

实验室安全管理：有机化学实验室应急演练场景探究

刘献虎，常彦平，姚婉清*

嘉应学院化学与环境学院有机化学教研室，广东 梅州

收稿日期：2026年3月19日；录用日期：2026年5月19日；发布日期：2026年5月28日

摘要

应急演练是提升实验人员应急处置能力的重要途径。本文针对有机化学实验室安全风险的特征，选取水银温度计破碎、浓硫酸泄露、高锰酸钾泄露、环己烯泄露、镁粉泄露五类代表性场景作为研究对象。基于瑞士奶酪模型、人因可靠性分析等相关理论，对应急处置流程的设计和合理性进行了研究。选择浓硫酸泄露场景为代表进行了实证性研究，评估演练方案的实操性。结果表明本文提供演练方案对提升人员安全意识、应急知识和操作技能方面具有较好的效果。

关键词

实验室管理，有机化学，安全应急演练

Exploration of Emergency Drill Scenarios in Organic Chemistry Laboratories for Laboratory Safety Management

Xianhu Liu, Yanping Chang, Wanqing Yao*

Teaching and Research Section of Organic Chemistry, School of Chemistry and Environment, Jiaying University, Meizhou Guangdong

Received: March 19, 2026; accepted: May 19, 2026; published: May 28, 2026

Abstract

Emergency drills are crucial means of enhancing the emergency response capabilities of laboratory

*通讯作者。

personnel. This paper focuses on the characteristics of safety risks in organic chemistry laboratories and selects five representative scenarios as research subjects: broken mercury thermometer, concentrated sulfuric acid leakage, potassium permanganate leakage, cyclohexene leakage, and magnesium powder leakage. Based on theories such as Swiss cheese model and human reliability analysis, the design and rationality of emergency response procedures are investigated. A concentrated sulfuric acid leakage scenario is chosen as a representative case for empirical research to evaluate the practical operability of the drill plan. The results indicate that the drill plan provided in this paper yields favorable outcomes in improving personnel's safety awareness, emergency knowledge, and operational skills.

Keywords

Laboratory Management, Organic Chemistry, Safety Emergency Drill

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来国内高校与科研院所的实验室数量迅速增多,使用实验室人员数量也呈现爆发式增长,为实验室安全管理带来了诸多挑战[1]-[3]。以化学相关专业为例,实验室涉及众多种类的化学品。各种类型的化学品又存在着易燃易爆、腐蚀灼伤、生物毒性以及环境污染等危险特性。若化学实验发生安全事故,很可能引发连锁反应,给人身与财产安全带来严重影响[4]-[6]。应急演练作为实验室安全管理的重要环节之一,是检验实验室安全应急预案可行性、提升实验人员应急处置能力的重要途径[7]-[9]。目前,实验室应急演练的开展仍然面临着较多问题。首先,多数实验室开展的应急演练场景较为单一。演练项目主要围绕实验室普通火灾、实验人员意外触电等场景。而具有实验室个性化的应急演练场景相对较少。其次,应急演练方案的设计缺少专业理论支持,有关安全管理的理论模型在应急演练中的研究仍然较少。

郭理想等人从实验人员、仪器设备、药品试剂、环境条件4个方面归纳梳理高校实验室安全隐患源头,分析可能诱发安全事故的原因,提出了人、物、技“三位一体”同防共治的安全防范思路[10]。季静等人通过将“瑞士奶酪模型”理论引入实验室生物安全管理,分析目前生物实验室在使用和管理过程中存在的诸多问题,有针对性地提出实验室生物安全管理的解决对策,避免可能存在的漏洞[11]。范豪杰基于瑞士奶酪模型分析探讨上海市危险品码头火灾风险并给出相应对策[12]。叶睿博等人发现基于人因可靠性分析方法的JHA可与实验操作情景相吻合,有效用于实验室安全风险的计算、评价和分析,帮助提出控制风险的措施并逐步完善实验室安全风险评估方法[13]。谷继慧等人基于标准化工厂人因可靠性分析(SPAR-H)方法,结合化工实验室人因失误的特点,确定了更加适用于化工实验室的人因可靠性分析方法,能够为化工实验室人的不安全行为管控制定针对性措施[14]。

