

基于行政许可的四川省实验动物管理现状与对策分析

陈 兵^{1,2}, 邹弈星^{1,2}, 王敬东^{1,2}

(1. 四川省农村科技发展中心, 成都 610041; 2. 四川省实验动物管理委员会办公室, 成都 610041)

[摘要] 实验动物是支撑科技进步与创新不可或缺的战略资源。同时, 实验动物生物安全是国家公共卫生安全的重要组成部分, 而实验动物生产与使用许可是法定的行政许可事项。本文首先梳理了四川省实验动物生产与使用许可证及持证单位的数量、类型及行业分布, 实验动物设施面积和前10位单位情况, 实验动物生产种类、数量及部分单位的实验动物生产能力, 实验动物使用种类、数量及前10位的单位情况等管理和发展现状; 然后探讨认为四川省实验动物行业的发展优势是产业规模领先西部、区域影响力不断增强和综合效益不断显现, 同时存在的主要问题是实验动物生产能力不能较好地满足实验动物使用需求、实验动物技术创新水平有待提升、实验动物安全管理任重道远等; 最后提出相应的对策建议, 包括积极支持实验动物生产提质增效、建立稳定的实验动物科技创新支持机制、高度重视实验动物安全管理等。本文可为进一步提高四川省及其他省市的实验动物管理水平和行业发展动能提供参考。

[关键词] 实验动物; 行政许可; 四川省; 发展现状; 管理对策

[中图分类号] Q95-33 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2024)05-0560-07



Analysis on Current Status and Countermeasures for Laboratory Animal Management in Sichuan Province Based on Administrative Licensing

CHEN Bing^{1,2}, ZOU Yixing^{1,2}, WANG Jingdong^{1,2}

(1. Sichuan Rural Science and Technology Development Center, Chengdu 610041, China; 2. Office of Sichuan Laboratory Animal Management Committee, Chengdu 610041, China)

Correspondence to: WANG Jingdong (ORCID: 0009-0007-7517-491X), E-mail: ncxwjd@126.com

[ABSTRACT] Laboratory animals are indispensable strategic resources that support technological progress and innovation. At the same time, the biosafety of laboratory animals is an important component of national public health security. The production and use of laboratory animals require statutory administrative licensing. This article first summarizes the current status of management and development in Sichuan Province by reviewing the number, types, and industry distribution of license-holding facilities, the area of facilities and the status of top ten largest facilities by area, the types and quantities of laboratory animals produced, and the production capacity of certain facilities, as well as the types and quantities of laboratory animals used and the status of the top ten facilities by animal quantity. Then, it discusses the development advantages of the laboratory animal industry in Sichuan Province, including its leading industrial scale in the western region, increasing regional influence, and emerging comprehensive benefits. However, there are significant issues such as the inability of laboratory animal production to adequately meet the demand, the need to improve the level of technological innovation, and the challenges of ensuring animal safety management. Finally, corresponding countermeasures suggestions are proposed, including actively supporting the improvement of quality and efficiency of laboratory animal

[基金项目] 四川省科技计划项目-软科学项目“‘十四五’实验动物管理制度研究”(2022JDR0022)

[第一作者] 陈 兵(1990—), 男, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 实验动物管理。E-mail: ncxczb2018@126.com。ORCID: 0009-0009-8133-7361

[通信作者] 王敬东(1971—), 男, 硕士, 研究员, 研究方向: 实验动物管理。E-mail: ncxwjd@126.com。ORCID: 0009-0007-7517-491X

production, establishing a stable support mechanism for technological innovation, and placing a strong emphasis on animals safety management. This article aims to provide a reference for further improving the management level and industry development momentum of laboratory animals in Sichuan Province and other provinces.

