

基于Nodejs实现web端实时在线监测

韩利峰¹, 李嘉曾^{1,2}, 黄文博¹, 吴丽梅^{1,2}

(1. 中国科学院 上海应用物理研究所, 上海 201800; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 为了保障TMSR核能项目的实验安全运行, 需要构建一套实验室安全监控系统。该系统需要解决以下问题: 实验室地域覆盖广、环境差异大、信号种类多、软件接口复杂。基于实时web监测系统的跨系统、跨区域、美观便利、可扩展性强等优势, 被广泛应用于实时在线监测。本文是基于node.js平台开发的一套web端的实验室安全监控系统。重点介绍了系统的结构框架、基于视频接口进行软件开发, 该系统实现了EPICS信号采集系统和Hikvision视频采集系统的集成, 通过Node-Web前端可视化接口的开发, 实现了监测界面中EPICS变量和视频流联动的功能。系统具有分布式、网络化、扩展性好、低成本的特点, 对大型科研机构实验室安全监控系统的建设有借鉴作用。

关键词: 分布式实验室安全监控; EPICS; node.js; 实时web监控

中图分类号: TL99

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1671-1041.2018.10.022

文章编号: 1671-1041(2018)10-0080-04

A Widely Coverage System Design for Laboratory Safety Monitoring Uses

Han Lifeng¹, Li Jiazeng^{1,2}, Huang Wenbo¹, Wu Limei^{1,2}

(1. Shanghai Institute of Applied Physics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai, 201800, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049, China)

Abstract: The thorium molten salt reactor (TMSR) Nuclear Energy Project's laboratory safety issues cannot be underestimated. The present commercial system can hardly solve the following problem together: wide geographical coverage, distinct environmental difference, various signals, complex software interfaces, etc. To ensure the TMSR can operate safely, it is essential to build a laboratory safety monitoring system which can fulfill these requirements. We development a laboratory safety monitoring system which is based on the technology of node.js and combined with the EPICS control system and Hikvision video acquisition system. This system has outstanding characteristics, as distributed structure, network distribution, well scalability and optimum economical efficiency. It can monitor various signals such as toxic and harmful gases, temperature and smoke, etc. Importantly, it has the function that the videos can be linked with EPICS signals. This system can be proposed for the development of security monitoring system in large-scale institutions and enterprises.

Key words: distributed laboratory safety monitoring; EPICS; node.js; real-time web monitoring

0 引言

中科院“钍基熔盐堆核能系统(TMSR)”战略性先导科技专项致力于研发第四代裂变反应堆核能系统。TMSR核能专项近期的科技目标是建成钍基熔盐实验堆, 并形成支撑未来发展的技术研发能力^[1,2]。项目初期开展了放射化学、熔盐化学、高温材料、同步辐照、电解制氢、集热传

热等专业学科研究实验, 同时加紧规划构建实验室安全集中监控系统, 来保障众多项目的实验安全。在对实验室安全监控系统的设计需求详细分析后, 发现系统开发在有限预算前提下极具难度: 首先, 地域分散, 34间实验室分布在园区480亩范围; 其次, 实验环境各异, 材料实验室、熔盐物性实验室、放化实验室等包含的信号类型繁多,

收稿日期: 2018-08-08

基金项目: 中国科学院战略先导科技专项资助(No.XDA02010300)。

作者简介: 韩利峰(1981-), 男, 副研究员, 从事反应堆仪控系统 and EPICS 分布式控制系统的研究工作。

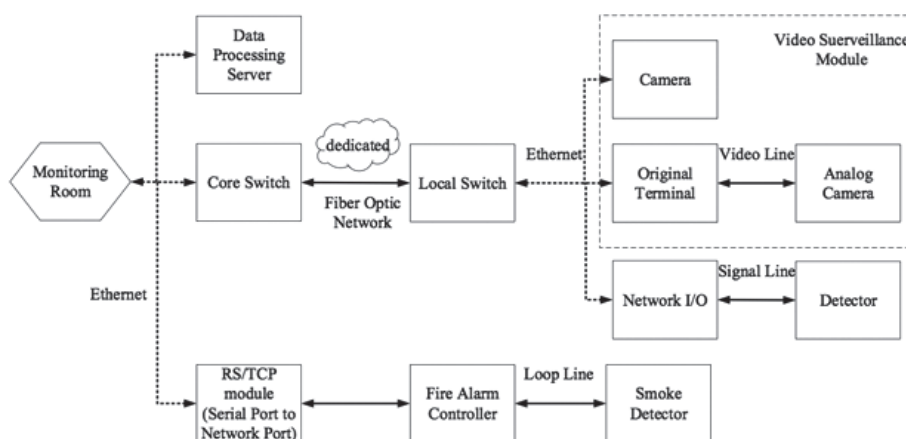


图1 TMSR实验室安全监控系统网络结构示意图

Fig.1 Schematic diagram of network structure of laboratory safety monitoring system in TMSR

