

“笑气”：让人欢喜让人忧^{*}

——“笑气”的功过及其滥用问题的思考

陈超越^{**} 牟志刚 庄 严 宋肖锴 肖启振 杨廷海 刘维桥^{**}

(江苏理工学院化学与环境工程学院 江苏常州 213001)

摘要 我国青少年“笑气”滥用问题日趋严峻,引发社会关注。介绍了“笑气”的简要历史、制备方法、结构与性质、重要应用、滥用原因及危害等,期望引导青少年全面了解“笑气”,科学使用“笑气”,提早构筑起心理防线,自觉抵制“笑气”滥用。

关键词 笑气 一氧化二氮 结构与性质 重要应用 “笑气”滥用

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2020100079

“笑气”(laughing gas)化学名为一氧化二氮或氧化亚氮(nitrous oxide,化学式为 N_2O),是一个用途广泛的常用化学物质。但近几年由欧美等国波及我国的“笑气”滥用(laughing gas abuse或nitrous oxide abuse)问题引发关注,将这一物质再次推上舆论的风口浪尖。

以近4年的情况为例,2017年,名为《最终我坐着轮椅被推出了首都国际机场》的博文^[1]在网络上引起热议,在文中曾留学美国的女生讲述了自己在国外因吸食“笑气”、导致生活及身体机能全面紊乱而最终弃学的惨痛经历。2018年4月全国首例“笑气入刑”案宣判^[2],该案引发多方关于如何管控“笑气”的讨论。一项遍及全球逾30个国家的2019年度环球药品/毒品调查(Global Drug Survey)结果显示^[3], N_2O “受欢迎度”排名第10位,11.9%的受访者吸食过“笑气”,较2014年受访者6.5%的吸食率几乎翻倍。2019年12月,针对近年来北美地区部分留学生吸食“笑气”现象逐渐增多,甚至有瘫痪、猝死事件发生的新情况,中国驻加拿大多伦多总领馆特意发布通知^[4],呼吁留学生远离“笑气”和其他形式的毒品。

因为多种因素叠加的影响,国内吸食“笑气”的案件呈现较快上升势头^[5-9],相关报道频频见于各种媒体;而且吸食者呈现低龄化趋势,绝大多数为涉世未深的青少年,其中不乏在校大学生,现状着实令人担忧。

“笑气”本质上是一个化学分子,在“笑气”滥用问题日趋严峻的情势下,及时从化学的角度追本溯源,剖析来龙去脉,可以帮助大学生和社会公众全面了解 N_2O ,科学使用 N_2O ,自觉抵制 N_2O

滥用,同时与相关部门及行业形成合力,遏制“笑气”滥用这一公共卫生安全问题。

基于此,从“笑气”的简要历史、制备方法、结构与性质、重要应用、滥用的危害及原因等方面逐一介绍,期望消除青少年对“笑气”的认知偏差,引导他们理性看待“笑气”的功与过,提早构筑起心理防线,自觉抵制“笑气”滥用。

1 “笑气”的简要历史

N_2O 是一个已有249年历史的化学物质,它的发现甚至比 O_2 的发现(1774年)还要早2年。1772年英国化学家Joseph Priestly实验时发现(图1)^[10-12]: NO 与潮湿的铁屑接触产生了一种从未记载过的特殊气体($2NO + H_2O + Fe \rightarrow N_2O + Fe(OH)_2$)。这是 N_2O 首次被人为地合成出来,但遗憾的是Priestly并没有继续深入研究它。26年之后,英国化学家Humphry Davy经制备和亲身体验,发现吸入 N_2O 气体会致人发笑、丧失痛觉,在产生欣快感的同时仍能有清醒的意识。1800年,年仅21岁的Davy将这些发现发表在“Researches, chemical and philosophical, chiefly concerning nitrous oxide”一文中,同时还敏锐地指出 N_2O 可作为外科手术中减轻手术痛苦的试剂^[10,13]。但他的伟大预见,在随后的40多年内并没有引起医学界的关注。直到1844年,美国牙科医生Horace Wells首次尝试吸入“笑气”后让助手为他实施龋齿拔除术,拔牙很成功且没有感到疼痛。在另外几例拔牙手术也成功后,信心满满的Wells于1845年在美国麻省总医院进行无痛牙科手术示范,然而这一次示范却因 N_2O 使用不当而惨败,Wells

^{*} 江苏理工学院教学改革与研究项目:“课程思政”与物理化学智慧课堂的融合研究(11610412086);省高校一流专业建设背景下应用化学专业教学改革研究与实践(11610412035)

