

中华人民共和国化学工业部

工程建设标准

补 强 管

HG 21630-1990

1991 北京

中华人民共和国化学工业部

工程建设标准

补 强 管

HG 21630-1990

化工部设备设计技术中心站

提出

化工部设备设计技术中心站

编制

中华人民共和国化学工业部

批准

目 录

1 主题内容和适用范围	(1)
2 引用标准	(1)
3 符号说明	(1)
4 型式、尺寸和端部	(2)
5 材料和制造技术要求	(6)
6 型式选用	(6)
7 补强管与壳体的焊接	(12)
附录A 补强管选用示例(参考件)	(14)
附录B 补强管与圆筒或凸形封头连接时的矢高 h_1 (参考件, h_1 见图2所示)	(16)
编制说明	(18)
HGJ 补强管标准产品推荐的定点生产企业	(21)

通 知

根据国家石油和化学工业局、国家质量技术监督局和建设部关于规范使用标准代号的通知精神，经过清理整顿，并按照领导部门关于转化标准代号的规定，把原 HGJ 527-90 标准号转化为 HG 21630-1990。凡在本标准内容中出现的标准号“HGJ 527-90”，均应理解已转化为“HG 21630-1990”，即原标准号 HGJ 527-90 已注销，代之为新标准号 HG 21630-1990。请各使用单位及有关人员遵照执行。

特此通知！

全国化工工程建设标准编辑中心

前 言

根据化工部基建司的安排，由化工部设备设计技术中心站组织编制化工设备设计专业的设计标准和技术规定，作为指导设备设计和制造的部颁指令性技术文件。

补强管(HG 21630-1990)对钢制压力容器开孔补强用的补强管型式、尺寸、选用、计算等进行了规定。其内容包括：主题内容和适用范围；引用标准；符号说明；型式、尺寸和端部；材料和制造技术要求；型式选用；补强管与壳体的焊接；附录A、B和编制说明。

本标准由化工部设备设计技术中心站应道宴、虞军主编，应道宴校核，竺基梅审核。

本标准在编制过程中广泛征求了意见，总结了各化工设计单位多年来的设计经验，经中心站组织函审和设备中心站技术委员会会议审查通过，最后定稿；为组织生产和保证质量，现确定南通市化工仪表厂为HG 21630“补强管”的推荐定点生产企业；由化工部设备中心站报部审批。

在执行本标准的过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料提供化工部设备设计技术中心站，以便今后修订时参考。

化工部设备设计技术中心站

一九九〇年十二月

化学工业部 工程建设标准		补 强 管				工程建设标准 HG 21630-1990	
主编	化工部设备 设计技术中心站	批 准	化学工业部	施行 日期	1991年5月	第 1 页	共 13 页

1 主题内容和适用范围

1.1 本标准规定了当量压力 $P_D \leq 6.4 \text{MPa}$ 的钢制压力容器壳体开孔补强设计用补强管的型式、尺寸和使用要求。

1.2 本标准适用于直接焊接在压力容器壳体上, 用作开孔补强的圆形补强管。

2 引用标准

- GB 150-89 《钢制压力容器》;
 HGJ 15-89 《钢制化工容器材料选用规定》;
 HGJ 16-89 《钢制化工容器强度计算规定》;
 HGJ 17-89 《钢制化工容器结构设计规定》。

3 符号说明

δ ——开孔处壳体计算厚度, mm;

δ_f ——开孔处平盖计算厚度, mm;

δ_F ——开孔处壳体需要补强的当量厚度, mm;

δ_n ——开孔处壳体名义厚度, mm;

δ_{nt} ——补强管补强段名义厚度, mm;

δ'_{nt} ——补强管接管段名义厚度, mm;

ϕ ——开孔处壳体焊缝系数;

C ——厚度附加量, mm

$$C = C_1 + C_2$$

C_1 ——厚度负偏差, mm;

C_2 ——腐蚀裕量, mm;

d_o ——补强管接管段外径, mm;

d_n ——补强管补强段外径, mm;

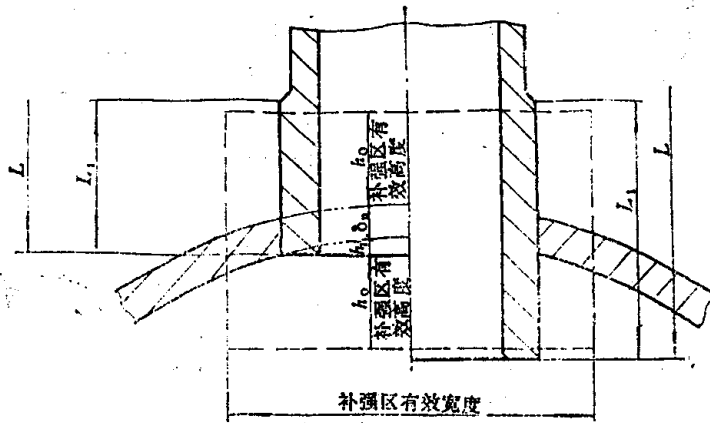
d_i ——补强管内径, mm;

f_r ——强度削弱系数, 等于设计温度下补强管材料与壳体材料许用应力之比。当 $f_r > 1.0$ 时, 取 $f_r = 1.0$;

D_i ——筒体或凸形封头球面部分内直径, mm;

h_o ——补强管的有效补强高度, mm;

h_1 ——补强管与圆筒或凸形封头连接时的矢高(见图2和附录B), mm;



外侧(单侧)补强

双侧补强

图 2

表1

A、B、C型补强管

mm

公称直径 dN	外径×壁厚 $d_o \times \delta_{nt}$			补强管外伸或内伸 最小长度 h_0			理论重量 kg/100mm		
	A型	B型	C型	A型	B型	C型	A型	B型	C型
65	$\phi 76 \times 5$	$\phi 76 \times 7$	$\phi 76 \times 9$	19	22	25	0.875	1.2	1.5
80	$\phi 89 \times 5.5$	$\phi 89 \times 8$	$\phi 89 \times 10$	22	25	28	1.1	1.6	2.0
100	$\phi 108 \times 6$	$\phi 108 \times 9$	$\phi 108 \times 12$	25	30	34	1.5	2.2	2.8
125	$\phi 133 \times 6.5$	$\phi 133 \times 10$	$\phi 133 \times 14$	29	35	40	2.0	3.0	4.1
150	$\phi 159 \times 7$	$\phi 159 \times 11$	$\phi 159 \times 16$	33	40	47	2.6	4.0	5.6
200	$\phi 219 \times 8$	$\phi 219 \times 13$	$\phi 219 \times 18$	41	51	59	4.2	6.6	8.9
250	$\phi 273 \times 9$	$\phi 273 \times 15$	$\phi 273 \times 20$	49	61	70	5.9	9.5	12.5
300	$\phi 325 \times 9.5$	$\phi 325 \times 17$	$\phi 325 \times 22$	55	71	80	7.4	12.9	16.4
350	$\phi 377 \times 9.5$	$\phi 377 \times 20$	$\phi 377 \times 25$	59	83	92	8.6	17.6	21.7
400	$\phi 426 \times 9.5$	$\phi 426 \times 22$	$\phi 426 \times 28$	63	93	104	9.8	21.9	27.5
450	$\phi 480 \times 9.5$	$\phi 480 \times 25$	$\phi 480 \times 30$	67	105	114	11.0	28.1	33.3
500	$\phi 530 \times 9.5$	$\phi 530 \times 28$	$\phi 530 \times 34$	70	117	128	12.2	34.7	41.6
600	$\phi 630 \times 9.5$	$\phi 630 \times 20$	$\phi 630 \times 30$	77	110	133	14.5	30.1	44.4

