中华人民共和国国家标准

GB/T 20801.2－2006

压力管道规范　工业管道
第 2 部分：材料

Pressure piping code－Industrial piping－Part 2：Materials

2006－12－30 发布
2007－06－01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会
发布

前　言

本标准对应于 ISO 15649：2001 《石油和天然气工业管道》，与 ISO 15649:2001 一致性程度为非等效。

GB/T 20801《压力管道规范　工业管道》由下列六个部分组成：

——第1部分：总则；

——第2部分：材料；

——第3部分：设计和计算；

——第4部分：制作与安装；

——第5部分：检验与试验；

——第6部分：安全防护。

本部分为 GB/T 20801 的第 2 部分。

本部分的附录A为规范性附录，附录B为资料性附录。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会压力管道分技术委员会(SAC/TC 262/SC 3)提出。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)归口。

本部分起草单位：全国化工设备设计技术中心站、中国石化集团上海工程有限公司、国家质检总局特种设备安全监察局、中国石油化工集团公司经济技术研究院、中国石油化工集团公司工程建设管理部、辽宁省安全科学研究院。

本部分主要起草人：应道宴、阮黎祥、岳进才、高继轩、修长征、汪镇安、叶文邦、寿比南、王为国、黄正林、周家祥、唐永进、张宝江、于浦义、刘金山。

压力管道规范　工业管道 第2部分：材料

1　范围

本部分规定了压力管道建造材料的基本要求，这些基本要求包括材料选用、使用限制、检验要求和标记方面的规定。

2　规范性引用文件

下列文件中的条款通过GB/T 20801的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB 150　钢制压力容器

GB/T 229－1994　金属夏比缺口冲击试验方法(eqv ISO 148：1983)

GB/T 700－2006　碳素结构钢

GB 713—1997　锅炉用钢板(neq.ISO 5832-4：1996)

GB/T 1220－1992　不锈钢棒

GB/T 1348－1988　球墨铸铁件

GB/T 2054－2005　镍及镍合金板

GB/T 2882－2005　镍及镍合金管

GB/T 3077－1999　合金结构钢

GB 3087－1999　低中压锅炉用无缝钢管(neq ISO 9329-1：1989)

GB/T 3091－2001　低压流体输送用焊接钢管(neq ISO 559：1991)

GB/T 3098.1－2000　紧固件机械性能　螺栓、螺钉和螺柱(idt ISO 898-1：1999)

GB/T 3098.6－2000　紧固件机械性能　不锈钢螺栓、螺钉和螺柱(idt ISO 3506-1：1997)

GB 3531－1996　低温压力容器用低合金钢钢板

GB/T 3621－1994　钛及钛合金板材

GB/T 3624－1995　钛及钛合金管

GB/T 3880.2－2006　一般工业用铝及铝合金板、带材　第2部分：力学性能

GB/T 4237－1992　不锈钢热轧钢板

GB/T 4437.1－2000　铝及铝合金热挤压管　第一部分：无缝圆管

GB 5310－1995　高压锅炉用无缝钢管

GB 6479－2000　高压化肥设备用无缝钢管(neq ISO 9329-2：1997)

GB/T 6614－1994　钛及钛合金铸件

GB 6654－1996　压力容器用钢板

GB/T 6893－2000　铝及铝合金拉(轧)制无缝管

GB/T 8163－1999　输送流体用无缝钢管(neq ISO 559：1991)

GB/T 9439－1988　灰铸铁件

GB/T 9440－1988　可锻铸铁件(neq ISO 5922：1981)

GB/T 9711.1－1997　石油天然气工业　输送钢管交货技术条件　第1部分：A级钢管(eqvr ISO 3183-1：1996)

GB 9948－2006　石油裂化用无缝钢管

GB/T 12229－2005　通用阀门　碳素钢铸件技术条件

GB/T 12230－2005　通用阀门　不锈钢铸件技术条件

GB/T 12459－2005　钢制对焊无缝管件

GB/T 12771－2000　流体输送用不锈钢焊接钢管

GB/T 12778－1991　金属夏比冲击断口测定方法

GB/T 13401－2005　钢板制对焊管件

GIj/T 14976－2002　流体输送用不锈钢无缝钢管

GB/T 16253－1996　承压钢铸件(eqv ISO 4991：1994)

GB/T 16598－l996　钛及钛合金饼和环

GB/T 18984－2003　低温管道用无缝钢管

GB/T 20801.1－2006　压力管道规范　工业管道　第1部分：总则

GB/T 20801.3－2006　压力管道规范　工业管道　第3部分：设计和计算

HG/T 3651－1999　钛制对焊无缝管件

HG/T 20537.3－1992　化上装置用奥氏体不锈钢焊接钢管技术要求

HG/T 20537.4－1992　化工装置用奥氏体不锈钢大口径焊接钢管技术要求

JB 4726－2000　压力容器用碳素钢和低合金钢锻件

JB 4727－2000　低温压力容器用低合金钢锻件

JB 4728－2000　压力容器用不锈钢锻件

JB 474l－2000　压力容器用镍铜合金热轧板材

JB 4742－2000　压力容器用镍铜合金无缝管

JB 4743－2000　压力容器用镍铜合金锻件

JB/T 7248－1994　阀门用低温钢铸件技术条件

YB/T 5264－l993　耐蚀合金锻件

YB/T 5353－2006　耐蚀合金热轧板

3　术语和定义

除本部分规定的术语和定义外，**GB/T 20801** 其他部分规定的术语和定义也适用于本部分。

3.1

低温低应力工况　lower temperature and lower stress service

系指同时满足下列各项条件的工况：

a) 低温下的最大工作压力不大于常温下最大允许工作压力的 30%；

b) 管道由压力、重量及位移产生的轴向(拉)应力总和不大于 10% 材料标准规定最小抗拉强度值(计算位移应力时，不计入应力增大系数)；

c) 仅限于 GC2 级管道，且最低设计温度不低于 －101 ℃。

注：直管和对焊管件类元件的最大允许工作压力按GB/T 20801.3－2006 计算确定；法兰、阀门类元件的最大允许工作压力按相应标准规定的常温压力额定值选取。

3.2

电阻焊焊管 electric resistance-welded pipe

以管子(带卷)本身作为电流回路，利用电阻加热、在压力作用下连续对接焊接的管子。

3.3

电熔焊焊管 electric-fusion welded pipe

采用自动电弧焊或手工电弧焊，在预成形的坯料上纵向对接焊成的管子。

3.4

板焊管 plat welded pipe

以板材预成形为坯料，带有一条或两条纵向直焊缝的电熔焊焊管。

3.5

质量证明书 inspection certificate

材料质量证明(检验文件)的一种形式。由制造厂生产部门以外的独立授权部门或人员，按照标准及合同的规定，按批在交货产品l二(或取样)进行检验和试验，并注明结果的检验文件。

制造厂质量证明书由独立于生产部门的制造厂检验部门签署并批准生效。法律法规有规定的，由法定检验检测机构出具监督检验证明。

3.6

剧烈循环工况 severse cyclic

按 GB/T 20801.3－2006 的 3.4 规定。

4 一般规定

4.1 材料选用

业主或设计者应根据具体使用条件(包括制造、制作安装、介质、操作情况、工作环境和试验等)以及本部分规定的材料使用要求和限制，选用合适的管道组成什材料。本部分没有包括焊接、非金属和管道支承件等的材料要求。

4.2 材料牌号和许用应力

a) 本部分附录A中的表A.1和表A.2规定了管道组成件材料的牌号、许用应力和使用范围等要求：

b) 按 GB/T 20801.3－2006 中表14 选择的管道组成件材料的性能不得低于按表A.1 和表A.2 所选相应材料的性能；

c) 其他材料的选用应经过具有相应资质的机构技术鉴定及评审认可。

5 材料选用的基本原则

5.1 受压元件(螺栓除外)用材料应有足够的强度、塑性和韧性，在最低使用温度下应具备足够的抗脆断能力。当采用延伸率低于 14% 的脆性材料时，应采取必要的安全防护措施。

5.2 选用的材料应具有足够的稳定性，包括化学性能、物理性能、耐蚀和耐磨性能、抗疲劳性能和组织稳定性等。

5.3 选用材料时，应考虑材料在可能发生的明火、火灾和灭火条件下的适用性以及由此而带来材料性能变化和次生危害。

5.4 选用的材料应适合相应的制造、制作和安装，包括焊接、冷热加以及热处理等方面的要求。

5.5 当几种不同的材料组合使用时，应考虑可能产生的不利影响。

5.6 材料应具备可获得性和经济性。

6 材料的使用限制

6.1 球墨铸铁、灰铸铁和可锻铸铁

6.1.1 球墨铸铁

a) 本部分附录A中表A.1所列的球墨铸铁用于受压管道组成件时，使用温度应大于 －20℃ 且不大于350℃，但球墨铸铁不得用于 GCl 级管道。

b) 除满足 6.1.1 a) 的要求外，球墨铸铁管、管件、附件、管法兰、阀门的适用压力-温度额定值还应符合 GB/T 20801.3－2006 表14 相应标准的规定。

6.1.2 灰铸铁和可锻铸铁

a) 本部分附录A中表A.1所列的灰铸铁和可锻铸铁用于受压管道组成件时，应符合下列规定：

——灰铸铁管道组成件的设计温度应不小于 －10℃ 且不大于230℃，设计压力应不大于 2.0 MPa；

——可锻铸铁管道组成件的设计温度应大于 －20℃ 且不大于300℃，设计压力应不大于 2.0 MPa；

——灰铸铁和可锻铸铁管道组成件用于可燃介质时，其设计温度应不大于 150℃，设计压力应不大于1.0 MPa；

——应采取防止过热、急冷急热、振动以及误操作等安全防护措施；

——制造、制作、安装过程中不得焊接；

——不得用于 GCl 级管道或剧烈循环工况。

b) 除满足 6.1.2 a) 的要求外，灰铸铁和可锻铸铁管、管件、管法兰、阀门的适用压力-温度额定值还应符合 GB/T 20801.3－2006 中表14相应标准的规定。

6.2 结构钢

碳素结构钢和低合金结构钢的使用限制应符合下列规定：

a) 不得用于 GC1 级管道组成件；

b) 选用 Q215A、Q235A 等 A 级镇静钢时，设计压力应不大于 1.6 MPa，设计温度应不大于 350 ℃ 且不小于图1曲线A(或表5)所示温度，介质限于非可燃及非有毒流体；

c) 选用 Q215B、Q235B 等 B 级镇静钢时，设计压力应不大于 3.0 MPa，设计温度应不大于 350 ℃ 且不小于图1曲线A(或表5)所示温度；

d) 对于焊接的管道组成件，含碳量不得大于 0.30 %。选用沸腾钢和半镇静钢时，厚度应不大于 12 mm；选用A级镇静钢时，厚度应不大于 16 mm；选用B级镇静钢时，厚度应不大于20 mm。

6.3 管子和管件

6.3.1 碳钢、奥氏体不锈钢钢管及其对焊管件应符合表1的规定。

表1 碳钢、奥氏体不锈钢钢管及其对焊管件

标准	材料（牌号）	制管工艺	使用限制
GB/T 3091－2001	碳素结构钢[a]	电阻焊焊管[b]	①按6.2条规定，且设计压力不大于 1.6 MPa； ②不得用于剧烈循环工况
		电熔焊焊管及其对焊管件	①按6.2条规定； ②不得用于剧烈循环工况
GB/T 9711.1－1997	L215 L245 L290	电阻焊焊管[b]	①不得用于GC1级管道； ②不得用于剧烈循环工况； ③设计压力不大于4.0MPa
		电熔焊焊管及其对焊管件	①不得用于GC1级管道
GB/T 8163－1999 GB 3087－199 GB/T 9711.1－1997	碳钢	无缝管及其对焊管件	
GB/T 12771－2000 HG/T 20537.3－1992	奥氏体不锈钢	电熔焊焊管（不添加填充金属）及其对焊管件	①不得用于GC1级管道； ②不得用于剧烈循环工况
HG/T 20537.4－1992		纵缝未作射线检测的电熔焊焊管（添加填充金属）及其对焊管件	

a 也适用于采用碳素结构钢钢板制造的对焊管件。
b 不得采用电阻焊焊管制造对焊管件。

6.3.2 在剧烈循环工况下选用钢管、有色金属管和对焊管件时，应符合下列规定：

a) 应采用附录A中表 A.1 所列无缝管、纵向焊接接头系数大于或等于 0.90 的焊管和板焊管，不得选用电阻焊(ERW)焊管以及未经射线照相检测的电熔焊(EFW)焊管；

b) 应采用无缝管件、纵向焊接接头系数不小于 0.90 的板制对焊管件和质量系数 Φ_C。不小于 0.90 的铸件。

6.4 碳钢和铬钼合金钢

a) 用于焊接的碳钢、铬钼合金钢，含碳量应不大于 0.30%；

b) 对于 L290 (GB/T 9711.1－1997) 和更高强度等级的高屈强比材料，不宜用于设计温度大于 200 ℃ 的高温管道；

c) 对于 $2\frac{1}{4}$Cr-1Mo 钢，当使用温度大于 455℃ 时，焊缝金属的含碳量应大于 0.05%。

6.5 奥氏体不锈钢

a) 低碳 (C≤0.08%) 非稳定化不锈钢 (如 0Crl8Ni9、0Cr17Ni12Mo2) 在非固溶状态下(包括固溶后经热加工或焊接)不得用于可能发生晶间腐蚀的环境；

b) 超低碳不锈钢不宜在 425℃ 以上长期使用。

6.6 铝及铝合金

当选用材料的供货状态或厚度与附录A中表A.1相同牌号的状态或厚度不一致时，其最低抗拉强度和屈服强度不得低于表A.1的规定。

6.7 低熔点金属

铅、锌等低熔点金属及其合金不得用于输送可燃介质的管道。

7 高温条件下的材料使用限制

7.1 材料使用温度上限

a) 附录A中表A.1 及表A.2 规定了一般情况下材料的使用温度上限；

b) 确定材料使用温度上限应考虑腐蚀性介质的影响。

7.2 高温材料的选用原则

7.2.1 一般要求

a) 高温条件下长期使用的材料，应考虑因组织或性能变化对材料使用可靠性的影响；

b) 蠕变温度以上长期使用的材料，应考虑因蠕变引起的过度变形、过大位移、材料组织和性能的劣化以及螺栓的应力松弛；

c) 高温条件下使用的材料，应考虑因化学腐蚀引起材料失效；

d) 通过热处理强化的材料，如果长期在接近或高于回火温度下使用，应考虑材料强度降低的因素。

7.2.2 高温条件下碳钢及铬钼合金钢的使用

a) 鉴于碳化物有转化为石墨的可能，碳钢、碳锰钢、低温用镍钢不宜在 425℃ 以上的温度下长期使用，碳钼钢不宜在 470℃ 以上的温度下长期使用；

b) 鉴于可能产生回火脆性，铬钼合金钢长期在 400℃～550℃ 温度下使用时，应根据使用经验和具体工况采取适当的防护措施。

7.2.3 高温条件下不锈钢的使用

a) 鉴于材料脆性，铁素体不锈钢及马氏体不锈钢不宜在 370℃ 以上的温度使用；

b) 鉴于铬镍奥氏体不锈钢在 540℃～900℃ 温度下长期使用时可能产生 σ 相脆化，使用时应控制奥氏体钢中的铁素体含量及过度冷变形；

c) 鉴于 475℃ 脆性和 σ 相脆化，双相不锈钢不得在 300℃ 以上的温度使用；

d) 鉴于铝、锑、铋、镉、镓、铅、锰、锡、锌及其化合物在高温 (高于低熔点金属的熔点) 下对奥氏体不锈钢的晶间侵蚀，在 350℃ 以上的温度使用时，奥氏体不锈钢不得与上述低熔点金属及其化合物接触；

e) 在高温条件下，附录A表A.1中的低碳级 (C≤0.08 %) 奥氏体不锈钢还应满足表2的附加要求，如不能满足表2 的附加要求，其许用应力应按超低碳不锈钢选取。