本文针对上述提出的应急演练开展中存在的问题,以有机化学实验室应急演练为例,对演练场景进行了探究。依据化学品分类原则,选取水银温度计破碎、浓硫酸泄露、高锰酸钾泄露、环己烯泄露、镁粉泄露五类场景为代表,涵盖的化学品分别对应急性毒性液体、氧化性液体、氧化性固体、易燃液体、自燃固体。通过演练不同类型化学品的应急处置方法,期望达到“以点带面”的应急演练效果。上述演练场景对应于常压蒸馏与沸点测定、乙酸正丁酯制备、苯甲酸制备、环己烯制备、镁粉参与的合成实验,

均是基础有机化学实验中开展的项目，能够体现出有机化学实验室的个性化特征。此外，本文探究了瑞士奶酪模型和人因可靠性分析方法在应急演练中应用，尝试进一步提升应急措施设计过程的理论依据和合理性。

2. 有机化学实验室应急演练场景探究

2.1. 水银温度计破碎

场景设计：实验室内正在进行常压蒸馏与沸点测定的实验项目。其中，同学 A 在搭建常压蒸馏装置。加装水银温度计时，同学 A 不小心将水银温度计滑落到实验台面，造成温度计中水银球破碎，水银洒落到实验台面和地板上。

危险因素分析：健康危害方面，汞具有吸入急性毒性，进入人体后会导致急性肾损伤与神经毒性。另外还具有生殖毒性和特异性靶器官毒性(反复接触)。环境危害方面，汞具有水生急性和慢性毒性[15]。

应急措施：1) 应急处理人 B 负责疏散人员，让周围师生远离泄漏区域。2) 应急处理人 C 和 D 做好个人防护，需要穿防护服和佩戴活性炭防毒面具、护目镜、丁基橡胶手套。应避免佩戴普通乳胶手套，因为汞容易渗透这类手套。3) 应急处理人 C 清理碎玻璃，可借助塑料材质镊子，将碎玻璃收集到密封容器中。4) 应急处理人 D 收集汞珠，使用纸片或塑料刮刀将汞珠转移至密封容器中，对汞珠进行水封或油封，防止汞蒸气挥发。5) 应急处理人 C 处理微量汞残留，对于台面和地板上残留的微量汞，将硫磺粉覆盖到污染区域。静置 30 分钟，用塑料铲收集硫磺混合物，放入密封容器。6) 应急处理人 B 打开门窗通风约 4 小时，期间包括应急处理人在内的所有人员应远离该区域。7) 应急处理人 C 和 D 将上述盛装碎玻璃、汞珠和硫磺混合物的容器贴上标签并做好标注，交由具有资质的机构进行回收处置。

2.2. 浓硫酸泄露

场景设计：实验室内正在进行制备乙酸正丁酯的实验项目。其中，同学 A 在量取试剂时不小心将装有浓硫酸的瓶子撞倒。瓶子滚落到地板上并摔碎，造成大量浓硫酸洒落到地板。同时旁边同学 B 正在量取试剂，部分浓硫酸溅落到 B 同学的鞋袜上。

危险因素分析：物理危险方面，浓硫酸属于氧化性液体，可能引起或促使其他物质燃烧。健康危害方面，浓硫酸能够造成严重皮肤灼伤和眼损伤，吞咽可能有害。环境危害方面，浓硫酸具有水生急性毒性[16]。

应急措施：1) 应急处理人 C 负责疏散人员，让周围师生远离泄漏区域。2) 应急处理人 D 将同学 B 迅速转移至空气新鲜处，协助同学 B 立即脱掉所有被沾污的鞋袜和衣物。用大量流动清水冲洗至少 15 分钟。应避免先擦拭再用水冲洗，可能会导致浓硫酸与皮肤接触面扩大。冲洗后若发现皮肤出现灼伤或者红肿现象，应该立即就医。3) 应急处理人 E 和 F 做好个人防护，需要穿防护服和佩戴活性炭防毒面具、护目镜、丁基橡胶手套。4) 应急处理人 E 清理碎玻璃，可借助塑料材质镊子，将碎玻璃收集到密封容器中。5) 应急处理人 F 使用干沙土或惰性吸附材料覆盖泄漏区域，防止硫酸扩散其他区域。6) 应急处理人 E 将碳酸氢钠或碳酸钙粉末撒布在被污染区域，静置约 15 分钟，用于中和浓硫酸。应避免使用氢氧化钠等强碱性试剂，因为强碱与浓硫酸反应剧烈放热，可能出现液体飞溅从而增加危险。7) 应急处理人 F 使用 pH 试纸检测被污染区域的酸碱度，直至硫酸被完全中和。8) 应急处理人 E 使用塑料铲，将吸附材料和生成的硫酸盐等混合物装入耐腐蚀容器中。9) 应急处理人 F 将装有碎玻璃和固体粉末混合物的容器贴上标签并做好标注，交由具有资质的机构进行回收处置。10) 应急处理人 E 使用清水擦拭被污染区域 2~3 次。

