

LOCTITE®

BERGQUIST®

AI

汉高AI数据中心 材料解决方案

Henkel

Henkel Adhesive Technologies



目录

03 满足AI需求的先进材料

04 全面解决方案

07 源头热管理

14 高价值集成电路保护

概览

42%

生成式人工智能年同比增长*

1.3万亿美元 50kW

到2032年的生成式人工智能市场*

服务器机架的预期电力需求**

参考资料:

*<https://www.networkcomputing.com/data-centers/ai-data-centers-increasing-power-efficiency-gan>

**<https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2023/10/23/how-data-centers-are-evolving-to-meet-ai-demand/?sh=66d5d5fc77ac>

数据中心人工智能集成电路性能优化

人工智能（AI）已广泛渗透至各行各业，尤其是那些对超高计算性能有迫切需求的领域。在数据中心，人工智能的强大功能及其以更高效率管理大型复杂工作负载的能力表现得最为显著。

为了满足对机器学习和生成式人工智能日益增长的需求，数据中心人工智能芯片集成正历经爆炸式增长。据估计，人工智能计算强度每6至10个月就会翻倍增长。基础设施产能也紧随其后。由众多服务器组成的高性能计算（HPC）集群通过网络连接，提供了庞大的处理能力和更快的速度，高功率密度也导致产生了更多的热量。

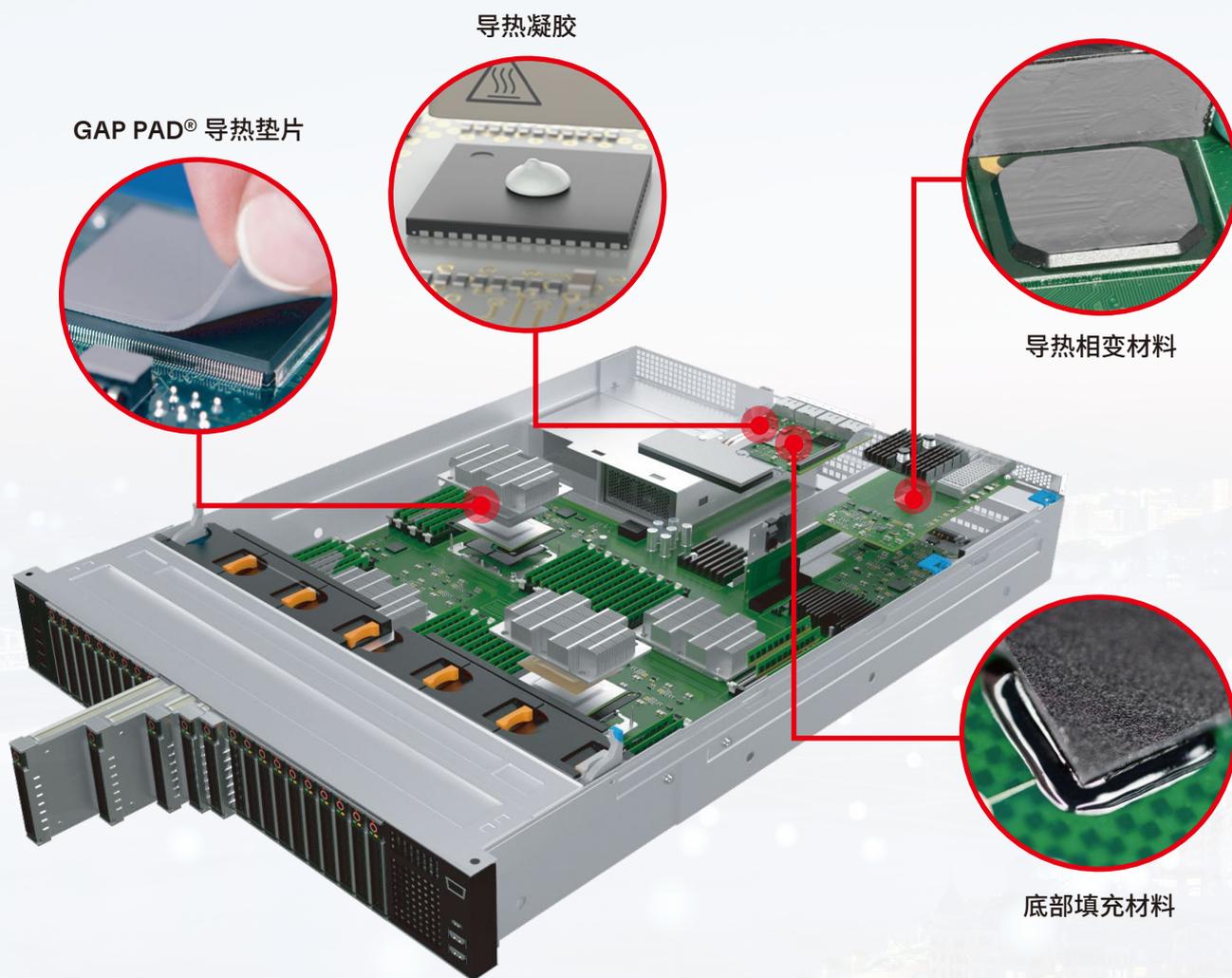
当前，内部采用GPU/FPGA/ASIC封装而成的高性能AI模块的机架功率已达到7kW，预计在不久的将来有望达到50kW甚至更高¹。同时，数据传输速度也在迅猛提升，光网络现已实现1.6Tbps的传输速率。对于这类高价值系统而言，不断提升其性能表现并确保其长期稳定运行至关重要。先进的热控制和互连保护解决方案能够从源头上克服运行热量和热机械应力面临的挑战，对于提高人工智能工作负载效率非常关键。

