

# 石油化工金属管道工程施工 质量验收规范

**GB 50517—2010**

(局部修订)

说明:1. 下划线标记的文字为新增内容,方框标记的文字为删除的原内容,无标记的文字为内容。

2. 本次修订的条文应与《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》GB 50517—2010 中其他条文一并实施。

住房和城乡建设部信息公开

浏览专用

## 1 总 则

**1.0.3** 本规范规定了石油化工金属管道工程施工质量验收的基本要求,当本规范与国家法律、行政法规的规定相抵触时,应按国家法律、行政法规的规定执行。

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

## 2 术 语

**2.0.5** 预制口 fabricated joint

可以转动工件进行焊接作业的焊口。

**2.0.7** 急性毒性 acute toxicity

经口或经皮肤给予物质的单次剂量或在 24h 内给予的多次剂量,或 4h 的吸入接触发生的中毒效应。

### 3 基本规定

3.0.1 承担石油化工金属管道工程的施工、检测单位应取得相应的资质,并在资质许可范围内从事相应工作。

3.0.2 从事石油化工金属管道施工的焊工应取得相应的合格证书,并在合格证书认可的合格项目范围内作业。无损检测人员应取得相应的资格证书。无损检测人员应具备与所从事的作业内容相符的工作技能。

3.0.4 金属管道的涂料防腐施工质量应符合现行行业标准《石油化工设备和管道涂料防腐技术规范》SH3022—1999的规定。《石油化工涂料防腐工程施工质量验收规范》SH/T 3548的规定。

3.0.5 金属管道的隔热绝热施工质量应符合现行行业标准《石油化工设备和管道隔热技术规范》SH 3010的规定。《石油化工绝热工程施工质量验收规范》GB 50645的规定。

## 4 管道分级

4.0.1 石油化工金属管道分级应符合表 4.0.1 的规定。根据其输送的介质和设计条件可按表 4.0.1 划分。输送介质中常见的毒性介质、可燃介质可按本规范附录 A 确定。管道分级编码组成单元及各编码单元所代表的内容应符合本规范附录 B 的规定。

表 4.0.1 石油化工管道分级

序号	管道级别	输送介质	设计条件	
			设计压力 $P$ (MPa)	设计温度 $t$ (°C)
1	SHA1	(1) 极度危害介质(苯除外)、高度危害丙烯腈、光气介质	—	—
		(2) 苯介质、高度危害介质(丙烯腈、光气除外)、中度危害介质、轻度危害介质	$P \geq 10$	—
			$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$
2	SHA2	(3) 苯介质、高度危害介质(丙烯腈、光气除外)	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
			$P < 4$	$t \geq -29$
3	SHA3	(4) 中度危害介质、轻度危害介质	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
		(5) 中度危害介质	$P < 4$	$t \geq -29$
		(6) 轻度危害介质	$P < 4$	$t \geq 400$
4	SHA4	(7) 轻度危害介质	$P < 4$	$-29 \leq t < 400$
5	SHB1	(8) 甲类、乙类可燃气体介质和甲类、乙类、丙类可燃液体介质	$P \geq 10$	—
			$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$
			—	$t < -29$
6	SHB2	(9) 甲类、乙类可燃气体介质和甲 <sub>A</sub> 类、甲 <sub>B</sub> 类可燃液体介质	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
		(10) 甲 <sub>A</sub> 类可燃液体介质	$P < 4$	$t \geq -29$

