FTT-G · FTT-S

热流计

Heat Flux Meter · Gardon / Schmidt-Boelter

按 ISO 14934-3 SBGC 校准 · 适用 GB/T、ISO、ASTM、IEC、NFPA 等试验标准



FTT 系列热流计 · 法兰式(无氧铜体)

产品概述

PRODUCT OVERVIEW

热流计用于测量特定位置从热源接收到的辐射热流与对流热流,广泛应用于地面及飞行航空试验、火灾试验、可燃性试验热流标准、燃烧试验、传热研究、材料开发和窑炉开发等。FTT 系列热流计采用无氧铜热沉体与稳定敏感元结构,自产生与吸收热流成正比的线性毫伏信号,无需激励电源,连接数据采集设备即可读取热流值,每支传感器出厂均附校准证书。

测量原理

TEST PRINCIPLE

Gardon 式将康铜圆箔焊接于铜体,热流沿箔片径向传导,中心与边缘温差正比于热流,自产生线性电压输出;Schmidt-Boelter 式以基片热偶对沿轴向传导,低热流下灵敏度更高。

类型与结构

SYSTEM CONFIGURATION

Gardon 与 Schmidt-Boelter 两类原理,水冷/非水冷,总热流/纯辐射(配视窗)。标准探头 Φ25 × 25 mm、法兰 Φ45 mm;四种标准安装外形,可定制弯头式、双测头与炉用结构。

型号编制 · FTT- 专属编号

FTT- 系列编号为四川法瑞检测设备有限公司专属型号。示例:FTT-G25-100-RWF 为 Gardon 式、Φ25 mm、100 kW/m²、带视窗、水冷、法兰;FTT-S25-15-WF 为 Schmidt-Boelter 式、15 kW/m²、水冷、法兰。

量程与校准

标准量程 0.5 kW/m² 至 30 MW/m²,覆盖绝大多数热流水平;ISO 14934-3 辐射比对校准,扩展不确定度 ±3% (k=2),重复性 ≤±0.5%,非线性 ≤±2%。

全量程	高精度	耐严苛
HEAT RELEASE	SMOKE PRODUCTION	FIRE BEHAVIOUR
0.5 kW/m² 至 30 MW/m² 可选	重复性 ≤±0.5% · 非线性 ≤±2%	水冷下耐受 3000 °C · 适用高真空

FTT-G · FTT-S

外形规制 · 视窗 · 订货

Form Factors · Windows · Ordering

四种标准外形 · 八种辐射视窗 · 弯头式 / 双测头 / 炉用定制

01

选择类型

Type

G = Gardon 圆箔式;S = Schmidt-Boelter 热电堆式。

02

确定量程

Range

按预期热流峰值选择 0.5 ~ 30000 kW/m² 标准量程。

03

选择配置

Options

视窗 R · 水冷 W · 法兰 F · 螺纹 T, 按需组合。

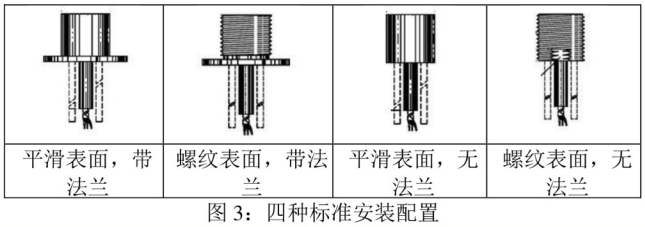


图 3：四种标准安装配置

四种标准安装配置:平滑 / 螺纹表面 × 带法兰 / 无法兰

弯头式

FTT-GW / FTT-SW:管线垂直朝向,适合表贴安装与加热器测量。

双测头

FTT-GB / FTT-SB:总热流与纯辐射一体,单孔安装,并给出对流分量。

炉用

FTT-FG / FTT-FS:铜探头不锈钢探杆,整体水冷,经预留孔插入炉内测量。

选型与安装

标准探头 Φ25 × 25 mm、法兰 Φ45 mm,直径可定制至约 6 mm;信号线标准 2 m,可选铠装线(耐受 800 °C)。

标准外形规制

TECHNICAL SPECIFICATIONS

-WF	平滑柱面 · 带法兰(推荐)
-WFM	螺纹柱面 · 带法兰
-W	平滑柱面 · 无法兰
-WM	螺纹柱面 · 无法兰

辐射视窗材料 · 波长(μm)

