



本文结合工作实践,总结了冲压工艺从工厂规划到车型量产过程中各个阶段的降成本方法,本着“整体成本最低”的原则,探讨了如何有效控制冲压工艺开发制造的成本、提高利润的具体措施,对整个冲压工艺过程的成本控制有着积极的现实意义。本文的编写旨在收集、总结降成本过程、经验和方法,为后期的成本改善工作提供指导。

□ 长城汽车股份有限公司技术中心、河北省汽车工程技术研究中心 孙继军 钱通

冲压降成本思路及方案策划

2019 年是一个关键的历史节点,当前我国经济正处在关键的转型升级时期,车联网、大数据、人工智能、新能源、新材料和轻量化已逐渐成为汽车行业新的发展趋势。在这个挑战与机遇共存的年代,合理的投资、降成本就显得尤为重要。通过对工程、工艺规划方案不断创新,以达到变革性降低成本的目的。

冲压成本由直接固定成本、直接材料及运营成本 and 呆滞成本等三大部分构成(图 1),其下涉及厂房设备、人员及备件等若干因素,本文将分别分析降成本思路及方案策划。

工厂规划阶段

降成本思路以“小、少、轻、短、美”为工厂规划设计理念,通过分析厂房投资构成及占比,识别投资过剩能力,进一步优化投资方案,改善浪费点,最终实现降低厂房投资,成本递减方案详见表 1。

设备选型阶段

结合工艺需求及生产使用情况,优化设备配置,消除设备过剩功能。充分利用集团现有闲置资产,闲置利旧,最终实现降低设备投资,成本递减方案详见表 2。

模具、检具、工位器具开发

1) 模具工艺及结构设计阶段,通过优化制件工艺或模具结构降成本。例如一模双件、模具共用、模具轻量化以及小型化设计等方法,最终实现降低模具投资,成本递减方案详见表 3。

例如,优化模具起重棒结构:通过使用铸入式起重棒代替插入式起重棒,在模具长度方向上平均可减少 190 mm,宽度方向上平均可减少 300 mm,单套模具重量可降低约 0.95 t。

