

中华人民共和国化学工业部

钢制化工容器设计规定

(試 行)

化工部化工设备设计专业技术中心站

中华人民共和国化学工业部

钢制化工容器设计规定

(試 行)

內 部 資 料
注 意 保 存

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

化工部化工设备设计专业技术中心站

1967年

內 容 提 要

本規定除附录外共分十四章，系統地敘述了鋼制化工容器設計中材料選用，許用应力確定，焊接結構設計，內壓及外壓容器設計，封頭設計，拉撐結構設計，凸環形补偿器設計，熱交換器管板設計，開孔加強設計，法蘭設計，塔、臥式容器設計及低溫容器設計規定等。在附录中还包括局部应力計算，疲勞破裂估算，卸壓安全裝置及檢查孔和人孔要求。

本規定在化工容器設計方面較為完善，對從事化工容器設計，製造的廣大工程人員有較大的實用價值。

中華人民共和國化學工業部

鋼 制 化 工 容 器 設 計 規 定

(試 行)

*

化學部化工設備設計院技術中心編 出版

*

內 部 發 行

開本 787×1092 毫米 1/16 · 印張 11 $\frac{3}{4}$ · 字數 230,000

1967年9月上海

¥2.50 元

目 录

序 言	iii
第一章 总論	1
第二章 材料	9
第三章 焊接結構設計	20
A. 对接	20
B. 角接	20
C. 无补强圈的接管焊接	23
D. 有补强圈的接管焊接	28
E. 凸緣焊接	29
第四章 內压圓筒和球壳的設計	31
第五章 外压圓筒設計	33
A. 外压圓筒設計	33
B. 加强圈設計	46
C. 高强度鋼外压圓筒設計	48
第六章 封头設計	53
A. 平盖設計	53
B. 凸形封头設計	56
C. 錐形封头設計	60
第七章 拉撑結構設計	64
第八章 开孔加强設計	67
A. 开孔加强設計	67
B. 高强度鋼制容器开孔加强設計	72
第九章 凸环形补偿器設計	80
第十章 热交換器管板設計	86
第十一章 法兰設計	97
第十二章 臥式容器設計	121
第十三章 塔設計	132
第十四章 低温容器設計規定	143
附录 A 局部应力計算	148
附录 B 容器的疲劳破裂	172
附录 C 卸压安全裝置	175
附录 D 檢查孔和人孔	178

第一章 总 論

1.1 概 述

使用本設計規定时应同时遵照以下标准。若标准有修改,应以最新版为准。

1.1.1 关于材料部分应遵照 GB700-65, GB699-65, YB13-63, YB536-65, YB542-65, YB6-59, YB10-59 等有关国家标准及冶金部部頒标准。

1.1.2 关于压力容器的制造驗收方面根据其設計压力应分別遵照:

- (1) JB741-65 “碳素鋼及不銹耐酸鋼焊制容器技术条件”;
- (2) Q/TH48-65 “单层式高压容器技术条件”;
- (3) JB754-66 “多层式高压容器技术条件”。

1.1.3 操作温度高于 300°C 和低于 -20°C 的压力容器由設計单位另行补充有关制造驗收技术条件。

1.2 范 圍

本規定适用于筒体壁厚小于或等于 $\frac{1}{10}$ 內徑的受压容器,即适用于 $K \leq 1.2$ 的容器 ($K = \frac{D_n}{D_b}$)。

如果容器承受頻繁的压力波动和温度波动,就需要考虑疲劳的影响(見附录 B)。

1.3 載 荷

設計容器时必须考虑以下載荷:

- (1) 設計內压或設計外压;
- (2) 在正常操作条件下液体介质的最大靜压力;
- (3) 容器及其物料和內件,填料的重量,或者容器及水压試驗时水的重量;
- (4) 风載荷,与其他載荷的复合(見第十二章)。

必要时也需考虑以下应力或載荷的影响:

- (1) 由于支座、耳架、支脚、內件或連接管道所引起的局部应力;
- (2) 冲击載荷,包括水錘、容器物料的冲击;
- (3) 由于操作压力不对称于容器的中性軸所引起的弯曲力矩;
- (4) 由于温差所引起的力,包括材料膨脹系数不同的影响;

(5) 在运输或吊装时产生的力;

(6) 压力和温度的波动.

1.4 設 計 压 力

最大工作压力是由工艺过程的技术要求确定的.

若容器工作时液体物料的静压力不超过介质最大工作压力 5%, 则不计入液体静压力. 若超过 5% 时, 则设计压力须附加液体静压力.

设计压力通常取略大于上述最大工作压力, 以避免安全泄放装置不必要的泄放.

