

文章编号:1671-251X(2021)07-0130-05

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.17769

基于 433 MHz 无线通信与虹膜识别的 矿用唯一性检卡装置

张炜¹, 付元², 刘昕³

(1. 北京理工大学 机电学院, 北京 100081; 2. 煤炭科学技术研究院有限公司, 北京 100013; 3. 煤科院节能技术有限公司, 北京 100013)



扫码移动阅读

摘要:煤矿井下人员出入井口应设置检测识别卡工作是否正常和唯一性检测的装置。利用基于掌纹与指纹、人脸图像、步态等生物特征的唯一性检测技术对本人携带本卡进行检测存在受环境影响识别精度不高的问题;现有矿用唯一性检卡装置受检测区域外识别卡干扰,对人员携带多张识别卡、携带错误识别卡、未携带识别卡的情况检测效果不理想。针对上述问题,设计了一种基于 433 MHz 无线通信与虹膜识别的矿用唯一性检卡装置。首先,通过调节定向天线的发射功率,实现检测区域范围实时配置;433 MHz 无线通信模块通过定向天线向检测区域内识别卡配置检测区域标志符,读卡基站读取识别卡的电文数据,通过判断电文数据的检测区域标志符是否与配置的检测区域标志符相等,以排除区域外识别卡的干扰,对检测区域内识别卡数量进行检测,将检测结果写入中间数据库的结果表。然后,采集待检人员的虹膜信息,通过识别虹膜信息查询该人员的识别卡信息。最后,判断根据虹膜信息查询到的识别卡信息与中间数据库的结果表信息是否匹配,实现识别卡唯一性检测。测试结果表明,针对携带多张识别卡、携带错误识别卡、未携带识别卡与本人携带本卡的情况,该装置的检测准确率均为 100%,且平均检测时间均不超过 2 s。

关键词:井下作业人员管理;唯一性检测;识别卡检测;433 MHz 无线通信;定向天线;虹膜识别;人员定位

中图分类号:TD655.3 文献标志码:A

Mine uniqueness detection device based on 433 MHz wireless
communication and iris recognition

ZHANG Wei¹, FU Yuan², LIU Xin³

(1. School of Mechatronical Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China;
2. CCTEG China Coal Research Institute, Beijing 100013, China;
3. China Coal Research Institute Company of Energy Conservation, Beijing 100013, China)

Abstract: The entrance of the underground personnel in coal mine should be equipped with a device to detect whether the identification card is working properly and uniquely. There are problems in the use of uniqueness detection technology based on palm prints and fingerprints, facial images, gait and other biological characteristics to detect the person carrying this card. The recognition accuracy is low due to the impact of the environment. The existing mine uniqueness detection device is interfered by the identification card outside the detection area, and the detection effect is not ideal when the person carries multiple identification card, carries wrong identification card, and does not carry the identification card. In order to

收稿日期:2021-04-21;**修回日期:**2021-07-18;**责任编辑:**盛男,郑海霞。
基金项目:天地科技股份有限公司科技创新创业资金专项项目(2020-TD-MS001)。
作者简介:张炜(1996—),女,内蒙古呼和浩特人,硕士研究生,主要研究方向为智慧矿山信息化建设、人工智能算法,E-mail:3220190170@bit.edu.cn。
引用格式:张炜,付元,刘昕. 基于 433 MHz 无线通信与虹膜识别的矿用唯一性检卡装置[J]. 工矿自动化,2021,47(7):130-134.
ZHANG Wei,FU Yuan,LIU Xin. Mine uniqueness detection device based on 433 MHz wireless communication and iris recognition [J]. Industry and Mine Automation,2021,47(7):130-134.

solve the above problems, a mine uniqueness detection device based on 433 MHz wireless communication and iris recognition is designed. Firstly, by adjusting the transmission power of the directional antenna, real-time configuration of the detection area is realized. The 433 MHz wireless communication module configures the detection area identifier to the identification cards in the detection area through the directional antenna. The card reader base station reads the message data of the identification cards, and detects whether the detection area identifier of the message data is equal to the configured detection area identifier. In order to eliminate the interference of identification cards outside the area, the number of identification cards in the detection area is detected, and the detection results are written into the result table of the intermediate database. Secondly, the iris information of the personnel to be inspected is collected, and the identification card information of the personnel is queried by identifying the iris information. Finally, by judging whether the identification card information queried according to the iris information matches with the result table information of the intermediate database, the uniqueness detection of the identification card is realized. The test results show that the detection accuracy of the device is 100% for the cases of carrying multiple identification cards, carrying wrong identification cards, not carrying identification cards and carrying right identification cards. The average detection time does not exceed 2 s.

