

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY 5257—91

钢 制 弯 管

1991-07-19 发布

1991-12-01 实施

中华人民共和国能源部 发 布

钢 制 弯 管

1 主题内容与适用范围

本标准规定了直径为 $\phi 219 \sim \phi 1020\text{mm}$ ，壁厚为 $6 \sim 20\text{mm}$ 的各种规格的钢制弯管（以下简称弯管）的型号、基本参数、技术要求、检验方法、检验规则和标志、贮存、包装等内容。

本标准适用于无缝、直缝、螺旋焊缝钢管热弯弯管。

2 引用标准

- GB 699 优质碳素结构钢技术条件
- GB 3087 低中压锅炉用无缝钢管
- GB 5310 高压锅炉用无缝钢管
- GB 9948 石油裂化用无缝钢管
- GB 2270 不锈钢无缝钢管
- GB 8163 输送流体用无缝钢管
- YB 234 直缝钢管
- SY 5036 承压流体输送用螺旋缝埋弧焊钢管
- GB 9711 石油天然气输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管
- GBJ 235 工业管道工程施工及验收规范(金属管道篇)
- GB 1611 锅炉管子制造技术条件
- GB 6479 化肥设备用高压无缝钢管
- GB 231 金属布氏硬度试验法
- GB 150 钢制压力容器
- GB 2828 逐批检查计数抽样程序及抽样表
- GB 2829 周期检查计数抽样程序及抽样表。

3 符号

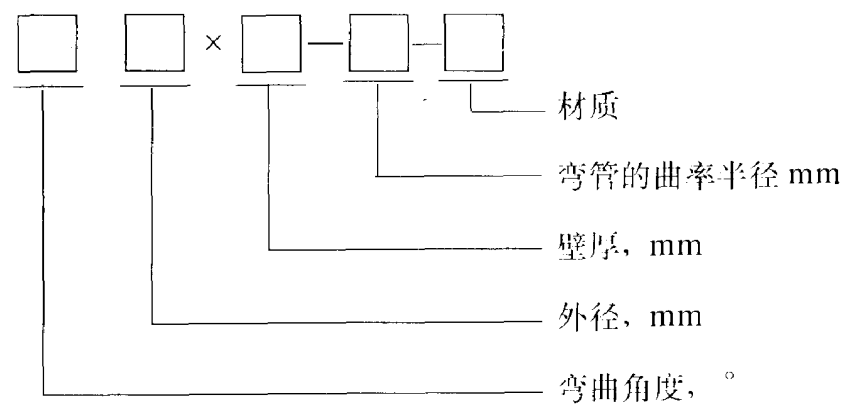
- P ——中心距；
- R ——曲率半径；
- β ——空间角度；
- D ——外径；
- t ——壁厚；
- D_N ——公称直径；
- h ——起皱高度；
- Δa ——平面度；
- α ——弯曲角度；
- L ——中间直管尺寸；

Q ——管端面垂直度;
 U ——管端面平面度;
 f ——波浪间距。

4 型号与基本参数

4.1 型号

弯管的型号用下面方法表示:



示例:

材质为 20 号钢、弯曲角度为 90° 、管子外径为 $\phi 219\text{mm}$ 、壁厚为 8mm 、曲率半径为 $4D$ 的弯管可表示为 $90^\circ \phi 219 \times 8 - 4D - 20$

4.2 基本参数

弯管基本参数(见图 1)应符合表 1 的规定。

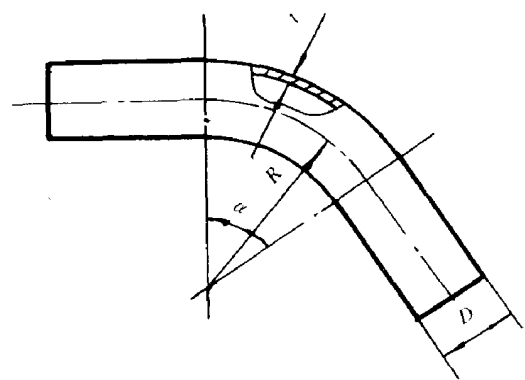


图 1

表 1 mm

公称直径 D_N	外 径 D	曲 率 半 径 R	壁 厚 t	弯曲角度 $\alpha(^{\circ})$
200	219	3D、4D、5D、6D、7D、8D、9D、10D	6~20	15、30、 45、60、 90、135、 180
250	273	3D、4D、5D、6D、7D、8D、9D、10D	6~20	
300	324 325	3D、4D、5D、6D、7D、8D、9D、10D	7~20	
350	356 377	3D、4D、5D、6D、7D、8D、9D、10D	7~20	
400	406 426	4D、5D、6D、7D、8D	8~20	

