

ICS 75.200 ; 77.040.20

E 16 ; N 70

备案号 : 65503—2018

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

P

SY/T 4127—2018

代替 SY/T 4127—2014

钢质管道冷弯管制作及验收规范

Specifications for fabrication and acceptance
of steel cold bending pipe

2018—10—29 发布

2019—03—01 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国石油天然气行业标准

钢质管道冷弯管制作及验收规范

Specifications for fabrication and acceptance
of steel cold bending pipe

SY/T 4127—2018

主编部门：中国石油天然气集团公司

批准部门：国家能源局

石油工业出版社

2018 北京

前 言

根据《国家能源局关于下达 2016 年能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2016〕238 号）的要求，本规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，修订本规范。

本规范共分为 9 章和 3 个附录，主要技术内容包括：总则、术语、冷弯管制作准备、原料管的检查验收与堆放、冷弯管制作、冷弯管质量检验、标识、冷弯管的保管与运输、安全与环境等。

本规范修订的主要技术内容是：

- 1 修改了“冷弯管”的定义。
- 2 修改了制作冷弯管的原料管要求。
- 3 修改了冷弯管制作的顺序。
- 4 增加了外径 711mm 及以上规格的螺旋焊缝以及外径 1422mm 冷弯管的技术参数。
- 5 增加了冷弯管露天堆放的时间要求。
- 6 修改了标识的具体内容。
- 7 增加了对安全与环境的要求。
- 8 增加了附录 A “角度测量仪的使用方法”和附录 C “冷弯管质量检查记录表”。

本规范由国家能源局负责管理，由石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理，由中国石油管道局工程有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国石油管道局工程有限公司（地址：河北省廊坊市广道 87 号，邮编：065000），以供今后修订时参考。

本规范主编单位：中国石油管道局工程有限公司

本规范参编单位：中国石油天然气管道第二工程有限公司、
中国石油天然气管道科学研究院有限公司、
河北华北石油工程建设有限公司

本规范主要起草人：张英奎 张亚军 续理 李林
常亮

本规范主要审查人：李献军 张永立 袁少山 郑玉刚
赵恺 李艳华 李春润 郑光才
韩敬 陈建平 刘宇 周宇辰
徐永霞 张振永 杨德水

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 冷弯管制作准备	3
3.1 设备及人员要求	3
3.2 制作条件	3
4 原料管的检查验收与堆放	4
4.1 一般规定	4
4.2 原料管的堆放	4
5 冷弯管制作	6
6 冷弯管质量检验	9
6.1 一般规定	9
6.2 防腐层	9
6.3 椭圆度	9
6.4 冷弯管角度	9
6.5 起波高度和波峰间距	10
7 标识	11
8 冷弯管的保管与运输	12
9 安全与环境	13
附录 A 角度测量仪的使用方法	14
附录 B 冷弯管制作记录表	16
附录 C 冷弯管质量检查记录表	17
标准用词说明	18
引用标准名录	19
附：条文说明	20

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Cold bending production preparation	3
3.1	Equipment and personnel requirements	3
3.2	Production conditions	3
4	Raw steel pipe acceptance check and stack	4
4.1	General requirement	4
4.2	Raw steel pipe stack	4
5	Cold bending pipe fabrication	6
6	Cold bending pipe quality check acceptance	9
6.1	General requirement	9
6.2	Anticorrosive coating	9
6.3	Ovality	9
6.4	Cold bending angle	9
6.5	Wave height and spacing	10
7	Mark	11
8	Cold bending pipe storage and transport	12
9	Safety and environment	13
Appendix A	The use of angle measuring instrument	14
Appendix B	Cold bending pipe production record form	16
Appendix C	Cold bending pipe quality inspection record form	17
	Explanation of wording in this code	18
	List of quoted standards	19
	Addition ; Explanation of provision	20

1 总 则

1.0.1 为了统一钢质管道冷弯管制作工艺和检验标准，保证冷弯管制作质量，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于外径219.1mm～1422mm、钢级为L245（B）～L555（X80）钢质管道冷弯管制作及验收。

1.0.3 钢质管道冷弯管制作及验收除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 原料管 raw steel pipe

