



中华人民共和国国家标准

GB 150.2—2010

代替GB 150—1998第4章和附录A、F、H

压力容器 第2部分：材料

Pressure Vessels Part 2: Materials

（征求意见稿）

2010-××-××发布

201×-××-××实施

国家质量监督检验检疫总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 总则	2
4 钢板	3
5 钢管	12
6 钢锻件	20
7 螺柱（含螺栓）用钢棒	25
附录 A（规范性附录）材料的补充规定	32
附录 B（资料性附录）钢材高温性能参考值	38
附录 C（资料性附录）高合金钢钢号近似对照	51
附录 D（规范性附录）非压力容器专用碳素钢的使用规定	49

前 言

本标准对 GB 150—1998 的材料部分（第四章、附录 A、附录 F 和附录 H）进行修订。

本标准依据 GB 150—1998 实施以来我国压力容器用钢的技术进展成果，并按照 TSG R0004—2009《固定式压力容器安全技术监察规程》的相关规定进行了修订，主要变动内容如下：

——第 2 章引用文件中的钢材标准全部进行了更新。复合板增加了镍-钢、钛-钢和铜-铜 3 个标准（NB/T 47002.2、NB/T 47002.3 和 NB/T 47002.4）。不锈钢无缝钢管增加了奥氏体-铁素体型钢管标准（GB/T 21833）。不锈钢焊接钢管增加了锅炉和热交换器用奥氏体不锈钢管标准（GB/T 24593）和奥氏体-铁素体型钢管标准（GB/T 21832）。不锈钢棒增加了冷加工钢棒标准（GB/T 4226）；

——第 3 章总则中钢材（钢板、钢管和钢锻件）的冲击功按 TSG R0004 的规定提高了指标。

——TSG R0004 所规定的安全系数重新确定了钢板、钢管和钢锻件的许用应力；

——第 4 章钢板中增加了 12Cr2Mo1VR、12MnNiVR、15MnNiNbDR、07MnNiMoDR、08Ni3DR 和 06Ni9DR 6 个低合金钢钢板，S11972、S30409、S31008、S39042、S22253 和 S22053 6 个高合金钢板；

——第 4 章钢板中提高了碳素钢和低合金钢钢板的超声检测要求，将钢板的使用温度下限作了详细规定；

——第 5 章钢管中增加了 09MnNiD 和 08Cr2AlMo 2 个低合金钢管，1Cr18Ni9 和 0Cr25Ni20 2 个奥氏体型高合金钢无缝钢管，S21953、S22253、S22053 和 S25073 4 个奥氏体-铁素体型钢合金钢无缝钢管，高合金钢焊接钢管列入 S30408、S30403、S31608、S31603、S32168 5 个奥氏体型钢号和 S21953、S22253、S22053 3 个奥氏体-铁素体型钢号；

——第 6 章钢锻件中增加了 20MnNiMo、12Cr2Mo1V、12Cr3Mo1V 和 08Ni3D 4 个低合金钢钢锻件，S30409、S31008、S31703 和 S39042 4 个奥氏体型高合金钢钢锻件，S22253 和 S22053 2 个奥氏体-铁素体型高合金钢钢锻件；

——第 7 章螺柱（含螺栓）用钢棒中调整了 35CrMoA 和 40CrNiMoA 低温用螺柱的最低冲击试验温度，增加了 S31008 高温用高合金钢螺柱和应变强化处理的 S30408 低温用高合金钢螺柱；

——附录 A 中增加了 12Cr2Mo1VR、15MnNiNbDR、08Ni3DR 和 06Ni9DR 4 个钢号钢板的技术要求，以及 09MnNiD 和 08Cr2AlMo 2 个钢号钢管的技术要求；

——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。

本标准的附录 A 和附录 D 为规范性附录。

本标准的附录 B 和附录 C 为资料性附录。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB150—1989、GB150—1998。

压力容器 第2部分：材料

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。

本标准适用于设计温度不低于-253℃、设计压力不大于 35MPa 的压力容器。

本标准不适用的容器按 GB 150.1 的规定。

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 150.1	压力容器 第1部分：通用要求
GB/T 228	金属材料 室温拉伸试验方法
GB/T 229	金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
GB/T 699	优质碳素结构钢
GB 713	锅炉和压力容器用钢板
GB/T 1220	不锈钢棒
GB/T 1221	耐热钢棒
GB/T 3077	合金结构钢
GB 3531	低温压力容器用低合金钢钢板
GB/T 4226	不锈钢冷加工钢棒
GB/T 4334	金属和合金的腐蚀 不锈钢晶间腐蚀试验方法
GB 5310	高压锅炉用无缝钢管
GB/T 6803	铁素体钢的无塑性转变温度落锤试验方法
GB/T 7735	钢管涡流探伤检验方法
GB/T 8163	输送流体用无缝钢管
GB 9948	石油裂化用无缝钢管
GB/T 12771	流体输送用不锈钢焊接钢管
GB 13296	锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
GB/T 14976	流体输送用不锈钢无缝钢管
GB 19189	压力容器用调质高强度钢板
GB/T 21832	奥氏体—铁素体型双相不锈钢焊接钢管
GB/T 21833	奥氏体—铁素体型双相不锈钢无缝钢管
GB 24511	承压设备用不锈钢钢板及钢带
GB/T 24593	锅炉和热交换器用奥氏体不锈钢焊接钢管
NB/T 47002.1	压力容器用爆炸焊接复合板 第1部分：不锈钢—钢复合板

NB/T 47002.2	压力容器用爆炸焊接复合板 第2部分：镍—钢复合板
NB/T 47002.3	压力容器用爆炸焊接复合板 第3部分：钛—钢复合板
NB/T 47002.4	压力容器用爆炸焊接复合板 第4部分：铜—钢复合板
JB/T 4726	承压设备用碳素钢和合金钢锻件
JB/T 4727	低温承压设备用低合金钢锻件
JB/T 4728	承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
JB/T 4730.3	承压设备无损检测 第3部分：超声检测
JB/T 4756	镍及镍合金制压力容器
TSG R0004-2009	固定式压力容器安全技术监察规程
ISO 9328-2:2004	Steel flat products for pressure purposes-Technical delivery conditions-Part2: Non-alloy and alloy steels with specified elevated temperature properties (压力容器用钢板-供货技术条件 第二部分：规定高温性能的非合金钢和合金钢)

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）用钢材做出了有关规定。

与受压元件相焊接的非受压元件用钢应是焊接性良好的钢材。

3.2 采用本标准未列入钢号的钢材时，除标准抗拉强度下限值小于 540MPa 的奥氏体钢外均应符合附录 A（规范性附录）的有关规定。允许采用已列入有关国家标准中标准抗拉强度下限值小于 540MPa 的奥氏体钢材，其技术要求（如磷、硫含量的规定）不应低于本标准所列入相应钢材标准中化学成分相近钢号的规定。

3.3 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。对标准抗拉强度下限值大于或者等于 540MPa 的低合金钢钢板和奥氏体—铁素体不锈钢钢板，以及用于设计温度低于-20℃的低温钢板和低温钢锻件，还应当采用炉外精炼工艺。

3.4 压力容器受压元件用钢应附有钢材生产单位的钢材质量证明书原件，容器制造单位应按质量证明书对钢材进行验收，必要时应进行复验。如无钢材生产单位的钢材质量证明书原件时，则应按 TSG R0004 的规定。

3.5 选择压力容器受压元件用钢时应考虑容器的使用条件（如设计温度、设计压力、介质特性和操作特点等）、材料的性能（力学性能、工艺性能、化学性能和物理性能）、容器的制造工艺以及经济合理性。

3.6 压力容器受压元件用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。如因过程工艺要求，钢材需短时在高于使用温度上限操作时，由设计人员在设计文件中规定。

3.6.1 碳素钢和碳锰钢在高于 425℃温度下长期使用时，应考虑钢中碳化物相的石墨化倾向。

3.6.2 奥氏体钢的使用温度高于 525℃时，钢中含碳量应不小于 0.04%。

3.7 钢材的使用温度下限按本标准相应条款的规定。

3.7.1 钢材的冲击功最低值应符合相应钢材标准的规定。

3.7.2 钢材（对焊接用钢包括焊接接头）应在设计文件规定的温度下按 GB/T 229 进行 V 型缺口冲击试验。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。对标准抗拉强度下限值

随厚度增大而降低的钢材，表中标准抗拉强度下限值系指钢材最小厚度范围的标准值。

表 1 钢板、钢管和钢锻件的冲击功最低值

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
$> 450 \sim 510$	≥ 24
$> 510 \sim 570$	≥ 31
$> 570 \sim 630$	≥ 34
$> 630 \sim 690$	≥ 38

3.7.3 冲击试样的取样部位和试样方向应符合相应钢材标准的规定。冲击试验每组取 3 个标准试样(宽度为 10mm)，允许 1 个试样的冲击功数值低于表 1 的规定值，但不得低于表 1 规定值的 70%。当钢材尺寸无法制备标准试样时，则应依次制备宽度为 7.5mm 或 5mm 的小尺寸冲击试样，其冲击功指标分别为标准试样冲击功指标的 75%或 50%。对于厚度小于 6mm 的钢板和壁厚不大于 8mm 的钢管免做冲击试验，此时钢材的使用温度下限按 4.1.12 a)或 5.1.8 的规定。

3.7.4 奥氏体型钢材的使用温度高于或等于 -196°C 时，可免做冲击试验。

3.8 设计单位对钢材有特殊技术要求时(如要求特殊冶炼方法、严格的化学成分规定、较高的冲击功指标、附加保证高温屈服强度、提高无损检测合格等级、增加力学性能检验率、规定腐蚀试验要求等)，应在设计文件中规定。

3.9 对已列入本标准标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 的钢材和用于压力容器设计温度低于 -40°C 的低合金钢钢材，如钢材生产单位无该钢材的生产和压力容器使用业绩，则钢材生产单位仍应按 TSG R0004 的规定通过技术评审，方可用于压力容器。

3.10 钢材的高温屈服强度、持久强度极限、弹性模量和平均线膨胀系数参考值见附录 B(资料性附录)。

3.11 高合金钢钢号近似对照见附录 C(资料性附录)。

3.12 压力容器制造或现场组焊单位对受压元件用钢材的代用，应事先取得原设计单位的书面批准，并在竣工图上做详细记录。

3.13 本标准中各钢材的许用应力按 GB 150.1 确定，各钢材许用应力表中中间温度的许用应力可用内插法求得。

4 钢板

4.1 碳素钢和低合金钢钢板

4.1.1 钢板的标准、使用状态及许用应力按表 2 的规定。

4.1.2 表 2 中所有用连铸坯轧制的钢板，压缩比应不小于 3。

4.1.3 压力容器的建造应选用已取得压力容器专用钢板特种设备制造许可证的钢板生产厂生产的钢板，或按 TSG R0004 规定通过技术评审的钢板。

4.1.4 对容器制造过程中需进行奥氏体化热处理的碳素钢和低合金钢钢板，钢板生产厂的交货状态可不同于表 2 中的使用状态。钢板生产厂出厂检验和容器制造厂复验钢板力学性能时，应从热处理的样坯上取样进行试验。样坯厚度为钢板厚度，样坯长度和宽度均不小于 3 倍钢板厚度。试样的轴线应位于离样坯表面 1/4 厚度处，试样所处的位置离样坯各个侧面的距离应不小于样坯厚度，但拉伸试样的头部(或夹持部位)不受此限制。

