

# 移动式矿用防撞探测设备的设计优化研究

王艳彬

国家电投集团山西铝业有限公司贺家圪台铝土矿

DOI:10.12238/pe.v2i4.8405

**[摘要]** 针对现有矿用防撞探测设备体积大、质量大、移动困难等问题,提出了一种新型的移动式矿用防撞探测设备。该设备利用井下电磁波信号探测井下矿用电机车、运矿工程车等移动设备前方障碍物的距离,根据车辆的速度计算障碍物的危险程度给予驾驶人员警示信息。经实验测试,该设备的探测精度较高,能有效提高巷道防撞探测的安全性。

**[关键词]** 移动式矿用设备; 防撞探测; 设计; 性能优化

**中图分类号:** TD163 **文献标识码:** A

## Study on design optimization of anti-collision detection equipment for mobile mining

Yanbin Wang

State Power Investment Group Shanxi Aluminum Co., LTD. Hejia Getai bauxite mine

**[Abstract]** In view of the large size, large quality and difficulty of moving mine detection equipment. The equipment uses the underground electromagnetic wave signal to detect the distance of the obstacles in front of the mobile equipment such as the underground mining motor locomotive and mining engineering vehicle, and calculates the danger degree of the obstacles according to the speed of the vehicle to give the driver warning information. After experimental test, the detection accuracy of the equipment is high, which can effectively improve the safety of roadway collision detection.

**[Key words]** mobile mine equipment; anti-collision detection; design; performance optimization

### 引言

在井下巷道运输过程中,安全问题始终是摆在第一位,防撞应用能够有效的提高安全系数,为安全生产保驾护航。在地下开采矿山,巷道内人车交叉作业频繁,车辆工作环境复杂,驾驶员视距受限,容易因疲劳、视角盲区等因素导致事故发生。因此,针对巷道中作业数量多,空间受限,行车之间碰撞事故时有发生,研究人员设计了移动式矿用防撞探测设备,行车作业期间,实时监测电机车位置以及做好防撞预警是必要措施。移动式矿用防撞探测设备的特点是,能够在发生碰撞时,自动探测出车辆、人员的位置,发出减速和停车提示,以防在司机疏于观察发生安全事故。

#### 1 移动式矿用防撞探测设备的设计特点

##### 1.1 设备的主要技术指标

根据目前矿井实际情况,设备要能满足以下功能要求:①可用于任意位置、巷道布置方式和环境中;②具有较高的探测精度;③具备自动校正偏差的功能;④实时显示测距数据和报警信息;⑤携带方便,能够快速架设和撤收。

##### 1.2 结构组成及主要技术参数

该设备采用车载移动方式,在地下开采矿山可通过巷道将

设备拖入现场进行探测作业。主要由雷达探测器、传感器、控制系统、处理器(语音提示喇叭)等四部分组成,并采用了微电脑智能化操作系统。巷道内矿用电机车和大型工程车在井下或隧道内、多径效应严重,该设备增加了车与车之间的对等信息处理,在矿用电机车、井下操作人员或工程车相互接近时,装备有雷达系统的车辆控制器能发出声音提示驾驶人员注意前方、左侧或右侧有危险目标<sup>[1]</sup>。

##### 1.3 机械结构设计

设备采用高强度铝合金材料制作,外形美观大方,符合铝土矿井下巷道环境要求;配置万向脚轮和滚轮,可灵活移动,方便运输。

#### 2 移动式矿用防撞探测设备性能优化的必要性

##### 2.1 提升矿井作业安全性

地下开采矿山作业环境复杂,井下巷道运输过程中,矿车与巷道碰撞、矿车与人员碰撞的事故多发,对井下安全生产造成了严重影响。为了避免此类事件发生,应通过优化移动式防撞探测设备的性能来增强其探测精度和探测范围,提高探测识别能力,使之能准确识别出各种移动障碍物,从而为矿山安全生产提供可靠保障。