^{**} 通信联系人, E-mail: njuchaoyuechen@163.com; lwq@jsut.edu.cn

也在医学界名誉扫地^[10,12]。尽管经历失败而蒙羞, Wells 还是因为最早在牙科实践中使用麻醉剂而成为现代麻醉学的创始人之一。1868 年美国牙科医师 Gardner Quincy Colton 成立 Colton 牙医协会, 在他的极力倡导和推广下, N_2O 重新作为麻醉剂开始在牙科手术中流行起来^[10]。1880 年, 苏联外

科医生 Stanislaw Klinkovich 首次用 $\text{N}_2\text{O}/\text{O}_2$ 混合气体(体积比 80:20)作为麻醉剂用于产科镇痛, 并观察到该混合气体在整个分娩过程中都能有效镇痛, 对母婴都很安全^[14]。1928 年 Julius Zador 首次将 N_2O 应用到精神忧郁、精神分裂症、运动障碍等神经精神疾病治疗^[12]。



Fig 1 Brief history of laughing gas

图 1 “笑气”的简要历史

N_2O 曾一度被认为是惰性的、安全的、无不良副作用, 直到 1956 年 H. C. A. Lassen 等报道了长期暴露于 N_2O 会有引起骨髓抑制的潜在危险^[15]。1967 年 Fink 等发现 N_2O 在啮齿类动物中产生了不良的生殖影响^[16]。随后, 又有 N_2O 对血液系统、神经系统、心血管系统的不良影响陆续被研究人员报道出来, 人们才开始对 N_2O 的毒性作用有所警觉。

1960 年, 苏联东方号载人飞船采用 $\text{N}_2\text{O}/\text{肼}$ 作为双组元推进剂^[17], N_2O 的应用拓展到航天领域。1982 年 Lichtigfeld 和 Gillman 应用 N_2O 治疗物质依赖(酒精依赖)的戒断症状^[12]。近几十年来, N_2O 带来的环境危害也逐渐显现, 研究发现 N_2O 全球增暖潜能(GWP)是 CO_2 的 298 倍^[18], 而且 N_2O 的大气寿命约为 150 年, 在对流层中对臭氧层有严重的破坏作用。据估计, N_2O 贡献了 6% 的温室效应。所以在 1997 年签署的《京都议定书》中, N_2O 是位列 CO_2 和 CH_4 之后的第三大温室气体。

纵观 N_2O 的发展历程, 其麻醉、镇痛的功效从牙科扩展到产科、神经科等, 其应用范围还从医学领域发展到航天工业, 如今又延伸至电子行业、

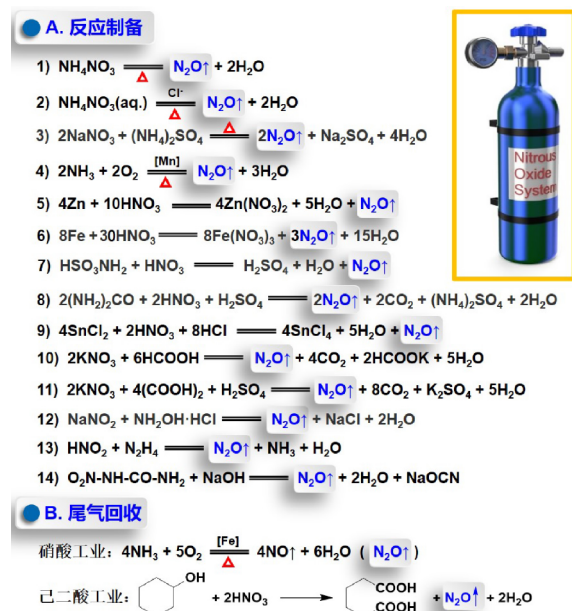
食品行业等, 促进了社会发展, 造福了人类。但喜中有忧, 滥用 N_2O 所导致的社会问题以及 N_2O 所致的温室效应、破坏臭氧层带来的环境危害等, 也引起了全社会的关注。

2 “笑气”的主要制备方法

N_2O 结构极为简单, 一步即可制备, 因而制备方法多样(图 2-A)^[19-24]。这些方法中, “ NH_4NO_3 干法热分解”是最悠久、最常用的制备方法之一(式(1)), 该法于 1785 年由法国化学家 Claude-Louis Berthollet 首创^[19]并一直沿用至今。当小心加热至 250 °C 左右时, NH_4NO_3 即发生自身氧化还原反应生成 N_2O 。但该方法不易控制, 有爆炸的风险。如果将“干法”改为“湿法”, 即将浓度约为 40%~50% 的 NH_4NO_3 水溶液在氯离子催化下加热分解^[22], 则可较为安全地制备 N_2O (式(2))。“ NH_4NO_3 干法热分解”还可以转变为无水 NaNO_3 和无水 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 两种盐混合加热的方法(式(3)), 也能降低制备 N_2O 时的爆炸风险。采用锰

