GB150.2-2011
《压力容器-材料》

全国锅炉压力容器标准化技术委员会

2012年2月

Ⅰ 标准修订的概述和依据

本标准修订的主要依据如下：

- 1、按TSG R0004—2009的相关要求进行修订；
- 2、国内新材料标准的修订、出版与实施情况；
- 3、国内相应材料的生产检验与复验数据；
- 4、GB150-1998标准实施以来收集到的意见；
- 5、近期国外同类标准的修订情况。

II 标准的框架结构

- 标准共分为12个部分。1个前言。7个正文部分，包括：1 范围，2 规范性引用文件，3 总则，4 钢板，5 钢管，6 钢锻件，7 螺柱（含螺栓）和螺母用钢棒。4个附录部分，包括：附录A（规范性附录）材料的补充规定，附录B（资料性附录）钢材高温性能参考值，附录C（资料性附录）高合金钢钢号近似对照，附录D（规范性附录）Q235系列钢板的使用规定。

III主要变动内容

- 具体内容见前言

GB150.2《压力容器-材料》

- 附录A中增加了4个低合金钢钢板（12Cr2Mo1VR、15MnNiNbDR、08Ni3DR和06Ni9DR）的技术要求，以及2个低合金钢钢管（09MnNiD和08Cr2AlMo）的技术要求；
- 附录B中列入了新增钢号的相关性能数据参考值；
- 附录C中列出了高合金钢统一数字代号和牌号的对照表；
- 附录D中列出了Q235系列钢板的使用规定。

GB150.2《压力容器-材料》

1 范围

2 规范性引用文件

3 总则

4 钢板

5 钢管

6 钢锻件

7 螺柱（含螺栓）和螺母用钢棒

8 附录A （规范性附录）材料的补充规定

9 附录B （资料性附录）钢材高温性能参考值

10 附录C （资料性附录）高合金钢钢号近似对照

11 附录D （规范性附录）Q235系列钢板的使用规定

1 范围

- GB 150的本部分规定了压力容器受压元件用钢材允许使用的钢号及其标准，钢材的附加技术要求，钢材的使用范围（温度和压力）和许用应力。
- 本部分适用于设计温度-253℃~800℃、设计压力不大于35MPa的压力容器。
- 本部分不适用的范围为：GB150.1规定的不适用范围；制冷、造纸行业的容器，搪玻璃容器和简单压力容器；TSG R0004中1.4条所规定的范围。

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。

3 总则

- 3.1 本标准对压力容器受压元件所采用的钢板、钢管、钢锻件和螺柱（含螺栓）用钢材做出了相关规定。
- 3.2 采用本标准未列入钢号的钢材时，除奥氏体型钢材外均应符合附录A的有关规定。允许采用已列入国家标准中的奥氏体型钢材。
- 3.3 钢材质量证明书，对符合TSG R0004中2.11所规定的情况，压力容器制造单位应对钢材进行复验。
- 3.4 选择压力容器受压元件用钢时应考虑容器的使用条件、材料的性能、容器的制造工艺以及经济合理性。
- 3.5 压力容器受压元件用钢应当是氧气转炉或者电炉冶炼的镇静钢。对三种钢板和一种锻件，还应当采用炉外精炼工艺。

GB150.2《压力容器-材料》

- 3.6　压力容器受压元件用钢材的使用温度上限
- 3.6.1　钢材的使用温度上限（相应受压元件的最高设计温度）为本标准各许用应力表中各钢号许用应力所对应的最高温度。如在工艺过程中，钢材需短时在高于使用温度上限操作时，由设计文件规定。
- 3.7　压力容器受压元件用钢材的使用温度下限
- 钢材（奥氏体型钢材除外）的使用温度下限，奥氏体型钢材的使用温度下限，低温低应力工况的钢材使用温度下限。
- 3.8 碳素钢和低合金钢钢材的冲击试验要求
- 3.8.1 碳素钢和低合金钢钢材（钢板、钢管、钢锻件及其焊接接头）的冲击功最低值按表1的规定。

表1　碳素钢和低合金钢钢材的冲击功最低值

钢材标准抗拉强度下限值 R_m（MPa）	3个标准试样冲击功平均值 KV_2（J）
≤450	≥20
＞450～510	≥24
＞510～570	≥31
＞570～630	≥34
＞630～690	≥38
注：对R_m随厚度增大而降低的钢材，按该钢材最小厚度范围的R_m确定冲击功指标。	

