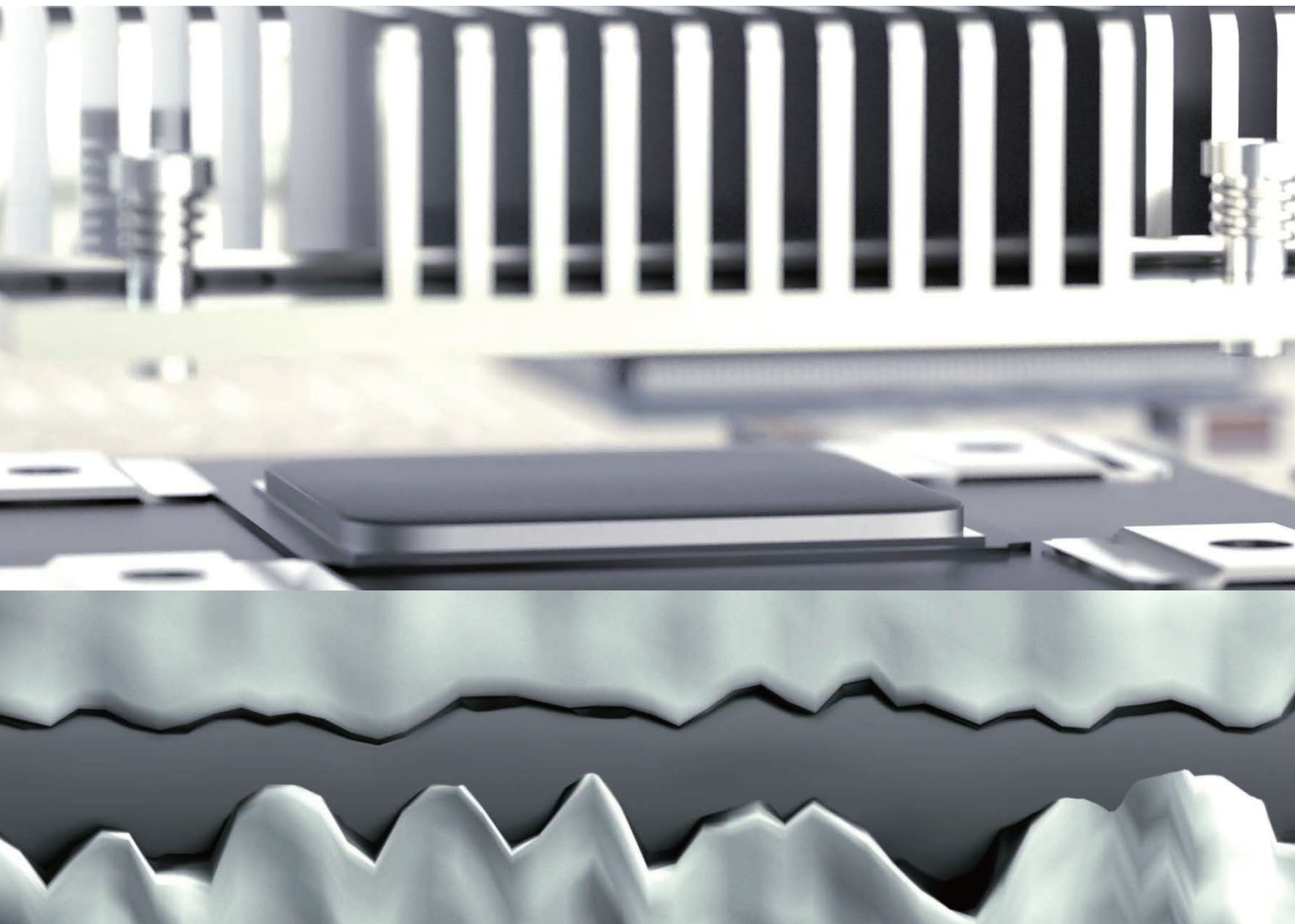


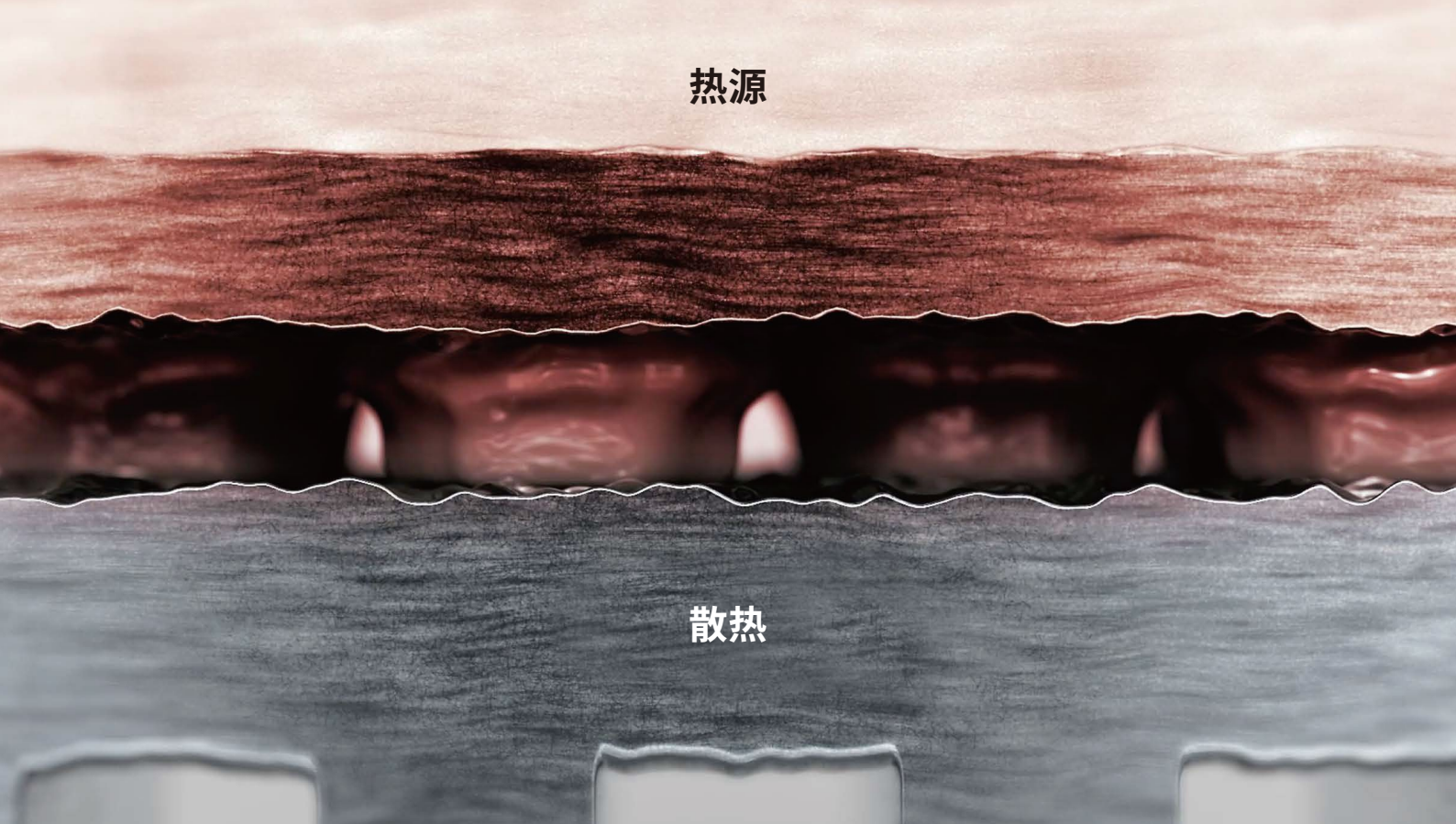


能薄则薄 需厚则厚

— 超薄粘合层热界面材料的考量因素

Shelby Shevik





热源

散热

为了最有效地将热量从热源转移出去，热界面材料（TIM）是几乎所有电子设备正常性能发挥所不可或缺的要害。将热能从发热元件传递至散热器或均热器，可通过降低过热风险来优化功能，从而优化设备功能。从长远来看，这也有助于延长系统的使用寿命。热界面材料（TIM）是各种形态（垫片、液体、凝胶、薄膜等）的导热材料，通过提供连续、无空隙的热传递路径来增强散热。