1.Omdia 2022数据中心热管理市场分析报告

用于先进数据中心系统的 导热材料和保护材料

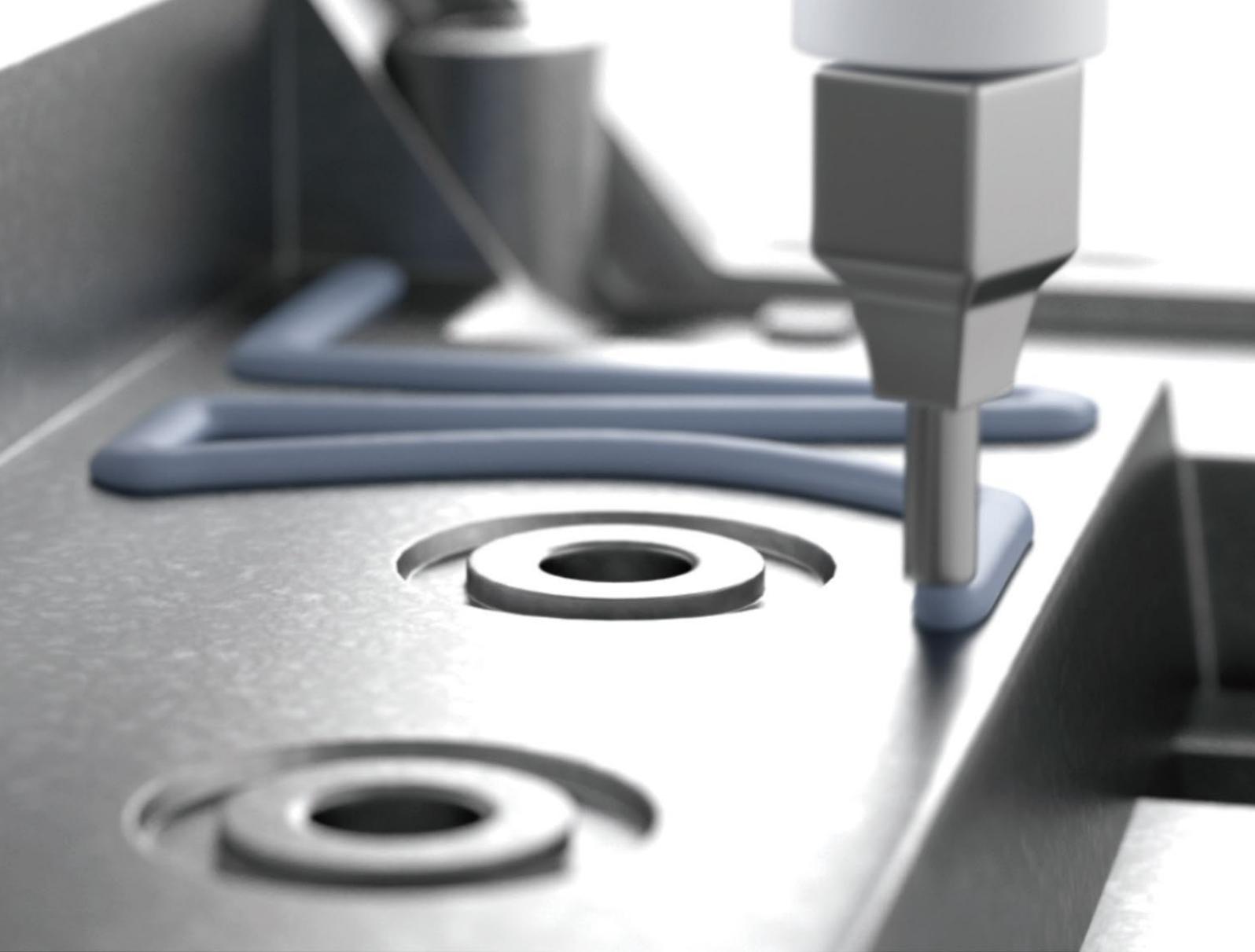
服务器





路由器和交换机





源头热管理

管理数据中心的运行温度是当今高性能计算领域面临的巨大挑战之一。为了确保系统的强劲性能，必须采用多种热管理策略，如果不加控制，过度的热负荷会对系统运行造成严重影响。导热界面材料（TIM）与风冷、液冷相结合，提供了从源头散热的有效方法。TIM提供了一条从发热器件到散热器的更直接的路径。在数据中心服务器、路由器及交换机系统中，导热垫片、液态填隙材料、导热凝胶、相变材料薄膜和导热硅脂TIM作为整体热管理策略的重要组成部分被广泛应用。根据人工智能设备设计、系统空间限制和所需的热导率/热阻，可灵活选用各种汉高BERGQUIST® TIM材料。

