

皮卡车与重型载货汽车白车身焊接共线生产可行性分析

贾江峰 楚新南 张雨 何召金

(中国重汽集团济南商用车有限公司, 济南 250000)

摘要: 为降低生产投资,从平台兼容性、生产工艺适配性、生产线柔性化能力和物流管理4个方面,对重型载货汽车和皮卡车白车身焊接共线生产的可行性进行了分析,经论证:平台兼容性方面,二者具有相似模块架构;工艺适配性方面,可采用同类焊接和涂胶工艺;生产线柔性化能力方面,可采用高柔性化机器人生产系统;物流管理方面,有多元化高效物流系统,其共线生产具有较强可行性。

关键词: 共线生产 平台兼容性 生产线柔性化 物流管理

中图分类号:U466

文献标志码:B

DOI: 10.19710/J.cnki.1003-8817.20250055

Feasibility Analysis of Co-Line Production of BIW Welding for Pickup and Heavy Duty Truck

Jia Jiangfeng, Chu Xinnan, Zhang Yu, He Zhaojin

(Sinotruk Jinan Commercial Vehicle Co., Ltd., Jinan 250000)

Abstract: To reduce production investment, this paper makes feasibility analysis of co-line welding production for heavy-duty trucks and pickup BIW from 4 aspects: platform compatibility (sharing similar modular architectures), process adaptability (employing compatible welding and gluing techniques), production line flexibility (utilizing highly adaptable robotic systems), and logistics management (leveraging diversified efficient logistics) — all demonstrating strong viability for the co-production approach.

Key words: Co-line production, Platform compatibility, Production line flexibility, Logistics management

1 前言

随着我国对皮卡车限制政策的逐步放宽,皮卡车越来越受到用户的青睐,其既具有轿车的驾驶体验,又有较强的载货能力和越野能力,市场占有率逐渐提高。但皮卡车市场需求量小,单一皮卡产品很难支撑车企的生存和发展,因此,多数主机厂将皮卡作为一个产品系列,同时生产和销售多种其他产品,如SUV、轿车、轻型载货汽车等。因此,重型载货汽车企业可考虑将皮卡车驾驶室焊接工序融

入重型载货汽车驾驶室焊接生产线,既可满足产品的生产需求,也可避免过高投资,可待产品市场稳定后再考虑建设高产能的皮卡车生产线。

本文针对皮卡车和重型载货汽车白车身共线生产可行性进行分析,从多维度进行综合评估。

2 平台兼容性

2.1 模块化架构

重型载货汽车的工作特点决定了其均采用非

作者简介:贾江峰(1987—),男,工程师,学士学位,研究方向为汽车制造技术。

参考文献引用格式:

贾江峰,楚新南,张雨,等.皮卡车与重型载货汽车白车身焊接共线生产可行性分析[J].汽车工艺与材料,2025(6):41-45.

JIA J F, CHU X N, ZHANG Y, et al. Feasibility Analysis of Co-Line Production of BIW Welding for Pickup and Heavy Duty Truck[J]. Automobile Technology & Material, 2025(6): 41-45.

