

中华人民共和国能源行业标准

NB/T ××××—××××

压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕瓶式集装箱

Cylinder Skid Container for Fully Wrapped Carbon-Fiber Reinforced Aluminum Lined for
transportation of Compressed Hydrogen

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家能源局 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	2
4 总则.....	2
5 材料.....	3
6 设计.....	4
7 安全附件、仪表和装卸附件.....	11
8 制造.....	13
9 试验方法.....	15
10 检验规则.....	17
11 标志、标识.....	18
12 出厂文件.....	18
13 储存、运输.....	19
附录A（规范性） 风险评估报告.....	20
附录A（规范性） 装卸管路壁厚计算.....	21

前 言

本文件按 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC262）提出并归口。

本文件由全国锅炉压力容器标准化技术委员会移动式压力容器分技术委员会（SAC/TC262/SC4）组织起草。

本文件主要起草单位：

本文件起草人：

本文件于××××年××月首次发布。

压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕瓶式集装箱

1 范围

1.1 本文件规定了仅限道路运输的压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕瓶式集装箱（以下简称“瓶式集装箱”）的材料、设计、制造、试验方法、检验规则、标志标识、出厂文件、储存运输等要求。

1.2 本文件适用于同时满足以下条件的铝内胆碳纤维全缠绕气瓶（以下简称“铝内胆全缠气瓶”）与框架连接构成的瓶式集装箱：

- a) 铝内胆全缠气瓶公称工作压力大于 30MPa，且不大于 52MPa；
- b) 铝内胆全缠气瓶公称水容积不小于 300L，且不大于 350L；
- c) 使用环境温度为-40℃~60℃；
- d) 铝内胆全缠气瓶工作温度为-40℃~65℃；
- e) 充装介质为符合 GB/T 37244 的燃料电池汽车用氢气。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- | | | |
|--------------|----------------------------|----------------------------|
| GB/T 1413 | 系列 1 集装箱 | 分类、尺寸和额定质量 |
| GB/T 1836 | 集装箱 | 代码、识别和标记 |
| GB/T 13005 | 气瓶术语 | |
| GB/T 14976 | 流体输送用不锈钢无缝钢管 | |
| GB/T 16563 | 系列 1 集装箱 | 技术要求和试验方法 液体、气体及加压干散货罐式集装箱 |
| GB/T 32249 | 铝及铝合金模锻件、自由锻件和轧制环向锻件通用技术条件 | |
| GB/T 35201 | 系列 2 集装箱 | 分类、尺寸和额定质量 |
| GB/T 37244 | 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 | 氢气 |
| NB/T 10558 | 压力容器涂敷与运输包装 | |
| NB/T 47010 | 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件 | |
| NB/T 47018.1 | 承压设备用焊接材料订货技术条件 | 第 1 部分：采购通则 |
| NB/T 47018.2 | 承压设备用焊接材料订货技术条件 | 第 2 部分：钢焊条 |
| NB/T 47018.3 | 承压设备用焊接材料订货技术条件 | 第 3 部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝 |
| NB/T 47018.4 | 承压设备用焊接材料订货技术条件 | 第 4 部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂 |
| TSG R0005 | 移动式压力容器安全技术监察规程 | |

3 术语与定义

GB/T 13005 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

瓶组单元 Gas cylinders group module

由若干相同公称水容积和规格尺寸的铝内胆全缠气瓶以及铝内胆全缠气瓶支撑固定装置、管路等组成的模块。

3.2

瓶式集装箱 Cylinder skid container

由一个或两个瓶组单元与框架永久性连接，且与管路、安全附件、仪表、装卸附件等管路部件组成的装运压缩氢气的移动式压力容器。

3.3

铝内胆 Aluminum liner

气瓶内层用于密封气体且可承受或不承受部分压力载荷的无缝铝合金容器。

3.4

全缠绕 Fully-wrapped

用浸渍树脂的纤维连续在内胆上进行螺旋和环向缠绕，使气瓶的环向和轴向都得到增强的缠绕方式。

3.5

全缠绕气瓶 Fully-wrapped cylinder

在内胆外表面全缠绕碳纤维增强层，经加温固化成型的气瓶。

3.6

纤维应力比 Fiber stress ratio

气瓶在最小爆破压力下的碳纤维应力与公称工作压力下的碳纤维应力之比。

4 总则

4.1 瓶式集装箱、铝内胆全缠气瓶除应分别满足 TSG R0005、TSG 23 的要求外，还应符合有关安全技术规范的规定。

4.2 设计委托方应以书面形式向瓶式集装箱设计单位提出设计条件，其设计条件应至少包含下列内容：

- a) 工作条件，包括使用环境温度、工作温度、工作压力、装卸条件及方式、装卸压力及范围、充装频率（次/天），以及可能的附加载荷等；
- b) 压缩氢的编号（UN1049、CAS 1333-74-0）、类别和项别（2.1）、物理与化学性质、危险特性、有害杂质含量以及相应的化学品安全技术说明书（SDS）等；
- c) 单只铝内胆全缠气瓶公称水容积和总水容积；
- d) 预期使用年限；
- e) 集装箱尺寸规格；
- f) 设计需要的，如铝内胆全缠气瓶表面处理、铝内胆全缠气瓶与装卸管路的含水量及漏率检测等其它必要条件。

4.4 铝内胆全缠气瓶应符合相应国家标准或行业标准的规定。当铝内胆全缠气瓶无相应国家标

准或行业标准时生产单位应制定企业标准，且要求还应满足 TSG 23 的要求。

5 材料

5.1 一般要求

5.1.1 材料选用应考虑其力学性能、物理性能、工艺性能，与氢气接触的材料还应与氢气相容。

5.1.2 材料的性能、质量、规格与标志应符合相应材料的国家标准或行业标准的规定。

5.1.3 需焊接的材料应具有良好的焊接性。

5.1.4 铝内胆全缠气瓶、装卸管路材料制造单位应在材料的明显部位作出清晰、牢固的钢印标志或采用其他可追溯的标志。

5.1.5 铝内胆全缠气瓶、装卸管路材料制造单位应向瓶式集装箱制造单位提供材料质量证明书。材料质量证明书的内容应齐全、清晰，并印制可追溯的信息化标识或标签，且加盖材料制造单位质量检验章。可追溯的信息包括材料制造单位名称、材料标准号、牌号、规格、炉批号、交货状态、质量证明书签发日期等内容，可以追溯的信息化标识包括二维码、条形码等。

5.1.6 当铝内胆全缠气瓶、装卸管路材料从非材料制造单位取得时，应取得材料制造单位提供的材料质量证明书原件或加盖了材料经营单位公章和经办负责人签字（章）的复印件。