续表 1

公称直径 D_N	外 径 D	曲 率 半 径 R	壁 厚 t	弯曲角度 $\alpha(^{\circ})$
450	457	4D、5D、6D、7D	8~20	15、30、 45、60、 90、135、 180
500	508 529	4D、5D、6D、7D	9~20	
550	559	4D、5D、6D	9~20	
600	610 630	4D、5D	10~20	
650	660	4D、5D	10~20	
700	711 720	4D、5D	11~20	
750	762	4D、5D	11~20	
800	813 820	4D、5D	12~20	
850	864	4D、5D	13~20	
900	914 920	4D、5D	13~20	
950	965	4D、5D	14~20	
1000	1016 1020	4D、5D	14~20	

5 技术要求

5.1 弯管应符合本标准要求，并按经规定程序批准的图样及技术条件制造。

5.2 管材

5.2.1 管材的质量应符合以下有关标准：

- a. 优质碳素结构钢应符合 GB 699 的有关规定；
- b. 低中压锅炉用无缝钢管应符合 GB 3087 的有关规定；
- c. 高压锅炉用无缝钢管应符合 GB 5310 的有关规定；
- d. 石油裂化用无缝钢管应符合 GB 9948 的有关规定；
- e. 不锈钢无缝钢管应符合 GB 2270 的有关规定；
- f. 无缝钢管应符合 GB 8163 的有关规定；
- g. 直缝钢管应符合 YB 234 的有关规定；
- h. 承压流体输送用螺旋缝埋弧焊钢管应符合 SY 5036 的有关规定；
- i. 石油天然气输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管应符合 GB 9711 的有关规定；
- j. 化肥设备用高压无缝钢管应符合 GB 6479 的有关规定。

5.2.2 管材进厂应有制造厂质量证明书，同时由检验部门对规格、型号、外观和技术资料等进行检查验收。

5.2.3 管材实物的标记、炉批号与材质证明书相符合时可不进行复检，管材无标记、无材质证明书或材质证明书不全时必须进行复检。

5.3 弯管表面应光滑，如有结疤、划痕、裂纹、重皮等缺陷时应进行修磨。修磨处应圆滑过渡，并进行着色或磁粉探伤。修磨后弯管的实际壁厚不能小于管材名义壁厚减去弯制减薄量与管材壁厚负偏差值之和。

5.4 弯管不得有过烧存在。

5.5 高压弯管在弯制后应进行着色或磁粉探伤。

5.6 壁厚减薄率应不大于表 2 的规定。

减薄率 = $\frac{t-t'}{t} \times 100\%$

式中：t' ——弯管横断面上最薄处壁厚，mm；
t ——管子实际壁厚的最小值，mm。

表 2 %

R / D	3	4	5	6	7	8	9	10
减薄率	14.0	11.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.5	5.2

