

化学实验残余药品处理研究最新进展及启示*

——基于2012年~2022年42篇文献的系统性文献综述法

刘 静

(邵阳市教育科学研究院, 湖南 邵阳 422000)

摘要: 化学实验对学生实践及动手能力的培养有着重要意义。随着各类学校及科研机构的化学实验室的发展, 实验残余物品种类多, 数量大, 处理形式日益严峻。为寻求学校化学实验残余药品有效管理和处理方法, 积极推进化学实验室绿色发展, 本文采用系统性文献研究法, 梳理了国内各大科研机构及高校的解决办法。从社会层面、学校层面和教师层面剖析化学实验残余药品管理和处理面临的困难, 并给出了化学实验残余药品处理的建议, 为中学化学实验室的管理提供新的思路。

关键词: 化学残余药品 实验废弃物 应对措施 处理方法 系统性文献综述

中图分类号: G64 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-9082(2023)03-0275-03

一、研究背景

化学是一门以实验为基础的科学, 在实验过程中会产生废气、废液和废渣等实验残余药品, 该残余药品种类繁多、成分复杂, 多具有一定的挥发性、毒性或腐蚀性, 直接接触人体, 可能会引起中毒、灼伤甚至器官衰竭等永久性伤害^[1]。然而调查研究显示, 实验残余药品的处理还存在回收渠道不畅通、重视程度不够和实验内容不合理等问题^[2]。因此, 围绕化学残余药品管理和处理这一主题, 学者从健全监管机制、强化队伍建设、优化教学体系等多方面展开研究, 为残余药品管理和处理提供科学指导。此外, 互联网的迅速发展, 信息化药品库存管理和仿真实验的应用及研究逐渐落地。

梳理文献发现, 对残余药品管理和处理方法的研究日趋丰富和多元, 但各研究之间联系较少, 亟须进行系统性整合与分析, 这将有助于改善目前的研究现状, 以期能给正陷入困境的化学实验室提供新的思路。

二、研究方法

本文采用系统性文献综述法开展研究, 筛选并确定文献之后, 通过Microsoft Excel等软件对所选文献进行系统性的抽提数据, 并从监管机制、队伍建设、教学体系等三个方面对所选文献内容做进一步的量化分析。

1. 文献筛选方法

我国多数期刊库内容均与中国知网期刊库重复, 因此本次最初文献检索范围只锁定在中国知网中, 以简化文献检索过程。同时以Elsevier和ACS Publications等作为补充数据

库。以检索词化学残余药品、化学废弃物、chemical waste在主题中检索, 文献类型为期刊文章, 时间设定为2012年1月至2022年11月, 共获得了126篇文献。

根据研究目的对初步获取的文献进行精选, 有以下四个筛选要求: ①排除会议论文、书稿、报告等; ②必须是可获取的中文论文或者英文论文; ③研究情境必须是化学实验室残余物, 排除生物、农业和生活垃圾领域的; ④必须有完整的现状分析和对策探讨。根据以上筛选条件仔细阅读标题和摘要, 略读正文部分, 最终确定42篇来自中国知网、Elsevier和ACS Publications等3个数据库的文献。

2. 抽取数据

通过Excel等软件对42篇文献根据表1数据提取单的内容抽取文献信息, 以减少人为的错误与偏见。

三、研究结果

本文通过系统性文献综述法梳理出近11年化学实验残余药品管理与处理的研究论文。关注整体的发文趋势。如图1所示, 自2012年以来, 残余药品管理和处理研究迎来了三个高峰: 2014年迎来的第一个高峰, 这一年新环保法颁布, 这是环保法实施25年来的首度大修。2018年迎来了第二个高峰, 由于虚拟现实和互联网络技术在这一时期的迅速发展, 这时的研究出现了更多的信息化药品库存管理和仿真实验的探索; 2021年迎来了第三个高峰, 由于2020年9月我国在联合国大会上宣示: “中国将提高国家自主贡献力度, 采取更加有力的政策和措施, 二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值, 努力争取2060年前实现碳中和”, 如何

* 本文系湖南省教育科学“十三五”规划2020年度一般课题: “绿水青山”背景下中学化学实验残余药品处理的实践研究(课题编号: XJK20CJC035)的阶段性研究成果。

