

智能制造在发动机生产线上的实现与应用

卢铭¹, 卢桥²

1. 广西玉柴机器股份有限公司, 玉林市, 537005

2. 广西电网有限责任公司玉林供电局, 玉林市, 537000

摘要: 介绍了制造制造的内涵, 分析了信息化系统的五大子系统, 提出了设备架构的硬件互连、程序组态、桁架控制、机械手动、接口规范等相关功能设置, 细述了AGV调度系统、数采系统、MES网络系统的实现方法, 提供一种切实可行的方案参考。

关键词: 智能制造; AGV调度; 数采系统; MES

智能制造是指将物联网、大数据、云计算等新一代信息技术与设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节融合, 具有信息深度自感知、智慧优化自决策、精确控制自执行等功能的先进制造过程、系统与模式的总称。具备以智能工厂为载体, 以关键制造环节智能化为核心, 以端到端数据流为基础、以网通互连为支撑的四大特征, 可有效缩短产品研制周期, 提高生产效率, 提升产品质量, 降低资源能源消耗, 对推动制造业转型升级具有重要意义。

1 智能制造的内涵

智能制造系统具有数据采集、数据处理、数据分析的能力, 能够准确执行指令, 实现闭环反馈; 智能产品通常包括机械、电气和嵌入式软件, 具有记忆、

感知、计算和传输功能; 智能服务是基于传感器和物联网, 可感知产品的状态, 从而进行预防性维护, 及

时帮助客户更换备品备件; 智能装备具有检测功能, 实现在机检测, 从而补偿加工误差, 提高加工精度; 智能产线可实现自动化加工、装配和检测; 智能车间可实现车间智能化, 对生产状况、设备状态、能源消耗、生产质量、物料消耗等信息实时采集和分析, 从而进行高效排产和合理排班。

2 智能制造在发动机生产线上的实现与应用

2.1 生产线的总体目标

A公司B车间生产线的总体目标: 建立智能化车间, 达到有序化生产管控, 实现无纸化精益工厂。目标达成路线为: (1) 构建坚实的生产领域信息化基础, 建立主数据基础, 打通工作订单和生产执行通道, 建设设备集成控制框架; (2) 业务管理变革, 融合系统与全面业务管理优化与变革; (3) 持续业务优化, 实现从计划到交付, 优化生产执行管理体系, 达到人、机、料、法的全流程数字化。降低人员

劳动强度, 减少培训成本支出; 使设备故障率更低、生线更均衡、产能更有效率; 物料配送及时准确, 工艺流程标准化、质量受控稳定。

2.2 生产线的信息化系统

该系统包括5大子系统, 主要如下:

1. 订单系统。根据订单任务自动生成生产订单, 包括编号、型号、计划产品、上线数量、下线数量等信息, 见图1。

生产订单信息				
订单编号	产品型号	计划产量	上线数量	下线数量
10001	产品001	100	80	50
10002	产品002	100	80	50
10003	产品003	100	80	50

图1 订单系统界面

2. 捡料系统。订单下达后指导AGV小车实现物料自动配送就绪, 通过智能料架, 提高拣货效率, 防止物料拣选错漏, 实现岗位精准配料; 通过零件扫描、视觉识别、在线监测的方式, 用机器设备代替人工, 提高订单物料

的完成率、合格率，加快生产节拍。

3. 工艺系统。(1)支持图形化作业的指导展示，支持生产工序的过程信息展示；(2)工艺文件可现场上传查看，实现文件到期提醒及统计管理；(3)工艺文件下发后对现场工人培训、会签扫描、变更调整；(4)工艺控制点检管控，数据存储与分析、工艺变更点管控，从而实现各工位合格率，见图2。



图2 工艺系统界面

4. 质量系统。(1)对质量控制点进行分析预警，零部件质量可追溯到供应商生产批次，确保关键产品质量特性可采集测量；(2)对过程质量特性数据进行监控显示(如喷漆温度、湿度等)，过程能力CPK可分析(如不合格品统计、工序故障率等)；(3)对指标异常结果可追溯详细过程及原因分析，实现工位条码追溯，把质量数据自动采集，上传到云端，优化售后服务质量。

5. 设备管理系统。(1)设备故障快速响应，显示故障代码，可调用维修档案、操作记录；(2)设备实时状态监控，图形化展示；(3)实时监控智能设备故障报警，提高设备OEE，见图3。



