## 一、工作简况

### （一）任务来源和制定背景

1. 2022 年标准系统复审结论为修订

根据国标委发〔2022〕10 号文——《国家标准化管理委员会关于开展推荐性国家标准复审工作的通知》，国标委下达了 16 项气体标准的复审项目，全国气体标准化技术委员会（以下简称“气标委”）秘书处高度重视，为了国家经济、社会发展的需要，秘书处将符合复审条件的推荐性国家标准进行了梳理，认为除了国标委下达的 16 项之外，气体标准中有 16 项国家标准标龄超过 10 年的不在复审项目中，且应该纳入本次复审，因此本次复审的气体国家标准确定为 32 项。

2022 年 2 月，气标委秘书处首先对复审标准的标准基本信息、标准的时效性、标准的协调性的相关信息进行查询。

2022 年 3 月 01 日起，秘书处就 32 项复审的项目，在生产及应用单位等相关方范围内就标准的实施效果进行了调研，收集了相关单位的意见并汇总形成了初步的标准复审意见。

2022 年 4 月 18 日，秘书处通过腾讯视频会议方式邀请了标委会专家组成员逐项开展 32 项标准的评估。会上专家们对 32 项标准的适用性、规范性、标准实施效果逐项开展了评估，并对初步的复审意见进行了讨论，最终形成了标准的复审结论建议。2022 年 4 月 26 日，秘书处通过“全国专业标准化技术委员会工作平台”对复审结论发起了气标委全体委员参与的电子投票本次投票应投票委员为 97 人，实际投票人为 80 人～89 人，赞成率为 99%～100%（具体的投票情况详见附件 2），根据《全国专业标准化技术委员会管理办法》的规定，秘书处提出的复审结论建议通过全体委员的审议。2022 年 5 月气标委秘书处向国标委提交复审结论。

本次复审结论为“修订”的标准有 23 项，其中有《工业六氟化硫》等 5 项标准已申报了修订计划，秘书处对其余的 18 项标准开展了修订草案的预研工作，开展相关的验证试验，并根据验证结果，编写了标准草案和项目申报书。

2. 标准修订计划申报

2023 年 11 月 27 日秘书处将《氙气》国家标准草案稿上传委员工作平台提交全体

委员进行投票，本次投票应投票委员为 97 人，实际投票人为 91 人，其中投赞成票 91 人、反对票 0 人、弃权票 0 人，赞成率为 100%。

3. 修订计划下达

2023 年 12 月 28 日，国标委发文“国标委发[2023]64 号 ”——《国家标准化管理委员会关于下达 2023 年国家标准复审修订计划的通知》，正式下达 GB/T 5828-2006《氙气》的修订计划，计划编号为 20233795-T-606，计划周期 12 个月，由气标委技术归口。

**（二）起草过程**

1. 标准预研

2023 年 11 月 8 日~10 日，全国半导体设备和材料标准化技术委员会气体分技术委员会秘书处在浙江衢州召开国家标准制修订预研会议，会上各位参会代表以用户实际需求为导向，对标准草案技术指标及对应分析方法的修订内容进行了详细而充分地讨论，确定了标准编制工作组各成员单位的职责、任务，并制定了工作计划。

2. 标准起草工作的成立

GB/T 5828-2006《氙气》的修订计划下达后，为保证项目顺利实施，2024 年 1 月 1 日，气标委行文“〔2024〕委字第 02 号”——《关于征集 2024 年国家标准修订起草单位的通知》，向气标委总会及分会、全国半导体设备和材料标准化技术委员会气体分技术委员会、全社会征集本标准等 22 项国家标准草案稿的修订意见及标准起草单位。

为保证标准制定工作的顺利进行，气标委秘书处成功组建了标准起草工作组，并明确了各起草单位承担的工作（详见附件 A）。

3.标准征求意见稿的起草阶段

2024 年 1 月，秘书处完成了征集到的 15 家单位的对 GB/T 5828-2006 的修改见进行汇总整理，具体修改内容详见附件 B 中表 B.1。标准起草工作组对表 B.1 中的修改内容逐条进行了讨论，鉴于《氙气》标准草案稿对 GB/T 5828-2006 的内容已进行了一定程度的修订，标准起草工作组提出了对表 B.1 中各条修改意见的处理结论（详见附件 C）。标准起草工作组根据处理结论、GB/T 1.1-2020 的要求对标准草案稿进行了修改，形成标准征求意见稿并提交气标委秘书处。

2024 年 2 月 20 日至 2 月 28 日，气标委秘书处对标准征求意见稿、编制说明进行核

对和修改。2024 年 2 月 29 日气标委秘书处将本标准的征求意见稿、编制说明上传到国家标准化管理委员会网站、全国气体标准化网站，面向气标委全体委员、全社会广泛征集修改意见。

