钢制低温压力容器技术规定

HG 20585－1998

编　制　说　明

本标准是在下列标准的基础上进行编制的：

(1)GB 150《钢制压力容器》附录C；

(2)HGJ 19－89《钢制低温压力容器技术规定》。

在修订本标准时遵循了以下原则：

(1)不违背GB 150的相应规定；

(2)根据化工容器设计的具体情况，对GB 150进行补充和具体化；

(3)参考国外相应的低温压力容器有关标准，如ASME Ⅷ－1和Ⅷ－2、BS 5500、JIS B8270、AD规范等的内容，以及国内在低温容器方面新的发展及规定。

由于本规定的编制单位也是GB 150附录C的编制单位，因此，在本规定编制说明中仅就与GB 150有区别的部分做出说明，而与GB 150一致的部分就不再赘述，可参阅GB 150相应部分的编制说明。

1. 对奥氏体不锈钢制低温容器的技术

参照ASME Ⅷ－1/UHA51，对奥氏体不锈钢制低温容器增加了四项要求：

(1)考虑到目前国内使用1Cr[illegible]用于低温容器的18－8钢的含碳量小于等于0.10%，实际上是限制了1Cr18Ni9Ti[illegible]于低温容器。

(2)铸造材料的化学成份和金相组织，与锻[illegible]生产的轧材相比，有较大差异，为此规定了A_{KV}的要求，具体指标系按ASME SA352有关说明[illegible]。

(3)对于奥氏体钢焊缝，为了避免纯奥氏[illegible]织在熔焊过程中产生高温热裂纹倾向，规定熔敷金属的成份设计中一般要含有一定[illegible]了防止过多的铁素体对低温韧性的影响，因此，按ASME Ⅷ－1、UHA51的规定，对工艺评定的A_{KV}提出了要求。具体指标系参照AD规范HP2/1中对低温不锈钢焊接接头(焊肉)的A_{KV}要求确定。

由于国内目前尚无测定冲击试样侧向膨胀量的有关标准，为此本标准对奥氏体不锈钢的冲击试验仍采用冲击功的判据。

(4)奥氏体钢过大的冷变形也将导致低温韧性下降，因此参照AD规范W10的规定，规定了最大允许冷变形率。

2. 环境温度与设计温度的关系

我国北方与西北地区的严寒季节，环境温度较低。部分无保温而且安放在室外的容器，尤其是储存类容器，其设计温度往往要根据环境温度来确定。由于情况各异，在GB 150中只笼统指出了环境温度的定义和要考虑环境温度的影响，但未规定设计温度如何确定。

本规定把上述低温容器分为内部装载液体或气体介质两大类。由于液体的热容量较大，取设计温度等于环境温度；而气体的热容量较小，壳体壁温接近于日平均温度。根据气象数据统计，寒冷地

区按 GB 150 定义的环境温度比最低日平均温度要高 3～4℃。为此，对于介质为气相的容器，取环境温度(按 GB 150 的定义)降低 3℃作为设计温度。

当然，容器的容积有大小之分，装载物料也有多少之分，这些情况均由设计者按照上述原则灵活掌握。

3. 低温低应力工况压力容器

GB 150 中规定了低应力工况的定义为壳体或其受压元件环向应力小于或等于常温屈服点的六分之一，且不大于 50MPa 时的工况。但化工容器设计中还确实存在着应力水平虽较低但未低至六分之一屈服强度的现象。下面列出国外压力容器规范中对低应力工况的处理条款。

