

基于国产化 PLC 控制系统的汽车制造产线设备电气控制架构研究

卢鑫 张振祥 孟令丰

吉利汽车集团有限公司

摘要：本文简述了一套基于国产化 PLC 控制系统的汽车制造产线设备电气控制架构。此架构旨在突破国外关键技术卡脖子内容，建立独立自主的电气控制架构应用于汽车制造产线设备中，并完全掌握控制软件的自主开发的知识产权。

关键词：制造产线；国产化 PLC；电气控制架构

0 引言

近几年来，随着中国经济持续增长，居民消费水平持续提高，加上产业政策的扶持，我国汽车行业呈现快速增长态势，目前已建成较为完整的产业体系，成为支撑和拉动中国经济的支柱性产业之一。但是在这已经趋于完整的体系中，仍存在一些关键性的问题。现今汽车制造产线设备电气控制架构以德系控制元件为核心，关键控制产品与软件知识产权对我国应用层用户完全封锁，目前选用的工业以太网总线技术对于我国也是同样封闭。在这种封闭的情况下我国汽车企业对制造产线设备及平台的选择很少，遇到关键的工艺需求时也受到国外技术层面的限制。因此，建立一套基于国产化 PLC 控制系统的汽车制造产线设备的电气控制框架是目前针对这种现状相对较好的方案。

1 当前主流框架概述

汽车制造产线设备电气控制架构随产线引进，多来自欧美标准，部分来自日系标准架构。主流采用德系产品控制架构，由故障安全型 PLC 做为控制核心，通过以太网总线协议进行数据传递，达到控制底层执行元件完成工艺步骤的任务。

在现有电气控制架构中，主要由电机、工业机器人和气缸等构成作为执行层，由变频器、伺服驱动器、电机启动器和阀岛等组成的功能元件作为驱动层，执行结果通过传感器、编码器、光栅、区域扫描仪和视

觉系统等感知层设备进行信息采集，由触摸屏、上件提示屏和仪表界面做为展示层与操作者完成人机交互。执行层、驱动层、感知层及展示层通过工业以太网总线作为脉络统一由核心控制层 PLC 做为逻辑处理中枢指挥，按照生产工艺要求完成设备动作。

目前国内车企大部分使用的框架都是西门子的硬件设备，包含 PLC、交换机、I/O 模块及变频器等。软件平台则基于搭配西门子的整套框架选用的 Step7 或者博图等西门子旗下软件。网络框架也多基于西门子公司研发的 Profinet 框架。当前主流德系电气控制架构如图 1 所示。

2 国产化控制架构

国产化电气控制架构（图 2）的控制核心选用国产 PLC，选用 Ethernet/IP、Modbus TCP/IP 和 EtherCAT 总线相结合的开源总线协议完成网络互通，启用国产变频器做为驱动层核心，搭载国产阀岛、气缸和工业机器人做为执行层元件，国产安全类光栅、区扫和急停等通过安全继电器接入远程从站模块做为感知层信号来源，最后由国产触摸屏、上件提示屏等完成人机信息交互，构建起完整的国产电气控制系统。向车间上层生产管理系统的互联互通，通过国产 PLC 内部集成的 OPC UA 等通信协议完成设备到管理中枢的信息汇聚。在此架构中尝试应用了汇川、英孚康、浙大中控和实点科技等品牌的 PLC、I/O 模块和变频器等硬件设备。机器人方面也应用了国产埃斯顿、新松和埃夫

