

钢制水工业管件

1: 总则

1.1 范围

本标准提供全尺寸的钢制水工业管件，范围为 6in 到 144in(150mm 到 3600mm)。买方可以和制造商就多数管件的的外形达成一致意见。管件的尺寸列于图 1、2、3、4、5，表 1 列出了平端管件的最小尺寸。实际中，管件很少以单独部件来供货，通常会加工成一整体，对于特殊长度的管子则加工成部件，再批量装配成完整的管件。

1.1.1 本标准未描述使用环境。本标准仅旨在指导尺寸。本标准并不是壁厚，压力等级，结构或压力的设计标准。加强管件，包括增加的壁厚，肩部，包装板或分叉板并未在本标准中描述。管件的设计可以按照 AWWA 手册 M11(钢管-设计和安装的指导)进行。

1.2 目的

本标准的目的是提供钢制水工业管件尺寸上的最低要求。

1.3 适用范围

本标准参考了钢制水工业管件的尺寸相应规范的内容。本标准中的规定适用于当文件引用到时并且仅是说明钢制水工业管件的尺寸。

2: 参考文献

本标准参考以下文件。在这些文件的最新版本中，这些文件构成本标准的一部分(本标准中有规定范围)。当发生冲突时，应按照本标准的要求。

ANSI B16.9-工厂制造的锻轧制对焊管件

ANSI/AWWA C200-钢制水管-6in(150mm)及以上

AWWA 手册 M11-钢制水管-设计和安装的指导

3: 定义

下列定义适用于本标准:

1. 公称直径: 为了管子方便命名的商务名称或尺寸。

4: 要求

4.1 管件

4.1.1 总则。表 1 所列所有管件尺寸是基于公称直径(管子实际外径 OD)。实际外径可能大于公称直径。如果管子外径大于公称直径，尺寸可以根据公式计算求得。

表 1 提供的或者是公式求得的切线尺寸是平端或者是现场安装的坡口管件的最小尺寸。其他形式的连接方式所需要增加的额外长度，例如，机械式的联轴器，承口，套管，法兰等，或使肩部加强部分离管子端部保持足够的距离。

4.1.2 符号。本标准公式和尺寸中所使用到得符号列于下:

a=为达到现场条件所需增加的长度

A=三通或四通中心线到端部的长度(图 1A, 1B 和 1C)

B=异径三通中心线到端部的长度

C=三通交叉点到支管焊缝部分的中心线长度

D=外径

D_L=大小头大端的外径(图 1F)

D_S=大小头小端的外径(图 1F)

