

变速箱试验环线集成控制系统

吕希胜^{1,2}, 史海波¹, 史勃¹, 孙崇君³

(1. 中国科学院沈阳自动化研究所工业信息学重点实验室, 沈阳 110016; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 沈阳北方交通重工集团, 沈阳 110142)

摘要: 研究当前国内外变速箱试验系统的特点, 基于现代汽车变速箱生产信息化、网络化和柔性化的要求, 依托某变速箱装配线项目, 针对其试验环线, 提出一种具有并行结构的变速箱自动试验环线, 并设计基于 DeviceNet 的控制系统, 探究试验环线的智能控制。该系统已经进入实际应用, 可较好地完成变速箱的性能检测以及试验后的数据分析。

关键词: 变速箱试验环线; DeviceNet 总线; 集成控制; 并行生产线

Integrated Control System of Gearbox Test Loop Line

LV Xi-sheng^{1,2}, SHI Hai-bo¹, SHI Bo¹, SUN Chong-jun³

(1. Key Laboratory of Industrial Informatics, Shenyang Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049; 3. Shenyang North Traffic Heavy Industry Group, Shenyang 110142)

【Abstract】 Characteristics of the domestic and foreign gearbox test system are researched. Based on information, networking and flexible requirements of advanced automobile gearbox, relying on a gearbox assembly line project, for its test loop line, a parallel structure with the automatic gearbox test line is presented, and the design of the control system based on DeviceNet is made. Many intelligent control methods have been studied for the test line. The system has entered a practical application, and it can achieve the transmission of the gearbox performance test and data analysis after test.

【Key words】 gearbox test loop line; DeviceNet fieldbus; integrated control; parallel production line

近几年来我国汽车行业发展迅速, 为保证汽车整车的性能, 对汽车零部件的质量提出了更高的要求。变速箱以其传动比固定、传动力矩大、结构紧凑等优点, 成为汽车的关键性传动部件之一, 其操作性、传动性和安全性的好坏直接影响到汽车的整体性能^[1-2]。因此, 汽车变速箱生产厂商要求变速箱在总装完成之后必须进行严格的、全面的性能检测。在国外, 各大变速箱生产厂商均致力于变速箱性能的自动化检测; 而在国内, 该项技术的应用才刚刚起步。本文依托某变速箱装配线项目, 针对其试验环线, 提出一种具有并行结构的变速箱自动试验环线。

1 变速箱试验环线

该汽车变速箱试验环线有 2 台综合性能实验台工作, 是并联布置, 属于并行生产线。变速箱实验环线的布局见图 1。



图 1 变速箱实验环线布局

该试验环线设计有 12 个工位、2 个工艺道岔、1 个检修道岔。变速箱在工位间的传输通过空中轨道式自行小车来完成。自行小车按照程序给定, 可以自动或手动行走, 以完成变速箱的工位间传递。在所有工位中, 最重要的 2 个工位是综合性能试验工位 1 和综合性能试验工位 2, 其次是上线工位和下线工位, 其他工位均属于辅助工位。待试验的变速箱从上线工位上线, 经过注油、综合性能试验、放油、检查、

下线等工序, 完成变速箱的性能试验。

2 系统主要功能

根据变速箱综合性能试验的工艺要求, 该试验环线具有变速箱试验计划排产、自行小车行走控制、变速箱性能试验、工位信息监控、网络通信等^[3-4]功能。主要体现在以下几个方面: (1) 试验计划的编制与执行, 主要根据变速箱装配线装配计划来进行排产; (2) 显示自行小车的位置与状态, 并为操作人员提供自动或手动操作指示; (3) 能够自动或手动进行道岔的切换; (4) 对于自动、半自动工位, 能根据变速箱型号调用不同的试验程序; (5) 试验完成后自动或手动写入试验结果信息; (6) 能以多种方式查询变速箱数据; (7) 通过现场总线实现自行小车、工位和主控制站间的通信, 同时通过以太网与车间管理级计算机联网, 能及时将试验环线实时状态信息上传; (8) 实时监控各个工位的工作状态, 保障操作人员安全。

3 控制系统总体结构

本系统是一个由计算机控制和管理、网络通信、图像识别技术等多项技术融合的控制系统, 是一个完整的生产线级集成控制系统。设备层的控制主要采用现场总线技术来实现, 设备层与车间层的通信是通过以太网来实现的。采用可靠的 DeviceNet 现场总线技术来实现各个设备间的连接。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目“基于 Petri 网和进程代数的复杂离散制造过程建模与评价方法研究”(60674114); 国家“863”计划基金资助项目(2006AA04Z164, 2007AA04Z1A4)

作者简介: 吕希胜(1982-), 男, 博士, 主研方向: 生产线管理与控制; 史海波, 研究员、博士生导师; 史勃, 高级工程师; 孙崇君, 工程师

收稿日期: 2009-04-10 **E-mail:** lvxisheng@sia.cn

3.1 DeviceNet 现场总线

DeviceNet 现场总线是美国罗克韦尔公司推出的最优的工业控制技术——NetLink 的底层网络^[5]。DeviceNet 现场总线具有开放、低价、可靠、高效的优点，其通过一个开放的网络，将工业现场设备(如限位开关、光电传感器、阀组、电机起动器、过程传感器、条形码读取器、变频驱动器、面板显示器和操作员接口)直接和车间级控制器相连，而不需要通过硬线将它们与 I/O 模块相连。在全世界范围内大约超过 300 家销售商积极支持开放式设备网销售者协会(ODVA)基于 CAN 技术的协议。这种 64 个节点、多支线网络，允许用户只用一根电缆去连接长达 500 m 以内的设备并远至用户的可编程控制器，无需用导线把每个设备和一个 I/O 机架连接起来。所有这一切可以减少配线和自动化设备的设计安装成本及时间^[4]。