5.1.7 瓶式集装箱制造单位应对取得的材料及材料质量证明书的真实性和一致性负责。

5.1.8 临氢奥氏体不锈钢钢管的镍（Ni）含量应不小于 12%。

5.2 气瓶

5.2.1 铝内胆全缠气瓶应符合 TSG 23 及相应产品标准的规定。

5.2.2 铝内胆及端塞应选用 6061 铝合金材料。

5.3 管路

5.3.1 装卸管路

5.3.1.1 钢管应选用 S31603、S31608 奥氏体不锈钢无缝钢管，且符合 GB/T 14976 的规定。

5.3.1.2 管件应选用 S31603、S31608 奥氏体不锈钢锻件，且符合 NB/T 47010 的规定，其级别应不低于Ⅲ级。

5.3.2 泄放管

5.3.2.1 泄放管应选用 S30403、S30408、S31603、S31608 等奥氏体不锈钢管，且符合 GB/T 14976 的规定。

5.3.2.2 泄放管管件选用应符合 5.3.1.2 的规定。

5.3.3 气动控制管

气动控制管应选用公称压力不低于 0.8MPa 的抗老化的非金属软管，且符合相应标准的规定。

5.3.4 放散管

5.3.4.1 放散管用非金属管应符合 5.3.3 的规定。

5.3.4.2 放散管汇总管用金属管应符合 5.3.1 的规定。

5.4 框架

- 5.4.1 框架用材料应有良好的可焊性、足够的强度和韧性。
- 5.4.2 角柱、端梁及侧梁等主要受力构件用材料，应经不高于-20℃夏比冲击试验，其3个标准冲击试样的夏比冲击吸收能量（ KV_2 ）的平均值应不小于27J，允许1个试样的冲击吸收能量值小于27J，但不小于19J。

5.4.3 框架材料应考虑外界环境的腐蚀作用和环境温度的影响。

5.5 支撑件与连接件

- 5.5.1 支撑件与连接件等用材料应具有足够的强度、刚度和韧性。
- 5.5.2 支撑件用异型钢管应经不高于-20℃夏比冲击试验，其3个标准冲击试样的冲击吸收能量（ KV_2 ）的平均值应不小于27J，允许1个试样的冲击吸收能量值小于27J，但不小于19J。
- 5.5.3 气瓶固定用连接件应选用铝材或其它适合的材质，其硬度应低于气瓶铝质瓶嘴的硬度，且符合设计文件的规定。

5.6 密封材料

- 5.6.1 密封材料的性能应满足-40℃~85℃工作温度范围内的使用要求。
- 5.6.2 端塞与气瓶的密封材料应选用非金属材料，且符合下列规定：
- a) O形密封圈宜选用三元乙丙橡胶或氢化丁腈橡胶等；
 - b) 挡圈宜选用聚四氟乙烯等；
 - c) 使用寿命应满足气瓶定期检验周期的要求。

5.7 焊接材料

- 5.7.1 焊接材料的选用应考虑焊接接头力学性能与母材的匹配，且焊缝金属的拉伸强度不低于母材标准规定的下限值。
- 5.7.2 受压元件用焊接材料应符合NB/T 47018.1~NB/T 47018.4的规定，且有清晰、牢固的标志。
- 5.7.3 受压元件用焊接材料应按NB/T 47014的要求进行焊接工艺评定，评定合格后方可使用。
- 5.7.4 制造单位应建立并执行焊接材料验收、复验、保管、烘干、发放和回收制度。

5.8 其他

- 5.8.1 外购件应符合相应国家标准或行业标准的规定，且有质量证明文件或产品合格证。
- 5.8.2 角件应符合GB/T 1835的规定，且经-40℃夏比冲击试验，其3个标准冲击试样的冲击吸收能量（ KV_2 ）平均值应不小于21J，允许其中1个试样的冲击吸收能量小于21J，但不小于15J。
- 5.8.3 支撑和连接部件等连接用螺栓、螺母应选用商品级或专用级紧固件。当选用商品级碳素钢或低合金钢时，螺栓强度应不低于8.8级，螺母强度不低于8级。
- 5.8.4 阀门和仪表应符合相应标准或设计文件的规定。
- 5.8.5 阀门阀体宜选用6061铝合金、S31608、S31603等奥氏体不锈钢，且应符合相关阀门标准的规定。

6 设计

6.1 一般要求

6.1.1 瓶式集装箱设计除应符合本标准的要求外，还应符合相关安全技术规范、国家标准和行业规定的规定。

6.1.2 瓶式集装箱的结构、气瓶与框架的连接，以及管路、安全附件、仪表和装卸附件的布置应安全可靠，且满足使用要求。

6.1.3 同一台瓶式集装箱应当采用相同材料、公称工作压力、公称直径、公称水容积的气瓶。

6.1.4 瓶式集装箱设计时应考虑采取适当的防护措施，以防止在纵向、横向受到冲击或翻倒而造成的损坏或氢气的泄漏。

6.2 设计文件

6.2.1 瓶式集装箱的设计文件至少包括风险评估报告、设计说明书、设计计算书、设计图样、制造技术条件、产品使用说明书、试验大纲以及气瓶设计鉴定文件等。

6.2.2 风险评估报告应符合附录 A 的规定。

6.2.3 设计说明书至少包括下列内容：

- a) 设计委托方提出的设计条件或设计任务书规定的设计条件；
- b) 设计、制造规范，以及产品标准的选择依据；
- c) 压缩氢的编号（UN1049 或 CAS 1333-74-0）、类别和项别（2.1）、物理化学性质、危害性，以及化学品安全技术说明书（SDS）等；
- d) 铝内胆全缠气瓶设计参数，主要包括最小爆破安全系数、公称工作压力、工作温度、公称直径、公称水容积等的确定依据；
- e) 主要结构确定原则；
- f) 铝内胆全缠气瓶、管路、密封材料、支撑部件等材料的选用说明；
- g) 安全附件、仪表及装卸附件的型号、规格、性能参数、连接方式以及数量等的选用说明；
- h) 框架、角件等的选用说明。

6.2.4 设计计算书至少包括下列内容：

- a) 铝内胆全缠气瓶强度计算；
- b) 铝内胆全缠气瓶容积计算；
- c) 铝内胆全缠气瓶最大充装量计算；
- d) 铝内胆全缠气瓶弯曲应力校核计算；
- e) 动载荷下气瓶弯曲应力校核计算；
- f) 动载荷下气瓶的挠度计算；
- g) 端塞螺纹强度校核计算；
- h) 铝内胆全缠气瓶安全泄放量及超压泄放装置泄放面积计算；
- i) 装卸管路的强度计算；
- j) 惯性力载荷下支撑部件、固定连接件及所用螺栓或框架的结构强度计算；
- k) 瓶式集装箱整体应力分析计算。

