

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4章 功率引脚的说明

1. 母线电压输入引脚与下桥 IGBT 发射极的连接方式	4-2
2. 过电流保护	4-3
3. 过电流保护用外部采样电阻的设置方法	4-5

本章将介绍电流传感电阻、外部采样电阻等有关功率引脚的电路设计指南及注意事项。

1. 母线电压输入引脚与下桥IGBT发射极的连线方式

<功率引脚的说明>

表4-1是功率引脚的说明。

表4-1 功率引脚的说明

引脚名称	说明
P	主电源(+)输入引脚。 该引脚与 IPM 内部上桥 IGBT 的集电极相连。 为了抑制因布线或 PCB 布局所产生的杂散电感而引起的浪涌电压， 需要在此引脚附近连接吸收电容。 (一般使用薄膜电容)
U,V,W	逆变器的输出引脚。 用于连接电机负载。
N(U),N(V),N(W)	主电源(-)输入引脚。 这些引脚与各相下桥 IGBT 的发射极相连。 检测各相电流时，如果采用外部采样电阻的方式，那么需要在这些引脚和功率地间 连接采样电阻。
VSC	下桥传感电流检测引脚。 与下桥 IGBT 的传感引脚连相连。 该引脚用于检测流过下桥 IGBT 主电流中分流出来的传感电流。 为了短路保护，VSC 引脚与控制地间连接传感电阻。

<采样电阻与吸收电容的推荐布线>

- 外部采样电阻用于检测过电流 (OC) 状况或相电流。
- 采样电阻与 IPM 之间布线较长时，将会产生浪涌电压，有可能损坏内部控制 IC 和过电流检测元件。
为降低布线电感，采样电阻与 IPM 之间的布线要尽可能短。
- 为了使吸收电容更有效的抑制浪涌电压，需要采用正确的连接方法。
- 如图4-1所示，一般应将吸收电容连接在位置“C”。如果将吸收电容连接在位置“A”，则吸收电容不能有效抑制浪涌电压，因为布线电感不可忽略。如果将吸收电容连接在位置“B”，吸收电容的充放电电流也会流过采样电阻，从而影响到电流检测信号，过电流保护值也将低于设计值。吸收电容连接在位置“B”时，尽管抑制效果强于位置“A”或者位置“C”，但是考虑到对电流检测精度的影响，位置“C”较为合理。因此，一般采用位置“C”。
- 通常推荐使用0.1 ~ 0.22uF的吸收电容。