英国 BS 5500	$\sigma \leqslant \frac{2}{3}[\sigma]$	设计温度调整值 $\Delta t=10$℃
	$\sigma \leqslant 50$MPa	设计温度调整值 $\Delta t=50$℃
法国 CODAP	$\sigma \leqslant \frac{1}{2}\sigma_s$	设计温度调整值 $\Delta t=10$℃
	$\sigma \leqslant 50$MPa	设计温度调整值 $\Delta t=50$℃
德国 AD 规范	$\sigma \leqslant \frac{3}{4}[\sigma]$	$\Delta t=50$℃，但大于 10mm 应作 PWHT
	$\sigma \leqslant \frac{1}{2}\lvert\sigma\rvert$	$\Delta t=50$℃，但大于 20mm 应作 PWHT
	$\sigma \leqslant \frac{1}{4}[\sigma]$	$\Delta t=70$～80℃
ASME Ⅷ－1(95)	$\sigma/([\sigma]\cdot\phi)=0.80$	$\Delta t=11.1$℃ } 适用于设计温度不低于－46℃时
	0.60	$\Delta t=22.2$℃
	0.50	$\Delta t=33.3$℃
	0.44	$\Delta t=44.4$℃
	0.40	$\Delta t=58.3$℃，适用于设计温度不低于－100℃时

考虑到 GB 150 标准的安全系数 $n_b=3$，与 ASME Ⅷ－1 $n_b=4$ 的差异，为了达到同等的应力水平，本标准对低温低应力工况下，温度调整值按 ASME Ⅷ－1 的规定，但将应力水平再分别下调四分之三，如下表所示。

ASME Ⅷ－1		本 标 准	
应力比	设计温度调整值 Δt(℃)	应力比	设计温度调整值 Δt(℃)
1.00	0	0.75	0
0.80	11.1	0.60	10
0.60	22.2 适用于设计温度不低于－46℃	0.45	20 适用于设计温度不低于－46℃
0.50	33.3	0.375	30
0.44	44.4	0.33	40
0.40	58.3 适用于设计温度不低于－100℃	0.30	50 适用于设计温度不低于－100℃

可见，本标准与 GB 150 附录 C 在低温低应力压力容器上的区别在于：

(1)当设计温度不低于－46℃时，提高了低应力的阈值，使设计选材更具调节余地，而且对“低应力”阈值的提高是符合 ASME Ⅷ－1 应力水平的。与欧洲各国规范相比，也有可比性。

(2)当设计温度为－46℃～－100℃时，GB 150 与本标准规定是一致的。

(3)当设计温度低于－100℃时，本标准不再适用低应力概念，与 ASME Ⅷ－1 的规定相同，而 GB 150 的低应力工况可适用至－196℃。

4. 低应力工况下的 0～－20℃用低温容器

符合低应力工况的低温容器，当调整后的冲击试验温度处于 0℃～＞－20℃之间时，按 GB 150 附录 C 不作低温冲击试验，其设计、制造均按常温容器考虑。考虑到化工容器的安全性要求较高；而且目前对－20℃一刀切的处理方法缺乏一个过渡层次，低于－20℃与高于－20℃的容器在技术要求上差距太大。为此，本规定设立了一条过渡的条款，即符合低应力工况的低温容器，当调整后的冲击试验温度高于－20℃，但低于或等于 0℃时，母材及其焊接接头需按调整后的温度进行低温冲击试验，而其它设计、结构、制造、检验要求仍按常温容器对待。所以，本规定的这些要求与 GB 150 相比，要求是提高了。

5. 小试样问题

在 GB 150 中，只规定了一种小试样(冲击)尺寸，即 5mm×10mm×55mm。这是由于相应的冲击试样国家标准中只列入了这样一种小试样尺寸。目前，无论低温容器或低温钢材标准，都把单位截面积的冲击功维持不变作为确定小试样冲击功要求的准则。这是接受了英国等国家有关学者的科研结论。但这个结论是有前提的，即试样尺寸与钢材厚度的差别应当是尽可能小。所以，按照目前试样标准中只有一种 5mm 小试样的情况，厚度小于 11mm 的钢材或 12～14mm 的钢管也只能采用 5mm 小试样，而且厚度在 6mm 以下时就不能进行冲击试验。显然，只采用 5mm 小试样是不够安全的，有必要按照 ASME 等规范的规定，对冲击试验温度按试样尺寸进行调整。

