

DOI: 10.16369/j.oh.er.issn.1007-1326.2024.01.024

· 监管与实践 ·

氧化亚氮小型贮气瓶的运输危险性分类方法探究

Study on method for transportation hazards classification of small receptacles containing nitrous oxide gas

贺小双¹, 邹秋韵², 李京楠²HE Xiaoshuang¹, ZOU Qiuyun², LI Jingnan²

1. 上海化工院检测有限公司, 上海 200062; 2. 上海化工研究院有限公司, 上海 200062

摘要:目的 探究小型气体贮气瓶在运输中的危险性分类方法, 为该类产品的安全包装和运输提供依据。方法 以氧化亚氮小型贮气瓶为例, 依据相关包装性能测试标准, 设计了一套包装性能测试步骤和危险性分类程序, 对样品进行适当的热水浴试验, 50 °C 内压测试和水压试验, 判定样品的运输 UN 编号和运输名称。结果 试验结果表明样品在海洋运输和公路运输时可按特殊规定 191 豁免为非限制性货物; 在空运时则需按照危险货物运输。结论 氧化亚氮小型贮气瓶的运输危险性分类, 须根据气瓶容量、运输方式和适当的包装性能测试结果进行综合判定。

关键词: 危险货物; 氧化亚氮; 运输; 小型气体贮气瓶; 包装性能测试

中图分类号: R136.3; X951 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-1326(2024)01-0109-04

引用: 贺小双, 邹秋韵, 李京楠. 氧化亚氮小型贮气瓶的运输危险性分类方法探究[J]. 职业卫生与应急救援, 2024, 42(1): 109-112.

近年来, 国内的小型气体贮气瓶产品正迎来爆发式增长。这类产品已经广泛应用于人们的日常生活, 比如二氧化碳气弹常用于救生衣的自动充气、便携式气泡水机、车胎打气等; 氧化亚氮气弹常用于发泡奶油、玩具气弹等。由于这类产品是将气体压缩在小型密闭压力容器中(常见规格有 10 mL ~ 1 L 不等), 内压远高于常温下的大气压, 因此具有潜在的燃爆危险性。因此, 在运输、储存、使用时需要严格遵守相关的安全标准和技术规范, 以防止火灾爆炸事故的发生。在气体运输中, 小型气体贮气瓶作为一种特殊的包装形式, 具有便于贮存和运输的优势, 但在贮存和运输上也存在一些争议。本文拟先介绍危险货物运输的规章范本, 以及工业气体的分类标准和 UN 编号, 然后通过定义小型气体贮气瓶的概念, 分析其在运输中的包装性能测试要求和特殊规定, 指出其在不同运输方式中存在的差异和问题; 最后, 基于技术应用的思想, 探讨小型气体贮气瓶的运输分类和包装性能测试问题, 以期为提高气体运输的安全性和效率提供参考。

基金项目: 上海市 2022 年度“科技创新行动计划”社会发展科技攻关项目(22dz1200300)

作者简介: 贺小双(1986—), 女, 硕士, 高级工程师

1 问题的提出

1.1 危险货物运输规章范本

根据联合国《关于危险货物运输的建议书 规章范本》^[1](以下简称《规章范本》), 气体的定义如下: 在 50 °C 时蒸气压大于 300 kPa 的物质; 或 20 °C 时在 101.3 kPa 标准压力下完全是气态的物质。气体的运输状态依照其物理状态又分为压缩气体、液化气体、冷冻液化气体、溶解气体、吸附气体。此外, 一种或多种气体与一种或多种其他种类物质的蒸气混合物、充有气体的物品、气雾剂和加压化学品也包含在此类别中^[2-3]。在《规章范本》的框架下, 国际各运输组织包括空运、海运、公路和铁路运输相关部门又出台了各自对应的运输法规标准^[4-5]。

