

# 防爆无轨胶轮车大修质量控制研究

高江涛

1. 中国煤炭科工集团太原研究院有限公司 山西 太原 030006

2. 山西天地煤机装备有限公司 山西 太原 030006

3. 煤矿采掘机械装备国家工程实验室 山西 太原 030032

**摘要:** 本文聚焦防爆无轨胶轮车大修质量控制。介绍了车辆结构、工作原理、大修定义周期与内容,分析了人员、材料配件、设备工艺、环境等因素对大修质量的影响。基于此构建质量控制体系,设置关键质量控制点,涵盖入厂检验到整车总装调试各环节。旨在通过全面管控,提升大修质量,保障车辆安全稳定运行,满足井下作业需求。

**关键词:** 防爆无轨胶轮车;大修;质量控制;关键因素;质量体系

**引言:** 防爆无轨胶轮车是煤矿等场所物料运输与人员接送的关键设备。其运行环境恶劣,长期使用后需大修以恢复性能与防爆水平。然而,大修质量受多因素影响,若控制不当,易引发安全隐患,影响作业安全与效率。因此,深入研究防爆无轨胶轮车大修质量控制,构建科学有效的控制体系,具有重要的现实意义。

## 1 防爆无轨胶轮车大修概述

### 1.1 防爆无轨胶轮车结构与工作原理

防爆无轨胶轮车主要由防爆动力系统、传动系统、机架、液压系统和电气系统五大核心部分组成,各系统协同工作实现车辆的安全运行。其中,防爆动力系统多采用防爆柴油机,配备进气阻火器、排气净化装置等防爆组件,可防止火星引燃环境中的可燃气体,同时通过喷油优化等方式降低废气排放,符合MT990-2006相关标准;传动系统分为机械传动、液力机械传动等类型,由离合器、变速箱、传动轴等部件组成,负责将动力传递至车轮;液压系统控制车辆的转向、制动等动作,电气系统则采用隔爆兼本安型设计,确保在爆炸性环境中安全运行。其工作原理是通过防爆动力装置提供动力,经传动系统分配至驱动轮,配合液压和电气控制系统,实现车辆的启动、行驶、转向和制动,满足井下物料运输、人员接送等作业需求。

### 1.2 大修的定義与周期

防爆无轨胶轮车大修是指车辆运行至规定周期或出现重大故障后,按照行业标准和车辆技术规范,对车辆进行全面解体、检测、修复、更换零部件及重新装配调试的系统性维修作业,核心目的是彻底消除车辆存在的安全隐患,恢复车辆原有的技术性能和防爆水平,延长车辆使用寿命<sup>[1]</sup>。根据《矿用防爆柴油机无轨胶轮车安全使用规范》及相关大修制度,车辆首次大修周期为2年或

行驶里程4万公里,以先到者为准;二次大修周期为首次大修后1年或行驶里程2万公里,同样以先到者为准。若车辆出现发动机功率大幅下降、制动系统失效、防爆组件损坏等重大故障,或运行环境恶劣导致零部件严重磨损,应提前启动大修程序,确保车辆运行安全。

### 1.3 大修的主要内容

防爆无轨胶轮车大修内容涵盖车辆各核心系统和零部件,遵循“全面检测、按需修复、严格装配”的原则,确保大修质量达标。具体包括:防爆动力系统检修,拆解检修防爆柴油机、进气排气系统,清洗废气处理箱,检测阻火器间隙并及时调整或更换;传动系统检修,拆检离合器、变速箱、传动轴等部件,更换磨损的齿轮、轴承等易损件,对传动轴进行动平衡试验;液压和制动系统检修,更换液压油、密封件,检测制动性能,确保制动距离和停车制动满足标准要求;电气系统检修,检测线路绝缘性能,更换老化线缆和传感器,确保防爆电气组件符合GB3836系列标准;同时对车架进行整形修复、除锈喷漆,更换全部轮胎及各类滤清器、标准件,最后完成整车装配与调试,确保车辆各项指标达到MT/T989-2006相关规定。

## 2 防爆无轨胶轮车大修质量影响因素分析

### 2.1 人员因素

人员因素是影响防爆无轨胶轮车大修质量的核心因素,直接决定大修各环节的操作规范性和技术水平。大修人员需同时具备机械维修技能和防爆安全知识,若人员专业能力不足,如不熟悉防爆组件的检修标准、未掌握零部件检测方法,易导致检修操作失误,如隔爆面打磨不规范、零部件装配精度不足等<sup>[2]</sup>。人员的责任意识和工作态度也至关重要,部分人员存在敷衍了事、违规操作的情况,如未按规程进行解体清洗、未严格执行检测

标准,会导致隐蔽性故障未被发现。同时,若大修人员未经过专项培训,不具备电气系统检修技能,无法完成防爆电气组件的检测与修复,也会严重影响大修质量,甚至留下防爆安全隐患。

