

# 机械产品工艺设计成本分析及控制规则

蔡军(副教授) 韩庆兰(博士生导师)

(广东技术师范学院会计学院 广州 510665 中南大学商学院 长沙 410083)

**【摘要】** 工艺设计对产品加工成本密切相关。本文以机械产品为例,通过分析工艺设计成本,在目标成本允许范围内寻找成本降低的重点,总结出工艺设计的低成本设计规则,并提出一般性成本控制措施,为后续成本控制管理准备规则。

**【关键词】** 成本设计 生产工艺 成本控制规则

## 一、引言

产品设计阶段进行成本管理可以仅用5%的现金流控制70%的产品生命周期成本。设计阶段目标成本一旦确定,就需要分析影响产品的各成本因素与流程,在目标成本允许范围内,寻找成本降低的重点,为后续成本控制管理制定好规则。

在机械工业中,加工成本所占比例较大,约占总成本的28%,仅次于材料成本。因此,对零件生产工艺流程的选

而牵连犯的数罪之间相对来说比较松散,只要能从主观上认定行为人对方法行为、结果行为与目的行为有意思联络,以及从客观上认定此一行为按照通常经验能够成为彼一行为之方法行为或结果行为即可,其实质为刑的吸收,因此,其处刑原则以从一重罪处罚为原则,法律另有规定的除外。

在《刑法》中,牵连犯处刑例外情形包括从一重罪从重处罚。如第一百七十一条第三款规定“伪造货币并出售或者运输伪造的货币的,依照本法第一百七十条的规定定罪从重处罚”,以及数罪并罚。如第一百九十八条保险诈骗罪第二款规定“有前款第四项、第五项所列行为,同时构成其他犯罪的,依照数罪并罚的规定处罚”。

基于上述分析,很显然,在空白支票上填写并假冒签章行为与使用该伪造支票行为之间存在牵连关系,因此,伪造支票并使用,骗取他人财物,数额较大的,应认定为票据诈骗罪。而盗窃空白支票行为,当且仅当行为人采用“多次盗窃、入户盗窃、携带凶器盗窃、扒窃”方式时方可评价为盗窃罪,其与后票据诈骗行为之间的关系应视盗窃时的目的以及骗取财物的数额加以区分,如果行为人为了进行票据诈骗而盗窃他人票据,或在盗窃当时便产生诈骗之犯意,如窃取空白支票并盗取印章或盗盖印章

择或者它们的顺序以及装配对加工成本有很大的影响。不同的生产工艺流程决定了零件的材料及尺寸大小,简单/复杂、超精确/普通、表面光滑/平滑/粗糙等因素都影响成本。而传统的会计仅以“加工成本”进行笼统的预测,无法准确进行设计阶段的成本估算。

为此,本文结合设计工程学与成本管理学,从新的角度,利用大量经验数据统计分析,总结出机械业工艺设计低成本控制规则,为后续的设计阶段利用知识库进行成

的,此时,盗窃票据是手段行为,票据诈骗是目的行为,两者存在着刑法上的牵连关系,构成牵连犯,择一重罪处罚;如果行为人的诈骗意图是在盗窃他人票据后才产生的,则盗窃票据行为与诈骗行为两者之间不存在刑法上的牵连关系,应以盗窃罪与票据诈骗罪进行并罚。

**【注】** 本文系江苏省法学会2013年度法学研究课题“金融违法行为犯罪化研究”(课题编号:SFH2013C06),江苏警官学院2011年科学基金项目“金融违法行为犯罪化研究”,以及江苏高校优势学科建设工程资助项目(课题编号:苏政办发[2011]137号)的研究成果。

## 主要参考文献

1. 刘伟. 事后不可罚行为——兼论吸收犯之重构. 金陵法律评论, 2005; 3
2. 吴燕, 赵询, 刘春花. 民营企业融资的刑事风险及其防范. 财会月刊, 2012; 29
3. 郝双春. 盗窃空白支票后使用的应以票据诈骗罪论处. 人民检察, 2009; 22
4. 张明楷. 盗窃债权凭证后骗领现金、销毁凭证的行为性质. 人民检察, 2013; 5
5. 史勇. 论票据诈骗罪司法认定. 克山师专学报, 2003; 4

