

佳木斯 EBZ-260 型掘进机在固体钾盐矿井的优化改进

尹川邦, 杨俊华

金诚信矿业管理股份有限公司, 云南 昆明 650000

DOI:10.61369/ERA.2025110012

摘 要 : 随着国内外固体钾盐矿采掘行业的发展, 掘进机的应用愈发广泛。我国从20世纪60年代起便开始研制和运用掘进机, 经过持续的自主创新、与实际工况的结合以及不断吸收国外先进技术, 其制造技术已趋于成熟。不过, 在面对一些特殊工况时, 仍存在一定的不足之处。本文聚焦佳木斯 EBZ-260 型掘进机在固体钾盐矿井中的应用情况, 围绕其优化改进建议展开论述, 重点针对该设备在现场使用中存在的问题及高发故障, 就如何有效对设备进行结构优化完善、降低设备故障率、提高设备实际运行效率等内容进行综合探讨。

关 键 词 : 固体钾盐矿; 掘进机; 优化改进; 铲板星轮; 一运驱动装置; 风冷散热器

Optimization and Improvement of Jiamusi EBZ-260 Roadheader in Solid Potash Mine

Yin Chuanbang, Yang Junhua

JCHX Mining Management Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650000

Abstract : With the development of the solid potash mining industry both domestically and internationally, the application of roadheaders has become increasingly widespread. China began developing and utilizing roadheaders in the 1960s, and through continuous independent innovation, integration with practical working conditions, and the absorption of advanced foreign technologies, their manufacturing technology has reached maturity. However, certain shortcomings still exist when facing some special working conditions. This paper focuses on the application of the Jiamusi EBZ-260 roadheader in solid potash mines and discusses recommendations for its optimization and improvement. It comprehensively explores how to effectively optimize the equipment's structure, reduce its failure rate, and enhance its actual operational efficiency, with a particular emphasis on addressing the problems and high-frequency failures encountered during on-site use.

Keywords : solid potash mine; roadheader; optimization and improvement; scraper conveyor star wheel; first-stage drive unit; air-cooled radiator

引言

钾盐是人类社会不可或缺的战略资源, 已被广泛的应用于农业、化工、医药等重要领域, 且需求与日俱增, 其供应保障与否将直接关乎中国工农业、特别是农业的可持续发展。钾盐矿机械化的开采方法与煤矿巷道掘进有着极其相似的工艺流程, 且对支护的要求较低, 因此掘进机在固体钾盐矿井开拓得到广泛的应用, 其中 EBZ-260 型掘进机占据了主要的设备地位。但由于固体钾盐矿井特性, 经过现场的实际运用, 出现了一些新的问题需要改进^[1]。

一、佳木斯掘进机的现状分析

佳木斯掘进机作为国内主流掘进设备之一, 在矿山、隧道等工程及固体钾盐矿井领域发挥着重要作用。但其在使用过程中, 经常出现液压系统泄漏、一运故障、星轮故障、电气系统故障以及关键部件磨损过快等问题。这些问题不仅影响了设备的正常运

行, 也增加了维修成本和时间成本。

在维护成本方面, 佳木斯掘进机由于设备故障率较高, 导致维修频繁, 加之部分关键部件的更换成本较高, 使得整体维护成本居高不下。这不仅增加了企业的运营负担, 也限制了佳木斯掘进机在市场竞争中的优势。

为了解决以上这些问题, 提升佳木斯掘进机的性能和效率,

降低维护成本,有必要对其进行深入的优化改进研究。通过针对液压系统、电气系统以及关键部件等方面的优化改进,有望提高佳木斯掘进机的整体性能,推动其在钾盐矿井领域的更广泛应用^[2]。

