

IGBT 智能功率模块
Small IPM P642 系列
6MBP**XT*065-50

应用手册

注意事项

该产品手册的内容（产品规格、特性、数据、材料和结构等）是截至2023年4月的内容。此内容可能会因产品的规格变更或其他原因而随时变更，恕不另行通知。使用该手册中记载的产品时，请获取最新的产品规格书并确认相关数据。

本资料中所描述的应用示例是对使用富士电机半导体产品的代表性应用示例的说明，并非对工业所有权和其他权利的实施予以保证，或是承诺实施权。

富士电机株式会社将不断提高产品的品质和可靠性。但是，半导体产品仍有可能发生故障。请采取冗余设计、防止火灾蔓延设计、防止误动作设计等确保安全的措施，防止因富士电机半导体产品故障而导致人身事故，引发火灾等造成财产损失或者造成社会性损失。

本资料中记载的产品，以用于要求普通可靠性的以下电子设备和电气设备为目的制造而成。

- 压缩电机逆变器
- 家用空调
- 热泵用压缩电机逆变器 等

如您想要将本资料中记载的产品用于以下需要具有特别高可靠性的设备中，请事先与富士电机株式会社联系，并取得同意。如要将本资料中记载的产品用于这些设备，需要采取适当的措施确保安全，如备份系统等，这样即使安装在其中的富士电机半导体产品发生故障，设备也不会发生误动作。

- 运输设备（车载，船舶等）
- 干线用通信设备
- 交通信号设备
- 煤气泄漏检测及断路器
- 防灾 / 防盗装置
- 用于确保安全的各种装置

对于要求极高可靠性的以下设备以及属于战略物资的设备，请勿使用本资料中记载的产品。

- 航天设备
- 航空设备
- 核能控制设备
- 海底中转设备
- 医疗设备

如要转载复制本资料的部分或全部内容，必须取得本公司的书面同意。

关于本资料的内容，如有不明之处，请在使用产品前咨询富士电机株式会社或者其销售店。因未遵守本注意事项的指示而导致的任何损失，富士电机株式会社及其销售店概不负责。

第3章 控制功能的说明

1. 控制电源 VCCH, VCCL, COM 引脚	3-2
2. 上桥驱动电源 VB(U,V,W) 引脚	3-6
3. 内置自举电路功能和自举二极管 (BSD)	3-9
4. 信号输入 IN(HU,HV,HW), IN(LU,LV,LW)	3-14
5. 过电流保护检测功能 IS 引脚	3-17
6. 报警输出功能 VFO, CFO 引脚	3-18
7. 温度输出功能 TEMP 引脚	3-19
8. 过热保护功能	3-21

1. 控制电源 VCCH(U,V,W), VCCL, COM 引脚

<控制电源 VCCH(U,V,W), VCCL 的电压范围>

- 本产品的控制电源，需在 VCCH(U, V, W), VCCL 引脚和 COM 引脚之间连接+15V直流电源。为了使得 IPM 可以工作在合适的动作状态，该电压范围请控制在+15V ± 10%。
- 表 3-1 列出了该电源电压变化时 IPM 的动作状态。请在各控制电源引脚附近连接低电感的电解电容和频率特性好的滤波电容。
- 控制电源如有高频噪音，可能会导致本产品误动作或者输出异常信号。为了避免此类问题，控制电源的最大电压变化率请控制在±1V/μs以下。
- COM 引脚电位和 N(U, V, W)引脚电位是不同的。所有的控制电路和逆变电路请以 COM 引脚为基准电位，而不是 N(U, V, W) 引脚。电路连接不恰当的时候，采样电阻中可能流过电流，导致过电流 (OC) 保护误动作。一般情况下，在 PCB 布板时，推荐将 COM 引脚作为地电位。
- 控制电源也和自举电路连接，为上桥 IGBT 的门极驱动电源提供浮地供电。
- 上桥控制电源电压 ($V_{CCH(U,V,W)}$) 比 $V_{CCH(OFF)}$ 低时，即使有输入信号，由于欠压 (UV) 保护的原因，发生欠压的那一相上桥IGBT将被关断。
- 下桥控制电源电压 (V_{CCL}) 比 $V_{CCL(OFF)}$ 低时，即使有输入信号，由于欠压 (UV) 保护的原因，下桥 IGBT 将被全部关断。

表 3-1 控制电源 $V_{CCH(U)}$, $V_{CCH(V)}$, $V_{CCH(W)}$, V_{CCL} 各电压范围下的动作状态

电源 [V]	IPM 动作状态
0 ~ 4	本产品无法动作，欠压保护 (UV) 和报警输出无动作。P-N电源的 dv/dt 噪音可能会引起 IGBT 误动作。
4 ~ 13	本产品处于欠压保护 (UV) 动作状态。即使有输入信号，也无法进行开关动作，报警输出信号 VFO 有输出。
13 ~ 13.5	欠压保护复位，IGBT 根据输入信号进行相应开关动作。驱动电压低于推荐电压，因此 IGBT 的导通和开关损耗会比通常动作条件下的大。上桥 IGBT 在 $V_B(*)^{*1}$ 初期充电达到 $V_{B(ON)}$ 之前无法动作。
13.5 ~ 16.5	推荐动作条件，正常动作。
16.5 ~ 20	IGBT 根据输入信号进行相应开关动作。驱动电压高于推荐电压，IGBT 的开关动作变快，系统的噪音增加。另外，即使过电流保护设定合理，也可能因为短路峰值电流过大导致损坏。
20 以上	本产品有损坏的风险。根据情况推荐在各控制电源引脚处连接稳压二极管。

1 $V_B()$: $V_B(U)-U, V_B(V)-V, V_B(W)-W$

<控制电源 ($V_{CCH(U,V,W)}$, V_{CCL}) 的欠压保护功能>

- 图3-1是控制电源 ($V_{CCH(U,V,W)}$, V_{CCL}) 的欠压保护电路示意框图。
- 图3-2 和图3-3 分别是 $V_{CCH(U,V,W)}$ 和 V_{CCL} 的欠压保护动作时序。
- 如图3-1 所示, $V_{CCH(U,V,W)}$ -COM 和 V_{CCL} -COM 引脚间通过二极管连接。这些二极管是为了保护本产品免受浪涌电压影响而内置的。如果将其作为稳压管使用, 可能会导致本产品损坏, 因此请不要将其作为稳压管用于电压钳位。

