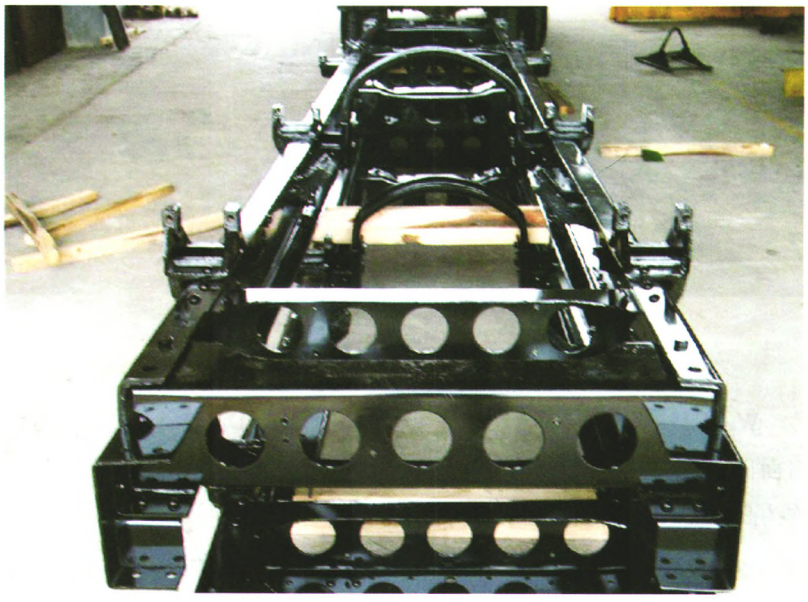
从制造到智造

——汽车纵梁柔性制造新模式

□ 济南铸造锻压机械研究所有限公司/赵加蓉

当前和未来汽车企业面临的是一个瞬息多变的市场需求和激烈的国际化竞争环境，社会的需求正从大批量产品生产转向小批量、客户化单件产品的生产。汽车企业欲在这样的市场环境中立于不败之地，必须从产品的时间、质量、成本、服务和环保等方面提高自身的竞争力，以快速响应市场频繁的变化。为此，汽车企业的制造系统应表现出更高的灵活性和智能性。

商用汽车行业中的载货汽车和大型客车，车架纵梁是其至关重要的零部件。而汽车纵梁的生产，从原料到成品，其所需的工序及生产组织都很繁杂。随着我国汽车工业的快速发展，国内各大汽车厂都对汽车纵梁生产设备进行了大量的改进，自动化程度要求越来越高，随之而来对车间的物流管理要求也越来越高。汽车纵梁车间在享受各个工位柔性生产自动化带来的方便快捷的同时，实现了产品多样化，但原材料准备、设备分配、工件的程序管理及检验等信息化管理的工作量也大幅增加，严重影响生产组织的效率和部件的流动性，各设备难以达到高效的利用。



过去由于人们对制造技术的注意力偏重于制造过程的自动化，从而导致在自动化水平不断提高的同时，产品设计及生产管理效率提高缓慢。各种问题的最终决策或解决在很大程度上仍依赖于人的智慧，并且随着市场竞争的加剧和信息量的增加，这种依赖程度将越来越大。为此，要求未来汽车企业的制造系统具有信息加工能力，特别是信息的智能加工能力。

随着我国人口红利的消失和市场价格竞争的日趋激烈，通过采用数字化智能生产，实现生产过程的自动化控制和信息管理，将使我国汽车制造业在生产的流程和信息管理上迈上一大步，取得市场竞争优势。

汽车纵梁柔性制造新模式：数字化车间应用案例

汽车纵梁柔性制造数字化车间就是通过自动化传输设备，将生产线上各工序主要生产设备连接成一条数字化的全自动生产线，在制造执行管理系统（MES）的控制调度

下，自动实现各生产线生产计划的优化编制、计划下达、计划修改及零件工艺路线的设定、加工程序的选择等作业；生产线MES控制各物料输送执行机构，进行生产线物料的自动分配、跨线调运等，将物料自动输送到各生产设备；生产线MES通过网络通讯系统，控制生产线各主加工设备，自动调用加工程序，对来料进行加工，实现生产线全自动连线生产，达到生产线无人或少人化作业的目的。