表2　低碳级奥氏体不锈钢高温使用的附加要求

低碳级奥氏体不锈钢代号	使用温度/℃	附加要求		
		母材含碳量	热处理状态	晶粒度
CF8	＞425	C ≥ 0.04	＞ 1040 ℃快冷	
CF8M	＞425	C ≥ 0.04	＞ 1100 ℃快冷	
0Cr18Ni10Ti、0Cr18Ni11Nb	＞540	C ≥ 0.04	＞ 1100 ℃快冷	平均晶粒度7级或更粗
0Cr18Ni9、0Cr17Ni12Mo2	＞540	C ≥ 0.04	＞ 1040 ℃快冷	
0Cr23Ni13、0Cr25Ni20	＞540	C ≥ 0.04	＞ 1040 ℃快冷	平均晶粒度7级或更粗

7.2.4　高温条件下其他材料的使用

a)　钛及钛合金不宜在 300℃ 以上的温度下使用；

b)　镍及镍基合金的使用温度上限按表3 规定。

表3　镍及镍基合金的使用温度上限

单位为摄氏度

材料	不含硫环境			蒸汽	含硫环境	
	氧化	H_2 还原	CO 还原		氧化	还原
镍（N4、N6）	1040	1260	1260	425	315	260
镍-铜（NCu30）	540	1100	815	370	315	260
镍-铬-铁（NS312）	1100	1150	1150	815	815	540
镍-铁-铬（NS111、NS112）	1100	1260	1150	980	815	540

8　低温条件下的材料使用限制

8.1　最低使用温度及冲击试验免除

8.1.1　材料(铸铁除外)的一般规定

a)　除 8.1.1 d)、8.1.3、8.1.4、8.1.5 和 8.1.6 免除冲击试验的规定外，材料及其焊接接头应进行冲击试验；

h)　材料及其焊接接头的冲击试验应按 8.2 的规定进行；

c)　确定最低设计温度时，应考虑流体节流效应及环境温度的影响；

d)　用于 GC3 级管道的碳钢材料可免除冲击试验。

8.1.2　铸铁

铸铁的最低使用温度应符合 6.1 的规定。

8.1.3　碳钢、低温钢、铬钼合金钢、铁素体不锈钢和双相不锈钢

8.1.3.1　碳钢、低温钢、铬钼合金钢、铁素体不锈钢和双相不锈钢的最低使用温度及冲击试验免除条件应符合附录A中表A.1 和表4 的规定。

表4　钢（奥氏体不锈钢除外）的最低使用温度和冲击试验[c]

材料类别（按最低性能区分）	最低使用温度/℃	免除冲击试验条件	冲击试验要求	
			材料	制作、安装中的焊接
图1曲线A [a]	－10	①厚度小于或等于10 mm。或②厚度大于 10 mm，但设计温度高于或等于图1曲线A所示值	厚度大于 10 mm，且设计温度低于图1曲线A所示值时，应进行常温或设计温度(取较低者)下的冲击试验	①焊缝及热影响区的冲击要求同“材料”栏要求。 ②冲击试验要求应包括在相应的焊接工艺评定中
图1曲线B [b]	－101	低温低应力工况	免除	免除
	－46	小截面 [d]		
	大于－20	①厚度小于或等于15 mm。或②厚度大于15 mm，且设计温度高于或等于图1曲线B所示值。非焊接件按厚度的1/4计	厚度大于 15 mm，且设计温度低于图1曲线B所示值时。应进行常温或设计温度(取较低者)下的冲击试验	①焊缝及热影响区的冲击要求同“材料”栏要求。 ②冲击试验要求应包括在相应的焊接工艺评定中
表A.1中2.3锻件和表A.1中2.4铸件	大于－20	全部免除	免除	如进行焊接，根据焊缝厚度，焊缝及热影响区按图1曲线B“制作、安装中的焊接”栏要求
	－101	低温低应力工况	免除	免除
低温钢(表A.1中3)	按表A.1		①设计温度低于或等于 －20℃ 时应进行设计温度下的冲击试验(材料、焊缝、热影响区)。 ②材料应符合相应低温钢材料标准的全部要求	
	表A.1或－46，取较低值	小截面 [d]	免除	免除
	－101	低温低应力工况		
铬钼合金钢	大于－20	设计温度不低于左列最低使用温度时，可免除冲击试验要求； 低温低应力工况可使用至 －101℃		
铁素体不锈钢	大于－20			
双相不锈钢	－50			

a　图1曲线 A 包括表A.1中下列碳钢：

Q215A、Q235A、Q235B、16Mng、22Mng 的板材以及板焊管、板焊制管件；

Q215A、Q235A、Q235B 的ERW 焊管；

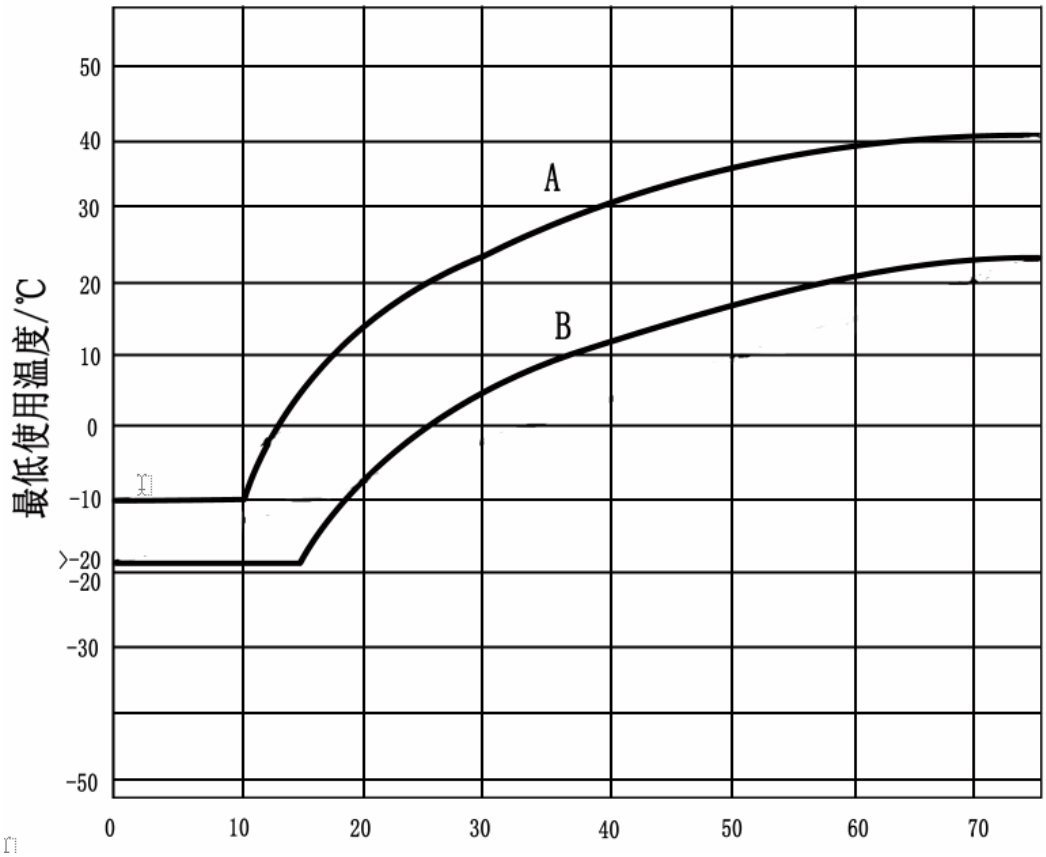
L290 无缝管及焊管(ERW、EFW)，

b　图1曲线B包括表A.1中下列碳钢：

除注a外的其他表A.1中 2.1.2.2 所列碳钢。

c　用于 GC3 级管道时，见 8.1.1 d)。

d　“小截面”系指材料由于厚度及截面形状限制，无法制备2.5 mm×10 mm×55 mm 冲击试样的状况。



注1：最低使用温度/厚度组合位于相应曲线或以上者，可免除冲击试验，位于曲线以下者.应进行冲击试验(低温低应力工况及小截面除外)。

注2：碳钢使用于 GC3 级管道时，可免除冲击试验。

注3：A、B 类材料的分类见附录A中表A.1或表4 注a、注b。

注4：厚度系指焊接部位的厚度.非焊接部位按1/4计。

图1　碳钢免除冲击试验的最低使用温度(℃)

8.1.3.2　材料的焊接工艺评定应符合表7、表10 和表11 的规定。

8.1.4　奥氏体不锈钢

8.1.4.1　奥氏体不锈钢的最低使用温度应符合附录A中表A.1 的规定。

8.1.4.2　当使用温度小于或等于 －20℃ 时.奥氏体不锈钢应进行低温冲击试验.但同时满足下列条件者，可免除低温冲击试验。

a)　母材最低设计温度不小于 －196℃、焊缝金属最低设计温度不小于 －101℃ 和因材料截面尺寸限制无法制备 2.5 mm×10 mm×55 mm 冲击试样三个条件之一者；

b)　材料含碳量不大于 0.10％ 且为固溶热处理状态；

c)　焊缝填充金属含碳量不大于 0.10％。

8.1.5　镍、镍基合金、钛合金和铝合金

镍、钛、铝及其合金的最低使用温度应符合附录A中表A.1的规定.其免除冲击试验条件应符合表6的规定；

8.1.6　螺栓材料

8.1.6.1　螺栓材料的最低使用温度应符合附录A中表A.2的规定.符合下列条件者可免除冲击试验：

a) 碳钢、合金结构钢标准紧固件；

b) 奥氏体不锈钢标准紧固件；

c) 0Crl8Ni9、0Crl7Ni12Mo2 及其应变硬化不锈钢紧固件；

d) 25Cr2MoV 钢紧固件；

e) 配用螺母材料。

8.1.6.2 最低使用温度小于 －40℃，但不小于 －101℃的 35CrMo 螺栓应进行低温冲击试验.但符合下列条件之一的 35CrMo 螺栓可免除低温冲击试验：

a) 螺纹直径小于或等于 M64 且最低设计温度大于或等于 －46℃者；

b) 螺纹直径大于 M64 且最低设计温度大于或等于 －40℃ 者。

表5 碳钢免除冲击试验的最低使用温度

单位为摄氏度

名义厚度/mm	6	8	10	12	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
图1中曲线A	-10	-10	-10	-3.2	2.1	4.2	5.9	9.7	13.4	16.4	18.5	20.8	23.3	24.9	-	-	-	-	-
图1中曲线B	＞-20	＞-20	＞-20	＞-20	＞-20	＞-20	-16.4	-11.7	-7.7	-4.3	-1.4	1.2	3.3	5.4	6.8	8.3	9.2	10.5	11.9

表6 有色金属(镍和镍基合金、钛和钛合金、铝和铝合金)的最低使用温度

材料类别	最低使用温度/℃	冲击试验要求		更低使用温度
		材料	焊接接头	
镍及镍基合金	－196	全部免除	①如焊缝金属成分符合母材规定，无额外要求。 ②如焊缝金属成分不符合母材规定，按右侧更低使用温度栏要求	设计应对材料、焊缝金属和热影响区在设计温度下进行相应的试验(包括延伸率、缺口拉伸/常规拉伸比较、冲击|式验等)米确定其适用性
钛及钛合金	－60			
铝及铝合金	－269			

8.2 冲击试验

8.2.1 母材的冲击试验

除符合 8.1 规定的免除冲击试验的材料外，母材均应按 8.2.4 和 8.2.5 的要求进行冲击试验。对于材料标准中有关冲击试验的规定符合上述要求者，应按材料标准进行冲击试验；对于材料标准未作冲击试验规定或规定不符合上述要求者，应提出冲击试验的附加要求。

8.2.2 焊接接头的冲击试验

a) 焊接接头的冲击试验应在焊接工艺评定中进行；

b) 焊接接头冲击试验的试件制备、斌样位置及数量应符合表7 的规定；

c) 表4 所列材料的焊接接头冲击试验应包括焊缝金属和热影响区，但奥氏体不锈钢的焊接接头冲击试验仅包括焊缝金属。

8.2.3 冲击试验方法

a) 冲击试验方法应符合 GB/T 229－1994 和 GB/T 12778－1991 的规定；

b) 标准冲击试样为 10 mm×10 mm×55 mm 夏比缺口冲击试样；

c) 若因截面尺寸限制无法制备标准试样时，也可采用厚度为 7.5 mm、5.0mm、2.5mm 的小尺寸试样或尽可能宽的小尺寸试样。小尺寸试样的缺口宽度一般应不小于材料厚夏的 80%；

d) 试样缺口应沿厚度方向切取。三个试样为一组。

8.2.4 冲击试验温度

a) 标准试样的冲击试验温度应不大于最低设计温度；

b) 小尺寸试样的冲击试验温度的降低值应符合表8 和表9 的规定；

c) 降低小尺寸试样的冲击试验温度仅适用于表10 中以冲击功作为合格判据的状况，采用冲击断口侧向膨胀值作为合格判据的冲击试验温度应符合表11 的规定。

8.2.5 合格标准

a) 标准规定的材料最小抗拉强度小于 655 MPa 的碳钢、合金钢、低温钢以及螺纹直径小于等于 M52 的螺栓材料。其冲击试验应符合表10 的规定。

b) 螺纹直径大于 M52 的螺栓材料和奥氏体不锈钢的冲击试样断口侧向膨胀量应符合表11 的规定。

表7 焊接接头冲击试验(制作、安装)

