

# 基于数字化转型的EOL管理系统

巩若澍 王法义 卢鹏 王晓东 王梅鑫 丁兆祥

(一汽解放青岛汽车有限公司, 青岛 266217)

**摘要:**为解决原下线检测管理系统的程序结构不匹配生产信息全程监控、无法为车辆提供高效的生产追溯的问题,对原汽车生产线下线检测仪(EOL)进行升级开发,升级后的平台具备传统EOL检测设备特性与功能,是贯穿产品研发、生产制造和售后各环节的车辆电气检测数据交互系统。在生产制造环节,系统中提供了预警信息模块、参数修改模块等,方便工程师快速分析处理现场刷写问题,避免停线。整个系统满足个性化定制、智能制造及数字化转型的需求。

**关键词:** EOL管理系统 数字化转型 智能制造

中图分类号: U468 文献标志码: B DOI: 10.19710/J.cnki.1003-8817.20230189

## EOL Management System Based on Digital Transformation

Gong Ruoshu, Wang Fayi, Lu Peng, Wang Xiaodong, Wang Meixin, Ding Zhaoxiang

(FAW Jiefang Qingdao Automobile Co., Ltd., Qingdao 266217)

**Abstract:** In order to solve the problem that the program structure of the original offline inspection management system is not suitable for the full process monitoring of production information and cannot provide efficient production traceability for vehicles, the original EOL platform has been upgraded and developed. The upgraded platform has the characteristics and functions of traditional EOL inspection equipment and is a vehicle electrical inspection data interactive system that runs through various stages of product research and development, production manufacturing, and after-sales. In the production and manufacturing process, the system provides warning information modules, parameter modification modules, etc., which facilitate engineers to quickly analyze and handle on-site flashing issues and avoid production downtime. The entire system meets the needs of personalized customization, intelligent manufacturing, and digital transformation.

**Key words:** EOL management system, Digital transformation, Intelligent manufacturing

## 1 前言

汽车生产线下线检测仪(End of Line Testing Tool, EOL)为下线生产检测设备的总称,用来调整和刷写生产终端的发动机或者整车电子控制单元(Electronic Control Unit, ECU)的内部数据,以适应不同的发动机和车型,达到批量生产的目的。EOL管理系统用于管理发动机或整车变量和数据集、数据集变量选择和调整、整车标识码刷写、读取清除故障

码,对不同发动机或车型选择不同数据集进行刷写。

原EOL缺乏整体的系统架构的概念,由多个独立开发的刷写功能模块构成,彼此之间互不相关。整个刷写的过程、结果数据都保存在刷写的数据库中,工程师无法对数据进行系统化分析,无法实现生产信息的全过程监控,无法为车辆提供高效的生产追溯。刷写失败时,需依赖于技术人员经验分析刷写结果的报文,才能得出问题发生的真因,解决问题的周期过长无法保证信息追

作者简介: 巩若澍(1994—),男,助理工程师,硕士学位,研究方向为汽车总装工艺。

### 参考文献引用格式:

巩若澍,王法义,卢鹏,等.基于数字化转型的EOL管理系统[J].汽车工艺与材料,2024(3):64-67.

GONG R S, WANG F Y, LU P, et al. EOL Management System Based on Digital Transformation[J]. Automobile Technology & Material, 2024(3): 64-67.

溯的时效性。

针对以上问题,对原EOL进行升级,升级开发后的平台具备传统EOL检测设备特性与功能,并构成了贯穿产品研发、生产制造和售后各环节的车辆电气检测数据交互系统。在生产制造环节,系统中提供了预警信息模块、参数修改模块等,方便工程师快速分析处理现场刷写问题,避免停线。本研究阐述了升级后的EOL管理系统架构及工艺现场功能模块。

## 2 EOL系统架构

EOL管理系统<sup>[1]</sup>提供专门针对汽车生产制造的产品下线部分整车电子控制单元测量、标定、诊

断(Measure, Calibration, Diagnostic, MCD),并提供基于网络的MCD整体解决方案以及相关配套信息技术(Internet Technology, IT)服务。