Key words: underground personnel management; uniqueness detection; identification card detection; 433 MHz wireless communication; directional antenna; iris recognition; personnel positioning

0 引言

为实现对煤矿井下工作人员的有效管理,根据AQ 1048—2007《煤矿井下作业人员管理系统使用与管理规范》中相关条款规定,各个人员出入井口应设置检测识别卡工作是否正常和唯一性检测的装置^[1]。基于上述规范要求 and 煤矿安全生产管理中对携带多张识别卡、携带错误识别卡、未携带识别卡等违规行为的检测需求,研究人员对矿用唯一性检卡装置进行了大量研究。

研究人员提出了利用基于掌纹与指纹、人脸图像、步态、虹膜等生物特征的唯一性检测技术对本人携带本卡进行检测^[2-4]。然而,由于矿工长期劳作,掌纹与指纹易被磨损,影响识别效果。井下煤尘较多,导致矿工的人脸易受污染,影响人脸识别效果。为了保证识别精度,步态识别需采集完整的步态图像作为识别特征,造成检测通道过长,难以适应现场需求,不易推广。虹膜识别的应用场景不受矿井环境限制,且虹膜特征不易损坏,因此虹膜识别适合在矿用唯一性检卡装置中使用^[5-7]。

针对出入井人员携带多张识别卡、携带错误识别卡、未携带识别卡的情况,现有矿用唯一性检卡装置对其检测效果不是很理想,主要是因为受检测区域外识别卡干扰,现有装置不能对检测区域内识别卡数量进行正确检测^[8]。433 MHz无线通信技术支持各种点对点、一对多点等无线数据传输方式^[9-12],定向天线可以把信号能量集中在某个方向,

从而保障某个方向的信号强度增强^[13-14]。因此,433 MHz无线通信技术与定向天线结合可确定检卡装置的检测区域,使得433 MHz无线信号只覆盖到检测区域内的识别卡。

本文结合433 MHz无线通信与虹膜识别设计了一种矿用唯一性检卡装置。该装置利用虹膜识别技术实现本人携带本卡检测;采用433 MHz无线通信技术与定向天线对检测区域内识别卡进行检测,从而实现出入井人员携带多张识别卡、携带错误识别卡、未携带识别卡等违规行为检测。

1 装置硬件设计

矿用唯一性检卡装置由区域标志模块、读卡基站、识别卡数量检测模块、虹膜检测模块、闸机、语音报警模块、供电模块和交换机组成,如图1所示。区域标志模块包括433 MHz无线通信模块与定向天线;通过调节定向天线的发射功率,实现检测区域范围实时配置;433 MHz无线通信模块通过定向天线向检测区域内识别卡发送检测区域标志符,以排除区域外识别卡的干扰。读卡基站读取检测区域内的识别卡信息。识别卡数量检测模块主要用于接收读卡基站的信息并进行识别卡数量检测,将识别卡数量检测结果存储在中间数据库。虹膜检测模块主要实现虹膜信息的采集、注册与识别,通过控制模块实现语音报警与闸机开启。供电模块主要向区域标志模块、读卡基站、虹膜检测模块、识别卡数量检测模块、交换机等供电。交换机主要实现读卡基站、识别