UTILITIES & INSTALLATION

蓝宝石 S(0.5 mm)	0.2 – 5.5
石英 QW(0.5 mm)	0.12 – 4
氟化钙 CaF2W	0.3 – 11.5
KRS-5 KRS-5W	0.6 – 50
硫化锌 ZnSW	0.5 – 14.5
氟化钡 BaF2W	0.5 – 12.5
硒化锌 ZnSeW	0.5 – 22
碲化镉 CdTeW	0.8 – 30

视窗与测量要点

配光学视窗后仅测量辐射热流,视窗会吸收部分辐射(0.5 mm 蓝宝石透过率约 86%)并改变视角;工作温度超过 200 °C 应选择水冷。

波长范围按 1 mm 厚度计;其他厚度、口径与视角(150°/120°/90°/60°/30°/15°/7°)及吹气装置、限角器可定制。



03 标准与选型

Standards & Selection

量程应与预期热流峰值相当,且不大于典型值的 2 倍。Φ <50 kW/m² 推荐 Schmidt-Boelter,>200 kW/m² 推荐 Gardon;Gardon 敏感元与热沉电气连通,水冷时注意接地,Schmidt-Boelter 电气绝缘。

Ignition, heat release, smoke and material behaviour.

常见试验标准 · 热流计推荐型号(FTT- 专属编号)		
锥形量热仪	GB/T 16172 · ISO 5660-1 · ASTM E1354	FTT-S12.7-100
铺地材料热辐射	GB/T 11785 · ISO 9239-1 · ASTM E648	FTT-S25-15-WF
SBI 单体燃烧	GB/T 20284 · EN 13823	FTT-S25-100-WF
屋角燃烧	GB/T 25207 · GB/T 27904 · ISO 9705	FTT-S25-50-WF
烟密度	GB/T 8323.2 · ISO 5659-2 · ASTM E662	FTT-S12.7-50-W
火焰蔓延	GB/T 28752 · ISO 5658 系列 · BS 476-7	FTT-S25-50-WF
航空材料燃烧	MH/T 6042 · FAR 25 App. F-V · BSS 7365	FTT-G25-60-WF
PPE 热防护测试	GB/T 38302 · ISO 17492 · NFPA 1971	FTT-S25-100-R/WF
汽车内饰材料	ECE-R118	FTT-G25-100-WF
建筑构件耐火	GB/T 9978 · ISO 834 系列 · BS 476-20	FTT-S25-50-WF
灭火试验	ISO 7203-1	FTT-S25-5-RWF
危险品运输	GB/T 27836	FTT-S25-5-WF

FTT-G · FTT-S

热流计算与估算

Heat Flux Calculation & Estimation

Φ = E × R = E / S · 理论估算模型 · 限角器与吹气装置

01

读取电势

E:由数据采集仪测得的传感器输出电势(mV)。

02

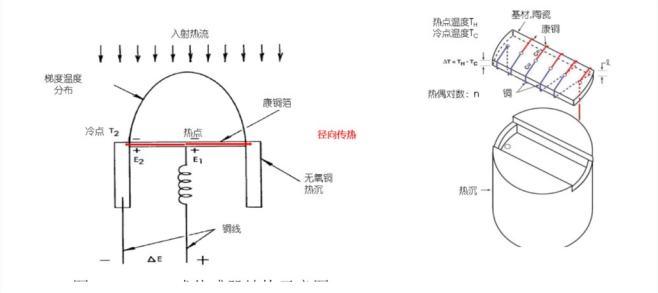
校准系数

R:响应系数 (W/m²)/mV;S:灵敏度系数 mV/(W/m²),互为倒数,见校准证书。

03

计算热流

Φ = E × R = E / S,线性输出直接换算入射热流。



左:Gardon 圆箔式(径向导热) · 右:Schmidt-Boelter 热电堆式(轴向导热)

高温面辐射

Φ = εσ(T+273.15)⁴,σ = 5.67×10⁻⁸ W/(m² · K⁴),按表面温度估算。

点源模型

Φ = Q/(4πR²),开放性热源远距离测量时的热流估算。

面源模型

Φ = Q/A,表面加热器等可视为均匀面源的热流估算。

选型与安装

限角器限定视角 150°/120°/90°/60°/30°/15°/7°,目标直径 D = 2L · tan(α/2);吹气装置防烟雾积聚与冷凝水,配视窗测纯辐射时影响可忽略。

