

Easy-PressFIT 模块装配说明

关于本文档

适用范围和目的

本应用说明介绍了如何通过 Press FIT 连接器使用和实施 Easy 模块的准则。本文档中提供的值和建议不应被视为数据表值。

目标受众

本文件适用于使用英飞凌 Easy 模块的所有专家。

目录

1	一般信息.....	3
1.1	功率模块处理一般信息.....	4
2	印刷电路板的要求.....	5
3	压入工艺.....	7
3.1	压入工具.....	7
3.1.1	采用热界面材料的 Easy 模块压入工具.....	8
3.2	压入力和速度.....	10
4	压出工艺.....	11
4.1	压出工具.....	11
4.2	压出力.....	12
5	PressFIT 的压接可靠性.....	13
6	将 PCB 安装到模块上.....	15
7	用于模块装配的散热器说明.....	16
8	导热硅脂使用说明.....	17
9	在散热器上组装模块.....	18
9.1	在散热器上组装 Easy1B/2B 模块.....	18
9.2	在散热器上组装 Easy3B 模块.....	20
10	系统注意事项.....	22
10.1	模块先压入 PCB 再安装到散热器.....	22
10.2	模块先安装到散热器再压入 PCB.....	Error! Bookmark not defined.
11	电气间隙和爬电距离.....	23
12	多模块安装和汽车应用的说明.....	25

Error! Use the Home tab to apply Heading1,Heading1 to the text that you want to appear here.

12.1	多模块的 PCB 压接工艺.....	25
12.2	多模块和 PCB 安装到散热器.....	27
12.3	多 Easy3B 模块的 PCB 压接和散热器安装	29

1 一般信息

PressFIT 是将 IGBT 模块上的控制管脚和负载电流管脚接入 PCB（印刷电路板）的一种可选方法，可满足对更高耐用性、耐高温、符合 RoHS 规范等要求，当然，也非常简单易操作。

这种工艺已经在汽车行业使用多年，可以在最严苛的条件下使用，并且支持中等大小的电流。另外，也在电信行业被用于信号传输。因此，这种管脚非常适合用于 IGBT 模块——IGBT 模块的管脚必须满足负载、控制和传感连接方面的要求。

用于功率模块的 PressFIT 连接技术最初被开发用于 EconoPIM™ 和 EconoPACK™ 系列。

Easy PressFIT 管脚为无基板模块提供了一种解决方案。就 Easy PressFIT 几何结构而言，需要指出的是，其已在许多应用中使用数十载，现已进行了调整，适用于不同模块。

Easy PressFIT 管脚可实现 EasyB 系列的 EasyPIM™、EasyPACK 和 Easy Automotive 模块的无焊接组装。采用这种装配技术，模块可以安装在电路板的任一侧。

与电路板的电气和热连接是通过冷焊方式实现的。这种管脚可用于具有典型制造公差的标准 FR4 PCB。



图 1 具有 PressFIT 管脚的 EasyB 系列模块

Easy PressFIT 管脚尺寸约 1.7 mm，可以在压入过程中根据 PCB 上的孔进行调节。这样就会发生塑料形变。这种形变是为了适应公差，并为冷焊创造了条件。

在 PressFIT 过程中产生的力确保 PCB 焊接材料和管脚持续保持一致，并且只有非常小的接触电阻（约 0.05 mΩ）——这与其他连接技术不同。图 2 显示了不同的截面图和 REM 图像，我们可以看到压入实现的气密连接。

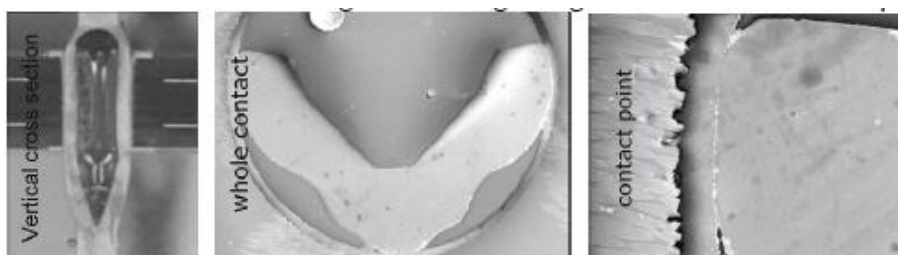


图 2 Easy PressFIT 管脚截面图

1.1 功率模块处理一般信息

本节介绍作用于模块外壳的力——DCB 外推力

功率模块在设计上并不能承受作用于模块外壳的力，如图 3 所示。模块管脚位于平面上。模块外壳上的力（ F_p ）可将 DCB 推出外壳。因此，在操作过程中必须避免在模块外壳上施加力（ F_p ）。请注意，相比正常的压入过程而言，这是一种不同的情况。在正常的压入过程中，DCB 在压入工具中获得充分支撑，压入力影响的是 DCB，而不是外壳。

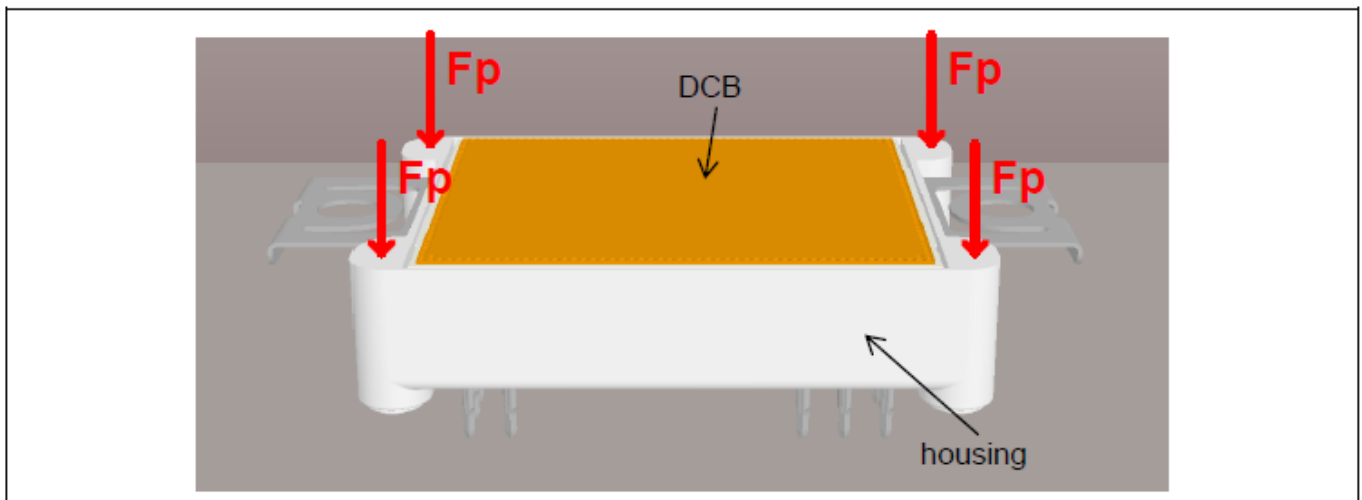


图 3 在模块处理过程中应避免外壳受力，防止 DCB 被推出

有些模块的 DCB 推出力（ F_p ）很低，其最小值并非功率模块的一个确定属性。这对于实际应用来说并不是很重要，因为外壳随后要通过集成夹具固定在冷却系统上。因此，外壳不会以危险的方式移动。另外，模块框架与 DCB 之间的“密封条”只能在生产过程中填充隔离胶的情况下用于模块的密封。填充过程结束后，液体凝胶被加热，变为柔软固态。这种密封过程在最终产品中并没有胶合作用。

2 印刷电路板的要求

Easy 模块中使用的 PressFIT 技术已由英飞凌科技股份有限公司通过采用化学镀锡的标准 FR4 PCB (IEC 60352-5 + IEC60747-15) 进行检验和认证。如果其他处理技术用于 PCB 的生产，它们必须经过测试、检验和认证。

PCB 材料的要求：

双面 PCB，符合 IEC 60249-2-4 或 IEC 60249-2-5 标准。

多层 PCB，符合 IEC 60249-2-11 或 IEC 60249-2-12 标准。

表 1 PCB 要求

	最小值	典型值	最大值
钻孔直径	1.12 mm	1.15 mm	
孔内铜厚	> 25 μm		< 50 μm
孔内金属喷镀			< 15 μm
端孔直径	0.99 mm		1.09 mm
导体铜厚	35 μm	70 μm 105 μm	400 μm
电路板的金属喷镀	推荐锡 (化学)		
管脚的金属喷镀	锡 (电镀)		

为了确保 PressFIT 管脚牢固地安装在 PCB 上，必须遵守表 1 所示的孔规格。

如果 PressFIT 孔的规格仅限于成品尺寸 (即金属喷镀孔)，应根据 PCB 制造商和生产理念，使用不同规格的钻孔尺寸，也可以提供不同的金属喷镀厚度。这会导致由于质量保证原因而被拒收的结果。**端孔直径是钻孔、铜厚和孔内金属喷镀的函数。**

建议 PCB 上的孔将在制造过程中用 1.15 毫米钻头钻出，并且不应铣削加工。经验表明，考虑到由于 FR4 材料收缩而在钻孔后产生主轴跳动公差，最终钻孔直径应在 1.12 mm 到 1.15 mm 之间。

孔中铜厚为 30 μm 至 50 μm ，化学镀锡的锡层约为 1 μm ，端孔直径应为测试尺寸。由于锡层厚度较薄，该直径总是大于标准 (IEC 60352-5) 规定的 1 毫米。考虑到钻孔直径、铜厚和化学镀锡层，最终钻孔直径通常在 1.02 mm 到 1.09 mm 之间。

