压力容器下料尺寸及展开尺寸①

李横府，　周国晔
(湖南省医药设计院，湖南 长沙 41005)

摘　要：主要介绍压力容器管材、板材的下料尺寸及展开尺寸的计算，以供压力容器设计、制造工程技术人员参考使用。
关键词：容器；下料尺寸；计算
中图分类号：TH49　　文献标识码：A　　文章编号：1671－0231(2003)01－0101－04

下料尺寸及展开图在压力容器中已广泛应用[1]。为了将板材、管材弯曲或冲压成零件或部件，必须先在金属板上画出展开图、然后下料，并加工成型，最后焊接或铆接成零件或设备。因此，正确的下料是保证压力容器制造质量的首要任务。

1　弯曲及斜接管

压力容器中，用管材弯曲成形的零件较多，尤其是压力容器管件及安装用配管更多，如盘管、90°直角弯头、U 型管件等。下面介绍几种常用管材下料尺寸的计算公式：

1.1　弯曲管的计算长度

弯曲管成任何形状的管长等于管子中心线上测量的测量长度，见图 1，管子的计算长度 L 为：

$$L = (R\alpha + r\beta)(\pi/180°) + l \tag{1}$$

1.2　盘管的计算长度

盘管的结构如图 2 所示，其计算长度 L 为：

$$L = \sqrt{(nD\pi)^2 + H^2} \tag{2}$$

式中，n：盘管圈数

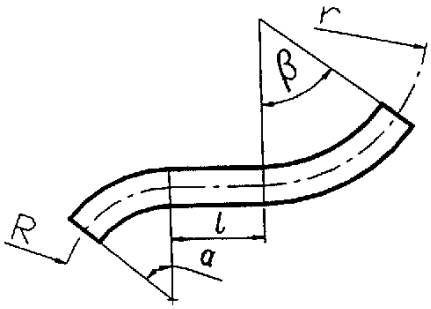


图 1　弯曲管结构图

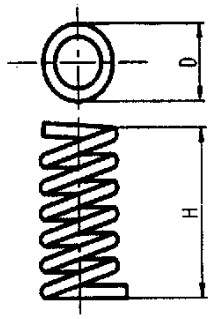


图 2　盘管结构图

1.3　蛇形盘管的计算长度

蛇形盘管的结构如图 3 所示，其近似公式计算可按下式

$$L = \frac{\pi r^2}{d + c} \tag{3}$$

① 收稿日期：2002－11－22
作者简介：周国晔(1971－)，男，湖南邵阳人，工程师，研究方向：医药工程设计.

式中，c ：盘管圈之间的间隙；

d ：管子外径。

1.4 斜接弯管

斜接弯管的结构如图 4 所示。为了求出任何弯角的切角 α，需将总的弯管度数 ϕ 用切面数目 n 的两倍来除，即：

$$\alpha = \frac{\phi}{2n} \tag{4}$$

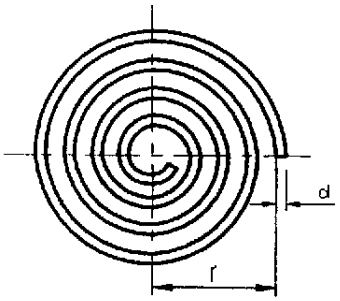


图 3 蛇形盘管结构图

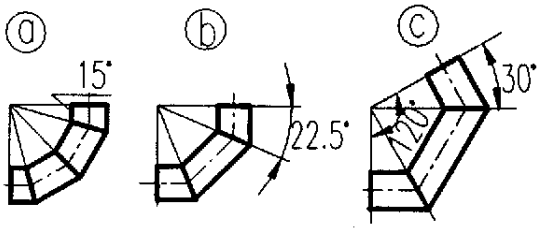


图 4 斜接弯管的结构图

2 由扇形平面组成的环

对于制造容器支座底板的扁平环和加强板，可先将环分成若干扇形，然后形成整体。这样不但节约材料，还使所用板料的下料尺寸减小。根据环的外径 D 和内径 d，可按下述步骤确定环板的下料尺寸。

