

白车身侧围外张调试方法

随着汽车工业的快速发展,新车型的推出速度逐渐加快,车身精度的调试工作是影响新车型上市速度的一个重要因素。车身装配为一种多层次结构,若干零件经过焊装成为分总成,分总成又成为下一层装配中的零件。车身尺寸偏差主要来源有:零部件间的干涉、工装夹具定位的不稳定性、零件本身的偏差、焊接变形、操作影响等,主要偏差源在拼焊过程中耦合、传播和积累形成综合偏差。

车身总拼工位是影响车身精度的最重要工位,它将白车身的下车体总成、左右侧围总成、顶盖横梁总成(或顶盖总成)以及其他小总成放在夹具上定位后拼焊在一起。总拼工位精度调试过程中,侧围外张是调试过程中经常遇到的突出问题,不仅影响白车身精度和质量,而且导致侧围与门盖之间的匹配间隙增大,影响客户对于车身产品地美学评价以及购买决策。

本文就我公司某款车型(代号R-II)侧围外张影响因素进行分析,提出解决方案并对调试结果进行了验证,同时对调试方法及思路进行了总结提炼。

R-II调试前存在的问题

随着R-II车身调试进度的加快,各种质量问题不断出现,其中侧围外张问题在调试过程中表现尤为突出。针对R-II车身侧围外张的现状,分别从三坐标检测关键孔位Y向值及塞尺测量实车尾门间隙两方面进行调查。

1. 侧围外张严重

随机选择A、B、C、D4台白车身,通过三坐标检测侧围前后特性点。侧围前后检测特性点如图1所示。

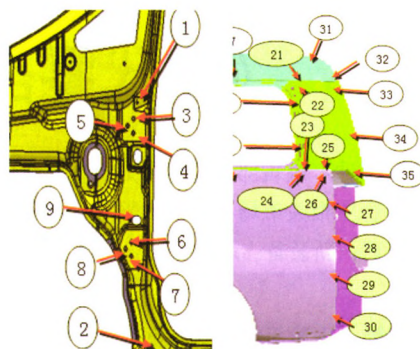


图1 R-II侧围前后检测特性点

左右侧围各抽取4个关键特性点5、9、27、30分析,发现左侧围前、后外张约3mm,右侧围前部外张约1.5mm,后部外张约3.5mm。

2. 尾门玻璃与侧围配合间隙大

选择一台安装了玻璃的尾门总成,放在CUBIC检具上检测合格后,将尾门总成装配到A、B、C、D4台车身上,从上至下每隔150mm依次选择5个检测点,测量尾门玻璃与侧围的配合间隙。

根据统计数据的结果发现,整车尾门玻璃与侧围间隙较大,数模状态标准间隙5mm,公差 ± 0.5 mm,实际车身边隙比标准大6mm,右边间隙比标准大4mm,严重影响美观。

误差产生原因

白车身焊接涉及到冲压件单件精度、总成精度、MCP定位规划合理性、夹具设计合理性、夹具制造精度、尺寸公差、工艺等多个领域，其偏差的产生原因也是多方面的。侧围外张是白车身调试过程中经常遇到的突出问题，也是车身调试的难点所在，要采用科学的方法客观地分析问题产生的原因。对于上述侧围外张及与尾门间隙偏大的情况，要从人、机、料、法、环、测等多个方面对可能影响侧围外张的原因进行综合分析，通过分析发现，机和料是导致侧围外张的决定性因素。机的因素主要是指总拼夹具精度，料的因素主要是冲压件单件的精度、车架总成精度等。另外，由于顶盖及尾门结构设计不合理，强度偏低导致安装气撑杆后尾门下沉，一定程度上影响了尾门与侧围间隙。