使用安全阀时, 取最大工作压力的 1.05—1.10 倍作为设计压力.

当只使用爆破膜作为安全装置时, 由于膜的工作应力很高, 为了避免由于蠕变和疲劳而引起过早的破坏泄放, 根据具体经验取最大工作压力的 1.15—1.30 倍作为设计压力.

当操作压力由于化学反应或聚合反应有时会引起压力突然上升时, 按其升压速度的快慢, 取最大工作压力的 1.15—1.30 倍作为设计压力 (此时必须装有爆破膜, 该安全泄放装置的附加量已一起包括在内).

对于装有液化气体用的容器, 选取与最高工作温度相应的气体压力为最大工作压力, 当容器不用自动调节使之保持在一个较低温度或加热到一个较高温度时, 则假定地面上所设置的容器的最高工作温度可达 40°C , 设置在地下的容器的最高工作温度可达 30°C . 并选用相应温度的气体压力为最大工作压力.

1.5 設 計 温 度

取在工作条件下容器可能达到的最高壁温作为设计温度, 一般按下列方法确定:

(1) 对于不被加热或冷却的壁, 取装入介质的最高温度和最低温度;

(2) 对于用蒸汽、热水或其他液体介质加热或冷冻的壁, 取加热介质的最高温度和冷冻介质的最低温度;

(3) 对于用燃料废气加热或电加热 (包括电阻丝加热器或利用器壁的电直接加热) 的壁, 取以下数值:

(a) 裸露在大气中的器壁: 取容器内介质的最高温度增加至少 20°C , 最低取为 250°C .

(b) 直接受影响的器壁: 取容器内介质的最高温度增加至少 50°C , 最低取为 250°C .

当载热体温度超过 600°C 时, 取容器内介质的最高温度增加至少 100°C , 最低取为 250°C .

具体的增加量应按热流量进行具体的壁温计算.

1.6 壁厚附加量

1.6.1 壁厚附加量应按下列式确定:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad (1.1)$$

式中: C ——壁厚附加量, mm;

C_1 ——钢板负公差附加量, 在一般情况下均取 0.5, mm;

C_2 ——腐蚀裕度, mm.

在介质对容器材料的腐蚀速度大于 0.05 mm/年时, 由设计者根据腐蚀速度与设计寿命决定.

在介质对容器材料的腐蚀速度 ≤ 0.05 mm/年时 (包括大气腐蚀), 单面腐蚀取 $C_2 = 1$ mm, 双面腐蚀取 $C_2 = 2$ mm.

当一侧有防腐油漆, 另一侧无保护层者, 认为是单面腐蚀; 二侧均无防腐油漆或涂层, 或二侧虽有防腐油漆但不能有效抵抗较严重的腐蚀性车间大气时, 均认为是双面腐蚀.

若介质对容器材料会产生应力腐蚀时, 应在容器制造过程中或制成后进行热处理以消除残余应力.

若介质对容器材料会产生碱性脆化时, 除须选择适宜的钢号和结构外尚应适当增加壁厚以降低应力.

C_3 ——封头冲压时的拉伸减薄量, mm.

在一般情况下取计算厚度的 10%, 并不大于 4 mm.

对于须要热加工手工敲打的封头, 设计人员还应当根据具体情况考虑增加由于氧化及拉伸所减薄的厚度, 并在图上注明.

对于圆筒体等不经冲压的元件, 取 $C_3 = 0$.

1.6.2 对于内部衬砖的容器, 必须适当增加壁厚, 以保证必要的刚度和补偿由于砖砌体所附加的应力.

1.6.3 若物料对壁会产生磨损时, 必须适当增加壁厚, 以补偿在容器使用寿命内被物料磨损的厚度, 或附加可更换的耐磨衬板.

1.7 容器的最小壁厚

1.7.1 对于一般内压容器, 材料为碳钢和低合金钢时, 容器的壁厚不得小于 3 mm; 材料为不锈钢时不得小于 2 mm.

对于一般外压容器, 材料为碳钢和低合金钢时, 容器的壁厚不得小于 4 mm; 材料为不锈钢时不得小于 3 mm.

以上取值已包括 C_1 和大气腐蚀在内. 当腐蚀速度大于 0.05 mm/年时, 设计者应根

据容器的設計寿命另加腐蝕裕度 C_2 .

1.7.2 加筋容器的最小壁厚不受限制, 由設計人員根据实际經驗自行決定.

1.7.3 鑄件的最小壁厚应按鑄造工艺決定.