## 2.2提高设备可靠性

在地下开采矿山环境中,移动探测设备长期经受高温、高湿、粉尘等恶劣条件的考验,同时需要频繁地进行充电或更换电池,极易受到自然环境的影响而出现故障。因此,有必要对现有移动式矿井用防撞探测设备的性能进行优化,以提高其适应矿井环境变化复杂的能力,确保设备的稳定可靠运行,降低因设备故障造成的安全事故风险。

## 2.3降低误报和虚报率

随着传感器技术的发展,目前矿用设备对于障碍物距离的测量精度已经有了很大提升。但是对于探测距离的计算仍停留在过去的经验阶段,导致误报和虚报率较高。因此如何准确地测量和判断障碍物的实际位置以及实时监测到障碍物运动状态是移动式矿井用防撞探测设备需要解决的问题<sup>[2]</sup>。

## 3 移动式矿井用防撞探测设备性能优化面临的问题

### 3.1技术研发难度大

移动式矿井用防撞探测设备实时性强,是一个复杂的系统,涉及到传感器、信号处理、硬件控制等多个方面。目前国内在该领域的研究比较薄弱,存在很多技术难题没有解决,导致产品性能不稳定,故障率较高。同时,地下开采矿山地质条件复杂,电磁干扰严重,给设备的设计和制造带来了极大的困难,需要开展大量的试验来验证其可靠性。此外,矿井作业条件苛刻,对装备的耐久性提出了更高的要求,因此,如何增强装备的抗扰动性能也成为了目前迫切需要解决的问题。因此,加强矿山移动避碰检测装备的研究与开发,并建立相应的实验室,为装备研制提供充分的测试环境,是提高其性能的关键。

### 3.2成本控制的压力

常用的测试方法	局限性
现场检测法	现场检测法因受场地、人员、时间、安全等限制,只能在短时间内对设备进行静态测试,且成本高、效率低,不适用于大规模生产的产品
模拟试验室法	模拟试验室法只能通过计算机仿真实现对设备在特定环境中的动态测试,但设备参数设置与实际工况差别较大,容易导致试验结果失真,且设备运行过程中会产生随机噪声,不易提取有效信息
计算机仿真分析法	计算机仿真分析法虽然能准确描述设备工作原理及性能指标,但无法进行实物试验验证

图1 性能测试与验证的复杂性

由于移动式矿井用防撞探测设备在我国矿井中的使用数量越来越多,该类型设备的相关维护和升级也逐渐受到人们重视。但是,为了保证设备长期稳定地工作,需要对其进行定期检查和维修。然而,这种检查和维修工作都需要耗费一定成本,如果不能得到有效控制,将会给矿山企业带来巨大压力。比如,2017年,

一家矿山企业在对移动防撞检测装置进行检修时,就发现该装置发生故障,且不能正常运行。之后,公司采取了新的设备来替代解决这个问题,这样做不但浪费了大量的人力和财力,也给公司带来了较大的经济损失。

### 3.3性能测试与验证的复杂性

为确保移动式矿井用防撞探测设备的性能指标能够达到预期,需要对其进行测试验证。障碍物预警计算采用了小波处理技术,实时性强,虚警率低,为防灾安全驾驶起到保护作用。然而,由于地下开采矿山井下环境恶劣,移动设备在井下运行时会受到高温、粉尘、强电磁干扰等影响,而且地下巷道也存在大量弯曲和盲区,因此,传统的性能测试方法无法满足要求(如图1)。目前常用的测试方法有:(1)现场检测法;(2)模拟试验室法;(3)计算机仿真分析法。但是这几种方法均存在一定的局限性,例如,现场检测法因受场地、人员、时间、安全等限制,只能在短时间内对设备进行静态测试,且成本高、效率低,不适用于大规模生产的产品;模拟试验室法只能通过计算机仿真实现对设备在特定环境中的动态测试,但设备参数设置与实际工况差别较大,容易导致试验结果失真,且设备运行过程中会产生随机噪声,不易提取有效信息;而计算机仿真分析法虽然能准确描述设备工作原理及性能指标,但无法进行实物试验验证。这些问题都使得性能测试与验证具有复杂性<sup>[3]</sup>。