2) 检具结构设计阶段,通过引入新型探测设备,精简检具结构,降低开发成本,识别制件共用检具,减少检具开发数量,最终实现降低检具投资,

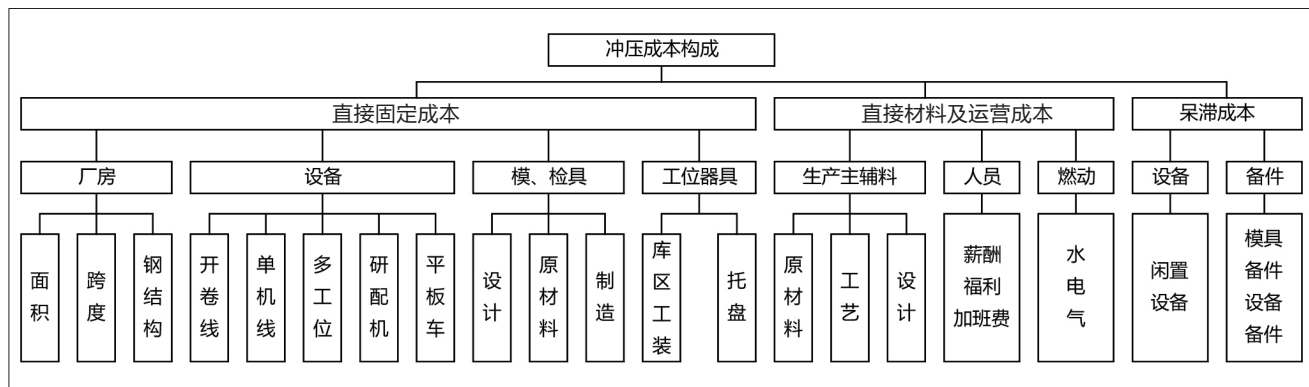


图 1 冲压成本构成

表 1 工厂规划降成本方案

规划内容	分类	递减方案	说明
厂房	厂房面积	模具维修区直接规划在各冲压线模具存储区，既可保证模具维修需求，又能拓宽新车型模具的存放空间	节省两台模修专用起重机
		合理减少辅房面积	缩小占地面积
		减少模具清洗间数量	缩小占地面积
	线体跨度	取消线体两侧物流通道，A 线由 33 m/ 跨改为 30 m/ 跨，C 线由 24 m/ 跨改为 21 m/ 跨	缩小占地面积
		线尾装筐形式规划由纵向改为横向，以缩短线体长度	缩小占地面积
	钢结构	优化冲压线体工艺布局，大型自动化冲压线线尾装筐区域直接延伸至成品库区	由高厂房结构调整为低厂房结构，节省两种建筑钢结构差价
	土建	车间地面分区设计环氧地坪	节省差价
		地面载荷分区（模具维修区地面载荷由 15 t 降至 10 t）	节省差价
		温度、除尘改为分区控制模式	节省差价
		清洗间装修模式精简	消除过剩能力

表 2 设备选型降成本方案

规划内容	分类	递减方案	说明
设备	单机线	闲置资产利用，取消新线体移动按钮站，使用现有闲置按钮站	利用闲置资产
		选用干式清洗机 + 涂油机，取消湿式清洗机	优化设备配置
		液压拉伸垫由 600 t 改为 400 t，满足冲压工艺需求	优化设备配置
		设备选型连续改为断续	优化设备配置
		后序设备取消吨位仪，首序保留	消除过剩功能
		取消设备标准备件备件	利用闲置资产
		取消后序设备工作台中间废料斗	消除过剩功能
	开卷线	开卷线引料机构由双辊（脏辊、净辊）引料改为单辊	优化设备配置
	多工位	多工位压机取消拉伸垫闭锁功能	消除过剩功能
		多工位压机取消涂油机	消除过剩功能
		多工位为连续模式，冲压过程无须离合器制动器频繁工作，可将原配备湿式离合器制动器替换为干式离合器制动器。	优化设备配置
	研配机	取消研配机拉伸垫	消除过剩功能
	起重机	结合模具重量，将 A 线起重机吨位由 50 t 降为 40 t	优化设备配置
	平板车	取消平板车、建立轨道车	优化设备配置

成本递减方案详见表 4。

3) 工位器具设计阶段，通过优化工位器具结构实现通用化，最终实现降成本的目的。

①通过优化托盘结构，减少托盘种类，实现托盘规格标准化。

②通过优化工装筐结构，实现多车型相似件工装 100% 通用化，可有效提升工装周转利用率，并减少工装总数量，最终减小制件库区面积，降低工厂投资。

生产主辅料

通过围绕生产主 / 辅料开展降成本工作，对原材料、产品设计及工艺设计等三方面进行优化。

1. 原材料

通过开展量产车型卷料规格平台化，以减少卷料规格种类（包括材质、料厚、卷宽）；料片尺寸缩减，以提升材料利用率等工作，消除现场浪费。

（1）卷料平台化。根据卷料

材质、厚度、规格等相关信息，汇总整理现有卷料规格，形成标准卷宽系列库，为工艺设计提供输入，减少卷料规格数量，降低采购成本。

步骤如下：①材料部制定《新车型车身系统钢板材料规格清单》，在产品阶段指导选材；②产品设计部门基于板材价格、防锈要求和钢板表面质量确定选材的思路及板料表面质量等级，初步选择制件使用材料，并输出初始材料清单；③工艺开发部门组织开展 SE 研讨，从成型性、材料利用率、性能、平台化、成本等方面提出意见，并反馈至产品设计部门；④设计、工艺部门 SE 研讨后确定制件的最终使用材料。

卷料平台化工作就是在现有卷料规格的前提下，逐步减小卷料种类，最终实现卷料统一化。卷料平台化工作包括卷料规格调整和卷料规格取消两方面，卷料规格递减方案详见表 5。

（2）料片尺寸缩减。生产准备阶段及量产后，通过缩减料片尺寸，提升材料利用率，降低单台成本。

某车型在量产初期顶盖外板制件的料片尺寸为 2 345 mm × 1 355 mm × 0.8 mm。经批量生产验证，制件在拉伸成型后，制件的前部和后部存在多余料片。通过测量，共计存在 30 mm 的多余料片。之后，通过对下料尺寸进行调整，缩减料片尺寸为 2 315 mm × 1 355 mm × 0.8 mm 进行试压验证，试压结果为无问题并进行切换应用。通过缩减料片尺寸，提升材料利用率。