## 二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据

### （一）标准编制原则

本标准按照 GB/T 1.1—2020 、GB/T 20001.10 给出的规则根据我国实际情况起草。

### （二）本标准（GB/T 5828-XXXX）与 5828-2006 相比，主要变化

本标准代替GB/T 5828-2006《氙气》，与GB/T 5828-2006相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

——更改了范围（见第1章，GB/T 5828—2008的第1章）；

——更改了技术要求（见第 4 章，GB/T 5828—2006 的第 3 章）；

——更改了采样规定（见 5.1，GB/T 5828—2006 的第 3 章）；

——更改了氙气纯度的计算方法（见 6.1，GB/T 5828—2006 的 4.2）；

——更改了氢气、氟化物的检验规则（见第 6.2，GB/T 5828—2006 的 4.4）；

——更改了一氧化碳、二氧化碳、甲烷的检验规则（见 6.2，GB/T 5828—2006 的 4.5）；

——增加了非甲烷烃类的检验规则（见 6.3）；

——增加了水分含量测定的光腔衰荡光谱法（见 6. 4，GB/T 5828—2006 的 4.1）

——增加了尾气处理要求（见 6.5）；

——增加了检验规则的要求（见第 7 章）；

——增加了标签要求（见 8.2）；

——增加了随行文件要求（见 8.3）；

——更改了包装、充装、运输、贮存的规定（见第 9 章，GB/T 5828—2006 的第 5 章）；

——增加了安全信息（见第 10 章）；

——更改了附录 A（见附录 A）

——增加了附录 B（见附录 B）

### （三）标准征求意见稿与草案稿相比，主要变化

1. 范围

更改了标准的适用范围，将“气态氙气”改为“纯氙和高纯氙”。

2. 规范性引用文件

根据第3章及以后的规范性引用文件的情况，增加以下24个规范性引用文件：

——GB/T 150（所有部分） 压力容器；

——GB/T 191 包装储运图示标志；

——GB/T 4946 气相色谱法 术语

——GB/T 5832.3 气体中微量水分的测定 第3部分：光腔衰荡光谱法

——GB/T 5832.4 气体分析 微量水分含量的测定 第4部分：石英晶体震荡法

——GB/T 6285 气体中微量氧的测定 电化学法

——GB/T 6388 运输包装收发货标志

——GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

——GB/T 14850 气体分析 词汇

——GB/T 16084 气瓶警示标签

——GB 24159 焊接绝热气瓶

——GB/T 27550 气瓶充装站安全技术条件

——GB/T 28054 钢质无缝气瓶集束装置

——GB/T 28726 气体分析 氧离子化气相色谱法

——GB/T 30685 气瓶直立道路运输技术要求

——GB/T 33360 气体分析 痕量分析用气体纯化技术导则

——GB/T 34525 气瓶搬运、装卸、储存和使用安全规定

——GB/T 37180 气体分析 校准用纯气和混合气体的使用 指南

——GB/T 37182 气体分析 等离子发射气相色谱法

——GB/T 38521 气体分析 纯度分析和纯度数据的处理

——GB/T 38677 气体分析 测量过程及结果 校准技术要求

——GB/T 43306 气体分析 采样导则

——JB/T 6898 低温液体贮运设备 使用安全规则

——TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程

修订以下3个规范性引用文件的名称：

“GB 14194 永久气体气瓶充装规定”修订为：“GB/T 14194 压缩气体气瓶充装规定”

“GB 16483 化学品安全技术说明书编写规定”修订为：“GB/T 16483 化学品安全技术说明书 内容和项目顺序”

“GB 16912 氧气及相关气体安全技术规程”修订为：GB16912 深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程”

“气瓶安全监察规程”修订为：“TSG 23 气瓶安全技术规程”

删除以下5个规范性引用文件：

——GB/T 6681 气体化工产品采样通则

——GB/T 8981 气体中微量氢的测定 气相色谱法

——GB 14193 液化气体气瓶充装规定

——GB 16912 氧气及相关气体安全技术规程

——HG/T 2686 惰性气体中微量氢、氧、甲烷、一氧化碳的测定 氧化锆气相色谱法

3. 术语和定义

修改为“GB/T 4946、GB/T 14850界定的术语和定义适用于本文件。”

4. 技术要求

修改部分技术指标内容，如设置高纯氙合格品 5N，一等品 5.5N，优等品 6N 三个档次标准；增加 $SF_6$ 的指标；增加对于总杂质含量的指标要求以及拆分氟化物($CF_4$)，详见表 1。