(1)先计算 D/d 和 D^2 值，并设定扇形块数目 n。

(2)在图 5 中与 D/d 对应的曲线上找到与 n 值对应的点。再从该点沿水平方向，在图 5 左方查得 K 值。K 值为采用扇形板所需板面总面积 A 与采用整板所需面积 D^2 之比，即：

$$K = A/D^2 \qquad \text{或} \qquad A = KD^2$$

(3)确定所需板的宽度 b： $b = KD$

(4)确定所需板的长度 l： $l = A/b = KD^2/b$

(5)确定火焰切割余量 δ，($\delta \leqslant 25\text{mm}$)：

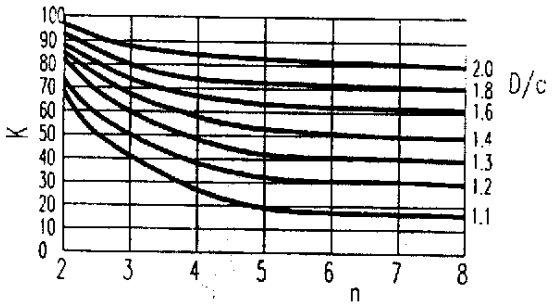


图 5

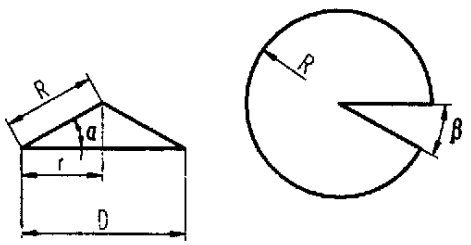


图 6 圆锥形罐顶

3 圆锥形罐顶

用于制造容器的圆锥形罐顶其结构如图 6 所示，板材的下料尺寸可按下式进行计算：

$$R = r/\cos\alpha = D/2\cos\alpha \tag{5}$$

$$\beta = (1 - \text{con}\alpha) \times 360^\circ \tag{6}$$

式中，R ：圆锥形罐顶板材的下料半径；

r ：圆锥形罐顶平均半径；

D ：圆锥形罐顶平均直径；

α ：圆锥形罐的底角；

β ：下料切角。

4 同轴平截头圆锥体

同轴平截头锥体一般常用作容器上的封头和连接壳体大小端的过渡段。圆锥体可采用一块板下料组焊,也可采用两块以上的板下料组焊。这要视圆锥体的大小和钢板的宽度尺寸而定。

(1)一块板组成的圆锥体下料尺寸,见图 7,其计算尺寸按下式:

$$b = (D - D_1)/2 \qquad \tan\alpha = b/H$$

$$c = \sqrt{b^2 + H^2} \qquad R = c + e$$

$$e = \frac{D_1}{2\sin\alpha} \qquad \beta = \frac{57.296\pi D}{R}$$

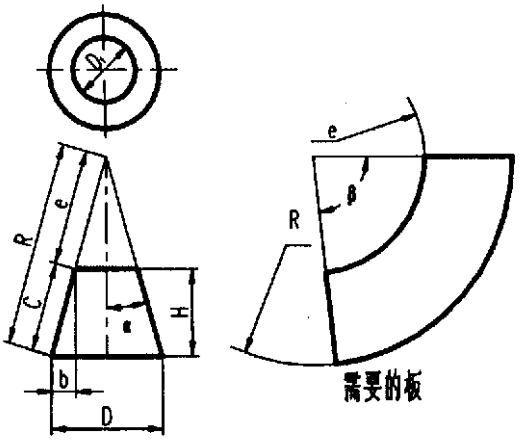
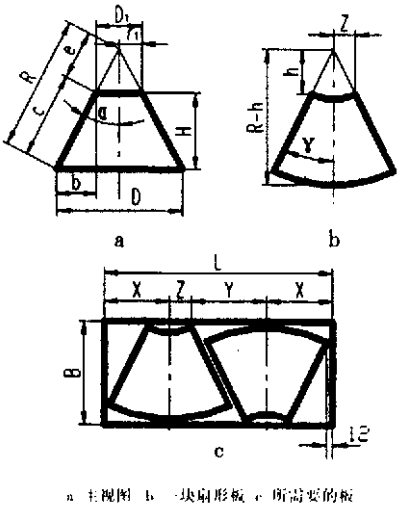