2. 产品设计



表 3 模具优化降成本方案

规划内容	分类	递减方案	说明
模具	规划设计	制件合模生产，例如左右件共模	减少模具数量
		采取模具起重棒由插入式改为铸入式 拉延模具压边圈导向形式由外导向改为内导向	优化模具结构
		铸造背空、模具减重孔、降低闭合高度	优化模具结构
		弧剪模应用	提高材料利用率
		非标斜楔改为标准斜楔	优化模具结构
		增大设备旋转角度范围（能正修不侧修、能正翻不侧翻）减小模具尺寸	优化模具结构
		大双、小双制件都在一套模具上生产，开发一套模具满足两种制件生产侧面左右件在一套模具上生产，节省一套模具的开发成本	减少模具数量
	原材料	模具材质降级	在满足使用要求的前提下，消除过剩品质
		标准件降级	
		减少标准件种类	
		标准件以低代高	
		按制件开发的难易程度选择供应商、降低开发成本	
	制造	取消模具刷漆	消除过剩品质
		取消备品备件	利用闲置资产
		模具加工面积减小	优化检具结构
		减少模具零部件库存资金占压，闲置利旧	利用闲置资产
		钳工装配调试作业标准化，降低工时	减少作业工时
		减少模具细化研合面积	减少作业工时

表 4 检具结构优化方案

规划内容	分类	递减方案	说明
检具	设计	正式检具改为简易检具或测量支架	消除过剩品质
		内外板检具基板共用	优化模具结构
	原材料	检具材质降级	在满足使用要求的前提下，消除过剩品质
		标准件降级	
		减少标准件种类	
		标准件以低代高	
		按制件开发的难易程度选择供应商、降低开发成本	
	存放	取消检具专用存放区，合理规划	缩小占地面积

表 5 卷料规格递减方案

规划内容	递减方案	要求
SE 分析阶段	新车型产品设计 ①产品选材按《新车型车身系统钢板材料规格清单》执行； ②优先使用：年采购量 $x \geq 180$ t 的材料； ③协同产品设计部门采用制件合并、少件化、平台化方法进行 SE 研讨，推动制件平台化建设。	新车型选材不新增材质
	新车型工艺设计 ①建立标准卷宽系列库，设计优先选用库内卷料规格尺寸 ②遵循“卷宽就窄”原则，降低卷料规格数量及采购成本 ③建立余料利用流程，在 SE 阶段与产品设计部门、采购部门研讨确定余料利用方案。	工艺设计过程不新增卷料规格
量产阶段	识别同一工厂同材质同厚度，卷宽差在 0~10 mm 内的卷料，考虑优化统一卷料宽度，减少卷料种类。	现场合并卷料规格、减少卷料规格数量

通过合理地规划产品成本。
分缝、产品合件以及余料利用等方案，最终降低投资

(1) 优化产品分缝线。造型阶段通过调整产品分缝线，提高

制件材料利用率。

某车型机罩外板风窗玻璃处尖角凸出长度原为 216 mm，后经产品造型优化，该处尖角凸出长度尺寸缩减至 131 mm，使材料利用率决定点向内移动 85 mm，最终制件材料利用率提升了 4.2%（图 2）。

(2) 产品设计。梳理制件清单，识别可进行合件的制件明细。

某车型后背门外板上段和下段共两种制件，合计共需开发 7 套模具（其中后背门外板上段 3 套，后背门外板 4 套），后经产品优化，变更为合件设计，此时共需开发 4 套模具（后背门外板 4 套），减少后背门外板上段 3 套模具（图 3）。

(3) 余料利用。工艺策划阶段，保证落料时余料区域平整，使有效使用面积最大化；生产阶段通过余料收集装置进行收集，作为其他小型冲压件的生产板料或作为条料出售，提升再利用价值。

某车型对侧围外板余料进行收集，经过码垛装置码齐，包装后作为条料出售，价格约为 3.4 元/kg，成本节约 1.93 元/kg（废料售价 1.47 元/kg）。因此，将余料进行合理再利用，可以有效地降低生产成本。余料利用工作应在前期工艺策划阶段开展，此时可识别材质厚相似的制件，使用余料进行生产；如无此类制件，也可对外销售余料，提高再利用价值。

