

## 半导体热电发电模块安装说明书（TEP、TEHP）

热电发电模块在 $-60^{\circ}\text{C}$ ~ $330^{\circ}\text{C}$ 的容许使用温度范围下受到的热胀冷缩变形较大。当系统在大的温差条件下循环和运行时，合理的安装来保证模块上有均匀的压力是非常重要的。请在安装前阅读下面文字：

### 区分热面和冷面：

只要当热电发电模块的两面有温度差时，模块才能发电。因此，必须将热电模块的一面贴在一个热源上，另一面贴一个冷源（如：散热器）将热源通过模块传过的热消散出去。

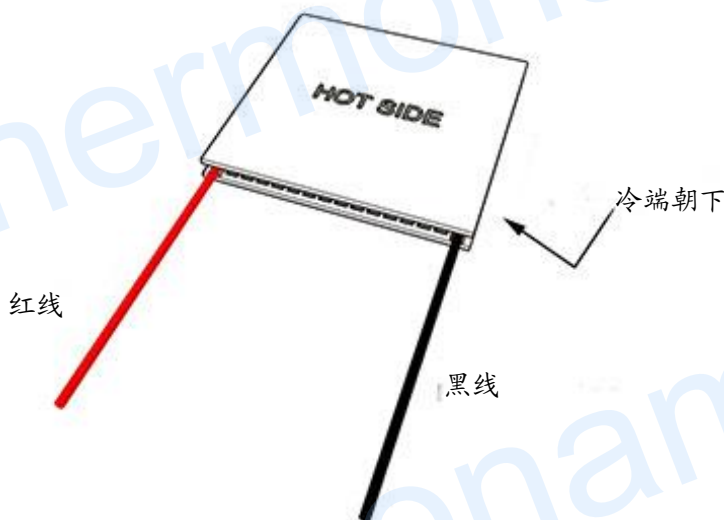
不同于其他厂家的是我们的模块有冷面和热面的区分。安装时应将冷面贴在散热器或热交换器上，热面贴在热源上，这样红色引线为输出电源的正极，如果颠倒了，则黑色引线为输出电源的正极。

模块的热面能过长时间在 $330^{\circ}\text{C}$  ( $626^{\circ}\text{F}$ )的条件下工作，短时间在 $400^{\circ}\text{C}$  ( $750^{\circ}\text{F}$ )，但冷面工作温度不能超过 $200^{\circ}\text{C}$  ( $392^{\circ}\text{F}$ )。因此，如果冷热面装反，冷面贴到温度高于 $200^{\circ}\text{C}$  ( $392^{\circ}\text{F}$ )的热源上，模块就不能再工作了。因此，保障热面贴热源是非常重要的。

如下图：

观察方向为将模块的冷面朝下置于桌面上，引线方向面向观察者。

下面采用图解法说明那面是冷面和那面是热面（通常，在热面陶瓷板上标有“Hot side”）。如果安装正确，红色引线为输出电源的正极，如果颠倒了，则黑色引线为输出电源的正极。