用于制作冷弯管的成品防腐钢管或裸管。

2.0.2 冷弯管 cold bends

在不加热条件下，对原料管在预定的长度范围和方向上施加外力，使之产生连续的塑性变形，形成一定弯曲角度的钢管。

2.0.3 步距 the length of each pace

冷弯管弯制过程中钢管每次的进尺长度。

3 冷弯管制作准备

3.1 设备及人员要求

3.1.1 冷弯管机性能应满足冷弯管制作工艺要求，具有良好的工作状态。工作压力、起升高度等数值显示应准确。

3.1.2 冷弯管机及外模、胎芯等配套设备的性能参数和指标应满足冷弯管制作工艺要求，工作应正常。

3.1.3 所用测量仪器应校验或检定合格，且在有效期内。

3.1.4 冷弯管机操作人员应经过培训，考试合格上岗，作业中应执行操作规程。

3.2 制作条件

3.2.1 冷弯管制作场地应平整、坚实，并有满足要求的操作空间。

3.2.2 弯制前弯管机应安装稳固，胎具应完好、无杂物。

3.2.3 在下列任何一种情况下，如无有效防护与保证措施，不应进行冷弯管作业：

- 1 环境温度低于 -20°C ；
- 2 管体温度高于 $+50^{\circ}\text{C}$ ；
- 3 风速大于 10m/s ；
- 4 雨雪天气。

4 原料管的检查验收与堆放

4.1 一般规定

4.1.1 制作冷弯管的原料管材质及规格应符合设计要求。原料管可采用带三层结构聚乙烯或环氧粉末外防腐层的钢管，亦可采用无防腐层的钢管，宜采用与工程施工相同的干线管。

4.1.2 用于制作冷弯管的原料管质量证明文件应齐全，其质量应符合现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369 或《油气田集输管道施工规范》GB 50819 的相关规定。

4.1.3 原料管的规格、防腐等级应与冷弯管委托单一致。

4.1.4 每根原料管标识应完整、清晰、可辨认。

4.2 原料管的堆放

4.2.1 原料管应按规格、防腐等级分别堆放，底部应采用不伤防腐层的软质材料进行支垫，支垫最小宽度应为 100mm，防腐管离地面不应小于 200mm。

4.2.2 底层原料管的外侧应设防止钢管滚动的楔形物，楔形物不应损坏防腐层。

4.2.3 聚乙烯（3PE）原料管的堆放应符合表 4.2.3-1 的规定，环氧粉末（FBE）原料管及裸管的堆放应符合表 4.2.3-2 的规定。

4.2.4 有防腐层的原料管现场露天堆放不宜超过 3 个月，超过 3 个月时应用不透明遮盖物覆盖。

表 4.2.3-1 聚乙烯 (3PE) 原料管的堆放层数

外径 D (mm)	$219.1 \leq D$ < 323.9	$323.9 \leq D$ < 406.4	$406.4 \leq D$ < 610	$610 \leq D$ < 813	$813 \leq D$ < 1016	$1016 \leq D$ ≤ 1422
堆放层数	≤ 8	≤ 6	≤ 5	≤ 4	≤ 3	≤ 2

表 4.2.3-2 环氧粉末 (FBE) 原料管及裸管的堆放层数

外径 D (mm)	$219.1 \leq D$ < 323.9	$323.9 \leq D$ < 406.4	$406.4 \leq D$ < 508	$508 \leq D$ < 610	$610 \leq D$ < 1016	$1016 \leq D$ ≤ 1422
堆放层数	≤ 7	≤ 6	≤ 5	≤ 4	≤ 3	≤ 2

5 冷弯管制作

5.0.1 冷弯管基本参数符号见图 5.0.1，基本参数及弯制应符合表 5.0.1 的规定。

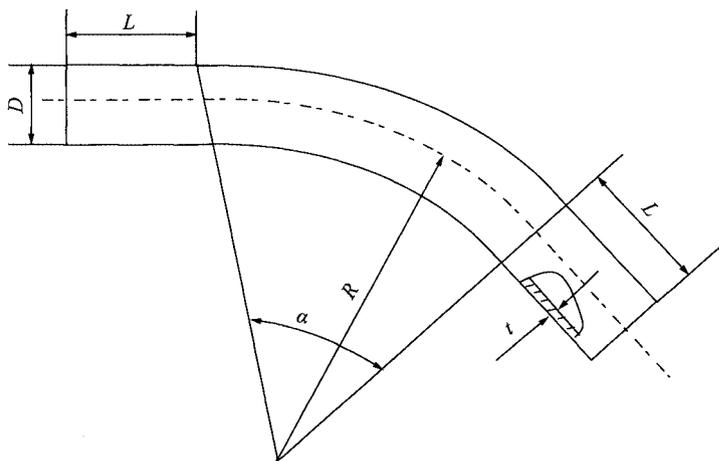


图 5.0.1 冷弯管基本参数符号

表 5.0.1 冷弯管基本参数

外径 D (mm)	曲率半径 R	直管段 长度 L (m)	弯制步距 (mm)	每步距的弯曲角度 (°)	单管最大弯曲角度 (°)
$219.1 \leq D$ < 323.9	$\geq 30D$	≥ 2	200 ~ 400	直缝管不大于 1.8° 螺旋管不大于 1.3°	直缝管不大于 46° 螺旋管不大于 33°
$323.9 \leq D$ < 355.6	$\geq 40D$	≥ 2	200 ~ 400	直缝管不大于 1.5° 螺旋管不大于 1.1°	直缝管不大于 39° 螺旋管不大于 28°