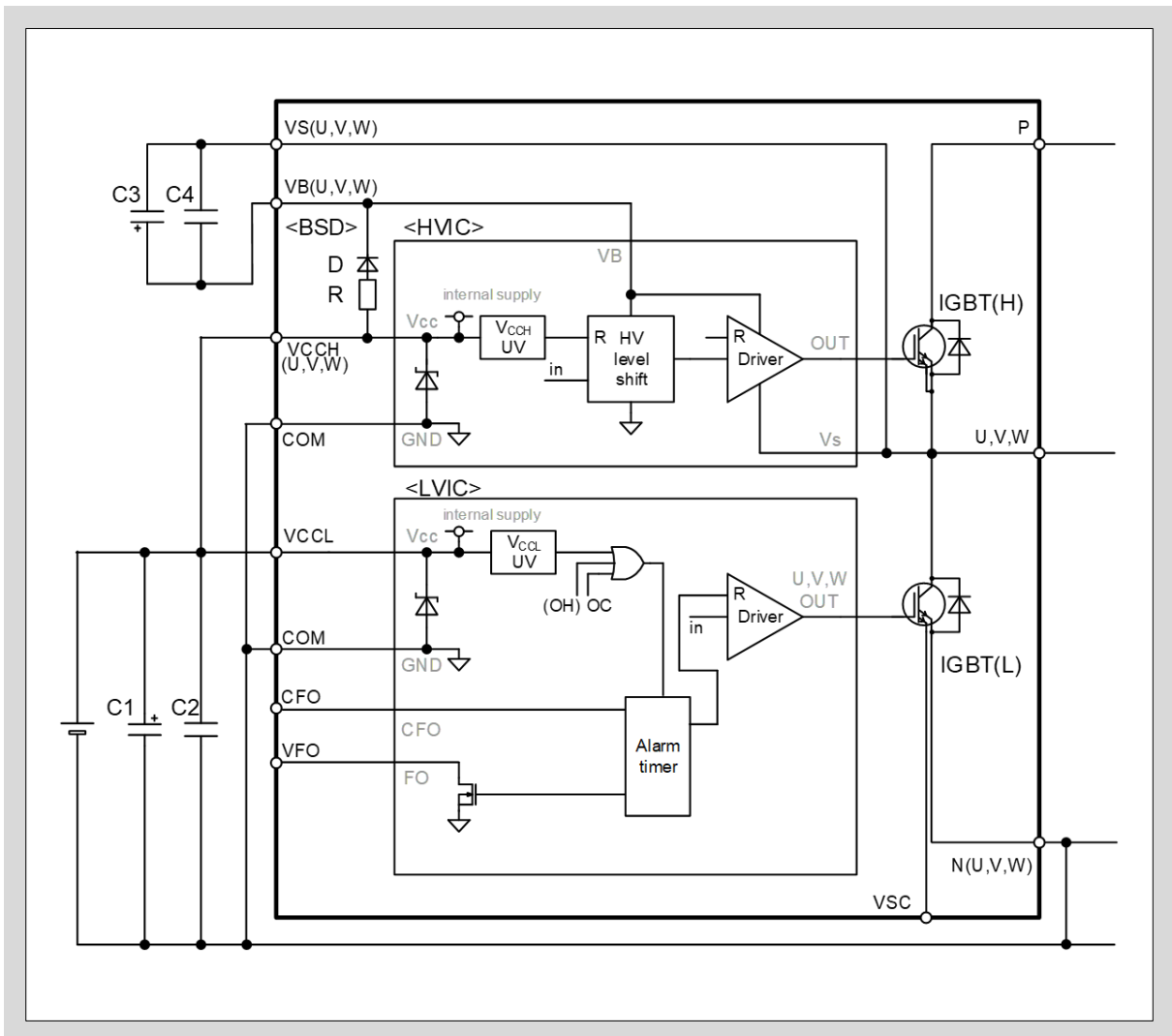


图3-1 上桥·下桥控制电源 $V_{CCH(U,V,W)}$, V_{CCL} 的欠压保护电路

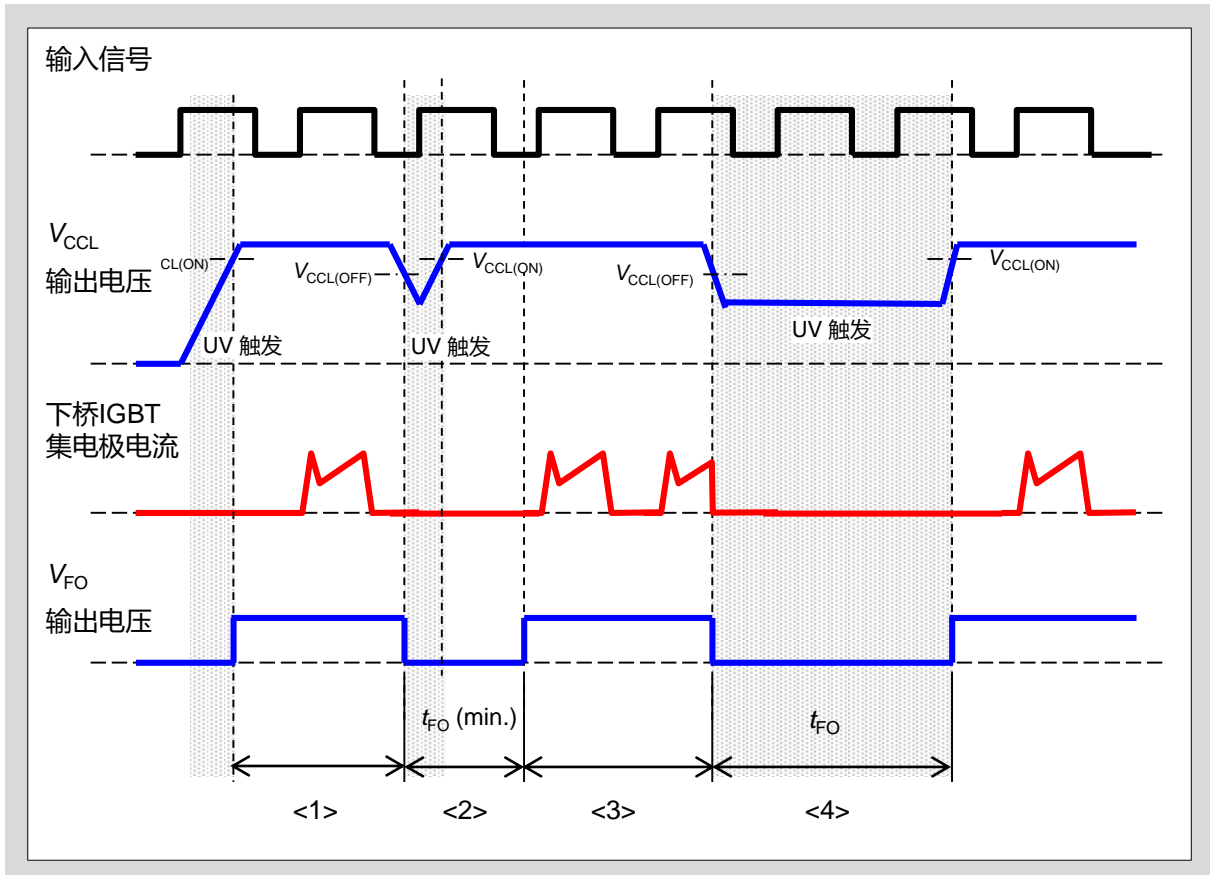


图3-2 V_{CCL} 欠压保护动作时序 (下桥)

V_{CCL} 低于 4V 时，下桥控制电源的欠压保护和报警功能不动作。

- <1> V_{CCL} 比 $V_{CCL(ON)}$ 低的时候，下桥 IGBT 全部为关断状态。 V_{CCL} 上升至 $V_{CCL(ON)}$ 以上后，报警输出电压 V_{FO} 从 L 电平变为 H 电平。同时，下桥 IGBT 从下一个输入信号开始进行开关动作。
- <2> V_{CCL} 降到 $V_{CCL(OFF)}$ 以下的时候，报警输出电压 V_{FO} 有效，下桥 IGBT 全部为关断状态。如果发生欠压的时间比 $t_{FO(min.)}$ 短，报警输出的最小脉宽为 $t_{FO(min.)}$ ，期间无论输入信号高低，下桥 IGBT 全部为关断状态。
- <3> 经过 t_{FO} 之后，当 V_{CCL} 重新回到 $V_{CCL(ON)}$ 之上，欠压保护动作 (UV) 被复位，同时报警输出电压 V_{FO} 也被复位。同时，下桥 IGBT 从下一个输入信号开始进行开关动作。
- <4> 发生欠压的时间比 t_{FO} 长的时候，将输出与其相同时间宽度的报警输出，期间无论输入信号高低，下桥 IGBT 全部为关断状态。

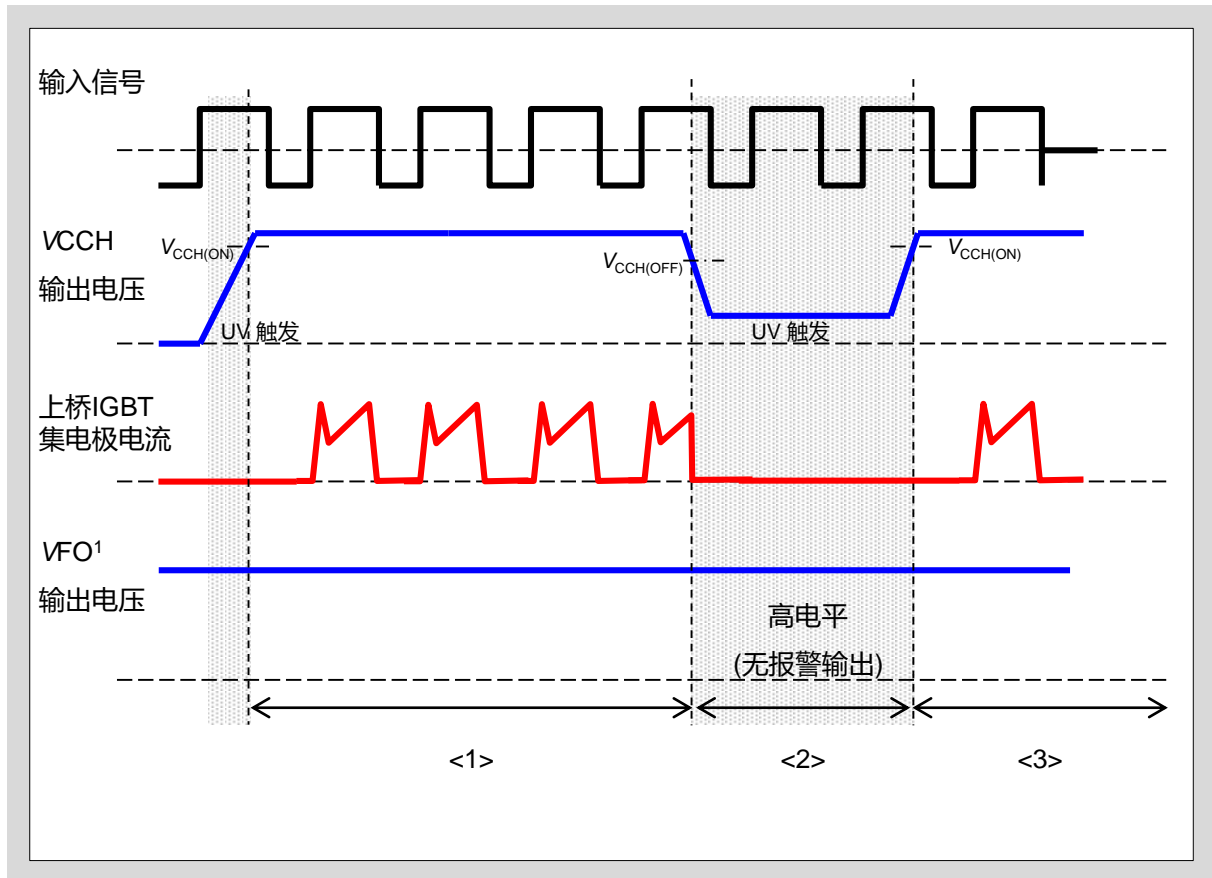


图3-3 Vcch 欠压保护动作时序 (上桥)

<1> Vcch 比 Vcch(ON) 低的时候，上桥 IGBT 为关断状态。Vcch 上升至 Vcch(ON) 以上后，上桥 IGBT 从下一个输入信号开始进行开关动作。报警输出电压 VFO 与 Vcch 没有关系，因此信号不发生变化。^{*1}

<2> Vcch 降到 Vcch(OFF) 以下的时候，上桥 IGBT 为关断状态，但同样报警输出电压 VFO 维持 H 电平不发生变化。

<3> 欠压保护动作 (UV) 被复位之后，上桥 IGBT 从下一个输入信号开始进行开关动作。

※¹ 报警输出电压 VFO 与 HVIC 的电源状态没有关系。

2. 上桥驱动电源 $V_{B(U,V,W)}$ VS(U,V,W) 引脚

<上桥驱动电源 $V_{B(*)}$ 的电压范围>

- $V_{B(U,V,W)}$ 和 $VS(U,V,W)$ 间的电压 $V_{B(*)}$ 是 IPM 内部 HVIC 的上桥驱动电源。该电源设定在 13.0 ~ 18.5V 的范围内，HVIC 即能正常驱动 IGBT。
- 本产品内置了 $V_{B(*)}$ 的欠压保护功能，当 $V_{B(*)}$ 电压低于规定的电压时上桥 IGBT 无法驱动。该功能用于防止 IGBT 的损耗大幅增加。
- 只有 $V_{B(*)}$ 的欠压保护功能 (UV) 被触发的那一相上桥 IGBT 为关断状态。此时，没有报警输出信号。
- 使用自举电路时，可以通过上桥·下桥控制电源给上桥驱动电源充电。而以往的上桥 IGBT 驱动电路除了上桥·下桥控制电源外，还需要三路独立的浮地电源。
- 上桥驱动电源，在下桥 IGBT 导通状态或者续流电流通过 FWD 时进行充电。表3-2 列出了上桥驱动电源变化时 IPM 的动作状态。为了防止高频噪音使 IPM 发生误动作，请在各上桥驱动电源引脚附近连接低电感的电解电容和频率特性好的滤波电容。
- 上桥驱动电源电压 $V_{B(*)}$ 低于 $V_{B(OFF)}$ (欠压保护触发电压) 时，即使有输入信号，仅发生欠压的那一相上桥 IGBT 将被关断。

表 3-2 上桥驱动电源 $V_{B(*)}$ 各范围电压下的动作状态

上桥驱动电源 [V]	IPM动作状态
0 ~ 4	本产品无法动作，欠压保护 (UV) 和报警输出无动作。P-N 电源的 dv/dt 噪音可能会引起 IGBT 误动作。
4 ~ 12.5	本产品处于欠压保护 (UV) 状态。即使有输入信号，也无法进行开关动作。
12.5 ~ 13	欠压保护复位，上桥 IGBT 根据输入信号进行相应开关动作。上桥驱动电压低于推荐电压，因此 IGBT 的导通损耗和开关损耗会比通常动作条件下大。
13 ~ 18.5	推荐动作条件，正常动作。
18.5 ~ 20	上桥 IGBT 根据输入信号进行相应开关动作。上桥驱动电压高于推荐电压，IGBT 的开关动作变快，系统的噪音增加。另外，即使过电流保护设定合理，也可能因为短路峰值电流过大导致损坏。
20 以上	本产品有损坏的风险。根据实际情况推荐在各上桥驱动电源引脚处连接稳压二极管。

<上桥驱动电源 $V_B(U,V,W)$ 的欠压保护功能>

- 图3-4是上桥驱动电源引脚 $V_B(U,V,W)$ - $V_S(U,V,W)$ 间电压 $V_{B(*)}$ 的欠压 (UV) 保护电路示意框图。
- 图3-5是 $V_{B(*)}$ 的欠压保护动作时序。
- 如图3-4所示, $V_B(U,V,W)$ - $V_S(U,V,W)$ 和 $V_B(U,V,W)$ -COM 引脚间通过二极管连接。这些二极管是为了保护本产品免受浪涌电压影响而内置的。如果将其作为稳压管使用,可能会导致本产品损坏,因此请不要将其作为稳压管用于电压钳位。

