

指南编号/Guideline No.B-05(202511)



# **B-05**

## **钢质无缝气瓶**

生效日期/Issued date: 2025 年 11 月 01 日

©中国船级社 China Classification Society

## 前言

中国船级社（以下简称“本社”）产品检验指南规定了拟申请本社认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求，但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由本社编写和更新，通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布，使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 [service@ccs.org.cn](mailto:service@ccs.org.cn)。

历史发布版本及发布时间： B-05(201510)	2015 年 10 月 20 日；
B-05(201705)	2017 年 05 月 09 日；
B-05(202211)	2022 年 11 月 15 日；

本版主要修改内容：

在表 7.2 中增加“底部密封性试验（仅管制瓶的底部）”。

1. 编辑性修改。

## 目 录

1 适用范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语及定义 .....	4
4 图纸资料 .....	5
5 技术要求 .....	6
6 原材料及零部件 .....	6
7 型式试验 .....	8
8 单件/单批检验 .....	10

## 钢质无缝气瓶

### 1 适用范围

1.1 本指南适用于盛装压缩气体、高压液化气体或混合气体的可重复充装的船用钢质无缝气瓶的工厂认可和单件/单批检验,钢质无缝气瓶用材料淬火后回火热处理的抗拉强度小于 1100MPa,气瓶公称水容积不大于 450L,使用环境温度应符合公认标准的要求。

1.2 本指南不适用于盛装溶解气体、吸附气体的钢质无缝气瓶以及运输工具上和机器设备上附属的瓶式压力容器,不适用充装具有应力腐蚀倾向的介质。

1.3 本指南原则上仅适用于钢质无缝气瓶本体的认可和单件/单批检验,不包含瓶头阀。

1.4 本指南适用于船用钢质无缝气瓶,海上设施等其他用途的钢质无缝气瓶可参照执行。

1.5 经本社同意,钢质无缝气瓶可按照公认标准的技术要求进行认可和单件/单批检验。

1.6 特定用途的钢质无缝气瓶,应符合特定用途对应公约、法规、规范及相关标准的要求,如:气胀式救生筏充气系统用钢制无缝气瓶应符合《国际救生设备规则》的相关要求。

### 2 规范性引用文件

2.1 中国船级社《钢质海船入级规范》第 6 篇第 2 章。

2.2 ISO9809-1: 2019 Gas cylinders—Design, construction and testing of refillable seamless steel gas cylinders and tubes—Part 1: Quenched and tempered steel cylinders and tubes with tensile strength less than 1100 MPa。

### 3 术语及定义

3.1 本指南有关定义如下:

(1) 水压试验压力  $P_h$ : 水压试验过程中,需要达到的压力。

(2) 屈服应力: 对材料试件拉伸试验,呈明显屈服现象的,取上屈服强度;对无明显屈服特征的,取在试验力作用下的规定非比例延伸强度  $R_{p0.2}$

为材料的屈服强度。

- (3) 批量：系指采用同一设计条件，具有相同的公称直径、设计壁厚，用同一炉罐号钢，同一制造方法制成，按同一热处理规范进行连续热处理的钢瓶所限定的数量，对淬火后回火热处理的钢瓶以不大于 200 支加上破坏性试验用瓶体数量为一批。
- (4) 充装率：各种充装介质标准规定的钢瓶单位水容积允许充装的最大气体重量。
- (5) 爆破压力  $P_b$ ：气瓶在爆破试验过程中达到的最高压力。

#### 4 图纸资料

4.1 下列图纸资料应提交本社批准：

- (1) 钢质无缝气瓶图纸，图纸中应体现产品的结构形式、主要尺寸、材质及理化性能指标，制造及热处理方式、公称工作压力及水压试验压力及其他特殊技术要求；
- (2) 钢质无缝气瓶设计计算书，依据设计标准进行相关计算，包含瓶体筒体、瓶底、瓶口等处强度计算等；
- (3) 型式试验大纲。

4.2 首次申请工厂认可时，下列资料应提交备查：

- (1) 工厂概况：工厂名称、地址、生产历史，现有生产产品的种类、规格，申请认可产品的种类、规格、交货状态，获得其他认证资质证书情况等；
- (2) 质量体系文件等管理文件。在文件中应清晰地表示出质量体系的组织机构和产品质量控制点；
- (3) 主要生产设备、主要检测/试验设备：
  - ① 主要生产设备清单：成型设备；热处理炉型式、尺度、加热方式、温度控制记录方法及测温点的布置。
  - ② 主要检测/试验设备清单：化学分析、力学性能、金相、无损检测、水压试验等设备清单(包括名称、型号、制造厂以及法定检验单位和检定/校准有效期)。

