

## 危化品王国的奇妙之旅

汤宏胜, 张咏荷, 王德祥, 宁晓辉, 张天龙\*, 李延\*, 李华

西北大学化学与材料科学学院, 西安 710127

**摘要:** 实验室的化学品种类繁多, 其中有一类极具危险的化学品, 它们时常引发各类事故, 但又在人类生活中有着十分重要的作用, 这就是危险化学品。在实验室中大家总是无法避免接触这类化学品, 因此认识危化品, 分辨它们的危险属性, 确保正确储存和规范使用至关重要。本文以和平大使淇淇的视角, 带大家走进危险化学品国度里的各个部落, 介绍实验室危险化学品的分类以及储存方法, 让大家了解并从容面对他们, 并且能够安全使用, 避免实验室危险事故的发生。

**关键词:** 实验室; 危险化学品; 分类; 科普

**中图分类号:** G64; O6

## A Wonderful Journey through the Kingdom of Hazardous Chemicals

Hongsheng Tang, Yonghe Zhang, Dexiang Wang, Xiaohui Ning, Tianlong Zhang\*, Yan Li\*, Hua Li  
College of Chemistry & Materials Science, Northwest University, Xi'an 710127, China.

**Abstract:** Laboratories host a diverse array of chemicals, including a category that is particularly hazardous, often leading to various accidents yet holding crucial importance in human life-hazardous chemicals. Contact with these chemicals is unavoidable in laboratories, underscoring the need to understand their properties, accurately classify them, and ensure proper storage and safe handling. This article adopts the perspective of Peace Ambassador Qiqi, guiding readers through the various tribes of the hazardous chemicals kingdom. It introduces the classification and storage methods of these chemicals in laboratories, aiming to enhance awareness and promote safe practices to prevent laboratory accidents.

**Key Words:** Laboratory; Hazardous chemicals; Classification; Science popularization

### 1 引言

2021年10月, 南京某大学实验室发生了一起爆燃事故, 实验室内存放着大量易燃固体镁铝粉末和易燃液体丙酮。因为实验员操作不当引燃了镁铝粉末, 随后明火引燃挥发的丙酮, 导致了更剧烈的爆炸, 造成2人死亡、9人受伤的惨剧<sup>[1]</sup>。2022年7月, 北京某研究院内, 实验操作人员在分装含有自燃固体甲基铝氧烷的催化剂时发生泄漏, 泄漏物遇空气发生剧烈燃烧, 导致现场操作人员1人死亡, 1人受伤<sup>[2]</sup>。

近年来, 随着危化品引发的事故接连发生, 造成了经济损失、人员伤亡等各种影响, 为危化品的使用和储存敲响了警钟。然而, 在实验室工作中, 难免需要接触和使用危化品, 它们的种类繁多,


收稿: 2024-03-27; 录用: 2024-07-03; 网络发表: 2024-08-26

\*通讯作者, Emails: tlzhang@nwu.edu.cn (张天龙); yanli@nwu.edu.cn (李延)

基金资助: 教育部高等学校化学类专业教学指导委员会教学研究与实践项目(H20210602, H20210603); 教育部基础课程拔尖学生培养计划2.0研究课题(20222159)

存储要求严格, 存在许多安全隐患, 因此在使用时必须格外小心。那么经常和实验室打交道的我们, 该如何避免危险事故的发生呢? 首先, 我们需要充分了解危险化学品, 我国的危险化学品分类GB 13690-2009中将化学品危险性分为3大类, 28小类。分类及标志如表1<sup>[3]</sup>所示。通过该标准快速识别化学品的危险性, 同时指导从业者正确地使用和存储危险化学品。一旦看到这些标志就应引起警惕。其次, 正确的使用和储存危险化学品也至关重要。

表1 GB 13690-2009中危险化学品分类

分类	危险种类	标签	危险种类	标签	
理化危险	爆炸物		自燃液体		
	有机过氧化物		自燃气体		
	自反应物质或混合物		自燃固体		
	易燃液体		易燃气体		
	易燃固体		氧化性液体		
	遇水放出易燃气体的物质或混合物		氧化性固体		
健康危险	急性毒性		金属腐蚀剂		
	皮肤腐蚀/刺激		致癌性		
	严重眼损伤/眼刺激		生殖毒性		
			特异性靶器官系统毒性——一次接触		
		呼吸或皮肤过敏			
环境危险	危害水生环境		特异性靶器官系统毒性——反复接触		
			生殖细胞至突变性		
			吸入危险		
			危害臭氧层		

## 2 走进危化品国度

我们根据GB 13690-2009中危险化学品分类总结了实验室常见的6类危险化学品, 接下来, 让我们一同进入实验室中的危险化学品国度, 揭开这些化学品神秘的面纱!

