

# 高校实验动物设施维护保养采用社会化服务模式的实践与思考

吴强<sup>1</sup>, 任倩<sup>2</sup>, 华晨<sup>1</sup>, 周正宇<sup>2</sup>

(1. 苏州苏净安发环境科技有限公司, 苏州 215127; 2. 苏州大学实验动物中心, 苏州 215123)

**[摘要]** 本文通过分析高校实验动物设施运营维护的现状及存在问题, 并结合苏州大学实验动物中心多年来的工作实践, 提出高校采用社会化服务模式进行实验动物设施维护保养可有效控制系统风险, 同时提高设施的使用效率。这也符合国家对高校后勤社会化改革的要求。

**[关键词]** 实验动物设施; 维护保养; 社会化服务

**[中图分类号]** Q95-33 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1674-5817(2022)01-0081-05

## Practice and Reflection on Socialized Service of Laboratory Animal Facility Maintenance in Colleges and Universities

WU Qiang<sup>1</sup>, REN Qian<sup>2</sup>, HUA Chen<sup>1</sup>, ZHOU Zhengyu<sup>2</sup>

(1. Suzhou Sujing Aimfar Air Conditioning Co., Ltd, Suzhou 215127, China; 2. Laboratory Animal Center of Soochow University, Suzhou 215123, China)

Correspondence to: ZHOU Zhengyu, E-mail: zacharyzhou@suda.edu.cn

**[ABSTRACT]** On the basis of current situation and existing problems analysis of laboratory animal facility maintenance in colleges and universities, as well as many years of practice, the author believes that socialized services of laboratory animal facility maintenance in colleges and universities can effectively control the system risk, improve the efficiency of facilities, and meet the national requirements for the socialization reform in college logistics.

**[Key words]** Laboratory animal facilities; Maintenance; Socialized services

实验动物设施是用于实验动物生产繁殖或利用实验动物进行科学研究、教学、生物制品和药品研发的建筑物及配套设备的总和<sup>[1]</sup>, 按其使用目的不同, 分为实验动物生产和繁育设施和动物实验设施。设施的安全运行和环境条件标准化控制是保证实验动物质量和动物实验顺利进行的必备条件, 而科学化和专业化的维护保养(简称维保)是保证设施常年稳定运行, 保障环境条件达标, 提高设备运行效率, 降低设备故障率, 延长系统使用寿命的关键。如何做好实验动物设施的维保工作是每一个高校动物中心都面临的挑战。

自1999年国务院办公厅首次提出高校后勤社会化改革以来, 后勤社会化服务的步伐不断迈进, 市场机制在后勤资源配置中的作用逐步增强, 社会资源对高校的后勤保障能力、运行效率和服务质量得到了显著

提高, 为高校的发展奠定了坚实基础<sup>[2]</sup>。随着高校后勤社会化的全面深化改革, 实验动物设施维保的社会化服务模式也应运而生。高校通过购买校外专业公司的维保服务, 由专业公司负责动物设施的日常安全巡检, 定期维护更新相关软硬件系统, 在设备发生软硬件故障时, 及时提供备件并进行有效的维修, 确保实验动物设施设备的安全、稳定、可靠运行。根据笔者多年的实践, 就实验动物设施维保社会化服务的现状和趋势进行总结, 以期为同行提供参考, 提升我国实验动物设施运行维护的水平, 为医学和生命科学研究提供更可靠的保障和支撑。

### 1 高校实验动物设施维保现状

近年来, 随着生物医药和实验动物行业发展, 我

**[作者简介]** 吴强(1972—), 本科, 高级工程师, 主要从事生物医药行业的空气净化工程设计及施工。E-mail: wq@aimfar.com.cn

**[通信作者]** 周正宇(1973—), 男, 副教授, 主要从事糖尿病分子机制、动物模型与比较医学研究。E-mail: zacharyzhou@suda.edu.cn

国实验动物设施建设和发展十分迅速,各高校纷纷投入大量资金进行新建和改建,实验动物设施的规模迅速扩大。而中大型实验动物设施若发生事故,通常会造成本无法挽回的损失。因此,实验动物设施的运行维护与保养问题日渐凸显。

一般而言,高校实验动物设施种类繁多,除常规的普通设施、屏障环境设施外,尚有感染性设施、放射性设施、隔离设施等,部分高校甚至有多个设施,且种类不同,并分散在不同校区。设施的建设时间、面积、运行情况各异,部分设施因运行年限较长,其设备老旧、工况差、运行效率低,突出表现在空调制冷(热)效率降低、管道或房间漏风等导致设施内温湿度波动大、房间压差不稳等。这些都对设施的维保提出了更高的要求。

