

基于 Web 的煤矿智能喷雾实时监控系统^①

张玉叶¹, 马春清², 孙延坤³

¹(济南职业学院 计算机系, 济南 250014)

²(济南信息工程学校, 济南 250101)

³(济南沃尔菲斯科技有限公司 技术部, 济南 250001)

摘 要: 针对目前煤矿上使用的喷雾系统存在的一些问题, 提出了一种基于 Web 技术的煤矿智能喷雾井上实时监控系统设计, 给出了系统组成、工作原理、主要功能及实现的关键技术. 系统采用 Web 技术, 可与煤矿其它系统有机集成. 该系统不但能根据实时检测到的粉尘、烟雾、温度、瓦斯等情况实现自动喷雾, 而且还可在地面实时监测井下的环境及工作状态, 并且无须下井就能直接控制井下喷雾系统的运行. 实际应用表明, 该系统实现了井下环境监测、智能喷雾、地面实时监控的功能.

关键词: 智能喷雾; Web; 实时监控

Real-Time Monitoring System of Coal Mine Intelligent Spray Based on Web

ZHANG Yu-Ye¹, MA Chun-Qing², SUN Yan-Kun³

¹(Department of Computer, Jinan Vocational College, Jinan 250014, China)

²(Jinan Information Engineering School, Jinan 250010, China)

³(Department of Technology, Jinan Wolves Technology Co., Ltd, Jinan 250001, China)

Abstract: For a number of problems in the spray system used in the coal mine, put forward a coal mine intelligent spray real-time monitoring system design based on web technology, given the system composition, working principle, main function and key technology. The system uses web technology, integrated with other systems in the coal mine. The system is not only based on the real-time detection of dust, smoke, temperature, gas to spray automatically, but also on the ground real-time monitoring of underground environment and work status, and not need to go down to control underground spray system. The practical application shows that, this system realized mine environmental monitoring, smart spray and ground real time monitoring function.

Key words: intelligent spray; web; real-time monitoring

煤矿在生产过程中会产生大量粉尘, 高浓度煤尘不仅使作业环境恶, 危害矿工的身体健康, 同时也容易引起火灾、爆炸事故. 为了防止事故的发生及改善工人的作业环境, 煤矿通常须采取措施降尘. 过去降尘通常采用传统的人工手动喷水, 虽然能起到一定的降尘效果, 但存在很多弊端^[1]. 为了改进人工喷雾的不足, 已经研制出了一些自动喷雾系统^[1-3], 多数煤矿也正在进行产品的更新换代. 但目前多数煤矿采用的自动喷雾降尘系统功能比较单一, 且井下运行时井上人员无法随时获知其运行情况, 也无法在井上实时控

制. 文献[4]提出的在线监测及联动喷雾降尘系统虽然能够实现地面的监测, 但却无法实现地面对井下喷雾系统的全面实时控制, 且该系统也只能实现单一的喷雾降尘. 我们研制的基于 WEB 的智能喷雾实时监控系统不但能根据粉尘的情况实现自动喷雾降尘, 还能根据瓦斯、烟雾、温度等各种情况实现自动喷雾, 从而实现防火、降温, 大大改善井下工作人员的工作环境, 使得喷雾控制更加智能化和人性化. 同时该系统还可在井上实时监测并控制井下喷雾系统的运行, 各种参数设置既可在井下设置, 也可在井上设置, 使用

① 收稿时间:2013-01-15;收到修改稿时间:2013-03-07

更加方便,且系统的通讯控制采用无线传输方式,安装简单,极大程度的解决了传统电缆方式因电缆过多易拉断所造成的使用维护困难等问题。

1 系统功能与组成

1.1 系统功能

监测功能:能够实时监测井下工作环境和工作状态。工作环境的监测包括粉尘、温度、烟雾、瓦斯等的监测。工作状态的监测包括喷雾效果、供水压力、供电电源和设备的运行状态等的监测。当监测到异常情况时能够声音报警且提供详细的信息。

