

ICS 23.020.01

J 74

**NB**

# 中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10355—2019

---

## 管束式集装箱

Tube skid container

2019-12-30 发布

2020-07-01 实施

---

国家能源局 发布

# 国家能源局 公告

2019 年 第 8 号

国家能源局批准《小水电机组励磁系统运行及检修规程》等 152 项能源行业标准（附件 1）、《Code for Safe and Civilized Construction of Onshore Wind Power Projects》等 39 项能源行业标准英文版（附件 2），现予以发布。

附件：行业标准目录

二〇一九年十二月三十日

附件:

行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
1~30			(略)				
31	NB/T 10354—2019	长管拖车			新华出版社	2019-12-30	2020-07-01
32	NB/T 10355—2019	管束式集装箱			新华出版社	2019-12-30	2020-07-01
33~52			(略)				

## 目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与定义	2
4 资质与职责	3
5 材料	4
6 设计	6
7 安全附件、仪表及装卸附件	13
8 制造	15
9 试验方法	18
10 检验规则	20
11 标志、标识	22
12 出厂文件	22
13 储存、运输	23
附录 A (规范性附录) 压缩天然气气瓶集装箱专项技术要求	24
附录 B (规范性附录) 风险评估报告	27
附录 C (规范性附录) 装卸管路壁厚计算	28

## 前 言

本标准按 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本标准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/TC 262/SC4）组织起草。

本标准起草单位：新兴能源装备股份有限公司、上海市气体工业协会、上海华谊集团装备工程有限公司、石家庄安瑞科气体机械有限公司、浙江大学、中国特种设备检测研究院、浙江蓝能燃气设备有限公司、上海华理安全装备有限公司、大连理工大学、沈阳新光航宇安全系统有限公司、成都凯天电子股份有限公司郸都成航分公司、鲁西新能源装备集团有限公司、南亮压力容器技术（上海）有限公司、洛阳双瑞特种装备有限公司、液化空气（中国）投资有限公司、上海市特种设备监督检验技术研究院、沈阳特种设备检测研究院、徐州八方安全设备有限公司、机械工业上海蓝亚石化设备检测所有限公司。

本标准主要起草人：武常生、周伟明、杨利芬、魏勇彪、刘玉红、管坚、郑津洋、曹文红、杨超、韩文超、顾雪铭、喻健良、韩凤娟、刘璐、姜亮亮、邓欣、李方臣、刘鲁兵、汤晓英、牛振宇、舒远、卢娟、侍吉清。

本标准首次发布。

## 管束式集装箱

### 1 范围

1.1 本标准规定了管束式集装箱的材料、设计、制造、试验方法、检验规则、标志标识、出厂文件及储存运输等要求。

1.2 本标准适用于下列大容积钢质无缝气瓶（以下简称气瓶）与框架连接构成的管束式集装箱：

- a) 使用环境温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 气瓶公称工作压力为 $10\text{MPa}\sim 30\text{MPa}$ ，充装氧气用气瓶的公称工作压力应不大于 $20\text{MPa}$ ；
- c) 气瓶公称水容积为 $150\text{L}\sim 4\ 200\text{L}$ ；
- d) 充装介质为天然气、氢、氧、空气、氮、氩、氦、氖、氪等压缩气体。

1.3 本标准适用于公路、铁路和水上运输以及用这些方式进行联运的管束式集装箱。

1.4 气瓶公称水容积为 $150\text{L}\sim 1\ 000\text{L}$ ，且每组气瓶的公称水容积之和不大于 $3\ 000\text{L}$ 的气瓶集装箱还应符合附录A的规定。

1.5 本标准不适用于下列管束式集装箱：

- a) 充装液化气体、溶解气体以及毒性程度为极度危害介质；
- b) 气瓶为纤维缠绕气瓶。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 567（所有部分）	爆破片安全装置
GB/T 699	优质碳素结构钢
GB/T 1413	系列1集装箱 分类、尺寸和额定质量
GB/T 1835	系列1集装箱 角件
GB/T 1836	集装箱 代码、识别和标记
GB/T 3634（所有部分）	氢气
GB/T 6394	金属平均晶粒度测定方法
GB 6944	危险货物分类和品名编号
GB/T 8923.1—2011	涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的 钢材表面的锈蚀等级和处理等级
GB/T 10567.2	铜及铜合金加工材残余应力检验方法 氨熏试验法
GB 12268	危险货物物品名表
GB/T 12771	流体输送用不锈钢焊接钢管

NB/T 10355—2019

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 16918	气瓶用爆破片安全装置
GB 17820—2012	天然气
GB 18047	车用压缩天然气
GB/T 29528	阀门用铜合金锻件技术条件
GB/T 33145	大容积钢质无缝气瓶
GB/T 33215	气瓶安全泄压装置
NB/T 47008—2017	承压设备用碳素钢和合金钢锻件
NB/T 47010—2017	承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
NB/T 47013.2—2017	承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测
NB/T 47013.3—2015	承压设备无损检测 第 3 部分：超声检测
NB/T 47013.4—2015	承压设备无损检测 第 4 部分：磁粉检测
NB/T 47013.5—2015	承压设备无损检测 第 5 部分：渗透检测
NB/T 47014	承压设备焊接工艺评定
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
JB/T 4711	压力容器涂敷与运输包装
JB/T 6804	抗震压力表
JB/T 8803	双金属温度计
TSG R0005	移动式压力容器安全技术监察规程
TSG R0006	气瓶安全技术监察规程
TSG Z6002	特种设备焊接操作人员考核细则

### 3 术语与定义

GB/T 13005、GB/T 16563、GB/T 33145、TSG R0005 及 TSG R0006 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### 管束式集装箱 **tube skid container**

由单只公称水容积为 1 000L~4 200L 的气瓶，通过支撑端板与框架采用永久性连接，且与管路、安全附件、仪表、装卸附件等部件组成的装运压缩气体的移动式压力容器。

#### 3.2

##### 气瓶集装箱 **tube container**

由单只公称水容积为 150L~1 000L 的气瓶，通过支撑板与框架采用永久性连接，且每组公称

水容积之和不大于 3 000L，并与管路、安全附件、仪表、装卸附件等部件组成的装运压缩天然气的移动式压力容器。

## 4 资质与职责

### 4.1 资质

4.1.1 管束式集装箱的设计、制造、检验及验收除符合本标准外，还应遵守国家颁布的有关法律法规和安全技术规范的规定。

4.1.2 管束式集装箱和气瓶的生产单位应取得特种设备生产许可资质，且按许可范围设计、制造。

4.1.3 气瓶设计文件应通过经国家市场监督管理总局（以下简称市场监管总局）核准的特种设备型式试验机构的鉴定。

### 4.2 职责

#### 4.2.1 设计委托方

设计委托方应以正式书面形式向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) 运输方式，包括铁路、公路、水路或这些运输方式的联运等；
- b) 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、充装频率（次/年），以及可能的附加载荷等；
- c) 充装介质，包括介质的编号（UN 编号或 CAS 编号）、名称、类别（项别）、组分、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；
- d) 单只气瓶公称水容积和总水容积；
- e) 预期使用年限；
- f) 集装箱尺寸规格；
- g) 设计需要的其他必要条件（如气瓶表面处理、承压系统的含水量及漏率检测等要求）。

#### 4.2.2 设计单位

4.2.2.1 设计单位应对管束式集装箱的设计质量负责。

4.2.2.2 设计专用章的使用管理应满足 TSG R0005 的要求。

4.2.2.3 设计单位应在产品设计使用年限内保存全部设计文件。

#### 4.2.3 制造单位

4.2.3.1 制造单位应对管束式集装箱的制造质量负责。

4.2.3.2 气瓶制造单位应按经气瓶设计文件鉴定和型式试验合格后的设计文件进行气瓶制造，且对其制造质量负责。

4.2.3.3 制造单位应按设计文件的要求进行制造，制造单位需对原设计文件修改时，应取得原设计单位同意修改的书面批准文件，并对改动部位作详细记录。

4.2.3.4 制造单位在制造前应制定质量计划，其项目至少包括气瓶和管路等受压元件、外购件或外协件、制造工艺控制点、检验试验和合格要求等。

4.2.3.5 制造单位在制造过程中和完工后，应按本标准、设计图样和设计文件、质量计划的规定进行各项检验和试验，出具相应报告，且对报告的正确性、真实性和完整性负责。

