

# 一种大型弯曲锻件的新型制坯方法

## A New Blanking Method for Large Curved Forgings

李兵

Bing Li

四川宏华石油设备有限公司  
中国·四川 德阳 618000  
Sichuan Honghua Petroleum Equipment Co., Ltd.,  
Deyang, Sichuan, 618000, China

**【摘要】**文章研究了一种大型自由锻弯曲锻件的新型制坯方法,经过仿真计算,生产试验的弯曲锻件,能够很好地满足图纸要求,与仿真计算的效果十分近似。同时,该种制坯方法能够满足产品要求,优于传统制坯方法。本方法突破了传统弯曲锻件的多项注意事项,形成了新的模具设计及弯曲制坯方法。

**【Abstract】**This paper studies a new blank making method of large free forging bending forgings, after simulation calculation, the bending forgings produced in the production test can well meet the requirements of the drawing, and the result of simulation calculation is very similar. At the same time, this method can meet the product requirements, better than the traditional method. This method breaks through many points of attention of traditional bending forging, and forms a new mould design and bending billet making method.

**【关键词】**弯曲;制坯;DEFORM 仿真

**【Keywords】**bending; blank; DEFORM simulation

**【DOI】**10.36012/etr.v1i3.418

## 1 引言

随着工程技术的发展,中国页岩气开发进入了如火如荼的状态,对压裂泵的需求也越来越大。石油设备行业开发龙头企业生产的HH6000压裂泵,凭着先进的理念、先进的技术,获得了很多用户的青睐。在压裂泵的主要部件中,电机压盖是稳定大型直流电机的主要部件,受高应力、高震动影响,对性能要求很高。而电机压盖内部采用钢板制造,材料利用率低,成本高,力学性能一般。为满足设备对部件的要求,需要进行锻造电机压盖,以提高电机的稳定性。

## 2 工厂设备

工厂产品主要以单件小批量锻件为主,因此,主要设备为750kg空气锤1台、3T及5T电液锤各1台,而在自由锻锤上

进行大型弯曲件加工难度很大。

### 2.1 图纸分析

从图1可以看出,图纸上存在3个厚度,即两端厚90mm,弯曲中间厚125mm,最高点的对角距离为157mm。通过分析,该件是1个弯曲件,必须经过自由锻的弯曲工序,且存在3个弯曲部位,即中间部位及两侧部位。

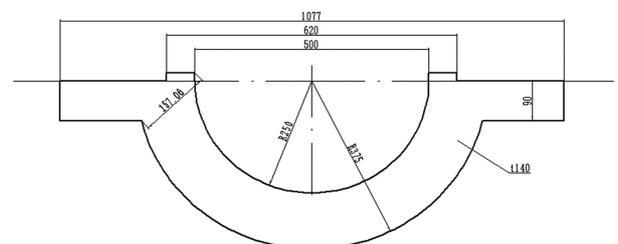


图1 零件图纸

坯料在弯曲时,弯曲区的形状发生变化;而变形区的内侧金属受压,容易产生折叠现象;外侧金属受拉,容易产生裂纹;随着弯曲半径的减小,弯曲角度增大的趋势越发明显。因此,弯曲时应该注意以下事项:当锻件有多处弯曲时,弯曲次序一般是先弯端部,再弯直线与弯曲部分的交界处,最后弯曲其余部分;弯曲前一般要在弯曲处预先聚集金属,或取比断面尺寸稍大的原坯料;最好仅限于对被弯曲的一段加热<sup>[1]</sup>。

## 2.2 传统弯曲件锻造

传统弯曲件锻造是通过制坯、分料、拔长、弯曲 4 个工序完成,但成型的弯曲件肩部倒角很大,不能满足图纸加工要求,因此,需要寻找新的模具设计及新的制坯方法。

## 2.3 解决措施

通过初步分析,只能在模具设计、制坯方法、成型规律研究及加热方式上寻找新的突破。

①模具设计。经过前期结构及材料成型规律的分析,最终选定了模具结构的方案,外形非使用面,不用加工,按照成品设计,其余部分模具按照预留 15mm 余量设计<sup>[2]</sup>。

②制坯设计。制坯的主要目的是在模具中使材料能够按材料的变形规律充满模具,从而使坯料满足图纸加工要求<sup>[3]</sup>。在制坯时应考虑弯曲部分加厚,在肩部倒圆位置进行材料填充。经过分析,需要在结构中的两侧凸台进行填料,即需要在两侧增加多余材料进行补充。根据这个原理,制定了制坯方案(见图 2)。

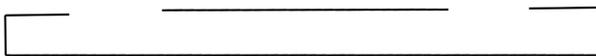


图 2 制坯方案

③加热。打破传统弯曲件局部加热的方法,采取整体加热的方法,整体弯曲,整体成型。

## 3 三维建模及仿真

三维建模采用 Solidworks 进行建模,装配完成后转换为 STL 文件格式,导入材料成型软件 DEFORM 进行材料仿真分析,灰色部件为上下模,黄色部件为坯料。模具和坯料的成型效果图如图 3 所示。

通过观察可以发现弯曲件两侧已能填满,坯料充型良好。载荷行程曲线显示 1900t,则应选定 5t 电液锤进行弯曲成型,以保证在两侧局部锻粗成型,在弯曲部位能够充满。

## 4 生产试制

根据上述模拟结果,选择模具设计方案及制坯方案,并选

择 5t 电液锤进行弯曲加工,经过弯曲加工,制得的产品如图 4 所示。

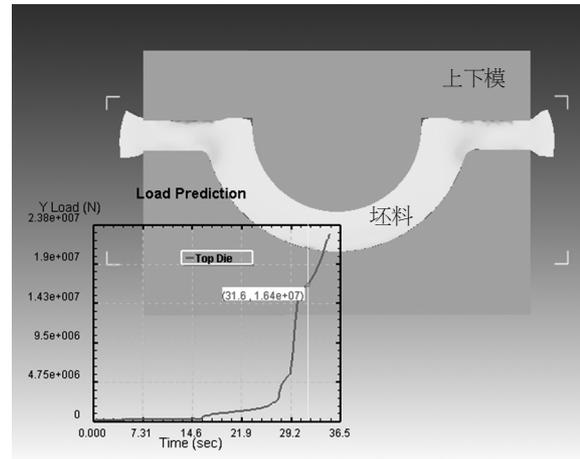


图 3 行程载荷图



图 4 生产实物图

## 5 结语

①通过 DEFORM 的材料成型分析,选定了模具设计方案及制坯方案,材料成型与仿真基本一致,说明 DEFORM 能够很好的模拟实际生产。

②通过对比分析材料成型效果及生产产品成型结果,成型软件能够很好地预测成型效果。

③新型的弯曲制坯方式不需要进行大台阶压凹操作,避免了制坯过程中产生的夹层缺陷。

④在大型多截面尺寸的弯曲件中,可以结合局部成型及制坯成型的复合成型方法达到同一锻件的多截面尺寸一次性成型。

### 参考文献

- [1]李传民.DEFORM5.03 金属成形有限元分析实例指导教程[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [2]吕炎.锻模设计手册[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [3]姚泽坤.锻造工艺学[M].西安:西北工业大学出版社,1997.