5.7 弯管圆度(见图 2)应不大于表 3 的规定。

圆度 = $\frac{D_{\max} - D_{\min}}{D} \times 100\%$

式中：D_{max} ——弯管横断面上的最大外径，mm；
D_{min} ——弯管横断面上的最小外径，mm。

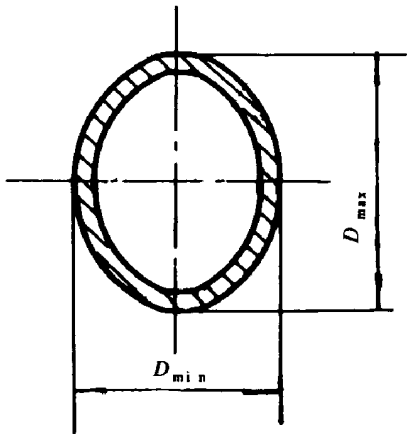


图 2

表 3 %

D / t	低碳钢、不锈钢管（水冷）								低合金钢管(风冷)							
	R / D															
	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
≤30	3.0	2.6	2.4	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	4.1	3.1	2.5	2.1	1.8	1.7	1.5	1.5
> 30~40	3.7	3.2	2.8	2.4	2.1	1.8	1.6	1.5	5.0	4.1	3.3	2.7	2.4	2.1	1.9	1.7
> 40~50	4.8	3.9	3.5	2.9	2.6	2.3	1.9	1.8	5.0	5.0	4.1	3.4	2.9	2.6	2.3	2.1
> 50~60	6.0	4.5	3.8	3.4	2.9	2.5	2.2	1.9	5.0	5.0	4.9	4.1	3.5	3.1	2.7	2.4
> 60~75		5.5	4.4	3.8	3.4	3.0	2.7	2.5								

5.8 弯管弯曲角度和空间夹角的偏差应符合下列规定：

- a. 同一平面上弯管的弯曲角度偏差应不超过 $\pm 0.5^{\circ}$ ；
- b. 不在同一平面上二弯管空间夹角偏差，当夹角为 90° （图 3）时，偏差应不超过 $\pm 1^{\circ}$ ；夹角不是 90° （图 4）时，偏差应不超过 $\pm 1.5^{\circ}$ 。

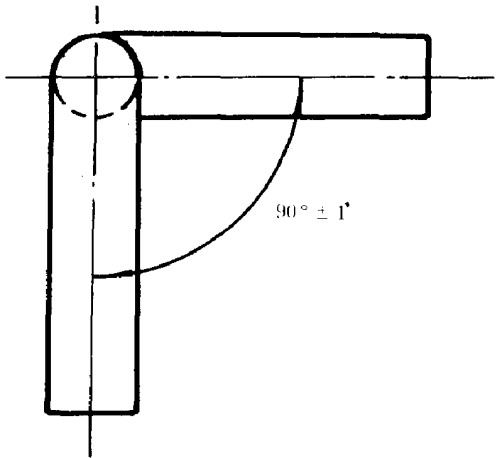


图 3

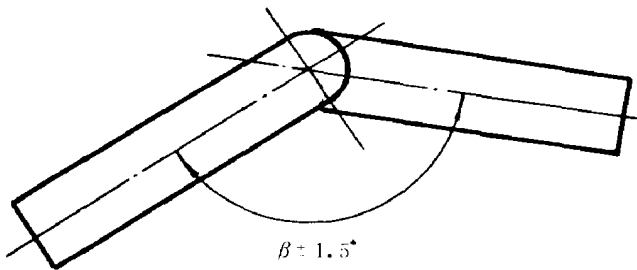


图 4

5.9 曲率半径、中心距的极限偏差（见图 5、图 6）应符合表 4 的规定。

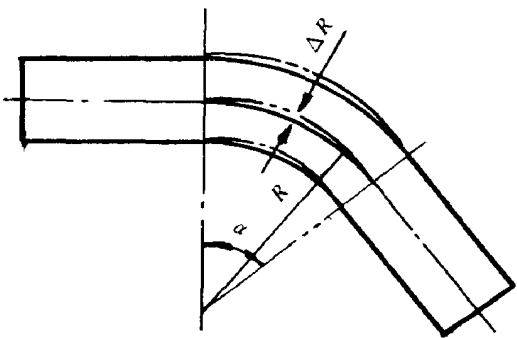


图 5

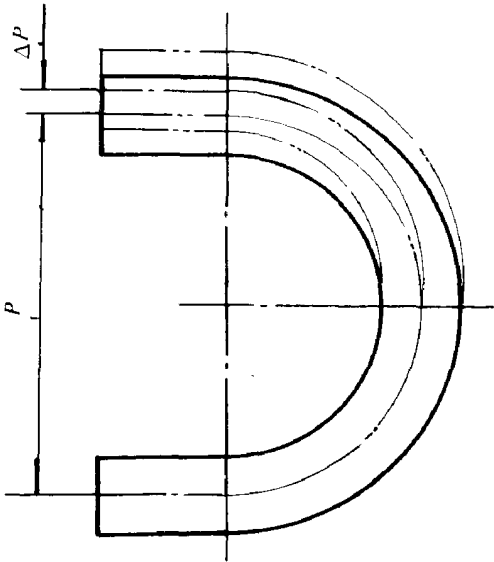


图 6

表 4 mm

尺 寸		极 限 偏 差	
		ΔR	ΔP
R	≤ 1000	± 3	± 3
P			
R	> 1000	$\pm 3R / 1000$	$\pm 3P / 1000$
P			

