



中华人民共和国国家标准

GB/T 18442.2—2019
代替 GB/T 18442.2—2011

固定式真空绝热深冷压力容器 第 2 部分：材料

Static vacuum insulated cryogenic pressure vessels—
Part 2: Materials

2019-12-10 发布

2019-12-10 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 一般要求 2

5 罐体材料 2

6 焊接材料 4

7 夹层支撑材料 4

8 外购件 4

9 其他材料 5



前 言

GB/T 18442《固定式真空绝热深冷压力容器》分为以下 7 个部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：材料；
- 第 3 部分：设计；
- 第 4 部分：制造；
- 第 5 部分：检验与试验；
- 第 6 部分：安全防护；
- 第 7 部分：内容器应变强化技术规定。

本部分为 GB/T 18442 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 18442.2—2011《固定式真空绝热深冷压力容器 第 2 部分：材料》，与 GB/T 18442.2—2011 相比，主要技术变化如下：

- 删除了夹层、罐体等 5 个术语和定义；
- 修改了材料的一般要求；
- 修改了罐体用钢板、钢锻件、管子和管件、绝热材料、吸附剂材料、焊接材料、夹层支撑材料、外购件和其他材料的要求；
- 修改了罐体材料的性能指标和质量控制要求。

本部分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。

本部分起草单位：张家港中集圣达因低温装备有限公司、上海市气体工业协会、中车长江车辆有限公司、中国特种设备检测研究院、石家庄安瑞科气体机械有限公司、苏州圣汇装备有限公司、杭州富士达特种材料股份有限公司、上海华谊集团装备工程有限公司。

本部分主要起草人：罗晓钟、周伟明、钱红华、滕俊华、胡海滨、陈朝晖、王红霞、张连伟、应建明、魏勇彪。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 18442.2—2011；
- GB 18442—2001。

固定式真空绝热深冷压力容器

第2部分：材料

1 范围

GB/T 18442 的本部分规定了固定式真空绝热深冷压力容器(以下简称“深冷容器”)使用的钢板、锻件、管子和管件、绝热材料、吸附剂材料、焊接材料、夹层支撑材料及外购件材料的基本要求。

本部分适用于同时满足以下条件的深冷容器：

- a) 内容器工作压力不小于 0.1 MPa；
- b) 几何容积不小于 1 m³；
- c) 绝热方式为真空粉末绝热、真空复合绝热或高真空多层绝热；
- d) 储存介质为标准沸点不低于—196 ℃的冷冻液化气体。

本部分不适用于下列范围的深冷容器：

- a) 内容器和外壳材料为有色金属或非金属的；
- b) 球形结构的；
- c) 堆积绝热方式的；
- d) 移动式的；
- e) 储存标准沸点低于—196 ℃冷冻液化气体介质的；
- f) 储存介质按 GB 12268 规定为毒性气体的；
- g) 国防军事装备等有特殊要求的。

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 150(所有部分) 压力容器

GB/T 713 锅炉和压力容器用钢板

GB/T 3531 低温压力容器用钢板

GB/T 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管

GB/T 13350 绝热用玻璃棉及其制品

GB/T 13550 5A 分子筛及其测定方法

GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管

GB/T 17600(所有部分) 钢的伸长率换算

GB/T 18442.1 固定式真空绝热深冷压力容器 第1部分：总则

GB/T 24511 承压设备用不锈钢和耐热钢钢板和钢带

GB/T 31480 深冷容器用高真空多层绝热材料

GB/T 31481 深冷容器用材料与气体的相容性判定导则

HG/T 2690 13X 分子筛

JC/T 1020 低温装置绝热用膨胀珍珠岩

NB/T 47009 低温承压设备用合金钢锻件

NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
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
YS/T 599 超细氧化钼粉
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

