

第5章 散热设计

1. 冷却体（散热器）的选择方法	5-2
2. 散热器选择的注意事项	5-2
3. IPM的安装方法	5-4

本章将对X系列IPM的散热设计进行说明。

1.冷却体（散热器）的选择方法

- 为了IGBT的安全工作，必须保证结温 T_{vj} 不高于 175°C 。

此外，考虑到散热设计，必须保证 T_c 不超过 125°C 。

- 请在散热设计中保留一定裕量，无论在额定负载时还是在过负载等异常情况下，都不能超过 175°C 。
- 在 175°C 以上的温度下动作有可能会造成芯片热损坏。

如果IPM的IGBT芯片温度超过 175°C ， T_{joh} 功能将会动作，但如果温度急剧上升的话，则可能会出现无法保护的情况。

对于FWD，也请注意与IGBT一样，不要超过 175°C 。

- 在选择冷却体（散热器）时，请务必测试芯片中心点正下方的外壳温度。

关于芯片配置，请参照IPM的规格书。

此外，关于具体的设计请参照以下资料。

「IGBT模块应用手册RH984」

- 发生损耗的计算方法
- 散热器（冷却体）的选择方法
- 在散热器（冷却体）上的安装方法
- 故障排除

2.散热器选择的注意事项

2.1 散热器的表面形状

请设计安装产品的散热器以满足以下表面条件。如果表面粗糙度和平坦度不符合要求，则有可能因为接触热阻增大或封装破裂而导致绝缘损坏。

1. 散热器的表面粗糙度，控制在 $10\mu\text{m}$ 以下。
2. 散热器的平坦度，以连接螺钉安装孔中心点的直线为基准面，与基准面的最大（最小）偏差控制在每 100mm 小于 $+50\mu\text{m}$ （ $-50\mu\text{m}$ ）。