5.10 弯管的平面度(见图 7)应符合表 5 的规定。

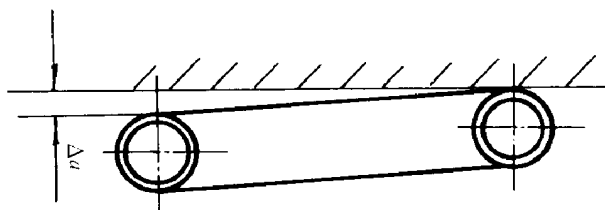


图 7

表 5

mm

公称直径 D_N	平面度 Δa
≤ 250	≤ 6
> 250	≤ 8

5.11 弯管的中间直管尺寸偏差(见图 8)应符合表 6 的规定。

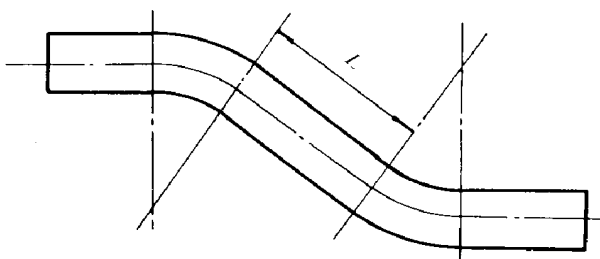


图 8

表 6

mm

公称直径 D_N	中间直管尺寸偏差
≤ 250	± 5
> 250	± 8

5.12 弯管起皱高度和波浪间距(见图 9)应符合表 7 的规定。

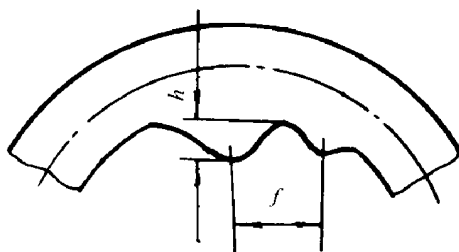


图 9

表 7

mm

起皱高度 h	$\leq \frac{D}{100}$
波浪间距 f	$> 4h$

5.13 弯管坡口(见图 10)应符合以下要求:

a. 当管子壁厚 $t \leq 9\text{mm}$ 时, 坡口角度为 $35^\circ \pm 2.5^\circ$, 坡口钝边为 $1.6 \pm 0.8\text{mm}$;

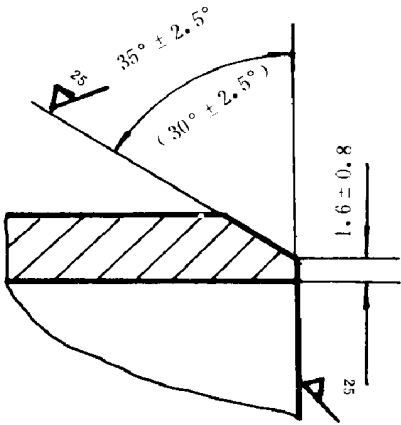


图 10

b. 当管子壁厚 $9 < t \leq 20$ 时, 坡口角度为 $30^\circ \pm 2.5^\circ$, 坡口钝边为 $1.6 \pm 0.8\text{mm}$ 。

