

高等院校实验动物的信息化管理体系建设及初步运行

李 巍¹, 陈晓娟¹, 柯贤福², 汪 洌¹

(1. 浙江大学实验动物中心, 杭州 310058; 2. 浙江省医学科学院, 杭州 310013)

[摘要] 针对高等院校实验动物管理的复杂现状, 分析管理的关键要素, 探索适合高校实验动物信息化管理体系, 充分发挥信息化管理规范、智能化等优势, 为高校的教学和科研提供保障。

[关键词] 信息化管理; 实验动物; 质量控制

[中图分类号] R-33; Q95-33 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2020)02-0154-05

随着生命科学的快速发展以及多学科交叉融合, 实验动物在高等院校的科研、教学中发挥着越来越重要的作用^[1-2]。实验动物质量控制要素涵盖人员管理、环境及设施控制、遗传质量与监测、微生物和寄生虫控制以及营养与垫料控制等方面。实验动物质量的稳定性不仅直接影响试验、教学的结果, 还关系到实验者的生命健康安全^[3]。与生产单位相比, 高等院校的实验动物管理工作由于进出人员数量庞大、动物品系繁多、实验要求多样等原因^[4-5], 管理信息庞杂^[6]、包罗万象, 继而带来的质量体系各要素(环境、设施、设备、SOP执行等)控制更为复杂, 实验动物管理的信息化体系建设成为亟需解决的问题。

信息化管理通过需求分析、系统设计、实施与测试、运行与评价的过程, 对相关信息进行规划、组织、实施和评价, 高效地实现组织既定的目标, 同时可以消除或减少不确定性。我中心在学习国内外先进的管理体制的基础上^[7-9], 在充分考虑现行管理模式、管理方法、业务流程等方面的前提下, 围绕精细化管理理念尝试形成一

套适合高校实验动物信息化管理体系, 通过全面记录实验动物饲养过程, 以及可变因素^[10-13]的实时监控和调整, 实现对实验动物管理的规范化、科学化、综合化、群体化和智能化。

1 信息化管理体系构建

实验动物信息化管理体系通过对影响高校实验动物管理的关键要素^[14-16](如人员环境、使用物料、设施设备、饲养方法等)以及辅助保障体系(培训管理、伦理管理等)进行综合管理、追踪和控制, 实现复杂环境实验动物的精细化管理。体系包括信息采集系统、信息管理系统和信息查询系统, 集成数据分析和数据调配等过程, 实现对相关信息的综合管理, 部分构架举例如图1。

1.1 信息采集系统

系统信息采集可以通过前端网站、生物信息录入设备、条码生成及读取设备、远程监控设备、环境监测及报警设备、设施监测及报警设备等完成, 主要包括: ①系统相关的人员^[17-18]信息, 包括管理人员、检测人员、检疫人员、饲养人员、实验人员等, 在网站客户端完成不同类型账户申请后, 自助录入程序, 通过控制指纹、人脸、虹膜等识别设备, 完成账户关联人员的生物信息采集、录入; ②对饲养设备(IVC、隔离器等设备内的温度、湿度、换气次数、氨浓度、

