

四川省实验动物设施常见环境问题及检测经验

刘文涛^{1,2}, 罗艳红², 龙永霞², 罗启慧¹, 陈正礼¹, 刘丽达³

(1. 四川农业大学动物医学院, 成都 611130; 2. 四川屏障检测技术有限公司, 成都 611135; 3. 四川省疾病预防控制中心, 成都 610044)

[摘要] 实验动物是医学研究的“活”工具, 通过动物实验可以不断认识生命规律、揭示疾病本质、发现防治疾病的疫苗和药物, 为人类相关领域的科技发展发挥重要作用。实验动物所处的环境条件, 对动物的健康和质量, 以及对动物实验结果, 有直接的影响。对环境条件控制程度越高, 实验结果就越具有质量上的保证。因此, 实验动物设施环境控制是保障实验动物享有所需环境条件及有效开展动物实验的重要一环。本文通过分析四川省内实验动物设施环境检测的现状, 简要梳理了四川省内实验动物设施的数量、设施面积等基本情况, 详细统计了四川省内各检测机构开展实验动物设施环境检测的能力, 结合国家标准、主管部门要求及实验动物设施使用单位的质量控制需要, 总结了实验动物设施环境的检测要求。在实验动物设施检测指标的分析中, 从四川省40家实验动物设施屏障环境的检测数据可得出, 静压差是最容易出现不合格情况的检测指标, 其次是照度和换气次数。同时, 本文以屏障环境为例, 总结出实验动物设施环境检测过程中的检测人员、检测仪器、检测方法、技术材料、检测环境、检测报告6个方面的常见问题并提出针对性建议。以上建议有助于更好地控制实验动物设施的环境, 为行业内相关检测机构、实验动物生产和使用单位提供经验借鉴与参考。

[关键词] 四川省; 实验动物; 实验动物设施; 环境检测

[中图分类号] Q95-33 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2025)04-0483-07



Common Environmental Problems and Testing Experiences in Laboratory Animal Facilities in Sichuan Province

LIU Wentao^{1,2}, LUO Yanhong², LONG Yongxia², LUO Qihui¹, CHEN Zhengli¹, LIU Lida³

(1. College of Veterinary Medicine, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China; 2. Sichuan Barrier Detection Technology Co., Ltd., Chengdu 611135, China; 3. Sichuan Provincial Center for Disease Control and Prevention, Chengdu 610044, China)

Correspondence to: LIU Lida (ORCID: 0009-0001-9927-580X), E-mail: 31928803@qq.com

[ABSTRACT] Laboratory animals are the "living" tools of medical research. Through animal experiments, people can gain continuous insights into the laws of life, reveal the essence of diseases, develop vaccines and drugs for prevention and treatment, and play an important role in the technological development of fields related to human health. The environmental conditions of laboratory animals have a direct impact on their health, quality, and the results of animal experiments. The higher the degree of environmental control, the more reliable the experimental results are in terms of quality. Therefore, environmental control of laboratory animal facilities is important for ensuring that laboratory animals live under required conditions, which is a key factor for conducting effective animal experiments. This article analyzes the current status of environmental testing of laboratory animal facilities in Sichuan Province, briefly summarizing their number, area, and other basic information, and provides detailed statistics on the ability of institutions to conduct environmental testing for laboratory animal facilities in Sichuan Province. It also summarizes the testing requirements for laboratory animal facility environments based on national standards, regulatory requirements, and the quality control needs of facility users. In the analysis of testing indicators for

[第一作者] 刘文涛(1987—),男,硕士,讲师,研究方向:实验动物环境检测,实验动物饲养管理。E-mail: 654476605@qq.com

[通信作者] 刘丽达(1985—),女,硕士,副研究员,研究方向:卫生毒理及实验动物科学。E-mail: 31928803@qq.com。ORCID: 0009-0001-9927-580X

laboratory animal facilities, based on testing data from 40 laboratory animal facilities in Sichuan Province, it was found that static pressure difference is the indicator most prone to non-compliance, followed by illumination and air exchange rate. Using barrier environments as examples, common problems in the process of environmental testing for laboratory animal facilities are summarized in six aspects: testing personnel, instruments, methods, technical materials, testing environment, and reports, and targeted suggestions are proposed. These suggestions help improve environmental control in laboratory animal facilities, and provide practical reference and guidance for relevant testing institutions, as well as laboratory animal producers and users in the industry.

