

智能制造实施中的问题及对策

■ 中国重汽集团济南桥箱有限公司 (山东 250022) 刘胜勇

摘要: 本文就“新常态”阶段企业智能制造推进中的共性问题,从智能工厂、全程数据化、新建柔性线、现有装备改造、人才队伍和全员性生产维护等方面给出相应的对策及参考案例。

智能制造是基于新一代信息通信技术与先进制造技术深度融合,贯穿于设计、生产、管理和服务等制造活动的各个环节,具有自感知、自决策、自执行和自适应等功能的新型生产方式。在以创新突破和供给侧改革为特征的“新常态”时期,包括汽车在内的各制造业正纷纷全面落实《中国制造2025》和推进供给侧结构性改革部署,并按《智能制造发展规划(2016~2020年)》要求,大力实施智能制造工程,着重普及数字化制造,用以满足个性化定制需求、为企业提供整体解决方案。

智能制造作为一种新型的生产方式,其发展总趋势是前进的,发展前途是光明的,但这不能表明其发展道路是长驱直进和一帆风顺的,相反,它的成长壮大一般会经历迂回曲折的过程。有时人为失误而被迫走弯路,有时缺乏经验而不可避免,有时主观努力不够而延误战机。因此,企业在智能制造推进过程中,务必保持清醒头脑,摒弃共性问题,察智驭势,深化改革,理性

投资,健康发展,谋求利益最大化。

1. 企业智能制造推进中的共性问题

在国内某汽车制造企业,起初是采用桁架机械手和自动化流水线,来降低劳动强度与减少用工成本,属于孤岛式自动化应用;随之配置机器人进行物料抓取,进行刀具破损、工件缠屑、工件计数等简单项点监视,属于早期智能制造雏形;现在是机器人装卸料,自动检测装置检测,工件尺寸实时反馈,机床运转状态手机端获取,动态质量数据分析等,属于感知、控制、决策和执行等功能的智能化应用。“以前、现在、将来”,六个字,三个关键词。以前的陈旧落后装备进行智能制造升级,现在的智能化高端装备按智能制造要求成套购入(见图1),将来的数字化车间/智能工厂如何互联互通和多维度协同等。这些都要避免出现下述共性问题,做到精准定位企业投资,有的放矢推进智能制造。

(1) 缺乏顶层设计,只是

单元化智能制造。现阶段智能制造推进速度迅猛,企业投资力度巨大,智能装备添入率高,生产现场调整量大,旧设备改造程度重,员工体能消耗锐减……

在这当中,企业的技术、组织、业务和市场等环节没有形成相互依赖关系,各管各的事,缺乏顶层设计,出现单元化的智能制造。例如,投资8 000万元建设的智能制造系统不增加产能,基于I/O交互握手的数据采集方式无法满足后续工业大数据分析要求,利用1980年的数控系统进行联机式柔性制造线的升级改造,仅为现场多台机床进行机器人装卸料的改造(见图2),智能制造链路中存在手工检测产品尺寸且测量数据开放式管理等。

(2) 智能制造就是机器换人和全厂无人化。现阶段不少传统制造业视“机器换人”和“无人工厂”为至宝,纷纷投入大幅资金和技术力量,进行现有装备的更新换代。企业内的各个生产单元争相效仿,做方案、要项目、改设备、买装备,甚至在招标会上,仅以减掉操作者的数量、实

