

超高速 USB 信号隔离延长器控制芯片 CH319

手册

版本：1.0

<https://wch.cn>

1、概述

CH319 是一款 5Gbps 超高速 USB 信号高压隔离和传输距离延长控制芯片，可通过变压器实现 USB 信号 kV 级高压隔离或通过光纤实现公里级延长。此外，CH319 芯片自带 USB 超高速 HUB 功能，符合 USB3.2 Gen1 协议规范。同一个芯片可配置成上位机（近端）模式或下位机（远端）模式，上位机模式可提供 3 个下行端口，下位机模式可提供 4 个下行端口。

CH319 主要可用于超高速 USB 信号隔离和光纤延长两种应用，应用框图如下：

图 1-1 CH319 变压器隔离应用框图

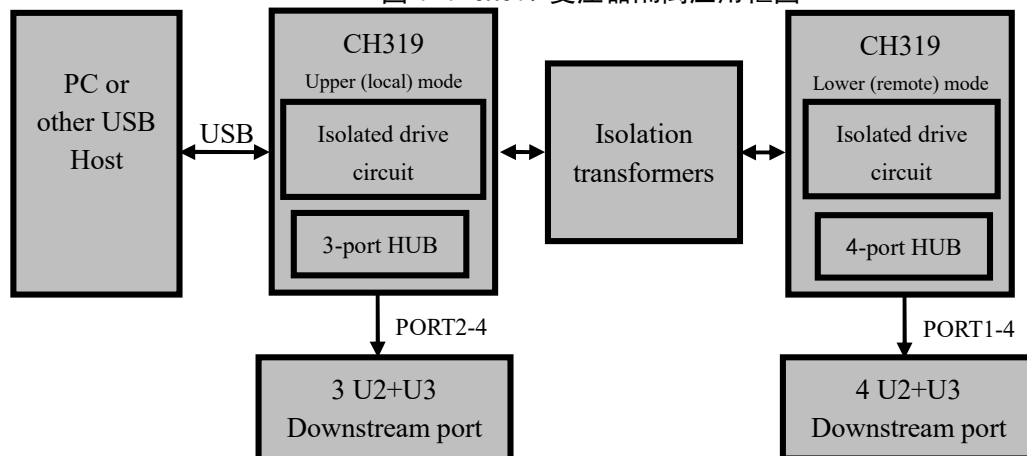
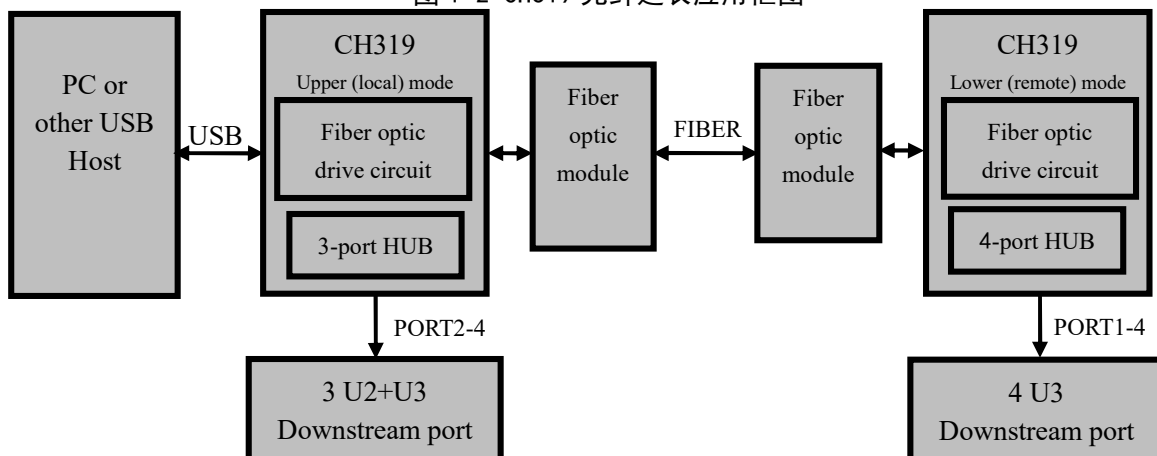


