

AUTOMOTIVE EQUIPMENT



明珞装备 MINO

明珞生产方式 (MOE)

明珞装备新十年使命与愿景：智能制造赋能提升效率，为社会、客户、供应商、员工及股东创造价值，成为全球数字制造革命的引领者。

企业刊物

2019年 第1期 总第33期



图片是明珞模块化标准联动工作站在低通项目应用时，于明珞花都集成工厂装配出货前的照片，走进这个项目，我们会走进明珞的智能化之路。明珞装备始终坚持为客户用心创造价值。



明珞标准焊接事业部总监
刘先波 Jeff Liu

封面故事 Cover story

明珞观点

MINO Concept

专访|刘先波

明珞工作站的智能化之路

明珞之道

MINO Philosophy

专访|蒋政伟 我与MOE先锋项目

明珞技术与应用

Technology and Application

多功能汽车零部件检测与识别系统开发

一种六自由度机械臂控制系统设计

多功能汽车零部件检测与识别系统开发

明珞选题

MINO Hot Topics

汽车产业剧变的前夜

智能制造在美德日有什么不同



(更多信息请扫描左侧二维码)

公司网站 <http://minotech.cn>

联系电话 +86 20 66356688

联系地址 广州黄埔区科技企业加速器C3栋2层

运营卓越明珞 引领制造革命

——姚维兵总裁 2018 年终总结大会发言

新愿景、新使命

2008 年，我们立志成为国际领先的装备供应企业，现在来看，经过我们十年的努力一起实现了这个目标。

2013 年德国提出“工业 4.0”，2015 年我们中国提出“中国制造 2025”，科技的革新带来对行业更高的要求，在这样的背景下，我们有了更清晰的进一步愿景：“成为全球数字制造革命的引领者”。

数字制造的概念具体指什么？这里是指基于虚拟制造、基于参数化设计、基于人工智能、基于物联网大数据的技术来引领的未来制造业效率的革命，尤其是针对于个性化需求，定制化需求的这种革命。就像苏雄代表机械工程部分享的自动设计平台，这个就是独一无二的参数化设计技术，谁能想到我们可以用这个工具把需要几个小时的设计工作变成 25 秒可以完成的工作，不止于此，现在电气部门和仿真部门正在做的一些工作也是这样的效果。

下面我要讲我们的使命：

“智能制造赋能提升效率，为社会、客户、供应商、员工及股东创造价值。”

要记住明珞永远要坚守的很重要的一点是——不欺骗别人。这也就意味着我们做的东西一定是有价值的，我们要去赋能，要提升效率，我们为谁创造价值？

第一，我们为社会创造价值。明珞以及所有员工都不能成为社会的负担，我们是推动社会前进的一股力量。

第二，我们为我们的客户创造价值。客户是我们生存的根基，如果没有客户的信任与合作机会，我们明珞 700 多个家庭都会面临困难。

第三，我们要为我们的供应商创造价值。可能很多人看待供应商的角度是我们给对方机会，其实这个角度错了，可能需要很多人转变观念：是供应商在为我们服务，就像我们的员工一样在为公司服务一样。我们不希望客户命令我们，我们也不应该命令供应商。这是明珞的文化和理念。

第四，我们要为员工创造价值。我们也要感激员工，我从来都没有，也不会因为自己是老板就去要求、命令员工。

第五，我们要为股东创造价值。股东投资本给我们是希望有回报，但我相信把前面的对象都“伺候”好了，股东也一定能收到社会应有的汇报。

这是我们下一个十年的使命。



回顾 2018

下面我想回顾一下 2018 年发生过的事情：

诚然，2018 年是明珞的十周年，但最值得铭记的大事件是 10 月 24 日习总书记来明珞的考察，让我们成为十年来广东唯一一家受到总书记考察的中小民营企业。

习总书记指示我们：希望中小企业能做大事，坚持自主创新，聚焦主业。

回顾过往，我们一直在聚焦智能制造，一直在做创新，因此我也更有信心地希望我们能成为一股做强做大的改变世界的力量。

第二个大事，是我们在今年 AMTS 展会上提出了“一切皆产品”的理念。在理念指导下将我们所有的生产线分解成不同的产品，分解成不同的产品之后最大的变化是让我们走向一个产品公司的发展理念，而不是和我们国际同行类似的企业一样是一个工程项目总包的公司，或是一个以服务贸易为主的公司，所以这是我们第一转变。

第三个值得纪念的事情，是我们在 6 月获得了南非奔驰的一个国际化大项目，让我们真正进入到国际最高端的市场。这是一个里程碑，后面随之而来的各种更多项目，今年还会看到更大更重要的客户。

第四个是我们数字制造的转型。以 MIDP 为代表的 PGS 等自动设计电气电柜、电气程序、VC 团队的提前设计验证，还有 MISP 团队现在正在做的工作：我们赋予它生产线诊断体系的意义。就像我们去医院做的血液分析仪一样——我们抽一管血就可以检查出各种身体问题。MISP 去采集生产线的的数据，能够检查出生产线上所有的问题，MISP 也是今年获得第一个订单，这是我们在基于这些技术和手段做的数字化转型。

最后一个大事，是我们在年底推行的 MOE (MINO operation excellence)，明珞的卓越运营。这是我们效仿丰田生产方式所进行的一场明珞自我革命。

以上是我们在 2018 年重大的五个事件，每一个事件都代表着一个不同的方向。

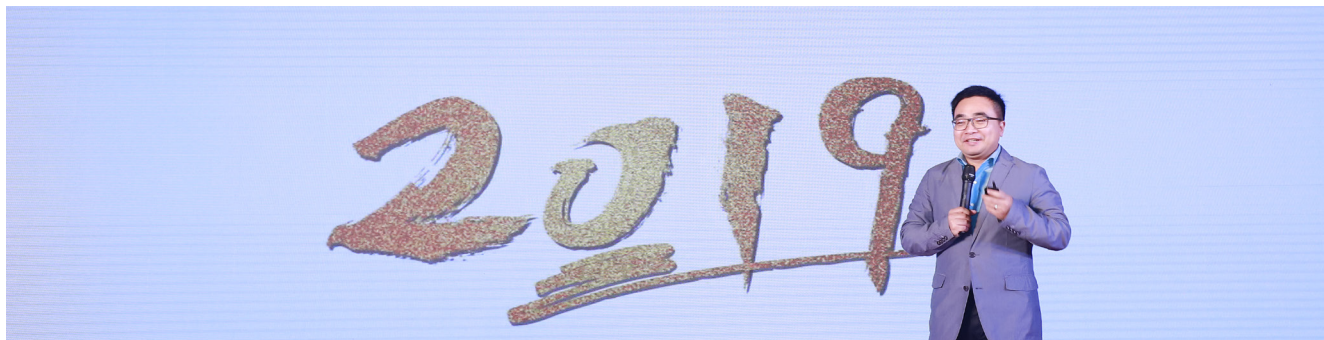
明珞的新关注

我们刚才讲了一些例子和铺垫，那重点也讲一下我们公司关注什么。

我们是被总书记接见的公司，是世界智能制造领先的公司，但是我们“不赚钱”，“不赚钱”的原因正是在于我们用 100 个小时去调机器人，用 20 个小时加工 base 板，用 12 个小时去设计一个 unit，11 个小时去装配一个 unit。因为我们和外面那些企业没有区别，但我们明珞的研发支出，我们的市场支出，我们公司的管理支出，以及我们给员工的待遇和福利远远超出了市场上的“那些企业”。

所以我们关注的第一点，就是要赚钱，要有利润，再没有利润我们就难以为继了。要想“赚钱”，那我们必须通过 MOE 降低标准工时成本，同时做好明珞的品牌与口碑产生溢价。

关注的第二点则是现金流，我们很多员工都觉得这个和自己没太大关系。但我这样告诉大家，现在我们这个行业里十家公司有九家是不钱付供应商的，有些甚至工资都发不出来，当然这里也有社会整体大环境的原因，有些大企业也发不出工资。但是我们明珞要和别人不一样，我们要改变现金流，实现项目的现金流为正。虽然客户和我们签的合同就是要和我们分阶段付款，但是那我们怎么去改进，怎么去应对？我自己也在尝试现在银行沟通，争取创造实现正现金流的条件，除此之外最重要的是我们的应收应付管理，我们要准时把钱收回来，同时也要按时把钱付出去，如果这个不做好的话，我们整个现金流都会乱掉。当然我们允许项目中间去垫资，否则业绩增长就做不了。那对于我们个人来说就是到了自己的节点，一定要把活儿干完，干的干干净净，保证公司能把钱收回来，不能拖拖拉拉把问题带到现场，一拖一年。我们平均的收款周期，验收款差不多是两年，加上质保款就是三年。但是我们的钱是什么时候花出去的？我们半年把钱花出去的，收款要三年。这就是我对我们所有的员工要讲的，从这一块是每一个人都要关注和自己相关的。如果任何一个部门做不好，我们汇款就可能收不回来，就会有问题。



第三个就是周转周期，要想实现现金流为正，就要缩短周转周期，不能一个项目一年从头做到尾。如果一个项目一年从头做到尾，那意味着这个工程师一年就只做一个项目。如果一个员工可以一个月把项目做完，一年可以做十二个项目。所以我想说类比我们提升 BASE 板的工时一样，可以 20 小时做一个也可以 2 小时做一个，我希望我们每一个员工每年可以做 10 个项目，第一员工可以快速进行提升，第二我们的生产线全部快速交付。“4.5+1 战略”要求我们各个环节做到时间最短，我们前期要做好大量准备工作，好比 F1 比赛换轮胎一样，前期做好充分准备，赛车到位后 2s 就换完，实现到手里的工作马上交付出去。

第四个是用户粘性。我们的用户是选择我们、认可我们，还是一直抱怨我们，下次不让我们参与？

这里有两个重要因素，一是客户的满意度：用户如果对我们不满意，我们可能就被淘汰了。

二是技术标准：用户采用我们的标准，那就离不开我们。

第三个就是我们数据：很多人认为我们布局 VC 和 MISP 是增加成本，但实际上不是。刚才中场休息的时候我们电气工程部曾年和我交流，认为如果特斯拉项目如果采用工作站方式会增加很多 PLC 控制系统，会增加 30% 的硬件，我说一套硬件多少钱，你算每台 PLC 购买的调试费多少钱，比一比没多少钱。比如南非奔驰我们电气调试费 600 万，单台 20 万，我们希望 1-2 万。我会给每一个部门提出这样的一些目标，因为我们不需要，20 万我们是拿人堆出来的，意味着一个人一年都呆在那里，离家一年受不了，家庭压力大，员工在那边感到疲惫，长期在现场也得不到成长，一年就在那里摸着一台 PLC，没有意义，我们希望员工 1 星期做完赶紧回来。

2019 年目标

明珞 2019 主要以下四大目标：

第一，营业额目标。

虽然形式很不好，但是希望我们的收入我们的订单而且尤其是订单质量，不是大量买东西，不要去做不赚钱的新线，更不要活不下去的客户。我们要关注能可持续发展的重要客户，在未来和我们一起走的伙伴。

第二，利润率目标。

提升毛利率提升 3 个点，管理费用每年降低 1 个点。利润率提高 4 个点。怎么去做，降本增效，建立好更好的质量，口碑，美誉度。

第三，现金流目标。

实现项目现金流转正，不要把辛辛苦苦融资来的钱、用股份换来的钱用在项目里垫资，要保证我们的项目在正常运转，保证我们和金融机构有很好的密切联系，有透明的数据事实证明我们的业务是可持续的，让金融机构信赖我们、支持我们。

第四，明珞标准目标。

继续打造和推广明珞标准解决方案和标准产品。

01 卷首语

运营卓越明珞 引领制造革命 01

06 明珞快讯

明珞快讯 06

09 明珞观点

实现非标标准化：模块化先行 09

13 明珞之道

专访 | 蒋政伟：任职经理的这半年 13

17 明珞技术与应用

多功能自动汽车零部件检测与识别系统开发 17
一种六自由度机械臂的控制系统设计 21
长行程机器人地轨的结构分析 24
智能数据化平台 MISP 在激光焊接工作站中的应用 27

32 明珞选题

智能制造在日德美三国有何不同 32
汽车产业剧变的前夜 37
访谈 | 方洪波：美的模式不可复制 44

《明珞装备》编委

- 顾问：姚维兵 王斌 陈群 何伟 艾长双
- 总编：龙璞
- 责任编辑：张心雨

主办：广州明珞汽车装备有限公司
承办：综合管理部
电话：020-66356688
传真：020-66356699
<http://www.minotech.cn>



明珞快讯

2018.10.24

习近平总书记赴明珞装备广州总部考察调研，在创新智能体验中心听取了姚维兵董事长的发展汇报和其他中小企业代表的汇报，对明珞装备的自主创新给予充分肯定，并指示民营企业要聚焦主业，坚持自主创新。



2018.10.31

国家工信部副部长辛国斌来访，对明珞的发展、自主创新表示认可，强调希望明珞能够成为行业里的标杆企业。提升了明珞在国家工信部层面的认可度，为将来申请政府资金获取了一定得政治基础。



2018.08.27

中国工程院院士主席团名誉主席周济一行来明珞调研，在中国最强大的工程智囊团专家面前展示的明珞的技术实力、发展情况和技术需求，为下一步与工程院的具体合作打下基础。



2018.11.01

以“创新创造价值”为主题的明珞第七届智能制造高峰论坛在明珞广州总部成功举办，本次论坛行业反响良好，102 个调查问卷样品中满意度 97%，愿意参加下届论坛比率高达 92.15%。增强了明珞的行业影响力。



2018.11.01

明珞东京事务所在 2018 年 11 月 01 日成立并投入运营；相原余美任事务所总经理；2018 年 11 月底，姚总带队拜访了日本丰田、本田、发那科等客户和合作伙伴的总部高层，共同探讨日系业务的发展。



2018.12.13

姚维兵董事长与西门子中国执行副总裁王海滨于明珞装备广州总部会晤，双方签署明珞装备与西门子中国签署战略合作协议，未来将针对全球数字化业务开展战略合作。



2018.12.15

基于明珞与西门子中国在软硬件、数字化技术及业务的合作，明珞拜访了西门子纽伦堡总部，对明珞与西门子技术和业务全面国际化战略合作进行了探讨并达成初步共识。

- 2018.11.01 ● MOE 正式启动，明确了基于公司 4.5+1 战略，围绕十大业务系统，以三大示范项目为切入点到全面推进的远景规划
- 2018.12.13 ● 花都二厂环保验收顺利通过专家评审会顺利完成。证明花都二厂的生产管控符合环保相关要求，不会对周边环境造成污染，符合我司要做“负责任的企业”相一致。
- 2018.12.19 ● 全年无工伤，连续无工伤日达到 502 天。刷新了公司最长连续无工伤日记录，意味着公司安全管理水平越来越高，人员安全意识越来越强，公司生产环境越

- 2018.12.20 ● 明珞工装智能设计平台 (MIDP) 二期上线，响应公司拓展北美市场战略，研发并提供 NAAMS 标准非标工装高质量、低成本、短交期、高标准化率的快速设计解决方案。



- 2018.11.27 ● 凯得金控、恒健新兴、广州基金和明珞装备开展四方会谈，详细沟通了明珞项目投资意向和后续投资尽调沟通安排。凯得金控、恒健新兴、广州基金将出资组建基金投资明珞约 2.2 亿元。目前投资意向书已确认签署，现场尽职调查工作已启动。
- 2018.12.19 ● 2018 年工业互联网标杆示范项目《自动化生产线的数据运维服务智能化平台示范应用》获得政府资金 879 万元支持。
- 2018.12.21 ● 2018 年国家重点研发计划“网络协同制造和智能工厂”专项《汽车大规模定制网络协同制造集成技术研究与应用示范》立项。

封面人物

刘先波 Jeff Liu

机器人标准焊接事业部总监



实现非标标准化：模块化先行

刘先波：“兼顾标准化与柔性化，我走上这样一条路”

非标集成行业的难点在于尝试解决一个看似不可调和的矛盾。

一方面，为了缩短交期、降低成本、提高产品质量，我们必须要做好产品的标准化与批量化。

另一方面，同质化的规模生产基本上已经走到头，随着消费者日益提升的个性化需求，我们又必须帮助客户实现产线的定制化与柔性化。

事实上，标准批量化与定制柔性化是一对矛盾。但我们更倾向于把它看做硬币的两个面，谁能平衡好这枚硬币，将就会成为非标集成行业赢得竞争的执牛耳者。

而我们事业部所做的事情，正是在帮助这枚硬币立于不倒之地。

兼顾标准化与柔性化，我走上这样一条路——平台化与模块化：平台化、模块化的产品设计和生产可以在保持产品较高标准化的同时提供产品的多样化配置，因此平台化、模块化的产品是解决定制化生产和批量化生产这对矛盾的一条出路，模块化设计与产品标准化设计、系列化设计密切相关，我们称其为“三化”。

而我所在的机器人标准焊接事业部的主打产品——模块化智能联动工作站，就是在“三化”理念下打磨出的产品。

以“机床”理念打造、具有自主研发机器人工作站“数控系统”，明珞模块化智能联动工作站满足于中 / 小分总成及零部件等各种不同工艺的生产需求，它可以像拼接积木一样快速构建一条模块化生产线，易于客户后期进行安装及维护，使原本需要一年建造周期的产线，实现在 75 天内在客户现场投产。

模块化智能联动工作站又称“A+B 模块化工作站”，顾名思义主要由两大模块组成。



A 工作站模块

点焊、弧焊
激光
打磨
螺柱焊
SPR、FDS、FSW
涂胶
零件尺寸检测

+

搬运
固定点焊
螺柱焊
涂胶
下料

辅助工艺模块

B



模块化工作站从 2017 年诞生开始，已经经历了多次的迭代优化，使得场景化针对性更强，功能模块更加丰富，实际上现在呈现在我们面前的已经是第三代产品。并且在 2018 年 11 月，完成了明珞 VC 技术在模块化工作站中的应用——实现了模块化工作站的数字双胞胎展示。短短两年以来，工作站已经在二十多个项目中得到了使用，包括 KIRCHOFF、Y-VEC、大众平台、地通、江苏新程等零部件集团客户，并与其中两个客户达成了战略合作协议。而从在 12 月底感受第一个“第三代模块化智能联动工作站”的客户——地通集团的应用情况来看，模块化工作站的大量应用确实与我们对标准化与柔性化平衡的预期目的和效果相符。

