

模块安装指南

经验表明，功率半导体模块的早期失效主要与不正确的安装有关，同时不正确的安装会导致不必要的过高的结温，这样会大大减少模块的工作寿命。所以模块的正确安装至关重要。

正确的安装过程一般要按照以下顺序进行：1. 清理安装表面；2. 选择合适的安装位置；3. 涂导热脂；4. 安装紧固模块；5. 连接模块的端子到应用电路。

安装表面的清理

为在功率模块和散热器之间获得最佳热阻，首先，模块基板和散热器应该是完好无损的，并且表面应被清理和除尘。再者，对于安装表面粗糙度有一定要求，粗糙度是指每处对表面高度的平均偏离程度，散热片的粗糙度不应超过 $10\ \mu\text{m}$ ，在这么一个范围内，表面凹凸不平在涂敷导热脂以后能够很好地接触在一起，减少接触热阻。平整度是指相对于参考平面，测试平面在一定范围内的偏离程度，不平整度则是在 10cm 的范围内不得大于 $20\ \mu\text{m}$ ，如果不平整度超过这个范围，模块紧固后，模块的基板在垂直方向上会受到不均匀的力，这样一来会导致模块内部受到不均匀的应力损坏。

安装位置的选择

模块工作时的热阻随着模块的安装位置变化而变化，在安装模块时一定要选择合适的位置来进行安装。

散热片上只需安装一个模块的时候，应将其放置在散热片的正中心，这样可以减少其工作热阻。

同一散热片上安装多个模块的时候，每一个模块的位置必须根据其在工作时产生的热量来进行安排，使产生热量较多的模块也能及时散热，模块间的热量分布尽量一致。

导热脂的涂敷

当模块工作时有很大的散热量时，在模块与散热片之间的空隙必须被填上性能良好的导热材料。模块基板与散热片之间的热阻会很大，并且与两者的表面粗糙度密切相关，一般这种专用的导热脂的热阻约为 $60^{\circ}\text{C}/\text{W}/\text{in}$ ，而空气的热阻为 $1200^{\circ}\text{C}/\text{W}/\text{in}$ ，可见导热脂的热阻远小于空气的热阻。涂上导热脂以后可以极大地减小接触热阻，改善模块的散热性能。为了避免在模块和散热片之间产生空隙，我们必须在两者的接触面涂上导热脂，其主要功能是减小两者之间的接触热阻，形成良好的金属-金属接触界面。

将功率模块安装到散热器之前，两者中的接触面应涂上一层均匀的尽可能薄的导热脂，厚度一般控制在 $50\ \mu\text{m}$ 到 $100\ \mu\text{m}$ 之间。在涂导热脂的时候一定要注意控制导热脂的厚度，这是因为，如果过厚的话，就会不必要地增加两者的接触热阻，而如果过少的话，两者的接触面之间就会留有空隙，同样会增加接触热阻。推荐使用无线毛的刷子或橡胶轮来完成这一工作，我们应该根据安装面积和两者的表面情况来计算所需的导热脂的用量，可使用专用的量具来控制用量，在模块的边缘能观察到导热脂的界线就说明所涂的量就已经足够了，过多的导热脂应该被按压出来。

