

矿用挖掘机检修维护作业标准研究与应用

王晋岩, 何铁牛

(太原钢铁(集团)有限公司 代县矿业有限公司, 山西 代县 034207)

[摘要] 本文阐述近年来作者对矿用挖掘机现场检修维护作业标准应用与研究, 分析挖掘机现场检修维护作业的重要性, 研究挖掘机在各种条件下的现场检修维护作业标准与理论差异, 总结现场检修维护作业标准关键程序, 延长了矿用挖掘机关键部件的使用寿命, 解决挖掘机检修维护故障频繁发生的技术难题, 杜绝挖掘机检修维护人身伤害事故发生, 保证挖掘机检修维护安全、高效及稳定的运行, 获得良好的经济效益, 将在太钢矿山推广。

[关键词] 矿用挖掘机现状; 挖掘机检修维护标准制定与研究; 预防措施

[中图分类号] TD67 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1003-8884(2021)05-0047-05

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.05.011

0 前言

峨口矿是太钢集团主要铁矿粉原料基地, 采矿厂分为西南、西北、东南、东北四个采场, 相距 8~15 km, 矿用挖掘机是采矿主要生产设备, 它属于矿用机械正铲式单斗挖掘机, 主要用来采掘经过爆破后的矿岩产品, 也被广泛用于大型水利建筑工程中土石方的挖掘工作。峨口矿用 10 台型号为 WK-4A 的矿用挖掘机, 担负 800 万 t/a 铁矿石、2 900 万 t/a 废石采掘铲装任务。挖掘机是矿岩采掘主要设备, 而挖掘机在检修维护过程中, 经常发生重复性检修、检修质量和检修安全事故, 因此挖掘机首要管理任务是如何提高检修效率、降低检修重复率、杜绝检修质量和检修人身伤害事故, 即如何实现挖掘机检修维护标准化, 更好提高挖掘机综合效率, 而挖掘机检修维护时间占挖掘机总日历时间 39.57% 左右, 而挖掘机总费用的 42.67% 左右是检修维护消耗备件与材料, 因此对挖掘机检修维护作业标准研究与应用可以提高检修效率, 降低检修重复率, 杜绝检修伤害事故, 提高挖掘机综合效率和备件使用寿命, 降低

挖掘机的铲运故障和采掘成本, 现在峨口矿用挖掘机采掘效率为 218 万 t/a、作业率 61.79%, 在国内矿山行业属于较高水平。

1 峨口铁矿矿用挖掘机简介

挖掘机即机械式电动挖掘机是利用齿轮、链条、钢丝绳、滑轮组等传动件传替动力的单斗挖掘机, 其生产已经有百年历史, 目前所生产最大斗容已超过 50 m³。中小型用柴油机或柴油机+电动机驱动, 而大型采用电动机组, 由外部输入电能驱动。是现代各种露天矿主要采掘设备, 挖掘机铲斗刚性固定在铲杆上, 由钢丝绳将其拉入到要挖掘的矿石中, 只能在一个方向作强制的圆弧运动, 而不是按所挖掘的构成进行工作, 因此无法使铲斗跟随矿层。挖掘机只能在一个方向发挥其挖掘力, 因此其工作装置的重量必须很大才能抵抗住其挖掘力, 为与之平衡, 机身的重量也相应的增加, 因此机械式挖掘机整机重量较大。

WK-4A 矿用挖掘机是多电机独立驱动的单斗正铲式机械挖掘机, 采用单梁挺杆式起重臂, 双斗杆齿条推压机构和少支点的履带行走机构。由工作装置、上部机构、回转支承和行走机构等部分组成。靠电气控制系统和气压操纵系统完成整机的各种运动并实现采掘及装载作业。其中推压、提升、回转和行走机构的传动部分均采用渐开线圆柱齿轮、圆锥齿轮和齿条传动。挖掘机主要的传动齿轮和轴类采用高强度的铬锰硅钼合金铸钢和铬锰硅钼合金锻钢,

[收稿日期] 2021-05-22

[作者简介] 王晋岩(1979-), 男, 山西代县人, 工程师, 大学本科, 主要从事采矿设备技术管理工作, 现任太钢集团代县矿业有限公司峨口矿采矿主管工程师。

[引用格式] 王晋岩, 何铁牛. 矿用挖掘机检修维护作业标准研究与应用[J]. 有色设备, 2021, 35(5): 47-51.

