

车身冲压件常见缺陷产生机理与调试方法

□ 安徽江淮汽车股份有限公司/李月伟

本文论述了冲压调试对新车型量产的重要性，并尝试对冲压件常见质量缺陷的产生原因和解决方法进行了总结归纳。重点对外板件面品、刚度、滑移线和冲击线等外板调试中需要重点关注的质量缺陷的识别以及产生机理和调试解决方法进行了研究，为系统提升车身冲压件质量和缩短调试周期提供了参考。

车身内板件质量缺陷分析

1. 成型工序常见冲压件质量缺陷

(1) 起皱与叠料。产生原因为成型过程中料流不均衡，产生挤压而无法吸收消除。解决此类问题的原则为平衡料流，保证在成型过程中各个方向的进料均衡。一般解决方法有：增加拉延筋或拉延槛，增加走料阻力，减少料流供应；增加强压以减小型面间隙；增加辅筋或凸包造型吸料（吸皱）；增大压边力；改变拉延筋形状；增大料边尺寸。

对于在线急需出件的情况可通过垫砂纸，电剪刀裁断料等临时应急措施进行处理。

(2) 开裂与缩颈（暗伤）。产生原因为成型过程中拉伸变形

程度超过材料延展率极限。解决此类问题的原则为改善料流供应。一般解决方法有：改善模具型面粗糙度，适当减小压边力，减少料边尺寸，改变拉延筋形状，增加刺破刀或切角刀，增加局部料流供应。

对于在线急需出件的情况可通过涂拉延油、垫塑料薄膜、电剪刀裁断料等临时应急措施进行处理。

(3) 拉毛。产生原因为板料在成型过程中由于挤压等原因，走料不顺，局部硬化。此类问题只要分析出具体原因，进行针对性的整改一般都能得到解决。解决方法有：提高模腔及镶块工作型面粗糙度，模腔及镶块工作型面淬火或TD处理，翻边或成型凸R角修光顺。在线调试临时措施有：涂拉延油、垫塑料薄膜、现场抛光。

(4) 回弹。产生原因为弯曲变形时，外层伸长，内层受压，成

型结束后在在应力作用下回弹，产生外张现象。随着高强板在梁类件中使用比例的逐渐增加，此类问题成为内板模具调试中较为常见的制件缺陷。在梁类件模具设计阶段就需对成型回弹进行CAE分析，进行必要的回弹补偿，如图1所示。调试阶段一般解决方法有：加压调试（注：需关注量产时的生产率）；减小翻边间隙，遵循轻微逐次前推翻边刀块调试的原则；工艺上进行回弹补偿；产品上增加补强筋，制约反弹。

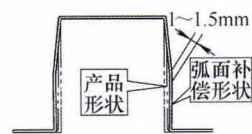


图1 回弹补偿示意图

2. 修冲工序常见冲压件质量缺陷

(1) 毛刺。冲压件产生毛刺

的原因有两种：一是冲裁间隙过大导致在分离过程中产生撕破；二是冲裁间隙过小在上下裂纹中间产生二次剪切，在端面出现挤长的毛刺。对于修边落料类，解决此类问题的原则为调整切边间隙；对于冲孔类需重新稳冲头或直接更换冲头。

(2) 孔位超差。一般情况下，由于冲头与凹模套都选用标准件，孔径超差的可能性很小；孔位超差更为常见。孔位超差的解决方法是根据孔位检测与验证结果修正孔位，即重新加工安装凹模套并稳冲头。

(3) 止口超差。止口超差产生的原因为修边刀口理论位置与实际装配精度之间的差异。需对照检具确定超差量，从而进行相应的补焊、机加修边凸凹模修边刀块。

车身外板件质量缺陷分析

车身外板由于外观直接可见，相对车身内板件有更高的品质要求。不仅不能出现起皱、开裂等以上所述的冲压件缺陷，尤其需要关注面品、刚度不足、滑移线等问题。

1. 面品问题调试解决

外板件面品问题主要为表面压伤，外观面渐变凸凹，R角不顺等影响外观质量的问题。识别外板件面品问题一般是在荧光检测台上进行检测，一般分为目视检查、触摸感受、涂油进行荧光反射、油石打磨检查四个步骤。