实验动物设施维保通常包括日常过滤器更换、水电自控等的维修、空调设备保养与巡检、设施运行参数调校等,这些工作需要暖通、电气、自控等专业技术人才方可胜任。目前,各高校实验动物设施的维保

主要有自我维保、准专业团队维保和社会化维保服务3种形式(表1)。

大多数高校通常没有专业的实验动物设施维保技术人员,仅仅是动物中心定期派人进行更换空气过滤器等简单的维保工作,只能维持设施的基本运行,对空调主机、风机等关键设备缺乏基本的保养,设施环境稳定性差,运行隐患大。目前多数高校实验动物设施采取这一形式进行维保。

少数高校实验动物中心自己建立了维保专业团队,进行设施的维保,设施运行保障性较大。但是如果管理责任不到位或维保人员思想麻痹,易造成隐患。而且高校一般缺乏齐全的专业技术人员,对各种设备的检修能力不完备,设备运行存在隐患。

极少数高校实验动物设施的运行维护交由具备专业能力和经验的公司进行服务与保障,责权利明晰。动物中心对社会化服务的质量进行监督,设施运行有了切实有效的保障。

表1 不同维保模式的区别

Table 1 Differences between different maintenance modes

维保模式	维保团队	维保内容	故障排查解决效率和速度
自我维保	人员少,缺乏专业技术人员	仅更换过滤器和简单维修	效率低,速度慢
准专业团队维保	只有部分专业人员	日常运行维护,不能对主要设备进行检修	效率较高,速度较快
社会化服务	各种专业技术人员齐全	全覆盖,24 h值班	效率高,速度快

## 2 高校实验动物设施维保存在的主要问题

### 2.1 重维修、轻保养

实验动物设施包括饲养实验设备、消毒灭菌设备、污物处理设备、配电设备、各功能区其他设备装置<sup>[3]</sup>,涵盖了通风空气净化系统、监控系统、门禁系统、网络、电话系统、操作控制系统、水处理系统、独立通气笼盒系统(individually ventilated cages, IVC)、气体管路、强电系统、蒸汽管道、辅助装饰(主要包括门窗、锁、墙体)等。使用年限越久的设备,发生故障概率越高。保证设备运行正常的关键在于保养,其次才是维修。高校实验动物设施普遍不注重设施设备的日常保养检修,仅在设备发生故障时才去寻找解决方案,同时受技术力量等条件限制,很难发现设备存在的运行及安全隐患,这对于设施的安全、稳定运行极为不利,容易发生重大事故。

### 2.2 手续多、审批慢

设施设备发生隐患或故障时,涉及维修、改造、

采购及经费使用等程序,在高校通常需层层审批,需要较长时间才能办理好整个手续。在问题得到解决之前,设施及环境的稳定性受到很大影响,严重时甚至整个设施不能正常运行,会显著影响正常的教学及科研工作。

### 2.3 缺乏专业力量

实验动物设施运行涉及面广,专业性较强,不同设施对环境要求不一,维保要求也不同,仅仅依赖单位相关技术人员很难支撑种类繁多、面积较大的实验动物设施安全、稳定运行。高校实验动物中心工作人员绝大多数为实验动物、医学相关专业背景,缺少具有机电、暖通、自控等专业知识和实践的专业人员,设施运行过程中一旦出现故障,通常需要寻求校外专业技术人员解决,大大延长了故障解决的时间。

### 2.4 运行稳定性差、隐患大

实验动物设施尤其是屏障设施,对环境的要求高,微生物控制严格,这些均需要通过相关设备24 h不间断运转来实现及维持。高校实验动物设施由于缺少专

业技术力量,难以及时发现设施设备运行的隐患;缺乏日常的保养维护,设施设备发生故障的风险大;同时受体制等因素的限制,高校实验动物设施检修、设备与耗材购置周期长,导致故障排除周期长,设施环境的稳定性较差、隐患大<sup>[4]</sup>。

### 3 实验动物设施维保社会化服务的实践探索

与其他高校设施相似,作者单位苏州大学实验动物中心在运行过程中也经历过上述类似问题。自2017年起,苏州大学实验动物中心将设施维保完全交由专业化的维保公司负责,实行维保“管家式”服务模式。