在化学实验室中, 有一个神秘的危化品国度, 这个国度有六个部落, 居住着各种各样脾气古怪的危险化学品分子。危化品国度常年硝烟四起, 战乱不断, 各部落之间矛盾百出, 就连部落内部也管理失调。短短数十年, 就发生了多起战乱。

这样下去可是万万不行的, 危难之际, 危化品国度的和平大使“淇淇”受国王之命, 访游各个部落, 任务是调查和了解部落内部环境, 调解部落间的矛盾, 回来向国王复命并商讨让国度稳定安全的办法。淇淇拿到资料(如表2所示), 确定访游路线, 就这样, 淇淇背着行囊开启了漫长的旅行!

### 2.1 氧化部落——危化品“精灵”

淇淇率先来到氧化部落, 据手册上记载: 氧化部落的成员有高锰酸钾(KMnO<sub>4</sub>)、硝酸铵(NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>)、氯酸钾(KClO<sub>3</sub>)、硝酸钠(NaNO<sub>3</sub>)等这些固态家族, 也有溴(Br<sub>2</sub>)、铬酸(H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>)、过氧化氢(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)、硝酸(HNO<sub>3</sub>)、高氯酸(HClO<sub>4</sub>)等这些液态家族, 还有氯气(Cl<sub>2</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)、臭氧(O<sub>3</sub>)等气态家族。

表2 根据国标总结的6种实验室常见危险化学品分类

危险化学品分类	所属部落	外号	分支
氧化物	“氧化”部落	精灵	氧化剂、有机过氧化剂
易燃物	“易燃”部落	狼人	易燃固体、易燃液体、易燃气体
腐蚀物	“腐蚀”部落	亡灵	酸性腐蚀品、碱性腐蚀品、其他腐蚀品
毒物和剧毒品	“剧毒”部落	毒蛙	毒害品、剧毒品
压缩气体	“压缩气”部落	矮人	-
爆炸物	“爆炸”部落	巨魔	-

走进部落，放眼望去都是阴凉干燥的景象，这不禁让他产生疑问和好奇心。据说啊，氧化部落被大家称为是危化品国度的“精灵”，个个长得花里胡哨，还拥有特殊的技能。他们天生和精灵一样会使用魔法，每当他们需要做饭的时候，就会使用魔法给火焰添加大量的氧气，让火势更猛更大，甚至在玩耍打闹的时候使用魔法，也一不小心就烧毁整座屋子。

观察完整个部落，淇淇见到了氧化部落的首领“过氧化氢”，作为“绿色”氧化剂，在医药、农业、环境及食品等领域都能看到过氧化氢的身影，他的能力是不可忽视的。

过氧化氢看见淇淇笑着说：“几年前，部落投票推选首领，我作为常见氧化剂被大家推选上，”过氧化氢满脸骄傲道，“这些年，我管理整个部落大大小小的事，很多氧化反应和合成反应的过程都需要我的参与，生产中消毒和漂白的工作也大都由我负责，但是还有一些孩子很调皮，动不动就犯错误，酿成了好几次事故。”

淇淇附和道：“氧化物本就是咱们国度的‘精灵’，天生灵动不好管理，您做首领这么久，已经足够尽职尽责了。”其实淇淇也有听说过一些外界的传闻，高氯酸锂是氧化部落固态家族的成员，适合于生活在常温常压的环境中，在低于400 °C下，他的脾气通常都非常稳定，不会发生热分解反应，在温度达到240 °C左右开始熔化，变成液态的高氯酸锂。在达到热分解反应温度后，高氯酸锂会迅速发生分解反应，且十分剧烈。前段时间氧化部落的“高氯酸锂”本该勤勤恳恳的工作，却突然玩性大发，成群结队地在工作室玩“捉迷藏”，被首领发现后，大家四散分解(反应方程式(1)–(3))，把工作室搞得乌烟瘴气，损失惨重。最后是首领和大家一起重建家园。



