

自燃性和遇水反应性试剂的危害辨识与风险防控

（适用范围：使用自燃性和遇水反应性试剂的实验室）

啥？！都说水火不相容！竟然有东西遇到水之后会着火？

近期潮湿多雨，本学年以来实验室出现多起因氢化钠、氮化锂等自燃性和遇水反应性试剂使用、处置不当引发的自燃或冒烟事件，虽无人员受伤或财产损失，但使用干粉灭火器进行扑救的方式，触发烟感报警，易引起火情误判。

一、什么是自燃性和遇水反应性试剂？

（Recognize 识别危害：认识危险源固有的物理与健康危害）

以下对常见的自燃性和遇水反应性物质进行分类介绍：

1. 碱金属及碱土金属

此类金属化学性质极为活泼，与水或潮湿空气剧烈反应生成氢气并放热，极易引燃。

典型物质：锂、钠、钾、钾钠合金、铷、铯；钙粉、镁粉等。

特性与管控：通常浸没在煤油、石蜡油或密封于惰性气体中保存。

2. 金属氢化物及复合氢化物

强还原剂，遇水剧烈反应放出氢气。

典型物质：氢化钠、氢化锂铝（四氢铝锂）、氢化钙。

特性与管控：对湿气极度敏感，需严格密封干燥储存。

3. 烷基锂及有机金属试剂

高活性有机金属化合物，对空气和水分敏感，部分在空气中可自燃。

典型物质：正丁基锂、叔丁基锂、甲基锂（格氏试剂如苯基溴化镁也属此类，但活性稍低）。

特性与管控：通常在惰性气氛或烷烃溶液中储存和转移，操作要求极高。

4. 金属烷基化合物

包括广泛用于催化的主族和过渡金属有机化合物。

典型物质：三甲基铝、三乙基铝、二乙基锌。

特性与管控：高度自燃性，必须在无水无氧条件下操作。

5. 活泼金属粉末

因其巨大的比表面积，反应活性远高于块状金属。

典型物质：雷尼镍催化剂、镁粉、铝粉、锌粉、铁粉。

特性与管控：在空气中易形成爆炸性混合物，需远离火源和氧化剂。

6. 金属羰基化合物

毒性高，部分在空气中可缓慢分解并自燃。

典型物质：五羰基铁、四羰基镍。

特性与管控：兼具毒性和自燃性，需在通风橱内谨慎操作。

7. 非金属卤化物及酸卤化物

强烈亲水性物质，遇水发生剧烈水解反应，生成腐蚀性酸雾并放热。

典型物质：三氯化磷、五氯化磷、氧氯化磷、二氯亚砷。

特性与管控：此类是典型的遇水反应试剂。它们本身可能不直接自燃，但剧烈反应放热足以引燃周围可燃物，并产生有毒腐蚀性烟雾。储存必须与水源、碱类和活泼金属隔离。

8. 自燃性非金属及其氢化物/烷基物

典型物质：自燃单质：白磷（黄磷）。

自燃气体：硅烷、磷化氢、乙硼烷、砷化氢。

自燃液体/固体：三乙基硼、三丁基磷。

特性与管控：气体需使用特气系统和严格的检漏措施；白磷需在水中保存；液体和固体需惰性气体保护。

9. 其他强碱性物质

典型物质：氨基钠、氨基钾。

特性与管控：既是强碱，也对水分敏感，遇水反应生成氨气和腐蚀性碱液。

二、使用自燃性和遇水反应性试剂会有哪些风险？

(Assess 评估风险：结合具体操作评估风险等级)

这类试剂通常具有极高的化学活性，其核心风险在于对水（包括空气中的湿气）和/或氧气的敏感性。一旦接触，极易发生剧烈反应，过程往往急速放热。此过程不仅可能直接引燃反应体系，其释放的热量更足以点燃反应中产生的易燃气体（如氢气、烷烃等），从而引发火灾甚至爆炸。

除燃烧风险外，部分反应会副产有毒或强腐蚀性物质（如卤化氢、磷化氢、腐蚀性碱液等），存在导致人员中毒、化学灼伤及实验设备损坏的次生危害。值得注意的是，许多反应具有瞬间爆发的特性，且反应产物的危害可能远超试剂本身，因此任何操作不当都可能引发连锁式安全事故。

