

应用技术

高轮毂齿轮毛坯的模锻成形工艺及模具设计

杨继璋¹, 孙建军², 王薇¹, 令淑萍¹

(1. 山西利民工业有限责任公司, 山西 太谷 030812;

2. 总装备部南京军代局驻济南地区代表室, 济南 250021)

摘要: 通过对高轮轮毂齿轮的结构进行分析, 制定出该锻件锻造成形的工艺流程, 阐述了模锻工步、型腔的设计及模锻操作方法, 实现了在 3 150 t 热模锻压力机上锻造生产。

关键词: 薄壁深孔类锻件; 镦粗; 预锻; 终锻

中图分类号: TG316.3 **文献标识码:** A

文章编号: 1674-6457(2012)03-0063-03

Die Forging Technology and Mold Design of High Hub Gear Blank

YANG Ji-zhang¹, SUN Jian-jun², WANG Wei¹, LING Shu-ping¹

(1. Shanxi Limin Industry Co., Ltd., Taigu 030812, China;

2. Nanjing Millitary Agency Jinan Branch, Jinan 250021, China)

Abstract: According to the analysis about high hub gear structure, die forging process flow for this forging piece is introduced, as well as the die forging work step, cavity design and die forging operation method. And eventually the forging production could be realized in the 3 150 T hot die forging press.

Key words: thin-wall and deep-bore forging piece; upsetting; pre-forging; finish forging

一种典型的高轮毂齿轮毛坯如图 1 所示, 材质

为 8620H 钢, 锻件质量为 6.5 kg, 下料质量为 7.2 kg, 是汽车变速箱中的重要件。其技术规范要求为等温正火后机加, 表面渗碳淬火, 其结构特点为内孔较深而壁部和辐板较薄, 毛坯属于 S3 级锻件, 加工难度大。经过对该件进行分析, 制定了一套从制坯到成形, 在 3 150 t 热模锻压力机上锻造的工艺方案。生产实践证明, 该工艺方案能够满足生产图纸要求, 各项技术指标均达到预期目标^[1]。

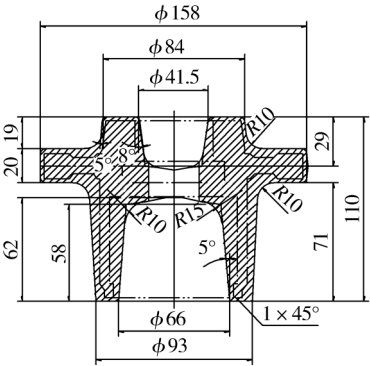


图 1 锻件

Fig. 1 Forging drawing

1 工艺分析

高轮毂齿轮锻件内孔较深, 内、外的模锻斜度相

收稿日期: 2011-12-28

作者简介: 杨继璋(1965—)男, 山西平遥人, 高级工程师, 主要从事锻压工艺编制及模具设计工作。

对较小,只有在有顶出装置的热模锻压力机上才能进行生产。由于热模锻压力机靠静压力使金属在一次行程中完成变形,因此热模锻压力机模锻的一般规律是:金属材料在水平方向即径向流动剧烈,而高度方向的流动相对缓慢,也就是说,水平方向较垂直方向易于成形,易产生充不满和折叠现象。该齿轮锻件属于典型的薄壁深孔类锻件。在锻件上半部分,深度较浅,壁部较厚,易于金属流动成形,锻造时可直接压入成形。锻件下半部分,内孔深度较深,壁部较薄,锻造时金属受到较大阻力,难以成形。只有当金属流动受到的水平径向阻力远大于垂直轴向流动阻力时,金属方可沿轴向流动而充满型腔,因此,应采用预锻后再成形。由于锻件的凸缘部分尺寸较大,因此,为便于坯料在预锻型腔中准确定位,应先对坯料进行镦粗^[2]。

