

电磁铁在某车型侧围外板上的应用

王涛

柳州五菱新能源汽车有限公司 广西柳州 545000

摘要：在4~6m段的厢式物流车领域，汽车白车身一般为下车体总成、左/右侧围总成、顶盖总成等几部分组成。从客户感知方面来看，侧围的外观质量占比较大。而侧围总成常规由内板总成及外板拼焊而成。基于市场情况、开发成本及制造成本等方面考虑，侧围外板一般采用整体冲压式及分段拼接式。从某物流车分段式侧围外板在焊接过程中出现的间隙、段差无法调合的问题进行分析，分阶段提出解决方案。介绍了不同定位方式下侧围外板在夹具上的表现，通过优化夹具结构增加新型电磁铁解决侧围外板段差问题，减少了返工返修成，提升了车辆的感官质量。

关键词：物流车；白车身；焊接工装；侧围外板；电磁铁；仿形块
DOI:10.16173/j.cnki.ame.2025.08.012

受环保政策影响，纯电动物流车作为城市燃油物流车的替代品近年发展不断升温，成为我国新能源汽车推广的一个重要细分领域。城市物流配送由于其运营特点，导致总质量在4.5t以下的纯电动物流车更容易适应城市物流配送的需求。由于车辆外形小巧，更便于城市物流配送运营商集中存放运营车辆，便于运营车辆的集中充电和集中管理。成本方面，由于总质量在4.5t以下的纯电动物流车装电量普遍在90kW·h以下，在保证装载量的前提下，整车成本更易被城市物流配送运营商接受。运营方面，河北省发布道路运输条例，取消4.5t以下货运车辆货运资格证的办理，一旦该规定全国推广，将大大方便城市物流配送运营商，也更加刺激城市物流配送未来选用总质量4.5t以下的纯电动物流车。

柳州五菱新能源汽车有限公司公司开发了一款厢

式电动物流车，在物流车开发白车身开发及生产过程中，综合模具开发成本、模具加工难度、生产设备等多方面因素考虑，此款物流车侧围外板采用分段拼接式。虽然减小了模具开发成本降低了冲压难度，但焊接难度大大增加。在焊接过程中出现了侧围外观焊点扭曲、侧围整体呈波浪状、前后侧围外板搭接间隙/段差不合格等问题。本文从侧围总成的产品结构、工艺流程、夹具定位等方面进行分析，采用了一系列的尝试，最终解决了两块侧围外板在拼接过程中的间隙、段差问题。从而保证了产品的外观质量，确保此车型能够顺利上市^[1]。

零件分析

以左侧围为例，侧围外板总长3307.7mm，宽度1656.7mm，厚度仅0.7mm。长度太长，常规机床台面

无法满足，无法冲压，大型机床成本又太高，因此把侧围外板分成两块（左中侧围外板及左后侧围外板）分别冲压，长度尺寸分别是1437.9mm、1868.7mm（见图1），可以采用小型机床实现零件的生产，同时模具的开发成本也相应降低了很多。

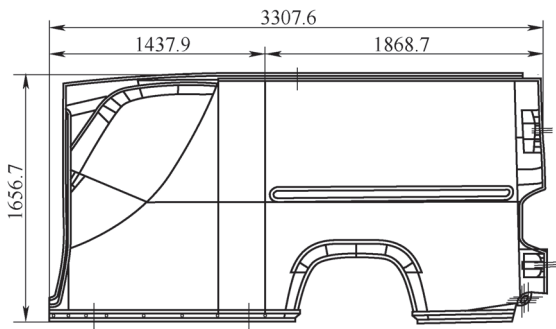


图1 某车型白车身侧围外板

左侧围总成焊接工艺分析

左侧围总成主要分为左侧围内板总成拼焊生产线及左侧围总成拼焊生产线两大部分组成。共设置5个工位，分别为左侧围内板总成焊接、左侧围总成OP05、左侧围总成OP10、左侧围总成OP20及左侧围总成OP30，如图2所示。

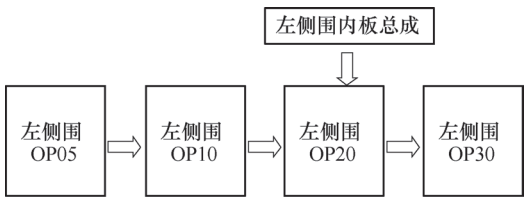


图2 左侧围总成焊接工艺流程

其中左侧围内板总成为独立夹具，主要功能为左侧围内板骨架竖梁、横梁、左后轮眉焊合件、横梁接头及纵梁接头等骨架类零件的拼焊及打胶。在左侧围内板总成焊接完成后会经过吊具下线、装框后输送到左侧围总成OP20工位。

左侧围总成拼焊生产线共设置4个工位，工位间采用往复杆进行输送，各工位功能如下：

- 1) 左侧围OP05，主要功能为左后侧围外板与D柱外板小零件拼接。
- 2) 左侧围OP10，主要功能为左中侧围外板与左侧围OP05工序半成品的拼焊。
- 3) 左侧围OP20，主要功能为左侧围OP10工序半

