■ 合肥工业大学/滑德富
■ 奇瑞汽车股份有限公司/吴剑华 陈 斌 王 莹

压合质量问题分析及解决措施

在白车身生产过程中，外覆盖件压合工艺得到广泛应用.四门两盖等压合后能保证板料外观及外表面光滑平整，增加板料整体强度和刚性，提高车身安全性能。同时，压合质量稳定，效率高，互换性好，成本相对比较低，柔性化好，适用于大批量、小节拍、多车型生产。

压合质量提升必须用到力学性能、金属材料与模具维修等专业知识。本文着重分析力学性能与压合质量问题的潜在关系，进而提高压合工艺分析能力和压合质量问题处理效率。主要从压合模、压合缺陷识别与判断标准、保证压合质量力学因素与要点等几个方面进行阐述。

压合模介绍

压合模（HEMMING）即包边模，主要用来对汽车车门、翼子板、发动机舱盖、天窗顶盖等进行包边。压合模通过定位、折边、压边三个步骤实现压合。

其原理为利用液压机上下运动，通过压合模驱动机构带动预弯力压外板，将外板单件翻边折成45°，实现预翻边后，上模压合力块下行将边缘45°压制成平角后回面过程。

主要结构分为上模和下模。上模主要包括上模本体、导套、压合力、压料板、驱动器和压合力基座等。下模主要包括下模本体、导柱、预弯力、翻边机构、顶料架、托料架和基准型面等。

压合缺陷识别与判定标准

1.压合缺陷类别

主要是外观缺陷、尺寸缺陷和其他缺陷。外观缺陷包括表面变形、表面凹坑（鼓包）、压/挤伤、压痕、开裂、包边面起皱、包边不顺、*R*角不顺、包边不实、包边轮廓线塌陷等；尺寸缺陷包括外板立边翻度偏大，离内板*R*过近、局部尺寸不均或单侧间隙过大（过小）、局部平度极差大、装车对齐度差等。其他缺陷包括涂装PVC气泡、PVC开裂、内外板窜动等。这些缺陷影响着车身质量和整车性能。

2.压合缺陷识别方法

压合缺陷识别方法有油石（砂网）打磨、手感和白件（涂油或油漆件）强光照射三种。根据判定结果，缺陷整改方向分为两种：消除和优化。如缺陷受其他因素影响很难消除，结合实际部位及问题严重度，可以对其优化，控制问题恶化。所以，压合缺陷判定非常重要，通常是结合车身部位和整车效果制定判定标准。

影响压合质量的力学因素及要点

从力学性能角度，采用三维假想空间（理想度），结合产品、模具结构来分析压合施加力过程，来解决、提升压合质量。

1.力学三要素对压合质量的影响和改进

力学三要素即力的作用点、方向和力的大小。在

压合模工作过程中，由于制件本身或外来因素影响，力的方向、作用点在每个批次压合中有微量变化，同时改变制件在预弯力承受力的三要素，使零件产生压合缺陷。

压合模工作过程离不开力学性能变化，压合质量缺陷是力学三要素设置不当的一种体现，如何控制压合质量，提升车身感官性能，抛开金属材料影响，从力学角度来讲，就是要避开制件在压合过程中应力集中，或者控制及减小力量在传递过程中增大。下面从两个案例进行分析。

（1）案例一 某车左后门门把手部位凹坑变形。

1）某车型左后门门把手部位压合变形（见图1），白车身AUDIT扣30分，为严重表面缺陷，调整线100%返工，且返工难度大。

图1 某车型门把手变形部位

2）原因分析：变形部位在模具型面上处于悬空状态，与模具无干涉点；外板单件轮罩部位翻边轮廓线向*Z*负方向偏移，超出检具0.8mm；外板翻边线外移，在预弯时，缩小了预弯力与外板轮廓的间隙，在预弯最大时，钣金在轮罩部位和上段部位同时受到挤压，应力汇聚点到门把手部位，产生*B*处变形（见图2）；而轮罩部位的应力倾向于上段时，上段部位在预弯的同时产生*Z*负方向应力，汇聚点在*A*处，*A*处与*B*处产生应力扭曲（见图3），形成两处凹坑变形。