### 使用温度范围

热电发电模块的热面： $-60\sim 330^{\circ}\text{C}$ ，最高  $400^{\circ}\text{C}$

热电发电模块的冷面： $-60\sim 180^{\circ}\text{C}$ ，最高  $200^{\circ}\text{C}$

## 热传导界面

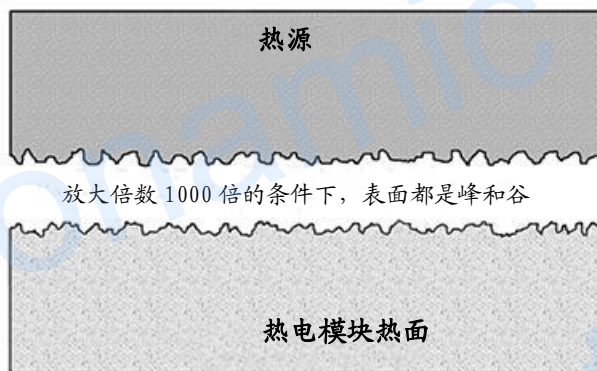
### 显微镜下观测的界面

无论如何机械加工得到的平滑表面在显微镜下的观察都为不规则面。下图所示为显微镜下观测到的界面情况。

## 半导体热电发电模块安装说明书

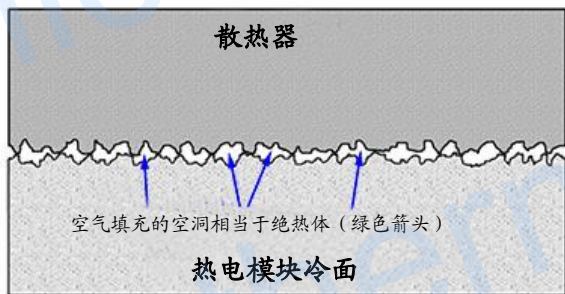
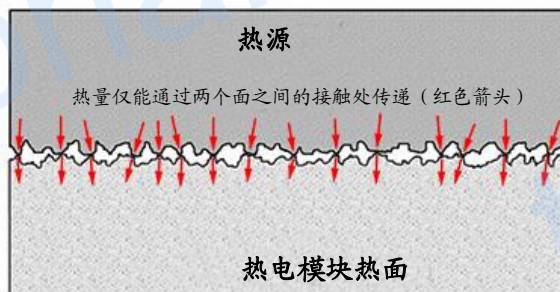
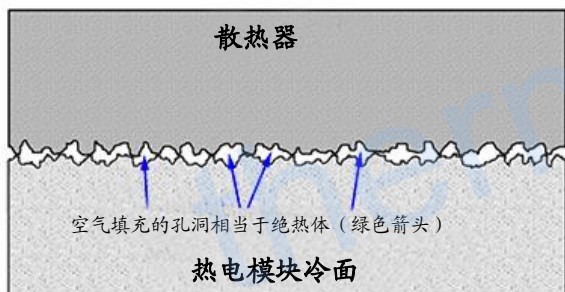


表面平滑？

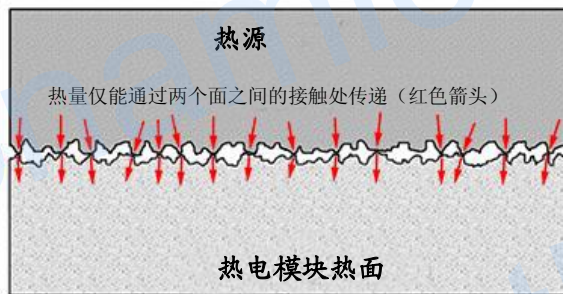


表面平滑？

目测看来表面平滑的表面，在放大情况下是由“山”、“峰”和“峡谷”组成。当两个面彼此接触时，仅“峰”与“峰”之间能彼此接触。其接触面积相对总面积仅占 5%，剩下的 95%都是空隙！



接触面不加导热界面材料



接触面不加导热界面材料

如上图所示，剩下的凹下处形成孔洞，实际形成了一个绝热面导致热量在传输的过程中很难通过。

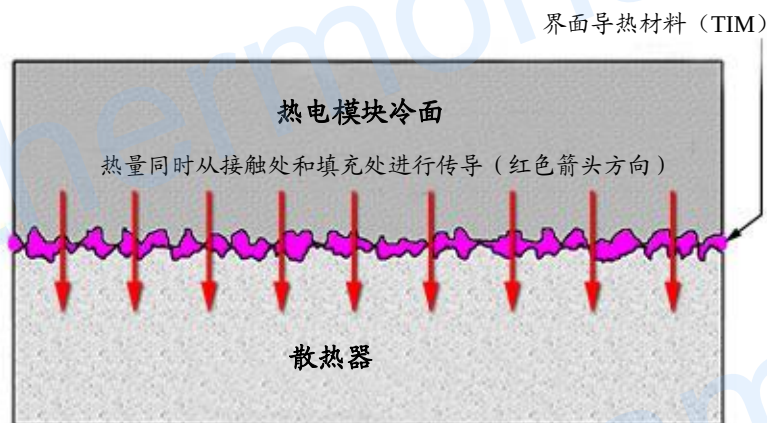
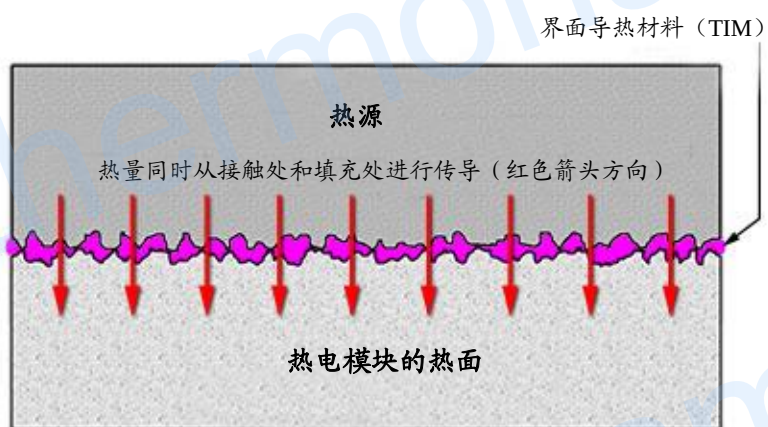
## 表面处理 and 加工

