

· 机电与自动化 ·

# 基于物联网的井下涌水自动监测与智能识别研究

张海龙 王 涛 余 浪 石 宇

(四川省安全科学技术研究院)

**摘 要** 针对我国金属矿山不断发生的透水事故,应用物联网技术,建立了一套软硬件结合的涌水量自动监测报警与智能识别系统.该系统对井下水位进行自动监测,对水组分和周围环境进行智能识别,大大地减少了透水事故的发生.生产试验证明,该系统简单可行,运行稳定,具有良好的监测、报警和智能识别功能,具有很好的推广应用前景。

**关键词** 物联网 涌水 监测 智能识别

## Study of Automatic Monitoring and Intelligent Recognition About Underground Water Inrush Based on the Internet of Things

Zhang Hailong Wang Tao Yu Lang Shi Yu

(Sichuan Academy of Safety Science and Technology)

**Abstract** Aiming at continuous water gushing accident of metal mines in our country, and applying with the technology of internet of things, the system with combination of automatic monitoring and intelligent recognition about water inrush with software and hardware is build, which can automatically monitor the height of underground gushing-water, and intelligently recognize the composition of gushing-water and its surrounding. All of these can reduce gushing-water accident. The production practice proved that this system is simple and feasible with a stable operation. Its good monitoring, alarming and intelligent recognizing functions make it own a brilliant foreground of application.

**Keywords** Internet of things, Water inrush, Monitoring, Intelligent recognition

金属矿井下涌水基本上都会通过渠道流入附近的水仓,所以设计系统主要的监测对象就是流入各个水仓的水流量和渠道中比较重要的监测点的水流量。一般,井下已经设置了若干个测流堰,但是这些测流堰目前只能由人工测量水流量。这样既不方便又要耗费人力,而且不能实时、动态地检测数据,同时,井下透水发生之前都有一些前兆,如监测点,工作面等温度变低,有害气体增加等,而这些信息还无法准确获得。河北工程大学的李树文在《矿井涌水量预测的灰色数值模型研究》<sup>[1]</sup>中阐述了矿井涌水系统的灰色数值模型,并且指出只有使疏降水位“灰带”的上界低于矿井生产的设计安全水位,才能保证矿井生产的安全。峰峰集团有限公司李文昌在《试论矿井突(涌)水系统及其研究方法》<sup>[2]</sup>中探讨了用岩体力学分析原理及方法建立地质体的本构模型,采取力学分析和数值模拟方法探讨系统的整体功能,揭示突水机理,概化突水模式,判别突水可能性。而以上都是在透水机理的基础上分析了涌水的

防治,在涌水水量自动监测、报警和水组分及周围环境识别方面没有深入探讨。本研究主要是在现有测流堰的基础上,设置基于RFID技术的传感器,通过此传感器,自动监测水位,流速及识别水组分和环境因素,则可很好地判断井下水的动态信息和发生透水的前兆信息。研究内容主要有:基于FRID技术的传感器设置和其所获得的数据的分析和处理,报警子网的设置,主控网络和接口程序设置以及软件的开发与运行。

### 1 物联网技术概述

物联网(The Internet of Things)的核心是射频识别技术(RFID),通过RFID、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网连接起来,进行信息交换和通

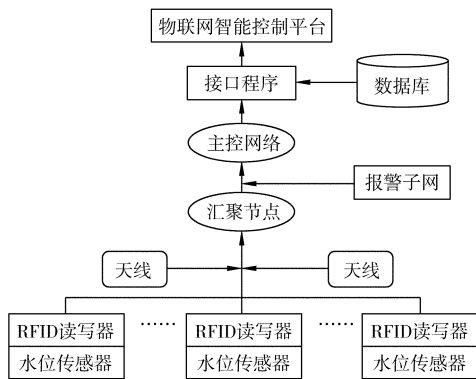
张海龙(1980—),男,四川省安全科学技术研究院安全技术信息所,硕士,610012 四川省成都市锦江区永兴巷15号省政府综合办公大楼附3楼201室。

讯,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。物联网的概念是在1999年提出的。物联网就是“物物相连的互联网”。这有两层意思:①物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上的延伸和扩展的网络;②其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间,进行信息交换和通讯,实现的“物物相联,智能感知;智能互联,智慧处置”。

## 2 系统的组成及功能

## 2.1 系统的组成

整个系统具有自动识别,智能监测和报警 3 种功能,整套系统中主要的硬件由传感器,RFID 读写器,天线,汇聚节点,报警子网络,接口程序以及物联网智能控制平台的软件系统 7 部分组成。具体见图 1。



