

从传统实验记录到电子实验记录应用构想*

高明周¹ 周婉晴² 胡明会¹ 孙亚¹ 张浩³ 张浩^{4**}

¹山东中医药大学中医药创新研究院, 济南 250355; ²山东中医药大学康复医学院, 济南 250355;

³山东中医药大学外国语学院, 济南 250355; ⁴山东中医药大学实验中心, 济南 250355

[摘要] 实验记录是教学和科研的基础性工作, 传统实验记录存在真实性欠缺、查阅分享不便及保存和管理困难等问题。在数字化教育时代, 本文提出电子实验记录的构想。因电子实验记录具有实时记录和追溯、安全性和保密性高、方便共享和协作、数据分析可视化等核心功能, 可有效解决传统实验记录所面临的问题。本文探讨了传统实验记录所面临的各类问题, 并提出电子实验记录和管理系统的构想及诸多优势, 以推动教学和科研工作的长远发展。

[关键词] 传统实验记录; 电子实验记录; 教学改革; 科研

doi: 10.3969/j.issn.1674-7593.2025.04.024

Transitioning from traditional laboratory records to electronic laboratory records: a modern approach to data management

Gao Mingzhou¹, Zhou Wanqing², Hu Minghui¹, Sun Ya¹, Zhang Jie³, Zhang Hao^{4**}

¹Innovation Institute of Chinese Medicine and Pharmacy, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355; ²School of Rehabilitation Medicine, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355; ³School of Foreign Languages, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355; ⁴Experimental Center, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355

** Corresponding author: Zhang Hao, email: zhanghaojune@126.com

[Abstract] Experimental laboratory records are a vital part of both teaching and scientific research, but traditional laboratory methods often fall short due to issues like authenticity concerns, limited accessibility and sharing, and challenges in preservation and organization. In today's digital age, electronic laboratory records offer a promising alternative. With features like real-time recording, traceability, strong security and confidentiality, easy sharing and collaboration, and data visualization, these digital systems effectively address the shortcomings of traditional practices. This article explores the challenges of traditional laboratory records and introduces the concept of electronic laboratory recording and management systems, showcasing their potential to enhance and sustain progress in education and research.

[Key words] Traditional laboratory recording; Electronic laboratory recording; Teaching reform; Scientific research

医学进步离不开科研工作, 基于动物的基础研究和基于人群的临床研究的实验记录至关重要, 关系着科研诚信, 与培养科学思维、保护受试者权益、孕育科研成果及明确知识产权息息相关^[1]。不仅如此, 教学中引入规范的实验记录, 有助于提升教学质量^[2]。但伴随着科技进步和信息化普及的不断推进, 传统实验记录(即纸质记录方式)方式的短板凸显, 如记录本容易丢失或损坏, 导致实验数据无法考证和传承, 难以保证研究的真实性、连续性, 并降低工作效率; 记录归档意识缺乏, 数据易篡改、存储不安全, 长期保存占用空间, 并对环境条件要求较高, 废弃后对环境造

成了一定的负担等。基于以上问题, 电子实验记录体系等相关构想被频繁提出。本文提出基于信息技术的电子实验记录和管理系统的构想, 为实验记录带来了革命性转变的希望, 对于提升师生科研创新素养提供优良载体。

1 原始数据与实验记录

原始数据是初次或源头采集的、未经处理的数据。是在纸上或用电子方式记录的首次捕获的信息, 并要求动态信息应保持其状态的可达性^[3]。原始数据是科研活动中第一手的资料, 具有极高的原始性和权威性, 也是证明实验真实进行的重要证据, 对于申请专利、发表论文、科研获奖起

收稿日期: 2024-09-24 修回日期: 2024-10-28 录用日期: 2024-10-28

* 国家自然科学基金青年项目(82204958, 82305065); 山东省中医药科技发展项目(Q-2022059); 山东省医药卫生发展项目(202105010467); 山东省自然科学基金青年基金(ZR2023QH078, ZR2023QH079); 山东省高等学校青创科技支持计划(2023KJ191; 2024KJ1061)