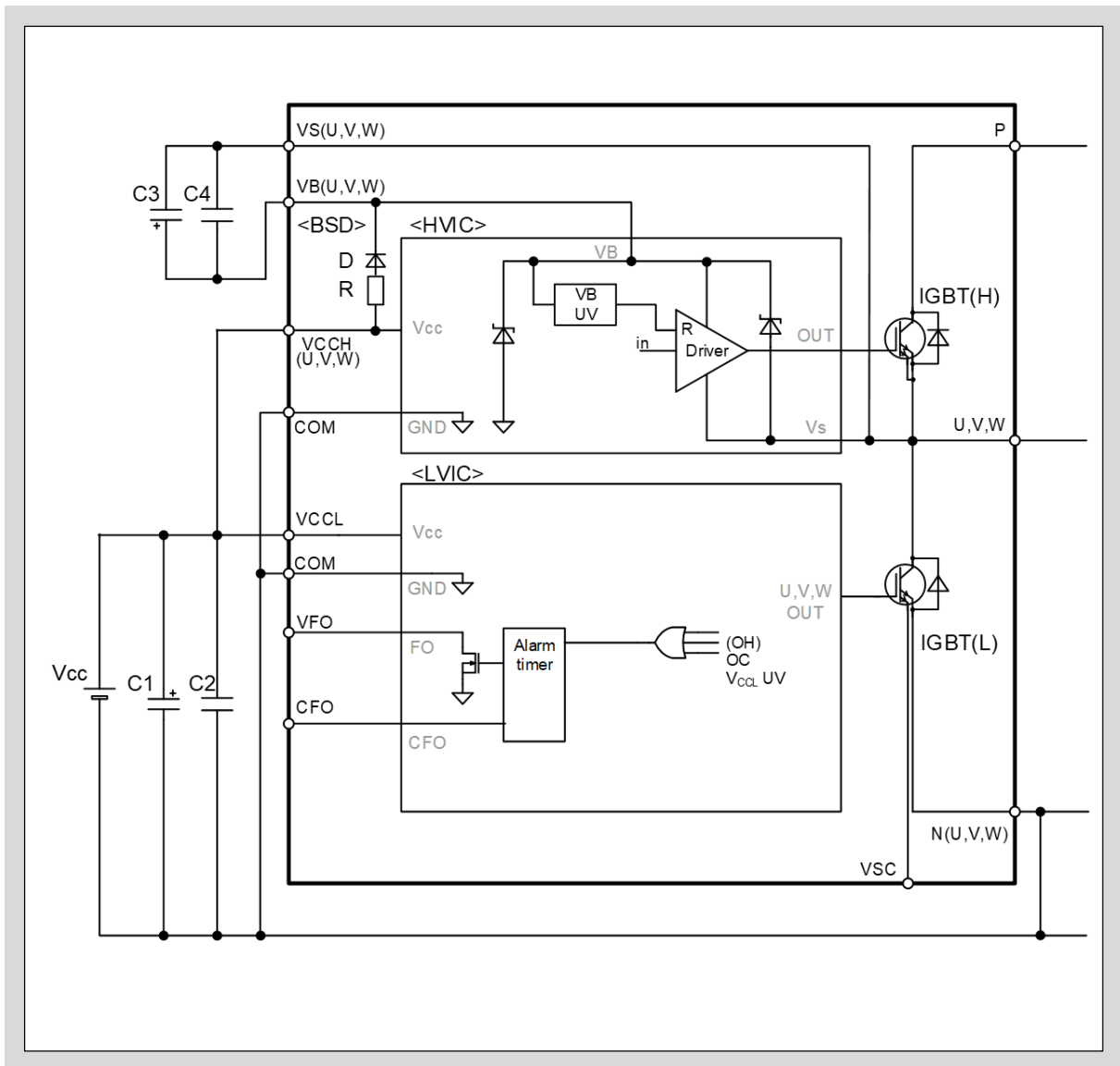


图3-4 上桥驱动电源 $V_{B(*)}$ 的欠压保护电路

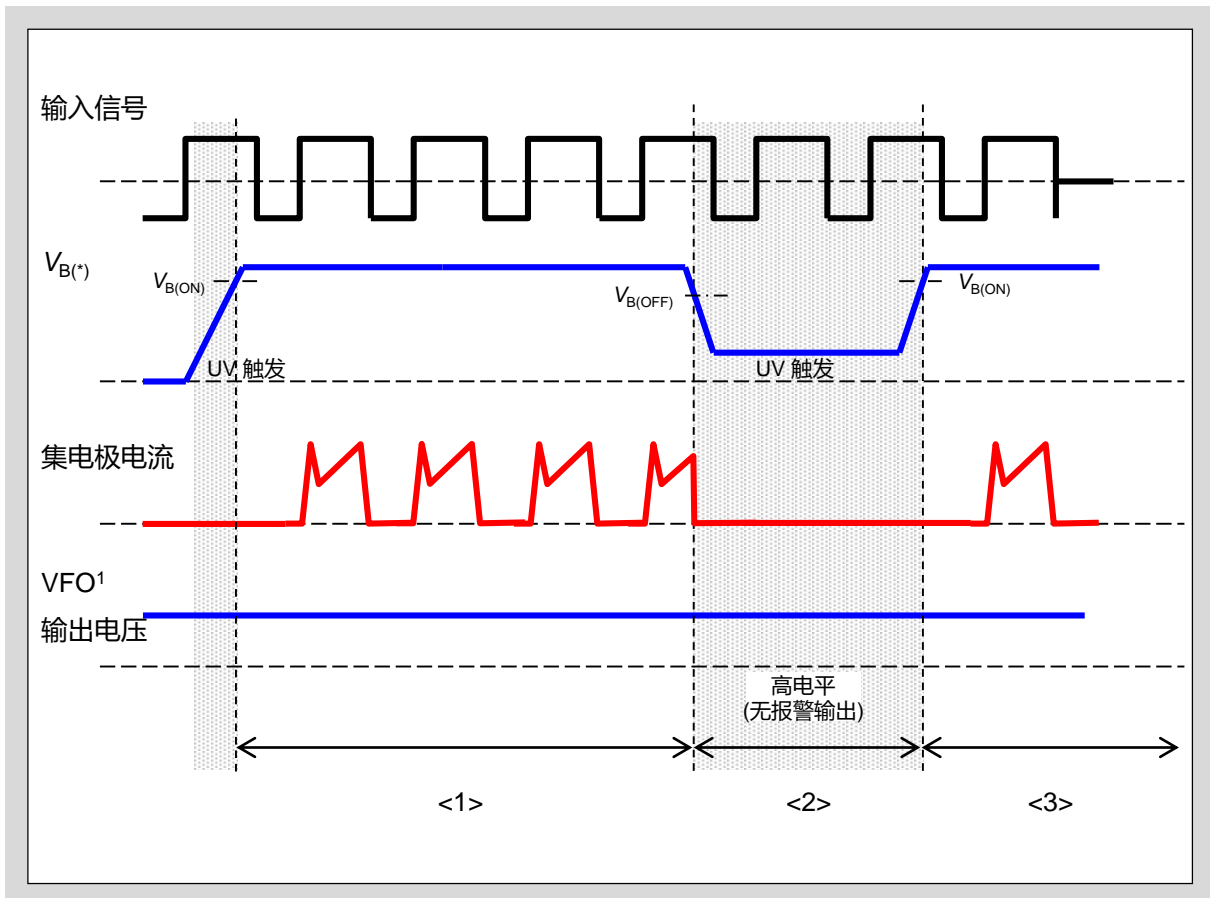


图3-5 $V_{B(*)}$ 欠压保护动作时序(上桥)

<1> $V_{B(*)}^{*1}$ 比 $V_{B(ON)}$ 低的时候，上桥 IGBT 为关断状态。

$V_{B(*)}$ 上升至 $V_{B(ON)}$ 以上后，上桥 IGBT 从下一个输入信号开始开关动作。报警输出电压 V_{FO} 与 V_{CCH} 没有关系，因此保持 H 电平不发生变化。^{*2}

<2> $V_{B(*)}$ 降到 $V_{B(OFF)}$ 以下的时候，上桥 IGBT 为关断状态，但同样报警输出电压 V_{FO} 保持 H 电平不发生变化。

<3> 欠压保护动作 (UV) 被复位之后，上桥 IGBT 从下一个输入信号开始进行开关动作。

1: $V_{B()}$: $V_B(U)-V_S(U)$, $V_B(V)-V_S(V)$, $V_B(W)-V_S(W)$ 端子间电压

*2: 报警输出电压 V_{FO} 与 HVIC 的电源状态没有关系。

3. 内置自举电路功能和自举二极管 (BSD)

上桥驱动电源 $V_{B(*)}$ ($VB(U)-VS(U)$, $VB(V)-VS(V)$, $VB(W)-VS(W)$) 可以通过几种方式供电。这里针对采用内置 BSD 构成自举电路进行供电的方式进行说明。自举电路具有设计简单和低成本的优点，但是需要通过自举电容和充电条件等设定占空比和导通时间。动作电路如图3-6、图3-8和图3-11所示，由内置限流电阻的自举二极管和外接电容构成。

<自举电路的动作说明>

下桥 IGBT 在导通状态时，自举电容充电电压 $V_{B(*)}(t1)$ 由下式确定。

$$V_{B(*)}(t1) = V_{CC} - V_F - V_{CE(sat)} - I_B \cdot R \quad \dots\dots \text{瞬态}$$

$$V_{B(*)}(t1) \approx V_{CC} \quad \dots\dots \text{稳态}$$

V_F : 自举二极管正向导通压降

$V_{CE(sat)}$: 下桥 IGBT 的饱和导通压降

R : 自举电阻

I_B : 自举电路充电电流

下桥 IGBT 关断后电机电流通过上桥 FWD 续流。
 V_s 电位超过 V_{CC} 后，对 C3 的充电动作停止，自举电容电压随上桥驱动电路的电流消耗逐渐降低。

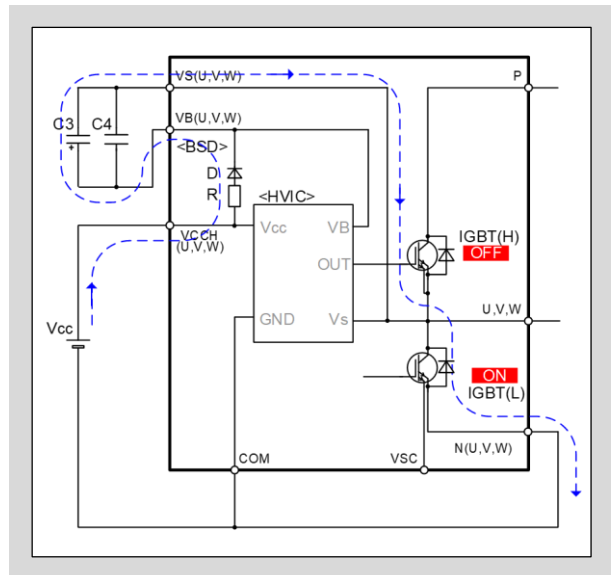


图3-6 充电动作电路图

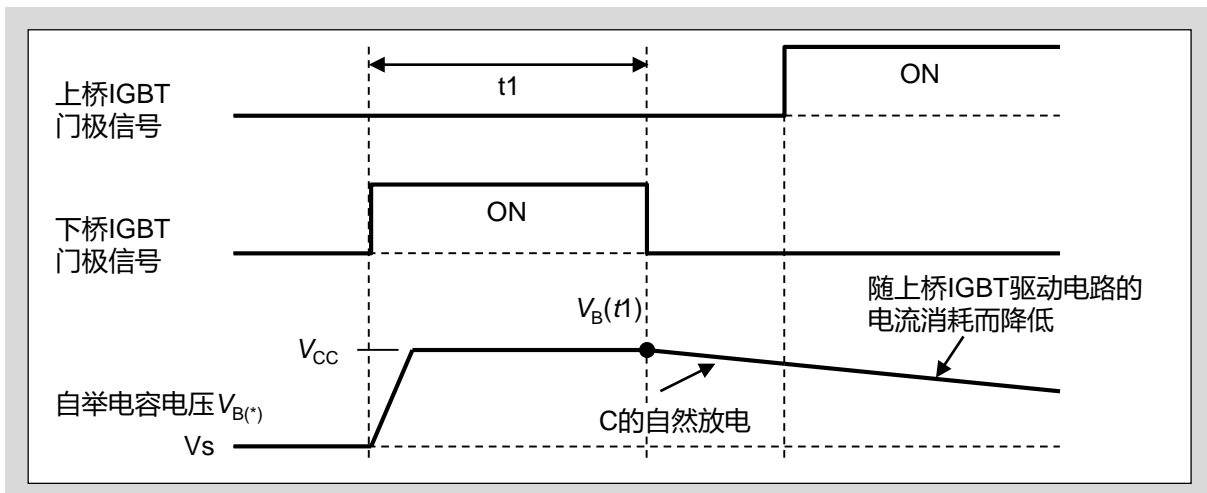


图3-7 充电动作时序图

下桥 IGBT 关断，下桥 FWD 导通状态时，续流电流通过下桥 FWD 进行续流。此时，图3-8为充电动作电路，图3-9为充电时序图，自举电容电压 $V_{B(*)}(t_2)$ 由下式确定。

