

全过程动物实验伦理审查软件的设计与实现

徐 晓¹, 吴杰敏¹, 梁 翼², 叶明霞¹, 周顺长¹

(1. 华中科技大学实验动物中心, 武汉 430030; 2. 厦门抱壹智能科技有限公司, 厦门 361000)

[摘要] 探讨并优化高等院校实验动物机构在承担动物实验项目数量多, 实验类型复杂的情况下, 如何通过信息化手段提高动物伦理审查效率并确保监督质量。基于华中科技大学实验动物中心伦理审查的工作现状, 本文设计并开发了一套全过程伦理审查软件系统, 结合信息化手段以改进高等院校动物福利伦理的审查与监督机制。该系统运用“事前审批、事中监管、事后回顾”的全过程监管理念, 聚焦强化实验动物研究及使用计划审核与批准后监督环节。事前审批阶段, 系统优化了实验动物研究及使用计划审核中的指定成员审核流程, 确保所有动物实验项目都符合伦理标准和法律法规要求; 事中监管阶段, 由执行兽医进行兽医验证和咨询, 采取“线下巡查、线上记录”的方式开展监督; 事后回顾阶段, 要求研究者提供回顾性资料, 对实验过程进行回顾性评估。本文详细描述了本系统设计时考虑的功能需求、非功能需求及安全需求, 以及软件整体架构、业务流程设计、业务细节设计, 并展示了本系统上线以来的运行成效。同时, 对该系统的适用性和实用性进行了讨论, 分析了存在的不足和面临的挑战, 如实验紧迫性与审查严谨性的难以平衡, 批准后监管存在的溯源盲区等。后续研究将结合新技术、新方法, 继续提升动物福利伦理审查与监督的准确性和力度。

[关键词] 动物伦理福利; 伦理审查; 信息化; 软件设计; 全过程监管

[中图分类号] TP311; R-052 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2024)06-0682-09



Design and Implementation of a Software System for Full-Process Animal Experiment Ethical Review

XU Xiao¹, WU Jiemin¹, LIANG Yi², YE Mingxia¹, ZHOU Shunchang¹

(1. Laboratory Animal Center, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China; 2. Xiamen Baoyi Intelligent Technology Co., Ltd., Xiamen 361000, China)

Correspondence to: ZHOU Shunchang (ORCID: 0009-0001-2647-8294), E-mail: 1989020590@hust.edu.cn

[ABSTRACT] Institutions of higher education undertake a significant number of animal experiment projects with diverse types. To standardize animal experiments and ensure animal welfare, ethical review has become a core task for the Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC) in these higher education institutions. A key issue worth exploring is how to improve the efficiency of animal ethical reviews while maintaining systematic quality of supervision. Based on the current status of ethical reviews at the Laboratory Animal Center of Huazhong University of Science and Technology, this paper designs and implements a full-process ethical review software system. This system seeks to offer solutions for the ethical review and supervision of animal welfare in institutions of higher education through information technology. The system employs a full-process supervision philosophy of "pre-approval, in-process supervision, post-review," focusing on strengthening the review and approval of animal research protocols, as well as post-approval monitoring. At the pre-approval stage, the system optimizes the process for designated members involved in the project review, ensuring that all projects comply with ethical standards and legal regulations. At the in-process stage, veterinary verification and consultation are carried out by executive veterinarians, using a method of "offline inspections and online records" for supervision. At the post-review stage, researchers are required to provide retrospective data to evaluate the experimental process. Additionally, this paper provides an in-depth exploration of the software, detailing its functional and non-functional requirements, as well as its security considerations. It also delves into the

[第一作者] 徐 晓(1990—),男,硕士,工程师,研究方向:实验动物设施管理。E-mail: xuxiaolac@hust.edu.cn

[通信作者] 周顺长(1968—),男,硕士,高级工程师,研究方向:兽医学。E-mail: 1989020590@hust.edu.cn。ORCID: 0009-0001-2647-8294

comprehensive software architecture, process design, and operational details. Furthermore, it illustrates the system's operational efficacy and impact since its launch. This paper discusses the software's applicability and practicality, analyzing existing limitations and challenges, such as the difficulty of balancing experiment urgency with the stringent nature of review processes, and the traceability blind spots in post-approval supervision. Future research will continue to enhance the accuracy and strength of animal welfare ethical reviews and supervision through new technologies and methods.

[Key words] Animal ethics and welfare; Ethical review; Informatization; Software design; Full-process monitoring

在以实验动物为研究对象的科学研究中, 伦理审查与评估必不可少, 其关系到动物实验过程的科学性、规范性、高效性, 也关系到动物实验结果的真实性与可重复性。为确保程序的规范性, 实验动物福利伦理审查工作应建立实验动物使用与管理委员会 (Institutional Animal Care and Use Committee, IACUC) 备案制度、年度工作报告和检查制度, 使伦理审查工作成效成为实验动物管理中的硬指标^[1]。尤其是高等院校的实验动物机构, 由于其承担的动物实验项目数量多且实验类型复杂, 因此, 在实际工作中, 伦理审查实际上已成为高校实验动物伦理委员会的核心工作职责之一。伦理审查工作, 至少应包括审核实验动物研究及使用计划 (animal protocol, AP) 和开展批准后监管 (post approval monitoring, PAM) 两部分。因此, 如何提高动物实验伦理审查效率、完善监督质量的系统性是值得研究的问题, 也是保障 IACUC 实现高效机构管理、人员管理、职业健康管理、生物安全管理的关键所在。运用信息化手段进行伦理审查, 能够实现审查流程的标准化和自动化, 还能加强数据分析与监管评估, 提高审查工作的透明度。