** 通信作者: 张浩, 电子邮箱 zhanghaojune@126.com

到基础性的支撑作用, 因此实验记录必须被妥善处理与保存。

实验记录是原始数据的载体, 传统实验记录的弊端在于可随意更改、取舍及后补, 或者使用易消失的材料如热敏纸、铅笔等进行记录, 导致原始数据的真实性缺乏, 保存困难, 难以管理、溯源等问题出现。为从源头解决这些问题, 电子实验记录可以保证数据的原始性、真实性和可追踪性, 使其更加符合国家规定标准。

2 实验记录的法规与现状

实验记录是在科研过程中使用实验、观察、调查或资料分析等方法, 根据实际情况直接记录或统计各类原始资料(包括数据、文字、图表和声像等)所形成的完整研究日志, 是教学和科研的重要组成部分^[4]。

2.1 政策与要求

实验记录是国内外相关机构的重点关注和规范的问题。例如, 美国食品药品监督管理局在2005年发布的《优良记录实践导则》中明确了实验记录的要求, 成为制药行业的行为规范。中国国家药品监督管理局在2000年发布的《药品研究实验记录暂行规定》中也对实验记录提出了基本要求, 包括真实、及时、准确、完整, 禁止伪造和编造数据, 对实验记录的内容、用纸和书写做出了具体规定, 类似的规定还涉及中医药领域。这些政策和要求也是智能电子实验记录和管理系统遵循的重要原则。

2.2 重要性

一份完整详细的实验记录可以反映科研实验的成功与失败、正常与异常, 方便实验者和研究人员从中总结经验和分析失败原因, 进而制定更完善、易操作、标准、科学的实验方法和步骤^[5]。通过完整记录实验过程, 实验者可以制定详细实验计划和准备, 在每天记录中得到反馈, 有助于夯实实验细节、思考问题原因并提高科研能力。实验记录有严格的时间记录, 可作为首次发现和发明的凭证, 保护科研人员的权益, 也可作为科研重复性验证的依据^[6]。科研人员按规定实时记录实验, 保留完整的原始数据有助于确保学术真实性和诚信行为, 在科研结果受到质疑时, 完整且妥善保存的实验记录可作为有效证据^[7]。

2.3 面临的问题

2.3.1 无法确保真实性 真实性是保证研究成果科学性的基石^[8]。实验记录无法保证来源于实验人员本人的亲自记录, 甚至存在部分批改人员签字的伪造行为。

2.3.2 时效性无法得到保证 许多实验人员无法及时进行记录, 导致其采取补充性记录或依靠记忆进行记录, 因此记录的数据无法被称为原始数据, 容易出现错误和遗漏, 从而增加学术造假的风险^[9]。

2.3.3 交流困难 目前实验室多采用纸质实验记

录本, 导致实验合作者、学生与教师之间的学术交流只能通过借阅实验记录本进行。然而, 申请和审批时间长, 无法实现多人同时借阅, 降低了学术交流和学习的效率, 不利于问题的发现和科研的快速发展^[10]。

2.3.4 管理困难 纸质实验记录本占用大量资源且数量庞大, 不易保证安全, 容易遗失或导致关键实验信息被剽窃^[11]。管理人员缺乏统一培训和考核, 甚至有些实验室没有专门的管理人员, 管理水平参差不齐^[12]。

2.3.5 查阅困难 作为科研重复的依据, 传统实验记录数量庞大, 不易寻找或快速检索到需要参考和使用的内容, 需要耗费大量的时间和人力资源。

2.3.6 缺乏统一的记录标准 过去常使用铅笔、可擦笔、荧光笔等易擦写的工具进行记录, 甚至采用热敏纸等材料打印实验记录, 或者用小纸条等随意纸张进行记录, 这使得记录保存时间短、容易丢失且笔迹易消失, 难以追溯数据的来源^[13]。同时, 随意的记录方法没有或未遵循统一的记录标准, 这增加了学术造假和学术不端行为发生的可能性。

综上所述, 传统实验记录面临真实性和时效性较差, 交流困难、管理困难、查阅困难以及缺乏统一记录标准等问题, 急需一个可以提供更可靠、高效、安全和智能的实验数据管理和共享平台。