图3 设备管理系统界面

2.3 生产线的设备构架

该生产线包括29台设备：西门子Sinumerik 840D sl的桁架(2台)、西

门子Sinumerik 840D sl 的加工中心(6台)、西门子S7-1500 控制或者工控机控制的辅机设备(16台)、AGV控制器(2台)、三坐标质量检测站(1台)、返修区工作站(1台)、Zoller 对刀仪(1台)。通过把现场接口站ET200SP、驱动伺服器NCU720.38 S120、扫描器DMC Scanner、工业级交换机Scalance Xb000b、数控机床面板PCU50等设备进行互联，见图4。

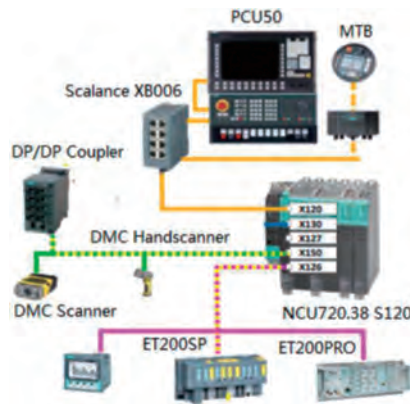


图4 硬件互连结构图

桁架系统是基于西门子840DSL系统(见图5)，与通常加工中心所用的系统是一样的，Profibus DP 主要连

接DP/DP coupler与其他设备进行数据交互、控制交互。确保个别单机停电或其它故障不会影响桁架的整体运行，安全信息采用哈挺连接器进行硬接线连接，视觉识别及远程IO采用PROFINET总线(见图6)连接，通过X150端口以太网连接到数采系统。

ID	Component
2	CPU 317F-3 FH/DP
I128	MPI/DP
I126	DP
PC1	DP Integrated
I150	2000-I150
I150 P1 A	Port 1
I150 P2 A	Port 2
4	MEF 840D sL
5	CP 840D sL
6	IMT 840D sL

图5 硬件组态图

该生产线以桁架LIEBHERR(见图7)构成生产线的主体，配置所需的辅机、物流设备及检测工位。每条线体的首工位采用一台S7-1518 西门子PLC做为全线总控PLC，负责全线的生产订单模板的下达，收集全线的实时生产数据、质量数据及设备状态数据。MES离线时，负责缓存64台套工件的生产质量、设备等综合数据，可以离线生产。

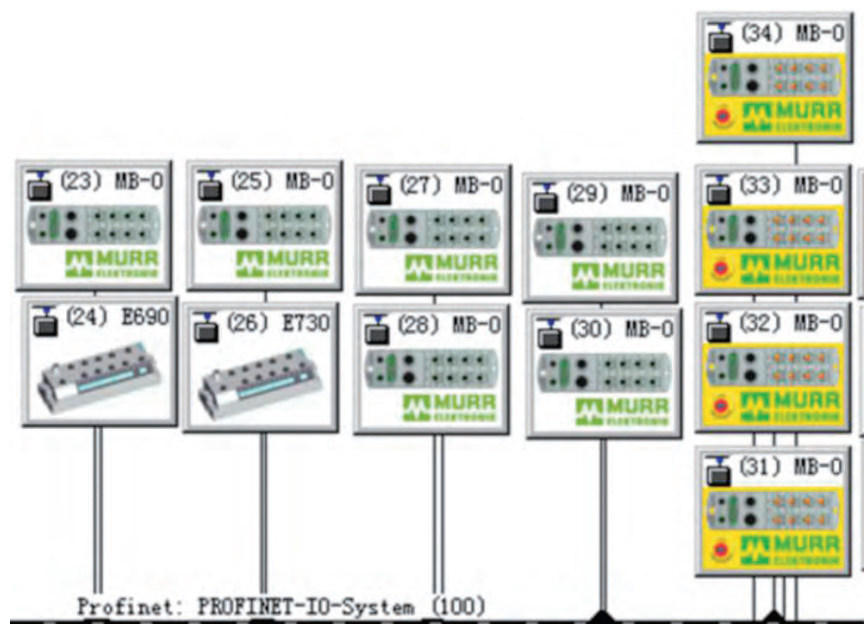


图6 PROFINET网络图

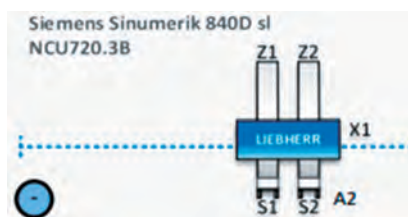


图7 桁架LIEBHERR图

采用自动化桁架的机械手（见图8）上下料，桁架段包含多台设备，由两段三个机械手组成。桁架段有两台滑车，840DSL通过两个通道分别管理两台滑车及机械手，由于在中间段设有工件的缓存区，因此两台滑车都需要到此位置抓放料，属于公共范围。840DSL通过程序对此区域进行管理，对滑车一、二进行协调管控，防止两车在公共区域出现相撞问题。