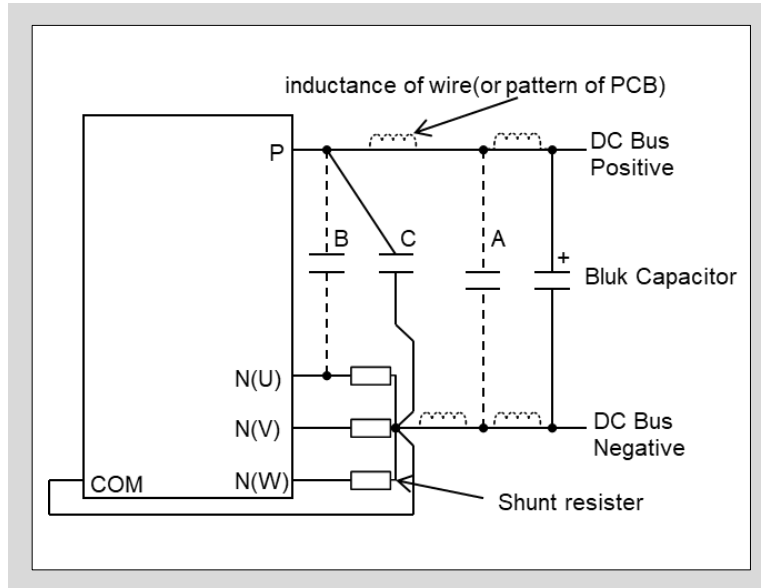


图4-1 采样电阻与吸收电容的推荐布线

2. 过电流保护

本产品的短路保护功能支持两种方式。其一是检测从下桥 IGBT 主电流分流得到的传感电流的方式、其二是 N 侧引脚外接采样电阻直接检测主电流的方式。

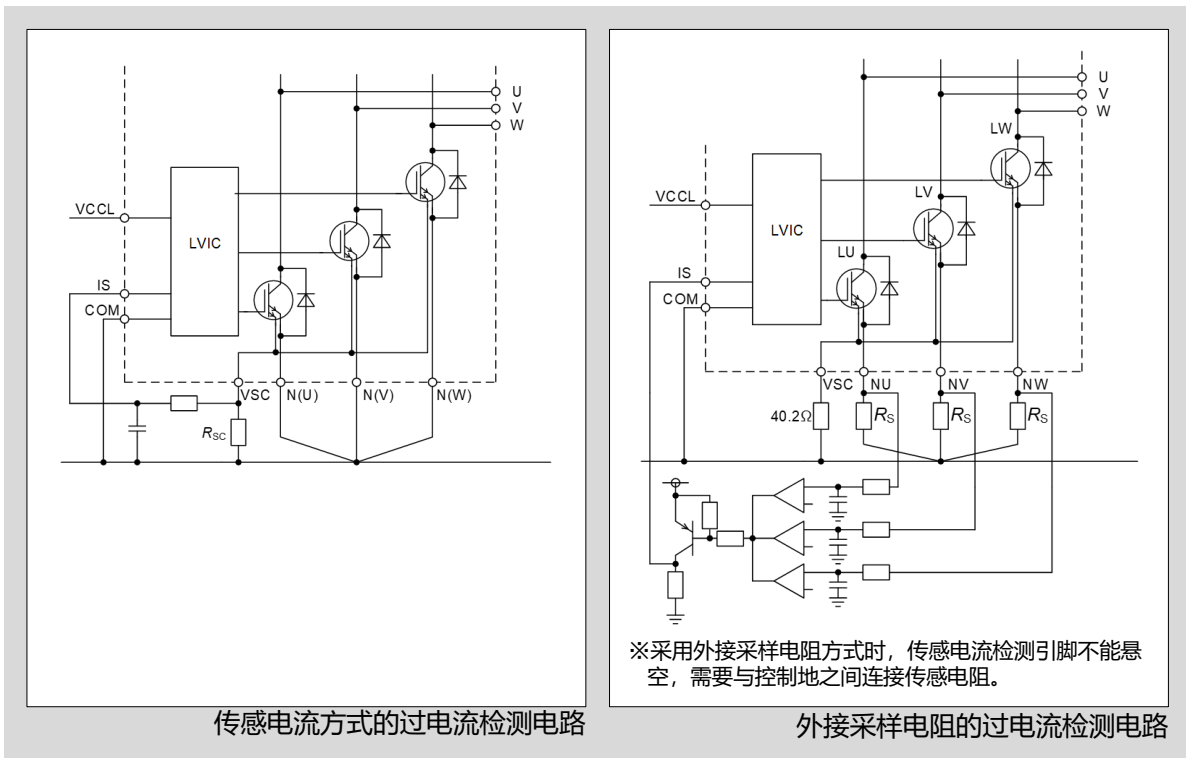


图4-2 过电流检测电路连接方式

<传感电流方式短路保护>

短路保护时，从下桥 IGBT 主电流分流的传感电流流过传感电阻，在传感电阻上产生电压降，该电压信号反馈到 IS 引脚，从而实现短路保护。表4-2中记载了传感电阻阻值与短路保护电流值。

表4-2. 短路保护电流值 (NU,NV,NW 引脚无外接采样电阻)

型号	电流传感电阻: R_{SC}	短路保护电流min
6MBP50XTA065-50 6MBP50XTC065-50	40.2 Ω	85 A
6MBP75XTA065-50 6MBP75XTC065-50	23.2 Ω	127 A

- 为了防止噪音导致过电流保护电路误动作，需要在 IS 引脚处连接 RC 滤波器。RC 滤波器的时间常数根据噪音的印加时间和 IGBT 的短路耐量决定。通常推荐为1.1 μ s。
- 为了使 6MBP50XT*065-50 的过电流保护有效，传感电阻需要设置在40.2 Ω 以上。传感电阻 R_{sc} 推荐使用温度特性好、精度范围1%以内、低内部电感、额定功率在1/8W以上的电阻。

