

车身地板线线尾区域工艺内容总结及 方案分析

王人和, 崔天龙, 谢明达, 辛星, 张玮

北京奔驰汽车有限公司 北京 100176

摘要: 整理了北京奔驰近年来白车身地板线线尾工艺内容组成, 单一车型或多车型生产线工艺布局方案, 总结归纳生产线规划设计过程中需要考虑的工艺内容和步骤, 通过对比工艺布局方案, 提出优化工艺布局思路, 为后续车型生产线规划提供新的建议和思路。

关键词: 车身地板线; 工艺方案; 产线布局; 白车身

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2024.08.005

近几年随着一体化压铸技术和CTB电池车身一体化技术发展, 汽车白车身零件得以大量减少, 白车身工艺连接点数量也大幅降低。为了不断降低生产线成本投入, 缩短生产线建设周期, 总结了白车身地板线线尾区域工艺内容的组成部分, 分析各个工艺内容的适用条件, 建立模块化的生产线布局方案, 不断改进工艺过程, 提升工艺布局方案的精益性, 希望通过不断的调整和持续优化, 设计出更加柔性和高效的生产线工艺布局方案。

车身地板线尾区域工艺内容组成

装焊车间车身地板总成零件通常由车身前端总成、中地板总成和车身后端总成三个零件进行拼合而成, 拼合后的车身地板零件再进行后续工艺步骤, 这些步骤的工艺区域我们统称为车身地板线线尾区域, 主要包括螺柱焊接工位、车身零件缓存单元、车身尺寸自动测量工

位、生产线返修工位、车身导出工位、生产线体内和线体间输送系统, 以下是对这些内容的具体介绍。

1) 螺柱焊接工位是生产线内负责螺柱焊接工艺的区域, 这些焊接完成的螺柱主要用于汽车内的总装零件或线束的固定, 以车身地板线为例, 螺柱类型通常为钢螺柱或铝螺柱, 螺柱型号和种类繁多, 一个车身地板总成零件上通常不少于300个螺柱焊钉。为了提高这些螺柱焊接工位工作效率及生产线多车型柔性化需求, 通常可以采用双节拍螺柱焊接工艺方案, 即由七轴机器人作为车身零件搬运载体, 将螺柱焊接工位均匀的布置在七轴机器人左右两侧, 左右两侧的螺柱焊接工位工艺内容相同, 这种方案能够提高螺柱焊接设备的使用效率, 减少设备数量投入, 同时降低螺柱焊接工艺占地面积, 此方案在节拍时间内可以完成更多的焊接工艺内容, 降低了生产线由于节拍时间短而购置大量设备和土地面积浪费的情况, 进而降低了生产线投资成本。

2) 车身零件缓存单元。由于生产线产能高,生产车型较多,生产线内的自动化设备就会相应增加,为了降低因各种设备停机引发的工艺区域生产停止,导致生产线产能降低,可以在生产线中建立车身零件缓存单元,缓存单元数量的多少以及单个缓存单元可承载的零件数量,需要根据生产线的物料仿真进行计算,再应用电气控制及PLC区域规划方案,保证生产线中各车型产能输出的稳定性。

3) 车身尺寸自动测量工位通常包含测量机器人、零件定位工装、光学传感器、温度反馈配件、测量系统控制柜及相关配套设备等,通过测量车身总成零件关键零部件的关键尺寸,以确保车身重复制造精度,此项自动检测技术同样可以测量螺柱的位置精度。通过广泛应用车身尺寸自动测量技术,可以快速识别车身尺寸状态,快速定位缺陷产品和发生偏差的工艺过程,此工位的检测内容及时间长短对生产线节拍影响较大,在生产线工艺方案设计过程中,需要考虑将此工位放置在生产线中或独立于生产线边不影响生产线整体产能输出。

