

秦川 陈民利  
总编 主编

实验动物专业技术人员等级

# 培训教材 (初级)



中国协和医科大学出版社



实验动物和动物实验从业专业技术人员系列培训资料

# 实验动物专业技术人员等级培训教材 (初级)

---

总 编 秦 川  
主 编 陈民利  
主 审 卢金星 刘云波 魏 强

编写人员 (按姓氏笔画排序)

卢金星 刘云波 杨 斐 吴宝金 陈民利  
秦 川 常 在 魏 强

编写秘书: 赵宏旭 宋 晶 孟俊红 张 淙

 中国协和医科大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

实验动物专业技术人员等级培训教材：初级 / 陈民利主编. —北京：中国协和医科大学出版社，2017. 8

ISBN 978-7-5679-0852-9

I. ①实… II. ①陈… III. ①实验动物-技术培训-教材 IV. ①Q95-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 187451 号

实验动物和动物实验从业专业技术人员系列培训资料  
实验动物专业技术人员等级培训教材 (初级)

---

主 编：陈民利  
责任编辑：田 奇

---

出版发行：中国协和医科大学出版社  
(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65260431)

网 址：[www.pumcp.com](http://www.pumcp.com)  
经 销：新华书店总店北京发行所  
印 刷：中煤 (北京) 印务有限公司

---

开 本：787×1092 1/16 开  
印 张：10.25  
字 数：210 千字  
版 次：2017 年 8 月第 1 版  
印 次：2017 年 8 月第 1 次印刷  
定 价：29.00 元

---

ISBN 978-7-5679-0852-9

(凡购本书，如有缺页、倒页、脱页及其他质量问题，由本社发行部调换)

## 实验动物专业技术人员等级培训教材编委会

总 编 秦 川  
主 编 陈民利 卢 静 谭 毅  
主 审 魏 强 卢金星 刘云波

### 编写人员 (按姓氏笔画排列)

孔立佳 卢 静 卢金星 朱 华 刘云波  
刘恩岐 杨 斐 吴宝金 陈丙波 陈民利  
郑志红 秦 川 高 虹 常 在 崔淑芳  
谭 毅 魏 强

## 前 言

为推进我国实验动物从业人员队伍的专业化、职业化建设，规范实验动物从业人员分类，加强实验动物从业人员岗位和等级技能培训及资格评定工作，中国实验动物学会实验动物标准化专业委员会发布《实验动物 从业人员要求》(T/CALAS 1-2016) 团体标准。标准规定了实验动物从业人员的分类，资格要求、能力要求以及资格培训及评定等。依据实验动物从业人员所从事工作的性质，实验动物从业人员分为六个系列：分别为实验动物技术人员系列，实验动物管理人员系列，实验动物医师系列，实验动物研究人员系列，实验动物辅助人员和实验动物阶段性从业人员。

为使实验动物从业人员学习和掌握系统规范的专业知识，规范培训和资格认定工作，加强实验动物技术人员资格培训工作，中国实验动物学会组织教学、科研一线的专家特别编写了《实验动物专业技术人员等级培训教材（初级、中级、高级）》、《实验动物医师培训教材》、《实验动物设施负责人培训教材》等一系列培训教材，以帮助实验动物从业人员从理论到技能循序渐进地掌握实验动物常用技术，提升技术人员水平。《实验动物专业技术人员等级培训教材》，根据《实验动物 从业人员要求》中将实验动物技术人员分为实验动物助理技师、实验动物技师和实验动物技术专家三类的要求，分别按照初级（适合 A-1 类考试）、中级（适合 A-2 类考试）和高级（适合 A-3 类考试）编写而成。

初级培训教材针对从事实验动物工作初期、理论知识不足或学历层次不够、技术水平不高、入行时间不长的实验动物技术人员而设计，主要内容包括实验动物科学发展历史和目的、基本概念、发展进程，常规实验动物的基本生物学特点、饲养管理、环境设施要求与卫生、健康管理和疾病预防，以及安死术和实验设计与方法等基本知识和技术。