本文结合华中科技大学实验动物中心在伦理审查工作中实际面临的问题, 设计并开发了一套“事前审批、事中监管、事后回顾”的全过程伦理审查软件, 以改进高等院校动物福利伦理的审查与监督机制。

1 研究背景

1.1 国内外动物福利伦理审查研究现状

西方发达国家对动物福利伦理审查方面已开展广泛而深入的研究。一方面集中在对动物福利的内涵、范畴及工作方法的讨论上。Dawkins^[2]认为, 动物福利审查不只是一项工作, 而是一门综合学科, 涉及生物学、兽医学、心理学、经济学和法学等多个方面。Olsson 等^[3]讨论了不同的文化、机构和地理背景下伦理审查结果的差异, 并建议在伦理审查工作中引入国

际视角, 以增强其透明度。Webb 等^[4]研究了动物行为科学和动物伦理学之间分歧的起源, 鼓励在伦理审查工作中, 开始关注动物的道德地位 (moral status of animals), 这将伦理审查的范畴拓展至了哲学领域。Kiani 等^[5]在“3R”原则 (reduction, 减少; replacement, 替代; refinement, 优化) 的基础上, 提出责任 (responsibility) 的概念, 形成了“4R”原则, 作为伦理审查工作的更高层次指导。

另一方面则关注于动物伦理福利的量化评估。Rust 等^[6]讨论了动物福利不同影响因素如环境、食物等作为分析因子的可能性, 进而定量地评估动物福利伦理; Brønstad 等^[7]根据不同影响因素比较了几种损益分析法 (harm-benefit analysis, HBA) 的模型, 包括算法模型、图形模型 (正方形、立方体和决策树)、检查表和关键问题以及面向过程的模型等, 来帮助量化评估伦理审查过程; Keubler 等^[8]建立了考虑临床评分、体重、行为以及鬼脸量表等多个因素在内的实验室动物严重程度 (severity assessment in laboratory animals) 量化评估体系, 用于评价动物实验设计是否符合动物福利伦理的要求。

自 1988 年《实验动物管理条例》(国务院令第 676 号) 颁布起, 国内伦理审查研究已经历了三十余年的发展。刘丽艳等^[9]梳理了近三十年来中国实验动物福利伦理审查工作的发展历程, 总结中国实验动物福利发展相对滞后的原因, 提出了加强中国实验动物福利的工作对策; 鹿双双等^[10]详细总结了伦理委员会运行过程中普遍存在的问题, 结合国际实践经验, 提出了伦理审查工作的优化建议; 刘文华等^[11]和刘凤华等^[12]对中国生物医学期刊中存在的动物伦理审查现状及问题进行了分析研究, 发现国内外期刊对于动物伦理的认识程度差异较大, 中国伦理审查流程效率和伦理审查质量应继续提升; 杜盼盼等^[13]提出, 在科技伦理治理中, 应当建立基于“事前预防、事中控制和事后补救”的全过程伦理审查机制, 以期不断推动

科技进步。

1.2 国内外伦理审查软件研究和应用现状

国外大学伦理审查的信息化普及程度较高,如哈佛大学(Harvard University)的E-IACUC^[14],西北大学(Northwestern University)的eIACUC^[15],耶鲁大学(Yale University)的MAPS^[16]等。也有较多的商业应用软件,如PyRAT animal facility^[17]、Tick@lab^[18]、REDCap^[19]等。

国内方面,浙江中医药大学的徐孝平等^[20]、浙江大学的李巍等^[21]和首都医科大学的翟亚南等^[22]先后报告了他们在伦理审查软件上的研究及应用进展。这些研究表明,信息化手段的应用可以显著提升伦理审查的效率。总体而言,在实验动物信息化建设领域,国内高等院校和研究机构也开展了许多探索研究,并积累了较为丰富的经验。

2 伦理审查软件的需求分析

2.1 当前存在的问题

华中科技大学实验动物伦理委员会于2009年成立,委员会根据《实验动物管理条例》、《实验动物福利伦理审查指南》(GB/T 35892—2018)、《实验动物安乐死指南》(GB/T 39760—2021)、《湖北省实验动物管理条例》(2022修订)等法律法规制定章程并开展工作。经总结,在实际运行中面临以下问题:

审查形式单一:审查形式目前以E-mail和线下方式为主,未设立快速审核流程,导致部分新申请AP在审核时存在时效性低和周期长的问题。

监管存在漏洞:周期较长的动物实验项目缺乏过程数据管理,项目结束时难以将实际动物实验方案与审批通过方案进行回顾性比对,无法有效地进行PAM。

审查范围受限:部分委员为兼职身份,对审核活动的参与度不高且缺乏动态沟通机制,导致伦理委员会在一定程度上未能严格按照章程运行,审核的全面性和合规性有待提升。

2.2 全过程伦理审查软件的整体需求

功能性需求方面,全过程伦理审查软件参考《实验动物福利伦理审查指南》(GB/T 35892—2018)和《美国公共卫生署人道管理和使用实验动物政策》(Public Health Service Policy on Humane Care and Use of Laboratory Animals, PHS)等规范性文件,整体设计原则确定为“事前审批、事中监管、事后回顾”。具体包括:(1)在线提交与审核。平台允许研究人员在线提交AP,包括实验信息、目的、方法等详细信息,并支

