基于设计和制造过程的汽车外观匹配

□ 东风裕隆汽车有限公司/刘昭　魏文兵

汽车制造过程中，外观匹配问题占DRR（直行率）不直行问题的大部分，本文介绍了分别运用自由度控制、尺寸链计算解析、RPS理论以及整车外饰件配合中的结构考虑等方法解决汽车外观匹配问题。

制造过程中，外观匹配问题占DRR不直行问题的大部分，若外观匹配问题能够解决，直行率可以得到很大幅度提升。整车外观匹配问题也是整车VES（车辆评价系统）扣分问题的重点，若外观匹配问题得到控制或解决，车型VES扣分将减少。从以上两个方面可以看出，外观匹配问题对现场管理及客户评价的影响是不容忽视的，外观匹配问题得不到有效控制和解决的根本原因为，基于设计、制造过程中的尺寸控制工作没做好。

运用自由度控制解决外观匹配问题

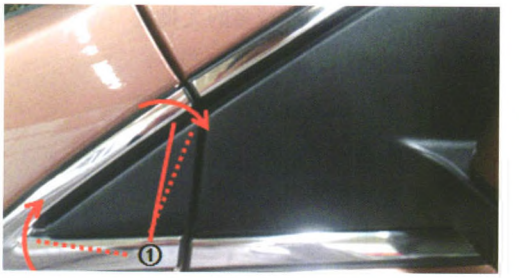
应用6点定位原理分析工件定位问题时，不能认为未夹紧前工件还可以相对于定位元件反方向运动而判断其自由度未被限制。在分析支承点起定位作用时，不应考虑力的影响，因为工件在某个方向上的自由度被限制，是指工件在该方向上有了确定的位置，并不是指工件在受到使它脱离支承点的外力时也不运动，使工件在外力作用下也不运动是夹紧的结果。工件定位方式主要分平面定位、圆孔定位和型面定位。通常在实际的定位过程中是以上三种定位方式的组合或优化。

以某车型三角块的装配定位为例具体分析，三角块装配到车身时沿*Y*轴的旋转，自由度得不到准确控制，导致其和后视镜的配合出现问题。三角块和后视镜配合如图1a所示，具体表现为三角块绕着*A*处旋转，导致三角块和后视镜的间隙不均匀。三角块装配定位如图1b所示，从三角块的定位情况进行定位误差分析。

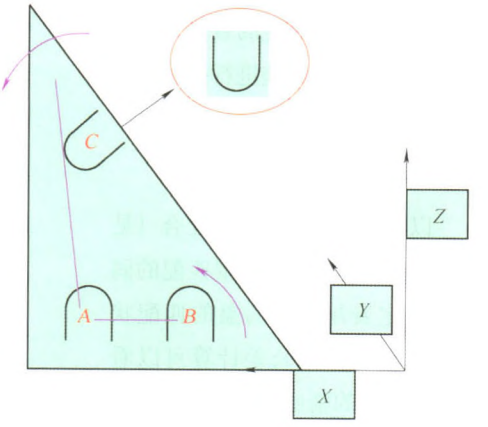
*X*向的平动和转动：*A*、*B*控制*X*向平动，三角块和车身固定点控制绕*X*轴转动。

*Z*向的平动和转动：*A*、*C*控制*Z*平动，三角块和车身固定点控制绕*Z*轴转动。

*Y*向的平动和转动：三角块和车身固定点控制*Y*向平动；由于*A*、*B*、*C* 处U形孔开口方向及位置关系，三角块在*Y*向会绕①（图1a）旋转，处于欠定位状态，无法满足三角块和后视镜工艺装配要求。结



(a)



(b)

