

杯形件温冷复合挤压研究

张宝红¹, 王宏伟¹, 闫峰², 孙锋², 李慧娟³, 曹小娴³

(1. 中北大学 材料科学与工程学院, 太原 030051; 2. 辽沈工业集团有限公司, 沈阳 110045;
3. 晋西工业集团有限责任公司, 太原 030027)

摘要: 为解决某杯形件材料利用率和生产效率低的问题, 在对其成形工艺进行理论分析及数值模拟的基础上, 提出了先温成形后冷整形的工艺, 并用实验的方法验证了该工艺的可行性, 成形出了内形不需机加工的杯形件, 达到了节材和高效生产的目的。

关键词: 杯形件; 温成形; 冷整形; 挤压

中图分类号: TG376 **文献标识码:** A

文章编号: 1674-6457(2012)05-0097-03

Study on Warm and Cold Extrusion of Cup-shaped Part

ZHANG Bao-hong¹, WANG Hong-wei¹, YAN Feng², SUN Feng², LI Hui-juan³, CAO Xiao-xian³

(1. School of Materials Science and Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China;
2. Liaoshen Industry Group Co., Ltd., Shenyang 110045, China;
3. Jinxi Industry Group Co., Ltd., Taiyuan 030027, China)

Abstract: In order to solve the problems of low material utilization and low production efficiency of a cup-shaped part, the process of warm and cold extrusion has been proposed on the basis of theoretical analysis and numerical simulation. Forming experiments have been performed to verify the feasibility of the proposed process and the cup-shaped part whose inner shape is not needed to machine has been formed, which meets the purpose of material saving and efficient production.

Key words: cup-shaped part; warm forming; cold sizing; extrusion

杯形件在汽车及弹体等产品中有广泛的应用, 大直径的杯形件通常采用热挤压的方法成形, 小直径的杯形件通常采用热挤或冷挤的方法成形^[1-4]。随着温成形技术的不断成熟, 集冷、热成形优点于一体的温成形技术在大直径和小直径杯形件生产中得到了越来越多的应用^[5-9]。

为提高某杯形件生产效率和材料利用率, 文中对其成形工艺进行了研究。

1 成形工艺制定

某杯形件零件如图1所示, 材料为20钢, 其常规的加工方法为切削加工, 不仅材料利用率、生产率低, 而且切断了金属流线, 影响零件性能。采用热成形或温成形后机加的生产工艺, 虽然可提高材料利用率和生产效率, 并可保持金属流线的完整性, 但零件在挤压后内外形均需加工, 生产效率提高幅度

收稿日期: 2012-06-10

基金项目: 国防基础科研项目(A332011XXXX); 太原市科技明星项目(12024714)

作者简介: 张宝红(1971—), 男, 山西平遥人, 博士, 教授, 主要研究方向为金属精密塑性成形。

不大。

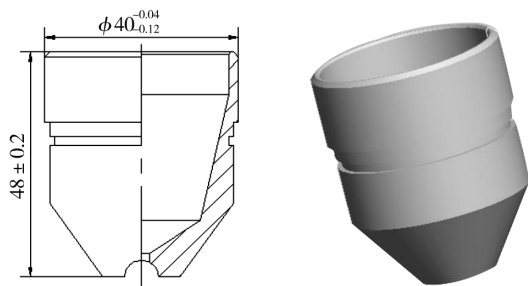


图1 杯形件零件及三维模型

Fig.1 Part drawing and three-dimensional model of cup-shaped part

采用冷挤压成形,可提高材料利用率,并保持金属流线的完整性,且挤压后尺寸精度高,可达到该零件内形尺寸要求。拟采用冷挤压一次成形该零件,冷挤压件如图2所示。对该零件一次冷挤压成形进行了数值模拟,凸模的最大应力达到1 250 MPa,不算很高。一次冷挤压凸模为尖形,挤压过程中容易造成凸模两侧金属不均匀,从而使凸模受到侧向力,将使凸模的受力恶化。一次冷挤压时,在杯形件与冲头尖部接触位置的等效应变达到了16.4(如图3所示),可能造成润滑膜的破坏,使冲头与金属直接接触。

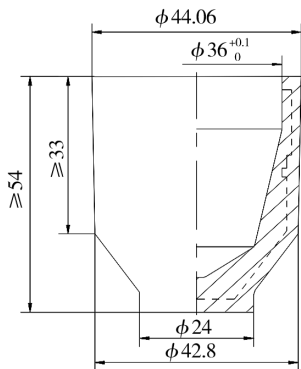


图2 挤压件

Fig.2 Extrusion drawing of cup-shaped part

根据对一次冷挤压分析的结果,提出了温冷复合挤压的工艺方案。即先用温挤压的方法成形出零件的形状,再通过冷整形的方法保证其内孔形状达到零件要求。为了避免温挤压时冲头尖部受热变形,并使金属在冲头两边均匀流动,温挤压时冲头底部设计为平面。温冷复合成形工艺如图4所示。经