卡数量检测模块、虹膜检测模块的信息交互。

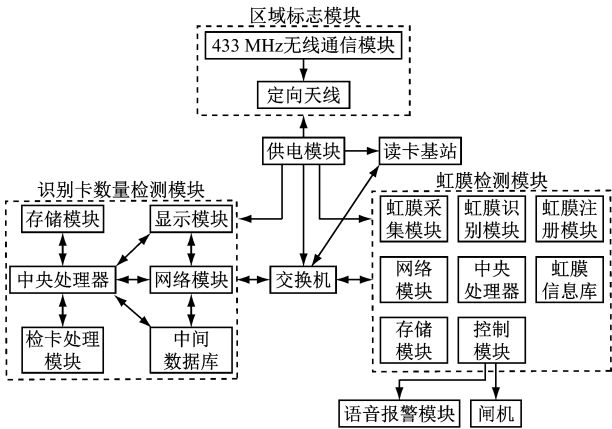


图 1 矿用唯一性检卡装置组成

Fig. 1 Composition of mine uniqueness detection device

2 装置软件设计

矿用唯一性检卡装置的软件采用模块化设计，主要包括识别卡数量检测程序、虹膜信息检测程序和虹膜信息与识别卡信息匹配检测程序 3 个部分。

2.1 识别卡数量检测程序

一般在井口部署 2 台唯一性检卡装置，一台用作入井检卡，另一台用作出井检卡。为了减少 2 台装置互相干扰、检测区域外识别卡对检测结果的干扰，采用 433 MHz 无线通信模块与定向天线对识别卡数量进行检测。识别卡数量检测流程如图 2 所示。待检人员进入检测区域后，首先，通过 433 MHz 通信模块发送检测区域标志符，识别卡获取该检测区域标志符，并将标志符嵌入到电文数据的字段中。然后，读卡基站读取识别卡的电文数据，判断电文数据的检测区域标志符是否与配置的检测区域标志符相等。若相等，则将识别卡信息与当前时间信息写入映射表，否则不处理该电文数据。最后，在映射表中查询距当前时间 2 s 内写入的识别卡数量，若查询到的识别卡数量大于 1，则将查询到的识别卡的多卡标志置为 1，否则置为 0，并写入中间数据库的结果表。

2.2 虹膜信息检测程序

虹膜信息检测流程：采集工作人员的虹膜信息，并将其与该工作人员的识别卡信息进行绑定；采集检测区域内待检人员的虹膜信息，识别该虹膜信息对应的工作人员基础信息，并查询该工作人员的识别卡信息，为虹膜信息与识别卡信息匹配检测提供依据。

