

模锻压缩机曲轴锻造新工艺开发

■ 罗天园, 王飞

1. 产品简介

我公司具有生产多种曲轴的经验, 重量范围普遍在100kg以下, 工艺多为卡压、终锻。但该四拐曲轴重达250kg, 长度为1500mm、且柄板尺寸落差达到240mm, 主轴颈为130mm。鉴于锻件外形的差别及重量, 与以往生产曲轴工艺将略有不同。锻件三维建模, 如图1所示。

2. 技术难点分析及工艺方案设计

(1) 技术难点 如前所述, 锻件重达250kg, 根据经验公式 $P=4F$ 计算打击力算的打击力约为200kN, 而我分公司16t模锻锤经过电液锤改造后打击力极限为190kN, 因此, 在打击力上存在一定欠缺, 锻件有难以打靠的可能性。

锻件柄板高度达到240mm, 且为锻件最大截面, 在选择坯料时必须要有足够大截面的坯料来满足柄板, 以利于柄板的充满。同时, 考虑截面小的部位经过大变形量后, 如何实现打靠。

锻件除去主轴颈及连杆颈外有大部分为黑皮, 不进行机械加工, 需要在工艺、工装设计时考虑尺寸精度、氧化皮去除问题。

锻件长度较大, 锻造完成后定会在一定程度的弯曲, 对于长度1500mm、单边只有5mm加工余量的锻件而言, 需严格控制弯曲。一旦弯曲超差, 将直接影响加工。

(2) 工艺方案设计 现有曲轴模锻工艺为流程: 下料→加热→卡压(16t)→锻造(16t)→切边→热处理→抛丸、探伤、打磨→检查。该类曲轴制定上述的工艺流程主要是因为曲轴锻件较小, 坯料可以在工装卡压腔内进行卡压变形, 坯料截面及长度按型腔尺寸发生变化得到了合理分配且操作较为简便。坯料移入终锻腔后, 可以和型腔很好的匹配。但本文中论述到的曲轴完全不同于该类小曲轴, 不能适用于上述工艺方案, 针对本锻件需制订新的工艺方案。

通过计算柄板截面面积, 加之相应料耗后可换算为 $\phi 200\text{mm}$ 的圆, 以满足有足够的坯料满足锻件最大截面, 同时考虑到锻件长度, 需要原材料达到一定的长度及成本的控制。

由于曲轴锻件各个截面面积变化较大, 选用的 $\phi 200\text{mm}$ 坯料在模锻锤上难以进行滚挤、卡压等制坯操作, 而选用 $\phi 200\text{mm}$ 坯

料后主轴颈部位存在大量金属, 多余的金属难以流到仓部, 极不利于锻件的打靠, 因此, 需采取相应的措施进行制坯。

针对氧化皮问题, 可再设计一个卡压型腔在卡压分料的同时去除大部分氧化皮。

针对弯曲问题设计专用的校正样板, 对锻件进行100%检查, 对于弯曲超差的进行冷校正并去应力退火。

本工艺方案中重点是如何实现坯料的制坯, 锻造工序常规的方法为自由锻制坯, 将坯料进行分料及进行拔长。同时考虑到资阳公司水压机生产大型曲轴的经验, 可考虑进行车坯。经过成本测算后, 车坯方式虽在料耗上较自由锻制坯多, 但整体成本上要低200余元, 且制坯质量更稳定, 在型腔中的匹配程度更好, 不易产生表面缺陷。

通过上述工艺方案制定了如下的工艺路线: 下料→车坯→加

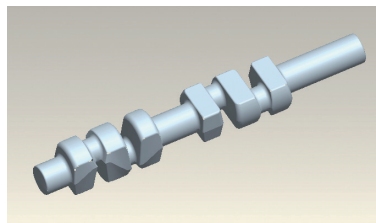


图1 锻件三维建模

热→卡压、模锻→切边→正火→抛丸、探伤、打磨→冷校正→去应力退火→抛丸→检查→入库，车坯如图2所示。

3. 工装设计

(1) 工装设计 依据工艺方案设计工装，采用长度2000mm、宽度1000mm、厚度480mm，材质为5CrNiMo的大模块。设计时通过计算，在去除型腔及锁扣面积后，分模面要有足够的承面积及强度保证锻模分模面不会打塌。

