

变压器油的智能化守望
— 四合一传感器实景验证

实景案例 · 直接替代DN80法兰

TTU远程 · RS485 / LoRa / 4G

专利产品 · 油温油位油压水分一体

目录
从困境到实景验证

传统机械表只能现场看 → 四合一数字替代 → 存量快速改造与新装预装双路径，已有优化实拍验证。

01 **传统机械式液位计困境**
指针卡滞、无远程、误漏检

02 **四合一传感器介绍**
油温PT100/油位/油压/水分aW专利

03 **实景案例1·现场存量改造**
10kV柱上配变 原DN80法兰直替

04 **实景案例2·厂内新装预装**
出厂集成+专利证书+LoRa天线

05 **市场与三大危害**
存量2000万 42亿/年 少油进水高温

06 **经济效益与安装六步法**
ROI 10倍 回收<1年 阈值配置

07 **前景与实施建议**
NB-IoT AI预测 数字孪生

08 **Q&A 实拍大图**
现场接线与认证展示

传统机械式液位计困境 – 只能现场看

现状·痛点

机械指针磁耦合，现场目视，无记录无远传

Qualitrol 015 / Hitachi 常规表盘，波纹管传导，精度±10mm，易受温漂、振动、粉尘导致卡滞。

85% 存量仍为机械表

- 只能人工巡检，台区分散，漏检率高
- 无油温、油压、水分，无法判断绝缘劣化
- 无RS485/TTU接口，无法融入配电自动化

成本

巡检成本高且不及时

单台区往返0.5天，雨季受阻；油位缓慢泄漏3-6月后才被发现，此时绕组已过热。

年巡 2-4次仍漏检

安全

漏检导致烧毁与爆炸

少油→绕组裸露过热→油汽化形成可燃混合物；进水→蒸汽泡起始温度下降→局部放电→压力超限。

升级需求：直接替代式数字油位计

安装方法与传统相同，法兰DN80，原位拆除即可装，带视窗+压力释放阀+注油口，成本增加仅1-2%。

对比

机械表	四合一数字
单参数·现场·易卡	四参数·远程·自诊断

四合一一体式传感器 – 专利可直接替代

基于 CN118640993A 多功能同步检测数字化油位计专利，安装方式与传统机械式相同，可直接替代老式法兰，减少更新成本。集成视窗+压力释放阀+注油口。

T **油温 PT100 -40~150°C**

顶油温±0.5°C，联动负载与温升计算

L **油位 磁致伸缩 0-100%**

DN80 法兰，带蓝色可视窗，20%低/90%高预警

P **油压 0-100kPa+ 释放阀**

预防90%严重故障，超50kPa告警

W **水分 aW 0-1 + ppm**

电容式，击穿电压预测，水>30ppm告警

	机械表	四合一数字
通讯	无	RS485 / LoRa / 4G → TTU
IO	指针	4路DI + 3路DO + 后台集成
环境	≤2000m	＞3500m 紧凑长寿命