注: 1. 表列尺寸均为采用无缝钢管制造时的尺寸, 如采用其它制造方法时, 可以内径为基准。

2. C型补强管的通径较小, 选用时应予考虑。

表2

D 型 补 强 管

mm

公称直径 dN	接管段外径 d _o	补强管内径 d _i	补强段外径 d _n	补强段壁厚 δ _{n1}	接管段壁厚 δ' _{n1}	理论重量 kg/100mm		补强段外伸 或内伸的最 小长度h。
						补强段	接管段	
65	76	65	89	12	5.5	2.279	0.956	30
80	89	80	108	14	5.5	3.245	1.133	35
100	108	99	133	17	4.5	4.863	1.149	43
125	133	119	159	20	7.0	6.855	2.175	51
150	159	146	194	24	6.5	10.06	2.444	61
200	219	195	245	25	12	13.56	6.126	72
250	273	243	299	28	15	18.71	9.543	84
300	325	291	351	30	17	23.75	12.91	95
350	377	338	402	32	19.5	29.20	17.19	106
400	426	400	472	36	13	38.71	13.24	121
450	480	450	526	38	15	45.73	17.20	132
500	530	500	584	42	15	56.14	19.05	145
600	630	590	682	46	20	72.15	30.09	165

注：1. 对于dN400~600的D型补强管，外径尺寸不符合无缝钢管标准，可采用锻件或钢板焊制。

2. 当D型补强管采用无缝钢管制造时，应以外径为基准。如采用其它制造方法时，可以内径为基准。

公称直径 dN	接管段外径 d_o	补强管内径 d_i	补强段外径 d_n	补强段壁厚 δ_{nt}	接管段壁厚 δ'_{nt}	理论重量 kg/100mm		补强段外伸 或内伸的最 小长度 h_o
						补强段	接管段	
65	76	64	108	22	6	4.665	1.036	41
80	89	73	121	24	8	5.741	1.598	45
100	108	90	146	28	9	8.148	2.197	53
125	133	120	180	30	6.5	11.10	2.028	63
150	159	147	219	36	6	16.25	2.264	76
200	219	193	273	40	13	22.99	6.604	91
250	273	241	325	42	16	29.31	10.14	104
300	325	293	377	42	16	34.70	12.19	114
350	377	336	426	45	20.5	42.28	18.02	126
400	426	400	496	48	13	53.03	13.24	139
450	480	450	554	52	15	64.38	17.20	155
500	530	500	612	56	15	76.79	19.05	169
600	630	590	710	60	20	96.18	30.09	189

注：1.对于dN400~600的E型补强管，外径尺寸不符合无缝钢管标准，可采用锻件或钢板焊制。

2.当E型补强管采用无缝钢管制造时，应以外径为基准。如采用其他制造方法时，可以内径为基准。

4.5.2 标志示例

〔示例1〕：接管公称直径dN100的D型补强管， $L_1 = 100\text{mm}$ ， $L = 170\text{mm}$ ，材料为20号钢管。

标准号：HG 21630-1990

规格：dN100D×100/170

材料：20

〔示例2〕：接管公称直径dN150的A型补强管， $L = 250\text{mm}$ ，材料为0Cr19Ni9钢管。

标准号：HG 21630-1990

规格：dN150A×250

材料：0Cr19Ni9

4.6 补强管的端部

4.6.1 当补强管端部厚度 δ'_{nt} 大于与其对焊的配管或对焊法兰端部壁厚2mm时，补强管端部应进行削薄（见图3）。

5 材料和制造技术要求

5.1 补强管可采用下列制造方法中的任意一种:

- (1) 无缝钢管或与无缝钢管等效的焊接钢管;
- (2) 锻件;
- (3) 锻轧圆棒切削而成;
- (4) 钢板焊制(卷焊或热压成型后焊接)。

5.2 补强管的尺寸偏差应符合下列要求:

- (1) 直径偏差(外径或内径): $\leq \pm 1\%$;
- (2) 壁厚偏差: $+15\%$, -12.5% ;
- (3) 长度偏差: $\pm 2\text{mm}$ 。

5.3 补强管的材料应按5.1所列的制造方法,根据GB 150和HGJ 15对钢管、锻件、钢棒、钢板的要求,选用相应的材料。

5.4 焊制的补强管对接焊缝应进行100%射线探伤检查,并符合GB 150对A类焊缝的要求。

焊制的补强管制造技术要求应符合GB 150对筒体的相应要求。

6 型式选用

6.1 凡符合GB 150的6.2条的接管,可不必选用本标准的补强管。

6.2 补强管型式和尺寸选用

6.2.1 凡根据GB 150的6.1~6.5条进行圆形开孔等面积补强设计时,可按本标准6.2.2~6.2.4要求选用。

如 $\delta_r \leq 0$,则表示壳体已满足补强要求。

6.2.2 δ_r 的计算按下列规定:

(1) 当开孔位于内压圆筒、球壳、凸形封头、锥壳时:

$$\delta_r = (2\delta - \delta_n + C) / f_r$$

内压圆筒: δ 按GB 150(式3-1),取 $\phi = 1$ 计算而得;

椭圆形封头(开孔位于封头中心80%封头内直径): δ 按GB 150(式6-3),取 $\phi = 1$ 计算而得;

碟形封头(开孔位于球面部分): δ 按GB 150(式6-4),取 $\phi = 1$ 计算而得;

锥壳: δ 以开孔中心处锥壳内直径取代GB 150(式5-7)的 D_c ,取 $\phi = 1$ 计算而得。

(2) 当开孔位于平盖时: $\delta_r = (2\delta - \delta_p + C) / 2f_r$ 。 δ_p 按GB 150的5.4.2条,取 $\phi = 1$ 计算而得;

(3) 当开孔位于外压壳体: $\delta_r = (2\delta - \delta_n + C) / 2f_r$ 。 δ 为壳体的外压计算厚度。

6.2.3 补强管型式及尺寸选用步骤如下:

(1) 按6.2.2计算待补强壳体的 δ_r 值。

(2) 根据设计压力 P 和补强管材料在设计温度下的许用应力 (σ) , 按下式计算当量压力 P_{Dt}

$$P_D = 120P/(\sigma)$$

(3) 表4~9分别是 P_D 为0.4、1.0、1.6、2.5、4.0、6.4MPa时各种型式补强管的 (δ_F) 值。如当量压力 P_D 处于中间值, 可采用线性内插法求取 (δ_F) 值。

如腐蚀裕量 C_2 不同于表列值, 可采用线性内插法($0 < C_2 < 2\text{mm}$), 或外推法($C_2 > 2\text{mm}$)求取 (δ_F) 值。