二、佳木斯掘进机使用过程中的突出问题及优化措施

佳木斯 EBZ260型掘进机主要用于探矿巷及运输巷的开拓施工,巷道断面为三星拱,宽6 m,高3.5m,现场环境温度较高,粉矿有较强的腐蚀性,矿石主要成分为光卤石,硬度约为 f2.5,但是部分区域有钾石盐及石盐,硬度约为 f4。该机型项目前在用两台,自项目部开工以来已使用两年多,实际运行时间已超过10000小时,在探矿巷掘进期间,截割光卤石段效率高,机器运行性能相对稳定,但是在截割钾石盐和石盐段期间,设备截割效率极低,机身振动较大,故障率较高。通过不断的总结分析,该机型用于钾盐矿井采掘施工,结合现场工况,针对高发故障提出以下优化改进措施,前三项已现场改装试运行^[3]。

(一) 铲板星轮部分优化改进

煤科院及佳木斯的 EBZ-260型掘进机选用的星轮马达均为力士乐 MCR15-1500型,唯一不同在于:煤科院使用的是 A 系列(全马达),佳木斯使用的是 H 系列(半马达,不带驱动座)。2024年1-10月,佳木斯 EBZ-260型掘进机共发生故障79次,因该结构件故障导致设备停机时间410h,平均每次5个小时,约大半个班时间,其中,星轮漏油故障发生63次,且漏油位置位于铲板内部,运行过程中难以发现,导致液压油损耗严重,对项目部的经营成本造成了较大损失,由于星轮结构特性,检修十分繁琐,故障停机检修时间较长。经统计,本年度该型号掘进机本年度消耗抗磨液压油合计19040kg,其中由于星轮漏油导致的异常消耗约9600kg,约占了总消耗的一半。经分析是浮动密封座磨损,浮动密封和座子配合间隙过大,导致液压油泄漏,需要更换整个星轮驱动装置才能修复,经咨询佳木斯的备件价格约9.8万元。驱动座内部有高压油经过,更换同样的驱动座后,使用一年多还会出现同样的故障,且备件费用高昂。而煤科院的 EBZ260掘进机使用的全马达,驱动座内部无高压油通过,只要马达不损坏,就不会出现驱动座漏油的情况。因此,为了彻底解决这个问题,利用现场现有的备件和材料改装为同型号的 A 系列驱动的星轮总成。经现场测绘和材料备件核实,现场具备改装的条件,经和厂家沟通确认和经验核算液压系统的流量和压力能满足要求。经现场改装后运行平稳,故障率较低,有效降低了设备运行成本和故障率^[4]。

(二) 一运驱动装置优化改进

第一运输机驱动装置原配置为:Italgrou AIM-H4-800型径向柱塞马达,主要故障为驱动马达和驱动轴花键啮合打滑,更换花键轴期间,轴承拆卸难度较大,轴承未到正常损坏,但是经过拆解均已无法使用,维修成本及高,故障周期约为1.5-2个月/次,对设备均衡生产有很大负面影响。原因分析为:驱动轴和一运马达啮合的花键深度太浅,花键数为8齿,深度仅有2mm,且强

度不高,单个花键齿承受的扭矩较大,导致马达花键和驱动轴内花键磨平打滑,马达变为易损件,平均一年需更换4-5个/机台,花键轴6-7根/机台。

优化改进方案:使用 Rexroth 的 MCR5A750型径向柱塞马达,该马达花键齿数为55齿,每个花键承受的扭矩相对较小,花键不易磨损,该马达流量比之前的小了50L/min,在该液压系统中不作任何改装,泵和阀组供应的流量满足马达正常运转需求量。图1中的4(轴承座)、5(1轴)组件需要定做,轴承座按以下马达尺寸进行加工即可。目前已按照方案定做相关组件,改装后安装于4#掘进机,已运行两个多月,运行稳定,后续继续跟踪使用情况^[5-6]。