其目标是用尽可能薄的材料填充热源与散热器之间的间隙，以提供最低的热阻和最有效率的传导路径。

但材料必须足够厚——即“厚度恰到好处”——才能填充间隙并完全消除空气的存在。在评估超薄粘合层（定义为小于200微米）应用时，通常有两类TIM材料可供考虑：导热硅脂和相变热界面材料。

权衡选择

相变热界面材料有可干燥的膏状或薄膜形式。一旦在应用中达到其相变温度，材料便会流动到界面处并填充间隙。当热量降至相变温度以下时，这些TIM会恢复为固态。相比之下，导热硅脂则始终保持在中等粘度的状态（可以想象为顺滑的果冻状）。导热硅脂的各种形态带来了各自的优点和挑战，但其他因素也会影响其有效性。产品选择自然取决于工艺偏好和应用性能要求。以下是选择薄粘接层TIM时需要考虑的一些方面。

相变热界面材料

优势

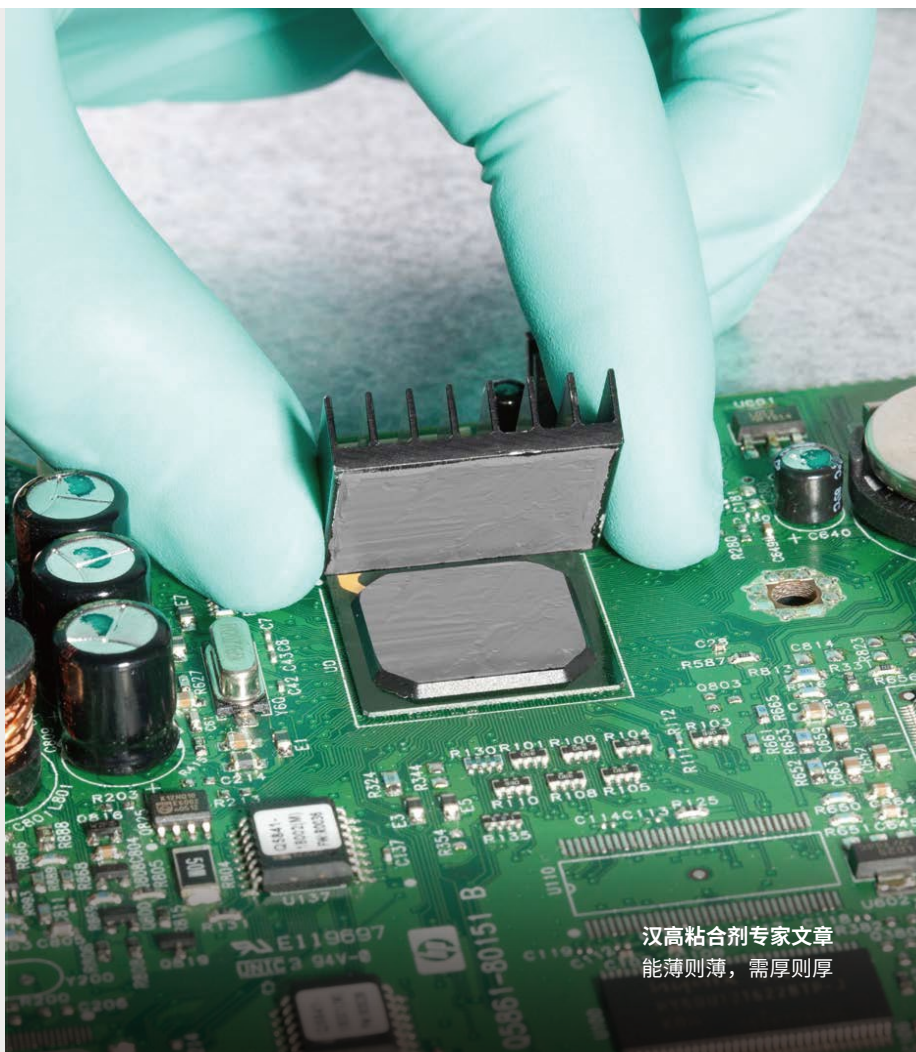
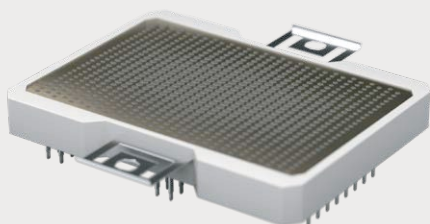
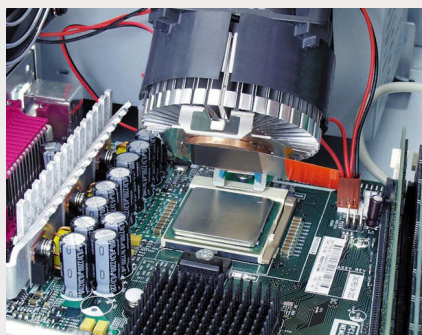
由于这类材料在低于其相变温度时保持固态，因此具有很高的稳定性。相变膏状物可以通过丝网印刷或点胶方式进行涂覆，然后干燥；而薄膜类材料则设计为便于操作和应用。如果相变薄膜涂覆在载体基材层的两侧，还能额外提供介电阻隔层，实现电气隔离。由于材料稳定性好，相变TIM可由散热器供应商或电子组装厂预先涂覆。此外，减少脏污也是一项优势，因为不会像硅脂那样产生挤出溢出。从性能角度来看，材料的稳定性还能限制材料随时间的迁移——即“泵出”现象——有助于保持热传导的完整性。