[Key words] Sichuan Province; Laboratory animals; Laboratory animal facilities; Environmental testing

实验动物在科学实验中扮演了重要的角色,在医学、航天航空、生物技术和药物研究等领域尤为突出。实验动物的生活环境不仅会直接影响到实验动物的生命状态,而且会影响实验结果的准确性与可靠性。研究表明,温度、相对湿度^[1-2]、照度^[3]、噪声^[4]等各类因素对实验动物的饲养、繁殖、体重和学习记忆能力^[5-6]都有着重要的影响。因此,国家标准把温度、相对湿度、照度、噪声、静压差等作为实验动物设施重要的环境控制指标。对实验动物设施环境进行检测已成为实验动物设施质量控制的重要方式之一。实验动物设施环境指标符合国家标准,是政府部门颁发实验动物使用许可证与实验动物生产许可证的必要条件。笔者所在的公司已为四川省内90余家单位开展了实验动物设施环境检测,积累了一定经验,现将四川省内实验动物设施常见环境问题以及检测经验分享如下,供相关检测机构、实验动物生产与使用单位参考。

1 四川省实验动物设施环境检测现状

截至2023年12月底,四川省的实验动物持证单位为116家,实验动物设施共153处,实验动物设施总面积近300 000 m²。实验动物设施数量位居西部第一,全国第七^[5]。根据四川省实验动物管理委员会办公室公布的数据,四川省现有6家实验动物质量检测机构。从检测单位性质来看,事业单位3家,企业3家。从检测资质来看,中国合格评定国家认可委员会(China National Accreditation Service for Conformity Assessment, CNAS)资质单位有3家,检验检测机构资质认定(China Inspection Body and Laboratory Mandatory Approval, CMA)资质单位有5家,既有CNAS资质又有CMA资质的单位有2家。从检测参数来看,能够按GB 14925—2023《实验动物 环境及设施》完成全部10项参数检测的单位有2家,分别为四川省疾病预防控制中心

和四川屏障检测技术有限公司。其余单位存在不同程度的缺项:四川省药品检验研究院、成都市药品检验研究院、四川科兰思检测技术有限公司在检测的10项能力参数中,均缺氨浓度(即氨气质量浓度)这一项;成都卡帕质量技术服务有限公司则在检测的10项能力参数中,缺噪声、氨浓度两项。

根据GB 14925—2023《实验动物 环境及设施》的有关规定,实验动物设施环境检测分为静态检测和动态检测。静态检测主要针对新建设施或改建(改造)设施,是设施申请实验动物许可证前开展的检测;动态检测主要针对运行中的设施,是设施需要延续许可证时开展的检测。所有检测中,温度、相对湿度、照度、噪声、气流速度都是必检项目。屏障环境须检测静压差:动态检测时,原本对普通环境进行静态检测的项目中换气次数,以及对屏障环境进行静态检测的项目中换气次数、沉降菌和空气洁净度,均换为氨浓度。此外,四川省科技厅还要求对实验动物设施环境按动态检测方法进行年度检测。

