

露天采矿机械设备零件损坏形式及修复措施探究

开涛

(中煤平朔集团有限公司安家岭露天矿 山西 朔州 036006)

摘要: 本文首先简要概括了设备损坏的原因,其次分析了轴类、齿轮、轴承和焊接结构的损坏形式,如断轴、齿面磨损、轴承烧伤、结构开裂,最后根据不同问题的成因,分别制定了相应的修复方案,解决问题的同时提高生产效率。

关键词: 采矿设备;露天开采;零件修复;损坏形式

0 引言

实践经验表明,采矿设备常见的孔类和箱体零件的损伤,均具有良好的可维修性,对常见损伤进行修复的方案已趋于完善。而轴类、齿轮等零件的修复难度相对较大,而且此类零件损坏后,将直接影响设备运行,导致采矿作业被迫停止,围绕其常见损坏形式、不同损伤所适用的修复方案展开讨论很有必要。

1 研究背景

近几年,各地矿山纷纷引入机械设备,以此来辅助采矿工作的开展。需要注意的是,虽然露天采矿的生产和地质条件相较于矿井采矿有所改善,但仍然存在威胁机械设备运行的因素,例如,非人为或人为因素导致的零件磨损、降雨导致的零件腐蚀等,此外,随着时间的推移,设备零件也将出现老化、磨损或是腐蚀的情况,导致设备无法发挥出应有作用^[1]。采矿设备零件较为常见的问题主要有疲劳损坏、应力集中、磨损及腐蚀。

2 露天采矿设备损坏原因

致使设备出现故障的原因,主要包括以下三种:一是运行时间、环境温度及湿度等外界因素;二是设备损耗,如不规则振动或长期处于超负荷运行状态;三是热能在设备内部大量堆积,影响零件性能,导致设备无法发挥出应有功能。

3 采矿设备零件损坏形式

修复损坏零件前,维修人员先要了解采矿设备运行原理和内部机构,然后再结合零件损坏原因及形式,确定切实可行的修复方案。

3.1 轴类零件

轴类零件的损坏形式主要有轴颈磨损和轴体断裂两种。

3.1.1 轴颈磨损

导致轴颈异常磨损的原因有两个,一是零件缺少运行所

需润滑油,二是零件运行期间所承受载荷超出允许范围^[2]。一旦出现轴颈磨损问题,若不及时进行修复,将影响设备性能和采矿效率。

3.1.2 轴体断裂

应力过于集中、载荷过大均会导致轴体断裂,轴体断裂后,设备将无法正常运行。

3.2 齿轮零件

齿轮零件的损坏形式有齿轮折断、齿面腐蚀或剥落、齿面磨损等。

3.2.1 齿轮折断

导致齿轮零件出现断齿问题的原因主要是弯曲强度不足、载荷过大或是齿根存在缺陷,随着设备运行时间的延长,齿根将发生弯曲或折断的情况。该问题可被细分为高周疲劳断齿和低周疲劳断齿。前者指的是齿轮循环次数超过材料基数后发生断裂,虽然受载初期,齿轮不会出现疲劳损伤,但随着循环次数的增加,齿轮强度减弱,齿根折断的概率将大幅提高;后者指的是齿轮循环次数未达到材料基数便发生断裂,导致该问题出现的原因,主要是齿轮内部所积累损伤超过其所能承受的上限^[3]。除此之外,以下两种情况同样需要引起重视:一是静力断裂,若齿轮表面受到过大冲击载荷,便会出现静力断裂的情况;二是偏载断裂,即齿面负荷集中在某一部位,导致齿轮断裂。

3.2.2 齿面腐蚀或剥落

该问题常见于接触疲劳强度不达标的齿轮,具体表现如下:早期齿轮表面出现微小裂纹,裂纹内存在少量润滑油,裂纹长度、宽度及深度均会随着啮合次数的增加而增加,最终导致金属成块剥落,并在对应位置形成明显的凹坑。

3.2.3 齿面磨损

导致齿面异常磨损的主要原因如下:其一,箱内缺油;其二,齿轮自身存在质量缺陷,例如,没有经过淬火、渗碳或其他热处理,或者热处理的硬度不理想;其三,啮合齿面有铁屑或砂粒,致使齿面出现划痕。

3.3 结构零件

焊接结构有一定概率出现开裂问题,致使设备无法正常运行。导致该问题出现的原因有三个:首先是零件所承受载荷超出允许范围;其次是未按照要求操作,致使零件受损;最后是焊缝存在应力集中或质量缺陷。随着运行时间的增加,存在以上问题的部位将形成裂纹,最终导致零件开裂。

3.4 轴承零件

轴承常见故障包括以下四种:一是有异物进入或润滑不良导致的磨损;二是冲击力过大或安装不科学导致保持架损坏;三是挠度过大、有异物进入、润滑效果不理想或配合精度未达到规定导致的烧伤;四是润滑不良或载荷过大导致的剥皮。