解决措施

针对上述原因的分析，制定科学的解决方案和整改措施。主要通过五个重点步骤：

- 1) 调查车身总拼工位状态，车身是否合并到位，夹具支撑面与车身是否贴合。
- 2) 根据合并状态，利用红丹检测侧围与下车体裙边干涉点。
- 3) 利用三坐标标定总拼夹具，并同车身合并时夹具支撑面贴合状态对比，确定夹具调整方案，保证总拼工位合并精度。
- 4) 利用三坐标测量车架总成Y向相关搭接面精度，确认车架总成外张量，整改冲压件。
- 5) CAE分析尾门及顶盖强度，确保尾门安装后不变形，保证间隙。

1. 总拼夹具精度

汽车焊接生产线是汽车制造的关键，焊接生产线中的各种工装夹具是焊装线的重中之重。夹具是非常重要的辅助工具，它的合理性不但影响加工位置的精确性和焊接质量，也影响到工作效率和生产成本。焊接夹具应满足产品结构、工艺和生产纲领要求，夹具应有合理的定位夹紧机构和支承装置，保证焊接质量稳定。

本车型的总拼工位采用旋转平移方式，工艺过程如下：侧围通过EMS小车从侧围线输送到主线总

拼夹具上方，自动吊具携带侧围下降到总拼夹具上，夹具夹紧后吊具打开，吊具上升到位后总拼夹具翻转90°，等待下车体随往复杠输送到位后，总拼夹具合并并夹紧，同时机器人抓取顶盖前、后横梁并上件，完成后切换焊钳焊接，焊接完成后夹具打开并后退到位，总拼夹具翻转，白车身运行至下一工位，等待下一循环。

(1) 空载总拼工位精度 在没有车身的情况下将总拼夹具合并到位，测量总拼夹具BASE间距及顶盖后横梁定位销间距。发现空载情况BASE间距及顶盖后横梁定位销夹具比理论值大1mm。查看总拼夹具合并状态，发现左侧围后侧限位块到位时，前侧限位块不贴合，利用橡皮泥检测其间隙约为1mm，与BASE外张情况符合。故调整总拼夹具后侧限位块，去掉1mm垫片，保证空载下总拼夹具合并到位。

(2) 有载总拼工位精度 在有车身的情况下将总拼夹具合并到位，发现总拼夹具支撑面与车身不贴合。为进一步了解支撑面状态，采用便携式三坐标标定总拼夹具，其支撑面Y向存在偏差。将偏差情况与总拼夹具合并时支撑面与板件间隙情况进行对比，确定总拼夹具支撑面调整方案，并相应调整支撑面垫片。三坐标标定情况及总拼夹具支撑面调整方案如图2所示。



图2 三坐标标定情况及总拼夹具支撑面调整方案

2. 车架总成精度

(1) 车架总成精度现状 R-II车架分为前后车架总成，由纵、横梁合并而成，车架纵梁沿用R-I，前后车架合并为车架总成后与脚踏板、后围板及左右裙边拼焊，在总拼工位与侧围合并。因而导致侧围Y向外张的原因可能与车架纵梁Y向、脚踏板及围板Y向及裙边Y向的合并精度有关。

首先，利用红丹检测车身总拼工位侧围与下车体裙边贴合状态，找出干涉点并进行手工校正到贴合，消除裙边干涉导致侧围外张的影响。其次，利用卷尺测量下车体总成裙边Y向宽度，随机选取4台车身，测量其Y向宽度值，发现下车体前后在中踏板、后踏板及后悬位置均超宽约5mm。下车体宽度测量位置及测量值见表1。

表1 下车体宽度测量位置及测量值 (单位: mm)

位置	理论值	实车1	实车2	实车3	实车4	平均宽
1-1	1 545.2	1 551.5	1 554.5	1 548.5	1 552.5	5.55
2-2	1 621.0	1 626.5	1 629.0	1 624.5	1 627.5	5.88
3-3	1 637.2	1 639.5	1 643.5	1 638.0	1 640.0	3.05

