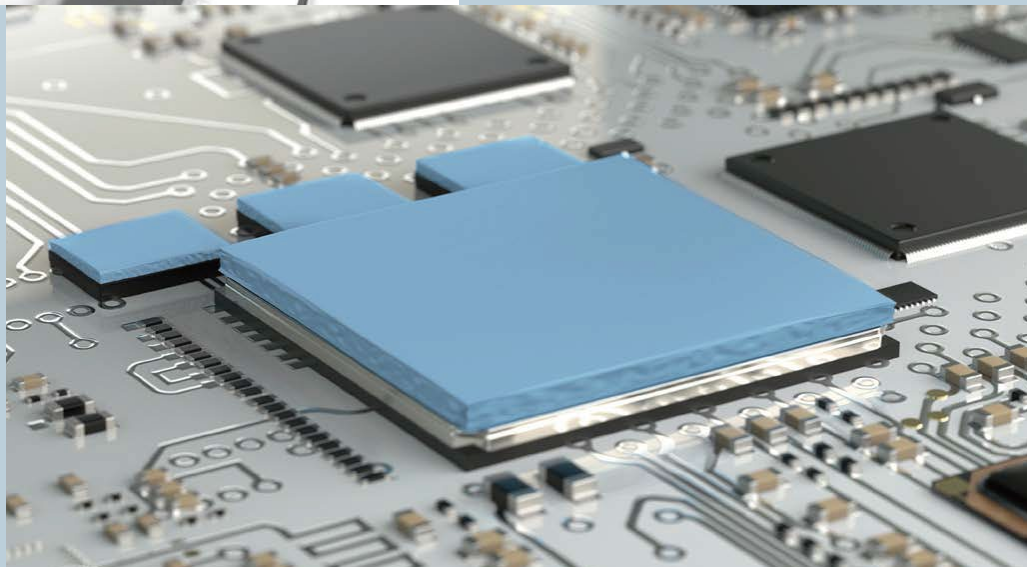
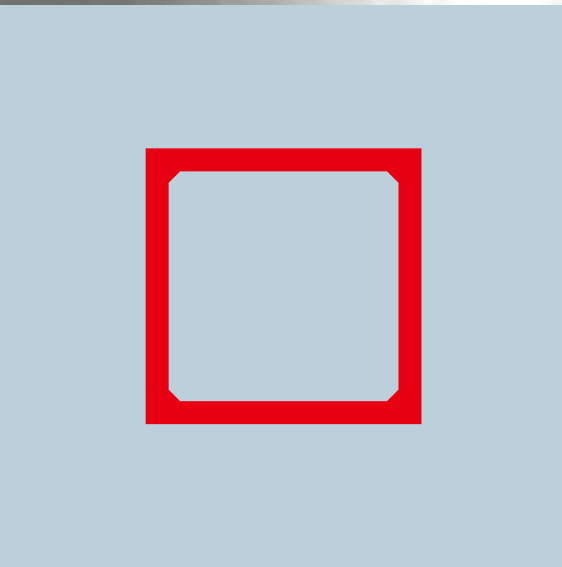
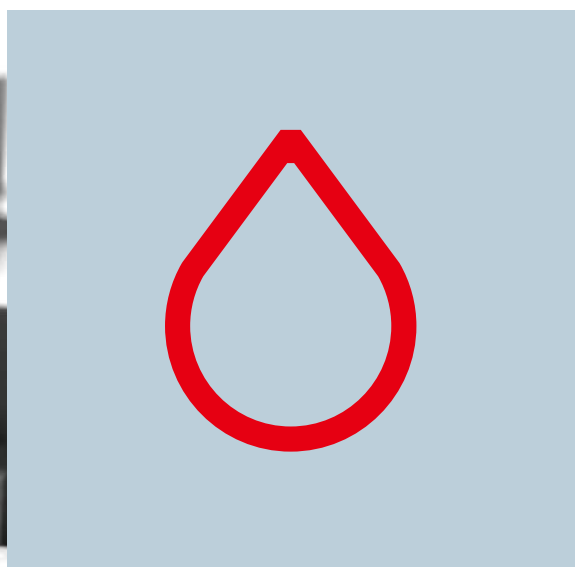


