

JB

中华人民共和国国家标准

GB 10000

工业用橡胶板

1980年10月

中华人民共和国国家标准

JB

中华人民共和国机械工业部指导性技术文件

JB/Z 198—83

工业锅炉锅内装置设计导则

1983-09-20发布

中华人民共和国机械工业部 批准

1
31

中华人民共和国机械工业部
指导性技术文件
工业锅炉锅内装置设计导则
JB/Z 198—83

*

中国标准出版社出版
(北京复外三里河)
中国标准出版社印刷车间印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 880×1230 1/16 印张 31/4 字数 97,000
1985年 3月第一版 1985年 3月第一次印刷
印数 1—15,000

*

书号: 15169·2-5831 定价 1.20 元

*

标 目 12—55

目 录

1 引言	(1)
2 饱和蒸汽质量标准	(1)
3 基本符号说明	(1)
4 一次分离装置的设计与结构	(1)
5 二次分离装置的设计与结构	(12)
6 工业锅炉蒸汽空间容积负荷 R_v	(22)
7 锅筒内部的其他装置	(23)
附录 A 饱和水和饱和蒸汽的物理参数	(29)
附录 B 各分离装置的计算例题	(30)
附录 C 常用的几种锅内装置组合方案	(39)
附录 D 不均匀开孔的匀汽孔板 (或集汽管) 的计算	(41)
附录 E 蒸汽空间容积负荷 R_v 的另一种计算方法	(47)

工业锅炉锅内装置设计导则

1 引言

1.1 本导则适用于JB 1626—83《工业锅炉型号编制方法》中各种类型的低压蒸汽锅炉。导则中使用的各挡压力系指锅筒内表压力。

1.2 在保证蒸汽品质的前提下, 低压蒸汽锅炉的锅内装置应力求简单, 对本导则中介绍的各种分离装置, 应参照适用范围选用, 几种分离装置组合后的综合效果应满足本导则第2章中对饱和蒸汽的湿度要求。

1.3 锅内装置的制造、安装和验收应符合JB 3191—82《锅筒内部装置技术条件》的要求。

1.4 锅炉的给水和锅水品质应符合GB 1576—79《低压锅炉水质标准》的要求。

2 饱和蒸汽质量标准

2.1 对有过热器的锅炉, 饱和蒸汽的湿度不大于1%。

2.2 对无过热器的水管锅炉, 饱和蒸汽的湿度不大于3%。

2.3 对无过热器的锅壳式锅炉, 饱和蒸汽的湿度不大于5%。

3 基本符号说明

3.1 本导则中所用的基本符号的含义和单位如下:

D ——锅炉的蒸发量, t/h;

D_n ——锅筒内径, mm;

g ——重力加速度, m/s²;

L_g ——锅筒的直段长度, m;

P ——锅筒内压力(表压力), kgf/cm²;

γ'' ——饱和蒸汽的比重;

γ' ——饱和水的比重;

v'' ——饱和蒸汽的比容;

v' ——饱和水的比容;

σ ——表面张力, kgf/m。

4 一次分离装置的设计与结构

4.1 水下孔板(见图1)

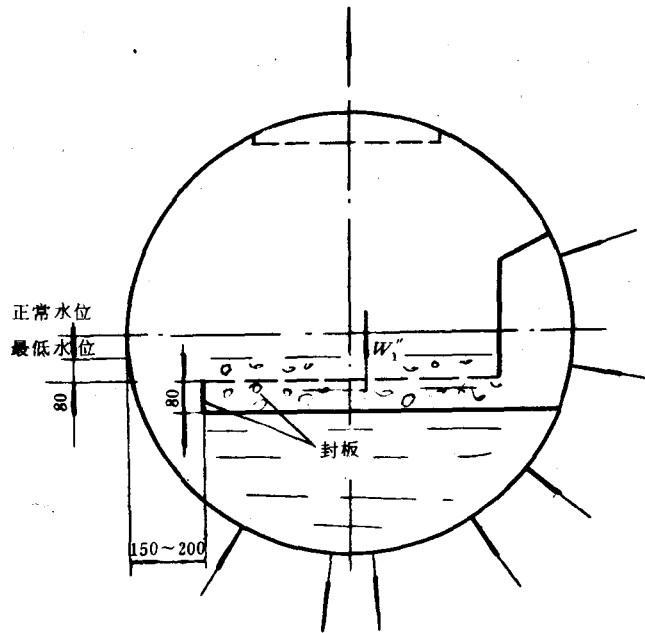


图 1 水下孔板

4.1.1 作用

当蒸汽穿过小孔的速度选择合适时,可在水下孔板下面形成一层汽垫,使蒸汽由各小孔流出,起到均匀蒸发面负荷的作用;此外,水下孔板还能消除汽水混合物的动能。

4.1.2 适用范围

适用于水管锅炉的上锅筒。当汽水混合物沿锅筒长度和宽度均匀引入锅筒时可不采用。

4.1.3 设计数据

4.1.3.1 蒸汽穿过水下孔板小孔的平均流速 W_1'' 的推荐值可按表 1 选取:表 1 蒸汽穿过水下孔板小孔的平均流速 W_1'' 的推荐值

P (表压)	4	7	10	13	16	25
W_1'' m/s	8.4~8.7	6.5~6.8	5.5~5.8	4.8~5.1	4.3~4.6	3.3~3.6

4.1.3.2 小孔孔径可取 8~12mm,孔太小易堵塞,孔太大,在低负荷、孔数少时,又易使蒸汽上升不均。

4.1.3.3 水下孔板总开孔数 Σn_1 按下式计算:

$$\Sigma n_1 = 353.7 \times 10^3 \frac{D_1 \cdot U''}{W_1'' \cdot d_1^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中: D_1 ——流经水下孔板的蒸汽量(蒸汽全部经过水下孔板时, $D_1 = D_0$ 部分蒸汽经过水下孔板时, D_1 为流经水下孔板的蒸汽量), t/h;

W_1'' ——蒸汽穿过水下孔板小孔的平均流速推荐值,按表 1 选取, m/s;

d_1 ——水下孔板上小孔的直径,按 4.1.3.2 项选取, mm。

在不同的压力下,当蒸发量 $D = 1$ t/h 时,对应推荐的 W_1'' 值所需不同直径的孔数 n_{01} 见表 2,其他蒸发量时,水下孔板所需总孔数 $\Sigma n_1 = D \cdot n_{01}$ 。

表 2 $D=1\text{ t/h}$ 所需水下孔板上的孔数

压力 P (表压)	小 孔 直 径 d_1 mm	孔 数 n_{01} 个
4	$\phi 8$	242 ~ 251
	$\phi 10$	155 ~ 160
	$\phi 12$	107 ~ 111
7	$\phi 8$	199 ~ 208
	$\phi 10$	127 ~ 133
	$\phi 12$	88 ~ 92
10	$\phi 8$	172 ~ 181
	$\phi 10$	110 ~ 116
	$\phi 12$	76 ~ 80
13	$\phi 8$	155 ~ 165
	$\phi 10$	99 ~ 106
	$\phi 12$	69 ~ 73
16	$\phi 8$	143 ~ 153
	$\phi 10$	91 ~ 98
	$\phi 12$	63 ~ 68
25	$\phi 8$	120 ~ 131
	$\phi 10$	77 ~ 84
	$\phi 12$	53 ~ 58

4.1.4 结构尺寸及布置

4.1.4.1 水下孔板由 3 ~ 4 mm 厚的平孔板组合而成，每块平孔板的尺寸以能通过锅筒上的人孔为限，应布置成水平。孔板上的小孔均匀分布。

4.1.4.2 为保证孔板下面有一定的汽垫层厚度，孔板四周应有 80 mm 左右高的封板围住。

4.1.4.3 水下孔板一般应安装于最低水位下 80 mm 处，以保证在最低水位时仍能起到均匀蒸发面负荷的作用。

4.1.4.4 水下孔板与锅筒壁的距离为 150 ~ 200 mm，以使孔板上的水能畅通流下。

4.1.4.5 水下孔板应尽量长些，引入水空间的蒸汽应尽量全部通过水下孔板，水下孔板的长度不宜小于三分之二的锅筒直段长度。

4.1.4.6 水下孔板区域不宜布置下降管，以防止下降管带汽。若布置下降管，则下降管入口距锅筒水位应保证有一定高度（为防止产生旋涡斗所要求的高度，参见 7.5 条）。

