



不锈钢孔板波纹填料

Stainless steel perforated plate corrugated
packing standard

2006—01—17 发布

2006—07—01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

中华人民共和国行业标准

不 锈 钢 孔 板 波 纹 填 料

**Stainless steel perforated plate corrugated
packing standard**

HG/T 21559.2—2005

主编单位：全国化工化学工程设计技术中心站

批准部门：中华人民共和国国家发展和改革委员会

实施日期：2 0 0 6 年 7 月 1 日

中 国 计 划 出 版 社

2006 北 京

中华人民共和国行业标准
不锈钢孔板波纹填料
HG/T 21559.2—2005

☆

全国化工化学工程设计技术中心站 主编

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850×1168 毫米 1/32 1印张 23千字

2006年4月第一版·2006年4月第一次印刷

印数1—1500册

☆

统一书号:1580058·744

中华人民共和国国家发展和改革委员会

公 告

2006 年 第 2 号

国家发展改革委批准《电缆用玻璃钢保护管》等 77 项行业标准(标准编号、名称及实施日期见附件),其中建材行业标准 8 项、化工行业标准 39 项、石化行业标准 16 项、煤炭行业标准 14 项,现予公布。

以上建材行业标准由建材工业出版社出版,化工产品行业标准由化工出版社出版,化工工程建设行业标准由中国计划出版社出版,石化行业标准由中国石化出版社出版,煤炭行业标准由煤炭工业出版社出版。

附件:3 项化工工程建设行业标准编号及名称

中华人民共和国国家发展和改革委员会

二〇〇六年一月十七日

附件：

3 项化工工程建设行业标准编号及名称

序号	标 准 编 号	标 准 名 称	被代替标准编号
45	HG/T 21559.2—2005	不锈钢孔板波纹填料	
46	HG/T 21559.3—2005	不锈钢丝网波纹填料	
47	HG/T 21639—2005	塔顶吊柱	HG/T 21639—1980

注：以上标准自 2006 年 7 月 1 日起实施。

前 言

本标准根据国家发展和改革委员会发改办工业[2005]2152号文和中国石油和化学工业协会中石化协科发[2005]234号文的要求,由中国石油和化工勘察设计协会组织全国化工化学工程设计技术中心站编制。

目前国内尚无同类标准,编写过程中参照了国外孔板波纹填料同国内行业的生产厂家所生产的不锈钢孔板波纹填料在结构尺寸、特性参数以及加工过程等技术水平进行了比较,制定出适合我国现实生产情况的标准。

本标准对不锈钢孔板波纹填料的结构尺寸、材质要求、加工制作等方面提出明确的要求,同时对填料的检验方法及验收规则、产品包装及储运作了规定。

本标准由中国石油和化学工业协会提出并归口。

本标准技术内容的解释由全国化工化学工程设计技术中心站(陕西省西安市太乙路255号华陆工程科技有限责任公司内,邮政编码710054)负责。

本标准主编单位、参编单位和主要起草人:

主 编 单 位:全国化工化学工程设计技术中心站

参 编 单 位:华陆工程科技有限责任公司

天津大学

无锡市雪浪化工填料有限公司

新疆化工设计研究院

主要起草人:王抚华 赵汝文 于鸿寿 陈志希 萧庆融
朱夏霖 董 波

目 次

1 总则 (1)

2 规范性引用文件 (2)

3 标记、规格及特性 (3)

 3.1 标记 (3)

 3.2 规格及特性 (3)

4 材料 (7)

5 制造要求 (8)

6 检验与验收 (12)

 6.1 验收规则 (12)

 6.2 检验项目 (12)

7 标志、包装及储运 (13)

8 板波纹填料特性参数的计算 (14)

本标准用词说明 (16)

附：条文说明 (17)

1 总 则

- 1.0.1 本标准规定了不锈钢孔板波纹填料产品的标记、规格及特性,材料,制造要求,检验与验收,标志、包装及贮运等要求以及孔板波纹填料特性参数的计算。
- 1.0.2 不锈钢孔板波纹填料是适用于气液传质分离塔设备中的填料,该填料适用温度为-200~400℃。
- 1.0.3 该填料适用于不含固体颗粒及悬浮物、不易自聚的清洁气液物系。

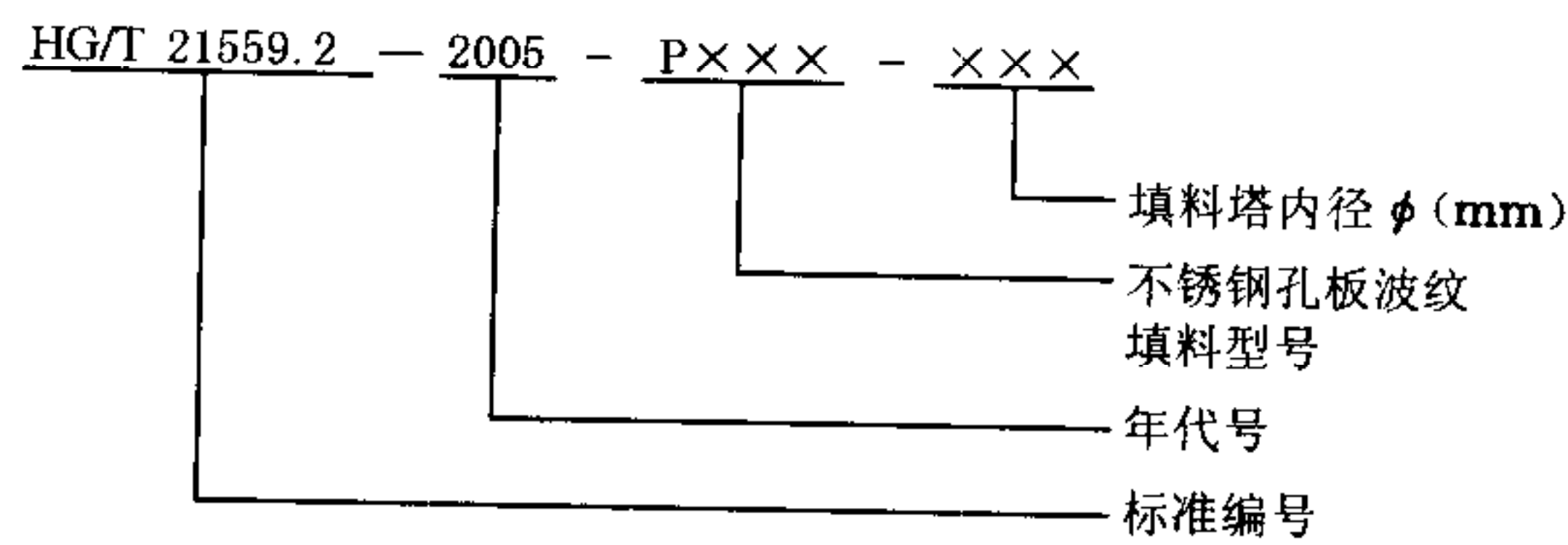
2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准。然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 4239 不锈钢和耐热钢冷轧钢带