2.3. 高锰酸钾泄露

场景设计：实验室内正在进行制备苯甲酸的实验项目。其中，同学 A 在添加反应原料时遭到其他同学的碰撞，导致高锰酸钾洒落到实验台面和地板上。同时少量的高锰酸钾粉末溅入到同学 B 的眼中。

危险因素分析：物理危险方面，高锰酸钾属于氧化性固体，可能引起或促使其他物质燃烧。健康危害方面，高锰酸钾具有急性毒性，能够引起皮肤腐蚀和刺激。能够造成严重皮肤灼伤和眼损伤，吞咽有害。另外还具有生殖毒性和特异性靶器官毒性(反复接触)。环境危害方面，高锰酸钾具有水生急性和慢性毒性[17]。

应急措施：1) 应急处理人 C 负责疏散人员，让周围师生远离泄漏区域。2) 应急处理人 D 将同学 B 迅速转移至洗眼器处，协助同学 B 用水冲洗眼部至少 15 分钟。冲洗时应该打开上下眼睑，水流温和且避免直射眼球。冲洗时转动眼球，确保眼内无残留。冲洗完毕后，应该立即就医。3) 应急处理人 E 和 F 做好个人防护，需要穿防护服和佩戴活性炭防毒面具、护目镜、丁基橡胶手套。4) 应急处理人 E 使用干沙土或硅藻土覆盖泄漏区域，防止高锰酸钾扩散至其他区域。5) 应急处理人 F 使用塑料铲，将干沙土和高锰酸钾的混合物装入耐腐蚀容器中。6) 应急处理人 E 使用干燥的无尘布擦拭被污染区域 2~3 次，擦拭后的无尘布一同放入上述耐腐蚀容器中。7) 应急处理人 F 将容器贴上标签并做好标注，交由具有资质的机构进行回收处置。

2.4. 环己烯的泄露

场景设计：实验室内正在进行制备环己烯的实验项目。其中，同学 A 在收集产品时遭到其他同学的碰撞，导致环己烯洒落到实验台面和地板上。同时少量的环己烯溅到同学 B 的皮肤上。

危险因素分析：物理危险方面，环己烯属于易燃液体，其蒸气也具有高度易燃性。健康危害方面，环己烯具有急性毒性和吸入危害，严重眼睛损伤/眼睛刺激性，具有特异性靶器官系统毒性(一次接触)，呼吸道刺激和麻醉效应。环境危害方面，环己烯具有水生急性和慢性毒性[18]。

应急措施：1) 应急处理人 C 负责疏散人员，让周围师生远离泄漏区域，打开门窗，保持室内良好通风。2) 应急处理人 D 将同学 B 迅速转移至空气新鲜处，协助同学 B 用大量流动清水冲洗受污染皮肤至少 15 分钟。冲洗完毕后，应该立即就医。3) 应急处理人 E 和 F 做好个人防护，需要穿防护服和佩戴活性炭防毒面具、护目镜、丁基橡胶手套。4) 应急处理人 E 使用干沙土或硅藻土覆盖泄漏区域，防止环己烯扩散至其他区域。5) 应急处理人 F 使用塑料铲，将吸附环己烯的干沙土装入密封耐腐蚀容器中。6) 应急处理人 E 使用沾有少量乙醇的无尘布擦拭被污染区域 2~3 次，擦拭后的无尘布一同放入上述容器中。7) 应急处理人 F 将容器贴上标签并做好标注，交由具有资质的机构进行回收处置。

2.5. 镁粉的泄露

场景设计：实验室内正在进行使用镁粉的实验项目。其中，同学 A 在称量时遭到其他同学的碰撞，导致镁粉洒落到实验台面和地板上。同时少量的镁粉掉落到同学 B 的皮肤上。