4.2 缝隙挡板（见图 2）

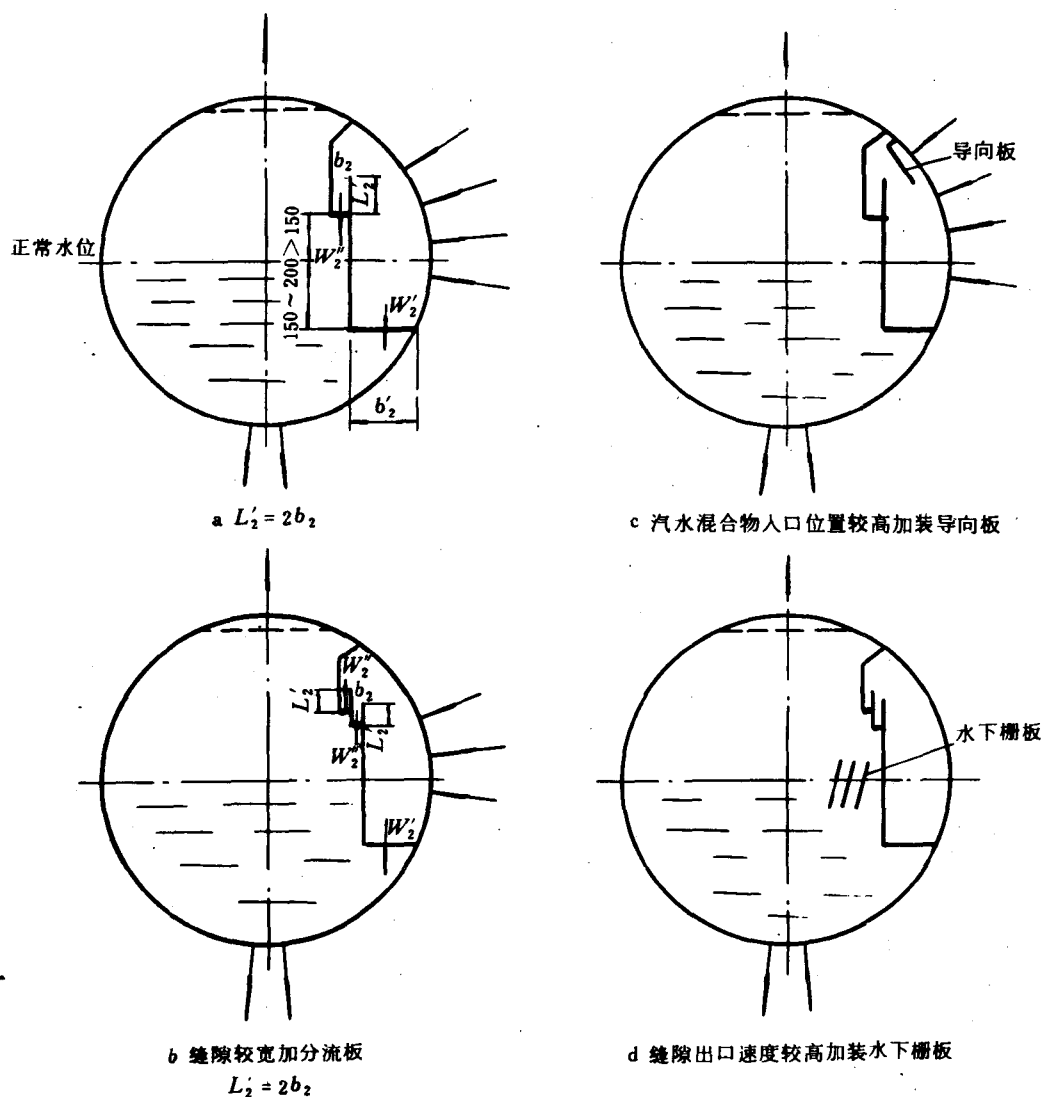


图 2 缝隙挡板

4.2.1 作用

汽水混合物进入锅筒后，靠转向时，汽、水所受惯性力的不同，进行一次分离。

4.2.2 适用范围

适用于汽水混合物由上锅筒中心线上、下 30° 左右的位置均匀引入锅筒的水管锅炉。

4.2.3 设计数据

4.2.3.1 缝隙挡板间的蒸汽流速 W_2'' 可按表 3 中的推荐值选取或按式 (2) 计算。

表 3 缝隙挡板间的蒸汽流速 W_2''

P (表压)	4	7	10	13	16	25
W_2'' m/s	2.5~3.7	2~3	1.7~2.6	1.5~2.3	1.4~2.1	1.1~1.7

$$W_2'' = \frac{D_2 \cdot v''}{3.6 \cdot b_2 \cdot L_2} \dots\dots\dots (2)$$

式中: b_2 ——缝隙挡板间的宽度, m;
 D_2 ——流经缝隙挡板的蒸汽量, t/h;
 L_2 ——缝隙挡板的长度, m。

4.2.3.2 缝隙挡板的下挡板与锅筒壁的最小间距 b_2' 应保证水流速度 W_2' 较低, 否则, 易造成水流带汽; 引起锅水膨胀或可能带汽入下降管而影响水循环的可靠性。对低压锅炉, W_2' 可取0.5~1.0m/s。 W_2' 的计算公式如下:

$$W_2' = \frac{D_2 \cdot (K-1) v'}{3.6 \cdot L_2 \cdot b_2'} \dots\dots\dots (3)$$

式中: b_2' ——缝隙挡板下缘离锅筒壁的最小宽度(见图2a), m;
 K ——锅筒的循环倍率, 其数值按表4选取。

表4 锅炉的循环倍率

锅 炉 型 式	压力 P (kgf/cm ²)	蒸发量 D (t/h)	循 环 倍 率
低压锅炉	<15	<15	200~150
低压锅炉	15~30	<15	100~50
双锅筒锅炉	15~35	30~200	65~45

4.2.4 结构尺寸布置

4.2.4.1 缝隙挡板的通道由上挡板与下挡板组成, 上、下挡板均用3~4mm厚的钢板制成, 缝隙宽度和长度应保证缝中的蒸汽速度 W_2'' 达到表3的推荐值。缝应布置得长一些, 以充分利用蒸汽空间。每块挡板的大小应以通过锅筒上的人孔为限。

4.2.4.2 组成缝隙的两导向板重叠长度 L_2' 应为缝宽 b_2 的两倍(见图2a), 以迫使汽流转向。当缝隙太宽时, 可用分流板把缝隙分成平行的几条缝, 并保证相邻两导向板的重叠长度 L_2' 为其缝宽 b_2 的两倍(参见图2b)。