1.8 許用应力

材料的許用应力取下列三者之最小值:

$$\left. \begin{aligned} [\sigma] &= \frac{\sigma_b}{n_b} \\ [\sigma] &= \frac{\sigma_s^t}{n_s} \\ [\sigma] &= \frac{\sigma_D^t}{n_D} \quad \text{或} \quad [\sigma] = \frac{\sigma_n^t}{n_n} \end{aligned} \right\} \quad (1.2)$$

式中: $[\sigma]$ ——材料的許用应力, kg/cm^2 ;

σ_b ——材料常温下之最低强度限, kg/cm^2 ;

σ_s^t ——材料工作温度下之屈服限, 亦可取产生残余变形达 0.2% 的条件屈服限, kg/cm^2 ;

σ_D^t ——材料工作温度下之持久限 (經 10 万小时断裂), kg/cm^2 ;

σ_n^t ——材料工作温度下之蠕变限 (在 10 万小时下蠕变率为 1%), kg/cm^2 .

n_b, n_s, n_D, n_n ——安全系数, 其取值如下:

鋼材 (不包括奥氏体不銹鋼):

$$n_b = 2.7, n_s = 1.6, n_D = 1.6, n_n = 1.0$$

奥氏体不銹鋼:

$$n_b = 2.7, n_s = 1.5, n_D = 1.6, n_n = 1.0$$

当碳鋼和低合金鋼的工作壁温超过 420°C , 低合金鉻鉬鋼的工作壁温超过 450°C , 不銹鋼的工作壁温超过 550°C 时必须进行持久限的驗算; 当无持久限数据时可以按蠕变限驗算.

以上許用应力适用于非輻射加热的容器, 包括用蒸汽、联苯、油浴、 $\leq 450^\circ\text{C}$ 的烟道气体等加热的容器. 对于直接受火焰或用电加热器輻射加热的容器, 則須将上述許用应力再乘以减弱系数 0.85.

采用鑄鋼时, 設計者应根据鑄造厂生产水平, 质量稳定情况及相应的技术条件选取鑄造质量系数. 鑄造质量系数一般取 0.7—0.8, 符合 HJB128-62 “鑄鋼高压容器技术条件”中有关的驗收条件者, 可取为 0.8, 如果补充更高要求的附加驗收技术条件, 而能保证鑄造质量者, 可取較高的数值.

1.9 复合鋼板制容器

1.9.1 复合鋼板制容器的强度計算不应計入复层厚度 (如內压容器, 开孔加强, 管板

計算等)。

1.9.2 复合鋼板制容器的剛度及稳定性計算应計入复层厚度(如外压容器及塔或臥式容器的稳定性計算等)。

1.10 焊縫系数

1.10.1 双面自动电弧焊或手工焊的对接焊縫以及保証双面焊透的丁字連接焊縫:

局部透視者 $\phi = 0.90$

不透視者 $\phi = 0.70$

1.10.2 单面自动电弧焊或手工焊的对接焊縫, 在焊接过程中沿焊縫根部全长有緊貼基本金属的垫板时:

局部透視者 $\phi = 0.80$

不透視者 $\phi = 0.65$

1.10.3 不保証焊接元件焊透的丁字連接, 以及双面搭接焊縫(設計温度低于 -20°C 或高压时, 不采用此种結構):

局部透視者 $\phi = 0.70$

不透視者 $\phi = 0.60$

1.10.4 单面自动电弧焊或手工焊的对接焊縫(設計温度低于 -20°C 或高压时不采用此种結構):

局部透視者 $\phi = 0.70$

不透視者 $\phi = 0.60$

1.10.5 对焊縫进行 100% 透視时, 焊縫系数 ϕ 可相应增加。

1.10.6 以上所列的焊縫系数值, 系对应于第 1.13 节的有关焊縫檢驗要求的合格級別而定, 若設計者取用較高或較低合格級別时, 焊縫系数应作相应改变。

1.10.7 若焊縫不作透視, 焊工的培訓, 考試, 焊前試驗及焊接試驗样板仍必須符合劳动部和一机部有关規定。

1.11 压力試驗

容器制成后应进行压力試驗, 压力試驗应在热处理及焊縫探伤檢驗后进行。容器在压力試驗后若需进行焊补或焊补后的热处理时, 則最后必須重行进行压力試驗。

压力試驗的試驗方法可根据容器本身的特点由下述方法中选择:

- (1) 水压試驗——适用于受压元件的强度能通过計算方法确定的压力容器。
- (2) 气压試驗——适用于不宜充水的压力容器。
- (3) 驗證性水压試驗——适用于受压元件的强度不能由計算方法确定的复杂压力容器。