表 2 碳素钢和低合金钢钢板许用应力

GB 150.2—2010

钢号	钢板标准	使用状态	厚度 mm	室温 强度指标		在下列温度（℃）下的许用应力，MPa															注	
				R_m MPa	R_{eL} MPa	≤20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575		600
Q245R	GB 713	热轧， 控轧， 正火	3~16	400	245	148	147	140	131	117	108	98	91	85	61	41						
			>16~36	400	235	148	140	133	124	111	102	93	86	84	61	41						
			>36~60	400	225	148	133	127	119	107	98	89	82	80	61	41						
			>60~100	390	205	137	123	117	109	98	90	82	75	73	61	41						
			>100~150	380	185	123	112	107	100	90	80	73	70	67	61	41						
Q345R	GB 713	热轧， 控轧， 正火	3~16	510	345	189	189	189	183	167	153	143	125	93	66	43						
			>16~36	500	325	185	185	183	170	157	143	133	125	93	66	43						
			>36~60	490	315	181	181	173	160	147	133	123	117	93	66	43						
			>60~100	490	305	181	181	167	150	137	123	117	110	93	66	43						
			>100~150	480	285	178	173	160	147	133	120	113	107	93	66	43						
			>150~200	470	265	174	163	153	143	130	117	110	103	93	66	43						
Q370R	GB 713	正火	10~16	530	370	196	196	196	196	190	180	170										
			>16~36	530	360	196	196	196	193	183	173	163										
			>36~60	520	340	193	193	193	180	170	160	150										
18MnMoNbR	GB 713	正火加 回火	30~60	570	400	211	211	211	211	211	211	211	207	195	177	117						
			>60~100	570	390	211	211	211	211	211	211	211	211	203	192	177	117					
13MnNiMoR	GB 713	正火加 回火	30~100	570	390	211	211	211	211	211	211	211	203									
			>100~150	570	380	211	211	211	211	211	211	211	211	200								

表 2 (续)

钢号	钢板标准	使用状态	厚度 mm	室温 强度指标		在下列温度 (°C) 下的许用应力, MPa																注
				R_m MPa	R_{eL} MPa	≤20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	
15CrMoR	GB 713	正火加回火	6~60	450	295	167	167	167	160	150	140	133	126	122	119	117	88	58	37			
			>60~100	450	275	167	167	157	147	140	131	124	117	114	111	109	88	58	37			
			>100~150	440	255	163	157	147	140	133	123	117	110	107	104	102	88	58	37			
14Cr1MoR	GB 713	正火加回火	6~100	520	310	193	187	180	170	163	153	147	140	135	130	123	80	54	33			
			>100~150	510	300	189	180	173	163	157	147	140	133	130	127	121	80	54	33			
12Cr2Mo1R	GB 713	正火加回火	6~150	520	310	193	187	180	173	170	167	163	160	157	147	119	89	61	46	37		
12Cr1MoVR	GB 713	正火加回火	6~60	440	245	163	150	140	133	127	117	111	105	103	100	98	95	82	59	41		
			>60~100	430	235	157	147	140	133	127	117	111	105	103	100	98	95	82	59	41		
12Cr2Mo1VR	——	正火加回火	30~120	590	415	219	219	219	219	219	219	219	219	219	193	163	134	104	72			1
16MnDR	GB 3531	正火, 正火加回火	6~16	490	315	181	181	180	167	153	140	130										
			>16~36	470	295	174	174	167	157	143	130	120										
			>36~60	460	285	170	170	160	150	137	123	117										
			>60~100	450	275	167	167	157	147	133	120	113										
			>100~120	440	265	163	163	153	143	130	117	110										
15MnNiDR	GB 3531	正火, 正火加回火	6~16	490	325	181	181	181	173													
			>16~36	480	315	178	178	178	167													
			>36~60	470	305	174	174	173	160													

表 2（续）

钢号	钢板标准	使用状态	厚度 mm	室温 强度指标		在下列温度（℃）下的许用应力，MPa																注	
				R_m MPa	R_{eL} MPa	≤20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600		
15MnNiNbDR	——	正火，正火 加回火	10~16	530	370	196	196	196	196														1
			>16~36	530	360	196	196	196	193														
			>36~50	520	350	193	193	193	187														
09MnNiDR	GB 3531	正火，正火 加回火	6~16	440	300	163	163	163	160	153	147	137											
			>16~36	440	280	163	163	157	150	143	137	127											
			>36~60	430	270	159	159	150	143	137	130	120											
			>60~120	420	260	156	156	147	140	133	127	117											
08Ni3DR	——	正火，正 火加回 火，调质	6~60	490	320	181	181															1	
			>60~100	480	300	178	178																
06Ni9DR	——	调质	6~30	680	575	252	252															1	
			>30~40	680	565	252	252																
07MnMoVR	GB 19189	调质	10~60	610	490	226	226	226	226														
07MnNiVDR	GB 19189	调质	10~60	610	490	226	226	226	226														
07MnNiMoDR	GB 19189	调质	10~50	610	490	226	226	226	226														
12MnNiVR	GB 19189	调质	10~60	610	490	226	226	226	226														
注 1：该钢板的技术要求见附录 A（规范性附录）。																							

4.1.5 下列碳素钢和低合金钢钢板,应在正火状态下使用:

- a) 用于壳体的厚度大于 36mm 的 Q245R 和 Q345R;
- b) 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。

4.1.6 下列碳素钢和低合金钢钢板,应逐热处理张进行拉伸和 V 型缺口冲击试验:

- a) 调质热处理钢板;
- b) 多层包扎压力容器的内筒钢板;
- c) 壳体厚度大于 60mm 的钢板。

4.1.7 根据设计单位要求,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,其冲击功指标由设计单位在设计文件中规定。

4.1.8 根据设计单位要求,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,无塑性转变(NDT)温度由设计单位在设计文件中规定。

4.1.9 用于压力容器壳体的下列钢板(不包括多层压力容器的层板)应逐张进行超声检测,钢板超声检测方法和质量分级按 JB/T 4730.3 的规定。

- a) 厚度大于 36mm 和用于多层压力容器内筒的 Q245R、Q345R 钢板质量等级应不低于 II 级。
- b) 厚度大于 25mm 的 Q370R、18MnMoNbR、13MnNiMoR、Cr-Mo 系和 Cr-Mo-V 系钢板,质量等级应不低于 II 级。
- c) 厚度大于 20mm 的 16MnDR、15MnNiDR、15MnNiNbDR、09MnNiDR、08Ni3DR (调质状态供货的除外) 钢板,质量等级应不低于 II 级。
- d) 厚度大于 16mm 的调质状态供货的钢板,质量等级应为 I 级。
- e) 厚度大于或者等于 12mm 的碳素钢和低合金钢钢板 (不包括多层压力容器的层板) 用于制造压力容器壳体时,凡符合下列条件之一的,应当逐张进行超声检测:
 - 1) 盛装介质毒性程度为极度、高度危害的;
 - 2) 在湿 H₂S 腐蚀环境中使用的;
 - 3) 设计压力大于或等于 10MPa 的。

4.1.10 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。

4.1.11 对用于设计温度高于 200℃至 350℃的 Q370R 钢板,设计单位应在设计文件中要求钢板按批进行设计温度下的高温拉伸试验,其屈服强度值应符合附录 B 的规定。

4.1.12 用于壳体的钢板,其使用温度下限应按下列规定:

- a) 厚度小于 6mm 的 Q245R 和 Q345R 钢板,免做冲击试验,使用温度下限为-20℃;
- b) 厚度 6mm~12mm 的 Q245R 钢板和厚度 6mm~20mm 的 Q345R 钢板,按 GB713 标准进行 0℃冲击试验,使用温度下限为-20℃;
- c) 厚度>12mm~16mm 的 Q245R 钢板和厚度>20mm~25mm 的 Q345R 钢板,按 GB 713 标准进行 0℃冲击试验,使用温度下限为-10℃;
- d) 18MnMoNbR 使用温度低于 0℃至-10℃时,钢板应进行-10℃的低温冲击试验,冲击功指标按 GB 713 中该钢板 0℃的规定值;
- e) 13MnNiMoR 的使用温度低于 0℃至-20℃时,钢板应按 GB 713 的相关规定进行-20℃冲击试验;

- f) 除 a) ~e) 的规定外,各钢号钢板的使用状态和冲击试验温度(即钢板的最低使用温度)按表 3 的规定。

表 3 钢板的使用温度下限

钢号	使用状态	厚度, mm	冲击 试验温度, °C
Q245R	热轧、控轧	≤20	-20
	正火	≤150	-20
Q345R	热轧、控轧	≤30	-20
	正火	≤200	-20
Q370R	正火	10~60	-20
13MnNiMoR	正火加回火	30~150	-20
16MnDR	正火, 正火加回火	6~60	-40
		>60~120	-30
15MnNiDR	正火, 正火加回火	6~60	-45
15MnNiNbDR	正火, 正火加回火	10~50	-50
09MnNiDR	正火, 正火加回火	6~120	-70
08Ni3DR	正火, 正火加回火, 调质	6~100	-100
06Ni9DR	调质(或两次正火加回火)	6~40(6~12)	-196
07MnMoVR	调质	12~60	-20
07MnNiVDR	调质	12~60	-40
07MnNiMoDR	调质	12~50	-50
12MnNiVR	调质	12~60	-20

4.1.13 允许使用 ISO9328-2 中的 P265GH 和 P355GH 钢板,其使用状态、厚度和使用温度范围、以及许用应力分别按 Q245R 和 Q345R 钢板的相应规定。当钢板按 4.1.12 的规定需进行-20℃冲击试验时,P265GH 和 P355GH 钢板的冲击功指标(3 个标准试样冲击功的平均值)应分别提高到 31J 和 34J。

4.1.14 非压力容器专用碳素钢板(Q235B 和 Q235C)的使用规定见附录 D(规范性附录)。

4.2 高合金钢钢板

4.2.1 钢板的标准、厚度范围及许用应力按表 4 的规定。

4.2.2 表 4 中的所有钢板均应由经炉外精炼的钢轧制而成。用连铸坯轧制的钢板其压缩比应不小于 3。

4.2.3 压力容器的建造应选用已取得压力容器专用钢板特种设备制造许可证的钢板生产厂生产的钢板,或按 TSG R0004 规定通过技术评审的钢板。

4.2.4 钢板的交货状态应按 GB 24511 的相应规定。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。

4.2.5 GB 24511 标准中热轧厚钢板、热轧钢板及钢带的厚度允许偏差分为普通精度和较高精度两

个等级，压力容器一般采用普通精度，设计单位如需采用较高精度（代号 PT）时，应在设计文件中规定。

4.2.6 GB 24511 标准中钢板的表面加工类型，热轧产品分为 1E 级（热轧、热处理、机械除氧化皮）和 1D 级（热轧、热处理、酸洗），冷轧产品分为 2D 级（冷轧、热处理、酸洗或除鳞）和 2B 级（冷轧、热处理、酸洗或除鳞、光亮加工），设计单位应在设计文件中规定表面加工类型。压力容器中热轧产品一般采用 1D 级，冷轧产品一般采用 2B 级。

4.2.7 用于壳体的钢板，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) 奥氏体型钢板使用温度高于或等于-196℃时可免做冲击试验；低于-196℃时，由设计单位确定冲击试验要求。

4.2.8 根据设计单位要求，钢板可按 GB/T 4334 进行晶间腐蚀试验，也可按有关标准进行应力腐蚀试验、点腐蚀试验，具体试验方法和合格指标由设计单位在设计文件中规定。

4.2.9 设计单位可按 GB 24511 标准提出对奥氏体型钢板附加检验 $R_{P1.0}$ 的要求，并用标准规定值按 GB 150.1 确定钢板的许用应力。