在部分零件中还使用了镍合金。减速机的箱体、箱盖、支架等零件均采用高强度炭素铸钢、球墨铸铁或焊接结构。所有焊接结构件中的主要零件均采用焊接性能良好的低合金高强度钢板制造(如16Mn)。环形轨道、行走伞齿轮、推压大齿轮、提升卷筒大齿轮等都采用了中频淬火的热处理工艺,以便得到较深的淬硬层来提高使用寿命。斗齿、斗前壁、斗底弯梁、斗提梁、履带板等易磨损的零件采用经过水韧处理的高锰钢铸件,各种备件均在国内生产。

2 矿用挖掘机检修维护作业标准制定与应用

2.1 确定挖掘机铲斗提升钢丝绳更换周期

根据挖掘机铲斗提升钢丝绳破断拉力按公式(1)计算,钢丝绳破断拉力或者破断拉力总和应当满足钢丝绳最小破断拉力,因此钢丝绳最小破断拉力按公式(1)计算:

$$F_0 = Kd^2 R_0 \quad (1)$$

式中 F_0 —钢丝绳最小破断拉力,N,实测确定;
 d —钢丝绳公称直径,mm,有包裹层的钢丝绳选用其内径值进行计算,计算确定;
 R_0 —钢丝绳公称抗拉强度,MPa,查表确定;
 K —挖掘机铲斗提升钢丝绳最小破断拉力系数,查表确定。

综上所述,根据公式(1)计算,挖掘机铲斗提升钢丝绳计算实测破断拉力总和应不低于计算最小破断拉力总和。为了保证挖掘机装车效率最高,钢丝绳使用寿命最长、效率最佳,最终确定矿用挖掘机铲斗提升钢丝绳最佳直径为 $\Phi 39.5$ mm,更换周期为3个月,装车量为25~30万t。

2.2 挖掘机更换铲斗提升钢丝绳检修作业标准

(1)挖掘机当班司机负责检查麻绳、撬棍、大锤完好。更换铲斗提升钢丝绳时,负责人组织作业前危险辨识及全员安全交底,填写《矿用挖掘机司机岗位一表化》检修作业安全交底、验收记录。

(2)更换铲斗提升钢丝绳时乙班由机长指挥,丙甲班由值班干部指挥,4人配合,看手势、听指令,做到呼应确认。

(3)在退出铲斗提升钢丝绳过程中,设专人负责监护,拆卸楔铁后,所有检修人员应避开提升机构,以免发生人身伤害;其中1人站在机棚门口指挥操作司机转动卷筒使绳头依靠重力自动退出,严禁人员站在提升电机部位用手拉出绳头。严禁检修人

员站在天轮下10 m范围以内,或停放其他设备,防止机械伤害事故发生。

(4)大架人员在上下楼梯时,要面对设备并保持三点接触(双脚和一手或双手和一脚),用大架和栏杆支撑身体,确认站稳,扶牢,检查大架栏杆是否牢固、可靠,安全带栓挂处是否牢固、可靠,并系好安全带,麻绳要系牢钢丝绳,调整铲斗提升钢丝绳要使用专用工具。

(5)打楔铁要戴好护目镜,站到卷筒侧面,防止楔铁掉落砸脚。

(6)挖掘机平台上面员工拽拉铲斗提升钢丝绳时,要保证大架、机棚上面人员站稳,同时听从指挥人员口令,一起用劲拽拉钢丝绳,将铲斗钢丝绳穿入到卷筒固定孔内,安装楔铁,使用同样方法将另一头钢丝绳穿入到卷筒固定孔内,安装楔铁。

(7)在卷筒处调整铲斗提升钢丝绳时严禁启动铲斗,需要调整铲斗提升钢丝绳时,作业人员认真进行站位辨识,不能站在轴、套等转动危险部位附近,卷筒上、下部人员必须离开转动部位,联系确认好方可鸣笛启动铲斗,防止机械伤害事故发生。

