WK-20 铲杆重复开裂原因分析及检修工艺

Analysis of the Causes and Repair Technology of Repeated Cracking of WK-20 Slug

张永强 王占军 潘雷雷 马波

Yongqiang Zhang Zhanjun Wang Leilei Pan Bo Ma

神华准格尔能源维修中心机修车间
中国·内蒙古 鄂尔多斯 010300
Shenhua Zhungeer Energy Maintenance Center
Machine Repair Workshop,
Ordos, Inner Mongolia, 010300, China

【摘要】由于铲杆局部重复开裂已无法正常工作,为了节约成本,保证生产正常运行,对铲杆重复开裂进行原因分析并制定检修工艺。文章阐述铲杆重复开裂原因分析及检修工艺,为以后铲杆的焊修积累宝贵经验。

【Abstract】Because of the local repeated cracking of the shovel bar, it can not work properly. In order to save costs and ensure the normal operation of the production, the cause of repeated cracking of the shovel rod is analyzed and the repair process is worked out. This paper expounds the cause analysis and repair process of the repeated cracking of the shovel rod, and accumulates valuable experience for the welding repair of the shovel rod.

【关键词】坡口制备;装备定位;碳弧气刨;超声波探伤仪;

【Keywords】groove preparation; equipment positioning; carbon arc air gouging; ultrasonic flaw detector

【DOI】10.36012/etr.v1i3.421

1 引言

目前, WK-20 电铲在神华露天煤矿的主要开挖中担负着重要的生产任务。该设备的技术特点是齿轮架推力大, 切割有力, 效率高, 齿轮转动硬, 齿轮寿命长。WK 系列挖土机是公司研制的大型露天开采设备。在矿山挖掘机的设计、加工和生产方面积累了多年的经验, 采用了大量国内外先进技术, 可用于大型露天煤矿、铁矿、有色金属矿石的剥离、组装。电气系统采用了以 PLC 为控制核心的整流、反馈式公共直流总线变频调速系统, 以及上面监控、现场总线、变频调速的三级控制系统, 具有以下特点: 电网不受干扰, 允许电压波动范围大, 功率因数高; 具备优化的采矿特性, 自适应“主控”的特点; 同时, 电铲具有自诊断、性能显示、功率测量等功能。该系统技术先进, 运行可靠, 传输效率高, 可靠性低。具体参数如表 1 所示。

表 1 电铲主要性能参数

主要性能参数			
标准斗容/m ³	20	主电机功率	2×560kW/690VAC
斗容范围/m ³	16~34	最大挖掘半径/m	21.02
提升速度/m/s	1.58	最大挖掘高度/m	13.58
推压速度/m/s	0.54	最大卸载半径/m	17.50
行走速度/km/h	1.08	最大卸载高度/m	9.07
最大提升力/kN	1540	挖掘深度/m	1.64
最大推压力/kN	745	工作重量/t	731
最大爬坡角度/°	13	理论生产率/m ³ /h	2400

2 铲杆重复开裂原因分析

以往的焊接可以在一定程度上解决铲杆开裂的问题, 但由于焊接人员技术水平的差异, 焊接工艺的不合理以及其他一些无法克服的原因, 使得焊接质量始终得不到保障, 铲杆的开裂得不到根本解决。随着设备使用寿命逐年增加, 设备开始老化, 加上点检不在位, 导致铲杆局部反复开裂。而反复焊接会导致金属颗粒、组织硬化和塑性韧性迅速下降, 综合力学性能不能满足电铲的工作要求, 修理率的提高严重影响了设备的调度率和产量。

另外, 铁锹本身的结构和材料也存在问题。结构中有较多的纵筋, 裂缝接近纵筋, 材料强度高, 韧性不足, 复焊性能差。在维修过程中发现铲杆原有焊缝上有较多的孔, 大大降低了铲杆的使用寿命。在铁锹操作过程中反复装卸岩石, 铲杆的拉伸应力接近铲杆钢板本身的极限力, 在铲杆开裂严重时会产生变形和断裂。

设备不能正常工作, 严重影响了剥离的输出。本机修铆接焊接班制定了完整的维修流程, 并顺利完成了任务。下面是叉杆焊接工艺的全过程。

3 焊前准备

根据焊件母材和焊接量, 选择焊机型号为 Miller Dimen

Sion.TM.812,焊丝型号为 TM-771 和 Shield-Bright 309L,电焊机型号为 ZX-630。

①焊前清理。清理铲杆开裂部位附近油污及杂质,需更换的部位要清理出金属光泽,其他部位将大油清理干净。清理主要利用氧气乙炔火焰进行烘烤,要移动烘烤,不能定位烘烤,以免温度过高,改变母材组织性能。一般温度控制在 130°C 以下,烘烤后用抹布将其擦拭干净,以便对后续工作做出一个良好铺垫。铲杆开裂的情况如图 1 所示。

