

铝合金圆柱直齿齿轮精锻成形试验研究

杨赛, 于见华, 王凤家, 高阳, 刘志军

(山东临工工程机械有限公司, 山东 临沂 276023)

摘要: 为优化圆柱直齿齿轮的精锻工艺, 用挤压成形工艺、浮动凹模及分流原理挤压成形圆柱直齿齿轮零件, 并比较成形零件齿形的饱满程度, 对实现圆柱直齿齿轮的精密模锻生产有一定的指导作用。

关键词: 精锻; 齿轮; 试验

中图分类号: TG316 **文献标识码:** A

文章编号: 1674-6457(2012)04-0020-03

The Research on the Forging Experiment of Aluminum Alloy Columned Straight Ring

YANG Sai, YU Jian-hua, WANG Feng-jia, GAO Yang, LIU Zhi-jun

(Shandong Lingong Construction Machinery Co., Ltd., Linyi 276023, China)

Abstract: In order to optimize the precision forging of spur gear extrusion process, floating die and split flow principle were used in the extrusion of spur gear of aluminum alloy. The filling degree of the teeth were compared. It will provide guidance to the production of precision die forging of spur gears.

Key words: precision forging; gear; experiment

齿轮精密塑性成形是一种近净成形工艺, 与传统的切削加工方法相比, 其节材、节能、低成本、高效率等方面优势显著, 齿轮力学性能的改善效果也很明显^[1]。利用精密塑性成形工艺可用普通材料替代昂贵的合金钢材料生产齿轮, 降低生产成本^[2]。

文中试验验证了直齿圆柱齿轮齿形零件成形的可行性, 并通过精锻成形试验对模具结构加以改进, 以便工业化生产。

1 试验方法

该直齿圆柱齿轮几何参数见表1。以3种方案试验制作如图1所示的直齿圆柱齿轮。第1种方案是将坯料放在模具的齿形型腔内, 用齿形冲头直接对其挤压成形。第2种方案是将凹模2通过紧箍在

表1 直齿圆柱齿轮几何参数

Table 1 Geometric parameters of spur gear

齿数	模数	压力角/(°)	基圆直径/mm	齿顶高/mm	齿根高/mm	齿顶圆直径/mm	齿根圆直径/mm
20	1	20	18.80	1	1.35	22	17.3

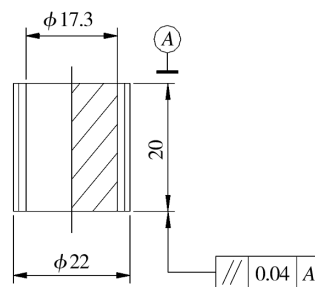


图1 直齿圆柱齿轮

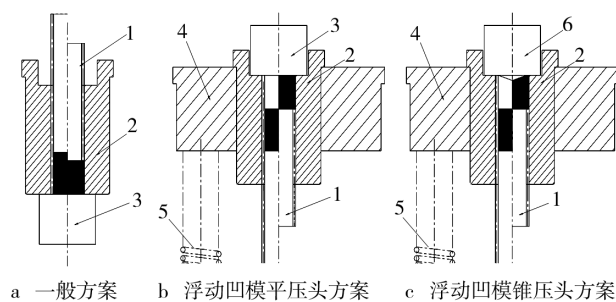
Fig. 1 The spur gear

收稿日期: 2012-01-10

作者简介: 杨赛(1985—), 男, 山东临沂人, 工程师, 主要研究方向为材料成形与控制工程。

其上面的预应力圈置于弹簧5上。在压头对坯料作用挤压成形坯料时,凹模2可以向下平行移动。凸模1以大于凹模的成形速度向下移动。将第2种方案里的平压头3换成锥形压头6,进行第3种方案的试验。

结合3种设计方案的特点,考虑到节省试验成本,3种方案中的凹模、凸模及模架相同。其简图如图2所示。



1. 凸模 2. 凹模 3. 平压头 4. 预应力圈 5. 弹簧 6. 圆锥压头

图2 3种方案的模具

Fig. 2 The dies for three kinds of schemes

2 试验过程

采用软金属 1A99 纯铝作为试验材料。

试验所用 YAW-500 微机控制伺服液压实验机是一种符合现代力学检验要求的新型实验设备,其性能满足实验设计所需。根据设计方案采用线切割加工制作实验的齿形凸模和凹模。齿形凸模如图3所示,装配好的实验模具下模的实物照片如图4所示。

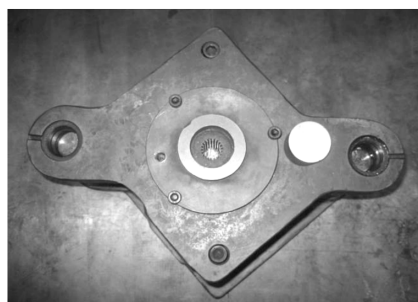


图3 物理实验模具

Fig. 3 The die of physical experiment

为了保证凸凹模的良好配合,在线切割凸模和凹模齿形时,分别加减一个钨丝半径作为补偿。加工完成的模具进行简单磨光,去除线切割产生的氧化残留层。将模具装配在试验台上,根据等体积原

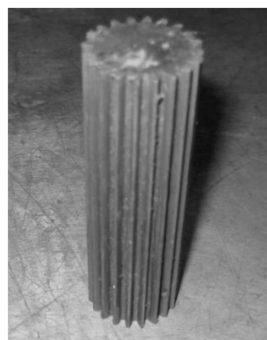


图4 齿形凸模

Fig. 4 Male die with gear form

则分别准备制作圆柱和圆环坯料。

圆柱坯料的大小为 $\phi 18 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$ 。

圆环坯料的大小为 $\phi 18 \text{ mm} \times 16 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ 。