### 2.2 材料与配件因素

材料与配件的质量直接关系到防爆无轨胶轮车大修后的使用寿命和运行安全性,是影响大修质量的关键物质基础。大修过程中使用的零部件、密封件、润滑油、液压油等,必须符合车辆设计要求和防爆安全标准,严禁使用不合格或非原厂配件。若使用质量不达标的配件,如耐油性能不足的密封圈、材质不符的制动蹄片,会导致零部件过早磨损、泄漏等问题,配件的适配性也至关重要,不同型号车辆的零部件规格存在差异,若配件型号不符,会导致装配困难,甚至损坏原有部件;润滑油、液压油等材料不符合要求,会加剧零部件磨损,影响各系统的正常运行,降低大修质量。

### 2.3 设备与工艺因素

大修过程中使用的检测设备、维修工具及采用的工艺方法,是保障大修质量的重要支撑。若检测设备精度不足,如万用表、千分尺等工具未定期校准,无法准确检测零部件的磨损程度、配合间隙及电气性能,会导致不合格零部件被误判为合格,留下运行隐患;维修工具不完善,缺乏专用拆卸工具,易导致零部件拆卸过程中受损,影响后续装配质量。同时,大修工艺不符合规范也会严重影响大修质量,如解体未遵循“先易后难、先外后内”的原则,清洗未采用专用清洁剂,装配时未按规定扭矩紧固螺栓,会导致零部件装配精度不足、连接松动等问题。此外,若未严格执行防爆组件的检修工艺,如废气处理箱清洗不彻底、阻火器间隙调整不当,会影响车辆的防爆性能,不符合行业安全标准。

### 2.4 环境因素

防爆无轨胶轮车大修环境分为地面检修环境和井下临时检修环境,环境条件的优劣直接影响大修质量。地面大修场地若粉尘过多、湿度超标,会导致零部件清洗不彻底,粉尘进入装配环节,加剧零部件磨损,同时潮湿环境会导致金属零部件锈蚀,影响使用寿命;若场地光线不足、空间狭小,会影响检修人员的操作视野和操作空间,易出现操作失误。井下临时检修环境更为恶劣,存在爆炸性气体、高粉尘、低温度等问题,若未提前采取局部通风、瓦斯检测等安全措施,不仅会影响检修人员的人身安全,还可能导致防爆组件检修不到位;同时井下检修空间有限,大型检测设备无法进场,会降低检修精度,另外,井下温度过低会影响润滑油、液压油的

流动性,影响装配质量和后续车辆启动性能,不符合井下检修安全规范。

## 3 防爆无轨胶轮车大修质量控制体系构建

### 3.1 大修全过程关键质量控制点设置

大修全过程关键质量控制点设置是质量控制体系的核心内容,按照“事前预防、事中控制、事后检验”的原则,结合大修各环节的特点,在入厂检验、解体清洗、零部件检测分类、修复、总成装配、总成调试、整车总装调试七个关键环节设置质量控制点,明确各控制点的检测项目、标准和方法。通过对各控制点的严格管控,实现对大修质量的全程把控,避免不合格工序进入下一环节,确保大修全过程符合规范要求<sup>[3]</sup>。各控制点相互衔接、相互制约,形成完整的质量控制链条,有效降低大修质量隐患,提高大修质量的稳定性和可靠性,确保大修后的车辆能长期稳定运行。

### 3.2 入厂检验质量控制点

入厂检验是大修质量控制的第一道防线,核心目的是全面掌握车辆入厂时的技术状态,明确大修重点和范围,避免隐蔽性故障遗漏。该控制点需严格按照入厂检验规范,对车辆进行全面检测:首先核查车辆基本信息,包括车辆型号、运行里程、使用年限、过往维修记录等,确认是否符合大修条件;其次对车辆外观进行检查,查看车架是否变形、开焊,车身涂层是否脱落,轮胎磨损是否超标;然后对各系统进行静态检测,包括防爆组件的完整性、电气线路的绝缘性、液压系统的密封性、制动系统的有效性等;最后采用专业设备检测发动机功率、排气指标等关键参数,判断零部件的磨损程度。检验完成后,出具详细的入厂检验报告,明确需检修、更换的零部件和大修重点,对不符合大修条件的车辆,需先进行预处理,确保入厂车辆具备大修基础。

### 3.3 解体与清洗过程质量控制

解体与清洗是大修的基础环节,其质量直接影响后续零部件检测、修复和装配质量,需严格遵循“规范解体、彻底清洗”的原则。解体过程中,需按照车辆结构特点和拆卸规程,遵循“先易后难、先外后内”的顺序,使用专用工具进行拆卸,做好零部件的标记和分类存放,防止零部件丢失、损坏或混淆,严禁暴力拆卸导致零部件变形。清洗过程中,需根据零部件的材质和污染程度,选择合适的清洁剂和清洗方法,对零部件表面的油污、粉尘、锈蚀等进行彻底清除,重点清洗发动机缸体、变速箱壳体、液压阀等关键部件的内部通道和缝隙。清洗完成后,对零部件进行干燥处理,检查零部件表面是否有划痕、裂纹等缺陷,确保零部件清洁度符合装配要求,