2.3 虹膜信息与识别卡信息匹配检测程序

虹膜信息与识别卡信息匹配检测流程如图 3 所示。若中间数据库的结果表中不包括根据虹膜信息查询到的识别卡信息，则判断为待检人员未携带识

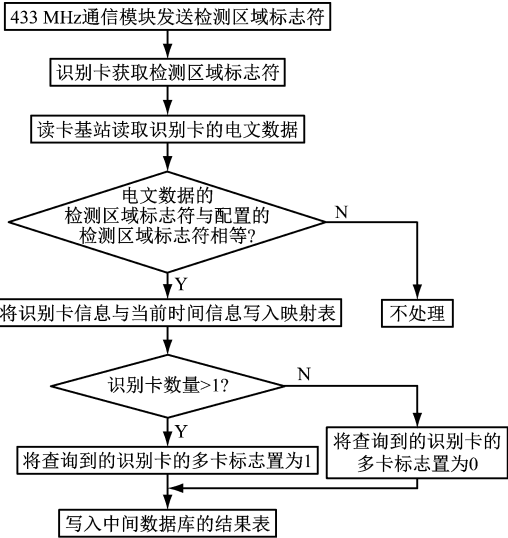


图 2 识别卡数量检测流程

Fig. 2 Identification card number detection process

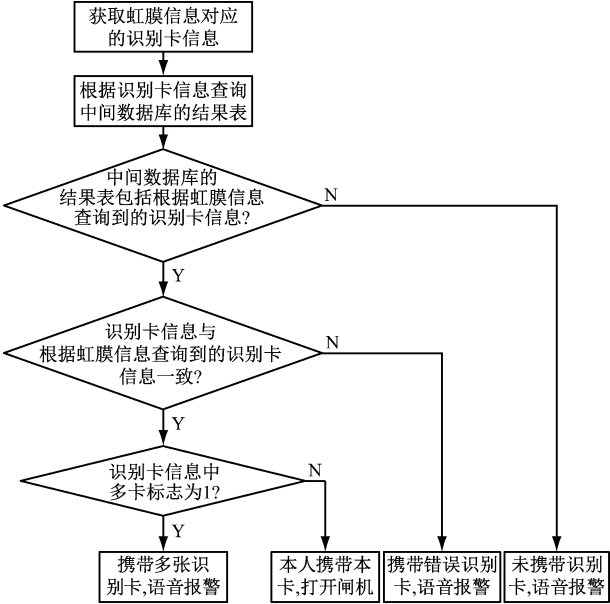


图 3 虹膜信息与识别卡信息匹配检测流程

Fig. 3 The matching detection process of iris information and identification card information

别卡；若中间数据库的结果表中包括根据虹膜信息查询到的识别卡信息但不一致，则判断为待检人员携带错误识别卡；若中间数据库的结果表中识别卡信息与根据虹膜信息查询到的识别卡信息一致，且该识别卡信息中多卡标志为 1，则判断为待检人员携带多张识别卡，为 0 则判断为待检人员携带了 1 张识别卡，且为本人的识别卡。

3 装置测试

3.1 测试指标

选用多卡检测率、多卡漏检率、错卡检测率、无卡检测率、正确卡检测率、多卡虚警率、错卡虚警率、无卡虚警率、检测时间为测试指标。

多卡检测率指待检人员携带多张识别卡被正确

检测的概率;多卡漏检率指待检人员携带了多张识别卡未被正确检测的概率;错卡检测率指待检人员携带别人的识别卡被正确检测的概率;无卡检测率指待检人员没有携带识别卡被正确检测的概率;正确卡检测率指待检人员携带本人识别卡成功通过检测的概率;多卡虚警率指待检人员未携带多张识别卡被检测成多卡的概率;错卡虚警率指待检人员未带错卡被检测成错卡的概率;无卡虚警率指待检人员携带了识别卡被检测成无卡的概率。

3.2 测试方法

(1) 多卡检测。100 名实验人员,每个实验人员携带 2 张识别卡通过矿用唯一性检卡装置的检测区域。

(2) 错卡检测。100 名实验人员,每个实验人员携带别人的识别卡通过矿用唯一性检卡装置的检测区域。

(3) 无卡检测。100 名实验人员均不携带识别卡通过矿用唯一性检卡装置的检测区域。

(4) 正确卡检测。100 名实验人员携带本人识别卡通过矿用唯一性检卡装置的检测区域。

(5) 检测时间。测试人员进入矿井入口时,矿用唯一性检卡装置立即对其进行识别,并开始计时;闸机开启或语音报警时,停止计时。停止计时的时间与开始计时的时间差为检测时间。

3.3 测试结果

测试结果见表 1。可看出多卡检测、错卡检测、无卡检测与正确卡检测的准确率均为 100%,且平均检测时间均不超过 2 s。

表 1 测试结果
Table 1 Test results

测试指标	多卡检测	错卡检测	无卡检测	正确卡检测
多卡检测率/%	100	—	—	—
多卡漏检率/%	0	—	—	—
多卡虚警率/%	—	—	—	0
错卡检测率/%	—	100	—	—
错卡虚警率/%	—	—	—	0
无卡检测率/%	—	—	100	—
无卡虚警率/%	—	—	—	0
正确卡检测率/%	—	—	—	100
平均检测时间/s	2.0	1.9	2.0	1.8

4 结论

(1) 通过调节定向天线的发射功率,实现检测区域范围实时配置;433 MHz 无线通信模块通过定向天线向检测区域内识别卡配置检测区域标志符,

以排除区域外识别卡干扰,对检测区域内识别卡数量进行检测,从而实现出入井人员携带多张识别卡、携带错误识别卡、未携带识别卡等违规行为检测。

(2) 对检测区域内待检人员的虹膜信息进行识别,并查询该人员的识别卡信息,根据虹膜信息查询到的识别卡信息与中间数据库的结果表信息进行比较,实现本人携带本卡的检测。

(3) 测试结果表明,针对携带多张识别卡、携带错误识别卡、未携带识别卡与本人携带本卡的情况,基于 433 MHz 无线通信与虹膜识别的矿用唯一性检卡装置的检测准确率均为 100%,且平均检测时间均不超过 2 s。

参考文献(References):

[1] AQ 1048—2007 煤矿井下作业人员管理系统使用与管理规范[S].
AQ 1048-2007 Specification for the usage and management of the system for the management of the underground personnel in a coal mine[S].

