

一种基于互联网的实验动物管理系统介绍

胡永艳, 陶迎红, 孔申申

(北京大学第一医院实验动物中心, 北京 100034)

[摘要] 实验动物设施是专业的实验动物饲养、使用 and 管理的科研平台, 运用科学管理手段可高效准确地获取更加可靠的科学研究结果。本文结合实际工作过程中的需求, 应用开源数据库 MYSQL 等软件开发了一个可应用于小型实验动物科研平台的信息管理系统, 该系统包括了伦理管理、资源预定、笼位详情记录管理与统计等功能模块, 并利用互联网、二维码、移动终端等技术, 让科研人员(使用者)能够在移动端完成实验申请、动物饲养状态查看、实时笼位信息采集及实验需求预定; 管理人员在电脑后台或移动端受理、管理并统计分析相关信息。系统实现了实验动物使用信息双向(管理人员/使用者)在线更新、数据采集、异常报警、实时共享和数据自动分析计算。

[关键词] 实验动物; 管理系统; 互联网

[中图分类号] Q95-33 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2020)03-0257-05

实验动物设施是实验动物饲养、使用 and 管理的平台, 承担着常见实验动物的日常饲养和管理职能。我院原先对实验动物的管理, 基本以手工数据采集和人工处理数据为主, 且数据不能实时开放, 同时动物数据的管理和维护工作量很大。以目前动物实验中最常用的大鼠和小鼠为例, 一个设施的饲养量经常是数以万只计^[1], 它们的品系、数量、出生时间、特殊饲养的标记、笼位占用等的管理完全依靠人工登记, 由于数据不能实时显现和更新, 使用人员不能及时获取信息, 进而可能影响对实验数据准确性的判断, 管理人员的资源分配和汇总信息亦费时费力。随着计算机技术的普及与发展, 建立一个实验动物管理系统来信息化管理实验动物设施成为可能, 但现有的信息化管理系统主要侧重于繁育或生产管理^[2-4], 系统功能不适用于本单位设施^[5-6]。因此, 有必要建立一套能在管理人员和使用人员中开放权限的实时

获取、更新并自动采集实验动物信息、分配实验资源、数据汇总分析的网络化计算机系统。

1 实验动物管理系统设计思路

针对之前是手工采集各类数据, 使用者和管理人员各自登记, 不能报警、实时共享和自动数据分析, 该系统的设计目标主要是: 1) 解决实验动物使用信息双向(管理人员/使用者)在线更新、数据采集、异常报警、实时共享、数据自动分析计算; 2) 利用系统动态分配实验资源; 3) 同时加入平台管理的一些辅助功能。

该系统采用电脑端和移动客户端的双重方式, 管理人员使用电脑和移动端处理和维护数据, 饲养员使用移动端采集数据, 研究人员可以在移动端查看、更新个人数据, 以及申请使用资源。

该系统提供微信入口, 因此软件的基础架构、后台服务器和数据部署都存储于能够通过互联网和微信访问的数据中心(IDC)内。数据库使用开源数据库软件 MYSQL。

2 实验动物管理系统架构组成

实验动物管理系统主要由电脑端和移动端组

[收稿日期] 2019-11-11

[作者简介] 胡永艳(1986—), 女, 助理研究员, 研究方向: 遗传学。E-mail: huyyg@163.com

[通信作者] 孔申申(1959—), 女, 教授, 研究方向: 实验动物管理。E-mail: shen_shenk@hotmail.com

成(图1)。

电脑端管理后台:用于实现涉及安全管理的一部分,系统管理员是动物中心的管理人员。主要功能包括:1)用户账户设置,即实验人员信息设置,包括个人代码、科室、实验时间、动物品种品系、计划使用动物数量和饲养方式等。所有使用者信息可汇总并生成二维码打印,扫码即可显示。2)资源设置及个人资源占用情况,包括各种笼位、饲养间、实验室、实验设备、指导教师等,在线可以查询;所有数据均可分时、分段、按人、按笼、按饲养间等提取数据,然后进行统计分析。3)设置边界数值报警,如笼内动物数量超标报警等。

移动端:主要用户是动物中心的工作人员和实验人员即使用者,用于申请及实时查看资源和数据,更改个人数据,预约实验资源,并接受报警提醒。用户可以通过移动端及时查询自己负责的动物数量及动物所在的位置,可以及时发现意外移位,可以及时修改动物数量变化,接受边界数值报警,防止动物数量过多、过少对实验造成的不良影响。随时导出数据,分析设施饲养情况是否正常,避免生物安全事故发生。

3 实验动物管理系统主要功能

主要包括:1)设立个人账户,包括姓名、伦理编号、课题名称、用户权限以及其他相关的信息。为了保护系统安全和个人隐私,系统的账户设置分管理员账户和实验人员账户。2)记录每一