等效黑体温度与热流(节选)

TECHNICAL SPECIFICATIONS

100 °C	1.1 kW/m²
300 °C	6.1 kW/m²
500 °C	20 kW/m²
800 °C	75 kW/m²
1000 °C	149 kW/m²
1500 °C	560 kW/m²
2000 °C	1514 kW/m²

常见工况热流水平(kW/m²)

UTILITIES & INSTALLATION

太阳常数	1.5
人身耐受极限	2.5
导致烧伤	4
材料引燃点	12 ~ 22
打火机火焰	25 ~ 45
轰燃火	70 ~ 150
全燃火	200 ~ 300
富氧乙炔焰	2000 ~ 5000
发动机尾流	20000 ~ 50000

为什么是线性输

入射热流在敏感元形成局部温差,自产生与热流近似成正比的电压信号,因此测得输出电压即可换算热流,无需激励电源。

理论估算仅用于选型参考;精确测量以校准证书系数与试验标准为准。

FTT-G · FTT-S

安装与接线

Installation & Wiring

齐平 / 表贴 / 支架三种安装 · 四种机械配置 · 接线与采集要求

01

齐平安装

试件开孔插入,传感器表面与安装表面齐平,避免改变距离与视角。

02

表贴安装

置于试件表面,建议弯头式;管线采取隔热与铠装保护。

03

支架安装

安装于带安装板的支架,将传感器置于需测热流位置。



螺纹表面 · 带法兰外形(FTT-···-WFM)

带法兰

通过法兰安装孔以螺丝、螺母固定到安装板。

螺纹表面

以外螺纹旋入带内螺纹孔的安装板固定。

隔热冷却

安装结构应隔热,必要时水冷/风冷,接触面可用气凝胶毡。

选型与安装

接线:热流信号线 [+] 一般为白色,接电压输入 [+];[−] 一般为黑色,接电压输入 [−];屏蔽层接记录仪接地点,优先差分测量,信号线尽量短。

使用前检查(万用表)

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Gardon 阻值	通常 < 5 Ω
SB 阻值	通常 < 200 Ω
热电偶(选配)	通常 < 10 Ω
热响应	距火焰约 10 mm 有输出(<10 s)
外观	敏感元无破损、鼓起或凹陷
序列号	与校准证书一致

数据采集仪要求

UTILITIES & INSTALLATION

量程	mV 级(0~100 mV 或等同)
分辨率	不低于 1 μV
精度	优于 20 μV
输入电阻	≥ 1 MΩ
采样频率	至少 1 S/s/ch
通道数	每传感器 1 路,带热电偶另加 1 路
注意事项	勿使用开路检测,以免产生测量误差