承载式结构。皮卡车产品存在非承载式、半承载式和承载式结构,以非承载式为主。因此,重型载货汽车和皮卡车的驾驶室架构相似,可以划分成相似的模块。

重型载货汽车车身(又称驾驶室)的组成结构可分为车门总成、顶盖总成、左右侧围总成、地板总成、后围总成和前围总成,如图1所示。

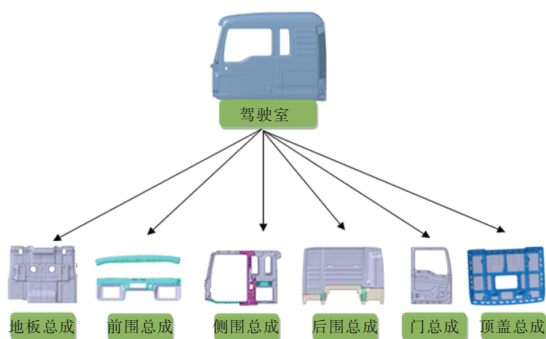


图1 重型载货汽车驾驶室结构

皮卡车车身可分为车门总成、顶盖总成、翼子板总成、发动机罩总成、地板总成、前舱总成、左右侧围总成、后围总成和货箱总成,如图2所示。

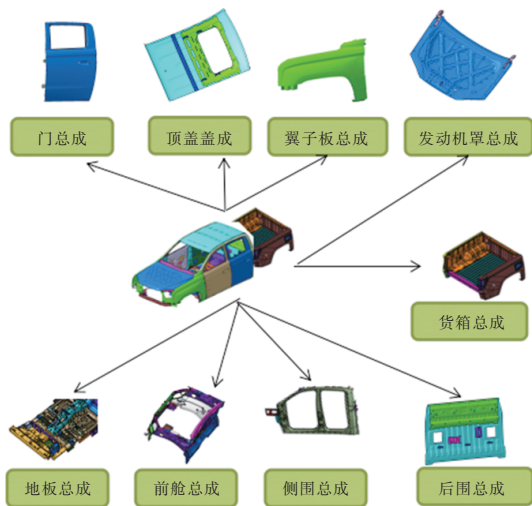


图2 皮卡驾驶室和货箱结构

从图1、图2可知,两者的共同之处较多,包括地板总成、顶盖总成、左右侧围总成、后围总成和车门总成等,相似的结构可采用相近的生产工艺,为共线生产提供可能。

根据白车身组成结构特点,并参考业内白车身焊接生产线的建设经验,工艺流程采用分总成工作站+组焊生产线的模式。分总成工作站可满足重型载货汽车车身1个分总成的焊接作业,同时可满足皮卡车车身1个分总成的焊接作业。同一

个工作站的分总成选择对设备选型、工装夹具配置及物流输送均有较大影响,如焊接机器人的数量及型号、抓手类型及数量、焊枪型号等。合理的分总成组合可提高生产效率、节约投资、降低生产成本。

通过分析重型载货汽车和皮卡车结构,可将分总成分为2大类进行组合:一类是相似度较高的,相似维度包括作用、结构、零部件组合工艺等,该类分总成包括车门总成、左右侧围总成和地板总成;另一类是相似度较低的,该类分总成的组合可综合考虑产品件的结构和物流去向,总成工作站的下线产品件去向为主焊线和调整线,考虑将去向相同或相近的分总成组合,可简化下件物流路线,降低物流压力。

为确定分总成去向,需提前确定主焊线和调整线的工艺布局。主焊线的主要任务为焊接车身驾驶室主体结构,综合考虑组焊工艺和生产节拍,主焊线的工位施工内容规划如表1所示。

表1 主焊线工位表

工位序号	重型载货汽车	皮卡车
工位1	前围内板总成+地板总成	前地板+后地板+机舱+左右门槛
工位2	高位螺柱焊	高位螺柱焊
工位3	左右侧围内板+后围总成+风窗上骨架	左右侧围总成+后围板总成+顶盖前后横梁
工位4	驾驶室本体内板补焊	驾驶室本体补焊
工位5	左右侧围外板	顶盖总成
工位6、7	驾驶室本体2次补焊	驾驶室本体2次补焊
工位8	自动弧焊+打码	自动弧焊+打码
工位9	在线测量	在线测量
工位10	下线工位	下线工位

主焊线施工内容主要是冲压件定位、点焊、部分弧焊、在线测量等,均由机器人完成,为全自动化生产线,但部分工作机器人不能完成或由机器人完成成本偏高,如门的安装、通过铰链将门固定在车身骨架上、小支架焊接等,因此,需建设一条调整线,主要用于驾驶室总成弧焊补焊、门盖类零件的装调、驾驶室精整等,调整线的工位施工内容规划如表2所示。

表2 调整线工位表

工位序号	重型载货汽车	皮卡车
工位1	驾驶室上线	驾驶室上线
工位2~4	底部及内、外部弧焊、支架焊接	底部及内、外部弧焊、支架焊接
工位5	打磨抛光	打磨抛光
工位6	两门装配	后门装配+调整
工位7	两门调整	前门装配+调整
工位8	顶盖装配	翼子板装配
工位9	前围模块装配	发动机罩装配
工位10	灯检	灯检
工位11	Audit评审	Audit评审
工位12	下线	下线