$$V_{B(*)}(t_2) = V_{CC} - V_{F(D)} + V_{F(FWD)} - I_B \cdot R \dots \dots \dots \text{瞬态}$$

$$V_{B(*)}(t_2) \approx V_{CC} \dots \dots \dots \text{稳态}$$

$V_{F(D)}$: 自举二极管正向导通压降

$V_{F(FWD)}$: 下桥 FWD 的正向导通压降

R : 自举电阻

I_B : 自举电路充电电流

下桥和上桥 IGBT 都关断的时候，回馈电流通过下桥 FWD。此时 V_s 电位比 FWD 的 $-V_f$ 还要低，所以自举电容根据设定电位再次充电。当上桥 IGBT 开通， V_s 电位超过 V_{CC} 后，对电容 C3 的充电动作停止，自举电容电压随上桥驱动电路的电流消耗逐渐降低。

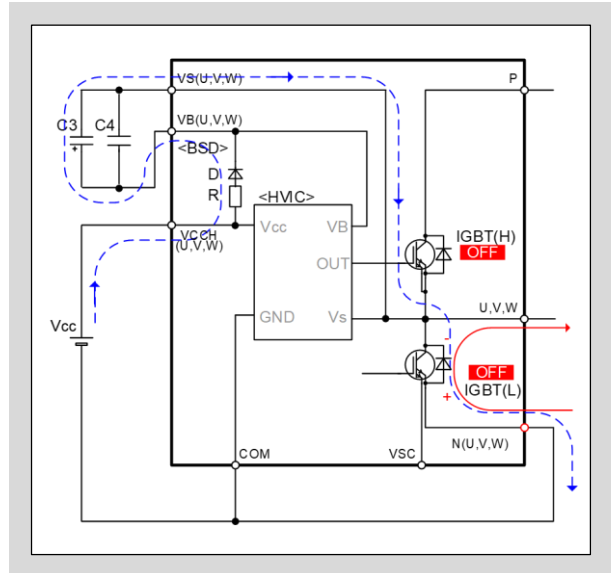


图3-8 下桥 FWD 导通状态的充电动作电路

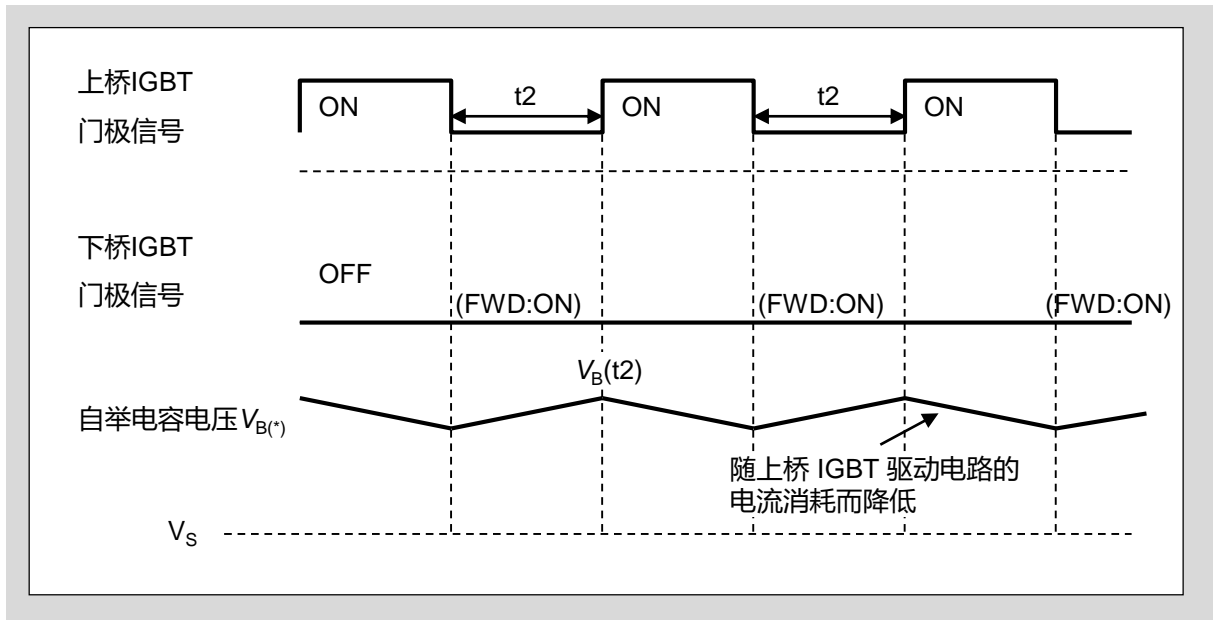


图3-9 下桥 FWD 导通状态的充电时序图

<自举电容和最小导通/关断脉宽的设定>

自举电容可以通过下式求得。

$$C = I_{CCHB} \cdot \frac{t_1}{dV_b}$$

- * t_1 : 上桥 IGBT 的最大导通脉宽
- * I_{CCHB} : 上桥驱动电路的消耗电流(与温度和频率特性有关)
- * dV_b : 允许放电电压 (参考图3-10)

- 请在自举电容的计算结果上增加一定的裕量。一般取计算结果值的2~3倍。
- 自举电路动作时下桥 IGBT 的最小导通脉宽 (t_2) 的推荐值, 设定为能够将上桥导通期间放电电压 (dV) 再次充满的 $C \cdot R$ 时间常数。
- 在上桥 IGBT 动作, 下桥 FWD 导通的充电模式(时序(图3-10))中, 上桥的最小关断脉宽设定为能够将上桥导通期间消耗的电流再次充满的时间常数。
- 最小脉宽, 应设定为下桥 IGBT 的最小导通脉宽和上桥 IGBT 最小关断脉宽中一个更长的脉宽。

$$t_2 \geq \frac{R \cdot C \cdot dV_b}{V_{CC} - V_B(\min)}$$

- * t_2 : 最小导通脉宽
- * R : 自举二极管串联电阻 $\Delta R_{F(BSD)}$
- * C : 自举电容容量
- * dV : 允许放电电压
- * V_{CC} : 上桥·下桥控制电源电压 (ex.15V)
- * $V_B(\min)$: 上桥驱动电源的最小电压 (欠压保护复位电压加上裕量 ex.14V)

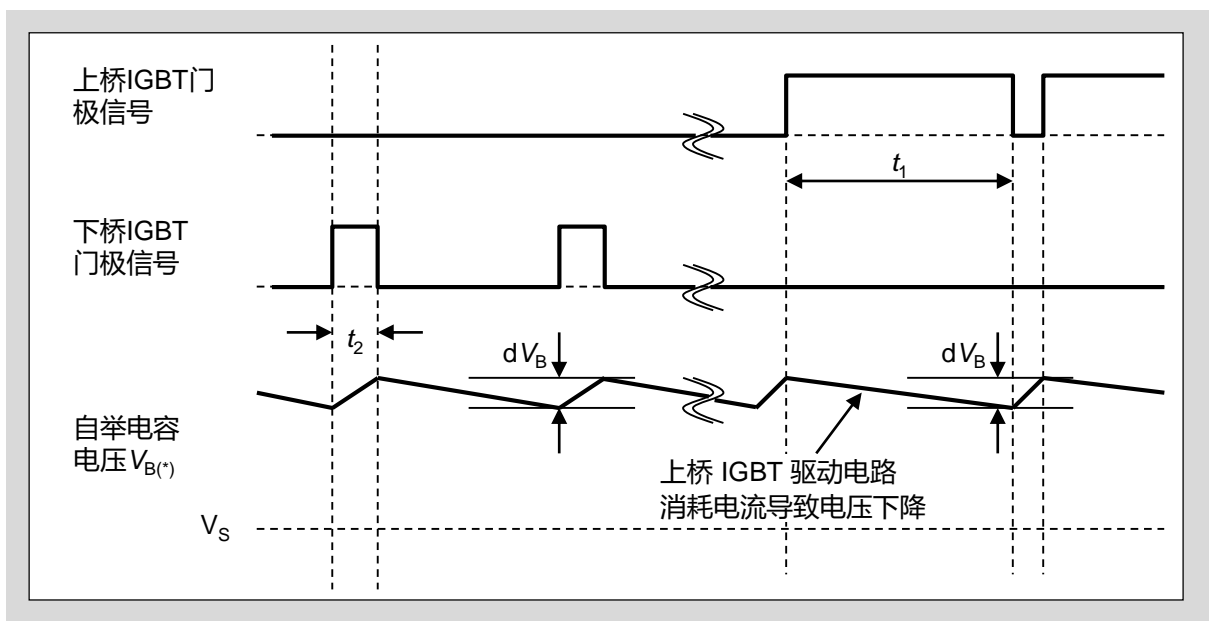


图3-10 充放电动作的时序图

<自举电容初期充电的设定>

- 自举电容初期充电在变频器启动时是必要的。
- 脉冲宽度或者脉冲数必须设定足够长的累计时间，以使得自举电容能够充分充电。
- 作为参考，使用内置自举电路对47uF电容充电时间大约在10ms。

