

汽车覆盖件模具复合工艺技术应用

□ 成都普什汽车模具有限公司/段彦宾 陈平

冲压工艺是白车身制造工艺中最重要的工序之一，在冲压模具中应用复合工艺技术可减少模具工序数量，有效降低车身零件的工装成本和冲压成本。本文结合实际案例，对几种典型的复合工艺技术的工艺原理、工艺特点、结构特点、加工调试特点进行了系统性的研究，对汽车覆盖件模具复合工艺技术的推广和应用有着重要的现实意义。

近年来，汽车市场的全球化趋势更加势不可挡，导致汽车市场的竞争日益激烈，汽车行业也随之步入了低利润时代。新的市场形势要求汽车制造企业更有效地降低汽车制造成本，对于汽车制造厂来说，对车身冲压件的成本进行控制是降低汽车制造成本的有效手段之一。汽车冲压件成本主要分为三方面：冲压件材料成本、工装成本和冲压生产成本。为了尽可能提高冲压材料利用率，降低工装成本和冲压生

产成本，主机厂对模具供应商的冲压工艺设计提出了更高的要求，不断提高复合冲压工艺的难点来压缩模具工序数量，以实现模具工装成本和冲压成本的降低。复合工艺技术的应用，能够有效实现冲压工序的控制，该技术主要在日系企业如马自达、本田等公司应用较多，受激烈的市场竞争影响，如法国PSA、福特等主机厂也在逐渐提高冲压工艺复合难度。本文结合我公司复合工艺设计的实例，对复合工

艺技术的主要特点以及应用情况进行了系统性的研究。

冲压模复合工艺

常见冲压模具工序有拉延、成形、修边、翻边、整形和斜楔修边、冲孔等，通常各工序内容需要一个工序完成（即一套模具），复合工艺是指将以上工序中的两种或两种以上集成到一个工序完成，集成后的工序常常存在成形过程复杂，CAE分析模拟难度大，模拟精

度不高,模具结构及运动方式复杂难以实现,模具强度、寿命受限,模具加工、调试要求高、难度大,零件成形过程难控制,零件品质难保证等问题。复合工艺设计,需要在工艺及模具设计阶段对风险进行充分的评估和精确的分析,并在工艺面造型、工序内容、模具结构上进行特殊、精妙的处理,才能确保方案可行。否则将导致模具功能、零件品质达不到预期要求,造成严重的后果。常用的复合工艺有:成形或整形与修边工艺集成,翻边与修边工艺集成,修边或翻边与侧冲或侧修工艺集成。

1. 成形与修边复合工艺

带切角坯料的拉伸工艺是最常见的成形与修边工艺集成,如图1所示。

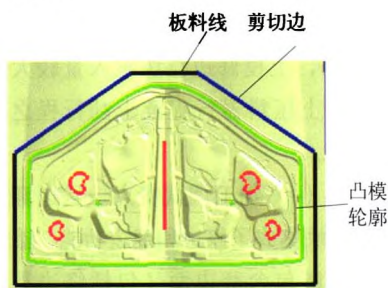
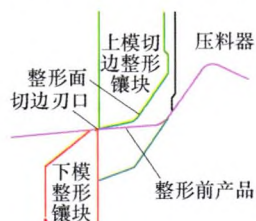
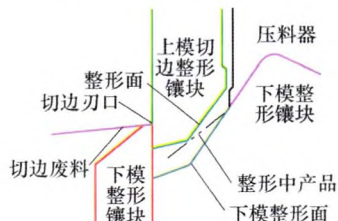


图1 带切边的拉伸模工序简图

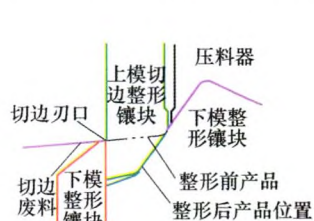
(1) 工艺原理。拉伸成形需要坯料为异形坯料,由于方料不能满足成形需求,若使用剪板机手工下料,板料尺寸精度不能保证且效率低下,复杂的形状还不能实现。



