)	Description
B31	USB Communications Capable as USB Host: Shall be set to one if the product is capable of enumerating USB Devices. Shall be set to zero otherwise
B30	USB Communications Capable as a USB Device: Shall be set to one if the product is capable of being enumerated as a USB Device. Shall be set to zero otherwise
B29...27	Product Type (UFP): 000b – Undefined 001b – PDUSB Hub 010b – PDUSB Peripheral 011b – PSD 100b – Reserved, Shall Not be used. 101b – Alternate Mode Adapter (AMA) 110b – VCONN-Powered USB Device (VPD) 111b – Reserved, Shall Not be used. Product Type (Cable Plug): 000b – Undefined 001b...010b – Reserved, Shall Not be used. 011b – Passive Cable 100b – Active Cable 101b...111b – Reserved, Shall Not be used.
B26	Modal Operation Supported: Shall be set to one if the product supports Modal Operation. Shall be set to zero otherwise
B25...23	Product Type (DFP): 000b – Undefined 001b – PDUSB Hub 010b – PDUSB Host 011b – Power Brick 100b – Alternate Mode Controller (AMC) 101b...111b – Reserved, Shall Not be used.
B22...16	Reserved. Shall be set to zero.
B15...0	16-bit unsigned integer. USB Vendor ID

● Cert Stat VDO

PD 产品中的 Cert Stat VDO 信息，定义见下表：

Bit(s)	Description	Reference
B31...0	32-bit unsigned integer, XID	Assigned by USB-IF

● Product VDO

PD 产品中的 Product VDO 信息，定义见下表：

Bit(s)	Description	Reference
B31...16	16-bit unsigned integer. USB Product ID	[USB 2.0]/[USB 3.2]
B15...0	16-bit unsigned integer. bcdDevice	[USB 2.0]/[USB 3.2]

● Passive Cable VDO

IP2133H 支持 EPR Mode 线缆，用户可以根据应用需求，定制线缆信息。

● Active Cable VDO

IP2133H 支持 EPR Mode 线缆，用户可以根据应用需求，定制线缆信息。

11.2.5 Get_Status 指令

The Get_Status Message is sent by a Port using SOP to request the Port Partner's present status. The Port Partner Shall respond by returning a Status Message. A Port that receives an Alert Message indicates that the Source or Sink's Status has changed and Should be re-read using a Get_Status Message.

The Get_Status Message May also be sent to an Active Cable to get its present status using SOP'/SOP". The Active Cable Shall respond by returning a Status Message.

Status Message 作为对 SOP'或 SOP"的 Get_Status Message 的响应,使 Source 或 Sink 能够获得线缆插头当前的状态。通常,USB 主机或 USB 设备将使用 Get_Status Message 来管理线缆插头温度。状态消息返回一个 2 字节的状态数据块(SDB),其格式应如下所示。

SOP'/SOP"Status Message:

Extended Header Data Size = 2	SDB (2-byte block)
----------------------------------	-----------------------

SOP'/SOP" Status Data Block:

Offset (Byte)	Field	Value	Description						
0	Internal Temp	Unsigned Int	Cable Plug's internal temperature in °C. 0 = feature not supported 1 = temperature is less than 2°C. 2...255 = temperature in °C.						
1	Flags	Bit field	<table><tr><th>Bit</th><th>Description</th></tr><tr><td>0</td><td>Thermal Shutdown</td></tr><tr><td>1...7</td><td>Reserved and Shall be set to zero</td></tr></table>	Bit	Description	0	Thermal Shutdown	1...7	Reserved and Shall be set to zero
Bit	Description								
0	Thermal Shutdown								
1...7	Reserved and Shall be set to zero								

11.3 模式操作

IP2133H 支持模式操作,支持 Mode Enter/Exit 指令。IP2133H 可以支持 40Gbps 模式操作。支持 3 种 SVID 模式操作。可以应用于雷电 3、雷电 4 线缆和 DP 线缆方案,方便客户灵活定制。

12 应用原理图

12.1 USB2.0 线缆参考方案

IP2133H 支持最新的 Type-C 2.2 规范,在 VBUS 和 GND 之间可以不接电容,极简的 BOM 设计,节省 PCB Layout 空间。采用双面板设计时,推荐器件布局在底层,出线焊盘在顶层。可采用两套 BOM 表,焊接成 Plug A 和 Plug B 的形式,极大方便了 PCB 的设计。

