

电铲关键部件预防性维修周期研究

薛奋军

国家能源集团准能集团哈尔滨素设备维修中心

[摘要]电铲是露天矿山开采的主要设备之一，电铲每年维修费用高达上百万元甚至上千万元，在生产成本中占相当大的比例，严重影响矿山企业的经济效益。现代化露天矿山主要挖掘设备为电铲，无论是煤矿、铜矿、铁矿还是其他露天开采的矿山，大斗容的电铲是千万吨级露天矿山主要采掘设备之一。其生产效率高，操作成本低，广泛应用于采矿业。通过矿山电铲维修作业情况以及电铲原始配件使用寿命，科学预测了WK-35电铲关键配件预防性维修周期，有效延长了电铲的使用寿命及电铲维修保养技术。

[关键词]电铲；预防性；维修保养技术

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.10.2191

电铲可动率的高低，直接影响企业的效益和开采成本。如何在原设备设计能力上保持设计生产能力或进一步提高设备的可动率，是现场生产部门和现场管理工作的重要内容。提高岩石剥离系统的设备可动率，是露天矿穿采系统追求的目标，利用有效的手段和方法来提高设备的可动率，每个企业都有自己的工作经验。在采矿行业中，电铲的应用非常广泛，由于采矿行业的工作强度比较大，电铲在应用的过程中经常会出现结构损坏情况，阻碍采矿工作的顺利推进。为了避免问题的出现。采矿行业必须加强对电铲的重视，采用科学的维修保养技术。

一、电铲预防性维修

某矿山电铲采用与P&H公司类似的齿轮齿条式推压方式，设备的挖掘力大，满斗系数大，挖掘性能稳定，易损件使用寿命长，其电气及控制系统采用与B-E公司类似的交流变频电动机及其控制系统，电气系统使用寿命长，维护方便，设备出动率高，对WK-35电铲进行维修保养一直按照提供的维修使用。根据近

年的使用经验，发现提供的维修保养周期、配件更换标准是参照其他机械行业，并没有经过长期测试、检测。维修技术人员通过维修经验得出配件更换周期虽然对维修工作具有指导意义，但并不能准确描述配件更换规律性，缺少可靠性分析与维修决策的系统理论和方法，不能为预防性维修和大型维修计划提供理论支撑。因此有必要对维修过程中产生的数据进行理论分析，数据建模，科学制定维修计划。

根据设备整体系统或者设备系统某一部件状态恶化情况制定维修策略，将复杂设备的维修方式分为预防性维修和事后维修。预防性维修一般是在设备尚未发生故障时，设备还能保持正常工作功能，就提前对设备的系统或系统某一部件提前维修，其目的是提前发现故障并采取维修措施。比如WK-35电铲存在提升减速器闭式齿轮油化验超标，或在检查过程中发现过滤器中出现铁屑或发生油流报警等情况出现，就应该检查提升减速器齿轮油、各级轴及齿轮，判断其使用时间是否过长。若发现有轴或齿轮存在点蚀剥落，则可以在其状态恶化前进行更换，避免造成减速器整体系统损坏。预防性维修包括计划检修和状态维修。计划性检修是根据厂家

提供维修手册或者维修经验而事先制定好的维修时间，不管设备系统或系统各部件的当前状态优良还是较差，都要按计划对设备进行定期维修。因此按照可靠性分析制定科学的维修时间是非常关键的。制定科学的维修时间，需要掌握丰富的设备故障发生规律，摸清设备发生故障与设备运行时间之间的关系，若是计划的时间间隔不准将会造成过度维修或者事后维修，同样会降低生产效率并增加维修成本。目前监测WK-35电铲状态的方式有油样化验、超声波探伤和关键部位安装传感器来判断设备的温度、位置等状态是否正常。假如上述指标突然变得大幅度异常，说明设备系统或系统部件发生问题，则需要提前处理或更换相关状态较差的部件，可以使设备在较短时间内恢复运行，并正常工作。