取 N_2O (式 (5, 6)), 但此种方法成本高, 且产气量很小。用氨基磺酸还原 HNO_3 (式 (7)) 曾是一种工业制备纯度较高 N_2O 的方法^[23], 类似的, 用尿素 (式 (8))、 SnCl_2 (式 (9)) 也可以还原 HNO_3 制备 N_2O 。用甲酸 (式 (10))、草酸 (式 (11)) 等有机酸还原 KNO_3 同样可以得到 N_2O 。类似的, 用盐酸羟胺还原 +3 价的亚硝酸钠 (式 (12)) 或用联胺还原亚硝酸 (式 (13)) 同样能够制备 N_2O 。含氮有机化合物硝基胍在碱性条件下加热分解也能得到 N_2O (式 (14))。

“工业尾气回收法”也是获取 N_2O 的重要途径 (图 2-B), 该法从硝酸工业或己二酸工业的尾气中经吸收、干燥、吸附、精馏等工艺回收 N_2O ^[25]。其中, 硝酸生产是 N_2O 排放量最大的工业生产过程, 而己二酸生产工艺尾气中 N_2O 的体积分数占到 30% 左右, 所以“工业尾气回收法”既有一定的经济优势, 又有良好的环保价值。

Fig 2 Preparation of N_2O 图 2 N_2O 的制备方法

可见, N_2O 制备方法多样, 且大部分原料都价廉易得、反应装置简单。因制备方法的不同, 生成的气体需要酌情通过不同的洗涤、吸收等装置, 分别除去 NO 、 NO_2 、 CO_2 、水蒸气等杂质气体, 以达到分离和纯化 N_2O 的目的。纯化后的 N_2O 再经压缩、冷却、干燥、液化等工序, 室温保存在约 4 400 kPa 下的高压气瓶中。

3 “笑气”的分子结构和物理、化学性质

N_2O 的分子结构很有趣 (图 3-A)^[26], 它是直线型极性分子。 N_2O 的中心氮原子采取 sp 杂化方

式成键, 除了形成 2 个 σ 键以外,

总体来说, N_2O 高温下主要表现出热分解性、氧化性和助燃性质, 并伴随大量的热放出。 N_2O 在很多方面的应用都是基于这些独特性质, 例如, N_2O 用作二元航天器推进剂, 是基于烃类、肼(H_2NNH_2)等在 N_2O 的助燃下燃烧; 用于赛车加速是基于汽油在 N_2O 的助燃下燃烧; 用作电子特种气体制备氮氧化硅薄膜是基于 SiH_4 在 N_2O 中燃

烧; 用于火焰原子吸收光谱测试中是基于 C_2H_2 在 N_2O 中燃烧。

4 “笑气”的主要应用

经过近 250 年的发展, N_2O 这个简单分子显现出的应用价值远超人们的预期, 它在医学、航天工业、电子行业、食品行业等领域(图 4)发挥着十分重要的作用。



Fig. 4 Important applications of N_2O

图 4 N_2O 的主要应用

4.1 在医学方面的应用

“笑气”最著名、最悠久的应用之一就是作为吸入性气体麻醉剂, 它主要通过抑制中枢神经系统兴奋性递质的释放、抑制神经冲动的传导, 以及改变离子通道的通透作用等方式, 发挥镇静和镇痛作用。在医学上, $\text{N}_2\text{O}/\text{O}_2$ 吸入麻醉术颇受医生和患者青睐, 被很多医学科室采用, 实施多种检查和治疗, 例如全身麻醉的快速诱导、牙科镇痛、产科无痛分娩和无痛人流、消化科胃肠镜检查、呼吸科经支气管镜腔内冷冻治疗、美容科冷冻美容、儿科镇痛、皮肤手术、静脉穿刺术、腰椎穿刺、裂伤修补术、骨折复位、精神科断瘾治疗等^[21, 33-34]。 $\text{N}_2\text{O}/\text{O}_2$ 用于麻醉镇痛的主要优点有^[21]: (1) 镇痛迅速, 显效快; (2) 镇痛效果良好; (3) 术后恢复快(N_2O 半衰期短, 无蓄积); (4) 副作用小, 可避免全麻并发症等; (5) 患者生命体征平稳; (6) 对心、肺、肝、肾等重要脏器功能损害极小; (7) 操作简便, 易于控制; (8) 价格较其他麻醉剂便宜。

