

导热系数仪（TC 3000L系列）

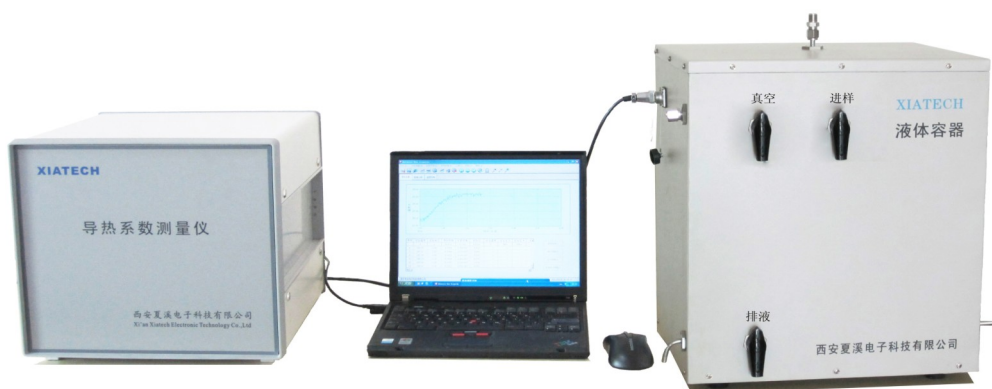
更高的准确度

更快的测试速度

更少的样品用量

更简便的操作

更广泛的适用场合



西安夏溪电子科技有限公司

www.xiatech.com.cn

西安夏溪电子科技有限公司成立于 2007 年，由多名毕业于西安交通大学的博士共同创立。

公司致力于为石油、化工、生物、医药、食品、动力机械、能源等各行业提供各种高精度的物理化学性质测量仪表；同时可为用户提供导热系数、粘度、温度、压力、密度、比热、饱和蒸气压和临界参数等多种热物性测试服务以及节能、环境方面的整体解决方案和相关仪器仪表的定制开发服务。

TC 3000L 系列液体导热系数仪

液体导热系数的准确测试，一直以来都是国内外导热系数研究领域内广受关注的问题。热线法是国际上公认的测试流体导热系数最好的方法，为了准确测量，热线应尽可能的符合模型，因此所采用的热线的直径越小越好（通常为几十个 μm 甚至几个 μm ），而由于热线非常细，长久以来热线法一直局限于专业实验室应用，无法形成稳定可靠的产品。



XIATECH 的主要研发人员致力于导热系数研究十余年，在国际上首次成功的将实验室应用热线法技术转化为适合用户使用的高精度、高可靠性、全自动化的 TC 3000L 系列热线法液体导热系数仪，迄今为止已申请了 2 项国家发明专利。（专利号：200910021139.3、201010187853.2）

TC 3000L 系列充分发挥了热线法的准确度高（2 %）、测试速度快（2 秒钟）的优点；XIATECH 的专业设计，保证其具有足够的抗震性和耐用性，且只需要很少的样品用量（25 毫升），即可获得准确可靠的导热系数数据。

技术参数

	TC 3000L	TC 3010L	TC 3020L
测量原理	瞬态热线法	瞬态热线法	瞬态热线法
测量范围	0.001~5.0 W/(m K)	0.001~5.0 W/(m ·K)	0.001~5.0 W/(m K)
准确度	± 3 %	± 2 %	± 2 %
分辨率	0.001 W/(m K)	0.0005 W/(m K)	0.0001 W/(m K)
重复性	± 3 %	± 2 %	± 1 %
耐温范围	-160~150 °C	-160~150 °C	-160~150 °C
耐压范围	0~10 MPa	0~10 MPa	0~30 MPa
温度范围	常温（可定制）	常温（可定制）	-30~100 °C
测量时间	≤ 2 秒		
样品用量	≥ 25 毫升		
适用范围	各种极性或非极性液体		
数据传输	USB		
操作系统	Win7/ Vista /XP/2003		
参考标准	ASTMD2717-95		

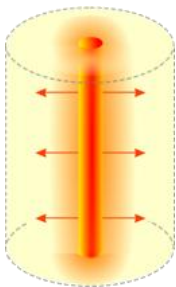
从导热宏观机理上划分，导热系数测量方法可以分为稳态法和非稳态法两大类。

稳态法测量周期长、操作复杂，且影响测试准确度的因素多；而非稳态法由于测量时间短、准确度高且对环境要求低等优点得到了大力的发展。特别是其中的瞬态热线法，已经成为目前国际上导热系数研究领域内公认的最好的导热系数测量方法。

由于自然对流，相比于固体材料，流体的导热系数测量更加困难；而瞬态热线法最大的优点在于测量时间短，在自然对流换热方式还没有出现时测量已经结束，因而能够避免自然对流造成的影响，因此特别适用于流体导热系数测量。