(4) 按照 $(\delta_F) \geq \delta_F$ 的原则, 选用合适的补强管型式, 一般控制补强管的补强段厚度 $\delta_{..}$ 不大于两倍的壳体名义厚度 $\delta_{..}$ 。

表4 (δ_F) 值 ($P_D = 0.40\text{MPa}$) mm

接管 公称 直径 dN	补强管式		A型		B型				C型				D型				E型					
	补强方式		单侧		单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧			
	腐蚀裕量 C_2		0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
65	(δ_F)		2.9	1.8	5.3	2.0	4.6	3.2	8.7	4.6	6.7	5.0	12.9	7.9	9.5	7.5	18.5	13.0	23.0	20.1	45.6	37.4
80	(δ_F)		2.9	1.8	5.5	2.3	5.0	3.6	9.6	5.5	7.0	5.4	13.7	8.9	10.6	8.7	20.8	15.4	24.4	21.5	48.5	40.5
100	(δ_F)		2.9	1.9	5.5	2.5	5.2	3.9	10.2	6.3	8.2	6.5	16.1	11.3	12.6	10.7	24.9	19.5	27.5	24.8	54.9	47.1
125	(δ_F)		2.8	1.9	5.5	2.7	5.4	4.1	10.6	6.9	9.1	7.5	18.0	13.4	14.5	12.6	28.8	23.5	26.3	23.9	52.6	45.8
150	(δ_F)		2.8	1.9	5.5	2.8	5.6	4.4	11.0	7.5	10.0	8.5	20.0	15.5	17.1	15.2	34.1	28.8	31.2	28.8	62.4	55.7
200	(δ_F)		2.8	2.0	5.6	3.2	5.9	4.8	11.8	8.6	9.9	8.5	19.7	15.8	15.6	14.0	31.3	26.7	31.8	29.6	63.6	57.6
250	(δ_F)		2.9	2.2	5.9	3.6	6.5	5.4	13.0	9.9	10.2	8.9	20.4	16.8	16.5	15.0	33.1	28.8	30.5	28.6	61.2	55.7
300	(δ_F)		2.9	2.2	5.8	3.7	7.1	6.1	14.3	11.3	10.6	9.4	21.4	17.9	16.7	15.3	33.5	29.5	27.6	25.9	58.4	50.5
350	(δ_F)		2.6	2.0	5.3	3.3	8.4	7.3	16.9	13.9	11.9	10.7	24.0	20.5	17.0	15.7	34.2	30.3	28.5	26.9	57.3	52.6
400	(δ_F)		2.4	1.8	5.0	3.1	9.1	8.0	18.3	15.3	13.2	12.1	26.7	23.3	18.6	17.3	37.5	33.7	28.7	27.2	57.8	53.4
450	(δ_F)		2.2	1.7	4.6	2.9	10.3	9.3	20.8	17.9	13.7	12.6	27.8	24.4	19.0	17.7	38.3	34.7	30.5	29.0	61.4	57.1
500	(δ_F)		2.1	1.5	4.4	2.7	11.6	10.6	23.5	20.5	15.8	14.6	31.9	28.6	20.9	19.7	42.2	38.6	32.3	30.8	65.1	60.8
600	(δ_F)		1.9	1.4	4.0	2.4	6.1	5.4	12.6	10.3	11.7	10.7	23.7	20.9	22.0	20.8	44.5	41.0	32.9	31.5	66.4	62.4

表5

〔 δ_F 〕值 ($P_D=1.0\text{MPa}$)

mm

接管 公称 直径	补强管式		A型				B型				C型				D型				E型			
	补强 方式	腐蚀裕 量 C ₁	单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧	
			0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
65	〔 δ_F 〕		2.8	1.7	5.2	1.9	4.5	3.1	8.6	4.5	6.6	4.8	12.8	7.8	9.3	7.4	18.4	12.8	22.8	19.9	45.4	37.2
80			2.9	1.7	5.4	2.2	4.9	3.5	9.5	5.4	6.9	5.2	13.6	8.7	10.4	8.5	20.7	15.3	24.2	21.3	48.3	40.3
100			2.8	1.8	5.4	2.4	5.1	3.8	10.1	6.2	8.0	5.4	16.0	11.2	12.3	10.5	24.7	19.3	27.3	24.5	54.6	46.9
125			2.7	1.7	5.4	2.5	5.2	4.0	10.4	6.7	8.9	7.3	17.9	13.2	14.2	12.4	28.6	23.3	26.0	23.6	52.3	45.5
150			2.7	1.8	5.4	2.7	5.4	4.2	10.8	7.3	9.8	8.3	19.7	15.2	16.8	15.0	33.8	28.6	30.8	28.4	62.0	55.3
200			2.6	1.8	5.4	3.0	5.7	4.6	11.6	8.4	9.6	8.2	19.5	15.5	15.3	13.7	30.9	26.4	31.3	29.2	63.2	57.1
250			2.7	1.9	5.7	3.4	6.2	5.1	12.7	9.6	9.8	8.6	20.1	16.4	16.1	14.6	32.7	28.4	30.0	28.1	60.7	55.2
300			2.6	1.9	5.5	3.4	6.7	5.7	13.9	10.9	10.2	9.1	21.0	17.5	16.2	14.8	33.1	29.0	27.0	25.3	54.8	50.0
350			2.3	1.7	5.0	3.1	7.9	6.9	16.5	13.5	11.4	10.3	23.5	20.1	16.5	15.1	33.7	29.8	27.9	26.3	56.7	52.0
400			2.1	1.5	4.6	2.8	8.6	7.6	11.8	14.8	12.7	11.6	26.2	22.8	18.0	16.7	36.9	33.1	28.0	26.5	57.1	52.7
450			1.9	1.3	4.3	2.5	9.8	8.8	20.3	17.3	13.2	12.0	27.2	23.9	18.3	17.1	37.6	34.0	29.7	28.2	60.7	56.3
500			1.8	1.2	4.0	2.4	11.0	10.0	22.9	19.9	15.2	14.0	31.3	27.9	20.2	18.9	41.5	37.8	31.5	30.0	64.3	60.0
600		1.5	1.0	3.6	2.1	5.5	4.8	12.0	9.8	11.0	10.1	23.1	20.2	21.2	20.0	43.6	40.2	32.0	30.6	65.5	61.4	

