

白车身高柔性4+N车型自适应切换系统开发与应用

李磊 毕愿江 马立新 林增宇 戚才人

(一汽模具制造有限公司, 长春 130013)

摘要:为适应汽车快速更新换代,提高生产线柔性制造能力,设计了一种基于4种车型,可扩展满足多车型线上线下载体随机切换焊接夹具的快速柔性切换系统。该系统结合物流转运和线外夹具库自动存取技术,解决了汽车焊装多车型柔性、快速切换、精准定位、夹具存储问题,突破了多种车型随机切换的技术难题,提升了焊装生产线柔性及利用率。

关键词:汽车焊装 多种车型 快速切换 柔性能力 夹具存储

中图分类号:U466

文献标识码:B

DOI: 10.19710/J.cnki.1003-8817.20220203

Development and Application of Self Adaptive Switching System for Highly Flexible 4+N Vehicle Body-In-White

Li Lei, Bi Yuanjiang, Ma Lixin, Lin Zengyu, Qi Cairen

(FAW Tooling Die Manufacturing Co., Ltd., Changchun 130013)

Abstract: A fast and flexible switching system based on four models was designed, which could be extended to meet the requirements of random switching welding fixtures online and offline for multiple models, to adapt to the rapid upgrading of automobiles and improve the flexible manufacturing ability of production line. Combined with logistics transfer and automatic access technology of offline jig library, the system solved the problems of flexibility, fast switching, precise positioning, jig storage, made breakthrough in the knotty technical problems of random switching of multiple models, and improved the flexibility and utilization rate of welding production line.

Key words: Automotive welding, Multiple model, Quick switching, Flexibility, Fixture storage

1 前言

随着社会进步和生产水平逐步提高,全球汽车市场发生了巨大变化,车企竞争加剧,车型消费呈现多样化、个性化、差异化、扁平化。传统汽车批量生产模式无法适应当下及未来发展,一种可适应市场动态变化与车型换代频率增加的生产模式应运而生,即高柔性生产模式。

高柔性生产模式区别于一般柔性生产模式,不仅需要适应车型数量大幅增加,同时能够做到

车型快速导入导出,在车型数量及新车型导入时间2个维度上都有质的提升。符合要求的高柔性生产系统已经成为国内外汽车制造业重点研究的课题。

2 传统柔性技术

2.1 柔性夹具技术

柔性夹具技术是指通过夹具自身柔性部件的使用,使夹具具备一定的柔性能力,在产品尺寸、形状发生一定变化时,夹具还能适应这种变化并

作者简介:李磊(1987—),男,工程师,学士学位,研究方向为汽车焊装工艺。

基金项目:2021年度一汽自主创新(关键核心技术研发)重大科技专项(20210301031GX)。

参考文献引用格式:

李磊,毕愿江,马立新,等.白车身高柔性4+N车型自适应切换系统开发与应用[J].汽车工艺与材料,2023(4):18-23.

LI L, BI Y J, MA L X, et al. Development and Application of Self Adaptive Switching System for Highly Flexible 4+N Vehicle Body-In-White[J]. Automobile Technology & Material, 2023(4): 18-23.

继续使用。常见夹具柔性机构如下^[1]。

a.气缸切换机构。通过气缸开闭位置,进行定位部件切换,满足不同产品定位位置差异性需求,具备躲避产品及焊接工具操作空间的功能,但受空间布置限制,柔性能力一般为2种车型,如图1所示。

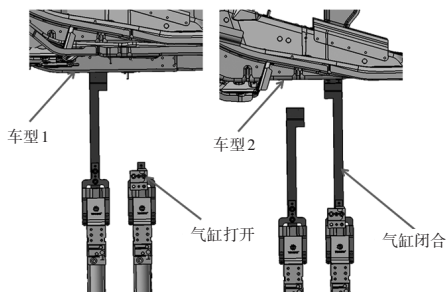


图1 气缸切换定位装置

b.滑台切换机构。通过滑台,使整个定位部件位置移动,多用在宽窄、长短等系列车型柔性生产中,柔性能力为2~3种车型,如图2所示。

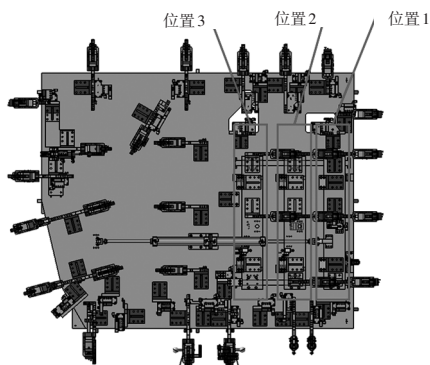


图2 滑台切换机构

c.风车切换机构。多用于地板定位夹具,风车沿Y轴90°挡位旋转,切换定位销部件,实现定位孔径不同的车型产品混流,为保证风车转动平稳,要求定位孔坐标接近,柔性能力为4种车型,如图3所示^[2]。