危险因素分析：物理和化学危险方面，镁粉暴露在空气中会自燃。遇水放出易燃气体。健康危害方面，暂无分类。环境危害方面，暂无分类[19]。

应急措施：1) 应急处理人 C 负责疏散人员，让周围师生远离泄漏区域。2) 应急处理人 D 将同学 B 迅速转移至空气新鲜处，协助同学 B 用大量流动清水冲洗受污染皮肤至少 15 分钟。冲洗完毕后，应该立即就医。3) 应急处理人 E 和 F 做好个人防护，需要穿防护服和佩戴活性炭防毒面具、护目镜、丁基橡胶手套。4) 应急处理人 E 使用干燥毛刷、塑料铲轻轻收集，然后装入干燥密封容器中。5) 应急处理人 F 使

用干沙土覆盖泄漏区域，使用塑料铲，将吸附镁粉的干沙土装入上述干燥密封容器中。6) 应急处理人 E 将容器贴上标签并做好标注，交由具有资质的机构进行回收处置。

3. 应急措施的合理性分析

3.1. 瑞士奶酪模型

瑞士奶酪模型是将事故防御体系类比作堆叠的多片瑞士奶酪，每片奶酪代表一道防御层次，奶酪孔洞代表各防御层中的漏洞。当多层奶酪孔洞贯穿时，事故便会发生。预防事故则是避免多孔洞同时贯穿，或尽量堵上每层奶酪孔洞。根据该模型，我们将应急处置措施分为人员疏散层、伤员救治层、个人防护层、危险源控制层、环境控制层、废弃物处置层。例如，对于水银温度计破碎场景的应急措施而言。首先建立人员疏散层，划分隔离区，禁止其他人员进入危险区。对于个人防护层，要求人员穿防护服和佩戴活性炭防毒面具、护目镜、丁基橡胶手套。在危险源控制层，包括清理碎玻璃，收集汞珠以及使用硫磺粉覆盖污染区域。在环境控制层，要求打开门窗通风。最后通过分类收集和专业机构处置步骤建立危废处置层。基于以上分析可以看出，各防御层间具有较好的互补递进关系，能够有效防止奶酪孔洞的出现，最大限度降低多孔洞同时贯穿的几率。

3.2. 人因可靠性分析

人因可靠性分析主要通过识别和解决人为失误，降低错误率，减少潜在事故发生的几率。根据该分析方法，我们将应急处置流程中可能的人为失误分为疏忽关键步骤、操作顺序错误、防护不到位、处置方式不当、分工不明确、废物处置不规范等类型。例如，对于浓硫酸泄露场景的应急措施而言。在关键步骤设置环节，明确疏散、救人、控险、危废处置等重点步骤。在操作顺序环节，明确按照先救人再救险的逻辑关系。在处置方式环节，强调使用大量清水冲洗接触部位至少 15 分钟，且避免先擦拭再水冲的处置方式。强调使用碳酸氢钠或碳酸钙粉末撒布在被污染区域，用于中和浓硫酸，应避免使用氢氧化钠等强碱性试剂的处置方式。在分工环节，明确几位应急处理人的职责和操作顺序，避免应急现场混乱。有效提升实操的可靠性。在废物处置环节，强调使用标签，保证存储容器密封性以及处置单位的资质等。以上分析表明，该应急措施充分考虑了人为失误特征，通过采取各个应对策略，能够降低各类人为失误发生的几率，从而提高该应急措施的实操性。

4. 基于浓硫酸泄露场景的实证性探究

关于上述各类场景的演练效果，我们以浓硫酸泄露为例开展了实证性探究。设置实验组和对照组各 10 人，均为本科三年级学生，学习过有机化学理论和实验课程。实验组开展真实演练，对照组仅开展讲座培训。分别通过问卷调查(图 1)和技能考核(图 2)两种方式，对两组同学进行培训效果评估。其中，问卷调查内容涵盖了安全意识和应急知识。实验组在安全意识、应急知识、操作技能三个部分的平均分分别为 87、86、89。对照组在上述三个部分的平均得分分别为 75、83、62。可以看出，实验组在安全意识培养方面取得了较好效果。这是因为真实演练使得学生感受到了浓硫酸泄露后引起的紧张气氛，加深了学生对事故场景的印象，强化了安全规范操作的意识。在应急知识方面，实验组和对照组反馈的结果差别不大。在技能考核方面，两组学生则表现出非常显著的差异。经过应急演练的实验组明显在技能考核方面表现更为突出。这是因为实验组学生参与了真实演练的应急处置全流程，对个人防护穿戴、伤员救治、废物收集与处置等关键操作均有深刻印象。而对照组学生虽然在讲座培训中也学习了应急演练的步骤和注意事项，但是由于缺乏实操经验，在技能考核中很难把握细节部分和应对突发状况。