欧美国家调查数据显示: 50% 以上的全科医生、85% 以上的口腔颌面外科医生、88% 以上的儿童牙医在临床工作中使用过 $\text{N}_2\text{O}/\text{O}_2$ 吸入麻醉术^[21]。此外, N_2O 还可用于战争、交通事故、火灾、矿难、震灾等突发灾害下的应急镇痛, 及时为伤员减轻伤痛, 降低死亡率^[33]。

4.2 在航天工业及赛车加速方面的应用

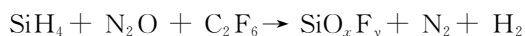
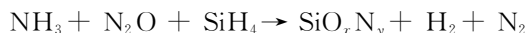
航天工业对航天器推进剂的物理性质、化学性质等有多方面的非常严格的要求, 例如从推进剂的储存、灌装等地面操作方面考虑, 需要推进剂在常温下性质稳定, 不易燃易爆; 毒性小, 对人体伤害小; 贮存密度大, 可有效减少航天器系统的体积和质量; 饱和蒸气压高, 具有自增压特性; 不腐蚀航天器贮箱材料等。而从航天器升空推进方面考虑, 又要求燃烧或分解过程中放热多, 绝热温度高, 推动力强大; 同时还要求燃烧产物尽可能绿色, 无污染。可喜的是, N_2O 能满足航天器推进剂多方面的要求。

相对于肼、过氧化氢等常用推进剂, N_2O 推进剂的主要优势有^[17]: (1) 分解/燃烧产物 (N_2 和 O_2) 绿色, 属于无毒推进剂; (2) 成本低廉; (3) 无腐蚀性, 与多数贮箱材料相容性好; (4) 性质稳定, 可常温贮存, 安全性高; (5) 可催化分解, 可用于单组元推进; (6) 高性能氧化剂, 也可用于固液推进与双组元推进; (7) 饱和蒸气压高 (5.1 MPa/20 °C), 自增压特性好; (8) 贮存密度比较高 (液态密度约 1 200 kg/m³), 节省地面储存空间和航天器贮箱空间。此外, 地面实验操作处理方便, 不需要繁琐昂贵的防护。

此外, N_2O 的助燃特性使之成为赛车氮氧加速系统 (nitrous oxide system, 简称 NOS) 的助燃剂^[24]。 N_2O 在 NOS 系统中遇热分解, 释放出关键的助燃气体 O_2 , 极大地提升了发动机的燃烧效率和动力。

4.3 在电子工业中的应用

电子特种气体被称为电子工业的“血液”, 纯度大于 5N (即 99.999%, N 数目代表纯度百分数中“9”的个数) 的高纯 N_2O 就是一种关键的电子特气。在半导体 (IC)、液晶 (LCD)、发光二极管 (LED) 和集成电路等的制造过程中, 各种形式的电子薄膜如绝缘膜、掩蔽膜、钝化膜等是必不可少的材料, 这类材料以氧化硅 (SiO_x) 薄膜、氮化硅 (SiN_x) 薄膜、氮氧化硅 (SiO_xN_y) 薄膜、含氟氧化硅 (SiO_xF_y) 薄膜等无机绝缘材料^[35-37] 为主。而在生产这类薄膜的化学气相沉积 (CVD) 法、高温氮化法等工艺中, 高纯 N_2O 起氧化和提供氮源等作用, 主要反应式^[35-37] 如下:



N_2O 的纯度和用量直接影响薄膜及光电器件的质量^[35-37], 随着半导体芯片和液晶显示面板市场需求的增加, 作为重要电子特种气体的 N_2O 的需求量也逐年激增。

4.4 在食品行业的应用

因为无毒、无色、无臭、有甜味、不可燃、抑菌等性质, N_2O 也颇受食品行业青睐, 可在食品加工过程中起到搅拌、起泡、塑型以及防腐、保鲜等作用。因此, 国家卫生计生委于 2015 年批准 N_2O 为食品添加剂新品种, 用于稀奶油 (淡奶油) 及其类似品的加工。