过氧化氢陈述事实，“是呀，但是这些年管理部落，发现大家的脾性都很不稳定，在高温、阳光下或与其他物质接触时会分解释放氧气，都可能引起火灾或爆炸，而且和人类接触，他们一不小心就可能会引起灼伤或腐蚀皮肤、眼睛和呼吸道。严重的时候会损坏人体细胞，加速衰老，导致癌变而危害人类健康。”

淇淇了然，就是为了防止这些会魔法的“精灵”闹事，他们的居住环境都要求极高。比如首领过氧化氢需要居住在避光的由棕色玻璃建造的房屋中，他的居所应该密封且抗腐蚀，并且需要远离易燃、易爆、易挥发的物品。人类在使用氧化物时要佩戴口罩、手套等个人防护用品，但也难免发生意外，比如在使用液态氧化物硝酸时，若不慎接触皮肤会灼伤，首先要用干毛巾拭去残留的硝酸，接着用大量水冲洗，将局部硝酸清理干净，如果烧伤情况严重，要及时就医。保证实验人员的安全不仅要在使用时格外小心谨慎，还要了解一些常用的意外处理办法。

最后，过氧化氢更加坚定地道：“我相信我能管理好部落！我们氧化部落也会越来越好的！”

听到这话，淇淇安心地前往下一处目的地。

## 2.2 易燃部落——危化品“狼人”

第二站，淇淇来到了易燃部落，平时大家都称呼他们为“狼人”，这个部落的成员都是些易燃

物，别看他们各个脾气火爆，但却都极度怕火。平时看着还算和气，一旦遇到火星子就炸毛，简直和一到月圆之夜就变身的狼人一样反复无常，极其危险。

易燃部落里的成员众多，比如易燃固体萘( $C_{10}H_8$ )、细碎金属，易燃液体甲醇( $CH_3OH$ )、乙酸乙酯( $C_4H_8O_2$ )、环己烷( $C_6H_{12}$ )，还有易燃气体氢( $H_2$ )、甲烷( $CH_4$ )等。面对这些脾气火爆的“狼人”，为了防止他们炸毛，易燃部落要求安全用电，远离明火，保持充分通风，防止火灾的发生。

因而易燃部落的居住规则繁多，必须严格执行。他们的房屋建筑材料通常是不燃隔板，并且只能常年待在各自的屋子里，避免阳光直射，特别是要远离氧化部落的“精灵”们。同时易燃物品的工作场所要有良好的通风，避免易燃气体聚集导致爆炸。

只要遵循以上规定，易燃部落的成员大都能安分守己。但是为了保证万无一失，淇淇还是在易燃部落张贴了安全告示提醒人类：如果不慎发生火灾，人们要做的第一步是切断着火的易燃物品与火源的接触，立即报警。弄清楚起火原因，第二步我们要选择正确的灭火器，要提前了解二氧化碳灭火器、泡沫灭火器、干粉灭火器等各种灭火器的用途和使用步骤<sup>[4]</sup>：(1) 泡沫灭火器：适用于如油制品、油脂等无法用水来施救的火灾，但不能扑救醇、酯、醚、酮等物质以及带电设备引起的火灾。使用方法：拔掉安全栓，之后将灭火器倒置，一只手紧握前提环，另一只手扶住瓶体的底圈，对准火源的根源进行喷射即可。(2) 干粉灭火器：可扑灭一般的火灾，还可扑灭油、气等燃烧引起的失火。使用方法：拔掉安全栓，站在上风位置，对准火焰根部，一手握住压把，一手握住喷嘴进行灭火。(3) 二氧化碳灭火器：用来扑灭图书、档案、贵重设备、精密仪器、600伏以下电气设备及油类的火灾。使用方法：先拔出保险销，再压合压把，将喷嘴对准火焰根部喷射。注意使用时要尽量防止皮肤因直接接触喷筒和喷射胶管而造成冻伤。第三，如果火势无法控制或者燃烧物品有毒性，所有人员应立即疏散，并确保安全撤离。另外，易燃部落的安全管理员还有一个艰巨的任务：定期组织安全培训，培养大家安全工作的意识，熟练掌握各种灭火器的用途和使用方法，并且定期巡查，保证部落安全。