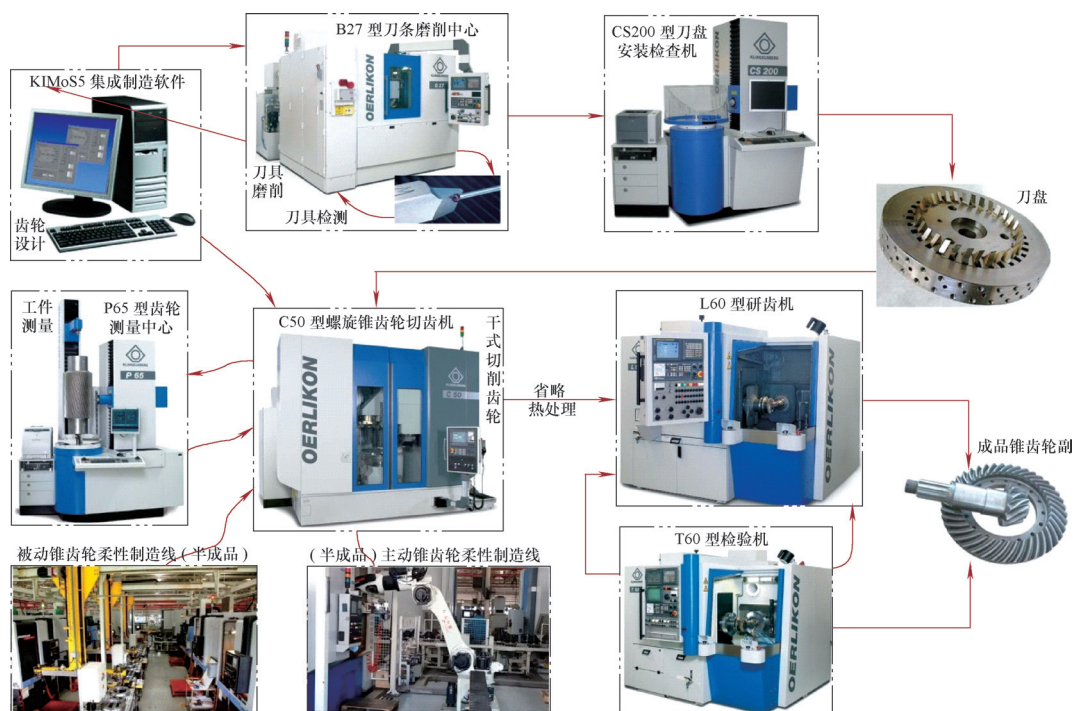


图1 曼锥齿轮副智造系统示意

现自动装卸料、配置姊妹刀具、监控刀具破损等为评判依据，忽视了机床工况数据、产品实时数据和管理数据的综合分析。这样的制造自动化距离“满足个性化定制需求并为企业提供整体解决方案”的智能制造还相差甚远。

在人与机器的关系中，不

是机器决定人的去留，而是人的技术素质决定智能制造的水平高低。只有想不全的技术方案，没有实现不了智能制造。因此，企业在推进智能制造时，绝不能错误地将“以机器为中心”替代“以人中心”。

(3) 海量数据呈现孤岛状

态，不能全面互联。现代化的数控机床在运行过程中，均会产生海量的过程数据。此外，销售、管理、研发等环节也存在海量的过程数据。这些海量的数据不仅具有快速、复杂和多变的特点，而且存在于FANUC、SINUMERIK、MITSUBISHI、广数GSK等品牌的数控系统及伺服装置内。

虽说海量数据的即时捕捉方式差别不大，但捕捉后的在线分析结果存在很大差异，不同的自动化实施厂家，采用的计算机软件不同，编程思路不同，海量数据分析涵盖的要求也就不同。在多数柔性制造线配置到位后，获取的海量数据（见图3）受诸多因素的制约，目前仍处于孤岛状态，无法与企业的制造执行系统（MES）、企业资源管理