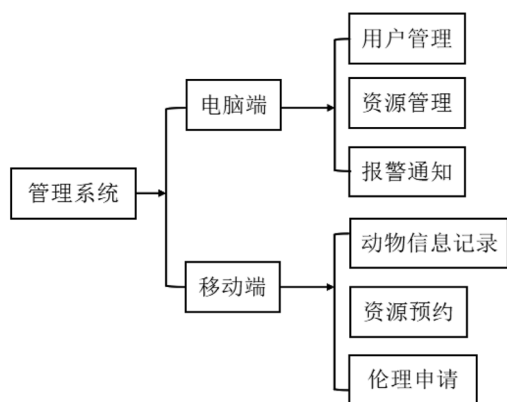
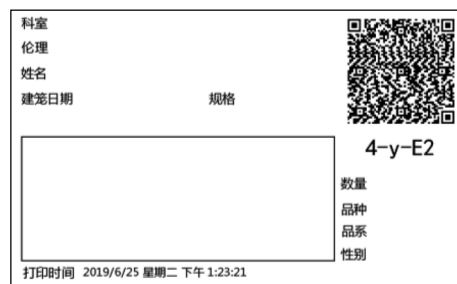


图1 实验动物管理系统的功能模块

Figure 1 Function modules of the laboratory animal management system

个实验人员账户下动物的信息,包括品种品系、建筑时间、数量、规格、特殊要求、饲养间及笼架位置等。管理系统中饲养笼盒是核心,单个笼盒上所有的信息为一个单位,生成一个二维码,也可以通过自助终端打印机打印出来挂在笼牌上,扫描二维码即可查看或修改笼盒内动物的信息(图2)。3)由于管理系统采用的是模拟饲养间



个人账户一旦建立,实验人员的基本信息和笼位信息都储存在系统中,可以通过自助打印终端将笼位信息打印出来。

图2 带二维码的笼牌

Figure 2 Cage card printed according to the laboratory animal management system

视图,实验人员可以实时在线查看并修改自己的动物信息,例如位置、数量、饲养条件变更等(图3)。4)系统还包括网上订购动物(图4)和饲料、实验设备租借(如代谢笼的预约与使用记录)(图5)、实验老师预约以及笼位预约等一系列相关辅助功能。网络通过图表直观显示资源状态,使用者申请时可以看到,系统自动计算更新,准确分配。当实验资源被占用后,其他使用者将不能获得。5)管理人员账户通过数据库可以提取所需统计数据(图6),例如笼位使用情况、饲养数量、饲养要求等,并进行汇总分析,并根据这些数据科学管理饲养间相关工作及向实验人员提出合理化的建议。也可以通过该系统对实验动物中心的课题伦理申请相关工作如动物使用数量、课题结束时间、研究人员变更等进行管理。

实际操作过程中,实验人员提交伦理申请后,管理人员在电脑端依据伦理信息建立实验人员账号信息,之后实验人员应用该账号密码登录移动端并提交动物订购单,管理人员电脑端审批、订购、分配笼位、录入笼位信息,并于自助打印终端打印笼牌。开始实验后,实验人员根

笼位剪贴板模式

	A	B	C	D	E	F	G	H
7	3 刘XX 2-3-A7	3 刘XX 2-3-B7	6 刘XX 2-3-C7	2 刘XX 2-3-D7	4 陈XX 2-3-E7	4 陈XX 2-3-F7	4 陈XX 2-3-G7	4 陈XX 2-3-H7
6	1 刘XX 2-3-A6	3 刘XX 2-3-B6	3 刘XX 2-3-C6	2 刘XX 2-3-D6	4 周X 2-3-E6	4 陈XX 2-3-F6	4 周X 2-3-G6	3 姚XX 2-3-H6
5	5 刘XX 2-3-A5	3 刘XX 2-3-B5	2 刘XX 2-3-C5	3 刘XX 2-3-D5	2 周X 2-3-E5	4 陈XX 2-3-F5	4 周X 2-3-G5	1 刘XX 2-3-H5
4	1 刘XX 2-3-A4	7 姚XX 2-3-B4	2 刘XX 2-3-C4	3 刘XX 2-3-D4	3 刘XX 2-3-E4	4 陈XX 2-3-F4	2 李XX 2-3-G4	3 李XX 2-3-H4
3	7 姚XX 2-3-A3	6 姚XX 2-3-B3	7 姚XX 2-3-C3	4 刘XX 2-3-D3	5 刘XX 2-3-E3	4 陈XX 2-3-F3	3 李XX 2-3-G3	3 李XX 2-3-H3
2	2 刘XX 2-3-A2	7 姚XX 2-3-B2	2 刘XX 2-3-C2	3 刘XX 2-3-D2	7 姚XX 2-3-E2	3 陈XX 2-3-F2	4 李XX 2-3-G2	2 李XX 2-3-H2
1	6 姚XX 2-3-A1	6 姚XX 2-3-B1	4 姚XX 2-3-C1	2 刘XX 2-3-D1	3 姚XX 2-3-E1	4 陈XX 2-3-F1	4 李XX 2-3-G1	1 李XX 2-3-H1

