

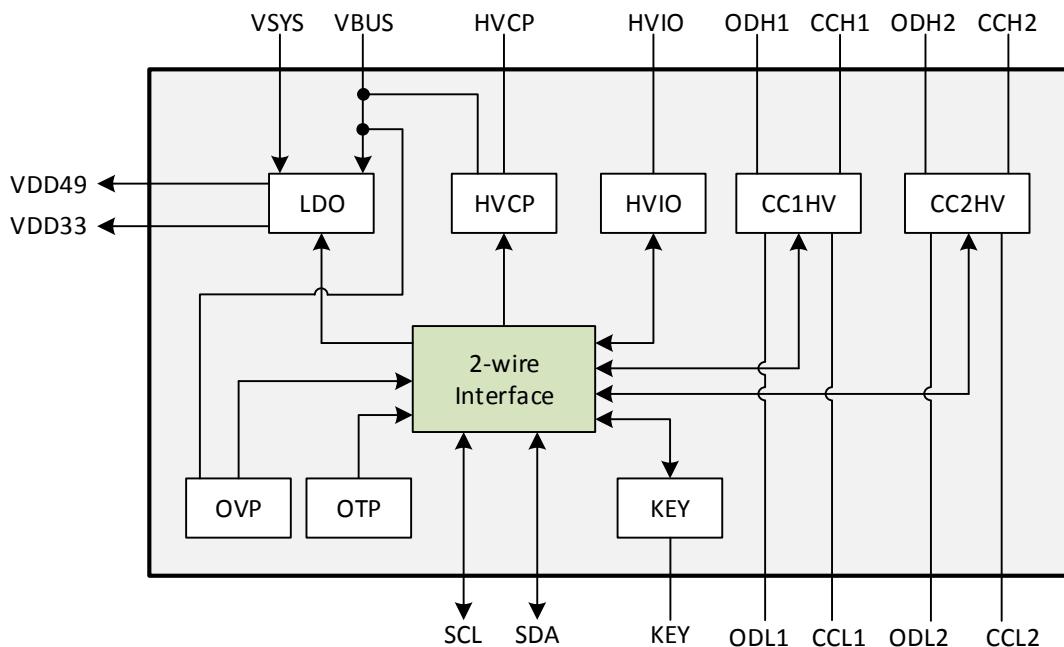
Type-C/PD 高压接口芯片 CH211

手册
版本: V1.4
<https://wch.cn>

1、概述

CH211 是内置了高压开关和升压模块的 Type-C/PD 高压接口芯片。芯片内置了 4 通道高压开关，用于 MCU 的 PD 信号对接高压 Type-C 接口；内置了升压电路，支持外部 N 型 MOSFET 功率管控制；内置了两路 LDO 稳压器，支持双路高压电源输入；内部集成了 VBUS 上电和掉电监测、过压监测、过温监测等模块；单引脚支持按键检测和唤醒；提供 2 线控制接口及中断；可用于 MCU 管理 Type-C 接口电源和 USB PD 信号高压扩展等。

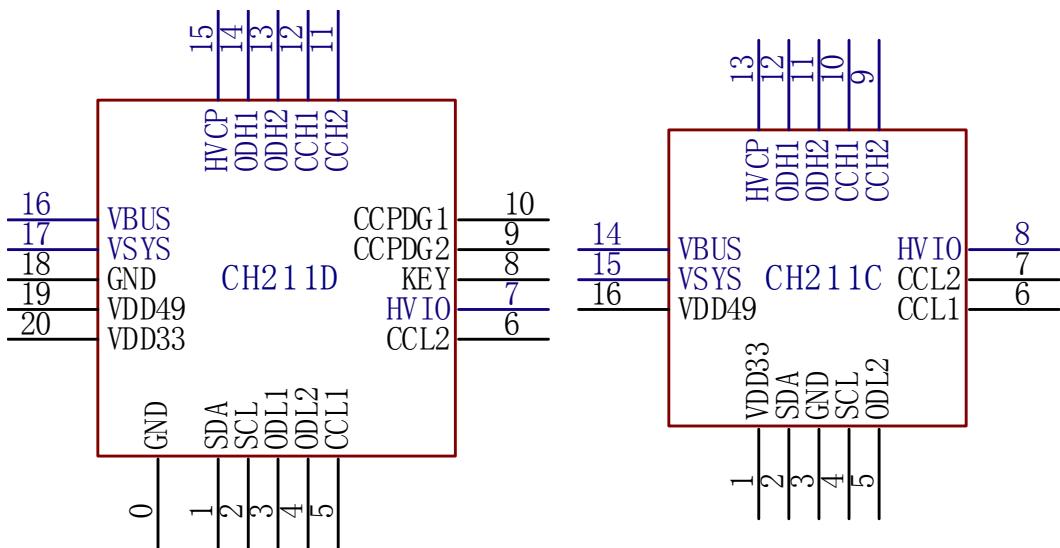
下面为 CH211 的内部框图，仅供参考。



2、特点

- 两对 PD 信号高压开关，兼做 Type-C 接口 CC 高压信号二选一。
- 内置升压模块 HVCP，支持外部 N 型 MOSFET 功率管栅极控制。
- 内置两路高压 LDO，支持两路电源输入及自动切换。
- 单引脚支持电源开关按键检测和唤醒及 P 型 MOSFET 控制，一键开关。
- 兼容 I²C 的 2 线串行控制接口，支持 5V、3.3V、2.5V 控制信号。
- 特殊设计的 SCL 引脚可以复用于中断请求输出，节省 MCU 引脚。
- VBUS 支持电源放电和上电及掉电监测，支持过压监测 OVP。
- 内置芯片过温监测模块 OTP。
- 内置 LDO 低压差稳压器，输出 4.9V 和 3.3V 用于 MCU 简单供电。
- 支持 28V 电源电压，Type-C 接口信号支持 30V 耐压。
- Type-C 接口信号的 ESD 支持 6KV HBM。
- 提供 QFN20、QFN16C2 等封装形式。

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
QFN20_3x3	3*3mm		0.4mm		四边无引线 20 脚	CH211D
QFN16C_2x2	2*2mm		0.4mm		WCH 四边无引线 16 脚	CH211C

注：0#引脚是指 QFN 封装的底板。

蓝色引脚为支持高电压的引脚。

CH211C 体积小，印字为 211C 及第二行的批号代码。

4、引脚定义

引脚号		引脚名称	类型	引脚说明
211D	211C			
17	15	VSYS	高压电源	系统高压电源输入，通常是常备电源
16	14	VBUS	高压电源	Type-C 接口 VBUS 高压电源输入，支持放电和监测
19	16	VDD49	低压电源	内部 4.9V 稳压器 LDO 输出，外接 1uF 退耦电容
20	1	VDD33	低压电源	内部 3.3V 可调稳压器 LDO 输出，用时需外接退耦电容
18, 0	3	GND	电源	公共接地端
2	4	SCL	输入及开漏输出	2 线串行接口的时钟输入，可配置为中断请求的开漏输出
1	2	SDA	输入及开漏输出	2 线串行接口的数据输入和输出，内置可控的上拉电阻
5	6	CCL1	低压双向	PD 信号开关 1# 的 CC1 低压侧端口，通常接 MCU 的 CC 引脚
12	10	CCH1	高压开漏	PD 信号开关 1# 的 CC1 高压侧端口，默认断开，内置 Rd 下拉电阻，支持输出 VCONN 供电，通常接 Type-C 的 CC 引脚
3	-	ODL1	低压双向	PD 信号开关 1# 的 ODL1 低压侧直通端口，连接 ODH1
14	12	ODH1	高压开漏	PD 信号开关 1# 的 ODH1 高压侧端口，默认连通 ODL1，可选增加 CCL1 连接
6	7	CCL2	低压双向	PD 信号开关 2# 的 CC2 低压侧端口，通常接 MCU 的 CC 引脚
11	9	CCH2	高压开漏	PD 信号开关 2# 的 CC2 高压侧端口，默认断开，内置 Rd 下拉电阻，支持输出 VCONN 供电，通常接 Type-C 的 CC 引脚

4	5	ODL2	低压双向	PD 信号开关 2# 的 OD2 低压侧直通端口, 连接 ODH2
13	11	ODH2	高压开漏	PD 信号开关 2# 的 OD2 高压侧端口, 默认连通 ODL2, 可选增加 CCL2 连接
15	13	HVCP	高压输出	升压模块的高压输出, 可输出低电平、VBUS 电平、VBUS 升压
7	8	HV10	高压双向	高压输出及输入, 内置弱上拉电阻和可控上拉电阻, 单引脚支持按键检测和唤醒及 P 型 MOSFET 控制
8	-	KEY	低压双向	低压输出及输入, 内置上拉电阻, 单引脚支持按键检测和唤醒及 P 型 MOSFET 控制
10	内部接 GND	CCPDG1	辅助电源	CCH1 引脚内置可控 Rd 下拉电阻的低压端, 独立浮空则禁用内置的 Rd 下拉电阻, PCB 直连 GND 则上电时默认开启下拉, 支持软件关闭
9	内部接 GND	CCPDG2	辅助电源	CCH2 引脚内置可控 Rd 下拉电阻的低压端, 独立浮空则禁用内置的 Rd 下拉电阻, PCB 直连 GND 则上电时默认开启下拉, 支持软件关闭