中级培训教材针对已经掌握初级实验动物技术人员应掌握的技术、学历较高、具备一定知识水平的实验动物技术人员而设计，主要内容涉及开展生物医学研究相关的实验动物和动物实验技术，包括实验动物解剖、生理特点以及实验动物培育、饲养、繁殖、疾病控制、设施管理、生物安全等内容。

高级培训教材针对长期从事并熟练掌握实验动物技术的人员而设计，内容在初、中级培训教材的基础上做了拓展，包括了分子生物学和遗传工程领域的知识和技术。

本丛书将为实验动物专业技术人员等级资格考试的培训教材，是实验动物专业技术人员理论和技术水平提升的重要参考资料。

本丛书内容丰富详实，图文并茂，理论与实际工作相结合，既可作为实验动物专业技术人员的专业培训教材，也可作为从事医学、药学及其他生命科学领域的广大科研技术人员的参考用书。

生命科学及实验动物科学发展迅速，新知识、新技术更新很快，由于编者知识和能力有限，内容难免有疏漏和谬误之处，我们期待您对内容的更正或建议以使本系列教材不断更新完善。请将您的建议通过电子邮件 [calas@cast.org.cn](mailto:calas@cast.org.cn) 直接反馈给中国实验动物学会。

中国实验动物学会理事长 秦川

2017年5月

## 目 录

第一篇 绪论 .....	1
第一章 实验动物科学的发展历史和目的 .....	3
第二章 实验动物学的基本概念 .....	7
第一节 实验动物 .....	7
第二节 动物实验 .....	10
第三节 动物福利 .....	12
第四节 实验动物技术人员 .....	15
第二篇 实验动物学的科学基础 .....	17
第三章 科学引言 .....	19
第一节 科学术语 .....	19
第二节 化学基本原理 .....	20
第三节 度量衡单位 .....	21
第四章 细胞和组织结构 .....	22
第一节 解剖学和生理学 .....	22
第二节 机体组织 .....	22
第三节 解剖学名词特点 .....	24
第四节 大体解剖学结构 .....	24
第五章 器官和器官系统 .....	25
第一节 上皮系统 .....	26
第二节 骨骼系统 .....	26
第三节 肌肉系统 .....	28
第四节 循环系统 .....	28
第五节 淋巴系统 .....	29
第六节 呼吸系统 .....	30
第七节 消化系统 .....	31
第八节 泌尿系统 .....	32
第九节 生殖系统 .....	33
第十节 神经系统 .....	34
第十一节 内分泌系统 .....	35

第六章 饲料和营养 .....	37
第一节 营养物质 .....	37
第二节 饲料评价 .....	39
第三节 饲养管理要求 .....	41
第四节 饲料储藏和饲料库的管理 .....	42
第三篇 繁殖与管理 .....	45
第七章 遗传与繁殖 .....	47
第一节 基因和染色体 .....	47
第二节 繁殖 .....	48
第八章 繁育动物的管理 .....	51
第一节 护理 .....	51
第二节 记录 .....	52
第三节 动物的身份标识 .....	52
第四篇 动物种类特异信息 .....	55
第九章 常规实验动物的一般生物学特性 .....	57
第一节 小鼠 .....	57
第二节 大鼠 .....	61
第三节 豚鼠 .....	65
第四节 仓鼠 .....	68
第五节 兔 .....	72
第六节 犬 .....	76
第七节 非人灵长类 .....	79
第八节 猪 .....	84
第十章 特定实验动物的一般生物学特性 .....	88
第一节 羊 .....	88
第二节 雪貂 .....	91
第三节 两栖动物 .....	92
第四节 鸟类 .....	94
第五节 马 .....	97
第六节 牛 .....	98
第七节 爬行动物 .....	99
第八节 鱼 .....	101
第九节 毛丝鼠 .....	103
第十节 土拨鼠 .....	104
第五篇 环境设施与卫生 .....	107