发明专利证书 ZL2022xxxx　CEPREI 认证　国网智能物料



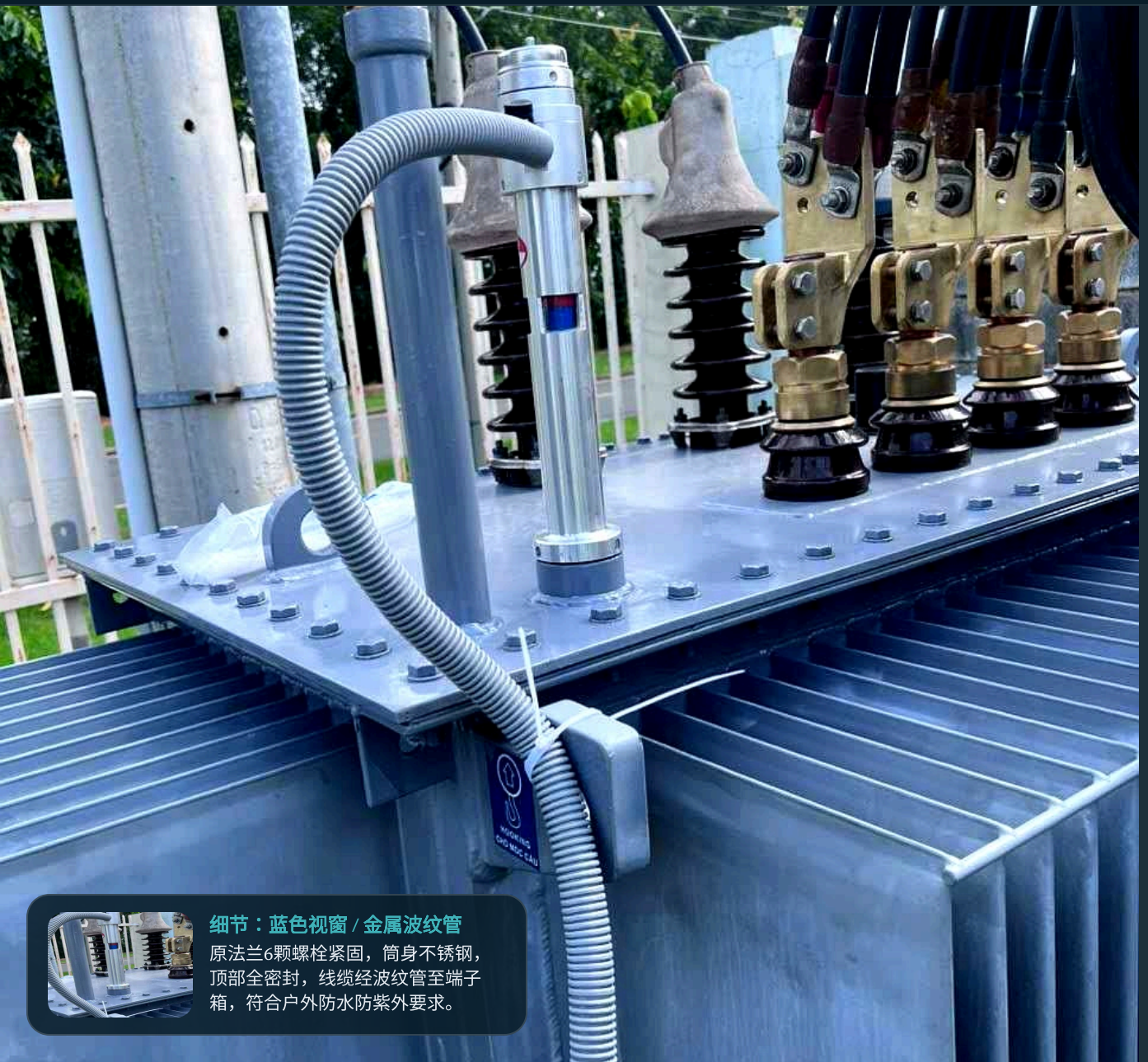
蓝色表盘实时：油温/油位 + 不锈钢探杆视窗 + M12航插

直接替代
原法兰螺栓孔位兼容，无需动火改管

节省 60% 工时

实景安装案例 1 – 现场存量改造

10kV 柱上配变 · DN80直替 · TTU接入



细节：蓝色视窗 / 金属波纹管

原法兰6颗螺栓紧固，筒身不锈钢，顶部全密封，线缆经波纹管至端子箱，符合户外防水防紫外要求。

RETROFIT · NO HOT WORK

拆除原机械表，原位法兰直接替代，无需动火

工况：油浸式配变运行中轻微渗漏，机械表盘读数模糊。改造时间 <40分钟，停电窗口内完成，注油口保留，兼容视窗人工复核。

安装：DN80标准法兰，孔距与原机械表一致，垫片+对角紧固，耐压密封。

布线：金属波纹管保护RS485，双绞屏蔽至TTU，支持4路开关量输入/3路输出。

显示：蓝色视窗物理油位 + 顶部数字化表头双冗余，现场+远方一致。

环境：海拔>3500m验证，-40~+85℃工作，IP66，抗盐雾沿海适用。

油位远程可视　油温/油压/水分aW 4参数实时上传　阈值告警接配自系统

实景案例2 – 厂内新装预装 · 出厂即智能

油箱顶部集成，旁边放置发明专利证书与CEPREI认证，蓝色表盘实时显示，客户信任度与国网合规一次到位





细节：专利证书+CEPREI+蓝屏数显

KZY21H470型号 四合一，U20 0.1℃，M12航插，注油口保留

出厂即集成，差异化卖点

白盒接线盒+黑色天线LoRa无线/4G，M12航插快插，对接TTU零改线

发明专利+第三方认证加持

现场摆放专利证书，CEPREI产品认证，满足江苏/浙江新装必须数字化要求

蓝色视窗+实时阈值显示

表盘蓝色 LCD 显示油温油位，视窗直视油位，兼具传统可视与数字远传

新装市场价值

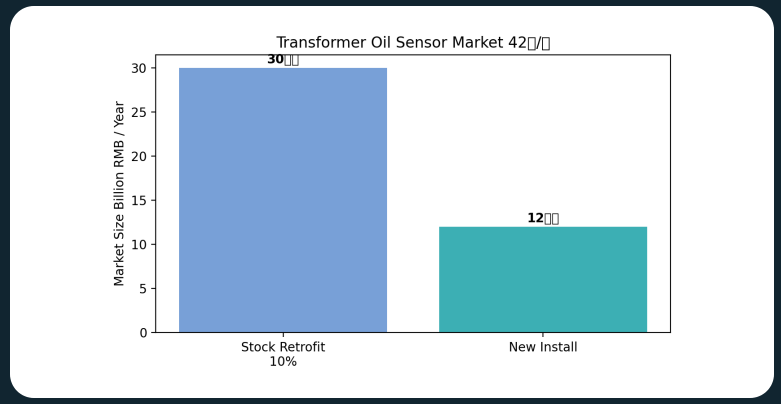
年150万台，变压器厂标配智能化，投标加分项

安装优势

法兰DN80直接焊接箱盖，无需动火整改，注油排气一体

市场规模 42亿/年 与三大危害机理

存量 + 新装双驱动



2000万

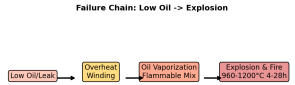
存量配变台数 / 85%机械表

150万

年新装 / 12亿市场

江苏、浙江已发文：新装配变必须带数字化油位，支持TTU采集。10%年改造率即30亿，合计**42亿/年**。

失效链：少油 → 过热 → 汽化 → 爆炸



少油/泄漏

油位降低→绕组裸露→过热→绝缘击穿，油蒸汽与空气形成可燃混合物。