注: CCPDG1、CCPDG2 引脚主要用于对内连接, ESD 特性较差。

CH211C 在内部已将 CCPDG1 和 CCPDG2 短接到 GND。

低压是指参考 VDD49 电源电压, 支持 5V、3.3V、2.5V 信号电平。

VSYS、VBUS、CCH1、CCH2 额定 5V~28V。

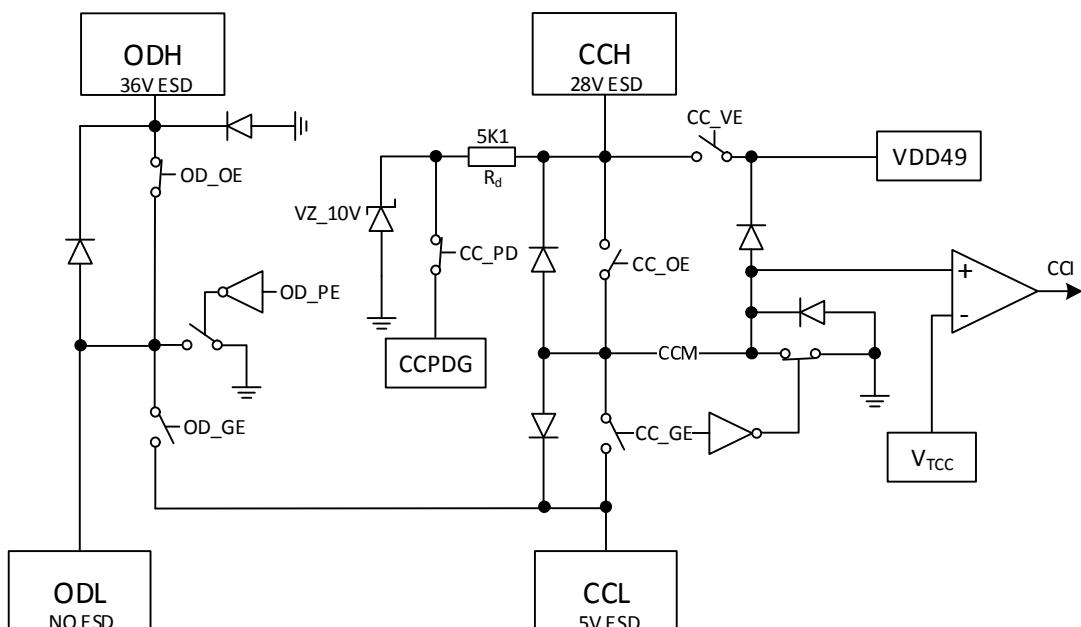
HVCP、ODH1、ODH2、HV10 额定 5V~36V。

5、功能模块

5.1. PD 信号开关

PD 信号高压开关包含 CC 通道和 OD 通道, 用于隔离 Type-C 接口的高压, 在保持 PD 信号传输的同时, 避免 MCU 的 CC 引脚直接承受意外的高压。CH211 内置两对 PD 信号高压开关, 支持最多 4 个 CC 信号。

PD 信号高压开关的结构参考下图。



CCH 引脚有 2 种应用：一是作为 CCL 的高压通道，二是独立用于开漏输出。CCL 通常连接 MCU 的 CC 引脚的低压 PD 信号，CCH 通常连接 Type-C 接口的高压 PD 信号，CCM 为中间节点。默认 CC_OE=0，CCH 断开 CCM 及 CCL。默认 CC_GE=0，CCL 断开 CCM，CCM 接 GND。当 CC_OE=1 且 CC_GE=0 时，CCH 开漏输出低。当 CC_OE=1 且 CC_GE=1 时，CCH 与 CCL 及 CCM 连通，CCM 与高阈值参考电压 V_{CC} 比较后输出 CCI。默认 CC_VE=0，如果 CC_VE=1，则 VDD49 输出到 CCH 作为 VCONN 电源。默认 CC_PD=1，如果 CCPDG 接 GND，则 CCH 连通 5.1K 的 R_d 下拉电阻。注意 CCM 与 CCH 之间、CCM 与 CCL 之间都有二极管，如果 CC_GE=1 且 CC_OE=0，理论上 CCH 断开，但上述二极管仍然会将 CCL 的高电平信号传输到 CCH。

注意 5.1K 的 R_d 下拉电阻对 GND 之间存在约 10V 的稳压管，当 CCH 电压较高时会导通。

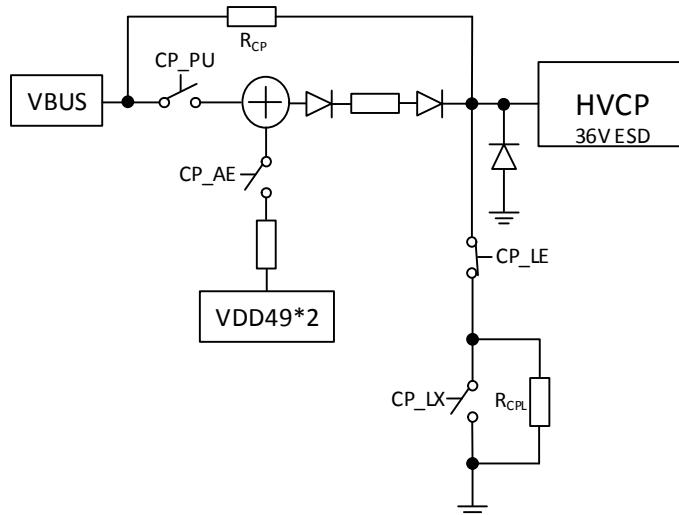
ODH 引脚有 3 种应用：一是作为 CCL 的另一个高压通道，二是作为 ODL 的高压通道，三是独立用于开漏输出。默认 OD_OE=1，默认 OD_OE=1，ODH 与 ODL 连通。默认 OD_GE=0，ODL 与 CCL 断开。当 OD_OE=1 且 OD_GE=0 且 OD_OE=1 时，ODH 与 ODL 连通，ODL 可以连接 MCU 的 CC 引脚。当 ODL 悬空、OD_OE=1 且 OD_GE=1 且 OD_OE=1 时，ODH 与 CCL 连通，ODH 作为 CCL 的另一个高压通道。当 ODL 悬空、OD_OE=1 且 OD_GE=0 且 OD_OE=0 时，ODH 开漏输出低。

PD 信号开关的内阻不大，作为开漏输出时应避免过流，必要时可以外部串联电阻限制电流。

5.2. 升压模块

升压模块以 VBUS 为基础产生更高电压，提升电压值 V_{CP} 约为两倍 VDD49 减去 2.3V，用于控制外部 N 型 MOSFET 功率管的栅极。

升压模块的结构参考下图。



HVCP 引脚有 2 种应用：一是单管控制，二是 3 管控制。单管控制是指 HVCP 直接控制外部 N 管的栅极，可以输出低电平（关闭 N 管）、上拉到 VBUS 电平、基于 VBUS 升压（开启 N 管）。3 管控制是指 HVCP 外接约 100nF 电容后提供简单的升压电源，由 3 个兆欧级上拉电阻分别连接到三个 N 管的栅极，同时分别连接 ODH1、ODH2、HV10 三个高压引脚，以开漏驱动方式实现三个 N 管的开关控制。

R_{CP} 为内置的放电电阻， R_{CPL} 为内置的下拉电阻，HVCP 引脚无需外部下拉电阻。

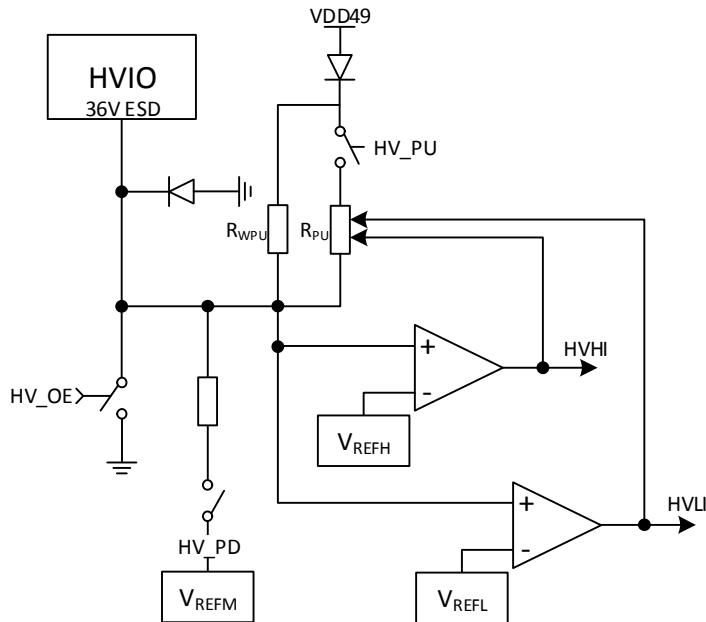
默认 CP_BU=0, CP_AE=0, CP_Lx=0, CP_Le=1, HVCP 由 R_{CP} 和 R_{CPL} 分压输出弱下拉的低电平，当 VBUS 默认 5V 供电时 HVCP 不超过 0.2V，外部 N 管关闭。MCU 上电后，可以设置 CP_Lx=1，使 HVCP 输出强下拉的低电平，之后 MCU 如果申请 USB PD 高压供电，HVCP 也能维持较低电压以关闭外部 N 管。当 CP_BU=1 且 CP_AE=0 且 CP_Le=0 时，开启 VBUS 上拉，HVCP 输出接近 VBUS 电压，此电压经过电阻和两个二极管串联衰减。当 CP_BU=0 且 CP_AE=1 且 CP_Le=0 时（实际不支持此组合），开启升压，HVCP 输出净提升电压 V_{CP} 。当 CP_BU=1 且 CP_AE=1 且 CP_Le=0 时，开启 VBUS 升压，HVCP 输出电压为 VBUS 加上净提升电压 V_{CP} 。