表 1 技术指标

| 项　　目 | 指　标 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 高纯氙 | | | 纯氙 | |
| | 优等品 | 一等品 | 合格品 | 一等品 | 合格品 |
| 氙气（Xe）纯度(摩尔分数)/$10^{-2}$ | ≥99.9999 | ≥99.9995 | ≥99.999 | ≥99.995 | ≥99.99 |
| 氮($N_2$)含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤0.2 | ≤1.5 | ≤2.5 | ≤8 | ≤20 |
| （氧气（$O_2$）+氩（Ar））含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤0.15 | ≤0.5 | ≤1.5 | ≤4 | ≤5 |
| 氢（$H_2$）含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤0.1 | ≤0.3 | ≤0.5 | ≤1 | ≤2 |
| 一氧化碳(CO)含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤0.05 | ≤0.1 | ≤0.2 | ≤0.4 | ≤1 |
| 二氧化碳($CO_2$)含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤0.05 | ≤0.1 | ≤0.3 | ≤0.8 | ≤1 |
| 甲烷含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤0.05 | ≤0.1 | ≤0.3 | ≤0.8 | ≤1 |
| 水分($H_2O$)含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤0.1 | ≤1 | ≤2 | ≤3 | ≤3 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 氪气（Kr）含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤0.05 | ≤1 | ≤2 | ≤20 | ≤50 |
| 六氟化硫（$SF_6$）含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤0.03 | ≤0.1 | —— | —— | —— |
| 六氟乙烷（$C_2F_6$）含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤0.03 | ≤0.1 | —— | —— | —— |
| 四氟化碳（$CF_4$）含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤0.04 | ≤0.1 | —— | —— | —— |
| 非甲烷烃类含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤0.1 | —— | —— | —— | —— |
| 杂质总含量(摩尔分数)/$10^{-6}$ | ≤1 | ≤5 | ≤10 | ≤50 | ≤100 |

5. 采样

（1）删除了“组批”和“抽样”两条。

6. 试验方法

（1）6.1.1.2 标题“液态氙”改为“氙气”

（2）6.2 中增加氢气、甲烷、一氧化碳、二氧化碳的检测方法，即将标题“氮气、（氧气+氩气）...”改为“6.2　氢气、氮气、氧气+氩气、甲烷、一氧化碳、二氧化碳、氪气、四氟化碳、六氟乙烷、六氟化硫含量的测定”。

（3）在 6.2.1 测定方法中增加“允许采用 GB/T 37182 或其它等效方法”的字样。

（4）水分含量测定内容由“按 GB/T 5832.2 或 GB/T 5832.3 或 GB/T 5832.4 的规定执行。允许采用其它等效方法，当测定结果有异议时，以 GB/T 5832.2 规定的方法为仲裁方法。”改为“按 GB/T 5832.1、GB/T 5832.2 或 GB/T 5832.3 的规定执行。可采用其他等效的方法测定氙气中水分含量。如对测定结果有异议时，当水含量在 0.5ppm 以上时，以 GB/T 5823.2 为仲裁方法；当水含量在 0.5ppm 及 0.5ppm 以下时，以 GB/T 5823.3 为仲裁方法。”

7. 检验规则

（1）删除瓶装、气瓶集束装置装、长管拖车装、大容积无缝钢瓶装的氙以及管道输送的氙气的检验规则，改为“氙气产品应逐一检验并验收。当检验结果均符合表 1 的技术要求时，判该产品合格。当检验结果有任何一项指标不符合表 1 的技术要求时，则判该产品不合格。”

8. 标志、标签和随行文件

（1）8.1.1 修改了合格证的内容，删除了“批号”，增加了“样品编号”。

——产品名称、生产厂名称；

——生产日期；

——样品编号；

——本文件的编号及技术指标。

（2）8.2 标签在“氙气的标签应符合 GB/T 16084 规定的要求”修改为“氙气的标签应符合 GB/T 16084、GB 15258 规定的要求”，即增加了“、GB/15258”字样。

（3）8.3 中将“应给新用户提供氙气的安全技术说明书。”改为“应给新用户提供符合 GB/T 16483 规定的氙气的安全技术说明书。”

9. 包装

（1）9.2.1 中删除“加装防振圈”字样。

10. 安全信息

（1）安全信息的说明由附录 A 调整为附录 B。

11. 附录 A

（1） 增加了氙气中氢气、氮气、氧气+氩气、甲烷、一氧化碳、二氧化碳、氪气、四氟化碳、六氟乙烷、六氟化硫含量的测定的供参考的色谱条件以及流程图、谱图。

12.附录 B

（1）B.1.3 中增加氙气的基础性息：“【压缩氙】2036 ；【冷冻液态氙】2591”的字样。

（3）B.1.4 将“相对蒸汽密度 4.46（空气=1）”改为“相对密度：4.46(干燥空气=1)”。

**（四）标准的主要内容**

**1. 标准名称**

GB/T 5828-XXXX 沿用 GB/T 2858-2006 的标准名称，依然为《氙气》，未作修改。该名称也是国家标准修订计划下达的名称。

**2. 范围**

第一段描述标准的主要内容，标准起草工作组根据 GB/T 1.1-2020 的规定，对标准的内容进行梳理、使用规范的描述语句与词汇。

第二段描述标准的适用范围，2006 版本的标准适用于“深冷法从空气中提取的气(液)态氙。主要用于电光源工业，也用于医疗、电真空、激光等领域”。修订后删除了应用领域，且将“气(液)态氙”改为“纯氙和高纯氙”

