

吴玥,薛婧,魏强,等. 国家动物模型资源共享信息平台的建立 [J]. 中国实验动物学报, 2022, 30(8): 1080-1086.

Wu Y, Xue J, Wei Q, et al. Establishment of national infrastructure for an animal model resource platform [J]. Acta Lab Anim Sci Sin, 2022, 30(8): 1080-1086.

Doi:10.3969/j.issn.1005-4847.2022.08.009

国家动物模型资源共享信息平台的建立

吴玥,薛婧,魏强,向志光,陈禹保,孔琪*

(中国医学科学院医学实验动物研究所,国家人类疾病动物模型资源库,
国家卫生健康委员会人类疾病比较医学重点实验室,新发再发传染病动物模型研究北京市重点实验室,
北京市人类重大疾病实验动物模型工程技术研究中心,北京 100021)

【摘要】 目的 为推动我国实验动物领域资源共享,满足不同层次、不同研究目的的需求,建立国家动物模型资源共享信息平台。**方法** 发布实验动物及动物模型资源征集函,广泛收集实验动物及动物模型资源,并从文献与公共数据库补充相关资源信息。**结果** 国家动物模型资源共享信息平台对实验动物资源、动物模型及相关产品资源信息进行系统采集和整理,涵盖实验动物资源、动物模型资源的研发、鉴定、评价和应用,以及实验动物专属试剂和仪器设备、基于实验动物的科技外包服务等。通过网络平台推动资源共享,为开展药物筛选和治疗等提供平台与数据支撑。**结论** 本研究团队建立了国家动物模型资源共享信息平台,提供实验动物、动物模型及相关资源数据查询、供求单位需求信息发布和详细资料展示等一站式服务,为科技创新和社会发展提供高质量的实验动物与动物模型资源共享服务。

【关键词】 动物模型;实验动物;资源共享;信息平台;数据库

【中图分类号】 Q95-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1005-4847 (2022) 08-1080-07

Establishment of national infrastructure for an animal model resource platform

WU Yue, XUE Jing, WEI Qiang, XIANG Zhiguang, CHEN Yubao, KONG Qi*

(Institute of Laboratory Animal Sciences, CAMS & PUMC, National Human Diseases Animal Model Resource Center,
NHC Key Laboratory of Human Disease Comparative Medicine; Beijing Key Laboratory for Animal Models of
Emerging and Reemerging Infectious, Beijing Engineering Research Center for Experimental Animal Models of
Human Critical Diseases, Beijing 100021, China)

Corresponding author: KONG Qi. E-mail: kongqi@cnilas.org

【Abstract】 Objective To promote resource information sharing in the field of laboratory animals and meet the needs of various levels and research purposes, national infrastructure for an animal model resource platform was established to meet the needs of both the supplier and customer. **Methods** We issued a collection letter for laboratory animal and animal model resources, collected laboratory animals and animal model resources nationwide, and supplemented related resources from the literature and public databases. **Results** The national infrastructure for an animal model resource platform systematically collected and arranged laboratory animal resources, animal models, and related product information, covering the development, identification, evaluation and application of laboratory animals and animal models, as well as exclusive reagents, instruments, and equipment for animal experiments, and science and technology outsourcing services based on animal experiments. We promoted resource sharing through the network platform and provided data support for

【基金项目】 中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目 (2021-I2M-1-034), 北京市自然科学基金资助项目 (M21027), 国家重点研发计划项目 (2021YFF0702800)。

Funded by CAMS Innovation Fund for Medical Sciences (2021-I2M-1-034), Beijing Natural Science Foundation (M21027), the National Key Research and Development Program of China (2021YFF0702800).

【作者简介】 吴玥 (1993—), 女, 助理研究员, 研究方向: 比较医学数据库建设。Email: wuyue@cnilas.org

【通信作者】 孔琪 (1978—), 男, 研究员, 研究方向: 比较医学, 生物信息学。Email: kongqi@cnilas.org

drug screening and treatment. **Conclusions** In this study, we established national infrastructure for an animal model resource platform to provide one-stop services such as enquiries for laboratory animals and relevant resource information, release of information on supply and demand units, and display of detailed information to provide high-quality scientific and technological laboratory animal and animal model resource sharing services for scientific and technological innovation and social development.