HVCP 带载能力较差，负载电流越大时 V_{CP} 电压值越小。建议优选开启电压 V_{th} 较低的 N 管。

5.3. 高压 I/O

HV10 是支持高压开漏输出和输入的高压通用 I/O，也可作为中断输出，内置弱上拉电阻 R_{WPU} 和可控的上拉电阻 R_{PU} ，支持电源开关按键检测和唤醒及 P 型 MOSFET 控制。

HV10 的结构参考下图。



默认 $HV_OE=0$ ，HV10 开漏输出禁止。默认 $HV_PU=0$ ，默认 $HV_PD=0$ ，仅提供弱上拉电阻 R_{WPU} 。当 $HV_PD=1$ 时，HV10 输出 V_{REFM} 弱低电平，支持外部 P 型 MOSFET 栅极控制，同时支持按键检测。HVHI 和 HVLI 是高、低两种阈值下输入采样，根据其结果微调上拉电阻值，当 $HV_PU=1$ 时提供 R_{PU} 上拉。

用于 HV10 单引脚一键开关时，启用内部 R_{PU} 上拉电阻或外接上拉电阻到更高电压，电源开关按键连接在 HV10 与 GND 之间，HV10 同时用于驱动外部 P 型 MOSFET 的栅极，该 P 管的源极接电源，漏极向目标输出电源。关闭 P 管需要高电平，HV10 已内置 VDD49 电压的上拉电阻，可直接驱动 P 管控制 5V 或更低电压的电源。如果用于控制高于 5V 的高电压电源，HV10 需要外接几十 $\text{k}\Omega$ 到几百 $\text{k}\Omega$ 的上拉电阻到高电压电源，上拉电流不能超过 I_{PDK} 。例如，高电压电源为 20V，连接 P 管的源极，HV10 连接 P 管的栅极，并通过 100 $\text{k}\Omega$ 上拉电阻连接高电压电源。

下表为单引脚一键开关的几种工作状态。

工作状态	HV_OE	HV_PU	HV_PD	$HVLI$	$HVHI$	HV10 引脚	说明
上电时默认开机	0	0	0	0	0	充电期间低	HV10 对 GND 接电容
上电时默认关机	0	0	0	1	1	上拉到高	可选：HV10 对电源接上拉电容或电阻
维持开机、待机	0	1	1	1	0	弱低电平	MCU 设置 $HV_PD=1$ 输出 V_{REFM} 开启 P 管
按键按下接 GND	0	1	1	0	0	低电平	查询 HVLI 或中断
MCU 主动关机	0	1	0	1	1	上拉到高	

当 HV10 有外部上拉电阻时， HV_PU 可以无需置 1。

HV10 对 GND 的电容值取决于 MCU 启动时间，兼用于按键去抖动。HV10 内部弱上拉电阻 R_{WPU} 和可选的外部上拉电阻与该电容构成 RC 充电电路，充电期间保持 P 管开启，直到 MCU 启动完成后接管，置 $HV_PD=1$ 维持 P 管开启。如果电容值太小，会造成 MCU 来不及接管就充电完成并断了 MCU 电源。

CH211 的 VDD33 是可关闭的，对于 MCU 由 VDD33 供电的应用，可以无需外部 P 型 MOSFET 就能实现一键开关，由 KEY 或 HV10 连接按键。

关机状态是指 MCU 在 VDD33 开启状态下睡眠，或 LD033_OFF=1 且 LD033_WAKE=1 关闭 VDD33 电源， $HV_PD=0$ 。当按键按下时，HV10 低电平，触发中断恢复 VDD33 供电并唤醒 MCU。

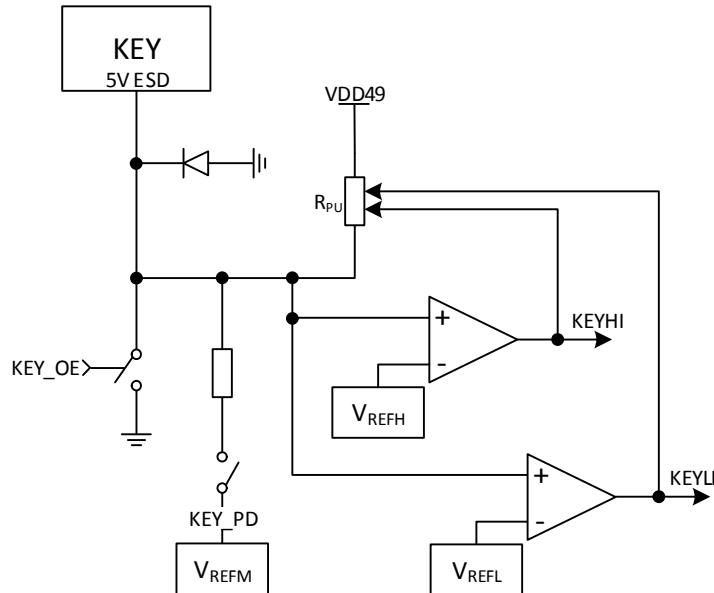
唤醒后的 MCU 进入工作状态，设置 $HV_PD=1$ ，HV10 输出 V_{REFM} 弱低电平，用于驱动外部 P 型 MOSFET

保持主电源开启，同时继续监控 HV10 引脚上的按键。当按键按下时，触发 MCU 中断，设置 HV_PD=0；当按键释放后，HV10 恢复高电平，关闭外部 P 型 MOSFET 或 MCU 设置 LD033_OFF=1。

5.4. 低压 I/O

KEY 是支持开漏输出和输入的低压通用 I/O，也可作为中断输出，内置上拉电阻 R_{PU} ，支持电源开关按键检测和唤醒及低压 P 型 MOSFET 控制。

KEY 的结构参考下图。



默认 KEY_OE=0，KEY 开漏输出禁止。默认 KEY_PD=0，仅提供上拉。当 KEY_PD=1 时，KEY 输出 V_{REFM} 弱低电平，支持不超过 VDD49 电压的外部 P 型 MOSFET 功率管的栅极控制，同时支持按键检测。KEYHI 和 KEYLI 是高、低两种阈值下输入采样，根据其结果微调上拉电阻值。

KEY 用于单引脚一键开关时，相当于 HV10 的低电压版，参考 HV10。区别在于：KEY 不支持高压，只能驱动 P 管控制 5V 或更低电压的电源，KEY 通常无需外部上拉电阻。

5.5. 电源系统

CH211 内置 3 个 LDO 稳压器，其中两路为高压 LDO，支持两路电源输入及自动切换，另一路低压 LDO 输出可调 3.3V 用于 MCU 简单供电。

VSYS 为系统高压电源输入，通常是常备电源，自身功耗较小，输出 VDD49 电源，带载能力稍弱。

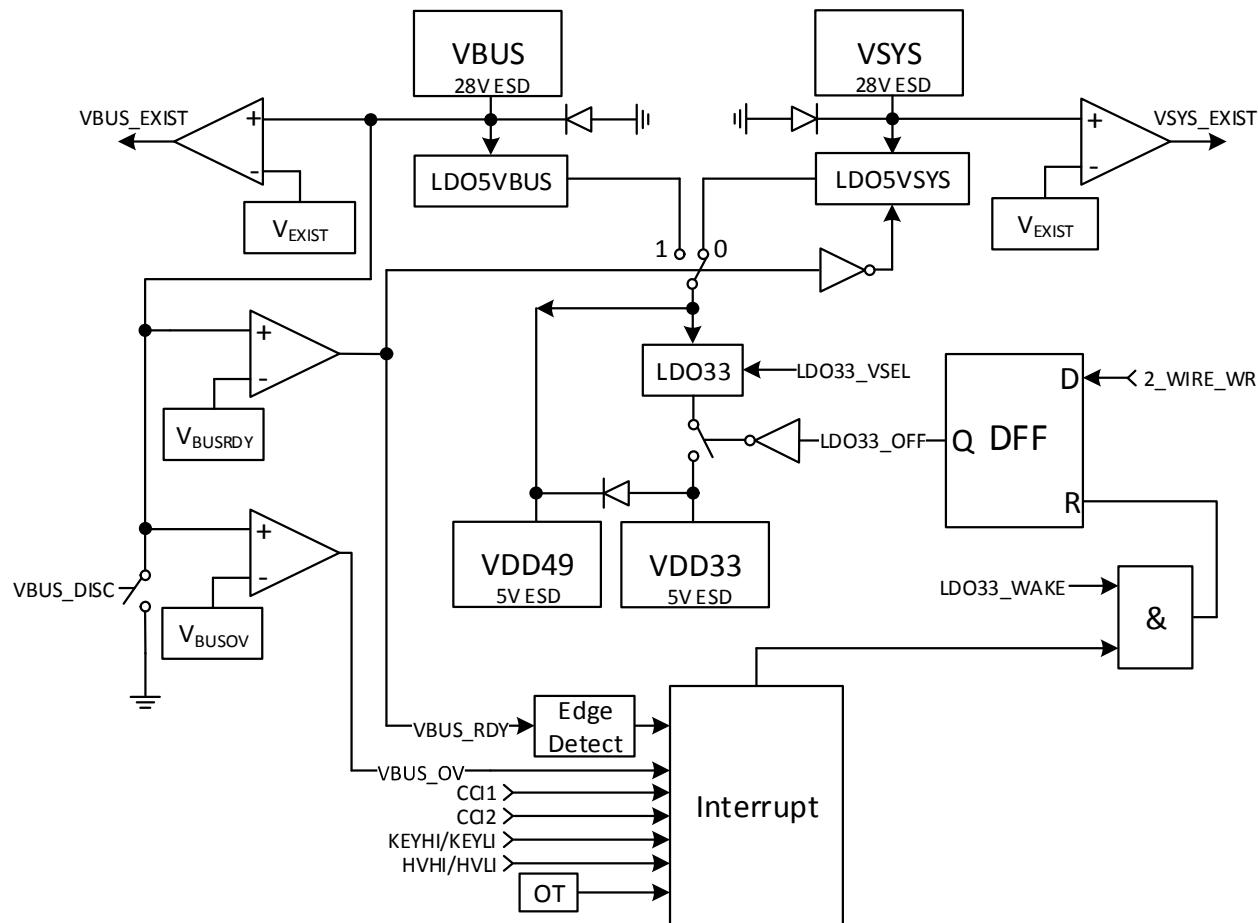
VBUS 为外部高压电源输入，通常是 Type-C 接口 VBUS 高压电源输入，支持 VBUS 放电和监测，包括 VBUS 上电和掉电监测、过压监测等。检测到 VBUS 电压高于 V_{BUSRDY} 即 VBUS 电源就绪后，内部自动将 VDD49 切换为 VBUS 供电，不从 VSYS 消耗电流；当 VBUS 掉电后，再自动切换回 VSYS 供电，VBUS 上电或者掉电都会触发中断。