3 试验结果

试验前,在坯料表面、凹模内壁与凸模端面涂上硬脂酸锌润滑^[4],一方面为了减小坯料、凸模与凹模内壁的摩擦;另一方面可使成形后取件方便,以防成形后的坯料与凸模或凹模粘在一起。

3种方案所得齿轮件的实物照片如图5、图6及图7所示。

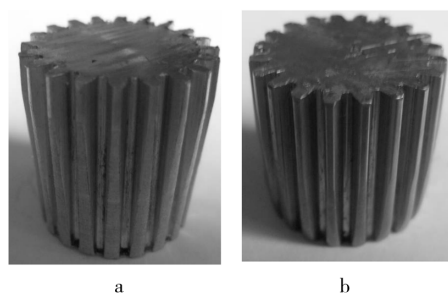


图5 第1方案所得的成形件

Fig. 5 Formed parts obtained by the first plan

由图5可以看出,该方案的齿坯上部要比下部变形大。上部金属向齿腔径向流动的速度明显快于下部(如图5a所示);变形由坯料上端向下端传递,零件上端面充填效果较下方好,但齿形不饱满;下端面塌角明显。

由图6可以看出,与第1方案正好相反,平压头浮动凹模挤压时,齿坯的下部要比上部变形大。变

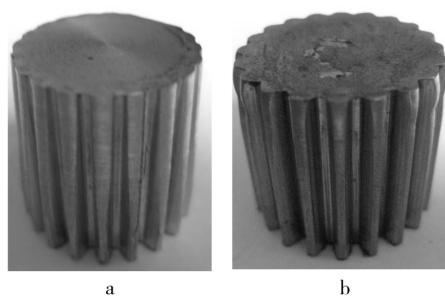


图6 平压头浮动凹模方案所得的齿轮成形件

Fig. 6 The formed gears by male die with flat bottom and floating female die

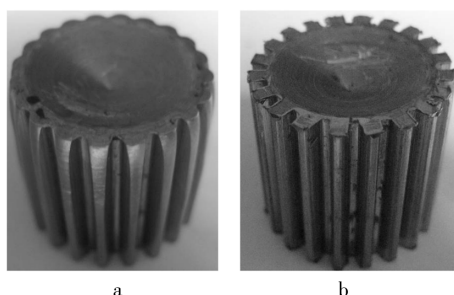


图7 锥压头浮动凹模所得的成形件

Fig. 7 The formed gears by male die with conical bottom and floating female die

形是由坯料下端向上端传递,下部金属向齿腔流动的速度明显快于上部(如图6a所示);零件下端面齿形充填效果较好,上端面有明显的塌角。

由图7可以看出,采用锥压头浮动凹模挤压成形技术方法(如图7a所示),齿坯变形程度的差别不大,变形在上下端同时进行,最终获得的齿轮零件齿形角隅充填饱满,无明显塌角缺陷(如图7b所示)。

通过对图8与图9的最终成形效果比较看出,

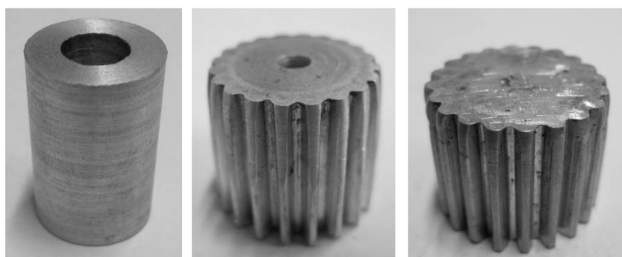


图8 分流孔坯料的平压头方案成形件

Fig. 8 The formed gears with split flow holes by male die with flat bottom and floating female die

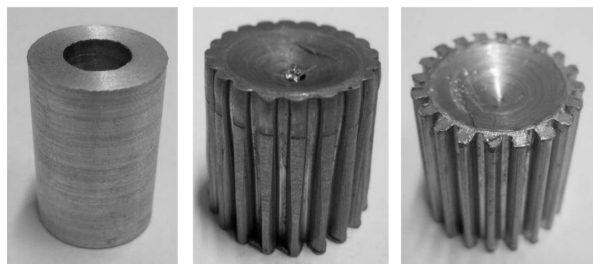


图9 分流孔坯料的锥压头方案成形件

Fig. 9 The formed gears with split flow holes by male die with conical bottom and floating female die

分流孔坯料采用平压头成形时,成形效果不好,上角隅有塌角缺陷。分流孔坯料在浮动凹模采用锥压头成形时,不仅成形效果较好,还能减小成形力。可见,最终的改进成形方案可取。

4 结语

通过塑性成形试验,对比3种成形件的效果发现,所采用的成形工艺对于减小最终成形力以及改善齿形难充填部位的充填情况都有积极的作用,能够获得成效较好的成形件。对工业化生产有一定的指导作用。

参考文献:

- [1] 田福祥,林化春,孟凡利,等.直齿圆柱齿轮热精锻-冷推挤精密成形研究[J].锻压机械,1997(6):26-28.
- [2] 田福祥.快档齿轮热精锻模具设计[J].模具工业,2002(10):34-36.
- [3] 赵军,李志新,曹宏强,等.塑性范成直齿轮组织分析[J].燕山大学学报,2002,26(2):45-47.
- [4] 张清萍,赵国群,栾贻国.直齿圆柱齿轮冷精锻模具齿形设计[J].精密成形工程(原金属成形工艺),2003,21(5):23-25.
- [5] 林治平,陶泽球,袁汝春.直齿圆柱齿轮精锻工艺的实验研究[J].锻压技术,1991,16(6):20-22.
- [6] 杨长顺.冷挤压模具设计[M].北京:国防工业出版社,1994.