

ZY 760 活塞杆头部模锻成型工艺研究

郭 侠¹, 轩军²

(1. 中州大学 工程技术学院, 河南 郑州 450044;

2. 厦门大学 建筑与土木工程学院, 福建 厦门 361005)

摘要: ZY760 活塞杆头部在实际胎模成型试制时出现头部两凸台不能充满现象, 通过采用 ANSYS 软件对实际成型过程进行仿真模拟, 发现导致胎模锻不能成型的主要原因是模腔的左端是自由面, 大量材料沿轴向无约束端流动, 而向上、下凸台流动的材料很少, 把自由端增加约束并进行有限元模拟, 证明上、下凸台能够成型, 生产中改用在 50kN 模锻锤开式模锻, 最终解决 ZY760 活塞杆头部成型问题。

关键词: 活塞杆; 成型工艺; 胎模成型; 有限元; 模锻成型

中图分类号: TG316.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2168(2009)07-0054-05

Research on the die forging of ZY760 rod end of piston

GUO Xia¹, XUAN Jun²

(1. College of Engineering Technology, Zhongzhou University, Zhengzhou, Henan 450044, China;

2. School of Architecture & Civil Engineering, Xiamen University, Xiamen, Fujian 261005, China)

Abstract: The mould matching forming of the rod end of ZY760 piston always uses open die forging hammer, however, in actual production process the space of two lug bosses can not be filled. ANSYS based simulation on the forming process finds the main failure reason in which the die cavity has a free left end, thus large quantities of metal flow to the nonrestraint side in axial direction and just a little metal flow to the end bosses. Finite element simulation shows that the lug bosses can be shaped with the free end restrained and by applying 5 tons open die forging hammer, the rod end is thus formed reliably.

Key words: piston rod; forming process; mould matching forming; finite element; die forging

1 引言

ZY760 活塞杆是煤矿机械液压支架上的一个零件, 因它在液压缸中主要是传力件, 所以一般不

收稿日期: 2009-02-20,

作者简介: 郭 侠(1964-), 女, 河南周口人, 讲师, 主要从事模具设计与加工工艺的教学工作, 地址: 郑州市惠济区英才街中州大学(北校区)工程技术学院 A045, (电话) 13683817515, (电子邮箱) xiaguozz@126.com。

示。

(15) 保存文件。

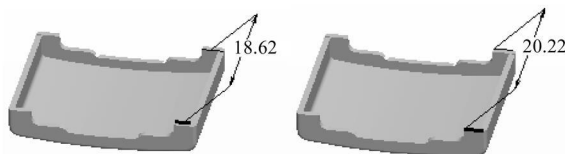


图 20 尺寸检查

5 结束语

用铸件或焊接件而是用锻件。由于活塞杆每次生产的批量不是太大, 其头部的成型一般是在自由锻锤上的胎模成形, 未出现质量问题。活塞杆锻件如图 1 所示, 材料 27SiMn, 锻件质量 30 kg, 头部上、下 2 个不同形状的凸台是成型的难点。胎模成型只是头部模具成形, 杆部自由锻稍拔即可, 这样比模锻锤上的飞边少, 材料消耗较少, 模具结构简单, 制造费用低。因此在最初的工艺方案中采用胎模成型, 但在

对于使用 Pro/E 软件设计注射模, 运用对称公差原则进行塑件公差的分配, 可以保证设计出的成型零部件尺寸不会出现超差现象, 对于模具质量有着十分重要的作用。这种公差分配原则以及塑件建模过程中对公差的处理方法, 对使用 UG、SolidWork 等其他 3D 软件设计模具具有一定借鉴作用。

参考文献:

[1] 曹宏深, 赵仲治. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1993.

试制时发现两凸台无法充满,大量材料的塑性流动是沿轴向向自由端流去,只有少量的材料向头部的凸台流动。

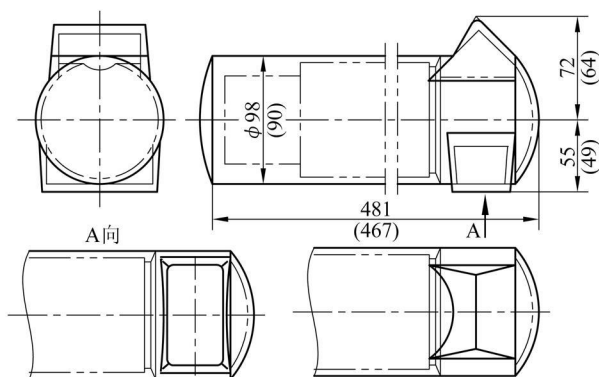


图1 活塞杆锻件

采用 ANSYS 软件对胎模成型过程进行有限元分析,分析无法成型的机理和原因。在此基础上,通过封闭胎模的自由端,把胎模锻改为开式模锻,并对修改后的方案进行 ANSYS 成型模拟,最终成功生产出合格的锻件。