VSYS 和 VBUS 支持额定 5V、9V、12V、20V、28V 等电源电压，需要外置不低于 0.1uF 的退耦电容。VDD49 需要贴近 VDD49 和 GND 引脚放置 0.33uF~3.3uF 范围内的退耦电容，额定输出电压 4.9V，但当 VSYS 或 VBUS 输入低于 5.1V 时，VDD49 输出可能将不足 4.9V。

VDD33 由内置低压 LDO 从 VDD49 产生，默认 3.3V，以 0.3V 为步距，支持 2.4V 到 4.5V 多个档位。用于为 MCU 提供不超过 20mA 的简单 3.3V 供电，根据需要外接 0.1uF~3.3uF 范围内的退耦电容，不对 MCU 等外设供电时无需外接电容。

默认 LD033_OFF=0，低压 LDO 和 VDD33 输出开启。当 LD033_OFF=1 时，VDD33 输出关闭。默认 LD033_WAKE=0，如果 LD033_WAKE=1 且 LD033_OFF=1，则 VDD33 处于输出关闭状态，但可以被任一中断唤醒并开启 VDD33，包括 KEY 或 HV10 所连接的电源开关按键或者 VBUS 上电或掉电等事件。

电源系统的结构参考下图。



5.6. 控制和状态寄存器

CH211 内部有 8 个寄存器，用于功能和引脚控制及状态返回，MCU 通过 2 线接口实现读写。

下表中的寄存器属性使用两种缩写：R0 表示只读，RW 表示可读可写。寄存器列表如下：

名称	地址	描述	复位值
PIN_STAT	0	引脚状态寄存器	0Fh
PIN_CFG	1	引脚配置寄存器	00h
CC_CTRL	2	CC 通道控制寄存器	44h
OD_CTRL	3	OD 通道控制寄存器	AAh
HVCP_CTRL	4	HVCP 控制寄存器	02h
HVIO_KEY	5	HVIO 和 KEY 控制寄存器	00h
SYS_CFG	6	系统配置寄存器	08h
SYS_STAT	7	系统状态寄存器	01h

引脚状态寄存器 (PIN_STAT)：

位	名称	属性	描述	复位值
7	CCI2	R0	PD 信号开关 2# 的 CCM2 节点电平状态, CC2 高阈值电平状态	0
6	CCI1	R0	PD 信号开关 1# 的 CCM1 节点电平状态, CC1 高阈值电平状态	0
5	VBUS_OV	R0	VBUS 电源过压状态, VBUS 电压高于 V _{BUSOV}	0
4	VBUS_RDY	R0	VBUS 电源就绪状态, VBUS 电压高于 V _{BUSRDY}	0

3	HVHI	RO	HV10 引脚的高阈值电平状态, 引脚电压高于 V_{REFH}	1
2	HVL1	RO	HV10 引脚的低阈值电平状态, 引脚电压高于 V_{REFL}	1
1	KEYHI	RO	KEY 引脚的高阈值电平状态, 引脚电压高于 V_{REFH}	1
0	KEYL1	RO	KEY 引脚的低阈值电平状态, 引脚电压高于 V_{REFL}	1

引脚配置寄存器 (PIN_CFG) :

位	名称	访问	描述	复位值
7	CC2_IE	RW	CC2 低电平中断使能, 为 0 禁止 CC2 触发中断, 为 1 且 CC2_GE=1 且 CCI2=0 时产生中断	0
6	CC1_IE	RW	CC1 低电平中断使能, 为 0 禁止 CC1 触发中断, 为 1 且 CC1_GE=1 且 CCI1=0 时产生中断	0
5	HV10_IE	RW	HV10 引脚低电平中断使能, 为 0 禁止 HV10 触发中断, 为 1 且 HVL1=0 且 HVHI=0 时产生中断	0
4	KEY_IE	RW	KEY 引脚低电平中断使能, 为 0 禁止 KEY 触发中断, 为 1 且 KEYL1=0 且 KEYHI=0 时产生中断	0
3	VBUS_DOWN_IE	RW	VBUS 掉电事件中断使能, 为 0 禁止 VBUS 掉电触发中断, 为 1 且 VBUS_RDY=0 且 VBUS_LAST=1 时产生中断。 VBUS 上电事件中断总是使能的, 在 VBUS_RDY=1 且 VBUS_LAST=0 时产生中断	0
2	SDA_PU	RW	SDA 引脚内部上拉电阻使能, 为 0 禁止内部上拉, 为 1 开启内部上拉, 适用于 MCU 引脚内部上拉较弱的情况。如果 LD033_WAKE=1 且 LD033_OFF=1 则会禁止上拉	0
1	INT_PIN	RW	中断输出引脚选择: 00 关闭中断请求输出; 01 通过 SCL 引脚弱驱动低电平输出中断请求, 节省引脚;	0
0		RW	10 通过 HV10 引脚驱动低电平输出中断请求; 11 通过 KEY 引脚驱动低电平输出中断请求。 除非中断原因消除, 否则持续请求中断	0

CC 通道控制寄存器 (CC_CTRL) :

位	名称	访问	描述	复位值
7	CC2_VCE	RW	CCH2 的 VCONN 电源输出使能, 为 0 禁止 CCH2 电源输出, 为 1 则将 VDD49 输出到 CCH2 引脚	0
6	CC2_PD	RW	CCH2 的 Rd 下拉电阻使能, 为 0 禁止 CCH2 下拉电阻, 为 1 且 CCPDG2=GND 时开启 CCH2 下拉电阻 Rd	1
5	CC2_OE	RW	CCH2 引脚连通使能, 为 0 禁止 CCH2 连通, 为 1 则连通 CCH2 到中间节点 CCM2	0
4	CC2_GE	RW	CCL2 引脚与中间节点 CCM2 连通使能, 为 0 则 CCM2 短接 GND 并断开 CCL2, 为 1 则 CCM2 断开 GND 并连通 CCL2	0
3	CC1_VCE	RW	CCH1 的 VCONN 电源输出使能, 为 0 禁止 CCH1 电源输出, 为 1 则将 VDD49 输出到 CCH1 引脚	0
2	CC1_PD	RW	CCH1 的 Rd 下拉电阻使能, 为 0 禁止 CCH1 下拉电阻, 为 1 且 CCPDG1=GND 时开启 CCH1 下拉电阻 Rd	1
1	CC1_OE	RW	CCH1 引脚连通使能, 为 0 禁止 CCH1 连通, 为 1 则连通 CCH1 到中间节点 CCM1	0
0	CC1_GE	RW	CCL1 引脚与中间节点 CCM1 连通使能, 为 0 则 CCM1 短接 GND 并断开 CCL1, 为 1 则 CCM1 断开 GND 并连通 CCL1	0

OD 通道控制寄存器 (OD_CTRL) :

位	名称	访问	描述	复位值
7	OD2_OE	RW	ODH2 引脚连通使能, 为 0 禁止 ODH2 连通, 为 1 则连通 ODH2 到 ODL2	1
6	OD2_GE	RW	ODL2 引脚与 CCL2 连通使能, 为 0 则 ODL2 断开 CCL2, 为 1 则 ODL2 连通 CCL2	0
5	OD2_PE	RW	ODL2 断开 GND 使能, 为 0 则 ODL2 短接 GND, 为 1 则 ODL2 断开 GND	1
4		RO	保留位	0
3	OD1_OE	RW	ODH1 引脚连通使能, 为 0 禁止 ODH1 连通, 为 1 则连通 ODH1 到 ODL1	1
2	OD1_GE	RW	ODL1 引脚与 CCL1 连通使能, 为 0 则 ODL1 断开 CCL1, 为 1 则 ODL1 连通 CCL1	0
1	OD1_PE	RW	ODL1 断开 GND 使能, 为 0 则 ODL1 短接 GND, 为 1 则 ODL1 断开 GND	1
0		RO	保留位	0