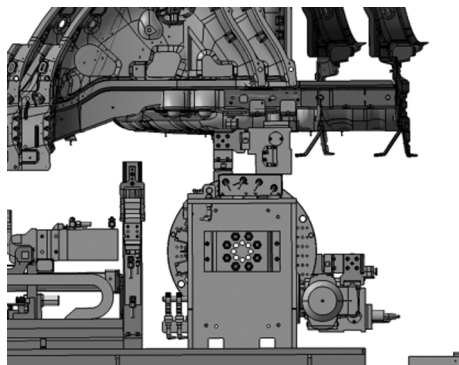


图3 风车切换机构

d.NC切换机构。可以实现X、Y、Z方向在一定

范围内位置移动,但要求不同车型的定位孔径必须一致,如图4所示。



图4 NC切换机构

2.2 夹具切换柔性技术

夹具切换柔性技术是指通过外部设备,对夹具进行整体切换,提高生产线生产车型数量,由于受工艺面积、节拍因素影响,传统切换模式的柔性能力一般在6种车型以内。

汽车焊装生产线发展过程中,创造了许多种切换夹具的机构和设备,原理均为在线体内存放夹具,需要时通过机构快速对夹具切换,让正确的夹具移动到工作位置,以下列举3种常见且有代表性机构或设备。

a.转台(图5)、转毂(图6)设备。通过旋转实现夹具快速导入、导出,可以实现2~4种车型柔性。优点为切换速度快、结构稳定、占用空间小,缺点为无法进行车型拓展。

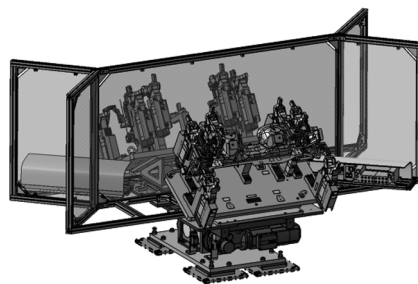


图5 转台设备

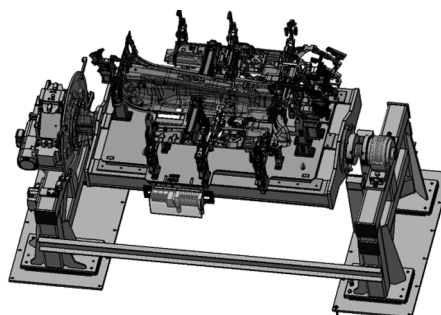


图6 转毂设备

b.线内夹具库自动切换机构。该机构本质为在线体内建立夹具存储库,需要时从库内调出夹具到工位固定,可适用于大型夹具,典型机构为主拼OPENGATE及其各种衍生机构。该类型机构优点为结构稳定可靠、定位精度高,缺点为占地面积大、切换时间长、受工艺面积约束,常见柔性为6种车型,如图7所示。