如图1所示,升级开发后的EOL系统架构从服务器到生产现场可划分为服务提供层、现场层、应用层,3个层次分别对应服务器(集群)端、实施车辆诊断的MCD检测终端、数据管理及功能模块应用端。其中,服务提供层通过网络向现场层提供基础数据,进行设备管理、升级管理、版本控制等,同时,现场层MCD检测终端通过网络向服务提供层提交检测结果、终端运行状态、本机日志等相关信息。检测完成后,应用层对检测结果、终端运行状态、本机日志进行分析、展示等。

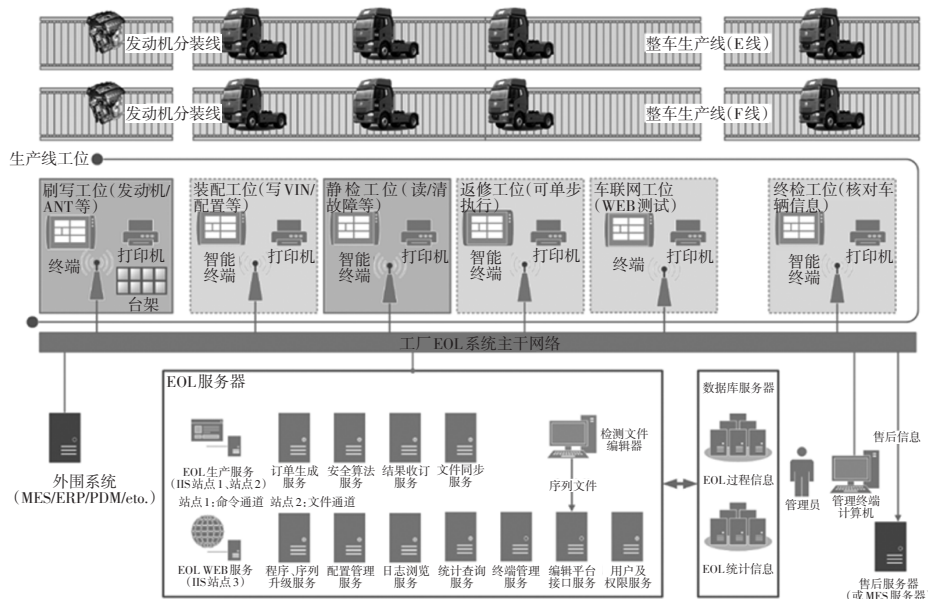


图1 系统架构

服务器端收集现场层MCD检测终端每次检测的结果数据,并提供将树形数据转换为关系型数据并保存的持久化场景。服务器端对所有终端设备提供文件同步服务,用于将终端上需要一直保存的数据(如诊断日志等)提交到服务器端进行永久保存,服务器端后续提供数据查询接口,帮助工程师查询具体的诊断日志或其他文件数据。

应用端通过服务器端提供的日志浏览服务,在定位到具体检测记录时,工程师可通过超链接查看或下载诊断日志,对该检测记录进行直观分析。系统将提供检测结果统计查询功能,检测结果保存在服务器关系数据库中,应用端能够实现对其不同维度、不同角度的统计服务。应用端也

可通过接口修改服务器端中保存的基础数据。

## 3 系统功能模块

EOL管理系统提供了方便快捷的管理策略,不仅针对生产线设备提供数据服务,同样提供将数据整合后的查询分析、数据比对、错误故障跟踪的个性化数据智能分析服务。生产现场应用的功能模块具体如下:

### 3.1 预警信息查询

EOL管理系统在从制造运营管理系统(Manufacturing Operations Management, MOM)中获取生产计划后,会根据车型物料清单(Bill of Materials, BOM)生成每个车型的检测序列,包括需要刷写

的项目及刷写顺序。在生成刷写序列的过程中,还会根据刷写要求提前分析,主要包括对刷写数据和产品数据管理(Product Data Management, PDM)系统刷写参数的检查和确认,如图2所示。如果发现某些刷写内容无法满足刷写要求,系统会提前预警,通知工艺人员,以确保生产顺利进行,避免刷写失败造成停线。提前预警功能可有效避免意外停线,确保产品品质和生产效率。