(4) 工艺文件:

① 生产工艺流程图 (需标注质量控制点);

② 生产工艺流程图中各工序的作业指导书, 包含成型、热处理及无损探伤等主要工序;

(5) 试验、检验人员的资质证明;

(6) 试验地点及实验室所具备的资质(如分包, 应说明分包方的资质及分包约定情况)。

(7) 材料和主要部件的供应商清单;

(8) 产品说明书、质量证明书 (样本)。

## 5 技术要求

### 5.1 设计一般规定

5.1.1 确定气瓶瓶体厚度采用的设计公式应符合公认标准 (如 ISO9809-1) 的要求。

5.1.2 受压部位的壁厚设计选取材料热处理后的屈服强度保证值  $R_{eg}$ , 且屈服强度保证值  $R_{eg}$  与抗拉强度保证值  $R_{mg}$  的比值限定应符合标准要求;

5.1.3 设计计算瓶体壁厚应以水压试验压力  $P_h$  为准; 钢瓶的水压试验压力为公称工作压力的 1.5 倍。

5.1.4 气瓶上的开口一般不能超过两个, 且开口只能沿着气瓶的中性轴设计。

5.1.5 对 CrMo 钢, 瓶体材料实际最大抗拉强度  $R_{ma}$  一般不超过 1100MPa; 对 CMn 钢, 实际最大抗拉强度  $R_{ma}$  不应超过 1030MPa。对充装具有氢脆风险的介质, 瓶体材料实际最大抗拉强度  $R_{ma}$  一般不超过 880MPa, 或当实际屈强比不超过 0.9 时, 实际最大抗拉强度  $R_{ma}$  可不超过 950MPa。

5.1.6 无缝气瓶的底部结构, 应符合以下要求:

(1) 结构型式和尺寸, 应符合有关标准的规定;

(2) 凸形底与筒体的连接部位应圆滑过渡, 其厚度不得小于筒体设计厚度值;

- (3) 凹形底的环壳与筒体之间应有过渡段，过渡段与筒体的连接应圆滑过渡。
- (4) 凸形底和凹形底的设计均应进行循环加压疲劳试验。循环压力的上限值在公称工作压力条件下，承受 80000 次循环，或在试验压力条件下承受 12000 次循环，或当气瓶水压试验压力  $>450\text{Bar}$  时，循环试验压力可以降低到试验压力的  $2/3$ ，同时承受 80000 次循环，不破坏为合格；试验不合格，该设计不应采用。

5.1.7 钢瓶瓶口的厚度，应保证有足够的强度，以保证瓶口在承受紧阀力偶距和铆合颈圈的附加外力时不产生塑性变形。

5.1.8 瓶口内螺纹应符合以下要求：

- (1) 螺纹应符合公认标准的要求。
- (2) 普通螺纹的有效螺纹数在钢瓶水压试验压力  $P_h$  下计算的剪切安全系数应至少为 10，且不少于 6 扣。

5.2 制造一般要求

5.2.1 船用无缝气瓶的制造、检验/试验等应符合本社《钢质海船入级规范》、批准的图纸和有关标准的要求。

5.2.2 船用无缝气瓶制造单位应在其技术文件中明确制造工艺，对产品质量重要影响的部件，如气瓶冲压、拉拔的冲头及旋压或模压收口的模板或模具，规定投入使用前进行工艺验证，以及使用过程中定期检查、修理和更换等要求。

5.2.3 钢瓶瓶体不允许做焊接或焊补处理。管制瓶底部内表面的裂纹、夹杂、未融合等缺陷应采用机械铣削等方法去除。瓶体表面缺陷处理应符合气瓶相关公认标准的要求。

5.3 容器充装率应与瓶体强度相适应，还应满足气瓶使用时涉及的公约、法规、规范及公认标准等相关要求。

## 6 原材料及零部件

6.1 瓶体材料须采用电炉或吹氧转炉冶炼的含 Al 和/或 Si 的无时效性镇静钢。客户的技术文件要求原材料进行时效试验时，认可时应提供原材料时效试验的相关证据。

6.2 瓶体材料应与拟充装的气体相容，材料与气体相容情况参见 ISO 11114-1；

6.3 瓶体材料 S 元素熔炼分析的含量（质量分数）不超过 0.010%，P 元素熔炼分析的含量（质量分数）不超过 0.020%，且 S+P 含量之和不超过 0.025%；