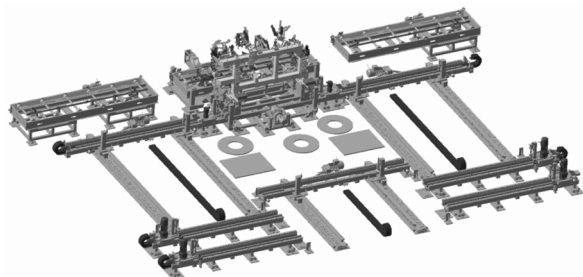


图7 OPENGATE 柔性切换机构

c.机器人搬运切换。框架夹具摆放在线体机器人工作范围内,依靠机器人的灵活性进行抓取切换,典型结构为主拼龙门框架飞行夹具,如图8所示。

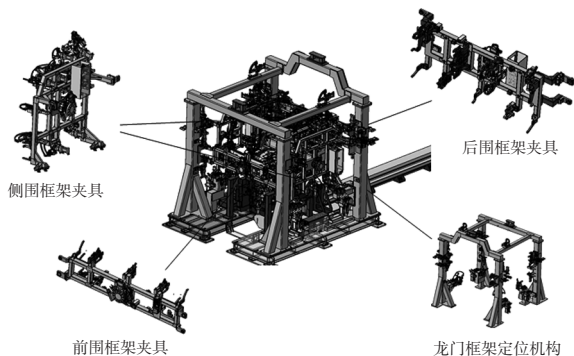


图8 龙门框架飞行夹具

以上柔性方式均受外部因素影响,导致汽车焊装生产线柔性能力有限,一般在6种车型以内,这也是导致焊装生产线体柔性无法拓展的主要原因。

3 高柔性4+N车型自适应切换系统

3.1 开发目的及路线

为解决焊装线体柔性能力不足问题,实现生产线柔性能力质的突破,从而适应汽车产业向车型多样化、个性化、差异化、扁平化发展,需要开发一种切换快速、定位精准、车型柔性数量更多、车型导入时间短的焊装车型柔性系统。

高柔性4+N车型自适应切换系统是在这种背

景下进行开发,即基于夹具切换柔性技术,使用4面转台和4库位滑台为基础,沿用其定位准确、结构稳定、切换快的优势,实现生产线内车型切换快速准确。同时放弃了传统夹具切换形式依赖生产线内进行全部夹具存储的思路,改为线内存储4个车型,4个以上的车型夹具存储在线外夹具库中,在生产间隙,使用AGV或人工进行转运,依据生产计划自适应切换夹具。理论上线外夹具库容量足够大,在不占用线体工艺面积情况下,能够实现N种(无限)车型切换,基于该原理开发了高柔性4+N车型自适应切换系统。

3.2 转台4+N柔性切换系统

转台4+N柔性切换系统以转台为主体,创新设计切换机构,进行不同车型夹具切换。主要适用于门盖或尺寸相近产品焊接夹具的柔性切换。该柔性切换系统线内产品切换时间为6~8s,线外切换可通过物流提前调度,转台切换机构切换夹具时间为36~40s,应用布局如图9所示。

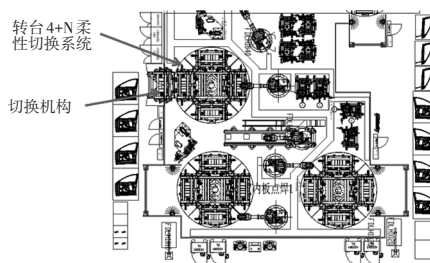


图9 转台柔性切换系统应用平面布局

3.2.1 转台4+N柔性切换系统主要结构及作用

转台4+N柔性切换系统主要核心机构有四面转台、转台框架、夹具托架、切换小车,如图10所示。

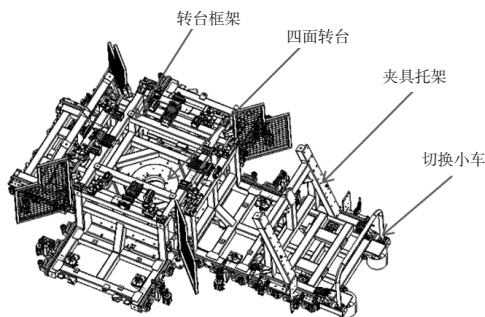


图10 转台4+N柔性切换系统结构示意图

该系统对传统转台结构中的转台框架进行了结构创新,在转台框架与车型夹具之间增加了夹具托架,通过夹具托架与转台框架衔接、脱离进行

速切换机构上进行转运。在工作位置,使用锁死气缸、限位块以及圆柱定位销对夹具进行精定位。夹具转接机构如图15所示,快速切换机构如图16所示。

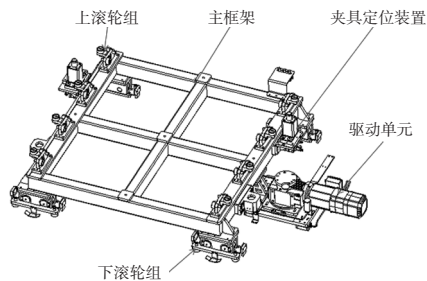


图15 夹具转接机构

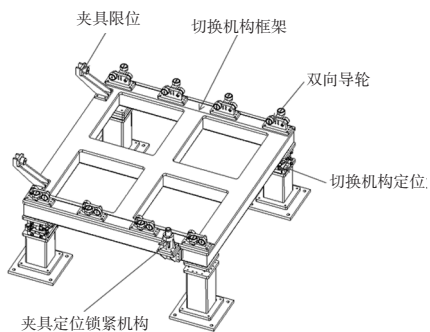


图16 快速切换机构

夹具转接机构设计上、下2套滚轮组,下滚轮组与滑台驱动传动机构配合,在驱动单元驱动下,可以将夹具沿X向转运到工作位。上滚轮组与夹具配合,在库位驱动单元驱动下,将夹具进入库位,进而进入到快速切换机构上。

