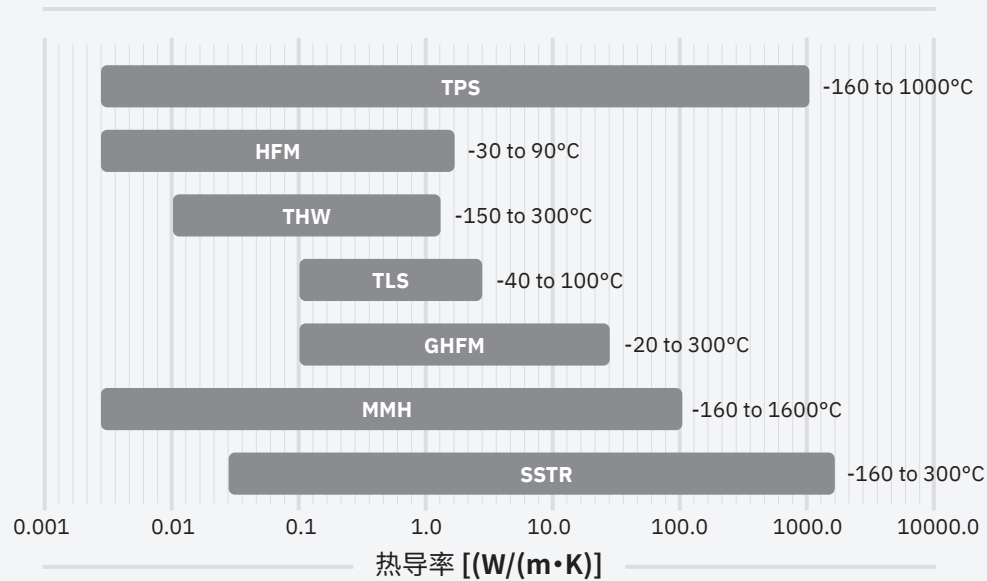


GHFM-01 防护式热流仪

金属、聚合物和复合材料用导热仪。

符合ASTM E1530-19标准





- MP-1** (测量平台)
- MP-1: TPS (瞬态平面热源)
 - MP-1: THW (瞬态热线)
- HFM-100** (热流仪)
- THW-L1** (瞬态热线)
- GHFM-01** (防护式热流仪)
- MMH-1600** (单调加热)
- SSTR-F** (稳态热反射)



- TLS-100** (瞬态热线源)
- THW-L2** (瞬态热线)
- TPS-EFF** (瞬态平面热源)
- GHFM-02** (防护式热流仪)
- MP-2** (测量平台)
- MP-2: TPS (瞬态平面热源)
 - MP-2: THW (瞬态热线)
 - MP-2: TLS (瞬态热线源)
- HFM-25** (热流仪)

自2005年以来, Thermtest一直在推进热导率、热扩散率和比热的测量。我们在全球拥有超过2000家满意的客户, 我们独特的结合了先进技术的实验室热导率仪器、便携式仪表及配件, 使我们能够提供理想的解决方案, 以满足各种材料测试应用和预算。



GHFM-01防护式热流仪

防护式热流仪 (GHFM-01) 遵循ASTM E1530-19标准, 用于在 $-20^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的温度下对固体 (如: 金属、聚合物、复合材料及糊剂) 的热阻和热导率进行测试。Thermtest专有的测试堆栈, 用先进的电机控制取代了传统的气动运动, 该电机控制可以实现对样品厚度、所施压力或压强的自动控制。

GHFM-01特性



GHFM-01的特色功能

先进的GHFM-01是一款主要的热阻测量手段——热阻即固体（如：金属、聚合物、复合材料及糊剂）的热导率。具体来说，通过测量热阻来计算热导率是测试非均质材料真实热导率的最准确的方法。热阻的稳态测量代表了样品在全厚度尺寸范围内的稳定传热性能。