2 模锻工步及其型腔的设计

在工艺的编制和模具的设计中,应考虑到各工步中的定位问题,每道工序应确保下一道工序的定位准确,尽量让每一道工序中已成形的部位,在下道工序中不变形或少变形。

热锻件图的设计^[2],如图2所示,型腔尺寸在冷锻件图的基础上加1.5%的收缩量。考虑到锻件内孔较深,连皮较薄时,会增大锻造时的成形力,并造成模具过早损坏,因此,中间的连皮适当加厚。为减小变形阻力,利于金属的流动,上下盲孔的底部设计成160°夹角。

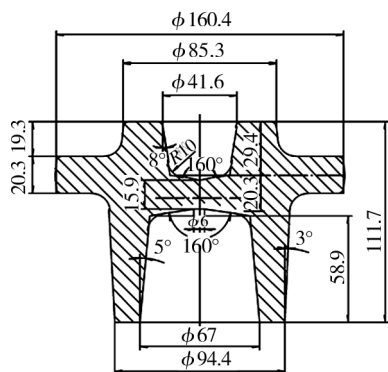


图2 热锻件

Fig. 2 Hot forging drawing

预锻件图的设计^[2],应保证在终锻时主要以镦粗方式充满型腔,确保在终锻时,不产生金属回流形

成折叠。根据预锻型腔的设计方法,一般情况下,内径比终锻型腔大1 mm,而外径比终锻型腔小1 mm,型腔深度比终锻型腔深0.5~3 mm。这样在预锻之后进行终锻时,预成形的壁部金属,在变形初期金属向下移动的过程中,几乎在无型腔壁部的摩擦阻力的状态下进入型腔,使难充满成形的壁部以镦粗方式充满型腔,可以最大程度地减少锻造成形时以压入方式充满型腔的变形量。在终锻型腔的热锻件图中,冲孔连皮厚度为15.9 mm,因此预锻件的结构设计中加大了冲孔连皮的厚度,取2倍终锻时的连皮厚度,为32 mm。这样既能确保预锻后终锻易于金属充满型腔,也可避免在锻件中心部位产生金属回流形成折叠。如图3所示。

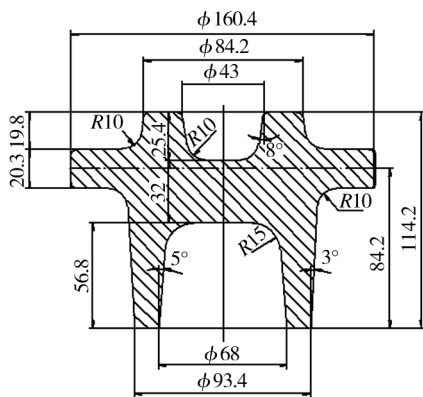


图3 预锻热锻件

Fig. 3 Hot forging drawing of pre-forging

根据预锻件的结构,下模部分口部壁厚只有12.5 mm,而深度达56 mm。当把锻件局部看作高筋件进行计算时,高径比仍较大,达到4.4。如果采用棒料直接压入成形时成形难度极大,难以充满型腔,因此应对坯料进行一次预成形,成形镦粗,目的是预成形口部,并减小坯料高度,增大投影面积,以便于预锻时的操作定位。成形镦粗锻件图的设计:考虑到坯料在镦粗时的准确定位和镦粗之后翻转180°在预锻型腔中的定位,锻件结构设计为如图4所示的形状。考虑到加热后金属坯料在镦粗变形时,表面氧化皮脱落掉入型腔中难以清理,镦粗时成形部分应置于上模。这样,在镦粗过程中,由于惯性利于金属在上模部分成形。

选用 $\phi 60 \text{ mm} \leq D \leq \phi 100 \text{ mm}$ 的坯料,根据锻造时坯料的要求,坯料高径比小于2.5,锻件质量 $m = 6.6 \text{ kg}$,毛坯下料质量 $m' = 7.2 \text{ kg}$,初步确定毛坯下

