

白车身成本控制之冲压工艺

随着汽车市场竞争的不断加剧,各大汽车主机厂纷纷把竞争力提升的焦点放在高质量与低成本上。整车成本主要由白车身成本、生产成本、销售成本、外购件成本、工装的摊销与品牌推广等构成,其中白车身成本占整车成本的15%左右,而白车身成本中冲压工艺所占的比例则为80%左右。但是由于产品结构定型之后,相关的各种工装的成本也基本确定,故而成本的降低空间越来越小,因此在冲压SE (Simultaneous Engineering, 同步工程) 阶段所开展的车身成本控制工作就显得尤为重要。

冲压领域白车身成本控制的手段

1. 冲压领域的白车身成本构成要素

冲压领域的白车身成本主要由三方面构成:原材料成本+生产成本+工装成本。其中,原材料成本主要受材料利用率、牌号和料厚的影响;生产成本则由人工、燃动、机物料、设备等因素决定;工装成本由于每个车型都需要有新的投入,因此是最易影响白车身成本的一个重要因素。而冲压领域的工装成本是由前期的产品方案以及工艺方案输入来决定,因此冲压领域的白车身成本控制有以下几个途径:

1) 材料利用率的提升:通过工艺分析、废料利用以及坯料优化等方式提升冲压件的材料利用率。

2) 在不影响整车的性能以及零件的成形性的同时对冲压件材质进行优化,尽量降低牌号以期降低成本。

3) 冲压设备型号的合理选择:选用满足冲压件生产需求的最优压力吨位。

4) 多工位模具的推广应用。

5) 热成形等新技术的广泛应用。

6) 建立冲焊一体化的外协体系,合理优化物流路线等方式降低生产成本。

以上6种途径都是在SE的初期阶段需要关注的重点,其中的几种控制方法是需要同时开展才能达到最优效果。

2. 材料利用率的有效提升

(1) 缩小坯料尺寸 缩小坯料尺寸是提升材料利用率最直接有效且最基础的方法,它不仅在工艺分析设计阶段可以开展,而且在冲压件调试阶段也不断被进行优化。

缩小冲压件的坯料尺寸可以从以下几个方面着手:

1) 最小化成形后的余量,即在冲压件成形后坯料的收缩线尽量靠近拉延筋甚至流入拉延筋的一半位置。此方法最常见是在CAE分析的过程中,可以根据分析结果直观地对坯料尺寸进行优化。另外还需要在冲压件调试的过程中进行验证并实现进一步优化,确定最终的坯料尺寸。

2) 激光拼焊板的广泛应用。除现在普遍应用激光拼焊板的车门内板外,对于一些车身上影响碰撞性能的零件,如纵梁和A柱等,也可以采用激光拼焊板来

满足碰撞要求，并能有效减轻车身重量，而且在坯料形状重新组合后明显提升材料利用率，从而达到减小坯料尺寸、降低材料成本的效果。

3) 不规则坯料形状的使用，大体上分为两种方式：一是梯形料片的使用，二是开卷落料线的开发。落料模的开发要注意通用性，特别是圆弧状料片的共用，在工艺方案确定时尽量使需要弧状料片的冲压件用同一副落料模，以减少工装开发的费用。也可以借用其他车型有类似形状的落料模，前提是要满足模具的使用寿命。

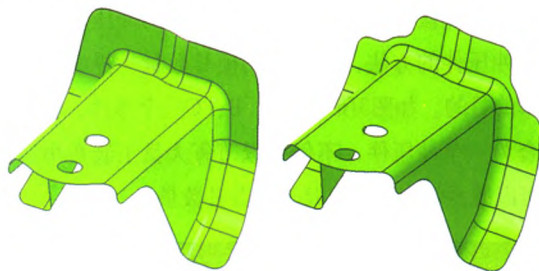
4) 拉延筋位置的优化。拉延筋的位置越靠近产品件，零件的坯料尺寸越小，合理的压料面补充对坯料尺寸的影响较大，补充压料面的设计一般是在一定范围内进行，尽量选用范围的下限可缩小坯料尺寸近而提高材料利用率。

(2) 废料再利用方案的制定 提高材料利用率的另一个重要手段就是废料的再利用。在编制废料再利用方案前，要求对零件的坯料尺寸以及废料的尺寸做出粗略的估计，然后选择材质料厚相近且坯料尺寸合适的零件作为备选方案。此方案中的备选零件可能会出现与被利用废料的材质料厚不完全一致的情况，此时需要和产品部门进行协商得出最后的方案。除此之外，在模具设计时也要考虑废料回收的便利性。

(3) 套冲的使用 套冲就是利用其他零件的废材部分作为小型零件成形回收的方法，也可以说是废料再利用的一种。由于此时小型零件的成形不能影响原有零件的成形，因此在选择小型零件时不仅要考虑材质料厚，还应选用形状较为平缓的零件，同时不能因为小型零件而增加原有工序数量。