图 1

论是前三角块的定位不符合N－2－1定位原理，即无论*A*、*B*、*C*如何两两组合定位，均不能控制绕*Y*轴旋转，导致其在装配定位中绕*Y*轴旋转。

依据分析和计算的结果，将三角块*C*处U形槽方向更改为如图1b所示方向后，其绕*Y*向的旋转得到有效的控制，装配误差由零件本身和车身的制造误差决定。

运用尺寸链计算解析外观匹配问题

尺寸链的计算方法主要有两种：极值法和概率法。

极值法简便、可靠，但当封闭环公差较小，组成环数目较多时，分摊到各组成环的公差可能过小，从而造成加工困难，制造成本增加。概率法计算科学、复杂，经济效果好，多用于环数较多的大批量机械加工生产中。在汽车生产中，可以应用尺寸链验证产品或夹具设计、焊装工艺顺序、附件定位安装等的合理性。在汽车行业内外饰件的装配过程中，装配的最后一个工序就是这个尺寸链的封闭环，封闭环的精度直接影响着整个装配效果的优劣。要保证装配的效果，就需要对各组成环的公差进行控制，以满足生产装配的要求。

1.尺寸链最短原则

以某车型尾灯与侧围配合（见图2）为例，尾灯与侧围匹配的同时也决定着尾灯与后盖的匹配状态。由封闭环的公差计算可以看出，封闭环的精度控制（即封闭环的公差的大小）由各组成环的公差及组成环的数量决定，表现为公差的累积性。为了提高装配的精度，避免公差的累积，一般要遵循尺寸链最短原则。

该车型中，工程人员采用零件之间的直接关联来定位，减少了零件匹配尺寸链中的环，使零件的匹配和装配环节不直接关联。只有在这种设计条件下，工装保证各零件的制造公差，外观匹配只和零件相关，才是真正意义上的工装保证。从而解决了尾灯与侧围以及尾灯与行李箱盖的匹配问题。

前大灯与翼子板匹配，利用前大灯安装点定位销与前翼子板定位进行关联定位（见图3a），减少尺寸链中3个环，从而减少了匹配误差。具体为：头灯和翼子板利用关联随动结构，大灯的两个安装孔在翼子板上，对大灯的6个自由度进行关联定位，可以保证大灯和翼子板的外观配合的一致性。两个关联处均是过渡配合，没有调整余量，装配时不需要对其外观配合进行调整。

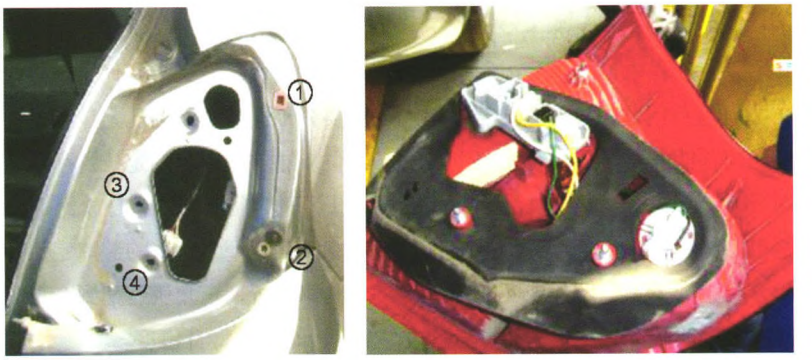
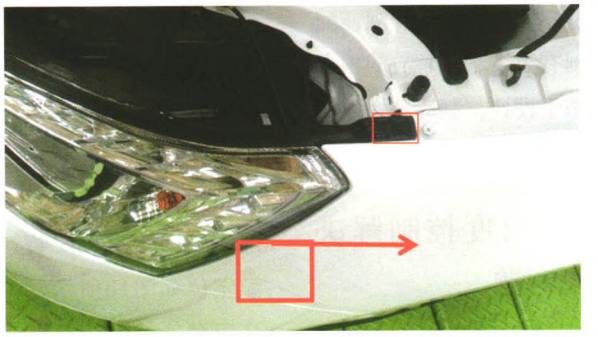
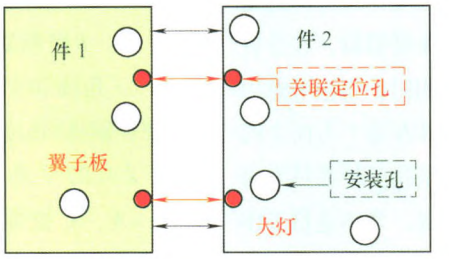


图2　某车型尾灯与侧围配合



(a)



(b)