(8)当班司机验收,提紧钢丝绳,卷筒内两接头无松动,均衡轮销完好,钢丝绳在天轮槽内。

(9)更换完毕,司机汇报调度、清理现场、回收工具,汽车司机负责回收旧钢丝绳。

(10)检修完毕后由机长验收提升机构功能,铲斗提升钢丝绳是否入槽,无交叉、无搭绕,钢丝绳楔铁锁紧到位可靠,同时验收现场检修质量(是否遗留铁件、是否有油迹污染)。

2.3 挖掘机更换抱闸闸瓦检修维护作业标准

(1)挖掘机抱闸闸皮磨损量大于5 mm时,需要更换新闸皮,新闸皮的铆钉埋头深度应大于2.5 mm。

(2)按标准停车后,司机拆卸风缸销轴,断开磁力站全部电源开关,挂“正在检修、禁止送电”指示牌,然后更换闸瓦及销轴。

(3)检查闸瓦、风缸各部有无裂纹和变形。

(4)调整闸瓦和制动轮的不同心度小于1 mm,偏磨小于1 mm。

(5)调整制动轮与闸皮的有效接触面积大于80%。

(6)松开抱闸,调整闸皮与制动轮间隙为1~3 mm。

(7)调整提升抱闸,以重斗处于最大卸载高度时能立即制动为准。

(8)调整回转抱闸,以重斗铲杆水平伸出 3/4 全速回转时能立即制动为准。

(9)调整推压抱闸,以重斗处于任何位置全速推压时能立即制动为准。

(10)调整行走抱闸,在 12° 的下坡行走能立即制动为准。

(11)检修完毕,清理现场,整理工具。

2.4 挖掘机调整履带维护作业标准

(1)当履带中间位置下垂 ≥ 80 mm,或在托铁完好的情况下,如果履带下绕摩擦传动油箱盖,这时需调整履带松紧。

(2)调整履带松紧时,由机长指挥,并且站在轨板侧面 3 m 以外,防止机械伤害事故发生。

(3)准备用钢丝绳调整,钢丝绳直径为 $\Phi 31$ mm,绳卡 3 个,绳卡间距大于 200 mm。

(4)钢丝绳一端挂在铲斗的斗齿上,另一端栓住方轴,由挖掘机司机缓缓起动提升、推压机构,使调整钢丝绳绷紧,逐渐加力使方轴移动拉紧,直至履带上半部在张紧轮、支承轮、主动轮间无明显松弛下垂为止,然后在方轴与履带间隙之间加入调整垫片,装好三角挡架。

(5)卸去钢丝绳,安装好方轴及胶皮。

(6)检修完毕,清理现场,整理工具。

2.5 挖掘机更换滑板检修作业标准

(1)提起铲斗使铲杆处于水平位置后停主机,断开磁力站全部电源(夜间检修保留照明电源),挂“正在检修、禁止合闸”警示牌,检修人员将安全带规范系挂在绷绳上。

(2)卸固定螺丝、滑板垫和固定桩,最后拆卸旧滑板。

(3)把新滑板推进扶柄,挖掘机铲杆下面严禁站人,防止机械伤害事故发生;安装好固定桩并且锁紧,紧固螺栓并且锁紧。

(4)检修完毕,清理现场,整理工具。

(5)本检修项目由机长验收,由作业区副主管负责监督检查。

2.6 挖掘机割焊齿条作业标准

(1)在大车搭建高空作业平台,系挂好安全带。

(2)抬齿条时,2 人呼应确认,同时用力。

(3)在撬棍上焊接齿条时,要焊牢固。

(4)确认齿条已在铲杆上焊接牢固,抬齿条人员方可松手、离开。

2.7 挖掘机更换主电机、发电机检修作业标准

(1)更换主电机时,首先应检查高压柜隔离刀闸、高压柜内压敏电阻上端的三根主机电缆线是否断开,并悬挂“正在检修、严禁送电”警示牌,待电工解除电机电缆线路的同时,挖掘机司机拆卸联轴器罩子、联轴器螺栓、电机地脚螺丝,并检查联轴器螺丝、更换联轴器胶圈,准备电机中心调整垫片。