持将过程材料作为附件上传;伦理委员会委员可在线审核这些方案,并提供反馈;研究人员可在线获取具有与纸质文件同等效力的伦理审查报告。(2)回顾性方案比对。实验结束后,系统能够将实验方案与实际情况比对,以确保实验过程与审批方案的一致性,有效地进行PAM。(3)专家管理。系统支持专家信息的认证和管理,包括专家的专业领域、审查历史和可用性等信息,并结合专家过往审查响应的情况,动态调整审查任务的分配。(4)数据分析。提供数据报告功能,允许用户生成实验过程和结果的详细报告,并支持数据分析以供伦理委员会进行决策支持。

非功能性需求方面:(1)性能需求。结合历史审查的数据,系统应保证在高并发时的稳定性和响应速度,支持正常时间并发数为500人/连接、峰值为800人/连接、空闲时期为80人/连接。(2)可扩展性。核心技术采用前后端分离设计(Spring Framework+Vue框架),从而增强扩展灵活性,以满足未来的需求。(3)兼容性。软件需采用B/S架构,访问者通过校园网络路由器连接,通过校园统一身份认证授权后方可访问软件。(4)此外,软件还跨平台支持多种操作系统,如Windows、Linux、MacOS,以及主流浏览器,如IE、Chrome和Firefox等。

安全性需求方面:(1)数据保护。遵守“最小可用、不断更新”原则,以最小可用的权限运行各种应用程序和数据库,禁止不必要的额外权限获取,从而防止数据泄露。(2)安全防护。严格按照《信息安全技术 信息系统安全等级保护基本要求》(GB/T 28448—2019)第三级标准构建安全体系,实施严格的访问控制、数据加密、安全审计、入侵检测和防御措施,以及确保系统的高可用性和灾难恢复能力。(3)审计跟踪。系统应记录所有用户的操作历史,建立完善的日志管理系统,以便于事后审计和问题追踪。定期进行安全评估和漏洞扫描,以及及时发现并修复潜在的安全问题。

3 伦理审查软件的设计

3.1 软件总体架构

依照华中科技大学实验动物中心实际情况,伦理审查软件的核心在于两个高级别应用:课题备案申请与动物实验申请。课题备案申请模块允许研究人员提交研究计划,包括研究目的、方法以及附件材料等。该模块的设计相对简单,其原则是,在确保信息完整性和准确性的基础上,尽可能快捷地帮助研究人员获

取项目备案报告。动物实验申请模块则是在课题备案的基础上，提供智能指导和模板，以帮助研究人员更好地准备和提交AP。同时，该模块还包括了PAM，用于监管动物实验是否严格按照实验申请开展，以及是否符合伦理标准和法规要求。

为了支持这两个高级别应用，系统还设计了一系列基础应用：(1) 人员管理。管理所有人员的信息，包括研究人员、伦理委员会成员等。(2) 机构管理。维护所有机构信息，确保信息的准确性和及时更新。(3) 角色管理。定义系统中不同用户的角色和权限，以确保系统的安全性和合规性。(4) 流程管理。设计和维护整个伦理审查的流程，包括申请提交、审核、反馈和批准等环节。(5) 报表管理。提供各种报表功能，帮助管理人员和研究人员跟踪审查进度和结果。

上述应用构成了系统的应用层，通过业务层、数

据层和服务层的支持，实现了软件的稳定性、安全性与可扩展性。业务层负责处理具体的业务逻辑；数据层负责数据的存储和管理；服务层则提供系统所需的各种服务，如认证服务、通知服务等。

前后端分离的设计思路，使得访问层可以独立于应用层而存在，实现了真正的跨平台兼容性。用户无论是通过桌面浏览器、移动设备还是平板电脑，都可以方便地访问本系统，极大地提高了软件的可用性和灵活性。

通过总体架构设计，使整个系统更加模块化，从而降低了各模块之间的耦合度。后端服务可以被多个前端应用复用，有助于后续构建微服务，提高软件的可重用性；前端则可以快速迭代和发布新功能，提升服务质量与用户体验。软件总体架构如图1所示。

