

Q/SY

中国石油管道建设项目经理部企业标准

Q/SY GJX 105—2009

油气输送管道工程用 *DN350* 及以下管件技术条件

Technical specification of fittings with *DN350*
and smaller for oil and gas pipeline project

2009—01—01 发布

2009—01—20 实施

中国石油天然气股份有限公司管道建设项目经理部

发 布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 管件设计 2

5 管件规格 2

6 原材料要求 2

7 制造工艺要求 12

7.1 总则 12

7.2 制造工艺确认 12

7.3 工艺评定和首批检验 12

7.4 焊接 12

7.5 热处理 13

8 性能要求 13

8.1 拉伸性能 13

8.2 夏比冲击韧性 13

8.3 焊缝导向弯曲试验 13

8.4 硬度 14

8.5 金相组织及晶粒度检查 14

9 尺寸、几何形状和允许偏差 14

9.1 管件形状及尺寸 14

9.2 焊接端 15

9.3 管端平面度和垂直度 15

10 工艺质量和缺陷处理 15

10.1 表面质量 15

10.2 缺陷的处理 15

11 检验和试验 15

11.1 力学性能试验和金相检验 15

11.2 几何尺寸检测 17

11.3 产品硬度检验 18

11.4 无损检测 18

11.5 购方检验 20

12 水压试验 20

13 设计验证试验 20

13.1 所要求的试验 20

13.2 试样 20

13.3 试验组件 20

13.4 流体介质 21

13.5	验证试验强度计算	21
13.6	试验程序	21
13.7	试验结果的可用性	21
14	标志	21
15	防护	22
16	产品质量合格证明书	22
17	包装和运输	22
附录 A (资料性附录)	推荐材料及标准	23
附录 B (规范性附录)	制造工艺评定	24
附录 C (资料性附录)	钢级的说明	26
附录 D (规范性附录)	首批检验	27

前 言

本标准是油气输送管道工程用技术规范。

本标准在制定中参考了 MSS SP - 75《锻钢制对焊管件》（*Specification for high - test, wrought, butt - welding fittings*）、GB/T 13401《钢板制对焊管件》、ASME B16.9《工厂制造的钢质对焊管件》（*Factory - made wrought steel butt - welding fittings*）、SY/T 0510《钢制对焊管件》等国内外有关标准和著名企业标准，同时吸收了近年来油气管道工程建设用管件方面的应用基础研究及技术标准的研究成果和实践经验，依据中国石油天然气集团公司标准化有关规定编写。

本标准的附录 B 和附录 D 为规范性附录，附录 A 和附录 C 为资料性附录。

本标准由中国石油管道建设项目经理部提出并归口。

本标准负责起草单位：中国石油天然气集团公司管材研究所。

本标准参加起草单位：中油管道机械制造有限公司、中国石油渤海装备钢管制造公司。

本标准主要起草人：刘迎来、李为卫、池强、冯耀荣、霍春勇、马秋荣、张鸿博、方伟、徐婷、李玉卓、付彦宏。

油气输送管道工程用 DN350 及以下管件技术条件

1 范围

1.1 本标准规定了油气输送管道工程用公称尺寸 DN350 及以下的钢制对焊管件的设计、制造、材料、检验及验收的基本要求。

本标准管件包括标准三通、弯头、异径管和管帽（封头）。

与任一制造商之间的任何约定将列入购方与该制造商的附加协议中。

1.2 按本标准制造的管件适用于输送天然气、原油、成品油及液态液化石油气的管道工程干线和站场，其中输送的天然气的的气质应符合 GB 17820 二类气质要求的天然气；输送的原油应符合 SY/T 7513 油质要求；输送的成品油的质量应符合国家现行产品标准要求的成品油；输送的液态液化石油气的质量应符合 GB 9052.1 或 GB 11174 要求。

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 228 金属材料 室温拉伸试验方法（eqv ISO 6892）
GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法（eqv ISO 148）
GB/T 6394—2002 金属平均晶粒度测定法
GB 9052.1 油气田液化石油气
GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证
GB/T 10561 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法（eqv ISO 4967）
GB 11174 液化石油气
GB 17820 天然气（neq ISO 13686）
GB/T 19001 质量管理体系 要求（ISO 9001，IDT）
GB/T 12459 钢制对焊无缝管件
GB 50251 输气管道工程设计规范
GB 50253 输油管道工程设计规范
SY/T 7513 出矿原油技术条件
JB 4708 钢制压力容器焊接工艺评定
JB/T 4730 承压设备无损检测
ASME B31.3 工艺管道
ASME B31.8 气体输送和分配管道系统
ASNT No. SNT-TC-1A 无损检测人员资格资质与认定
国家质量监督检验检疫总局锅炉压力容器安全监察局 锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

购方 purchaser

表示业主并包括其代理人、检查人员以及其他被授权的代表。

3.2

制造商 manufacturer

表示按本标准的要求和合同提供设计、制造、运输管件的制造厂并包括它的设备。

3.3

同类管件 fittings of same type

弯头、三通、异径管接头和管帽各自称为同类管件。

3.4

热处理批 heat lot of fittings

按同一工艺进行热处理的同熔炼批、同类、同规格管件。

4 管件设计

4.1 管件制造单位负责提供完整的材料选择、尺寸计算文件。管道设计单位负责审查。

4.2 管件优先采用 GB 50251, GB 50253, ASME B31.3, ASME B31.8 或国家认可的压力容器或压力管道规范确定的计算分析方法进行强度设计, 也可按照第 13 章验证试验方法设计确定壁厚。按本标准制造的管件, 其许用强度额定值应根据 GB 50251 的规定, 采用相同钢级、等直径及等壁厚的无缝直管 (或焊接系数等于 1.0 的焊接管) 进行计算。

4.3 按本标准设计、制造的所有管件, 在安装后应有能力承受按式 (1) 计算的水压试验强度, 且不得有破裂和渗漏, 或有碍于使用的其他损害。

试验强度按式 (1) 计算:

$$p_1 = \frac{2\sigma_s \cdot t}{D} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- p_1 ——计算的水压试验强度, 单位为兆帕 (MPa);
- σ_s ——与管件相连接管子的规定最小屈服强度, 单位为兆帕 (MPa);
- t ——与管件相连接管子的公称壁厚, 单位为毫米 (mm);
- D ——与管件相连接管子的外径, 单位为毫米 (mm)。

4.4 管件设计文件至少应包括应力分析报告书和设计图样。

4.5 清管三通的内径不应小于连接管公称内径的 97%, 且挡条的选材需经购方或设计单位认可。

5 管件规格

管件尺寸详见表 1~表 6 及图 1~图 6。

6 原材料要求

6.1 用于制造管件的原材料应是采用吹氧转炉或电炉冶炼的全镇静钢, 且具有要求的韧性和热处理状态, 并适合与符合输送管道工程用管材标准等相应标准要求的管件、法兰和钢管进行现场焊接。

6.2 制造管件的原材料应为各类锻件、板材、无缝管或有填充金属焊的焊管。

6.3 制造管件的原材料应为可焊性良好的非合金钢或低合金钢, 可以采用附录 A 推荐的材料。当焊接需要预热时, 制造商应说明规定的预热条件, 并在管件上做出永久性标记。

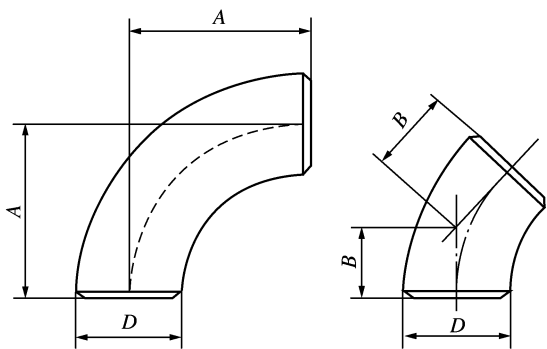


图 1 长半径弯头

表 1 长半径弯头尺寸

单位为毫米

公称直径 <i>DN</i>	坡口处外径 <i>D</i>	中心至端面尺寸	
		<i>A</i> 90°弯头	<i>B</i> 45°弯头
15	21.3	38	16
20	26.9	38	19
25	33.7	38	22
32	42.4	48	25
40	48.3	57	29
50	60.3	76	35
65	73.0	95	44
80	88.9	114	51
90	101.6	133	57
100	114.3	152	64
125	141.3	190	79
150	168.3	229	95
200	219.1	305	127
250	273.0	381	159
300	323.9	457	190
350	355.6	533	222