表6

〔 δ_F 〕值 ($P_D = 1.6 \text{MPa}$)

mm

接管 公称 直径 dN	补强管 式 补强 方式 腐蚀裕 量 C_2	A型				B型				C型				D型				E型			
		单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧	
		0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
65	〔 δ_F 〕	2.7	1.6	5.1	1.8	4.4	3.0	8.5	4.3	6.4	4.7	12.7	7.7	9.2	7.3	18.2	12.7	22.6	19.7	45.2	37.0
80		2.7	1.6	5.3	2.1	4.8	3.4	9.4	5.3	6.8	5.1	13.4	8.6	10.2	8.4	20.5	15.1	24.0	21.1	48.1	40.1
100		2.7	1.6	5.3	2.2	5.0	3.6	9.9	6.0	7.9	6.2	15.8	11.0	12.1	10.3	24.5	19.1	27.0	24.3	54.3	46.6
125		2.6	1.6	5.2	2.4	5.0	3.8	10.2	6.6	8.7	7.1	17.7	13.0	14.0	12.1	28.3	23.0	25.7	23.3	52.0	45.2
150		2.5	1.6	5.2	2.5	5.2	4.0	10.6	7.1	9.6	8.0	19.5	15.0	16.5	14.7	33.5	28.3	30.4	28.1	61.6	54.9
200		2.4	1.6	5.2	2.8	5.4	4.3	11.3	8.1	9.3	7.9	19.2	15.2	14.9	13.3	30.6	26.0	30.9	28.8	62.7	56.7
250		2.5	1.7	5.4	3.1	5.9	4.8	12.4	9.3	9.5	8.2	19.7	16.1	15.7	14.2	32.3	28.0	29.5	27.6	60.2	54.7
300		2.3	1.6	5.3	3.1	6.4	5.4	13.6	10.6	9.8	8.7	20.6	17.1	15.7	14.3	32.6	28.5	26.5	24.8	54.3	49.4
350		2.0	1.4	4.8	2.8	7.5	6.5	16.1	13.1	11.0	9.8	23.1	19.6	15.9	14.6	33.2	29.3	27.3	25.7	56.1	51.4
400		1.8	1.2	4.3	2.5	8.1	7.1	17.3	14.4	12.2	11.0	25.7	22.3	17.4	16.1	36.3	32.5	27.3	25.8	56.4	52.0
450		1.6	1.0	4.0	2.2	9.2	8.2	19.8	16.8	12.6	11.5	26.6	23.3	17.6	16.4	37.0	33.3	29.0	27.5	59.9	55.6
500		1.4	0.9	3.7	2.0	10.4	9.4	22.3	19.3	14.5	13.4	30.7	27.3	19.4	18.2	40.7	37.1	30.6	29.2	63.4	59.2
600	1.1	0.6	3.2	1.7	5.0	4.3	11.5	9.2	10.3	9.4	22.4	19.6	20.3	19.1	42.8	39.3	31.0	29.6	64.5	60.5	

表7

〔 δ_F 〕值 ($P_D=2.5\text{MPa}$)

mm

接管 公称 直径 dN	补强管式		A型				B型				C型				D型				E型			
	补强 方式	裕 量 C ₁	单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧	
			0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
65	〔 δ_F 〕		2.6	1.4	5.0	1.6	4.2	2.8	8.3	4.2	6.3	4.6	12.5	7.5	9.0	7.1	18.0	12.5	22.3	19.4	44.9	36.8
80			2.6	1.5	5.1	1.9	4.6	3.2	9.2	5.1	6.6	4.9	13.2	8.4	10.0	8.1	20.2	14.9	23.7	20.8	47.7	39.8
100			2.5	1.4	5.1	2.1	4.7	3.4	9.7	5.8	7.6	6.0	15.6	10.8	11.8	10.0	24.2	18.8	26.6	23.9	54.0	46.3
125			2.3	1.4	5.0	2.2	4.8	3.5	10.0	6.3	8.4	6.8	17.4	12.7	13.6	11.8	28.0	22.7	25.3	22.9	51.5	44.8
150			2.3	1.4	5.0	2.3	4.9	3.7	10.3	6.8	9.2	7.7	19.2	14.7	16.0	14.2	33.1	27.8	29.9	27.5	61.1	54.4
200			2.1	1.3	4.9	2.5	5.0	4.0	10.9	7.7	8.9	7.5	18.7	14.8	14.4	12.8	30.0	25.5	30.2	28.1	62.1	56.0
250			2.1	1.3	5.1	2.8	5.4	4.4	11.9	8.9	9.0	7.7	19.2	15.6	15.0	13.6	31.7	27.4	28.7	26.8	59.4	53.9
300			1.9	1.2	4.8	2.7	5.8	4.8	13.0	10.1	9.2	8.1	20.0	16.5	15.0	13.6	31.9	27.8	25.6	23.9	53.4	48.6
350			1.6	0.9	4.3	2.3	6.9	5.9	15.4	12.4	10.3	9.1	22.4	19.0	15.1	13.8	32.4	28.5	26.3	24.7	55.2	50.5
400			1.3	0.7	3.9	2.0	7.4	6.4	16.6	13.7	11.4	10.3	24.9	21.5	16.5	15.2	35.4	31.6	26.3	24.8	55.4	51.0
450			1.1	0.5	3.5	1.7	8.4	7.4	19.0	16.0	11.7	10.6	25.8	22.5	16.7	15.4	36.0	32.3	27.8	26.3	58.7	54.4
500			0.9	0.3	3.1	1.5	9.6	8.5	21.5	18.5	13.6	12.4	29.7	26.3	18.3	17.1	39.6	36.0	29.3	27.9	62.1	57.9
600		0.5	0	2.6	1.1	4.2	3.5	10.7	8.4	9.4	8.4	21.4	18.6	19.1	17.9	41.5	38.1	29.6	28.2	63.1	59.0	

表8

 (δ_F) 值 ($P_D = 4.0 \text{ MPa}$)

mm

接管 公称 直径 dN	补强管 型式		A型				B型				C型				D型				E型			
	补强 方式		单侧		双 侧		单侧		双 侧		单侧		双 侧		单侧		双 侧		单侧		双 侧	
	腐蚀 裕 量	C ₂	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
65			2.3	1.2	4.8	1.4	4.0	2.6	8.1	3.9	6.0	4.3	12.2	7.2	8.6	6.7	17.6	12.1	21.9	18.9	44.4	36.2
80			2.3	1.2	4.9	1.6	4.3	2.9	8.9	4.8	6.2	4.6	12.9	8.1	9.6	7.7	19.8	14.4	23.1	20.3	47.2	39.3
100			2.2	1.2	4.8	1.8	4.4	3.1	9.4	5.4	7.2	5.6	15.2	10.4	11.3	9.5	23.6	18.3	26.0	23.2	53.3	45.6
125			2.0	1.0	4.6	1.8	4.3	3.1	9.6	5.9	7.9	6.4	16.9	12.3	13.0	11.2	27.3	22.0	24.5	22.1	50.7	44.0
150			1.9	1.0	4.5	1.9	4.4	3.2	9.8	6.3	8.7	7.1	18.6	14.1	15.3	13.5	32.3	27.1	29.0	26.6	60.1	53.5
200	(δ_F)		1.6	0.8	4.4	2.0	4.4	3.3	10.3	7.1	8.1	6.8	18.0	14.1	13.5	11.9	29.1	24.6	29.1	27.0	60.9	54.9
250			1.5	0.7	4.4	2.2	4.6	3.6	11.1	8.1	8.1	6.8	18.3	14.7	14.0	12.5	30.6	26.3	27.4	25.5	58.1	52.7
300			1.2	0.5	4.2	2.0	4.9	3.9	12.1	9.2	8.2	7.1	19.0	15.5	13.8	12.4	30.7	26.6	24.2	22.5	52.0	47.2
350			0.8	0.2	3.5	1.6	5.8	4.8	14.4	11.4	9.1	8.0	21.2	17.8	13.8	12.5	31.0	27.2	24.8	23.2	53.6	48.9
400			0.5	—	3.1	—	6.2	5.2	15.5	12.5	10.1	9.0	23.6	20.2	14.9	13.7	33.8	30.1	24.5	23.0	53.6	49.2
450			0.2	—	2.6	—	7.1	6.1	17.7	14.7	10.3	9.2	24.3	21.0	15.0	13.7	34.3	30.7	25.8	24.4	56.8	52.5
500		—	—	—	—	8.1	7.1	20.0	17.0	12.0	10.8	28.1	24.7	16.5	15.2	37.8	34.1	27.2	25.8	60.0	55.8	
600		—	—	—	—	2.8	2.1	9.3	7.0	7.7	6.7	19.7	16.9	17.0	15.8	39.4	36.0	27.2	25.8	60.6	56.7	