6.2.5 设计图样，至少包括设计总图、气瓶图、管路图及必要的零部件图等。

6.2.5.1 设计总图上应至少注明下列内容：

- a) 产品名称、型号及设计制造应遵循的主要安全技术规范和产品标准等；
- b) 运输方式；

- c) 主要工作条件, 包括公称工作压力、使用环境温度、工作温度、装卸方式等;
 - d) 主要设计参数, 包括铝内胆全缠气瓶的公称工作压力、使用环境温度、工作温度, 以及装卸管路的设计温度、设计压力、最低设计金属温度等;
 - e) 压缩氢的编号 (UN1049 或 CAS1333-74-0)、类别和项别 (2.1)、危害性, 以及氢气标准 (GB/T 37244) 等;
 - f) 主要技术特性参数, 包括额定质量、空箱质量、最大充装质量、铝内胆全缠气瓶的公称工作压力和工作温度、单只铝内胆全缠气瓶公称水容积、总水容积等;
 - g) 瓶式集装箱和铝内胆全缠气瓶的设计使用年限 (必要时注明气瓶疲劳循环次数);
 - h) 铝内胆全缠气瓶水压试验、装卸管路耐压试验、整体泄漏试验等要求;
 - i) 特殊制造要求, 如氮气或惰性气体置换等要求;
 - j) 安全附件、仪表、装卸附件的型号、规格、性能参数及连接方式等;
 - k) 产品铭牌和电子铭牌的设置位置;
 - l) 装卸口方位、规格及连接方式;
 - m) 涂覆及标志、标识的要求;
 - n) 国务院行业主管部门的规章或规范性文件规定的其他有关要求。
- 6.2.5.2 铝内胆全缠气瓶图应至少包括下列内容:
- a) 设计文件鉴定编号;
 - b) 主要安全技术规范、标准;
 - c) 瓶体材料及牌号、最小设计壁厚、缠绕层厚度、瓶体尺寸、瓶口螺纹规格及尺寸等;
 - d) 技术特性表;
 - e) 耐压试验、气瓶内外表面处理要求等;
 - f) 标记 (含制造单位代号);
 - g) 设计使用年限 (必要时注明气瓶循环疲劳次数)。
- 6.2.5.3 管路系统图应至少包括下列内容:
- a) 设计、制造应遵循的标准;
 - b) 设计参数, 包括设计温度、设计压力、最低设计金属温度、腐蚀裕量等;
 - c) 管路材料的标准、牌号、规格等;
 - d) 仪表、装卸附件的型号、规格、连接密封面型式、管口方位及设置要求等;
 - e) 耐压试验要求;
 - f) 泄漏试验要求。
- 6.2.6 制造技术条件, 应包括主要制造工艺要求、检验试验方法等。
- 6.2.7 产品使用说明书, 应至少包括下列内容:
- a) 主要技术性能参数;
 - b) 压缩氢的编号 (UN1049 或 CAS1333-74-0)、类别和项别 (2.1)、危害性等;
 - c) 主要用途及适用范围 (必要时包括不适用的范围);
 - d) 使用环境条件及工作条件;
 - e) 安全附件、仪表、装卸附件等的型号、规格、性能参数及连接方式;
 - f) 气瓶的设计使用年限 (必要时注明气瓶循环疲劳次数);
 - g) 操作使用说明;
 - h) 使用注意事项和必要的警示性说明等;
 - i) 维护保养要求及应急措施;

j) 备品和备件。

6.2.8 试验大纲，包括主要试验方法和合格要求等。

6.3 铝内胆全缠气瓶

6.3.1 铝内胆全缠气瓶应符合 TSG 23 及相应产品标准的规定，其设计使用年限至少为 15 年。

6.3.2 铝内胆全缠气瓶应为无缝结构，且采用双头开口的结构。

6.3.3 铝内胆全缠气瓶水压试验压力应不低于 1.5 倍公称工作压力。

6.3.4 纤维应力比应不低于 3.4。

6.3.5 铝内胆全缠气瓶最小爆破压力应不低于 3.4 倍公称工作压力。

6.3.6 弯曲应力校核应考虑瓶式集装箱组装后铝内胆全缠气瓶所承受的各种弯曲应力，且在工作压力下各种应力之和应不大于铝内胆全缠气瓶复合层材料抗拉强度的 30%。

6.3.7 铝内胆全缠气瓶弯曲应力校核计算时，总质量应取铝内胆全缠气瓶在空载、满载等工况下的最大质量。

6.3.8 瓶口应符合下列规定：

- a) 瓶口螺纹应采用直螺纹连接，其螺纹长度应不小于端塞或根部截止阀的有效长度；
- b) 两端瓶颈的厚度应满足设计要求，且在端塞或根部截止阀承受内压载荷和支撑附加力时不产生变形或损坏。

6.3.9 铝内胆全缠气瓶与端塞或根部截止阀的连接应保证在使用工况下密封可靠，宜选用径向密封或端面密封与径向密封的组合结构。

6.3.10 玻璃纤维保护层（或在其上涂敷白色聚氨酯漆涂层）应具有防紫外线的功能。

6.4 尺寸、公差和额定质量

瓶式集装箱的外部尺寸、公差和额定质量应符合 GB/T 1413 或 GB/T 35201 的规定。

6.5 载荷

6.5.1 瓶式集装箱设计时应考虑下列载荷：

- a) 内压或最大内外压力差；
- b) 运输中包括惯性力载荷在内的动载荷；
- c) 自重、正常工作或检验试验条件下充装介质的压力载荷；
- d) 运输或吊装时的作用力；
- e) 连接管路和其他部件的作用力；
- f) 温度梯度或热膨胀引起的作用力；
- g) 充装或卸载时的压力；
- h) 气瓶与支撑件或连接件的作用力；
- i) 型式试验时的载荷。

6.5.2 瓶式集装箱在运输工况中所承受的惯性力载荷应按下列要求转换成等效静态力：

- a) 运动方向：最大质量的 2 倍乘以重力加速度；
- b) 与运动方向垂直的水平方向：最大质量乘以重力加速度（当运动方向不明确时，为最大质量的 2 倍乘以重力加速度）；
- c) 垂直向上：最大质量乘以重力加速度；
- d) 垂直向下：最大质量的 2 倍乘以重力加速度。

注 1：计算气瓶在运输工况中所承受的惯性力载荷时，最大质量为介质的最大允许充装量。

注 2: 计算气瓶与框架连接处在运输工况中所承受惯性力载荷时, 最大质量为介质的最大允许充装量、气瓶及附件质量之和。

6.5.3 承受运输工况中的惯性力载荷且在允许的最大负荷下, 框架、气瓶与框架之间连接的支承受力构件的许用应力应按下列要求确定:

- a) 具有明确屈服强度的材料, 其许用应力为材料标准常温下屈服强度除以 1.5;
- b) 不具有明确屈服强度的材料, 其许用应力为材料标准常温下的 0.2%规定塑性延伸强度除以 1.5。

6.6 框架、起吊和系固件

6.6.1 框架的强度、刚度应满足型式试验的要求。

6.6.2 框架的设计应考虑外界环境的腐蚀作用。

6.6.3 框架、支撑固定装置以及起吊和系固件的设计应避免对瓶式集装箱的任何部位造成不当的应力集中。

6.6.4 瓶式集装箱应不设置叉槽。

6.6.5 瓶式集装箱应在框架上设置永久的起吊和系固部件。

6.6.6 角件(包括顶角件和底角件)所在的位置和定位尺寸应符合 GB/T 1413 的规定。

6.6.7 顶角件的顶面应至少比箱体各部件的顶面高出 6mm。

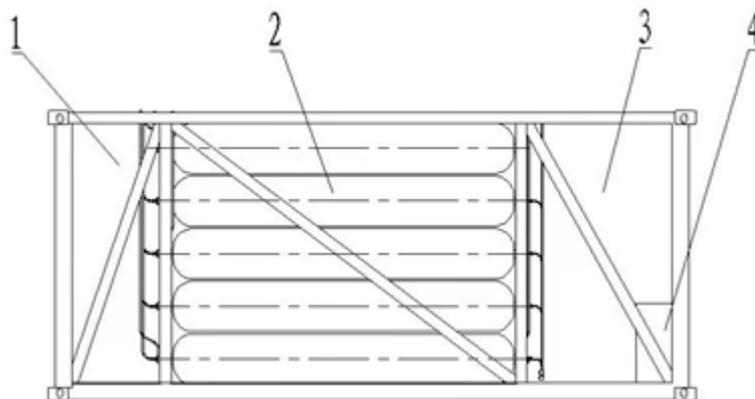
6.6.8 为保护角件附近免受冲击, 对顶部和底部结构起到保护作用, 可设置增强腹板, 并符合以下规定:

- a) 顶部增强腹板: 从瓶式集装箱的端部测量, 该板沿箱长方向的尺寸应不超过 750mm, 厚度应不超过 6mm。顶部增强腹板及其固定设施均不应超出顶角件的顶面;
- b) 底部增强腹板: 增强复板距底角件外端应不超过 550mm, 距底角件侧面应不超过 470mm, 其底平面应至少高于集装箱底角件底面 5mm。

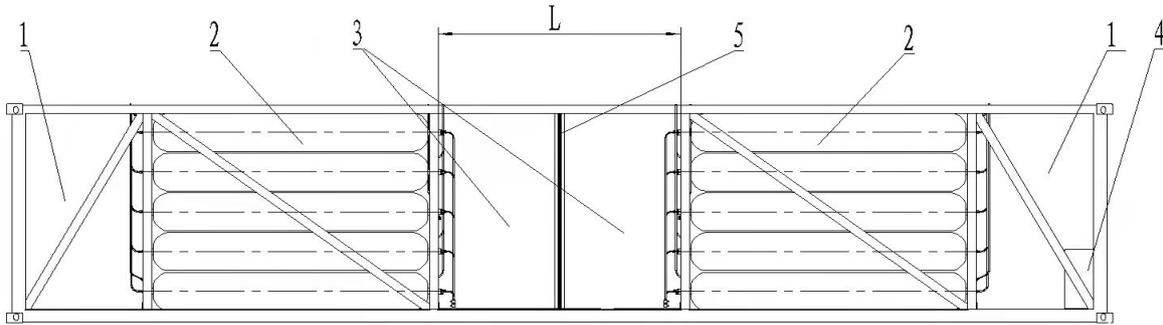
6.6.9 瓶式集装箱达到额定质量时, 框架(气瓶)的任何部位及瓶式集装箱上的各个装置均不应不高于底平面(底角件的底面)以上 25mm。

6.7 结构

6.7.1 瓶式集装箱应由一个或二个瓶组单元组成(见图 1)。



(a) 典型单个瓶组单元瓶式集装箱



(b) 典型两个瓶组单元瓶式集装箱

标引序号说明

- 1——安全泄压仓；
- 2——瓶组单元；
- 3——阀门与安全泄压附件仓；
- 4——操作箱；
- 5——防火隔离板；
- L ——瓶组单元间的距离。

图 1 瓶式集装箱结构示意图

6.7.2 当瓶式集装箱为单瓶组单元时应符合下列规定：

- a) 侧面和底部应设置防火隔离板；
- b) 铝内胆全缠气瓶根部截止阀应设置在阀门与安全泄放附件仓内。

6.7.3 当瓶式集装箱为双瓶组单元时应符合下列规定：

- a) 两瓶组单元之间的距离 (L) 应不小于 1 200mm；
- b) 侧面、底部应设置防火隔离板；
- c) 两瓶组单元间应设置防火隔离板或隔离门，且两瓶组单元间的防火隔离板与瓶口支撑架间的距离应不小于 600mm；
- d) 每个瓶组单元的气瓶根部截止阀应设置在阀门与安全泄压附件仓内；
- e) 阀门附件仓应设置操作人员的快速撤离通道。

6.7.4 铝内胆全缠气瓶公称工作压力大于 45MPa 的瓶式集装箱，其顶部应采用敞开式结构，且侧面防火隔离板不允许任何开口或开孔，底部防火隔离板除排水孔外不允许有其他开口或开孔。

6.7.5 铝内胆全缠气瓶公称工作压力不大于 45MPa 的瓶式集装箱，其顶部可采用敞开式或封闭式的结构，且符合下列规定：

- a) 采用敞开式结构应符合 6.7.4 的规定；
- b) 采用封闭结构时，侧面防火隔离板需开口或开孔，其开口或开孔位置应考虑氢扩散、散热及火灾等影响，底部防火隔离板除排水孔外不允许有其他开口或开孔。

6.7.6 当瓶式集装箱顶部设顶蓬，且侧面防火隔离板无开口或开孔时，其顶蓬应具有阻燃和通风透气的功能。

6.7.7 箱体的防火隔离板和仓门（箱门）应选用足够的强度、刚度和韧性的钢板，且符合下列规定：

- a) 在不小于 590℃时不变形；
- b) 厚度不小于 1mm；

- c) 拼接处不允许留有缝隙；
 - d) 防火隔离板与气瓶间的距离应能防止对气瓶产生的不利影响。
- 6.7.8 瓶式集装箱的阀门与安全泄压附件仓、安全泄压仓应设置钢质仓门。
- 6.7.9 瓶式集装箱应设置操作箱，且操作箱内包括装卸总管路、控制总阀门及装卸接头或等效装置等。
- 6.7.10 铝内胆全缠气瓶与任何其它零部件的连接不允许采用焊接结构，且应采取可靠的措施防止铝内胆全缠气瓶在运输和使用过程中发生周向转动和轴向窜动。
- 6.7.11 铝内胆全缠气瓶固定用连接件应具有足够的刚性和强度，且应考虑铝内胆全缠气瓶可能产生的热胀冷缩的影响。
- 6.7.12 瓶式集装箱应有防止运输过程中横向和纵向撞击以及倾覆对气瓶及其附件造成损坏的措施。
- 6.7.13 瓶式集装箱的铝内胆全缠气瓶及管路应有防护措施，保证铝内胆全缠气瓶免受紫外线辐射、砾石冲击、化学侵蚀以及尖锐物体划伤等伤害，以及管路免受外界撞击、破坏。
- 6.7.14 箱体的框架和支撑梁可采用碳钢或低合金钢。
- 6.7.15 瓶式集装箱后下部的横梁两侧应各安装静电接地端子，端子宜采用铜柱或铜角钢。
- 6.7.16 瓶组模块的气瓶应卧式放置，气瓶长度应不大于 3 200mm，每个瓶组单元管路应设置汇总管路，且与瓶式集装箱的装卸总管路相连。
- 6.7.17 每个瓶组单元均应在气瓶两端设置支撑和固定气瓶的支撑固定装置，且应采取可靠的措施防止铝内胆全缠气瓶发生周向转动和轴向窜动。
- 6.7.18 铝内胆全缠气瓶间应有足够的间隙，除端部以外不允许设置支撑。
- 6.7.19 铝内胆全缠气瓶组装后，其纵向中心平面和框架的纵向平面应重合，其允许偏差为 $\pm 6\text{mm}$ 。