第十一章	实验动物设施的环境 .....	109
第一节	实验动物设施分类 .....	109
第二节	实验动物设施的环境 .....	110
第三节	实验动物设施的设计 .....	112
第十二章	实验动物设施的设备 .....	118
第一节	饲养的设备 .....	118
第二节	笼具清洗设备 .....	121
第三节	测量设备 .....	122
第十三章	实验动物设施的卫生 .....	123
第一节	灭菌 .....	123
第二节	消毒 .....	123
第三节	清洁处理 .....	124
第六篇	动物健康 .....	129
第十四章	动物健康 .....	131
第一节	动物购买、运输、接收和检疫 .....	131
第二节	健康与疾病 .....	133
第十五章	实验动物常见疾病与治疗 .....	140
第一节	实验动物常见疾病 .....	140
第二节	实验动物疾病的治疗 .....	140
第七篇	研究技术 .....	143
第十六章	安死术 .....	145
第一节	安死术的必要性 .....	145
第二节	安死术 .....	146
第十七章	实验设计和方法学 .....	150

# 第一篇 绪论

---

本篇旨在使新入行的实验动物从业人员，特别是想成为实验动物助理技师的人员，熟悉实验动物科学的基础知识和技术，掌握多种实验动物的饲养、管理方法；理解实验动物的相关法规、政策、规定以及动物设施环境要求、动物的异常表现、安全和清洁管理、日常记录、违规行为、常规治疗、保健、环境卫生和消毒程序；实验动物助理技师人员应该提供重要的动物饲养信息，负责动物的福利实施，协助动物实验人员进行良好的动物实验。



## 第一章 实验动物科学的发展历史和目的

实验动物学是研究实验动物饲养技术以及实验动物的营养、行为、健康、生产和管理等各种相关技术手段的科学和技术。实验动物医学主要研究实验动物的疾病诊断、治疗和预防等。从19世纪50年代起,实验动物学迅速发展,培养了大批实验动物专业技术人员,促进了实验动物饲养、培育及实验动物医学的发展,加强了信息的交流。

### 一、动物实验的发展

实验动物学的形成是从动物实验开始的。科学研究中实验动物的应用促进了实验动物学的发展。希腊科学家亚里士多德(Aristotle)通过解剖动物,了解了动物的内在差别,从而奠定了比较解剖学和胚胎学的基础。

公元2世纪,古罗马著名医师和解剖学家盖仑(Galen)通过用猪、猴等动物进行实验,制定了实验研究的规则,提出了只有通过实验研究才能促进医学等科学的进步理念,这也是最早比较医学的概念。

欧洲文艺复兴的到来,促进了动物实验的兴起,尤其是19世纪后半叶,包括解剖学等学科都有了较大的进展,例如首次使用疫苗预防感染、使用乙醚作为麻醉剂等,都经过了动物的测试实验。

20世纪早期,化学、放射学、药学、遗传学、免疫学和其他基础科学的发展为科学研究提供了新的工具,也被广泛应用于动物实验研究。

20世纪50年代,随着各国政府对医学研究资助的增加,动物实验也得到进一步的发展,人道的使用动物也开始被重视,逐步成为一个新的学科。

### 二、实验动物管理组织机构

为了促进实验动物科学的发展,许多发达国家都设立了相应的机构。如:英国1947年成立了实验动物局,后改为实验动物中心;美国1950年成立了实验动物管理小组,后改为美国实验动物科学学会;1956年,国际实验动物科学理事会在美国成立。

1965年,国际实验动物管理评估和认可委员会(Association for Assessment and Accreditation Laboratory Animal Care International, AAALAC International,简称AAALAC)创立,它

提倡高标准的动物福利，为动物福利和实验项目审查提供了可操作系统。全球范围的动物实验设施均可自愿参加此委员会审查的范围涉及对符合这些高标准的实验动物福利设施、现场参观、评估和认证。目前，AAALAC 已经认证了超过 950 个机构。

1987 年，中国实验动物学会成立，该学会是我国广大实验动物科技工作者的学术组织，主要职能是促进实验动物科学技术的交流、普及、繁荣与发展，促进实验动物科技队伍的成长，促进实验动物科技与经济建设相结合，为会员和实验动物科技工作者职业发展服务，为实验动物科学理论、科学技术和产业发展服务，极大地促进了我国实验动物科学的发展。

