



MVR 蒸发装备智能管理解决方案

减轻高端定制化装备制造企业的售后服务压力，提高产品市场竞争力

引言：

深圳市智物联网有限公司（简称“智物联”）成立于 2014 年，是提供智慧工业核心引擎的企业，也是国内最早的工业互联网解决方案提供商之一。是第一批入选广东省（工信厅）工业互联网生态供给资源池企业，也是广东省“上云上平台”试点示范供应商。智物联多个客户获国家工信部或省市工信部门认定的“智能制造标杆案例”。

当下个性化定制、小批量多品种的需求越来越大，实体企业面临着生产成本、运维成本上升等困难，倒逼企业通过数字化、信息化解决问题。MVR（机械式蒸汽再压缩装置）是高度个性化产品，可能一张图纸只生产一台装备。智物联通过对 MVR 蒸发装备运行大数据库进行挖掘应用，实现设备的运行状态实时监控、远程故障诊断与预防性维护，实现全生命周期设备智能运维与管理。

一、项目概况

1. 项目背景

随着国民经济快速发展，国家对环境保护和节能减排的重视和各种政策出台，

环保、化工、造纸、电力等传统行业对于低能耗、高效率的 MVR 节能技术需求越来越多，据中研普华报道，2016 年全球 MVR 规模达到 300 亿元，预计到 2020 年，市场规模将达 500 亿元以上。MVR 蒸发技术作为国家重点推广的节能环保技术之一，列入国家发改委《国家重点节能技术推广目录》，为国家环境保护、节能减排和可持续发展等方面发挥巨大作用，有着良好的发展前景。

MVR 主要运用于蒸发浓缩物料，与传统的多效蒸发相比，具有节能优势。目前国内已成功运用在化工废水零排放、糖醇有机浓缩、制药中间体浓缩、精馏乏汽利用等方面。

MVR 是高度个性化产品，可能一张图纸只生产一台装备，MVR 制造企业面临以下挑战：

（1）设备故障无法预知

设备在运行过程中出现故障后，再对其进行清洗，就容易造成突发停机，因此需要建立完善的预警机制。

（2）设备/客户分布在国内不同区域，设备状态难以掌控

MVR 蒸发装备分布全国各地，但是设备生产数据只能存储于工业现场，无法获知多台设备生产数据，也无法快速远程地查看设备的运行状态及生产数据。

（3）人工获取设备故障信息成本高

机器出现故障时，只能人工查看设备故障，并且只有在设备附近才能获知故障问题并判断故障应对策略，导致人工成本过高。

（4）档案信息人工录入，维保成本较高

人工录入维保状况，纸质档案管理；没有进行定期维护，当设备老化或是出现故障后才进行处理，降低了生产效率。

基于以上背景，智物联开展智能 MVR 蒸发装备研究，将物联网的数据采集终端、网络传输、智能决策平台等技术应用到 MVR 蒸发装备中，实现设备全生命周期管理和运维服务，全方位提升产品智能化水平。

2. 项目简介

本方案支持多套 MVR 蒸发装备的大规模接入，通过收集 MVR 的运行参数，全面采集、监控与分析设备在自动进料预热、母液回流智能化温度补偿、蒸馏水质调节等方面的运行参数，实现设备的运行状态实时监控、远程故障诊断与预防

性维护，提高了 MVR 蒸发装备的运行效率，降低了运行操作成本，减轻了 MVR 蒸发装备制造企业的售后服务压力，提高了产品的市场竞争力。

3. 项目目标

- 1、通过实时采集换热设备的温度、压力等运行参数，经大数据分析判断后，对设备运行状态作出预警分析和故障诊断，实现设备的远程运维；
- 2、通过对换热器运行参数分析预警，提前告知客户进行预防性清洗，降低故障停机率 5%以下。
- 3、通过对设备运行数据的记录，从故障、报警、事件、服务四个维度进行设备的全生命周期管理，同时针对设备的档案、维保进行单独管理。

二、项目实施概况

1. 项目总体架构和主要内容（第 2、3、4 点仅供参考，可涉及多个层面也可只涉及一个层面，突出亮点即可）

（1）方案架构

本方案将 MVR 蒸发装备与物联网技术相融合，通过装备的自动控制软件、PLC 控制系统与数据采集终端 Aprus 数据适配器、Apieco 边缘计算控制器去兼容适配 MVR 蒸发装备，并将采集和梳理的数据整合处理后上报至 MixIOT 工业物联网平台，同时接收 MixIOT 平台发送的控制指令，将控制指令信息发送至现场的 MVR 蒸发装备，可进行远程后台对数据的实时在线分析和监控管理。后台端大数据处理量化，将以手机 APP、液晶大屏显示和电脑将信息展示在用户面前，并且平台能够自动判别设备故障类型、得到设备故障风险预警时间，实现设备的运行状态实时监控、远程故障诊断与预防性维护，大幅降低故障发生频率。提高设备的智能化水平，提高运行的稳定性，实现产品全生命周期质量运行管理。