6.8 管路

6.8.1 一般要求

- 6.8.1.1 管路的设计温度、设计压力等设计参数的确定应充分考虑管路设计使用年限内各种工况条件下环境温度、工作温度、压力载荷、热应力载荷、疲劳载荷和充装介质的物理化学特性以及危害性等因素的影响。
- 6.8.1.2 管路结构设计应避免热胀冷缩、机械振动等所引起的损坏，必要时应设置温度补偿结构和紧固装置。
- 6.8.1.3 当管路各部件之间有相对运动时，应设置必要的支撑和固定装置。
- 6.8.1.4 管路的各部件均应布置在箱体内，且管路应避免与其他零部件产生摩擦或碰撞。
- 6.8.1.5 泄放管路与放散管路的长径比 (L/D) 应不小于 60:1。

6.8.2 装卸管路

- 6.8.2.1 装卸管路的设计应保证每组气瓶能单独装卸。
- 6.8.2.2 瓶式集装箱的装卸管路至少由四道相互独立并且串联在一起的装置组成，且符合下列规定：
- a) 第一道为每只铝内胆全缠气瓶的气动根部截止阀；
 - b) 第二道为每个瓶组单元汇总管路的气动切断阀，且与气瓶根部截止阀间的距离应尽可能短；
 - c) 第三道为装卸管路的控制总阀；
 - d) 第四道为装卸管路端部的快装接头或等效装置。

6.8.2.3 瓶组单元的气动切断阀与装卸管路端部的快装接头或等效装置之间的管路应保证在运输中无压力。

6.8.2.4 管路与安全附件、仪表及装卸附件的连接应采用螺纹连接结构，且密封良好、牢固可靠。

6.8.2.5 装卸管路设计参数应符合下列规定：

- a) 设计压力应不小于 1.3 倍的气瓶公称工作压力；
- b) 设计温度应不低于 85℃，最低设计金属温度不高于-40℃。

6.8.2.6 管路壁厚计算应符合附录 B 的规定，管子许用应力的选取应按表 1 的规定。

表 1 管子许用应力

钢 号	钢管标准	标准规定的最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力/MPa	
		R_m	R_{eL}	≤20	100
06Cr17Ni12Mo2 (S31608)	GB/T 14976	520	205	137	137
022Cr17Ni12Mo2 (S31603)	GB/T 14976	480	175	117	117

6.8.2.7 钢管与管件的连接应采用螺纹连接。

6.8.2.8 装卸管路应进行耐压试验，其试验压力应不低于 1.3 倍的管路设计压力。

6.8.2.9 装卸管路的组装应牢固、整齐，连接结构应密封良好、牢固可靠。

6.8.3 气动控制管路

6.8.3.1 所有气动控制用管路应选用非金属管，其工作压力与气动阀动作压力应匹配，且与使用环境温度相适应。

6.8.3.2 瓶式集装箱每个瓶组单元气动切断阀和气瓶气动根部阀应设置气动控制管路，用于控制每个瓶组单元的气动切断阀和气瓶气动根部阀。

6.8.3.3 瓶式集装箱在非装卸工况下，每只气瓶根部截止阀和每个瓶组单元汇总管路的气动切断阀应处于关闭状态。

6.8.4 泄放管路

6.8.4.1 泄放管路应有足够的强度和刚度，承压能力应不低于 4MPa，其内截面积应不小于超压泄放装置所需的排放面积。

6.8.4.2 泄放管路的结构应牢固可靠，防止瓶式集装箱运行中因振动等因素导致连接松动，且保证铝内胆全缠气瓶安全泄放时气体能够正常排出。

6.8.4.3 泄放管内壁应洁净、光滑平整，不应有毛刺等。

6.8.4.4 泄放管口应向上且引出仓外，且应设置防空气倒流和雨雪侵入、水汽凝聚、冻结和外来异物堵塞的装置，该装置还应不妨碍氢气安全泄放。

6.8.4.5 泄放管与安全泄压装置的连接应牢固可靠，密封良好。

6.8.5 放散管路

6.8.5.1 当根部截止阀设置有泄漏放散孔时，每只气瓶的根部截止阀应设置放散管路。

6.8.5.2 所有放散管路宜汇总连接在一起。放散管、放散汇总管的连接应可靠。

7 安全附件、仪表、装卸附件

7.1 一般要求

- 7.1.1 安全附件、仪表和装卸附件的设置除符合本标准规定外，还应满足设计文件的要求。
- 7.1.2 安全附件包括气瓶安全泄压装置和导静电装置等。
- 7.1.3 仪表包括压力表、温度计等。
- 7.1.4 装卸附件包括装卸阀门、充装连接接头等。
- 7.1.5 选用的安全附件、仪表及装卸附件应与氢相容。
- 7.1.6 安全附件、仪表及装卸附件应随产品提供质量证明文件，且在产品的明显部位有永久性标识或装设金属铭牌。

7.2 铝内胆全缠气瓶安全泄压装置

- 7.2.1 每只铝内胆全缠气瓶两端应设置安全泄压装置。
- 7.2.2 当安全泄压装置选用爆破片与易熔合金塞串联组合装置时，应符合下列规定：
- 爆破片与易熔合金塞组合装置应符合气瓶相关产品标准的规定；
 - 爆破片处于瓶内介质侧，易熔合金塞位于爆破片泄放一侧；
 - 安全泄压装置的泄放口不允许朝向瓶体。
 - 采用爆破片-易熔合金塞串联组合装置的瓶式集装箱，应在铝内胆全缠气瓶端塞侧设置测温点测量瓶内气体温度。
- 7.2.3 当安全泄压装置选用 7.2.2 以外的其它形式的安全泄压装置时，应符合 TSG 23 的规定。

7.3 紧急切断装置

- 7.3.1 瓶式集装箱应设置采用气动控制的紧急切断装置。紧急切断装置一般由瓶组单元气动切断阀、气瓶气动根部阀和远程控制系统等组成。
- 7.3.2 紧急切断装置应符合下列规定：
- 应动作灵活、性能可靠、便于检修；
 - 能远程控制气瓶气动根部阀和瓶组单元气动切断阀；
 - 在火灾等情况造成气动控制管路失压时应能关闭；
 - 瓶式集装箱前端左右两侧、后端均设置远程控制系统操作开关装置，且远离装卸口，便于人员到达。

7.4 导静电装置

- 7.4.1 瓶式集装箱的气瓶、管路、支撑固定装置、框架和阀门等连接处的导电性应良好，其电阻值不大于 5Ω ，且装设可靠的静电接地端子。
- 7.4.2 瓶式集装箱应在靠近静电接地端子位置处设置明显标志。

7.5 仪表

7.5.1 压力测量装置

- 7.5.1.1 每个瓶组单元的汇总管路上应至少设置一个压力测量装置。
- 7.5.1.2 压力测量装置应符合相应标准的规定，且精度等级宜不低于 1.6 级。
- 7.5.1.3 压力测量装置安装应满足下列要求：
- 压力表应经校验或检定合格后方可安装；

- b) 安装位置应便于操作人员的观察；
- c) 应避免受到辐射热、冻结或振动的不利影响；
- d) 压力测量装置与管路之间应装设截止阀，且使用中始终处于开启状态。

