

# 实验动物屏障设施系统自动化控制技术 体系应用探索

李可欣<sup>1</sup>, 张凤梅<sup>1</sup>, 杨根岭<sup>1</sup>, 徐磊<sup>2</sup>, 高杰<sup>1</sup>,  
杨青<sup>3</sup>, 潘永全<sup>1</sup>, 潘劼<sup>4\*</sup>

(1. 重庆医科大学实验动物中心, 重庆 400016; 2. 遵义医学院实验动物中心, 贵州 遵义 563000;  
3. 重庆展业空调净化工程有限公司, 重庆 400050; 4. 重庆医科大学基本建设指挥部, 重庆 400016)

**【摘要】** 目的 为实现实验动物屏障系统稳定运行, 对实验动物屏障系统自动化控制技术进行研究探索。  
方法 利用基于物联网管理系统与移动通讯控制技术构建实验动物屏障设施远程监控与报警纠错系统对动物中心屏障系统运行情况进行观察研究。**结果** 该系统实现了对屏障设施仪器设备的集中管理和自动检测, 发现故障及时远程预警、自动采取安全措施并自动修复。**结论** 本系统能够确保仪器设备安全稳定运行, 实现智能化的管理模式, 降低运行成本, 提高管理效率。

**【关键词】** 实验动物屏障设施; 自动控制; 移动通讯

**【中图分类号】** R-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2018)12-0102-05

doi: 10.3969/j.issn.1671-7856.2018.12.017

## Application of an automated control system to specific pathogen-free barrier facilities for laboratory animals

LI Kexin<sup>1</sup>, ZHANG Fengmei<sup>1</sup>, YANG Genling<sup>1</sup>, XU Lei<sup>2</sup>, GAO Jie<sup>1</sup>,  
YANG Qing<sup>3</sup>, PAN Yongquan<sup>1</sup>, PAN Jie<sup>4\*</sup>

(1. Laboratory Animal Center of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China; 2. Laboratory Animal Center of Zunyi Medical College, Zunyi 563000; 3. Chongqing ZhanYe Industry Air Conditioning Purification Engineering co., ltd., Chongqing 400050; 4. Chongqing Medical University Basic Construction Headquarters, Chongqing 400016)

**【Abstract】 Objective** To realize stable operation of an experimental animal barrier system, we investigated an automated control systems for specific pathogen-free barrier facilities. **Methods** Mobile communication and internet control technologies were used to develop the remote monitoring and alarm error correction system for laboratory animal barrier facilities, and to observe the operation of this animal center barrier system. **Results** The system achieved centralized management and automatic detection and repair of failure in the barrier facility instruments and equipment. **Conclusions** Timely warning and automatic repair can ensure that instruments and equipment operating safely and stably, realize intelligent management, reduce the operation cost, and improve management efficiency.

**【Keywords】** laboratory animal barrier facility; automated control; mobile communication

[基金项目] 重庆市科学技术委员会社会民生科技项目(cstc2015shmszx120017, cstc2015shmszxsydw)。

[作者简介] 李可欣(1998—), 女, 安徽亳州人, 硕士研究生。主要研究方向: 实验动物管理与研究。E-mail: 1103705315@qq.com

[通信作者] 潘劼(1988—), 男, 工程师, 研究方向: 建筑设计技术。E-mail: 31666857@qq.com

实验动物是生命科学研究中的重要科技资源,直接关系到科研成果的完成与评价<sup>[1]</sup>。随着生命科学的发展,对实验动物的质量及动物实验环境的要求也越来越严格<sup>[2-3]</sup>。标准化的实验动物是医学和生命科学发展的重要基础和支撑条件,而屏障设施作为目前国内外最常用的实验动物饲养和动物实验设施,是实现实验动物质量标准化的重要保障<sup>[4-5]</sup>。

目前,国内许多实验动物屏障设施通过集成软硬件技术,涵盖变频传动技术、传感技术、计算机技术、通讯技术等,尽管这种自动化控制系统一定程度上能够提高设施运行的稳定性和可靠性并且节约了人力,但是使用过程中也常出现参数达不到预定目标,甚至会出现因为自动化控制系统失效而采用手动控制的现象<sup>[6-7]</sup>。

本文基于“互联网+”技术建成实验动物屏障设施远程监控与报警纠错系统,实现了对动物屏障设施的恒温恒湿控制系统、压差控制系统、空调主机及送排风等系统的实时监控和移动终端远程有效控制。探讨远程监控与报警纠错模式在实验动物屏障设施中的运用规范和运用模式。便于管理者对相关知识的理解。是对管理

