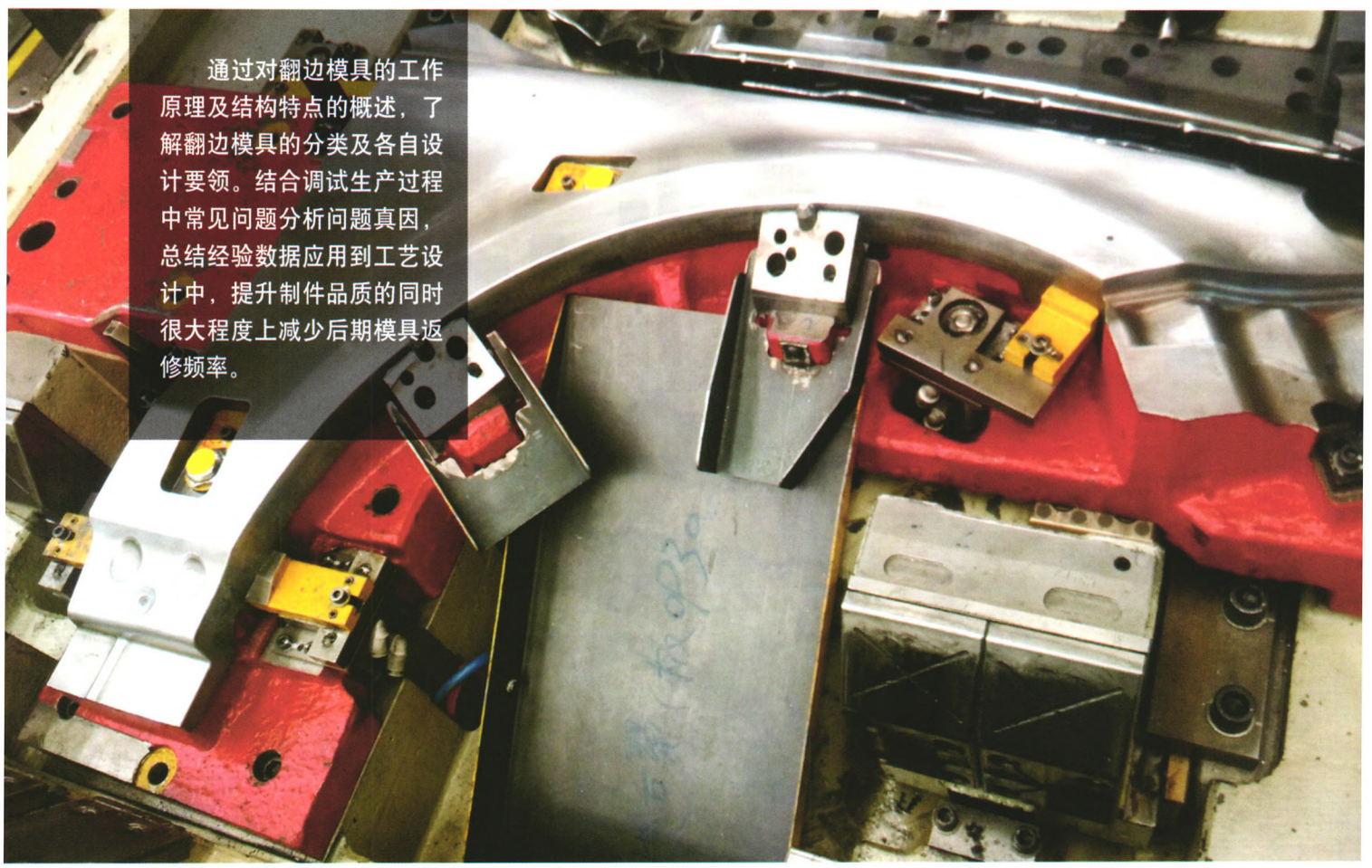
翻边工艺研讨及案例解析

□ 长城汽车股份有限公司生产技术开发中心/李欢迎 邸跃飞 张学利 田昊天



通过对翻边模具的工作原理及结构特点的概述，了解翻边模具的分类及各自设计要领。结合调试生产过程中常见问题分析问题真因，总结经验数据应用到工艺设计中，提升制件品质的同时很大程度上减少后期模具返修频率。

翻边模具工作原理及分类

翻边模具是在压机的作用下使制件外边缘或封闭内边缘进行弯曲或变形的工序模具。合理的压料力（根据翻边长度与板料材质性能）是良好翻边件的前提。适当的翻边间隙是优良翻边件的保障。翻边类别可按照翻边角度、翻边面形状、翻边方向等经行分类。图1为左右前门外板翻边模下模。