4.2.4.3 上挡板的下边缘与锅筒正常水位的距离不能小于150mm, 以免缝隙出口汽流直接冲撞锅水。下挡板的下边缘应置于锅筒正常水位以下150~200mm, 以形成可靠的水封, 防止蒸汽由下挡板底部窜出。

4.2.4.4 不允许汽水混合物直冲到缝隙通道或下挡板的上边缘, 否则应在汽水混合物的出口处加装导向板(见图2c)。

4.2.4.5 如果缝隙出口汽速较大, 可在缝隙下方加装水下栅板(见图2d)以防止汽流冲击水面, 引起飞溅水滴的带出。

4.2.4.6 缝隙的两端要用端板封死, 以避免汽水混合物由端部“短路”而不经缝隙挡板。

4.3 挡板(见图3)

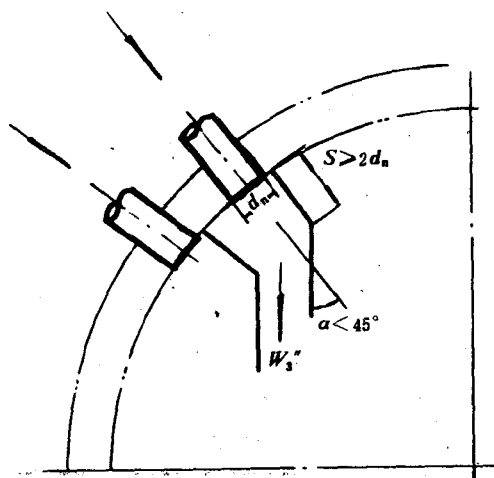


图 3 挡板

4.3.1 作用

减弱汽水混合物的动能，使汽水混合物初步分离。

4.3.2 适用范围

适用于汽水混合物由蒸汽空间引入上锅筒的水管锅炉。

4.3.3 设计数据

4.3.3.1 相邻两挡板间的蒸汽速度 W_3'' 按表 5 中的推荐值选取或按式 (4) 计算。

表 5 挡板间的蒸汽速度 W_3'' 推荐值

P (表压)	4	7	10	13	16	25
W_3'' m/s	2.9~4.4	2.3~3.5	2.0~3.0	1.8~2.7	1.6~2.5	1.3~2

$$W_3'' = \frac{D_3 \cdot v''}{3.6 \cdot b_3 \cdot L_3} \dots\dots\dots (4)$$

式中： D_3 ——流经挡板的蒸汽量，t/h；

b_3 ——挡板间最狭处的宽度，m；

L_3 ——挡板的长度，m。

4.3.3.2 挡板与汽流方向所成的夹角 α 应小于 45° (见图 3) 以平稳地消除动能。

4.3.3.3 汽水混合物入口处离挡板的距离 S 不应小于汽水混合物引入管内径 d_n 的两倍 (见图 3)，即 $S > 2d_n$ 。使汽水混合物进入锅筒后有一段距离用来扩散、减速，以防止速度较高的汽水混合物将挡板上的水膜撕破。

4.3.4 结构尺寸及布置

4.3.4.1 挡板一般由 3 ~ 4 mm 厚的钢板制成。

4.3.4.2 挡板两端应有封板，以防止两侧窜汽，并用来加固挡板。

4.3.4.3 每排引入管应装一挡板。汽流不能直冲挡板边缘，以防止水膜被撕破。

4.3.4.4 挡板下边缘与锅筒正常水位的距离不应小于 150 mm。

4.4 旋风分离器 (见图 4)