D₀=异径三通支管出口外径

D_1 =异径弯头大端内径, 见图 5
 D_2, D_4, D_6, D_x =异径弯头中间环形部分内径, 见图 5
 D_L 和 D_S =大小头端部外径, 见图 1F
 D_n =异径弯头小端内径, 见图 5
 E =弯头分段部分中心线的一半, 等于斜角焊缝到切线中心线的长度
 F =分叉交叉点到管子端部的中心线长度
 f =公式因子(表 1), 与三通中的 D 相对应
 f_r =公式因子(表 1), 与三通中的 D 相对应
 f_o =公式因子(表 1), 与三通中的 D_o 相对应
 G =交叉点到支管分叉处的中心线长度(图 1E 和表 1)
 G_o =交叉点到支管端部的中心线长度(图 1D)
 G_r =交叉点到主管端部的中心线长度(图 1D)
 H_L =主管全长(图 1D 和表 1)
 H_y =分叉处到支管端部的全长(图 1E)
 k =虾米弯头尺寸计算所需的变量
 L =虾米弯交叉点到弯头内部焊缝的中心线距离, 见图 2C, 2D, 2E 和 2F
 L_1 =交叉点到管子端部的中心线距离(图 2C, 2D, 2E 和 2F)
 L_r =大小头直径 D_L 和 D_S 的长度
 L_t =正切类型的支管座中心线到管子端部的距离(图 3)
 M =出口中心线到支管座肩部与顶部交点的长度(图 3)
 n =异径弯头分隔角度的数量(图 3)
 $P.C.$ =异径弯头中心线开始弯曲部分的点, 见图 5
 $P.I.$ =交叉点
 $P.T.$ =异径弯头中心线切点, 见图 5
 R =弯头中心线半径, 见图 2D,2E,2F 和 5
 r_1 =异径弯头大端半径, 见图 5
 r_n =异径弯头小端半径, 见图 5
 r_3, r_5, r_x =异径弯头中间部分半径, 见图 5
 S =弯头内侧部分长度(图 2D, 2E 和 2F)
 t =管子或管件壁厚
 t_1 =支管座或管嘴壁厚
 T =交叉点到切线的弯头长度(图 2D,2E,2F 和 5)
 T_R =加强肩部壁厚(图 3)
 Y_3, Y_5, Y_x =异径弯头中间偏移尺寸, 见图 5
 Z_1 =异径弯头大端偏移尺寸, 见图 5
 Z_1 =管子端部到交叉点的距离, 见图 1E
 Z_2 =在虾米弯头内侧管子端部到焊缝的距离, 见图 2C,2D,2E 和 2F
 Z_3 =支管座顶部交叉点和加强肩部到支管座端部的切线类型的支管座的长度
 Z_n =异径大小头小端的偏移尺寸, 见图 5
 α =管子出口垂直方向的中心线和加强的肩部外径与支管座顶部交点之间的角度(图 3)
 Δ =弯头或管件偏角, 见图 1D,1E,2A,2B,2C,2D,2E,2F,4 和 5
 ϕ =虾米弯头的角度, 见图 5
 θ =环形段斜面角度, 见图 5

ρ = 异径弯头分隔角度, 见图 5

4.1.3 三通和四通。三通和四通的最小尺寸列于表 1。(参考图 1A 和 1B)。尺寸 A 可以通过以下公式计算求得:

$$A=0.5D+f$$

4.1.4 异径三通和异径四通。异径三通和异径四通的最小尺寸列于表 1。(参考图 1C)。尺寸 A 和尺寸 B 可以通过以下公式计算求得:

$$A=0.5D+f_0 \quad B=0.5D_0+f_r$$

4.1.5 斜三通, 例 1(等径)。 $\Delta=30^\circ \sim 70^\circ$ 的等径斜三通的最小尺寸列于表 1。(参考图 1D, 例 1[等径]。)对于 $\Delta > 70^\circ$, 按照三通的尺寸。(参考图 1A) 对于 $\Delta < 70^\circ$, 按照 30° 斜三通加上一个弯头的尺寸。(参考图 4)

尺寸 G_r , G_0 和 H_L 可以通过下列公式计算求得:

$$G_o^* = G_r = \left(\frac{D}{2 \tan(\Delta/2)} \right) + 2f$$

$$H_L^* = G_r + f + \left(\frac{D}{2} \right) \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

*进位到指数

4.1.6 斜三通, 例 2(异径)。当斜口直径(D_0)小于主管直径, $\Delta=30^\circ \sim 70^\circ$ 的斜三通的 G_r , G_0 和 H_L 的最小尺寸可以通过下列公式计算求得。(参考图 1D, 例 2[异径三通])对于 $\Delta > 70^\circ$, 使用三通的尺寸。(参考图 1C)对于 $\Delta < 30^\circ$, 使用 30° 的斜三通加上一个弯头。(参考图 4)

$$G_r = \frac{D}{2 \tan \Delta} + \frac{D_o}{2 \sin \Delta} + 2f_r$$

$$H_L = G_r + f_r$$

$$G_o = \frac{D}{2 \tan \Delta} + \frac{D_o}{2 \sin \Delta} + 2f_o$$

4.1.7 Y 形三通。 90° Y 形三通的最小尺寸列于表 1。(参考图 1E)可以使用角度从 $90^\circ \sim 30^\circ$ 的 Y 形三通。最小尺寸 F, G, Z_1 , 和 H_y 可以使用下列公式计算。当 Δ = 管件的角(见图 1E):