**3. 技术要求**

2006 版本的氙气将高纯氙分为一等品 5.5N 和合格品 5N。本次修订，针对不同用户的需要，将设置高纯氙合格品 5N，一等品 5.5N，优等品 6N 三个档次标准。同时为避免歧义，将氟化物 ($CF_4$)拆分成六氟化硫（$SF_6$）含量（摩尔分数）/$10^{-6}$、六氟乙烷（$C_2F_6$）含量（摩尔分数）/$10^{-6}$、四氟化碳（$CF_4$）含量（摩尔分数）/$10^{-6}$。对于技术指标，起草小组对国际、国内氙气产品生产情况进行了深入调研、分析和讨论（国内较大规模氙气气体企业标准见表 2~表 4），确定了征求意见稿的技术指标，见表 1。

表 2 企业 1 氙气标准

| 项目 | | 指标 |
|---|---|---|
| 氙气（Xe）纯度（体积分数）/$10^{-2}$ | ≥ | 99.9997 |
| 氮（$N_2$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 1.2 |
| 氧+氩（$O_2$+Ar）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.5 |
| 氢（$H_2$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.04 |
| 一氧化碳（CO）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.05 |
| 二氧化碳（$CO_2$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.05 |
| 甲烷（$CH_4$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.05 |
| 水（$H_2O$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 1.0 |
| 氪气（Kr）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.05 |
| 氟化物（$CF_4$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.02 |
| 杂质总含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 3 |

表 3 企业 2 氙气标准

| 项目 | | 指标 |
|---|---|---|
| 氙气（Xe）纯度（体积分数）/$10^{-2}$ | ≥ | 99.9999 |
| 氮（$N_2$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.2 |
| 氧+氩（$O_2$+Ar）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.15 |
| 氢（$H_2$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.1 |
| 一氧化碳（CO）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.05 |
| 二氧化碳（$CO_2$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.05 |
| 甲烷（$CH_4$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.05 |
| 总烃含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.2 |
| 水（$H_2O$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.1 |
| 氪气（Kr）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.1 |
| 氟化物（$CF_4$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.1 |
| 杂质总含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 1.0 |

表 4 企业 3 氙气标准

| 项目 | | 指标 |
|---|---|---|
| 氙气（Xe）纯度（体积分数）/$10^{-2}$ | ≥ | 99.9995 |
| 氮（$N_2$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.5 |
| 氧+氩（$O_2$+Ar）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.2 |
| 氢（$H_2$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.1 |
| 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 |
| 甲烷（$CH_4$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.1 |
| 水（$H_2O$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.5 |
| 氪气（Kr）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.5 |
| 氟化物（$CF_4$）含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 0.1 |
| 杂质总含量（体积分数）/$10^{-6}$ | ≤ | 5.0 |

**4. 采样**

氙气因为产量极低、价格奇高，为避免纠纷，标准征求意见稿由取消了组批和抽样，修订为逐瓶检验。

标准中将采样的要求单列一条，并引用了 GB/T 43306《气体分析 采样导则》，该标准等同采用 ISO 19230:2020，适用于氙气的采样，因此本次修订直接引用。

**5. 试验方法**

5.1 氙气纯度的计算

氙气的纯度采用差减法计算，为了与技术要求相对应，本次修订规定先计算总杂质含量，然后减去总杂质含量计算纯度。

5.2 氢气、氮气、氧气+氩气、甲烷、一氧化碳、二氧化碳、氪气、四氟化碳、六氟乙烷、六氟化硫含量的测定

GB/T 5828-2006《氙气》发布时，GB/T 28726-2012《气体分析 氦离子化气相色谱法》还未发布实施，故无法引用。GB/T 28726 已经正式发布实施近 12 年，已经得到了广泛的应用。现行版本的《氙气》中规定一氧化碳、二氧化碳和甲烷含量的测定采用的是 GB/T 8984 规定的氢火焰法，该方法检测灵敏度偏低，对高纯度惰性稀有气体中一氧化碳、二氧化碳的测定无法满足要求，因此根据工作组会议的要求，本次修订采用了 GB/T 28726 规定的氦离子化气相色谱法。