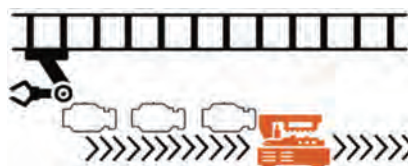


图8 机械手图

桁架系统与其他设备建立统一的软件接口，用于桁架与其他的设备的信号交互。桁架数控系统840DSL的PLC采用S7-1317，辅机与测量设备采用S7-1500系列PLC，分别在各自PLC数据块建立输入输出信号影像区，设备之间通过DP/DP coupler进行隔离通信，信号即时刷新对应的DB块。PLC的接口规范主要是自动控制信号的交互，交互的数据包括：机床状态、生命信号、安全握手、质量检测、请求与应答等信号。以桁架为主控，制定一个通信的接口规范DB（见图9），各设备供应商统一按此标准执行，加快设备现场调试进度，缩短调试时间。

整个产线中，工位主要分为三种类型，桁架、机加设备以及辅机工位，首工位PLC作为主控PLC负责与桁架

和其他辅机工位进行工件相关数据通讯，并将工单数据缓存在主控PLC中。通讯方式采用S7协议，通过GET指令主动读取，读取范围为一个连续的DB块数据。主控PLC与数采系统WINCC OA同样采用S7通讯，由WINCC进行主动请求PUT/GET。对于机加工设备主要采集的数据包括NC、PLC、Driver三个部分数据，数据类型包括设备的状态、刀具状态、工位的产量、设备报警信息等，对于其他设备的不同的数据，设备均按照制定的规则放在数据接口模块中。

名称	数据类型	
1	Static	
2	Q	
3	SignOfLife	Bool
4	NoEStop	Bool
5	AutoMode	Bool
6	AutoCycle	Bool
7	ManualMode	Bool
8	EndOfCycle	Bool
9	Faulted	Bool

图9 桁架接口规范DB

2.4 生产线的AGV调度系统

生产线的上料、剔料、送检及返修等工件流转采用自动AGV调度。AGV采用磁条导航的方式，即在三坐标（CMM）、返修区到生产线的踢料对接口，在地面粘贴磁条导航。上料区采用叉车式的AGV，采用激光导航模式，在AGV运动范围区域内，安装导航反光板。

各设备对AGV的请求有两种模式：一是主动通过网络将信息发给MES系统，MES将任务下达给AGV调度中心，AGV调度中心通过WIFI将指令下达给相应的AGV，AGV据此执行。二是设备将请求信息写入自身的PLC固定的DB地址里面，等待MES被动轮巡。

AGV调度流程，见图10，当MES轮巡到设备有请求AGV的信息后，MES据此生产成任务下达给AGV的调

度中心，AGV调度中心通过WIFI将指令下达给相应的AGV，AGV据此执行。AGV与设备对接的信号交互，采用8入8出的光电信号传感器进行信号交互。

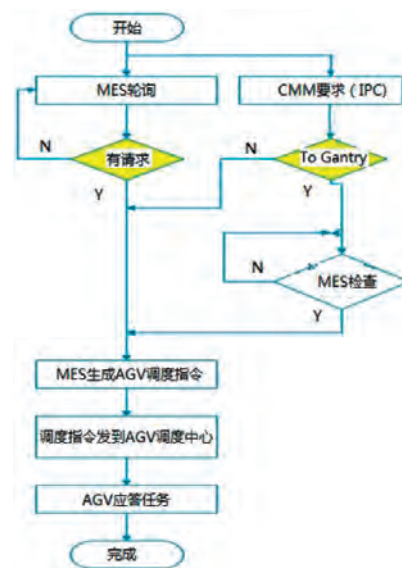


图10 AGV调度流程

在车间层MES（数采平台）负责对AGV调度中心的管控，AGV调度中心在接收数采平台指令后，对AGV发出任务指令流，AGV任务及轨迹状态显示在平台上，见图11，站点状态中，绿色表示空闲，蓝色表示占用，黑色表示关闭。



图11 AGV调度站点状态

2.5 生产线的数采系统

公司级的数采系统，见图12，通过以太网采集设备运行状态、刀具信息、质量信息，桁架段设备通过PROFINET网络进行信息交互，采用DP/DP Coupler的模式连接，包含桁架的调度信