4.2.3.6 每台管束式集装箱检验合格后，制造单位应出具产品合格证。

4.2.3.7 制造单位应接受特种设备检验检测机构对管束式集装箱制造过程的监督检验，且产品取得监检单位出具的特种设备制造监督检验证书。



4.2.3.8 管束式集装箱应按型号进行样箱型式试验，且取得国务院有关行业主管部门认可的合格证明文件。

4.2.3.9 制造单位对其制造的每台管束式集装箱，应在设计使用年限内至少保存下列技术文件备查：

- a) 制造工艺图或制造工艺卡；
- b) 焊接工艺文件；
- c) 标准规定的检验、试验项目记录；
- d) 制造过程及完工后的检查、检验、试验记录；
- e) 出厂文件（符合第 12 章的规定）；
- f) 原设计文件。

## 5 材料

### 5.1 一般要求

5.1.1 材料的选用应考虑其力学性能、弯曲性能、物理性能、工艺性能，与充装介质接触的材料还应与介质相容。

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 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 材料制造单位应向管束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，且印制可以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。

5.1.6 当管束式集装箱制造单位从非材料制造单位取得材料时，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 管束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 当采用进口压力管道元件时，应符合相应安全技术规范和标准的要求。首次进口的压力管道元件应由市场监管总局核准的压力管道型式试验机构进行型式试验。

### 5.2 气瓶

#### 5.2.1 瓶体

5.2.1.1 瓶体用无缝钢管除应符合 TSG R0006 和 GB/T 33145 的规定，还应符合本标准的要求。

5.2.1.2 瓶体应选由整根无缝钢管制造，不允许拼接。

5.2.1.3 充装氢气或天然气等有致脆性、应力腐蚀倾向的介质用无缝钢管，其材料化学成分中碳（C）不大于 0.350%、磷（P）不大于 0.020%、硫（S）不大于 0.010%，且硫和磷（S+P）的总含量不大于 0.025%。

5.2.1.4 除充装 5.2.1.3 以外介质的无缝钢管，其材料化学成分中碳（C）不大于 0.50%、磷（P）不大于 0.020%、硫（S）不大于 0.010%，且硫和磷（S+P）的总含量不大于 0.025%。

5.2.1.5 钢管内、外表面应无裂纹、折叠、轧折、离层和结疤等缺陷。若有缺陷应完全清除，清除处应光滑过渡，清除后的实际壁厚不小于规定值。

5.2.1.6 钢管应按 NB/T 47013.3—2015 的规定逐根进行纵、横向的超声检测，合格质量等级应不低于 I 级。

#### 5.2.2 端塞

5.2.2.1 端塞应选用锻件。选用 30CrMo 或 35CrMo 的锻件时应符合 NB/T 47008—2017 的规定，

其级别不低于Ⅲ级；选用 S30408、S30403、S31608、S31603 等奥氏体不锈钢锻件时应符合 NB/T 47010—2017 的规定，其级别不低于Ⅲ级。

5.2.2.2 30CrMo、35CrMo 锻件经调质热处理后的硬度应低于瓶体热处理后的硬度，且经-40℃夏比冲击试验，其 3 个标准冲击试样冲击吸收能量 ( $KV_2$ ) 平均值不小于 41J，允许 1 个试样的冲击吸收能量值小于 41J，但不小于 29J。

### 5.3 管路

#### 5.3.1 装卸管路

5.3.1.1 管子应选用 S30403、S30408、S31603、S31608 等奥氏体不锈钢无缝钢管，且应符合 GB/T 14976 的规定。充装氢气介质应选用 S31603、S31608 等奥氏体不锈钢无缝钢管。

5.3.1.2 管件应选用 S30403、S30408、S31603、S31608 等奥氏体不锈钢锻件，且应符合 NB/T 47010 的规定，其级别应不低于Ⅲ级。充装氢气介质应选用 S31603、S31608 等奥氏体不锈钢锻件。

#### 5.3.2 排污管

排污管宜选用 S30403、S30408、S31603、S31608 等奥氏体不锈钢无缝钢管，且应符合 GB/T 14976 的规定。

#### 5.3.3 泄放管

泄放管宜选用 S30403、S30408、S31603、S31608 等不锈钢管，且应符合 GB/T 14976 或 GB/T 12771 等相关标准的规定。

#### 5.3.4 气动管路

气动管宜选用满足使用要求的非金属材料，其公称压力应不低于 0.8MPa，且符合相应标准的规定。当选用金属材料时应符合 5.3.3 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 支撑端板与连接件

5.5.1 支撑端板与连接件等材料应具有足够的强度、刚度和韧性。

5.5.2 抱箍、拉杆、拉带等材料应具有良好的可焊性、足够的强度和韧性。

5.5.3 支撑端板用钢板应经不高于-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。

5.5.4 拉杆用材料宜选用 20、35 钢，且应符合 GB/T 699 的规定。

5.5.5 固定气瓶用法兰应选用锻件或钢板。当选用钢板时应经不高于-20℃夏比冲击试验，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；当选用锻件材料时应符合 NB/T 47008 的规定，其锻件级别不低于Ⅱ级，且宜选用 16Mn、35 钢。

#### 5.6 密封材料

5.6.1 密封材料的允许使用温度和密封性能应满足管束式集装箱的使用要求。

5.6.2 密封材料使用寿命应满足管束式集装箱定期检验周期的要求。

5.6.3 端塞与气瓶的密封材料宜选用非金属材料，且符合下列规定：

- a) 充装天然气、氢、氮、氩、氦、氟、氙等介质时，O 型密封圈宜选用氟橡胶、丁腈橡胶或三元乙丙橡胶；
- b) 平垫片宜选用聚四氟乙烯；
- c) 挡圈宜选用聚四氟乙烯。

5.6.4 管路与阀门、管路与仪表间的密封可采用金属密封和非金属密封。充装天然气、氢、氮、氩、氦、氟、氙等介质时，非金属密封材料宜选用丁腈橡胶、丁基橡胶、氟橡胶、乙丙橡胶、聚氨酯橡胶、氯丁二烯橡胶等。

5.6.5 充装氢和氦时，密封材料应不单独选用聚四氟乙烯材料作为密封件。

5.6.6 充装氧和空气时，密封材料宜选用铜和铜合金等金属材料。

## 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 境外材料与新材料

气瓶和装卸管路选用境外牌号材料或新材料时应符合 TSG R0005 和 TSG R0006 的有关规定。

## 5.9 其他

5.9.1 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。

5.9.2 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。

5.9.3 支撑端板、连接法兰等连接用螺栓、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。

5.9.4 阀门和仪表应符合相应标准的规定。

## 6 设计

### 6.1 一般要求

6.1.1 管束式集装箱设计除应符合本标准的要求外，还应符合相关法律法规、安全技术规范、国家标准和行业标准的规定。

6.1.2 管束式集装箱的结构、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 同一台管束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 管束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充装介质的泄漏。

6.1.5 管束式集装箱所承受的设计载荷应通过计算或试验来确定。

6.1.6 国际联运用管束式集装箱应符合相关国际公约的要求。

6.1.7 铁路运输用管束式集装箱，其原型箱的结构强度与刚度应能承受满载时在铁路运输中所经历典型的机械振动而产生的不小于 4 倍额定质量乘以重力加速度的冲击力。

6.1.8 气瓶设计使用年限应不少于 20 年。

## 6.2 设计文件

6.2.1 管束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。设计文件的审批与签署应符合 TSG R0005 的规定。