(2)拆卸挖掘机房顶螺栓,电工拆卸照明线路接头,拆卸接地线螺栓,然后远离机器。

(3)起重工指挥吊车吊取房顶,吊出旧电机。

(4)吊装新电机,挖掘机司机协同起重工安装新电机,调整联轴器间隙,调整联轴器同轴度,完成后起重工摘钩,加盖机房顶。在加盖机房顶时,人员应撤离起吊作业区域,机长现场监督作业。待盖好机房顶后,矿用挖掘机司机紧固地脚,穿好联轴器螺栓,上好联轴器罩子,电工接线,矿用挖掘机司机紧固房顶联结螺栓。

(5)电工调试合格后,收拾工具,清理现场。

2.8 挖掘机更换推压电机检修作业标准

(1)将挖掘机退出掌子面 15 m 以外(或高边坡 30 m 以外)的平坦位置,并落下铲斗钢丝绳成松弛状态,停机后,断开磁力站全部开关(夜间保留照明),并悬挂“正在检修、严禁送电”警示牌。

(2)挖掘机司机在大臂拆卸电机地脚,电工拆风机、拆电机电源线,但必须留下一条地脚螺丝,待用钢丝绳栓好电机,吊车吊住电机时,方可拆卸最后一条螺栓,以免电机在未固定的情况下松脱砸伤作业人员,挖掘机司机拆卸推压抱闸闸瓦、抱闸安全护罩,露出电机轴头齿轮即可。

(3)机长现场监督起重工更换电机后,维修司机 1 人进大臂孔穿螺丝,1 人在二车平台上递螺丝,并调整电机顶丝,调整电机与抱闸间隙,保证齿轮顶间隙 ≤ 4 mm,调整好并紧固螺栓。

(4)安装闸瓦,调整闸瓦间隙均匀,安装好风机,紧固地脚,并且电机接线。

(5)安装完毕后,电工调试挖掘机,确认正常后离开。

2.9 挖掘机更换回转电机检修作业标准

(1)将挖掘机退出掌子面 15 m 以外(或高边坡 30 m 外)铲斗落地后停机后,断开磁力站全部开关,

(夜间保留照明),挂禁止送电牌。

(2)挖掘机司机拆卸房顶挂钩螺栓、房顶螺栓、回转风机、电源线、回转抱闸销子,拆开抱闸总成基础地脚,电机地脚。

(3)起重工吊出房顶及抱闸架子、电机,挖掘机司机检查大、小齿轮磨损和润滑情况。

(4)更换回转电动机,在吊起电机离减速箱 0.5 m 时,司机负责回转电机轴头齿轮杂物清理与润滑,抹好黄油后,再进行安装。

(5)紧固电机地脚、抱闸地脚,穿抱闸销子,接风管,电工接电源线,安装风机后试车,试车正常后整理工具,清理现场。

2.10 挖掘机更换行走电机检修作业标准

(1)将挖掘机运行到平坦地方,铲斗落地,如遇斜坡,挖掘机轨板下应打堰石,利用走台孔挂好倒链。断开磁力站全部开关(夜间保留照明),并悬挂“正在检修、严禁送电”警示牌。

(2)挖掘机司机拆卸行走联轴器配合螺栓、行走抱闸上下闸瓦、行走电机地脚螺栓,其中两条螺栓后经起重工用导链及专用钢丝绳,栓吊好电机后,再拆卸另外两条螺栓。

(3)电工拆卸电源线,起重工指挥吊车,并且用导链配合吊出行走电机。

(4)待起重工将电机复位后,安装联轴器,调整减速机 and 电机联轴器同轴度,紧固电机地脚后摘取钢丝绳,拆卸导链,安装联轴器螺栓,电工接电源线,调试挖掘机正常后,整理工具,清理现场。

