

煤矿井下防爆无轨胶轮车安全系统的设计研究

章 峰

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司 宁夏 银川 750101

摘 要：煤矿井下环境复杂多变，存在诸多安全隐患，防爆无轨胶轮车作为井下重要的运输工具，其安全性至关重要。为了有效预防和控制井下安全事故的发生，本文设计了一套完善的防爆无轨胶轮车安全系统。该系统结合现代传感技术、数据处理技术和控制技术，旨在实现对车辆运行状态的全面监控和及时预警，为煤矿井下的安全生产提供有力保障。

关键词：煤矿井下；防爆无轨胶轮车；安全系统设计

引言：随着无轨胶轮车运输方式的普遍应用，胶轮车在井下的运行安全也日趋突出了。本文阐述了防爆无轨胶轮车安全系统的设计原理与实现方法。系统采用模块化设计，集成数据采集、处理、预警及响应控制等功能。通过精选的传感器实时监测车辆状态和环境参数，如温度、瓦斯浓度等，并利用ARM嵌入式微处理器进行数据分析与比较，及时发现安全隐患。一旦检测到异常情况，系统将迅速启动响应控制机制，包括声光报警、发动机熄火等措施，以确保煤矿井下作业的安全。

1 防爆无轨胶轮车安全系统设计原理

防爆无轨胶轮车安全系统的设计原理基于煤矿井下复杂且危险的工作环境，旨在通过先进的技术手段保障车辆的运行安全。第一，系统采用模块化设计，将数据采集、数据处理、安全预警和响应控制等功能模块独立开来，便于系统的维护和升级。第二，系统利用多种专业传感器实时采集防爆无轨胶轮车的运行状态数据，如温度、瓦斯浓度、机油压力等，确保数据的全面性和准确性，这些传感器输出的信号经过转换和标准化处理后，被输入到控制器中进行分析和处理^[1]。第三，控制器采用ARM嵌入式微处理器作为核心，内置多种安全算法，能够实时判断车辆是否存在安全隐患；当检测到危险情况时，控制器会立即输出控制信号，触发响应控制模块采取相应的安全措施，如声光报警、车辆熄火等，以确保车辆和人员的安全。

2 煤矿井下防爆无轨胶轮车的危险点分析

2.1 瓦斯爆炸风险

煤矿井下环境复杂且危险，其中瓦斯浓度过高是引发爆炸事故的主要原因，防爆无轨胶轮车作为井下重要的运输工具，其运行过程中可能因多种因素产生火花，从而触发瓦斯爆炸。具体来说，电气设备的故障，如线路老化、短路等，以及机械部件的摩擦、碰撞，都

可能产生足以点燃瓦斯的火花。瓦斯是一种易燃易爆的气体，当其在空气中的浓度达到一定的爆炸极限时，一旦遇到火源或高温，就会迅速燃烧并引发爆炸。因此，对于防爆无轨胶轮车而言，必须对车辆周围的瓦斯浓度进行实时监测，确保其始终控制在安全范围内，一般来说，煤矿井下瓦斯浓度的安全标准应严格控制在1%以内，以确保井下作业的安全。

2.2 高温引发危险

煤矿井下空气含瓦斯与粉尘，高温条件下易引发火灾或爆炸，防爆无轨胶轮车运行时，发动机及尾气排放的高温成为潜在危险源。发动机工作产生大量热量，若冷却系统故障或效果不佳，表面温度可能急剧升高，超出安全范围，尾气排放温度通常超650℃，直接排放易引燃瓦斯或粉尘，导致严重安全事故。因此，防爆无轨胶轮车需采取有效措施冷却尾气和发动机：应安装尾气冷却装置，确保尾气温度降至70℃以下；同时监控发动机表面温度，不超过150℃；并定期检查冷却系统，保证冷却水温度在95℃以内，以确保发动机冷却效果，防止高温引发安全事故，这些措施对于保障煤矿井下作业安全至关重要，必须严格执行，以消除潜在的安全隐患。

2.3 尾气有害气体危害

防爆无轨胶轮车以柴油为动力，燃烧产生一氧化碳、氮氧化合物等有毒气体，严重污染井下空气，威胁作业人员健康。一氧化碳无色无味，与血红蛋白结合形成碳氧血红蛋白，导致组织缺氧，长时间暴露可出现头痛、眩晕、恶心等症状，甚至致死；因此，必须实时监测尾气中一氧化碳浓度，确保其不超0.1%的安全标准。氮氧化合物具刺激性和腐蚀性，损害呼吸道和肺部，长期吸入可致呼吸道炎症、肺气肿，甚至肺癌，同样需实时监测尾气中氮氧化合物浓度，控制在0.08%以内。为保障井下作业安全，应加强对防爆无轨胶轮车尾气的监测

