

煤机销轨锻造工艺设计优化

■ 潘海江, 韩海河, 宫显宇, 王志国, 秦伟

1. 概述

受矿山产业自动化发展趋势的影响, 采煤机驱动功率不断加大, 使其对主要承力部件销轨的力学性能要求越来越高。本次项目组开发的销轨锻件 (见图1) 拥有5个齿孔, 销排两端头带有较深耳部型腔, 且偏向一侧, 轨板与销齿为整体, 销齿截面为齿形曲线, 147mm等距排列, 与轨板垂直。

2. 工艺技术难点分析及措施

(1) 工艺技术难点分析
锻件两端双耳难充形: 按锻件图建立的三维实体得出质量为

100kg, 计算出包容体的质量为275kg, 锻件复杂系数为0.364, 属于S2级较复杂锻件。通过分析销轨锻件结构可知, 双耳偏向一侧, 且远离中心分布在两端, 致金属在双耳处不易流动和充满。

齿轨中心距精度高: 该项产品属于销轨式行走机构, 链轮在销轨上运行, 销轨上锥齿部分为配合面, 锻后不需加工。

分析可知, 此项销轨的齿轨中心距为 (147 ± 0.5) mm, 对于总长为867 $^{+3}_{-3}$ mm的锻件而言, 此公差带可谓非常苛刻, 对锻造收缩率的设计提出了较高要求 (见图2)。

锻件宽度精度高: 分析锻件

图可知, 锻件切边后宽度尺寸为186 $^{+1}_{-1}$ mm, 公差带只有1mm, 尺寸精度已达到精密级锻件要求, 对于凹 (下) 模制造及寿命也是一个较大的挑战。

校正冲孔工艺技术: 为实现五个方孔在锻造过程中成形, 项目组将校正冲孔工序合并设计, 但必须解决好切边后锻件定位准确和冲孔后锻件较好脱模的技术难点。

(2) 工艺技术难度解决措施
增加辊锻工序: 通过分析和计算锻件各截面面积, 齿形部分与两端双耳面积变化较大, 必须增加辊锻工序, 先将坯料中间部位辊细, 以达到毛边均匀分布。

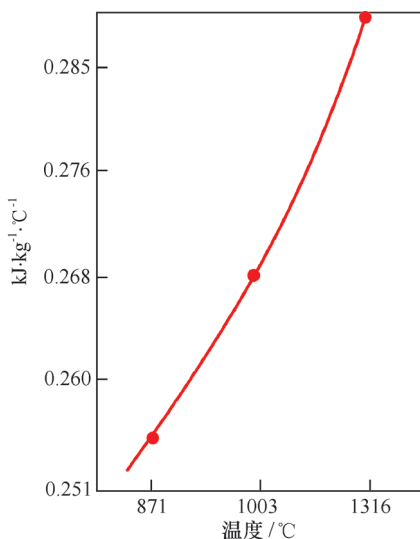


图7 铌合金Cb-129Y的比热容

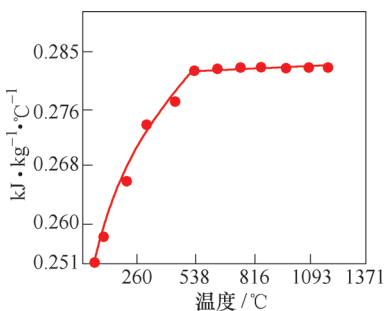


图8 铌合金Nb-752的比热容

作者简介: 李韵豪, 联系方式: 13709196753@163.com。

(待续)

MW 20161205

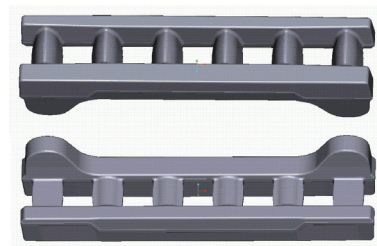


图1 销轨锻件实体

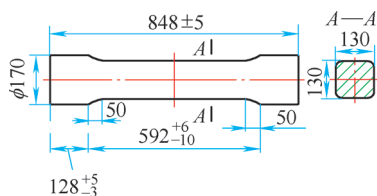


图2 辊锻毛坯

预锻工序增加定位：因销轨锻件双耳分布在两端，且偏向一侧，远离中心位置。因此，在锻造成形过程中，金属不易流动到双耳处，双耳不易充满模膛。对此，在坯料放入预锻模膛时，增加坯料定位，使得坯料尽量偏向双耳一侧，以便双耳充满模膛。