6.2.2 风险评估报告，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，其基本内容应符合附录 B 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) 充装介质的编号（UN 编号或 CAS 编号）、名称、类别（项别）、物理化学性质、危害性、混合介质的限制组分、有害杂质的限制含量，以及相应的化学品安全技术说明书（SDS）等；
- d) 气瓶设计参数，主要包括安全系数、公称工作压力、使用环境温度、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) 气瓶、管路、密封材料、支撑端板等材料的选用说明；
- 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) 气瓶强度计算；
- b) 气瓶容积计算；
- c) 气瓶最大充装量计算；
- d) 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) 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) 管路安全阀排放量计算（需要时）；
- k) 框架应力分析计算；
- l) 惯性力载荷下拉杆、支撑端板、连接法兰用螺栓或框架的结构强度计算。

6.2.5 设计图样，至少包括设计总图、气瓶图、管路系统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) 适用的运输方式，包括铁路、公路、水路或这些运输方式的联运等；
- c) 主要工作条件，包括工作环境温度等；
- d) 主要设计参数，包括气瓶的公称工作压力，装卸管路的设计温度、设计压力、最低设计金属温度等；

- e) 充装介质, 包括介质的编号 (UN 编号或 CAS 编号)、名称、类别 (项别)、危害性, 以及介质标准, 需要时还应注明介质的质量等级、组分、有害杂质含量等;
  - f) 主要技术特性参数, 包括额定质量、空箱质量、充装质量、气瓶公称工作压力、单只气瓶公称水容积、总水容积等;
  - g) 气瓶的设计使用年限 (必要时注明气瓶疲劳循环次数);
  - h) 装卸管路无损检测要求;
  - i) 气瓶水压试验要求、管路耐压试压要求、整体泄漏试验要求;
  - j) 气瓶内外表面处理及涂覆要求;
  - k) 特殊制造要求, 如氮气或惰性气体置换要求等;
  - l) 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;
  - m) 产品铭牌和电子铭牌的设置位置;
  - n) 装卸口方位、规格及连接方式;
  - o) 涂装以及标志、标识要求;
  - p) 铁路、公路或水路等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 气瓶图应至少包括下列内容:
- a) 气瓶设计文件鉴定编号;
  - b) 主要安全技术规范、标准;
  - c) 气瓶瓶体材料、瓶体设计壁厚、瓶体尺寸、瓶口螺纹规格及尺寸等;
  - d) 技术特性表、瓶体材料化学成分、热处理后瓶体材料力学性能等;
  - e) 无损检测、热处理、耐压试验、气瓶内外表面处理要求等;
  - f) 钢印标记 (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) 管路系统设计、制造应遵循的标准;
  - b) 设计参数, 包括设计温度、设计压力、腐蚀裕量、焊接接头系数等;
  - c) 管路材料标准、材料牌号、规格等;
  - d) 管路安全阀 (需要时)、仪表、装卸附件的型号、规格、连接密封面型式、管口方位等;
  - e) 无损检测要求;
  - f) 耐压试验要求;
  - g) 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) 充装介质的编号 (UN 编号或 CAS 编号)、名称、类别 (项别)、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;
  - 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 尺寸、公差和额定质量

6.3.1 管束式集装箱的外部尺寸和公差应符合 GB/T 1413 的规定，且按气瓶布置可降低高度。当外部尺寸超出 GB/T 1413 规定的管束式集装箱（如超长、超宽等），应按国务院行业主管部门认可的标准进行设计、制造、检验和验收，并进行相应的标识。

6.3.2 管束式集装箱的任何部分和各种附件，应不超出规定的外部尺寸。

6.3.3 管束式集装箱的额定质量应符合 GB/T 1413 的规定。当额定质量超过 GB/T 1413 的规定值时，除应按该额定质量值进行设计、检验、试验和标记外，还应标记超重标志。

### 6.4 介质

6.4.1 介质的分类、品名及编号应符合 GB 6944、GB 12268 的规定，且介质还应符合相应标准的规定。

6.4.2 天然气应符合下列规定：

- a) 车用压缩天然气应符合 GB 18047 的规定；
- b) 商品天然气应符合 GB 17820—2012 中一、二类天然气的规定。

6.4.3 氢气应符合 GB/T 3634（所有部分）的规定，燃料电池汽车用氢气应符合相应标准的规定。

### 6.5 载荷

6.5.1 管束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) 气瓶与支撑端板、抱箍连接时，支撑端板、拉杆、拉带或抱箍等支撑件或连接件的作用力；
- i) 型式试验时的载荷。

6.5.2 管束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。

## 6.6 框架、起吊和系固件的设计

- 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、支撑端板、抱箍以及起吊和系固件的设计应避免对管束式集装箱的任何部位造成不适当的应力集中。
  - 6.6.4 管束式集装箱应不设置叉槽。
  - 6.6.5 管束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，可设置加强复板，并符合以下规定：
    - a) 顶部加强复板：从集装箱的端部测量，该板沿箱长方向的尺寸应不超过 750mm，厚度应不超过 6mm，但在箱体的宽度方向并不受此限制。顶部加强复板及其固定设施均不应超出顶角件的顶面；
    - b) 底部加强复板：加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 管束式集装箱应具备仅由底角件支撑的能力。除 ICC、IC、1CX、1D 和 1DX 等型号以外的管束式集装箱，还应具备仅由其底部结构的载荷传递区承受的能力。载荷传递区应符合相关标准的规定。
  - 6.6.10 ICC、IC 和 1CX 等型号的管束式集装箱，载荷传递区应视为可选择性设施。
  - 6.6.11 管束式集装箱达到额定质量时，气瓶的任何部位及管束式集装箱上的各个装置均应不低于底平面（底角件的底面）以上 25mm。
  - 6.6.12 在动态或相对静态的情况下，即相当于气瓶和框架自身质量与试验装载之和等于 1.8 倍额定质量时，集装箱箱底任何部位的变形均应不低于底角件的底平面。
  - 6.6.13 除 1D 和 1DX 等型号以外的管束式集装箱应符合以下要求：
    - a) 整体横向刚性试验时，其顶部相对于底部的横向位移所引起的两个对角线长度变化之和应不超过 60mm；
    - b) 整体纵向刚性试验时，其顶部相对底部纵向位移应不超出 25mm。
  - 6.6.14 管束式集装箱的步道、扶梯等可选择性设施应符合以下规定：
    - a) 步道的设计应能在 600mm × 300mm 的面积上承受 3kN 的均布载荷，其纵向步道的最小宽度为 400mm；
    - b) 扶梯按每级梯板能够承受 2kN 的载荷进行设计。
- ## 6.7 结构设计
- 6.7.1 气瓶与任何其他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气瓶在运输和使用过程中发生周向转动和轴向窜动。
  - 6.7.2 气瓶的支撑端板、拉杆、拉带或抱箍等连接件应具有足够的刚性和强度，且应考虑气瓶可能产生的热胀冷缩的影响。
  - 6.7.3 气瓶之间应有足够的间隙，必要时应有起保护作用的减震措施。
  - 6.7.4 管束式集装箱应在两端的合适位置设置支撑和固定气瓶的支撑端板。
  - 6.7.5 管束式集装箱后端应设置操作仓。操作仓内的管路、仪表及装卸附件的设置应便于使用。

充装压缩天然气、氢气等易燃易爆介质时，操作仓门应设置缓冲胶条。

6.7.6 必要时管束式集装箱前端可设置安全仓，用于安装超压泄放装置或备用。

6.7.7 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 $\pm 6\text{mm}$ 。

6.7.8 管束式集装箱应采取相应的防护措施，防止运输过程中的横向和纵向撞击以及倾覆对气瓶及其附件造成损坏。

6.7.9 装卸系统的设计应保证每只气瓶能单独装卸。气瓶的装卸系统至少由三道相互独立并且串联在一起的装置组成，第一道为每只气瓶瓶口的根部阀门，第二道为装卸管路的控制总阀，第三道为装卸管路端部的快装接头或等效装置。

