炼化行业
光纤测温应用调研

从原油储罐、液硫伴热管线，到低温罐体与高温反应器。

储罐密封圈和液硫管线已有现场运行记录。

沿线温度能把“温度异常”缩小到一个可复核的罐周区段或管段。相邻的 LNG 储运项目记录了施工验证，高温反应器研究提供了中试耐久性数据。

四类场景的证据

监测对象	温度记录回答的问题	公开材料
浮顶原油罐	沿密封圈找出哪个区段出现局部升温。	华德石化 · 运行论文，2025
液硫伴热管线	利用管顶附近的温度剖面查找伴热异常。	Q8 炼厂 · 现场案例，2021
LNG 储罐	沿罐壁的敷设路径识别温差和冷点。	龙口 LNG · 工程论文，2025
管式反应器	在一根多点探头上读取轴向温度分布。	Dutz 等 · 中试论文，2019

两种常见的光纤读数

拉曼分布式测温（DTS）利用回波往返时间确定光纤距离，根据两路拉曼散射强度及标定关系估算该段温度，适合沿长路径寻找异常。**光纤布拉格光栅（FBG）**在预设位置读取各光栅的反射波长，适合需要明确测点的多点剖面。储罐案例 · 反应器试验

调研采用运营单位作者、供货方、试验团队和标准发布机构的公开材料。这些案例适合判断工程可行性，行业装机率和平均投资回报仍缺少统计依据。单项试点可按主机、光缆、敷设、停工窗口及标定维护分项估算成本。

储罐与伴热管线

同一类沿线温度数据，在储罐上用于定位异常，
在伴热管线上可核对温度分布与加热工况。

中国广东 · 华德石化 · 运营单位作者报告

浮顶罐密封圈的局部升温

惠州华德石化将南边处油库一座外浮顶原油罐原有的光栅系统改为拉曼 DTS，沿浮顶二次密封圈敷设感温光缆，并记录沿缆温度。作者记载系统于 2019 年 6 月投运，至 2025 年发文时已经运行超过六年。

如何核实 现场使用可控水浴局部加热，在不同位置核对报警点与实际加热点。论文报告该次试验的位置误差小于 1 m，温度误差在 ±1 ℃ 以内。

如何使用 异常里程与储罐分区对应后，班组可调取对应区段的历史变化并到场复核。移植到另一座罐时，要重新标定光缆余长和罐周位置。

李志凡，《工程技术发展》2025 年第 6 卷第 10 期。期刊记录 · 现场验证与运行记录，第 3 节

荷兰鹿特丹 · Q8 炼厂 · 供货方现场记录

液硫管线的伴热诊断

项目在保温层内的管顶布设感温缆。现场有两组伴热线，运行方需要排查过热问题，并定位已有的光纤断点。AP Sensing 与 Pentair、炼厂工程团队共同测试，完成伴热核查和断点定位后恢复运行。

仪表读取的是感温缆处的温度。判断液硫状态还需结合传热条件和工艺测点。厂商记录支撑了故障排查用途，停工损失和节省金额未在该案例中量化。

AP Sensing，2014 年案例，2021 年修订。Q8 液硫管线现场记录，第 1–2 页

> **另一项管线调试记录**
> 在加拿大阿尔伯塔的油砂升级项目中，供货方记录了液硫引入前利用 DTS 找到并修复多处保温缺陷。该案例补充了投运前的质量检查用途。Chemelex，2009 / 2013 项目，2025 版

低温罐体与高温反应器

评价低温罐体，先看光缆在施工后是否完好。评价反应器探头，还要区分耐温持续时间、测点间距和长期漂移。

中国山东 · 龙口 LNG · 相邻储运场景

铺设在罐壁的光缆能看到哪些温差

接收站工程人员提出在内罐底部了解预冷温差、在罐壁监测表面温度，并利用外罐局部低温提示可能的漏冷或保冷层变化。部署位置不同，需要解释的物理过程也不同。

工程记录 论文展示了 22 万 m^3 级储罐的现场敷设。在施工及珍珠岩填充阶段，团队用光时域反射仪（OTDR）复测，完工时记录到正常的传输损耗。

证据边界 这些测量验证了光缆安装后的完整性。若项目要求识别泄漏，还需用有参照的冷点试验验证响应，再由其他现场信息核对来源。

张学亮、刘树锋、姜兆公，《仪器与设备》，2025。敷设方案与施工检测，第 4、6 节

德国 · 管式中试反应器 · 高温多点光栅

在同一探头上比较轴向温度

Dutz 等将 24 个再生布拉格光栅布置在 2.3 m 的测量长度上，在中试反应器中暴露于 150 至 500 ℃ 的稳定温度分布超过两年。研究团队每隔 3 至 5 个月获取温度剖面，并与热电偶结果比对。

试验结果 试验前后回到参考温度进行比对，各测点年漂移为 0.0 至 2.3 K，平均约 1.0 K。这个结果对应文中的光栅制备及封装条件。

移植条件 面向生产装置时，需按介质与工况核对护套、密封引出、应变隔离及检修更换方式，再做现场对照测量。

Dutz 等，*Sensors* 19(24)，5476，2019。多点传感器与中试长期比对

> **如何选取第一项试点**
>
> 如果目标是让班组先用上异常定位，浮顶罐有公开运行记录，也能把沿缆距离直接映射到罐周分区。若目标是了解反应器内部，则需单列耐温、介质相容性和长期漂移验证。

从模拟读数到现场验证

要判断一套仪表能否发现目标尺度的异常，需要同时量测空间响应、温度误差和端到端时延。

读规格时分清四项指标

输出点间距	相邻两个温度值之间标注的距离。本演示采用 1 m 模拟网格。
空间分辨率	仪器对沿线温度突变的分辨能力，可用已知温度阶跃的过渡宽度测量。短热点的峰值可能被空间平均压低。
定位与测温误差	分别比较显示里程与已知参考位置、测量值与参考温度计。熔接、余长和安装换向都会影响资产位置映射。
报警时延	从受控温变计时至界面提示，包括护套传热、整线采集和规则确认。延长积分可降低测量噪声，也会减慢刷新。

IEC 61757-2-2（2016），DTS 性能参数及测试程序 · 空间分辨率对照试验，2020

外浮顶罐试点的验收方法

1. **复核里程。**登记零点、引入光缆和余缆，按已知位置验证起点、分区边界和远端，把读数落到班组可找到的方位。
2. **测试热响应。**在批准的受控条件下使用参考测温和已知长度的温变段。分别记录偏差、最小可辨热点长度和报警时间，保留对应工况与仪表设置。
3. **验证故障与恢复。**用试验链路模拟断纤，核对故障里程、失去覆盖的区段及修复恢复记录。结合日晒与昼夜变化的基线评估误报，再由项目确定阈值。

> **演示采用虚构的 240 m 罐周和 8 个分区**
>
> 稳定、局部升温和断纤三组模拟数据展示了温度、位置与数据质量如何联动。示例阈值仅用于回放，真实项目的验收值应由业主与设计、仪表及消防专业依据工况确定。

在国内作为线型感温火灾探测器使用时，还需核对产品标准、工程设计和验收要求。国家标准平台将 GB 16280-2014 标为现行，2026 年已列入修订计划。国家标准记录，2014 · 修订计划，2026