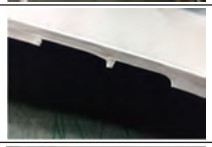
基于发动机盖外板冲压单品刚性不良的改善浅析

文 | 毛跃武、黄维 · 广汽乘用车有限公司

发动机盖外板作为汽车车身最前端的大型车覆盖件，而对于消费者看到的发动机盖，是经过冲、焊、涂、总、四大工艺处理后的总成件，也是大家常规能接触到车身覆盖件，在平常使用过程中可以感触到，刚性满足相关使用标准，虽然发动机盖总成满足相关使用要求，但是在其制作过程中，经常会因为发动机盖外板冲压单品的刚性不良，导致零件报废，生产效率低下，制造困难等课题。本文主要是以发动机盖外板在制造过程中遇到的刚性不良课题，通过从模具工艺

表 1 发动机盖外板试制过程中不良

N0	图示	描述	N0	图示	描述
1		凹陷	4		零件开裂
2		毛刺	5		零件凹
3		零件变形			

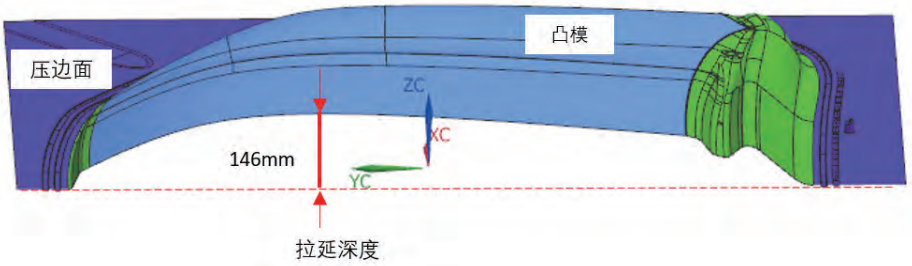


图 1 某车型发动机盖外板压边面的选择示意

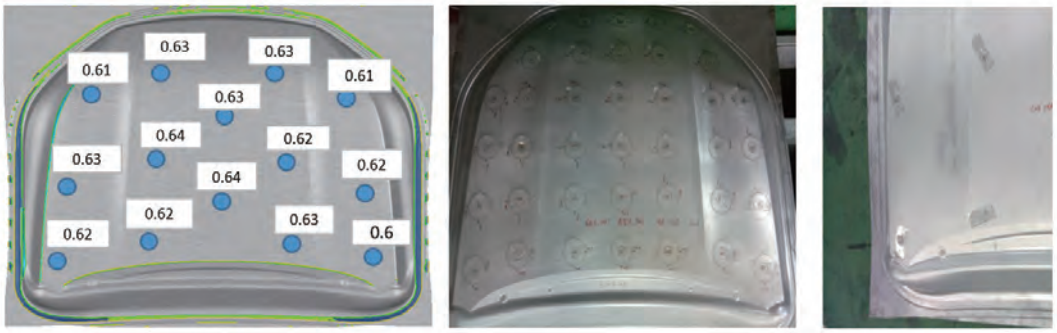


图 2、某车型发动机盖外板的不走料拉延件减薄与 CAE 分析对比

设计，结构涉及、制造调试、产品数据等几个方面进行分析改善，并对产品数据提出改善意见。

在汽车的四大制造车间，冲压为第一车间，将钢材冲压成车身零件，先需要进行模具试制生产，在品质培育达到一定要求后，进行批量生产，发动机盖外板在前期品质培育调试过程中出现的不良课题主要有凹陷，毛刺，零件变形，开裂等，主要如表 1 所示

上述表中的不良问题点，在前期的品质培育提升试制过程中，基本上是能全部消除，但是对于由于零件刚性问题而引发的不良，改善解决尤其困难，为了改善解决此类课题，减少因刚性课题产生的品质培育日程，造成的成本提升，我们总结如下改善方式，主要是从模具工艺设计，制造调试，生产运输等几个方面进行改善。

通过冲压工艺来改善零件的刚性

I 从产品的拉延深度上上考虑，应该要根据产品的造型的情况，提前确认好零件的拉延深度，控制压料面深度，如图 1、某车型发动机盖外板压边面的选择示意，随着工艺积累，以及每个零件的特性，现有的拉延深度基本上是参照以往项目的经验进行选择，但是对于大和预判刚性比较弱的零件，在经验的基础上增加拉延深度。