在喷射 N_2O 气体搅打 (搅拌) 稀奶油的过程中, N_2O 因自身的脂溶性而溶于油脂中。当奶油枪喷出奶油后, 溶解的 N_2O 气泡逸出而形成蓬松

状的奶油 (又称搅奶油), 这种搅奶油用于生日蛋糕、宴会蛋糕、喜庆蛋糕中表面装饰用的裱花层, 既形状精美又口感极佳^[24]。 N_2O 还可用作悬浮剂, 可用于使牛奶、糖浆起沫, 用于浓缩咖啡、巧克力等^[20]。

“笑气”还是优良的食品防腐剂, 用 N_2O 处理顽拗型种子——荔枝和龙眼种子, 可以延长它们的贮藏寿命; N_2O 还可以抑制番茄果实乙烯产生, 减少一些跃变和非跃变型果实腐烂发生^[38]。此外, 用 N_2O 处理香蕉还能显著地延缓果实的后成熟、衰老进程, 延长其保鲜期。

4.5 在化学分析方面的应用

高纯 N_2O (纯度在 6N 以上) 在化学分析方面可用于火焰原子吸收光谱用气。在原子吸收测试过程中, $\text{N}_2\text{O}/\text{C}_2\text{H}_2$ 混合气具有燃烧火焰温度高 (2 950 °C)、燃烧速度慢、还原气氛强、干扰少等优点, 能提高难挥发元素的灵敏度^[22, 39], 因而用于测定一些痕量金属如铝、铍、硅、钒、钛、钨、钼以及硼、钪、锆、钨、铋、铟、镱等元素。

4.6 在合成化学方面的应用

N_2O 在无机合成、有机合成方面均有应用。 N_2O 与 NaNH_2 在 210 °C 左右反应是制备常用工业试剂 NaN_3 的重要方法^[40], 与 KNH_2 和 $\text{Zn}(\text{NH}_2)_2$ 也能发生类似的

为明显,精神方面的伤害也不容小觑,甚至会有死亡风险。而且因为吸食剂量、滥用时间长短、吸食方式等的不同,所造成的危害有所不同。

在人体的特殊环境中,前文提到的 N_2O 的氧化性仍可表现出来。短时间内大剂量或长期吸食而摄入体内的 N_2O ,能够不可逆地将维生素 B_{12} 结构中的钴离子 (Co^{+}) 氧化成更高价态的钴离子 (Co^{3+} 或 Co^{2+}),维生素 B_{12} 被转化为无活性钴胺素类似物,导致维生素 B_{12} 失活且缺乏,进而引起人体系列严重病变^[42-45]。维生素 B_{12} 失活使得蛋氨酸合成酶活性被快速抑制,导致脊髓亚急性联合变性和多发性周围神经病,在临床上出现手足麻木无力、走路不稳、痉挛性瘫痪等症状。同时还因使DNA合成受损,引起血液指标变化,最终导致骨髓抑制和巨幼红细胞性贫血。在这些伤害发生的同时,还可能伴随有幻听、妄想、记忆受损、认知功能减退、性格改变等程度不同的精神方面的病变^[42-45]。

还有研究指出,长期吸入 N_2O 还会导致鼓膜破裂等物理性损伤。因 N_2O 血气分配系数约为 N_2 的 35 倍,所以 N_2O 在体内的弥散速度远大于 N_2 。大量吸入体内的 N_2O 会迅速将平时闭合空腔充满的 N_2 置换掉,引起阻塞性腔室压强陡然增高,导致如肠道肿胀、鼓膜破裂及气泡膨胀引起的视觉损伤等严重后果^[7]。

吸食方式不当造成的危害也很严重。 N_2O 气体通常被置于耐压钢瓶或奶油气罐内,高度压缩的 N_2O 气体如果直接释放并吸食会导致环境温度骤降,进入人体呼吸道后会引出口腔、声带和肺部黏膜损伤,影响心肺功能。此外, N_2O 不支持呼吸,吸食高浓度“笑气”时若不辅以吸氧,会导致弥散性缺氧和低氧血症。在汽车等封闭环境中吸食 N_2O 会导致缺氧甚至窒息,英国 2009 年就有 5 例因滥用 N_2O 导致窒息死亡的报告^[7]。

前已提及,“笑气”生产要经多个工序以吸收、除去多种杂质气体,所以吸食不规范生产的、未经严格质量检验或来路不明的不纯“笑气”,极易造成难以预测的伤害。英国曾有因吸食混有丁烷气体的 N_2O 气球而致死的报道^[46]。

