

# 扁袋笼顶盖冲压模设计与成形分析

吴江平,蒋 鑫,王晶晶,王 匀  
(江苏大学 机械工程学院,江苏 镇江 212013)

**摘 要:** 在扁袋笼顶盖零件工艺分析的基础上,得出其优化工艺为落料—浅拉深(小于内壁高)—冲孔—内翻边,重点介绍落料拉深复合模的设计和三维建模。为了保证扁袋笼顶盖拉深成功,采用 Dynaform 软件模拟了扁袋笼顶盖的成形过程,对凸模圆角、凹模圆角和压边力工艺参数进行优化,并得到了其成形极限和减薄量图。结果显示,当凸模圆角 5 mm、凹模圆角 6.5 mm、压边力为 50 kN 时成形效果较好,无明显缺陷。

**关键词:** 冲压;扁袋笼顶盖;落料拉深复合模;Dynaform

**中图分类号:** TG386      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1671-8798(2009)03-0227-04

## Mould design and forming analysis for top cover of flat pocket-cage

WU Jiang-ping, JIANG Xin, WANG Jing-jing, WANG Yun  
(School of Mechanical Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

**Abstract:** The process of flat pocket-cage is analyzed, and the optimized process is as follows: blanking, shallow drawing with the drawing height less than inwall height, punching, and inner flanging. We design the compound die combined the blanking and drawing processes and set up the three-dimensional model by Pro/E. Finally the forming process of the flat pocket-cage is simulated by the finite element code Dynaform. The process parameters including punch profile radius, die profile radius and blank holder force are optimized. The obtained Forming Limit Diagram (FLD) and thinning diagram show that the forming quality is appropriate when the punch profile radius, die profile radius and blank holder force are 5 mm, 6.5 mm and 50 kN respectively.

**Key words:** stamping; flat pocket-cage; compound die combined the blanking and drawing processes; Dynaform

除尘器袋笼也称除尘骨架,要求其轻巧,外表较光洁,便于安装和维护,除尘骨架的质量直接影响滤袋的工作状态和使用寿命。图 1 所示为除尘器扁袋笼顶盖。考虑到顶盖长圆形形状,可参照盒形件的

工艺进行安排。

### 1 冲压件的工艺分析和计算

扁袋笼顶盖是扁袋笼的一个部件,呈长圆形,开

收稿日期: 2009-06-14

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(50805069);中国博士后科学基金资助项目(20060390961);江苏省自然科学基金资助项目(BK2006551);高级人才启动基金资助项目(128300090);江苏省青蓝工程项目(1221110022)

**作者简介:** 吴江平(1985—),男,安徽太湖人,硕士研究生,研究方向为模具设计、CAE 和微成形技术。

**通讯作者:** 王 匀,副教授,博士,主要从事微成形和模具 CAD/CAE/CAM 研究。

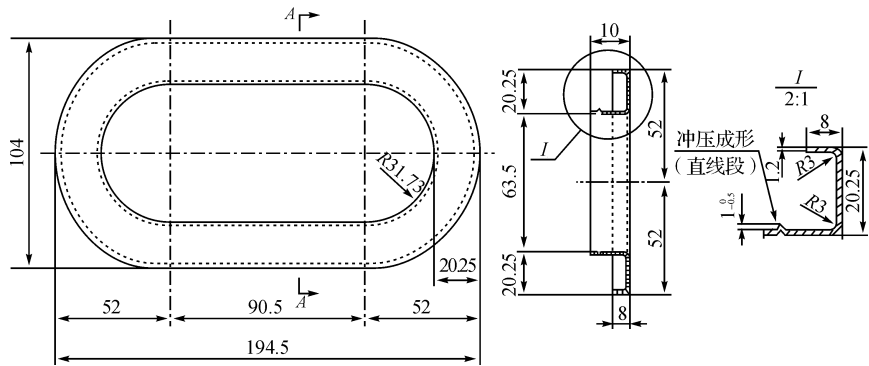


图 1 除尘器扁袋笼顶盖零件图

Fig. 1 The top cover of flat pocket-cage

口(以利于电阻焊连接),冲压成形尺寸公差要求不高,取 IT12 级,零件材料为 Q235-B,其冲压性能较好,厚度为 1.2 mm,年产量 50 000 件,批量生产。考虑到顶盖长圆形形状,可参照盒形件的工艺进行安排<sup>[1]</sup>。设计了以下 4 种方案进行对比。