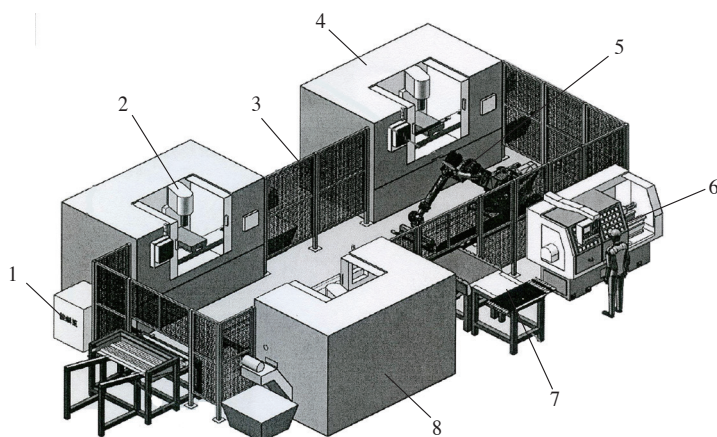


图2 某企业半轴柔性制造线

1.控制柜 2、4、8.YKX6012型数控花键轴铣床 3.安全护栏
5.库卡机器人 6.端面卧式车床 7.下料料道 9.上料仓

软件(ERP)、供应链管理软件(SCM)等平台进行网络连通、数据互通、业务打通。这制约了智能制造全程数字化的推进步伐。

(4) 车间管理追求可视化,忽视质量和效益。在《将改革进行到底》第2集中,“结构之变是追求质量效益之变,更是经济发展方式之变”。智能制造推进中,数据可视是必要的,但不是每条柔性制造线上方都悬挂大屏幕(其实整车间1块足矣),更不能单为现场布局美观而忽视了柔性制造线最基本的配置要求——1次投料后4h内无人值守。

还有,对那些影响智能化升级的旧装备,必须果断将FANUC 0TD、MITSUBISHI E60和SINUMERIK 802S/C等老旧系统进行更新,配置以太网口,能够进行刀具管理,允许宏编程应用,支持Profibus/ProfiNET拓展,具有高速平滑控制,增设反向间隙智能补偿等。

(5) 人员队伍参差不齐,致

使投入产出比低。世界经济发展历程表明,一个国家或企业要在世界范围内持续保持强有力的竞争地位,必须具有人力资本开发优势和人力资本储备。可以说,人力资本已成为决定企业自主创新能力的最重要的生产要素,在一个国家经济发展中发挥着核心作用。

以数字化车间/智能工厂为发展趋势的智能制造集合了数控技术、电子技术、网络技术、控制技术、现场总线、数据采集、云存储、视觉传感等技术,其综合性、复杂性、专业性、关键性、单一性无可比拟。受操作者的技能水平、维修人员的业务能力、管理人员的维护意识及售服人员的远在外地等因素影响,一旦工作母机发生病患(见图4),企业的生产出现停滞、质量发生波动,“瓶颈”设备严重时迫使企业经营陷入窘境。这使得耗巨资建设的智能制造体系无法良好运转,无法短期内产生丰厚效益,最终形成“所购工作母机故障率

高而无法经营企业现状”的群体性认知局面。

(6) 线内装备持续运转,无法实施精心维护。在现阶段的柔性制造线乃至日后的数字化车间/智能工厂中,以数控机床为代表的工作母机既是基于网络互联平台工作的,又是按产品大批量流水化作业布局的。

为此,数控机床与机器人、数控机床与测量装置、数控机床与监视装置、数控机床与程序平台等,不仅具有梯形图等软件的交互,还存在电路等硬件的耦合。这使得它们在以“交钥匙”形式交付于用户使用后,只能随整线一起持续运转(如某企业的曼锥齿轮副智造系统现已不停机工作14个月),平时做些简单地保养维护,故障环节是应生产之急地针对性抢修,象轴承、密封件、滚珠丝杠副、蜗轮蜗杆副、齿轮齿条副等频繁传动部件根本不能定期定量更换(见图5)。

2. 察智驭势, 深化改革, 构建智能工厂

在经济全球化深入发展和世界经济格局不断变化的今天,汽车制造、机床工具、模具加工等企业应本着“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念,明晰形势,打破桎梏,抓住机遇,统筹规划,全面改革,理性投资,增设智能装备,强化网络建设,搭建仓储系统,融入实时监控,全力打造智能制造生态系统,抢占企业未来发展的制高点,为实现“制造业强国”目标贡献己力。

