

# 西德AD受压容器规范

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

# 西德AD受压容器规范

上海染料化工十厂 译

东方锅炉厂 校

上海化学工业设计院

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

一九七五年六月

**西德AD受压容器规范**  
AD-MERKBLÄTTER

---

**上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组**

(上海南京西路1856号)

**国营海峰印刷厂印刷**

一九七五年六月

工本费: 1.80 元

---

## 出版说明

本书为德意志联邦共和国(以下简称西德)受压力容器协会(AD)提出的“西德AD受压力容器规范”的译本。该规范我组曾于六七年出版过中译本,但近期收到了该规范的较新版本,为配合国内引进装置的需要,我们重新组织有关单位进行翻译出版,供从事石油、化工设备设计、制造工作人员参考。

西德AD受压力容器规范在资本主义国家的同类规范(如英、美等国)中有其一定的特点,它选用了较小的安全系数—— $n_s=1.5$ ,在设计、计算方法上也有差异,考虑到目前受容器的设计计算中安全系数的选用有日趋降低的倾向,我们认为该规范的某些内容还是有一定的参考价值。

必须指出,由于私有制社会的必然规律,规范内容不可避免地反映了资本主义国家社会制度的黑暗、腐朽,反映了资本主义社会的阶级矛盾,我们在参阅时必须牢记毛主席关于:“……一切外国的东西,如同我们对于食物一样,必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动,送进唾液胃液肠液,把它分解为精华和糟粕两部分,然后排泄其糟粕,吸收其精华,才能对我们的身体有益,决不能生吞活剥地毫无批判地吸收”的教导。

本规范由上海染料化工十厂翻译,并由东方锅炉厂及上海化学工业设计院进行校对,在译校中我们删除了原文中一些纯商业性的段落及某些证件的格式,由于我们译校水平较差,难免有错误及不妥之处,请读者批评指正。

在本规范的出版过程中得到了上海高桥化工厂,上海化工专科学校的大力协助,特此致谢。

上海化学工业设计院石油化工设备设计建组

一九七四年七月

## 毛主席语录

学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一下，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我们有益的经验，我们需要的是这样一种态度。

……一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

# 目 录

B0	受压容器计算(1969.1)	1
B1	内压圆筒和球体(1969.1)	5
B2	受内压或外压的锥形封头(1969.1)	7
B3	受内压或外压的凸形封头(1973.2)	10
B5	平封头和平板及其支撑(1970.5)	19
B6	外压圆筒(1969.1)	35
B7	螺栓(1968.1)	40
B8	法兰(1970.4)	45
B9	内压圆筒,锥体和球体的开孔(1970.4)	53
B10	内压厚壁圆筒形壳体(1969.1)	59
B11	受内压或外压的管子(1969.1)	61
B13	单层波形膨胀节(1969.4)	62
W1	碳钢和合金钢板(1970.11)	64
W2	奥氏体不锈钢(1970.7)	67
W3	非合金和低合金灰铸铁(1952.12)	74
W4	碳钢与合金钢管(1964.9)	76
W5	铸钢件(1973.2)	79
W7	钢制螺栓、螺钉和螺母(1970.11)	82
W8	复合钢板(1955.4, 1961.6 增订)	86
W10	低温用钢铁材料(1972.4)	88
W13	轧制件和锻件所用的碳钢和合金钢(1973.9)	94
W14	阀体(1964.10)	99
H1	钢制受压容器的焊接(1968.4)	101
	附件 1 工艺试验规程	104
	附件 2 钢制受压容器焊工考试规程	106
	附件 3 具有高焊缝系数的焊接筒节检验规	107
H2	焊工考试及为允许采用高焊缝系数而作的试验(1952.12)	111
	附件 1 旨在允许采用高焊缝系数而进行的试验规程	113
H3	钢板制成的构件的检验(1969.7)	115
A2	安全阀(1968.9)	121
A2	安全阀(1957.4)	126
A3	水加热器(1962.4)	130
A4	阀体(1969.5)	135
A5	受压容器的开孔和密封(1965.6)	137

受 压 容 器 计 算	受 压 容 器 计 算	AD 规 范 B0 1969 年 1 月 版
----------------	-------------	------------------------------

