高压液化气体绝热气瓶

编制说明

1. **工作简况**
2. 编写的目的及任务来源

二氧化碳（化学分子式CO2）的临界温度是31.1℃，氧化亚氮（化学分子式N2O）的临界温度是36.5℃，都在-50℃~65℃的范围内；按GB/T 13005-2011术语第2.6条的定义及TSG 23-2021的附录B 1.3条规定，这两种介质都属于高压液化气体，不属于低温液化气体，因此GB/T 24159-2022《焊接绝热气瓶》[1]的范围不再包含这两种介质。市场对贮运液态二氧化碳和液态氧化亚氮的气瓶有需求，且GB/T 24159-2022相关联的标准CFR49§173.304a:2018版《Carbon dioxide, refrigerated liquid or nitrous oxide, refrigerated liquid》[2]允许用CFR49§178.57:2018版《Specification 4L welded insulated cylinders》（也称DOT-4L:2018）[3]气瓶盛装；因此需要制定标准予以规范，标准规范也有参考的依据。

乙烷（化学分子式C2H6）的临界温度是32.2℃、乙烯（化学分子式C2H4）的临界温度是9.2℃、三氟甲烷（化学分子式CHF3）的临界温度是26.1℃属于常用的高压液化气体，能从国外相关标准、法规收集齐全有关安全、制造等相应的数据，因此本标准也将其列入。

本标准可以解决市场的实际需求，使产品标准依据，从而保证产品质量、产品的可靠性及安全性。这些介质也可以使用没有绝热的容器来盛装，其有相应的标准。

1. 起草单位及协作单位

本次起草单位为广东省特种设备检验研究院、XXXXXX。

本标准由广东省特种设备检验研究院XX主持起草。

本标准主要起草人：XXX

1. 简要工作过程

XXXX年X月，立项

XXXX年X月，第一次会议

XXXX年X月，第二次会议

XXXX年X月，第三次会议

1. 国家标准编制依据及主要内容说明
2. 国家标准编制依据

（1）法律、法规

《中华人民共和国特种设备安全法》、TSG 23-2021版《气瓶安全技术规程》[4]。

（2）参考标准

GB/T 24159-2022版、CFR49§173.304a:2018版、CFR49§178.57:2018版、CFR49§173. 304:2018版《Filling of cylinders with liquefied compressed gases》[5]、ISO 21013-3:2016版《Cryogenic vessels-Pressure relief accessories for cryogenic service》[6]、CGA S-1.2:2009版《Pressure Relief Device Standards Part 2-Portable containers for compressed gases》[7]。AS 2809.6:2019版《Road tank vehicles for dangerous goods Part 6: Tankers for cryogenic liquids》[8]。

1. 标准内容主要内容说明
	1. 基础标准

本标准的基础标准主要是GB/T 24159-2022，下列说明中只列出与该标准有差异的部分。

* 1. 范围
1. 设计温度

设计温度不高于盛装介质的沸点温度，具体数据可以查阅附录A。由于二氧化碳在0.42MPa时会结成干冰，因此不存在沸点；干冰升华时的温度为-78.5℃。

如果需要考虑在制造过程中采用液氮作为静态蒸发率的测试介质，则应以液氮的沸点为设计温度。

1. 公称容积

本标准规定最大容积为500L是由于GB/T 24159-2022参照的DOT-4L:2018规定的容积是453L（1 000 bls 水容积），本标准圆整后为500L。

* 1. 术语及定义

GB/T 24159-2022引用了GB/T 12241、GB/T 13005、GB/T 18442.1、GB/T 18442.3、GB/T 18443.2、GB/T 26929及GB/T 33209、GB/T 24499-2009等，因此本标准的“术语及定义”引用GB/T 24159-2022基本能满足要求。

本标准定义了“高压液化气体绝热气瓶”是一种焊接绝热气瓶。

* 1. 型号命名及基本参数
		1. 型号命名

目前没有标准规定高压液化气体绝热气瓶的命名方法，因此本标准借鉴GB/T 15384-2011版《气瓶型号命名方法》[9]来规定这类气瓶的命名。

* + 1. 有效容积

由于二氧化碳、氧化亚氮、三氟甲烷不燃烧，因此规定有效容积不大于公称容积的95%；而乙烷、乙烯易燃，因此规定有效容积不大于公称容积的90%。

* 1. 材料规定

本标准允许盛装的介质中温度最低是的乙烯，为-103.7℃，即使夹层空间充满了空气，其中的氧也不会液化（沸点-183℃），因此绝热材料不会处于富氧或者液氧环境，所以不用要求符合GB/T 31481-2015《深冷容器用材料与气体的相容性判定导则》[9]。

* 1. 设计
1. 性能指标

不同的使用场合要求不同的储存时长，因此对蒸发率有不同的需求。蒸发率属于产品性能，并不牵涉安全，把其决定权交由最终用户，交由市场决定，标准提供的数据只作为参考；具体是采用盛装介质做测试还是采用液氮做测试，也由最终用户确定，因此第7.1.3条能源动词采用了“宜”。

二氧化碳在0.42MPa时会结成干冰，因此不能使用二氧化碳来测量实际介质的蒸发率，为此第7.1.4条增加了升压速率测试。

下表是除二氧化碳外介质的蒸发率与液氮的蒸发率的理论换算关系，依据的公式为$η=η\_{LIN}ΔTγ\_{LIN}ρ\_{LIN}/ΔT\_{LIN}γρ$。从表中可以看出相同条件下，液氮的蒸发率是三氟甲烷等的4.5倍以上；本标准允许盛装的介质储存的时间更长。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 介质 | 沸点（℃） | 沸点时汽化潜热（kJ/kg） | 沸点时液体密度（kg/m3） | 比例 | 蒸发率值 |
| 氮 | -196 | 199.45 | 808 | 1.0 | 5.45 |
| 氧化亚氮 | -88.47 | 374.29 | 1230.5 | 0.176 | 0.96 |
| 乙烷 | -88.6 | 489.43 | 543.95 | 0.307 | 1.67 |
| 乙烯 | -103.77 | 482.41 | 567.65 | 0.337 | 1.84 |
| 三氟甲烷 | -82.02 | 239.36 | 1445.6 | 0.220 | 1.20 |

