

中远距离毫米波雷达是实现 AEB/ACC 功能的重要部件。新车型在开发时需要考虑雷达安装布置及相关件的公差尺寸要求。本文介绍了雷达常见装配问题及解决方法。

□ 奇瑞汽车股份有限公司 刘仕飞 张志 郑涛

整车（AEB/ACC）雷达常见装配问题及解决方法

随着汽车主动安全技术的不断发展，许多汽车制造商将 AEB（Autonomous Emergency Braking，自动制动系统）、ACC（Adaptive Cruise Control，自适应巡航控制）功能等作为新车上市的重点因素。中远距离毫米波雷达是实现 AEB/ACC 功能的重要部件。

AEB/ACC 雷达主要分为两种：一种是主动式雷达，一种是被动式雷达。主动式雷达是靠软件的修正，不需要进行调整，因此不会出现雷达装配调整导致的雷达失效问题。被动式雷达需要对雷达的 Y 向、Z 向进行调整，也是目前主机厂主要采用的形式。雷达供应商对被动式雷达在整车的安装技术要求为：雷达轴线与车辆行驶轴线夹角： $< 3^\circ$ ，雷达轴线与车辆纵轴的相对夹角（雷达俯仰角） $< 3^\circ$ ，开放式安装，插接件与周边件间隙 $> 10\text{ mm}$ ，雷达锥筒 & 校准路径保证在锥筒范围内不允许有任何金属部件，雷达锥筒距周边建议 $> 10\text{ mm}$ ，雷达锥筒开度角为垂直方向 $\pm 20^\circ$ ，水平方向为 $\pm 45^\circ$ 。因雷达安装技术要求较高，实际生产过程中经常会出现雷达相关故障。因此，本文主要针对被动式雷达在检测调整及装配过程中的常见问题进行阐述。

雷达安装结构介绍

AEB/ACC 雷达常采用 4 种安装结构：①焊接支架设计在前保横梁本体正下方；②焊接支架水平设计在前保横梁本体正前方（图 1）；③焊接支架垂直设计在前保横梁本体正前方；④前保横梁本体开铆接孔结构（具体位置根据需求）。以上 4 种结

构设计需确保焊接工装可调性，满足 AEB 支架安装面精度要求。

雷达安装方法步骤

通过以上 4 种（AEB/ACC）雷达安装结构，较常用的一种结构为焊接支架水平设计在前保横梁本体正前方。下面对此种结构装配方法步骤进行介绍。

- 1) 将前雷达穿过支架 2 个安装孔（图 2）。
- 2) 安装 3 个前雷达卡扣，凸起结构穿过支架的过孔，顺时针按压旋转（力矩： $0.25 \sim 1.5\text{ N}\cdot\text{m}$ ）。