<外接采样电阻方式短路保护>

- 传感电流方式适合上下桥短路、负载短路等较大短路电流时的短路保护。
- 马达的弱磁电流等电流检测精度要求较高的过电流保护，推荐使用 N 侧引脚外接采样电阻直接检测主电流的方式。
- 外部连接采样电阻时，分流比率会随传感电阻变化。传感电阻连接40.2 Ω 时的短路保护电流值如表4-3所示。
- 外部采样电阻增大时，由于采样电阻上的电压降，下桥 IGBT 的门极电压将会降低，饱和电流值也会降低。6MBP50XT*065-50 推荐采样电阻7m Ω 以下、6MBP75XT*065-50 推荐采样电阻4.5m Ω 以下。
- 另外，使用外接采样电阻方式，为了抑制短路关断时产生的浪涌电压，推荐使用低电感的贴片电阻。请不要使用水泥电阻等电感较大的采样电阻。
- 采用外部采样电阻方式时，传感电流检测引脚不能悬空，需要与控制地之间连接规定阻值的传感电阻。

表4-3. 外部采样电阻值及其对应的短路保护电路值
6MBP50XTA065-50 传感电阻连接40.2 Ω

外部采样电阻值	短路保护电流min
无外接	85 A
3 m Ω	57 A
5 m Ω	48 A

3. 过电流保护用采样电阻的设置方法

对于短路、过电流保护，不采用电流传感方式，而仅采用外接采样电阻方式时，采样电阻的选择方法示例如下。采用外接采样电阻方式时，传感电流检测引脚不能悬空，需要与控制地之间连接规定阻值的传感电阻。

<采样电阻的选择>

采样电阻值的计算方法如下：

$$R_{Sh} = \frac{V_{IS(ref)}}{I_{OC}} \quad (4.1)$$

- $V_{IS(ref)}$ 是 IPM 过电流保护的参考电压， I_{OC} 是过电流保护检测电流限值。
- $V_{IS(ref)}$ 范围为 0.455V(min.)，0.48V(typ.)，0.505V(max)。Rsh 是采样电阻的阻值。
- 过电流检测最大限值，需要考虑到采样电阻的公差，并应该低于此 IPM 规格表中的重复峰值集电极电流。
- 例如，过电流检测限值设为 100A 时，采样电阻推荐值的计算方法如下：

$$R_{Sh(min)} = \frac{V_{IS(ref)(max)}}{I_{OC}} = \frac{0.505}{100} = 5.05[m\Omega] \quad (4.2)$$

- $R_{Sh(min)}$ 是采样电阻的最小值，根据此公式，可以计算出采样电阻的最小值。
- 需要在实际应用中，根据所需的过电流限值来选择和确认合适的采样电阻。

<过电流保护的延迟时间设置>

- 为了防止噪音导致过电流保护电路误动作，需要在 IS 引脚处接 RC 滤波器。RC 滤波器的时间常数根据噪音的印加时间和 IGBT 的短路耐量决定。通常推荐为 1.1 μ s。
- 采样电阻的电压超过过电流保护限值时，由于 RC 滤波器的时间常数，造成 IS 引脚输入电压升至过电流保护参考电压为止的延迟时间 (t_{delay}) 如下式所示：

$$t_{(delay)} = -\tau \cdot \ln\left(1 - \frac{V_{IS(ref)(max)}}{R_{Sh} \cdot I_p}\right) \quad (4.3)$$

- τ 为 RC 时间常数， I_p 是流经采样电阻的峰值电流。
- 另外，还需考虑过电流的关断响应延迟时间。因此，从过电流触发到 IGBT 关断所需的总延迟时间 t_{total} ：

$$t_{total} = t_{delay} + t_{d(IS)} \quad (4.4)$$

- 设置总延迟时间 t_{total} 必须考虑 IGBT 的短路耐量。请根据实机设置并确认合适的延迟时间。