# 锐棱门外板模具调试的几个要点

文| 叶梦彬・广州汽车集团乘用车有限公司

本文从清角、推光、研配、调试,介绍了锐棱门外板模 具调试可能出现的问题,如开裂、起皱、滑移等,重点介绍 了清角、推光、研配和调试各步骤的技术要点,包括可能出 现的锐棱模具特有的问题的处理。

# 引言

汽车外板造型棱线采用尖锐的棱线造型是当今国内正在流行的一种造型方式,吉利、长城、大众、奥迪、奇瑞等都有采用。锐棱模具是指主棱线棱线断面弦长 L ≤ 2.5mm,R ≤ 6.5mm 的模具(图 1)。外板件采用锐棱造型,尖锐的棱线使成型极易开裂,给冲压带来了新的挑战,成型的难度、保证不同件的棱线一致性等,都是全新的课题。模具要做出来,设计、加工、研配、调试、维修都需要技术。本文结合作者指导的一个挑战 R0 锐棱的成功案例,分享锐棱最具有挑战性的门外板的模具调试方法,通过门外板锐棱调试技术的讲解,举一反三,希望对国内的同行解决这一类挑战

课题有所帮助。

# 锐棱模具的清角和研配的技术要点

锐棱模具由于棱线锐利,模具锐棱相关的部分的清角和 研配跟一般非锐棱模具有所差异,不能按照非锐棱模具的手 法,否则锐棱可能做不出来或者效果不好。

# 锐棱模具的锐棱线附近上模做强压, 不清角

我们通常将模具研配归于模具调试的一部分,模具的清 角是模具研配的第一步,也是模具调试的第一步。锐棱模具 的清角跟一般棱线模具的清角有一些差异。

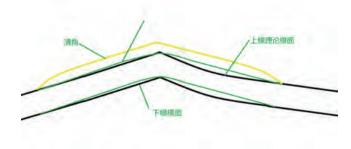


图 2. 锐棱清角的影响示意图

一般模具清角的时候,我们会将R较小的棱线的R位附近5~10m范围内的上模部分磨掉一些,是谓清角。清角的目的是确保棱线部位上下模间隙大于一个料厚,避免因加工的刀具造成的棱线顶尖部位(R位)上下模干涉,防止



A B B 弦长L值:AB间直线距离 R角:AB间弧长最小R角

图 1. 什么是锐棱门外板

材料在流经这里的时候产生阻碍造成拉延开裂和棱线压伤。 如图 2,如果对于锐棱模具也按常规这样清角,必然影响到 锐棱的效果,造成锐棱压不出来。

锐棱模具棱线两边 10 ~ 20 mm范围内必须保持上下模间隙在一个料厚以内,最好有一定的强压,以利于减轻回弹。这样才有利于锐棱的冲压和确保锐棱锐利的效果。对于棱线顶尖由于机加刀具不可避免的可能会造成一定的干涉的问题,采用在上模锐棱顶端部位机加工开个小槽来排除可能的干涉。所以锐棱模具锐棱棱线不需清角,只需做简单清理推光,非锐棱部位按常规进行清角。注意这个锐棱不一定只有主棱线,其他棱线,比如门外板的副棱线也可能属于锐棱,不能清角。

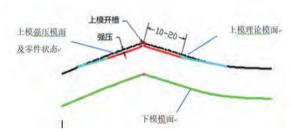


图 3. 锐棱的强压和开槽示意图

# 要注意锐棱模具锐棱附近的推光技术手法

为了保持棱线的锐利度,锐棱部位的模面推光必须确保 不伤害棱线。所以锐棱的推光手法不同于一般的模具。

1. 不能用油石对着凸模锐棱棱线推光

油石对着棱线直接推光会将棱线的锐利度破坏,造成锐 棱达不到目标的效果。所以,推光的时候必须对锐棱棱线的 两侧分别推光,推完一面再推另一面。在锐棱附近推光动作 不要太大,以免破坏锐棱,尤其切不可让油石跨越棱线。

为了更好的确保保护好锐棱,油石推光之前可用胶布粘 贴覆盖住模具锐棱,保证推光过程中锐棱尽量不受损。

# 2. 用砂纸推顺凸模锐棱

对于由于机加工在棱线部位留下的一些不光顺(用手摸起来有轻微割手感)可以用 120 粒度以下的砂纸进行推磨,切不可动油石,以免破坏锐棱。

3. 凹模锐棱棱线及其周边强压区不做推光

凹模锐棱棱线及强压面只做抛光,待模具上机研配再说。 研配时强压区必须尽量贴合。

4. 凸模锐棱的推光的手法

要注意以下几个手法要求:

- (1)确保推光时油石与模具型面是面接触,禁止油石 斜立推光;
- (2)推光方向与刀痕方向成 30°~60°夹角进行,不可平行推光或垂直推光:
  - (3)锐棱附近采用单方向用力推光,不得用力往复推光。

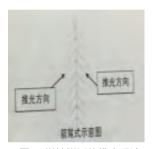


图 4. 锐棱附近的推光手法

(4)推光不要过量,可以适当保留一定的刀纹,防止推过量造成型面变形,也有利于拉延过程中的进气、排气。

# 锐棱模具的研配会遇到的问题和处理方法

## 1. 还没到底就开裂

对于锐棱门外板模具,由于棱线锐利,模具开始调试时遇到的第一个问题可能是拉延模具还有几十毫米(比如50mm)才到底板料就已经在主棱线开裂了。这时锐棱模具才会发生的问题。这个时候首先不要慌乱认为模具不可能这样做出来,必须放大棱线R。对于锐棱模具,棱线越锐利,越可能发生这种现象。处理的办法是适当降低模具压边力,直到拉延件没有大的开裂发生,以此状态的件进行研配。当压边面和拉延筋研合好了之后,我们再适当将压边力加回来,再进行型面的研合。这个时候,拉延件就不会轻易的出现大范围的开裂了,后面的工作难度跟一般模具的研合没有太大差异,这时要时刻关注锐棱棱线不要给研配破坏。

在这次指导中,就出现了没到底就开裂,笔者要求将气垫压力从220T降低到170~180T后,开裂有了极大改善,为接下来的研配创造了条件,否则开裂了模具研配都没法进行。

# 2. 压边要研配的更好更贴合

压边的研合包括压边面和拉延筋的研合。对于锐棱模具, 基本上不存在完全采用方形拉延筋、拉延过程中材料基本不 发生流入的情况, 必须要保证压边面贴合良好, 在容易起皱 的部位压边面要适当压紧一点, 防止拉延的时候起皱。压边 面不能有顶住的地方,压边面顶住了容易引起模具不稳定造 成拉延开裂。压边面面积不能过大也不能过小,要根据需要 实际判断,过大过小模具都可能不稳定,过小容易起皱,过 大容易开裂。拉延筋不能有干涉,干涉了模具也会不稳定, 生产一会就发生拉延件开裂。研配手法是先浅压一个件,拉 延深度确保拉延筋能完全压出来即可,用这个件配合红丹进 行压印、检查, 然后打磨模具来进行拉延筋和压边面的研合。 可以说压边面和拉延筋的研合技术上和一般模具没有差异。

# 3. 模面研配要注意锐棱两侧的强压区

门外板压边面、拉延筋研好之后就要逐步的加大拉延深 度进行型面研配了。模面的研配除了锐棱部位, 其他部位的 研配跟其他模具无二。锐棱部分的研配要注意确保锐棱线两 侧的强压区的良好贴合,保证锐棱线上部没有干涉,整个型 面部分没有压伤。锐棱两侧的强压区宽度有 10 ~ 20 mm就够 了,不需要太宽。在研配打磨的过程中,可以用胶布将锐棱 保护起来,研配中不是很必要不要动砂轮枪,用油石慢慢推, 推的过程中一定要遵守前面所说的推光手法,不能破坏锐棱。 要慢,要稳,慢中求快,把活干精细。随着型面研配的进行 一步步逐步降低闭合高度,指导板料良好成型,上下模压到 底。



图 5. 锐棱门外板凸模模面

# 锐棱模具的调试的技术要点

开裂的处理和调试策略

# 1. 未到底即开裂的处理

前面讲了锐棱门外板在研配的时候可能模具还没压到底 主棱线就已经开裂了,这种情况在调试时也可能再次发生(图 6)。解决这个问题,一方面要检查确认模具的研配状态, 确保研配状态良好。一方面要检查确认主棱线的滑移状态, 是否发生了严重滑移。如果确实滑移严重,需要从主棱线上 下两侧的压料控制材料流入, 直至主棱线两侧的材料流入在 主棱线上获得平衡, 主棱线基本不发生滑移为止。这个过程 会比较烦时间会比较长, 千万不可泄气, 认为模具根本做不 出来而放弃或者放主棱线的R都是不可接受的。如果基本 消除主棱线发生滑移了还有较大开裂,可以判断压边力过大 了,需要进行调整。调整压边力最直接的、风险最小的方法 是降低模具垫压力。建议可以考虑降低 10%, 如果还不够就 降低 20%,如果过头了就调回来 5%。一般来说调整量不超 过25%,超过30%应该就过量了,拉延可能会产生起皱、 刚性等问题。