5.14 弯管管端面垂直度(见图 11)应符合表 8 的规定。

表 8

mm

公称直径 D_N	端面垂直度 Q
≤ 200	≤ 2
> 200	≤ 3

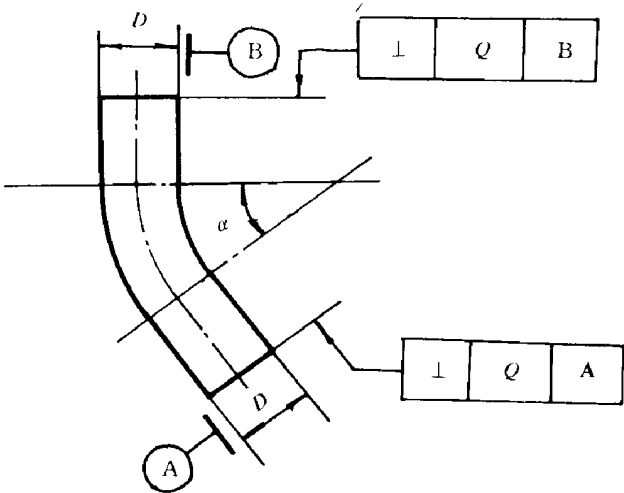


图 11

5.15 弯管管端面平面度(见图 12)应不大于 1mm。

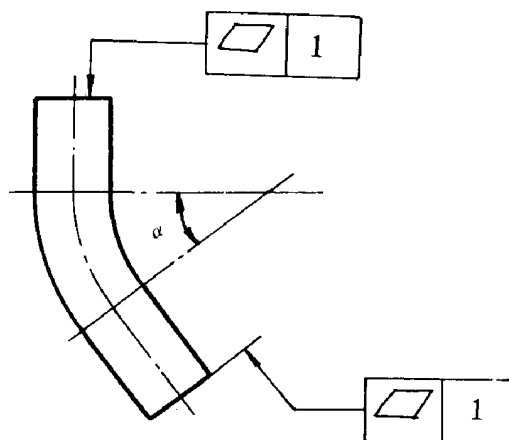


图 12

5.16 低碳钢、不锈钢管弯制后不进行热处理, 不作硬度检查。

5.17 低合金钢、合金钢管弯制后, 应进行热处理, 并从每一批同时进行热处理的弯管中任意取出一个测定硬度。热处理条件按 GBJ 235 标准中 3.2.5 条的规定执行。硬度要求按 GBJ 235 标准中附表 1.1 的规定执行。

5.18 弯制直缝钢管时应将管子焊缝放在弯管里弧 45° 位置。

5.19 按本标准制造并检验合格的弯管一般不进行水压试验。在管线系统试压时, 应能承受所规定的试验压力。

5.20 弯管的弯曲半径不是管子外径的整倍数时, 圆度和减薄率应采用插入法计算。

6 检验方法

6.1 硬度试验按 GB 231 的规定进行。

6.2 渗透探伤按 GB 150 的规定进行。

6.3 壁厚减薄率的检测

6.3.1 检测需用量具

测厚仪。

6.3.2 检测方法

将弯制完的管子外弧中心的表面清除干净, 然后涂上机油, 再用测厚仪进行测量。弯曲角度小于或等于 90° 时至少要均匀测量三点; 弯曲角度大于 90° 小于或等于 180° 时, 至少要均匀测量五点。

6.4 弯曲部分圆度的检测

6.4.1 检测需用量具

500mm 卡尺或 1100mm 卡尺。

6.4.2 检测方法

在始端、中间、终端测量三处, 测量时沿弯管水平方向和垂直方向测量, 将同一截面上的垂直和水平方向所测得的数值按 5.7 条计算。

6.5 弯曲角度的检测

6.5.1 检测需用量具

角度尺、平台、2000mm 钢板尺、直角尺。

6.5.2 同一平面上弯曲角度的检测方法

将弯管放在平台上,然后用直角尺在弯管两端的直管段上分别找出 N 点 ($N \geq 6$) 投影到平台上 (图 13)。将弯管从平台上拿走,按照这些点找出两端直管段的中心线,交于 A 点,再用角度尺测量出弯曲角度。

6.5.3 不在同一平面上二弯管空间夹角的检测方法

先将二弯管组成的两个面中的任意一个紧贴于水平面,然后在空间的弯管直管段上用倾斜测定水准器读出两相交平面的二面角,即为二弯管的空间夹角。

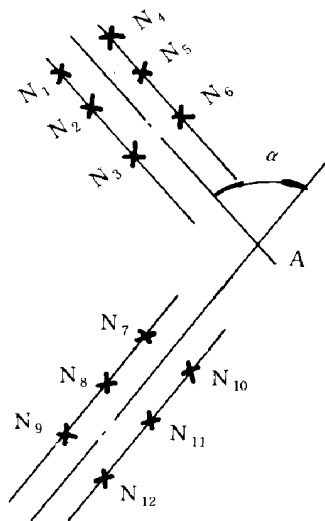


图 13

6.6 曲率半径极限偏差的检测

6.6.1 检测需用量具

15000mm 钢卷尺、直角尺、2000mm 钢板尺、平台。

6.6.2 检测方法

用划规在平台上按所要求的弯曲半径减去管子外径的二分之一尺寸划弧,所划弧的角度要大于弯管本身的弯曲角度,然后将弯管放在平台上,使弯曲开始点、终止点的投影与所划弧线相重合。再用直角尺和钢板尺测量出 ΔR 。测量 ΔR 时要去掉弯管圆度 (图 14) 的影响。