(1) 构建智能工厂要顶层

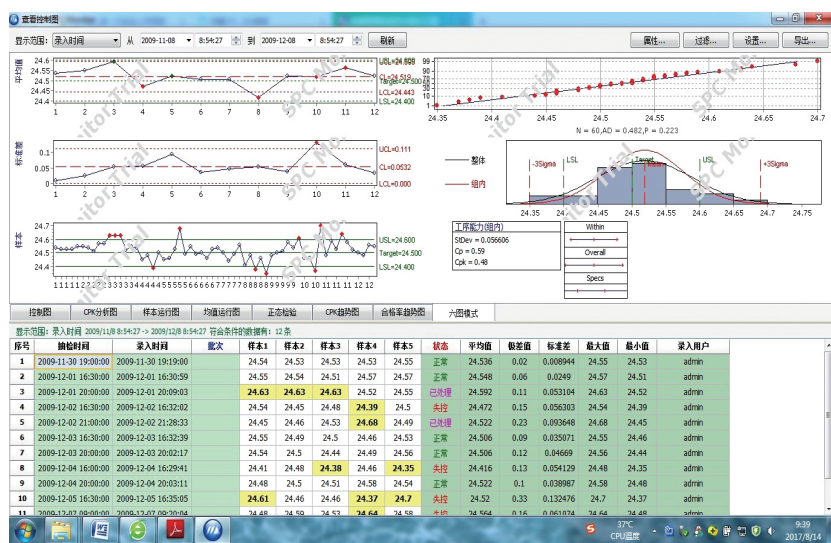


图3 某企业产品的实时监控图表(SPC)



图4 操作者反馈的工作母机故障示意



图5 Oerlikon C50切齿机B轴夹紧系统故障

设计,把握六个关键。未来的数字化车间/智能工厂,涉及产品研发、工艺规划、生产制造、零部件采购、物料仓储、市场营销、售后服务、资金管控和人员配置等各个环节。

智能工厂不是一种智慧,而是一种方式,这种工厂要以智慧的方式运行;智能工厂不是一个工程,而是一个过程,这个过程要以工程的思维驾驭;智能工厂不是一次创新,而是一次变革,这次变革要以创新的方法推进。企业要构建智能工厂,务必做好顶层设计,把握六个关键——信息互通、体系支撑、资金注入、硬件添置、软件配套和人员优化。

(2) 信息化与自动化同步实施,要全程数据化。企业的信息

化建设要满足于智能制造的推进要求。例如,某输入轴柔性制造线(见图6)的控制层网络通讯速率不低于5Mb/s,设备层网络通讯速率不低于500kb/s,且不随着网络链路长度及网络节点数的增加而减少,支持信息层工业以太网,以太网IP地址按企业分派规则分配等。

企业的信息化建设要具备明确的远景目标,从生产过程的全局出发,通过对生产活动所需各种信息的集成,集控制、检测、优化、调度、管理、经营、决策于一体,形成一个能适应各种环境和市场需求的、总体最优的、高质量、高效益、高柔性的现代化综合信息系统。

企业要配合自身产品研发战略的实施,搞好产品质量和研



-凯姆勒-
来自德国的高精度刀柄



全方位的机械加工工具
制造商和供应商



中国区办事处
电话: +86-512-68130878
邮箱: Vikings-KEMMLER@vikingstools.com
网页: www.vikingstools.com

北方联络处
电话: +86-010-65008538
传真: +86-010-65005216
邮箱: Vikings-North@vikingstools.com

南方联络处
电话: +86-512-87811663
传真: +86-512-67686803
邮箱: Vikings-South@vikingstools.com



