

汽车贯通轴平锻工艺

陈学慧

(东风锻造有限公司, 湖北 十堰 442012)

摘要: 汽车贯通轴锻件, 总长约 867 mm, 锻件中间局部尺寸粗大。原采用热模锻工艺生产, 材料利用率较低, 现改进为平锻工艺生产, 每根锻件节材 3.6 kg。在开发平锻工艺的过程中, 发现锻件端头 $\Phi 42$ mm 处很难充满, 而中间 $\Phi 76$ mm 的部分因加热质量等因素的影响, 质量很不稳定。调试后, 对锻件图和平锻工艺又进行了改进, 并最终取得了成功。该工艺对类似的长轴类锻件采用平锻机生产, 有一定的借鉴作用。

关键词: 贯通轴; 平锻工艺; 长轴类锻件

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3940.2009.05.003

中图分类号: TG316.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-3940 (2009) 05-0009-03

Upset forging technology of hollow shaft

CHEN Xue-hui

(Dongfeng Forging Limited Company, Shiyan 442012, China)

Abstract: A hollow shaft was produced in Dongfeng Forging, Co., Ltd., Its total length was about 867 mm, and the diameter of the middle part was much bigger than that of adjacent part. Originally, it was forged with hot die machine, and the material utilization was low. Now it was improved to be produced with upset forging machine, and each piece could save 3.6 kg steel. During the development of upset forging technology, it was found that the end part of $\Phi 42$ mm was very hard to fill out, and the quality of the middle part of $\Phi 76$ mm was not very stable with the unstable heat quality. After the debugging, adjustments were made both to the forging drawing and the upset forging technology, and success was achieved in the end. Some lessons can be drawn from this upsetting forging technology for other similar forgings with long axis.

Keywords: hollow shaft; upset forging technology; forgings with long axis

贯通轴锻件如图 1 所示, 总长 867 mm, 锻件中间局部粗大, 直径由 $\Phi 53$ mm 突增至 $\Phi 76$ mm。

原采用的是先辊锻制坯, 再模锻成形的锻造工艺方案。

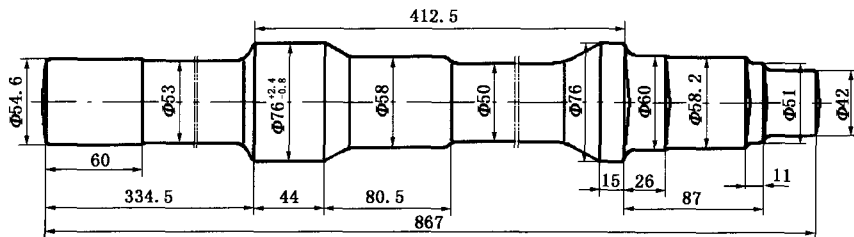


图 1 锻件图

Fig. 1 Forging drawing

采用该工艺方案生产, 一方面锻造生产的材料利用率较低; 另一方面, 冷加工的产品图对于锻件中间 $\Phi 50$ mm 部位, 原设计为非加工面, 但模锻过程中, 这部分尺寸通常达到 $\Phi 52$ mm 以上, 冷加工厂只好增加一道车削工序, 保证达到 $\Phi 50$ mm 的尺

寸, 这样就增加了机加工的工作量。此外, 由于锻件在锻打方向的投影面积较大, 要求的设备吨位也很大, 经济效益很差。

平锻机在生产长轴类锻件方面具有很大的优势^[1]。该贯通轴如果能在平锻机上生产, 就能减少锻造过程中飞边的损失, 提高材料利用率, 同时减少机加工的余量, 经济效益十分可观。

收稿日期: 2009-03-30; 修订日期: 2009-05-30

作者简介: 陈学慧 (1970—), 男, 学士, 高级工程师

电子信箱: chenxuehui@dfi.com.cn

1 平锻工艺制订

由于产品图上中间 $\Phi 50$ mm 部位为非加工面, 因此设计平锻工艺时, 采用 $\Phi 50$ mm 的坯料直接生产, 坯料两端分别加热、锻打。因此, 本文设计了一台在 12.5 MN 平锻机上成形的平锻模, 如图 2 所示。

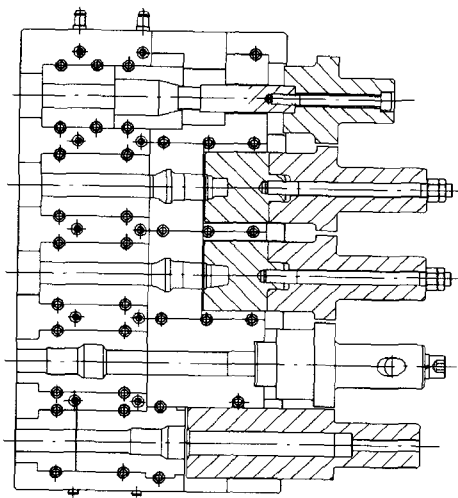


图 2 平锻模

Fig. 2 Upset forging die

该工艺方案参照现有的平锻模结构设计, 共 5 道工序。其中, 在第 1, 2 道工序, 镦粗成形锻件中间 $\Phi 76$ mm 的凸起部分及锻件图上左端部分, 然后到第 5 道工序上切边, 锻件冷却后再加热另一端, 在第 3, 4 道工序上成形锻件图右端的形状, 再到第 5 道工序上切边, 完成整个锻件的成形。

