

工业金属管道工程施工规范
GB 50235—2010

研讨讲义

2010-08-18 发布

2011-06-01 实施

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 管道元件公称压力 (PN) nominal pressure for pipework components

由字母 PN 和无因次整数数字组合而成, 表示管道元件名义压力等级的一种标记方法。

2.1.2 管道元件公称尺寸 (DN) nominal size for pipework components

由字母 DN 和无因次整数数字组合而成, 表示管道元件规格名义尺寸的一种标记方法。

2.1.3 管道 piping

由管道元件组成, 用以输送、分配、混合、分离、排放、计量、控制或截止流体流动的管子、管件、法兰、螺栓连接、垫片、阀门和其他组成件或受压部件的装配总成。

2.1.4 工业金属管道 industrial metallic piping

采用金属管道元件配制而成的, 在生产装置间用于输送工艺介质的工艺管道、公用工程管道及其他辅助管道。

2.1.5 压力管道 pressure piping

用于输送压力大于或者等于 0.1MPa (表压) 的气体、液化气体、蒸汽介质或者可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体介质, 且公称尺寸大于 25mm 的管道。

2.1.6 管道元件 pipework components

管道元件系指连接或装配成管道系统的各种组成件的总称。包括管道组成件和管道支承件。

2.1.7 管道组成件 piping components

用于连接或装配成压力密封、内含流体的管道系统中的管道元件。包括管子、管件、法兰、垫片、紧固件、阀门、安全保护设施以及膨胀接头、挠性接头、耐压软管、疏水器、过滤器、管路中的仪表 (如孔板) 和分离器等。

2.1.8 管件 fittings

与管子一起构成管道系统本身的零部件的统称。包括弯头、弯管、三通、异径管、活接头、翻边短节、接管座、法兰、堵头、封头及活接头等

2.1.9 管道支承件 pipe-supporting elements

将管道的自重、输送流体的重量、由于操作压力和温差所造成的荷载以及振动、风力、地震、雪载、冲击和位移应变引起的荷载等传递到管架结构上去的管道元件。包括管道安装件和附着件。

2.1.10 安装件 fixtures

将负荷从管子或管道附着件上传递到支承结构或设备上的管道元件。它包括吊杆、弹簧支吊架、斜拉杆、平衡锤、松紧螺栓、支撑杆、链条、导轨、锚固件、鞍座、垫板、滚柱、托座和滑动支架等。

2.1.11 附着件 structural attachments

用焊接、螺栓连接或夹紧等方法附装在管子上的零件。它包括管吊、吊（支）耳、圆环、夹子、吊夹、紧固夹板和裙式管座等。

2.1.12 斜接弯头（虾米腰弯头） mitre (mitre elbow)

由梯形管段或钢板焊接制成，具有与管子纵轴线不相垂直斜接而形似虾米腰的弯头。

2.1.13 管道加工 machining of pipe

管道装配前的预制工作。包括切割、螺纹成形、开坡口、成型、弯曲、焊接等。

2.1.14 热弯 hot bending 温度高于金属临界点 AC1 时的弯管操作。

2.1.15 冷弯 cold bending

温度低于金属临界点 AC1 时的弯管操作。

2.1.16 热态紧固 tightening in hot condition

防止管道在工作温度下，因受热膨胀导致可拆连接处泄漏而进行的紧固操作。

2.1.17 冷态紧固 tightening in cold condition

防止管道在工作温度下，因冷缩导致可拆连接处泄漏而进行的紧固操作。

2.1.18 压力试验 pressure test

以液体或气体为介质，对管道逐步加压，达到规定的压力，以检验管道强度和严密性的试验。

2.1.19 泄漏性试验 leak test

以气体为介质，在设计压力下，采用发泡剂、显色剂、气体分子感测仪或其他手段等检查管道系统中泄漏点的试验。

2.1.20 复位 recovering the original state

已安装合格的管道，拆开后重新恢复原有状态的过程。

2.1.21 轴测图 axonometric drawing

将管道按照轴测投影的方法，绘制以单线表示的管道空视图。

2.1.22 自由管段 pipe-segments to be prefabricated

在管道预制过程中，按照单线图选择确定的可以先行加工的管段。

2.1.23 封闭管段 pipe-segments for dimension adjustment

在管道预制过程中，按照单线图选择确定的、经实测安装尺寸后再行加工的管段。

2.2 符号

$[\sigma]_1$ ——试验温度下，管材的许用应力；

$[\sigma]_2$ ——设计温度下，管材的许用应力；

D——管子外径；

D2——弯管褶皱凸出处外径；

D3——弯管褶皱凹进处外径；

D4——弯管相邻褶皱凸出处外径；

——弯管截面最大实测外径；

——弯管截面最小实测外径；

——弯管褶皱高度；

P ——设计压力（表压）；

ΔP ——24 小时的增压率（%）；

P1——试验初始压力（表压）；

P2——试验最终压力（表压）。

P_s——试验压力（表压）；

S——插管与外壳挡圈间的安装剩余收缩量；

S0——补偿器的最大行程；

t——管材厚度；

t1——补偿器安装时的环境温度；

t2——管道内介质的最高设计温度；

t_c——为填角焊缝有效厚度；

t_d——直管设计壁厚；

t₀——室外最低设计温度；

- T——设计温度；
- b——支管名义厚度；
- h——主管名义厚度
- r——补强圈或鞍形补强件的名义厚度；

3 管道施工的基本规定

3.1 一般规定

- 3.1.1 承担工业金属管道工程的施工单位应取得相应的资质，并在资质许可范围内从事相应的管道施工。检验机构应取得相应的检验资质，且应在资质许可范围内从事相应的管道工程检验工作。
- 3.1.2 施工单位应建立管道施工现场的质量管理体系，具有健全的质量管理制度和相应的施工技术标准，实施管道施工全过程的质量控制。
- 3.1.3 参加管道施工人员和施工质量检查、检验的人员应具备相应的资格。
- 3.1.4 管道施工前应具备下列条件：
 - 1 工程设计图纸和相关技术文件应齐全，并已按规定程序进行设计交底和图纸会审。
 - 2 施工组织设计或施工方案已批准，技术和安全交底已经完成。
 - 3 施工人员已进行安全教育和技术培训，按有关规定考核合格。
 - 4 已办理管道工程开工文件。
 - 5 用于管道施工的机械、工器具应安全可靠；计量器具应检定合格。
 - 6 已制定相应的安全应急预案。
- 3.1.5 压力管道施工前，施工单位应向管道安装工程所在地的质量技术监督部门办理书面告知文件，并应接受监督检验单位的监督检验。
- 3.1.6 管道施工应符合国家现行的环境保护、安全技术和劳动保护等有关规定。

3.2 管道分级

- 3.2.1 工业金属管道应按设计压力、设计温度、介质的毒性危害程度和火灾危险性划分为 GC1、GC2、GC3 三个级别。管道分级应符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 管道分级

管道级别	适用范围
GC1	1 毒性程度为极度危害介质的管道。

	<p>2 毒性程度为高度危害气体介质的管道</p> <p>3 工作温度高于标准沸点的高度危害液体介质的管道。</p> <p>4 设计压力$\geq 4\text{MPa}$，火灾危险性为甲、乙类可燃气体介质的管道</p> <p>5 设计压力$\geq 4\text{MPa}$，火灾危险性为甲类可燃液体和液化烃介质的管道。</p> <p>6 设计压力$\geq 10\text{MPa}$ 的管道。</p> <p>7 设计压力$\geq 4\text{MPa}$，且设计温度$\geq 400^{\circ}\text{C}$的管道。</p>
GC2	<p>1 设计压力$< 10\text{MPa}$，且设计温度$< 400^{\circ}\text{C}$，工作温度不高于标准沸点的高度危害液体介质的管道</p> <p>2 毒性程度为中度、轻度危害流体介质的下列管道：</p> <p>1) 设计压力$< 10\text{MPa}$、$\geq 4\text{MPa}$，且设计温度$< 400^{\circ}\text{C}$；</p> <p>2) 设计压力$< 4\text{MPa}$。</p> <p>3 设计压力$< 10\text{MPa}$、$\geq 4\text{MPa}$，且设计温度$< 400^{\circ}\text{C}$的乙、丙类可燃液体介质的管道。</p> <p>4 设计压力$< 4\text{MPa}$ 的可燃流体介质的管道</p> <p>5 下列情况的无毒、非可燃流体介质的管道：</p> <p>1) 设计压力$< 10\text{MPa}$、$\geq 4\text{MPa}$，且设计温度$< 400^{\circ}\text{C}$；</p> <p>2) 设计压力$< 4\text{MPa}$、$> 1\text{MPa}$；</p> <p>3) 设计压力$\leq 1\text{MPa}$，且设计温度$\leq -20^{\circ}\text{C}$或$> 185^{\circ}\text{C}$。</p>
GC3	设计压力 $\leq 1\text{MPa}$ ，设计温度 $> -20^{\circ}\text{C}$ 但 $\leq 185^{\circ}\text{C}$ 的无毒、非可燃流体介质的管道

3.2.2 当输送毒性危害程度或火灾危险性不同的混合介质时，应按其危害程度及其含量，由设计或建设单位确定管道级别。

4 管道元件的检验

4.1 一般规定

- 4.1.1 管道元件必须具有制造厂的质量证明文件，并应符合有关国家现行标准和设计文件的规定。
- 4.1.2 管道元件在使用前应按国家现行标准和设计文件的规定核对其材质、规格、型号、数量和标识，并进行外观质量和几何尺寸检查验收，其结果应符合相应产品标准的规定。材料标识应清晰完整，压力管道元件上应标有 TS 标志。
- 4.1.3 当对管道元件性能数据有异议时，在异议未解决前，该批管道元件不得使用。
- 4.1.4 对于铬钼合金钢、含镍低温钢、含钼奥氏体不锈钢以及镍基合金、钛和钛合金材料的管道组成件，应采用光谱分析或其他方法进行材质抽样检验，并作好标识。
- 4.1.5 设计文件要求应进行低温冲击韧性试验的材料，质量证明文件应提供低温冲击试验结果，其结果不得低于设计文件的规定。
- 4.1.6 设计文件要求进行晶间腐蚀试验的不锈钢材料，质量证明文件应提供晶间腐蚀试验结果，其结果不得低于设计文件的规定。
- 4.1.7 防腐衬里管道的衬里质量应按现行国家标准《工业设备、管道防腐蚀工程质量验收规范》规定进行检查验收。
- 4.1.8 检查不合格的管道元件不得使用，并应作好标识和隔离。
- 4.1.9 管道元件在施工过程中应妥善保管，不得混淆或损坏，其标记应明显清晰。材质为不锈钢、有色金属的管道元件，在运输和储存期间不得与碳素钢接触。
- 4.1.10 对管道元件的检查验收结果，应按本规范附录 A 表 A.0.1 规定的格式填写“管道元件检查记录”

4.2 阀门检验

- 4.2.1 阀门安装前应进行外观质量检查，阀体应完好，开启机构应灵活、阀杆应无歪斜、变形、卡涩现象及标牌齐全。应检查填料，其压盖螺栓应留有调节裕量。
- 4.2.2 用于管道的阀门应按设计文件和相关标准规定进行壳体压力试验和密封试验，不合格者不得使用。
- 4.2.3 阀门的壳体试验压力应为其公称压力的 1.5 倍，密封试验宜以公称压力进行，密封试验不合格的阀门可解体检验，并重新试验。
- 4.2.4 具有上密封结构的阀门，应对上密封进行试验，试验压力为公称压力的 1.1 倍。试验时应关闭上密封面，并应松开填料压盖。