包括：视频、温度、烟雾、有毒有害气体、水流量、漏电保护等信号的监测；软件接口也很复杂，包括：信号采集模块的接口、火灾报警控制器接口、视频监控接口等；最后，要能实现在统一、可视化的软件平台下融合所有的信号系统^[3]。基于上述需求对信号类型进行了分类。为每类信号分配了一种较经济的监测方案。如IO信号采集和记录，这类信号以开关量或模拟量的形式由探测器输出，适合用分布式的网络IO模块实现采集。火灾报警信号的监测和记录，因涉及到行业技术规范要求^[4]，适合直接接入所内安防系统的火灾报警器。视频监控和记录比较适合采用商用低成本的视频系统。为了整合以上3个独立的信号采集系统，上层选用node.js平台对视频监控、火灾监控和安全信号监控进行了整合。采用本地和中控报警相结合的方式，开发了一套广覆盖的实验室安全系统，该系统特点在于信号系统、火灾报警系统、视频监控相互融合和调用，可以快速定位事件^[5,6]，减少了值班人员冗余，以较少的值班人员保障大范围分布实验室的长期运行，且增加了实验室安全监控系统的智能化水平。

1 系统结构

如图1所示，TMSR实验室安全监控系统是一个整体网络化、分布式的结构，通过构建专用的监控数据网络实现与各个子系统的通讯。总值班室的监控客户端通过监控网络获取数据服务器数据更新。

分布在广泛区域内的实验室火灾烟雾探头通过通讯回路汇总到火灾控制器，然后联入监控网络。其它各种类型的信号探测器信号（温度、有毒有害气体、水流量、漏电保护等）通过网络化的小型IO模块接入到监控网络。新式的摄像头直接通过本地交换机接入到监控网络，原有老式的摄像机汇总到原有视频终端机也可以进行网络访问。服务器和中控室客户端童颜接入监控网络。这样的设计使园

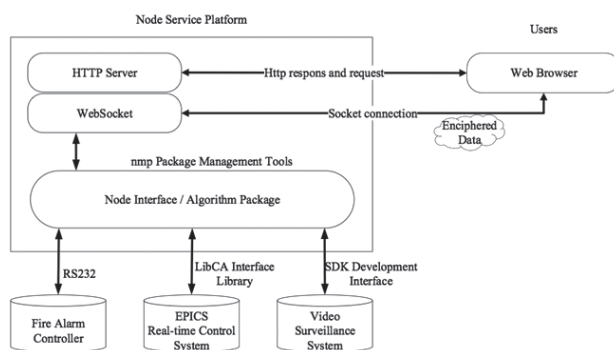


图2 TMSR实验室安全监控系统软件架构

Fig.2 Software architecture of laboratory safety monitoring system in TMSR

区广泛分布的信号都能够被 Node web 服务器访问并处理，并在中控室的客户端上显示，实现信号的集中显示。

1.1 系统软件架构

图2为TMSR实验室安全监控系统软件架构图。本系统整体采用node.js软件平台，使用node-express模块架设web网站^[7]，利用EPICS接口模块实现与EPICS信号监控系统通讯^[8-10]、使用node-serialport与实现火灾报警系统的通信，自行封装并发布了视频摄像头的node 接口模块实现视频采集。通过使用node-epics调用libCA库实现与EPICS实时监控系统的对接；使用套接字socket事件编程实现前后端视频图像的安全传输。

1.2 系统前后端通讯

本系统的前后端通信过程如图3所示。前端通过浏览器输入ip地址访问服务器，由服务器发送页面触发前端页面渲染执行脚本，并向后端socket模块发送连接请求，socket模块分别于Node中的EPICS模块、SDK接口模块及RS232