[Key words] Laboratory animals; Administrative licensing; Sichuan Province; Development status; Management countermeasures

实验动物作为生命科学研究中的“精密仪器”，被广泛应用于生命科学^[1]、食品药品^[2]、仪器设备^[3]、环境保护^[4]、航空航天^[5]、检验检测^[6]等多个领域，是不可或缺的战略生物资源，也是生物技术创新突破的内源动力及其先进性的重要标志^[7]。自2018年以来，四川省探索实验动物管理工作新模式，相继出台了一系列用以规范实验动物监督管理、保障实验动物质量和生物安全的规章制度与标准规范，如《四川省实验动物管理办法》《关于进一步做好实验动物质量管理工作的通知》等，从而推动本省实验动物行业的高质量发展。本文系统地梳理了四川省实验动物行政许可和行业发展状况，进一步分析了四川省实验动物发展优势及存在的问题，以期为进一步精准出台实验动物创新与发展的支持政策和管理措施提供参考。

1 四川省实验动物许可和管理现状

1.1 实验动物许可证持证单位

1.1.1 持证单位及许可证数量

截至2023年12月底，四川省实验动物持证单位共116家；其中，仅持有生产许可证的单位有7家，仅持有使用许可证的单位有93家，持有双证的单位有16家。有效期内的实验动物许可证共151张；其中，实验动物生产许可证30张，实验动物使用许可证121张，分别占总数量的19.87%和80.13%。部分持证单位持有多张实验动物许可证。例如，成都生物制品研究所有

限责任公司持有实验动物生产许可证2张和实验动物使用许可证4张。

1.1.2 持证单位类型

四川省实验动物持证单位包括企业、高等院校、科研院所和其他单位。其中，企业数量最多，达84家，占单位总数的72.41%；大专院校有14家，占单位总数的12.07%；科研院所9家，占单位总数的7.76%；其他单位有9家，占单位总数的7.76%（图1A）。

1.1.3 持证单位行业分布

四川省实验动物持证单位涉及行业包括生物医药、教育科研、医疗卫生、农林化工和其他行业。其中，生物医药类最多，有77家，占总数的66.38%；教育科研类有14家，占总数的12.07%；医疗卫生类有11家，占总数的9.48%；农林化工类6家，占总数的5.17%；其他有8家，占总数的6.9%（图1B）。

1.2 实验动物设施

1.2.1 设施总面积

截至2023年12月底，四川省实验动物设施总面积为29.67万m²。按设施用途划分，实验动物生产设施和使用设施面积分别为10.47万m²和19.2万m²，分别占总设施面积的35.29%和64.71%。按设施等级划分，实验动物设施普通环境、屏障环境和隔离环境面积分别为19.18、9.65和0.84万m²，分别占总设施面积的64.64%、32.52%和2.84%，主要为普通环境设施和屏

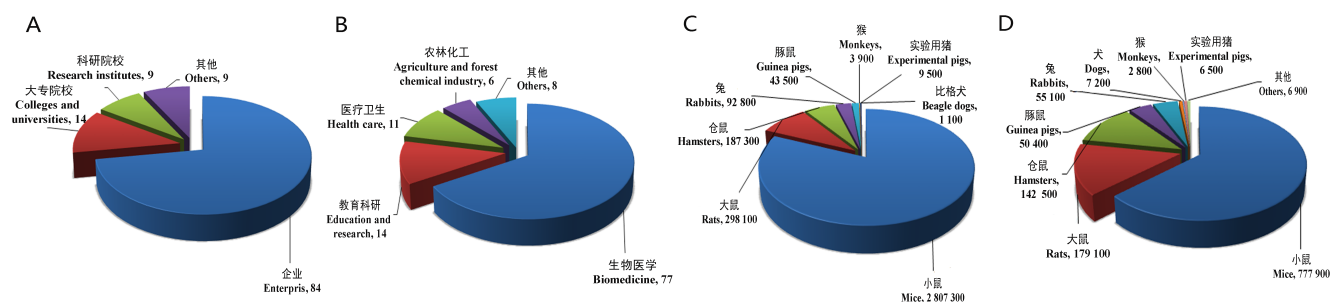


图1 2023年底四川省实验动物持证单位的类型(A)和行业分布(B)以及实验动物的生产量(C)和使用量(D)统计

Figure 1 Types (A) and industrial distribution (B) of license-holding laboratory animal facilities, as well as the production (C) and usage (D) statistics of laboratory animals in Sichuan Province as of the end of 2023

障环境设施。

四川省实验动物设施面积范围集中在 200 ~ 3 000 m²，有 111 个，占总数的 73.51%。而 10 000 m² 及以上的设施 9 个，占 5.96%；3 000 ~ 9 999 m² 之间的设施 13 个，占 8.61%；1 000 ~ 2 999 m² 之间的设施 41 个，占 27.15%；500 ~ 999 m² 之间的设施 23 个，占 15.23%；200 ~ 499 m² 之间的设施 44 个，占 29.14%；小于 200 m² 的设施 21 个，占 13.91%。