II 从走料控制，发动机盖外板的这类外板件的成型工艺基本上是胀形工艺，所以要控制走料，即整个板材的边界材料不能走动，可以通过拉延筋，管理面的研合来控制，图 2、某车型发动机盖外板的不走料拉延件减薄与CAE分析对比，在通过划线来测量确认板件的减薄是否与 CAE 分析一致，做到数据与理论分析相接合。

III 从工艺补充面来改善发动机盖外板的刚性，主要是通过加大板件的减薄率，从而加强板件的刚性，通过改善工艺补充包的造型，尽可能做到板件的刚性即将我们的减薄率和板件延伸率做到 > 3%，对于发动机盖外板等容易出现刚性较弱的零件，就需要将减薄率做到 > 5%，如表 2、为某车型发动机盖外板的为改善刚性不良的课题，做的 2 组工艺包加深的计算数据，所以说为改善发动机盖外板的刚性，需要

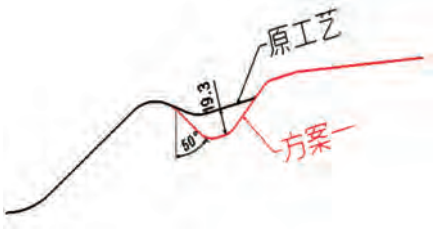


表 2 某车型发动机盖外板 OP10 的冲压工艺方案对比

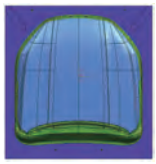
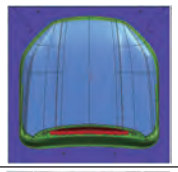
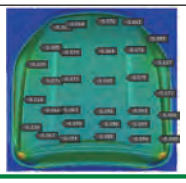
	原工艺	方案一	评价
工艺方案			工艺补充区较方案加深 19mm
成型性			工艺补充区域的成型性变差
减薄率			靠近工艺补充区域的零件减薄率加大，材料向外展开

图 3 某车型发动机盖外板 OP10 的回弹补偿的隆起点选择

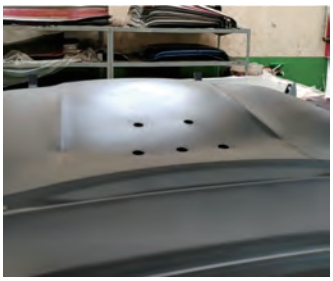


图 4 某车型发动机外板压完件后压边圈顶起瞬间变形

尽最大的努力拉开零件，让板件达成一定的刚性。

Ⅳ 从冲压工艺上的隆起点的选择改善板件的刚性，主要是从隆起点的选择，对于我们的冲压覆盖件零件，我们为了保证零件的精度，通常会在部分位置增加一点隆起点，即在进行数据分析时，局部位置做回弹，对于我们这种外板的隆起点，隆起点的选择应该在适用于改善零件的曲率，用于提高板件的刚性，如图 3，某车型的发动机盖外板的隆起点选择时，对应于零件的曲率变化，隆起点做在位置 2 时，补偿量在 1mm ~ 2mm 不等，即是整体的零件的曲率变小，形成一个拱形，提升零件的刚性。

从冲压模具结构设计上改善刚性不良引发的不良问题点

Ⅰ 拉延模具结构排气设计对于发动动机盖外板的拉延模具，尤其是需要注意 OP10 的排气，因为在快速冲压过程中，压边圈顶起瞬间，中间型面下塌，导致变形，如图 4、某车型发动机外板压完件后压边圈顶起瞬间变形。

