DOI:10.12300/j.issn.1674-5817.2024.113

周正宇，博士研究生，教授，博士生导师。从事维生素D与糖尿病、动物模型与比较医学研究，担任苏州大学苏州医学院实验动物中心主任。兼任苏州市实验动物协会理事长，中国实验动物学会实验动物机构认证工作委员会委员、实验动物标准化专业委员会委员、实验动物饲料与营养专业委员会委员，江苏省动管办专家组成员、专业标准化技术委员会委员，江苏省动物学会理事，江苏省实验动物协会副理事长，《中国比较医学杂志》和《实验动物与比较医学》编委。同时承担苏州医学院研究生专业基础课程《实验动物学》教学工作。曾获得首届中国实验动物学会、中国药理学会、中国毒理学会优秀论文奖，江苏省实验动物管理先进个人，苏州市科技进步二等奖、三等奖，苏州市自然科学优秀论文二等奖。

风雨五十载，奋斗半世纪——记苏州市实验动物产业发展五十年

赵丽娟，肖春兰，盛雅洁，鲁　希，周正宇
（苏州大学苏州医学院实验动物中心，苏州 215123）

[摘要] 从20世纪70年代开始，苏州市实验动物产业经历了起步、兴起、壮大、转型、规模化五个阶段。始于实验动物的笼器具，从最初的引进模仿到自主创新，规模从零星工厂走向集聚化、集团化的企业，产业逐渐兴起壮大，并打开了我国笼器具出口的大门。21世纪产业升级转型，净化工程和配套产品开始发展，行业组织诞生。随着我国现代化水平的提升，自动化、智能化生产的潮流带来了企业的科技创新和实验动物行业各项外包服务的涌现，产业链的发展走向规模化。经过了近半个世纪的成长，苏州市实验动物产业已形成了包括实验动物、笼器具、饲料垫料生产，实验动物设施设计与施工，实验动物与环境质量检测，动物实验等服务在内的完整产业链。实验动物饲养设备作为苏州市实验动物产业核心已达到发达国家水平，产业规模和影响力在国内同类行业中独树一帜。与此同时，21世纪以来，生物医药成为苏州大力发展的“一号产业”。在政府的支持、地方经济的引领、高校和科研院所的助力下，动物实验服务外包行业开始集聚苏州，CRO机构的不断涌入促使大规模实验动物设施纷纷新建，重点研发项目先后立项、研发能力大幅提升。苏州市实验动物产业与“一号产业”同频共振快速扩张，走出了一条实验动物的“苏州之路”。在将近五十载的岁月中，苏州市实验动物产业支撑着苏州乃至我国生物医药产业的快速发展。

[关键词] 苏州；实验动物；笼器具；独立通风笼盒
[中图分类号] Q95-33　**[文献标志码]** A　**[文章编号]** 1674-5817(2024)06-0645-09

Challenges and Development in Suzhou Laboratory Animal Industry Over the Past Five Decades

ZHAO Lijuan, XIAO Chunlan, SHENG Yajie, LU Xi, ZHOU Zhengyu
(Laboratory Animal Center of Suzhou Medical College, Soochow University, Suzhou 215123, China)
Correspondence to: ZHOU Zhengyu (ORCID: 0000-0001-5712-9495), E-mail: zacharyzhou@suda.edu.cn

[ABSTRACT] Since the 1970s, the laboratory animal industry in Suzhou has gone through five stages: its inception, emergence, growth, transformation, and scaling up. It began with the manufacturing of caging equipment for laboratory animals, initially by imitation and later through independent innovation. The industry evolved from sporadic factories to clustered enterprises, gradually growing and opening up the export market for caging equipment. In the 21st century, with industrial upgrading and transformation, purification systems and related products began to develop, and industry organizations emerged. As China

[第一作者] 赵丽娟(1988—)，女，硕士研究生，助理实验师。研究方向：实验动物学。E-mail：ljzhao@suda.edu.cn
[通信作者] 周正宇(1973—)，男，博士，教授，研究方向：动物模型和比较医学。E-mail：zacharyzhou@suda.edu.cn。ORCID：0000-0001-5712-9495

has modernized, the rise of automation and intelligent production has led to technological innovation in enterprises and the emergence of various outsourcing services in the laboratory animal industry, driving the large-scale development of the industrial chain. After nearly half a century of growth, the laboratory animal industry in Suzhou has formed a complete industrial chain, including the production of laboratory animals, caging equipment, feed and bedding materials, design and construction of laboratory animal facilities, quality testing of laboratory animals and environments, and animal experimentation services. Laboratory animal breeding equipment, the core of the industry, has reached the level of developed countries, and the industry's scale and influence are unmatched in China. Since the 21st century, biopharmaceuticals have become the "No.1 industry" in the development of Suzhou. With government support, the guidance of the local economy, and the assistance from universities and research institutes, the animal experiment outsourcing industry has begun to cluster in Suzhou. The continuous influx of CROs has driven the construction of large-scale laboratory animal facilities, and key research projects have been initiated, significantly enhancing the industry's R&D capabilities. The Suzhou laboratory animal industry has quickly expanded alongside the "No. 1 industry," creating a unique "Suzhou Path" for laboratory animals. Over nearly fifty years, the laboratory animal industry in Suzhou has been essential to the rapid development of the biopharmaceutical industry in Suzhou and China.