5.2 “笑气”滥用的原因

5.2.1 好奇心驱使,难抵诱惑

“笑气”致人发笑、产生欣快感的特性让不少人产生强烈的好奇心,在一些娱乐场所更是将其包装成“潮流新品”“减压神器”,诱发了不少年轻人尝试的冲动。在酒吧、KTV、生日聚会等场合,“笑气”被用作制造欢乐气氛的工具,在气氛的带

动、同伴的唆使下经常发生模仿、聚众吸食等情况^[8]。短暂的“快乐”使人产生依赖,进而极易发展为吸食成瘾。

5.2.2 对“笑气”相关知识的误解

“笑气”可以用于奶油、咖啡等食品加工,让不少人产生“可食即无害”^[5]的误解;另外,偶尔少量吸食“笑气”确实并没有很明显的不良反应,更让人放松了警惕。事实上,因为患者或吸食者体内具有正常的、充足的维生素 B_{12} 储备,所以医学麻醉或者少量吸食 N_2O 才会较少出现临床症状。但当发展到超剂量、长期吸食的程度,体内维生素 B_{12} 失活或缺乏到达临界点,神经系统和血液系统已经遭受了不可逆损伤。另外,随着吸食者耐受性的增加,可能出现吸用剂量递加现象^[7],常常导致身心受害却不能自拔的成瘾状态。

5.2.3 制备与获得“笑气”的便利性

从制备的角度看,在前文中曾提到,“笑气”生产的方法多样,原料廉价易得,工艺简单,特别是相比于其他形式的毒品生产成本很低。例如由前述的最常用的“干法热分解”制备 N_2O 可知,由廉价氮肥——硝酸铵经加热就可制得 N_2O 。不法商贩看中了“笑气”易制的特点,通过小作坊式、打游击式非法生产,增加了市场上“笑气”的可及性,加剧了“笑气”泛滥现象。

从获取的角度讲,一方面“笑气”价格便宜,吸食的门槛低,收入不多的青少年也有能力购买;另一方面,“笑气”通过电商平台进行网络販售,通过快递渠道送达,使得吸食者很容易得手。

5.2.4 监管措施尚不完善,吸食“笑气”的法律风险偏低

“笑气”的应用横跨医疗、食品、电子、航天等多个领域,它被赋予了麻醉剂、食品添加剂、助燃剂、电子特种气体等多重身份,这使得“笑气”的监管难度变大。从全球范围来看,“笑气”并没有被作为毒品列入联合国相关公约,英、美、日、加、德等较早出现“笑气”滥用现象的国家所采取的管制措施也宽严不一,各国对“笑气”滥用的监管都还处于不成熟、不完善的阶段。在我国,2015年多部门将 N_2O 列入《危险化学品目录》管理,但迄今未列入《麻醉药品及精神药品品种目录》中的毒品范畴,因此,公安机关对滥用“笑气”的行为并无禁止或处罚的权力^[5]。再加上其他监管措施尚不到位,滥用“笑气”的法律风险偏低,导致部分吸食者不惜以身犯险。

6 几点建议

于要不要将 N_2O 列为“毒品”更是众说纷纭。很多专业人士从法律制定、司法实践、医学等角度进行了分析^[5-9], 提出了很多建设性的意见, 篇幅所限, 这里仅从化学专业的角度提出几点不成熟的建议。

6.1 以化学课堂为重要阵地, 消除对“笑气”的认知偏差, 提早构筑心理防线

N_2O 的结构、性质、应用等是大学化学、无机化学课程的重要内容^[26], 也是中学化学常用的教学素材, 某些环境类、医学类、电子类的专业课程中也多有涉及。另一方面, 在校青少年又恰恰是最易发生“笑气”滥用的“潜在”群体。所以, 教师要将化学课堂教学作为“笑气”滥用预防教育的重要契机, 作为“课程思政”教育的重要切入点, 在讲解“笑气”知识的同时, 突出介绍“笑气”滥用的危害, 了解“笑气”的相关法律法规等, 提前构筑起青少年对“笑气”滥用的防范心理。教学形式上还可以是专题讲座、典型案例分析、科普论文、多媒体宣传片等灵活形式。

6.2 科学立法立规, 斩断黑色利益链的同时保护好“笑气”产业链

法律法规的缺失是目前“笑气”滥用的原因之一, 有人据此认为将“笑气”列入毒品是遏制滥用的根本途径。但也有法律专家从毒品的认定条件分析后认为: “笑气”入毒并不适合, 也不是最佳的规制手段^[5], 会增加司法成本、影响市场等。