◆广告 查询编号: 3090

info@vikingstools.com

发信息化建设；要配合技术创新战略的实施，搞好生产过程信息化建设；要配合管理创新战略实施，搞好企业管理信息化建设；要配合市场营销战略，搞好市场信息化建设。

(3) 新建柔性制造线务必高效智能，易于拓展。当前，多数企业主要围绕批量系列的产品加工，以提升产能为目标，实施柔性制造线的新建工作。在此过程中，企业既要做到工序集成复合化，又要做到上/下料、切削和测量等功能的集成自动化；既要做到刀具、辅具、夹具和装备的高端智能化，又要做到智能生产单元的海量信息全部开放和协议通用。

例如，图7所示的冲压桥壳中段柔性制造线中，采用3台FANUC M-900iB/360关节机器人，对线内的2台镗大孔及平面专机（MITSUBISHI M80）、1台VMC1690立式加工中心（MITSUBISHI M70VA）、1台WF252KQC双面带锯床（MITSUBISHI M80）、1台车镗两端面倒角专机（MITSUBISHI M80）、1台CKJ6180数控卧式车床（FANUC 0iMate TD）和2台排气孔放油孔加工专机（MITSUBISHI M80）进行自动装卸料；采用CPS控制系统对现场的海量数据实时采集和分析，可对从生产作业计划下达至产品最终完成的整个生产过程实现管控，并对现场发生的加工和质量事件、设备运行效率等及时作出反馈与报告。它的CPS控制系统主要由基于Windows Server平台的服务器、数据采集分析模块、

产品追溯模块和生产管理看板组成。

其中，服务器用于储存和采集数据，数据采集分析模块用于设备即时状态采集、设备报警实时管理、设备运行日志记录、设备用时分析、机床效率分析、整线产品质量分析、产品产出率和合格率统计分析、产线计划完成率分析、刀具信息监控，产品追溯模块用于零件的二维码扫码入库、上下线追溯、机加工过程参数追溯、质量数据追溯、检测数据追溯，生产管理看板用于2D状态看板管理、设备班次利用率看

板、计划完成率看板、刀具寿命预警提醒看板。

(4) 机器换人式改造应注重性价比，趋于智能。新建柔性制造线的时候，部分企业会对在用的现有装备进行“机器换人”式改造，通过配装工业机器人、升级数控系统、添置工业以太网等措施，使半自动化的流水式生产线变为具有自感知、自执行和自适应等功能的柔性制造线（见图8），从而实现减少甚至去除人为干扰因素、大幅降低职工劳动强度、获知并分析海量数据等目的。在此过程中，生产线的升级

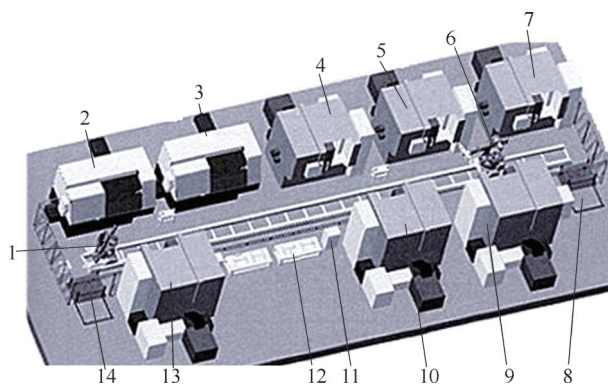


图6 某汽车制造业的输入轴柔性制造线布局

1、6.ABB机器人 2、3.FCL-300型卧式数控车床
4、5、7、9、10、13.YKX3140M型数控滚齿机 8.下料仓 11.机器人控制柜
12.机外检测装置 14.上料仓