图 1-2 CH319 光纤延长应用框图

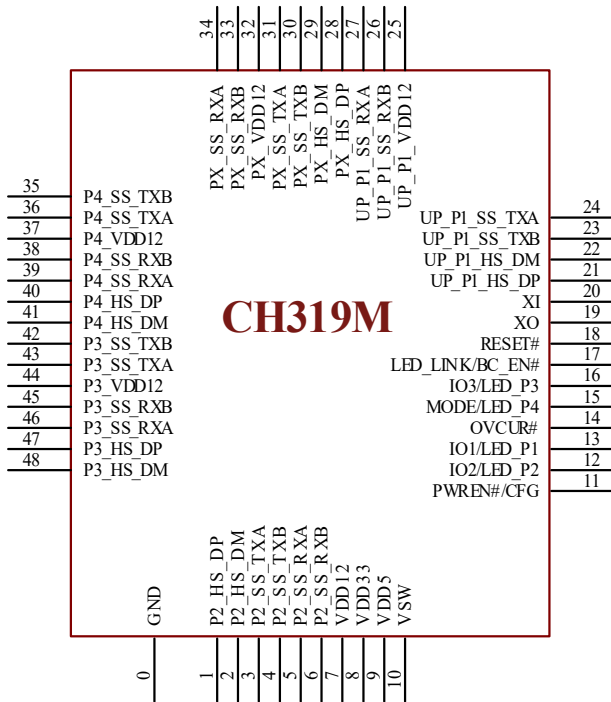


2、特点

- 上位机模式提供 3 个下行端口，下位机模式提供 4 个下行端口
- 变压器隔离方案下位机（远端）模式的 4 个下行端口支持 USB3.2 Gen1 (5Gbps)，并且向前兼容 USB3.1、USB3.0、USB2.1、USB2.0、USB1.1、USB1.0 协议规范
- 光纤延长方案下位机（远端）模式的 4 个下行端口仅支持 USB3.2 Gen1 (5Gbps)，并且向前兼容 USB3.1、USB3.0
- 同一芯片可配置为上位机（近端）模式和下位机（远端）模式，分别连接 USB-Host 主机和 USB-Device 设备

- 支持 USB 控制传输、批量传输、中断传输、同步/等时传输
- 内置 USB 信号变压器隔离驱动电路和光纤延长驱动电路
- 纯硬件解决方案，对 USB 协议完全实时和透明，不需要额外安装任何驱动程序，支持各种包含 USB 接口的系统
- 支持 USB 设备热插拔，即插即用
- 支持连接状态指示
- 支持 3 个通用 I/O 隔离控制
- 支持 GANG 整体联动电源控制和 GANG 整体过流检测
- 内置信息存储器，针对行业特殊需求可批量定制厂商或产品信息及配置
- 内置 3.3V 的 LDO 调压器和 1.2V 的 DC-DC 降压器，支持外部 5V 电源供电，外围精简
- 工业级温度范围：-40~85℃
- 提供 QFN48 封装形式

3、引脚排列



封装形式	塑体尺寸	引脚节距		封装说明	订货型号
QFN48	5*5mm	0.35mm	13.8mil	四边无引线 48 脚	CH319M

注：1、0#引脚是 QFN 封装的底板，是必要连接。
2、芯片内置 3.3V 的 LDO 调压器和 1.2V 的 DC-DC 降压器，外部单一供电 5V 或 3.3V。

4、引脚定义

表 4-1 USB 信号相关引脚功能描述

USB 信号引脚	引脚名称	类型 ⁽¹⁾	功能描述
上行端口 USBSS 差分信号	UP_SS_TXA UP_SS_TXB	USB3	上行端口 USBSS 差分发送信号线 TX+/TX-或 TX-/TX+（自动识别交叉）。
	UP_SS_RXA UP_SS_RXB	USB3	上行端口 USBSS 差分接收信号线 RX+/RX-或 RX-/RX+（自动识别交叉）。
上行端口 USB2.0 差分信号	UP_HS_DP	USB2	上行端口 USB2.0 差分信号线 D+。
	UP_HS_DM	USB2	上行端口 USB2.0 差分信号线 D-。
1#下行端口 USBSS 差分信号	P1_SS_TXA P1_SS_TXB	USB3	1#下行端口 USBSS 差分发送信号线 TX+/TX-或 TX-/TX+（自动识别交叉）。
	P1_SS_RXA P1_SS_RXB	USB3	1#下行端口 USBSS 差分接收信号线 RX+/RX-或 RX-/RX+（自动识别交叉）。
1#下行端口 USB2.0 差分信号	P1_HS_DP	USB2	1#下行端口 USB2.0 差分信号线 D+。
	P1_HS_DM	USB2	1#下行端口 USB2.0 差分信号线 D-。
2#下行端口 USBSS 差分信号	P2_SS_TXA P2_SS_TXB	USB3	2#下行端口 USBSS 差分发送信号线 TX+/TX-或 TX-/TX+（自动识别交叉）。
	P2_SS_RXA P2_SS_RXB	USB3	2#下行端口 USBSS 差分接收信号线 RX+/RX-或 RX-/RX+（自动识别交叉）。

2#下行端口 USB2.0 差分信号	P2_HS_DP	USB2	2#下行端口 USB2.0 差分信号线 D+。
	P2_HS_DM	USB2	2#下行端口 USB2.0 差分信号线 D-。
3#下行端口 USBSS 差分信号	P3_SS_TXA	USB3	3#下行端口 USBSS 差分发送信号线 TX+/TX- 或 TX-/TX+（自动识别交叉）。
	P3_SS_TXB		
	P3_SS_RXA	USB3	3#下行端口 USBSS 差分接收信号线 RX+/RX- 或 RX-/RX+（自动识别交叉）。
	P3_SS_RXB		
3#下行端口 USB2.0 差分信号	P3_HS_DP	USB2	3#下行端口 USB2.0 差分信号线 D+。
	P3_HS_DM	USB2	3#下行端口 USB2.0 差分信号线 D-。
4#下行端口 USBSS 差分信号	P4_SS_TXA	USB3	4#下行端口 USBSS 差分发送信号线 TX+/TX- 或 TX-/TX+（自动识别交叉）。
	P4_SS_TXB		
	P4_SS_RXA	USB3	4#下行端口 USBSS 差分接收信号线 RX+/RX- 或 RX-/RX+（自动识别交叉）。
	P4_SS_RXB		
4#下行端口 USB2.0 差分信号	P4_HS_DP	USB2	4#下行端口 USB2.0 差分信号线 D+。
	P4_HS_DM	USB2	4#下行端口 USB2.0 差分信号线 D-。
隔离/延长端口 USBSS 差分信号	PX_SS_TXA	USB3	隔离/延长端口 USBSS 差分发送信号线 TX+/TX- 或 TX-/TX+。
	PX_SS_TXB		
	PX_SS_RXA	USB3	隔离/延长端口 USBSS 差分接收信号线 RX+/RX- 或 RX-/RX+。
	PX_SS_RXB		
隔离/延长端口 USB2.0 差分信号	PX_HS_DP	USB2	隔离/延长端口 USB2.0 差分信号线 D+。
	PX_HS_DM	USB2	隔离/延长端口 USB2.0 差分信号线 D-。