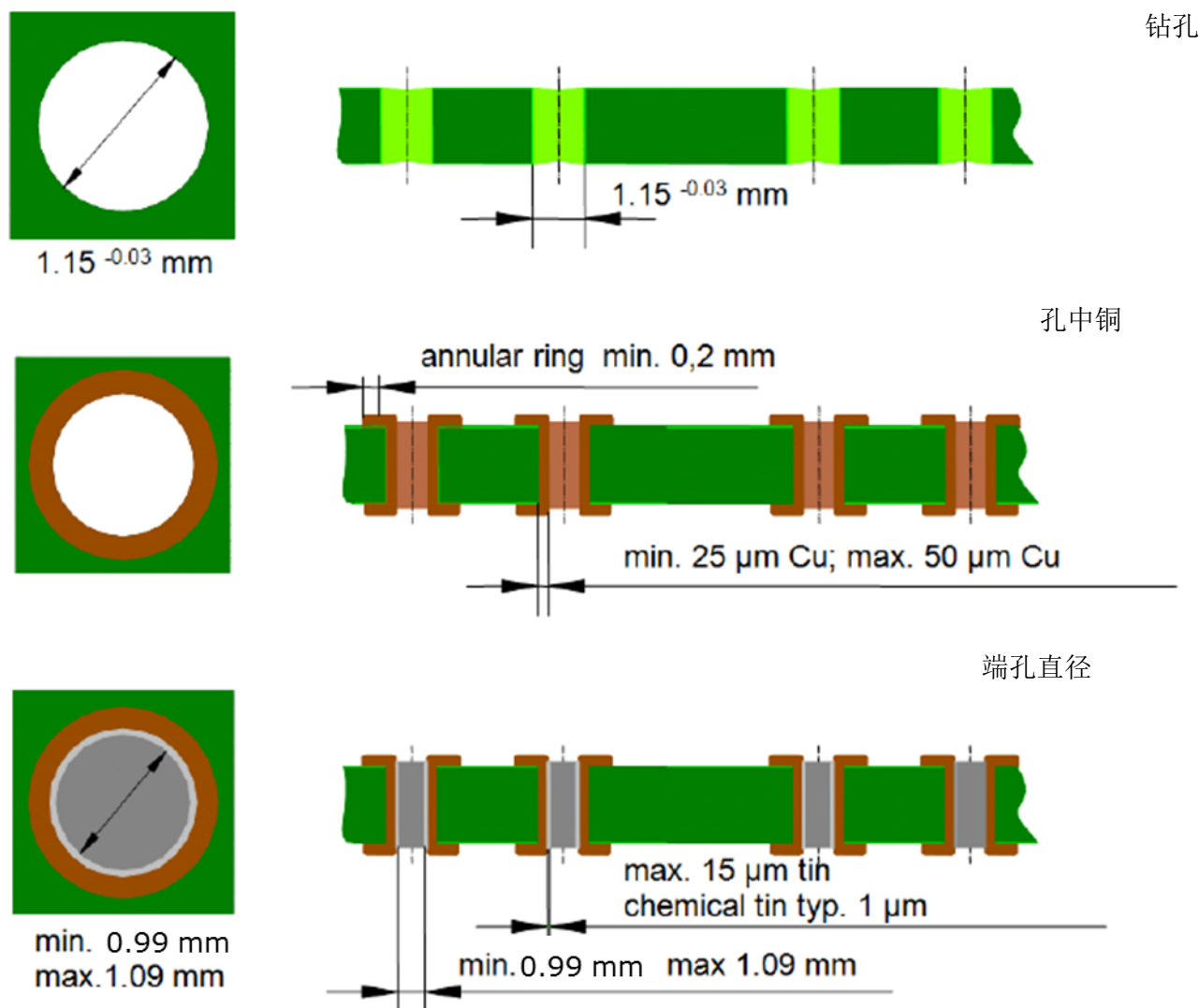


图 4 PCB 结构

PressFIT 技术可用于 FR4 PCB 材料。

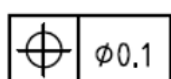
在 PCB 上进行回流焊接后，模块可以轻松压入电路板。压接管脚的夹持力不会减弱。

根据所用冲压工具的不同，必须注意从管脚中间到其他部件的特定距离。**建议 5 毫米距离，类似于英飞凌 Econo PressFIT 功率模块。**

PressFIT 模块最多可以更换两次。这意味着一个 PCB 总共可以使用三次。正确处理部件至关重要。

在模块被已压入并再次压出管脚的情况下，管脚不能再度压回。相反，该模块只能通过焊接连接到新 PCB 上。PressFIT 区域的塑性形变不允许继续 PressFIT 流程。

PCB 布孔公差建议控制在如下数值内：



3 压入工艺

本节涉及模块必要的压入力及工具。

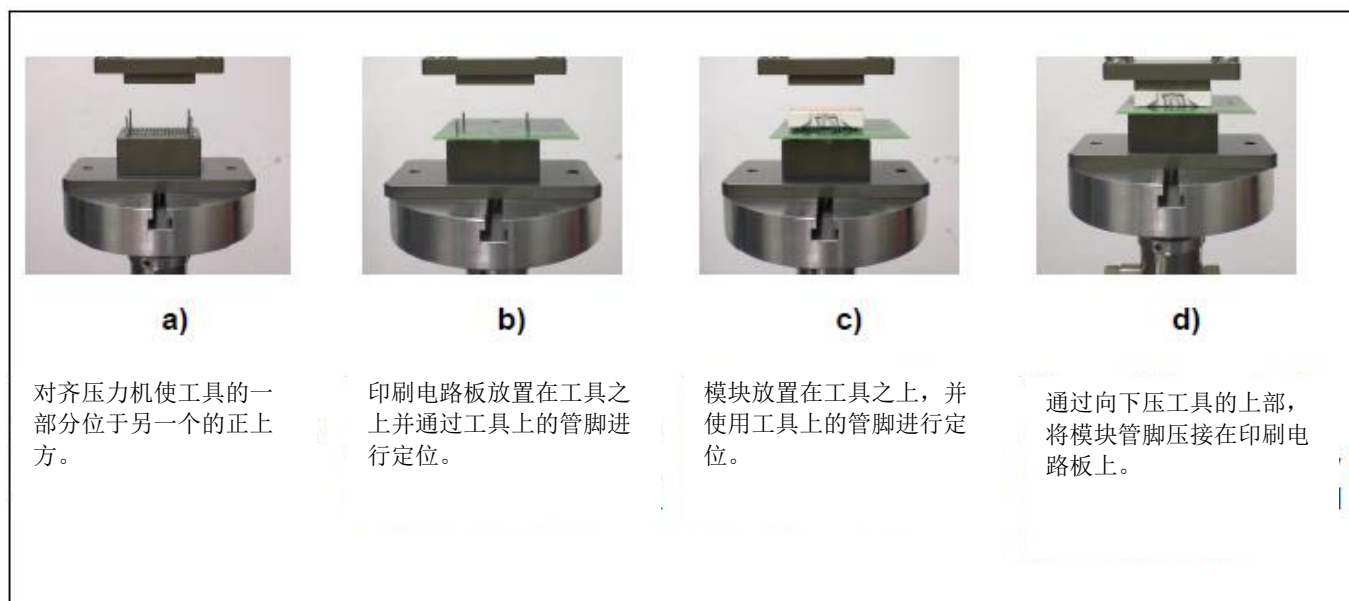
PressFIT 模块通过压入将其插入 PCB 板。PressFIT 可以通过肘杆式压力机或机器来完成。建议使用一种能够记录必要的力和行程距离的压入工具。通过这种方式可保证稳定的质量和重现性。根据 IEC 60352-5 标准，PressFIT 速度不应低于 25 mm /min。PressFIT 速度较小会导致加大压入力和造成管脚形变，或非气密性连接。

需要注意的是，在压入过程中，PCB 的放置区域和压板的压入区域必须彼此平行。压板应机械固定到位，不得有任何偏差。然后将模块按规定动作压入 PCB。

在压入过程中，模块管脚应该穿过 PCB 板，接触模块上的四个间隔柱，或者，如多模块安装和汽车应用说明中所述的可选距离保持器，与电路板接触。

通过遵守上述原则，两个组件可以顺利地插入。

以下插图显示了实验室中实施的压入过程。



Easy 模块的压入流程

请注意！建议保护 IGBT 模块的底面，防止在压装过程中受损。

3.1 压入工具

对于 Easy B 系列的三个模块，建议使用以下工具来帮助将模块压入和压出。图 6 显示适用于 Easy 1B 和 Easy 2B 这两种外壳类型的压接工具。图 7 显示适用于 Easy3B 外壳的压接工具。

每个工具有两个部分。第一部分压在模块的底面上，第二部分将 PCB 固定于要压接的位置。

这种特殊类型的压接工具的安装区域不能放置任何组件。这可以避免压装过程中受损。

将多个模块压接到 PCB 板上时，压入工具的放置应使得压入后模块置于同一水平上。通过这种方式，模块可安装到散热器上，并具有良好的热连接。

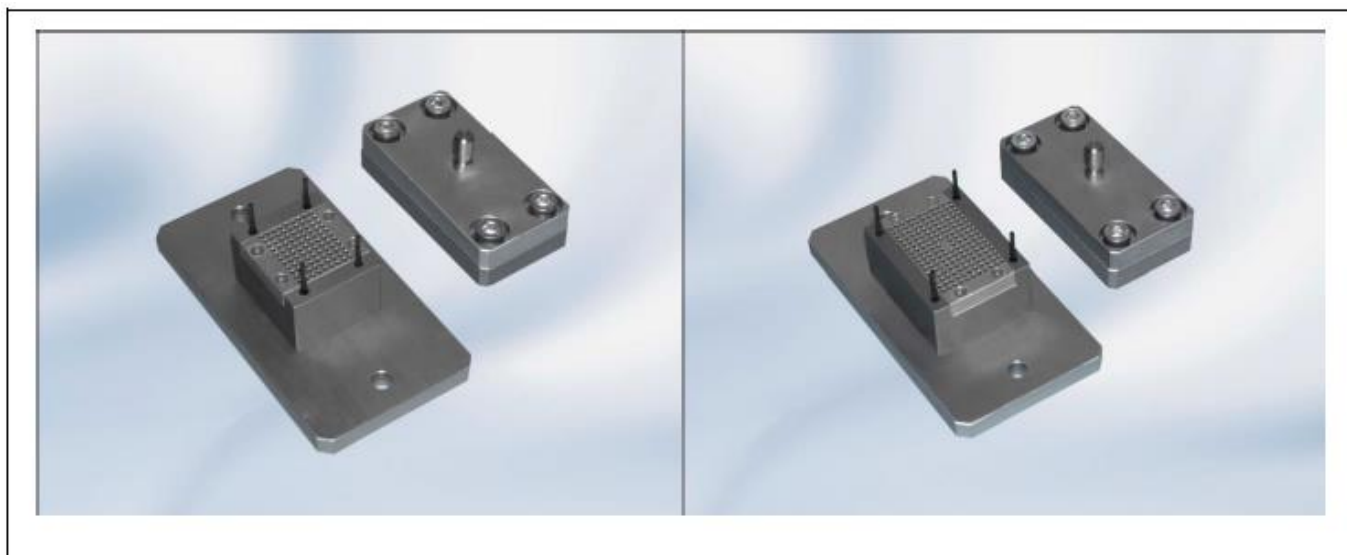


图 6 用于 Easy1B (左)、Easy2B (右) 的压接工具



图 7 HARTING Electronics GmbH 生产的 Easy3B 压接工具

可根据不同要求（如模块管脚和其他零部件的顶侧组装）和首选制造商生产的工具对图纸进行调整。

3.1.1 采用热界面材料的 Easy 模块压入工具

如果使用预涂热界面材料（TIM）的模块，压入标志必须相对于 TIM 材料在模块基板上的位置进行设计。

图 8 显示采用 TIM 的 Easy2B 模块的图片。

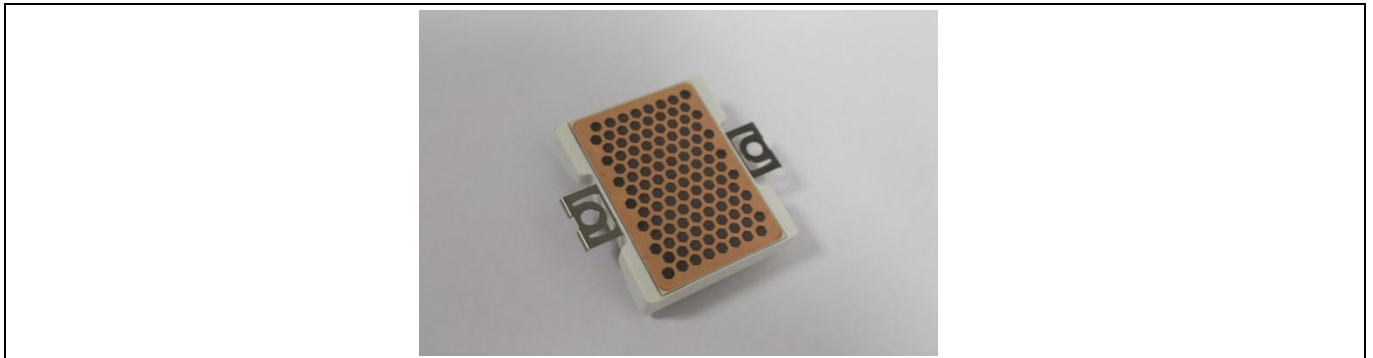


图 8 采用 TIM 的 Easy2B

所示 TIM 表面的结构只是范例，并不适用于 Easy 家族的所有产品。

在压入过程中，该标志不能接触 TIM 材料。这就是为什么压入模具只接触到没有 TIM 的底层区域。图 9 显示采用 TIM 的 Easy1B 和 Easy2B 模块压入时压入模具的几何结构。

