

基于 BI 平台的大型制造企业设备管理信息化建设路径研究

陈冬燕 李远

中车贵阳车辆有限公司 贵州贵阳 550017

DOI: 10.32629/ems.v8i7.21152

[摘要] 针对大型制造企业设备管理中数据割裂、状态感知滞后、维护依赖经验等突出问题,本文提出以既有商业智能系统为数据汇聚与决策分析一体化平台,构建设备管理信息化体系,并将该构想分成数据整合、指标创建、实时监控、移动协作、知识沉淀五个逐步推进的实施环节,详细拆解了各环节的具体操作方法及常见问题应对策略。经行业实践证明,该路径可显著降低非计划停机时间、有效提升设备综合效率,为企业提供了一条投入可控、迭代敏捷的数字化转型之路。

[关键词] 设备管理; 商业智能; 制造企业; 信息化建设

1、引言

设备属于制造企业最重要的生产要素。大型制造企业生产现场有数千台设备日夜不停地运转,按照行业通行的0-9类分类法,涵盖了金属切削、锻压、起重运输、动力能源、仪器仪表等全部类别,管理的好坏直接影响到产品质量、交付能力和运营成本。

长期以来,大型制造企业设备管理存在着三重困境。设备台账、运行参数、维修记录等分散在ERP、MES、SCADA等各种异构系统中,造成数据孤岛,不能形成完整的设备数字画像。设备运行状况很大程度上依靠现场巡检和人工抄录,数据滞后严重,不能实现实时感知和预警,非计划停机频繁发生。设备维护策略依靠的是资深工程师个人的经验,当出现人员离职的情况时,企业的知识资产就会随之消失。从行业调查数据可知,由于非计划性停机造成的产能损失大约占年收入的1.5%到3%^[1]。

直接使用专业的企业资产管理系统,一般需要一年以上的的时间,数百万的软件授权费,复杂的系统集成工作,对于大多数企业来说都是很高的资金和时间门槛。本文提出用企业已经部署好的BI系统做为技术底座,以数据驱动的方式构建设备管理信息化平台,并从可行性、架构设计、实施路径等角度进行阐述。

2、BI平台作为设备管理底座的可行性分析

传统的BI系统只定位于数据报表和多维分析,但是随着大数据技术的发展,主流的BI平台功能边界也变得越来越。目前成熟的BI平台大多具有多源异构数据接入功能,可以连接关系型数据库、时序数据库、API接口、物联网数据流等各种数据源,可以创建统一的数据仓库。在实时处理上支持数据流秒级刷新,内置规则引擎根据预警条件自动触发分级告警,通过钉钉、企业微信、短信等方式推送。平台还具有移动端适配界面以及自然语言查询功能。因此,现代BI平台已经由原来的“做报表”发展成为集数据汇聚、实时监控、智能预警、协同应用为一体的完整平台^[2]。

把BI平台当作设备管理信息化的起步底座,相比于直接购买专业的EAM系统,有三个方面的优势。从投资经济性上讲,BI系统大多为企业现有的资产,主要的投入是数据接入和看板开发,成本可以降低60%~80%。BI平台已经具备和ERP、MES、SCADA等系统数据接口的能力,实施周期由原来的12-18个月缩短到现在的3-6个月。企业可以从一条产线或者一类核心设备开始试点,验证效果后再逐步推广,把转型风险降到最低。

需要注意的是,以BI为底座并不否认EAM系统的价值。专业EAM系统在工单管理、备件库存优化等各方面起着不可替代的作用。两者之间合理的联系就是协同而不是替代,初期用BI平台先搭建起数据聚合、决策分析的能力,待体系成

熟之后再 把 EAM 系统当作执行层的功能，BI 平台就变成分析层的前端，二者构成一个数据闭环。

3、体系架构与实施路径

3.1 四层架构设计

本文所提出设备管理信息化体系为四层结构，由下至上依次为数据采集层、数据汇聚层、分析服务层和应用呈现层。

数据采集层从 ERP、MES、SCADA 和移动填报端获取设备

资产台账、运行工单、实时参数、巡检记录。数据汇聚层利用 ETL 过程创建以设备编码为唯一标识的统一数据仓库，把设备静态属性和动态数据融合起来，得到每台设备的全部数字画像。分析服务层的承载指标引擎、预警引擎、归因分析、知识库、预测模型这五个功能单元。应用层为管理层、车间人员、操作工、数据分析人员等不同使用者提供不同的交互界面^[3]。