实时控制功能:能够在井上实时控制井下喷雾子系统的运行。

智能喷雾功能:既可根据检测到的粉尘、温度、烟雾、瓦斯、人车经过、是否有煤流等情况自动控制系统进行喷雾,也可根据用户的设置定时定点进行喷雾。

数据处理功能:将采集到的数据存储在后数据库。能够提供监测结果的实时显示和历史数据的查询功能。还可按要求生成相应的报表或绘制阶段曲线。

1.2 系统组成

整个系统主要由井下智能喷雾子系统和井上实时监控子系统两大模块组成。井下智能喷雾子系统采用集散控制,由多台喷洒分控制器和一台集中控制器构成,可在井下独立运行。每台喷洒分控制器都接有粉尘传感器、温度传感器、烟雾传感器、红外传感器和触控传感器及水幕喷头。集中控制器通过网络接口与井上实时监控子系统相连。系统组成结构如图1所示。不但井下喷雾子系统的运行情况可通过网络实时传递到井上监控子系统中,井上监控子系统也可直接发送命令给井下的喷雾子系统来控制其运行,从而实现了井上对井下的实时监测与控制。

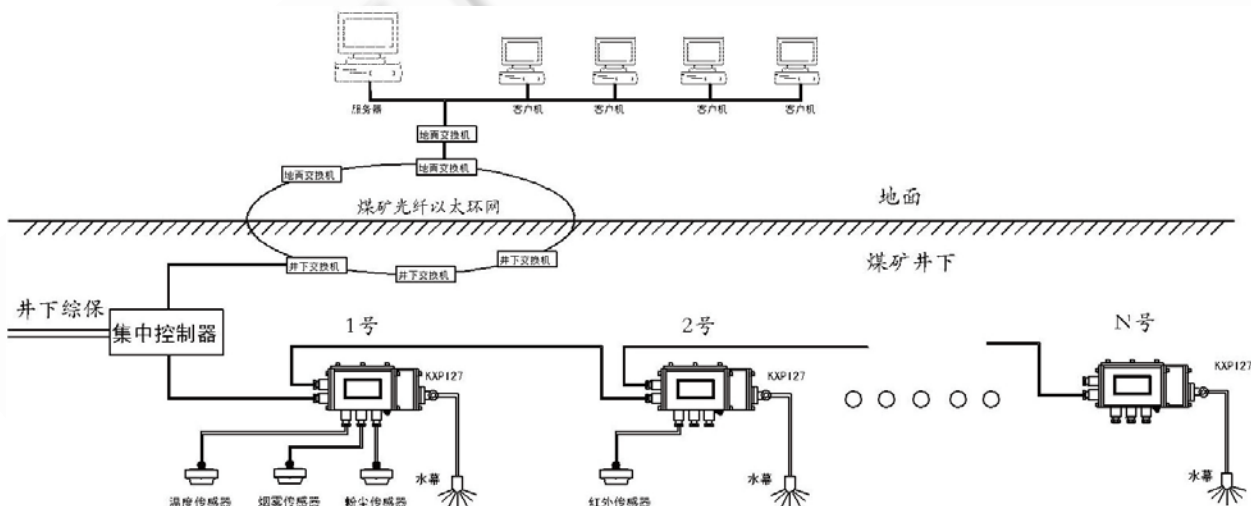


图1 智能喷雾实时监控结构

2 井下智能喷雾子系统的功能与设计

2.1 井下智能喷雾子系统的主要功能

喷洒点设置:用户可根据实际情况对喷洒点的位置、数量及每个喷洒点开启的顺序进行设置。

定时功能:用户可根据具体使用情况对每个喷洒点喷洒时段及喷洒时间进行设置,系统会根据设置时间段自动启用或结束喷洒。

人车经过自动停喷功能:为了避免淋湿行人和机车,当检测到行人或机车通过时将自动停止喷洒,待行人和机车通过后再进行喷洒。

皮带机自动喷洒功能:当检测到皮带上煤流时

自动喷洒,无煤流时停止喷洒。

井下环境监测功能:在测量点处每个分控制器都配接粉尘、烟雾、温度、瓦斯传感器,可实时检测井下的粉尘浓度、温度、烟雾和瓦斯浓度,当测量值超过设定值时根据系统设置的参数自动喷洒以降尘、降温 and 防火,同时系统自动报警并将报警信号上传至井上。

遥控功能:各个喷洒控制器通过 RS485 通讯接口与集中控制器相连,用户通过集中控制器来控制每个喷洒控制器的运行,各种参数的设置通过红外遥控器遥控操作,避免了开箱操作,使用更加方便。

与井上通讯功能:集中控制器除了与各个喷洒控

制器相连外, 还通过网络接口与局域网相连. 不但可以将整个喷雾子系统的工作状态通过网络传递给井上的实时监控系系统, 还可将井上的指令传递给喷雾子系统, 使得用户在地面无须下井就能清楚地了解井下喷雾子系统的运行情况, 并可实时发送指令到井下, 实现了地面对井下的实时监测和控制.