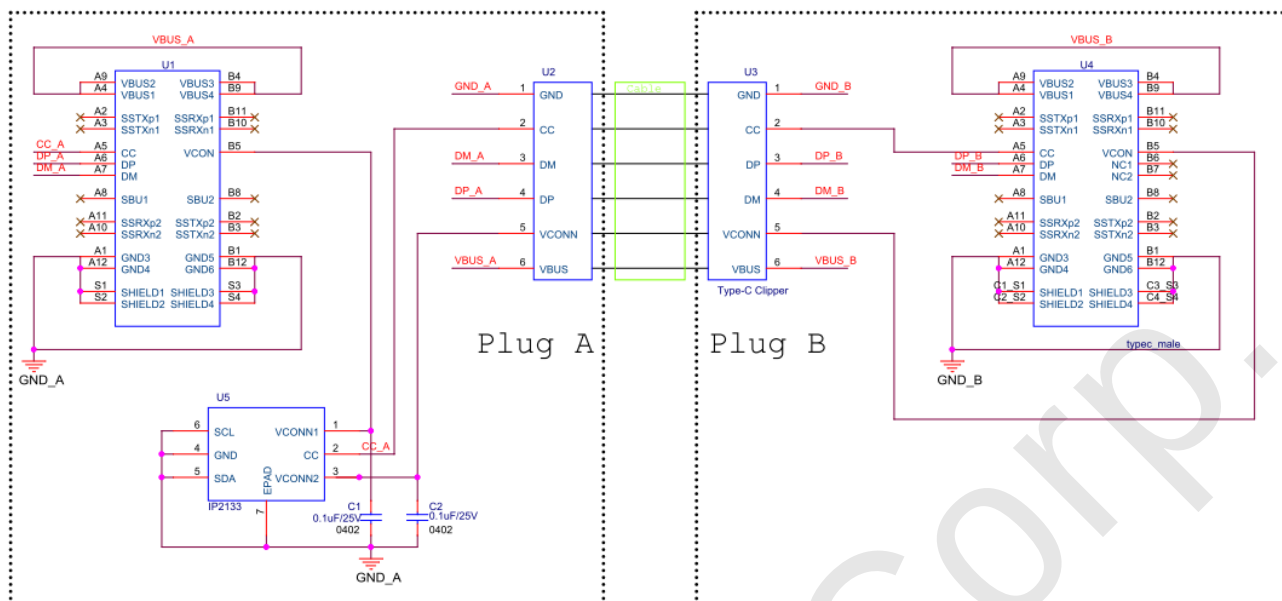


图7 IP2133H USB2.0 线缆参考原理图

12.2 USB3.2 线缆参考方案

IP2133H 应用于 USB3.2 线缆时，支持高速模式。Type-C 公头上，在 VBUS 和 GND 之间接 10nF 电容，耐压 63V 以上。推荐采用 4 层 PCB 设计，4 对高速信号差分走线，等长，建议特征阻抗匹配 50 欧姆电阻。