3 智能电子实验记录和管理系统构想

针对传统实验记录面临的各种问题, 本教学团队提出了智能电子实验记录和管理系统的构想, 并进行了一些尝试和改进。

3.1 法律基础

2000年6月出台的《全球和国家商业电子签名法案》以及中国国家药品监督管理局于2017年颁布的《药物非临床研究质量管理规范》等文件均明确表明, 电子数据可以代替传统纸质数据, 电子签名与手写签名具有同样的法律约束力。

3.2 系统的概念

智能电子实验记录和管理系统是一种基于网络和计算机的数字化软件系统, 主要功能为实验记录与管理。该系统要求每个用户限制一个账号, 并进行实名认证和人脸识别。注册完成后, 用户可以进行实验原始记录的记录、保存、阅读、修改、审阅、分享和管理。智能电子实验记录和管理系统有助于解决传统实验记录方式存在的一系列问题, 并提供更高效、可靠和安全的实验数据管理和共享方式, 这一系统将推动科研工作现代化和发展^[14]。

3.3 具体构想

3.3.1 人脸识别保障真实性 用户注册并进行身份绑定, 登录时系统进行人脸识别, 确保登录者

的身份准确性。系统5~30 s随机自动检测一次,并在1 min内无操作时自动锁定系统,以确保只有实验人员本人能够进行操作。记录结束时,需本人再次进行人脸识别确定记录无误^[15]。同时,也保障实验记录的真实性,包括记录人、查阅人、审阅人等所有使用本系统的人员。一旦发现使用者与系统信息不匹配,系统会发出警告并暂停录入,直到身份验证成功后方可继续使用。此外,每份实验记录都会增加数字水印、密钥和可信时间戳等技术加持,解决了现有实验记录无法保证真实性的难题^[16]。

3.3.2 时效性与原始性 限制实验记录的时限为3 d内,例如当前时间为5号,则最晚可以记录3号0点后的数据,此前数据则无法记录,只能选择补充或修改选项。这可以避免回忆性记录和补充性记录的出现。一旦输入后,任何人都无法删除,只能在一旁进行批注、补充或备注,但不能删除或修改原内容,这样可以避免随意更改和补充实验记录的行为,解决了现有实验记录的时效性难题并保证了原始性。

3.3.3 留痕功能 留痕包括时间留痕和操作记录留痕,系统会记录每个字、每句话、每个数据、每张图片、每条录音、每个视频、每次分享、查阅、批注、补充和备注的操作时间(精确到秒)和操作轨迹,并永久保留,但系统可允许用户根据实际需求导出正确的或最终的或带批注及时间的PDF文档^[17]。

3.3.4 交流与分享 实验记录可以分享给导师、同学等人员进行高效学习和交流,批改指出不合理之处或提出疑问,永久保留批改人员的信息^[18]。记录者可以对批注进行相应的解答及相关内容的补充。支持线上借阅和审批,可设置水印和借阅有效期,例如设置3 d内可查阅,逾期自动销毁,保证原始数据的独有性。为便于同行交流和他人学习,如果设置为所有人可见,任何人都可以像查阅已发表的论文一样检索和学习他人的实验^[19]。这种公开性有利于促进知识共享与合作,推动科研领域的进步。

3.3.5 规范性与智能性 系统内置部分模板供选择,根据学校及专业的不同,如哲学类、经济学类、法学、教育学、理学、文学、历史学、工学、农学、医学类等分级按钮。如果模板不适用,用户可以自行创造模板,并等待管理员审核通过后即可使用,有助于实验记录标准的统一。电子实验记录和管理系统利用大数据和人工智能技术,能够提供实验动物、常用试剂耗材、仪器等方面的提示,减少从零输入的困难^[20]。同时,系统还配备自动纠错功能,通过智能化的方式提高实验数据的准确性和可靠性。

3.3.6 伴随性 规范完整的实验记录是科研成果发现和发明的基础。在本硕博论文外审、大型科

创比赛、申请专利或知识产权纠纷等情况出现时,用户可以将实验记录提交给专家进行审核,以保证原创性,并避免学术造假。

3.3.7 传承与管理 电子实验记录和管理系统具有良好的传承性,可以本地存储和云存储,借助本系统可快速检索和查阅,且便于分类与管理。它不会因为个人的离开或实验记录本的丢失而使实验数据无法传承,从而降低科研继续与重复的难度。这一系统旨在传承和发展师生之间的宝贵经验,推动基础科研的持续发展^[21]。相比传统的实验记录本,智能电子实验记录管理系统还能够极大地减少纸张的使用,从而减少环境负担。