器。

1.11.1 水压試驗

容器的水压試驗压力应符合表 1-1 的規定。

表 1-1

容 器 种 类	設計压力 P , kg/cm ²	試驗压力 P_* , kg/cm ²
鑄 造 容 器	不論压力大小	1.5 P 但不得小于 2
其 他 一 切 容 器	<6	1.5 P
	6—10	$P+3$
	>10	1.3 P
真 空 容 器	不論真空度大小	2

設計溫度 $t > 300^\circ\text{C}$ 的压力容器的水压試驗压力設計部門必須根据所用材料在不同溫度下的許用应力,按下式进行換算:

$$P_*^t = P_* \left(\frac{[\sigma]}{[\sigma]^t} \right) \quad (1.3)$$

式中: $[\sigma]$ ——試驗溫度下(常温)的材料許用应力, kg/cm²;

$[\sigma]^t$ ——設計溫度下的材料許用应力, kg/cm²。

水压試驗时,压力应緩慢上升。容器在試驗压力下持續 5 分钟,設計压力大于 50 kg/cm² 者应持續 30 分钟。然后降至設計压力并檢查容器有无滲漏現象及变形。水压試驗后,应沒有肉眼可見的殘余变形,設計压力大于或等于 50 kg/cm² 的容器,应作殘余变形的測定,殘余变形值应在仪表(一般用千分表)的精度誤差範圍之內。当用容积变形法測定殘余变形时,容器的容积殘余变形应不超过容器在試压时容器全变形值的 10%。

1.11.2 气压試驗

气压試驗的試驗压力应等于 1.25 倍設計压力。

气压試驗时,压力应逐漸上升至 $0.5P_q$, 然后每次升压 10% P_q , 直到压力升到試驗压力 P_q , 再降压至設計压力进行檢查。

气压試驗时必须要有特殊防护措施,以保証万一发生事故时,不发生人身伤亡。

1.11.3 进行水压試驗或气压試驗时,容器任一受压元件的計算应力不得超过 90% 的材料常温屈服极限,否則应增加元件壁厚。

1.11.4 驗證性水压試驗

(1) 根据要求的容器設計压力 P , 按表 1-1 規定求取試驗压力 P_* ;

(2) 在容器試压前,将电阻应变片貼于受試容器的内外表面;

(3) 以 $0.1P_*$ 为一級,按級逐漸升压和降压,并按級記錄应变仪讀数(升压时和降压时都需記錄);

(4) 若試驗压力达到 P_* 并維持該压力 30 分钟后,应变与压力仍成直綫关系,則該容器能安全地操作于原定的設計压力;

(5) 若試驗压力在小于 P_* 时, 已丧失应变与压力的直綫关系, 須立即停止升压. 并根据維持直綫关系的最高水压試驗压力 P_y 按下式求得容器的最高安全工作压力 $P_{\text{容}}$:

$$P_{\text{容}} = \frac{1}{1.3} \left[P_y \frac{[\sigma]^t}{[\sigma]} \cdot \left(\frac{S-C}{S} \right) \right] \quad (1.4)$$

式中: $[\sigma]^t$ ——設計温度下材料許用应力;

$[\sigma]$ ——常温下材料許用应力;

S ——容器实际壁厚;

C ——壁厚附加量.

1.12 开孔削弱系数

本节适用于筒体上开设排孔, 其軸向削弱系数在筒体强度計算中与焊缝系数一样代入公式.

1.12.1 符号說明

t ——节距相等时, 开孔的軸向节距, mm;

t_1 ——节距不等时, 开孔的軸向較小节距, mm;

t_2 ——节距不等时, 开孔的軸向較大节距, mm;

t_c ——开孔的环向节距, mm;

d ——开孔直径, mm;

J ——軸向开孔削弱系数;

J_c ——环向开孔削弱系数.

1.12.2 軸向开孔削弱系数

(1) 节距相等时 (见图 1-1(a))

$$J = \frac{t-d}{t} \quad (1.5)$$

(2) 节距不等时, 但 t_2 不得大于 $1.3t_1$ (见图 1-1(b))

$$J = \frac{t_1 + t_2 - 2d}{t_1 + t_2} \quad (1.6)$$

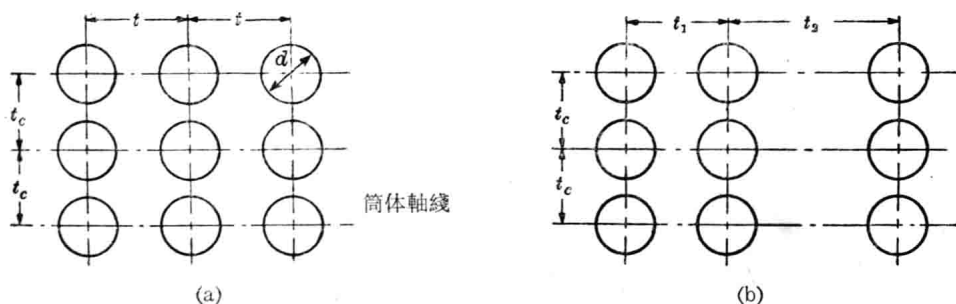


图 1-1 开孔削弱系数示意图

1.12.3 环向开孔削弱系数 (见图 1-1(a) 和 (b))