实际应用中可用不同颜色代表不同的实验人员。任何位置、数量和饲养状态的变化在系统中更新后均可以实时看到。任何时候，笼位使用情况和饲养数量皆可在系统中准确清晰地显示出来。

图 3 笼位信息实时模拟图

Figure 3 Sketch map of the cage frame

实验动物订购单

课题			
姓名		科室	
申请日期	到货日期		
电话		Email	
动物品种	☐ 小鼠 ☐ 大鼠 ☐ 豚鼠 ☐ 兔 ☐ 猪 ☐ 犬 ☐ 猴 ☐ 其他	生产公司名称	请选择生产公司 ▼ 参考生产公司列表
动物品系		周龄/体重	
性别	☒ 雄 ☐ 雌 ☐ 不限	饲养环境	☒ 屏障环境 ☐ 周转间 ☐ 普通环境 ☐ 不饲养
数量	☐ 只 ☐ 窝 ☐ 头 ☐ 条		
付款方式	☒ 支票号 ☐ 自付款	送货地址	☒ 北京大学第一医院 ☐ 其他
备注			

提交

图 4 实验动物订购页面

Figure 4 Animal order form

据实验情况，在移动端修改笼位信息，打印增加的笼牌，也可以通过移动端预约设备、老师、技术服务等实验资源。系统自动记录动物和笼位数量，管理人员可以通过电脑端查看数据并进行统计分析。

该系统的计算机技术部分由北京衡和易商公司负责开发，数据库使用开源代码 MYSQL 系统。系统运行需要在网络环境下进行。开发中我

代谢笼预约

小鼠代谢笼

大鼠代谢笼

< 2020.02 >

日	一	二	三	四	五	六
26	27	28 李XX 李XX 29 29	29 李XX 李XX 29 23	30 李XX 李XX 23 23	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10 李XX 李XX 17 17	11 李XX 李XX 17 17	12 李XX 李XX 16 16	13 李XX 李XX 16 16	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27 孙XX 孙XX 27 27	28 孙XX 孙XX 27 27	29

立即预定

我的预定记录

肾脏内科 孙XX

在2020-02-26 17:16:23预定了小鼠代谢笼

2020-2-27上午27个，下午27个，

2020-2-28上午27个，

终止使用

延长使用

图 5 大小鼠代谢笼预约界面

Figure 5 Reservation of metabolic cages in mice and rats

房间	数量		
第二饲养间	813		
笼架号	动物数量	笼位数量	空笼数量
1	234	56	0
2	202	49	1
3	187	56	1
4	190	56	0
第三饲养间	1139		
笼架号	动物数量	笼位数量	空笼数量
5	187	64	3
6	222	64	5
7	175	56	0
8	244	64	1
9	201	64	2
y	110	42	2
第四饲养间	1031		
笼架号	动物数量	笼位数量	空笼数量
10	147	64	0
11	206	64	1
12	344	64	0
13	223	64	0
y	111	42	6
周转间	384		
笼架号	动物数量	笼位数量	空笼数量
z1	151	56	7
z2	156	56	9
z3	44	16	3
z4	33	25	15

系统有比较好的统计功能，多种管理数据可实时查询、统计，如笼位使用及动物饲养情况。

图 6 实验动物管理系统的数据统计功能

Figure 6 Statistical function of the laboratory animal management system

们把系统接入了移动终端，可以通过手机、平板(设施内应用)等移动设备进入系统，非常方便。

目前该系统已在本院的实验动物设施中使用,显著提高了管理工作的准确性和效率,实验人员也更清楚地了解所饲养动物的情况变化、所在饲养间的笼位资源、实验动物中心的设备利用情况等,从而更加合理地安排实验。

4 讨论

随着实验动物设施的规模化、科研水平的提高及计算机技术的进步,实验动物在线管理的需求越来越迫切。本院建立的实验动物管理系统利用互联网、二维码、移动终端等技术,通过实验动物资源和用户信息的立体对接,实现了实验动物平台资源的可视化实时共享及动态分配,信息透明且可高效利用,减少差错,节省人力成本;同时对数据的及时准确记录和提取,提高了实验及管理的科学性和精准性。