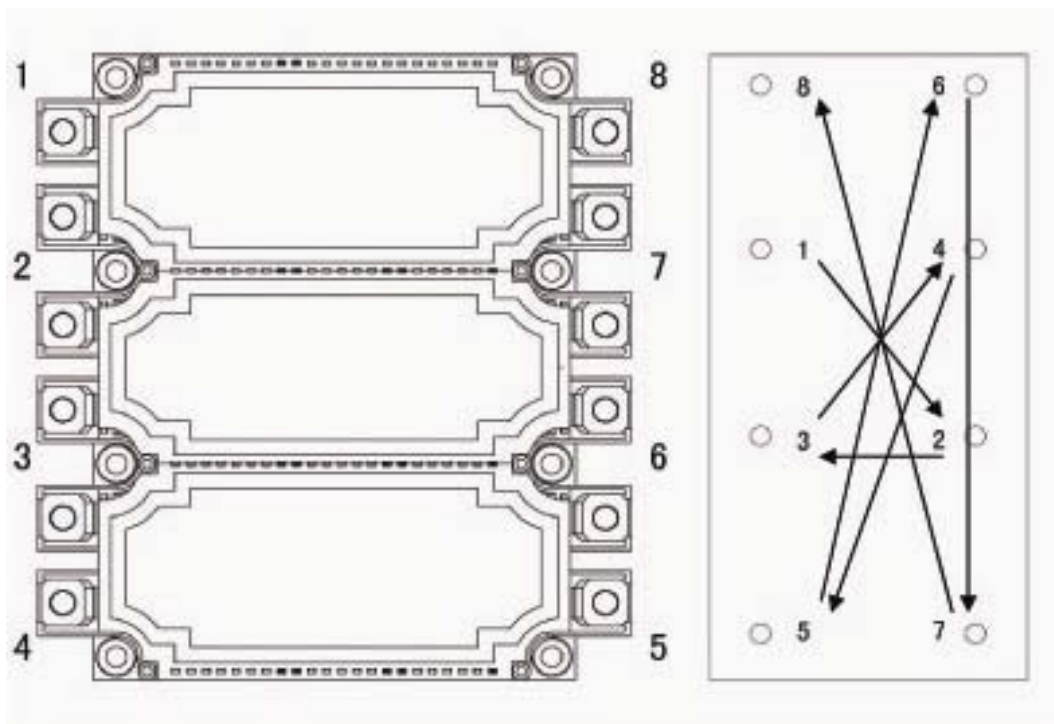
固定螺栓的安装

在涂好导热脂以后，将模块正确放置在散热片上，注意此后避免任何不必要的移动，首先将用于紧固的螺栓插入对应螺孔，先用手均匀旋入（力矩约为0.5N.m），旋入深度为总深度的一半左右，然后再用工具进行紧固，所有的用于将模块固定在散热片上的螺栓应该用一致的力矩进行紧固，一般控制在3N.m到6N.m之间，具体大小可查阅数据手册。应竭力避免重复安装螺栓，每种模块都有一个最大的固定的重复安装次数。

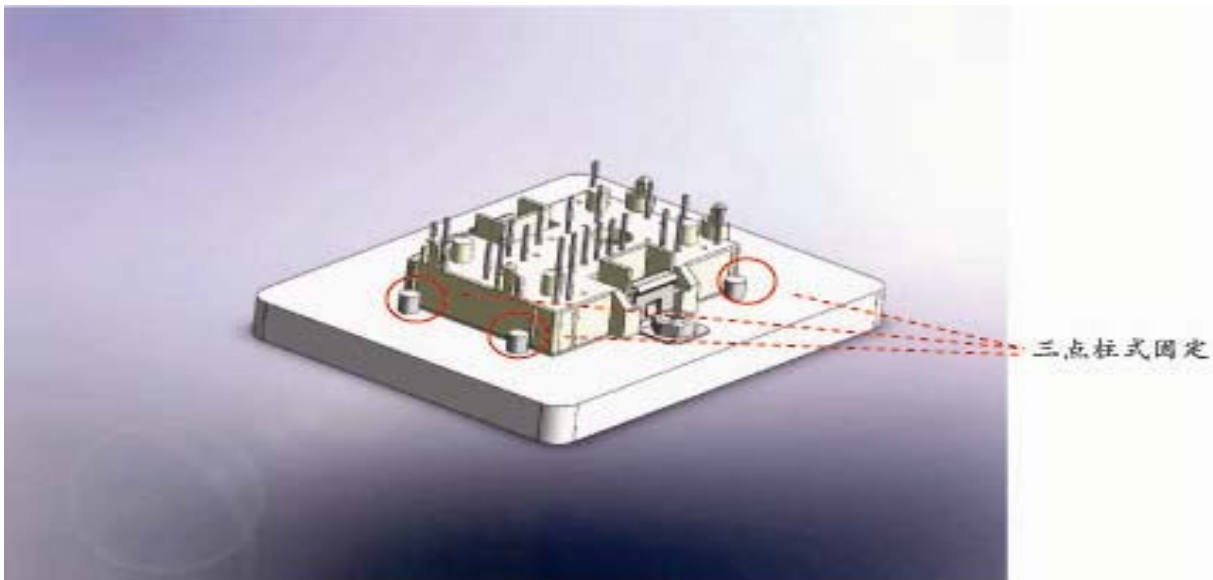
为了获得好的热接触，螺栓的紧固应按照一定的次序，螺栓的安装应使用特殊的工具，按照对角线次序进行，同时再安装的时候注意不要破坏导热脂的均匀性，作为示例，我们推荐按照以下次序紧固这8个螺栓：