$$Z_1 = \frac{f}{\sin \Delta/2}$$

$$C = \left(\frac{D}{2} \right) \tan\left(\frac{\Delta}{4}\right)$$

$$G = \frac{0.5D}{\tan \Delta/2}$$

$$F = C + f$$

$$H_y = Z_1 + G$$

4.1.8 同心和偏心大小头。大小头长度 L_r 可以通过下式计算求得。(参考图 1F)

$$L_r=4(D_L-D_S)$$

注: 如果长度小于先前的公式, 需要关于设计压力因素咨询 AWWA 手册 M11。

4.1.9 切线方向的支管座。在特殊情况下，当不能使用标准管嘴和 90° 弯头，可以使用切线方向的支管座。图 3 所示为推荐尺寸。尺寸 L_t 应尽可能小以避免运输过程中遭到破坏，但应至少保证法兰的余量。如果需要保证阀门操作员能够清理到管子的外径，应使用法兰式的短管来满足连接需要。

最小尺寸 L_t 可能通过下式计算求得：

$$\alpha = \arccos\left(\frac{0.5D - D_o}{0.5D + t + T_r}\right)$$

$$M = (0.5D + t + T_r) \sin \alpha$$

$$Z_3 = \frac{f_0}{\sin \alpha}$$

$$L_t = M + Z_3$$

4.1.10 斜接端分割

4.1.10.1 焊接搭接接头。焊接搭接接头可以有不超过 5° 的偏角，其使用斜接铃形端部，并且应保证铃形和插口公差不变。在本程序中，管子端部为斜接分割，铃形部分增加面积(见图 2B)。倘若铃形到插口公差不变，插口端部也可以为斜接。也可以使用标准的斜接和拉伸接头组合而成。

4.1.10.2 对焊接头。倘若接头任意点的最大径向偏差(未对准)不超过所焊接头的标准允许的最大值，则对于对焊接头可以有偏角，其管子一端或两端为斜接端(见图 2A)。

4.1.11 弯头

4.1.11.1 对于指定的弯头尺寸，为保证管线的设计寿命，设计人员应考虑水压特性、空间要求、制造要求、应力因素和成本收益比。弯头最佳的弯曲半径为 2.5 管子直径。(在空间允许的情况下)推荐此弯曲半径作为输水管线的标准值。对于现场管道中的弯头，由于受空间限制，弯曲半径可以小于 2.5D，但应考虑应力增加因素。如果弯曲半径小于 2.5D，外壳壁厚应用 AWWA 手册 M11 第 9 章所列方法计算而得。

4.1.11.2 锻钢。在小直径中(6in. ~24in.)，按照 ANSI B16.9 制成的符合 ASTM A234 要求的对焊管件可以根据壁厚等级和牌号使用在水工业中，并且通常情况下选用较为经济的弯头。(有小于 6in.的对焊管件。对于这些管件，6in 的管件应谨慎使用。)

4.1.11.3 组合弯头。推荐遵循下列弯头尺寸原则：

参考图 2C,2D,2E 和 2F

1. 推荐弯曲半径 $R=2.5D$ ；最小弯曲半径 $R=D$ 。

2. Z_2 最小=表 1 的公式因数 f 。

注：应保证管子端部的圆度。

3. S 最小=1.5in 或 $6t$ ，取其中较大值。

注：应控制焊接应力和尺寸公差。

4. 推荐的每个斜接最大偏角为 22.5°。每个斜接最大偏角不能超过 30°。

5. 对于两段弯头：

$$0^\circ < \Delta \leq 22.5^\circ$$

$$L_1 \text{ 最小} = L + Z_2$$

示例：现给出 40ft 长的管子中的外径 24in，22.5° 的弯头

$$L = \frac{24}{2} \tan\left(\frac{22.5^\circ}{2}\right) = 2.387 \text{ in.}$$

$L_1 = L + Z_2 = 2.387 \text{ in} + 10 \text{ in} = 12.387 \text{ in}$ (圆整为 12in)

