轴齿轮毛坯反挤压成形

青海康泰铸锻机械有限责任公司 （乐都 810700） 张海伟 白培静

图1所示为3048轴齿轮毛坯结构，主要应用大型拖拉机上。该产品的特点是内径小， 孔深比较大，通常采用锻造工艺方法进行生产，中心留有较多辅料，材料利用率低，机加工加工余量大。综上考虑，我公司采用16 000kN离合器式高能螺旋压力机成形，相比其他锻造设备，具有一次成形好，单边余量小，锻造辅料少，生产效率高，以及材料利用率高的优点。

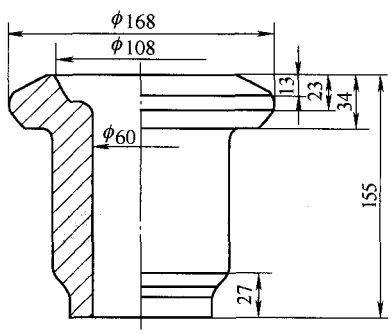

图 1

我公司使用的16 000kN高能螺旋压力机，系北京机电研究所研制，其工作原理兼具曲柄压力机、液压机及锻锤的性能特点，凸显高的成形能量。我公司经饼类、轴类锻件测试，此设备较适于成形高筋、正挤压法兰类、反挤压中空齿轮类锻件。设备采用圆柱和X型导轨双重导向，导向精度高，保证锻件成形时内外径同心度；且采用计算机控制，生产前预选各工步设备打击力、打击行程，保证生产时按规定的工艺执行，同时便于生产时冷却、润滑及夹持锻件；设备电动机功率较小，启动时电网冲击小，设备比较节能。

1. 产品介绍

该产品材质为20CrMnTi，实际锻造温度约为1100℃。由于该产品中心中空，热锻成形时，采用反挤压工艺可以在余量较小的情况下保证锻件成形。按锻造工艺计算变形力，反挤压时的挤压力$P=WP_1F_1$，温度与材料影响系数W选取1.75，最大挤压面积F_1为278cm^2，单位面积挤压力P_1=0.2MPa，变形力不超过设备公称压力的85%，本锻件选用设备为16 000kN离合器式高能螺旋压力机生产。

2. 生产工艺

（1）成形工艺 第一步，计算锻件产品体积。通过计算机作图造型，确定锻件实际体积，加上热烧损与辅料，确定选用ϕ 90mm×212mm作为该产品的材料尺寸。

第二步，反挤压前坯料成形。为使反挤压在一个合适的尺寸范围内顺利成形，应先对选定材料进行预镦，然后去除氧化皮等杂物，为反挤压成形打基础。

第三步，反挤压成形如图2所示。该产品孔深155mm，考虑如果一次性将孔反挤压成形，可能会产生凸模磨损严重及冲孔偏的现象。因此，经过我们多批次产品调试摸索，采用两道次反挤压成形，充分利用16000kN离合器式高能螺旋压力机静压力成形、保压作用，在其输出能量能够保证锻件在静压力作用下成形。同时，设备配备的上下顶出装置，保证了锻件出模斜度控制在3°以下，锻件单边余量少，利于机加工。经过预镦去氧化皮后，成形锻件表面质量较好，氧化皮垫伤被降低到最低程度，模具磨损慢，生产效率较高，轴齿轮毛坯实物如图3所示。

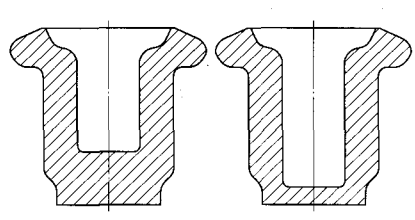

图 2

（下转第36页）

～64%的范围内，符合工艺要求。

经实践验证，选择的冒口合理，没有出现缩孔、缩松缺陷。

3. 操作要点

（1）造型和制芯生产控制　采用水玻璃砂造型。为防止铸件辐板及轮毂内孔处粘砂，保证铸件表面质量，砂芯外表面及外型圆角处采用铬铁矿砂。由于2#砂芯是阻碍铸件收缩的关键砂芯，其退让性差，将导致辐板裂纹，为提高退让性，砂芯内部采用石灰石砂。为防止铸件粘砂，造型、制芯时要捣紧砂型，铸型、砂芯刷醇基锆英粉涂料，涂料层厚度为0.6～1mm。造型、制芯完毕后进行烘干，型芯烘烤应充分，烘烤时间不少于8h，温度为200～250℃。

