《商业航天用氦气技术规范》

（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会2026年团体标准制定计划，项目名称为《商业航天用氦气技术规范》的任务而进行制订。

（二）起草单位及主要起草人

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

（三）标准制定目的和意义

从产业角度分析，制定《深水钻井管柱涡激振动监测与安全控制技术规范》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1.目的

商业航天飞行任务对氦气纯度与杂质控制有着远超一般工业用途的严苛要求，而现行通用气体产品规范在油污染管控、痕量杂质检测落地性以及推进剂贮箱吹除、增压等场景的分级适配方面存在明显缺口。制定本技术规范的目的，在于针对商业航天发射与地面试验中氦气使用链条的关键风险点，建立一套覆盖气液两态、兼顾检测可行性与指标严格性的统一质量管控准则。通过明确不同任务场景下对水分、氧、油雾等关键杂质的控制方向，统一取样与检验的操作逻辑，解决供应方与使用方之间质量判定尺度不一、特种杂质缺乏针对性约束等问题，使氦气从生产、储运到加注使用的全流程具备可复核、可追溯的技术基准，为商业航天高频次、低成本运行提供基础性质量保障。

2. 意义

氦气是商业航天推进系统吹除、增压与低温冷却不可替代的功能介质，其性质稳定却资源稀缺，供应高度依赖外部来源，任何质量波动都可能直接转化为发射推迟或系统损伤风险。本技术规范的意义在于，以团体标准的敏捷性填补通用产品规范与航天任务特定需求之间的衔接空隙，将氦气质量控制从单一的“纯度门槛”拓展为面向应用场景的分级管控体系。这既有助于降低因杂质超标或检测方法不落地

带来的隐性成本与安全裕度损耗，也为氦气回收纯化后的品质验收提供可参照的技术框架，从而在保障任务可靠性的同时，推动稀缺气体资源在商业航天领域的高效循环利用，增强产业链在供应波动下的运行韧性。

综上，制定本技术规范对于夯实商业航天动力保障基础、推动稀缺气体资源高效循环利用、提升氦气全流程质量管控与追溯能力、以及增强商业航天企业在高频次运行条件下的成本韧性与供应安全核心竞争力等方面都具有重要意义。

（四）主要工作过程

1.前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2026 年 10 月 14 日本团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《商业航天用氦气技术规范》。

2.标准起草过程

2026 年 10 月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于 2026 年 11 月中完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定及相关要求编制。

（二）标准主要内容与确定依据

1.标准主要内容

1.1 范围

本文件规定了商业航天用氦气的技术要求、材料与工艺、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存以及安全与使用要求。

1.2 规范性引用文件

GB 190 危险货物包装标志

GB/T 1031 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值

GB/T 4844 纯氦、高纯氦和超纯氦

GB/T 5099.1 钢质无缝气瓶 第1部分：总则

GB/T 5832.1 气体分析 微量水分的测定 第1部分：电解法

GB/T 5832.2 气体分析 微量水分的测定 第2部分：露点法

GB/T 5832.3 气体分析 气体中微量水分的测定 第3部分：光腔衰荡光谱法

GB/T 6285 气体中微量氧的测定 电化学法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 8984 气体分析 气体中微量一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物含量的测定 火焰离子化气相色谱法

GB/T 14194 压缩气体气瓶充装规定

GB/T 15823 无损检测 氦泄漏检测方法

GB/T 16804 气瓶警示标签

GB/T 18442（所有部分） 固定式真空绝热深冷压力容器

GB/T 28726—2025 气体分析 氦离子化气相色谱法

GB/T 34525 气瓶搬运、装卸、储存和使用安全规定

GB/T 43306 气体分析 采样导则

QJ 3029 低温加注系统安全要求

QJ 3270 液体火箭发动机地面试验用气规定

TSG 23 气瓶安全技术规程(Regulation on Safety Technology for Gas Cylinder)