【Keywords】 animal model; laboratory animal; resource sharing; information platform; database

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

动物模型(animal model)是基于实验动物建立的模拟人类疾病或满足研究的动物,是人类疾病研究的“技术瓶颈”,也是疫苗、药物从实验室走向临床应用的“试金石”。动物模型是我国科学研究、生物医药和健康产品研发中不可缺少的科技资源,在提高我国自主创新能力、发展医药卫生、健康产业等方面具有重要价值和市场前景^[1-3]。

我国实验动物产业处于蓬勃发展阶段,产生了数千种实验动物和动物模型资源。国际上实验动物、动物模型资源更是在数万种以上。动物模型资源的选择和共享一直是实验动物行业亟待解决的问题。动物模型资源的多样化和标准化,既是国家战略资源,也是生物制品、药物研发的支撑性资源,更是生物医药产业又好又快发展的有力保障^[4-6]。

为落实创新性国家战略,提高我国科学研究能力,为我国医药卫生健康产业发展和应对新发突发重大传染性疾病提供源自实验动物行业的强大科技支撑,根据科技部工作部署,我们建立了“国家动物模型资源共享信息平台”(本文简称信息平台),助力新冠肺炎疫情攻关,提供数据支持,解决供需双方对动物模型资源的需求。我们建立的国家动物模型资源共享信息平台,可推动我国动物模型相关资源共享,满足不同层次、不同研究目的的需求。

1 方法

1.1 数据来源

本平台的资源数据主要来源于 5 个部分:(1)本单位自有动物模型相关资源;(2)实验动物资源单位汇交的动物模型相关资源;(3)文献采集的动物模型相关资源;(4)国际公共实验动物资源库汇集的动物模型相关资源,例如 Mouse Genome Informatics(MGI)、Rat Genome Database(RGD)等;(5)研究人员个人提交的动物模型相关资源等。

1.2 数据采集

1.2.1 文献采集

采用爬虫的方法对公共数据库及文献中的资

源数据进行采集。根据每个资源 URL 中含有的 ID 号,使用 read_html 命令读取对应网页,使用 css 选择器提取每个页面中共有字段,例如 Strain Name、Attributes、Symbol、Type、Source、Origin、Research Usage、MGI ID、RGD ID 等,使用 frame 函数创建数据列表,使用 for 语句循环采集 MGI 与 RGD 数据库资源页面数据字段信息,使用 writexl 函数输出为 Excel 格式。

1.2.2 资源鉴定

通过中国实验动物学会发布“国家动物模型资源共享信息平台实验动物资源/动物模型征集函”在全国范围内征集数据,重点与新冠动物模型研发单位进行联络,全面系统收集了新冠动物模型资源作为平台的特色。联合中国实验动物学会动物模型鉴定与评价工作委员会、中国实验动物学会实验动物资源鉴定与评价工作委员会(简称鉴定委员会)开展动物模型和实验动物资源鉴定工作,并发布经过鉴定或采集的资源信息。

1.3 数据审核及入库

根据《中国实验动物学会实验动物模型鉴定与评价管理办法(试行)》,由实验动物领域权威专家对申请人(单位)提交的材料进行鉴定评价,依据实验动物模型构建的信度和效度(表观效度、预测效度以及结构效度),基于模型制作原理和方法,并结合不同品系动物的特点,对拟开展鉴定和评价的实验动物模型从整体、组织、细胞和分子水平进行鉴定和评价。在前期数据收集阶段,可通过简易申报流程,提供资源基本信息,通过审核后即可入库。

1.4 信息平台的构建及访问

信息平台前端使用 HTML5 和 jQuery1.3,后端采用 Enterprise Java Beans 框架,编程语言采用 Python2.7,中间件使用 Jboss 6.0,部署在 Windows Server 2012 R2 服务器。支持多种通用浏览器,系统具有开放性、易操作性、界面友好性、可靠性和安全性等特点,为用户提供统一的、友好的操作界面。采用 MySQL(v 5.7)作为系统的数据库平台,采用

