

# 汽车冲压件成本模型研究

王文华

北京汽车集团越野车有限公司 北京 101300

**摘要：**汽车冲压件在汽车零件中占比较高，基于作业成本法，从成本动因入手，建立材料成本模块、人工模块、加工成本模块、期间费用和利润模块，考虑到冲压件由多个工序组成，创建工序和吨位自动选择模块，形成完整的冲压件成本分析模型，相较于粗放式成本分析，细化的同时，也实现冲压件分析的特殊化，计算结果更接近实际发生成本。通过冲压成本分析模型在新产品目标价设定、设计过程中优化、供应商定点定价等成本活动中的应用，形成了成本闭环管理，为企业增加了利润，为汽车企业提供了一套行之有效的成本管控方案。

**关键词：**冲压件；作业成本法；成本分析模型；成本活动

在当今汽车行业中，汽车企业间竞争十分激烈，为了在汽车市场中占据一定的优势，各汽车企业纷纷在市场中打起了价格战，不断压缩成本。在此背景下，汽车企业在成本控制方面面临的压力是不断增加的，企业必须提高成本管理水平，而成本分析是汽车企业成本管理的基础<sup>[1]</sup>。对于汽车企业成本管理来说，成本分析是核心，也是先决条件。由于汽车本身零部件数量庞大，且工艺繁杂，导致成本分析工作实施存在较大的难度。而传统基于工程师经验的成本分析，无法保证成本分析结果的精度，显然也无法满足当前汽车企业成本分析工作需求<sup>[2]</sup>。

了解、掌握汽车冲压件的成本构成很重要。根据主机厂和外协供应商生产冲压件来区分，冲压件分为

自制件和外协件，本文主要研究外协冲压件的出厂成本。

## 冲压件成本模型创建

根据冲压件成本构成，冲压件成本模型分为材料成本模块、人工成本模块、加工成本模块、期间成本、利润及模具分摊模块。

外协件冲压件的出厂成本=材料成本+人工成本+加工成本+期间成本+利润+模具分摊。(1)