本控制作准备。

## 二、生产工艺的设计思路与影响因素

如图1所示,生产工艺流程的设计需采用并行工程的方法,小组中各产品开发、生产、装配、质量保证、采购及成本控制人员必须在不同阶段,从概要到细节决策过程都必须通力合作。只有确定了解材料、生产、装配、紧固件的所有细节后,才能针对生产、装配以及成本开始设计。即首先是选择零件生产及装配的流程,然后是基于生产和装配的形状设计,当然,设计过程中这两个步骤需经过多次循环。

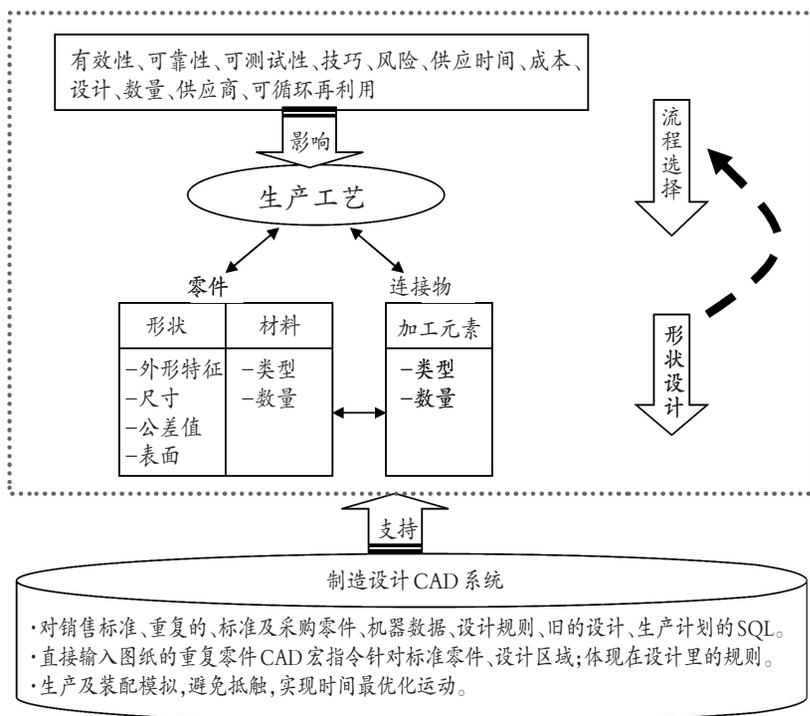


图1 生产工艺的设计思路与影响因素

## 三、工艺设计成本分析及规则推导

机械产品加工工艺有250多种,且不断更新。各种工艺各有特色,其成本控制也各有重点,没有一个统一的标准。形状设计十分依赖于已选择的生产工艺流程的类型,因为每一个生产工艺流程(及生产量的范围)最低成本的基于生产的形状设计都是不同的。本文以铸造这种最典型的成型工艺为例来论述如何进行加工工艺成本分析及设计规则推导,这种思路适用于所有加工工艺。

**1. 工艺特点分析。**铸造是最基本、最重要的成型工艺。铸造生产是将金属加热熔化,使其具有流动性,然后浇入到具有一定形状的铸型型腔中,在重力或外力(压力、离心力、电磁力等)的作用下充满型腔,冷却并凝固成铸件的一种金属成型方法。

铸造生产是一个复杂的多工序组合的工艺过程,它包括以下主要工序:①生产工艺准备:根据生产零件图、

生产批量和交货期限,制定生产工艺方案与工艺文件,绘制铸造工艺图。②生产准备:包括准备熔化用材料、造型制芯用材料和模样、芯盒、砂箱等工艺装备。③造型与制芯。④熔化与浇注。

**2. 工艺成本影响因素分析。**当前铸件厂对铸件的成本的核算通常是以重量为基础进行的,而生产费用的分配还可能要实现各项经济指标的平衡。因此单凭会计人员算出的单位成本并不能代表铸件的的实际成本,不能准确反映不同铸件因结构和工艺上的差异对成本的影响。铸件定价时往往只能根据每公斤的平均价格乘以相应的浮动系数来确定。浮动系数的确定通常是参照典型铸件,甚至是根据感觉确定,很难准确评估具体铸件的成本高低和盈亏。