表 4 高合金钢钢板许用应力

钢号	钢板标准	厚度 mm	在下列温度(℃)下的许用应力，MPa																								注
			≤20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800			
S11306	GB 24511	1.5~25	137	126	123	120	119	117	112	109																	
S11348	GB 24511	1.5~25	113	104	101	100	99	97	95	90																	
S11972	GB 24511	1.5~8	154	154	149	142	136	131	125																		
S21953	GB 24511	1.5~80	233	233	223	217	210	203																			
S22253	GB 24511	1.5~80	230	230	230	230	223	217																			
S22053	GB 24511	1.5~80	230	230	230	230	223	217																			
S30408	GB 24511	1.5~80	137	137	137	130	122	114	111	107	103	100	98	91	79	64	52	42	32	27					1		
			137	114	103	96	90	85	82	79	76	74	73	71	67	62	52	42	32	27							
S30403	GB 24511	1.5~80	120	120	118	110	103	98	94	91	88														1		
			120	98	87	81	76	73	69	67	65																
S30409	GB 24511	1.5~80	137	137	137	130	122	114	111	107	103	100	98	91	79	64	52	42	32	27					1		
			137	114	103	96	90	85	82	79	76	74	73	71	67	62	52	42	32	27							
S31008	GB 24511	1.5~80	137	137	137	137	134	130	125	122	119	115	113	105	84	61	43	31	23	19	15	12	10	8	1		
			137	121	111	105	99	96	93	90	88	85	84	83	81	61	43	31	23	19	15	12	10	8			
S31608	GB 24511	1.5~80	137	137	137	134	125	118	113	111	109	107	106	105	96	81	65	50	38	30					1		
			137	117	107	99	93	87	84	82	81	79	78	78	76	73	65	50	38	30							

表 4 (续)

钢号	钢板标准	厚度 mm	在下列温度(℃)下的许用应力，MPa																								注
			≤20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800			
S31603	GB 24511	1.5~80	120	120	117	108	100	95	90	86	84															1	
			120	98	87	80	74	70	67	64	62																
S31668	GB 24511	1.5~80	137	137	137	134	125	118	113	111	109	107														1	
			137	117	107	99	93	87	84	82	81	79															
S31708	GB 24511	1.5~80	137	137	137	134	125	118	113	111	109	107	106	105	96	81	65	50	38	30						1	
			137	117	107	99	93	87	84	82	81	79	78	78	76	73	65	50	38	30							
S31703	GB 24511	1.5~80	137	137	137	134	125	118	113	111	109															1	
			137	117	107	99	93	87	84	82	81																
S32168	GB 24511	1.5~80	137	137	137	130	122	114	111	108	105	103	101	83	58	44	33	25	18	13						1	
			137	114	103	96	90	85	82	80	78	76	75	74	58	44	33	25	18	13							
S39042	GB 24511	1.5~80	147	147	147	147	144	131	122																	1	
			147	137	127	117	107	97	90																		
注 1：该行许用应力仅适用于允许产生微量永久变形之元件，对于法兰或其他有微量永久变形就引起泄漏或故障的场合不能采用。																											

GB 150.2—2010

4.3 复合钢板

4.3.1 不锈钢-钢复合板

4.3.1.1 不锈钢-钢复合板的技术要求应符合 NB/T 47002.1 的规定,其基材和覆材应符合本标准的有关规定。不锈钢-钢复合板应在热处理后交货,其交货状态应符合本标准对基材的规定。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。设计单位应在设计文件中规定复合板的级别。

4.3.1.2 设计单位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 4.3.1.1 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

4.3.2.1 镍-钢复合板的技术要求按 NB/T 47002.2 的规定,其基材应符合本标准的有关规定,覆材按 NB/T 47002.2 的规定。镍-钢复合板应在热处理后交货,其交货状态应符合本标准对基材的规定。镍—钢复合板的使用范围应同时符合基材和覆材使用范围的规定,其中基材的使用温度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。设计单位应在设计文件中规定复合板的级别。

4.3.2.2 设计单位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 4.3.2.1 的规定,其中复合界面的结合剪切强度应不小于 210MPa。

4.3.3 钛-钢复合板

4.3.3.1 钛-钢复合板的技术要求应符合 NB/T 47002.3 的规定,其基材应符合本标准的有关规定,覆材按 NB/T 47002.3 的规定。钛-钢复合板应在热处理后交货,其交货状态应符合本标准对基材的规定。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℃。设计单位应在设计文件中规定复合板的级别。

4.3.3.2 设计单位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 4.3.3.1 的规定,其中复合界面的结合剪切强度应不小于 140MPa。

4.3.4 铜-钢复合板

4.3.4.1 铜-钢复合板的技术要求应符合 NB/T 47002.4 的规定,其基材应符合本标准的有关规定,覆材按 NB/T 47002.4 的规定。铜—钢复合板应在热处理后交货,其交货状态应符合本标准对基材的规定。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℃。设计单位应在设计文件中规定复合板的级别。

4.3.4.2 设计单位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 4.3.4.1 的规定,其中复合界面的结合剪切强度应不小于 100 MPa。

5 钢管

5.1 碳素钢和低合金钢钢管

5.1.1 钢管的标准、使用状态及许用应力按表 5 的规定。

5.1.2 表 5 中用于设计温度低于-40℃的钢管用钢均应经炉外精炼。

表 5 碳素钢和低合金钢钢管许用应力

钢号	钢管标准	使用状态	壁厚 mm	室温 强度指标		在下列温度（℃）下的许用应力，MPa																注
				R_m MPa	R_{eL} MPa	≤20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	
10	GB/T 8163	热轧	≤8	335	205	124	121	115	108	98	89	82	75	70	61	41						
10	GB 9948	正火	≤16	335	205	124	121	115	108	98	89	82	75	70	61	41						
			>16~30	335	195	124	117	111	105	95	85	79	73	67	61	41						
20	GB/T 8163	热轧	≤8	410	245	152	147	140	131	117	108	98	88	83	61	41						
20	GB 9948	正火	≤16	410	245	152	147	140	131	117	108	98	88	83	61	41						
			>16~30	410	235	152	140	133	124	111	102	93	83	78	61	41						
			>30~50	410	225	150	133	127	117	105	97	88	79	74	61	41						
12CrMo	GB 9948	正火 加回 火	≤16	410	205	137	121	115	108	101	95	88	82	80	79	77	74	50				
			>16~30	410	195	130	117	111	105	98	91	85	79	77	75	74	72	50				
15CrMo	GB 9948	正火 加回 火	≤16	440	235	157	140	131	124	117	108	101	95	93	91	90	88	58	37			
			>16~30	440	225	150	133	124	117	111	103	97	91	89	87	86	85	58	37			
			>30~50	440	215	143	127	117	111	105	97	92	87	85	84	83	81	58	37			
12Cr2Mol	——	正火 加回 火	≤30	450	280	167	167	163	157	153	150	147	143	140	137	119	89	61	46	37		1
1Cr5Mo	GB 9948	退火	≤16	390	195	130	117	111	108	105	101	98	95	93	91	83	62	46	35	26	18	
			>16~30	390	185	123	111	105	101	98	95	91	88	86	85	82	62	46	35	26	18	
12Cr1MoVG	GB 5310	正火 加回 火	≤30	470	255	170	153	143	133	127	117	111	105	103	100	98	95	82	59	41		
09MnD	——	正火	≤8	420	270	156	156															1
09MnNiD	——	正火	≤8	440	280	163	163															1
08Cr2AlMo	——	正火 加回 火	≤8	400	250	148	148	140	130	123	117											1
09CrCuSb	——	正火	≤8	390	245	144	144	137	127													1

注 1：该钢管的技术要求见附录 A（规范性附录）。

5.1.3 压力容器建造应选用已取得特种设备制造许可证的钢管生产厂生产的钢管，或按 TSG R0004 规定通过技术评审的钢管。

5.1.4 GB/T 8163 中 10 钢和 20 钢钢管的使用范围如下：

- a) 不得用于热交换器管；
- b) 设计压力不大于 2.5MPa；
- c) 钢管壁厚不大于 8mm；
- d) 不得用于毒性强度为极度危害的介质；
- e) 使用温度下限按 5.1.8 的规定。

5.1.5 GB 9948 中各钢号钢管的使用规定如下：

- a) 热交换器管应选用冷拔或冷轧钢管，钢管的尺寸精度应选用高级精度；
- b) 10 钢和 20 钢钢管的使用温度下限按 5.1.8 规定。

5.1.6 GB 5310 中 12Cr1MoVG 钢管用于热交换器时应选用冷拔或冷轧钢管。

5.1.7 GB 5310 中的 20G、12CrMoG、15CrMoG 和 12Cr2MoG 钢管可分别代用表 5 中的 20、12CrMo、15CrMo、12Cr2Mo1 钢管。

5.1.8 钢管的使用温度下限应按下列的规定：

- a) GB/T 8163 中 10 钢钢管的使用温度下限为 -10°C ；20 钢钢管的使用温度下限为 0°C 。按该钢管标准的规定，钢管不做冲击试验；
- b) GB 9948 中 10 钢钢管，其壁厚不大于 16mm 时，使用温度下限为 -20°C ；20 钢钢管，其壁厚不大于 16mm 时，使用温度下限为 -10°C 。按该钢管标准的规定，外径不小于 76mm 且壁厚不小于 14mm 的钢管，应进行室温纵向标准试样的 V 型缺口冲击试验，小于上述尺寸的钢管不做冲击试验；
- c) 除 b) 的规定外，GB 9948 中 10 钢和 20 钢钢管的使用状态和冲击试验温度（即钢管的最低使用温度）按表 6 的规定，且 10 钢和 20 钢钢管的化学成分（熔炼分析）应符合 $P \leq 0.025\%$ 、 $S \leq 0.015\%$ 的规定。表 6 中 10 钢和 20 钢热轧钢管应在热轧后重新加热进行正火热处理，不允许用终轧温度符合正火温度的热轧代替正火。在表 6 中的冲击试验温度下，10 钢和 20 钢钢管 3 个纵向标准试样的冲击功平均值应不小于 31J，允许 1 个试样的冲击功值低于 31J，但不得低于 22J。因尺寸限制无法制备标准试样的钢管，则应依次制备宽度为 7.5mm 或 5mm 的小尺寸试样，其冲击功指标分别为标准试样冲击功指标的 75%或 50%。对于壁厚不大于 8mm 的钢管免做冲击试验，其使用温度下限按表 6 中的规定；
- d) 09MnD 钢和 09MnNiD 钢钢管的技术要求按附录 A（规范性附录）的规定，其使用温度下限按表 6 中的规定。

表 6 钢管的使用温度下限

钢号	钢管标准	使用状态	壁厚，mm	冲击试验温度， $^{\circ}\text{C}$
10	GB9948	正火	≤ 30	-30
20	GB9948	正火	≤ 50	-20
09MnD	附录 A	正火	≤ 8	-50
09MnNiD	附录 A	正火	≤ 8	-70

5.2 高合金钢钢管

5.2.1 钢管的标准、壁厚范围及许用应力按表 7 的规定。钢管的交货状态应按表 7 中相应钢管标准的规定。

5.2.2 压力容器的建造应选用已取得特种设备制造许可证的钢管生产厂生产的钢管，或按 TSG R0004 规定通过技术评审的钢管。

5.2.3 GB/T 14976 中的钢管不得用于热交换器管。

5.2.4 GB 9948 中的钢管如用于热交换器管时，应选用冷拔或冷轧钢管，钢管的尺寸精度应选用高级精度。

5.2.5 GB/T 21833 中的钢管如用于热交换器管时，应选用冷拔或冷轧钢管，钢管的尺寸精度应选用高级精度。

5.2.6 GB/T 12771 中 V 类和 VI 类钢管不得用于压力容器，I 类～IV 类钢管不得用于热交换器管，设计单位应在图样上注明所选用的钢管类别。I 类钢管的许用应力可选用 GB/T 14976 中相应钢号无缝钢管的许用应力。GB/T 12771 中的 III 类和 IV 类钢管使用规定如下：

- a) 设计压力小于 10.0MPa；
- b) 不得用于毒性程度为极度、高度危害的介质。

5.2.7 GB/T 24593 中的钢管使用规定如下：

- a) 钢管应逐根进行涡流检测，对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735 中验收等级 B 的规定；
- b) 设计压力小于 10.0MPa；
- c) 不得用于毒性程度为极度、高度危害的介质。

