



物流技术设备在汽车智能制造中发挥着举足轻重的作用。随着产品竞争日益加剧，如何在供应链各个环节应用统一、专业、标准、高效的物流设备已经成为各大汽车主机厂关注的课题。本文主要讲述了物流技术设备在智能制造生产中与自动化设备之间协同发展。

□ 奇瑞汽车股份有限公司 徐跃宏

浅谈物流技术在汽车智能制造中的应用

近年来，随着国内汽车的快速发展，各大汽车制造企业投入大量自动化设备，兴建自动化装配线，从而提高了劳动生产效率，解决了劳动力成本压力日益增大的问题。但是，由于供应链协作的同步发展还需要加强，制造过程的单方面加速，使得供应链的瓶颈效果立刻显现出来。

物流技术协同发展

制造业是供应链上的一个过程，它的发展与进步受到供应链协同的制约。这就是为什么许多汽车主机厂为了提高生产线的产能，投入大量资金兴建自动化生产装配线，投产之后通过每一个工位的物料上线配送情况，发现人员实际并没有减少，只是将线内的操作人员移到了线外，原来进行的操作活动变成了搬运活动，而且因为工艺设计不合理，造成个别岗位停线后，才能让物料上线，这样降低了生产效率。

一条生产线各个工位的协同，可以消除在线库存，提高生产效率，降低物流成本。工厂与供应商实现供应链协同，整个供应链上的库存会大大降低，供应链与制造效率会实现整体提高。制造过程自动化程度再高，如果没有供应链协同，那么产品高效生产出来是库存，将会导致放空产能。

新技术的应用

1. 数字化应用

在物流全过程中对传统业务流程进行全局数字化改造，充分利用互联网平台，进行数据交换，信息共享；同时，依托自动化物流设备、感知技术、物联网、大数据及智能优化算法等先进技术，对部

分物流业务和系统进行智能化改造尝试，挖掘和寻找传统业务的突破点和新的效益增长点，为智能物流转型升级打下坚实的基础。

（1）数字化排产技术

1）将传统的人工排产转变为数字化排产，可以大幅缩短排产所需时间，快速响应生产需求变化。

2）缩减物料缓存区面积，提高场地利用率，实现精益库存管理。

3）合理安排和配置人员，提升排产工作效率、设备利用率及生产效率，并能调和产能溢缺，减少公用动力，降低各项物流运作费用。

（2）室内定位技术

室内定位技术，配合自动化扫描等各类先进感知技术，实现人、机、料数字化跟踪分析，优化物料配送路径，提升人员效率，提高可动率，精益厂内库存，有效支撑数字化工厂的构建。

系统可以实时发现人、车、设备和作业任务三种关键要素的位置信息，以及作业人员的劳动强度和生理状态，从而合理优化人力资源的调度，实现均衡化的人力资源调度。物料的全程跟踪，实现零部件（尤其贵重零部件）全过程可视化管理。

（3）智能调度技术

在行业内首次尝试应用智能调度算法，通过入厂物流、工厂物流等环节的全局资源调度，高效匹配物料需求与物流资源，实现物流整体效率的大幅提升。

（4）RFID 应用

RFID 又称为无线射频识别，是一种通信技术，可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据，而无须在识别系统与特定目标之间建立机械或光学

接触。

以物料出库为例，使用条形码系统管理需要专门人员操作对每一个条形码逐一扫码，同时，对于物料存放点还需要人工录入，提取物料所需的识别位置。通过使用 RFID，将需要周转的物料或物流器具上附着一枚或多枚电子标签，物料出入库区无须进行人工干预，RFID 系统天线将自动识别电子标签的信息并自动进行登记，同时，物料位置也会被库区内天线自动识别，当物料出库时，系统可以准确地显示物料存放位置、数量及出库时间等信息。

目前物料器具上 RFID 电子标签有时需要多枚，因为电子标签是靠电磁波传输信息，过程中容易受到周围环境影响，被液体吸收、金属等反射，以及物料器具一致性等因素，通过粘贴多枚电子标签，可以提高识别率。

物料管理和生产管理是物联网的主要应用领域。通过 RFID 技术对生产物料按统一的规则建立编码，从而改变物料供应的无序状态，防止不必要的损失和混乱。同时通过 RFID 可以实现生产线的自动化，快速准确地找到所需的零部件，及时将其送至生产线工位，实现在整个生产线上对材料、零件、产品的识别和跟踪，降低识别成本，减少出错率，提高生产效益。