根据该方案, 锻打的材料利用率可达 98% 以上, 每个锻件可比原工艺节材 5 kg 以上。

但经工艺调试, 该方案没有成功。原因是在第 1, 2 道锻打工步上, 由 $\Phi 50$ mm 的棒料成形锻件中间 $\Phi 76$ mm 凸起部分, 所需坯料为 $\Phi 50$ mm \times 225 mm, 虽然坯料只需压缩 90 mm, 就可完成镦粗 $\Phi 76$ mm 这一凸起部分, 但坯料的长径比为 $225/50=4.5$, 大于允许一次成形到任意形状的长径比 2.5, 且压缩量与坯料直径比为 $90/50=1.8$, 大于允许的压缩比^[2], 因此, 不可能在第 1 道工序上将这部分的台阶成形出来。实际调试过程中, 发现坯料失稳: 在冲头与镶块之间分模面上, 产生不规则的飞边, 而锻件上 $\Phi 58$ 和 $\Phi 76$ mm 的台阶, 都没有充满。

此外, 在第 3, 4 道调头锻打的工步上, 原设计锻件上 $\Phi 42$ mm 的台阶由 $\Phi 50$ mm 的坯料挤压成形。由平锻工艺实践可知, 平锻机对于镦粗成形很容易, 而挤压成形很困难。为了实现由 $\Phi 50$ mm 的坯料挤压成形 $\Phi 42$ mm 的台阶, 将冲头与凹模间的分模面设计在靠近 $\Phi 42$ mm 台阶位置, 而相邻的 $\Phi 76$ mm \times 15 mm 台阶, 则希望金属在挤压成形 $\Phi 42$ mm 台阶的同时, 也能将 $\Phi 76$ mm \times 15 mm 台阶充满。但调试过程中, 尽管产生了较大的飞边, 这两部分均没有充满。

根据调试的情况, 及时调整工艺方案: 首先跟客户协商, 重新设计平锻件图 (图 3), 将锻件上 $\Phi 42$ mm 的台阶尺寸增大到 $\Phi 50$ mm, 并增加 2° 的拔模角度。这一端安排在 9 MN 平锻机上生产, 分模面选择在 $\Phi 76$ mm \times 15 mm 的台阶处。由于成形这端的坯料的长径比约为 4.5, 采用预锻、终锻两道工步成形, 然后切除飞边, 工装结构如图 4 所示。经工艺调试, 获得成功。

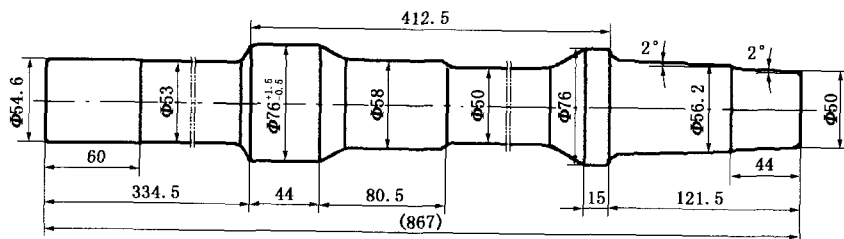


图 3 平锻件图

Fig. 3 Upset forging drawing

对于锻件中间 $\Phi 76$ mm \times 44 mm 的台阶部分, 仍采用 12.5 MN 平锻机生产, 并对分模位置重新进行设计, 如图 5 所示。

第 1 工步, 冲头与镶块之间分模面设计在锻件上 $\Phi 50$ 和 $\Phi 58$ mm 台阶的连接处, 并将冲头型腔端口处的圆弧半径设计成 $R8 \sim R15$ mm, 保证 $\Phi 58$ mm

的台阶在冲头内成形出来。此时其压缩量和冲头锥形型腔的大端增大系数都在允许的范围内^[2]。当然, 由于下料长度公差及加热温度的影响, 坯料的体积可能会大于冲头型腔的体积, 而在冲头与镶块之间的分模面处产生小台阶。但由于冲头型腔端口处的圆弧半径较大, 产生的小台阶放到下一工步时, 在上下

