汽车冲压模具快速研合技术探究

杨庆波[1]，王达鹏[1]，于大江[2]，潘远安[3]，胡春艳[1]

1.中国第一汽车集团有限公司　吉林长春　13011

2.一汽模具制造有限公司　吉林长春　130011

3.长春汽车工业高等专科学校　吉林长春　130011

摘要：在模具制造过程中，冲压模具研合率是模具制造过程中重要质量指标，是决定冲压生产质量是否稳定的重要指标，也是直接决定冲压件精度尺寸以及汽车面品质量。在模具制造过程中明确汽车冲压模具研合的目的，总结汽车冲压模具着色确认方式，归纳汽车冲压模具快速研合方法，提高汽车冲压模具的研合质量，探究汽车冲压模具快速研合技术。

关键词：冲压模具；快速研合；方法；着色

随着中国汽车工业的快速发展，尤其是新能源汽车飞速崛起，导致目前汽车市场有个显著特点就是新车型投放速度快，由此造成汽车冲压的模具生产制造周期紧张，这就要求国内各大模具供应商要大大缩短模具加工制造周期，以迎合国内各大汽车主体厂的周期要求。

在汽车冲压模具制造阶段，模具研合占模具开发制造周期的50%～60%，在保证模具研合质量的前提下，如何能够大幅降低模具研合工作量，成为模具制造商急需掌握的核心技术。

汽车冲压模具的研合目的及确认方式

1.研合目的

1）通过合理的压料间隙控制拉延过程中压料面起皱趋势。

2）间隙均匀（主要是进料阻力均匀），避免进料速度急剧变化影响拉延质量。

3）消除硬点，避免模具工作过程中发生局部拉毛或撕料问题。

4）扩大接触板料面积，避免磨损造成压料状态快速变化。

2.确认方法

1）拉延件成形后零件双面涂色放回模具中（压料圈为落下状态）进行着色状态确认。

2）修冲（整形模具）压料板着色状态确认，需将前工序制件放入模具内，将模具调整到压料板完全接触且未开始工作的状态下进行确认。

3）整形模具整形部位的着色状态确认与拉延模具一致。

4）着色率=着色区域/应着色区域×100%。

汽车冲压模具的研合着色的标准

（1）拉延工序模具型面　外表面件 90%以上，内部件 80%以上，后续有整形的部位 75% 以上。制件的关键区域（S、s、E 等）必须着色。对于拉延模具的压料面，由于各种制件的成形特性不一样，无法针对着色率进行统一规定，在这里仅要求没有硬点，不对着色率进行硬性规定。

（2）修冲（翻整）模具压料板　工作部分着色80%以上。特殊制件（如外表面件）压料板着色状态在满足本要求的前提下，根据表面质量需要适当调整着色率要求。

（3）整形工序模具的整形型面部位　局部整形（连续整形长度＜150mm）时要求整形型面 100%；大面积整形（如发动机罩内板压合边整形）时，着色率90%以上。

合理制定理论着色规范，减少模具研合工作量

1.拉延工序着色规范

1）压料面筋内侧管理面强着色。

2）拉延标记销安装面（安装孔以外周圈5mm）强着色。

3）拉延模具的立面无着色要求。

4）后序有翻边整形内容的型面。

（1）内板拉延　RPS面、搭接面、涂胶面等内板功能面强着色，其他区域可着色（视回弹控制等工艺需要而定）。 拉延型面存在大角度斜面时，斜面部位为弱着色区（见图1）。

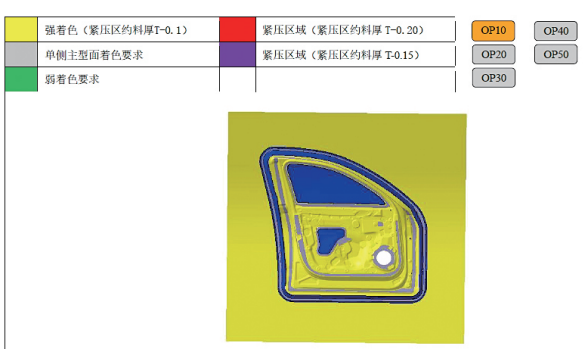


图1　内板拉延工序模具着色示意

（2）外板拉延　保证特征棱线两侧各20mm强着色区，根据后期调试情况部分大*R*角强着色。修边线以内区域全部着色（着色度比棱线区域着色弱）。外板中非A面区域着色参照内板着色规定执行（见图2）。

