

化工设备设计参考资料

# 西德 AD 压力容器规范

~上海石化总厂设计院 薛大年译~

化学工业部设备设计技术中心站

· 化工设备设计参考资料 ·

西德 AD 压力容器规范

---

79-12-I-31

(内部资料 注意保存)

化学工业部设备设计技术中心站

(上海南京西路 1856 号)

一九七九年四月

工本费： 2.50 元

---

## 出 版 说 明

A D 压力容口规范是西德受压容口协会 ( A D ) 提出的, 该规范  
我站曾于六七年及七五年出版过中译文。

最近由于工程需要, 由上海石油化工总厂设计院薛大年同志翻译  
了部分近期的西德 A D 压力容口规范, 现印出供参考。

原文翻译后由上海石油化工总厂设计院曹迺浩、奚立诚等同志作  
了技术校对。本站对某些词句结合英文版作了校核。由于译校水平的  
限止, 难免有错误不妥之处, 请读者指正。

化学工业部设备设计技术中心站

一九七九年三月

## 西德 AD 压力容器规范目录

\*\*\*\*\*

AD-B0-77.2 受压容器计标 .....	1
AD-B1-77.2 内压圆筒和球体 .....	8
AD-B2-77.2 受内压或外压的锥形筒体 .....	9
AD-B3-77.2 受内压和外压的凸形封头 .....	15
AD-B3 的附录 77.2 对 AD 规范 B 3 的说明 .....	22
AD-B5 -77.2 平封头和平板以及支撑 .....	26
AD-B6 -77.2 外压圆筒 .....	47
AD-B7 -77.2 螺栓 .....	55
AD-B8 -77.2 法兰 .....	63
AD-B9 -77.2 内压圆筒、锥体和球体的开孔 .....	77
AD-B10-77.2 内压厚壁圆筒 .....	86
AD-B11-77.2 受内压和外压的管子 .....	89
AD-B12-77.2 单层波形膨胀节 .....	91
.....	
AD-W0-74.5 材料的一般规则 .....	94
AD-W1-70.10 碳钢和合金钢板 .....	97
AD-W2-77.12 奥氏体钢 .....	103
AD-W3/1-68.3 铸铁材料 非合金和低合金的片状 石墨铸铁(灰铸铁) .....	115
AD-W3/2-74.5 铸钢材料 非合金和低合金的球墨铸铁 ..	121
AD-W3/3-70.4 铸铁材料 有片状石墨的奥氏体铸铁 ..	127
AD-W4 附录 .....	131
AD-W6/1-72.6 铝和铝合金(塑状材料) .....	133
AD-W8 -75.12 复合钢 .....	142
AD-W12 -77.6 用作受压容器壳体的非合金钢和 合金钢无缝中空体 .....	157
AD-W13 -73.9 轧制件和锻件所用的碳钢和合金钢 .....	163

AD-HP0	-75.4	设计、制造和首次检验的通用规则 .....	171
AD-HP1	-77.0	设计和预试验 .....	180
AD-HP2/1	-77.2	连接方法的工艺试验	
		焊接接头的工艺试验 .....	187
AD-HP2/1 附录1	—77.2	焊接连接的工艺试验—— 适用于钢的范围 .....	195
AD-HP5/1	-75.4	接头的制作和检验——加工 技术原则 .....	200
AD-HP5/2	-77.12	接头的生产和检验焊缝的有损试验 .....	202
AD-HP5/3	-77.12	接头的生产和检验焊缝的无损检验 .....	206
AD-HP5/3 附录1	-75.4	无损检验方法工艺 上的最低要求 .....	214
AD-HP7/1	-75.4	热处理 一般原则 .....	224
AD-HP7/2	-77.12	铁素体钢的热处理 .....	227
AD-HP7/3	-75.4	奥氏体钢的热处理 .....	231
AD-HP 20	-77.10	受压容器的首次试验——制作检验 和压力试验 .....	235
AD-A1	-77.6	防止过压的安全装置 .....	244
AD-A2	-68.9	安全阀 .....	255
AD-A3	-62.4	水加热口 .....	264
AD-A3 附录		受压容器结构模型试验施行准则 .....	273
AD-A4	-69.5	阀体 .....	275
AD-A5	-75.9	受压容器的开孔和密封 .....	279
AD-A5 附录1	—75.9	关于人孔和视孔布置的规定 .....	284
AD-N1	-69.4	玻璃钢受压容器 .....	288