制备冲击试样的试件	试验的覆盖范围	试样位置及数量	冲击试验进行者
每一种焊接工艺(WPQ)、每种焊接材料型号、每种焊剂.均要进行一套冲击试验。试样的热处理状态与完工管道相同(包括热处理温度、保温时间、冷却速度)	试件厚度为 T，则可覆盖的厚度范围为 T/2 至 T＋6 mm	焊缝金属(三个一组)： 试样横贯焊缝； 缺口位于焊缝金属并垂直于接头表面； 试样的一个表面尽可能接近接头表面。 热影响区(如需要，三个一组)： 缺口根部及其后的断口尽可能多的位于焊接接头的热影响区； 其余同上	制作、安装

表8 冲击试验温度降低值

材料厚度/mm	冲击试样缺口宽度/mm	冲击试验温度降低值 ⊿T/℃
≥ 10	≥ 8	0
	＜ 8	ΔT_2^b
＜ 10	≥ 0.8 t [c]	0
	＜ 0.8 t	$\left\|\Delta T_1^a - \Delta T_2\right\|$

a ΔT_1——材料厚度小于 10 mm 时的温度降低值 (按表9)。
b ΔT_2——试样缺口宽度小于 10 mm 时的温度降低值 (按表9)
c t——材料名义厚度，单位为毫米(mm)。

表9　ΔT_1 和 ΔT_2

材料厚度或试样缺口宽度/mm	ΔT_1 、ΔT_2 /℃
10(标准试样) 9 8 7.5(7.5 mm试样)	0 0 0 3
7 6.67(2/3宽试样) 6 5(5 mm试样)	4 5 8 11
4 3.33(1/3宽试样) 3 2.5(2.5 mm试样)	17 19 22 28
注：可采用内插法。	

表10　冲击试验的冲击功合格标准(母材、焊缝金属、热影响区)

材料类别	标准规定最小抗拉强度值/MPa	标准试样冲击功 [a] /J	
		三个试样平均值	单个试样最低值
碳钢、合金钢(如<655 MPa)	≤ 450	18	14
	＞ 450～515	20	16
	＞ 515～655	27	20
合金钢螺栓材料(≤M52)	≥ 655	27	20
a　采用小尺寸试样时，冲击功合格标准按试样宽度的比例降低。			

表11　冲击试验的侧向膨胀量合格标准(母材、焊缝金属)

材　料　类　别	最低设计温度/℃	冲击试验温度/℃	侧向膨胀量 [a,b]/mm
奥氏体不锈钢、铁索体不锈钢、双相不锈钢、>M52且 σ_b≥655 MPa 碳钢和合金钢螺栓材料	≥－196	最低设计温度	0.38
	＜－196	－196	0.46
a　采用小尺寸试样时，侧向膨胀墩合格标准与标准试样相同。 b　三个试样均应合格。			

9　材料标记和质量证明

9.1　材料标记

9.1.1　材料标记应符合相应标准和合同的规定。

9.1.2　标记内容至少应包括制造厂标记以及材料(代号)名称，下列管道组成件的标记还应包括材料炉批号或代号：

a) GC1 级管道用管道组成件；

b) 按本部分要求进行冲击试验的管道组成件；

c) 铬钼合金钢(螺栓材料除外)管道组成件；

d) 用于高温条件下的奥氏体不锈钢（H 型）管道组成件；

e) 镍及镍合金、钛及钛合金管道组成件。

9.1.3 材料应逐件标记，标记应清晰、牢固，公称直径小于或等于 DN40 的材料可采用标签或其他替代方法进行标记。

9.2 质量证明

a) 材料应具有相应的质量证明文件；

b) 质量证明文件应包括标准以及合同规定的检验和试验结果，且具有可追溯性；

c) 未包括检验和试验结果的质量证明文件(合格证)仅限于 GC3 级管道组成件。

附　录　A

（规范性附录）

材料牌号和许用应力

A.1　表**A.1**　给出了满足本部分要求的材料牌号和许用应力。

A.2　表**A.2**　给出了满足本部分要求的螺栓材料牌号和许用应力。

A.3　表**A.3**　给出了管子与对焊管件的纵向焊接接头系数（ Φ_W）。

A.4　表**A.4**　给出了铸件质量系数（ Φ_C）。

表A.1　材 料 许 用 应 力 表

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[o]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa														脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	
1. 铸铁																					
1.1 灰铸铁	GB/T9439	HT200		-10	200		20	20	20	20	20 (230℃)										1
	GB/T9439	HT250		-10	250		25	25	25	25	25 (230℃)										1
	GB/T9439	HT300		-10	300		30	30	30	30	30 (230℃)										1
	GB/T9439	HT350		-10	350		35	35	35	35	35 (230℃)										1
1.2 球墨铸铁																					
	GB/T1348	QT/400-18		＞-20	400	250	50	50	50	50	50	50	50								1
	GB/T1348	QT/400-15		＞-20	400	250	50	50	50	50	50	50	50								1
1.3 可锻铸铁																					
	GB/T9440	KTH300-06		＞-20	300		37	37	37	37	37	37	37								1
	GB/T9440	KTH300-10		＞-20	350	200	43	43	43	43	43	43	43								1
2 碳钢																					
2.1 无缝管、焊管（ERW）、管件（无缝管制）																					
2.1.1 无缝管																					
	GB/T8163	10	≤16	B	335	205	112	112	112	112	110	104	100	73	65	56	47	（36	24	15	10）	b,d,m
	GB/T8163	10	＞16	B	335	195	112	112	112	112	110	99	95	70	62	53	45	（36	24	15	10）	b,d,m
	GB/T9711.1	L210	全部	B	335	210112	112	112	112	112	110	104	100	73	65	56	47	（36	24	15	10）	b,d,m
	GB9948	10	≤16	B	330	205	110	110	110	110	110	104	100	73	65	56	47	（36	24	15	10）	b,d
	GB9948	10	＞16	B	330	195	110	110	110	110	110	99	95	70	62	53	45	（36	24	15	10）	b,d
	GB6479	10	≤16	B	335	205	112	112	112	112	110	104	100	73	65	56	47	（36	24	15	10）	b,d
	GB6479	10	17～40	B	335	195	112	112	112	112	110	99	95	70	62	53	45	（36	24	15	10）	b,d
	GB3087	10	全部	B	335	195	112	112	112	112	110	99	95	70	62	53	45	（36	24	15	10）	b,d,m
	GB/T9711.1	L245	全部	B	415	245	138	138	138	138	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d,m
	GB/T8163	20	≤16	B	410	245	137	137	137	137	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d,m
	GB/T8163	20	＞16	B	410	235	137	137	137	137	129	119	114	87	74	61	48	（36	24	15	10）	b,d,m
	GB3087	20	＜15	B	410	245	137	137	137	137	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d,m
	GB3087	20	≥15	B	410	225	137	137	137	137	124	114	109	83	71	58	46	（36	24	15	10）	b,d,m

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[6]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa														脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	
	GB5310	20G	全部	B	410	245	137	137	137	137	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d
	GB5310	20MnG	全部	B	415	240	138	138	138	138	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d
	GB6479	20	≤16	B	410	245	137	137	137	137	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d
	GB6479	20	>16～40	B	410	235	137	137	137	137	129	119	114	87	74	61	48	（36	24	15	10）	b,d
	GB9948	20	≤16	B	410	245	137	137	137	137	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d
	GB9948	20	>16～40	B	410	235	137	137	137	137	129	119	114	87	74	61	48	（36	24	15	10）	b,d
	GB/T9711.1	L290	全部	A	415	290	138	138	138	138												b,h,m
	GB/T8163	Q345	≤16	B	490	325	163	163	161	158	151	140	133	101	84							b,m
	GB/T8163	Q345	>16	B	490	315	163	163	161	158	151	140	133	101	84							b,m
	GB5310	25MnG	全部	B	485	275	161	161	161	158	151	140	133	101	84							b
	GB6479	16Mn	≤16	B	490	320	163	163	161	158	151	140	133	101	84							b
	GB6479	16Mn	17～40	B	490	310	163	163	161	158	151	140	133	101	84							b
2.1.2 焊管（ERW）																						
	GB/T3091	Q215A	≤16	A	335	215	103	103	103	103	101	96	92									a,b,n
	GB/T9711.1	L210	全部	B	335	210	112	112	112	112	110	104	100	73	65	56	47	（36	24	15	10）	b,d,m
	GB/T3091	Q235A	≤16	A	375	235	115	115	115	115	115	109	105									a,b,n
	GB/T3091	Q235B	≤16	A	375	235	125	125	125	125	125	119	114									b,n
	GB/T9711.1	L245	全部	B	415	240	138	138	138	138	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d,m
	GB/T9711.1	L290	全部	A	415	290	138	138	138	138												b,m
2.1.3 管件（无缝管制）																						
GB/T9711.1,L245	GB/T12459	L245	全部	B	415	245	138	138	138	138	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d,m
GB/T8163,20	GB/T12459	20	≤16	B	410	245	137	137	137	137	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d,m
GB/T8163,20	GB/T12459	20	>16	B	410	235	137	137	137	137	129	119	114	87	74	61	48	（36	24	15	10）	b,d,m
GB3087,20	GB/T12459	20	≤15	B	410	245	137	137	137	137	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d,m
GB3087,20	GB/T12459	20	>15	B	410	225	137	137	137	137	124	114	109	83	71	58	46	（36	24	15	10）	b,d,m
GB5310,20G	GB/T12459	20G	全部	B	410	245	137	137	137	137	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d
GB5310,20MnG	GB/T12459	20MnG	全部	B	415	240	138	138	138	138	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d
GB6479,20	GB/T12459	20	≤16	B	410	245	137	137	137	137	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d
GB6479,20	GB/T12459	20	>16～40	B	410	235	137	137	137	137	129	119	114	87	74	61	48	（36	24	15	10）	b,d

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[6]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa														脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	
GB9948,20	GB/T12459	20	≤16	B	410	245	137	137	137	137	132	122	116	89	76	62	49	（36	24	15	10）	b,d
GB9948,20	GB/T12459	20	＞16～40	B	410	235	137	137	137	137	129	119	114	87	74	61	48	（36	24	15	10）	b,m
GB/T8163,Q345	GB/T12459	Q345	≤16	B	490	325	163	163	161	158	151	140	133	101	84							b,m
GB/T8163,Q345	GB/T12459	Q345	＞16	B	490	315	163	163	161	158	151	140	133	101	84							b
GB5310,25MnG	GB/T12459	25MnG	全部	B	485	275	161	161	161	158	151	140	133	101	84							b
GB6479,16Mn	GB/T12459	16Mn	≤16	B	490	320	163	163	161	158	151	140	133	101	84							b
GB6479,16Mn	GB/T12459	16Mn	16～40	B	490	310	163	163	161	158	151	140	133	101	84							
2.2 钢板、板焊管（EFW/SAW）、管件（板焊制）																					
2.2.1 钢板																					
	GB/T700	Q215A	≤16	A	335	215	103	100	96	92	87	83	79									a,b,n
	GB/T700	Q215A	＞16～40	A	335	205	103	100	96	92	87	83	79									a,b,n
	GB/T700	Q235A	≤16	A	375	235	115	110	105	101	96	91	86									a,b,n
	GB/T700	Q235A	＞16～40	A	375	225	115	110	105	101	96	91	86									a,b,n
	GB/T700	Q235B	≤16	A	375	235	125	125	122	119	113	105	100									b,n
	GB/T700	Q235B	＞16～40	A	375	225	125	125	122	119	113	105	100									b,n
	GB6654	20R	6~16	B	400	245	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62						b
	GB6654	20R	17~25	B	400	235	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62						b
	GB6654	20R	26~36	B	400	225	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62						b
	GB713	20g	6~16	B	400	245	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	49	（36	24）			b,d
	GB713	20g	＞16~25	B	400	235	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	49	（36	24）			b,d
	GB713	20g	＞25~60	B	400	225	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	49	（36	24）			b,d
	GB713	16Mng	6~16	A	510	345	170	159	155	150	143	132	127	101	84	66	49	（36	24）			b,d
	GB713	16Mng	＞16~25	A	490	325	163	159	155	150	143	132	127	101	84	66	49	（36	24）			b,d
	GB713	16Mng	＞25~36	A	470	305	157	157	155	150	143	132	127	101	84	66	49	（36	24）			b,d
	GB713	16Mng	＞36~60	A	470	285	157	157	155	150	143	132	127	101	84	66	49	（36	24）			b,d
	GB6654	16MnR	6~16	B	510	345	170	159	155	150	143	132	127	101	84	66						b
	GB6654	16MnR	＞16~36	B	490	325	163	159	155	150	143	132	127	101	84	66						b
	GB6654	16MnR	＞36~60	B	470	305	157	157	155	150	143	132	127	101	84	66						b
	GB713	22MnG	＞25	A	515	275	172	168	163	158	151	140	133	107	88	67	50	(36	24	15	10)	b,d

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[e]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa														脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	
2.2.2 板焊管（EFW/SAW）																					
GB/T700,Q215A	GB/T3091	Q215A	≤16	A	335	215	103	100	96	92	87	83	79								a,b,n
GB/T700,Q215A	GB/T3091	Q215A	>16～40	A	335	205	103	100	96	92	87	83	79								a,b,n
GB/T700,Q235A	GB/T3091	Q235A	≤16	A	375	235	115	110	105	101	96	91	86								a,b,n
GB/T700,Q235A	GB/T3091	Q235A	>16～40	A	375	225	115	110	105	101	96	91	86								a,b,n
GB/T700,Q235B	GB/T3091	Q235B	≤16	A	375	235	125	125	122	119	113	105	100								b,n
GB/T700,Q235B	GB/T3091	Q235B	>16～40	A	375	225	125	125	122	119	113	105	100								b,n
	GB/T9711.1	L245		B	415	245	138	138	138	138	132	122	116	89	76	62	49	(36	24	15	10)	b,d,m
GB6654,20R	h	20R	6~16	B	400	245	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	49	(36 | 24)			b,d,h
GB6654,20R	h	20R	17~25	B	400	235	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	49	(36 | 24)			b,d,h
GB6654,20R	h	20R	26~36	B	400	225	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	49	(36 | 24)			b,d,h
GB713,20g	h	20g	≤16	B	400	245	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	49	(36	24	15	10)	b,d,h
GB713,20g	h	20g	>16～25	B	400	235	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	49	(36	24	15	10)	b,d,h
GB713,20g	h	20g	>25～60	B	400	225	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	49	(36	24	15	10)	b,d,h
GB713,16Mng	h	16Mng	6~16	A	510	345	170	159	155	150	143	132	127	101	84	66	49	(36	24	15	10)	b,d,h
GB713,16Mng	h	16Mng	>17~25	A	490	325	163	159	155	150	143	132	127	101	84	66	49	(36	24	15	10)	b,d,h
GB713,16Mng	h	16Mng	>26~36	A	470	305	157	157	155	150	143	132	127	101	84	66	49	(36	24	15	10)	b,d,h
GB713,16Mng	h	16Mng	>36~60	A	470	285	157	157	155	150	143	132	127	101	84	66	49	(36	24	15	10)	b,d,h
GB6654, 16MnR	h	16MnR	6~16	B	510	345	170	159	155	150	143	132	127	101	84	66	49	(36 | 24)			b,d,h
GB6654, 16MnR	h	16MnR	>16~36	B	490	325	163	159	155	150	143	132	127	101	84	66	49	(36 | 24)			b,d,h
GB6654, 16MnR	h	16MnR	>36~60	B	470	305	157	157	155	150	143	132	127	101	84	66	49	(36 | 24)			b,d,h
GB713,22Mng	h	22Mng	>25	A	515	275	172	168	163	158	151	140	133	107	88	67	50	36	24	15	10	b,d,h
	GB/T9711.1	L290		A	415	290	138	138	138	138												
2.2.3 管件（板焊制）																					
GB/T700,Q235A	GB/T13401	Q235A	≤16	A	375	235	115	110	105	101	96	91	86								a,b,n
GB/T700,Q235A	GB/T13401	Q235A	>16～40	A	375	225	115	110	105	101	96	91	86								a,b,n
GB/T700,Q235B	GB/T13401	Q235B	≤16	A	375	235	125	125	122	119	113	105	100								b,n
GB/T700,Q235B	GB/T13401	Q235B	>16～40	A	375	225	125	125	122	119	113	105	100								b,n