## 1. 适用范围

1.1. B类 AD 规范述及受压容器上受压部件的计算规则。以下算式可作为 AD 规范的基础，其前提条件是材料的选择和加工符合 AD 规范 W 和 H 类以及一般公认的技术规则。

1.2. B类 AD 规范适用于静应力方面，否则在各该 AD 规范中应另有补充说明。

## 2. 总则

### 2.1. 计算压力

2.1.1. 计算一般根据最高允许操作压力  $p$ 。介质所产生之静压力仅在其使器壁的应力增加 5% 以上<sup>①</sup>时才予以考虑。

在此情况时计算压力以  $p_0$  表示。

2.1.2. 如果一个构件同时受内压和外压，它的计算依据不是外压与内压之间的差(压差)，而应当按内压和外压分别计算之。假如能够证明应力不会比“压差”引起的更大，则可不在此例。

2.1.3. 如一方面受外压，同时内部负压(真空)或反之，则计算时应比外压或内压大一个大气压(atm)。

2.1.4. 仅有内部负压的真空容器，也可用 AD 规范。此时的  $p = 1 \text{ kg/cm}^2$ 。

2.2.\* 其他计算方法：对于 AD 规范内没有包括的受压部件尺寸，则可按具体情况，根据其他计算方法或应力测定或其他方法，来证明没有超过许用应力。

\* 见第二次修改(11.1970)

## 3. 计算参数

$a$  力臂长度(mm)

$b$  宽度(mm)  
 $c$  壁厚附加量(mm)  
 $c_1$  考虑壁厚减薄的附加量(mm)  
 $c_2$  腐蚀裕度(mm)  
 $c_3$  衬砖附加量(mm)  
 $c_4$  受外压时壁厚附加量(mm)  
 $c_5$  结构附加量(mm)  
 $d$  管、接管、开孔、孔、螺栓、法兰等的直径(mm)  
 $d_a$  管、接管、或其他圆柱体构件的外径(mm)  
 $d_i$  管、接管、或其他圆柱体构件的内径(mm)  
 $d_t$  螺孔中心圆直径(mm)  
 $d_A$  开孔直径(mm)  
 $d_D$  垫片中径(mm)  
 $d_F$  螺纹法兰的螺纹中径(mm)  
 $d_K$  螺纹根径(mm)  
 $d_L$  螺栓孔径(mm)  
 $d'_L$  削减螺孔直径(mm)  
 $d_s$  弹性螺栓轴直径(mm)  
 $d_{1,2}$  AD 规范中之其他直径(mm)  
 $e$  矩形或椭圆形平板的长边(mm)  
 $f$  矩形或椭圆形平板的短边(mm)  
 $g$  焊缝厚度(mm)  
 $h$  高度(mm)  
 $k$  密封特性值  
 $l$  长度(mm)  
 $n$  管子或螺纹等的数量  
 $p$  最高许用工作压力(大气压)  
 $p_0$  包括介质引起的压力在内的计算压

① 例：最高允许操作压力  $p = 2 \text{ kg/cm}^2$ 。

设备高度 = 5 m。

介质：水

$p_0 = 2 + (2.5 - 1.05 \times 2) = 2.4 \text{ kg/cm}^2$ 。

力(大气压)  
 $p'$  试验压力(大气压)  
 $p_{äq}$  当量压力(大气压)  
 $p_i$  管内压力(大气压)  
 $p_u$  管外压力(大气压)  
 $q$  弧线(örtliche Abflachung)(mm)  
 $r$  折边, 凹槽或过渡段半径(mm)  
 $S$  要求的壁厚(mm)  
 $S_e$  设计壁厚(根据标准的公称壁厚)(mm)  
 $S_A$  对开孔和接管边要求的壁厚(mm)  
 $S_R$  在开槽处或减弱处剩余的壁厚(mm)  
 $S_S$  接管设计壁厚(mm)  
 $S_{1,2}$  相应各AD规范之其他壁厚(mm)  
 $t$  节距(mm)  
 $u$  不圆度(%)  
 $v$  削弱系数, 焊缝系数  
 $w$  变形量(mm)  
 $x$  干扰应力的衰退长度(mm)  
 $A$  系数  
 $B$  系数  
 $C$  计算系数  
 $D$  容器和容器封头以及球体的直径(mm)  
 $D_o$  圆筒体, 凸形封头或球体的外径(mm)  
 $D_i$  圆筒体, 凸形封头或球体的内径(mm)  
 $D_k$  锥形体上决定周向应力的直径(mm)  
 $D_{1,2}$  相应于各AD规范内的其它直径(mm)  
 $E$  计算温度下的弹性模数(kg/mm<sup>2</sup>)  
 $F$  面积(mm<sup>2</sup>)  
 $H$  凸形封头的凸起部分高度(mm)  
 $I$  平面惯性矩(mm<sup>4</sup>)  
 $K$  材料的强度指标(kg/mm<sup>2</sup>)