“绿色”处理残余药品将是今后的研究热点，为早日实现碳达峰和碳中和贡献化学工作者的一份力量。

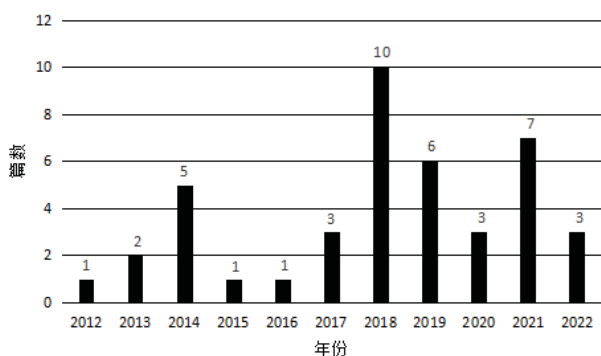


图1 文献发表年份

为了更清晰系统地回答研究问题，下面将从研究主题、研究情境、研究方法、研究因变量这四个方面呈现结果。

1. 研究主题

将研究主题分为监管机制、队伍建设和教学体系三个方面。其中监管机制主要包括政府层面的监管、专项投入和回收渠道，队伍建设主要包括学校或实验室层面的管理队伍、管理措施和政策执行，教学体系主要包括学生环保教育、实验内容和理论指导。据统计可知，近11年的化学残余药品管理与处理的研究主要围绕加强学生环保教育（90.24%）、完善制度管理（85.37%）和优化教学体系（63.41%）三个方面展开。

2. 样本类别

42篇文献均说明了样本所属类别，其中38篇文献研究样本是高等教育学校，占比90.48%；仅2篇文献研究样本是高中学校，占比4.76%；2篇文献研究样本是研究院，占比4.76%。

3. 研究类型

42篇文献中，有13篇文献的作者是分享自己所在学校或实验室在化学残余药品管理与处理方面的成功经验，但也有29篇文献作者表示出对化学残余药品管理与处理方面的担忧和建议。

四、讨论与分析

1. 社会层面的解决办法有哪些

1.1 调控回收价格，打通回收渠道。有资质的化学废物处理公司稀少，像北京、上海、广州、南京这样的大城市也仅有一、两家，不少中小城市甚至根本没有，废弃物处置行业缺乏有效竞争、近乎垄断经营等使得回收价格偏高，据统计，80%高校每年化学残余药品的处理费用都在100万元以上，综合性大学更多。建议增加化学废弃物回

收处置机构或企业的数量，并合理进行布局，打破地方自我保护，加强部门之间的政策协同，废弃物回收处置机构或企业之间形成良性竞争局面，合理调节残余药品处置价格，消除高校化学废弃物处置渠道的障碍和快速增长的资金压力。

1.2 设立专项资金，打消回收顾虑。目前各高校实验室废弃物回收处置经费的来源不尽相同，有的由学校统一解决，有的则由学校和产出单位按一定比例分担，也有的完全由相关实验室承担。但无论采取何种经费筹措方式，各高校承受的资金压力都很大，一旦出现经费缺口，势必导致废弃物的回收处置工作失控。建议政府部门设立专项资金支持高校实验残余药品回收转运队伍的运作，打消实验室尤其是科研实验室回收废弃物的顾虑。

2. 学校或实验室层面的解决办法有哪些

2.1 健全管理体制，完善规章制度。高校对残余药品的管理不够重视，虽然制定了相应的规章制度，但未能结合自身实际情况对管理制度进行完善与细化。北京大学健全实验室残余药品管理体制，层层落实责任制，推进制度建设，强化执行与监督，建立完善的管理工作流程以及废弃物分类、收集、贮存保管、回收搬运、交付处置等各个环节的详细操作指引，保证了学校化学废弃物回收处置管理工作的规范、有序进行。

2.2 提高福利待遇，强化队伍建设。据调查大部分实验室管理人员工作繁重，而薪酬待遇却比专职教师低，使得化学实验室人员流动性较大，难以有序展开化学实验室管理工作。化学残余药品处理是一门技术性很强的工作，如南京理工大学单独设立环保管理岗位，引进相关人才，并提高实验室管理人员待遇，给予他们一定的职业上升空间，以此挖掘其发展的潜力，使其更好地投入化学实验室管理工作中。同时鼓励师生开展化学废弃物回收的相关研究。

2.3 更新管理措施，引入信息技术。教育领域中的信息技术已经广泛应用，但化学实验室的信息化管理建设仍然有部分高校相对滞后，试剂重复或是盲目购买导致药品过期失效时有发生。中山大学、天津大学和北京理工大学等高校建立化学试剂信息化管理系统，化学试剂从采购到使用归还的流程和台账均在管理系统中共享，避免出现库存积压和药品过期的情况。

3. 教师层面的解决办法有哪些

3.1 加强环保教育，建立处理意识。尽管许多大学已经制定并实施了集中回收和处理实验室废液的方法和措施，但部分学生属于被动接受，环境保护的自觉性偏低。因此

国内部分知名高校在化学实验的起点上就开始培养学生的环保意识,将环境知识和残余药品处理教育纳入化学实验教学重点,让学生在课堂上节约使用药物和化学试剂,合理处理实验教学中产生的废弃物,尽量避免或减少环境污染;同时,加大环保宣传力度,并在实验室张贴安全警示标识、开展形式多样的主题活动和知识竞赛等,把环保意识融入学生生活和学习的方方面面。