者理论知识的有益补充和拓展,便于提高管理效率。

## 1 系统简介

实验动物屏障设施远程监控与报警纠错模式由 DCS/PLC 信息采集系统、仪表检测系统、计算机控制管理系统、通讯系统组成,主要功能包括设备运行管理,环境安全监督,实验过程状态监控,应急突发事件实时记录及信息远程发布四大模块<sup>[8]</sup>。其中,信息采集系统、仪表检测系统、计算机控制管理系统构成见图 1。

通过安装在系统各个部位的各种传感器、检测仪表,将实验人员所需要的各种数据传送到控制系统,经过控制系统对各种数据的比对、运算,将指令发送到各个部位的执行机构,确保整个系统稳定运行。整个控制过程中的各种运行数据、报警信号等均存储在上位机中供查询(见图 2~5)。系统运行状况的查询、输入指令等,在授权后,除了在现场触摸屏管理办公室的上位机可以操作外,通过实验动物屏障设施远程监控与报警纠错系统,也可通过笔记本电脑、智能手机、平板电脑等移动智能终端进行操作(见图 6)。

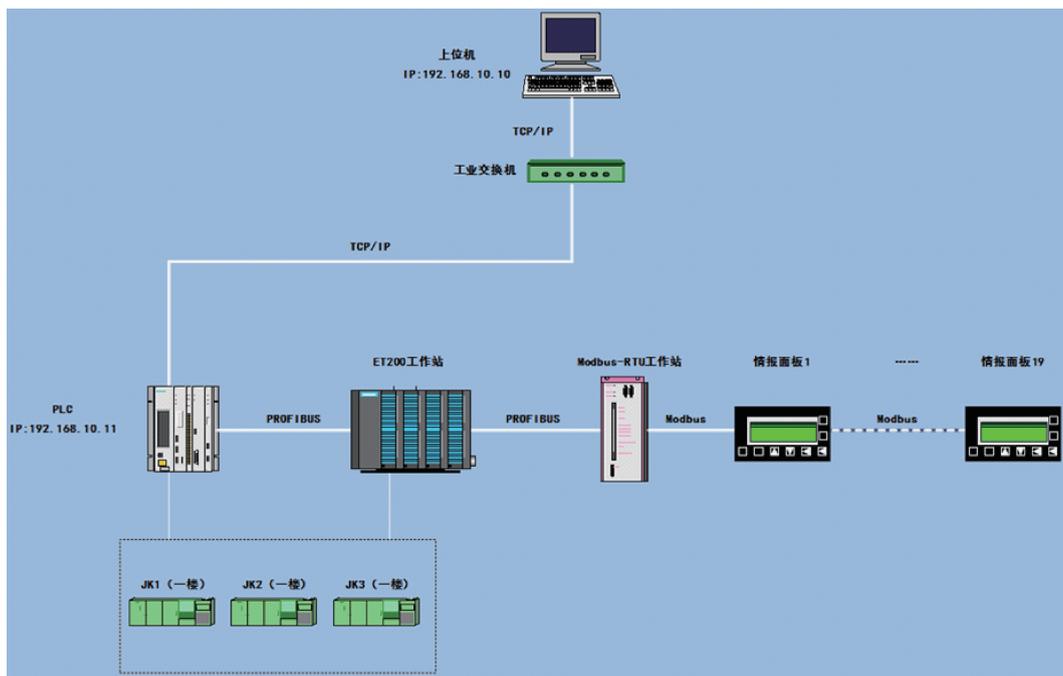


图 1 屏障设施远程监控与报警纠错模式系统构成

Figure 1 Schematic diagram of the remote monitoring and alarm system of barrier facilities