从化学产业的角度分析, 如果“笑气”入毒、管制升级, 有可能会使得“笑气”产业的时间成本、管理成本、经济成本上升, 同时还会波及到“笑气”下游产业如电子行业、航天工业、医疗行业等, 甚至影响我国在这些行业的价格优势和国际竞争力。处于“笑气”下游的芯片、液晶、发光二极管、商业卫星发射等是战略新兴产业, “笑气”市场的繁荣不容忽视。因此, 对“笑气”立法立规非常必要, 但要宽严适度, 不能因噎废食, 特别是不要伤害“笑气”产业链。既斩断非法贩卖、吸食“笑气”的黑链条, 又同时保护 N_2O 上下游的产业链条, 考验多个部门的智慧和监管能力。

6.3 建立多部门联动机制, 形成合力, 精准打击

“笑气”拥有多重身份, 应用于多个领域, 仅靠公安机关单打独斗, 很难做到疏而不漏。必须建立公安、工商、卫生、食药监、教育等多部门联动机制, 多措并举, 形成监管“笑气”滥用的合力。此外, 相关调查显示: 网络贩售是非法购买“笑气”的主要途径, 青少年是滥用“笑气”的重点人

群, KTV、酒吧等娱乐场所是聚众吸食“笑气”的重点场所。要善于抓住这些重点环节、重点人群、重点场所精准发力。例如有针对性地加强“笑气”的销售管制、购买管制, 实行购买实名制、报备制等; 要求 KTV、酒吧等娱乐场所履行主体责任, 张贴禁止吸食“笑气”的醒目标志; 在青少年禁毒教育中增加“笑气”等边缘性的“准毒品”内容等。

6.4 利用新科技手段, 创新监管方法

案例显示, 通过“奶油气弹”灌装气球是吸食“笑气”的主要方法^[7]。针对这种吸食方法, 在实践中可以创新监管思路, 利用新科技手段遏制非法吸食:

(1) 在“奶油气弹”钢瓶瓶身上数字编码或喷绘二维码, 以利于查找 N_2O 生产、销售来源, 实现全链条可追溯。

(2) 在“奶油气弹”钢瓶瓶身上标注警示符号或者醒目字体说明吸食的主要危害, 提醒青少年不要滥用。

(3) 开发实用型 N_2O 浓度监测传感器, 在 KTV、酒吧等重点场所 N_2O 浓度异常时及时响铃、报警。

(4) 借鉴燃气行业在燃气中掺入“警戒气”、农药行业在剧毒农药中掺入“警戒色”的思路, 开展化学、食品科学的联合研究, 探索在 N_2O “奶油气弹”中掺入其他合适的少量气体, 在不影响糕点等食品制作品质的情况下, 让利用“奶油气弹”灌装气球吸食“笑气”的口感变差、体验变糟, 防止成瘾。

(5) 解决“笑气”吸食量多少缺乏检验标准、检测设备的问题, 为相关部门执法时搜集、固定证据提供科学依据。其他形式的毒品可以通过尿检、血检等方法收集证据。作为一种气体, “笑气”消灭证据容易、固定证据困难, 需要建立吹气式检测、尿检、血检等必要的检验标准, 开发实用型、便携式“笑气”检测设备, 有利于相关部门打击“笑气”滥用现象。

同其他的物质滥用问题一样, “笑气”滥用成瘾的解决注定是一个长期的、顽固的、复杂的过程, 除了从化学的角度追本溯源, 重新认识“笑气”, 理性看待“笑气”, 以及提供科学方法、科技手段等强有力支撑之外, 还需要与卫生、法律、工商、药监等部门形成合力, 宣传、监督、惩罚、救治等多措并举, 真正实现既维护“笑气”产业的繁荣, 又达到“笑气”滥用有效管控的局面。