2.2 井下智能喷雾子系统的设计

2.2.1 硬件部分

井下智能喷雾子系统采用集散控制, 由多台分喷洒控制器和一台集中控制器构成, 可在井下独立运行. 各分喷洒控制器和集中控制器芯片均采用美国 Motorola 单片机, 电路结构简单, 运行更加可靠稳定. 集中控制器与各分控制器之间的通讯接口电路如图 2 所示.

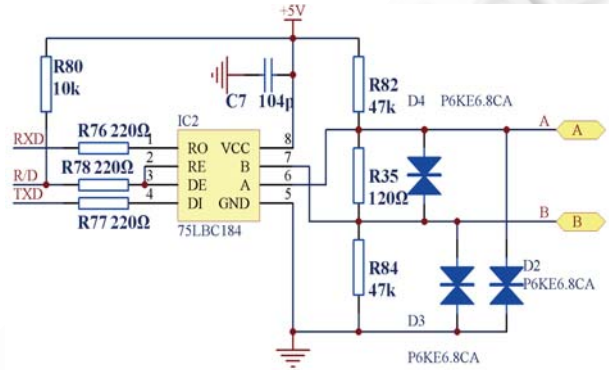


图 2 通讯接口电路图

各个分控制器通过配接不同的传感器可应用于不同的工作场景. 采用的传感器有粉尘传感器、温度传感器、烟雾传感器、瓦斯传感器、红外传感器和触控传感器. 传感器与控制器之间的接口电路如图 3 所示.

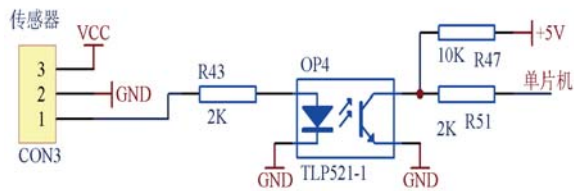


图 3 控制器与传感器的接口电路图

粉尘传感器、温度传感器、烟雾传感器和瓦斯传感器分别用于检测井下的粉尘、温度、烟雾和瓦斯情况, 当检测到的值超过设定值时自动进行喷雾. 红外传感器用于检测行人或机车, 当检测到行人或机车通过时能够自动停止喷雾, 避免淋湿. 触控传感器用于

检测是否有煤流信号, 当检测到有煤流经过时开始喷雾, 煤流经过后延时喷雾一段时间后自动停止喷洒. 同时为了方便在井下的使用, 分控制器根据电源的不同又分为电源直供式和电池供电式两种. 对于井下无电源的地方可采用电池供电式的喷洒控制器. 此喷洒控制器的电路采用超低功耗芯片, 一次充电工作时间可长达 6 个月. 各个喷洒控制器根据需要放置在不同的地方, 其工作状态既可单独设定也可通过集中控制器统一设定. 控制器显示采用液晶大屏幕汉显, 各种参数、喷洒方式可用遥控器设定, 无须开箱操作, 方便用户使用. 遥控器外观和功能如图 4 所示.

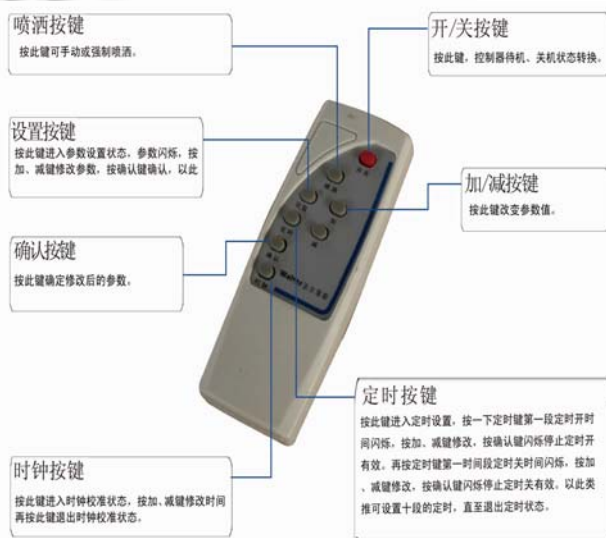


图 4 遥控器外观及功能

集中控制器外接压力传感器、备用电源控制箱, 来对系统喷雾供水压力和供电电源进行监测. 当水压低于 0.8MPa 或供电电源停电时, 系统会自动关闭喷雾电动阀, 停止喷雾, 以免造成设备的损害.