1.2 工业气体分类标准和气体类货物的 UN 编号列举

工业气体类货物, 在运输时一般须划入第 2 类危险货物运输^[6-7], 并且根据内装气体的易燃性和毒性, 再划入 3 个具体的危险项别, 即: 危险货物运输类别第 2.1 项易燃气体, 第 2.2 项非易燃无毒气体和第 2.3 项毒性气体, 并按照列明的联合国运输编号(UN 编号)和运输名称进行包装和运输。比如: 二氧化碳(UN 编号: UN1013, 运输名称: 二氧化碳, 危险性类别: 2.2); 氧化亚氮(UN 编号: UN1070, 运

输名称:氧化亚氮,危险性类别:2.2/5.1);甲烷(UN 编号:UN1971,运输名称:压缩甲烷,危险性类别:2.1);一氧化碳(UN 编号:UN1016,运输名称:压缩一氧化碳,危险类别:2.3/2.1)。

1.3 小型气体贮气瓶的定义和运输中的包装性能测试要求

为了方便贮存和运输,国际上也使用小型气体贮气瓶(如图 1、图 2)作为一种细分的气体运输方式,在包装和运输管理上更为简单灵活。《规章范本》规定这类贮气瓶须使用不带释放装置的金属或塑料气罐,并且不可再充气(如图 1);而且由于气体被密闭在小型贮气瓶中,这类货物在运输前需要满足一定的包装性能测试要求,即在运输前须通过第 6.2.4 项下规定的水浴试验或替代水浴试验(须经主管当局批准后进行),可划定为“UN2037,运输名称:装气体的小型贮气,无释放装置,不能再充气的”。



图 1 不带释放装置的小型气体贮气瓶



图 2 带释放装置的小型气体贮气瓶

1.4 小型气体贮气瓶的特殊规定

此外,《规章范本》中还有关于 UN2037 的豁免条款,即特殊规定 191。该规定指出,如果内装气体均无毒性并且容量不超过 50 mL 时,可豁免为非限制性货物(非危险货物)。这极大地降低了生产商或供应商在运输时的包装成本。

1.5 具体运输时遇到的问题

然而,小型气体贮气瓶在不同的运输方式中,所要求的包装性能测试也不尽相同。因此,对这些产品进行运输分类时如何选用适当的 UN 编号和运

输名称的问题就出现了^[8-9]。本文选取氧化亚氮小型贮气瓶,按照空、海、陆运的不同要求,设计了一定的包装性能测试步骤及危险性分类程序,希望对此类货物的运输和监管提供一定的参考。

2 运输分类的包装性能测试要求

如上文所述,由于国际各运输组织出台了各自对应的运输法规标准,因此本文对此做进一步分析,探讨不同的运输方式对应的小型压力容器的包装性能测试要求。

2.1 小型气体贮气瓶的空运包装性能测试要求

根据国际航空运输协会(IATA)出版的《危险品规则》(Dangerous Goods Regulations, DGR)第 65 版(以下简称 IATA DGR)^[10],小型气体贮气瓶在运输时应符合 6.4.4 “对气溶胶喷雾器和小型气瓶(气筒)及含液化易燃气件的燃料电池盒的要求”中的相关规定。主要包括:(1)容量要求:金属容器不超过 1 000 mL,塑料容器不超过 500 mL。(2)包装性能测试要求:除须通过热水浴试验(hot bath test)(经主管当局批准后,可进行替代水浴试验),还需要测试 50 °C 内压(internal pressure test at 50 °C)和进行水压试验(hydraulic pressure test)。其中,水压试验,要求试验压力必须是 50 °C 内压的 1.5 倍且大于 1 MPa(10 bar),并且容器在超过 1.2 倍内压时不会发生变形或爆破。