[收稿日期] 2019-12-06

[作者简介] 李 巍(1980-), 女, 研究实习员, 硕士, 研究方向: 实验动物疾病模型的研究。

E-mail: liwei0016@zju.edu.cn

[通信作者] 汪洌(1976-), 男, 教授, 研究方向: 免疫学。

E-mail: wanglie@zju.edu.cn

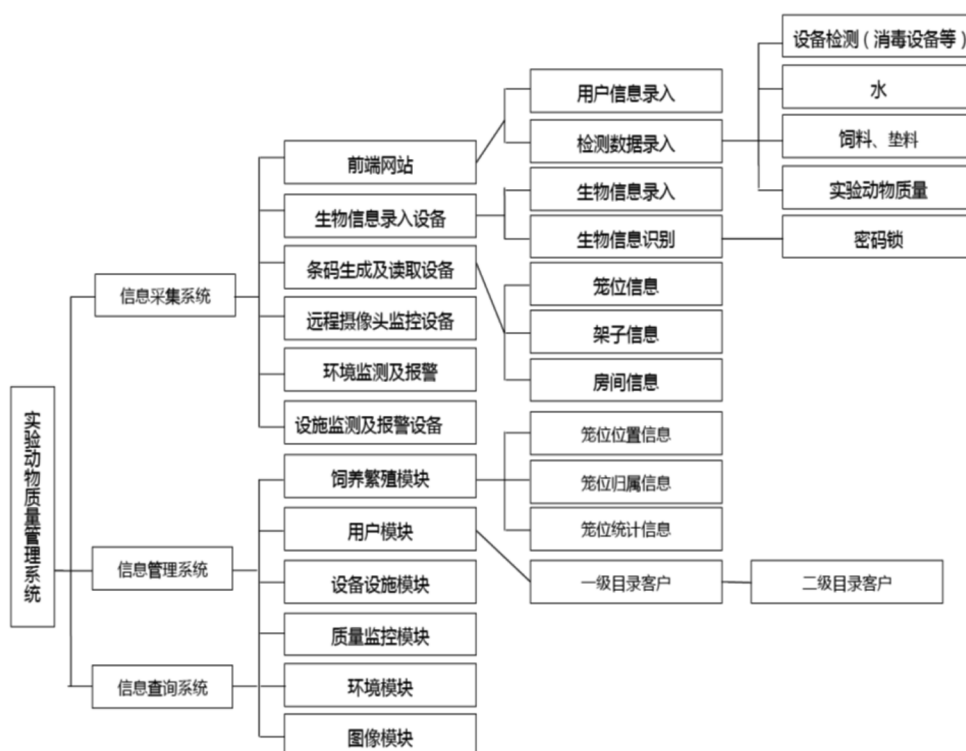


图 1 信息化系统构建示意图

Figure 1 Function diagram of information system

气流、压力)进行动态数据收集;③对饲养环境(温度、湿度、换气次数、氨浓度、粉尘、噪声、照明)进行动态数据收集;④定期检测饲养过程中使用的饲料、饮水、设施及环境相关各项指标,相关数据上传到信息化管理系统数据库;⑤定期检测饲养动物遗传质量、微生物及寄生虫质量,相关数据上传到信息化管理系统数据库;⑥通过条码读取设备及平板电脑,扫描、录入笼位相关信息;⑦通过网络客户端实现培训申请、动物订购、笼位预约、伦理申请、实验申请等服务申请;⑧系统管理人员录入需要在前端网站发布的有关信息。

1.2 信息管理系统

信息管理系统为本体系的核心系统,按层级化、模块化进行管理体系构架。系统的模块化建设包括用户管理、培训管理、网站管理、饲养繁殖、设备设施、质量监控、伦理审查等,各模块对相关采集信息(包括各种申请及订单)设置层级化树状处理流程:①对饲养环境和饲养设备,进行相关参数设定,出现超出范围的改变(如突发事件、断电等)时,系统发挥指令通过无线

技术进行报警,并作出响应和调整;②饲料、垫料、检测数据系统进行匹配相应时期的动物质量等其他数据;③根据人员类型,系统通过对密码锁动态控制实现人员进出饲养区域和流向控制;④通过条码管理系统对动物传送位置监控;⑤将培训申请、动物订购、笼位预约、伦理申请、实验申请等服务申请按流程设定并实施,通过条件设定实现群发邮件及短信通知相关人员响应配合。本系统的部分流程如图2。

1.3 信息查询系统

信息查询系统包括饲养繁殖数据查询、用户查询、设备设施数据查询、质量监控数据查询、环境数据查询。用于设定条件下的信息查询,用户通过访问前端网站,获得授权信息。相关人员根据不同的查询条件对正在饲养和过去饲养的情况进行查询、统计。