续表 5.0.1

外径 D (mm)	曲率半径 R	直管段 长度 L (m)	弯制步距 (mm)	每步距的弯曲角度 (°)	单管最大弯曲角度 (°)
$355.6 \leq D < 457$	$\geq 40D$	≥ 2	300 ~ 400	直缝管不大于 1.2° 螺旋管不大于 0.9°	直缝管不大于 31° 螺旋管不大于 23°
$457 \leq D < 559$	$\geq 40D$	≥ 2	300 ~ 400	直缝管不大于 1.0° 螺旋管不大于 0.7°	直缝管不大于 26° 螺旋管不大于 19°
$559 \leq D < 711$	$\geq 40D$	≥ 2	300 ~ 400	直缝管不大于 0.8° 螺旋管不大于 0.6°	直缝管不大于 21° 螺旋管不大于 16°
$711 \leq D < 813$	$\geq 40D$	≥ 2	300 ~ 400	直缝管不大于 0.6° 螺旋管不大于 0.5°	直缝管不大于 16° 螺旋管不大于 13°
$813 \leq D < 1067$	$\geq 40D$	≥ 2	300 ~ 400	直缝管不大于 0.5° 螺旋管不大于 0.4°	直缝管不大于 13° 螺旋管不大于 10°
$1067 \leq D \leq 1219$	$\geq 50D$	≥ 2	300 ~ 400	直缝管不大于 0.4° 螺旋管不大于 0.3°	直缝管不大于 10° 螺旋管不大于 8°
$1219 < D \leq 1422$	$\geq 50D$	≥ 2.5	300 ~ 400	直缝管不大于 0.3° 螺旋管不大于 0.2°	直缝管不大于 6° 螺旋管不大于 5°

注：1 通过试弯确定弯制步距，在弯制过程中步距应保持不变。

2 单管最大弯曲角度按管长 12m 计算。

5.0.2 冷弯管正式弯制前应根据不同外径、不同壁厚和不同焊缝形式按本规范表 5.0.1 进行试弯，合格后应分别编制试弯报告，确定正式弯制的工艺参数。

5.0.3 冷弯管制作应按弯管委托单要求进行，冷弯管委托单内容应符合设计要求。

5.0.4 直缝埋弧焊管外径 508mm 及以上、螺旋焊埋弧焊管外径 323.9mm 及以上或外径和壁厚的比值大于 70 的冷弯管制作应放置胎芯。

5.0.5 弯制直缝埋弧焊管时，焊缝应放置于9点到10点或2点到3点之间（图 5.0.5）。

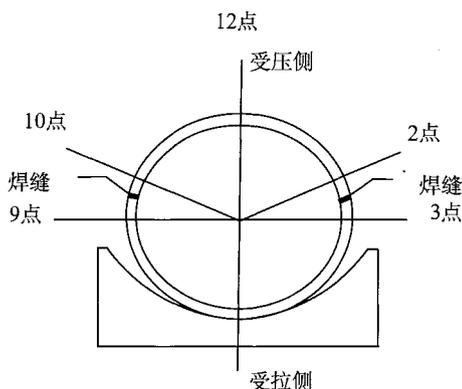


图 5.0.5 直缝原料管弯制时焊缝位置

- 5.0.6** 弯制前应根据原料管的壁厚调整胎芯的主要参数。
- 5.0.7** 弯制前应在预留直管段长度后按试弯确定的弯制步距对原料管进行均匀分段，并做好标记。
- 5.0.8** 弯制前应在距离管端（弯管机的出管端）500mm 处设校准点。
- 5.0.9** 弯制过程中应将胎芯中心与上模中心对正，胎芯应充分撑起。
- 5.0.10** 弯制过程中应使弯曲中心线在同一平面内。
- 5.0.11** 冷弯管制作过程应连续进行，每步距与弯曲角度的关系应符合本规范表 5.0.1 的规定。
- 5.0.12** 弯制过程中应用角度测量仪在校准点处进行测量，并根据测量数据调整油缸起升高度。角度测量仪的使用方法见本规范附录 A。
- 5.0.13** 冷弯管制作完成后，应将胎芯恢复调整到原状。