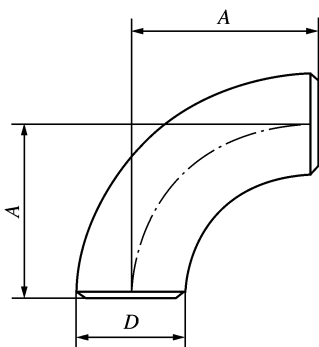


图 2 短半径弯头

表 2 短半径弯头尺寸

单位为毫米

公称直径 DN	坡口处外径 D	中心至端面尺寸 A
25	33. 7	25
32	42. 4	32
40	48. 3	38
50	60. 3	51
65	73. 0	64
80	88. 9	76
90	101. 6	89
100	114. 3	102
125	141. 3	127
150	168. 3	152
200	219. 1	203
250	273. 0	254
300	323. 9	305
350	355. 6	356

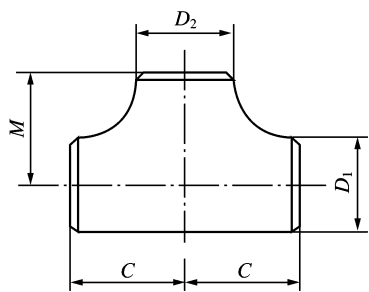


图 3 等径三通

表 3 等径三通尺寸

单位为毫米

公称直径 DN	坡口处外径 D_1, D_2	中心至端面尺寸	
		管程 C	出口 M
15	21.3	25	25
20	26.9	29	29
25	33.7	38	38
32	42.4	48	48
40	48.3	57	57
50	60.3	64	64
65	73.0	76	76
80	88.9	86	86
90	101.6	95	95
100	114.3	105	105
125	141.3	124	124
150	168.3	143	143
200	219.1	178	178
250	273.0	216	216
300	323.9	254	254
350	355.6	279	279

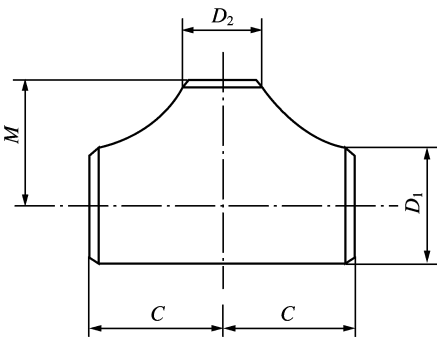


图 4 异径三通

表 4 异径三通尺寸

公称直径 DN mm×mm×mm	坡口处外径，mm		中心至端面尺寸，mm	
	D_1	D_2	管程 C	出口 M
15×15×10	21.3	17.3	25	25
15×15×8	21.3	13.7	25	25
20×20×15	26.9	21.3	29	29
20×20×10	26.9	17.3	29	29
25×25×20	33.7	26.9	38	38
25×25×15	33.7	21.3	38	38
32×32×25	42.4	33.7	48	48
32×32×20	42.4	26.9	48	48
32×32×15	42.4	21.3	48	48
40×40×32	48.3	42.4	57	57
40×40×25	48.3	33.7	57	57
40×40×20	48.3	26.9	57	57
40×40×15	48.3	21.3	57	57
50×50×40	60.3	48.3	64	60
50×50×32	60.3	42.4	64	57
50×50×25	60.3	33.7	64	51
50×50×20	60.3	26.9	64	44
65×65×50	73.0	60.3	76	70
65×65×40	73.0	48.3	76	67
65×65×32	73.0	42.4	76	64

表 4（续）

公称直径 <i>DN</i> mm×mm×mm	坡口处外径，mm		中心至端面尺寸，mm	
	<i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	管程 <i>C</i>	出口 <i>M</i>
65×65×25	73. 0	33. 7	76	57
80×80×65	88. 9	73. 0	86	83
80×80×50	88. 9	60. 3	86	76
80×80×40	88. 9	48. 3	86	73
80×80×32	88. 9	42. 4	86	70
90×90×80	101. 6	88. 9	95	92
90×90×65	101. 6	73. 0	95	89
90×90×50	101. 6	60. 3	95	83
90×90×40	101. 6	48. 3	95	79
100×100×90	114. 3	101. 6	105	102
100×100×80	114. 3	88. 9	105	98
100×100×65	114. 3	73. 0	105	95
100×100×50	114. 3	60. 3	105	89
100×100×40	114. 3	48. 3	105	86
125×125×100	141. 3	114. 3	124	117
125×125×90	141. 3	101. 6	124	114
125×125×80	141. 3	88. 9	124	111
125×125×65	141. 3	73. 0	124	108
125×125×50	141. 3	60. 3	124	105
150×150×125	168. 3	141. 3	143	137
150×150×100	168. 3	114. 3	143	130
150×150×90	168. 3	101. 6	143	127
150×150×80	168. 3	88. 9	143	124
150×150×65	168. 3	73. 0	143	121
200×200×150	219. 1	168. 3	178	168
200×200×125	219. 1	141. 3	178	162
200×200×100	219. 1	114. 3	178	156
200×200×90	219. 1	101. 6	178	152
250×250×200	273. 0	219. 1	216	203

表 4（续）

公称直径 DN mm×mm×mm	坡口处外径，mm		中心至端面尺寸，mm	
	D_1	D_2	管程 C	出口 M
250×250×150	273. 0	168. 3	216	194
250×250×125	273. 0	141. 3	216	191
250×250×100	273. 0	114. 3	216	184
300×300×250	323. 9	273. 0	254	241
300×300×200	323. 9	219. 1	254	229
300×300×150	323. 9	168. 3	254	219
300×300×125	323. 9	141. 3	254	216
350×350×300	355. 6	323. 9	279	270
350×350×250	355. 6	273. 0	279	257
350×350×200	355. 6	219. 1	279	248
350×350×150	355. 6	168. 3	279	238

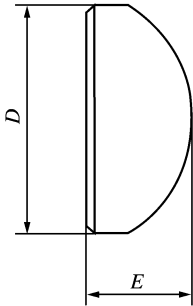


图 5 管帽

表 5 管帽尺寸^a

单位为毫米

公称直径 DN	坡口处外径 D	背面至端面尺寸	
		E	E_1^b
15	21. 3	25	25
20	26. 9	25	25
25	33. 7	38	38
32	42. 4	38	38
40	48. 3	38	38

表 5（续）

公称直径 DN	坡口处外径 D	背面至端面尺寸	
		E	E_1^b
50	60.3	38	44
65	73.0	38	51
80	88.9	51	64
90	101.6	64	76
100	114.3	64	76
125	141.3	76	89
150	168.3	89	102
200	219.1	102	127
250	273.0	127	152
300	323.9	152	178
350	355.6	165	191

^a 管帽应为椭圆形，椭圆内短半轴的长度不应小于管帽内径的 1/4。

^b 当管帽公称壁厚大于 25mm 时，制造商可按 E_1 长度供货。见 GB/T 12459 有关要求。

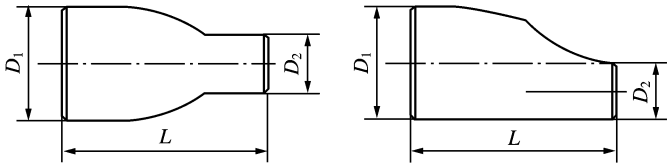


图 6 异径管接头

表 6 异径管接头尺寸

单位为毫米

公称直径 DN	坡口处外径		长度 L
	D_1	D_2	
20×15	26.9	21.3	38
20×10	26.9	17.3	38
25×20	33.7	26.9	51
25×15	33.7	21.3	51
32×25	42.4	33.7	51