标准 SQL 语句,以便扩展。数据库网址: [https://.namri.cn/](https://namri.cn/)。可免费公开访问使用。

2 结果

2.1 信息平台架构与内容

信息平台包含新闻动态、实验动物、动物模型、仪器设备、饲料垫料、专家咨询、供需机构、大事记、数据提交 9 个栏目(图 1)。新闻动态部分按照科技部部署的科研攻关五大方向病原学和流行病学、检测技术和产品、药物和临床救治、疫苗研发、动物模型构建进行分类,共 11 个角度,提供最新全球新冠疫情相关的动态新闻,新闻总量 2825 条(表 1)。

信息平台收录动物模型、实验动物资源总计 19 364 种,包括实验动物资源 18 466 个、动物模型 898 个。大多为科研机构、企业提交,也有一部分为高等院校、医院提交。动物模型样品属性信息见表 2。

2.2 检索方式

信息平台提供全局检索与高级检索两种检索方式,每个页面的右上角含有全局检索框,可对平台的实验动物、动物模型、仪器设备、饲料垫料进行检索。用户选择对应栏目,输入相关检索关键词

后,可跳转到相应栏目浏览页面,获取最为可能的匹配结果。

表 1 新闻信息统计

新闻栏目 News columns	数量 Number
平台新闻 Platform news	73
行业新闻 Industry news	357
病原学和流行病学 Etiology and epidemiology	229
检测技术和产品 Detection technology and products	123
药物和临床救治 Drugs and clinical treatment	264
疫苗研发 Vaccine development	195
动物模型构建 Animal model construction	75
其他新闻 Other news	280
政策法规 Policies and regulations	62
药物疫苗 Drug and vaccine	256
疫情播报 Epidemic broadcast	911
总计 Total	2825



图 1 平台首页

Figure 1 Homepage of the database

表 2 动物模型信息表
Table 2 Animal model information table

模型字段 Model fields	描述规范 Description specification
动物模型的命名 Nomenclature of animal models	参考国际实验动物命名通用原则,结合动物模型类型的 I、II 和 III 级分类法进行联合命名,即“疾病+动物品种+造模方法”进行命名,命名时应尽量细化。中医药动物模型应体现中医药特点。需用中英两种文字命名。 Referring to the principles of international laboratory animal nomenclature, combined with class I, II and III classification of animal models, i. e. “disease + species + method”, the naming should be as detailed as possible. Animal models of traditional Chinese medicine should reflect the characteristics of traditional Chinese medicine. Animal models need to be named in both Chinese and English.
研究背景 Research background	研究目的及意义;国内外研究进展并附参考文献。 Research purpose and significance; research progress at home and abroad with references.
动物模型的制备方法 Preparation method of animal model	包括实验材料、实验环境、实验操作规程等内容。对涉及的实验动物、实验试剂、检测仪器应标明详细信息,并符合国家相关规定。 Including experimental materials, experimental environment, operation procedures, etc. The laboratory animals, reagents and instruments involved shall be marked with detailed information and comply with relevant national regulations.
动物模型的评价与验证 Evaluation and validation of animal models	基于模型制备三原则(表观效度、预测效度以及结构效度)对模型指标进行评价,其中包括整体行为特征、组织器官、细胞和分子等在内的指标评价体系。评价方法包括以整体实验为主,涵盖行为、影像、生理生化和组织切片等技术方法进行详细介绍。采用的仪器设备、试剂应满足模型评价的要求,指标完善,条件稳定。价值指标包括核心指标(如特异的基因改变、特异的染毒病原株或高载量病毒核酸、特异性免疫抗体);主要指标(模拟人类疾病临床症状和体征、易感器官的特征性改变和特异性生物标志物);重要指标(模拟疾病某些方面的改变的指标)和辅助指标。应包括阳性药物对其指标的证实效应。应说明重复验证的批数。中医药模型应有体现中医药特点的评价指标。 The model indicators were evaluated based on three principles (apparent validity, predictive validity, and structural validity), an indicator evaluation system including overall behavioral characteristics, tissues and organs, cells, and molecules. Evaluation methods include overall experiments, covering behavior, imaging, physiology, biochemistry, tissue sections and other technical methods. The equipment and reagents used should meet the requirements of model evaluation, with perfect indicators and stable conditions. The valence index includes core indicators (such as specific genetic changes, specific viral strains or high-load viral nucleic acids, specific immune antibodies); main indicators (simulation of clinical symptoms and signs of human diseases, characteristic changes of susceptible organs and specific biomarkers); important indicators (metrics that mimic changes in some aspects of the disease) and secondary indicators. Confirmed effects of positive drugs on indicators. The number of batches for repeated validation should be stated. The TCM model should have evaluation indicators that reflect their characteristics.
动物模型的生物安全性 Biosafety of animal models	动物模型的制备和应用实验必须在具备相应资质的实验室开展。动物模型的制备、应用过程中的监督管理、处置措施、对环境和生态影响等应符合国家相关法律规定。 The preparation and application experiments of animal models must be carried out in laboratories with corresponding qualifications. The preparation of animal models, supervision and management during application, disposal measures, environmental and ecological impacts shall comply with relevant national laws and regulations.
讨论和结论 Discussion and conclusion	总结该模型鉴定和评价的技术方法和指标体系;分析该模型与国内外现有模型的异同;讨论该模型的技术难点、创新性和应用价值。 Summarize the methods and index system of the model identification and evaluation; Analyze the similarities and differences between the model and the existing models at home and abroad; The technical difficulties, innovation and application value of the model.
有助于动物模型鉴定和评价的其它材料 Other materials helpful to the identification and evaluation of animal models	其它有助于评价的材料,包括第三方应用机构的证明、在行业一流学术刊物上发表学术论文和引用情况等材料。 Other materials helpful for evaluation, including certificates of third-party application institutions, academic papers published in industry-class academic journals and citations.