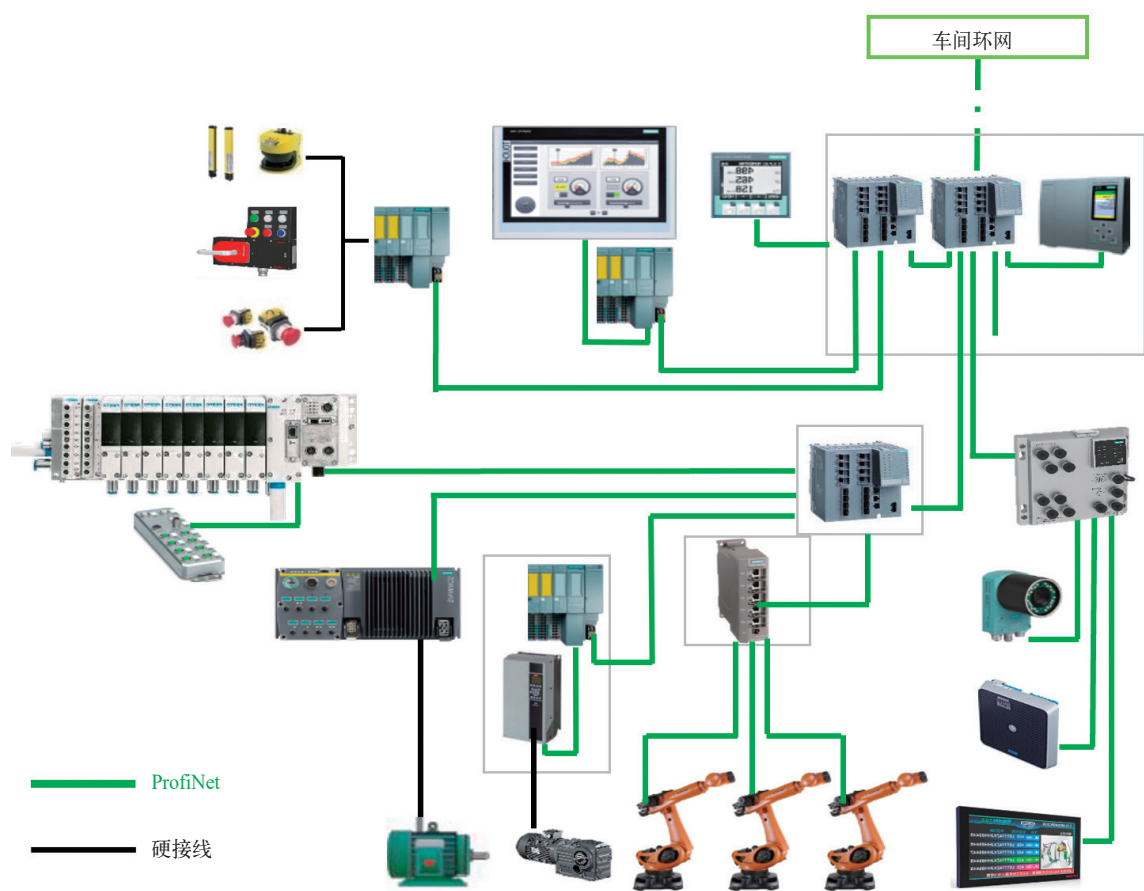


图 1 当前主流德系电气控制架构

特等品牌，做到用国产化设备的整体替换。

2.1 国产化电气控制架构的特点

- 1) 针对国外控制核心元件对国内用户技术封锁的问题，本架构选用拥有自主知识产权的国产 PLC 做为控制核心。
- 2) 完全自主开发软件框架及工艺功能块，人机界面操作画面等。
- 3) 根据控制需求，应用兼容性更好的工业以太网总线协议做为信息传递脉络。

2.2 国产化电气控制架构的优点

- 1) 国产电气控制架构选用的控制核心 PLC 完全国内生产，交期及成本对比进口产品优势明显，性能上拥有更强大的处理芯片，搭配更大容量的内存空间。
- 2) 国产电气控制架构中应用的软件架构完全由技术人员自主开发、稳定可靠。
- 3) 架构中可适配开源总线协议与通用总线协议，接口灵活多样化。

2.3 国产化电气控制架构软件框架开发

本架构通过自主开发与实际应用测试，在汇川的 PLC 软件 InoProShop 平台上完成软件程序架构的搭

建，形成软件标准块（供应用中调用），通过多源的总线协议完成控制核心与执行层、驱动层、感知层和展示层的硬件组态，形成数据闭环。对应国产化电气控制架构的选择，结合了国产化 PLC 软件与德系软件相似度高的特点，在软件部分包括程序框架和 HMI（人机界面）框架上也趋向规范化标准化。开发的软件发包做到尽量与原标准框架一致，减少程序员接手调试需要的熟识时间。

HMI 触摸屏选择了汇川 IE7000 系列，在人机界面的设计上也贴近主流标准，使得调试人员及生产工作人员能更迅速地上手，国产化 HMI 人机界面如图 3 所示。

3 结论

汽车制造产线的 PLC 电气控制架构的国产化不仅响应了国家对国产化发展的号召，也是国内各大汽车企业的必经之路。国产化安全可信大型 PLC 控制系统的大规模推广与应用，将极大地提升我国 PLC 控制系统技术水平，打破国外品牌在 PLC 控制系统关键技术上的垄断局面，大大提高行业 PLC 控制系统国产化率和安全可信程度，同时会培养一支自控领域的产品化领军人才、拔尖