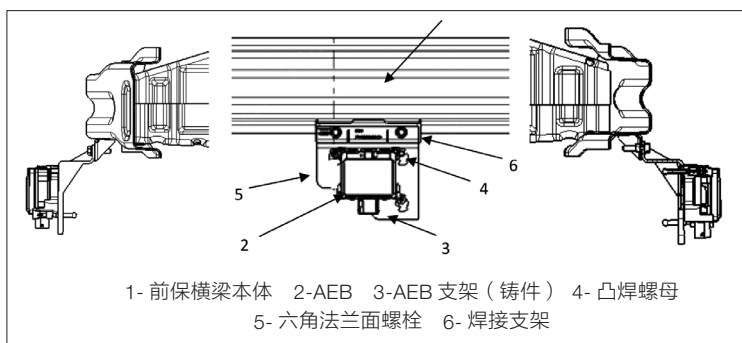


图 1 焊接支架水平设计在前保横梁本体正前方

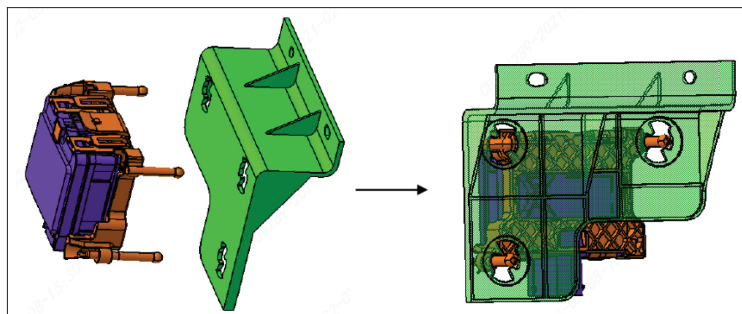


图 2 前雷达穿过支架 2 个安装孔

如图3所示,旋转安装后需确认安装到位,否则雷达在设备校准台进行校准调整时,易导致脱卡雷达角度发生歪斜超出设备检测范围,从而无法调整,也可能出现未卡接到位,校准时假性合格,车辆经过长时间行驶或行驶较差路面时导致脱卡,从而产生组合仪表相关报警。

3) 雷达总成的安装。将前雷达总装安装上述步骤安装完成后,安装孔对准保险杠支架的定位孔,分别使用螺栓进行紧固。

4) 插上前雷达控制器线束插件。

雷达检测 / 调整方法步骤

1) 车辆下线后驶入 ADAS 标定台,扫描车辆 VIN 及物料号,设备通过对中台,将车辆摆正,如图4所示。

2) 雷达检测仪移至车辆雷达正前方,发射一束光至雷达反

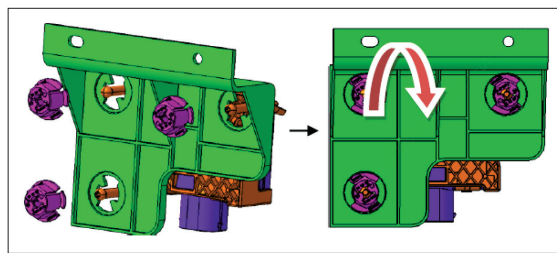


图3 旋转安装



图4 车辆下线后驶入 ADAS 标定台

射镜处,反射镜反射光斑至雷达检测仪,雷达检测仪通过反射光斑的位置,计算出雷达位置,并在屏幕上显示雷达调整量。

3) 根据屏幕显示雷达调整量,对雷达 Y 向、Z 向进行调整,调整合格后盖上雷达美观罩。

装调 / 检测过程中雷达失效问题原因分析

通过雷达装配、检测 / 调整,雷达控制器常见问题为松动、脱卡及歪斜。导致雷达装配歪斜的主要影响因素为: ADAS 设备测量、雷达尺寸、雷达支架尺寸及雷达支架安装板尺寸,防撞上横梁安装点尺寸,车身防撞横梁尺寸安装点、雷达装配及调整(图5)。

1. ADAS 设备测量

被动式雷达在 ADAS 设备校准的工作原理是:通过雷达模块集成的反射镜反射外部激光,相机捕获激光反射的位置,计算出雷达模块需要调整的角度,并实时显示在显示器上,从而实现实时调整雷达角度,加快调整效率。车辆经过 ADAS 校准台显示水平角度或垂直角度偏差 3° 以上,则不能进行

ADAS 校准,需要检查雷达的安装是否存在问题,推荐雷达安装误差在 $\pm 3^{\circ}$,若螺栓调节量过大会导致雷达组件的雷达控制器与适配支架的装配被破坏,导致雷达控制器松动。

因主机厂根据客户的需要生产各种配置差异车型,也存在动力总成差异,导致不同配置整车姿态差异较大。而设备生产商采用的激光发射仪直径较小或离车辆较近,雷达反射镜无法接收到激光,因此设备相机捕获不到雷达位置,导致假性不合格。通过测量部分车辆数据对比,轮眉最大差异达到 50 mm,因此建议设备激光发射光源发射到雷达测量面积光斑直径需要 $> 50\text{ mm}$ 。

2. 雷达总成

雷达供应商生产时通过力矩监控、3D 激光传感器、称重、SPC、压力曲线和下线检测等过程监控,雷达制造一致性是有所保证的。从现场随机抽取雷达模块尺寸进行测量,雷达尺寸均符合数模要求,且将合格尺寸的雷达模块装至车上,装完后姿态发生变化,下端明显上翘,对结果无改善。