表 6（续）

公称直径 DN	坡口处外径		长度 L
	D_1	D_2	
32×20	42. 4	26. 9	51
32×15	42. 4	21. 3	51
40×32	48. 3	42. 4	64
40×25	48. 3	33. 7	64
40×20	48. 3	26. 9	64
40×15	48. 3	21. 3	64
50×40	60. 3	48. 3	76
50×32	60. 3	42. 4	76
50×25	60. 3	33. 7	76
50×20	60. 3	26. 9	76
65×50	73. 0	60. 3	89
65×40	73. 0	48. 3	89
65×32	73. 0	42. 4	89
65×25	73. 0	33. 7	89
80×65	88. 9	73. 0	89
80×50	88. 9	60. 3	89
80×40	88. 9	48. 3	89
80×32	88. 9	42. 4	89
90×80	101. 6	88. 9	102
90×65	101. 6	73. 0	102
90×50	101. 6	60. 3	102
90×40	101. 6	48. 3	102
90×32	101. 6	42. 4	102
100×90	114. 3	101. 6	102
100×80	114. 3	88. 9	102
100×65	114. 3	73. 0	102
100×50	114. 3	60. 3	102

表 6（续）

公称直径 DN	坡口处外径		长度 L
	D_1	D_2	
100×40	114. 3	48. 3	102
125×100	141. 3	114. 3	127
125×90	141. 3	101. 6	127
125×80	141. 3	88. 9	127
125×65	141. 3	73. 0	127
125×50	141. 3	60. 3	127
150×125	168. 3	141. 3	140
150×100	168. 3	114. 3	140
150×90	168. 3	101. 6	140
150×80	168. 3	88. 9	140
150×65	168. 3	73. 0	140
200×150	219. 1	168. 3	152
200×125	219. 1	141. 3	152
200×100	219. 1	114. 3	152
200×90	219. 1	101. 6	152
250×200	273. 0	219. 1	178
250×150	273. 0	168. 3	178
250×125	273. 0	141. 3	178
250×100	273. 0	114. 3	178
300×250	323. 9	273. 0	203
300×200	323. 9	219. 1	203
300×150	323. 9	168. 3	203
300×125	323. 9	141. 3	203
350×300	355. 6	323. 9	330
350×250	355. 6	273. 0	330
350×200	355. 6	219. 1	330
350×150	355. 6	168. 3	330

6.4 制造商采用的管件制造材料，其化学成分应符合表 7 和相应材料标准的要求。

表 7 原材料化学成分最大允许值

化学元素	质量分数 (max), %
碳 (C)	0.25
锰 (Mn)	1.60
磷 (P)	0.025
硫 (S)	0.010
硅 (Si)	0.50
注：在碳当量符合 6.5 规定要求的前提下，可添加其他合金元素，但应与用户协商。	

6.5 原材料碳当量 CE_{Iw} 根据式 (2) 计算，且碳当量 CE_{Iw} 计算值不应超过 0.43%。

$$CE_{Iw} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \dots\dots\dots (2)$$

6.6 原材料应有质量证明书，其检验项目应符合相关标准的规定或订货要求。无标记、无批号、无质量证明书或质量证明书项目不全的钢材不能使用。不允许使用低价劣质材料，材料的来源应经购方审批，未得到书面认可，不得使用。

6.7 原材料进厂后，在购方代表的监督下，管件制造商应按其质量证明书等进行验收，并对钢管原材料的外观、尺寸和理化性能进行抽检。

6.8 原材料表面应无油污，在制造、搬运、装卸过程中不允许与低熔点金属（Cu，Zn，Sn，Pb 等）接触，否则应采用适当的方法（如喷砂）清除。

7 制造工艺要求

7.1 总则

7.1.1 制造商应具有相应部门颁发的压力管道元件制造许可证书，并取得 ISO 质量体系认证证书或其他与之等效的相应的质量体系认证证书。

7.1.2 管件可采用压制、拔制、冲压、挤压、焊接等加工工艺进行制造，所采用的工艺，应保证不产生裂纹缺陷和其他有碍于使用的损伤。若供方采用冷成型方式制造管件，必须经过购方认可。

7.1.3 制造工艺应保证管件在成型时，其表面外形应圆滑过渡。

7.1.4 管件热处理后，最终检验前应进行喷丸等表面氧化皮清除处理。

7.2 制造工艺确认

7.2.1 制造商取得按本标准提供管件的订货合同前应向购方提交制造图纸、材料性能（包括焊接性能）要求及制造工艺文件（MPS）。材料、图纸及 MPS 文件等一经购方确认，不得任意改变。在未得到购方的书面批准前，不允许制造。

7.2.2 合同授予后，制造商如果对提交的制造工艺规范内容有变更，应立即书面报告购方。如果不能按时报告并得到认可，则被视为拒绝执行合同的依据。

7.2.3 管件尺寸值必须满足表 1～表 6 中给出的数值。当购方另有要求时，在数据单中提出。

7.3 工艺评定和首批检验

首批生产的管件应按附录 D 的要求进行检验，首批检验合格后方可进行正式生产。

7.4 焊接

7.4.1 所有焊缝（包括返修焊缝）应由考核合格的焊工按照评定合格的焊接工艺完成。焊接工艺评定按照 JB 4708 进行，焊工考试按《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》进行。

7.4.2 所用焊接材料在产品热处理后，其焊接接头拉伸性能和夏比冲击韧性应满足第 8 章相关条款要求。

7.5 热处理

在奥氏体化温度以上成型的管件，管件应先冷却到临界温度以下，然后进行正火、正火 + 回火、淬火 + 回火或消除应力等方式中的一种或几种必要的热处理。所有管件均应在热处理状态下交货，制造商应提供详细的热处理工艺。

热处理炉应至少每年鉴定一次，热电偶每半年鉴定一次。热处理时工件温差应控制在 ± 10℃ 以内。测温时，热电偶可直接和管件相连接，或者与管件有相同温度的材料相连接。

8 性能要求

8.1 拉伸性能

管件成品材料的拉伸性能应符合表 8 的要求，钢级代号说明参见附录 C。

表 8 拉伸性能要求

钢 级	管 体				焊接接头
	屈服强度 $R_{0.5}$ 或 $R_{0.2}$ (min) MPa	抗拉强度 R_m (min) MPa	屈强比 (max)	伸长率 A (min) $L_0 = 5.65\sqrt{F_0}$ %	抗拉强度 R_m (min) MPa
WFHY 210	210	335	0.90	21	335
WFHY 245	245	415	0.90	21	415
WFHY 290	290	415	0.90	21	415
WFHY 320	320	435	0.90	20	435
WFHY 360	360	460	0.90	19	460

8.2 夏比冲击韧性

管件母材、焊缝及热影响区在规定温度下的夏比 V 型缺口冲击韧性试验结果应满足表 9 要求。

夏比 V 型缺口冲击试验规定温度按管件设计温度减 5℃ 进行，也可由制造商与业主双方根据钢管制造水平、管道内输送介质温度和站场管道可采取的特殊施工设计措施等方面因素协商确定。

