

## 汽车总装自働化装配应用探讨

张文华

江铃汽车股份有限公司 江西南昌

**【摘要】**随着汽车消费细分市场，客户需求多样性，各主机厂多平台、多车型混线生产模式造成复杂度增加，越来越多的主机厂都在提升总装工艺技术水平，希望采取更先进、更柔性、更智能的装配技术提高产品质量稳定性。本文以精益生产视角结合国内某汽车厂总装装配案例探讨自动化合理应用。

**【关键词】**总装；自働化；自动拧紧；人机协作机器人

### Discussion on application of auto assembly

Wenhua Zhang

Jiangling Motors Co.,Ltd, Jiangxi Nanchang

**【Abstract】** With the segmented market of automobile consumption and the diversity of customer demands, the multi-platform and multi-model mixed production mode of plants has increased the complexity. More and more assembly plants are improving the technical level of final assembly technology, hoping to adopt more advanced, More flexible and smarter assembly technology improves product quality stability. From the perspective of lean production, this paper discusses the rational application of self-reliance combined with the assembly case of a domestic automobile factory.

**【Keywords】** Final assembly; Jidoka; Automatic ; tightening ; Cobot

#### 引言

随着智能制造概念的提出，自动化的探索与应用是汽车行业的进步的必经之路。人们优先想到购进先进的自动化设备是企业最先想到的，设备升级换代，争取在转型创新的大环境下走在竞争对手的前面。但汽车制造总装装配由于其工艺独特特点，行业内总装装配自动化率 12%左右，而冲压、焊装、涂装近几年机器人成本降低、视觉系统应用自动化率达 80%以上。如何合理驱动总装自働化降低制造成本，稳定产品质量，提升产品综合竞争力。

#### 1 国内汽车总装装配自动化现状

第一汽车生产总装装配将汽车各个零部件装配于一体，零件数量众多，各个零件结构差异大，覆盖位置广，自动化设备难以完全取代人工作业，这也是总装自动化率比焊装、涂装低的原因之一。在多数情况下，自动化设备控制和检测精度无法达到人手和眼的灵活程度，无法确保生产和品质的稳定，对应现场的复杂情况，尤其在多品种、柔性化及高

节拍的生产线上，实现自动化的难度很高。

第二总装生产线通常比焊装夹具更具有柔性，在整体尺寸具备输送通过性时，产能无缺口下，一般不会新建总装生产线。且通常现有生产线控制精度难以匹配零件的运动状态，旧生产线基础上改造自动化设备难度大。动态随行自动化对设备设计、加工、安装、零件公差整体精度均有很高的要求，所以目前大多数自动化装配都优先考虑在静态作业条件完成。若将现有动态生产线分段改造为静止状态需要增加停止位，进出过渡段，将占用更多的主线安装工位，改造费用较高，改造周期较长，考虑量产车型市场需求，缺少施工周期。

第三，自动化设备维护保养人员能力需求加高，尤其涉及机器人、视觉系统、电气控制综合能力。目前部分企业没有相应的技术人才储备，或者技术人才培养后非常容易流失，会造成自动化设备导入后，出现问题故障后不能紧急响应造成平均无故障时间缩短、平均维修时间加长影响生产效率。

第四，自动化项目投资大，成本摊销受产品产量影响大。每个企业投入自动化，都会考虑投入、产出、成本和收益。自动化设备投入比较高，缺乏管理会导致运行成本增加<sup>[1]</sup>。

## 2 汽车总装自动化改善阶段

在汽车总装自动化装配方面，在德系汽车主机厂应用较高，奔驰、宝马、大众在国内生产线基本采用整体自动合装模式，部分模块化采用的自动装配方式，国外先进的标杆工厂自动化程度高于国内生产线。德国人喜欢自动化设备。主要是因为他们对设备掌控综合能力足够强。国内汽车行业还处在发展阶段，对产品市场把控性及设备综合掌控能力不具备绝对主导性，笔者建议在自动化运用方便结合企业自身特点，成本、效率、质量、设备能力等综合因素借鉴丰田精益生产理念谨慎选择应用。