我们完全按产品生命周期成本角度,结合具体工艺特点,认为一个即用型铸造件必须考虑以下三种成本因素:①模型成本:是初始成本IC除以总铸件数 $N_{\text{总}}$ 得到的单件成本。这部分费用,在传统成本核算中很多是全部计入期间成本的。②后段成本:指从铸件模型到成品过程间产生的材料费用,这部分费用相当于传统成本核算中直接材料部分。③机械加工成本:指生产加工过程中的人工费用与其他间接费用。

下面分析此三项成本的影响因素。

(1)产量的影响。对于小铸件,在产量 $N_{\text{总}}$ 较小的情况下,后段成本比重较低,故模型成本是成本控制的主要环节。在产量 $N_{\text{总}}$ 较大的情况下,机械加工成本显得重要。因为单件模型成本占比例小,而由于尺寸小使后段材料成本不是太高,故加工成本占很大比重。对于大铸件,不论产量 $N_{\text{总}}$ 大小,都是后段成本占主导,设计应是为了保持低的材料成本,其反而可以接受更高的模型成本。

(2)尺寸的影响。尺寸(重量)是影响成本的基本因素。过去,铸件的的成本仅以重量为基础进行分摊:重的零件成本高,轻的零件成本低。因此,设计的重点在于重量而不管其复杂性。目前,重量对所报的价格的影响仍是最大的,但是鉴于以往类似的零件铸造的经验,复杂性也被考虑在内。复杂性的程度随着大量的核心工作,或大尺寸、或小壁厚度的零件或特殊质量要求的增加而增加。在某种程度上,相关的批量也会被考虑。材料的选择也会对成本有重要的影响,一般而言,铸件应被设计为轻量且带高复杂度。

(3)质量要求的影响。由于测试成本和必要的精加工

及再加工所以质量要求尤其起着主要作用。质量要求越高,相关成本越高。应该避免不必要的精确质量要求。

**3. 统计数据验证。**对于不同的铸件,可以通过大量的统计数据来研究其成本结构,确定成本动因,制定低成本设计规则。通过文献调查,列示了具体铸造工艺的生产数量的范围。①砂型铸造,手工(木模)范围:小零件 $N_{\text{min}} > 20$ 件,大零件 $N_{\text{min}} > 2$ 件,件数更少,考虑焊接设计。②聚合物泡沫模式砂型铸造(手工)范围: $N_{\text{min}} > 1 \sim 2$ 件。③砂型铸造(机器): $N_{\text{min}} > 50$ 件。④永久铸模/金属铸模: $N_{\text{min}} > 200 \sim 1\,000$ 件。⑤压铸: $N_{\text{min}} > 500 \sim 3\,000$ 件。

至于某一具体铸件的成本结构,也可以通过历史或经验数据进行分析。如图2所示正是铸钢件的成本结构。对于高质量的小型钢铸件而言,不建议投入大量精力去尽力减少材料成本。最好是采用更简易的后续流程(焊接、铸件清理)来设计铸件,因为超过50%的制造成本就在这些流程中。但是,对于大的、重铸钢件,注意力则必须放在减少材料成本上。通过材料负载技术限制应减少壁厚度,并尽可能地选择低成本材料。只要技术上没有特殊的变化,这样的成本结构在一定时限内具有稳定性。