7.5.2 温度测量装置

- 7.5.2.1 每个瓶组单元应至少设置 1~2 个温度传感器。
- 7.5.2.2 温度传感器的性能应满足使用要求，且应符合相应标准的规定。
- 7.5.2.3 温度传感器应设置在端塞上。

7.6 装卸附件

- 7.6.1 装卸附件的公称压力应不小于气瓶公称工作压力，阀门阀体的耐压试验压力应不低于气瓶的耐压试验压力，阀门的气密性试验压力为阀体公称压力。
- 7.6.2 瓶式集装箱装卸附件的布置应便于维护与操作。
- 7.6.3 气瓶口应设置根部截止阀。
- 7.6.4 装卸管路的控制总阀应采用截止阀。
- 7.6.5 瓶组单元气动切断阀可选用球阀。
- 7.6.6 阀门在全开和全闭工作状态下的气密性试验应合格。
- 7.6.7 手动阀门应在阀门承受气密性试验压力下启闭操作自如，且不应有异常阻力、空转等。

8 制造

8.1 一般要求

- 8.1.1 瓶式集装箱应按规定程序批准的设计文件及本标准的要求进行制造与检验。
- 8.1.2 角件、安全附件、仪表、装卸附件等外购件应符合相应标准及设计文件的规定，且经检验合格后方可使用。
- 8.1.3 瓶式集装箱出厂时压力测量装置应在检定周期内，并注明下次检定日期。
- 8.1.4 瓶式集装箱各连接管路、附件与气瓶连接处、阀门、仪表等应安装牢固可靠，密封良好。
- 8.1.5 瓶式集装箱的零部件应安装牢固可靠，外表面应平整美观，无压伤、裂纹、焊渣或漆层脱落等缺陷。

8.2 铝内胆全缠气瓶

- 8.2.1 铝内胆全缠气瓶制造及验收项目应符合 TSG 23 及铝相应产品标准的规定，并应符合设计图样和有关技术文件的规定。
- 8.2.2 同一瓶组单元用铝内胆全缠气瓶的长度允许偏差应不大于 10mm。
- 8.2.3 铝内胆全缠气瓶内表面应清洁、干燥、无异物、无油脂。
- 8.2.4 铝内胆全缠气瓶和端塞螺纹的型式和尺寸应符合设计图样的要求。
- 8.2.5 铝内胆全缠气瓶应有产品合格证及批量监检证书。

8.3 管路

8.3.1 装卸管路

- 8.3.1.1 装卸管路应采用螺纹连接，不允许采用焊接连接。
- 8.3.1.2 装卸管路的管子不允许拼接。
- 8.3.1.3 钢管组装前应去除管端飞边及毛刺。
- 8.3.1.4 钢管弯曲应采用冷弯。
- 8.3.1.5 弯管不圆度按式（1）计算，且不大于 8%。

$$\text{不圆度 (\%)} = \frac{2(D_{\max} - D_{\min})}{D_{\max} + D_{\min}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

D_{\max} 、 D_{\min} ——同一截面的最大、最小实测外径，mm。

- 8.3.1.6 弯管的实测厚度应不小于设计厚度。
- 8.3.1.7 管路不允许强力组装。
- 8.3.1.8 装卸管路制作后表面应进行清洁处理，且不允许存在油脂等与氢产生反应的杂质。

8.3.2 泄放管路

- 8.3.2.1 泄放管路应清洁处理，其内表面不允许存在油脂等与氢产生反应的杂质。
- 8.3.2.2 泄放管路与气瓶安全泄放装置相连，且固定可靠。

8.3.3 放散管路

- 8.3.3.1 放散管路组装前应清洁处理，其内表面不允许存在油脂等与氢产生反应的杂质。
- 8.3.3.2 每根放散管应与气瓶根部截止阀、放散汇总管相连接，且固定可靠。

8.3.4 气动控制管路

- 8.3.4.1 气动控制管路组装前应去除管路水分，且保持清洁。
- 8.3.4.2 气动控制管路与阀门、分配器的连接固定可靠，且排列整齐。

8.4 框架

- 8.4.1 框架外部尺寸和公差应符合 GB/T 1413 或 GB/T 35201 的规定，其他要求应符合设计图样的要求。
- 8.4.2 框架及连接件的焊接应按经评定合格的焊接工艺规程和设计图样的要求进行施焊。
- 8.4.3 角焊缝焊脚高度应符合设计图样的规定。
- 8.4.4 防火隔离板与框架焊接后应平整，无翘曲等明显变形。
- 8.4.5 角柱、横梁、侧梁的直线度应不大于构件长度的 1.5%。

8.5 组装

- 8.5.1 铝内胆全缠气瓶及所有零部件检验合格方可组装，且气瓶的技术参数应与瓶式集装箱设计文件相一致。
- 8.5.2 铝内胆全缠气瓶之间应有足够的间隙，且不允许相互直接接触。
- 8.5.3 铝内胆全缠气瓶与支撑固定部件间的连接应牢固，防止气瓶在运输过程中发生转动的防转结构应牢固可靠。
- 8.5.5 螺栓等紧固件的扭紧力矩应符合设计图样等技术文件的规定。
- 8.5.6 铝内胆全缠气瓶与端塞组装时，密封性能和扭紧力矩应符合设计图样等技术文件的规定。
- 8.5.7 铝内胆全缠气瓶与根部截止阀组装时，安装位置和要求、扭紧方法和力矩、密封性能应

符合设计图样等技术文件以及根部截止阀安装使用说明的要求。

8.5.8 端塞、根部截止阀或连接接头与安全泄压装置的连接应牢固可靠、密封良好，连接方位和安装扭矩应符合设计图样等技术文件的规定。

8.5.9 管路与装卸附件的连接应采用螺纹连接形式，组装扭矩应符合设计图样等技术文件的规定。

8.5.10 装卸管路、安全附件、仪表及装卸附件应经检验合格后，方可进行组装。

8.5.11 铝内胆全缠气瓶端塞或根部截止阀及管路的装配密封应符合设计图样等技术文件的规定。

8.5.12 防火隔离板的拼缝不允许有任何缝隙。

8.5.13 瓶式集装箱内所有管路、安全附件、仪表及装卸附件等应安装牢固、连接可靠。

8.5.14 瓶式集装箱的泄放管路、气动控制管路及阀门放散管路应采用不同颜色区分。

8.5.15 铝内胆全缠气瓶和装卸管路组装后应进行氦检漏，其漏率合格指标应不大于 $1.1 \times 10^{-7} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

8.6 置换处理

8.6.1 铝内胆全缠气瓶和管路系统应进行清洁处理，不允许含有油脂，且应满足设计图样和用户的要求。

8.6.2 瓶式集装箱出厂前，气瓶及管路应采用洁净干燥的氮气或惰性气体进行置换处理，合格后方可出厂。

8.6.3 置换处理后气瓶及管路的含氧量应小于 0.5%，并保留 0.1MPa 的余压，其它要求应满足设计文件的规定。

8.7 涂敷

8.7.1 瓶式集装箱的涂敷应符合 NB/T 10558 及设计文件的规定，框架一般喷涂白色面漆。

8.7.2 底漆、面漆成分及漆膜厚度应符合设计图样的要求。涂漆应均匀、牢固，不应有气泡、龟裂纹、流痕、剥落等缺陷存在。

9 试验方法

9.1 装卸管路耐压试验

9.1.1 基本要求

9.1.1.1 装卸管路应进行耐压试验，其试验压力应不小于 1.3 倍的管路设计压力。

9.1.1.2 耐压试验前，装卸管路各连接部位应装配齐全，紧固妥当。

9.1.1.3 试验用压力表至少采用两个量程相同且经检定合格的压力表，压力表应安装在便于观察的位置。压力表精度应不低于 1.6 级，表盘直径应不小于 100mm，量程应为耐压试验压力的 1.5 倍~2.0 倍。