2.2.2 控制系统部分

控制系统的软件主要采用汇编语言实现. 使用汇编语言编写代码量小、系统运行效率高. 系统采用主从方式通信, 集中控制器为主, 主动发送数据轮询各分控制器, 待分控制器回答正确的信号后, 再查询下一个分控制器; 各分控制器为从, 接收到集中控制器发送的数据后, 核对地址验证身份, 符合, 则反馈数据给集中控制器. 通讯发送时采用查询方式, 通讯接收时采用中断方式, 确保了通讯的实时性.

主程序代码如下:

loop: ei ; 打开中断

```
call init_port ;调用端口状态刷新子程序
call recode ;调用遥控接收子程序
call display_data;调用 LCD 显示子程序
call do_rs485_rx;调用通讯接收数据处理
call do_rs485_tx;调用通讯发送数据处理
call rs485_tx ;调用 485 通讯处理子程序
call do_seneor ;调用传感器信号接收处理
call run_motor ;调用电动球阀开关子程序
jmp loopp
```

2.2.3 通讯协议

集中控制器和各分控制器之间的通信采用异步串

行通信接口、半双工通信方式, 通信接口为 RS-485, 传输速率 9600bit/s.

① 通讯信息类型

集中控制器与各分控制器之间传输的信息根据传输方向分为两种类型:

- 命令信息: 由集中控制器发给各分控制器的信息.
- 响应信息: 由各分控制器发给集中控制器的信息.

② 通讯信息结构

为了保证信息能在集中控制器与各分控制器之间正确无误地传输, 约定信息按照一定的结构组织起来. 整个信息由 8 个字节组成. 各字节分配及含义如表 1 所示.

表 1 信息结构组成

序号	符号	表示意义		
1	SOI	起始标志		
2	ADD_D	目标设备地址: 0-255		
3	ADD_S	自己设备地址: 0-255		
4	COMMAN D	05AH: 命令信息	0A5H: 命令信息	055H: 命令信息
5	DATA1	温度传感器采集的温度数值	DATA1.0: 移架信号 DATA1.1: 放煤信号 DATA1.2: 落架信号 DATA1.3: 采煤机位置信号 DATA1.4: 温度传感器信号 DATA1.5: 烟雾传感器信号 DATA1.6: 瓦斯传感器信号 DATA1.7: 红外传感器信号	煤机联动喷雾延时时间
6	DATA2	粉尘浓度低字节	移架喷雾延时时间	移架放煤喷雾数量
7	DATA3	粉尘浓度高字节	放煤喷雾延时时间	煤机联动喷雾数量
8	CHECK	CRC 校验		

3 井上实时监控子系统的功能与实现

3.1 主要功能

井上实时监控子系统的主要任务是对井下喷雾子系统的实时监测和控制, 其主要目的是让地面上的管理人员无须下井就可随时监测和控制地下喷雾子系统的运行. 分为八大功能模块: 用户管理、密码修改、端口管理、权限管理、喷洒点设置管理、综采面管理、

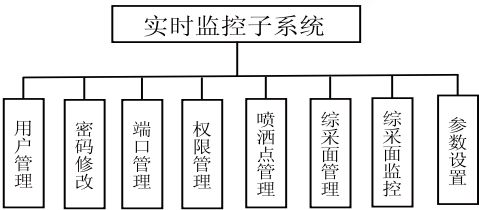


图 5 监控子系统结构框图

综采面监控和参数设置. 其结构如图 5 所示.

3.2 实时监控子系统的实现

实时监控子系统建立在 J2EE 规范基础之上, 采用浏览器/服务器(B/S)结构, 这样即使用户出差在外也可随时登录系统进行实时监控. 整个系统采用 MVC 开发模式. 客户端用户界面的实现采用 DIV+CSS 技术, 这样可更方便地控制网页的布局与外观^[5]. 客户端与服务端之间的通信采用 Ajax 技术. Ajax 技术的按需获取数据和异步通信的功能不但能给用户带来更好的使用体验, 还能有效减少带宽消耗, 提高响应速度, 使系统的实时性得到更好的保障^[6]. 系统运行时的主

要监控界面如图 6 所示.