根据该方法，样品全厚度处于稳态的温度梯度状态。样品的热导率通过测量样品两端的温差及额外的温度获得。

该测试堆栈由加热体（集成温度传感器的上测试板）和散热体（集成温度传感器的下测试板）两部分组成。另一组温度传感器被安放在样品顶部和底部的表面附近。

一旦样品两端的温度达到了稳态，就可以应用傅里叶传导方程了。由测得的温度可以得到 R_2 ($m^2 \cdot K/W$)，等于样品的厚度 d (m)与其导热系数 λ ($W/m \cdot K$)的比值：

$$R_s = F \left[\frac{T_U - T_L}{T_L - T_H} \right] - R_{int} \Rightarrow R_s = F \left[\frac{\Delta T_s}{\Delta T_b} \right] - R_{int}$$

上述方程为线性形式，是仪器的工作方程式。常数 F ($m^2 \cdot K/W$)和 R_{int} ($m^2 \cdot K/W$)，可通过仪器校准获得。为此，我们采用了已知热导率和热阻的校准样品，并报告了热阻和热导率的校准结果。

- 用GHFM-01的Windows软件可以轻松实现基本和高级功能。
- 用计算机可对GHFM-01进行完全控制：平均温度、样品厚度、所施压力或压强。
- 可编程平均温度范围： $-20^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ 。
- 多个高解析 (0.01°C) 热电偶：用于精确测量热阻和热导率。
- 使用数字光学编码器测量厚度，准确率达 0.0254 mm 。
- 集成带反馈回路的压力传感器，可控制步进电机。
- 高性能步进电机实现了测试板夹紧的自动化，也可以设置成用户定义的厚度——非常适合可压缩材料。
- 通量模块易于更换，无需工具。
- 符合ASTM E1530-19国际标准

GHFM-01规格

按照国际标准，GHFM-01设计用于测试均质和非均质材料。

材料	金属、聚合物、复合材料及糊剂
传感器类型	热电偶 (x6)
应用	一般测试
方向	全厚度
热导率范围	0.1~40 W/m·K
测量时间	40~60分钟
准确率	± 3%
再现性	± 1~2%
测试板温度范围*	-20~310°C
压力	自动高达7 KPa (55 psi)
样品直径	50~50.8 mm
样品厚度	高达25 mm 使用选配软件薄膜低至0.1 mm
标准	ASTM E1560-19