6 冷弯管质量检验

6.1 一般规定

6.1.1 冷弯管试弯及制作完成后,应对防腐层、椭圆度、冷弯管角度、起波高度、波峰间距等进行检测。

6.1.2 冷弯管制作及质量检查应按本规范附录 B、附录 C 表格格式填写冷弯管制作记录和冷弯管质量检查记录。

6.2 防腐层

6.2.1 应采用目测法对防腐层外观进行检查,防腐层表面应平滑,无气泡、麻点、裂纹,内涂层应无影响使用的损伤。

6.2.2 应采用电火花检漏仪对防腐层进行检测,检漏电压应符合国家现行管道防腐标准的有关规定。

6.2.3 防腐层的漏点与损伤应按国家现行管道防腐标准的有关规定进行修补。

6.3 椭圆度

6.3.1 应在弯曲部分的起止点和中间及两端管口处测量,宜将直尺、角尺、内径千分尺、卡钳等工具组合使用,沿冷弯管水平方向和垂直方向测量,同一截面上所测量的最大与最小值之差应为该点的椭圆度。

6.3.2 冷弯管弯曲段的椭圆度应小于 2%,冷弯管端部直管段的椭圆度应小于 0.8%。

6.4 冷弯管角度

6.4.1 应采用角度测量仪对冷弯管角度进行测量,角度测量仪

的精度应满足测量要求。

6.4.2 冷弯管弯制角度允许偏差应为 $\pm 0.5^\circ$ 。

6.5 起波高度和波峰间距

6.5.1 宜采用钢板尺、卡尺、塞尺对冷弯管起波高度和波峰间距进行测量。

6.5.2 应将钢板尺放在冷弯管内壁或外壁两个相邻的波峰上，钢板尺和两个波峰应接触，应用塞尺测出钢板尺至波谷的垂直尺寸即为起波高度 (h) (图 6.5.2)。外径大于或等于 813mm 时应测量钢管内壁，外径小于 813mm 时应测量钢管外壁。

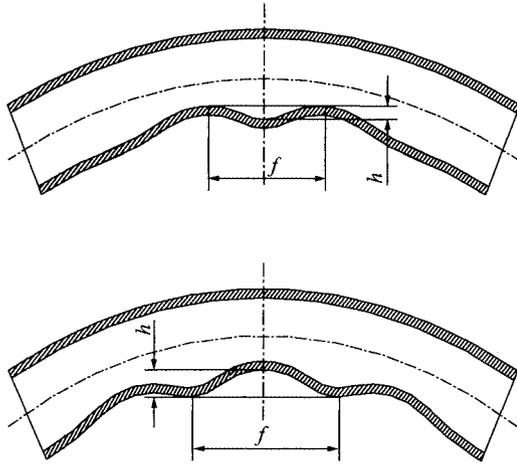


图 6.5.2 起波高度和波峰间距检测

6.5.3 应将钢板尺放在两个相邻的波峰上，钢板尺和两个波峰应接触，接触点之间的距离即为波峰间距 (f)，见本规范图 6.5.2。外径大于或等于 813mm 时应测量钢管内壁，外径小于 813mm 时应测量钢管外壁。

6.5.4 冷弯管起波高度 (h) 不应大于 3mm，两波峰间距 (f) 与起波高度 (h) 的比值不应小于 150。

7 标 识

7.0.1 应在距冷弯管一端防腐层边缘 150mm 处开始按顺序在外表面做标识，颜色应易于辨认。

7.0.2 严禁使用冷、热字冲模锤印标识。

7.0.3 标识内容应包括安装位置、冷弯管角度、冷弯管编号、制作单位等信息。

8 冷弯管的保管与运输

8.0.1 带有管端保护圈的原料管，在冷弯管制作完成后应装好管端保护圈。

8.0.2 冷弯管制作完成后，应单层堆放。冷弯管应平放在支墩上，支墩应采用不损伤防腐层的材料。每根冷弯管的支墩不应少于三个，支垫的高度应保证冷弯管距地面 200mm 以上。

8.0.3 冷弯管露天存放时间不宜超过 3 个月，超过时应采取遮盖措施。

8.0.4 搬运装卸冷弯管时应使用尼龙带或专用吊具进行，冷弯管和吊绳夹角不宜小于 30° ，两端应设牵引绳使管子卸放准确，吊装过程中应有专人指挥，吊具与管口的接触面应与管口曲率相同，且应有足够的宽度和深度。

8.0.5 冷弯管运输应采用带有运管专用支架的运管车，支架上应设置管托，管托与冷弯管之间接触面应放置厚度不小于 5mm 的橡胶板，并应使用收紧器或尼龙带加以固定。