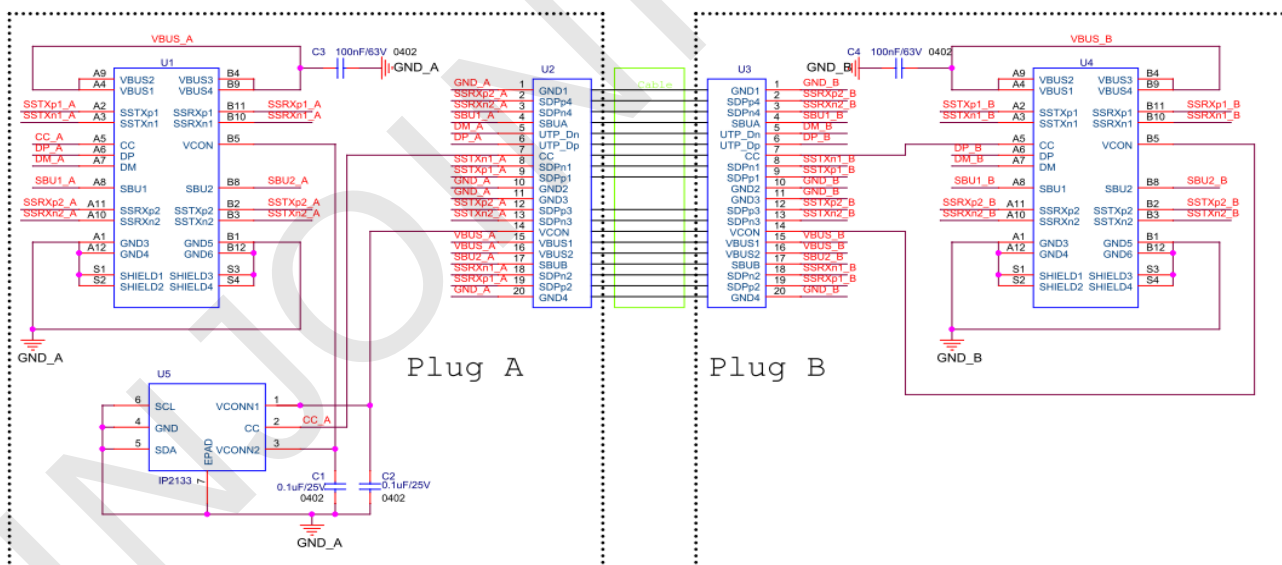


图8 IP2133H USB3.2 线缆参考原理图

12.3 USB4.0 线缆参考方案

IP2133H 应用于 USB4.0 线缆时，支持高速模式。Type-C 公头上，在 VBUS 和 GND 之间接 10nF 电容，耐压 63V 以上。推荐采用 4 层 PCB 设计，4 对高速信号差分走线，等长，建议特征阻抗匹配 50 欧姆电阻。

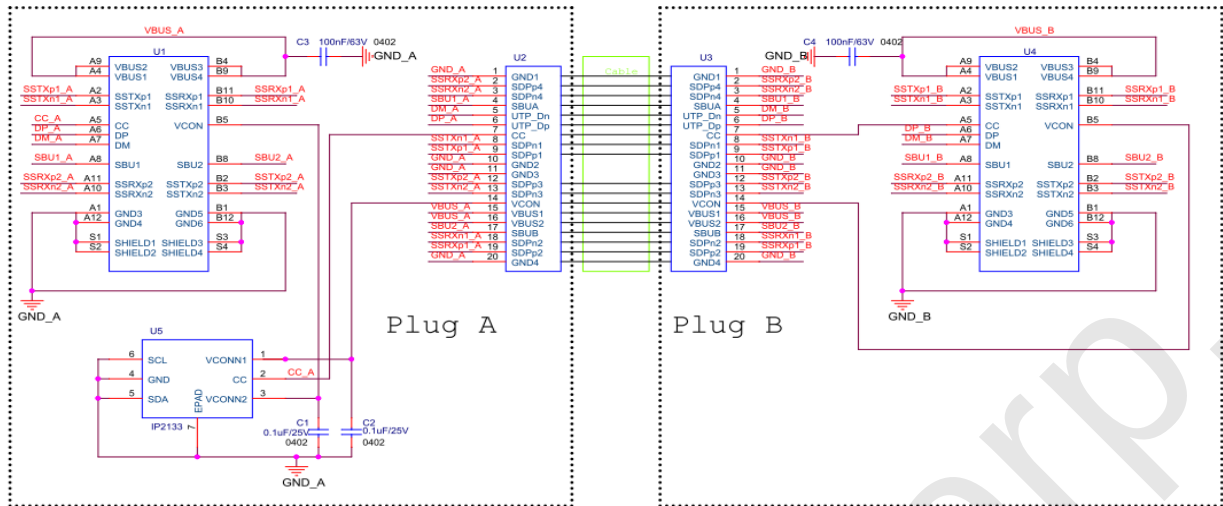


图 9 IP2133H USB4.0 线缆参考原理图

13 BOM 表

13.1 USB2.0 线缆参考 BOM 表

序号	元件名称	型号&规格	位置	用量	备注
1	贴片电容	0402 100nF 25V X5R	C1 C2	2	
2	USB Type-C Plug	N/A	U1 U4	2	
3	IC	DFN-6L E-Marker IP2133H	U5	1	