方案 1:落料,冲孔复合,内外拉深复合成形,冲凸起台阶<sup>[2]</sup>;

方案 2:落料,拉深,冲孔,内翻边,外翻边,冲凸台;

方案 3:落料拉深复合,冲孔、翻内边复合,外翻边,冲凸台;

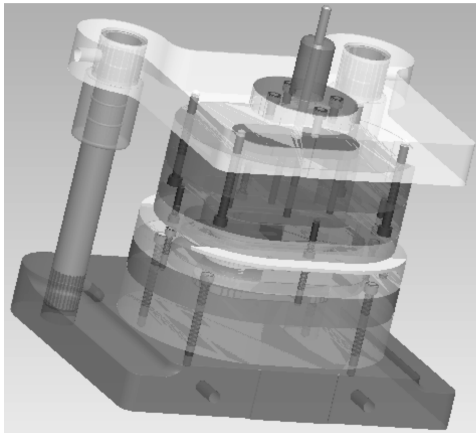
方案 4:落料拉深复合(落料毛坯为长圆形),冲孔翻边复合,切边,外翻边,冲凸台。

比较这 4 种方案,虽然方案 1 工艺简单,但没有考虑外翻边和内翻边是否能一次性完成,特别是内翻边的高度为 18 mm,很难一次翻边就完成;方案 2 将内翻边改为拉深,冲孔,再翻边,这样可以解决翻边拉裂的问题,但因为长圆形件拉深时制件边缘受力不均会变形,必须增加切边工艺;方案 3 也没有加

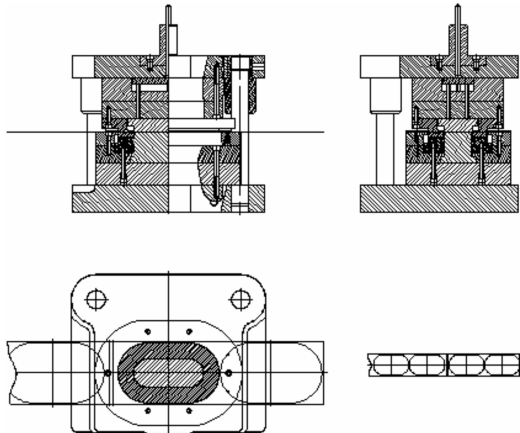
切边工序;方案 4 先将毛坯切成长圆形,再拉深、冲孔,然后翻边,切边,最后外翻边和冲出凸台,此工艺较合理。由于该工件生产批量较大,考虑合并工序提高工作效率和成形精度,降低成本。

按照冲压模具设计流程进行毛坯尺寸计算、排样、冲裁力计算、压力机选择、工模具的设计计算以及其他零部件(模架、连接件与固定零件元件、定位元件、卸料元件与顶件)的设计等<sup>[3]</sup>。最终将所有的零部件按照 Down-Top 模式在 Pro/E 中完成三维模具装配模型的建立。这里只介绍落料拉深复合模的设计。

按照所计算的尺寸完成各零部件的建模,最后在 Pro/E 装配模块内完成装配。装配时先将已经冲好的毛坯插入其中(按冲裁拉深最后一步的动作瞬间各个零件的相对位置装配),然后按照由内而外、由中间向四周的顺序装配好全部零部件,最后是标准紧固件装配。利用 Pro/E 提供的导出功能将三维图转化为二维工程图,其装配图如图 2 所示。



(a) 三维图



(b) 二维图

图 2 扁袋笼顶盖落料拉深复合模装配

Fig. 2 The assembling for compound die combined blanking and drawing for top cover of flat pocket-cage

## 2 顶盖拉深的成形分析和优化

### 2.1 影响成形质量的因素分析

长圆形件的拉深无具体表格可以查询,只能参照盒形件的拉深来确定拉深系数,所以得出来的数据不是很合理。另外,拉深过程中,拉深圆角的大小对拉深件的质量有很大的影响,圆角过小会产生拉裂等缺陷,圆角过大在凸缘处会起皱。压边力的选择对控制成形和塑料流动也很重要。在企业实际生产过程中,由于工艺参数的选择不当造成制件的成形质量不稳定,主要体现在拉裂和起皱上。