地通集团专注于车身金属结构件、车身框架结构件、底盘构件的设计研发和制造，是吉利汽车、广汽菲克等主流汽车客户的核心供应商，此次与明珞的合作称得上是两专业强强联手。

在项目验收过程，地通方面的验收负责人曾这样向我们表示：“从项目前期，设计到制造，流程细节明珞反馈的进度把控让我们很有信心。明珞对项目全过程进行阶段划分，明确决策评审点，技术评审点，里程碑节点，并通过在各阶段对项目技术、日程、质量、成本等实施管理和评价，最大程度降低项目风险，确保项目成功。明珞在前期项目管理、阶段性呈现、过程管理和风险把控当中作出的努力，让我们感受到透明与可控。”

而事实上，项目管理的结果从某个角度来说，正反映着项目各元素的标准化程度。客户对明珞在项目管理专业性上的高度评价，正是基于模块化工作站在项目中的大量应用，从而降低了低通项目过程管理的难度、提升了进度把控的精确程度。

近年来车型迭代快、产品周期愈发短，在满足客户定制化需求的同时，又需达到降本增效的目的，这是机遇亦是挑战，明珞的解决之道是标准化和数字化交互的生产线。

设计阶段，通过“标准机械模块”、“标准图纸+标准程序+标准电柜”两大产品，快速完成了工作站产线的搭建，针对非标夹具，结合明珞自主开发的夹具自动设计平台（MIDP）和柔性装配线，大幅缩短夹具设计加工装配周期。某客户案例中，14 台夹具、6 套抓手，可在五天内完成机械设计，效率提升 80%；柔性装配线和智能仓储系统使装配效率较之前提升 57%。

再辅以电气程序自动设计平台（PGS）、标准电柜及图纸，大幅缩短电气设计周期。某客户案例中，7 套 PLC、22 个电柜，在 3 天内完成软硬件设计，效率提升 85%。程序的一致性同时也缩短了后期产品在使用过程中的维护保养时间。

设计完成之后，明珞的虚拟调试技术（VC）可以在 3D 环境下进行还原设计成果，用数字化手段验证产品的制造工业可行性，事先分析生产系统的能力表现，并进行提前电气模拟调试，包括了程序逻辑、安全信号、机器人示教、焊接参数、干涉区设置等工作。某项目案例中，7 套 PLC、13 台机器人，3 天内完成了现场调试。

正因为将“三化”的理念应用于工作站生产的每一个节点，一系列技术成功的应用和实施，在某客户的左 & 右前地板总成，及地板中通道总成项目中，我们能够顺利在 75 天之内完成客户现场调试，“0”故障交付客户完备的产线，实现明珞“2.5+0.5 战略”，打破行业内同类型项目的交付记录。

以“为客户创造核心价值”为理念，明珞提供的增值服务能够应对生产及管理过程中的一系列问题。

明珞工业大数据服务平台（MISP），通过数据收集点，以实时和历史数据包括各个设备的工艺知识建模，能够对生产线状况、质量状况、能源状况等等数据进行的监测、预测、优化和防范，确保维修保养人员能力不足时提供远程支持、产品质量问题可追溯、设备状态透明，从而打通生产过程信息流。

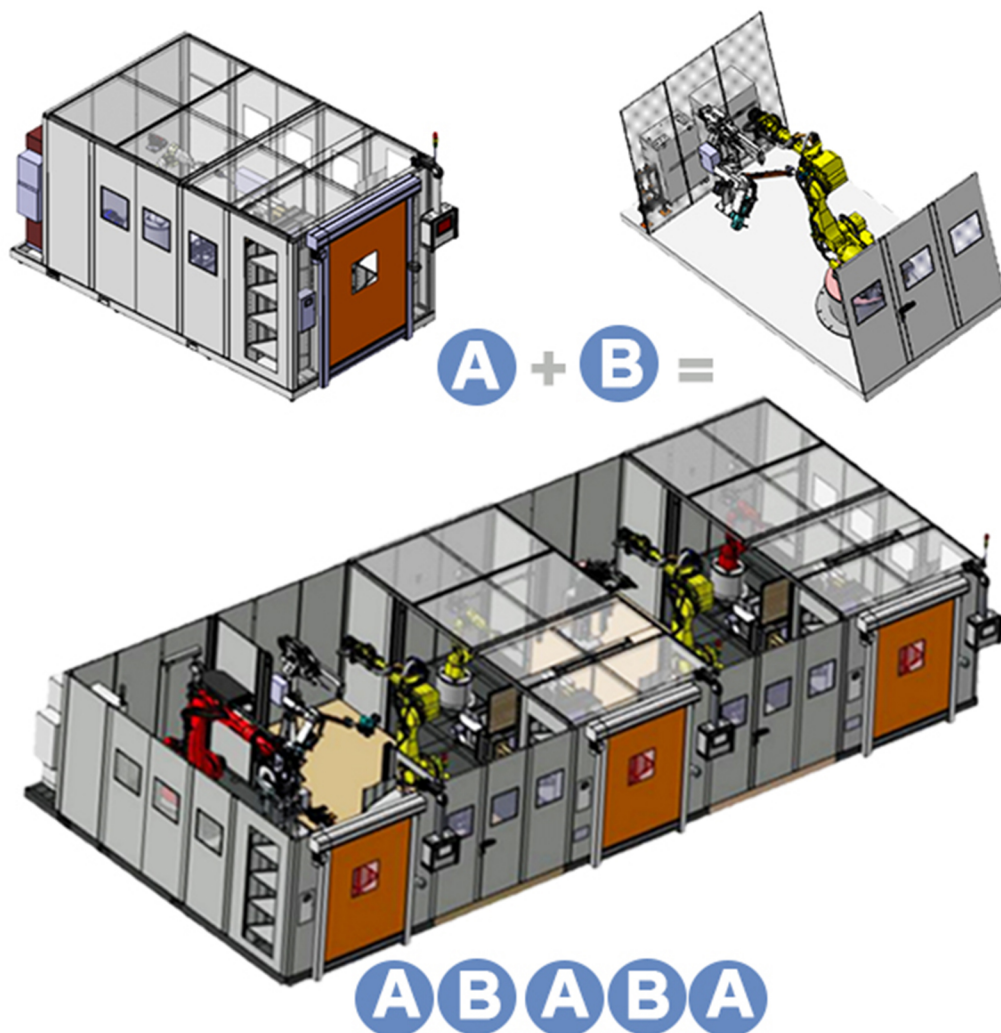
保证客户的风险水平降至最低：明珞提供的融资租赁及设备再回收服务，让客户将投资风险降至最低；工艺变更、提产原设备零浪费，让客户的设备风险降至最低；设备稳定，保全人员 3 小时熟悉操作，将客户的停产风险降至最低；标准站内设备客户可以零库存，将客户的库存风险降至最低。

作者：刘先波

整合：张心雨

素材提供：杜颖竹

MINO Welding Station 明珞标准工作站



模块化自由组合
满足不同工艺及节拍需求

工作站模块 A：点焊、弧焊、打磨、SPR、FDB、FSW
辅助工艺模块 B：搬运、固定点焊、螺柱焊、涂胶、下料

用心创造价值
Create value with heart



专访 | 蒋政伟

“任职经理的这半年”

作者：张心雨

序

2017年11月，我与蒋工初次在工作上打交道。那是我刚开负责招聘工作的第一个月，那时的蒋工还是电气工程部机器人组的主管。

配合蒋工机器人组招聘工作的头三个月里，我和他的配合并不算很合拍。第一个不合拍就是由于春节紧张的项目安排，蒋工提需求要我们找到若干工程师在12月底到位。那时在需求问题上我与他产生过不少的分歧。

不合拍的第二件事，则是蒋工一票否决了我给机器人组挑选的一位实习生，因为他看到候选人是广州本地人，担心对方接受不了出差。

那时蒋工在我心里的印象：强势、顽固、先入为主。

改变开始于2018年的春天。

为了解决机器人部门人员的不稳定性，我们达成共识，通过从高等职业学校机器人工控方面的专业挑选好苗子，进行在职的培养观察，培养出接受明珞文化的高绩效、高潜力后备军。

3月19日，武汉。我和蒋工踏上了选才之路。

下班直奔高铁站，到达武汉已经是晚上9点多了，饥肠辘辘的我们商量好整顿完行李在宾馆附近吃点东西充饥，放下行李后我在电梯口等蒋工，不一会儿看到他背着大包出来了，我问他吃个饭怎么还背着包，蒋工说电脑在包里他一直随身带着，放宾馆里不放心，电脑是次要的，重要的是里面的技术资料。

我第一次感受到顽固的蒋工背后谨慎到骨子里的另一面。

虽然当时任命通知还没有出来，但是部门已经有意让蒋工任职机器人部门经理了，和他谈到这个话题的时候我几乎感受不到他的喜悦和激动，更多的是压力和紧张。

在我看来，这份特别的紧张反而是他在强势背后对自己工作水准的高要求，以及对资源的珍惜的砝码，通俗点说是一种高责任感，正如他在培养后辈中所体现出来的“紧张”。

2017 届的葛厚飞和陈扩飞是机器人部第一次填充校园精英，他们的到来也让蒋工第一次培养 985 高校人才，在回程的高铁上，蒋工告诉我他要不断“吐”一些东西“喂”给他们，生怕他们觉得没新东西可学。

除了强势、顽固、先入为主，我更看到了更多他的谨慎、低调和高责任感。

7 月，白车身事业部的一纸人事任命书发布，蒋工升级为电气工程部机器人部经理。我和他这次的访谈也从这里的故事开始。

他和 MOE

坐在我面前的蒋工，表情上明显少了一年前的几分焦虑和不安，取而代之的是从容，是一种从内而外的心里为数”。我问道：“蒋工，一年过去了，你的压力还大吗？”

“还大。”蒋工直言道。顿了顿他又补充：“但是是新的压力。”

“一年前，刚得知部门有意提拔我做经理的时候，我是真的焦虑，我怀疑自己不具备做负责人的能力，在跨部门沟通和其他经理人的协同上做不到位，辜负部门对我的期望。但现在这个焦虑算是消除了。但年会刚结束，15 号下午姚总就叫我去办公室，下达了新任务——单台机器人调试工时要降到十小时，新的压力又来了。”

都说行动是缓解焦虑最好的办法，蒋工的行动更诠释了这一点。

一年前，电气工程部总监 Jossef 一通电话，将正在长春一汽大众平台项目上出差的蒋工召回总部，面对面地问他：“说出你认为机器人组现在存在的最大三个问题。”

蒋工的回答很简洁，总结为三个词：缺人才、不够标准化、离线质量低。

Jossef 紧接着又问了第二个问题：

“如果让你来解决这些问题，你的对策是什么？”

继续简洁的回答，蒋工说：“吸引留住人才。做好标准化。把离线做的更好。”

第二天，部门的结论敲定了，让蒋工来任职部门经理。

简洁的三个回答，蒋工用一年的时间努力去践行落地，围绕这三个目标指导自己在部门工作，是消除他焦虑的最有效途径。2018 年，机器人部门共吸纳了 4 个校园精英作为新鲜血液；蒋工主导了 20 个与标准化建设有关的课题；组织离线质量的加工和离线标准的建设让部门离线质量大大提升。更重要的是，他带着两个年轻人主导了 MOE 先锋项目。

对于 MOE，蒋工不是“一见钟情”，而是“日久生情”。

蒋工第一次和 MOE 产生关联，是组织 MOE 第一次专家培训会议的时候，然而当时的他对这个“大概念”能为他和部门带来的改变，是并不信任的。在那样的情况下，他想了想手头紧张的工作，“权衡”之后并没有参加这次会议。

因此与大多数 MOE 专家不同，他第一次真正接触 MOE 是在一场陈群总组织 Jossef 总监召开的会议上，这场会议是陈群总计划的对机器人部门骨干进行的一场 MOE 培训。在培训过程中，Jossef 总监让蒋工展示部门现下的机器人调试流程，他取了一个小流程作为例子进行了介绍。没想到在介绍完之后，陈群总和 Jossef 总监用 MOE 的理念方法对这个流程进行了剖析。这是蒋工第一次正式接触 MOE，知道这个他原以为没有用的东西，究竟是做什么的。知道了 MOE“ ”的同时，也认识到了项目的工作量和挑战性，用他的话来说：“我当时真的很忙。”因此会后他甚至和部门提出是否可以考虑安排其他同事在主导 MOE 项目，而不是由他来主导。但 Jossef 在考虑之后还是坚定地告诉他，

这个项目必须由他做。因此会后，蒋工正式成了 MOE 先锋项目的负责人。“会后约瑟夫和姚工说让我这里先做一个 MOE 的先锋课题，当时第一反应是抵触，因为我真的很忙，结果第二天定死了我让我做，就成了负责人。”蒋工说。

蒋工坦白，当初他刚开始做 MOE 项目的时候，工作态度还是有些应付。两星期后 Jossef 又约了一个会议，在会议上对蒋工梳理的流程进行分解，这个分解让他看到了存在的漏洞，看到了大量可以通过 MOE 改善的地方。

这是 MOE 给蒋工的第一个礼物。

由于较大的工作量，蒋工找了 2017 届校园精英陈扩飞一起加入这个项目。

开始对 MOE 有了信任感之后，蒋工立刻在 MOE 先锋课题的微信群里抛出了一个困扰他很久的项目问题。

蒋工说：“我当时的想法很简单。不论是解决我的问题还是跨部门的问题，这个群都像一个绿色通道，可以快速解决问题而不用走复杂的流程申请。”

超出预料的是，这个问题抛出之后在群里产生了很大的反响，各领导出谋划策，积极讨论，最后还真把这个问题解决了。

这是 MOE 给蒋工的第二个礼物。

最让蒋工感到高兴的是，通过 MOE 的各种培训规范了输入输出文件，他发现根据 MOE 理念做工作，实际上和他原本规划 2018 年要做的标准化事情有 60% 都是重合的，只要方向对了，实际上没有那么大的工作量。更让他感觉到了自己所做的事情和公司战略一致的认同感和自豪感。

这是 MOE 给蒋工的第三个礼物。

作为 2018 年 MOE 先锋项目的带头人，蒋工已经通过 MOE 把单台机器人的调试工时降低了 23.6%。

但实际上尽管通过工序的分解与流程的规范，单台机器人调试的工时已经降低了下来，但部门的调试总工时还没有降下来，因此 2019 年他将着力于降低无效工时，消除等待、重复工作。这也就意味着他将进入跨部门的 MOE 协作。难度更大。



图为蒋政伟与 MOE 团队成员在 2018 年表彰大会上的留影

没有“套路”，唯有真诚

和不少同事谈论蒋工的时候，都会称赞他有一个很讨喜的“人设”：不浮夸，有时讲话有点直接，在台上演讲的时候也有点“憨”，加上工科男配色的 PPT，不得不让人觉得他是个实干家。从某些层面来说，可能不那么具备领导者魅力。

但是朴素和贫瘠的管理技巧背后，反而展现了他一颗真心的价值。

在访谈的最后，我问蒋工道：“今年除了你收获颇丰之外，你部门的下属们表现也都很出彩，包括校园精英和我们挑选的机器人实习生。在年轻员工培养方面你有什么心得和其他经理人分享吗？”

毫不夸张的说，他的每一条分享都基于他的真诚和尊重。

蒋工分享：“首先从选人环节开始说，校园精英入职后定岗前，在选择部门的时候往往比较抵触机器人，用他们的话来说，机器人调试的工作比较 low。2017 年抢人的时候，发现葛厚飞对机器人模块有一些兴趣，我马上和他开始沟通。我坦白告诉他，机器人部门之前没有吸纳到校园精英，这里有广阔的天地和空间给你。

用这样的思路，吸引了葛厚飞和陈扩飞到我们部门。但这只是第一步，他们来到部门后，我也确实在努力给他们搭建广阔的天地：

校园精英知识体系丰富，学东西快，某个技术一旦对于他们开始变得容易，很快就会转化成厌烦。因此我创造机会不让他们做重复的事情，做完一个内容之后我马上规划新知识继续让他们学习，长期陪产工作不让他们做，保证他们一直有新鲜感。

平时没事就经常和他们聊天，谈我对他们在部门的职业规划，让他们有目标和动力。

校园精英每周发周报，我会让他们在周报里给部门提建议，每次收到周报后，我会给他们第一时间的响应，只要是合理的建议、有用的建议，我会马上和他们一起落地建议，让他们在部门建设的过程中有参与感和成就感。现在事情越来越多，我已经开始授权让 17 届的校园精英自己去落地这些建议，不用通过我。

部门里很多决定性的事情，我也不会自己直接决定，我会通过简短的会议让年轻人参与进来讨论，让他们有发言权和决策权。

总的来说，就是充分尊重。”

随着校园精英未来逐渐增多，我也询问到蒋工，你应该没有充分精力再去直接亲力亲为地培养新人了，未来有什么规划？

对于未来，蒋工的规划是，校园精英的培养会分成两块，项目上面会让优秀的 TL 去带，项目以外的事情他会分配事情给他们。比如做 MOE、做标准化、做课题等等。

和蒋工的访谈很有趣，很多时候他说不出能够很好表达他意思的总结性词汇，但我又能明白他要表达的意思，好像他的翻译器。和他的访谈能够让我真正感受到一个真正用各种行动去践行一句简单承诺的实干者。

蒋工很怕被表扬，他还不能很从容的应对外界的表扬和关注。一开始告诉他这篇访谈会放在刊物上的时候，他很焦虑，甚至有些担忧，在我做了很多思想工作之后他开始配合。我想，2019 年多表扬他，也许会给他更多无形的压力。

访谈的最后，我问了蒋工 2019 年的愿望，他表示最重要的就是希望保持团队的核心人员稳定，能够把工时降到姚总的期望。

生活方面，只要维持现状就可以。唯一的小心愿就是能在今年把车买了。

多功能自动汽车零部件检测 与识别系统开发

Development of Multi-function Detection and Identification System in
Auto Parts Production

◎贺毅

摘要：本文开发了一种序列号规格检测识别设备，成功将机器视觉和激光检测等前沿科技导入实际应用，设计编写了基于 Microsoft Visual Basic 6.0 (VB6.0) 的上位机数据采集存储软件，提供了一种 VB6.0 与通用 PLC 的通讯驱动程序编写方法。

关键词：机器视觉；激光检测；VB6.0；PLC

Abstract: In this paper, we develop a system for serials number standard detection and identification and successfully make use of the most advanced technology such as machine vision and laser detection. In addition, we design a data collection software based on VB6.0, and provide a driver solution between VB6.0 and general PLC.