注：表中无数据者，表示该种补强管已不能符合内压强度的要求，更无补强能力。

表9

[δ_F]值 ($P_D = 6.4\text{MPa}$)

mm

接管 公称 直径 dN	补强管 型式 补强 方式 腐蚀裕 量 C_2	A型				B型				C型				D型				E型			
		单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧		单侧		双侧	
		0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
65	[δ_F]	2.0	0.9	4.4	1.1	3.5	2.1	7.6	3.5	5.5	3.8	11.7	6.8	8.0	6.2	17.1	11.6	21.1	18.2	43.6	35.5
80		1.8	0.8	4.4	1.2	3.8	2.4	8.4	4.3	5.7	4.0	12.3	7.6	8.9	7.0	19.1	13.8	22.2	19.4	46.3	38.4
100		1.7	0.7	4.3	1.3	3.8	2.5	8.8	4.9	6.6	4.9	14.5	9.7	10.4	8.6	22.8	17.5	24.9	22.2	52.3	44.6
125		1.4	0.5	4.0	1.2	3.6	2.4	8.8	5.2	7.1	5.6	16.1	11.5	12.0	10.2	26.3	21.0	23.2	20.9	49.5	42.8
150		1.2	0.3	3.9	1.2	3.6	2.4	9.0	5.5	7.7	6.2	17.6	13.2	14.0	12.2	31.1	25.8	27.4	25.1	58.6	52.0
200		0.8	—	3.5	—	3.3	2.3	9.2	6.1	6.9	5.6	16.8	12.9	12.0	10.5	27.7	23.2	27.2	25.2	59.1	53.1
250		0.5	—	3.4	—	3.4	2.3	9.9	6.8	6.7	5.4	16.9	13.3	12.3	10.8	28.9	24.6	25.3	23.4	56.0	50.6
300		0	—	3.0	—	3.5	2.5	10.6	7.7	6.6	5.4	17.4	13.9	11.9	10.5	28.7	24.7	21.9	20.2	49.7	44.8
350		—	—	—	—	4.1	3.1	12.7	9.7	7.2	6.1	19.3	15.9	11.6	10.3	28.9	25.0	22.2	20.6	51.0	46.3
400		—	—	—	—	4.3	3.3	13.5	10.6	8.0	6.9	21.5	18.1	12.4	11.2	31.3	27.6	21.6	20.1	50.1	46.3
450		—	—	—	—	4.9	4.0	15.5	12.5	8.0	6.9	22.0	18.7	12.2	11.0	31.6	28.0	22.6	21.2	53.6	49.3
500		—	—	—	—	5.7	4.7	17.6	14.6	9.3	8.2	25.5	22.1	13.4	12.2	34.7	31.1	23.7	22.3	56.5	52.3
600	—	—	—	—	0.6	0	7.0	4.8	4.9	4.0	17.0	14.2	13.5	12.4	36.0	32.5	23.2	21.9	56.7	52.7	

注：表中无数据者，表示该种补强管已不能符合内压强度的要求，更无补强能力。

(5) 按4.3，决定补强管的补强段长度 L_1 ；按4.4，决定补强管总长度 L 。

6.2.4 大开孔、非径向接管或具有较大外载荷等超出GB 150的6.4~6.5条范围的开孔补强，应按HGJ 16或相应规范的要求进行补强计算，并在表1~3所列的A、B、C、D、E型补强管中选用合适的型式和补强方式（单侧或双侧补强）。

7 补强管与壳体的焊接

7.1 补强管与壳体的连接焊缝应采用全焊透焊缝。具体的节点可在HGJ 17表11-4中选用。

7.2 补强管与壳体的连接焊缝中角焊缝焊脚高度 K 应不小于 0.3δ ，且不小于6mm。

7.3 端部结构和补强管与壳体的焊接见图3~4。

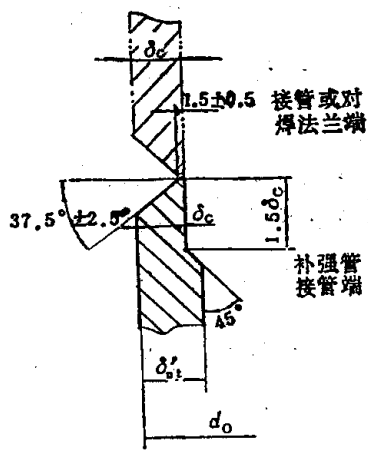


图3 端部结构

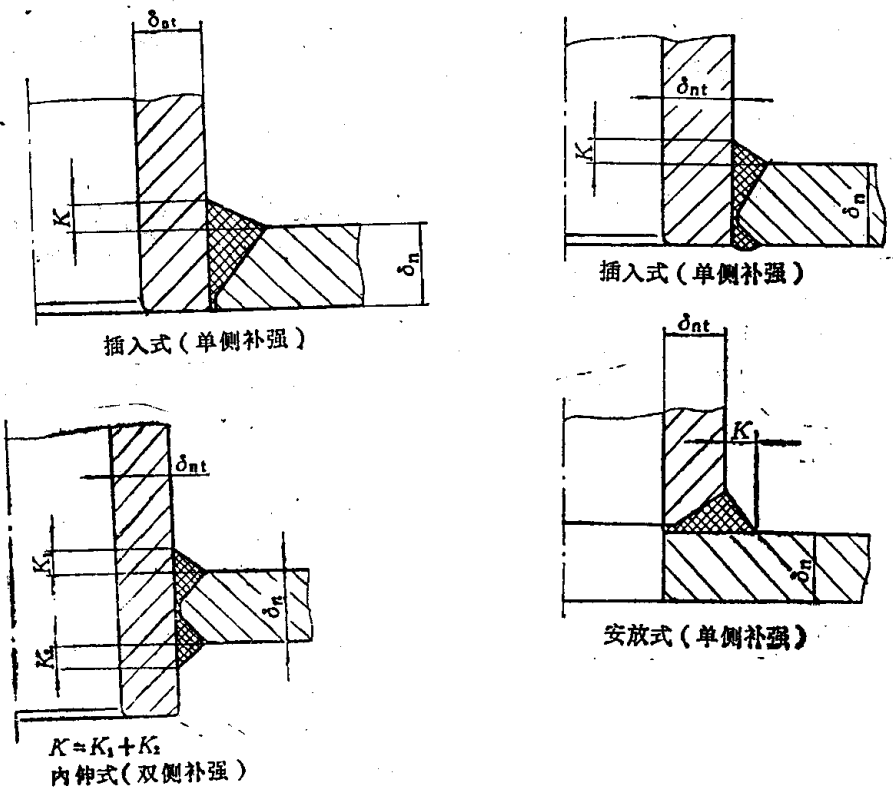


图4 补强管与壳体的焊接

附录A 补强管选用示例

(参 考 件)