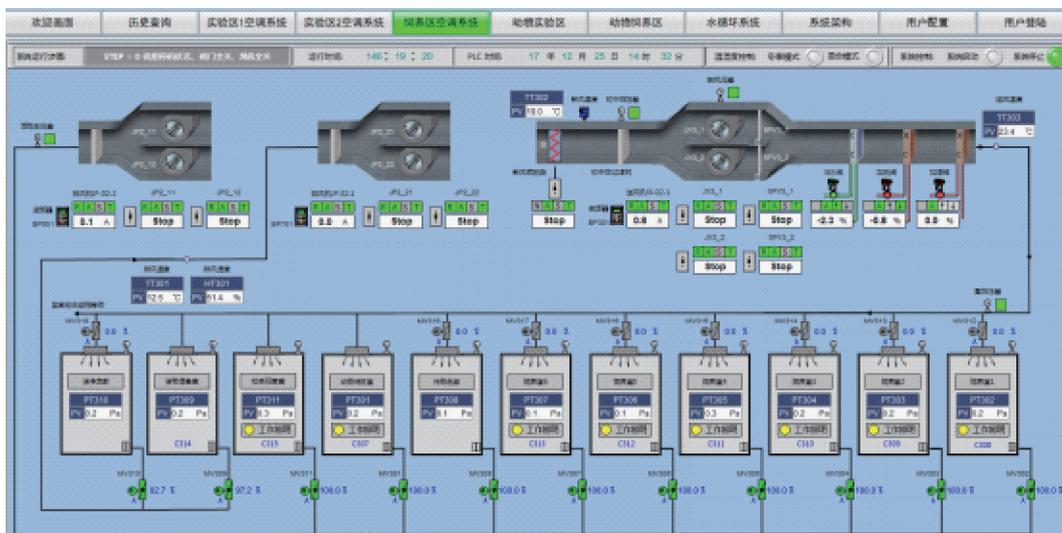


图 4 空调机组、排风机组、温湿度、压差等操作及查询界面

Figure 4 The operation and query interface of the air conditioning unit, exhaust fan unit, temperature and humidity, and pressure difference.



图 5 独立通风笼盒(IVC)运行状态查询界面

Figure 5 The independent ventilation cage(IVC) operation status query interface

行调节,精确控制各受控功能房间的压差。每个区域有各自独立的视频监控系统、照明系统、门禁系统及脉动真空灭菌器,此外动物实验区含有独立通风笼盒(independent ventilation cage, IVC)系统。

探索研究对象 2 为某医科大学实验动物中心在使用中的实验动物屏障设施,该设施于 2010 年建成投入使用,设施面积 750 m<sup>2</sup>,为 SPF 实验级动物科研提供专业实验平台的设施,目前系统设施运行正常<sup>[9]</sup>。该动物设施采用独立洁净空调系统,系统的温度、湿度、压差、照明系统等均在自动控制系统的

控制下运行。2017 年经过技术升级,对自动控制系统进行改造升级,采用了实验动物屏障设施远程监控与报警纠错系统。

### 3 系统构成

实验动物屏障设施远程监控和报警纠错系统是由物联网管理系统与移动通讯控制平台两部分组成。

#### 3.1 物联网管理系统

本系统利用现代化的计算机技术和网络系统,



图 6 远程监控参数及通讯设置查询界面

Figure 6 The remote monitoring parameter and communication setting query interface

实现对所有仪器设备的集中管理和自动监测,确保所有仪器设备的安全运行<sup>[10]</sup>。

### 3.1.1 物联网管理系统的监控范围

监控范围包括恒温恒湿系统、压差控制系统、空调主机和送、排风控制系统、照明控制系统、门禁控制系统、脉动真空灭菌器和传递控制系统、IVC 系统、节能措施系统、环保措施系统以及动物实验所应用的仪器和设备等。

### 3.1.2 物联网管理系统的监控形式

监控形式是通过安装于机房服务器与监控主机,公共区域的壁挂式触控电脑,或者笔记本电脑、智能手机、平板电脑等移动智能终端设备,来实现监控形式。

### 3.1.3 物联网管理系统的监控内容

监控内容主要包括:空调主机的通信及控制、电预热的控制与通讯、加湿器的控制与通讯、表冷器与再热量的控制与通讯、送/排风机变频控制及空调机组的联动控制、环境参数监测面板的控制与通讯;送风(新风)多位定风量阀、排风比例调节变

风量阀等控制设备的信息收集、处理与控制;初、中、高效和活性炭过滤器失效报警,电加热高温报警和断电保护控制,加湿缺水故障报警与保护控制、空调风机故障报警、空调主机故障报警、排风机故障报警、系统压力梯度故障报警、洁净室高温与低温报警;管道压力、洁净室压差、洁净室温湿度、新风温湿度的数据收集、识别、显示、处理、调节、控制;纯水系统、脉动真空灭菌器及 IVC 系统设备、节能系统设备、环保系统设备等智能仪器设备的数据采集和控制管理<sup>[11-13]</sup>。

## 3.2 移动通讯平台

移动通讯平台就是将物联网管理系统的模拟有线控制模式转换为数字化程控模式,并通过通讯接口将物联网管理信息以通讯形式进行远程发布。该系统以安全性为设计核心,以节能效果为目标,以先进性、前瞻性为标准。具备开放性通讯端口,兼容标准通讯数据上传,具有无限扩展性,可承载多系统、多专业、多画面,同时可提供系统不断地升级、软件更新、系统等优化服务。