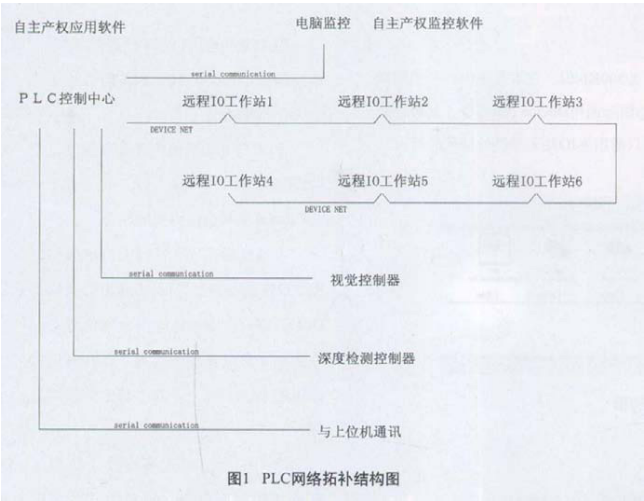
Key words: MachineVision; Laser Detection; PLC

1 引言

打刻序列号已经成为各种设施系统的一项基本防伪措施，有效清晰的序列号能为设施设备出厂后的追踪提供极其重要的线索。如可以依据每台手机出厂前印刷在电路板上的序列号及内置于手机软件内部的序列号判别其真伪；汽车发动机序列号可以追踪到此车的出厂日期、使用年限及入货渠道等重要信息；商场更是使用商品的唯一序列号进行收银出货及防盗防损。然而，各式各样的序列号，怎样才能保证其唯一性及高防伪性已经成为工程界急需解决的技术难题。多年来，人们从最初的肉眼识别发展到今天的精密计算机技术。防伪和造假技术也在此长期不断的博弈中成长。序列号的打印分为多种形式：有平面印刷形式的，有金属点状打刻形式，有金属表面字符打刻形式等等。本系统是运用机器视觉系统，激光扫描系统，高精度伺服系统配合工业高可靠 CPU 对汽车驾驶室前端的仪表盘上打刻的字符型序列号进行规范化检测的实时高精度仪器。它同时是一台智能的合车一致性判别仪器和高精度动作控制中心。伺服定位电气精度达到 2 μ ，视觉判别准确率达到 100ppm 以上，深度检测传感器精度在 0.01mm 以上。可以准确判断打刻字符，避免打错、漏打、打歪、打偏及缺笔少划等错误；在高精度深度传感器的保证下能实时检测打刻各个字符的深度，保证每个字符的深度均在 0.30-0.50mm 之间。这样的措施能保障打刻的序列号具有高度一致性并具有很强的防伪效果。

2 系统结构

系统硬件部分由机器视觉、激光深度检测、伺服定位、PLC 控制器组成。软件部分包括 PLC 控制逻辑程序，上位机数据采集存储等。其中 PLC 网络拓补结构采用国际标准的 Device Net 网络与 serial communication 网络相结合的通信架构，配合专用通信模块组合而成。如图 1 所示。



3 系统功能设计

本系统作为序列号检测唯一标准设备，检测序列号产生设备加工符合性。第一步：上料，序列号加工完成后由推拉气缸直接将工件送入本系统检测支架；第二步：视觉检测，视觉系统通过摄像头获取序列号特征值，并通过比对计算出序列号各个字符与标准字符的相似百分数，达到预先设定阈值即判断 OK；第三步：激光深度检测，伺服驱动检测激光发射器对所有序列号字符进行逐个扫描并实时传输到激光控制运算器，通过捕捉凸凹点边缘差值的方法，控制器运算出各个字符的打刻深度并实时传输到 PLC 内存；第四步：PLC 综合判断结果输出。其中视觉检测时间一般不会超过 1s，激光深度检测时间根据检测字符个数长短不一，一般可保证在 0.5s/ 字符。本系统检测 19 个字符，整体检测周期为 11s。具体功能流程如图 2 所示。

3.1 视觉检测

本系统硬件采用 OMRON FZ-350 视觉控制器、两台专用视觉相机及外置康耐视平行高亮度 LED 光源组成。

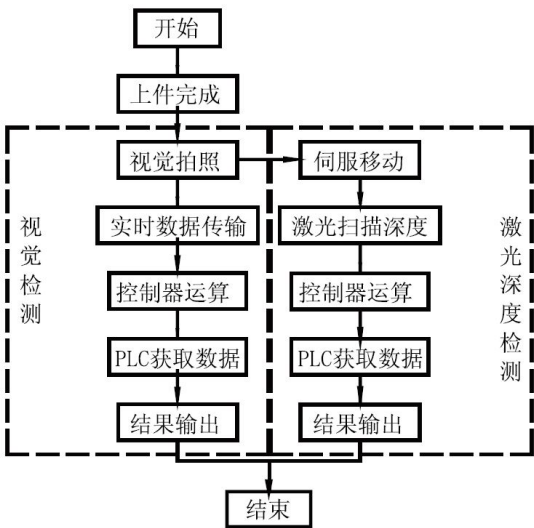


图2 检测流程图

当工件达到检测位置后，PLC 驱动视觉系统进行视觉拍照，视觉控制器实时获取拍照信息进行运算处理，并通过与内部预存图片的比对，得出检测序列的标准 ASCII 码字符及相似度并输出供 PLC 判断处理。PLC 获取检测到的序列 ASCII 码字符后与上位机标准字符序列进行对比并根据相似度高低判断该打刻序列号的 OK/NG。

3.2 激光深度检测

当视觉检测拍照完成后（内部运算不包括在内），PLC 驱动伺服机构带动激光检测头对所有打刻序列字符逐个进行深度扫描检测，并实时将深度数据传输到 PLC 内存。PLC 根据用户设定的标准深度逐个比较，实时判断各个字符的打刻深度是否符合设计要求。

3.3 系统状态监控与数据存储

上位监控电脑应用软件由采用通用 VB 6.0 软件编写，通信方式为 serial communication，通信协议采用 hostlink 协议。结构如图 3 所示。其功能包括：实时监控记录系统各个传感器运行状态；实时监控记录操作人员各项按钮动作；实时存储系统报警代码；保存每一次扫描判断过程及判断结果。本系统采用优化 Microsoft Access 数据库，通过实际应用，按每天 1000 条报警记录，1050 条扫描判断结果和 1000 条人工操作记录计算，一年工作 250 天，250G 的硬盘至少可以记录 10 年以上数据。

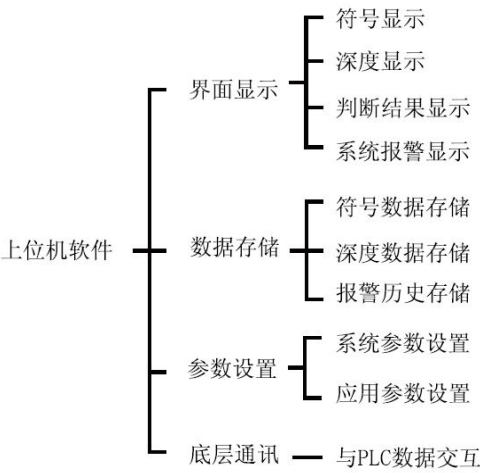


图3 上位机数据采集存储软件结构图

3.4 底层控制通信方式设计

3.4.1 与远程 IO 站通信方式通信接口为 devicenet 专用主从模块，传输速率为 500Kbit/s，在本系统中，扫描周期为 2.696ms，可以完全达到实时性要求。通信协议为国际通用 Device Net 协议，此协议为工业系统层协议，具有可靠性高，通信速率快而且只需组态 IO 站无需额外编程的特点。如图 4 所示。

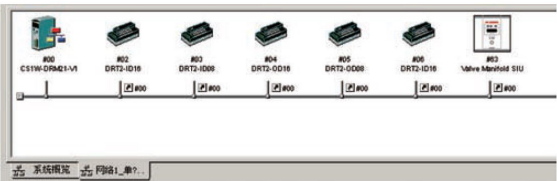


图4 Device Net 结构图

3.4.2 机器视觉系统通信方式

采用为 RS232 无协议通信，传输速率达到 57600Kbit/s。信息帧结构如下：

Data8	Data7	Data6	Data5	Data4	Data3	Data2	Data1	校验位	停止位
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-----

3.4.3 激光深度检测系统通信方式

采用为 RS232 无协议通信，传输速率达到 57600Kbit/s。信息帧结构如下：

Data8	Data7	Data6	Data5	Data4	Data3	Data2	Data1	校验位	停止位
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-----

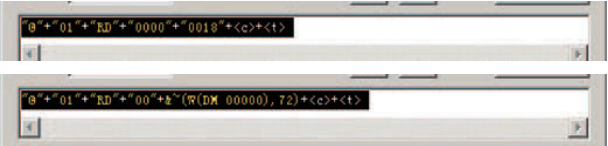
3.4.4 与上位 PLC 通信方式

采用协议宏的方式进行通信，通信速率为 9600Kbit/s。信息帧结构如下：

Data7	Data6	Data5	Data4	Data3	Data2	Data1	校验位	停止位1	停止位2
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	------	------

协议宏如下：

发送协议宏



3.4.5 与电脑通信方式

采用 hostlink 通信协议通信速率为 19200Kbit/s。信息帧结构如下：

Data7	Data6	Data5	Data4	Data3	Data2	Data1	校验位	停止位1	停止位2
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	------	------

PLC 与电脑组成串行通信网络，电脑网络地址为 0.0.0，PLC 网络地址为 0.1.0，如图 5 所示。

PLC 与电脑形成内存共享通信，如图 6 所示。



图 5 PLC 与上位机电脑网络结构图

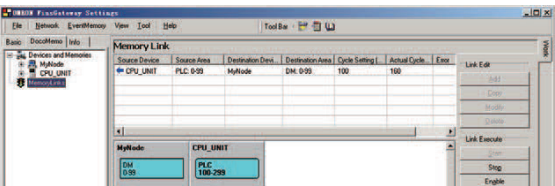


图 6 PLC 与电脑内存连接结构图

3.4.6 多种通信方式的融合

本系统融合了 RS232 无协议通信, RS232 协议宏通信, hostlink 串口通信, Device Net 总线通信等多种通信方式。在主程序有机整理下实现了各种通信协议下的系统实时、可靠、稳定的预期目标。

采用的通信方式多样性, 决定了系统应用程序融合多通信方式的必要性。从整体考虑, 通信在保证系统数据实时性要求的前提下, 留出尽量多的硬件通信资源。具体说明如下: 与远程 IO 站的通信为 Device Net 通信, 由于其具有专用的内存与专用的电缆以及专用的通信协议保证其可靠稳定, 通信方式为轮询实时扫描, 故通信不做限制。在 PLC 的特定内存区域实时存取即可。与机器视觉系统及与激光深度检测系统的 RS232 无协议通信方式及与上位 PLC 的协议宏通信, 由于它们都占用串口硬件资源以及具有扫描周期较长的特点, 故只有在机器视觉需要时进行激活通信, 也就是每个工作周期只激活一次通信, 并将通信结果存储于 PLC 指定内存。与电脑的通信为 HOSTlink 协议通信, 由于电脑具有速度快和内存大的特点, 故通信程序编写在电脑方, 并采用 100ms 发送一次读写命令的方式实现与 PLC 的内存数据互连。总体来说, 所有的通信数据融合均在 PLC 内存区域配合 PLC 程序完成。

4 特点

4.1 机器视觉系统判别

采用视觉照相机及控制系统, 能有效判断打刻后字符的漏打、少打、打歪、打偏及缺笔少划等不良现象。确保打刻序列号的完整性和一致性。

4.2 激光深度检测系统应用

采用高精度伺服系统配合激光深度传感器对打刻后的每个字符逐一检查, 确保其打刻深度在国标规定的范围内。能有效避免打刻过深和过浅的现象, 为打刻字符的防伪性和一致性提供保障。

4.3 具有自主知识产权的 VB 上位机软件及其通信方式

开放的 Visual Basic 软件和 PLC 的通信问题一直是困扰工控设计人员的难题。由于各个 PLC 厂家的技术保密性及处于自己占有的市场份额考虑, 以前、现在和今后都很难实现各种 PLC 通信协议的完全统一, 更难实现各种 PLC 与电脑通信协议的完全统一。而每个系统都必须有操作终端进行控制, 电脑以其优惠的价格, 超强的运算能力和超大容量的存储空间, 自然成为系统操作终端的首选。这样电脑与 PLC 的通信就显得尤为重要。本系统采用 hostlink 通信协议, 用 finsgateway 做为组态中介, 实现了 Visual Basic 软件与 PLC 的数据无缝对接, 经过测试, 电脑与 PLC 的 200 个 16 位数据共享的扫描周期为 100ms, 完全能够达到系统的实时性要求。

5 结束语

检测设备的科技含量随着工业的不断进步日益提高, 并朝着智能化、模糊控制方向发展。本文介绍的采用机器视觉进行识别以及采用激光扫描检测高差的方法, 能有效解决多种普通检测无法完成的任务, 为现代工业高效智能化检测提供了一条有效途径。

参考文献:

- [1] 王兴晶, 施波等. Visual Basic 6.0 开发与实例 [M]. 电子工业出版社, 1999.
- [2] Omron 公司. FZ3 系列视觉系统操作手册 Rev.A.
- [3] Omron 公司. ZG2 系列激光控制系统操作手册 Rev.A.
- [4] 刘泽, 王崑. 王平钢轨表面缺陷检测机器视觉系统的设计 [J]. 电子测量与仪器学报 2010(11).

一种六自由度机械臂的 控制系统设计

The Location Research of White Body High-Speed Transportation

◎贺毅

摘要：机械臂是机器人最主要的执行机构，具有时变、强耦合、非线性等特点。因此，对六自由度机械臂控制系统设计问题的研究十分重要。以六自由度机械臂为研究对象，采用 PLC（可编程程序控制器）设计其控制系统，并进行了实现分析，以保证六自由度机械臂能够高效、平稳的运行。

关键词：机械臂；控制系统；适应性；PLC 控制系统

1 六自由度机械臂研究发展简析

六自由度机械臂就是多自由度机械臂，具有高速、灵活等特点，在工业生产等已知环境中扮演着非常重要的角色。它属于典型的强耦合多输入 / 输出的非线性系统。从目前情况看，对机械臂轨迹快速跟踪控制的研究比较多，但许多重点还未被突破，面临诸多问题。具体而言，对机械臂建模和机械臂控制系统的研究是十分关键的。

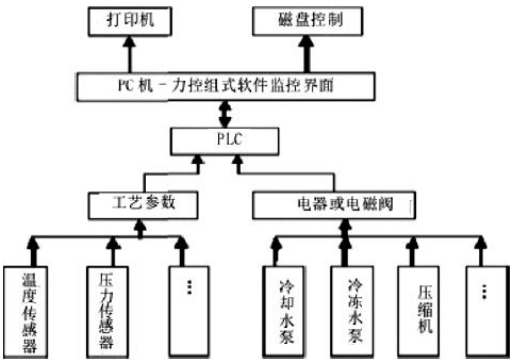
2 六自由度机械臂结构与 PLC 控制系统

2.1 六自由度机械臂结构

六自由度机械臂是以六关节串联形成的结构，其关节传动是用绝对编码器电机和精密谐波减速器实现的。小臂位置会装设相应的摄像头和气动工具，这些都是其非常关键的外部设备接口，且提供相应的电气接口。另外，用户也能进行相应的功能扩展。机械臂控制大多集成了 PC 技术、图像技术和逻辑控制等，其间还采用专业运动控制技术、VME 运动控制器，其性能可靠、稳定且速度快、精度高。

2.2 PLC 控制系统

PLC 控制被应用于各大领域，此类控制系统适应性强，且极具抗干扰能力，应用便捷、简单。该控制系统应用于机械中意义重大。比如用于中央空调的 PLC 系统，它可实现数据显示、控制和连锁，同时，可以保护整个空调系统的运行安全，数据显示功能可以有效显示空调冷水出入口和冷却水出入口的温度，还能显示其蒸汽阀门开度和溶液泵等数据。应用这个系统，可以帮助人们及时发现设备中存在的问题。其长时间储存的数据为空调发展与研究提供了必不可少的数据支撑。其控制功能运行方式主要是软手动、就地手动和自动 3 种，而采用这三种控制功能运行方式所构建的空调设备可以实现合理调节和快速启动，从而更好地控制空调开关及其运行速度，充分降低能源消耗，以此提升空调的环保性，强化其经济性和安全性。因此，PLC 控制系统功能强大且安全、可靠，具有很好的灵活性，应用于机械中的效果和作用很好。PLC 控制系统整体框架如图 1 所示。



3 基于 PLC 控制的六自由度机械臂控制

3.1 控制系统构成

基于 PLC 控制系统的六自由度机械臂设计十分灵活，其伸缩扩展很容易实现。可以说，它的关量控制非常好，更适用于六自由度机械臂设计。基于 PLC 控制系统可以实现 PID 回路连续运行，能够与上位机构充分结合，从而形成复杂且多功能的控制系统，比如直接数字控制和分布式控制系统。将 PLC 控制系统应用于六自由度机械臂设计中，可以实现产品生产过程全方位自动化，以此快速提升生产效率，提高生产速度，为相关企业节省人力资源和各方面的成本。