2 ZY760 活塞杆头部胎模成型

2.1 工艺方案制定

胎模锻是介于自由锻和模锻间的一种锻造方法,它既可用于制坯,也可用于最终成型。它的形式多样,有棒形、扣形、挤压和焖形等。图1所示的 ZY760 活塞杆因头部两凸台有一定的高度,一般多采用焖形中的顶墩模进行成型,即利用毛坯立起垂直墩挤使头部成型。它在成型时不产生飞边,这样可节约材料,且可减少切边工序,提高效率。但考虑到活塞杆总长达 481 mm,这样高度的模具一方面操作不够安全,另一方面这样高度使锤的行程很小,打击力大大减小,所以并不适合 ZY760 活塞杆头部的成型。

改进方案是选用合模成型,即采用有飞边的头部焖形,使活塞杆轴线水平放置,既保证了安全,也使坯料的重量计算误差放宽。因杆部较长,受设备砧子尺寸(具备的最大吨位自由锻设备为 30 kN 自由锻锤,上下砧尺寸 400 mm × 710 mm)及变形力的限制,在采用合模时,只是头部用合模成型,切边后杆部在自由锻锤上拔长即可。最后确定工艺方案为:下料(φ120 mm × 366 mm) → 加热(1150~1200

℃) → 斜墩并拍扁头部(高约 130~135 mm) → 合模成型头部 → 切边 → 二次加热 → 摔拔杆部 → 修整、校直。

2.2 模具结构设计

合模是一种带有飞边的胎模,与锤模锻的终锻模槽相近。它由上、下模和导向装置组成,采用水平分模。现采用导销式合模,对角安放 2 个导销,结构简单,加工方便,模具结构如图 2 所示。根据锻锤吨位计算公式:

$$G = KF$$

式中: K ——系数($K=5\sim 10$,这里取 8); F ——锻件(不包括飞边)水平方向的投影面积,约 190 cm^2 ; 则锻锤吨位 $G=8\times 190=15.2\text{ kN}$ 。

根据计算结果,胎模成型所用设备可选 20 kN 自由锻锤,但因胎模焖形时,锤击过程中上、下模始终和炽热材料接触,模具大量吸热,使材料迅速冷却,若设备能力不足,则会造成欠压,为此在实际生产中采用 30 kN 自由锻锤。

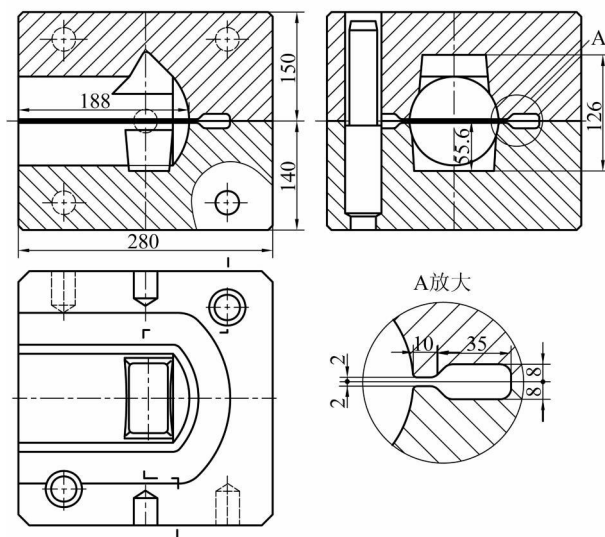


图2 活塞杆胎模

2.3 试制结果

按照制定好的工艺方案进行生产试制,结果发现上凸台的尖部和下凸台的两端角处出现充不满现象,形状如图 3 所示。经初步分析把模具未充满处的型腔角处增加 $R5\text{ mm}$ 的储气槽,以便在成型过程中容纳产生的少量气体,形状如图 4 所示,结果试验又失败。