服务器和存储 - 导热界面材料

GAP PAD® 导热垫片

BERGQUIST®
GAP PAD®
TGP HC3000

BERGQUIST®
GAP PAD®
TGP HC5000

BERGQUIST®
GAP PAD®
TGP 3500ULM

BERGQUIST®
GAP PAD®
TGP 6000ULM

BERGQUIST®
GAP PAD®
TGP 7000ULM

BERGQUIST®
GAP PAD®
TGP 10000ULM

BERGQUIST®
GAP PAD®
TGP 12000ULM

BERGQUIST®
GAP PAD®
TGP 12000

导热凝胶

BERGQUIST®
LIQUI-FORM TLF LF3500

BERGQUIST®
LIQUI-FORM TLF 3800LVO

BERGQUIST®
LIQUI-FORM TLF 6000HG

BERGQUIST®
LIQUI-FORM TLF 10000

导热相变材料

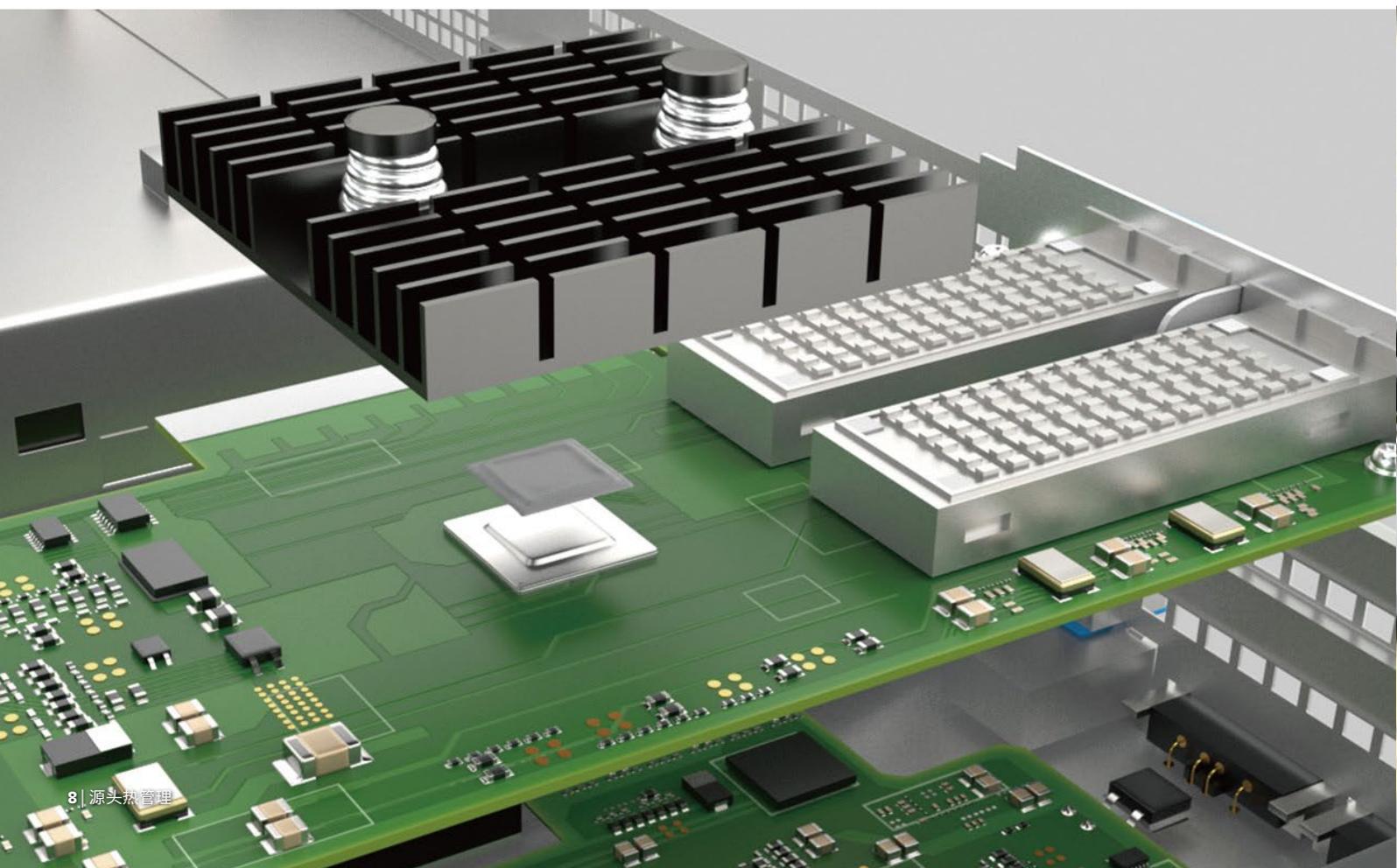
BERGQUIST®
HI-FLOW
THF 1600G

LOCTITE® TCP 4000 D

BERGQUIST®
HI-FLOW
THF 1600P

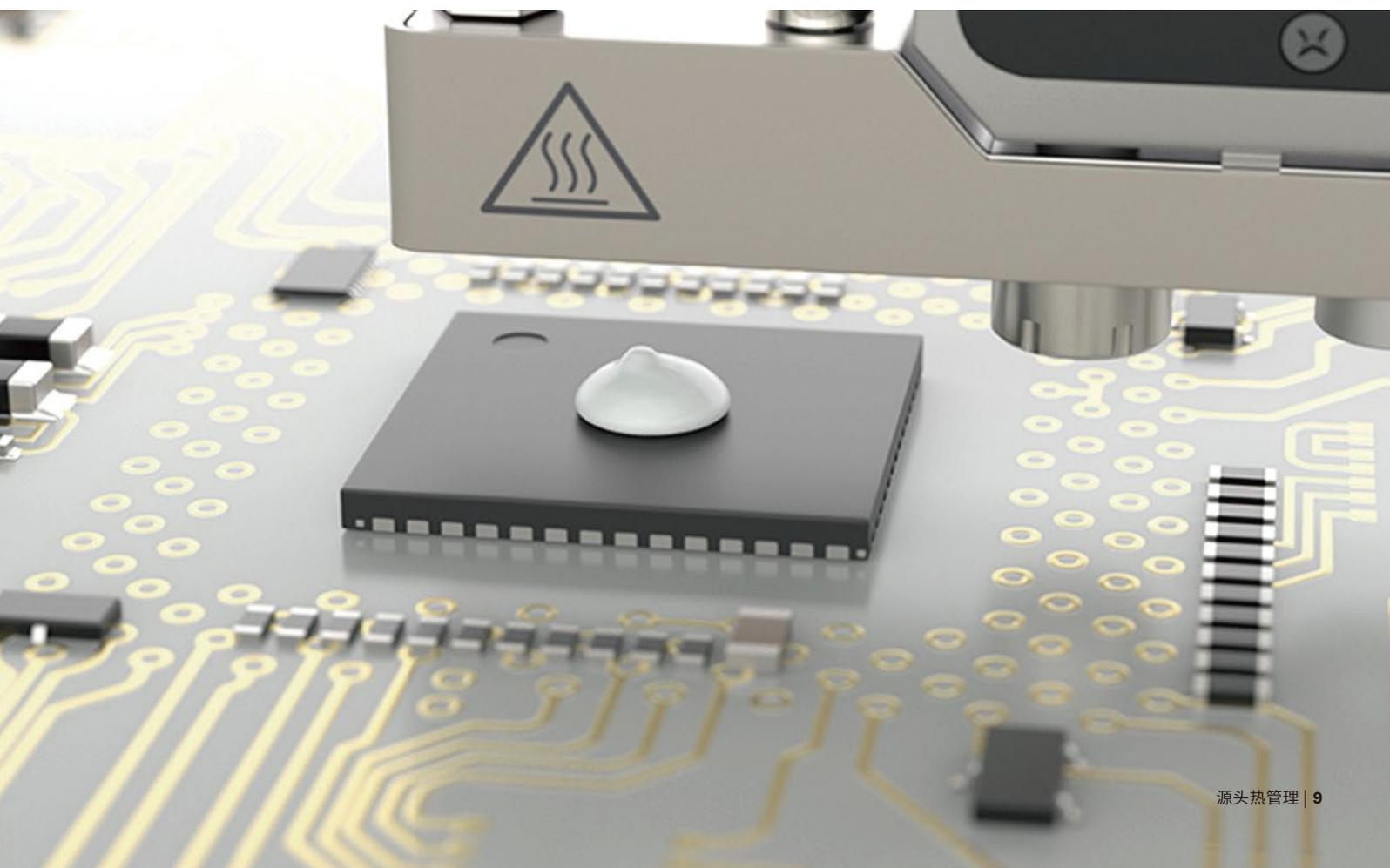
BERGQUIST®
HI-FLOW
THF 5000UT

LOCTITE® TCF 4000 PXF



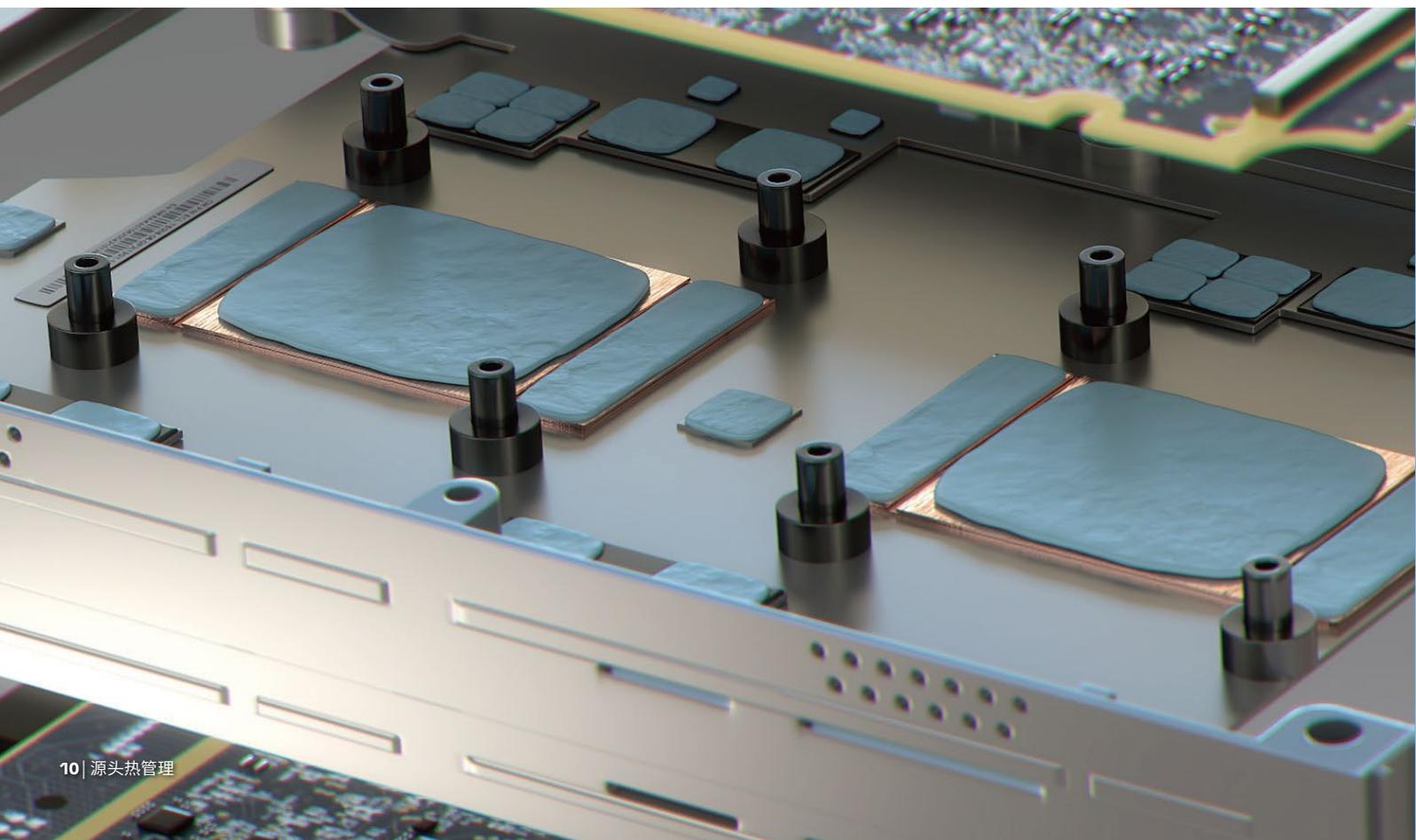
路由器和交换机 - 导热界面材料

GAP PAD® 导热垫片	液态填隙材料	导热胶	导热凝胶	microTIM 热界面涂层	导热相变材料	导热粘合剂