$$J_e = \frac{t_e - d}{t_e} \quad (1.7)$$

当环向开孔削弱系数 $J_e \geq \frac{J}{2}$ 时, 可不須代入筒体軸向应力計算公式中, 但当 $J_e < \frac{J}{2}$ 时, 应代入筒体軸向应力的計算公式中, 校核筒体軸向应力不得大于材料許用应力值。

1.13 焊縫射綫檢驗

1.13.1 焊縫射綫檢驗应在热处理之后进行。

1.13.2 焊縫射綫檢驗拍片率应按 JB741-65 “碳素鋼及不銹耐酸鋼焊制容器技术条件”中有关规定进行 (低温容器除外, 可見本規定第十四章表 14-3 要求)。建議以超声波檢查焊縫, 若对焊縫进行 100% 超声波檢驗, 則仅需在异常反射波出現处进行拍片复核。

1.13.3 焊縫射綫檢驗按 JB 928-67 “焊縫射綫探伤标准” (即五級制标准) 进行, 其具体合格要求按表 1-2 的規定。

表 1-2

設計温度, °C	設計压力, kg/cm ²	合 格 級 別	
		环 縫	纵 縫
$t = -20 \sim +300$	$0.7 < P \leq 2.5$	3—4*	3—4*
	$2.5 < P \leq 16$	3	3
	$16 < P \leq 50$	3	2
	$P > 50$	2	2
$t < -20$ 或 $t > +300$	$0.7 < P \leq 16$	3	2
	$P > 16$	2	2

* 容器直徑小于 3m 者为 4 級, 等于或大于 3m 者为 3 級。

第二章 材 料

2.1 总 則

2.1.1 選擇受压容器用鋼材, 必須考虑其操作条件(壁温, 压力, 介质腐蝕性能, 介质对材料的脆化作用及其毒性)及材料的焊接性能与加工工艺性能。

2.1.2 制造受压容器元件用材料的质量及其規格应符合相应国标, 部标或有关技术条件, 制造厂必須取得鋼厂鋼材合格証明书, 如来料証明书不全或制造部門有怀疑认为不能保証质量时, 应进行复驗。

2.1.3 当化工生产上对鋼材有特殊要求时, 設計单位須在图紙上或相应文件上注明附加技术要求。

2.2 板 材

2.2.1 鋼材必須用平炉, 电炉或富氧頂吹轉炉法炼制(富氧頂吹轉炉鋼要求其含氮量不大于 0.008%), 并需根据其操作条件按本規定表 2-2 至 2-4 的要求选用鋼板牌号。一般压力 $\leq 2.5 \text{ kg/cm}^2$ 且温度 $\geq 0^\circ\text{C}$ 的低压容器和不受压元件也允許采用側吹轉炉鋼, 但其含氮量須 $\leq 0.008\%$ 。

2.2.2 碳素鋼, 低合金鋼鋼板表面质量均应符合 YB 536-65 第 9 条要求, 不銹耐酸鋼鋼板表面质量应符合 YB 542-65 第 6 条要求, 对不銹鋼表面有特殊要求时須在图紙上注明, 其等級参考 YB 541-65 第 7 条选用。

2.2.3 碳素鋼, 低合金鋼鋼板, 要求的試驗項目及取样率需根据該元件的操作条件参考表 2-1 进行。

表 2-1 鋼材檢驗項目

类 别	使 用 范 围		檢 驗 項 目	檢 驗 率
	压力, kg/cm^2	温 度, $^\circ\text{C}$		
1	$P \leq 16$	≥ -20	$\sigma_b, \sigma_s, \delta_5$ 冷弯	每批一張
2	$50 > P > 16$	≥ -20	$\sigma_b, \sigma_s, \delta_5$ 冷弯, 常温 α_k (时效 α_k)	每批 10% 且不少于 2 張
3	$P \geq 50$	≥ -20	$\sigma_b, \sigma_s, \delta_5$ 冷弯, 常温 α_k (时效 α_k)	逐張进行
4	$P \leq 16$	< -20	$\sigma_b, \sigma_s, \delta_5$ 冷弯, 低温 α_k	每批 10% 且不少于 2 張
5	$P > 16$	< -20	$\sigma_b, \sigma_s, \delta_5$ 冷弯, 低温 α_k	逐張进行低温 α_k