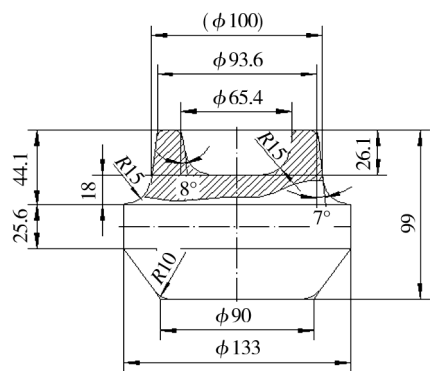


图 4 成形镦粗锻件

Fig. 4 Forging drawing of upsetting formation

料尺寸规格为 $\phi 95\text{ mm}\times 130\text{ mm}$ 或 $\phi 90\text{ mm}\times 142\text{ mm}$ 。市场上一一般 $\phi 90\text{ mm}$ 的棒料较 $\phi 95\text{ mm}$ 的棒料便于采购,因此选用 $\phi 90\text{ mm}\times 142\text{ mm}$ 更为合理。

3 模锻结构设计

在预锻和终锻时,由于锻件较高,内孔较深,锻件成形后易抱死在下模内孔的成形凸模上,因此,在锻件成形后,必须利用热模锻压力机的顶出机构,将锻件从模具型腔中顶出。由于锻件成形后温度极高,硬度较低,如果顶料时的接触面积小,在较大退料力的作用下,会造成锻件严重变形而报废。由此可见,应采用接触面积较大的环形退料器,设计了如图 5 所示的模具结构。模具中使用了四枝芽星形推料板,以推动 4 个顶杆,使锻件从锻模中退出。采用星型板的目的是为了增大下模镶块的接触面积,避免成形镶块在锻造时受到强大的压力,在底部呈悬臂状态而过早损坏。

为确保锻件薄壁部分口部的成形,在终锻模飞边槽设计中,增加了阻尼沟增大水平方向的阻力,如图 6 所示,便于能够更好地充满型腔。在预锻模的设计中,采用了单向的飞边仓部和较宽的飞边桥,桥部高度为终锻模的 2 倍,仅在上模部分设计了阻尼沟,目的是为了使阻力增大,使金属易于充满模具型腔,如图 7 所示^[3]。

4 模锻操作工步

1) 成形镦粗。将加热好的坯料放入镦粗型腔

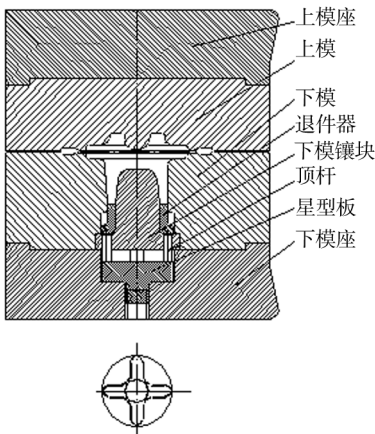


图 5 模具结构

Fig. 5 Mold structure drawing

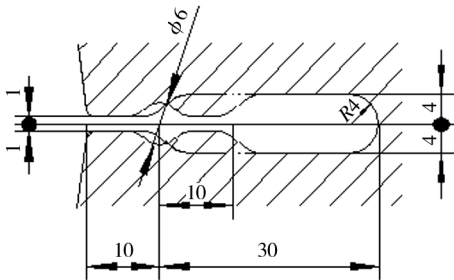


图 6 终锻飞边槽

Fig. 6 Groove for flash of finish forging

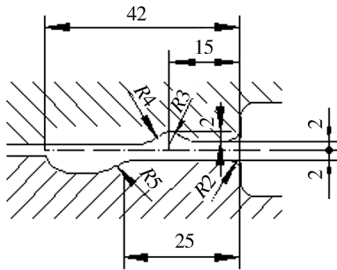


图 7 预锻飞边槽

Fig. 7 Groove for flash of pre-forging

- 中,以 $\phi 90\text{ mm}$ 定位,进行镦粗。
- 2) 预锻。将镦粗好的坯料翻转 180° ,移至预锻模中预锻制坯。
- 3) 终锻。把预锻制坯后的坯料放入终锻模膛终锻。
- 在预锻、终锻时,应对模具及时冷却和润滑,确保模具的使用寿命,但由于预锻模和终锻模中存在
- (下转第 74 页)