实验动物与动物模型栏目提供高级检索功能。用户可自行选择名称、保种单位、应用领域对实验动物资源进行对应检索,选择模型名称、研制单位、用途对动物模型进行对应检索,也可以通过导航栏中的资源分类进一步限定资源范围。

2.3 实验动物

实验动物栏目按照常规实验动物类别进行划

分,分为啮齿类动物、兔、犬、猫、小型猪、非人灵长类、禽类、鱼类、两栖类、无脊椎动物、其他动物。其中啮齿类动物细分为小鼠、大鼠、豚鼠、金黄仓鼠、中国地鼠、长爪沙鼠、东方田鼠、灰仓鼠。

详情页包含品系名称、英文名称、疾病名称、相关基因、背景品系、遗传类型、繁殖方式、繁殖代数、主要用途、简介、图片、主要特征描述、培育历程与

方法、遗传信息、相关疾病表型、生物学特性、营养需要、饲养管理要点、饲养环境、培育单位、保种单位、鉴定方法、获取的成果或参考文献信息。通过右侧相关资源可以查看与本资源相关的其他资源,目前资源总量达到 18 466 个(表 3)。

表 3 实验动物资源统计

Table 3 Statistics of laboratory animal resources

实验动物资源 Laboratory animal	数量(个) Number
小鼠 Mouse	14 131
大鼠 Rat	4274
金黄仓鼠 Golden hamster	5
豚鼠 Guinea pig	1
中国地鼠 Chinese hamster	1
长爪沙鼠 Mongolian gerbil	2
东方田鼠 Microtus fortis	3
犬 Dog	7
小型猪 Miniature pig	4
非人灵长类 Nonhuman primates	4
禽类 Birds	2
鱼类 Fish	2
果蝇 Fruit flies	29
树鼩 Tree shrew	1
总计 Total	18 466