#### 3.1 维保服务的要求

根据苏州大学实验动物中心设施运行的实际情况,对维保服务提出了如下要求:(1) 24 h值班巡查,及时发现问题;(2) 及时监测重点设备工况,每2 h巡检主要设备的运行情况;(3) 制订各系统设备的日常巡检计划和中长期保养维修计划,严格按计划执行,将设备管理纳入以维护为主的良性轨道;(4) 定期检测及保养主要设备,每年春秋两季对空调主机进行全面检测,以消除隐患;(5) 统计分析运行数据,即根据各设施运行参数的记录,汇总分析设施设备运行状态,研判运行风险。

#### 3.2 维保服务的具体内容

**耗材的更换:**主要包括空气过滤器、水处理系统的耗材以及灯管等。综合考虑大气环境质量和压差等因素<sup>[5]</sup>,制定科学合理的空气过滤器更换方案。苏州大学实验动物中心的设施周边空气质量较好,按照维保方案,初效过滤器一般3个月更换一次,中效过滤器一般6个月更换一次,高效过滤器一般12个月更换一次。定期更换初效和中效过滤器,一方面可以保护高效过滤器,另一方面可以降低空调机组能耗,减少电费。当然维保人员还需定期观察过滤器的压差情况,如室外空气质量变差,导致压差超过设定值(初效过滤器终阻力设定为150 Pa,中效过滤器终阻力设定为250 Pa),如超过设定值,则需要及时更换初效或中效过滤器。IVC机箱、风淋室内的高效过滤器也纳入此范围,更换周期不宜超过12~18个月<sup>[6]</sup>。水处理系统的更换包括预处理、预过滤水系统、超滤装置等<sup>[7]</sup>。维保人员要根据出水的水质及时更换滤芯。此外,苏州大学实验动物中心的设施比较分散,有些设施的灯管是T8灯管,能耗高,而且故障率也高(T8的整流器容易坏),因此逐步更换为LED平板灯。相比传统的T8灯管,LED平板灯不但故障率低,而且可节电30%以上。

**实时监测环境参数:**每天定时观察设施内各饲养室的温度、相对湿度以及各区域压力差。每2 h记录各主要设备的运行工况及参数,如检查每日IVC机组显示屏上的运行参数,确认是否符合设施环境标准。运行参数超过标准时,应及时反馈维修人员。

**设备保养:**定期对空调制冷(热)主机、空调机组、水泵等进行保养。苏州大学实验动物中心的空调制冷主机采用了风冷模块水冷机组。维保人员主要对制冷系统、电压电流、管路压力、水质等进行日常检查,每季度保养一次,一年做一次大保养。空调机组的风机需要日常检查、每季度保养,保养内容主要是风机轴承添加润滑脂,并检查皮带的松紧程度,若发现皮带有损坏,必须及时更换。水泵作为水系统重要的动力设备之一,维保人员主要检查扬程是否达到设计流量要求,水泵的轴承每季度定期检查。通风空调系统是屏障设施的主要硬件组成部分之一,它的功能是将屏障设施的温度、相对湿度、风量、换气次数和空气的洁净度等内环境指标控制在国家标准规定的范围内<sup>[8]</sup>。检查重点包括:空调制冷热、加除湿设备和各种阀件是否正常,空调机组内有无积尘或生锈腐蚀,送(排)风机及控制装置的性能,通风系统密封性,配电线路的接点安全可靠。IVC噪声会刺激动物神经-内分泌系统,影响生长繁育。造成机组噪声的主要原因有风机老化(轴轮磨损、变形)、过滤器堵塞或有异物进入风机等<sup>[9]</sup>。一般风机更换年限为2~4年。IVC系统的维护包括清洁、润滑、防腐蚀、紧固及更换配件等。

**环境参数调校:**压差或温湿度异常情况下对设备进行调校。压差异常不仅影响内环境中微生物指标,而且会产生刺耳的啸叫声。在季节交替及温度变化较大的天气下,空调系统容易产生故障,导致温湿度波动范围较大,设施内环境异常。如冬天室外温度突然降低,空调系统的表冷器管路容易损坏,空调不能正常运行,导致室内温湿度异常,这时工作人员需要对设备及时维修和调校。

**日常维修:**包括照明、门锁、传递窗、风淋室、室外水管等。动物照度灯异常会影响设施内动物照度,门锁破坏带来压差的改变,传递窗紫外灯损坏会影响物品传递消毒效果等。这些都是设施良好运行所要关注的环节。

#### 3.3 维护服务的协调与培训

通过微信群、QQ群等建立高校实验动物设施管理人员、维保人员快速沟通的渠道,及时了解设施运行

状态和故障信息，快速发现问题并予以解决。与此同时，加强彼此专业领域的培训。维保人员要参加设施管理尤其是屏障设施中人员、物品等进出设施的要求等内容的培训。高校设施管理人员要参加关于屏障设施运行原理、常见故障与异常的诊断等内容的培训，能够了解设施运行过程中的异常并做出初步判断，更加准确地发现和描述故障，以便维保人员及时诊断并排除异常。