[Key words] Suzhou; Laboratory animal; Caging equipment; Individually ventilated cages

20世纪70年代，是我国改革开放的前夕，也是实验动物产业在苏州萌发的重要时刻。从实验动物笼器具的引进和一步步升级，到净化工程以及配套产品的研发，再到实验动物行业各项外包服务的应运而生，苏州市实验动物产业已经形成了完整产业链。在苏州市政府的引导和行业标准化建设下，苏州市实验动物产业与苏州“一号产业”——生物医药同频共振、协同发展，走出了一条独具特色的“苏州之路”。

1 苏州市实验动物产业发展的历程

苏州市实验动物产业紧跟我国改革开放的步伐，与苏州地方经济和产业同步发展，具有鲜明的时代特征和阶段性特点。从早期的引进、模仿，到后来的创新、研发，苏州市实验动物产业在地方政府的引导和支持下，逐步走出了一条创新、协同发展之路。

1.1 起步——20世纪70年代

饲养设备是实验动物产业的核心和起点。在20世纪60～70年代，由陶土烧制而成的陶瓷瓦罐是我国实验大鼠、小鼠饲养的主要笼器具[1]，此时也正是苏州市实验动物产业的起步阶段。1976年，苏州市吴县文教医用塑料厂成立，时为苏州市吴县文教局校办厂，主要生产输液针，同时也生产和销售大鼠、小鼠饲养用陶瓷瓦罐［图1（上图）］，适用于大鼠、小鼠近交系的保种和繁育。陶瓷瓦罐虽价格低廉但沉重易损，使用起来有诸多不便。到了20世纪70年代中后期，一些海外学者从国外带回来了塑料大鼠、小鼠笼盒。此种无毒塑料制成的笼盒轻便耐用、易于清洁，一下子引起了广泛关注，以至国内部分厂家纷纷开始模仿。1978年，苏州市吴县文教医用塑料厂开发出国内第一套实验小鼠塑料笼盒模具（M1型），并用PC塑料生产出国内第一批塑料笼盒；后经改造、调整生产的M2型大鼠、小鼠塑料笼盒成为了当时的主流产品[2]。但由于缺少专业性的模具和塑料原材料，这样的生产很难在其他工厂大规模推广。

实验动物产业的起步阶段正是我国改革开放的前期。由于物资材料短缺，此时的实验动物笼架、笼箱多以铁质材料为主，加以喷塑达到美观、防锈的目的。喷塑铁架是当时主要的笼架原型［图1（下图）］。

1.2 兴起——20世纪80年代

1980年代，随着改革开放的全面展开，中国各行各业积极变革。全国实验动物工作会议的召开吹响了我国实验动物科学与产业发展的号角，实验动物产业因此迎来了发展的第一次飞跃。

1982年，由科技部（原国家科委）、卫健委（原卫生部）、农业农村部（原农牧渔业部）、国家医药管理局等多个国家部委组织的全国第一次实验动物工作会议在西双版纳召开[3]。会上，各地专家提出了关于我国实验动物工作发展的建议和意见。1983年，原国家科委从日本引进了4套实验动物塑料笼盒模具（CP-1~4，包括大鼠、小鼠塑料笼盒）及部分TPX塑料粒子，无偿赠送给苏州塑料一厂。之后，苏州塑料一厂作为国家科委定点生产单位，成功试制出SS、CP

图1 20世纪70年代的啮齿类动物饲养笼器具陶瓷瓦罐(上图)和喷塑铁架(下图)

Figure 1 Ceramic jar for rodent cages (above) and spray-coated iron frame (below) in the 1970s

系列实验动物笼器具，很快投入批量生产。这些成果被当时国内唯一的实验动物学术期刊《上海实验动物科学》(现更名为《实验动物与比较医学》)所报道[4]。

塑料模具的引进掀起了实验动物笼器具生产的浪潮，苏州市实验动物笼具厂如雨后春笋般建立。1985年，苏州市东渚实验动物笼具厂成立。1987年，吴县实验动物设施设备厂落成，并于1992年更名为苏州市冯氏实验动物设备有限公司，目前已成为国内实验动物笼器具的龙头企业。1987年，原苏州辐射制品厂也开始生产实验动物笼器具；1990—1992年，该厂的技术骨干相继成立苏州枫桥实验动物笼具厂、苏州枫桥净化设备厂和苏州新区教育实验动物笼具厂。

1980年代初，裸小鼠在国外已被广泛用于科学研究，而此时由于国内生产设备缺乏，裸小鼠的繁育一直处于困难境地。后来一些留学归国人员带回了国外先进的实验动物生产设备和技术，他们和笼器具厂家一起，对饲养裸小鼠的隔离器进行研发并实行小批量生产。1989年，由于原上海生物制品研究所下属玻璃加工厂（当时国内塑料隔离器的主要生产厂家）转型，苏州市吴县实验动物器材厂在相关专家的指导下开始研发和生产隔离器。同期，国产超净生物层流架通过技术鉴定[5]。苏州市吴县实验动物器材厂的系列洁净层流柜也研制成功。超净生物层流架的出现填补了国内科研产品的一项空白（图2）。另外，苏州医学院脑神经研究室从日本引进了NC系裸小鼠，采用苏州净化设备厂（现江苏苏净集团有限公司）生产的系列产品CLJD装配式1000级生物洁净室进行饲育；每年可繁育近500只，为实验室建立的裸小鼠人脑胶质瘤模型提供了充足的实验材料[6]。随着各个笼器具厂的兴起，苏州成为了全国著名的“笼具之乡”。