根据以上分析,选取拉深过程3个重要参数凸模圆角 $R_p$ 、凹模圆角 $R_d$ 和压边力 $F$ 作为优化参数,拉深最大不超过18 mm,为了明显显示拉深成形过程和深度,设置为20 mm,对比盒形件对圆角查询得到 $R$ 最大取6.5 mm,最小取2 mm。选取了系列可行参数表,如表1所示。然后通过Dynaform进行成形分析,以无起皱和无拉裂为目标进行参数的优化,为以后类似形状的设计提供一些可行的参考数据。

表1 所选参数表

Table 1 The selected parameters			
序号	凸模圆角/mm	凹模圆角/mm	压边力/N
1	6.5	6.5	5 000
2	5	5	10 000
3	5	6.5	30 000
4	4	4	10 000
5	5	3	30 000
6	3	6	30 000

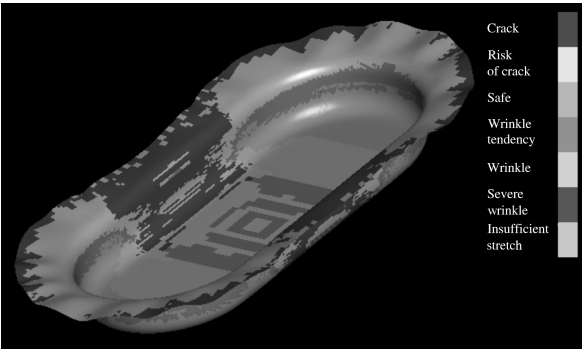
### 2.2 Dynaform 建模

利用导入功能将板料和凸凹模的曲面模型导入Dynaform<sup>[4]</sup>。然后进行网格划分,采用Blank Generator(坯料网格生成)和Surface Mesatch(曲面网格划分)2种方法来生成网格。以此设置板料参数、工具,完成工具定位和工序定义之后检查干涉,最后提交任务进行分析计算,得到所需要的结果。图3所示的为序号1参数下的成形极限图和板料厚度分布图。

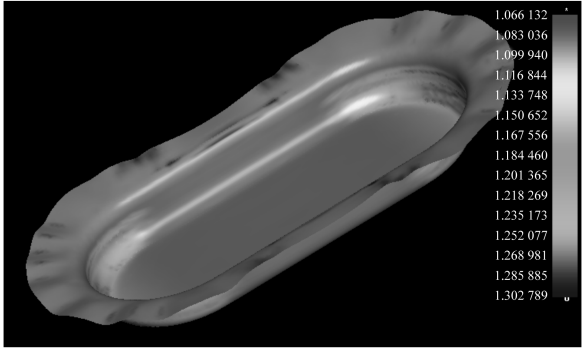
### 2.3 结果分析

分别将6组参数进行成形分析,结果发现无论那组数据,其最大减薄量均分布在顶盖的短边处,如图3b所示,但是不同的参数组合其起皱的严重程度不同。序号1,在凸缘处发生严重起皱现象,最大减

薄量在顶盖的短边处,如图3所示;序号2,凸缘处有轻微起皱现象;序号4,在圆角处发生严重拉裂现象;序号5,在筒壁处有拉裂危险,凸缘处有轻微起皱;序号6和序号3的成形质量良好。为了比较各组数据的最大成形深度,利用Dynaform获取其最大成形深度,如表2所示。



