

车身车间车辆转运系统 数字化转型研究

杜宇恒

青岛英谷教育科技有限公司

摘要: 本文针对汽车厂车辆转运（BDC）系统车身信息链断裂、分道依赖人工及数据可靠性低等痛点，提出数字化解决方案，该方案通过硬件升级与系统协同优化，突破传统模式柔性不足的技术瓶颈，为汽车制造物流数字化提供实践参考。

关键词: 车辆转运系统；数字化转型；数字化管理平台

1 背景介绍

汽车制造厂车身车间 BDC 系统承担白车身存储、转运及资源分配核心职能，其运作依托多个可编程序控制器（PLC）与智能相机网络融合射频识别（RFID）系统协同控制。然而，传统的系统存在诸多显著痛点。

1.1 车身信息链不完整

因传输可靠性不足及各主线下线扫码硬件缺失，整个车身车间的车身跟踪码不能被完整获取，导致在后工序需依靠人工扫码设备进行信息补充，使得关键分道节点不能获取完整的车身数据，不能进行自动分道。

1.2 分道自动化水平低

主线→补焊、补焊→调整线、库区→涂装三处关键分道节点及零散道岔依赖人工干预，PLC 系统受限于路由逻辑复杂性与数据完整性不足，难以实现动态分道决策。

1.3 信息传递可靠性缺陷

RFID 系统获取的车辆相关数据在进出补焊线的环节需要进行解绑、重新绑定的操作，从而导致经过补焊线后的车身码绑定错误率高达 2%，导致生产调度与质量追溯可信度下降。

上述问题凸显了传统控制模式在柔性生产场景中的局限性，亟需通过数字化技术重构 BDC 系统的信息流与控制逻辑。

2 数字化解决方案

整个数字化解决方案分为数据获取、数据集成及

分析与决策三部分，搭建了从硬件端到控制中枢再到执行机构的闭环数字化解决方案，实现 BDC 系统的数字化、无人化转型。

2.1 数据获取：全域信息追踪系统

系统采用分布式国产工业智能相机网络，在主线、缓存区及涂装入口等关键节点部署高精度扫码设备，实时接入 PLC 系统并同步至数字化管理平台，并与现有 RFID 系统数据融合，构建白车身一台车全流程闭环跟踪体系，消除信息盲区。

2.2 数据集成：智能中控平台构建

本研究开发了集成化数字化管理平台，支持实时数据可视化、动态路由规则设定及远程指令下发，同步在分道点、转接区部署视频监控网络，实现人工介入式控制向“监测—决策—执行”闭环的转型。

2.3 分析与决策：分道逻辑自主决策

基于车身跟踪码实时解析生产数据，系统可通过数字化管理平台预设路由规则库驱动道岔自动切换，使得关键分道点人力配置由 3 人/班次降至 1 人/班次，分道效率提升 40% 且错误率趋近于零。

3 数字化管理平台技术方案与功能模块

3.1 技术实现方案

数字化管理平台整体的技术路线如图 1 所示。

在硬件上，系统增加了自动条码读取装置，采用海康威视读码器，通过 Ethernet 通信协议将 20 位跟踪码信息传递给 AB 的 ENBT 模块，达成信息初步采集。过程包含扫描结果状态、控制字等多信息流交互。

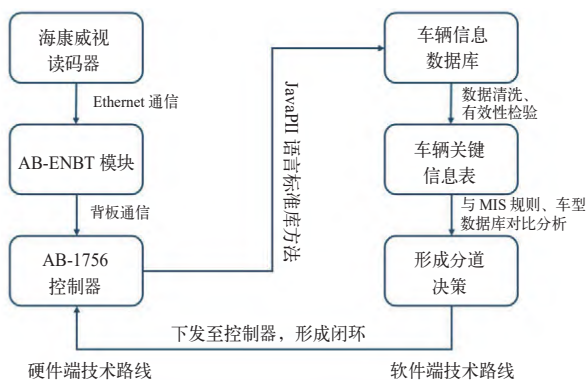


图1 技术路线

在设备与上位机系统通信部分，系统将现场设备组网在 192.168.9.X 网段，各设备通过额外的 ENBT 模块进行星型链接，服务器通过 Java 语言的标准库方法获取 PLC 变量值，并保持长链接及心跳检测。