注: (1) 当設計温度大于 300°C 时, 材料应作时效 α_k , 要求不低于常温 α_k 的一半, 并且不小于 3 kg-m/cm^2 。

(2) 材料低温 α_k 应在最低設計壁温下进行試驗, 并符合第十四章的要求。

(3) 保証只通过 $0-40^\circ\text{C}$ 盐水, 而不通蒸汽或气相压力的盐水夹套用鋼板, 可按温度 $t \geq -20^\circ\text{C}$ 的鋼板驗收, 不作低温 α_k 。

(4) 当采用本章推荐用于 0°C 以上的鋼材而实际用于 0°C 以下时, 必須逐張补作 0°C 以下的低温 α_k 試驗。

(5) 奥氏体鋼不評定冲击韌性。

表 2-2 碳素鋼及低合金鋼鋼板

序 号	鋼 号	材料标准	板材标准	使用温度*6) °C	最大压力 kg/cm ²	备 注
1	A3F	GB 700-65	YB 175-63	0—+300	16	1. 壁厚 $S \leq 16$ mm 之焊接件; 2. 非剧毒物料; 3. $P > 4$ kg/cm ² 須用低氢碱性焊条; 4. $> 200^{\circ}\text{C}$ 須逐張作时效 α_k
				+300—+475	0.7	
2	A3R	GB 700-65	YB 536-65	-10—+400	50	
3	16MnR	YB 13-63	YB 536-65	-40—+450	—	400°C 以上材料須作高温数据
4	16MnCu	YB 13-63	*2)	-40—+450	—	
5	16MnRe	YB 13-63*1)	*1)	-40—+450	—	
6	15MnV	*5)	*5)	-40—+475	—	400°C 以上材料应作高温数据, 詳見附表 1
7	09Mn2V	*3)	*3)	-70—+450	—	
8	A5	GB 700-65	YB 175-63	-20—+400	50	不进行焊接的元件, 0°C 以下須 作低温 α_k
9	16Mo	YB 6-59	—	+300—+520	—	300°C 之下使用不經濟
10	12CrMo	YB 6-59	—	+300—+540	—	
11	15CrMo	YB 6-59	—	+300—+560	—	
12	12CrMoV	YB 6-59	—	+400—+580	—	400°C 之下使用不經濟
13	14MnMoVB	*4)	YB 175-63	-20—+500	—	詳見附录, 0°C 以下須作低温 α_k
14	14CrMnMoVB	*4)	YB 175-63	-20—+560	—	詳見附录, 0°C 以下須作低温 α_k
15	18MnMoNb	*7)	YB 175-63	-20—+500	—	詳見附录, 0°C 以下須作低温 α_k
16	15MnVN	*5)	YB 175-63	-20—+450		詳見附表 1

注: 1) 16MnRe 为在原 YB 13-63 及 YB 536-65 的 16Mn 鋼内加入 0.15% 稀土(指加入量), 其机械性能除 -40°C $\alpha_k \geq 3.5$ kg-m/cm² 要求外, 其余均同 YB 536-65 的 16Mn.

2) 16MnCu 的鋼板技术条件可按 YB 536-65 的 16MnR 要求.

3) 09Mn2V 为上鋼三厂試制成功的低温用(-70°C)普通低合金鋼, 附录附表 1 中已列入有关性能, 供設計参考用.

4) 14MnMoVB 及 14CrMnMoVB 为一机部材料研究所与上鋼三厂試制成功的低合金高强度低碳貝茵体鋼, 在附录附表 2 中已列入有关性能, 可供訂貨参考之用.

5) 15MnV, 15MnVN 为鞍鋼試制成功低合金高强度鋼, 冶金部已鉴定轉产, 在附录附表 1 已列入有关技术条件.

6) 表列各鋼号的使用温度上限为受压元件之使用上限, 对直接通大气的非受压元件的耐氧化温度可相应提高.