*每套系统包含冷却循环器

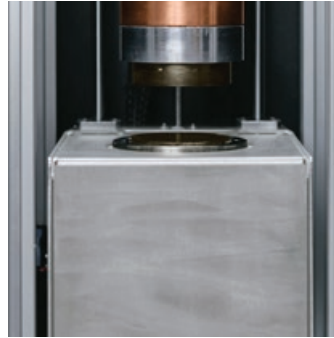
GHFM-01亮点

精确测量



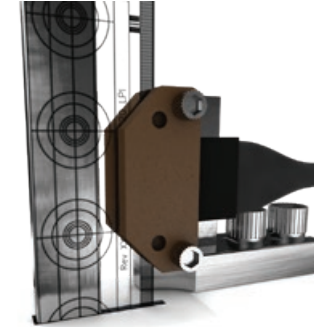
通量模块

温度控制



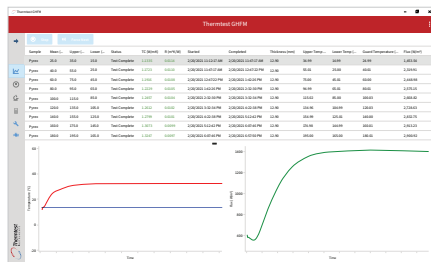
解析度 0.01°C

厚度测量



准确率 $\pm 0.0254 \text{ mm}$

操作



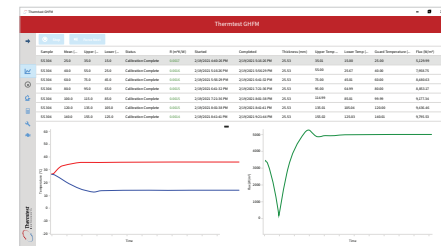
GHFM-01 Windows软件

夹紧控制



自动或手动

校准



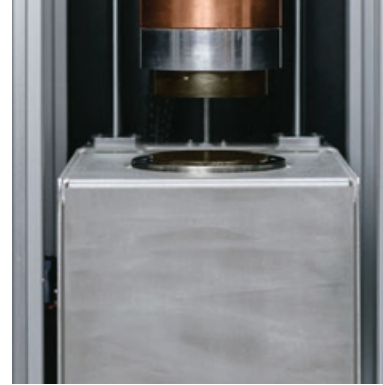
自动化

GHFM-01的特点



易换热流模块

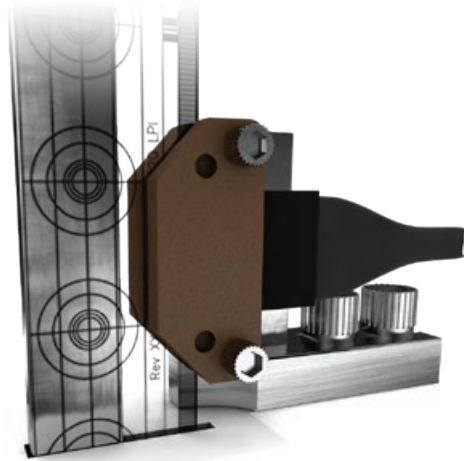
无需任何工具即可更换下通量模块，该模块构成经校准的热流传感器。多个用于监测温度的热电偶包含于其中，以确认整个样品的温度梯度处于稳态条件。



温度控制

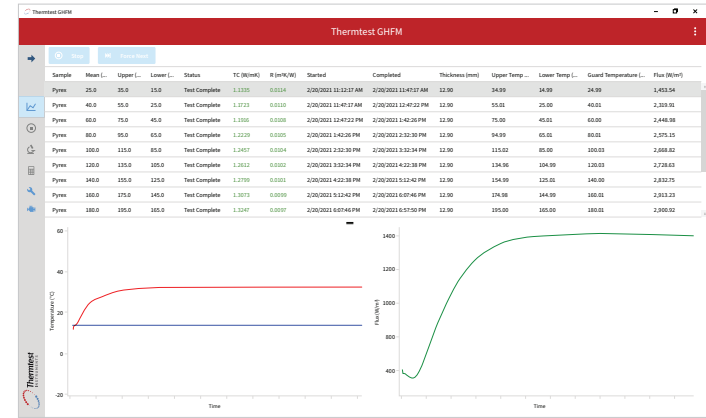
配有热电偶的热交换器对优化选择的加热体进行冷却，这些热电偶解析度为 0.01°C ，被安置在堆栈的上、下两端，用于精确控制测试板的温度。样品厚度方向的侧向热损失通过使用保护炉被降至最低。上、下测试板及保护炉的温度可以通过方便好用的GHFM-01软件控制进行完成控制。

GHFM-01的特点



厚度测量

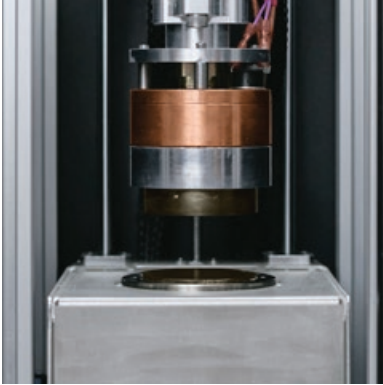
通过测量热阻来确定材料的热导率需要精确的样品厚度。GHFM-01采用专有万向设计, 它的优点是可以自动测定样品厚度 (用于刚性材料), 或者使用用户定义的样品厚度、所施压力或压强 (用于可压缩材料)。样品厚度采用数字光学编码器技术进行测量, 可确保最精确 (± 0.025 mm) 的样品厚度测量结果。