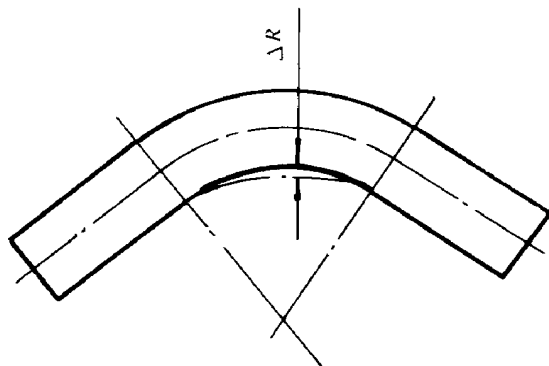


图 14

6.7 弯管中心距的检测

6.7.1 检测需用量具

15000mm 钢卷尺、平台、直角尺。

6.7.2 检测方法

将弯管放在平台上，分别将两个直角尺放在弯制起点和终点的直管段内侧和外侧，用 15000mm 钢卷尺测量出 P_1 ，然后再将内侧直角尺放在外侧，将外侧直角尺放在内侧，测量出 P_2 ，取两次测量数值的平均值 P 。

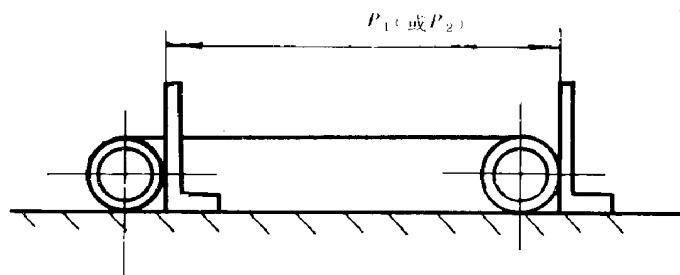


图 15

6.8 弯管平面度的检测

6.8.1 检测需用量具

平台、塞尺或标准塞块。

6.8.2 检测方法

将弯管放在平台上，呈自然状态；用塞尺或塞块测 Δa 值。再将弯管翻转 180° 测出另一端的 Δa 。

6.9 起皱高度和波浪间距的检测

6.9.1 检测需用量具

150mm 钢板尺、1100mm 卡尺或 500mm 卡尺。

6.9.2 检测方法

6.9.2.1 起皱高度

用 1000mm 卡尺测出波峰和波谷的尺寸(图 16)；然后将相邻的波峰和波谷尺寸进行比较，找出相邻的差值最大的一对即为起皱高度($h = h_{\max} - h_{\min}$)。