4) 生产线返修工位可以分成生产线在线返修工位或离线返修工位。车身总成零件经过各种焊接工艺或车身尺寸自动测量后,如果车身零件存在焊接质量报警或尺寸偏移等情况,需要人工进行查看及确认状态。在线返修工位可以让工人快速到达车身零件边查看问题状态,完成确认的车身零件可以快速返回正生产过程,不影响生产线产能输出。离线返修工位是将车身总成零件通过导出工位转运出生产线,进行车身质量的离线返修。

5) 车身导出工位除了用于车身零件的离线返修工艺,还可以将正常质量状态的车身零件导出生产线,进行零件的质量环检查,三坐标检测或破坏性测试试验。

6) 生产线体内输送系统和线体间输送系统是连接白车身焊接工艺各个工位之间的桥梁,较为广泛使用的有机器人搬运,往复杆输送链,升降滚床+滑橇+下部夹具,固定滚床+高精度定位台车,积放式输送链及自动导引小车等形式。根据车型产能节拍设计,占地面积以及成本投入等因素对生产线输送系统进行选择。近几年在北京奔驰主要采用机器人搬运,以及固定滚床+高精度定位台车的形式,机器人搬运用于分总成零件焊接区域,车身地板线焊接区域。在车身地板线尾区域,将车身地板总成零件放置在固定滚床滑橇上,由提升机输送到后续工艺区域。

固定滚床+高精度定位台车的输送形式也属于滚床+

滑橇输送形式的一种,通过高精度定位台车定位车身零件的位置,再由高速滚床运输并定位高精度定位台车,因此车身零件焊接作业时无须升降。高精度定位台车可以实现定位单元的切换,进而实现多车型共线生产,这套输送系统具有定位精度高、效率高及切换简单等优点。同时为了保证高精度定位台车上各个支撑销或限位块的精度,需要在生产线中规划一个高精度台车检测工位,通过机器人持光学传感器对高精度定位台车的关键尺寸进行自动测量并进行质量监控,确保车身生产过程中质量的稳定性。另外高精度定位台车如果尺寸检测不合格,需要及时从生产线中导出,由工人进行确认及返修。高速滚床及高精度定位台车的样例,如图1所示。

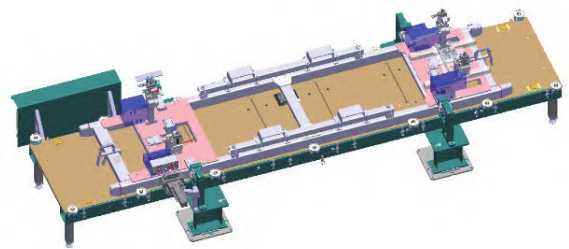


图1 高速滚床及高精度定位台车样例

车身地板线尾工艺布局方案分析

车身地板线尾区域的工艺布局在实际规划过程中,可以根据生产线产能、车型种类以及设备兼容性等进行实际分析考量,如图2所示,该工艺方案为单一车型生产线,车身地板零件完成双节拍螺柱焊接工艺内容,由七轴机器人1将焊接完成后的零件存放在缓存单元或中转台上,再由七轴机器人2转运车身零件到白车身体在线检测工位进行检测(中转台和七轴机器人2之间的内容为产品变更增加的焊接工位,不在此次布局讨论范围),检测完成后的车身零件如需要进行质量返修则由七轴机器人3转运至返修工位或放置在缓存单元。质量确认合格的车身零件由七轴机器人3转运到工位3上,准备将车身零件与高精度定位台车进行拼合。在拼合前,提升机1将空载的高精度定位台车从二层输送线上转运到地面高速滚床输送线上,即图中工位1至工位4的滚床输送线,其中工位1为空载的台车到达位置,工位2是高精度台车在线检测工位,工位3是高精度台车和车身零件的拼合工位,拼合后的零件和台车由提升机2转运至二层输送平台进行后续工艺内容。如果工位2的高精度台车尺寸检测不合格,则可以通过控制程序将台车输送