1.2.2 设施面积前 10 位的单位情况

从四川省持证单位拥有的设施面积来看，成都华西海圻医药科技有限公司的实验动物设施面积最大，

包含 2 处实验动物使用设施（2 张许可证），总面积达 40 144 m²，其中普通设施面积为 33 670 m²、屏障环境设施面积为 6 474 m²；其次是四川横竖生物科技股份有限公司，有实验动物生产设施和使用设施共 3 处（3 张许可证），总面积为 39 200 m²，全部为普通环境设施，用于饲养实验猴和开展猴相关实验；四川省医学科学院·四川省人民医院实验动物研究所的设施面积排在第 3 位，有实验动物生产设施和使用设施共 5 处（5 张许可证），总面积为 25 320 m²，其中普通环境设施面积为 23 400 m²，屏障环境设施面积为 1 920 m²。四川省实验动物设施面积位居前 10 位的单位见表 1。

表 1 2023 年四川省实验动物设施面积前 10 位的单位情况
Table 1 Top 10 laboratory animal facilities by facility area in Sichuan Province, 2023

排名 Rank	单位名称 Facility name	实验动物设施面积/m ² Laboratory animal facility area/m ²		
		普通环境 Conventional environment	屏障环境 Barrier environment	总面积 Total area
1	成都华西海圻医药科技有限公司	33 670	6 474	40 144
2	四川横竖生物科技股份有限公司	39 200	0	39 200
3	四川省医学科学院·四川省人民医院实验动物研究所	23 400	1 920	25 320
4	四川格林豪斯生物科技有限公司	14 300	0	14 300
5	四川大学华西医院	1 250	12 138	13 388
6	雅安普莱美生物科技有限公司	13 067	0	13 067
7	成都药明康德新药开发有限公司	10 514	2 353	12 867
8	成都海枫生物科技有限公司	9 133	2 385	11 518
9	四川维通利华实验动物技术有限公司	0	11 056	11 056
10	成都达硕实验动物有限公司	8 400	1 000	9 400

1.3 实验动物生产

1.3.1 生产动物种类

四川省生产的实验动物有大鼠、小鼠、豚鼠、仓鼠、兔、犬、猴、实验用猪、实验用羊共 9 种。从实验动物携带微生物等级划分，省内生产的大鼠、小鼠、仓鼠是 SPF 级；豚鼠是普通级和 SPF 级；兔、犬、猴、实验用猪和实验用羊为普通级。目前，省内无 SPF 级兔和无菌级实验动物生产。

1.3.2 生产动物数量

2023 年，四川省实验动物生产量为 344.35 万只。从动物种类上看，小鼠生产量最大，为 280.73 万只，占全部实验动物生产总量的 81.53%；大鼠生产量为 29.81 万只，占 8.66%；仓鼠生产量为 18.73 万只，占 5.43%；兔生产量为 9.28 万只，占 2.70%；豚鼠生产量为 4.35 万只，占 1.26%；猴生产量为 0.39 万只，占 0.11%；实验用猪生产量为 0.95 万只，占 0.28%；比格

犬生产量为 0.11 万只，占 0.03%（图 1C）。按生产动物等级进行分析，普通级实验动物有 12.41 万只，占全部实验动物生产总量的 3.61%；清洁级实验动物有 0.56 万只，占 0.16%；SPF 级实验动物有 331.38 万只，占 96.23%；目前暂时无菌级实验动物生产。

1.3.3 部分单位的实验动物生产能力

2023 年，四川省实验动物年产量超过 100 万只的单位有 2 家，分别为成都药康生物科技有限公司和成都达硕实验动物有限公司。四川省实验动物生产数量位居前 6 位的单位见表 2。在大动物生产方面，四川格林豪斯生物科技有限公司年产出实验猴 600 只以上，四川养麝研究所年产出比格犬 600 只以上。

1.4 实验动物使用

1.4.1 使用动物种类

四川省使用的实验动物种类有小鼠（含裸小鼠）、大鼠、豚鼠、仓鼠、兔、犬、猴、实验用猪、实验用

表 2 2023 年四川省部分单位的实验动物生产能力

Table 2 Production capacity of selected laboratory animal facilities in Sichuan Province, 2023