## 4 移动式矿井用防撞探测设备性能优化的策略

### 4.1采用先进的传感器和算法

由于地下开采矿山地质条件复杂,为了能够满足井下巷道的安全防护要求,我们必须采用先进的技术来研制移动式矿井用防撞探测设备(如图2)。为了能够对移动目标进行定位,一般采用激光雷达和摄像机两种传感器技术。目前比较常用的激光雷达主要有毫米波激光雷达和厘米波雷达两种类型,其中毫米波激光雷达能够探测到1km远距离范围内的移动目标,而厘米波激光雷达则能够探测到20m远距离范围内的移动目标。毫米波激光雷达主要是利用光的传输速度快的特性来测量移动目标与基站之间的距离,因此毫米波激光雷达在雨、雾和沙尘天气能有效工作,可以用于矿井巷道等室内环境。而摄像机技术则是通过摄像头采集视频信号,通过对视频信号的分析,从而实现移动目标的定位。目前,国内外对于巷道内的移动目标定位主要采用的算法有两种,即距离约束算法和多传感器融合算法。其中距离约束算法主要是根据目标与基站之间的距离来判定移动目标是否是移动目标,这种方法的缺陷在于无法对多个移动目标进行定位。而多传感器融合算法则能够实现同时对多个传感器信号的分析,从而得到更加准确、可靠的移动目标位置。

### 4.2优化设备的能源管理

移动式矿井用防撞探测设备在运行过程中,往往会因为不同的原因导致设备的性能下降,因此为了降低设备能源消耗,提高工作效率,必须要对其进行能源管理。通过分析发现,引起设备能源浪费主要有以下几个方面:(1)在矿井作业环境下,由于一些特殊原因导致信号传输不稳定;(2)设备所采用的能源类型