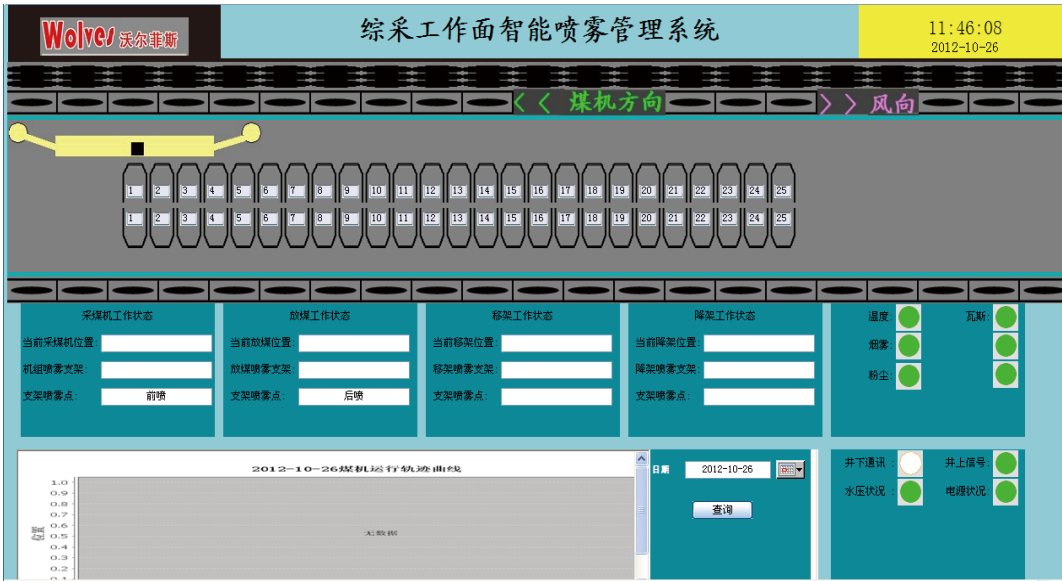
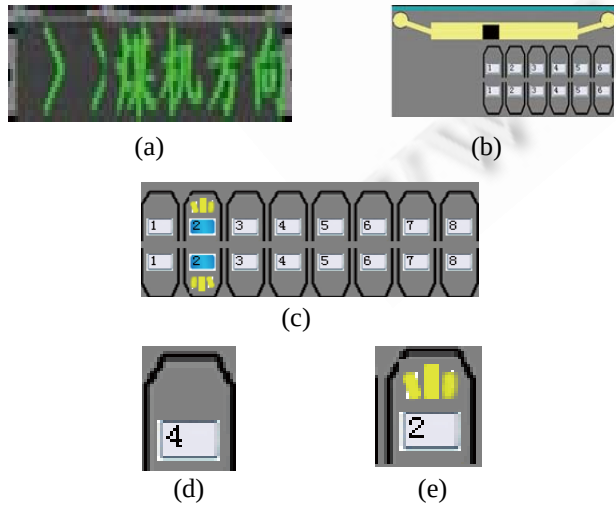


图 6 监控子系统运行界面

图 7 监控界面中的图形化实时信息

在监控系统视图中显示整个综采面的各种信息: 如支柱个数, 各喷雾点的喷雾状态, 煤机方向、煤机位置、采煤机工作状态、放煤工作状态、移架工作状态、降架工作状态、煤机运行轨迹、粉尘浓度曲线及温度、烟雾、粉尘、瓦斯信号等.

监控界面的上半部分以比较直观的图形方式显示一些实时信息. 如图 7(a)表示煤机从左到右移动. 图 7(b)中的黑色标志为煤机的实时位置. 图 7(c)表示支柱数、强喷按钮、喷洒状态, 数字表示支柱数, 数字所在的按钮可控制所在支柱的强喷, 上面的按钮控制前喷、下面的按钮控制后喷, 当强喷时蓝色显示, 无强喷时则正常显示. 图 7(d)表示当前没有喷水, 图 7(e)表示当前正在喷水.



温度、烟雾、粉尘、瓦斯信号正常状态时为绿色, 如果出现异常则红色闪烁提示, 点击它时会出现详细的提示信息.

井下、井上的通讯状态及当时的水压、电源状况也能够实时监测, 当出现异常时系统会自动报警并提示.