表 4-2 CH319 芯片引脚定义

引脚号	引脚名称	类型 ⁽¹⁾	功能描述
9	VDD5	P	5V 电源输入，建议外接 0.1uF 并联 10uF 退耦电容。如果 VDD5 电压小于 3.6V 则应短接 VDD33。
10	VSW	P	DCDC 输出端，需贴近引脚串接电感产生 1.2V 电源，且 1.2V 电源需就近放置对地电容，建议用 2.2uH 电感且至少一个 10uF 电容。
8	VDD33	P	3.3V LDO 输出端，模拟电源和 I/O 引脚电源输入，建议外接 0.1uF 并联 10uF 退耦电容。
7	VDD12	P	1.2V 内核电源和 2#下行端口 1.2V 电源输入，建议外接 0.1uF 或 1uF 退耦电容。
0	GND	P	公共接地端，必须连接 GND。
32	PX_VDD12	P	隔离/延长端口 1.2V 电源输入，外接 0.1uF 退耦电容。
25	P1_VDD12	P	1#下行端口 1.2V 电源输入，外接 0.1uF 退耦电容。
44	P3_VDD12	P	3#下行端口 1.2V 电源输入，外接 0.1uF 退耦电容。
37	P4_VDD12	P	4#下行端口 1.2V 电源输入，外接 0.1uF 退耦电容。
20	XI	I	晶体振荡器输入端，接外部 24MHz 晶体一端及对地电容。
19	XO	O	晶体振荡器反相输出端，接外部 24MHz 晶体另一端及对地电容。
31、30、34、33	PX_SS_xxx	USB3	隔离/延长端口 USBSS 差分发送或接收信号线。
28、29	PX_HS_xx	USB2	隔离/延长端口 USB2.0 差分信号线。
24、23、27、26	UP_P1_SS_xxx	USB3	上位机模式：上行端口 USBSS 差分发送或接收信号线。 下位机模式：1#下行端口 USBSS 差分发送或接收信号线。
21、22	UP_P1_HS_xx	USB2	上位机模式：上行端口 USB2.0 差分信号线。 下位机模式：1#下行端口 USB2.0 差分信号线。
3、4、5、6	P2_SS_xxx	USB3	2#下行端口 USBSS 差分发送或接收信号线。
1、2	P2_HS_xx	USB2	2#下行端口 USB2.0 差分信号线。

43、42、46、45	P3_SS_xxx	USB3	3#下行端口 USBSS 差分发送或接收信号线。
47、48	P3_HS_xx	USB2	3#下行端口 USB2.0 差分信号线。
36、35、39、38	P4_SS_xxx	USB3	4#下行端口 USBSS 差分发送或接收信号线。
40、41	P4_HS_xx	USB2	4#下行端口 USB2.0 差分信号线。
18	RESET#	I	外部复位输入，内置上拉电阻，低电平有效，不使用时可以悬空，建议短接 VDD33 防干扰。
14	OVCUR#	I (FT)	整体模式下行端口过流检测输入引脚，低电平过流，内置上拉。
11	PWREN#	0	整体模式下行端口电源输出控制引脚，低电平开启。
	CFG	I	在复位期间作为配置引脚，用于配置隔离模式或光纤延长模式。内置上拉电阻，悬空或高电平配置为光纤延长模式，外加下拉电阻置低电平配置为隔离模式。在隔离模式和光纤延长模式下，芯片的第 12、13、15 和 16 脚功能不同。
17	LED_LINK	0	上位机(近端)芯片和下位机(远端)芯片连接状态输出，低电平有效，内置上拉电阻。
	BC_EN#	I	在复位期间作为配置引脚，用于配置是否使能 BC 充电功能，内置上拉电阻，悬空或高电平为禁止 BC 充电，外加下拉电阻置低电平为使能 BC 充电。
15	MODE	I	在复位期间作为配置引脚，用于配置上位机(近端)或下位机(远端)模式，悬空或通过外加上拉电阻置高电平则为上位机模式，通过外加下拉电阻置低电平则为下位机模式。
	LED_P4	0	隔离模式：无复用功能； 光纤延长模式：4#下行端口正常状态指示信号。
13	I01	I/O (FT)	隔离模式：下行的通用 I/O 边带信号，引脚映射有数十毫秒级延时。 上位机模式下为输入引脚；下位机模式下为输出引脚。如果上位机模式的 I01 引脚输入高电平或低电平，则下位机模式对应的 I01 引脚输出对应的电平(高电平或低电平)。
	LED_P1	0	光纤延长模式：1#下行端口正常状态指示信号。
12	I02	I/O (FT)	隔离模式：上行的通用 I/O 边带信号，引脚映射有数十毫秒级延时。 上位机模式下为输出引脚；下位机模式下为输入引脚。如果下位机模式的 I02 引脚输入高电平或低电平，则上位机模式对应的 I02 引脚输出对应的电平(高电平或低电平)。
	LED_P2	0	光纤延长模式：2#下行端口正常状态指示信号。
16	I03	I/O	隔离模式：上行的通用 I/O 边带信号，引脚映射有数十毫秒级延时。 上位机模式下为输出引脚；下位机模式下为输入引脚。如果下位机模式的 I03 引脚输入高电平或低电平，则上位机模式对应的 I03 引脚输出对应的电平(高电平或低电平)。
	LED_P3	0	光纤延长模式：3#下行端口正常状态指示信号。