4.2.5 阀门液体压力试验和上密封试验应以洁净水为介质。不锈钢阀门液体压力试验时，水中的氯离子含量不得超过 100×10^{-6} (25ppm)。当有特殊要求时，试验介质应符合设计文件的规定。试验合格后应立即将水渍清除干净。

4.2.6 阀门进行各项压力试验时，试验时间不得少于 5min。试验时的环境温度不得低于 5℃，当低于 5℃时，应采取防冻措施。

4.2.7 公称压力小于 1.0MPa，公称尺寸大于或等于 600mm 的闸阀，密封性试验可用色印等方法对闸板密封面进行检查，接合面应连续，可不单独进行壳体压力试验和闸板密封试验。壳体压力试验宜在系统试压时按管道系统的试验压力进行试压。

4.2.8 带有蒸汽夹套的阀门，夹套部分应采用 1.5 倍的蒸汽设计压力进行压力试验。

4.2.9 试验合格的阀门，应及时排尽内部积水，并应吹干。除需要脱脂的阀门外，密封面与阀杆上应涂防锈油，应关闭阀门，封闭出入口，并应做出明显的标记。

4.2.10 应按本规范附录 A 表 A.0.2 规定的格式填写“阀门试验记录”。

4.2.11 安全阀应按《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001 和设计文件的规定进行整定压力调整和密封试验。当有特殊要求时，还应进行其他性能试验。安全阀校验应做好记录、铅封，并应出具校验报告。

4.3 其他管道元件检验

4.3.1 下列管子、管件应进行外表面磁粉或渗透检测，检测方法和缺陷评定应符合《承压设备无损检测》JB4730 的规定。经磁粉或渗透检测发现的表面缺陷应进行修磨，缺陷消除后实际壁厚应不小于设计壁厚的 90%。

1 GC1 级管道中输送极度危害介质的管子、管件。

2 GC1 级管道中设计压力大于或等于 10MPa 的管子、管件；

4.3.2 设计压力大于或等于 10MPa 的 GC1 级管道用螺栓、螺母，应进行硬度抽样检验。

5 管道加工

5.1 一般规定

5.1.1 管道元件的加工制作除应符合本规范相应章节的规定外，还应符合设计文件和相应产品标准的规定。

5.1.2 用于制作管道元件的材料应有确认的标记。在材料加工过程中，当原有标记被裁

掉或分成几块时，应在材料切割前完成标记的移植。低温用钢及有色金属不得使用硬印标记。当奥氏体不锈钢和有色金属材料采用色码标记时，印色不应含有对材料产生损害的物质。

5.1.3 应根据各管道元件的加工制作工艺要求确定加工裕量。

5.1.4 管道元件在加工制作过程中的焊接和焊后热处理应符合本规范第6章的有关规定，检验和试验应符合本规范第8章的有关规定。

5.2 下料切割

5.2.1 碳素钢、合金钢宜采用机械方法切割。当采用氧乙炔火焰切割时，应打磨坡口除去氧化层。

5.2.2 不锈钢、有色金属应采用机械或等离子方法切割。当采用等离子切割时，应先除去表面的氧化层。当采用砂轮切割或修磨不锈钢、镍基合金、钛材、锆材时，应使用专用砂轮片。

5.2.3 镀锌钢管宜用钢锯或机械方法切割。

5.2.4 切割质量应符合下列规定：

1 切口表面应平整，尺寸应正确，并应无裂纹、重皮、毛刺、凸凹、缩口、熔渣、氧化物、铁屑等现象。

2 管子切口端面的倾斜偏差（图5.2.4）不应大于管子外径的1%，最大端面倾斜偏差不得大于3mm。

图5.2.4 管子切口端面倾斜偏差

1 切口表面应平整，尺寸应正确，并应无裂纹、重皮、毛刺、凸凹、缩口、熔渣、氧化物、铁屑等现象。

2 管子切口端面的倾斜偏差（图5.2.4）不应大于管子外径的1%，最大端面倾斜偏差不得大于3mm。



图 5.2.4 管子切口端面倾斜偏差

5.3 弯管制作

5.3.1 弯管宜采用壁厚为正公差的管子制作。当采用负公差的管子制作弯管时，管子弯曲半径与弯管前管子壁厚的关系宜符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 弯曲半径与管子壁厚的关系注：

弯曲半径(R)	弯管前管子壁厚
$R \geq 6D$	1.06 td
$6D > R \geq 5D$	1.08 td
$5D > R \geq 4D$	1.14 td
$4D > R \geq 3D$	1.25 td

D—管子外径； td—直管设计壁厚。

5.3.2 弯管弯曲半径应符合设计文件和相关标准的要求。当无要求时，高压钢管的弯曲半径宜大于管子外径的 5 倍，其他管子的弯曲半径宜大于管子外径的 3.5 倍。

5.3.3 有缝管制作弯管时，焊缝应避开受拉(压)区。

5.3.4 金属管应在其材料特性允许范围内进行冷弯或热弯，并应符合下列规定：

1 碳素钢和合金钢的冷弯应低于材料的相变温度，当金属管温度低于 5℃时，不应进行冷弯。

2 金属管热弯温度应大于材料的最大相变温度，部分金属管热弯制作时的加热温度范围应符合表 5.3.4 的规定。

3 热弯时，管子加热应缓慢、均匀。合金钢管热弯时不得浇水。铜、铝管热弯时宜采用木炭或电炉加热，不宜使用氧乙炔焰或焦炭。

表 5.3.4 部分金属管热弯加热温度范围

材料种类	牌号 (钢号)	热弯温度 (℃)
碳素钢	10, 20	900~1050
合金钢	16Mn	900~1050
	12CrMo, 15CrMo, 12Cr1MoV, Cr5Mo	800~1050
	0Cr18Ni9, 0Cr25Ni20, 0Cr17Ni12Mo2	900~1200
紫铜		500~600
黄铜		600~700
纯铝	1060	150~260
铝锰合金	3003、3004	200~310
铝镁合金	5052、5154	200~310
工业纯钛	TA1、TA2、TA3	100~310
铅		100~130

5.3.5 采用高合金钢管或有色金属管制作弯管时,宜采用机械方法;当充砂制作弯管时,不得用铁锤敲击。铅管加热制作弯管时不得充砂。

5.3.6 钢管热弯或冷弯后的热处理,应符合下列规定:

1 除制作弯管温度自始至终保持在 900℃ 以上的情况外,壁厚大于 19mm 的碳素钢管制作弯管后,应按表 5.3.6 的规定进行热处理。

2 表 5.3.6 所列公称尺寸大于或等于 100mm,或壁厚大于或等于 13mm 的中、低合金钢管制作弯管后,应按下列要求进行热处理:

1) 热弯时,应按设计文件的要求进行完全退火、正火加回火或回火处理。

2) 冷弯时,应按表 5.3.6 的要求进行热处理。

3 奥氏体不锈钢管制作的弯管,可不进行热处理;当设计文件要求热处理时,应按设计文件规定进行。

4 对于有应力腐蚀倾向或对消除应力有较高要求的管道在弯制后,应按设计文件的规定进行热处理。

5 应按本规范附录 A 表 A.0.14 规定的格式填写“管道热处理报告”。

表 5.3.6 常用材料热处理条件

材料类别	名义成份	牌号（钢种）	热处理温度（℃）	加热速率	恒温时间	冷却速率
冷却速率	C	10、15、20、25	600~650	当加热温度升至400°℃时，加热速率不应大于205×2.5℃/h	恒温时间应为每25mm壁厚1h，且不得少于15min，在恒温期间内最高与最低温差应低于65℃	恒温后的冷却速率不应超过260×25℃/h，且不得大于260℃/h，400℃以下可自然冷却
中、低合金钢	C-Mn	16Mn	600~650			
		16MnR				
	C-Mn-V	09MnV	600~700			
		15MnV	600~700			
	C-Mo	16Mo	600~650			
	C-Cr-Mo	15CrMo	700~750			
		9Cr1Mo	700~760			
	C-Cr-Mo-V	12Cr1MoV	700~760			
C-Ni	2.25Ni	600~650				
	3.5Ni	600~630				

5.3.7 管子弯制后,应将内外表面清理干净。弯管质量应符合下列规定:

1 不得有裂纹、过烧、分层等缺陷。

2 弯管内侧褶皱高度不应大于管子外径的3%,波浪间距(图5.3.7-1)不应小于12倍的褶皱高度。褶皱高度应按式计算:

$$h_m = (D_2 + D_3) / 2 - D_3 \quad (5.3.7-1)$$

式中:

h_m ——褶皱高度(mm);

D_2 ——褶皱凸出处外径(mm);

D_3 ——褶皱凹进处外径(mm);