雷达角度调整分为 Y 向和 Z

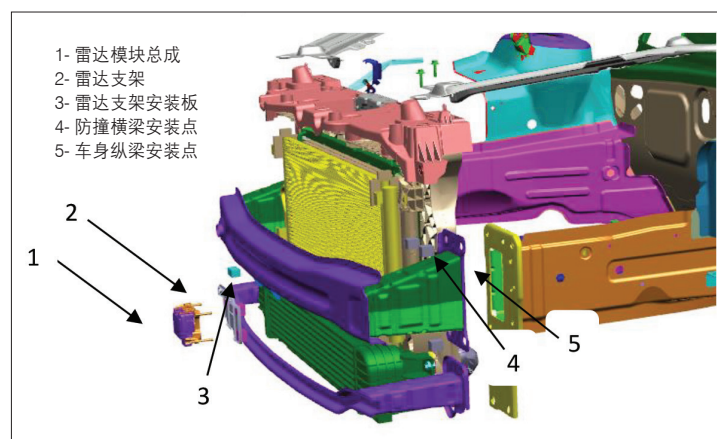


图5 整车雷达安装位置示意图

向，主要靠左上角螺柱进行Y向调整，右下角螺柱进行Z向调整。来件螺柱调整高度经过供应商已经调整合格后发往主机厂，供应商需使两个雷达调整螺柱高度保持一致，左右高度差异 $\leq 1\text{ mm}$ ，调整螺柱左右差异较大时，会影响雷达面的位置角度，因此会影响ADAS校准台无法读到雷达位置。

3. 防撞上横梁安装点尺寸

因前防撞横梁各车型采用的材质、结构、工艺差异，防撞横梁上安装点不够平整，因此建议选用合适的材质及合适的工艺来满足雷达支架的安装要求。问题调查确认时可以通过三坐标对防撞上横梁单件测量，得出数据，并进行分析。

4. 车身纵梁

通过三坐标对车身防撞上横梁尺寸安装点进行测量，车身后纵梁安装点公差尺寸要求X、Y和Z向公差要求 $\pm 1.5\text{ mm}$ ，影响雷达安装面主要为X向数据。

5. 雷达支架

利用白光扫描对雷达支架单件进行测量，注塑件因工艺制造模具差异可能会导致雷达支架X向差异较大，如某款车型得出的数据，X向部分尺寸存在超差达1.7 mm，超出 $\pm 0.50\text{ mm}$ 范围，不符合尺寸要求，通过支架模具修模，改进后数据符合产品要求（图6）。同时因车型差异雷达支架长度差别较大，但雷达支架固定在前防撞横梁上，若支架长度越长，对前防撞横梁支架安装孔尺寸要求越高（图7）。通过尺寸链计算某款车型雷达支架对应安装点X向变化量达到1:3的放大。