注 1：引脚类型缩写解释：

USB3 = USB3.0 信号引脚；USB2 = USB2.0 信号引脚；FT = 耐受 5V 电压；

I = 信号输入；0 = 信号输出；P = 电源或地；NC = 空脚。

5、功能说明

5.1 模式配置

CH319 芯片通过配置引脚 MODE，可配置为上位机(近端)模式和下位机(远端)模式，分别连接 USB-Host 主机和 USB-Device 设备。

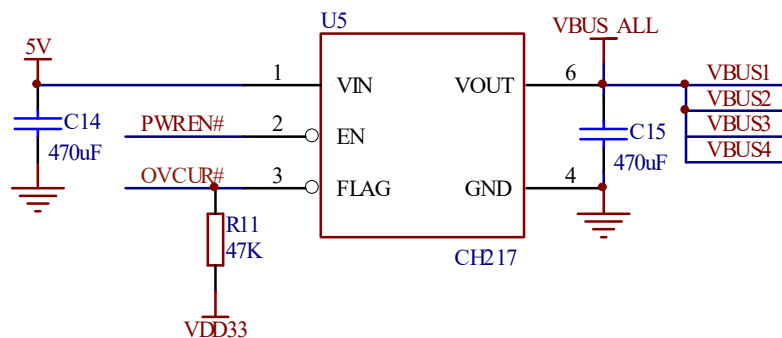
表 5-1 CH319 模式配置说明

配置引脚 MODE	模式说明
通过电阻(3K-8K2)下拉到 GND	下位机(远端)模式，下行口连接 USB-Device 设备
悬空或通过电阻上拉到 V _{DD33}	上位机(近端)模式，上行口连接 USB-Host 主机

5.2 过流检测和电源控制

CH319 芯片支持整体过流检测和整体电源控制。过流检测引脚为 OVCUR#，输入低电平表示过流，内置上拉。电源控制引脚为 PWREN#，输出低电平表示开启。

图 5-1 整体过流检测和整体电源控制



U5 为 USB 限流电源开关芯片，例如 CH217 芯片或类似功能的芯片。默认配置下可以省掉 R11。C14 的容量可以根据需要选择。VBUS-ALL 同时连接下行端口 1-4 的 VBUS 电源引脚。U5 的限流设置值需考虑 4 个下行端口及是否自供电。

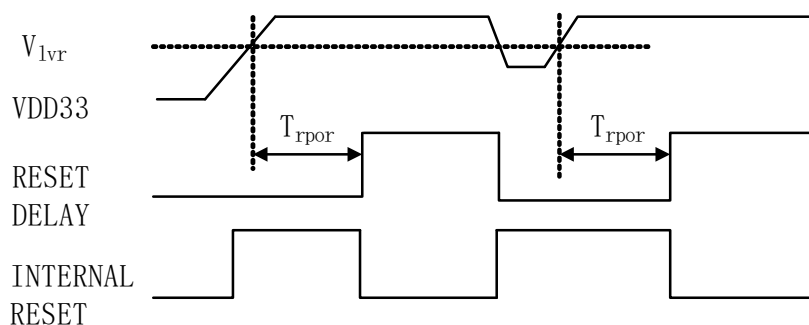
5.3 复位

芯片内嵌有上电复位模块，一般情况下，无需外部提供复位信号。同时也提供了外部复位输入引脚 RESET#，该引脚内置有上拉电阻。

5.3.1 上电复位

当电源上电时，芯片内部 POR 上电复位模块会产生上电复位时序，并延时 T_{rpor} 约 25ms 以等待电源稳定。在运行过程中，当电源电压低于 V_{lvr} 时，芯片内部 LVR 低压复位模块会产生低压复位直到电压回升，并延时以等待电源稳定。下图为上电复位过程以及低压复位过程。