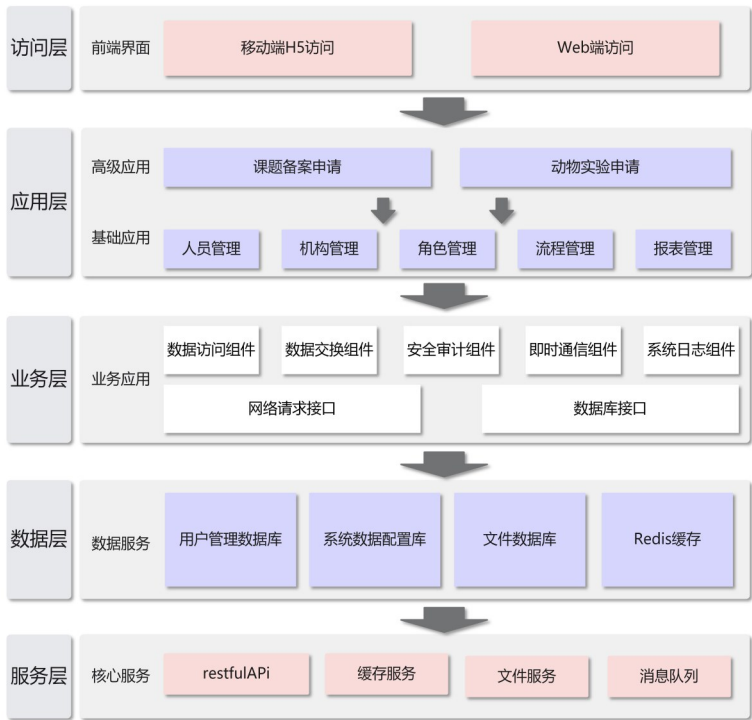


图1 软件整体架构图

Figure 1 Diagram of the overall software architecture

3.2 软件业务流程

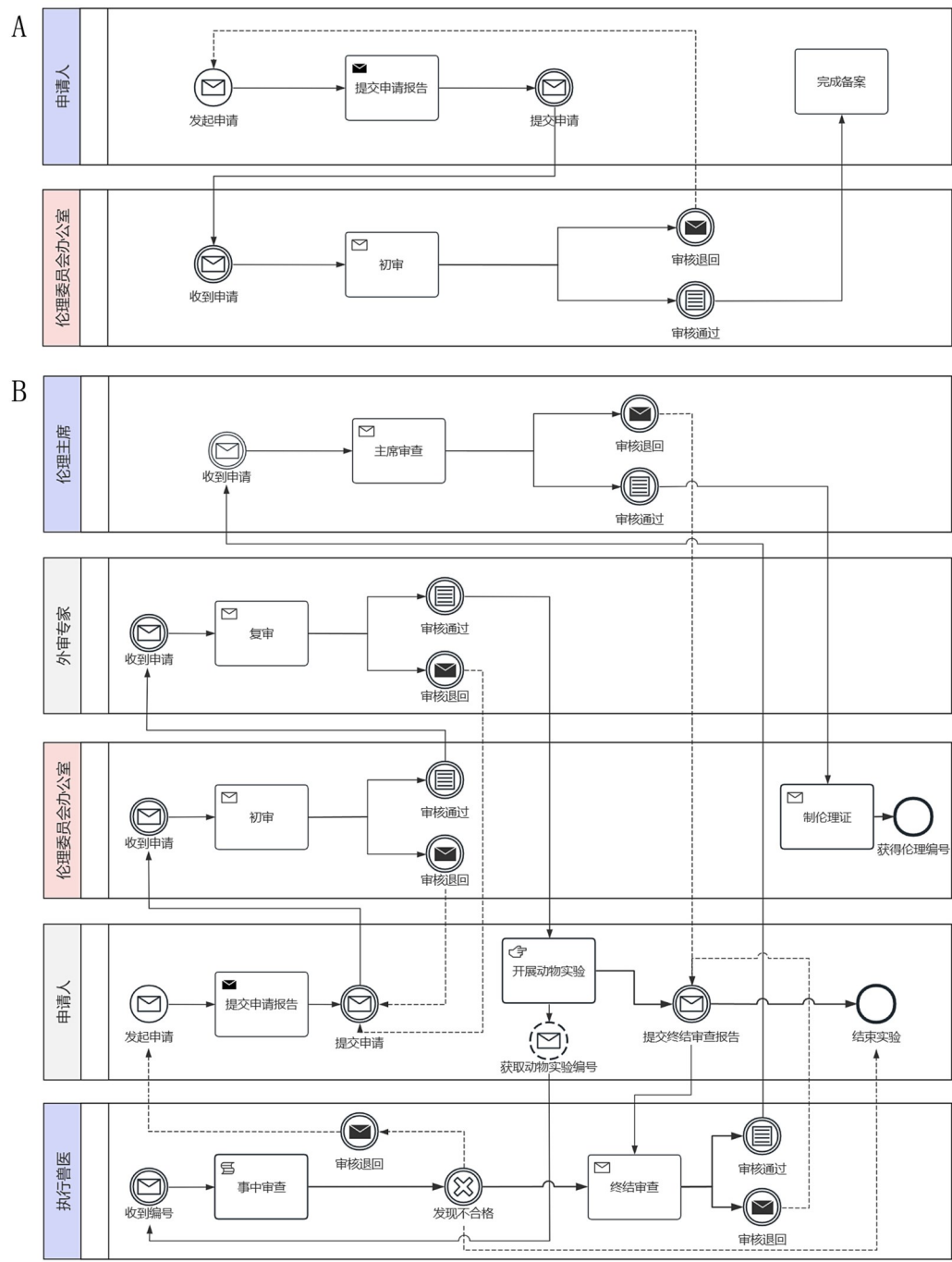
3.2.1 课题备案申请

课题备案申请，主要用于支撑华中科技大学实验动物中心各类基金资助项目的申报。由申请人提交申报材料后，经伦理委员会办公室对材料进行形式审查，按照必要性原则、保护原则、福利原则、伦理原则等，对申报材料的研究目的、实验设计、材料

方法等进行全面审查。审查通过后，授予项目唯一的备案编号。课题备案申请的业务流程设计如图2A所示。

3.2.2 动物实验申请

动物实验的伦理审查严格执行“事前审批、事中监管、事后回顾”的设计思路。业务流程设计如图2B所示。



注：A，课题备案申请流程图；B，动物实验申请流程图。
Note: A, Flowchart of project registration process; B, Flowchart of animal experiment application process.