皮卡车的货箱无法与重型载货汽车驾驶室共线生产,完成上述设计任务后需单独焊接组装。货箱分为货箱后门和货箱总成,完成2个总成的装配后与驾驶室配对,输送至涂装车间。

根据上述分总成的去向位置,可对重型载货汽车和皮卡车分总成进行如下组合:

a. 重型载货汽车前围内板总成和皮卡车后地板总成组合为一个工作站,上述2个总成件下线后均运送至主焊线工位1,物流去向相同。

b. 重型载货汽车风窗上骨架总成和皮卡顶盖总成组合为一个工作站,下线后均运送至主焊线,差异为重型载货汽车总成送至工位3,皮卡车总成送至工位5,物流去向有重合,差异较小。

c. 重型载货汽车前围模块总成和皮卡车发动机罩总成组合为一个工作站,下线后均运送至调整线工位9,物流去向相同。

d. 重型载货汽车后围总成和皮卡车的后围及货箱组合为一个工作站,后围均运至主焊线,物流去向相同。货箱运至单独装配区。

e. 重型载货汽车顶盖总成和皮卡车翼子板总成组合为一个工作站,下线后均运送至调整线工位8,物流去向相同。

经过不同维度分析设计,完成工作站的建设,如表3所示。

2.2 材料一致性

重型载货汽车与皮卡车的驾驶室均由冲压件组焊完成,重型载货汽车冲压件材料主要有冷轧

低碳钢(如前围内板内层,材料代号为DC05,厚度为1.5 mm)、低合金高强度钢(如螺纹板,材料代号为GB/T 709/Q420B-GB/T 3274,厚度为8 mm)、冷轧高强度低合金钢(如纵梁中部加强板总成,材料代号为HC260LA-2.5-Q/BQB419,厚度为2.5 mm)。

表3 工作站分配表

工作站代号	重型载货汽车总成	皮卡车总成
UB	地板总成	前地板总成
BS	左右侧围内板和外板	左右侧围总成
DR	左右车门总成	左右车门总成
FC	风窗上骨架总成	顶盖总成
RW	后围总成	后围总成+货箱总成
RO	顶盖总成	翼子板总成
FW	前围内板总成	后地板总成
FM	前围模块总成	发动机罩
PU		货箱装配区

皮卡车冲压件材料主要有冷轧低碳钢+镀锌(如前围板本体,材料代号为DC51D+Z-0.8-QBQ403,厚度为0.8 mm)、无间隙原子高强度冷轧钢(如前地板,材料代号为170P1,厚度为0.7 mm)、冷轧高强度低合金钢(如左前横梁加强板,材料代号为HC340 LAD+Z-2.0-Q/BQB419,厚度为2.0 mm)、汽车结构钢(如门槛内板后段内加强板,材料代号为Q/BQB310 SAPH440-2.0PT.A,厚度为2.0 mm)。

经统计,重载货汽车和皮卡车冲压件使用材料均为钢材,材料类型相同或相似,为共线生产提供可能。

3 生产工艺适配性

3.1 焊接工艺

重型载货汽车驾驶室白车身以点焊与弧焊为主要焊接方式^[1]。在点焊过程中,利用电极施加压力,通过瞬间强电流在焊件接触点形成电阻热,使接触点金属迅速熔化结晶形成焊点,实现金属部件的连接。弧焊时,以电弧为热源,使焊丝熔化填充焊缝,从而完成焊接。皮卡车驾驶室白车身同样采用点焊和弧焊。

通过对比2类车型焊接工艺参数,虽然在具体数值上存在一定差异,但点焊和弧焊的工艺原理高度一致,且参数波动区间存在重合。因此,对焊

接设备参数进行精准调控与优化后,同一生产线能够满足重型载货汽车和皮卡车驾驶室白车身的焊接工艺要求。

3.2 涂胶工艺

在重型载货汽车和皮卡车的生产过程中,部分冲压件在焊接前需涂覆功能性胶。以车门外板与内板总成的制造为例,重型载货汽车和皮卡车均需在贴合前涂覆折边胶和膨胀胶。折边胶的主要作用为增强折边处的连接强度,防止因应力集中导致的开裂;膨胀胶则具有优良的弹性和高膨胀率,能够有效吸收和缓解冲击能力,填充间隙,有效提升驾驶室的密封性和舒适性。皮卡车后围外板和内板总成贴合前需涂点焊胶,点焊胶能够在点焊过程中优化焊点质量,增强焊接部位的强度和密封性。