图 5-2 上电期间复位



5.3.2 外部复位

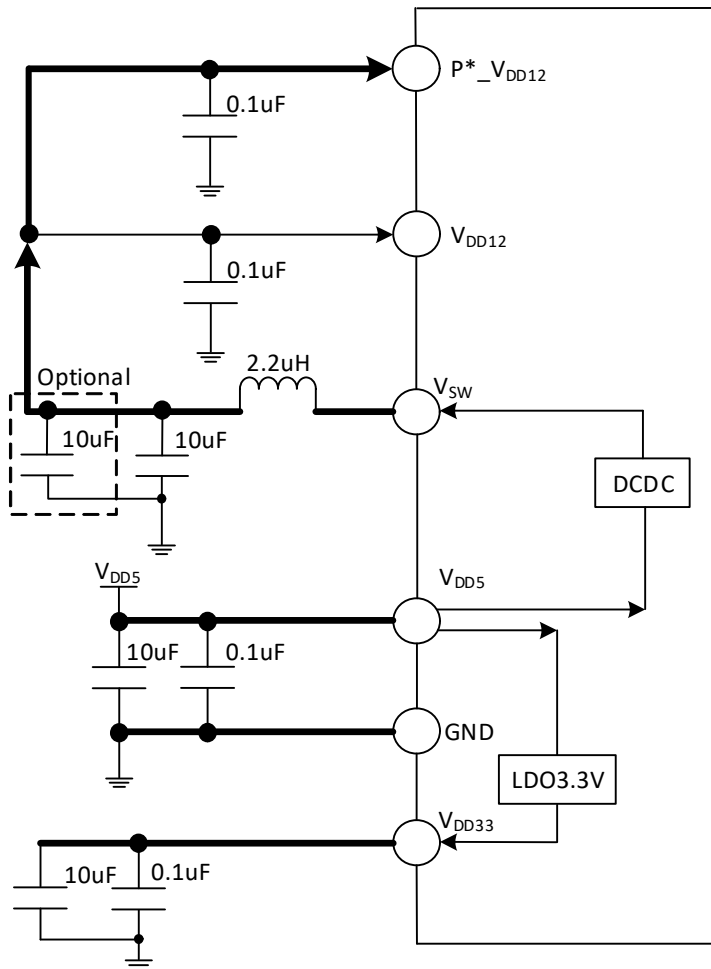
外部复位输入引脚 RESET#已内置上拉电阻，如果外部需要对芯片进行复位，那么可以将该引脚驱动为低电平，复位的低电平脉宽需要大于 4 μ S。不使用 RESET#引脚时建议短接到 VDD33。

5.4 供电方案

5.4.1 单一 5V 供电方案

CH319 支持单一 5V 供电方案，使用内置的 LDO 和 DC-DC。额定 5V 从 VDD5 输入，提供给 LDO 调压器和 DC-DC 降压器，LDO 调压器产生 3.3V 到 VDD33，DC-DC 降压器产生 1.2V 连接到 VDD12 和 P*_VDD12。3.3V 电源的对地电容累计不小于 10 μ F，1.2V 电源的对地电容累计不小于 10 μ F，建议双 10 μ F 电容并联，5V 电源的对地电容不小于 10 μ F。5V 供电支持较宽的电压范围，可低至 4V，建议 5V 电源加上 5.5V 过压保护器件。

图 5-3 单一 5V 供电方案示意图

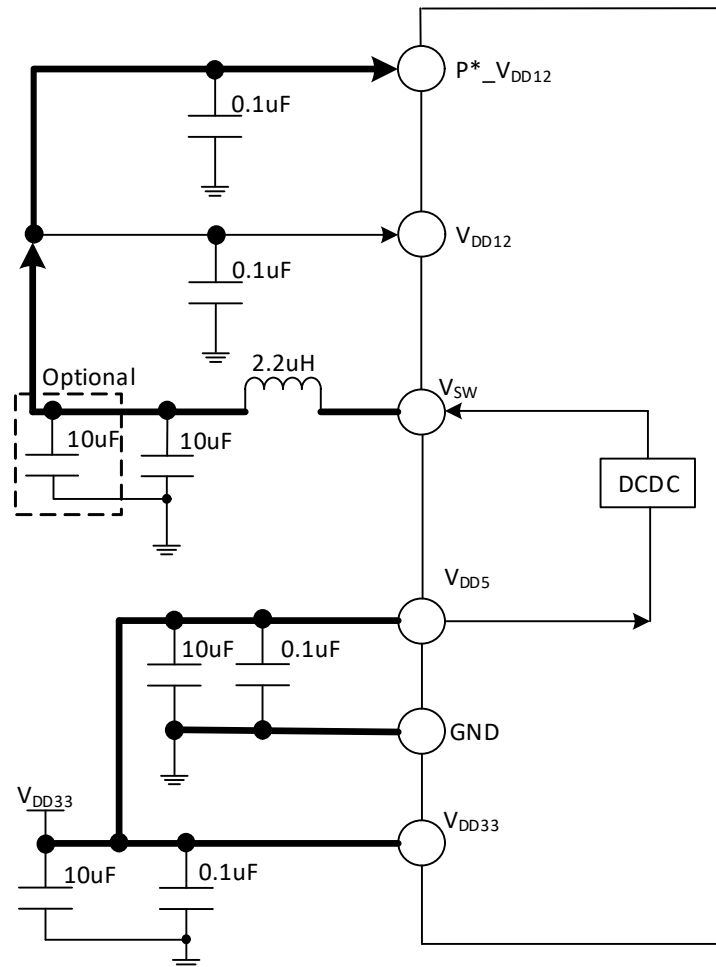


注：图中加粗的线表示电流较大，设计 PCB 时需要保证足够的线宽和过孔数量。

5.4.2 单一 3.3V 供电方案

CH319 支持单一 3.3V 供电方案，使用内置的 DC-DC。额定 3.3V 连接到 VDD33，同时，额定 3.3V 从 VDD5 输入，提供给 DC-DC 降压器，DC-DC 降压器产生 1.2V 连接到 VDD12 和 P*_VDD12。3.3V 电源的对地电容累计不小于 10 μ F，1.2V 电源的对地电容累计不小于 10 μ F，建议双 10 μ F 电容并联。

