

翼子板支架尺寸偏差原因分析及过程优化控制

赵峪奇, 秦绪军, 徐文欢, 魏玲, 闫晓鑫

北京奔驰汽车有限公司 北京 100176

摘要: 针对北京奔驰某车型在前期生产爬坡阶段出现的翼子板支架焊接后零件尺寸偏差问题, 装配覆盖件后影响成车外观, 对生产过程进行深入分析, 控制上级来件尺寸、线体工装设计、线体工装夹紧时序等因素, 从根本上优化产品生产稳定性, 并设计加工尺寸精度检测工具, 控制问题件流出, 保证成车装配外观间隙平顺度达到尺寸精度要求, 也保证客户端产品质量稳定。

关键词: 工装夹具设计; 间隙平顺度; 车身尺寸控制; 影响因素

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2024.09.009

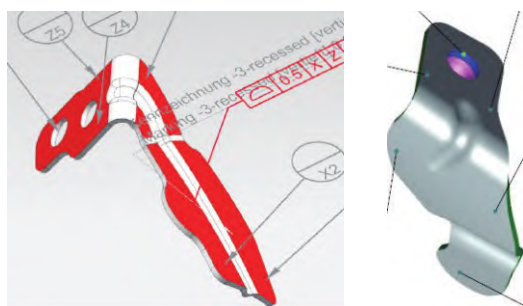
随着国内消费水平的提高, 汽车已不简单的作为代步工具存在, 对于外观、功能性与驾驶体验, 消费者都对汽车产品提出了更高的要求。间隙平顺度作为产品外观DTS感知质量的重要因素之一, 直接影响客户对于整车质量的整体感受, 其质量的控制与提升已经成为各汽车厂家追逐的主要目标之一。而直接影响间隙平顺度在产品上表现的因素包括车身覆盖件装配、覆盖件总成尺寸, 以及白车身上覆盖件装配相关尺寸, 其中白车身上的覆盖件相关尺寸直接影响后续装配过程以及成车稳定性。因此, 保证白车身尺寸在给定的产品公差内稳定是产品外观感知质量的重要环节。

某车型在项目前期质量爬坡试装阶段出现车身翼子板支架尺寸焊接偏差问题, 直接导致后续翼子板装配后平顺超差, 需要进行返修, 导致影响整车交付后续喷

漆车间与客户。本文对尺寸偏差原因进行分析, 就相关制造过程各影响因素进行了优化与控制。

翼子板支架单件设计尺寸分析

此车型使用的翼子板支架设计延续了前一款车型的设计理念, 共由三个翼子板支架对翼子板装配进行固定, 并用于翼子板装配时控制调整与A柱和前侧车门的间隙平顺度。本文讨论的是三个支架中最靠上侧的支架尺寸, 其Z向位置直接决定翼子板与A柱配合平顺度尺寸; 上一款车型支架上仅有一个装配用螺母孔, 不能用于零件定位, 导致现场工装定位采用了边定位形式, 稳定性不好。吸取了上一个车型的经验教训, 此款车型在支架上增加了定位孔设计, 用于与工装定位销匹配定位, 如图1所示。



a) 新
图1 翼子板支架单件设计对比
b) 旧

但孔位与孔的尺寸是否符合标准也直接决定了零件定位的准确性和生产过程的稳定性。经过对生产过程的排查，发现现场零件孔尺寸与数模设计不符，使用游标卡尺实测孔径为6.86mm，现场定位销孔径为6.9mm，数模显示零件孔径理论值为7mm，由此导致零件无法顺利入销。焊接后偏差体现在沿销方向，即成车Z向，零件焊接后偏低，影响翼子板装配后与A柱配合平顺度。

另外对比发现，现场零件之间孔位存在偏差（见图2），由于单独的定位销定位并不能保证零件稳定，根据基准体系建立原则，即所谓的“3-2-1”定位原则，刚性件共有平动和转动六个自由度，只有完全限制其六个自由度，才能保证零件定位稳定。除了有销钉限定X和Y两个方向的平动，还需卡边限制零件绕销钉的转动，因此孔到零件定位边缘的位置对零件定位的影响也很大。调查原因发现，偏差来源于供应商生产过程中零件缺少有效定位，传送带在冲压成形过程中存在摆动，导致冲孔位置偏差，并且零件检测无孔位检测内容，且无有效的检测工具，导致批量问题件流出。