图2 软件业务流程图
Figure 2 Flowchart of the software application process

事前审批。根据PHS政策，对新申请AP的审查形式可以采用全员会议审查（full committee review, FCR）及指定成员审核（designated member review, DMR）的方式进行。DMR通常适用于那些风险较低的实验方案，而FCR则涉及更复杂或高风险的实验，因此线上审核的应用场景更加适合进行DMR审查。在申

请人提交AP后，由伦理委员会办公室进行初审，重点审核实验动物从业人员资质、申请资料的完整性等。初审通过后，系统在成员库内随机遴选2名能够满足审查要求的伦理委员会委员，依据“3R”原则开展外审，重点审查动物实验方案是否符合福利伦理要求，全部条件均通过后，申请人被授予动物实验备案编号，

允许开展动物实验。

此外,根据PHS政策要求,DMR的通过是实验开展的前提之一,但不是唯一条件。在DMR开展时,所有伦理委员会委员都必须能查看到方案,并有权利要求进行FCR审查。因此,在本系统中,全体委员都可以访问到每份新申请的AP完整方案。

事中监管。在实际开展动物实验的过程中,由执行兽医进行兽医验证和咨询(veterinary verification and consultation),采取“线下巡查、线上记录”的方式,定期对动物实验及其参与人员进行人员、实验、动物三个方面的监管。对涉及动物实验与已批准AP情况不相符的,根据具体情况,要求实验人员进行方案修正(amendments)。考虑到实际可操作性,我们制定了明确标准,将修正分为两类:一是动物使用数量变更不超过10%的,麻醉剂、镇痛剂、镇静剂和/或实验剂的化合物或剂量的变更,实验人员的变更等,申请人须暂停实验,线上提交AP修正申请,并且等待线上DMR审核(一般不超过3个工作日)通过后即可继续开展动物实验;二是涉及手术程序的变更、导致动物痛苦增加的变更、安乐死方法的变更等,需要暂停实验,重新提交DMR甚至是FCR直至通过。对于情节较

为严重的,执行兽医可以立即终止线下动物实验及线上动物实验流程,并将相关人员列入黑名单,依据规定开展处罚。

事后回顾。申请人在完成动物实验后,应对动物实验全过程的记录进行整理,形成回顾性终结审查报告。所涉及的记录包括:实验操作记录、动物饲养记录、药品使用记录、仪器使用记录、动物安乐死记录等。回顾性终结审查报告由执行兽医初审,伦理委员会办公室复核确认无误后,提交伦理主席最终审批。审批通过后,该伦理申请流程完结,给予项目伦理编号。

3.3 项目功能模块

软件主要包括项目备案、动物实验审查、终结审查及辅助功能模块。

3.3.1 项目备案

在项目备案模块中,申请人如实填写申请人信息、项目信息、资料报送情况及附件等(图3A)。通过审批即可获取备案报告。

3.3.2 动物实验审查

动物实验审查模块分为一般性动物实验和感染性动物实验。其中,一般性动物实验审查从基本信息、动物实验的目的与意义、使用动物的理由与替代方案、

Figure 3 displays four screenshots of the software's main function interfaces:

- A: Project Registration Function Interface** (项目备案功能界面). This interface includes sections for 'Applicant Information' (申请人信息), 'Project Information' (项目信息), and 'Review Status' (审核状态). It contains various input fields for personal details, project titles, and review progress.
- B: Animal Experiment Review Function Interface** (动物实验审查功能界面). This interface features a flowchart at the top and a detailed form for 'Basic Information' (一、基本信息) and 'Experimental Details' (二、实验动物福利伦理审查申请表内容). It includes fields for project purpose, experimental procedures, and animal welfare considerations.
- C: Termination Review Function Interface** (终结审查功能界面). This interface is used for reviewing the termination of an experiment. It includes a section for 'Experimental Results and Conclusions' (三、实验结果与结论) with checkboxes for different outcomes and a 'Save' button.
- D: Final Review Function Interface** (终结审查功能界面). This interface shows a table of experimental data and a summary of the review process. The table includes columns for 'Experiment Number' (实验编号), 'Animal Species' (动物种类), 'Experiment Type' (实验类型), 'Experiment Date' (实验日期), 'Experiment Location' (实验地点), 'Experiment Results' (实验结果), and 'Experiment Status' (实验状态). Below the table, there is a section for 'Final Review' (终结审查) with a 'Save' button.

注: A, 项目备案功能界面; B~C, 动物实验审查功能界面; D, 终结审查功能界面。

Note: A, Project registration function interface; B-C, Animal experiment review function interface; D, Termination review interface.