进水/受潮

水分降低蒸汽泡起始温度→气泡→局部放电，压力超限可爆炸。沿海高湿高发。

高温/过载

油火温度960-1200°C，持续4-28h，可引燃18米外设备。主变烧毁损失＞800万。

案例：110kV主变渗漏烧毁800万

监测可预防90%严重故障*

经济效益与六步安装法

直接替代 · 无动火 · 接入TTU 阈值告警

避免一次烧毁即回本

3-10万
单台配变烧毁损失
主变>500万

1-2%
传感器成本占比
ROI >10倍

< 1年
回收期，降低运维

90%
严重故障可由油压
异常提前预防

阈值配置（TTU侧）：

- **油位低** <20%
- **油位高** >90%
- **油温** >85°C告警
- **水分** >30ppm/ aW0.6
- **油压** >50kPa突变告警
- **温升速率** >5°C/10min
- **联动** 跳闸+短信至运维班组

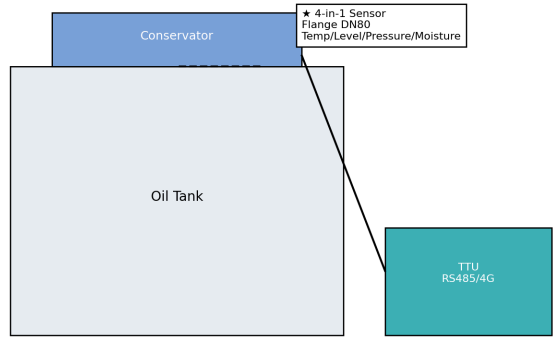
安装六步法 · 30分钟完成

1. **核对法兰 DN80**
   确认油枕/箱盖开孔与原机械表一致
2. **拆旧清面**
   停电泄压，拆除旧表，清理法兰面与密封圈
3. **安装紧固**
   放置四合一传感器，交叉拧紧螺栓，扭矩15N·m
4. **接线走线**
   金属波纹管保护，RS485至TTU，白盒+天线固定
5. **注油排气**
   保留注油口，打开排气塞注油至视窗中位
6. **TTU联调**
   配置地址波特率，阈值设参，远端刷新曲线验证

接线与TTU

配变油箱→TTU→主站，后台实时曲线与告警

RS485 / LoRa无线可选，支持4路输入3路输出，支持压力释放阀，>3500m海拔可用



从阈值告警到 AI预测，让每一台变压器可被远程守护

实景已验证：存量 DN80 直替无需动火，新装出厂预装即合规。下一步从有线 RS485 → 无线 NB-IoT / LoRa，到数字孪生油温-负载-寿命预测。

趋势 TREND

有线 → 无线 → 芯片化

TTU融合 → 台区边缘计算，4路DI/3路DO 联动，蓝牙本地运维。

建议 PILOT

高损/重载/沿海优先试点

高损台区、重过载、沿海高湿盐雾区先行，10%年改 30 亿/年起量。

标准 STANDARD

新装推动国网编码与物料合规

江苏浙江已要求新装必带数字化油位，配套专利与CEPREI证书投标加分。

已验证：柱上配变 40分钟现场改造

已验证：厂内预装 + 专利证书展示

金属波纹管 + IP66 + 3500m海拔

TTU阈值：油位20%/90%·油温85°C·油压50kPa·水分30ppm

感谢聆听 — 附优化实景大图可供质检与投标使用