3 标记、规格及特性

3.1 标 记



例如填料塔内径为 ϕ 600mm, 采用 P250I 型不锈钢孔板波纹填料, 标记为:

HG/T 21559.2—2005-P250I-600

3.2 规格及特性

3.2.1 不锈钢孔板波纹填料是由不锈钢带压制成的若干波纹板片, 按一定的直径要求垂直叠合组装成盘状的规整填料。相邻波纹板片的波纹倾斜方向相反, 上下相邻填料盘的波纹片成 90° 交叉。结构尺寸见图 3.2.1-1、图 3.2.1-2 及表 3.2.1-1、表 3.2.1-2。

3.2.2 波纹板片在压制波纹前需预先在板上冲孔并压制细纹, 见图 3.2.1-2、表 3.2.1-2, 或采用与细纹等效的滚压纹。

3.2.3 表 3.2.1-1 中列出不锈钢孔板波纹填料的八种型号, 选型的特征参数为填料的比表面积和波纹的倾角, 可根据工艺设计要求选用。

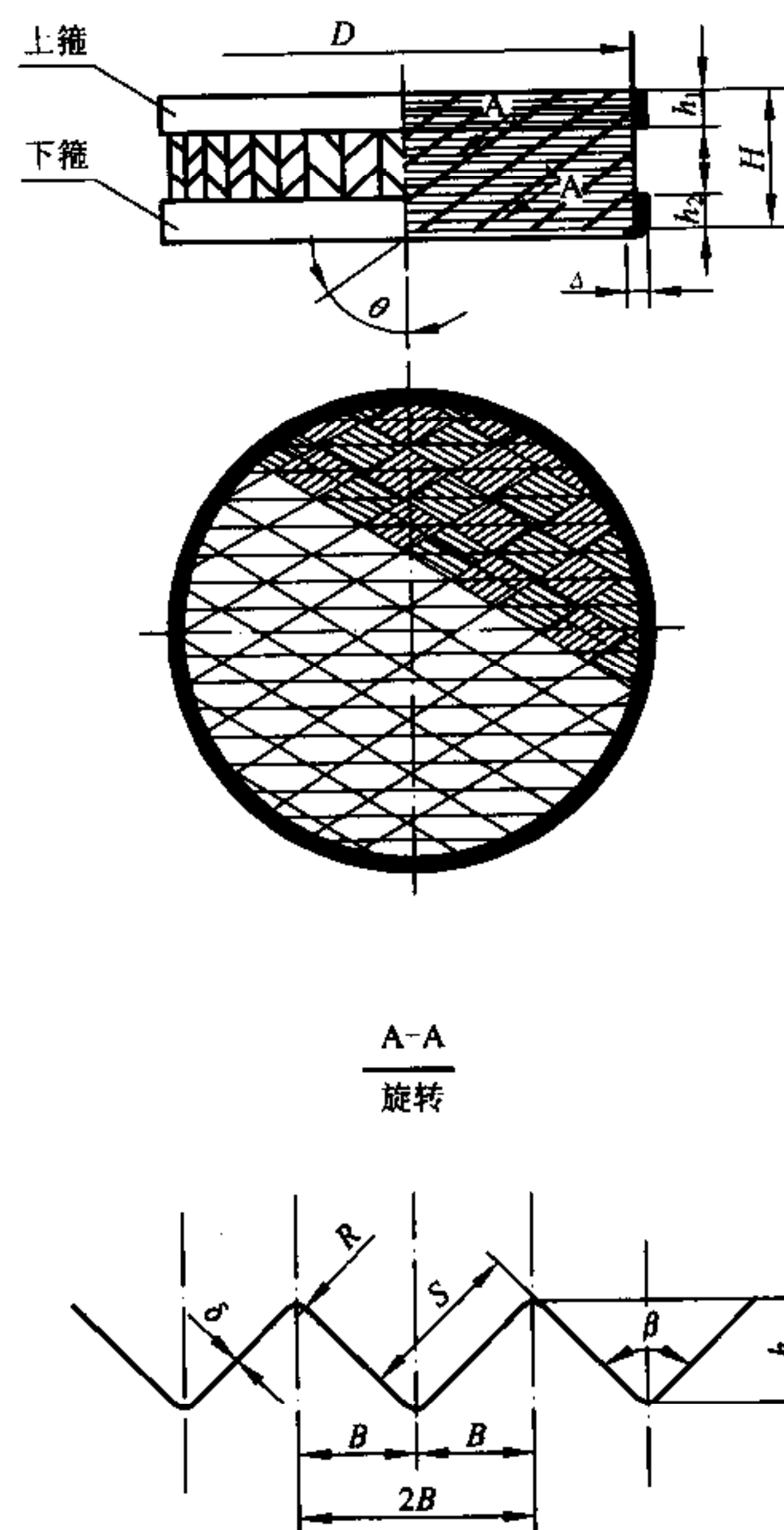


图 3.2.1-1 不锈钢孔板波纹填料

D —盘径(mm); H —盘高(mm); h_1, h_2 —箍宽(mm); Δ —箍的翻边宽(mm);
 θ —波纹倾角($^\circ$); h —波纹峰高(mm); $2B$ —波纹波距(mm); β —波纹齿形角($^\circ$);
 δ —板厚(mm); S —波纹边长(mm); R —齿形角顶端圆角曲率半径(mm)