3.2 基于 PLC 控制系统的使用

基于 PLC 控制系统具有非常强大的功能，其编程非常简单，操作便捷。这里强调的是以简单明确梯形图、语句表和逻辑图实现语言编程，其间不需要过多的计算机与相关技术，简单学习之后就能了解各项开发和应用情况。同时，其所需的开发时间短，可在短时间之内实现 PLC 开发和应用，从而合理节约了生产时间，使机械臂现场调试简单、有效，快速健全机械臂功能及其组装等方面的内容，确保后续检修和养护工作操作的适宜度。基于 PLC 控制系统的机械臂可以实现在线程序的更改，改善传统控制方案，加快相应控制方案的更改速度，为相关企业节约更多的人力资源和物力资源，推动企业的生产，尽可能地避免各方面问题的出现。

3.3 基于 PLC 控制系统的环境适应性

基于 PLC 控制系统可以更好地适应诸多恶劣环境，强化机械臂的适应力，提高其抗干扰能力，确保机械臂运作更加安全、可靠，这比同类机械的使用效果更好。机械臂可在多种环境下工作，它能够有效避免各方面因素对其的影响，同时，也能保证工作人员的生产安全。基于 PLC 控制系统的机械臂生产效率和生产宽度被合理提升后，其能快速完成许多人力不能完成的工作，从而进一步提升企业的生产力。这样做，也能在一定程度上提升我国的国际竞争力，提高我国的国际地位。具体而言，在基于 PLC 控制系统运行的过程中，主要分为 3 个阶段，这里强调的是输入采样、输出刷新和用户程序的

全面执行。其间所蕴含的阶段强调的是 PLC 控制系统工作周期的全方位扫描。在此过程中，可以按照相应的扫描速度连续不断地循环扫描。目前，PLC 控制系统被广泛应用于我国气动控制和电动接卸领域，并且此类技术也推动了阀岛技术的发展。另外，PLC 控制系统在机械臂领域的应用也非常广泛。该控制系统使得机械臂操作更加简单、便捷，同时，其功能也被不断扩大。

4 基于 PLC 六自由度机械臂控制系统设计实现

4.1 系统硬件设计

六自由度机械臂控制系统设计主要是由工控机、PLC、触

摸屏、伺服驱动器、同步交流电机和编码器构成的。工控机和触摸屏属于监控层，其主要作用是监控机械臂的运行情况；PLC 属于控制层，用户可于工控机中编写程序，同时，将其下载到 PLC 中，更好地控制 PLC 伺服驱动，保证各个伺服电机能够合理协调，实现同步运行。

4.2 系统软件设计

4.2.1 PLC 软件设计

控制系统程序运用的是模块化编程思想，将驱动参数快速初始化。这时，机械臂可快速回到原点，再采用运动学正解、反解和路径规划实现程序功能块。这些都是非常重要的子程序，能保证程序结构更加清晰，修改快速。

4.2.2 运动学正反解算法设计在工作过程中，采用的伺服电机应改变转角来驱动机械臂工作，要合理定位平动盘位置，同时，并联机械臂系统。这里强调的是将其与电机转角准确转换，而其间互相转换主要是运动学正解算法和运动学反解算法这两方面。正解算法是用各台伺服电机转角推算出平动盘于平面中的位置；反解算法则强调的是用平面中平动盘合理推算出电机中轴的旋转角度。

4.2.3 人机界面设计

通常情况下，人机界面设计是选择合理的监控程序设计监控软件，从机械臂控制系统的角度对监控功能提出要求。具体而言，监控系统主要是由以下几方面构成的：

①主界面。

主界面可显示六自由度并联机械臂的实际结构，还有其电机左右抱闸控制和伺服锁定控制，采用指示灯来指示状态，以便及时观测机械臂的实时位置。

②自动控制界面。此界面中有机械臂的自动运行按键，比如自动启动和 STOP 等类按钮，也可以设置自动运

行中的许多位置和屏障高度。另外，此界面还应设置适宜的铁片，其厚度应适宜六自由度机械臂控制，还有其循环次数和运动速度等类参数。

③手动控制界面。该界面可实现机械臂的手动操作，比如其相应的点动，严格指定相关位置绝对移动。

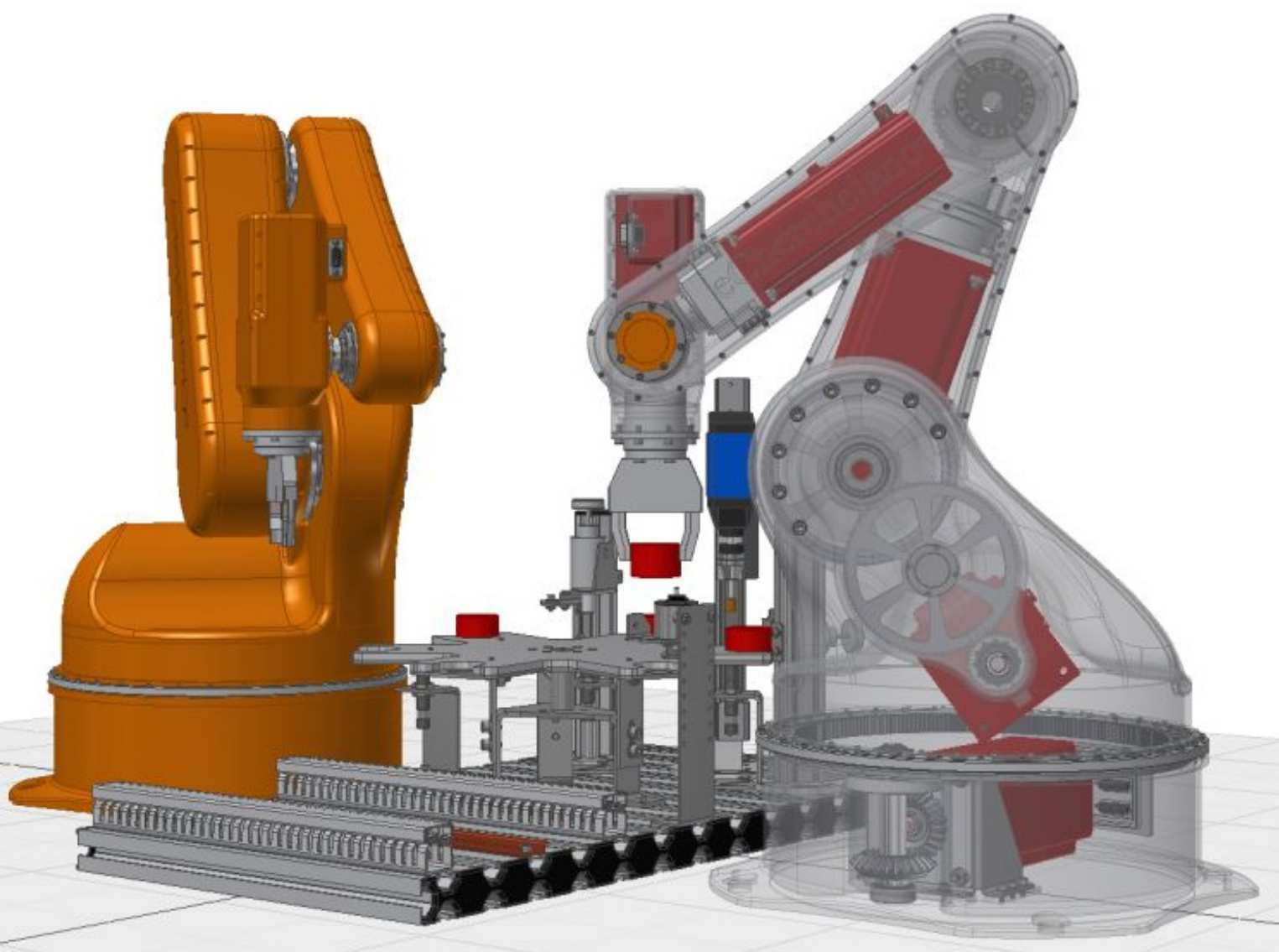
④报警界面。此界面主要是用指示灯指示相应的方向，警示其越限和轴错误。同时，要设置相应的按钮，如果出现越限警报，可及时按下清除按钮将机械臂恢复到原始位置。

5 结束语

综上所述，机械臂是工业自动化领域中一种常用、高效、可靠的自动化装置。机械臂控制系统采用 PLC 控制，大大提高了该系统的自动化程度，提高了控制系统的可靠性。同时，使用 PLC 控制方便更改生产流程，增强控制功能。要想满足机械臂控制系统的不同工作需求，机械臂控制系统要具有较强的灵活性和可操作性。基于 PLC 控制系统的六自由度机械臂，可快速提升机械臂功能水平，促进六自由度机械臂的发展，进而推动我国工业生产和机械制造业的快速发展，促进我国经济水平的快速提升。

参考文献

- [1] 刘晓坤. 基于视觉的机械臂控制技术研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2013.
- [2] 杨淞. 一种六自由度机械臂的运动控制系统设计 [D]. 上海: 上海交通大学, 2014.
- [3] 陈浩, 李腾飞, 陈锐. 一种六自由度串联机械臂的研制 [J]. 机械工程与自动化, 2015 (6).



长行程机器人地轨的结构分析

Nondestructive testing technology is typical in automobile manufacturing

◎吴青长

摘 要：在介绍长行程机器人地轨工作原理的基础上，对其结构组成进行了详细分析。此类地轨适用于机床工件上下料、焊接、装配、喷涂、检验、铸造、锻压、热处理、金属切削加工、搬运、码垛等工作，能够满足工厂自动化生产线的实际需要。

关键词：机器人；地轨；第七轴；伺服电机；减速机；长行程拖链

引言

机器人地轨又称机器人行走轴、机器人外轴、第七轴，其作用主要是带动工业机器人，使其能在指定路线上进行移动，扩大机器人的作业半径，提高机器人的使用效率。机器人第七轴，即机器人安装在可以移动的基座上通过导轨装置进行直线运动的行走系统装置。采用该线性滑轨可增加作业空间或在机器人作业区移动工件/工具，通常用于搬运、点焊、弧焊等机器人作业。它能确保整条生产线上的生产效率最大化，有了直线导轨，可以进行长距离的移动，作业空间将显著增大。另一项重要优势：第七轴以附加轴的形式工作，采用机器人的控制系统进行控制，因此无需增加额外的控制系统。

地轨由一个高强度的结构件焊接构成并经过精密加工，直线导轨和斜齿轮齿条都经过硬化和研磨处理，标配的 APEX 行星齿轮箱可搭配多种厂家伺服马达、伺服电机，移动拖链可集成在基本模块上。

1 工作原理

第七轴是一个水平结构的线性移动机器人的单轴单元，如同附件轴一样由机器人控制系统控制。机器人安装在动力滑台的 BASE 平面上，机器人控制柜通过拖链系统给动力滑台提供电能及控制信号，动力滑台由驱动装置、交流伺服电机及减速机和齿轮通过安装在滑轨底座上的齿条沿直线导轨方向驱动。动力滑台的运动范围由可编程的软件限位开关限制及机械止挡限位加以保护。

2 结构组成

机器人地轨主要由 5 部分组成：机器人、地轨底座、驱动装置、动力滑台、长行程拖链（图 1）。

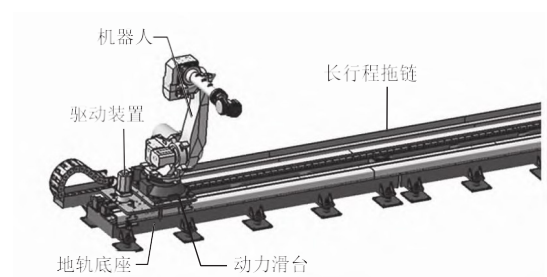


图 1 机器人地轨 30 示意图

2.1 地轨底座

2.1.1 地轨底座的组成

2.1.1.1 支撑底板

支撑座通过 M20 化学锚栓固定在地面上，底座通过支撑座上的支撑螺杆和高度调节螺杆调整线性滑轨的高度及水平，调试完成后，底座和支撑座用配焊块焊接固定，防止底座晃动。

2.1.1.2 超程开关

在机器人控制系统软限位失效的情况下，动力滑台触发超程开关后发出信号，强制伺服电机停止。

2.1.1.3 机械限位

在软限位失效的情况下，通过机械硬限位阻止动力滑台冲出滑轨底座。

2.1.1.4 原点校正块

又称“机械原点”，设定机器人动力滑台的位移原点作为电气原点，当电气原点丢失时，通过机械原点找回或校正电气原点（注意：当原点设定或校正完成后，原点校正块必须从其安装支座上拆下，装在支座安装面上，防止动力滑台撞击支座变形导致原点位置偏移）。

2.1.1.5 直线滑轨

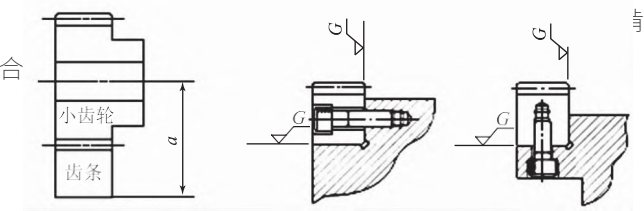
通过导轨上的滑块与动力滑台连接，使动力滑台在直线导轨的长度范围内做直线运动。

2.1.1.6 齿条

作为驱动装置的一部分安装在底座上，把电机输出的旋转力矩转化为推力驱动动力滑台做直线运动。

2.1.2 齿条装配注意事项

标准齿条设计有固定的侧隙，装配时需要根据组装距离



(1) 研磨齿条是安装面经过研磨加工的高精度产品，安装齿条的基面精度低会对产品的性能产生影响。

参考图 3，将齿条组装在高精度平行度和垂直度的基面（推荐值为 10 μm 以内）。

(2) 如果齿条没有贴紧固定在基面上，运转中可能会产生移动而引起无法预知的问题。另外，为使紧固螺钉在剪切方向不承受负荷，需同时使用销钉固定齿条。

(3) 对于端面经过加工的齿条，端面部的齿距为负公差（-0.4 — -0.05 mm）。齿条连接使用时，如果将两根齿条的端面

紧贴在一起，连接部的齿距会变小而成为故障的原因。应参考齿条安装步骤，正确组装。

(4) 启动中有噪音及振动等异常时，需确认齿轮及组装状态。齿轮防止噪音及振动的对策有高精度、齿面粗糙度、正确的轮齿接触，详细内容可参考 KHK 齿轮技术资料的《齿轮的噪音及对策》。

(5) 为了避免损伤，齿轮都是单独包装。产品由包装盒中取出时，需认真检查，如果发现产品有生锈、刮痕、压痕，应将产品退还代理店更换。

(6) 操作处理方法不同，也会造成变形及损坏。特别是长齿条或环形齿轮等容易变形的产品，在操作使用时应谨慎小心。

(7) 启动前需确认：轮齿接触是否偏向一端，是否有适当的侧隙（要避免无侧隙使用），有没有足够的润滑。

2.2 驱动装置

2.2.1 伺服电机

伺服电机主要由一个带内置电磁制动器和行程测量系统的电机组成。电磁制动器用于防止动力滑台在停机时移动。电磁制动器在无电流时合上，即衔铁在永久磁铁磁场的作用下被拉向电磁制动器；如果有电流流过电磁制动器，则永久磁铁磁场强度降低，衔铁被释放。伺服电机被固定在齿轮箱的侧面。电机电缆和控制电缆通过插头连接。

2.2.2 减速机

电机转速通过减速机减速后被齿轮传递到齿条上，减速机通过安装板固定在动力滑台上，齿轮按法兰连接方式与减速机安装固定，齿轮箱已加润滑脂。

2.2.3 齿轮调整块

通过调节螺钉移动减速机安装板上的减速机和齿轮，调节齿轮与齿条之间的侧隙，从而保证齿轮能够圆滑顺畅地旋转传动。

2.3 动力滑台

动力滑台用于支承机器人。动力滑台机器人 BASE 具有一个配备两个定位销的连接面，连接面的布孔图取决于机器人的型号。动力滑台通过滑轨底座直线导轨上的滑块安装板固定连接进行直线运动引导。安装电缆和油气管的拖链系统的移动端与固定在动力滑台上的随动连接器连接。

动力滑台的运动范围由可编程的软件限位开关限制。如超过允许行程，则通过超程触发块滑轨底座上的超程开关和机械限位停止动力滑台的运动。

动力滑台原点位置可通过原点校正组件加以校准，为此配备了专用的原点校正块。

2.4 长行程拖链

2.4.1 长行程拖链的结构

拖链系统由拖链、插头板和一个随动连接器组成。拖链系统用于安装包括机器人、能晕供应及介质供应的电缆和管路，拖链内部采用隔片将各条电缆和管路分开，这些电缆和管路是为运行线性滑轨和机器人以及连接的工具而配备的。导向槽在滑轨底座上固定，拖链安放在导向槽中（图 4）。拖链固定端在导向槽安装固定，拖链移动端在动力滑台上则通过随动连接器固定。拖链的长度视动力滑台的行程长度而定。

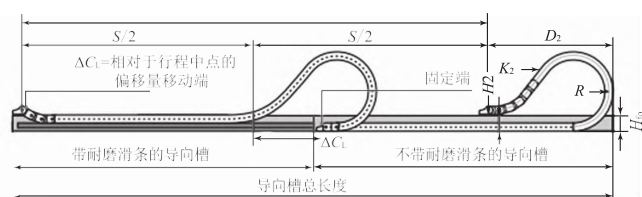


图 4 长行程拖链示意图

2.4.2 拖链安装要求及注意事项

(1) 为达到更大的架空长度，拖链都有一个预应力，在零负载自由状态下呈微微上拱状，其实际安装高度需要放大。带负载状态下允许塌腰的高度最大不超过 50 mm，否则拖链后退时会产生向下的切应力，容易导致拖链脱节或者断裂。对于垂直方向上悬挂使用的拖链则使用无预应力。

(2) 拖链的弯曲半径 R 由最大电缆或油气管的外径决定， R 一般要等于或大于最大电缆外径的 7.5 倍或最大油气管外径的 10 倍，这样才能保证电缆的使用寿命和正常使用。

(3) 拖链内管线填充不能超过拖链内腔空间的 80%。如果拖链填充过满，运行中拖链将无法达到其最小弯曲半径，弯折处应力集中，受到破坏。

(4) 管线填充重量不得超过拖链能承受的最大载荷（具体数值查阅选型样本）。

(5) 电缆和介质管排布时要注意重量对称。

(6) 电缆和管线周围需要留出一定的空间：圆电缆 10%，扁电缆 10%，气管 5%—10%，水管 20%，其他介质管 15%—20%。要保证电缆和介质管能够在拖链内自由运动，否则它们将会磨损，缩短使用寿命甚至无法使用。

3 结语

机器人地轨技术是综合了计算机、控制论、机构学、信息和传感技术、人工智能、仿生学等多学科而形成的高新技术，是当代研究十分活跃、应用日益广泛的领域。机器人地轨应用情况是一个国家工业自动化水平的重要标志，本文对长行程机器人地轨结构进行了分析，此类地轨适用于机床工件上下料、焊接、装配、喷涂、检验、铸造、锻压、热处理、金属切削加工、搬运、码垛等工作，能够满足工厂自动化生产线的实际需要，地轨的行进采用伺服电机控制，定位精度高。

[参考文献]

- [1] 胡宗武. 非标准机械设备设计手册 [M]. 北京：机械工业出版社，2002.
- [2] 机械设计手册编委会. 机械设计手册 (1—5 卷) [M]. 北京：机械工业出版社，2004.
- [3] 郑文纬，吴克坚. 机械原理 [M]. 7 版. 北京：高等教育出版社，

智能数据化平台 MISp 在激光焊接工作站中的应用

Application of Intelligent Data Platform MISp in Laser Weld Workstation

◎倪明之、杨浩然

摘要：伴随着企业的发展和壮大，企业实现生产车间智能化与信息化的需求愈发强烈，传统的单机式控制整个生产线的小作坊模式和信息孤岛模式，已经完全不能满足企业智能化生产对数据运用的需求。依托于智能控制算法和车间联网技术，借助云端大数据服务，就能使这样的问题迎刃而解，为实现工厂的信息化管理提供强有力的技术支撑。

关键词：MISp；弧焊工作站；智能化工厂；产能提升；故障预报

Abstract: With the development and expansion of enterprises, there is an urgent demand for intelligent and information-based production workshop. Traditional single-machine control cannot meet the enterprise demand for data utilization in intelligent production, due to the fact that single-machine is small and the information is isolated. Fortunately, these issues can be easily solved via intelligent control, workshop networking and cloud big data technologies. Besides, it can also provide powerful technology support for information management.