A1 示例一

A1.1 筒体内径 $D_i = 1000\text{mm}$, 设计压力 $P = 1.0\text{MPa}$, 筒体材料Q235A, 设计温度 100°C , 筒体名义厚度 $\delta_n = 8\text{mm}$, 腐蚀裕量 $C_2 = 1\text{mm}$, 筒体上开孔接管 $d\text{N}100\text{mm}$, 补强管材料20, 补强形式为单侧插入式, 接管外伸高度 150mm 。

A1.2 查阅GB 150可知,

筒体材料 $[\sigma] = 111\text{MPa}$, 补强管材料 $[\sigma] = 130\text{MPa}$, 钢板厚度负偏差 $C_1 = 0.8\text{mm}$ 。

A1.3 选用步骤

$$\delta = PD_i / (2[\sigma] - P) = 4.5 \quad \text{mm}$$

$$\delta_F = 2\delta - \delta_n + C = 2 \times 4.5 - 8 + (1 + 0.8) = 2.8 \quad \text{mm}$$

$$P_D = 120P / [\sigma] = 120 \times 1.0 / 130 = 0.92 \quad \text{MPa}$$

偏于安全, 查表5 ($P_D = 1.0\text{MPa}$) 可知, 当腐蚀裕量 $C_2 = 1\text{mm}$ 时, 单侧补强形式的 $d\text{N}100\text{A}$ 型补强管的 $[\delta_F]$ 为2.8和1.8的中间值, 即2.3mm; B型补强管的 $[\delta_F]$ 为5.1和3.8的中间值, 即4.45mm。所以应当选用B型补强管。

由于 $L = 150 + \delta_n + h_1 = 150 + 8 + 2.9 = 161\text{mm}$, 所以选用 $d\text{N}100\text{B} \times 161$ 。

A2 示例二

A2.1 筒体内径 $D_i = 1000\text{mm}$, 设计压力 $P = 2.5\text{MPa}$, 筒体材料16MnR, 设计温度 300°C , 筒体名义厚度 $\delta_n = 14\text{mm}$, 腐蚀裕量 $C_2 = 2\text{mm}$, 筒体上开孔接管 $d\text{N}200\text{mm}$, 接管外伸高度 250mm , 补强形式为单侧插入式, 补强管材料20。

A2.2 查阅GB 150可知,

筒体材料 $[\sigma] = 144\text{MPa}$, 补强管材料 $[\sigma] = 95\text{MPa}$, 钢板厚度负偏差 $C_1 = 0.8\text{mm}$ 。

A2.3 选用步骤

$$\delta = PD_i / (2[\sigma] - P) = 2.5 \times 1000 / (2 \times 144 - 2.5) = 8.76 \quad \text{mm}$$

$$\delta_F = (2\delta - \delta_n + C) / f_r = (2 \times 8.76 - 14 + 2 + 0.8) / 0.66 = 9.58 \quad \text{mm}$$

$$f_r = 95 / 144 = 0.66$$

$$P_D = 120P / [\sigma] = 120 \times 2.5 / 95 = 3.16 \quad \text{MPa}$$

为此应查阅 P_D 为 2.5MPa 的表7和 4.0MPa 的表8, 取其中间值左右即可。由表7和表8可知, 应选用D型补强管。

$$L_1 \geq h_0 + h_1 + \delta_n = 72 + 15.2 + 14 = 101, \text{取} L_1 = 120\text{mm}。$$

$$L = 250 + h_1 + \delta_n = 250 + 15.2 + 14 = 279\text{mm}, \text{取} L = 280\text{mm}。$$

所以选用 $d\text{N}200\text{D} \times 120/280$ 。

A3 示例三

A3.1 碟形封头内径 $D_i = 1000\text{mm}$, 设计压力 $P = 1.6\text{MPa}$, 封头球面部分半径 $R900\text{mm}$, 设计温度 400°C , 封头材料0Cr19Ni9, 腐蚀裕量 $C_2 = 0$, 封头名义厚度 $\delta_n = 8\text{mm}$, 钢板厚度负偏差 $C_1 = 0.8\text{mm}$, 封头球面部分开孔接管 $d\text{N}250\text{mm}$, 补强管材料0Cr19Ni9, 补强形式为内

伸式(双侧), 补强管外伸高度200mm。

A3.2 查阅GB 150可知, 封头和补强管材料 $[\sigma]=107\text{MPa}$ 。

A3.3 选用步骤

$$\delta = PR / (2[\sigma] - 0.5P) = 1.6 \times 900 / (2 \times 107 - 0.5 \times 1.6) = 6.75 \quad \text{mm}$$

$$f_r = 1.0$$

$$\delta_p = (2\delta - \delta_n + C) / f_r = (2 \times 6.75 - 8 + 0.8) / 1.0 = 6.3 \quad \text{mm}$$

$$P_D = 120 \times 1.6 / 107 = 1.79 \quad \text{MPa}$$

为此应查阅表6和表7。

由表6和表7可知应选用B型补强管。

$L \geq 200 + h_0 + h_1 + \delta_n = 200 + 61 + 10.4 + 8 = 279\text{mm}$, 所以选用dN250B \times 280。

附录B 补强管与圆筒或凸形封头连接时的失高 h_1

(参考件, h_1 见图2所示)