2.4 动物模型

综合考虑广度和深度,以及尽可能涵盖目前所知的疾病模型类型,根据实验动物模型的分类原则将动物模型栏目分为传染性疾病动物模型、神经精神疾病动物模型、心脑血管和血液系统疾病动物模型、肿瘤动物模型、代谢性疾病动物模型、呼吸和消化系统疾病动物模型、骨骼运动系统疾病动物模型、生殖系统疾病动物模型、免疫性疾病动物模型、五官和皮肤病动物模型、遗传性疾病动物模型、特因环境动物模型、中医证候动物模型、其他模型。

其中传染性疾病动物模型细分为冠状病毒感染动物模型、艾滋病毒感染动物模型、流感病毒感染动物模型、肠道病毒感染动物模型、结核杆菌感染动物模型、肝炎病毒感染动物模型、狂犬病毒感染动物模型、登革病毒感染动物模型、其他病毒感染动物模型。

根据新型冠状病毒疫情防控科研攻关需要,信息平台第一期重点围绕 SARS、MERS、COVID-19 疾病,将冠状病毒感染动物模型细分为 SARS-CoV-2 感染动物模型、SARS-CoV 感染动物模型、MERS-CoV 感染动物模型、其他冠状病毒感染动物模型,并加入新冠动物模型相关宣传页轮播图,推送热门资源。目前模型总量达到 898 个(表 4)。

表 4 动物模型数量统计

Table 4 Statistics of animal models

疾病动物模型 Animal model of disease	数量(个) Number
SARS-CoV-2 感染动物模型 SARS-CoV-2 infected animal model	108
SARS-CoV 感染动物模型 SARS-CoV infected animal model	83
MERS-CoV 感染动物模型 MERS-CoV infected animal model	71
其他冠状病毒感染动物模型 Other coronaviruses infected animal model	1
艾滋病毒感染动物模型 HIV infected animal model	69
流感病毒感染动物模型 Influenza virus infected animal model	54
肠道病毒感染动物模型 Enterovirus infected animal model	21
结核杆菌感染动物模型 Mycobacterium tuberculosis infected animal model	17
肝炎病毒感染动物模型 Hepatitis virus infected animal model	9
狂犬病毒感染动物模型 Rabies virus infected animal model	6
登革病毒感染动物模型 Dengue virus infected animal model	3
其他病毒感染动物模型 Other viruses infected animal model	13
心脑血管和血液系统疾病动物模型 Cardiovascular, cerebrovascular and hematological diseases animal model	113
肿瘤动物模型 Tumour animal model	76
代谢性疾病动物模型 Metabolic diseases animal model	52
呼吸和消化系统疾病动物模型 Respiratory and digestive diseases animal model	28
骨骼运动系统疾病动物模型 Skeletal motor system diseases animal model	8
五官和皮肤病动物模型 Facial features and skin diseases animal model	21
遗传性疾病动物模型 Hereditary diseases animal model	7
神经精神疾病动物模型 Neuropsychiatric diseases animal model	83
免疫性疾病动物模型 Immune diseases animal model	40
生殖系统疾病动物模型 Reproductive system diseases animal model	2
中医药症候动物模型 TCM Syndrome animal model	1
其他模型 Others animal model	12
总计 Total	898

2.5 数据管理后台

通过信息平台数据管理后台可实现对新闻、资源、用户、订单进行管理。可对新闻、实验动物、动物模型数据进行增添、修改、删除,查看对应资源数量。并且可查看咨询与订购订单,用户注册情况,查看操作日志(见图 2)。

中文名称	英文名称	动物模型	类型	分数	操作
无应激AP5weePST14E3N4P7000小鼠模型...	garm free PAP mice		阿尔茨海默病的模型	NA	
心肌组织特异性过表达THINC-D159C转基因小鼠模型...	B6.Tg(α-MHC-h-THINC-D159C)...		扩张型心肌病的模型	NA	
心肌组织特异性过表达THINC-D145C转基因小鼠模型...	B6.Tg(α-MHC-h-THINC-D145C)...		肥厚型心肌病的模型	NA	
抑郁焦虑小鼠模型	comorbidity of anxiety and ...		抑郁焦虑小鼠模型	NA	
大鼠母子分离应激模型	rat maternal separation an...		生命早期应激模型	NA	