9.1.1.4 保压期间不允许采用连续加压来维持试验压力不变，耐压试验过程中不允许带压紧固或向受压元件施加外力。

9.1.1.5 当压力试验对管路附件产生影响或造成破坏时，可去除管路附件对管路进行耐压试验。

9.1.2 液压试验

9.1.2.1 试验介质应符合设计图样的规定。以水为介质进行液压试验时，水中氯离子含量应不大于 25mg/L，试验合格后应将水排净，并将水渍去除干净。

9.1.2.2 管路中应充满液体，滞留在管路内的气体应排净，管路外表面应保持干燥。

9.1.2.3 缓慢升压至气瓶公称工作压力，确认无泄漏后继续升压到规定的试验压力，保压足够时间，然后降至公称工作压力，保压足够时间进行检查，检查期间压力应保持不变。

9.1.2.4 液压试验以无渗漏、无可见变形及试验过程中无异常响声为合格。

9.2 铝内胆全缠气瓶和装卸管路泄漏试验

9.2.1 铝内胆全缠气瓶和装卸管路应在气瓶公称工作压力下进行泄漏试验。

9.2.2 装卸管路耐压试验合格后，且铝内胆全缠气瓶、安全附件、仪表、装卸附件等整体组装齐全后，方可进行整体泄漏试验。

9.2.3 泄漏试验一般采用气密性试验，且符合下列规定：

- a) 试验用气体应为干燥洁净的氮气；
- b) 试验用气体的温度应符合设计图样的规定；
- c) 试验时，铝内胆全缠气瓶壁温度应符合设计图样和相应标准的规定，试验压力为铝内胆全缠气瓶的公称工作压力。压力应缓慢上升，达到试验压力后应保压时间不少于 20min，采用专用检漏液对所有连接螺纹和其它连接部位进行检查，以无泄漏为合格；
- d) 当有泄漏时，应返修后重新试验。

9.2.4 瓶式集装箱的铝内胆全缠气瓶和装卸管路应进行氦检漏，且符合下列规定：

- a) 铝内胆全缠气瓶公称工作压力下，氦气的浓度应不小于 1%；
- b) 检漏前，气瓶和装卸管路的压力应稳定不少于 30min。

9.3 由四个顶角件起吊试验

9.3.1 本试验是验证除 1D 和 1DX 型以外的各型集装箱经受由四个顶角件竖向起吊的能力，同时验证瓶式集装箱在起吊作业时承受气瓶内载荷在加速作用下所产生的各种力的试验。

9.3.2 由四个顶角件起吊试验的方法和要求应符合 GB/T 16563 的规定。

9.4 由四个底角件起吊试验

9.4.1 本试验是验证瓶式集装箱由四个底角件起吊的能力，吊具与底角件承接并与箱顶上方居中的一根横梁连接。

9.4.2 由四个底角件起吊试验的方法和要求应符合 GB/T 16563 的规定。

9.5 外部纵向栓固试验

9.5.1 本试验是验证瓶式集装箱在道路上行车的动载情况或操纵情况下，即在相当于 2g 加速作用时，承受纵向栓固作用的能力。

9.5.2 外部纵向栓固试验的方法和要求应符合 GB/T 16563 的规定。

9.6 内部纵向栓固试验

9.6.1 本试验是验证瓶式集装箱的气瓶与框架对内部货物所导致的纵向惯性力的承受能力。

9.6.2 内部纵向栓固试验的方法应符合下列的规定：

- a) 受验的瓶式集装箱的自身质量与试验装载之和等于 R ;
- b) 使瓶式集装箱的纵向轴呈竖直方向（允许误差为 3° ）。在此种状态下放置 5min;
- c) 瓶式集装箱由其下端结构支撑，仅对下端的两个底角件做竖向和水平方向的栓固，并通过上端的两个底角件做水平栓固；
- d) 瓶式集装箱由其下端的四个角件支撑；
- e) 只有完全由瓶式集装箱底结构来支撑或是由主管部门认可通过外部纵向栓固试验和纵向刚性试验，对气瓶与框架之间的连接已能充分证明其可靠性时，才可采用 d) 的方法进行试验；
- f) 当瓶式集装箱的间隔结构或气瓶与框架的连接部分对其竖向轴线不对称时，应对两端分别进行试验。

9.6.3 试验后，瓶式集装箱不应出现泄漏以及影响正常使用的永久性变形和异状，且尺寸仍然满足装卸、固缚和换装作业的要求。

9.7 内部横向栓固试验

9.7.1 本试验是验证瓶式集装箱的气瓶以及瓶体与框架连接对介质所导致的横向惯性力的承受能力。

9.7.2 内部横向栓固试验的方法和要求应符合 GB/T 16563 的规定。

10 检验规则

10.1 检验分类

瓶式集装箱的检验分出厂检验和型式试验。

10.2 出厂检验

瓶式集装箱制造完成后应经逐台检验合格后方可出厂，其检验项目按表 1 的规定。

10.3 型式试验

10.3.1 瓶式集装箱制造厂在设计产品定型或停产 2 年以上再次恢复生产时，应试制至少 1 台样箱进行型式试验。

10.3.2 型式试验的瓶式集装箱应经出厂检验合格的产品中抽取。

10.3.3 型式试验由国务院有关行业主管部门认可的机构进行。

10.3.4 每一种定型的产品型式在下列变化范围内，不需另外进行型式试验：

- a) 额定质量减少；
- b) 框架材料标准的改变，但允许其屈服强度达到或超过试验样箱材料；
- c) 管口和附件的位置调整或改变。

10.3.5 瓶式集装箱禁止进行堆码，其型式试验项目至少包括由四个顶角件起吊试验、由四个底角件起吊试验、外部纵向栓固试验、内部纵向栓固试验及内部横向栓固试验。

表 2 出厂检验项目

检验项目		技术要求	
几何尺寸		6.4、8.4	
涂覆		8.7	
铝内胆全缠气瓶	外观质量	6.3、8.2	
	合格证及批量质量证明书	8.2.5	
	气瓶安装	8.5	
管路	装卸管路	钢管	5.3.1、6.8.2、8.3
		管件	5.3.1.2、6.8.2.9
		耐压试验	6.8.2.10、9.1
	泄放管		5.3.2、6.8.4
	气动控制管路		5.3.3、6.8.3
安全附件、仪表、装卸附件	气瓶安全泄放装置		7.2
	气动根部阀		7.6.3
	气动切断阀		7.3
	导静电装置		7.4
	压力测量装置		7.5.1
	温度测量装置		7.5.2
	装卸附件		7.6
组装	置换处理		8.6
	泄漏试验		9.2
	标志、标识		11
	铭牌		11.3