图 1 铲杆开裂情况

②定位铲杆。铲杆在下铲时存在变形情况,主要是由于铲杆前后的档距不同,一侧为 1800mm ,另一侧为 1775mm 。相关人员应首先校正铲杆,利用 60t 千斤顶将尺寸小的一侧顶开,焊接一根直径 $D=100\text{mm}$ 长度为 1800mm 的圆管;其次,在更换板的附近再撑一根圆管,尺寸与前一根相同,防止切割旧板时二次变形。具体情况如图 2 所示。

图 2 铲杆校正、顶杆位置

③打点划线切割。根据铲杆的开裂情况,对铲杆进行局部钢板的更换。更换部分主要是铲杆的立板和顶板,数量各为两件。切割的顺序是先切割立板再将保险牙去掉最后切割顶板,具体位置情况如图 3 所示。

图 3 杓杆基准线的位置和板切割的情况

④新板的选择和坡口制备。根据旧板的材质选择 Q420, Q420 是一种低合金高强度结构钢。Q235 的抗拉强度是 235MPa ,而 Q420 的抗拉强度是 420MPa ,Q420 的抗拉强度比 Q235 高很多。因此,Q420 具有高强度、良好的抗疲劳性能,高韧性和低的脆性转变温度,良好的冷成型性能和焊接性能,较好的抗腐蚀性能和一定的耐磨性能。Q420 适应于电力铁塔、各类起重吊车、重型汽车、石油井架、高温风机、大型电铲、自卸车及钻机、煤矿液压支架、钢结构等。板材的抗拉强度为 σ_b 为 $520\sim 680\text{MPa}$,伸长率 $\delta_5 \geq 18\%$, $A_k \geq 34\text{J}/\text{cm}^2$ (温度 20°C),盖板壁厚 $\delta=70\text{mm}$,立板板厚度 $\delta=40\text{mm}$,开单 V 形坡口,坡口角度 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 。利用碳弧气刨修理破口,将坡口刨平滑。使用气刨时应注意碳棒直径与电流的关系 $I=(35\sim 50)d^{0.4}$,碳棒的直径根据工件板厚来选择,此铲杆选择的碳棒直径为 $8\sim 10\text{mm}$,碳棒的伸出长度为 $80\sim 100\text{mm}$,太长的碳棒易烧损且风力不足,而碳棒太短易烧损气刨枪。碳棒与工件的倾角控制在 $25^{\circ}\sim 45^{\circ}$,电弧长度一般在 $1\sim 2\text{mm}$ 。对压缩空气的要求一般在 $0.4\sim 0.6\text{MPa}$,刨削的速度一般在 $0.5\sim 1.2\text{m}/\text{min}$ 较为合适。对于圆筒形工件的刨削速度慢些为好,因为圆筒形工件刨削需要不断地变换气刨枪的角度。在刨削中若出现夹碳、粘渣、铜斑、刨槽的尺寸和形状不规则等缺陷,要停下来清除缺陷后再刨。

用角磨机和角刀对制好的坡口进行打磨,让坡口的大部分露出金属光泽。同时,为利于盖面焊接,减少焊接缺陷,还要打磨坡口两侧约 100mm 。立板和盖板的尺寸如图 4 所示。

图 4 立板和盖板的尺寸

⑤制作拉筋,需制作条形拉筋 2 件、圆弧小拉筋 2 件,如图 5 所示。

图 5 拉筋的制作

4 装配新件定位焊接

装配的顺序为先装立板,再装筋板,最后装顶板和保险牙。装配的注意事项为新板的装配一定要与未更换的旧板在一个平面,这样可以减少应力集中。装配的过程如下。

①先装立板,利用吊车将立板吊起进行组对,如果在放置过程中无法顺利组对,利用气刨或气割进行修理,保证组对的质量。组对中,间隙控制在 2~5mm,保证焊缝可以焊透,进行定位焊接。组对过程如图 6 所示。

②改造加强部分。在立板内外焊接完成后,在箱体内部增加横向拉筋(见图 7),以提高箱体的抗拉强度,增加使用寿命。

图 6 立板的组对

图 7 横向拉筋的位置

③顶板的组对焊接。组对的要求与立板基本相同,不同的地方是在组对前将铲杆另一侧的立板进行坡口制备,角度为 30°~35°。待顶板焊接完成后,进行保险牙组对,组对要点是齿条的牙间距要接近相同或略大一些,但不能小。顶板组对情况如图 8 所示。