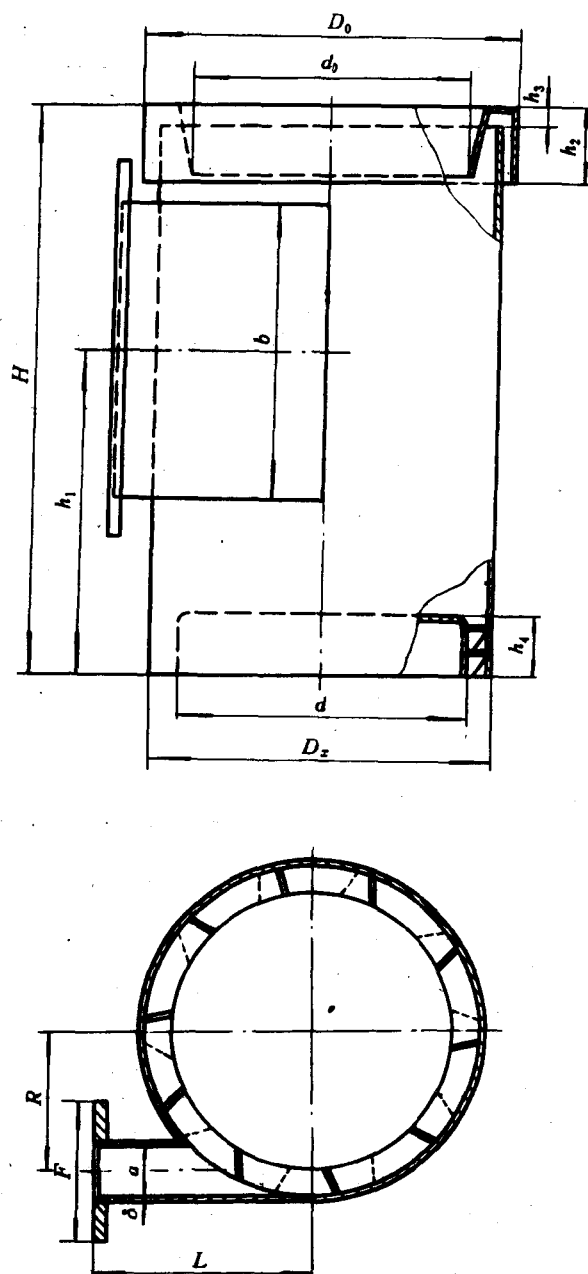


图 4 旋风分离器筒身尺寸

4.4.1 作用

汽水混合物切向引入旋风分离器，靠离心力进行汽、水粗分离，上升气流通过顶帽时，湿蒸汽再次得到分离；此外，旋风分离器还起到消除汽水混合物动能，防止形成泡沫，保持水室平静和减少水空间含汽等作用。

4.4.2 适用范围

对蒸汽品质要求高的蒸发量不小于35t/h的锅炉。

4.4.3 设计数据

4.4.3.1 汽水混合物的入口速度 W_1 推荐值按表6选取或按式(5)计算。

表 6 汽水混合物的入口速度 W_l 推荐值

P (表压)	13	16	25
W_l m/s	6.5~9.0	6.0~8.5	5.5~8.0

$$W_l = W'_0 + W''_0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: W'_0 ——旋风分离器入口通道中水的折算速度, W'_0 可由下式求得:

$$W'_0 = \frac{1.2 D_4 \cdot (K-1) \cdot v'}{3.6 \cdot F_l} \quad \dots\dots\dots (6)$$

W''_0 ——旋风分离器入口通道中蒸汽的折算速度, W''_0 按下式求得:

$$W''_0 = \frac{1.2 D_4 \cdot v''}{3.6 \cdot F_l} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: D_4 ——每只旋风分离器的推荐负荷, 按表 7 选取, t/h·只;

K ——锅炉的循环倍率, 按表 4 选取;

F_l ——旋风分离器的入口横截面积, 按表 8 中入口尺寸求得, 即: $F_l = a \cdot b$, m^2 ;

1.2——考虑旋风分离器负荷分配不均的放大系数。

4.4.3.2 旋风分离器的推荐负荷 D_4 可根据锅筒压力和筒体直径按表 7 选取:

表 7 旋风分离器的推荐负荷 D_4 t/h

P (表压)	13	16	25
筒体直径 mm			
$\phi 260$	1.2~1.5	1.3~1.6	1.5~1.9
$\phi 290$	1.5~1.8	1.6~2.0	1.8~2.4

4.4.4 结构尺寸及布置

4.4.4.1 筒体用2~3mm厚的钢板卷成, 工业锅炉用旋风分离器的筒体直径推荐用 $\phi 260$ 和 $\phi 290$ mm二种, 其结构尺寸按表 8 (见图 4)。

表 8 柱形旋风分离器筒体的结构尺寸 mm

尺寸		D_z	d_0	d	D_0	H	h_1	h_2	h_3	h_4	R	F	α	δ	L	b
规格	$\phi 260$	260	210	200	280	482	287	65	17	50	108	110	50	2	170	250
	$\phi 290$	290	240	230	310	485	275	65	17	50	118	120	60	2	185	250

4.4.4.2 筒体上部装有溢流环, 沿筒体旋转上升的水膜可由溢流环与筒体之间的间隙中流出, 以减少蒸汽带水。

4.4.4.3 顶帽可用立式波形板圆形顶帽或草帽式顶帽。立式波形板圆形顶帽的结构尺寸按表 9 (见图 5 a); 草帽式顶帽的结构尺寸按表 10 (见图 5 b)。