### 1. 适用范围：

1.1 B类AD规范述及受压容口上受压部件的计标规则。其应用前提是材料的选择及其加工符合AD规范W和HP类以及一般公认的技术规则。余见AD规范G1。

1.2 B类AD规范适用于静应力方面，如果各具体规范中没有补充说明的话（参见AD规范S1）。

### 2. 总则：

2.1 本规范提出了B类AD规范的共同性基本规则。使用其余的B类AD规范时必须结合本规范。

2.2 如果根据AD规范无法确定受压元件的尺寸，就应按具体情况使用其它公认的技术规则、其它计标方法、（应力）应变测定、有关的经验等方法来给予确定：结构元件无论从材料还是使用目的上来说均未受到不允许的载荷。

### 3. 公式符号和单位

#### 3.1 一般性计标参数

- a 力臂长度 (mm)
- b 宽度 (mm)
- c 壁厚附加量 (mm)
- d 开孔、法兰、螺栓等的直径 (mm)
- h 高度 (mm)
- l 长度 (mm)
- n 数
- p 计标压力 (bar) (巴)
- r 折边半径 (mm)
- s 要求的壁厚 (mm)
- t 节距 (mm)
- v 焊缝系数或削弱系数

- x 干扰应力的衰退长度 (mm)
- A 面积 (mm<sup>2</sup>)
- C 计标系数
- D 筒体的直径 (mm)
- E 计标温度下的弹性模数 (N/mm<sup>2</sup>)
- F 力 (N) (牛顿)
- J 平面惯性矩 (mm<sup>4</sup>)
- K 材料的强度指标 (N/mm<sup>2</sup>)
- R (凸形封头的) 拱顶半径 (mm)
- S 安全系数
- W 抗弯或抗扭截面系数, 阻力矩 (mm<sup>3</sup>)
- Z 数值
- v 横向收缩系数
- σ 应力 (N/mm<sup>2</sup>)
- θ 温度 (°C)

3.2 超出 3.1 节规定的 (符号)、在本规范中使用的计标参数

- C<sub>1</sub> 考虑壁厚减薄的附加量 (mm)
- C<sub>2</sub> 磨损附加量 (mm)
- P' 试验压力 (bar)
- S<sub>e</sub> 设计壁厚 (mm)
- D<sub>a</sub> 圆柱壳体或球体的外径 (mm)
- S' 试验压力下的安全系数

#### 4. 计标压力

4.1 通常用许可的运行压力进行计标。由于运行或试验时的充填而引起的静压, 如果使内壁的应力增加 5% 以上时, 则应予以考虑<sup>(1)</sup>。

(1)例: 允许操作压力 2 巴, 设备高度 = 5 m, 介质: 水

$$P = 2 + (2.5 - 1.05 \times 2) = 2.4 \text{ 巴}$$

4.2 受压口壁在两侧同时受到压力时，一般不可以压差进行计标，而必须对两种压力分别计标之。如果能证明，不会出现大于压差引起的应力(此时)，则可例外。

4.3 如果受压口壁上同时作用有正压及负压，则以压差作计标压力。如果负压是未明确规定的，则应以正压加1巴作计标应力。

4.4 试压时的试验压力若为计标压力的1.3倍以上者，应结合试验温度下的强度指标进行验标，来证明安全系数不低于表2所列的S!值。

4.5 如果静态附加力(例如支承力，风和日载，衬壁<sup>(2)</sup>)会使容口壁的应力增加5%以上者，应在图纸上注明。如果附加力对受压容口设计有重大影响时，应作静态计标。