根据上述数据，可见下车体总成Y向超5mm。由于裙边是与车架总成上的前后踏板、围板在Y向搭接，踏板、围板与纵梁在Y向搭接，因此踏板、围板及纵梁Y向搭接面的精度必然会影响到下车体Y向的偏差，这是由于偏差耦合传播所致。为进一步调查下车体超宽原因，利用三坐标检测车架总成与裙边搭接面Y向的精度。

依据三坐标检测报告分析结果来看，车架纵梁总体外张3~5mm，其中前部踏板左边外张2~4mm，右边外张3~5mm，呈现V形外张，后悬Y向严重外张，左边最大7mm，右边最大6mm，并且Z向偏高1~2mm。可见车架总成Y向偏差大，是导致侧围外张及尾门间隙大的主要因素。

(2) 车架总成精度提升方案 针对车架总成精度偏低的现状，项目组选择多个车架总成测量对应搭接型面Y向偏差，最终确定搭接面Y向偏差的平均值。由于车架纵梁为沿用件，其型面精度满足一代车型需求，为保证现有车型精度稳定性，不便进行调整，因此考虑调整与纵梁搭接的踏板、围板等专用件Y向的型面，达到保证车架总成Y向宽度的目的。

在最终修改专用件产品数模及调整模具前，先根据专用件调整方案制作相关手工件进行2轮次的装车验证，通过验证手工件车身车架总成Y向宽度、白车身精度及尾门间隙状态，最终冻结专用件整改方案并下发数模。

3. 尾门及顶盖强度

(1) 尾门变形分析 为了解尾门在安装气撑杆前后的实际变形量，选择一台白车身进行加载试验，利

用三坐标测量尾门在安装气撑杆前后铰链安装点、尾门下沿安装点的偏差，同时利用塞尺测量尾门于后保杆下部间隙变化情况。试验过程及检测点位置如图3所示。



图3 试验过程及检测点位置

尾门及附件载荷360N，尾门气撑杆载荷2 260N。通过三坐标检测顶盖铰链安装点及尾门下沿安装点，发现加载前后顶盖变形0.5mm，尾门下沿安装点变形3mm。尾门铰链安装点及尾门下沿安装点加载前后变形量见表2，尾门下部与后保杆加载前后间隙及变形量测量数据见表3。

表2 安装点加载前后变形量 (单位: mm)

检测点	点1	点2	点3	点4	点5	点6	点7
加载前后差	3.1	2.7	3.1	2.7	3.2	3.3	3.5

表3 尾门下部与后保杆加载前后间隙及变形量 (单位: mm)

检测点	点1	点2	点3	点4	点5	点6	点7	点8	点9	点10	点11
加载前	8.3	7.8	7.0	7.5	7.8	6.8	7.0	6.2	5.5	5.3	5.3
加载后	5.5	5.0	4.2	4.75	4.75	4.4	4.0	3.2	2.3	2.4	2.3
变形量	2.8	2.8	2.8	2.75	3.05	2.4	3.0	3.0	3.2	2.9	3.0

由以上试验过程可以看出，顶盖铰链安装面及尾门总成在安装气撑杆前后变形，顶盖下沉0.5mm，尾门下下沉3.0mm，实际荷载下总变形量达3.5mm。

(2) 尾门强度分析 顶盖及尾门强度偏低，导致安装气撑杆后顶盖及尾门变形，不仅影响白车身体间隙导致外观不良，并且对整车性能也产生一定影响。因此必须对顶盖及尾门结构进行CAE分析，根据结构及CAE分析结果，对相关位置进行加强。

根据顶盖及尾门相关断面结构分析可以看出，顶盖强度比较薄弱，加强板强度不足，同时尾门与后保杆设计间隙过小，变形后可能会存在干涉的现象。从CAE模拟分析进一步看出在顶盖在承受动载的情况下出现变形，变形量达0.710 9mm，接近前面试验变形结果。为保证顶盖及尾门强度，根据分析结果需要对结构进行加强，同时增加尾门与后保杆间隙，避免干涉。