做完这些，淇淇继续踏上旅程。

### 2.3 腐蚀部落——危化品“亡灵”

第三站，淇淇来到腐蚀部落，危化品国度里的“亡灵”一族，它们族人众多，是最调皮的一族。要是一不小心放跑它们，它们会拼命啃食遇到的一切，不腐蚀干净决不罢休，必须要严加看管。

腐蚀部落分为酸性一族和碱性一族，酸性一族的成员有硝酸( $HNO_3$ )、高氯酸( $HClO_4$ )、硫酸( $H_2SO_4$ )、甲酸( $HCOOH$ )等，碱性一族有一水合氨( $NH_3 \cdot H_2O$ )、氢氧化钙( $Ca(OH)_2$ )、氢氧化钾( $KOH$ )、氢氧化钠( $NaOH$ )等。这些家伙喜欢搞破坏，所以这些“亡灵”都是独立生存的，建筑房屋的材料也是防腐蚀的，像酸性一族的成员高氯酸，他们的房屋不仅要处在干燥阴凉的环境中，而且要求密不透风，但是他们渴望自由，不喜欢被封禁，首领们必须定期检查部落中的各个住所。

腐蚀部落的首领是浓硫酸，作为腐蚀部落的老大哥，浓硫酸的危险性非常高，早就听闻它具有强腐蚀性，而且容易挥发，和腐蚀部落的其他成员一样，会灼伤人类的皮肤和眼睛；还具有氧化性，会与许多其他物质发生激烈反应，产生有毒气体；并且他与水反应会放出大量的热，可能引起溅射或喷溅，造成烧伤。所以在和浓硫酸打交道之前，淇淇穿戴好全套的“盔甲”装备——防护手套、防护眼镜、口罩、实验服等，避免直接接触皮肤和眼睛，保持周围环境良好通风，避免吸入其蒸汽。淇淇还提前了解了意外发生要如何处理，若浓硫酸不慎接触皮肤，要先用干毛巾轻轻擦去，接着用大量水冲洗，然后用5%的碳酸氢钠冲洗，严重时需要及时就医。切记不可直接用碱去中和，避免放热导致更加严重的烧伤。

来到首领浓硫酸的住所门口，淇淇看到他家是一个广口的透明玻璃瓶。走进房间，浓硫酸正倚在一张桌子前，看起来心情不佳，因为他的头顶冒着浓浓的白烟。淇淇起初不敢上前，但浓硫酸看到淇淇后，收了脾气，淇淇这才主动走上前来说：“这是谁惹首领您老人家生气了啊？”

浓硫酸本不愿说出惹自己生气的这些调皮捣蛋鬼，但是想到自己刚刚失态的模样，他道：“没

什么，我常常要参与到各种酸碱中和反应、酯化反应中，所以经常和氢氧化钠一起工作，但是他近日贪图玩乐，旷工不上报，导致我们整个工程进度都落后了。”边说着，又生起气来。

淇淇赶忙安抚他的情绪，问道：“首领您还有什么别的工作可以先去完成，我想氢氧化钠很快就会回来的。”

首领说：“不指望那臭小子了，我还具有很好的脱水性，所以还经常参与到许多脱水反应中去。好了好了不和你说了。”说着说着，又投入工作中。

访问完腐蚀部落的淇淇心想道：可别跟这些倔脾气的“亡灵”们讲道理，否则可能会有点“腐蚀性”的后果。于是淇淇没有多做停留，迅速前往下一站。

## 2.4 剧毒部落——危化品“毒蛙”

下一站要到访的是剧毒部落，顾名思义，这个部落的成员都具有强烈的毒性，所以大家称他们为“毒蛙”。这个部落里有砷盐、氰化钙( $\text{Ca}(\text{CN})_2$ )、有机汞化合物等固态家族，还有丙烯醛( $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ )、尼古丁( $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2$ )等液态家族，气态家族包括二硼烷( $\text{B}_2\text{H}_6$ )、氟气( $\text{F}_2$ )、二氧化氮( $\text{NO}_2$ )等。

淇淇看着资料，也了解到他们的巨大威力，他们自身有强烈的毒性，有一部分成员还具有挥发性，例如氰化氢、甲基异氰酸酯等。一旦与他们接触，尽管只是轻微接触，短时间内也能导致人或动物严重中毒甚至死亡，更别说他们被意外吸入或误食进入人体后，会造成多么严重的后果——轻则对呼吸系统和中枢神经系统造成严重损害，重则危及生命。