9 安全与环境

- 9.0.1 施工场地的地面应平整防滑、易于清扫，废弃物应妥善处理。
- 9.0.2 在作业场地上方不应有输电、通信线缆。
- 9.0.3 施工过程中，作业人员应穿戴好个人防护用品。
- 9.0.4 电气设备操作应符合电气安全操作规程的相关要求。
- 9.0.5 所有机械设施的转动和运动部位应设有防护罩等保护设施。
- 9.0.6 吊装作业应符合吊装作业安全操作规程的相关要求。弯管时，在管子移动范围内应设防护警示标志。
- 9.0.7 夜间施工时作业区域应照明充足。
- 9.0.8 施工过程中的噪声和污染应符合生产所在地的环保要求。

附录 A 角度测量仪的使用方法

A.0.1 首先进行角度测量仪的校准：将角度测量仪放置到水平基准上进行校准，将测量游臂指到 0（图 A.0.1），然后调整旋钮，使水泡居于刻度线中间。

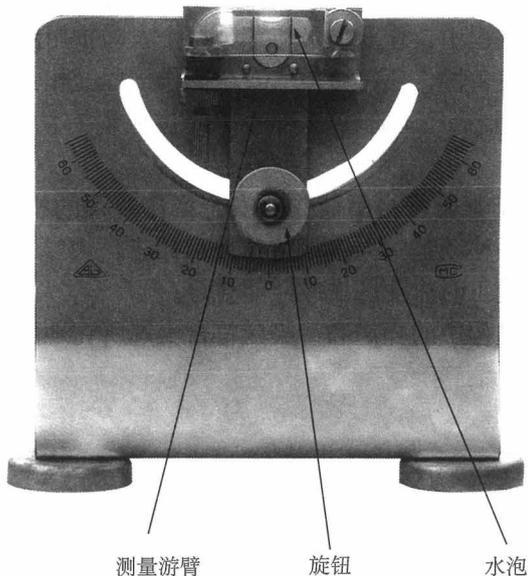


图 A.0.1 机械式角度测量仪

A.0.2 将角度测量仪底座和钢管端部放置测量仪的校准点位置清理干净。

A.0.3 将角度测量仪分别放置于钢管两端的校准点（6点或12点），确保角度测量仪在钢管两端的放置方向相同，距离管口端部 500mm，与钢管的轴线平行。

A.0.4 每次弯曲结束后采用角度测量仪测量钢管的弯曲角度，

角度测量仪每次都置于相同的位置，通过调整游臂使水泡居于两刻度线之间，测量游臂位置指示的角度即所测量端钢管的角度。分别测量钢管两端的角度，钢管两端的角度之和为钢管的弯制角度。角度测量仪的放置位置如图 A.0.4 所示。

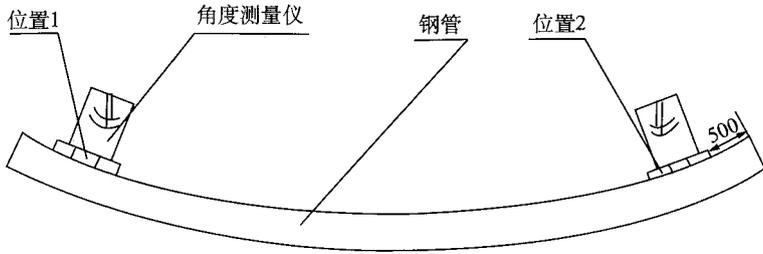


图 A.0.4 角度测量仪在钢管 12 点的放置位置

附录 B 冷弯管制作记录表

表 B 冷弯管制作记录表

制作单位						曲率半径		
弯管机型号						管道壁厚		
弯管 编号	防腐管 编号	弯管角度 (°)	椭圆度 (%)	外观	操作手	检验员	检验结果	日期
制作单位： 制作单位质检员： 日期：					监理单位： 现场监理： 日期：			

附录 C 冷弯管质量检查记录表

表 C 冷弯管质量检查记录表

委托单位			冷弯管编号		
制作单位			制作日期		
冷弯管规格	直径		壁厚		
	防腐等级		长度		
	弯曲半径		角度		
序号	检查项目	偏差要求		检测数值	备注
1	外观质量				
2	防腐层有无漏点				
3	弯曲段椭圆度 (%)	≤ 2.0	制作前		
			制作后		
4	端部直管段椭圆度 (%)	≤ 0.8	制作前		
			制作后		
5	弯曲角度 (°)	± 0.5		制作后	
6	起波高度 h (mm) 及波峰间距 f (mm)	$h \leq 3.0$ $f \geq 150h$		制作后	
制作单位： 制作单位质检员： 日期：			监理单位： 现场监理： 日期：		