[2] 李晨鑫. 煤矿入井人员唯一性检测技术研究[J]. 工矿自动化,2014,40(11):38-41.
LI Chenxin. Research of uniqueness detection technology for in-pit coal mine personnel[J]. Industry and Mine Automation,2014,40(11):38-41.

[3] 郭海军. 矿井人员定位系统中标识卡唯一性检测装置设计[J]. 工矿自动化,2012,38(6):4-6.
GUO Haijun. Design of marking card uniqueness detection device in mine personnel location system [J]. Industry and Mine Automation,2012,38(6):4-6.

[4] 吴畏,唐丽均,田国正. 煤矿入井人员唯一性检测装置设计[J]. 煤炭工程,2018,50(2):26-28.
WU Wei, TANG Lijun, TIAN Guozheng. Design of uniqueness detection device for in-pit coal mine personnel[J]. Coal Engineering,2018,50(2):26-28.

[5] 张文云. 应用于虹膜识别的模板保护方法研究[D]. 沈阳:沈阳工业大学,2020.
ZHANG Wenyun. Research on template protection method applied to iris recognition [D]. Shenyang: Shenyang University of Technology,2020.

[6] 李萌. 基于 Zynq 的虹膜识别系统设计与实现[D]. 北京:北京化工大学,2020.
LI Meng. Design and implementation of iris recognition system based on Zynq[D]. Beijing:Beijing University of Chemical Technology,2020.

[7] 张博星. 基于深度学习的虹膜识别技术研究[D]. 西安:西安工业大学,2020.
ZHANG Boxing. Research on iris recognition based on deep learning [D]. Xi'an: Xi'an Technological University,2020.

[8] 刘洪宇. 矿井人员唯一性检测系统设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2015.
LIU Hongyu. Design and realization of uniqueness detection system for mine personnel[D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China,2015.

[9] 胡譔. 基于 433 MHz RF 和 GPRS 的智能水表抄收系统的设计[D]. 长沙:湖南大学,2016.
HU Chan. The design of smart water meters reading system based on 433 MHz RF and GPRS [D]. Changsha:Hunan University,2016.

[10] 王荣. 基于 433 MHz 无线自组传感器网络系统的设计与实现[D]. 天津:天津理工大学,2018.
WANG Rong. Research and design of wireless ad hoc sensor network based on 433 MHz [D]. Tianjin: Tianjin University of Technology,2018.

[11] 肖峰. 基于 433 MHz 无线模块的数据采集发送系统设计[J]. 光电技术应用,2019,34(3):28-32.
XIAO Feng. Design of data acquisition and transmission system base on 433 MHz wireless module[J]. Electro-Optic Technology Application, 2019,34(3):28-32.

[12] 李中秋. 以 433 MHz 无线通讯技术为基础的 LED 智能路灯照明系统研究[D]. 南京:东南大学,2019.
LI Zhongqiu. Research of LED intelligent street lamp lighting system based on 433 MHz wireless communication technology [D]. Nanjing: Southeast University,2019.

[13] 胡杲,陈星. 新型小型化 SWB 定向天线[J]. 电子测量技术,2021,44(4):21-24.
HU Xiao, CHEN Xing. A novel miniaturized unidirectional antenna for SWB applications [J]. Electronic Measurement Technology, 2021, 44 (4): 21-24.

[14] 王明伟,王钊,谭欣,等. 基于定向天线的多时隙能量收集无线通信有效吞吐量分析[J]. 陕西科技大学学报,2020,38(6):146-151.
WANG Mingwei, WANG Zhao, TAN Xin, et al. Effective throughput analysis of multi-slot energy harvesting wireless communication with directional antenna[J]. Journal of Shaanxi University of Science & Technology,2020,38(6):146-151.