#### 4 高校实验动物设施维保社会化服务的思考

实验动物设施维保需要人员专业性强、责任心大，近年来众多高校和科研院所也陆续开始进行实验动物设施维保的社会化探索。一方面高校后勤社会化服务持续推进，设施维保的社会化可显著减少高校实验动物设施运行的风险，提高保障能力；另一方面，随着实验动物设施规模的快速增长，一些净化工程企业看到了设施维保的市场，纷纷投入力量开展专项服务，尤其是专业做实验动物设施工程的企业，至少有6家已开展实验动物设施维保服务。受体制、经费等的限制，目前开展实验动物设施维保社会化服务的高校尚为数不多，多以企业委托。以苏州工业园区为例，近10家单位均委托了专业公司开展实验动物设施维保的社会化服务。高校实验动物设施运行维护需要高校相关部门和维保单位共同合作，实行联动机制，相互监督，才能保障设施的稳定运行，确保相关科研工作的客观性和可靠性<sup>[10]</sup>。

##### 4.1 设施维保社会化服务的优势

实践证明，设施维保服务的社会化降低了实验动物设施运行的故障率，缩短故障解决的时间，稳定性大大提高；同时可及时发现并解决可能存在的隐患，消除设施运行的系统性风险，充分保障高校教学、科研工作的秩序。以苏州大学实验动物中心为例，通过建立耗材仓库，建立微信工作群，专业化的社会化服务能使一般性故障1~10 min内响应，0.5~1 h内解决；通过日常巡查，多次发现风机、水泵及空调主机运行隐患，并迅速解决，有效保障了设施运行平稳，使得高校实验动物设施管理人员能够摆脱繁琐与非主要性工作，集中精力放在教学、科研和服务上，提高了工作效率（表2）。

通过合同约定，专业维保机构为高校提供专业的设施维保有偿服务。维保公司具有技术和团队优势，掌握最新的技术和行业动态，配置齐全的专用设备、工具和检测仪器，为高校设施提供调试、保养、改造

以及自动化控制等全方位的服务，保证了服务的及时性和专业性。在互惠互利的原则下，高校和服务机构双方达成长期的合作关系，建立一个设施维保的专业化、社会化体系，可促进社会资源的有效利用和优化配置，这也是实验动物设施维保行业发展的必然趋势。

表2 社会化专业服务维保模式的优势

Table 2 Advantages of socialized professional service

维保模式	巡视记录	主要设备 保养能力	设施运行 稳定性	责任心	系统性 风险
自我维保	无	无	较差	小	大
专业团队维保	不完全	基本无	较好	较小	较小
社会化维保服务	有	有	好	大	几乎无

##### 4.2 设施维保社会化服务并未显著增加运行成本

设施维保的费用取决于设施的规模、条件（硬件配置情况、建设与运行年限）以及维保的内容与要求。以苏州大学实验动物中心为例，现有屏障设施5 100 m<sup>2</sup>（共4处，最早的设施2005年建成），之前半专业化的维保费用为45万元（屏障设施面积4 000 m<sup>2</sup>，专业技术人员1人）；目前全社会管家式维保费用为72万元（4人24 h值班，屏障设施面积5 100 m<sup>2</sup>），如果算上增加的服务（除过滤器以外的维修、设备巡检等）和减少的管理成本，实际并未明显增加设施运行维护费用。

##### 4.3 设施维保社会化服务的建议

###### 4.3.1 明晰责权利

高校在与维保公司签订合同时，应明确双方的权利和义务，商定维保工作内容以及需要的人员、耗材及相关费用负担等，以防后期产生不必要的麻烦。以苏州大学实验动物中心为例，2017年采用的是半专业化的维保模式，专业人员1人，无24 h值班，出现故障电话联系维修，仅日常过滤器更换；从2017年起采用全社会管家式维保，规定专业人员4人，包括暖通专业1人、电气专业1人、自动化1人、给排水1人，24 h值班，每2小时巡查一次。因设施分散，由维保单位加装了空调机组远程报警功能，耗材包含初、中、高效过滤器，活性炭过滤器；日常保养内容包括空调制冷热主机保养、空调机组保养（风机轴承、电机轴承、皮带）、自控系统传感器的定期巡检与维护；并每月提交维保报告，年底提交年度维保报告，维保公司承担合同内的费用，用户单位承担维保合同内容以外的费用。