BERGQUIST® GAP PAD® TGP HC3000	BERGQUIST® GAP FILLER TGF 1500	BERGQUIST® LIQUI-BOND TLB 400SLT	BERGQUIST® LIQUI-FORM TLF LF3500	BERGQUIST® MICROTIM MTIM 1013	BERGQUIST® HI-FLOW THF 1600G	LOCTITE® 315
BERGQUIST® GAP PAD® TGP HC5000	BERGQUIST® GAP FILLER TGF 3500LVO	BERGQUIST® LIQUI-BOND TLB EA1800	BERGQUIST® LIQUI-FORM TLF 6000HG	BERGQUIST® MICROTIM MTIM 1028	LOCTITE® TCP 4000 D	LOCTITE® 3875
BERGQUIST® GAP PAD® TGP 3500ULM	BERGQUIST® GAP FILLER TGF 3600	BERGQUIST® LIQUI-BOND TLB SA3500	BERGQUIST® LIQUI-FORM TLF 10000		BERGQUIST® HI-FLOW THF 1600P	
BERGQUIST® GAP PAD® TGP 6000ULM	BERGQUIST® GAP FILLER TGF 4000				BERGQUIST® HI-FLOW THF 5000UT	
BERGQUIST® GAP PAD TGP 7000ULM					LOCTITE® TCF 4000 PXF	
BERGQUIST® GAP PAD TGP 10000ULM						
BERGQUIST® GAP PAD® TGP 12000ULM						