操作

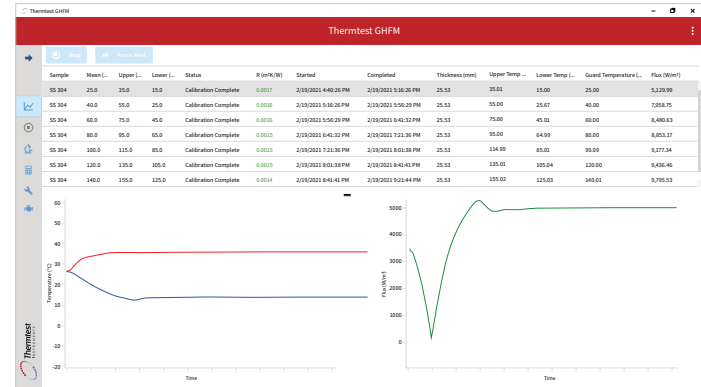
每台GHFM-01都附带基于Windows的功能丰富的软件包。简单易用的软件提供了无限步温度、厚度、压力或压强的自动化设置。基本的测试和校准步骤可完全自动化, 还有诸如保存、导出和打印测量结果等附加功能。

GHFM-01的特点



夹紧控制

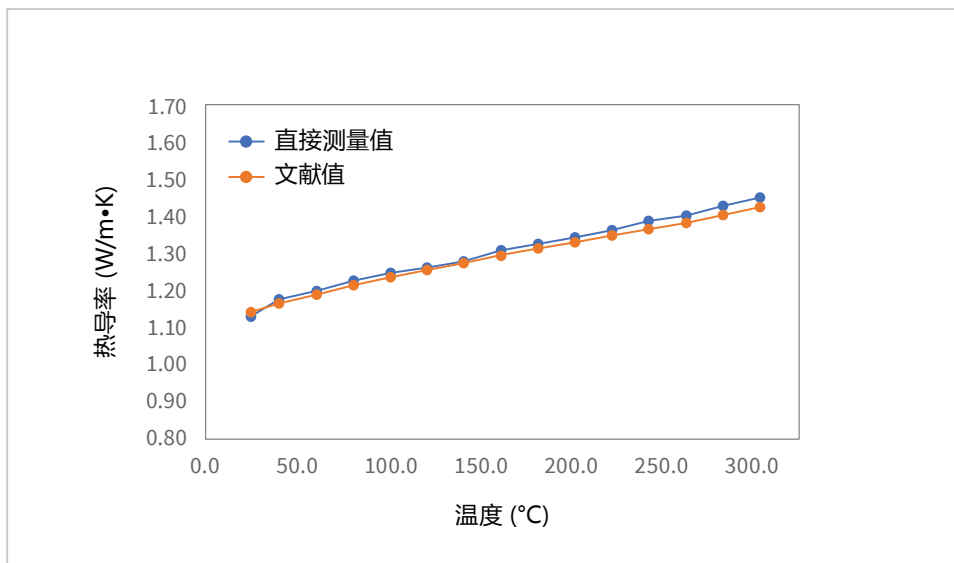
对于刚性材料，GHFM-01的测试板会自动夹紧以实现与样品的最佳接触。当测试可压缩材料时，可以在软件中设置所需的高度、压力或压强（最高可达80kg, 7kpa - 55psi），一旦达到所需的样品高度或压力，测试板将自动停止。