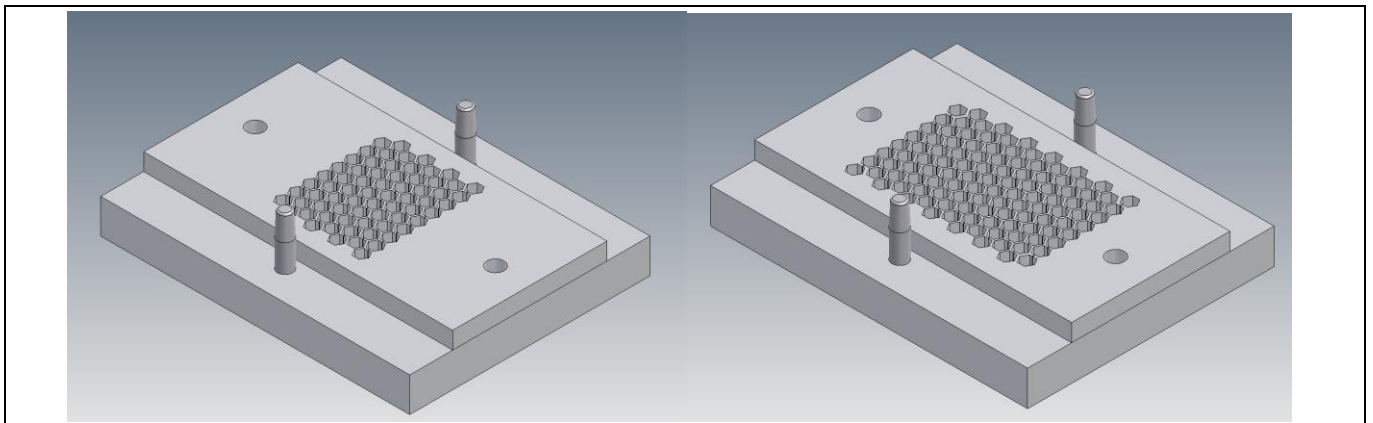


图 9 Easy1B (左) 和 Easy2B (右) 的压入模具

3.2 压入力和速度

要将模块压到 PCB 上，向模块中每个管脚施加的力必须在 60 N 和 100 N 之间。根据 PCB 中孔的直径和铜金属喷镀，压入力有所不同。

表 2 显示 PressFIT 速度和每个管脚的最大 PressFIT 力。

PressFIT 速度	>25 mm/min，符合 IEC 60352-5 规格 建议 100 mm/min	
每个管脚的 PressFIT 力	典型值 85 N	最大值<100 N

表 2 PressFIT 速度和每个管脚的力

请注意！对于 Easy1B 和 Easy2B，在压接过程中向每个模块施加的最大力不能超过 4 kN。对于 Easy3B，施加的最大力不能超过 8 kN。

根据 IEC 60352-5 规格，压入速度不应低于 25 mm/min。英飞凌推荐的压入速度约为 100 mm/min。自动化组装线的典型压入速度可达 450 mm/min。

4 压出工艺

本节涉及模块必要的压出力及工具。

如图 10 和图 11 所示，采用适当的工具拆除 PressFIT 模块。PCB 与 PressFIT 模块一起放置在设备托盘上。通过挤压板向 PCB 上凸出的 PressFIT 管脚施力。压出工具必须彼此平行，以保证组件（如 PCB 和模块）不会受损。一旦 PressFIT 区从 PCB 上被抬起，模块就落在工具下部的托盘上，并与电路板分离。



图 10 Easy 模块的挤压

4.1 压出工具

如上所述，压出工具由两部分组成。工具的上部直接向下压在模块管脚上。工具的下部将模块固定在 PCB 上，作为压接操作的基板。

拆卸工具必须相互平行对齐，以便挤压过程实现均匀的力分布。

设计 PCB 时必须考虑压出工具的尺寸，以便使模块周围的部件不被损坏。

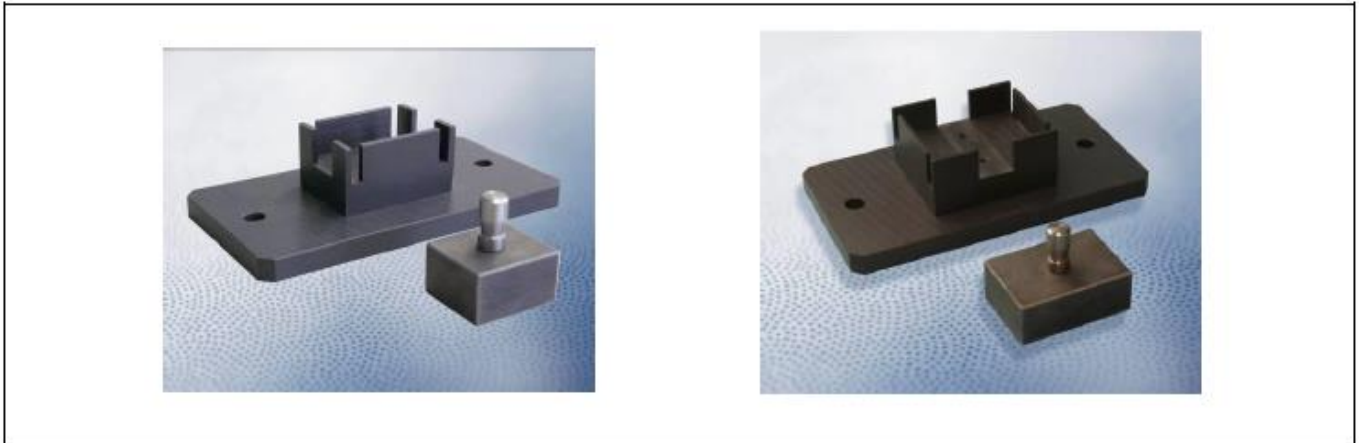


图 11 Easy1B (左) 和 Easy2B (右) 模块的压出工具

图纸可以根据要求和首选制造商生产的工具进行调整。

4.2 压出力

当从 PCB 上压出模块时，向模块上每个管脚施加的力约为 $>40\text{ N}$ 。挤压力主要取决于 PCB 上孔的直径。

5 PressFIT 的压接可靠性

PressFIT 是将 IGBT 模块上的控制管脚和负载电流管脚与 PCB 连接的替代方案。

目前对于更出色耐用性、耐高温、无铅以及简单易操作的要求在持续增长。

作为市场上的一项先进技术，相比手工焊接及其他类型连接而言，PressFIT 能将可靠性提高 100 倍。西门子企业标准 SN 29500-5 的可靠性分析结果证明了这一点。

装配过程简单，因而省时省钱。过程可靠，保证了系统的可维修性。

表 3 所示的西门子企业标准 SN 29500-5 /2004-06 版第 5 部分的摘录阐述了不同连接技术的故障率。

表 3 西门子企业标准 SN 29500-5 /2004-06 版第 5 部分显示不同连接技术的故障率

工艺技术	导体直径 (mm ²)	故障率 λ 1)	说明： 标准/指南
焊接手动	—	0.5	IPC 6102) , 2 类
自动		0.03	
Al/Au 引线键合		0.1 0.1	28 μm /楔型焊 25 μm / 球焊
卷绕	0.05 - 0.5	0.002	DIN EN 60352 – 1 / IEC 60352 – 1 CORR1
卷边手动	0.05 - 300	0.25	DIN EN 60352 – 2 / IEC 60352 – 2 A 1+2
自动			
夹子	0.1 - 0.5	0.02	DIN 41611 – 4
PressFIT	0.3 - 2	0.005	IEC 60352 – 5
绝缘穿刺线夹	0.05 - 1	0.25	IEC 60352 – 3 / IEC 60352 – 4
螺丝	0.5 – 16	0.5	DIN EN 60999 – 1
端子 (弹力)	0.5 – 16	0.5	DIN EN 60999 – 1

1) 1 FIT = 1 x 10⁻⁹ 1/h ; (每 10⁹ 部件小时一个故障)

2) PCB 的验收条件

PressFIT 压接已经按照英飞凌 IGBT 模块的常规标准进行了认证。

图 12 显示了多种测试的一小部分摘录。摘录表明个别试验的条件应视为相比标准所述而言更为严格。例如，在腐蚀性气体试验中，个别试验范围内的温度比标准条件高 15 K。H₂S 浓度比标准条件高出 5 倍。绿色字段显示了符合标准的试验条件，这些没有个别试验严格。

Module Qualification acc. to IEC 60749			
Test	Boundaries	Requirement	Amount
Microsections of contact	min. hole	No damages	6 contacts min hole
Press-in and push out forces	min. hole max. hole	The minimum and maximum push-out force shall be specified by the manufacturer	7 contacts min hole 7 contacts max hole
Climatic sequence (contact resistance after different serial tests)			
TST	-40°C to +125°C; exposure time= 30min, 10 cycles	No relevant change of resistance	100 contacts min hole 100 contacts max hole
Damp cycling	16h dry heat 120°C; 5 cycles: damp heat (12h 25°C, 85%-93% and 5h 55°C, 85-93%) -> 2h cold -40°C	No relevant change of resistance	
Dry heat	120°C, 1000h	No relevant change of resistance	
Flowing mixed gas corrosion	4-components-mixed gas; 240h: SO ₂ : 0,2ppm H ₂ S: 0,01ppm NO ₂ : 0,2ppm Cl ₂ : 0,01ppm	No relevant change of resistance	

* Example of Easy PressFIT

Serial test!
2x 100 contacts have to pass all 4 tests in series!

Further Qualification acc. to IEC 60068			
Test	Boundaries	Requirement	Amount
HSTRB	1000h; 85°C; 85%RH; V _{ce} 80V; on PCB with online resistance observation*	No relevant change of resistance after 1000h	
TST	-40°C to +125°C; 50 cycles; on PCB with online resistance observation*	No relevant change of resistance after 50 cycles	12 modules
Vibration	5g; 5-200Hz; x=y=7.5mm; 10h/axis; on PCB with online resistance observation*	No relevant change of resistance	6 modules
PC (seconds)	T _{jmax} =150°C; ΔT ~100K; t _{on} =1.5sec / t _{off} =5sec on PCB	End of life (until delamination of silicon)	
PC (minutes)	T _{jmax} =150°C; ΔT ~110K; t _{on} =9sec / t _{off} =30sec on PCB with T _{max} ~105°C	End of life (until delamination of silicon)	4 modules
Corrosive gas test	50ppm H ₂ S; 40°C; 93% RH; 17 days; mounted on PCB	No relevant change of resistance after 17 days	
salt mist	4 spray cycles: 2h spray period (15-35°C; 5% NaCl); storage 20h (38°C - 42°C; 93% RH); after 4 cycles 3 days drying (21°C - 25°C; 45% - 55% RH); mounted on PCB	No relevant change of resistance after Test	8 modules