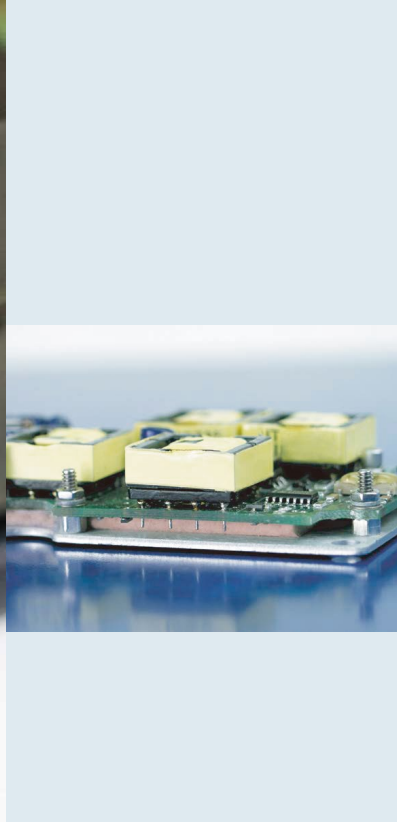
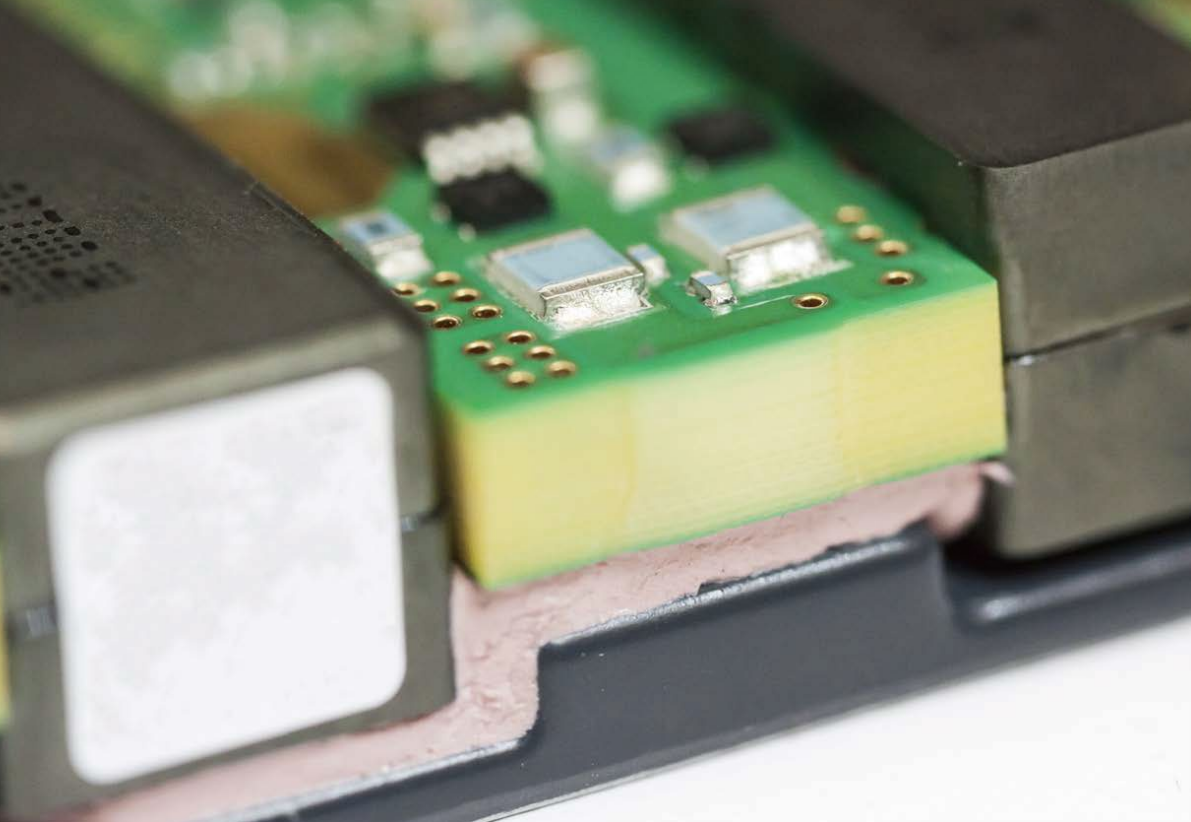
厚间隙应用中的热界面材料：

液体 还是垫片？

了解区分因素与选型考量

Peter Jones





电子设备运行时产生的热量可能会限制其功能，在极端情况下甚至会导致设备或系统的完全失效。因此，维持最佳工作温度是电子系统设计中最关键的方面之一。

管理工作温度的方法有很多，且通常有多种技术会组合使用。这些方法包括主动风冷（例如风扇和空调）、浸没式液冷、冷却管、散热器以及热界面材料（TIM）。散热器广为人知且应用普遍。尽管散热器非常有效，但发热元件与散热器之间的空气间隙却起到了隔热层的作用，降低了热传导效率，限制了元件的冷却效果，最终制约了设备的性能。