在自动化改善领域中分出三个阶段：手工、半自动（自働化）、全自动。第一阶段意味尽量在现有方式中改善作业流程，而不需要大量投入，在手工作业逐步标准化过程中。把标准化的部分交由设备自动完成，人工只要完成的将零件取出、装上，这称之为半自动，在日本也成为 Check-Check line，即为半自动，但设备均具有自働化功能，流程或产品质量出现异常时自动停机或报警<sup>[2]</sup>。

目前很多日本企业处于半自动化状态，不是因为日本不懂全自动的设备，而其抠门精益生产会清晰地告诉他们什么时间应该变成全自动，是否应该变成全自动。也就是我们常说的不一定是最好，但一定要最适合。

## 3 自働化的定义和内涵

随着智能制造概念的提出，购进先进的自动化设备是企业最先想到的，设备升级换代，争取在转型创新的大环境下走在竞争对手的前面。精益生产的创造者丰田汽车公司，却提出了自己的观点，不是自动化，而是自働化，一字之差，却有着本质的区别。<sup>[3]</sup>丰田精益生产 TPS 中两大支柱 JIT 可以理解为是“控制运转，控制数量（Go and Quantity）”的支柱，而“自働化”（Jidoka）可以理解为“控制停止，控制质量（Stop and Quality）”的支柱。“有人字旁的自働化”的意义，将机械拥有人的智慧，能够监测异常状态并自动停止。随着现代技术的发展，如今的设备大都具有自働化的功能，智能化水平也不断提高，因此自働化的理念不仅仅是指设备，还

包含组装线上的人员，“如何让作业员的单纯的动，变成有人字旁的働”。自働化的“自”是指作业者本身，当自己做的作业不行或出现次品时，作业者能自身停止错误重复的操作。当生产线出现异常时，每个作业员都能控制生产线的停止和重新启动。因此自働化可以理解为自动的监控和管理不正常的手段。

## 4 自働化站点应用

### 4.1 分装线自动拧紧站应用

汽车总装底盘分装线设置一般设置为步进式辊道线，此种生产模式下同一个工位拧紧多个相同扭矩点适合应用自动拧紧站，以达到投资最低，效率最高，质量问题目标。如后角模块总成与后副车架连接的自动拧紧设备，完成后悬上摆臂、后下摆臂、前下摆臂与转向节共计六个点的螺栓固定，横向稳定杆支架与前副车架四个拧紧点。其优势如下：智能化，自动获取生产队列识别车型并自动调用对应拧紧程序；自动化，自动拧紧设备与托盘精准定位，匹配不同车型车型适应性自动切换移动拧紧轴及防转机构。稳健可控，数据追溯性防错，拧紧后自动判断结果是否 OK，判定对输送托盘放行及警示提醒

### 4.2 总装前悬带发动机总成、PACK 带滑撬自动转挂应用

乘用车动力总成、PACK 与车身合装通常是通过托盘带工件进行整体举升，动力总成通过分装托盘、PACK 通过滑撬自动整体装载至合装举升设备，减少了二次转载过程及多次人工转载带来风险。带来优点：RFID 实现车型匹配自动防错，设计上分装、输送、合装托盘共用平台化设计，节约维护成本；自动转载无人作业，消除该区域人工作业的安全风险。

### 4.3 后角自动上下件转运机器人应用

目前多连杆结构乘用车后悬挂通常由后角模块、后副车架、多连杆组成，对应由后角装配线、后悬分装线组成。在传统设计中，后角模块分装后采用 KBK 形式吊下生产线产品架上进行中转存储，后悬分装线再用 KBK 将其吊上后悬分装线。两条分装线根据上件位置进行贴近布置，将原来的两套下件、上件 KBK、周转产品架方案调整为机器人直接抓取后角模块防置后悬托盘上，后模块与后悬挂连接由下一个工位作业员人工完成，设备总体投资相差较少，但整体布局设计紧凑，节约场地；后稳定