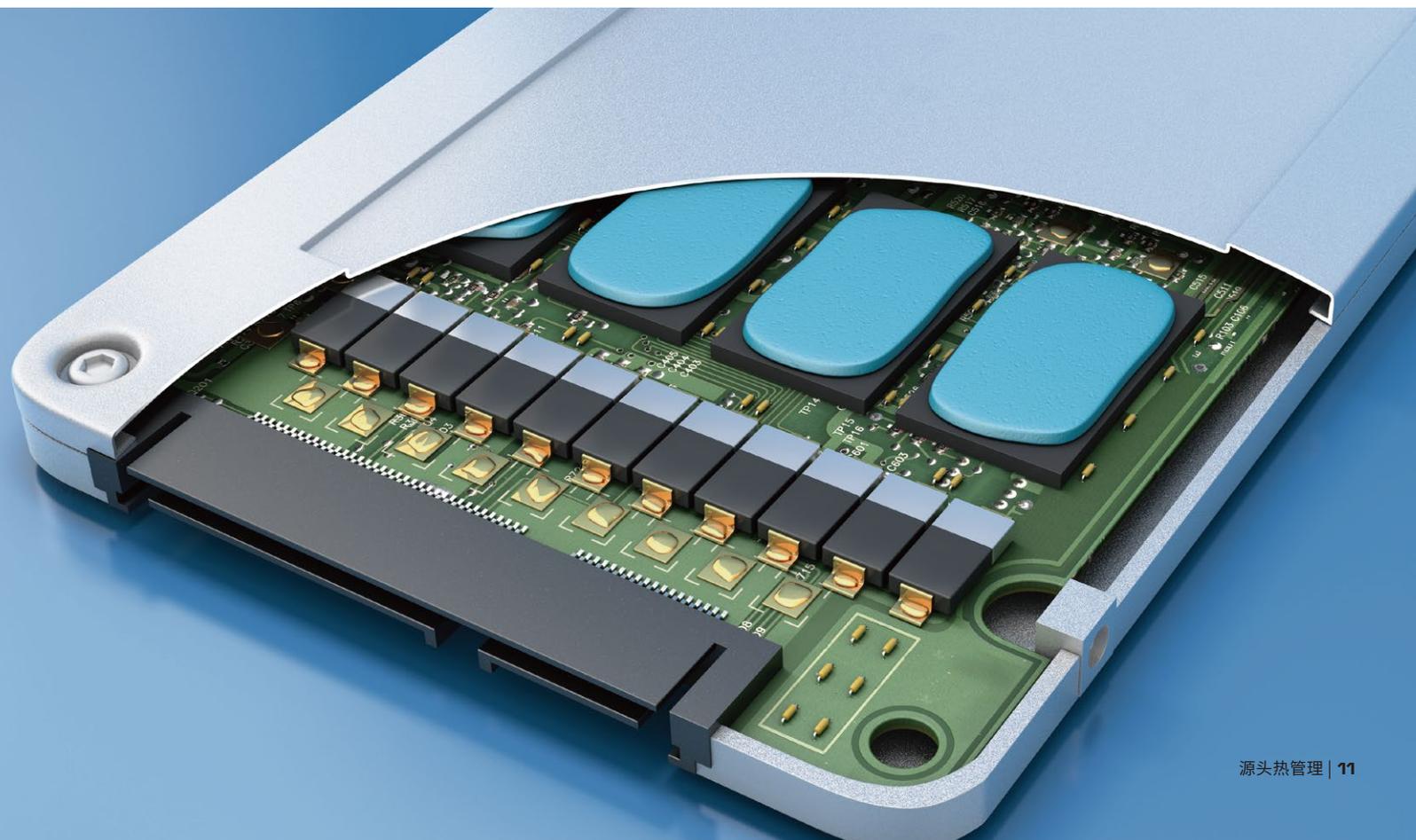
GAP PAD® 导热垫片

产品	描述	导热系数 (W/m·K)	硬度	介电击穿 电压 (Vac)	体积 电阻率 ($\Omega\cdot m$)	加固载体	化学属性
BERGQUIST® GAP PAD® TGP HC3000	高兼容性, 导热, 低模量材料	3.0	15 (Shore 00)	> 5,000	10^{10}	玻璃纤维	有机硅基
BERGQUIST® GAP PAD® TGP HC5000	高兼容性, 导热, 低模量材料	5.0	35 (Shore 00)	> 5,000	10^{10}	玻璃纤维	有机硅基
BERGQUIST® GAP PAD® TGP 3500ULM	高兼容性, 导热, 超低模量材料	3.5	70 (Shore 000)	> 5,000	10^{10}	可选择使用 或不使用 玻璃纤维	有机硅基
BERGQUIST® GAP PAD® TGP 6000ULM	高性能, 6 W/m·K硅树脂 导热界面材料, 超低模量材料	6.0	60 (Shore 000)	> 5,000	10^{10}	玻璃纤维	有机硅基
BERGQUIST® GAP PAD® TGP 7000ULM	7 W/m·K, 超柔软GAP PAD, 在低压下具有出色的热性能	7.0	75 (Shore 000)	> 5,000	1.2×10^{11}	-	有机硅基
BERGQUIST® GAP PAD® TGP 10000ULM	10 W/m·K, 超柔软GAP PAD, 在低压下具有出色的热性能	10	75 (Shore 000)	3,200	2.5×10^{11}	-	有机硅基
BERGQUIST® GAP PAD® TGP 12000ULM	12 W/m·K, 超柔软GAP PAD, 在低压下具有出色的热性能	12	68 (Shore 000)	6,200	1.5×10^{12}	-	有机硅基
BERGQUIST® GAP PAD® TGP 12000	12W/m·K, 柔软的间隙填充 材料, 专门为要求低装配应力 的高性能应用而配制	12	76 (Shore 000)	17,700	10×10^{10}	-	有机硅基



Gap Filler 液态填隙材料

产品	描述	导热系数 (W/m·K)	硬度 (Shore 00)	介电击穿 电压 (V/mil)	体积 电阻率 ($\Omega\cdot m$)	固化方式 (25°C / 100°C)	化学属性
BERGQUIST® GAP Filler TGF 1500	导热液态填隙材料	1.8	50	400	10^{10}	5小时/10分钟	双组份, 有机硅基
BERGQUIST® GAP Filler TGF 3500LVO	导热、低挥发液态 填隙材料	3.5	40	275	10^{10}	24小时/30分钟	双组份, 有机硅基