4 采矿设备零件修复方案

本文主要针对轴类、齿轮、结构及轴承零件常见损伤展开讨论。

4.1 轴类零件

4.1.1 轴颈磨损

维修人员可以通过以下方法修复轴颈磨损部位,使零件恢复正常状态。

一是胶补法。在磨损部位均匀涂抹性能稳定的膏状厌氧胶、液态厌氧胶,厌氧胶固化后,将形成较为坚韧的聚合物,确保金属与氧气完全隔离。该方法主要用来修复磨损量未超过 0.4mm 的零件。修复工作结束后,垂直放置修复零件并等待约 20h,确保厌氧胶能够充分固化,且固化所形成聚合物强度满足设备运行要求。另外,日常检查发现,电铲提升二轴一侧出现细微磨损,由于该电铲不具备分解条件,维修人员决定利用厌氧胶修复,现阶段,电铲已重新投入使用,提升二轴并未出现异常,由此可见,厌氧胶同样可被用于轴承修复。二是补焊法。根据零件强度选择焊条并补焊,待补焊结束,启动机床进行加工,确保零件性能、尺寸和外形符合要求。该方法多用于小轴修复,维修人员应保证堆焊高度略高于原高度。三是换位调整。调换零件方位,用磨损程度较轻或是尚未磨损的部位进行工作。如果条件允许,还可以使用碳纳米聚合物进行修复,该材料具有极为突出的力学性能及退让性,能够有效改善修复后零件的性能,降低零件再度磨损的概率。

4.1.2 轴体断裂

断裂的轴类零件将无法发挥应有作用,应尽快进行更换。若轴体尚未断裂,则可以通过接轴的方式进行加固(接轴材质、直径应与原转轴保持一致)。第一步,将作为接轴的圆钢棒插入接孔,使用气焊枪、焦炭炉对焊接部位进行加热。第二步,待温度升高至 400℃,尽快进行焊接,焊接期间密切关注焊接部位的情况,及时清除焊渣,并保证不存在气孔。如果轴体直径偏小,可一次

完成修复,若轴体直径相对较大,则应分次焊接。第三步,将经过焊接的轴体置于 500 ~ 600℃ 的环境中,通过热处理的方式加固焊接部位^[4]。

4.2 齿轮零件

4.2.1 齿轮折断

考虑到断齿的原因较多,只有做到多管齐下,才能将断齿问题发生的概率降至最低。其一,对齿轮载荷进行准确计算,根据工作载荷调整齿轮参数。其二,结合实际情况,确定齿轮材质以及热处理方案,将系统内应力尽数消除,确保齿轮具有符合要求的冲击韧性、耐磨性、强度及硬度。其三,根据露天开采对设备平稳性所提出要求,酌情调整变位系数与模数。其四,增设过载保护,以免齿轮受到冲击载荷的影响,严格控制箱体、轴体安装角度,避免出现偏载问题。

例如,某齿轮的啮合精度未能达到行业最新标准,导致运行期间,齿轮由于接触应力过大或载荷不均的原因而断裂。随后,维修人员便制定了以下修复方案:第一步,对齿根进行全方位清理;第二步,选择 11018 焊条,通过手工堆焊的方式进行修复,严格按照规定完成预热及保温工作;第三步,使用角向磨机反复打磨补焊位置,保证齿形符合要求,打磨的同时修复堆焊缺陷,确保修复效果能够达到预期。

4.2.2 齿面腐蚀或剥落

在齿轮表面均匀涂抹具有良好防腐性及抗冲击力的油漆(例如,聚氨酯面漆或氯化橡胶面漆)能够降低齿面腐蚀、剥落的概率,使齿轮寿命达到预期,期间应做到以下两点:一是对涂层配套体系进行完善;二是根据零件情况选择恰当喷涂工艺,例如,先通过喷砂的方式处理零件表面,确保底漆能够快速依附,再在 3h、24h 内完成喷涂底漆、油漆的工作,通过涂刷封闭漆的方式,对漆膜进行固定。

4.2.3 齿面磨损

齿面严重磨损的零件,通常不具有修复价值,因此,维修人员应直接对其进行更换。如果齿面磨损较轻,则可以通过表面粘接的方式进行修复,该方法具有以下优点:其一,不会被电镀尺寸所限制,可快速完成修复,且修复成本相对较低;其二,可有效避免零件出现变形。一般情况下,均可以通过直流电弧焊或是交流电弧焊进行修复,修复所使用焊条首选碱性低氢焊条,维修人员先修光磨损面,随后,将焊条放置在 400 ~ 420℃ 的环境中烘干,再将其转移到炉内,保证焊条温度始终维持在 100 ~ 150℃^[5]。待修复部位完全冷却,便可以对其外形及尺寸进行调整,保证经过修复的齿轮与设备完全契合。

4.3 结构零件

4.3.1 一般性开裂

在修复开裂结构前,先要确定修复位置,结合所掌

握信息制定修复方案,根据焊缝根部、接头的情况,选择相应的焊接工艺,随后,彻底清理修复部位,为后续修复工作创造良好条件。修复一般性开裂的方案如下:首先,借助碳弧气刨沿已出现裂纹走向开设坡口;其次,使用角向磨光机反复打磨坡口,将坡口及周围氧化层尽数去除;再次,参照结构母材选择相应的焊接材料,通过补焊的方式修复裂缝;最后,使用角向磨光机打磨余高,以免零件正式投入使用后,过渡角出现应力集中的情况。