3.3.8 融合性 系统可以与实验分析软件、WPS、Office、统计软件、人工智能和图像处理软件等办公软件进行融合,甚至与学校或公司的数据库进行直接连接。用户可以将实验记录存储为个人档案,确保数据的安全性和可追溯性,降低学术造假和学术不端事件发生的可能性。

4 小结

智能电子实验记录和管理系统在信息化时代已经成为社会不可或缺的重要组成部分,该系统对于提升基础教学和科研人员的道德规范水平、优化科研环境、推动基础科研的长远发展,具有重要意义。

参考文献

- [1] 邹丽娟,刘健,李艺影.从规范实验记录提升研究型医院研究生科学素养[J].中国医院,2020,24(11):62-64.
Zou L J, Li J, Li Y Y. To promote the scientific literacy of clinical postgraduates in research hospital by improved research records[J]. Chinese Hospitals, 2020, 24(11): 62-64.
- [2] 赵丹彤,冯霞,闫惠平.实验记录规范化与培训在临床检验诊断教学中的应用及思考[J].国际检验医学杂志,2023(11):1631-1632.
Zhao D T, Feng X, Yan H P. Application and reflection on standardization of experimental records and training in clinical laboratory diagnosis teaching [J]. Int J Lab Med, 2023, (11): 1631-1632
- [3] 李晓辉,杜冠华.新药研究与评价概论[M].北京:人民卫生出版社,2022:497.
Li X H, Du G H. Introduction to new drug research and evaluation [M]. Beijing: People's Medical Publishing House; 2022:497.
- [4] 孙纳,魏海明,田志刚.研究生实验记录的培训和规范化管理[J].学位与研究生教育,2010(4):26-29.
Sun R, Wei H M, Tian Z G. Training and regularized management of experiment record writing for postgraduates [J]. Acad degrees Grad Educ, 2010(4): 26-29.
- [5] 雒江菡,王福玲,阎力君.高校实验室的安全管理体系和实验室文化建设的思考[J].实验室科学,2019,22(2):193-194,198.
Luo J H, Wang F L, Yan L J. Reflections on safety man-