校准

所有的校准条件，如参照材料管理、温度步骤和压力都可以通过GHFM-01软件实现完全的自动化。校准验证通过内置的验证程序进行。

准确性



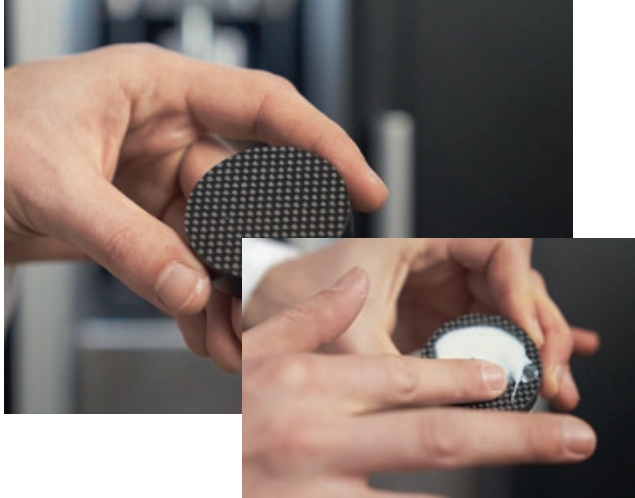
Pyrex^(R) 7740热导率

为了证明GHFM-01的性能，在Pyrex 7740上进行了的测量（温度高达300°C），并与文献值进行了比较。所有结果的准确率均< 2%。

热导率(W/m·K)

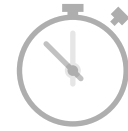
温度 (°C)	25	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
直接测量值	1.134	1.172	1.192	1.223	1.246	1.261	1.280	1.307	1.325	1.343	1.361	1.386	1.401	1.426	1.451
文献值	1.143	1.164	1.190	1.214	1.236	1.257	1.276	1.295	1.313	1.330	1.348	1.366	1.385	1.404	1.426
误差 (%)	0.80	0.71	0.11	0.71	0.75	0.33	0.27	0.96	0.92	0.99	0.98	1.44	1.19	1.54	1.78

样品测量



1 样品

GHFM-01样品的直径应为50~50.8 mm。顶面和底面应保持平整且平行。在样品顶面和底面薄薄抹上一层接触膏。

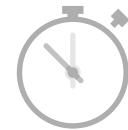


1分钟。



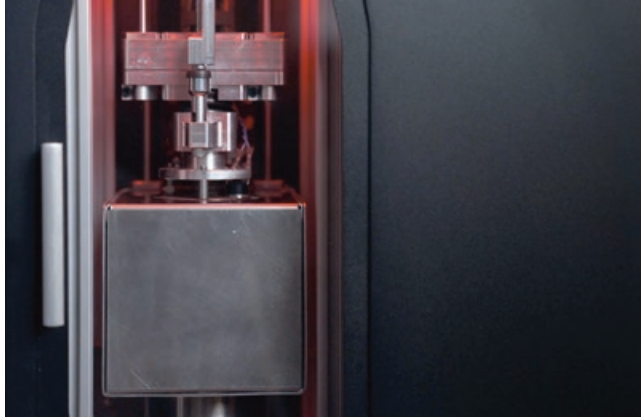
2 将样品放置在GHFM-01测试堆栈上

然后将样本加载到测试堆栈中。对于刚性材料，上层堆栈将接近系统默认压力。对于软性材料，用户可以定义一个特定的压力或所需的厚度。压力和厚度测试参数可以在测试计划内进行控制。