5.2.8 GB/T 21832 中 III、IV、V 类钢管不得用于压力容器。

5.2.9 GB/T 21832 中的 I 类和 II 类钢管不得用于热交换器管。设计单位应在图样上注明所选用的钢管类别。I 类钢管的许用应力可选用 GB/T 21833 中相应钢号无缝钢管的许用应力。

5.2.10 GB/T 21832 中的 VI 类钢管仅用于热交换器管。设计单位应在图样上注明钢管类别（VI 类）。钢管的外径允许偏差应按高级精度交货。该类钢管的使用规定如下：

- a) 钢管应逐根进行涡流检测，对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735 中验收等级 B 的规定；
- b) 设计压力小于 10.0MPa；
- c) 不得用于毒性程度为极度、高度危害介质。

5.2.11 钢管的使用温度下限应按下列规定：

- a) 表 7 中 GB/T 21832 和 GB/T 21833 各类钢管为 -20°C ；
- b) 表 7 中 GB 13296、GB/T 14976、GB/T 12771 和 GB/T 24593 各钢号钢管的使用温度高于或等于 -196°C ；
- c) 时可免做冲击试验；低于 -196°C 时，由设计单位确定冲击试验要求。

5.2.12 根据设计单位要求，钢管可按 GB/T 4334 进行晶间腐蚀试验，也可按有关标准进行应力腐蚀试验、点腐蚀试验，具体试验方法和合格指标由设计单位在设计文件中规定。

表 7 高合金钢钢管许用应力

GB 150.2—2010

钢号	钢管 标准	壁厚 mm	在下列温度（℃）下的许用应力，MPa																							注
			≤20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800		
0Cr18Ni9	GB 13296	≤14	137	137	137	130	122	114	111	107	103	100	98	91	79	64	52	42	32	27					1	
			137	114	103	96	90	85	82	79	76	74	73	71	67	62	52	42	32	27						
0Cr18Ni9	GB/T 14976	≤28	137	137	137	130	122	114	111	107	103	100	98	91	79	64	52	42	32	27					1	
			137	114	103	96	90	85	82	79	76	74	73	71	67	62	52	42	32	27						
00Cr19Ni10	GB 13296	≤14	117	117	117	110	103	98	94	91	88													1		
			117	97	87	81	76	73	69	67	65															
00Cr19Ni10	GB/T 14976	≤28	117	117	117	110	103	98	94	91	88													1		
			117	97	87	81	76	73	69	67	65															
0Cr18Ni10Ti	GB 13296	≤14	137	137	137	130	122	114	111	108	105	103	101	83	58	44	33	25	18	13					1	
			137	114	103	96	90	85	82	80	78	76	75	74	58	44	33	25	18	13						
0Cr18Ni10Ti	GB/T 14976	≤28	137	137	137	130	122	114	111	108	105	103	101	83	58	44	33	25	18	13					1	
			137	114	103	96	90	85	82	80	78	76	75	74	58	44	33	25	18	13						
0Cr17Ni12Mo2	GB 13296	≤14	137	137	137	134	125	118	113	111	109	107	106	105	96	81	65	50	38	30					1	
			137	117	107	99	93	87	84	82	81	79	78	78	76	73	65	50	38	30						
0Cr17Ni12Mo2	GB/T 14976	≤28	137	137	137	134	125	118	113	111	109	107	106	105	96	81	65	50	38	30					1	
			137	117	107	99	93	87	84	82	81	79	78	78	76	73	65	50	38	30						
00Cr17Ni14Mo2	GB/T 13296	≤14	117	117	117	108	100	95	90	86	84															
			117	97	87	80	74	70	67	64	62															
00Cr17Ni14Mo2	GB/T 14976	≤28	117	117	117	108	100	95	90	86	84													1		
			117	97	87	80	74	70	67	64	62															
0Cr18Ni12Mo2Ti	GB 13296	≤14	137	137	137	134	125	118	113	111	109	107												1		
			137	117	107	99	93	87	84	82	81	79														

表 7 (续)

钢号	钢管标准	壁厚 mm	在下列温度 (°C) 下的许用应力, MPa																						注
			≤20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	
0Cr18Ni12Mo2Ti	GB/T 14976	≤28	137	137	137	134	125	118	113	111	109	107													1
			137	117	107	99	93	87	84	82	81	79													
0Cr19Ni13Mo3	GB 13296	≤14	137	137	137	134	125	118	113	111	109	107	106	105	96	81	65	50	38	30					1
			137	117	107	99	93	87	84	82	81	79	78	78	76	73	65	50	38	30					
0Cr19Ni13Mo3	GB/T 14976	≤28	137	137	137	134	125	118	113	111	109	107	106	105	96	81	65	50	38	30					1
			137	117	107	99	93	87	84	82	81	79	78	78	76	73	65	50	38	30					
00Cr19Ni13Mo3	GB 13296	≤14	117	117	117	117	117	117	113	111	109														1
			117	117	107	99	93	87	84	82	81														
00Cr19Ni13Mo3	GB/T 14976	≤28	117	117	117	117	117	117	113	111	109														1
			117	117	107	99	93	87	84	82	81														
0Cr25Ni20	GB 13296	≤14	137	137	137	137	134	130	125	122	119	115	113	105	84	61	43	31	23	19	15	12	10	8	1
			137	121	111	105	99	96	93	90	88	85	84	83	81	61	43	31	23	19	15	12	10	8	
0Cr25Ni20	GB/T 14976	≤28	137	137	137	137	134	130	125	122	119	115	113	105	84	61	43	31	23	19	15	12	10	8	1
			137	121	111	105	99	96	93	90	88	85	84	83	81	61	43	31	23	19	15	12	10	8	
1Cr19Ni9	GB 9948	≤28	137	137	137	130	122	114	111	107	103	100	98	91	79	64	52	42	32	27					1
			137	114	103	96	90	85	82	79	76	74	73	71	67	62	52	42	32	27					
1Cr19Ni9	GB 13296	≤14	137	137	137	130	122	114	111	107	103	100	98	91	79	64	52	42	32	27					1
			137	114	103	96	90	85	82	79	76	74	73	71	67	62	52	42	32	27					
S21953	GB/T 21833	≤12	233	233	223	217	210	203																	

GB 150.2—2010

表 7 (续)

钢号	钢管 标准	壁厚 mm	在下列温度（℃）下的许用应力，MPa																							注
			≤20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800		
S22253	GB/T 21833	≤12	230	230	230	230	223	217																		
S22053	GB/T 21833	≤12	243	243	243	243	240	233																		
S25073	GB/T 21833	≤12	296	296	296	280	267	257																		
S30408	GB/T 12771	≤28	116	116	116	111	104	97	94	91	88	85	83	77	67	54	44	36	27	23					1, 2	
			116	97	88	82	77	72	70	67	65	63	62	60	57	53	44	36	27	23					2	
S30403	GB/T 12771	≤28	99	99	99	94	88	83	80	77	75														1, 2	
			99	82	74	69	65	62	59	57	55														2	
S31608	GB/T 12771	≤28	116	116	116	114	106	100	96	94	93	91	90	89	82	69	55	43	32	26					1, 2	
			116	99	91	84	79	74	71	70	69	67	66	66	65	62	55	43	32	26					2	
S31603	GB/T 12771	≤28	99	99	99	92	85	81	77	73	71														1, 2	
			99	82	74	68	63	60	57	54	53														2	
S32168	GB/T 12771	≤28	116	116	116	111	104	97	94	92	89	88	86	71	49	37	28	21	15	11					1, 2	
			116	97	88	82	77	72	70	68	66	65	64	63	49	37	28	21	15	11					2	
S30408	GB/T 24593	≤4	116	116	116	111	104	97	94	91	88	85	83	77	67	54	44	36	27	23					1, 2	
			116	97	88	82	77	72	70	67	65	63	62	60	57	53	44	36	27	23					2	
S30403	GB/T 24593	≤4	99	99	99	94	88	83	80	77	75														1, 2	
			99	82	74	69	65	62	59	57	55														2	
S31608	GB/T 24593	≤4	116	116	116	114	106	100	96	94	93	91	90	89	82	69	55	43	32	26					1, 2	
			116	99	91	84	79	74	71	70	69	67	66	66	65	62	55	43	32	26					2	

表 7（续）

钢号	钢管 标准	壁厚 mm	在下列温度（℃）下的许用应力，MPa																						注
			≤20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	
S31603	GB/T 24593	≤4	99	99	99	92	85	81	77	73	71														1, 2
			99	82	74	68	63	60	57	54	53														2
S32168	GB/T 24593	≤4	116	116	116	111	104	97	94	92	89	88	86	71	49	37	28	21	15	11					1, 2
			116	97	88	82	77	72	70	68	66	65	64	63	49	37	28	21	15	11					2
S21953	GB/T 21832	≤20	198	198	190	185	179	173																	2
S22253	GB/T 21832	≤20	196	196	196	196	190	185																	2
S22053	GB/T 21832	≤20	207	207	207	207	204	198																	2
注 1：该行许用应力仅适用于允许产生微量永久变形之元件，对于法兰或其他有微量永久变形就引起泄漏或故障的场合不能采用。 注 2：该行许用应力已乘焊接接头系数 0.85。																									

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、使用状态及许用应力按表 8 的规定。

6.1.2 20MnNiMo、12Cr2MoIV 和 12Cr3MoIV 钢锻件以及 JB/T 4727 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单位确定，并应在图样上注明（在钢号后附上级别符号，如 16Mn II、09MnNiDIII）。下列钢锻件应选用 III 级或 IV 级：

- a) 用作容器筒体、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。

6.1.4 用于临氢设备的 12Cr2MoI、12Cr2Mo1V 和 12Cr3MoIV 钢锻件，其化学成分和力学性能方面的特殊要求由设计单位在技术文件中注明。

6.1.5 钢锻件的使用温度下限应按下列规定：

- a) 35 钢锻件使用温度下限为 0℃，35CrMo 钢锻件使用温度下限为 -10℃；
- b) 20、16Mn 和 20MnMo 钢锻件使用温度低于 0℃ ~ -20℃ 时，钢锻件应按 JB/T 4726 的相应规定进行 -20℃ 冲击试验；
- c) 20MnMoNb 钢锻件使用温度低于 0℃ ~ -10℃ 时，钢锻件应进行 -10℃ 冲击试验，冲击功指标按 JB/T 4726 中该钢锻件 0℃ 的冲击功规定值；
- d) 20MnNiMo 钢锻件使用温度下限为 -20℃；
- e) 除 a) ~ d) 的规定外，各钢号钢锻件的使用状态和冲击试验温度（即钢锻件的最低使用温度）按表 9 的规定。

表 8 碳素钢和低合金钢钢锻件许用应力

钢号	钢锻件标准	使用状态	公称厚度 mm	室温 强度指标		在下列温度(℃)下的许用应力, MPa																注
				R_m MPa	R_{eL} MPa	≤20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	
20	JB/T 4726	正火、正火加回火	≤100	410	235	152	140	133	124	111	102	93	86	84	61	41						
			>100~200	400	225	148	133	127	119	107	98	89	82	80	61	41						
			>200~300	380	205	137	123	117	109	98	90	82	75	73	61	41						
35	JB/T 4726	正火、正火加回火	≤100	510	265	177	157	150	137	124	115	105	98	85	61	41						1
			>100~300	490	245	163	150	143	133	121	111	101	95	85	61	41						
16Mn	JB/T 4726	正火、正火加回火, 调质	≤100	480	305	178	178	167	150	137	123	117	110	93	66	43						
			>100~200	470	295	174	174	163	147	133	120	113	107	93	66	43						
			>200~300	450	275	167	167	157	143	130	117	110	103	93	66	43						
20MnMo	JB/T 4726	调质	≤300	530	370	196	196	196	196	196	190	183	173	167	131	84	49					
			>300~500	510	350	189	189	189	189	187	180	173	163	157	131	84	49					
			>500~700	490	330	181	181	181	181	180	173	167	157	150	131	84	49					
20MnMoNb	JB/T 4726	调质	≤300	620	470	230	230	230	230	230	230	230	230	230	177	117						
			>300~500	610	460	226	226	226	226	226	226	226	226	226	177	117						
20MnNiMo	JB/T 4726	调质	≤500	620	450	230	230	230	230	230	230	230	230									
35CrMo	JB/T 4726	调质	≤300	620	440	230	230	230	230	230	230	223	213	197	150	111	79	50				1
			>300~500	610	430	226	226	226	226	226	226	223	213	197	150	111	79	50				
15CrMo	JB/T 4726	正火加回火, 调质	≤300	480	280	178	170	160	150	143	133	127	120	117	113	110	88	58	37			
			>300~500	470	270	174	163	153	143	137	127	120	113	110	107	103	88	58	37			
14Cr1Mo	JB/T 4726	正火加回火, 调质	≤300	490	290	181	180	170	160	153	147	140	133	130	127	122	80	54	33			
			>300~500	480	280	178	173	163	153	147	140	133	127	123	120	117	80	54	33			