6.7.10 装运天然气、氢等易燃易爆介质，其每只气瓶根部阀宜选用气动控制阀。

## 6.8 气瓶

6.8.1 气瓶的设计及设计使用年限应符合 TSG R0006、GB/T 33145 及相关气瓶标准的规定。

6.8.2 弯曲应力校核除应符合 GB/T 33145 的规定外，还应考虑管束式集装箱组装后气瓶所承受的各种弯曲应力，且各种弯曲应力之和应不大于气瓶材料屈服强度的 80%。

6.8.3 气瓶弯曲应力校核计算时，总质量应取气瓶在空载、满载等工况下的最大质量。气瓶与支撑端板连接时，还应考虑支撑端板及拉杆、拉带或抱箍等对气瓶弯曲应力的影响。

6.8.4 气瓶长度中间位置处的最大挠度不应使气瓶相互直接接触。

6.8.5 瓶口应符合下列规定：

- a) 气瓶两端与端塞的连接应采用螺纹连接，其螺纹应符合相关标准的规定；
- b) 气瓶两端瓶颈的厚度，自螺纹的根径计算应不小于瓶体设计壁厚，且在端塞承受内压载荷和支撑附加力时不产生变形或损坏。

6.8.6 气瓶与端塞的连接应保证在各工况下密封可靠，宜选用端面（轴向）密封或端面（轴向）与径向组合密封等结构，密封圈结构应符合下列规定：

- a) 端面（轴向）密封时，宜选用 O 型圈与挡圈的组合密封圈；
- b) 端面（轴向）与径向组合密封时，端面宜选用平垫片或 O 型圈与挡圈的组合密封圈，环向宜选用 O 型密封圈。

## 6.9 许用应力

6.9.1 气瓶瓶体壁应力的许用值应符合下列规定：

- a) 盛装氢气或天然气等有致脆性、应力腐蚀倾向气体的，计算瓶体设计壁厚所选用的瓶体壁应力的许用值应不大于材料最小抗拉强度的 67%，且应不大于 482MPa；
- b) 盛装其他非致脆性、非应力腐蚀倾向气体的，计算瓶体设计壁厚所选用的瓶体壁应力的许用值应不大于材料最小抗拉强度的 67%，且应不大于 624MPa。

6.9.2 装卸管路用管子的许用应力按表 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	
		$R_m$	$R_{eL}$	$\leq 20$	100
06Cr19Ni10 (S30408)	GB/T 14976	520	205	137	137
022Cr19Ni10 (S30403)	GB/T 14976	480	175	117	117
06Cr17Ni12Mo2 (S31608)	GB/T 14976	520	205	137	137
022Cr17Ni12Mo2 (S31603)	GB/T 14976	480	175	117	117



6.9.3 在允许的最大负荷下，承受运输工况中的惯性力载荷下，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。

## 6.10 管路

### 6.10.1 一般要求

6.10.1.1 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。

6.10.1.2 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。

6.10.1.3 当管路各部件之间有相对运动时，应设置必要的支撑和紧固装置。

### 6.10.2 装卸管路

6.10.2.1 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 60℃，最低设计金属温度不高于-40℃。

6.10.2.2 管路壁厚计算应符合附录 C 的规定。

6.10.2.3 钢管设计厚度应为计算厚度、钢管负偏差、腐蚀裕量之和。

6.10.2.4 弯管的弯曲半径应不小于管子外径的 5 倍。

6.10.2.5 管件的公称工作压力应不低于管路的设计压力。

6.10.2.6 钢管与管件的连接应优先采用对接焊接形式。当采用承插焊接形式时，焊脚高度不小于钢管厚度的 1.25 倍，且不小于 3.2mm。

6.10.2.7 管路组件焊接后应进行 100%无损检测。对接焊接接头应进行 100%射线检测，合格质量等级应不低于 NB/T 47013.2—2015 中 II 级的规定；角接焊接接头应进行 100%渗透检测，合格质量等级应符合 NB/T 47013.5—2015 中 I 级的规定。

6.10.2.8 当采用液压耐压试验时，其试验压力应不低于 1.3 倍管路设计压力；当采用气压耐压试验时，其试验压力应不低于 1.15 倍管路设计压力。

6.10.2.9 装卸管路的组装应牢固、整齐，其连接接头应密封良好。

### 6.10.3 排污管路

6.10.3.1 充装天然气的管束式集装箱应设置排污管路。

6.10.3.2 排污管的结构和布置应满足气瓶积液排出的需要，排污管应伸入瓶体至圆筒段，管口距瓶底的距离应不大于 10mm，且保证污物排净。

### 6.10.4 气动控制管路

6.10.4.1 紧急切断装置、气动阀用气动控制管路应优先选用非金属管，其公称压力应不小于 0.8MPa，且与使用环境温度相适应。

6.10.4.2 当紧急切断装置、气动阀用气动控制管路选用金属材料时应符合下列规定：

- a) 具有良好的焊接性能；
- b) 选用奥氏体不锈钢无缝钢管；

c) 管路应设置易熔合金塞，其融熔温度为  $75^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

## 7 安全附件、仪表及装卸附件

### 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 安全附件包括气瓶超压泄放装置、管路安全阀、紧急切断装置及导静电装置等。

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、快装接头或等效装置等。

7.1.5 选用的安全附件、仪表及装卸附件应与充装介质相容。

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。

7.1.7 安全阀、压力表组装前应校验或检定，合格后方可安装。

7.1.8 安全附件、仪表和装卸附件应合理布置，便于观察和操作，并设有防护装置。该防护装置应具有防止相关附件被意外开启的功能，国际联运用管束式集装箱还应满足海关铅封的相关要求。

### 7.2 气瓶超压泄放装置

7.2.1 每只气瓶应按管束式集装箱的失效模式、介质危特性、超压泄放装置技术特性等因素确定超压泄放装置的类型。当气瓶可能遭遇喷射火、远低于公称工作压力时遭遇火灾的情况下，由设计者在设计文件说明其安全防护措施。

7.2.2 超压泄放装置应选用爆破片装置或爆破片与易熔合金塞串联组合装置。

7.2.3 爆破片及爆破片装置应符合 GB/T 567（所有部分）及 GB/T 16918 的规定。

7.2.4 爆破片应不使用脆性材料制作，且爆破片在破裂时不应产生碎片、脱落或火花。爆破片用于氢气介质时应有考虑氢脆失效。

7.2.5 爆破片夹持装置应选用锻件，且符合下列规定：

a) 当选用 30CrMo、35CrMo 时应符合 NB/T 47008—2017 的规定，其级别不低于 II 级；

b) 当选用 S30403、S30408、S30603 及 S30608 等奥氏体不锈钢锻件应符合 NB/T 47010—2017 的规定，其级别不低于 II 级。