通过在 BDC 平台的 26 个关键点位部署自动扫码设备，将信息回传至服务器。通过跟踪码、过站时间和车型信息等，追踪车辆在整个 BDC 区域的全过程，做到真正的数字化监管。生产计划 MIS 部门会动态下发各跟踪码的路由规则，通过上位系统与 MIS 系统的关联，实现相应车辆分流的自动控制，节省人力。

3.2 平台各功能版块

整个数字化平台依据生产线的工艺特点和应用场景，包含了数据报表、BDC 路线总览、车辆详情表和手动操作页面等多个功能版块，平台架构如图 2 所示。



图2 透明化管理平台架构

3.2.1 首页数据报表

首页数据报表展示当前 BDC 区域的整体情况，包括主线下线合计、调整线下线合计、入补焊线合计和重库区合计，调整 AB 目前排序信息，当日生产数据，BDC 线路实时状态。该版块还包括 BDC 各重要区域的总览布局、车辆流向以及各区域的白车身和台车数量合计。整个 BDC 按照布局分为 8 个模块，分别为 C/D 线下线至补焊道、E 线下线、主线至贴码直道、调整排

序道、补焊线、调整下线、库区和涂装入口。首页数据报表如图 3 所示。



图3 首页数据报表

3.2.2 BDC 路线总览

该版块内展示详细的 BDC 流向中各类站点的相关信息，将鼠标悬停在各个通道上，可显示对应区域的起始站点及各线路的名称，点击对应区域后，可以跳转至各个子区域的页面详情。整个 BDC 总览如图 4 所示，按照车辆流向共分为 11 个子部分，从 01—C 线下线到 11—涂装 B 线，以 C 线下线为例，起始站点为 520，结束站点为 330，与现场设备编号匹配，方便查找。针对 BDC 链路上的决策点，有特殊式样标识并可直接跳转至手动操作界面，在手动模式下给设备下发强制操作指令。

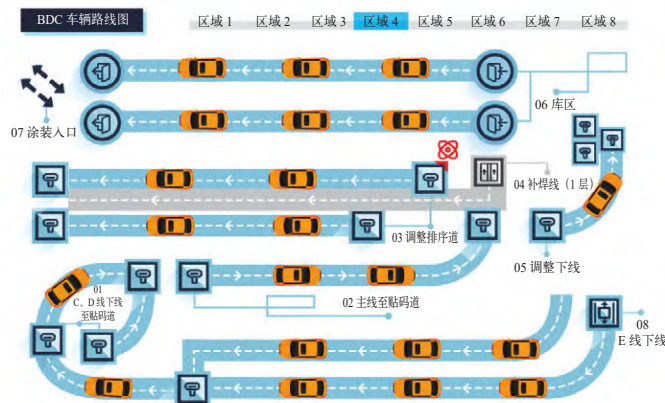


图4 BDC 区域总览

3.2.3 车辆详情表

该版块以表单的形式展示所有的车辆信息数据，默认画面按车辆流向的顺序展示各个队列的车辆信息详情，包括车身跟踪码、颜色代码、当前队列、队列序号及进站时间等，将所有车辆的信息集成处理，更加高效，车辆详情表单如图 5 所示。