因此，根据工作组会议的要求，起草小组及标准验证平台作了试验验证工作，验证结果见附件 C。从检测结果可以看出，GB/T 28726 规定的 HID（氦离子化法）能全部测定惰性稀有气体中氧+氩、氮、一氧化碳、二氧化碳、甲烷、氪、氙、氟化物等杂质

含量，检出限和灵敏度远远优于其他方法，因此本次制订采用 GB/T 28726 规定的 HID 法。

5.3 水分含量的测定

现行的 GB/T 5828-2006《氙气》是采用 GB/T 5832.1-2016《气体中微量水分的测定 第 1 部分：电解法》或 GB/T 5832.2-2016《气体中微量水分的测定 第 2 部分：露点法》中规定的方法，由于该方法存在误差较大等缺陷，另外当时 GB/T 5832.3-2011《气体中微量水分的测定 第 3 部分：光腔衰荡光谱法》未正式发布，故现行标准中未采用光腔衰荡光谱法测定水含量。由于 GB/T 5832.3 已经正式发布实施近 13 年，目前该方法依然是高纯特气中微量水含量的最优法，因此本次修订直接采用 GB/T 5832.3。

**6. 检验规则**

现行标准中未单列检验规则，本次制修订将“检验规则”单列，并完善了判定规则。

**7. 标志、标签和随行文件**

本次修订参照了最新的有关法律法规、标准和国际化学品安全卡。

2009 版的规定比较杂乱，根据工作组会议的要求，将该章分成三部分内容来编制：（1）标志（2）包装、运输和贮存（3）安全信息，并将安全信息放入附录 B。

7.1 标志

（1）产品质量合格证

根据最新的惰性稀有气体标准体系中对产品质量合格证的要求，将合格证的内容修改如下：

——产品名称、生产厂名称；

——生产日期；

——样品编号；

——本文件的编号及技术指标。

（2）本次制修订更改为：包装容器上应涂刷“纯氙”或“高纯氙”字样。

（3）按照最新的要求，增加了包装标志、颜色标志、和运输包装收发货标志的要求：包装标志应符合 GB 190 和 GB/T 191 的相关规定，颜色标志应符合 GB/T 7144 的规定，运输包装收发货标志应符合 GB/T 6388 的规定。

（3）按照最新的要求，增加了标签的要求：标签应符合 GB/T 16084、GB 15258 规定的要求。

## 8. 包装、充装、运输和贮存

8.1 包装

氙气是大气气体中的稀有组分，为无臭、无色、无味、无毒、具有单原子结构的化学惰性气体。氙气在空气中的近似浓度为 0.09ppm。很少有用户需要大批量使用氙气，因此，经常使用单只钢瓶或玻璃细颈瓶来装运。

我国对永久气体气瓶（钢瓶）包装的规定有 GB/T 5099（钢制无缝气瓶），大容量钢制无缝气瓶和集束装置的规定有 GB/T 28054 钢质无缝气瓶集束装置。由于氙气属于永久气体，因此可使用 GB/T 5099 和 GB/T 28054 规定的钢制气瓶和集束装置。

对于液态气体储运容器的相关规定有 GB/T 150（所有部分）《压力容器》、GB 24159《焊接绝热气瓶》、JB/T 6898《低温液体贮运设备　使用安全规则》和 TSG R0005《移动式压力容器安全技术监察规程》，因此可以适用 GB/T 150（所有部分）、GB 24159、JB/T 6898 和 TSG R0005 规定的储运容器及其使用方法。

8.2 充装

我国对压缩气体的的充装规定有 GB/T 14194《压缩气体气瓶充装规定》，因此氙气的充装直接引用 GB/T 14194 的规定，且用于测量的压力表精度应不低于 1.5 级，返厂氙气瓶的余压应不低于 0.05 MPa，瓶装氙气出厂前应检查气瓶瓶嘴、阀杆及颈部无泄漏，戴上瓶帽。

8.3 运输和贮存

我国对气瓶的搬运、装卸、贮存、使用的规定有 GB/T 30685、GB/T 34525，运输及贮存的规定有 TSG R0005、TSG 23，包装、储存、运输的安全规定有《气瓶安全技术规程》、《移动式压力容器安全技术监察规程》，充装、运输及贮存的安全管理要求的规定有《道路危险货物运输管理规定》（2013 年 1 月 23 日中华人民共和国交通运输部令 2013 年第 2 号公布，交通运输部令 2016 年第 36 号第一次修订通过，交通运输部令 2019 年第 42 号第二次修订通过）、《特种设备安全监察条例》（国务院令 373 号）《特种设备安全法》（中华人民共和国主席令（第四号））以及《危险化学品安全管理条例》（2002 年 1 月 26 日中华人民共和国国务院令第 344 号公布，2011 年 2 月 16 日中华人民共和国国务院令第 591 号令第一次修订通过，2013 年 12 月 7 日国务院令第 645 号第二次修订通过），本标准直接采用了上述标准。