二、电铲维修周期的确定

1、维修费用计算。随着维修理论和技术的不断完善，维修不再只是以恢复或保持设备的规定状态为单一目标，而应该结合可用度、费用、维修性等因素进行综合权衡。以WK-35电铲费用最低为目标进行分析和决策。假设WK-35电铲预防性维修周期为T，当电铲某个部件使用时间%小于预防维修周期T而出现故障时，需要对这个部件进行维修或者更换，则下一次维修的时间为 $Tt_n + T$ 或者下一次的故障时间为 $t_n + t_e$ 。如果 $t_e < T$ ，则设备需要进行故障维修，否则进行预防性维修。WK-35电铲进行将预防性维修发生的费用记为 c_m ，发生故障后的维修费用记为 c_f ，通常 $C_f > C_m$ 。一个时间段内电铲运行总费用：

$$C_{\text{单位时间}} = \lambda(T)(C_f - C_m)$$

用一种近似方法确定预防性维修周期T，假设已知故障的概率密度函数为两参数的威布尔分布，当 $m > 1$ ，故障率递增。

$$\frac{C_m}{C_f - C_m} = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^m} + \frac{m}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{m-1} \int_0^t e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^m} dt - 1$$

通常需要通过设备的统计寿命均值的参数m、n，才能建立符合寿命均值和方差分别为：

$$E(t) = \eta \Gamma\left(\frac{1}{m} + 1\right) = \bar{t}$$

2、实例验证。WK-35电铲提升减速器和推压减速器属于二级减速系统，其中提升减速器内有2个提升一轴齿轮，2个提升二轴齿轮和1个提升卷筒及齿轮，推压减速器内有1个一

轴齿轮, 1个二轴齿轮和1个大轴及大齿轮。与电动机相连的提升一轴和推压一轴承受冲击最大, 也是相对寿命较短的部件, 在减速器系统也具有很好的研究价值。目前2台WK-35电铲原铲的12个提升一轴及6个推压一轴都已经替换过, 可以作为较可靠的数据来进行分析, 得出相关配件的使用寿命。若对WK-35提升一轴和推压一轴进行更换相关零件, 如轴承密封等的预防性维修, 即可延该部件使用寿命, 也能使维修费用到达最少。

三、电铲维修保养技术

1、对润滑结构进行保养检查。首先, 在电铲维护保养中, 需要对润滑结构进行保养检查。在电铲的整体结构中, 润滑系统占据着重要地位, 只有保障润滑结构的稳定性, 才能提高电铲的回转速度, 将油位限制在标准的范围之内。在对润滑结构进行检查的过程中, 应该做到如下几点: 第一, 应该对润滑系统中的减速箱进行检查。第二, 应该对润滑系统中的过滤芯进行检查, 润滑油的质量非常重要, 如果过滤芯出现了破损问题, 应该立刻进行更新。第三, 应该对压缩机、润滑器等进行检查, 查看油泵的工作状态。不同电铲的润滑系统不同, 当润滑系统有压力开关时, 还应该对润滑系统的控制装置进行检查。

2、对气路结构进行保养检查。在电铲维护保养中, 需要对气路结构进行保养检查。气路结构检查时要注意两个重要的组成部分, 第一是空气压缩机, 第二是附属管路。具体来说, 在对气路结构进行检查的过程中, 应该做到如下: 第一, 应该对空气压缩机的油位、润滑油质量进行检验, 确保各项参数符合空气压缩机使用手册的规定。第二, 应该对附属线路的污染情况、泄漏情况进行检验, 当气压失衡时, 应该立刻寻找故障原因, 采用科学的应急举措。

