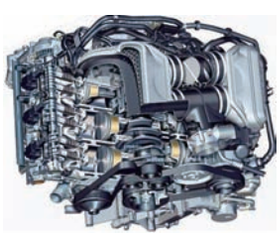
新常态下如何打赢汽车核心零部件自主化战役

中国重汽集团济南桥箱有限公司主任设备工程师　刘胜勇

摘要：文章通过对市场换技术策略下国内汽车零部件发展现状的分析，从政策引导、转观念优结构、经费投入、人才培养和智能化制造五个方面给出了“新常态”阶段取得汽车核心零部件自主化战役胜利的若干条建议。对汽车零部件企业具有现实意义，对构建零部件智能工厂具有指导意义。



众所周知，现代汽车是由多个装置和机构组成的。虽然汽车的型号、类型及生产厂家众多，但其基本构造大致相同，均是由发动机、底盘、车身和电气设备四大部分组成（见图1）。其中，发动机是汽车的心脏，为汽车行驶提供动力并关系着汽车的动力性、经济性和环保性，主要包括两大机构及五大系统，即曲柄连杆机构（含缸体、活塞环、连杆、曲轴和飞轮等）、配气机构（含凸轮轴、气门及传动件等）、燃料供给系统（含空气滤清器、进气管、排气管、消声器、油箱、化油器/喷油器和汽油泵/喷油泵等）、点火系统（为汽油机独有，含点火开关和火花塞等）、起动系统（含起动控制、传动机构和起动机等）、冷却系统（含水泵、散热器、风扇、水套和节温器等）、润滑系统（含机油泵、机油滤清器、主油道和油底壳等）；底盘是支撑和安装发动机及其各部



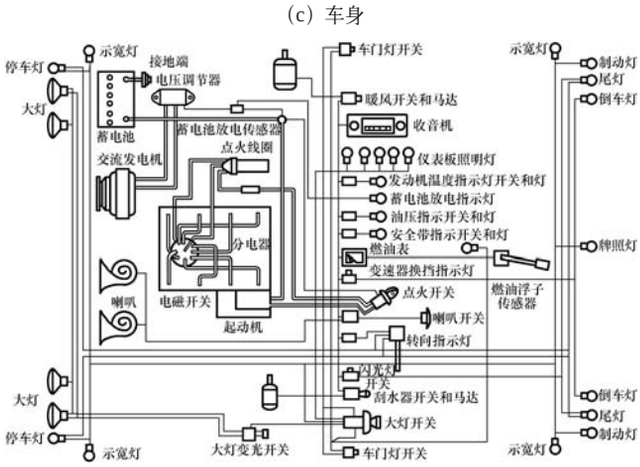
（a）发动机



（b）底盘



（c）车身



（d）电气设备线路

图1　汽车的基本构造示意图

件的总成，用以形成汽车的整体造型，并接受发动机的动力使汽车产生运动，主要由传动系统（含离合器、变速器、万向传动装置和驱动桥等）、行驶系统（含车架、车桥、车轮、轮胎和悬挂装置等）、转向系统（含转向操纵机构、转向器和转向传动机等）和制动系统（含制动器和操纵机构等）四部分组成；车身安装在底盘的车架上，用以乘坐驾驶员/乘客或装载货物，载重汽车车身由驾驶室和货箱组成，客车与轿车的车身由统一的外壳构成，其他专用车辆还有其他特殊装备；电气设备由电源和用电设备组成，电源包括蓄电池和发电机，用电设备主要有发动机的起动系统、汽油机的点火系统、照明、仪表信号系统、空调及其他用电装置。

我国汽车核心零部件发展现状

作为整车构成要素的数量为成千近万的汽车零部件，决定着我国未来汽车业的发展走向，尤其是具有关键核心技术的零部件——如汽车电子、发动机电喷系统、涡轮增压器、变速器电磁阀、等速传动轴及新能源汽车电池等已成为我国汽车业的发展软肋，它既是我国发展和强大自主品牌汽车的关键，也是我国由汽车大国向汽车强国挺进的关键一环，还是我国能否在世界科技革命中抢占制高点、实现新旧动能转换的影响因素之一。

1. 汽车零部件进出口额结构分布不一

在2014年我国汽车零部件进出口贸易额结构分布（见图2）中，传动系统零部件、发动机、转向系统零部件及车身附件的进出口为贸易逆差，仅有行驶系统零部件、电子电器零部件、制动系统零部件及发动机零部件的进出口为贸易顺差。