(a) 开始切边时



(b) 切边完成整形过程中



(c) 下死点位置

图4 某梁切边整形截面简图

若采用开卷落料工艺,生产效率提高了但要增加落料模,工装成本和冲压成本也随之增加。若将落料的工序内容集成到拉伸工序上,节约了一套落料模,既提高了冲压生产效率,又降低了冲压成本。

(2) 模具结构原理。如图2和图3所示,拉伸与落料集成的工艺,在上下模压料面区域需要设计修边刀块,由于需要保证上下模修边刃口的间隙,上下模需要增加导柱进行精密导向,即采用导柱加导箱的结构,模具下模高度需要满足废料滑落的空间。

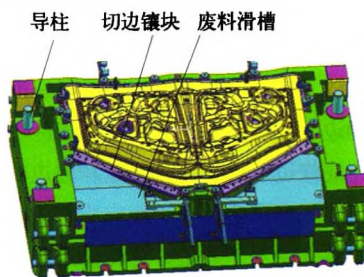


图2 带切边的拉伸模下模

(3) 加工调试特点。由于修边容易产生毛刺和铁屑,同时随材料流动时带到压料面上,易刮伤型面,加工时需要保证上下模修边刀块的刃口间隙和垂直度,避免修边时毛刺和铁屑产生。带剪切工序的拉伸模优点是节省落料模,生产效率高,缺点是修边产生的毛刺、铁屑不易完全消除,铁屑被板料带入型面后容易损伤压料面,模具保养频次相对较高。由于毛刺、铁屑容

易影响零件外观,该复合工艺只能用于内覆盖件零件。

2. 修边与整形复合工艺

图3是某梁类件切边、整形复合工艺的应用情况。

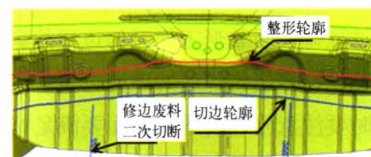


图3 某梁切边整形工序

(1) 工艺原理。由于产品造型原因,产品形状不能直接通过拉伸完全成形,拉伸时产品部分区域未成形到位,需要对拉伸工序件修边后再进行整形工作将产品整形到位。修边和整形工作通常需要两个工序才能完成,若对拉伸造型进行适当处理,对工序布置进行一定调整,可将部分区域修边和整形工序内容集成到一个工序完成,节省一套模具。图3所示类型,产品深度较大,为保证拉伸成形性,拉伸工序仅成形出产品的部分深度,后工序将修边和整形集成到一起,修边镶块同时也是整形镶块,修边镶块通过刃口面与下模镶块共同作用将废料剪切开。

图4所示为切整工艺在修边开始、修边完成后的整形中、下死点三个状态的简图。修边镶块进行剪切的同时已开始对工序件进行整形工作,修边完成后,产品与废料完

全脱离开，整形工作继续，直至产品成形到位。

(2) 工艺特点。由于切整复合工艺修边与整形同时开始，修边线的展开位置是随着整形工作的起始时间而变化的，需要工艺人员通过准确判断整形工作对修边线的影响，计算出修边线的理论位置，同时要注意修边前的工艺面要满足修边时刃口角度要求。

(3) 模具结构特点。切整结构的整形镶块强度比较弱，需要合理设计。由于修边的同时已开始整形，废料刀的台阶会产生毛刺，所以不能直接在修边镶块上设计废料

刀将修边的废料切断，需要设计成废料滑落后二次切断的结构。图5为梁切整形工序模具图，切下模修边镶块设计要注意废料下滑等。

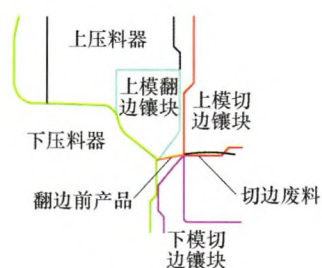
(4) 加工调试特点。切边整形镶块加工精度要求较高，加工及装配难度较大；模具调试时既要保证整形面的研配，又要保证修边刃口间隙，调试验配困难；对整形面品质的调整会导致修边线变化，零件品质难保证。切边整形镶块强度较弱，模具寿命受限，整形区域品质调试难度大，模具返修困难，对加工和调试要求高。