1分钟。

高级自动化

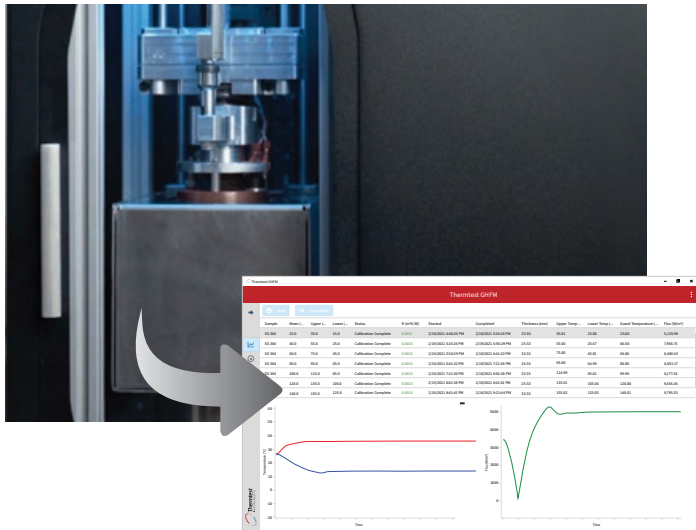


3 测量

使用GHFM-01软件，用户可以设定无限步温度（最高支持温度达300°C）。内部红色背光表示测试正在进行。



25~30分钟。



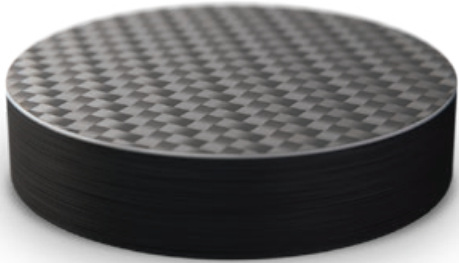
4 导出计算结果

上、下测试板的温度由GHFM-01软件进行监测，以保证温度稳定性。测得的热阻和计算得出的热导率结果被以表格的形式显示，并可导出至Excel。内部蓝色背光表示测试完成，堆栈可以安全触摸。



1分钟。

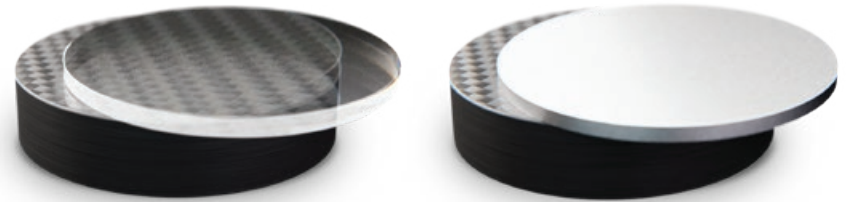
GHFM-01应用



各向异性碳纤维复合材料

在测试各向异性复合材料时，热阻-热导率的测量是比较理想的。复合材料通常没有重复的内层，因此通过全厚度测量热阻是获得真实热导率的唯一方法。

平均温度 (°C)	热阻 (m ² K/W)	热导率 (W/m·K)
40	0.0252	0.5153
60	0.0229	0.5671
80	0.0213	0.6103



加层碳纤维复合材料

测量加层复合材料的导热系数增加了测量的复杂性。被设计用于测量组织良好的各向异性材料导热系数的瞬态方法并不适用于非重复的层状结构。

在厚度为12.7 mm的各向异性碳纤维复合材料样品中加入Pyrex耐热玻璃层和不锈钢层。在平均温度40°C下，对总厚度的热阻和热导率进行了测量，结果总结如下。

碳纤维复合材料加层	厚度 (mm)	热阻 (m ² K/W)	热导率 (W/m·K)
Pyrex耐热玻璃	3	0.0264	0.5680
不锈钢	2	0.0251	0.6340

GHFM-01应用



非均质材料

GHFM-01非常适合测量各种材料的热阻和热导率。由于GHFM方法可以测量直径为50~50.8 mm、厚度高达25 mm的样品的热阻，因此也可测试非均质材料。



可压缩材料

由于可以对所需的厚度或压力进行计划，GHFM-01具有测试诸如橡胶、衬垫等可压缩材料的独特能力。使用GHFM-01软件，可以对温度、压力或压强进行任何变化或组合。



专用测试单元

可提供各种各样的测试单元用于扩展GHFM-01的应用范围。包括单元、聚合物熔体单元和粉末单元。



总部

Thermtest Inc.

加拿大新布伦瑞克省弗
雷德里顿市

话: +1 506 458 5350

电子邮件: info@thermtest.com

Thermtest.com

当地的经销商