用手以大约0.5N.m的力矩按以下次序拧上各螺栓：2→6→3→7→4→8→1→5；

以3N.m到6N.m的力矩按同样次序紧固各螺栓：2→6→3→7→4→8→1→5。



当使用电动或气动螺丝起子来进行第一步安装的时候，必须保证力矩不超过0.5N.m，第二步安装应用手动配合力矩扳手来完成，不论是铜基板还是AlSiC基板，这么一个安装程序要严格遵循，以使模块的基板和散热片逐步而紧密地与散热片结合在一起。因为导热脂的渗透作用，在条件允许时，应在数小时之后再次紧固螺栓。



为了将模块正确地固定在散热片上，我们推荐在散热片采用三点式定点固定，如上图所示采用这种固定方法的时候，务必保证模块的边缘在安装过程中没有被损坏。

同样为了避免有任何额外的力加在端子上，螺栓的插入深度必须加以控制，在选择用于紧固功率端子的螺栓时，注意螺栓的有效长度应控制在6.5mm到10mm之间，而且，在计算有效长度的时候，应将母线的厚度加进去。母线与功率端子的连接应该使其承受尽可能小的力，即使在很恶劣的条件下。

固定 PCB 自攻螺丝的安装

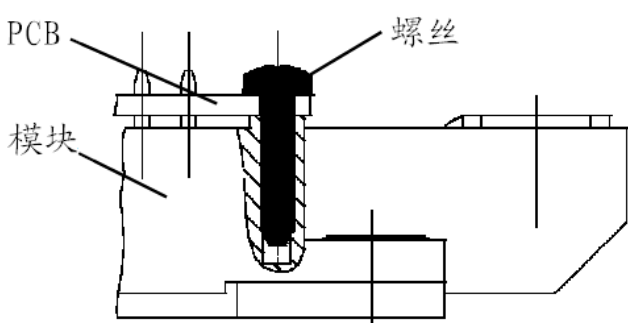
在一部分高度17mm的模块上部设有自攻螺丝安装孔，用于固定PCB板，客户可以根据自身的实际状况来决定是否启用此安装结构。