VIN码

队列

站点

进站时间

☐	序号	vin码	颜色代码	当前队列	队列序号	进站时间	下一站点	历史队列
☐	1	DLA72411006895A5000B	A5	D线下线	1	2024-12-13 11:33:14		查看历史队列
☐	2	DLA72411006896A5000B	A5	外环线出	1	2024-11-27 08:21:42	STATION_330	查看历史队列
☐	3	DLA72411006905A5000B	A5	外环线出	2	2024-11-27 11:58:14	STATION_330	查看历史队列
☐	4	DLA72411006906A5000B	A5	外环线出	3	2024-11-27 11:59:43	STATION_330	查看历史队列
☐	5	DLA72411006907A5000B	A5	外环线出	4	2024-11-27 12:02:18	STATION_330	查看历史队列
☐	6	RJBR2411001264W2611C	W2	外环线出	5	2024-11-27 13:58:23	STATION_330	查看历史队列
☐	7	RJBR2411001265W2611C	W2	外环线出	6	2024-11-27 13:59:37	STATION_330	查看历史队列
☐	8	RJBR24110006F7W2611	7W	贴码道	1	2024-11-22 15:17:45	STATION_350	查看历史队列
☐	9	BXAN2411004515A5000B	A5	贴码道	2	2024-11-22 17:31:59	STATION_350	查看历史队列
☐	10	BXAN2411004522A5000B	A5	贴码道	3	2024-11-22 17:40:33	STATION_350	查看历史队列
☐	11	BXAN2411004523A5000B	A5	贴码道	4	2024-11-22 17:41:47	STATION_350	查看历史队列
☐	12	BXAN2411004524A5000B	A5	贴码道	5	2024-11-22 17:42:57	STATION_350	查看历史队列

图 5 车辆详情表界面

3.2.4 其余功能版块

决策点手动操作版块展示各个决策点的手动操作窗口，包含 HIK340_补焊入口、HIK300_调整排序、HIK060_库区入口、HIK610_B 库入口、HIK070_A 库入口、HIK030_A 库出口和 HIK040_B 库出口等 7 个决策点的操作页面。

MIS 路由表版块为 MIS 发布的车辆路由信息，与 MIS 数据库同步，可通过“刷新路由”按钮，将此表格与远程数据库同步。

车型匹配表版块为 MIS 发布的车型与白车身代码匹配信息，与 MIS 同步，可通过“刷新车型”按钮，将此表格与远程数据库同步。

站点历史数据表版块，可查询在各个决策点的决策数据与实际到达数据，可用于分析决策情况。

4 结语

随着全球汽车产业加速向电动化、智能化与定制化转型，传统制造模式在柔性生产、资源调度效率及数据可靠性等方面面临严峻挑战。据罗兰贝格《2023 全球汽车供应链报告》显示，全球头部车企物流环节的数字化渗透率不足 35%，因信息孤岛导致的产能损失高达 8% ~ 12%。

本文以汽车厂 BDC 区域为切入点，针对行业普遍存在的车身信息链断裂、分道依赖人工及数据失真等痛点，提出系统性数字化解决方案。通过智能相机网络与 RFID 系统的异构数据融合，实现了白车身全流程

透明化追踪，突破传统 PLC 系统信息采集的物理限制；结合动态路由算法与中控平台决策闭环，将分道自动化率大大提升，人力成本降低 66%，显著优于行业平均水平。

该数字化转型平台为工厂提升了转运效率，共节省 4 名手动分道工人的人力投入，真正地实现了降本增效。该平台创新性地将 Java 等信息化语言工具与传统的 PLC 设备控制有机结合，依据原有的 MIS 处理系统，针对性地开发了一套透明化管理平台，不仅打通了设备端和 MIS 端的信息壁垒，实现了减少人力投入，还完善了整体转运车辆的信息流管理、目视，为整个车间的数字化转型做好了铺垫。

参考文献

[1] 丰田汽车. 精益生产中的数字化物流管理 [M]. 东京: 丰田出版社, 2019.

[2] MCKINSEY & COMPANY. 智能制造白皮书: 汽车物流数字化趋势 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2022.

[3] 海康威视. 工业智能读码器技术手册 [Z]. 杭州: 杭州海康威视数字技术股份有限公司, 2021.

[4] ROCKWELL AUTOMATION. ControlLogix EtherNet/IP 通信协议指南 [Z]. 密尔沃基: 罗克韦尔自动化公司, 2020.

[5] 特斯拉超级工厂. 自动化物流系统技术白皮书 [Z]. 上海: 特斯拉 (上海) 有限公司, 2022.