三、如何做好自燃性和遇水反应性试剂的全流程风险防控？

(Minimize 最小化风险：采取一切有效措施将风险降至最低)

（一）危险源的防控措施

防控层级一：消除与替代

在实验设计阶段，首先评估是否必须使用此类高危试剂。能否找到更安全、更稳定的替代试剂或合成路线？

例如，在某些还原反应中，是否可用稳定的硼氢化钠（ NaBH_4 ，虽也遇水反应但较 NaH 温和）或在醇中稳定的还原剂替代氢化钠？

防控层级二：工程控制

工程控制是在人与危险源之间增加物理隔离措施，这是防控风险的关键手段。

尽可能在手套箱中使用自燃材料：对于自燃性和遇水反应性试剂，必须在手套箱中称量、使用、淬灭。手套箱可以有效隔绝水分和氧气。

当使用通风柜操作时，请确保玻璃悬窗尽可能降低，以便在发生剧烈反应时能够阻挡火情、试剂喷溅或爆炸的玻璃碎片。

防控层级三：管理控制

管理控制是通过制定规章制度、操作规程和应急预案，明确人员职责与操作要求，从管理层面降低自燃性和遇水反应性试剂使用风险的重要手段。具体包括以下方面：

1. **试剂采购管理：**仅购买必要的最小包装量或使用实验所需最低数量。
2. **人员培训与风险告知：**所有涉及自燃性和遇水反应性试剂操作的人员必须接受安全培训。培训内容应包括试剂特性、潜在危害、应急处理方法及事故案例等。人员须在理解并掌握相关风险后方可进行操作。
3. **标准操作规程（SOP）的制定与执行：**实验室应针对具体使用的自燃性和遇水反应性试剂制定详细的标准操作规程，涵盖试剂的称量、转移、反应设置、后处理及废弃物处置等环节。对于遇水、氧剧烈反应的试剂，SOP 中必须明确要求在无水无氧环境下操作。
4. **操作过程的规范化：**实际操作必须严格遵循 SOP。操作区域应清除可燃物，确保实验环境安全。涉及高风险试剂（如叔丁基锂）时，应使用氮气球、带有长

针头且具备漏液保护功能的密封注射器、耐压玻璃器皿及可靠的密封接头等；注射器等工具必须保持干燥并经惰性气体处理。操作前应确认系统气密性，并使用适当的惰性气体吹扫。

5. 储存管理的具体要求：按照化学品技术说明书 (SDS) 中的建议储存反应性物质。

(1) 惰性气体填充的干燥器或手套箱可能是大多数物料的合适存储场所。

(2) 确保在储存材料期间，容器内有足够的保护性溶剂、油类、煤油或惰性气体。

(3) 储存时应严格区分性质相抵触的化学品，确保自燃性和遇水反应性试剂与水源、酸类、氧化剂等有效隔离。

(4) 如果易燃或遇水反应的试剂是通过专门设计的运输、储存或分配容器接收的，应确保该容器的完整性得到维护。

(5) 切勿将过量化学品返回原容器。

(6) 少量杂质进入容器可能导致火灾或爆炸。

(7) 确保对不相容化学品进行二次隔离和分类存放。

6. 高风险操作的“双人监督”制度：在处理较高危害的化学品，尤其是高度反应性/不稳定材料时，绝对不要单独操作。实验室中其他在场人员必须经过适当的培训，了解操作中的危害以及具体的应急程序。

7. 实验前的安全确认：操作人员应在实验前查阅相关安全数据表，全面了解试剂的理化性质和危险性。准备阶段应确认所需防护设备、实验装置及应急器材完好可用，确保实验在受控条件下进行。