与此孔配合的自攻螺丝规格为：M2.5、螺纹有效长度4-10mm，螺纹有效长度需

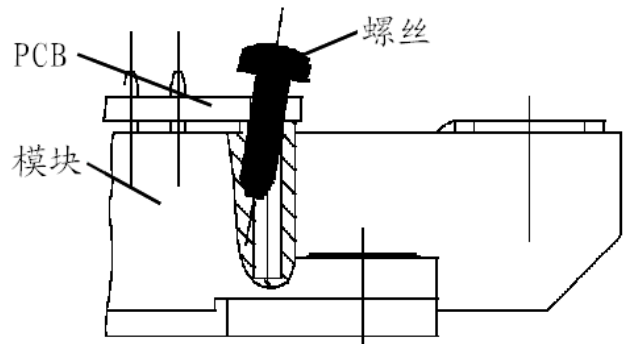
要根据PCB板的厚度调整，推荐实例如下：

PCB厚度	0.5mm	1.0mm	1.5mm	2.0mm	3.0mm
螺纹有效长度	5.0mm	5.0mm	6.0mm	6.0mm	8.0mm

自攻螺丝安装前，确保PCB孔位对准自攻螺丝安装孔，整个过程自攻螺丝垂直安装，由于自攻螺丝安装孔上部1.5mm的深度为导入孔结构，所以初始PCB厚度加上1.5mm的距离不需要施加任何力矩，只需要用力压入即可；完成以上步骤后，即可施加力矩把自攻螺丝旋入安装孔中，要求整个过程安装力矩不能超过0.5N.m。