* Online resistance observation in current free arms with ~1.3mV

图 12 验证试验摘录

如想了解个别试验的详细信息，请参阅多种出版物，如登录 www.infineon.com 查看“PressFIT 连接的可靠性”。

6 将 PCB 安装到模块上

将 PCB 安装到模块上，如有需要，可以使用额外的螺丝。这些螺丝将被拧紧在模块的间隔柱内。

安装工具最好选择电控的或缓慢转动的电动螺丝刀， $n \leq 300$ rpm。

由于缺乏力矩的控制精度，我们不建议使用气动螺丝刀或手动螺丝刀。

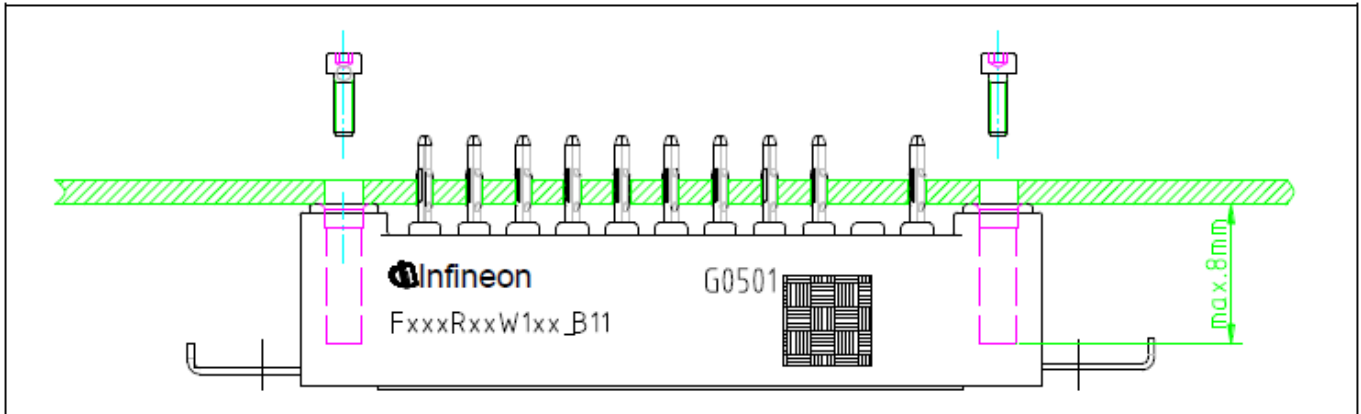


图 13 组装的详细视图

间隔柱内螺丝的有效长度应为最小值 4 mm、最大值 8 mm。

最初的 1.5 毫米的安装间隔柱只能作为引导，不能承受任何力。在旋紧过程中，塑料会形成螺纹。

至于选择螺丝长度，必须考虑指定的 PCB 厚度。

以下螺丝经过测试可以将 PCB 安装到模块中：

- Ejot PT WN 1451 K25*10 A2K Mmax=0,45 Nm $\pm 10\%$
- Ejot DELTA PT WN 5451 K25*8 Mmax=0,4 Nm $\pm 10\%$
- 公制螺丝：如，M2.5*8 或 M2.5*10 取决于所用 PCB 的厚度

为避免间隔柱的损坏或裂开，组装时应将螺丝垂直插入间隔柱中。

7 用于模块装配的散热器说明

模块中发生的功率损耗必须通过散热器耗散，以便芯片在操作期间使温度不超过数据表中规定的最高允许温度 T_{vjop} 。

模块安装区域的散热器表面状况非常重要，因为散热器与模块之间的这个界面对整个系统的传热有着决定性的影响。

接触表面、模块下表面和散热器表面必须没有降解和污染，以防止对模块产生过大的机械应力以及增大热阻。

散热器的要求：

粗糙度： $\leq 10 \mu\text{m}$

以长度 100 毫米为基准的平整度： $\leq 50 \mu\text{m}$

注释 1：散热器的平整度不应超过上述数值。这个区域包括整个模块安装区域以及夹具所在位置。

注释 2：如果所涂的导热膏层太厚，由于填补空隙，模块和散热器之间的热阻 R_{th} 会增加。

8 导热硅脂使用说明

由于散热器和模块各自的表面形状（如粗糙度和平整度），模块的下表面和散热器表面在整个区域内无法完全接触。因此，两个组件之间存在局部的空隙是不可避免的。

为耗散在模块中产生的损耗，并使热量顺利通过散热器散掉，所有局部空隙都必须填充导热硅脂。如果使用导热硅脂，要保证均匀涂抹。

一个涂抹均匀的硅脂层将填充所有空隙，同时仍将允许模块基板和散热器表面之间有金属接触。应该选择具有永久弹性的胶状化合物，以确保持续良好的传递热阻。

在模块安装到散热器之前，根据模块规格和使用的导热硅脂，建议在模块底座或散热器上均匀涂抹一层导热硅脂，Easy1B/2B 的平均厚度为 80μm，Easy3B 的平均厚度为 60μm。这种导热硅脂可以用抹刀、滚筒或丝网印刷来涂抹。如果在组装到散热器后，在模块周围能看到少量的导热硅脂，那么导热硅脂的量就是足够的。

建议用丝网印刷工艺涂抹导热硅脂。除优化导热硅脂在模块上的分布外，采用这种工艺还可以实现均匀的和可复制的层厚度。如果使用丝网印刷工艺，层厚可以减少到上述数值以下。在这种情况下，模块的大小和导热硅脂的粘度是重要的因素。

关于导热硅脂在丝网印刷模板上的应用的进一步说明，请参阅 AN2006-02《丝网印刷应用》中的应用说明。

9 在散热器上组装模块

9.1 在散热器上组装 Easy1B/2B 模块

模块使用 M4 螺丝安装在散热器上。也可以使用额外的平垫圈。散热器必须有螺纹孔，如图 14 所示。

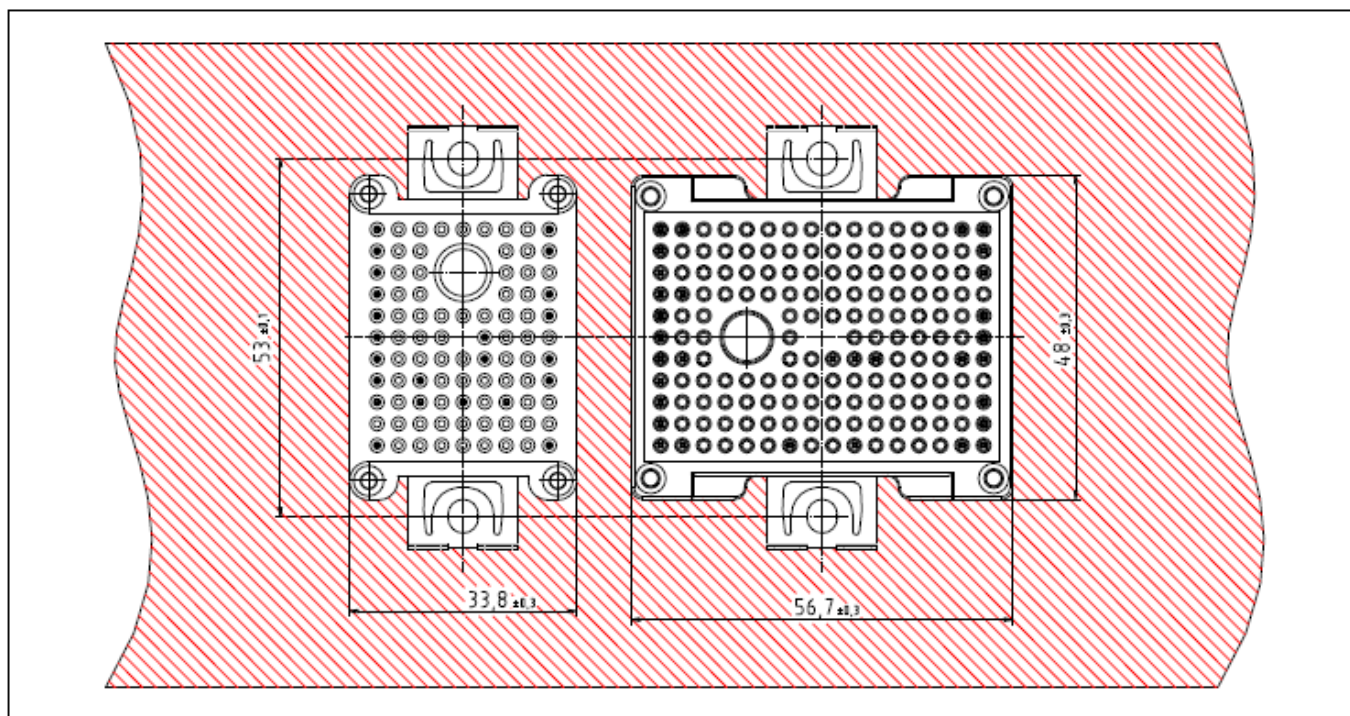


图 14 螺纹孔间距

注意：如果模块首先被压入 PCB，或者以后需要拆卸模块，PCB 必须包含合适的通孔。孔的大小取决于螺丝刀的尺寸或螺丝头直径或垫圈。

该模块应以下述方式放置在散热器上：螺丝钳的孔位于散热器螺纹孔正上方。安装表面必须清洁，没有污染物。

同时拧紧两个螺丝可以固定模块（图 15a），也可以在安装过程中用大约 10 N 的力压住模块，使模块不能升起来（图 15b）。

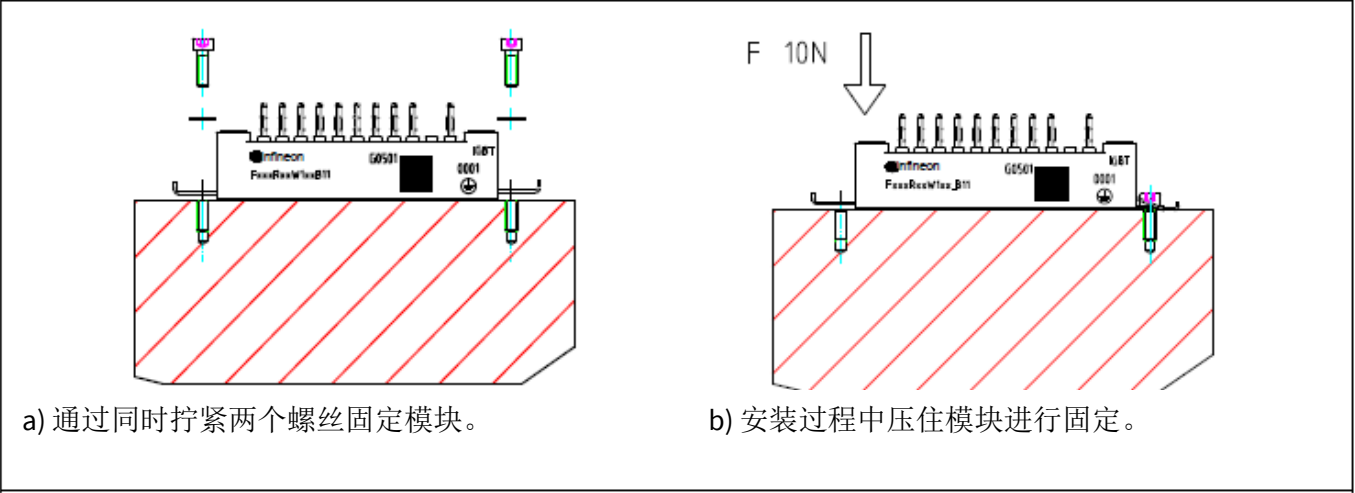


图 15 模块固定选项

或者，一开始可以使用一个螺丝。模块不会升起来很重要。为防止这种情况发生，请初步拧紧第一个螺丝（不要太紧），以避免对螺丝夹施加压力（图 16a）。然后，完全拧紧第二个螺丝（图 16b）。最后，完全拧紧第一个螺丝（图 16c）。

