一种矿用本安型轻量化预警仪的研制

贾智新，严海鹏 *
中信重工开诚智能装备有限公司，河北 唐山 063020
DOI:10.61369/ETQM.2026090001

摘　　要： 针对现有矿用防爆智能监控预警仪存在重量大、拆装不便、充电困难等问题，研制了一种矿用本安型轻量化预警仪。该预警仪采用本质安全型电路设计，箱体以 ABS 阻燃防静电材料制作，整体重量大幅降低；固定机构采用肘夹结构，可实现预警仪与矿车的快速装拆；电池系统采用快速更换式结构，支持井下快捷换电，无需将设备运回地面充电。预警仪搭载激光雷达、红外摄像机和可见光摄像机，可实时采集矿车前方环境信息，通过识别软件自动识别轨道前方的行人或障碍物，并与绞车控制系统联动实现自动停车。实际应用表明，该预警仪有效降低了操作工劳动强度，提高了拆装效率。

关 键 词： 本安型；矿用预警仪；轻量化；快速固定；研制

Development of an Intrinsic Safety Lightweight Mining Warning Instrument

Jia Zhixin, Yan Haipeng*
CITIC HIC Kaicheng Intelligence Equipment Co., Ltd., Tangshan, Hebei 063020

Abstract: In response to the problems of heavy weight, inconvenient disassembly and assembly, and difficult charging of existing mining explosion-proof intelligent monitoring and warning devices, a mining intrinsic safety lightweight warning device has been developed. The warning device adopts an inherently safe circuit design, and the box is made of ABS flame-retardant and anti-static materials, significantly reducing the overall weight; The fixed mechanism adopts an elbow clamp structure, which can achieve rapid assembly and disassembly of the warning instrument and the mining car; The battery system adopts a quick replacement structure, supporting quick underground battery replacement without the need to transport the equipment back to the surface for charging. The warning device is equipped with a laser radar, infrared camera, and visible light camera, which can collect real-time environmental information in front of the mining car. Through recognition software, it automatically identifies pedestrians or obstacles in front of the track and links with the winch control system to achieve automatic parking. Practical application has shown that the warning device effectively reduces the labor intensity of operators and improves the efficiency of disassembly and assembly.

Keywords: intrinsic safety; mine warning instrument; lightweight; quick fixing; development

引言

在煤矿井下生产中，为保证绞车、矿车等运输设备的安全运行，技术人员设计研发了矿用防爆智能监控识别预警仪，该防爆预警仪搭载有激光雷达、红外摄像机和可见光摄像机，可实时采集矿车前方的环境信息，对轨道前方路况进行自动识别，并与绞车控制系统联动，识别到人或障碍物时自动停车，从而有效的保证矿车的安全运行。但现有的防爆智能监控识别预警仪存在如下缺陷：（1）防爆预警仪重量大，拆装不方便。为满足井下要求，现有预警仪为防爆型，防爆外壳使得预警仪自身重量很大。预警仪在使用时，需挂在矿车组行进方向的第一辆车上。当矿车反方向下行时，又要挂在下行方向第一辆车的车前。一般矿车每班要运行30多个往返，预警仪便需要拆装搬运60多次，操作工的劳动强度很大。（2）拆装不够快捷。现有预警仪固定方式为使用螺栓顶紧挂钩，每次拆装需较长时间，为保障操作人员安全，拆装操作时矿车需停车等待，过长的操作时间影响了矿车的运输效率。（3）充电不方便。现有预警仪采用隔爆设计方案，按煤矿安全规定不能在井下开盖换电池，也不允许在井下进行充电作业，因此每次电池耗尽都需要将预警仪整体运回地面进行充电。

为解决上述技术问题，本文介绍了一种矿用本安型轻量化预警仪，该预警仪对电路进行了优化设计，降低了电路能量等级，整个电路系统满足煤矿本质安全的要求，克服了防爆预警仪体积大、笨重的缺陷。

作者简介：贾智新（1984.10.02-），男，汉族，河北省秦皇岛市人，学历：本科，职称：工程师，研究方向或工作领域：特种机器人，煤矿智能装备。
通讯作者：严海鹏（1989.03.10-），男，汉族，河北省遵化市人，学历：本科，职称：工程师，研究方向或工作领域：特种机器人，煤矿智能装备。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