压伤为型面间隙不均匀所致，研和推光后一般都可以解决。外观面渐变凸凹一般为成型凸模不符型

或凹模研合率不够所致，通过研和提高研和率到90%以上、凸凹模非必须符型区直接空开处理等方式解决。R角不顺由多种原因引起：翻边凸凹模不符型、翻边交刀处不同步、压料力不足等。具体分析后进行针对性整改一般都能够较好地解决。

2. 刚性不足调试方法

在汽车制造领域，把外板件承受外部载荷作用，抵抗凹陷挠曲及局部凹痕变形，保持形状的能力称为刚性。外板件产生刚性不足的原因为外板件成形中的预变形程度不够。汽车工装模具行业通常以材料的拉延变薄率作为量化指标，拉延变薄率 $\geq 3\%$ ，能满足外板件的单件刚性的基本要求。拉延变薄率可通过CAE模拟求得，如图2所示。



图2 拉延变薄率CAE分析

调试现场中一般有两种方法评价外板件刚性：一种为常见的静态载荷（拇指按压），感受其变形的难易；另一种通过简化的压力位移法，简单量化其刚性。两种方法都较简单、快捷、适用于现场，前者缺点：凭主观判断，不能量化，依赖于经验；后者缺点：相比实验室的测定方法，其误差较大。

对比CAE模拟结果，通过料厚仪测定实物变薄率（ $t/t_0 \times 100\%$ ）< 理论变薄率时，进一步对比CAE分

析时的相关参数与实物调试时的差异，通过调整，使其达到理论变薄率；实物变薄率 $\approx$ 理论变薄率时，为进一步提升其刚性，常用方法有：增大压边力法，压边区垫砂纸法，调整平衡垫块减小压边间隙法，增大料边法，拉延筋位置、数量、形状调整法，废料区做余肉法。

调试方法的选用次序，应从实施方面先易后难、由简到繁，减少对模具的损害、减少不必要的返工。如具备条件，应配合CAE的模拟，预先评价拟采取措施的效果。

3. 滑移线调试方法

滑移线为成型凸模高点的棱线与板料接触时，在板料表面产生带状滑移痕迹。外板件产生滑移线的原因因为模具凸R角两侧料流不平衡，凸R角成型后，向某一单侧流动，导致在产品上有明显的带状滑移痕迹。

如图3所示，在成型初期，压料面压紧后，板料刚开始接触棱线。板料平面为 abc 状态。若 $ab < ab_1$ ，则 b 点必向 c 方向移动，产生 $b_1(b)$ 间的滑移痕迹。在成型后，当 $ab_1 < ab_2$ 、 $b_1c < b_2c$ 时，产生滑移的可能性小。若成型过程中拉伸不均匀时， $ab_2 - ab$ 与 $b_2c - bc$ 不相等，则产生滑移。

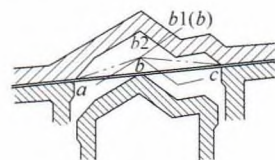


图3 滑移线产生原因示意图

滑移线由于是轮廓线、凸台、R角、腰线等在冲压成型中料流不平衡，特征线发生位移而在冲压件表面留下明显的线状缺陷。滑移线

大多留在光顺表面上,直接肉眼可见,如图4红色线条所示。涂装过后其特征更加明显,因此一级外观面一般不允许存在滑移线。

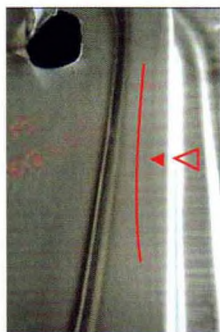


图4 典型滑移线

调试解决滑移线问题的原则为平衡凸R角两侧料流,或使料流向废料区。

此类问题的一般解决方法有:

(1) 增加拉延筋或拉延槛,通过调整走料阻力,平衡料流。如图5所示。

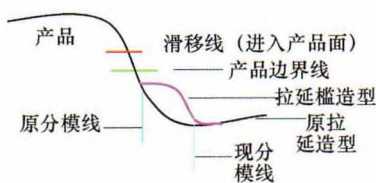


图5 拉延槛造型示意图

(2) 增加凸台(其高度需高于滑移线处R角)、台阶(见图6)。

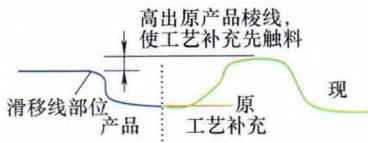


图6 凸台造型示意图

(3) 适当增加压边力。

(4) 增加料边尺寸。

(5) 调整刺破刀高度,改变料流。

(6) 过拉延设计(为模具设计时考虑)。

在调试过程发现当棱线部位的R角大于8倍料厚以上时,滑移线在涂装后不太明显,可以接受。

4. 冲击线调试方法

冲击线是成形过程中随冲击、受力突变等现象产生于成形件侧壁的线状凸凹。拉延成形时,上模下行冲击到压料面,成形开始前压边圈与凹模将板料压紧,然后随着成形的开始,板料流入。板料与模具的摩擦状态由开始时的静摩擦状态转变为动摩擦状态。在静摩擦状态下,板料经过拉延筋产生拉伸、弯曲变形从而出现加工硬化现象。随着板料流入由静摩擦变为动摩擦,流入阻力急剧下降,被弯曲硬化部分没有得到校正而成为冲击线留在制件表面。

板料由压紧状态的静摩擦到开始流动的动摩擦,在凹模圆角处材料拉伸变薄并伴随加工硬化,产生冲击线。随着拉延的进行,最终留在侧面或产品上。其核心特点为线状凸凹,如图7所示。

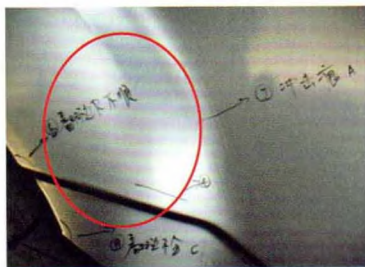


图7 冲击线

对冲击线的原因分析可知,想完全避免冲击线是几乎不可能的。在模具设计阶段可提前预见,并采取相应对策,使其尽量留在产品外观面以外。

具体方法有:

(1) 对于一次冲击线,如图8

所示,当 $a \geq b$ 的时候,产品上就不会有冲击线。

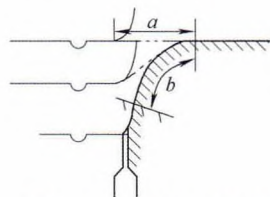


图8 消除一次冲击线示意图

(2) 如图9所示,采取做二级台阶的方法,以“变相”延长 a ,得一次冲击线不留在产品上并使 $c \geq d$,产品上不会有二次冲击线。当不能满足要求时,通常将台阶做高以增加 c 值。

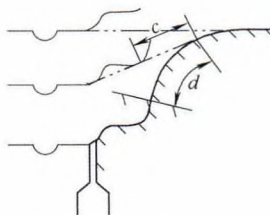


图9 消除二次冲击线示意图

在现场调试中,此类问题只能最大限度地减轻,不能完全消除。常用方法有:将凹模圆角加大到料厚的20~40倍,冲击线会减轻;提高产生冲击线部位的模具表面粗糙度或镀铬处理;若冲击线较为明显,量产无法接受,在产品功能允许的情况下可考虑选择屈服强度低材料替代。

结语

本文通过对汽车车身冲压件常见缺陷产生机理与调试方法进行总结归纳,并以此为基础,重点研究了外板件需重点关注的面品、刚度、滑移线、冲击线等质量缺陷的产生原因、识别方法和解决思路,对提高车身冲压件质量和缩短调试周期有重要意义。AUTO1950