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[a]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa															脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	
GB6654, 20R	GB/T13401	20R	6~16	B	400	245	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	49	(36	24	15	10)	b,d
GB6654, 20R	GB/T13401	20R	17~25	B	400	235	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	48	(36	24	15	10)	b,d
GB6654, 20R	GB/T13401	20R	26~36	B	400	225	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	46	(36	24	15	10)	b,d
GB713, 20g	GB/T13401	20g	≤16	B	400	245	133	133	130	126	121	112	107	88	76	62	49	(36	24	15	10)	b,d
GB713, 20g	GB/T13401	20g	>16～25	B	400	235	133	133	130	126	121	112	115	87	74	61	48	(36	24	15	10)	b,d
GB713, 20g	GB/T13401	20g	>25～60	B	400	225	133	133	130	126	121	112	110	83	71	55	46	(36	24	15	10)	b,d
GB713, 16Mng	GB/T13401	16Mng	6~16	A	510	345	170	159	155	150	143	132	127	101	84							b
GB713, 16Mng	GB/T13401	16Mng	>17~25	A	490	325	163	159	155	150	143	132	127	101	84							b
GB713, 16Mng	GB/T13401	16Mng	>26~36	A	470	305	157	157	155	150	143	132	127	101	84							b
GB713, 16Mng	GB/T13401	16Mng	>36~60	A	470	285	157	157	155	150	143	132	127	101	84							b
GB6654, 16MnR	GB/T13401	16MnR	6~16	B	510	345	170	159	155	150	143	132	127	101	84							b
GB6654, 16MnR	GB/T13401	16MnR	>16~36	B	490	325	163	159	155	150	143	132	127	101	84							b
GB6654, 16MnR	GB/T13401	16MnR	>36~60	B	470	305	157	157	155	150	143	132	127	101	84							b
2.3 锻件																						
	JB4726	20	≤200	>－20	390	215	130	126	122	119	113	105	100	89	76	62	49	(36	24	15	10)	b,d
	JB4726	16Mn	≤300	>－20	450	275	150	150	146	142	135	126	120	101	84	67	50	(36	24	15	10)	b,d
2.4 铸件																						
	GB/T12229	WCA		>－20	415	205	138	126	122	119	113	105	100	89	76	62	48					b
	GB/T12229	WCB		>－20	480	250	160	150	146	142	135	126	120	101	84	67	50	(36	24	15	10)	b,d
	GB/T12229	WCC		>－20	485	275	161	161	161	158	151	140	133	101	84	67	50	(36	24)			b,d
3 低温钢																						
3.1 低温无缝管、低温管件（无缝管制）																						
3.1.1 低温无缝管																						
	GB6479	10	≤16	－30	335	205	112	112	112	112	110	104	100									k
	GB6479	10	17～40	－30	335	195	110	110	110	110	110	104	100									k
	GB6479	20	≤16	－20	410	245	137	137	137	137	132	122	116									k
	GB6479	20	17～40	－20	410	235	137	137	137	137	129	119	114									k
	GB6479	16Mn	≤16	－40	490	320	163	163	161	158	151	140	133									k
	GB6479	16Mn	17～40	－40	490	310	163	163	161	158	151	140	133									k

表A.1 材 料 许 用 应 力 表 （续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[o]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa														脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	
	GB/T18984	10MnDG	—	—46	400	240	133	133	133	133	132	122	116								
	GB/T18984	16MnDG	≤16	—46	490	325	163	163	161	158	151	140	133								
	GB/T18984	16MnDG	>16	—46	490	315	163	163	161	158	151	140	133								
	GB/T18984	06Ni3MoDG	—	—101	445	0	152	135	135	129	124	118	111								
3.1.2 低温管件（无缝管制）																					
GB6479, 10	GB/T12459	10	≤16	—30	335	205	112	112	112	112	110	104	100								k
GB6479, 10	GB/T12459	10	17～40	—30	335	195	110	110	110	110	110	104	100								k
GB6479, 20	GB/T12459	20	≤16	—20	410	245	137	137	137	137	132	122	116								k
GB6479, 20	GB/T12459	20	17～40	—20	410	235	137	137	137	137	129	119	114								k
GB6479, 16Mn	GB/T12459	16mn	≤16	—40	490	320	163	163	161	158	151	140	133								k
GB6479, 16Mn	GB/T12459	16Mn	17～40	—40	490	310	163	163	161	158	151	140	133								k
GB/T18984, 10MnDG	GB/T12459	10MnDG	—	—46	400	240	133	133	133	133	132	122	116								
GB/T18984, 16MnDG	GB/T12459	16MnDG	≤16	—46	490	325	163	163	161	158	151	140	133								
GB/T18984, 16MnDG	GB/T12459	16MnDG	>16	—46	490	315	163	163	161	158	151	140	133								
GB/T18984,06Ni3MoDG	GB/T12459	06Ni3MoDG	—	—101	455	250	152	135	135	129	124	118	111								
3.2 低温钢板、板焊管（EFW/SAW）、管件（板焊制）																					
3.2.1 低温钢板																					
	GB6654	20R	6~36	—20	400	245~225	133	133	130	126	121	112	107								k
	GB6654	16MnR	6~16	—20	510	345	170	159	155	150	143	132	127								k
	GB6654	16MnR	>16~36	—20	490	325	163	159	155	150	143	132	127								k
	GB3531	16MnDR	6~16	—40	490	315	163	163	163	161	160	153	143								
	GB3531	16MnDR	>16~36	—40	470	295	157	157	157	149	148	139	133								
	GB3531	16MnDR	>36~60	—30	450	275	150	150	150	150	148	139	133								
	GB3531	09MnNiDR	6~16	—70	440	300	147	147	147	147	148	139	133								
	GB3531	09MnNiDR	>16~36	—70	430	280	143	143	134	143	143	139	133								

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[6]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa														脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	
3.2.2 板焊管（EFW/SAW）																					
GB6654, 20R	h	20R	6~36	－20	400	245~225	133	133	130	126	121	112	107								h,k
GB6654, 16MnR	h	16MnR	6~16	－20	510	345	170	159	155	150	143	132	127								h,k
GB6654, 16MnR	h	16MnR	＞16~36	－20	490	325	163	159	155	150	143	132	127								h,k
GB3531, 16MnDR	h	16MnDR	6~16	－40	490	315	163	163	163	161	160	153	143								h
GB3531, 16MnDR	h	16MnDR	＞16~36	－40	470	295	157	157	157	149	148	139	133								h
GB3531, 16MnDR	h	16MnDR	＞36~60	－30	450	275	150	150	150	150	148	139	133								h
GB3531, 09MnNiDR	h	09MnNiDR	6~16	－70	440	300	147	147	147	147	148	139	133								h
GB3531, 09MnNiDR	h	09MnNiDR	＞16~36	－70	430	280	143	143	134	143	143	139	133								h
3.2.3 管件（板焊制）																					
GB6654, 20R	GB/T13401	20R	6~36	－20	400	245~225	133	133	130	126	121	112	107								k
GB6654, 16MnR	GB/T13401	16MnR	6~16	－20	510	345	170	159	155	150	143	132	127								k
GB6654, 16MnR	GB/T13401	16MnR	＞16~36	－20	490	325	163	159	155	150	143	132	127								k
GB3531, 16MnDR	GB/T13401	16MnDR	6~16	－40	490	315	163	163	163	161	160	153	143								
GB3531, 16MnDR	GB/T13401	16MnDR	＞16~36	－40	470	295	157	157	157	149	148	139	133								
GB3531, 16MnDR	GB/T13401	16MnDR	＞36~60	－30	450	275	150	150	150	150	148	139	133								
GB3531, 09MnNiDR	GB/T13401	09MnNiDR	6~16	－70	440	300	147	147	147	147	148	139	133								
GB3531, 09MnNiDR	GB/T13401	09MnNiDR	＞16~36	－70	430	280	143	143	134	143	143	139	133								
3.3 锻件																					
	JB4727	16MnD	≤300	－40	450	275	150	150	146	142	135	126	120								
	JB4727	09MnNiD	≤300	－70	420	260	140	140	140	140	135	126	120								
3.4 铸件																					
	JB/T7248	LCB		－46	450	240	150	146	143	138	132	122	117								
	JB/T7248	LC3		－101	485	275	161	161	161	158	151										

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[o]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa																		脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	
4 合金钢																									
4.1 无缝管、管件（无缝管制）																									
4.1.1 无缝管																									
	GB6479	15CrMo	≤16	＞－20	440	235	147	128	124	121	119	116	111	105	104	100	91	82	63	42	(27	18	12	8)	d
	GB6479	15CrMo	＞16~40	＞－20	440	225	147	128	124	121	119	116	111	105	104	100	91	82	63	42	(27	18	12	8)	d
	GB5310	15CrMoG	全部	＞－20	440	235	147	128	124	121	119	116	111	105	104	100	91	82	63	42	(27	18	12	8)	d
	GB9948	15CrMo	≤16	＞－20	440	235	147	128	124	121	119	116	111	105	104	100	91	82	63	42	(27	18	12	8)	d
	GB9948	15CrMo	＞16~40	＞－20	440	225	147	128	124	121	119	116	111	105	104	100	91	82	63	42	(27	18	12	8)	d
	GB5310	12Cr2Mo	≤16	＞－20	450	280	150	150	150	150	149	148	146	143	140	136	113	92	65	46	31	(20	13	8)	d
	GB5310	12Cr2Mo	＞16~40	＞－20	450	270	150	150	147	145	144	143	141	138	135	132	109	92	65	46	31	(20	13	8)	d
	GB5310	12Cr2Mo	＞40	＞－20	450	260	150	150	142	139	138	138	136	133	130	127	105	92	65	46	31	(20	13	8)	d
	GB6479	12Cr2Mo	≤16	＞－20	450	280	150	150	150	150	149	148	146	143	140	136	113	92	65	46	31	(20	13	8)	d
	GB6479	12Cr2Mo	＞16	＞－20	450	270	150	150	147	145	144	143	141	138	135	132	109	92	65	46	31	(20	13	8)	d
	GB6479	10MoWVNb	≤16	＞－20	470	295	157	157	157	156	153	147	141	135	130	126	121	97							p
	GB6479	10MoWVNb	＞16	＞－20	470	285	157	157	156	150	147	141	135	129	124	119	111	97							p
	GB6479	1CrMo	≤16	＞－20	390	195	130	118	114	113	112	110	108	87	83	80	73	62	47	35	26	18	12	7	
	GB6479	1CrMo	＞16	＞－20	390	185	130	112	108	107	106	105	103	82	79	76	69	62	47	35	26	18	12	7	
	GB9948	1CrMo	≤16	＞－20	390	195	130	118	114	113	112	110	108	87	83	80	73	62	47	35	26	18	12	7	
	GB9948	1CrMo	＞16	＞－20	390	185	130	112	108	107	106	105	103	82	79	76	69	62	47	35	26	18	12	7	
4.1.2 管件（无缝管制）																									
GB6479, 15CrMo	GB/T12459	15CrMo		＞－20	440	225	147	128	124	121	119	116	111	105	104	100	91	82	63	42	(27	18	12	8)	d
GB5310, 15CrMoG	GB/T12459	15CrMoG		＞－20	440	225	147	128	124	121	119	116	111	105	104	100	91	82	63	42	(27	18	12	8)	d
GB9948, 15CrMo	GB/T12459	15CrMo		＞－20	440	225	147	128	124	121	119	116	111	105	104	100	91	82	63	42	(27	18	12	8)	d
GB5310, 12Cr2Mo	GB/T12459	12Cr2Mo		＞－20	450	270	150	150	147	145	144	143	141	138	135	132	109	92	65	46	31	(20	13	8)	d
GB6479, 12Cr2Mo	GB/T12459	12Cr2Mo		＞－20	450	270	150	150	147	145	144	143	141	138	135	132	109	92	65	46	31	(20	13	8)	d