此外,根据 IATA DGR 特殊规定 A98,贮气瓶容量不超过 50 mL,且不包含第 2.2 项以外其他危险性的成分时,航空运输时可豁免为非限制性货物。

2.2 小型气体贮气瓶的海运包装性能测试要求

根据国际海事组织(IMO)出版的《国际海运危险货物规则》(IMDG CODE)第 2022 版(以下简称 IMO IMDG CODE)^[11],小型气体贮气瓶在运输时应符合 6.2.4 “气雾剂容器和盛装气体的小容器(储气筒)和盛装液化易燃气体的燃料电池筒的要求”中的相关规定。“要求”指出每一个充灌后的储气筒须按照 6.2.4.1 进行热水浴试验(或经主管当局批准后,可按照 6.2.4.2 进行替代水浴试验)。

此外,根据 IMO IMDG CODE 特殊规定 191,仅含无毒成分且容量不大于 50 mL 的容器,海洋运输时可豁免为非限制性货物。

2.3 小型气体贮气瓶的陆运包装性能测试要求

根据联合国欧洲经济委员会(UNECE)出版的国际公路运输危险货物欧洲协议(European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road, ADR)第 2023 版(以下简

称 ADR)^[12], 小型气体贮气瓶在运输时应符合 6.2.6 “气雾剂容器和盛装气体的小容器(储气筒)和盛装液化易燃气体的燃料电池筒的要求”中的相关规定。具体包括:(1) 容量要求:金属容器不超过 1 000 mL,塑料容器不超过 500 mL。(2) 包装性能测试要求:除须通过热水浴试验(经主管当局批准后,可按照 6.2.6.3.2 进行替代水浴试验),还需要测试 50 ℃内压和进行水压试验。其中,水压试验要求试验压力必须是 50 ℃内压的 1.5 倍且大于 1 MPa (10 bar) 下进行,并且容器在超过 1.2 倍内压时不会发生变形或爆破。

此外,ADR 特殊规定 191 中指出,仅含无毒成分且容量不大于 50 mL 的容器,公路运输时可豁免为非限制性货物。

3 分类原则和试验方法:以氧化亚氮为例

3.1 危险性分类程序的设计

针对列举的法规的具体要求和异同,在法规要求的基础之上,本文以氧化亚氮为例进一步设计了运输危险性分类程序。

氧化亚氮^[13-14],俗称笑气,是一种氧化剂。其在运输中除了属于危险类别第 2 类气体,还具有第 5.1 项氧化性。在实际运输时,根据其容量大小和是否含有释放装置,可酌情划入“UN1070,运输名称:氧化亚氮或 UN2037,运输名称:装气体的小型贮气,无释放装置,不能再充气的”。

此外,根据 UN2037 的特殊规定 191,当氧化亚氮小型气体贮气瓶的容量小于 50 mL 时,如果通过规定的包装性能测试,在海运或者陆运中则可豁免为非限制性货物。但由于其还具有氧化性,空运时

不符合特殊规定 A98 的要求,因此无法豁免,需划入 UN2037。综上,须根据氧化亚氮小型贮气瓶在空运、海运和公路运输中的 UN 编号和运输名称,设计适当的危险性分类程序。

笔者研究运输相关标准发现,国际上运输氧化亚氮小气瓶前,无论是空运、海运或者陆运的任何一种运输方式,须通过的热水浴试验(或替代水压试验)要求一致。同时,内压试验要求也是一致的。因此,在 3 种运输方式中可以使用相同的热水浴试验方法和相同的内压试验方法。然而,欧洲陆运和国际空运还需要额外通过水压试验以确定容器的变形和爆破压力是否满足要求。

另外,需要指出的是,我国危险货物的公路运输,依据的是《危险货物道路运输规则》(JT/T 617—2018)(以下简称 JT/T 617)^[15]的要求,小型气体贮气瓶容量不能大于 1 000 mL;并且根据 GB 19521.13—2004 《危险货物中小型压力容器检验安全规范》^[16]的要求,小型压力贮气瓶须通过第 6 章规定的性能测试,其项目包括密封性试验(热水浴试验)、压力试验、温度试验和跌落试验,却并未提及内压试验和水压试验的方法。