这里，凸形被定义为“+”(加)，凹形被定义为“-”(减)。如果形状不均匀，请确保最大值和最小值的绝对值之和为在 $50\mu\text{m}$ 以下。

散热器的表面粗糙度和平坦度的定义，如图5-1所示。

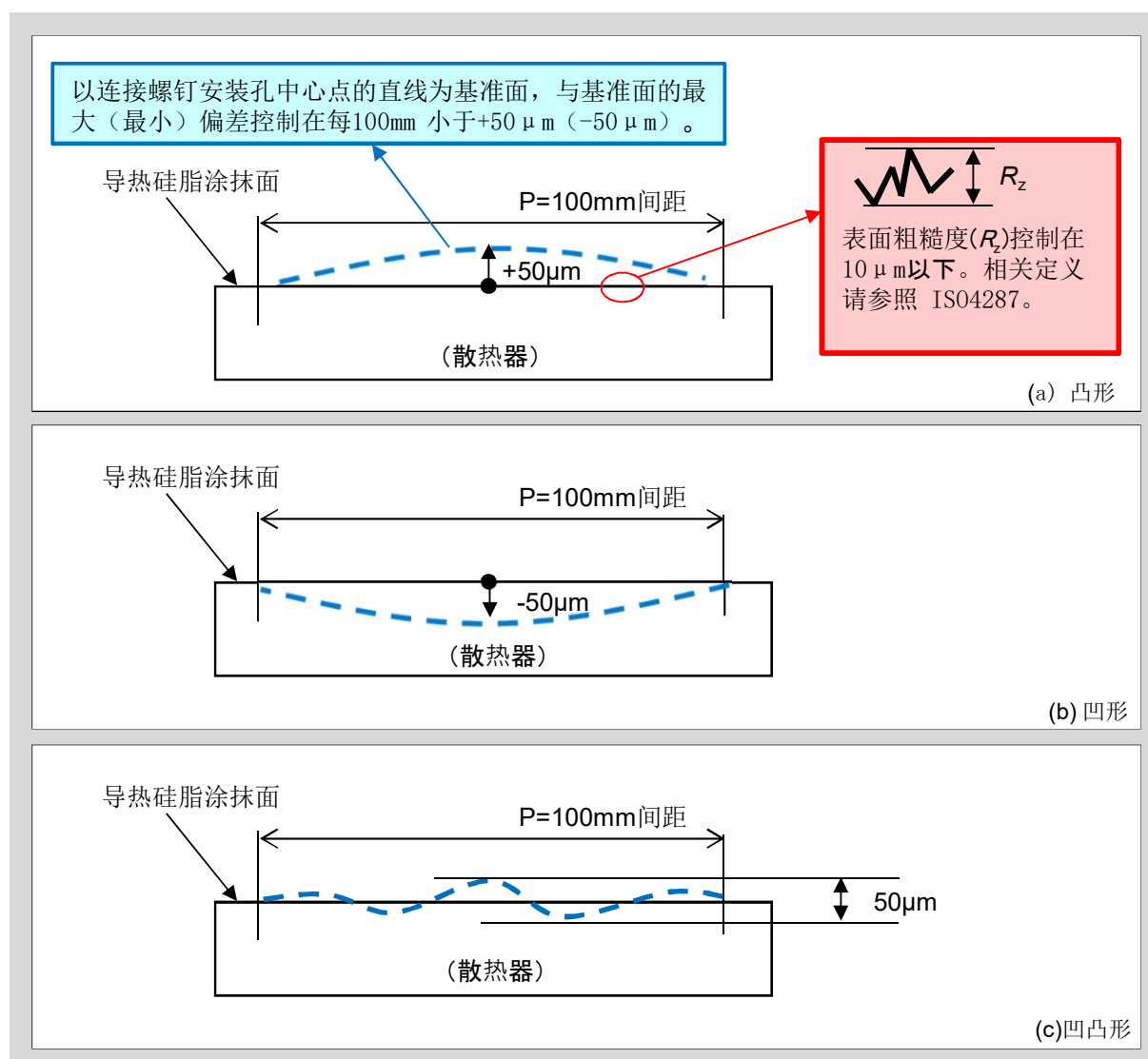


图5-1 散热器的表面粗糙度和平坦度

3. IPM的安装方法

3.1 在散热器上的安装方法

热阻会随着IPM在散热器上的安装位置而发生变化，请注意以下几点。

- 将1个IPM安装到散热器上时，安装在散热器中心位置时的热阻最小。
- 将多个IPM安装到散热器上时，需要考虑各IPM产生的损耗及散热器上的热量分布和散热路径来决定安装位置。IPM产生的损耗较大时，请设计较大的散热面积。

3.2 导热硅脂的涂抹

为了减少接触热阻，请在散热器与IPM的安装金属底面之间涂导热硅脂。导热硅脂请涂在IPM的底面。

如果导热硅脂的特性、涂抹量和涂抹方法不合适，导热硅脂可能无法均匀的分布在产品底板上，就可能因散热不良而引起热损坏。或者在高温或温度循环等工况下，引起导热硅脂变质或枯竭，从而导致产品寿命缩短。请密切关注导热硅脂的选择和使用方法。

导热硅脂的涂抹量（重量）在厚度均匀的前提下，可以通过下面的公式来计算。

$$\begin{array}{ccccccc} \text{导热硅脂的重量} & = & \text{导热硅脂的厚度} & \times & \text{底面的面积} & \times & \text{导热硅脂的密度} \\ (\text{g}) \times 10^4 & & (\mu\text{m}) & & (\text{cm}^2) & & (\text{g}/\text{cm}^3) \end{array}$$

涂抹方法建议采用能够以均匀的厚度涂抹在IPM底面的钢网涂抹方法（图5-2）。可根据客户需求提供推荐的钢网文件。

如果在安装后拆下IPM产品，则可以检查导热硅脂的分布情况。确保导热硅脂充分分布在整个IPM产品的安装表面。

另外，在涂抹导热硅脂时，不仅要检查硅脂在产品整个表面的分布情况，还要检查产品的散热状况。我们已经确认了在使用 ELECTROLUBE 的 HTC 导热硅脂和我司指定钢网，以及形状如交货规格书中描述的散热器时，导热硅脂的分布情况在实际使用中被认为是可以接受的。