1988 年原国家科学技术委员会颁布 2 号令《实验动物管理条例》。条例规定我国实验动物工作实行政府逐级管理。国家科学技术部主管全国实验动物的管理工作，统一制定我国实验动物的发展规划，确定发展方向、发展目标和实施方案。省、自治区、直辖市科技主管部门主管本地区的实验动物工作。国务院各有关部门负责管理本部门的实验动物工作，有关部门或地区设立实验动物管理委员会，专门负责实验动物管理工作。包括实验动物许可证管理工作、实验动物质量监督、实验动物从业人员培训与考核等的管理工作，以及实验动物及其相关产品的质量管理。实验动物工作从此走向法制化管理。

2005 年 3 月 18 日，国家标准化管理委员会正式批准成立了“全国实验动物标准化技术委员会”（简称实验动物标委会），2005 年 5 月实验动物标委会成立大会在北京召开。实验动物标委会的成立，标志着我国实验动物科学研究及产业的标准化工作进入了崭新阶段，向管理科学化、市场规范化迈出了坚实的一步。实验动物标委会成立后，在标准计划完成、上报标准制定修订计划、标准审查、标准调研、标准清理、标准体系建设、标准咨询和宣传以及国际标准化活动等各项工作中取得了较大的进展。

近年来，各实验动物机构纷纷成立实验动物管理与使用委员会（Institutional Animal Care and Use Committee, IACUC），该委员会作为机构的实验动物工作审查和监管组织，主要审查和监督本单位开展的有关实验动物的研究、繁育、饲养、生产、经营、运输，以及各类动物实验的设计、实施过程是否符合动物福利和伦理原则。

### 三、实验动物助理技师的职责

中国实验动物学会依据国家《实验动物管理条例》的要求，制定实验动物从业人员的标准，并分级管理包括实验动物助理技师（assistant laboratory animal technician, ALAT），实验动物技师（laboratory animal technician, LAT），实验动物技术专家（laboratory animal technologist, LATG）等。

实验动物助理技师在兽医和实验动物技术专家或者设施管理员的监督下，进行日常的动物饲养管理，如日常的饲养和操作、清洁动物房和笼具、监测环境条件和维护记录（图 1-1）。

1. 日常饲养 实验动物助理技师的基本职责是负责饲养好动物，管理好动物，以保证研究人员的实验数据不受动物饲养管理方面的影响。要求每天观察动物状况，并及时检查

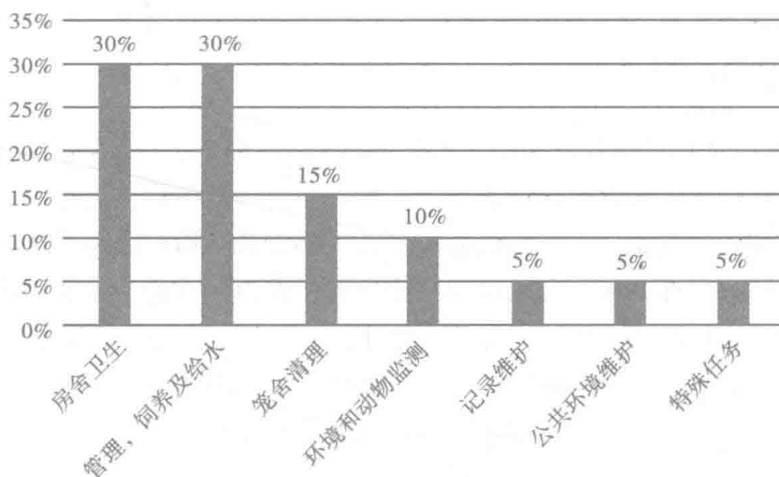


图 1-1 实验动物助理技师的职责

和报告潜在的问题。实验动物助理技师长期与动物在一起，往往能在第一时间发现疾病的迹象、不适当的居住条件或器具等问题，是能及时报告动物是否出现问题的人员。同时，要求实验动物助理技师重视动物饲养管理过程中的福利和伦理方面内容，遵守使用实验动物的相关规定。实验动物助理技师还应了解研究机构在动物护理和使用动物方面须遵从的道德、福利和伦理标准，以及国家和当地政府制定的动物使用相关的管理条例，以便于其了解对研究人员和实验动物应负的责任。