表A.1 材 料 许 用 应 力 表 （续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[o]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa																		脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	
GB6479, 10MoWVNb	GB/T12459	10MoWVNb		＞－20	470	285	157	157	156	150	147	141	135	129	124	119	111	97							p
GB6479, 1Cr5Mo	GB/T12459	1Cr5Mo		＞－20	390	185	130	112	108	107	106	105	103	82	79	76	69	62	47	35	26	18	12	7	
GB9948, 1Cr5Mo	GB/T12459	1Cr5Mo		＞－20	390	185	130	112																	
4.2 合金钢板、板焊管（EFW）、管件（板焊制）																									
4.2.1 合金钢板																									
	GB6654	15CrMoR	6~60	＞－20	450	295	150	150	150	150	150	146	141	136	133	129	125	94	63	42	(27	18	12	8)	d
	GB150	14Cr1MoR	16~120	＞－20	515	310	172	172	172	172	168	164	159	153	149	146	107	75	53	37	(26	18	12	8)	d
	GB150	12Cr2Mo1R	6~150	＞－20	515	310	172	172	169	166	165	164	162	158	155	151	125	92	65	46	31	(20	13	8)	d
4.2.2 板焊管（EFW）																									
GB6654, 15CrMoR	h	15CrMoR	6~60	＞－20	450	295	150	150	150	150	150	146	141	136	133	129	125	94	63	42	(27	18	12	8)	d,h
GB6654, 14Cr1MoR	h	14Cr1MoR	16~120	＞－20	515	310	172	172	172	172	168	164	159	153	149	146	107	75	53	37	(26	18	12	8)	d,h
GB150, 12Cr2Mo1R	h	12Cr2Mo1R	6~150	＞－20	515	310	172	172	169	166	165	164	162	158	155	151	125	92	65	46	31	(20	13	8)	d,h
4.2.3 管件（板焊制）																									
GB6654, 15CrMoR	GB/T13401	15CrMoR		＞－20	450	295	150	150	150	150	150	146	141	136	133	129	125	94	63	42	(27	18	12	8)	d
GB150, 14Cr1MoR	GB/T13401	14Cr1MoR		＞－20	515	310	172	172	172	172	168	164	159	153	149	146	107	75	53	37	(26	18	12	8)	d
GB150, 12Cr2Mo1R	GB/T13401	12Cr2Mo1R		＞－20	515	310	172	172	169	166	165	164	162	158	155	151	125	92	65	46	31	(20	13	8)	d
4.3 合金钢锻件																									
	JB4726	15CrMo	≤300	＞－20	440	275	147	147	147	147	147	146	141	136	133	129	125	94	63	42	(27	18	12	8)	d
	JB4726	14Cr1Mo	≤300	＞－20	490	290	163	163	161	156	151	146	141	136	133	129	103	75	53	37	(26	18	12	8)	d
	JB4726	12Cr2Mo1	≤300	＞－20	510	310	170	170	169	166	165	164	162	158	155	151	125	92	65	46	31	(20	13	8)	d
	JB4726	1Cr5Mo		＞－20	590	390	197	193	189	187	186	184	179	128	124	104	81	62	47	35	26	18	12	7	
4.4 合金钢铸件																									
	GB/T16253	ZG15CrMoG		＞－20	490	290	163	163	161	156	151	146	141	136	133	129	107	84	61	41	(28	19	16	9)	d
	GB/T16253	ZG12Cr2Mo1G		＞－20	510	280	170	160	159	155	155	154	153	148	145	138	122	92	65	46	31	(20	13	8)	d
	GB/T16253	ZG16Cr5MoG		＞－20	630	420	210	205	201	199	198	196	191	136	132	104	81	62	47	35	26	18	12	7	

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[o]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa																									脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	
5 不锈钢																																
5.1 不锈钢无缝管、焊管（EFW，无填充金属）、管件（无缝管及焊管制）																																
5.2.1 不锈钢无缝管																																
	GB/T14976	0Cr18Ni10Ti (321)	−253		520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	92	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3	b,c
	GB/T14976	0Cr18Ni10Ti (321H)	−196		520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	98	75	59	46	37	29	23	18	15	12	9	b,c,f
	GB/T14976	00Cr19Ni10 (304L)	−253		480	175	115	115	115	109	103	98	94	92	90	88	84	73	61	49	41	33	27	22	18	15	12	9	7	7	b,c
	GB/T14976	00Cr17Ni14Mo2 (316L)	−253		480	175	115	115	115	107	101	95	90	87	86	84	82	80	78	76	73	68	58	44	33	25	19	14	11	8	b,c
	GB/T14976	0Cr18Ni9 (304/304H)	−253		520	205	138	138	138	130	122	115	111	107	105	103	101	100	97	90	78	63	51	41	33	27	21	17	14	11	b,c,f
	GB5310	1Cr18Ni9 (304H)	−196		520	205	138	138	138	130	122	115	111	107	105	103	101	100	97	90	78	63	51	41	33	27	21	17	14	11	b,c,f
	GB9948	1Cr18Ni9 (304H)	−196		520	205	138	138	138	130	122	115	111	107	105	103	101	100	97	90	78	63	51	41	33	27	21	17	14	11	b,c,f
	GB/T14976	0Cr17Ni12Mo2 (316/316H)	−253		520	205	138	138	138	133	125	119	114	111	110	108	107	106	106	103	95	81	65	51	39	30	23	19	14	11	b,c,f
	GB/T14976	0Cr18Ni11Nb (347)	−253		520	205	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	107	77	58	40	30	23	16	12	9	7	6	b,c
	GB5310	1Cr19Ni11Nb (347H)	−196		520	205	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	121	111	92	70	54	42	32	24	19	15	11	b,c,f
	GB9948	1Cr19Ni11Nb (347H)	−196		520	205	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	121	111	92	70	54	42	32	24	19	15	11	b,c,f
	GB/T14976	0Cr23Ni13 (309S)	−196		520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	79	66	54	42	33	26	20	16	13	10	7	6	b,c,f
	GB/T14976	0Cr25Ni20 (310S)	−196		520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	81	64	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2	b,c

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[o]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa																									脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	
	GB/T14976	0Cr25Ni20 (310H)		−196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	81	72	65	57	49	41	34	25	18	13	9	7	b,c,f
5.1.2 焊管（EFW，无填充金属）																																
	GB/T12771	0Cr18Ni10Ti (321)		−253	520	210	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	92	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3	b,c
	HG/t20537.3	0Cr18Ni10Ti (321)		−253	520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	92	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3	b,c
	GB/T12771	0Cr18Ni10Ti (321H)		−196	520	210	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	98	75	59	46	37	29	23	18	15	12	9	b,c,f
	HG/t20537.3	0Cr18Ni10Ti (321H)		−196	520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	98	75	59	46	37	29	23	18	15	12	9	b,c,f
	GB/T12771	00Cr19Ni10 (304L)		−253	480	180	115	115	115	109	103	98	94	92	90	88	84	73	61	49	41	33	27	22	18	15	12	9	7	7	b,c
	HG/t20537.3	00Cr19Ni10 (304L)		−253	480	175	115	115	115	109	103	98	94	92	90	88	84	73	61	49	41	33	27	22	18	15	12	9	7	7	b,c
	GB/T12771	00Cr17Ni14Mo2 (316L)		−253	480	180	115	115	115	107	101	95	90	87	86	84	82	80	78	76	73	68	58	44	33	25	19	14	11	8	b,c
	HG/t20537.3	00Cr17Ni14Mo2 (316L)		−253	480	175	115	115	115	107	101	95	90	87	86	84	82	80	78	76	73	68	58	44	33	25	19	14	11	8	b,c
	GB/T12771	0Cr18Ni9 (304/304H)		−253	520	210	138	138	138	130	122	115	111	107	105	103	101	100	97	90	78	63	51	41	33	27	21	17	14	11	b,c,f
	HG/t20537.3	0Cr18Ni9 (304/304H)		−253	520	205	138	138	138	130	122	115	111	107	105	103	101	100	97	90	78	63	51	41	33	27	21	17	14	11	b,c,f
	GB/T12771	0Cr17Ni14Mo2 (316/316H)		−253	520	210	138	138	138	133	125	119	114	111	110	108	107	106	106	103	95	81	65	51	39	30	23	19	14	11	b,c,f
	HG/t20537.3	0Cr17Ni14Mo2 (316/316H)		−253	520	205	138	138	138	133	125	119	114	111	110	108	107	106	106	103	95	81	65	51	39	30	23	19	14	11	b,c,f
	GB/T12771	0Cr18Ni11Nb (347)		−253	520	210	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	107	77	58	40	30	23	16	12	9	7	6	b,c

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[o]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa																									脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	
	GB/T12771	0Cr18Ni11Nb (347H)		−253	520	210	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	121	111	92	70	54	42	32	24	19	15	11	b,c,f
	GB/T12771	0Cr23Ni13 (309S)		−196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	79	66	54	42	33	26	20	16	13	10	7	6	b,c,f
	GB/T12771	0Cr25Ni20 (310S)		−196	520	210	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	81	64	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2	b,c
	GB/T12771	0Cr25Ni20 (310H)		−196	520	210	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	81	72	65	57	49	41	34	25	18	13	9	7	b,c,f
5.1.3 管件（无缝管及焊管制）[q]																																
	GB/T12459	0Cr18Ni10Ti (321)		−253	520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	92	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3	b,c
	GB/T12459	0Cr18Ni10Ti (321H)		−196	520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	98	75	59	46	37	29	23	18	15	12	9	b,c,f
	GB/T12459	00Cr19Ni10 (304L)		−253	480	175	115	115	115	109	103	98	94	92	90	88	84	73	61	49	41	33	27	22	18	15	12	9	7	7	b,c
	GB/T12459	00Cr17Ni14Mo2 (316L)		−253	480	175	115	115	115	107	101	95	90	87	86	84	82	80	78	76	73	68	58	44	33	25	19	14	11	8	b,c
	GB/T12459	0Cr18Ni9 (304/304H)		−253	520	205	138	138	138	130	122	115	111	107	105	103	101	100	97	90	78	63	51	41	33	27	21	17	14	11	b,c,f
	GB/T12459	1Cr18Ni9 (304H)		−196	520	205	138	138	138	130	122	115	111	107	105	103	101	100	97	90	78	63	51	41	33	27	21	17	14	11	b,c,f
	GB/T12459	0Cr17Ni12Mo2 (316/316H)		−196	520	205	138	138	138	133	125	119	114	111	110	108	107	106	106	103	95	81	65	51	39	30	23	19	14	11	b,c,f
	GB/T12459	0Cr18Ni11Nb (347)		−253	520	205	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	107	77	58	40	30	23	16	12	9	7	6	b,c
	GB/T12459	1Cr19Ni11Nb (347H)		−196	520	205	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	121	111	92	70	54	42	32	24	19	15	11	b,c,f
	GB/T12459	0Cr23Ni13 (309S)		−196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	79	66	54	42	33	26	20	16	13	10	7	6	b,c,f

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[o]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa																									脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	
	GB/T12459	0Cr25Ni20 (310S)		−196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	81	64	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2	b,c
	GB/T12459	0Cr25Ni20 (310H)		−196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	81	72	65	57	49	41	34	25	18	13	9	7	b,c,f
5.2 不锈钢板、板焊管（EFW）、管件（板焊制）																																
5.2.1 不锈钢板																																
	GB/T4237	0Cr18Ni10Ti (321)		−253	520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	92	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3	b,c
	GB/T4237	0Cr18Ni10Ti (321H)		−196	520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	98	75	59	46	37	29	23	18	15	12	9	b,c,f
	GB/T4237	00Cr19Ni10 (304L)		−253	480	177	115	115	115	108	103	98	94	92	90	88	84	73	61	49	41	33	27	22	18	15	12	9	7	7	b,c
	GB/T4237	00Cr17Ni14Mo2 (316L)		−253	480	177	115	115	115	107	101	95	90	87	86	84	82	80	78	76	73	68	58	44	33	25	19	14	11	8	b,c
	GB/T4237	0Cr18Ni9 (304/304H)		−253	520	205	138	138	138	130	122	115	111	107	105	103	101	100	97	90	78	63	51	41	33	27	21	17	14	11	b,c,f
	GB/T4237	0Cr17Ni12Mo2 (316/316H)		−253	520	205	138	138	138	133	125	119	114	111	110	108	107	106	106	103	95	81	65	51	39	30	23	19	14	11	b,c,f
	GB/T4237	0Cr18Ni11Nb (347)		−253	520	205	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	107	77	58	40	30	23	16	12	9	7	6	b,c
	GB/T4237	0Cr19Ni11Nb (347H)		−196	520	205	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	121	111	92	70	54	42	35	25	19	15	11	b,c,f
	GB/T4237	0Cr23Ni13 (309S)		−196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	79	66	54	42	33	26	20	16	13	10	7	6	b,c,f
	GB/T4237	0Cr25Ni20 (310S)		−196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	81	64	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2	b,c
	GB/T4237	0Cr25Ni20 (310H)		−196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	81	72	65	57	49	41	34	25	18	13	9	7	b,c,f

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[o]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa																							脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	
5.2.2 板焊管（EFW）																														
GB/T4237 0Cr18Ni10Ti	HG/T20537.4	0Cr18Ni10Ti (321)		−253	520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	92	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3	b,c
GB/T4237 0Cr18Ni10Ti	HG/T20537.4	0Cr18Ni10Ti (321H)		−196	520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	98	75	59	46	37	29	23	18	15	12	9	b,c,f
GB/T4237 00Cr19Ni10	HG/T20537.4	00Cr19Ni10 (304L)		−253	480	177	115	115	115	108	103	98	94	92	90	88	84	73	61	49	41	33	27	22	18	15	12	9	7	7	b,c
GB/T4237 00Cr17Ni14Mo2	HG/T20537.4	00Cr17Ni14Mo2 (316L)		−253	480	177	115	115	115	107	101	95	90	87	86	84	82	80	78	76	73	68	58	44	33	25	19	14	11	8	b,c
GB/T4237 0Cr18Ni10	HG/T20537.4	0Cr18Ni9 (304/304H)		−253	520	205	138	138	138	130	122	115	111	107	105	103	101	100	97	90	78	63	51	41	33	27	21	17	14	11	b,c,f
GB/T4237 0Cr17Ni12Mo2	HG/T20537.4	0Cr17Ni12Mo2 (316/316H)		−253	520	205	138	138	138	133	125	119	114	111	110	108	107	106	106	103	95	81	65	51	39	30	23	19	14	11	b,c,f
GB/T4237 0Cr18Ni11Nb	HG/T20537.4	0Cr18Ni11Nb (347)		−253	520	205	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	107	77	58	40	30	23	16	12	9	7	6	b,c
GB/T4237 0Cr19Ni11Nb	HG/T20537.4	0Cr19Ni11Nb (347H)		−196	520	205	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	121	111	92	70	54	42	35	25	19	15	11	b,c,f
GB/T4237 0Cr23Ni13	HG/T20537.4	0Cr23Ni13 (309S)		−196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	79	66	54	42	33	26	20	16	13	10	7	6	b,c,f
GB/T4237 0Cr25Ni20	HG/T20537.4	0Cr25Ni20 (310S)		−196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	81	64	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2	b,c
GB/T4237 0Cr25Ni20	HG/T20537.4	0Cr25Ni20 (310H)		−196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	81	72	65	57	49	41	34	25	18	13	9	7	b,c,f
5.2.3 管件（板焊制）																														
GB/T4237 0Cr18Ni10Ti	GB/T13401	0Cr18Ni10Ti (321)		−253	520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	92	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3	b,c
GB/T4237 0Cr18Ni10Ti	GB/T13401	0Cr18Ni10Ti (321H)		−196	520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	98	75	59	46	37	29	23	18	15	12	9	b,c,f