$N$  载荷交变次数  
 $P$  力(kg)  
 $R$  凸形封头的拱顶半径(mm)  
 $s$  安全系数  
 $s'$  试验压力下的安全系数  
 $s_k$  弹性稳定安全系数  
 $s'_k$  试验压力下弹性稳定的安全系数  
 $U$  周边(mm)  
 $\alpha$  线热膨胀系数(1/°C)  
 $\beta$  凸形封头或锥体过渡区计算系数  
 $\beta'$  凸形封头球部的计算系数  
 $\eta$  直径比  $D_o/D_i$   
 $\theta$  温度(°C)  
 $\mu$  横向延伸系数  
 $\pi$  圆周率  
 $\sigma$  拉应力(压应力)(kg/mm<sup>2</sup>)  
 $\tau$  剪应力(kg/mm<sup>2</sup>)  
 $\varphi, \psi$  角度(夹角)(度)

#### 4. 计算温度

4.1. 计算温度取决于最高壁温, 在一般工况下可由表1选用。在其他情况下壁温须进行验算。

4.2. 如果预计的最高壁温低于+20°C, 则计算温度以+20°C计。

表1 计算温度

加热方式	计算温度	
不加热	介质最高温度	
气体, 蒸汽或液体	加热物最高温度	
火, 废气或电加热 <sup>②</sup>	对有保护层的器壁按 介质温度加20°C 对直接接触的器壁按 介质温度加50°C	最低温度 为250°C

#### 5. 强度指标

5.1. 以(1)和(2)项中规定值的最小者

② 不适于间接的电加热(例如用油浴)。



作为强度指标, 同时应比(3)和(4)项规定值高 1.0 倍。

(1) 计算温度下的屈服限<sup>③</sup>或( $\sigma_{0.2}$ )<sup>④</sup>(最小值)。

(2) 计算温度下的 100000 小时产生断裂的持久强度<sup>⑤</sup>  $\sigma_b/100000$  (平均值)。

(3) 计算温度下的 100000 小时产生 1% 蠕变的应力<sup>⑥</sup>  $\sigma_1/100000$  (平均值)。

(4) 比计算温度高 15℃ 时的 100000 小时产生断裂的持久强度  $\sigma_b/100000$ 。

**5.2.** 没有已知的屈服限或  $\sigma_{0.2}$  的材料, 可用计算温度下的抗拉强度(最低值)作为强度指标。

**5.3.** 铝和铜这样的材料, 供应时有多种硬度等级(例如: 软, 半硬或硬)必须注意钎焊和焊接的热量会降低冷作硬化的材料的强度, 因此在计算这些焊接的或硬钎焊的焊缝部分的壁厚时, 必须以材料在软化退火后的强度指标为依据, 甚至在板材供应时具有较高硬度指标时也是如此。即使对焊缝进行敲击也不能作为采用较高强度指标的理由。

**5.4.** 强度指标见 AD 规范 W 类。

## 6. 安全系数

**6.1.** 在精心制作的前提下, 如果有关的 AD 规范中所列数据与表 2 一致时, 即可采用表 2 中的安全系数。

**6.2.** 安全系数  $s$  主要考虑计算中的不可靠性, 同时还提供一种保证, 即在 1.3 倍工作压力的水压试验压力下, 与  $\sigma_s$  或  $\sigma_{0.2}$  以及  $\sigma_b$  (20℃) 有一足够的距离。如果要求的试验压力高于  $1.3p$ , 则须验算在该压力下的安全系数是否低于表 2 所列的安全系数  $s, s'$  是按屈服限或  $\sigma_{0.2}$  和 20℃ 时的抗拉强度计算的。这一点也适用于有夹套或无夹套的外压容器, 其试验压力一般为  $1.3p$  (见 2.1.3. 项)。

表 2 安全系数

材料和结构	材料安全系数 $s$		在试压时的安全系数 $s'$
	有 DIN50049 第 3 节规定的验收证	有 DIN50049 第 1 和 2 节规定的工厂证书或工厂证明	
已知屈服限或 $\sigma_{0.2}$ 的材料	按屈服限或 $\sigma_{0.2}$ 以及 $\sigma_b/100000$ 计算的安全系数。		
1. 轧制和锻制钢	1.5	1.8 <sup>③</sup>	1.1
2. 铸钢	2.0	2.5	1.5
3. DIN 1693 球墨铸铁	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-42			
GGG-38	3.5 4.5	—	1.7
3.4. GGG-42.3			
GGG-38.3			
GGG-35.3	3.0 4.0	—	1.5
4. 有色金属及其合金	⑦	⑦	⑦
未知屈服限或 $\sigma_{0.2}$ 的材料	按抗拉强度计算的安全系数		
5. DIN 1691 灰铸铁			3.5
5.1. 未退火	9.0	11.0	
5.2. 退火或搪瓷	7.0	8.0	
6. 纯铝, 铜和其合金, 包括轧制和浇铸青铜			2.5
6.1. 无缝和焊接容器	3.5	4.0	
6.2. 钎焊容器	4.0	4.5	