13.2 USB3.2 线缆参考 BOM 表

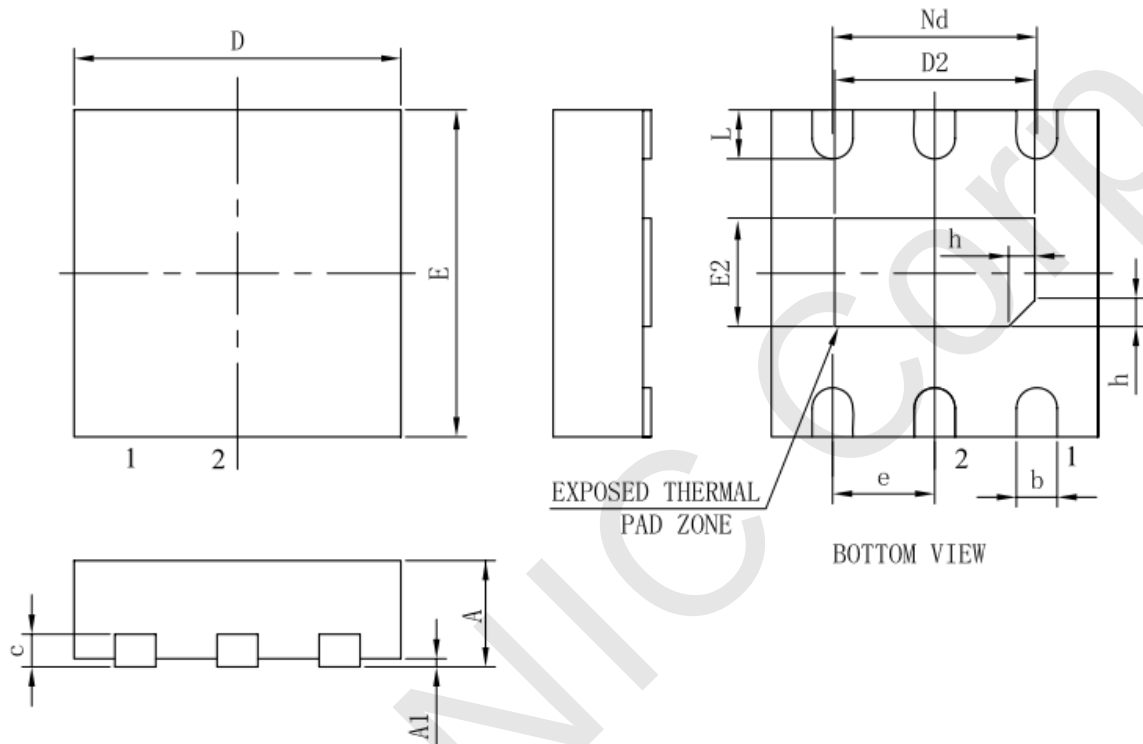
序号	元件名称	型号&规格	位置	用量	备注
1	贴片电容	0402 100nF 25V X5R	C1 C2	2	
2	贴片电容	0402 100nF 63V X5R	C3 C4	2	
3	USB Type-C Plug	N/A	U1 U4	2	
4	IC	DFN-6L E-Marker IP2133H	U5	1	

13.3 USB4.0 线缆参考 BOM 表

序号	元件名称	型号&规格	位置	用量	备注
1	贴片电容	0402 100nF 25V X5R	C1 C2	2	
2	贴片电容	0402 100nF 63V X5R	C3 C4	2	
3	USB Type-C Plug	N/A	U1 U4	2	
4	IC	DFN-6L E-Marker IP2133H	U5	1	