7.2.6 爆破片设计爆破温度为  $60^{\circ}\text{C}$ ，爆破片的设计爆破压力为气瓶水压试验压力。

7.2.7 爆破片与易熔合金塞串联组合装置应保证在使用工况下安全，且应符合下列规定：

a) 在非泄放状态下与介质接触的为爆破片，应避免因背压影响爆破片的爆破压力，易熔合金塞不应妨碍和影响爆破片的正常泄放功能；

b) 易熔合金塞装置的公称动作温度应为  $102.5^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；

c)  $60^{\circ}\text{C}$  时，爆破片与易熔合金塞串联组合装置的动作压力为气瓶水压试验压力；

d) 气瓶公称工作压力下易熔合金塞应不被挤出。

7.2.8 气瓶的安全泄放量计算应符合 GB/T 33215 的规定，且超压泄放装置的排放能力应不小于气瓶的安全泄放量。

7.2.9 超压泄放装置泄放管应符合下列规定：

a) 每个超压泄放装置均应设置泄放管，且牢固可靠，防止管束式集装箱运行中因振动等因素导致连接松动；

b) 泄放管口应向上且引出仓外，泄放口应设置防护盖且泄放时防护盖应能弹出，泄放管应

有防冰堵措施；

- c) 泄放管内截面积应不小于超压泄放装置所需的排放面积；
- d) 当采用爆破片与易熔合金塞串联组合泄放装置时，泄放管应不妨碍易熔合金塞的顺利排出。

### 7.3 管路安全阀

7.3.1 当设计委托方需要时，管路设置安全阀时应符合下列规定：

- a) 选用全启式弹簧安全阀；
- b) 安全阀应设置在气瓶根部阀门与控制总阀之间的汇总管路上，且靠近控制总阀处。

7.3.2 安全阀的整定压力应为管路系统设计压力的 1.05 倍~1.1 倍，排放能力应不小于管路安全泄放量的要求。管路安全泄放量应按式（1）计算：

$$W_s = 2.83 \times 10^{-3} \rho v d^2 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $W_s$ ——管路安全泄放量，kg/h；
- $\rho$ ——泄放条件下的气体密度，kg/m<sup>3</sup>；
- $v$ ——管路进气口内的气体流速，m/s；
- $d$ ——管路进气口内直径，mm。

### 7.4 紧急切断装置

7.4.1 当设计委托方需要时，充装易燃易爆、氧气及空气等介质的管束式集装箱在气瓶根部阀门与控制总阀之间的汇总管路应设置紧急切断装置。

7.4.2 紧急切断装置一般由紧急切断阀、远程气动控制系统及易熔合金塞等装置组成。

7.4.3 紧急切断阀应符合下列规定：

- a) 动作灵活、性能可靠、便于检修；
- b) 紧急切断阀阀体不应采用铸铁或非金属材料制造；
- c) 紧急切断阀在非装卸工况时应处于闭合状态。

7.4.4 远程气动控制系统的关闭操作装置应安装在人员易于到达的位置。

### 7.5 导静电装置

7.5.1 充装易燃易爆、氧及空气等介质的管束式集装箱，其气瓶、管路、支撑端板、框架和阀门等连接处的导电性应良好，且装设可靠的静电接地端子，其电阻值不大于 5Ω。

7.5.2 设有静电接地端子的管束式集装箱应在靠近静电接地端子位置处设置明显标志。

### 7.6 仪表

#### 7.6.1 压力表

7.6.1.1 管路应至少装设一个抗震型压力表，压力表应符合 JB/T 6804 的规定。充装氧气和空气的应选用氧气专用压力表。

7.6.1.2 压力表选用应符合下列规定：

- a) 精度等级不低于 1.6 级；
- b) 表盘的刻度极限值为气瓶公称工作压力的 1.5 倍~3.0 倍；
- c) 表盘直径不小于 100mm。

7.6.1.3 压力表安装应满足下列要求：

- a) 装设位置应便于操作人员的观察，并且应避免受到辐射热、冻结或震动的不利影响；
- b) 压力表与管路之间，应装设三通旋塞阀或针形阀，且使用过程中始终处于开启状态。

#### 7.6.2 温度计

7.6.2.1 管束式集装箱可在气瓶根部阀门与控制总阀之间的管路中设置温度计。当选用双金属温度计时，应符合 JB/T 8803 的规定。

7.6.2.2 温度计的选用应符合下列规定：

- a) 精度等级不低于 2.5 级；
- b) 测量范围为  $-50^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

#### 7.7 装卸附件

7.7.1 装卸附件的公称压力应不小于气瓶公称工作压力。其装卸阀门阀体的耐压试验压力为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。

7.7.2 管束式集装箱装卸附件的布置应便于维护与操作。

7.7.3 装卸阀门应符合下列规定：

- a) 装卸阀门分为根部阀和控制总阀，一般选用球阀或截止阀；
- b) 充装氢气和氮气的管束式集装箱，其根部阀宜选用截止阀；
- c) 充装氧气和空气的管束式集装箱，其根部阀和控制总阀与介质接触的阀门表面的油脂含量应不大于  $100\text{mg}/\text{m}^2$ ；
- d) 螺杆式截止阀应在顺时针方向转动时被关闭。对其他形式的截止阀，其开、关位置和关闭方向均应清楚标明；
- e) 阀体应不选用铸造或非金属材料制造。

7.7.4 阀门在全开和全闭工作状态下的气密性试验应合格。

7.7.5 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。

7.7.6 充装氢气、氮气的管束式集装箱用快装接头应具有防止装卸软管脱落时气瓶内介质向外泄漏的功能。

## 8 制造

### 8.1 一般要求

8.1.1 管束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、端塞、管件、安全附件、仪表、装卸附件等外购件应符合国家标准、行业标准及设计文件的规定，且经检验合格后方可使用。

8.1.3 管束式集装箱出厂时压力表应在检定周期内，并在刻度盘上划出指示最高工作压力的红线，注明下次检定日期。

8.1.4 充装氧气和空气的管束式集装箱，与介质接触的所有表面和零部件的油脂含量应不大于  $100\text{mg}/\text{m}^2$ 。

8.1.5 焊接人员应按 TSG Z6002 的规定考核合格，且取得相应项目的“特种设备作业人员证”后，方可在有效期内担任合格项目范围内的焊接工作。

8.1.6 无损检测应由持有相应项目的“特种设备检验检测人员证（无损检测人员）”，且在有效期内的人员担任。

- 8.1.7 管束式集装箱各连接管路、附件与气瓶连接面、阀门等其工作状态应灵活可靠。
- 8.1.8 管束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 气瓶
- 8.2.1 气瓶制造和合格验收项目及标准应符合 GB/T 33145 及相关气瓶标准的规定，并应符合设计图样和有关技术文件的规定。
- 8.2.2 同一台管束式集装箱用气瓶长度差应不大于 15mm。
- 8.2.3 气瓶热处理后的力学性能应符合表 2 的要求。

表 2 瓶体材料热处理后的力学性能

试验项目	充 装 介 质							
	盛装致脆性或应力腐蚀倾向气体 (氢气、天然气等)的气瓶			盛装非致脆性或非应力腐蚀倾向 气体的气瓶				
实测屈服比 $R_{e\ell}/R_m$	$\leq 0.86$			$\leq 0.90$				
实测抗拉强度 $R_m/\text{MPa}$	$\geq$ 制造单位热处理后的保证值, 且 $\leq 880\text{MPa}$			$\geq$ 制造单位热处理后的保证值, 且 $\leq 1\ 060\text{MPa}$				
实测屈服强度 $R_{e\ell}/\text{MPa}$	$\geq$ 制造单位热处理后的保证值			$\geq$ 制造单位热处理后的保证值				
断后伸长率 $A_{50\text{mm}}/\%$	$\geq 20$			$\geq 16$				
冲击吸收 能量 $KV_2$	试样尺寸/mm	10×5×55	10×7.5×55	10×10×55	10×5×55	10×7.5×55	10×10×55	
	平均值/J	40	50	60	27	34	40	
	单个试样最小值/J	32	40	48	22	27	32	
	侧向膨胀量 $LE$	$\geq 0.53$			$\geq 0.53$			
	试验温度/℃	-40			-40			