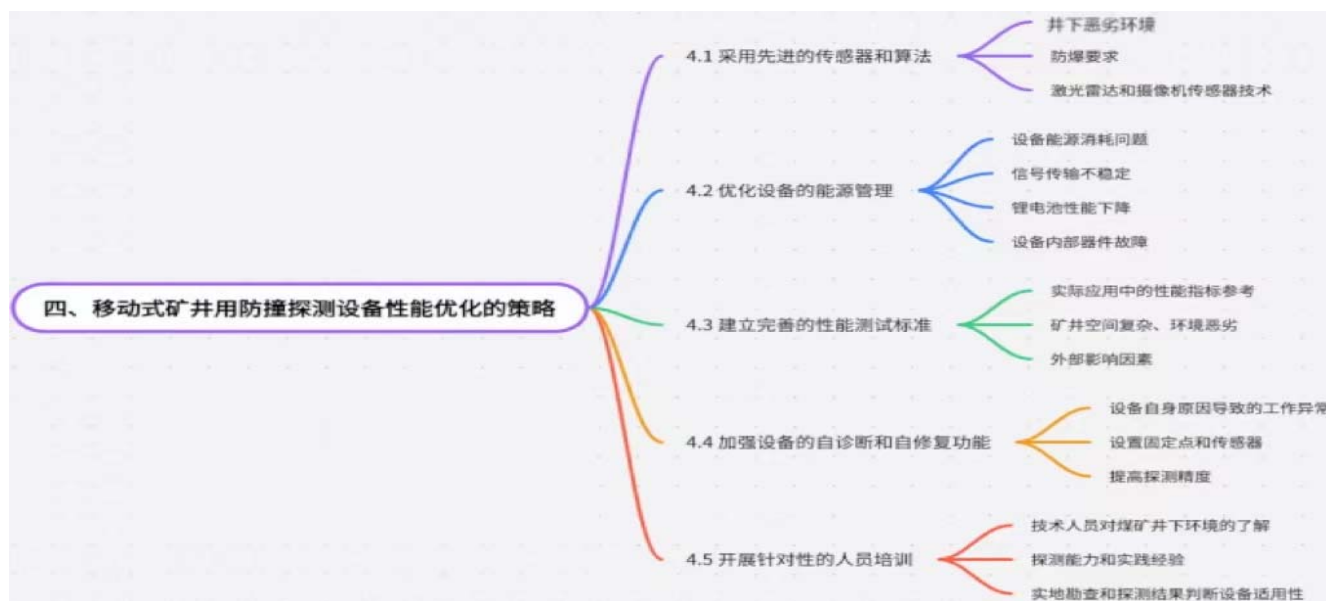


图2 移动式矿井用防撞探测设备性能优化的策略

是锂电池,而此类电池在使用过程中如果温度过高或过低都会导致放电功率下降,影响设备的正常运行;(3)设备内部有多个器件,其中某些器件在长时间连续工作后容易发生故障,这些问题都会直接影响到设备的性能。基于此,相关人员需要不断优化和完善设备管理制度,严格执行定期检修维护工作,及时更换损坏的元器件,确保所有器件都能正常运行。

#### 4.3 建立完善性能测试标准

目前,移动式矿井用防撞探测设备的测试标准还不完善,在实际应用中并没有统一的性能指标参考。由于矿井空间复杂、环境恶劣,受外部影响因素较多,这些外部影响因素也会对设备的性能产生影响。为了保证探测设备的使用效果,应该针对不同的探测目标和探测环境建立完善的测试标准。例如,针对井下巷道长度、宽度、高度、倾角等因素建立相应的检测标准;针对井下恶劣的电磁干扰环境建立相应的抗干扰能力测试体系;针对不同材质的障碍物建立相应的识别率测试体系等。只有针对具体情况建立相应的检测标准才能更加科学合理地优化移动防撞探测设备的性能。

#### 4.4 加强设备的自诊断和自修复功能

移动式矿井用防撞探测设备的使用,是为了对井下障碍物进行检测和预警。通过设置一些固定点和传感器,可以有效地提高探测精度。但是由于设备自身的原因,可能会导致其无法正常工作,在这种情况下,应该及时维护设备。同时还需要加强自诊断和自修复功能,这样就能有效地避免设备出现故障问题。

#### 4.5 开展针对性的人员培训

虽然移动式矿井用防撞探测设备的性能得到了有效优化,但在实际应用中还是存在一些问题。为保证设备能够安全稳定

地运行,必须对相关技术人员进行针对性的培训。这就要求工作人员对地下开采矿山环境有足够了解,并且具有一定的探测能力和实践经验。由于不同矿井所处位置和地质条件各不相同,因此要想发挥出防撞探测设备应有的作用,必须开展实地勘查,通过探测结果判断该设备是否适用于当前矿区。与此同时,我们也要不断地学习,掌握一些先进的检测方法,并把它们应用于检测工作中,从而提高检测仪器的检测效率。另外,为了适应矿山的生产需要,还应根据矿山的条件,不断地调节防撞装置的参数。

## 5 结语

针对现有矿井防撞探测设备存在的工作效率低、误报率高等问题,设计了一种移动式矿井用防撞探测设备,采用了多天线阵列、多信号处理和模式识别等技术,提高了探测精度。应用结果表明,该防撞探测设备可以在巷道内实现测距、授时、通信一体化,根据车辆的速度计算障碍物的危险程度给予驾驶人员警示信息,能有效提高井巷运输防撞探测的安全性。

### [参考文献]

- [1]徐特.单轨吊机车防撞报警装置在矿井中的应用设计[J].能源技术与管理,2022,47(03):111-112.
- [2]矿井防水体电磁波探测技术研究与应用[M].山东省,山东华泰矿业有限公司,2009-01-01.
- [3]庞雨秋.矿井移动式膜分离制氮自动控制系统设计与研究[J].机械管理开发,2024,39(01):183-185.

### 作者简介:

王艳彬(1982--),男,汉族,宁夏银川人,大学本科,电气工程师,自动化控制。