③ 如屈服限不明显则代之以按 DIN50144 求出的  $\sigma_{0.2}$ 。

④ 所列出的数值可由 1.0% 蠕变值  $\sigma_{1.0}$  来代替, 如果有关的材料规范是以它来取代  $\sigma_{0.2}$  作为强度指标的话。

⑤ 在特殊情况时也可用其他时间范围的持久强度值来代替 100000 小时持久强度值。

⑥ 当壁温  $\leq 120^\circ\text{C}$  且用 DIN 17100 质量级 2 和 3 的钢时, 工厂验收证与 DIN 150049 验收证相等, 安全系数  $s$  可用 1.5 代替 1.8。

⑦ 结合 AD 规范 W6 (在制订中) 或有关的材料规范协商决定。

6.3. 用于含有氰化物的气体混合物的容器, 其安全系数应较表2增加20%。

## 7. 焊接接头系数和削弱系数

按AD规范B类确定。

## 8. 附加量

### 8.1. 壁厚附加量

8.1.1. 对铁素体钢, 以相应的尺寸标准中允许的负偏差, 作为计算中附加量 $c_1$ 。

8.1.2. 奥氏体不锈钢和有色金属不考虑负偏差。

8.1.3. 若施工过程会使壁厚减薄时(例如浇铸或深压延的部件), 应在决定 $c_1$ 时予以考虑, 并注明在图纸上。

### 8.2. 腐蚀裕度

8.2.1. 铁素体钢腐蚀裕度 $c_2 = 1\text{ mm}$ , 若 $S_0 \geq 30\text{ mm}$ 时就不考虑。另外当钢有足够的保护, 以防介质影响时也不考虑, 例如衬铅, 复合层, 衬橡胶, 衬塑料等防腐, 但不包括电镀层。衬塑料时须对塑料质量进行验证。

8.2.2. 如果介质是强腐蚀性的或容器在今后的使用中不能看到其内部情况时,

可以不按8.2.1. 项的规定, 而由制造厂和使用厂商定一个较大的裕度 $c_2$ , 在这种情况下须在图纸上注明 $c_2$ 的大小。

8.2.3. 奥氏体不锈钢和有色金属的腐蚀裕度 $c_2$ 由制造厂及使用厂商定。此时应在图纸上注明 $c_2$ 的大小, 否则 $c_2 = 0$ 。

### 8.3. 衬砖附加量

衬砖受压容器由其制造厂预先考虑足够的附加量 $c_3$ 以应付由衬砖引起的附加应力, 在其他情况时 $c_3 = 0$ , 附加量 $c_3$ 的大小应在图纸上注明。

## 9. 计算

见各有关的AD规范B类。

## 10. 最小允许壁厚

“最小允许壁厚”是指制成后部件上实际存在的壁厚, 而不是指原材料的壁厚。但可把有关的尺寸标准所允许的负偏差计及在内(见8.1.1. 和8.1.2. 节)。

根据矿山治安条例对于地下操作的受压容器, 其壁厚 $S_0$ 应至少为5mm。

## 11. 参考文献

—

### 1. 适用范围

下列计算适用于外径  $D_o$  与内径  $D_i$  之比  $\leq 1.2$ ① 的内压圆筒与球体②。

### 2. 总则

—

### 3. 计算参数

见 AD 规范 B0, 第 3 节。

### 4. 计算温度

见 AD 规范 B0, 第 4 节。

### 5. 强度指标

见 AD 规范 B0, 第 5 节。

### 6. 安全系数

见 AD 规范 B0, 第 6 节。

### 7. 焊缝系数, 削弱系数

7.1. 焊接及钎接头可参照表 1 确定, 表中  $v$  值适用于所指定的范围。

7.2. 除表 1 中第 4 项外, 还可在铜板

表 1 焊 接 系 数

纵 缝 的 结 构	$v$
1. 无缝圆筒及球	1.0
2. 焊接	根据 AD 规范 H-1 0.8~1.0
3. 搭接的硬焊料钎焊	
3.1. 壁厚 $S_o \leq 5 \text{ mm}$	0.7
3.2. 壁厚 $S_o \leq 8 \text{ mm}$ 且搭接宽度 $\geq 6 \cdot S_o$	0.9
4. 有全长双面垫板的铜板上的软钎 接头垫板宽 $\geq 12 S_o$ 壁厚 $S_o \leq 4 \text{ mm}$ 最高允许工作压力 $\leq 2$ 大气压	0.8