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[a]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa																								脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	
GB/T4237 00Cr19Ni10	GB/T13401	00Cr19Ni10 (304L)		－253	480	177	115	115	115	108	103	98	94	92	90	88	84	73	61	49	41	33	27	22	18	15	12	9	7	7	b,c
GB/T4237 00Cr17Ni14Mo2	GB/T13401	00Cr17Ni14Mo2 (316L)		－253	480	177	115	115	115	107	101	95	90	87	86	84	82	80	78	76	73	68	58	44	33	25	19	14	11	8	b,c
GB/T4237 0Cr18Ni10	GB/T13401	0Cr18Ni9 (304/304H)		－253	520	205	138	138	138	130	122	115	111	107	105	103	101	100	97	90	78	63	51	41	33	27	21	17	14	11	b,c,f
GB/T4237 0Cr17Ni12Mo2	GB/T13401	0Cr17Ni12Mo2 (316/316H)		－253	520	205	138	138	138	133	125	119	114	111	110	108	107	106	106	103	95	81	65	51	39	30	23	19	14	11	b,c,f
GB/T4237 0Cr18Ni11Nb	GB/T13401	0Cr18Ni11Nb (347)		－253	520	205	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	107	77	58	40	30	23	16	12	9	7	6	b,c
GB/T4237 0Cr19Ni11Nb	GB/T13401	0Cr19Ni11Nb (347H)		－196	520	205	138	138	138	138	137	134	130	128	127	126	125	125	124	121	111	92	70	54	42	35	25	19	15	11	b,c,f
GB/T4237 0Cr23Ni13	GB/T13401	0Cr23Ni13 (309S)		－196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	79	66	54	42	33	26	20	16	13	10	7	6	b,c,f
GB/T4237 0Cr25Ni20	GB/T13401	0Cr25Ni20 (310S)		－196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	81	64	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2	b,c
GB/T4237 0Cr25Ni20	GB/T13401	0Cr25Ni20 (310H)		－196	520	205	138	138	138	138	138	134	129	124	121	104	97	90	81	72	65	57	49	41	34	25	18	13	9	7	b,c,f
5.3 不锈钢锻件																															
	JB4728	0Cr18Ni10Ti (321)	≤100	－253	520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	92	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3	b,c
	JB4728	0Cr18Ni10Ti (321)	＞100~200	－253	490	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	92	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3	b,c
	JB4728	0Cr18Ni10Ti (321H)	≤100	－196	520	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	98	75	59	46	37	29	23	18	15	12	9	b,c,f
	JB4728	0Cr18Ni10Ti (321H)	＞100~200	－196	490	205	138	138	138	138	134	128	123	119	117	115	115	114	112	98	75	59	46	37	29	23	18	15	12	9	b,c,f

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[a]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa																								脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	
	JB4728	00Cr19Ni10 (304L)	≤100	−253	480	175	115	115	115	109	103	98	94	92	90	88	84	73	61	49	41	33	27	22	18	15	12	9	7	7	b,c
	JB4728	00Cr19Ni10 (304L)	>100~200	−253	450	175	115	115	115	109	103	98	94	92	90	88	84	73	61	49	41	33	27	22	18	15	12	9	7	7	b,c
	JB4728	00Cr17Ni14Mo2 (316L)	≤100	−253	480	175	115	115	115	107	101	95	90	87	86	84	82	80	78	76	73	68	58	44	33	25	19	14	11	8	b,c
	JB4728	00Cr17Ni14Mo2 (316L)	>100~200	−253	450	175	115	115	115	107	101	95	90	87	86	84	82	80	78	76	73	68	58	44	33	25	19	14	11	8	b,c
	JB4728	0Cr18Ni9 (304/304H)	≤100	−253	520	205	138	138	138	130	122	115	111	107	105	103	101	100	97	90	78	63	51	41	33	27	21	17	14	11	b,c,f
	JB4728	0Cr18Ni9 (304/304H)	>100~200	−253	490	205	138	138	138	130	122	115	111	107	105	103	101	100	97	90	78	63	51	41	33	27	21	17	14	11	b,c,f
	JB4728	0Cr17Ni12Mo2 (316/316H)	≤100	−253	520	205	138	138	138	133	125	119	114	111	110	108	107	106	106	103	95	81	65	51	39	30	23	19	14	11	b,c,f
	JB4728	0Cr17Ni12Mo2 (316/316H)	>100~200	−253	490	205	138	138	138	133	125	119	114	111	110	108	107	106	106	103	95	81	65	51	39	30	23	19	14	11	b,c,f
5.4 不锈钢铸件																															
	GB/T12230	CF3		−253	485	206	138	138	136	122	115	109	105	103	101																b,c
	GB/T12230	CF3M		−253	485	206	138	124	120	115	111	107	103	99	97	92																b,c
	GB/T12230	CF8		−253	485	206	138	138	138	130	122	115	111	107	104	100	98	97	90	76	61	49	40	33	27	23	20	17	15	13	b,c,f
	GB/T12230	CF8M		−253	485	206	138	138	138	134	126	120	114	108	108	102	100	98	93	86	74	62	54	46	37	29	22	18	15	12	b,c,f
	GB/T12230	CF8C		−196	485	206	138	138	138	133	129	128	127	125	125	125	125	125	124	121	111	92	70	54	38	31	24	19	15	11	b,c,f

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	状态或厚度/mm	最低使用温度/℃	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa																													脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900	
6 镍及镍合金																																				
6.1 镍及镍合金管																																				
	GB/T2882	N6	M	−196	370	(85)	57	57	57	57	54	50																								g
	JB4742	NCu30	M	−196	460	195	130	113	106	103	102	102	102	101	99	79	60																			g
	GB/T2882	NS312	M	−196	550	240	160	160	160	160	160	160	160	160	160	141	117	86	60	41	28	19	14													c,g
	GB/T2882	NS111	M	−196	520	205	137	137	137	137	137	137	137	137	137	128	126	124	122	120	108	84	64	45	30	16	12	9	8	6						c,g
	GB/T2882	NS112	M	−196	450	170	113	113	113	113	113	113	109	106	106	104	103	101	100	96	90	76	62	51	41	34	28	23	18	15	12	10	8	7		c,g
	GB/T2882	NS334	M	−196	690	285	190	190	190	190	189	178	170	163	159	158	154	153	151	143	120	99	82	67	55											c,j
6.2 镍及镍合金管件																																				
	GB/T12459	N6	M	−196	370	(85)	57	57	57	57	54	50																								g
	GB/T12459	NCu30	M	−196	460	195	130	113	106	103	102	102	102	101	99	79	60																			g
	GB/T12459	NS312	M	−196	550	240	160	160	160	160	160	160	160	160	160	141	117	86	60	41	28	19	14													c,g
	GB/T12459	NS111	M	−196	520	205	137	137	137	137	137	137	137	137	137	128	126	124	122	120	108	84	64	45	30	16	12	9	8	6						c,g
	GB/T12459	NS112	M	−196	450	170	113	113	113	113	113	113	109	106	106	104	103	101	100	96	90	76	62	51	41	34	28	23	18	15	12	10	8	7		c,g
	GB/T12459	NS334	M	−196	690	285	190	190	190	190	189	178	170	163	159	158	154	153	151	143	120	99	82	67	55											c,j
6.3 镍及镍合金板																																				
	GB/T2054	N6	M	−196	392	(105)	70	70	70	70	67	62																								g
	JB4741	NCu30	M	−196	460	195	130	113	106	103	102	102	102	101	99	79	60																			g
	YB/T5353	NS312	M	−196	550	240	161	161	161	161	161	161	161	161	161	141	117	86	60	41	28	19	15													c,g
	YB/T5353	NS111	M	−196	520	205	137	137	137	137	137	137	137	137	137	128	126	124	122	120	108	84	64	45	30	16	12	9	8	6						c,g
	YB/T5353	NS112	M	−196	450	170	113	113	113	113	113	113	109	106	106	104	103	101	100	96	90	76	62	51	41	34	28	23	18	15	12	10	8	7		c,g
	YB/T5353	NS334	M	−196	690	285	190	190	190	190	189	178	170	163	159	158	154	153	151	143	120	99	82	67	55											c
6.4 镍及镍合金锻件																																				
	YB/T5264	N6	—	−196	370	(85)	57	57	57	57	54	50																								
	YB/T5264	NS111	M	−196	520	205	137	137	137	137	137	137	137	137	137	128	126	124	122	120	108	84	64	45	30	16	12	9	8	6						c,g
	YB/T5264	NS112	M	−196	450	170	113	113	113	113	113	113	109	106	106	104	103	101	100	96	90	76	62	51	41	34	28	23	18	15	12	10	8	7		c,g
	JB4743	NCu30	M,≤200	−196	450	172	115	99	93	91	91	91	90	89	88	78	60																			g

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa												脚注
					σ_b	σ_s	20	40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	
7 钛及钛合金																			
7.1 钛及钛合金管（无缝管及无填充金属EFW焊管）																			
	GB/T3624	TA0		−60	280	170	93	93	81	75	69	62	55	48	43	38	35	31	
	GB/T3624	TA1		−60	370	250	123	123	113	105	97	89	83	77	70	62	55	51	
	GB/T3624	TA2		−60	440	320	147	147	132	121	111	100	92	83	76	69	65	60	
	GB/T3624	TA9		−60	370	250	123	123	113	105	97	89	83	77	70	62	55	51	
	GB/T3624	TA10		−60	440	320	147	147	138	130	122	114	106	98	94	90	86	82	
7.2 钛及钛合金板																			
	GB/T3621	TA0		−60	280	170	93	93	81	75	69	62	55	48	43	38	35	31	
	GB/T3621	TA1		−60	370	250	123	123	113	105	97	89	83	77	70	62	55	51	
	GB/T3621	TA2		−60	440	320	147	147	132	121	111	100	92	83	76	69	65	60	
	GB/T3621	TA9		−60	370	250	123	123	113	105	97	89	83	77	70	62	55	51	
	GB/T3621	TA10		−60	485	345	162	162	151	144	135	126	117	108	106	104	102	100	
7.3 钛及钛合金锻件																			
	GB/T16598	TA0		−60	280	170	93	93	81	75	69	62	55	48	43	38	35	31	
	GB/T16598	TA1		−60	370	250	123	123	113	105	97	89	83	77	70	62	55	51	
	GB/T16598	TA2		−60	440	320	147	147	132	121	111	100	92	83	76	69	65	60	
	GB/T16598	TA9		−60	370	250	123	123	113	105	97	89	83	77	70	62	55	51	
	GB/T16598	TA10		−60	485	345	162	151	144	135	126	117	108	106	104	102	100		
7.4 钛及钛合金铸件																			
	GB/T6614	ZTi1		−60	345	275	115	115	105	93	86	78	73	66	63	58			
	GB/T6614	ZTi2		−60	440	370	148	148	133	121	111	100	93	83	78	70			
7.5 钛及钛合金无缝管件																			
	HG/T3651	TA0		−60	280	170	93	93	81	75	69	62	55	48	43	38	35	31	
	HG/T3651	TA1		−60	370	250	123	123	113	105	97	89	83	77	70	62	55	51	
	HG/T3651	TA2		−60	440	320	147	147	132	121	111	100	92	83	76	69	65	60	
	HG/T3651	TA9		−60	370	250	123	123	113	105	97	89	83	77	70	62	55	51	
	HG/T3651	TA10		−60	440	320	147	147	138	130	122	114	106	98	94	90	86	82	

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	状态	厚度/mm	最低使用温度/℃	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa									脚 注
						σ_b	σ_s	20	40	65	75	100	125	150	175	200	
8 铝及铝合金																	
8.1 铝及铝合金管																	
	GB/T6893	1060	O,H112	0.5~5	－269	60	(15)	12	12	12	11	11	10	9	8	6	
	GB/T4437.1	1060	O,H112	5~50	－269	60	(15)	12	12	12	11	11	10	9	8	6	
	GB/T6893	1050A	O	0.5~5	－269	60	(20)	13	13	13	13	12	11	10	8	6	
	GB/T4437.1	1050A	O	5~50	－269	60	(20)	13	13	13	13	12	11	10	8	6	
	GB/T6893	1200	O	0.5~5	－269	75	(25)	16	16	15	14	14	12	10	8	6	
	GB/T4437.1	1200	O,H112	5~50	－269	75	(25)	16	16	15	14	14	12	10	8	6	
	GB/T6893	3003	O,H112	0.75~5	－269	95	(35)	23	23	23	23	22	21	16	13	10	
	GB/T4437.1	3003	O,H112	5~50	－269	95	(35)	23	23	23	23	22	21	16	13	10	
	GB/T6893	5052	O	0.5~5	－269	170	70	46	46	46	46	45	42	38	29	18	
	GB/T4437.1	5052	O		－269	170	70	46	46	46	46	45	42	38	29	18	
	GB/T6893	5083	O,H112	0.5~5	－269	270	110	74	74	74							
	GB/T4437.1	5083	O,H112	5~50	－269	270	110	74	74	74							
	GB/T4437.1	5454	O,H112	5~50	－269	215	85	55	55	55	55	54	49	38	29	22	
	GB/T6893	6061	T4	＞1.2~5	－269	205	110	69	69	69	69	69	67	63	55	41	e
	GB/T6893	6061	T6	0.75~5	－269	290	240	97	97	97	97	95	89	77	56	41	e
	GB/T6893	6061	T4,T6焊		－269	165		55	55	55	55	55	54	51	43	31	e
	GB/T4437.1	6061	T4	5~50	－269	180	110	60	60	60	60	60	58	55	55	41	e
	GB/T4437.1	6061	T6	5~50	－269	260	240	88	88	88	88	87	82	72	56	41	e
	GB/T4437.1	6061	T4,T6焊		－269	165		55	55	55	55	55	54	51	43	31	
	GB/T6893	6063	T6	0.75~5	－269	230	195	76	76	76	75	71	63	47	25	15	e
	GB/T6893	6063	T6焊		－269	115		39		39	39	39	38	35	22	15	
	GB/T4437.1	6063	T6	5~50	－269	205	175	69		69	68	66	60	45	25	15	e
	GB/T4437.1	6063	T6焊		－269	115		39		39	39	39	38	35	22	15	