GB 150.2—2010

表 8 (续)

钢号	钢锻件标准	使用状态	公称厚度 mm	室温 强度指标		在下列温度(℃)下的许用应力, MPa																注
				R_m MPa	R_{eL} MPa	≤20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	
12Cr2Mol	JB/T 4726	正火加回火, 调质	≤300	510	310	189	187	180	173	170	167	163	160	157	153	119	89	61	46	37		
			>300~500	500	300	185	183	177	170	167	163	160	157	153	150	119	89	61	46	37		
12Cr1MoV	JB/T 4726	正火加回火, 调质	≤300	470	280	174	170	160	153	147	140	133	127	123	120	117	113	82	59	41		
			>300~500	460	270	170	163	153	147	140	133	127	120	117	113	110	107	82	59	41		
12Cr2MolV	JB/T 4726	正火加回火, 调质	≤300	590	420	219	219	219	219	219	219	219	219	219	193	163	134	104	72			
			>300~500	580	410	215	215	215	215	215	215	215	215	215	193	163	134	104	72			
12Cr3MolV	JB/T 4726	正火加回火, 调质	≤300	590	420	219	219	219	219	219	219	219	219	219	193							
			>300~500	580	410	215	215	215	215	215	215	215	215	215	193							
1Cr5Mo	JB/T 4726	正火加回火, 调质	≤500	590	390	219	219	219	219	217	213	210	190	136	107	83	62	46	35	26	18	
16MnD	JB/T 4727	调质	≤100	480	305	178	178	167	150	137	123	117										
			>100~200	470	295	174	174	163	147	133	120	113										
			>200~300	450	275	167	167	157	143	130	117	110										
20MnMoD	JB/T 4727	调质	≤300	530	370	196	196	196	196	196	190	183										
			>300~500	510	350	189	189	189	189	187	180	173										
			>500~700	490	330	181	181	181	181	180	173	167										
08MnNiMoVD	JB/T 4727	调质	≤300	600	480	222	222	222	222													
10Ni3MoVD	JB/T 4727	调质	≤300	600	480	222	222	222	222													
09MnNiD	JB/T 4727	调质	≤200	440	280	163	163	157	150	143	137	127										
			>200~300	430	270	159	159	150	143	137	130	120										
08Ni3D	JB/T 4727	调质	≤300	460	260	170																
注 1: 该钢锻件不得用于焊接结构。																						

表 9 钢锻件的使用温度下限

钢号	使用状态	公称厚度, mm	冲击试验温度, °C
16MnD	调质	≤100	-45
		>100~300	-40
20MnMoD	调质	≤300	-40
	调质	>300~700	-30
08MnNiMoVD	调质	≤300	-40
10Ni3MoVD	调质	≤300	-50
09MnNiD	调质	≤300	-70
08Ni3D	调质	≤300	-100

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按表 10 的规定。钢锻件的交货状态应按 JB/T 4728 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单位确定, 并应在图样上注明(在钢号后附上级别符号, 如 S30408 II)。用作容器筒体、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:

- a) 铁素体型 S11306 钢锻件为 0°C;
- b) 奥氏体-铁素体型 S21953、S22253 和 S22053 钢锻件为 -20°C;
- c) 奥氏体型钢锻件使用温度高于或等于 -196°C 时可免做冲击试验; 低于 -196°C 时, 由设计单位确定冲击试验要求。

6.2.5 根据设计单位要求, 钢锻件可按 GB/T 4334 进行晶间腐蚀试验, 也可按有关标准进行应力腐蚀试验、点腐蚀试验, 具体试验方法和合格指标由设计单位在设计文件中规定。

表 10 高合金钢钢锻件许用应力

钢号	钢锻件 标准	公称 厚度 mm	在下列温度（℃）下的许用应力，MPa																							注
			≤20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800		
S11306	JB/T 4728	≤150	137	126	123	120	119	117	112	109																
S30408	JB/T 4728	≤300	137	137	137	130	122	114	111	107	103	100	98	91	79	64	52	42	32	27					1	
			137	114	103	96	90	85	82	79	76	74	73	71	67	62	52	42	32	27						
S30403	JB/T 4728	≤300	117	117	117	110	103	98	94	91	88														1	
			117	98	87	81	76	73	69	67	65															
S30409	JB/T 4728	≤300	137	137	137	130	122	114	111	107	103	100	98	91	79	64	52	42	32	27					1	
			137	114	103	96	90	85	82	79	76	74	73	71	67	62	52	42	32	27						
S31008	JB/T 4728	≤300	137	137	137	137	134	130	125	122	119	115	113	105	84	61	43	31	23	19	15	12	10	8	1	
			137	121	111	105	99	96	93	90	88	85	84	83	81	61	43	31	23	19	15	12	10	8		
S31608	JB/T 4728	≤300	137	137	137	134	125	118	113	111	109	107	106	105	96	81	65	50	38	30					1	
			137	117	107	99	93	87	84	82	81	79	78	78	76	73	65	50	38	30						
S31603	JB/T 4728	≤300	117	117	117	108	100	95	90	86	84														1	
			117	98	87	80	74	70	67	64	62															
S31668	JB/T 4728	≤300	137	137	137	134	125	118	113	111	109	107													1	
			137	117	107	99	93	87	84	82	81	79														
S31703	JB/T 4728	≤300	130	130	130	130	125	118	113	111	109														1	
			130	117	107	99	93	87	84	82	81															
S32168	JB/T 4728	≤300	137	137	137	130	122	114	111	108	105	103	101	83	58	44	33	25	18	13					1	
			137	114	103	96	90	85	82	80	78	76	75	74	58	44	33	25	18	13						
S39042	JB/T 4728	≤300	147	147	147	147	144	131	122																1	
			147	137	127	117	107	97	90																	
S21953	JB/T 4728	≤150	219	210	200	193	187	180																		
S22253	JB/T 4728	≤150	230	230	230	230	223	217																		
S22053	JB/T 4728	≤150	230	230	230	230	223	217																		
注：该行许用应力仅适用于允许产生微量永久变形之元件，对于法兰或其他有微量永久变形就引起泄漏或故障的场合不能采用。																										

7 螺柱（含螺栓）用钢棒

7.1 碳素钢和低合金钢钢棒

7.1.1 钢棒的标准、螺柱的使用状态及许用应力按表 11 的规定。

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按表 12 的规定进行调质热处理。

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，具体要求如下：

- a) 同一钢号、同一冶炼炉号、同一断面尺寸、同一热处理制度、同期制造的螺柱毛坯组成一批，每批抽取一件毛坯进行试验；
- b) 试样取样方向为纵向。直径不大于 40mm 的毛坯，试样的纵轴应位于毛坯中心；直径大于 40mm 的毛坯，试样的纵轴应位于毛坯半径的 1/2 处。试样距毛坯端部的距离不应小于毛坯的半径，但拉伸试样的头部（或夹持部分）不受此限制；
- c) 碳素钢螺柱毛坯每件取一个拉伸试样。低合金钢螺柱毛坯每件取 1 个拉伸试样、3 个冲击试样。拉伸试验方法按 GB/T 228 的规定，拉伸试样采用 R4 号（ $d=10\text{mm}$ ， $L_0=50\text{mm}$ ）试样。冲击试验方法按 GB/T 229 的规定，冲击试样采用标准尺寸 V 型缺口试样；
- d) 碳素钢螺柱毛坯拉伸试验结果中，抗拉强度和屈服强度应符合表 11 的规定，断后伸长率指标为：20 钢 $A \geq 25\%$ ，35 钢 $A \geq 20\%$ 。低合金钢螺柱毛坯的拉伸和冲击试验结果应符合表 12 的规定，表中冲击功的规定值系 3 个试样试验结果的平均值，允许有 1 个试样的试验结果小于规定值，但不得小于规定值的 70%；
- e) 拉伸试验结果不合格时，应从同一毛坯上再取 2 个拉伸试样进行复验，测定全部 3 项性能。试验结果中只要有 1 个数据不合格，则该批毛坯判为不合格；
- f) 冲击试验结果不合格时，应从同一毛坯上再取 3 个冲击试样进行复验。前后两组 6 个试样的冲击功平均值不得小于表 12 的规定，允许有 2 个试样的冲击功小于规定值，但其中小于规定值 70% 的只允许有 1 个。否则该批毛坯判为不合格；
- g) 被判为不合格的整批毛坯可按 7.1.2 的规定重新热处理，然后按上述程序重新取样进行试验。

表 11 碳素钢和低合金钢螺柱许用应力

钢号	钢棒 标准	使用 状态	螺柱 规格 mm	室温 强度指标		在下列温度下（℃）下的许用应力，MPa																	注
				R_m MPa	R_{eL} MPa	≤20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600		
20	GB/T 699	正火	≤M22	410	245	91	81	78	73	65	60	54											
			M24~M27	400	235	94	84	80	74	67	61	56											
35	GB/T 699	正火	≤M22	530	315	117	105	98	91	82	74	69											
			M24~M27	510	295	118	106	100	92	84	76	70											
40MnB	GB/T 3077	调质	≤M22	805	685	196	176	171	165	162	154	143	126										
			M24~M36	765	635	212	189	183	180	176	167	154	137										
40MnVB	GB/T 3077	调质	≤M22	835	735	210	190	185	179	176	168	157	140										
			M24~M36	805	685	228	206	199	196	193	183	170	154										
40Cr	GB/T 3077	调质	≤M22	805	685	196	176	171	165	162	157	148	134										
			M24~M36	765	635	212	189	183	180	176	170	160	147										
30CrMoA	GB/T 3077	调质	≤M22	700	550	157	141	137	134	131	129	124	116	111	107	103	79						
			M24~M48	660	500	167	150	145	142	140	137	132	123	118	113	108	79						
			M52~M56	660	500	185	167	161	157	156	152	146	137	131	126	111	79						
35CrMoA	GB/T 3077	调质	≤M22	835	735	210	190	185	179	176	174	165	154	147	140	111	79						
			M24~M48	805	685	228	206	199	196	193	189	180	170	162	150	111	79						
			M52~M80	805	685	254	229	221	218	214	210	200	189	180	150	111	79						
			M85~M105	735	590	219	196	189	185	181	178	171	160	153	145	111	79						
35CrMoVA	GB/T 3077	调质	M52~M105	835	735	272	247	240	232	229	225	218	207	201									
			M110~M140	785	665	246	221	214	210	207	203	196	189	183									

表 11（续）

钢号	钢棒 标准	使用 状态	螺柱 规格 mm	室温 强度指标		在下列温度下（℃）下的许用应力，MPa																
				R_m MPa	R_{eL} MPa	≤20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	
25Cr2MoVA	GB/T 3077	调质	≤M22	835	735	210	190	185	179	176	174	168	160	156	151	141	131	72	39			注
			M24~M48	835	735	245	222	216	209	206	203	196	186	181	176	168	131	72	39			
			M52~M105	805	685	254	229	221	218	214	210	203	196	191	185	176	131	72	39			
			M110~M140	735	590	219	196	189	185	181	178	174	167	164	160	153	131	72	39			
40CrNiMoA	GB/T 3077	调质	M52~M140	930	825	306	291	281	274	267	257	244										
S45110 (1Cr5Mo)	GB/T 1221	调质	≤M22	590	380	111	101	97	94	92	91	90	87	84	81	77	62	46	35	26	18	
			M24~M48	590	390	130	118	113	109	108	106	105	101	98	95	83	62	46	35	26	18	
注：括号中为旧钢号。																						

