

基于 EtherNet/IP 协议的 ABPLC、英浮康伺服、汇川变频在轮胎成型机的综合应用

魏茂勇

(双钱集团(新疆)昆仑轮胎有限公司, 新疆 乌鲁木齐 831400)

摘要: 本论文聚焦于基于 EtherNet/IP 协议的 ABPLC、英浮康伺服与汇川变频在轮胎成型机中的应用, 深入探讨它们各自的技术特性、协同工作原理以及在提升轮胎成型机性能方面的显著优势。通过对实际应用案例的详细剖析与数据解析, 揭示其对轮胎成型质量、生产效率和设备稳定性的积极影响, 并针对应用过程中所面临的挑战提出切实可行的优化策略, 旨在为轮胎制造领域的技术创新与产业升级提供极具价值的理论支撑与实践指导。

关键词: ABPLC; 英浮康伺服; 汇川变频; 轮胎成型机; EtherNet/IP

中图分类号: TQ330.493

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)06-0058-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.06.013

0 引言

轮胎成型机作为轮胎制造的关键核心设备, 其性能优劣直接关乎轮胎的质量、生产效率以及企业的经济效益。在科技迅猛发展的当下, 先进的自动化控制技术与高性能的驱动装置在轮胎成型机中的应用愈发广泛且深入。ABPLC 以其卓越的逻辑控制能力、强大的稳定性和可靠性著称; 英浮康伺服凭借高精度的定位控制、出色的动态响应特性在运动控制领域独树一帜; 汇川变频则以高效的变频调速功能和良好的节能效果备受瞩目。对这三者在轮胎成型机中的应用展开研究具有极为重要的现实意义。

1 ABPLC 在轮胎成型机中的应用

1.1 ABPLC 概述

ABControlLogix5000 系列 PLC^[1] 作为工业自动化控制领域的领军产品, 他的编程平台 Studio5000 软件具备丰富多样的功能模块与强大灵活的编程环境。它本身拥有高速的数据处理能力, 能够对大量的输入输出信号进行精准、实时的处理与逻辑运算, 为复杂的工业自动化控制任务提供坚实可靠的技术平台。

1.2 控制功能实现

在轮胎成型机中, ABPLC 全面负责整机的逻辑控制流程。从物料的精准输送与定位, 到各成型工序

的有序协调与无缝衔接, 再到设备的安全防护与故障诊断报警, ABPLC 均发挥着不可或缺的核心控制作用。例如, 在胎体帘布的贴合工序中, ABPLC 依据预设的工艺参数和传感器反馈的实时信息, 精确控制贴合装置的运动轨迹与速度, 确保帘布贴合的精度与质量符合严格的标准要求。同时, 通过对各种安全传感器信号的实时监测与快速响应, 如光幕传感器、紧急停止按钮等, ABPLC 能够在极短时间内触发安全制动装置, 有效保障操作人员的人身安全与设备的稳定运行。

1.3 通信与网络功能

ABPLC 支持多种先进的通信协议, 如 EtherNet/IP、DeviceNet 等, 可与轮胎成型机中的其他设备, 如英浮康伺服驱动器、汇川变频器、人机界面(HMI)以及各种传感器和执行器等, 构建起高效稳定的工业网络通信架构。通过这一网络, 实现了数据的高速传输与共享, 使得各设备之间能够实现紧密协同工作。例如, ABPLC 与英浮康伺服驱动器之间通过 EtherNet/IP^[2] 通信协议进行实时数据交互, 将运动控制指令精准无误地发送至伺服驱动器, 同时接收伺服驱动器反馈的电机运行状态信息, 如位置、速度、转

作者简介: 魏茂勇(1987-), 男, 本科, 工程师, 主任工程师, 主要从事工业自动化方面研究。

矩等，从而实现对伺服电机运动的精确闭环控制。

2 英浮康伺服在轮胎成型机中的应用

2.1 英浮康伺服概述

英浮康伺服系统以其高精度的定位控制和卓越的动态响应性能而著称。它由伺服驱动器和伺服电机组成，两者之间通过专用的通信电缆进行高速数据传输，实现对电机的精确控制，网路结构见图 1。ICM-D5 系列伺服具有以下特点：