续表 4.0.1

序号	管道级别	输送介质	设计条件	
			设计压力 $P$ (MPa)	设计温度 $t$ (°C)
7	SHB3	(11)甲类、乙类可燃气体介质,甲 <sub>B</sub> 类、乙类可燃液体介质	$P < 4$	$t \geq -29$
		(12)乙类、丙类可燃液体介质	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
		(13)丙类可燃液体介质	$P < 4$	$t \geq 400$
8	SHB4	(14)丙类可燃液体介质	$P < 4$	$-29 \leq t < 400$
9	SHC1	(15)无毒、非可燃介质	$P \geq 10$	—
			—	$t < -29$
10	SHC2	(16)无毒、非可燃介质	$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$
11	SHC3	(17)无毒、非可燃介质	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
			$1 < P < 4$	$t \geq 400$
12	SHC4	(18)无毒、非可燃介质	$1 < P < 4$	$-29 \leq t < 400$
			$P \leq 1$	$t \geq 185$
			$P \leq 1$	$-29 \leq t \leq -20$
13	SHC5	(19)无毒、非可燃介质	$P \leq 1$	$-20 < t < 185$

表 4.0.1 石油化工管道分级

序号	管道级别	输送介质	设计条件	
			设计压力 $P$ (MPa)	设计温度 $t$ (°C)
1	SHA1	(1)《危险化学品目录》中规定的毒性程度为急性毒性类别 1 的气体或液体、急性毒性类别 2 的气体或最高工作温度高于其标准沸点的液体 [SHA1(1)]	—	—
			$P \geq 10$	—
		(2)除(1)项外的极度危害介质、高度危害介质、中度危害介质或轻度危害介质 [SHA1(2)]	$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$
			—	$t < -29$

续表 4.0.1

序号	管道级别	输送介质	设计条件	
			设计压力 $P$ (MPa)	设计温度 $t$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
2	SHA2	(3)除(1)项外的极度危害介质、高度危害介质、中度危害介质或轻度危害介质[SHA2(3)]	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
		(4)除(1)项外的极度危害介质或高度危害介质[SHA2(4)]	$P < 4$	$t \geq -29$
3	SHA3	(5)中度危害介质 [SHA3(5)]	$P < 4$	$t \geq -29$
		(6)轻度危害介质 [SHA3(6)]	$P < 4$	$t \geq 400$
4	SHA4	(7)轻度危害介质 [SHA4(7)]	$P < 4$	$-29 \leq t < 400$
5	SHB1	(8)甲类可燃气体、乙类可燃气体或甲类可燃液体(包括液化烃)[SHB1(8)]	$P \geq 4$	—
		(9)乙类可燃液体或丙类可燃液体 [SHB1(9)]	$P \geq 10$	—
			$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$
			—	$t < -29$
6	SHB2	(10)甲类可燃气体、乙类可燃气体或甲类可燃液体(包括液化烃)[SHB2(10)]	$P < 4$	$t \geq 400$
		(11)甲 <sub>A</sub> 类可燃液体 [SHB2(11)]	$P < 4$	$-29 \leq t < 400$
		(12)乙类可燃液体或丙类可燃液体 [SHB2(12)]	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
7	SHB3	(13)甲类可燃气体、乙类可燃气体或甲 <sub>B</sub> 类可燃液体 [SHB3(13)]	$P < 4$	$-29 \leq t < 400$
		(14)乙类可燃液体 [SHB3(14)]	$P < 4$	$t \geq -29$
		(15)丙类可燃液体 [SHB3(15)]	$P < 4$	$t \geq 400$
8	SHB4	(16)丙类可燃液体 [SHB4(16)]	$P < 4$	$-29 \leq t < 400$
9	SHC1	(17)无毒、非可燃介质 [SHC1(17)]	$P \geq 10$	—
			$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$
			—	$t < -29$



续表 4.0.1

序号	管道级别	输送介质	设计条件	
			设计压力 $P$ (MPa)	设计温度 $t$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
10	SHC2	(18) 无毒、非可燃介质 [SHC2 (18)]	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
11	SHC3	(19) 无毒、非可燃介质 [SHC3 (19)]	$1 < P < 4$	$t \geq 400$
12	SHC4	(20) 无毒、非可燃介质 [SHC4 (20)]	$1 < P < 4$	$-29 \leq t < 400$
			$P \leq 1$	$t > 185$
			$P \leq 1$	$-29 \leq t < -20$
		(21) 公称直径大于或等于 DN150 无毒、非可燃气体, 以及最高工作温度高于或等于标准沸点的无毒、非可燃液体 [SHC4(21)]	$0.1 \leq P \leq 1$	$-20 \leq t \leq 185$
13	SHC5	(22) 除(21)项外的无毒、非可燃介质 [SHC5(22)]	$P \leq 1$	$-20 \leq t \leq 185$