1.按翻边角度分类

根据焊装车辆需要，不同制件翻边角度有所不同。不同的翻边角度需要不同的翻边工艺。按翻边角度分为：直翻（直角翻边）、锐角翻边和钝角翻边。

直翻是指最终成品制件翻边面与基准面成直角的翻边。此类翻边是最常见的翻边，模具镶块直接对制件进行翻边一次达到想要的制件状态的翻边。

锐角翻边是指最终成品件翻边面与基准面成锐角的翻边。此类

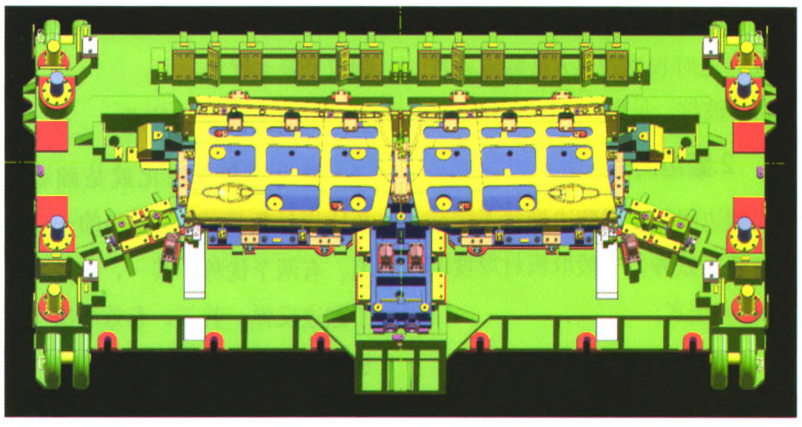


图 1

翻边由于模具、机床、板料性能的局限性需要模具二次翻边，即先模具翻边块直翻进行预翻边，再下一工序利用驱动机构翻边至需要的角度。

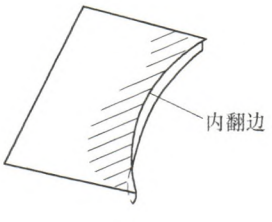
钝角翻边是指最终成品制件翻边面与基准面成钝角的翻边。此类翻边又称为翻整，比其他2种翻边所需要的翻边力都要大。翻边面根部（接近圆角部位）强压处理，目的是为了固化圆角，减少翻边面回弹量。

2.按翻边面形状分类

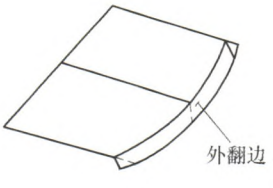
为了达到预期的焊装效果，翻边面要与焊合面或包边面贴合，因此出现了制件的不同翻边状态：内翻边、外翻边和翻孔（见图2）。

翻边面弧线偏向制件内侧的翻边为内翻边。此类翻边模在翻边时主要是切向方向的压缩变形，应力向中部集中，使其料向中部堆积，在最大弧度内翻边部位易产生褶皱。如：侧围轮弧部位、天窗版顶盖外板天窗口四角部位。针对此问题，加大相应部位压料芯压料力的同时，减小此部位间隙或适当减小此部位翻边长度（保证后序焊装车前提下），有效地解决了翻边褶皱，提升了制件品质。

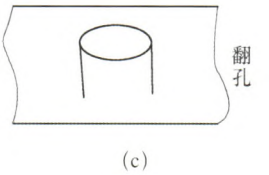
翻边面弧线偏向制件外侧的翻边为外翻边。此类翻边主要是切向的拉伸变形，应力向两侧拉伸，使制件在最大弧度内翻边部位易开裂。如左右轮罩外板轮弧部位和机盖外板前大灯部位。针对此问题，加大相应部位压料芯压料力的同时适量加大此部位间隙或适当减小此部位翻边长度（保证后序焊装车前提下），有效地解决了翻边开裂、面品凹陷、翘边等问题，提升了制件品质。



(b)



(b)



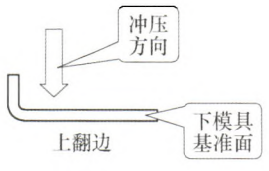
(c)

图 2

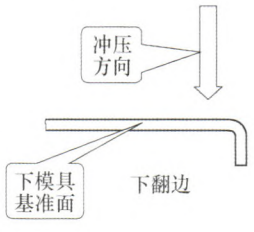
翻孔是对封闭型边进行翻边或翻整形成的封闭型孔（可为规则形或不规则形封闭面）。内翻孔有加强制件局部强度、减小摩擦、便于焊接的作用。翻孔易出现翻孔拉长、翻孔抱模、翻孔翘边、拉毛、翻孔一面偏等影响制件精度、生产效率及模具寿命的问题。