6. 推荐的三段，四段和五段弯头尺寸：

$22.5^\circ < \Delta \leq 45^\circ$ ，使用三段弯头； $k=2$

$45^\circ < \Delta \leq 67.5^\circ$ ，使用四段弯头； $k=3$

$67.5^\circ < \Delta \leq 90^\circ$ ，使用五段弯头； $k=4$

尺寸 $L_1 = L + Z_2 + T - E$

尺寸	R=2.5D	R=1.5D	R=D
S	$4D \tan \Delta / 2k$	$2D \tan \Delta / 2k$	$D \tan \Delta / 2k$
L	$0.5D \tan \Delta / 2k$	$0.5D \tan \Delta / 2k$	$0.5D \tan \Delta / 2k$
T	$2.5D \tan \Delta / 2$	$1.5D \tan \Delta / 2$	$D \tan \Delta / 2$
E	$2.5D \tan \Delta / 2k$	$1.5D \tan \Delta / 2k$	$D \tan \Delta / 2k$
Z_2	f,表 1	f,表 1	f,表 1

输水主干道推荐 $R=2.5D$ ； $R=D$ 为推荐的最小值。

在某些情况下，可以使用复合弯头和异径弯头。异径弯头的几何关系见图 5。对于复合弯头的计算方法和公式，参考 AWWA M11 第 9 章。

段 5：验证

无适用内容。

段 6：交付

无适用内容。

表 1 钢制水工业管件尺寸(单位为 in)**

公称直径 D		三通，四通 A		90° Y形三通 F		斜三通(30° Minimum†)				F公式系数 [§] f, f _r , f _o
in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)	Gr		H _L		
6	(150)	8	(203)	6	(152)	23	(584)	29	(737)	5.0
(6 5/8 OD) 8	(200)	9	(229)	7	(178)	27	(686)	33	(838)	5.0
(8 5/8 OD) 10	(250)	11	(279)	8	(203)	33	(813)	40	(1,016)	6.0
(10 3/4 OD) 12	(300)	12	(305)	9	(229)	36	(914)	44	(1,118)	6.0
(12 3/4 OD) 14	(350)	14	(356)	10	(254)	41	(1,041)	49	(1,245)	7.0
16	(400)	15	(381)	10	(254)	44	(1,118)	53	(1,325)	7.0
18	(450)	16	(406)	11	(279)	49	(1,245)	59	(1,499)	7.5
20	(500)	18	(457)	12	(305)	54	(1,372)	64	(1,626)	8.0
22	(550)	20	(508)	14	(356)	60	(1,524)	71	(1,803)	9.0
24	(600)	22	(559)	15	(381)	65	(1,651)	78	(1,981)	10.0
30	(750)	25	(635)	16	(406)	76	(1,930)	90	(2,286)	10.0
36	(900)	29	(737)	18	(483)	90	(2,286)	105	(2,667)	11.0
42	(1,050)	33	(838)	21	(533)	103	(2,616)	120	(3,048)	12.0

48	(1,200)	36	(914)	22	(559)	114	(2,896)	132	(3,353)	12.0
54	(1,350)	41	(1,041)	25	(635)	129	(3,277)	150	(3,810)	14.0
60	(1,500)	45	(1,143)	26	(660)	140	(3,556)	162	(4,115)	14.0
66	(1,650)	48	(1,219)	29	(737)	154	(3,912)	177	(4,496)	15.0
72	(1,800)	51	(1,295)	30	(762)	165	(4,191)	189	(4,801)	15.0
78	(1,950)	55	(1,397)	32	(813)	178	(4,521)	204	(5,182)	16.0
84	(2,100)	59	(1,499)	34	(864)	191	(4,851)	219	(5,563)	17.0
90	(2,250)	62	(1,575)	36	(914)	202	(5,131)	231	(5,867)	17.0
96	(2,400)	66	(1,676)	38	(965)	216	(5,486)	246	(6,248)	18.0
102	(2,550)	70	(1,778)	40	(1,016)	229	(5,817)	261	(6,629)	19.0
108	(2,700)	74	(1,880)	42	(1,067)	242	(6,147)	276	(7,010)	20.0
114	(2,850)	78	(1,981)	45	(1,143)	255	(6,477)	291	(7,391)	21.0
120	(3,000)	82	(2,083)	47	(1,194)	268	(6,807)	306	(7,772)	22.0
126	(3,150)	86	(2,184)	49	(1,245)	282	(7,163)	321	(8,153)	23.0
132	(3,300)	90	(2,286)	51	(1,295)	295	(7,493)	336	(8,534)	24.0
138	(3,450)	94	(2,388)	54	(1,372)	308	(7,823)	351	(8,915)	25.0
144	(3,600)	98	(2,489)	56	(1,422)	321	(8,153)	366	(9,296)	26.0