#### 4 实验动物屏障设施远程监控与报警纠错系统运行模式

物联网管理系统是在建立移动通讯平台的基础上运行,所使用的系统软件基于 WEB 的数据采集与监控系统,保证利用已有的各种网络设备和资源(3G/4G/WIFI),从而高效的组建一个数据共享网络。移动通讯平台能保证移动终端可以在任何场地任何时间快速稳定的访问控制项目并得到想要的任何数据,移动设备和远端站点设备之间能直接建立通信连接。在任何有移动数字信号与移动网络(3G/4G/WIFI)的地方,都可通过移动终端设置设备(如笔记本电脑、智能手机、平板电脑等),实现对实验动物屏障设施系统的直观浏览、了解与控制。

移动通讯平台支持无限的可扩展性,后期扩容可添加更多变量。移动通讯平台支持无限的移动客户端,目前主流的 IOS、Android 系统移动终端 APP 应用程序,该 APP 支持 Modbus Top/Profinet/Ethernet IP 等标准通讯协议,可有效的与各监控设备集成,其中 Android 系统 APP 采用 Native Development Kit 开发工具,IOS 系统 APP 采用 Xcode 开发工具,最终确保移动终端在物联网管理系统服务器连接不良情况下,依然可能获得稳定的监控信息。

#### 5 结语

实验动物屏障设施远程监控与报警纠错系统运行,具有自动发现故障并自动采取安全措施、自动修复、自动报告、监控设备的监控信息跨平台无障碍数据链接与分享、远程预警与报告、智能化系统运行数据分析等优点。对受控房间的洁净风送风系统、排风系统、空调系统等进行 24 小时全程实时监控及移动终端远程控制。在设备隐患升级为故障之前提供解决方案和突发事件及时记录并实时发送信息。实验动物屏障设施远程监控与报警纠错系统模式是移动通讯控制-网络信息平台 and 自动化控制模式有机的结合,使得各项环境指标均在国标要求的范围内。系统具有安全可靠、稳定、节

能等优点,最大限度的延长了设备的寿命,同时节省了人力成本。为实验动物屏障设备安全运行提供了可靠保障,为实验动物的繁育生产和动物实验的饲养管理提供基础条件保障<sup>[14-15]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 王胜,谭冬梅,罗胜淑,等.重庆市实验动物管理与资源共享平台建设的探讨[J].实验技术与管理,2015,32(10):244-247.
- [2] 恽时锋,胡玉红,田小芸.在生命科学研究中影响动物实验结果的多因素分析[J].医学研究生报,2003,16(5):372-375.
- [3] 王晶,刘伟,袁水娟,等.大型实验动物屏障设施环境微生物和尘埃粒子的动态监控[J].中国比较医学杂志,2012,22(2):61-65.
- [4] 杨国淋,李阳友,苏畅,等.实验动物屏障系统建设与管理探讨[J].现代农业科技,2017(16):236-237.
- [5] 李学勇,靳洪涛,刘欣,等.实验动物屏障设施管理中的几个关键问题[J].中国比较医学杂志,2008,18(1):69-76.
- [6] 蒙少鹏.实验动物设施自动控制系统的應用问题及对策[J].中国比较医学杂志,2015,25(8):72-75.
- [7] 阴志刚,王纯耀,金树兴,等.计算机自动化控制系统在实验动物屏障设施中的应用[J].实验动物科学,2007,24(5):74-76.
- [8] 周煜程.中央空调实现 PLC 自动化控制的设计要点[J].中国高新区,2017(23).
- [9] 徐磊,马晓春,代军,等.贵州省遵义医学院 SPF 级实验动物设施的建设与管理[J].医学动物防制,2018,34(1):99-102.
- [10] 钟建国.基于物联网的实验室管理模式的研究[J].教育教学论坛,2017(10):14-15.
- [11] 宋明,徐玮玮,王扬,等.基于物联网技术的高校实验室气瓶管理[J].现代商贸工业,2017(22):49-50.
- [12] 李晓琳,耿达,孙凤池.实验动物饲养环境远程调节监控系统设计[J].电子科学技术(北京),2015,2(6):645-649.
- [13] 时彦胜,江其辉,曾林,等.节能型实验动物屏障设施的新型设计及应用[J].中国比较医学杂志,2008,18(10):64-66.
- [14] 宋华权,王伟民,刘根.郑州大学实验动物中心大楼环境控制系统[J].建筑,2009(20):84-85.
- [15] 何柏青.远程监控系统与高校电气设备运行自动控制研究[J].科技创新导报,2015(10):37-37.

[收稿日期]2018-06-22