2 信息化管理体系的运行

信息化管理体系在完成客户、订单、饲养、设施、培训、网站、伦理等管理模块建设后,

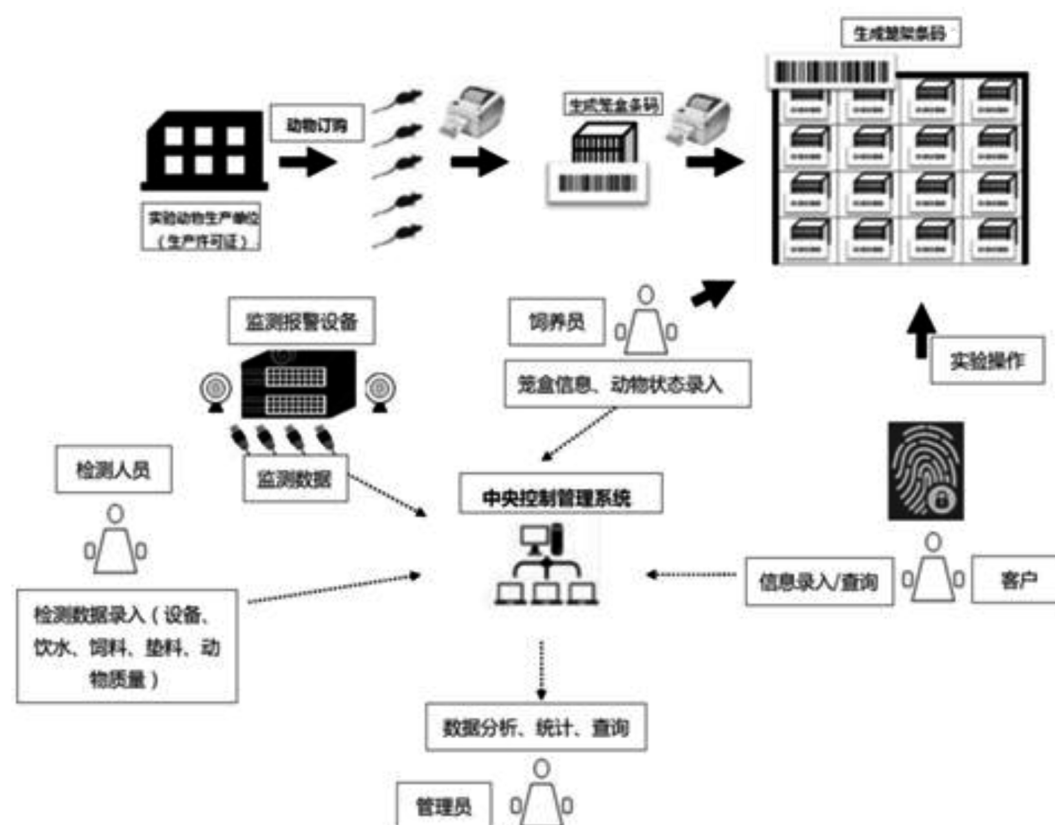


图 2 信息管理系统流程图

Figure 2 Central information system

可在网站开通动物订购、笼位预约、伦理申请、课程培训等对外服务功能。高等院校比较复杂的情况主要涉及人员管理、实验动物管理，现对这两个部分运行涉及的模块和流程管理进行说明。

2.1 人员管理

人员管理主要为授权区域管理和进出流向管理，主要的管理手段是对密码锁开放顺序的动态设置，控制模块包括客户管理、课程管理、设施管理三大模块，采取课题组层级管理制。以需要进入屏障环境进行实验的课题组为例，具体执行方法如下：

2.1.1 客户管理模块 课题组负责人选择“课题组账户”进行网站注册，审核后系统生成负责人课题组账户。系统将分配课题组成员管理、订单管理、费用管理、饲养管理等审核及管理权限，实现该类型账户对课题组成员、课题、订单的管理审批，并对经费、实验室成员实际饲养的数量和位置实时查看。同时，该账户可设定课题组其