表1 计标温度

加热方式	计标温度
气体、蒸汽或液体	加热物最高温度
火，废气或电加热 <sup>(3)</sup>	对有保护的口壁按介质最高温度加20℃
	对直接接触的口壁按介质最高温度加50℃

(3) 不适于间接的电加热(例如用油浴)。

## 5. 计标温度

5.1 材料及其强度指标的确定均取决于运行压力下可能出现的最高壁温，后者又决定于允许的运行温度以及与加热方式有关的附加量，并以此壁温作计标温度。对于不加热口壁可用物料的最高温度代

(2) 参考DIN28060:化工设备—有衬壁的设备—制造和装备规则。



入。对加热的口壁一般可按表1取用；特殊情况下则应经过验标或实测。

5.2 若予期的最高壁温低于+20℃，则计标温度以+20℃计。对物料温度低于-10℃者，应参考AD规范W10。

### 6. 强度指标

6.1 强度指标必须按计标温度从W类的AD规范的规定中选用。

6.2 在与时间有关的强度指标范围内，必须校验100000小时<sup>(4)</sup>持久强度平均值是否低于屈服限或0.2<sup>(5)</sup>或1%蠕变值的最小保证值。如果有的话，以这两种值的较小者作计标值。

6.3 对于没有屈服限或蠕变限保证值的材料，则以计标温度下最小抗拉强度保证值作强度指标，此时的安全系数如表3所示。

表2 按屈服、蠕变或持久强度计标的安全系数

材料和结构	材料在计标温度下的安全系数 S		试验压力下的安全系数 S'
1. 轧制和锻制钢	1.5		1.1
2. 铸钢	2.0		1.5
3. DIN 1693 球铁	退火	未退火	
3.1 GGG-70			
GGG-60	5.0	6.0	2.5
3.2 GGG-50	4.0	5.0	2.0
3.3 GGG-40	3.5	4.5	1.7
3.4 GGG-40.3			
GGG-35.3	3.0	4.0	1.5
4. 铝和铝合金— 塑性材料	1.5		1.1

(4) 在特殊情况下也可用其它时间范围的持久值来代替100000小时值。

(5) 若屈服限不明显，可用按DIN 50145求出的0.2代入。

表3 按抗拉强度计标的安全系数

材 料 和 结 构	材料在计标温度下的安全系数 S	试验压力下的安全系数 S'
1.. DIN 1691 灰铸铁		3.5
1.1 未退火	9.0	
1.2 退火或搪瓷	7.0	
2. 铜及其合金, 包括轧制和浇铸青铜		2.5
2.1 无缝和焊接容口	3.5	
2.2 钎焊容口	4.0	

6.4 若异材焊接接头的焊缝金属强度指标低于母材的, 则以接头强度指标为准。

6.5 以持久强度考核的构件中, 如果有承受全负荷的焊缝, 则焊缝计标时应以母材强度指标减小 20% 后的值进行; 如果有焊接接头的持久值, 则不在此例。

6.6 用汽作硬化得到的较高强度指标, 只能在下述情况下用于计标: 该强度存在于最终产品中并经鉴定。

#### 7. 安全系数

如果 AD 规范具体条文中未作其它规定, 可取表 2 和 3 的数据。对其它材料, 可按具体情况经专家鉴定, 采用其它数值。

8. 接头的许用设计应力值 (即材料的许用设计应力值乘以接头系数—校注)

8.1 许用设计应力值在焊缝中是由系数 V 来考虑的。它是 AD 规范 HPQ 中表 1 所列值允许的计标应力的百分比, 即该值除以 100 得到的。凡是不属于 AD 规范 HPQ 第 1.2 节要求的协议中的材料, 如果没有规定其它值, 则用  $V = 1.0$ 。

8.2 如果硬钎焊接头, 在工艺试验中没有确定更低的值, 则用  $V = 0.8$ 。

8.3 软钎焊的纵缝是不允许的。铜材上允许采用搭接的软钎焊环缝，但其搭接宽度至少为  $10S_e$ ，壁厚  $\leq 6$  毫米， $D_a \cdot p \leq 2500$  mm。这时  $v = 0.8$ 。