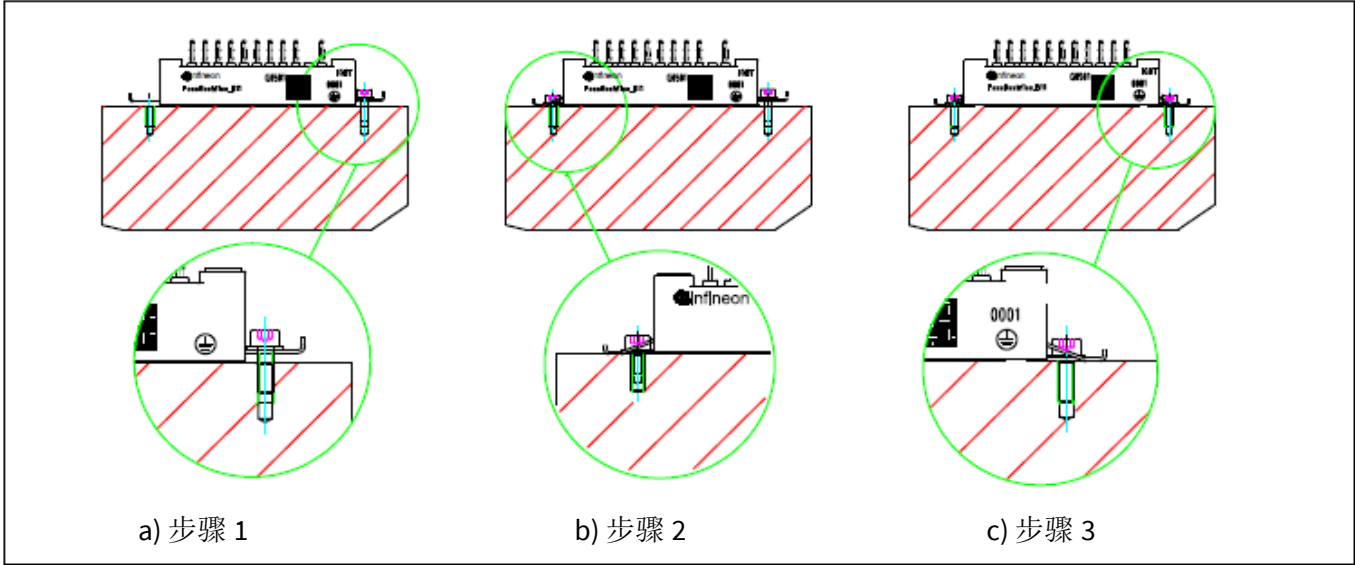


图 16 同时拧紧两个螺丝进行固定

表 4 安装螺丝的技术数据

描述	数值
安装螺丝	M4
建议安装扭矩	Ma = 2.0 – 2.3 Nm
建议的螺丝的螺纹啮合，不同材料的性能等级 4.8-6.8	

描述	数值
铝合金	2.2 x d = 8.8 mm ¹⁾
硬化铝合金	1.2 x d = 4.8 mm ¹⁾ 1.6 x d = 6.4 mm ¹⁾
未硬化铝合金	
符合 DIN125 的垫圈	D = 9 mm

¹⁾根据技术文献

9.2 在散热器上组装 Esay3B 模块

要将 Easy3B 模块安装在散热器上，英飞凌建议使用 DIN M5 螺丝，配合 M5 垫圈。

将模块正确地放置在散热器上，使模块的安装区域与散热器上的螺纹孔一致。确保模块和散热器之间没有异物。

通过同时拧紧和紧固两个螺丝固定模块（请见图 17）。

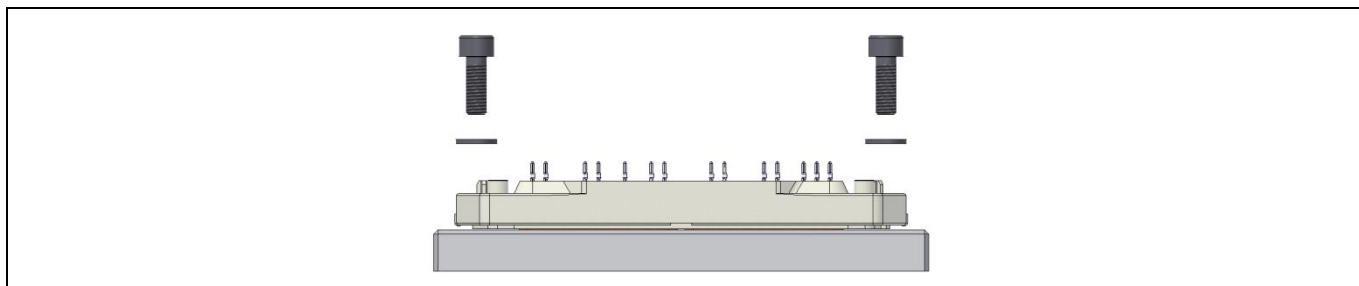


图 17 模块固定的步骤

或者，模块也可以分几步安装到散热器上（请参阅图 18）：

- 步骤 1：第一个螺丝可以初步拧紧。不要完全拧紧，以免产生压力。
- 步骤 2：第二个螺丝需要牢固地拧紧在散热器上。
- 步骤 3：最后，完全拧紧第一个螺丝要在散热器上。

注意：如果模块首先被压入 PCB，或者以后需要拆卸模块，PCB 必须包含合适的通孔。孔的大小取决于螺丝刀的尺寸或螺丝头直径或垫圈。

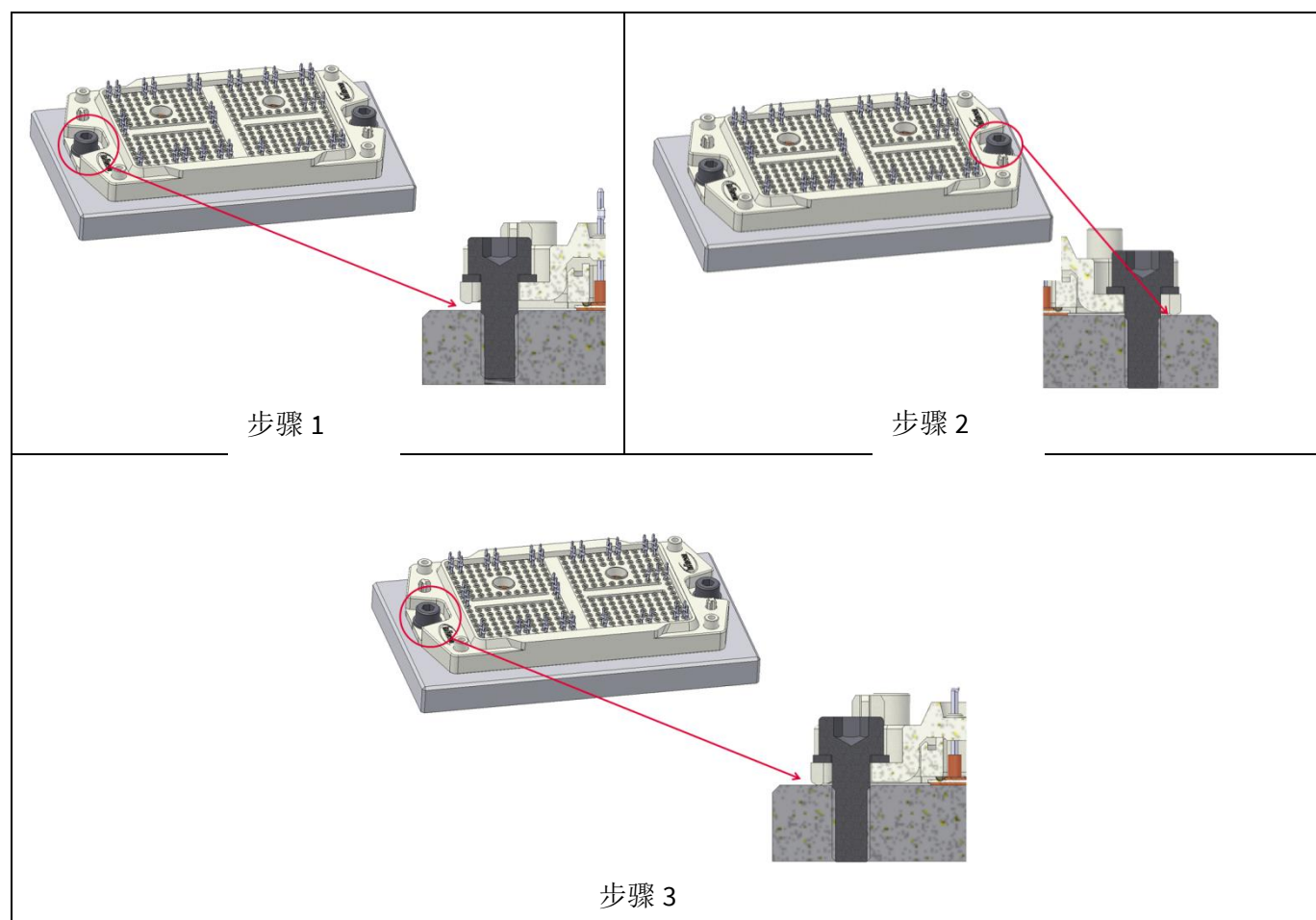


图 18 模块固定步骤

安装流程建议使用以下数值：

建议的散热器安装参数

描述	数值
安装螺丝	M5
建议安装扭矩	$Ma_{max} = 1.5 \text{ Nm}$
建议的螺栓性能等级	4.6 – 5.6
进入散热器的最小螺纹长度	$2 \times d = 10 \text{ mm}$
预紧扭矩	0.3 – 0.5 Nm
拧紧扭矩 Ma	1.3 – 1.5 Nm
螺杆转速（预紧）	$U \leq 250 \text{ U/min}$
螺杆转速（拧紧）	$U \leq 20 \text{ U/min}$
建议的垫圈	M5

10 系统注意事项

如果模块正确地安装在散热器和 PCB 上，螺丝夹将施加必要的压力。这种压力加上适量的导热硅脂，将确保模块和散热器之间的低热阻和最佳的热流。由于 PCB 是通过压入管脚连接到模块上的，所以必须采取适当措施来确保振动保持在最低限度。必须避免终端和模块之间任何可能的移动。每个管脚只能承受垂直于散热器的最大 6N 的压力和拉力。模块所承受的总拉力不能超过 20N。压力可能比拉力大 10 倍。模块的压力负荷最好较低。因此，电路板应另外固定在散热器上靠近模块的位置。有两种可能的选项：