HVCP 控制寄存器 (HVCP_CTRL) :

位	名称	访问	描述	复位值
7	VBUS_DISC	RW	VBUS 放电使能, 为 0 关闭 VBUS 放电, 为 1 则开启 VBUS 放电, 建议不要长时间持续放电	0
6		RO	保留位	0
5		RO	保留位	0
4	CP_AUTO	RW	HVCP 自动升压使能, 为 0 关闭自动升压, 为 1 则开启自动升压, CP_LE 应该设置为 0	0
3	CP_AE	RW	HVCP 手动升压控制, 为 0 则完成升压并空闲, 为 1 则预备升压	0
2	CP_PU	RW	HVCP 引脚手动上拉输出, 为 0 关闭 HVCP 引脚的上拉, 为 1 则开启 VBUS 对 HVCP 引脚的上拉, 弱驱动高电平	0
1	CP_LE	RW	HVCP 引脚手动下拉控制, 为 0 关闭 HVCP 引脚的下拉, 为 1 则开启 HVCP 引脚的下拉或低电平驱动	1
0	CP_LX	RW	HVCP 下拉强度选择, 为 0 选择弱下拉, 弱驱动低电平, 为 1 选择强下拉, 驱动低电平	0

HVI0 和 KEY 控制寄存器 (HVI0_KEY) :

位	名称	访问	描述	复位值
7		RO	保留位	0
6		RO	保留位	0
5	KEY_PD	RW	KEY 引脚下拉到 V_{REFM} 使能, 为 0 关闭 KEY 下拉, 为 1 则 KEY 引脚下拉到 V_{REFM} , 处于 V_{REFH} 和 V_{REFL} 之间	0
4	KEY_OE	RW	KEY 引脚开漏输出使能, 为 0 禁止 KEY 输出低电平, 为 1 则 KEY 输出低电平	0
3		RO	保留位	0
2	HV_PU	RW	HVI0 引脚上拉使能, 为 0 关闭 HVI0 上拉, 为 1 则 HVI0 引脚上拉到 V_{DD49} (经过电阻和二极管串联)	0
1	HV_PD	RW	HVI0 引脚下拉到 V_{REFM} 使能, 为 0 关闭 HVI0 下拉, 为 1 则 HVI0 引脚下拉到 V_{REFM} , 处于 V_{REFH} 和 V_{REFL} 之间	0

0	HV_OE	RW	HVIO 引脚开漏输出使能, 为 0 禁止 HVIO 输出低电平, 为 1 则 HVIO 输出低电平	0
---	-------	----	--	---

系统配置寄存器 (SYS_CFG) :

位	名称	访问	描述	复位值
7	LD033_OFF	RW	VDD33 关闭控制, 为 0 开启 VDD33 输出, 为 1 关闭 VDD33 输出, 如果 LD033_WAKE=1 则可以被中断自动清零	0
6	CC_HVT3V	RW	CC 高阈值参考电压 V_{TCC} 选择, 为 0 适用于 $VDD49=4.9V$, 为 1 适用于 $VDD49=3.3V$	0
5	CPLI_OVOT	RW	过压过温时自动 HVCP 下拉使能, 为 0 不自动下拉, 为 1 则在 VBUS 过压或过温期间强制 HVCP 引脚下拉或低电平, 等效于 CP_LE 置 1	0
4	RST_OV	RW	过压时自动复位使能, 为 0 不自动复位, 为 1 则在 VBUS 过压时自动复位 CC 通道控制寄存器 CC_CTRL、OD 通道控制寄存器 OD_CTRL、HVCP 控制寄存器 HVCP_CTRL	0
3	LD033_WAKE	RW	VDD33 中断唤醒使能, 为 0 不支持中断唤醒, 为 1 支持中断唤醒, 发生中断时, LD033_OFF 自动清零	1
2	LD0_VSEL	RW	VDD33 电压选择:	0
1		RW	000 选择 3.3V; 001 选择 3V; 010 选择 2.7V; 011 选择 2.4V;	0
0		RW	100 选择 3.6V; 101 选择 3.9V; 110 选择 4.2V; 111 选择 4.5V	0

系统状态寄存器 (SYS_STAT) :

位	名称	访问	描述	复位值
7	LD033_OFF	RO	VDD33 关闭控制状态, 为 0 表示开启, 为 1 表示关闭	0
6	OT_RST	RO	过温状态, 为 0 表示温度未超过 T_{SD} , 为 1 表示过温, 并触发中断, 同时自动复位 CC_CTRL、OD_CTRL、HVCP_CTRL	0
5	VBUS_OV	RO	VBUS 电源过压状态, VBUS 电压高于 V_{BUSOV}	0
4	VBUS_RDY	RO	VBUS 电源就绪状态, VBUS 电压高于 V_{BURDY}	0
3	VBUS_LAST	RO	记录上一次读取 SYS_STAT 时的 VBUS 电源就绪状态, 当读取 SYS_STAT 之后, 该位自动更新为当前电源状态 VBUS_RDY	0
2		RO	保留位	0
1	VBUS_EXIST	RO	VBUS 电源存在状态, VBUS 电压高于 V_{EXIST}	0
0	VSYS_EXIST	RO	VSYS 电源存在状态, VSYS 电压高于 V_{EXIST}	1

5.7. 2 线串行接口

CH211 内部有 8 个控制和状态寄存器, 提供 2 线串行接口, 包含 SCL 和 SDA 引脚, 兼容 IIC, 用于 MCU 控制。

SDA 用于串行数据输入和开漏输出, 准双向信号, 需要上拉电阻, 默认是高电平。高电平表示位数据 1, 低电平表示位数据 0, 串行数据输入的顺序是高位在前, 低位在后。

SCL 用于提供串行时钟输入, CH211 在其上升沿后的高电平期间从 SDA 输入数据, 在其下降沿后的低电平期间从 SDA 输出数据。

在 SCL 为高电平期间发生的 SDA 下降沿定义为串行接口的 START 信号, 在 SCL 为高电平期间发生的 SDA 上升沿定义为串行接口的 STOP 信号。在 MCU 的 I/O 引脚资源紧张时, 保持 SDA 引脚状态不变的情况下, SCL 引脚也可以与其它接口电路共用。

串行数据帧通常包含 START 位、7 位设备地址和 1 个命令位及 1 个应答位、8 位数据和 1 个应答位及其重复、最终以 STOP 位作为结束。CH211 的设备地址默认为 0x35 或 0x34，该地址需左移一位加上读写命令位后作为 8 位数据传输，0x35 为 2 线接口常规读写操作地址，0x34 为 2 线接口快速读操作地址。CH211 支持 0x35 设备地址写寄存器操作、支持 0x35 设备地址读寄存器操作、支持 0x34 设备地址快速读寄存器操作。

常规写操作的步骤：

- MCU (或其它主机) 发送 START 信号;
- MCU 发送 7 位设备地址 0x35 和写命令位 0, CH211 检查设备地址匹配则返回 1 个应答位 0;
- MCU 发送 8 位的寄存器地址 (仅 0~7 有效), CH211 记录此起始地址并返回 1 个应答位 0;
- MCU 发送 8 位数据, CH211 将该数据写入寄存器, 同时地址自动加 1 并返回 1 个应答位 0;
- 可选的, MCU 可以选择继续向下一个寄存器发送 8 位数据并等待 CH211 写入并应答;
- MCU 发送 STOP 信号, 结束操作。

常规读操作的步骤：

- MCU (或其它主机) 发送 START 信号;
- MCU 发送 7 位设备地址 0x35 和写命令位 0, CH211 检查设备地址匹配则返回 1 个应答位 0;
- MCU 发送 8 位的寄存器地址 (仅 0~7 有效), CH211 记录此起始地址并返回 1 个应答位 0;
- MCU 再次发送 START 信号;
- MCU 发送 7 位设备地址 0x35 和读命令位 1, CH211 检查地址匹配则返回 1 个应答位 0;
- CH211 从寄存器读取数据返回, 同时地址自动加 1, MCU 接收 8 位数据并返回 1 个应答位;
- 可选的, MCU 可以选择继续从下一个寄存器读取 8 位数据并应答;
- MCU 发送 STOP 信号, 结束操作。

快速读操作的步骤：

- MCU (或其它主机) 发送 START 信号;
- MCU 发送 7 位设备地址 0x34 和读命令位 1, CH211 检查设备地址匹配则返回 1 个应答位 0;
- CH211 从 0 地址寄存器 PIN_STAT 读取数据返回, 地址自动加 1, MCU 接收数据并返回应答;
- 可选的, MCU 可以选择继续从下一个寄存器读取 8 位数据并应答;
- MCU 发送 STOP 信号, 结束操作。

MCU 引脚的内部上拉通常较弱, SDA 上升沿较慢, 为提高 2 线接口通讯速率, 可以设置 SDA_PU=1 启用 CH211 内部 SDA 上拉电阻, 在 VDD33 供电下, 关电时会自动关闭上拉, 上电时自动恢复。