(4) 成形方法的合理变更 由于拉延需要完整的工艺补充部分，但成形可以采用不封闭压料的方式，所以可以减小冲压件的坯料尺寸。对于一些功能要求不高且形状较为简单的冲压件，例如车身上的纵梁加强板、横梁和门槛等，可用成形或者折弯工艺来代替拉深成形；中央通道加强板、中门柱上窗框加强板等多采用开口拉延或者半开口拉延的方式节省坯料尺寸。在SE阶段的工艺审查时可以通过改变产品形状来改变零件的成形方式。图1所示为我公司某SUV车型车身零件，方案一必须采用拉延成形，方案二改变产品形状后，成形方法由拉延变为成形。改为成形的工艺

方法不仅可以有效地提升材料利用率，也可以缩小模具尺寸、节省工装费用。



(a) 方案一 (b) 方案二

图1 拉延与成形方案零件对比

(5) 优化产品结构 冲压件的成本在产品阶段就已经大部分被确定下来。设计阶段可决定总成本的70%。在满足产品功能和使用要求的前提下必须着重考虑产品的工艺性。所谓产品的工艺性，通俗而言是指产品生产制造的难易程度、制造的可行性和经济性。

冲压件的结构要素是工艺性的重要内容。冲压件的形状尺寸和精度要求等是否合理，将直接影响到材料的选用和消耗、冲压工序内容的不同和工序数的多少、模具的结构和寿命的长短、模具设计制造维修的难易程度、产品质量的稳定和操作的难易程度等，因此，在产品设计时必须充分考虑冲压件的结构工艺性。

在冲压SE阶段通过改善产品的结构，达到优化产品成形性、降低模具开发费用、提高材料利用率等目的。除了在图1里示意的改变成形方法外，还可以通过检查翻边角度、冲孔角度等简化模具结构。图2是我公司某款轿车零件，由于红圈处的翻孔造成工序内容增加，导致新增一副翻孔模具，由于此模具上并没有其他的工序内容，视为工序浪费，取消翻孔特征后，减少翻孔模具，从而节省工装费用。

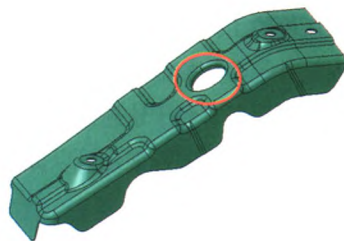


图2 某轿车零件

另一类通过改进产品结构达到降低冲压成本的手段就是零件一体化。通过将两个或者两个以上产品功能相近、焊接位置邻近以及形状类似的冲压件合成为一个冲压件的方法，达到节约模具数量、提高材料利用率的目的。如图3所示的A、B、C三个零件，将此三件合为一个冲压件，不仅可以节省大量工装费用，而且可以减少焊点数量以及工位器具数量。



图3 某车型零件照片

3. 冲压件材质的优化

对于冲压件材质的优化，在不影响整车性能的前提下从以下几个方面考虑：

(1) 降低冲压件材质的牌号 针对车身上功能要求不高且零件形状简单的冲压件，它们的成形工艺多为成形或者折弯，这种工艺对产品材质要求不高，因此可以大量采用牌号较低的材质进行冲压。

(2) 减少原材料牌号的种类 因为每种牌号的材质各种料厚、尺寸（卷宽的尺寸）都有一定的起订量，且常用材质、料厚的均价较低，因此合理减少原材料的牌号对于坯料采购环节的降成本意义重大。

冲压件材质的优化不是一个孤立的降成本手段，它应与CAE分析以及废料再利用相结合才能起到最好的效果。

4. 冲压设备型号的合理选择

在冲压生产中，冲压设备的选择应该慎重，不仅是因为设备本身价格昂贵，更主要的是它影响工厂生产效率、生产布局、生产安全等诸多方面。降低冲压成本中设备费用的途径应从提高产量、提高实际生产时间、降低调整时间和使用方便几方面考虑。

(1) 冲压设备参数的标准化 同一条生产线或者同一吨位的压机的工作压力、行程、冲次、闭合高度和工作台面尺寸等参数标准化，可以使模具的装夹以及调整的时间缩短，有利于快速换模，进而提高生产效率。此外，压机参数的标准化可以促进模具设计的标准化，便于压机替换。

(2) 提高生产线的自动化程度 冲压生产线自动化程度的不断提高带来的不仅是高效率、短周期、安

全操作等优势，而且会减少操作人员数量并降低操作失误带来的产品件质量问题，对于减少人工成本以及稳定产品件的质量都有非常重要的作用。先进的伺服压力机自动化线相较于原有的普通压机自动化线，不仅有更高的生产效率，而且通过利用其滑块运动的可控性来编制出适合于加工工艺的滑块运动方式，有效提高产品的精度和稳定性，提高模具寿命及生产率，而且可实现静音冲裁，甚至可以扩大加工范围（如镁合金的冲压加工等），适于冲裁、拉深、压印和弯曲等工艺，以及不同材料的特性曲线。如可将滑块运行停止保压，其目的是提高制件的成形质量。