GB/T 150 和 GB/T 18442.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 一般要求

- 4.1 材料的选择应考虑材料的力学性能、物理性能、工艺性能和与介质的相容性。
- 4.2 罐体选用材料应符合 TSG 21、GB/T 150.2 以及相应国家标准或行业标准的规定。
- 4.3 可能与氧气或富氧环境接触的材料,其与氧的相容性应符合 GB/T 31481 的规定。
- 4.4 与受压元件相焊的非受压元件用材料应具有良好的韧性及焊接性。
- 4.5 受压元件材料制造单位应在材料的明显部位做出清晰、牢固的出厂钢印标志或采用其他可追溯的标志。
- 4.6 受压元件材料制造单位应向深冷容器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、清晰并且印制可以追溯的信息化标识,加盖材料制造单位质量检验章。
- 4.7 深冷容器制造单位从非材料制造单位取得罐体和管路用材料时,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。
- 4.8 深冷容器制造单位应对取得的材料、外购件的质量证明书的真实性和一致性负责。
- 4.9 境外牌号材料和新材料的使用应符合 TSG 21 的有关规定。

5 罐体材料

5.1 一般要求

- 5.1.1 罐体受压元件的材料应符合相应材料标准和设计图样的规定。
- 5.1.2 罐体受压元件用钢应为氧气转炉或电炉冶炼的镇静钢,并应采用炉外精炼工艺。
- 5.1.3 罐体受压元件用钢板的断后伸长率应符合相应钢板标准的规定,且奥氏体型不锈钢的断后伸长率应不小于 40%,碳素钢和低合金钢的断后伸长率应不小于 20%。采用不同尺寸试样的断后伸长率指标,应按照 GB/T 17600 进行换算,换算后的指标应符合本条规定。

5.2 钢板

5.2.1 内容器用钢板

- 5.2.1.1 内容器用钢板一般采用奥氏体型不锈钢钢板,并符合 GB/T 24511 的规定。热轧钢板表面加工类型不低于 1D 级,冷轧钢板表面加工类型不低于 2B 级。
- 5.2.1.2 内容器受压元件用钢板应具有良好的塑性,其标准室温屈服强度(或 0.2%规定塑性延伸强度)

应不大于 460 MPa,标准抗拉强度上限值应不大于 725 MPa,材料质量证明书中室温屈服强度(或 0.2%规定塑性延伸强度)与室温抗拉强度之比应不大于 0.85。

5.2.1.3 内容器常用钢板材料的力学性能指标按表 1 的规定。

5.2.1.4 当采用表 1 以外的钢板时,应符合本部分和相应材料标准的规定。

表 1 内容器常用钢板力学性能指标

钢 号	钢板标准	交货状态	厚度/mm	室温强度指标/MPa			断后伸长率 A/%
				$R_{p0.2}$	$R_{p1.0}$	R_m	
S30408	GB/T 24511	固溶处理	3~40	≥ 220	≥ 250	≥ 520	≥ 40
S30403				≥ 210	≥ 230	≥ 490	
S31608				≥ 220	≥ 260	≥ 520	
S31603				≥ 210	≥ 260	≥ 490	

5.2.2 外壳用钢板

5.2.2.1 钢板应有良好的可焊性、足够的强度和冲击韧性,同时应考虑外界环境的腐蚀作用。当选用低合金钢钢板时,应符合 GB/T 713 或 GB/T 3531 的规定;当选用奥氏体型不锈钢钢板时,应符合 GB/T 24511 的规定。

5.2.2.2 外壳常用钢板材料的力学性能指标按表 2 的规定。

5.2.2.3 当采用表 2 以外的钢板时,应符合本部分和相应材料标准的规定。

表 2 外壳常用钢板力学性能指标

钢 号	钢板标准	交货状态	厚度/mm	室温强度指标/MPa		断后伸长率 A/%
				$R_{eL}(R_{p0.2})$	R_m	
Q245R	GB/T 713	热轧,控轧或正火	3~16	≥ 245	400~520	≥ 25
Q345R				≥ 345	510~640	≥ 21
16MnDR	GB/T 3531	正火,正火加回火	6~16	≥ 315	490~620	≥ 21
S30408	GB/T 24511	固溶处理	3~25	≥ 220	≥ 520	≥ 40
S30403				≥ 210	≥ 490	