在2015年一季度我国汽车零部件进口贸易中，居于前三位的是传动系统、车身附件和发动机零部件，其贸易总额分别为27.17亿美元、17.77亿美元

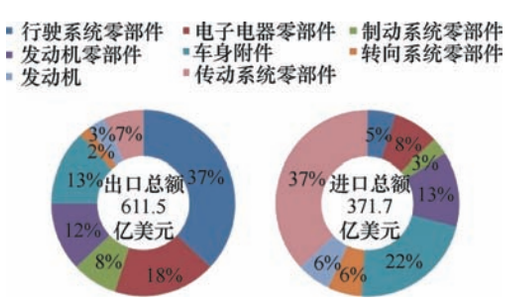


图2　2014年中国汽车零部件进出口贸易额的结构分布

和10.42亿美元；同时，一季度小轿车用自动变速器（Automatic Transmission，缩写AT）进口贸易总额为16.64亿美元。

2. 汽车核心零部件基本处于寡头垄断状态

虽然我国汽车零部件产业的发展已历经1953～1978年的起步（特征是整车带动零部件发展、技术水平低，仅为卡车配套）、1978～1992年的成长（特征是技术含量上升并向轿车配套）、1992～2000年的壮大（特征是外商投资加大且国产化率逐渐提升）和2000～2014年的快速发展（特征是零部件整体水平提升、出口不断增长，并转向全球化采购）四个阶段。但是，我国汽车零部件产业在面对高速增长的巨大的国内汽车市场时，没能将关键核心技术掌握在自己手中，而是为众多外资企业或合资企业的发展壮大提供了沃土。

（1）自动变速器电磁阀是汽车自动变速器的液压阀体接受来自电控单元（Transmission Control Unit，缩写TCU）的电信号后变换油压的核心零部件（见图3）。当前，我国汽车自动变速器电磁阀市场被美国博格华纳公司和伊顿公司、德国博世集团及日本东测等发达国家企业垄断；而国内液压阀体和电磁阀制造企业受其产量低且成本高因素的制约，不能满足汽车业大批量生产的需求——2015年我国自主品牌乘用车对其需求约为2 700万辆以上。



图3　福特蒙迪欧5F31J自动变速器的电磁阀分布

（2）等速万向节是将轴间有夹角或相互位置有变化的两转轴联接起来后使之以相同的角速度传递动力的核心零部件（见图4）。目前，世界上生产等速万向节的公司有德国GKN公司和ZF公司、日本NTN公司及美国Dana公司等，而国内等速万向节的供应几乎被成立于1988年的中德合资企业——上海纳铁福传动轴有限公司垄断。

（3）电动助力转向系统（Electric Power

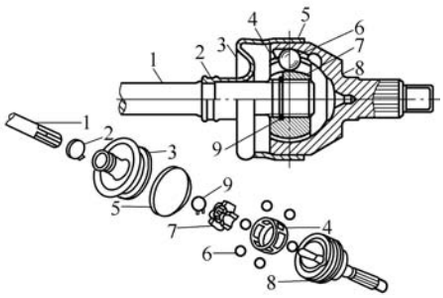


图4　球笼式等速万向节结构图

1.主动轴 2、5.钢带箍 3.外罩 4.保持架（球笼）
6.钢球 7.星形套（内滚道） 8.球形壳（外滚道） 9.卡环

Steering，缩写EPS）主要是由转矩传感器、车速传感器、电动机、减速机构和电子控制单元（ECU）等组成的一种直接依靠电动机提供辅助转矩的动力转向系统（见图5），它既可提高汽车在高速行驶下的操纵稳定性，也可降低燃油消耗3%～5%（与车型有关）以节省能源，还顺应了绿色环保的时代趋势。目前，国内整车企业所需的EPS约有95%以上由日本的NSK公司、KOYO公司和AISIN公司，美国的TRW公司、德尔福公司，德国ZF公司等供应，国内制造的EPS基本上被合资企业垄断。