### 图 1 系统的组成

## 2.2 硬件系统功能

(1)RFID 传感器。RFID 传感器是 RFID 读写器与传感器的集成,传感器大多是基于 WSN(无线传感网络),而 RFID 则具有自动识别能力。水位传感器是探测水位的核心部件。这里选用的传感器是小巧型超声波物位传感器,该传感器体积小、集成度高,在较恶劣的环境中也可以正常使用。

本次选用的传感器分为两种型号,两种型号的主要区别就在于传感器的量程不同。选用量程为 1 m 的传感器监测测流堰的水头高度,从而就可计算得到瞬时的水流量。选用量程为 5 m 的传感器监测水仓的水位高度。同时,在水位传感器上贴上 RFID 射频标签,这样不仅通过水位传感器探测到水位的流量和流速,并且 RFID 可以自动识别水的温度、毒性、酸碱度、铁的氧化物或硫化矿物化学成分,以及周围的有害气体等属性。

(2)RFID 天线。天线是一种以电磁波形式把前端射频信号功率接收或辐射出去的装置,是电路与空间的界面器件,用来实现导行波与自由空间波

能量的转化。在 RFID 系统中,天线分为电子标签天线和读写器天线两大类,分别承担接收能量和发射能量的作用。本系统采用电子标签天线用来接收水位传感器的数据,用读写器天线发射采集到的水位数据到汇聚节点。

(3) 汇聚节点。就是把由 RFID 读写器和水位传感器传回来的信号,通过天线接收,集中传送到汇聚节点的地方,而汇聚节点的设置,主要考虑的是距离问题,能量问题和信号问题,在一定的距离范围之内,以最少的能量传回最好的信号和最完备的数据。在井下布置节点的时候,要依据矿山巷道的布置和测流堰的具体位置,来综合考虑汇聚节点的位置的选定。

(4) RFID 传感器网络。主控制网络使用 RS - 485 传输协议,由于 RS - 485 传输协议的传输线路需要两根导线,所以选择了  $2 \times 1$  的屏蔽电缆作为主控制网络的网络总线。由于主控计算机上一般不提供 RS - 485 通讯接口而通常提供 RS - 232 通讯接口,所以必须通过 RS - 232/RS - 485 转换器把计算机输出的控制信号转换成为符合 RS - 485 通讯协议的控制信号。另外,由于 RS - 485 通讯协议的理论传输距离一般为 1 200 m,考虑到环境干扰等因素在实际应用中可能还达不到理论传输距离。所以就需要在线路上设置 RS - 485 中继器以延长线路的可用通讯距离。主控网络布线结构见图 2。

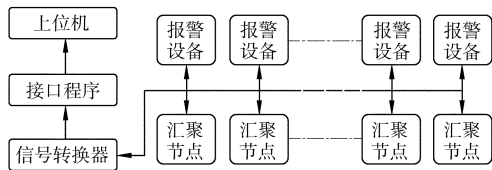


图2 主控网络布线结构

图2中所示,主控网络布线结构图由4部分组成。即上位机,信号转换器和汇聚节点群和报警控制器群。而所有监测点的水位数据和识别数据通过RFID传感器传回汇聚节点,汇聚节点又把数据通过主控网络传回信号转换器,最后通过接口程序传回上位机。每个传感器有个地址编码,上位机每次给下边的传感器发一个地址信号,下边对应地址的传感器就把当时测的数据再从这个线里边发回去,然后进行比较,如果监测实际水位数据高于设定值就发出报警。同时,RFID读写器把监测点水的属性,如化学组成,温度,毒性,酸碱度等信息传回到地面上位机,分析其信息,判断是否有采空区岩石积水还是老空区水以及周围的有害气体等<sup>[3]</sup>。

(5)报警子网络。报警子网络由控制器、报警器和控制线路组成。控制器选用 RS-485 通讯接口的 24 路开关量输出模块。通过输出开关量控制若干个继电器的闭合和关断,再由继电器控制报警器的开关。报警器使用 220 V 交流电压供电,通用性强、无须另外配置电源。控制线路使用三芯护套线,其中黄色线为共用线,红色线为较大声光报警器控制线,绿色线为小型报警器控制线。报警器理论上是通过一个开关连接到 220 V 电源,在这里继电器就起到开关的作用。报警输出模块见图 3。

