

# 变压器多模态感知及融合诊断

## 系统简介

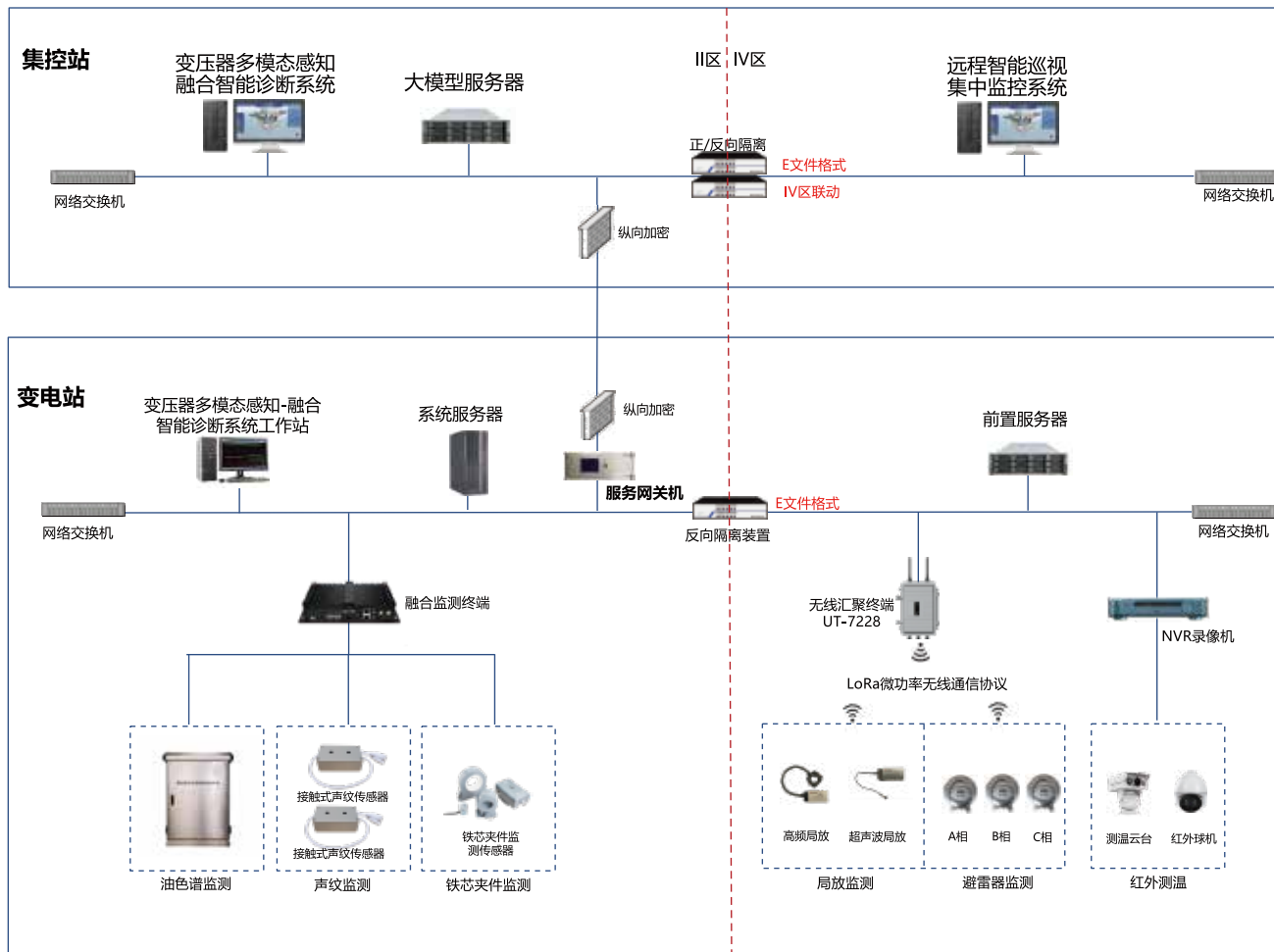
### SYSTEM OVERVIEW

通过部署油色谱、声纹、局放、铁芯夹件、避雷器表计、测温云台等监测装置，实时采集并深度融合油中溶解气体、声音频谱、局部放电、接地电流、电气参数及温度场等多维物理化学状态信息，突破单一监测手段的感知局限。

依托深度神经网络、知识图谱等新技术，构建变压器多模态状态监测和多源数据融合分析模型，形成“感知-诊断-预警-决策”的闭环体系，实现对变压器绝缘老化、绕组变形、铁芯接地异常等潜伏性故障的精准辨识与早期预警。

## 系统架构

### SYSTEM ARCHITECTURE





### 油色谱在线监测

分析油中溶解的特征气体（如  $H_2$ 、 $CH_4$ 、 $C_2H_6$ 、 $C_2H_4$ 、 $C_2H_2$ 、 $CO$ 、 $H_2O$ 、 $CO_2$ 等）含量及变化趋势，实现对变压器内部潜伏性绝缘故障的早期预警与类型识别。



### 局放在线监测

融合脉冲电流法和超声波检测法，构成“电 - 声”联合诊断（电信号用于定性定量，声信号用于空间定位），为精准判断绝缘缺陷位置与严重程度提供关键依据。



### 声纹在线监测

通过高精度声学传感器，持续采集变压器运行所辐射的宽频带振动与声音信号，有效辨识因铁芯松动、局部放电、绕组变形等故障引发的声纹特征变异。



### 红外测温

部署自动巡航红外云台，通过热像图谱，直观反映设备因过载、接触不良、内部损耗异常、冷却系统故障或绝缘劣化等引起的局部过热现象。



### 铁芯夹件在线监测

在接地扁铁安装电流传感器，精确测量接地电流，诊断因绝缘老化、多点接地或夹件松动等故障导致的电流异常。



### 避雷器在线监测

通过分析泄漏电流（特别是阻性电流分量）及雷击次数，评估金属氧化物阀片的绝缘老化与受潮状态。



### 全景化状态感知

覆盖电、热、声、化、机械等多物理量的全方位立体监测，深度感知变压器内部绝缘、机械结构及外部附件状态。



### 深度化信息融合

依托数据与知识双驱动，深度挖掘多源信息的时空关联特性，实现对复杂及潜伏性故障的精准诊断。



### 智能化诊断预警

具备自学习与动态优化能力，可实现从故障精准诊断到伴随故障演化的全过程动态预警。



### 闭环化运维支撑

构建“智能感知 - 诊断 - 预警”的闭环运维体系，将监测数据转化为精准决策，驱动运维效率与设备安全性的双重提升。