3. 工艺设计

通过合理地规划制件拉延深度、锯齿形料片、合模以及工艺套件生产等方案，提高制件材料利用率，最终降低生产成本。

(1) 优化制件拉伸深度

工艺设计阶段，通过策划浅拉伸、合模设计等方案提升材料利用率。

某车型机罩外板制件原工艺策划拉伸深度为 130 mm，后经工艺优化，制件拉伸深度降低至 115 mm，制件材料利用率由 72% 提升至 74.6%（图 4）。

(2) 锯齿形料工艺

通过应用锯齿形料片、余料收集等工艺，提升制件材料利用率，降低单台整车成本。

为提升材料利用率，在保证板料尺寸的前提下，将矩形板料的前后两个料边更改为锯齿形状，称为锯齿形板料。每张锯齿板料相较于矩形板料可以节约一个锯齿宽度的板料，从而提升材料利用率。某车型后围外板应用锯齿形料片，落料步距由 520 mm 缩减至 505 mm，单张料片可节约 15 mm 的板料（图 5）。

生产运营（人员与燃动）

通过控制人员数量和工时，降低水电气能源消耗实现降成本。提升人员技能水平，作业标准化；提高生产效率，减少无价值作业。这样实现人员才能均衡化。

(1) 人员方面主要是交付标

准化，包括减少交付周期、合理配置交付人员等。

(2) 燃动方面主要有缩短换

模具时间、提升生产节拍、减少生产调试时间等。

呆滞成本

充分利用集团现有闲置资产（包括设备及备品备件），闲置利旧，最终实现降低设备投资。

(1) 闲置设备可用于新工厂

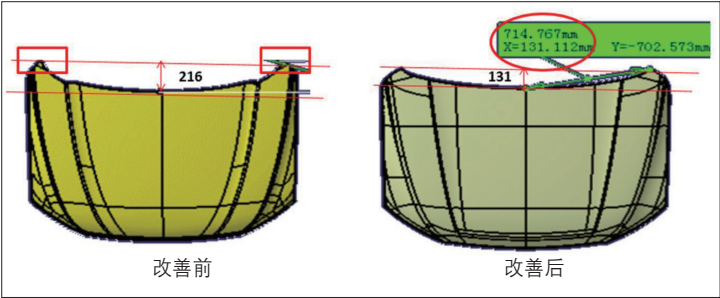


图 2 调整分缝线

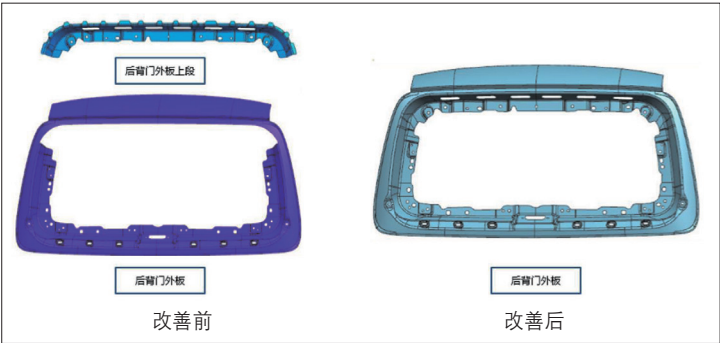


图 3 后背门外板上下段合併

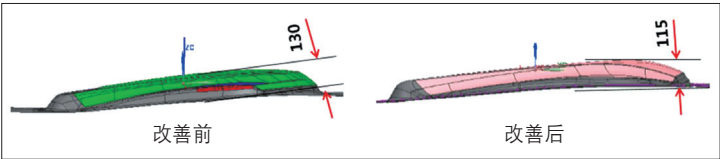


图 4 降低制件拉伸程度



图 5 应用锯齿形料

规划阶段进行应用。

(2) 闲置库存备品备件可用于新项目规划设计阶段。

提高人员效率；完善设备选型标准，避免设备功能过剩；发掘潜在供应商，形成良性竞争，减少工艺投资。

结束语

降成本的本质不是一味地选择价格最低的，而是要选择性价比是最优的，要从整体上进行把控，本着“综合成本最优”的原则，优化工艺布局、投资方案，提高单位面积产能；优化工位排布，

降成本的核心是创新，要打破传统思维，通过应用新技术、新工艺，对工程、工艺规划方案不断优化创新，实现投资递减，消除浪费，最终实现革命性的成本降低、质量提升及时间缩短。 AI