装箱清单

热流传感器 · 使用说明书 · 校准证书 · 可选件(如有);温度采集应能连接常用热电偶类型,数据可显示和存储。

按试验标准规定确定安装方法;水冷可能冷却试件改变热场时,建议在传感器与试件间垫陶瓷纤维等隔热材料。

FTT-G · FTT-S

使用注意与维护

Precautions & Maintenance

特别注意事项 · 传感器清洁 · 信号线与供水检查 · 故障处理

01

传感器清洁

敏感面沾污待完全冷却后用丙酮或酒精轻拭,勿擦黑漆部分。

02

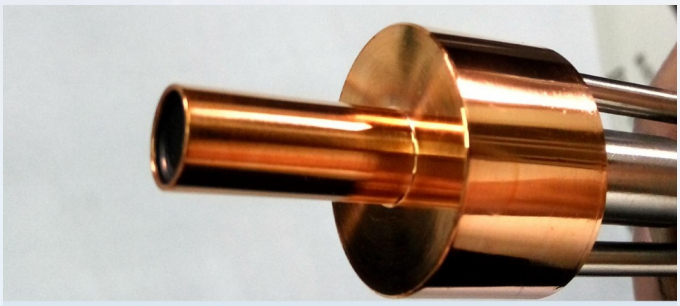
重涂校准

涂层脱落或明显变色返厂重涂并重新校准;自行重涂保修失效。

03

供水检查

确认无漏水、流量恒定;可过滤供水防止异物阻塞流道。



视窗型热流传感器 · 光学视窗可拆卸

严禁超量程

长时间超量程或超 150% 使用,可能永久损坏传感器。

禁止外接电源

传感器自发电势输出,外接电源可能导致传感器损坏。

防磕碰跌落

安装拆卸避免磕碰划伤,防止高处跌落与硬物碰撞。

选型与安装

信号线:输出噪声大或朝向热源无变化时,检查是否破损、烧灼(高温可烧断或线芯短路)、断路或短路,并正确接至数据采集仪。

特别注意事项

TECHNICAL SPECIFICATIONS

水冷型	先通冷却水再进行测量
测量过程	防止异物飞溅划伤敏感面
表面污染	冷却后酒精棉轻拭,勿擦黑漆
冷却水管	小心操作,勿用力弯折
信号线	不得大力拉拽
结冰环境	温水/防冻液冷却,用后排空
非水冷条件	仅限极短时应用
传感器本体	不得拆解、改造或改装

常见故障处理

UTILITIES & INSTALLATION

无输出信号	查外观→查阻值→查信号线→热源测试
阻值无穷大	断路
阻值接近零	短路
信号过高/过低	查安装、系数设置与涂层状态
信号意外波动	远离电磁辐射源,屏蔽层良好接地
快速定位	替换传感器判断采集仪是否正常

涂层维护

黑色吸热涂层可能因过热、烟灰、灰尘或燃气反应变色;明显变色或脱落应返厂重涂并重新校准,敏感元损坏通常无法修复。

因疏忽、不当使用、误操作等人为因素造成的故障或损坏不在保修范围内。

FTT-DAQ · FTT-AMP · 水冷

配套采集与水冷

Acquisition · Amplifier · Cooling

FTT-DAQ 四通道主机 · FTT-AMP 隔离放大 · 恒温水冷系统

01

信号采集

热流与温度通道任意互换,采样周期 1 ~ 999 s 任意设置。

02

数据记录

U 盘直接存储 Excel 文件,支持 USB 联机与标配采集软件。

03

信号变送

FTT-AMP 将毫伏信号三方隔离变送为标准电压信号,接入 DCS。



FTT-DAQ 便携式四通道热流 / 温度采集主机

双供电

内置锂电 1400 mAh 与电源两种供电模式,适合现场与实验室。

宽温测量

温度 0~1600 °C,支持 T / K / J / N / E / S / R / B 八种热电偶。

高分辨采集

电压 0-78 mV,分辨率 0.002 mV,精度 0.1%,热流分辨率 0.05%。

选型与安装 恒温水冷:水箱、水泵或冷水机经硅胶 / PU 软管连接;先通水后测量,水温高于环境露点,出水低于 80 °C;结冰环境用温水或防冻液并用后排空。

FTT-DAQ 技术参数

TECHNICAL SPECIFICATIONS

热流范围	0~30 MW/m²
温度范围	0~1600 °C
热电偶	T/K/J/N/E/S/R/B
传感器	4 个 · 任意互换
电压采集	0-78 mV · 0.002 mV
精度	电压 0.1% · 热流 0.05% FS
采样周期	1 ~ 999 s
存储联机	U 盘 Excel · USB 软件
尺寸供电	90×30×190 mm · 锂电/电源

冷却水流量与压力

UTILITIES & INSTALLATION

1 MW/m²	15 mL/s · 2.7 bar
2.5 MW/m²	25 mL/s · 6.9 bar
5 MW/m²	35 mL/s · 10.3 bar
10 MW/m²	63 mL/s · 13.8 bar
20 MW/m²	126 mL/s · 17.2 bar
30 MW/m²	189 mL/s · 17.2 bar
40 MW/m²	250 mL/s · 41.4 bar
50 MW/m²	300 mL/s · 55.2 bar

FTT-AMP 变送放 输入 / 输出 / 电源三方全隔离;输入 0-10 ~ 0-200 mV 五挡,输出 0-5 V、1-5 V、0-10 V,精度 0.2%,24 V DC ±10%,-20~70 °C,DIN35 导轨安装。

水冷流量压力按有效水冷条件整理;耐受 3000 °C 指有效水冷下的环境温度;参数以技术协议与校准证书为准。

资质与行业参与

QUALIFICATIONS & INDUSTRY PARTICIPATION





国家级高新技术企业

High-tech Enterprise

智慧实验室高级会员单位

Senior Member · Smart Laboratory Committee

中国标准化协会智慧实验室专业委员会高级会员单位。

Senior member of the Smart Laboratory Professional Committee, China Association for Standardization.