Key words: Manufacturing Intelligent-data Service Platform; Arc welding workstation; Intelligent plant; Productivity improvement; Fault prediction

1 课题背景

1.1 技术背景

在工业 4.0 时代，互联网与信息化技术的发展，为企业实现工厂的智能化提供了技术基础。随着企业的发展和壮大，企业实现生产智能化与信息化的需求愈发强烈，目前我国制造业对生产线及生产设备运行数据的运用，大都仍停留在单机式控制整个生产线的小作坊模式和信息孤岛模式，这已经完全不能满足企业智能化生产对数据运用的需求，尤其是面对生产车间、制造工厂冗杂的设备运行数据缺乏系统性的、及时的技术分析与处理，而不能对生产线或工厂的运行状况、工艺优化空间、运行故障和风险以及隐藏的产能做预警的量化分析，使得我国制造业在转型升级的发展战略下很难从自动化工厂向智能化工厂进一步升级。制造工厂的生产智能化必须建立在运用智能控制算法和实现车间联网的基础上，而传统的嵌入式触摸屏终端设备其计算能力不足，无法满足复杂计算任务对计算资源的要求。云服务为解决这一问题、实现工厂的信息化管理提供了强有力的技术基础，也为我们的智能化工厂升级指明了方向。

1.2 MISp 技术简介

智能化数据服务平台 MISp 是 MINO 公司运用自身成熟的工业数据采集技术，借助专业云平台供应商而推出的一套先进工业大数据技术。主要能够实现包括设备的远程数据采集、设备控制系统的远程调试和配置、设备的远程控制和设备的远程维护等功能。其结构框图如图 1 所示。

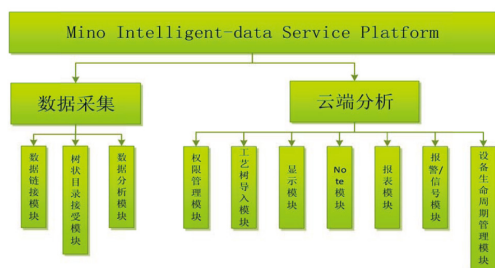


图1 MINO 智能化数据服务平台功能模块

1.3 弧焊工作站简介

弧焊工作站，又称弧焊机器人工作站，顾名思义，机器人在工作站中扮演着重要的角色。弧焊工作站的一般设备构成包括弧焊机器人、控制器、焊机、清枪系统、输送系统、焊接夹具、排烟除尘设备、安全防护网、弧光遮挡帘和水电气单元等。其组成结构模型如图2所示。

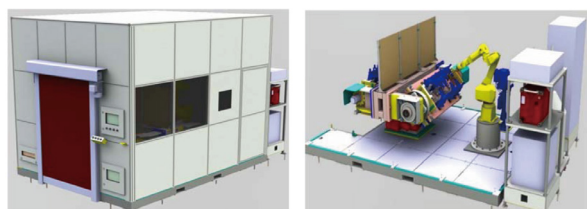


图2 弧焊工作站的组成结构模型

2 课题意义

本课题基于我国制造业制造工厂智能化的运维需求，通过实时采集生产线、生产设备运行数据，并建立云服务平台，进行工厂大数据的智能化分析和处理，并生成针对工厂不同层级管理人员的智能报表与分析报告，为制造工厂的运行状况、部品部件的损耗情况、生产工艺优化、产能提升、生产线故障预警等提供精准量化的大数据服务，为自动化制造工厂向智能化工厂升级提供强有力的技术支撑。其主要优势功能如图3所示。

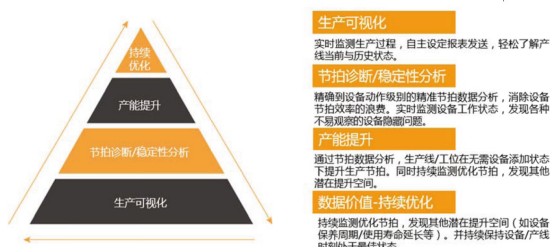


图3 课题实现主要优势功能

3 功能实现

3.1 标准工作站硬件配置

标准弧焊工作站采用模块化的设计模式，各个模块独立存在，又相互依存。这样不仅大大缩减了量化生产、组合安装、整体调试的周期，还有效缓解了长距离运输带来的成本压力。从机械式样来看，弧焊工作站主要有以下模块组成：前端部分、快速耦合模块、变位机模块、机器人模块、焊接模块、控制单元模块等。如图4所示，是某品牌的型号为F-A-R2-H-3-2-2的二台机器人配三轴变位机－水平翻转的标准弧焊工作站。

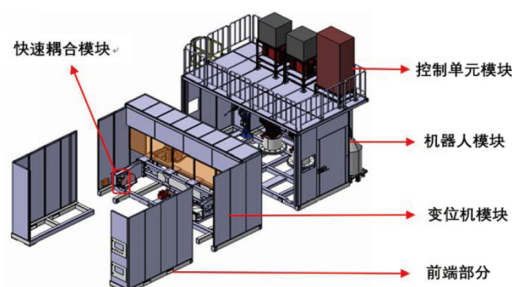


图4 标准弧焊工作站机械样式拆分图

3.2 控制系统配置

3.2.1 网络拓扑

如图5所示是基于标准弧焊工作站的MISP工业大数据网络拓扑图，毫无疑问，从整个MISP结构框架来看，它的工作对象是标准弧焊工作站（设备层），其核心是大数据和云技术，其优势就是能够永久地、准确地、实时地、全面地为客户提供，针对该标准弧焊工作站的多个访问途径的数据信息，使得工作站的生产透明化。

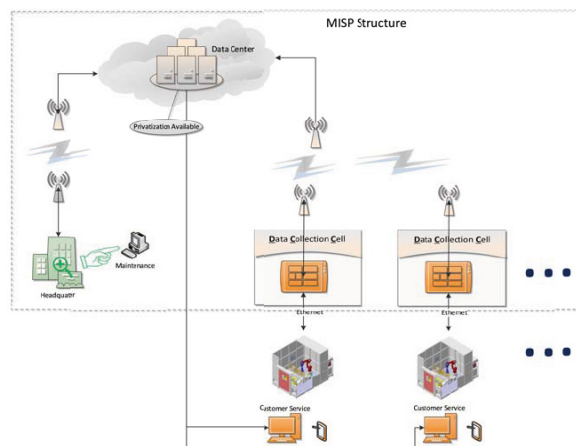


图5 标准弧焊工作站的MISP工业大数据网络拓扑图

在整个系统框架中，每一个模块之间的联系都离不开网络的支持。工作站与采集器之间一般通过工业以太网 Ethernet 进行连接，采集器的数据上传则是通过 3G/4G 或 Wifi 网络进行传输，而用户访问端则是通过公共互联网 Internet 的 IP 对云端服务器的数据进行访问。这样就构建起了整个标准弧焊工作站 MISP 系统的网络拓扑图。

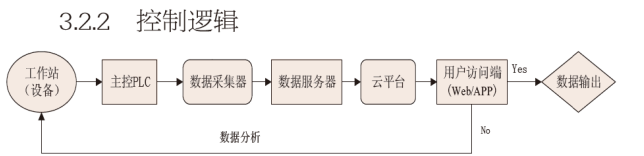


图6 标准弧焊工作站MISP 系统控制逻辑

如图 6 所示的系统控制逻辑中，数据的输出主要包括：

- (1) 夹具动作数据；
- (2) 机器人轨迹数据；
- (3) 旋转台动作数据；
- (4) 焊机时序参数；
- (5) 上件时长数据；
- (6) 保护气体数据；
- (7) 易损件损耗数据。

3.2.3 数据传递方式

基于标准弧焊工作站的 MISP 智能数据化平台，其数据传递的方式如图 7 数据架构所示，自下而上按箭头方向逐级传递。在数据传递过程中的每一级（环节），都有其对应的功能。

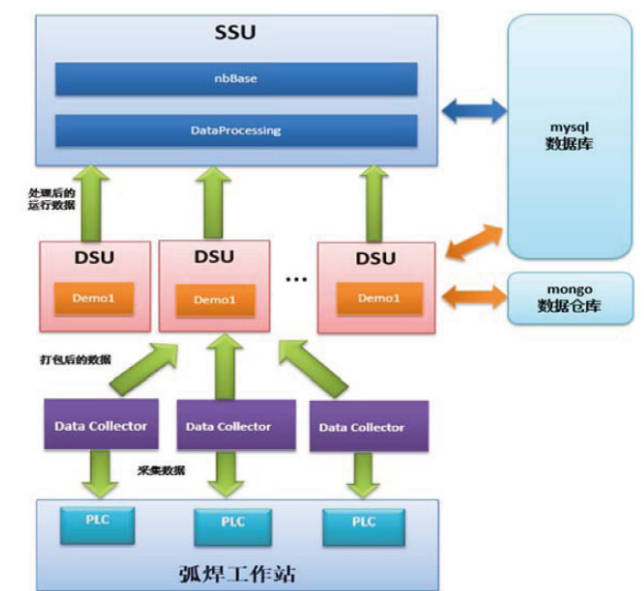


图7 标准弧焊工作站MISP 数据传递方式

PLC：工作站电气设备主控制器；
DSU：数据处理服务器；
SSU：网站服务器，包括 nbBase、DataProcessing 处理单元；

nbBase：网站主体。包括用户访问和数据展示等功能，数据分析配置信息的设置等功能；

DataProcessing：将 DSU 传输的数据集，进一步处理并生成图表所需的数据格式；

Demo1：将采集器端传输过来的数据包进行分析处理；

Data Collector：通过 PLC 采集工作站设备实时动作数据，并将数据打包发送；

Mongo DB: 数据仓库，存放数据采集器打包上来 DSU 的数据；

Mysql：数据库，存放解析后的数据，供 Web 端 nbBase 调用查看。

4 应用案例

4.1 项目介绍

以某整车厂激光弧焊标准工作站为例，部署 MISP 系统以后的效果显而易见。

4.1.1 现场 Layout

项目现场的布局图如图 8 所示。

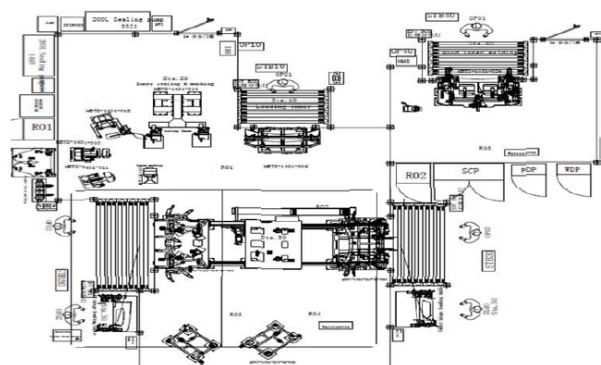


图8 项目现场的布局图

4.1.2 主要监测设备

可以支持整个工作站上所有能够与 PLC 进行信号交互的设备，包括两台焊接机器人、转台、伺服电机、气阀气缸、夹具与传感器等。

4.2 节拍提升

如图 9 所示，为工作站 OP80_B 工位的所有设备实时运行数据的甘特图，通过甘特图红色标记处不难看出，工位夹具的阀 VA05_CLS. 时间与转台 T/T3 开始动作时间相差 50s 以上。显然，这就凸显出了工位间节拍不平衡，需上升至工作站级别针对全站进行节拍数据分析，找到瓶颈工位的瓶颈设备可优化空间的数据依据，

提供给现场技术支持，进行改善优化，从而提升整个工作站节拍。

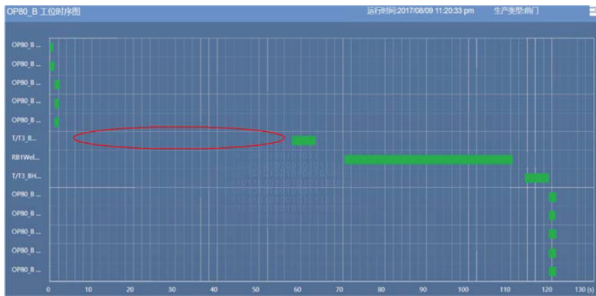


图9 OP80_B工位实时运行数据甘特图

如图 10 所示，为 OP70_A 工位实时动作数据的甘特图。通过下图红色标识发现同一夹具阀 V01-V04 打开动不一致，最长与最短之间相差 1s 左右。可能气缸调节阀没调整好进气量或气缸漏气等原因造成，建议调整进气量与其他气缸动作时长保持一致，或检查进气管道是否破损漏气的现象。预期缩短气缸打开时间 1s，降低气缸损坏风险。

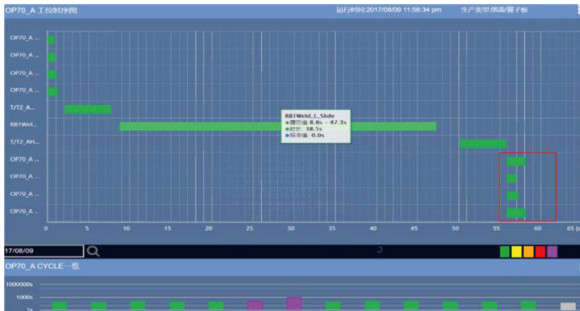


图10 OP70_A工位实时动作数据甘特图

5 展望

综上所述，MISP 技术的核心竞争优势，可以归纳为以下几点：

(1) 数据采集器

与控制标准、虚拟调试建立自动接口，即插即用的数据采集器可以对应不同的控制系统；基于工艺循环的采集理念，让生产线上的一切都清晰可见。同时可与现有信息系统无缝联接。

(2) 数据分析技术

通过专业的流程数字化解决方案软件，对数字化平台应用的各个阶段提供分析报告，发现低效和可优化的设备，将隐藏在流程中无法被发现的问题分析出来。

(3) 数据可视化

将过程数据处理成更精确、更直观、更易于理解的图表实时呈现，让整个制造过程、工艺流程透明、完整、可控。

(4) 数据驱动

数据是制造模式创新的驱动力，帮助企业重新优化规划、研发设计、运行维护、质量等各体系；在未来的工业生产中获得前所未有的前瞻性、效率。

参考文献：

[1] David Wang, Daisy Red, Ivan Nausley. Automation management system and method[P]. US 8843221 B2, 2014 - 09.

[2] 贺毅 . 基于 Microsoft VB 和 PLC 的工业设备自动化软件设计 [J]. 可编程控制器与工厂自动化 , 2011, (8) : 1 - 4.

[3] 贺毅 , 邓荣龙 . 质量·产能·设备综合诊断管理系统—过程可视系统 [J]. 自动化博览 , 2017, (1) : 100 - 102.