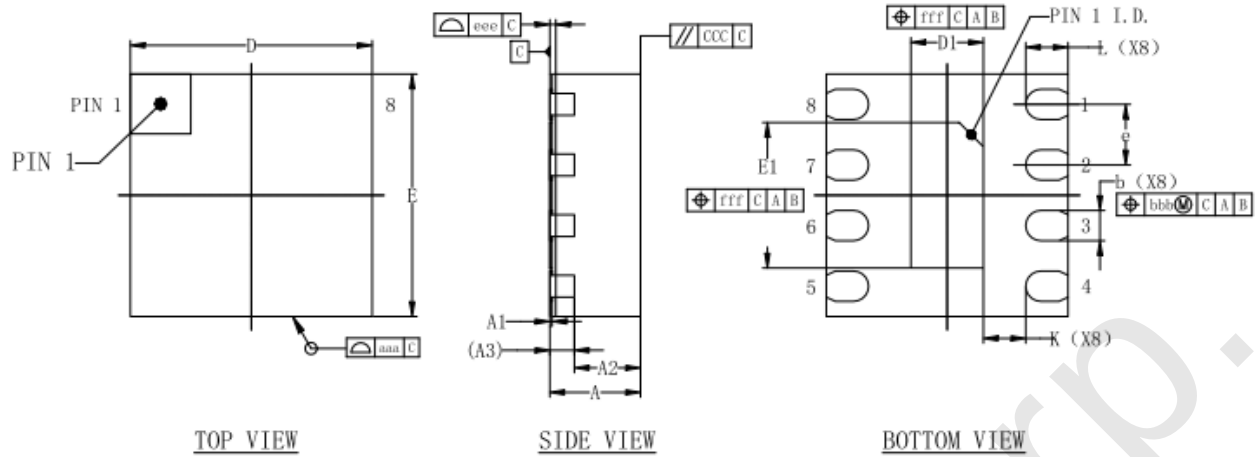
14 封装信息

14.1 封装尺寸



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
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	1.95	2.00	2.05
D2	1.00	1.23	1.45
e	0.65BSC		
Nd	1.30BSC		
E	1.95	2.00	2.05
E2	0.50	0.68	0.85
L	0.25	0.30	0.40
h	0.10	0.15	0.20
载体尺寸 (mil)	63*43		

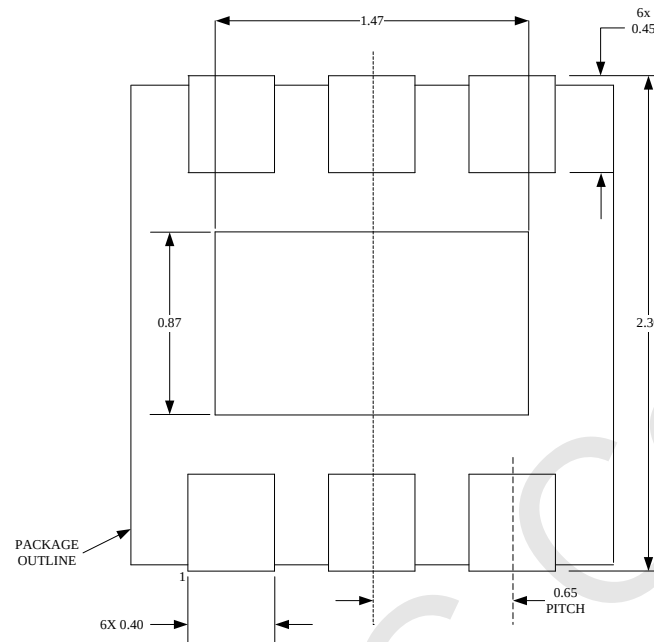
DFN2×2-6L Package



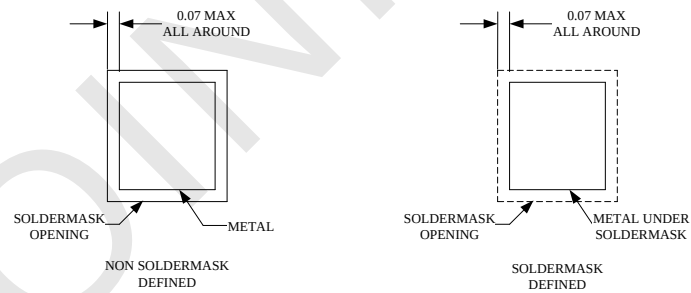
Item		Symbol	Minimum	Normal	Maximum
Body Size	X	D	2.0 BSC		
	Y	E	2.0 BSC		
Exposed Pad Size	X	D1	0.50	0.60	0.70
	Y	E1	1.10	1.20	1.30
Total Thickness		A	0.70	0.75	0.80
Stand Off		A1	0	0.02	0.05
Molding Thickness		A2		0.55	
LF Thickness		A3	0.203 REF		
Lead Width		b	0.20	0.25	0.30
Lead Length		L	0.30	0.35	0.40
Lead Pitch		e	0.5 BSC		
Lead tip to Exposed Pad		K	0.35 REF		
Package Edge Tolerance		aaa	0.10		
Lead Offset		bbb	0.10		
Molding Flatness		ccc	0.10		
Coplanarity		eee	0.05		
Exposed Pad Offset		fff	0.10		