图3 软件主要功能界面

Figure 3 Main function interface of the software

动物实验批次、实验设计与实验操作、外科手术操作、紧张与疼痛处理、安乐死与实验结束后动物处置、危险性物质的使用及项目负责人承诺共10个方面(图3B~C),全方位地审查动物实验是否符合国家和行业相关标准规范中关于动物福利伦理的具体要求。为优化用户使用体验,信息填写采用智能表格的形式,以减少不必要的输入错误。对于感染性动物实验,在一般性动物实验需填写的10个方面的基础上,增加一项感染性动物实验生物安全审查表,共计11项内容。

3.3.3 终结审查

传统线下审核方式中,动物实验可能存在多批次、不同时进行的特点,存在原始材料分散、整理工作量大、核对效率低等问题。针对这些痛点,本软件在功能设计上将已申报的动物实验信息整理汇总,并采用智能表格的形式展示每批次的原始记录。在终结审查时,由执行兽医重点核对实验动物实际使用情况与已申报的信息是否匹配,并结合原始记录进行溯源核对,从而实现实验方案的快速回顾与比对(图3D)。此外,为兼顾页面显示的内容全面并突出重点,将已填写的基本信息等9个方面的实验方案内容采用折叠形式,以方便查看。

3.3.4 辅助功能

辅助功能包括人员管理、机构管理、专家管理、报表管理等。

(1) 人员管理。用于管理人员的基础信息,如姓名、编号等。包含人员资质审核功能,用于审批及管理人员是否具有实验动物从业资格。(2) 机构管理。用于管理机构的基础信息及人员从属。基础信息如机构名称、二级组织等。人员从属即可以设置机构内人员数量及角色,动态调整各组织人员配置。(3) 专家管理。包括属性标签与权重系统。对于伦理委员会中的每个成员,设置其属性标签,用于在动物实验申请审查时按照其专长分配任务,如将感染类实验/非感染类实验推送给不同成员进行审查。结合实际情况设计超时代办机制,对于超过规定处理时效(3个工作日)的审查项目,将审查项目流转至专家秘书进行代办处理。结合实际情况设计动态权重系统,软件统计每名伦理委员会成员完成伦理审查的平均时长以计算权重,对于超过规定处理时效(3个工作日)次数较多的,调整其审查任务的推送频率,保证伦理审查整体流畅高效。(4) 报表管理。查询全部伦理审查资料的历史记录、详细信息及附件。按不同时间尺度统计分析各类伦理审查的申请数、审批完成数量等。

4 运行成效

经过半年试运行,全过程动物实验伦理审查软件整体效果符合预期。根据后台数据显示(图4),2024年1月—7月,该系统累计接收动物实验伦理申请452项,其中,审批通过360项,不通过92项,完成终结审查261项。得益于本软件,涉及DMR的伦理审查平均耗时从原来的7个工作日缩短至3个工作日,PAM工作得到了更加规范地开展,华中科技大学实验动物中心管理范围内的动物实验福利伦理和科学研究活动规范性得到了较好的保证。

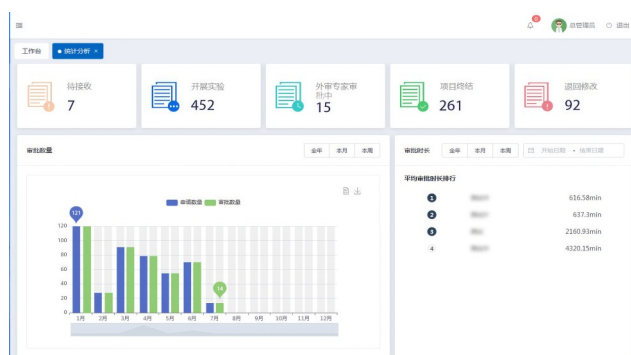


图4 2024年1—7月动物实验伦理审查整体情况

Figure 4 Overall status of animal experiment ethical review from January to July 2024

5 讨论

动物福利伦理审查与监督工作,更准确来说,AP及PAM已经成为高校IACUC工作职责的重中之重,这离不开“事前审批、事中监管、事后回顾”的全过程思维,而信息化手段的应用使其落地成为可能。全过程的动物伦理审查软件,具有明显的实用价值与现实意义。

本软件的设计与实施,有效地解决了华中科技大学实验动物中心在动物福利伦理审查与监督工作的部分问题,显著地提升了工作效率。然而,在实际工作中,依然存在一些问题。

信息化手段应用存在挑战。大多数现行的动物福利伦理政策都是在互联网普及前制定的,即使近年来,如通过美国国家卫生研究院实验动物福利办公室的OLAW认证等,提供了一些简化方案和线上手段建议,但线下面对面会议依然被认为是伦理委员会运行的标准流程。在实际操作中,部分委员兼职且参与度低,导致审核超时现象严重。即使软件设计了超时代办和

动态权重机制以保证响应时效,也无法完全解决这类问题,且这些处理方式与委员审核制度的初衷存在矛盾。

实验的迫切性和审查的严谨性难以平衡。在紧急情况下,研究者可能需要快速调整实验方案。这既要协调审查与实验之间的关系,又要确保动物实验顺利开展且不违反“3R”原则。这对伦理委员会本身的运行机制以及其和研究者之间的沟通机制建设提出了更高的要求。

PAM 依然存在部分局限性。由于高等院校动物实验项目呈现分散性、分时性的特点,执业兽医只能以“巡查+抽查”的形式开展PAM,无法实现全部动物实验项目的实时监管。同时,在监管力度上,由于软件主要采取文字方案对比形式的审查,对实验动物研究及使用计划、审核及批准后监管难以做到每个环节都完全溯源追查。