序号 Number	单位名称 Facility name	实验动物生产范围 Production scope of laboratory animals	生产能力 Production capacity
1	成都达硕实验动物有限公司	普通级:小型猪、比格犬、豚鼠、兔 SPF级:大鼠、小鼠、豚鼠	>100万只
2	成都药康生物科技有限公司	SPF级:小鼠、大鼠	>100万只
3	成都生物制品研究所有限责任公司	SPF级:小鼠、仓鼠 清洁级:豚鼠	>30万只
4	简阳达硕动物科技有限公司	SPF级:大鼠、小鼠	>10万只
5	四川大学	SPF级:大鼠、小鼠	>5万只
6	四川省实验动物专委会养殖场	SPF级:小鼠、大鼠、豚鼠 普通级:兔、豚鼠	>5万只

猫和实验用羊等 10 种（其中，实验用猪、实验用猫和实验用羊已有四川省实验动物地方标准），部分单位还使用鸭、雪貂、树鼩等非标准化实验用动物。从使用动物微生物等级来看，各单位使用的大鼠、小鼠主要为 SPF 级，少量单位具备使用无菌级小鼠的能力（如四川省中医药科学院）；普通级和 SPF 级豚鼠均有单位使用；使用的兔主要为普通级和 SPF 级；使用的犬、猴、实验用猪、实验用猫和实验用羊主要为普通级。

1.4.2 使用动物数量

2023 年，四川省实验动物使用量为 122.88 万只。从实验动物使用总量上看，小鼠的使用量最大，达 77.79 万只，占全部实验动物使用总量的 63.31%；大鼠使用量为 17.91 万只，占 14.57%；仓鼠使用量为 14.25 万只，占 11.64%；豚鼠使用量为 5.04 万只，占 4.10%；兔使用量为 5.51 万只，占 4.48%；犬使用量为 0.72 万只，占 0.59%；猴使用量为 0.28 万只，占 0.23%；实验用猪的使用量为 0.65 万只，占 0.53%；其他动物的使用量为 0.69 万只，占 0.55%（图 1D）。

1.4.3 使用量前 10 位的单位情况

从各单位使用实验动物的情况来看，成都生物制品研究所有限责任公司使用的实验动物量最大，为 22.43 万只/年，占全省全年实验动物使用总量的 18.26%，主要用于疫苗生产；其次是四川大学，使用实验动物 9.54 万只/年，占全省全年实验动物使用总量的 7.77%，包含小鼠、大鼠、豚鼠、兔、犬、猴等，主要用于科学研究、教学等，详见表 3。

2 四川省实验动物行业发展优势及存在的问题

2.1 发展优势

2.1.1 产业规模领先西部

近年来，四川省实验动物产业发展迅速，产业规模在西部地区领先。四川省实验动物许可证已发放 153 张，是重庆市（西部第二）的 2.64 倍和陕西省（西部第三）的 3.56 倍；实验动物生产数量为 344.35 万只，是重庆市（西部第二）21 万只的 16.40 倍；实验动物使

表 3 2023 年四川省实验动物使用量前 10 位单位情况

Table 3 Top 10 facilities by laboratory animal usage in Sichuan Province, 2023

排名 Rank	单位名称 Facility name	使用实验动物种类 Laboratory animal species used	使用数量/万只 Usage quantity, ×10 ⁴
1	成都生物制品研究所有限责任公司	仓鼠、小鼠	22.43
2	四川大学	小鼠、大鼠、豚鼠、兔	9.54
3	成都华西海圻医药科技有限公司	小鼠、大鼠、豚鼠、兔、猴、比格犬、小型猪	8.32
4	四川大学华西医院	大鼠、小鼠、犬、实验用猪、实验用羊、兔、猴、豚鼠	6.42
5	西南医科大学	小鼠、大鼠、兔、豚鼠	5.93
6	四川省中医药科学院	小鼠、大鼠、豚鼠、兔	5.07
7	四川科伦药业股份有限公司	猫、兔、豚鼠、小鼠	3.15
8	四川海思科制药有限公司	大鼠、小鼠、兔、豚鼠	3.13
9	四川省药品检验研究院	兔、豚鼠、大鼠、仓鼠、小鼠、犬、猫	2.95
10	成都中医药大学	大鼠、小鼠、兔、豚鼠	2.87