3.2 控制系统总体结构

图 2 所示为本文所提出的基于 DeviceNet 的变速箱试验环线集成控制系统总体结构图。其中以主控制工位的工控机和主 PLC 为控制核心，工控机通过以太网与装配管理系统 AMS 相连，负责生产指令的接收和现场生产数据的上传。主 PLC 负责现场生产设备的控制和生产数据的采集，通过 DeviceNet 现场总线实现对生产设备的控制。

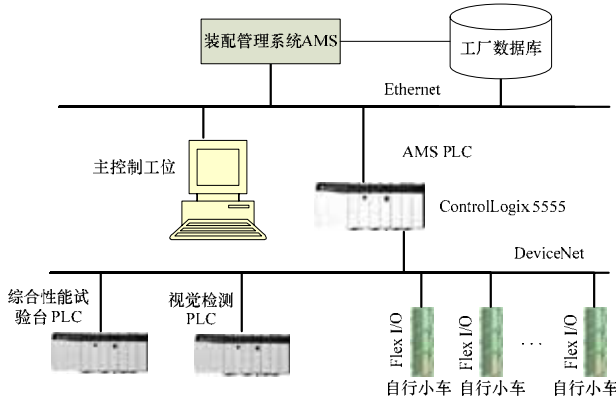


图 2 集成控制系统总体结构

该集成控制系统接收装配管理系统 AMS 下达的试验计划，工控机将试验计划进行分解。根据试验环线的当前状态，进行调度操作。主 PLC 接收到调度指令后，按照调度策略控制自行车的行走。实时监控自行车和各个工位的运行状态，将信息传回工控机，实现变速箱信息的实时追踪。

4 系统主要功能模块

主控制器模块是整个系统的核心部分，负责系统各部分信息传递和关键设备的控制。自行车模块接收主控制器模块的控制命令，根据指令进行自动或手动行走。变速箱综合性能试验台完成变速箱出厂前的性能测试，保证产品的质量。变速箱特征视觉检测系统完成变速箱最终的表面检测，看是否有缺陷。

4.1 主控制器模块

主控制器模块由一台配置 1.5 MB controllogix5555 处理器的可编程控制器和一台研华工控机组成。可编程控制器通过 DeviceNet 总线对自行车进行控制；通过以太网与工控机进行通信，将试验环线以及各小车的状态信息传递到工控机，存入实时历史数据库中。工控机对各种信息进行分析汇总后存入到关系数据库中，供相关人员查询。

4.2 自行车模块

自行车属于整个系统的执行机构，可以根据主 PLC 发送的指令自动行走。自行车采用主车加副车结构，主车带

有驱动运行机构，副车为从动小车。自行车除具有防撞功能，还具有排障离合装置，能使小车走轮与电机、减速器传动机构脱开，当小车不能自动行走时，可由人工将小车拖到维修区进行维修。自行车在高强度铝合金轨道上行走，保证了系统的稳定性。自行车的集电装置通过滑触线来实现。小车的电气控制采用 ASI 总线控制形式，提高了控制的可靠性和与主 PLC 通信的及时性和可靠性。

4.3 变速箱综合性能试验台

变速箱综合性能试验台主要实现变速箱出厂前的密封检查和综合性能试验，还能将测试后的数据上传管理系统，为性能分析提供依据。其系统结构如图 3 所示。主要进行的试验项目有非同步换挡试验、扭矩试验(换挡噪声试验、同步换挡试验、电气开关试验、气动系统漏泄试验、变速范围/分离器制动试验等)。操作人员通过试验台配备的触摸屏进行参数设置。试验台能自动采集和储存每个变速箱每次试验的各种数据。所保存的数据中包括日期、时间、零件号、序列号、型号、试验型式标识等，还包括用于判断通过/未通过、全部通过/部分通过结果以及任何故障或其他影响试验结果或数据的参数或特征数据。

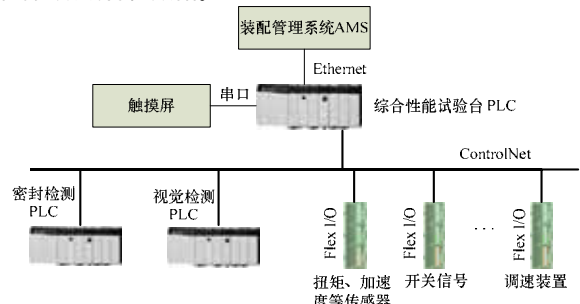


图 3 变速箱综合性能试验台系统结构

4.4 变速箱特征视觉检测系统

视觉检测系统主要通过表面检测，看变速箱是否有明显缺陷，是否需要修理。视觉检测系统主要由一台带有摄像头的机械手和一台带有 1.5 MB ControlLogix 5555 处理器的控制器构成。其控制器的主要功能如下：通过以太网从 AMS 系统接收变速箱的相关信息；控制机械手对变速箱的关键部位进行摄像；摄像完成后，通过以太网将操作完成的结果和图片上传到 AMS 系统。

5 智能控制方法

该试验环线是闭环并行生产线，由一条主线和一条并行线组成，其中并行线作为主线的备用线^[6]。智能控制方法流程如图 4 所示。

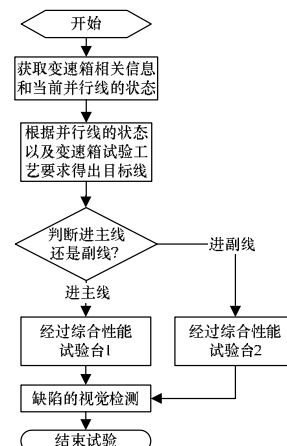


图 4 智能控制方法流程 (下转第 33 页)