图 8 顶板的组对

5 焊接工艺

焊接分两部分,一部分是结构钢的焊接,利用焊丝型号为

TM-771 进行焊接。另一部分是铸钢保险牙的焊接,焊丝型号为 Shield-Bright 309L。

5.1 结构钢的焊接

①用电热板预热边坡,预热的目的是提高焊缝的初始温度,降低焊缝的硬化倾向和裂纹倾向,对焊接的微观结构没有明显影响。为了防止脆性组织在高温下生成,预热温度不应过高,温度应控制在 130~150℃ 之间,预热必须贯穿整个焊接过程,环境温度一般不小于 5℃,过高的预热温度会降低韧性^[2]。

②多层、多对对称焊接。两边的对称必须同时焊接,这是为了使两边的应力均匀,减少焊接变形。

③保护 CO₂ 气体焊接的焊接方法具有生产效率高、焊接变形小、能耗低、应用范围大、耐锈性强、操作简单、焊接组合成本低、飞溅大等优点。控制喷射应选择合适的焊接参数,选择芯焊丝和低碳焊丝,控制焊枪角度^[3]。

使用焊接设备为 Miller Dimension.TM.812, 焊丝型号为 HOBARTTM-771Φ1.6 药芯焊丝。焊接参数如表 2 所示。

表 2 结构钢焊接参数

焊接层数	焊丝直径/mm	电压/V	电流/A	气体流量/(L/min)	焊接速度/(M/min)
打底	1.6	25~27	180~210	15~20	0.2~0.25
填充	1.6	27~29	210~250	15~20	0.25~0.3
盖面	1.6	27~28	180~210	15~20	0.2~0.25

5.2 铸钢保险牙的焊接

焊接的要求与结构钢焊接基本相同,不同处是预热温度较低,一般为 60℃,而且预热不需要贯穿整个焊接过程。焊丝型号为 Shield-Bright 309L。焊接参数如表 3 所示。

表 3 铸钢保险牙焊接参数

焊接层数	焊丝直径/mm	电压/V	电流/A	气体流量/(L/min)	焊接速度/(M/min)
打底	1.6	27~29	200~210	25~25	0.25~0.3
填充	1.6	29~31	210~250	25~25	0.3~0.35
盖面	1.6	28~29	180~210	25~25	0.25~0.3

不锈钢焊丝的焊接要严格控制层间温度,温度控制在 100℃ 以下。焊接过程中,首先在坡口面上下两侧堆焊一层过渡层,再由坡口两侧向中间逐渐焊接。采用多层多道焊,每焊一层利用气动风铲进行消应力和降温。

6 焊接中的注意事项

①焊接时,在每一层焊接后,必须用风铲清洗炉渣。如果气孔或炉渣过多,则应停止焊接,并使用空气刨床清洗气孔和炉渣后,继续焊接。焊接时要注意放置加热板,防止灼伤和电击。

②禁止焊工在边坡附近和基材上弧焊。电缆必须绝缘良好,避免短路损伤焊接体,同步每对对称焊缝。结构钢焊缝应采用狭窄的焊接通道,多层焊接,层间温度控制在 200℃ 以下,焊接过程中要严格控制预焊预热温度和层间温度^[4]。

③第一层焊接时,必须连续通过。盖上盖子时,必须控制咬边,以确保焊缝的质量。不要停留在焊接的中间,并安排工作人员在一定的时间轮流更换,直到一对焊缝完全焊接。

④焊接完成后,应保持焊接的温度。温度一般控制在 200~250℃,时间控制在 4~5 小时之间。如有必要,需进行热脱氢处理^[5],焊接后立即对焊接的全部或部分进行加热和保温,使其缓慢冷却,并使氢气逸出。后热的目的是让氢的扩散完全脱离关节,防止冷裂纹的焊接。加热温度一般为 200~300℃,绝缘时间一般为 2~6h。

⑤对焊缝的外观和超声波损伤探测器的内部使用进行检测,修理或焊接不合标准的零件。同时,去掉一些未使用的桌子工具,使焊接接头光滑。

铲杆焊修完毕情况如图 9 所示。

图 9 铲杆焊修完毕情况

7 结语

在铆接焊接班全体人员的共同努力下,WK-20 叉刀成功完成。运行半年以上,至今未发现裂缝,工作条件良好,为今后类似结构的焊接提供了真实有力的参考。

参考文献

- [1]刘云龙.焊工(初级)[M].北京:机械工业出版社,2019.
- [2]英若采.熔焊原理及金属材料焊接[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [3]刘云龙.焊工(中级)[M].北京:机械工业出版社,2015.
- [4]陈祝年.焊接工程师手册[M].北京:机械工业出版社,2002.
- [5]戴建树.焊接生产管理与检测[M].北京:机械工业出版社,2004.