上采用软焊料焊的搭接环缝, 其搭接宽度不小于  $10 S_o$ , 壁厚  $\leq 6 \text{ mm}$ , 以及  $D_o \cdot p \leq 2500$ , 此时  $v = 0.8$ 。

7.3. 纵缝不许可采取搭接软钎焊。

7.4. 管列或管束之削弱系数须按具体情况参照相似管列而定③。其最小  $v$  值作为计算壁厚的依据。

7.5. 开孔削弱见 AD 规范 B9。

### 8. 附加量

8.1. 壁厚减薄附加量

见 AD 规范 B0, 8.1.

8.2. 腐蚀裕度

见 AD 规范 B0, 8.2.

8.3. 衬砖附加量

见 AD 规范 B0, 8.3.

### 9. 计算

圆筒体壁厚:

$$S = \frac{D_o \cdot p}{200 \cdot \frac{K}{s} \cdot v + p} + c_1 + c_2 + c_3 \quad (1)$$

球体的壁厚:

$$S = \frac{D_o \cdot p}{400 \cdot \frac{K}{s} \cdot v + p} + c_1 + c_2 + c_3 \quad (2)$$

### 10. 最小壁厚

10.1. 无缝, 焊接或硬钎焊的圆筒及球

①  $D_o/D_i > 1.2$  之圆筒参看 AD 规范 B10。

② 内压及外压管道参看 AD 规范 B11。

③ 削弱系数的确定可参考 TRD801 及其附件。

体其壁厚  $S_0$  不小于 2 mm。

**10.2.** 由铝及其合金制圆筒及球体壁厚  $S_0$  不小于 3 mm。

**10.3.** 铸件的最小壁厚按制造工艺制

订。

## **11. 参考文献**

— .

1. 适用范围

下列计算适用于受内压或外压之锥形封头。

2. 总则

—

3. 计算参数

见 AD 规范 B0, 第 3 节。

4. 计算温度

见 AD 规范 B0, 第 4 节。

5. 强度指标

见 AD 规范 B0, 第 5 节。

6. 安全系数

6.1. 见 AD 规范 B0, 第 6 节。

6.2. 对承受外压的封头, 其安全系数应在按 6.1 节确定后再增加 20%, 但对灰铸铁和铸青铜的不加。

7. 焊缝系数及削弱系数

7.1. 焊接及硬钎焊取表 1 之系数。 $v$  值适用于所指定的范围。

表 1 焊缝系数

纵 缝 结 构	$v$
1. 无缝筒体	1
2. 焊接接头(见 9.2、1.3)	根据 AD 规范 H-1 0.8~1.0
3. 硬焊料钎焊的搭接接头	
3.1 壁厚 $S_0 \leq 5 \text{ mm}$	0.7
3.2 壁厚 $S_0 \leq 8 \text{ mm}$ 且搭接宽度 $\geq 6 \cdot S_0$	0.9

7.2. 受外压之焊接接头可采用  $v = 1$

7.3. 开孔削弱见 AD 规范 B9。

8. 附加量

8.1 壁厚减薄附加量

见 AD 规范 B0, 8.1.

8.2 腐蚀裕度

见 AD 规范 B0, 8.2.

8.3 衬砖附加量

见 AD 规范 B0, 8.3.

8.4. 外压附加量

受外压时壁厚附加量  $c_4$  为:

$$c_4 = 2 \cdot \left( 1 - \frac{50}{D_a} \right) \quad (1)$$

这个参数是考虑与理论形状的较小差异(如不平整、局部凹陷)会增加折皱危险性(而作的补偿), 锥体之  $D_a \leq 50 \text{ mm}$  时  $c_4 = 0$ , 内压时  $c_4 = 0$ 。

8.5. 结构附加量

当  $\frac{S_0 - c_1 - c_2}{D_a} < 0.005$  时, 结构附加量  $c_5$  采用 1 mm, 在其他情况时  $c_5 = 0$ 。