成品与左侧围内板总成拼焊点定。

4) 左侧围OP30，主要功能为左侧围总成补焊。其他工位因夹具的定位夹紧机构过多，焊钳可达性不佳，其他工位无法焊接的焊点在本工位补焊。

本文需要解决的侧围外板搭接间隙、段差超差的问题主要发生在左侧围OP10工序。所以为确保左中侧围外板及左后侧围外板的间隙、段差符合设计要求，需确保左侧围总成OP10工序中左中侧围外板及左后侧围外板的定位稳定性^[2]。

侧围外板定位夹紧情况

左侧围OP10焊接夹具在设计时，严格按照CDLS（即定位基准策略，见图3）的要求进行定位销、定位块、定位销的设计。

左中、左后侧围外板在夹具上零件四周（见图4中A、C位置处）均有定位及夹紧机构。

左中、左后侧围外板搭接处（见图4中B位置处），从上到下布置了8块聚氨酯块，聚氨酯块采用数控CNC加工，型面仿照侧围外板形状加工。

另外，除了CDLS上标注有的定位及夹紧，在左中、左后侧围拼接处Y向（车身坐标系）设计了一套辅助压紧工具（见图5）。此工具与A、B处的夹紧单元关

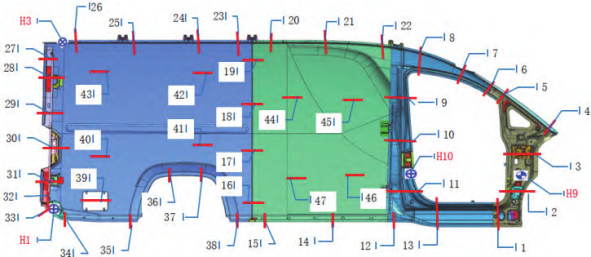


图3 左侧围OP10 CDLS情况

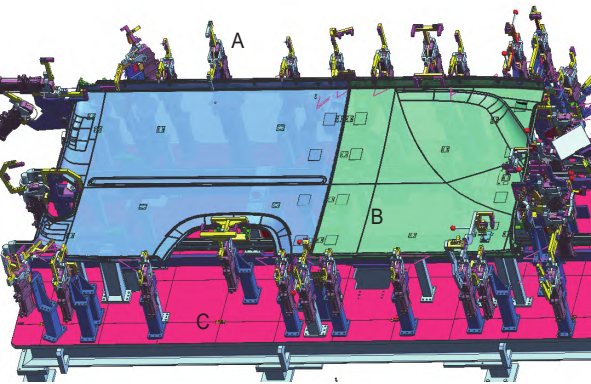


图4 左侧围外板在夹具上定位



图5 左侧围外板辅助压紧工具

联，同步夹紧，确保侧围外板与仿形聚氨酯块能够很好地贴合，从而保证左中侧围外板与左后侧围外板的段差^[3]。

实际焊车表现

间隙是左中侧围外板与左后侧围外板搭接处X向的距离；段差是左中侧围外板与左后侧围外板搭接处Y向的差值。如图6所示。

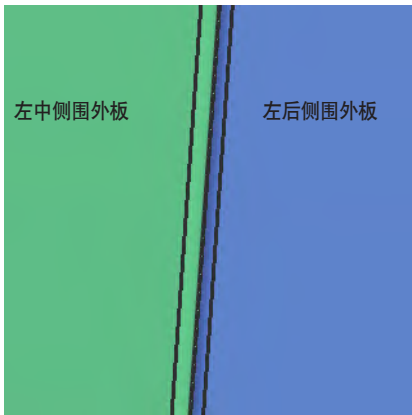


图6 侧围外板间隙、段差说明

在左侧围OP10焊接夹具通过三坐标测量调整，定位销、定位块等均调整符合允许偏差范围的状态下进行焊车验证，左侧围外板焊接完成后状态如图7所示。实际表现为：间隙基本合格，段差不稳定。

同一批次OTS焊车所收集的9台车的数据见表1。图7从上到下共采集5个位置，9台车全部采集同一位置的数据。通过表1的数据可以发现，位置1、5处比较稳定符合产品设计要求。位置2、3、4处数据波动较大，超出允许偏差范围。

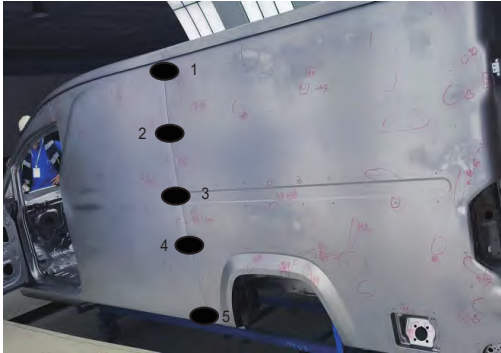


图7 左侧围外板焊接完成后状态

表1 左中、左前侧围外板段差数据（单位：mm）

位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0
2	1	-1	-4	3	2.5	2	-2	3	-3
3	2	2.5	-2	3	3.5	-2	3	-2	3
4	3	-3	3.5	-3	2.5	-2	-3	2	2
5	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0

