挤出吹塑汽车零部件成本分析方法

于永柱

北京汽车集团越野车有限公司　北京　101300

摘要：随着环保、节能以及新能源燃料的应用，汽车零部件轻量化设计，以及有效的成本控制在行业内越来越重要。因此，具有耐冲击、耐挤压、适应性强，并且制造工艺简单，制造成本较低等特点的挤出成形类零部件，被越来越多地应用于汽车零部件中。通过系统阐述挤出吹塑零部件工艺过程，主要从直接材料成本、直接人工成本和制造费用三方面进行分析，通过Excel表格建立一种成本分析模型。工程师以此模型为基础，能有效判断出零部件的成本关键点，在设计阶段有针对性地进行方案优化、成本控制，同时还可助力采购进行商务谈判。

关键词：挤出吹塑；成本模型；成本优化

挤出吹塑是将热塑性塑料，经过挤出吹塑机，将挤出的达到要求长度的型坯，置于吹塑模具内合模，由模具上的刃口将型坯切断，再通过模具的进气口输入一定压力的空气（吹气压力一般为0.25～0.8MPa/s）吹胀型坯，使制品和模具内表面紧密接触；接着保持模具型腔内的气压等待制品冷却，待冷却定型后，打开模具，取出制品的过程。其工艺流程如图1所示。

挤出吹塑常用的材料有：LDPE、HDPE、PVC、PP、EVA、PC及PET等，其中HDPE（高密度聚乙烯材料）应用最广，约占整个吹塑零部件的60%～70%。汽

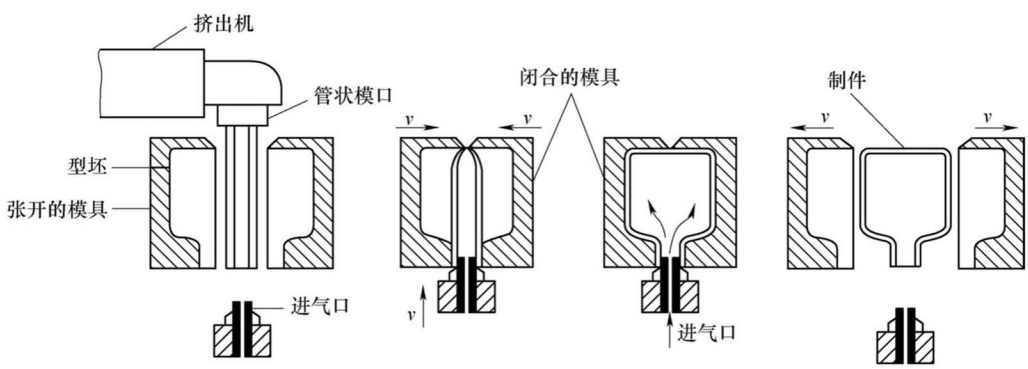

图1　挤出吹塑工艺流程

万方数据

车零部件所用的零部件材料几乎100%为HDPE。

挤出吹塑汽车零部件成本分析

挤出吹塑汽车零部件成本主要包括材料成本、人工成本、制造费用及其他杂费等四部分。可按如下公式计算（式中各组成部分所涉及到的单位均为元）：

总成本＝材料成本＋人工成本＋制造费用＋其他费用　　(1)

1. 材料成本

材料成本包括原材料成本、外购件成本及辅助类材料成本，其中原材料成本与其材料利用率强相关，因此优秀的零部件结构，将最大限度增加材料利用率，从而可降低材料成本。材料成本可按如下公式计算

材料成本＝原材料单价×净用量/原材料利用率－废料单价×净用量×（1－原材料利用率）/原材料利用率　　(2)

常用汽车基础吹塑零部件原材料价格见表1。

常用汽车挤出吹塑零部件原材料价格

英文缩写	中文名称	材料密度/（g/cm³）	原材料单价/（元/kg）	废料单价/（元/kg）
HDPE	高密度聚乙烯	0.95	8.5	7

注：表中材料价格为2022年第4季度网查数据，仅供参考，具体成本核算以当时实际材料价格为准。

（1）外购件成本　一般在当零部件吹塑过程中有嵌件时，则嵌件被视为外购件。非嵌件吹塑时，无外购件。可按如下公式计算

外购件成本＝嵌件单价×使用量　　(3)