HTC 导热硅脂的典型特性如表 5-1 所示。

此外，使用相变热界面材料或导热片可能会对产品造成过大的应力，如下所述。

- 相变热界面材料：

当硅脂凝固时，其硬度与普通导热硅脂相比显著增加。如果紧固点之间存在由硅脂引起的台阶，则在紧固产品时，台阶处可能会产生过大的应力。为了减少紧固时对产品产生的应力，请考虑采取相关措施，例如分阶段增加紧固扭矩，或在紧固前加热硅脂使其软化。另外，硅脂软化并扩散后，紧固扭矩可能会降低，因此请考虑采取相关对策，例如在规定扭矩范围内重新紧固或使用弹簧垫圈。

• 导热片：

如果紧固点之间由于导热片而存在台阶，则当紧固产品时，在该台阶处可能会产生过大的应力。请考虑将导热片放置在产品的整个背面，包括散热器紧固螺丝孔周围。

以上内容主要解释了导热硅脂的基本概念，但在使用时，请进行充分的验证，并自行承担相关风险。

表5-1. HTC 导热硅脂的代表特性和推荐厚度

	单位	数值
粘度 (23℃, 1RPM)	Pa · s	202 ~ 205 *
热传导率	W/m · K	0.9 *
扩散后的平均厚度	μ m	100 +/- 30

* HTC 技术资料拔萃

表5-2 IPM的底面面积

封装	底面面积 (cm ²)
P639	14.74
P629	21.71
P626、P644	22.77
P636、P638	41.17
P630	55.67
P631	141.24