DFN2×2-8L Package

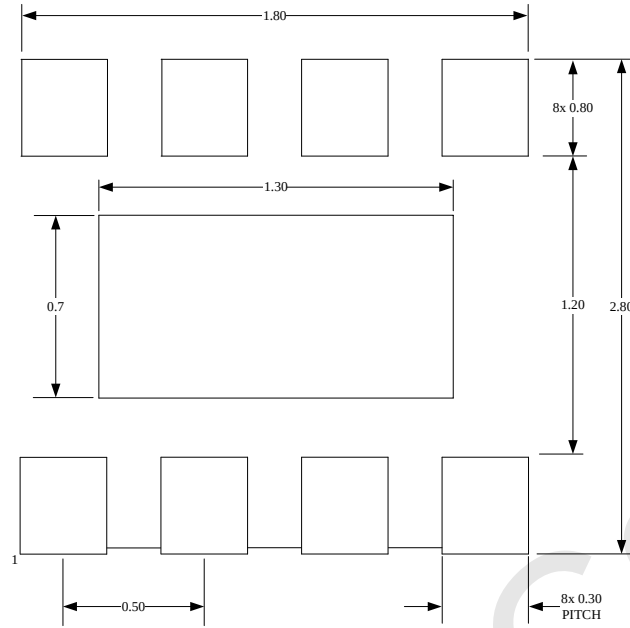
14.2 焊盘尺寸



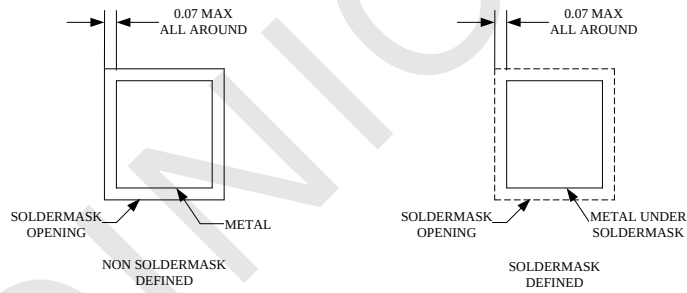
LAND PATTERN EXAMPLE



SOLEDR MASK DETAILS



DFN2x2-8L
LAND PATTERN EXAMPLE



SOLEDR MASK DETAILS

14.3 编带尺寸

Name	W	Ao	Bo	A1	B1	Ko	K1	E	F	P	Po	P2	Po10	Do	D1	T	
DATA (Unit:mm)	8 +0.10 -0.10	3.26 +0.10 -0.10	3.3 +0.10 -0.10			1.4 +0.10 -0.10		1.75 +0.10 -0.10	3.5 +0.05 -0.05	4 +0.10 -0.10	4 +0.10 -0.10	2 +0.05 -0.05	40 +0.20 -0.20	1.55 +0.10 -0.00	1.05 +0.05 -0.05	0.2 +0.02 -0.02	

3D view dimensions: A-A, 10°, Ao, Po, P2, A, Do, E, F, D1, P, W, T, Bo, Ko.

15 责任及版权声明

英集芯科技有限公司有权对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改，客户在下订单前应获取最新的相关信息，并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的销售条款与条件。

英集芯科技有限公司对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用英集芯的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险，客户应提供充分的设计与操作安全验证。

客户认可并同意，尽管任何应用相关信息或支持仍可能由英集芯提供，但他们将独力负责满足与其产品及在其应用中使用英集芯产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意，他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识，可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类关键应用中使用任何英集芯产品而对英集芯及其代理造成的任何损失。

对于英集芯的产品手册或数据表，仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。英集芯对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

英集芯会不定期更新本文档内容，产品实际参数可能因型号或者其他事项不同有所差异，本文档不作为任何明示或暗示的担保或授权。

在转售英集芯产品时，如果对该产品参数的陈述与英集芯标明的参数相比存在差异或虚假成分，则会失去相关英集芯产品的所有明示或暗示授权，且这是不正当的、欺诈性商业行为。英集芯对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。