图2 孔位偏差对比

问题发生后，推动供应商优化生产线体，增加了传送带上的边定位机构，防止成形过程中的摆动，如图3所示。

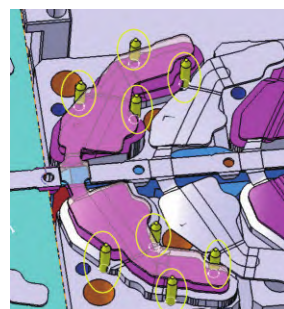


图3 零件生产线体增加定位

除了对生产线体的优化，供应端也增加了对孔位的测量，测量频次从1件/小时提高到1件/半小时，并且设计加工了检测台，以保证零件上孔位的准确性，如图4所示。

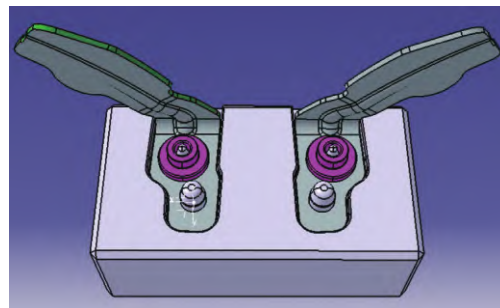


图4 零件检测台数模

焊接定位工装结构设计与时序优化

除了对翼子板支架单件尺寸进行优化，侧围总成的焊接定位工装也需要重新设计优化。项目初期设计为定位销限定零件在车身上X和Y两个方向的平动（ X/Y ），托块上的贴合面限定Z向平动与绕X、Y轴的转动（ $Z/\phi_x/\phi_y$ ），托块上的卡边限定零件绕Z轴的转动（ ϕ_z ）。

理论上，目前的设计可以满足限定零件六个自由度的要求，但是由于初始设计的卡边较短（无导向），且压块与卡边Z向有干涉，现场打磨后零件定位失效不准确，造成尺寸波动。为此重新优化了定位工装设计，减小了卡边长度（见图5红字部分），仅在远离定位销端有卡边防转，同时压块收窄避开卡边，防止与Z向压块干

涉，卡边增加了长导向面以保证零件顺利入销（见图4黄字部分）。

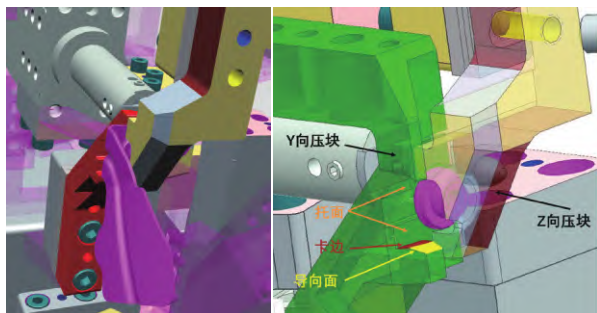


图5 翼子板支架定位工装数模

另外夹具的夹紧顺序也会影响零件定位稳定性。旧的时序为：工装胎所有工装处于打开状态，机器人抓手从人工上件胎上抓件后将零件放到工装胎托块上，定位销伸出，随后机器人离开。这样带来的问题是：机器人抓手上无精定位（定位销或精确边定位），无法保证抓取与放置过程中零件的位置稳定，一旦位置出现偏差，放到定位胎上后定位销伸出将与销孔刚蹭，甚至将零件完全顶离定位位置；旧时序零件放到工装上定位状态如图6所示。



图6 翼子板支架在工装胎上定位状态（旧时序）

为了保证零件定位的准确性，并最大程度消除零件在机器人抓手放件过程中的尺寸偏差，优化了工装胎时序，分离定位销气缸所在气路，将定位销伸出时序提前，即抓手放件时定位销保持伸出状态，这样即使在放件过程中零件位置受到影响，由于定位销的作用定位容错性也能大幅度提升。

翼子板支架人工检具设计

即使从根本上控制了问题的发生，由于生产过程中存在各种各样的意外情况，如机器人与工装碰撞导致工装块变形或者来件变形等问题，都易导致问题件产生，因此如何检测问题件以防错也是必不可少的一

环。

北京奔驰常用的位置检测传感器主要分为两种，分别是光电传感器和接近传感器。接近传感器需要与零件近距离无接触贴近以实现精确检测，由于工装胎上空间不足，难以安装传感器。而光电式传感器不受距离限制，但易造成误报警情况导致生产线体停机，且由于焊接偏差程度的不同，光电传感器可能无法对问题进行100%的有效检测。

另外，线体应用了Perceptron博赛在线检测系统对成车尺寸进行测量监控，翼子板支架甚至作为重点监控尺寸而被加入了必测点程序，即每辆车该位置的尺寸都会被测量记录。但是由于项目前期爬坡阶段，博赛测量系统还处于调试阶段，并未正式投入使用，还无法实现准确的测量和及时的偏差报警，且由于测量工位处于Z2线体尾部，发现偏差时问题侧围已被焊接成为白车身总成，报废成本高。综合以上种种因素，最终决定制作人工手持检具，对侧围进行尺寸检测。检具固定至车身的数模如图7所示。