1.3 术语和定义

界定商业航天、商业航天用氦气、贮箱增压、管路吹扫与置换、氦质谱检漏、回收氦气、露点等术语。

1.4 符号和缩略语

给出BSH、LH_2 、LOX、THC等本文件使用的缩略语及其含义。

1.5 技术要求

规定商业航天用氦气的分类分级、气态氦与液氦基础指标、附加指标、典型场景化附加要求及不同应用场景的等级选用原则。

1.6 材料与工艺

规定气瓶、阀门及附件、气源与提纯、充装作业的材料选用和工艺控制要求。

1.7 试验方法

规定分类分级核验、气态氦基础指标、液氦产品、附加指标、场景化附加要求、材料与工艺、回收氦气的检验方法及结果处理与判定要求。

1.8 检验规则

规定出厂检验、型式检验的检验分类、项目、抽样和判定规则。

1.9 安全与使用要求

规定安全警示、标志、包装、运输与贮存、使用要求以及回收与循环利用要求。

2.确定标准主要内容的依据

本标准的主要内容依据 GB/T 1.1《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求，规范主要内容的确立，以现行氦气产品分类体系为基本参照，深度对接纯氦、高纯氦与超纯氦的等级划分逻辑，同时系统吸纳航天流体特性领域已有的工程实践经验与试验研究成果。在指标设定上，不简单移植通用工业气体要求，而是围绕商业航天推进系统吹除、贮箱增压、管路置换及低温冷却等典型工况，识别油污染、颗粒物与特定活性杂质对阀门、传感器及推进剂界面的特殊危害，据此确定需重点管控的杂质项目及其相对严格的限值方向。在试验方法层面，充分考虑国内检测装备的实际可及性与操作可行性，对国际航天氦标准中部分难以直接落地的分析流程进行适应性调整，优先选取经过工程验证的气相色谱、质谱及专用传感技术路线，确保每一项技术要求均有可复现的检测手段与之对应，形成“指标—场景—方法”相互咬合的内容结构。

三、主要试验情况分析、技术经济论证、预期经济效果

（一）主要试验情况分析

围绕规范所涉及的核心技术条款，编制过程中开展了以方法可落地性和指标可复现性为重点的验证工作。针对氦气纯度及关键杂质分析，对取样规程、样品前处理与仪器分析条件进行了多轮实操比对，重点考察不同取样方式对痕量水分和油雾测定结果的干扰程度，确认在商业航天现场条件下能够获得稳定可靠的检测信号。对分级指标所对应的典型应用场景，通过模拟吹除、增压及置换流程，观察不同质量水平的氦气在管路清洁度、贮箱压力稳定性及低温系统畅通性方面的表现差异，验证了分级设定与任务风险之间的对应关系。同时，对规范中给出的检验频次与判定规则进行了小样本试运行，检验其在连续供应和批次切换情形下的可操作性，确保技术要求不脱离商业航天快速周转的实际节奏，避免因检验环节过度复杂而引入新的效率瓶颈。

（二）技术经济论证

从技术可行性看，规范所引导的质量控制路径不依赖尚未成熟的颠覆性检测原理，而是以现有工业气体分析手段与航天工程经验为基底进行场景化重组，具备在商业航天供应链中快速部署的条件。从经济合理性看，氦气在商业航天运行成本中占有不可忽视的权重，而质量偏差导致的重复置换、系统清洗甚至任务推迟所带来的损失，往往数倍于气体本身的价值。规范通过明确分级要求和检测规则，一方面减少了供应方与使用方因判定标准模糊而产生的冗余检验与争议成本，另一方面为回收纯化氦气的品质验收提供了依据，使闭环复用从经验判断转向规则支撑，从而在技术安全与经济效率之间形成可论证的平衡，而非以单纯提高纯度门槛的方式将成本单向转移至供应链末端。

（三）预期经济效果

规范实施后，预期将在多个环节产生可感知的经济效果。对商业航天运营方而言，统一且场景适配的质量判定规则有助于减少因来料质量不确定性而设置的过度安全冗余，降低为“保险”而额外消耗的高品质氦气量；对供应与回收环节而言，规范所确立的杂质控制框架和检验逻辑，为回收纯化产物的品质确认提供了技术出口，使原本可能降级使用或排放的氦气获得重返航天场景的判定依据，直接压缩新气采购需求与危废处置压力。从产业链视角看，质量规则的透明化还将降低新供应商进入商业航天氦气供应体系的技术壁垒，促进竞争性供应格局的形成，间接改善采购议价条件与供应中断时的替代弹性，使稀缺气体资源的经济价值在更长的任务周期内得到释放。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、检测技术的选定、安全控制的确定、数据处理与报告的设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《商业航天用氦气技术规范》团体标准编制组

2026 年 11 月