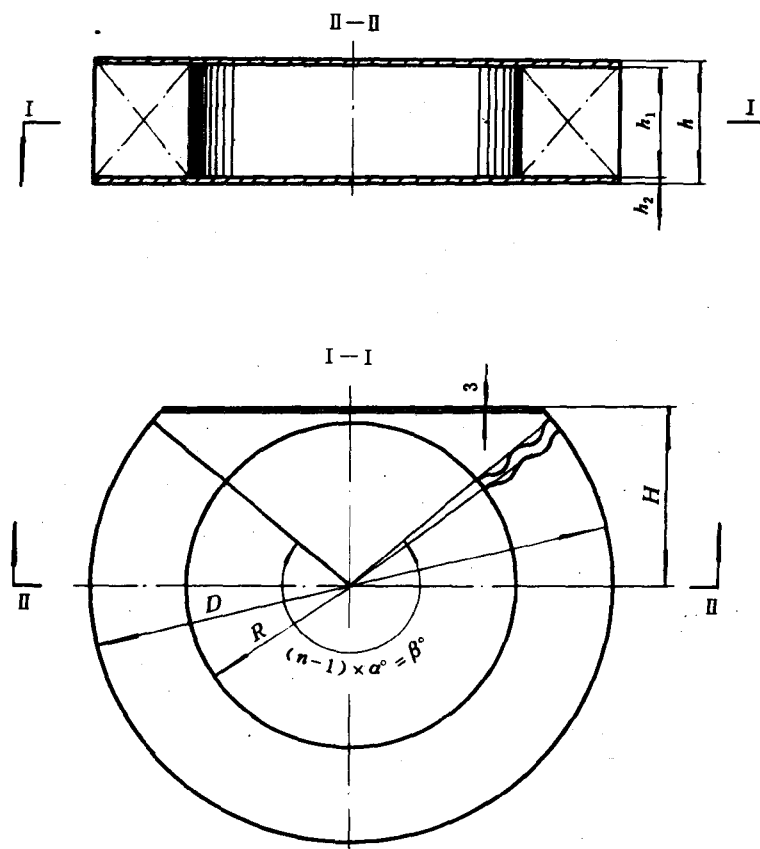


图 5a 立式波形板圆形顶帽

表 9 立式波形板圆形顶帽的结构尺寸

尺寸 规格	D mm	R mm	h mm	h_1 mm	h_2 mm	H mm	n 片	α 度	β 度
配 $\phi 260$ mm 旋风分离器	410	125	96	90	3	143	57	$4^{\circ}40'$	$261^{\circ}20'$
配 $\phi 290$ mm 旋风分离器	440	140	96	90	3	153	64	$4^{\circ}10'$	$260^{\circ}30'$

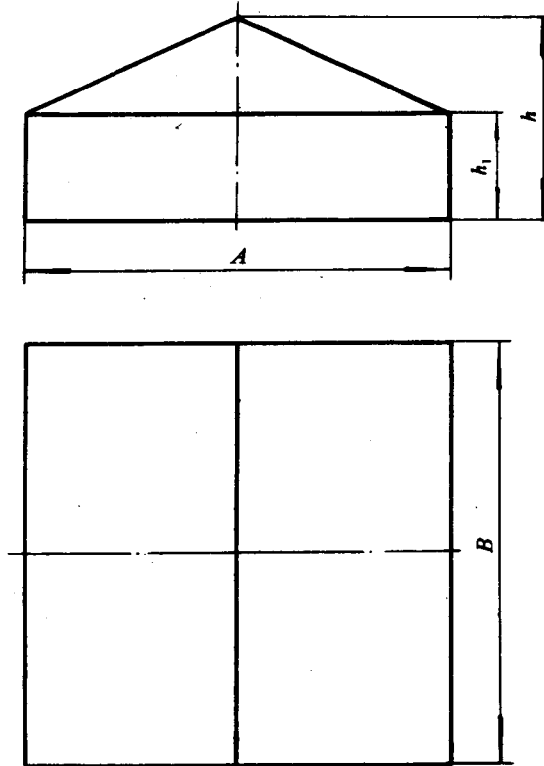


图 5b 草帽式顶帽

表 10 草帽式顶帽的结构尺寸

mm

规格 \ 尺寸	A	B	h	h_1
配 $\phi 260$ mm 旋风分离器	320	320	150	80
配 $\phi 290$ mm 旋风分离器	350	350	150	80