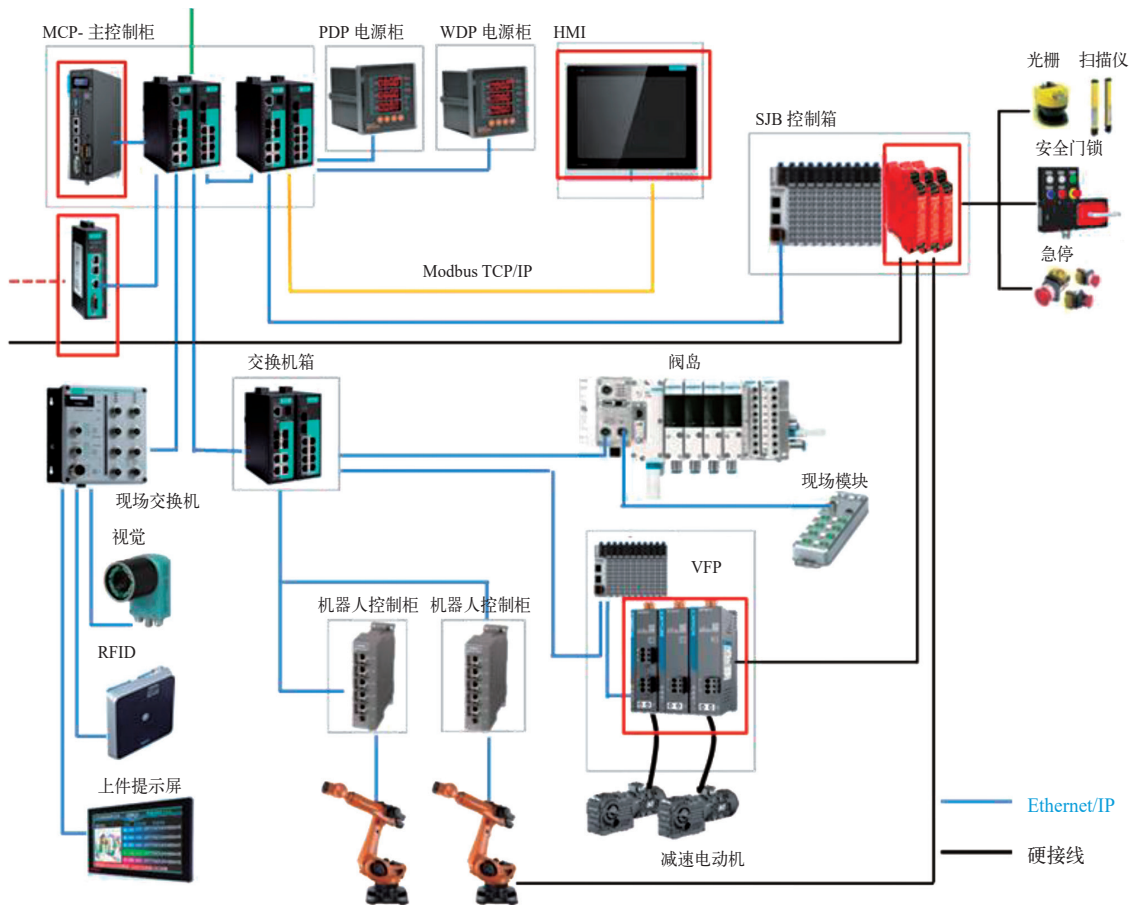


图 2 国产化电气控制架构

人才和创新团队，同时在工程实施能力上也会锻炼出一批优秀人才，树立具有国际竞争能力企业形象^[1]。

此外，系统从应用侧向上拉动整个 PLC 产业链发展，可实现从技术到产品的快速转化，推动处理器厂商、元器件厂商和嵌入式操作系统厂商等在 PLC 市场的业务发展^[2]。通过广泛的现场验证，为 PLC 控制系统上游的组件厂商提供丰富的应用反馈，一方面促进国内组件厂商不断通过迭代优化来提升产品的功能与性能，更好地适应 PLC 产品的应用需求，另一方面优化产品成本，提升产品竞争力，最终在工控领域与国际厂商同台竞技^[3]。同时，整个国产化 PLC 产业链也将形成良性循环，实现国内 PLC 生态的繁荣发展。

参考文献:

- [1] 袁志国, 胡鹏飞, 陈青, 等. 基于国产化 PLC 风电机组的友好型偏航控制策略应用研究 [C]// 第

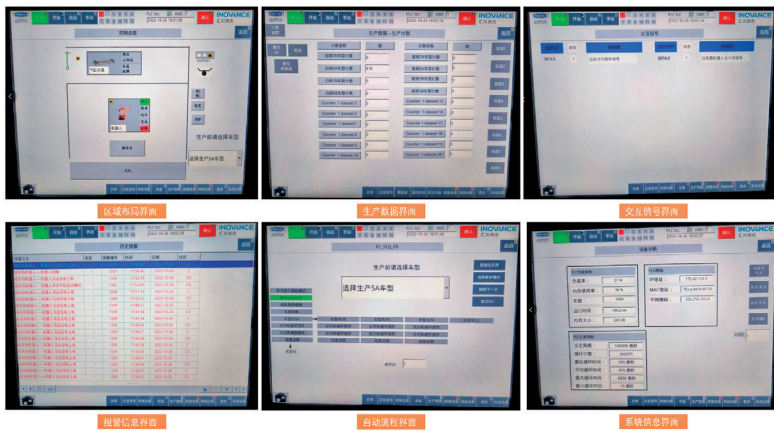


图 3 国产化电气控制架构的 HMI 界面

九届中国风电后市场交流合作大会论文集, 银川:
[s.n], 2022.

- [2] 刘永生. 基于信捷 PLC 控制器的电站控制系统国产化改造与可靠性提升[J]. 仪器仪表用户, 2022, 29(4): P49 ~ P53.
- [3] 刘兴华. 基于国产化 PLC 的火电厂水处理控制系统研制[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2021.