



中华人民共和国国家军用标准

FL 1670

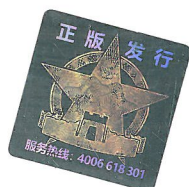
GJB 9832-2020

电推进氙气推进剂安全使用准则

Safe application rules for gaseous xenon propellant
of electric propulsion system

2021-01-16 发布

2021-03-01 实施



中央军委装备发展部 颁布

前 言

本标准附录 A 是资料性附录。

本标准由战略支援部队航天系统部装备部提出。

本标准起草单位：上海空间推进研究所、西昌卫星发射中心、北京首钢氧气厂、上海宝钢气体有限公司、河钢集团邯钢公司气体厂。

本标准主要起草人：乔彩霞、康小录、杭观荣、余水淋、钱 勇、尹金哲、李 耀、吕忠伟、赵 震、张 岩、刘 鹏、梁 伟、王亚楠、杨毅坤、王林章、魏 青、颜新华、谢荣华、田英超。

电推进氙气推进剂安全使用准则

1 范围

本标准规定了电推进氙气推进剂(简称氙气)的质量要求和质量检验要求,运输、贮存、置换、加注和废弃处理要求,安全要求和应急处理要求。

本标准适用于氙气的检验、使用和管理。其他场合可参照使用。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本标准的条款。凡注日期或版次的引用文件,其后的任何修改单(不包含勘误的内容)或修订版本都不适用于本标准,但提倡使用本标准的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 4844 纯氦、高纯氦和超高纯氦

GB/T 5099.1 钢质无缝气瓶 第1部分:淬火后回火处理的抗拉强度小于1100MPa的钢瓶

GB/T 6681 气体化工产品采样通则

GB/T 7144 气瓶颜色标志

GB 8958 缺氧危险作业安全规程

GB 11640 铝合金无缝气瓶

GB 14193 液化气体气瓶充装规定

GB 15382-2009 气瓶阀通用技术要求

GB/T 18664 呼吸防护用品的选择、使用与维护

GJB 2253 氮气和液氮安全应用准则

GJB 9729 电推进氙气规范

JT/T 617.3 危险货物道路运输规则 第3部分:品名及运输要求索引

TSG R0006 气瓶安全技术监察规程

QJ 20762 航天工业有限空间作业安全要求

《道路危险货物运输管理规定》 中华人民共和国交通运输部令 2016年第36号

《交通运输部关于进一步规范限量瓶装氮气等气体道路运输管理事项的通知》 中华人民共和国交通运输部 2017.07 交运发[2017]96号

3 质量要求

3.1 外观质量

氙气应无色无味无嗅。

3.2 理化性能

氙气的理化性能技术要求应符合表1规定,入库验收指标与使用指标相同。

表1 氙气理化性能使用指标

项目	使用指标
氙气(Xe)含量(体积分数)/10 ⁻²	≥99.9995
水分(H ₂ O)含量(体积分数)/10 ⁻⁶	≤0.1
氧气(O ₂)含量(体积分数)/10 ⁻⁶	≤0.1

表 1 (续)

项目	使用指标
氮气(N ₂)含量(体积分数)/10 ⁻⁶	≤1.0
氩气(Ar)含量(体积分数)/10 ⁻⁶	≤1.0
氢气(H ₂)含量(体积分数)/10 ⁻⁶	≤1.0
一氧化碳(CO)含量(体积分数)/10 ⁻⁶	≤0.1
二氧化碳(CO ₂)含量(体积分数)/10 ⁻⁶	≤0.1
氪气(Kr)含量(体积分数)/10 ⁻⁶	≤1.0
氧化亚氮(N ₂ O)含量(体积分数)/10 ⁻⁶	≤0.1
总碳氢化合物(∑HC)含量(体积分数)/10 ⁻⁶	≤0.1
总氟化物(∑F)含量(体积分数)/10 ⁻⁶	≤0.1