9. 计算

9.1. 总则

壁厚之计算应以过渡区或锥体大端环缝所出现的母线方向的应力(弯曲应力)及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)。必须根据 9.2. 及 9.3. 项进行计算并选用较大的壁厚。对于锥角很大的锥体, 如与容器轴线的倾角  $\varphi_1$  大于  $70^\circ$ , 应按 9.4. 计算, 以便得到比按 9.2. 及 9.3. 计算所得为小的壁厚。

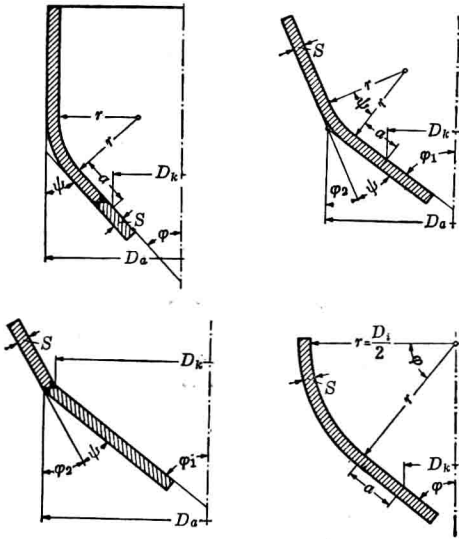


图 1 至 4 锥形封头之结构种类

9.2. 按母线方向的应力计算壁厚

9.2.1. 具有过渡区的封头

9.2.1.1. 如锥形封头的大端设计成圆弧过渡时, 根据过渡区之应力计算壁厚

为:

$$S = \frac{D_a \cdot p \cdot \beta}{400 \cdot \frac{K}{s} \cdot v} + c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5 \quad (2)$$

9.2.1.2.  $\beta$  值取决于圆弧过渡的两部分的倾角差

$$\psi = \varphi_1 - \varphi_2 \quad (3)$$

与过渡区半径及计算直径之比  $r/D_a$ , 按表 2 或图 5 选取。

9.2.1.3. 如环缝与过渡区之距离大于  $0.5 \sqrt{\frac{D_a \cdot (S_e - c_1 - c_2)}{\cos \psi}}$ , 则焊缝系数  $v = 1.0$ 。否则应按第 7 节代入。

9.2.1.4. 因过渡区的两侧同样有弯曲应力, 因此至少在  $0.5 \sqrt{\frac{D_a \cdot (S_e - c_1 - c_2)}{\cos \psi}}$  范围内壁厚仍应等于  $S$ , 而不能中断。如在过渡区附近必须开孔时, 则结构附加量  $c_5$  (按 8.5) 应增加 1 mm。

表 2  $\beta$  值及  $\cos \psi$  及  $\frac{1}{\cos \psi}$

倾角 $\varphi$ 或 $\psi$	$r/D_a$ 时 之 $\beta$ 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	0.985	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
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

9.2.2. 角焊封头(无折边锥形封头)

9.2.2.1. 锥形封头可以互相对焊或与无过渡区圆筒对焊连接(见图 3), 但需满足下列条件:

- (1)  $\psi \leq 30^\circ$
- (2)  $S_e \leq 20 \text{ mm}$
- (3) 双面焊缝

9.2.2.2. 考虑环缝中会出现弯曲

应力, 两个筒体的相接部分的壁厚应按式(2)计算。

$D_a$  为环缝部位的外径,  $r$  按第 7 节环缝的焊缝系数代入, 系数  $\beta$  根据按式(3)计算之倾角  $\psi$  和  $\frac{r}{D_a} = 0.01$  由表 2 或图 5 选用。

9.3. 按周向应力计算

9.3.1 壁厚  $S$

$$S = \frac{D_k \cdot p}{200 \cdot \frac{K}{s} \cdot v - p} \cdot \frac{1}{\cos \varphi_1} + c_1 + c_2 + c_3 \quad (4)$$