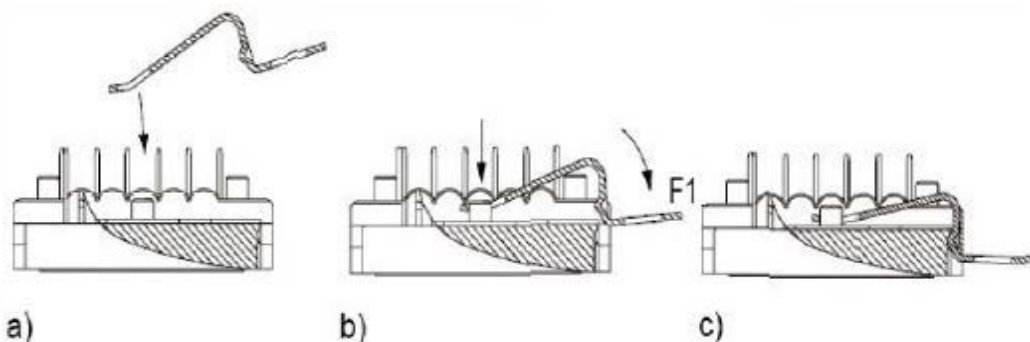
自攻螺丝正确安装



自攻螺丝错误安装

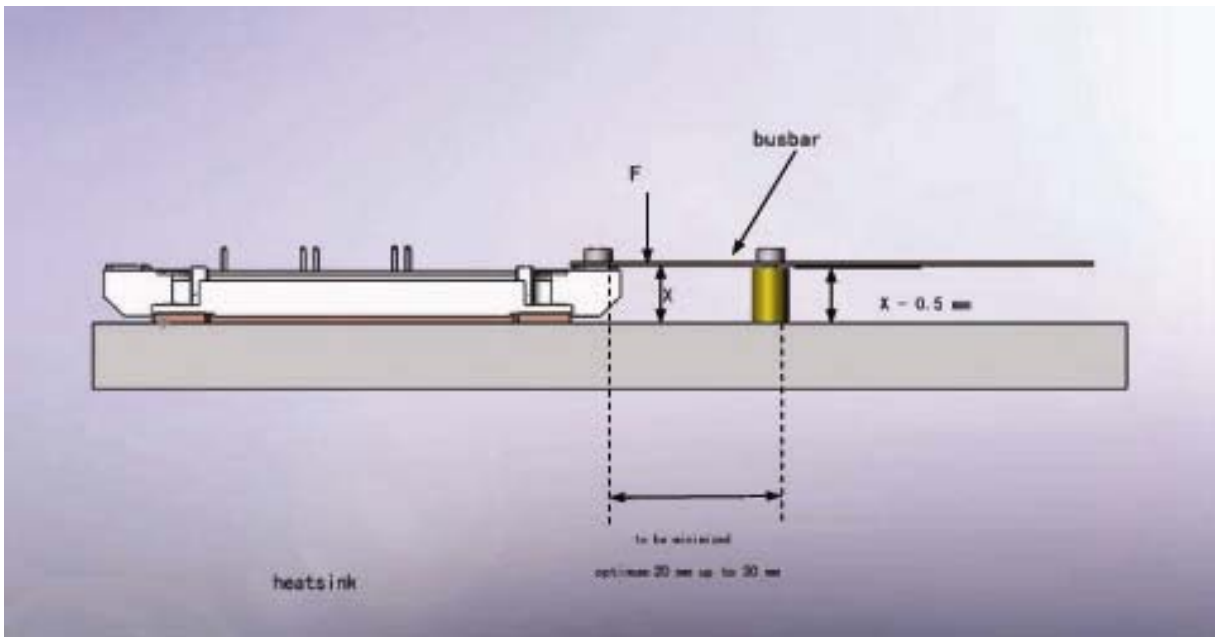
在模块上安装螺栓夹

首先应将钩状的螺栓夹穿过模块的相应部位（如图b），将螺栓夹插入至其第一个锁住位置（如图c），这样才可以进行后面的操作。然后用力F1（大约10N左右）将螺栓夹后部下压使其钳在模块的侧面，如图所示。