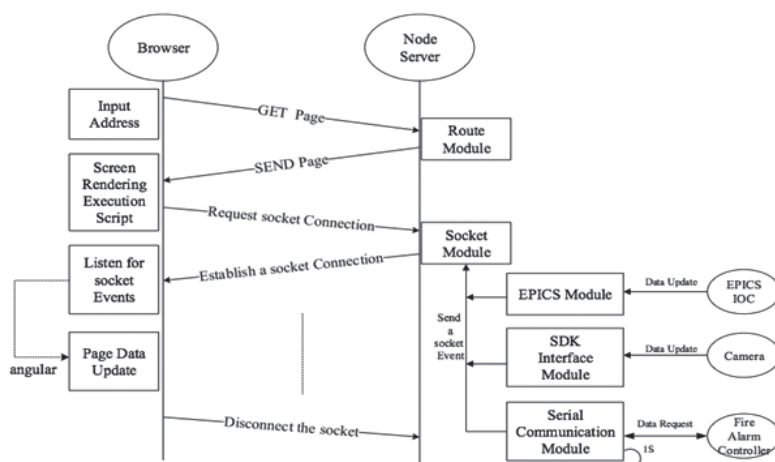


图3 网页前后端数据通讯流程图
Fig.3 Data communication flow chart of front and back end of web page

串口通讯模块相连,由它们分别向socket模块发送socket事件,当变量数值发生变化时,Socket模块发送变量更新事件到前端,当前端监听到服务器发送的事件后执行回调函数,更新前端页面数据,实现实时监控。

2 信号采集及监控过程

2.1 安全信号采集系统

信号采集模块连接有标准信号探测器,用于实验室综合安全环境相关参数的检测,如:实验环境温度、火灾烟雾、有毒气体含量、加热炉温度、实验设备冷却水流量、可燃气体含量、毒物泄露、电器控制箱漏电报警、放射性剂量等。温度信号使用Pt100铂电阻的RTD温度传感器进行采集,气体分别采用M1500固定式可燃性气体探测器和专用的KD700HF探头,流量监测采用DN50水流量计。各信号检测器采集的信号通过接入远程以太网I/O设备Moxa ioLogik E2160接入监控网络。信号通过交换机作为信息传输媒介再将信息传送到EPICS系统的IOC层进行通讯,再从EPICS IOC端通过CA协议发送到后端服务器。

2.2 火灾报警系统

实验室内的烟感探头,通过总线回路统一接到火灾报警控制器。火灾报警器通过RS232/TCP模块接入到监控网络。服务器首先发起请求,火灾报警控制器确认主机的请求并进行响应,即采用查询/回应的通信方式进行对报警器的分布式远程控制。火灾报警控制器产生火灾报警信号时,显示终端软件会触发声音报警模块发出声音报警。因为火灾报警控制器应答的信息长度不确定,根据实际发生报警的探头打包信息,不太适合使用固定信息长度的EPICS软件进行通讯^[11],所以直接调用Node-serialPort模块和火灾报警器进行通讯,调用方式参见文献[12]。

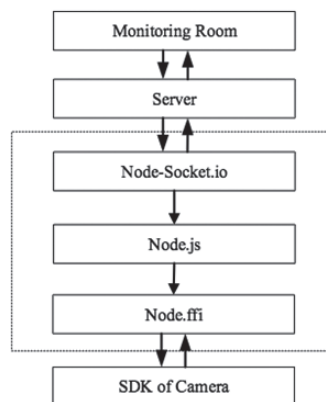


图4 基于Node.js的实时视频监控系统架构图
Fig.4 The architecture diagram of real-time video surveillance system based on node.js

2.3 视频监控系统

视频采集模块主要通过安装的50个新式摄像头及原有摄像头全部接入基于TCP传输协议的以太网,其中摄像头采用POE供电。图4为本系统基于Node.js的实时视频监控系统架构图。

本系统使用node-ffi去封装设备网络SDK中的动态库和播放库SDK中的动态库,使其与node.js兼容。启用SDK的播放库相关函数(PlayM4_GetJPEG)抓图成JPEG格式,基于封装好的API建立JavaScript库(HKload.js)来加载实时预览流程,输出视频帧图象数据。且使用WebSocket协议即套接字(Socket.io)传送视频数据可以保证实时性,在显示端使用HTML5的Canvas标签,在显示端实时显示视频帧图像^[13,14]。

本实验室安全监控系统为了满足较高的带宽需求,采用单端口100Mbps,上行带宽1Gbps的配置;其中监控系统采用的单个400万像素摄像头的视频数据经过H265标准编

码后的消耗带宽为1.5Mbps, 60个摄像头的消耗带宽低于100Mbps。且监控系统采用独立网络, 其他数据采集模块的信号通讯占用带宽不足1Mbps。因此, 系统的网络性能远高于消耗带宽, 可保证系统的稳定运行。

2.4 数据归档功能

每个子系统都具备数据归档功能。历史数据对于安全系统而言也是至关重要的, 一方面历史数据可以用来查看过去某段时间系统运行的各个参数, 帮助进行安全隐患的判断及定位; 另一方面可以提供过去事故的时间节点及频率等, 有利于对实验室布局的优化, 提高警惕性并提供可靠的经验^[15]。