实验动物设施分为普通环境设施、屏障环境设施以及隔离环境设施^[7]。其中,最复杂的检测是屏障环境设施的检测^[8-9]。屏障环境内的房间类型多样,有一更、二更、清洁走廊、污物走廊、退更、缓冲间、清洁物品间、检疫间、饲养间、操作间等。部分设施还设置有饲料暂存间、饲养前室、饲养后室等房间。不同种属实验动物饲养环境指标要求不一致,如小鼠、大鼠饲养间的温度要求为20~26℃,兔饲养间温度要求为16~26℃。屏障环境设施主要包括建筑物、笼具、空气净化系统、通风系统、空调系统、电气系统、自控系统和给排水系统等,各项指标间相辅相成且又互相制约。笔者抽取了40家实验动物设施屏障环境的检测数据,发现在检测过程中,静压差检测不合格比例最高,其次是照度和换气次数,

其中照度问题多由动物照度不合格造成，而换气次数的调整又与静压差息息相关^[10]，详细数据见表1。实验动物设施环境构成是较复杂的系统工程，由多种因素综合作用影响^[11]，调整起来牵一发而动全身。因此，探讨分析实验动物屏障环境设施检测具有代表性。

表1 四川省40家实验动物设施屏障环境检测合格率
Table 1 Pass rate of barrier environment testing of 40 laboratory animal facilities in Sichuan Province

检测指标 Testing items	检测数量/家 Number of facilities tested <i>n</i>	合格数量/家 Number of facilities qualified <i>n</i>	合格率/% Qualification rate/%
温度、相对湿度 Temperature, relative humidity	40	38	95
静压差 Static pressure difference	40	30	75
噪声 Noise	40	38	95
气流速度 Airflow velocity	40	38	95
照度(工作照度和动物照度) Illumination (working illumination and animal illumination)	40	32	80
空气洁净度 Air cleanliness	10	9	90
沉降菌 Sedimenting bacteria	10	10	100
换气次数 Ventilation rate	15	12	80
氨浓度 Ammonia concentration	30	30	100

2 实验动物设施环境检测常见问题

2.1 检测人员问题

实验动物设施环境检测是一项十分精密且专业的工作，检测人员常常存在以下两个方面的问题：（1）未提前熟悉实验动物设施平面布局，尤其是人员流向、动物流向、洁物流向以及污物流向^[12-13]。在检测时，由于上述因素，未能按照设施流向对检测房间进行排序，使检测顺序混乱。（2）检测经验不足，不能针对现场的实际情况进行检测布点调整、压力方向的判定等，导致在检测过程中出现室间检测衔接不流畅、数据对接反馈不实时等情况。

2.2 检测仪器问题

检测仪器的常见问题如下：（1）检测前未确认仪器设备状态。部分设备因上一次检测与本次检测时间跨度较大，或在运输、保管过程中出现问题，可能存在已不能正常使用、读数不稳定以及仪器的检定（校准）有效期超期等情况。这些是较严重的检测事故，

需要特别注意，尤其是不能使用检定（校准）有效期超期的检测设备。（2）检测前未将检测指标与所需检测仪器进行符合性和适用性确认。不同的实验动物设施检测指标不同，所需的仪器设备也不尽相同。实际操作中可能出现配备的设备不适用，而需用的设备未配备的情况。

2.3 检测方法问题

检测方法的常见问题如下：（1）检测机构编制的现场检测操作规程不具备可操作性。GB 14925—2023《实验动物 环境及设施》在附录中提供了全部参数的检测方法及布点要求，但需逐条分解细化，并对一些框架内容进行条件约束。检测机构如果仅仅是照搬国家标准要求，未结合自身检测工作实际对操作规程进行细化，并验证其规范性和可行性，就会出现检测指标相同但检测方法不尽相同的情况，在实际操作中易出现规范认知与操作实践脱节的问题。（2）检测流程混乱。屏障环境设施检测参数多、房间类型复杂，在检测时，未根据检测目的对检测指标和房间类型进行

检测排序, 进而影响检测结果的准确性。如新设施静态检测, 需要优先检测空气洁净度和沉降菌指标, 否则在检测过程中人员走动频繁, 不同洁净区交叉, 容易出现洁净度和沉降菌超标; 在房间类型上, 参照动物房流向, 可优先检测洁净走廊、饲养间、检疫室等, 这些房间对环境要求相对较高, 且检测参数相对较多, 是检测的重点。