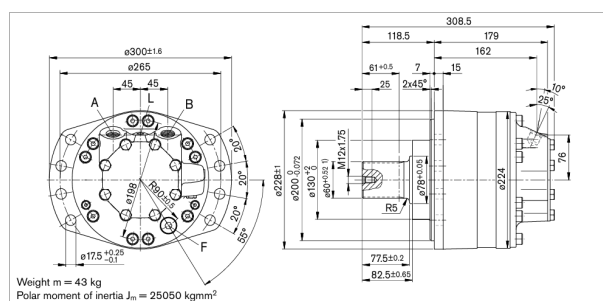


图1 MCR5A750

(三) 冷却系统优化改进

佳木斯掘进机安装的水冷却器主要对截割电机和液压油箱进行冷却,同时利用冷却水对工作面进行除尘、降尘,改善工作环境。水系统分内、外喷雾水路,外供水压力1-2Mpa,水流量80-150L/min。外来水经一级过滤后分为三路,第一路,经进水直接通往喷水架,由雾状喷嘴喷出,第二路,经二级过滤、减压、冷却(冷却液压系统用油)再分为二路,一路经截割电机(冷却电机)后喷出。另一分路经水泵加压后,由截割头内喷出,起到冷却截齿及灭尘作用。

该设备主要是针对煤矿设计开发的机型,在钾盐矿实际运用中,优于钾盐矿井环境温度普遍偏高的特性,对液压系统的冷却效果不太理想,尤其是在截割石盐期间,截割效率极低,冷却水开大的话会导致矿石较稀,容易陷机,若水开太小及易导致液压系统高温,随之而来的爆管,油缸、泵阀及马达等液压元件密封损坏,导致内外泄漏的一系列故障^[7]。

采掘设备由于设备本身自重大,设备液压系统额定压力较高(20-25MPa),长期重负荷连续作业,很多油管安装于机架内部,泄漏不便于发现,一旦发生爆管泄漏,单次造成的损失高达万元,加之液压元件泵、阀组等均为进口件,价格高昂,损坏后修复价格高达数万元。

根据现场钾盐矿井特性,结合设备液压系统回路,在回油管路上安装一套风冷式油冷却器(简称风冷却器),辅助液压系统散热。风冷却器是一种以空气为冷却源的铝合金板式热交换器,其特点是热交换器芯体的油通道和风通道均设换热翅片,同体积比换热面积大,传热效率高,以空气为介质进行热量交换。与水冷式散热器相比,不仅安装维护简便,更可避免铜管爆裂造成的油水混合,对系统造成严重的毁坏。其次,对于需要变换工

作地点的设备（如工程机械）来说，不需考虑水源的供应，不存在水循环系统的拆装和重建。风冷却器属于压力容器，在液压系统中，只适合用于回路的回油冷却，所以要根据回路的最大压力来选用风冷却器。就风冷却器本身而言，其散热主体（换热芯）的耐压能力是有限度的，板式翅铝合金换热芯的耐压能力取决于其材质物理性能、结构和加工工艺。比方说，结构和加工工艺相同，材质也一样，油通道材料的厚度不同，耐压能力也不同，越厚耐压力越高。板式翅铝合金风冷却器的设计压力一般小于3.5Mpa，基于成本和实用性等原因通常是小于2.0Mpa，国外同行设计压力多为1.6 Mpa，均远小于油路的最大工作压力。显然，压力过高会导致换热芯爆裂损坏。耐压等级越高，相应的价格也越贵，经过综合考虑，选用一款国产散热器，考虑到液压回路的流量和压力，还需安装一款液压马达调速阀，以控制马达转速，防止马达转速过快，导致使用寿命降低^[8]。

（四）叉形架优化改进建议

掘进机叉形架的断裂是影响设备安全性和施工效率的关键问题。项目部在用的两台掘进机，均不同程度的出现叉形架开裂、断裂的情况，以下结合现场实际情况从设计、材料、载荷、制造及工况等方面进行综合分析。