5.3 钢锻件

5.3.1 内容器用不锈钢锻件应符合 NB/T 47010 的规定,锻件级别应不低于Ⅲ级。

5.3.2 外壳用低合金钢锻件和不锈钢锻件应分别符合 NB/T 47009、NB/T 47010 的规定,锻件级别应不低于Ⅱ级。

5.4 管子和管件

5.4.1 管子用材料应符合 GB/T 150.2 和设计图样的规定,且应符合 GB/T 13296 或 GB/T 14976 的规定。

5.4.2 管件应符合相应标准的规定。当管件采用钢锻件时,应符合 5.3 的规定。

5.4.3 奥氏体不锈钢管件采用冷成型加工成型时,其成型后的铁素体测量值应不大于 15%。

5.5 绝热材料

5.5.1 膨胀珍珠岩(珠光砂)应符合 JC/T 1020 的规定,且含水率不大于 0.3%(质量分数)。

5.5.2 阻光剂应具有良好的化学稳定性。

5.5.3 高真空多层绝热材料应符合 GB/T 31480 的规定。

5.5.4 复合绝热使用的超细玻璃纤维制品应符合 GB/T 13350 的规定,且符合下列要求:

- a) 含水率 $\leq 0.3\%$ (质量分数);
- b) 密度 $\leq 16 \text{ kg/m}^3$;
- c) 热导率:在标准大气压力和常温下,热导率 $\leq 0.033 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$;在真空度为 0.133 Pa (0.001 mmHg)和温度 $-196 \text{ }^\circ\text{C}$ (77 K) $\sim 232 \text{ }^\circ\text{C}$ (505 K)下,热导率 $\leq 0.003 6 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 。

5.6 吸附剂材料

5.6.1 5A 分子筛应符合 GB/T 13550 的规定,13X 分子筛应符合 HG/T 2690 的规定。

5.6.2 氧化钡应符合 YS/T 599 的规定。

5.6.3 采用其他吸附剂材料时,应能满足深冷容器的使用要求,且符合相应产品标准的规定。

6 焊接材料

6.1 焊接材料应符合 NB/T 47018.1 $\sim$ NB/T 47018.4 的规定,且有清晰、牢固的标志,并附有质量证明书。

6.2 焊接材料的选用应考虑焊接接头力学性能与罐体母材的匹配,且应符合 TSG 21 的规定。

6.3 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。

7 夹层支撑材料

7.1 当采用非金属材料作支撑元件时,应满足下列要求:

- a) 非金属支撑材料应尽可能采用热导率小、使用温度在材料允许使用温度范围内、真空下表面放气率低和具有良好的低温冲击韧性的材料;
- b) 材料性能应符合相应的产品标准的规定;
- c) 材料制造单位应委托具有相应资质的试验机构进行材料性能测试,并取得试验机构出具的材料性能试验报告;
- d) 采用玻璃钢作为支撑材料时,材料出厂文件应包含压缩强度、弯曲强度、拉伸强度、剪切强度、冲击韧性和弹性模量等力学性能指标和热导率、线膨胀系数、允许使用温度范围等物理性能指标,以确保使用的玻璃钢满足深冷容器的绝热性能、结构强度、制造工艺和使用的要求。

7.2 当采用金属材料作为支撑元件时,应满足产品的低温性能要求,同时使用温度应在材料允许使用温度范围内,且材料应具有良好的低温冲击韧性。

8 外购件

8.1 外购件应符合相应的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。

8.2 进口阀门等压力管道元件还应符合国家主管部门的相关规定。

8.3 紧固件应符合相应国家标准或行业标准的规定。

8.4 密封垫片应根据充装介质、工作压力和温度正确选用,且符合相应标准的规定。当采用四氟乙烯

垫片时,应选用膨胀或填充改性型聚四氟乙烯垫片。

9 其他材料

9.1 支座材料应有足够的强度和冲击韧性,且符合相应支座标准的规定。

9.2 深冷容器用其他材料应符合设计图样的要求。