3.3 系统实现的关键技术

3.3.1 实时监控的实现原理

实时监测过程的实现原理: 井下喷雾子系统中, 各分控制器不断将自己的工作状态及采集到的数据发送给集中控制器, 集中控制器再将其发送给井上的监控子系统, 从而实现了井下工作环境的实时监测. 监控子系统将接收到的数据不但送往前台监控界面进行显示, 同时还将其保存到数据库中, 形成历史数据库, 以供用户查询.

实时控制过程的实现原理: 用户在井上监控子系统中进行的各种控制信息的设置首先传递给井下的集中控制器, 集中控制器再将其发送给各分控制器, 各分控制器按照接收到的命令进行工作, 从而实现了井上对井下的直接控制.

监控子系统与集中控制器之间的通信原理: 考虑到一些大型煤矿企业其设备的分布会较远, 而且为了能够让用户无论在何时何地只要能连接互联网, 就可登录系统进行实时的监控, 在集中控制器中嵌

入了一 RS485 转 TCP/IP 模块,利用该模块将监控系统与集中控制器之间的通信转化成统一的 TCP/IP 网络通讯. TCP/IP 协议是基于复杂环境设计的,具有自动纠错功能,通信质量稳定,不受外部环境干扰,且其通信距离远,只要联接互联网,通信距离可无限延长^[7].

3.3.2 客户端与服务端之间的通信

为了实现无须刷新页面就能实现各种监控信息的实时更新,客户端与服务端的通信采用 Ajax 技术.为了显示清楚直观,各种监控信息多以图形化的界面显示,这一功能的实现通过预先准备好相应的图片,根据获取到的信号值来决定显示哪些图片.如温度、烟雾、粉尘、瓦斯信号在正常状态时为绿色,出现异常则红色闪烁提示.这时可预先准备好两张大小合适的图片,分别命名为 green.gif 和 red.gif,其中 red.gif 要能红色闪烁,这个利用一般的 gif 动画制作软件就可简单实现. green.gif 用于正常状态时, red.gif 用于异常状态时,根据获取到的信号值来决定显示哪张图片.

实时显示有关温度、烟雾、粉尘、瓦斯信号的代码如下:

```
function getPinfo(pk){//监控指定端口的信息
$.ajax({ //一个 Ajax 过程
type: "post", //以 post 方式提交
url : "fetchparameter.action", //提交地址
dataType:'json',//从服务端返回的数据以 JSON 方式封装
data: 'comport='+PK, //发送给服务端的数据
success: function(data){
//请求成功则对结果进行相应的处理后在前台显示
if(data.result.replace(/(^s*)(\s*$)/g, "") != "0"){
var items=data.result.split("-");
for(var i=0; i<items.length();i++){
var paras=items[i].split("=");
if(paras[0]=="currentsmog")//如是烟雾信号,则
对此信号进行处理
if(paras[1]=="1") //如果状态正常则以绿色显示
document.all("currentsmog").src="<%=request.getContextPath()%>/images/tunnel/green.gif";
else //如果状态不正常则以红色产闪烁显示
document.all("currentsmog").src="<%=request.getC
```

```
ontextPath()%>/images/tunnel/red.gif";
```

...//其它各种信号(如粉尘、温度等)的处理与此类似,代码省略

```
}
```

\$("body").everyTime('7s',getPinfo(<%=comport %>));//每隔 7 秒自动运行 getPinfo()过程,也即每隔 7 秒刷新一次数据,这样就实现了井下工作环境的实时监控.

3.3.3 粉尘模拟曲线的绘制

粉尘模拟曲线的绘制利用 JFreeChart 实现. JFreeChart 是一个开源的 Java 图形开发包,可以各种图形方式显示数据集中的数据,非常适合在 WEB 中制作自定义的图表或报表^[8-10]. 要使用 JFreeChart 须将其相应的 jar 包 jfreechart-1.0.12.jar、gnujaxp.jar 和 jcommon-1.0.15.jar 导入到项目的 lib 目录中,然后在 web.xml 文件中进行相应的配置即可.

利用 JFreeChart 创建粉尘模拟曲线图主要利用曲线数据集合类 TimeSeriesCollection、曲线信息序列类 TimeSeries 和图表工厂 ChartFactory 这三个类^[11].