图2 20世纪80年代苏州市实验动物器材企业生产的第一代隔离器(上图)和国产超净生物层流架(下图)

Figure 2 First generation isolator (above) and China-made ultra-clean biological laminar flow rack (below) produced by Suzhou laboratory animal equipment enterprises in the 1980s

1.3 壮大——20世纪90年代

20世纪90年代，我国钢产能迅速发展。不锈钢因牢固耐用和美观卫生的特点，开始被大范围应用于实验动物设备中。原先的实验动物笼架、笼箱的材料逐步被不锈钢材料所取代，尤其是实验兔、犬、猴和猪的饲养、实验及运输用笼器具。自此，不锈钢成为笼架、笼箱等产品的主流材料并沿用至今。与此同时，随着国家实验动物资源种子中心的建设以及相关国家标准的颁布，实验动物规范化生产成为主流，以不锈钢为主体的隔离器成为了实验动物保种的主要笼器具。

1995年，江苏省质量技术监督局、扬州大学、江苏省原子医学研究所等单位的专家联合起草了江苏省第一部实验动物笼器具地方标准，并对该标准的水平及可行性进行了评估[7]。该标准也是国内第一部实验动物笼具标准。其借鉴了第一部实验动物环境与设施国家标准（GB/T 14925—1994），充分结合了当时的国情状况。

经过20年的发展，我国实验动物产业在笼器具方面有了长足进步，苏州的实验动物笼器具行业也具备了一定规模，形成了以冯氏、苏杭、苏州艾可林净化设备有限公司、枫桥净化、新区教育、枫桥等厂家为代表的实验动物笼器具产业集群。据不完全统计，当时全国实验动物笼器具中，80%以上的笼器具均来自苏州。同时，苏州的笼器具产品开始出口日本、新西兰等国，并从此打开了我国笼器具出口的大门。此后，在国际市场上的影响力也逐渐提高。

在此基础上，苏州的实验动物配套产业也开始发展壮大。以苏净、金燕净化、安达、艾尔泰克为代表的一大批实验动物行业净化企业成为国内首批专业从事实验动物设施规划建设的机构，参与建设了国内第一批实验动物亚屏障/屏障设施。1994年，苏州市第一家专业化实验动物养殖企业——苏州镇湖实验动物厂（现苏州高新区镇湖实验动物科技有限公司）成立；1997年，国内第一家专业化实验动物饲料生产企业——苏州双狮实验动物饲料科技服务有限公司成立；1999年，苏州市第一家合资开办的专业化实验猴生产单位——苏州西山中科实验动物有限公司挂牌。苏州市实验动物产业链开始逐步延伸和壮大。

1.4 转型——21世纪初10年

20世纪90年代，意大利泰尼百斯（Tecniplast）公司率先研制出独立通气笼盒（individually ventilated cages，IVC）系统，标志着实验动物饲养在笼器具方面从传统的开放式逐步向净化式发展；该系统逐步在世界发达国家得到研究和应用[8]，并于20世纪末被引进至国内[9]。它的出现给苏州市实验动物产业带来了第二次飞跃性发展。

2000年，国内首台IVC在上海诞生。紧随其后的是，苏州的苏杭、冯氏、艾可林等笼器具企业也纷纷在短期内研发出具有自主知识产权的IVC产品并推向市场。以IVC、EVC（exhaust ventilated closed-system cage）为代表的大鼠、小鼠净化笼器具产品逐步成为市场的主流，兔、豚鼠饲育IVC也相继投入市场。同年，国内第一家专业从事实验动物笼器具与设施规划建设的研发机构——苏州市博采实验动物笼器具技术研发中心在苏州成立，这弥补了当时我国实验动物笼器具产业研发力量的不足。

2006年，江苏省质量技术监督局组织全省专家对原先的实验动物笼器具地方标准进行了重新修订，出台了《江苏省实验动物笼器具地方系列标准》。该标准分为塑料笼箱、金属笼箱、笼架、饮水瓶、层流架等5个系列[10]，并在之后通过了省质量技术监督局的审查，获得国家标准化委员会备案后正式实施并沿用至今。同年，江苏省还发布了IVC系统的地方标准（DB32/T 972—2006）。

从实验动物及相关产品到动物实验服务，苏州市实验动物产业实现了新的转型，产业链向行业纵深延伸，并日臻完善。实验动物上下游企业的快速发展，催生了实验动物行业组织的诞生。2003年，国内第一个地方性实验动物行业组织——苏州市实验动物协会诞生。在协会的组织与推动下，苏州市实验动物产业研发创新能力进一步快速发展。