D_4 ——相邻褶皱凸出处外径(mm)。

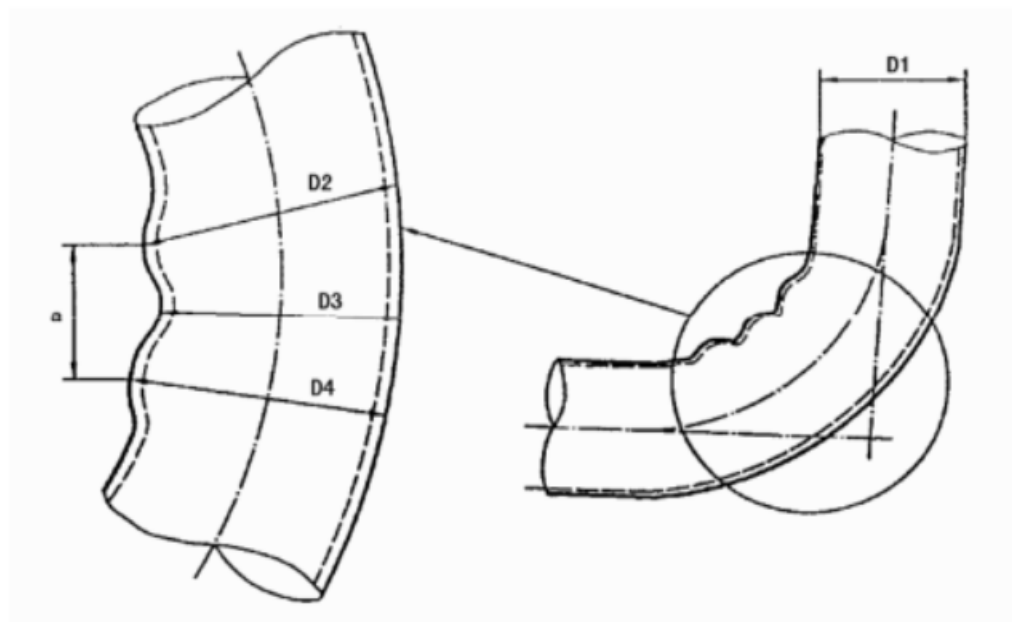


图 5.3.7-1 弯管的褶皱和波浪间距

3 弯管的圆度应满足下列规定：

1) 弯管的圆度应按下式计算。

$$u = (D_{\max} - D_{\min}) / (D_{\max} + D_{\min}) \times 100 \quad (5.3.7-2)$$

式中：

u ——弯管的圆度（%）

D_{\max} ——同一截面的最大实测外径（mm）；

D_{\min} ——同一截面的最小实测外径（mm）。

2) 对于承受内压的弯管，不圆度应不大于 8%；对于承受外压的弯管，不圆度应不大于 3%。

4 弯管制作后的最小厚度不得小于直管的设计壁厚。

5 弯曲角度及管端中心偏差值应符合下列规定：

1) GC1 级管道的弯管，每米管端中心偏差值不得超过 1.5mm。当直管长度大于 3m 时，最大偏差不得超过 5mm。

2) 其他级别管道的弯管，每米管端中心偏差值(图 5.3.7-2)不得超过 3mm。当直管长度大于 3m 时，最大偏差不得超过 10mm。

5.3.8 Π 形弯管的平面度允许偏差（图 5.3.8）应符合表 5.3.8 的规定。

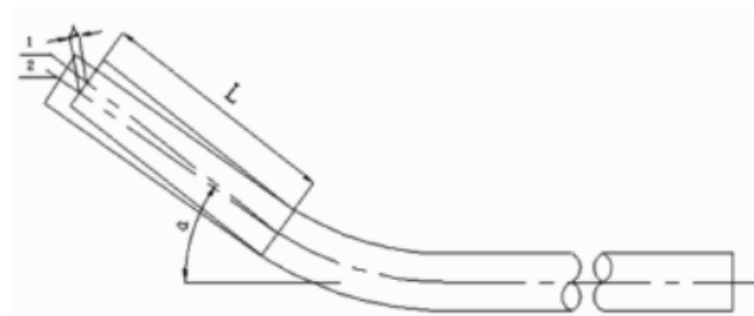


图 5.3.7-2 弯曲角度及管端中心偏差图

1-要求中心；2-实际中心

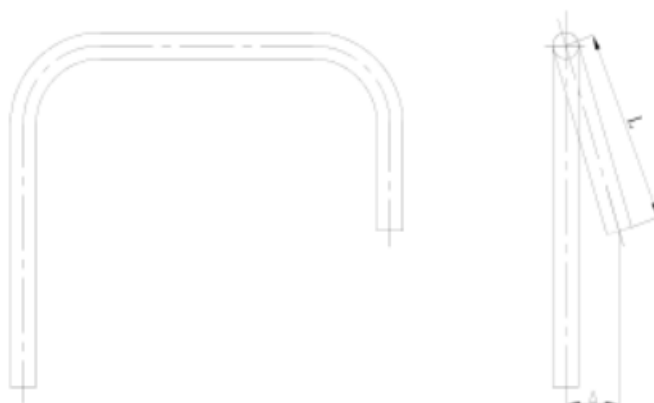


图 5.3.8 Π形弯管平面度

表 5.3.8 Π形弯管的平面度允许偏差(mm)

长度L	<500	500~1000	>1000~1500	>1500
平面度 Δ	≤3	≤4	≤6	≤10

5.3.9 GC1 级管道的弯管制作后，应按《承压设备无损检测》JB4730 的规定进行表面无损探伤，需要热处理的应在热处理后进行；当有缺陷时，应进行修磨。修磨后的弯管壁厚不得小于管子公称壁厚的 90%，且不得小于设计壁厚。

5.3.10 弯管加工合格后，应按本规范附录 A 表 A.0.3 规定的格式填写“管道弯管加工记录”。

5.4 卷管加工

5.4.1 卷管的同一筒节上的两纵缝间距不应小于 200mm。

5.4.2 卷管组对时，两纵缝间距应大于 100mm。支管外壁距焊缝不宜小于 50mm。

5.4.3 有加固环的卷管，加固环的对接焊缝应与管子纵向焊缝错开，其间距不应小于 100mm。加固环距管子的环焊缝不应小于 50mm。

5.4.4 卷管对接环焊缝和纵焊缝的错边量应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB50236 的规定。

5.4.5 卷管的周长偏差及圆度偏差应符合表 5.4.5 的规定。

表 5.4.5 周长偏差及圆度偏差(mm)

公称尺寸	周长偏差	圆度偏差
<800	±5	外径的1%且不应大于4
800~1200	±7	4
1300~1600	±9	6
1700~2400	±11	8
2600~3000	±13	9
>3000	±15	10

5.4.6 卷管的校圆样板的弧长应为管子周长的 1 / 6~1 / 4; 样板与管内壁的不贴合间隙应符合下列规定：

- 1 对接纵缝处不得大于壁厚的 10%加 2mm，不得大于 3mm。
 - 2 离管端 200mm 的对接纵缝处不得大于 2mm。
 - 3 其他部位不得大于 1mm。
- 5.4.7 卷管端面与中心线的垂直偏差不得大于管子外径的 1%，最大不得大于 3mm。每米平直度偏差不得大于 1mm。

5.4.8 当公称尺寸大于或等于 500mm 时，宜在管内进行封底焊。

5.4.9 在卷管加工过程中，应防止板材表面损伤。对有严重伤痕的部位应进行补焊修磨，应使其圆滑过渡，修磨处的壁厚不得小于设计壁厚。

5.5 管口翻边

5.5.1 扩口翻边应符合下列规定：

- 1 扩口翻边用的管子应符合相应材料标准以及相应的扩口翻边加工工艺的要求。

2 管子在翻边前应进行翻边试验。

3 铝管管口翻边使用胎具时可不加热，当需要加热时，温度应为 150~200℃；铜管管口翻边加热温度应为 300~350℃。

4 与垫片配合的翻边接头的表面应按管法兰密封面的要求加工，并应符合法兰标准的规定。

5 扩口翻边后的外径及转角半径应能保证螺栓及法兰自由装卸，内转角半径应不大于 3mm，法兰与翻边平面的接触应均匀、良好。

6 翻边端面与管子中心线应垂直，垂直度允许偏差应为 1°。

7 翻边接头的最小厚度应不小于管子最小壁厚的 95%。

8 翻边接头不得有裂纹、豁口及褶皱等缺陷。

5.5.2 焊制翻边应符合下列规定：

1 焊制翻边的厚度应不小于与其接管子的壁厚。

2 与垫片配合的翻边接头的表面应按管法兰密封面的要求加工，且应符合法兰标准的规定。

3 外侧焊缝应进行修磨，以不影响松套法兰内缘与翻边的装配。

4 焊后应对翻边部位进行机械加工或整形。

5.6 夹套管加工

5.6.1 夹套管预制时，应预留调整管段，调节裕量宜为（50~100）mm。

5.6.2 夹套管的加工，应符合相应标准或设计文件的规定。当内管有焊缝时，该焊缝应进行 100%射线检测，并经试压合格后，方可封入外管。

5.6.3 外管与内管间隙应均匀，并按设计文件规定焊接支承块。支承块不得妨碍内管与外管的胀缩。支承块的材质应与内管相同。

5.6.4 内管加工完毕后，焊接部位应裸露进行压力试验，试验应符合本规范第 8 章的有关规定。

5.6.5 夹套管加工完毕后，外管部分应进行压力试验，试验应符合本规范第 8 章的有关规定。

5.6.6 弯管的外管组焊，应在内管弯曲完毕并经无损检测合格后进行

5.6.7 输送熔融介质管道的内表面焊缝，应平整光滑。

5.6.8 当夹套管组装有困难时，外管可采用剖分组焊的形式进行。

5.6.9 夹套弯管的外管和内管的同轴度偏差不得超过 3mm。

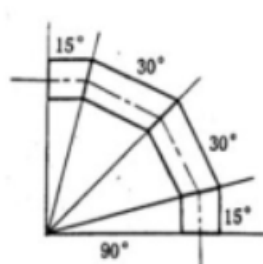
5.7 斜接弯头制作

5.7.1 斜接弯头的组成形式应符合图 5.7.1 的规定。公称尺寸大于 400mm 的斜接弯头可增加中节数量，其内侧的最小宽度不得小于 50mm。

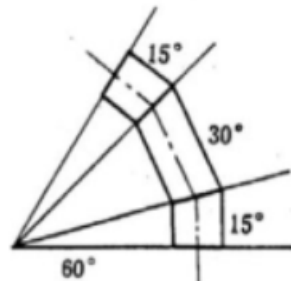
5.7.2 斜接弯头的焊接接头应采用全焊透焊缝。当公称尺寸大于或等于 500mm 时，宜在管内进行封底焊。

5.7.3 斜接弯头的周长允许偏差应符合下列规定：

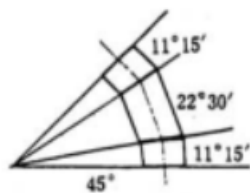
- 1 当公称尺寸大于 1000mm 时，应为 $\pm 6\text{mm}$ ；
- 2 当公称尺寸小于或等于 1000mm 时，应为 $\pm 4\text{mm}$ 。



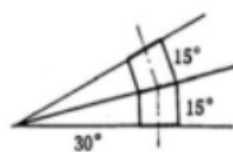
(a) 90°斜接弯头



(b) 60°斜接弯头



(c) 45°斜接弯头



(d) 30°斜接弯头

图 5.7.1 斜接弯头的组成形式

5.8 支吊架制作

5.8.1 管道支吊架的型式、材质、加工尺寸及精度应符合设计文件及国家现行标准的规定。

5.8.2 管道支吊架的组装尺寸与焊接方式应符合设计文件的规定。制作后应对焊缝进行外观检查，焊接变形应予矫正。所有螺纹连接均应按设计要求予以锁紧。

6 焊接和焊后热处理

6.0.1 管道焊接和焊后热处理应按本章和现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB50236 的有关规定进行。