防控层级四：个体防护

1. 使用危险化学品时，至少应佩戴安全眼镜，穿着实验服、长裤和无孔材料制成的能够完全遮盖脚部的鞋，最好是皮革。
2. 只要有可能发生爆炸或剧烈的化学反应，就应使用防护罩以及更安全的个人防护装备(如面屏和厚手套)。
3. 穿纯棉材质的实验服外套或围裙（具有阻燃效果的更好），衣服起火时可以快速脱下；请勿选择在发生火灾时会熔化并粘附在衣服/皮肤的材质（如聚酯纤维）。
4. 在处理危险化学品或接触可能被污染的表面时，应佩防护手套。
5. 护目镜(密合性更好的化学眼罩)适用于可能发生飞溅或喷射的工艺过程。
6. 对于通过皮肤接触/吸收具有毒性的危险化学品，如果可以预见化学品与身体/皮肤接触的情况，则应额外穿戴防护性衣物(例如面罩、围裙、长袖套)。

（二）危险废弃物规范处置

很多实验室的小事故，常常出现在废弃物的处置环节。此类试剂的废弃物应通过缓慢、可控的化学反应，消耗掉其反应活性，使其转化为无害或低危物质。

常用淬灭方法：

1. 反应末期，一定要淬灭活性物质；后处理过程中，要注意一定要增加淬灭步骤，将活性物质反应完全。使用后的空容器应先用惰性干燥的兼容溶剂冲洗三次；冲洗后的溶剂也必须进行中和或水解处理。冲洗溶剂必须在惰性气氛下添加到容器中，并移除。任何含有反应性材料残留物的容器都不得暴露在空气中。
2. 任何未使用或不需要的反应材料必须转移到适当的反应烧瓶中，并在适当冷却下进行水解和/或中和，以淬灭这些材料。锂、钠、钾等固体碎屑，可以将

金属碎屑放在装有石蜡油的烧杯中，在冰浴条件下磁力搅拌，使用分液漏斗缓慢滴入乙醇，使其缓慢反应；也可搭建反应体系，将锂、钠、钾等固体碎屑放在烧瓶底部，缓慢滴入无水乙醇与液体石蜡或正庚烷的混合溶液（混合比例 1:1）；少量氢化钠，可以少量多次投入无水乙醇中反应；持续搅拌和冰浴，直到没有气泡产生（氢气释放完毕），并且固体物质完全溶解，确保反应完毕。注意在通风柜内进行，确保通风正常。

4. 锂、钠、钾等固体碎屑，也可收集在装有液体石蜡或煤油的瓶中，上交学院按照危险废物处理。含有此类试剂的废弃电池按照危险废弃物上交。反应后的溶液通常不再具备遇水反应性，可以作为含醇的卤代废物或有机废物，交由有资质的危废处理公司处理。

5. 用于切割、移取的工具可以使用无水乙醇进行处理。

将锂、钠等活泼金属碎屑，通过小量、多次投入无水乙醇或异丙醇淬灭的传统方法，其安全性不如以上方法，不建议在实验室内使用；而将醇倒入锂、钠等活泼金属碎屑上的做法，更是错误！严禁用水直接淬灭！

对于其他具有特殊淬灭需求的试剂，应遵照其 SDS 或相应的 SOP 要求进行。

四、使用自燃性和遇水反应性试剂可能发生哪些事故，应当如何应急处置？

(Prepare 准备应急：为可能发生的故事做好充分准备)

（一）试剂火情应急处置

大声呼救，让同伴知晓并启动应急响应。如果在通风柜中起火，应将通风柜玻璃悬窗降至最低，并关闭通风。

首选大量干燥消防沙扑救，其次可选择灭火毯覆盖方式扑救，再其次可选择 D 类金属火灾灭火器扑救。

严禁使用水、二氧化碳或常规 ABC 干粉灭火器。水会加剧反应，二氧化碳对高温金属火无效，常规干粉灭火器强大的喷射力会吹散燃烧物，引发粉尘爆炸或扩大火势，烟尘还会引发烟感报警。

报警与疏散：

火情发生后，应第一时间拨打保卫处 24 小时值班电话（八里台 23508962 津南 85358962），为校内灭火救援力量到达现场争取时间；同时按照学院和实验室应急预案要求，及时报告实验室安全员，逐级上报课题组、学院；火情失控时，可直接拨打 119 报警，有人员受伤要及时拨打 120。