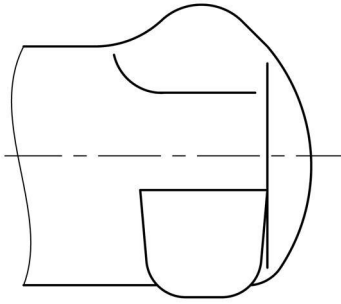


图3 未充满头部状态

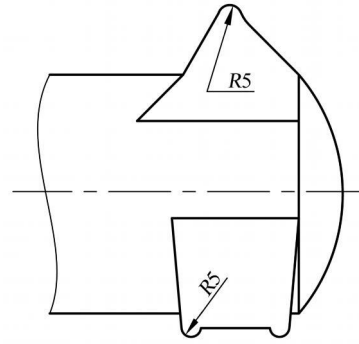


图4 头部储气槽

3 ZY760 活塞杆胎模成型过程有限元模拟

针对上述充不满现象,采用 ANSYS 中 LS-DYNA 分析模块对胎模成型过程进行有限元模拟,分析成型过程中材料的塑性流动,找出充不满的机理与原因。

3.1 有限元分析模型

在活塞杆成型过程中,模膛的应变比较小,可

以近似认为模膛是刚体。因此可以固定下模膛,而赋给上模膛一个随时间变化的位移边界,当上、下模膛相遇,棒料就自然成型。由于零件对称,可以取一半结构进行有限元模拟,从中间切开后,在中间切面上施加垂直的位移约束。其模型图和有限元离散图如图 5、6 所示。

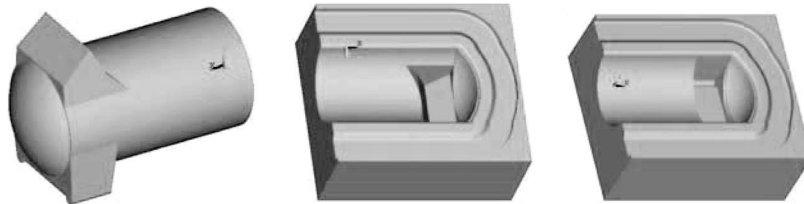


图5 活塞杆和模膛实体模型

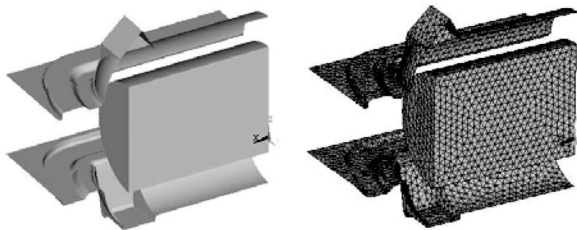


图6 计算模型图及有限元离散图

棒料高温状态下压力成型属几何大变形问题和材料非线性问题,考虑到材料的刚性强化和应力强化,选择应变率相关的塑性 Rate Dependent 材料本构模型。应变率相关的塑性材料模型是最通用的材料模型,材料的非线性本构关系一般采用幂函数塑性材料模型,用一个包括 Cowper_Symbols 乘子的幂函数本构关系来描述应变率的影响。

$$\sigma_s = \left[1 + \left(\frac{\dot{\epsilon}}{C} \right)^p \right] k [\epsilon_e + \epsilon^{eff}]^n$$

式中: σ_s ——屈服应力; $\dot{\epsilon}$ ——应变率; C 、 P ——Cowper_Symbols 应变率参数; k ——强度系数; ϵ_e ——弹性应变; ϵ^{eff} ——有效塑性应变; n ——硬化系数。

3.2 有限元分析结果讨论

图 7 所示为变形的最终结果。可以发现在原始方案中,由于右端开口处完全自由,棒料受压后在长度方向会伸长,而左端有模膛的约束,棒料会向右端流动发生变形。图 8 所示为棒料 x 向(沿长度方向)位移云图和等值线图,这 and 实际生产出的锻件一样不能充满。作为改进方案,适当增加棒料的直径,再模拟成型过程,最终的结果和上述方案一样不能充满。由此得出结论,增加棒料的直径是不能成型的。这主要因为右端是自由面,棒料受压后就会向右端流动,而向左端的上、下凸台流动的材料很少,所以一样不能充满型腔。