挑战

最小的超薄粘接层只有通过导热硅脂才能实现。高吞吐量的点胶/印刷设备需要较大的前期投资成本。

工艺

对于所有形态，相变 TIM 均可手动施加或通过自动化系统（点胶机、丝网/模板印刷机或贴片设备）进行涂覆。



汉高粘合剂专家文章
能薄则薄，需厚则厚

导热硅脂

优势

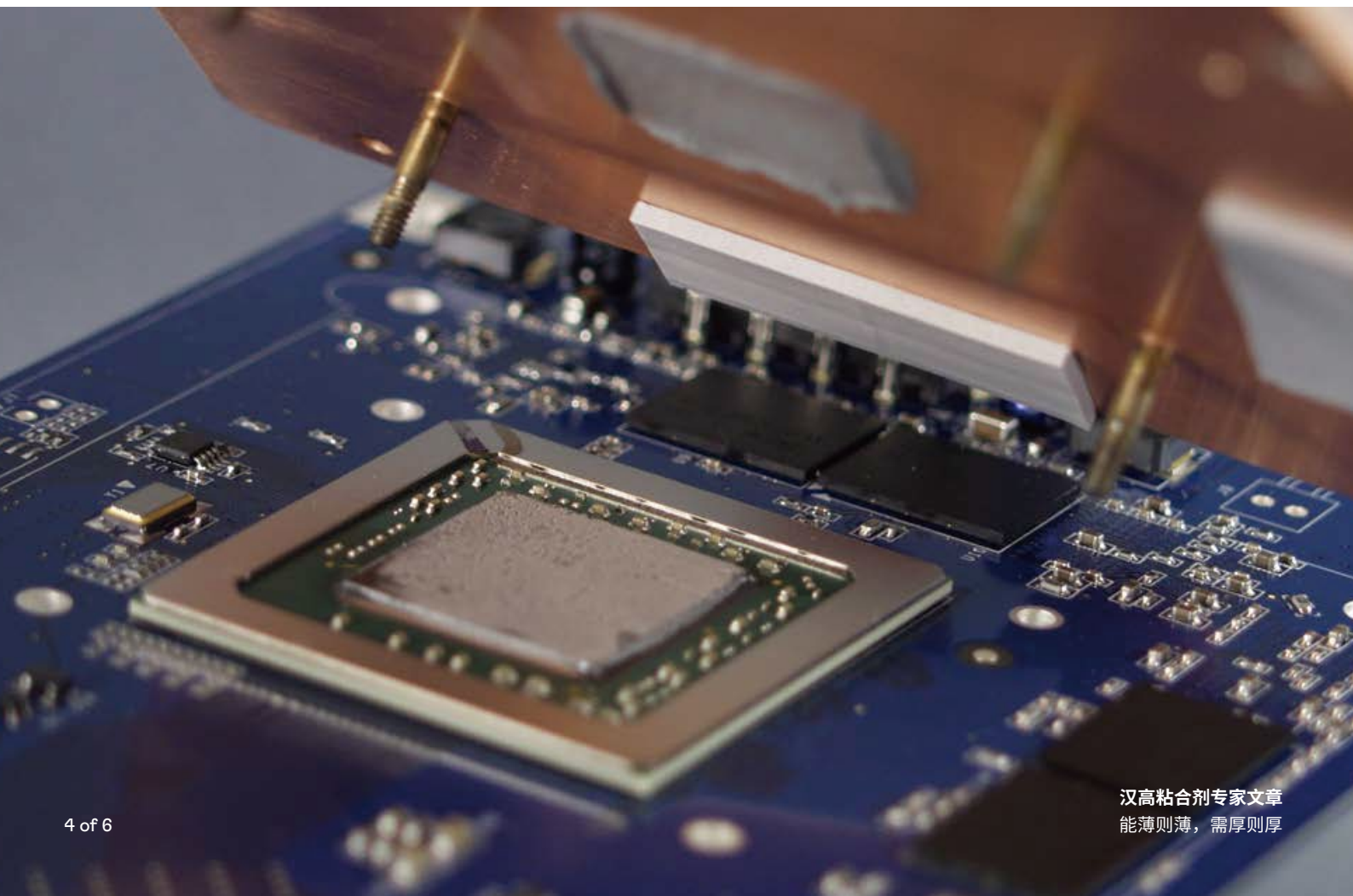
导热硅脂虽然常被说成“不整洁”，但其实是易于操作的材料，这也是一些专家偏爱它们的原因。这类材料性能表现相对良好，几十年来一直是薄粘合层解决方案中的“首选”。总体而言，导热硅脂被认为具有较好的性价比。尽管在大功率密度应用中的性能通常并非硅脂材料的强项，但部分高端硅脂也能够满足相对苛刻的要求。