- 8.2.4 瓶体金相组织应为回火索氏体，晶粒度应不低于 7 级，其测定方法应符合 GB/T 6394 的规定，内、外壁脱碳层深度分别不应超过 0.25mm 和 0.3mm。
- 8.2.5 充装氢气、天然气等有致脆性、应力腐蚀倾向介质的气瓶试验环应进行压扁试验，压扁处应无裂纹。
- 8.2.6 瓶体硬度值应在设计规定的最小和最大抗拉强度对应范围之内，且同一环向截面上的硬度值偏差不应大于 30HB。
- 8.2.7 瓶体外测法水压试验后的容积残余变形率应不大于 5%。
- 8.2.8 瓶体应逐只在线进行 100% 超声检测和 100% 磁粉检测，其结果应符合 GB/T 33145 的规定。
- 8.2.9 气瓶内表面应清洁、干燥、无异物，且应符合下列规定：
- 除充装氢气的气瓶外，其他内表面质量应不低于 GB/T 8923.1—2011 中规定的 Sa2.5 级；
  - 充装氢气的气瓶，其内表面粗糙度应不大于  $Ra6.3\mu\text{m}$ 。
- 8.2.10 瓶体直线度应不超过瓶体长度的 0.2%，其长度允许偏差为  $\pm 20\text{mm}$ ，且不大于设计图样规定值。
- 8.2.11 气瓶螺纹尺寸应采用相应的螺纹量规进行检验，且应符合相应标准的规定，螺纹表面按 NB/T 47013.4—2015 进行磁粉检测，合格质量等级为 I 级。
- 8.2.12 气瓶组装前应进行静平衡测试，并对静平衡位置标记。

- 8.2.13 端塞应进行硬度检测，其结果应符合设计图样要求，且低于瓶体硬度值。
- 8.2.14 端塞螺纹尺寸应符合设计图样要求，且螺纹表面应按 NB/T 47013.4—2015 进行磁粉检测，合格质量等级为 I 级。

### 8.3 管路

- 8.3.1 钢管、管件应检验合格后方可组装。
- 8.3.2 钢管组装前应去除管端飞边及毛刺。
- 8.3.3 钢管弯曲应采用冷弯，装卸钢管弯曲半径应符合 6.10.2.4 的规定。
- 8.3.4 弯管不圆度按式 (2) 计算，且不大于 8%：

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

式中：

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

- 8.3.5 弯管的实测厚度应不小于设计厚度。
- 8.3.6 管路不允许强力组装。
- 8.3.7 装卸管路焊接
- 8.3.7.1 装卸管路应按 NB/T 47014 评定合格的焊接工艺规程施焊。
- 8.3.7.2 焊接接头的表面质量应符合下列要求：
- a) 无裂纹、未焊透、未熔合、咬边、气孔、弧坑、未填满、夹渣（杂）和飞溅物等缺陷；
  - b) 焊缝应与母材圆滑过渡；
  - c) 角焊缝焊脚高度应符合设计文件的规定，外形为凹形圆滑过渡；
  - d) 对接接头焊缝的余高应不大于 2mm。
- 8.3.8 不锈钢管路耐压试验合格后，表面应进行酸洗钝化处理。
- 8.3.9 无损检测
- 8.3.9.1 装卸管路焊接完毕及外观检验合格后，其焊接接头应进行无损检测。
- 8.3.9.2 对接焊接接头应进行 100% 射线检测，检测技术等级不低于 AB 级，合格质量等级应不低于 NB/T 47013.2—2015 中 II 级的规定。
- 8.3.9.3 角接焊接接头应进行 100% 渗透检测，合格质量等级应符合 NB/T 47013.5—2015 中 I 级的规定。
- 8.3.10 装卸管路无损检测合格后应进行耐压试验。

### 8.4 框架

- 8.4.1 框架外部尺寸和公差应符合 GB/T 1413 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 支撑端板与框架焊接后应平整，无翘曲等变形。
- 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 气瓶的技术参数应与管束式集装箱设计文件相一致，并有产品合格证及批量监检证书。
- 8.5.2 管路的结构、尺寸及公差应符合设计图样的规定。
- 8.5.3 气瓶与端塞组装时，端塞应通过密封件与瓶端密封，端塞安装时一般允许使用润滑剂。

- 8.5.4 气瓶应按静平衡标记进行组装，且重心位于气瓶轴线的正下方。
- 8.5.5 气瓶之间应有足够的间隙，且不允许相互直接接触。
- 8.5.6 气瓶与支撑端板间的连接应牢固，防止气瓶在运输过程中发生转动的防转结构应牢固可靠。
- 8.5.7 端塞与装卸阀门的连接应牢固可靠、密封良好，连接方位和安装扭矩应符合设计图样的规定。
- 8.5.8 紧固件的安装扭矩应符合设计图样的规定。
- 8.5.9 管路与气瓶阀门的连接应采用焊接或螺纹连接形式。
- 8.5.10 管路与安全附件、仪表及装卸附件的连接应采用焊接、螺纹或卡套式连接结构，且密封良好、牢固可靠。卡套式连接结构适用于直径不大于 15mm 的管路。
- 8.5.11 当装卸附件与装卸管路采用螺纹连接时，装卸管路应经耐压试验合格后方可进行安全附件、仪表及装卸附件的安装。当装卸附件与装卸管路采用焊接连接时，装卸管路及装卸附件组装后应进行耐压试验，且耐压试验合格后方可仪表安装。
- 8.5.12 操作仓的组装应符合设计图样的要求，操作仓门应转动灵活，且仓门开启应不小于 270°。
- 8.5.13 操作仓内管路、安全附件、仪表及装卸附件等应安装牢固、连接可靠。
- 8.6 置换处理
  - 8.6.1 充装易燃易爆介质的管束式集装箱出厂前，气瓶及管路应置换处理，合格后方可出厂。
  - 8.6.2 除设计文件特殊规定外，置换处理后气瓶及管路的含氧量应小于 3%，并保留 0.05MPa~0.1MPa 的余压。
  - 8.6.3 充装氢气介质的管束式集装箱，置换处理后气瓶及管路的含氧量应小于 0.5%，保留 0.05MPa~0.1MPa 的余压，且含水量不大于  $50 \times 10^{-6}$ （体积分数）。
- 8.7 涂敷
  - 8.7.1 管束式集装箱的涂敷应符合 JB/T 4711 及设计文件的规定，气瓶和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 耐压试验前，装卸管路各连接部位应装配齐全，紧固妥当。
- 9.1.1.2 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，压力表应符合相应国家标准或行业标准的规定，压力表精度应不低于 1.6 级，表盘直径应不小于 100mm，压力表的量程应为耐压试验压力的 1.5 倍~2.0 倍。
- 9.1.1.3 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。

#### 9.1.2 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 缓慢升压至设计压力，确认无泄漏后继续升压到规定的试验压力，保压足够时间，然后降至设计压力，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。

### 9.1.3 气压试验

9.1.3.1 气压试验时，制造单位应制定气压试验专项应急预案，并派人进行现场监督。

9.1.3.2 先缓慢升至规定试验压力的 10%，保压足够时间，且对所有焊接和连接部位进行初次检查。

9.1.3.3 当无泄漏时，可继续升压到规定试验压力的 50%。

9.1.3.4 当无异常现象时，按规定试验压力的 10% 逐级升压至试验压力，保压足够时间后降至设计压力进行检查，检查期间压力应保持不变。

9.1.3.5 气压试验以无异常响声、无可见变形，以及经过肥皂液或其他检漏液检查无泄漏为合格。

### 9.2 泄漏试验

9.2.1 装卸管路耐压试验合格后，且整体组装及安全附件、仪表、装卸附件安装齐全后，方可进行整体泄漏试验。

9.2.2 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空气、氮气或其他惰性气体；
- b) 试验用气体的温度应符合设计图样的规定；
- c) 试验时，气瓶壁金属温度应符合设计图样和相应标准的规定，试验压力为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足够长时间，采用肥皂液或其他检漏液对所有焊接接头和连接部位进行泄漏检查，无泄漏为合格；
- d) 当有泄漏时，应翻修后重新试验。