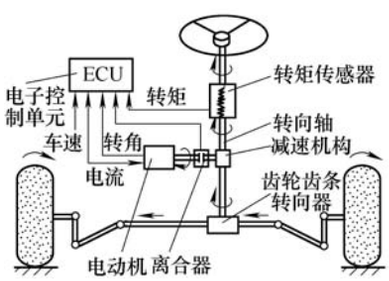


图5　电动助力转向系统示意图

（4）蓄电池是纯新能源汽车（又称纯电动汽车，见图6）驱动系统的唯一动力源，属于三大核心零部件之一。当前，国内新能源汽车用蓄电池几乎都来源于进口采购或合资生产，如北汽生产的纯电动汽车E150和EV200用单体锂电池主要来源于与韩国SK合资的北京电控爱思开科技有限公司、与ATL合资的北京普莱德电池公司，上汽生产纯电动汽车荣威E50和大通EV80用磷酸铁锂电池源自于美国A123公司的技术。

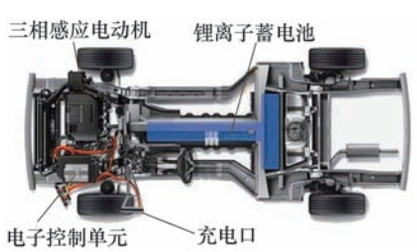


图6　纯电动汽车的基本构成

3. 汽车核心零部件的自主研发趋于空心化

我国出口的汽车零部件大多集中在低技术含量、低附加值领域，如铝车轮、制动器、汽车音响、散热器及汽车铸件等。对发动机控制系统、自动变速器及控制系统、涡轮增压器、车身电子稳定系统（Electronic Stability Program，缩写ESP）及EPS等高技术含量产品缺乏自主研发能力，多数依赖外资采购或合资生产。以电子信息技术为基础的车用IC、车用控制电子及微处理器等高新产品基本处于空白。对混合动力汽车和纯电动汽车使用的电池及管理系统（Battery Management System，缩写BMS）、材料、隔膜、电解液添加剂及电动机等产品的研发存在较大的差距。以铝、镁和钛等轻金属和塑料为基础的复合材料在汽车零部件制造中应用较少。当前，外商在我国投资生产的汽车零部件绝大多数为高技术含量、高附加值的产品（见图7），其企业多以独资或控股的形式设立，高端产品的国内市场份额已超过90%。

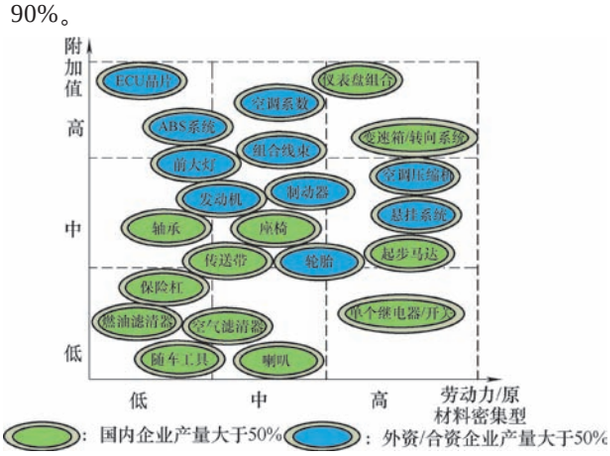


图7　汽车零部件生产附加值及资源成本分布图

4. 汽车核心零部件的研发投入不及格

（1）投资分散致汽车零部件产业集中度低。综观我国汽车零部件产业现状，众多企业分散在低附加值产品区域内，不仅造成生产资源浪费、产品无序竞争，还使其不能形成较强的竞争实力，进而很难进入利润丰厚的高端市场。资本分散影响零部件企业的研发能力。

（2）投资分散致汽车零部件研发能力弱。国内零部件企业的投资分散，势必造成其产品研发投入少。有数据表明，当前国内零部件企业的平均研发投

入仅占销售收入的1.4%左右（有下滑趋势），核心零部件的研发投入则少之又少，而跨国公司的研发投入平均为6.6%。研发经费的不足，直接造成研发设施落后、数据积累少，最终导致开发能力不足和自主品牌产品竞争力不强。

我国汽车核心零部件技术提升措施

在中国经济发展进入具有中高速、优结构、新动力和多挑战特征的新常态阶段之际，我国汽车零部件产业的发展也进入了以创新突破为显著特征的新常态阶段。随着劳动年龄人口（潜在增长率的决定因素之一）的大量减少、“智能制造”为主导的工业4.0大潮的涌入，我国汽车零部件产业唯有在认清自身形势的前提下，彻底转变观念，不断优化产业结构，加大产品研发投入，谋求核心关键技术的突破，快速实施智能化制造，并构建高柔性、高效率和高集中度的智能工厂，方能取得汽车核心零部件自主化战役的胜利，并最终实现中国汽车工业的自主大发展。