一、单选题（总分50分，每小题5分）

- 1、浓硫酸的核心危险特性不包括以下哪一项？
- 2、若皮肤不慎溅到浓硫酸，正确的处置方式是？
- 3、处置浓硫酸泄漏时，下列哪种中和剂是正确选择？
- 4、穿戴个人防护装备处置浓硫酸泄漏时，应优先选择哪种手套？
- 5、浓硫酸泄漏后，第一步应急处置措施是？
- 6、用pH试纸检测浓硫酸中和效果，达到哪种状态说明中和完全？
- 7、处置浓硫酸泄漏时，使用干沙土的主要作用是？
- 8、下列哪种操作会增加浓硫酸泄漏的危险？
- 9、浓硫酸泄漏后的废物处置，正确的做法是？
- 10、开展浓硫酸应急处置时，个人防护装备不包括以下哪一项？

二、简答（总分36分，每小题12分）

- 1、简述浓硫酸泄漏后，“泄漏控制与中和”的具体操作步骤及注意事项。
- 2、浓硫酸泄漏时，禁止使用氢氧化钠等强碱性试剂进行中和的原因。
- 3、结合本次培训内容，简述实验室浓硫酸泄漏的全流程应急处置步骤。

三、态度题（总分14分，每小题2分）

- 1、我认为浓硫酸泄漏可能造成严重的人员伤害和环境危害，需要高度重视。
- 2、在实验室操作中，我会主动规避可能导致浓硫酸泄漏的危险行为。
- 3、若遇到浓硫酸泄漏，我会主动参与应急处置，不慌乱、不逃避。
- 4、我会严格按照培训所学的规范流程，处置浓硫酸泄漏相关事宜。
- 5、我认为掌握浓硫酸应急处置技能，对保障实验室安全至关重要。
- 6、培训后，我会主动复习浓硫酸应急处置知识，确保熟练掌握。
- 7、我愿意向身边同学分享浓硫酸应急处置知识，提升整体安全水平。

Figure 1. Questionnaire content**图 1.** 问卷调查内容**一、个人防护穿戴（20分）**

正确穿戴防护服、护目镜、丁基橡胶手套、活性炭防毒面具，穿戴规范；

二、伤员急救操作（25分）

救治受伤人员时，立即用大量流动清水冲洗至少15分钟，不先擦拭，操作规范；

三、泄漏控制与中和（25分）

用干沙土覆盖泄漏区域，用碳酸氢钠粉末中和，并用pH试纸检测中和效果，操作规范；

四、废物收集与处置（20分）

正确收集碎玻璃、吸附材料及中和产物，装入密封容器并贴标，操作规范；

五、应急响应时效性（10分）

能快速启动应急流程，不慌乱。

Figure 2. Skill assessment content**图 2.** 技能考核内容

5. 研究局限性分析

本文提出了五种有机化学实验室应急演练场景，并对场景设计的合理性和实操的可行性进行了探究。虽然能够取得可预期的效果，但是在实际应用中仍需注意其存在的局限性。在适用范围方面，文中涉及的演练主要针对基础教学实验室，各演练场景均对应于本科有机化学实验项目。对于科研和工业实验室，存在着化学品量大和场景复杂的情况。在应用文中的应急措施时，需要根据实际情况进行相应调整。在前提条件方面，本文涉及的应急措施，均假设应急物资完备。例如，实验室需要具备防护服、丁基橡胶手套、活性炭防毒面具、干沙土、碳酸氢钠粉末、密封容器等物资。在场景复杂度方面，本文中的演练场景中出现的危险源较为单一。尚未考虑多种危险源叠加的场景，比如不同类型危化品混合泄露、火灾、触电等事故同时出现的复杂场景。