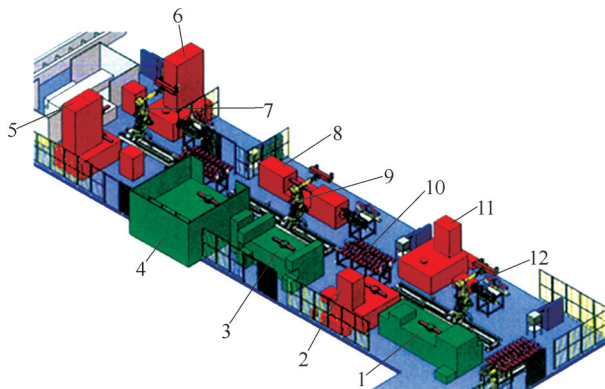


图7 某汽车制造业的冲压桥壳中段柔性制造线布局

1.CKJ6180数控卧式车床 2、11.豫西排气孔放油孔加工专机 3.WF252KQC双面带锯床
4.VMC1690立式加工中心 5、6.豫西镗大孔及平面专机
7、9、12.FANUC M-900iB/360关节机器人 8.豫西车镗两端面倒角专机 10.冲压桥壳中段

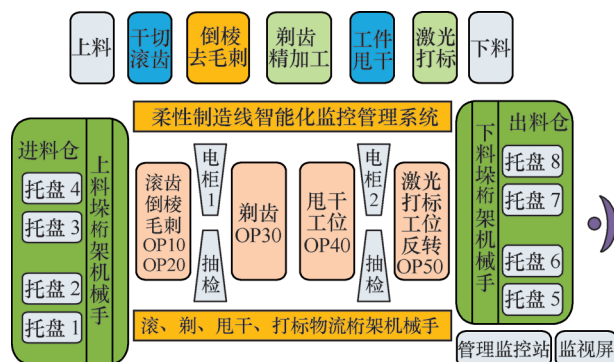


图8 某汽车制造业的齿轮柔性制造线布局

改造务必要在策划时综合考虑，以充分发挥其性价比优势。

例如，老旧CNC系统是否需要升级，现有CNC系统是否添置网络硬件；根据工件重量和定位要求，机器人选择何种品牌——ABB、KUKA、FANUC、川崎和新松等，其重复定位精度选择 $\pm 0.2\text{mm}$ 、 $\pm 0.1\text{mm}$ 或 $\pm 0.06\text{mm}$ 等，其布置形式选择地轨式、桁架式、倒装式和固定式等，其手爪结构选择V形指、夹钳、吸盘等；上/下料仓是否满足4~5h的无人值守，柔性线是否实行混线加工；机器人是否配置视觉识别系统，视觉识别系统为2D还是3D；产品数据的获知采取机内实时测量，还是加工完的机外全项检测；后期质量数据的分析包含的要素、直观图形、输出终端、反馈源端；日后打造智能工厂是否需要再次改造等。

(5) 打造智能制造人才队伍，使工厂稳定运行。在“工业4.0”的语境中，被机器替换下来的工人，只是简单、体力劳动者，对那些在智能制造中能上下串联、独当一面的高素质技术工人的需求将大幅增加。未来的工厂将以数字化信号交互处理为

主，若智能制造人才欠缺，将会影响工厂的稳定运行。一旦出现图4所示的工作母机故障，便会造成生产停滞、质量受损，严重时会导致经营受困。因此说，在通往智能制造的升级路上，只有大力培育符合智能制造需要的高水平新型技术工人，不断提升人机合作的程度，企业的生产经营效率才会越来越高。

对于智能人才队伍的建设，企业要优化结构、培育人才、迈向智造。一是提高认识，制定企业人才队伍建设规划；二是搭建平台，创造条件，用事业发展留人；三是把握规律，完善制度，以制度待遇留人；四是创建学习型企业，促进企业发展和员工成才。

个人要成为智造环境的维修高手（见图9），俯首躬耕、刻苦钻研、创新创效是很有必要。个人要注重智慧与品格的修养，真正做到“勿以恶小而为之，勿以善小而不为”；个人要关注自身工作和行业发展，拓宽自身知识视野，完善知识结构，提高自身竞争力；个人要深化发展自身的兴趣爱好，基于岗位延伸，涉猎并深入学习其他知识；个人要扩