D _i dn	D _i																							
	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1000	1200	1400	1500	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
76	4.9	4.2	3.6	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2	2.1	1.9	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5
89	6.8	5.8	5.0	4.4	4.0	3.6	3.3	3.1	2.8	2.6	2.5	2.2	2.0	1.7	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7
108	10.1	8.5	7.4	6.6	5.9	5.4	4.9	4.5	4.2	3.9	3.7	3.3	2.9	2.4	2.1	1.9	1.8	1.6	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0
121	12.7	10.8	9.4	8.3	7.4	6.7	6.2	5.7	5.3	4.9	4.6	4.1	3.7	3.1	2.6	2.4	2.3	2.0	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2
133	15.5	13.1	11.4	10.1	9.0	8.2	7.5	6.9	6.4	5.9	5.6	4.9	4.4	3.7	3.2	3.0	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5
146	19.0	16.0	13.8	12.2	10.9	9.9	9.0	8.3	7.7	7.2	6.7	6.0	5.4	4.5	3.8	3.6	3.3	3.0	2.7	2.4	2.2	2.1	1.9	1.8
159	22.8	19.1	16.5	14.5	13.0	11.7	10.7	9.9	9.1	8.5	8.0	7.1	6.4	5.3	4.5	4.2	4.0	3.5	3.2	2.9	2.6	2.4	2.3	2.1
180	30	24.9	21.4	18.8	16.8	15.1	13.8	12.7	11.8	11.0	10.3	9.1	8.2	6.8	5.8	5.4	5.1	4.5	4.1	3.7	3.4	3.1	2.9	2.7
194	35.6	29.3	25.1	22.0	19.6	17.7	16.1	14.8	13.7	12.8	11.9	10.6	9.5	7.9	6.8	6.5	5.9	5.2	4.7	4.3	3.9	3.6	3.4	3.1
219	47.5	38.5	32.6	28.4	25.3	22.7	20.7	19.0	17.6	16.3	15.3	13.5	12.1	10.1	8.6	8.0	7.5	6.7	6.0	5.5	5.0	4.6	4.3	4.0
245	63.4	50.0	41.9	36.3	32.1	28.8	26.2	24.0	22.1	20.6	19.2	17.0	15.2	12.6	10.8	10.1	9.4	8.4	7.5	6.8	6.3	5.9	5.4	5.0
273	87.8	65.5	53.8	46.1	40.6	36.3	32.9	30.1	27.7	25.7	24.0	21.2	19.0	15.7	13.4	12.5	11.7	10.4	9.4	8.5	7.8	7.2	6.7	6.2
299	—	84.0	67.1	56.8	49.6	44.2	39.9	36.4	33.5	31.1	29.0	25.6	22.9	18.9	16.2	15.1	14.1	12.5	11.2	10.2	9.3	8.6	8.0	7.5
325	—	110.0	83.4	69.4	60.0	53.1	47.8	43.5	40.0	37.0	34.5	30.4	27.1	22.4	19.1	17.8	16.7	14.8	13.3	12.1	11.1	10.2	9.5	8.8
351	—	—	104.1	84.2	72.0	63.3	56.7	51.5	47.2	43.6	40.6	35.6	31.8	26.2	22.4	20.8	19.5	17.3	15.5	14.1	12.9	11.9	11.0	10.3
377	—	—	133.2	102.1	85.8	74.8	66.6	60.2	55.1	50.8	47.2	41.4	36.9	30.4	25.9	24.1	22.5	20.0	17.9	16.3	14.9	13.7	12.7	11.9
402	—	—	—	123.9	101.3	87.3	77.3	69.6	63.5	58.4	54.2	47.4	42.2	34.7	29.5	27.4	25.7	22.7	20.4	18.5	17.0	15.6	14.5	13.5

续表

D _i d _n	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1000	1200	1400	1500	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
	426	—	—	—	152.5	119.1	101.1	88.7	79.5	72.3	66.4	61.4	53.6	47.6	39.1	33.2	30.9	28.9	25.6	22.9	20.8	19.1	17.6	16.3
472	—	—	—	—	167.5	133.8	114.8	101.6	91.5	83.6	77.0	66.8	59.2	48.4	42.8	38.1	35.6	31.5	28.5	25.6	23.4	21.6	20.0	18.7
480	—	—	—	—	180	140.7	120	105.9	95.2	86.9	80	69.3	61.4	50.1	42.4	39.4	36.8	32.6	29.2	26.5	24.2	22.3	20.7	19.8
496	—	—	—	—	—	156.2	131.2	115.0	103.0	93.7	86.2	74.5	65.8	53.7	45.4	42.2	39.4	34.8	31.2	28.3	25.9	23.9	22.1	20.6
526	—	—	—	—	—	194.7	155.7	134.1	119.1	107.7	98.6	84.9	74.0	60.7	51.3	47.6	44.5	39.3	35.2	31.9	29.2	26.9	24.9	23.2
530	—	—	—	—	—	201.5	159.4	136.9	121.4	109.7	100.4	86.3	76.0	61.7	52.1	48.4	45.2	39.9	35.8	32.4	29.6	27.3	25.3	23.6
554	—	—	—	—	—	—	184.8	155.0	136.1	122.2	111.4	95.4	83.7	67.8	57.1	53.0	49.5	43.7	39.1	35.4	32.4	29.9	27.7	25.8
584	—	—	—	—	—	—	231.2	182.3	157.0	139.7	126.6	107.6	94.1	75.8	63.8	59.2	55.2	48.7	43.6	39.5	36.1	33.2	30.8	28.7
612	—	—	—	—	—	—	—	215.5	180.1	158.2	142.4	120.1	104.6	83.9	70.4	65.3	60.8	53.6	48.0	43.4	39.7	36.5	33.9	31.5
630	—	—	—	—	—	—	—	245	197.4	171.5	153.5	128.6	111.7	89.3	74.9	69.4	64.6	56.9	50.9	46.1	42.1	38.7	35.9	33.4
650	—	—	—	—	—	—	—	—	220.1	187.9	166.8	138.8	120.0	95.6	80.0	74.1	69.0	60.7	54.3	49.1	44.8	41.3	38.8	35.6
680	—	—	—	—	—	—	—	—	266.9	216.8	189.3	155.2	133.4	105.6	88.1	81.5	75.8	66.7	59.6	53.9	49.2	45.2	41.9	39.0
710	—	—	—	—	—	—	—	—	—	254.2	215.7	173.5	147.9	116.3	96.7	89.3	83.1	73.0	65.1	58.9	53.7	49.4	45.8	42.6

补 强 管

HG 21630-1990

编 制 说 明

1 编制目的

压力容器的开孔补强问题一直是压力容器设计中普遍关心的问题，但至今开孔补强的零部件标准只有补强圈一种，而且采用补强圈补强的方法，无论从结构设计的合理性、降低应力集中程度以及施工等方面来看，都不是一种合理的、理想的补强形式。

GB 150的6.3.1.1款也推荐，在条件许可时，采用厚壁管补强代替补强圈补强。但若不把厚壁管补强用标准的形式确定下来，对设计者来讲，由于规格品种过多而往往不能成为现实。本标准的编制正是为了解决这一问题，即把采用厚壁管补强的补强管用标准形式形成系列、标准，把尺寸定型下来。在条件成熟时，即可采用定点生产的方式供应。

因此，编制补强管标准对实施采用厚壁管补强来说是一个促进。当然，补强管也不能全部代替补强圈。设计中采用哪一种补强方法，应由设计人员根据具体情况，自行确定。

2 规格的确定依据

(1) 目前国内化工压力容器中以采用公制的接管居多，因此本标准编制也仅以与公制配管系列相适应为确定管子外径的主要依据。至于配合英制接管系列的补强管，待本标准实施一段时间后，在下次修订时，根据需要再行补充。

(2) 为了避免规格、品种过多，有利于尽可能减少品种，本标准设立了A、B、C、D、E五种壁厚的档次。

(3) A、B、C型补强管是以管标号40、80、160的无缝钢管管壁厚度为依据确定的。 $d_N \leq 350$ 的D、E型补强管也主要考虑采用无缝钢管，为此也以公制无缝钢管的外径系列为主要依据。所选用的规格均为GB 8163《输送流体用无缝钢管》、GB 5310《高压锅炉用无缝钢管》以及GB 6479《化肥设备用高压无缝钢管》中所列入的规格。对于 $d_N \geq 400$ 的D、E型补强管，考虑到目前国内钢管厂大口径厚壁钢管的生产、供应困难较多，为此以内径为基准，以锻件或钢板焊制型式为主。

(4) 考虑到厚壁管随着壁厚的增加，若钢管外径对同一公称直径保持不变，则内径缩小，而不能符合通径要求。为此，D、E型补强管的钢管外径都将增大一个或几个档次，以保持内径的通径维持在公称直径左右。