10 加热设备的选择

金属材料加热方法主要分为火焰加热法和电加热法。

现在用得比较多的电加热法是感应加热装置加热。感应加热装置加热广泛用于齿轮、轴、曲轴、凸轮、轧辊等工件的加热。

感应加热的主要特点是:工件变形小,电能消耗小,加热速度快,质量好($1.7\sim 2.5\text{ cm/min}$),氧化脱碳少,金属烧损率少,一般烧损率为 0.5% 。在感应加热时要注意避免产生过热和过烧等现象,加热时要严格控制感应加热装置的输入功率,选择与被加热工件相对应的频率。由于坯料直径为 $\phi 130\text{ mm}$,电流频率应选择中频 500 Hz ,单位电能消耗为 $0.4\sim 0.55\text{ kW}\cdot\text{h/kg}$ 。

11 自由锻设备吨位的选择

自由锻设备的选择主要是根据锻造所需要的力能参数决定。锻造所需要的力能参数与锻件的大小,复杂程度,金属材料的性质等因素有关。对于中小型自由锻来说,自由锻设备吨位多按经验公式和经验数据选择。

该例齿轮件为小型件,材料为45钢,锻造设备吨位的选择可从《自由锻锤锻造能力表》中查得。根

据锻件类型为圆饼类锻件,最大直径 $D=\phi 274\text{ mm}$,在 $250\sim 300\text{ mm}$ 之间,高度 $H=50\text{ mm}$,在 $50\sim 100\text{ mm}$ 之间,在表中查得设备吨位可选择 0.75 t 的空气锤。

12 结语

自由锻是将坯料加热到锻造温度后,在锻压设备和简单工具的作用下,通过人工操作获得所需锻件的一种方法。文中介绍了一种齿轮件的锻造工艺,这种工艺在一般的锻造生产中较为常见。同时为类似的产品加工提供理论和现实依据。

参考文献:

- [1] JB 4249.6—1986,圆环类自由锻件机械加工余量和公差标准[S].
- [2] 胡亚民,华林.锻造工艺过程及模具设计[M].北京:中国林业出版社,2006.
- [3] 中国锻压协会.锻造加热与热处理及节能环保[M].北京:国防工业出版社,2010.
- [4] 程里,程方.锻工速成与提高[M].北京:机械工业出版社,2008.
- [5] 周大雋.锻压技术数据手册[M].北京:机械工业出版社,1998.
- [6] 中国机械工程学会塑性工程学会.锻压手册[M].北京:机械工业出版社,2007.

(上接第69页)

下顶料机构,冷却用的石墨乳化液不能过多喷入模具型腔,否则,模具下顶料机构容易卡死,造成模具损坏^[4]。

5 结语

成形锻粗和预锻制坯时,部分口部局部充不满,此状况不会影响终锻成形。

经过批量生产使用,该模具结构紧凑,工艺简单实用,达到了预期目的,锻件各部分成形较好,金属流线完整,残留毛边小,整体均匀,经力学性能检测和加工使用,完全满足产品的各项技术要求,产品研发生产取得成功^[5]。

参考文献:

- [1] 余承辉,杨继璋.单拐曲轴的锤上模锻[J].热加工工艺,2010(11):115—117.
- [2] 张志文.锻造工艺学[M].北京:机械工业出版社,1984:230—250.
- [3] 中国机械工业学会锻压学会.锻压手册[M].北京:机械工业出版社,2001:817—824.
- [4] 黄荣强.锻模设计基础[M].北京:中国铁道出版社,1983:41—56.
- [5] 杨继璋.轿车左右横臂的锤上模锻工艺[J].锻压装备与制造技术,2004(2):68—69.