6.0.2 管道焊缝位置应符合下列规定：

1. 直管段上两对接焊口中心面间的距离，当公称尺寸大于或等于 150mm 时，不应小于 150mm；当公称尺寸小于 150mm 时，不应小于管子外径。

2 管道焊缝的中心与弯管起弯点的距离不应小于管子外径，最小不得小于 100mm。采用无直管段的定型弯头除外。

3 管接头的管孔不宜开在焊缝上，管孔焊缝不宜与相邻焊缝的热影响区相重合，当需要在焊缝及其附近开孔或开孔补强时，应符合下列规定：

1) 应对开孔直径 1.5 倍或开孔补强板直径范围内的焊缝进行无损检测，确认焊缝合格。被补强板覆盖的焊缝应磨平。

2) 管孔边缘不应在焊缝缺陷位置。

4 卷管的纵向焊缝应设置在易检修的位置，不宜设在底部。

5 环焊缝距支、吊架净距不得小于 50mm。需热处理的焊缝距支、吊架不得小于焊缝宽度的 5 倍，最小不得小于 100mm。

6.0.3 公称尺寸大于或等于 500mm 的管道，宜在焊缝内侧进行根部封底焊。下列管道的焊缝底层应采用氩弧焊：

1 公称尺寸小于 500mm，设计压力大于等于 10Mpa 或设计温度低于-20℃的管道；

2 对内部清洁度要求较高及焊接后不易清理的管道。

6.0.4 当对螺纹接头采用密封焊时, 外露螺纹应全部密封焊。

6.0.5 在合金钢管道上焊接组对卡具时, 卡具的材质应与管材相同。当卡具的材质与管材不同时, 应在卡具上堆焊过渡层。

6.0.6 需预拉伸或预压缩的管道焊口, 组对时所使用的工具应在焊口焊接及热处理完毕并经检验合格后方可拆除。

6.0.7 焊接阀门时所采用的焊接和热处理措施不得破坏阀门的严密性。

6.0.8 平焊法兰或承插焊法兰的角焊缝应符合图 6.0.8-1 的规定, 其它承插焊接头的最小焊接尺寸应符合图 6.0.8-2 的规定。

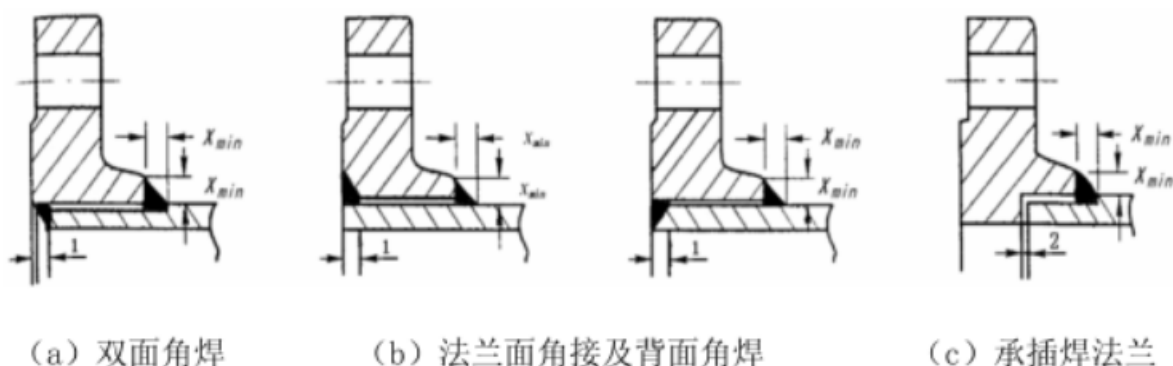


图 6.0.8-1 平焊法兰和承插焊法兰的角焊缝

X_{min} ——取直管名义厚度的 1.4 倍或法兰颈部厚度两者中的较小值。

1——取 T 或 6mm 的较小值;

2——焊前间隙约 1.5mm

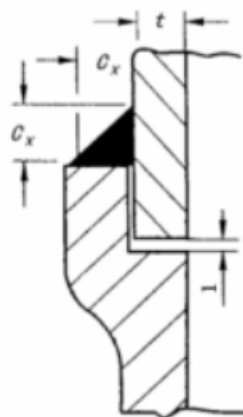


图 6.0.8-2 除法兰外的其他承插焊接头的最小焊缝尺寸

t ——计算厚度;

C_x ——取 $1.25t$ 和 3mm 中较大者。

1——焊前间隙约 1.6mm

6.0.9 支管与主管焊接连接的焊缝形式（图 6.0.9）应符合下列规定：

1 安放式焊接支管或插入式焊接支管的接头：整体补强的支管座，应采用全焊透的型式，盖面的角焊缝厚度不应小于填角焊缝有效厚度（图 6.0.9 的（a）和（b））。

2 补强圈或鞍形补强件的焊接应符合下列规定：

1) 补强圈与支管应全焊透，盖面的角焊缝厚度不应小于填角焊缝有效厚度（图 6.0.9（c）和（d））。

2) 鞍形补强件与支管连接的角焊缝厚度不应小于 $0.7t_{\min}$ （图 6.0.9（e））。

3) 补强圈或鞍形补强件外缘与主管连接的角焊缝厚度应大于或等于 $0.5r$ （图 6.0.9（c）、（d）和（e））。

4) 补强圈和鞍形补强件应与主管和支管贴合良好。应在补强圈或鞍形补强件的边缘（不在主管轴线处）开设一个焊缝焊接和检漏时使用的通气孔。补强圈或鞍形补强件可采用多块拼接组成，拼接接头应与母材的强度相同，每块拼板均应开设通气孔。

3 应在支管与主管连接焊缝的检查和修补合格后，再进行补强圈或鞍形补强件的焊接。

（f）对接式

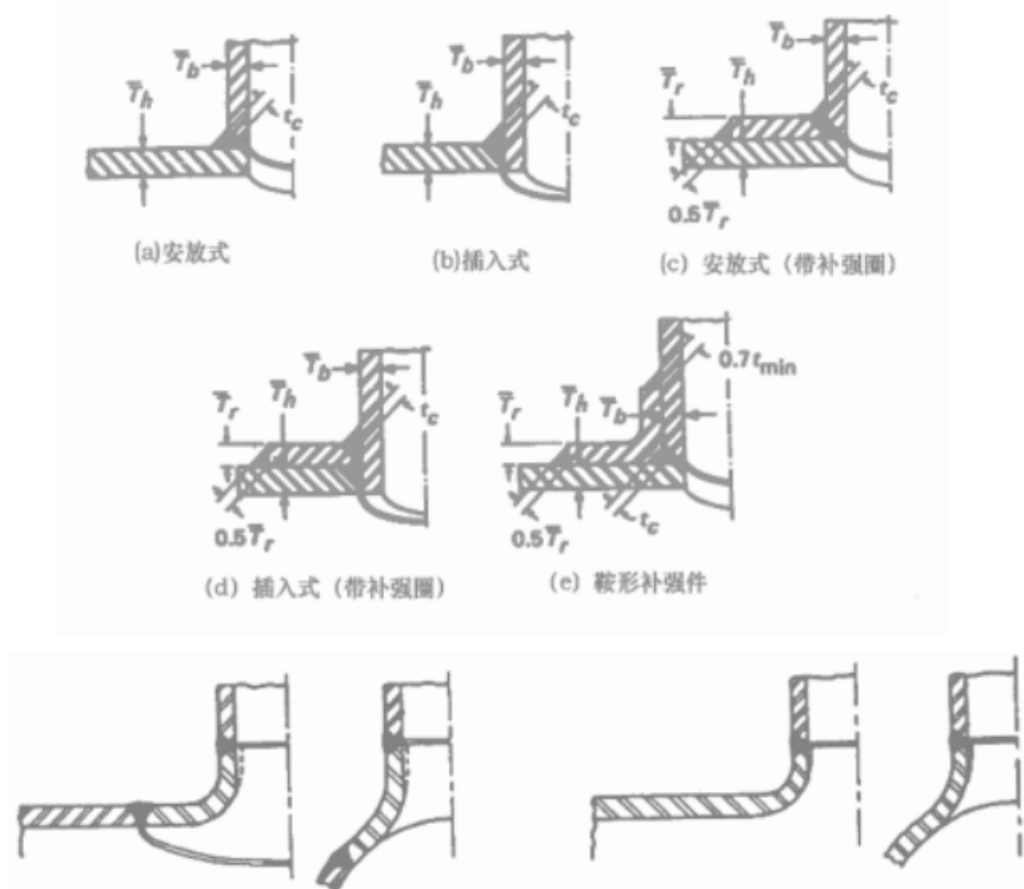


图 6.0.9 支管连接的焊接接头形式

a ——为填角焊缝有效厚度，取 $0.7b$ 或 6.4mm 中的小者；

b—— b 为支管名义厚度；

c—— h 为主管名义厚度

d—— r 为补强圈或鞍形补强件的名义厚度；

e—— t_{\min} 为 b 或 r ，取小者。

6.0.10 支、吊架的焊接应由合格焊工施焊。当在管道上焊接支、吊架时，管子不得有咬边、烧穿等现象。

6.0.11 管道焊接完毕应进行检查，并应按本规范附录 A 表 A.0.4 规定的格式填写“管道焊接检查记录”。

6.0.12 管道焊后热处理应符合下列规定：

- 1 采用局部加热热处理时，加热范围应包括主管或支管的焊缝、热影响区及其相邻母材，焊缝每侧应不小于焊缝宽度的 3 倍，加热带以外部分至少 100mm 范围应进行保温。
- 2 焊后热处理过程中，应采取措施保证管道内外壁温度均匀。管道端口应封闭。
- 3 热处理时，应测量和记录其温度，测温点的部位和数量应合理，测温仪表应经检定合格。
- 4 热处理后进行焊接返修或硬度检查超过规定要求的焊缝，应重新进行热处理。
- 5 应按本规范附录 A 表 A.0.5 规定的格式填写“管道热处理报告”。

7 管道安装

7.1 一般规定

7.1.1 管道安装前应具备下列条件：

- 1 与管道有关的土建工程已检验合格，满足安装要求，并已办理交接手续。
 - 2 与管道连接的设备已找正合格，固定完毕。
 - 3 管道组成件及管道支承件等已检验合格。
 - 4 管子、管件、阀门等内部已清理干净、无杂物。对管内有特殊要求的管道，其质量已符合设计文件的规定。
 - 5 在管道安装前应进行的脱脂、内部防腐或衬里等有关工序已完毕。
 - 6 已制定相应的安全应急预案。
- 7.1.2 管道的坡度、坡向及管道组成件的安装方向应符合设计要求。
- 7.1.3 法兰、焊缝及其他连接件的设置应便于检修，不得紧贴墙壁、楼板或管架。
- 7.1.4 脱脂后的管道组成件，安装前应进行检查，不得有油迹污染。
- 7.1.5 当管道穿越道路、墙或构筑物时，应加设套管或砌筑涵洞进行保护。
- 7.1.6 当管道安装工作有间断时，应及时封闭敞开的管口。
- 7.1.7 管道连接时，不得采用强力对口。不得采用加热管子、加偏垫等方法来消除端面的间隙、偏差、错口或不同心等缺陷。
- 7.1.8 管道安装完毕应进行检查，并应按本规范附录 A.0.6 规定的格式填写“管道安装记录”。
- 7.1.9 埋地管道试压、防腐合格后，应及时回填，分层夯实，并应按本规范附录 A 表 A.0.7 规定的格式填写“管道隐蔽工程（封闭）记录”。

7.2 管道预制

- 7.2.1 管道预制应按管道轴测图规定的规格、材质选配管道组成件，并应按轴测图标明管线号、焊缝号。
- 7.2.2 自由管段和封闭管段的选择应合理，封闭管段应按现场实测的安装长度加工。
- 7.2.3 自由管段和封闭管段的加工尺寸允许偏差应符合表 7.2.3 的规定。

表 7.2.3 自由管段和封闭管段的加工尺寸允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差	
		自由管段	封闭管段
长 度		±10	±1.5
法兰密封面与管子中心线垂直度	DN<100	0.5	0.5
	100≤DN≤300	1.0	1.0
	DN>300	2.0	2.0
法兰螺栓孔对称水平度		±1.6	±1.6

7.2.4 预制完毕的管段，应将内部清理干净，并应及时封闭管口。在存放和运输过程中不得出现变形现象。

7.3 钢制管道安装

7.3.1 预制管道的安装应按照管道系统号和预制顺序号进行。

7.3.2 管道安装时，应检查法兰密封面及密封垫片，不得有划痕、斑点等缺陷。

7.3.3 当大直径垫片需要拼接时，应采用斜口搭接或迷宫式拼接，不得采用平口对接。

7.3.4 现场制作的非金属垫片的周边应整齐，垫片尺寸应与法兰密封面相符，其允许偏差应符合表 7.3.4 的规定。

表 7.3.4 非金属垫片尺寸允许偏差 (mm)