标准用词说明

1 为了便于在执行本规范条文时区别对待，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”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

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

引用标准名录

- 《石油天然气工业管线输送系统用钢管》 GB/T 9711
- 《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T 23257
- 《油气长输管道工程施工及验收规范》 GB 50369
- 《油气田集输管道施工规范》 GB 50819
- 《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》 SY/T 0315

中华人民共和国石油天然气行业标准

钢质管道冷弯管制作及验收规范

SY/T 4127—2018

条文说明

修 订 说 明

《钢质管道冷弯管制作及验收规范》SY/T 4127—2018，经国家能源局 2018 年 10 月 29 日以第 12 号公告批准发布。

本规范是在《钢质管道冷弯管制作及验收规范》SY/T 4127—2014 的基础上修订而成。上一版的主编单位是中国石油天然气管道局，主要起草人员是张英奎、张亚军、续理。本次修订的主要内容是：

- 1 修改了“冷弯管”的定义。
- 2 修改了制作冷弯管的原料管要求。
- 3 修改了冷弯管制作的顺序。
- 4 增加了外径 711mm 及以上规格的螺旋焊缝以及外径 1422mm 冷弯管的技术参数。
- 5 增加了冷弯管露天堆放的时间要求。
- 6 修改了标识的具体内容。
- 7 增加了对安全与环境的要求。
- 8 增加了附录 A “角度测量仪的使用方法”和附录 C “冷弯管质量检查记录表”。

本规范修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国近几年管道建设中各种规格冷弯管制作的实践经验，同时参考了国内相关行业的先进技术法规和技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，本规范编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及在执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总则	23
2	术语	24
3	冷弯管制作准备	25
3.1	设备及人员要求	25
3.2	制作条件	25
4	原料管的检查验收与堆放	26
4.1	一般规定	26
4.2	原料管的堆放	26
5	冷弯管制作	27
6	冷弯管质量检验	29
6.1	一般规定	29
6.2	防腐层	29
6.3	椭圆度	29
6.4	冷弯管角度	30
6.5	起波高度和波峰间距	30
7	标识	31
8	冷弯管的保管与运输	32
9	安全与环境	33

1 总 则

1.0.1 本条说明了编制本规范的目的。由于钢质管道材质、规格不同，冷弯管制作时往往出现不同工程项目有不同制作及验收标准，主要体现在冷弯管的制作工艺和检验标准。

1.0.2 国外工程施工中对螺旋焊缝钢管制作冷弯管没有限制，国内工程中外径 813mm 和 1016mm 的螺旋焊缝冷弯管也广泛应用于工程中，外径 1219mm 螺旋焊缝钢管以及外径 1422mm 钢管制作冷弯管也经过多次试验，结果符合各项要求。本规范在原有基础上，规范了外径 813mm 及以上螺旋焊缝以及外径 1422mm 铜质管道冷弯管制作及验收。

1.0.3 钢质管道冷弯管制作及验收除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 本条与上一版规定相同。原料管是指制作冷弯管所用的钢管，既可以是经过内外防腐工艺的防腐管，也可以是未经过防腐保护的钢管。

2.0.2 本条在上一版的基础上对冷弯管重新进行了定义。冷弯管是指在不加热的条件下，利用设备采取一定的技术手段把原料管（直管）在预定的长度范围内弯制成施工现场所需角度的钢管。

2.0.3 本条与上一版规定相同。步距是弯制冷弯管时原料管每次进入弯管胎具中的尺寸。步距的长度应既能保证冷弯管弯曲段的连续，又能保证弯曲段椭圆度误差在规定范围内。

3 冷弯管制作准备

3.1 设备及人员要求

3.1.1 冷弯管机性能应满足冷弯管制作工艺要求，具有良好的工作状态。工作压力、起升高度等数值显示应准确。

3.1.2 与上一版相比，对冷弯管机的配套设置进行了具体说明，保证其满足工作要求。

3.1.3 由于检测冷弯管的量具和仪表检验检测方法不同，应按照规定进行校验或检定，保证测量的准确性。

3.1.4 本条增加了对关键作业人员做出的相关要求，以保证设备正确操作。

3.2 制作条件

3.2.1 ~ 3.2.3 本节从作业环境和配套机具方面做出了相关要求，保证冷弯管制作的正常进行。为保证操作人员和设备安全以及制作质量，在列举的几种情况下不应进行作业。

4 原料管的检查验收与堆放

4.1 一般规定

4.1.1 修改了对原料管的要求，采用与管线施工相同的干线管制作冷弯管是国外管道工程的惯例，采用与施工相同的干线管加工冷弯管符合施工需要，满足施工要求。本条明确了外径219.1mm ~ 1422mm的冷弯管制作可采用的管材类型，并宜用与管线施工相同的干线管进行加工。