图 6. 主棱线未到底出现大开裂

笔者在指导锐棱模具制造过程中就出现过模具还没压到 底主棱线就已经开裂的现象,这个现象一度引起了我们和模 具厂家部分主要的技术人员的恐慌,认为主棱线这么小的 R, 模具根本不可能做的出来。经过分析,我们采取了两条对策: (1)降低约 15% 的气垫压力,并进行 CAE, CAE 的结果 没有开裂: (2)将模具主棱线机加工后的锯齿状态用砂纸 进行推磨(不放大 R, 只消除锯齿)。对策实施后, 拉延有 了很大改善,拉延到底后只有主棱线两端和水切位置有轻微 开裂, 为项目的成功打下了基础。

# 2. 主棱线端头和水切位置开裂的处理

通过以上两个对策后, 拉延时主棱线不出现大的开裂了,

但是还有部分开裂, 比如主棱线两端, 比如水切位置等, 这 个时候就是一个最好的状态了。通过局部分析和对策,将棱 线两端、水切位置的开裂消除,这个拉延模具的调试就差不 多出来了,后期就是消除局部的小问题。

## (1) 主棱线两端开裂

消除主棱线两端的开裂, 主要的手段有主棱线端部对应 位置的拉延筋、压料面、工艺补充面。可以放松一点角部的 材料锁料,补充一点材料流入来消除开裂,或者降低一点角 部的工艺补充面高度、放大工艺补充面的 R 促进材料流入。 还有就是上端的靠主棱线端头的拉延筋的调整来消除主棱线 开裂。要特别注意一种现象: 如果是因为主棱线端头的工艺 补充拉不住料使主棱线端头的材料发生了横向流动而开裂, 就需要抬高主棱线端头对着的工艺补充面的高度,增加材料 流入阳力, 防止材料沿主棱线滑移。

#### (2) 水切位置开裂

水切位置开裂的消除对策跟主棱线端头的开裂的对策差 不多,也是加大材料流入。水切开裂还有一个对策就是修改 拉延的造型,消除水切的开裂,后面再通过后工序整形把水 切位置的造型恢复到产品的状态。

完成以上调试后, 拉延不再出现开裂了, 这个时候我们 再把压边力加回来一些。一次可以加 20T。加了之后如果有 开暗裂,再按照上面的对策消除。这个工作经过一到两次, 压边力跟 CAE 的压边力差异不超过 15%, 这时候拉延就算 调试基本完成了,剩下的就是消除一些局部小问题。

说到压边力,其实我们一般用来指模具的压边的锁料能 力。锁料能力除了受模具垫(气垫或者液压垫)影响外,还 受拉延筋和压料面的影响。拉延筋越深、R 越小, 锁料能力 越大: 压边面越大锁料能力越大。所以调试的时候我们要关 注模具垫的压力, 但是不能只关注模具垫压力, 认为模具垫 压力比 CAE 的小了一点就不可以。一般来说在 25% 以内调 整都是安全的。

# 起皱的分类及处理方法

调试过程中的起皱包括成型过程的起皱、压边面起皱等。 对于型面,门外板一般不会出现起皱。如果是侧围翼子板等, 则需要从工艺上进行检讨和制定对策。

## 1. 讨程起皱

门外板拉延的过程起皱一般是由于压边圈顶起高度不合 适造成的,当然也有可能是工艺设计或模具设计的问题。过 程起皱尽管拉延后给拉平了,对光看还是可以看出发生过过 程起皱的位置存在变形。

过程起皱如果是压边圈顶起高度不良造成的, 要调整压 边圈顶起高度。如果是工艺设计的问题造成的,需要重新进 行工艺分析,修改工艺,更改、补充工艺补充面。如果是因 为模具设计造成的, 比如左右门外板一起冲的模具, 板料投 入模具后中间部分没有支撑造成下垂引起拉延多料而发生过 程起皱,就要从模具、从工艺上去做对策。

#### 2. 压边面起皱

压边面起皱的原因不外平模具垫压力不足和压边面、拉 延筋设计不良。这些原因往往都有而不是一个原因起作用, 所以需要结合模具调试选取合理的模具垫压力, 保留足够的 压边面宽度和预留一定强压,修改拉延筋减少材料聚集、减 小在局部形成压应力来消除。