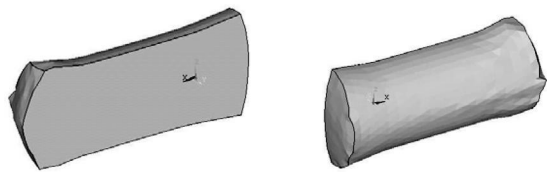


图7 原始方案活塞杆模拟成型结果图

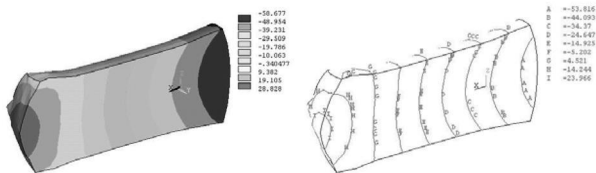


图8 原始方案 x 向位移云图和等值线图

4 ZY760 活塞杆模锻成型

4.1 模锻成型过程有限元分析

根据对胎模成型过程的分析,把右端的自由面约束位移,也就是用开式模锻成型。再次模拟,变形结果如图9所示, x 向位移云图和等值线图如图10所示, z 向位移云图和等值线图如图11所示。棒料在左端 z 向位移(沿垂直棒料的高度方向)大小决定型腔是否能够充满,从图9中的变形图可以看出,空腔已基本充满,而且图10、11的位移图显示棒料材料的流动方向是流向型腔的。

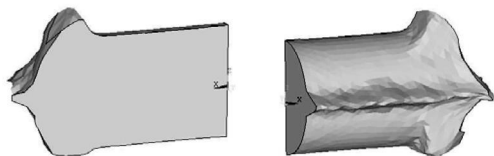


图9 开式模锻活塞杆模拟成型结果图

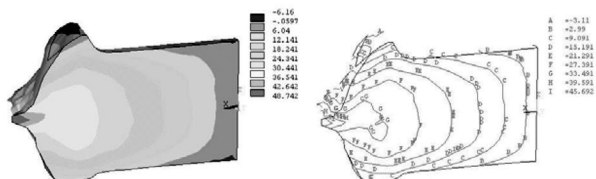


图10 开式模锻 x 向位移云图及等值线图

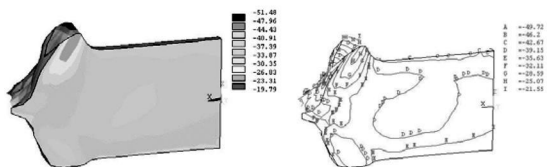


图11 开式模锻 z 向位移云图及等值线图

4.2 工艺方案制定

由以上分析活塞杆不能用胎模锻在自由锻锤上成型,只能在模锻锤上进行模锻成型。锤上模锻是在模锻锤上利用锻模模腔使坯料变形而获得锻件的模锻工艺。模锻分为开式模锻和闭式模锻两类。因闭式模锻受坯料条件、出模方法等情况限制,应用较少,通常采用开式模锻。煤矿机械液压支架锻件批量少,外形多变,一直以来都是镶块模进行开式模锻,镶块利用楔和燕尾键在模体中定位,以便频繁更换。因锻件绝大部分是回转体,所以50 kN模锻锤使用的模体均是圆模体,而未投制长模体。圆模体内镶块最大直径 $\phi 489.4$ mm,而活塞杆的杆部较长,所以在设计时杆部的直径要加大以减小长度,使其能在模具中成型,并保证模块有足够的强度,而锻件在切边后把杆拔至所需长度。因头部直径较小,在模锻前必先制坯,模锻件图及制坯图如图12所示。修改后的工艺方案:下料($\phi 150$ mm \times 288 mm) \rightarrow 加热(1150~1200 $^{\circ}$ C) \rightarrow 制坯(20 kN自由锻锤) \rightarrow 二次加热 \rightarrow 模锻(50 kN模锻锤) \rightarrow 切边 \rightarrow 摔杆 \rightarrow 校正。

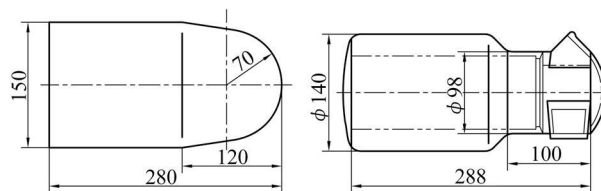


图12 活塞杆制坯及模锻件图

4.3 模具结构设计

根据现有的50 kN模锻锤模体腔的尺寸,设计出开式锻模的结构和尺寸如图13所示。

4.4 试制结果

按以上修改的工艺方案进行生产试制,最终使活塞杆的头部得以充满成型,生产出合格的锻件,保证了生产周期和产品质量。

5 结束语

(1) 由以上分析计算可知,对于活塞杆头部有凸台的锻件,用以往的胎模锻不能使凸台部分得以成型,而需用开式模锻才能保证头部的充满,这对以后此类锻件的生产可起到借鉴的作用。