1.5 规模化发展——21世纪10年代至今

随着我国现代化水平的提升和劳动力成本的增加，自动化、智能化产品需求逐步增多。21世纪10年代以来，苏州市实验动物产业链也向着自动化、智能化方向逐渐完善和扩大。在这个过程中，企业的科技创新是产业可持续发展的支撑。自动清洁、自动饮水、生物安全以及在线监测与报警等功能相继推出，并衍生出一系列专利产品。伴随生物安全实验室建设的需要，适用于大动物（猴、犬、猪等）的生物安全笼器具相继研发成功，并通过农业农村部专家的验收。冯氏公司的专利产品小鼠投放驿站可以解决实验鼠独立存放和错序的问题；组合式生物安全型IVC实验猴隔离系统可以通过多重手段监控猴在隔离器集成柜内部的饲养情况，保证饲养质量。苏杭公司的集中通风式实验猴生物安全饲养系统相比独立通风，具有较低的通风噪声，对动物应激干扰小，配合独立设置的主机箱，可大大减少后续检查维护的工作量。苏州猴皇动物实验设备科技有限公司的实用新型换笼工作台能够提供所需洁净度的换笼环境和平台，保证实验的质量和稳定。

与此同时，实验动物设施及配套产品也得到进一步发展，净化工程、笼器具生产、福利产品、检测试剂、劳保用品等都衍生出新的专业生产服务机构。表1列出了目前苏州市实验动物产业的部分代表性企业及其业务范围等信息。

表1 目前苏州市实验动物产业代表性企业信息

Table 1 Information on current representative enterprises in Suzhou laboratory animal industry

企业名称 Enterprise name	成立时间 Year of establishment	业务范围 Business scope	产业领域 Industry sector
苏州市冯氏实验动物设备有限公司 Suzhou Fengshi Laboratory Animal Equipment Co., Ltd.	1987	实验动物IVC、EVC笼器具、层流架、隔离器、不锈钢笼器具	实验动物饲育设备
苏州市苏杭科技器材有限公司 Suzhou Suhang Technology Equipment Co., Ltd.	1993	实验动物IVC笼器具、隔离器	实验动物饲育设备
江苏苏净集团有限公司 Jiangsu Sujing Group Co., Ltd.	1994	空气洁净设备及系统、生物安全设备及系统	净化工程
苏州艾可林净化设备有限公司 Suzhou Airclean Equipment Co., Ltd.	2001	实验动物饲养设备、生物安全净化工程设备	实验动物饲育设备、净化工程
苏州猴皇动物实验设备科技有限公司 Suzhou Houhuang Animal Experimental Equipment Technology Co., Ltd.	2007	实验动物笼器具、净化笼器具、不锈钢实验设备	实验动物饲育设备
苏州双狮实验动物饲料科技有限公司 Suzhou Shuangshi Experimental Animal Stall Food Technology Co., Ltd.	1998	实验动物各类配合饲料和垫料	实验动物饲料垫料
苏州西山中科实验动物有限公司 Suzhou Xishan Zhongke Laboratory Animal Co., Ltd.	1999	犬和非人灵长类实验动物的繁育供应和研究	实验动物生产
卡文斯百格(苏州)模式动物研究有限公司 Cavens Biogle (Suzhou) Model Animal Research Co., Ltd.	2016	SPF级实验小鼠的生产销售以及定制化繁育保种服务	实验动物生产

1.6 协同并进——CRO机构的涌入

21世纪以来，受国内外形势影响，专业从事新药研发临床前动物实验外包服务的机构［即合同研究机构（contract research organization，CRO）］开始建设规模化、高标准的实验动物设施。苏州市政府高度重视生物医药产业，大力吸引专业化的CRO机构进入苏州。2006—2011年，苏州药明康德新药开发有限公司、昭衍苏州新药研究中心有限公司、中美冠科生物技术（太仓）有限公司、西山中科药物研究有限公司、圣苏新药开发有限公司、华测生物技术有限公司先后落户苏州，并建设了高标准的实验动物设施。

生物医药产业日渐受到国内外的高度重视，苏州市政府更是把生物医药作为“一号产业”加以重点发展。为此，一大批为生物医药、医疗器械研发提供外包服务的CRO机构涌入苏州。2014年以来，安领、国辰、敬咨达、方达、熠品、中检华通威、科标、熙华、华联美德、蛇牌学院、凯斯艾等CRO机构先后落户苏州，形成了以医药（药明康德、昭衍、华测、西山中科、方达、安领、中美冠科、国辰、圣苏、拓维、熙华、莱奥、凯斯艾、泰普迈）、农药（敬咨达、西山中科）、医疗器械（苏大检测、熠品、中检华通威、科标、振湖、博赛孚、蛇牌学院、华联美德、金翼）三大领域为特色的临床前评价服务产业集群。集聚效应和规模效应日渐突出，有力地支撑着生物医药产业的高速发展。

同时，生物医药产业的高速发展反过来也引领了苏州市实验动物产业的快速扩张。多个大规模实验动物设施纷纷新建，以配合扩大的产能需求（如药明康德、昭衍、华测等）。尤其是，大分子药物、生物制品等研发热潮形成的驱动力吸引了多家从事实验动物生产、模型开发和动物实验服务一体化的机构来苏州发展或扩张（维通利华、斯贝福、赛业等），配合拥有检验检测机构资质认定（China Inspection Body and Laboratory Mandatory Approval，CMA）和中国合格评定国家认可委员会（China National Accreditation Service for Conformity Assessment，CNAS）等多项资质的专业实验动物质量检测机构。至此，苏州市实验动物行业产业链已极为完整（表2）。