用数量为122.84万只,是重庆市(西部第二)46万只的2.67倍。在西部地区,仅四川省有年产量超过100万只的实验动物企业(共2家);四川省实验动物生产经济效益达到1.06亿元,是重庆市(西部第二)的3.1倍。

2.1.2 区域影响力不断增强

自2018年以来,四川省先后吸引维通利华(Charles River)、玛斯生物(MARSHALL)、美敦力(Medtronic, Inc.)等实验动物行业头部企业,以及药明康德、集萃药康、先导药物等上市企业落户成都天府国际生物城、成都医学城、新川创新科技园等生物医药园区。这些企业的加入形成了实验动物生产供应、外科手术模拟操作、临床医师技能培训、临床前研究外包服务(CRO)、新药研发安全性评价(GLP)等生物医药全链条服务体系。而且“四川造”实验动物已走出国门,远销至美国、韩国等国家,以及北京、上海、广东、江苏、香港、澳门等省市及地区,体现了四川省作为西部实验动物大省的辐射带动作用 and 不断增强的区域影响力。

2.1.3 综合效益不断显现

依托实验动物,各单位积极开展新药临床前药代及药效评价,提供基于重大疾病的动物模型、组织和细胞水平的新药筛选、作用机制研究及有效性评价,为化学药物、生物技术药物、基因治疗药物、中药复方及中药注射剂研发提供服务,产生了显著的社会效益。“十三五”期间,四川省疾病预防控制中心的生物安全防护三级实验室取得了高致病性动物病原微生物实验室资格证书,填补了本省高等级生物安全实验室的空白;成都威斯克生物医药有限公司利用实验动物,研发了重组新型冠状病毒蛋白疫苗(Sf9细胞)“威克欣”,为疫情防控提供了保障;全省实验动物销售实现经济效益超3亿元人民币,利用实验动物开展药物安全评价、动物实验外包模型服务等实现直接经济效益近9亿元人民币。

2.2 存在的主要问题

2.2.1 实验动物生产不能较好地满足实验动物使用需求

目前,四川省内部分单位存在针对SPF级兔、无菌级小鼠等实验动物的使用需求,但省内暂无相关单位生产相应级别的实验动物。而北京等发达地区已建立了全等级实验动物生产基地,能够较好地满足本地实验动物使用单位对不同等级实验动物的需求^[8]。目

前,四川省部分高等级实验动物种类只能从东部地区采购,从而增加了科研成本和时间成本。此外,常用实验动物生产韧性不强,在2020年新冠疫情暴发后,实验猴、犬、豚鼠等作为病毒研究、新药研发和疫苗检定不可或缺的“活的仪器”,省内需求激增,导致供应严重不足。如2022年,四川省豚鼠生产量为1.38万只,而使用量达4.65万只;比格犬生产量为1442只,而使用量高达8829只。部分使用单位因实验动物供应问题无法解决而不得不暂停实验。

2.2.2 实验动物技术创新水平有待提升

近年来,四川省增加了基因敲除大鼠、小鼠、豚鼠等功能性实验动物的生产,然而在利用这些功能性或者常规实验动物来研发实验动物新品种、构建人类疾病动物模型、开发实验动物新技术等方面,还有待进一步提升。云南省通过科研项目支持、建立质量技术规范、建立树鼩地方标准等方式,已成功开发树鼩作为实验用动物^[9-10];而四川省的实验动物创新尚没有持续稳定的科研项目支持。2019年新冠疫情暴发时,疫情防控、疫苗研发等科学研究急需开展,北京市率先完成了小鼠、猴感染新型冠状病毒的动物模型构建^[11];广东省研制了新型冠状病毒N蛋白表达菌株;河南省开发出具有高度生物安全性的拟严重急性呼吸综合征冠状病毒2型(severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, SARS-CoV-2)小鼠肺部炎症模型^[12];而四川省在利用实验动物技术开展重大疫病和传染病防控及机制研究等方面,还有待进一步加强。