2.4 技术材料问题

技术材料的常见问题如下: (1) 未充分评估检测工作量。检测前未根据客户提供的平面图及检测目的, 评估检测所需要的原始记录的数量、检测耗材等。(2) 未确认检测耗材是否在有效期内。如新建设施中需要用到琼脂培养皿进行沉降菌检测, 或因检测前未确认琼脂培养皿有效期, 导致检测时使用过期的琼脂培养皿, 造成检测异常。

2.5 检测环境问题

检测环境的常见问题如下: (1) 设施未清洁和消毒。部分实验动物机构对设施管理维护不善, 未提前对实验动物设施进行清洁消毒, 导致静态检测时洁净度不达标、动态检测时氨浓度不达标等情况。(2) 新建(改建)设施未按国家标准要求提前开启设施设备。GB 14925—2023《实验动物 环境及设施》中明确规定, 实验动物设施在检测前应开启且正常运行一段时间。例如, 噪声检测要求在设施竣工且空调系统运转24 h后进行检测。(3) 检测时实验动物设施建设单位的专业人员没有在现场配合, 使检测工作无法及时调整。一般新建(改建)设施检测时出现的问题较多, 如设施相邻相通房间之间压差不达标、换气次数不够等, 均需要实验动物设施建设单位的相关专业人员在现场实时了解情况并及时调整, 同时跟进后续整改工作。

2.6 检测报告问题

检测报告的常见问题如下: (1) 房间信息不全。在实验动物设施检测完毕后, 未及时核实检测房间的完整性和系统性, 导致部分房间未检或者房间内的指标检测不全。在检测过程中最容易遗漏的房间主要是清洗间、退更等辅助房间; 在检测过程中最容易漏测的指标主要是压差, 尤其是洁净区与非洁净区之间的压差。(2) 数据、信息错误。该问题主要由于工作人员的疏忽, 具体体现在以下3个方面: ①数据修约或者转移错误。这主要表现为空气洁净度指标检测的数据在撰写检测报告时, 未按规定进行数据修约或者转

移错误。②未根据仪器校准证书修正数据。这种情况比较少见, 但仍需按证书上的误差值对检测数据进行修正。③基础信息填写错误。例如, 参考国家标准、环境状态(动态或静态)、报告编号、检测仪器名称和型号等, 这种情况最多见, 需要对报告仔细审核, 予以避免。

3 检测常见问题的对策建议

3.1 提升检测人员能力

检测人员是体现检测机构检测能力的核心, 检测机构应高度重视检测人员的能力提升, 配备充分的资源, 以不断提高检测人员的职业素养和技术水平。首先, 应加强对实验动物设施管理体系的学习, 充分理解实验动物设施的平面布局、各个房间的空间联系, 探索不同设施的最佳检测流程。其次, 需不断学习现行有效的质量管理手册与检测操作标准规程。由于不同的房间、不同的参数使用的设备不尽相同, 且同一设备两次使用的时间间隔可能长达数月(尤其是氨浓度检测)。因此, 即便没有检测任务时, 也应该要求检测人员定期开展检测操作规程的学习, 以保持稳定和高水平的业务能力^[14]。

3.2 确保仪器设备的可用性

仪器设备是检测机构检测能力的重要基石, 检测机构必须配备充足且符合检测要求的仪器设备, 以满足检验检测能力, 具体为以下3项。

(1) 设备的配备数量主要根据使用频率进行确定。常规设备至少配备2台(套)。如无论是动态还是静态检测都需要使用的温湿度检测仪可配备2套; 而只在动态环境才检测的氨浓度相关仪器, 如分光光度计, 可只配备1台。

(2) 确保功能相同的仪器校准周期交叉。仪器设备在使用前需经检定或校准, 为避免同时出现仪器送检而不能检测的情况, 可以将检测相同指标的两台设备的校准周期分开, 检定或校准一般间隔3个月以上, 便可保证检测机构持续有在检定或校准有效期内的设备。