据统计，2021年，苏州市实验动物许可证数量占全省数量的26.9%，苏州市实验动物许可证单位数量首次超过南京市[11]。至2023年底，苏州市实验动物产业现有许可证97份，其中包括生产许可证14份（涉及11家单位）和使用许可证83份（涉及43家机构），整体呈增长趋势（图3）。年使用实验动物超140万只，

表2 目前苏州市实验动物相关的部分CRO企业信息

Table 2 Information on current CRO companies related to laboratory animal industry in Suzhou

企业名称 Company name	成立时间 Year of establishment	涉及业务范围 Business scope involved
苏州药明康德新药开发有限公司 WuXi AppTec (Suzhou) Co., Ltd.	2006	药物研发、医疗器械检测服务
苏州西山中科药物研究开发有限公司 Suzhou Xishan Zhongke Pharmaceutical R&D Co., Ltd.	2008	药物、农药安全性评价检测服务
中美冠科生物技术(太仓)有限公司 Crown Bioscience (Taicang) Co., Ltd.	2008	药物研发
昭衍(苏州)新药研究中心有限公司 JOINN Laboratories (Suzhou) Co., Ltd.	2008	药物、农药安全评价、医疗器械检测服务
苏州华测生物技术有限公司 Centre Testing International Group Co., Ltd.	2011	医药、医疗器械、环境检测服务
苏州熠品质量技术服务有限公司 Suzhou Yipin Quality Technical Service Co., Ltd.	2015	医疗器械检测服务
苏州国辰生物科技股份有限公司 Suzhou Guochen Biotechnology Co., Ltd.	2016	药物试验、日化品检测服务
安领生物医药(苏州)有限公司 Anling Biopharmaceutical (Suzhou) Co., Ltd.	2017	药物试验服务
中检华通威国际检验(苏州)有限公司 CCIC Huatongwei International Inspection(Suzhou) Co., Ltd.	2017	医疗器械检测服务
苏州科卓医疗科技有限公司 Suzhou Kezhuo Medical Technology Co., Ltd.	2020	医疗器械检测服务
苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司 Suzhou Suda Health and Environmental Technology Research Institute Co., Ltd.	1984	实验动物质量检测、设施环境质量检测和医疗器械检测服务
苏州西山生物技术有限公司 Suzhou Xishan Biotechnology Co., Ltd.	2005	实验动物质量检测和感染性疾病诊断试剂的开发和推广服务

设施面积超22万m^2。

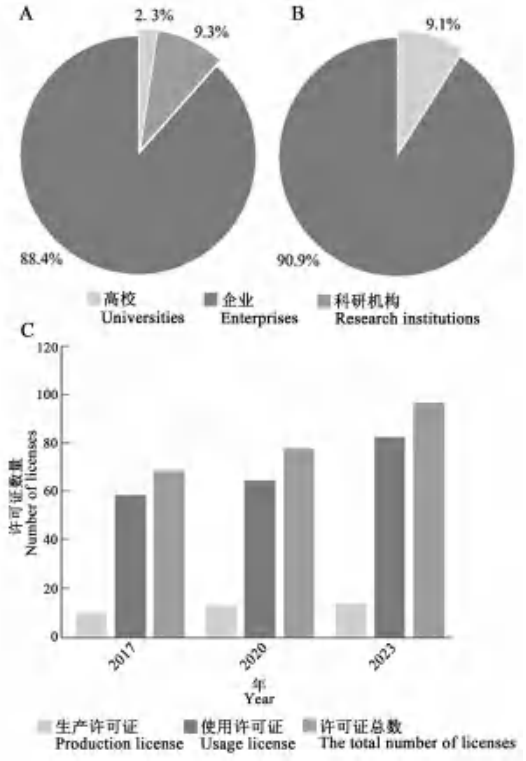
2 实验动物产业发展的“苏州之路”

苏州市实验动物产业能有如今的规模和影响力，得益于政府的支持、地方经济的引领、高校和科研院所的助力，以及民营经济活跃的氛围等诸多因素的共同作用，走出了一条特色化的“苏州之路”。

2.1 政府支持与引导

从最初的萌发到如今的规模化，苏州市实验动物产业的蓬勃发展离不开政府的决策和政策的引领。早在1983年，原国家科委在苏州试点，将从日本引进的实验动物笼盒模具及部分TPX塑料粒子无偿赠送给苏州塑料一厂，试制实验动物塑料笼器具。自1990年代起，科技部、江苏省科技厅、苏州市科技局高度重视实验动物配套条件的支持工作，先后立项重点研发计划、江苏省科技基础设施平台、江苏省社会发展、苏州市重点实验室、苏州市科技服务平台、苏州市社会发展等各类项目10多个，累计投入研发经费近亿元，用于支持模式动物开发、实验动物饲料、垫料、笼器具、动物实验服务等各类产品的研发以及服务平台的建设，极大提升了苏州市实验动物产业的研发能力和科研水平。

