

# 壳体冲压工艺及模具设计

谷宝成<sup>1</sup>, 史振华<sup>2</sup>, 孙学军<sup>3</sup>, 徐山<sup>1</sup>, 聂兰启<sup>1</sup>

- (1. 山东红旗机电有限公司, 山东 潍坊 261031;
2. 山西利民工业有限责任公司, 山西 太谷 030812;
3. 潍坊广文中学, 山东 潍坊 261021)

**摘要:** 通过对壳体冲压工艺进行分析,介绍了毛坯直径和拉深次数的计算方法,通过多次拉深、锥部拉深和变薄拉深,成形出表面质量理想的壳体零件。

**关键词:** 壳体; 拉深; 锥部拉深; 变薄拉深

**DOI:** 10.3969/j.issn.1674-6457.2013.01.017

中图分类号: TG386

文献标识码: A

文章编号: 1674-6457(2013)01-0067-04

## Technics of Shell Body Punching and Mold Design

GU Bao-cheng<sup>1</sup>, SHI Zhen-hua<sup>2</sup>, SUN Xue-jun<sup>3</sup>, XU Shan<sup>1</sup>, NIE Lan-qi<sup>1</sup>

- (1. Shandong Hongqi Electromechanical Co., Ltd., Weifang 261031, China;
2. Shanxi Limin Industry Co., Ltd., Taigu 030812, China;
3. Weifang Guangwen Middle School, Weifang 261021, China)

**Abstract:** The calculation method of blank diameter and drawing times for the punching of the shell body are introduced. By many times drawing, cone drawing and ironing the shell body with perfect surface quality is formed.

**Key words:** shell body; drawing; cone drawing; ironing

## 1 零件

壳体是某产品的一个重要零件,如图1所示。该零件由小圆管、大圆管和圆锥部分组合而成。该零件为一典型不等壁厚深锥形件,生产批量较大,年产10万件。材料为2A12。产品精度要求较高,零件外观要求较为严格,表面不允许有深度大于0.1 mm的划伤、压痕。

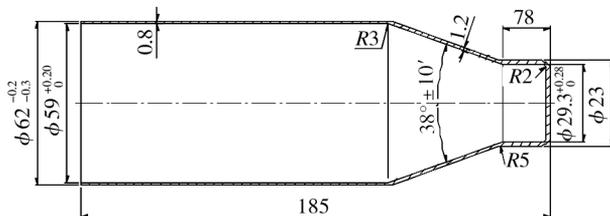


图1 壳体  
Fig.1 Shell

收稿日期: 2012-07-04

作者简介: 谷宝成(1959-),男,辽宁本溪人,高级工程师,主要从事产品开发工作。

## 2 冲压工艺分析

该零件各处壁厚不相等,最大厚度为 1.2 mm,最小厚度为 0.8 mm,相差较大。为保证产品图要求,选取最大厚度为 1.2 mm 作为板材厚度。

1) 等壁厚拉深法。将毛坯拉深成等壁厚零件,然后通过机械加工达到圆筒形壁厚 0.8 mm。该方法虽然能保证零件的各处壁厚要求,但生产效率低,一大部分铝合金材料变成了铝屑,致使零件生产成本较高,不能满足大批量生产的要求。

2) 变薄拉深法。将毛坯拉深成圆筒形半成品,再通过多次锥部拉深成形锥形和小头圆柱部分,最后采用变薄拉深将其圆柱部分的壁厚变薄至 0.8 mm。该方法不仅能保证产品质量,而且生产效率高,零件生产成本较低,能满足大批量生产的要求。