表 9 夏比冲击韧性要求

位 置	夏比冲击功 J		剪切面积 SA%
	三个试样最小平均值	单个试样最小值	
母材	40	30	提供数据
焊缝、热影响区	40	30	提供数据

8.3 焊缝导向弯曲试验

对于有对接焊缝的管件，应进行焊缝横向导向弯曲试验。弯曲试验后，在焊缝、热影响区和母材

处，不得出现任何长度大于 3.18mm 的裂纹；起源于试样边缘的裂纹，在任何方向上裂纹长度应不大于 6.35mm。

8.4 硬度

管件管体母材和焊缝横截面上的维氏硬度不超过 240HV10。

8.5 金相组织及晶粒度检查

8.5.1 管件管体和焊缝横向截面应进行低倍检查，不应存在裂纹或超过原材料及焊缝标准规定的其他缺陷。必要时进行金相组织检查，不允许有过热、过烧等异常组织。

8.5.2 对管体横向截面靠近内外表面、壁厚中心的显微组织、夹杂物等级和晶粒度进行检查。管体原始奥氏体晶粒度应为 GB/T 6394—2002 规定的 6 级或更细，检验报告应附照片。

9 尺寸、几何形状和允许偏差

9.1 管件形状及尺寸

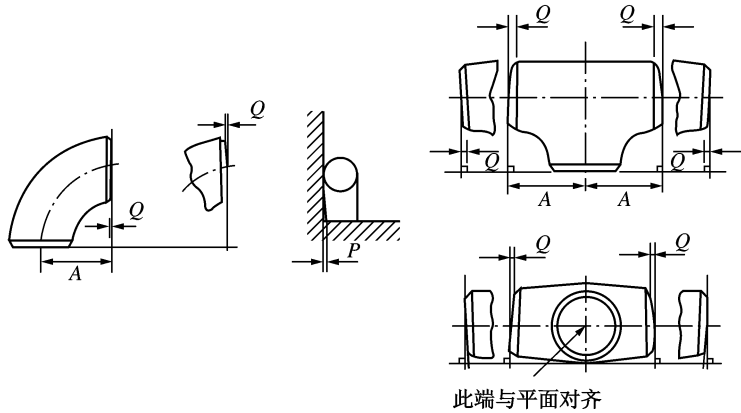
9.1.1 管件的几何尺寸的允许偏差见表 10。

表 10 尺寸和几何形状允许公差

单位为毫米

公称直径 <i>DN</i>	坡口处 外径 <i>D</i> ^a	端部内径 ^{a,b}	90°和 45°弯头及 三通中心至端面尺寸 <i>A, B, C, M</i>	异径管 <i>F, H</i>	管帽总长 <i>E</i>	形位偏差	
						弯头、三通、 异径管 <i>Q</i>	90°和 45° 弯头及三通 <i>P</i>
16~65	+ 1.6 - 0.8	± 0.8	± 2	± 2	± 3	1	2
80~90	± 1.6	± 1.6	± 2	± 2	± 3	2	4
100	± 1.6	± 1.6	± 2	± 2	± 3	3	5
125~200	+ 2.4 - 1.6	± 1.6	± 2	± 2	± 6	3	6
250~350	+ 4.0 - 3.2	± 3.2	± 2	± 2	± 6	4	10

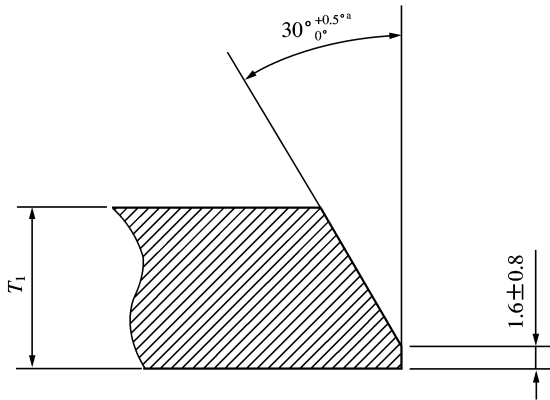
^a 端部内径和公称壁厚由购方确定。
^b 当需要增加管件壁厚以满足抗内压要求时，该偏差可能不适用于成型管件的局部区域。



9.1.2 对于利用计算方式确定壁厚，管件的最小壁厚可以比其公称壁厚小 0.25mm（不适用于验证试验确定的壁厚），孤立的非连续局部减薄处，修磨后该处的剩余壁厚不应小于公称壁厚的 93.5%。

9.2 焊接端

管件焊接端面应机加工成型，其钝边尺寸和坡口角度应符合图 7 要求；当管件的壁厚大于所匹配管子壁厚时，应采取过渡措施，按图 8 所示要求加工。订货合同有规定时，优先按合同执行。



^a 表示当两相连件屈服强度相等时，则无需限制角度最小值。

图 7 管件坡口推荐尺寸

9.3 管端平面度和垂直度

管件端部尺寸偏差应符合表 10 要求。

10 工艺质量和缺陷处理

10.1 表面质量

10.1.1 管件表面不得有裂纹、过热、过烧和硬点存在。

10.1.2 管件内外表面应光滑，无有损强度及外观的缺欠，如结疤、划痕、重皮等缺欠。

10.2 缺陷的处理

10.2.1 管体的尖缺口、凿痕和其他能引起较大应力集中的划痕应修磨并圆滑过渡。修磨后应对修磨部位采用渗透或磁粉方法进行探伤，确认缺欠已完全消除，并采用超声波方法对修磨部位进行测厚，其剩余壁厚应满足 9.1 的规定。平滑、孤立的圆底痕可以不修磨。