1. 政策引导提升汽车零部件产业集中度

目前，我国汽车零部件产业还很脆弱——企业专业化水平较低、规模小、产品系列发展滞后和投资分散重复等，本土企业同时要面临技术实力雄厚和产品质量过硬的跨国公司的围追堵截。因此，国家一是需要出台汽车零部件方面的政策，加大产业整顿力度，严格规范市场秩序，加快零部件行业优胜劣汰的速度，提升零部件产业集中度；二是出资资助或出面组织零部件产业的高新技术攻关，尤其是高附加值产品，力促国内汽车零部件产业整体落后局面的改变；三是大力扶持新能源汽车项目，着重对共性技术进行研发，加大系统级零部件的投入，提高核心零部件的自主研发水平和系统集成能力。

2. 新常态阶段转观念、优结构

（1）不再重整车、轻零部件，而是整车与零部件协同发展。从汽车的产业关系看，整车的竞争力在于良好的质量、满足不断提高的顾客需求和法规要求的性能以及足够低的成本控制，这些都离不开零部件体系的建设与强大。汽车制造企业需要在确立了自主品牌汽车发展战略的基础上，摒弃“重整车轻零部件”的思想，采取整车与零部件同步开发、各资源共享、构建学习型供应链体系、参与国际对标及加入国际OEM配套等措施，做到整车与零部件密切协同发展，以彼此学习促双方共赢。

（2）不再市场换技术，而是取长补短自主创新。过去30多年来，我国汽车产业在“市场换技术”策略的主导下，换来了基本的制造技术和初步的研发技术，形成了买一套生产线产一批汽车、再买一套生产线再产一批汽车的状况。其结果不仅是当今的跨国公司对我国汽车市场的占有率已超90%，核心关键零部件技术均被外资把持；还有我国本土汽车公司愈来愈像电脑城的组装门店，只要集合全球造车资源就能攒出一辆整车，同时自主品牌汽车近乎废掉。因此，我国汽车产业必须转型：一是在合资自主（即主动权在我方）的原则下继续合资；二是在合资引进的同时，消化吸收世界资源和先进技术，向世界领先的零部件企业多看多学，做到他山之石可以攻玉；三是在坚持学习的同时，时刻不忘自主创新，做到不断加大研发投入与核心关键零部件自主制造，逐渐形成自己的跨国公司走向全世界。

3. 加大研发投入提升自主研发能力

有数据表明，发达国家的汽车零部件投资通常大于整车投资，其比例在1.3∶1～2∶1，而目前我国的投资比例仅为0.3∶1，这远不能满足建设汽车强国的要求。所以，我国本土汽车公司必须着眼于企业长远发展，加大零部件研发投入力度，培育具有真正造血功能的研发团队，努力提升核心零部件的自主研发能力，达到付出方能收获的目的。

4. 引人才、育团队、强核心竞争力

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。因此，我国本土汽车公司必须增强企业人力资本的储备，凝聚一批高素质的具有创新能力和管理能力的人才，以提高企业的核心竞争力。其建议措施有如下几点：

（1）在国外，通过公开招聘的形式，引进来自美国、德国和英国等跨国汽车公司的高端技术人才。

（2）在国内，通过人才推荐、企业推荐会和局

部招聘广告等形式，深度挖掘业内知识丰富、技能精湛的优秀人才，做到以点带面。

（3）企业既要加大研发投入，又要依托“互联网+平台”，集众智搞创新，以发展的眼光培育具有综合能力的技术骨干团队。

（4）企业要利用社会资源，借脑借智，走产、学、研联合开发之路；要积极与科研院所等合作，取长补短，共同开发有高技术含量、高附加值的产品。

5 . 实施智能化制造构建智能工厂

德国西门子公司的赫尔穆特·路德维希指出，无论你生产现代商用飞机、节油型汽车，还是高性能高尔夫球杆，产品生命周期管理（Product Life-Cycle Management，缩写PLM，见图8）、制造执行系统（Manufacturing Execution Systems，缩写MES）以及工业自动化所使用的技术都在帮助制造厂商通过提高生产力、缩短创新周期并尽量降低风险，以实现总收入的增长。因此，我国汽车产业应在《中国制造2025》的政策引导下，快速实施智能化制造并构建高柔性、高效率、高集中度的智能工厂。