5.8. 中断

CH211 支持 8 个中断信号源, 包含 HV10 引脚低电平、KEY 引脚低电平、CC1 低电平, CC2 低电平、VBUS 上电、VBUS 掉电、VBUS 过压、过温。其中, VBUS 上电、VBUS 过压、过温总是使能中断, 其它的信号源需要开启对应的中断使能位。

除非中断原因消除, 否则 CH211 将一直请求中断。对于 VBUS 上电和掉电事件, 读取 SYS_STAT 后将自动更新 VBUS_LAST, 从而消除中断原因, 取消中断请求。但其它中断例如 VBUS 过压, 需要等到 VBUS 不再过压才会取消中断请求。

CH211 可选 3 种中断输出方式, 由 INT_PIN 选择。其中, 通过 HV10 或 KEY 引脚输出低电平请求中断是常规方式, 通过 SCL 引脚弱驱动低电平请求中断则可以节约 I/O 引脚。

CH211 的 SCL 引脚支持弱驱动低电平, 该灌电流强于普通 MCU 引脚的上拉驱动电流, 但弱于普通 MCU 引脚的推挽高电平驱动电流。

在空闲态时, MCU 的 SCL 引脚设置为不输出, 同时启用 MCU 内部 SCL 引脚的上拉电阻或上拉电流, 通常该上拉电流不超过 200uA。如果 CH211 请求中断, CH211 的 SCL 引脚将输出弱驱动低电平, 可以将 SCL 信号线拉到低电平, 此低电平可以触发 MCU 中断。

在 2 线接口通讯状态下, MCU 关闭 SCL 引脚的低电平中断输入功能, 并将 SCL 引脚设置为推挽输出, 通常其高电平驱动电流超过 2mA, 远超 CH211 的 SCL 引脚的低电平驱动电流, 可以确保 SCL 信号线正常通讯。通讯结束后, MCU 开启 SCL 引脚的低电平中断输入功能。

SCL 引脚复用于中断请求可以为 MCU 和 CH211 分别节省一个引脚, MCU 相关程序流程如下。

MCU 主程序初始化流程	MCU 通讯接口子程序流程	中断程序流程
启用 SCL 引脚的内部上拉电阻; 清除 SCL 引脚的中断标志; 初始化 SCL 引脚为中断输入 (低电平有效); 等待中断。	暂时禁用 SCL 引脚中断, IE=0; 设置 SCL=1 且为推挽输出; 设置 SDA=1 且输出; 正常发出 2 线接口的 START 信号; 正常进行 2 线接口串行数据通讯; 正常发出 2 线接口的 STOP 信号; 将 SCL 从推挽输出改为带上拉的输入; 清除 SCL 引脚的中断标志; 恢复 SCL 引脚的中断使能, IE=1; 2 线接口子程序返回。	处理中断; 清除中断原因; 中断退出。

5. 9. VBUS 电压监测

CH211 内置过压监测模块, 持续监测 VBUS 电压, 当 VBUS 电源电压高于 V_{BUSOV} 时, 触发中断或者可选复位, 可选自动强制 HVCP 引脚下拉或低电平, 相当于关闭 HVCP 升压。

CH211 内置 VBUS 电压监测模块, 当 VBUS 电源电压高于 V_{BUSRDY} 时, 触发中断并自动切换为 VBUS 电源供电, 系统不再消耗 VSYS 的电流; 当 VBUS 电源电压低于 V_{BUSRDY} 时, 可选触发中断并自动切换为 VSYS 电源供电。

另外, VBUS 电源电压还与更低电压阈值的 V_{EXIST} 比较, 产生 VBUS_EXIST。

5. 10. 过温监测 OTP

CH211 内置温度监测模块, 当检测到芯片温度达到过温保护点 T_{SD} 时, 触发过温中断或者可选复位, 可选自动强制 HVCP 引脚下拉或低电平, 相当于关闭 HVCP 升压。

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	工作结温	-40	125	°C
T_s	储存时的环境温度	-55	150	°C
V_{SYS}	VSYS 引脚的电源电压	-0. 4	32	V
V_{BUS}	VBUS 引脚的电源电压	-0. 4	32	V
V_{DD49}	VDD49 引脚的电源电压	-0. 4	6. 5	V
V_{DD33}	VDD33 引脚的电源电压	-0. 4	$VDD49+0. 4$	V
V_{CCH}	CCH1/CCH2 引脚的信号电压	-0. 4	32	V
V_{ODH}	ODH1/ODH2/HV10 引脚的信号电压	-0. 4	40	V
V_{LV10}	SCL/SDA/CCL/ODL/KEY/CCPDG 等其它引脚的信号电压	-0. 4	6. 5	V
V_{ESDCC}	CCH/VBUS 引脚的 HBM 模型 ESD 耐压	6		KV
V_{ESDHV}	ODH/HV10/HVCP/VSYS 引脚的 HBM 模型 ESD 耐压	2		KV
V_{ESDNO}	CCPDG 引脚的 HBM 模型 ESD 耐压	0. 8		KV
V_{ESDLV}	SCL/SDA/CCL/ODL/KEY/VDD 引脚的 HBM 模型 ESD 耐压	2		KV

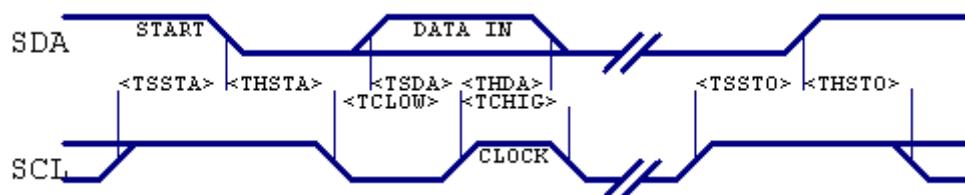
I_{IO1}	单个 I/O 引脚的连续导通电流			30	mA
I_{IO8}	单个 I/O 引脚的占空比小于 1/8 的脉冲电流			100	mA
I_{ALL}	所有 I/O 引脚的总电流			150	mA
PD	整个芯片的最大功耗		QFN20_3x3	500	mW
			QFN16C_2x2	350	mW
θ_{JA}	封装热阻		QFN20_3x3	100	°C/W
			QFN16C_2x2	150	°C/W

6.2. 电气参数 (测试条件: $T_A=25^\circ\text{C}$ 、 $V_{SYS}=5\sim28\text{V}$ 且 $V_{BUS}=5\sim28\text{V}$)

名称	参数说明		最小值	典型值	最大值	单位	
V_{SYS}	VSYS 引脚的电源电压		2.8	5~28	29	V	
V_{BUS}	VBUS 引脚的电源电压		4.7	5~28	29	V	
V_{DD49}	VDD49 引脚	V_{SYS} 或 $V_{BUS}>=5.2\text{V}$, 10mA 负载	4.7	4.9	5.1	V	
	LDO 输出电压	$V_{SYS}=5\text{V}$ 且 $V_{BUS}=0\text{V}$, 10mA 负载	4.6	4.8	5.0	V	
V_{DD33}	VDD33 引脚 LDO 输出的电源电压, 10mA 负载		V-0.1	2.4~4.5	V+0.1	V	
I_{VDD49}	VDD49 和 VDD33 合计输出 负载电流, 含 VCONN	$V_{SYS}>=5\text{V}$ 且 $V_{BUS}<3\text{V}$			15	mA	
		$V_{BUS}>=5\text{V}$			35	mA	
I_{VDD33}	VDD33 输出负载电流		$V_{BUS}>=5\text{V}$		20	mA	
I_{VCONN}	CCH 引脚 VCONN 负载电流				25	mA	
V_{EXIST}	电源存在的电压阈值, 带 0.3V 迟滞		2.8	3~3.3	3.5	V	
V_{BUSRDY}	VBUS 电源就绪 的电压阈值	VBUS 上升时电压阈值	4.2	4.4	4.6	V	
		VBUS 下降时电压阈值	4.0	4.2	4.4	V	
V_{BUSOV}	VBUS 过压监测 OVP 的电压阈值		31.5	33	34.5	V	
I_W	开启 HVCP 但无负载时的工作电流			0.8	2	mA	
I_{QS}	V_{SYS} 静态电流	空闲态	$V_{SYS}>=5\text{V}$ 且 $V_{BUS}<3\text{V}$		15	uA	
		且关闭 HVCP	$V_{BUS}>=5\text{V}$		1	10	uA
I_{QB}	V_{BUS} 静态电流		$V_{BUS}>=5\text{V}$		40	uA	
V_{IL}	SCL/SDA 引脚的低电平输入电压		0		0.8	V	
V_{IH}	SCL/SDA 引脚的高电平输入电压		2.1		5	V	
V_{REFL}	HV10/KEY 引脚的低参考电压, 带 0.1V 迟滞		0.9	1.1	1.35	V	
V_{REFM}	HV10/KEY 引脚的中参考电压, 与负载有关		1.35	1.6	2.5	V	
V_{REFH}	HV10/KEY 引脚的高参考电压, 带 0.1V 迟滞		3.2	3.5	3.8	V	
V_{TCC}	CC 的高阈值参考电 压, 带 0.1V 迟滞	$V_{DD49}=4.9\text{V}$, CC_HVT3V=0	2.1	2.4	2.8	V	
		$V_{DD49}=3.3\text{V}$, CC_HVT3V=1	2.1	2.3	2.5	V	
V_{CP}	CP_AUTO=1 等待 稳定后的净提升电压		5	7.4	8	V	
I_{OLSDA}	SDA 引脚的低电平灌电流		$SDA=0.4\text{V}$	5	10	mA	
I_{OLSCL}	SCL 引脚的低电平灌电流 (SCL 复用于中断输出)	$SCL=0.4\text{V}$	0.18	0.3	0.5	mA	
		$SCL=V_{DD49}$		1.3	2.0	mA	
I_{PDK}	HV10/KEY 引脚到 V_{REFM} 的下拉负载电流				800	uA	
$I_{VBUSDISC}$	VBUS 引脚的放电电流		$V_{BUS}=5\text{V}$		25	mA	
			$V_{BUS}=28\text{V}$		30	mA	
I_{CP}	HVCP 升压模块的负载电流				60	uA	
I_{CPX}	HVCP 强下拉的负载电流		$HVCP=0.5\text{V}$	400	700	1200	uA
			$HVCP=28\text{V}$		6		mA
I_{CPL}	HVCP 弱下拉的负载电流	$HVCP=3\text{V}\sim28\text{V}$	60	100	140	uA	