目前，国内如成都无缝管厂等，已将 7.5mm×10mm×55mm 以及 2.5mm×10mm×55mm 小试样列入厂标，而且 7.5、2.5 小试样的加工要求，除宽度外均与 5mm 小试样完全一致。因此，本规定中引入了这两种补充的小试样尺寸，弥补了 GB 150 在小试样问题上的不足，也提高了薄壁低温受压元件的安全性。

6. 冲击试验温度与设计温度的关系

我国现行容器标准中是不论厚度、焊接与否、载荷类别，一律取冲击温度等于设计温度，同时对焊后热处理等作了相应规定，以作为补充。这显然是一种比较简单，但又符合按规则设计的压力容器规范的特点。然而，化工容器设计和制造中遇到的情况又是十分复杂的。为此，本规定中对一些常见的问题作了规定的处理方法。

其中，对螺栓、螺母的规定是考虑到紧固件的设计温度与壳体有差别，而螺母的载荷又较低，因此作了相应调整。

对非焊接件且以弯曲应力为主的元件，根据其应力及不焊接的特点，也相应作了放宽处理的规定。

对超过 16mm 又不作焊后热处理的特殊场合，规定要降低冲击温度。这是吸收了国外相应规范(如 JIS B8250、BS 5500、ISO、CODAP)对厚度与焊后热处理的考虑因素，而作出的调整。

由于低温铁素体钢在焊后经常会发生热影响区冲击功下降的现象，因此，为了保证焊接接头的各区冲击功要求，有必要对母材提出较高的要求，或要求母材的低温韧性比标准规定的值留有较多的余量，为此，也提出相应的原则要求。

7. 按 σ_b 分档的改变

GB 150 附录 C 中，根据材料的抗拉强度，规定了不同的冲击功要求。GB 150 中的 σ_b 分档时完全按 ASME Ⅷ－1 确定的。本规定按照国内压力容器用钢的抗拉强度等级，作了适当调整，调整基本上都是按提高要求的方向靠拢的。

8. 异种钢焊接接头的性能要求

石油化工装置中由于低温设备涉及的温度范围较广，同一台设备中经常会遇到不同的温度系列，或不同合金体系的低温钢共用。所以，异种钢焊接接头的性能要求是经常遇到的问题。本规定本着保证接头韧性、强度、冷弯就低等原则，对各种情况的异种钢焊接组合作了规定。

9. 结构设计

按照尽可能焊透的原则，对A、B、C、D、E类各种焊缝的使用作了规定。但也不能什么结构都要求焊透。为此，参照 ASME Ⅷ－2 对低温用镍钢的相应规定，对各类焊缝结构型式，结合 HG 20583 的节点 图进行了规定。

同时，对平焊法兰、带补强板接管[illegible]分中[illegible]承受外载荷的开孔接管型式，作了限制性规定。

10. 商品紧固件的使用

商品紧固件在压力容器行业中的[illegible]用，历来未作规定。[illegible]规定参考了国际紧固件标准以及 AD 规范等标准，对商品紧固件表[illegible]作了规[illegible]

11. 对冷加工变形率的限制

主要参照 ADW10 的相应条款[illegible]造经验，对冷加工变形率作了规定。

12. 增加了焊接工艺评定中对熔合线的冲[illegible]要求

目的旨在提高对接头各个区域冲击韧性的[illegible]平，做到心中有数，但仅限于必要时在工艺评定时作，而产品试板并不要求作。

13. 增加了对 100%射线探伤的要求

在 GB 150 附录 C 的基础上，对压力较高、盛装易燃介质的容器增加了100%无损探伤的要求，这对提高化工用低温压力容器的安全性是有益的。

14. 表面磁粉探伤要求

在 GB 150 附录 C 的基础上，对高强钢拆除工装卡具的焊痕表面、焊补前后以及设备法兰用螺纹紧固件增加了磁粉探伤要求，并提出了具体的合格级别要求。

15. 关于附录 A、B

参考 ASME SA 320 和 ASME Ⅷ－1 的有关规定，规定了冷加工强化不锈钢螺栓的性能要求及许用应力；列入了国内目前较成熟的焊条牌号、性能和生产厂，以供设计选用。