经统计,重型载货汽车和皮卡车的分总成组焊工艺涉及点焊胶、膨胀胶、结构胶和折边胶的涂刷。不同类型的胶具有不同的工艺参数,如涂胶量、涂胶速度、固化温度和固化时间等。由于冲压件和缝隙的尺寸不同,重型载货汽车和皮卡车的产品件涂胶量存在差异;由于生产节拍不同,重型载货汽车和皮卡车涂胶速度存在差异,但上述2个参数均可通过自动涂胶设备的程序调整进行控制,以满足不同车型的生产需求。在固化条件上,两者通常均采用自然固化。

综上所述,重型载货汽车和皮卡车功能性胶的使用种类、设备兼容性等方面具备诸多相似性,具备共线生产的可行性。

4 生产线柔性化能力

4.1 设备灵活性

随着智能制造技术的发展,焊接线自动化率越来越高^[2-3]。为满足白车身的生产,需配置的主要设备和工装器具有机器人、焊枪、抓手等。根据重型载货汽车和皮卡车产品件的质量、尺寸及工作范围要求,可选择满足要求的机器人,分别编制动作程序,根据产品件调用对应程序,实现2种车型的快速切换。机器人配置快换盘可快速更换焊枪和抓手。随着计算机图形处理技术、机器人视觉识别技术、焊接自动追踪技术的发展,未来的焊

装生产线将更加智能^[4-5]。从设备支持多车型程序切换的灵活性角度分析,重型载货汽车和皮卡车具备共线生产的可行性。

4.2 夹具柔性切换

夹具是确保冲压件焊接质量、效率和一致性的核心装置。夹具结构越简单,稳定性越高,质量越小。重型载货汽车和皮卡车的平台不同,为保证驾驶室焊接精度的同时减少夹具的种类和数量,考虑同平台车型的夹具共用,不同平台车型的夹具不共用。在产品生产过程中,重型载货汽车夹具与皮卡车夹具需要经常切换,能否实现夹具快速切换直接影响焊接工作站的生产效率,因此,需要设计高效的夹具切换系统。

本文中生产线采用“小库+大库”的形式。“小库”为工作站内的夹具库,存放2~3个车型的定位夹具,用于待产车型和第三车型的提前导入,保证车型切换在一个生产节拍内完成,“大库”为集中的夹具立体库,存放其他车型的定位夹具,位于焊装车间公共区域,“大库”与“小库”的连接采用自动导引车(Automated Guided Vehicle, AGV)背负夹具形式。其中,工作站内“小库”主要由移栽机构、固定滚床和可升降滚床构成,通过自动控制程序快速完成不同车型夹具的切换。“大库”为夹具立体库,位于车间内,解决了夹具存放问题,同时通过舵机实现自动存取夹具,如图3、图4所示。

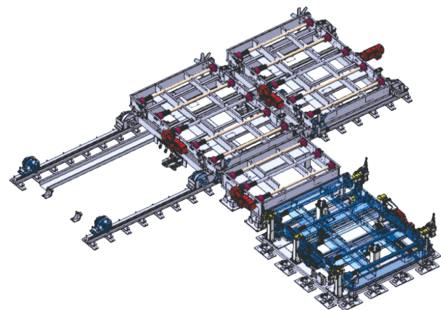
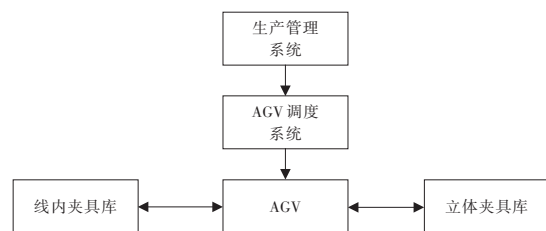
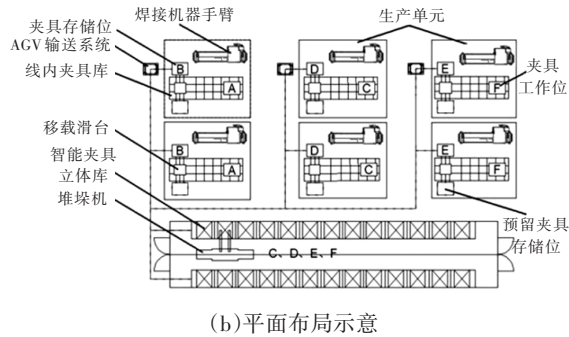