- (1) 双轴驱动器（8 kW 以下）；
- (2) 200 VAC 到 500 VAC 的超宽电源输入；
- (3) 支持公共直流母线，无需制动电阻；
- (4) 支持 Ethernet 标准工业以太网协议，支持环线 / 线性网络拓扑；
- (5) 支持工业以太网，多轴同步，插补，特别适用于多轴复杂应用。

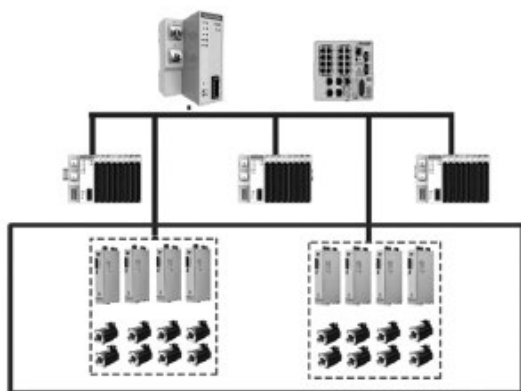


图 1 英浮康控制系统硬件网路拓扑图

2.2 在成型机运动控制中的应用

在轮胎成型机中如图 1，英浮康 ICM-D5 系列伺服主要承担着各运动部件的高精度定位与速度控制任务。例如，在带束层鼓机箱的旋转控制中，ICM-D5 伺服能够依据 ABPLC 发送的控制指令，精确控制鼓机箱的旋转角度、速度和加速度，确保带束层材料在缠绕过程中的均匀性和一致性。其高精度的位置控制可达 $\pm 0.01^\circ$ ，速度控制精度可达 $\pm 0.1\%$ ，能够有效满足轮胎成型过程中对运动精度的严苛要求。同时，英浮康伺服的高动态响应特性使得其能够在极短时间内完成加减速过程，大大缩短了成型机的工作周期，提高了生产效率。例如，在成型机的胎面贴合工序中，当需要快速切换贴合速度时，ICM-D5 伺服能够在 10 ms 以内完成速度的调整，确保胎面贴合的连续性和质量稳定性。

2.3 优势与特点

英浮康伺服系统采用先进的矢量控制技术和高精度的编码器反馈系统，能够有效克服负载扰动和电机参数变化对控制性能的影响，保证系统的稳定性和可靠性。此外，英浮康伺服还具备完善的故障诊断与保护功能，能够实时监测电机的运行状态，如过流、过压、过热、编码器故障等，并及时采取相应的保护措施，降低设备故障率，提高设备的使用寿命。

3 汇川变频器在轮胎成型机中的应用

3.1 汇川变频器概述

汇川 MD520 系列变频器^[3]是一种高效的变频调速装置，能够根据实际生产需求对电机的转速进行精确调节，从而实现节能降耗与优化设备运行性能的目的。汇川变频器具有丰富的通讯板卡，可集成应用于 AB、西门子等控制系统。

3.2 在成型机设备中的应用

在轮胎成型机中，汇川变频器主要应用于一些对调速范围和精度要求相对较低的电机驱动，如导开电机、输送电机、压合电机等，见图 2。汇川变频器同样可选用 EtherNet/IP 通讯协议与 ABPLC 实时通讯控制。ABPLC 发挥其逻辑控制能力，根据工艺和设备运行步骤状态，实时控制汇川变频器的启停和连续速度控制，以达到半成品输送和贴合速度匹配，很好的降低了半成品拉伸、打折等质量问题的发生。