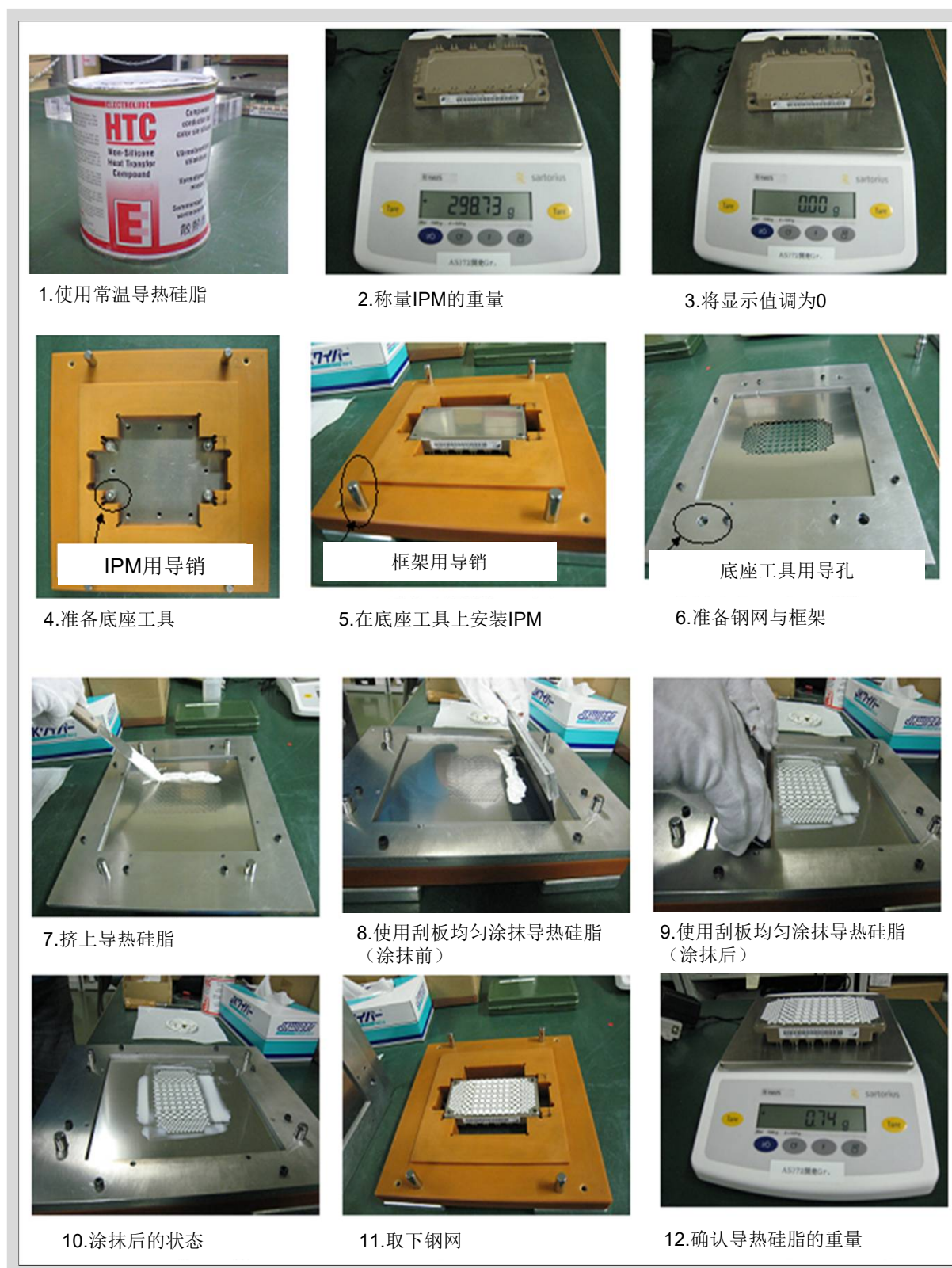


图5-2 导热硅脂涂抹方法示例概要

3.3 紧固方法

安装IPM时的螺丝紧固方法如图5-3所示。另外，请按照规定的紧固扭矩紧固螺丝。推荐使用弹簧垫圈。
规定扭矩记载在规格书中，请另行参照。扭矩不足时，有可能会造成接触热阻变大或在动作中出现松动。相反，若扭矩过大，则有可能导致外壳破损等。