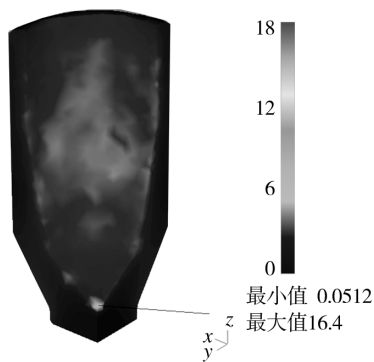


图3 一次冷挤压等效应变分布

Fig.3 Equivalent strain distribution of direct cold extrusion

数值模拟,温成形凸模的最大应力为850 MPa,冷整形凸模的最大应力为880 MPa。冷整形时,在杯形件与冲头尖部接触位置的等效应变降到了1.7,将使该处的润滑条件大大改善。

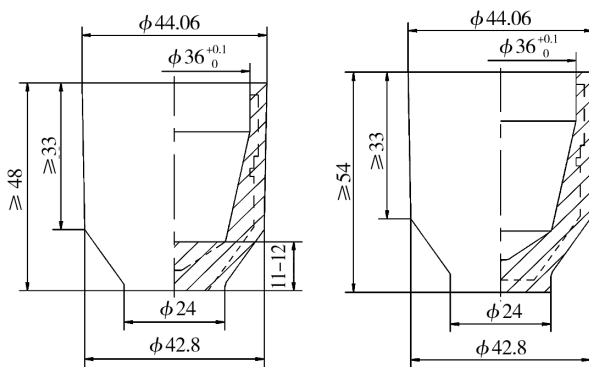


图4 温冷复合成形工艺

Fig.4 Scheme of the warm and cold forming process

2 实验验证

2.1 实验条件

实验材料为20钢,温挤压温度为850℃,模具预热温度为250℃,温挤压润滑剂为油剂石墨,冷挤压润滑剂为KR-101冷挤压润滑剂,实验设备为THP-6300 kN油压机,实验模具如图5所示。

2.2 实验过程

温挤压前,先在凸凹模表面涂抹油剂石墨,然后将加热后的坯料放入预热过的模具进行挤压。温挤压所得工件空冷至室温后,用喷砂机将坯料表面氧

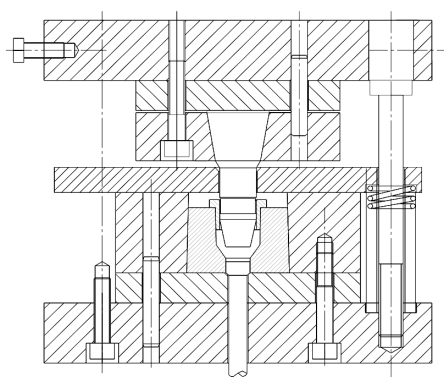


图5 实验模具

Fig. 5 Scheme of the experimental die

化皮及其他污物去掉,再用水将工件表面的粉尘冲洗干净。晾干后将工件在烘箱或其他装置中加热至 80°C 左右,在工件表面涂抹KR101冷挤压用润滑剂。冷整形时,为减小由于壁厚差对凸模造成的侧向力,上模固定,下模轴向固定,径向可移动。

2.3 实验结果及分析

冷整形后的工件如图6所示,经检测其内形尺寸精度达到了产品要求,但将工件沿轴线切开后,发现在工件内表面底部锥形的中部金属明显较粗糙。经分析造成该现象的主要原因是在冷整形开始阶段,凸模将工件口部封闭,使工件内孔与凸模间的空气无法排出(如图7所示)。根据该零件底部有小孔的特点,冷整形前在工件底部先钻一个直径为 2.5 mm 的小孔,以利于空气的排出。采用该方法后,粗糙面积及程度明显减少(如图8a所示),但该缺陷仍未完全消除。采用将冷整形模具闭合高度调低 1.5 mm 的方法,加大金属向底部孔及向上的流动量,完全消除了该缺陷(如图8b所示)。