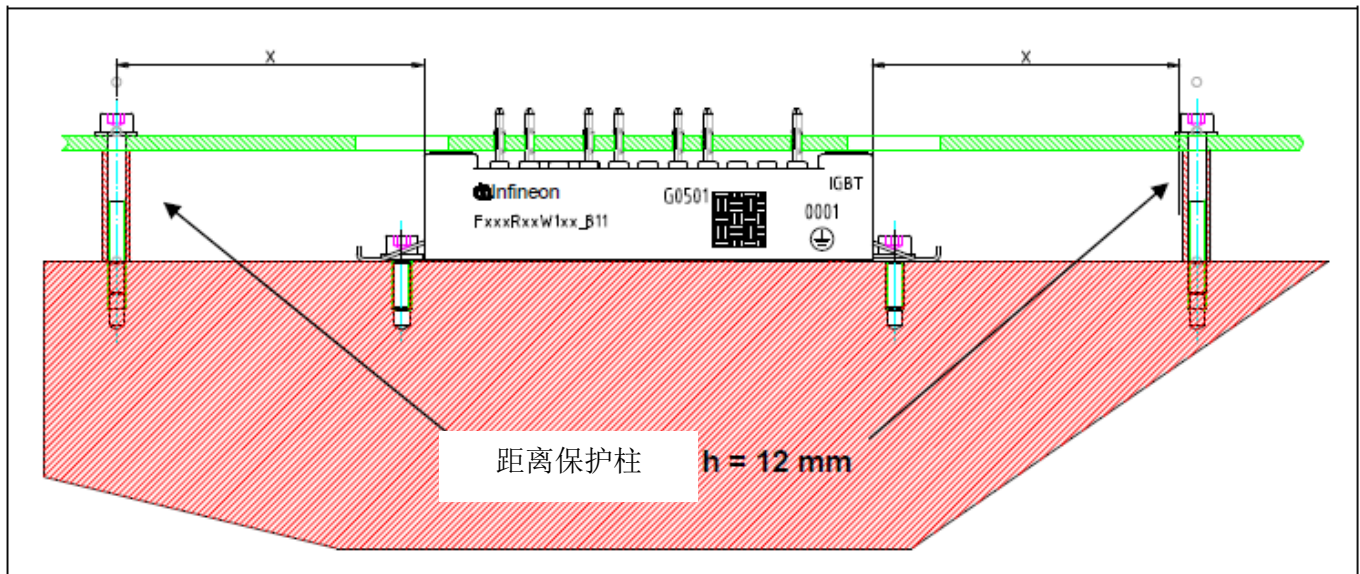


图 19 固定 PCB

10.1 模块先压入 PCB 再安装到散热器

为了将施加到模块管脚上的力降至最小，建议与模块外缘保持至少 $x = 5 \text{ cm}$ 的距离（图 19）。

10.2 模块先安装到散热器再压入 PCB

在这种情况下，不会产生机械应力。因此，可以将距离保护柱放置在距离模块尽可能近的位置（ $x \leq 5 \text{ cm}$ ）。

11 电气间隙和爬电距离

当确定 PCB 的设计时，应用的具体标准，主要是关于电气间隙和爬电距离，必须予以考虑。这对于位于 PCB 下方的螺丝钳区域尤其重要。为满足电气间隙和爬电距离的要求，应避免在该区域设置载流装置或通气孔，或必须采取其他隔离措施，如涂漆。

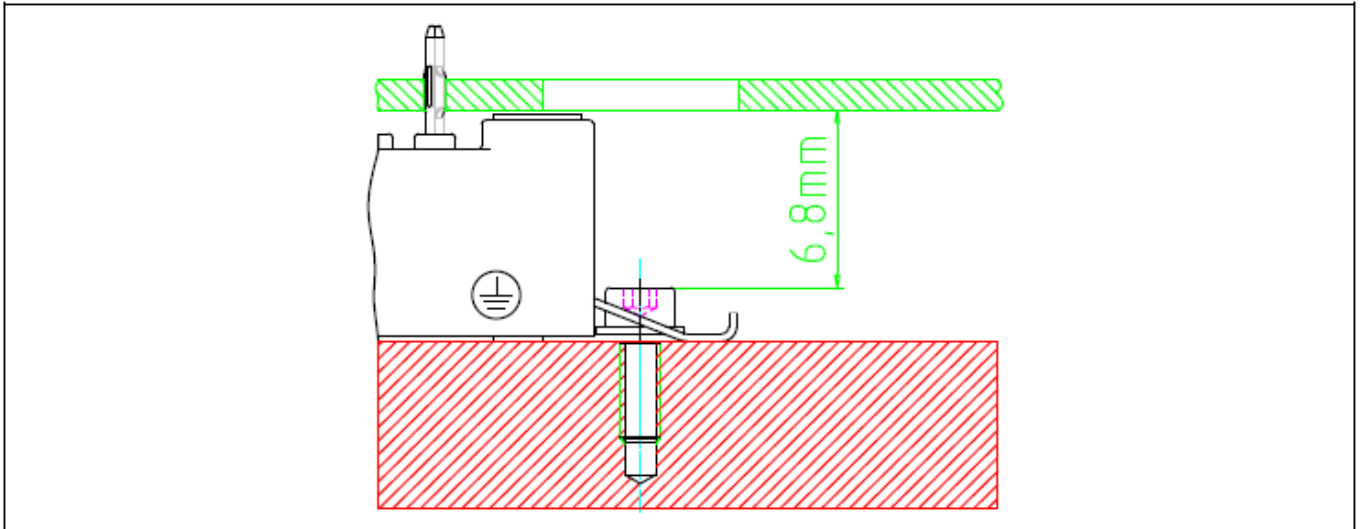


图 20 Easy1B 和 Easy2B 封装的夹具与 PCB 之间的空间距离

螺丝与 PCB 之间的最小间隙距离取决于螺丝本身。对于 Easy1B 和 Easy2B 封装，距离为 6.8 毫米，采用符合 DIN 912 标准的 M4 内六角螺钉，符合 DIN 125 标准的垫圈，以及如图 20 所示的夹具。对于 Easy3B 封装，距离为 2.95 毫米，采用 DIN 912 标准的 M5 内六角螺钉和 DIN 125 标准的 M5 垫圈。详图请见图 21。

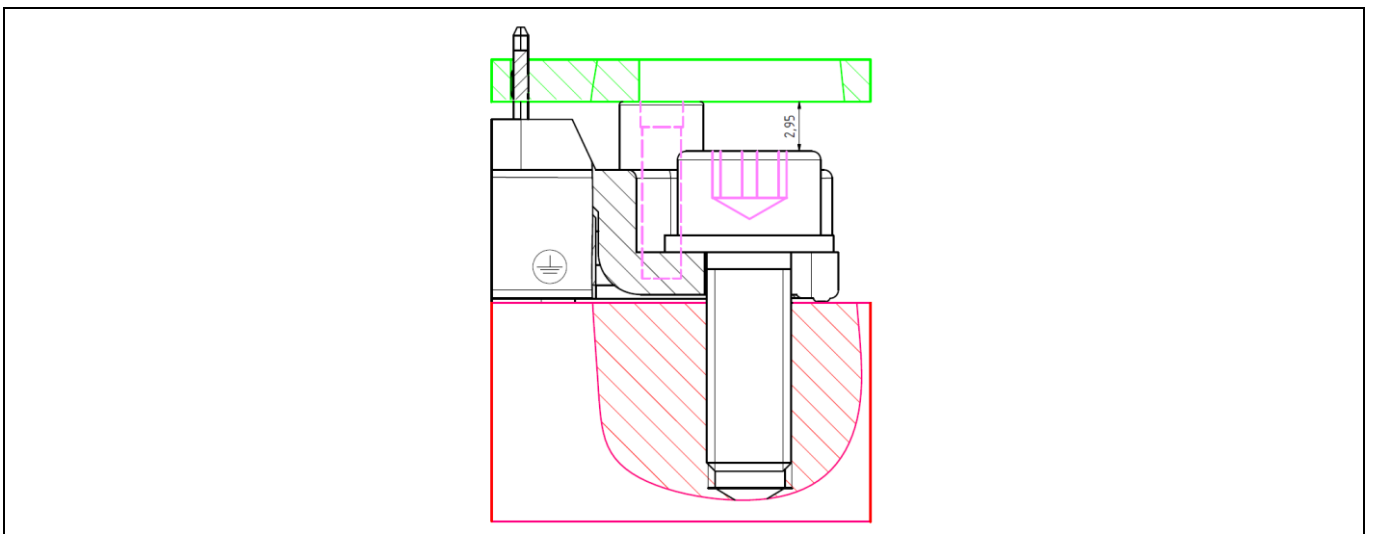


图 21 Easy3B 封装的夹具和 PCB 之间的空间距离

数据表中规定的电气间隙和爬电距离是最小值，与将安装在模块附近的其他设备无关。

在任何情况下，应用特定的电气间隙和爬电距离都必须进行检查并与相关标准进行比较，如果需要，还必须采用适当的建设性方法予以保证。

12 多模块安装和汽车应用的说明

目前需要在 PCB 上安装几个功率模块的应用越来越多。此外，新型功率模块应用，如混合动力汽车和全电动汽车，对振动和机械冲击稳健性要求较高。在这种应用中，模块的高度公差必须在安装理念中加以考虑，以避免 PCB 的机械形变或模块和 PressFIT 管脚上的不必要受力。

请注意，以下说明应视为一般安装说明的附加信息。本章着重讲述模块的安装概念，考虑了高度公差。一般建议，如 PCB 要求、压接速度、散热器要求等，不受以下说明的影响。

