



大数据技术助力中国石化智能工厂

炼油和化工行业是典型的流程型生产模式，工艺过程高度依赖设备的长期、稳定、安全和高效运行。因此，设备维护对炼油化工企业至关重要，任何一台关键设备的故障停机都可能导致数以百万甚至千万级的经济损失。

设备维护分为预防性维护、预知性维护和事后维护。流程型行业的特点决定了对于非关键类的设备可以采取事后维修的方式，以降低维护成本；对于关键类的设备必须采取预防性维护和预知性维护相结合的方式，保证设备能够长期可靠运行。对于预防性维护，通常利用3年到4年一次的生产装置大修机会对设备进行解体维修。在设备运行期间，主要依靠每月的计划维护工作对设备进行预知性维护。

目前在中国石化北京燕山分公司制定月度维护计划的依据主要是设备管理人员的经验，现场设备运行过程中表现出来的故障现象，以及公司规定的强制保养项目。我们知道，人为经验是有局限性的，是缺乏继承性的，这就导致了企业的维护计划不能够完全满足设备安全可靠运行的要求，“过修”和“失修”情况并存。而如何能够利用设备运行状态数据，通过数据分析、数据挖掘等技术制定科学合理的检修维护计划，成为企业急需解决的问题。另一方面，当设备出现运行异常情况时，如何能够通过对其状态数据的分析判断进而在设备真正发生故障之前能够捕捉到设备的故障征兆，为提前安排停车检修争取到更长的时间，也是企业一直面临的难题。提前发现设备故障，提前进行生产计划调整和物资准备，就意味着减少非计划停车时间，进而为企业避免数额巨大的经济损失。

面对燕山石化提出的问题，极晨智道提出应用大数据技术结合振动分析技术为企业建设设备全生命周期预知维修系统解决方案。由燕山石化、极晨智道和上海星环科技三家单位组建联合项目组，历经1年半的技术开发和现场实施服务，系统成功上线并达到预期的效果。



设备全生命周期预知维修系统从现场设备状态监测系统和实时数据库系统中获取轴承振动、温度、压力、流量等数据。大型机组主要在线采集轴瓦位移的时域波形数据和温度数据，数据采集周期为3-5秒；机泵以在线或离线方式采集振动速度或加速度数据和温度数据，在线监测方式的数据采集周期为1小时，离线监测方式的数据采集周期为1-7天；系统从实时数据库系统中获取设备所对应的工艺参数，包括压力、温度、流量、液位、介质组分等等，数据采集周期为1-5秒。依据该数据采集策略和中石化集团的设备总量，预计数据规模可以达到1-5PB/年。利用传统的关系型数据库已经无法处理如此大规模的数据，所以在该项目中引入了上海星环的大数据平台作为数据获取、转换和计算平台。

设备全生命周期预知维修系统构建了基于规则的故障诊断、基于案例的故障诊断、设备状态劣化趋势预测、部件剩余寿命预测等应用。基于规则的故障诊断利用了经典诊断分析技术和专家系统理论，通过对所获取的数据进行故障征兆提取，再依据诊断规则，自动输出设备将要或已经发生的故障情况以及处理措施；基于案例的故障诊断功能在系统中构建了案例模型，并且从企业历史故障记录中提炼总结了若干故障案例作为原案例保存在大数据平台中，设备当前运行状态作为目标案例实时与原案例进行相似度计算，当相似度达到预设值时，系统给出与设备当前状态相似的历史故障案例及相似度；劣化趋势预测功能应用大数据平台中提供的若干算法，包括聚类、分类、回归、神经网络、灰度模型等，对所采集到的数据进行分析预测，系统自动给出设备所处的状态类别和参数达到报警的时间；劣化趋势预测功能还引入了自适应报警的概念，通过自适应报警算法模型进行计算，系统能够针对每个设备的每个测点给出符合当前工况的报警阈值，当然这种自适应报警阈值一定是在符合相关企业和国家标准的前提下才能发挥其作用；部件剩余寿命预测功能利用设备启停和历史部件更换信息以及设备故障诊断和预测结果，系统通过计算得到部件的剩余寿命并对小于预设值的部件进行报警提醒。

燕山石化目前的数据量约为1000万条/天，每年的数据规模达到20-30TB。设备全生命周期预知维修系统利用5台服务器组成的集群部署了星环大数据平台，包括内存计算、Hbase和流处理模块。系统架构如下图所示：



利用星环大数据平台，系统实现了对数据的实时分析计算，使设备故障诊断和趋势预测等功能的延迟控制在5秒之内，完全满足的客户对实时性的要求；通过对各类数据的分析，颠覆了传统中人们的经验思维，看似很多无关的数据，但却对设备故障产生着实实在在的影响，例如设备运行效率过低时设备故障发生的概率增大，这就要求做好工艺参数控制；利用大数据分析自动生成的检修维护计划，保证了设备维护更有针对性，减少了“过修”和“失修”现象；大数据分析最有价值之处在于能够在设备出现故障隐患时就发现设备的潜在故障，大大减少了生成装置的非计划停车，从经济方面和安全方面为企业带了了巨大的价值。下图为系统自动给出的故障诊断结论：



诊断报告详细内容

测点: YT-77088

诊断方式: 系统

关联测点:

诊断结果:

不平衡, 可信度: 0.91.
故障所属轴系: 套速轴.
叶片断裂, 可信度: 0.7.

对结果解释:

叶片断裂
转速不变时一倍频相应突然变化;
不平衡
振动频谱中一倍频较大;

处理建议:

不平衡
检查转子是否存在其它故障, 如不对中和松动等, 并加以消除;
清理结垢;
如果振动仍然超标, 根据不平衡量的大小、部位和性质进行动平衡;
叶片断裂

匹配案例列表

案例编号	案例名称	故障描述	相似度	案例生成时间
AL1505052	Case-Gas-120碰撞和热态不对中故障		34%	2015-05-13 16:53...
AL1505050	Case-Gas-127粉尘堆积脱落故障		34%	2015-05-13 16:46...
AL1505048	Case-Gas-125碰撞故障		34%	2015-05-13 16:41...
AL1505049	Case-Gas-126粉尘堆积故障		33%	2015-05-13 16:44...
AL1505051	Case-Gas-128不平衡和轴系不正故障		23%	2015-05-13 16:51...

设备全生命周期预知维修系统在国内乃至国际上首次将大数据技术应用到流程型生产行业的设备诊断和预测中，取得了初步成效，但仍有很多业务和技术问题需要进行攻关。例如，如何利用数据挖掘技术自动创建故障征兆算法，使系统更具智能性，拜托故障诊断专家的支持;如何利用进行大数据的预处理，并且是这种预处理模型化，让系统自动完成;如何在对设备劣化趋势进行预测时能够结合失效机理的因素，使得预测的结果更加符合客观现实等等。这些问题需要数据科学家、故障诊断专家和设备管理专业人员共同攻关解决，希望通过各类专业人员的努力，让设备全生命周期预知维修系统发挥出更大的价值，彻底解决企业设备管理人员所面临的种种难题，让设备管理不再是企业中“费力不讨好”的工作。

星环信息科技（上海）有限公司

🏠 地址：上海市徐汇区桂平路481号18幢3层301室（漕河泾新兴技术开发区）

✉ 邮编：200233 ☎ 电话：4008 079 976

🌐 网址：www.transwarp.io