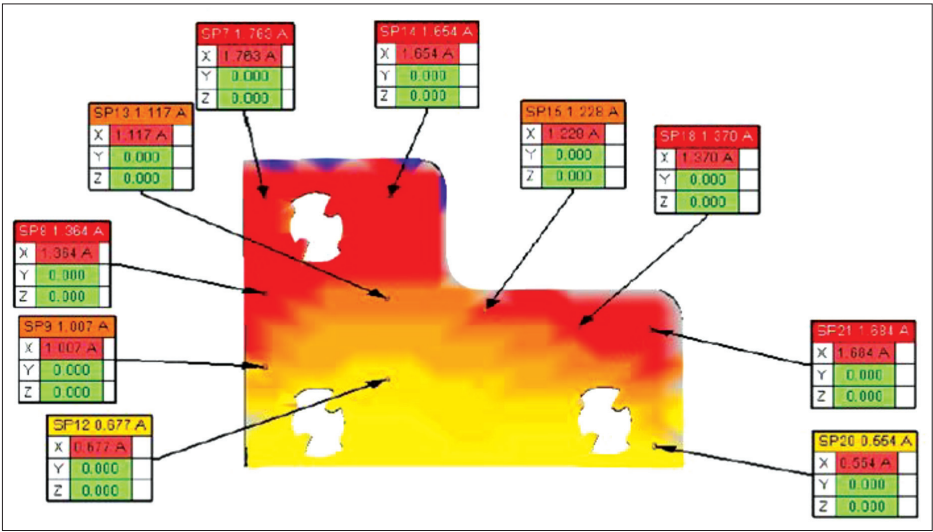


图6 利用白光扫描对雷达支架单件进行测量

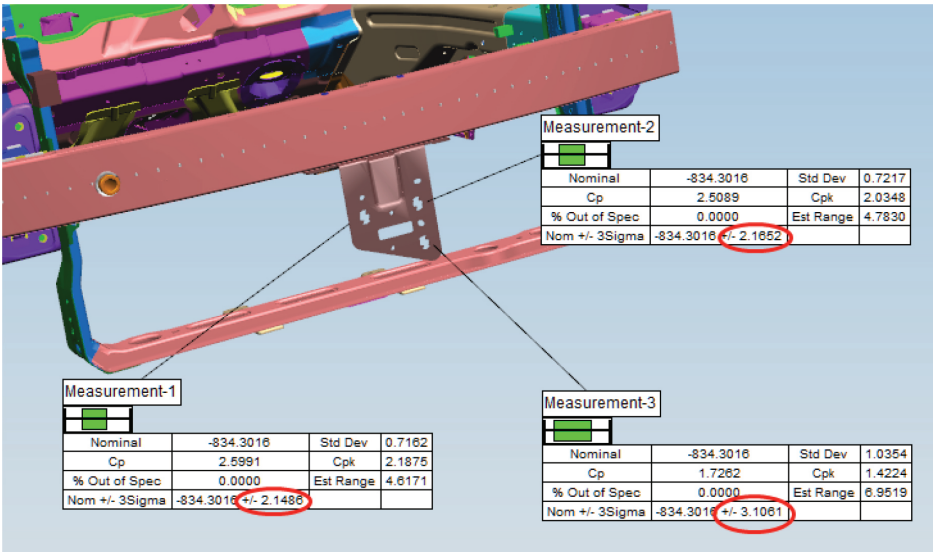


图7 支架长度越长对前防撞横梁支架安装孔尺寸要求越高

6. 防撞横梁支架

1) 通过三坐标对防撞横梁支架单件测量，得出数据并进行分析，如某款车型X向测量达到1.726 mm，超出0.8 mm范围，不符合尺寸要求，同时产品图纸对防撞横梁支架重要安装面无面轮廓度及面极差的要求。

2) 防撞横梁支架：焊接支架焊接方式可根据具体结构采用点焊、CO₂保护焊或塞焊。螺母采用冲压件开孔凸焊，可选用M6凸焊螺母。因支架面积较小采用CO₂保护焊或塞焊

整条焊缝易导致支架受热变形，雷达支架所承受强度不大，因此可采用局部焊接，减少支架受热变形。如某款车型支架通过CO₂保护焊对整条焊缝进行焊接，导致支架受热变形，影响雷达安装位置。通过对支架改进采用局部焊接，效果显著，如图8所示。

7. 雷达装配及调整

生产线雷达装配完成后，需检查确认雷达3个角的定位点是否安装到位，雷达与周边

（下转第50页）



壁的干燥度对钢球压装力影响很大。

钢球压装力优化验证

通过以上对钢球压装力影响因素的分析,我们最终确认从以下几个方面进行优化验证。

1. 制作专用对中工装

通过制作专用对中工装,利用对中工装控制压杆与钢球孔理论中心的同轴度,对中工装上的孔的位置按照壳体上对应孔的理论中值加工(位置偏差 $<0.02\text{ mm}$),孔的直径比压杆的直径大 $0.03\sim0.05\text{ mm}$,压装时压杆与壳体钢球孔的理论中心线同轴度小于 $\phi0.09\text{ mm}$ 。同时修改工艺文件,增加使用专用对中工装检测频次的要求。

