

# 高校实验室安全管理中生物学思维的应用探讨

李若谷\*, 吕向前, 朱红菊, 朱振娜

(中国矿业大学炼焦煤资源绿色开发全国重点实验室, 徐州 221116)

**摘要:** 在高校实验室中, 以理工为主的物理学思维处于主导地位, 通常高校实验室管理人员对事故原因进行总结, 按照结论开展安全教育或者检查。这种总结式的管理方法本质是以物理学思维为主, 其主要缺点是不能涵盖所有的隐患, 事故会不断发生。生物学思维来源于生物系统, 其与风险共存的特点是与实验室安全管理高度契合的。本文通过将研究生物学思维用于实验室安全管理, 发挥生物学思维的优势来解决实验室安全问题, 利用生物学思维开展安全教育, 以期增强师生安全意识, 拓展隐患防范范围, 同时为当前管理中的一些具体操作提供统一的思维方法。

**关键词:** 生物学思维; 实验室; 安全管理

## Exploring the application of biological thinking in laboratory safety management

LI Ruo-Gu\*, LYU Xiang-Qian, ZHU Hong-Ju, ZHU Zhen-Na

(State Key Laboratory of Coking Coal Resources Green Exploitation of China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

**ABSTRACT:** In university laboratories, physics thinking dominated by science and technology is in a dominant position. Usually, university laboratory managers summarize the causes of accidents and carry out safety education or inspection according to the conclusions. This kind of summary management method is essentially based on physical thinking, and its main disadvantage is that it can not cover all the hidden dangers, and accidents will continue to happen. Biological thinking comes from biological system, and its characteristics of co-existence with risk are highly compatible with laboratory safety management. By applying biological thinking to laboratory safety management, this paper gives full play to the advantages of biological thinking to solve laboratory safety problems, and carries out safety education by using biological thinking, in order to enhance the safety awareness of teachers and students, expand the scope of hidden danger prevention, and provide unified thinking methods for some specific operations in current management.

**KEY WORDS:** biological thinking; laboratory; safety management

## 0 引言

2001—2022年我国共发生83起高校化工类实验室事故, 造成17人死亡, 94人受伤<sup>[1]</sup>, 高校实验室的发展壮大同时给实验室安全与应急管理工作带来严峻挑战。在这些事故中, 由于操作不当占比约40%<sup>[2]</sup>, 因此培养、提升人的安全意识是实验室安全管理的重要内容。思维决定意识, 意识决定行为, 不同的思维方法会有不同的行为结果。但是目前众多安全教育多是知识性培训为主, 还没有从顶层思维方面入手的安全教育培训<sup>[3]</sup>。通常的安全教育试图通过知识灌输来提升安全意识, 掌握这些安全知识并不代表安全意识就比较高。

高校实验室通常以理工类为主, 理工专业思维方法多以物理学思维为主, 物理学思维的主要特点是模型化, 是逻辑严密的精准理论, 通过归纳总结得出实验室事故的规律并加以预防。但实验室事故主要受物的因素和人的因素决定, 物的因素引发的事故可以依靠归纳总结进行预防, 而人的因素引发的事故具有多样性的特点, 在管理上通过总结出统一的方法来避免是困难的。

实验室从规划设计开始就是一项复杂工程, 涉及给水、排水、通风、通气、强电、弱电、空调、消防、安保、废气废液处理、废弃物的收集等工艺技术, 同时还要考虑到环保、安全、可持续性发展, 以及实验运行时等诸多人因素。这些因素有的相互独立, 有的相互关联, 共同组成了目前实验室这样的复杂性

基金项目: 中国矿业大学实验室技术与开发重点项目 (S2023D002-Z002)

Fund: Laboratory Technology Research and Development Key Project of China University of Mining and Technology (S2023D002-Z002)

\* 通信作者: 李若谷, 博士, 实验师, 研究方向为实验室管理。E-mail: liruogu@cumt.edu.cn

\* Corresponding author: LI Ruo-Gu, Ph.D, Experimentalist, State Key Laboratory of Coking Coal Resources Green Exploitation of China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China. E-mail: liruogu@cumt.edu.cn

统<sup>[4]</sup>。最终现代高校的实验室管理也逐渐成为一项复杂的系统管理工作,应对复杂系统的管理则需要有对应的思维方法——生物学思维方法。本文将生物学思维方法用于实验室管理,通过生物学思维方法来调动实验人员的主观能动性,提升实验室人员的安全意识,减少甚至杜绝实验室事故的发生。