## 9. 安全信息

9.1 基本性质

氙气的化学式：Xe；中文名：氙气；英文名：Xenon。相对分子质量：131.293（按2018 年国际相对原子质量计算）。代码：CAS 号：7440-63-3，UN 号：【压缩氙】2036 ；【冷冻液态氙】2591。物理性质：氙气是稀有气体，无色、无臭、无味，化学性质极不活泼。具有极高的发光强度。沸点-108.1 ℃，熔点-112 ℃，临界温度：16.6℃，临界压力：5.88MPa；相对密度 4.46（干燥空气=1），液态相对密度 4.46（水=1）。

9.2 危险性说明

常温下,氙气是无色无味气体，不燃，无特殊燃爆特性。常气压下无毒。高浓度时，使氧分压降低而发生窒息。人吸入混有 70%氙气的氧，引起轻度麻醉，约经 3min 即意识丧失。如遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。无环境毒害。

9.3 操作注意事项

生产过程密闭操作，生产装置全面通风，工作场所配备应急处理设备。密闭空间需要加装氙气浓度监测和报警装置。操作人员应经过专门培训，严格遵守操作规程。操作人员穿一般作业工作服。液化气体泄露时穿防寒服。远离火种、热源,工作场所禁止吸烟。配备自给式正压自给式呼吸器。在传送过程中,钢瓶和容器接地和跨接,防止产生静电。搬运时轻装轻卸,防止钢瓶及附件破损。液氙属低温液体，有造成人体冻伤的危险，操作液氙时应穿戴隔冷手套和防护服。

9.4 紧急情况应对措施

发生火灾时，切断气源。消防人员佩带空气呼吸器，穿全身防火防毒服，在上风向灭火。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。氙气不燃。根据着火原因选择适当灭火剂灭火。如果误吸入，迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止、心跳停止，立即进行心肺复苏术，并就医。皮肤接触：如发生冻伤，用温水（38 ℃～42 ℃）复温，忌用热水或辐射热,不要揉搓，并就医。

9.5 泄漏处理处置

尽可能切断泄漏源。保证充分的通风，消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风方向撤离至安全区。建议应急处理人员佩戴内置正压自给式呼吸器。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向。隔离泄漏区直至气体散尽。

9.6 贮存注意事项

贮存于阴凉、干燥、通风的不燃气体专用库房。远离火种、热源。库温不宜超过30℃。与易燃物质分开存放，不应混储。应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。

9.7 废弃处置说明

废弃化学品：废气应经处理，不应造成环境污染。受到污染的氙气在向环境排放前，应当进行必要的处理，以使其对周围的影响满足国家相关法规要求。污染包装物：将容器返还生产商或按照国家和地方法规处置。废弃注意事项：处置前应参阅国家和地方有关法规。把倒空的容器归还厂商。

**三、试验验证的分析、综述报告,技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益**

**（1）试验验证的分析、综述报告**

本标准制定过程中，起草小组做了大量的试验验证工作，详见附件 D。

**（2）技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益**

氙气是一种惰性气体，稳定性极好，因此在日常生活中以及尖端技术、医疗等诸多领域都发挥着重要作用。

氙气广泛用于电子、光电源工业，还用于气体激光器和等离子流中。用氙气充的灯泡与相同功率的充氩灯泡相比具有发光率高、体积小、寿命长、省电等优点。氙气灯有极高的发光强度，一盏六万瓦的氙灯的亮度，相当于九百只一百瓦的普通灯泡。由于氙具有几乎连续的光谱，因此可以在高压电弧放电作用下产生类似日光的明亮白光，这种长弧氙灯俗称“人造小太阳”，由于透雾能力特别强，可用作有雾导航灯。氙闪光灯的色彩好，用于拍摄彩色电影。氙灯可以放出紫外线，应用于医疗行业。而氙的同位素被用于测量脑血流量与研究肺功能、计算胰岛素分泌量等。此外，氙灯凹面聚光后可生成2500℃高温，可用于焊接或切割难熔金属，如钛、钼等。

在芯片制造中，氙气主要被用于蚀刻。根据国家统计局数据，2016-2021 年中国集成电路产量持续增长，2021 年达到 3594.3 亿块。随着中国芯片产业的快速发展，氙气需求增长加快，产能也逐渐提升。根据中国气协数据，2021 年中国氙气产能约为 5000 立方米/年，是 2014 年产能的 2.6 倍。随着社会的发展，氙气的市场潜力巨大，尤其航天和芯片产业是我国目前正在大力发展的行业，氙气的市场需求也将随之增加。我国氙气进口主要来自美国、德国等多个国家，来源较为广泛。同时由于国产氙气产能的不断