(4) 模拟仿真技术

在物流系统整体规划方面采用模拟仿真软件，仿真整个物流过程中的瓶颈、预知风险，工程师可以直观地进行物流线路分析、生产线制造能力评估，分析和优化生产线的缓冲区域面积尺

寸等，从而找出瓶颈点并进行优化，制定最佳的物流控制策略，定义精确的制造系统参数等。

- 1) 建立生产线工艺、物流的 3D 可视化模型。
- 2) 物流过程的约束和瓶颈分析。
- 3) 设备工装等资源利用率分析。
- 4) 生产过程中的调度、排序的仿真分析。
- 5) 输出相应工艺文件。

以某车型工位器具项目总投资为 100 万元为例，降低投资成本案例分析见表 1。

2. 物流技术设备应用

(1) 自动化立体库

建立穿梭车、堆垛机等在内的不同形式立体库，用于包括发动机、变速器和白车身在内的多种标准化大型零部件及总成件的自动化存储，提升了仓储面积利用率和物流作业效率。

(2) SPS

目前汽车生产装配线通常需要满足至少 2 款以上车型混线生产，在工位数不变前提下，线边有限物料存储空间成为限制生产线柔性化和生产效率的瓶颈。同时不同车型差异件较多，原有物流模式极易产生错装、漏装等质

量问题，如图 1 所示。

丰田汽车推出一种新的基于配套的物料处理系统成套装配系统，以降低装配领域的复杂性并提高质量，其优势如图 2 所示。

- 1) 将零部件分拣与装配作业分离，使工人更专注于装配作业，减少了人工失误。
- 2) 取消了线侧的固定物料器具，改为流动性随行料车，不仅缓解线侧物料存储空间压力，还避免差异件错装、漏装发生，从而提高装配质量。

SPS 系统核心区在物料分

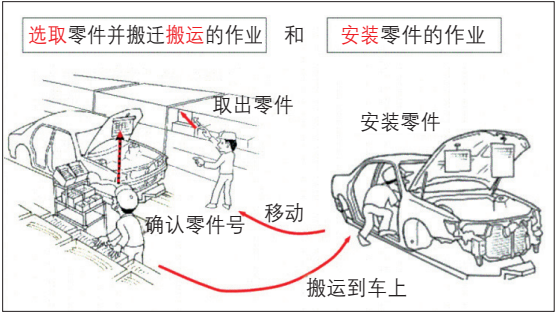


图 1 未实施 SPS 时生产线

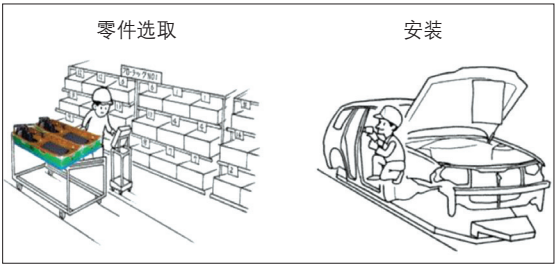


图 2 实施 SPS 后的生产线

表 1 降低投资成本案例分析

费用分摊	利用数字化设计措施	收益
供应商 40%=40 万元	1. 数字化仿真减少后期方案变更。 2. 通过共享平台对设计验证。 3. 典型工艺标准化及再利用。	减少 5%=2 万元
资源利用 30%=30 万元	1. 通过对比分析对闲置器具再利用。 2. 减少错误发生率。 3. 提高设计的可靠性。	减少 6%=1.8 万元
人工工时 25%=25 万元	1. 通过人机工程分析优化操作强度等。 2. 通过人机工程分析使操作错误率最小化。	减少 5%=1.25 万元
场地成本 5%=5 万元	1. 通过数字化仿真模拟合理产线及库区布局，提高空间利用率。 2. 改善物流设计方案。	减少 2%=0.1 万元