4.1.2 ~ 4.1.4 与上一版规定相同。对原料管的材料证明文件与外观检测进行了要求，防止不合格原料管在工程中使用。

4.2 原料管的堆放

4.2.1, 4.2.2 与上一版规定相同。防止不同防腐等级或不同壁厚的原料管混用，保证原料管以及防腐层不受损坏。

4.2.3 增加了对裸管堆放层数的要求，与聚乙烯防腐管相同。本条规定了管道施工中常用防腐管的堆放层数，本规范表4.2.3-1中 $219.1\text{mm} \leq \text{DN} \leq 813\text{mm}$ 的防腐管堆放层数参照《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257中第7.4条的表9；本规范表4.2.3-2中 $219.1\text{mm} \leq \text{DN} \leq 610\text{mm}$ 参照《钢质管道单层熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315中第9.3.3条的表5。由于冷弯管现场人员进出以及吊装作业频繁，为保证施工现场人员和设备安全，本条对 $813\text{mm} < \text{DN} \leq 1422\text{mm}$ 的聚乙烯防腐管和 $610\text{mm} < \text{DN} \leq 1422\text{mm}$ 的FBE防腐管堆放层数进行了规定。

4.2.4 增加了露天堆放时间的要求，避免原料管长时间露天堆放影响防腐层质量。

5 冷弯管制作

5.0.1 本规范表 5.0.1 在上一版的基础上增加了外径 711mm ~ 1422mm 螺旋埋弧焊管、外径 1422mm 直缝埋弧焊管以及其弯制要求。该修订的增加内容是在系统的科研试验和工程应用基础上进行的，其中在西部原油成品油工程中，中国石油天然气管道科学研究院有限公司开展了外径 813mm、钢级 X65 的螺旋焊管制作冷弯管的试验评价，并在该工程中获得了成功的批量应用。巴西石油公司开展了外径 711mm、钢级 X70 螺旋焊管制作冷弯管的试验评价，并进行了工程应用。石油管工程技术研究院和中国石油管道局工程有限公司第五工程公司开展了外径 1219mm、钢级 X70 螺旋焊管制作冷弯管的外观尺寸和力学性能评价，评价结果均满足相关标准要求。中国石油天然气管道科学研究院有限公司系统开展了外径 1219mm 和 1422mm、钢级 X80 螺旋焊管，以及外径 1422mm、钢级 X80 直缝焊管制作冷弯管的工艺试验、质量性能评价、静水压爆破试验，优化确定了冷弯工艺参数，制作出的冷弯管各项性能指标均满足工程要求，其中外径 1422mm、钢级 X80 直缝焊管制作冷弯管成功应用于中俄东线试验段工程中。

本规范表 5.0.1 中还增加了单管最大弯曲角度的要求，为冷弯管设计角度的确定提供了依据。

5.0.2 本条规定的目的是防止废品的发生。在试弯时一般先用小角度、壁厚较薄的原料管进行试弯，确定每个步距的最大弯制角度，以此最终确定一根成品冷弯管的最大角度。工程实际中，相同外径尺寸、不同壁厚、不同材质的冷弯管都需要进行试弯。

- 5.0.3** 冷弯管委托单由委托单位向制作单位提供，冷弯管委托单应包括冷弯管角度、所使用的原料管规格、材质、防腐材料、防腐等级，以避免原料管混用以及冷弯管在现场安装发生错误。
- 5.0.4** 冷弯管的直管段在现场安装时要与主管道相连，直缝埋弧焊管外径 508mm 及以上，螺旋缝埋弧焊管外径 323.9mm 及以上制作冷弯时需要放置胎芯，以保证管端和弯曲部分的椭圆度。
- 5.0.5** 直缝埋弧焊管在弯制时焊缝应放在受力时变形最小的位置，以减少管材弯曲时应力对焊缝的影响。
- 5.0.6** 弯制前应对胎芯进行调整，以确保胎芯有足够的支撑力与钢管内壁接触，以确保冷弯管椭圆度。
- 5.0.7** 通过程序控制或提前对原料管均匀分段，保证原料管每次进尺均匀，弯曲部分平顺连续。
- 5.0.8** 冷弯管制作过程中的确定测量基准点，每次测量时均应在基准点上进行，保证测量数据真实准确。
- 5.0.9** 制作冷弯管时胎芯的受力位置应与胎具的施力位置相同，修改了对胎芯位置的要求，在施工中结合实际进行操作，确保冷弯管的椭圆度和波浪高度。
- 5.0.10** 冷弯管制作过程中，如发现未弯制部分的钢管偏离预定方向应及时调整，可采用线坠在冷弯管的一端做记号，发现两次弯制后不在同一直线上，用专用转动工具进行调整，确保冷弯管弯曲中心线在同一平面内。
- 5.0.11** 步距的长度、每个步距的弯曲角度都直接影响着冷弯管的质量。本条综合了历年管道施工中冷弯管的制作经验和测量数据，制定了相应规格的直缝埋弧焊管和螺旋管每个步距的弯制角度，以确保冷弯管制作质量。
- 5.0.12** 本条为增加内容，对冷弯管角度测量仪的使用方法进行说明，保证测量准确性。
- 5.0.13** 本条规定的目的是为避免胎芯受力变形，影响使用。