(3) 整改方案 根据试验结果, 结合结构及CAE分析情况, 修改尾门结构, 新增顶盖及尾门结构加强板, 对顶盖及尾门相关区域进行整体加强, 优化已有加强板厚度及材质, 整体提升顶盖及尾门强度。另外针对尾门与后保杆间隙进行标杆调查, 针对市场上同类车型尾门与后保杆间隙情况进行梳理, 确定间隙调整量。加强板增加到位后, 对相应夹具进行调整, 同时对总拼工位机器人进行重新示教, 保证机器人上件及焊接精度。图4为新增件焊点及机器人示教情况。



图4 新增件焊点及机器人示教

侧围外张整改结果

1. 侧围特性点的检测

随机选取整改后的A、B、C、D4台白车身, 利用三坐标检测相关特性点, 左右侧围各抽取4个关键特性点5、9、27、30分析。从检测数据可以看出, 左边Y向偏差最大-1.35mm, 右边最大偏差1.27mm, 侧围特性点Y向公差 $\pm 1.5\text{mm}$, 可以看出整改后的侧围外张现象消除, CMM检测值偏差在公差范围内, 满足车身精度要求。侧围关键点Y向CMM检测数据偏差值见表4。

表4 侧围关键点Y向CMM检测数据偏差值 (单位: mm)

特性点	左侧围Y向偏差				右侧围Y向偏差			
	A	B	C	D	A	B	C	D
5	0.07	0.94	-0.84	-0.36	-0.48	0.62	0.61	0.71
9	0.36	0.56	-0.33	-0.33	-0.56	-0.09	-0.13	0.80
27	-0.94	0.17	-0.58	-0.25	0.92	1.27	0.92	0.72
30	-1.35	0.19	0.57	-0.40	-0.88	-0.89	-0.91	0.21

按照前面检测方法, 同样选择一台安装了玻璃的合格尾门总成, 将尾门总成装配到A、B、C、D4台车身上, 从上至下每隔150mm依次选择5个检测点, 测量尾门玻璃与侧围的配合间隙。

从统计数据的显示结果来看, 整车尾门玻璃与侧围间隙基本满足设计要求, 同一台车身从上至下的1~5检测点, 左右间隙均匀分布在5mm左右, 不同车身的同一检测点间隙也满足设计要求。整体上间隙在公差范围内, 上下左右均匀分布, 外观品质达标。实车间隙外观效果如图5所示。

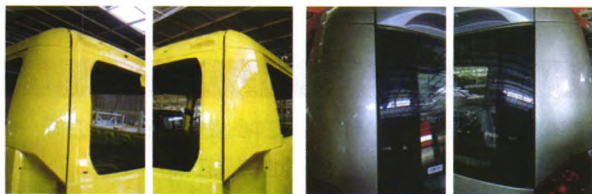


图5 实车间隙外观效果

结语

本文对白车身侧围外张调试方法的探讨是基于R-II车身精度提升来进行的, 从单件到总成、工装精度、焊接工艺、车身结构等几个方面进行分析, 具有一定的代表性及推广意义。可以看出, 侧围外张以及由此导致的尾门缝隙偏大问题主要从两个方面来解决, 一方面要保证总拼夹具合拼到位精度, 另一方面是保证与侧围Y向搭接的下车体相关板件型面精度。

车身精度的提升是一个系统性的问题, 除了总拼夹具、侧围及下车体自身的精度外, 合理的控制公差范围, 能够从本质上保证总成的焊接质量稳定、可靠。针对侧围外张在白车身调试过程的普遍性, 在设计阶段考虑相关搭接面板件在Y向走-1mm的特殊公差, 可以降低后期调试难度。零部件公差的正确选择及合理分配, 能够缩短白车身的开发周期、提高产品质量、降低制造成本, 从工艺角度本质上保证白车身精度的稳定性, 尺寸工程在汽车开发流程中的应用将越来越广泛。

关键词:

白车身 侧围 精度调试 夹具 三坐标

(收稿日期20140315)