(3) 检测前要对仪器设备的准确性和关键性能进行检查确认。一般说来, 检查确认的内容包括: 仪器设备是否可以正常使用, 读数是否稳定, 供电系统是否可持续, 以及是否在检定有效期内等^[15]。

3.3 编制科学适用的标准操作规程

标准操作规程是检测机构检测能力的重要依据。

检测机构必须制定切实可行的标准操作规程,以满足检测工作需要,具体为以下2项。

(1) 针对检测仪器设备和检测方法编制标准操作规程。实验动物设施检测机构应针对所使用的仪器设备和检测方法,分别编制仪器设备操作规程体系和检测方法操作规程体系。尽管部分仪器或者参数操作较简单,但只有制定了标准操作规程并按规定进行检测,才能避免检测结果因人而异。

(2) 结合实际,形成较为通用的检测流程。通常,屏障环境内静态检测流程为空气沉降菌→空气洁净度→静压差→换气次数→噪声→照度→笼具处气流速度→温度→相对湿度顺序检测;动态检测流程为氨浓度→静压差→噪声→照度→笼具处气流速度→温度→相对湿度顺序检测。以上检测流程能够很好地避免前期检测对后期检测结果的影响。

3.4 准备充足的技术材料

技术材料是检测机构检测能力的重要支撑。实验动物设施检测机构的技术材料一般包括琼脂培养皿、原始记录表格、氨气吸收液等,在检测前,应做好充分的评估,具体为以下2项。

(1) 技术材料准备量应至少增加20%的余量。例如,在动态检测时,根据实验动物设施平面图计算需要氨气吸收液20管,实际准备时应至少准备24管,以应对检测过程中可能出现的重检、损坏等意外情况。

(2) 应对技术材料有效期进行确认。例如,应确认商品化的琼脂培养皿是否在低温条件下储藏,核对生产日期与保质期,以确认是否还在有效期内。原始记录表格应确认是否是最新版本,尤其是在新旧两个标准交替时,确保数据记录满足新标准要求。研究表明,分光光度法检测氨浓度时,吸光度随时间的延长有所增加^[16],因此氨气吸收液样品采回后应及时检测。

3.5 稳定实验动物设施环境

实验动物设施环境状态稳定是顺利通过环境检测的基本条件,具体为以下3项。

(1) 保持设施内环境干净整洁。设施使用方应按照动物房的日常管理规范,严格做好清洁和灭菌工作。采用开放式笼具饲养动物时,笼具内饲料、垫料应按规范及时更换。

(2) 新设施检测前处于开启状态。国家标准中,温度、相对湿度、气流速度、换气次数、静压差、空气洁净度、空气沉降菌、噪声等指标应在设施竣工、

空调系统运转24 h后检测,确保设施处于稳定运行状态。

(3) 应有专业人员在现场调控。众多动物设施的使用单位对GB 14925—2023《实验动物 环境及设施》的要求理解不深,且建设方在竣工后并未按照国家标准进行预检调试,导致设施内被检房间的静压差、换气次数、噪声等参数无法达标。因此在静态检测时,建议设施建设单位的专业人员在现场,在出现不符合国家标准要求的指标时,应及时记录并调试、整改。

3.6 出具真实可信的检测报告

检测报告是检测机构的最终产品,是检验检测机构技术能力、质量管理和行政管理水平的综合体现。编制实验动物设施检测报告,要注意检测设施房间的完整性及数据的真实性,具体为以下4项。

(1) 保证检测设施房间的完整性。出具检测报告时,检测房间应与平面图、实际房间数量、名称等表述相一致。静态检测时,实验动物设施管理方若未对设施房间进行编号,可能导致检测报告与后期实际房间挂牌名称不一致,从而影响实验动物设施管理方申请实验动物许可证时的现场验收工作。