3）整改措施：考虑单件外板整改周期较长，过程变数较多，采用压合模改进：①对下模预弯力轮罩部位进行调整，放大预弯力间隙，减小制件受力大小，同时加大压料块压力；②对门框上段弧度部位预弯力调整，改变预弯力角度，减小制件在受力时挤压

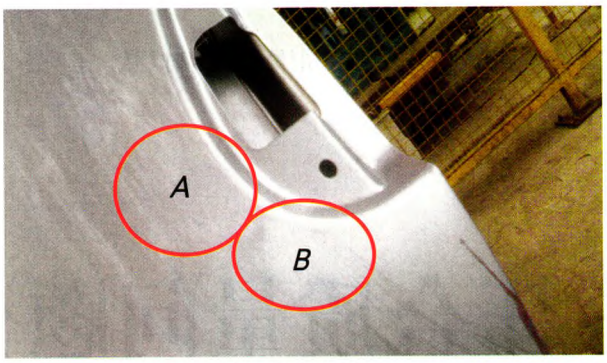

图2 扭曲变形状态

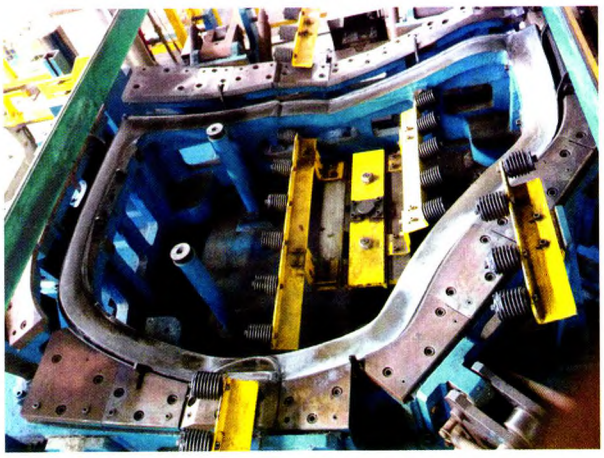

图3 *A*、*B*两处应力分布

力大小，同时加大压料块压力，加大制件与型面的摩擦力。

4）整改效果：对下模预弯力轮罩部位调整，优化了门把手的变形，消除了门把手*B*处拐角部位的坑；多次对门框上段弧度部位预弯力调整，消除了中间部位坑，消除了该变形问题。

（2）案例二 某车左右前门B柱尖角部位变形。

1）某车型左/右前门B柱窗框*R*角处压合变形（见图4），该缺陷无法返修合格，直接导致总成件报废。

2）原因分析：前门上段与B柱部位形成扭曲点，当预弯力不变，上段预弯时，倾向于B柱部位应力大，而窗框尖角部位为扭曲点，相对敏感，预弯时上段部位分应力与B柱侧预弯时应力在尖角处扭曲点集中，两处应力集中使外板扭曲变形（见图5）；模具设计倾斜度大，而这个方向预弯，制件与型面摩擦力小，极易产生下滑，加大了B柱部位变形（见图6）。

3）解决措施：分别拆卸刀块1处、刀块2处预弯力（见图7），逐一拆装，进行预弯和压合。根据验证结果，对相应预弯力进行补焊，调整预弯力角度，控制预弯力在板件上的受力点和预弯力方向，减小预弯力，并加大制件与型面摩擦力；在压合模基准型面