调查发现，通过实施数字化柔性制造能给企业带来的价值包括：

（1）提高生产规划效率，降低工艺计划以及一般性的产品开发成本。

（2）通过缩短工艺规划时间和从试制到量产的时间，加快新产品投放市场的速度。

（3）依靠智能控制、数字化生产、实时检测保证产品精度，提高产品质量。

以一汽解放青岛汽车有限公司与我公司联合开发的汽车纵梁柔性制造数字化车间为例，该车间采用数控化生产设备、物流设备和信息化管理系统，实现生产线上各主要设备的全自动化联线生产和集中监控，达到汽车纵梁生产的智能化和绿色化。整个车间根据工艺要求不同会有不同的设备选择，本案例由一条数控柔性辊压线、2台打码机、6台数控腹面冲、2台数控翼面冲、4台机器人等离子切割机、2台校直机和4台纵梁腹面折弯机等加工设备，以及自动输送系统、辊道系统、上下料系统、智能识别系统和在线检测装置等组成，集成生产控制系统（MES）、网络通讯系统、物料管理系统、物料输送执行机构、检测系统、信息显示与输出系统完成生产线计划管理、设备管理、品质管理，实现生产线生产计划的优化编制、计划下达、计划修改、零件工艺路线的设定及加工程序的选择等作业；生产线MES控制各物料输送执行机构，进行生产线物料的自动分配和跨线调运等，将物料自动输送到各生产设备，自动调用加工程序，对来料进行加工，实现生产线全自动连线生产，达到柔性化智能化生产（见图1）。

1.主要技术参数

（1）车间产品信息。辊压梁宽度：220～360mm；辊压梁长度：4 000～12 000mm；辊压梁翼面高度：60～108mm；辊压梁厚度：5～12mm；辊压梁重量：430～600kg/根；辊压梁折弯高度差：30～100mm；传送形式为开口向下输送；传送精度（上料）：横向±1mm，纵向≤100mm；年纲领：27.6万根/年。

（2）各工序节拍见附表。

2.系统主要的特点

按照数字化车间的设计理念，采用先进的自动化、数字化、远程化和生产程序标准化技术，使用网络信息化平台，结合数据库、计算机网络、OPC技术、自动识别和专用组态等各种计算机软硬件技术手段，将上层的管理信息与底层的自动化设备进行有机的结合，对生产全过程实现信息化管理。

（1）与ERP以及FCS高度集成。智能化设备管理和监控系统（MES）作为企业信息化建设的重要组成部分，起到承上启下和前后贯穿的作用，它通过收集生产过程中大量的实时数据，并对实时事件进行及时反应和处理，进行生产过程的优化管理，既接收生产实绩数据并反馈生产结果给上一层管理系统（ERP），又把上一层管理

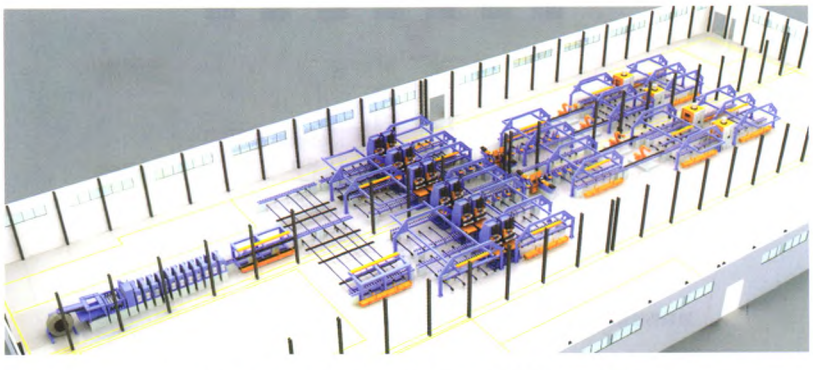


图1 汽车纵梁柔性制造数字化车间的生产线设备布置

工序名称	辊压线	数控腹面冲孔	数控翼面冲孔	等离子切割机	液压矫正机	数控折弯机
设备数量/台	1	6	2	4	2	4
单台设备节拍	0～24m/min	4～7min/件	2～3min/件	1～9min/件	1min/件	4.3min/件

系统的生产指令下达到现场控制层（FCS）。上下连通现场控制设备与企业管理平台，实现数据的无缝连接与共享；前后贯通所有生产线，实现全过程的一体化产品质量跟踪、一体化计划与物流调度、一体化生产控制与管理，从而形成以MES为核心的企业信息系统（见图2）。