*弯头尺寸见 4.1.11.3 和图 2。

†当需要配法兰，机械管箍，或铃形和插口接头或其他设计需要时，这些尺寸增加额外长度。

‡Y 形斜三通角度范围为 30° -70°；超过 70°，按照三通的尺寸；小于 30°，按照 30° 斜三通加上相对于的一个弯头。

§f, f_r, f_o为计算公式中的参数。

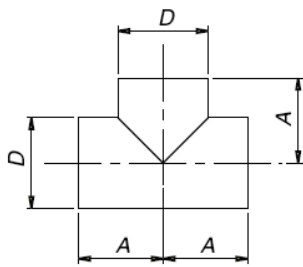


图 1A 三通

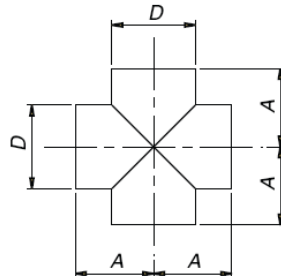


图 1B 四通

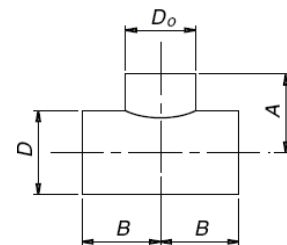


图 1C 异径三通

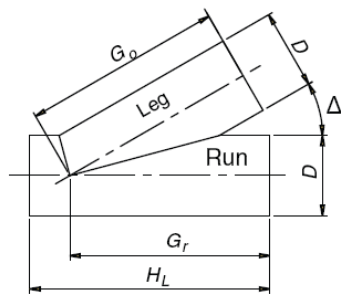


图 1D 例 I 等径斜三通

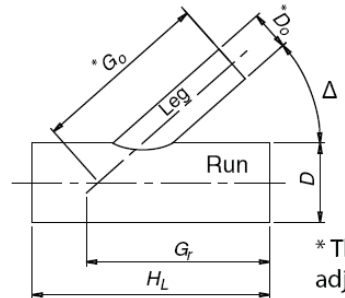


图 1D 例 II 异径斜三通

*此尺寸按照相应条件调整