增长，进口量呈现下滑走势，市场整体仍延续较高价格。氙气的产量极低，全球氙气主要厂商有 Air Liquide、Iceblick 、Praxair、Linde Group 等。前三大厂商共占有超过 65%的市场份额。欧洲是氙气全球最大的市场，占有大约 46%的份额。自 2021 年开始，稀有气体价格开始呈现不断上涨趋势，2021 年 1 月，国内氙气的市场价格为 8.8 万元/m3；到 2022 年 2 月俄乌战争前，氙气价格已超过 28 万元/m3，同比增长 325.08%；2 月后，受到俄乌战争影响，氙气价格开始飙升。2022 年 7 月-9 月，氙气价格超过 50 万元/m3。2023 年全球氙气市场销售额达到了 23 亿元，预计 2030 年将达到 34 亿元，年复合增长率（CAGR）为 5.8%（2024-2030）。因此，如何尽快提高高纯氦、超纯氦国产产量迫在眉睫。

GB/T 5828-2006《氙气》自发布实施以来，对国内氪气的生产发挥了较好的指导作用。但随着时间和科技的发展，GB/T 5828-2006 中的技术指标和分析方法已不能适应现代化企业发展及国内市场的需求，迫切需要修订此标准，本次修订对于生产厂家规范生产、提高产品质量、降低成本具有十分重要的意义。此外，本次修订对于合理利用、保护稀缺资源，提高国产纯氙、高纯氙和超纯氙产品的竞争力，保护民族企业，解决卡脖子问题具有十分重要的意义。

**四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况**

（一）国内外氦气供需情况

地球上的氙含量十分稀少，只有在空气里存在极少量的氙，每 1m$^3$ 空气中仅含氙气 0.086ml。目前都通过大型空分装置进行初步浓缩，先取得氪氙混合气，再进行分离精制，如一套 10 万立方米的低温精馏制氧装置，加工空气量约需 50 万立方米/小时，如果将氙全部分离出来，也仅有 43 升/小时。

2021 年底，全球的氙气产量为 14570 立方米.乌克兰拥有氙气产能 12000 立方米/年，供应世界消费的 30%。但随着新冠疫情和俄乌战争的严重影响，乌克兰两家电子气工厂因战争停运，实际产量大幅下降，造成供需失衡加剧。

目前，我国氙气大部分还是依赖进口，乌克兰供应了全球 30%的氙气。国内特气公司，大部分提供低纯度原料，由韩国厂商进行提纯并分析检测，然后再给终端厂商交货。

尽管现在国内有部分企业实现了自主生产氙气，其中包含 99.9995%超高纯航空氙

气，如凯美特气，但是生产线上的部分设备还是依赖进口，若国际形势紧张，也将会影响生产，所以，想完全摆脱进口依靠国内自主供应氙气需求还需努力。

（二）我国标准与国外、国际标准的比较

该标准无国际标准可以借鉴，在制定过程中参考了国内外相关文献及资料。

**五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因 0**

本标准为我国自行修订，未采用国际、外国标准。

**六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系**

（一）与氙气的生产、储存、运输、安全相关的法律、法规有：

1. 《道路危险货物运输管理规定》（2013 年 1 月 23 日中华人民共和国交通运输部令 2013 年第 2 号公布，交通运输部令 2016 年第 36 号第一次修订通过，交通运输部令 2019 年第 42 号第二次修订通过）；

2.《特种设备安全监察条例》（国务院令 373 号）；

3. 《特种设备安全法》（中华人民共和国主席令（第四号）；

4.《危险化学品安全管理条例》（2002 年 1 月 26 日中华人民共和国国务院令第 344 号公布，2011 年 2 月 16 日中华人民共和国国务院令第 591 号令第一次修订通过，2013 年 12 月 7 日国务院令第 645 号第二次修订通过）。

（二）本标准规范性引用的标准化文件有

GB/T 150（所有部分） 压力容器

GB 190 危险货物包装标志

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 4946 气相色谱法 术语

GB 5099（所有部分） 钢质无缝气瓶

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 6388 运输包装收发货标志

GB/T 7144 气瓶颜色标志

GB/T 8170　数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 8984　气体中一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物的测定　气相色谱法