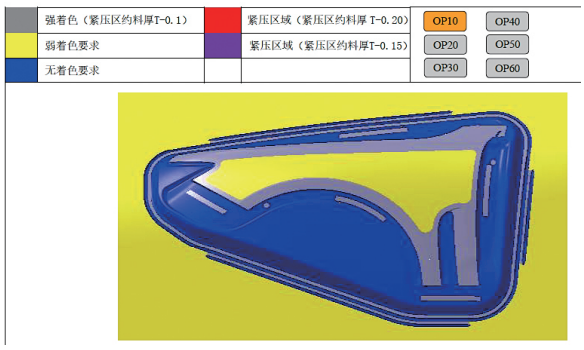


图2　外板拉延工序模具着色示意

2.拉延后工序着色规范

1）下模定位支撑区域为单侧主型面着色要求，区域面积按照结构设计功能需求自定。

2）功能区以外，考虑到压料板的平衡性及制件稳定性，着色视结构需要而定。

（1）修边冲孔工序（见图3）　修边类模具保证刃口周边20mm着色（包含压料板以及压料板对应区域）。冲孔周边10mm着色（包含冲孔退料板以及冲孔凹模区域）。

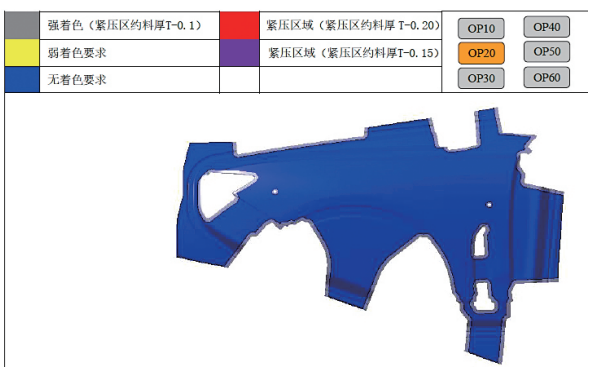


图3　修边冲孔工序模具着色示意

（2）翻边整形工序（见图4）　整形区域为强着色区域。保证翻整压料区域周边50mm着色（包含压料板以及压料板对应区域）。

去除应力防模具铸件变形，减少模具研合工作量

模具铸件在铸造的过程会产生内应力，从而导致铸件变形，如果铸件没有进行残余内应力处理，模具在制作调试的阶段，内应力会不断释放，造成上下模

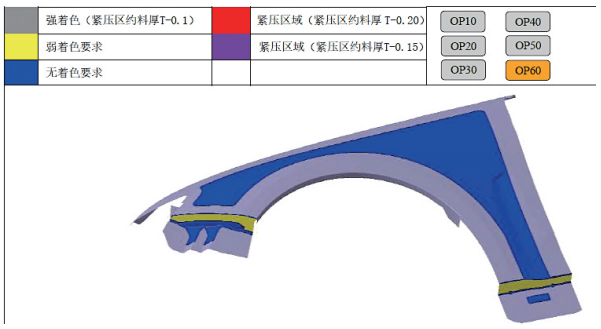


图4　翻边整形工序模具着色示意

变形。这就是很多模具制造商发现的：模具搁置一段时间再上同一台压机，用相同工艺参数，研合后的着色率与之前有差距。

去除铸件残余应力的方法目前常见的有两种：第一，振动时效法，在铸件加工前对铸件进行振动来达到提起释放残余内应力；第二，热处理失效法（见图5和图6），采用退火、回火的方法去除铸件的应力。