图　3

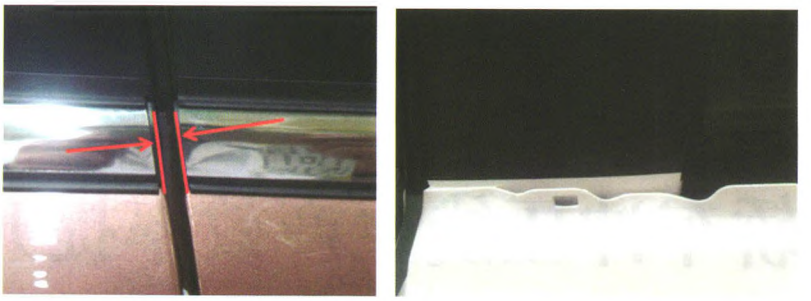
从图3b分析可知，件1和件2配合公差源于三个方面：零件自身偏差、车身安装孔偏差、装配误差。关联装配通过关联定位孔，利用关联点六点定位原理直接确定其空间位置的相对距离，配合公差由零件公差和车身安装孔公差来保证；反之，如果采用孤立装配，两个件的空间相对距离的配合公差由零件公差、车身安装孔公差、装配误差决定。由于加入了装配误差，增加了累积误差，尺寸链变长，故其间隙很难保证。

2.减少工差累积的其他方法

制造精度也是尺寸链中的一个环，控制制造精度不会因上述原因而显得不重要，而是更重要。因为制造环偏差会造成车身难以装配，只是人在装配环节的重要性降低。首先，合理的工序规划可减少公差累积；其次，先进工艺方法的实施可减少公差累积，比如在线测量和在线冲孔技术等。

运用RPS理论解决外观匹配问题

RPS（翻车保护装置）系统原理的运用可以避免由于基准点的变换造成零件尺寸公差加大，反之，变换基准的方式有时也可以保证外观匹配的合格。某车型前门外水切长度公差±1.5mm，钣金公差±0.2mm，装配公差最大3.2mm。改进前以钣金卡槽限位安装，保证前后门端盖公差积累至前后门中缝处（见图4a），最大间隙可达3.2mm，用极值法计算，不能满足设计DTS（设计公差规范）的间隙标准。改进后，在门外板上进行冲孔定位（见图4b），外水切上有定位块，装配时定位块安装在定位孔里，装配满足要求。



(a)　　(b)

图 4

外水切饰条在机构性设计方面，可以改进为：前门外水切压在外后视镜座下面，在保证前后门水切间隙的同时，外水切前端不存在与前三角块的配合，吸收外水切设计公差过大引起的配合问题。

整车外饰件配合中的结构考虑

汽车外饰件主要指前后保险杠、进气格栅、防擦条、前大灯、尾灯、后视镜底座、顶饰条、扰流板等通过螺栓、卡扣或双面胶连接在车身上的部件。汽车外饰件设计要求简单、快捷、牢固、可靠，一般选用螺栓、螺母或卡扣连接。为了避免外饰件与车身、外饰件之间出现间隙和面差匹配问题，除了合理的安装方式与定位点选取外，其结构设计的影响也是不可忽略的。外饰件的结构做可行性分析时，要最大限度地根据造型师定制的表面来做结构，结构的优化设计可以降低外观匹配的风险。比如镶嵌式结构利用边缘遮蔽式镶嵌的方式消除对接缝间隙的要求，同时能够提高配合部位的立体感。台阶面结构布置主要利用塑料件拔模斜面、凸台、沉台、安装件周边圆角等钝化面差所造成的视觉冲击，并且显得特征分明、错落有致，给人以很好的空间立体感。

一体化结构设计单独的部件应该采用单独的特征表现方式，尽量避免分段（分缝）式结构设计，一体化结构能够减少间隙配合，避免不必要的控制投入。接缝处隐藏是将无法避免间隙、面差的配合处做在不明显处，尽量隐藏。

将以上方法合理地运用到汽车外观匹配中，可以准确诊断问题点和偏差源，进而有效的控制和解决外观匹配问题。AME

刘昭
焊装工艺工程师
东风裕隆汽车有限公司