创建粉尘模拟曲线图的主要步骤:

① 创建曲线数据集合对象

```
TimeSeriesCollection dataset = new TimeSeriesCollection();
```

② 创建曲线信息序列对象

```
TimeSeries pop = new TimeSeries(PassignName, Minute.class);
```

③ 构造数据集合

```
for(HtBaseDataDeepness ness:deepnesses){
pop.add(new Minute(ness.getDeepnessdate()),
ness.getDeepnessvalue());}
dataset.addSeries(pop);
```

④ 创建曲线

```
JFreeChart chart = ChartFactory.createTimeSeries
Chart(" 粉尘浓度模拟曲线 "," 时间 "," 浓度
(mg/m3)",dataset,true,true,false);
```

//各参数分别用来设置标题、x 轴标志, y 轴标志,数据集、是否显示图形,是否进行提示,是否配置报表存放地址.

⑤ 设置曲线相应格式

```
chart.getTitle().setFont(new Font(" 宋 体 ", Font.
BOLD, 15));
```

//设置曲线的标题样式为宋体、粗体显示、字号大小为 15.

4 实验与分析

为了检验整个智能喷雾实时监控系统的功能效果,先在某煤矿进行了为期一个月的试用,根据试用结果及用户的反馈又对系统继续进行完善.如开始实时监控系统中设置的是每隔 1 秒自动刷新 1 次数据,这样采集到的数据量较大,影响系统的运行速度,考虑到井下环境的变化情况及用户的可接受程度将刷新时间间隔改为 7 秒钟 1 次;开始监控系统中各种信息的显示大部分都利用文字或数字显示,用户觉得不够直观,于是将其修改为利用图片形式显示.系统修改完善后又继续试运行一个月,用户反映使用效果良好.

5 结语

本文提出的智能喷雾实时监控系統不但可实现井下的自动喷雾降尘、防火和降温,还可在地面实时监测并控制井下喷雾的运行情况.该系统不但可以取代原有手动开/关水阀进行降尘的落后模式,还解决了煤矿自动喷雾的技术难题,比现有的一些自动喷雾系统有很大的改进,使得喷雾系统更加智能化和人性化.该系统目前已经被多家煤矿所采用,使用效果良好.该系统对于改善井下作业环境、防止尘肺病危害、确保煤矿井下安全生产和提高煤矿的科学管理有着很重要的作用,市场应用前景广阔.

参考文献

- 1 汪海华.煤矿井下自动喷雾降尘系统设计.中州煤炭,2012,10:8-10.
- 2 马胜利,李高峰.基于单片机的自动喷雾降尘系统的设计.煤炭机械,2009,5:205-207.
- 3 李斌.煤矿自动喷雾降尘装置的设计及应用.科技风,2012,11(22):142-143.
- 4 王绪友,付伟.煤矿粉尘在线监测及联动喷雾降尘系统的设计.工矿自动化,2010,6:109-112.
- 5 朱印宏,邓艳超.DIV+CSS 网站布局从入门到精通.北京:石油工业出版社,2011.
- 6 陈锋敏.Ajax 原理与系统开发.北京:清华大学出版社,2009.
- 7 周明天,汪文勇.TCP/IP 网络原理与技术.北京:清华大学出版社,1993.
- 8 朱贺新,穆荣,卢建军.JFreeChart 的应用开发与改进.西安科技大学学报,2008,12(28):789-791.
- 9 王征强.利用 JFreeChart 开发包绘制图表.邢台职业技术学院学报,2007,2(24):38-41.
- 10 李村合,张培颖.基于 J2EE 的 Java 绘图方法研究与实现.微计算机应用,2005,26(4):49-451.
- 11 王国辉.Java Web 开发实战宝典.北京:清华大学出版社,2010.
- 8 Yao JS, Lin FT. Fuzzy critical path method based on signed distance ranking of fuzzy numbers. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part A: Systems and Humans, 2003,(1):76-82.
- 9 Duan Q, Liao TW. Improved ant colony optimization algorithms for determining project critical paths. Automation in Construction, 2010,19(6):676-693.
- 10 叶双,叶剑虹,刘传才.基于 Petri 网的关键路径求解算法.计算机科学,2012,(6).
- 11 Jensen K. Coloured Petri nets: basic concepts, analysis methods, and practical use. Berlin: Springer Verlag, 1992.
- 12 Jensen K, Kristensen LM. Coloured Petri Nets: Modelling and Validation of Concurrent Systems. Berlin: Springer Heidelberg, 2009.

(上接第 13 页)