图5　燃气退化热处理去应力炉



图6　铸钢回火炉

精细模面，减少模具研合工作量

传统模面设计间隙与实际差距较大，调试间隙不均匀，着色差。为了提高型面着色率，消除型面缺陷，模具钳工需要进行大量的手工研合，造成不必要的频繁调试修改，大量延长模具制造周期，大幅增加制造成本。

通过设计前期精细模面方案规划，模具凸凹间隙按减薄趋势设定不同的量值补偿。模具凹模采用不等间隙设计（见图7），压边圈上的重点管理面强压0.1mm，易出现面品质量缺陷的区域强压0.05mm+板料的减薄趋势补偿值，其他产品区域正常料厚，工艺补充区域空开0.15mm，拔模角侧壁区域空开0.3mm，凹模圆角区域空开1mm。结合工艺区域制定不同补偿策略、缜密精益的设计思路，制造出少研合高品质模具，从而达到提高调试效率的目的。

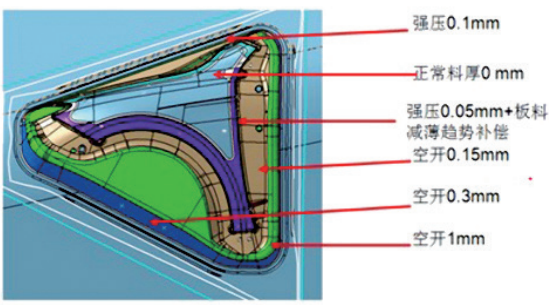


图7　模具凹模不等间隙

精细化模面设计术与传统补偿设计相比、精细化模面设计的模具首次压机调试间隙能够达到0.05mm以内，实现模具的快速研合，具有降低模具制造成本、缩短调试制造周期的优势；

模具调试压机挠度补偿，减少模具研合工作量

在模具受压成形的过程中，压力机上工作台、上滑块结构强度因为受到压力会发生扰度变形（见图8），通过Jstamp和AutoForm软件分析及现场实际测量，获得压力机上工作台、滑块在不同吨位的受力变