除此之外，在地方标准研制立项方面，2006年重新修订出台的《江苏省实验动物笼器具地方系列标准》的制定获得中国实验动物学会科学技术奖二等奖[12]，并一直沿用至今。随后陆续开展了实验动物垫料、实验猪、雪貂等产品的地方标准研制，大大推动了相关产业的健康发展。2008年，《江苏省实验动物管理办法》颁布，将实验动物行业的法制化管理落到实处。2012年，江苏省发布了实验动物垫料的地方标准（DB32/T 2129—2012）。2013年，颁布了《江苏省突发实验动物生物安全事件应急预案（试行）》。2019年，中国（江苏）自贸试验区苏州片区的正式成立为苏州市实验动物行业带来了新前景。同年起，苏州市下发



注：A～B，2023年苏州市实验动物使用许可证（左）和生产许可证（右）分布情况；C，2017—2023年的苏州市实验动物生产和使用许可证数量变化趋势。

Note: A-B, Distribution of Suzhou laboratory animal use licenses (left) and production licenses (right) in 2023; C, The trend of changes in the number of laboratory animal production and use licenses in Suzhou from 2017 to 2023.

图3 苏州市实验动物许可证分布情况及数量变化趋势

Figure 3 Distribution and quantity trends of Suzhou laboratory animal licenses

了《关于开展苏州市实验动物行政许可事中事后监管工作的通知》，且每年执行，为行业的健康发展保驾护航。

2.2 高校与科研院所助力

苏州市实验动物产业在萌发之际就得到了众多高校和科研院所的大力支持。20世纪80年代，上海、北京等地一些学成回国的学者从国外带回了先进的塑料笼盒以及隔离器等产品的信息和技术，他们将这些材料无偿地交由苏州笼器具企业进行模仿和开发，进而才有了国内实验动物笼器具的第一批产品和相关产业的兴起。在参考了日本、英国等国家的实验动物饲育定标设备后，从我国国情和技术基础出发，结合现有设备的优缺点[13]，苏州的笼器具企业一步步设计出小鼠塑料饲育盒、自动洗涤式笼架、洁净层流柜等产品[14]。其后，科学家们继续无私地分享他们在动物实验过程中的想法，促进了我国笼器具产品的不断创新。苏州吴县实验动物器材厂曾在上海市畜牧兽医学会实验动物科学学科组专家的技术支持下，开发生产了当时畅销全国的笼器具产品。苏州塑料一厂在当时国家科委、中国实验动物科学技术开发中心和国内实验动物科学界多名专家、学者的共同支持下，曾与日本三井物产株式会社进行技术交流，开发生产的实验动物笼器具已在苏州医学院附属第一医院投入使用，建立了人脑胶质细胞瘤的动物模型，从而促进了肿瘤医治的研究工作[4]。

自1999年起，苏州大学实验动物中心联合苏州双狮实验动物饲料科技有限公司、苏州市苏杭科技器材有限公司、苏州市冯氏实验动物设备有限公司等企业，共同研发实验动物饲料、辐照饲料、垫料、IVC、IVC管道清洗消毒机、小鼠驿站等系列产品。这大大激活了企业的研发动力，多数产品引领市场，成为行业明星并沿用至今。2016年，苏杭公司与复旦大学联合承担了国家重点研发计划——生物安全初级屏障关键装备的研发项目，重点研究高等级动物病原微生物ABSL-3实验室生物安全防护技术与产品，为我国生物安全实验室建设提供了强有力支撑。

通过高校（科研院所）、企业、市场形成的产学研联合体，大幅提升了实验动物产业的研发能力，提高了产品质量和性能，促进了实验动物产业的健康发展，有力支撑着我国医学、生命科学、药学等学科的高质量发展。

2.3 地方经济引领

苏州市一直是我国改革开放的前沿。早在改革开放之初的1983年春，邓小平同志就来到苏州调研，为改革开放政策的制定提供了第一手资料，描绘了苏州经济发展的蓝图。这对于苏州、江苏乃至全国的经济发展，都有着普遍的指导意义[15]。

正是苏州乡镇经济发展才引来了国家科委的试点，将引进的第一套笼器具模具放在苏州。其后的若干年，是我国改革开放的春天，也是实验动物产业的春天。苏州民营经济的沃土促进了实验动物笼器具、净化工程行业的快速发展。到了21世纪，服务经济和产业经济兴起，作为支撑着苏州未来发展的“一号产业”——生物医药产业蓬勃发展[16]。

2007年开园的苏州生物医药产业园（BioBAY）是苏州工业园区为发展生物医药产业而建立的专业科技

创新载体。2018年以来，国家关于生物医药行业利好政策的不断推出，促进了该行业的快速发展。科技部中国生物技术发展中心发布的中国生物医药产业园区竞争力评价及分析报告显示，在最新的中国生物医药园区综合竞争力50强中，苏州工业园区多年来在全国生物医药产业园中稳居第一方阵，已经连续4年排名前三，在产业竞争力、技术竞争力和人才竞争力3个方面均名列前茅。