3.3 颗粒物含量

氙气的颗粒物含量应符合表 2 规定。

表 2 氙气颗粒物含量使用指标

颗粒物尺寸范围(直径) μm	0.028m ³ 气体中颗粒物个数 个
≤5	≤23
6~15	≤3
16~25	≤1
>25	0

4 质量检验

4.1 检验时机

- 4.1.1 长期贮存的氙气, 每年应按表 1、表 2 进行水和氧含量检验或全项检验。
- 4.1.2 用于发射任务的氙气气源, 应在加注前 30d 内按照表 1、表 2 进行水和氧含量检验或全项检验。
- 4.1.3 加注过程中或加注后的氙气, 应按表 1、表 2 进行水和氧含量或全项现场检验。

4.2 检验规则

- 4.2.1 检验时应从以下位置进行采样:
- 氙气源气瓶出口;
 - 加注氙气的气瓶或气瓶组出口;
 - 地面配气台管出口或用户接口处。
- 4.2.2 氙气应在加注现场在线采样检验或用取样瓶采样后检验, 采样操作应符合 GB/T 6681 的相关规定。采样管路和取样瓶应充分置换, 采样时不应有外界杂质混入样品, 置换应按照第 7 章执行。
- 4.2.3 同一批次的气源氙气应按照表 3 规定随机抽样进行水和氧含量检验或全项检验。当检验结果有任何一项指标不符合表 1、表 2 时, 应重新抽取两倍样品再次检验。若仍有指标不符合表 1、表 2 时, 则该批产品不合格。

表 3 随机取样数量

单位为瓶

产品批量	1	2~10	11~20	21~50	≥51
抽样瓶量	1	2	3	4	5

4.3 检验方法

应按照 GJB 9729 的规定执行。

5 运输

5.1 运输方式

以道路运输为主。

5.2 运输要求

5.2.1 道路运输应符合 JT/T 617.3 和《道路危险货物运输管理规定》的规定。

5.2.2 运输氙气车辆应符合《交通运输部关于进一步规范限量瓶装氮气等气体道路运输管理事项的通知》和 JT/T 617.3 的规定，应配备灭火器和防护用品。

5.2.3 工业氙气瓶运输应符合以下要求：

- a) 气瓶应戴好气瓶安全帽；
- b) 气瓶瓶口应朝同一方向平放，不可交叉；
- c) 气瓶高度不应超过车辆的防护栏板，采用三角木垫卡牢，防止滚动，禁止溜放；
- d) 严禁与易燃物或可燃物等混装混运；
- e) 高温天气应早晚运输，避免日光曝晒。

5.2.4 加注后航天产品气瓶运输应符合以下要求：

- a) 应锁紧充气阀(或加注阀)；
- b) 固定在专用包装箱内，防止运输过程中出现移动或撞击；
- c) 运输过程中应严格控制气瓶温度，不应超过最高使用温度(一般为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$)，避免超压破坏气瓶结构。

6 贮存

6.1 贮存容器

6.1.1 工业氙气瓶一般采用钢瓶或铝瓶，钢瓶应符合 GB/T 5099.1 的规定，铝瓶应符合 GB 11640 的规定，气瓶颜色标记应符合 GB/T 7144 的规定。

6.1.2 航天产品气瓶和取样瓶应符合航天器推进系统氙气瓶等专用技术文件要求。

6.2 贮存条件

6.2.1 工业氙气瓶应在通风良好、安全且不受天气影响的地方固定放置，应封闭出口阀、安装保护帽直立放置；存储区域应远离人员频繁出入处和紧急出口。

6.2.2 工业氙气瓶贮存温度不应高于 60°C ，航天产品气瓶贮存温度应满足使用温度范围。

6.2.3 室内贮存时库房应保持洁净、配备氧气浓度检测报警设备和通风设备，并定期进行机械通风。

6.3 贮存要求

6.3.1 工业氙气瓶应统一编号并标明产品名称、级别、出厂日期、批号、贮存日期和数量，气瓶的使用及管理应符合 TSG R0006 的有关规定。

6.3.2 库房按危险化学品库的有关规定进行管理，应建立工业氙气瓶使用履历书，应定期进行查库，包括通风、检查设备及仪表的工作状态，填写库房日志。

6.3.3 工业氙气瓶空瓶与满瓶应贴标签并分开存放。

6.3.4 工业氙气瓶库存产品使用原则是先进先出，应及时登记氙气进出量和进出时间，避免存储时间过长。

6.3.5 工业氙气瓶库存产品定期采用称重法检验气瓶是否漏气，与履历书记录进行对比，重量下降超过 0.1kg 时应进行处理，称量设备的精度不低于 0.01kg 。