（2）辅助类材料成本　辅助类材料通常指脱模剂，辅助类成本计算如下

辅助类成本＝脱模剂单价×消耗量　　(4)

2. 人工成本

挤出吹塑工作人员主要负责设备操作、下料等工作，一般情况下均为单工位操作。通常零部件外形尺寸比较小的仅需1人，外形尺寸较大的需2人。可按如下公式计算

直接人工成本＝节拍×直接人工费率/（3600×人数×效率×模腔数）　　(5)

3. 制造费用

制造费用包括制造设备费用、准备成本和废弃成本。因准备成本、废弃成本占比相对较低，粗略分析时可将其忽略，即制造费用可等同于设备费用。可按如下公式计算

制造费用＝设备费用＝设备费率×节拍/（效率×模腔数×3600）　　(6)

为实现降低制造费用，选择合适的设备至关重要，挤出吹塑机的选择需遵守以下两点：

1）部件的内腔容积应小于挤出吹塑机可吹塑的最大容积。

2）挤出吹塑机的锁模单元应提供足够的“锁模力”，其所提供的锁模力应大于撑模力的1.17倍，才可保证零部件在模具中吹胀成形时不至于被撑开。可参照如下公式进行测算：

$$F_{锁} \geqslant 1.17F_{撑} \quad (7)$$

$$F_{撑} = PS \quad (8)$$

式中 $F_{锁}$——锁模力，单位为N；

$F_{撑}$——撑模力，单位为N；

P——吹胀压力，单位为MPa，取值0.25～0.8MPa（部分汽车零部件吹胀压力及挤出吹塑机设备费用参考表2、表3）；

S——零部件模具开合方向的投影面积，单位为cm^2。

表2　部分汽车吹塑零部件参数表

材料名称	零部件名称	吹胀压力/MPa	节拍/s	备注
HDPE	燃油箱	0.6～0.8	90	6层油箱
HDPE	空调风道	0.3～0.5	100	
HDPE	尿素罐	0.3～0.4	120	

表3　部分挤出吹塑机设备费率参考表

型号	锁模力/kN	制品最大容积/L	模板尺寸/mm×mm	模板间距/mm	设备费率/（元/h）	备注
KBS120	800	240	1200×1600	800～1600	1275	进口（6层）
DDSJ650X6C	800	350	1300×1400	1000～2000	350	国产（6层）
DDSJ1000	1500	1000	1800×1500	1200～2600	335	国产（单层）
DDSJ300	800	300	1300×1400	1000～2000	230	国产（单层）
DDSJ150	240	150	900×1000	400～1100	190	国产（单层）
DDSJ100	240	100	900×1000	400～1100	255	国产（单层）

万方数据

4.其他费用

其他费用主要包括管理、销售、财务、利润及物流包装等费用。此部分费用与公司规模、运输方式、距离有关，在此不进行详细叙述。通常情况下，其占比不会高于总成本的20%。

成本分析模型

以零部件制造工艺过程数据为基础，增加零部件名称、规格、图示等信息，通过Excel表格，建立成本模型案例见表4～表6。

表4　材料成本

零部件基础信息													分项成本							
序号	项目阶段	级别	零部件图号	零部件名称	零部件图片	数量	基本尺寸/mm				重量/kg		直接材料成本							
							长	宽/直径	高	厚度	单件重	总重量/kg	原材料成本							原材料成本/元
													一级分类	二级分类	原材料名称	原材料单价/(元/kg)	原材料重量/kg	原材料利用率	废料单价/(元/kg)	
车型1	TG1																			
1	TG1	01		燃油箱壳体		1	865.00	479.00	342.50	2.80	7.70	7.70								182.28
—				吹塑工艺									塑料	PE类	HDPE油箱	14.00	8.40	95.0%	0.00%	123.79
—				油箱定型									EVOH阻隔层	Kuraray	EVOH阻隔层	57.00	0.41	95.0%	0.00%	24.60
—															阻隔层	32.00	0.85	95.0%	0.00%	28.63
—															色母	50.00	0.10	95.0%	0.00%	5.26