7) 18MnMoNb 为鞍鋼試制成功低合金高强度鋼, 在附录附表 4 内已列入有关性能,

表 2-3 不銹耐酸鋼鋼板

序 号	鋼 号	材料标准	鋼板标准	使用温度 °C	最大压力 kg/cm ²	备 注
1	0Cr18Ni9Ti	—	YB 542-65	-200—+550	—	用于晶蝕要求較高, 并重要 焊接件比 1Cr18Ni9Ti 对晶 間腐蝕有更好抵抗性能
2	1Cr18Ni9Ti	YB 10-59	YB 542-65	-200—+550	—	用于耐晶間腐蝕要求較低的 容器
3	1Cr18Ni10Ti	—	YB 542-65	-200—+600	—	具有較少鉄素体含量, 有較 Cr18Ni9Ti 更好 的高温性 能, 用于耐晶間腐蝕要求較 低的容器
4	00Cr18Ni9	冶金部試制成功 的超低碳不銹鋼		-200—+450	—	使用于 450°C 以下对晶間腐 蝕要求較高場合
5	0Cr21Ni5Ti		YB 542-65	-150—+450	—	
6	0Cr17Ni13Mo2Ti	YB 10-59	YB 542-65	-200—+600	—	
7	0Cr17Ni13Mo3Ti	YB 10-59	YB 542-65	-200—+600	—	
8	00Cr17Ni13Mo2	冶金部試制成功 的超低碳不銹鋼		-200—+450	—	使用于 450°C 以下, 对晶間 腐蝕要求較高場合
9	Cr18Mn8Ni5	YB 10-59	YB 542-65	-150—+300	—	
10	Cr18Mn10Ni5Mo3	YB 10-59		-150—+300	—	对非尿素系統使用时, 可将 Mo 含量降低至 2%, 更有利 于加工軋制
11	0Cr23Ni28Mo3Cu2Ti		YB 541-65	-150—+700	—	
12	0Cr17Mo2Ti	YB 10-59		0—+600	3	推荐采用 18-8 含稳定剂的 奥氏体焊条
13	0Cr17Ti	YB 10-59	YB 542-65	0—+600	3	推荐采用 18-8 含稳定剂的 奥氏体焊条
14	0Cr13	YB 10-59	YB 542-65	-40—+540	3	推荐采用 18-8 奥氏体焊条
15	0Cr18Ni20Mo2Cu2Ti		YB 542-65	-150—+650		

注: (1) 00Cr18Ni9 及 00Cr17Ni13Mo2 为“冶金部試制成功”的超低碳 ($C \leq 0.03\%$) 不銹鋼, 設計者可参考冶
金部有关鋼厂技术条件选用。

(2) Cr18Mn10Ni5Mo3 即尿素系統中应用的 204+Mo, 其板材标准可引用各鋼厂技术条件进行。

(3) 表列各鋼号的使用温度上限系指受压元件, 对不受压元件的耐氧化温度均可相应提高, 一般 18-8 型鋼
可达 860°C。

表 2-4 不銹复合鋼板

类型	材 料		使用温度上限	使用温度下限	最大使用压力 kg/cm ²
	基 层	复 层			
奥氏体 类 型 复合板	A3, 09Mn2V	0Cr18Ni9Ti	400°C	基层金属使用 温度下限	按基层上限
	16Mn, 15MnV	0Cr17Ni13Mo2Ti			
	14MnMoVB	0Cr23Ni28Mo3Cu3Ti			
	14CrMnMoVB	00Cr18Ni9 00Cr17Ni13Mo2			
铁 素 体 型 复合板	同上 6 种另加	0Cr17Ti	最高使用温度 为基层材料使 用温度上限	-20°C	按基层上限
	15CrMo	0Cr17Mo2Ti		-40°C	按基层上限
	12CrMo	0Cr13			

注: (1) 对以 0Cr13, 0Cr18Ni9Ti, 0Cr18Ni9, 0Cr17Ni13Mo2Ti, 0Cr17Ni13Mo2 为复层的不锈钢复合钢板的技术条件暂按 1966 年一机部与冶金部, 化工部, 石油部等的金州会议决定“不锈钢复合钢板订货与验收技术条件”。

对其他的钢号作复层或基层的不锈钢复合钢板, 可参考上述技术条件及相应钢号的标准进行订货与验收。

(2) 大于 40kg/cm² 应用的不锈钢复合钢板需逐张进行超声波探伤及机械性能试验。

表 2-5 抗大气腐蚀, CO₂, H₂S 用钢

序号	钢 号	供应单位	性能以及与国外有关钢种比较	品 种
1	09MnCuPTi	武汉钢铁公司	具有较好耐大气腐蚀性能	锻件、板材、钢管、型材
2	15MoVAlTiRe	鞍山钢铁公司	相应于耐 H ₂ S 腐蚀钢种 2.2FoV	锻件、板材、钢管、型材
3	10Cr2MoAlV	上 钢 三 厂	相应于 APS10M4, 耐 H ₂ S 及 CO ₂ 腐蚀	锻件、板材、钢管
4	10Cr4MoAl	上 钢 三 厂	相应于 APS20M, 耐 H ₂ S 腐蚀及 650°C 氧化	锻件、板材、钢管