终锻收缩率选取及数值模拟分析：因锻件齿形为非加工面，需与链轮配合，齿轨中心距为 $147 \pm 0.5 \text{ mm}$ ，如热收缩率选取不当，直接造成废品。在终锻设计时，借鉴成熟的设计经验，通过计算机数值仿真分析，优化选取在宽度、厚度、长度方向的不同热收缩率数值进行设计。

凹（下）模刃口强化：切边后锻件宽度 186.9 mm 尺寸只能通过凹（下）模尺寸保证，在考虑刃口磨损设计的前提下，对刃口进行激光强化，以提高模具寿命。

改善冲孔机构：为实现校正、冲孔工序同步，主要采取以下措施：

第一，冲孔定位。冲孔时以锻件双耳进行定位，并在设计模具结构时，模具两端增加导轨，以免出现冲孔偏的现象。

第二，增加碟簧。在上模增加4组碟簧，滑块下行后，当活动板接触到锻件，碟簧慢慢压缩，积蓄能量。模具闭合后，滑块上行，碟簧释放能量，使锻件脱模（见图3~图6）。

3. 工艺流程及锻造工艺制定

（1）工艺流程 下料→加热（中频炉）→辊锻→预、终锻成形（PZS900f）→切边（20MN

压力机）→校正冲孔（20MN压力机，见图7）→技术检验→热处理→硬度检验→翘曲度检验→校直→表面清理→无损检测→终检。

（2）锻造工艺 计算下料规格。根据销轨锻件图，通过经验计算、实体造型及有限元分析得出下料规格尺寸为 $\phi 170 \text{ mm} \times$

$(680 \pm 2) \text{ mm}$ ，经小批（50件）生产验证，满足生产要求，已纳入工艺。

其一，加热。钢42CrMoA锻造适宜温度为 $1180 \sim 1220^\circ\text{C}$ ，工艺定制为中频炉加热，加热节拍55件/h，并用光学高温计进行抽检并做好记录，避免造成过烧或温度过低。

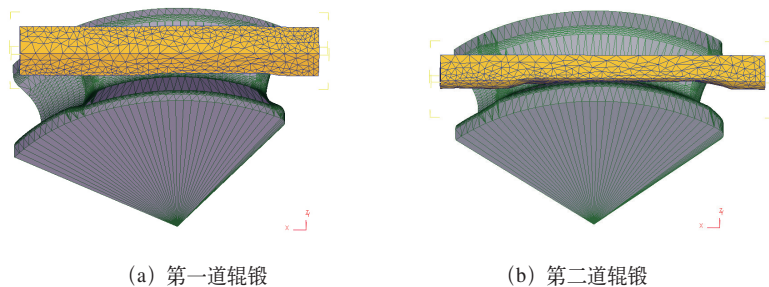


图3 辊锻模拟分析

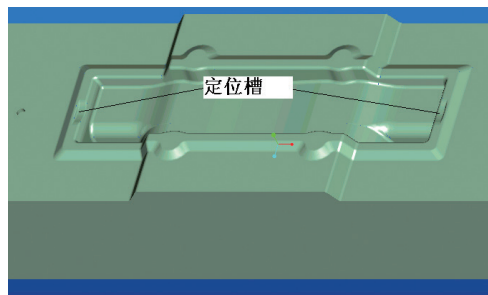


图4 预锻下模定位设计

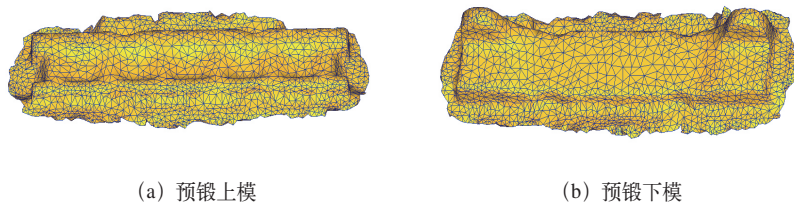


图5 预锻模拟分析

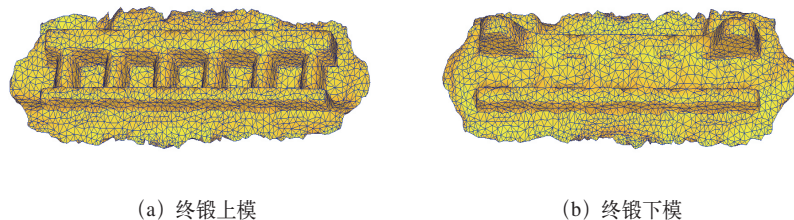


图6 终锻模拟分析

其二，锻造成形。根据模拟分析结果，辊锻两道次，预、终锻打击次数均为一次，避免多次打击情况下出现锻造缺陷。由于双耳为非加工，每次锻造完成后需先用风管对模膛进行彻底清理，然后再用石墨进行模具润滑冷却，防止因氧化物堆积造成双耳充模不完全。