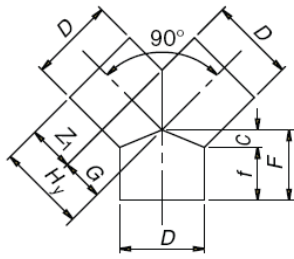


图 1E 90° Y形三通

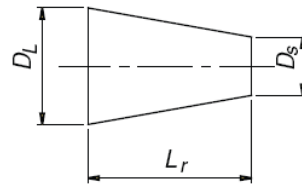


图 1F 异径管

图 1A-1F 水工业管件推荐尺寸

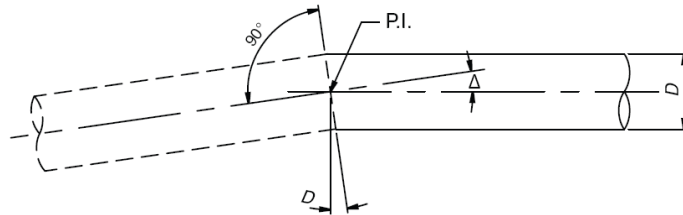


图 2A 斜接-对焊连接

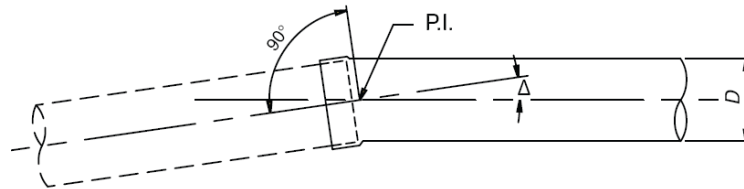


图 2B 斜接-铃形端部

图 2A-2B 水工业弯头推荐尺寸

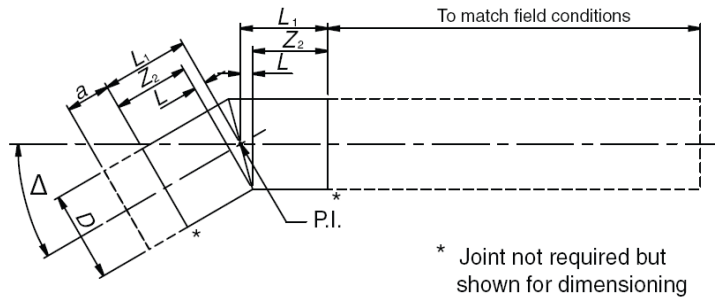


图 2C 两段弯头 (0° -22.5°)

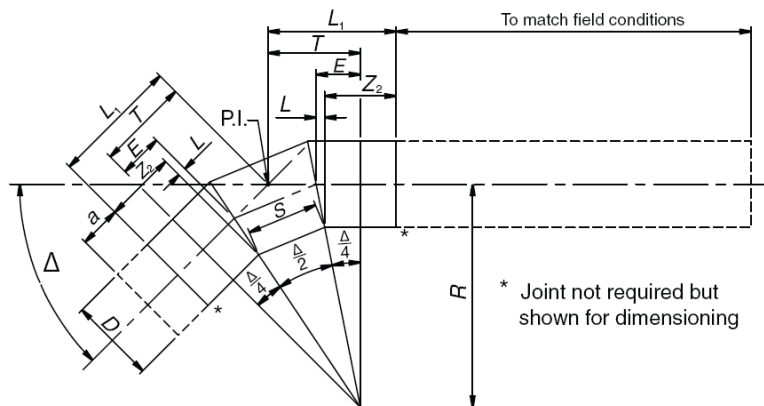


图 2D 三段弯头 (22.5° -45°)

图 2C-2D 水工业弯头推荐尺寸

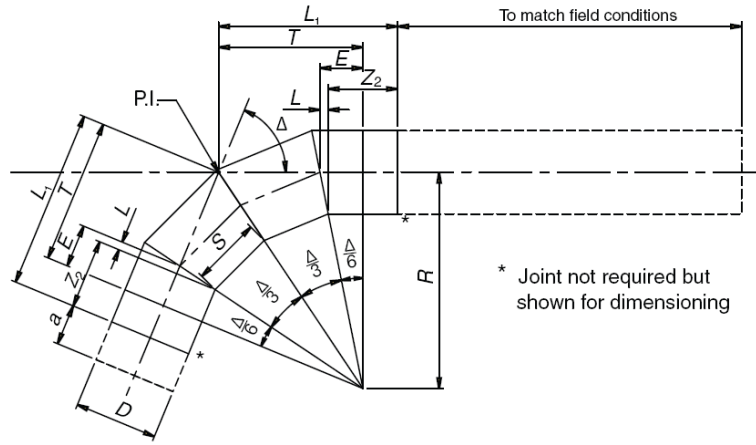


图 2E 四段弯头 (45° -67.5°)