3.2 优化教学体系,探索“绿色”途径。长期以来,我国高校化学、化学工程、材料等相关专业的课程存在体系分割,实验内容重复。浙江大学等高校实验教学课程体系从顶层设计开始优化,减少以传授知识为目的的重复性和验证性实验,增加以学生为中心、综合性、设计性和创新性的实验,让学生积极探索、分析和学习,从而实现从学知识到用知识的转变,使学生在知识、能力和素质上更好地适应时代和社会的需要。此外开发微型实验和串联实验,探索“绿色”途径。

① 微型实验。在达到预期实验效果的基础之上,尽可能减少化学试剂的使用量。现如今,国内各大高校的化学实验室都在积极运用微型化学实验,节约了70%左右的化学试剂使用量,大幅度降低了化学实验室污染废弃物的排放总量。如“乙酰二茂铁的合成”是一个经典实验项目,将二茂铁的用量从常量的1克减少到0.1克,主要药品用量节约90%,也有效减少了化学废弃物的排放和处理。

② 串联实验。即通过调整实验教学计划,合理安排实验项目和实验次序,使上一个实验的产物成为下一个实验的原料,从而将多个实验串联组合。如苯甲酸的制备与熔点的测定实验相串联、无机化学实验中硫酸铜的制备与无机离子的定性检测实验相串联。

五、结论与建议

本文对近11年化学实验残余药品处理研究进行了梳理。研究表明:目前社会层面通过调控回收价格、打通回收渠道,设立专项资金,打消回收顾虑;学校或实验室层面通过健全管理体制、完善规章制度,充实队伍建设,提高福利待遇,更新管理措施,引入信息技术;教师层面通过加强环保教育、建立处理意识,优化教学体系、探索“绿色”途径等方法对实验残余药品进行管理和处理。根据研究分析和结论,笔者提出以下五点建议。

1. 加大实验残余药品“原点”处理的研究

“原点处理”指尽量在残余药品产生的源头就近对其进行处理。这是因为排出者对残余药品的成分和性质最清楚,如果实现“原点”处理,将大大减少残余药品的处理时

间、人力、物力和成本,也避免了不同废液混合产生的新污染。

2. 重视残余药品原点处理手册的编写

化学实验残余药品种类繁多复杂,其回收处理工作十分烦琐,我国至今还没有出版此类书籍。因此,建议有关从事化学教学及科研工作的学者,能出版一些有关化学实验残余药品原点处理方面的书籍,以便在日常繁杂的工作中简单、快捷地找出残余药品最佳的回收处理办法,避免了因忙乱混倒,将残余药品直接排放下水道引起环境污染。同时也用于教师在课堂上指导学生正确地处理化学残余药品,培养学生积极主动保护环境。

3. 在教材编写中增加残余药品处理等内容

目前,人民教育出版社2019年版普通高中教科书化学必修第一册附录 I 增加了常见废弃物的处理方法,大学教材和初中化学教材等可借鉴此方法,在教材编写时增加本实验课程残余药品原点处理方法等内容,体现对环保问题的重视程度。

4. 鼓励学生申报残余药品原点回收课题

实验室积极鼓励学生申报化学实验残余药品原点回收课题的申报,化学实验残余药品原点回收实验有利于充分调动师生积极性,努力开发更多的复合型、设计型和创新的化学废弃物处理实验,有效减轻了实验员的工作负担,同时推动着高校教学改革实践,提高学生对绿色化学的兴趣和创新创造的能力。

5. 关注中小学实验室残余药品原点处理研究

实验室残余药品的处理研究最多的是高等学校,占总文献数的90.48%,缺乏对中小学实验室的研究,虽然中小学实验参与药品种类没有高校的复杂,但是我国的中小学生学习基数大,产生的残余药品量多,且绝大部分都是未经任何处理直接排放,对环境的污染和对学生的负面影响不容忽视。建议未来的研究对象能更多地涉及中小学。

实验残余药品的管理和处理是个很复杂的课题,可以说是一项非常艰巨的工作,只有社会各环节、各方面、各层次都有足够的责任意识,采取一些切实可行的防治措施,实验室化学废弃物的处理才能得到有效地解决。

参考文献

- [1]潘慧,成文文,于育新等.化工专业有机化学实验废弃物处理方法研究[J].化工管理,2022(24):4-6.
- [2]徐烜峰,李维红,边磊等.高等院校化学实验室废弃物问题的思考[J].大学化学,2018,33(04):41-45.