9.2.3 采用氦检漏等其他泄漏试验时应符合设计图样的规定。

### 9.3 堆码试验

9.3.1 本试验是验证满载集装箱在海洋船舶运输条件下，在箱垛中出现偏码时的承载能力。

9.3.2 堆码试验的方法和要求应符合 GB/T 16563 的规定。

### 9.4 由四个顶角件起吊试验

9.4.1 本试验是验证除 1D 和 1DX 型以外的各型集装箱经由四个顶角件竖向起吊的能力，同时验证管束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。

9.4.2 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。

### 9.5 由四个底角件起吊试验

9.5.1 本试验是验证管束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。

9.5.2 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。

### 9.6 外部纵向栓固试验

9.6.1 本试验是验证管束式集装箱在铁路上行车的动载情况下或操纵情况下，即在相当于 2g 加速作用时，承受纵向栓固作用的能力。

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

### 9.7 内部纵向栓固试验（动态）

9.7.1 本试验是验证管束式集装箱在铁路运行的动态条件下承受纵向内部约束的能力。

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



## 9.8 内部横向栓固试验

9.8.1 本试验是验证管束式集装箱的气瓶本身以及瓶体与框架连接对充装介质所导致的横向惯性力的承受能力。

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

## 9.9 横向刚性试验

9.9.1 本试验是验证除 1D 和 1DX 型以外的各型管束式集装箱承受船舶在航行中所产生的横向推、拉的能力。

9.9.2 横向刚性试验的方法和要求应符合 GB/T 16563 的规定。

## 9.10 纵向刚性试验

9.10.1 本试验是验证除 1D 和 1DX 型以外的各型管束式集装箱承受船舶在航行中所产生的纵向推、拉的能力。

9.10.2 纵向刚性试验的方法和要求应符合 GB/T 16563 的规定。

## 9.11 载荷传递区试验

9.11.1 本试验是在静态状况下,模拟已知载荷传递区在动态作业时仅部分接触运输车辆,即底角件与旋锁间的空隙部分不传递载荷时的状况。

9.11.2 载荷传递区试验的方法和要求应符合 GB/T 16563 的规定。

## 9.12 扶梯试验(设有扶梯时)

9.12.1 本试验是验证扶梯承受工作人员在其上作业时产生载荷的能力。设有扶梯的管束式集装箱均应进行本项试验。

9.12.2 扶梯试验的要求和方法应符合 GB/T 16563 的规定。

## 10 检验规则

### 10.1 检验分类

管束式集装箱的检验分逐台检验和型式试验。

### 10.2 逐台检验

管束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 3 的规定。

### 10.3 型式试验

10.3.1 管束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 型式试验由国务院有关行业主管部门认可的机构进行。

10.3.3 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。

10.3.4 型式试验的检验项目按表 3 的规定。

10.3.5 仅参与公路运输的管束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、外部纵向栓固试验和内部横向栓固试验。

表3 检验项目

检 验 项 目		技术要求	逐台检验	型 式 试 验		
				限公路运输	联运	
几何尺寸		6.3、8.4	★	★	★	
外观表面质量		8.7	★	★	★	
气瓶	外观质量	5.2、8.2	★	★	★	
	合格证及批量质量证明书	12.2				
	气瓶安装	8.5				
管路	装卸 管路	钢管	★	★	★	
		焊接				5.3.1、6.10.2、 8.3
		焊工资格				8.3.7
		管件				5.3.1.2、 6.10.2.5、 6.10.2.6
		无损检测				6.10.2.7、8.3.9
		耐压试验				6.10.2.8、9.1
	排污管路	5.3.2、6.10.3				
	气动控制管路	5.3.4、6.10.4				
安全附件、 仪表、装卸 附件	气瓶超压泄放装置	7.2	★	—	—	
	管路安全阀	7.3				
	紧急切断装置	7.4				
	导静电装置	7.5				
	压力表	7.6.1				
	温度计	7.6.2				
	装卸附件	7.7				
整体	置换处理	8.6	★	★	★	
	泄漏试验	9.2	★	★	★	
	标志、标识	11	★	★	★	
	铭牌	11.4	★	★	★	
堆码试验		9.3	—	—	★	
由四个顶角件起吊试验		9.4	—	★	★	
由四个底角件起吊试验		9.5	—	★	★	
外部纵向栓固试验		9.6	—	★	★	
内部纵向栓固试验（动态）*		9.7	—	—	★	
内部横向栓固试验		9.8	—	★	★	
横向刚性试验		9.9	—	—	★	
纵向刚性试验		9.10	—	—	★	
载荷传递区试验（可选择项）		9.11	—	—	★	
扶梯试验（可选择项）		9.12	—	—	★	
出厂文件		12	★	—	—	
注：★为应检验或试验的项目。						
* 当原型箱已进行动态纵向撞击试验，则可免除该试验。						

## 11 标志、标识

- 11.1 管束式集装箱的标志、标识应符合 GB/T 1836 的规定。
- 11.2 堆码低于 192 000kg、横向刚性低于 150kN 的管束式集装箱，应按相关标准进行标识。
- 11.3 仅参与公路运输的管束式集装箱应在箱体两侧或后门喷涂或粘贴“仅限公路运输”“禁止堆码”等警示性标志。
- 11.4 管束式集装箱的产品铭牌的格式和内容应符合 TSG R0005 的规定。
- 11.5 国际联运管束式集装箱标牌应符合国务院行业主管部门的要求。
- 11.6 管束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。
- 11.7 气瓶的可视明显部位应注明管束式集装箱“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 管束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：
  - a) 竣工图样（总图、气瓶图和管路系统图）；
  - b) 产品质量证明文件；
  - c) 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) 气瓶强度计算书；
  - g) 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 管束式集装箱产品质量证明文件应至少包含下列内容：
  - a) 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，以及气瓶瓶体、端塞材料质量证明书；
  - c) 主要受压元件、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;
- m) 管路焊接记录;
- n) 气瓶热处理报告及自动记录曲线;
- o) 超声检测报告(需要时)。

### 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。停放前应对管束式集装箱检查,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,管束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 当公路和铁路运输时,应将管束式集装箱放置在运输车辆或平板车上,并使用转锁或相应装置通过四个底角件紧固,堆码时应不超过设计允许的堆码质量。

13.4 管束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

### (规范性附录)

#### 压缩天然气气瓶集装箱专项技术要求

##### A.1 总则

A.1.1 本附录适用于仅限公路运输的压缩天然气气瓶集装箱（以下简称气瓶集装箱）的材料、设计、制造和检验。

A.1.2 气瓶集装箱除满足本附录的要求外，还应符合本标准其他部分有关条款的规定。

##### A.2 材料

A.2.1 端塞材料应符合下列规定：

- a) 选用 S30403、S30408、S31603、S31608 等奥氏体不锈钢锻件应符合 NB/T 47010—2017 的规定，其级别应不低于Ⅲ级；
- b) 选用 HPb59-1 锻件应符合 GB/T 29528 的规定，且按 GB/T 10567.2 的规定进行应力腐蚀试验，试验后应无裂纹。

A.2.2 上支撑板、支撑底板、顶梁、底梁及连接件等材料应具有良好的可焊性、足够的强度、刚度和韧性，且应经不高于-20℃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。

A.2.3 防火隔离板不允许选用铝板或铝合金板，其选用的钢板应符合下列规定：

- a) 在不低于 590℃时不变形，且有足够的刚性和强度；
- b) 经不高于-20℃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；
- c) 厚度应不小于 1mm。

A.2.4 气瓶集装箱面板用钢板，经不高于-20℃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。

A.2.5 单只气瓶的公称水容积应为 150L~1 000L。

A.2.6 气瓶上部瓶口用气动控制阀门应选用球阀，其阀体符合下列规定：

- a) 阀体用 HPb59-1 锻件应符合 GB/T 29528 的规定；
- b) 阀体应锻压成型，阀体表面不应有裂纹、折皱、夹杂物、未充满、过烧等有损阀门性能的缺陷。