注:管道级别各代码的含义为 SH 代表石油化工业, A 为毒性介质, B 为可燃性介质, C 为无毒、非可燃介质; 数字为管道质量检查等级。

**4.0.2** 石油化工管道分级除应符合本规范第 4.0.1 条的规定外, 尚应符合下列规定:

**2** 输送毒性或可燃性不同的混合介质管道级别应按其危害程度及含量确定;

**3** 输送同时具有毒性和可燃性介质管道级别应按本规范表

4.0.1 中高管道级别确定。

**2** 有毒介质急性毒性类别的分类应符合国家危险化学品目录的规定, 有毒介质危害程度等级分级应符合国家现行职业卫生标准《职业性接触毒物危害程度分级》的规定;

**3** 有毒混合物介质的急性毒性应按现行国家标准《化学品分类和标签规范 第 18 部分: 急性毒性》GB 30000.18 中规定的混合物分类标准进行评估, 混合物毒性介质的危害程度等级应结合介质泄漏扩散的毒物浓度、接触途径、接触时间及工程经验等

因素确定；

4 可燃介质的火灾危险分类应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的规定；

5 输送同时具有毒性和可燃性的介质管道，应按本规范表 4.0.1 中 SHA 和 SHB 的规定分别划分管道级别，并按两者级别的较高者确定，当管道级别相同时，宜按 SHA 的管道级别确定。

4.0.3 本规范表 4.0.1 中所列管道的检查等级，除应符合相应管道级别的要求外，尚应符合下列规定：

1 钛及钛合金、锆及锆合金、镍及镍基合金、高铬镍钼奥氏体不锈钢管道，以及设计明确规定为剧烈循环工况和高温蠕变工况管道的检查等级不得低于 1 级；

3 奥氏体不锈钢（无毒非可燃的非压力管道除外）、设计要求冲击试验的碳钢管道的检查等级不得低于 3 级。

## 5 管道材料验收

### 5.1 一般规定

5.1.2 管道组成件应按相应标准进行表面质量检查和尺寸抽样检查。压力管道组成件上应有批号和TS许可标志。尺寸检查以同炉批号、同材质、同规格为同一检查批，尺寸抽检数量应为每批5%且不少于一件。

5.1.5 SHA1(1)级管道用于极度危害介质管子、管件的质量证明文件中应有超声检测结果。设计压力大于或等于10MPa管道的管子、管件，质量证明文件中应有表面无损检测结果。

5.1.9 管子及管件经磁粉检测或渗透检测发现的表面缺陷允许修磨，修磨后的实际壁厚不得小于管子公称壁厚的90%，且不小于设计文件规定的负偏差最小壁厚。

5.1.11 有硬度要求的管子、管件及法兰应进行硬度验证性检验，抽检数量应为每批1%，且不应少于1件。

检查方法：核查硬度检测报告。

### 5.2 管子检查验收

5.2.6 用于SHA1(1)级管道极度危害和设计压力大于或等于10MPa的管子，当外径大于15mm时，应对管子外表面进行验证性检验，导磁性钢管应用磁粉检测，非导磁性钢管应用渗透检测。抽检数量应为每批5%且不少于1根，检测结果应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测》JB/T 4730.4 NB/T 47013.4的Ⅰ级、《承压设备无损检测 第5部分：渗透检测》JB/T 4730.5 NB/T 47013.5的Ⅰ级的规定。

5.2.7 铬钼合金钢、含镍低温钢、不锈钢、含钼奥氏体不锈钢、镍及镍基合金、钛及钛合金、锆及锆合金管子，应采用光谱分析或其他方法进行主要合金金属元素验证性检验，抽检数量应为每批(同炉号、同批号)5%且不少于1件。检查等级为1级的管道抽检数量应为每批10%，且不应少于1件；其他管道抽检数量应为每批5%，且不应少于1件。