3.4 IPM的安装方向

在挤压成型制作的散热器上安装IPM时，如图5-3所示，建议在与散热器的挤压方向平行的方向上安装IPM。这样可以减少因散热器变形而带来的影响。

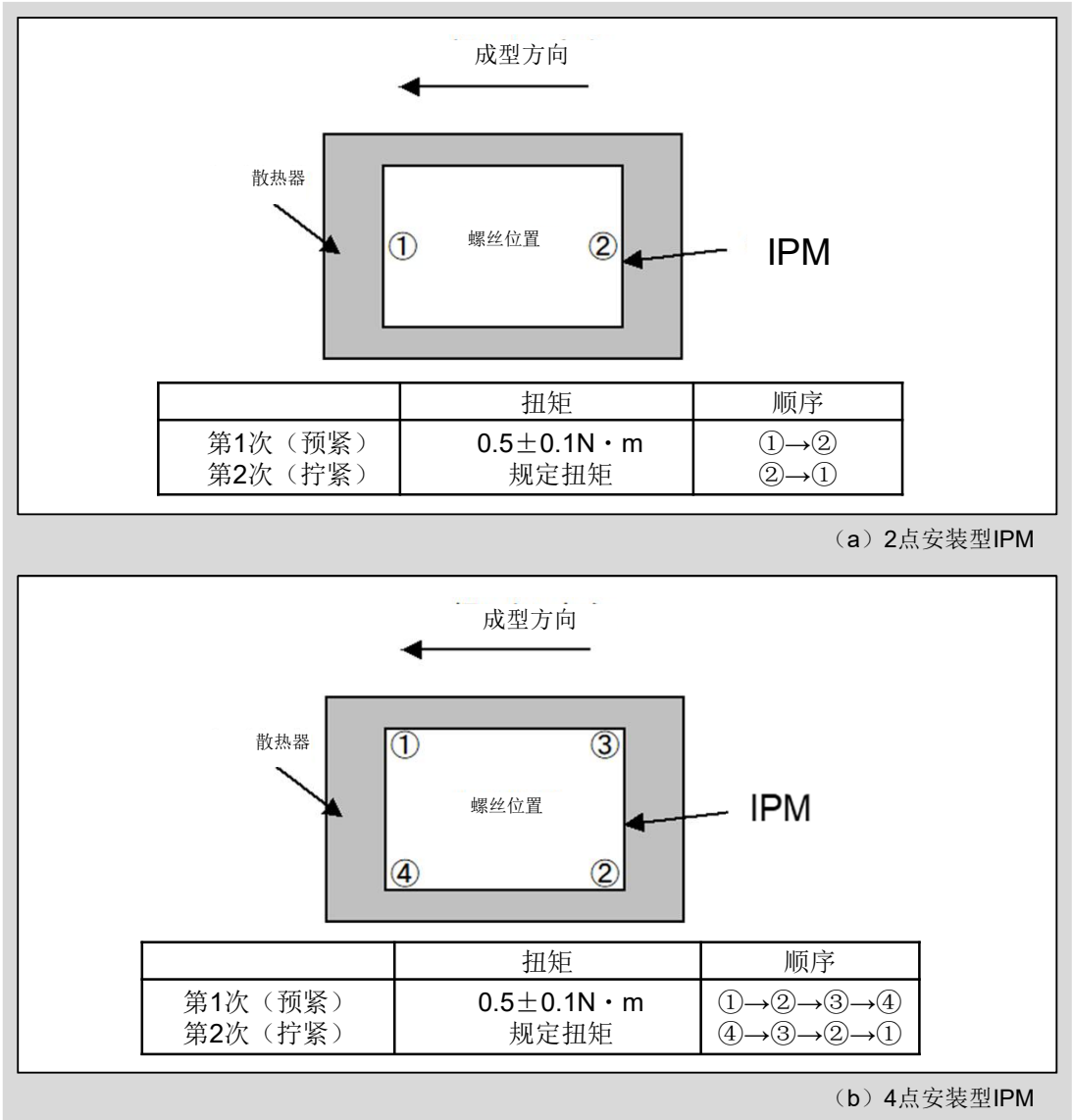


图5-3 IPM的安装方法

3.5 芯片温度验证

选定散热器，确定IPM的安装位置后，测试 T_c （芯片正下方）与 T_f （芯片正下方）的温度，并确认芯片结温（ T_{vj} ）。

外壳温度（ T_c ）的正确测试方法示例如图5-4所示。请参照规格书中记载的芯片坐标，测试芯片正下方的外壳温度。

请验证散热设计是否能够满足外壳温度在125°C以下且芯片结温在175°C以下的目标，以保证系统的预期寿命。

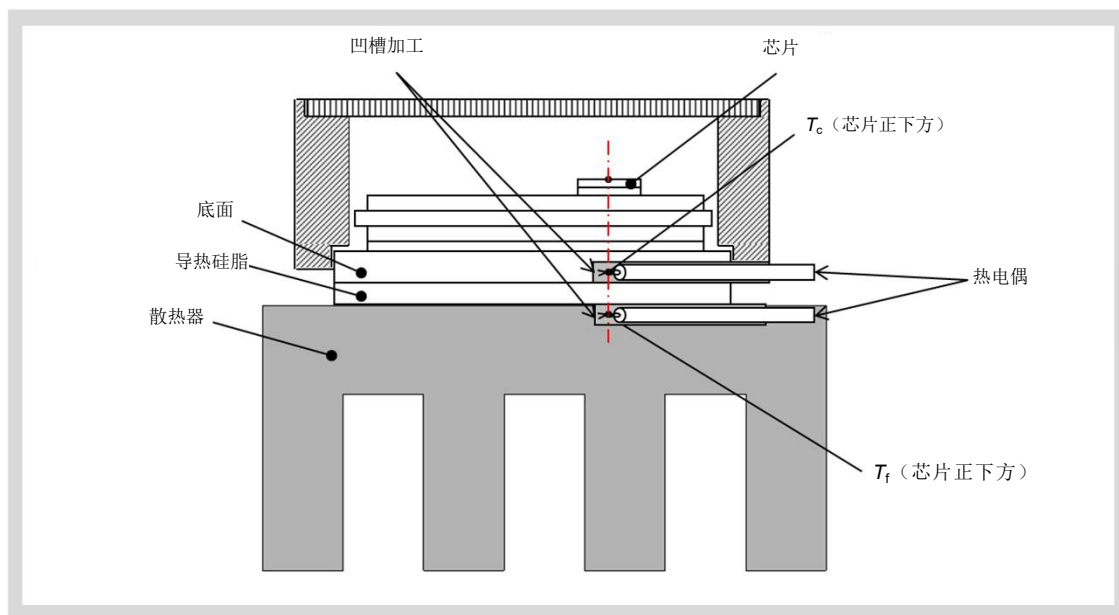


图5-4 外壳温度测定