他成员为辅助管理账户。选择“普通账户”进行网站注册时，可选择加入本课题组账户，审核后成为本课题组成员。

2.1.2 课程管理模块 需要进入屏障环境的人员申请准入课程，下设基础课程及考核、现场实践学习、指纹自助录入等内容。系统通过手机短信推送首次科目授课时间和地点，并根据流程设置及科目考核要求(签到、考试等)，生成下一科目参加名单并短信通知。实践区域和指纹授权准入区域为系统根据课题组目前在屏障环境中现饲养位置自动分配。完成所有科目后，系统对该成员的指纹生成密码，用于开启饲养区域及房间的密码锁。

2.1.3 设施管理模块 所有人员均只能进入授权区域和房间。首先在身份识别系统进行指纹识别后激活授权密码锁；该人员到达饲养区域及房间，输入密码后相应密码锁打开即可进入。系统按微生物控制等级限定人员进入顺序，由高到低

为无菌动物、SPF 级动物、清洁级动物、普通动物。进入区域次序为：级别由高到低可以通行，反之，须在设定的隔离时间后方可通行。

2.2 动物管理

动物管理主要为订购管理和笼位管理，主要管理手段为“小鼠驿站”(图3)和条码管理系统，包括客户管理、伦理审核、订单管理、饲养繁殖、设施管理五大模块，其中客户管理、伦理审核、设施模块为前置条件，本文介绍形成相关订单后的执行过程。

2.2.1 订单管理模块 订单产生后条码管理系统即按照动物性别、数量、微生物等级等信息形成订单条码。在小鼠驿站扫码器处扫描条码，一个独立活体动物暂存柜柜门自动打开。放入后，中央控制器控制排风机自动运行，形成自下而上的气流，保障动物暂存柜内空气流通。同时系统以短信形式发送领取码至订购人员手机。订购人员收到短信后，在指定时间内自行取出。订购人员取走动物并关好柜门，小鼠驿站自动向系统发送数据，实时更新实验动物去向。指定时间内未取出动物，系统发送信息提醒工作人员进行处理。

2.2.2 饲养繁殖模块 通过条码管理系统对饲养房间、笼架及新进动物生成相应条码；定期通过条码读取设备扫描房间、笼架、笼盒的条码信息后，系统动态生成笼盒定位、笼盒归属、饲养费用等信息。每次扫描，房间内移动位置的笼盒系统将提醒饲养员进行核对确认，区域内发生改变的笼盒信息生成汇总表由区域主管进行核实。



图3 小鼠驿站

Figure 3 Mouse courier station

3 展望

实验动物管理对教学、科研工作的正常开展起着非常重要的作用。实验动物学集成生物学、兽医学、生物工程、医学、药学、生物医学工程等学科的理论和方法，以实验动物和动物实验为研究对象，为相关学科发展提供系统性生物学材料和相关技术，成为相关学科研究重要的支撑和保障^[1]。因此，目前实验动物中心的建设无论规模还是速度都令人惊叹。如果后期实验动物管理力度不够，良好的设施就不能发挥应有的作用，将会出现“重建设、轻运行；重规模、轻质量；重硬件、轻软件”等问题^[4]，更会带来巨大的生物安全隐患。

积极探索适合本部门发展的实验动物管理机制，将对高校教育和研究视野的发展具有重要意义。信息化管理是当代最具潜力的新型生产力，信息技术大大缩小了时间、空间上的距离，实现实验动物的信息化管理，不仅能为实验动物质量提供保障，而且可以提高设施的利用率，同时做到使信息资源得到充分利用和共享，为学校科研发展服务^[19-21]。信息处理速度和深度的提高，不仅要求硬件的高配置，也要求体系的高效率。高校实验动物信息化管理可以通过整合重复性的资源和功能，实现校区间信息的联动和共享，可以提高系统维护和管理的工作效率，解决以往组织机构、人员关系、角色管理、权限分配、初始化参数配置等多系统管理重复录入，维护工作量大，管理效率不高等问题。通过信息化管理系统，实现对各要素有规划、有组织、分层次的管理控制。有效地实施信息化，使信息技术与业务管理有机结合，提高效率，最终提升客户满意度。

参考文献:

- [1] 秦川. 中国实验动物学科发展的关键问题与对策的思考[J]. 科学通报, 2017, 62(30):11-17.
- [2] 张永斌, 傅江南, 刘忠华, 等. 高校实验动物中心的定位和创新发展[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(7):228-230.
- [3] 彭华松, 徐汪节, 刘闯, 等. 国内高校实验动物安全管理的调查研究与思考[J]. 中国兽医学报, 2019, 39(3):598-602.
- [4] 马倩, 王朝霞. 高校实验动物中心发展的瓶颈问题与对

- 策[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(10):272-274.
- [5] 张洁, 陈米, 谢二磊, 等. 高等中医药院校实验动物管理现状及对策[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(10):242-244.
- [6] 寇冰, 段志光, 刘田福, 等. 地方医科大学实验动物管理工作水平评价指标体系的构建[J]. 中国比较医学杂志, 2011, 21(12):74-78.
- [7] 师长宏. 美国比较医学中心实验动物管理与保障工作介绍[J]. 中国比较医学杂志, 2016, 26(1):86-88.
- [8] 李学勇. 日本的实验动物管理 - 参加日本第 54 届实验动物年会之感受[J]. 中国比较医学杂志, 2008, 18(8):81-82.
- [9] 丁燕霞, 李琳, 朱莉莉, 等. 中南大学实验动物屏障环境运行初期总结[J]. 中国比较医学杂志, 2017, 27(9):83-86.
- [10] 王艳蓉, 孙淑华, 杨旭, 等. 实验动物的环境与福利[J]. 中国比较医学杂志, 2009, 19(2):83-86.
- [11] 韩帅, 朱晓伟, 包思成, 等. 实验动物饲料质量检测体系建设初探[J]. 中国饲料, 2019, 629(09):13-17.
- [12] 陈霆, 张丽芳, 金迎春, 等. 动物笼具和垫料蒸汽灭菌条件的优化[J]. 中国比较医学杂志, 2017, 27(3):81-83.
- [13] 魏强, 秦川. 浅谈实验动物微生物国家标准[J]. 中国比较医学杂志, 2016, 26(2):1-3.
- [14] 余思义, 张金明, 张燕, 等. SPF 级实验动物生产管理技术要点[J]. 中国比较医学杂志, 2001, 11(3):158-161.
- [15] 黄志彪, 黄俊明, 熊习昆, 等. SPF 级实验动物房的建设及其管理[J]. 华南预防医学, 2005, 31(6):72-74.
- [16] 许崇辉. 影响动物实验结果的因素[J]. 中国比较医学杂志, 2002, 12(3):180-182.
- [17] 林凯丽, 刘梅轩, 孙井江, 等. 实验动物从业人员培训系统的建立与应用[J]. 中国比较医学杂志, 2018, 28(5):119-122.
- [18] 孔琪, 郑志红, 魏强, 等. 中国实验动物从业人员标准的编制[J]. 中国比较医学杂志, 2016, 26(10):85-90.
- [19] 黄韧, 薛成, 程树军, 等. 实验动物质量监测管理办公系统的开发[J]. 中国比较医学杂志, 1999, 9(4):236-240.
- [20] 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.
- [21] 李大鹏, 李静, 张永军, 等. 实验动物信息化管理设计[J]. 解放军医院管理杂志, 2009, 16(4):359-360.

Summary of the Information Management System of Laboratory Animal in Colleges and Universities

LI Wei¹, CHEN Xiaojuan¹, KE Xianfu², WANG Lie¹

(1. Zhejiang University Laboratory Animal Center, Hangzhou 310058, China;

2. Zhejiang Academy of Medical Sciences, Zhejiang Center of Laboratory Animals, Hangzhou 310013, China)

[Abstract] In view of the complex situation of the management of the laboratory animal in colleges and universities, this paper analyzes the key elements of the management, explores the information management system suitable for the experimental animal in colleges and universities, gives full play to the standardization and intelligence of the management, and provides guarantee for the teaching and scientific research in colleges and universities. By introducing the design ideas and functional modules, this paper summarizes the new laboratory animal information management system.

[Key words] Information management; Laboratory animal; Quality control