图6 温冷复合成形工件

Fig. 6 Parts of warm and cold forming

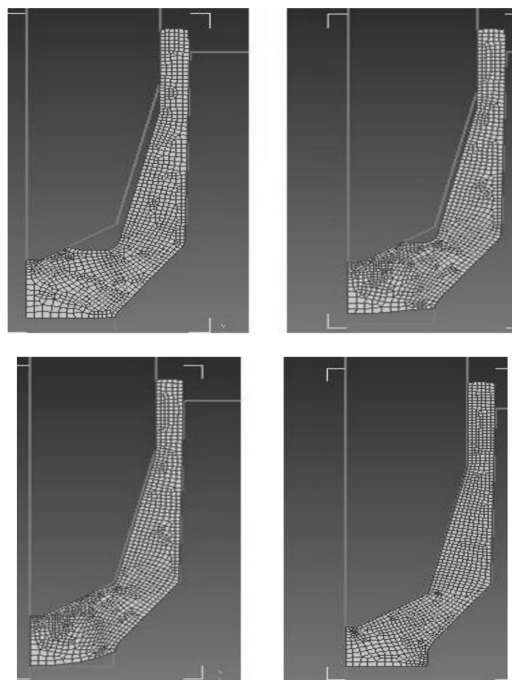


图7 冷整形过程模拟结果

Fig. 7 Simulation results of the process of cold sizing

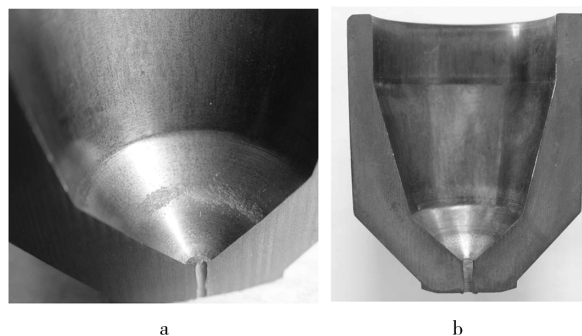


图8 冷整形工件内形

Fig. 8 Inner shape of the cold sized parts

3 结语

采用温成形后冷整形的工艺成形出了内形不需机加工的杯形件,提高了该零件的材料利用率和生产效率,保证了产品性能,为该类零件成形工艺制定提供了参考依据。

参考文献:

- [1] 李中麟,赵忠云,夏克祥.弹体热成形工艺及模具设计[J].模具工业,2005(9):12-14.

(下转第103页)

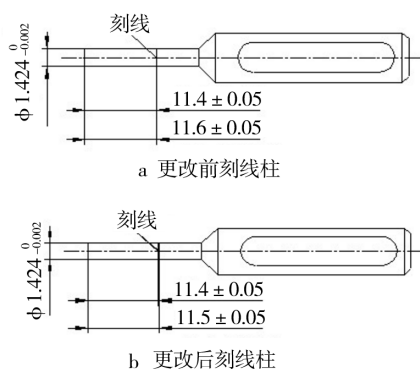


图4 刻线柱

Fig. 4 Ruling column

3 质量状态

3.1 性能试验

侵彻:10发有效、合格,100%穿透钢板及木板。

密集度:取6发进行50 m射击测试。散布范围为 $\phi 12.33$ mm;100 m射击测试,其散布范围为 $\phi 33.5$ mm。

$$R_{100} \quad 32、30、36、43、27、33=33.5 \text{ mm}$$

3.2 尺寸

按抽样方法加倍检测试制一批630件产品,符合钢芯验收规范。其中直径轻缺陷12件,弧形轻缺陷4件。试制二批630件,符合钢芯验收规范。其中直径轻缺陷11件,弧形轻缺陷6件。

3.3 质量

共检测100件,其中质量最大为0.789 g;最小

为0.760 g,公差为29 mg。

3.4 硬度值

试制2批产品,各抽取10件检测其硬度值。

试制一批:61.5,59,60.5,58,62.5,61,60.5,62,62,59.5HRC。

试制二批:62,62,60,62,61.5,58.5,57,59,59,59.5HRC。

对试制一批、试制二批产品按技术条件进行验收(尺寸、外观、质量、硬度),全部符合工艺要求及产品图技术条件。

4 结语

钢芯加工工艺应用精密塑性成形技术,解决了该产品车削加工效率低,质量难以保证,满足不了批量生产要求等问题。完成了钢芯工艺、工装设计,热处理工艺流程和参数选择。同时也为直径变化大,尖端直径小的产品批量加工提供了技术参考。

参考文献:

- [1] 李逐平. 冲压工艺[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,1984:242—273.
- [2] 王孝培. 冲压设计资料[K]. 北京:机械工业出版社,1983:301—310,334—341,393.
- [3] GB 1957—81,光滑极限量规[S].
- [4] 吴轮中. 机械构件的热处理设计[M]. 上海:上海科学技术文献出版社,1987.
- [5] 雷廷权,傅家骥. 热处理工艺方法300种[M]. 北京:中国农业机械出版社,1984.

(上接第99页)

- [2] 孙新岭,周杰,尹红灵,等. 热冲孟成形过程的刚粘塑性有限元模拟[J]. 精密成形工程(金属成形工艺),2000,18(3):5—7.
- [3] 钟履泰. 浅谈大弹弹体毛坯制造工艺[J]. 精密成形工程(金属成形工艺),1992,10(2):53—55.
- [4] 曹洋,刘川林,李祖荣,等. 筒形件热收口可控内形技术研究[J]. 精密成形工程(金属成形工艺),2004,22(3):20—22.
- [5] SHELJASKOV S. Warm Forging in Comparison with Hot and Cold Forging, Proceedings of the Fourth In-

- ternational Conference on Technology of Plasticity[C]. Beijing, 1993:1082—1087.
- [6] 张宝红,张治民,李大旭. 弹体温挤压成型数值模拟[J]. 弹箭与制导学报,2002,22(2):141—144.
- [7] 张宝红,张治民,王强,等. 弹体温引伸数值模拟[J]. 弹箭与制导学报,2003,23(2):121—124.
- [8] 张宝红,张治民,张星. 温成形弹体组织性能研究[J]. 中北大学学报(自然科学版),2006,27(1):75—77.
- [9] 李大旭,张宝红,张治民,等. 弹体温成形技术[J]. 精密成形工程,2010,2(3):6—8.