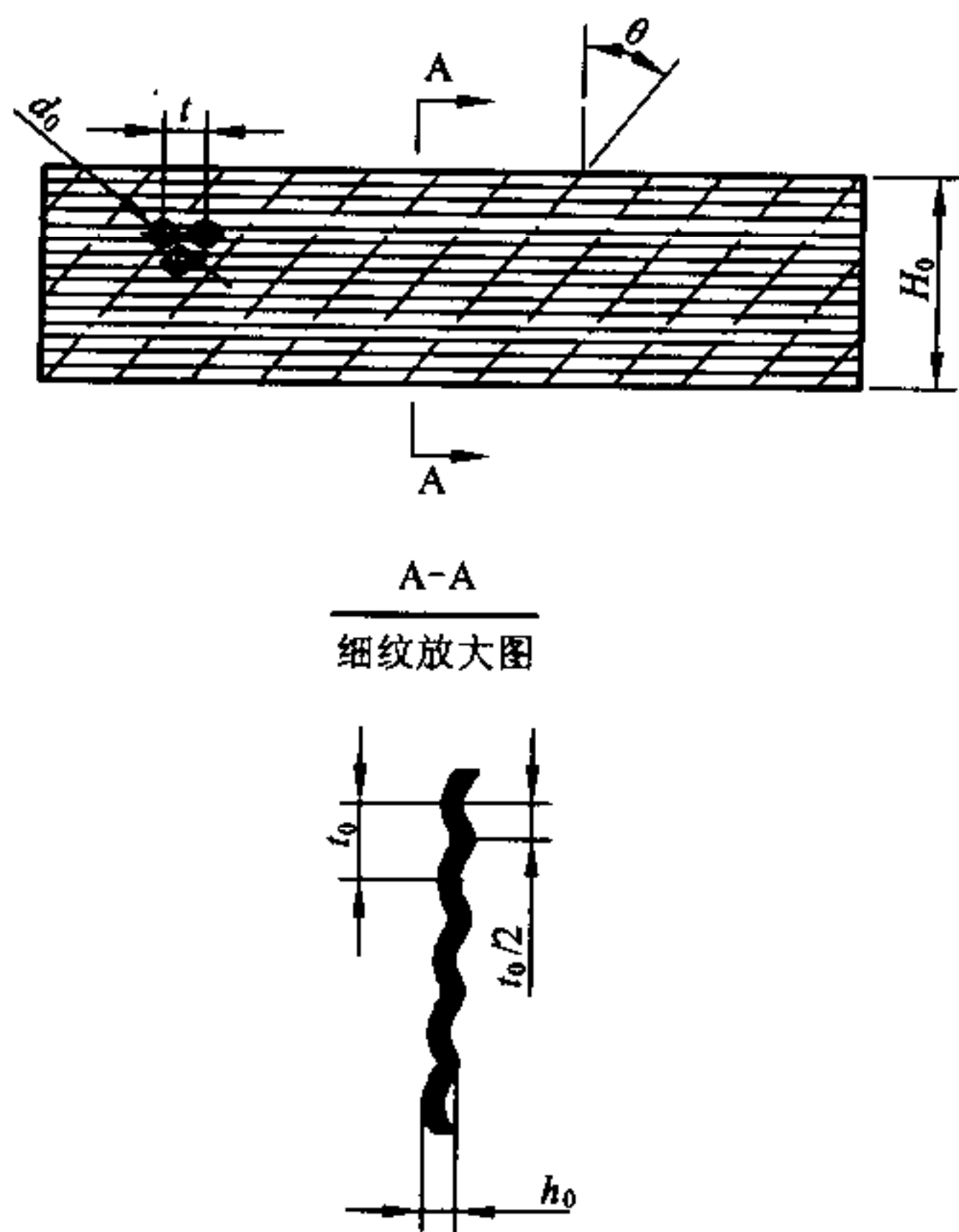


图 3.2.1-2 压制波纹前滚压细纹的板片

H_0 —压制波纹前板片宽度(mm); d_0 —小孔直径(mm); t —小孔孔心距(mm);
 t_0 —板片上细纹的波长(mm); h_0 —板片上细纹的峰高(mm)

表 3.2.1-1 不锈钢孔板波纹填料结构尺寸及特性参数

项 目	单位	P125 I	P125 II	P250 I	P250 II	P350 I	P350 II	P500 I	P500 II
峰高 h	mm	24.0±0.2		11.5±0.1		8.4±0.1		6.0±0.06	
波纹倾角 θ	(°)	30 ⁺³ ₀	45 ⁻³ ₀	30 ⁺³ ₀	45 ⁻³ ₀	30 ⁺³ ₀	45 ⁻³ ₀	30 ⁺³ ₀	45 ⁻³ ₀
波距 $2B$	mm	39.6±0.2		19.0±0.1		14.0±0.08		9.9±0.06	
齿形角 β^*	(°)	79.0±1		79.1±1		79.6±1		79.0±1	
公称比表面积 a^*	m ² /m ³	130.9		273.0		371.9		523.6	
考虑 R 影响的比表面积 a_1^*	m ² /m ³	133.0		279.4		379.3		531.8	