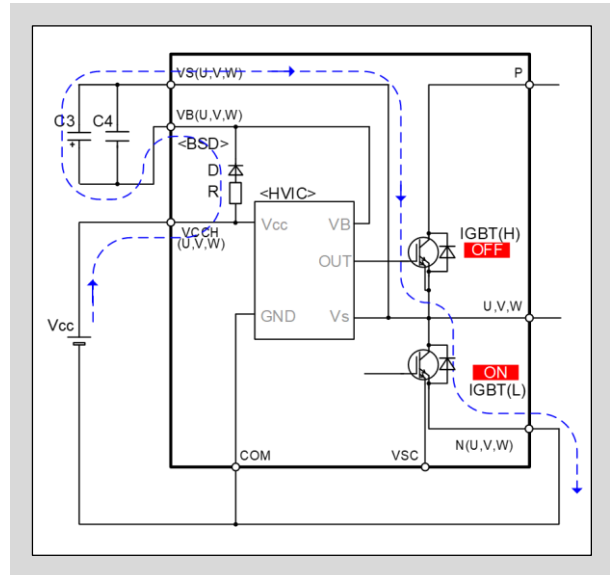


图3-11 初期充电动作电路图

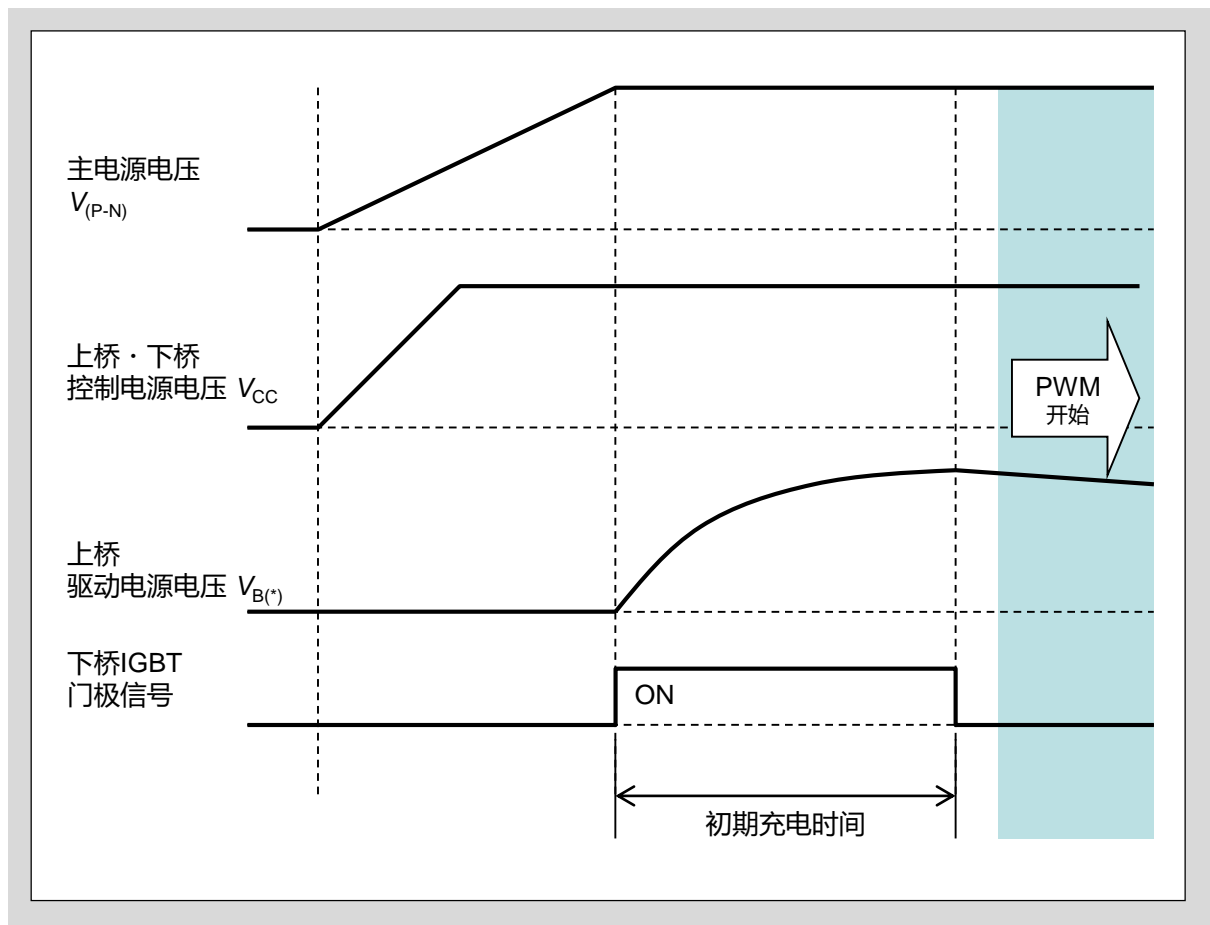


图3-12 初期充电动作时序图

<自举二极管的阻抗特性>

在自举二极管芯片内部有一个限流用 20Ω(typ.) 的电阻。自举二极管的 V_F - I_F 特性如图3-11,3-12 所示。

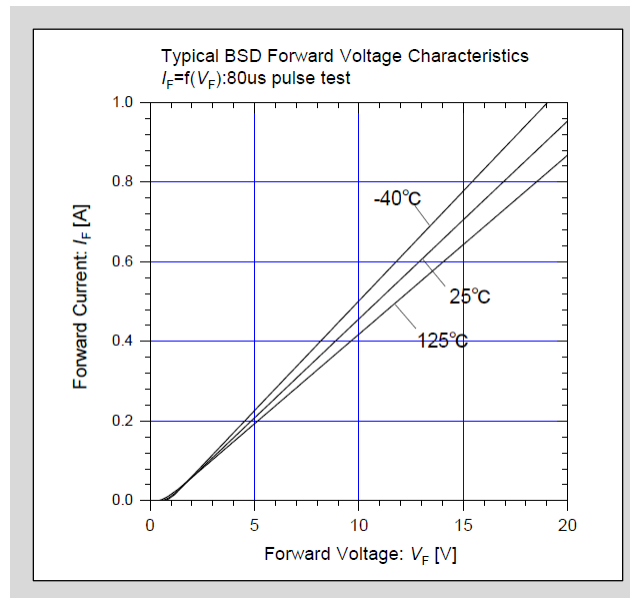


图3-13 自举二极管的 V_F - I_F 特性

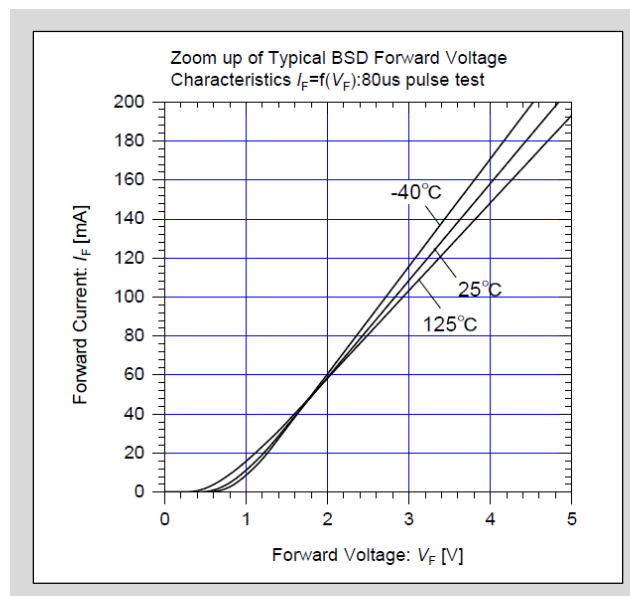


图3-14 自举二极管的 V_F - I_F 特性
(小电流区放大图)

4. 信号输入 IN(HU,HV,HW), IN(LU,LV,LW) 引脚

<输入引脚连接>

- 图3-15 为 MPU 和 IPM 连接的示意图。输入引脚可以直接和 MPU 连接。输入引脚内置下拉电阻，无需外接下拉电阻。另外，输入引脚为高电平有效，也无需外接上拉电阻。
- 信号引线过长会引入噪音，可采用图3-15 虚线所示的 RC 滤波电路滤除噪音。请根据 PWM 控制方式和印刷电路板的走线调整 RC 时间常数。

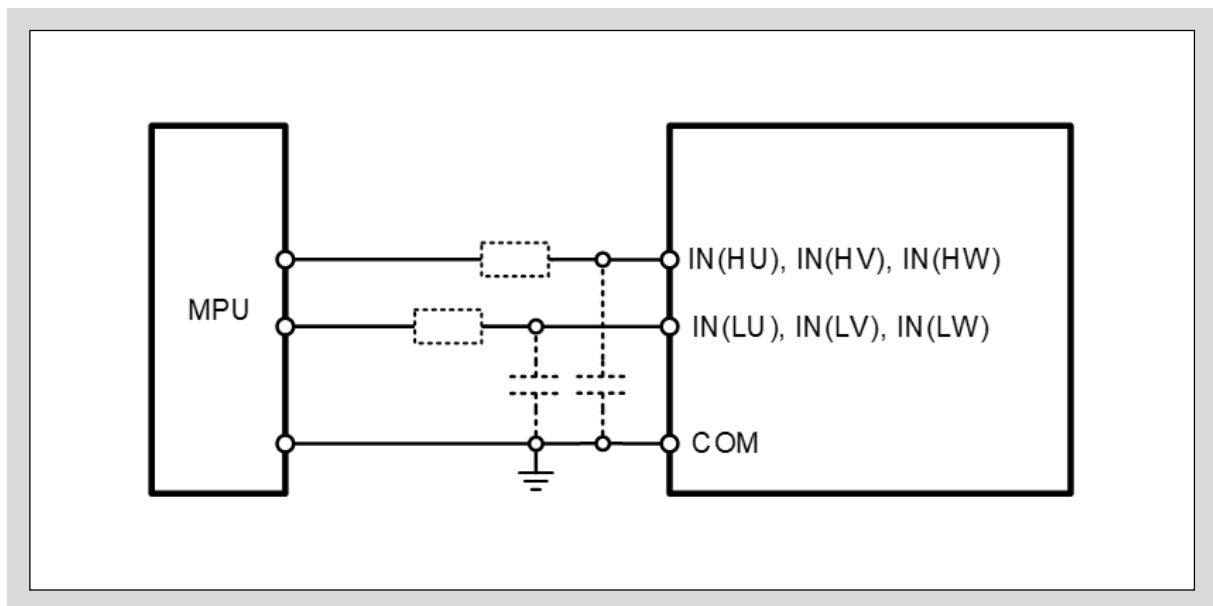


图3-15 IN(HU,HV,HW), IN(LU,LV,LW) 引脚和 MPU I/O 连接的推荐电路

<输入引脚电路>

- 本产品的输入引脚为高电平有效。这样，输入信号不受控制电源上电和断电的时序限制，因此可以保证系统的安全。此外，如图3-16 所示，输入引脚内置下拉电阻，因此无需外接下拉电阻，减少了元件数量。再则，输入阈值电压设定较低，可以直接与3.3V 电源的 MPU 连接。
- MPU 和 IPM 的输入引脚之间使用滤波电路时，需要考虑图3-16 中输入引脚的下拉电阻影响，注意输入引脚电压需要在输入阈值电压以上。
- 图3-16 所示 VCCL-IN(HU,HV,HW,LU,LV,LW)，以及 IN(HU,HV,HW,LU,LV,LW)-COM 引脚间在电气上有二极管相连。这些二极管是为了保护 IPM 免受浪涌电压影响而内置的。如果将其作为稳压管使用，可能会导致本产品损坏，因此请不要将其作为稳压管用于电压钳位。