6.3.6 加注氙气后的航天产品气瓶贮存温度应不低于 16.6°C ，且不超过最高使用温度。

7 置换

7.1 置换对象

置换对象包括：

- a) 航天产品气瓶和取样瓶；
- b) 氙气瓶连接的管道阀门；
- c) 加注系统及其进出口管道阀门等。

7.2 置换时机

充装氙气前。

7.3 置换方法

置换方法包括：

- a) 正压置换；
- b) 抽空置换；
- c) 正压和抽空置换。

7.4 置换要求

7.4.1 正式充入氙气前，应采用超纯氦(GB/T 4844)置换到符合表 4 要求。

表 4 置换后气瓶内杂质含量要求

项目名称	指标要求
氧气(O ₂)含量(体积分数)	$\leq 0.1 \times 10^{-6}$
水份(H ₂ O)含量(体积分数)	$\leq 0.1 \times 10^{-6}$

7.4.2 航天产品气瓶，可采用满足表 1 指标要求的氙气进行预充装或置换，使被置换对象内杂质含量符合表 4 要求，再继续充装。

7.4.3 气源出口和接收气瓶入口应安装过滤精度不低于 5 μ m 的过滤器。

7.4.4 置换后氙气瓶及相关管路的余压不小于 0.2MPa(绝对)。

8 加注

8.1 加注方式

氙气推进剂加注可采用：

- a) 热增压法；
- b) 膜片隔离压缩法。

8.2 加注要求

8.2.1 加注系统应为无油系统，阀门符合 GB 15382-2009 要求，按照 7.4.3 要求安装过滤器。

8.2.2 加注系统应连接可靠、保证密封，工作压力下单点漏率应优于 $1 \times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ，仪器设备应正常工作。

8.2.3 采用热增压法加注时，使用液氮应按照 GJB 2253 要求执行。

8.2.4 加注过程中，应对气源氙气瓶的压力、温度进行监控，压力和温度应缓慢增加，不得超过最高工作压力及最高工作温度。

8.2.5 加注过程中，应对被加注航天产品气瓶或取样瓶的压力、温度、重量进行监控，各参数应缓慢变化，不得超过最高工作压力、最高工作温度和高压液化气体的充装系数。

航天产品气瓶应综合考虑气瓶质量和可靠性要求，充装系数一般选择 1.6kg/L 左右。

取样瓶应符合专用技术文件要求，如取样瓶选用工业氙气瓶，应按照 GB 14193 要求使用。

8.2.6 加注结束后，加注设备系统管道应正压封存。

9 废弃物处理

9.1 回收

加注或泄出过程中，置换使用过的氙气、加注完成后剩余在加注设备中的氙气和泄出的氙气宜进行回收处理。

9.2 排放

加注或泄出过程需排放的氙气不应排放在厂房内，可通过专用管路直接排放到通风良好的大气中，严防出现高浓度氙气聚集。

10 安全要求

10.1 操作场地

10.1.1 通风良好，配备氧气浓度检测报警设备，作业过程中工作区氧气含量不得低于 19.5%。

10.1.2 设有醒目的安全标志，禁止无关人员在场。

10.1.3 应具备有消防和救护设备。

10.2 操作人员

10.2.1 操作人员应进行安全教育培训，经考核合格，持证上岗。

10.2.2 操作过程应严格按照操作规程进行操作，每个岗位至少配备 2 名操作人员，尽量减少现场非操作人员数量。

10.2.3 操作人员应熟悉设备和工艺流程，熟悉氙气特性(参见附录 A)，了解氙气浓度或气瓶压力升高造成的危害，尤其是在限制性空间内，应掌握防护方法和急救措施。

10.3 防护

人员进入可能有高浓度氙聚集或氧体积含量低于 19.5%的区域作业时，应按照 GB 8958、QJ 20762 和 GB/T 18664 要求使用隔绝式呼吸防护用品，并有人监护。