续表 3.2.1-1

项 目		单位	P125 I	P125 II	P250 I	P250 II	P350 I	P350 II	P500 I	P500 II
空隙率 ϵ^*	板厚 $\delta=0.25\text{mm}$	%	98.4		96.6		95.4		93.5	
	板厚 $\delta=0.17\text{mm}$	%	98.9		97.7		96.8		95.6	
	板厚 $\delta=0.10\text{mm}$	%	99.3		98.6		98.1		97.4	
板上小孔直径 d_0		mm	4.5		4.5		4.0		4.0	
板上小孔开孔率 σ		%	8.5~9.5		8.5~9.5		9.0~10.0		9.0~10.0	
齿形角顶端圆角 曲率半径 R		mm	≤ 2.0		≤ 1.4		≤ 0.9		≤ 0.5	

注:1 不锈钢密度取 7850kg/m^3 ;
2 板上小孔排列方式为三角形排列;
3 * 系计算值。本标准规定峰高 h 、波距 $2B$ 为给定值;齿形角 β 为计算值,按式(8.0.2)计算;公称比表面积 a 按式(8.0.3-1)计算;考虑齿形角顶端圆角曲率半径 R 的影响,比表面积 a_1 按式(8.0.3-2)计算; a 及 a_1 值中未计入板上开小孔时开孔率 σ 的影响;计算 a_1 值中 R 取上限值; ϵ 按 a 值计算。

表 3.2.1-2 波纹板片的细纹尺寸

填料型号	P125 I	P125 II	P250 I	P250 II	P350 I	P350 II	P500 I	P500 II
$t_0(\text{mm})$	3		2		2		1.5	
$h_0(\text{mm})$	$\delta+0.8$		$\delta+0.6$		$\delta+0.5$		$\delta+0.4$	

3.2.4 不锈钢孔板波纹填料的盘高取 $40\sim 250\text{mm}$,常用盘高为 $100\sim 200\text{mm}$ 。盘高与塔径的关系见表 3.2.4,盘高可根据塔径大小,按设计要求选用。

表 3.2.4 填料盘高与塔径的关系

塔内径 $\phi(\text{mm})$	100~400	$>400\sim 1000$	$>1000\sim 3000$	>3000
盘高 $H(\text{mm})$	40~100	100~150	150~200	200~250

4 材 料

- 4.0.1 不锈钢孔板波纹填料的材质应符合 GB/T 4239 的规定，应用时可取其厚度的下偏差。
- 4.0.2 选用的不锈钢带钢偏差为：带宽 $H_0^{+0.1}_{-0.6}$ (mm)；带厚 $\delta_0^{-0.025}_0$ (mm)。
- 4.0.3 选用材料必须要有质量检验合格证书、质量保证书及材料化学成分报告。

5 制造要求

- 5.0.1** 按表 3.2.1-1、表 3.2.1-2 及图 3.2.1-1、图 3.2.1-2 中规定的尺寸要求将原料不锈钢带冲孔、滚压细纹(或采用与细纹等效的滚压纹)、压波纹,制成孔板波纹带,再按填料盘横截面上不同弦长以及填料盘整盘或分块组装的要求截成孔板波纹片。
- 5.0.2** 填料盘由若干孔板波纹片垂直均匀地排列成盘。相邻两孔板波纹片的波纹倾角反向叠靠,见图 3.2.1-1。
- 5.0.3** 根据塔设备设计确定填料盘可以做成整盘式或分块式,分块目的是便于填料的安装,每个分块尺寸应能从人孔进入塔内组装。对于塔径小于 800mm 的塔可按整盘制造也可按分块制造。
- 5.0.4** 整盘填料应用钢带箍紧,箍的端头搭接点焊,防止填料变形。上箍安装完后,对上沿切缝,留作填料装塔前翻边用,将箍做成防壁流圈型式。对分块填料,贴塔壁的填料块在贴塔壁端应做成防壁流圈型式,见图 5.0.4-1 及图 5.0.4-2,切缝间距依盘径大小而定,以贴紧塔壁为准。