避免因清洗不彻底导致装配后零部件磨损或系统堵塞。

### 3.4 零部件检测与分类质量控制点

零部件检测与分类是确保大修质量的关键环节,通过对解体后的零部件进行全面检测,明确零部件的技术状态,分为可继续使用、需修复、需更换三类,避免不合格零部件进入装配环节。检测过程中,需使用经校准合格的检测设备,按照零部件检测标准,对各零部件进行精准检测:对机械零部件,检测其尺寸、配合间隙、磨损程度,如齿轮齿厚、轴承间隙等,判断是否符合使用要求;对防爆组件,检测其隔爆面间隙、密封性能等,确保符合防爆标准;对电气零部件,检测其绝缘性能、工作稳定性,如传感器、电机控制器等。检测完成后,做好详细检测记录,对可继续使用的零部件进行防锈处理,对需修复的零部件明确修复标准,对不合格且无法修复的零部件,严禁使用,必须更换符合要求的合格配件。

### 3.5 总成装配质量控制点

总成装配是将修复或更换后的零部件组装成各功能总成的关键环节,装配质量直接影响各系统的工作性能,需严格遵循装配工艺规范,确保装配精度和可靠性。装配前,需检查零部件的清洁度和完整性,核对零部件型号和规格,确保与装配要求一致;装配过程中,按照装配顺序和扭矩要求,使用专用工具进行装配,做好零部件的润滑处理,确保各零部件配合到位,连接紧固,严禁漏装、错装零部件,如防爆组件的隔爆面需涂抹专用润滑脂,确保密封性能。装配过程中,需实时检查装配质量,如轴承装配间隙、齿轮啮合情况、液压管路连接密封性等,发现问题及时整改。装配完成后,对各总成进行初步检测,确保总成结构完整、转动灵活,无卡滞、异响等问题,为后续总成调试奠定基础。

### 3.6 总成调试与测试质量控制点

总成调试与测试是检验各总成性能的关键环节,通过针对性的调试和测试,确保各总成工作正常、性能达标,为整车总装提供保障。调试前,需检查总成的装配质量,确认无装配缺陷,连接部位紧固可靠,润滑、密封符合要求。调试过程中,按照各总成的调试规范,对发动机、变速箱、液压系统、制动系统等核心总成进行单独调试:对发动机,调试其启动性能、怠速稳定性、功率输出等,确保排气指标符合MT 220相关要求;对变

速箱,调试其换挡灵活性、传动稳定性;对液压和制动系统,调试其动作灵敏度、密封性和制动性能。测试过程中,使用专业设备监测各总成的运行参数,记录调试数据,对不符合要求的参数及时调整,直至各总成性能达到设计标准,确保各总成能独立稳定工作。

### 3.7 整车总装与调试质量控制点

整车总装与调试是大修的最后一道关键环节,核心目的是将各合格总成组装成完整车辆,并通过全面调试,确保车辆整体性能、防爆性能和安全性能达标,满足井下作业要求。总装过程中,按照整车装配工艺,将发动机、变速箱、车架、电气系统等总成有序组装,确保各总成连接牢固、管路布置合理,防爆组件安装规范,符合GB 3836系列标准<sup>[4]</sup>。总装完成后,进行整车静态调试和动态测试:静态调试重点检查车辆外观、电气系统、制动系统等,确保无泄漏、无松动;动态测试模拟井下作业工况,测试车辆的启动、行驶、转向、制动等性能,监测车辆运行参数,确保发动机功率、制动距离等指标符合标准。调试完成后,进行不少于48小时的静态测试,确认车辆无故障,出具大修验收报告,合格后方可出厂投入使用。

### 结束语

防爆无轨胶轮车大修质量控制是保障车辆安全运行的关键。通过分析质量影响因素,构建涵盖全过程关键质量控制点的体系,从入厂检验到整车总装调试层层把关,可有效提升大修质量。未来,需持续优化控制体系,紧跟技术发展,不断提高大修水平,为煤矿等行业的安全生产提供坚实保障,推动行业健康发展。

### 参考文献

- [1]王哲.煤矿防爆柴油机无轨胶轮车大修管理模式创新与实践[J].现代工程项目管理,2025,4(16).DOI:10.37155/2811-0625-0416-70.
- [2]成中华.矿用防爆无轨胶轮车安全保护监控系统设计[J].机电工程技术,2021,50(02):135-137.
- [3]杨乐.防爆柴油机无轨胶轮车大修工艺优化与质量控制研究[J].工程施工新技术,2025,4(20).DOI:10.37155/2811-0609-0420-53.
- [4]李刚强,任志博,黄世超.无轨胶轮车在煤矿辅助运输中的应用研究[J].中国设备工程,2024(22):210-212.