由于我国国家标准中尚未对小型气体贮气瓶的内压试验和水压试验的方法进行探讨,本文综合考虑后,为选定氧化亚氮小型贮气瓶在空运、海运和公路运输中的 UN 编号和运输名称,采用了国际标准 EN 16509—2014 “可运输气瓶—容量不超过 120 mL 的不可再充装的小型可运输钢制气瓶(紧凑型气瓶)—设计、制造、灌装和测试”。标准中同时包含热水浴测试(或替代水压测试)、内压测试和水压测试的具体方法。具体如图 3 所示。

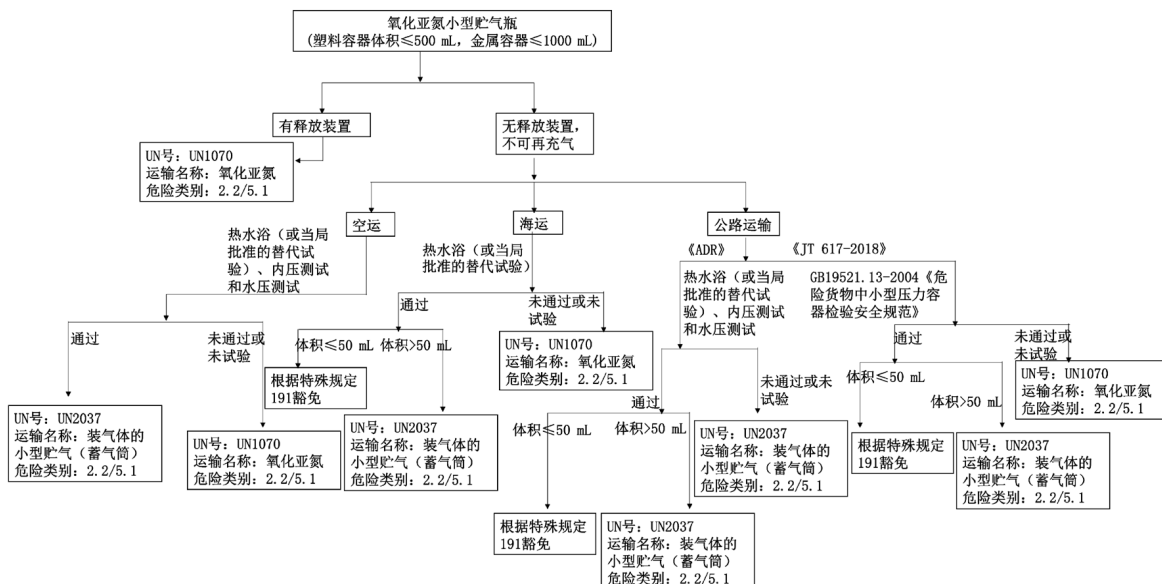


图 3 氧化亚氮小型贮气瓶分类流程

3.2 试验方法和仪器

选取氧化亚氮小型贮气瓶样品(若干个),根据 EN 16509—2014 的要求,抽取 5 个样品进行测试。参照 IATA DGR 的 6.4.4 及 ADR 的 6.2.6 的相关包装性能测试规定,选择合适的试验仪器进行 50 ℃ 内压测试、55 ℃ 热水浴试验和水压试验。试验仪器包括电热恒温水浴槽、内压测试仪、电子天平、计时秒表。

3.3 试验结果及分析

结果显示:(1) 5 个贮气瓶样品在 50 ℃ 时内压均为 37.5 ~ 38.5 MPa;(2) 当贮气瓶样品在施加超过 1.2 倍的内压(55.28、54.79、55.33、55.09、55.56 MPa)时,均未出现变形或爆破;(3) 当样品在 55 ℃ 水浴温度、试验持续时间 30 min 时,均未出现变形或泄漏。