R_{PUSDA}	SDA 引脚的内置上拉电阻		7	10	15	$K\Omega$
R_d	CCH 引脚的内置 R_d 下拉电阻		$V_{CCH} \geq 1.2V$	4.2	5.1	$K\Omega$
R_{GCC}	CC 通道导通电阻		$V_{CCH} \leq 1.2V$		14	Ω
R_{GOD}	OD 通道导通电阻		$V_{ODH} \leq 1.2V$		32	Ω
R_{WPU}	HV10 内置弱上拉电阻		4000	8000	15000	$K\Omega$
R_{PU}	HV10/KEY 内置上拉电阻	HV_PD/KEY_PD=0	30	60	180	$K\Omega$
		HV_PD/KEY_PD=1	80	160	400	$K\Omega$
R_{CP}	HVCP 内置放电电阻		800	1200	1600	$K\Omega$
R_{CPL}	HVCP 弱下拉串联电阻		25	40	60	$K\Omega$
T_{SD}	OTP 过温监测门限		115	135	160	$^{\circ}C$
V_{LVR}	上电复位和低压复位的电压门限		2.0	2.2	2.5	V

6.3. 接口时序参数 (测试条件: $T_A=25^{\circ}C$, $V_{SYS}=5\sim 28V$, 参考附图)



名称	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位
T_{SSSTA}	SDA 下降沿启动信号的建立时间	90			nS
T_{HSTA}	SDA 下降沿启动信号的保持时间	90			nS
T_{SSTO}	SDA 上升沿停止信号的建立时间	90			nS
T_{HSTO}	SDA 上升沿停止信号的保持时间	90			nS
T_{CLOW}	SCL 时钟信号的低电平宽度	90			nS
T_{CHIG}	SCL 时钟信号的高电平宽度	90			nS
T_{SDA}	SDA 输入数据对 SCL 上升沿的建立时间	30			nS
T_{HDA}	SDA 输入数据对 SCL 上升沿的保持时间	10			nS
Rate	平均数据传输速率	0		2M	bps

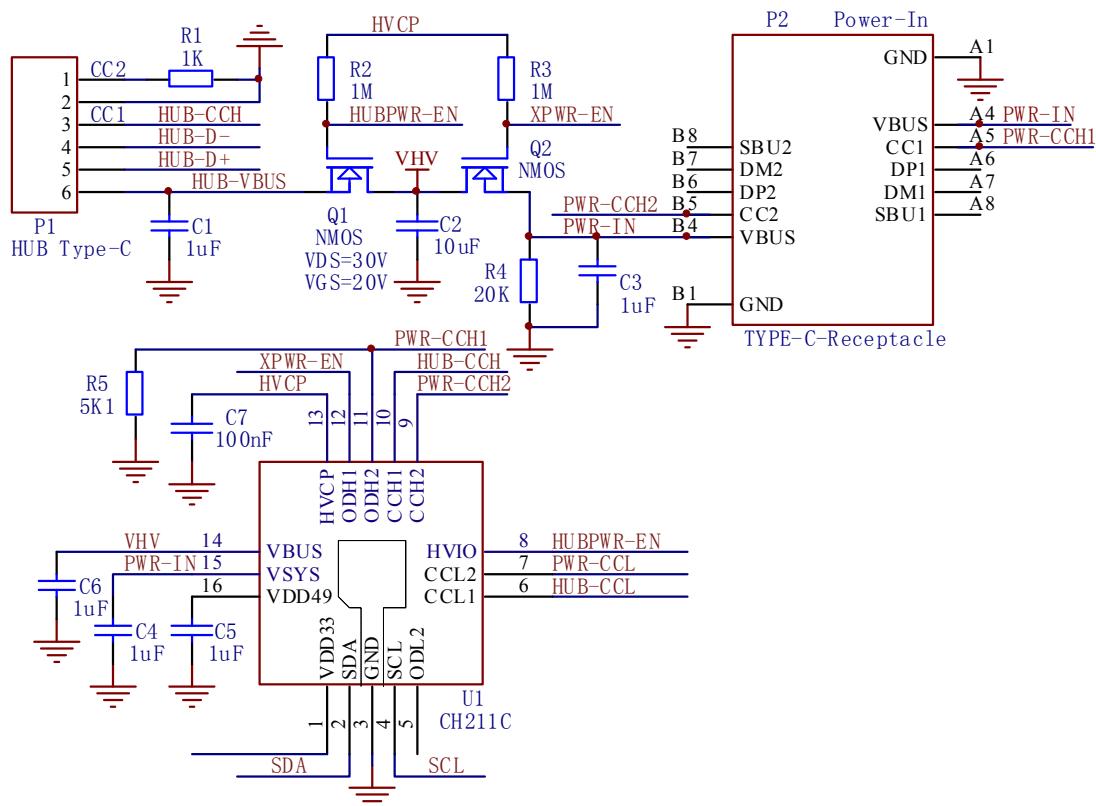
7、应用

7.1. PD-HUB 高压扩展

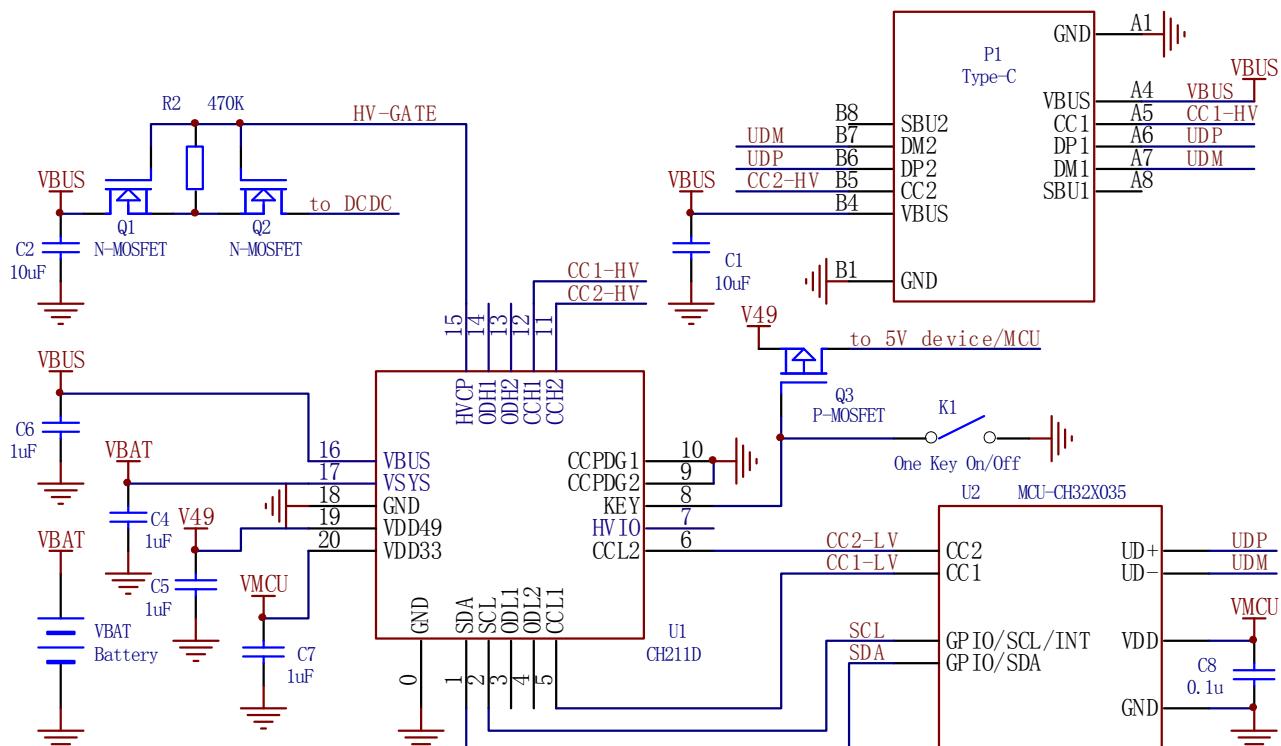
内置 PD 的 HUB 芯片 (例如 CH634 或 CH339) 通过 SCL 和 SDA 控制 CH211, 两个 CC 其中一个作为 PWR-CCL, 通过 CH211 连接到 Type-C 供电端口 P2 两个 CC 引脚进行二选一, 另一个作为 HUB-CCL, 通过 CH211 连接到 HUB 端口 P1, P1 连接 USB 主机, 是 USB 通信端口。

