

履带板连接销孔拉断的分析与控制

煤炭科学研究总院太原研究院 (山西太原 030006) 韩斌慧

【摘要】 针对某型履带板连接销孔处断裂现象的断口特征分析,认为主要源于铸造产生的冷隔缺陷,并从铸造工艺及磁力探伤工艺方面进行了分析,并辅以穿铜棒的方法,完善了磁探工艺,突出了对关键部位的检测,有效地避免了该现象的重复发生。

某型掘进机履带板在使用过程中,频繁出现连接销孔被拉断现象,且多数断裂件的断裂部位、形态极其相似。断口形状呈液体初流动时的形状,单侧凸面光滑,边缘呈圆角。问题出现后,首先就履带板工作过程中最恶劣的工况进行了 ANSYS 有限元模拟,并就铸造选材、零件受力等,在重负荷条件下进行了多次严格的试验,发现设计结构具有较大的安全裕度。随后跟踪了铸造过程各个环节,最后把产生断裂失效的主要原因归结于铸造过程造成的冷隔缺陷,严格规范了铸造设备及工艺。同时对磁力探伤的方式进行了完善,减少了连接销耳部漏检的几率,基本上避免了类似现象的重复发生。

一、履带板产品图及铸造工艺方面的改进

1. 履带板三维实体图

图1是由 SolidWorks 完成的该型产品的三维实体模型,该件由某种成分的铸钢材料采用砂型铸造成型。设计中材料选材合理。根据铸件结构,充分考虑了浇注过程中的流动性问题,同时尽可能做到了壁厚

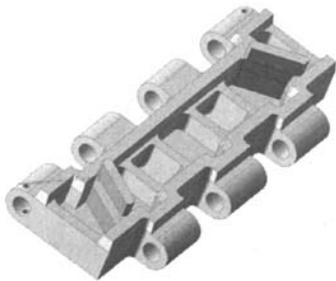


图1 某型履带板三维形体

的均匀过渡。

从图1中可以看到,7处连接销耳确为结构中最薄弱的环节,图样要求壁厚不得 $<9\text{mm}$,铸造后不经机械加工,直接装入连接销轴后连接成整条履带链。设计时根据载荷情况,以及考虑到地面坑洼不平造成的局部过载,并考虑足够的安全系数,进行了有限元分析及仿真,各部强度足够。

2. 断口典型特征及原因分析

通过对掘进机使用过程中多次出现的连接销孔被拉断现象,进行断口目测分析发现:金属液充型后,在金属液的交接处融合不好,断口部位光滑呈圆角。后通过了解外协厂家的工艺过程发现,连接销耳在浇注时恰好处于远离补缩通道的最边缘部位。该现象符合冷隔的典型特征,究其原因主要有以下几个方面:

(1) 浇注系统设计不合理,内浇道的位置不当,横截面积过小,数量少。直浇道的高度低,液体金属压头不够。

(2) 由于金属液的数量不够,或因跑火等原因,造成浇注中断。

(3) 金属液在型腔的流动受到阻碍。

3. 铸造工艺的改进

针对上述现象及原因分析,经与铸造工艺人员多次沟通论证后,采取了如下工艺措施进行控制:

(1) 使用了精炼炉熔炼,以提高钢液质量。

(2) 造型操作更加细心,合箱时压好箱,用泥抹好造型分型面,防止跑火。提高型砂的透气性,适当设置

出气冒口,使型腔的气体顺利排出。

(3) 严格按照熔炼工艺操作,从而严格控制浇注温度,防止液态金属氧化,提高出炉温度,增加金属液的流动性,浇注过程中不得断流。

(4) 合理地布置浇注系统,增加内浇道的截面积,增加内浇道数量或改变铸件的浇注位置,使连接销耳处容易充型。

(5) 改进了溢流片的结构及布局,加高浇口杯,提高液体金属的压头。

通过上述措施,从工艺上有效地避免了冷隔,有助于提高浇注质量。

二、磁力探伤工艺的改进

1. 原始磁力探伤工艺

产品设计图样要求100%进行磁力探伤检查,但并未指定关键探伤部位,操作者在探伤机上采取夹持两端的方式进行充磁,利用剩磁法完成随后的检查过程。该方法工艺简单,操作方便,但因各销耳跨距较大,造成磁力线不规则,故而无法精细检查连接销耳部的缺陷,容易出现销耳部裂纹的漏检。为此我们详细研究了铸件的结构形状,结合磁力探伤的原理进行了探伤工艺方面的改进。

2. 磁力探伤原理

检测时将工件置于磁场中进行磁化,磁化后工件无缺陷部位的导磁率无变化,磁力线的分布是均匀的,如图2所示。工件有缺陷部位,则由于裂纹、气孔等缺陷,其本身的导磁率远小于工件材料,即缺陷部位的磁阻很大,阻碍磁力线的通过,于是磁力线只能绕过缺陷而弯曲。当缺陷位于工件表面及近表面时,磁力线不但在内部产生弯曲,而且还有一部分磁力线因绕过缺陷而逸出工件表面,暴露在空气中。磁力线从一端到另一端的磁力线也形成一个小磁场,称为漏磁场,如图2中所示的S-N磁场。如果在工件表面撒上导磁率很高的磁性铁粉,或浇上铁粉悬浮液,则部分铁粉就会被缺陷部位产生的

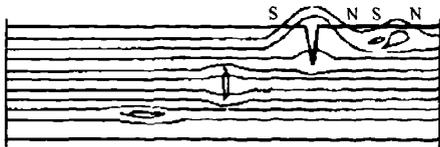


图2 磁力探伤原理

漏磁场吸附,从而显示出缺陷。

3. 磁探工艺的改进

综合考虑到成本、可行性等因素,探伤手段仍然以磁粉探伤为主,100%进行磁探。针对销耳处多次拉断现象,增加了工艺铜棒,铜棒属于非铁磁性材料,通电后,磁力线沿销耳周向闭合,垂直于磁力线方向的裂纹很容易被发现(原理如图3所示)。使得销耳部位成为探伤的主要关注点,改变了以往整体充磁方式造成的漏检现象。并且增大了充磁电流强度(一般控制在1500~2000A),对于其他非重要部位,因从未出现过断裂现象,主要靠目视检查的方式,改进后的探伤工艺系统如图4所示。另外,我们还就现场检查出的一缺陷件进行了剖分检查,证明该工艺方法完全满足工艺要求。

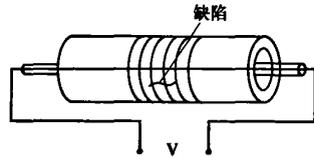


图3 穿芯棒周向充磁原理

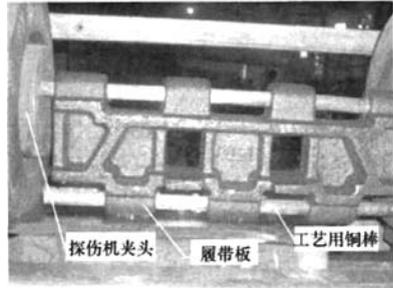


图4 销孔穿铜棒探伤工艺系统

三、结语

履带板是掘进机行走装置中主要的承力部件,连接销耳是履带板中最大的受力部位,但却是最薄弱的环节,其铸造质量的好坏直接影响掘进机的性能,因此对铸造质量的判断是所有环节中的重中之重。实际工作过程中,通过简单的增加一根工艺铜棒,即产生了事半功倍的效果。该工艺方法,单件测试成本很低,省却了射线探伤昂贵的费用,对于检测铸造质量,以及保证产品工作稳定具有重要的实用价值。MW

(20090408)