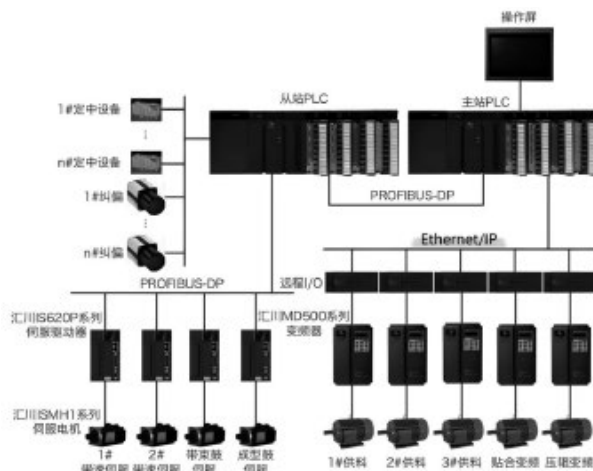


图 2 汇川控制系统在轮胎成型机上的应用网路拓扑

3.3 节能与调速效果

汇川变频器采用先进的矢量控制算法和高效的功率模块，具有较高的变频调速效率和功率因数。同时，汇川变频器还具备多种节能运行模式，如自动节能模

式、矢量节能模式等，能够根据电机的负载情况自动调整输出电压和频率，进一步提高能源利用效率。

4 三者协同工作原理与优势

4.1 协同工作原理

在轮胎成型机中，ABPLC 作为中央控制单元，通过 EtherNet/IP^[4] 通信网络与英孚康伺服驱动器和汇川变频器进行实时数据交互。ABPLC 根据轮胎成型的工艺要求和设备运行状态，生成相应的控制指令，分别发送至英孚康伺服驱动器和汇川变频器。英孚康伺服驱动器接收到指令后，精确控制伺服电机的运动，实现各成型部件的高精度定位与速度控制；汇川变频器则根据指令调节辅助设备电机的转速，为成型过程半成品贴合提供精准的速度匹配。同时，英孚康伺服驱动器和汇川变频器将电机的运行状态信息实时反馈给 ABPLC，ABPLC 据此进行综合判断与逻辑处理，实现对整个设备的闭环控制与优化调整。

4.2 协同工作优势

三者协同工作（见图 3）能够充分发挥各自的技术优势，实现优势互补，显著提升轮胎成型机的整体性能。ABPLC 的强大逻辑控制能力与英孚康伺服的高精度运动控制相结合，确保了轮胎成型过程的精确性和稳定性；汇川变频器的高效变频调速功能为设备节能降耗和优化运行提供了有力保障。由于驱动部分采用了国产品牌，相对于全套控制系统均采用 AB 品牌，升级改造成本降低了 30% 以上，备件采购周期缩短到两个月。



图 3 三者协同工作应用网络拓扑图

5 应用案例分析

以某大型轮胎制造企业的轮胎成型机升级改造项目为例，该企业原有的轮胎成型机采用传统的电气控制系统，存在生产效率低、成型质量不稳定、设备故障率高等问题。为解决这些问题，企业采用 ABPLC、英孚康伺服与汇川变频相结合的自动化控制系统进行升级改造。

在改造后的轮胎成型机中，ABPLC 负责整机的逻辑控制与协调管理，英孚康伺服实现了各运动部件的高精度控制，汇川变频对辅助设备进行了高效的调速控制。经过一段时间的实际运行测试，结果显示：轮胎成型机的生产效率提高了 25%，每班产量从原来的 100 条提高到 125 条；成型质量得到明显改善，轮胎的动平衡性能和均匀性指标均优于国家标准；设备故障率降低了 35%，因设备故障导致的停机时间大幅减少；能源消耗降低了 25%，有效降低了企业的生产成本。

6 应用过程中面临的挑战与优化策略

6.1 面临的挑战

6.1.1 参数调试复杂

为了实现最佳的控制效果，需要对 ABPLC、英孚康伺服和汇川变频的参数进行精心调试。然而，这些参数之间相互关联、相互影响，调试过程复杂且耗时。例如，英孚康伺服的位置环增益、速度环增益和转矩环增益等参数需要根据轮胎成型机的负载特性、运动要求和机械结构进行精确调整，否则会影响伺服系统的控制精度和稳定性；汇川变频器的加速时间、减速时间、载波频率等参数也需要根据电机特性和设备运行工况进行优化设置，以实现节能与调速性能的平衡。