表5　人工成本

分项成本																
直接材料成本								直接材料成本/元	直接人工成本/元							直接人工成本/元
外购件成本/元			外购件成本/元	辅料成本/元			辅料成本/元		省/直辖市	地域	供应商简称	人数	人工费率/(元/h)	工艺节拍/s	模腔数	
外购件名称	外购件单价	使用量		辅料名称	辅料单价	消耗量										
			0.00				0.00	182.28								9.13
			0.00				0.00	123.79	北京	北京市	×××	2	38.17	240.00	1	8.98
			0.00				0.00	24.60	北京	北京市	×××	1	38.17	12.00	1	0.15
			0.00				0.00	28.63								
			0.00				0.00	5.26								

表6　总成本

分项成本																			
制造费用/元														分项成本合计/元	其他费用20%/元	总成本/元	实际成本/元	备注
制造工艺过程		设备费用/元					设备费用/元	准备成本/元		准备成本/(元/h)	废弃成本	废弃成本/元	制造费用/元					
工艺流程	工艺过程	设备型号	设备选型参考	设备说明	效率	设备费率/(元/h)		准备时间/h	批次产量		废品率							
							100.75			0.00		0.00	100.75	292.16	58.43	350.60		
吹塑	吹塑工艺	KAUTEX吹塑机(油箱)			85.0%	1278.00	100.24	0.00	100	0.00	0.00%	0.00	100.24	233.01				
定型	油箱定型	油箱稳型机			85.0%	131.38	0.52	0.00	100	0.00	0.00%	0.00	0.52	25.26				
													0.00	28.63				
													0.00	5.26				

万方数据

国际机床展中的“数智五星”

《汽车工艺师》记者　畅达

为期六天的第十八届中国国际机床展览会（CIMT2023）于4月15日在北京圆满落幕。本届展会主题为“融合创新 数智未来”。

汽车前装市场离不开装备制造的进步革新，汽车的生产能力也是工业水平的风向标。在全球范围的行业交流复苏中，这一展会主题将被赋予新的内涵和历史使命。《汽车工艺师》记者参加了本届展会，选取五家有代表性的助力汽车数智化的展商及展品，来记录新时期汽车制造业不断发展的进程。

柔性制造

数字化时代，智能制造正成为现代制造的基础，而柔性制造技术作为智能制造的重要支撑，也在不断发展和完善。基于当前业务场景和客户实际需求，伟立机器人在行业内首次提出“数字化柔性制造系统”的概念（DFMS，Digital Flexible Manufacturing System），即通过数字化技术手段，将工业自动化技术（AT）与信息技术（IT）以及控制技术（OT）深度融合，从而对柔性制造系统进行赋能提升，在产前规划、产中操作指导和调度控制、产后分析改善等各个环节实现智能化，实现更精准的计划管理和配套制造，并对工艺执行情况、过程质量监控和设备状态管理等生产环节各要素进行精细化管控，实现真正的自动化、柔性化和智能化。成功打造了诸多具有示范性的样板工程，成为新一代智能制造行业从顶层设计到落地实施的系统解决方案专家。在众多行业领域，尤

通过以上成本模型，不仅可直观地展现出零部件各工艺过程的成本明细，同时也可对比出零部件不同开发阶段、不同方案、不同设备及不同区域的成本差异。同时随着样本数量不断增加和数据的更新，可利用Excel的“加载宏”功能进行二次开发，实现点选，将极大提高工程师的工作效率，快速指导工程师在方案与成本进行完美搭配。

结语

通过对零部件整个挤出吹塑工艺过程的分析，并将成本占比较大的环节全部剖析，有利于在产品初始设计阶段，快速评估其方案成本，进行有效成本控制和精益化设计。同时也可通过此种成本分析方法，直观与零部件供应商的报价进行对比，做为采购工程师进行商务谈判的筹码之一。

随着样本数据的不断补充以及成本模型的不断优化，此种分析方法将越来越便捷地服务于工程师，进而为企业创造更大的价值。

参考文献

[1] 姚静媛.产品材料与设计[M]. 北京：国防工业出版社，2015.

[2] 黄虹，王海民，邱方军，等.塑料油箱挤出吹塑成形工艺与模具设计[J].工程塑料应用，2009，37（11）：68-71.

万方数据