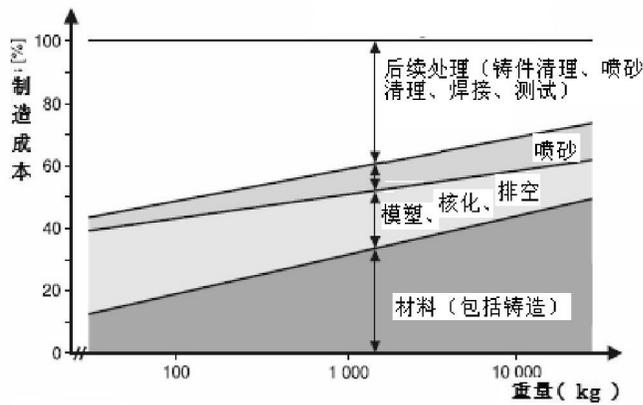


图2 铸钢件的铸造成本结构

**4. 低成本设计的规则。**设计规则取决于生产操作程序,而反过来又决定具体情况中的成本核心控制点。从制模及模板制备,到铸造,一直到铸件清理和机械作业,在哪个生产操作驱动,就从类似组件(尺寸和产量也须相似)的成本结构中辨认出可降低成本。至少须明确成本的主要部分是模型成本、后段成本还是机械再加工成本。低成本铸造的各种形状设计规则如下:

(1)低模型成本(铸件少,零件少):①由平面、立方体和圆柱体制成的简单模式(针对小零件件低产量)。②单件模式,尽使用肋条而不是空心铸件,模箱少。③易于从模中拆卸的分模面的拔梢。④避免凹角,使用嵌入物。⑤零件匀称对齐放置以节省安装零件。

(2)低损耗(高质量的铸造):①稳固放置芯,芯宽标

准。②统一的墙体厚度,无大量材料,无连接件、裂缝、气泡的刀尖圆弧半径。③铸造中脱气平面不是水平的,而是倾斜的。④在槽与凸物间无任何压缩。⑤转换倾斜度小,不要有尖的锐角。

(3)低清理成本:①避免难接触的拐角,提供空心件的大开口。②铸造中槽和突起物更多的空间。③平置槽与突起物,使其更易拆卸。④钝角溢面便于研磨。

(4)低精加工成本(小零件大产量):①将分模面如图放置,从而使溢面不会在未修整后的表面突起,且易拆卸。②记住精加工刀具和切割机的轧辊型缝。③用铸件将阀认领座和迁夹面铸成一件。④将同样高度、同样直径的机械加工面放在同一排,便于用同一刀具进行切割。

(5)通过负载设计降低故障成本:①针对压缩负载设计(如抗压强度是抗张强度4倍)。②对于轻金属,考虑冲击刚度。③肋条与球状加强筋比中空更经济(但不美观)。

当然,因为存在显著差异,所以形状设计对铸造材料的选择也是非常重要的。为控制成本,需形成并行工程团队,从采购、财务、生产、设计各方面最小化成本。

#### 四、机械加工通用的低成本形式规则

上面论述的仅仅是成型工艺之一的铸造工艺的形状设计规则,其他的变形工艺流程(冲压、液压成形等)、分离工艺流程(电解、燃烧等),连接工艺流程(浇铸、焊接等)、属性改变工艺流程(退火、硬化等)、涂层工艺流程(电镀等)等都可以按这样的思路总结出相应的低成本形状设计规则。

虽然各种工艺的规则不尽相同,但可以总结出以下通用的形式规则,在各种工艺设计中均有效:①尽可能少的移除材料(工作面应突出)。②尽可能少的精加工(允许粗糙表面)。③尽可能使用大概的公差值(只需和必须值一样,但是尽可能的低成本)。④工作面与工作面之间不要过于倾斜(机械加工需要倾斜台)。⑤每个零件上,使用相似的几何形状(同样的孔直径,螺纹,内圆直径,同样的锥形物),便于使用同样的刀具和标准,并考虑同类生产为单位。⑥如果零件被分成更小的零件(差异化设计),分开生产,然后装配成一个完整的零件,这样的零件加工通常较便宜,但也很有可能产生废渣。⑦在一个装置中做完所有的机械加工。这样比更换机械装备或重新安装更便宜也更精确。

**【注】**本文研究受国家自然科学基金(项目编号:71172101)资助。

#### 主要参考文献

1. Klaus Ehrlenspiel, Alfons Kiewert, Udo Lindemann. Cost-efficient Design. New York: Springer, 2007
2. 姜少飞. 机构产品设计过程成本决策及控制方法与技术研究. 浙江大学博士论文, 2003