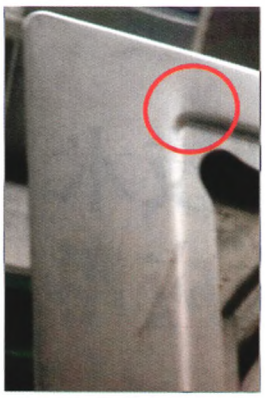

图4　某车型门尖角部位变形

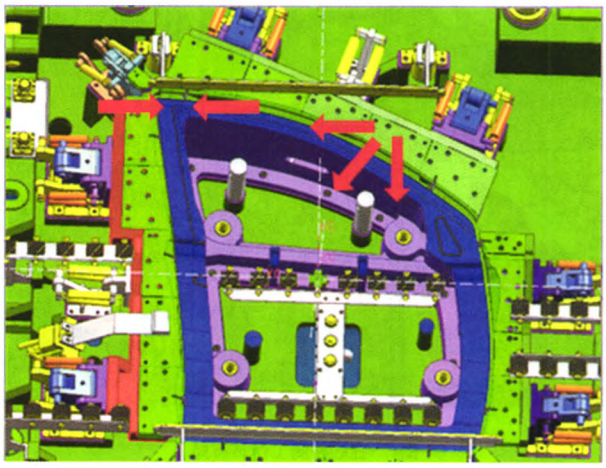

图5　应力集中分布

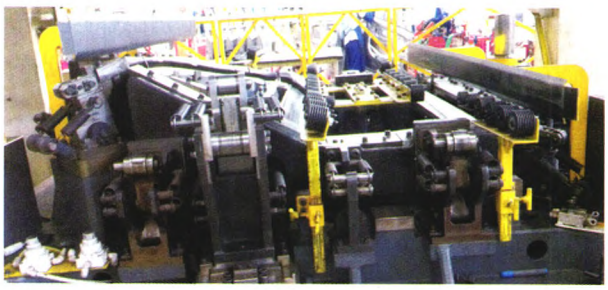

图6　模具型面角度

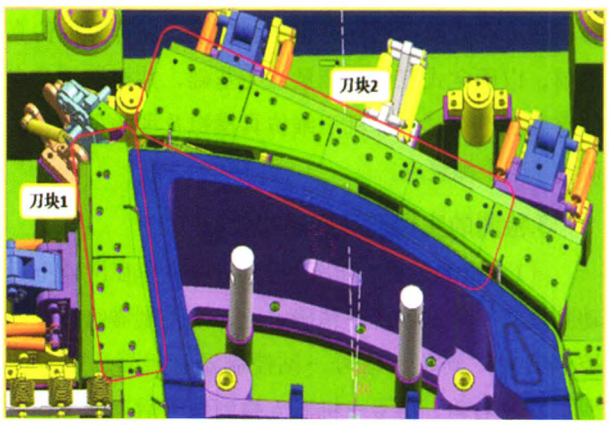

图7　预弯力验证部位

上，增补四个挡块，限制窗框上段在模具型面上位置，释放上段在预弯过程中产生预弯力，控制预弯力向扭曲点集中。

4）整改效果：消除了B柱尖角部位变形。

2.小结

1）压合产品部位、模具压合参数等，对压合质量影响非常大。根据老车型生产及新品调试，若压合模基准型面与水平面存在角度，则操作过程重心不稳，制件易下滑。而在压合过程中，制件在预弯时产生的应力无法被抵消时，则易出现变形或压合失效等问题；若制件的型面设计平缓、内板法兰面设计的角度、外板单件设计的参数不合理，则制件极易产生变形、双棱线等问题，且在后续易产生加热变形。

2）外板单件及内板的质量控制（包括过程转运），直接影响着总成件的质量。外板单件的参数需要控制好，当外板的参数变化时，压合模预弯力在外板单件上的作用点和受力方向发生改变，这样间接改变了受力大小，压合过程中易产生压合失效。由于冲压模设计缺陷，外板单件局部部位无法达到数模的状态，而对于这类问题，则从压合模上调整控制，而在后期则形成了质量隐患。同样，内板的法兰面平整度控制不好，受压力作用直接导致制件变形。

3）过程分析。当出现质量问题时，利用矛盾（问题的相互干扰点）、理想度（即三维假想空间）、资源的方式，通过力学性能对压合质量问题进行分解，理清问题根源及影响点，采用理想度空间，分析制件的受力情况，来寻找解决方案，并理想化分析措施的可行性，从而解决问题，以此提高压合件质量和工作效率。

结语

压合包边是一项涉及面较为广泛的工艺，在日常生活和汽车生产中普遍使用，需要长期的研究和不断的质量改进，这样才能提高产品的精细化，提高客户的审美理念。本文则通过对质量问题分析与维修，结合力学性能，提高产品质量与维修能力。但这方面知识仍需要做长期摸索，结合材质性能与变化，持续改进和技术革新。

关键词：
压合模　力学性能　理想度
（收稿日期20140115）