2.11 挖掘机更换提升电机检修作业标准

(1)挖掘机司机指挥挖掘机运行到平坦地方,电机正对开阔平坦地方,并放下铲斗,铲斗着地后停机。如 WK-4B 型挖掘机可先拆卸房顶螺栓,以备直接吊出。

(2)打开电机出口小门,司机断开磁力站全部电源开关,断开高压隔离开关,断开跌落保险,摘下电缆线,并悬挂“正在检修、严禁送电”警示牌。电工拆卸提升电机电源线,挖掘机司机拆卸电机地脚螺丝,拆卸联轴器传动护罩,拆卸胶木棒挡圈,拆卸胶木棒(胶木棒直径磨损大于 5 mm 需要更换)。

(3)起重工指挥吊车,吊出提升电机,挖掘机司机监护,防止撞坏出口小门及房顶,更换新行走电机后,调整减速机与电机中心线,找正,紧固地脚,安装联轴器胶木棒和挡圈,检查工具或备件,是否掉入环

轨或高压集电环内部,以免造成电击伤害,安装联轴器传动护罩,起重机起吊加盖房顶,挖掘机机房内人员撤离,待盖好机房屋顶后再紧固螺栓。

(4)电工接好电源线,司机按停送电标准送电试车,试车确认正常后,整理工具,清理现场。

2.12 挖掘机调整拉门链条维护作业标准

(1)挖掘机铲斗装少量岩石,确认回转半径无人后,转到无石块滚落砸伤危险的安全地带。

(2)铲斗落地后,最大限度推出铲斗,打开斗底门利用岩石将斗底门和铲斗自然分开,并确认斗底门和铲斗支撑牢固,停主机电源后,断开磁力站所有空气开关(夜间保留照明)。

(3)将链条连接螺栓松开,解开链条重新连接。



图1 矿用挖掘机检修作业

3 结语

矿用挖掘机是矿山采掘及铲装的核心设备,检修维护工人每次对挖掘机进行标准检修、精心点检、定期维护,降低了挖掘机检修故障和采掘成本,延长关键部件(如斗齿、齿轮、铲杆及钢丝绳等)使用寿命;如因检修维护人员,不按照标准检修、点检缺失、加油不及时,造成挖掘机故障扩大,关键部件寿命缩短,按照检修维护标准考核检修工人;另外由于挖掘机司机野蛮操作、过载使用,造成挖掘机斗齿或钢丝绳断裂,铲杆及齿轮开裂,按照采掘操作标准严肃考核操作人员;如因挖掘机点检质量、点检内容缺失、点检不真实等原因造成挖掘机故障,按照点检管理制度考核检修维护及点检人员;通过对挖掘机检修维护标准研究与应用,提高挖掘机采掘效率,消除操作故障,杜绝挖掘机超载及检修维护人身伤害事故发生,减少重复性检修,降低检修维护费用和运行成本,延长挖掘机关键备件使用寿命。

[参考文献]

社,2017.

[1] 陈玉凡,朱祥. 电铲机械设计[M]. 北京:机械工业出版社

Research and Application of Repair and Maintenance Operation Standards for Mining Excavator

WANG Jin-yan, HE Tie-niu

Abstract: This paper elaborates on the authors' research and application of on-site repair and maintenance operation standards for mining excavators in recent years, analyzes the importance of maintenance operations, studies the variances between theories and standards of on-site repair and maintenance operation for the excavators under various conditions and summarizes key procedures of operation standards. These research results have extended the service life of key components of mining excavators, solved technical problems of frequent breakdowns and prevented personal injury accidents in excavator repair and maintenance and thereby safeguarded safe, efficient and stable maintenance operation of excavator repair and maintenance, which bring good economic benefits and will be promoted in TISCO mines.

Key words: Status quo of mining excavators; development and study on excavator repair and maintenance standards; preventive measures ▲

.....

(上接第 36 页)

The Relay Protection Configuration and Setting Calculation Examples of Waste Heat Power Generation Unit in Non-ferrous Metallurgical Enterprises

BIAN Hai-lin

Abstract: Waste heat generator set for non-ferrous smelting enterprise is not only an important equipment for waste heat recovery, energy saving and emission reduction, but also an important equipment for the power system in the plant. Therefore, the reasonable protection configuration and setting calculation is not only a matter of safe and stable operation of the equipment itself, but also impacts the safe and stable production of the whole plant.

Key words: Waste heat power generation unit; relay protection; setting calculation ▲