表 12 低合金钢螺柱的力学性能

钢号	调质回火温度 ℃	规格 mm	R_m MPa	$R_{eL}(R_{p0.2})$ MPa	A %	20℃ KV_2 J
40MnB	≥550	≤M22	≥805	≥685	≥13	≥34
		M24~M36	≥765	≥635		
40MnVB	≥550	≤M22	≥835	≥735	≥12	≥34
		M24~M36	≥805	≥685		
40Cr	≥550	≤M22	≥805	≥685	≥13	≥34
		M24~M36	≥765	≥635		
30CrMoA	≥600	≤M22	≥700	≥550	≥15	≥61
		M24~M56	≥660	≥500		
35CrMoA	≥560	≤M22	≥835	≥735	≥13	≥54
		M24~M80	≥805	≥685		≥47
		M85~M105	≥735	≥590		
35CrMoVA	≥600	M52~M105	≥835	≥735	≥12	≥47
		M110~M140	≥785	≥665		
25Cr2MoVA	≥620	≤M48	≥835	≥735	≥14	≥47
		M52~M105	≥805	≥685		
		M110~M140	≥735	≥590		
40CrNiMoA	≥520	M52~140	≥930	≥825	≥12	≥54
S45110(1Cr5Mo)	≥650	≤M48	≥590	≥390	≥18	≥34

7.1.4 碳素钢和低合金钢螺柱的使用温度下限（即螺柱的最低设计温度）及相关技术要求应按下列规定：

- a) 20 钢螺柱使用温度下限为-20℃，35、40MnB 和 40MnVB 钢螺柱使用温度下限为 0℃，40Cr、和 S45110(1Cr5Mo) 钢螺柱使用温度下限为-10℃。35CrMoVA 和 25Cr2MoVA 钢螺柱使用温度下限为-20℃；
- b) 30CrMoA、35CrMoA 和 40CrNiMoA 钢螺柱使用温度低于-20℃时，应进行使用温度下的低温冲击试验，此时表 13 中的冲击试验温度由 20℃改为使用温度，低温冲击功指标按表 13 的规定；
- c) 使用温度低于-40℃到-70℃的 30CrMoA 和 35CrMoA 螺柱用钢，其化学成分（熔炼分析）中磷、硫含量应为 $P \leq 0.020\%$ 、 $S \leq 0.010\%$ ；40CrNiMoA 螺柱用钢和使用温度低于-70℃~-100℃的 30CrMoA 螺柱用钢，其化学成分（熔炼分析）中磷、硫含量应为 $P \leq 0.015\%$ 、 $S \leq 0.008\%$ 。

表 13 低温用螺柱的冲击功

钢 号	螺柱规格，mm	最低冲击试验温度，℃	KV_2 ，J
30CrMoA	≤M56	-100	≥27
35CrMoA	≤M56	-70	≥27
40CrNiMoA	M52~M64	-50	≥31

7.1.5 与螺柱用钢组合使用的螺母用钢可按表 14 选取，设计人员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。

表 14 碳素钢和低合金钢螺母用钢

螺柱钢号	螺 母 用 钢			
	钢 号	钢材标准	使用状态	使用温度范围 ℃
20	10、15	GB/T 699	正火	-20~350
35	20、25	GB/T 699	正火	0~350
40MnB	40Mn、45	GB/T 699	正火	0~400
40MnVB	40Mn、45	GB/T 699	正火	0~400
40Cr	40Mn、45	GB/T 699	正火	-10~400
30CrMoA	40Mn、45	GB/T 699	正火	-10~400
	30CrMoA	GB/T 3077	调质	-100~500
35CrMoA	40Mn、45	GB/T 699	正火	-10~400
	30CrMoA、35CrMoA	GB/T 3077	调质	-70~500
35CrMoVA	35CrMoA、35CrMoVA	GB/T 3077	调质	-20~425
25Cr2MoVA	30CrMoA、35CrMoA	GB/T 3077	调质	-20~500
	25Cr2MoVA	GB/T 3077	调质	-20~550
40CrNiMoA	35CrMoA、40CrNiMoA	GB/T 3077	调质	-50~350
S45110(1Cr5Mo)	S45110(1Cr5Mo)	GB/T 1221	调质	-10~600

7.2 高合金钢钢棒

7.2.1 钢棒的标准,螺柱的使用状态及许用应力按表 15 的规定。

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(即螺柱的最低设计温度)按下列规定:

- a) S42020 钢螺柱的使用温度下限为 0℃;
- b) 奥氏体钢螺柱的使用温度高于或等于-196℃ 时可免做冲击试验;低于-196℃时,由设计单位确定冲击试验要求。

7.2.4 与螺柱用钢组合使用的螺母用钢可按表 16 选取,设计人员也可选用有使用经验的其他螺母用钢。调制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。

表 15 高合金钢螺柱许用应力

钢号	钢棒标准	使用状态	螺柱规格 mm	室温 强度指标		在下列温度（℃）下的许用应力，MPa																
				R_m MPa	$R_{p0.2}$ MPa	≤20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	
S42020 (2Cr13)	GB/T 1220	调质	≤M22	640	440	126	117	111	106	103	100	97	91									
			M24~M27	640	440	147	137	130	123	120	117	113	107									
S30408	GB/T 1220	固溶	≤M22	520	205	128	107	97	90	84	79	77	74	71	69	66	58	42	27			
			M24~M48	520	205	137	114	103	96	90	85	82	79	76	74	71	62	42	27			
S31008	GB/T 1220	固溶	≤M22	520	205	128	113	104	98	93	90	87	84	83	80	78	61	31	19	12	8	
			M24~M48	520	205	137	121	111	105	99	96	93	90	88	85	83	61	31	19	12	8	
S31608	GB/T 1220	固溶	≤M22	520	205	128	109	101	93	87	82	79	77	76	75	73	68	50	30			
			M24~M48	520	205	137	117	107	99	93	87	84	82	81	79	78	73	50	30			
S32168	GB/T 1220	固溶	≤M22	520	205	128	107	97	90	84	79	77	75	73	71	69	44	25	13			
			M24~M48	520	205	137	114	103	96	90	85	82	80	78	76	74	44	25	13			
注：括号中为旧钢号。																						

表 16 高合金钢螺母用钢

螺柱钢号	螺母用钢			
	钢号	钢材标准	使用状态	使用温度范围℃
S42020	S42020	GB/T 1220	调质	0~400
S30408	S30408	GB/T 1220	固溶	-253~700
S 31008	S31008	GB/T 1220	固溶	-196~800
S31608	S31608	GB/T 1220	固溶	-253~700
S32168	S32168	GB/T 1220	固溶	-196~700

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。同一冶炼炉号、同一断面尺寸、同一固溶处理制度、同一应变强化工艺的螺柱毛坯组成一批，每批抽取一件毛坯进行试验。每件毛坯上取一个拉伸试样，3 个冲击试样（当需要时）。试样取样方向为纵向，试样的纵轴应尽量靠近螺柱毛坯半径的 1/2 处。

a) 螺柱毛坯的拉伸性能和螺柱的许用应力按表 17 的规定；

表 17 应变强化处理的螺柱用钢

钢号	螺柱规格 mm	R_m MPa	$R_{p0.2}$ MPa	A %	$\leq 20^\circ\text{C}$ 的许用应力 MPa
S30408	$\leq M22$	≥ 800	≥ 600	≥ 12.5	171
	M24~M27	≥ 750	≥ 510	≥ 15	170

- b) 使用温度低于 -100°C 时，螺柱毛坯应进行使用温度下的低温冲击试验，低温冲击功指标 $KV_2 \geq 31\text{J}$ ；
- c) 拉伸和冲击试验的其他要求参照 7.1.3 的规定。

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) 选用未列入本标准的钢材；
- c) 选用标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 的钢材和用于设计温度低于-40℃的低合金钢钢材。

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 设计单位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 设计单位选用已列入本标准的标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 的钢材和用于设计温度低于-40℃的低合金钢钢材，如钢材制造单位没有该钢材的制造和压力容器应用业绩，钢材制造单位在试用前也应按 TSG R0004 的规定通过技术评审。

A.1.5 设计单位选用境外牌号的钢材，应按 TSG R0004 的规定。对标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 的钢材和用于设计温度低于-40℃的低合金钢钢材，钢材制造单位在试用前应通过技术评审。

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℃；
- 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

- e) 根据需方要求，钢板可进行弯曲试验，弯心直径为 3 倍试样厚度，弯曲角度为 180°。弯曲试验后，试样外侧不应有裂纹；
- f) 钢板应逐张进行超声检测，超声检测方法按 JB/T 4730.3 的规定，合格级别为 I 级；
- g) 钢板在化学成分和力学性能等方面的特殊要求由供需双方协议；
- h) 本条未规定事项均按 GB 713 的相关规定。

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			
>36~50	520~620	≥350			

- d) 根据需方要求，钢板可进行弯曲试验，弯心直径为 3 倍试样厚度，弯曲角度为 180°。弯曲试验后，试样外侧不应有裂纹；
- e) 本条未规定事项均按 GB 3531 的相关规定。

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			

- d) 根据需方要求，钢板可进行弯曲试验，弯心直径为 3 倍试样厚度，弯曲角度为 180°。弯曲试验后，试样外侧不应有裂纹；

- e) 本条未规定事项均按 GB 3531 的相关规定。

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
≤0.10	≤0.35	0.30~0.80	≤0.010	≤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	≥575	≥18	-196	≥100
>30~40		≥565			

- e) 根据需方要求，钢板可进行弯曲试验，弯心直径为 3 倍试样厚度，弯曲角度为 180°。弯曲试验后，试样外侧不应有裂纹；

- f) 厚度大于或等于 12mm 的钢板应逐张进行超声检测，根据需方要求，厚度 6mm~<12mm 的钢板也可逐张进行超声检测。超声检测方法按 JB/T 4730.3 的规定，合格级别为 I 级；

- g) 本条未规定事项均按 GB 3531 的相关规定。

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。

A.3.2 09MnD 钢管的技术要求如下:

- a) 钢的化学成分(熔炼分析)按表 A.11 的规定;

表 A.11

化学成分, %					
C	Si	Mn	P	S	Als
≤0.12	0.15~0.35	1.15~1.50	≤0.020	≤0.010	≥0.015

- b) 钢管以正火热处理状态交货;

- c) 钢管的力学性能按表 A.12 的规定。冲击试样取自管坯, 纵向试样, 正火热处理;

表 A.12

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
≤8	420~560	≥270	≥25	-50	≥47

- d) 本条未规定事项均按 GB 9948 的相关规定。

A.3.3 09MnNiD 钢管的技术要求如下:

- a) 钢的化学成分(熔炼分析)按表 A.13 的规定。

表 A.13

化学成分, %							
C	Si	Mn	P	S	Ni	Nb	Als
≤0.12	0.15~0.50	1.20~1.60	≤0.020	≤0.010	0.30~0.80	≤0.04	≥0.015

- b) 钢管以正火热处理状态交货；
c) 钢管的力学性能按表 A.14 的规定。冲击试样取自管坯，纵向试样，正火热处理；

表 A.14

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
≤8	440~580	≥280	≥24	-70	≥47

- d) 本条未规定事项均按 GB 9948 的相关规定。

A.3.4 08Cr2AlMo 钢管的技术要求如下：

- a) 钢的化学成分（熔炼分析）按表 A.15 的规定；

表 A.15

化学成分，%							
C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	Mo
0.05~0.10	0.15~0.40	0.20~0.50	≤0.025	≤0.015	2.00~2.50	0.30~0.70	0.30~0.40