（1）实施“互联网+”行动计划。汽车零部件产业既要建设低时延、高可靠和广覆盖的工业互联网，开发APP，开通微博和微信，开展网络营销，发展移动电子商务；又要充分利用4G/5G开展车间、仓库等重要场所的远程视频监控，推进经营管理活动区的移动办公。既要在汽车设计、产品仿真等方面应用云计算，以提高研发设计效率、降低研发设计成本；又要在建设商业智能（Business Intelligence，缩写BI）系统，对生产经营数据进行大数据分析，以优化工艺流程，对销售数据进行大数据分析以开展精确营销与改进产品设计，对管理数据进行大数据分析以优化、重组和再造管理流程。

（2）机器换人式升级改造。汽车零部件企业应充分利用现有的立/卧式车床、车削中心、内/外圆磨床、立/卧式加工中心、花键铣床、直齿/螺旋齿滚齿机、研齿机和磨齿机等数控装备，对生产线进行“机器换人”式升级改造，即引入工业机器人、生产装备智能化改造与流水线生产集成管理。

（3）3D打印技术普及应用。我国汽车产业应借鉴和学习国外汽车制造领域应用3D打印技术的成熟经验和成功案例（见图9）。如世界第1辆纯3D打印的三轮双座混合动力汽车Urbee、第1辆3D打印赛车阿里翁和奥迪RSQ3D打印概念跑车等，以基于互联网平台的大数据为基础，将3D打印技术与整车设计、零部件开发及其制造结合起来，变传统的材料去除——切削加工技术为数字化增材制造，进行个性化定制加工。例如，3D打印汽车外观造型以获得更多复杂、夸张的并极具未来性的设计方案，3D打印汽车内饰以搭配多色彩、装配复杂零部件及优化人机系统，等等。

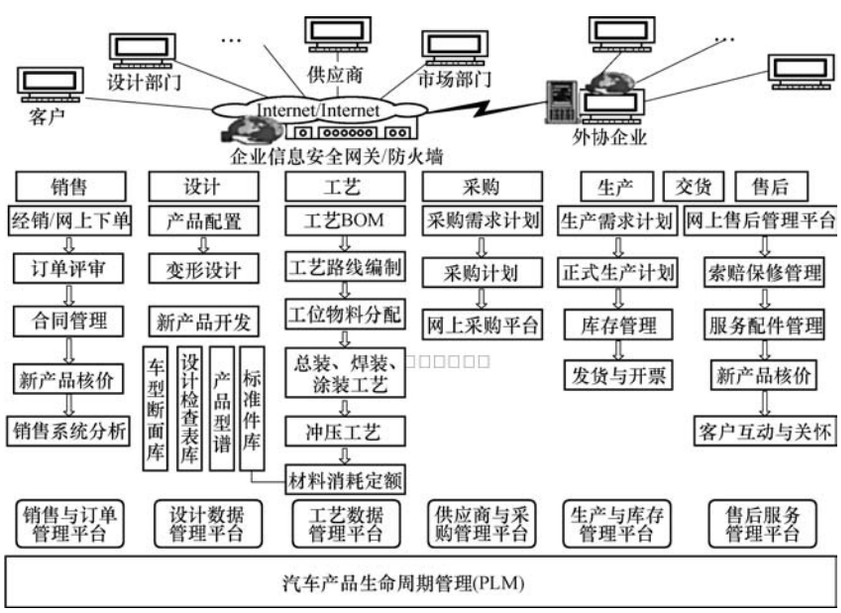


图8　汽车产品生命周期管理模型



（a）美国混合动力汽车Urbee



（b）比利时赛车阿里翁



（c）奥迪RSQ 3D打印概念跑车

图9　3D打印技术在国外汽车制造领域的应用

（4）智能机床的研制应用。生产装备制造商应不断开拓创新，将众多智能化设计功能（如振动防止控制功能、热位移控制功能、干涉防止功能）融入装备设计中，力求做到机床会思考。也就是说，未来的机床应既能自动地识别工件，也能自发生成零件程序并进行加工；既能对加工过程中诸如碰撞或刀具破损等意外情况进行自动校正，也能对机床运用一段时间后变化的几何精度或关键零部件的位移进行自行修正；既能大量减少工序量，也能大幅度缩短加工周期。