修复期间应关注外界温度及环境。北方地区冬季温度往往能够达到 -20°C 左右,此时,对结构进行焊接,有极大概率出现虚焊的问题,而温度偏高会影响焊点的机械强度,只有严格控制焊接温度,才能使修复效果达到预期。环境给修复工作带来的影响,则体现在以下方面:一是曝晒、降雨等恶劣天气会加快零件老化、锈蚀的速度,增加焊接难度;二是空气湿度偏高会使焊接面含氢量大幅提高,影响焊口强度;三是风速过大会给电弧稳定性产生不利影响,因此,维修人员应密切关注风速,若风速超过 2m/s ,则需要采取相应的防风措施,同时对焊接工艺加以调整。

4.3.2 重复性开裂

上文所介绍方法并不适用于重复性开裂,原因如下:焊补后,热影响区及附近材质性能均会出现变化,导致材料焊接性不断降低,与此同时,焊补位置开裂的速度也将有所提升。要想避免出现上述情况,关键是要调整修补方案,先将热影响区材质完全去除,填充与原母材性质相似或相同的材料,再通过焊接的方式进行修复。

4.4 轴承零件

4.4.1 焊补修复

出现磨损、保持架损坏、烧伤或剥皮问题的轴承,通常没有修复价值,应直接进行更换。若轴承磨损度极小,则可以通过焊补的方式修复,焊补过程中,应严格控制温度及电流,以免由于温度超出允许范围,致使材料母体出现退火、变形等情况。待补焊零件完全冷却,再对其尺寸及外形进行调整。

4.4.2 注意事项

要想降低轴承损坏率、延长轴承使用寿命,关键需要做到以下几点:首先,确保轴承表面、周围清洁,以免有微小灰尘或异物进入轴承,导致轴承异常磨损。其次,由专业人员负责安装轴承,安装期间严禁使用纤维或布类工具。再次,使用过程中,密切关注轴承情况,严禁直接用锤敲击轴承、强力冲压以及经由滚动体对压力进行传递。最后,若轴承加热方式为磁感应加热,则应保证加热温度在 $80\sim 100^{\circ}\text{C}$ 之间,特殊情况下,可将加热温度提升至 120°C ,以免轴承出现回火问题。加热结束后,尽快对轴承进行安装,保证轴肩、内圈端面完全贴合。待轴承完全冷却,再对其进行紧固。

5 设备零件修复注意事项

5.1 重视故障检测工作

采矿设备极易由于内部或外部因素而出现运行故障,导致开采效率、人员安全受到影响。要想避免该情况出现,关键是要对故障检测工作引起重视,了解故障检测技术及要点,确保潜在问题能够被及时发现并得到处理,使设备长期处于稳定、高效的运行状态,为采矿质量与效率提供有力保障。

日常工作中,维修人员应以设备情况、运行方式和内部结构为依据,确定检测方案。应重点关注以下几方面内容:其一,对零件运行参数进行检测,据此判断致使设备出现故障的原因;其二,酌情引入信息技术,由计算机实时采集设备参数,全面掌握设备状态。

5.2 定期维护开采设备

要想在保证开采设备性能的前提下,最大程度延长其使用寿命,关键是要定期进行维护与检修,确保已损坏零件能够被及时发现并得到修复。除此之外,维修人员还应将养护工作提升到与维修工作同等重要的高度,形成养护为主、维修为辅的工作模式,确保设备价值可得到最大化实现。

6 结语

通过上文的讨论不难看出,采矿设备常见故障主要发生齿轮、轴承等零件在上,不同零件的损伤形式往往有所不同,对其进行修复的方法自然存在区别。要想使采矿设备发挥出应有作用,关键是要定期进行养护和检修,对零件所存在问题加以解决,确保经过修复的零件与设备相契合,促使设备尽快投入使用。

参考文献:

- [1] 张国胜,杨楠,胡文剑,等.铁矿采矿设备状态监测与故障诊断分析及对策[J].工程建设与设计,2020(22):108-109.
- [2] 张梦丽.露天采矿设备变频装置常见故障排除及保养维护[J].现代矿业,2020,36(03):162-163+166.
- [3] 陈华国.浅谈露天采矿机械设备实施维修质量保障体系的重要性[J].内燃机与配件,2019(15):131-132.
- [4] 程立峰.如何加强采矿采剥设备管理提高生产效率初探[J].世界有色金属,2019(09):80+82.
- [5] 肖文全.研究采矿机械设备的维修保养问题及应对措施[J].世界有色金属,2019(02):54-55.

作者简介:开涛(1988.05-),男,汉族,宁夏中卫人,本科,工程师,研究方向:机电管理、设备效率提升、生产系统优化及生产工艺环节配套等。