综上对于这一类的模具在设计时，就需要在前期加强模具的结构在排气上的设计，主要体现在如下 2 项，图 5、模具结构上的排气设计参考指示图：

①压边圈与凸模之间宽度设计常规 3mm，根据实际需求，宽度做成渐变式，逐步位置按照 3 ~ 10 间隙不等进行设计；

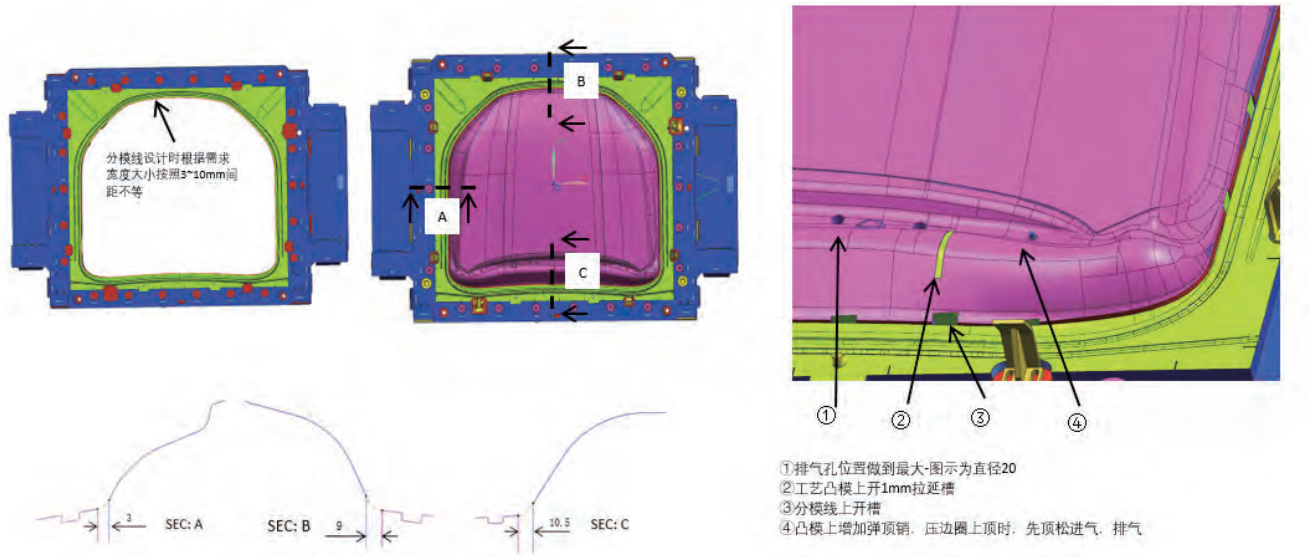


图 5 模具结构上的排气设计参考指示图

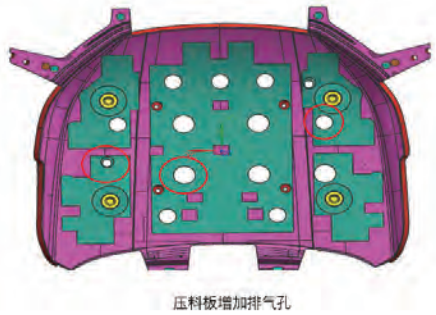


图 6 压料器排气孔设计

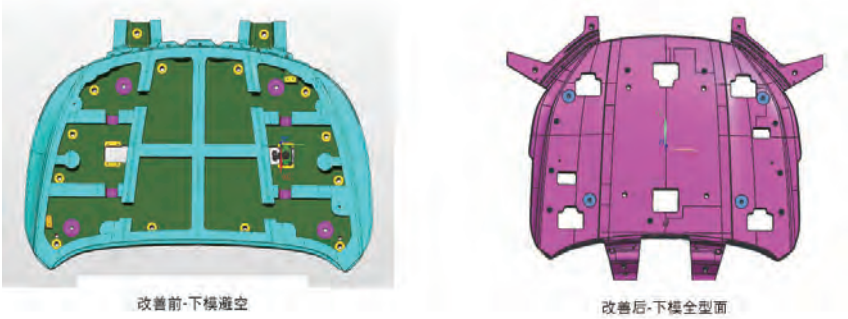


图 7 下模全型面设计改善

②排气孔与排气槽的设计，工艺补充面上增加排气孔，大小从 6 ~ 20 不等，必要时在补充工艺面上开排气槽深度 1mm，凸模的分模线再开排气槽，凸模上增加顶料销，在压机成型后，上模随压机上行，通过顶料销顶松板件，板件与凸模型面之间形成缝隙，方便气体进入与排出。