BERGQUIST® GAP Filler TGF 3600	导热液态填隙材料	3.6	35	275	10^{10}	15小时/30分钟	双组份, 有机硅基
BERGQUIST® GAP Filler TGF 4000	导热液态填隙材料	4	75	450	10^{10}	24小时/30分钟	双组份, 有机硅基



导热胶

产品	描述	抗拉强度 (psi)	剪切强度 (psi)	介电强度 (V/mil)	体积电阻率 ($\Omega\cdot m$)	断裂强度 (kN/m)
BERGQUIST® LIQUI-BOND TLB 400SLT	高性能有机硅粘合密封剂, 拥有适应性固化方案	300	300	250	10^{12}	4.4

产品	描述	导热系数 (W/m·K)	硬度	介电强度 (V/mm)	体积电阻率 ($\Omega\cdot m$)	剪切强度 (psi)
BERGQUIST® LIQUI-BOND TLB EA1800	双组份液体环氧导热粘合剂	1.8	90 (Shore D)	10,000	10^{14}	450
BERGQUIST® LIQUI-BOND TLB SA3500	双组份液体有机硅导热粘合剂	3.5	90 (Shore A)	10,000	10^{10}	450

Liqui-Form 导热凝胶

产品	描述	导热系数 (W/m·K)	体积电阻率 ($\Omega\cdot m$)	在1,000 Hz的介电强度	使用温度范围	UL易燃性等级
BERGQUIST® LIQUI-FORM TLF LF3500	单组份液体成型导热凝胶材料	3.5	1×10^{11}	8.10	-60 – 200°C	UL 94 V-0
BERGQUIST® LIQUI-FORM TLF 3800LVO	硅基, 高导热性导热界面材料凝胶	3.8	1×10^{10}	8.00	-60 – 200°C	UL 94 V-0
BERGQUIST® LIQUI-FORM TLF 6000HG	单组份液体成型导热凝胶材料	6.0	4.37×10^{11}	7.95	-60 – 200°C	UL 94 V-0
BERGQUIST® LIQUI-FORM TLF 10000	预固化导热凝胶材料	10	9.0×10^{13}	-	-60 – 200°C	UL 94 V-0

microTIM 热界面涂层

产品	描述	外观	膜厚度, 光学轮廓仪 (μm)	耐久性, 重量损失 (%)	体积电阻率 ($G\Omega\cdot m$)	使用温度范围
BERGQUIST® microTIM MTIM 1013	介电涂层金属基板, 可优化性能	褐色	24±3	<15	>1	最高175°C
BERGQUIST® microTIM MTIM 1028	介电涂层金属基板, 可优化性能	褐色	25±5	<15	>1	-40 – 125°C