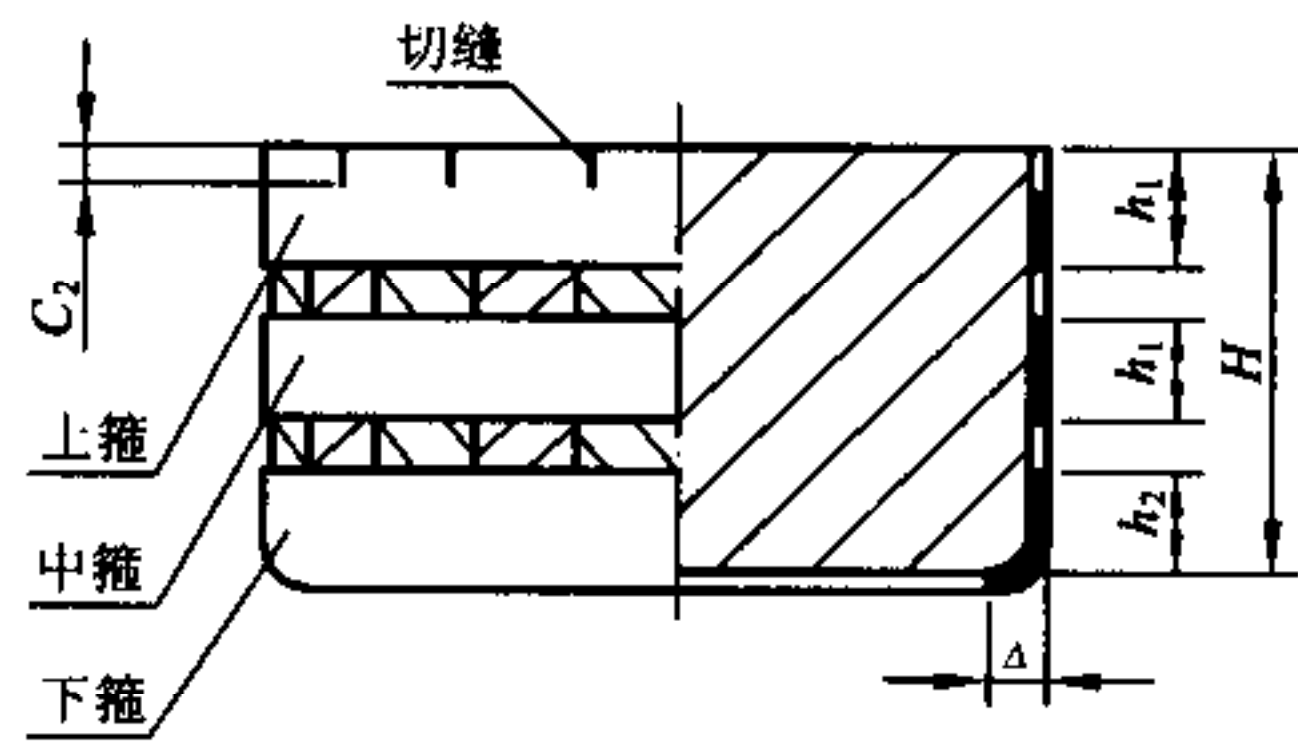


图 5.0.4-1 箍的结构尺寸

C_2 —切缝长度(mm); H —盘高(mm); h_1, h_2 —箍宽(mm); Δ —箍的下翻边宽(mm)

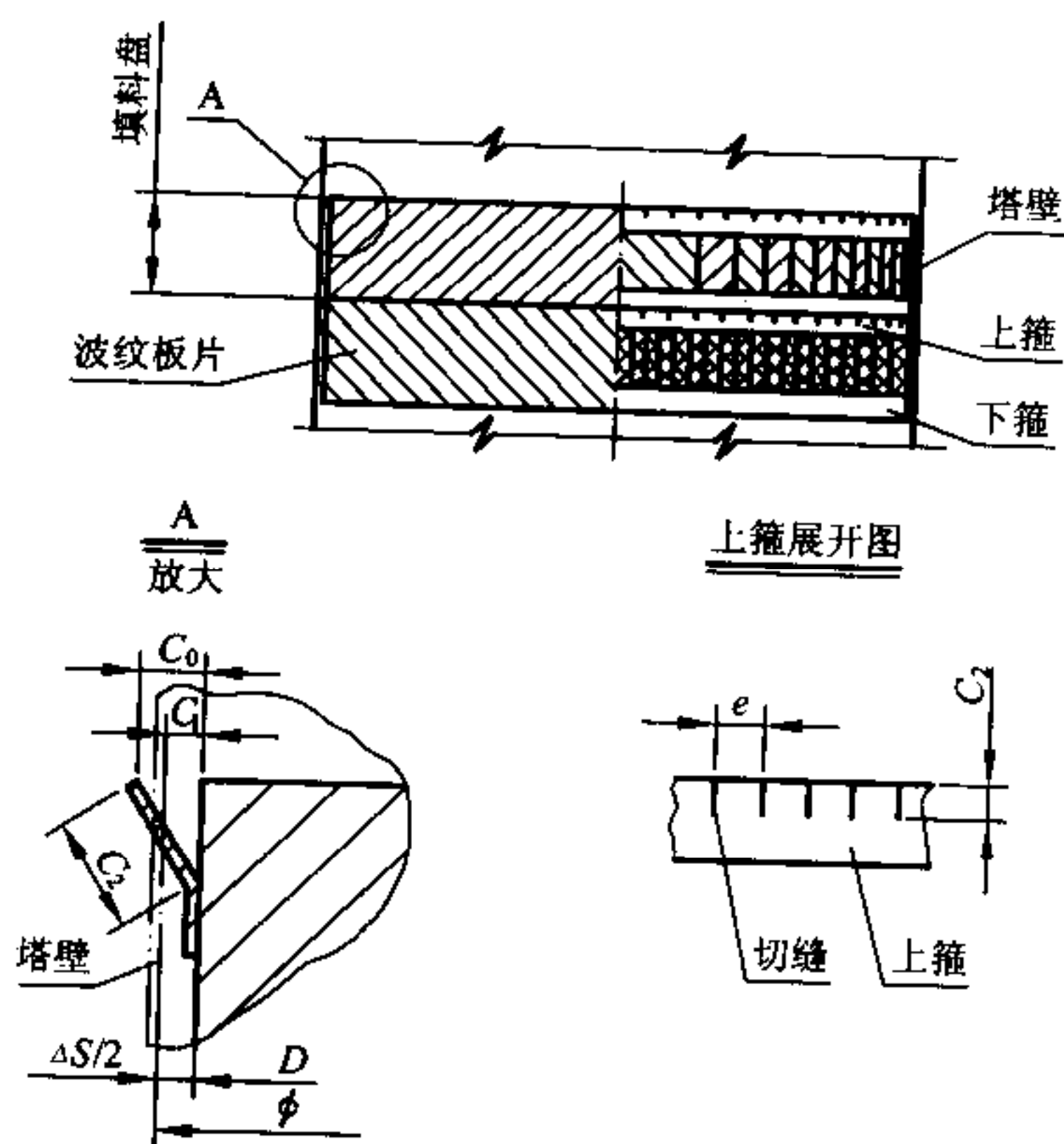


图 5.0.4-2 箍的防壁流结构

C_0 —箍的上翻边尺寸(mm); C_1 —径向间隙(mm); C_2 —切缝长度(mm);
 e —切缝间距(mm)

5.0.5 箍(防壁流圈)的结构尺寸。

上翻边尺寸: $C_0 = (1.5 \sim 2)C_1$ (mm);

$C_1 = \Delta S/2$, ΔS 按表 5.0.8 取上限值。

切缝长度: $C_2 \geq 2C_0$ (mm);

切缝间距: e 见表 5.0.5。

表 5.0.5 箍(防壁流圈)的切缝间距

塔内径 ϕ (mm)	600	800	1000	2000	3000	4000	6000	8000	10000
切缝间距 e (mm)	6	8	10	15	20	25	30	35	40