8.4 铜板上的软钎焊接头，这种接头两面有全长垫板，板宽  $\geq 1.2S_e$ ，壁厚  $S_e \leq 4$  mm，允许运行压力  $p \leq 2$  巴，则也可用  $v = 0.8$ 。

## 9. 附加号<sup>(6)</sup>

### 9.1 考虑壁厚减薄的附加号

9.1.1 对于铁素体钢，以相应的尺寸标准中允许的负偏差作为计标中的附加号  $C_1$ 。

9.1.2 奥氏体钢和有色金属不考虑负偏差。

9.1.3 若制造过程会使壁厚减薄时（例如浇铸的或深压延的部件），应在图纸上注明以  $C_1 = 0$  标出的最小壁厚。

### 9.2 腐蚀裕度

9.2.1 铁素体钢腐蚀裕度  $C_2 = 1$  mm。若  $S_e \geq 30$  mm 则不考虑。另外当钢有足够保护，以防介质影响时也不考虑，例如衬铅、复合层、衬桐胶、衬塑料等，但不包括电镀层。衬塑料时须对塑料的性能加以验证。

9.2.2 如果介质是强腐蚀性的或容口在今后的使用中不能看到其内部情况时，可不按 9.2.1 的规定，而由制造厂和使用厂商定一个较大的裕度  $C_2$ 。在这种情况下应在图纸上注明  $C_2$  的大小。

在一定的腐蚀条件下，除了采用合适的材料和结构外，还应降低容口上与介质接触并且受到拉伸应力的部位的载荷<sup>(7)</sup>，以避免保护层撕裂或应力裂纹腐蚀。

---

(6) 对于地面以下的移动式容口，只有其壁厚满足特殊要求时才可使用。对按照 AD 规范取得的壁厚，还要加上“地面下的附加号”  $C_u$ ，其值  $\geq 1$  mm。本条对于装载灭火剂的容口以及为了轨送而加有压缩气体的容口不适用（节自“受矿山监定的受压容口的规程” 1970.8.1.）

9.2.3 奥氏体钢和有色金属的腐蚀裕度一般为  $C_2 = 0$ ，但由制造厂和使用厂商定者除外，此时应在图纸上注明。

#### 10. 最小壁厚

10.1 B类AD规范中规定的最小壁厚是名义壁厚，是指制成后的部件上的名义尺寸。

10.2 有下列情况时，最小壁厚可低于10.1项的规定：

1. 由于工艺需要或受压容器的应用允许这样做。
2. 形状不变性不受损害。
3. 制造上许可。

---

(7) 凡用于含有氧化物的气体混合物的受压容器，壁厚应增加20%。

## 1. 适用范围

下列设计规则适用于外径  $D_a$  与内径  $D_i$  之比  $\leq 1.2$  的内压圆筒和球体。内压和外压管子见 AD 规范 B 11。  $D_a/D_i > 1.2$  的圆筒见 AD 规范 B 10。

## 2. 总则

本规范必须与 AD 规范 B 0 一起使用。对设计压力、设计温度、强度指标、安全系数、设计应力值和附加弯见 AD 规范 B 0。

## 3. 公式符号和单位

除 AD 规范 B 0 所列外，尚有：

$S$  圆筒或球体的要求壁厚 (mm)

$D_i$  圆筒或球体的内径 (mm)