至工位4进行台车导出功能进行台车的返修及确认，返修完成后再由工位4将台车重新导入到输送线中。

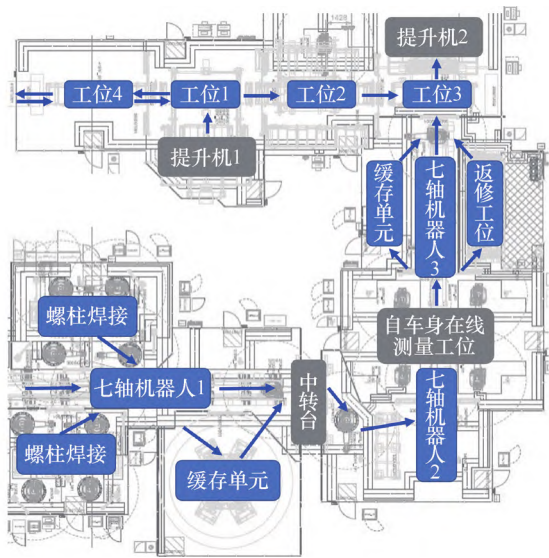


图2 单一车型线尾布局方案示例

可以发现，单一车型车身地板线线尾工艺布局简单，工艺步骤合理，通过生产线中的车身在线检测工位进行白车身质量检测及控制，通过七轴机器人进行车身零件的转运，应用两个提升机完成车身零件和空载台车的拼合并进行后续工艺步骤的输送。

近年来，装焊车间生产线柔性化程度要求越来越高，生产线上会存在很多尺寸及样式不一的车身零件，这些车身零件需要七轴机器人在搬运零件过程中使用不同的搬运抓手，需要高精度定位台车根据不同车型切换定位单元的位置以适应车身定位，以北京奔驰某车间为例，该车间共生产三种车型，生产线节拍时间短，车身尺寸及零件定位信息不一致，生产线区域布局紧凑，为了保证生产稳定性，进行如下布局方案规划。

如图3所示，该工艺布局方案首先完成双节拍螺柱焊接工艺内容，七轴机器人1通过抓手切换，将对应的车身总成零件存放到缓存单元上，七轴机器人2将缓存单元上的总成零件转运到白车身上线测量工位。该测量工位完全独立于生产线内输送线路之外，可以自定义检测内容和检测频率，方便产品质量追踪，如果车身零件由于质量问题导出，七轴机器人2可以将零件放置到导出工位上。七轴机器人3通过抓手切换，负责车身总成零件的后续工艺，如在线返修工位，或搬运车身零件与高精度定位台车相互拼合。对于线尾的滚床输送线工艺，提升机1负责将空载的高精度定位台车从二层输送

线转运到地面滚床输送线工位1上，工位2负责高精度定位台车的车型切换功能，切换完成后的高精度定位台车由高速滚床输送到工位3，完成车身总成零件和高精度定位台车的拼合工艺。

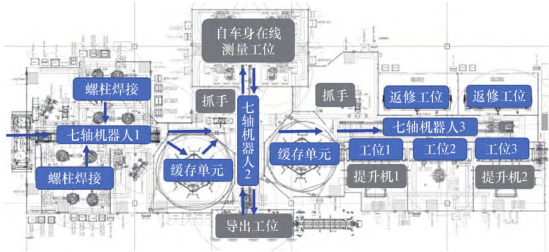


图3 多车型线尾布局方案示例

图3所示的工艺方案可实现多车型柔性生产，工艺过程清晰，但是受限于产品设计及现场区域面积影响，该布局方案内无法实现高精度定位台车的在线检测功能，因此在提升机1将空载台车导入到生产线前，需要在其他工艺区域完成台车的在线检测及必要的返修工作。在后续车型生产线规划过程中，出于节约成本及精益规划的考虑，希望对图3的工艺方案进一步优化，将提升机数量从2个减少至1个，增加高精度定位台车的在线检测及导出返修功能以节约工艺区域面积，这就要求提升机能够具有承接空载台车和满载台车的传输功能，围绕这个提升机需要建立一个由高速滚床及高精度定位台车组成的输送环路，在这个环路上实现台车在线检测功能，增加台车导入导出生产线的功能。