### 1.材料成本计算模块创建

冲压件材料主要为钢板，每个项目使用一个固定时间段钢材价格作为基准，材料成本计算公式为：

冲压件材料成本=材料单价×（零件质量÷材料利用率）-废料单价×（零件质量÷材料利用率-零件质量）（2）

零件成本分析的关键是材料利用率计算，冲压工艺分为成型和拉深。成型零件一般需要落料，落料尺寸按照零件展开尺寸排样或单独落料（见图1）。

落料尺寸=零件展开尺寸+下料间隙+边缘余量（3）

拉深类原材料尺寸是在零件展开尺寸的基础上增加工艺补充（见图2）。

另外，为了减小材料利用率与实际生产的差异，通过积累对标车型的车身冲压件材料利用率（见表1），进行差异性偏差纠正。

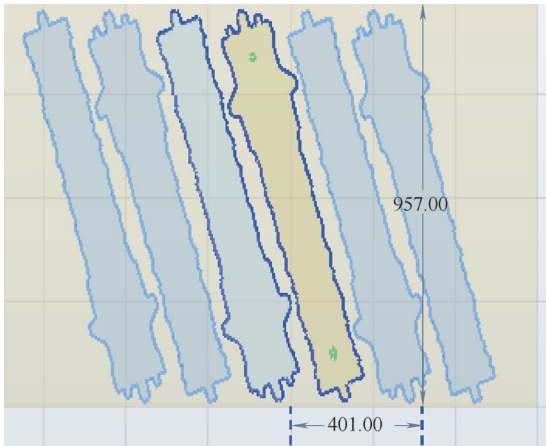


图1 零件排样示意

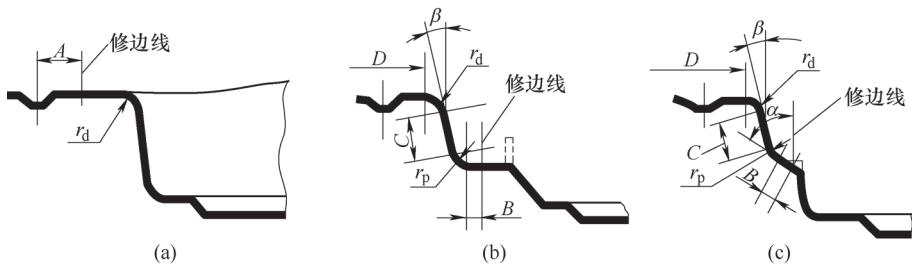


图2 工艺补充示意

表1 对标车零件材料利用率统计表

| 序号 | 零件名称    | 车型1-SUV |       | 车型2-SUV |       | 车型3-Sedan |       | 车型4-Sedan |       |
|----|---------|---------|-------|---------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|    |         | 图示      | 材料利用率 | 图示      | 材料利用率 | 图示        | 材料利用率 | 图示        | 材料利用率 |
| 1  | 侧围外板-左  |         | 43%   |         | 45%   |           | 42%   |           | 43%   |
| 2  | 侧围外板-右  |         | 43%   |         | 45%   |           | 42%   |           | 43%   |
| 3  | 顶盖外板    |         | 53%   |         | 73%   |           | 72%   |           | 73%   |
| 4  | 前门外板-左  |         | 57%   |         | 56%   |           | 70%   |           | 69%   |
| 5  | 前门外板-右  |         | 57%   |         | 56%   |           | 70%   |           | 69%   |
| 6  | 前门内板-左  |         | 53%   |         | 53%   |           | 52%   |           | 52%   |
| 7  | 前门内板-右  |         | 53%   |         | 53%   |           | 52%   |           | 52%   |
| 8  | 后门外板-左  |         | 56%   |         | 55%   |           | 65%   |           | 64%   |
| 9  | 后门外板-右  |         | 56%   |         | 55%   |           | 65%   |           | 64%   |
| 10 | 后门内板-左  |         | 53%   |         | 52%   |           | 51%   |           | 51%   |
| 11 | 后门内板-右  |         | 53%   |         | 52%   |           | 51%   |           | 51%   |
| 12 | 翼子板-左/右 |         | 36%   |         | 36%   |           | 34%   |           | 33%   |
| 13 | 尾门外板    |         | 47%   |         | 48%   |           | 50%   |           | 49%   |
| 14 | 尾门内板    |         | 45%   |         | 46%   |           | 45%   |           | 45%   |
| 15 | 机盖外板    |         | 62%   |         | 62%   |           | 64%   |           | 61%   |
| 16 | 机盖内板    |         | 51%   |         | 51%   |           | 51%   |           | 52%   |
| 17 | 前地板     |         | 75%   |         | 79%   |           | 75%   |           | 80%   |
| 18 | 中地板     |         | 73%   | -       | -     | -         | -     | -         | -     |
| 19 | 后地板     |         | 72%   |         | 73%   |           | 74%   |           | 70%   |

2. 人工成本模块创建

根据工厂冲压班组信息，同时调研冲压供应商生产现场，形成对应设备吨位的人工数据库（见表2）。

表2 不同设备的直接人工数统计表

| 设备类型             | 直接人工，个 |
|------------------|--------|
| 压力机（80T~135T）    | 1      |
| 压力机（135T~500T）   | 1~2    |
| 压力机（500T~1200T）  | 2~4    |
| 压力机（1200T~2000T） | 4      |

通过调研国内主要城市冲压行业工人平均工资、福利比例等，整理出冲压行业的人工费率（见表3），人工成本计算公式如下：

人工成本=人工数×人工费率×节拍

表3 主要城市冲压行业工人小时费统计表

| 序号 | 城市   | 平均工资<br>(2021年) -<br>元 | 五险一金<br>及福利费<br>占比 | 平均工资<br>(元/小时) |
|----|------|------------------------|--------------------|----------------|
| 1  | 北京市  | 52000                  | 52.20%             | 40             |
| 2  | 上海市  | 56400                  | 51.60%             | 43             |
| 3  | 天津市  | 42240                  | 51.60%             | 32             |
| 4  | 重庆市  | 35200                  | 49.60%             | 26             |
| 5  | 哈尔滨市 | 34800                  | 49.20%             | 26             |
| 6  | 长春市  | 41320                  | 49.00%             | 31             |
| 7  | 沈阳市  | 35280                  | 47.80%             | 26             |
| 8  | 石家庄市 | 36800                  | 50.30%             | 28             |
| 9  | 郑州市  | 32240                  | 50.30%             | 24             |
| 10 | 南京市  | 51320                  | 50.90%             | 39             |

3. 加工成本模块创建

冲压加工成本计算公式如下，冲压加工成本=设备费率×节拍+设备维护维修+厂房折旧+能源消耗费用+其他费用，常用设备费率如表4所示。

表4 常用机械压力机设备费率

| 序号 | 设备吨位/T | 台面尺寸/mm*mm | 设备费率/元（小时） |
|----|--------|------------|------------|
| 1  | 135    | 1270*762   | 45         |
| 2  | 225    | 1574*914   | 77         |
| 3  | 300    | 1725*1128  | 112        |
| 4  | 400    | 2134*1372  | 165        |
| 5  | 500    | 2500*1600  | 192        |
| 6  | 600    | 2500*1600  | 226        |
| 7  | 800    | 3000*1800  | 302        |
| 8  | 1000   | 3200*2000  | 395        |
| 9  | 1200   | 4000*2200  | 480        |
| 10 | 1600   | 4500*2500  | 570        |