3. 修边与翻边复合工艺

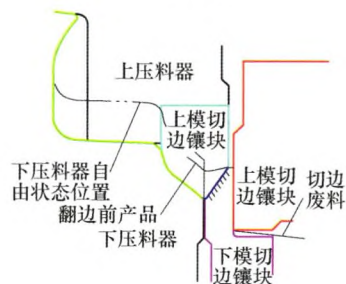
(1) 工艺原理。通常零件的翻边工艺是在前一工序将翻边区域完成修边后进行的，修边和翻边的工序内容需要两个工序完成，为了能够减少工序数量，可将修边工序内容和翻边内容集成到一个工序完成。图6所示为切翻的两个位置的示意，上下压料器先接触，将工件压住后一起向下运动（上压料器压力大于下压料器，下压料器弹簧压缩，向下运动），运动至工件接触到下模切翻镶块型面时，开始切边，同时开始上翻边，直至翻边完成，切翻镶块翻边型面与上压料器型面完全贴合时翻边工作完成，上压料器弹簧开始压缩，模具继续完成其余工作内容。

(2) 工艺特点。切翻处前序工艺面的造型很关键，需要保证材料利用率，在尾部侧整形成形的基础上控制好修边线的展开位置，确保切翻时下模刃口厚度。

(3) 结构特点。如图7所示，切翻镶块强度比较弱，模具运动关系较为复杂，设计人员需要搞清楚



(a) 切翻开始时状态



(b) 切翻完成时状态

图6 顶盖尾部切翻工序断面图

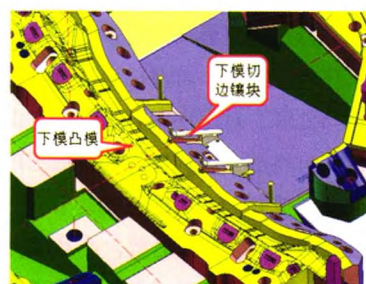
各部件工作时的运动关系，上下压料器行程的设计，各部分机构运动的先后顺序的控制是难点，下模切翻镶块刃口厚度一般只有2~5mm，上模修边镶块吃入量较大（为上压料器行程及上翻行程之和）。

(4) 加工调试特点。修边翻边镶块集成了修边和翻边功能，镶块上既包含翻边面又包括修边刃口，加工精度要求高，加工难度大。钳工装配和调试模具的难度都高于普通的模具。

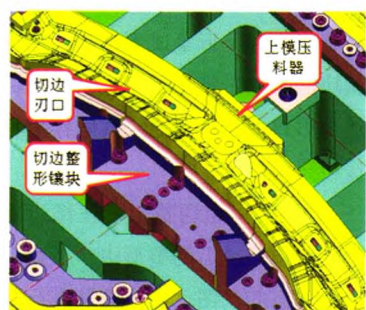
4. 翻边与侧冲孔复合工艺

图8是当翼子板零件直翻边的同时在直翻边面上进行侧冲孔的集成工艺实例。

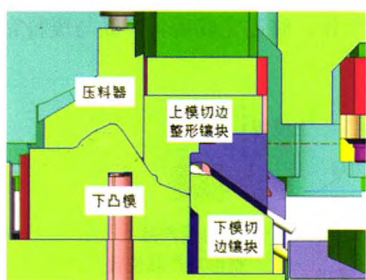
(1) 工艺原理。通常冲压模具工艺设计中，产品上因还未进行翻边，翻边面上不能进行冲孔，同时翻边镶块会与侧冲孔结构或机构运动轨迹干涉，两种工序内容不能在同一工序完成，若对冲压工艺和模