法兰密封面形式 公称尺寸	平面型		凹凸型		榫槽型	
	内径	外径	内径	外径	内径	外径
<125	+2.5	-2.0	+2.0	-1.5	+1.0	-1.0
≥125	+3.5	-3.5	+3.0	-3.0	+1.5	-1.5

7.3.5 法兰接头装配应与管道同心，螺栓应自由穿入。法兰螺栓孔应跨中安装。法兰间应保持平行，其偏差不得大于法兰外径的 0.15%，最大不得大于 2mm。

7.3.6 法兰接头装配时，垫片应均匀地压缩到预定的设计载荷。不得用强紧螺栓的方法消除法兰接头的歪斜。

7.3.7 法兰接头装配应使用同一规格螺栓，安装方向应一致。螺栓紧固后应与法兰紧贴，

不得有楔缝。当需要添加垫圈时，每个螺栓不应超过一个。所有螺母应全部拧入螺栓，螺母上未完全啮合的螺纹应不大于 1 个螺距。

7.3.8 法兰接头装配时，当两个法兰的压力等级或力学性能有较大差别时，宜将螺栓拧紧至预定的扭矩。

7.3.9 金属法兰与非金属法兰相连接时，法兰的密封面应采用全平面型式，并应采用全平面垫片。采用非全平面平垫片时，应控制螺栓拧紧力矩，不得出现非金属法兰过载现象。

7.3.10 当管道安装遇到下列情况之一时，螺栓、螺母应涂刷二硫化钼油脂、石墨机油或石墨粉：

- 1 不锈钢、合金钢螺栓和螺母。
- 2 管道设计温度高于 100℃或低于 0℃。
- 3 露天装置。
- 4 处于大气腐蚀环境或输送腐蚀介质。

7.3.11 高温或低温管道法兰的螺栓，在试运行进行热态紧固或冷态紧固时，应符合下列规定：

- 1 管道热态紧固、冷态紧固温度应符合表 7.3.11 的规定。

表 7.3.11 管道热态紧固、冷态紧固温度（℃）

管道工作温度	一次热、冷态 紧固温度	二次热、冷态 紧固温度
250~350	工作温度	—
>350	350	工作温度
-20~-70	工作温度	—
<-70	-70	工作温度

- 2 热态紧固或冷态紧固应在达到工作温度 2 小时后进行。
- 3 紧固螺栓时，管道最大内压应根据设计压力确定。当设计压力小于或等于 6MPa 时，热态紧固最大内压应为 0.3MPa；当设计压力大于 6MPa 时，热态紧固最大内压应为 0.5MPa。冷态紧固应在卸压后进行。

- 4 紧固应适度，并应配有保证操作人员安全的技术措施。

7.3.12 螺纹连接应符合下列规定：

- 1 用于螺纹的保护剂或润滑剂应适用于工况条件，并对输送的流体或管道材料不得产生

不良影响。

2 进行密封焊的螺纹接头不得使用螺纹保护剂和密封材料。

3 采用垫片密封而非螺纹密封的直螺纹接头，直螺纹上不应缠绕任何填料，在拧紧和安装后，不得产生任何扭矩。直螺纹接头与主管焊接时，不得出现密封面变形现象。

4 采用螺纹密封的管螺纹连接时，应在管端螺纹外面敷上填料。各种密封材料在螺纹里的使用应为一次，当拆卸螺纹重新连接时，应更换新填料。

5 工作温度低于 200℃ 的管道，螺纹接头密封材料宜选用聚四氟乙烯带。拧紧螺纹时，不得将密封材料挤入管内。

6 螺纹接头采用密封焊时，外露螺纹应在整个周长密封焊接，并应由合格焊工施焊。

7 应设有防止螺纹接头螺纹松动的措施。

7.3.13 其他型式的接头装配和安装应按相关标准、设计文件和制造厂的说明书要求进行。

7.3.14 管子对口时应在距接口中心 200mm 处测量平直度（图 7.3.14），当管子公称尺寸小于 100mm 时，允许偏差为 1mm；当管子公称尺寸大于或等于 100mm 时，允许偏差为 2mm。全长最大允许偏差均为 10mm。

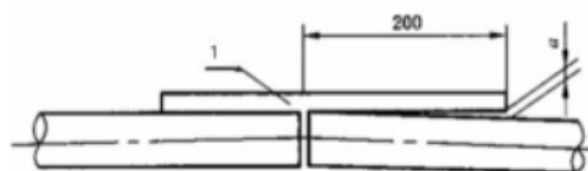


图 7.3.14 管道对口平直度 1-钢板尺

7.3.15 合金钢管进行局部弯度矫正时，加热温度应控制在临界温度以下。

7.3.16 在合金钢管道上不应焊接临时支撑物。

7.3.17 管道预拉伸（或压缩，下同）前应具备下列条件：

1 预拉伸区域内固定支架间所有焊缝（预拉口除外）已焊接完毕，需热处理的焊缝已作热处理，并经检验合格。

2 预拉伸区域支、吊架已安装完毕，管子与固定支架已牢固。预拉口附近的支、吊架应预留足够的调整裕量，支、吊架弹簧已按设计值进行调整，并应临时固定。

3 预拉伸区域内的所有连接螺栓已拧紧。

7.3.18 排水管的支管与主管连接时，宜按介质流向稍有倾斜。

7.3.19 管道上仪表取源部件的开口和焊接应在管道安装前进行。

7.3.20 穿过墙体及楼板的管道，应加套管，管道焊缝不宜设置在套管内。穿过墙体的套管长度不得小于墙体厚度。穿过楼板套管应高出楼面 50mm。穿过屋面的管道应设有防水肩和防雨帽。管道与套管之间的空隙应采用不燃材料填塞。

7.3.21 管道膨胀指示器应按设计文件规定装设，管道吹洗前应将指针调至零位。

7.3.22 蠕胀测点和监察管段应按设计文件规定安装设在便于观测的部位，并应符合下列规定：

1 监察管段应选用同批同规格钢管中壁厚负偏差最大的管子。

2 监察管段上不得开孔或安装仪表取源部件及支、吊架。

3 监察管段安装前，应从其两端各取长度为 300~500mm 的管段，连同监察备用管，做好标记后，一并移交给建设单位。

4 蠕胀测点的焊接应在管道冲洗前进行，每组测点应在管道的统一横断面上，并应沿圆周等距分布。

5 同一尺寸管子的各对蠕胀测点，径向尺寸应一致，偏差值不应大于 0.1mm。

7.3.23 监察管段及蠕胀测点的测量内容，应符合下列规定：

1 监察管段两端的壁厚。

2 各对蠕胀测点的径向尺寸。

3 蠕胀测点两旁管子的外径。

7.3.24 合金钢管道系统安装完毕后，应检查材质标记，发现无标记时必须查验钢号。

7.3.25 埋地管道防腐层的施工应在管道安装前进行，焊缝部位未经试压合格不得防腐，在运输和安装时，不得损坏防腐层。

7.3.26 埋地管道安装，应在支承地基或基础检验合格后进行。当有地下水或积水时，应采取排水措施。

7.3.27 管道安装的允许偏差应符合表 7.3.27 的规定。

表 7.3.27 管道安装的允许偏差（mm）

项 目			允许偏差
坐 标	架空及地沟	室 外	25
		室 内	15
	埋 地		60
标 高	架空及地沟	室 外	±20
		室 内	±15
	埋 地		±25

注：L 为管子有效长度；DN 为管子公称尺寸。

7.4 连接设备的管道安装

7.4.1 管道与设备的连接应在设备安装定位并紧固地脚螺栓后进行。

7.4.2 对不允许承受附加外荷载的设备，管道与设备的连接应符合下列规定：

1 管道与机械连接前，应在自由状态下，检验法兰的平行度和同心度，允许偏差应符合表 7.4.2 的规定。

表 7.4.2 法兰平行度、同心度允许偏差

机器转速 (r/min)	平行度 (mm)	同心度 (mm)
3000	≤0.40	≤0.80
3000-6000	≤0.15	≤0.50
>6000	≤0.10	≤0.20

2 管道系统与设备最终连接时，应在联轴器上架设百分表监视机器位移。当转速大于 6000r/min 时，其位移值应小于 0.02mm；当转速小于或等于 6000r/min 时，其位移值应小于 0.05mm。

7.4.3 大型储罐的管道与泵或其他有独立基础设备的连接，或储罐底部管道沿地面敷设在支架上时，应注意储罐基础沉降的影响。此类管道应在储罐液压试验后安装；或

在液压（充水）试验及基础初阶段沉降后，再进行储罐接口处法兰的连接。

7.4.4 管道安装合格后，不得承受设计以外的附加荷载。

7.4.5 管道试压、吹洗与清洗合格后，应对管道与机器的接口进行复位检查其偏差值应符合本规范表 7.4.2 的规定。

7.5 铸铁管道安装

7.5.1 铸铁管铺设前，应清除粘砂、飞刺、沥青块等，并烤去承插部位的沥青涂层。

7.5.2 承插铸铁管对口的最小轴向间隙，应符合表 7.5.2 的规定。

表 7.5.2 承插铸铁管对口最小轴向间隙（mm）

公称尺寸（mm）	沿直线铺设（mm）	沿曲线铺设（mm）
<75	4	5
100~250	5	7
300~500	6	10
600~700	7	12
800~900	8	15
1000~1200	9	17

7.5.3 沿直线铺设的铸铁管道，承插接口环形间隙应均匀，环形间隙及允许偏差应符合表 7.5.3 的规定。

表 7.5.3 承插接口环形间隙及允许偏差（mm）

公称尺寸（mm）	环形间隙（mm）	允许偏差（mm）
75~200	11	+3，-2
250~450	12	+4，-2
500~900	13	
1000~1200	14	

7.5.4 管道沿曲线安装时，接口的允许借转角应符合表 7.5.4 的规定。

表 7.5.4 管道沿曲线安装时接口的允许借转角

接口种类	公称尺寸 (mm)	允许转角 (°)
刚性接口	75~450	2
	500~1200	1
滑入式T型、梯唇型橡胶圈接口及柔性机械式接口	75~600	3
	100~800	2
	>900	1

7.5.5 铸铁管安装的位置与高程应符合表 7.5.5 的规定。

表 7.5.5 铸铁管安装的位置与高程

项目	允许偏差 (mm)	
	无压力管道	压力管道
轴线位置	15	30
高程	±10	±20

7.5.6 在昼夜温差较大或负温下施工时，管子中部两侧应填土夯实，顶部应填土覆盖。

7.5.7 填塞用麻应有韧性、纤维应较长，并应无麻皮，应经石油沥青浸透，并应晾干。

7.5.8 油麻辫的粗细应为接口间隙的 1.5 倍。每圈麻辫应互相搭接 (100~150) mm，并应压实打紧。打紧后的麻辫填塞深度应为承插深度的 1/3，不应超过承口三角凹槽的内边。