使模块所贴处的热源和散热器尽量平整，对于达到热源、散热器和模块间的最大传热是很重要的。整个热传导界面的平整度要求 $\pm 0.001$  英寸 ( $\pm 0.025\text{mm}$ )，推荐单个面的平整度 $\pm 0.00032$  英寸 ( $\pm 0.08\text{mm}$ )。如果散热器通过两边固定而产生的小的凸面将会补偿热冲击下发生的弯曲形变。

界面必须彻底清洗干净。表面处理 and 加工完成后，严谨用手（含皮肤油脂）和其它物质直接接触处理后的界面。推荐最后清洁步骤安排在仅挨着安装之前完成来避免灰尘达到污染最小化。

## 导热界面材料 (TIM)

当无法获得理想的平滑界面时，采用“第三方”的界面材料就成为必须。导热界面材料即用一种可压缩的材料填充不规则表面造成的空隙，以这种导热系数大的物质来替代空洞导热，使界面间的导热由点接触变为整个界面接触来导热，可以显著的提高整个界面的导热系数。



接触面加导热界面材料

## 导热界面材料 (TIM) 的使用

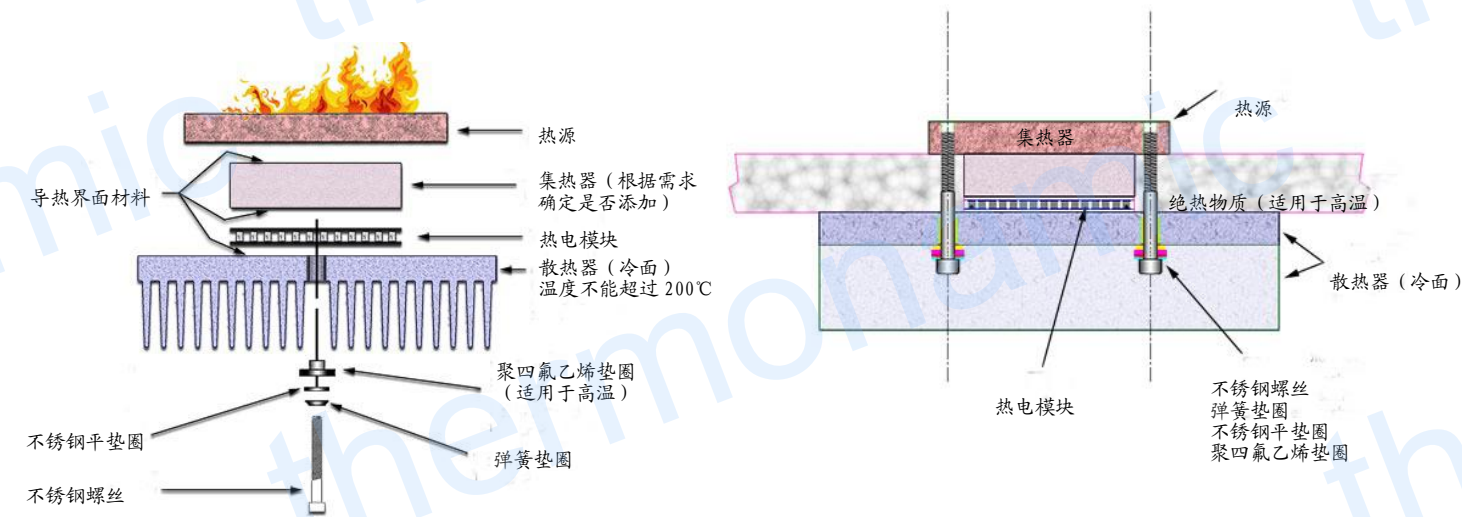
导热界面材料必须满足热电模块的使用温度。采用高导热石墨纸作为导热界面材料，其使用温度为 $-40\sim 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。将高导热单面背胶的石墨黏在热电模块的冷热面，在热面盖上“Hot Side”的标志。