2. 消毒、灭菌及日常观察工作 实验动物助理技师能实时观察和报告动物环境空间的温度、换气次数、昼夜周期和湿度的变化；能捉拿、固定以及判别常用实验动物的性别，掌握动物性别、特性等鉴定的各种方法，记录实验数据；也应当能辨认出实验动物常见临床疾病的征兆、饮食习惯的变化、粪便或尿沉积物的异常变化、异常行为及死亡；并能提供常规的治疗，诸如实施耳疥螨虫药物治疗和修剪过长的趾甲等工作。

3. 记录工作 准确的记录对于研究项目和机构设施的运行是至关重要的。例如，不适当的笼具或错误的动物鉴定会使实验中断或使结果无效；正确的笼具清洗、维护记录及消毒记录有助于研究机构设施的高效率运行和卫生标准达标。准确、及时的记录如环境、卫生和鉴定可提供基本信息，对动物的健康极其重要。因此，实验动物助理技师必须在自己的职责范围内提供准确、清晰的记录。

4. 时间安排、管理 标准化的清洗、饲养和观察时间表有助于进行持续合理的实验动物照料。假期、周末和节日时的员工值班表应确保动物得到适当的照顾，并且不会中断正在进行的研究。动物实验的合理时间安排很大程度上依赖实验动物助理技师。

5. 纠错工作 实验动物助理技师若对要实施的实验方案存在疑惑，务必要问清楚，一旦出现了动物记录出错、动物标签错误，或消毒剂浓度不当等问题，若不能及时发现并纠

正，将引发严重问题。实验动物助理技师应及时确认，发现错误应及时上报设施负责人和研究人员。

#### 四、动物实验伦理

Webster 词典将“伦理学”定义为：①荣誉和道德准则；②接受的行为准则；③个人道德准则。由于认知问题，动物实验一直受到一些人的责难，他们认为这是不道德的。即使实验能够使动物和人类受益，人类仍没有权利去杀戮动物。那些认为动物和人类利益优先于动物实验的人们，同样也认为必须用合乎伦理的方式使用动物。这就意味着动物实验必须遵循一定的规则，以确保动物使用符合伦理道德原则，这些规则可总结为 3R 原则。动物实验的 3R 原则得到普遍公认，即替代（replacement）、优化（refinement）和减少（reduction）。减少：在满足实验目的、得到正确数据、产生科学效益的情况下，尽可能使用最小数量的动物做实验。替代：尽可能使用细胞、组织培养或者数学、电子模型的方法替代动物。优化：尽可能优化实验方案以减轻动物的压力或疼痛。

## 第二章 实验动物学的基本概念

实验动物学 (laboratory animal science, LAS) 是以实验动物为主要研究对象和研究重点, 并将培育的实验动物应用于生命科学等研究领域的一门综合性基础学科。它包括了实验动物和动物实验两部分内容。前者主要围绕着实验动物种质培育和保存、生物学特性、生活环境、饲养繁殖与管理、质量控制、野生动物及家畜禽的实验动物化等开展有关研究, 使实验动物品种、品系不断增加, 质量不断提高, 最终达到规范化和标准化的要求。后者主要以各学科的研究目的为目标, 研究实验动物的选择、动物实验的设计、试验方法与技术、动物模型的制造、影响动物实验结果各因素的控制以及在试验中实验动物反应的观察和结果外延分析等, 以满足生物医学研究需要, 保证科研教学活动中动物实验的质量。即前者重点是研究如何提供高质量的实验动物, 后者是研究如何应用实验动物解决科学问题。