7.5.9 用石棉水泥和膨胀水泥作接口材料时，其填塞深度应为接口深度的 1/2~1/3。

7.5.10 石棉水泥应自上而下填塞，并应分层填打，每层填打不应少于两遍。填口打实后表面应平整严实，并应湿养护 1~2 昼夜，寒冬季节应有防冻措施。

7.5.11 膨胀水泥应配比正确、及时使用、分层捣实、压平表面，表面凹入承口边缘不应大于 2mm，并应及时进行湿养护。

7.5.12 管道接口所用的橡胶圈不应有气孔、裂缝、重皮或老化等缺陷。装填时橡胶圈应平展、压实，不得有松动、扭曲、断裂等。橡胶圈的外部宜涂抹水泥砂浆，其高

度应与承口平齐。

7.5.13 搬运、安装铸铁管或硅铁管时，应轻放。硅铁管堆放高度不得超过 1m。

7.5.14 安装法兰铸铁管道时，应采用不同长度的管子调节，不得强行连接。

7.5.15 安装硅铁管道，可采用厚度不大于 50mm 的硅铁垫圈调整，管道平直度可采用磨削硅铁垫圈的方法进行处理。

7.5.16 在易碰损的地方安装硅铁管道时，应采取加设护栏等保护措施。

7.5.17 工作介质为酸、碱的铸铁、硅铁管道，在泄漏性试验合格后，应及时安装法兰处的安全保护设施。

7.6 不锈钢和有色金属管道安装

7.6.1 不锈钢和有色金属管道安装除应符合本规范第 7.3 节有关规定外，还应符合本节的要求。

7.6.2 不锈钢和有色金属管道安装时，表面不得出现机械损伤。并应采取防止表面出现机械损伤和污染的措施。

7.6.3 不锈钢和有色金属管道穿过墙壁、楼板时，应加设套管。管子与套管之间应填加不含铁质的不燃材料。

7.6.4 不锈钢和有色金属管宜采用尼龙带搬运或吊装。当使用钢丝绳、卡扣时，钢丝绳、卡扣等不得与管道直接接触，应采用橡胶或木板等进行隔离。

7.6.5 安装不锈钢和有色金属管道时，不得使用铁质工具。

7.6.6 有色金属管子与钢支、吊架不得直接接触，应采用橡胶板、软塑料板或对母材无害的材料进行隔离。

7.6.7 铜、铝、钛管的调直，宜在管内充砂，调直后管内应清理干净。

7.6.8 用钢管保护的铅、铝管，在装入钢管前应经试压合格。

7.6.9 不锈钢管道的安装，应符合下列规定：

1 不锈钢管道法兰用非金属垫片的氯离子含量不得超过 25×10^{-6} (25ppm)。

2 不锈钢管道与碳钢支吊架之间应垫入不锈钢或氯离子含量不超过 25×10^{-6} (25ppm) 的非金属垫片。

3 奥氏体不锈钢焊缝要求进行酸洗、钝化处理时，酸洗后的不锈钢表面不得有残留酸洗液和颜色不均匀的斑痕。钝化后应用水冲洗，呈中性后应擦干水迹。

7.6.10 铝及铝合金管道可根据接头形式、焊接位置及工况条件，应在焊缝背面加

设临时垫环或永久性垫环。加设垫环的焊接接头应内壁齐平，并应符合下列规定：

1 永久性垫环的材质应符合设计规定，垫环表面应清洁、应无划伤、碰伤，装配时表面不得产生机械损伤。

2 临时垫环应采用对焊缝质量无影响的材质。

7.6.11 铜及铜合金管道连接时，应符合下列规定：

1 翻边连接的管子，应保持同轴，当公称尺寸小于或等于 50mm 时，允许偏差不应大于 1mm；当公称尺寸大于 50mm 时，允许偏差不应大于 2mm。

2 螺纹连接的管子，螺纹部分应涂刷石墨甘油。

3 安装铜波纹膨胀节时，直管长度不得小于 100mm。

7.6.12 镍及镍合金管道连接使用的卡具不宜直接焊在管道上，当需要焊接在管道上时，卡具材质应与管道材质相一致。卡具的拆除应采用砂轮磨削，不得采用敲打、掰扭等方法进行处理。

7.6.13 钛及钛合金管道的安装，应符合下列规定：

1 在钢法兰与钛焊环之间应加设非金属垫片，或在碳钢法兰接触面上涂刷绝缘漆。

2 钛管不宜与其他金属管道直接焊接连接。当需要进行连接时，可采用活套法兰连接。

7.6.14 铅管的安装应符合下列规定：

1 铅管的加固圈及其拉条，装配前应经防腐处理，加固圈直径允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，间距允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

2 安装铅制法兰的螺栓时，在螺母与法兰之间应加设钢垫片。

7.6.15 铅管道的安装，应符合下列规定：

1 铅管道与支、吊架、支座、套管或钢结构之间应加设聚四氟乙烯垫片。

2 铅管切割后应用溶剂清洗干净。安装过程中应防止各种污染。

7.7 伴热管安装

7.7.1 伴热管应与主管平行安装，并应能自行排液。当一根主管需多根伴热管伴热时，伴热管之间的距离应固定。

7.7.2 水平伴热管宜安装在主管的下方一侧或两侧。铅垂伴热管应均匀分布在主管周围。

7.7.3 伴热管可采用捆扎带或镀锌铁丝等固定在主管上，不得将伴热管直接点焊在

主管上。弯头部位的伴热管绑扎带不得少于三道，直伴热管绑扎点间距应符合表 7.7.3 的规定。

表 7.7.3 直伴热管绑扎点间距（mm）

伴热管公称尺寸	绑扎点间距
10	800
15	1000
20	1500
>20	2000

7.7.4 对不允许与主管直接接触的伴热管,在伴热时与主管间应有隔离垫。当主管为不锈钢管，伴热管为碳钢管时，宜采用氯离子含量不超过 50×10^{-6} （50ppm）的隔离垫，并应采用不锈钢丝等进行绑扎。

7.7.5 伴热管经过主管法兰、阀门时，伴热管应相应设置可拆卸的连接件。

7.7.6 从分配站到各被伴热管主管和离开主管到收集站之间的伴热管安装,应排列整齐,不宜相互跨越和就近斜穿。

7.8 夹套管安装

7.8.1 当夹套管外管经剖切后安装时，纵向焊缝应设置在易检修的部位。

7.8.2 夹套管安装前，应对预制的管段按照图纸进行编号，应检查各管段质量及施工记录，再对内管进行清理检查，合格后方可进行封闭连接及安装就位。

7.8.3 夹套管安装的允许偏差应符合本规范第 7.3.27 条的规定。

7.8.4 夹套管的坡度，应符合设计规定。

7.8.5 夹套管安装使用的阀门、夹套法兰、仪表件等，安装前应按照有关规范要求进行检查、检验。

7.8.6 夹套管的连通管安装，应符合设计文件的规定。当设计无规定时，连通管不得存液。

7.8.7 夹套管的支承块不得妨碍管内介质的流动。支承块在同一位置处应设置三块，管道水平安装时，其中两块支承块应对地面跨中布置，夹角应在 $110^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 范围内；管道垂直安装时，三块支承块应 120° 均布布置。支承块的材质应与内管材质相同。

7.9 防腐蚀衬里管道安装

7.9.1 搬运和堆放衬里管段及管件时，不得强烈震动或碰撞。

7.9.2 衬里管道安装前，应全面检查衬里层的完好情况，当有损坏时，应进行修补

或更换，并应保持管内清洁。

7.9.3 橡胶、塑料、玻璃钢、涂料等衬里的管道组成件，应存放在温度为 5℃～40℃的室内，并应避免阳光和热源的辐射。

7.9.4 衬里管道的安装应采用软质或半硬质垫片。当需要调整安装长度误差时，宜采用更换同材质垫片厚度的方法进行。

7.9.5 衬里管道安装时，不应进行施焊、加热、扭曲或敲打等。

7.10 阀门安装

7.10.1 阀门安装前，应按设计文件核对其型号，并应按介质流向确定其安装方向。

7.10.2 当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，阀门应在关闭状态下安装。

7.10.3 当阀门与管道以焊接方式连接时，阀门不得关闭；对接焊缝的底层宜采用氩弧焊。

7.10.4 阀门安装位置应易于操作、维修和检查。水平管道上的阀门、阀杆及传动装置应按设计规定进行安装，动作应灵活。

7.10.5 所有阀门应连接自然，不得强力对接或承受外加重力负荷。法兰连接螺栓紧固力应均匀。

7.10.6 安全阀的安装符合下列规定：

- 1 安全阀应垂直安装。
- 2 安全阀的出口管道应接向安全地点。
- 3 当进出管道上设置截止阀时，应加铅封，且应锁定在全开状态。

7.10.7 在管道投入试运行时，应按《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001 的相关要求和设计文件的规定对安全阀进行最终整定压力调整，并做好调整记录和铅封。

7.11 补偿装置安装

7.11.1 “Π”形或“Ω”形膨胀弯管的安装，应符合下列规定：

- 1 安装前应按设计文件规定进行预拉伸或压缩，允许偏差为±10mm。
- 2 管道的预拉伸或压缩应在两个固定支架之间的管道安装完毕，并与固定支架连接牢固后进行。
- 3 预拉伸或压缩的焊口位置与补偿器的起弯点距离应大于 2m。
- 4 水平安装时，平行臂应与管线坡度相同，两垂直臂应相互平行。
- 5 铅垂安装时，应设置排气或疏水装置。

7.11.2 填料式补偿器的安装,应符合下列规定:

- 1 填料式补偿器应与管道保持同心,不得歪斜。
- 2 两侧的导向支座应保证运行时自由伸缩,不得偏离中心。

3 填料式补偿器安装前,应按设计文件规定的伸缩量进行预拉伸,并应按设计文件规定的安装长度及温度变化,留有剩余的收缩量(图 7.11.2)。剩余收缩量可按下式计算,允许偏差为±5mm。

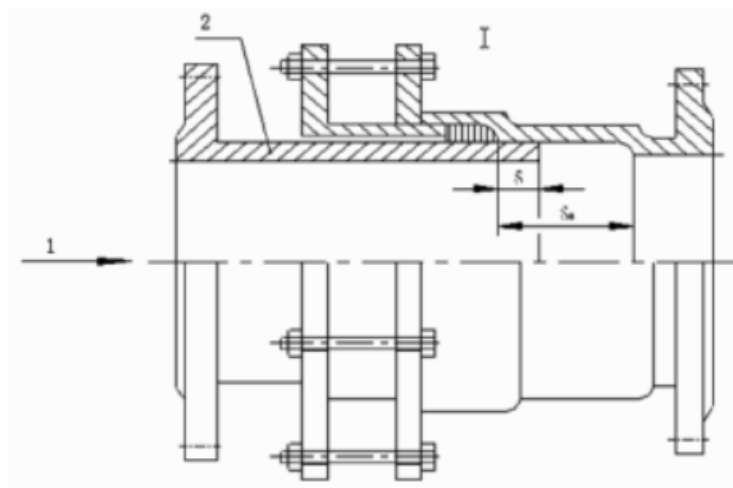


图 7.11.2 填料式补偿器安装剩余收缩量

1—插管 2—介质流向

$$S = S_0 (t_1 - t_0) / (t_2 - t_0) \quad (7.11.2)$$

式中: S——插管与外壳挡圈间的安装剩余收缩量(mm);