GB/T l4194　压缩气体气瓶充装规定

GB/T 14850　气体分析 词汇

GB 15258　化学品安全标签编写规定

GB/T 16084　气瓶警示标签

GB/T 16483 化学品安全技术说明书 内容和项目顺序

GB 24159　焊接绝热气瓶

GB/T 27550　气瓶充装站安全技术条件

GB/T 28054　钢质无缝气瓶集束装置

GB/T 28726　气体分析　氧离子化气相色谱法

GB/T 30685　气瓶直立道路运输技术要求

GB/T 33360　气体分析 痕量分析用气体纯化技术导则

GB/T 34525　气瓶搬运、装卸、储存和使用安全规定

GB/T 37180　气体分析 校准用纯气和混合气体的使用 指南

GB/T 37182　气体分析 等离子发射气相色谱法

GB/T 38521　气体分析 纯度分析和纯度数据的处理

GB/T 38677　气体分析 测量过程及结果 校准技术要求

GB/T 43466　气体分析　采样导则（更改成标准号）

JB/T 6898　低温液体贮运设备　使用安全规则

TSG R0005　移动式压力容器安全技术监察规程

TSG 23　气瓶安全技术规程

**七、重大分歧意见的处理经过和依据**

暂无。

**八、涉及专利的有关说明**

本标准不涉及专利

**九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议**

本标准的内容已经具有较广泛的应用范围，具有可靠的技术措施保证，因此本标准实施的过渡期较短（不会超过半年）。

**十、其他应予说明的事项**

暂无。

**附件 A**

## 起草单位承担的具体工作明细表

| 序号 | 单位名称 | 标准起草人 | 主要工作 |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |

附件 B

**表 B.1　气标委秘书处征集到的对 GB/T 5828—2006 的修改意见（按单位排序）**

**注：**征集到的意见是针对 GB/T 5828—2006 提出，标准草案稿对部分意见已作了修改，章条号也有所变化

| 序号 | 修改意见 | 提出单位名称 |
|---|---|---|
| 1 | 1. 规范性引用文件 GB 7144《气瓶颜色标记》 已被 GB/T 7144-2016《气瓶颜色标志》代替；GB 14194《永久气体气瓶充装规定》 已被 GB/T 14194 -2017《压缩气体气瓶充装规定》代替； GB16483《化学品安全技术说明书编写规定》已被 GB/T 16483-2008《化学品安全技术说明书 内容和项目顺序》代替；GB16912 《氧气及相关气体安全技术规程″已被 GB 16912-2008 《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》代替。<br>2. 技术规程文件《气瓶安全监察规程》已被 TSG 23《气瓶安全技术规程》代替。<br>3. 规范性引用文件中建议增加以下标准或规程文件：GB/T 3723《工业用化学产品采样安全通则》、GB/T 27550-2011《气瓶充装站安全技术条件》、GB/T 4946-2008《气相色谱法 术语》、GB/T 14850-2020《气体分析 词汇》、GB/T 38677-2020《气体分析 测量过程及结果 校准技术要求》、GB/T 38521-2020《气体分析 纯度分析和纯度数据的处理》、GB/T 37180-2018《气体分析 校准用纯气和混合气体的使用 指南》、GB/T 33360-2016《气体分析 痕量分析用气体纯化技术导则》。<br>4. 规范性引用文件 中所引用水分分析方法建议增加 GB/T 5832.3《气体中微量水分的测定 第 3 部分：光腔衰荡法》，并以该方法作为仲裁方法。<br>5. 规范性引用文件 中所引用微量氢含量分析方法标准为 GB/T 8981《气体中微量氢的测定 气相色谱法》，该方法目前已较少使用，建议取消该引用标准，对氙中氢采用 GB/T《28726-2012 气体分析 氦离子化气相色谱法》进行测量。<br>6. 规范性引用文件 中所引用标准建议增加 GB/T 28726-2012《气体分析 氦离子化气相色谱法》，附录 A 与 ”GB/T 28726” 相同，可删除。<br>7. 规范性引用文件 中所引用标准 “HG/T 2686《惰性气体中微量氢、氧、甲烷、一氧化碳的测定 氧化锆气相色谱法》 建议删除，对于氙中微量氢、氮、氧＋氩、一氧化碳、二氧化碳、甲烷、氪、氧化亚氮、氟化物可采用 GB/T 28726-2012《 气体分析 氦离子化气相色谱法》进行测量，对于氙中氧，建议采用 GB/T 6285 《气体中微量氧的测定 电化学法》 进行测量。<br>8. 表 1 中，建议将“甲烷 (CH4) 含量″改为 ”总碳氢 (THC) 含量 (以甲烷计)″，后文同。<br>9. 表 1 中建议增加对于总杂质含量的指标要求。<br>10. 表 1 中，“氟化物 (C2F6)″是指所有氟化物以 C2F6 计还是只需检测 C2F6?<br>11. 4.3 条中，氙中氮、氧＋氩、氪、氧化亚氮、氟化物含量建议采用 G | 液空 |

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/826203125230010102