企业研发与行业交流并行

持续关注测试标准与智慧实验室建设，把行业需求带回仪器设计、测量控制和技术服务。

高新技术企业证书：GR202551000122；发证日期 2025.12.02，有效期三年。会员资格以原件登记信息为准。

FRTS / COMPANY PROFILE

质量管理，贯穿项目交付

QUALITY MANAGEMENT / PROJECT DELIVERY

从技术需求到现场使用，质量管理既关乎设备，也关乎每一次沟通、确认与交付。以证书载明的管理体系范围为依据，组织仪器装置研发、组装及服务。


注册号：30924Q0210R0S

质量管理体系认证证书

兹证明

四川法瑞检测设备有限公司

统一社会信用代码：91510703MA6247 3E4K

注册地址：绵阳市涪城区绵安路 35 号（科技城软件产业园）

审核地址：四川省绵阳市游仙区科学城中经路 52 号辅助房 12、13 号

质量管理体系 符合

GB/T19001-2016 idt ISO9001:2015 标准要求

该管理体系认证所覆盖的范围为：

工业自动控制系统仪器装置的研发、组装及服务

该组织分场所信息：

"无"

获证组织在证书有效期内每年至少接受一次本认证机构的监督审核，并将监督审核合格标志粘贴于证书指定位置，此证书方可持续有效。本证书有效性请登录 http://cx.cnca.cn 查询

颁证日期：2024 年 06 月 06 日　　有效期至：2027 年 06 月 05 日

国评认证（成都）有限公司

地址：成都高新区天晨路 3[illegible]7 层 8 号

签发人：

ISO 9001

GB/T 19001-2016 / ISO 9001:2015

认证范围

CERTIFIED SCOPE

工业自动控制系统仪器装置的研发、组装及服务

证书载明有效期

2024.06.06 — 2027.06.05

登记号：30924Q0210R0S

01

需求确认

明确测试对象、采用方法和交付边界。

02

研发与组装

围绕技术方案组织结构、测控和系统集成。

03

现场与服务

关注安装调试、运行培训与后续使用反馈。

依据：企业提供的认证证书；认证覆盖范围及有效状态以认证机构登记信息为准。

FRTS / COMPANY PROFILE

把行业理解，积累为技术能力

RESEARCH / STANDARDS / KNOWLEDGE

围绕阻燃、防火与测量系统，持续积累仪器设计、自动控制和试验方法经验。专利、标准参与和技术内容，共同构成与客户讨论复杂测试任务的基础。

8

发明专利 / 件

INVENTION PATENTS

4

实用新型 / 件

UTILITY MODELS

4

参编 GB/T / 份

GB/T CONTRIBUTIONS

据 2026.04 企业介绍资料；专利申请 / 授权状态及参编清单以对应文件为准。

从方法到设备

METHODS INTO INSTRUMENTS

以 GB/T、UL、ASTM、IEC 等方法为技术交流入口，将试验条件、测量指标和使用场景转化为配置方案。

从信号到记录

SIGNALS INTO RECORDS

覆盖数据采集、控制软件和系统联用，关注原始信号、工况变化与结果记录之间的对应关系。

“阻燃测试”·持续分享专业内容

KNOWLEDGE SHARING / FIRE TESTING

标准解读、试验方法与行业观察，为选型沟通与日常使用提供交流入口。

2,000+ 用户 / 100+ 原创内容

传播数据采用企业介绍 PPT 的 2026.04 统计口径，支持后续更新。

服务科研与检测机构

SELECTED CLIENTS

科研机构、检验认证单位与建筑研究机构的试验需求，构成法瑞设备与系统服务的应用场景。

SCFRI 应急管理部四川消防研究所 国家科研机构	CASST 中国安全生产科学研究院 国家科研机构	ctc 国检集团 中国建筑材料检验认证集团 综合检验认证
Intertek 天祥集团 国际检验认证	CTI 华测检测 华测检测 综合检验认证	SRIBS 上海建科 为城市 为未来 上海建科 建筑科学与检测
广东省建筑科学研究院集团股份有限公司 广东建科 建筑科学与检测	广东省质检院 质量检验机构	GQT 1951 广州市质检院 质量检验机构
广州市建筑材料研究所 建筑材料研究	有色检测 专业检测机构	顺融检测 专业检测机构

部分代表客户 · 单位名称依据所提供资料整理