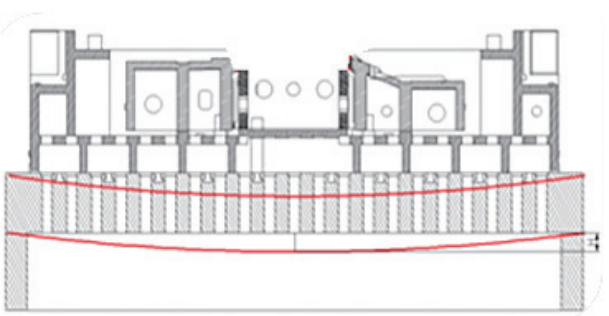


图8　压力机扰度变形

形数据（见图9）。

根据压力机工作台、滑块变形数据，对模具进行反向补偿（见图10），大大提高模具着色，以便快速完成模具研合工作。

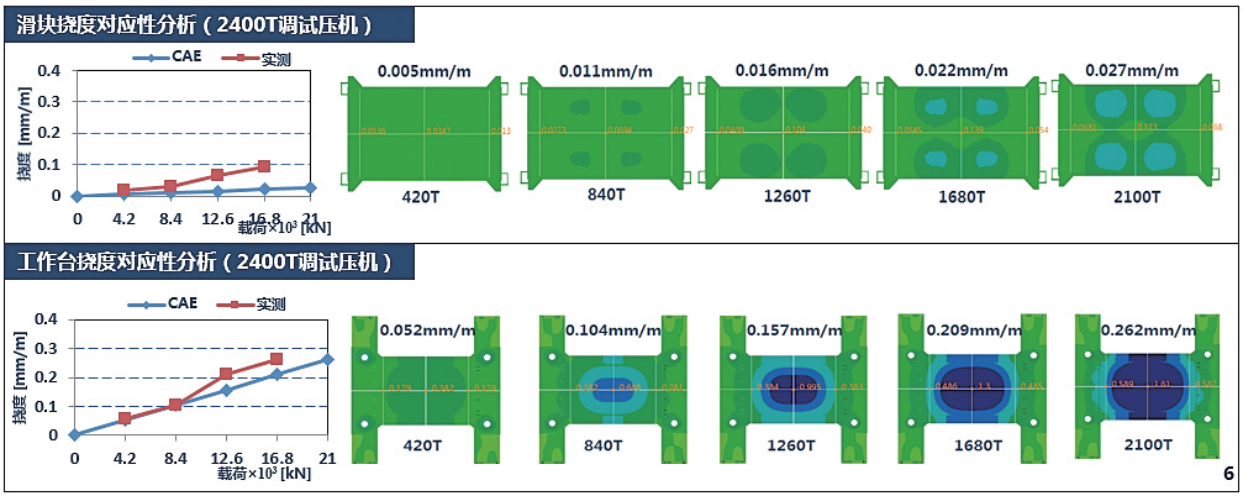


图9　压力机滑块、工作台不同压力下变形量

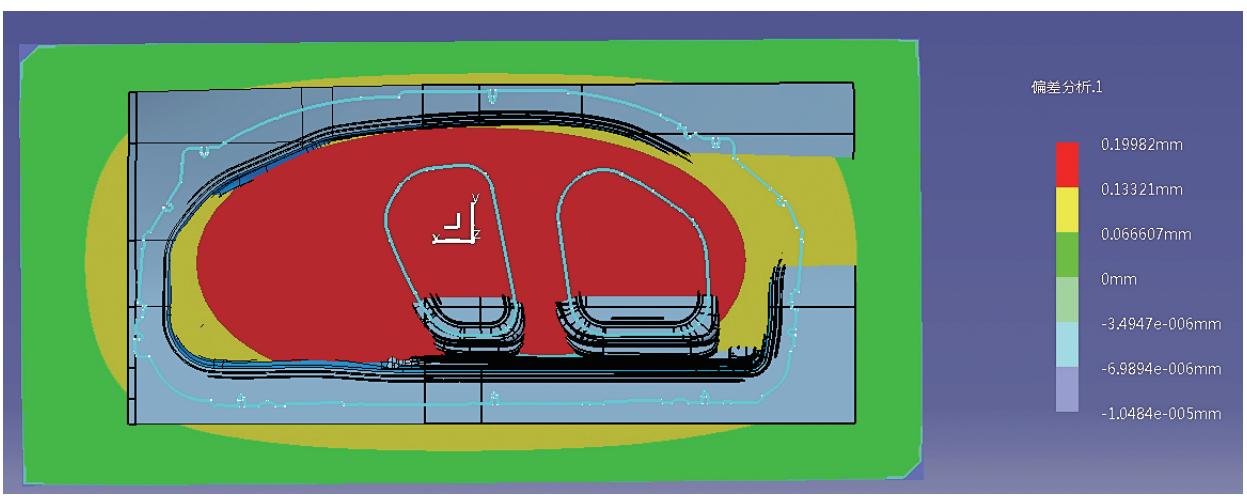


图10　模具反向补偿量

结语

冲压模具的研合工作是模具制造过程中极其重要的一个环节，直接决定冲压产品尺寸和冲压生产的稳定性。本文从多个维度介绍了冲压模具快速研合的方法，对提高模具制造的质量，缩短模具开发制造周期发挥重要作用。

参考文献：

[1] 潘远安，王强，肖冰. 冲压梁类零件侧壁回弹缺陷分析及解决措施[J]. 汽车工艺师，2022（1）：36-41.

[2] 于光辉，郭东栋，姚森. 车身表面质量缺陷分析方法和策略[J]. 汽车工艺师，2022（6）：45-48，55.

[3] 杨庆波，陈雪元，王达鹏，等.汽车A级曲面质量标准及其基于ThinkDesign的检测方法[J].模具技术，2022，237（3）：49-53.

[4] 潘远安，王强，肖冰. 冲压梁类零件侧壁回弹缺陷分析及解决措施[J]. 汽车工艺师，2022（1）：36-41.

[5] 王乐勇，张建刚，任宽，等. 侧围上加强梁冲压工艺分析及产品优化[J]. 汽车工艺师，2021（11）：33-35.