## 4. 开孔的削弱

见 AD 规范 B 9。

## 5. 计算

圆筒的要求壁厚  $S$

$$S = \frac{D_a \cdot p}{20 \frac{K}{S} V + p} + C_1 + C_2 \quad (1)$$

球体的要求壁厚  $S$

$$S = \frac{D_a \cdot p}{40 \frac{K}{S} V + p} + C_1 + C_2 \quad (2)$$

## 6. 最小壁厚

6.1 无缝、焊接或硬钎焊圆筒和球体的最小壁厚为 2 mm。

6.2 铝及其合金制的圆筒和球体，其最小壁厚为 3 mm。

6.3 例外情况见 AD 规范 B 0 第 10 节。

6.4 铸件的最小壁厚按制造技术制订。

# 受内压或外压的锥形筒体

A D 规范 B2 1977 年 2 月版

## 1. 适用范围

下列指标适用于其大端有如下关系的承受内压或外压的锥形筒体

$$: 0.001 \leq \frac{S_e - C_1 - C_2}{D_a} \leq 0.1$$

## 2. 总则

本规范必须与 A D 规范 B0 一起使用。设计压力、设计温度和强度指标见 B0。

## 3. 公式符号及单位

除 A D 规范 B0 所列外，尚有：

$C_1$  受外压时壁厚附加量 (mm)

$C_2$  结构附加量 (mm)

$S$  锥形筒体大端要求壁厚 (mm)

$D_a$  锥形筒体大端的外径 (mm)

$D_i$  锥形筒体大端的内径 (mm)

$D_k$  设计直径 (mm)

$\beta$  设计系数

$\varphi$  角度 (度)

$\psi$  角度 (度)

## 4. 安全系数

在受外压时，应将 A D 规范 B0 表 2 和 3 中规定的值增加 20%。  
对于灰铸铁和铸青铜，则不变。

## 5. 接头的许用设计应力值

对 A D 规范 B0 第 8 节尚需补充：

5.1 公式(4)和(8)中的系数  $v$  用环缝的，公式(7)用纵缝的。

5.2 若环缝离过渡段距离  $\geq 0.5x$ ，则公式(4)和(8)中可用  $v = 1.0$  代入。

5.3 在受外压时，公式(7)中可用  $v = 1.0$  代入。

## 6. 开孔削弱

见 AD 规范 B9。

## 7. 附加量

7.1 考虑壁厚减厚的附加量和腐蚀裕度见 AD 规范 B0。

7.2 凡  $D_a > 50$  mm 的锥形筒体在受外压时，需加一附加量  $C_3$ ，以考虑形状的变化，例如压扁、凸起等会增加失稳的危险。附加量按式(2)决定：

$$C_3 = 2 \left( 1 - \frac{50}{D_a} \right) \quad (2)$$

## 7.3 结构附加量

若 
$$\frac{S_e - C_1 - C_2}{D_a} < 0.005 \quad (3)$$

则结构附加量  $C_4$  为 1 mm。在其它情况下  $C_4 = 0$ 。

## 8. 计标

8.1 壁厚之计标应以锥体大端过渡区或环缝出现的母线方向的应力（弯曲应力）和过渡区以外锥体部分大端出现的周向应力（拉伸应力）为准（参看图 1 至 4）。计标按 8.2 和 8.3 项进行，按标出的较大壁厚作定尺寸依据。对锥角很大的锥体，如与容口轴线的倾角  $\varphi_1 > 70^\circ$ ，应按 8.4 项来定尺寸，即使求得的值会小于按 8.2 和 8.3 求取的。

### 8.2 按母线方向的应力计标

#### 8.2.1 具有过渡区的筒体。

8.2.1.1 如锥形筒体的大端设计成圆弧过渡时，按过渡区的应力计标出壁厚为：

$$S = \frac{D_a \cdot \rho \cdot \beta}{40 \frac{K}{S} V} + C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \dots \dots \dots (4)$$