一、预警仪结构设计

（一）预警仪系统组成

矿用本安型轻量化预警仪，由：本安箱体（1）、固定机构（2）、电池舱门（3）、电池（4）、电池舱门锁紧机构（5）、补光灯（6）、摄像机（7）、激光雷达（8）、电控系统（9）等组成。

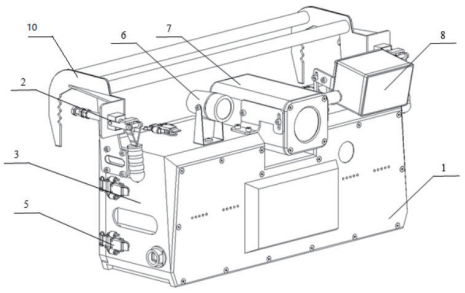


图1预警仪系统结构组成

Fig.1 Structure and composition of early warning system (front)

（二）固定机构设计

固定机构（2）为肘夹机构，由肘夹手柄（2-1）和肘夹压杆（2-2）组成；固定机构（2）有两组，分别安装在本安箱体（1）两侧上方位置，上下扳动肘夹手柄（2-1）可以使肘夹压杆（2-2）发生伸缩动作。挂钩（10）安装在本安箱体（1）上方，用于与固定机构（2）配合将预警仪固定在矿车上。当安装预警仪时，首先将肘夹手柄（2-1）向上抬起，使肘夹的压杆（2-2）缩进，然后将预警仪的挂钩（10）挂在矿车上。此时，压下肘夹手柄（2-1），使肘夹压杆（2-2）伸出，通过肘夹压杆（2-2）和挂钩（10）之间的夹紧力，将预警仪紧紧的固定在矿车上，从而实现预警仪的快速固定。

（三）功能及控制系统设计

电控系统（9）包括交换机（9-1）、电源转换板（9-2）、继电器（9-3）、无线客户端（9-4）和工控机（9-5）。

本安箱体（1）采用轻量化材料制作，分成电器舱和电池舱两部分。电控系统（9）安装在本安箱体（1）的电器舱内， 补光灯（6）、摄像机（7）和激光雷达（8）安装在本安箱体（1）的上方，通过摄像机（7）和激光雷达（8）采集矿车运行前方环境信息，采集到的数据信息通过交换机（9-1）传输给工控机（9-5），工控机（9-5）对采集的数据进行分析处理，通过识别软件自动识别矿车前方轨道是否存在人或障碍物。若发现矿车轨道前方存在人或障碍物，工控机（9-5）则通过无线客户端（9-4）向绞车房内的防爆计算机发送停车信号。

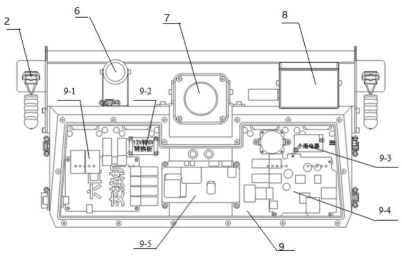


图2 功能及控制系统

Figure 6 function and control system

补光灯（6）、摄像机（7）、激光雷达（8）、交换机（9-1）、电源转换板（9-2）、继电器（9-3）、无线客户端（9-4）、工控机（9-5）。

（四）电池系统设计

电池（4）安装在本安箱体（1）的电池舱内，电池（4）结构上设计有手指孔（4-2）和与之联动的伸缩舌（4-1），用于将电池（4）固定在电池舱内，通过电池舱门（3）和电池舱门锁紧机构（5）将电池（4）封闭。

电池（4）安装在本安箱体（1）的电池舱内，电池舱内部上下左右各方向均设计了限位轨，电池（4）放入电池舱时可以对电池（4）进行导向和定位，确保电池（4）的位置正确。电池（4）结构上设计有手指孔（4-2）和与之联动的伸缩舌（4-1），用手捏住手指孔（4-2）时，伸缩舌（4-1）便会缩入电池（4）内部，当电池（4）装入到位后将手松开，伸缩舌（4-1）便会自动弹出，从而将电池（4）固定。电池舱门（3）安装在本安箱体（1）的背面，电池舱门锁紧机构（5）采用弹簧卡形式，安装在本安箱体（1）的两侧，用于将电池舱门（3）快速锁紧。补光灯（6）、摄像机（7）和激光雷达（8）安装在本安箱体（1）的上方前面位置，也可根据实际情况安装在其它合适部位。电控系统（9）安装在本安箱体（1）的电器舱内，挂钩（10）安装在本安箱体（1）上方后面位置。2个橡胶垫块（11）分别固定在2个电池舱门（3）上，用于辅助预警仪的固定。