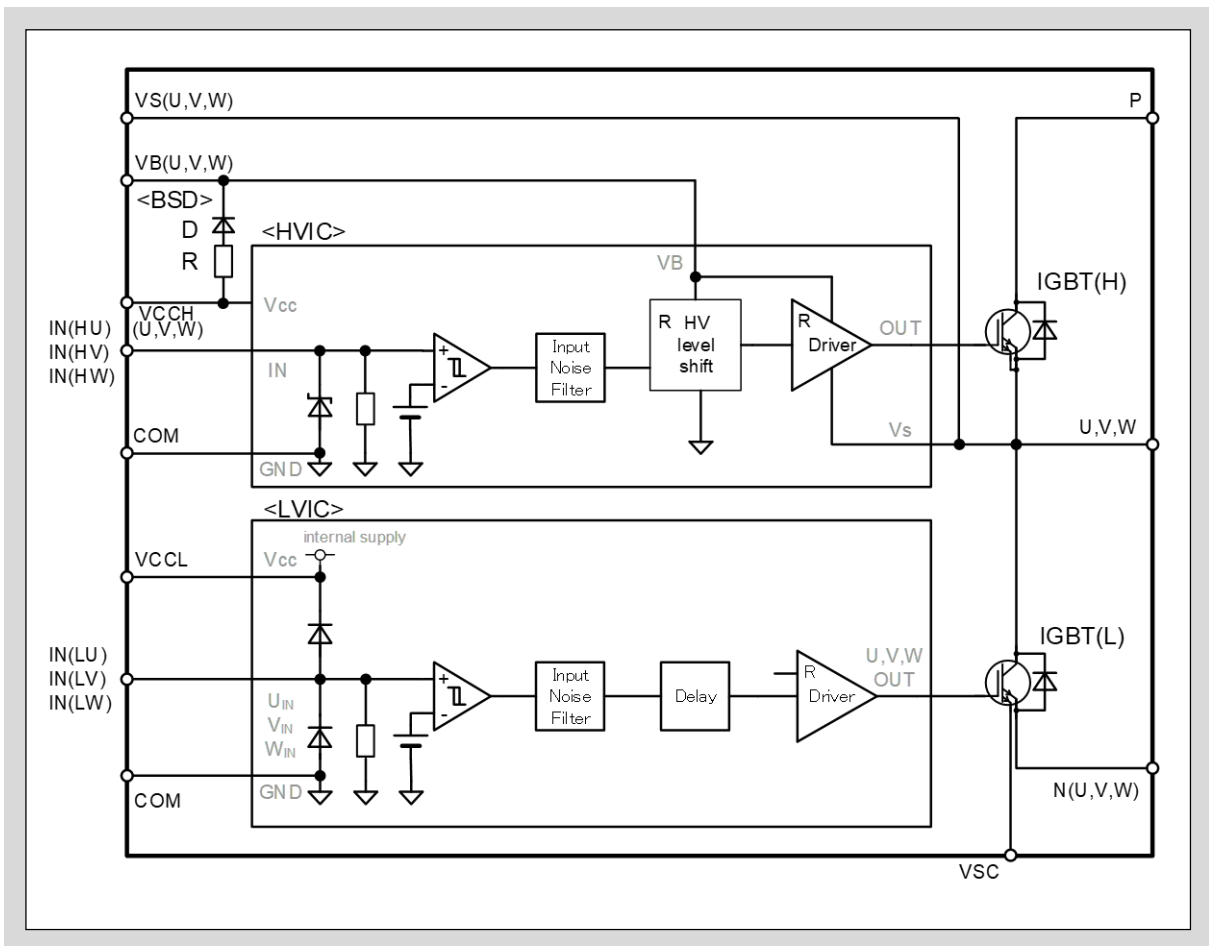


图3-16 输入引脚 IN(HU,HV,HW), IN(LU,LV,LW) 电路

<IGBT 驱动状态和输入信号脉宽>

$t_{N(on)}$ 定义为 IGBT 能从关断状态准确地切换到开通状态所需要的最小输入开通脉宽。 $t_{N(off)}$ 定义为 IGBT 能从开通状态准确地切换到关断状态所需要的最小输入关断脉宽。图3-17 和图3-18 绘制了输入信号在各种脉宽下 IGBT 的驱动状态。

- A : 即使输入信号的开通脉宽没有达到 $t_{N(on)}$ 的最小值, IGBT 也有可能被开通。
U-COM, V-COM, W-COM 引脚间施加 -5V 以下的电压时, 可能导致 IPM 损坏, 同时如果脉宽没有达到 $t_{N(on)}$ 的最小值, 还有可能由于误动作无法关断。
- B : 正常动作状态, IGBT 正常开通。
- C : 即使输入信号的关断脉宽没有达到 $t_{N(off)}$ 的最小值, IGBT 也有可能被关断。
U-COM, V-COM, W-COM 引脚间施加 -5V 以下的电压时, 可能导致 IPM 损坏, 同时如果脉宽没有达到 $t_{N(off)}$ 的最小值, 还有可能由于误动作无法开通。
- D : 正常动作状态, IGBT 完全关断。

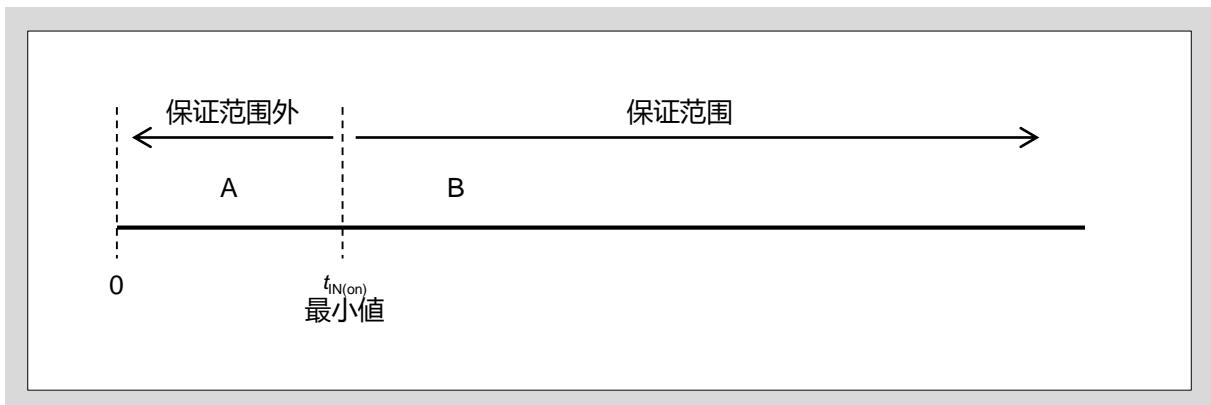


图3-17 IGBT 驱动状态和输入信号的开通脉宽

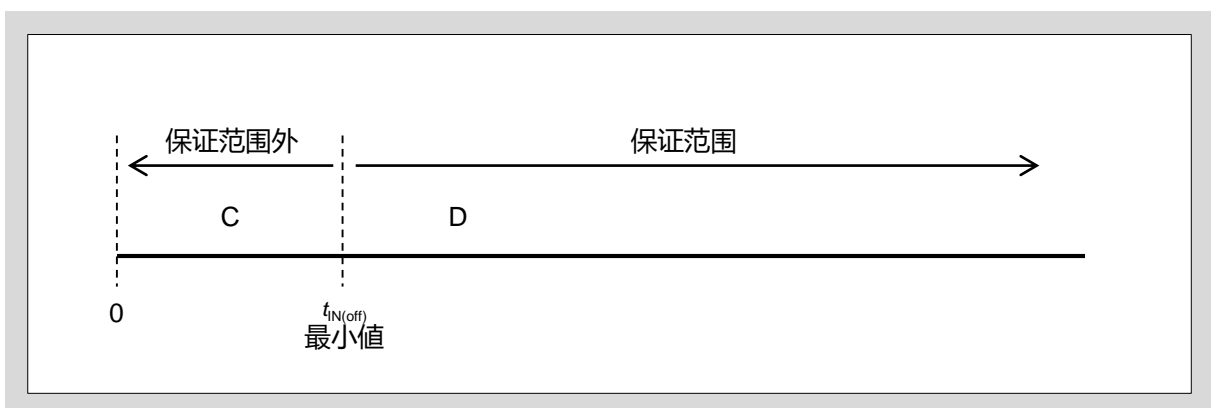


图3-18 IGBT 驱动状态和输入信号的关断脉宽

5. 过电流保护检测功能 IS 引脚

- 过电流保护功能 (OC) 是指将 N(U,V,W) - COM 引脚间连接的外部采样电阻上的电压，或者 VSC - COM 引脚间连接的传感电阻的电压，通过 IS 引脚检测，从而输出报警信号，以及关断所有下桥 IGBT 的保护功能。
- 图3-19 是过电流检测输入 IS 引脚的电路框图，图3-20 是过电流保护动作时序图。
- 为了防止正常动作时的开关噪音或者反向恢复电流造成的 IPM 误动作，IS 引脚外部有必要连接 RC 滤波器(时间常数 $1.1\mu\text{s}$)。此外，IPM 和采样电阻间的走线需要尽可能短。
- 如图3-19 所示，VCCL-IS 和 IS-COM引脚间在电气上有二极管相连。这些二极管是为了保护 IPM 免受浪涌电压影响而内置的。如果将其作为稳压管使用，可能会导致本产品损坏，因此请不要将其作为稳压管用于电压钳位。