6.9.2.2 波浪间距

将钢板尺水平放在两个相邻的波峰上，钢板尺和两个波峰相接触，接触点之间的距离即为波浪间距(图 16)。

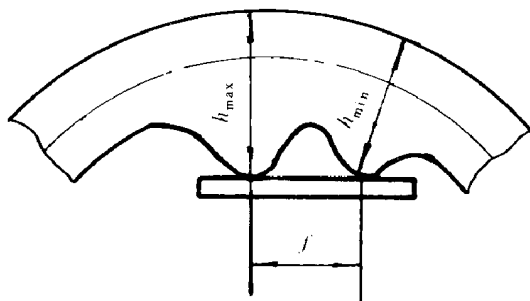


图 16

6.10 端面垂直度的检测

6.10.1 检测需用量具

直角尺、焊口检测器。

6.10.2 检测方法

将直角尺放在直管端面，使其一端和直管段部分紧贴，再用焊口检测器测出不接触部分“Q”值(图 17)。

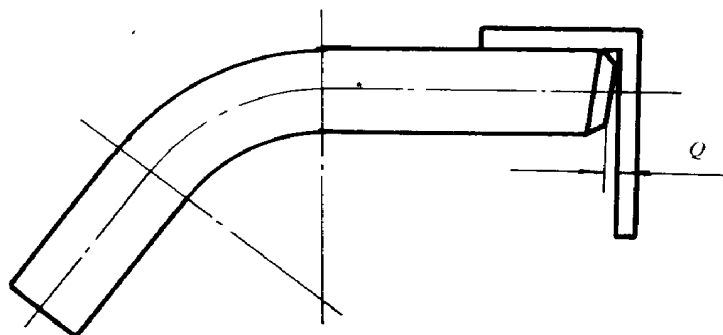


图 17

6.11 弯管管端面平面度的检测

6.11.1 检测需用量具

平台、塞尺。

6.11.2 检测方法

将弯管管端紧靠在平台上，用塞尺检测平面度“U”值。

6.12 其它的尺寸检验按常规检验方法进行。

7 检验规则

7.1 弯管检验分出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 弯管应经检验部门检验合格，并附有合格证、材质证明书和必要的试验报告方可出厂。

7.2.2 弯管出厂检验项目及各项质量指标的不合格分类见表 9。

表 9

不合格分类	序 号	项 目	备 注
A 类	1	管材化学成分	水压试验 和探伤按 要求进行
	2	管材机械性能	
	3	水压试验	
	4	探伤	
	5	减薄率	
	6	过烧、裂纹	
B 类	1	曲率半径	
	2	圆度	
	3	弯曲角度、空间夹角	
	4	起皱高度、波浪间距	
	5	硬度	
	6	结疤	
C 类	1	平面度	
	2	中间直管尺寸	
	3	管端面平面度	
	4	管端面垂直度	
	5	钝边	
	6	坡口角度	
	7	划痕	

7.2.3 抽样方案

弯管出厂检验按 GB 2828 一次正常检查抽样方案(见表 10)。

表 10

抽样方案		A 类	B 类	C 类
		6	6	7
检查水平		II	II	II
样本字码		B	B	B
样本数		3	3	3
合格品	AQL	4.0	25	65
	A_c, R_c	0, 1	2, 3	5, 6
一等品	AQL	4.0	15	40
	A_c, R_c	0, 1	1, 2	3, 4

7.2.4 判定原则

7.2.4.1 对样本检查后, 若不合格数小于或等于合格判定数 A_c , 则判此批产品合格; 若不合格数大于或等于不合格判定数 R_c , 则判此批产品不合格。

7.2.4.2 一等品判定规则按表 10 的规定。

7.3 型式检验

7.3.1 弯管在遇下列情况之一时, 应进行型式检验。

- 正常生产时, 每两年进行一次;
- 停产一年后, 恢复生产时;
- 上级质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.3.2 型式检验项目全部按表 9 进行。

7.3.3 抽样方案

弯管型式检验按 GB 2829 一次抽样方案随机抽取三种规格(见表 11)。

表 11

抽样方案		A 类	B 类	C 类
		6	6	7
检查水平		II	II	II
样本大小		3	3	3
合格品	RQL	50	120	250
	A_c, R_c	0,1	2,3	5,6
一等品	RQL	50	100	150
	A_c, R_c	0,1	1,2	3,4

7.3.4 型式检验提供的交检批规格不少于 3 种,每种规格不少于 3 件。

7.3.5 判定原则

7.3.5.1 若不合格数小于或等于合格判定数 A_c , 则判该批产品是合格的; 若不合格数大于或等于 R_c , 则判该批产品是不合格的。

7.3.5.2 一等品判定规则按表 11 的规定。

8 标志、贮存、包装

8.1 标志

8.1.1 每个弯管在距管端 100mm 处用钢印或喷漆作出以下标记:

- a. 生产批号;
- b. 制造厂名称;
- c. 型号;
- d. 商标。

8.1.2 用钢印打标记时, 其深度不应超过 0.2mm。

8.2 贮存

成品弯管除锈后, 刷防锈漆放成品库贮存。

8.3 包装

8.3.1 管端坡口应用管箍或管帽保护。

8.3.2 弯管包装按用户要求进行。

附加说明:

本标准由中国石油天然气总公司提出。

本标准由中国石油天然气总公司规划设计总院归口。

本标准由中国石油天然气总公司管道局廊坊机械制造厂负责起草。

本标准主要起草人张惠民。