由于滑台柔性设备可以进行大型重载夹具切换,所以该场景设计取消了人工转运形式,使用电动叉车或AGV自动设备进行转运,当夹具进入快速切换机构,自动转运设备将快速切换机构及上面的夹具一同转运到线外夹具库进行储存。

3.3.2 工作流程

滑台4+N柔性切换系统实现功能与转台4+N柔性切换系统一致,工作流程相近。

线体内,夹具通过夹具转接机构将夹具从库位转运至工作位,气电快插设备接入后即可开始工作。

线体外,需要进行夹具导入导出时,先将夹具通过滑台驱动传动机构转运至快速切换机构,使用定位锁紧机构将夹具固定。通过PLC控制电动叉车或者AGV将快速切换机构整体转运至夹具库

内存储,同时将夹具库内的夹具导入到该快速切换机构上,再转运回线体内,反向将夹具用同样方式切回到滑库位中。

3.4 夹具存储库

夹具存储库用于车型夹具出入库、缓存,并获取和管理夹具信息。存储库由多层货架、堆垛机、出入库夹具定位装置组成,如图17所示。

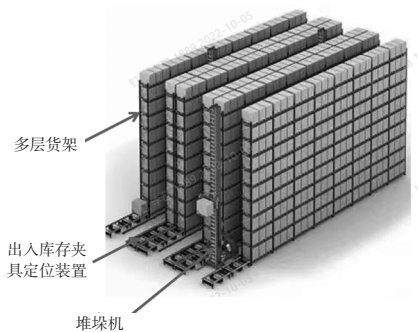


图17 夹具存储库示意

夹具出入库流程如下。

- a. 夹具入库前,经过人工检验工位,操作人员通过扫码枪扫码,显示屏显示夹具对应属性信息。
- b. 人工确认后将对对应夹具放入出入库夹具定位装置,完成工作后按下确认完成按钮。随后将转运小车移动至出料口处。
- c. 夹具库得到出库请求,堆垛机先进入库内,将对应夹具取出,放置出库口,然后将入库夹具送至空出位置,同时仓储系统记录物料信息。
- d. 夹具存储库仓储管理系统具备智能选择同类库位功能,能够以优路径完成夹具切换。

4 柔性技术性能对比

本文所述3种柔性技术的性能对比如表1所示。

表1 柔性技术性能对比			
名称	柔性能力	工艺面积	一次投入成本
夹具内部柔性技术	有限	小	低
夹具切换柔性技术	有限	中	中
4+N 柔性技术	无限	中	高

上表性能对比,4+N柔性系统可极大拓展车型柔性数量。由于需要建立夹具库,增加物流转运工作,建设一次投入成本增高,但夹具库建设完成

后,后续车型导入成本会大幅度降低。同时该系统可以缩短车型导入周期,也可以适时对线体进行分段调试,最大限度降低了新车型融入对原有车型生产的影响,所以4+N车型自适应切换系统各项性能优势突出,适应当前汽车行业发展趋势。

本技术成果实现了汽车焊装生产线无限车型柔性切换可能性,同时保留了快速切换、精准定位的优势,与先进的仓储系统相结合,实现夹具集中存储及调度。模具公司独自研发的4+N柔性切换系统,形成具有自主特色的柔性结构,实现了焊装柔性切换技术的自主掌握,突破多种车型随机切换的技术难题,该技术成功应用于繁荣新能源项目焊装生产线,如图18、图19所示。



图18 转台4+n柔性切换系统在生产示范应用

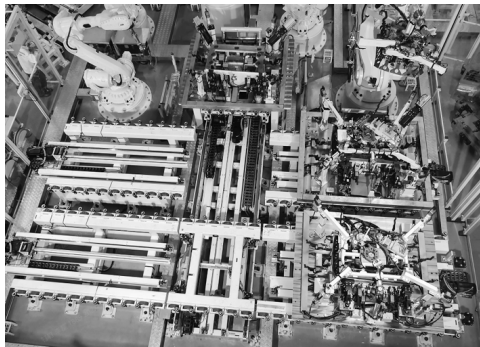


图19 滑台4+n柔性切换系统在生产示范应用

参考文献:

- [1] 胡国雨,段国强. 汽车焊装生产线的柔性化分析[J]. 福建质量管理, 2016(2): 179-179.
- [2] 刘国斌. 白车身焊装线柔性方式研究[J]. 企业科技与发展, 2019(11): 28-30.