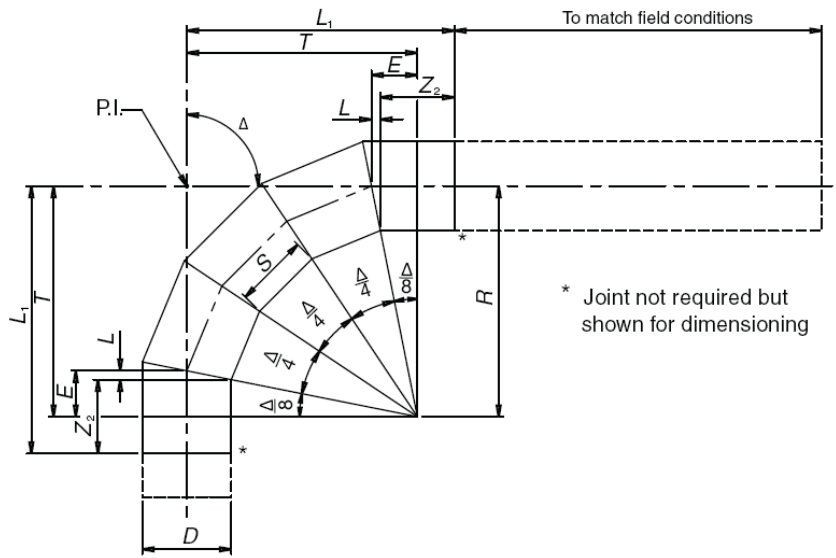
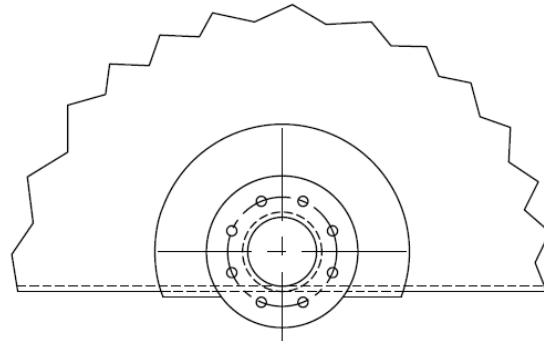
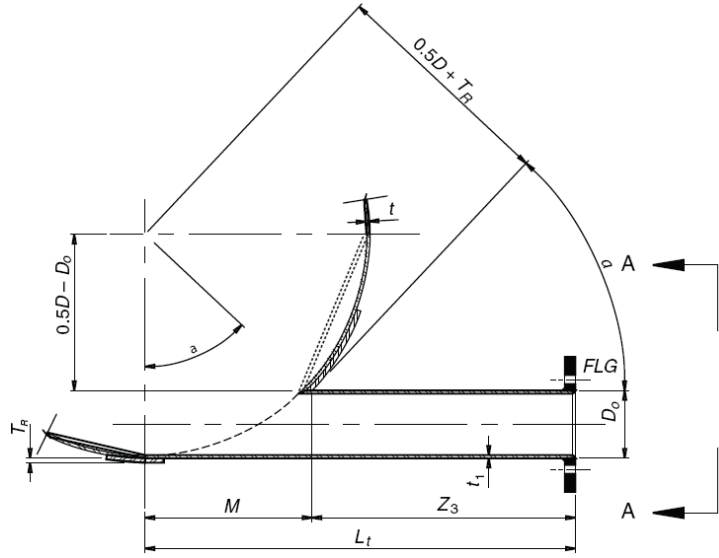


图 2F 五段弯头 (67.5° -90°)

图 2E-2F 水工业弯头推荐尺寸 (续)