S₀——补偿器的最大行程(mm);

t₀——室外最低设计温度(℃);

t₁——补偿器安装时的环境温度(℃);

t₂——管道内介质的最高设计温度(℃)。

4 单向填料式补偿器的安装方向,其插管端应安装在介质流入端。

5 填料石棉绳应涂石墨粉,并应逐圈装入,逐圈压紧,各圈接口应相互错开。

7.11.3 波纹膨胀节的安装,应符合下列规定:

1 波纹膨胀节安装前应按设计文件规定进行预拉伸,受力应均匀,拉伸量的允许偏差为±5mm。

2 预拉伸应在平地上进行,拉伸到设计文件规定的数值时,应设临时约束装置固定。

待管道安装固定后，方可拆除临时约束装置。

3 波纹膨胀节内套有焊缝的一端，在水平管道上应装在介质的流入端，在铅垂管道上应置于上部。

4 波纹膨胀节应与管道保持同心，不得偏斜。

5 当管道内有凝结水产生时，在波纹膨胀节的每个波节下方应安装排水阀。

6 安装波纹膨胀节时，不得在波节上焊接临时支撑件，当吊装时，不得将吊索绑扎在波节上。

7.11.4 球型补偿器的安装，应符合下列规定：

1 球型补偿器安装前，应将球体调整到所需角度，并应与球心距管段组成一体(图 7.11.4—1)。

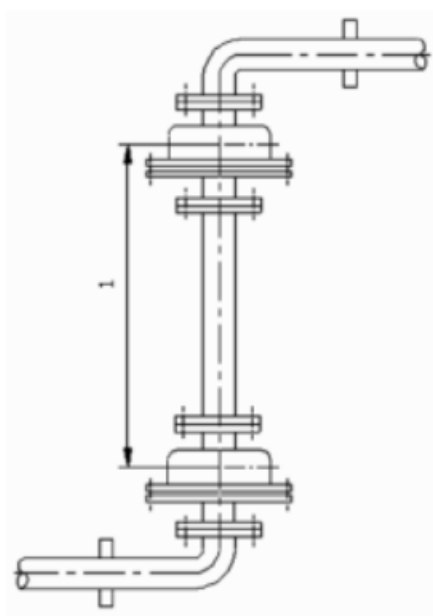


图 7.11.4—1 球形补偿器与球心距管段的组合

1—壳体端 2—球体端 3—球心距管段

2 球形补偿器的安装应紧靠弯头，球心距长度应大于计算长度(图 7.11.4—2)。

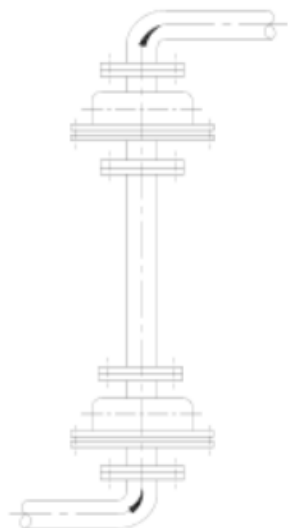


图 7.11.4—2 球心距的安装长度

1—球心距

3 球型补偿器的安装方向，宜按介质由球体端流入，从壳体端流出方向安装(图 7.11.4—3)。

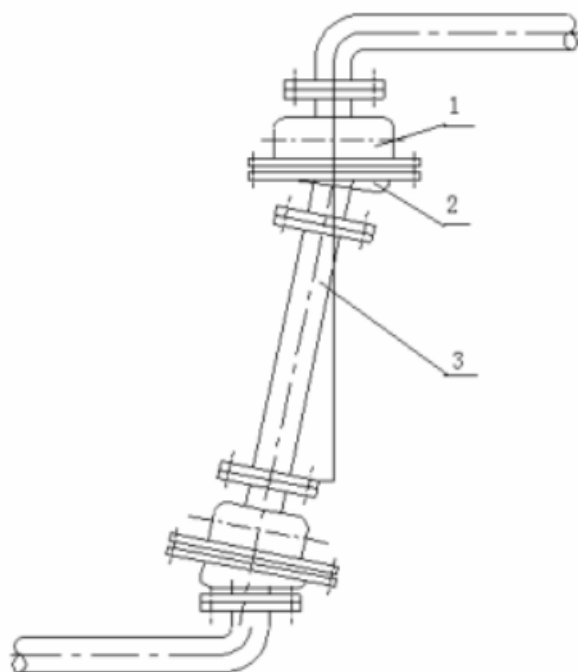


图 7.11.4—3 球形补偿器的安装方向

- 4 垂直安装球型补偿器时，壳体端应在上方。
 - 5 球形补偿器的固定支架或滑动支架的安装，应符合设计文件规定。
 - 6 运输、装卸球形补偿器时，不得碰撞，并应保持球面清洁。
- 7.11.5 与设备相连的补偿器应在设备最终固定后方可连接。

7.11.6 管道补偿装置安装完毕后,应按本规范附录 A 表 A.0.8 规定的格式填写“管道补偿装置安装记录”。

7.12 支架、吊架安装

7.12.1 管道安装时,应及时固定和调整支、吊架。支、吊架安装位置应准确,安装应平整牢固,与管子接触应紧密。

7.12.2 无热位移的管道,吊杆应垂直安装。有热位移的管道,吊点应设置在位移的相反方向,按位移值的 $1/2$ 偏位安装(图 7.12.2)。两根热位移方向相反或位移值不等的管道,不得使用同一吊杆。

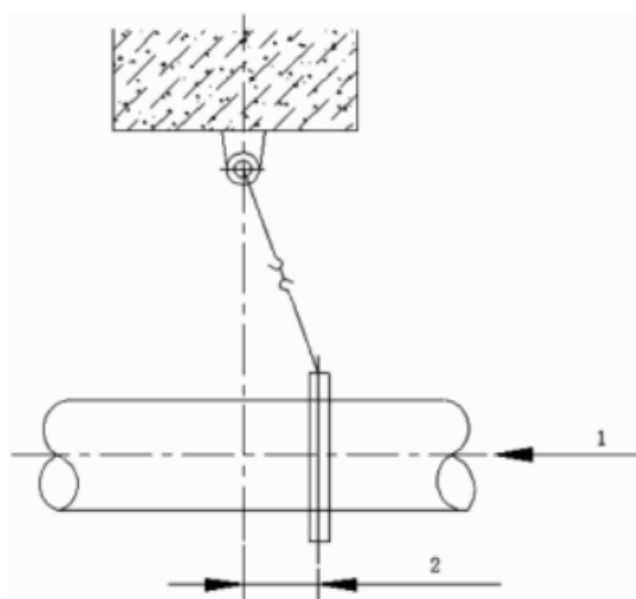


图 7.12.2 有热位移管吊架安装

1——管子膨胀方向 2—— $1/2$ 位移值

7.12.3 固定支架应按设计文件要求安装,并应在补偿器预拉伸之前固定。不得在没有补偿装置的热管道直管段上同时安置两个及两个以上的固定支架。

7.12.4 导向支架或滑动支架的滑动面应洁净平整,不得有歪斜和卡涩现象。有热位移的管道支架安装位置应从支承面中心向位移反方向偏移,偏移量应为位移值的 $1/2$ (图 7.12.4)或应符合设计文件规定,绝热层不得妨碍其位移。

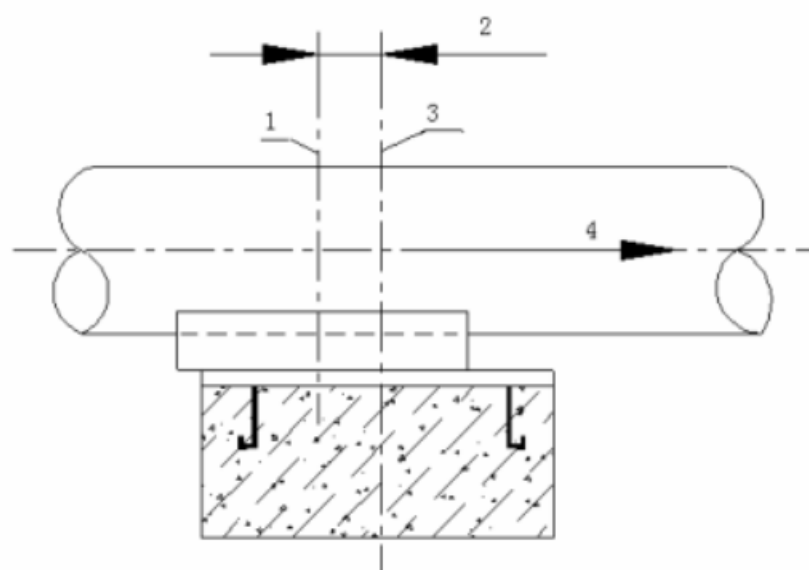


图 7.12.4 滑动支架安装位置

1——管托中心 2——1/2 位移值 3——管架中心 4——管子膨胀方向

7.12.5 弹簧支、吊架的弹簧高度，应按设计文件规定安装，弹簧应调整至冷态值，并应作记录。弹簧的临时固定件，应待系统安装、试压、绝热完毕后方可拆除。

7.12.6 铸铁、铅、铝及大口径管道上的阀门，应设置专用支架，不得以管道承重。

7.12.7 管架紧固在槽钢或工字钢翼板斜面上时，其螺栓应有相应的斜垫片。

7.12.8 管道安装时不宜使用临时支、吊架。当使用临时支、吊架时，不得与正式支、吊架位置冲突，不得直接焊在管子上，并应有明显

7.12.9 管道安装完毕后，应按设计文件规定逐个核对支、吊架的形式和位置，并按本规范附录 A 表 A.0.9 的规定填写“管道支、吊架安装记录”。

7.12.10 有热位移的管道，在热负荷运行时，应及时对支、吊架进行下列检查与调整：

- 1 活动支架的位移方向、位移值及导向性能应符合设计文件的规定。
- 2 管托不得脱落。
- 3 固定支架应牢固可靠。
- 4 弹簧支、吊架的安装标高与弹簧工作荷载应符合设计文件的规定。
- 5 可调支架的位置应调整合适。

标记。在管道安装完毕后应予拆除。

7.13 静电接地安装

7.13.1 有静电接地要求的管道，各段管子间应导电。当每对法兰或其他接头间电阻值超过 $0.03\ \Omega$ 时，应设导线跨接。

7.13.2 管道系统的对地电阻值超过 $100\ \Omega$ 时，应设两处接地引线。接地引线与管道连接时宜采用焊接形式。

7.13.3 有静电接地要求的不锈钢和有色金属管道，导线跨接或接地引线不得与管道直接连接，应采用同材质连接板过渡。

7.13.4 用作静电接地的材料或零件，安装前不得涂漆。导电接触面应除锈并紧密连接。

7.13.5 静电接地安装完毕后，应进行测试，电阻值超过规定时，应进行检查与调整。并按本规范附录 A 表 A.0.10 规定的格式填写“管道静电接地测试记录”。

8 管道检查、检验和试验

8.1 一般规定

8.1.1 除设计文件和焊接工艺规程另有规定外，焊缝无损检测应安排在该焊缝焊接完成并经外观检查合格后进行。应对影响检测结果的焊缝表面不规则形状进行修整。

8.1.2 对有延迟裂纹倾向的材料，无损检测应至少在焊接完成 24h 后进行。

8.1.3 对检验发现的不合格件（部位或焊缝）应进行返修或更换，并应重新进行检验。

8.2 外观检查

8.2.1 外观检查应包括对各种管道元件的检查以及管道在加工、焊接、安装过程中的检查。

8.2.2 除设计文件或焊接工艺规程有特殊要求外，应在焊接完成后立即除去熔渣、飞溅，并应将焊缝表面清理干净，进行外观检查。

8.3 焊缝表面无损检测

8.3.1 管道的平焊法兰和承插焊法兰的焊缝、密封焊缝和其他角焊缝表面应按设计文件和相关标准的规定进行磁粉检测或渗透检测。

8.3.2 对有再热裂纹倾向的焊缝，其表面无损检测应在焊后及热处理后各进行一次。

8.3.3 磁粉检测和渗透检测应按国家现行标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 的规定进行。