(2) 确保数据的真实性。检测报告的所有结果应溯源于原始记录,原始记录不得出现涂改、后期补充数据等违规操作^[17],有数值修约要求的按规定修约数值;转移数据时,原始记录应足够清晰可辨认,尤其是空气洁净度指标的记录,数字多、数据量大、数据复杂,记录时应仔细并进行核对。

(3) 检测报告的规范性。检测机构应制定检测报告的标准格式模板,对报告内容及细节进行规定,根据检测实际要求和目的限定可编辑范围,以确保检测报告的规范性。

(4) 检测报告出具的时限性。一方面是检测机构在合规且能力范围内尽可能缩短报告出具时间与检测时间之间的差距,使报告更能反映当下设施环境的状态;另一方面,要做好相关受检单位的沟通,及时提醒环境检测有效期、准备环境检测事宜,以避免检测准备仓促或许可证超期等情况发生。

4 总结

实验动物是生命科学领域研究的基础和重要支撑条件。实验动物环境设施作为培育和饲养实验动物的基地,其各项环境参数指标与实验室人员安全健康和实验动物的健康息息相关^[18]。只有具备标准的环境条

件,才能使实验动物生产和动物实验条件达到最优化。因此,实验动物设施环境参数必须严格参照国家相关法规和标准执行。

实验动物设施环境检测是保证实验动物设施运行质量符合国家标准的重要方式之一。委托第三方专业检测机构对实验动物设施环境参数进行检测,可以获得客观、公正的检测数据,能够直观地体现实验动物设施的运行情况。实验动物设施环境检测需要配备专业的检测人员、必要的仪器设备、编制科学的检测操作流程。同时,需要取得省级市场监督管理局颁发的CMA资质证书或者中国合格评定国家认可委员会颁发的CNAS资质证书。实验动物设施因房间类型多样、参数指标要求不同,检测过程中需要不断积累经验,针对不同检测要求,形成不同的参数检测流程才能有的放矢。

随着现代信息技术及新材料的发展,实验动物设施检测技术更加高端化和专业化,检验检测机构亦要不断地更新技术^[19]。通过加强培训、比对等多种学习和质控手段,不断提升检测人员的检测能力^[20],持续优化检测流程、及时更新检测方法,不断了解新设备,掌握新技术,确保检验检测机构能始终具备符合行业需求的检测能力。

[作者贡献 Author Contribution]

刘文涛负责初稿写作和提供动物房环境检测相关资源;

罗艳红负责调查研究;

龙永霞参与调查研究;

罗启慧和陈正礼参与稿件修改;

刘丽达负责修改写作内容、设计文章结构和内容。

[利益声明 Declaration of Interest]

所有作者均声明本文不存在利益冲突。

[参考文献 References]

- [1] 郭添福,郭礼荣,苏州,等.季节和温湿度对普通级试验兔繁殖性能的影响[J].山东畜牧兽医,2010,31(12):8-9. DOI: 10.3969/j.issn.1007-1733.2010.12.005.
GUO T F, GUO L R, SU Z, et al. Effects of season, temperature and humidity on reproductive performance of ordinary experimental rabbits[J]. Shandong J Anim Sci Vet Med, 2010, 31(12): 8-9. DOI: 10.3969/j.issn.1007-1733.2010.12.005.
- [2] 魏著英, 姜英杰, 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.
- [3] 朱柳迪,左成超,谷中娅,等.光刺激对抑郁模型小鼠的神经保护

作用及机制研究[J].神经损伤与功能重建,2022,17(2):63-67,81. DOI: 10.16780/j.cnki.sjssgncj.20220045.

ZHU L D, ZUO C C, GU Z Y, et al. Neuroprotective effect and mechanism of photic stimulation on depression model mice [J]. Neural Inj Funct Reconstr, 2022, 17(2): 63-67, 81. DOI: 10.16780/j.cnki.sjssgncj.20220045.