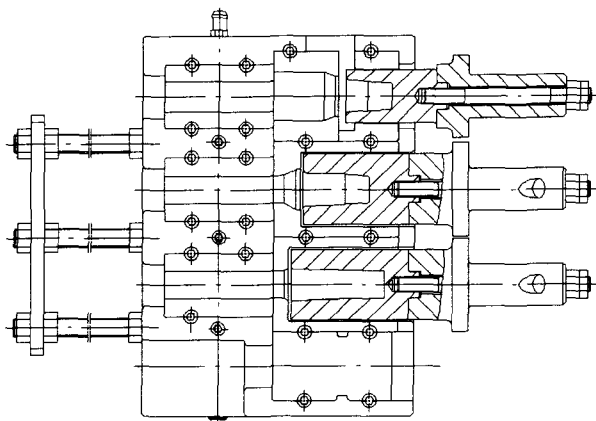


图4 9 MN平锻模

Fig. 4 Upset forging dies on 9 MN upset forging machine

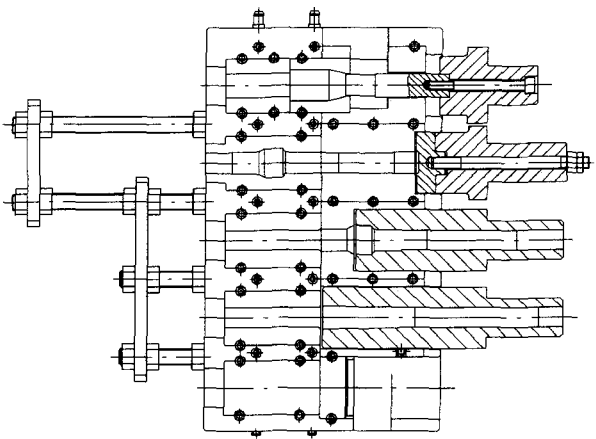


图5 12.5 MN平锻模

Fig. 5 Upset forging dies on 12.5 MN upset forging machine

模的夹紧过程中, 不会形成折纹, 影响锻件质量。

按照同样的道理, 在设计第2道工序时, 将分模面选择在锻件上 $\Phi 58$ 与 $\Phi 76$ mm 的连接处, 冲头型腔端口处的圆弧半径也设计成 $R8 \sim R15$ mm。即保证 $\Phi 76$ mm 的台阶可在冲头的型腔内充分成形, 又保证因体积变化而在冲头与镶块之间分模面上产生小台阶时, 小台阶可在下一道工序上, 依靠上下模的夹紧力, 使之成形到所需的尺寸而不影响到锻件的质量^[3], 当然这样会在水平分模面上产生毛边,

这部分毛边可以采用砂轮机打磨掉。

第3步工序则主要成形锻件端头 $\Phi 54.6$ mm \times 60 mm 的形状。形成的飞边在第4道工序上切除。工艺相对简单。

经过改进后的工艺, 经调试获得成功, 每个锻件比原模锻工艺节材 3.6 kg。

2 问题与措施

(1) 在 12.5 MN 平锻模的设计上, 在第1工序由于要参与变形的坯料很长, 坯料在进入冲头内的时候, 如果受到型腔的摩擦阻力太大, 则会出现坯料不能顺利的进入型腔, 造成打废及冲头胀裂的情况。为了减小坯料与冲头型腔间的摩擦力, 可适当的增加冲头型腔的直径。

(2) 由于冲头型腔较深, 每次锻打完后, 坯料表面的氧化皮会脱落下来, 留在冲头型腔内不易排出, 影响到下一次坯料在这一冲头型腔内成形, 必须及时将氧化皮排出型腔。可以在冲头上开一小孔, 通过它向冲头中不停地排水, 将氧化皮冲出。

3 结论

(1) 采用平锻工艺, 将小直径的坯料锻粗成较大直径的锻件比较容易, 而要将较大直径的坯料挤压成较小直径的锻件则确实很难。

(2) 参与变形的坯料越长, 越容易受到冲头型腔摩擦的影响而失稳。适当增加冲头型腔的直径, 可降低这种风险。

(3) 平锻机的夹紧力, 在夹紧最后较小的行程范围内, 可以加以利用, 使其成为锻件的成形力。

参考文献:

- [1] 中国机械工程学会锻压分会. 锻压手册 [M]: 第1卷. 北京: 机械工业出版社, 1993.
- [2] 《锻模设计手册》编写组. 锻模设计手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1991.
- [3] 中国机械工程学会锻压分会. 锻压手册 [M]: 第3卷. 北京: 机械工业出版社, 1993.

欢迎订阅由中国机械工程学会和北京机电研究所主办的专业核心期刊 (2010 年)

| 刊名 | 刊期 | 页码 | 邮发代号 | 单价/元 | 全年/元 | 联系人 | 电话 |
|-----------|-----|-----|--------|-------|--------|-----|-----------------------|
| 《材料热处理学报》 | 月刊 | 150 | 82-591 | 20.00 | 240.00 | 吕东显 | 010-62914115 82415080 |
| 《塑性工程学报》 | 双月刊 | 132 | 80-353 | 10.00 | 60.00 | 张亚光 | 010-62912592 82415079 |
| 《金属热处理》 | 月刊 | 260 | 2-827 | 10.00 | 120.00 | 田淑珍 | 010-62935465 82415083 |
| 《锻压技术》 | 双月刊 | 208 | 2-322 | 12.00 | 72.00 | 魏巍 | 010-62920652 82415085 |

注: 需要者可到当地邮局订阅, 如果因故漏订, 也可通过邮局汇款订阅, 汇款地址: 北京市海淀区学清路 18 号北京机电研究所相应的编辑部收, 邮编: 100083。