杆连杆位置设计防错识别，防止夹具损坏；充分应用防错队列，后角模块与后悬线自动匹配车型，避免了员工二次识别零件错装问题，减少产品架推着转运带来质量问题，整体上节约后角模块下件和上件两个作业人员（60JPH 计算），实现高效安全的无人作业。

#### 4.4 人机协作机器人应用

将机器人从安全隔离区释放出来，人与机器人和谐共处，让机器人和人发挥各自的优势进行作业，如将用于滚压、拧紧等方面。如车门下护板 Cobot 机器人自动滚压设备。从安装从一般地坑与地面安装兼容性，无需对生产线输送进行改造；滚压路径通过视觉系统自动引导及压力全自动精准控制，确保质量受控；安装编码器产线 JPH 自适应性调整速度，在设计最大 JPH 能力范围内无需再改造；设备自动获取车型队列识别车型，满足多车型混线生产以实现无人化。本应用与其他应用根本差异是采用视觉系统动态引导满足动态作业。

#### 5 实施自动化主要考虑点

在实施自动化是需要系统性规划与实施，降低推进过程中阻力以确保项目能够顺利成功推进。通

常来说在实际项目过程中面临如下问题较多时，项目可能面临失败的风险。如：经常发生设备故障和异常停止状况、过程没有能力保证产品质量，经常发生不明原因引起的质量问题、没有专业的问题解决人员、没有成熟的问题解决流程、标准化作业没有落实，导致很多莫名其妙的停线、生产停止时，警报装置没有反应、没有成熟停止作业的流程、停止生产的作业流程被作业人员抵制。

有人说：所谓自动化就把重点放在阻止不良品的流动，当发生异常状况时，生产线会自动停止的生产结构体系。这话对，但不全面。停止生产线确实是自动化的必要动作之一。但是，停止生产线不是万能的同时，只是停止生产线是万万不能的所以在自动化推进过程中，要培养快速解决问题的能力，尤其在本企业内首次应用某项新技术时。试想一下，车间内前一秒机器隆隆，一瞬间陷入死寂，然后一大群人无所事事，隔岸观火。时间一分一秒过去，机器还在安静的看着你，使生产处于停产状态下，带来的巨大停线损失，问题又迟迟不能解决时，现场生产系统人员可能会抵制恢复手工装配形式。