## 1 实验室与生物学系统的相似性

实验室与生物学系统,两者在多维性是相似的:生物系统是进化而来的足够好的系统,生物系统本质是拼凑而成的系统,在进化过程中,生物系统会被修补、改变,并不是设计出来的精致优雅的系统。实验室虽然是设计出来的系统,但是高校实验室在使用过程中都会面临不断地调整<sup>[5]</sup>,或增加设备,或变更实验项目,随着时间推移,最终与最初设计存在差异或完全背离。因此实验室本身就是一个不断完善的、拼凑而成的系统。

实验室的多样性与生物多样性也是类似的。不同实验室特点不同,即便是同一个学院的实验室之间差异也是巨大的,对于不同的实验室显然需要不同的管理方法,对生物系统来说,生物多样性本身就是来源于生物学思维。由于实验室和生物系统具有相似性,因此要解决类似生物学问题的实验室管理问题,可以利用生物学思维来解决实验室的复杂问题,而实验室安全管理是实验室管理问题的重中之重<sup>[6]</sup>。

## 2 生物学思维用于实验室安全管理时的特点

解决复杂问题需要生物学思维主要是因为与物理学思维相比较,生物学思维具有如下三个特征<sup>[7]</sup>:(1)生物系统是有历史的,或者是有时间影响的。而物理系统是相对稳定的,这也是不能用物理思维来解决复杂问题的主要原因;(2)生物系统通常比物理系统要复杂得多,生物学思维更是直接来源于复杂系统,善于保留各种影响因子,而不是忽略那些次要因子;(3)生物学思维注重细节,强调多样性,看上去很强大的技术系统,可能会因为微小的干扰导致灾难性的故障。而物理思维一般是按照各因素的重要性进行取舍的。

高校存在教学和科研成果导向的影响,老师和学生安全知识足够,但仍普遍存在实验室安全意识淡薄的问题。虽然很多高校年年召开实验室安全会议,制定实验室安全手册和安全制度,但仍然存在安全意识不足的情况。在高校发生众多安全事故后,仍然还存在实验人员安全意识薄弱的现象,这与他们普遍采用的是物理学思维进行实验室安全管理有密切关系,例如通过调查发现,在实验室加热设备使用中,学生会认为事故的隐患是加热设备运行温度,烘箱设定80℃进行烘烤就没有安全隐患,认为80℃的烘烤可以无人值守过夜使用。这就是典型的物理学思维,认为烘箱状态是恒定的、稳定的。实际中,烘箱的隐患是当烘箱发生故障时,可能会出现持续加热,最终酿成事故。

思维决定意识,物理学思维强调精确控制,而在实验室安全管理中事故的发生是无法预测的,目前实现精确控制还有一定难度。如果长期采用物理性思维,必然会产生事故无法避免的错误结论,最终在日常管理中会逐渐变得安全意识淡薄。或者走向另一个极端,即按照以往事故原因进行预防,忽略事故本身的多样性,也是缺乏安全意识的表现。而生物学思维源于生物系统,生存是第一要义,因此采用生物学思维进行实验室安全管理可以有效减少实验室内隐患数量。

## 3 实验室安全管理中的生物学思维应用

### 3.1 实验室需要生物多样性的思维方式

生物多样性是描述整个自然界物种多样程度的一个广泛的

概念,生物多样性是生命有机体及其借以生存的生态复合体的多样性和变异性。生物多样性与文化多样性已经发展出生物文化多样性,进入人类生活的方方面面<sup>[8]</sup>。对比生物系统,高校各类专业的实验室以及高校的自身特点,实验室的类型是多种多样的,甚至是完全不同的,不同的实验室面临的管理方法就会完全不同。现有高校实验室管理模式中针对不同实验室进行等级划分,将实验室分成涉化类、机电类、生物类等,对不同实验室提出不同要求<sup>[9]</sup>,这种管理的本质是生物学思维中多样性的具体应用。

针对这些不同的实验室,通常物理性思维会去尝试寻找统一的管理方法,精确预防事故发生。由于事故发生的原因是多种多样的,大部分与人有直接关系或间接关系,而且这些因素之间还相互作用<sup>[10]</sup>,因此利用物理学思维分析出事故的原因,往往得出的是表面上的主要结论。例如物理学思维分析事故原因很少涉及人员情绪问题,而人的情绪往往是一系列错误的开始。因此忽略多样性,根据物理学思维的总结去预防、控制事故就会成倍增加精力,尤其在实验技术人员配备不足的情况下变得非常困难。