息、设备请求与响应信息,设备安全状态信息交互。数控系统通过PROFIBUS网络进行远程IO及智能设备的通信及控制,如刀具负载管理系统等。

信息与自动化系统架构,见图13,帆软报表用来展示数采系统采集模块的数据,中台主要为生产线提供计划生产订单;企业微信用来处理需要移动终端处理的业务流程,应用服务器主要采集设备数据、处理和上层系统的中台平台接口;数据库服务器主要提供数据存储、提供帆软报表数据来源,终端服务器主要为大屏展示提供IIS服务器部署。

车间级的数采系统,分别对西门子S7协议、MSSQL数据库、西门子数控OPC UA、发那科数控focas、西门子数控VNC、远程桌面等进行端口定义,见图14。

由于质量数据量非常大,为了保证数采接口的统一和可靠性,需要将质量数据以50组分为一段进行传输,分段之后不满50组的也按照50组进行传输,只是对应的数值为零;每一段需要以SegmentNo进行区分,增量为1;如第一段SegmentNo=1,第二段SegmentNo=2,以此类推,其分段缓存框架,见图15。TotalBufferNum表示

当前缓存数据的总数, MissData表示缓存溢出数量, PartNumber表示工件ID, DateTime表示测量数据创建的日期与时间, SegmentNo表示当前质量数据的分段号。

系统数据循环,见图16,有缓存数据时工位PLC开始准备数据到发送缓冲区,准备好后CF位置1, WinCC OA检测到CF位等于1,同时CF Counter的值发生变化,开始读取数据,读取完成之后复位CF,工位PLC检测到CF位被复位(下降沿),说明数据已经成功被数采系统取走, CF Counter+1,开始下一个循环。

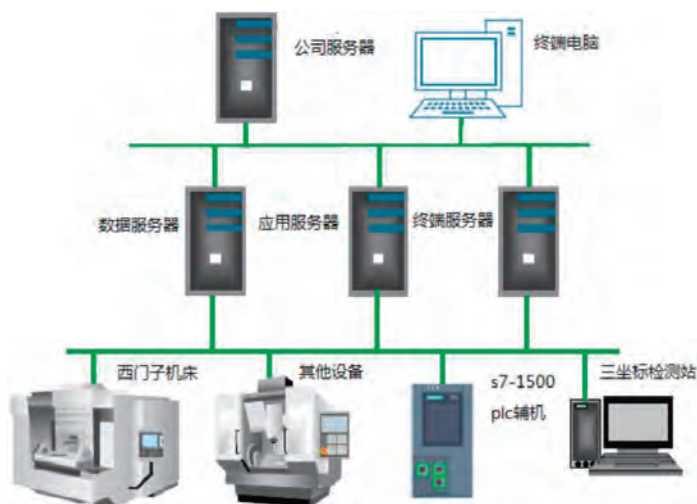


图12 公司级的数采系统



图13 信息与自动化系统架构

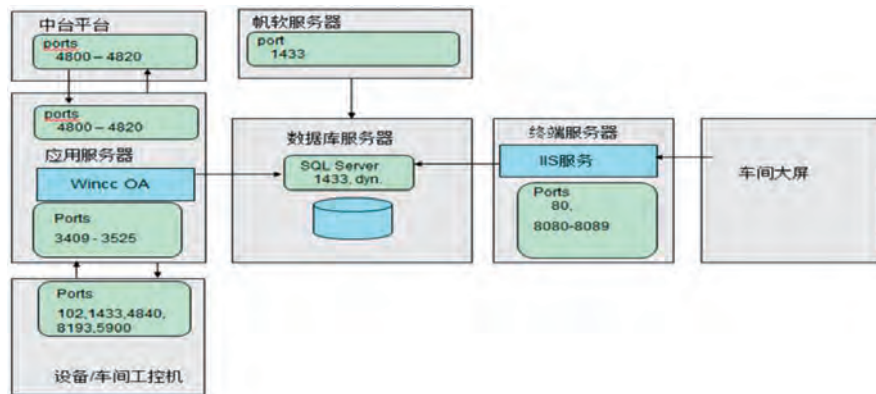


图14 网络端口布置

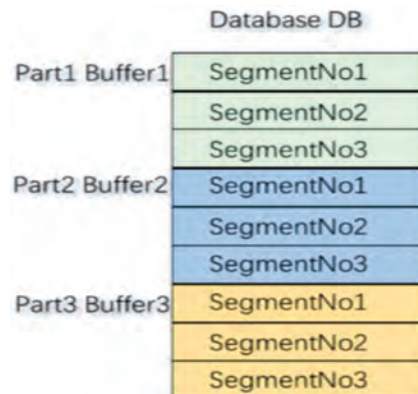


图15 分段缓存框架