GB150.2《压力容器-材料》

- 3.8.3 钢板的冲击试验要求，对Q245R、Q345R和13MnNiMoR钢板规定进行-20℃冲击。
- 3.8.4 钢管的冲击试验要求。
- 3.8.5钢锻件的冲击试验要求，20、16Mn和20MnMo钢锻件规定进行-20℃冲击。
- 3.8.6 低合金钢螺柱的冲击试验要求。
- 3.9 根据设计文件要求，钢材晶间腐蚀试验，应力腐蚀试验，点腐蚀试验。
- 3.10对钢材有特殊技术要求。
- 3.11 对已列入本标准的一些钢板，应按TSG R0004的规定通过技术评审。

4 钢板

- 4.1 碳素钢和低合金钢钢板
- 4.1.1 钢板的标准GB713-2008、GB3531-2008、GB19189-2011、GB150.2-2011附录A，钢板的使用状态及许用应力。
- 4.1.4 下列碳素钢和低合金钢钢板，应在正火状态下使用：

  a) 用于多层容器内筒的Q245R和Q345R；

  b) 用于壳体的厚度大于36mm的Q245R和Q345R；

  c) 用于其他受压元件(法兰、管板、平盖等)的厚度大于50mm的Q245R和Q345R。

- 4.1.5　下列碳素钢和低合金钢钢板,应每张热处理钢板进行拉伸和V型缺口冲击试验：

  a)　调质热处理钢板；

  b)　多层容器的内筒钢板；

  c)　壳体厚度大于60mm的钢板。

- 4.1.6　根据设计文件要求，对厚度大于36mm的调质状态使用的钢板和厚度大于80mm的正火或正火加回火状态使用的钢板，可增加一组在钢板厚度1/2处取样的冲击试验。

- 4.1.7　根据设计文件要求,对厚度大于36mm的标准抗拉强度下限值大于或等于540MPa的钢板和用于设计温度低于-40℃的钢板，可附加进行落锤试验。试验按GB/T 6803进行，采用P-2型试样。

GB150.2《压力容器-材料》

- 4.1.8　壳体用钢板(不包括多层容器的层板)应按表3的规定逐张进行超声检测，钢板超声检测方法和质量等级按JB/T 4730.3的规定。
- 4.1.9　公称容积大于或等于50m³的球形储罐，其球壳板厚度不宜大于50mm。
- 4.1.10　用于设计温度高于200℃的Q370R钢板，以及用于设计温度高于300℃的18MnMoNbR、13MnNiMoR和12Cr2Mo1VR 钢板，要求钢板按批进行设计温度下的高温拉伸试验。
- 4.1.11　受压元件用钢板，其使用温度下限按表4的规定。对厚度大于100mm的壳体用钢板及其焊接接头，应规定较严格的冲击试验要求。
- 4.1.12　允许使用ISO9328-2中的P265GH和P355GH钢板。当钢板需进行-20℃冲击试验时，P265GH和P355GH钢板的冲击功指标应分别提高到31J和 34J。

www.cscbpv.org.cn

- 4.2　高合金钢钢板
- 4.2.1　钢板的标准GB24511-2009、厚度范围及许用应力
- 4.2.2　所有钢板均应由经炉外精炼的钢轧制而成。铁素体型（S1××××）钢板以退火状态交货，奥氏体—铁素体型（S2××××）钢板和奥氏体型（S3××××）钢板以固溶热处理状态交货。
- 4.2.6　受压元件用钢板，使用温度下限按下列规定：

a)　铁素体型钢板为0℃；

b)　奥氏体-铁素体型钢板为-20℃；

c)　奥氏体型钢板按3.7.2规定。

- 4.3　复合钢板
- 4.3.1　不锈钢-钢复合板

a）不锈钢-钢复合板的技术要求应符合NB/T 47002.1的规定。对不计入强度计算的奥氏体型不锈钢覆材，可选用GB24511以外的国家标准中的钢号，该覆材钢号的技术要求（如磷、硫含量，强度指标等）允许低于GB24511相应钢号的规定。

b)　复合板的未结合率不应大于5%，设计文件中应规定复合板的级别。

c）不锈钢-钢复合板的使用温度范围应同时符合本标准对基材和覆材使用温度范围的规定。

d）设计文件也可选用其他复合钢板标准，但其技术要求和使用温度范围应符合a）~c）的规定，其中复合界面的结合剪切强度应不小于210MPa。

- 4.3.2　镍-钢复合板

a）镍-钢复合板的技术要求应符合NB/T 47002.2的规定。

b）镍—钢复合板的使用温度范围应同时符合基材和覆材使用温度范围的规定，其中基材的使用温度范围应符合本标准的规定，覆材的使用温度范围应符合JB/T 4756的规定。