##### A.3 设计

A.3.1 一般要求

A.3.1.1 气瓶集装箱不允许堆码。

A.3.1.2 气瓶集装箱的操作仓内应设置可燃气体浓度报警装置。

### A.3.2 结构设计

A.3.2.1 气瓶集装箱的气瓶布置方式应为立式，且应对气瓶分组，每组公称水容积应不大于3 000L，每组气瓶数应尽量均匀。

A.3.2.2 固定气瓶用上支撑板、支撑底板、顶梁、底梁、拉杆等连接件应具有足够的刚性和强度，且应考虑气瓶可能产生的热胀冷缩的影响。

A.3.2.3 气瓶集装箱应采取可靠的措施防止气瓶在运输和使用过程中发生周向转动和上下窜动。

A.3.2.4 气瓶之间应有足够的间隙，不允许气瓶间直接接触，必要时应有起保护作用的减震措施。

A.3.2.5 气瓶与上支撑板、支撑底板间应有起保护作用的减震材料。

A.3.2.6 底梁与支撑底板应采用焊接连接，顶梁与上支撑板采用螺栓连接。

A.3.2.7 防火隔离板应设置在气瓶集装箱的底部，与气瓶底部端口的距离应不小于20mm，且在任何情况下防火隔离板应不与气瓶、排污管路及超压泄放装置相接触。

A.3.2.8 当防火隔离板拼接时，其拼接处应不允许留有缝隙，以防火焰穿透。

A.3.2.9 气瓶集装箱面板与气瓶侧面的距离应不小于20mm，且面板应有百叶窗。

A.3.2.10 每只气瓶底部应设置排污装置。

### A.3.3 气瓶

A.3.3.1 瓶口应符合下列规定：

- a) 瓶口与阀门、端塞之间应选用螺纹连接，其螺纹应符合相应标准的规定；
- b) 气瓶两端瓶颈的厚度，自螺纹的根径计算应不小于瓶体设计壁厚，且在承受端塞作用载荷和支撑附加力时不产生变形或损坏。

A.3.3.2 端塞结构应满足安装阀门、排污装置和超压泄放装置的要求。

### A.3.4 装卸系统

A.3.4.1 气瓶集装箱的装卸系统应至少有四道相互独立且串联在一起的装置组成，第一道为每只气瓶上部瓶口的气动控制瓶阀，第二道为每组装卸管路的气动控制阀门，第三道为主装卸管路气动控制总阀，第四道为主装卸管路端部的快装接头或等效装置。

A.3.4.2 除操作仓内设置气动控制阀门外，在远离操作仓位置应设置气动远程控制装置。

### A.3.5 管路

A.3.5.1 气瓶集装箱操作仓内应设置装卸管路、排污管路及气动控制管路。

A.3.5.2 装卸管路、排污管路应分组设置，分组应符合A.3.2.1的规定。

A.3.5.3 装卸管路、排污管路及气动控制管路应通过管夹与框架、上支撑板、支撑底板等固定，并采用螺栓等方式连接，且避免应力集中。

A.3.5.4 装卸管路应符合下列规定：

- a) 每组应设置装卸管路；
- b) 每组装卸管路应与主装卸管路连接。

A.3.5.5 排污管路应符合下列规定：

- a) 每组应设置排污管路，且与气瓶上端进、出气管路的分组相对应；
- b) 排污管路的结构和布置应能够满足气瓶积液排出的需要，且需考虑排污能力及油污排泄时流动阻力的影响；
- c) 排污管路应至少设置二道阀门。

A.3.5.6 气动控制管路应符合下列规定：

- a) 气动控制管路应选用通径不小于 3mm 的非金属软管，其公称压力应不小于 0.8MPa，且与使用环境温度相适应；
- b) 与气动阀门用气动执行器的接头连接应可靠，密封良好；
- c) 主装卸管路气动控制总阀门和每组装卸管路气动控制阀门用气动控制管路应具有远程控制阀门的启闭功能。

#### A.5 气瓶超压泄放装置、管路安全阀和装卸附件

##### A.5.1 气瓶超压泄放装置

气瓶的超压泄放装置除满足 TSG R0006 和 7.2.1~7.2.8 的要求外，还应符合下列规定：

- a) 每只气瓶下部应选用爆破片与易熔合金塞装置并联组合装置；
- b) 气瓶积液应不影响超压泄放装置的排放。

A.5.2 当主装卸管路设置安全阀时应符合 7.3 的规定。

##### A.5.3 装卸附件

A.5.3.1 每只气瓶上部瓶口设置的气动控制阀应选用截止阀。

A.5.3.2 每组装卸管路气动控制阀、主装卸管路气动控制总阀一般选用球阀。

A.5.3.3 气动控制阀用气动执行器应在 0.6MPa~0.8MPa 压力范围内准确、灵敏且可靠。

#### A.6 制造

##### A.6.1 气瓶

A.6.1.1 同一气瓶集装箱用气瓶长度差应不大于 10mm。

A.6.1.2 气瓶的内表面质量应不低于 GB/T 8923.1—2011 中规定的 Sa2.5 级。

##### A.6.2 组装

A.6.2.1 底支撑板两相邻支撑瓶体通孔的中心距离应满足装配要求，中心距允许偏差为 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

A.6.2.2 上支撑板两相邻固定瓶体通孔的中心距离应与底板中相应的支撑瓶体通孔的中心距离保持一致，中心距允许偏差为 $\pm 1.0\text{mm}$ ，每只气瓶的顶梁孔与底支撑板孔的同轴度允许偏差为 $\pm 2.0\text{mm}$ 。

A.6.2.3 顶梁和底梁的直线度允差不应大于构件长度的 1.5‰。

A.6.2.4 上支撑板与顶梁组装后应平整，且应无明显翘曲等变形。

A.6.2.5 气瓶固定应牢固可靠，且在使用中气瓶与集装箱框架之间不产生相对位移。

A.6.2.6 气瓶间应有间隙，不应直接接触。

A.6.2.7 防火隔离板与管路、气瓶之间应保持足够的间距，任何工况下均不应直接接触。

A.6.2.8 气动管路应集束捆扎，且固定可靠，避免与其他构件产生摩擦损坏。

A.6.2.9 底支撑板与底梁、框架焊接时，应按经评定合格的焊接工艺施焊，且符合下列要求：

- a) 支撑板与框架的连接焊缝表面应无裂纹、夹渣、气孔、弧坑和飞溅物等缺陷；
- b) 焊接后，各部位应平整，且无明显翘曲等变形。

A.6.2.10 固定气瓶和底梁、顶梁用拉杆、拉带不允许拼接。

A.6.2.11 气瓶集装箱组装完毕，各零部件安装应牢固可靠，框架表面、气瓶外表面应平滑美观，无压伤、划痕、裂纹、焊渣等缺陷。

**附录 B**  
(规范性附录)  
风险评估报告

### B.1 总则

B.1.1 本附录规定了管束式集装箱风险评估报告的基本要求。

B.1.2 设计单位应根据相关法规或设计委托方要求，针对管束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。

B.1.3 设计单位应按管束式集装箱型号，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。

### B.2 制定原则和程序

B.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。

B.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。

### B.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）、气瓶结构、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 C  
(规范性附录)  
装卸管路壁厚计算

### C.1 奥氏体不锈钢直管壁厚计算

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

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

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);

$\phi$ ——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,  $Y = \frac{d+2C}{D+d+2C}$ 。

式中:

$d$ ——钢管内径, mm;

$C$ ——厚度附加量, mm。

C.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。

### C.2 奥氏体不锈钢弯管壁厚或弯头壁厚计算

C.2.1 弯管或弯头的计算厚度按式 (C.2) 计算:

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

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： $t=1.0$ 。

$R$ ——弯管在管子中心线处的弯曲半径，mm。

其余同式（C.1）。

**C.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。