图 5-4 单一 3.3V 供电方案示意图



注：图中加粗的线表示电流较大，设计 PCB 时需要保证足够的线宽和过孔数量。

5.5 常规功能说明

CH319 芯片除了隔离/延长功能外，本身自带 USB 超高速 HUB 功能。上位机模式可提供 3 个下行端口，下位机模式可提供 4 个下行端口。

通过射频变压器实现的隔离方案，支持 USB2.0 和 USB3.0 信号同时隔离。下行口可连接常见的 USB2.0 设备和 USB3.0 设备，支持 SS 超高速、HS 高速、FS 全速和 LS 低速 USB，比如 USB 大容量存储设备、USB 摄像头、USB 打印机、USB 键盘、USB 鼠标等。支持即插即用，能够自动检测 USB 设备的连接和断开。

通过光纤实现的超高速 USB 信号延长方案，下行口仅支持连接 USB3.0 设备，如 U 盘、移动硬盘、摄像头、USB 网卡等。支持即插即用，能够自动检测 USB 设备的连接和断开。对于单个非 Stream 模式的设备，光纤延长距离可达 800 米，实际根据板子布线及光纤模块选型略有区别，距离较长时信号往返会略微降低 USB 实际数据速率。如果光纤延长距离超过 250 米，部分支持 Stream 模式的设备（如固态移动硬盘）可能无法正常使用，多个 USB3.0 设备可能也无法同时进行大批量数据传输（限制数量即可）。如需支持高速、全速、低速 USB 设备，可以另加 USB2.0 转 USB3.0 芯片 CH312，该芯片可将 USB2.0、USB1.1 和 USB1.0 等常用 USB 设备统一转成 USB3.0 超高速设备，再连接到任一下行口通过光纤实现延长。

CH319 芯片支持连接状态指示，低电平有效，上位机和下位机连接成功则 LED 引脚输出低电平，断开连接则输出高电平。

CH319 是 USB 信号线电气隔离和 USB 信号延长的纯硬件解决方案，符合相关技术规范，对 USB 协议完全透明。CH319 芯片本身无需额外安装任何驱动程序，但是 USB 设备本身可能需要安装驱动程序，做法与未延长前或者未隔离前相同，普通的 U 盘、键盘、鼠标等 USB 设备无需驱动程序。

6、参数

6.1 绝对最大值（临界或者超过绝对最大值将可能导致芯片工作不正常甚至损坏）

名称	参数说明	最小值	最大值	单位
T_A	工作时的环境温度	-40	85	°C
T_J	结温度范围	-40	100	°C
T_S	储存时的环境温度	-55	150	°C
V_{DD5}	LDO 调压器和 DC-DC 降压器输入电源电压 (VDD5)	-0.4	5.5	V
V_{DD33}	工作电源电压和 I/O 电源电压 (VDD33)	-0.4	4.0	V
V_{DD12}	USB 模块电源电压 (P*_VDD12) / 内核电源电压 (VDD12)	-0.4	1.5	V
V_{USB2}	USB2.0 物理信号引脚上的电压	-0.4	$V_{DD33}+0.4$	V
V_{USB3}	USB3.0 物理信号引脚上的电压	-0.4	$V_{DD12}+0.4$	V
V_{IN}	FT（耐受 5V）引脚上的输入电压	-0.4	5.5	V
	其他引脚上的输入电压	-0.4	$V_{DD33}+0.4$	V
$V_{ESD(HBM)}$	普通 I/O 引脚的 ESD 静电放电电压 (HBM)	4K		V

6.2 电气参数（测试条件： $V_{DD33} = 3.3V$, $T_A = 25^{\circ}C$ ）

名称	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD5}	LDO 调压器和 DCDC 降压器输入电源电压	4.0	5.0	5.25	V
V_{DD33}	单一 3.3V 供电方案下的输入电源电压	3.2	3.3	3.4	V
	单一 5V 供电方案下的工作电压 (LDO 调压器输出)	3.2	3.3	3.4	V
V_{DD12}	USB 模块电源电压 (P*_VDD12) / 内核电源电压 (VDD12)	1.18	1.23	1.3	V
V_{IL}	低电平输入电压	标准 I/O 引脚	0	0.8	V
		FT I/O 引脚	0	0.8	V
V_{IH}	高电平输入电压	标准 I/O 引脚	2.0	V_{DD33}	V
		FT I/O 引脚	2.0	5.0	V
V_{OL}	低电平输出电压	灌电流 5mA	0.4	0.6	V
V_{OH}	高电平输出电压	源电流 5mA	$V_{DD33}-0.6$	$V_{DD33}-0.4$	V
R_{PU}	内部上拉等效电阻		70		K Ω
R_{PD}	内部下拉等效电阻		70		K Ω