(a) 下模图



(b) 上模图



(c) 截面图

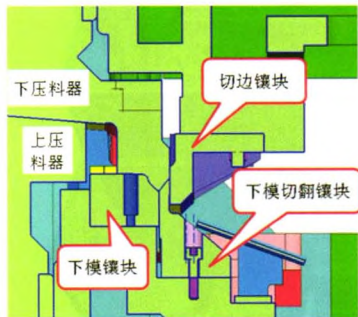
图5 某梁切整形工序模具图



(a) 上模图



(b) 下模图



(c) 截面图

图7 顶盖尾部切翻工序模具图

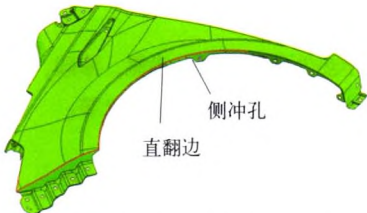


图8 翼子板翻边侧冲孔工序简图

具结构进行特殊处理，避开干涉的结构或机构运动轨迹后则可实现两种工序内容的集成。如图9所示结构，首先需满足在工件完成翻边后才能进行侧冲工作的运动关系，同

时，需要加大翻边镶块的吃入量，以便翻边镶块有足够的空间来避开侧冲孔组件的运动轨迹。

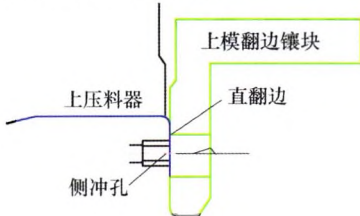


图9 翼子板翻边侧冲孔工序截面简图

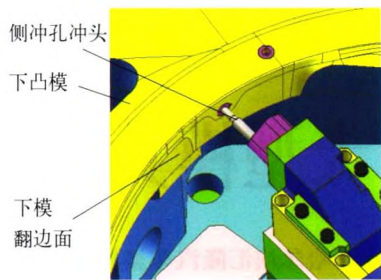
(2) 工艺特点。斜楔组件的安装空间以及运动轨迹决定了翻边吃入量的大小，是否能够通过工艺面的调整，使翻边镶块满足斜楔的安装和运动空间是该复合工艺可行的关键。

(3) 结构特点。如图10所示，因为翻边镶块要设计斜楔及其运动空间的避空，虽然通过加大镶块吃入量而得以实现，但镶块的强度及加工工艺性都比较差，需要精心考虑。

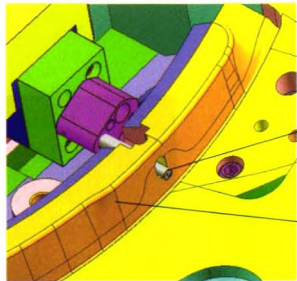
(4) 加工调试特点。带侧冲的翻边镶块加工工艺性较差，镶块淬火后变形大，加工工艺需要特殊考虑。模具调试时侧冲孔与翻边是交错完成，镶块及冲头刃口的调试困难。

结语

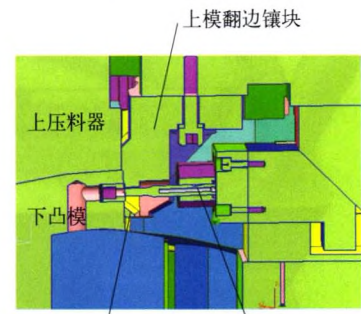
汽车工业经过一个多世纪的发展，已从单纯的机械化逐步发展到现在的集电子化、网络化、智能化、自动化等于一体的新型产业。汽车工业技术的飞速发展，使主机厂对其上下游企业的技术发展提出了更高的要求。对各冲压模具企业来说，提供品质更高、成本更低、周期更短的模具已是基本要求，而复合工艺技术的应用，可以有效降低车身零件的冲压工装成本和冲压



(a) 下模图



(b) 上模图



(c) 截面图

图10 翼子板翻边侧冲孔复合工序模具图

生产成本。复合工艺技术的应用要求工艺设计人员有丰富的设计经验和深厚的模具知识，同时要求模具制作厂家有高精度的加工设备和高技能的模具调试人员作保障。

本文通过对几种典型的复合工艺技术进行了系统性的研究和论述，既为冲压模具工艺设计提供了可行的思路和方法，又为汽车厂车身零件冲压成本的降低提供了一套行之有效的方案，对汽车覆盖件模具复合工艺技术的推广和应用有着重要的现实意义。AUTO1950