-凯姆勒-
来自德国的高精度刀柄



全方位的机械加工工具
制造商和供应商



中国区办事处
电话：+86-512-68130878
邮箱：Vikings-KEMMLER@vikingstools.com
网页：www.vikingstools.com

北方联络处
电话：+86-010-65008538
传真：+86-010-65005216
邮箱：Vikings-North@vikingstools.com

南方联络处
电话：+86-512-87811663
传真：+86-512-67686803
邮箱：Vikings-South@vikingstools.com



◆广告 查询编号：3090

info@vikingstools.com



图9 员工成为维修高手的三阶段示意

展视野，提高眼光，绝不可做井底之蛙。

(6) 自主替换线内装备，实施全员性生产维护。柔性制造线乃至数字化车间/智能工厂的持续平稳运行，是企业利益最大化的保证之一。

为此，企业要推行全员性生产维护，通过生产完成率、计件工资制等措施，使线内操作者充分意识到“装备坏了→今天班产完不成→这一天就不会有报酬”，使其主动认真地实行自主保全，将“要我保全”变为“我要保全”。

企业要刺激专业保全队伍，自觉地预检各台装备，监督操作者的自主保全，自主维护辖区内装备，定期定量更换密封元件、轴承、干电池/锂电池（用以保存原点位置）等，不做抢险队员。

企业要配齐传感检测装置和专业检查工具，探知轴承的温升和振幅，校核主轴拉刀机构的拉紧力，测定光栅尺的信号幅值，化验液压油油品等，用实时运行数据直观指导自主保全和专业保全。

企业要及时对长时间超负荷运行或故障率较高的线内装备进行大修处理，不可“损坏→维修→再损坏→再维修”，同时安排其他同类装备进行顶替，保证柔性制造线的不间断运行。

对于线内装备的替换，企业只有做到自主操作，才能有效保证智能制造体系的持续运行，才能大幅降低维修改造费用。在柔性制造线中，工作母机已由早先的单机运转变为机器人控制下的联机运转，它会将自身是否准备就绪、有无报警、所处加工

方式、是否切削完毕及操作门是否打开等实时状态告知机器人，也会即时判断开/关门、夹/松工件、切削起/停等动作条件是否满足，还会接收机器人的有关信息——当前加工方式及实时位置等。

据此，智能制造团队便可对拟顶替的工作母机实施硬件设施与软件环境的改造，如新增自动门气缸、相关电路和气路等，新编母机与机器人交互梯图、自动门/开关梯图，新增尾座顶尖前进/后退的机器人侧控制梯图，修改工件加工程序等。（配装FANUC 0iTD系统的WIA L280型卧式车床与KAWASAKI BX200L型6自由度关节机器人交互（握手）的PMC程序略，需要的读者可联系本刊编辑部）

参考文献：

- [1] 刘胜勇. 模具行业国产数控装备发展对策[J]. 金属加工(冷加工), 2017, 784(11): VIII+1-3.
- [2] 刘胜勇. 新常态下如何打赢汽车核心零部件自主化战役[J]. 金属加工(冷加工), 2015, 743(18): 24-29.

MW (收稿日期: 20170901)

2017年1~8月机械工业经济运行情况

工业增加值：1~8月机械工业增加值同比增长11%，比1~7月（10.9%）加快0.1个百分点，高于2016年同期机械工业增速（8.7%）2.3个百分点；继续分别高于全国工业（6.7%）及制造业（7.2%）4.3和3.8个百分点。

在主要大类行业中，汽车制造业继续引领全行业增长，1~8月工业增加值同比增长13.1%，高于行业平均水平2.1个百分点。

电气机械及器材制造业逐月小幅提升。1~8月同比增长10.4%，比1~7月（10%）加快0.4个百分点，比2016年同期增速

（8.8%）提高1.6个百分点。

通用设备制造业、专用设备制造业2016年同期基数较低，2017年1~8月回升明显，同比分别增长11.1%、12.1%，比2016年同期增速（4.6%、5.4%）分别加快6.6和6.7个百分点。