对于流量、气体、温度等安全信号, 故本系统的数据处理服务器与 EPICS 的历史归档引擎插件 RDB Archive Engine相结合, 将实时参数数据保存到关系型数据库 postgresql中, 根据时间戳可在数据库查询对应时间的相应信号数据。

对于火灾报警控制器而言, 由于没有与EPICS系统进行对接, 故直接将数据记录在控制器中, 按时间的倒序记录警报, 最多可以记录1000个监管历史数据。

对于视频监控系统而言, 若在数据库存储只能将视频转化为二进制存储在表中, 调用查看时需要再将二进制转换回jpg格式, 由于数据量的庞大, 查询性能将大大降低。DVR存储是目前最常见的一种存储模式, 解编码器设备直接挂接硬盘, 使用方便, 技术发展成熟, 故本系统采用数字硬盘录像机 (DVR) 即内置硬盘的方式进行图像存储, 容量为3000G, 存储周期达3周。

3 系统联动

现有的实验室安全系统通常将设备信号监控及视频监控独立开来, 没有相互结合, 多个实验室监控视频在另一台设备排列紧凑同时轮动, 警报发生时很难快速预测及定位到事故发生的地点, 为了方便安全人员快速准确的定位警报事件, 本系统在node.js整体软件框架下将系统进行了联结。通过开发摄像头的node.js接口函数, 订阅视频硬件数据更新, 利用WebSocket TCP/IP通道通知数据更新, 并使用 HTML5 canvas 标签进行视频流的展示^[16]。警报发生时触发视频页面的调用, 使得安全监控操作更加简便快速, 大大降低实验室损坏的风险。

系统集中监控界面如图5所示, 对于显示安全信号及火灾信号的前端页面, 页面程序采用HTML、CSS、JavaScript等技术, 为了展示信号趋势, 引入了echart图表, 并结合园区实况引入地图API等。一旦某个监测点发生异常状态, 将在园区地图对应位置闪烁警示, 并在该监测点地图上跳动显示标注图标、弹出消息框及响起警报。

对于视频监控界面来说, 采用HTML5的Canvas标签, canvas主要提供画布的功能, 无需插件, 且对于不同设备上的浏览器有更好的兼容性, 更加合适于移动设备



图5 集中监控系统人机界面
Fig.5 Centralized monitoring interface

以及跨平台设备的开发。视频界面的设计首先创建图像对象来接受来自服务端的视频数据, 将通过图像源的方式将base64编码格式的图像数据嵌入到图像对象中, 考虑实时视频监控系统本身特点, 将图像数据通过Canvas2D的绘制上下文进行显示。

4 结束语

本文紧密结合了实验室环境实况, 综合使用了EPICS、node.js、web技术开发了实验室安全监控系统。该系统特点在于将警报及视频页面的调用相结合, 开发了相应的web界面提高了直观性, 并综合解决了实验室分布分散、安全信号复杂等问题, 实现了高效的集中管理, 降低了人力成本, 为各实验室的安全监控系统提供了参考。

参考文献:

- [1] 蔡翔舟,戴志敏,徐洪杰.钍基熔盐堆核能系统[J].物理,2016,45(09):578-590.
- [2] 江绵恒,徐洪杰,戴志敏.未来先进核裂变能——TMSR核能系统[J].中国科学院院刊,2012,27(03):366-374.
- [3] 雷蕾,韩利峰,徐海霞,等.EPICS环境下的软件规范管理[J].核技术,2015,38(06):74-79.
- [4] 火灾报警控制器: GB 4717-2005[S].北京:中国标准出版社,2005.
- [5] 李玉,刘铁根,王绍俊,等.全光纤分布式视频联动长距离周界安防监控系统[J].光电子·激光,2013,24(9):1752-1757.
- [6] Gao H,Yuan L,Wang T.The family safety monitoring system based on ethernet and Bluetooth[C]. Intelligent Control and Automation. 2010:4281-4285.
- [7] Brown E. Web Development with Node and Express: Leveraging the JavaScript Stack[M]. " O'Reilly Media, Inc.", 2014.
- [8] Li-Feng Han, Yong-Zhong Chen, Jun Cai, et, al. The application of EPICS in TMSR radiation protection and access control system[J]. Nuclear Science and Techniques,2016,27(02):60-65.
- [9] Jonathan Hanks.Realtime display of EPICS data using HTML5 and Websockets[C].Presented at EPICS Collaboration Meeting, Oak Ridge National Laboratory,US.2016.
- [10] Uchiyama A, Furukawa K, Higurashi Y. EPICS channel access using

(下转第4页)