### 3.2 生物学思维下的实验室安全冗余法则

生物的冗余法则是指生物本身靠生物体数量生存,实验室则通过安全培训、设立各种人防、技防等防护措施确保实验室安全运行,这本质是采用了生物学思维中的冗余法则。具体来说,实验室安全管理的冗余法则主要包括实验准入,风险评估,技防人防,知识培训,事故应急等一系列措施,是冗余法则的具体应用<sup>[11]</sup>。理解了生物生存的冗余法则,就容易理解实验室的各类管理规定的来源以及最终的目的。现实中高校实验室内,总有部分师生安全意识淡薄,与他们不理解生物的冗余法则是有关关系的,如果不改变这些人的思维方法,无法唤醒主观能动性,则实验室安全始终会停留在口头或文件中。管理者和执行者的思维方式改变了,意识得到提高,行动就有了方向,结果就有了保障,就不会认为这些安全措施是多此一举。现实中实验室管理也提出了多种手段并举,包括安全生产推行的双重机制<sup>[12]</sup>,这些做法的本质是生物学思维的冗余法则。

### 3.3 实验室无小事的生物学思维解释

实验室无小事是当前实验室管理中最常提到口号。按照物理思维,对一个问题进行抽象研究时,所谓的“小事”都会被忽略掉,而只考虑主要因子。但实验室管理中,很多灾难事故最初恰恰是以小事开始,最终成为大事故。对于生物系统而言,每个组成部分都是不可缺少的,各系统要协调合作生物体方能正常维持安全。因此在实验室管理中,管理者提出“实验室无小事”的思维是标准的物理性思维,但是在管理中试图向生物学思维靠近。因为高校实验室内大部分人是理工专业,早已习惯物理思维中那些看似不重要的因子——“小事”。如果不能基于生物学思维来理解这句话,基于物理思维的人会始终认识不深刻,始终认为是“小事”,这与实际管理中总有管理人员自身也容易忽视所谓的“小事”的情况是一致的<sup>[13]</sup>,还有部分人会认为是吹毛求疵,因为这些人早就习惯了物理性思维,是小事还是大事已经根深蒂固了,事故只不过是概率而已,是无法避免的。只有建立生物学思维才能彻底消除这些“小事”思维习惯,坚定事故是可以避免的观点。

实验室分级管理与实验室的“小事”两者并不矛盾,分级管理是针对不同类型实验室进行分类,而“小事”是物理思维对行为的具体理解。根据高等学校实验室安全检查项目表的内容,里面很多检查条款诸如接线板拖地使用按照物理思维会认为是独立的“小事”。在生物学思维下,教育学生思考哪些因素会与地面插座有关联,形成隐患,学生们自然会考虑房间水

管会爆管漏水、降雨地面积水等因素形成漏电事故。因此实验室无“小事”本质是生物学思维的具体应用。

### 3.4 实验室安全管理的不断发展

实验室安全管理永远在路上也是经常听到的管理用语。因为生物学思维是有时间影响的,这就决定了物理学思维一次性解决的问题,随着时间变化会反复发生,出现静态整改,动态反复的现象。依照生物学思维理解的隐患其本身是动态反复的、多样的。例如高校实验室安全检查和化学品各类问题就会反复发生,管理这些隐患就是需要反复修补,而修修补补是生物系统最重要方法之一,是生物进化的重要手段,也是实验室管理不断完善的必须方法。缺乏生物学思维方式,仅用物理学思维来理解,实验室管理中会被这些琐事弄得头疼不已,甚至丧失管理信心,面对检查可能还会存在弄虚作假的情况。一旦利用生物学思维来理解,就会心平气和的反复修补存在的问题,直到找到适合的、能够解决问题的管理方法。因此通常说的实验室管理永远在路上,其本质是生物学思维下的系统不断修补进化过程,尤其是实验室管理者要着重领会并掌握的重要思想方法,需要管理者不断寻找和尝试新的管理策略,建立持续改进的机制,总结经验教训,以实现实验室管理的持续优化和进步。

### 3.5 生物学思维下实验室的风险隐患

生物学思维区别于物理思维是其有时间影响,就是要动态地看问题,用变化、发展的思维看待实验室的隐患。物理思维通常假设系统相对稳定,而生物学思维假设的是时刻存在隐患,时刻需要提高警惕。

生物的目的是生存,只要能生存下去,周边有没有风险不是关键,因为生存从来都是与风险共存。实验室要持续安全运行就类似生物体的生存,实验室只要运行就会存在风险隐患,运行与风险必然是共存的。这些隐患可能列在高校实验室安全检查项目表中,有些隐患需要现场人员结合自身特点判断。在这些检查表中,有些隐患检查反复出现,即使是知道检查人员即将到来检查,也无法完全避免这些隐患,充分说明实验室本身就是与隐患共存的。实验室管理人员可以通过科学的、有效的风险评估和风险控制措施来降低风险的发生概率和影响程度,时刻保持警惕,不断评估和调整风险管理策略。利用生物学思维理解隐患,可以帮助实验室管理人员正确面对、理解、处理各类隐患,不能因为谈隐患而变色,例如在高校安全隐患检查中,明知有检查,使用危险化学品的实验室中有72%都存在危化品方面的隐患问题<sup>[4]</sup>,恰恰是生物学思维下正常的表现。