6.1.2 技术支持与维护要求高

由于该自动化控制系统涉及多种先进技术和设备，对技术支持与维护人员的专业素质要求较高。技术人员需要熟悉 ABPLC 的编程与调试、英孚康伺服的控制原理与故障诊断、汇川变频的调速技术与节能应用等多方面知识和技能，才能及时有效地解决设备运行过程中出现的各种问题。

6.2 优化策略

6.2.1 采用智能化的参数自整定技术

研发智能化的参数自整定软件，该软件能够根据轮胎成型机的实际运行数据和工艺要求，自动对 ABPLC、英孚康伺服和汇川变频的参数进行优化调整。

例如，利用人工智能算法对英孚康伺服的控制参数进行在线学习和优化，使其能够自适应轮胎成型机的负载变化和运动特性；采用模糊控制算法对汇川变频器的参数进行动态调整，以实现最佳的节能与调速效果。通过智能化的参数自整定技术，可有效减少参数调试时间和工作量，提高设备的控制精度和运行性能。

6.2.2 强技术培训与人才队伍建设

针对 ABPLC、英孚康伺服与汇川变频的应用特点，组织开展系统的技术培训课程，提高技术支持与维护人员的专业素质和技能水平。培训内容可包括设备的原理与结构、编程与调试方法、故障诊断与排除技巧、节能应用与优化策略等方面。同时，鼓励技术人员积极参与相关技术交流活动和项目实践，不断积累经验，培养一支高素质的技术人才队伍，为设备的稳定运行和持续优化提供有力保障。

7 结束语

ABPLC、英孚康伺服与汇川变频在轮胎成型机中的应用为轮胎制造行业带来了显著的技术进步和经济效益。通过各自独特的技术优势以及协同工作机制，有效提升了轮胎成型机的生产效率、成型质量和设备

稳定性，同时实现了节能降耗的目标。然而，在应用过程中也面临着一些挑战，如系统集成难度大、参数调试复杂和技术支持与维护要求高等。通过建立统一的系统集成平台、采用智能化的参数自整定技术和加强技术培训与人才队伍建设等优化策略，可以有效解决这些问题，进一步推动 ABPLC、英孚康伺服与汇川变频在轮胎成型机中的广泛应用与深入发展，为轮胎制造行业的技术创新与产业升级注入新的活力。

在未来的研究中，还应持续关注自动化控制技术和驱动装置技术的发展动态，不断探索新的应用模式和优化方法，以适应轮胎制造行业日益增长的技术需求和市场竞争挑战。

参考文献：

- [1] 邓李编著. ControlLogix 系统实用手册 [M]. 机械工业出版社, 2008.
- [2] 张晓友. AB 系统的工业网络通信——EtherNet/IP 网络 [J]. 今日自动化, 2021(5):57-59.
- [3] 魏茂勇. 汇川控制系统在冷喂料挤出机上的应用 [J]. 橡塑技术与装备, 2024,50(8):65-70.
- [4] 侯伟强, 张新震, 关欣. 基于 EtherNet/IP 通讯的在线式变径轮胎拧紧机 [J]. 内燃机与配件. 2020,(11).

Comprehensive application of ABPLC, Yingfukang servo and Huichuan frequency conversion based on EtherNet/IP protocol in tire building machine

Wei Maoyong

(Double Coin Group (Xinjiang) Kunlun Tire Co. LTD., Urumqi 831400, Xinjiang, China)

Abstract: This paper focuses on the application of ABPLC, Yingfukang servo and Huichuan inverter in the tire building machine under the EtherNet/IP protocol, and deeply discusses their technical characteristics, cooperative working mechanism and their significant advantages in improving the performance of the tire building machine. Through detailed analysis and data interpretation of practical application cases, the positive impact of these technologies on tire molding quality, production efficiency, and equipment stability has been revealed. At the same time, practical and feasible optimization strategies have been proposed to address the challenges encountered in the application process, aiming to provide valuable theoretical basis and practical guidance for technological innovation and industrial upgrading in the field of tire manufacturing.

Key words: ABPLC; Yingfukang servo; Huichuan frequency converter; tire building machine; EtherNet/IP

(R-03)