料号	车型	VIN	计划生产日期	单位	描述	预警信息	预警日期
488899	Q141S3866A000F4	LFNHAKNCRKA00289	2024-01-10 00:00	AMT	VIN LFNHAKNCRKA00289 存在CPU 属性错误 [J:Msg = CPU属性错误: 361151LAB1050/WUA 生产零件版本不存在。需要升级数据!]	已下数据(成功) (1)	2024-01-10 15:50
488898	Q141S3866A000F2	LFNHAKNCRKA00288	2024-01-10 00:00	AMT	VIN LFNHAKNCRKA00288 存在CPU 属性错误 [J:Msg = CPU属性错误: 361151LAB1050/WUA 生产零件版本不存在。需要升级数据!]	已下数据(成功) (1)	2024-01-10 15:13
488898	Q141S3866A000F4	LFNHAKNCRKA00287	2024-01-11 00:00	AMT	VIN LFNHAKNCRKA00287 存在CPU 属性错误 [J:Msg = CPU属性错误: 361151LAB1050/WUA 生产零件版本不存在。需要升级数据!]	失败	2024-01-10 04:11
488700	Q141S3866A000F4	LFNHAKNCRKA00289	2024-01-11 00:00	AMT	VIN LFNHAKNCRKA00289 存在CPU 属性错误 [J:Msg = CPU属性错误: 361151LAB1050/WUA 生产零件版本不存在。需要升级数据!]	失败	2024-01-10 04:11
488897	Q141S3866A000F4	LFNHAKNCRKA00286	2024-01-11 00:00	AMT	VIN LFNHAKNCRKA00286 存在CPU 属性错误 [J:Msg = CPU属性错误: 361151LAB1050/WUA 生产零件版本不存在。需要升级数据!]	失败	2024-01-10 04:10
488896	Q141S3866A000F4	LFNHAKNCRKA00285	2024-01-11 00:00	AMT	VIN LFNHAKNCRKA00285 存在CPU 属性错误 [J:Msg = CPU属性错误: 361151LAB1050/WUA 生产零件版本不存在。需要升级数据!]	失败	2024-01-10 04:10

图2 预警信息模块

### 3.2 BOM-MOM数据管理

该模块通过车型码进行BOM管理。EOL管理系统从MOM系统接受到BOM数据后,可对BOM数据进行分类展示,首先是BOM时间节点维度管理,包括BOM展开日期、生效日期、失效日期以及MOM推送时间。EOL管理系统能够从时间节点上对刷写数据版本进行管理切换,避免数据刷写版本错误。同时,在现场EOL刷写失败时,可利用MOM推送时间及BOM展开时间直观分析原因,及时处理问题,如图3所示。

工厂代码	车型代码	零件号	制造日期	物料名称	物料版本	零件版本	物料版本	零件版本	物料版本	零件版本	物料版本	零件版本	物料版本	零件版本	物料版本	零件版本	物料版本	零件版本	
V30	Q141S3866A000F4	3000402-AB011	10	总装	A	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	3000402-AB011	10	总装	A	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F4	3000402-2076-C300	10	总装	A	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	3000402-AA029	10	总装	A	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	3000402-AB011	10	总装	A	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	3000402-AB011	10	总装	A	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	2803021-AB011	10	总装	C	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	2803021-AB011-G	10	总装	C	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	2803021-1650	10	总装	D	D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	2900021-AB011	10	总装	/	B	B	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	2910111-AB011	10	总装	B	B	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	3000010E-Q4663E	10	总装	A	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	3000010E	10	总装	A	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	3000155AA002	10	总装	B	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	3010015-AA002	10	总装	B	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	3010010E-Q4663E	10	总装	/	B	A	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03
V30	Q141S3866A000F2	3010010E-Q4663E	10	总装	A	A	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2023-11-03

图3 BOM-MOM数据管理

其中,从MOM系统接入的BOM零件信息需要管理图纸版本,当研发人员临时更改BOM的版本数据时,受制于车间网络系统资源,无法对整个BOM信息反查更新(图3),需要对当前的BOM信息进行手动维护(图4),以保证车间的正常生产。当正式更改通过PDM系统下发后,EOL系统临时维护的BOM会被自动覆盖,仍保持与PDM系统同步。