3.按翻边方向分类

根据冲压方向及模具基准面，制件面边缘向冲压方向翻边（即与冲压向下翻边面亦向下）为下翻边，向反方向翻边为上翻边。需要注意的是，上下翻边同在一工序模具的时候（如中地板、后地板），上下翻边交接部位留好交刀工艺缺口，防止制件撕裂（见图3）。



(a)



(b)

图 3

翻边工艺

翻边工艺是理论设计经长期实践积累下来的经验数据应用到模具设计中，很大程度上提升了外板件外观品质，减少钳工维修量。有以

下几种翻边工艺。

1.过翻边

过翻边是在不增加工序模的前提下，适当采用经验值与合理分布翻边工艺所得到合格制件的工艺，有过翻边角度和过翻边长度。

（1）过翻边角度。过翻边角度θ如图4a所示，弯曲翻边时，调整产品设定加工方向，作为制件的回弹量处理。

（2）过翻边长度。常见的过翻边情况有以下2种：一是制造产品时，因发生累计误差，致使制件尺寸变大时，可采用过翻边工艺，得到合格的制件，如图4b所示。二是工艺上需要制件长翻边时，而拉延（由于拉延成形性）无法一次拉伸到位的时候，可以经过后序翻边完成（这时根据拉延R及翻边条件会留下波纹，见图4c）。

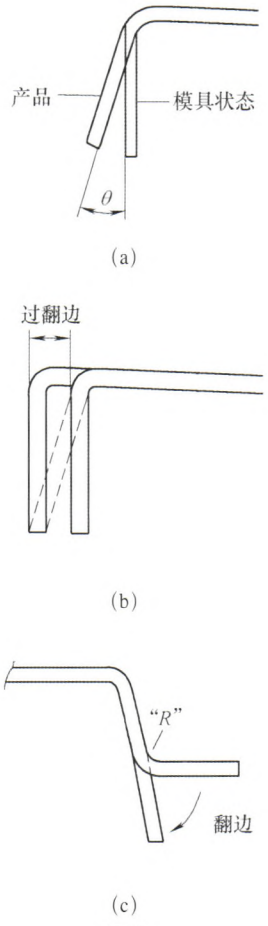


图 4

2.翻边间隙

翻边间隙根据翻边形状不同与板材性能差异，一般取板材厚度的2/3或3/4适宜。

3.翻边交刀

由于模具结构所限及工序排布原因，需要分步翻边。第一次翻边为防止制件变形，在翻边端头留预翻区，下一工序再翻边的时候，翻边块超过第一翻边的预留区，保证翻边平整无挫台。

4.翻边圆角尖锐化

翻边圆角尖锐化就是翻边圆角比设计数模的R角要小的一个工艺。有两个优势：其一，有效防止了翻边反弹；其二，有效解决了外板件翻边面品不良的问题。

常见问题及解决方案

针对制件出现的问题，制定专项解决方案，见附表。

翻边问题解决方案

问题	方案	问题	方案
翻边起皱	1.调小翻边间隙 2.减小翻边长度	翻边制件变形	1.调整翻边时序 2.翻边圆角尖锐化 3.翻边顶出器同步性
翻边开裂	1.调大翻边间隙 2.减小翻边长度	翻边圆角不顺	1.修整翻边圆角基准 2.调整翻边接刀同线度
翻边拉长	1.调大翻边间隙 2.提升翻边块表面粗糙度	翻边回弹	1.回弹补偿 2.翻边圆角尖锐化 3.调整翻边时序
翻孔抱模	1.调大翻边间隙 2.提升翻边块表面粗糙度 3.追加翻边顶出器	翻边料渣	1.调大翻边间隙 2.调整修边间隙 3.提升翻边块表面粗糙度
翻边蹋角	1.增大局部压芯压料力 2.调大翻边间隙 3.提升翻边块表面粗糙度	翻边拉毛	1.调大翻边间隙 2.翻边块处理
翻边翘边	1.调整顶出器同步性 2.调大翻边间隙 3.提升翻边块表面粗糙度	翻整侧向力	1.设计对称翻边模具 2.追加防侧导板

结语

工艺方案的优劣直接影响制件品质及后期模具整改的难易，甚至影响整车项目开发进度，好的工艺思路加上有价值的经验数据把制件品质推上了一个新的高度，使车型开发有了里程碑的跨越。

新工艺、新产品正逐步彰显划时代意义，如热成形模具，显著提升了制件刚度，有效抑制了回弹。

此文只针对翻边模具详析，有助于对同类制件的工艺分析，为翻边模具设计指明了方向。AME

更正：2015年第8期P32页“北汽集团也于2009年11月成立了独立的股份公司”说法有误，实际应为“北汽集团于2009年成立了北京新能源汽车有限公司，并于2014年3月21日成立北京新能源汽车股份有限公司”。