通过以上分析,决定采用变薄拉深法生产该零件。

## 3 工艺计算

### 3.1 毛坯直径 $D$ 的确定

壳体零件为不等壁厚零件,必须根据体积相等的原则计算毛坯直径  $D$ 。经计算,该零件体积  $V_0 = 30\ 038\ \text{mm}^3$ 。

对于有色金属零件,在冲压成形过程中,由于材料经过多次拉深、变薄拉深、清洗、退火的消耗,及成形后端面口部需留有一定的机械加工余量,所以计算出的毛坯体积应在冲压资料介绍留有切边余量的毛坯体积的基础上乘以一个系数  $K^{[1]}$ 。 $D$  则按下式计算:

$$D = \sqrt{\frac{4KV_0}{\pi t}}$$

式中: $D$  为毛坯直径,mm; $K$  为系数, $K$  的取值范围为 1.05 ~ 1.12,这里取  $K=1.08$ ;  $V_0$  为壳体冲压毛坯体积,  $V_0=30\ 038\ \text{mm}^3$ ;  $t$  为毛坯厚度,这里取  $t=1.5\ \text{mm}$ 。

将以上数值代入上式得:  $D=185\ \text{mm}$ 。

### 3.2 零件拉深次数和变薄拉深的确定

#### 3.2.1 圆筒形毛坯拉深次数的确定

已知  $D=185\ \text{mm}$ ,  $t=1.2\ \text{mm}$ , 则  $t/D \times 100 =$

0.648,  $\sum m_{\text{总}1} = d/D = 0.34$ ,查文献[2]表 5-7 得,2A12-O 的  $[m_1]$  为 0.56 ~ 0.58,  $[m_2]$  为 0.75 ~ 0.80,取  $m_1=0.56$ ,  $m_2=0.77$ ,则:

$$m_3 = \frac{\sum m_{\text{总}1}}{m_1} = 0.781$$

第 1 次拉深直径:  $d_1 = m_1 D = 103.6\ \text{mm}$ ,取  $d_1 = 104\ \text{mm}$ ;第 2 次拉深直径:  $d_2 = m_2 d_1 = 80\ \text{mm}$ ;第 3 次拉深直径:  $d_3 = m_3 d_2 = 62.5\ \text{mm}$ 。

#### 3.2.2 小端圆柱部拉深次数的确定

为了保证整形时,毛坯有一定的变形量,第 2 次锥部拉深直径应比工件锥部直径  $\phi 31.7\ \text{mm}$  大。这里取第 2 次锥部拉深直径为  $\phi 36\ \text{mm}$ 。

$$\sum m_{\text{总}2} = \frac{d}{d_3}$$

式中:  $\sum m_{\text{总}2}$  为小端圆柱总拉深系数;  $d$  为第 2 次锥部拉深直径,  $d = 36\ \text{mm}$ ;  $d_3$  为拉深毛坯直径,  $d_3 = 62.5\ \text{mm}$ ;

将以上数值代入上式:

$$\sum m_{\text{总}2} = \frac{d}{d_3} = 0.576$$

以后各次拉深极限拉深系数  $[m_n]$  的取值范围为 0.75 ~ 0.80,故取第 1 次锥部拉深系数  $m_4 = 0.75$ 。

$$m_5 = \frac{\sum m_{\text{总}2}}{m_4} = 0.768$$

第 1 次锥部拉深直径:  $d_4 = m_4 d_3 = 46.8\ \text{mm}$ ,取  $d_4 = 47\ \text{mm}$ ;第 2 次锥部拉深直径  $d_5 = m_5 d_4 = 36\ \text{mm}$ 。

#### 3.2.3 变薄拉深次数的确定

根据文献[2],变薄拉深系数  $\varphi_n$  为:

$$\varphi_n = \frac{t_n}{t_{n-1}}$$

式中:  $t_n, t_{n-1}$  为相邻两道工序坯料的壁厚;  $\varphi_n$  为变薄拉深系数;

$$\varphi_1 = \frac{t_1}{t_0} = 0.667$$

由于该工序毛坯经过退火处理,塑性较好,2A12-O 极限变薄拉深系数  $[\varphi_1]$  的取值范围为 0.50 ~ 0.60。因  $\varphi_1 \geq [\varphi_1]$ ,所以可以一次变薄拉深成形。

通过以上分析计算,壳体冲压工艺为:落料—第 1 次拉深—第 2 次拉深—第 3 次拉深—第 1 次锥部拉深—第 2 次锥部拉深—整形—变薄拉深,工序如图 2 所示。