拣区，通过 MES（制造执行系统）和 ERP（企业资源计划）系统的相互衔接，MES 系统自动将生产订单信息分解为车型生产信息，SPS 系统将主动获取的车型信息分解为详细的装配 BOM（物料清单）清单，并以亮灯的形式告知物流分拣作业人员正确取料。操作者依据亮灯指示，可以轻松、准确地物料分拣区零部件料架上取出零部件并放置在 SPS 小车上。在零部件料架投料端同样采用指示灯进行指示投料。物流分拣作业人员使用 PDA 工具扫描零部件包装上的二维码，SPS 系统自动识别零部件信息并点亮相应物料的投料口指示灯。物料投料端和取料端均采用亮灯指示模式。投完料或取完料后，人工拨动料架上的拨灯系统开关熄灭指示灯，确认投料与取料的正确性。

SPS 台车由 SPS 小车和 AGV 2 部分组成。AGV 负责将 SPS 小车按照事先规划路线输送到指定工位再将空的 SPS 小车返回至物料分拣区。物流分拣作



图 3 SPS 物流上车

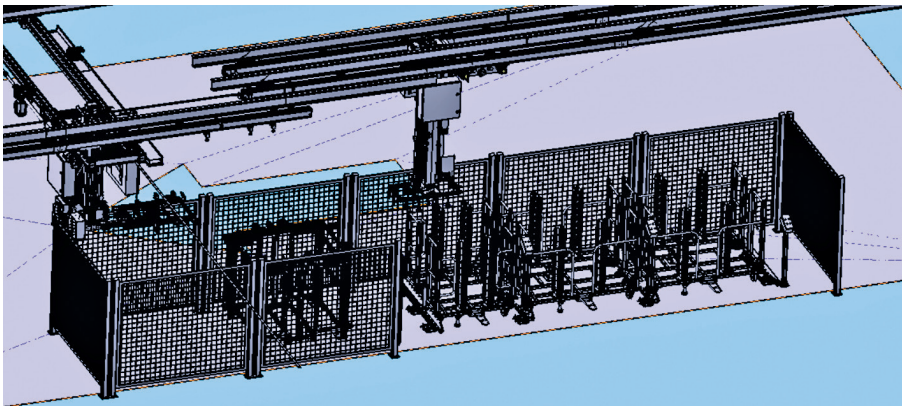


图 4 工位线边天窗精定位料车车位布局

业人员从料架上将取出的零部件摆放在 SPS 小车配餐托盘上固定的位置，每台 SPS 小车摆放一台份当前车型工位所需装配的零部件（图 3）。

（3）精定位料车

随着生产线自动化设备不断投入与提高，传统的物流器具已经无法满足自动化设备的取料需求。为了减少二次搬运带来的人工、效率成本，物流器具不仅要满足传统存储功能，还要提高其零部件定位精度以及方便自动化设备取料衔接。

天窗精定位料车如图 4 所示。生产线边根据车型设置多个天窗库位，料车采用自动摆杆结构水平放置天窗，线边库位有定位轨道，料车通过定位轨道推至库位，取料机械手根据 MES 与装配线同步获取装车信息在相应库位抓取天窗零件。

自动化取件的成功率与零件在生产线旁的绝对姿态紧密相关。自动化取件分为两个阶段，现阶段多采用固定轨迹从工位器具内抓取零件，由于机器人取件采取固定轨迹，对零件姿态要求较高，工位器具自身尺寸公差及零件在器具内的活动空间较小，以防止零件在输送过程中的窜动

影响零件姿态及抓件。因此，固定轨迹取料模式下工位器具制作成本及维护成本较高。

第二阶段为机械手采取活动轨迹抓取零件，即自动化视觉取料。机器人抓手上集成摄像头，在视觉系统的辅助下从工位器具内抓取零件。其工作流程为抓取零件前，由摄像头先对零件特征点（一般选取零件尖角和销孔等易于识别的特征点）进行拍照并与视觉系统内零件的标准姿态值进行比对，引导机械手调整位置，从而实现零件的抓取。与固定轨迹取料模式相比，视觉抓件模式对零件姿态要求相对较低，对器具尺寸公差和零件间隙的要求更低，有利于降低工位器具的制作及维护成本，因此自动化视觉系统取料模式将是未来发展趋势。

结束语

随着制造过程能力不断提升，价值链中的供应链瓶颈越来越显现。企业对供应链协同的认知会越来越强，也会越来越重视。因此，企业越早看到这个瓶颈，越早打破这个瓶颈，制造业升级的效益会越好。AI