图 7 一块板组成的圆锥体下料图



a 主视图 b 一块扇形板 c 所需要的板

图 8 两块板以上组成的圆锥体下料图

(2)由两块板以上组成的圆锥体的下料尺寸,如图 8。

其计算按下式:

$$b = (D - D_1)/2 \qquad \tan\alpha = b/H$$

$$c = \sqrt{b^2 + H^2} \qquad R = c + e$$

$$Y = 57.296\pi D/2Rn \qquad n = \text{扇形板块数}$$

$$X = R\sin\gamma + 12 \qquad Y = R\tan\gamma + 25$$

$$Z = e\sin\gamma \qquad h = e\cos\gamma$$

所需板的宽度 $B = R - h + 25$

所需板的长度 L,但组成截头锥体的板数为:

2 块数:$L = 2X + Y + Z$ 3 块板:$L = 2X + 2Y + 2Z$

4 块数:$L = 2X + 3Y + 3Z$ 6 块板:$L = 2X + 5Y + 5Z$

5 偏心截头圆锥体

偏心截头圆锥体在化工容器中一般常用在管壳式余热锅炉,废热锅炉和蒸化器等设备上。其下料计算原理见图 9。

先将大端圆周作 n 等分,从锥尖点 O 向各等分点 C_1 作斜线与小端圆周交于 C'_i 点($i = 0,1,2\cdots\cdots n$),C'_i 点也将小端圆周分成几等分。由图 9 可见,各线段实际长度为:

$$\overline{OC_i} = \sqrt{H_2 + \overline{AC_i}^2} = L_i$$

$$\overline{OC'_i} = \sqrt{H_2 + \overline{AC'_i}^2} = L'_i$$

板坯尺寸 $L_i = L_i - L'_i$

以上式中,$H = D \cdot \mathrm{ctg}\alpha$ $H_2 = d \cdot \mathrm{ctg}\alpha$

而 $\overline{AC_i} = D \cdot \sin(180° \times \frac{i}{n}) = \frac{D}{2} K_i$

$\overline{AC'_i} = d \cdot \sin(180° \times \frac{i}{n}) = \frac{d}{2} K'_i$

可见 $K_i = 2\sin(180° \times \frac{i}{n})$

根据已给定的 n 值和点位 i，即可求得对应的 K_i 值，从而求得 L_i 和 L'_i 和板面尺寸 l_i。

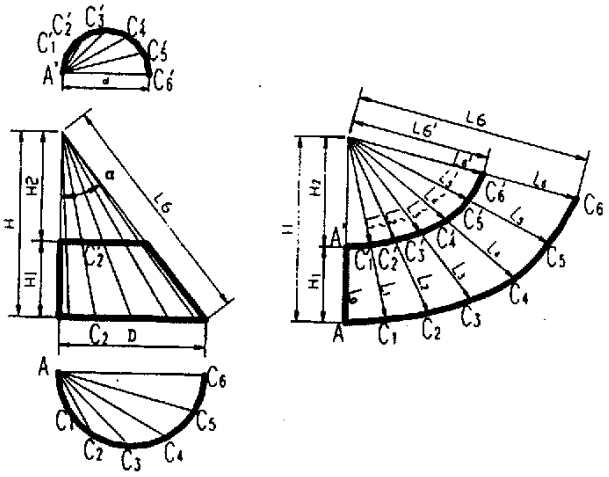


图 9　偏头截头圆锥体下料图

6　椭圆形封头的坯料尺寸计算

在压力容器制造中椭圆形封头一般采用拉伸成型的工艺方法。封头坯料的直径对封头的成形有较大的影响。若坯料直径太小，则易产生边缘起皱，鼓泡和端边斜翻的缺陷；若坯料直径太大，则材料的利用率降低，且易产生局部曲面减薄，甚至坯料被撕裂。

对于 2∶1 标准椭圆形封头的坯料直径推荐计算公式如下：

$$D_p = \sqrt{(D_i + \delta)(1.43D_i + 3\delta + 4h)}$$；

式中，D_i 椭圆形封头内直径；

D_p 坯料直径；

h 椭圆形封头直边高度；

δ 坯料厚度。

7　结语

本文在设计制造中，通过实践证明，上述计算方法较为准确，切实可行。

参考文献：

[1]刘湘秋. 压力容器常用结构尺寸计算手册[M]. 北京：北京机械工业出版社，1994.

Blank size and expansion plan for the pressure vessel

LI Hen - fu，　ZHOU Guo - ye

(Hunan Province Pharmaceutical Design Institute，Changsha 410005，China)

Abstract：This is a reference calculation of unfolding shapes of pressure vessels for the technicians deal with the pressure vessels design and manufacture

Key words：vessels；blank size；expansion plan