(5) 补强管外径的确定除了考虑上述因素外，还必须考虑补强管的接管端与配管或管法兰连接时的变化。为此，D、E型补强管的接管端都将制成阶梯形，以保持与相应公称直径的配管和法兰的配合和连接。

(6) D、E型补强管的壁厚还必须考虑其接管端的壁厚足以承受当量压力为6.4MPa的强度要求。

3 补强管的型式选用

(1) 为了在不采用计算机进行强度计算的情况下，便于设计人员选用补强管的型式，本

标准中还包括了型式选用的内容。

必须说明,本标准的6.2.1~6.2.4以及表4~9,是以符合GB 150-89《钢制压力容器》第六章开孔等面积补强方法为前提,经数千个数据计算及整理后所得。因此本标准的6.2.1~6.2.4选用规定是符合GB 150-89开孔等面积补强法的。

(2) GB 150-89的6.2条中提出的“不另行补强的最大开孔直径”,是参照美国ASME锅炉及压力容器规范Ⅷ-1卷的相应规定,结合国内经验而确定的。而且这一条规定并不是以满足等面积法补强为前提。为此,本标准6.1规定了凡符合GB 150-89的6.2条要求者,不必进行补强计算,也不必选用本标准规定的补强管。

(3) 西德AD规范、法国CODAP85压力容器规范、英国BS5500压力容器标准等标准、规范所采用的开孔补强方法,不是等面积补强法,而是压力面积法或极限载荷法。为此在这些标准中,对补强管壁厚与壳体壁厚之比,都有相应的限制性规定。本标准一般也遵循这些规定。

(4) δ_F 的意义

由于壳体计算中的焊缝系数、壁厚圆整以及凸形封头中心部位的应力水平等因素,因此壳体本身也已具备了一定的补强作用。为此,本标准中引入了 δ_F 这一新的概念。

δ 表示开孔需要补强的厚度, $(\delta_n - \delta - C)$ 表示壳体本身所具备的补强能力。因此 $\delta - (\delta_n - \delta - C)$ 即表示应由补强管来承担的补强面积(厚度)。所以 $\delta_F = \delta - (\delta_n - \delta - C) = 2\delta - \delta_n + C$ 。考虑到补强管与壳体的用材差异,故而用 f_r 来进行调整。所以 δ_F 表达了开孔处壳体需要由补强元件来补强的当量厚度。

(5) 根据美国ASME锅炉及压力容器规范Ⅷ-1卷的相应规定, δ 计算时应取焊缝系数为1,据此确定了本标准6.2.2(1)规定。

(6) 当量压力 P_D

根据等面积法开孔补强的基本原理, δ_F 应由补强管补强段的多余面积来承担。补强段的多余面积即为扣除了承担内压所需的厚度后的剩余厚度。而当补强管几何尺寸确定后,补强管承担内压的所需厚度又与设计压力和许用应力等多种因素有关。

所以,只有当压力、许用应力(补强管)确定以后,每一种补强管所具备的能用于补强作用的当量厚度才能确定。因此在本标准编制选用表时,引入了当量压力 P_D 这一新的概念。各种设计温度、各种补强管用材归结到一点就是许用应力的不同。因此通过 $P_D = 120P / [\sigma]$ 这一换算,就把各种材料、各种设计温度下的补强管补强能力,归纳到以 $[\sigma] = 120 \text{ MPa}$ 的统一计算中。本标准表4~9在各种当量压力 P_D 下的A~E型补强管的补强能力 $[\delta_F]$,都是以补强管材料的 $[\sigma]$ 为120 MPa为基础计算整理而得的,当采用其它 $[\sigma]$ 时,只要通过设计压力 P 与当量压力 P_D 的换算即可求得。

(7) 表4~9是以等面积法补强以及圆形径向开孔为前提的。所以,对于大开孔,非径向开孔接管等问题已超出了GB 150-89的等面积法范畴。此时,开孔补强的强度计算应按HGJ 16-89的相应规定进行计算。当然,在这种情况下也不能套用表4~9的有关数据了。但表1~3规定的补强管型式及尺寸还是可以适用的,其选用问题应由设计者按照HGJ 16-89的相应规定,本标准暂不包括这种情况下的选用问题。

4 补强管长度的标准化问题

本标准编制过程中曾设想把 L_1 、 L 长度系列化、标准化,但由于壳体的厚度、矢高、接管

高度、平齐或内伸等因素变化极大，因此 L_1 对某一确定公称直径和型式的补强管来讲，无法采用一个确定的定值。 L_1 无法定值，当然 L 也无法定值。

为此，本标准只规定了 L_1 和 L 的确定原则。至于具体长度，则由设计者自定。本标准附录中列入了矢高 h_1 ，以方便设计时采用。

5 材料、制造方法和定点生产问题

(1) 补强管最理想的材料是无缝钢管。当然，保证焊透并作100%无损探伤的焊接钢管也可用。但考虑到现实的厚壁无缝管供应状况，锻件、采用钢棒车制或大口径时采用钢板热压后焊制或卷制也允许使用。锻件应采用符合JB 755的压力容器用锻件，但锻件级别应根据具体使用场合及尺寸大小，由设计者按照GB 150-89和HGJ 15-89对材料的规定再行确定。

当采用钢板焊制时，由于壁厚较大而直径较小，因而卷制有困难时，可采用热压成型后用两条纵缝焊制。用钢板焊制的补强管应视作压力容器筒体，而且其承载状况都处于应力集中区域。因此其材料、制造技术要求非但不能低于对筒体的要求，而且要求纵缝作100%探伤并符合A类焊缝要求。

对于 $dN200\sim 250$ 以下的补强管，也可采用钢棒车制而成。

(2) 由于本标准补强管适用于各种钢材焊制的压力容器，而且补强管选用的材料与制造方法有关，为此本标准难以规定具体材料牌号。

从目前较现实的供应情况来看，A、B、C型补强管以采用20号钢和不锈钢较宜；D、E型以采用16Mn(16MnR)和不锈钢较宜。

6 补强管与壳体的焊接接头

补强管与壳体的焊接接头应由设计者根据具体情况，在图样上确定。在确定节点结构时可选用HGJ 17-89中的有关图例。

本标准对此仅提出必须遵循的两条原则：

(1) 应为全焊透结构；

(2) 角焊缝的高度应符合一定要求，以利于减少应力集中程度。

7 补强管与配管、高颈法兰的对接接头坡口

补强管与配管、高颈法兰的对接接头虽也属压力容器范畴，但其焊接节点更倾向于属于配管的焊接问题。因此本标准参照化工部化工工艺设备中心站编制的TC42A3-88《管道环焊缝的坡口型式》，确定了图3所示的节点形式。

HGJ 补强管标准产品推荐的定点生产企业

生产单位： 南通市化工仪表厂

地 址： 江苏省启东市惠平窑

邮政编码： 226255

电报挂号： 启东6308

电 话： (05232) 2163

推荐的品种及规格： dN65~500的A、B、C、D、E型补强管

材 料： 20、16Mn、奥氏体不锈钢、铬钼钢

化工部设备设计技术中心站

一九九一年五月