发生火情时，所有人员应撤至安全位置，协作扑救、上报；火情失控时，应迅速通过安全通道疏散至集合点，清点人数。

（二）火已及身的应急处置

使用易燃试剂的实验室（包括经常使用乙醇的），实验人员实验期间应尽量选择阻燃或纯棉且带按扣的实验服，自身衣物也尽量选择纯棉，鞋应能够完全保护脚部（洞洞鞋和网眼鞋都不行）；实验服选择按扣（现有纽扣实验服可以进行改造，可网购小工具），因为按扣能够在更短的时间内脱下，避免火已及身情况下，因实验服无法脱掉，造成烧伤。严禁选择聚酯纤维含量高的实验服或衣物，此类衣物燃烧易产生熔滴，粘结皮肤，造成二次伤害。

1. 如果您的衣服或皮肤上着火，应尽快脱去起火的衣物；如无法快速脱除或应急喷淋或水源在几米范围内，可自行或由其他人员协助尽快用水扑灭明火。

2. 如果周边没有易燃物、尖锐物，也可以采用“停-倒-滚”原则迅速灭火。

“停-倒-滚”原则：停止、躺下、滚动（Stop, Drop and Roll）

停止（Stop）：如果发现衣物着火，立即停止任何动作。

躺下（Drop）：迅速安全地躺到地面（周边不可有易燃物）。

滚动（Roll）：在地面上来回滚动以扑灭火焰，尽量用手保护脸部避免烧伤。
其他人员可以用水协助扑救，或使用灭火毯覆盖，避免使用灭火器（防冻伤）。

以上脱衣、用水灭火、“停-倒-滚”、灭火毯扑救等方式并无哪个更优的区别，关键时刻以快速、有效为准，可以同时采用多种方式灭火。

安全实验，科研创新才能行稳致远！请各课题组负责人组织成员进行学习与讨论，并结合本实验室的具体试剂，制定更具针对性的 SOP。欢迎师生认真研究用到的一些具有特殊危险特性的试剂的危害，并将其规范使用、储存、废弃处置等方法整理为专项 SOP 发到 jsaqq@nankai.edu.cn, 对于高质量 SOP, 可赠送一副高级安全眼镜（想领奖，可不要忘记留下联系方式哦）。以上内容如有错误，也请大家批评指正。让我们共同努力，共同维护安全的实验环境。

实验室安全进组会培训记录（可仅扫描此页上传）

讲解人	
讲解时间	
参与培训 人员签名	

实验室安全进组会学习资料上传位置

https://labsafety.nankai.edu.cn/detail/labRoom/1872569512716718082

南开大学 详情页面 / 实验室详情 系统使用帮助 下载中心 王满意

首页/工作台 基础信息管理 课题组信息 实验室管理 实验室存储柜 实验室人员 采购订单查询 暂存库 化学品管理 气体钢瓶 仪器设备 危废管理 安全检查 培训与考试 准入管理 采购管理 实验室风险分级 配置管理

工作台 x 实验室管理 x 实验室详情 x

基本信息

学院(系): 校区: 八里台校区 课题组: 楼宇: 实验室名称: 实验室功能: 科研 防护措施: 必须穿防护服,必须戴防护手套,必须戴防护眼镜 危险源: 危险化学品,易制毒化学品,普通气体,加热设备,用电,其他危险气体 负责人电话: 备注: 无

房间号: 实验室分类: 化学类 风险等级: II级实验室 灭火要点: 用干粉灭火器灭火,用灭火毯灭火,用沙土灭火,用二氧化碳灭火器灭火 房间安全负责人: 二维码:

实验室人员 存储柜 化学品 气体钢瓶 隐患清单 设备清单 危废清单 安全文件

+ 添加 删除

文件类型	文件所属	文件名称	操作
☐ 安全文件	实验室级	安全培训合格证	编辑 删除
☐ 安全文件	实验室级	安全培训合格证	编辑 删除
☐ 安全文件	实验室级	安全培训合格证	编辑 删除
☐ 安全文件	实验室级	安全培训合格证	编辑 删除
☐ 安全文件	实验室级	安全培训合格证	编辑 删除

共 21 条 1 2 3 10 / 页 跳至 1