2. 优化辅助支撑位置

通过优化辅助支撑位置,使辅助支撑点更靠近压装轴线。增加了1个辅助支撑油缸,原辅助

表4 整改前后压装力均值对比

整改前后钢球压装力均值对比 /kN									
	钢球 1	钢球 2	钢球 3	钢球 4	钢球 5	钢球 6	钢球 7	钢球 8	钢球 9
整改前	6.56	6.52	7.75	7.07	6.65	7.13	6.07	6.27	7.5
整改后	3.54	3.35	3.58	3.66	3.04	3.42	2.91	3.21	4.27

支撑油缸仍然布置在6号钢球孔和7号钢球孔之间,新增辅助支撑油缸布置在2号钢球孔和3号钢球孔之间,两个辅助支撑油缸在工作压力下的支撑力总计为 16.8 kN 。

3. 优化前道清洗工艺参数

工件吹干前增加机器人翻转控水,延长压缩空气吹干时间,同时提升清洗工序的清洗温度(由 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 提升到 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$),保证真空干燥所需要的温度差,并增加真空干燥时间等工艺手段,有效确保壳体钢球孔内壁完全干燥。

通过实施以上对策后,对生产的壳体进行压装力的统计,壳体钢球压装力合格率为 99.43% ,此外9个钢球孔经整

改后压装力的均值均明显降低,整改前后压装力均值对比见表4。

结束语

双离合自动变速器油路复杂,工作油压高,而钢球作为油道端口密封装置,其压装质量的好坏直接影响着产品质量,轻则导致变速器漏油,重则影响变速器换挡平顺性,因此在生产过程中要重点管控。造成变速器壳体钢球压装力超差的影响因素有很多,不同产品结构和压装工艺有所区别,本文提供了一个解决钢球压装力超差的分析方法,并提供了经验证有效的解决措施供广大工程技术人员参考。AI

(上接第47页)

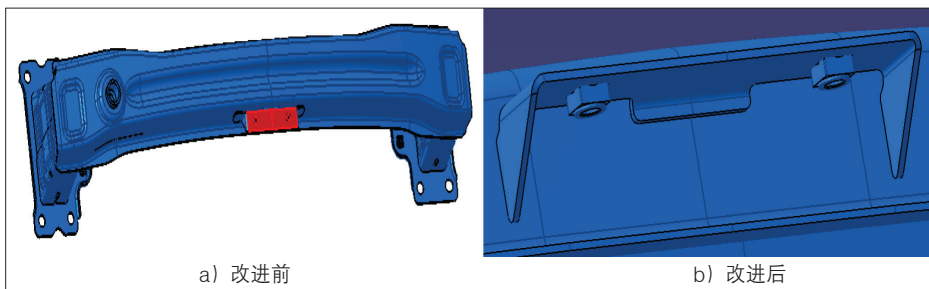


图8 通过对支架改进采用局部焊接是否有干涉现象。在进入ADAS设备标定前员工需晃动雷达检查雷达是否安装到位及与周边是否有干涉,否则会出现因雷达与周边干涉调整为假性合格,经过特殊路面路试后雷达位置出现变化,导致雷达失效,组

合仪表产生报警。

结束语

通过以上雷达常见失效方式的介绍,在安装雷达时需要保证安装到位。设备开发时考虑车辆姿态差异,选择合适的激光光源。

雷达安装支架的材质与结构、前保横梁本体的材质与结构及加工工艺等有关因素,需根据具体设计方案和尺寸链计算,最终确定前保横梁总成的安装面、螺母/拉铆孔尺寸公差要求。

同时,新车型在新品阶段时需对影响雷达关键相关件尺寸进行数据核查,最终保证雷达在ADAS设备校准台上水平方向和垂直方向调整量,考虑雷达安装件的累计公差及来件制造一致性差异,需进行加严控制($\leq 1.8^{\circ}$),以保证量产后车型不会存在雷达相关故障。AI