4.4.4.4 筒底可用圆形底板与导向叶片组成的筒底，其结构尺寸见图 6 和表 8。导向叶片数为 10。

4.4.4.5 旋风分离器筒体下边缘应置于锅筒正常水位以下 180 ~ 200 mm，以防止蒸汽由筒底窜出。

4.4.4.6 旋风分离器下部有下降管时，为防止底部排水中夹带的蒸汽进入下降管，可在筒体下部装置单独的或公用的托斗，托斗型式见图 7。

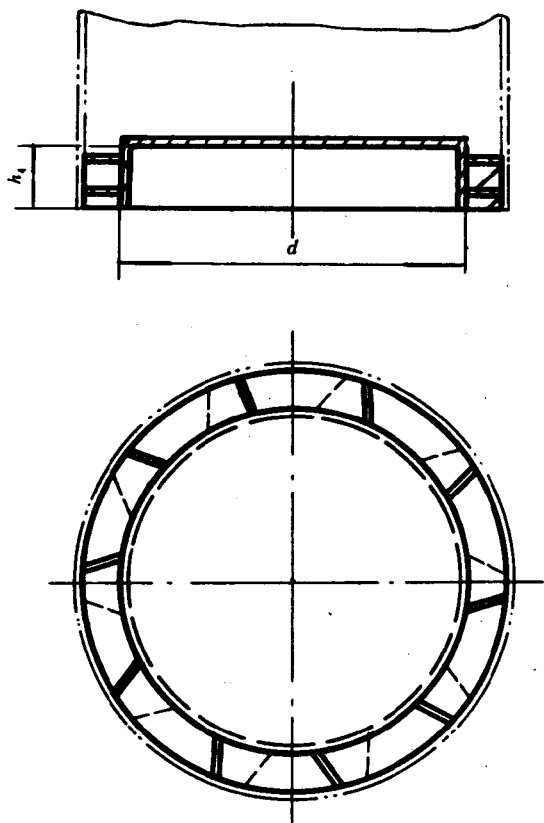


图 6 旋风分离器筒底

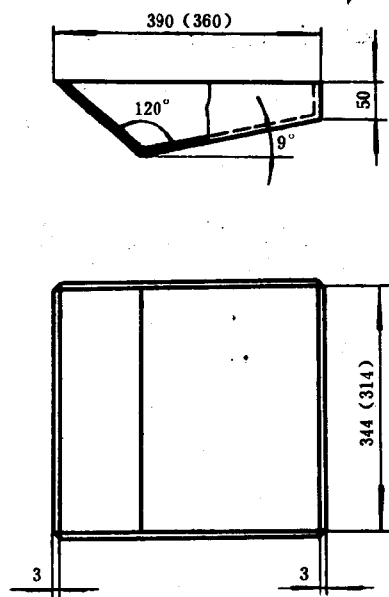


图 7 旋风分离器底部托斗

图中尺寸配 $\phi 290$ mm旋风分离器，括号内尺寸配 $\phi 260$ mm的旋风分离器（其他尺寸可选用）。

4.4.4.7 汽水混合物进入旋风分离器的方式可采用单位式和分组汇流箱并联式二种，一根或二根汽水混合物引入管直接与一只旋风分离器连接的方式为单位式（见图 8），其阻力较小，但其负荷受水冷壁负荷的影响较大；在锅筒内按循环回路隔成几个汇流箱，每个汇流箱与数个旋风分离器相连的方式称为分组汇流箱并联式（见图 9），这种连接方式，各旋风分离器间的负荷分配较均匀，较之全部汽水混合物引入总汇流箱再分配到旋风分离器的连接方式为好，采用汇流箱并联式连接时，应把蒸汽引入管和旋风分离器的引入管错开，以免造成各并联的旋风分离器负荷分配不均。

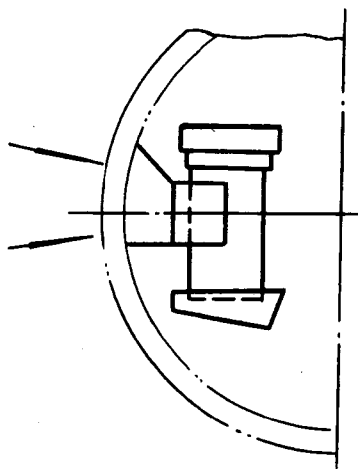


图 8 单位式

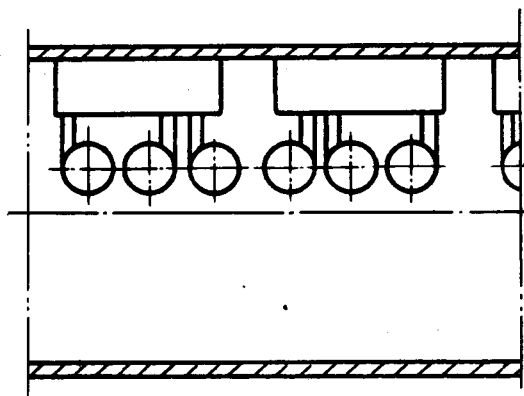


图 9 分组汇流箱并联式

4.4.4.8 采用立式波形板顶帽时,两相邻圆形顶帽间的最小间隙应不小于50mm,以免汽流对冲剧烈,影响分离效果。

5 二次分离装置的设计与结构

5.1 波形板分离器 (见图10a、10b)

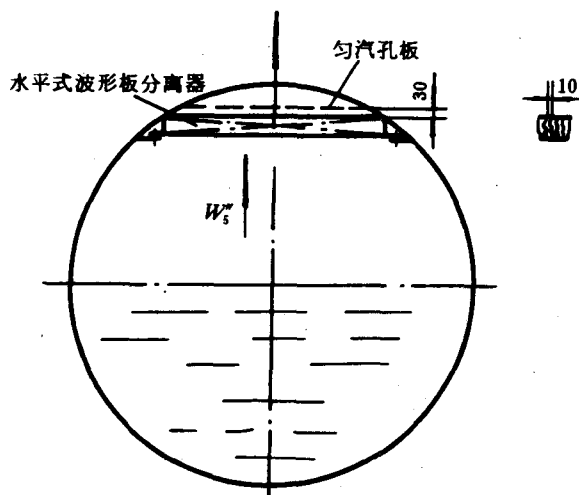


图 10a 水平式波形板分离器

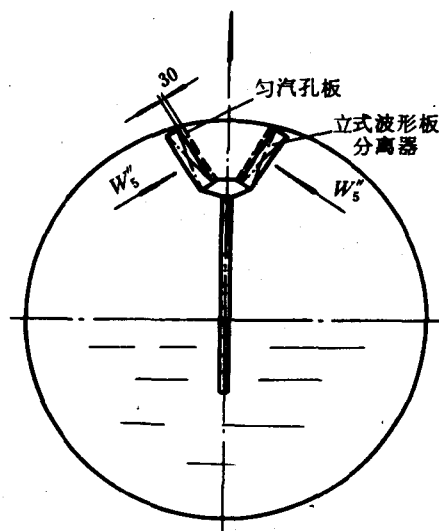


图 10b 立式波形板分离器

5.1.1 作用

波形板分离器由多块波形板相间排列组成,湿蒸汽在波形板组成的曲折通道中通过时,水滴受离心力作用,被甩到波形板上,并沿波形板流到下沿,当水滴积至一定大小后,靠重力落下,使汽水分