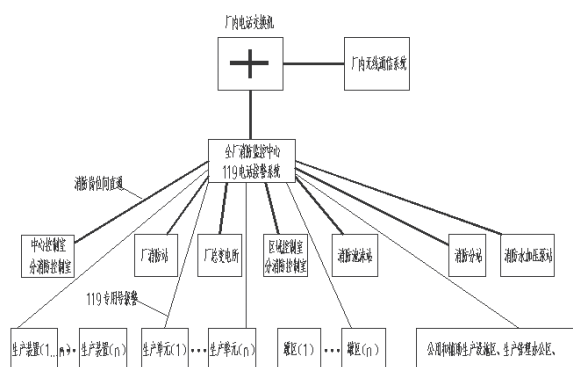


图4 电话报警系统功能结构图

Fig.4 Functional structure chart of telephone alarm system

系统和消防专用电话系统。

火灾电话报警系统是企业传统的火灾报警方式，即采用企业自管的独立电话交换系统的火警电话专用号进行报警，同时还可通过电话交换系统的热线功能实现消防岗位间的电话直通联系。通常在消防监控中心设置消防专用电话调度台，在厂内分消防控制室、消防站、给水泵站等与消防控制管理有关的值班岗位设置消防直通电话分机。

消防专用电话系统一般分为多线制和总线制，均由消防电话总机、消防电话分机、消防电话插孔等组成，消防电话的总机设在消防监控中心，消防电话分机设置在消防水泵房、发电机房、配变电室、计算机网络机房、主要通风机房和空调机房、防排烟机房、灭火控制系统操作装置处或控制室、企业消防站、消防值班室、总调度室、消防电梯机房及其他与消防联动控制有关的且经常有人值班的机房。

火灾电话报警系统与消防专用电话系统均具有以下基本功能：

- 1) 消防监控中心与各消防管理值班岗位之间的电话直通。
- 2) 消防监控中心对消防岗位电话分机具有脱机侦测报警功能。

3) 消防监控中心具有多方接警、电话录音功能。

从图4中可以发现，火灾电话报警系统相比消防专用电话系统在企业的应用，有以下优势：

① 除消防管理值班岗位外，厂内行政及调度电话系统中所有分机均可拨打电话报警专用号码向消防监控中心报警。

② 石油化工厂区面积大，火灾危险隐患场所多。通过火灾电话报警系统与厂内无线通信系统联网，当人员生产操作及安全巡检时发现火灾事故可立即通过无线通信终端向消防监控中心报警，扩展和延伸了火灾电话报警系统的服务范围。

③ 有线电话通信在石化企业已有数10年的应用，系统成熟稳定可靠，线路传输距离远，可实现与爆炸危险场所电话的连接。消防电话线路采用有线电话系统的线路，不需单独设置。

因此，石油化工企业中更适合采用火灾电话报警系统。正在编制的石油化工企业的标准规范中已明确其可替代消防专用电话使用。

6 结语

石化企业作为危险化学品重大危险源的生产企业，安全生产是取得高效益的根本保证。作为工程设计人员，需要了解企业消防安全管理体系，学习产品检验标准。将产品功能与安全管理需求充分结合，才能更好地执行设计标准规范，设计出经济、合理、高效、稳定的火灾自动报警系统，为企业的安全生产提供重要保障。

参考文献：

- [1] 石油化工企业设计防火规范：GB50160—2008[S].2008.
- [2] 危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范：AQ3035—2010[S].2010.
- [3] 火灾自动报警系统设计规范：GB50116—2013[S].2013.

(上接第83页)

websocket[C].Proceedings of the ninth international workshop on personal computers and particle accelerator controls.2012.

- [11] 韩利峰,陈永忠,周大勇,等.HTS熔盐实验回路分布式控制系统设计[J].核技术,2013,36(09):77-82.

- [12] Tom Igoe. Serial Communication with Node.js[EB/OL]. :https://itp.nyu.edu/physcomp/labs/labs-serial-communication/lab-serial-communication-with-node-js/,2014-10-03/2018-05-05

- [13] 房峰,高美凤.基于Node.js的移动视频监控监控系统[J].计算机系统

应用,2017,26(10):281-285.

- [14] Cantelon M, Harter M, Holowaychuk T J, et al. Node. js in Action[M]. Manning Publications,2017.

- [15] 胡正,米清茹,郑丽芳,等.EPICS data archiver at SSRF beamlines[J]. Nuclear Science and Techniques,2014,25(2):20103.

- [16] Zhao S M, Xia X L, Le J J. A real-time web application solution based on Node. js and WebSocket[C].//Advanced Materials Research. Trans Tech Publications,2013,816:1111-1115.