注: 对表中所列数值以外的塔内径, 按所接近的塔内径取切缝间距值。

5.0.6 对分块填料, 要绘制分块图, 见图 5.0.6。图中尺寸规格完全一致的填料块称为“标准块”, 其余尺寸规格的填料块称为“非

标准块”。两条块相邻间分块的缝隙距离 $l \geq 400\text{mm}$ 。
填料组块方式有穿钉式、点焊式和点焊-穿钉组合式。

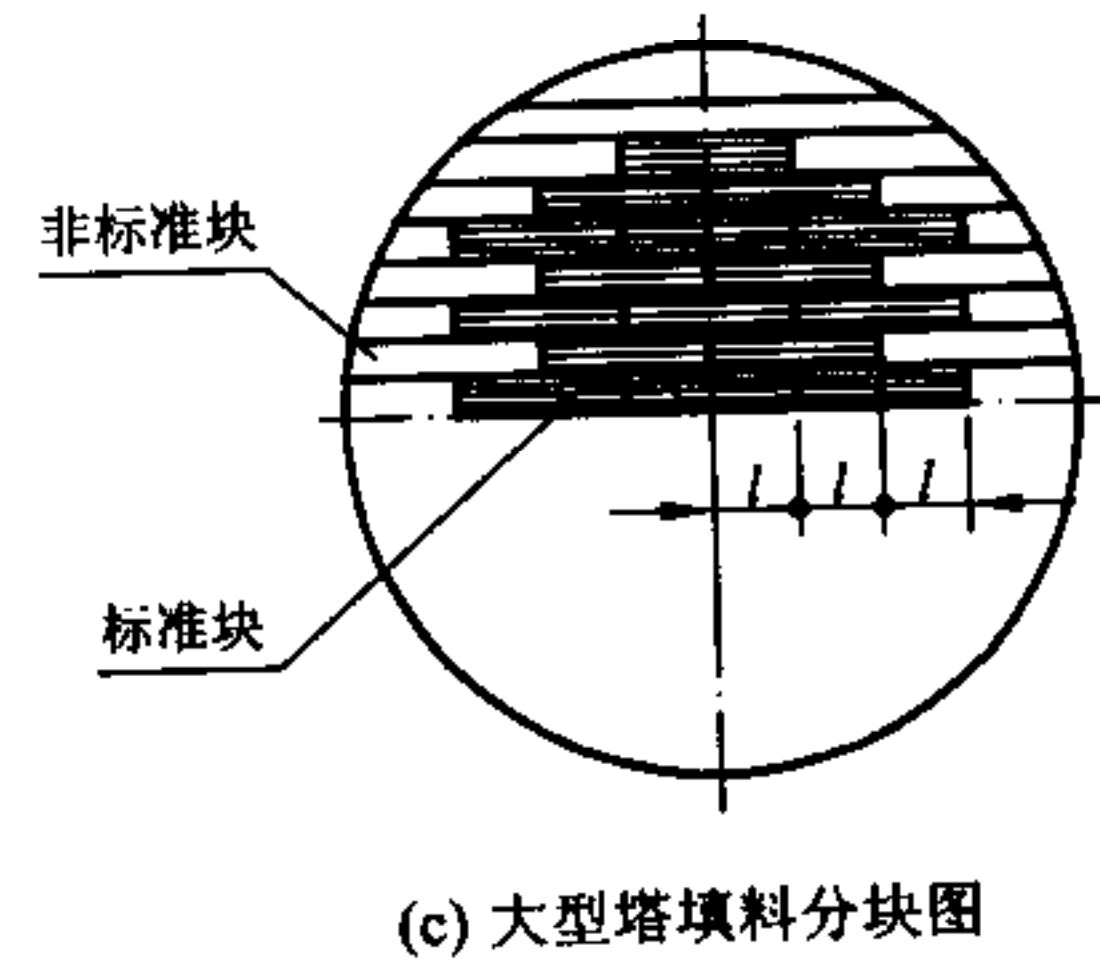
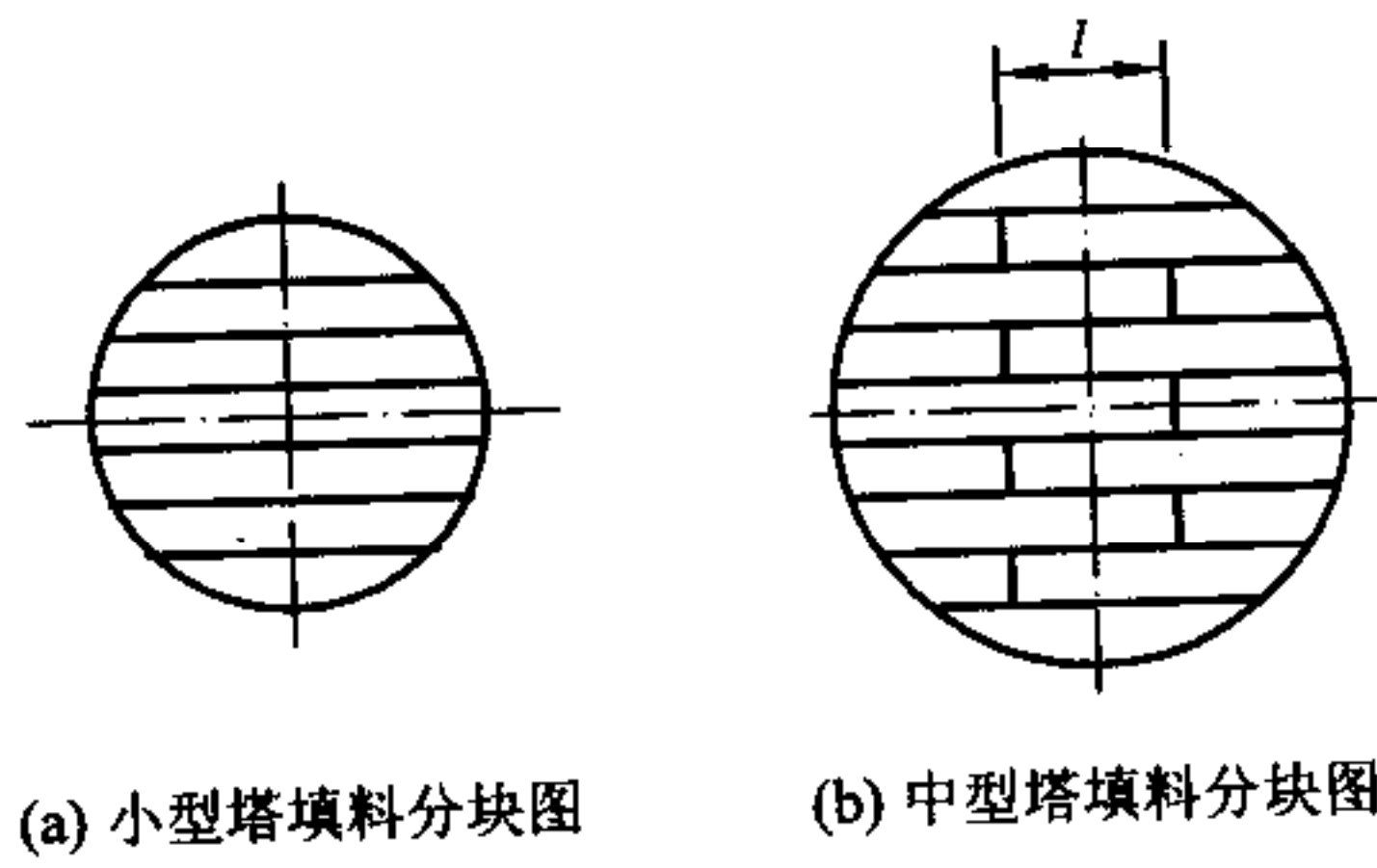