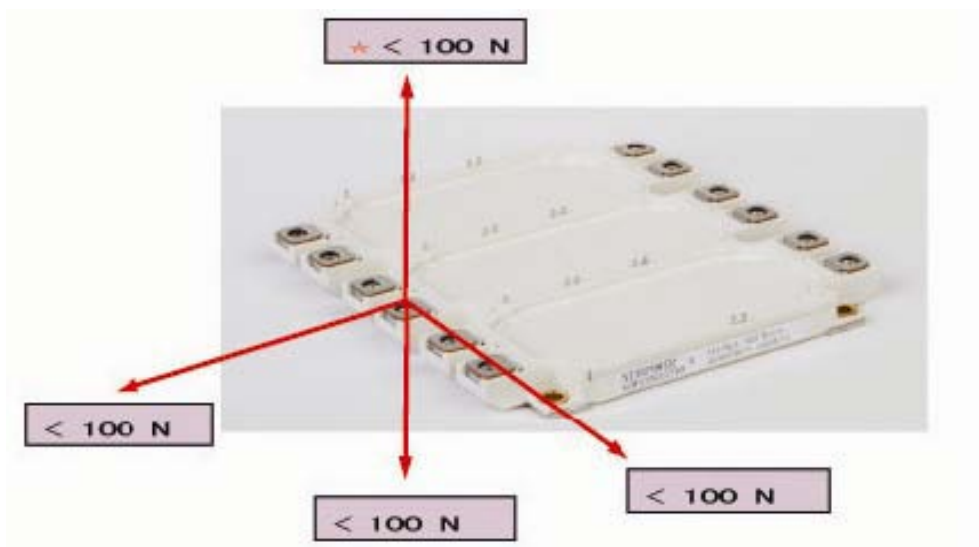
电源母线 (Busbar) 的安装

为了减小功率端子上的拉力，直流电源母线必须另外通过专门的支柱加以支撑。如下图所示，功率端子的受力最好沿着与基板垂直的方向，沿着其它方向的力应予以避免。



这些因素同样在母线的耐力范围中予以考虑

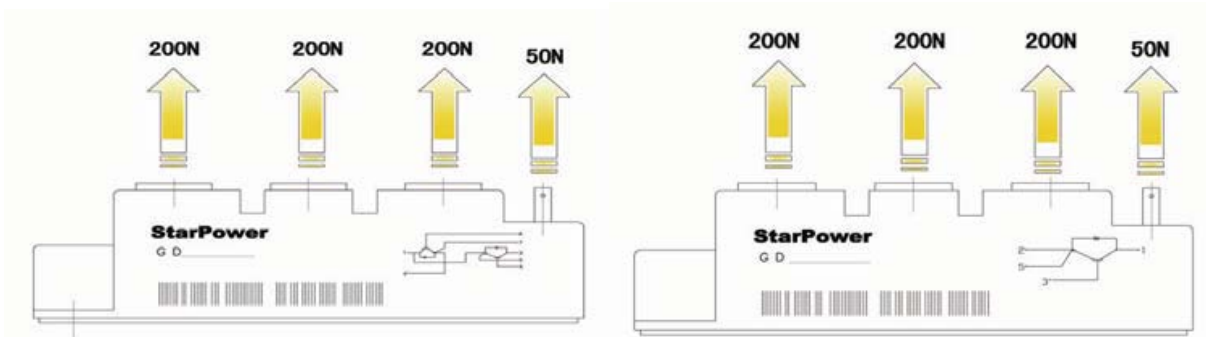
模块端子的受力限制



模块的功率端子应避免承受任何方向的大的拉力，应保证安装点是牢固而有效地，这样安装和应用中相关的力仅作用在模块的固定板上，而不是模块本身。

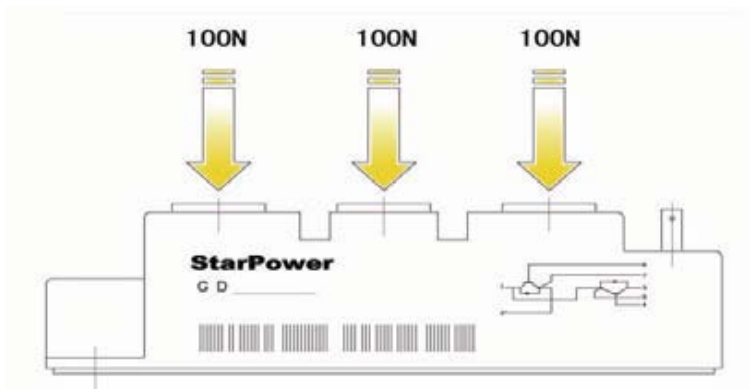
连接的拉力限制

半桥模块（Half Bridge）模块的安装应保证每一个功率端子承受的拉力不超过200N，每一个控制端子所承受的拉力不超过50N，如下图所示：

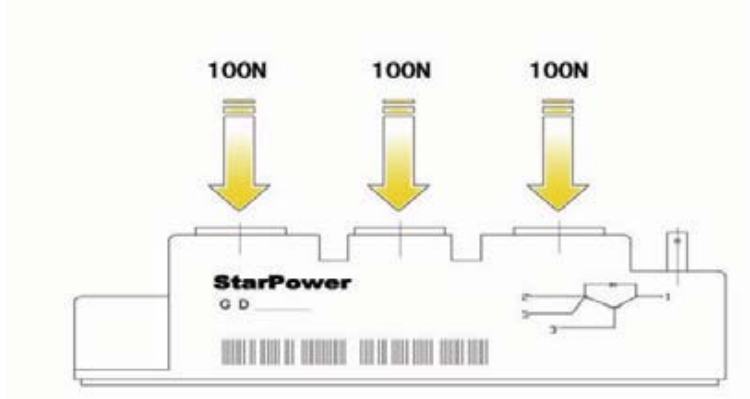


连接的压力限制

半桥模块（Half Bridge）模块的安装应保证每一个功率端子承受的压力不超过100N，如下图所示：



单个开关（Single Switch）模块的安装应保证每一个功率端子承受压力不超过200N，如下图所示：



其他注意事项:

- 1、请避免使用过长的螺栓，防止在安装过程中造成螺栓破坏模块内部结构，具体长度可查阅数据手册。
- 2、所有固定电源母线和功率端子的螺栓应该用一致的力矩进行紧固，具体大小可查阅数据手册。
- 3、主端子、控制端子不要采用回流焊，其它部分焊接时的热量、焊剂、清洗剂等不要影响到模块。
- 4、请避免温度、湿度的急剧变化，特别是模块的表面不能结露。
- 5、不要放在腐蚀性气体，尘埃多的场所。
- 6、安装IGBT、IC是抗静电能力弱的元件，应避免高压静电加于主端子，控制端子