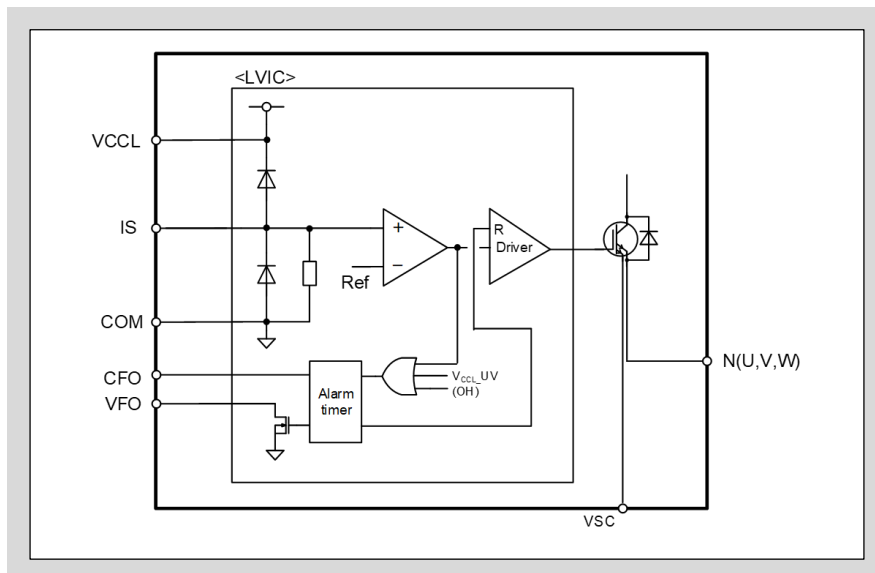


图3-19 过电流检测 IS 引脚电路图

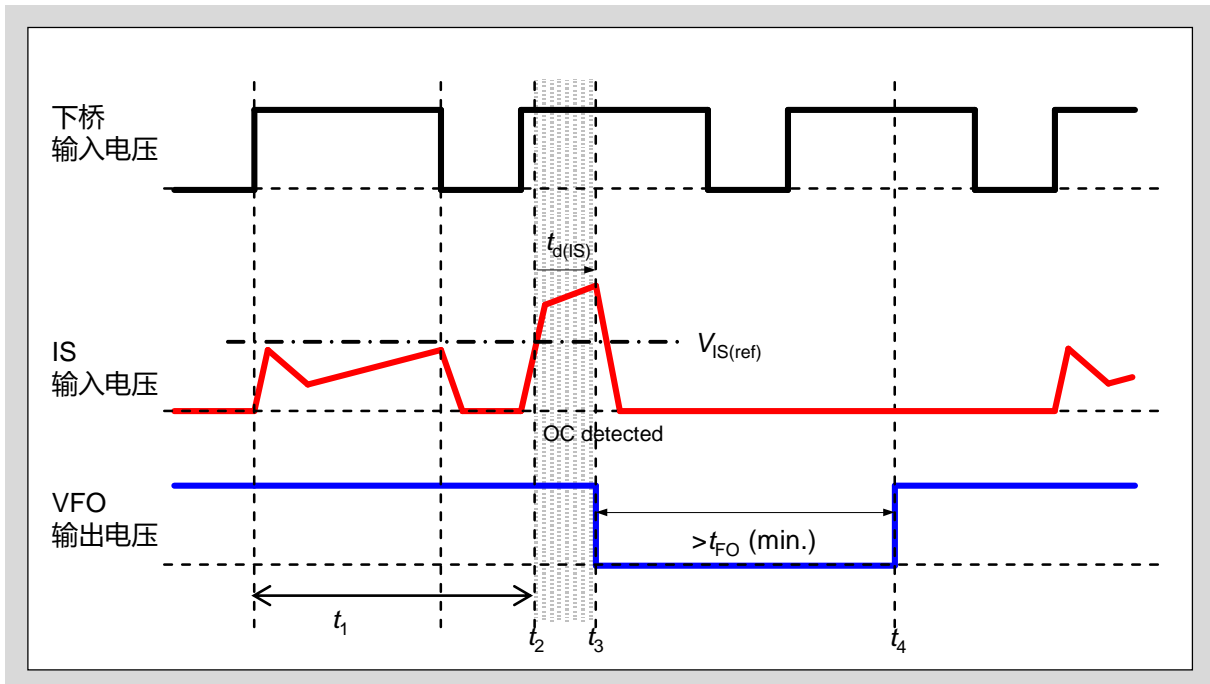


图3-20 过电流保护动作时序

- t_1 : IS 电压在 $V_{IS(ref)}$ 以下时, 下桥 IGBT 正常开关动作。
- t_2 : IS 电压超过 $V_{IS(ref)}$ 后, 检测到过电流。
- t_3 : 报警输出电压 V_{FO} 在经过了过电流保护延迟时间 $t_{d(IS)}$ 后有效, 同时下桥 IGBT 全部关断。LVIC 的延迟时间已经包含在 $t_{d(IS)}$ 中。
- t_4 : 报警输出电压脉宽在经过 t_{FO} 之后, 过电流保护状态复位, 从下一个输入信号开始进行开关动作。

6. 报警输出功能 VFO, CFO引脚

- 如图3-21所示，报警输出 VFO 引脚可以直接与 MPU 连接。VFO 引脚是开漏极输出，请使用10kΩ的外置上拉电阻和 5V 或者 3.3V 的逻辑控制用直流电源相连。此外，推荐在 MPU 连线时追加旁路电容C1和 5kΩ 以上的尖峰电流限流电阻。这些连线尽可能做到最短连接。
- 报警输出 VFO 在 V_{CC_L} 欠压保护 (UV)，过电流保护 (OC)，过热保护 (OH) 时输出报警。(过热保护仅内置于“6MBP**XTC065-50”。)
- 报警输出脉宽 (t_{FO}) 可以通过 CFO 引脚和 COM 引脚间的电容容量进行调整。电容为 22nF 时报警输出脉宽为2.4ms。 $t_{FO}C_{FO}(typ.) = t_{FO} \times (9.1 \times 10^{-6}) (F)$ 。
- 如图3-21所示， V_{CC_L} -VFO 以及 VFO-COM 引脚间电气上有二极管相连。这些二极管是为了保护 IPM 免受浪涌电压影响而内置的。如果将其作为稳压管使用，可能会导致 IPM 损坏，因此请不要将其作为稳压管用于电压钳位。
- 图3-22是报警输出时 VFO 引脚的电压-电流特性图。 I_{FO} 是图3-21所示 VFO 引脚的漏电流。

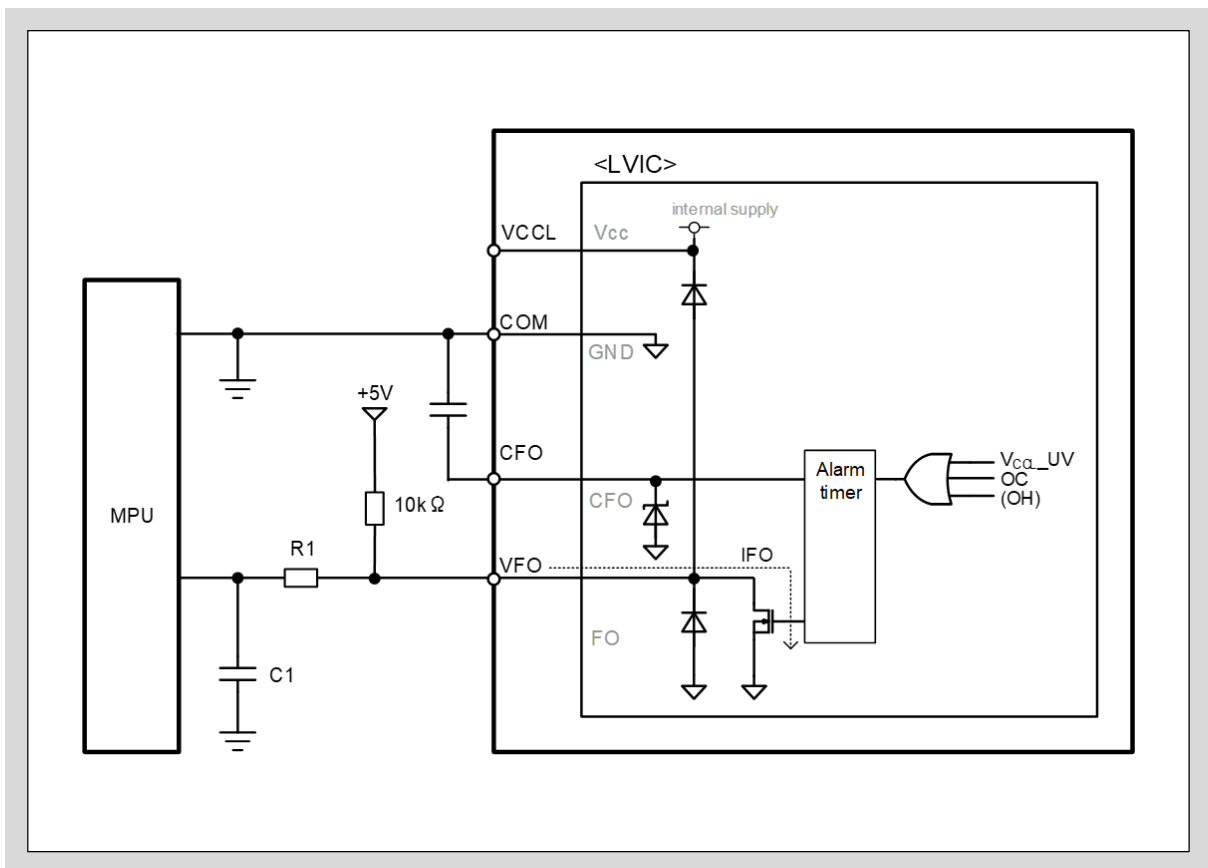


图3-21 VFO 引脚和 MPU I/O 的推荐连接电路

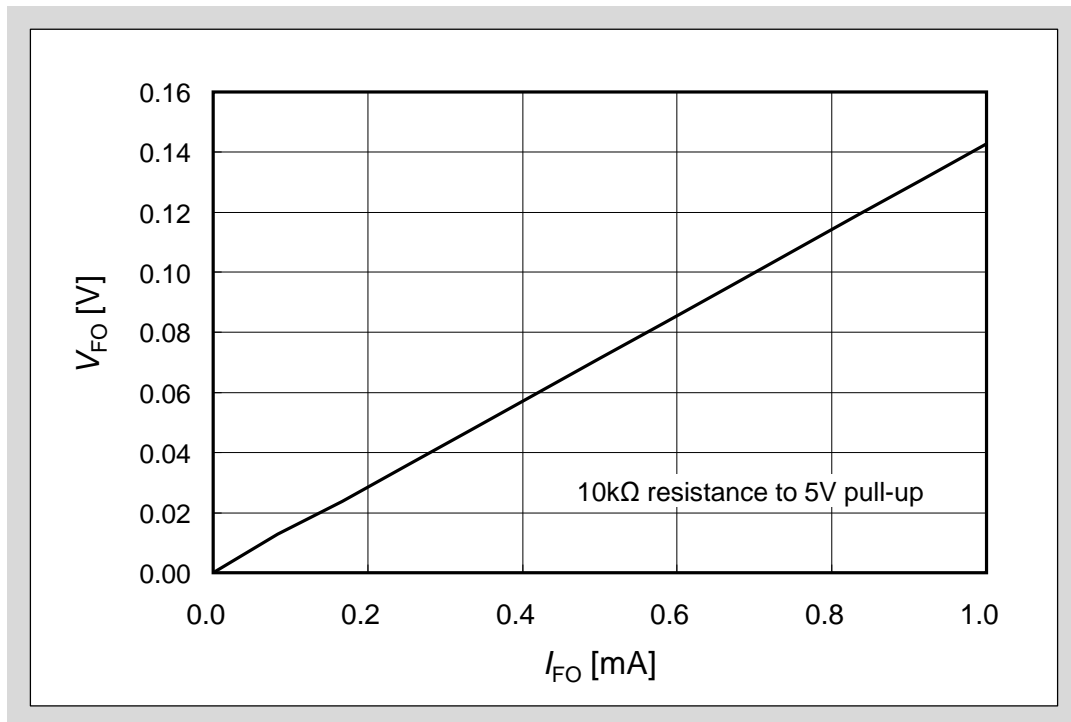


图3-22 报警输出时 VFO 引脚的 VI 特性

7. 温度输出 TEMP 引脚

- 如图3-23 所示，温度输出 TEMP 引脚可以直接与 MPU 连接。推荐在 MPU 连线时追加旁路电容 C_{TEMP} 和 10k Ω 以上的尖峰电流限流电阻 R_{TEMP} 。这些连线尽可能做到最短连接。
- 本产品内置温度传感器，将 LVIC 的结温以电压模拟量输出。该功能的目的并非是提供 IPM 自身保护，也没有报警输出。但是，“6MBP**XTC065-50”内置了过热保护，当温度超过 TOH 时，过热保护功能有效，并输出报警信号。
- IGBT 芯片和温度传感器的位置不同，所以在电机堵转或短路等 T_{vj} 急剧上升时，会出现温度传感器的反映速度跟不上的情况。
- 如图3-23 所示，TEMP-COM 引脚间电气上有二极管相连。这些二极管是为了保护 IPM 免受浪涌电压影响而内置的。如果将其作为稳压管使用，可能会导致本产品损坏，因此请不要将其作为稳压管用于电压钳位。
- 图3-24 是 LVIC 结温和 TEMP 引脚输出电压特性图。当 MPU 电源电压使用 3.3V 时，请在 TEMP 引脚处连接电压钳位用稳压二极管。此外，温度在室温以下时，输出电压是被钳位的，如果需要线性输出，请在 TEMP 引脚处连接 5k $\Omega \pm 10\%$ 的下拉电阻 $R_{pulldown}$ 。
- 图3-25 显示了连接 5k Ω 电阻时 TEMP 引脚的输出电压特性。
- 图3-26显示了电源上电和断电时 TEMP 引脚的动作时序。