1. 叉形架是掘进机一个非常重要的结构件，截割电机安装的基座，回转台和截割臂连接的载体。

其主要作用：（1）支撑与固定截割部。叉形架通常位于掘进机前端，直接连接刀盘和机身，负责承载刀盘的重量和掘进过程中产生的巨大反作用力。（2）传递推力和扭矩。叉形架将液压系统或电机产生的推进力传递给截割部，驱动刀盘旋转截割。同时将刀盘的旋转扭矩反向传递至机身，保持掘进方向的稳定性，避免机身偏移。（3）调整掘进方向。通过调整叉形架的受力角度，辅助控制掘进机的掘进方向和纠偏，确保隧道轴线精度。（4）分散载荷与减振在硬岩或断层地质中，叉形架通过刚性结构将截割头受到的冲击力均匀分散至机身，减少局部应力集中，以降低振

动对设备的损害^[9]。

2. 叉形架断裂的原因：

（1）叉形架材料强度较低，尤其在承受大扭矩或突变载荷时，材料易发生塑性变形或疲劳失效；（2）掘进机作业时，叉形架需承受截割头的反向冲击载荷及振动，若截割岩层硬度较高或地质条件突变，载荷波动加剧，加速裂纹扩展；（3）销轴断裂后导致叉形架受力不均，导致撕裂；（4）液压系统压力不稳定或流量分配不均，可能导致截割部受力异常，间接加剧叉形架负载，最终导致疲劳损坏。

3. 优化改进建议

（1）选用高强度合金钢：如42CrMo等材料，结合表面淬火（如无软带表面硬化技术）提升耐磨性和抗疲劳性能；（2）采用三维仿真优化结构设计，并通过精密铸造或锻造减少内部缺陷；焊接时采用多层多道焊工艺，避免焊缝处应力集中；（3）增加结构件钢板厚度；（4）增加叉形架与回转台连接的铰接销轴直径至150mm，避免销轴疲劳断裂后撕裂叉形架。该项优化措施现场无法实现，建议厂家考虑实施^[10]。

三、结束语

综上所述，钾盐矿井掘进机的优化需聚焦稳定性、可靠性与适应性的协同提升。鉴于其作业环境为复杂的光卤石、钾石盐、石盐地层，通过优化机身结构、部件及液压系统减少振动偏移，是保障作业安全的基础；选用高质量零部件、加强维保与检测以提升可靠性，能降低故障与成本，延长设备寿命；优化设计与增强结构强度来提高适应性，则可使其更好应对恶劣盐层条件。三者结合，可全面提升掘进机性能，助力钾盐开采效率与安全水平提升，为行业发展提供有力支撑。

参考文献

[1] 宋明江. 固体钾盐矿井开采掘进装备应用现状与关键技术研究 [J]. 化工矿物与加工, 2020, 49(02): 27-29.
[2] 周茂普, 石亮. 新工艺、新技术、新装备在固体钾盐开采中的应用 [J]. 化肥工业, 2016, 43(03): 69-71+103.
[3] 焦宏章, 王赞. 煤矿机械在固态钾盐地下开采中的应用研究 [J]. 化工矿物与加工, 2014, 43(11): 31-33.
[4] 李浩. 智能化掘进机电控系统开发与实践分析 [J]. 机械管理开发, 2024, 39(10): 247-248+251.
[5] 杨春海. 掘进机在钾盐矿的应用及改进 [J]. 科技与创新, 2015, (15): 10-11.
[6] 朱进. 悬臂式掘进机发展初探 [J]. 中小企业管理与科技 (上旬刊), 2011, (12): 147.
[7] 李钦彬. 现代设计方法在 EBZ200 型掘进机升级改造中的应用研究 [J]. 煤矿机械, 2025, 46(01): 134-138.
[8] 崔宽宽. 全断面掘进机的分析与防护措施 [J]. 机械制造, 2024, 62(11): 23-24+22.
[9] 张常青. 悬臂式掘进机在钾盐矿开采中的应用 [J]. 煤矿机械, 2013, 34(04): 214-216.
[10] 王想, 肖鑫, 崔涵. 悬臂式掘进机破岩产生、能耗控制及性能评估 [J]. 有色金属 (矿山部分), 2024, 76(06): 141-151.