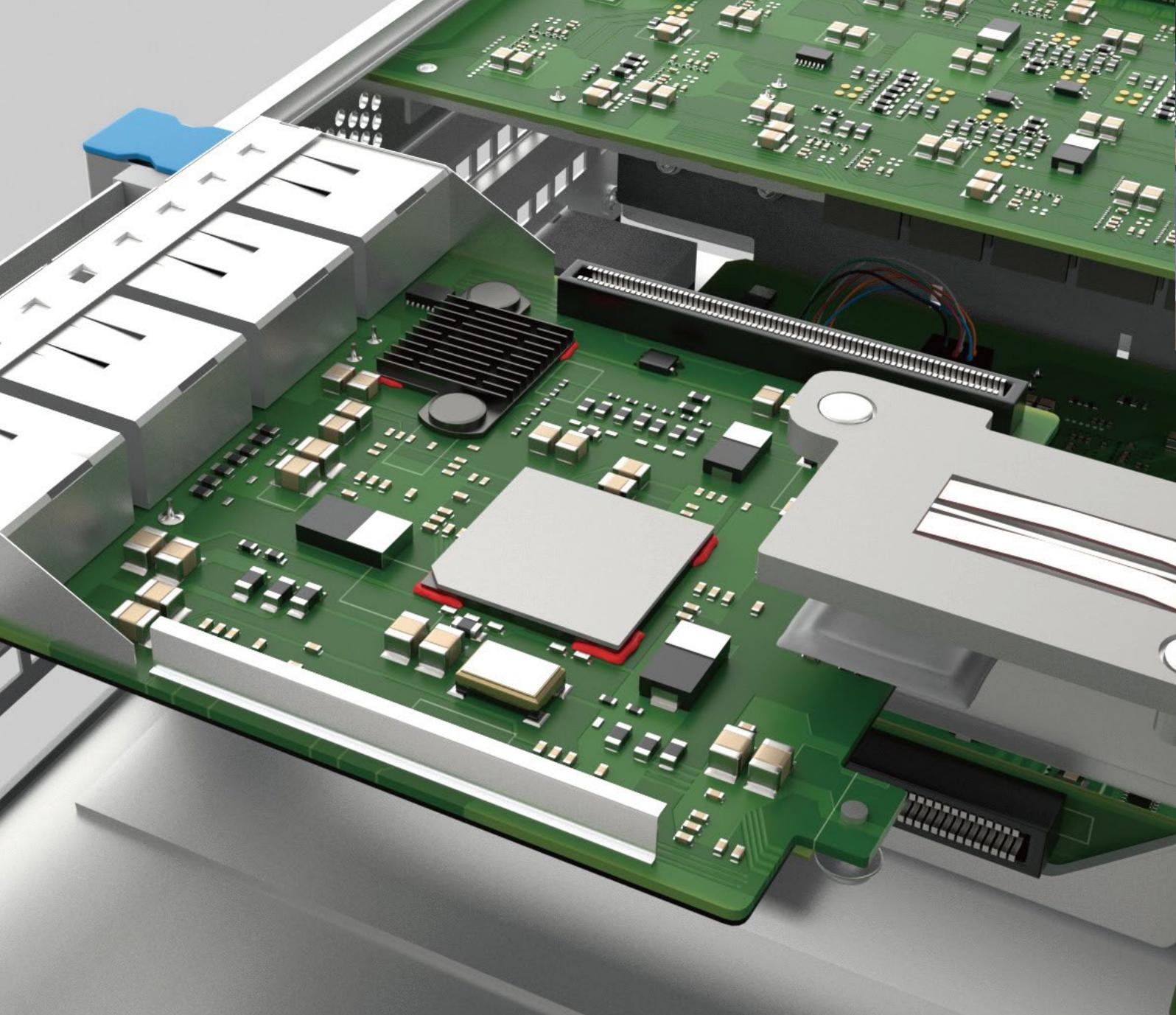
导热相变材料 – 薄膜和膏体

产品	描述	关键属性	导热系数 (W/m·K)	体积 电阻率 (Ω·m)	介电击 穿电压	厚度 (mm)	易燃性 等级
BERGQUIST® HI-FLOW THF 1600G	涂在玻璃纤维网上的 55°C导热相变化合物。 设计作为计算机 处理器和散热器之间 的热界面材料	<ul style="list-style-type: none"> 热阻抗：0.2°C·in²/W (25 psi) 不会滴落或像油脂一样 滑动 涂在玻璃纤维载体上的 相变化合物 	1.6	1x10 ⁸	300	0.127	UL 94 V-0
BERGQUIST® HI-FLOW THF 1600P	涂在导热聚酰亚胺 薄膜上的55°C导热相 变化合物	<ul style="list-style-type: none"> 热阻抗：0.13°C·in²/W (25 psi) 经过验证的聚酰亚胺薄 膜，具有优异的介电性 能和抗切割性 绝缘垫片具有出色的散 热性能 	1.6	1x10 ¹²	5,000	0.102 – 0.127	UL 94 V-0
LOCTITE® TCP 4000 D	可返工非硅树脂相变 材料，膏状，可以通 过丝网印刷或针头点 胶在到散热片、底板 或其他表面上	<ul style="list-style-type: none"> 可返工 高效的热传导 触变性高于相变温度 	3.4	-	不适用	0.025 – 0.250	-
LOCTITE® TCF 4000 PXF	灰色，可返工 非硅树脂相变界面 导热材料设计	<ul style="list-style-type: none"> 低热阻 非硅树脂 不会泵出、变干 	3.4	-	-	0.2	-