d）设计文件也可选用其他复合钢板标准，但其技术要求和使用温度范围应符合a）~c）的规定，复合界面的结合剪切强度应不小于210MPa。

- 4.3.3　钛-钢复合板

  a）钛-钢复合板的技术要求应符合NB/T 47002.3的规定。

  c）钛—钢复合板的使用温度下限按本标准对基材的规定，使用温度上限为350℃。

  d）设计文件也可选用其他复合钢板标准，剪切强度应不小于140MPa。

- 4.3.4　铜-钢复合板

  a）铜-钢复合板的技术要求应符合NB/T 47002.4的规定。

  c）铜—钢复合板的使用温度下限按本标准对基材的规定，使用温度上限为200℃。

  d）设计文件也可选用其他复合钢板标准，剪切强度应不小于100MPa。

5 钢管

- 5.1 碳素钢和低合金钢钢管
- 5.1.1 钢管的标准GB 5310、GB6479、GB/T8163、GB9948和附录A，使用状态及许用应力。对壁厚大于30mm的钢管和使用温度低于-20℃的钢管，表中的正火不允许用终轧温度符合正火温度的热轧来代替。设计温度低于-40℃的钢管用钢均应经炉外精炼。
- 5.1.3 GB/T 8163中10、20钢和Q345D钢管的使用规定。
- 5.1.4 GB 9948中各钢号10、20、12CrMo、15CrMo、lCr5Mo钢管的使用规定。
- 5.1.5 GB6479中各钢号钢管20、16Mn的使用规定。
- 5.1.6 GB5310中的12Cr1MoVG钢管用作换热管时，应选用冷拔或冷轧钢管。
- 5.1.7 使用温度低于-20℃的钢管，其钢号、使用状态和冲击试验温度。
- 5.1.8 允许选用GB/T 699《优质碳素钢》中直径不大于50mm的10钢和20钢钢棒制造接管，其使用规定。

www.cscbpv.org.cn

- 5.2　高合金钢钢管
- 5.2.1　钢管的标准GB/T 12771、GB 13296、GB/T 14976、GB/T 21832、GB/T 21833、GB/T 24593和壁厚范围及许用应力。钢管的交货状态等。
- 5.2.2　GB/T 14976中的钢管不得用于换热管。
- 5.2.3　GB/T 21833中的钢管如用于换热管时，应选用冷拔或冷轧钢管，钢管的尺寸精度应选用高级精度。
- 5.2.4　GB/T 12771中的Ⅰ类～Ⅳ类钢管的使用规定。
- 5.2.5　GB/T 24593中的钢管使用规定。
- 5.2.6　GB/T 21832中的Ⅰ类和Ⅱ类钢管的使用规定。

- 5.2.8　钢管的使用温度下限应按下列规定：

  a)　GB/T 21832和GB/T21833各钢号钢管为-20℃；

  b)　GB 13296、GB/T 14976、GB/T 12771和GB/T 24593各钢号钢管按3.7.2的规定。

- 5.2.9 允许选用GB/T 1220中直径不大于50mm的S30408、S30403、S32168、S31608、S31603、S31703和S31008钢棒制造接管。

GB150.2《压力容器-材料》

- 6　　钢锻件
- 6.1　碳素钢和低合金钢钢锻件
- 6.1.1　钢锻件的标准NB/T47008、NB/T 47009，使用状态及许用应力的规定。
- 6.1.2　20MnNiMo、12Cr2MoIV和12Cr3MoIV钢锻件以及中所有低温用钢锻件，均应由经炉外精炼的钢锻制而成。
- 6.1.3　钢锻件的级别由设计文件规定。下列钢锻件应选用III级或IV级：

  a)用作容器筒体和封头的筒形、环形、碗形锻件；

  b)公称厚度大于300mm的低合金钢锻件；

  c)标准抗拉强度下限值等于或大于540MPa且公称厚度大于200mm的低合金钢锻件；

  d)使用温度低于-20℃且公称厚度大于200mm的低温用钢锻件。

www.cscbpv.org.cn

GB150.2《压力容器-材料》

- 6.1.4　用于设计温度高于300℃的 20MnMoNb、20MnNiMo、12Cr2Mo1V和12Cr3Mo1V Ⅲ级或Ⅳ级钢锻件，应规定钢锻件进行设计温度下的高温拉伸试验。
- 6.1.5　用于抗回火脆化要求的12Cr2MoI、12Cr2Mo1V和12Cr3MoIV钢锻件，技术文件中应注明其化学成分和力学性能的特殊要求。
- 6.1.6　钢锻件的使用温度下限。