图 5.0.6 填料分块图

5.0.7 箍采用制造填料用的不锈钢带,箍的宽度及根数见图 5.0.4-1 及表 5.0.7,下箍的翻边尺寸 $\Delta = 5 \sim 10\text{mm}$,且在满足 $\Delta < h$ (波纹峰高)的条件下取大值。

表 5.0.7 不同盘高箍的宽度及数量

盘高 $H(\text{mm})$	箍的根数	箍 宽 (mm)		
		上 箍 h_1	中 箍 h_1	下 箍 $h_2 + \Delta$
40	2	18	—	20
50	2	25	—	28
60				
70				

续表 5.0.7

盘高 $H(\text{mm})$	箍的根数	箍 宽 (mm)		
		上 箍 h_1	中 箍 h_1	下 箍 $h_2+\Delta$
80	2	35	—	40
90				
100				
110				
120				
130				
140				
150	2	35	—	45
160				
170				
180				
190				
200	3	35	30	45
250	3	40	35	45

5.0.8 整盘填料或分块组装成盘的填料要求波纹片排列均匀,盘面应平整,不允许有高低不平现象。盘的椭圆度、盘径和盘高偏差、盘面的水平度要求见表 5.0.8。

表 5.0.8 填料盘加工尺寸精度要求 (mm)

塔内径 ϕ	盘径 D	盘径偏差 ΔS	椭圆度偏差	盘高偏差	水平度偏差
<400	$\phi-\Delta S$	2.0~4.0	≤ 2.0	+2.0 -0.0	≤ 2.0
400~900	$\phi-\Delta S$	4.0~6.0	≤ 3.0	+2.0 -0.0	≤ 3.0
$>900\sim 3000$	$\phi-\Delta S$	6.0~8.0	≤ 4.0	+3.0 -0.0	≤ 4.0
>3000	$\phi-\Delta S$	8.0~12.0	≤ 6.0	+3.0 -0.0	≤ 5.0

6 检验与验收

6.1 验收规则

6.1.1 靠胎具组盘的整盘式填料盘应分批验收,每种规格的填料可按表 6.1.1 规定分批。当某种规格填料的生产量不足表 6.1.1 所规定的批量值,则可按该填料的生产量为一批。

每批填料的抽样量按该批填料总盘数的 10%,但最少不得低于 2 盘。

表 6.1.1 填料分批量

盘 径 D (mm)	分 批 量 (m^3)
≤ 800	5
> 800	10

6.1.2 大、中型塔用的分块填料盘,供方采用放大样方法逐盘检验,需方应派员到供方现场验收。

6.1.3 被检验的填料均应符合本标准规定的全部检验项目。

6.2 检验项目

6.2.1 每批填料在出厂前应由质检部门按本标准要求进行检查。

6.2.2 填料盘外观应平整、无锈蚀。

6.2.3 填料峰高、波距、倾角及齿形角,应符合表 3.2.1-1 的要求。

按表 3.2.1-1 中标准峰高(不计偏差值)计算每 100 片的峰高累加长度与实际产品 100 片峰高累加长度的偏差为:正偏差不大于 $1h$,负偏差不大于 $2h$ 。

6.2.4 填料盘径、椭圆度及水平度应符合表 5.0.8 的要求。

6.2.5 板片上的小孔孔径 d_0 、孔心距 t 及细纹只做外观检查,小孔无毛刺,布孔及细纹均匀。

6.2.6 钢带厚度允许偏差,应符合 GB/T 4239 的规定。

7 标志、包装及储运

7.0.1 成品填料盘装箱必须有装箱单,应包括产品名称及型号、规格尺寸、生产厂名及生产日期。同时应有产品检验合格证书,包括检验项目、检验日期及检验人员盖章。

7.0.2 成品应采用纸箱或木箱包装,填料盘应水平放置。包装箱外应标明产品名称及型号、制造厂名称、产品质量,还应标明“严防潮湿”等字样或标志。

7.0.3 产品在运输中严禁强烈撞击、直接淋雨。

7.0.4 产品应储存在通风干燥的室内,不允许侧向堆放。

8 板波纹填料特性参数的计算

8.0.1 波纹边长:

$$S = \frac{h}{\cos(\beta/2)} \quad (8.0.1)$$

式中 S —— 波纹的边长(mm);

h —— 波纹的峰高(mm);

β —— 波纹的齿形角($^{\circ}$).