- b) 钢管以正火加回火热处理状态交货，回火温度不低于 680℃；
c) 钢管的力学性能按表 A.16 的规定；

表 A.16

公称壁厚 mm	拉伸试验（纵向）		
	R_m MPa	R_{eL} MPa	A %
≤8	400~540	≥250	≥25

- d) 本条未规定的事项按 GB 9948 的相关规定。

A.3.5 09CrCuSb 钢管的技术要求如下：

- a) 钢的化学成分（熔炼分析）按表 A.17 的规定；

表 A.17

化学成分，%							
C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Sb
≤0.12	0.20~0.40	0.35~0.65	≤0.030	≤0.020	0.70~1.10	0.25~0.45	0.04~0.10

- b) 钢管以正火热处理状态交货；
c) 钢管的力学性能按表 A.18 的规定；

表 A.18

公称壁厚 mm	拉伸试验（纵向）		
	R_m MPa	R_{eL} MPa	A %
≤8	390~550	≥245	≥25

- d) 钢管应进行耐腐蚀性能试验，每批在 2 根钢管上各取 1 个试样，每个试样为长 10mm 的管段。在浓度为 50% 的 H_2SO_4 溶液中， $70^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的恒温条件下浸泡 24h。2 个试样腐蚀速率的平均值不大于 $8\text{mg}/\text{cm}^2 \times \text{h}$ 或 $14\text{mg}/\text{cm}^2 \times \text{h}$ ，具体指标在订货合同中注明；
- e) 本条未规定事项均按 GB 9948 的相关规定。

附 录 B
(资料性附录)
钢材高温性能参考值

表 B.1 碳素钢和低合金钢钢板高温屈服强度

钢号	板厚 mm	在下列温度 (°C) 下的 $R_{p0.2}$ (R_{eL}), MPa									
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Q245R	3~16	245	220	210	196	176	162	147	137	127	
	>16~36	235	210	200	186	167	153	139	129	121	
	>36~60	225	200	191	178	161	147	133	123	116	
	>60~100	205	184	176	164	147	135	123	113	106	
	>100~150	185	168	160	150	135	120	110	105	95	
Q345R	3~16	345	315	295	275	250	230	215	200	190	
	>16~36	325	295	275	255	235	215	200	190	180	
	>36~60	315	285	260	240	220	200	185	175	165	
	>60~100	305	275	250	225	205	185	175	165	155	
	>100~150	285	260	240	220	200	180	170	160	150	
	>150~200	265	245	230	215	195	175	165	155	145	
Q370R	10~16	370	340	320	300	285	270	255	240		
	>16~36	360	330	310	290	275	260	245	230		
	>36~60	340	310	290	270	255	240	225	210		
18MnMoNbR	36~60	400	375	365	360	355	350	340	310	275	
	>60~100	390	370	360	355	350	345	335	305	270	
13MnNiMoR	30~100	390	370	360	355	350	345	335	305		
	>100~150	380	360	350	345	340	335	325	300		
15CrMoR	6~60	295	270	255	240	225	210	200	189	179	174
	>60~100	275	250	235	220	210	196	186	176	167	162
	>100~150	255	235	220	210	199	185	175	165	156	150
14Cr1MoR	6~100	310	280	270	255	245	230	220	210	195	176
	>100~150	300	270	260	245	235	220	210	200	190	172
12Cr2Mo1R	6~150	310	280	270	260	255	250	245	240	230	215

表 B.1 (续)

钢号	板厚 mm	在下列温度 (°C) 下的 $R_{p0.2}$ (R_{eL}), MPa									
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500
12Cr1MoVR	6~60	245	225	210	200	190	176	167	157	150	142
	>60~100	235	220	210	200	190	176	167	157	150	142
12Cr2Mo1VR	30~120	415	395	380	370	365	360	355	350	340	325
16MnDR	6~16	315	290	270	250	230	210	195			
	>16~36	295	270	250	235	215	195	180			
	>36~60	285	260	240	225	205	185	175			
	>60~100	275	250	235	220	200	180	170			
	>100~120	265	245	230	215	195	175	165			
15MnNiDR	6~16	325	300	280	260						
	>16~36	315	290	270	250						
	>36~60	305	280	260	240						
15MnNiNbDR	10~16	370	340	320	300						
	>16~36	360	330	310	290						
	>36~50	350	320	300	280						
09MnNiDR	6~16	300	275	255	240	230	220	205			
	>16~36	280	255	235	225	215	205	190			
	>36~60	270	245	225	215	205	195	180			
	>60~120	260	240	220	210	200	190	175			
07MnMoVR	12~60	490	465	450	435						
07MnNiVDR	12~60	490	465	450	435						
07MnNiMoDR	12~50	490	465	450	435						
12MnNiVR	12~60	490	465	450	435						

表 B.2 高合金钢钢板高温屈服强度

钢号	板厚 mm	在下列温度 (°C) 下的 $R_{p0.2}$, MPa										
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
S11306	≤25	205	189	184	180	178	175	168	163			
S11348	≤25	170	156	152	150	149	146	142	135			
S11972	≤8	275	238	223	213	204	196	187	178			
S30408	≤80	205	171	155	144	135	127	123	119	114	111	106
S30403	≤80	180	147	131	122	114	109	104	101	98		

表 B.2 (续)

钢号	板厚 mm	在下列温度 (°C) 下的 $R_{p0.2}$, MPa										
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
S30409	≤80	205	171	155	144	135	127	123	119	114	111	106
S31008	≤80	205	181	167	157	149	144	139	135	132	128	124
S31608	≤80	205	175	161	149	139	131	126	123	121	119	117
S31603	≤80	180	147	130	120	111	105	100	96	93		
S31668	≤80	205	175	161	149	139	131	126	123	121	119	117
S31708	≤80	205	175	161	149	139	131	126	123	121	119	117
S31703	≤80	205	175	161	149	139	131	126	123	121		
S32168	≤80	205	171	155	144	135	127	123	120	117	114	111
S39042	≤80	220	205	190	175	160	145	135				
S21953	≤80	440	355	335	325	315	305					
S22253	≤80	450	395	370	350	335	325					
S22053	≤80	450	395	370	350	335	325					

表 B.3 碳素钢和低合金钢钢管高温屈服强度

钢号	壁厚 mm	在下列温度 (°C) 下的 $R_{p0.2}$ (R_{eL}), MPa									
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500
10	≤16	205	181	172	162	147	133	123	113	98	
	>16~30	195	176	167	157	142	128	118	108	93	
20	≤16	245	220	210	196	176	162	147	132	117	
	>16~30	235	210	200	186	167	153	139	124	110	
	>30~50	225	200	190	176	158	145	132	118	105	
12CrMo	≤16	205	181	172	162	152	142	132	123	118	113
	>16~30	195	176	167	157	147	137	127	118	113	108
15CrMo	≤16	235	210	196	186	176	162	152	142	137	132
	>16~30	225	200	186	176	167	154	145	136	131	127
	>30~50	215	190	176	167	158	146	138	130	126	122
12Cr2Mol	≤30	280	255	245	235	230	225	220	215	205	194
1Cr5Mo	≤16	195	176	167	162	157	152	147	142	137	127
	>16~30	185	167	157	152	147	142	137	132	127	118
12Cr1MoVG	≤30	255	230	215	200	190	176	167	157	150	142
08Cr2AlMo	≤8	250	225	210	195	185	175				
09CrCuSb	≤8	245	220	205	190						

表 B.4 高合金钢钢管高温屈服强度

序号	钢号	在下列温度 (°C) 下的 $R_{p0.2}$, MPa										
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
1	0Cr18Ni9	205	171	155	144	135	127	123	119	114	111	106
2	00Cr19Ni10	175	145	131	122	114	109	104	101	98		
3	0Cr18Ni10Ti	205	171	155	144	135	127	123	120	117	114	111
4	0Cr17Ni12Mo2	205	175	161	149	139	131	126	123	121	119	117
5	00Cr17Ni14Mo2	175	145	130	120	111	105	100	96	93		
6	0Cr18Ni12Mo2Ti	205	175	161	149	139	131	126	123	121	119	117
7	0Cr19Ni13Mo3	205	175	161	149	139	131	126	123	121	119	117
8	00Cr19Ni13Mo3	175	175	161	149	139	131	126	123	121		
9	0Cr25Ni20	205	181	167	157	149	144	139	135	132	128	124
10	1Cr19Ni9	205	171	155	144	135	127	123	119	114	111	106
11	S21953	440	355	335	325	315	305					
12	S22253	450	395	370	350	335	325					
13	S22053	485	425	400	375	360	350					
14	S25073	550	480	445	420	400	385					
15	S30408	210	174	156	144	135	127	123	119	114	111	106
16	S30403	180	147	131	122	114	109	104	101	98		
17	S31608	210	178	162	149	139	131	126	123	121	119	117
18	S31603	180	147	130	120	111	105	100	96	93		
19	S32168	210	174	156	144	135	127	123	120	117	114	111
注: 序号 1~9 为 GB 13296 和 GB/T14976 的参考值, 序号 10 为 GB 9948 和 GB 13296 的参考值, 序号 11~14 为 GB/T 21833 的参考值, 序号 15~19 为 GB/T 12771 的参考值。												

表 B.5 碳素钢和低合金钢锻件高温屈服强度

钢 号	公称厚度 mm	在下列温度（℃）下的 $R_{p0.2}(R_{eL})$, MPa									
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500
20	≤100	235	210	200	186	167	153	139	129	121	
	>100~200	225	200	191	178	161	147	133	123	116	
	>200~300	205	184	176	164	147	135	123	113	106	
35	≤100	265	235	225	205	186	172	157	147	137	
	>100~300	245	225	215	200	181	167	152	142	132	
16Mn	≤100	305	275	250	225	205	185	175	165	155	
	>100~200	295	265	245	220	200	180	170	160	150	
	>200~300	275	250	235	215	195	175	165	155	145	
20MnMo	≤300	370	340	320	305	295	285	275	260	240	
	>300~500	350	325	305	290	280	270	260	245	225	
	>500~700	330	310	295	280	270	260	250	235	215	

表 B.5 (续)

钢 号	公称厚度 mm	在下列温度 (°C) 下的 $R_{p0.2}(R_{eL})$, MPa									
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500
20MnMoNb	≤300	470	435	420	405	395	385	370	355	335	
	>300~500	460	430	415	405	395	385	370	355	335	
20MnNiMo	≤500	450	420	405	395	385	380	370	355	335	
35CrMo	≤300	440	400	380	370	360	350	335	320	295	
	>300~500	430	395	380	370	360	350	335	320	295	
15CrMo	≤300	280	255	240	225	215	200	190	180	170	160
	>300~500	270	245	230	215	205	190	180	170	160	150
14Cr1Mo	≤300	290	270	255	240	230	220	210	200	190	175
	>300~500	280	260	245	230	220	210	200	190	180	170
12Cr2Mo1	≤300	310	280	270	260	255	250	245	240	230	215
	>300~500	300	275	265	255	250	245	240	235	225	215
12Cr1MoV	≤300	280	255	240	230	220	210	200	190	180	170
	>300~500	270	245	230	220	210	200	190	180	170	160
12Cr2Mo1V	≤300	420	395	380	370	365	360	355	350	340	325
	>300~500	410	390	375	365	360	355	350	345	335	320
12Cr3Mo1V	≤300	420	395	380	370	365	360	355	350	340	325
	>300~500	410	390	375	365	360	355	350	345	335	320
1Cr5Mo	≤500	390	355	340	330	325	320	315	305	285	255
16MnD	≤100	305	275	250	225	205	185	175			
	>100~200	295	265	245	220	200	180	170			
	>200~300	275	250	235	215	195	175	165			
20MnMoD	≤300	370	340	320	305	295	285	275			
	>300~500	350	325	305	290	280	270	260			
	>500~700	330	310	295	280	270	260	250			
08MnNiMoVD	≤300	480	455	440	425						
10Ni3MoVD	≤300	480	455	440	425						
09MnNiD	≤200	280	255	235	225	215	205	190			
	>200~300	270	245	225	215	205	190	180			
08Ni3D	≤300	260									