表A.1 材料许用应力表（续）

材料	标准	牌号	状态	厚度/mm	最低使用温度/℃	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa									脚 注
						σ_b	σ_s	20	40	65	75	100	125	150	175	200	
8.2 铝及铝合金管件																	
	i	WP1060	O,H112		−269	55	15	12	12	12	11	11	10	9	8	6	i
	i	WP3003	O,H112		−269	95	35	23	23	23	23	22	21	16	13	10	i
	i	WP5083	O,H112		−269	270	110	74	74	74							i
	i	WP6061	T4		−269	180	110	60	60	60	60	60	58	55	55	41	e,i
	i	WP6061	T6		−269	260	240	88	88	88	88	87	82	72	56	41	e
	i	WP6061	T4,T6焊		−269	165		55	55	55	55	55	54	51	43	31	
	i	WP6063	T6		−269	205	175	69	69	69	68	66	60	45	25	15	e
	i	WP6063	T6焊		−269	115		39	39	39	39	39	38	35	22	15	
8.3 铝及铝合金板																	
	GB/T3880.2	1060	O	≤10(80)	−269	55	15	12	12	12	11	11	10	9	8	6	
	GB/T3880.2	1060	H112	≤25	−269	70	35	23	23	22	21	18	13	12	10	7	e
	GB/T3880.2	1050A	O	≤10(80)	−269	60	20	13	13	13	13	12	11	10	8	6	
	GB/T3880.2	1050A	H112	≤25	−269	70	35	23	23	23	23	23	20	16	13	10	e
	GB/T3880.2	1200	O	≤10(80)	−269	75	25	16	16	15	14	14	12	10	8	6	
	GB/T3880.2	1200	H112	≤25	−269	85	35	23	23	23	23	23	20	16	13	10	e
	GB/T3880.2	3003	O	≤10(80)	−269	95	35	23	23	23	23	22	21	16	13	10	
	GB/T3880.2	3003	H112	≤50	−269	105	40	28	28	28	27	26	21	16	13	10	e
	GB/T3880.2	3004	O	≤10(80)	−269	150	60	39	39	39	39	39	39	39	27	17	
	GB/T3880.2	5052	O	≤10(80)	−269	170	65	43	43	43	43	43	42	38	29	18	
	GB/T3880.2	5052	H112	≤75	−269	170	65	43	43	43	43	43	42	38	29	18	e
	GB/T3880.2	5083	O	≤38	−269	275	125	83	83	83							
	GB/T3880.2	5083	H112	≤40	−269	275	125	83	83	83							e
	GB/T3880.2	5086	O	≤4.5(80)	−269	240	95	64	64	64							
	GB/T3880.2	5086	H112	≤25	−269	240	110	64	64	64							e

表A.1 材 料 许 用 应 力 表 （续）

材料	标准	牌号	厚度/mm	最低使用温度/℃或图1的曲线号[o]	标准规定最小强度值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa														脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	

注1： 表 A.1 中的许用应力未计入管子和对焊管件的纵向焊接接头系数以及铸件质量系数。
注2： 剪切、接触、压缩应力应符合 GB/T 20801.3中 4.2.4.4 和 4.2.4.5 的规定。
注3： 表A.1未列温度的许用应力可采用内插法计算。
注4： 小于 20℃ 的许用应力取 20℃ 的值。

a A 级结构钢许用应力值已乘质量系数 0.92 ；
b 许用应力值旁的直线（|）表示材料高于相应温度时，尚应符合本部分第 6、7 章的规定；
c 采用黑体字表述的奥氏体不锈钢和镍基合金许用应力值取相应温度下材料屈服强度 90%，当用于非标法兰或按 GB/T 20801.3 中 7.3.2 计算时应将该值乘以 75%；标有下横线的许用应力值大于相应温度下材料屈服强度三分之二，当用于非标法兰或按GB/T 20801.3中7.3.2计算时应适当降低。
d 材料不宜长期、满负荷地在带括号许用应力值所对应的温度下使用，且应符合本部分第 7 章的规定。
e 焊接后该铝合金材料的许用应力应按 T4焊 和 T6焊 选取。
f 高温条件下的奥氏体不锈钢应符合本部分表 2 的规定。
g 高温条件下的镍及镍基合金应符合本部分表 3 的规定。
h 板焊管标准可参照 ASTM A671《常温和较低温用电熔焊钢管》、ASTM A672《中温高压用电熔焊钢管》、ASTM A691《高温高压用碳素钢和合金钢电熔焊钢管》。
i 铝制管件标准可参照 ASTM B361《铝及铝合金焊接管件》。
j 括号内标准或牌号系参照使用。
k 应附加低温冲击试验要求。
l 尚应符合本部分 6.1 条的规定。
m 尚应符合本部分表 1 的规定。
n 尚应符合本部分表 4 和 6.2 条的规定。
o 数字表示最低使用温度，英文字母 A 或 B 表示本部分图 1 中的曲线，材料尚应满足本部分 8.1.3～8.1.5 条规定。
p 大于 500℃，缺乏数据。
q 管件用原材料的标准有 GB/T 12771、GB/T 14976、GB 5310、GB 9948、HG/T 20537.3。

表A.2 螺栓许用应力表[a]

材料	标准	牌号等级	尺寸范围/mm	最低使用温度/℃	标准规定最小值/MPa		在下列温度（℃）下的许用应力 / MPa																								脚注
					σ_b	σ_s	20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	
9 紧固件																															
9.1 标准紧固件																															
	GB/T3098.1	5.6	≤M39	＞－20	500	300	125	125	125	125	125	125																			
	GB/T3098.1	8.8	≤M39	＞－20	800	640	160	160	160	160	160	160																			
	GB/T3098.6	A2-50	≤M39	－253	520	210	130	114	103	96	90	85	82	79	77	76	75	74	72	71	69	64	51	41	33	27	21	17	14	11	
	GB/T3098.6	A4-50	≤M39	－196	520	210	130	120	107	99	93	88	84	82	81	80	79	79	78	78	77	74	65	51	39	30	23	19	14	11	
	GB/T3098.6	A2-70	≤M24	－196	700	450	130	114	113	113	113	113	113	113																	
	GB/T3098.6	A4-70	≤M24	－196	700	450	130	120	113	113	113	113	113	113																	
9.2 专用紧固件																															
	GB/T3077	35CrMo	≤M22	－101	835	735	167	167	167	167	167	167	167	162	146	121	94	68	44												
	GB/T3077	35CrMo	24~80	－101	805	685	161	161	161	161	161	161	159	153	139	116	93	68	44												
	GB/T3077	25Cr2MoV	≤48	＞－20	835	735	167	167	167	167	167	167	167	167	167	164	147	121	92	62	35										
	GB/T3077	25Cr2MoV	52~105	＞－20	805	685	161	161	161	161	161	161	161	161	152	146	132	113	90	62	35										
	GB/T1220	0Cr18Ni9 (304)		－253	515	205	130	114	103	96	90	85	82	79	77	76	75	74	72	71	69	64	51	41	33	27	21	17	14	11	
	GB/T1220	0Cr17Ni14Mo2 (316)		－253	515	205	130	120	107	99	93	88	84	82	81	80	79	79	78	78	77	74	65	51	39	30	23	19	14	11	
	－	B8-2	≤20	－196	860	690	172	172	172	172	172	172	172	172	172	172	172	171	168												b
	－	B8-2	＞20~25	－196	795	550	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138												b
	－	B8-2	＞25~32	－196	450	130	115	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112												b
	－	B8-2	＞32~40	－196	690	345	130	118	110	104	98	94	86	86	86	86	86	86	86												b
	－	B8M-2	≤20	－196	760	665	152	152	152	152	152	152	152	152	152	86	75	74	73												b
	－	B8M-2	＞20~25	－196	690	550	138	138	138	138	138	138	138	138	138	84	75	74	73												b
	－	B8M-2	＞25~32	－196	655	450	130	112	112	112	112	112	112	112	112	81	75	74	73												b
	－	B8M-2	＞32~40	－196	620	345	130	112	112	112	112	112	86	86	86	77	75	74	73												b

a 表中所给的许用应力仅满足一般的强度要求，如长期使用后无需重新上紧仍能保证泄漏率，则应考虑法兰和螺栓的挠性和应力松弛，许用应力可适当降低。

b 应变强化不锈钢紧固件可参照 ASTM A193 《高温用合金钢和不锈钢螺栓材料》。

表 A.3　管子与对焊管件的纵向焊接接头系数 Φ_W

标准	形式	简　述	纵向焊接接头系数 Φ_W	脚注
碳钢				
GB/T 8163 GB 6479 GB 5310 GB3087 GB 9948	无缝	无缝管	1.00	
GB/T 3091	电阻焊 电熔焊（埋弧焊）	电阻焊焊管（直缝）ERW 埋弧焊焊管（直缝）SAW	0.85 0.80	
GB/T 9711.1	无缝 电阻焊 电熔焊（埋弧焊）	无缝管 电阻焊焊管（直缝）ERW 双面埋弧焊焊管（直缝）SAW	1.00 0.85 0.95	
板焊管	电熔焊	板制焊管，双面电熔焊，100％射线检测 板制焊管，双面电熔焊	1.00 0.85	b b
板焊管	电熔焊	板制焊管，双面电熔焊，100％射线检测 板制焊管，双面电熔焊	1.00 0.85	c c
GB/T 12459	无缝	无缝管件	1.00	
GB/T 13401	电熔焊	焊接管件，电熔焊100％射线检测 焊接管件，双面电熔焊 焊接管件，单面电熔焊	1.00 0.85 0.80	 a a
低温钢				
GB 6479 GB/T 18984	无缝	无缝管	1.00	
GB/T 12459 GB/T 13401	无缝 电熔焊	无缝管件 焊接管件，电熔焊，100％射线检测	1.00 1.00	
板焊管	电熔焊	板制焊管，双面电熔焊，100％射线检测	1.00	c
合金钢				
GB 6479 GB 5310 GB 9948	无缝	无缝管	1.00	
板焊管	电熔焊	板制焊管，双面电熔焊，100％射线检测 板制焊管，双面电熔焊	1.00 0.85	d d
GB/T 12459	无缝	无缝管件	1.00	
GB/T 13401	焊接	焊接管件，电熔焊，100％射线检测	1.00	
不锈钢				
GB/T 14976 GB 5310 GB9948	无缝	无缝管	1.00	
GB/T 12771 HG/T 20537.3	电熔焊 电熔焊	电熔焊焊管（无填充金属） 电熔焊焊管（无填充金属）	1.00 1.00	

表 A.3　管子与对焊管件的纵向焊接接头系数 Φ_W （续）

标准	形式	简　述	纵向焊接接头系数 Φ_W	脚注
HG/T 20537.4	电熔焊 	板制焊管，电熔焊，100％射线检测 板制焊管，电熔焊，按标准局部射线检测 板制焊管，双面电熔焊	1.00 0.90 0.85	
GB/T 12459 GB/T 13401	无缝 电熔焊 电熔焊 电熔焊 电熔焊	无缝管件 焊接管件（采用 GB 12771 或 HG 20537.3 焊接钢管为坯料） 焊接管件，电熔焊，100％射线检测 焊接管件，单面电熔焊 焊接管件，双面电熔焊	1.00 0.85 1.00 0.80 0.85	
镍及镍合金				
GB/T 2882 JB 4742	无缝 无缝	无缝管 无缝管	1.00 1.00	
GB/T 12459	无缝	无缝管件	1.00	
钛及钛合金				
GB/T 3624	无缝	无缝管	1.00	
GB/T 3624	电熔焊	电熔焊焊管（无填充金属）	0.85	
HG/T 3651	无缝	无缝管件	1.00	
铝及铝合金				
GB/T 6893 GB/T 4437.1	无缝 无缝	无缝管 无缝管	1.00 1.00	
铝及铝合金管件	无缝 电熔焊 电熔焊 电熔焊	无缝管件 焊接管件，电熔焊，100％射线检测 焊接管件，双面电熔焊 焊接管件，单面电熔焊	1.00 1.00 0.85 0.80	e e e e

a　仅限用于结构钢，如 Q215A、Q235A、Q235B制管件。

b　参照 ASTM　A671 。

c　参照 ASTM　A672 。

d　参照 ASTM　A691 。

e　参照 ASTM　B361 。

表A.4 铸 件 质 量 系 数 Φ_C[a]

材料类别	标 准	名 称	铸件质量系数 Φ_C
铸铁	GB/T 9439 GB/T 1348 GB/T 9440	灰铸铁 球墨铸铁 黑芯可锻铸铁	1.00 1.00 1.00
碳钢	GB/T 12229	碳素钢铸件	0.80
低温钢	GB/T 16253	低温钢铸件	0.80
合金钢	GB/T 16253	合金钢铸件	0.80
不锈钢	GB/T 12230	不锈钢铸件	0.80
钛及钛合金	GB/T 6614	钛及钛合金铸件	0.80

a 非铸铁材料如按 GB/T 20801.3 表4 进行无损检测， Φ_C 可适当提高。

附 录 B

（资料性附录）

材 料 的 物 理 性 能

表B.1　金 属 的 总 热 膨 胀 量

mm / m

温度/℃	材料														
	低碳钢至3Cr-Mo钢	5Cr-Mo至9Cr-Mo	奥氏体不锈钢如18Cr-8Ni	12Cr 17Cr 27Cr	25Cr-20Ni	蒙耐尔合金67Ni-30Cu	3.5Ni	铝	灰铸铁	青铜（Cu-Sn）	黄铜（Cu-Zn）	白铜70Cu-30Ni	Ni-Cr-Te (UNS N08XXX)系列	Ni-Cr-Te (UNS N06XXX)系列	球墨铸铁
-198	-1.97	-1.85	-3.21	-1.70		-2.19	-1.89	-3.91		-3.31	-3.23	-2.62			
-180	-1.84	-1.73	-2.98	-1.58		-2.09	-1.79	-3.65		-3.06	-2.99	-2.46			
-160	-1.69	-1.60	-2.71	-1.45		-1.96	-1.67	-3.36		-2.78	-2.71	-2.26			
-140	-1.54	-1.45	-2.44	-1.32		-1.82	-1.55	-3.04		-2.50	-2.43	-2.06			-1.35
-120	-1.37	-1.29	-2.16	-1.17		-1.65	-1.40	-2.72		-2.21	-2.14	-1.84			-1.20
-100	-1.20	-1.13	-1.88	-1.03		-1.47	-1.22	-2.38		-1.91	-1.85	-1.61			-1.06
-80	-1.02	-0.96	-1.58	-0.88		-1.26	-1.04	-2.03		-1.62	-1.58	-1.37			-0.92
-60	-0.83	-0.79	-1.29	-0.72		-1.03	-0.85	-1.67		-1.32	-1.29	-1.12			-0.76
-40	-0.64	-0.60	-0.98	-0.55		-0.79	-0.65	-1.28		-1.01	-0.99	-0.86			-0.59
-20	-0.44	-0.41	-0.66	-0.38		-0.54	-0.44	-0.88		-0.69	-0.67	-0.59			-0.41
0	-0.23	-0.21	-0.34	-0.20		-0.28	-0.23	-0.46		-0.36	-0.35	-0.31			-0.21
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	0.21	0.20	0.31	0.18	0.30	0.26	0.22	0.42	0.20	0.33	0.32	0.28	0.27	0.25	0.20
60	0.44	0.41	0.65	0.38	0.62	0.54	0.45	0.88	0.40	0.69	0.67	0.59	0.55	0.51	0.41
80	0.67	0.63	0.99	0.58	0.93	0.82	0.68	1.36	0.61	1.05	1.03	0.90	0.84	0.78	0.63
100	0.91	0.86	1.33	0.78	1.25	1.12	0.92	1.84	0.82	1.43	1.39	1.22	1.13	1.05	0.86
120	1.15	1.09	1.67	0.99	1.57	1.41	1.17	2.33	1.04	1.79	1.76	1.54	1.44	1.33	1.09
140	1.40	1.32	2.02	1.21	1.90	1.71	1.42	2.83	1.26	2.16	2.13	1.86	1.77	1.61	1.33
160	1.66	1.56	2.37	1.42	2.22	2.02	1.67	3.34	1.49	2.54	2.51	2.19	2.11	1.90	1.57
180	1.92	1.80	2.73	1.64	2.55	2.32	1.93	3.85	1.72	2.91	2.90	2.52	2.46	2.19	1.83
200	2.19	2.04	3.09	1.87	2.87	2.64	2.19	4.37	1.96	3.29	3.29	2.86	2.82	2.48	2.08
220	2.46	2.29	3.45	2.10	3.19	2.96	2.45	4.90	2.20	3.67	3.69		3.16	2.77	2.36
240	2.74	2.54	3.81	2.33	3.51	3.28	2.71	5.44	2.45	4.05	4.09		3.49	3.06	2.64
260	3.02	2.80	4.17	2.56	3.84	3.61	2.98	5.98	2.70	4.44	4.50		3.83	3.55	2.95
280	3.30	3.06	4.54	2.81	4.16	3.95	3.26	6.53	2.96	4.83	4.92		4.16	3.65	3.21
300	3.60	3.32	4.91	3.05	4.48	4.28	3.53	7.09	3.22	5.22	5.34		4.50	3.95	3.49
320	3.90	3.59	5.29	3.30	4.81	4.62	3.82	7.64	3.49	5.62	5.76		4.85	4.25	3.76