测量原理

热线法技术的起源，最早可追溯到 1780 年美国科学家 Joseph Priestley 首次开展实验测量空气的热传导能力；1848 年，Sir Willian Robert Grove 首次用铂丝验证了氢气的热传导能力比其它气体更强；1931 年，St ahanne 和 Pyk 首次将瞬态热线法用于测量固体和粉末以及液体的导热系数，开创热线法测量材料导热系数的先河。到现在，热线法技术已经广泛用于气体、液体、固体和金属熔融状态等。



瞬态热线法的理想模型为：在无限大的均匀介质中置入长度无限长的线热源，当二者处于热平衡时，用阶跃恒热流对线热源进行加热，线热源及其周围的被测介质就会产生温升，根据线热源的温升就可以得到被测介质的导热系数，其基本的工作方程为：

$$\Delta T_{id}(r_0,t) = \frac{q}{4\pi\lambda} \ln t + \frac{q}{4\pi\lambda} \ln\left(\frac{4\alpha}{r_0^2 C}\right)$$

瞬态热线法与其它常用测试方法相比，在测试准确度、测试速度方面都具有无可比拟的优势：

	热线法	激光闪射法	平面热源法	保护平板法
测量方法	非稳态法	非稳态法	非稳态法	稳态法
测量物性	直接获得导热系数和热扩散率，通过输入的密度值计算获得比热	直接获得热扩散率和比热，通过输入的密度值计算得到导热系数	直接获得导热系数和热扩散率，通过输入的密度值计算获得比热	只获得导热系数
测量准确度	最好可达到±0.5 %	热扩散率±3 %	最好可达到±3 %	受热损失影响严重
物理模型	线热源，只需线接触良好	热源非接触，测温面接触	平面热源，需整个面接触良好	需样品表面全部接触良好
适用范围	固体、液体、气体	高温下的固体	固体，范围较广	低导热系数材料
试样要求	基本无特殊要求	有特定要求	基本无特殊要求	尺寸较大且需严格满足
测量时间	1 秒~几分钟	几秒~几分钟	几秒~几分钟	≥2 小时(不适用含湿材料)
温升测量	准确度小于 10 mK (分辨率>1 mK)	准确度一般为 1 K (分辨率>0.1 K)		由测温元件决定 (通常分辨率>0.5 K)

采用特定设计的高速度采集系统，TC 3000L 系列充分发挥了热线法测量快速的特点，热线升温时间一般在 2 秒钟之内；

一组典型的测量过程，从准备测试到最后获得数据，一般只需要 2~3 分钟；

在试样和探头已经接好、仪器已连接的前提下，还可以采用软件中的自动多次采集功能（TC 3020L 配套软件中还有自动控温功能），用户可以不必要一直守在仪器旁边，只需要在测试结束后导出数据即可，因此可以大大节省用户的测试时间和精力。



操作方便

样品用量少

用量少：对检测样品基本无要求，试样不需要特殊处理，只需保证样品容量不小于 25 毫升即可进行实验；

无损检测：由于加热时间只有 2 秒钟，温升为 2~4 K，所以整个测试过程不会破坏样品；



纳米流体

如 TiO_2 纳米流体、 Al_2O_3 纳米流体、 Fe_3O_4 纳米流体、 ZrO_2 纳米流体等；



液体燃料

汽油、柴油、煤油、汽油添加剂、含氧燃料、各种新型的替代燃料等；

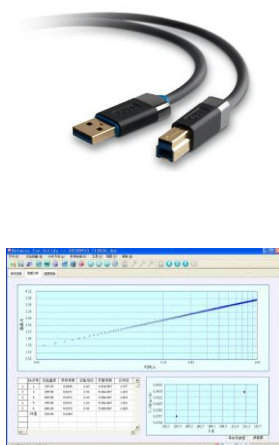


操作简单

接口：USB 连接，可快速完成主机与电脑的连接；

充排液：阀门控制样品进出；充入量由进液口控制，简单实用；

软件操作：不需要专业知识，可设置自动多次采集。



制冷剂

如 R134a、R12、R22、R123、二甲醚等制冷剂以及制冷剂与润滑油混合物等；

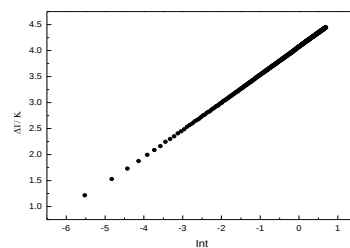
其它

如冷冻液、润滑油、导热油、血液、离子液体等各种极性、非极性液体。



饱和液相甲苯是被国际应用化学联合会(IUPAC)推荐的测量液相导热系数的标准物质。为了检验仪器的准确度及可靠性,西安夏溪电子科技有限公司利用 243~383 K 温度区间的饱和液相甲苯的导热系数对仪器进行了检验。标定中所使用的液相甲苯是美国 TEDIA 公司生产的,纯度 99.9 %。