(2) 以往工艺和模具设计都是用传统的设计方法,并经反复试制,直到成功。若用有限元模拟成型

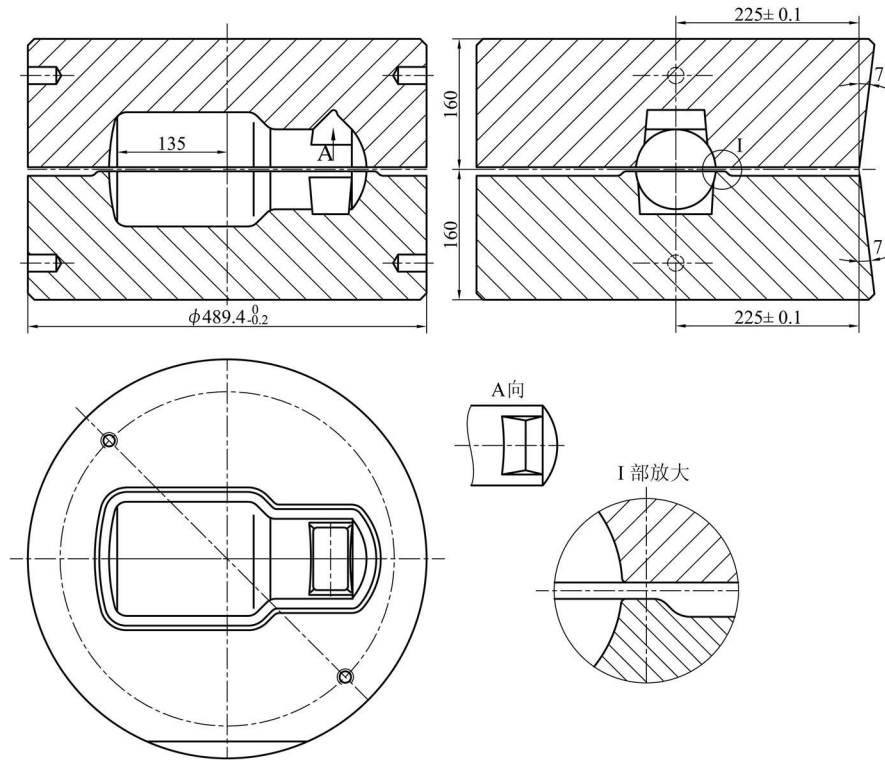


图 13 活塞杆锻模结构

技术进行工艺方案制定和模具设计,可节省大量的人力、物力和财力,缩短生产周期,大幅提高生产效率。

参考文献:

- [1] 中国机械工程学会锻压学会. 锻压手册[K]. 北京: 机械工业出版社, 1993.
[2] 郝滨海. 锻造模具简明设计手册[K]. 北京: 化学工业出

版社, 2006.

- [3] 张志文. 锻造工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1983.
[4] 白 钊. 有限元分析在冲压模具设计中的应用[J]. 锻压技术, 2005(5): 88-90.
[5] 江克斌. 结构分析有限元原理及 ANSYS 实现[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.
[6] 何 涛. ANSYS/LS-DYNA 非线性有限元分析实例指导教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.

《中国模具采购指南》邀请函

为了进一步推动模具企业的技术进步,促进行业内外的信息交流,帮助模具企业开拓国际市场,向国内外相关行业展示中国模具企业的技术水平和生产能力。中国模具工业协会决定编辑出版《中国模具采购指南》。主要内容分两大部分,第一部分是彩色版面宣传模具制造企业和与模具产品相关的产业链产品企业,介绍这些企业的技术水平、生产能力、主要产品及联系方式等。入编模具企业按主营生产塑料模、冲压模、铸造模、锻造模、橡胶模、拉丝模、模具标准件、其他类模具等大类模具分别编入。入编的与模具产品相关的产业链产品企业是指生产模具加工及成型设备,模具检测设备,模具制造、设计、应用、管理软件,工具(含刀具),模具材料,模具零配件及耗材等产品的企业。第二大分部是编录全国模具园区(城、基地)概况,院校、科研机构,中国模具工业协会简介,人才培训基地,中国模协举办的国际模具展览会,各地方模具行业协会介绍。

希望各有关单位积极入编《中国模具采购指南》,利用这个窗口展示本企业的形象,宣传企业的实力,让广大用户了解自己,为开拓市场创造条件。申请入编单位请与中国模具工业协会联系,电话: 010- 88356467。