

挖掘机引导轮铸造工艺方案优化

王慎田

山推工程机械有限公司 山东济宁 272000

摘要：中小挖掘机底盘铸造引导轮为单腹板结构，在挖掘机作业时会受到剧烈冲击，存在因冲击疲劳断裂或瞬间冲击过载断裂的风险。通过对引导轮铸造工艺研究，进行失效分析，进而提出一种新的铸造工艺优化方案，能够实现降低引导轮故障风险、提高引导轮使用可靠性的目标。

关键词：引导轮；铸造工艺；优化方案；可靠性

1 序言

随着我国机械化、一体化施工的不断发 展，带动工程机械产业规模逐年扩大，其中挖掘机是规模最大、最重要的板块，尤以中小挖掘机产品的需求增长更为明显，竞争也越来越激烈。另外，客户对于产品质量的意识也在不断提高，质量可靠、价格低廉的产品越发受到客户的青睐，其中引导轮作为挖掘机行走系统的重要组成部件，其性能可靠性变得更加重要。因此，解决引导轮存在的失效风险，同时开发出具有高可靠性结构的产品是客户和制造商共同的期望。

2 背景

目前，工程机械市场上广泛使用的中小挖掘机，其配套使用的引导轮结构以铸造式单腹板为主（见图1），但其使用性能的可靠性不稳定，故障率较高。特别是铸造结构样式，由于其铸造工艺固有的缺陷，如铸造砂眼、缩松和晶粒度不良等，更增加了这种结构不可靠性的风险，严重时会发生工作面断裂的情况（见图2），造成整机行走系统失效。另外，铸造过程中产生的缺陷会增大后续热处理产生裂纹倾向，给热处理工艺增加难度，造成成率低，成本居高不下。此次研究以提升铸造质量为目标，分析铸造过程中的各个过程，找到问题原因，并采取有效的改善措施，避免由于铸造工艺产生的缺陷。



图1 引导轮结构



图2 工作面断裂

3 现状分析及要因确认

通过对失效件采用要因图方法进行分析，引导轮由铸造原因引发工作面断裂的原因如下。

1) 铸造产生砂眼、气孔等缺陷（见图3），会导致产生潜在裂纹的风险。

现在铸钢式引导轮普遍采用水玻璃砂造型工艺，砂型在浇注前要求彻底烘干。为进一步提升铸钢件表面质量，面砂表面要刷涂料，以提升砂型表面强度，封闭砂型及砂芯表面空隙，改善浇注过程中冲砂引起的夹砂及砂眼产生。一方面，若砂型烘干不充分，会造成浇注过程中产生的大量气体无法及时排出，此外若浇注速度控制不合理，也会造成型腔内气体排放不及时而形成气孔。另一方面，砂型没处理干净或砂型强度低，小块砂在浇注过程中被钢液包裹至引导轮体或踏面处，车削加工时砂被释放而形成凹坑。再者，修型不彻底、砂型表面浮砂而导致铸造麻坑。以上几种情况均会使引导轮形成潜在的失效风险，需要解决。

2) 工作面厚度尺寸过小。

工作面位置厚度尺寸与中间部位相比, 厚薄差别悬殊, 钢液在该位置冷却速度过快, 易产生应力裂纹(见图4)。

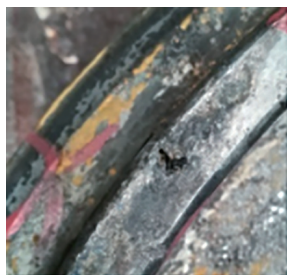


图3 砂眼缺陷



图4 应力裂纹

4 改进方案

(1) 铸造工艺改进方案 砂眼和气孔等缺陷采取改进措施如下。

1) 适当增加砂型烘烤至2~3遍, 避免潮湿气体残留。

2) 控制浇注速度, 标准化每包合理浇注时间及末包浇注温度。

3) 在浇注过程中, 可改用小包浇注, 做到平稳, 防止冲砂。

4) 优化混砂配比, 降低砂型的表面粗糙度值, 提高紧实度。

5) 刷涂料时涂刷要均匀。

6) 每炉次钢液出炉前进行测温, 将钢液温度控制在1550~1650℃后再进行浇注。

7) 加强生产过程中产品质量的检查力度, 设专职造型检查员。

(2) 铸造结构设计改进 由于轮体踏面外边缘薄, 中间部位较厚, 且厚薄变化过于悬殊(见图5), 使得此处铸造过程中冷却速度过快, 外边缘与中间部位的体积收缩不同, 因此容易产生裂纹及缩松(见图6)。在热处理加热过程中, 由于工作面位置壁薄, 透热性较好, 当中间壁厚位置加热到所要求的温度830℃时, 其明显薄的工作面位置处的温度会变的更高, 这样使得铸件局部过热, 在冷却过程中较快的冷却速度也容易产生裂纹, 或发生过烧现象而产生裂纹, 这种裂纹为锯齿状分布, 并伴随有表面马氏体组织较粗大而沿晶开裂(见图7)。此外, 通过建立力学-数学模型分析, 踏面部可看作悬臂梁模型, 轮体踏面部在机器工作时受到

载荷作用, 会产生反复变形, 易导致疲劳断裂。因此, 加厚踏面尺寸, 可以有效地缓解甚至消除疲劳破坏。经过有限元分析计算可得: 引导轮体适当加厚5mm, 则最大变形量仅为更改前的82.1%, 同时能够减缓厚薄过渡程度, 减缓钢液在薄壁位置的冷却速度, 进一步改善浇注工艺性, 提高钢液的流动性及补缩能力。

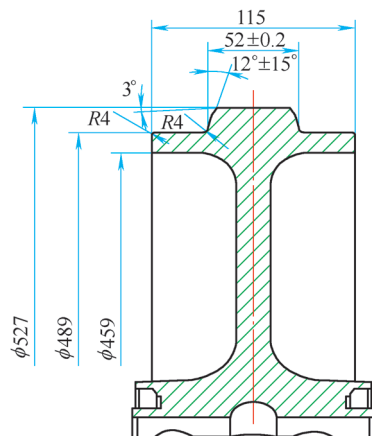


图5 轮体踏面



图6 缩松缺陷

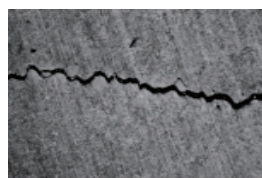


图7 沿晶开裂

5 实施效果

经过在国内一家知名引导轮制造企业分阶段实施上述改进方案, 当铸造工艺改进方案实施后, 引导轮体的铸造不合格率由12.98%降到3.46%, 进一步实施铸造结构改进方案后, 不合格率进一步降低到0.49%以下, 甚至一些铸造生产批次实现了不合格率是0的质量状态。经过两次改善方案的实施, 降低了损失, 节约了制造成本, 同时提升了生产效率, 取得了良好效果。

6 结束语

本次研究解决了挖掘机单腹板铸钢式引导轮铸造成品率低的问题。同时, 通过数学模拟分析进一步优化了铸造设计尺寸, 并最终通过应用至实际生产制造中, 验证了改善方案的正确性及可靠性, 对铸钢式引导轮制造行业具有一定的指导意义。

MW 20210326