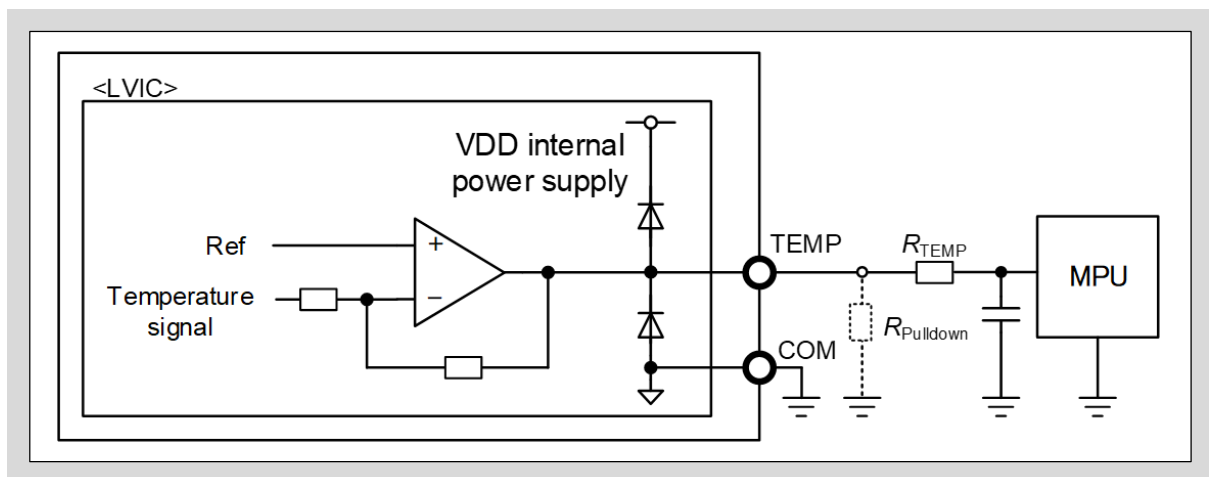


图3-23 TEMP 引脚和MPU I/O 的推荐连接电路

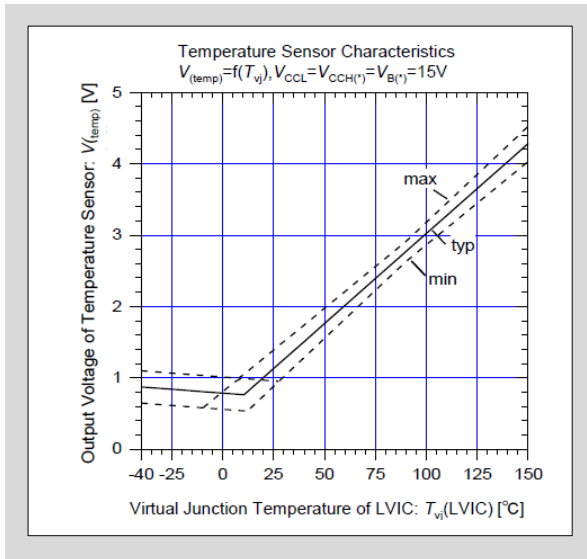


图3-24 LVIC 温度和 TEMP 输出电压特性
无下拉电阻

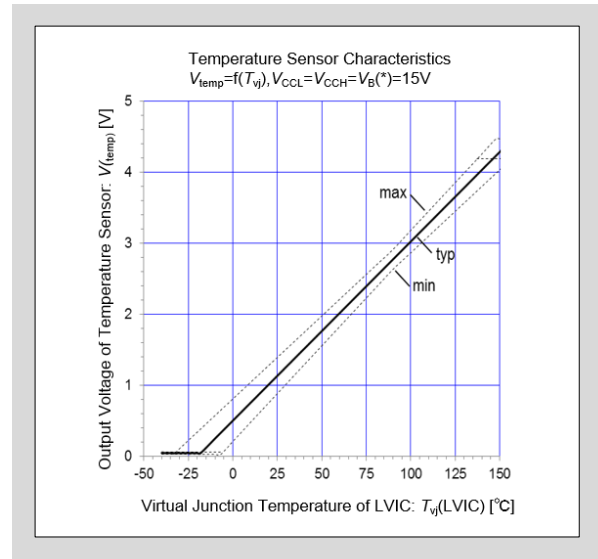


图3-25 LVIC 温度和 TEMP 输出电压特性
下拉电阻:5kΩ

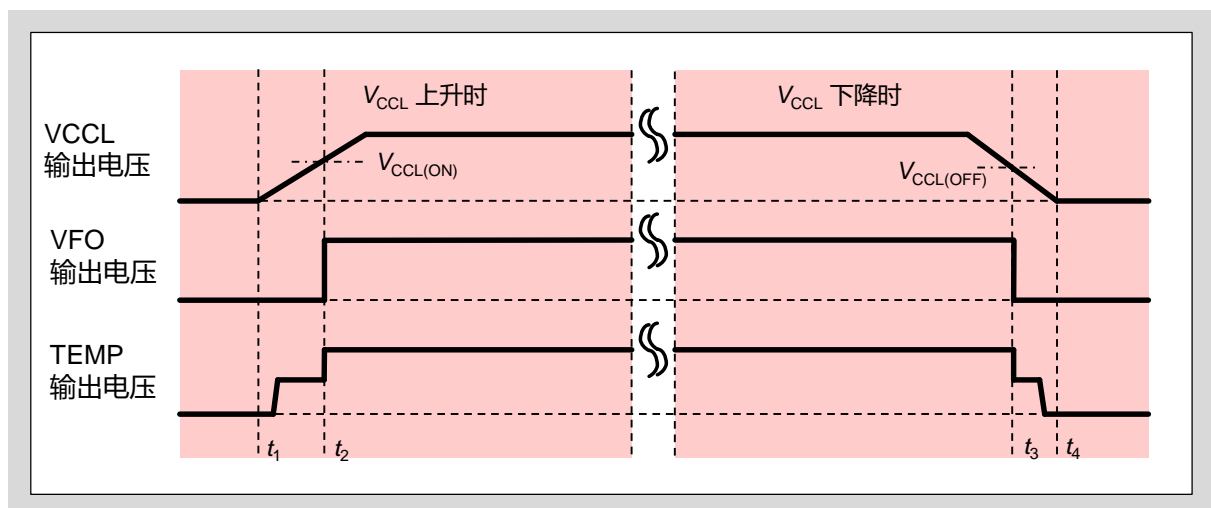


图3-26 IPM 上电和断电时 TEMP 引脚的动作时序

t_1-t_2 : 在 V_{CCL} 上升到 $V_{CCL(ON)}$ 以上时, TEMP 引脚的温度输出功能有效。当 V_{CCL} 未达到 $V_{CCL(ON)}$ 的时候, TEMP 引脚电压被钳位。

t_2-t_3 : TEMP 引脚电压随 LVIC 结温上升而上升。如果正好处于钳位动作的温度条件, 那么即使 V_{CCL} 达到 $V_{CCL(ON)}$ 以上也是保持钳位特性。

t_3-t_4 : TEMP 引脚的温度输出功能, 在 V_{CCL} 降到 $V_{CCL(OFF)}$ 以下时复位, TEMP 引脚电压被钳位。

8. 过热保护功能

- 6MBP**XTC065-50” 内置过热保护功能。
- 本产品监测 LVIC 结温进行过热保护。IGBT 芯片和温度传感器的位置不同，所以在电机堵转或短路等 T_{vj} 急剧上升时，会出现温度传感器的反映速度跟不上的情况。
- T_{OH} 传感器的位置如图2-3 所示。
- 如图3-27 所示，LVIC 结温比 T_{OH} 高时，IPM 的下桥 IGBT 全部关断。LVIC 结温低于 $T_{OH} - T_{OH(hys)}$ 时，过热保护状态复位。

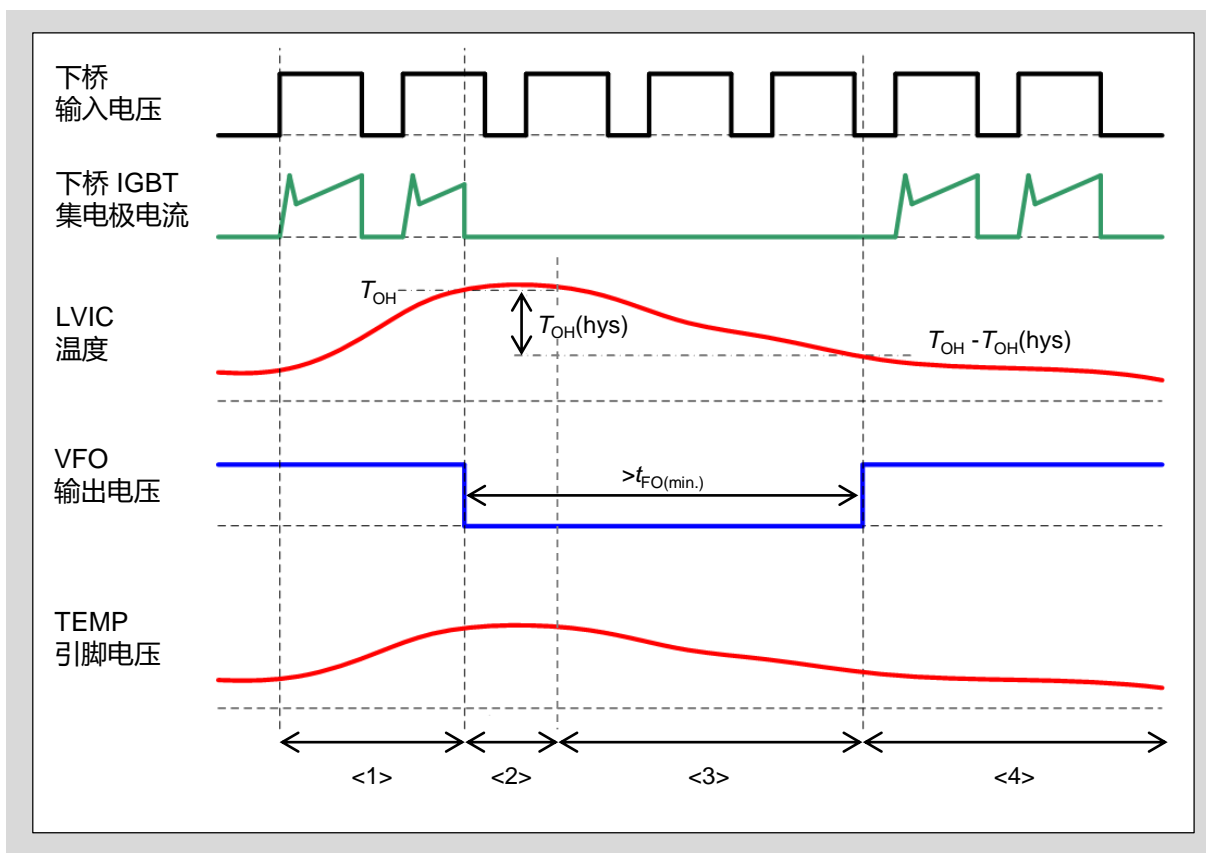


图3-27 过热保护动作时序

- <1> : LVIC 温度低于 T_{OH} 的时候，下桥 IGBT 正常动作。
- <2> : LVIC 温度高于 T_{OH} 的时候，进入过热保护状态输出报警信号，下桥 IGBT 全部关断。
- <3> : 即使 IPM 在过热保护状态，TEMP 引脚仍然根据 LVIC 的结温输出相应的电压。
- <4> : LVIC 结温低于 $T_{OH} - T_{OH(hys)}$ ，且经过 t_{FO} 时间后，报警输出状态和过热保护状态被复位。从下一个输入信号开始下桥 IGBT 正常动作。
 $T_{OH(hys)}$ 是过热保护的迟滞温度。