允许偏差±1

结合零件及现场工装夹紧定位表现，分析原因如下：

- 1) 位置1、5两处因靠近侧围工装及辅助工具的定位、夹紧点，侧围外板与聚氨酯仿形面的贴合度较好。因此，焊接出来的零件在允许偏差范围内（数据波动主要在于冲压件的偏差及测量误差）。
- 2) 位置2、3、4三处的偏差有两个问题影响。
- 3) 冲压件为半全序件，模具问题未整改完成，冲压件尺寸有问题，贡献度在0.5mm左右。

此三处距离焊接工装的定位、夹紧点太远，且辅助压紧工具也无法确保所有位置均有压紧力施加在侧围外板上，导致侧围外板无法与仿形聚氨酯块贴合度不好。

优化及验证

经过上述分析、讨论，决定从以下方面入手来进行尺寸提升。

针对侧围外板尺寸不合格的问题，通过对侧围外板模具进行提升优化，提升外板合格率，通过检具检查，偏差控制在设计允许的偏差范围内。

针对侧围外板与聚氨酯仿形块贴合度不好的问题，考虑增加电磁铁吸附侧围外板。采用市面上常见的圆柱形电磁铁，根据电磁铁的尺寸在聚氨酯块铣出沉孔，把电磁铁镶嵌进聚氨酯块内部，如图8所示。聚氨酯块侧面预留电磁铁出线口用于电磁铁的接线。通过24V开关电源给电磁铁供电，采用按钮开关实现电磁铁磁力的施加与释放。

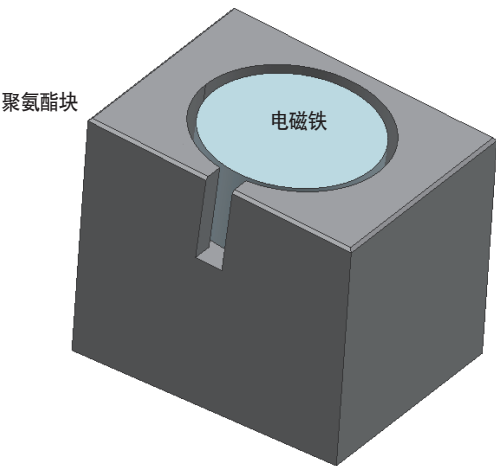


图8 新结构仿形块结构示意

在上述措施实施完成后，再次进行焊车验证，收集数据。经过分析发现，比最初状态有一定的提升但效果不是很明显，还是存在侧围外板与聚氨酯块贴合度不是特别好的情况。

其主要原因在于：

1) 选取的电磁铁为常规圆柱形，与侧围外板接触的表面为平面，而侧围外板为弧形面。为保证电磁铁与侧围外板不出现干涉的情况，电磁铁沉入聚氨酯内部。最终导致电磁铁平面距离侧围外板0.5~2mm，吸力下降，无法吸住零件。

2) 此类电磁铁对厚板的吸附力较大，但对薄板的吸附能力减弱。经实际测量，在电磁铁与钢板完全贴合的情况下，直径60mm的电磁铁对0.7mm厚钢板的吸附力仅为15N，不能满足使用需求。

再次优化

经过查询资料及咨询专业电磁铁厂家，目前有一类吸附力较大的电磁铁。磁力产生原理与圆柱形电磁铁有些差异，其分为磁力转换器、结构元件两部分。电磁铁在通电后会在很短的时间内对上部的结构元件

进行磁化，此时断电后上部结构元件会具有永磁体的特性。此新型电磁铁退磁则需要施加反向电流，同样在极短时间内磁力完全消失。前述圆柱形电磁铁需要一直施加24V电压才会产生磁力，断电后磁力会消失，且一直通电会导致电磁铁产生大量热量，极大降低了电磁铁的使用寿命。

此新型电磁铁与零件接触面是可以加工的，这样就可以通过机加工来进行仿形加工，从而确保电磁铁与侧围外板的贴合度^[4]。

经过此轮整改，再次进行一批次的焊接验证，外板段差数据见表2，左中侧围外板与左后侧围外板的段差控制在了设计允许的偏差范围内。

表2 采用新型电磁铁后的外板段差数据（单位：mm）

位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0
2	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0
3	0	0.5	0	0.5	1	0	0.5	0	0
4	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0
5	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0
允许偏差±1									

结语

本文通过对侧围外板工装的优化，分别采用仿形聚氨酯块，增加常规电磁铁，改用仿形强电磁铁的方式解决了分段式侧围外板拼焊过程中易出现的段差超差的问题。同时提升了白车身的外观质量，对以后的产品开发提供了一定的参考价值。

参考文献：

[1] 王学强.焊装夹具在车身制造中的应用分析[J].企业技术开发, 2016, 35 (18) : 45-46.
[2] 陈焕明.焊接工装设计基础[M].北京：航空工业出版社, 2004.
[3] 濮良贵.机械设计[M].北京：北京化工大学, 2005.
[4] 王春华.机械设计基础[M].浙江：浙江大学出版社, 2008. **AUTO1950**