基金项目

2025 年度省级教学质量与教学改革工程项目——有机化学课程教研室(426A0306/121); 2025 年度校级教学质量与教学改革工程建设项目——双驱协同: 化学史与思政元素嵌入有机化学实验混合式教学实践(425A3546/121)。

参考文献

- [1] 张慧. 我国高校科研实验室安全管理的挑战与对策研究[J]. 实验室检测, 2025, 3(7): 51-53.
- [2] 贾洪鉴. 实验室危化品安全管理的现状与挑战[J]. 化工管理, 2024(7): 94-96.
- [3] 孟兆磊. 高校化学实验室安全管理体系的建设和实践[J]. 化工设计通讯, 2023, 49(12): 147-149.
- [4] 夏明, 李鑫, 许俊杰, 苏朋月, 王昊, 杨校毅, 周步壮. 基于层次分析法的高校实验室安全现状评价研究[J]. 实验与分析, 2025, 3(4): 90-97.
- [5] 唐艳, 杨秀山, 常原毓. 高校化学实验室存在的安全隐患及其应对策略[J]. 天津化工, 2025, 39(6): 177-180.
- [6] 秦倩倩, 文焱炳. 化学实验室安全评价难点分析[J]. 劳动保护, 2025(8): 115-117.
- [7] 孙雅茹, 张春丽, 李强, 等. 校院两级高校实验室安全应急演练体系构建[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(7): 256-261, 268.
- [8] 谢妙, 李长玲, 刘皓, 李俊辉, 周银环. 水产院校实验教学中心应急演练实践[J]. 现代职业安全, 2025(4): 89-92.
- [9] 孙雅茹, 林涛, 张毅华. 基于校地协同的高校实验室安全事故应急演练探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2025, 42(2): 206-211.
- [10] 郭理想, 张也卉, 许漪, 徐鑫. 基于瑞士奶酪模型的高校实验室安全防范探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(9): 304-308.
- [11] 季静, 赵丽, 马絮飞, 赵秀兰. “瑞士奶酪模型”理论在生物安全管理中的应用[J]. 实验室科学, 2023, 26(5): 205-208, 212.
- [12] 范豪杰. 基于瑞士奶酪模型的上海市危险品码头火灾风险化解探索[J]. 上海安全生产, 2024(12): 60-62.
- [13] 叶睿博, 唐跃武, 徐月. 基于人因可靠性分析的 JHA 在实验室安全风险评估中的应用研究[J]. 山东化工, 2024, 53(16): 216-220.
- [14] 谷继慧, 路帅, 刘庆龙, 陈诺. 基于改进的 SPAR-H 化工实验室人因可靠性分析[J]. 安全与环境工程, 2021, 28(01): 16-23.
- [15] 德国达姆施塔特默克集团. 汞: 化学品安全说明书[EB/OL]. https://www.sigmaaldrich.cn/CN/zh/search/7439-97-6?focus=products&page=1&perpage=30&sort=relevance&term=7439-97-6&type=cas_number, 2026-03-15.
- [16] 德国达姆施塔特默克集团. 硫酸: 化学品安全说明书[EB/OL]. https://www.sigmaaldrich.cn/CN/zh/search/7664-93-9?focus=products&page=1&perpage=30&sort=relevance&term=7664-93-9&type=cas_number, 2026-03-15.
- [17] 德国达姆施塔特默克集团. 高锰酸钾: 化学品安全说明书[EB/OL]. https://www.sigmaaldrich.cn/CN/zh/search/7722-64-7?focus=products&page=1&perpage=30&sort=relevance&term=7722-64-7&type=cas_number, 2026-03-15.
- [18] 德国达姆施塔特默克集团. 环己烯: 化学品安全说明书[EB/OL]. https://www.sigmaaldrich.cn/CN/zh/search/110-83-8?focus=products&page=1&perpage=30&sort=relevance&term=110-83-8&type=cas_number, 2026-03-15.
- [19] 德国达姆施塔特默克集团. 镁粉: 化学品安全说明书[EB/OL]. https://www.sigmaaldrich.cn/CN/zh/search/7439-95-4?focus=products&page=1&perpage=30&sort=relevance&term=7439-95-4&type=cas_number, 2026-03-15.