- 6.2　高合金钢钢锻件
- 6.2.1　钢锻件的标准、公称厚度范围及许用应力。钢锻件的交货状态应按NB/T 47010的规定。
- 6.2.2　高合金钢钢锻件均应由经炉外精炼的钢锻制而成。
- 6.2.3　钢锻件的级别由设计文件规定。用作容器筒体和封头的筒形、环形、碗形锻件应选用III级或Ⅳ级。
- 6.2.4　钢锻件的使用温度下限应按下列规定：

GB150.2《压力容器-材料》

- 7　螺柱（含螺栓）和螺母用钢棒
- 7.1　碳素钢和低合金钢钢棒
- 7.1.1　钢棒的标准GB/T 699、GB/T 3077、GB/T 1221，螺柱的使用状态及许用应力。
- 7.1.2　碳素钢螺柱用毛坯应进行正火热处理，低合金钢螺柱用毛坯进行调质热处理。
- 7.1.3　碳素钢和低合金钢螺柱用毛坯经热处理后进行力学性能试验，具体要求。
- 7.1.4　碳素钢和低合金钢螺柱的使用温度下限及相关技术要求。
- 7.1.5　与螺柱用钢组合使用的螺母用钢可按表15选取，也可选用有使用经验的其他螺母用钢。调质状态使用的螺母用钢，其回火温度应高于组合使用的螺柱用钢的回火温度

GB150.2《压力容器-材料》

- 7.2　高合金钢钢棒
- 7.2.1　钢棒的标准GB/T 1220、GB/T 4226（S30408），螺柱的使用状态及许用应力。
- 7.2.2　各钢号螺柱用毛坯应进行拉伸试验，试验要求和结果应符合GB/T 1220的规定。
- 7.2.3　高合金钢螺柱的使用温度下限.
- 7.2.4　与螺柱用钢组合使用的螺母用钢的选取，也可选用有使用经验的其他螺母用钢。
- 7.2.5　固溶处理后经应变强化处理的S30408螺柱用钢棒应按GB/T 4226选用。

- 附　录　A
（规范性附录）
材料的补充规定

- A.1　总则
- A.1.1　本附录作为标准正文的补充，对选用下列钢材提出了要求：
  a)　已列入本标准但尚未列入材料标准（国家标准或行业标准）的钢材；
  b)　未列入本标准的钢材；
- A.1.2　选用钢材除应符合本附录的规定外，尚应符合本标准的有关规定。
- A.1.3　选用未列入本标准的钢材，钢材制造单位在试用前应按TSG R0004的规定通过技术评审。
- A.1.4　选用境外牌号的钢材，应按TSG R0004的规定。

- A.2　低合金钢钢板
- A.2.1　12Cr2Mo1VR钢板的技术要求如下：

a)　钢的化学成分（熔炼分析）按表A.1的规定；

表 A.1　化学成分，%

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
0.11~0.15	≤0.10	0.30~0.60	≤0.010	≤0.005	2.00~2.50	0.90~1.10
V	Cu	Ni	Nb	Ti	B	Ca
0.25~0.35	≤0.20	≤0.25	≤0.07	≤0.030	≤0.0020	≤0.015

b)　钢板的成品化学分析允许偏差：P +0.003%，S +0.002%，其他元素按GB/T 222中表2的规定或按供需双方协议；

c)　钢板以正火（允许水冷加速冷却）加回火热处理状态交货，回火温度不低于675℃；

www.cscbpv.org.cn

d) 钢板应逐热处理张进行力学性能试验，其结果按表A.2的规定。

表A.2

公称厚度 mm	拉伸试验（横向）			冲击试验（横向）	
	R_m MPa	R_{eL} MPa	A %	试验温度 ℃	KV_2 J
30~120	590~760	≥415	≥17	-20	≥60

- A.2.2　15MnNiNbDR 钢板的技术要求如下：

a)　钢的化学成分（熔炼分析）按表A.3的规定；

表A.3

化学成分，%						
C	Si	Mn	P	S	Ni	Nb
≤0.18	0.15~0.50	1.20~1.60	≤0.020	≤0.010	0.30~0.70	0.015~0.040

b) 钢板以正火或正火加回火热处理状态交货；

c) 钢板的力学性能试验结果按表A.4的规定；

表A.4

公称厚度 mm	拉伸试验（横向）			冲击试验（横向）	
	R_m MPa	R_{eL} MPa	A %	试验温度 ℃	KV_2 J
10~16	530~630	≥370	≥20	-50	≥60
>16~36	530~630	≥360			
>36~60	520~620	≥350			