图 1 后角模块总成与后副车架连接的自动拧紧站



图 2 前悬分装线前横向稳定杆支架与前副车架自动拧紧站



图 3 动力总成带托盘整体转载



图 4 PACK 滑橇整体自动转载

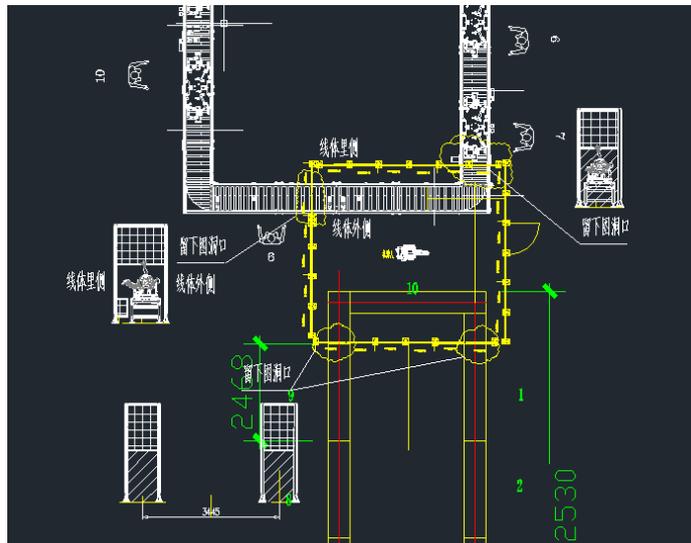


图 5 后角模块分装线与后悬分装线布置

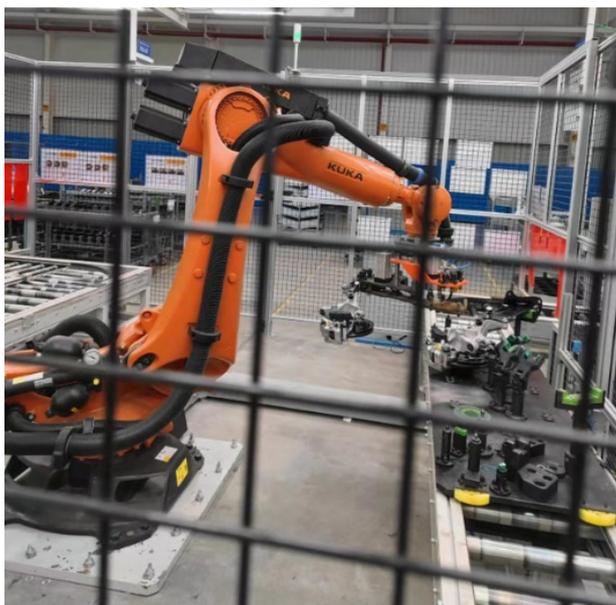


图 6 转载机器人



图 7 人机协作机器人应用

所以,真正实施停线之前,需要先制定完善的停线应急方案和解决问题程序;人员进行合理分工并进行解决问题的培训和能力提高。当这些准备就绪之后,才可实施停线。麻烦和故障不会因为生产停止而消失。为停线而停线,只会带来更大的麻烦。自动化体系下,停线后的快速解决问题才是重点。在总装推进自动化借用精益生产理念从企业自身情况出发先从局部开始,逐步推广到更大范围。

汽车的自动化装配,随着汽车自动化装配技术与装备,<sup>[4]</sup>装配线的规划与仿真等技术提升,总装装配自动化也逐渐在使用机器人自动安装轮胎、机器人替代助力臂抓取座椅、前后风窗玻璃机器人自动安装等应用。

## 6 结束语

先进的装配技术的全部真谛在于应用,在当前智能制造,工业 4.0 驱动下,每家主机厂时刻都在追求自动化,以实现生产速度愈快,生产成本愈低,人员愈少,但现大多数的自动化机器设备设计、制造理念仍有不周之处,并不能完全兼顾复杂变化的多车型场景使用,以企业的生产和技术发展的实际需要及具体条件为导向,只有对合适的产品采用与之相适应的自动化方式进行生产。<sup>[5]</sup>现阶段优先采用自动化(简便自动化 Low Cost Intelligent Automation、LCIA)理念推进,彻底改变传统自动化设备,

盲目追求高速度、大产量及泛用化的高成本的设计观念;而能朝适速化、小型化、专用化的低成本、可以自制的领域发展实现。

## 参考文献

- [1] 孙淑均 王涛.整车装配自动化发展探索和实践[J].汽车制造业.2020年第10期.52-55
- [2] 精益制造之家专栏内容.精益话题第十三期(No.13)
- [3] 沈海琦.“自动化”和“智能化”本质区别.北京中产连
- [4] 刘德忠.装配自动化[M]北京:机械工业出版社,2010
- [5] 于淼.朱博文.钱艺芃.熊丹妮.浅谈现代化机械装配自动化的应用与发展.[J].科学与财富.2020年9期

**收稿日期:** 2022年9月10日

**出刊日期:** 2022年10月25日

**引用本文:** 张文华,汽车总装自动化装配应用探讨[J].工程学研究,2022,1(4):61-65  
DOI: 10.12208/j.jer.20220139

**检索信息:** RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网(CNKI Scholar)、万方数据(WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

**版权声明:** ©2022 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**