产品	描述	材料厚度 (Mil)	相变材料 熔点	运行温度	导热系数 (W/M·k)	UI阻燃等级
BERGQUIST® HI-FLOW THF 5000UT	易于返工的相变材料，适用 于各类型电子器件及散热 器之间的填隙需求	8, 10, 12, 16	45°C	-40 to 150°C	5.3 (基于ASTM D5470 测试方法) 8.5 (基于调整过的 ASTM D5470 测试方法)	UL 94 V-0

导热粘合剂

产品	描述	导热系数 (W/m·K)	固化种类	介电强度 (kV/mm)	体积电阻率 (Ω·cm)	剪切强度 (psi)
LOCTITE® 315	丙烯酸酯	0.8	活化剂或加热	26.7	1.3x10 ¹²	1,000
LOCTITE® 3875	丙烯酸酯	1.75	活化剂或加热	-	-	2,400



高价值集成电路保护

具有高密度互连的电子器件封装结构复杂，需要提供全面的热机械应力保护。底部填充材料和封装材料提供了必要的机械完整性，有助于防止下一代高性能计算GPU、FPGA和ASIC人工智能设备因应力引起的故障。汉高的配方具有出色的流动特性，可对微米级凸块间隙和低凸块高度的互连器件进行完全封装，提供出色的保护，防止因严苛的温度循环和极端运行条件而产生应变。



路由器和交换机、服务器和存储保护材料

边缘绑定胶

LOCTITE® ECCOBOND UF 3711

底部填充材料

LOCTITE® ECCOBOND UF 1173

LOCTITE® ECCOBOND E 1216M

LOCTITE® ECCOBOND UF 3812

LOCTITE® 3517M

产品	描述	粘度	热膨胀系数, CTE (alpha 1)	热膨胀系数, CTE (alpha 2)	玻璃化转变温度, T _g	使用寿命 (室温/天)
LOCTITE® ECCOBOND UF 1173	低CTE, 高T _g 底部填充材料, 适用于极端T循环条件	7.5 Pa·s	26 ppm/°C	103 ppm/°C	160°C	2
LOCTITE® ECCOBOND E 1216M	快速流动, 非酸酐底部填充	4 Pa·s	35 ppm/°C	131 ppm/°C	125°C	-
LOCTITE® ECCOBOND UF 3812	室温流动, 可返工底部填充	0.35 Pa·s	48 ppm/°C	175 ppm/°C	131°C	3
LOCTITE® ECCOBOND UF 3711	可UV固化芯片边缘绑定胶, 提高可靠性	35 Pa·s	20 ppm/°C	62 ppm/°C	150°C	3
LOCTITE® 3517M	低温固化, 可返工底部填充	2.6 Pa·s	65 ppm/°C	191 ppm/°C	78°C	7

美洲

美国
Henkel Corporation
14000 Jamboree Road
Irvine, CA 92606
United States
电话: +1,888,943.6535
传真: +1,714,368.2265

Henkel Corporation
20021 Susana Road
Rancho Dominguez, CA 90221
United States.
电话: +1,310,764.4600
传真: +1,310,605.2274

Henkel Corporation
18930 W. 78th Street
Chanhassen, MN 55317
United States.
电话: +1,952,835.2322
电话: +1.800.347.4572
传真: +1,952,835.0430

巴西
Henkel Brazil
Av.Prof. Vernon Kriebel, 91
06690-070 Itapevi, Sao Paulo
Brazil
电话: +55.11.3205.7001
传真: +55.11.3205.7100

亚太地区

中国
汉高管理中心
中国上海市江湾城路99号7号楼
邮编: 200438
电话: +86.21.2891.8000
传真: +86.21.2891.8952

爱博斯迪科化学(上海)有限公司
中国上海市浦东新区外高桥保税区美桂南路332号
邮编: 200131
电话: +86.21.2702.5888
传真: +86.21.5048.4169

日本
Henkel Japan Ltd.
27-7, Shin Isogo-cho
Isogo-ku Yokohama, 235-0017
Japan
电话: +81.45.286.0161
电邮: jp.ae-csdesk@henkel.com

韩国
Henkel Korea Co. Ltd.
18th Floor of tower B, BYC High City Bldg
Gasan Digital 1-ro, Geumcheon-gu,
Seoul, 08506
South Korea
电话: +82.2.6150.3000
传真: +82.2.6947.5203

新加坡
Henkel Singapore Pte Ltd.
401, Commonwealth Drive
#03-01/02 Haw Par Technocentre,
Singapore 149598
电话: +65.6266.0100
传真: +65.6472.8738 / +65.6266.1161

台湾
汉高台湾有限公司
中国台湾新北市中河区中正路866号10楼
邮编: 23586
电话: +866.2.2227.1988
传真: +866.2.2226.8699

欧洲

比利时
Henkel Belgium N.V.
Nijverheidsstraat 7
B-2260 Westerlo
Belgium
电话: +32.1457.5611
传真: +32.1458.5530

英国
Henkel Ltd.
Adhesives Limited Technologies House
Wood Lane End
Hemel Hempstead
Hertfordshire HP2 4RQ
United Kingdom
电话: +44.1442.278000
传真: +44.1442.278071

Across the Board,
Around the Globe. 

henkel-adhesives.com/electronics