从计算出的蒸发率值可以得出，液氮介质的蒸发率为5.45%时，其余介质的都比较低，因此GB/T 24159-2022版的蒸发率完全满足实际需求。

1. 最大充装体积与最大充装质量

根据介质的可燃性分别提出不可燃的二氧化碳、氧化亚氮、三氟甲烷在任何情况下液相体积不允许超过公称容积的98%，可燃的乙烷、乙烯在任何情况下液相体积不允许超过公称容积的95%。

1. 振动及跌落

推荐易燃介质乙烷、乙烯气瓶做振动和跌落试验，可以提高气瓶在使用中的安全性、耐久性，使得气瓶在整个寿命周期处于安全状态。

1. 接头螺纹

根据介质的可燃性分别提出不可燃二氧化碳、氧化亚氮、三氟甲烷采用右旋螺纹，可燃乙烷、乙烯采用左旋螺纹。

1. 阀门接头代号与配对管口

接头的基本要求、试验采用GB/T 24159-2022的附录B的规定，按照CGA V-1:2013《Standard for compressed gas cylinder valve outlet and inlet connections》[10]的规定提出了不同介质的代号。

1. 安全泄压装置

为减少泄压后可能引发的火灾危险，乙烷、乙烯的副安全泄压装置只采用安全阀；虽然二氧化碳不会引发火灾，但为避免爆破片破裂后压力泄放至0.42MPa以下后会结成干冰，二氧化碳的副安全泄压装置采用安全阀；氧化亚氮、三氟甲烷不燃也没有毒性，因此副安全泄压装置可采用安全阀或爆破片安全装置。

* 1. 制造、检验和试验
		1. 标准架构

为使行文比较简洁，本标准把GB/T 24159-2022的第8章、第9章合二为一，具体内容除第8.6.3条（见本文3.7.2）及第8.9.4.4条（见本文3.7.3）外，没有变化。

* + 1. 封头字样

乙烷、乙烯属于易燃介质，参照TSG 23-2021第1.8.1.5条对液化天然气的规定，要求在封头上压印凸出的介质符号；氧化亚氮属于管制性气体，按照TSG 23-2021第1.8.1.5条的规定，也要求在封头上压印凸出的介质符号。

* + 1. 冲击温度

标准第8.9.4.4条将冲温度-192℃按照“范围”的规定调整为“不高于设计温度”。

* 1. 附录
1. 附录A

附录A的资料来源于NIST（national institute of Standards and Technology），通过附录A可以了解二氧化碳、氧化亚氮、乙烷、乙烯、三氟甲烷的性质，可为设计提供方便。

1. 附录B

由于外部热量的传入会引起贮存的高压液化气体的液体部分膨胀，甚至直至充满气瓶而引发危险。澳大利亚标准AS 2809.6:2019版附录A是根据质量守恒原理提供了计算的公式，但该标准没有分易燃或不燃介质统一为：在主安全装置整定压力时，允许液体充满98%的公称容积。根据本标准第7.1.5.1条的要求，对易燃的乙烷、乙烯，提出了：在主安全装置整定压力时，允许液体充满95%的公称容积的要求。虽然AS 2809.6:2019附录A提供了二氧化碳、氧化亚氮、乙烷、乙烯的数据，但是与本标准的压力数据不同，因此本标准按照公式计算了部分数据供设计时查阅。

TSG 23-2021的充装量公式$F\_{r}={PM}/{ZRT}$是非绝热气瓶的，因此本标准没有选用。

1. 附录C

表C1中各介质的热导率数据来源于IS0 21013-3:2016。

表C2中二氧化碳、氧化亚氮、乙烷、乙烯的绝热系数来源于GB/T150.1-2011表B.6《部分气体的性质》[12]，三氟甲烷绝热系数来源于《气体数据手册》[13]。

T/XXX XXXX-XXXX编写组

2022年9月15日

参考文献：

[1] GB/T 24159-2022 焊接绝热气瓶 [S]

[2] CFR49§173.304a:2018 Carbon dioxide, refrigerated liquid or nitrous oxide, refrigerated liquid [S]

[3] CFR49§178.57:2018 Specification 4L welded insulated cylinders（DOT-4L:2018）[S]

[4] CFR49§173.304:2018 Filling of cylinders with liquefied compressed gases [S]

[5] ISO 21013-3:2016 Cryogenic vessels-Pressure relief accessories for cryogenic service [S]

[6] CGA S-1.2:2009 Pressure Relief Device Standards Part 2-Portable containers for compressed gases[S]

[7] TSG 23-2021 气瓶安全技术规程 [S]

[8] GB/T 15384-2011 气瓶型号命名方法 [S]

[9] GB/T 31481-2015 深冷容器用材料与气体的相容性判定导则 [S]

[10] CGA V-1:2013 Standard for compressed gas cylinder valve outlet and inlet connections [S]

[11] AS 2809.6:2019 Road tank vehicles for dangerous goods Part 6: Tankers for cryogenic liquids [S]

[12] GB/T 150.1-2011 压力容器 第1部分：通用要求 [S]

[13] [美]卡尔L.约斯主编 陶鹏万 黄建彬 朱大方译.气体数据手册[M].北京：化学工业出版社，2003