根据以上 3 项试验结果,该产品通过规定的包装性能测试,在空运、海运、公路运输中分类标准和分类结果可归纳为表 1。然而,需要补充说明的是,国内危险货物道路运输采用行业标准 JT/T 617—2018,该标准是我国道路危险货物运输行业的安全管理标准,也是广大危险货物道路运输管理部门和企业及从业人员的执行准则。虽然该标准中未明确规定小型贮气瓶的性能测试要求,但 GB 19521.13—2004《危险货物中小型压力容器检验安全规范》中指出小型贮气瓶需通过其第 6 章规定的性能测试。因此,此类小型贮气瓶在国内公路运输时,其罐体也需符合相关的性能测试要求才可进行运输。

表 1 氧化亚氮小型贮气瓶的运输分类结果

运输方式	分类标准	分类结果(UN 编号;运输名称;危险类别)
空运	IATA DGR	UN2037;装气体的小型贮气,无释放装置,不能再充气的;2.2/5.1
海运	IMO IMDG CODE	根据特殊规定 191 豁免
公路	AND	根据特殊规定 191 豁免

4 结论

综上所述,氧化亚氮小型贮气瓶在具体运输时,需综合考虑其容量、材质、运输方式等因素,确定其 UN 编号,并且运输前还需要通过规定的热水浴试验或替代水浴试验等相关性能测试要求。根据

试验测试结果,50 mL 以下的贮气瓶在海运和公路运输时可以依据规定豁免。本次研究以氧化亚氮小型贮气瓶为例,设计了一套适用于不同运输方式的包装性能测试步骤和危险性分类程序,希望能借此为此类货物的运输安全提供保障。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

- [1] UNITED NATIONS. Recommendations on the transport of dangerous goods model regulations [S]. New York and Geneva: 2023.
- [2] 浦征宇,黄朝峥,陈雨霜. 基于危险化学品类型分析危险性分类与运输分类的异同 [J]. 职业卫生与应急救援, 2023, 41(1): 113-116.
- [3] 闫东东,王琪,许志泉. 液化气体运输设备轻量化技术研究进展[J]. 应用化工, 2022, 51(12): 3664-3668.
- [4] 贺小双. 关于内含易燃液体的固体的 GHS 分类标准的探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(22): 11-14.
- [5] 路念明. 中外危险化学品运输安全管理对比分析 [J]. 安全、健康和环境, 2018(18): 29-33.
- [6] 王军贾,孝宇. 油气储气瓶安全技术分析与设备开发[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2012, 33(16): 110.
- [7] 诸静,王琛. 工业气体包装运输的分类鉴定 [J]. 现代化工, 2013(33): 6-13.
- [8] 贺小双. 对在全球化学品统一分类和标签制度(GHS)中新增增加压化学品分类提案的探讨 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(16): 3-5.
- [9] 李树娟,钟焕荣,于亮,等. 化学品货物运输条件鉴定[J]. 合成材料老化与应用, 2019, 48(1): 125-127.
- [10] IATA. Dangerous goods regulations [S]. Montreal - Geneva: 2023.
- [11] IMO. International maritime dangerous goods code [S]. LONDON: 2022.
- [12] UNITED NATIONS. European agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road [S]. New York and Geneva: 2023
- [13] 杨杨,李明爽,李博. 氧化亚氮的概述及其分析方法研究进展[J]. 山东化工, 2022, 51(21): 107-109.
- [14] 张瑞萍. “笑气”管控存在的问题及对策研究[J]. 山东警察学院学报, 2022, 34(5): 141-147.
- [15] 中华人民共和国交通运输部. 危险货物道路运输规则: JT/T 617—2018[S]. 北京: 人民交通出版社, 2018.
- [16] 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. 危险货物中小型压力容器检验安全规范: GB 19521.13—2004[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.

收稿日期: 2023-06-20