优化后的工艺布局方案如图4所示，提升机在工位1将台车导入到环形输送系统内，在工位2进行台车在线检测功能，检测合格的台车在工位3通过横移机输送到工位5-6工位，在工位7完成零件与台车的拼合步骤，台车承载着零件经过工位8-9输送返回到工位1，由提升机将台车和零件同时提升至二层输送平台输送系统内，进行后续工艺步骤。如果高精度台车在工位2内尺寸检测不合格，可以通过工位4使用承载小车将台车导出，进

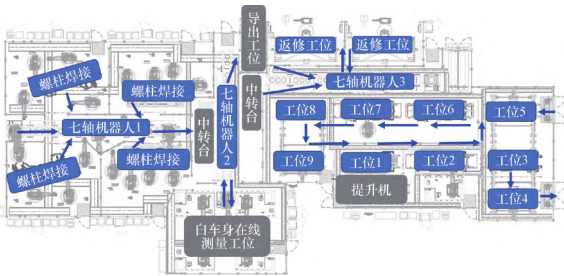


图4 多车型线尾布局方案优化后示例

(下转第54页)

结语

本次IGBT绝缘失效的主要原因如下：

(1) 外因 冷却管路中清洁度问题，管路中残留的助焊剂残渣，为铝合金点腐蚀提供了腐蚀环境，是造成本次IGBT腐蚀失效的主要外部原因。

(2) 内因 IGBT的灌封采用的二次热固性树脂灌封方式不适用于液态的工作环境，灌封内部一旦出现裂纹、孔洞等缺陷，若再遇散热基板受损，液体便会渗入内部，造成IGBT绝缘短路，这是本次IGBT绝缘失效的重要内部原因。

内外因相互作用，促成了本次失效故障。后续通过控制管道清洁度、改进IGBT封装工艺有效杜绝了这类绝缘失效问题。

参考文献：

[1] 徐丽新，胡津，耿林，等.铝的点蚀行为[J].宇航材料工艺，2002（2）：21-24.
[2] 冯新德. 高分子辞典[M].北京：中国石化出版社，1998：542.
[3] 曾亮，何勇，刘亮，等.有机硅凝胶及其在IGBT功率模块封装中的应用[J].绝缘材料，2023，56（5）：26-31.**AUTO1950**

(上接第50页)

行返修及人工确认，再通过工位5将高精度台车返回生产线。需要注意的是离开生产线的高精度定位台车再次返回生产线时，需要再次输送至尺寸在线检测工位2，确保台车尺寸精度符合要求。

以上三个工艺布局方案适用于使用机器人搬运及高速滚床+高精度定位台车相结合的车身地板生产线，三个布局方案各有特点。图2的单一车型生产线工艺方案布局简单，整个区域工作效率高，生产线输出能力强。图3的多车型生产线方案，适用于空间区域窄长的生产现场，通过双缓存单元，双提升机输送方案，可以快速完成多车型柔性化生产，布局合理，不足的是需要将高精度台车的检测工位放置到其他工艺区域。图4工艺方案是对生产线线尾区域的进一步优化，适用于一个提升机进行生产线内及线间输送的情况，该方案通过增加高速滚床和横移机建立环形输送路线，为高精度台车的在线检测工位设置和导入导出功能提供了便利条件。

结语

在本篇论文中，深入探讨了白车身地板线线尾区域工艺方案内容，通过对比单一车型或多车型生产线的工艺方案，提出工艺方案适用范围，总结了各个方案的设计思路和改进措施。未来，我们将继续探索更多的技术方案创新思路，进一步优化生产工艺，推动行业的发展进步。

参考文献：

[1] 张晓龙.焊装随行夹具输送线浅析[J].汽车工艺与材料，2021（10）：68-72.
[2] 陈志毅.浅析汽车焊装线各类输送设备及应用方案[J].汽车工艺与材料，2023（9）：61-66.**AUTO1950**