表 2-6 非常用钢

序 号	钢 号	有 关 标 准	使 用 温 度 °C
1	3.5Ni	钢厂技术条件	-70—-110
2	9Ni	钢厂技术条件	-110—-190

注: 3.5Ni 及 9Ni 为国外所通用的低温用钢, 随着我国石油化工的发展低温用钢将大量增加, 冶金部上钢三厂上钢五厂目前亦已开始试制, 并已有供应, 现列入有关钢材标准号可供订货参考之用, 3.5Ni 暂按 ASTM A203-61 D 级; 9Ni 暂按 ASTM A353-64, 钢管按 ASTM A333, A334。必须保证于最低使用温度下, 材料低温 α_k (V 形缺口卸贝试样) $\geq 2.1\text{kg}\cdot\text{m}$ 。

2.2.4 不銹耐酸鋼鋼板的檢驗項目及数量按 YB542-65, YB541-65 的規定执行。

2.2.5 制造設計压力 $\geq 100\text{ kg/cm}^2$ 的受压元件用鋼板需按 JB754-66 “多层式高压容器技术条件”第 32 条, 逐张进行 100% 超声波验收。

2.2.6 A3Cu, 16MnCu, 15MnVCu 为利用天然含铜铁矿在相应各钢号内加入 0.25—0.50% 的铜。含铜钢种的化学成份, 机械性能均按原钢号, 含铜钢种具有比相应钢种较好的耐大气腐蚀性能及高温强度性能。

2.2.7 低于 -20°C 使用的受压容器用鋼板应符合第十四章“低温容器設計規定”中有关部分。

2.2.8 表 2-5 列入了化工容器用抗大气腐蚀及抗 CO₂、H₂S 腐蚀用钢, 其化学成分

及机械性能詳見附录。表 2-6 列入了非常用鋼,但在目前冶金工业生产情况下,仍有一定使用价值的鋼号。

2.3 鋼 管

根据操作条件按表 2-7 規定选用鋼管牌号。

低于 -20°C 使用的受压鋼管,应符合第十四章“低温容器設計規定”中有关要求。

表 2-7 鋼管

序号	鋼 号	材料标准	鋼管标准	使用温度 ℃	最大压力 kg/cm ²	檢 驗 項 目
1	A3F	GB 700-65	YB 234-63	0—300	16	按 YB 234-63 成批进行冷弯試驗,并逐根进行水压試驗
2	10	GB 699-65	YB 231-64	-40—300	50	按 YB 231-64 进行成批的抗拉, δ_5 及水压試驗
3	20	GB 699-65		-40—450	—	同上, 并进行压扁試驗及冲击試驗
4	16Mn 16MnRe 16MnCu	YB 13-63		451—475	—	同上, 但为每根鋼管进行試驗
5	15MnV 14MnMoVB	注(2)				
6	09Mn2V		YB 231-64	-20—-70	—	同上列 16Mn-40—+450℃ 要求附加每批 10% 抽样作低温 α_k
7	12CrMo	YB 6-59	YB 237-63 YB 529-65	300—520	—	按 YB 237-63 成批进行抗拉, δ_5 及硬度試驗, 逐根水压, 对压力大于 50kg/cm ² 則按 YB 237-63 作压扁及冲击試驗
8	12CrMoV			300—560		
9	12Cr1MoV			300—580		
10	Cr5Mo			300—580		

注: (1) 凡鋼管进行脹管(或类似性质)加工,必須按 YB 231-64 或 YB 237-63 相应規定进行扩口試驗。

(2) 15MnV, 14MnMoVB, 09Mn2V 的材料标准均可參見板材的要求,其使用范围亦同板材。

(3) 表 2-5 所列抗大气腐蚀, H_2S 及 CO_2 腐蚀用鋼, 同样可作鋼管用鋼, 設計者可按 YB 231-64 的有关要求进行。

(4) 表 2-3 所列不銹耐酸鋼 16 种, 同样可作鋼管用鋼, 可按上鋼五厂企业标准訂貨。

2.4 鍛 件

2.4.1 鍛制压力容器元件用鋼必須采用平炉, 电炉炼制, 鋼材牌号应根据其操作条件及材料性能按表 2-2, 表 2-3 (即板材选用表) 及表 2-8 选用。

2.4.2 容器用鍛鋼件鍛后必須經热处理, 热处理制度可由設計者与制造单位协商决定。建議尽可能低合金鋼或中碳鋼調质使用, 低碳鋼急正火热处理使用。以便充分利用鋼材的强度, 提高屈服限及冲击韧性值, 以弥补鍛件机械性能一般比板材較差的缺点。

2.4.3 鍛件技术条件应根据其操作条件符合表 2-9 要求。对低温压力容器用鍛件应同时符合第十四章“低温容器設計規定”中相应要求。