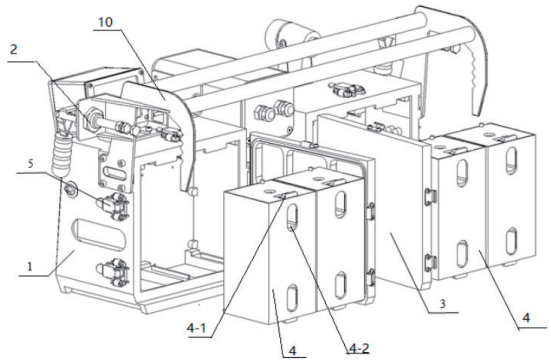


图3电池更换过程示意

Figure 8 schematic diagram of battery replacement process

本安箱体（1）、固定机构（2）、电池舱门（3）、电池（4）、电池舱门锁紧机构（5）、挂钩（10）

二、矿用本安型轻量化预警仪的工作过程

该预警仪工作过程是：首先将预警仪安装在第一节矿车的前面，当矿车行进时，预警仪通过摄像机（7）采集矿车前方的图像，用补光灯（6）为摄像机（7）提供照明，确保在低亮度环境下摄像机（7）可靠采集图像。同时使用激光雷达（8）对前方进行扫描，采集矿车前方的物体轮廓信息。采集到的数据信息通过交换机（9-1）传输给工控机（9-5），工控机（9-5）对采集的数据进行分析处理，通过识别软件自动识别矿车前方轨道是否存在人或障碍物。若发现矿车轨道前方存在人或障碍物，工控

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

机（9-5）则通过无线客户端（9-4）向绞车房内的防爆计算机发送停车信号。防爆计算机接到停车信号后，发出信号给绞车控制系统，防爆计算机与绞车控制系统联动，实现紧急停车，保证人员、矿车安全。当预警仪需要更换电池（4）时，如图6所示，将电池舱门（3）打开，放入充满电的电池（4）。电池（4）放入到位后，将电池舱门（3）关闭，并用电池舱门锁紧机构（5）锁紧，此过程方便快捷，一分钟内就可完成，完全可以满足现场不间断监控的需求。

三、结论

该预警仪内部电路采用本安型设计，箱体采用 ABS 阻燃防静电材料，避免了对壳体结构的隔爆要求，使预警仪自身重量大幅下降，降低了工人的劳动强度；采用快速安装固定结构，提高了拆装的便利性，减少了拆装时间；使用快速更换电池结构，解决了预警仪不能现场充电的问题，保障了矿车运行时的不间断监控。

参考文献

[1] 贾智新，郭映言，岑强，等 . 矿用本安型轻量化预警仪：CN113824868A[P]. 2021-12-20.

[2] 袁崇亮，王露梅，张军良，等 . 一种本安型矿用监控预警仪：CN113098087A[P]. 2021-07-09.

[3] 彭继慎，孙乐，宋绍楼，等 . 井下爆炸性气体检测系统与爆炸预测的研究 [J]. 电子技术应用，2010，36(8)：78-81.

[4] 王恩元，何学秋，刘贞堂，等 . 在线式电磁辐射监测预警仪研制及其应用 [J]. 煤炭学报，2009，34(4)：511-514.

[5] 孙乐 . 矿用本安超声倒车预警系统研究与设计 [D]. 太原：太原理工大学，2022.

[6] 裴文良，贾智新，郭映言，等 . 一种矿用本安型轻量化预警仪 :CN202122285599.6[P]. CN215682420U[2026-04-27].

[7] 武军峰，宋建成，曲兵妮 . 矿用高压配电装置隔离触头温度在线监测系统的设计 [J]. 工矿自动化，2011(9)：4.

[8] 张建国 . 矿用电铲智能斗齿监测系统研究 [J]. 工矿自动化，2025，51(S1)：76-77.

[9] 赵彤宇，王乾，王新亚，等 . 一种钻机传动装置的健康监测方法和装置 :CN202410154614.9[P]. CN117992867A[2026-04-27].

[10] 李小东，张强，许雪娟，等 . 基于预警云平台的 KJ796(A) 声电监测系统在冲击地压矿井生产中的应用 [J]. 中文科技期刊数据库（全文版）工程技术，2022(6)：4.

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.