(a) 成形极限



(b) 板料厚度分布

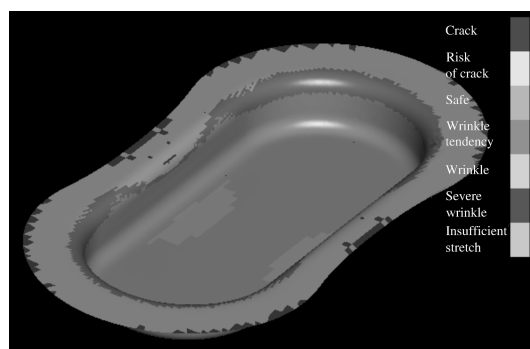
图3 序号1参数下的成形极限和板料厚度

Fig. 3 The forming limit and blank thickness for No. 1 parameters

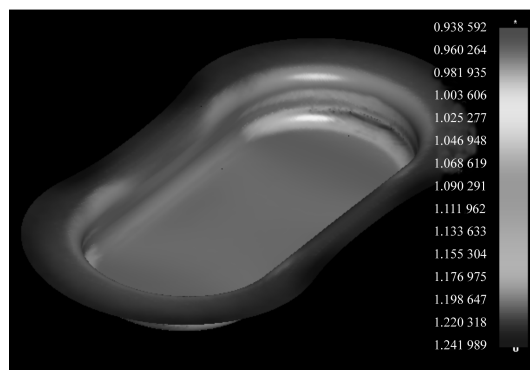
表2 各参数下的成形极限高度

Table 2 Forming limit height under different parameters				
序号	凸模圆角 /mm	凹模圆角 /mm	极限高度 /mm	压边力 /N
1	6.5	6.5	8.21	5 000
2	5	5	11.45	10 000
3	5	6.5	20	50 000
4	4	4	8.46	10 000
5	5	3	11.43	30 000
6	3	6	20	50 000

结合翻边工艺,因为翻边的极限高度计算得到 $h_{\max}=5$  mm,通过比较第3组和第6组,发现第3组成形的结果更理想,如图4所示,所以优先推荐第3组。



(a) 成形极限



(b) 板料厚度分布

图 4 序号 3 参数下的成形极限和板料厚度

Fig. 4 The forming limit and blank thickness for No. 3 parameters

### 3 结 语

根据扁袋笼顶盖的工艺分析,优选了成形工艺,

(上接第 201 页)

### 3 结 语

从齿轮成形效果来看,由于采用了分流孔约束分流和浮动凹模,所以可以较好地成形出直齿圆柱齿轮的齿形。通过速度场的分布可以看出,在成形过程中速度较均衡,这有利于提高模具的使用寿命。但在终锻阶段,由于在最后成形期只在齿腔角隅处留有很小的自由面,因此将导致终锻期成形力急剧上升,对整个齿轮成形精度会产生一定影响。

不难发现,使用数值模拟的方法对提高冷锻成形工艺和模具设计水平,优化模具结构参数,缩短新产品的研发周期,提高零件质量具有重要的意义。

### 参考文献:

- [1] CHITKARA N R. Near-net shape forging of spur gear forms: an analysis and some experiments[J]. Interna-

重点阐述了落料拉深复合模的设计。而后利用 Pro/E 钣金模块完成零部件的三维建模,实现了 Down-Top 式的装配。为了保证扁袋笼顶盖拉深成功,采用 Dynaform 对前面设计所确定的参数进行优化,并根据结果实现三维模型参数化改变。结果表明,当凸模圆角 5 mm、凹模圆角 6.5 mm、压边力为 50 kN 时,成形效果较好,无无拉裂、起皱等缺陷,从而为以后类似形状的制件成形模具的设计提供了简单的参考。

### 参考文献:

- [1] 彭广威. 轴盖落料拉深冲孔翻边修边复合模设计[J]. 模具技术,2007(6):27-29.
- [2] 郑家贤. 冲压工艺模具设计实用技术[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [3] 于位灵. 复合冲裁模刃口尺寸计算与标注[J]. 2008(6):20-23.
- [4] 王秀凤,郎利辉. 板料成形 CAE 设计及应用:基于 DYNIFORM[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [5] 陈明和,高霖,薛玉雷. 板料应力成形极限判据的有限元分析程序[J]. 南京航空航天大学学报,2005,37(11):68-31.
- [6] 王艳辉,邵伟,芮延年. 有限元数值模拟技术在油箱体成形中的应用[J]. 苏州大学学报:工科版,2006,26(2):71-74.

tional Journal of Mechanical Sciences,1996,38(8):891-916.

- [2] SHADEGHI M H. Gear Forging: Mathematical Modeling and Experimental Validation[J]. Journal of Manufacturing Science and Engineering,2003,125(12):753-762.
- [3] 寇淑清,杨慎华,黄良驹,等. 用约束分流法冷锻成形高精度直齿圆柱齿轮[J]. 吉林工业大学学报:自然科学版,2000,30(2):19-23.
- [4] 夏世升,王广春,赵国群,等. 直齿圆柱齿轮冷精锻新工艺数值模拟研究[J]. 热加工工艺,2003(2):22-23.
- [5] 刘华,席庆坡,霍艳军,等. 圆柱齿轮冷精锻数值模拟及其轮齿修形规律[J]. 西安交通大学学报,2004(10):86-90.
- [6] 胡成亮,刘全坤. 采用波形端面凸模的齿轮精锻工艺优化[J]. 中国机械工程,2007,18(9):1116-1119.