(3) 液压机取代机械压力机 随着液压机的冲次和稳定性的不断提高，且造价低廉，得到了广泛的使用。除此之外，液压机的参数调节较方便，同时噪声小，通用性高，在降低模具费用方面也有重要作用。

(5) 多工位模具的推广应用 多工位模具就是在一副模具中完成包括拉延、成形、修边和冲孔等多道工序，减少了使用多副模具的周转和重复定位过程，显著提高了生产效率和设备利用率，并且减少了操作人员的数量，模具的重量也有所减少，工装费用相应降低。

多工位模具在我公司的在产车型中鲜有应用，但在引进上海某模具供应商后，该工艺在我公司在研产品中得到大批量应用且比例呈逐步上升趋势。我公司自某SUV车型开始，多工位模具应用比例达到30%左右，有了质的飞跃，后期某A级轿车将这一比例提高到50%左右，大大降低了工装成本。图4所示为我公司某SUV车型中某一制件的多工位模具。

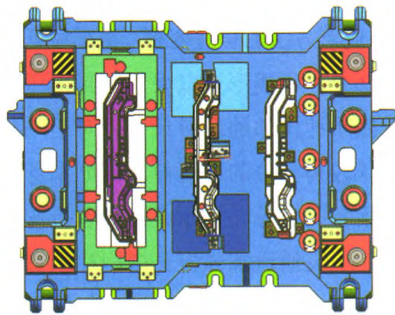


图4 多工位模具

(6) 建立零部件协同的外协开发体系 生产成本是车身成本构成中最关键的一环。因为汽车厂的生产不是所有的件都由主机厂开发，大部分件都会以外协

的方式，由外部供应商进行生产及输送。但是在传统的外部供应商开发过程中，没有系统地考虑冲压件的物流，以及下一步工序焊装的生产内容，以至于生产环节成本过多的浪费。

在考虑以上的因素后，外协体系需要遵从以下两方面的原则，以便降低生产环节的成本。

(1) 冲焊一体化原则 在外协供货体系中，需要外协供应商既具备冲压的生产技术能力，又具备焊接的技术生产能力，这样使得冲压和焊接都能在同一外协供应商生产，特别是焊接一个总成所需要的冲压件都能在同一个车间生产，使得整个总成的物流运输都能闭环在同一个生产车间内，避免了长距离运输过程中生产的质量问题，降低了其物流运输成本及因质量问题导致的返修成本。

(2) 模块化供货原则 在冲焊一体化原则的基础上，为了更进一步让外部供应商生产的零件能以较高的质量和较低的成本送到主机厂，需要遵从模块化供货原则，即根据主机厂的生产线情况，由外协厂只送主机厂所需要的最后一级总成，其余的分总成及冲压

件全部是由该外协厂负责生产，这样对于主机厂总成件的质量，以及在生产此总成件的各个环节的物流费用就大大的降低了。

模块化供货原则与冲焊一体化原则相呼应，意在减少物流成本，封闭尺寸链，达到降低成本、提高质量的目的。

结语

通过白车身成本的构成分析，不难发现白车身成本控制领域中与冲压相关的成本控制的重要性，而SE阶段作为控制白车身成本的最重要阶段，特别是产品设计定型之前进行的工艺分析以及工艺方案的初步规划将决定后续的工装成本以及生产成本。因此，从产品的工艺性、设备的合理性以及工装开发的精益性这几个方面，展开SE阶段白车身成本的控制活动十分必要，只有高品质、低成本的产品才能给企业带来巨大的经济效益。

关键词：

成本 材料利用率 优化

(收稿日期20140315)

《现代零部件》编辑部征稿

《现代零部件》编辑部特向业内人士征集关于汽车及零部件制造与应用方面的稿件，您可以：分析和预测国内外汽车及零部件行业相关市场、技术的发展现状和趋势；提供汽车零部件制造的技术解决方案；介绍汽车零部件制造的新技术、新工艺、新装备、新项目等；对典型汽车零部件加工进行难点解析……或者您可以自选内容进行发挥。

- ◆ 思路清晰、表述简练、观点正确、数据真实、公式正确，关键词三个。
- ◆ 专业术语、计量单位、插图须符合相应国家标准。
- ◆ 产业透视类文章一般不超过4500字，技术类文章不超过3500字。
- ◆ 因本刊为全彩印刷，来稿请同时提供符合本刊报道方向和文章内容的相关照片或图片（300KB以上）。
- ◆ 本刊对来稿有删改权利，请勿一稿多投。投稿后，建议来电确认录用情况。
- ◆ 随文请附加第一作者的联系方式（邮编、地址、单位、电话、E-mail、职务、职称及身份证号），出刊后我们会据此邮寄稿费及样刊。
- ◆ 稿件文字及图片如涉及版权问题，作者责任自负。

<http://tougao.mw1950.cn>

MC作者QQ群：57275560 期待您的加入！

本刊属于平面杂志，同时也可在网上浏览电子版杂志（<http://www.mc1950.com>）！

欢迎汽车业界人士积极投稿或推荐稿件！

如有疑问请拨打编辑部电话010-88379790~98转611~613进行咨询。