###### 4.3.2 加强监督与沟通

虽然专业的维护团队具有精细化的维护要求和强

大的技术后备,但是使用单位及时发现问题并与维保单位保持流畅有效的信息联络也是必不可少的。此外还需强调,维保单位应对自控、监控、门禁等系统使用人员进行技术培训、操作培训,设施管理部门也应加强对设施设备运行的监管与查看,并对维保人员进出设施流程进行培训与监督。以苏州大学实验动物中心为例,使用单位对维保单位所有人员进行上岗前的安全培训及进出设施的工作流程培训、对接教师的交流;维保单位与使用单位设施各负责人组建微信群,建立应急电话联系机制(含维保单位值班人员电话、维保负责人电话、维保单位总负责人电话),使用单位或维保单位发现问题会第一时间通过微信及电话联系维保值班人员,维保值班人员立即响应,并及时到达现场处理故障,排除故障后及时反馈给使用单位报修人,并以纸质版方式提交维修记录单。维保单位至少每半年一次召集用户代表召开设施设备运行状态与隐患分析专题会,总结经验,分析隐患,减少设备故障,提高设施安全性和可靠运行。

总之,做好实验动物设施运行的安全工作,不断提高系统的运行效率,可以更好地为教学、科研工作提供有力支撑和保障<sup>[11]</sup>。如何有效解决目前高校动物实验设施运行与维护存在的问题,探索将原有的半专业化维护模式向专业化“管家服务”模式转变,值得更多实验动物行业从业者思考、尝试和实践。

#### 【作者贡献】

吴强:讨论并确定文章框架,查找及筛选文献,初稿撰写及修改;

任倩:讨论并确定文章框架,查找及筛选文献,参与文稿修订;

华晨:共同讨论并确定文章框架,参与文稿修订;

周正宇:共同讨论并确定文章框架,审核初稿并给出修改意见。

【利益声明】所有作者均声明本文不存在利益冲突。

#### 【参考文献】

- [1] 吕京. 实验动物设施的验证标准[J]. 中国医院建筑与装备, 2021, 22(8):16-20. DOI:10.3969/j.issn.1671-9174.2021.08.001.
- [2] 张萧萧. “双一流”背景下的高校后勤社会化研究[J]. 佳木斯职业学院学报, 2021, 37(4):123-124.
- [3] 王莹, 王洪军. 高校动物实验管理向社会化服务模式转变的思考[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(3):266-268, 273.
- [4] 李军延, 赵金鹏, 郝书荣, 等. 实验动物设施的职业卫生问题及管理[J]. 中国卫生工程学, 2006, 5(3):164-166. DOI:10.3969/j.issn.1671-4199.2006.03.024.
- [5] 黄海定, 曾星, 邓时贵, 等. 大学附属医院动物实验设施的运行管理[J]. 现代医院, 2010, 10(6):119-121. DOI:10.3969/j.issn.1671-332X.2010.06.059.
- [6] 李秀荣, 黄治朝, 李妍涵, 等. 无特定病原体级实验动物屏障环境设施独立通风笼系统的运行与维护[J]. 中国医学装备, 2019, 16(8):132-134. DOI:10.3969/J.ISSN.1672-8270.2019.08.036.
- [7] 赵伟健, 王刚, 邝少松. 实验动物设施中使用净化水设备其正常运行维护及注意事项[J]. 实验动物科学, 2008, 25(3):63-64. DOI:10.3969/j.issn.1006-6179.2008.03.017.
- [8] 李小军, 黄家政, 艾必燕, 等. 实验动物屏障设施空气净化系统的运行管理[J]. 实验动物科学, 2008, 25(1):40-41. DOI:10.3969/j.issn.1006-6179.2008.01.012.
- [9] 尹松林, 傅江南. 实验动物独立通气笼盒系统设计与应用[M]. 北京:人民军医出版社, 2008:112-115.
- [10] 任萍萍, 程津津, 史晓萍. 屏障系统实验动物环境设施建设及运行维护模式[J]. 实验动物科学, 2011, 28(6):57-58. DOI:10.3969/j.issn.1006-6179.2011.06.015.
- [11] 李学勇, 靳洪涛, 刘欣. 实验动物屏障设施管理中的几个关键问题[J]. 中国比较医学杂志, 2008, 18(1):69-76. DOI:10.3969/j.issn.1671-7856.2008.01.020.

(收稿日期:2021-12-15 修回日期:2022-02-13)

(本文编辑:富群华)