面 A-A
图 3 切线类型的支管座

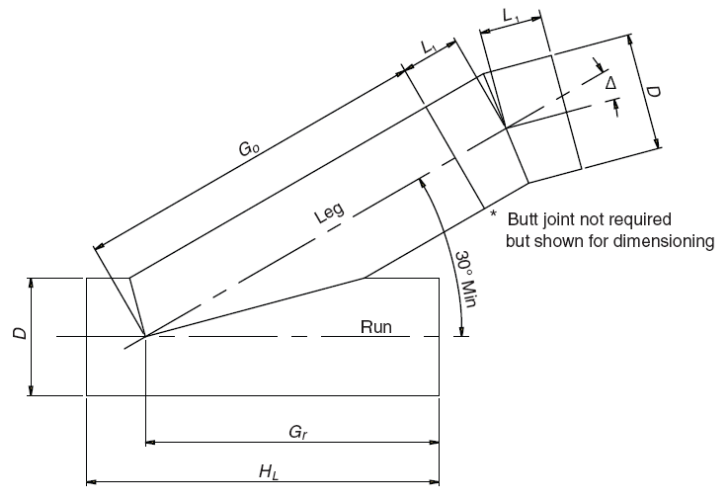
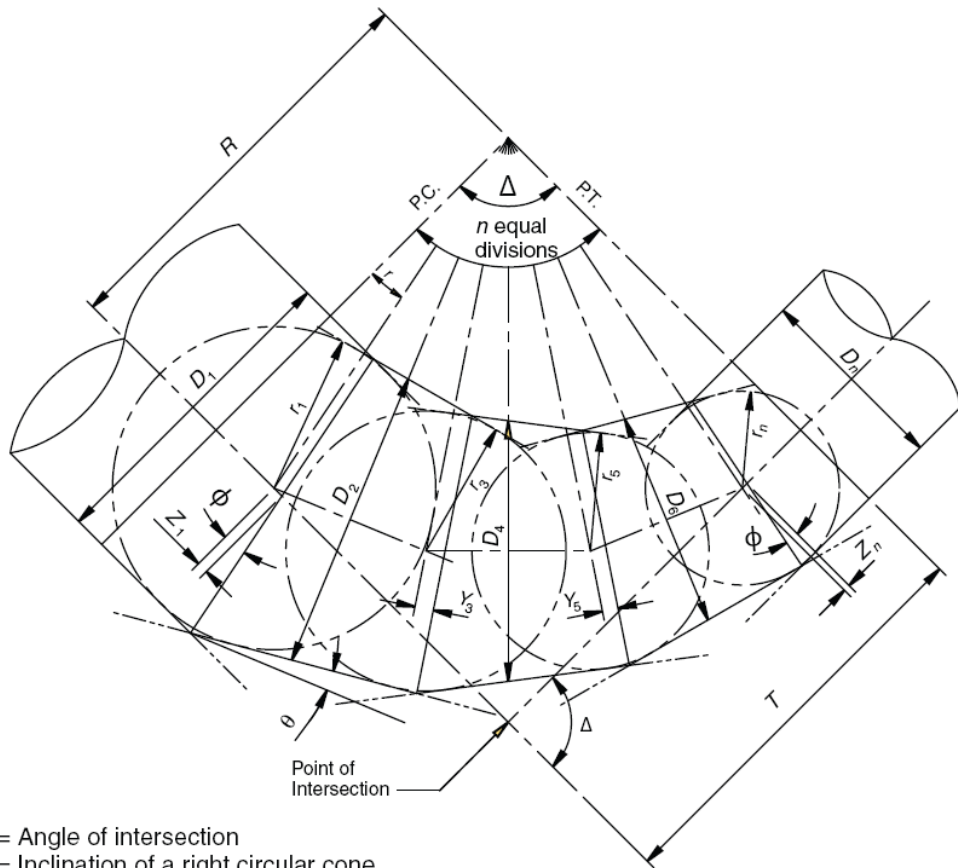


图 4 小于 30° 的斜三通



D = Angle of intersection
 θ = Inclination of a right circular cone
 R = Radius of bend
 n = 2 (number of deflections)
 D_1 = Inside diameter of large pipe
 D_n = Inside diameter of small pipe
 $\rho = \frac{\Delta}{n}$

$$\sin \theta = \frac{D_1 - D_n}{2(n-2)R(\tan \rho)}$$

$$r_1 = \frac{D_1}{2}$$

$$r_n = \frac{D_n}{2}$$

$$r_x = r_n - (x - 1) R (\tan \rho) (\sin \theta)$$

$$D_x = \frac{D_1 - 2(x - 1) R (\tan \rho) (\sin \theta)}{\cos \theta}$$

where x = number of divisions from P.C. to point under consideration.

$$\tan \phi = \frac{\sin 2\rho}{\cos 2\rho + \cos \theta}$$

$$Z_1 = \frac{r_1(\sin \theta)}{\cos 2\rho + \cos \theta}$$

$$Z_n = \frac{r_n(\sin \theta)}{\cos 2\rho + \cos \theta}$$

$$Y_x = \frac{r_x(\sin \theta)}{\cos \rho}$$

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

图 5 异径弯头