（5）智能机器人大量使用。汽车零部件企业在进行“机器换人”时，应大量选用智能化机器人。也就是说，未来的机器人不仅会配置人工智能系统，以进行符号处理与数值计算，还会配置各种具有柔性和灵巧性特点的轻质化手爪和手臂，以高速度、高精度完成货物的取放任务；不仅会附加移动功能和视觉识别功能，以进行大范围内的生产作业，还会装配具有人工肌肉、形状记忆合金、氢吸附合金和挠性轴与钢丝绳集束传动等优点的新型驱动器，以使机器人的作业能力与人类相当。

（6）汽车零部件企业应在基于智能机器人与自动线构建的数字化工厂的基础上，应利用物联网技术和设备监控技术加强信息管理和服务——清楚掌握产销流程、提高生产过程的可控性、剔除生产线上的人工干预、即时正确地采集生产线数据以及合理的生产计划编排和生产进度控制，将一切信息汇总到管理系统，并通过管理系统控制整个工厂的生产作业。

（7）构建汽车零部件智能工厂（见图10）。在未来的汽车零部件智能工厂中，总控制中心可根据市场订单情况给出生产决策，自动调整产品的库存量；中心控制室会分解出零部件制造计划、坯料和刀辅具供应详单，会根据分控制室反馈的设备运行状态、生产完成情况等自动做出决定；分控制室会按中心控制室要求对辖区内的人员状况、设备状态、物料供应与测量结果进行综合分析而做出调整并回馈中心控制室；车间执行层会按计划要求合理有序地调度相应的自动线运行，并在屏幕上给出每台设备的运行状况和实时数据，据现场情况随时调度巡检人员到出现问题的现场去解决问题，据设备故障信息指挥维修人员及时到出现问题的机床前等；自动线上的智能机器人会按车间执行层的程序指令完成物料的搬运、零件的装配或产品的检测等任务，数控机床会像人的一只手样，抓着刀具或工件，按给定轨迹控制刀具（如车刀、钻头、铣刀和砂轮等）或工件沿运动方向进给，最终加工出符合要求的产品或实现应有的用途等。

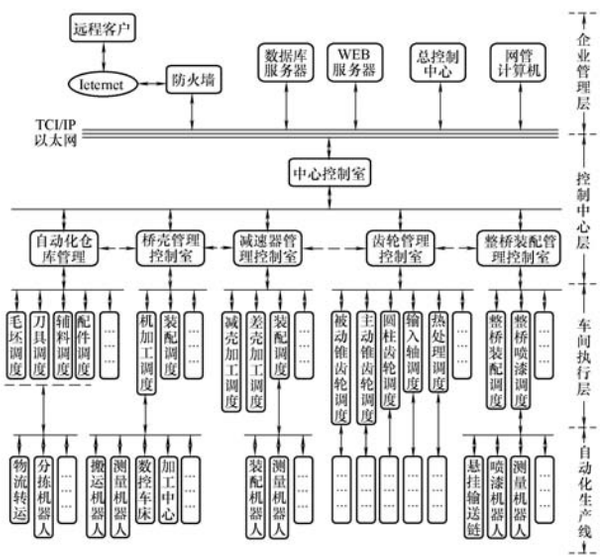


图10　未来的驱动桥智能工厂的网络拓扑

在未来的智能工厂中，每个生产环节清晰可见、高度透明：信息和生产会组成一个密切相关网络。整个工厂悄然高效地运转，智能机器不仅彼此协作，还与遍布全球的员工、顾客和客户以及智能分析动态系统进行协作等。

参考文献：

[1] 刘胜勇. 数控机床FANUC系统模块化维修[M]. 北京：机械工业出版社，2013.

[2] 刘胜勇. 数控机床SINUMERIK系统模块化维修[M]. 北京：机械工业出版社，2014.

[3] 刘胜勇. 现代自动化生产线亟待百花争妍[J]. 金属加工（冷加工），2015，739（14）：21-27.

[4] 刘胜勇. 三段式铸造桥壳热压装曲线的应用研究[J]. 汽车技术，2011，430（7）：54-58.

[5] 刘胜勇. 曼商用车锥齿轮自动线的优化及改进[J]. 汽车工艺与材料，2015，314（2）：68-72.

[6] 刘胜勇，等. 推行数控机床模块化维修根除企业生产环节之瓶颈[J]. 制造技术与机床：2015，632（2）：144-149.

MW（收稿日期：20150805）