CH211C 的 CCH1 和 CCH2 已内置 5K1 下拉电阻, ODH2 需外加下拉电阻 R5。该电路中, VSYS 仅用于检测 Type-C 供电端口 P2 是否有电。

CH211 的 HVCP 可以将 VHV 升压, 通过两个上拉电阻连接到 Q1 和 Q2 两个 N 型 MOSFET 功率管的栅极, 在 CH211 两个高压开漏引脚的控制下独立开启或关闭两个 N 管。如果不升压, 也可用两个高压开漏引脚和两个连接到 VHV 的上拉电阻独立控制两个 P 管实现同样功能。P 管与 N 管的区别是在同等条件下, P 管导通内阻略大或成本略高。



7.2. 一键开关与 DRP



CH211 为 PDUSB MCU (例如 CH32X035 或 CH32L103) 提供 Type-C 的 Rd 下拉电阻, 支持 PD Source、Sink 和 DRP, HVCP 引脚产生高压可以控制 DCDC 通断, 为电池充电或者反向输出。如果仅用于 Source, 那么两个 CCPDG 引脚应该悬空, CH211 的 VBUS 引脚无需连接。

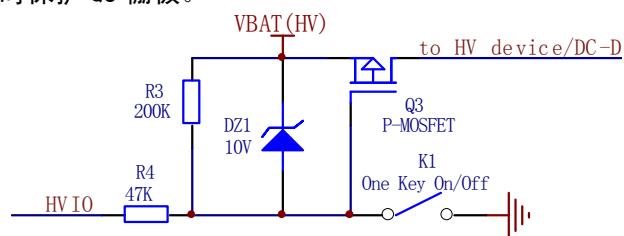
MCU 通过两线接口连接 CH211, SCL 兼用于中断, 实现 I/O 扩展或高压开漏 I/O 驱动。经过 CH211

高压扩展后的 Type-C 信号，可以直接承受 C 口相邻高压引脚 VBUS 的意外高压接触，从而保护 MCU 的 CC 引脚。

如果 VSYS 引脚的电压远高于 DCDC 的输出电压，那么可以将 DCDC 的输出电源送到 CH211 的 VBUS 引脚代替 VSYS 供电，从而降低 CH211 的 LDO 功耗。

为了降低 VBAT 电池待机功耗，空闲时 MCU 可以处于断电状态，由单按键 K1 实现一键开关。K1 按下后，CH211 唤醒，MCU 获得 CH211 的 VDD33 供电（或 Q3 控制的 V49 或者其它 5V 供电），MCU 设置 CH211 的 KEY 引脚输出弱低电平维持 Q3 开启；当 MCU 长时间空闲、或者 MCU 检测到 K1 再次按下或者 K1 长按后，设置 VDD33 关闭（或设置 KEY 引脚关闭 Q3）并由 CH211 等待 K1 唤醒。上图中 P 管 Q3 是可选的，如果 MCU 采用 CH211 的可控 VDD33 电源则无需 Q3。

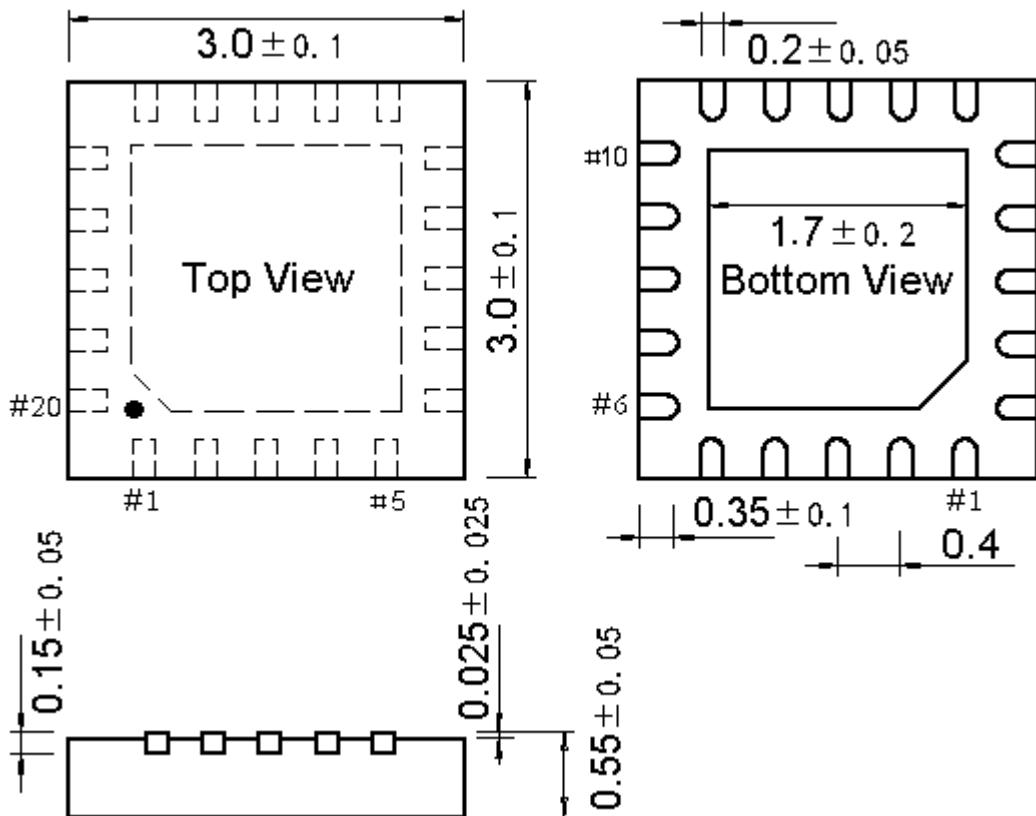
如果需要控制超过 5V 的高压电源，那么可以参考下图，将 K1 和 Q3 从 KEY 引脚改到 HVIO 引脚，并在 Q3 的栅极和源极之间增加上拉电阻 R3。稳压管 DZ1 和限流电阻 R4 是可选的，仅用于在高压电源电压超过 Q3 栅源耐压时保护 Q3 栅极。



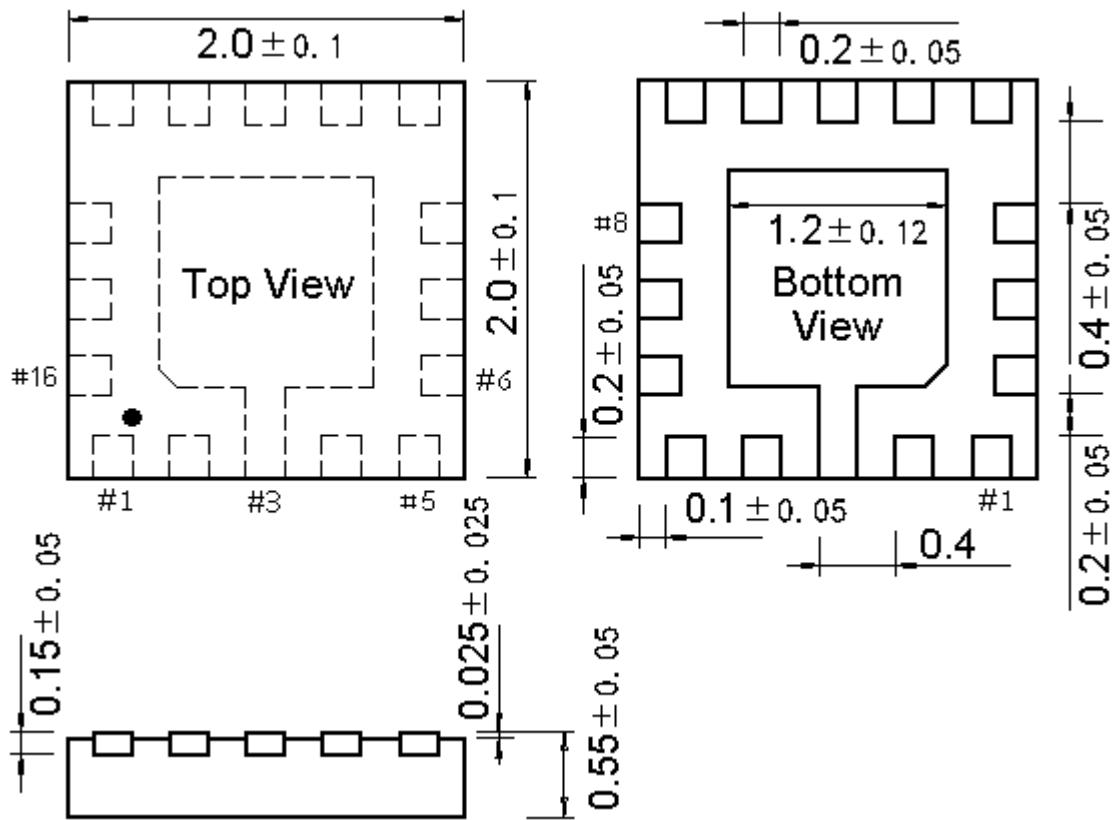
8、封装信息

尺寸单位均为 mm，QFN 封装误差均不超过 ± 0.1 ，非 QFN 封装误差均不超过 ± 0.2 。

8.1. QFN20_3x3x0.55-0.4



8. 2. QFN16C_2x2x0.55-0.4



CH211C 印字为 ，其中 xyz 为批号代码，“.” 对应 pin 1#。

211C