表 1 基于 BI 的设备管理信息化四层架构

架构层次	核心组件	功能说明
应用呈现层	管理驾驶舱、车间看板、移动端、自助分析	按角色提供差异化数据服务
分析服务层	指标引擎、预警引擎、归因分析、知识库、预测模型	承载设备管理核心业务逻辑
数据汇聚层	设备数据仓库、ETL 清洗转换、设备数字画像	统一数据模型与关联整合
数据采集层	ERP、MES、SCADA、移动填报	多源异构数据接入

数据采集层包含企业目前的主要业务系统，ERP 里保存着设备资产台账以及采购信息，MES 里记载着设备运行状况和生产工单，SCADA 系统可以对温度，压力，振动这些运行参数实施实时监测，移动端则被用作补充巡检记录和故障描述的工具。各种来源的数据经由采集层统一接入之后，就得 以克服数据分散存贮、格式不统一所造成的困境，从而为后面的数据整合工作创建了基本的前提条件。数据汇聚层接收到采集层传来的原始数据之后，就会用 ETL 流程对这些数据进行清洗、转换和关联。用 ERP 中的设备型号信息去匹配 SCADA 中的测点配置，用 MES 中的工单时间轴去对齐设备运行日志，最终形成一个以设备编码为唯一标识的数据模型。该模型不但包含了设备本身的参数，而且联系了以前的维修记录、实时运行曲线和生产负荷等各方面，形成了一套完整的设备数字孪生档案。分析服务层在数据汇聚层之上创建了五个互相联系的功能模块，分别为指标引擎负责 OEE、MTBF、MTTR 等主要绩效指标的自动计算和口径统一，预警引擎对重要的参数设置动态阈值，一旦达到阈值就会按照严重程度发出告警，归因分析模块可以从故障现象出发，按照时间轴和设备之间的关联关系进行多维下钻，知识库把已经处理过的故障案例结构化保存起来，预测模型依靠历史数据来训练算法，评价设备未来出现故障的可能性。应用展示层会根据用

户的使用场景把分析结果转化成可以使用的界面，管理层依靠驾驶舱掌控全局走向，车间人员凭借看板关注当班出现的异常，一线员工靠移动端获取任务和警报，数据分析师用自助工具做深入挖掘^[4]。

3.2 五步实施路径

第一就是数据整合。企业要对设备相关所有的数据源和数据结构进行梳理，在 BI 平台上创建以设备编码为唯一标识的数据仓库，把设备静态信息、运行参数、生产数据、维保数据按照统一模型组织起来，建立数据更新和同步机制。沈鼓集团在数字化建设中首先完成设备联网和数据采集系统的搭建工作，为后面分析打下了数据基础。

第二步为指标体系的建立。按照“少而精”的原则，只选择出能够反映设备运行状态的主要指标。建议先建设效率类(OEE、时间开动率、性能开动率)、可靠性类(MTBF、MTTR、故障率)、经济性类(单位产量维修成本、能耗强度)和健康度类四大类指标。OEE 是综合程度最高的核心指标，它由可用率、性能效率、质量率这三部分组成（如表 2 所示），拆解逻辑清楚地表现出了设备效率的三个损耗来源。所有的指标的口径定义和计算公式都在 BI 指标中心进行统一注册，保证全公司对指标的了解一致。全柴动力在智能化工厂创建时，把标准化的工作流程变成数据化的孪生体，这是把线下经验变