5.1.2 适用范围

适用于各种锅炉,一般用于装有过热器或对蒸汽品质要求较高的锅炉。

5.1.3 设计数据

5.1.3.1 采用图11的波形板的结构时,水平式波形板分离器的波形板前最大蒸汽允许速度 $(W''_{\max})_p$ 按式(8a)计算或按表11取;立式波形板分离器的波形板前最大蒸汽允许速度 $(W''_{\max})_l$ 按式(8b)计算或按表11取。

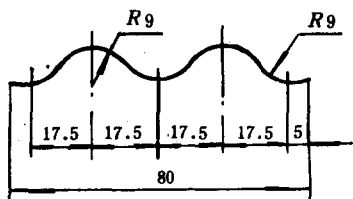


图 11 波形板

$$(W''_{\max})_p = 0.4 \sqrt{g/\gamma''} \sqrt[4]{\sigma(\gamma' - \gamma'')} \quad (8a)$$

$$(W''_{\max})_l = 1.2 \sqrt{g/\gamma''} \sqrt[4]{\sigma(\gamma' - \gamma'')} \quad (8b)$$

表 11 波形板前蒸汽最大允许速度值

P (表压)	4	7	10	13	16	25
$(W''_{\max})_p$ m/s	1.13	0.88	0.74	0.65	0.58	0.45
$(W''_{\max})_l$ m/s	3.39	2.64	2.22	1.95	1.74	1.35

波形板分离器前的蒸汽速度 W''_5 应小于最大蒸汽允许速度， W''_5 按下式计算：

$$W''_5 = \frac{D \cdot v''}{3.6 L_5 \cdot b_5} \dots\dots\dots (9)$$

式中： L_5 ——波形板分离器的总长度，m；

b_5 ——波形板分离器的宽度，m。

5.1.4 结构尺寸及布置

5.1.4.1 波形板用0.8~1.2 mm厚的钢板压成，边框用2~3 mm厚的钢板制成，每组波形板的大小以能通过锅筒上的人孔为限。

5.1.4.2 波形板的线型推荐采用图11型式，相邻两块波形板的间距为10mm。

5.1.4.3 水平波形板尽可能布置得长些，其长度应大于三分之二的锅筒直段长度。

5.1.4.4 布置立式波形板时，应尽可能使蒸汽在汽空间的行程长些。波形板组件应矮而长，以增加蒸汽空间的高度。

5.1.4.5 立式波形板的底部应加装疏水管，疏水管应插入锅筒最低水位以下。

5.1.4.6 波形板应与匀汽孔板配合使用，蒸汽先经波形板再经过匀汽孔板，波形板上沿与匀汽孔板的间距可取30~40mm。

5.2 匀汽孔板 (见图12)

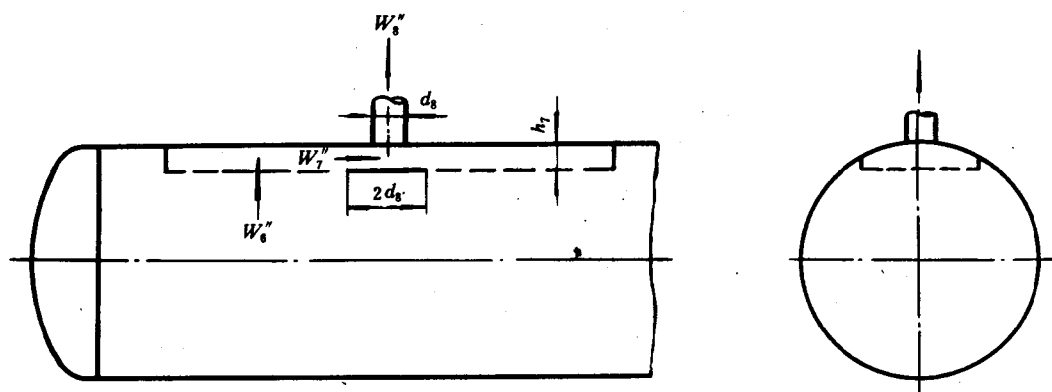


图 12 匀汽孔板

5.2.1 作用

利用孔板的阻力，使蒸汽沿锅筒长度、宽度均匀上升，防止局部地区蒸汽负荷集中，因此能有效地利用蒸汽空间，有利于重力分离。

5.2.2 适用范围

适用于各种参数和容量的锅炉。可单独使用，也可与波形板分离器配合使用。

5.2.3 设计数据