8.0.2 波纹的波距:

$$2B = 2h \tan \frac{\beta}{2} \quad (8.0.2)$$

式中 $2B$ —— 波纹的波距, B 为半波距(mm);

h —— 波纹的峰高(mm);

β —— 波纹的齿形角($^{\circ}$).

8.0.3 比表面积:

1 公称比表面积:

$$a = \frac{2S}{hB} \times 10^3 = \frac{4}{2B \cdot \cos(\beta/2)} \times 10^3 \quad (8.0.3-1)$$

2 考虑齿形角顶端圆角曲率半径 R 的影响, 其比表面积:

$$a_1 = \frac{2S'}{hB} \times 10^3 \quad (8.0.3-2)$$

3 考虑板片上开孔后的比表面积:

$$a_2 = a(1 - \sigma)$$

$$\text{或 } a_2 = a_1(1 - \sigma) \quad (8.0.3-3)$$

式中 a —— 公称比表面积(m^2/m^3);

a_1 —— 考虑齿形角顶端圆角曲率半径 R 影响的比表面积(m^2/m^3);

a_2 ——考虑板片上开小孔后的比表面积(m^2/m^3);
 S ——波纹的边长(mm);
 S' ——考虑齿形角顶端圆角曲率半径 R 的影响后,波纹的边长(mm);
 h ——波纹的峰高(mm);
 $2B$ ——波纹的波距, B 为半波距(mm);
 σ ——波纹板片上小孔的开孔率(%);
 β ——波纹的齿形角($^\circ$)。

8.0.4 空隙率:

$$\epsilon = \left(1 - \frac{A\delta}{2 \times 10^3}\right) \times 100 \tag{8.0.4}$$

式中 ϵ ——空隙率(%);
 A ——比表面积,取 a 或 a_1 或 a_2 (m^2/m^3);
 δ ——板波纹填料的板厚(mm)。

8.0.5 堆积密度:

$$\rho_p = (1 - \epsilon)\rho_M \tag{8.0.5}$$

式中 ρ_p ——堆积密度(kg/m^3);
 ϵ ——空隙率(%);
 ρ_M ——填料材质的密度(kg/m^3)。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本标准中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国行业标准

不 锈 钢 孔 板 波 纹 填 料

HG/T 21559.2—2005

条 文 说 明

目 次

1 总则 (21)

3 标记、规格及特性 (22)

 3.2 规格及特性 (22)

5 制造要求 (23)

6 检验与验收 (24)

1 总 则

1.0.1 本标准规定的不锈钢孔板波纹填料,是规整填料的一种,其填料单元规则整齐地排列在塔内,填料单元由不锈钢孔板波纹片组装而成。填料在塔内构成均匀的几何图形排布,规定了气液流路,改善了沟流及壁流现象。

1.0.2 本标准规定的填料,在蒸馏、吸收、解吸、萃取、化学交换、洗涤、传热、混合反应等传质单元设备中有广泛应用,涉及化工、石油化工、化肥、轻工、食品、精细化工、医药、天然气、生物化工、环境工程等领域,塔设备直径已达 10m 以上,相对不锈钢丝网波纹填料,其分离性能介于不锈钢丝网波纹填料与散堆填料之间。可适用于较高的操作温度,对低温操作,其温度基本无限制。

不锈钢孔板波纹填料属高效填料之一,具有低阻、高效、低持液量、通量大、操作弹性大等特点,并能适应现代大型塔生产要求。

在选用规整填料时,必须配备优良的气液分布器及再分布器,同时还必须配有合理的其他塔内件,如床层限位器、填料支承装置等。

1.0.3 规整填料由于其结构原因,要求物料清洁,不含固体颗粒及不易产生自聚,相对不锈钢丝网波纹填料,不锈钢孔板波纹填料的抗堵塞能力较强。

3 标记、规格及特性

3.2 规格及特性

3.2.1 不锈钢孔板波纹填料的结构类似于不锈钢丝网波纹填料，其基本单元是带有斜齿的波纹不锈钢薄片组成圆柱体。

不锈钢孔板波纹填料按比表面积不同以及波纹倾角的不同分成许多规格，本标准给出常用的八种规格。比表面积的计算方法有：

1 公称比表面积 a ，按常规的理论计算公式(8.0.3-1)计算，该式不考虑齿形角顶端圆角曲率半径的影响。

2 实际比表面积计算值 a_1 ，考虑齿形角顶端圆角曲率半径的影响，使比表面积相对 a 有所增加，按式(8.0.3-2)计算。

在实际应用中比表面积 $a_1 > a$ (见表 3.2.1-1)对传质有利，但原材料消耗略有增加。

3.2.2 在波纹板片上冲有小孔，根据工艺设计的需要，波纹板片上也可不冲小孔。在波纹板片上压制有细纹，或采用与细纹等效的滚压纹，如点状、虚线状等。这些结构其目的是加强横向混合，增强液体分布及均布，提高填料表面的润湿能力，从而提高传质效率，同时可提高填料盘的刚度。

5 制造要求

5.0.1 填料盘制造成整盘式或分块式,应由工艺及设备人员根据新设计塔或老塔改造的具体情况确定,无论整盘式或分块式,以能顺利装入塔内为准,要考虑吊装位置、人孔大小等。

5.0.4 填料盘的防壁流圈,为方便运输及保护防壁流圈,其翻边工作应在安装现场装塔前再进行翻边。

5.0.7 填料盘下箍的翻边尺寸 Δ ,其作用是将塔壁及塔边的流体向塔中心方向导向,以减小壁流并提高塔效率。

6 检验与验收

通过检验及验收合格的填料,在现场进行塔的安装时,必须有专业技术人员进行指导,并制定填料装塔程序及安装要求标准,严格进行逐盘安装与检验,以保证塔的效率。