现有的管理系统如 LAMA^[2]侧重于基因修饰动物的品系管理,邹岩柏等^[3]和王珑等^[4]开发的管理系统偏重于服务实验动物生产单位,这两个系统都能够记录管理实验动物品系的繁育;孟霞等^[6]开发的系统在伦理和实验项目管理方面比较突出,符合高校动物实验的特点。而本文的系统根据本单位使用需求开发,更适合于小型实验动物科研平台网络化管理,本系统更强调和实验人员的直接对接,个性化管理,特别是可以在移动端应用,这一点可以更加方便实验人员在屏障内移动操作以及在设施外随时远程操作、查看,在智能终端高市场占有率的当今社会,具有更强的实用性和时效性;而应用自助打印终端将系统里的笼位信息打印出来作为笼牌,简便了实验人员的

工作,也方便了管理人员对设施的管理;同时把资源预约也加入了管理,使得资源分配更加充分和公开透明。

对于实验动物设施来说,信息化管理提高了服务质量和工作效率。该系统通过互联网提供实时分享功能,使全体科研人员及用户能随时随地查询到实验动物的位置、状态和繁殖等信息,更加高效地进行科学研究。未来我们将根据工作需要进一步优化并新增系统功能模块,同时应用 5G、人工智能(AI)、云存储等新技术,实现在移动端对设施设备运行和动物资源的实时视频监控、智能化管理。希望本系统的开发对使用同类功能实验动物设施的管理单位及同行有所启发。

参考文献:

- [1] Maier H, Schütt C, Steinkamp R, et al. Principles and application of LIMS in mouse clinics[J]. Mamm Genome, 2015, 26(9/10):467-481.
- [2] Milisavljevic M, Hearty T, Wong TYT, et al. Laboratory Animal Management Assistant (LAMA): a LIMS for active research colonies[J]. Mamm Genome, 2010, 21(5/6): 224-230.
- [3] 邹岩柏, 范昌发, 张鑫, 等. 动物实验管理系统的设计与开发[J]. 实验动物科学, 2011, 28(4):39-42.
- [4] 王珑, 刘艳, 曹文田, 等. 实验动物生产管理计算机软件的开发与应用[J]. 中国比较医学杂志, 2000, 10(1):46-48.
- [5] 李松涛, 李大鹏, 李松琳. 高等医学院校学生动物实验信息管理系统的设计研究[J]. 实验动物科学, 2018, 35(3): 86-89.
- [6] 孟霞, 张伟, 乔欣, 等. 高校实验动物信息管理平台的设计与应用[J]. 实验动物科学, 2017, 34(2):54-56.

Introduction of a Web-Based Novel Laboratory Animal Management System

HU Yongyan, TAO Yinghong, KONG Shenshen

(Laboratory Animal Center, First Hospital of Peking University, Beijing 100034, China)

[Abstract] Laboratory animal facility is a scientific research platform which is raising, using and managing the laboratory animals. More scientific and effective management approaches used in the facility could assist users to obtain accurate research results more efficiently. This paper introduced a new developed information management system by using an open source database software MYSQL. It was developed based upon the needs of practice and could be applied to small scale laboratory animal research platform. The function of this system consists of ethical management, animal ordering, cage message record and statistical analysis. With the support from internet, QR code and mobile terminal technologies, the researchers are able to conduct the experiment application, check and view the animal condition, collect cage information in actual time, and order the cage by using a mobile terminal. The administrative staffs of the facility receive and process all applications and orders either in the lab computer or in their personal mobile phone. This system is well met the real requirements of daily work in our facility. The system enables researchers and facility staffs update the information, collect data, indicate malfunction in real-time, share the data and information simultaneously and conduct the relative calculation and analysis. All of these performances are conducted online in paralleled, which significantly reduces errors and saves labor cost.

[Key words] Laboratory animal; Management system; Internet

致谢本刊支持单位

广东省实验动物监测所

苏州大学动物实验中心

上海西普尔-必凯实验动物有限公司

上海交通大学医学院实验动物科学部

广东省医学实验动物中心

上海斯莱克实验动物有限责任公司

中国科学院上海药物研究所实验动物室

上海市实验动物质量监督检验站

南方医科大学实验动物中心

大连医科大学实验动物中心

新疆实验动物研究中心

扬州大学比较医学中心

浙江省实验动物中心

河南省实验动物中心

南通大学实验动物中心

复旦大学药学院

苏州大学动物实验中心

广州中医药大学实验动物中心

西安交通大学医学院实验动物中心

山东省实验动物中心

浙江中医药大学动物实验研究中心

海军军医大学实验动物中心

哈尔滨兽医研究所

杭州师范大学实验动物中心

(排名不分先后)