- agement system and laboratory culture construction in university laboratory [J]. *Lab Sci*, 2019, 22 (2): 193–194, 198.
- [6] 夏利宁, 郭俊先, 赵红琼, 等. 如何培养研究生养成科学的实验记录方法[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2015, (15): 258–260.
Xia L N, Guo J X, Zhao H Q, et al. How to cultivate scientific experimental recording methods for graduate students [J]. *Heilongjiang Anim Husb Vet Med*, 2015, (15): 258–260.
- [7] 李焯, 鲁杰, 盛丰年. 引以为戒, 恪守学术道德和科研诚信良好学风[J]. *药学研究*, 2021, 40 (2): 130–133, 137.
Li Y, Lu J, Sheng F N. Taking lessons from the past, abiding by academic ethics and good academic style of scientific research [J]. *J Pharm Res*, 2021, 40 (2): 130–133, 137.
- [8] 齐云娜. 专利说明书中数据披露的真实性问题研究——以医药化学领域为例[D]. 上海: 华东政法大学, 2019.
Qi Y N. Research on the authenticity of data disclosure in patent specifications - taking the field of pharmaceutical chemistry as an example [D]. Shanghai: East China University of Political Science and Law, 2019.
- [9] 高咪, 洪玮, 付欣, 等. 医学实验室科学管理在研究生培养中的价值探讨[J]. *中国医药科学*, 2021, 11 (8): 229–233.
Gao M, Hong W, Fu X, et al. Discussion on the value of scientific management of medical laboratory in postgraduate training [J]. *China Med Pharm*, 2021, 11 (8): 229–233.
- [10] 邱均平, 姚飞飞, 魏开洋. 综合性人文社科期刊知识交流效率评价及影响因素研究[J]. *现代情报*, 2022, 42 (10): 132–142.
Qiu J P, Yao F F, Wei K Y. Evaluation of knowledge exchange efficiency and study on influencing factors of comprehensive journal of humanities and social sciences [J]. *Mod Inf*, 2022, 42 (10): 132–142.
- [11] 郑娜, 徐丽, 浦群, 等. 高校科研实验记录管理系统的设计与实现[J]. *实验技术与管理*, 2017, 34 (8): 203–205.
Zheng N, Xu L, Pu Q, et al. Design and realization of university management system for research experimental record [J]. *Exp Technol Manage*, 2017, 34 (8): 203–205.
- [12] 马倩. 纸质档案数字化保存的对策[J]. *中华纸业*, 2024 (6): 101–103.
Ma Q. Countermeasures for digital preservation of paper archives [J]. *China Paper Ind*, 2024 (6): 101–103.
- [13] 姜福林, 管宴萍, 陈江英, 等. 基于规范性、溯源性和科学性的药代动力学实验教学改革[J]. *药学教育*, 2019, 35 (4): 76–79.
Jiang F L, Guan Y P, Chen J Y, et al. Reform of pharmacokinetic experiment teaching based on standards, traceability and scientificity [J]. *Pharm Educ*, 2019, 35 (4): 76–79.
- [14] 杨凝, 李清林, 赵希彦, 等. “互联网+”视域下肿瘤专科医院科研档案电子化管理的实践及思考[J]. *中国肿瘤*, 2021 (7): 535–538.
Yang N, Li Q L, Zhao X Y, et al. Practice and thinking on electronic management of scientific research archives in tumor hospitals from the perspective of “Internet plus” [J]. *China Cancer*, 2021 (7): 535–538.
- [15] 林坤彪, 陈志钦. 档案管理系统的人脸识别技术方案设计实现[J]. *黑龙江档案*, 2021 (4): 358–359.
Lin K B, Chen Z Q. Design and implementation of facial recognition technology scheme for archive management system [J]. *Heilongjiang Archives*, 2021 (4): 358–359.
- [16] 牛淑芬, 韩松, 于斐, 等. 区块链电子病历中基于密钥聚合的密文检索方案[J]. *计算机工程*, 2021, 47 (5): 36–43.
Niu S F, Han S, Yu F, et al. Ciphertext retrieval scheme based on key aggregation for electronic medical record on blockchain [J]. *Comput Eng*, 2021, 47 (5): 36–43.
- [17] 蔡伊娜, 陈新, 覃志武, 等. 基于改进 CDC 的实验原始记录匹配算法[J]. *深圳大学学报 (理工版)*, 2022, 39 (5): 509–514.
Cai Y N, Chen X, Qin Z W, et al. An algorithm for matching original experimental records based on improved CDC [J]. *J Shenzhen Univ (Sci Eng)*, 2022, 39 (5): 509–514.
- [18] 吕晓萍, 郑世民, 高雪丽, 等. 完善实验准备工作以提高兽医病理生理学实验教学质量[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2016, (19): 260–261.
Lv X P, Zheng S M, Gao X L, et al. Improve experimental preparation to enhance the quality of veterinary pathophysiology experimental teaching [J]. *Heilongjiang Anim Husb Vet Med*, 2016 (19): 260–261.
- [19] 章小卫, 张惠芹. 成果转化导向的高校智慧科研实验室的构建[J]. *实验室研究与探索*, 2023, 42 (4): 260–264.
Zhang X W, Zhang H Q. Construction of intelligent research laboratory in university oriented by achievement transformation [J]. *Res Explor Lab*, 2023, 42 (4): 260–264.
- [20] 贾蓉, 段景山, 何翔, 等. 高校智能实验室管理平台建设[J]. *实验室研究与探索*, 2022, 41 (11): 170–174.
Jia R, Duan J S, He X, et al. Construction of intelligent laboratory platform in universities [J]. *Res Explor Lab*, 2022, 41 (11): 170–174.
- [21] 连华英. 云储存技术在电子档案管理中的应用[J]. *兰台内外*, 2022, (8): 19–21.
Lian H Y. The application of cloud storage technology in electronic archive management [J]. *Lantai Neiwai*, 2022, (8): 19–21.