挑战

由于存在“泵出”隐患，导热硅脂并不适用于需要电气隔离的场景，也不适合极高可靠性的设计。操作过程可能较为凌乱，容易导致污染。

工艺

导热硅脂通常在电子组装现场进行手动施加。由于它们始终处于粘稠液态，因此无法由散热器供应商预先涂覆。

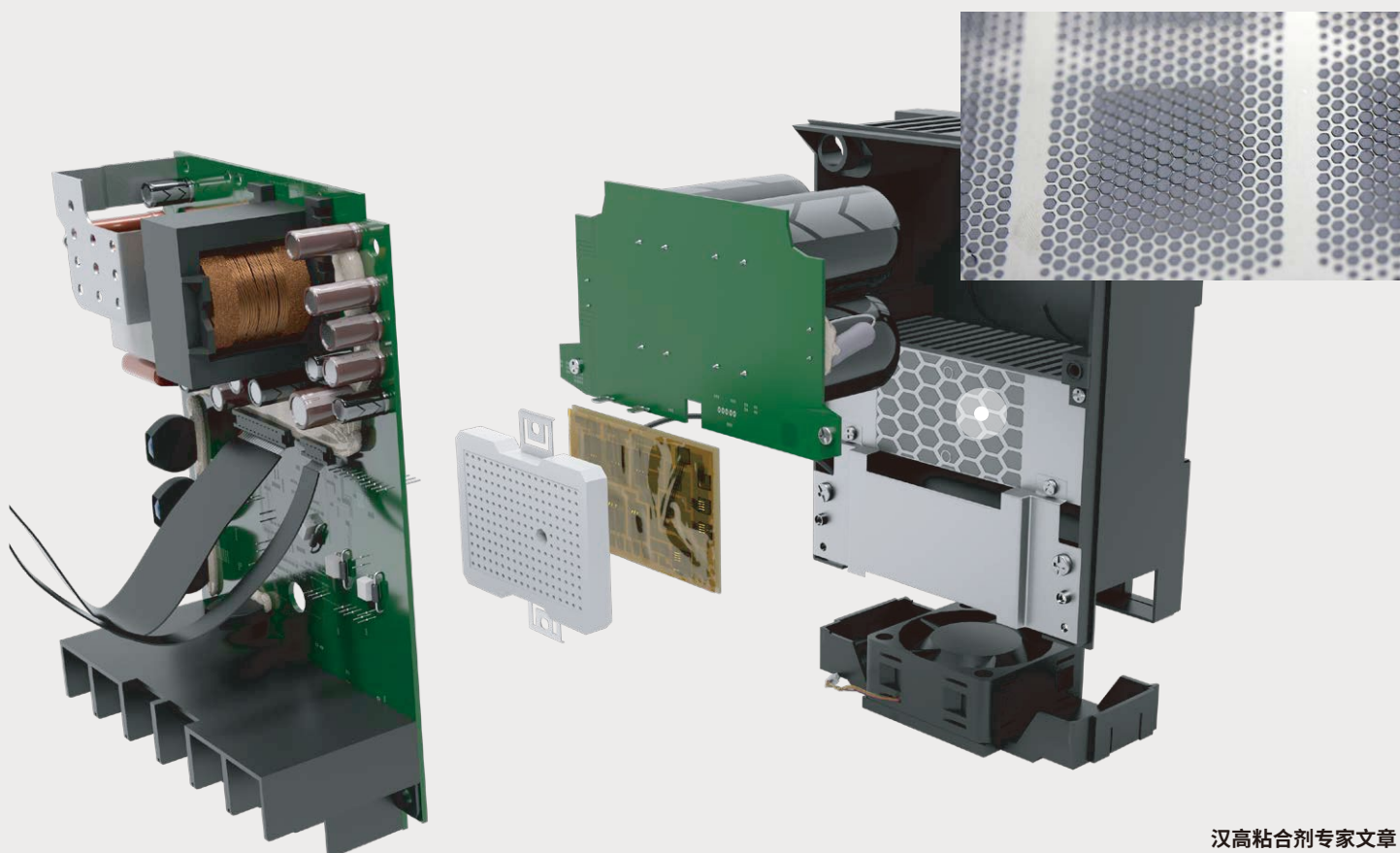


直接对比

最终应用场景、预期使用寿命和可靠性要求是决定薄粘合层TIM选型的主要因素。某案例研究展示了针对某新型驱动系统的应用测试——该系统要求25至30年的使用寿命稳定性以及自动化涂覆工艺——最终如何导致选择了可干燥型膏状相变TIM。当将该相变TIM与两种不同的导热硅脂进行对比测试时，其优越的可靠性得到了验证。两种硅脂材料在-50°C至150°C的热冲击测试中均在600至800小时后失效，而相变TIM在超过1000小时后仍表现如常。此外，该应用还对低热阻抗有要求。虽然与某些较厚的TIM解决方案相比，导热硅脂和相变TIM通常都具有相对较低的热阻，但可干燥型相变膏体在这一指标上的表现也优于硅脂。

薄是趋势

现实情况是，越来越多的电子功能正被集成到更小的空间内，而这必然产生热量。在受限的尺寸条件下，更薄且更大的器件需要采用薄粘合层热界面材料（TIM）。因此，导热硅脂和相变TIM的配方开发都成为优先事项。随着均热板尺寸增大，表面平整度的控制变得更加困难。此外，压力也成为一项挑战，因为更大的器件需要多个机械连接点，这可能导致因受力而产生的芯片应力 and 板翘曲。这些因素正在加速薄粘合层热管理解决方案的应用。





Shelby Shevik

作者简介

Shelby Shevik是汉高粘合剂技术电力和工业自动化领域热材料的主要应用工程师之一。Shelby于2022年初加入汉高，但在此之前的五年多时间里，她一直是一名充满热情的应用工程师，服务于其他行业。她在材料解决方案方面拥有广泛的经验，涵盖导热界面材料、含氟聚合物、热熔胶和结构胶等。在工业和汽车市场为客户服务的长期经历，使Shelby热衷于解决客户的痛点和推动最符合市场需求的解决方案。Shelby现驻明尼苏达州Chanhassen，拥有伯米吉州立大学（Bemidji State University）生物学学士学位，辅修化学。

[了解更多](#)

Henkel