车间智能化设备管理和监控系统的主要功能包括：进行生产线生产计划、工艺路线的编制，各在线生产设备加工程序的存储管理、选用和传输；对生产线生产状况、设备状况进行监控，并根据监控结果进行各支线生产力平衡计算，优化在线物料流转路线，控制程、控、行、吊等执行机构进行物料调运，以最大化地发挥生产线上各设备的产能，并减少操作人员工作强度和人员数量。

（2）均衡化排产。生产均衡化是实现“适时、适量、适物”生产的前提条件。为了充分利用6台数控腹面冲孔机、2台数控翼面冲孔机、4台切割机、2台校直机和4台折弯机的生产效率，提高车间总体加工速度，解决工位忙闲不均的矛盾，根据优先级、设备能力、均衡生产等方面对工序级、设备级的作业计划进行调度。

生产管理人员在MES上按工厂生产计划、工艺要求录入信息，MES自动编制生成生产线的执行计划，并将辊型线生产出的产品（纵梁及加强梁），根据各生产线设备布局及分工，按工艺要求控制物料输送机构全自动分配给后续各生产设备进行加工生产，同时通过网络通讯系统向各设备传输物料信息，供各生产设备自动调用加工程序完成加工。即建立一套柔性物流调度与管理系统，完成生产线生产计划及物料信息的录入、编辑、修改、删除作业，对在线生产设备状况进行监控，对在线物料根据生产线实时情况进行路线优化，进行随机跨线调度、吊运和存储作业，并对生产线上各设备控制系统通过网络输送加工物料的信息和加工指令，实现物料信息的实时传递、校验和柔性设备的程序自动调用，最大限度地利用各支线设备的生产能力，避免因某一工序生产时间过长或设备故障等原因，造成其他设备等待的现象，达到无人化或少人化生产目的。同时可实时生成生产线及各设备的产量报表和设备状态报表等。

这种调度是基于有限能力的调度并通过考虑生产中的交错、重叠和并行操作来准确地计算工序的开工时间、完工时间、准备时间、排队时间以及移动时间，确保在恰当的时间将恰当的物料送到恰当的设备上。

（3）生产过程实时监控（见图3）。对生产过程的实时监控是生产过程信息化的重要组成和体现，而车间生产所强调的过程分析、实时控制，又直接关系到制造过程的运行质量、产品的质量成本和所形成的最终产品的质量，因此对生产过程中所涉及的物料、设备、工具、作业等的实时监控是数字化生产车间必须具备的功能。具体包括：设备作业计划监控，实时显示生产计划的完成情况，包括已完成计划、正在执行计划、剩余生产计划、点检产品新加计划及报废产品抽离工序等信息；物料分区库存监控，对于设备上料区、缓存区、点检区和报废产品在本区各位置的数量进行实时监控；设备运行

