

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/QGCML XXXX—XXXX

智能故障预测平台

Intelligent Fault Prediction Platform

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

全国城市工业品贸易中心联合会 发 布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由 提出。

本文件由全国城市工业品贸易中心联合会归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

智能故障预测平台

1 范围

本规范规定了智能故障预测平台的功能要求、技术架构、数据管理、模型开发、安全合规及运维支持等技术标准，适用于工业设备、能源设施、交通装备等领域中基于人工智能的故障预测系统设计、开发、实施与评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

3.1

故障预测

通过分析设备运行数据，提前识别潜在故障模式并预测发生时间的技术。

3.2

健康指数（HI）

量化设备健康状态的指标，范围通常为0（完全失效）至100（全新状态）。

3.3

剩余使用寿命（RUL）

设备从当前状态到故障发生前的预计运行时间。

4 总体要求

准确性：故障预测准确率 $\geq 85\%$ ，误报率 $\leq 10\%$ ，漏报率 $\leq 5\%$ 。

实时性：数据采集至预测结果输出延迟 ≤ 1 分钟（关键设备）或 ≤ 5 分钟（普通设备）。

可扩展性：支持新增设备类型及传感器数据接入，模型迭代周期 ≤ 2 周。

兼容性：适配主流工业协议（如Modbus、OPC UA、Profinet）及边缘计算设备（如树莓派、工业网关）。

5 功能模块

数据采集与预处理

支持多源异构数据接入（如振动、温度、压力、电流）。

提供数据清洗（去噪、缺失值填充）、特征提取（时域/频域分析）及标准化功能。

模型开发与训练

集成机器学习（如随机森林、XGBoost）与深度学习（如LSTM、CNN）算法库。

支持模型超参数自动调优（如Grid Search、贝叶斯优化）及可视化训练过程监控。

预测与预警

实时计算设备健康指数（HI）与剩余使用寿命（RUL）。
按风险等级（高/中/低）触发预警通知（邮件/短信/APP推送）。
可视化与决策支持

提供设备状态看板（如趋势图、热力图）、故障根因分析及维修建议。
支持历史数据回溯与预测结果对比验证。

6 技术架构

分层设计

边缘层：部署轻量级数据采集与预处理模块，支持本地实时决策（如紧急停机）。
平台层：提供模型训练、存储及API服务，采用容器化（Docker）与微服务架构。
应用层：面向用户提供Web/移动端交互界面，支持多角色权限管理（如操作员、工程师、管理员）。
关键技术组件

时序数据库（如InfluxDB）存储设备运行数据。
分布式计算框架（如Spark/Flink）处理大规模数据流。
模型服务框架（如TensorFlow Serving）部署预测模型。

六、数据管理
数据质量要求

传感器数据采集频率 $\geq 10\text{Hz}$ ，时间同步误差 $\leq 1\text{ms}$ 。
标签数据（如故障时间、类型）覆盖率 $\geq 90\%$ ，标注准确率 $\geq 95\%$ 。
数据存储与治理

原始数据保留周期 ≥ 3 年，特征数据保留周期 ≥ 1 年。
建立数据血缘追踪机制，支持数据版本控制与权限隔离。

7 模型开发与验证

模型开发流程

遵循CRISP-DM标准（业务理解、数据准备、建模、评估、部署、监控）。
支持A/B测试对比不同模型性能（如准确率、召回率、F1分数）。
模型验证指标

分类任务：准确率、精确率、召回率、ROC-AUC。
回归任务：均方误差（MSE）、平均绝对误差（MAE）、 R^2 系数。

8 安全与合规

数据安全

传输层采用TLS 1.2加密，存储层对敏感数据（如设备IP、工艺参数）使用AES-256加密。
符合GDPR或等保2.0三级要求，关键操作记录审计日志（保留周期 ≥ 6 个月）。
功能安全

预测结果仅作为决策参考，关键设备控制需保留人工确认环节。
支持故障安全模式（如预测失效时自动切换至保守策略）。

9 运维与支持

系统监控

实时监测平台资源使用率（CPU/内存/磁盘）、接口响应时间及模型预测延迟。
设置阈值告警（如资源使用率 $\geq 80\%$ 时触发扩容）。

模型维护

定期评估模型性能衰减（如每月一次），触发再训练流程。
支持模型热更新，无需中断服务即可替换算法版本。

用户培训

提供操作手册、视频教程及在线客服支持。
针对不同角色（如运维人员、数据分析师）开展定制化培训。