- [4] 李宁宁,崔亚男,余晓俊,等.噪声对大鼠肝脏形态结构和功能的影响[J].环境与职业医学,2022,39(4):439-445. DOI:10.11836/JEOM21389.

LI N N, CUI Y N, SHE X J, et al. Effect of noise on morphological structure and functions of rat liver[J]. J Environ Occup Med, 2022, 39 (4): 439-445. DOI: 10.11836/JEOM21389.

- [5] 陈兵,邹奔星,姚凌云,等.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.

- [6] 张楠,李怀银,连晓娣,等.不同光照时长对NIH小鼠体重和学习记忆能力的影响[J].实验动物与比较医学,2025,45(1):73-78. DOI:10.12300/j.issn.1674-5817.2024.062.

ZHANG N, LI H Y, LIAN X D, et al. Effects of different durations of light exposure on body weight and learning and memory abilities of NIH mice[J]. Lab Anim Comp Med, 2025, 45(1): 73-78. DOI:10.12300/j.issn.1674-5817.2024.062.

- [7] 国家市场监督管理总局,国家标准化委员会.实验动物环境及设施:GB 14925—2023[S].北京:中国标准出版社,2023.

National Administration for Market Regulation, National Standardization Administration. Laboratory animal environment and facilities: GB 14925-2023[S]. Beijing: Standards Press of China, 2023.

- [8] 练高建,何理平,苏泽红,等.屏障环境动物实验室的建设及管理[J].中国动物保健,2021,23(8):116-118. DOI: 10.3969/j.issn.1008-4754.2021.08.076.

LIAN G J, HE L P, SU Z H, et al. The construction and management of barrier environment animal laboratories[J]. China Anim Health, 2021, 23(8): 116-118. DOI: 10.3969/j.issn.1008-4754.2021.08.076.

- [9] 侯冬霞,铁祚祯,陆勇,等.实验动物屏障环境设施安全准入体系建设的探索与实践:以南京大学仙林校区为例[J].实验动物与比较医学,2025,45(1):96-100. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.106.

HOU D X, TIE Z X, LU Y, et al. Exploration and practice of safe access system construction for barrier environment facilities of laboratory animals: a case study on Xianlin campus of Nanjing University[J]. Lab Anim Comp Med, 2025, 45(1): 96-100. DOI:10.12300/j.issn.1674-5817.2024.106.

- [10] 孙洪计,沙蕊,李祥子.SPF级实验动物屏障环境设施技术指标的检测及分析[J].包头医学院学报,2023,39(4):56-61. DOI: 10.16833/j.cnki.jbmc.2023.04.012.