6 冷弯管质量检验

6.1 一般规定

6.1.1 本条与上一版规定相同，规定了冷弯管必须检测的项目。

6.1.2 本条增加了附录 C。冷弯管制作完成后要填写冷弯管制作记录表、冷弯管质量检查记录表，实现对每根冷弯管的过程控制和资料的完整性，使每根冷弯管都具有可追溯性。

6.2 防腐层

6.2.1 本条与上一版规定相同，规定用目测法检查防腐层的项目。

6.2.2, 6.2.3 规定了防腐层的检测仪器，检测电压应根据防腐层类型按国家相关标准选择，防腐层的漏点与损伤也根据防腐层类型选择相应的修补方法。例如管道施工中常用的两种防腐层材料为 3PE 和 FBE，3PE 防腐层应按现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 进行检测和修补；FBE 防腐层应按现行行业标准《钢质管道单层熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315 进行检测和修补。

6.3 椭圆度

6.3.1 本条与上一版规定相同。冷弯管在现场与直管焊接，所以椭圆度检测应分为直管段和弯曲段两部分。两端可以采用卡尺进行测量；弯曲段测量时，外径 813mm 及以上规格的冷弯管采用内径千分尺在内壁测量，外径 813mm 以下规格的冷弯管可采用外卡钳测量外壁。

6.3.2 本条与上一版规定相同。冷弯管安装后要与主管线同时进行测径、试压。本条规定的目的是保证冷弯管直管段的椭圆

度与主线路直管一致，并使测径球顺利通过。

6.4 冷弯管角度

6.4.1 本条对角度测量仪的精度提出了要求，但随着管径的增大以及每步距弯制角度的缩小，需根据弯制管径的不同选择测量仪器，并需满足测量要求。

6.4.2 本条与上一版规定相同。较小的误差可以在现场安装过程中进行调整；误差较大，则会给冷弯管安装带来困难，造成管道应力集中。

6.5 起波高度和波峰间距

6.5.1,6.5.4 与上一版规定相同。本节是对冷弯管起波高度和波峰间距检查工具以及检测方法的说明。起波高度和波峰间距的大小直接影响管道焊接完成后的通球测径工作，应控制在规定范围内，根据冷弯管外径选择内（外）壁的测量方法。

7 标 识

7.0.1 本条与上一版规定相同。用记号笔做标识写在防腐层上，既不破坏防腐层，又能保留一段时间，方便查找。

7.0.2 禁止用锤印标识，避免对冷弯管管材造成损坏，影响管材质量。

7.0.3 本条增加了部分标识内容。由于冷弯管制作采用了与工程区域相同的干线管，为了准确区分和使用，标识内容增加了安装位置信息。

8 冷弯管的保管与运输

8.0.1 本条与上一版规定相同。要求制作完成的冷弯管管端安装保护器，避免运输过程中管口损伤，影响焊接。

8.0.2 将冷弯管单层堆放单独做出了要求，以保证冷弯管处于自然状态，不受外力影响。

8.0.3 为了有效保护防腐层，对露天堆放时间提出具体要求。

8.0.4, 8.0.5 装卸和运输过程中保护防腐层和管口具有重要意义，能减少防腐层修补和管口修磨。采用专用吊具可以很好地保护管口，而运输车辆安装托架和橡胶板则可以保护防腐层。

9 安全与环境

9.0.1 ~ 9.0.8 为新增内容，对施工设备与作业环境的安全进行了要求。冷弯管作业区，多工种交叉作业，运输车辆多次进出，作业场地需要进行平整和硬化处理；冷弯管制作、管材装卸等工作均需要吊车进行作业，为保证作业安全，在作业场地上方不得有输电、通信线缆；对施工现场电气设备以及高压电缆的接地等进行的要求，以防止触电事故发生；为防止机械设备伤害事故发生，对设备的转动和运动部位设置防护措施；为保证施工人员安全，对个人劳动保护以及夜间施工的照明提出了基本要求。