下一步,动物实验伦理审查软件需要在动物福利伦理审查与监督的准确性和力度上继续提升,包括采用更多先进技术,如人工智能、大数据分析等。例如,可增加对多模态内容的识别来代替人工开展动物实验巡查;或通过机器学习算法对历史数据进行精准分析;还可以利用熵权分析方法量化评估机构的动物福利状况等,从而为伦理审查提供数据参考。

[作者贡献 Author Contribution]

徐骁负责方案策划、方法设计及初稿撰写;
吴杰敏负责项目管理及有效验证;
梁翼负责软件程序开发;
叶明霞参与项目监督指导并提出建议;
周顺长负责监督指导及论文审核。

[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] 刘晓宇, 贺争鸣. 通过制度建设推进我国实验动物福利伦理审查工作[J]. 实验动物科学, 2021, 38(5):1-3, 36. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2021.05.001.
LIU X Y, HE Z M. Promotion of the ethical review of laboratory animal welfare through institutional construction[J]. Lab Anim Sci, 2021, 38(5): 1-3, 36. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6179.2021.05.001.
- [2] DAWKINS D S. The science of animal welfare: Understanding what animals want[M]. Oxford University Press, 2021. DOI: 10.1093/oso/9780198848981.001.0001.
- [3] OLSSON I A S, NIELSEN B L, CAMERLINK I, et al. An international perspective on ethics approval in animal behaviour and welfare research[J]. Appl Anim Behav Sci, 2022, 253:105658. DOI: 10.1016/j.applanim.2022.105658.
- [4] WEBB C E, WOODFORD P, HUCHARD E. Animal ethics and behavioral science: an overdue discussion[J]. BioScience, 2019, 69(10):778-788. DOI: 10.1093/biosci/biz082.
- [5] KIANI A K, PHEBY D, HENEHAN G, et al. Ethical considerations regarding animal experimentation[J]. J Prev Med Hyg, 2022, 63(2 Suppl 3): E255-E266. DOI: 10.15167/2421-4248/jpmh2022.63.2S3.2768.
- [6] RUST K, CLEGG I, FERNANDEZ E J. The voice of choice: a scoping review of choice-based animal welfare studies[J]. Appl Anim Behav Sci, 2024, 275: 106270. DOI: 10.1016/j.applanim.2024.106270.
- [7] BRØNSTAD A, NEWCOMER C E, DECELLE T, et al. Current concepts of harm-benefit analysis of animal experiments - report from the AALAS-FELASA working group on harm-benefit analysis - part 1[J]. Lab Anim, 2016, 50(1 Suppl): 1-20. DOI: 10.1177/0023677216642398.
- [8] KEUBLER L M, HOPPE N, POTSCHKA H, et al. Where are we heading? Challenges in evidence-based severity assessment[J]. Lab Anim, 2020, 54(1): 50-62. DOI: 10.1177/0023677219877216.
- [9] 刘丽艳, 张宏馨, 边佳悦, 等. 实验动物福利伦理审查发现问题之思考[J]. 中国比较医学杂志, 2023, 33(9):63-68. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2023.09.008.
LIU L Y, ZHANG H X, BIAN J Y, et al. Reflection of the problems found in the ethical review of experimental animal welfare[J]. Chin J Comp Med, 2023, 33(9):63-68. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2023.09.008.
- [10] 鹿双双, 师晓萌, 刘晓宇, 等. 实验动物福利伦理审查与监管实践及探索[J]. 实验动物与比较医学, 2020, 40(4):339-343. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2020.04.011.
LU S S, SHI X M, LIU X Y, et al. Practice and exploration on laboratory animal welfare and ethical reviewing and monitoring[J]. Lab Anim Comp Med, 2020, 40(4):339-343. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2020.04.011.
- [11] 刘文华, 张琴, 孙玉花. 医学期刊伦理审查的问题调研与对策探讨[J]. 编辑学报, 2023, 35(4):412-415. DOI: 10.16811/j.cnki.1001-4314.2023.04.012.
LIU W H, ZHANG Q, SUN Y H. Problem investigation and countermeasure discussion of ethical review in medical journals[J]. Acta Ed, 2023, 35(4):412-415. DOI: 10.16811/j.cnki.1001-4314.2023.04.012.
- [12] 刘凤华, 陈立敏, 李启明. 我国生物医学期刊稿件中动物伦理和福利问题的调查与分析[J]. 中国科技期刊研究, 2017, 28(12):1128-1133. DOI: 10.11946/cjstp.201705080353.
LIU F H, CHEN L M, LI Q M. A survey of animal ethics and welfare in Chinese biomedical journals[J]. Chin J Sci Tech Period, 2017, 28(12): 1128-1133. DOI: 10.11946/cjstp.201705080353.
- [13] 杜盼盼, 徐嘉. 科技伦理治理中的全过程审查机制构建[J]. 云南大学学报(社会科学版), 2024, 23(1):47-55. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7511.2024.01.006.
DU P P, XU J. Construction of a whole-process review mechanism in the governance of sci-tech ethics[J]. J Yunnan Univ Soc Sci Ed, 2024, 23(1):47-55. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7511.2024.01.006.
- [14] Harvard University. E-IACUC[CP/OL]. [2024-11-06]. <https://iacuc.hms.harvard.edu/e-iacuc>.
- [15] Northwestern University. elACUC [CP/OL]. [2024-11-06]. <https://iacuc.northwestern.edu/>.
- [16] Yale University. MAPS [CP/OL]. [2024-11-06]. <https://ires-iacuc.yale.edu/IACUC-Prod>.
- [17] Scionics Computer Innovation GmbH. PyRAT animal facility

software[CP/OL]. [2024-11-06]. <https://www.scionics.com/pyrat.html>.