### 第一节 实验动物

实验动物 (laboratory animal, LA) 是指经人工培育, 对其携带微生物和寄生虫实行控制, 遗传背景明确或者来源清楚, 用于科学研究、教学、生产、检定以及其他科学实验的动物。从广义来说, 凡是用于实验的动物, 统称为“实验用动物”。但实验用动物不等于实验动物; 实验用动物, 包括实验动物、野生动物、经济动物、警卫动物和观赏动物等等; 而实验动物是一个特定的概念, 仅仅是实验用动物中的一个特殊群体。实验动物强调其先天的遗传性状、后天的繁育条件、微生物和寄生虫携带状况、营养需求以及环境因素等方面受到全面控制的动物。控制的目的是为了实验应用, 保护接触和应用实验动物人员的健康, 排除干扰因素, 保证实验结果的可靠性、精确性、均一性、可重复性以及可比较性。

#### 一、实验动物遗传学分类

按遗传学控制原理, 将实验动物分成近交系、杂交群及封闭群。

##### (一) 近交系 (inbred strain)

至少经过连续 20 代的全同胞兄妹交配培育而成, 品系内所有个体都可追溯到第 20 代

或以后代数的一对共同祖先。经连续 20 代以上亲代与子代交配与全同胞兄妹交配有等效果。近交系以兄妹交配方式维持。近交系的近交系数 (inbreeding coefficient) 大于 99%。

还有一些特殊类型的近交系动物，是以近交系动物为背景，经过基因重组或使之携带突变基因所培育的近交系动物。如，重组近交系 (recombinant inbred strain)、同源突变近交系 (coisogenic inbred strain)、突变导入近交系 (congenic inbred strain)、分离近交系 (segregating inbred strain) 等。

### 1. 近交系动物特点

(1) 基因纯合性：基因组中几乎所有基因位点的两个基因都纯合，包括隐性基因也纯合，品系将保留和表现所有遗传性状，有利于形成疾病模型。

(2) 遗传稳定性：每一代纯合子之间繁殖，下一代位点上的基因组成保持恒定，有利于遗传性状长久不变，优良性状得以保持。

(3) 品系遗传同源性：品系内所有个体的遗传结构，可以追溯到同一祖先，有利于生物学特性对比。

(4) 品系遗传组成和表现性状一致性：由于品系内所有个体与祖先具同源性，所以全部个体之间的遗传结构及表现性状也相同，这使得实验研究的结果尽可能一致。

(5) 品系间遗传组成和表现性状独特性：由于育种过程中，不同基因分配到各个近交系中，并且加以纯合固定，因此所形成的不同近交系遗传结构存在差异，表现性状也有差别，利于品系多样性，更适合各种不同的实验研究。

(6) 品系间遗传概貌可辨认性：各品系间不同生物学性状形成的遗传标记，组成一定的遗传概貌，以利于动物品系的鉴别区分。

(7) 对实验反应的敏感性：由于近交衰退，品系某些生理过程中的稳定性降低，对外界因素变化，包括实验刺激更为敏感，增加了近交系动物的灵敏度。

(8) 资料完整性：近交系动物品系多，分布广泛，各系间差异大，因此其资料较丰富。另外动物性状稳定遗传，保持的资料有沿用价值。

### 2. 近交系动物应用特点

(1) 近交系动物个体之间遗传差异很小，对实验反应一致，可以消除杂合遗传背景对实验结果的影响，统计精度高，因此在应用中，只需使用少量动物就能进行重复定量实验。

(2) 近交系动物个体间主要组织相容性抗原一致，因此是涉及组织、细胞或肿瘤移植实验必不可少的动物模型，例如近交系大鼠适合脏器移植。

(3) 由于近交，隐性基因纯合，其病理性状得以暴露，可以获得大量先天性畸形及先天性疾病的动物模型，如糖尿病、高血压等。这些动物遗传背景清楚，是进行疾病分子机制研究的理想实验材料。

(4) 某些近交系肿瘤基因纯合，自发或诱发性肿瘤发病率上升，并可以使许多肿瘤细胞株在动物上相互移植传代，成为肿瘤病因学、肿瘤药理学研究的重要模型。

(5) 同时使用多个近交系，分析不同遗传组成对某项实验的影响，或者观察实验结果