表B.1　金 属 的 总 热 膨 胀 量 （续）

mm / m

温度/℃	材料														
	低碳钢至3Cr-Mo钢	5Cr-Mo至9Cr-Mo	奥氏体不锈钢如18Cr-8Ni	12Cr 17Cr 27Cr	25Cr-20Ni	蒙耐尔合金67Ni-30Cu	3.5Ni	铝	灰铸铁	青铜（Cu-Sn）	黄铜（Cu-Zn）	白铜70Cu-30Ni	Ni-Cr-Te (UNS N08XXX)系列	Ni-Cr-Te (UNS N06XXX)系列	球墨铸铁
340	4.20	3.86	5.66	3.55	5.14	4.98	4.10		3.76	6.01	6.20		5.19	4.56	4.04
360	4.51	4.13	6.04	3.80	5.46	5.33	4.39		4.04	6.41	6.63		5.54	4.87	4.32
380	4.83	4.41	6.42	4.06	5.79	5.69	4.68		4.32	6.81	7.08		5.89	5.18	4.61
400	5.15	4.69	6.81	4.32	6.11	6.05	4.97		4.60	7.21	7.53		6.24	5.49	4.90
420	5.47	4.98	7.21	4.58	6.44	6.42	5.26		4.89	7.62	7.99		6.60	5.81	5.20
440	5.80	5.28	7.60	4.84	6.76	6.79	5.56		5.18	8.03	8.46		6.95	6.11	5.48
460	6.14	5.57	7.99	5.11	7.10	7.17	5.86		5.48	8.44	8.93		7.31		5.78
480	6.47	5.86	8.39	5.38	7.43	7.56	6.15		5.78	8.85	9.41		7.68		6.08
500	6.79	6.15	8.79	5.65	7.81	7.95	6.44		6.09	9.26	9.89		8.04		6.39
520	7.12	6.45	9.21	5.92	8.20	8.34	6.75		6.40	9.68	10.38		8.41		6.70
540	7.45	6.75	9.62	6.20	8.58	8.73	7.05		6.72	10.09	10.87		8.78		7.01
560	7.79	7.04	10.02	6.47	8.94	9.13				10.52	11.37		9.16		
580	8.13	7.34	10.43	6.74	9.30	9.54				10.95	11.87		9.53		
600	8.47	7.64	10.84	7.01	9.66	9.94				11.37	12.38		9.91		
620	8.79	7.94	11.25	7.28	10.05	10.36							10.29		
640	9.11	8.24	11.66	7.55	10.44	10.78							10.67		
660	9.44	8.54	12.07	7.82	10.84	11.20							11.08		
680	9.78	8.84	12.47	8.09	11.24	11.63							11.49		
700	10.11	9.15	12.88	8.36	11.63	12.06							11.90		
720	10.44	9.45	13.29	8.63	11.99	12.49							12.32		
740	10.78	9.75	13.69	8.91	12.35	12.92							12.74		
760	11.12	10.04	14.10	9.18	12.71	13.35							13.17		
780													13.60		
800													14.03		
815													14.33		

注：　本表所给出的金属总热膨胀量系指由 20℃ 变化至表中所示温度时所产生的总的单位长度热膨胀量。

表B.2　金 属 热 膨 胀 系 数

10^{-6} / ℃

温度/℃	材料														
	低碳钢 至 3Cr-Mo钢	5Cr-Mo 至 9Cr-Mo	奥氏体 不锈钢 18Cr-8Ni	12Cr 17Cr 27Cr	25Cr-20Ni	蒙耐尔 合金 67Ni-30Cu	3.5Ni	铝	灰铸铁	青铜 （Cu-Sn）	黄铜 （Cu-Zn）	白铜 70Cu-30Ni	Ni-Cr-Te (UNS N08XXX) 系列	Ni-Cr-Te (UNS N06XXX) 系列	球墨铸铁
-198	9.00	8.46	14.67	7.74		10.00	8.57	17.83		15.12	14.76	11.97			
-180	9.17	8.63	14.82	7.88		10.39	8.88	18.15		15.24	14.86	12.23			
-160	9.35	8.81	14.99	8.02		10.83	9.21	18.53		15.37	14.98	12.50			
-140	9.53	8.99	15.16	8.18		11.28	9.59	18.90		15.50	15.08	12.78			8.37
-120	9.71	9.17	15.33	8.32		11.72	9.89	19.27		15.63	15.20	13.06			8.50
-100	9.91	9.37	15.49	8.47		12.16	10.07	19.65		15.76	15.32	13.33			8.78
-80	10.10	9.52	15.67	8.67		12.42	10.31	20.10		16.02	15.61	13.59			9.08
-60	10.29	9.68	15.89	8.87		12.68	10.49	20.56		16.28	15.90	13.85			9.35
-40	10.48	9.85	16.05	9.04		12.92	10.63	20.97		16.53	16.17	14.09			9.61
-20	10.61	9.99	16.15	9.17		13.09	10.78	21.31		16.75	16.37	14.27			9.87
0	10.75	10.14	16.27	9.28		13.26	10.98	21.65		16.97	16.65	14.47			10.08
20	10.92	10.31	16.39	9.43		13.46	11.25	22.03		17.23	16.81	14.69		12.83	10.33
40	11.05	10.44	16.50	9.54		13.61	11.40	22.34		17.41	16.98	14.85		12.97	10.49
60	11.21	10.61	16.61	9.68		13.80	11.48	22.71		17.66	17.20	15.04		13.10	10.62
80	11.36	10.77	16.73	9.81	15.82	13.99	11.56	23.07	10.35	17.88	17.43	15.23	14.22	13.23	10.75
100	11.53	10.91	16.84	9.93	15.84	14.16	11.65	23.32	10.39	18.07	17.62	15.41	14.32	13.35	10.89
120	11.67	11.01	16.93	10.04	15.89	14.27	11.78	23.60	10.51	18.14	17.78	15.53	14.60	13.46	11.04
140	11.81	11.10	17.01	10.14	15.94	14.39	11.91	23.81	10.63	18.19	17.93	15.63	14.90	13.56	11.19
160	11.98	11.20	17.09	10.25	15.99	14.51	12.03	24.02	10.73	18.26	18.09	15.75	15.19	13.67	11.34
180	12.10	11.30	17.17	10.34	16.02	14.62	12.13	24.23	10.85	18.33	18.22	15.88	15.48	13.75	11.49
200	12.24	11.39	17.25	10.44	16.05	14.74	12.22	24.43	10.96	18.40	18.38	15.99	15.78	13.84	11.64
220	12.38	11.49	17.32	10.54	16.06	14.86	12.30	24.64	11.08	18.46	18.53		15.83	13.90	11.85
240	12.51	11.60	17.39	10.63	16.06	14.99	12.38	24.83	11.19	18.52	18.69		15.95	13.97	12.08
260	12.64	11.70	17.46	10.73	16.07	15.12	12.47	25.02	11.30	18.58	18.85		16.02	14.04	12.33
280	12.77	11.80	17.54	10.84	16.07	15.24	12.58	25.22	11.43	18.65	18.99		16.08	14.10	12.42
300	12.90	11.91	17.62	10.95	16.07	15.36	12.67	25.42	11.55	18.73	19.14		16.14	14.18	12.50
320	13.04	12.01	17.69	11.06	16.09	15.47	12.77	25.56	11.67	18.80	19.28		16.21	14.23	12.59

表B.2　金 属 热 膨 胀 系 数 （续）

10^{-6} / ℃

温度/℃	材料														
	低碳钢至3Cr-Mo钢	5Cr-Mo至9Cr-Mo	奥氏体不锈钢18Cr-8Ni	12Cr 17Cr 27Cr	25Cr-20Ni	蒙耐尔合金67Ni-30Cu	3.5Ni	铝	灰铸铁	青铜（Cu-Sn）	黄铜（Cu-Zn）	白铜70Cu-30Ni	Ni-Cr-Te (UNS N08XXX)系列	Ni-Cr-Te (UNS N06XXX)系列	球墨铸铁
340	13.17	12.10	17.76	11.15	16.11	15.60	12.87		11.79	18.86	19.43		16.28	14.30	12.66
360	13.31	12.20	17.83	11.22	16.11	15.73	12.95		11.91	18.91	19.57		16.34	14.37	12.75
380	13.45	12.29	17.89	11.30	16.13	15.86	13.03		12.03	18.97	19.73		16.40	14.42	12.83
400	13.58	12.39	17.99	11.40	16.13	15.97	13.12		12.14	19.03	19.88		16.47	14.49	12.93
420	13.72	12.49	18.06	11.48	16.14	16.09	13.19		12.26	19.10	20.04		16.53	14.56	13.02
440	13.86	12.60	18.14	11.55	16.15	16.21	13.26		12.36	19.17	20.19		16.59	14.58	13.08
460	13.98	12.68	18.21	11.65	16.17	16.34	13.34		12.48	19.23	20.35		16.66		13.18
480	14.10	12.77	18.28	11.73	16.20	16.47	13.40		12.59	19.29	20.50		16.73		13.26
500	14.19	12.85	18.36	11.81	16.32	16.60	13.46		12.72	19.34	20.66		16.79		13.35
520	14.28	12.93	18.45	11.87	16.44	16.71	13.52		12.83	19.39	20.80		16.86		13.43
540	14.36	13.00	18.53	11.94	16.53	16.83	13.59		12.94	19.45	20.95		16.93		13.50
560	14.46	13.07	18.60	12.00	16.58	16.95				19.52	21.10		16.99		
580	14.55	13.14	18.67	12.06	16.63	17.07				19.59	21.24		17.05		
600	14.63	13.19	18.72	12.11	16.68	17.18				19.65	21.38		17.12		
620	14.69	13.26	18.79	12.15	16.79	17.29				19.71	21.54		17.19		
640	14.72	13.31	18.84	12.19	16.87	17.41				19.78	21.69		17.25		
660	14.77	13.37	18.89	12.23	16.96	17.53							17.34		
680	14.84	13.42	18.93	12.28	17.06	17.64							17.44		
700	14.89	13.47	18.97	12.32	17.14	17.76							17.53		
720	14.94	13.52	19.01	12.35	17.16	17.86							17.63		
740	15.00	13.56	19.05	12.39	17.18	17.97							17.72		
760	15.05	13.59	19.08	12.42	17.21	18.07							17.82		
780			19.18										17.92		
800			19.25										18.01		
815			19.35										18.09		

注：　本表所给出的金属热膨胀系数系指由 20℃ 变化至表中所示温度时的平均热膨胀系数。

表B.3　金 属 弹 性 模 量

材 料 名 称	在下列温度(℃)下的弹性模量　E/（10^3 N/mm^2）																				
	-254	-198	-150	-100	20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	816
铁基金属																					
灰铸铁					92	91	89	87	84	81	77	73									
碳钢，C≤0.3%	220	217	214	210	203	198	195	191	188	185	178	172	162	150	137	123					
碳钢，C＞0.3%	219	215	212	209	202	197	193	190	187	183	178	170	160	149	135	122	106				
C-Mo钢	219	215	212	208	201	196	193	189	186	183	178	170	160	148	135	121	105				
Ni钢，Ni2%～9%	208	204	202	198	192	186	184	180	178	175	172	164									
Cr～Mo钢，Cr0.5%～2%	221	218	215	212	205	199	196	192	190	186	183	178	174	169	164	158	150	142	132		
Cr～Mo钢，Cr2.25%～3%	228	225	222	219	211	205	203	199	196	192	188	184	179	175	169	163	155	146	136		
Cr～Mo钢，Cr5%～9%	230	227	224	221	213	207	205	200	198	194	190	184	176	166	153	139	126	108	91		
Cr钢，Cr12%、17%、27%	219	215	213	210	201	196	192	188	184	181	178	174	163	152	144	129	114				
奥氏体钢（304、310、316、321、347等）	212	209	206	202	195	190	186	183	178	176	173	169	165	161	156	152	146	140	133	127	125
铜及铜合金																					
海军黄铜（C4640）		110	108	107	103	100	99	97	95	93	90										
铜（C1100）		117	115	114	111	107	106	104	102	99	96										
铜，红铜，铝青铜（C1020、C1220、C2300、C6140）		125	123	122	118	114	113	111	108	105	102										
90Cu-10Ni（C7060）		131	129	128	125	121	120	117	115	112	108										
80Cu-20Ni（C7100）		146	144	143	138	134	132	129	127	124	120										
70Cu-30Ni（C7150）		161	159	157	152	148	145	143	140	136	131										

表B.3　金 属 弹 性 模 量 （续）

材 料 名 称	在下列温度(℃)下的弹性模量　E/（10^3 N/mm^2）																				
	-254	-198	-150	-100	20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	816
镍及镍合金																					
镍200、201	225	221	218	215	207	202	199	197	194	192	190	186	182	179	175	173	169				
蒙耐尔400	195	191	189	186	179	175	173	171	168	167	165	161	158	155	152	149	146				
Ni-Cr-Te合金600	233	228	226	223	214	208	206	204	201	198	196	192	188	184	181	178	175				
Ni-Cr-Te合金800、800H	214	210	208	204	196	191	189	187	184	182	179	177	174	170	167	164	160				
合金C276	224	218	217	214	206	200	197	195	193	191	188	184	181	178	174	172	168				
钛及钛合金																					
TA0～TA3、TA9					107	103	101	97	92	88	84	79									
铝及铝合金																					
1060、3003、3004、6061、6063	79	76	76	74	69	66	64	60													
5052、5454	80	77	76	75	71	67	65	62													
5083、5086	81	78	77	76	71	68	66	63													