10.2.2 管体上的任何缺陷不允许采用焊接方式修补。

10.2.3 焊缝补焊后必须进行热处理，焊工资格、工艺评定要求见 7.4.1 规定。

10.2.4 焊缝补焊应采用低氢型焊材，焊材的强韧性技术指标应符合相应标准要求。

10.2.5 补焊前应采用适当的方法将存在的缺陷彻底清除掉，补焊后应对补焊区按 11.4 要求进行无损检测。

11 检验和试验

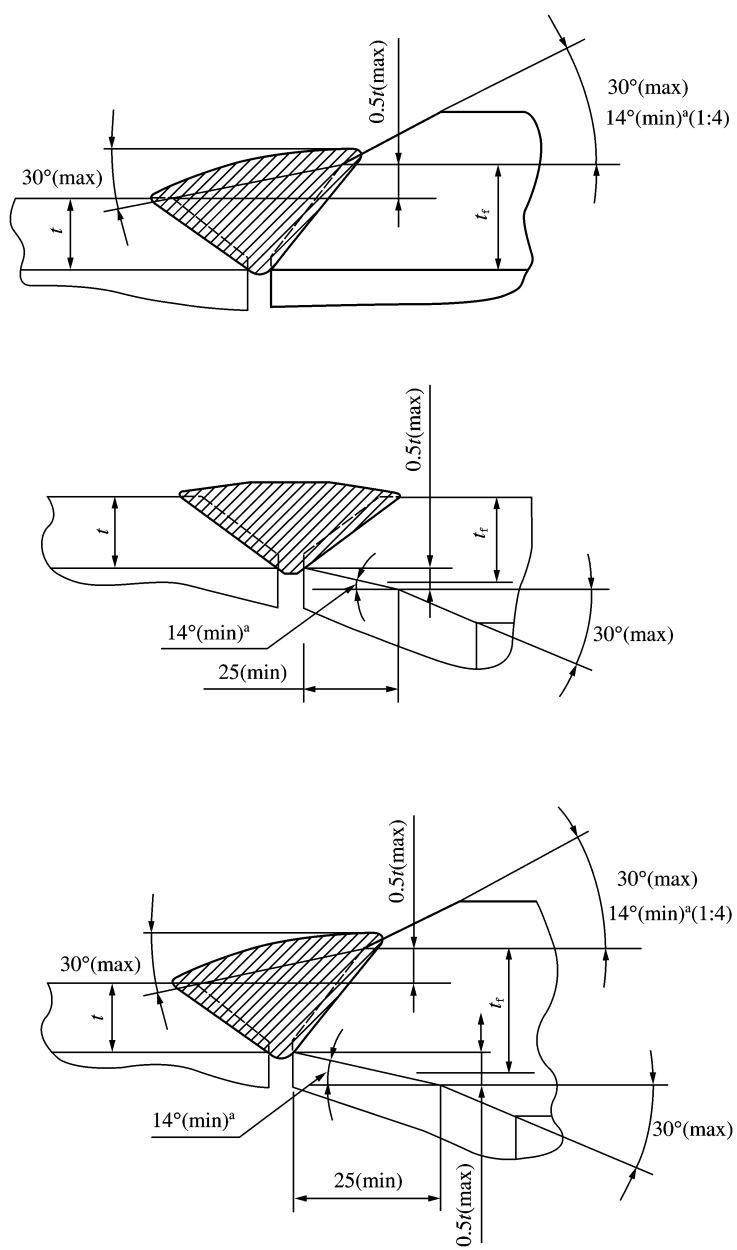
11.1 力学性能试验和金相检验

11.1.1 理化性能检测试验单位应由购方确认的有相应资质的单位承担。

11.1.2 试验频次：正式生产过程中，原则上应按照同一熔炼批、同一热处理工艺、同热处理炉批及同类管件为一批，每批应抽 1 件进行力学性能和金相检验。

11.1.3 试样：力学性能和金相检验试样应取自经最终热处理的管件，或取自制作管件的同熔炼批、

相同热加工工艺及热处理条件、壁厚差不大于 3mm 的钢管或钢板制作的连接在热处理管件适当位置上的样件。如果同一批产品的热处理是在多个不同的热处理炉进行，试件应从每个热处理炉中分别制取。



注 1：当相连接两个部件的屈服强度不等时，熔敷金属的力学性能至少应与较高部件的力学性能一致。 t_f 至少应等于管子和管件屈服强度比值的 t 倍。

注 2：管体壁厚较小时，图中几何尺寸应在优先确保 14° 的条件下，尽可能使最小值 25mm 得到满足。

^a 表示当两相连件屈服强度相等时，则无需限制角度最小值。

图 8 不等壁厚对接设计

- 11.1.4 力学性能和金相检验取样位置、试样方向和数量按照附录 B 的要求进行。
- 11.1.5 板状拉伸试样、导向弯曲试验用试块从管件样管规定位置切割后，可以进行冷压平。圆柱形

拉伸试样中心线应位于壁厚中心，试块不允许压平。夏比冲击用试块不允许压平。

11.1.6 拉伸试样的加工及试验按 GB/T 228 进行。试样尺寸尽可能大，当管件尺寸较小而无法加工标准规定的最小试样时，可以用纵向试样代替横向试样，纵向试样也加工不出来时该部位该项试验可以免做。但对于不能取样进行拉伸性能试验的管件，应从该批管件中抽取 1 件进行特定条件下的水压试验，试验压力为设计压力的 1.5 倍。

11.1.7 每个规定位置的夏比冲击试验应取一组 3 个试样，试样中心线应位于样件壁厚中心，缺口取向应垂直材料表面。焊缝中心和热影响区夏比冲击试样缺口位置应按图 9 规定位置采用浸蚀方法确定，缺口应通过试样上表面与外焊道熔合线的交点，缺口取向应垂直于材料表面。

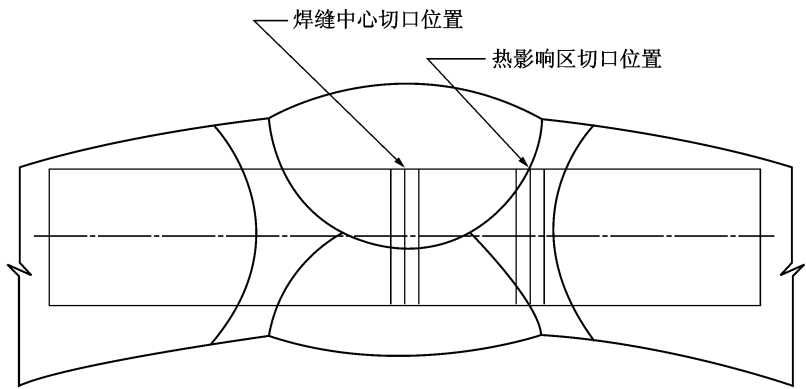


图 9 焊缝中心线和热影响区冲击试样缺口位置

11.1.8 夏比冲击试样应按 GB/T 229 规定的方法，尽可能采用 10mm×10mm 标准夏比 V 型缺口试样。当试验材料壁厚不足制备全尺寸试样时，可按照 GB/T 229 加工成比例试样进行试验，冲击吸收功要求按厚度成比例减小。当管件尺寸较小而无法加工标准规定的最小试样时，可以用纵向试样代替横向试样，纵向试样也加工不出来时该部位该项试验可以免做。

11.1.9 焊缝导向弯曲试验应取一个面弯和背弯试样，试样宽 38.1mm，长至少为 152.4mm，焊缝位于试样中部，并按图 10 进行机加工。正面弯曲时内表面对着弯模端部，反面弯曲时外表面对着弯模端部。弯模及其尺寸如图 11 所示。

11.1.10 硬度检验从管件规定位置截取横截面试样，经抛光和/或浸蚀后（浸蚀仅对焊缝试样）按图 12 和图 13 规定位置进行维氏 10kg 载荷硬度检验。

11.1.11 应采用适当的放大倍数对管体和焊缝的金相试样横截面进行缺欠或缺陷检验，尤其要对表面进行宏观和微观裂纹检查。管体的金相检验还应进行组织、晶粒度和夹杂物检查，晶粒度按 GB/T 6394—2002 的规定进行评定，夹杂物等级按 GB/T 10561 的规定进行评定。

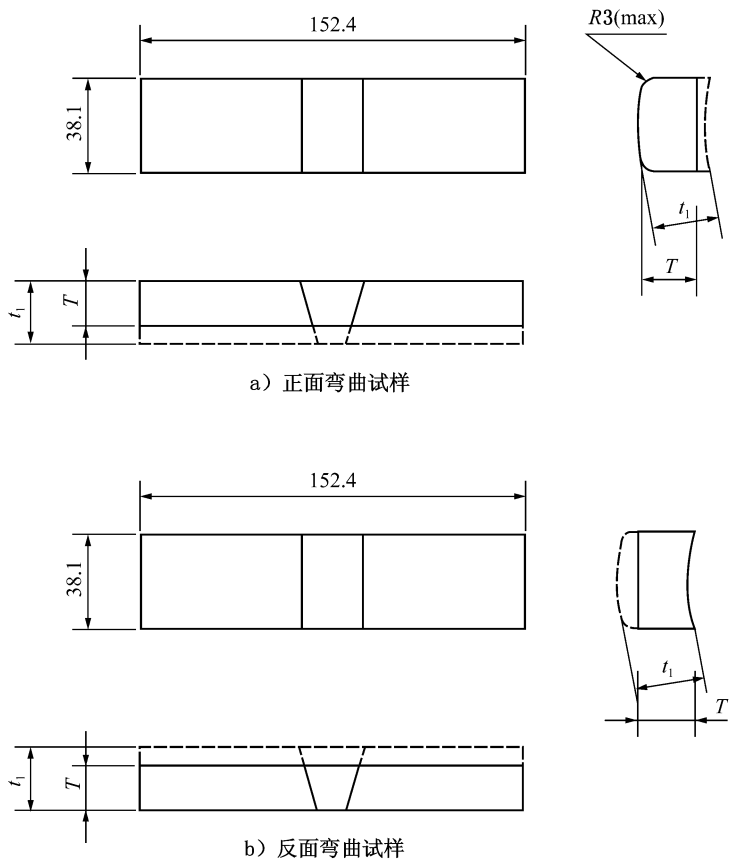
11.1.12 如果代表一批管件的样件的所有试验均符合 8.1～8.5 的规定，则该批管件合格。如果代表一批管件的样件的任一试验项目不合格，则允许对该管件不合格检测项目进行加倍取样复检，或者对该批管件重新进行一次热处理，抽取一件样件进行上述全部检测项目的检查，重新热处理仅允许进行一次。