图 1 方案架构

(2) MVR 蒸发装备关键数据采集分布图

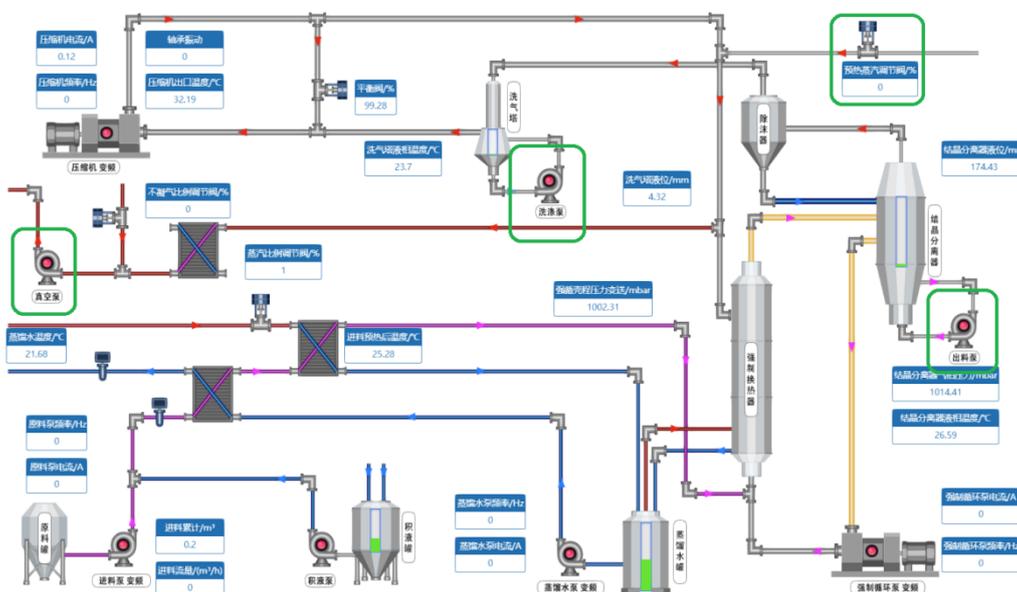


图 2 MVR 蒸发装备关键数据采集分布图

(4) 主要功能

① 实时监控子系统

PC、APP、大屏实时监控设备运行状态，对重点参数可设置特殊的上报触发

条件和上报周期。



图3 实时监控子系统

②远程故障诊断子系统

实现对于设备产生的故障报警进行分类，关联设备运行常见问题，并且针对不同级别的故障报警，可采取不一样的响应策略

| 报警编号 | 设备名称 | 报警名称 | 报警级别 | 产生时间 | 当前状态 | 恢复时间 |
|---------------|--------|------|------|---------------------|------|---------------------|
| FLT0000185985 | ZMD-01 | 温度 | 告警 | 2018-06-26 14:33:36 | 未恢复 | |
| FLT0000185977 | ZMD-01 | 温度 | 告警 | 2018-06-26 14:02:17 | 已恢复 | 2018-06-26 14:04:00 |
| FLT0000184961 | ZMD-01 | 温度 | 告警 | 2018-06-26 10:18:50 | 已恢复 | 2018-06-26 14:01:06 |
| FLT0000184959 | ZMD-01 | 温度 | 告警 | 2018-06-26 10:08:28 | 已恢复 | 2018-06-26 10:08:58 |
| FLT0000181605 | HZ-01 | 温度 | 告警 | 2018-06-25 23:57:34 | 已恢复 | 2018-06-26 00:11:21 |
| FLT0000181469 | HZ-01 | 温度 | 告警 | 2018-06-25 23:35:05 | 已恢复 | 2018-06-25 23:38:20 |