淇淇心想：“天哪，这也太可怕了吧！和他们接触的时候可要万分小心啊！”于是淇淇不打算与他们见面了，只在远处观望了一下，发现剧毒部落坐落在阴凉、通风良好的地方，远离光和热。那些具有挥发性的成员的住所都严密不透风地密封着，目的是尽量减少与其他部落成员的接触。

淇淇远远地看到，剧毒部落正在开集体会议，今天刚好是剧毒部落的首领选举大会，首领将在三氧化二砷( $\text{As}_2\text{O}_3$ )和氰化氢( $\text{HCN}$ )两位之间产生。

三氧化二砷先上台讲话：“大家好，我是三氧化二砷，平时还有个名字叫‘砒霜’。你们别看其貌不扬，其实作用可大了，我可以用来美容，甚至可以作为中药治病。在治疗白血病时我的副作用小，但是对药物敏感和耐受的白血病细胞的作用效果相当大<sup>[5]</sup>，很激动能成为候选人之一，往后我会更加努力，谢谢大家。”

轮到氰化氢上台发言，淇淇大老远就看见他昂首挺胸走上台后，声音洪亮地说道：“大家好，首先很感谢大家对我的认可，这些年来，我作为某些化学反应的催化剂，促进反应进行；也经常参与到有机合成反应中，例如生产丙烯腈、聚氨酯、染料、塑料及农药等<sup>[6]</sup>。未来，我也会继续兢兢业业完成我的工作，尽我所能地帮助大家，我们的剧毒部落会越来越强大！”台下掌声雷鸣。最终依然是能力出众、作用强大的氰化氢当选，他已经连续多年入选，可以说是民心之所向，当之无愧。

看到如此景象，淇淇也对剧毒部落的未来充满期待。

## 2.5 压缩气部落——危化品“矮人”

第五站，淇淇来到了他一直很感兴趣的压缩气部落，早就听说，压缩气部落的成员个个都是能工巧匠，能在化工、轻工、航天等多种领域发挥作用。因此，大家称他们为危化品国度的“矮人”，这是对他们能力的肯定。

走进部落，入眼可见的是笔直树立的五颜六色的钢瓶，瓶身上还有各种颜色的字样，钢瓶之间都保持着一定的安全距离。带着好奇心，淇淇走近其中一个银灰色的钢瓶，瓶身上还有大大的深绿色的“氩(Ar)”字样。淇淇恍然大悟，明白了这些钢瓶其实就是压缩气部落的住所，而不同颜色的气瓶和字样是由于大家的“性格”各异。为了让大家区分开何处是家，这才出此下策。

除了“氩”，周围还有写着淡黄色“氮”字样的黑色钢瓶，里面住着氮气；写着黑色“氨”字样的淡黄色钢瓶，里面住着氨；还有乙炔气体，由于自身在压力下容易分解发生爆炸，所以他们是跟丙酮或者二甲苯溶剂生活在一起的，白色的瓶身上是大红色的“乙炔不可近火”字样。压缩气部落最常见的成员居住的气瓶如表3<sup>[7]</sup>所示。

表3 常见压缩气钢瓶样式

充装气体	化学式	瓶身颜色	瓶身字样	字体颜色
氩	Ar	银灰	氩	深绿
氮	N <sub>2</sub>	黑	氮	白
氨	NH <sub>3</sub>	淡黄	液氨	黑
氧	O <sub>2</sub>	淡(酞)蓝	氧	黑
乙炔	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	白	乙炔不可近火	大红
氢	H <sub>2</sub>	淡绿	氢	大红

这些气体所居住的钢瓶都是密不透风的(如图1), 首领需要定期检查钢瓶是否有损伤或者泄漏的情况, 像氩家族这种装有惰性气体的钢瓶, 需要每五年检查一次, 而一般的气体钢瓶只需要三年检查一次即可。

图1 实验室常见气瓶样式<sup>[8]</sup>

访问完压缩气部落的淇淇眼花缭乱, 决定前往本次旅程的最后一站。

## 2.6 爆炸部落——危化品“巨魔”

最后一站, 淇淇来到了爆炸部落, 也是危化品国度最为危险的“巨魔”部落。这一程可谓是长途跋涉, 爆炸部落的情况特殊, 因而他们坐落在一个远离其他部落的偏远区域。一旦与他们发生冲突, 他们就会产出大量烟雾, 释放出大量的热, 速度之快, 避之不及, 破坏范围巨大。