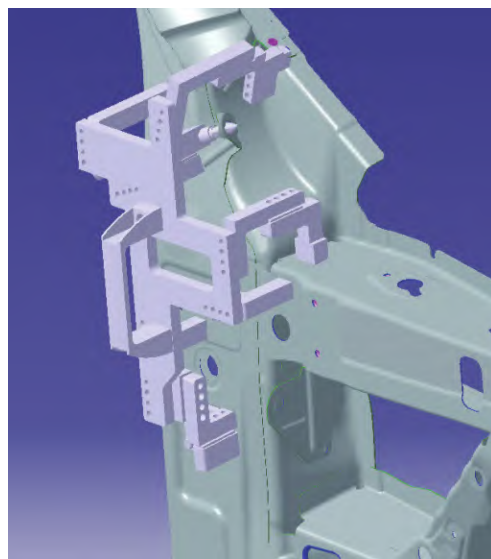


图7 翼子板支架检具数模图（右侧）

检具整体采用铝材以降低整体重量，定位同样依据“3-2-1”定位原则，采用了一个定位销限制X与Z向的平移；三个Y向的支撑块限制Y向平移，绕X与Z向的旋转 ϕ_x/ϕ_z ，每个支撑块上都有强力磁铁牢牢吸附车身；最后还有一个Z向支撑块限定绕Y轴的旋转 ϕ_y 。检具（见图8）固定至车身后，一个手动伸缩销用于检测侧面支架位置，另一个托块检测A柱翼子板支架的Y向与Z向尺寸。

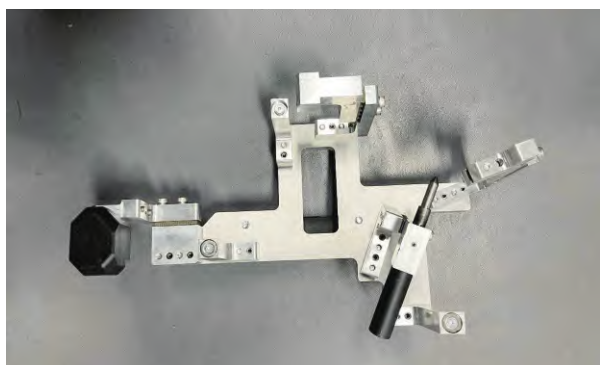


图8 翼子板支架检具实物

结语

通过系统性地对翼子板支架焊接过程进行分析，确定了影响焊接稳定性的各种要素，并采取相应措施控制、优化生产过程稳定性，从根本上防止问题发

生；同时增加后续防错措施，防止问题件流出。优化思路与经验可借鉴于后续车型的前期质量爬坡，保证提供给客户高质量、高稳定性的产品。

参考文献：

- [1] 曹渡, 刘永清. 汽车尺寸工程技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [2] 刘静. 汽车车身焊接工艺分析及工装设计[J]. 时代汽车, 2020 (16): 123-124.
- [3] 郭杰, 谢添, 肖国威. 间隙平顺度问题的分析与优化措施[J]. 汽车实用技术, 2020 (9): 141-145.
- [4] 刘丽娜. 车身零件定位系统设计浅析[J]. 企业科技与发展, 2014 (9): 26-28.
- [5] 付严肃. 浅谈汽车测量中的白车身坐标系建立方式[J]. 汽车维修技师, 2023 (5): 102. **AUTO1950**

(上接第11页)

出放置于十字内齿台上的两个测量球之间的球间距，即为齿套内花键倒锥法向深度的实测数值。

由于微分筒带有刻度，可以方便地读出十字内齿台的位置，即测量球与待检测同步器齿套端面距离，也就是待检测同步器齿套内花键倒锥要求检测的位置。又因为十字内齿台可上下移动至待检测同步器齿套轴向的任意位置并锁紧，因此可测出同步器齿套内花键倒锥任意位置的法向深度。

本装置不仅结构简单、紧凑，而且检测精度高，可以快速实现对同步器齿套内花键倒锥任意位置法向深度的检测，满足实际生产需要。各构件之间连接可靠，两根导向柱随十字内齿台上下运动，起导向作用，以保证十字内齿台在竖直面运动；导向套起耐磨作用，能防止导向柱磨损，并确保导向柱运动顺畅；微分筒所带刻度可以确保精确控制十字内齿台上下移动距离，且带有锁紧装置，确保齿套内花键倒锥测量位置可调并精确读数。

结语

与现有技术相比，该装置设计合理，结构小巧，方便实用。通过可调微分筒，能快速有效测量同步器齿套内花键倒锥任意位置的法向深度，解决了同步器齿套在生产中倒锥任意位置无法快速测量的问题，精确快速地检测齿套倒锥不同位置的实际齿厚，较好地控制同步器齿套倒锥生产过程的质量（该装置已获国家发明专利授权，专利号：ZL 2018 1 0012755.1）。

参考文献：

- [1] 朱耀祥, 浦林祥. 现代夹具设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 圆柱直齿渐开线花键: GB T3478.1-2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008. **AUTO1950**