2.2.3 实验动物安全管理任重道远

四川省实验动物单位较多,分布在成都、绵阳、雅安、泸州、自贡、宜宾、眉山等12个地市(州)^[12],并且实验动物行业涉及生物医药、教育科研、医疗卫生、农林化工等领域,但各地各单位的实验动物安全管理水平参差不齐。根据《中华人民共和国安全生产法》中“管行业必须管安全、管业务必须管安全、管生产经营必须管安全”的原则,以及《中华人民共和国生物安全法》中“病原微生物实验室应当采取措施,加强对实验动物的管理,防止实验动物逃逸,对使用后的实验动物按照国家规定进行无害化处理,实现实验动物可追溯。禁止将使用后的实验动物流入市场”等要求,在实验动物设施监督管理过程中发现,部分单位存在设施管理维护不及时、实验动物使用全流程不可追溯、未实质性开展涉及实验动物的项目审查、实验动物福利与伦理审查没有完全落实、

管理制度和操作规程修订更新不及时、执行记录不够全面等问题^[13-14]。上述管理中的薄弱环节都会影响实验动物行业的健康发展。

3 四川省实验动物行业发展对策建议

3.1 积极支持实验动物生产提质增效

一是针对四川省还不具备生产条件的实验动物,如无菌级小鼠、SPF级兔等进行优化布局,鼓励企业联合区域内高校、科研院所共建实验动物生产平台。科技厅通过后补助形式对这些共建平台进行支持。优先支持有屏障设施的生产单位通过设施新建或改建,建设无菌级小鼠、SPF级兔等高等级实验动物生产设施。二是对于目前生产SPF级大鼠及仓鼠、普通级豚鼠、犬、猴、实验用猪的实验动物相关生产单位,支持其对现有设施进行扩建,扩大相应实验动物的生产规模,为科学研究、药物开发、疫苗研制等提供充足的实验动物保障。

3.2 建立稳定的实验动物科技创新支持机制

一是建立实验动物科学技术创新发展体制与机制。加强省级层面的实验动物立法和实验动物系列标准修订,提高实验动物法制化、标准化管理水平,建立健全实验动物标准体系和资源研制、引进、保存与共享的长期维持机制,同时建立行业自律机制,实现行业自我管理^[1]。二是提升实验动物创新平台能级。目前,四川省尚无实验动物领域的国家级创新平台。反观国内生物医药大省,均建有高能级实验动物创新平台,如广东省大动物模型研究中心和国家新药创制孵化基地实验动物公共服务大平台,以及重庆国家生物产业基地实验动物中心等。三是设立实验动物科技创新专项。持续支持实验动物资源开发、质量控制、动物福利、动物模型研究等领域的新技术、新方法研究,不断提升四川省实验动物科技创新能力,支撑服务新质生产力发展。

3.3 高度注重实验动物安全管理

一是强化实验动物安全的全周期全过程管理。在国家及省级实验动物法律法规和制度修订过程中,实验动物全流程溯源管理将是安全管理规范的重点之一^[15]。围绕实验动物生产、销售、运输、饲养、实验、废弃物处置等过程,采用全球定位系统(global positioning system, GPS)、射频识别技术(radio frequency identification, RFID)、第五代移动通信(5th generation mobile communication, 5G)等现代信息技

术,实现信息化、全流程、全周期监管。二是定期组织开展实验动物设施风险隐患排查和治理。实验动物设施安全运行是动物实验成功的基本条件^[16],针对保障设施安全运行的消防器材、仪器设备、消毒用品、防护用具等,定期进行风险隐患排查和治理,以确保设施安全、稳定运行。三是完善管理制度体系。安全管理制度建设是实验动物安全稳定发展的重要保障。江苏省科技主管部门编制了《实验动物安全管理指导手册(试行)》,北京^[17]、江苏^[18]、江西^[19]、湖南^[20]等地还出台了突发实验动物生物安全事件应急预案。因此,出台相应的应急预案和指导手册,对进一步完善四川省实验动物安全管理制度体系具有重要意义。

[作者贡献 Author Contribution]

陈兵、邹弈星负责数据统计分析、文章撰写;
王敬东进行文章写作指导。

[利益声明 Declaration of Interest]

本文所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献 References]