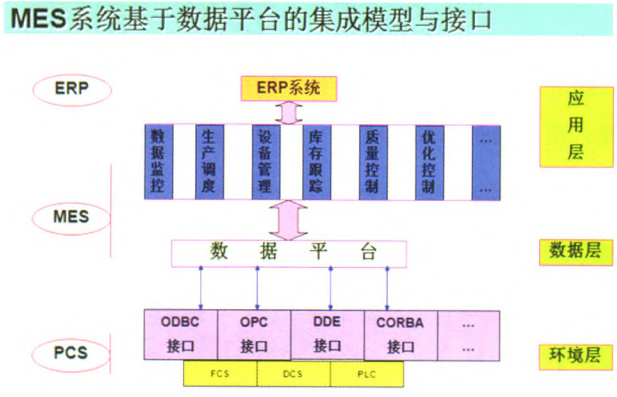


图2



图2 MES界面

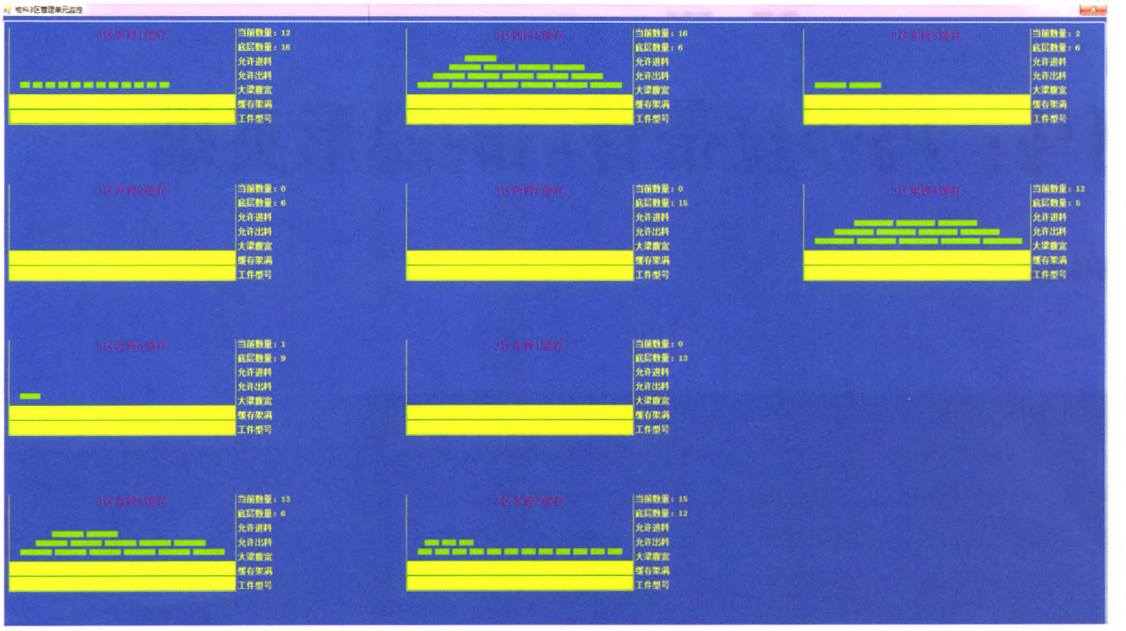


图3 物料区工件缓存状态监控界面

监控，实现对设备实际生产信息、设备状态记录、设备报警记录等信息进行监控。通过总控系统实时反馈设备的运转情况，以图形显示设备的运行情况并在设备出现故障时进行报警，便于管理人员和维修人员及时对故障进行处理。

系统的中物料管理模块对于各分区的物料缓存区、点检区、下料区、报废产品在本区各位置的数量和型号等信息进行实时监控。

（4）数字化物流跟踪和工件质量追溯。为跟踪物料在各个工序之间的流动情况，实现对物流信息的自动采集和标识，对物料的编码、标识、检测和控制对于实现数字化车间是关键。本案例中物料的生产主要有辊压、腹面冲孔、翼面冲孔、切割、矫正和折弯等工艺过程，利用金属二维条码技术，智能化设备管理和监控系统对每件物料从辊压开始，利用标识系统对每件物料挂上金属条码，经过腹面冲孔、翼面冲孔、切割、矫正及折弯等工艺整个过程进行实时跟踪，通过采集点对金属条码的扫描，反映物料制造的动态情况并进行调度控制，实现对物流情况的实时监控和跟踪。另外由底层PLC控制器把物料的加工过程实时得反馈到MES系统中。在MES系统的工件追溯模块下存储着每个生产过的工件的加工记录，每一条加工记录都会保存在MES系统的数据库中，当产品出现质量问题后，可根据工件上物流码，通过查询MES系统数据可实现产品的质量追溯，其中每个产品的加工记录可永久保存和存储，直至到产品的整个生命周期。

3 .有益效果

通过用户两年多的运行，已经显示出很好的应用效果，主要是在人力资本，生产成本，生产效率及产品质量上得到较充分的体现。生产效率提升121%，运营成本降低26.8%，产品研制周期缩短83%，产品不良品率降低50%，能源利用率提高39%。

结语

随着中国制造2025战略规划的实施，以柔性化、数字化，智能化代表的新兴制造装备产业会在越来越多的制造企业中得到应用。

AUTO1950



赵加蓉

济南铸造锻压机械研究所有限公司高端汽车装备公司副总经理

一直从事数控锻压机械及专机设备的开发设计。在载货汽车纵梁成套装备工艺的设备研发方面有较深入研究，获得发明专利和实用新型专利20余项，发表论文10余篇，多次获得省部级科技进步奖及济南市科技进步奖。