图2 数据管理后台

Figure 2 Back-end of database

3 讨论

我国实验动物产业总产值在 200 亿元以上,交易量大,适用范围广,小到标签大到核磁都有涉及,市场空间广阔。医药企业在新药的研究和开发阶段,均需要进行动物实验。国内外医药企业研发支出的增长,为实验动物行业的发展提供了有利的需求基础^[7]。

2020 年中央公布的第一份关于要素市场化配置的文件《中共中央、国务院关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》中,将数据纳入新型生产要素,并上升到国家战略层面^[8]。

随着我国科研水平的提高和生物医药产业的发展,对于实验动物的需求日益增加。特别是在新冠疫情爆发期间,加剧了对实验动物和动物模型的使用需求,甚至产生了供不应求的情况^[9]。所以科技部指定我单位建立了信息平台,与各个从事实验动物科研行业单位进行联络,全方位多角度全面收集实验动物/动物模型信息,建成数据量庞大、信息全面、具有全国影响力的国家平台,服务全国对实验动物行业有需求的用户。

作者单位已建立了国内最大的人类疾病动物模型资源库,已纳入科技部资源库,但资源库主要展示本单位自有动物模型资源信息。而信息平台除含有本单位资源信息外,还包括鉴定委员会收集或鉴定过的动物模型资源,以及文献来源、课题汇交、资源单位提交、我们收集的国内外资源等多渠道来源的数据。除实验动物/动物模型信息外还含有实验动物相关产品及相关服务信息,用户可以在

线提交咨询及订购订单。本单位也建立了一些数据库性质的平台,例如比较医学大数据平台,含有实验动物/动物模型和比较医学研究相关的生理生化、生物学特性及动物实验等数据,以比较医学科学数据为主体内容,集成生物信息学工具及相关公共数据库,与信息平台在网站定位、功能、性质、内容、数据格式等方面不同。

国内建立了国家遗传工程小鼠资源库、国家犬类实验动物资源库、国家啮齿类实验动物资源库、国家非人灵长类实验动物资源库等 6 个实验动物相关资源库,对其资源库包含的实验动物资源进行展示和共享,含有实验动物资源基本信息及技术服务信息^[10-11]。国内外已经建立了一些具有电商属性的实验动物相关供需发布平台,例如国内的广东省实验动物监测所建立的实验动物商城(www.lasmark.cn)、维通利华实验动物商城(<https://buy.vitalriver.com/>)、喀斯玛商城(www.casmart.com.cn)以及国外的 Jackson Laboratory (<https://www.jax.org/cn/>)、Charles River (<https://www.criver.com/>)、Taconic (<https://www.taconic.com/>)、Envigo (<https://www.envigo.com/>)等。这些平台集本单位内部的实验动物资源管理、交易、资讯为一体,实现实验动物行业资源聚合、快速查询与在线交易^[12-16]。而信息平台数据来源广泛,含有从文献中采集的世界范围的模型资源,有些为非实物资源,研究者可通过文献中提供的技术方法进行模型的制备。

信息平台为免费公开的网站,对我国实验动物、动物模型等资源及相关信息进行系统整合,方

便研究人员对信息进行查询,能够在线咨询及订购,将资源拥有者与使用者联系起来,形成供需纽带。为资源的宣传与推广提供平台,助力实验动物行业资源与服务的快速对接,加速资源流通。有助于推动我国实验动物领域动物模型资源信息共享,为科技创新和社会发展提供高质量的科技资源共享服务。

今后将建成规模更大、集约化和高水平的信息平台,向“产业化、规范化”方向发展,提供更为全面、高质量的数据,不断提高信息平台的影响力,充分发挥平台的作用,服务全国,服务相关各方。我们将继续整合国内外的动物模型资源,不断更新和完善动物模型各类信息,例如模型的评价标准、模型构建技术信息等,发挥国家级信息平台的作用,为科技攻关,生物医药产业提供有力的支撑,更好的服务科研和生物医药行业的需求。

参 考 文 献(References)