6.3 典型工作电流（测试条件： $V_{DD5} = 5.0V$, $T_A = 25^{\circ}C$ ）

变压器隔离方案			
芯片工作模式		工作电流	单位
上位机模式(下行口无设备)		63	mA
下位机模式(下行口无设备)		68	mA
下位机模式(下行口连接设备个数)			
USB3.0	1	93	mA
	2	120	mA
	3	146	mA
	4	175	mA
USB2.0	1	46	mA
	2	59	mA
	3	73	mA

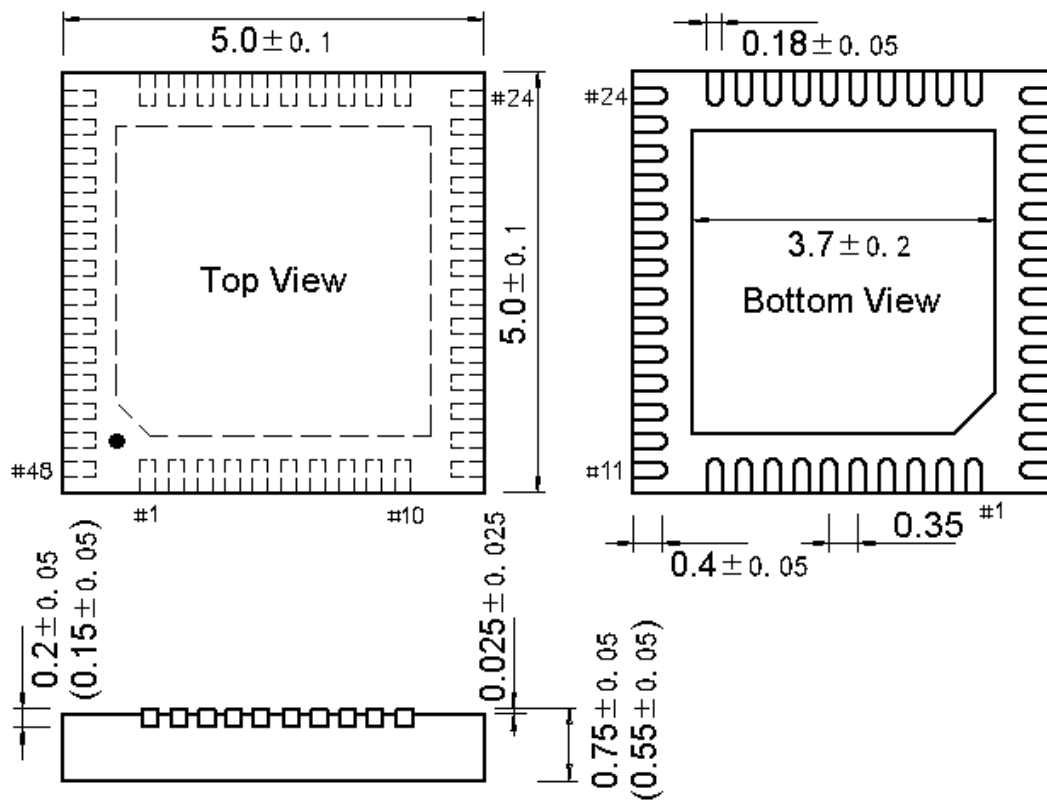
	4	97	mA
光纤延长方案			
芯片工作模式		工作电流	单位
上位机模式(下行口无设备)		63	mA
下位机模式(下行口无设备)		68	mA
上位机模式(下行口连接设备个数)			
USB3.0	1	88	mA
	2	114	mA
	3	141	mA
下位机模式(下行口连接设备个数)			
USB3.0	1	93	mA
	2	120	mA
	3	146	mA
	4	175	mA

7、封装

说明：尺寸标注的单位是 mm（毫米）。

引脚中心间距是标称值，没有误差，除此之外的尺寸误差不大于 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