安全与风险是辩证的统一,生物始终处在适度的危险中,才能始终保持警惕,有利于生存,对于实验室来说,完全没有隐患的实验室是物理思维中的理想状态,是不存在的。因此通常说的居安思危也是源于物理思维,而生物学思维恰好相反,强调的居危思安。实验室管理中通常强调的时时放心不下的责任感本质是生物学思维面对隐患时的应对之策。

### 3.6 物理思维与生物学思维联合

在实验室安全管理中,学习生物学思维,并不是完全摒弃物理学思维。它们各自具有独特的优势和特点,在不同的领域和问题上发挥着重要的作用。在实际应用中,我们需要根据问题的性质和需求,灵活运用这两种思维方法,以便更好地理解 and 解决实际问题。对于大部分理工科人而言,习惯采用物理思维进行管理。对于一些简单问题来说,采用物理学思维总结出事故原因开展教育是足够用的。随着实验室问题的复杂性增加,就需要采用生物学思维方法,很多情况下物理思维与生物学思

维需要结合使用。但是物理学思维与生物学思维属于完全不同的思维方式,实验室管理人员可以沿着这个方向坚持不懈地探索,最终找到符合自身特点的实验室管理方法。

## 4 结束语

面对越来越复杂的实验室管理工作,生物学思维给实验室管理提供了行之有效的思维方法,在生物学思维方法的指导下结合自身特点,实验室管理工作会不断完善进化,充分激发老师和学生的主观能动性,调动积极性。通过近两年的在实验室安全管理中应用生物学思维进行安全教育,同学们在安全隐患方面,对于通常说的“小事”、冗余法则、安全隐患、事故的认识、隐患反复治理等认识明显提高。通过生物学思维管理实验室,可以从思维高度统一现有实验室安全管理中的具体方法和各类管理口号,在统一的思维方法下开展管理工作,有利于安全意识的提高。采用生物学思维能够满足日益复杂的实验室环境变化,从纷繁复杂的实验室环境中找到实验室安全管理的有效途径,未来甚至能够在实验操作过程中利用生物学思维减少操作过程的隐患,彻底确保实验室安全运行。

## 参考文献

- [1] 门金龙,朱柏坚,李菲,等.危险化学品实验室事故多米诺效应及防控策略[J].实验室研究与探索,2024,43(01):258-264.
- [2] 啜鹏杰,贾哲,柳培忠,等.实验室安全事故关键风险因素识别模型的构建[J].实验室研究与探索,2023,42(06):319-323.
- [3] 湛红桃,农春仕.高校实验室安全教育体系研究与实践[J].实验室研究与探索,2024,43(01):223-226.
- [4] 崔锦峰,郝大鹏,包雪梅,等.高等学校实验室安全现场检查三段七步流程的设计与应用[J].实验技术与管理,2024,41(03):251-256.
- [5] 梁建国.实验室公用房调整与管理的思考[J].实验技术与管理,2011,28(08):206-208.
- [6] 李哲昊.高校物理实验室安全管理——评《高校实验室安全管理》[J].安全与环境学报,2024,24(04):1647.
- [7] 塞缪尔·阿贝斯曼.为什么需要生物学思维[M].贾拥民,译.成都:四川人民出版社,2019.
- [8] 楚雅南,林晨,毛文慧,等.生物文化多样性研究新进展[J].生物多样性,2022,30(10):324-333.
- [9] 张绿霞,杨蕊.分类分级管理模式下的实验室安全检查工作机制探索[J].大学,2024,(01):64-67.
- [10] 阳富强,尹航,黄宗侯,等.基于fsQCA方法的高校实验室事故影响因素分析[J].实验技术与管理,2024,41(03):257-262.
- [11] 邹晨.化学合成实验室安全管理的探讨[J].化工管理,2024,(06):116-118,122.
- [12] 孟兆磊,马巧焕,卢晓坤.基于双重预防机制的高校实验室安全管理探究[J].实验室研究与探索,2023,42(11):293-298,308.
- [13] 彭贵贵,梁益龙.“双一流”背景下材料科学与工程专业实验室安全高效管理探索[J].科技与创新,2021,(07):76-77,80.
- [14] 何志芳.高校化学类实验室安全隐患分析及应对措施[J].化工管理,2023,(30):91-94.

## 作者简介

李若谷,博士,实验师,研究方向为实验室管理。