明珞 选题

“ 聚焦智能制造
关注管理精要 ”
常读常新

智能制造在日德美三国 有什么不同

来源：工控帮



导语：本文分析了中美日德制造业战略之间的差异，以及美日德制造业未来改革的布局，在了解影响各国战略方向差异因素的基础上，希望对我国制造业的发展提供一些可借鉴的经验。在西方国家有这样一句话：To live well, a nation must produce well，说明制造业是一个国家综合国力最重要的体现。在经历了互联网泡沫和经济危机后，世界各国，尤其是发达国家开始重新意识到制造业的重要性，也在重新审视自己竞争力的优劣势。

第四次工业革命的到来为各个国家提供了发展和转型的机遇，也面临竞争力格局变化的挑战，智能制造成为各国竞争的新战场。各国围绕制造业，都提出了相应的战略——美国的“国家制造创新网络”、德国的“工业 4.0”，日本的“工业价值链”，当然还有中国的“中国制造 2025”。那么，这些战略之间有何差异呢？而形成这些差异的根本原因又是什么？

1、对知识的理解、积累和传承方式差异，决定了制造哲学和文化

对制造业而言，简单地来讲即是“发现问题（比如质量缺陷、精度缺失、设备故障、成本较高、效率低下等）、了解问题，在此过程中获取信息，并将其抽象化为知识，再利用知识去认识、解决和避免问题的过程。”

了解和解决问题的手段和方法决定了所获得知识的形式，而将知识抽象化加以运用的过程和形式则决定了知识传承的形式。这个过程可以通过“人来完成”、“数据来完成”或是“系统来完成”，这也是决定一个国家制造哲学的最根本原因。

2、日本：“通过组织文化和人的训练不断改善，在知识承载上非常依赖人”

日本独特的克忍、服从和集体观念文化也深深地影响了日本的制造文化，其最主要的特征就是通过组织的不断优化、文化建设和人的训练来解决生产系统中的问题。这一点相信国内许多制造企业都感同身受，因为大家在接受精益培训的时候被反复强调的 3 个方面就是“公司文化”、“三级组织”和“人才训练”。最典型的体现就是日本在 20 世纪 70 年代提出的以“全生产系统维护（TPM）”为核心的生产管理体系。其核心思想可以用“三全”来概括：全效率、全系统和全员参与。实现方式主要包括在 3 个方面的改善：提高工作技能、改进团队精神和改善工作环境，以致在 20 世纪 90 年代以后日本选择“精益制造（Lean Manufacturing）”作为其转型方向，而非“6-sigma 质量管理体系”。

日本企业解决问题的方式通常是：

发生问题→人员迅速到现场、确认现物、探究现实（三现）并解决问题→分析问题产生的原因，通过改善来避免问题。

最终的知识落在了人的身上，人的技能提升之后，解决和避免问题的能力也就上升了。

因此对于日本企业而言，员工是最重要的价值，对人的信任远胜于对设备、数据和系统的信任，所有的自动化或是信息化建设也都是围绕着帮助人去工作为目的，所以日本企业从来不会谈机器换人或是无人工厂。如果中国想要学习工匠精神，那么最应该借鉴的是日本孕育工匠的组织文化和制度。但是这样的文化在近几年遇到了一个十分巨大的挑战，就是日本的老龄化和制造业年轻一代大量短缺的问题，使得没有人能够去传承这些知识。

日本也意识到了自己在数据和信息系统方面的缺失，开始在这些方面发力。这一点在日本的“工业价值链产业联盟”的构架和目标上能够清晰地看到。该联盟提出的 19 条工作项目中有 7 条与大数据直接相关。可以说日本的转型战略是应对其人口结构问题和社会矛盾的无奈之举，核心是要解决替代人的知识获取和传承方式。

但日本在转型过程中同样面临着许多挑战：首先是数据积累的缺失，使得知识和经验从人转移到信息化体系和制造系统的过程中缺少了依据和判断标准。其次是日本工业企业保守的文化、造成软件和 IT 技术人才的缺失，正如日本经产省公布的《2015 年制造白皮书》中所表达的忧虑：“相对于在德国和美国正在加快的制造业变革，现在日本企业表现出重视软件的态度。”

3、德国：“通过设备和生产系统的不断升级，将知识固化在设备上。”

德国的先进设备和自动化的生产线是举世闻名的，可以说在装备制造业的实力上有着傲视群雄的资格。同时德国人严谨的风格，以及其独特的“学徒制”高等教育模式，使得德国制造业的风格非常务实，理论与工业应用的结合也最紧密。然而德国也很早就面临劳动力短缺的问题，在 2015 年各国竞争力指数的报告中，劳动力是德国唯一弱于创新驱动型国家平均水平的一项。因此，德国不得不通过研发更先进的装备和高度集成自动的生产线来弥补这个不足。

德国的制造业解决问题的逻辑是：

发生问题→人（或装备）解决问题→将解决问题的知识和流程固化到装备和生产线中→对相似问题自动解决或避免

举个比较直观的例子来比较日本和德国解决问题方式的不同：如果生产线上经常发生物料分拣出错的现象，那么日本的解决方式很有可能是改善物料辨识度（颜色等）、员工训练，以及设置复查制度。而德国则很可能会设计一个射频识别（RFID）扫码自动分拣系统，或是利用图像识别+机械手臂自动进行分拣。

又比如，德国很早就将误差补偿、刀具寿命预测、多轴同步性算法、主轴震频补偿等解决方式以功能包的形式固化到了机床中，因此即便是对制造工艺和操作并不熟练的工人也能够生产出可靠的产品。也正是这个原因成就了德国世界第一的装备制造业大国地位。

除了在生产现场追求问题的自动解决之外，在企业的管理和经营方面也能够看到其尽力减少人为影响因素的努力。比如最好的 ERP、MES、APS 等软件供应商都来自德国，大量的信息录入和计划的生成及追溯通过软件自动完成，尽量减少人为因素带来的不确定性。

然而，德国同样对数据的采集缺少积累，因为在德国的制造系统对故障和缺陷采用零容忍的态度，出现了问题就通过装备端的改造一劳永逸地解决。在德国人的意识中不允许出现问题，也就自然不会由问题产生数据，最直接的表现就是找遍德国的高校和企业，几乎没有人在做设备预诊与健康管理（PHM）和虚拟测量等质量预测性分析。另外由于德国生产线的高度自动化和集成化，使得其整体设备效率（OEE）非常稳定，利用数据进行优化的空间也较小。

4、美国：“从数据和移民中获得新的知识，并擅长颠覆和重新定义问题。”

与日本和德国相比，美国在解决问题的方式中最注重数据的作用，无论是客户的需求分析、客户关系管理、生产过程中的质量管理、设备的健康管理、供应链管理、产品的服役期管理和服务等方面都大量地依靠数据进行。这也造成了 20 世纪 90 年代后美国与日本选择了两种不同的制造系统改善方式，美国企业普遍选择了非常依赖数据的 6-sigma 体系，而日本选择了非常依赖人和制度的精益管理体系。

中国的制造企业在 2000 年以后的质量和管理改革上，大多选择了精益体系这条道路，一方面因为中国与日本文化的相似性，更多的还是因为中国企业普遍缺乏数据的积累和信息化基础，这个问题到现在也依然没有解决。

除了从生产系统中获取数据以外，美国还在 21 世纪初提出了“产品全生命周期管理 (PLM)”的概念，核心是对所有与产品相关的数据在整个生命周期内进行管理，管理的对象即为产品的数据，目的是全生命周期的增值服务和实现到设计端的数据闭环。

数据也是美国获取知识的最重要途径，不仅仅是对数据积累的重视，更重要的是对数据分析的重视，以及企业决策从数据所反映出来的事实出发的管理文化。从数据中挖掘出的不同因素之间的关联性、事物之间的因果关系，对一个现象定性和定量的描述和某一个问题的发生的过程等，都可以通过分析数据后建立的模型来描述，这也是知识形成和传承的过程。

除了利用知识去解决问题以外，美国也非常擅长利用知识进行颠覆式创新，从而对问题进行重新定义。例如美国的航空发动机制造业，降低发动机的油耗是需要解决的重要问题。大多数企业会从设计、材料、工艺、控制优化等角度去解决这个问题，然而通用电气公司 (GE) 发现飞机的油耗与飞行员的驾驶习惯以及发动机的保养情况非常相关，于是就从制造端跳出来转向运维端去解决这个问题，收到的效果比从制造端的改善还要明显。这也就是 GE 在推广工业互联网时所提出的“1% 的力量 (Power of 1%)”的依据和信心来源，其实与制造并没有太大的关系。所以美国在智能制造革命中的关键词依然是“颠覆”，这一点从其新的战略布局中可以清楚地看到，利用工业互联网颠覆制造业的价值体系，利用数字化、新材料和新的生产方式 (3D 打印等) 去颠覆制造业的生产方式。

美国、日本、德国 未来改革的布局是怎样的

我们从日本、德国和美国三者之间文化差异性方面分析了三个国家对智能制造革命的理解、侧重点和目的的不同。除此以外，这些国家的竞争力差异也是造成其战略方向差异的关键因素，其中各国在制造价值链的分布和未来布局的不同起了决定性的作用。

生产活动中的价值要素分布从上游到下游依次是：

想法创新与需求创造→原材料与基础使能技术→关键装备与核心零部件→生产过程与生产系统→产品和服务。

在整个价值要素的分布中，中国在生产过程与生产系统这两个环节具有优势（主要体现在劳动成本和生产能力方面），但是在其它各个环节中均处于劣势。

那么，如果进行横向比较，世界各主要国家在生产活动中价值要素的地位，以及未来改革的布局是怎样的？

1、美国：“牢牢占据生产要素的上游，努力向下游延伸。”

美国在生产活动要素的分布中，在想法创新和需求创造、原材料和使能技术，以及产品增值服务端，具有明显优势。美国工业系统的核心竞争力主要来源于“6s 的生态体系”：

- (1) 航天航空：为美国制造业积累了大量技术红利，成为美国工业系统中基础使能技术最主要的来源。
- (2) 半导体：近年来在低耗能半导体材料的研发投入巨大，在未来智能化技术的核心，低耗能高性能芯片技术上具有明显优势。
- (3) 页岩气：布局未来新能源和清洁能源领域，已成为美国最主要的替代能源。
- (4) 智能化服务创造经济：借助美国在计算机和信息化技术领域的优势，在利润最高的制造业服务端进行布局。
- (5) 硅谷为代表的创新精神：通过不断创新挖掘用户的潜在需求，从而不断获得新的市场和商业机会的蓝海。
- (6) 可持续人才资源。

分析美国‘6S’生态系统和制造业发展战略布局，我们不难发现，美国力图在生产系统最基础的原料端（能源和材料）、工业产品的使用服务端（互联网技术和 ICT 服务），以及不断由创新驱动的商业模式端，牢牢掌握住工业价值链当中价值含量最高的几部分，这样即便德国的制造设备再先进、中国的制造系统再高效，都可以从源头和价值的投放端确保其竞争力的核心优势。

在第四次工业革命的战略布局方面，美国白宫在 2012 年 3 月提出了“国家制造创新网络计划”，在制造业的 4 大领域建立 9 个研究创新中枢（如下图）。

技术领域	创新研究中枢项目	对应的生产要素环节
新一代制造过程及加工工艺技术	增材制造、创新纤维纺织	生产过程与生产系统
新材料研发	低耗能半导体、轻质金属制造、复合材料	原始材料与使能技术
使能技术的研发	下一代电子电力制造技术、光子集成	原始材料与使能技术
工业环节研究	数字化制造与设计创新	生产过程与生产系统、工业服务业

2、日本：“虽然在产品这个环节中丢失大量市场，但产业竞争力在向上转移。”

以往日本制造的核心竞争力主要在于生产过程与生产系统、产品以及服务端。近两年来，日本两个最强势的传统产业，汽车制造和消费电子产业中的市场份额不断被韩国、美国和中国占据，看似在产品端的优势已经丧失殆尽。然而在《2015 年全球创新创业百强》榜单中，日本以 40 家入围企业成为全球最具创新力的国家。同时，在 2015 年的《全球制造力竞争指数》报告中，日本也由前一年的第 10 位上升至第 4 位。其实，日本在消费电子领域的衰退背后是日本创新方向的转变，日本开始在上游的原材料及使能技术和关键装备及关键零部件领域拥有更多的话语权。

例如松下在失去电气行业的优势后，在汽车电子、住宅能源和商务解决方案等领域找到了新的发展机会，同时也成为世界上最先进的电池生产商，特斯拉电动车使用的就是松下 18650 电池。索尼在丧失消费电子领域老大的地位后，在医疗领域取得突破，已经占据了医疗内窥镜全球 80% 以上的份额。夏普也将核心业务转向智慧医疗、智能住宅、食品、水、空气安全以及教育产业。在日本发布的《2015 年制造业白皮书》中，将人工智能和机器人领域作为重点发展方向，同时也将加强在材料、医疗、能源和关键零部件领域的投入。



3、德国：“发挥在关键装备与零部件、生产过程与生产系统领域的技术优势，通过服务增强盈利与竞争力。”

德国在关键装备与核心零部件，以及生产过程与生产系统两个环节上具有十分明显的技术优势，这主要得益于以中小企业为核心的隐形冠军企业，以及德国务实的学徒制双元教育，这两者为德国工业提供了扎实的基础，是德国制造难以被撼动的地基。

德国的隐形冠军企业几乎不被外界所关注，它们规模都不大，但却在其领域占领着很高的市场份额，在全球位列前三。这些中小企业占据了德国出口总量的 70%，它们的销售回报率均超过德国普通企业的两倍，拥有高水平的研发能力与技术创新能力，注重产品价值与客户的贴合、高质量高效率的制造能力和精益化、柔性化的全球化高效运营体系，它们中的很大一部分已经传承了百年。

高素质的技术工人和工程技术专业人才历来被看作是德国经济发展的支注，是“德国制造”产品的质量保障。旨在培养专业技术工人的职业教育在德国社会发展中承担着重要的角色，并形成了一套相对完备而且不断调整的法规体系，保障了以双元制为主要特征的职业教育长期稳定的发展。学徒不仅要到生产车间里跟随师傅学习实用技术，还要到学校里学习必要的理论知识。在德国，每年约计 60 万年轻人开始接受双元制职业教育，约占同龄人数的三分之二。

德国是一个工业产品外向型的国家，由于国内市场较小和自身需求的薄弱，其工业产品几乎全部用于出口，也因此成就了德国制造业设备出口第一大国的地位。然而，由于以“金砖四国”为代表的新兴经济体已基本完成了工业化，东南亚和非洲国家的新一轮增长引擎还没有完全开启，导致了德国的工业装备产品需求停滞不前。从这几年德国的工业出口总值上来看，几乎没有任何的增长，这也从一定程度上影响了德国的经济发展。由此可见，德国提出工业 4.0 的核心目的主要有两方面：

一是，增强德国制造的竞争力，为德国的工业设备出口开拓新的市场；

二是，转变以往只卖设备而服务性收入比重较小的状态，将重心从产品端向服务端转移，增强德国工业产品的持续盈利能力。

汽车产业剧变的前夜

来源：建约车评

作者：余建约

山雨欲来风满楼。百年汽车产业异象纷呈，令人想起了十年之前的全球金融危机，以及那些艰难岁月的腥风血雨，还有巨象轰然倒地的声响。

—

2018年11月1日，北美最大的车企通用宣布，将通过“自愿买断”计划，裁撤1.8万名工人。这几乎是过去十年，这家巨型车企，在作别全球金融危机、走出“破产保护”之后，首次启动如此大规模的裁员。

2018年10月29日，全球最大的车企大众汽车集团被爆料，正与福特进行战略合作，双方将有望在电动车基础平台、无人驾驶、商用车等多个领域展开深度合作。如果这个合作能够成形，将会成为百年汽车产业有史以来，最强大的研发联盟。我们甚至有望在11月16日，就会知道结果。当然，连大众和福特如此强大的车企都需要结盟，并在最核心的技术上联合研发时，这不是一个简单的信号。

2018年10月26日，还是大众，他的CEO赫伯特·迪斯，被传出要斥资137亿美金，去购买谷歌的自动驾驶初创公司Waymo仅仅10%的股权。这就意味着，Waymo的估值将达到1370亿美金，而整个大众汽车截止今天市值也就872亿美金。此外，大众汽车集团截止Q3，账上的现金和现金等价物只有282亿美金。迪斯的疯狂行动，没能获得监事会的支持。

2018年10月10日，福特宣布将展开一轮大规模的裁员，据摩根士丹利预测，只有在大约2.4万名福特工人被裁撤之后，该公司才能到达预定的成本削减的目标。如果这个数目被得以落实的话，这恐怕会是福特汽车115年历史中，最大规模的一次性裁员了。

2018年10月3日，本田宣布，将向通用自动驾驶子公司Cruise总共投入27.5亿美金，与之共同研发自动驾驶技术。在此之前，本田已经与通用在动力电池领域达成了战略合作，该公司将使用由通用汽车提供的动力电池Pack，这将极大地提升着两家公司在这个领域的采购议价能力。此外，本田与通用已经宣布将共同研发下一代燃料电池，并计划在2020年推出燃料电池汽车。通用和本田，基本上已经结成了事实上的研发联盟，共同应对未来科技的挑战。



这仅仅是在过去一个月发生的事情。

从 2017 年开始，传统汽车巨头之间的各种在“和平年代”完全不可想象的事情，已经在紧锣密鼓地上演。

通用打响了剧变的“第一枪”。2017 年 3 月的日内瓦车展，这家企业居然将已经稳定运营了 98 年的欧宝汽车，同时也是该公司的欧洲业务部门，仅以 22 亿欧元的价格，就打包卖给了 PSA 集团。一个巨型汽车集团，竟然一次性将一个洲际市场全部放弃，这种壮士断腕的决心，太让人震惊了。通用汽车 CEO 玛丽·芭拉给出的解释是，由于欧洲排放及其他政策的不确定性非常大，通用很难在欧洲获得盈利，在全球汽车产业面临剧变的时候，需要把更多的资源投入到更加盈利的市场，比如北美和中国市场，以及投资到未来的业务中。

另外一家疯狂搞事的巨头是丰田。

作为全球市值和盈利双料冠军的传统车企，丰田在过去一年的若干波操作简直令人窒息。丰田章男亲自出面，通过交叉持股和战略合作等多种方式，拢络了全日本除了日产和本田之外的所有日系车企，并在 2017 年的最后一天，组建了一家名为 EV.Common Architecture Spirit.Co. 的公司，联合了丰田、马自达、铃木、斯巴鲁、大发和日野的资源，共同研发电动车通用架构。这已经近乎组成了一个日系车的“国家 EV 联盟”，最令人难以置信的是，这样的联盟是地球上最强大的传统车企丰田牵头搞的。