#### 3. 讨拉延的起皱

后序过拉延整形后的起皱,这个有点麻烦,这种起皱还 往往伴随开裂,一般需要从拉延开始对策,通过修改拉延造 型,补充材料和降低成型难度、降低整形量等方面采取对策, 然后反复 CAE 直至成功。

# 滑移的分类及处理

锐棱外板件都存在滑移。滑移有主棱线滑移和其他棱线 的滑移,也有单侧滑移和两侧滑移。

#### 1. 主棱线滑移

主棱线的滑移是主棱线开裂的主要原因。可通过控制和 调整主棱线上下两侧的进料来获得平衡, 消除主棱线的滑移。 这个在前面讲开裂的时候阐述过,这里就不讲了。

# 2. 其他棱线的滑移

在保证主棱线不开裂不滑移的前提下, 其他棱线的滑移 不可避免。我们要对其他棱线的滑移进行评估,如果滑移痕 很深,需要进行工艺分析。如果直接在模具上对策,一般是 放大棱线R降低接触应力、加大或减少局部材料流入等手段 来解决。

## (1)单侧滑移

当滑移始终朝着一侧发生滑移时, 叫单侧滑移。单侧滑

移只要滑移距离不超,或者接触应力不超,面品都可以接受,一般不必处理。如果单侧滑移接触应力过大,需要适当放棱线 R。如果滑移距离过大,需要加大或减小材料流入来消除或减小滑移距离。

# (2)两侧滑移

两侧滑移往往是因造型的原因,棱线部位材料在成型过程中先是往一侧发生滑移,滑移了一段时间后因为某些局部造型开始成型引起局部材料流入发生变化而发生局部反向滑移,形成两侧都有滑移的现象。这也是锐棱模具特有的一个问题(图7)。



图 7. 局部双侧滑移

如图 8,在拉延还有一定距离才到底前,板料如图 8 中细实线所示,主棱线滑移一般往右侧发生。当拉延到底后,板料如图 8 中粗实线所示,上模拉长板料(细实线拉成粗实线)使板料向左滑动,主棱线发生反向滑移。这就是发生两侧滑移的原理。



图 8. 双向滑移的发生原理

一般来说,当发生反向滑移的距离不超过正向滑移的区域时,反向滑移是不明显的,我们认为没有问题,当作没发生两侧滑移处理;当反向滑移距离超越了正向滑移区域,反向滑移就可以清晰的看出来了,这样的滑移严重的影响外观品质,这就是我们说的两侧滑移。两侧滑移一般滑移的距离

不会很大,两侧滑移最大的问题是会引起棱线看起来变得粗 大,破坏锐棱棱线的感官一致性。

消除双侧滑移最好从工艺上想办法,调试中的办法就是 消除反向滑移或减轻反向滑移距离,手段就是在工艺补充面 或拉延筋、压料面做对策,影响发生两侧滑移的局部的材料 流动,一个是影响量,一个是影响时序。

#### 确保锐棱的锐度一致

在滑移的调试过程中要注意锐棱的状态比对(图9), 保证本件的锐棱的锐利状态达到目标,保证锐棱的锐度一致, 还要保证同一车型不同外板件锐棱的锐度一致。

如果发现锐度一致性差,需要采取局部对策。同一件如果是因为棱线 R 不一致,要修复到一致;如果市因为强压在某一段没做好,要修复强压状态;如果市因为双侧滑移,要消除两侧滑移的发生。不同的件如果发现锐度不一致,要检查两个件的模具是不是棱线 R 或者强压不良,是什么原因,要采取对策修改锐度不良的件的模具;如果是其中一个件发生了两侧滑移,就要消除这个件的两侧滑移。



图 9. 锐棱棱线锐度比对和分析

# 结束语

上面介绍了锐棱外板件的调试的几个要点,包括了一些锐棱件门外板模具调试中特有的问题的分析和处置方法。模具调试是一个复杂的过程,可能出现各种问题,需要在调试过程中,或者说在指导调试的过程中,始终保持清醒的头脑和坚持正确的方向,不气馁不放弃,不断挑战新高度,一定能获得成功。**PFC** 

# 参考文献:

- [1] 孙胜伟, 李惠龙, 陆飞雪, 等. 汽车冲压模具的锐棱修复方法:, CN105583570B[P]. 2017.
- [2] 王忠华, 王强, 杨德军, 等. 提高翼子板棱线清晰效果的锐棱处理[J]. 模具制造, 2014(6):5.