II 后工序压料器增加排气孔设计，不仅是减重主要是为了防止上模下压过程中，形成下压的气流，如图 6、压料器中增加排气孔。

III 后工序凸模全型面设计，常规设计为减少机加工的工作量，避空设计，即留部分型面支撑外，其余中间挖空，但是对于这些刚性较弱的外板件，我们的设计应该是考虑下模型面全型面设计，用来支撑零件，防止模具下压时，形成高速气流，压凹板件，如下图 7、下模全型面设计改善。

下模全型面设计的改善，不仅仅是起支撑零件作用，在自动化的生产过程中，全型面设计，还能避免机械手的吸盘在吸取零件时，不至于零件变形，同时也简化吸盘的位置布置，如图 8、某车型发动机盖外板机械手的吸盘布置图

图 8 某车型发动机盖外板机械手置图

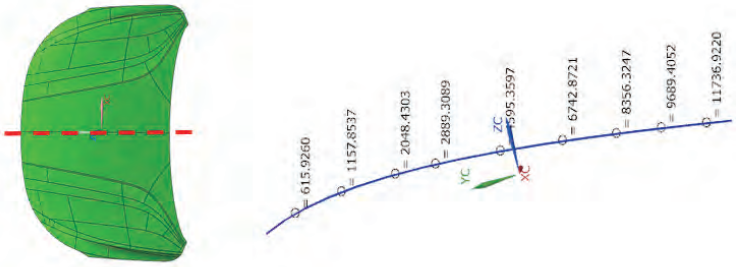


图 9 产品曲率值

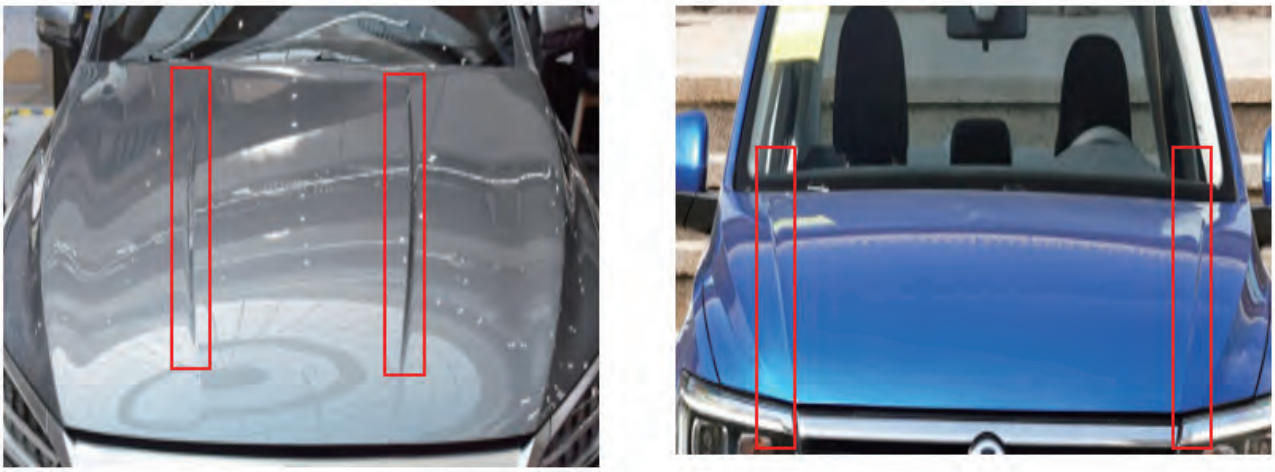


图 10 某车型发动机盖外板产品造型特征线对比展示

从产品设计上

为保证外覆盖件的产品刚性，在满足各项商品性能以及使用需求时，源头应从产品设计上进行改善，应该从产品的曲率，产品曲率值 < 12000，如图 9、产品曲率值，造型特征线的布局考虑，特征线的粗壮样式，以及 2 条特征线之间的距离，如图 10、某车型发动机盖外板产品造型特征线对比展示。

综上，为改善发动机盖外板单品刚性不良产生的课题，我们首先在产品设计要充分考虑到零件的曲率设计选择，同时还有特征线的布局设计，特征线的造型设计，同时在冲压工艺设计阶段，充分做到减薄率达要求，零件控制走料，在做回弹补偿数据时，要基于曲率加强来选择隆起点，在模具结构设计时考虑到模具排气对零件刚性的影响，综上对策后，发动机盖外板的刚性能在一定程度上得到改善。MFC