3、对机械系统进行保养检查。在电铲维护保养中, 需要对机械系统进行保养检查。机械系统是电铲的重要组成部分, 而机械系统又分成各个子系统。具体来说, 在对机械系统进行检查的过程中, 应该做到以下: 第一, 应该对机械系统的提升结构进行检查。一方面, 维修保养人员需要检查电缆的缆绳运作情况, 看缆绳是否出现了断裂等问题。另一方面, 维修保养人员需要检查齿轮箱的螺栓, 看螺栓是否太够松弛导致润滑油漏出。第二, 应该对机械系统的A型架进行检查。一方面, 维修保养人员需要测试A型架的平衡性。另一方面, 维修保养人员需要开合卷筒结构, 对卷筒进行二次加固。第三, 应该对机械系统的附件部分进行检查。一方面, 维修保养人员要看附件的表面是否出现了裂痕等, 如果出现裂痕要进行及时更换。另一方面, 维修保养人员要检查压风机、输送机等机器的工作状态, 避免上述附件影响电铲的正常运转。第四, 应该对机械系统的下部结构进行检查。一方面, 维修保养人员要检查机械系统的闸气缸, 分析闸气缸的气压状态。另一方面, 维修保养人员要检查机械履带和

齿轮啮合情况, 避免机械齿轮出现故障损坏电铲结构。

通过对WK-35电铲部件进行分析, 其部件质量稳定, 排除了后期因安装或质量不合格等问题的干扰, 较为客观的体现了设备部件寿命。总结WK-35电铲其他同种部件寿命数据, 通过测算其他部件预防维修周期, 可以有效延长设备的使用寿命。采取合理的部件预防维修周期, 进行费用和寿命相结合的优化计算, 可以提高电铲的使用经济性。在露天采矿的过程中, 电铲是重要的采矿工具, 只有发挥电铲的实用价值, 才能提高采矿效率。电铲在应用的过程中经常会出现结构损坏情况, 阻碍采矿工作的顺利推进。

四、电铲的操作与注意事项

当电铲司机接班后, 司机第一步应该检查电铲的情况与工作周围是否符合工作要求检查准备开始工作的路段上是否存在高低不平的状况, 防止作业时出现危险。在电铲操作室是需要对勺杆、电铲的动臂, 及其A型架和提升滚筒的实时情况做出观察, 检查是否出现开焊裂纹, 销轴窜出, 升绳错乱的情况出现, 一旦出现, 更换新设备。在电铲开工之前, 仔细对绷绳和钢绳质量进行查看, 出现不符合作业要求的必须立即更换符合要求的装备。对各个的操作手柄进行检查的时候, 从是否灵活好使, 提升、推压、回转、行走各部的抱闸是否安全可靠。对传动系统和减速箱的提升、回转、推压、行走一步步检测, 查看减速箱油位是否符合作业要求, 是否存在漏油情况, 等几个方面进行检查^[3]。在对电的使用情况进行检查的时候, 需要对电缆进行排查, 检查电缆的接线箱是否出现损坏情况, 摆放的位置是否达到要求。对于润滑系统各部位的检查, 需要观察油箱里、黄油的油位是否能够支持这次工作的完成, 对于管路和接头处的检查是需要注意是否存在漏油情况。电铲的尾线必须要整齐摆放在规定的位置, 这样才能保证卡车调头的时候不会出现其他意外事故, 同时要注意山体, 防止出现山上掉下石块砸坏电缆。在每一次的工作中, 一旦当发现问题出现, 必须及时上报情况, 等待上级人员将问题处理完成, 工作环境符合作业要求时, 才能继续作业。当作业结束的时候, 电铲收起梯子, 根据安全操作要求, 将梯子放在安全位置, 随后等待电脑系统显示放置的位置符合要求以后, 关闭制动器, 同时将操作手柄归零, 此时人员才能离开电铲。如果显示灯闪烁, 则不能离开, 需要各个位置都完成工作后, 才能安全离开。

参考文献

- [1]谷瑞霞. 浅谈电铲关键部件预防性维修保养技术在企业管理中的运用[J]. 赤子(中旬), 2019(10): 241.
- [2]孙志矿. 关于电铲关键部件预防性维修保养技术探讨[J]. 现代企业文化, 2017(21): 29.
- [3]庞伟林, 阮俊杰. 基于电铲关键部件预防性维修保养技术与实现[J]. 电子设计工程, 2017(24): 125—128.