- A.2.3　08Ni3DR钢板的技术要求如下：

a)　钢的化学成分（熔炼分析）按表A.5的规定；

表A.5

化学成分，%							
C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	V
≤0.10	0.15~0.35	0.30~0.80	≤0.015	≤0.010	3.25~3.70	≤0.12	≤0.05

b) 钢板以正火、正火（允许水冷加速冷却）加回火、离线淬火加回火热处理状态交货，回火温度不低于600℃；

c) 钢板的力学性能试验结果按表A.6的规定。以正火（水冷加速冷却）加回火和离线淬火加回火状态交货的钢板，应逐热处理张进行力学性能试验；

表A.6

公称厚度 mm	拉伸试验（横向）			冲击试验（横向）	
	R_m MPa	R_{eL} MPa	A %	试验温度 ℃	KV_2 J
6~60	490~620	≥320	≥21	-100	≥47
>60~100	480~610	≥300			

- A.2.4　06Ni9DR钢板的技术要求如下：

a)　钢的化学成分（熔炼分析）按表A.7的规定；

表A.7

化学成分，%							
C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	V
≤0.08	≤0.35	0.30~0.80	≤0.008	≤0.004	8.50~10.00	≤0.10	≤0.01
注：Cr+Cu+Mo≤0.50%							

b) 钢板的成品化学成分允许偏差：P+0.003%，S+0.002%，其他元素按GB/T 222中表2的规定；

c) 钢板以离线淬火加回火的调质热处理状态交货，对厚度不大于12mm的钢板也可两次正火加回火状态交货。钢板的回火温度不低于540℃；

d) 钢板应逐热处理张进行力学性能试验，其结果按表A.8的规定；

表A.8

公称厚度 mm	拉伸试验（横向）			冲击试验（横向）	
	R_m MPa	R_{eL} MPa	A %	试验温度 ℃	KV_2 J
6~30	680~820	≥560	≥18	-196	≥100
>30~40		≥550			

- A.3　低合金钢钢管
- A 3.1　12Cr2Mo1钢管的技术要求如下：

a)　钢的化学成分（熔炼分析）按表A.9的规定；

表A.9

化学成分，%						
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
0.08~0.15	≤0.50	0.40~0.60	≤0.025	≤0.015	2.00~2.50	0.90~1.10

b) 钢管以正火加回火热处理状态交货，回火温度不低于700℃；

c) 钢管的力学性能按表A.10的规定；

表A.10

公称壁厚 mm	拉伸试验（纵向）			冲击试验（纵向）	
	R_m MPa	R_{eL} MPa	A %	试验温度 ℃	KV_2 J
≤30	450~600	≥280	≥22	20	≥40

d) 本条未规定事项均按GB 9948的相关规定。

- 附　录　D

（规范性附录）

Q235系列钢板的使用规定

- D.1　GB/T 3274—2007《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》中的Q235B和Q235C钢板使用规定如下：

a) 钢的化学成分（熔炼分析）应符合GB/T 700—2006《碳素结构钢》的规定，但钢板质量证明书中的磷、硫含量应符合$P \leqslant 0.035\%$、$S \leqslant 0.035\%$的要求；

b) 厚度等于或大于6mm的钢板应进行冲击试验，试验结果应符合GB/T 700的规定。对用于使用温度低于20℃至0℃、厚度等于或大于6mm的Q235C钢板，容器制造单位应附加进行横向试样的0℃冲击试验，3个标准冲击试样的冲击功平均值$KV_2 \geqslant 27J$，1个试样的冲击功最低值以及小尺寸冲击试样的冲击功数值按GB/T 700的相应规定；

c) 钢板应进行冷弯试验，冷弯合格标准按GB/T 700的规定；

d) 容器的设计压力小于1.6MPa；

e) 钢板的使用温度：Q235B钢板为20℃～300℃；Q235C钢板为0℃～300℃；

f) 用于容器壳体的钢板厚度：Q235B和Q235C不大于16mm。用于其他受压元件的钢板厚度：Q235B不大于30mm，Q235C不大于40mm；

g) 不得用于毒性程度为极度或高度危害的介质。

- D.2　钢板的许用应力按表D.1的规定。

- 表D.1

钢号	厚度 mm	在下列温度（℃）下的许用应力，MPa					
		≤20	100	150	200	250	300
Q235B	3～16	116	113	108	99	88	81
	＞16～30	116	108	102	94	82	75
Q235C	3～16	123	120	114	105	94	86
	＞16～40	123	114	108	100	87	79
注：.Q235B所列许用应力已乘质量系数0.85，Q所列许用应力已乘质量系数0.90。							

- D.3　钢板的厚度负偏差按GB/T 3274的相应规定。