- [1] 秦川,孔琪,钱军,等.实验动物科学技术是生命科学和健康中国建设的基础支撑条件[J].科技导报,2017,35(11):10-14. DOI: 10.3981/j.issn.1000-7857.2017.11.001.
QIN C, KONG Q, QIAN J, et al. Laboratory animal science and technology is strategically important to life science and health China construction[J]. Sci Technol Rev, 2017, 35(11):10-14. DOI: 10.3981/j.issn.1000-7857.2017.11.001.
- [2] 徐容,曹入双,杨茂,等.低碳水化合物饮食对小鼠肾脏和肝脏的影响[J].食品安全导刊,2021,7(27):91-94.
XU R, CAO R S, YANG M, et al. Effects of Low-carbohydrate diet on kidney and liver of mice[J]. China Food Saf Mag, 2021, 7(27):91-94.
- [3] 韦晓娟,杨阳,刘静.可植入式温差发电技术的动物实验研究[J].北京生物医学工程,2008,27(3):276-280. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3208.2008.03.014.
WEI X J, YANG Y, LIU J. Animal experiments on implanted thermal electricity generator[J]. Beijing Biomed Eng, 2008, 27(3):276-280. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3208.2008.03.014.
- [4] 苏瑞军,晋小婷,安全,等.太原市冬季大气PM_{2.5}暴露对小鼠脏器及炎症因子的影响研究[J].环境与健康杂志,2015,32(8):677-679. DOI: 10.16241/j.cnki.1001-5914.2015.08.005.
SU R J, JIN X T, AN Q, et al. Effects of PM_{2.5} collected in winter of Taiyuan on organs weights and inflammatory cytokines expressions in mice[J]. J Environ Health, 2015, 32(8):677-679. DOI: 10.16241/j.cnki.1001-5914.2015.08.005.
- [5] 董李晋川,黄红,刘斌,等.苏俄太空动物实验研究发展历程[J].中国实验动物学报,2022,30(4):557-567. DOI: 10.3969/j.issn.1005-4847.2022.04.015.
DONG L J C, HUANG H, LIU B, et al. A review of space animal experiments conducted by the former Soviet Union and Russia[J]. Acta Lab Animalis Sci Sin, 2022, 30(4):557-567. DOI:

- 10.3969/j.issn.1005-4847.2022.04.015.
- [6] 李晓波, 付瑞, 王洪, 等. 实验大鼠仙台病毒抗体检测能力验证结果评价[J]. 实验动物科学, 2017, 34(1):1-6. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2017.01.001.
- LI X B, FU R, WANG H, et al. Laboratory proficiency testing for rat Sendai virus antibody detection[J]. Lab Anim Sci, 2017, 34(1):1-6. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2017.01.001.
- [7] 孔琪, 李继平, 赵永坤. 实验动物资源是生物医药产业创新的重要支撑条件[J]. 科技导报, 2016, 34(11):12-13. DOI:CNKI:SUN:KJDB.0.2016-11-009.
- KONG Q, LI J P, ZHAO Y K. Experimental animal resources are an important supporting condition for the innovation of biomedical industry[J]. Sci Technol Rev, 2016, 34(11):12-13. DOI: CNKI:SUN:KJDB.0.2016-11-009.
- [8] 李根平, 赵德明. 北京地区实验动物法规建设与实验动物行业发展关系的研究[J]. 实验动物科学, 2008, 25(6):33-35, 38. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2008.06.009.
- LI G P, ZHAO D M. Study on relationship between legislation making and industry development of Beijing laboratory animal[J]. Lab Anim Sci, 2008, 25(6):33-35, 38. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2008.06.009.
- [9] NIU D, WEI H J, LIN L, et al. Inactivation of porcine endogenous retrovirus in pigs using CRISPR-Cas9[J]. Science, 2017, 357(6357): 1303-1307. DOI: 10.1126/science.aan4187.
- [10] 罕园园, 李娜, 代解杰. 云南省实验动物工作40年发展历程与思考[J]. 实验动物与比较医学, 2021, 41(5): 399-408. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2021.136.
- HAN Y Y, LI N, DAI J J. History and countermeasure discovered from 40-year development of laboratory animals in Yunnan Province[J]. Lab Anim Comp Med, 2021, 41(5): 399-408. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2021.136.
- [11] YU P, QI F F, XU Y F, et al. Age-related rhesus macaque models of COVID-19[J]. Anim Model Exp Med, 2020, 3(1):93-97. DOI: 10.1002/ame2.12108.
- [12] LU N, GU T X, TIAN X L, et al. Acetylsalicylic acid inhibits inflammatory responses and Papain-like protease activity in murine model of COVID-19[J]. Signal Transduct Target Ther, 2022, 7(1):371. DOI: 10.1038/s41392-022-01220-7.
- [13] 邹弈星, 蒋佳, 王敬东. 四川省实验动物产业发展现状及对策思考[J]. 实验动物科学, 2013, 30(1):42-45. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2013.01.012.
- ZOU Y X, JIANG J, WANG J D. The current situation and countermeasures in laboratory animal industry of Sichuan Province[J]. Lab Anim Sci, 2013, 30(1): 42-45. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2013.01.012.
- [14] 陈兵, 邹弈星, 姚凌云, 王敬东. 四川省实验动物管理政策分析[J]. 实验动物与比较医学, 2024, 44(2): 209-213. DOI:10.12300/j.issn.1674-5817.2023.110.
- CHEN B, ZOU Y X, YAO L Y, et al. Research on management policies of laboratory animals in Sichuan Province[J]. Lab Anim Comp Med, 2024, 44(2): 209-213. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.110.
- [15] 漆重阳, 陈林, 艾曼, 等. 基于江苏省实验动物行政许可现状的安全管理对策[J]. 实验动物与比较医学, 2023, 43(1):79-85. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2022.083.
- QI C Y, CHEN L, AI M, et al. Safety management countermeasures based on the status of laboratory animal administrative licensing in Jiangsu Province[J]. Lab Anim Comp Med, 2023, 43(1): 79-85. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2022.083.
- [16] 魏著英, 窦英杰, 贾彩霞, 等. 屏障设施环境条件对实验动物生长和生理指标的影响[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2022, 53(5):555-560. DOI: 10.13484/j.nmgdxzbk.20220515.
- WEI Z Y, DOU Y J, JIA C X, et al. Effects of facility environment on experimental animals and animal experiments[J]. J Inn Mong Univ Nat Sci Ed, 2022, 53(5): 555-560. DOI: 10.13484/j.nmgdxzbk.20220515.
- [17] 巩薇, 贺争鸣, 李根平. 北京市实验动物突发重大事件应急预案的制定[J]. 实验动物科学, 2008, 25(1):29-33. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2008.01.009.
- GONG W, HE Z M, LI G P. Formulation of emergency plan for laboratory animals in Beijing[J]. Lab Anim Sci, 2008, 25(1):29-33. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2008.01.009.
- [18] 陆建玲, 单斌, 孙兴莲, 等. 江苏省突发实验动物生物安全事件应急预案的编制[J]. 实验动物与比较医学, 2015, 35(6): 510-514. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2015.06.016.
- LU J L, SHAN B, SUN X L, et al. Compilation of emergency response plan for sudden biosecurity incidents involving laboratory animals in Jiangsu Province[J]. Lab Anim Comp Med, 2015, 35(6): 510-514. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2015.06.016.
- [19] 褚芳, 黄雪梅, 徐丽英, 等. 江西省实验动物突发重大疫情应急预案的制定[J]. 实验动物科学, 2011, 28(3):55-59. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2011.03.014.
- CHU F, HUANG X M, XU L Y, et al. Formulation of emergency plan for sudden major epidemic situation of experimental animals in Jiangxi Province[J]. Lab Anim Sci, 2011, 28(3):55-59. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2011.03.014.
- [20] 刘美佟, 陈长, 张兆强, 等. 湖南省实验动物机构生物安全管理现状调查[J]. 实验动物与比较医学, 2024, 44(2): 202-208. DOI:10.12300/j.issn.1674-5817.2023.129.
- LIU M T, CHEN Z, ZHANG Z Q, et al. Investigation on current biosafety management status in laboratory animal institutions in Hunan Province[J]. Lab Anim Comp Med, 2024, 44(2): 202-208. DOI:10.12300/j.issn.1674-5817.2023.129.
- (收稿日期: 2024-04-15 修回日期: 2024-06-03)
(本文编辑: 张俊彦, 富群华, 丁宇菁, 洪怡)
- [引用本文]**
陈兵, 邹弈星, 王敬东. 基于行政许可的四川省实验动物管理现状与对策分析[J]. 实验动物与比较医学, 2024, 44(5): 560-566. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.055.
- CHEN B, ZOU Y X, WANG J D. Analysis on current status and countermeasures for laboratory animal management in Sichuan Province based on administrative licensing[J]. Lab Anim Comp Med, 2024, 44(5): 560-566. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.055.