$v$  为纵缝之焊缝系数。

$\frac{1}{\cos \varphi_1}$  值可由表 2 或图 5 选用,  $D_k$  值由

图 1 至 4 决定。

同时取影响区长度  $X \leq 10S$ , 但至多为锥体长度的一半。

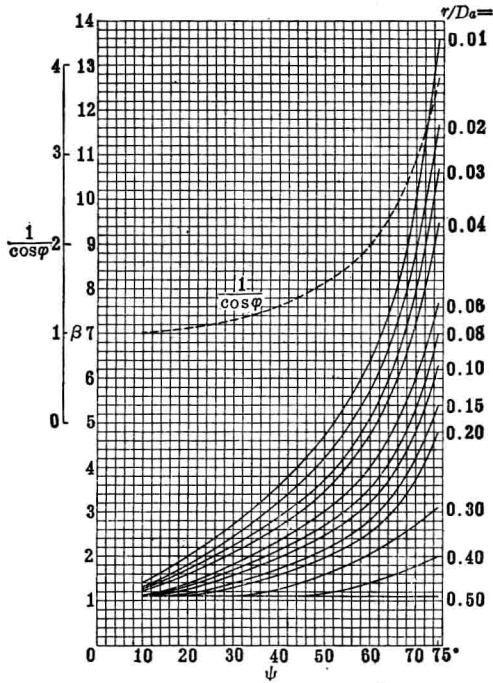


图 5 锥形封头之  $\beta$  值及  $\frac{1}{\cos \varphi}$  值

9.3.2. 当几个锥形体相连接时各锥体皆按 9.3.1. 项计算, 同时考虑各自锥体的倾角( $\varphi_1$ )。

9.4. 大倾角锥形封头 ( $\varphi_1 > 70^\circ$ ) 的计算。

9.4.1.  $\varphi_1 > 70^\circ$  有过渡区的锥形封

头壁厚:

$$S = 0.3(D_a - r) \cdot \frac{\varphi_1}{90} \sqrt{\frac{p}{100 \cdot \frac{K}{s} \cdot v}} + c_1 + c_2 + c_3 \quad (5)$$

9.4.2. 如离过渡区环缝之距离不小于

$$0.5 \sqrt{\frac{D_a \cdot (S_0 - c_1 - c_2)}{\cos \varphi_1}}$$

时, 则  $v = 1.0$ 。

如果环缝离过渡区的距离在上述范围内, 则  $v$  按第 7 节代入之。

9.4.3. 当 9.2、2.1. 项中(1)至(3)得到满足时, 不同倾角的锥体可予对接, 这时以过渡区半径  $r = 0$  代入式(5)。

## 9.5. 外压

当受外压时, 对  $\varphi_1 \leq 45^\circ$  之壳体按 9.2. 及 9.3. 计算外尚须按 AD 规范 B6 进行稳定性验算, 验算时, 锥体作为直径为锥体的平均直径, 长度同锥体轴向长度的圆筒。

## 10. 最小壁厚

10.1. 对于无缝, 焊接或硬钎焊的锥形封头, 壁厚不小于 2 mm。

10.2. 铝制或铝合金制的锥形封头其壁厚不小于 3 mm。

10.3. 铸铁件之最小壁厚应根据制造工艺而定。

## 11. 参考文献

—

### 1. 适用范围

计算规则适用<sup>①</sup>于图1所示的凸形封头,包括浅碟形,深碟形和球形封头<sup>②</sup>,它们承受内压和外压,并具有下述关系<sup>③</sup>和极限:

(1) 浅碟形封头

$$R = D_a, \quad r = 0.1D_a, \quad h_2 = 0.1935D_a - 0.455S_e$$

$$0.1 > \frac{S_e - c_1 - c_2}{D_a} \geq 0.001$$

(2) 深碟形封头

$$R = 0.8D_a, \quad r = 0.154D_a, \quad h_2 = 0.255D_a - 0.635S_e$$

$$0.1 > \frac{S_e - c_1 - c_2}{D_a} \geq 0.001$$

(3) 球形封头

$$D_a/D_t \leq 1.2$$

### 2. 总的要求

2.1. 对于浅碟形封头,直边高度应至少为  $h_1 = 3.5S$ ,对于深碟形封头,至少为  $h_1 = 3.0S$ 。但它不应超过下表所列数据:

壁 厚 (mm)	直边高度 (mm)
$\leq 50$	150
$< 50 \sim \leq 80$	120
$< 80 \sim \leq 100$	100
$< 100 \sim \leq 120$	75
$< 120$	50

对球形封头则不要求有直边段。

2.2. 在特殊情况下可不按2.1项的要求,而采用较小的直边段(焊缝结构见AD规范HP系列)。

2.3. 若凸形封头系由圆弧段(常用过渡段表示——译者)和球形底焊接而成,则焊缝应与圆弧段有足够的距离。该距离可按下列式求取:

(1) 当圆弧段和球形底厚度不一时,应为:

$$0.5\sqrt{R(S - c_1 - c_2)}$$

其中  $S$  为圆弧段的壁厚(设计值)。

(2) 若两者壁厚相同时,则对于浅碟形封头为  $3.5S$ ,对于深碟形封头为  $3.0S$ ,但应不小于  $100\text{mm}$ 。

### 3. 计算参数

见AD规范B0,第3节。

### 4. 计算温度

见AD规范B0,第4节。

### 5. 强度指标

见AD规范B0,第5节。

### 6. 安全系数

6.1. 见AD规范B0第6节。对灰铸铁,安全系数不按AD规范B0表2中第5.1和5.2项,而按DIN1691,为:

(1) 非退火的7.0或9.0

(2) 退火的或搪瓷的6.0或7.0

6.2. 对于受外压者,把按6.1.项确定

① 优先适用

② 椭圆封头的计算规则尚在制订中(参见ISO/TC11, Doc. 312)

③ 目前只包括用于DIN28011~28014型式的计算系数 $\beta$ 。如果需要对其它型式(的封头)也可采用本规范中的其它计算系数。



的安全系数再加 20%，但灰铸铁和铸青铜例外。

6.3. 对于受外压封头，抗弹性失稳的安全系数  $s_k$  可按表 1 取用。

表 1 抵抗外压下失稳的安全系数

$\frac{S_e - c_1 - c_2}{R}$	$s_k$	$s'_k$
0.001	5.5	4.0
0.003	4.0	2.9
0.005	3.7	2.7
0.01	3.5	2.6
0.1	3.0	2.2

中间值可用(线性)内插法求取

如果试验压力高于  $1.3p$ ，则试验时的安全系数不得超过表 1 所列  $s'_k$  值。

## 7. 焊接系数，削弱系数

7.1. 对于整体(即由一块材料构成——译者)封头，其削弱系数  $v=1$ 。对于焊接封头，则应按 AD 规范 H1 选用。

7.2. 如果焊缝所包络的球头部分为  $0.6D_a$ ，则可与 7.1 项不同，取焊缝的  $v$  为 1，但球形封头例外。

7.3. 对于受外压封头，焊缝  $v=1$ 。

## 8. 附加量

8.1. 负偏差附加量，见 AD 规范 B0，8.1. 项和 DIN 28011~28014。

8.2. 腐蚀裕度见 AD 规范 B0，第 8.2 项。

8.3. 衬砖附加量，见 AD 规范 B0，第 8.3. 项。

## 9. 计算

9.1. 圆弧部分的要求壁厚按式(1)计算：

$$S = \frac{D_a p \beta}{400 \frac{K}{s} v} + c_1 + c_2 + c_3 \quad (1)$$

9.2. 计算系数  $\beta$ ，对于拱形封头可按下列关系在图 3 (适用于浅碟形封头)和图 4 (适用于深碟形封头)中选出：

$$\frac{S_e - c_1 - c_2}{D_a} \text{ 和 } \frac{d_A}{D_a}$$

这里的拱形封头包括带有或不带有开孔的。 $d_A/D_a$  大于 0 的曲线来适用于在整个球形部和圆弧部分范围内的未加强开孔④。

对于球形无开孔封头，无论壁厚多少，在焊缝附近  $0.5\sqrt{R(S_e - c_1 - c_2)}$  范围内的计算系数  $\beta=1.1$ 。有开孔的球形封头，其封头(部)壁厚或开孔补强应按 AD 规范 B9 和 B1 计算，但不应低于按  $\beta=1.1$  求出的无开孔封头的壁厚。

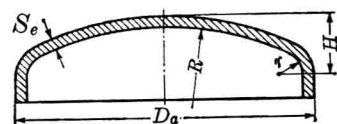


图 1 无开孔拱形封头

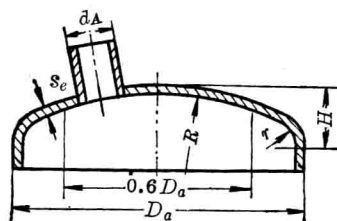


图 2 带接管的拱形封头

9.3. 对于  $0.6D_a$  范围内开孔的相互影响应按 AD 规范 B9 验算之。

9.4. 对于浅碟形封头和深碟形封头，若受内压时，还应进一步验算封头圆弧部分的尺寸是否足以抵抗弹性失稳(在圆弧部分的折叠，弯曲)。若按图 5 求出的失稳压力  $p_B \geq 1.5p$ ，则表明尺寸足够。

④ 补强可按 AD 规范 B9 并结合 B1 来计算，此时以两倍的拱形半径作为球半径代入。这一方法，对于浅碟形封头和深碟形封头只适用至球形部分为  $0.6D_a$  (图 2) 的范围内。同时，实际可能的盘形补强不能超过  $0.8D_a$ 。在  $0.6D_a$  范围以外，应将补强过的开孔当作未补强来处理。