豪华车市场也没有歇着。百年“生死冤家”，宝马和奔驰，居然也宣布要“在一起”。

2018 年 3 月 29 日，宝马和戴姆勒 - 奔驰同时对外宣布，双方将合并旗下的共享出行业务、充电业务、泊车业务、网约车业务，这些业务将会装进一家新成立的公司，宝马和戴姆勒 - 奔驰各持有 50% 的股份。对于传统车企而言，他们并不想将未来城市出行的机会，拱手让给像 Uber、滴滴这样的初创企业。当然了，既然在出行领域，为了抵御共同的竞争对手 Uber 和滴滴，宝马和奔驰可以携起手来；那么，在电动车和智能驾驶领域，面对攻城略地的特斯拉，他们会不会再度“在一起”呢？一切皆有可能吧。

如果说 2017 年，这个世界对于传统车企来说，还是善意的；但到了 2018 年之后，周边的环境对于传统车企巨头而言，已经开始变得越来越严厉。这也是为何在 2018 年 Q4 的第一个月份，在整个传统汽车世界，会发生如此之多令人瞠目结舌的乱象。

二

昨夜西风凋碧树。

此时，传统车企的外部环境变换犹如北京的冬天，几乎没有什么过渡。一夜西风、一场冷雨即可扫尽一树的枝叶。

中国车市的下滑，几乎同样没有任何过渡，急转直下，不给人以喘息的机会。

有趣的是，中国车市的下滑，率先付出代价的是美国人，随后将会是德国人。因为，中国的车市，是全球汽车产业增长的发动机，中国整体汽车的销量，是后面第二名到第五名的总和。

几乎所有的跨国车企，对中国汽车市场，都有着深深的依赖。其中以美国和德国的汽车巨头表现得更加明显。2018 年 Q3，中国车市迎来了史无前例的“三连降”，尤其是 9 月份，同比下跌 11.55%。寒风萧瑟，美系车企在“跳水竞赛”中，遥遥领先。

1-9 月份，福特在华的销量同比下滑高达 30%，9 月份的下挫幅度达到了 43%。在过去的第三季度，福特在中国区竟然亏损了 2.78 亿美金，这块业务曾是福特和长安汽车的“现金奶牛”啊。而在整个 Q3，福特汽车的净利润已经缩窄到了 9.91 亿美金。对于福特而言，通用汽车看起来幸运一点，1-9 月份，该公司在华总共卖出了 270 万辆汽车，仅仅下挫了 0.3%。然而 Q3，通用在华的业绩陡然变得惨淡，销量同比下挫 14.9%。对于通用而言，尽管整个 Q3 中国市场依然还能为其带来 4.85 亿美金的净利润，同比增长 5.7%，占其整体利润的 19.4%。坏消息是，通用 Q3 在华合资公司的营业额同比下滑了 5.8%，仅为 114.6 亿美金。让我们来看看巨无霸大众。在 2018 年全年的 1-9 月份，尽管该公司在华还保持着 5% 的正增长，并跑赢了大盘；然而，在这个艰难的 Q3，大众汽车在中国只卖出了 103.79 万辆汽车，同比下跌 2.2%。

环球同此凉热。

对于特朗普而言，在“强硬”地与中国人地进行贸易摩擦的时候，尽管并不能实质性地伤害中国的经济，但他的收获是成功地影响了中国股市的信心。然而，万料不到的是，中国股民朋友们口袋缩水的恶果，率先由美国的汽车工人承担了。通用和福特由于业绩下滑，不得不同时启动大规模的裁员。通用裁员 1.8 万名工人、福特裁员 2.4 万名工人，而且全部是北美地区。这就意味着，在全美 244 万的汽车工人当中，有 1.7% 的将会失业。北美成裁撤重灾区的道理也很简单，因为北美地区工人的工资最贵。中国汽车工人的时薪大约是 50 元，而美国汽车工人的时薪是 50 美元，裁撤北美的工人和产能，能够真正有效地快速降成本。在这样的危急时刻，有一些人开始出来表态，称这是通用和福特主动裁员，理由是还有大把的利润。比如，在 2018 年 Q3，福特汽车的净利润为 9.91 亿美金，通用汽车的净利润还“高达”25.34 亿美金。

事实果真如此吗？

当我们遇到反常识的言论时，一般要怀疑一下。因为没有任何一个 CEO 不断万不得已的时候，是不会采取裁员措施的。对于汽车产业，压缩成本的路径依次是这样的。通常情况下，会先压缩营销费用，然后就是采购成本，如果情况还是非常危急则会考虑压缩研发预算。如果上述几招都不足以扼制失血的速度时，最后的大杀招才是“大规模”的裁员。这就意味着，在如此寒冷的冬天，将会有 4.2 万个家庭，失去了主要的收入来源。

其实只要分析一下通用和福特的利润构成，就可以清晰地知道，他们为何要在此时此刻，下此狠手。首先，看看 GM 卖车还能不能赚钱？2018 年 Q3，通用汽车销售的营业额为 322.76 亿美金，销售成本为 285.33 亿美金，毛利仅为 37.43 亿美金，毛利率仅为 11.6%。汽车业务的管理费用和行政费用为（包含研发费用）为 25.84 亿美元，所以通用汽车 Q3 汽车业务的运营利润仅为 11.59 亿美金。在如此艰难的时刻，中国市场为其贡献了宝贵的 4.85 亿美金的利润。剩余的利润是怎么出来的呢？汽车金融贡献了 4.4 亿美金，利息收入 6.5 亿美金，投资收入 5.3 亿美金。

再看看 1-9 月份通用汽车主营业务的利润情况。其中毛利为 94.54 亿美金，毛利率仅为 9.6%。扣去 71.72 亿美金的管理和行政费用，运营利润仅为 22.82 亿美金，去年同期的数据是 56.99 亿美金，同比下滑 60.5%。这不能不说是一个糟糕的表现。

再看看它的难兄难弟福特。在 2018 年的 Q3，福特汽车业务的营业额比通用还强点为 346.6 亿美金，销售成本为 315.68 亿美金，因此毛利为可怜的 30.92 亿美金，毛利率为 8.9%。扣去 28.82 亿美金的行政总务（包含研发）成本，运营利润仅为 2.1 亿美金。

也许我们应该知道为何要裁员了吧。

1-9 月份，福特汽车业务营业额为 1072.34 亿美金，销售成本为 963.17 亿美金，毛利为 109.17 亿美金，毛利率为 10.2%。扣除 84.39 亿美金的行政总务（包含研发）成本，运营利润仅为 24.78 亿美金。作为一个制造业企业，当毛利仅为 10% 左右的时候，基本上已经很难有足够多的资金用来维持正常的运营了，以及维持正常的研发了。

而经常被传统汽车人士嘲笑的特斯拉，2018 年 Q3，汽车业务收入为 60.98 亿美金，销售成为 45.25 亿美金，毛利 15.73 亿美金，毛利率为 25.8%。在 2018 年 Q3 通用大概卖出去了 198 万辆汽车，福特是 135 万辆，而特斯拉只交付了 8.4 万辆汽车。而通用全球汽车业务的毛利仅为 37.43 亿美金，福特的卖车毛利仅为 30.92 亿美金，特斯拉为 15.73 亿美金。对于大众汽车，情况并没有好多少。他们整个 Q3 的销量是附增长的，运营利润是负增长的，尤其是运营利润，同比下跌 18.6%，为 35.11 亿欧元。这真得太令人震惊了。通用、福特们遭受到的危机不仅仅是全球汽车市场的萎靡不振，还包括因为贸易摩擦带来的采购成本的攀升。

特朗普先生送给北美汽车“巨头”的第一份礼物是从 2018 年 3 月 8 日开始，美国将分别对进口的钢铁和铝产品加征 25% 和 10% 的关税。这样的举措，在保护了美国本土钢铝企业的同时，给福特和通用这些毛利原来就极低的企业，再度带来巨大的成本压力。福特 CEO 韩铠特公开向媒体抱怨，特朗普的额外关税，至少会让他们再额外损失 10 亿美金的利润。与此同时，特朗普还扬言要向中国的汽车零部件产品征税，这显然不仅是中国人的灾难，也是通用和福特们的灾难。他们需要中国制造商提供的高性价比的轮胎、钢圈、万向节等一系列形形色色的汽车零部件产品。世界已经是如此紧密地联系在一起了。

对于通用和福特们而言，2018 年的 Q4，一定会更加艰难：中国市场的情况会更加糟糕，如果贸易摩擦升级，制造成本还将会进一步攀升。

但，这还不是最糟糕的。

三

对于所有的传统车企而言，如果仅仅是市场的下挫，成本的上升，这还是产业的内部战争，可以通过竞争和提升运营水平来解决。不幸的是，在传统汽车产业的外部，还有三个方向的四股颠覆力量在虎视眈眈。这些力量，逼迫传统车企，在对抗市场下滑、成本上升的同时，不得不同时迎接新科技和新产品的挑战，在这些方面进行高强度的投资，否则将面临着被颠覆的威胁。

第一个巨大的挑战，来自于特斯拉及其身后的数以百计的造车新势力。核心是电动化结合半自动驾驶和半智能网联。从 2012 年 Model S 发布到 2018 年 Model 3 初步完成产能爬坡，已经日趋成为传统车企的“心腹之患”。

特斯拉对于传统车企而言，最大的杀伤在于通过电动化、半自动化和联网，非常大的程度上改进了汽车的产品使用体验，使得燃油车产品与之相比，在使用体验上完全处于下风。在北美市场，只要是特斯拉车型产品所在的细分市场，以宝马、奔驰和奥迪为代表的豪华车品牌，基本上处于被“吊打”的状态。唯一幸运的是，现阶段的特斯拉在产能爬坡上遭遇到了挑战，难以迅速上量，并通过规模化迅速降低成本。如果马斯克不犯致命的失误，按照目前的进度，到 2020 年的时候，特斯拉将会形成 75-100 万辆的产能。如果整体市场需求能够持平而不发生萎缩，特斯拉增加的销量，都会是传统车企的损失。不仅仅是宝马、奔驰、奥迪们的损失，还会是一些普通 B 级车的损失。现在的通用和福特们，在毛利只有 10% 的情况下，如果每年整体营业额再下挫 10%，没有人知道还能够挺几年。然而，哪怕是在特斯拉尚未成气候的现在，传统车企要想对其展开追击，依然需要克服若干重大的挑战：

1、特斯拉 Gigafactory 已经具备了 20GWh 的年产能，2019 年中之前大概率可以提升到 35GWh，这将可以为 50 万辆平均 Pack 容量为 70 度电的电动车提供配套。事实上，2017 年，中国整体的动力电池出货量也仅为 39.12GWh。对于传统车企而言，2017 年销量最大的也不过是 10 万辆，且销量统计中包含插混甚至是轻混。比如丰田的 Prius 插混车均装载 8.8 度电的动力电池，2018 年截止 9 月份，卖出了 3.5 万辆，只消耗了 0.308GWh 的动力电池；日产 Leaf，在 Model 3 量产之前，一直是最畅销的电动车，带一块 24 度电的电池，截止 9 月份总共卖出了 6.6 万辆，消耗了 1.58GWh 的动力电池。特斯拉的 1 号超级电池工厂，在 2018 年的时候，就可以供应 83.3 万辆 Leaf。

在这样的情况，在动力电池的采购规模上，在短期之内传统车企很难追得上特斯拉。这也是丰田为何要集结另外的 5 家日本车企，共同研发电动车通用平台的核心原因；这也是为何通用和本田要共享动力电池 Pack 的核心原因；这也是大众准备和福特共享 MEB 平台的核心原因。在可以预见的未来，更多的传统车企将会携起手来，共享动力电池的总成。只有这样，才能快速降低采购成本，和追击特斯拉。

2、庞大的充电网络。由于在短期之内，难以依靠社会力量提供大量的充电桩，传统车企要想与特斯拉进行竞争，必须要自行解决充电桩的问题。截止目前，特斯拉在全球范围内，已经拥有了 1352 个超级充电站，11000 个超级充电桩和 20000 个目的地充电桩。这些充电桩的建设，不仅仅需要资金，更需要时间，都是比较高的进入门槛。在充电桩上与特斯拉展开竞争，也是传统车企联合起来的原因。比如，在欧洲，大众、福特、奔驰、宝马、奥迪和保时捷联合组建了一家名叫 IONITY 的充电企业，将负责在 2020 年之前，在欧洲全境建设 400 个超级充电桩。宝马和奔驰这两个生死冤家，已经把旗下的充电业务合并。

3、全新的电气化、电子化和互联网化产品。供应链和充电桩，对于传统车企而言，都还仅仅是投资的问题，但打造全新的电气化、电子化和互联网化的产品，对车企而言的挑战则更大。因为这需要车企改变产品研发的思路，重构研发体系，在原有的研发组织中，引入软件工程师、电子工程师和 AI 的工程师。半自动驾驶、联网和整车 OTA，都自成体系，要做好这些功能，车企需要在这些领域里面进行高强度的研发。此外，为了支持上述的功能，还需要在汽车的底层需要重新设计电气化架构、整车控制器、通信架构、安全架构等新的工作，对车企挑战巨大。如果仅仅把这些工作丢给供应商，可能的结果是，把功能堆上去之后，每一次更新和升级，都需要求助于供应商，且不同系统之间能否有效兼容，会存在很大的不确定性。所以，对于传统车企而言，未来应对特斯拉的挑战，大众计划到 2025 年的时候，投入 800 亿欧元。这仅仅是电动化方面的动力电池采购预算和 MEB 平台研发的预算。

第二个巨大的挑战来自于谷歌的 Waymo，是以 L4 级别自动驾驶为核心的，与出行相结合的挑战。当然还包括 Uber、滴滴和 Lyft 等公司。这个挑战从 2018 年底开始，随着 L4 级别自动驾驶车型向特定场景的商业化落地的提速，到 2020 年的时候，将会开始实质性影响和威胁车企现在的主营业务。如果说，特斯拉带来的产品挑战，对所有的传统车企而言，还算是主场作战，还都可以做出应对的话，Waymo 带来的自动驾驶挑战，已经超出了大多数车企的能力圈。因为电动车依然是汽车产品研发的问题；但自动驾驶，核心能力是基于 AI 的感知、基于 AI 的路径规划和决策执行，以及需要非常强的代码能力。无论是写出简洁优美的代码，还是超强的 AI 能力，这些都不是传统车企擅长的。

但是，作为丰田、大众、通用、福特等传统车企巨头是要投入资源拼搏一下呢？还是直接就缴枪与科技公司签下城下之盟？显而易见，百年汽车巨头不甘心就此束手就擒。然而，抵抗的代价是巨大的。鉴于谷歌的 Waymo 已经准备采购 8.2 万辆自动驾驶车辆，投入到出行运营，这里投入的资金初步估计已经是 100 亿美金的量级。请注意，这还仅仅是起步资金。看看传统车企目前的投入吧：

丰田汽车，通过成立 TRI、TRI-AD、投资 Grab 和 Uber，已经投入了 53 亿美金；尽管如此，丰田还不放心，继续与软银成立了一家合资公司 MONET，并甘于让软银控股，试图来解决未来自动驾驶技术冲击下的车型运营问题。

福特准备投入 40 亿美金，在 5 年之内全部花完。这 40 亿美金，对于本来就雪上加霜的福特而言，恐怕很多是通过裁员而节省出来的钱。最让人感到心酸的是，在投入 40 亿美金之后依然看不到成功的希望。大众还在纠结之中，一方面寄希望于掏出 137 亿美金入股 Waymo，稳稳的锁定“幸福”；另一方面，与福特携手研发自动驾驶技术，是另外一种选择。与此同时，无论是大众还是福特，均与第三方自动驾驶技术提供商如百度和 Mobileye 等企业达成合作，留下后手。

通用、本田和软银则在自动驾驶研发上达成了同盟，三方将向由通用汽车控制的自动驾驶初创企业 Cruise 注入 60.5 亿美金的资金，与 Waymo 展开激烈的竞争。事实上，对于大众、丰田和福特而言，在自动驾驶系统的研发上单打独斗，胜出的希望已经日渐渺茫了。他们之间最好的解决方案是将旗下的资源整合到一起，共同研发自动驾驶技术，这也许是现阶段比较务实的选择。

第三阶段的挑战，则来自于苹果。除了结合特斯拉的电动车、谷歌 Waymo 的自动驾驶技术之外，还将加上苹果自带的汽车 OS、应用生态、AR 和 VR、AI 和语音助手、芯片等全体系的能力。这个挑战的时间点大概会在 2023 年左右。那个时候，高端的私人汽车，将会具备 L4 级别的自动驾驶能力，汽车的座舱将会更接近现在的生活空间，汽车将会是一个极端高效的计算平台，可以在这个计算平台上运营下一代的 OS，以及对应的应用生态，这个应用生态，将会以 AR 和 VR 为主，体验将会秒杀手机 APP。

截止目前，明确提出要做汽车 OS 的企业，只有大众汽车集团一家，他们准备投入 40 亿美金，打造 vw.OS，寄希望于在 2020 年能够应用在现在的 MEB 平台上。但当我们致函大众集团，询问进一步的进度和安排时，还未有任何可供落地的东西。汽车 OS 并不是砸钱就可以解决的，甚至于连微软这样的软件巨头，在移动 OS 的战争中，都输得一塌糊涂，在智能汽车时代，传统车企能够打造出一款智能汽车 OS 吗？

太难了。

四

这就是整个传统汽车世界，在此时此刻变得如此疯狂的原因。一方面，随着市场增长空间见顶、成本持续增加、市场竞争日趋激烈，导致了毛利在持续下滑。另一方面，以特斯拉为代表的造车新势力，开始大规模抢夺市场份额，在可以预见的未来，难以扼制他们进攻的势头。电动车销量每增加一点，都意味着燃油车市场的损失。这样的态势，会再度加剧传统车企的运营困难。

最大的挑战是，面对电动化、自动驾驶、汽车互联网及汽车 OS 和汽车出行领域等新兴领域，传统车企应该如何制定战略，如何分配并不充裕的资金资源。对于传统车企而言，它们正生活在一个可怕的“剪刀差”之中：利润将会变得越来越低，需要花钱的地方会变得越来越多种，日趋难以承受。在这个艰难的过程中，同时还伴随着股价持续不断地下挫，导致融资能力不断地下滑。这就是传统车企的困境，也是目前整个汽车产业异象的根源。