（2）为确保冒口的补缩效果，要控制浇注温度在1540～1550℃。钢液浇注至冒口高度1/3时，开始缓慢浇注，钢液液面达到冒口2/3时点浇冒口两次，并加入发热覆盖剂，从而实现良好的顺序凝固，保证组织致密。

（3）为防止大齿轮产生裂纹，应采取如下工艺措施：①降低铸件冷却速度，防止因铸件激冷产生裂纹，要求铸件在型内冷却时间>150h，然后才能开箱落砂。②大齿轮铸件简单清理型砂后，进行去应力退火，然后热割浇冒口系统，清理过程中严禁用重物碰撞清砂，防止铸件开裂。

（4）为消除铸件的内应力，减少铸件的裂纹缺陷，我们采取了两次退火措施，初步落砂后先带冒口入窑进行消除应力退火，退火工艺曲线如图3所示。铸件出窑清理，温度到150℃时带温切除冒口，然后进行第二次退火。

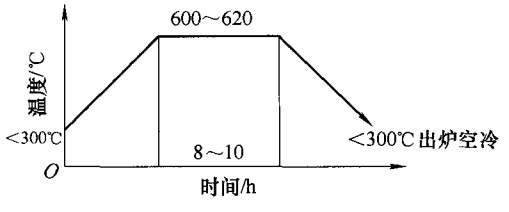

图3　消除应力退火工艺曲线

4. 检验

（1）铸件经过清整表面光滑，无铸造缺陷，未见裂纹，质量完全符合图样技术要求。

（2）冷加工工序完成后，表面组织致密，无铸造缺陷，经质量检测完全达到图样质量要求。

（3）经静平衡试验完全达到了技术要求。

5. 结语

通过对ZG35CrMo大型齿轮的铸造工艺研究，探索出生产大型合金钢齿轮的生产工艺，主要体现在以下几点：

（1）工艺设计充分考虑控制温度梯度，形成顺序凝固，满足补缩要求的措施和能力。

（2）操作过程充分考虑砂芯退让性，避免铸件收缩受阻而形成较大的内应力。对大型铸钢件，铸件易粘砂部位采用水玻璃铬铁矿砂，表面刷醇基锆英粉涂料，能有效防止铸件粘砂，保证铸件表面质量。

（3）注重铸件浇注后的残留应力消除，采取防止切割裂纹产生的措施，确保了合金钢铸件铸后不产生裂纹缺陷。 **MW**　（20120912）

（上接第33页）

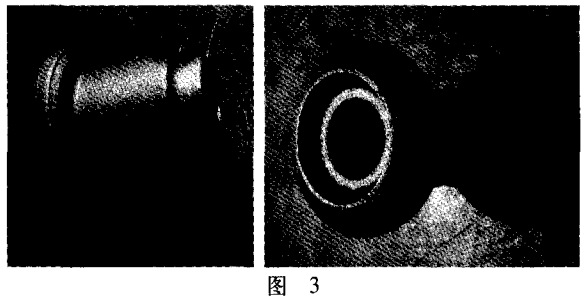

图　3

（2）润滑工艺　终锻型槽的润滑。轴齿轮毛坯产品属于细高类锻件，利用两次反挤压工艺成形，锻件在模具型腔中变形较大，反挤压成形距离长，金属材料在成形中变形抗力较大，如不加润滑剂时，模具磨损严重，凸模端头受力易形成“蘑菇头”形状，最终与锻件抱死，致使凸模及产品报废。在加入润滑剂后，此类现象不易产生，成形比较容易，模具损耗降低50%以上。

3. 结语

该产品在锻件品种中比较典型，采用离合器式高能螺旋压力机这类设备，可锻造成形普通模锻设备不易达到的深孔产品，具有明显的产品优势。同时采用此类设备锻造类似锻件时，对锻件生产厂家和机加工厂家的后续加工成品都是有益的。

MW　（20120903）