与管控,确保有害气体浓度控制在安全范围内,减少空气污染,保护作业人员身体健康。

3 防爆无轨胶轮车安全系统设计分析

3.1 防爆无轨胶轮车安全系统的硬件设计

3.1.1 传感器选型

在防爆无轨胶轮车安全系统的构建中,传感器选型是至关重要的一环,我们经过深思熟虑,精选了多款传感器,以全面、实时地监控车辆的运行状态及周围环境。(1)温度传感器,如同车辆的“体温计”,精准测量发动机的工作温度,确保这一核心部件不会因过热而遭受损害,甚至引发火灾风险。(2)气体浓度传感器,则扮演着“安全卫士”的角色,它时刻监测巷道内的瓦斯体积浓度,一旦数值超标,系统将即刻启动应急机制,有效避免爆炸事故的悲剧发生。(3)机油压力传感器,则专注于发动机机油系统的健康状态,确保机油压力维持在正常范围内,从而防止因机油压力不足而引发的发动机故障。(4)浮子液位传感器,则像是一位细心的“燃油管家”,它实时监测油箱的液位,确保车辆拥有充足的燃油供应,避免燃油耗尽的尴尬与风险。

3.1.2 控制器选型

在防爆无轨胶轮车安全系统的核心部件——控制器的选型过程中,我们经过深思熟虑,最终确定了采用ARM920T核心芯片S3C2440A作为系统的处理器。这一选择基于S3C2440A在性能与稳定性方面的卓越表现,它特别适合于车载系统这种对处理速度和稳定性要求极高的应用场景。S3C2440A芯片内置了强大的数据处理单元,能够高效地处理由各类传感器采集的海量数据,确保数据的实时性和准确性;除了出色的数据处理能力外,S3C2440A还支持多种外设接口,如SPI、I2C、UART等,这使得它与各种传感器和执行器的连接变得异常简便。通过这些接口,系统能够实现对车辆运行状态的全面监控,并及时向执行器发出控制指令,确保车辆的安全运行^[2]。

3.1.3 显示报警系统

为了更直观地展示防爆无轨胶轮车的运行状态,并及时提醒驾驶人员处理可能出现的异常情况,我们精心设计了显示报警系统。该系统采用了先进的液晶汉显技术,能够在液晶显示屏上实时显示车辆的运行状态参数,如发动机温度、巷道内瓦斯浓度、机油压力等,这些参数的实时显示,使得驾驶人员能够随时了解车辆的状况,从而做出正确的驾驶决策。我们还为系统配备了声光报警系统,当系统检测到任何异常情况时,如发动机温度过高、瓦斯浓度超标等,声光报警系统将立即启

动。它会发出明显的报警声响,并点亮报警灯光,以吸引驾驶人员的注意,这种设计不仅提高了驾驶人员的操作便利性,使得他们能够在第一时间察觉并处理异常情况,还大大增强了车辆的安全性,为煤矿井下的安全生产提供了有力保障。

3.1.4 供电系统

在防爆无轨胶轮车安全系统的供电系统设计中,我们选择了由车辆自带的蓄电池直接进行供电的方案,蓄电池输出电压为稳定的12V直流电压,这是车载设备常用的电压标准,为了确保系统能够稳定运行,我们还为供电系统配备了高精度的调压器。经过调压器处理后的输出电压误差可以控制在1%范围内,这极大地提高了系统的电压稳定性,确保了各部件的正常工作。这种供电方式不仅简单可靠,而且能够满足系统在各种工况下的电力需求。无论是在车辆启动、行驶还是停车状态下,蓄电池都能为系统提供稳定的电力供应;此外,我们还对供电系统进行了严格的防爆处理。在煤矿井下这种易燃易爆的环境中,防爆处理是必不可少的,我们采用了专业的防爆技术和材料,确保供电系统在运行过程中不会产生任何可能引发爆炸的火花或热量,从而保证了车辆和人员的安全。

3.2 防爆无轨胶轮车安全系统的软件设计

3.2.1 系统软件架构

系统软件采用模块化设计思想,将整个系统划分为启动程序、数据分析程序、响应控制程序三大部分:

(1)启动程序:作为系统的入口,启动程序负责在车辆启动时进行系统的自检和初始化工作,它会对系统的硬件资源进行检查,确保各部件处于正常工作状态,并初始化系统参数,为后续的数据处理和操作奠定基础^[3]。