SUN H J, SHA R, LI X Z. Detection and analysis of technical

- indicators of SPF laboratory animal barrier environmental facilities[J]. J Baotou Med Coll, 2023, 39(4): 56-61. DOI: 10.16833/j.cnki.jbmc.2023.04.012.
- [11] 沈志敏, 刘雄伟, 胡建华. 实验动物环境设施检测分析[J]. 实验动物与比较医学, 2011, 31(3): 220-222. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2011.03.015.
- SHEN Z M, LIU X W, HU J H. Detection and analysis of environmental facilities of experimental animals[J]. Lab Anim Comp Med, 2011, 31(3): 220-222. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2011.03.015.
- [12] 王冠楠, 张甜甜. 对高层实验动物用房建筑改造设计的思考[J]. 中国医院建筑与装备, 2023, 24(3): 47-50. DOI: 10.3969/j.issn.1671-9174.2023.03.010.
- WANG G N, ZHANG T T. Thoughts on the architectural renovation design of high-rise experimental animal housing [J]. Chin Hosp Archit Equip, 2023, 24(3): 47-50. DOI: 10.3969/j.issn.1671-9174.2023.03.010.
- [13] 杨九祥. 实验动物设施屏障环境设计与建造要点[J]. 洁净与空调技术, 2021(4): 92-96. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3298.2021.04.023.
- YANG J X. The key points design and construction of experiment facility for laboratory animal about barrier environment[J]. Contam Contr Air Cond Technol, 2021(4): 92-96. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3298.2021.04.023.
- [14] 李萌, 王金恒, 张鑫, 等. 实验动物设施环境检测实验室的建立[J]. 中国药事, 2011, 25(8): 790-793. DOI: 10.16153/j.1002-7777.2011.08.001.
- LI M, WANG J H, ZHANG X, et al. Establishment of environment testing laboratory for laboratory animal facilities [J]. Chin Pharm Aff, 2011, 25(8): 790-793. DOI: 10.16153/j.1002-7777.2011.08.001.
- [15] 姜泽剑. 检验检测机构仪器设备管理的探究[J]. 中国检验检测, 2023, 31(3): 68-70. DOI: 10.16428/j.cnki.cn10-1469/tb.2023.03.021.
- JIANG Z J. Research on the management of instruments and equipment in inspection and testing institutions[J]. China Insp Body Lab, 2023, 31(3): 68-70. DOI: 10.16428/j.cnki.cn10-1469/tb.2023.03.021.
- [16] 姚健, 屈霞琴, 王富生, 等. 关于实验动物设施中环境氨气浓度测定方法的探讨[J]. 实验动物与比较医学, 2009, 29(6): 402, 410. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2009.06.012.
- YAO J, QU X Q, WANG F S, et al. Discussion on the determination method of environmental ammonia concentration in experimental animal facilities[J]. Lab Anim Comp Med, 2009, 29(6): 402, 410. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2009.06.012.
- [17] 李少斐, 宫象秀, 何宁, 等. 浅析检验检测机构报告编制与管理[J]. 中国检验检测, 2023, 31(4): 89-92, 68. DOI: 10.16428/j.cnki.cn10-1469/tb.2023.04.024.
- LI S F, GONG X X, HE N, et al. Analysis of the report preparation and management of inspection and testing institutions[J]. China Insp Body Lab, 2023, 31(4): 89-92, 68. DOI: 10.16428/j.cnki.cn10-1469/tb.2023.04.024.
- [18] 欧少华, 周斌, 刘吉宏. 某 GLP 实验动物设施空调及通风系统设计研究[J]. 中国比较医学杂志, 2020, 30(4): 110-116. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2020.04.017.
- OU S H, ZHOU B, LIU J H. Discussion of an HVAC system design for a good laboratory practice lab animal vivarium[J]. Chin J Comp Med, 2020, 30(4): 110-116. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2020.04.017.
- [19] 鞠慧萍, 王贵超, 黄海琴, 等. 检测机构实验动物设施的建设及运行管理[J]. 中国畜禽种业, 2022, 18(2): 82-83. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4556.2022.02.043.
- JU H P, WANG G C, HUANG H Q, et al. Construction and operation management of laboratory animal facilities in testing institutions[J]. Chin Livest Poult Breed, 2022, 18(2): 82-83. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4556.2022.02.043.
- [20] 王在彬. 如何通过能力验证提高实验室检测能力[J]. 计量与测试技术, 2024, 51(11): 127-130. DOI: 10.15988/j.cnki.1004-6941.2024.11.038.
- WANG Z B. How to improve the laboratory testing ability through proficiency testing[J]. Metrol Meas Tech, 2024, 51(11): 127-130. DOI: 10.15988/j.cnki.1004-6941.2024.11.038.
- (收稿日期: 2024-10-08 修回日期: 2025-02-12)
(本文编辑: 丁宇菁)
- [引用本文]**
- 刘文涛, 罗艳红, 龙永霞, 等. 四川省实验动物设施常见环境问题及检测经验[J]. 实验动物与比较医学, 2025, 45(4): 483-489. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.142.
- LIU W T, LUO Y H, LONG Y X, et al. Common environmental problems and testing experiences in laboratory animal facilities in Sichuan Province[J]. Lab Anim Comp Med, 2025, 45(4): 483-489. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.142.