12.1 多模块在 PCB 上的压接工艺

图 22 显示了 PCB 上功率模块的压入过程。这个过程与第 3 章非常相似。

图 22a 显示了带有导向穹顶的压接工具的底部，这对预对准很有用。在图 22b 中，PCB 被放置到压接工具中，通过压接工具的导向穹顶摆放到正确位置。

图 22c 显示了用于模块装配的 PCB 压接工具。

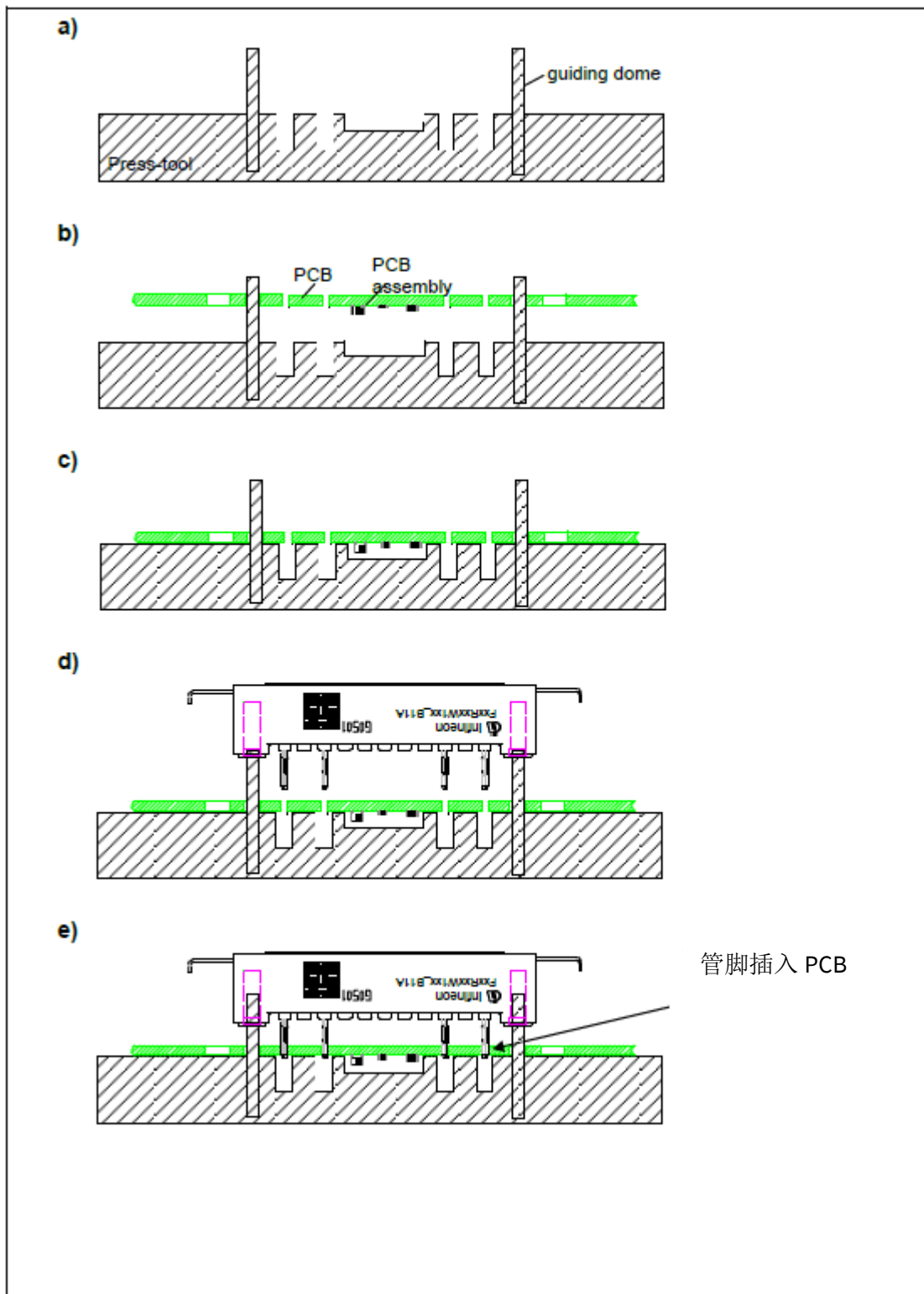
在图 22d 中，模块被放置在引导元件上。放置模块，模块管脚插入 PCB 中。

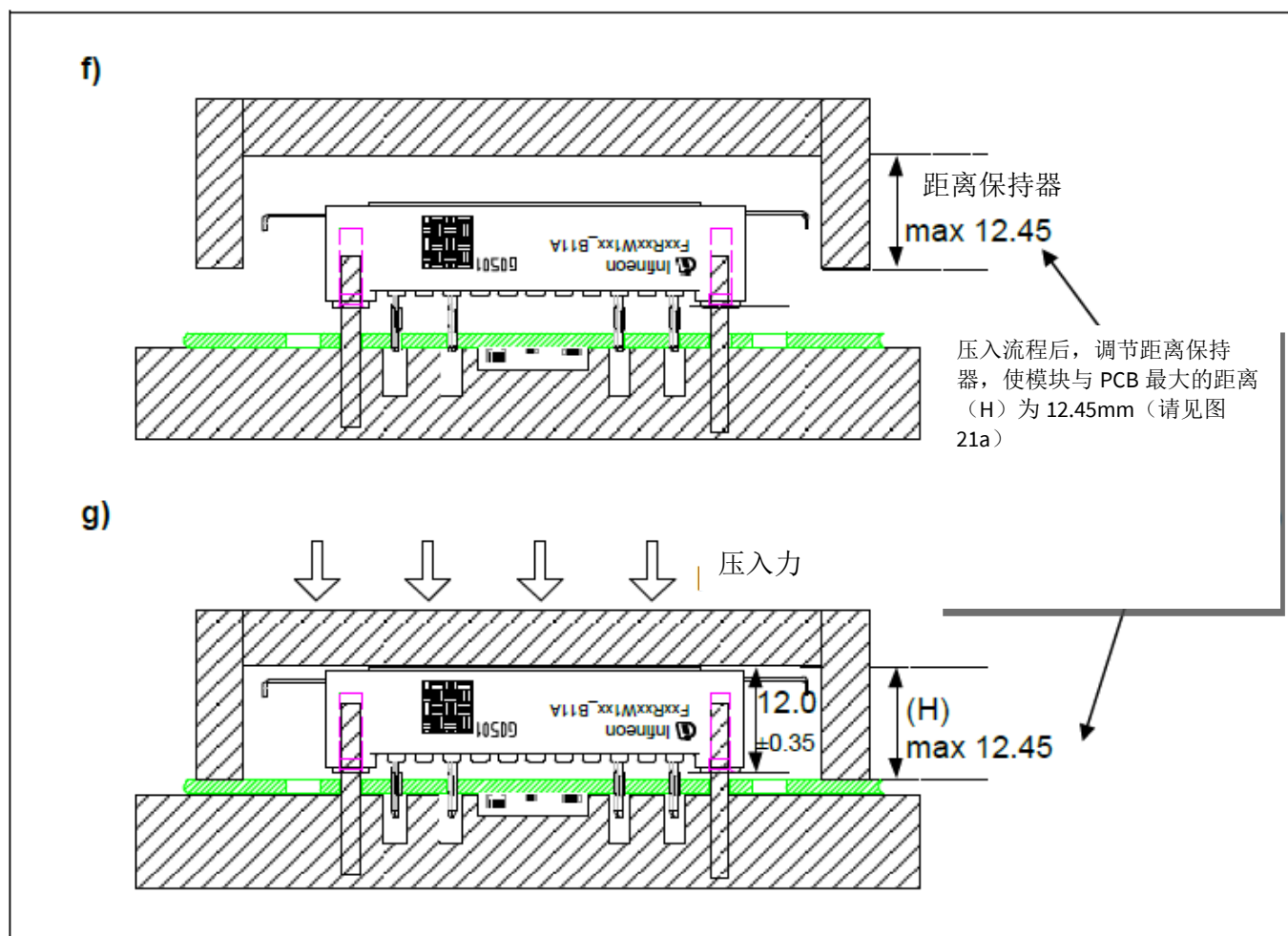
图 22e 显示了模块管脚插入 PCB 的状态。该模块现在被放置与冲压工具齐平，和管脚在有效压接区的开始接触 PCB，这始于距管脚顶端约 2.5mm 的位置。如果模块没有与压接工具齐平或管脚没有插入（这里显示模块比正常情况高约 2.5 mm），则应先做校正，以免在管脚在后期压入过程中损坏。

在图 22f 中，显示了带有距离保护柱的顶部冲压工具。

图 22g 显示了模块受力的压入过程。当 PCB 和这个距离保护柱之间的阻力增加时，压入过程会自动停止。如果在 PCB 在顶到模块外壳之前，压入过程停止，则说明这是正确的。因此，模块背面到 PCB 的距离与模块的高度无关。

请注意：将模块更紧地压入 PCB（>最大距离 12.45mm）是可能的。这将增加在有效压接区域的重叠区域（接触区域：管脚到 PCB）。如果模块被紧紧压入 PCB，请不要忘记相应降低冷却系统的固定元件（图 23b）！图 23b 的值（H）不得高于图 23a 的模块到 PCB 的高度！PCB 在冷却系统方向上作用于模块的力不会产生严重影响，并且是有必要的，因为它改善了热接触。





功率模块压入 (图纸不符合比例)

12.2 多模块和 PCB 安装到散热器上

将功率模块压入 PCB 后 (见图 23a)，需将带功率模块的 PCB 安装到冷却系统上。请参阅第 7 章和第 8 章了解更多有关散热器和导热硅脂的要求的信息，以及导热硅脂应该如何应用于系统。图 23b-d 以三个功率模块压入 PCB 为例，展示了安装过程。但是，所述概念也可以应用于不同数量的模块或单个模块应用。图 23b 显示了将带有预组装模块的 PCB 放置到冷却系统上和通过 Easy 模块的弹簧夹用螺丝固定模块的过程。请参阅第 9 章了解将模块装配到散热器上的详细信息。模块安装必须在 PCB 固定到散热器之前进行，这一点非常重要！

图 23c 显示了如何将 PCB 固定到散热器上。由于在压接过程中对模块的高度公差进行准补偿，PCB 的固定点可以接近功率模块。与第 10.1 节的概念相比，这是一项优势，模块和距离保护柱之间的距离必须保持在 ≥ 5 cm。

距离保护柱的位置应围绕功率模块采用对称设计。图 23d 显示了最终的系统组装。

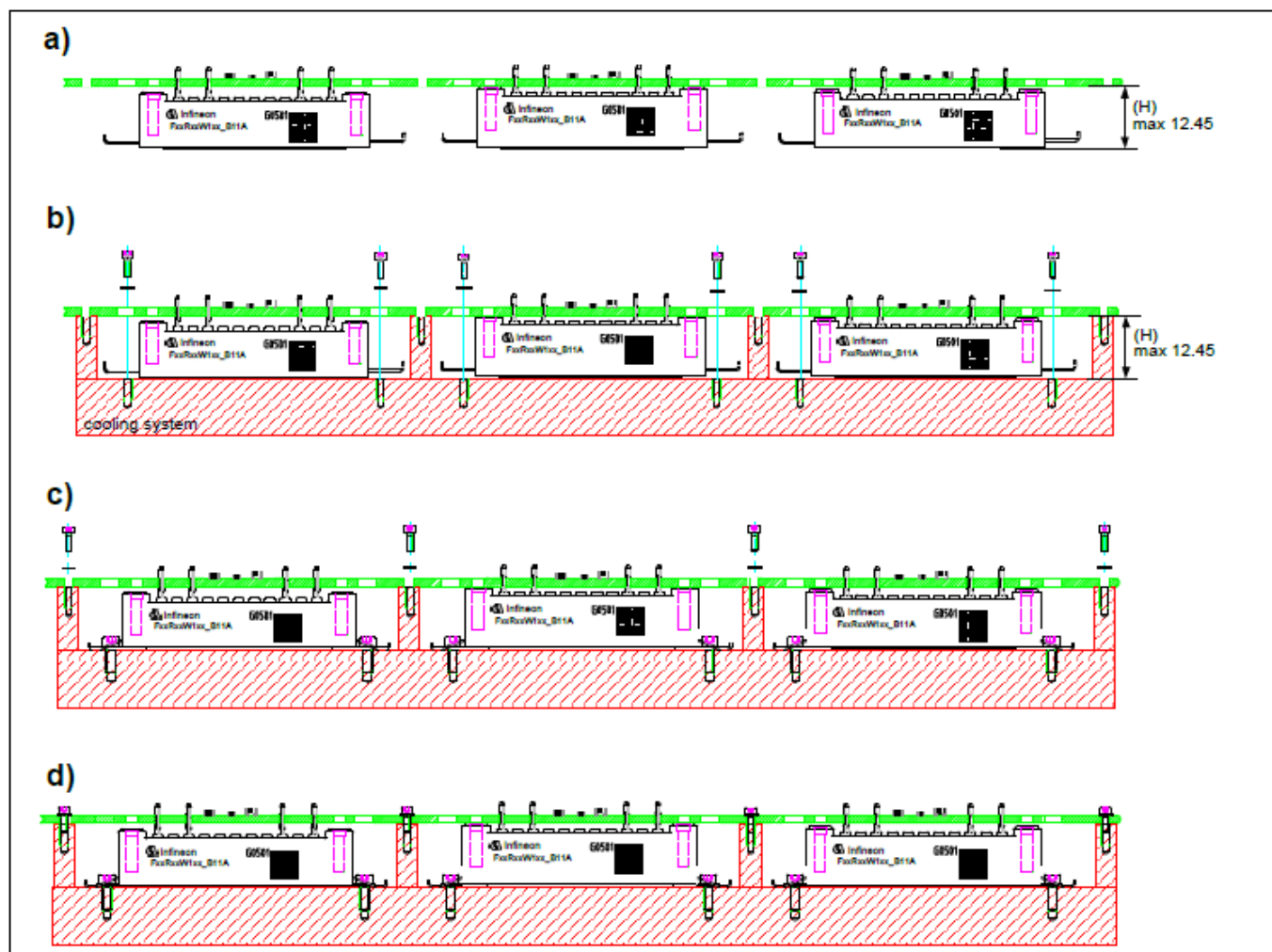


图 23 PCB 和模块安装到冷却系统 (图纸不符合比例)

图 24 显示最终系统组装的放大图。根据模块高度，模块和 PCB 之间留有一个小的气隙。

由于图 23b 的值 (H) 不能高于图 23a 中模块到 PCB 的高度，因此应确保功率模块不受拉力的作用，考虑到模块与散热器之间的有效热传递，这一点至关重要。