11.1.13 对于任何一批产品的试样，当 11.1.12 试验不能满足要求时，应从同一批产品中取两倍数量的管件重新进行试验。如果所有试样均满足要求，则认为本批产品除前面不能通过试验的产品外，其他产品均为合格。

11.2 几何尺寸检测

11.2.1 所有的管件应按照制造图纸或表 1～表 6 进行几何尺寸检测。

11.2.2 焊缝两侧钢板的径向错位应不大于 8%*t*，且不大于 1.6mm。不允许采用焊接修补方法对错边超标处进行修补。



管件壁厚 t_1 mm	试件厚度 T mm
≤ 9.5	t_1
> 9.5	9.5

图 10 正面弯曲和反面弯曲试样

11.2.3 焊缝与管体应平滑过渡，焊缝余高应在 0mm~2.5mm 范围内。

11.3 产品硬度检验

生产中每批应抽 3%且不少于 2 件管件，采用便携式里氏硬度计在规定部位进行宏观硬度检查，每个位置取 3 个~5 个等间距硬度点的读数计算其平均值作为检查结果，其值应不大于 240HBHLG。检验结果如有 1 件不合格，应加倍检验；若仍有 1 件不合格，应逐件检验。

11.4 无损检测

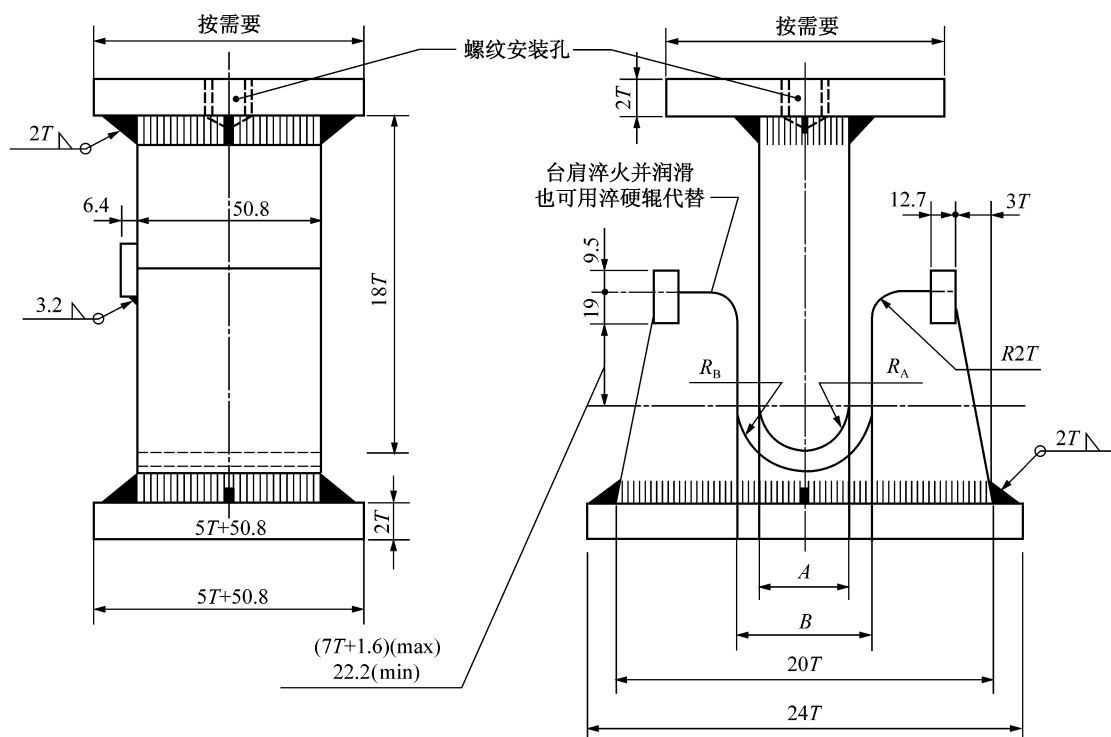
11.4.1 制造厂在生产之前应将所用的无损检测方法和工艺规程以书面方式提交购方并取得认可。

11.4.2 无损检测（NDT）人员至少应按 GB/T 9445，ASNT No. SNT - TC - 1A 或其他等效标准进行评定，该人员所在机构应具有检测资质。上次评定合格的检测人员如未从事该项无损检测（NDT）工作超过 12 个月，其资质应重新评定。无损检测（NDT）应由Ⅰ级、Ⅱ级或Ⅲ级人员进行。显示结果的评定应在Ⅱ级、Ⅲ级人员的监督下由Ⅰ级人员进行，或直接由Ⅱ级、Ⅲ级人员评定。

11.4.3 应在最终热处理后，对每根管件的管体表面按 JB/T 4730 的有关规定，进行 100%的磁粉或渗透检测，Ⅰ级合格。磁粉检测选用 A - 30/100 或 C - 15/50 号标准试片。

11.4.4 检查发现的尖锐缺欠或缺陷应修磨，修磨处应圆滑过渡。修磨后应对修磨部位采用渗透或磁

粉方法进行探伤，确认缺欠或缺陷已完全消除。并采用超声方法对修磨部位进行测厚，最小剩余壁厚应符合 9.1.2 的规定。



钢 级	WFHY 290 及以下	WFHY 320	WFHY 360
内模半径 R_A	$3T$	$3.5T$	$4T$
外模半径 R_B	$4T+1.6$	$4.5T+1.6$	$5T+1.6$
内模宽度 A	$6T$	$7T$	$8T$
外模槽宽 B	$8T+3.2$	$9T+3.2$	$10T+3.2$
注： T 为试样厚度。			