(2)数据分析程序:数据分析程序是系统的核心部分,它负责传感器数据的采集、转换和分析工作,程序会定期或实时地从各类传感器中读取数据,并对这些数据进行处理,如去噪、滤波等,以提高数据的准确性和可靠性。(3)响应控制程序:响应控制程序根据数据分析程序的结果,输出相应的控制量,实现对防爆无轨胶轮车的安全控制,它会根据预设的安全策略,对异常情况做出快速响应,如发出报警信号、调整车辆运行状态或执行紧急停车等,以确保车辆和人员的安全。

3.2.2 数据采集与转换

数据采集作为防爆无轨胶轮车安全系统的核心环节,其重要性犹如建筑物的地基,坚实且不可或缺。系统通过一系列精密、高效的传感器,实时捕捉并传递着车辆的运行状态及周边环境的详尽信息,为车辆的安全

行驶提供了坚实的数据支撑,这些传感器如同系统的“触角”,各司其职,共同构建起一张全方位的安全监测网络。温度传感器,以其高度的精确性,实时监测发动机的工作温度,确保发动机在安全的温度范围内运行,有效避免因过热而引发的故障或损坏。气体浓度传感器,则如同矿井中的“哨兵”,时刻监测巷道内的瓦斯体积浓度,一旦检测到超标情况,便会立即触发预警机制,为防止潜在的爆炸事故提供宝贵的提前量。机油压力传感器通过实时监测机油的压力,确保发动机得到充分的润滑,从而延长其使用寿命并提升运行效率,而浮子液位传感器,则通过精确测量油箱的液位,确保燃油的充足,为车辆的持续行驶提供有力保障。

3.2.3 数据分析与比较

数据分析与比较,堪称防爆无轨胶轮车安全系统的“智慧中枢”,这一环节,系统通过对从各类传感器采集到的海量数据进行深度挖掘和细致分析,精准地评估着车辆的安全状况,为车辆的安全行驶提供着坚实的决策支持。(1)在数据分析之初,系统会依据车辆的实际情况以及煤矿井下的严格安全标准,精心设定一系列关键参数的安全阈值;这些阈值,就像是一道道坚固的警戒线,守护着车辆的安全边界,一旦有任何数据越过这些警戒线,就意味着潜在的安全风险正在悄然逼近。

(2)在数据分析的过程中,系统会逐一将传感器检测到的实时数据与安全阈值进行细致的比对,这是一项既繁琐又至关重要的工作,因为它直接关系到车辆的安全与否。如果所有数据都稳稳地保持在安全范围内,那么车辆就被判定为处于安全状态,系统会继续保持着警惕,进行常规的监测工作;而一旦发现数据异常,系统则会立即启动预警机制,为驾驶人员提供及时的警示,确保车辆的安全行驶。

3.2.4 响应控制

响应控制是防爆无轨胶轮车安全系统的最后一道防

线,它根据数据分析与比较的结果,迅速输出对应的控制量,以确保车辆和人员的安全,这些控制量涵盖了多个方面,从调整发动机转速、控制刹车系统到启动紧急停车机制等,无所不包^[4]。以发动机温度过高为例,当系统检测到这一异常情况时,响应控制程序会立即启动,自动控制发动机熄火,这一举措不仅有效避免了因发动机过热而引发的爆炸事故,还为驾驶人员提供了宝贵的反应时间,让他们能够迅速停车并检查故障原因。系统还会通过声光报警系统向驾驶人员发出明确的警报信号,提醒他们立即采取行动;此外,系统还具备高度的灵活性和可定制性,根据不同的实际需求和安全策略,系统可以设置多种不同的响应控制措施。例如,在瓦斯浓度超标的情况下,系统不仅可以控制车辆熄火以切断火源,还可以自动开启通风系统以稀释瓦斯浓度,甚至启动紧急疏散程序以确保人员安全撤离。

结语:综上所述,防爆无轨胶轮车安全系统通过模块化设计、精选传感器、高效数据处理与响应控制机制,实现了对车辆运行状态和周围环境的全面监测与预警。该系统不仅提高了煤矿井下的作业安全性,还为驾驶人员提供了更加便捷、直观的操作体验。未来,随着技术的不断进步和煤矿安全生产要求的不断提高,防爆无轨胶轮车安全系统将进一步优化升级,为煤矿行业的可持续发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]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.
- [2]王佃成.煤矿用无轨胶轮车防爆柴油机的废气净化措施[J].大众标准化,2020(23):52-53.
- [3]李利文,李冬冬.浅析防爆柴油机无轨胶轮车的安全使用措施[J].能源与节能,2020(11):133-135+143.
- [4]任伟.煤矿井下无轨胶轮车的现状及应用[J].内蒙古煤炭经济,2021(7):142-143.