图3 “小库”夹具自动切换系统



(a)系统原理



(b) 平面布局示意

图4 “小库+大库”夹具切换系统工作原理

上述夹具快速切换系统,可实现重型载货汽车和皮卡车夹具在一个生产节拍内的切换,从车辆换型角度分析,具备共线生产的可行性。

5 物流管理

5.1 物料配送系统

为保证生产线的高效运行,物流规划的合理性至关重要,线体内工位间转运、总成装配单元间转运、物流配送等均离不开物流输送系统的支持,在满足多种产品混线生产的同时也减少多余库存浪费和物流运输浪费。随着工业智能制造技术的发展,物料输送自动化率不断提升。

焊接生产线常用输送方式有AGV输送、滚床滑橇输送、积放式悬挂输送机输送和摩擦输送^[6]。不同输送方式的工作原理和特点不同,可单独使用,也可配合使用,实现了物流规划的高效性和智能性。

冲压件从存放区输送至总装工作站、总成冲压件从总成工作站输送至主焊线或调整线均采用AGV托运精度料框输送方式。精度料框与AGV配合采用通用机构,实现不同AGV与不同精度料框的柔性组合;精度料框根据产品件设计成不同的结构,满足重型载货汽车和皮卡车产品的存放要求。从主焊线到调整线输送的产品和调整线下线输送到涂装车间的产品均为组焊成型的驾驶室,体积较大,采用滚床滑橇输送方式。其中,滚床为通用部分,滑橇支撑点根据产品结构进行设计,将不同支撑点融合在同一个滑橇上,可实现重型载货汽车和皮卡车产品的混线运输。

从物料配送角度分析,重型载货汽车和皮卡

车具备共线生产的可行性。

5.2 库存策略

需要库存的物料主要有重型载货汽车和皮卡车的冲压件和夹具,需要占用较大空间。为减小占地面积并提高存取效率,建设了冲压件立库和夹具立体库。夹具立体库可与AGV进行交互,实现重型载货汽车和皮卡车夹具的自动切换。当需要切换夹具时,由中控系统下发指令,AGV将夹具运至夹具立体库,自动切换为待用夹具,然后将夹具运至相应目的地。冲压件立体库调度系统与生产系统进行交互,可实现冲压件按照生产顺序自动出库,然后通过AGV运送至不同的工位。

6 结束语

基于柔性制造体系的跨平台车型共线生产已成为现代汽车工业的发展趋势。本文首先对重型载货汽车和皮卡车驾驶室组成进行解构,从模块架构上分析了2种车型共线生产的可行性;其次从工艺适配性和生产设备柔性化方面分析了2种车型共线生产的技术可行性;最后从物流配送系统分析了2种车型共线生产的物流支持可行性。经过系统分析,重型载货汽车和皮卡车驾驶室共线生产具有较强可行性。

参考文献:

- [1] 万腾, 席敦祥, 王文静. 汽车加工焊接生产线的工艺流程与集成控制技术[J]. 制造业自动化, 2022, 44(1): 68-70.
- [2] 中国机械工程学会工作总部. 汽车制造中的焊接科学与技术[C]// 2003汽车焊接国际论坛论文集, 2003: 12-20.
- [3] 王海涛. 汽车制造中柔性焊接与装配技术的研究[J]. 农机使用与维修, 2020(10): 46-47.
- [4] 林明盛. 焊接路径的视觉识别与机器人轨迹规划[D]. 广州: 广东工业大学, 2016.
- [5] 周济. 智能制造——“中国制造2025”的主攻方向[J]. 中国机械工程, 2015, 26(17): 2273-2284.
- [6] 刘金劲, 邓同来. 乘用车总装车间生产线的设计与实践[J]. 汽车工艺与材料, 2020(6): 57-61.