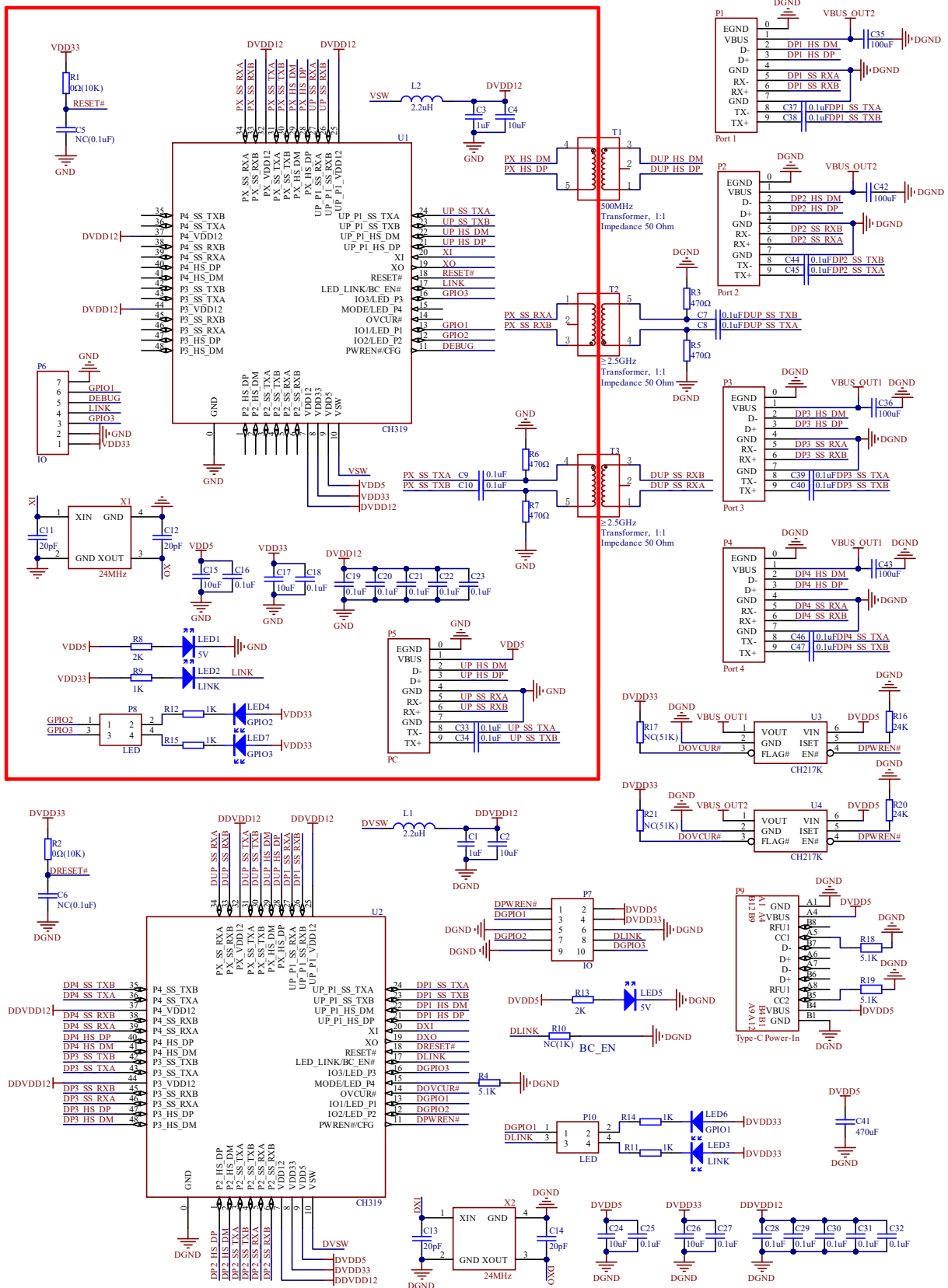
7.1 QFN48



8、应用

8.1 变压器隔离方案

图 8-1 CH319 变压器隔离应用参考电路图



上图是采用变压器进行隔离的方案，红色方框内为上位机模块(MODE 引脚悬空)，红外方框外为下位机模块(MODE 引脚通过 5.1K 电阻下拉接地)，两者通过射频变压器进行隔离。变压器要求为 1:1 传输比、特性阻抗 50 欧姆，带宽不低于 2.5GHz，隔离耐压取决于该变压器，一般可达 kV 级。

P5 作为隔离 HUB 的上行口，连接到计算机或者其它 USB-Host 主机，P1-P4 为隔离后的 HUB 下行口，可用于连接 USB 大容量存储设备、USB 摄像头、USB 打印机、USB 键盘、USB 鼠标等通用 USB 设备。P9 为外部 Type-C 供电接口，为下行口设备提供电源。

U3 和 U4 是支持过流保护的 USB 配电开关芯片 CH217。图中 R16 和 R20 根据电源供电能力设置限流门限，USB 限流电源开关芯片的 FLAG# 引脚可以产生过流或过温报警信号通知 HUB 控制器及计算机，CH319 芯片的 OVCUR# 引脚已内置上拉电阻。

在下行端口 USB 设备带电热插拔的瞬间，动态负载可能使 VBUS_OUT* 和 5V 电压瞬时跌落，进而可能产生 LVR 低压复位，从而出现 USB 断开再连接的现象。改进方法：①在规范允许范围内加大 5V 电源的电解电容（加大图示 C41 容量），缓解跌落；②加大 CH319 芯片电源输入端的电容（加大图示 C24 容量，例如 22uF）；③增强 5V 供电能力或改为自供电，另外，提升 USB 线材质量也会改善供电能力。

图 8-2 光纤延长方案应用参考电路图

上图是采用光纤实现的延长方案，上半部分为上位机模块(MODE 引脚悬空)，下半部分为下位机模块(MODE 引脚通过 5.1K 电阻下拉接地)，两者通过光纤进行延长。

P1 作为上位机模式端 HUB 的上行口，连接到计算机或者其它 USB-Host 主机。P9、P10、P11 和 P12 为光纤延长后的下位机模式端 HUB 的 4 个下行口，仅支持连接 USB3.0 设备。P6 和 P8 为光纤通信接口，根据应用选购或设置相关参数。