11 标志、标识

- 11.1 瓶式集装箱的标志、标识应符合 GB/T 1836 的规定。
- 11.2 瓶式集装箱应在箱体两侧或后门喷涂或粘贴“仅限道路运输”、“禁止堆码”等警示性标志。
- 11.3 瓶式集装箱的产品铭牌的格式和内容应符合 TSG R0005 的规定。
- 11.4 瓶式集装箱两侧的可视明显部位应注明充装介质名称，字高不小于 150mm。
- 11.5 铝内胆全缠气瓶的可视明显部位应注明瓶式集装箱“下次定期检验日期： 年 月”标志，字高不小于 100mm。

12 出厂文件

- 12.1 瓶式集装箱的制造厂应至少向使用单位提供下列技术文件和资料：
- 竣工图样（总图、气瓶图和管路系统图）；
 - 产品质量证明文件；
 - 电子合格证；

- d) 永久身份标识金属二维码；
- e) 特种设备制造监督检验证书；
- f) 铝内胆全缠气瓶强度计算书；
- g) 铝内胆全缠气瓶的安全泄放量和超压泄放装置泄放面积、管路安全阀（需要时）排放能力的计算书；
- h) 产品使用说明书和风险评估报告；
- i) 安全附件、仪表及装卸附件的产品质量证明文件；
- j) 受压元件（锻件等）为外购或外协件时的产品质量证明文件；
- k) 应力分析报告（需要时）；
- l) 其他必要的产品质量证明文件；
- m) 备件、附件清单；
- n) 可移动罐柜证书（需要时）。

12.2 瓶式集装箱产品质量证明文件应至少包含下列内容：

- a) 铝内胆全缠气瓶的质量证明文件（产品合格证、批量检验质量证明书、批量监督检验证书）；
- b) 材料清单，以及铝内胆全缠气瓶瓶体、端塞材料质量证明书；
- c) 管路及管件的材料质量证明书；
- d) 安全附件、仪表、装卸附件的质量证明文件；
- e) 质量计划或检验计划；
- f) 管路无损检测报告；
- g) 整体组装检验报告；
- h) 主要尺寸检查报告；
- i) 管路耐压试验报告；
- j) 泄漏试验报告；
- k) 产品铭牌拓印件或复印件；
- l) 置换检验报告。

13 储存、运输

13.1 当长期存放时，应停放在防潮、通风和有消防设施的专用场地。停放前应对瓶式集装箱检查，包括各阀门仪表是否正常，装卸阀门是否安全闭止，静电接地装置是否有效等。

13.2 停放期间，瓶式集装箱应按产品使用说明书进行正常的维护与保养。

13.3 瓶式集装箱吊装应采用吊钩、卸扣或扭锁的专用吊具通过顶角件进行起吊，或利用适合于装卸的吊钩在标准或设计规定的角度内起吊。

附 录 A
(规范性)
风险评估报告

A. 1 总则

A. 1. 1 本附录规定了瓶式集装箱风险评估报告的基本要求，包括设计、制造及使用等各阶段的主要失效模式和风险控制等。

A. 1. 2 设计单位应根据相关法规或设计委托方要求，针对瓶式集装箱建造阶段和使用阶段预期的风险编制风险评估报告，风险评估报告是其他设计文件的重要依据。

A. 1. 3 设计单位应按瓶式集装箱型号，且充分考虑在各种工况条件下可能产生的失效模式，在材料选择、结构设计、制造检验、运输使用、充装卸载等方面提出安全防护措施，防止可能发生的失效。

A. 2 制定原则和程序

A. 2. 1 设计阶段风险评估主要针对设计者需考虑的对设计阶段、制造阶段和使用阶段预期的失效模式进行的危害识别和风险控制，说明应采取的技术措施和依据。

A. 2. 2 设计阶段风险评估按以下程序进行：

- a) 根据用户设计条件和其他设计输入信息（如设计任务书等），确定管束式集装箱的运输方式及各种使用工况；
- b) 根据管束式集装箱的充装介质、环境因素、运输方式及条件，装卸方式及条件等进行危害识别，确定可能发生的危害及其后果；
- c) 形成完整的风险评估报告。

A. 3 风险评估报告的内容

风险评估报告至少应包括下列内容：

- a) 基本设计参数：运输方式、工作条件（如公称工作压力、工作温度、腐蚀环境等）、装卸条件（如装卸方式、装卸压力等）、充装介质（如编号、名称、危害特性等）、气瓶、气瓶材料；
- b) 所有可能工况条件的描述；
- c) 设计阶段时，应考虑所有工况条件下可能发生的失效模式，如爆炸、泄漏、破损、变形、追尾、侧翻等交通事故；
- d) 对标准、安全技术规范或规范性文件中已有规定的失效模式，说明采用的条款；
- e) 对标准、安全技术规范或规范性文件中没有规定的失效模式，说明设计中载荷、安全系数和相应计算方法的选取依据；
- f) 规定针对介质少量泄漏、大量涌出、爆炸状况以及交通事故等状况的处置措施；
- g) 根据可能发生事故情况，规定合适的随车人员、操作人员及其他相关人员的防护装备和措施；
- h) 风险评估报告应具有与管束式集装箱设计总图一致的签署。

附录 B
(规范性)
装卸管路壁厚计算

B.1 奥氏体不锈钢直管壁厚计算

B.1.1 当 $t < D/6$ 时, 直钢管的计算厚度按式 (B.1) 计算:

$$t = \frac{pD}{2(S\phi + pY)} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

t ——钢管的计算厚度, mm;

p ——管路的设计压力, MPa;

D ——钢管外径, mm;

S ——钢管材料的许用应力, MPa (见表 1);

ϕ ——钢管的焊缝系数, 无缝钢管取 1;

Y ——计算系数, 当 $t < D/6$ 时, Y 取 0.4, 当 $t \geq D/6$ 时, $Y = \frac{d+2C}{D+d+2C}$ 。

d ——钢管内径, mm;

C ——厚度附加量, mm。

B.1.2 当 $t \geq D/6$ 或 $p/S\phi > 0.385$ 时, 计算时还应考虑失效机理、疲劳影响和温差应力等因素。

B.2 奥氏体不锈钢弯管壁厚或弯头壁厚计算

B.2.1 弯管或弯头的计算厚度按式 (B.2) 计算:

$$t_w = \frac{pD}{2[(S\phi / I) + pY]} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

t_w ——弯管在内侧、外侧或弯管中心线处的计算厚度, mm;

I ——计算系数, 按下列条件计算:

1) 当计算弯管或弯头内侧厚度时:

$$I = \frac{4(R/D) - 1}{4(R/D) - 2}$$

2) 当计算弯管或弯头外侧厚度时:

$$I = \frac{4(R/D) + 1}{4(R/D) + 2}$$

3) 当计算弯管中心线处厚度时: $I=1.0$ 。

R ——弯管在管子中心线处的弯曲半径，mm。

其余同式（B.1）。

B.2.2 钢管弯制成形后，弯管或弯头的内侧厚度、外侧厚度及中心线处的最小厚度应不小于直管的设计厚度。