图4 BOM信息修改

### 3.3 配置查询

BOM-MOM数据管理模块能够管理BOM中的零件号版本信息,配置查询模块更加细化,能够对零件号中的维护信息进行管理,如图5所示,可通过车辆识别代码(Vehicle Identification Number, VIN)或零件号查询车型的配置信息。

VIN	零件号	原型号	车型号	控制策略	厂家	ECSD	修改日期
LFNFVXX37PAD37361	3787040-2001-C00E	PAD37361	Q141S3866A000F4	TPMS			
LFNFVXX37PAD37361	7921100-Q4663E/A	PAD37361	Q141S3866A000F4	FM			
LFNFVXX37PAD37361	7913010-AB011/A	PAD37361	Q141S3866A000F4	VST			
LFNFVXX37PAD37361	3738130-2003-C80A	PAD37361	Q141S3866A000F4	DCM			
LFNFVXX37PAD37361	3738130-2003-C80A	PAD37361	Q141S3866A000F4	PS			
LFNFVXX37PAD37361	3620010-Q4663E	PAD37361	Q141S3866A000F4	IC			
LFNFVXX37PAD37361	361151LAB1050/WUA	PAD37361	Q141S3866A000F4	AMT	伊顿/AMT,伊顿   康迪   康迪	IT,AMT,伊顿	修改日期
LFNFVXX37PAD37361	3610611AB002/WUA	PAD37361	Q141S3866A000F4	VCU	康迪/康迪-VCU	QC,VCU	
LFNFVXX37PAD37361	3605611B8A001/WUA	PAD37361	Q141S3866A000F4	EBS	康迪/EBS-WABCO	EBS-WABCO	
LFNFVXX37PAD37361	7913010-AB011/A	PAD37361	Q141S3866A000F4				
LFNFVXX37PAD37361	3616215-2050/A	PAD37361	Q141S3866A000F4	AFES	康迪/康迪/AFES-WABCO	Camera-WABCO	
LFNFVXX37PAD37361	3616611-Q4663E	PAD37361	Q141S3866A000F4	SWF		hw_2016_SW	

图5 配置查询模块

如图6所示,该车型的制动防抱死系统(Anti-lock Brake System, ABS)刷写时需配置表中的相关数据,包括后桥速比、轮胎半径、轴距、扭矩梯度等,该数据由研发人员在PDM系统中维护至对应零件号中,在启动刷写时,EOL系统接收到对应零件号的数据并写入ABS控制策略中。但人工维护数据无法避免会出现数据信息维护错误、数据格式维护错误等问题,此时工艺人员会接收到预警报错,可在此模块中及时维护更新错误数据,避免发生质量问题。



图6 ABS数据修改

### 3.4 车辆检测记录查询

车辆检测记录查询模块能够按条件查询车辆检测记录,查询条件包括车系、车型编号、检测开

始时间范围、VIN等,如图7所示,工艺人员利用刷写结果的查询分析相关车辆的刷写结果,保证问题处理的时效性。

VIN码	车架号	设计号	车型	车型图	VINB RAAX0008	日期范围: 2024-01-10 00:00 到 2024-01-10
VIN:VINB RAAX0008	Q21AW5021NA6A000Q2	CALLERPKR6465480	17	EMS_CADECEMS_CADECE17NA6A000Q2		刷写日期

图7 车辆检测记录查询

车辆检测记录查询模块还可查看单一检测块的详细信息,包括每次检测的详细刷写流程,ABS控制器刷写流程包括车辆通信接口(Vehicle Communication Interface, VCI)设备初始化、ECU通信测试、数据刷写、故障清除、安全访问、ECU复位、VIN比对、故障读取等流程,以保证整个刷写数据的准确以及ABS控制器的完好,刷写过程中控制器的相关读写数据也可通过报文信息查看。当刷写失败时,可直接通过通信报文查看刷写过程的报文信息,如图8所示,以便更加准确地定位到刷写失败的原因。