据BioBAY统计，目前苏州市生物医药产业园已汇聚各类生物医药创新企业620余家，形成了创新药物、高端医疗器械与体外诊断、生物技术三大重点产业集群。以政策奠定发展基石，以改革释放创新活力，以集群布局为战略支撑，以全产业链塑造核心竞争力[17]，产业生态圈的发展促使动物实验服务外包行业集聚苏州，进一步推动了苏州市实验动物产业的繁荣。未来，配合具有国际竞争力的世界级产业地标“中国药谷”的打造，苏州市实验动物行业的整体实力还将进一步增强。

3 总结

经过半个世纪的发展，苏州市实验动物产业经历了数次更新和飞跃。以年代为轴，历经20世纪70年代的起步、80年代的兴起、90年代的壮大，迎来了21世纪的转型，再到近10年的规模化、国际化发展。通过引进、模仿和创新以及智能化、数字化升级，笼器具产品从最初的瓦罐到如今的洁净、安全、自动化、数字化的笼盒，该产业焕发出新的活力。从传统的笼器具到如今的动物实验外包，从产品到服务，苏州市实验动物产业在各级政府引导和支持、众多专家助力、地方经济引领下，形成了产业链完整、规模化集聚、协同发展的新局面。苏州市实验动物产业在产品、工艺、标准、研发、规模等方面已经处于国内第一方阵，有力地支撑着苏州乃至全国医学、生命科学的发展，未来将携手苏州生物医药产业共同进步，大力发展产业创新，推动关键核心技术突破，走向世界，致力于成为高质量发展的典范。

[作者贡献 Author Contribution]

赵丽娟负责相关资料调查、数据整理、文章初稿撰写；
肖春兰参与相关资料的调查研究以及写作策划；
盛雅洁参与资料的整合以及文章修改；
鲁希负责资料的整合及核对；
周正宇负责文章的框架策划、数据把关及审定。

[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] 尹松林, 袁春萍, 严国锋, 等. 独立通气笼具的技术分析与发展前景[J]. 实验动物与比较医学, 2005, 25(3):186-189.
YIN S L, YUAN C P, YAN G F, et al. Technical analysis and development prospects of independent ventilation cage[J]. Lab Anim Comp Med, 2005, 25(3):186-189.

[2] 薛逸祯, 邱志方. M-1型小鼠塑料饲育盒的繁殖效果观察[J]. 上海畜牧兽医通讯, 1982, 2(1):12-14.
XUE Y Z, QIU Z F. Observation on reproductive effect of M-1 plastic feeding box for mice[J]. Lab Anim Comp Med, 1982, 2 (1):12-14.

[3] 唐利军. 西双版纳会议与湖北省实验动物科技发展40年历程[J]. 实验动物与比较医学, 2021, 41(1):9-13. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2020.159.
TANG L J. History of Xishuangbanna conference and development of Hubei laboratory animal science and technology in past 40 years[J]. Lab Anim Comp Med, 2021, 41 (1):9-13. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2020.159.

[4] 管基. 国家科委定点生产单位苏州塑料一厂试制成功SS、CP系列实验动物笼器具[J]. 上海实验动物科学, 1984, 4(4):236.
GUAN J. Suzhou No. 1 Plastic Factory, the designated production unit of the State Science and Technology Commission, successfully trial-produced SS and CP series experimental animal cage appliances[J]. Shanghai Lab Anim Sci, 1984, 4(4):236.

[5] 尚东言. 国产超净生物层流架通过技术鉴定: 填补了国内一项空白[J]. 上海实验动物科学, 1987, 7(1):68.
SHANG D Y. Domestic ultra-clean biological laminar flow frame passed the technical appraisal-filling a gap in China[J]. Shanghai Lab Anim Sci, 1987, 7(1):68.

[6] 黄强, 徐庚达, 马文雄, 等. NC系裸小鼠的饲育与应用[J]. 上海实验动物科学, 1987, 7(3):153-155.
HUANG Q, XU G D, MA W X, et al. Reproduction of NC nude mice and relevant experimental application in the study of human brain tumor[J]. Shanghai Lab Anim Sci, 1987, 7(3): 153-155.

[7] 穆正明, 李厚达, 单平. «江苏省实验动物笼器具地方标准»编制说明[J]. 上海实验动物科学, 1996, 16(S1): 241. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2007.03.010.
MU Z M, LI H D, SHAN P. Introduction to local standards of laboratory animal cage in Jiangsu province[J]. Lab Anim Comp Med, 1996, 16(S1): 241. DOI: 10.3969/j. issn. 1006-6179. 2007.03.010.

[8] CLOUGH G, WALLACE J, GAMBLE M R, et al. A positive, individually ventilated caging system: a local barrier system to protect both animals and personnel[J]. Lab Anim, 1995, 29 (2):139-151. DOI: 10.1258/002367795780740221.

[9] 齐海涛, 王有为, 卢笑丛. 独立换气净化笼具(IVC)国内外研究进展[J]. 中国比较医学杂志, 2006, 16(2):122-125. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2006.02.016.
QI H T, WANG Y W, LU X C. Review of IVC system[J]. Chin J

Comp Med, 2006, 16(2):122-125. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2006.02.016.