4. 工序及吨位选择模块创建

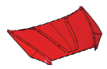
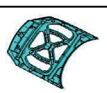
（1）工序选择 常见的冲压工序包括落料、拉深、成型、修边、冲孔、翻边、整形等，对于平板类零件，一般选择落料、成型、冲孔等工序，对于开口筒形件，一般选择拉深、修边、冲孔、翻边、整形等工艺。

目前各汽车企业对于冲压件成本分析中工序数量的选择，还是停留在经验的上，经验丰富的工程师工序选择更接近实际，而经验不丰富的工程师，工序选择偏离实际较多，失去成本计算的意义。为了平衡主观差异，成本模型建立工序选择模块，根据大量的零件工序数据，首先分成大型、中型、小型三个不同类型零件（一级点选），然后按照成型类、拉深类进行分类（二级点选），最后找出相似件筛选，自动得出工序数（见表5）。

（2）压机吨位选择 压机吨位的选择，需要综合考虑：模具尺寸是否符合压机工作台面，拉深深度是否在压机的拉深深度范围内，压机的最大吨位能否提供零件成型或拉深所需要的力。

通过零件尺寸可以粗略估算零件冲压所需模具的尺寸，模具尺寸在压机的台面尺寸范围内，判断长度和宽度是否合适。通过零件的拉深深度确定压机的最大拉深深度是否合适，在冲压过程吨位的确认过程

表5 常用零件工艺及工序选择表

| 序号 | 零件中文名称   | 料厚   | 零件简图                                                                              | 零件类型 | 工艺类型 | 工序数 | 工序名称         |
|----|----------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|------|-----|--------------|
| 1  | 侧围外板-左   | 0.75 |  | 大型零件 | 拉深   | 5   | 落料           |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 拉延           |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 修边+侧修边+冲孔+整形 |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 修边+翻边+整形+侧翻边 |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 修边+冲孔+侧冲孔+侧翻 |
| 2  | 发动机盖外板   | 0.7  |  | 大型零件 | 拉深   | 5   | 落料           |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 拉延           |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 修边+侧修边+冲孔    |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 修边+侧修边+翻边    |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 翻边+侧翻边       |
| 3  | 发动机盖内板   | 0.8  |  | 大型零件 | 拉深   | 5   | 落料共用         |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 拉延           |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 修边+侧修边+冲孔    |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 修边+侧修边+侧冲孔   |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 整形           |
| 4  | 顶盖中间横梁   | 1    |  | 中型零件 | 拉深   | 3   | 拉延           |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 修边+冲孔        |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 修边+冲孔        |
| 5  | 顶盖前上横梁   | 1.2  |  | 中型零件 | 拉深   | 4   | 落料           |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 拉延           |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 修边+冲孔        |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 修边+冲孔+侧冲孔    |
| 6  | 行李箱铰链加强板 | 1.5  |  | 小型零件 | 成型   | 3   | 落料+冲孔        |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 成型           |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 冲孔           |
| 7  | 发动机盖锁加强板 | 1.5  |  | 小型零件 | 成型   | 3   | 落料+冲孔        |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 成型           |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 成型           |
| 8  | 机盖气弹簧支架  | 2    |  | 小型零件 | 成型   | 3   | 落料+冲孔        |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 翻边           |
|    |          |      |                                                                                   |      |      |     | 翻边           |

中，首工序变形力主要为拉深力和压边力。根据如下公式计算出拉深力和压边力。

拉深力=4.55×剪切强度×料厚×零件坯料周长  
压边力=0.22×零件坯料面积 (4)

可以确定零件首工序的压机吨位最低极限值，由于设备的公称压力必须要大于所需要的变形力，而且，还需要一定的力量储备。因为从提高设备的工作

刚度、冲压件的精度以及延长设备的使用寿命出发，要求设备容量有较大剩余，一般认为只使用设备容量的60%。长度、宽度、拉深深度、吨位各个方面合适选择1，否则选择0（见表6），只有四个方面均合适并选择1，判断为总体合适，总体合适的最小压机吨位即选择为首序压机。这样就完成首工序压机吨位的选择。

表6 首工序压机吨位选择表

| 序号 | 压机吨位  | 工作台面/mm |      | 最大拉伸深度 /mm | 长度是否适合 | 宽度适合 | 拉伸深度适合 | 吨位是否适合 | 总体是否适合 |
|----|-------|---------|------|------------|--------|------|--------|--------|--------|
| 1  | 40T   | 610     | 380  | 60         | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |
| 2  | 63T   | 710     | 480  | 70         | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |
| 3  | 80T   | 950     | 600  | 80         | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |
| 4  | 135T  | 1270    | 762  | 100        | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |
| 5  | 225T  | 1574    | 914  | 130        | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |
| 6  | 300T  | 1725    | 1128 | 170        | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |
| 7  | 400T  | 2134    | 1372 | 200        | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |
| 8  | 500T  | 2500    | 1600 | 225        | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |
| 9  | 600T  | 2500    | 1600 | 250        | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |
| 10 | 800T  | 3000    | 1800 | 280        | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |
| 11 | 1000T | 3200    | 2000 | 300        | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |
| 12 | 1200T | 4000    | 2200 | 325        | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |
| 13 | 1600T | 4500    | 2500 | 350        | 1/0    | 1/0  | 1/0    | 1/0    |        |