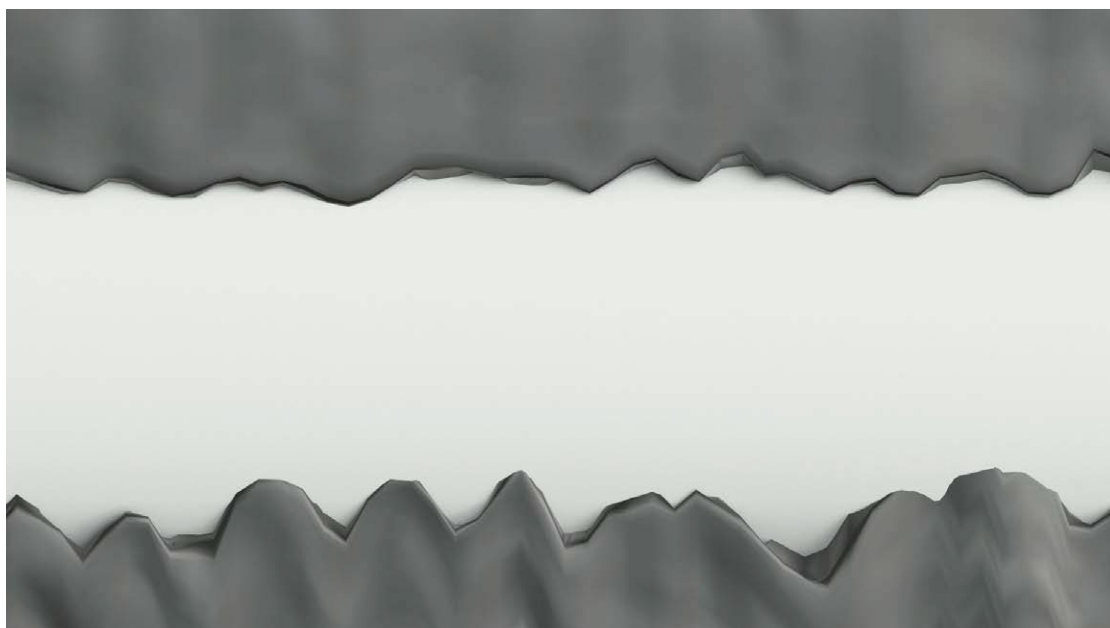
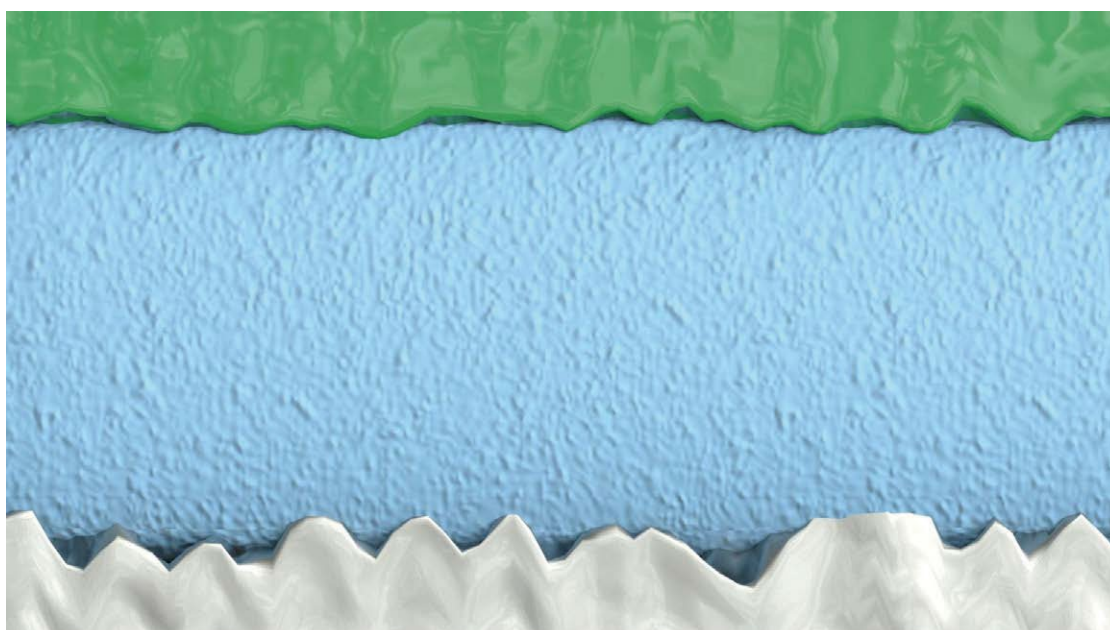
用导热材料填充该间隙有助于将热量更有效地传递给散热器。然而，间隙的几何形态各不相同，不同的厚度、尺寸和复杂结构等因素都会影响热界面材料（TIM）的选择。