块名称 [EMS_CADECE]	检测结果	OK
VCU设备初始化	0	失败原因: 通信失败
ECU通信测试	1	失败原因: 通信失败
安全访问	2	失败原因: 通信失败
安全访问	4	失败原因: 通信失败
写入VIN	2001	失败原因: 失败原因: LFNHAKN6RAA00006
读VIN	2002	失败原因: 通信失败
写入基本数据	2007	失败原因: Q21AW5021NA6A000Q2
读取ECU软件版本号	1002	失败原因: FAW6E_V04.600
读取ECU硬件版本号	1003	失败原因: 通信失败
读取ECU软件版本号	1011	失败原因: 4.60
读取ECU型号	1012	失败原因: CADEC1
读取EIN	1014	失败原因: 0000000000073761
读取VIN比对	2	失败原因: LFNHAKN6RAA00006 失败原因: LFNHAKN6RAA00006
读取整车型号比对	1013	失败原因: Q21AW5021NA6A000Q2 失败原因: Q21AW5021NA6A000Q2
读取VIN比对	1013	失败原因: 1000000046
读取VIN	1012	失败原因: 80747896
读取故障	3001	失败原因: 通信失败

图8 检测块刷写流程及数据

### 3.5 数据查询及统计分析模块

数据查询及统计分析模块能够对车辆检测数据进行统计分析,如图9所示,包括车辆检测通过率查询、工位检测通过率查询、终端在线分析、控制器通过率查询、车型通过率查询、控制器日报、控制器周报、控制器月报、车型日报、车型周报、车型月报、车型ECU统计等。各分类的统计查询,方便工艺人员及时掌握现场EOL刷写情况,及时针对不同的车型及控制器进行工艺分析,制定不同的刷写策略,以满足现场的刷写需求。

控制器	检测车辆数	一次通过数	一次通过率
1 EMS_BS-FEUP-UIDS	1315	1263	96.05%
2 EHB_PARAM_TONGYU	132	15	11.36%
3 GW	7737	7591	98.11%
4 AMT_WLY_TCU	5	0	0%
5 KNORR-EBS	1	0	0%
6 EPB_EPB-TONGYU_C	59	56	94.92%
7 LDW_KNORR_J	2	2	100%
8 ABS_J7_ABS_KNORR	11305	11060	97.83%
9 AMT_FAST_TCU	7530	7119	94.54%
10 EBS_EBS-WANAN_J	1	0	0%
11 WANAN-EBS	2	2	100%
12 KNORR-ABS	2	1	50%
13 FAST_TCU	1	0	0%

图9 检测通过率查询

## 4 应用实例

通过典型的现场应用实例对比数字化转型前后的处理流程。

现场操作人员上报现场车辆EOL刷写失败,工艺人员通过车辆检测记录查询模块明确为车辆变速器控制器(Transmission Control Unit, TCU)刷写失败,通过检测结果报文智能分析为EOL系统从PDM系统中参数获取错误导致。

由于变速器控制器通过获取研发人员在PDM系统中维护的参数进行刷写,通过反查PDM系统,失败原因为TCU刷写参数维护错误。确认刷写失败的真因后,工艺人员可直接通过配置查询模块更改TCU参数,更改后车间操作人员对问题车再次刷写后成功。

若发生此类问题,原有EOL系统的处理流程无法快速确定真因,且首先需要研发人员变更PDM参数,变更流程需要一定周期。在变更完成后,重新生成参数才可刷写成功。

对比升级前、后的EOL系统问题处理流程,升级后的系统可以根据检测结果报文快速定位、处理异常问题,划清问题责任单位,避免车间停线。问题快速处理后,根据责任划分更改上游系统参数。数字化转型后的EOL管理系统所提供的查询分析、数据比对、错误故障跟踪的数据智能分析服务具有快速处理车间现场问题、辅助提升工艺人员处理问题的能力等优势。

## 5 结束语

EOL管理系统的目标是建立完全自主的数字化电气检测平台系统,适应现代化的汽车生产活动,在满足现有车型产品生产要求的前提下,支持第三方设备的功能扩展,并在研发平台基础上提供二次开发接口,为新技术、新管理模式提供支撑。

### 参考文献:

[1] 裴军伟, 韩可强, 丁健, 等. 基于EOL的下线诊断写配置系统开发[J]. 汽车电器, 2019(1): 30-32.