分析前述所有传统车企的动作，均可以从那个“剪刀差”中找到解释。

- 1、保护盈利。砍掉一切失血的业务，将核心资源注入到主营业务，确保主营业务能够稳健运营。
- 2、削减成本。尽一切可能削减成本。包括裁员，联合采购，一切能做的削减成本。
- 3、提升研发费用使用效率。这也是过去彼此间竞争激烈的车企，在此时此刻，愿意携手共克时艰的核心原因。

在这样的判断之下，我们还可以进一步对传统车企之间的“剧变”再做一些趋势性的判断：

1、会通过兼并重组来消灭竞争，通过降低竞争激烈程度，来保持毛利；同时，还可以提升采购规模降低成本，提升研发效率和降低研发均摊。在困难时期，车企之间的合并同类项，是极端奏效的提升运营效率的手段。由此可见，在接下来的一段时间之内，车企间的合并同类项接下来会越来越多。前期，由于“羞涩”，会先从战略联盟开始。随着运营状况的下滑，联盟之间的盟友们会趋向于务实而走向合并。

2、传统车企的裁员，仅仅是一个开始。如果从现在开始，观察每一家车企的季报，关注它主营业务，如果每个季度的毛利都在下滑，毛利率跌跌不休的车企，将大概率会跟进裁员措施，这并不难判断，也很容易理解。裁员不仅仅是削减成本的“利器”，也是现阶段车企在转型的生死关头，推进改革，促使员工转变观念的“利器”。

3、更多的合资公司会被组建。这些合资公司，或者是车企与车企之间的，也许是车企与科技公司之间的。这些初创公司，将会作为试验田，承担着传统车企，开拓新业务的重任。组建新公司的优势一目了然，一方面不会受制于传统车企的官僚体系和制造文化，能够快速行动、快速创新；另一方面，可以有更灵活的机制，吸引更多的各行各业的精英的加入，组建更有竞争力的团队。

时间过得太快了，形势发展得太快了。也许在 2015 年的时候，传统车企还处于非常有利的地位。有着良好的运营状况，竞争对手还不成气候，电动车、自动驾驶、出行、汽车互联网都还看得不够清楚。遗憾的是，趋势总是不会因为人的意志而发生转移。

在短短不到 4 年的时间之内，几乎所有传统车企害怕的事情，都在发生，并以更快的加速度凝聚力量，以形成大势。对于所有的传统车企而言，如果说从制定战略的角度而言，这也许已经是为数不多的时间窗口了。时间是最稀缺的资源，形势一日千里。我们无从知道，“剧变”将在何时以及以怎样的方式，来冲击这个繁荣了百年的世界，但我们都应该感受到这个“剧变”前夜的萧瑟凉意，以及底下潜藏着的汹涌的暗流。

所有不愿面对的，都将会发生。

访谈 | 方洪波： 美的模式不可复制

来源：经济观察报
作者：文钊



铭记历史，是为了更好地走向未来。我们希望这个系列访谈成为一个幻灯：在中国经济社会成长和发展的历史画卷上，投射出光彩夺目的片子，告诉社会，这些造福中国的奋斗者们，他们如何开始、走过怎样一条光荣的荆棘路；而在今天这样一个新时代，他们又如何思考未来中国和企业承担的责任和使命。

2018年10月19日，美的集团在广东顺德的总部低调地庆祝成立50周年。2012年，何享健退休，这位民企的掌舵者没有交班给子女。他选择了身为职业经理人的方洪波。这些年，何享健极少在公众场合露面。他最引人关注的一次出场，是在2018年12月18日。在庆祝改革开放四十周年大会上，何享健以“乡镇企业改组上市的先行者”被授予“改革先锋”称号。

创业初期，何享健坚持对外引进先进设备和技术、开发新型产品——敢为人先，不断创新，带领美的在激烈的家电大战中脱颖而出。

我们在2017年末和2018年末两次采访方洪波。印象最深的，是他关于时代和个人命运的感慨。我们听到的是一个企业和企业家的成长，一个民营企业的传承故事。这些故事不仅是个人历史。

—

方洪波是奶奶看护大的。在颠沛流离中，这个强大的女人带着两个幼弱的孩子，用了大约一年半的时间，愣是在安徽的一处山村中找到了离散的丈夫。那是在共和国成立前夜。

方洪波是村子里第一个考上大学的人，那一年他16岁。他成为华东师范大学年龄最小的学生。那是80年代。一个开放的躁动的启蒙的时代，人们对未来抱有太多美好期望。上海人的精明和历史的留痕，让属于它的八十时代保有特殊的气质。在方洪波眼中，这座城市“没有一座高架，没有一条隧道，但是充满了理想和希望”。他是怎样热切地拥抱这个世界呢？方洪波花50块钱给自己买了第一套西装，黑色的。当时一个月的生活费不过20多块钱。

他读历史系，这或许带给方洪波更多不同的东西。他考上了研究生，中美关系和二战史专业，最终却远赴湖北十堰的二汽，成为一个庞大国企中的一滴水。历史跟他开了一个不小的玩笑。

方洪波在总厂工作。每个月拿280多元钱，日常吃用几乎不用花自己的钱。如果他待下去，应该也能够把握命运在那个空间里的机会。

但是历史打开了一扇窗。1992年，“东方风来满眼春”一纸风行，将邓小平南巡的消息公告天下，这篇文章的作者陈锡添正是出自二汽，时任深圳特区报记者。

义无反顾。方洪波如此讲述自己的选择。很多年后，在华东师范大学的一届毕业典礼上，方洪波说，自己这一代人或许生在过去200年中一个最好的时代。

1992年7月，广东顺德北滘镇。方洪波说，去菜市场人家看他的样子、听他说话就跟看耍猴的一样。他成了美的的内刊编辑——在当时的北滘镇，美的在同类企业中排第五。方洪波听不懂一句广东话。那时的国道只有对向单车道，周边都是大水塘。每个月出一期美的内刊，这是方洪波的工作。他开始写稿，他的名字挂着“本报通讯员方洪波”，出现在广东和外省的报纸杂志上。他写的一篇《美的舰长何享健》登上了南方日报的头版头条，编辑部还配发了评论。何享健看到了这个名字。

方洪波和何享健的北滘子弟兵全然不同。他是名校历史系本科生，来自大上海。他的思想活跃，跟他生活的这个时代保持了密切的联系。此后在二汽，虽然看似封闭，但国企那套制度和庞大的体系如何运转，对很多人来说是一个秘密。方洪波有幸零距离见证了这些。

何享健对这个年轻人是否产生了某种兴趣和好奇？答案是肯定的。1994年，何享健第一次带方洪波出差，去深圳看市场。一年后，每次出差他都带着这个年轻人。

1942年出生的何享健比方洪波大25岁。从1968年创业到1993年，他将美的从一个做塑料瓶盖的作坊式村办工厂，打造成了一家上市的空调企业，这是家电行业第一家。

方洪波迎来的第一个考试，是做了广告科长。何享健也许只是想试一把。在南京金陵饭店的饭桌上，何享健用广东话跟方洪波说，你回去接广告科。他看似随意，方洪波几乎误解了老板的意思，猜测他是说要去找找广告科，何享健又跟他说了一遍。这次方洪波听懂了。这样的场景在此后数年中多次重复。每一次何享健不经意地跟他说，你去接一下某某部门。方洪波的选择几乎都是不谈条件地走马上任。广告科经理任上，美的首次

引入了代言人，巩俐。那时候巩俐主演的《红高粱》已经上映。代言合同签了没多久，《红高粱》在柏林影展上拿了金熊奖。方洪波和美的打响了这一炮。

但是，1996年底，当何享健跟他谈要接销售公司总经理的时候，他拒绝了。那是唯一一次。后来他说，当时的总经理极其张扬，连老板都有些管不了他。大半年后，当何享健又一次要求方洪波接任时，他答应了。1997年7月，当了销售公司总经理的方洪波做的第一件事，就是换掉了过去的总经理。事后有人砸了方洪波放在停车场里的一辆新款宝马。何享健要方洪波把车开到美的总部的大门口，让所有人参观。

方洪波撤掉了90%的代理商，一批一批招聘新人，他亲自面试。有董事说，方洪波把本地人全干掉了。有一次何享健问起这件事。他对方洪波说：你想怎么干，就怎么干。

这一年，何享健要应对的是公司发展史上的另一道坎儿。当地政府正力促美的、科隆和华宝三家企业合并。何享健坚决反对。到了1998年，方洪波掌舵销售的美的取得爆发式增长，一举扭转亏损，当年超过合并后的科隆和华宝。2001年，美的完成了管理层收购（MBO），成为一家真正的民营企业。方洪波说，他25岁到美的，也可以说传承了何享健的那种精神，就是开创性，或许可以叫做企业家精神。每一次，即使老板没有说要做的事，他觉得对公司发展有好处，他就会去做。

美的并购是从方洪波开始的。2000年，他担任美的空调事业部的总经理。一年后，他走访大小的冰箱厂谈并购，他认为这是美的扩展的好机会。而后是洗衣机。他盯小天鹅好几年，开始小天鹅卖给一家外资，一年后以3亿元的价格，由当地国资委收回。他当即联系，并取得对方认同，在此后的竞标中，他付出了16.8亿元的价格。据说，投标之前，他跟老板打了一个电话，说，我要做这件事了。电话那一头，老板略沉吟，说：“你定”。

这不是一般的信任，但也不能仅仅拿信任来解释。方洪波说，我的度，在确保公司利益。何总知道我反正为公司好。



方洪波扮演着一个创业家而非职业经理人的角色。即使如此，对于那时的何享健来说，方洪波是一员得用的大将，但是否也只此而已。何享健早就说过，要交班给职业经理人，他一直有意培养接班人，但这个是谁？方洪波后来说，自己那时候绝非第一人选，甚至也不是第二，而是站在第三梯队，甚至第三梯队也不只是他一个人。

2011 年下半年的一天，在当地政府参与的会上，何享健明确，由方洪波在年底接班。方洪波回忆，当时他说了两句话。一句是千里马常有，伯乐不常有；第二，我的定位很清楚。我是过客，美的发展历史上的一个过客，我很尽力。

2011 年，美的营收达到 1260 亿元，2015 年再造一个美的的构想实施顺利。2011 年下半年，美的开始组织变革，彻底实施事业部制。此时，何享健已经觉得可能有事发生，美的一单价值一亿美元的出口订单，一下子亏了好几亿人民币。这是市场给美的最明确的暗示。

但那一年，大部分家电企业营收创了新高，家电下乡给行业又烧了一把火。不过，劳动力和原材料成本上升一直困扰着行业，价格战摊薄了企业利润。全球经济疲软，中国经济从两位数的增长一步步滑落，2011 年勉强站住了 8%。乐观的人们觉得，这只是一次调整，毕竟金融危机已过去三年，中国经济很可能掉头向上。

2012 年 8 月，美的进入了方洪波时代。这一年美的完成了整体上市。何享健退休，出让 20% 给战略投资者，美的的股权结构也发生了变化。方洪波迎接的是一个更好的时代么？

三

外界知道美的颓势要到 2012 年财报披露之后。美的营收锐减 300 亿元，净利润也出现下滑。

这一年方洪波 45 岁。从 25 岁来到这里，他在顺德北滘镇度过了 20 年，这是一个人生命中最好的 20 年，他在这里成家立业，有了两个孩子。他听得懂任何一种带有方言口音的广东话，尽管他不常说广东话。美的已经是一家很中国的公司，外来员工所占比例越来越大。这正是何享健说的，60 年代用北滘人，80 年代用广东人，此后是用全国的人才，进入 21 世纪，是用全世界的人才。

2017 年何享健捐出 60 亿元注入其担任荣誉主席的广东省和的慈善基金会，用以支持精准扶贫、教育、医疗、养老、创新创业、文化传承等。方洪波变成了一个千亿级企业的领导者。他的面容和 20 年前相比变化不大，一眼就可以从老照片中认出他来。他保持了瘦削的身形，只是短发间隙开始露出白发，在照片中大部分时候他不苟言笑。他的脸上棱角分明，这倒很像他的性格。何享健不止一次对方洪波说，你这个人太理性，水至清则无鱼，方洪波自己则说，他不懂得变通，尤其是在处理一些跟利益相关问题的时候。这也让他得罪了不少人——但那是原则问题。

方洪波已经做好了准备。后来他说，中国家电业靠低成本规模扩张的模式，已经走到了死胡同。转型意味着实现产品的领先而非继续做大规模。在我们的采访中，他坦言，当时他是知而不觉，他知道自己要做的事情，但为什么要这么做并不清楚，“这或许就是一种管理的直觉”。

美的开始疯狂地砍产品线，与主营业务不相关的资产全部卖掉了，即使是主营业务里面的，2000 多个型号一下子砍掉了三分之二还多。原本规划设新厂，各地拿了不少地，现在能还掉的全部还给政府，实在不行就卖给别人。美的一下子还掉 7000 多亩地。方洪波还硬性规定，此后不得新设一间厂房，新建一条生产线。

媒体唱衰之声不绝于耳。裁员更是不可避免被骂。乐观的同行相信自己的机会来了，地方政府更是难以理解，美的的到底在做什么？方洪波说，真的是壮士断臂啊。直到 2015 年，中央政府推动三去一降一补。他说，我们最理解那种痛。

最难的时候是 2014 年，股价跌到谷底。董事会出现了意见分歧。有几个老人说，股价跌成这样，足以说明问题。言下之意，方洪波的做法有问题，整个战略导向就错了。

何享健不会不知道这些事。他依然保持着每周和方洪波打高尔夫的习惯。他和方洪波聊天，什么都聊，就是不聊公司的事情。没有人知道，何享健是否曾在某些时候感到了焦虑。



方洪波打了个比方，这种转型意味着什么？一辆车开到了 80 迈，前面已经是万丈深渊，我不能说老板我们先让车子停下来慢下来，然后去做调整，速度要加到 100 迈，我还要实现车道的转换，稍不留神粉身碎骨。在坚决的调整之后，时间给了美的有力的回馈。2015 年，美的一举扭转颓势。这一年，美的营收达到 1200 多亿元，基本上回到了 2011 年的水平，但是净利润是 2011 年的三倍。这家传统的制造业公司类似凤凰涅槃的转型，第一次丰收了果实。

2016 年，美的首次进入财富杂志世界 500 强，位居 481 位，财富杂志中文版将方洪波选作年度商人。2017 年排名 450 位，2018 年排名跃升至 323 位。这家公司在全世界家电企业中位居前三。方洪波最自豪的是，他们的专利拥有量在同行业中世界第一。

2018 年 9 月末，方洪波再次被选举为美的集团董事长兼总裁。在他掌舵美的 6 年中，美的正在从一家家电企业，向全球化的科技集团转型。除了东芝的白电，美的先后收购了德国库卡机器人，以及以色列的一家工业自动化公司。美的将自己定位为一家科技集团，2018 年，公司在科技方面的投入达到了 100 亿元。此时，美的的营收接近 3000 亿元。它也正进入并购整合的关键时期。从全球范围内看，90% 的国际化注定是要失败的，美的如何成为那剩下的 10%？中国的消费品牌鲜有成功的国际化案例，美的能够冲破这样的瓶颈么？

相比 2012 年，这是一次更具雄心也更艰险的变革。2018 年，方洪波为包括自己在内的每个高管配备了三个 90 后逆向导师。他的初衷，就是让高管们能够听到不同的声音。他说，企业做大了，管理层最大的问题即是自以为是。身边的人都是 YES MAN，包括我的周围都是，听不了真实的声音，不知道这个世界发生了什么。不久前方洪波问马云，传统制造企业怎么改。马云说，一个企业要改，一把手想改整个就改了。你一把手挂羊头卖狗肉，下面看着就不想改。2012 年他问过马云同样的问题，马云的答案如出一辙。方洪波说，我们就是这么做的。

在方洪波的表达中很少有波澜，即使说到自己最困难的时候，他始终保持着平和。他保持着作为一个职业经理人的学习能力。早年间他这样学习过财务，学习过并购。他可以毫无障碍的用英语交流，还依然每天晚上花时间听 BBC 英文广播。他保持着对科技的关注，他学习大数据和云计算，他说未必要对技术了解的那么清楚，但是你需要知道他的框架。方洪波喜欢阅读，他偏爱历史。他记得住经济观察报写历史专栏的两个作家——一位写个人历史；另一位纵横捭阖，写更久远的中国古代史。

2018 年 12 月 18 日，何享健荣获党中央国务院颁发的“改革先锋”称号。

据说，不时有企业家跑到美的，跟方洪波讨论有关公司传承的问题，方洪波每一次的回答都一样：美的的模式是不可复制的，你们也学不了。

方洪波也开始考虑传承的问题。他花费更多的精力在人才的培养上。在公司每一个层级，我现在讲得最多的就是用年轻人。方洪波说。一代人有代人的局限，这是毫无疑问的。不过方洪波相信，无论是互联网还是移动互联网，作为企业家的核心要素是永远不会改变的——就是不断地去尝试，不断地去创新，不断地去冒险，不断地自我颠覆，永远地站在时代的前沿。

“重要的，是用什么样的方法、形式和治理机制把这些东西激发出来，让它能够一代一代地传承下去。”



明珞为客户地通集团
提供产品与服务





▲ 明珞装备葛工在地通项目出货前查看调试

用心创造价值

明珞成立于2008年，致力于为汽车制造业和一般工业领域提供智能化工程解决方案，包括白车身及零部件制造系统、动力总成和一般工业自动化系统、高性能焊枪研发、生产及集成，是国内规模最大、综合实力最强的智能装备制造企业之一。

明珞总部

地址：广州市黄埔区开源大道11号C3栋2层

邮编：510530

电话：(+86) 20 66356688

传真：(+86) 20 66356699

销售邮箱：sales@minotech.cn

销售直线：020-62876366

公司网址：<http://www.minotech.cn>