- [1] Quimby FW. Twenty-five years of progress in laboratory animal science [J]. Lab Anim, 1994, 28(2): 158-171.
- [2] Kong Q, Qin C. LasDB: a collective database for laboratory animal strain resources [J]. Anim Model Exp Med, 2018, 1(4): 266-271.
- [3] Forni M. Laboratory animal science: a resource to improve the quality of science [J]. Vet Res Commun, 2007, 31(1): 43-47.
- [4] Kong Q, Qin C. Analysis of current laboratory animal science policies and administration in China [J]. ILAR J, 2009, 51(1): e1-e11.
- [5] Kong Q, Qin C. Laboratory animal science in China: current status and potential for adoption of Three R alternatives [J]. Altern Lab Anim, 2010, 38(1): 53-69.
- [6] 吴玥, 向志光, 高蓓, 等. 冠状病毒感染动物模型比较转录组学数据库的建立 [J]. 中国实验动物学报, 2022, 30(1): 92-99.
- Wu Y, Xiang ZG, Gao R, et al. Establishment of a comparative transcriptomics database of coronavirus infected animal models [J]. Acta Lab Anim Sci Sin, 2022, 30(1): 92-99.
- [7] 卢胜明. 国内外实验动物现状及发展趋势 [R]. 北京, 2013.
- Lu SM. Current situation and development trend of laboratory animals at home and abroad [R]. Beijing, 2013.
- [8] 中共中央国务院关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见 [J]. 工程造价管理, 2020, 3: 3-5.
- Opinions of CPC Central Committee and the State Council on building a more complete system and mechanism for factor market-based allocation [J]. Eng Cost Manage, 2020, 3: 3-5.
- [9] 贺争鸣. 基于能力提升的我国实验动物资源发展愿景 [J]. 实验动物与比较医学, 2021, 41(2): 85-90.
- He ZM. Development vision of laboratory animal resources in china based on ability improvement [J]. Lab Anim Comp Med, 2021, 41(2): 85-90.
- [10] 李会萍. 实验动物生物学特性数据库管理系统 [D]. 广州: 华南理工大学; 2014.
- Li HP. Database management system of biological characteristics of animal experiment [D]. Guangzhou: South China University of Technology; 2014.
- [11] 孔琪, 夏霞宇, 秦川. 实验动物品系数据库的建立 [J]. 中国比较医学杂志, 2015, 25(4): 78-83.
- Kong Q, Xia XY, Qin C. Establishment of the laboratory animal strain database [J]. Chin J Comp Med, 2015, 25(4): 78-83.
- [12] 李会萍, 王晓明, 刘万策, 等. 基于移动互联网的实验动物商城平台的探讨 [J]. 中国比较医学杂志, 2016, 26(12): 77-80.
- Li HP, Wang XM, Liu WC, et al. Discussion on the experimental animal mall platform based on mobile Internet [J]. Chin J Comp Med, 2016, 26(12): 77-80.
- [13] 李会萍, 王晓明, 杨锦淳, 等. “互联网+”实验动物资源共享服务平台模式研究 [J]. 中国比较医学杂志, 2018, 28(9): 69-73.
- Li HP, Wang XM, Yang JC, et al. Research on sharing service patterns of “Internet +” laboratory animal resources [J]. Chin J Comp Med, 2018, 28(9): 69-73.
- [14] 蒯鹏州, 赵景, 卢凡. 实验试剂采购平台比较研究 [J]. 实验技术与管理, 2018, 35(12): 270-273.
- Kuai PZ, Zhao J, Lu F. Comparative study on procurement platform for experimental reagents [J]. Exp Technol Manag, 2018, 35(12): 270-273.
- [15] 吴红月. 喀斯玛商城: 为生化试剂耗材采购监管探路 [N]. 科技日报, 2015-01-15(9).
- Wu HY. Casmart: Explore the way for the supervision of biochemical reagent consumables procurement [N]. Science and Technology Daily, 2015-01-15(9).
- [16] Taconic network brings EMRs to upstate New York practices [J]. Perform Improv Advis, 2005, 9(12): 142-133.

[收稿日期] 2022-04-20