图 11 导向弯曲试验选用弯模和弯模尺寸

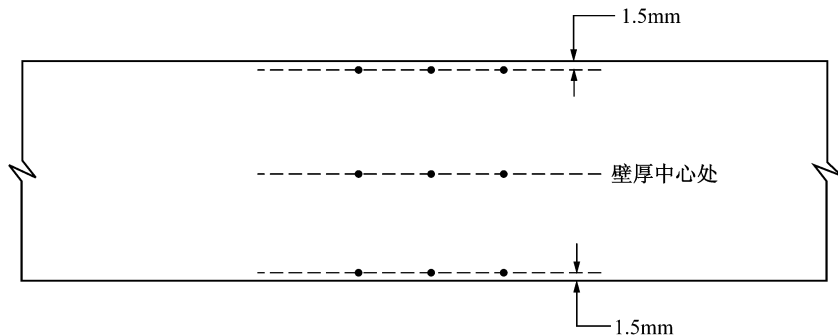


图 12 管体维氏硬度测试点位置

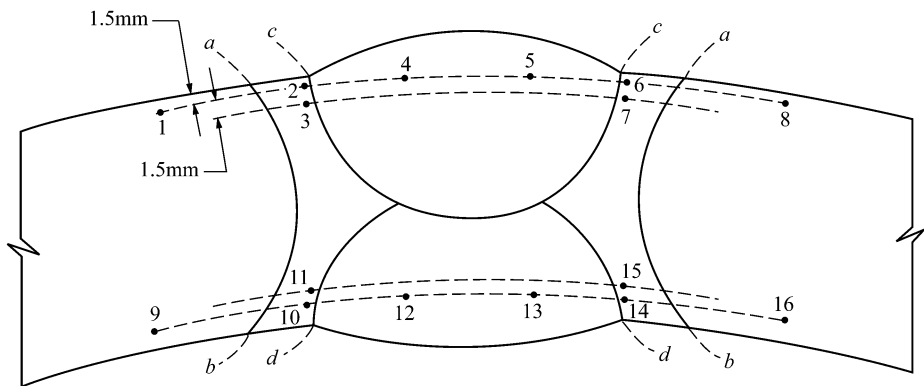


图 13 焊接接头维氏硬度测试点位置

11.4.5 每根管件的所有对接焊缝，在最终热处理后，按 JB/T 4730 的有关规定，进行 100% 的射线检测，检测结果为Ⅱ级合格。

11.4.6 对管件修磨处进行磁粉检查或液体渗透检查，不允许有超标的缺陷存在。

11.4.7 每根管件在无损检测前，应采用喷丸、打磨等方法去除管件表面的氧化皮及其他污物，并保证其表面粗糙度可满足 PT，MT 检测要求。

11.4.8 所使用的探伤设备应完好，制造商应提交检测及仪器校验规范。

11.5 购方检验

11.5.1 制造商应提供检查工艺和检查人员的资格，以及提交按 GB/T 19001 要求制定的有关文件供审查使用。

11.5.2 购方将指定检查人员进入工厂，作为生产期间有关检查和验收等事务的代表。

11.5.3 购方的代表认为有必要时将进行审核检查，检查质量管理体系和 MPS 文件等是否满足本标准要求。

11.5.4 制造商应允许购方的人员或其代表审查在生产管件期间作为生产控制所做的所有试验的报告和试样。

11.5.5 如果管件内外表面沾有油污，产生明显的锈蚀和腐蚀物，则购方将有权拒收。

11.5.6 在车间或现场安装期间发现有缺陷的任何管件均可拒收，并通知制造商。购方授权的检查代表有权拒收不符合本标准的任何管件。

12 水压试验

管件制造单位必须确保所有管件可以承受按式（1）计算的水压试验强度，但不要求在管件制造单位进行水压试验。

13 设计验证试验

13.1 所要求的试验

作为设计依据，应按本标准规定做设计验证试验。制造商的产品档案中应存有设计记录或成功的验证试验的记录资料，以供购方检查。除非供需双方另有协议，唯一的验证试验是爆破试验。

13.2 试样

选作试验的管件，应按照本标准对其几何尺寸进行检查，且检测结果应符合本标准规定的要求，另外应标明管件材料、强度等级、炉批号及热处理状态。

13.3 试验组件

试验组件中的每一件管帽、有缝或无缝直管短节，其理论计算爆破强度至少应不小于试验管件计

算爆破强度的 105%。

焊接过程中，当试验管件、直管短节和管帽中，两两相互对接直管段端部的内壁错边量大于 1.5mm 时，管端都应按照斜度不大于 1：3 的技术要求进行镟削加工，平滑过渡。焊接在管件与封头之间的直管短节的长度，至少应为直管短节外径的两倍。

当满足下列条件时，可采用较短的直管段长度：

- a) 试验组件至少应能承受按式 (3) 所计算强度的 105%；
- b) 直管短节的最小长度应为 1 倍管子外径。

13.4 流体介质

试验用介质可以为水或其他液压试验用的液体。

13.5 验证试验强度计算

管件验证试验的强度计算应按式 (3) 确定：

$$p = \frac{2\sigma_b \cdot t}{D} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- p ——计算的最小验证试验强度，单位为兆帕（MPa）；
- σ_b ——管件的抗拉强度（在代表试验管件的试样上实测的抗拉强度），单位为兆帕（MPa）
（当管件的抗拉强度小于连接管的标准规定最小抗拉强度时，按连接管的标准规定最小抗拉强度计算）；
- t ——与管件相连接管子的公称壁厚，单位为毫米（mm）；
- D ——与管件相连接管子的外径，单位为毫米（mm）。

13.6 试验程序

13.6.1 试验组件组装及检测

管件爆破试验组件焊接和组装完成后，应按照 JB/T 4730 要求对全部试验组件的母材及焊缝分别选用 MT（或 PT）和 RT 方式进行无损探伤，合格后再向试验组件内注入水或其他用于液压试验的流体，准备进行爆破打压试验。

13.6.2 验证试验

液压试验过程中应连续打压，直至管件爆破为止，试验组件爆破时的实测强度不应低于式 (3) 验证计算爆破强度。若试验过程中，试验机能力达不到使结构试件任何一部分产生爆破的足够强度，但当最终试验强度达到按式 (3) 计算爆破强度值的 105% 时，则可以认为该试验合格。

13.7 试验结果的可用性

按 4.2 要求选定的试验管件，其试验合格的试验结果可以验证以下范围内其他同类管件。

13.7.1 材料强度等级

由于各种强度等级钢材制成的管件，其耐压能力与各对应等级材料的抗拉强度成正比。因此，只需对一个强度等级的管件进行试验即可证实其他几何结构相似的管件设计。

13.7.2 几何尺寸

一个合格的标准管件验证试验结果可代表以下所述范围内的其他管件。

- a) 管件外径不小于试验管件直径 0.5 倍，也不大于试验管件直径 2 倍的同类管件。
- b) 未缩径的试验管件可以验证缩径的同类管件。
- c) 同类管件的 t/D 比必须不小于试验管件 t/D 比的 0.5 倍，也不能大于其 3 倍。
- d) 短曲率半径的试验弯头可以验证较长曲率半径的弯头，但应符合标准的规定。

14 标志

按本标准供货的所有管件，应采用模板喷刷或低应力印模进行标记，在外壁上按顺序清楚地标明

以下内容：

- a) 尺寸。
- b) 管件坡口端的公称壁厚。
- c) 钢级符号（如果管件与连接管的屈服强度一致，采用字母“WFHY”加材料钢级表示，例如 WFHY485；如果管件与连接管的屈服强度不一致，则应标明两种材料的钢级。例如 Y415/L485，Y 代表管件，L 代表管子；其后数字代表屈服强度）。
- d) 钢材牌号及熔炼批识别码。
- e) 制造厂商名称或商标。
- f) 管件编号。

15 防护

产品制造完成后，表面进行喷丸等表面清理，并采用适当的措施防止表面产生严重锈蚀。

16 产品质量合格证明书

16.1 按规定应进行的所有试验和检验，均应在发货前在制造厂完成。制造商应在检验结束时或发货前将有关需要检验的所有管件的检验情况通知购方，并提供相关文件供确认。质量证明书未经确认以前产品不得发运。

16.2 交货时应随箱按合同要求提供最终技术报告复印件和竣工图复印件。

16.3 最终技术报告至少应包括：

- a) 原材料检验报告。
- b) 理化性能试验报告。
- c) 无损检测报告。
- d) 外形尺寸（包括壁厚）的检测报告。
- e) 热处理报告。
- f) 设计验证试验报告。
- g) 由购方指定的其他文件。

17 包装和运输

管件的焊接坡口应采取有效措施进行保护，防止在运输中被破坏。包装时应对管端进行有效保护，确保管件在运输、储存过程中不受机械损坏和环境侵蚀。

附 录 A
(资料性附录)
推荐材料及标准

推荐用于制造管件的常用钢管材料牌号或强度等级及标准见表 A. 1，推荐用于制造管件的常用钢板材料牌号及标准见表 A. 2。

表 A. 1 常用钢管牌号或强度等级及标准

牌号或强度等级	标 准	标 准 名 称
16Mn 20	GB 6479	高压化肥设备用无缝钢管
	GB/T 8163	输送流体用无缝钢管
	GB 9948	石油裂化用无缝钢管
X42～X52	API Spec 5L：2007	管线钢管规范
L245～L360	GB/T 9711. 2	石油天然气工业 输送钢管交货技术条件 第 2 部分：B 级钢管

表 A. 2 常用钢板牌号及标准

材 料 牌 号	标 准	标 准 名 称
20R 16MnR	GB 6654	压力容器用钢板
16MnDR	GB 3531	低温压力容器用低合金钢钢板

附 录 B
(规范性附录)
制造工艺评定

B.1 一般要求

B.1.1 当供货商近一年之内没有所供产品的供货业绩时，应做制造工艺评定。管件制造商应持有相应部门颁发的生产许可证。

B.1.2 制造工艺评定包括两部分：

- a) 制造工艺规范（MPS）。
- b) 工艺评定试验。

B.2 制造工艺规范

制造工艺规范至少应包括如下内容：

- a) 制造管件所用板材、管材及焊材的质量证明书，材料的复验报告应包括材料的名称、标准、化学成分等。
- b) 管件的成型工艺顺序（包括原材料壁厚的确定及成品件壁厚的估算），以及焊接工艺的详细说明。
- c) 热处理方式及工艺过程的详细说明。
- d) 检验及无损检测方法及设备、仪器的详细说明。