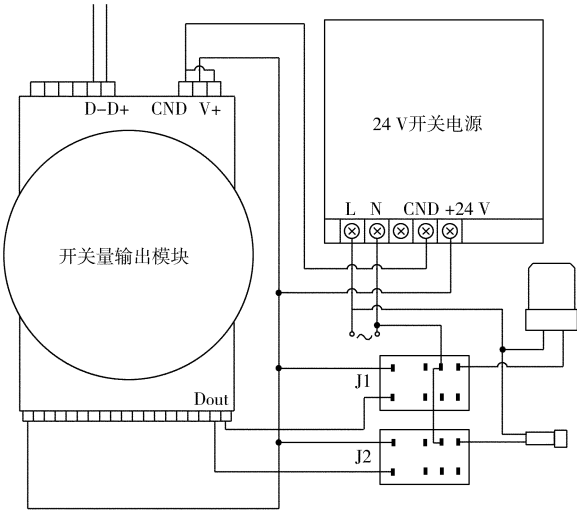


图 3 报警输出模块

3 软件设计

3.1 软件系统构成

通过硬件设备传回的信号,研发物联网井下涌水智能监测报警平台,创建水位高度,流速,监测点位置,监测点周围水信号的毒性,化学成分,有害气体等数据库。软件系统主要有水位信息设置(水位基本信息和监测点信息),实时数据模块(实时监测数据和超限报警数据),历史数据模块(月、年数据统计和月、年数据曲线图)<sup>[4]</sup>,监测点水属性(水的化学组成、酸碱性,毒性等信息)和周围环境信息(周围的有害气体、毒性物质、环境温度等)4 部分组成,具体见图 4。

3.2 数据采集

数据采集主要是通过传感器把测流堰的水流量数据  $S$  ( $S$  由水头高度和堰槽宽度得到)传送到数据库,通过 RFID 读卡器把监测点水的组成和周围环境信息传送到数据库里,然后软件系统把实时数据进行处理和显示。而从 RFID 读取的监测点水组成

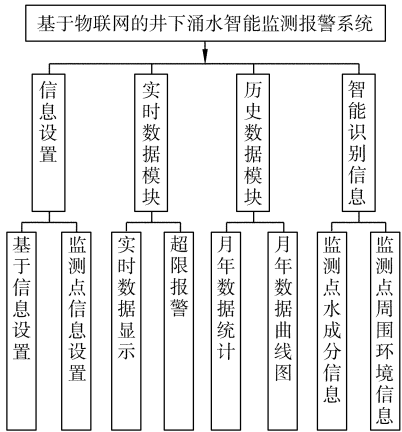


图 4 系统结构

信息和周围环境的信息和已经建立好的标准信息进行比较,如果其值偏离或者与正常的不符合,马上发出报警,以便判断涌水,漏水是岩层积水还是老空水,预防透水事故的发生。具体见图 5。

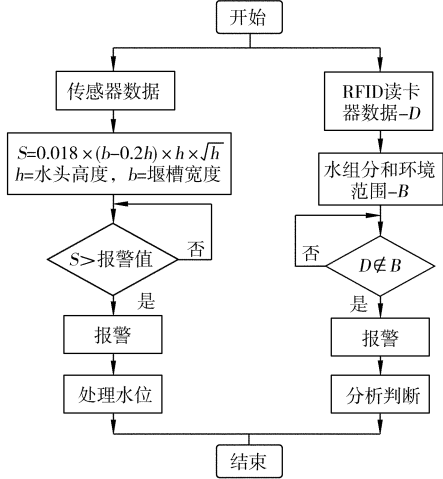


图 5 数据采集报警原理

3.3 报警要求

如果某个测点各月平均水流量稳定,则报警设计值就设得低一点,取月最大流量 2 倍。如果水流量不稳定受环境和人为影响大,则报警设计值就设高一点。所以报警设计值根据历史水流量的情况随机而定。而水组成和环境不符报警,则需要设计者根据开采工程的进展情况所获取的水文地质资料,不断更新数据库的标准值,以免错报,漏报<sup>[5]</sup>。

3.4 软件系统各部分功能简述

(1)信息设置模块。信息设置模块分基本信息设置和监测点信息设置 2 个方面。在基本信息设置模块可以设置适用于所有监测点的基本数据。监测点信息设置模块负责设置每个监测点具体的基本数据等信息。具体见图 6。

(2)实时数据模块。该模块主要功能是显示当

金属矿山井下涌水自动监测与智能识别系统

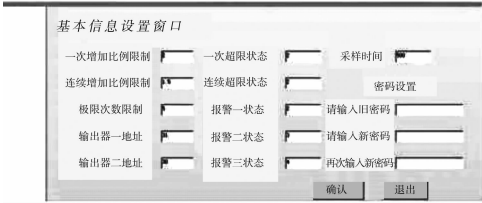


图 6 信息设置模块

前各监测点的实时数据和总计流量的实时值。该模块还执行超限报警功能,可根据设定的值实时判断是否需要报警,并在最短时间内做出报警响应。图中所示每一个方型图框代表一个对应的传感器。在图框上可直接显示当时的即时数据,并且在该数据同时显示在图框左侧的一个小型柱状图,通过该柱状图可以直观地观察到每一个数据相对峰值的大小关系。实时数据模块如图 7 所示。