成线上数据资产的典型做法。

表 2 设备综合效率（OEE）指标体系拆解

一级指标	二级指标	三级指标（损失类型）
OEE	可用率	故障停机、换模换线、物料等待
	性能效率	空转、小停歇、减速运行
	质量率	废品、返工、启动损失

第三步就是实时监控。优先选择占总数的 20%左右的 A 类设备进行部署，对每种设备进行定义关键运行参数以及正常的波动范围，并在 BI 平台中创建监控看板和分级预警规则（轻微、一般、紧急三级），当预警产生时，自动发送历史处理方案给相应负责人。

第四步就是移动协同。给每台设备生成二维码铭牌，现场扫码就可以查看完整的档案，并且可以进行巡检填报；使用自然语言交互方式，一线人员可以用口语化的提问来获取分析结果。镇海炼化给近万个管架安装了二维码标牌，现场扫码就可以调取材质、检修记录等信息，为移动协同提供了一定的参考^[5]。

第五步为根因分析与知识沉淀。设备出现故障的时候，工程师会回到 BI 平台中去查阅前 72 小时的数据，并且利用多维下钻的方法来找到根本原因，把结论整理成结构化的知识库。某车企零部件用 BI 系统对 127 起冲压设备故障进行分析，得出 60%的故障和液压油温度超过 55℃且连续工作超过 2 小时有关，因此修订操作规范后同类故障下降了 45%。知识库建成之后，新员工可以依照历史案例来处理异常情况，从而有效地减少由于人员流动造成的知识损失^[6]。

4、实践效果与局限

综合行业已有的实践，在 BI 平台上的设备管理信息化体系可以带来可量化的改善，非计划停机时间减少 15%-25%，OEE 提高 5%-10%，故障响应时间由原来的 45 分钟缩短到现在的 10 分钟以内，新员工独立处理常见故障的时间从原来的 6 个月缩短到现在的 3 个月。大连重工利用 MOM 平台实现设备运行动态管理，方达达钢依靠工业互联网平台创建起数据准确率 95%、审批效率提高 50%的管理体系^[7]。

该方案的能力边界也存在着客观的限制，备件库存深度

优化、复杂维修 BOM 管理等还必须依靠专业的 EAM 系统来实现。因此本方案定位为信息化的第一阶段，待数据积累充分之后可以向 EAM 迁移或者形成互补格局。未来可以使用机器学习算法来训练故障预测模型，使故障预测由阈值告警上升为趋势预测。

5、结语

对于上千台 0-9 类设备的管理来说，采用企业已有的 BI 平台，按照“数据整合、指标创建、实时监测、移动协作、知识沉淀”五个步骤来逐步建立起一个包含监控、预警、分析、决策全流程的设备管理信息化体系。该路径投资可控、实施敏捷、风险分散，核心逻辑就是先让设备数据“看得见、连得上、流得动”，再让数据“管得住、用得好、出价值”，最后实现设备管理从经验驱动到数据驱动的转变，为信息化预算有限、系统集成复杂的大型制造企业提供了一条务实的转型路径。

[参考文献]

[1] 观远数据. 生产设备故障没有预警产品生产效率低: BI 如何帮助提升设备 OEE[EB/OL]. (2026-04-07). [https://guandata.com/...](https://guandata.com/)

[2] 李政杰. 基于移动互联网的车间设备管理平台设计与实现[D]. 贵州大学, 2018.

[3] 宋志强. 数字化工厂设计[J]. 山东化工, 2025, 54(13): 135-137+141.

[4] 朱涛, 张涛, 张非凡, 等. 数据驱动的钢铁企业安全生产工业互联网平台应用研究[J]. 冶金经济与管理, 2025, (4): 42-45.

[5] 苏媛媛. 二维码技术在广电设备管理中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2019, (3): 131.

[6] 韩笑, 刘毅, 张晓明, 等. 设备智能化管理系统在化工行业智能工厂建设中的应用[J]. 化工管理, 2022, (31): 114-116.

[7] 观远数据. 生产设备故障没有预警生产效率低: 解决问题完整方法拆解[EB/OL]. (2026-03-19). [https://www.guandata.com/...](https://www.guandata.com/)

作者简介: 陈冬燕, 1997.11, 女, 汉族, 贵州瓮安, 本科, 助理工程师, 设备管理。