B.3 工艺评定试验

B.3.1 无损检测

B.3.1.1 工艺评定试验件的对接焊缝应进行 100％射线检测。

B.3.1.2 采用磁粉或液体渗透方法对工艺评定试验件表面进行检查。

B.3.1.3 上述无损检测结果应满足本标准的要求。

B.3.2 理化性能试验

B.3.2.1 工艺评定试验件理化性能试验试验项目及取样位置见表 B.1 和图 B.1。

B.3.2.2 工艺评定试验件的化学成分、力学性能和金相检验试验结果应满足本标准的要求。

表 B.1 理化性能试验取样位置

试验项目 ^a	取样方向及位置						
	三通				弯 头		
	点 1 (支管)	点 2 (肩部)	点 3 (主管)	点 4 (焊接接头)	点 1 (外焊接接头)	点 2 (中心线)	点 3 (内焊接接头)
拉伸试验	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)
夏比冲击试验	3 (横向)	3 (横向)	3 (横向)	3 (焊缝) 3 (热影响区)	3 (焊缝) 3 (热影响区)	3 (横向)	3 (焊缝) 3 (热影响区)
导向弯曲试验	—	—	—	1 (面弯) 1 (背弯)	1 (面弯) 1 (背弯)	—	1 (面弯) 1 (背弯)
维氏硬度测试	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)

表 B.1（续）

试验项目 ^a	取样方向及位置						
	三 通				弯 头		
	点 1 (支管)	点 2 (肩部)	点 3 (主管)	点 4 (焊接接头)	点 1 (外焊接接头)	点 2 (中心线)	点 3 (内焊接接头)
金相检验	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)	1 (横向)
试验项目	取样位置						
	异径管 ^a				管帽		
拉伸试验	大头、小头和过渡部位横向各 1 件				顶部纵向和端部横向各 1 件		
夏比冲击试验	大头、小头和过渡部位横向各 1 件				顶部纵向和端部横向各 1 件		
导向弯曲试验	焊接接头横向 1 件				—		
维氏硬度测试	大头、小头和过渡部位横向各 1 件				顶部纵向和端部横向各 1 件		
金相检验	大头、小头和过渡部位横向各 1 件				顶部纵向和端部横向各 1 件		
注：取样数量受尺寸限制，不能取比例试样时，可免做该项实验。							
^a 带有焊缝的异径管应增加焊接接头相应项目的试验。							

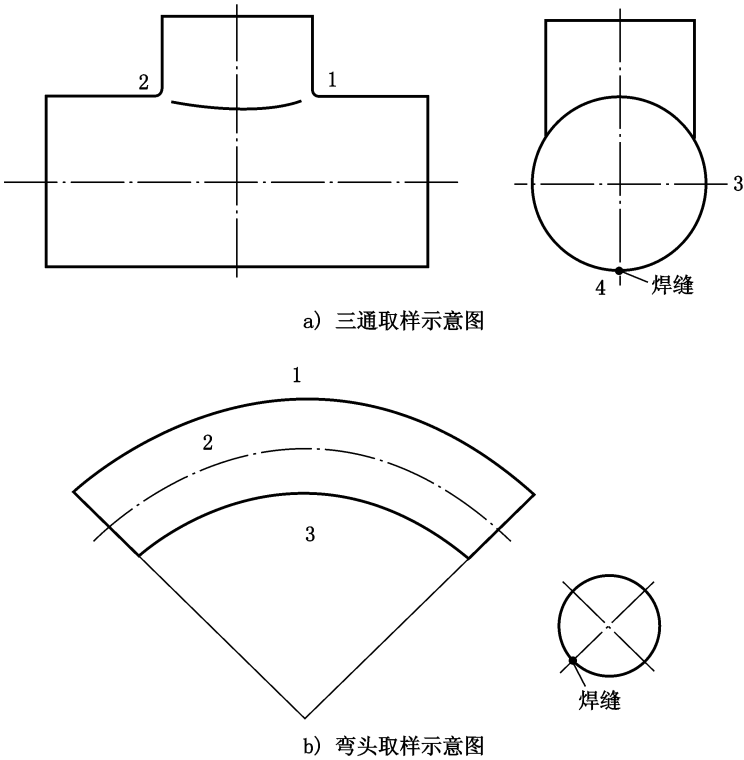


图 B.1 三通、弯头取样位置示意图

附 录 C
(资料性附录)
钢级的说明

C.1 API Spec 5L：2004 中所列管材，例如 X60，X70 等指钢级；GB/T 9711.1 中所列管材，例如 L360，L485 等指钢级；本标准所列管件材料 WFHY360，WFHY485 等和 GB/T 9711.1 对应，也指钢级。表示管件钢级特性的数值，例如 WFHY485，指成品管件屈服强度的下限值不应低于 485MPa。

C.2 本标准和 GB/T 9711.1，GB/T 9711.2，API Spec 5L：2004 钢级对比表见表 C.1。

表 C.1 本标准和 GB/T 9711.1，GB/T 9711.2，API Spec 5L：2004 钢级对比表

本标准	GB/T 9711.1 GB/T 9711.2	API Spec 5L：2004
WFHY210	L210	A
WFHY245	L245	B
WFHY290	L290	X42
WFHY320	L320	X46
WFHY360	L360	X52

附 录 D
(规范性附录)
首批检验

D.1 总则

D.1.1 首批检验应在购方代表或购方委托的监督人员在场的情况下进行。首批检验管件应由购方代表或购方委托的监督人员在首次生产的成品管件或样件中抽取。

D.1.2 若首次检验的结果不符合要求，则另取管件或样件进行复验；若复验仍不合格，制造商可以选择：(1) 改进工艺，重新生产一批；(2) 调整热处理工艺参数重新热处理一次，按规定重新进行检验，直到达到本标准要求，方可正式生产。

D.2 首批检验要求

D.2.1 抽样

从同一制造工艺首次生产的不多于 50 件管件中抽取 5 根管件或样管进行 D.2.2 g), h), i) 项目检验，其中随机抽一根按 D.2.2 a), b), c), d), e), f) 项目检验，再在剩余 4 根中抽 1 根进行 D.2.2 j) 项目试验。所有检验和试验结果应满足本标准的要求。

D.2.2 检验项目

- a) 管体化学分析。
- b) 拉伸试验。
- c) 夏比冲击试验。
- d) 导向弯曲试验。
- e) 维氏硬度。
- f) 金相检验。
- g) 里氏硬度检验。
- h) 外观质量及尺寸。
- i) 无损检测。
- j) 静水压爆破试验。

D.2.3 首批检验报告

首批检验结果合格后应编制首批检验报告，内容应至少包括上述所有试验与检验的结果。

参 考 文 献

- [1] GB 3531 低温压力容器用低合金钢钢板
- [2] GB 6479 高压化肥设备用无缝钢管
- [3] GB 6654 压力容器用钢板
- [4] GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
- [5] GB/T 9711.1 石油天然气工业 输送钢管交货技术条件 第1部分：A级钢管
- [6] GB/T 9711.2 石油天然气工业 输送钢管交货技术条件 第2部分：B级钢管
- [7] API Spec 5L：2007 管线钢管规范

中国石油管道建设项目经理部
企业标准
油气输送管道工程用
DN350 及以下管件技术条件
Q/SY GJX 105—2009

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
石油工业出版社印刷厂排版印刷
(内部发行)

*

880×1230 毫米 16 开本 2.25 印张 62 千字 印 1—200
2009 年 1 月北京第 1 版 2009 年 1 月北京第 1 次印刷
书号: 155021·16577 定价: 24.00 元

版权专有 不得翻印

Q/SY GJX 105—2009