6.4 瓶体材料化学成分范围的限值（最大含量与最小含量差值）不应超过表 6.4 规定：

化学成分表

表 6.4

元素	最大含量 (质量分数), %	限值范围 (质量分数), %
C	<0.30	0.06
	≥0.30	0.07
Mn	--	0.30
Si	--	0.30
Cr*	<1.50	0.30
	≥1.50	0.50
Ni*	--	0.40
Mo*	--	0.15

注：① 当带“\*”元素为钢中合金元素时，须满足表中要求；

② 任一有意添加的元素及其最大的含量均应报告；

③ V+Ni+Ti+B+Zr 不应超过 0.15%。

6.5 瓶体一般采用国际或国家公认的气瓶用钢制造，典型公认的钢种有 CrMo 钢及 CMn 钢。

6.6 对初轧坯或钢坯，应进行低倍组织检查，不允许存在白点、残余缩孔、分层、气泡、异物和夹杂，中心缩松不大于 1.5 级，偏析不大于 2.5 级；对无缝钢管，钢管的壁厚偏差不应超过公称壁厚的-10%~+15%，且经 100%超声波探伤合格。

## 7 型式试验

### 7.1 典型样品的选取

7.1.1 钢质无缝气瓶应按照每种不同的类型进行型式试验，气瓶存在下列情况之一的，将被认为是不同的类型：

- (1) 不同的生产工艺流程；
- (2) 不同的材料牌号；
- (3) 不同的热处理工艺；

- (4) 不同的底部结构形式，以及不同的底部厚度与气瓶直径的比率；
- (5) 气瓶的长度增加大于 50%（对于长度/直径比小于 3 的不得作为任何长度/直径比大于 3 的参考）；
- (6) 不同的气瓶外径或最小保证厚度；
- (7) 不同的水压试验压力（对于在一种设计基础上仅降低水压试验压力的情况不应看作是新的设计）；
- (8) 不同的最小保证屈服强度和/或最小保证抗拉强度。
- (9) 如果是锥形螺纹，则应按公认标准进行扭矩测试；如果是平行螺纹，应按公认标准进行抗剪强度的计算，如果内螺纹的直径增加了 50% 或更多，则还应在两个气瓶上进行压力循环测试。

7.1.2 对于每种拟申请认可的气瓶类型，申请方至少生产 50 支气瓶，按照表 7.2 要求进行试验。

7.1.3 用于作型式试验的船用钢质无缝气瓶从原材料验收、制造主要过程、检验及试验、有关标识转移必须在验船师现场监督下进行，结果需满足本社《钢质海船入级规范》及批准图纸的要求。

## 7.2 型式试验项目及要求

**型式试验项目及要求**

**表 7.2**

试验项目	试验数量	试验要求
原材料检验	每炉或每批	1、每批原材料应持有产品质量证明书； 2、分析元素有 C、Si、Mn、P、S、Nb、V、Ti、Cr、Ni、Mo、Cu、Al、B、Zr 及有意添加的元素； 3、对无缝钢管，还进行外观质量、壁厚检查。
气瓶内外部外观检查	逐支	成品气瓶内、外表面，无对气瓶安全使用产生不利影响的缺陷，详见 ISO9809-1:2019 第 8.3 条。
尺寸及形位公差检查、瓶口内螺纹检查	逐支	1、尺寸检查： 每支型式试验用气瓶测量瓶体壁厚、外径、瓶高；底部厚度；底部中心深度（适用于凹形底）。结果符合 ISO9809-1:2019 第 7.3 至 7.6 条、8.1 条、8.2 条及本社批准图纸的要求。 进行力学性能试验的两个气瓶，还应按照 ISO9809-1:2019 第 7.3 至 7.6 条、8.1 条、8.2 条及批准的图纸进行厚度和外径测量。每支钢瓶沿瓶体长度取上、中、下部的三个横截面，分别测量壁厚和外径，