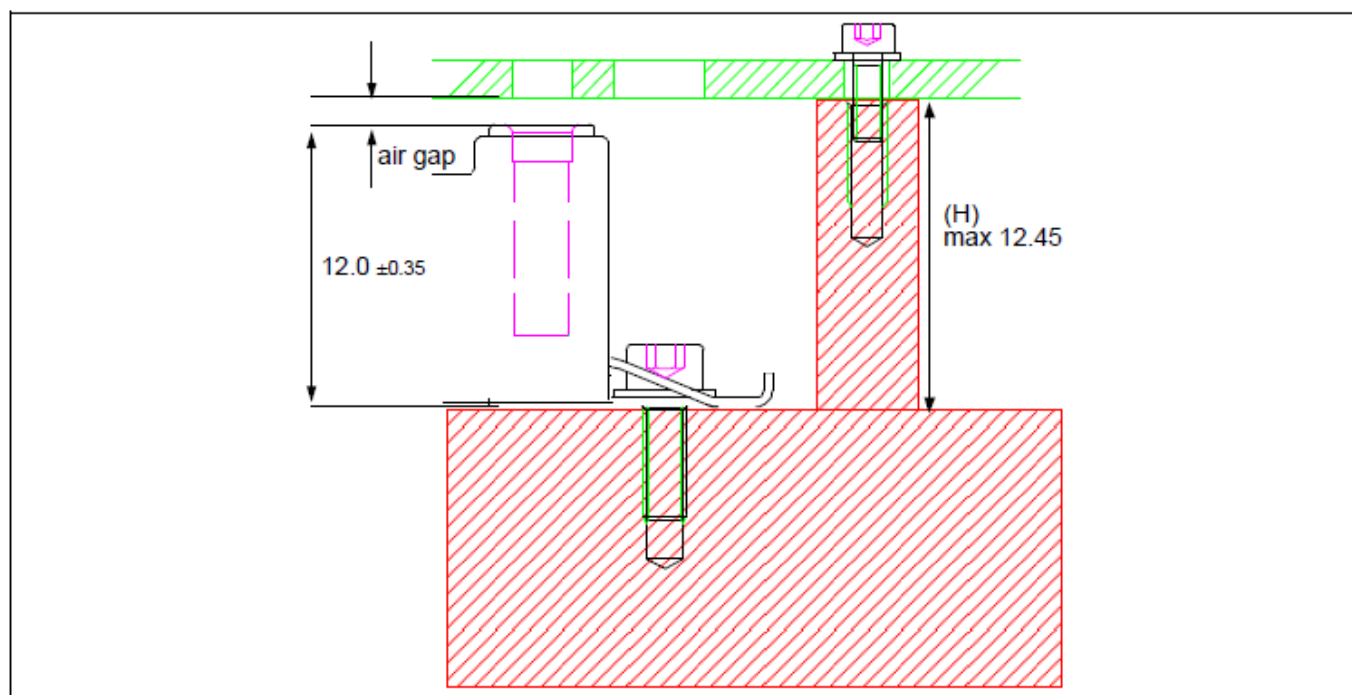


图 24 最终系统组装的放大图（图纸不符合比例）

请注意，使用这种留有气隙的压接概念时，PCB 不能像第六章所示的那样被拧紧到间隔柱（导孔）中。

12.3 多 Easy3B 模块的 PCB 压接和散热器安装

如果该系统只使用 Easy3B 模块，原则上可以使用较短的距离保护柱。应遵循第 12.1 和 12.2 节所述一般原则。

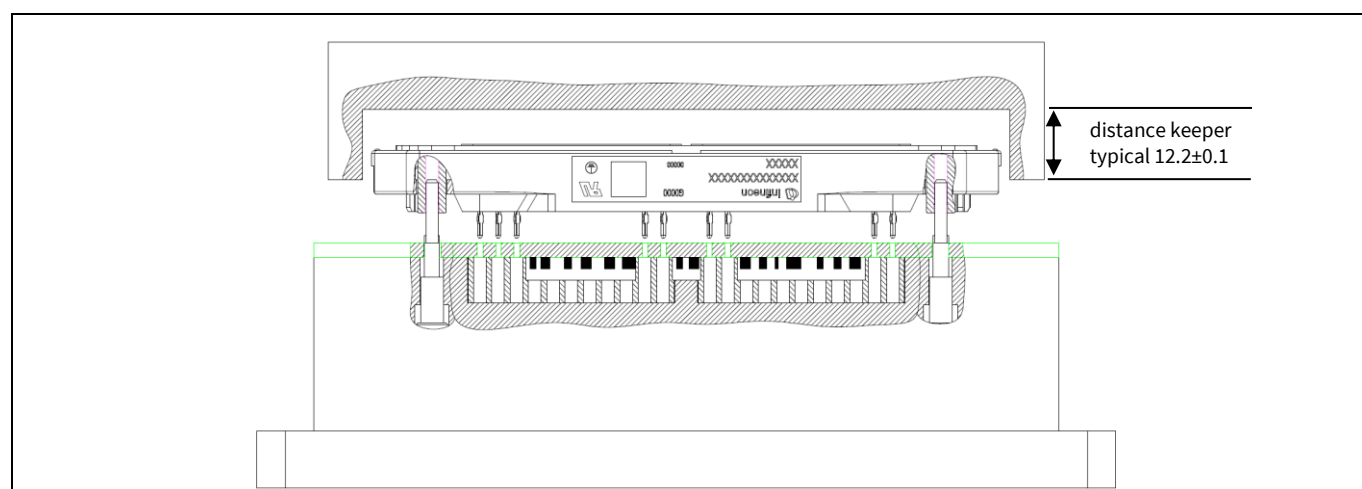


图 25 适用于 Easy3B 模块的典型距离保护柱

在图 26a 中，Easy3B 模块被压入 PCB。

图 26b 显示了将带有预组装模块的 PCB 放置在冷却系统上，并用螺丝固定模块的过程。请参阅 9.2 章，了解将 Easy3B 模块装配到散热器上的详细信息。模块安装必须在 PCB 被固定到冷却器之前进行，这一点很重要！

图 26c 显示了如何将 PCB 固定在散热器上。由于在压接过程中对模块的高度公差进行准补偿，PCB 的固定点可以接近功率模块。与第 10.1 节的概念相比，这是一项优势，模块和距离保护柱之间的距离必须保持在 ≥ 5 cm。

距离保持器的位置应围绕功率模块采用对称设计。图 23d 显示了最终的系统组装。

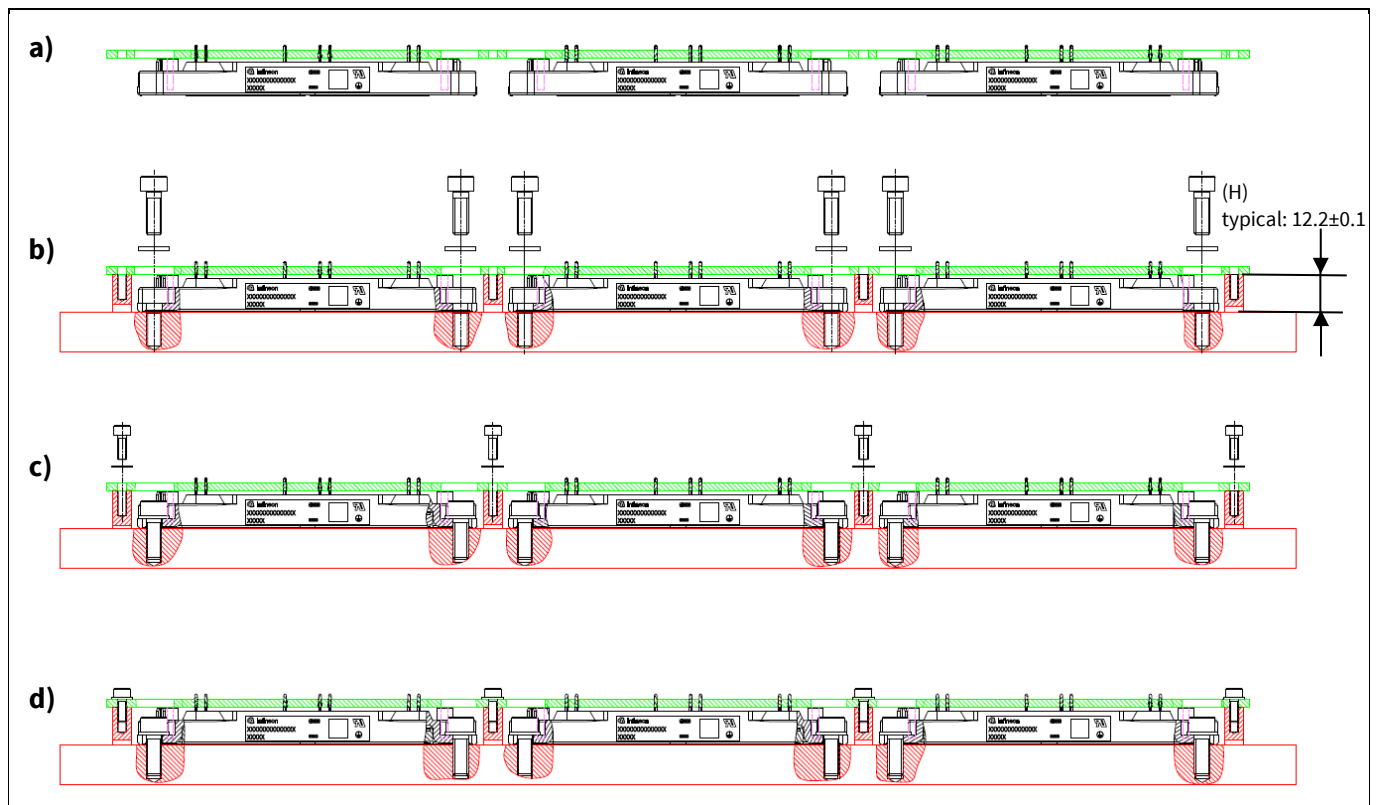


图 26 范例：PCB 和模块（仅 Easy3B 模块）安装到冷却系统上（图纸不符合比例）

修订记录

自上次修订以来的主要变化

页面或引用	变化描述
第 Error! Reference source not found.章	插入 Easy3B 压入工具的插图
第 Error! Reference source not found.章	插入将 Easy3B 模块装配到散热器上
第 Error! Reference source not found.章	插入使用 Easy3B 的多模块安装

Trademarks

All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

Edition <2019-06-17>

英飞凌科技股份有限公司印制

地址：德国慕尼黑（81726）

©英飞凌科技股份有限公司版权所有，2020
年。保留所有权利。

您对本文档是否有疑问呢？

请发邮件至：[WAR-IGBT-
Application@infineon.com](mailto:WAR-IGBT-Application@infineon.com)

文档索引号

重要声明

本应用说明中包含的信息仅能在运用本产品时用作参考，绝不得被视为对产品的某项功能、状态或质量的描述或保证。在运用本产品前，本应用说明的读者必须在实际应用中验证此处所提供的功能和其它技术信息。对于本应用说明中提供的任何及所有信息，英飞凌科技股份有限公司特此声明不作任何及所有保证，亦不承担任何形式的责任（包括但不限于对不侵犯任何第三方知识产权的保证）。

本文档所含数据仅供受过技术培训的人使用。客户的技术部门应负责评估该产品是否适合目标应用，以及本文档中给出的产品信息就该应用而言是否完整。

更多信息

若需获得有关我司技术、产品、交付条款和条件、及价格的更多信息，请联系距离您最近的英飞凌办事处（www.infineon.com）。

警告

由于技术需要，我司产品可能包含有害物质。若需了解相关物质的类型，请联系距离您最近的英飞凌办事处。

除非得到由英飞凌公司授权代表签署的书面文件的明确同意，否则不得将我司产品用于任何产品失效或产品使用据合理预计可能导致人身伤害的应用。