10.4 工业氙气瓶使用

10.4.1 工业氙气瓶移动应使用合适的推车，不应拉动、滚动或滑动气瓶，也不应抓住气瓶盖拎起移动。

10.4.2 工业氙气瓶使用过程中应保证气瓶为固定状态。

10.4.3 工业氙气瓶中气体释放应使用减压调节阀、防倒流单向阀，连接的管道和设备应使用符合压力要求。

10.4.4 工业氙气瓶的任何部分都不应超过 60℃，不可用明火加热气瓶。

10.4.5 工业氙气瓶使用时应缓慢地打开阀门，气瓶阀有故障，应停止使用，并与供应商联系。

10.4.6 不可将工具(如扳手、螺丝刀等)插入阀盖内开启瓶帽。

10.5 航天产品气瓶及加注设备使用

应按照专用技术文件和工艺文件执行。

11 应急处理

11.1 人员救护

人员不慎吸入过量氙气，应迅速转移至空气畅通处，保持呼吸通畅。如有呼吸困难、昏迷、窒息等症状，应立即进行人工呼吸，并及时就医。

11.2 泄漏处理

11.2.1 氙气严重泄漏，尽可能切断泄漏源，人员应迅速撤离泄漏区，或采取适当的防护措施(如使用隔绝式呼吸防护用品)，并严格限制无关人员出入。

11.2.2 清理受影响的区域，应对该区域强制通风，并检测氧气含量。

11.2.3 泄漏的气源或气瓶容器应妥善处理。

11.3 着火处理

GJB 9832-2020

氙气源或氙气瓶附近发生火灾，应及时消防灭火；并将氙气瓶撤离至安全区域，对不能撤离的气瓶应立即使用冷却水喷射到气瓶外壳上进行降温。

附录 A
(资料性附录)
氙气的特性

A.1 氙气特性

氙气的特性为:

- a) 分子式: Xe;
- b) 元素序号: 54;
- c) 相对分子量: 131.293;
- d) 物质分类: 稀有气体;
- e) 熔点: -111.8°C ;
- f) 沸点(101.3kPa): -107.1°C ;
- g) 临界温度: 16.6°C ;
- h) 临界压力: 5840kPa;
- i) 临界密度: $1110\text{kg}/\text{m}^3$;
- j) 气体密度(20°C , 101.3kPa): $5.49\text{kg}/\text{m}^3$;
- k) 液体密度(-108.1°C , 101.3kPa): $3057\text{kg}/\text{m}^3$;
- l) 水溶性: 可溶于水;
- m) 外观: 常温常压下无色;
- n) 化学稳定性: 稳定;
- o) 生化性质: 氙本身无毒, 人吸入后以原形排出, 有麻醉性, 高浓度时有窒息作用;
- p) 安全性描述: 不可燃气体;
- q) 存在状况: 空气成分之一;
- r) 应用: 电光源、医疗麻醉剂和 X 光摄影的造影剂, 离子推力器、霍尔推力器电推进系统的推进剂等。

A.2 危险性分析

A.2.1 物理化学危险: 氙气属于惰性气体, 不支持燃烧; 氙气瓶遇明火高温可使气瓶内压力增大, 有开裂和爆炸的危险。

A.2.2 健康危害: 氙气无毒, 高浓度时能稀释环境中的氧引起人或动物窒息。人或动物吸入时表现为呼吸加快、注意力不集中、疲乏无力、烦躁不安、恶心、呕吐、昏迷、抽搐、以致死亡。氙气有麻醉作用, 吸入氙含量约 70%的氙氧混合气体, 会引起轻度麻醉, 约 3min 后意识丧失。皮肤或眼睛接触, 无明显危害。

A.2.3 环境危害: 氙气是稀有气体的一种, 大气环境中的一部分, 对环境无危害。

中 华 人 民 共 和 国
国家军用标准
电推进氙气推进剂安全使用准则
GJB 9832—2020

*

国家军用标准出版发行部出版
(北京东外京顺路7号)
国家军用标准出版发行部印刷车间印刷
国家军用标准出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 21 千字
2021年1月第1版 2021年1月第1次印刷

*

军标出字第 12716 号