金属矿山井下涌水自动监测与智能识别系统

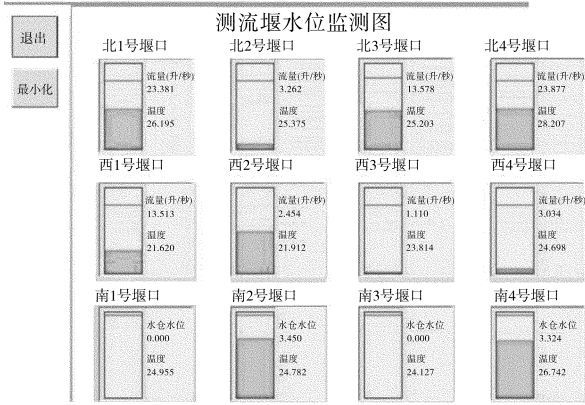


图 7 实时数据

(3)历史数据统计模块。在这个模块里可以选择查看 1 年或 1 个月的统计数据,并绘制出曲线图。具体方法是先选择要查看的年份再选择月份,然后按年曲线或月曲线按钮即可自动绘制曲线图。查看年曲线时可以不选择月份。

(4)智能识别模块。这个模块主要是对监测点水和水位的属性、监测点水组分和周围环境用 RFID

射频频识别技术进行识别,把获得的数据通过 RFID 读卡器读取到上位机<sup>[6]</sup>,具体见图 8 所示。

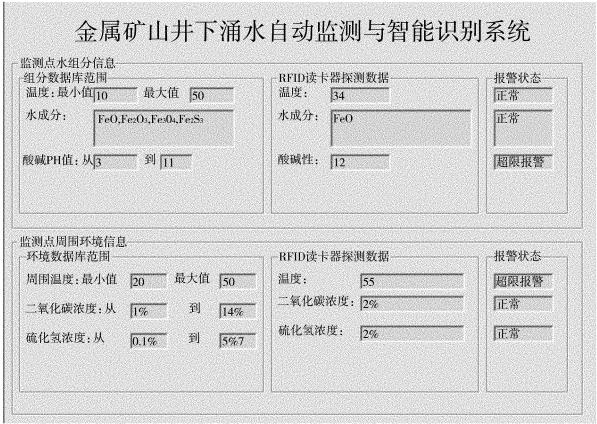


图 8 监测点信息 RFID 识别

4 结 语

金属矿井下涌水自动监测与智能识别的研究,可以对矿山井下涌水量进行全天候实时监测,如果超限则发出报警信息,可以使矿山管理者在得到报警信息后,立即采取有效的应急措施,同时,对监测点和工作面水组分和周围环境智能识别,可以获取透水事故的前兆信息。该研究主要是基于物联网的射频频智能识别技术,对矿山涌水、透水事故的防治具有重要的技术指导意义。

参 考 文 献

[1] 李树文. 矿井涌水量预测的灰色数值模型研究[J]. 科技情报开发与经济,2007(4):185-187.  
[2] 李文昌. 试论矿井突(涌)水系统及其研究方法[J]. 华北科技学院学报,2008,5(2):64-67.  
[3] 梁 浩. 基于物联网的 EPC 接口技术[D]. 武汉:武汉理工大学,2006.  
[4] 过 江,古德生,罗周全. 区域智能化采矿方案探究[J]. 金属矿山,2006(10):13-16.  
[5] 吕广忠,石银堂. 东河湾铁矿井下涌水治理研究[J]. 金属矿山,2003(3):13-14.  
[6] 鲍莹莹. 射频频识别技术与智能卡应用研究[D]. 上海:上海大学,2006.

(收稿日期 2010-08-04)

· 信息苑 · 印度政府拒绝对铁矿石出口设限

印度《经济时报》9 月 11 日报道,虽然印度重要的铁矿石出口地卡纳塔邦政府要求中央政府限制铁矿石出口,但中央政府已经明确拒绝其请求,称该限制将导致大量失业、税收下降和社会紧张。  
印度商工部长夏尔玛表示,印度每年铁矿石生产量接近 2.3~2.35 亿 t,国内需求仅为 0.85~0.9

亿 t,大约 1.4 亿 t 铁矿石剩余,而且储存铁矿石将对环境造成损害。因此,不得不依赖出口。他强调,采矿区基本上在贫困落后地区,采矿业也为国家税收和就业做出巨大贡献,若停止出口,将导致严重的后果。  
(我的钢铁)