爆炸部落中已知最具爆炸性的物质之一是六硝基六氮杂异伍兹烷(CL-20)家族<sup>[9]</sup>, 还有我们熟知的炸药三硝基甲苯(TNT)、四硝基甲苯(DNT)等, 不少事故都是出自他们之手。爆炸部落的首领是硝酸铵(NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), 淇淇顿时想起他在外界的传闻, 几年前, 爆炸部落的“硝酸铵”不甘蜗居在又小又窄、通风不佳的住所, 一把火烧了房子, 顿时漫天升起红色烟雾, 周围的居民也未幸免于难, 发生巨大火灾, 房屋受损严重。如图2所示为硝酸铵引发的黎巴嫩贝鲁特港爆炸事故。

图2 黎巴嫩贝鲁特港爆炸事故<sup>[10]</sup>

见到硝酸铵以后, 淇淇发现他有着奇特的外貌, 是无色透明的晶体。他特别容易与水相融, 一旦受到猛烈撞击或与他发生冲突, 就会发生爆炸性的分解(反应方程式(4)硝酸铵达到169 °C时的可逆反应(5)温度升高到169 °C以上的热分解反应<sup>[11]</sup>)。



所以爆炸部落的住处必须要用专用的材料建筑房屋, 并且保证环境干燥通风, 房屋居住的成员有限, 不宜拥挤。部落首领硝酸铵也有一个长期固定的任务, 那就是要常常检查大家的居住情况, 以保证部落的安全。

旅程结束, 淇淇回去向国王复命, 国王下达指令: 要求各个部落成员各司其职, 遵守和平共处的原则, 不与同部落其他家族产生矛盾, 也不与外族部落发生争执。维护部落安全, 也维护国度稳定。

至此, “和平大使”淇淇调查各个危化品部落的任务圆满完成!

### 3 结语

跟随淇淇走完这趟奇妙的危化品国度之旅, 相信大家都还意犹未尽吧。近年来大家每每谈到化学物质总是“谈虎色变”, 有很多人恶意抹黑甚至妖魔化化学物质大家族。但是此刻, 相信大家都对危险化学品有了更深层次的了解, 只要能够合理地使用和储存它们, “危险化学品”这几个字也就没有听起来那么可怕了。

要知道危化品可是对人类的发展起到了很多不可替代的作用, 在工业生产、农药、医药等领域都离不开危化品的影子。所以我们不应盲目恐惧危化品, 要时刻做到敲响心中的警钟、对自己的实验室行为负责、遵守安全操作规程。在确保自己和他人安全的情况下, 发挥出危化品的作用, 让危化品为人类的发展做出更大的贡献。

### 参 考 文 献

- [1] 李征. 世界有色金属, **2022**, No. 13, 226.
- [2] 1死3伤! 中石油石油化工研究院“7.21”实验室事故原因披露. [2024-03-21]. [https://www.sohu.com/a/577760213\\_120920193](https://www.sohu.com/a/577760213_120920193)
- [3] 国家标准化管理委员会. GB 13690-2009 化学品分类和危险性公示通则. 北京: 中国国家标准化管理委员会, 2009: 4-10.
- [4] 丁翠玉. 消防界(电子版), **2021**, 7 (19), 110.
- [5] Wu, A.; Ansari, A. S.; Uludağ, H.; Jiang, X. *Method. Cell Biol.* **2022**, *171* (2), 1.
- [6] 余璐璐, 刘杨, 徐飞. 生命科学, **2019**, *31* (2), 128.
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会. GB/T 7144-2016 气瓶颜色标志. 北京: 中国标准出版社, 2016: 3-7.
- [8] 气瓶颜色标志. [2024-03-21]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/336771925>
- [9] Li, M.; Hu, R.; Xu, M.; Wang, Q.; Yang, W. *Def. Technol.* **2022**, *18* (10), 1914.
- [10] 详讯: 黎巴嫩首都港口区发生爆炸至少73人死亡3700人受伤. [2024-05-20]. [http://www.xinhuanet.com/world/2020-08/05/c\\_1126325614.htm](http://www.xinhuanet.com/world/2020-08/05/c_1126325614.htm)
- [11] Babrauskas, V.; Leggett, D. *Fam.* **2020**, *44* (2), 250.