其三，切边。锻件在160MN主机终锻后，由4号机械手进行转移到切边机上，切边机采用20MN压力机，直接完成切边过程。

其四，校正冲孔。锻件切边完后，落在1号小车上，小车运行后，将锻件转移到精整工序，6号机械手将锻件由小车转移带校正冲孔模内进行校正冲孔工序，工序完成后，6号机械手将锻件转移到传送链上。

(3) 热处理 锻件内在质量的好次主要决定于金相组织及力学性能，项目组依据原材料复

验报告单中的合金元素含量，确定锻件热处理工艺加热及保温参数，从而保证热处理质量。

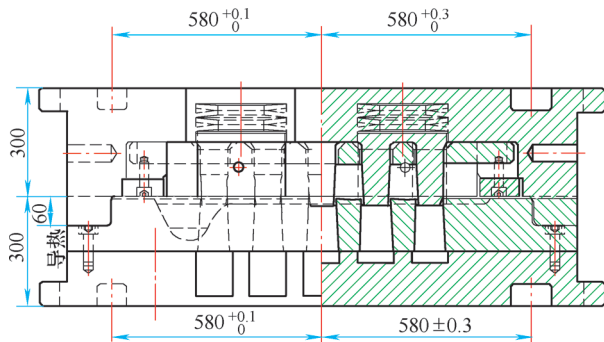


图7 校正冲孔模具结构

4. 结语

通过工艺试制及生产验证，煤机销轨的工艺方案及锻造工艺参数正确、合理，能够切实指导生产。试制所用的生产设备、工艺装备、检测仪器及检测方法能够保证产品的质量要求。生产的销轨锻件外观质量、尺寸精度、

力学性能等指标均满足设计标准。

作者简介：潘海江、韩海河、宫显宇、王志国、秦伟，内蒙古一机集团富成锻造有限责任公司。

MW 20161025

(上接第56页)

再继续送电。为了降低炉渣引入的C含量增加，需要增加渣量和渣密度。调整渣中 Al_2O_3 的含量可以增加渣密度，经试验分析渣中 Al_2O_3 为14%~28%时，炉渣的活性适合熔炼要求，此时炉渣也有一定的黏度，可阻碍炉渣中的C颗粒进入钢液。加厚炉渣可以减少增C量，但过厚的炉渣不利于钢液的熔炼。经工艺试验确定：脱S达标前，炉渣厚度应为90~150mm；脱S达标后，炉渣厚度应为130~190mm。

通过实施上述方案，第一炉钢液中的C含量稳定在0.038%以下。

第二炉控碳的注意事项与第

一炉一致。

第三炉钢液增C分析：第三炉钢液在精炼炉中调整成分，其最终C含量取决于废钢脱碳后的C含量；加入材料带入的C含量；电极和渣线的增C量。

第三炉钢液控C措施：通常电炉熔炼中吹氧压力 $<1.0MPa$ ，开吹温度为 $1550^{\circ}C$ ，为保证目标C含量，必须进行精炼处理。电炉熔炼完成后钢液中C含量为0.3%~0.5%。VOD+VD精炼后钢液中C含量为0.025%~0.040%，符合铸件化学成分要求。

按照以上工艺参数进行熔炼，葛洲坝叶片铸件C含量全部达标，满足厂家要求。

3. 结语

通过分析钢液中C含量增加的来源，制订出合适的工艺措施来降低钢液中的C含量，使之符合厂家的要求，合理优化工艺流程，针对不同炉次采取不同的控C措施，工艺流程达到最优，最终熔炼出C含量合格的超低碳不锈钢叶片。单工位三包熔炼超低碳不锈钢叶片钢液，不仅完成了葛洲坝项目的任务，还为以后单工位多包熔炼提供了宝贵的经验。

作者简介：肇晋、陶韬、谷云岭、段振伟、戴艳涛、高润贺、顾福岐，哈尔滨电机厂有限责任公司。

MW 20160820