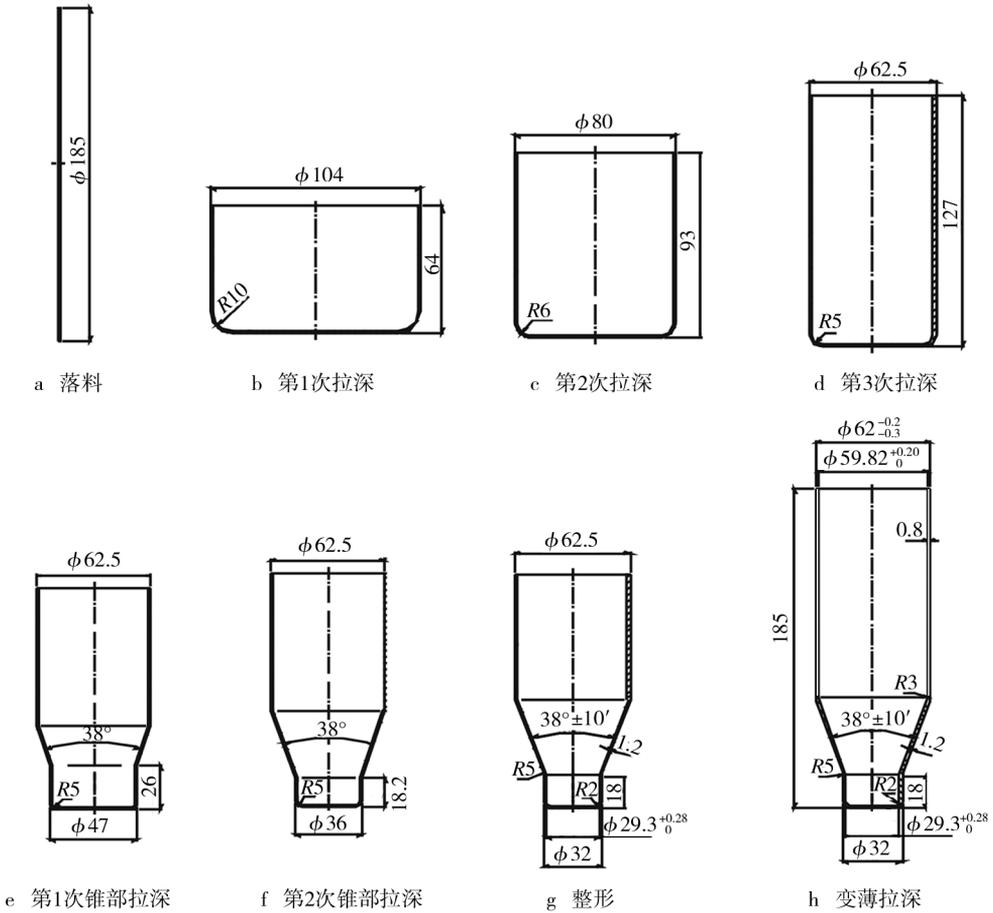


图2 工序  
Fig.2 Process

## 4 模具设计

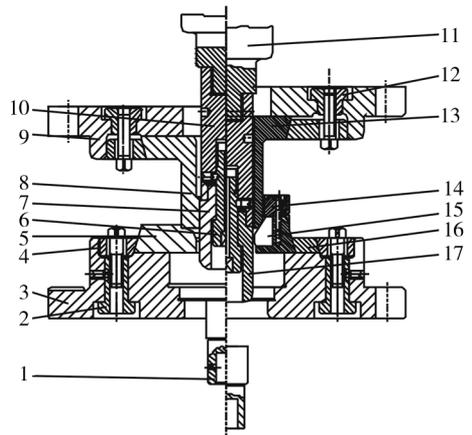
根据某公司现有设备情况,除落料工序外,各次拉深、锥部拉深、整形、变薄拉深工序均安排在底传动双动拉伸压力机 J44-55B 上进行。