右图为利用 TC 3010L 瞬态法液体导热系数测量仪所获得的甲苯在某个温度下的典型测试结果。其中纵坐标温度 ΔT 与横坐标 $\ln t$ 的关系,代表了热线温升~时间对数的关系,其直线段部分是数据处理中的关键因素。从中可以看出,该结果的线性度非常好,保证了测试结果的准确性和可靠性。



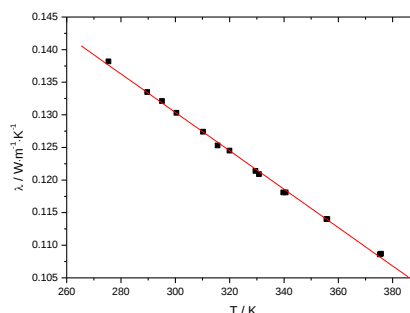
甲苯液相导热系数测试结果

下表和趋势图所示分别列出了测试结果。表中 T_r 为实验参考温度,标准值 λ_{cal} 根据文献 Standard reference data for the thermal conductivity data of liquids (C. A. Nieto de Castro, S. F. Y. Li, A. Nagashima, R. D. Trengove, and W. A. Wakeham. J. Phys. Chem. Ref. Data, 1986, 15(3):1073-1086) 提供的甲苯导热系数关系式求出。在采用标准试样甲苯对仪器进行检验后,证明 TC 3000L 系列热线法液体导热系数仪的准确度最好可以达到 0.5 %之内,全量程范围内小于 3 %。

饱和液相甲苯导热系数测量数据

T_r/K	$\lambda_{exp}/W\ m^{-1}\ K^{-1}$	$\lambda_{cal}/W\ m^{-1}\ K^{-1}$	Dev. /%
275.399	0.1382	0.1379	0.22
287.325	0.1345	0.1343	0.11
294.453	0.1318	0.1322	-0.28
305.663	0.1287	0.1282	0.39
314.744	0.1264	0.1261	0.26
327.648	0.1225	0.1222	0.24
335.391	0.1188	0.1190	-0.25
355.631	0.1140	0.1142	-0.18

饱和液相甲苯导热系数测量数据

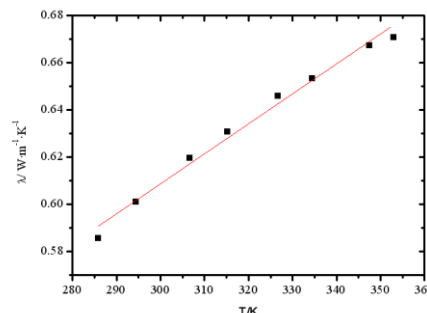


由于甲苯不容易获得,一般用户可用纯水(蒸馏水)检验,下表列出了用 TC 3010L 所获得的纯水的导热系数结果。表中 T_r 为实验参考温度,标准值 λ_{cal} 来源于 NIST Refprop 8.0。

纯水的导热系数测量数据

T_r/K	$\lambda_{exp}/W\ m^{-1}\ K^{-1}$	$\lambda_{cal}/W\ m^{-1}\ K^{-1}$	Dev. /%
285.78	0.5856	0.5850	0.10
294.21	0.6012	0.6003	0.15
306.56	0.6198	0.6209	0.18
315.15	0.6311	0.6334	-0.36
326.59	0.6461	0.6475	0.22
334.35	0.6536	0.6555	0.29
347.34	0.6675	0.6662	0.20
352.81	0.6719	0.6698	0.31

纯水导热系数测量数据



用户及培训

公司的用户群主要面向各高校和科研院所，我们的主要用户有：

- 中国石油克拉玛依润滑油厂
- 中国石油兰州润滑油研发中心
- 中国石化润滑油重庆分公司
- 中国石油兰州石油化工公司研究院
- 中国科学院工程热物理研究所
- Honeywell（中国）有限公司特殊材料部
- 航天四院 43 所
- 清华大学
- 中山大学
- 西安交通大学
- 哈尔滨工业大学
- 大连海事大学
- 浙江理工大学
- 浙江大学
- 天津大学

我公司为用户提供以下技术支持：

专业知识： 我公司主要科研人员在导热系数研究方面有多年的专业研究经验，用户在产品使用过程中有任何技术疑难，可随时联系我们，我们将为您一一解答。

测试服务： 我公司还为用户提供导热系数、粘度、温度、压力、密度、比热、饱和蒸气压和临界参数等多种热物性测试服务。

解决方案： 针对用户的实际问题和需求，可由我们的工程师协助用户提供整体的解决方案，帮助您节约成本，创造更多经济效益。

使用培训： 我公司对用户提供专业培训，使购方操作人员掌握设备的工作原理、操作规程以及维护、保养方法。

XIATECH

西安夏溪电子科技有限公司

若需要了解更多信息，请联系我们

www.xiatech.com.cn

电话：400-651-9990

传真：029-88135429

邮箱：info@xiatech.com.cn