本文旨在探讨具有较大间隙的应用场景，以及针对此类设计最为有效的热界面材料（TIM）

多厚才算厚？

散热器与元件表面之间，或者结构（线圈、绕组、电池组等）与充当均热板的外壳之间，既存在肉眼可见的间隙，也存在微观层面的不平整，这些都需要填充。为了优化散热效果，需尽可能多地排除掉空气，这对于改善元件与散热器之间的热传递至关重要。

一般而言，在评估“较大间隙”时，其尺寸范围大约在0.5毫米到2.5毫米之间。除了间隙尺寸外，零件几何形状、两个相对热界面材料(TIM)表面之间的公差、基板粗糙度、可加工性以及最终用途等因素，都有助于确定最适合该应用的产品。在评估哪种热界面材料(TIM)介质适合较大间隙应用时，有两种选择：导热垫片和液态（或凝胶—后文会详述）间隙填充材料。



厚间隙TIM： 流动型还是固定型？

由于液态材料具有流动性，它们通常比垫片具有更好的表面润湿性，能更彻底地填充，从而提高导热性能。因此，人们可能会认为液态材料始终是最优选择。但事实并非如此，原因如下：

导热垫片是柔软的、具有顺应性的预固化片状材料；它们能够填充的最小间隙厚度约为0.5毫米。与液态间隙填充材料相比，垫片具有一些独特且往往是必需的特性。预固化垫片可以通过在中心增加一层薄膜来提供电气隔离，从而满足特定的电气要求。正是由于这一特性，对于某些高压设计而言，垫片可能是唯一的选择。易于应用也是垫片的一大优势。它们被预先切成所需的形状，同时手动施加相对简单（部分也可实现自动化）。对于产量在数百件（而非数千件）级别的工艺，垫片是一种易于管理且有效的解决方案。最后，垫片的保质期平均比液态材料更长。与液态介质不同，由于垫片已经固化，无需担心材料分层问题。

另一方面，液态间隙填充材料有助于简化库存管理，因为这类材料可以以任意图案和用量进行点涂，进而填充任何形状或尺寸的间隙和结构，而不局限于填充两个大致平整的表面。供应链的简化是另一个优势。与垫片不同（每种厚度和形状都需要一个独立的零件号），一种液态间隙填充材料可以应用于多种应用，甚至在同一组件的多个位置使用。

液体材料与凝胶： 区别何在？

在液态TIM类别中，有两种类型，其差异需要加以澄清。双组分液态间隙填充材料是未固化的材料，最常用于高可靠性应用，例如汽车，以及部分以振动和严苛条件为常态的工业自动化产品中。由于它们在点涂时尚未固化，因此比预固化凝胶具有更好的流动性，能够提供更优异的表面润湿性。

凝胶型TIM从技术上讲也属于液体，但处于固化状态，其粘度高于双组分未固化液体。这类材料具有出色的导热性能，导热率可高达10 W/mK，同时具有低装配应力和高间隙稳定性。凝胶材料适用于需要液态解决方案，但设备本身稳定且不会受到运动和振动的影响的场景。此类应用（如电信基础设施系统）中所受的力不如其他环境那样极端。

当然，除了选择液态还有垫片之外，TIM选型还涉及众多其他因素。树脂化学、固化曲线、可维修性、导热率、热阻等，都必须作为TIM评估的一部分加以考量。汉高拥有多种资源来帮助确定针对特定应用的热界面材料(TIM)。



Peter Jones

作者简介

Peter Jones 是汉高粘合剂技术电力和工业自动化领域导热界面材料的高级应用工程师。Peter 于2022年初从迈图高性能材料（Momentive Performance Materials）公司加入汉高，此前他在该公司也担任应用工程师。他拥有有机硅粘合剂和密封胶的工作背景，尤其在航空航天工业领域具有丰富经验。Peter持有伦斯勒理工学院（Rensselaer Polytechnic University）材料科学与工程学士学位，并辅修可持续发展研究。

探索更多：

- › [GAP PAD导热材料](#)
- › [导热间隙填充剂](#)
- › [导热凝胶](#)
- › [相变材料](#)