### 4.1 拉深模具的设计

拉深模结构如图3所示。为了缩短制模周期,降低生产成本,便于更换模具,设计该模具为通用模具。更换模具时,只更换凸模、凹模、压边圈、顶件器,其余均为通用零件。

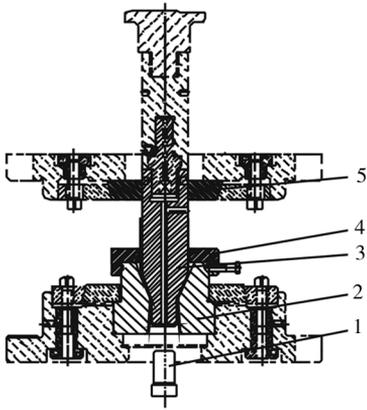
### 4.2 锥部拉深模具

锥部拉深模结构如图4所示,该模具为通用模具,更换模具时,只更换凸模、凹模、定位套、顶件器,其余均为通用零件。



1. 顶件器 2. 下螺纹套 3. 下模座 4. 下压板 5. 第1次拉深下模 6. 螺杆 7. 第1次拉深凸模 8. 第1次拉深压边圈 9. 上模座 10. 连接器 11. 接头 12. 上螺纹套 13. 以后各次拉深压边圈 14. 定位圈 15. 以后各次拉深凹模 16. 以后各次拉深凸模 17. 压板

图3 拉深模  
Fig.3 Drawing die



1. 顶件器 2. 凹模 3. 凸模 4. 定位套 5. 退件器

图4 锥部拉深模

Fig. 4 Cone drawing die

## 5 结语

采用该冲压工艺生产壳体,提高了金属材料利用率,节约了大量有色金属材料,提高了生产效率,降低了生产成本,满足了大批量生产的要求。经过几年的大批量生产,该工艺较成熟。同时该冲压工艺对同类型零件的加工具有一定的参考作用。

### 参考文献:

- [1] 聂兰启,王海林,聂伯扬. 支撑套冲压工艺及模具设计[J]. 锻压装备与制造技术, 2008, 43(3): 50-53.
- [2] 湖南省机械工程学会锻压分会. 冲压工艺[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1984.

(上接第57页)

座断裂的重要原因。

3) 2号药模底座的材质不良,含碳量偏高,尤其是其基体碳化物级别不合格、偏析较严重。

4) 模体内腔与药模底座之间的间隙过小,导致模体内腔与药模底座间接触、啃啃。实际生产操作时装药过多,药量分布不均等会造成压药时模体与药模底座轴心的不同,使药模底座与模体内腔产生较大的应力作用。

## 5 结语

为改进药模底座的质量,延长其寿命,应考虑以下几点。

1) 改进机加工工艺。药模底座各部位应自然、圆滑过渡,要杜绝较粗大的加工刀痕出现。

2) 进行充分的热压力加工,尤其是热锻过程中要反复地锻粗、拔长,以打碎网状共晶碳化物,消除或改善碳化物的不均匀性。

3) 改进热处理工艺。由于药模底座是承受冲击载荷特别大的模具,硬度太大时,其柔韧性会较差,因此在保证工艺要求的前提下,热处理后的硬度

应尽量取工艺要求的下限。药模底座宜采用1000℃加热,260℃左右分级淬火,然后采取2~3次260~290℃充分回火处理,并应避开300~375℃的回火脆性温度区间。

4) 改善药模底座与模体内腔间隙配合设计。药模底座与模体内腔的配合间隙不能过小,应放大到0.6~1.2mm。药模底座与模体内腔的粗糙度要低,直线度要好。

5) 加强材质控制与检测,防止不合格材质进入生产过程,并严格按工艺进行压药生产操作,防止模体与药模底座不同轴现象的产生。

### 参考文献:

- [1] 张栋,钟培道,陶春虎,等. 失效分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004: 141-142.
- [2] 李炯辉,林德成. 金属材料金相图谱[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006: 663.