参 考 文 献

- [1] 韩梦溪. 最终我坐着轮椅被推出了首都国际机场[EB/OL]. (2017-07-01) [2020-10-14]. https://www.sohu.com/a/153649375_99919380
- [2] 李铁柱. 全国首例“笑气入刑”案宣判. 北京青年报, 2018-04-06 (A04)
- [3] Chien W H, Huang M C, Chen L Y. J. Clin. Psychopharm., 2019, 40: 80-83
- [4] 驻多伦多总领馆. 留意“笑气”滥用危害[EB/OL]. (2019-12-14) [2020-10-14]. <http://cs.mfa.gov.cn/gyls/lsgz/fwxx/t1724464.shtml>
- [5] 谢川豫, 郑灵吉. 中国人民公安大学学报: 社会科学版, 2018, 34 (3): 104-112
- [6] 刘金玲. 长春师范大学学报, 2019, 38 (6): 88-90
- [7] 刘志军, 袁兴东, 张薇, 等. 中国药物警戒, 2018, 15 (2): 116-120
- [8] 王绪轶, 江海峰, 包涵, 等. 中国药物滥用防治杂志, 2017, 23 (5): 249-251
- [9] 刘培. 中国化工贸易, 2020, 12 (2): 233-234
- [10] Goerig M, Schulte J E. Best Pract. Res. Clin. Rheumatol., 2001, 15 (3): 313-338
- [11] Zuck D, Ellis P, Dronsfield A. Educ. Chem., 2012, 3: 26-29
- [12] Gillman M A. Curr. Drug Res. Rev., 2019, 11: 12-20
- [13] 来玲玲, 胡志刚. 化学教育, 2013, 34 (2): 78-80
- [14] 戴钟英. 实用妇产科杂志, 1997, 13 (3): 119-120
- [15] 李延笑, 孙娇, 梁金. 当代医学, 2019, 25 (10): 26-28
- [16] Fink B R, Shepard T H, Blandau R J. Nature, 1967, 214: 146-148
- [17] 刘肖, 姜小存, 唐涛, 等. 飞航导弹, 2013, 43 (6): 74-78
- [18] Rapson T D, Dacres H. Trac-Trend. Anal. Chem., 2014, 54: 65-74
- [19] Buslov A, Carroll M, Desai M S. Anesth. Analg., 2018, 127 (1): 65-70
- [20] 梁肃臣, 高昌熙. 低温与特气, 1996, 14 (4): 18-21
- [21] 陈艳珊, 石廷刚. 医用气体工程, 2018, 3 (1): 28-30
- [22] 严致英, 朱清昌, 王君莉, 等. 化学通报, 1977 (1): 26-30
- [23] 余学军, 徐丹. 日用化学品科学, 1997, 20 (3): 46-47
- [24] 史红军, 郑黎. 河南化工, 2018, 35 (3): 20-22
- [25] 闫虹, 张运虎, 佟恒军, 等. 石油石化节能, 2018, 8 (1): 41-43
- [26] 宋天佑, 徐家宁, 程功臻, 等. 无机化学(下册). 4版. 北京: 高等教育出版社, 2019: 571-572
- [27] Boryaev A A. 火炸药学报, 2019, 42 (1): 17-31
- [28] Severin K. Chem. Soc. Rev., 2015, 44 (17): 6375-6386
- [29] Parmon V N, Panov G I, Uriarte A, et al. Cata. Today, 2005, 100: 115-131
- [30] Lai Z C, Wang C R, Li J M, et al. Org. Lett., 2020, 22 (5): 2017-2021
- [31] Eymann L Y M, Varava P, Shved A M, et al. J. Am. Chem. Soc. 2019, 141 (43): 17112-17116
- [32] 林丹, 孙玉婷, 朱传方. 化学教育, 2010, 31 (3): 19-21
- [33] Banks A, Hardman J G. Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain, 2005, 5 (5): 145-148
- [34] Lew V, McKay E, Maze M. Br. Med. Bull., 2018, 125 (1): 103-119
- [35] 何素明, 戴珊珊, 罗向东, 等. 物理学报, 2014, 63 (12): 128102
- [36] 胡九龙, 杭凌侠, 周顺. 表面技术, 2013, 42 (2): 95-97
- [37] 杨陈, 杭凌侠, 李林军, 等. 应用激光, 2017, 37 (2): 288-291
- [38] 段学武, 蒋跃明, 李月标, 等. 食品科学, 2003, 4 (24): 152-154
- [39] 杨少之. 机械, 1981 (7): 8-9
- [40] 张富成, 范雪海, 贾玉梁, 等. 化工时刊, 2010, 24 (9): 51-54
- [41] 赵丹, 尹洁. 安徽农业科学, 2014, 42 (15): 4772-4780
- [42] 高晗, 李维帅, 郑东明. 中国神经精神疾病杂志, 2020, 46 (6): 333-337
- [43] 冯芳. 护理与康复, 2019, 18 (8): 50-52
- [44] 王晓青, 马跃文. 中华全科医师杂志, 2019, 18 (12): 1183-1185
- [45] 王莹, 万阔. 中华口腔医学杂志, 2019, 54 (4): 282-285
- [46] Randhawa G, Bodenham A. Br. J. Anaesth., 2016, 116 (3):