[18] TICK®LAB. TICK®LAB software for laboratory animal research facilities [CP/OL]. [2024-11-06]. <http://www.a-tune.com/products-services-software/ticklab-mouse-colony-management-software/>.

[19] CARVAJAL C, VALLEJOS C, LEMAITRE D, et al. A REDCap application that links researchers, animal facility staff and members of the IACUC in animal health monitoring[J]. Lab Anim, 2019, 53(5):500-507. DOI: 10.1177/0023677218815723.

[20] 徐孝平, 张利棕, 潘永明, 等. 基于浏览器/服务器模式架构的高校动物实验管理系统开发与应用[J]. 实验动物与比较医学, 2019, 39(3):239-243. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2019.03.012.

XU X P, ZHANG L Z, PAN Y M, et al. Development and application of college animal experiment management system based on browser/server mode architecture[J]. Lab Anim Comp Med, 2019, 39(3): 239-243. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2019.03.012.

[21] 李巍, 陈晓娟, 柯贤福, 等. 高等院校实验动物的信息化管理体系建设及初步运行[J]. 实验动物与比较医学, 2020, 40(2):154-158. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2020.02.012.

LI W, CHEN X J, KE X F, et al. Summary of the information management system of laboratory animal in colleges and universities[J]. Lab Anim Comp Med, 2020, 40(2):154-158. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5817.2020.02.012.

[22] 翟亚南, 卢静. 高等医学院校实验动物福利伦理审查工作的实践与探索[J]. 医学教育管理, 2023, 9(S1):119-122. DOI: 10.3969/j.issn.2096-045X.2023.S1.028.

ZHAI Y N, LU J. Practice and exploration of ethical review of experimental animal welfare in medical colleges and universities[J]. Med Educ Manag, 2023, 9(S1):119-122. DOI: 10.3969/j.issn.2096-045X.2023.S1.028.

(收稿日期: 2024-06-13 修回日期: 2024-11-06)
(本文编辑: 翟玉凤, 富群华, 丁宇菁, 洪怡)

[引用本文]

徐晓, 吴杰敏, 梁翼, 等. 全过程动物实验伦理审查软件的设计与实现[J]. 实验动物与比较医学, 2024, 44(6): 682-690. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.086.

XU X, WU J M, LIANG Y, et al. Design and implementation of a software system for full-process animal experiment ethical review[J]. Lab Anim Comp Med, 2024, 44(6): 682-690. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.086.

《实验动物与比较医学》2024 年支持单位致谢

《实验动物与比较医学》作为我国实验动物科学领域内第一本专业学术期刊,从创刊之日起就注重产、学、研融合发展。期刊在 44 年的发展历程中,得到了全国各地实验动物科研机构和技术企业的大力支持。值此辞旧迎新之际,我们特向 2024 年支持本刊发展的各单位致以最衷心的感谢!

愿 2025 年,我们继续携手,充分依靠本刊面向全国各地读者群体的纸版发行和数字传播平台,大力服务实验动物科学与比较医学相关科研团队的成果推广、交流合作及人才培养,并为科研团队与技术企业之间的供需转化搭建桥梁,共同致力于我国实验动物科学及相关行业的发展与繁荣!

2024 年支持单位致谢名单(排名不分先后)如下:

- 苏州大学苏州医学院实验动物中心

大连医科大学实验动物中心

复旦大学实验动物中心

浙江中医药大学动物实验研究中心

中国科学院上海药物研究所实验动物室

华南农业大学实验动物中心

杭州师范大学实验动物中心

山东省实验动物中心

上海斯莱克实验动物有限责任公司

上海开纯洁净室技术工程有限公司

安维迪生命科学(浙江)有限公司

上海元上生物医学科技有限公司

上海韵嘉赛生物科技有限公司

鑫博海生物医疗科技有限公司

苏州市苏杭科技器材有限公司

瑞特培斯生物科技启东有限公司

佰泰科技有限公司
- 中国农业科学院哈尔滨兽医研究所

南方医科大学实验动物管理中心

上海交通大学医学院实验动物科学部

广东省医学实验动物中心

西安交通大学实验动物中心

浙江省实验动物中心

扬州大学比较医学中心

广州中医药大学动物实验中心

上海吉辉实验动物饲养有限公司

苏州苏净安发环境科技有限公司

泰尼百斯实验室设备贸易(上海)有限公司

上海业腾洁净技术有限公司

厦门抱壹智能科技有限公司

苏州市冯氏实验动物设备有限公司

上海鸣励实验室科技发展有限公司

上海必凯科翼生物科技有限公司

赛业(苏州)生物科技有限公司

《实验动物与比较医学》编辑部