[10] 刘年双, 张玫, 孟群, 等. 江苏省实验动物笼器具隔离器地方标准编制说明[J]. 实验动物科学, 2009, 26(2):36-37. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2009.02.009.
LIU N S, ZHANG M, MENG Q, et al. Intwduction to local standards of laboratory animal cage isolator in Jiangsu province[J]. Lab Anim Sci, 2009, 26(2): 36-37. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2009.02.009.

[11] 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.

[12] 刘年双, 宗卫峰. 实验动物建筑设施相关产品研发-笼器具标准编制引发的思考[J]. 中国比较医学杂志, 2011, 21(10):69-71. DOI: 10.3969/j.issn.1671.7856.2011.10.11.016.
LIU N S, ZONG W F. The research of laboratary animal building facilities related product the thinking initiated by the standards of laboratary animal cage[J]. Chin J Comp Med, 2011, 21(10):69-71. DOI: 10.3969/j.issn.1671.7856.2011.10.11.016.

[13] 曹征操, 佘贵生. 实验动物的饲育设备[J]. 上海畜牧兽医通讯, 1982, 2(1):23-25.
CAO Z C, SHE G S. Feeding equipment for experimental animals[J]. Lab Anim Comp Med, 1982, 2(1):23-25.

[14] 王建军, 李丽清. 浅谈在我国尽快实现实验动物饲育器材现代化[J]. 动物学杂志, 1987, 22(1): 53-54. DOI: 10.13859/j. cjz. 1987.01.016.
WANG J J, LI L Q. Talking about the modernization of laboratory animal feeding equipment as soon as possible in China[J]. Chin J Zool, 1987, 22(1):53-54. DOI: 10.13859/j.cjz.1987.01.016.

[15] 张原诚. 1983 年邓小平在苏州调研[J]. 江南论坛, 2014(9):15-16. DOI: 10.3969/j.issn.1006-0057.2014.09.007.
ZHANG Y C. In 1983, Deng Xiaoping made an investigation in Suzhou[J]. Jiangnan Forum, 2014(9):15-16. DOI: 10.3969/j.issn.1006-0057.2014.09.007.

[16] 蓝绍敏. "开放再出发" 的苏州实践[J]. 中国领导科学, 2020(4):18-21.
LAN S M. Suzhou's new method and practice of the "opening up" policy[J]. China Leadersh Sci, 2020(4):18-21.

[17] 苏功新. 全力打造生物医药产业创新集群[J]. 群众, 2022(18):49-50.
SU G X. Make every effort to build an innovative cluster of biomedical industry[J]. QUNZHONG, 2022(18):49-50.

（收稿日期：2024-08-02 修回日期：2024-10-12）
（本文编辑：翟玉凤，张俊彦，富群华，娄怡欣）

[引用本文]
赵丽娟, 肖春兰, 盛雅洁, 等. 风雨五十载，奋斗半世纪——记苏州市实验动物产业发展五十年[J]. 实验动物与比较医学, 2024, 44(6): 645-653. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.113.
ZHAO L J, XIAO C L, SHENG Y J, et al. Challenges and development in Suzhou laboratory animal industry over the past five decades[J]. Lab Anim Comp Med, 2024, 44(6): 645-653. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.113.

****

《实验动物与比较医学》有关实验动物福利伦理内容的说明

本刊是我国实验动物科学与比较医学领域的一本专业学术期刊，严格遵守国家实验动物相关法律、法规和标准，包括但不局限于《实验动物管理条例》（2017年3月1日修订版）和《实验动物 福利伦理审查指南》（GB/T 35892—2018）等，同时参考借鉴国际生物医学期刊关于动物实验研究报告的相关指南共识（如ARRIVE 2.0、IGP 2012、IAVE Guidelines 2010等）。因此，本刊对所有涉及动物实验的来稿均需审查实验动物福利与伦理相关内容。现将一些具体要求说明如下：

1. 涉及动物实验的来稿，需提供实验动物生产许可证和质量合格证，以及动物实验场所的实验动物使用许可证。以上证明须与使用动物种类及动物实验单位名称相匹配，并在正文中列出其对应的许可证编号。

2. 涉及动物实验的来稿，需在考虑3R（替代、减少和优化）原则的基础上设计动物实验，并提供作者单位实验动物福利伦理委员会（或相关机构） 出具的实验动物福利伦理审查批件。批件中所列内容须与投稿文章相吻合，并在正文中列出对应的批准编号。

3. 实验动物的用药，尤其是麻醉镇痛用药必须优先使用药用级麻醉剂，特别是当涉及存活手术的动物实验时。鉴于无法确定非药用级麻醉剂（如三溴乙醇、水合氯醛等）的相关性状及对实验动物的影响，从而不能保障实验动物福利及研究结果的可靠性，而且目前已有更优的市售麻醉药剂可供选择，因此本刊不建议使用上述试剂。如确需使用，请提供充足理由说明及相应的批准文件。

4. 涉及肿瘤动物模型的研究，本刊参考国内及国际通用准则，建议单个肿瘤体直径不超过20 mm（小鼠）或40 mm（大鼠）且不出现明显的肿瘤溃疡。如投稿文章中有超出上述标准的研究内容，需提交作者单位相关肿瘤动物模型研究的指导原则文件，以及从科学角度判断肿瘤体积合理性的依据性材料。

《实验动物与比较医学》编辑部