设计一个卡压型腔，卡压型腔用于将坯料进行拔长，同时在卡压时柄板部分坯料可以被压扁，以利于柄板充满，分料时产生的变形可去除部分氧化皮。

由于锻模较长，且锻件坯料集中在锻模轴向方向，因此在长度方向上工装发生错移的倾向更大，为防止锻模在长度方向上发生错移，设计了两个纵向锁扣从而进一步保证锻件的上下模尺寸精度。

锻件在打击过程中，坯料受到巨大打击力，受冲击而流出的金属必会对型腔周边产生摩擦及拉伤，为防止桥部发生塌陷及过分的拉伤损坏模具而对桥部做了加强设计。

在工装设计之初，通过与用户沟通而加大了模具局部圆角，圆角加大后降低了金属流动的阻力利于曲轴柄板充满型腔，同时可以有效提高模具的寿命，降低焊修频次及维护成本。工装三维建模如图3所示。

4. 生产试制

(1) 工装制作完成及坯料

准备好后，进行了小批量试制，锻件实物如图4所示，存在如下的质量问题。

车坯表面要过渡圆滑，表面粗糙度方面不得有太深的凹槽，若较深将影响锻件表面质量。

锻件在长度方向发生厚度不均，在锻件大端靠上差，小端在名义尺寸或达下差，若锻件存在弯曲将影响后续加工。

部分锻件长度方向一端存在充满欠缺现象，若充满情况较差将导致报废。

(2) 改进措施。车坯表面粗糙度可以要求操作者进行精细操作，不得形成严重的凹槽及刀痕。同时，要求加工完成后去除两端顶尖孔，避免因顶尖孔而产生缩孔。

锻件两端厚度不均，首先是由于两端初始坯料存在差异，一端料大、一端料小，导致锤头在长度方向产生一定扭矩，致使厚度不均。其次，设计工装之初将锻模键槽中心设计在了模具中心，通过修改键槽位置，使其更靠近大端，厚度不均的问题得以解决。

坯料在摆放入型腔后要注意在长度方向上摆放均匀，避免太靠近一端，否则将造成另一端缺料。

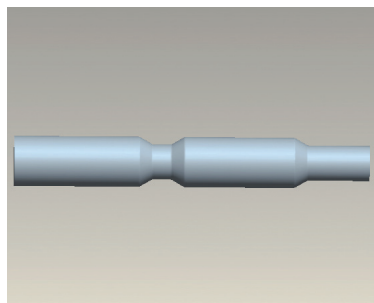
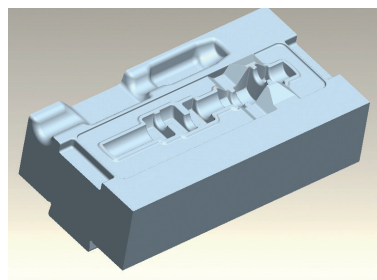
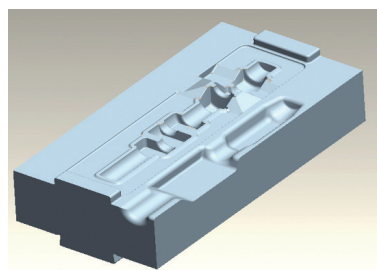


图2 车坯三维图



(a) 下模



(b) 上模

图3 锻造模具三维图



图4 锻件实物

5. 结语

通过该锻件全过程设计及生产过程的跟踪，更加深入了解了该类锻件的成形特点，及车坯工艺的优越性，为此类锻件的开发奠定了良好的技术基础。同时，该类大型轴类锻件的开发，有效验证了公司的设备潜能，为后续新市场的开拓奠定了有效的数据基础。

作者简介：罗天国，中车资阳机车有限公司锻造事业部。王飞，四川中车玉柴发动机有限公司。

MW 20161028