图4 远程故障诊断子系统

③全生命周期管理子系统

档案管理：对设备建立档案信息，从基本信息、设备信息以及控制器信息三个方面的知识性文档进行归档管理；维保挂历设定其各项维保业务的作业规范，设计各种维保任务的触发规则，对设备维保全过程进行全面监控。

| 实时监控 历史数据 生命周期 设备档案 适配器 | | | | | |
|-------------------------|----------|-------------|---|-------------|-----|
| 下一次需要保养项目 | | | 保养日历 保养规则管理 | | |
| 任务名称 | 任务描述 | 处理时间 | 操作 | | |
| 空气加热器 | 清理积灰 | 2018年01月26日 | 未处理 | | |
| 鼓风机系统 | 电机轴承加润滑油 | 2018年01月26日 | 未处理 | | |
| 炉膛 | 清理、清灰 | 2018年01月26日 | 未处理 | | |
| 已处理记录 | | | | | |
| 序号 | 设备名称 | 保养名称 | 维保事项 | 处理时间 | 保养人 |
| 共有3条记录 | | | | | |
| | 压力表 | | 送检 | 2018年01月02日 | 已完成 |
| | 炉排驱动系统 | | 校正炉排 | 2018年01月11日 | 已完成 |
| | 安全阀 | | 送检 | 2018年01月17日 | 已完成 |

图 5 生命周期子系统

④大数据分析子系统

INDASS 工业数据分析服务系统能够在采集到的设备数据基础上，进行大数据分析和边缘计算，输出运行指数分析、运行趋势分析报告、设备运行稳定性、风险和优化的分析报告等，便于使用者在基础数据呈现基础上，可以进一步对设备运行状况、稳定性、未来趋势、运行风险等进行深入分析，给客户提供更增值的服务。



图 6 数据分析子系统

⑤估计值分析系统 Evacs

Evacs 对两种“估计值”进行分析和计算，包括“偏态估计值”和“增量估

计值”。

偏差估计值：指物联网对象（设备）在一段时间里面的实际状态，基于“与标准状态偏差程度”这个模型算出来的一个估计值。

增量估计值：指物联网对象（设备）在一段时间里面，基于“在某个方面可能出现的累积效果”这个模型的一个估计值。

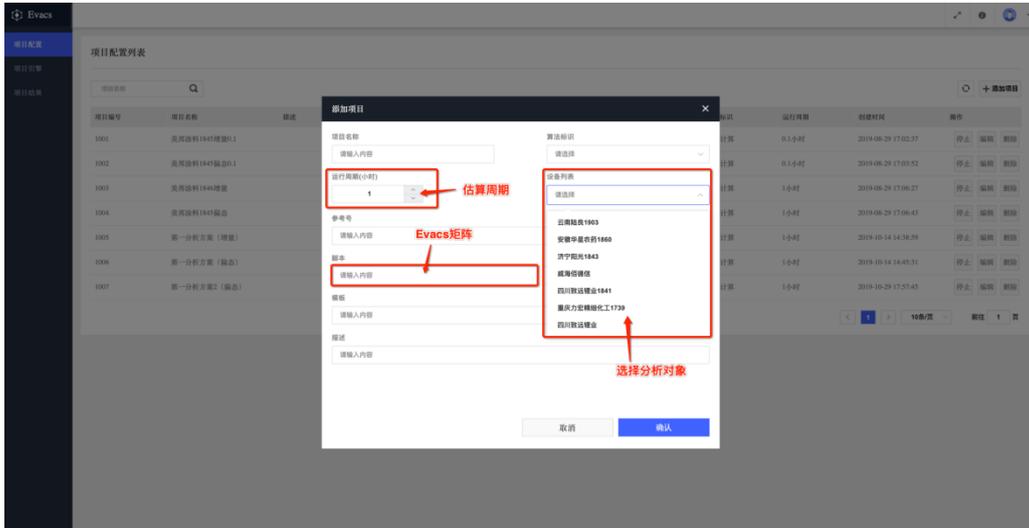


图 7 Evacs 功能页面

2. 网络、平台或安全互联架构（一个或多个均可）

（1）网络架构图

本方案通过在设备侧安装数据采集适配器来采集数据，通过 2G/4G、wifi 等网络传输到云端的中控平台进行处理，并通过 PC、APP、大屏对设备运行状态和生产数据远程全部实时监控。网络架构图如下：



图 8 网络架构图

3. 具体应用场景和应用模式

(1) 具体应用场景

本方案为高端装备、特种装备行业（如 MVR 蒸发装备、工业压缩机、工业锅炉、发电机组、重型动力设备等）的设备生产制造、设备使用企业，提供基于“设备运行管理、运行状态监控、设备远程控制、运行数据处理、运行数据分析、以及运行策略优化”的体系化的解决方案，为这些企业在“安全生产、节能增效”相关方面提供服务，满足生产制造企业向服务型制造企业转型的迫切需求。

(2) 应用模式

通过对 MVR 蒸发装备运行大数据库进行挖掘应用，建立 MVR 蒸发装备服务模式，把全国的 MVR 蒸发装备维修工程师整合到统一的服务平台上面，提供更多的服务，实现企业向服务型制造企业转型。