在模块的边缘采用螺栓连接将模块夹紧在热源和散热器之间。上螺丝应仔细，逐步缓慢加压力直到感觉有小的阻力时停止。这样即表明热电模块的冷热面陶瓷板与散热器和热源表面接触良好。必须使用导热界面材料 (TIM) 来实现热电模块的冷热面与散热器和热源之间的接触为面接触，保证整个面导热。推荐热电模块冷热面贴耐高温高导热石墨纸作为导热界面材料 (TIM)，这样热电模块在高温使用时，导热效果更好。



热电模块的安装:

热电模块的边缘采用螺丝连接将模块夹紧在热源和散热器之间。其分解图如下图所示:



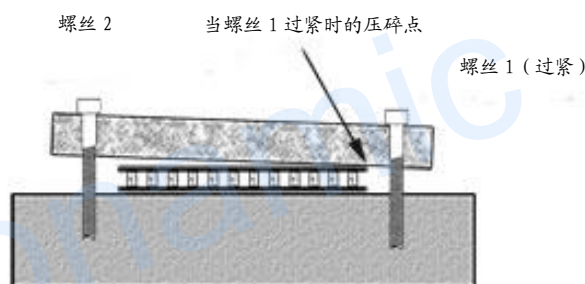
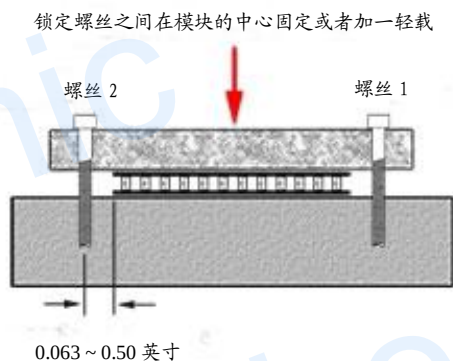
锁模力:

下表列出了不同型号热电模块热接触最好时的锁模力。

| 型号              | 尺寸 (mm)   | 锁模力          | 螺丝直径/ 螺丝数/单个螺丝的扭矩 |
|-----------------|-----------|--------------|-------------------|
| TEP1-1263-3.4   | 30mm×30mm | 120Kgs/260 磅 | 4mm/2/0.072kgxm   |
| TEP1-12635-3.4  | 35mm×35mm | 170kgs/370 磅 | 4mm/2/0.098Kgxm   |
| TEHP1-12635-1.2 | 35mm×35mm | 170kgs/370 磅 | 4mm/2/0.098Kgxm   |
| TEP1-1264-1.5   | 40mm×40mm | 230kgs/500 磅 | 4mm/2/0.128kgxm   |
| TEP1-1264-2.0   | 40mm×40mm | 230Kgs/500 磅 | 4mm/2/0.128kgxm   |
| TEP1-1264-3.4   | 40mm×40mm | 230Kgs/500 磅 | 4mm/2/0.128kgxm   |
| TEHP1-1264-0.8  | 40mm×40mm | 230Kgs/500 磅 | 4mm/2/0.128kgxm   |
| TEHP1-12656-0.3 | 56mm×56mm | 430Kgs/920 磅 | 5mm/2/0.3kgxm     |
| TEP1-12656-0.6  | 56mm×56mm | 430Kgs/920 磅 | 5mm/2/0.3kgxm     |
| TEP1-12656-0.8  | 56mm×56mm | 430Kgs/920 磅 | 5mm/2/0.3kgxm     |

## 螺栓的安装位置:

在安装的过程中，两个螺丝孔以热电模块为中心对称固定在离热电模块边缘 1.0 ~ 12.7mm (0.04 ~ 0.5 英寸) 的地方 (如下左图所示)。螺丝锁紧的过程中应尽量在同一平面线上，避免可能发生安装后散热片弯曲的现象。



## 锁紧步骤:

上螺丝之前，在模块的中心通过固定或者加一个轻载。必须保证所加的轻载在热电模块中心且模块表面受力均匀。

上螺丝应仔细，在螺丝之间运用小增量扭矩来交替增加锁紧力。最重要的是，螺丝的锁紧增量来回应均匀。如果一个螺栓过紧，在锁第二个螺丝的时候将会压碎热电模块 (如上右图所示)。使用扭矩限制的螺丝刀来保证锁紧力精确。锁紧后 1~2 小时后检查是否锁紧，根据情况确定是否重新锁紧。实际使用几个小时后重复这种检查-锁紧的流程。

## 注意事项:

如果没有扭力起子，一个 L 型内六角扳手连接一个精度合理的拉力弹簧秤 (最好使用圆柱头螺丝) 可以用来确定何时螺丝扭矩达到了要求值。确保拉力弹簧秤始终 90° 垂直于 L 型内六角扳手。