8.3.4 应按本规范附录 A 表 A.0.11 和表 A.0.12 规定的格式填写磁粉检测或渗透检测报告，并应注明检测的时间。

8.4 焊缝射线检测和超声检测

8.4.1 管道焊缝的内部质量应按设计文件和相关标准的规定进行射线检测或超声检测。

8.4.2 管道的名义厚度小于或等于 30mm 的对接焊缝应采用射线检测。管道名义厚度大于 30mm 的对接焊缝可采用超声检测代替射线检测。当规定采用射线检测但受条件限制需改用超声检测时，应征得设计和建设单位的同意。

8.4.3 焊缝的射线检测和超声检测应符合下列规定：

1 管道焊缝的射线检测和超声检测应符合国家现行标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 的规定。

2 射线检测和超声检测的技术等级应符合设计文件和相关标准的规定，且射线检测不得低于 AB 级，超声检测不得低于 B 级。

3 现场进行射线检测时，应按有关规定划定控制区和监督区，设置警告标志。操作人员应按规定进行安全操作防护。

4 应按本规范附录 A 表 A.0.13 和表 A.0.14 规定的格式填写射线检测或超声检测报告，并注明检测的时间。

8.5 硬度检查及其他检验

8.5.1 要求焊后热处理的焊缝、热弯和热成形加工的管道组成件，热处理后应按设计文件和相关标准的规定检查硬度值。焊缝的硬度检查区域应包括焊缝和热影响区，热影响区的检查区域应紧邻熔合线。对于异种金属的焊缝，两侧母材热影响区均应进行硬度检查。并按本规范附录 A 表 A.0.15 规定的格式填写“管道热处理硬度检验报告”。

8.5.2 对于热处理的管道组成件和焊缝，当检查发现热处理后的硬度值超标或热处理记录曲线存在问题时，宜采用其他检测方法进行复查和评估。

8.5.3 当规定进行管道焊缝金属化学成分分析、焊缝铁素体含量测定、焊接接头金相检验、产品试件力学性能等检验时，应符合设计文件和相关标准的规定。

8.6 压力试验

8.6.1 管道安装完毕、热处理和无损检测合格后,应进行压力试验。压力试验应符合下列规定:

1 压力试验应以液体为试验介质。当管道的设计压力小于或等于 0.6MPa 时,也可采用气体为试验介质,但应采取有效的安全措施。

2 脆性材料严禁使用气体进行压力试验。

3 当进行压力试验时,应划定禁区,无关人员不得进入。

4 试验过程中发现泄漏时,不得带压处理。消除缺陷后应重新进行试验。

5 试验结束后,应及时拆除盲板、膨胀节限位设施。试验介质的排放应符合环保要求,排放时应考虑反冲力作用,管道不得形成负压。

6 压力试验完毕,不得在管道上进行修补或增添物件。当在管道上进行修补或增添物件时,应重新进行压力试验。经设计或建设单位同意,对采取了预防措施并能保证结构完好的小修补或增添物件,可不重新进行压力试验。

7 压力试验合格后,应按本规范附录 A 表 A.0.16 规定的格式填写“管道系统压力试验和泄漏性试验记录”。

8.6.2 压力试验的替代应符合下列规定:

1 对 GC3 级管道,经设计或建设单位同意,可结合试车用管道输送的流体进行压力试验。若输送的流体是气体或蒸汽,压力试验前应按 8.6.5 条第 5 款的规定进行预试验。

2 当管道的设计压力大于 0.6MPa,设计或建设单位认为液压试验不切实际时,可按本规范第 8.6.5 条规定的气压试验来代替液压试验。

3 也可用液压-气压试验来代替气压试验,液压-气压试验应符合本规范第 8.6.5 条的要求,被液体充填部分管道的压力不应大于本规范第 8.6.4 条第 5、6 款的规定。

4 现场条件不允许进行液压和气压试验时,可同时采用下列方法代替压力试验,但应经建设单位和设计单位书面确认同意:

1) 所有环向、纵向对接焊缝和螺旋焊缝应进行 100%射线检测或 100%超声检测。

2) 除本规范第 8.6.2 条第 4 款第 1 项中未包括的焊缝(包括管道支承件与管道组成件连接的焊缝)应进行 100%的渗透检测。对于磁性材料,应进行 100%的磁粉检测。

8.6.3 压力试验前应具备下列条件:

1 试验范围内的管道安装工程除涂漆、绝热外,已按设计图纸全部完成,安装质量符合有关规定。

- 2 焊缝及其他待检部位尚未涂漆和绝热。
- 3 管道上的膨胀节已设置了临时约束装置。
- 4 试验用压力表已经校验，并在检定周期内，其精度不得低于 1.6 级，表的满刻度值应为被测最大压力的 1.5~2 倍，压力表不得少于两块。
- 5 符合压力试验要求的液体或气体已经备齐。
- 6 管道已经按试验的要求进行了加固。
- 7 下列资料已经建设单位和有关部门复查：
 - 1) 管道元件的质量证明文件。
 - 2) 管道组成件的检验或试验记录。
 - 3) 管道加工和安装记录。
 - 4) 焊接检查记录、检验报告及热处理记录。
 - 5) 管道轴测图、设计变更及材料代用文件。
- 8 待试管道与无系统已用盲板或采取其他措施隔开。
- 9 待试管道上的安全阀、爆破片及仪表元件等已经拆下或加以隔离。
- 10 试验方案已经过批准，并已进行了技术安全交底。

8.6.4 液压试验应符合下列规定：

- 1 液压试验应使用洁净水。当对不锈钢管道或对连有不锈钢管道或设备的管道进行试验时，水中氯离子含量不得超过 50×10^{-6} (50ppm)。也可采用其它无毒液体进行液压试验。当采用可燃液体介质进行试验时，其闪点不得低于 50℃，并应采取安全防护措施。
- 2 试验前，注入液体时应排尽空气。
- 3 试验时，环境温度不宜低于 5℃。当环境温度低于 5℃时，应采取防冻措施。
- 4 试验时，应测量试验温度，严禁材料试验温度接近脆性转变温度。
- 5 承受内压的地上钢管道及有色金属管道试验压力应为设计压力的 1.5 倍。埋地钢管道的试验压力应为设计压力的 1.5 倍，并不得低于 0.4MPa。

6 当管道的设计温度高于试验温度时，试验压力应符合下列规定：

1) 试验压力应按下式计算：

$$P_s = 1.5P[\sigma]_1 / [\sigma]_2 \quad (8.6.4)$$

式中 P_s ——试验压力（表压）（MPa）；

P ——设计压力（表压）（MPa）；

$[\sigma]_1$ ——试验温度下, 管材的许用应力 (MPa);

$[\sigma]_2$ ——设计温度下, 管材的许用应力 (MPa)。

当 $[\sigma]_1 / [\sigma]_2$ 大于 6.5 时, 取 6.5。

2) 应校核管道在试验压力条件下的应力。当试验压力在试验温度下产生超过屈服强度的应力时, 应将试验压力降至不超过屈服强度时的最大压力。

7 当管道与设备作为一个系统进行试验, 管道的试验压力等于或小于设备的试验压力时, 应按管道的试验压力进行试验。当管道试验压力大于设备的试验压力, 并无法将管道与设备隔开, 以及设备的试验压力大于按式 (8.6.4) 计算的管道试验压力的 77% 时, 经设计或建设单位同意, 可按设备的试验压力进行试验。

8 承受内压的埋地铸铁管道的试验压力, 当设计压力小于或等于 0.5MPa 时, 应为设计压力的 2 倍; 当设计压力大于 0.5MPa 时, 应为设计压力加 0.5MPa。

9 对位差较大的管道, 应将试验介质的静压计入试验压力中。液体管道的试验压力应以最高点的压力为准, 最低点的压力不得超过管道组成件的承受力。

10 对承受外压的管道, 试验压力应为设计内、外压力之差的 1.5 倍, 并不得低于 0.2MPa。

11 夹套管内管的试验压力应按内部或外部设计压力的最高值确定。夹套管外管的试验压力除设计文件另有规定外, 应按本规范第 8.6.4 条第 5 款的规定进行。

12 液压试验应缓慢升压, 待达到试验压力后, 稳压 10min, 再将试验压力降至设计压力, 停压 30min, 检查压力表有无压降、管道所有部位有无渗漏。

8.6.5 气压试验应符合下列规定:

1 承受内压钢管及有色金属管的试验压力应为设计压力的 1.15 倍。真空管道的试验压力应为 0.2MPa。

2 试验介质应采用干燥洁净的空气、氮气或其它不易燃和无毒的气体。

3 严禁试验温度接近金属的脆性转变温度。

4 试验时应装有压力泄放装置, 其设定压力不得高于试验压力的 1.1 倍。

5 试验前, 应用空气进行预试验, 试验压力宜为 0.2MPa。

6 试验时, 应缓慢升压, 当压力升至试验压力的 50% 时, 如未发现异状或泄漏, 应继续按试验压力的 10% 逐级升压, 每级稳压 3min, 直至试验压力。应在试验压力下稳压 10min, 再将压力降至设计压力, 用发泡剂检验有无泄漏, 停压时间应根据查漏工作需要

而定。

8.6.6 泄漏性试验应按设计文件的规定进行，并应符合下列规定：

1 输送极度和高度危害介质以及可燃介质的管道，必须进行泄漏性试验。

2 泄漏性试验应在压力试验合格后进行。试验介质宜采用空气。

3 泄漏性试验压力应为设计压力。

4 泄漏性试验可结合试车工作一并进行。

5 泄漏性试验应逐级缓慢升压，当达到试验压力，应停压 10 分钟后，并应采用涂刷中性发泡剂等方法，巡回检查阀门填料函、法兰或螺纹连接处、放空阀、排气阀、排净阀等所有密封点有无泄漏。

6 经气压试验合格，在试验后未经拆卸过的管道可不进行泄漏性试验。

7 泄漏性试验合格后，应及时缓慢泄压，并按本规范第 8.6.1 条第 7 款的规定填写试验记录。

8.6.7 真空系统在压力试验合格后，还应按设计文件规定进行 24h 的真空度试验，增压率不应大于 5%。增压率应按下式计算：

$$(8.6.7) \quad \Delta P = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100$$

式中：

ΔP ——24 小时的增压率（%）；

P_1 —— 试验初始压力（表压）（MPa）；

P_2 —— 试验最终压力（表压）（MPa）。

8.6.8 当设计文件和相关标准规定以卤素、氦气、氨气或其他方法进行泄漏性试验时，应按相应的技术规定进行。

以上内容有不足的地方请参考规范内容。

谢谢!!!