首序设备吨位自动选择完成后，在表7的冲压生产线中选择合适的冲压生产线，完成后工序设备的选择。

5. 期间费用、利润及模具分摊模块创建

冲压件需通过落料模、成型模、切边模等模具完

成产品加工。各种模具的制造需要产生费用，这些费用需要分摊到每件产品成本中，分摊标准一般按照周期产量分摊到产品成本中，产生模具分摊成本。期间成本包括管理、财务和销售三项成本，企业一般按照制造成本的一定比例进行设定，其中财务成本与利率有关。根据企业盈利目标，结合国家规定的行业利润

表7 常用冲压生产线组合

|    | 1线   | 2线   | 3线   | 4线   | 5线   | 6线   | 7线   | 8线    | 9线    | 10线   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1序 | 135T | 225T | 300T | 400T | 500T | 600T | 800T | 1000T | 1200T | 1600T |
| 2序 | 135T | 135T | 225T | 400T | 400T | 400T | 600T | 800T  | 1000T | 1000T |
| 3序 | 135T | 135T | 225T | 400T | 400T | 400T | 400T | 600T  | 800T  | 800T  |
| 4序 | 135T | 135T | 225T | 300T | 400T | 400T | 400T | 600T  | 800T  | 800T  |
| 5序 | 135T | 135T | 225T | 300T | 400T | 400T | 400T | 600T  | 800T  | 800T  |

和市场行情来确定利润值，具体比例主要通过调研冲压行业供应商进行收集和汇总。

冲压件成本模型输出

通过输入零件的基本信息材料、质量、坯料尺寸参考材料利用率数据库，就可以直接计算材料成本、人工成本和加工成本，其中工序和吨位自动获取，零件的总成本和各个部分占比如图3所示。

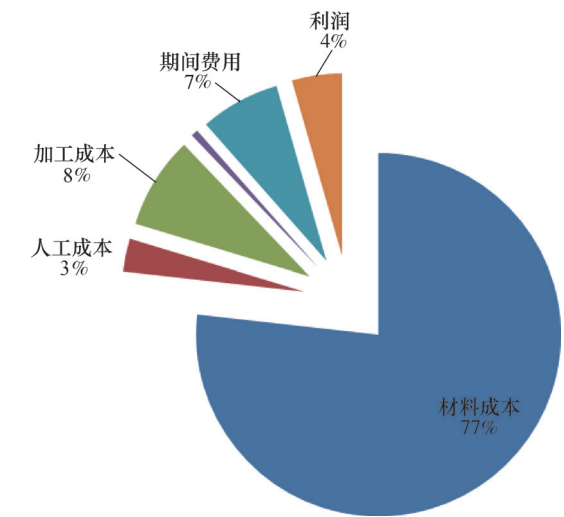


图3 零件各项成本占比示意

通过成本模型进行成本评估，从而全生命周期支持项目的成本活动，比如前期的设计过程中优化、供应商定点商谈以及量产阶段设计变更的成本管控等。

结语

综上，本文根据对汽车冲压件结构及原材料、工艺等信息进行的收集和多年工作经验的积累，采用基于多动因分析的作业成本法，完成了冲压件成本模型的创建。并将成本分析融入到汽车企业成本管理的各个环节中，形成闭环成本管理体系，有利于大幅度提升汽车企业成本控制和管理水平。

参考文献:

[1] 李修明, 赵成龙, 齐萌蒙. 面向数字化工厂建设的数据应用研究[J]. 数字技术与应用, 2020 (5) : 70-73.

[2] 刘亮. 数字化工厂的实现方式与应用分析[J]. 经营者, 2019 (4) : 123-125.

[3] 田建忠. 数字化工厂应用现状与前景展望[J]. 创新科技, 2017 (5) : 36-38. **AUTO1950**

汽车工艺师 2023年 第4期 广告目次 Advertisement Catalogue

| 单位名称                | 查询编号 | 位置 |
|---------------------|------|----|
| 汽车工艺师               |      | 封面 |
| SMALLEY钢圈有限公司       | 8086 | 封二 |
| 《汽车工艺师》杂志订阅         | 0001 | 封三 |
| 公益广告                | 8000 | 封底 |
| 易格斯（上海）拖链系统有限公司     | 1298 | 1  |
| 2023新能源汽车先进制造技术高峰论坛 | 8000 | 2  |