4. 安全及可靠性

本方案对设备数据的采集、传输、使用、交换等不同层面进行授权、加密、时效等安全保障。

(1) DCP (Data Collecting Protection) ——数据采集保护

MixIOT 数据终端——Aprus II（二代适配器）、Aprus III（三代适配器）、Aprus X（超级适配器）和 Apieco（边缘计算控制器）等，与工业设备对接和采集数据时有一个安全标准：即对 MixIOT 要采集数据的设备进行“保护性采集”；目的是防止有人利用 MixIOT 的数据终端进行非法数据采集、防止采集到的设备数据被发送到其他非法未经授权的地方。

(2) REP (Remote Execution Protection) ——远程执行保护

REP 也是对设备的保护。通常 MixIOT 通过应用端（FIDIS）或者 APP 对设备进行远程操控，REP 则对此类远程操控提供一个保护机制，防止数据终端被非法劫持和控制、或非法向设备发送操控指令，导致设备运行安全隐患。

(3) TSL (Transmission Security Layer) ——传输安全层

数据终端（适配器）采集到数据后，将其传输到部署在阿里云、华为云、亚马逊云的 MixIOT 平台。TSL 将保障传输过程中所有数据都在一个传输安全

层里面进行。目的是防止在数据传输过程中，数据被非法盗取或篡改。

(4) ASL (Application Security Layer) ——应用安全层

数据从数据终端采集并传输到 MixIOT 平台后，各种数据会被不同地使用，比如实时监控、统计计算、数据分析等。ASL 就是提供了一个安全层，使得所有数据的使用都是在该安全层里面进行。这也是为了防止数据被未经授权的非法使用。

(5) DESL (Data Exchange Security Layer) ——数据交换安全层。

MixIOT 是一个开放的体系，可以与第三方的系统对接和共享数据，比如 SCADA、MES、ERP 等。与第三方的系统进行数据共享，涉及到与其他第三方系统的数据交换。MixIOT 体系中所有的数据交换，都是通过 MixIOT 体系中 DESL 保护下的数据交换系统进行的，以防止与未经授权的非法第三方系统进行任何数据交换导致的安全隐患。

三、下一步实施计划

1. 计划 1

在现有 MVR 设备的工业物联网平台基础上，借助大数据大数据的提取、分析功能，将 MVR 蒸发装备运行参数通过工业数据桥传给数据处理系统，数据处理系统分析判断后将有价值的返回，实现 MVR 全自动调整运行，自动计算控制排放母液量，同时针对数据分析出合理的停机检修时间，提高设备运行的稳定性，为 MVR 蒸发装备的智能化生产管理助力。

四、项目创新点和实施效果

1. 项目先进性及创新点

(1) 合理科学地利用数据进行分析，评估设备运行状况

在本方案中，设备故障预警、规划合理停机检修时间、评估设备运行稳定性等需求都需要通过对数据的严格分析演算来实现，经过 MixIOT 对数据的整

理组织后，再使用智物联研发的通用分析工具 INDASS 和 EVACS 进行处理，就能够在最短的时间内完成数据的分析工作，满足客户的需求。

①获取设备进出耗排以及压缩机运行的相关参数，并通过 MixIOT 的整理组织后，使用智物联的估计值分析系统 Evacs 进行计算，从进出耗排的角度，评估、计算运行状态，同时计算出原料管道的增量，得出设备运行状态、管道堵塞程度的结论。

②获取设备的运行状态历史数据，并通过 MixIOT 整理组织后，利用智物联的工业物联网数据分析服务系统 INDASS，分析整个装置的运行指数，评估设备运行的稳定性。

以上通过观测分析设备的当前和历史数据，评估设备是否稳定运行，从而预测设备未来可能出现的报警或故障并及时预防。

(2) 大数据应用，挖掘深层价值

通过对数据的分析、对比、整合，提供能耗降耗的改进措施以及解决方案，助力企业开发更适合市场、符合应用环境的产品，制定更加有效的市场产品策略。

2. 实施效果

江苏瑞升华能源科技有限公司（以下简称“瑞升华”）是新型 MVR 节能蒸发装备的设计研发、生产制造、销售安装的高科技企业，产品销量在国内同行业位居前三。瑞升华采用了深圳智物联的服务，把分布在全国各地的几百套设备的运行信息全部收集起来，实现了对设备运行数据的实时分析、计算，据此还可以给客户提供及时有效的预警性维护提示，提高设备运行效率。

- 减少维护人力：人力配置由至少 3 人/台降至 1 人/台。
- 降低单位能耗：蒸发吨水电耗不超过 30 千瓦时，蒸发吨水蒸汽消耗不超过 100 公斤。
- 持续降低故障率：设备无故障运行时间不低于 60 天，故障停机率降至 5%以下。