表 B.6 高合金钢锻件高温屈服强度

钢 号	公称厚度 mm	在下列温度 (°C) 下的 $R_{p0.2}$, MPa										
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
S11306	≤150	205	189	184	180	178	175	168	163			
S30408	≤300	205	171	155	144	135	127	123	119	114	111	106
S30403	≤300	175	147	131	122	114	109	104	101	98		
S30409	≤300	205	171	155	144	135	127	123	119	114	111	106
S31008	≤300	205	181	167	157	149	144	139	135	132	128	124
S31608	≤300	205	175	161	149	139	131	126	123	121	119	117
S31603	≤300	175	147	130	120	111	105	100	96	93		
S31668	≤300	205	175	161	149	139	131	126	123	121	119	117
S31703	≤300	195	175	161	149	139	131	126	123	121		
S32168	≤300	205	171	155	144	135	127	123	120	117	114	111
S39042	≤300	220	205	190	175	160	145	135				
S21953	≤150	390	315	300	290	280	270					
S22253	≤150	450	395	370	350	335	325					
S22053	≤150	450	395	370	350	335	325					

表 B.7 碳素钢和低合金钢螺柱高温屈服强度

钢 号	螺栓规格 mm	在下列温度（℃）下的 $R_{p0.2}(R_{eL})$, MPa									
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500
20	≤M22	245	220	210	196	176	162	147			
	M24~M27	235	210	200	186	167	153	139			
35	≤M22	315	285	265	245	220	200	186			
	M24~M27	295	265	250	230	210	191	176			
40MnB	≤M22	685	620	600	580	570	540	500	440		
	M24~M36	635	570	550	540	530	500	460	410		
40MnVB	≤M22	735	665	645	625	615	590	550	490		
	M24~M36	685	615	600	585	575	550	510	460		
40Cr	≤M22	685	620	600	580	570	550	520	470		
	M24~M36	635	570	550	540	530	510	480	440		
30CrMoA	≤M22	550	495	480	470	460	450	435	405	375	
	M24~M56	500	450	435	425	420	410	395	370	340	
35CrMoA	≤M22	735	665	645	625	615	605	580	540	490	
	M24~M80	685	620	600	585	575	565	540	510	460	
	M85~M105	590	530	510	500	490	480	460	430	390	
35CrMoVA	M52~M105	735	665	645	625	615	605	590	560	530	
	M110~M140	665	600	580	570	560	550	535	510	480	
25Cr2MoVA	≤M48	735	665	645	625	615	605	590	560	530	480
	M52~M105	685	620	600	590	580	570	555	530	500	450
	M110~M140	590	530	510	500	490	480	470	450	430	390
40CrNiMoA	M52~M140	825	785	760	740	720	695	660			
S45110（1Cr5Mo）	≤M48	390	355	340	330	325	320	315	305	285	255

表 B.8 高合金钢螺柱高温屈服强度

钢号	螺柱规格 mm	在下列温度 (°C) 下的 $R_{p0.2}$, MPa										
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
S42020	≤M27	400	410	390	370	360	350	340	320			
S30408	≤M48	205	171	155	144	135	127	123	119	114	111	106
S31008	≤M48	205	181	167	157	149	144	139	135	132	128	124
S31608	≤M48	205	175	161	149	139	131	126	123	121	119	117
S32168	≤M48	205	171	155	144	135	127	123	120	117	114	111

表 B.9 碳素钢和低合金钢钢板高温持久强度极限

钢号	在下列温度 (°C) 下的 10 万 h R_D , MPa								
	400	425	450	475	500	525	550	575	600
Q245R	170	127	91	61					
Q345R	187	140	99	64					
18MnMoNbR			265	176					
15CrMoR				201	132	87	56		
14Cr1MoR				185	120	81	49		
12Cr2Mo1R			221	179	133	91	69	56	
12Cr1MoVR					170	123	88	62	
12Cr2Mo1VR			290	244	201	156	108		

表 B.10 碳素钢和低合金钢钢管高温持久强度极限

钢号	在下列温度 (°C) 下的 10 万 h R_D , MPa								
	400	425	450	475	500	525	550	575	600
10	170	127	91	61					
20	170	127	91	61					
12CrMo					111	75			
15CrMo				201	132	87	56		
12Cr2Mo1			221	179	133	91	69	56	
1Cr5Mo			160	125	93	69	53	39	27
12Cr1MoVG					170	123	88	62	

表 B.11 碳素钢和低合金钢钢锻件高温持久强度极限

钢号	在下列温度 (°C) 下的 10 万 h R_D , MPa								
	400	425	450	475	500	525	550	575	600
20	170	127	91	61					
35	170	127	91	61					
16Mn	187	140	99	64					
20MnMo			196	126	74				
20MnMoNb			265	176					
35CrMo			225	167	118	75			
15CrMo				201	132	87	56		
14Cr1Mo				185	120	81	49		
12Cr2Mo1			221	179	133	91	69	56	
12Cr1MoV					170	123	88	62	
12Cr2Mo1V			290	244	201	156	108		
1Cr5Mo			160	125	93	69	53	39	27

表 B.12 低合金钢螺柱高温持久强度极限

钢号	在下列温度 (°C) 下的 10 万 h R_D , MPa								
	400	425	450	475	500	525	550	575	600
30CrMoA			225	167	118				
35CrMoA			225	167	118				
25Cr2MoVA					196	108	59		
S45110 (1Cr5Mo)			160	125	93	69	53	39	27

表 B.13 钢材弹性模量

钢类	在下列温度下 (°C) 下的弹性模量 E, 10 ³ , MPa																
	-196	-100	-40	20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
碳素钢、碳锰钢			205	201	197	194	191	188	183	178	170	160	149				
锰钼钢、镍钢	214	209	205	200	196	193	190	187	183	178	170	160	149				
铬 (0.5%~2%) 钼 (0.2%~0.5%) 钢			208	204	200	197	193	190	186	183	179	174	169	164			
铬 (2.25%~3%) 钼 (1.0%) 钢			215	210	206	202	199	196	192	188	184	180	175	169	162		
铬 (5%~9%) 钼 (0.5%~1.0%) 钢			218	213	208	205	201	198	195	191	187	183	179	174	168	161	
铬钢 (12%~17%)			206	201	195	192	189	186	182	178	173	166	157	145	131		
奥氏体钢 (Cr18Ni8~Cr25Ni20)	209	203	199	195	189	186	183	179	176	172	169	165	160	156	151	146	140
奥氏体-铁素体钢 (Cr18Ni5~Cr25Ni7)				200	194	190	186	183	180								

表 B.14 钢材平均线膨胀系数

钢类	在下列温度 (°C) 与 20°C 之间的平均线膨胀系数 α, 10 ⁻⁶ mm/mm·°C																
	-196	-100	-50	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700
碳素钢、碳锰钢、锰钼钢、 低铬钼钢		9.89	10.39	10.76	11.12	11.53	11.88	12.25	12.56	12.90	13.24	13.58	13.93	14.22	14.42	14.62	
中铬钼钢 (Cr5Mo~Cr9Mo)			9.77	10.16	10.52	10.91	11.15	11.39	11.66	11.90	12.15	12.38	12.63	12.86	13.05	13.18	
高铬钢 (Cr12~Cr17)			8.95	9.29	9.59	9.94	10.20	10.45	10.67	10.96	11.19	11.41	11.61	11.81	11.97	12.11	
奥氏体钢 (Cr18Ni8~Cr19Ni14)	14.67	15.45	15.97	16.28	16.54	16.84	17.06	17.25	17.42	17.61	17.79	17.99	18.19	18.34	18.58	18.71	18.97
奥氏体钢 (Cr25Ni20)						15.84	15.98	16.05	16.06	16.07	16.11	16.13	16.17	16.33	16.56	16.66	17.14
奥氏体-铁素体钢 (Cr18Ni5~Cr25Ni7)						13.10	13.40	13.70	13.90	14.10							

附 录 C
(资料性附录)

表 C.1 高合金钢钢板的钢号近似对照

序号	GB 24511—2009		GB/T 4237—1992	ASME (2007) SA240		EN10028-7: 2007	
	统一数字代号	新牌号	旧牌号	UNS 代号	型号	数字代号	牌号
1	S11306	06Cr13	0Cr13	S41008	410S	——	——
2	S11348	06Cr13A1	0Cr13A1	S40500	405	——	——
3	S11972	019Cr19Mo2NbTi	00Cr18Mo2	S44400	444	1.4521	X2CrMoTi18-2
4	S30408	06Cr19Ni10	0Cr18Ni9	S30400	304	1.4301	X5CrNi18-10
5	S30403	022Cr19Ni10	00Cr19Ni10	S30403	304L	1.4306	X2CrNi19-11
6	S30409	07Cr19Ni10	——	S30409	304H	1.4948	X6CrNi18-10
7	S31008	06Cr25Ni20	0Cr25Ni20	S31008	310S	1.4951	X6CrNi25-20
8	S31608	06Cr17Ni12Mo2	0Cr17Ni12Mo2	S31600	316	1.4401	X5CrNiMo17-12-2
9	S31603	022Cr17Ni12Mo2	00Cr17Ni14Mo2	S31603	316L	1.4404	X2CrNiMo17-12-2
10	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	0Cr18Ni12Mo2Ti	S31635	316Ti	1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2
11	S31708	06Cr19Ni13Mo3	0Cr19Ni13Mo3	S31700	317	——	——
12	S31703	022Cr19Ni13Mo3	00Cr19Ni13Mo3	S31703	317L	1.4438	X2CrNiMo18-15-4
13	S32168	06Cr18Ni11Ti	0Cr18Ni10Ti	S32100	321	1.4541	X6CrNiTi18-10
14	S39042	015Cr21Ni26Mo5Cu2	——	N08904	904L	1.4539	X1NiCrMoCu25-20-5
15	S21953	022Cr19Ni5Mo3Si2N	00Cr18Ni5Mo3Si2	——	——	——	——
16	S22253	022Cr22Ni5Mo3N	——	S31803	——	1.4462	X2CrNiMoN22-5-3
17	S22053	022Cr23Ni5Mo3N	——	S32205	2205	——	——

GB 150.2—2010

表 C.2 高合金钢焊接管的钢号近似对照

序号	GB/T 12771—2008		GB/T 12771—2000	ASME (2007) SA312	
	统一数字代号	新牌号	旧牌号	UNS 代号	型号
1	S30408	06Cr19Ni10	0Cr18Ni9	S30400	TP304
2	S30403	022Cr19Ni10	00Cr19Ni10	S30403	TP304L
3	S31608	06Cr17Ni12Mo2	0Cr17Ni12Mo2	S31600	TP316
4	S31603	022Cr17Ni12Mo2	00Cr17Ni14Mo2	S31603	TP316L
5	S32168	06Cr18Ni11Ti	0Cr18Ni10Ti	S32100	TP321

表 C.3 双相钢无缝管的钢号近似对照

序号	GB/T 21833—2008		GB/T 14976—2002	ASME (2007) SA789 SA790	
	统一数字代号	新牌号	旧牌号	UNS 代号	型号
1	S21953	022Cr19Ni5Mo3Si2N	00Cr18Ni5Mo3Si2	S31500	——
2	S22253	022Cr22Ni5Mo3N	——	S31803	——
3	S22053	022Cr23Ni5Mo3N	——	S32205	——
4	S25073	022Cr25Ni7Mo4N	——	S32750	——

附 录 D

(规范性附录)

非压力容器专用碳素钢板的使用规定

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 $P \leq 0.035\%$ 、 $S \leq 0.035\%$ 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。对用于设计温度低于 20℃ 至 0℃、厚度等于或大于 6mm 的 Q235C 钢板，容器制造厂应附加进行横向试样的冲击试验，试验温度按容器的设计温度，3 个标准冲击试样的冲击功平均值 $KV_2 \geq 27J$ ，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) 容器的设计温度：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、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						注
		≤20	100	150	200	250	300	
Q235B	3～16	116	113	108	99	88	81	1
	>16～30	116	108	102	94	82	75	1
Q235C	3～16	123	120	114	105	94	86	2
	>16～40	123	114	108	100	87	79	2
注：1.所列许用应力已乘质量系数 0.85。 2.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。