试验项目	试验数量		试验要求
			<p>每个截面厚度沿圆周均布测量 4 点；外径垂直交叉测量 2 次；底部厚度在底部中心测量 1 点；对于凹形底还应测量接地点厚度，沿圆周均布测量 4 点。各处壁厚均应不小于最小保证厚度。</p> <p>2、形位公差： 应符合 ISO9809-1:2019 第 8.5 至 8.9 条要求。</p> <p>3、瓶口内螺纹检查： 应符合 ISO9809-1:2019 第 8.9 条要求</p>
硬度试验	逐支		测量 3 点分别在瓶体的上、中、下部，结果符合 ISO9809-1:2019 第 11.3 条及批准图纸的要求。
超声波检测	逐支		符合 ISO9809-1:2019 第 8.4 条或公认标准的要求。
磁粉检测（适用时）	逐支		认可采用的标准有要求时进行，结果应符合相关公认标准的要求。
拉伸试验	随机抽取 2 支	1 个/支	符合 ISO9809-1:2019 第 10.2 条及批准图纸的要求。
弯曲或压扁试验		弯曲：2 个/支 压扁/环形压扁：1 个/支	符合 ISO9809-1:2019 第 9.2.4 条的要求。
冲击试验		1 组 3 个/支	符合 ISO9809-1:2019 第 10.3 条及批准图纸的要求。
底部解剖试验		1 个/支	符合 ISO9809-1:2019 第 9.2.3 条的要求。
爆破试验	随机抽取 2 支		符合 ISO9809-1:2019 第 10.4 条的要求。
疲劳试验	随机抽取 3 支		符合 ISO9809-1:2019 第 9.2.2 条的要求。
液压试验及容量检查	逐支		符合 ISO9809-1:2019 第 11.2 条、11.5 条的要求。
颈圈扭矩试验（适用时）	随机抽取 1 支		符合 ISO9809-1:2019 第 7.8 条的要求。
锥螺纹扭矩测试（采用锥螺纹时）	随机抽取 1 支		符合 ISO9809-1:2019 第 9.2.5 条要求。
底部密封性试验（仅管制瓶的底部）	逐支		采用适当的试验装置对瓶体底部内表面中心区加压，加压面积应至少为瓶体底部面积的 1/16，且加压区域直径至少为 20mm，试验介质可为洁净空气或氮气。试验压力为钢瓶的公称工作压力，保压时间不少于 1min，瓶体底部试验区域浸没于水中，不得有泄漏现象。该试验可用整体气密性试验代替。
气密性试验（适用时）	逐支		认可采用的标准有要求时进行，结果应符合相关公认标准的要求。

## 8 单件/单批检验

8.1 船用钢质无缝气瓶的单件/单批检验一般应在认可后进行，未经认可的钢质无缝气瓶的单件/单批应按本指南要求进行型式试验。

8.2 对本社认可后的钢质无缝气瓶单件/单批（批量定义见 3.1(3)）检验，按认可时批准的产品检验计划进行。具体应包括以下试验项目：

单件/单批试验项目及要求

表 8.2

试验项目	试验数量	
原材料检验	每炉或每批	
气瓶内外部外观检查	逐支	
尺寸及形位公差检查、瓶口内螺纹检查	逐支	
硬度试验（瓶体上测量 1 点）	逐支	
超声波检测	逐支	
拉伸试验	1 支/批	1 个
弯曲或压扁试验（适用时）		弯曲：2 个，或 压扁/环形压扁：1 个
冲击试验		1 组 3 个
爆破试验	1 支/批	
液压试验及容量检查	逐支检查	
气瓶底部解剖试验（适用时）	1 支/批	
底部密封性试验（仅管制瓶的底部）	逐支	
气密性试验（适用时）	逐支	
其他检验（适用时）	本社批准的图纸、认可采用的标准或工厂的技术文件要求进行的其他试验项目。	

注：① 试验要求参照表 7.2 型式试验相关要求。

- (a) 拉伸试验：本社批准的图纸、认可采用的标准或工厂的技术文件要求取 2 个试样时，应取 2 个试样；
- (b) 冲击试验：对于壁厚小于 3.5 mm 的薄壁横向冲击试样，允许用压扁试验替代冲击试验；
- (c) 超声波检测：认可采用的标准允许时，可采用磁粉检测替代超声波检测；
- (d) 底部密性试验：可用气密性试验或氦检漏试验替代。
- (e) “适用时”为：本社批准的图纸、认可采用的标准或工厂的技术文件要求试验时，应进行弯曲或压扁试验、气瓶底部解剖试验、气密性试验。

② 如果试验结果不合格，按下列规定进行处理：

- (a) 如果不合格是由于试验操作异常或试样制备不合要求、测量失误所造成，可重做同样数量试样的试验；如重新试验结果合格，则首次试验无效；
- (b) 如果确认不合格是由于热处理造成的，允许该批瓶体重新热处理，但重新热处理次数不应多于两次；重新热处理的瓶体应保证设计壁厚；经重新热处理的该批瓶体应作为新批进行批量检验；
- (c) 如果不合格是由于其它原因造成的，则不合格的钢瓶应报废或用经过本社同意方式进行修复；修复后的钢瓶应重新进行原不合格项目的试验。

8.3 检验合格的瓶体上应按相关标准进行清晰而永久标识，标识应包括本社船用产品证书号及钢印标记：

8.4 本社验船师对产品检验完成后，对合格产品签发船用产品证书。