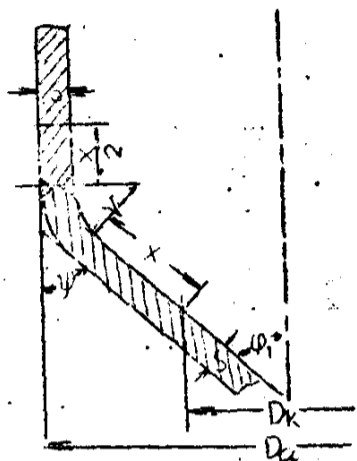


图 1  $x = \sqrt{D_a \cdot (S_e - C_1 - C_2)}$

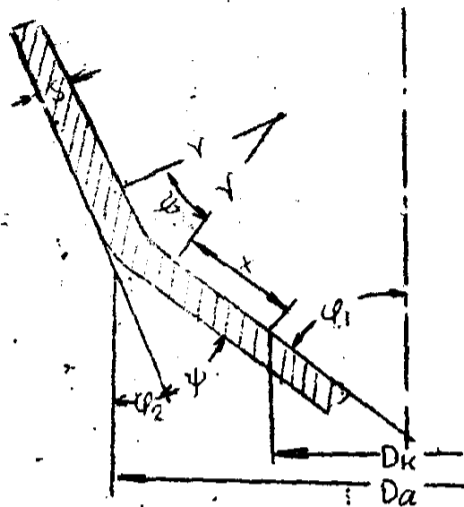


图 3

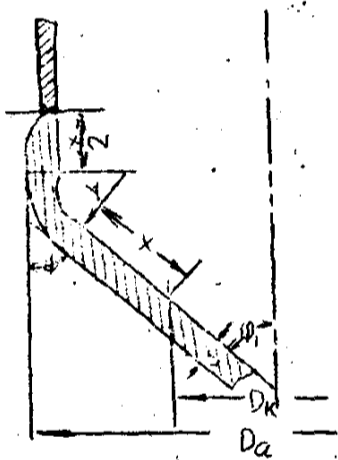


图 2

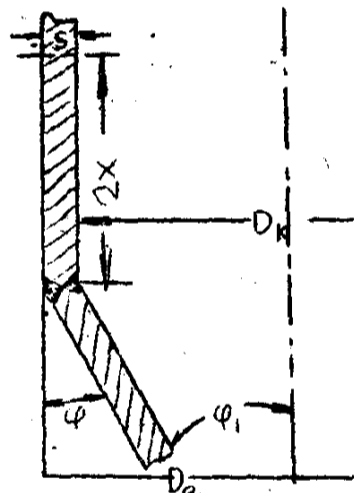


图 4

图 1 ~ 4 锥形筒体的结构种类

8.2.1.2  $\beta$  值取决于圆弧过渡的两部分的倾角差

$$\psi = \varphi_1 - \varphi_2 \quad (5)$$

以及过渡区半径与标称直径之比  $(\frac{r}{D_a})$ , 按表 1 或图 5 选取。



表 1  $\beta$  值、 $\cos \varphi$  和  $\frac{1}{\cos \varphi}$

倾角 $\varphi$ 或 $\psi$	r / D <sub>a</sub> 时的 $\beta$ 值													$\cos \varphi$	$\frac{1}{\cos \varphi}$
	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.15	0.20	0.3	0.4	0.5			
10	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.935	1.015
20	2.0	1.8	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.940	1.064
30	2.7	2.4	2.2	2.0	1.8	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	0.866	1.155
45	4.1	3.7	3.3	3.0	2.6	2.4	2.2	1.9	1.8	1.4	1.1	1.1	1.1	0.707	1.414
60	6.4	5.7	5.1	4.7	4.0	3.5	3.2	2.8	2.5	2.0	1.4	1.1	1.1	0.500	2.000
70	10.0	9.0	8.0	7.2	6.0	5.3	4.9	4.2	3.7	2.7	1.7	1.1	1.1	0.342	2.920
75	13.6	11.7	10.7	9.5	7.7	7.0	6.3	5.4	4.8	3.1	2.0	1.1	1.1	0.259	3.861

8.2.1.3 按图 1 和 2 设计时，过渡区外，在  $X = \sqrt{D_a(S_e - C_1 - C_2)}$  和  $0.5 \times$  范围

内仍应取用按式(4)求出的壁厚。

8.2.2 角焊缝

8.2.2.1 锥形筒体可互相对焊或无过渡区圆筒对焊连接(见图 4)，但需满足下列