### 5.3 阀门检查验收

5.3.1 阀门的产品质量证明文件应包括下列内容：

17 设计有特殊要求的阀门以及有特殊结构的阀门说明书。

5.3.2 阀体上应有制造厂铭牌，铭牌上应有下列标识，且应符合设计文件的规定：

6 阀体材料牌号。

5.3.7 阀门不得有损伤、缺件、锈蚀现象。阀体表面应平整光滑、无裂纹、缩孔、粘砂、疏松、夹层、重皮等缺陷。对有介质流向要求或有压力端要求的，阀体上应有明显的标识。

5.3.8 对焊连接阀门的焊接接头坡口，应按下列规定进行磁粉或渗透检测，检测结果应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测》JB/T 4730.4 NB/T 47013.4 的Ⅰ级、《承压设备无损检测 第5部分：渗透检测》JB/T 4730.5 NB/T 47013.5 的Ⅰ级的规定。

2 设计温度低于-29℃的非奥氏体不锈钢坡口抽检数量应为每批5%且不得少于1个。

5.3.9 铬钼合金钢、含镍低温钢、不锈钢、含钼奥氏体不锈钢、镍及镍基合金、钛及钛合金、锆及锆合金阀门应采用光谱分析或其他方法，对阀体主要合金金属元素进行验证性检验，抽检数量应为每批5%且不少于1件。对阀体、阀盖及连接螺栓的主要合金金

属元素进行验证性检验,其数量应满足以下要求:

1 对于检查等级为 1 级的管道,抽检数量每批应为 10%,且不应少于 1 件;

2 其他管道抽检数量每批应为 5%,且不得少于 1 件。

**5.3.10** 阀门在安装前,应按下列要求对壳体进行压力试验,试验压力应为 38℃ 时最大允许工作 阀门公称 压力的 1.5 倍,其数值应加大圆整到 0.1 MPa。试验结果应符合设计文件规定的相应的阀门标准。

**1A** 对于无毒非可燃介质、公称压力小于或等于 PN10 且公称直径大于或等于 DN600 的闸阀和蝶阀,壳体试验可与管道系统试验同步进行,密封试验可采用色印检查方法;

2 其他管道的阀门应逐个进行。

3 到制造厂逐件见证压力试验并有见证试验记录的阀门,可不进行压力试验。

**5.3.11** 阀门的上密封试验、低压密封试验和高压密封试验,应在壳体压力试验合格后进行。阀门的低压密封试验和高压密封试验应在壳体压力试验合格后进行,上密封试验宜在壳体压力试验时进行。密封试验项目应符合设计文件规定的相应的阀门标准,检验数量应符合本规范第 5.3.10 条的规定。

**5.3.13** 阀门液压试验介质可选用 工业用水 洁净水、煤油或黏度不高于水的非腐蚀性液体;气体试验介质可选用空气或惰性气体。奥氏体不锈钢阀门用水试验时,水中的氯化物含量不得超过 100mg/L,试验合格后应立即将水渍清除干净。

**5.3.17** 具有防静电结构的阀门应进行防静电荷聚集试验。当干燥阀门试验的电源电压不超过 12V 时,阀杆、阀体和阀芯间防静电电路电阻应小于 10Ω,抽检数量应为每批 10%,且不得少于 1 台。

检查方法:核查检验记录。

**5.3.18** 用于氧气管线的阀门,截止阀应按现行行业标准《氧气用截止阀》JB/T 10530 的规定进行检验,并应采用专用验收标识,其他类型的阀门可按现行行业标准《氧气用截止阀》JB/T 10530 的规定进行检验。氧气阀门的试验介质不得含油。

检查方法:核查检验记录。

#### 5.4 其他管道组成件检查验收

**5.4.4** 铬钼合金钢、含镍低温钢、含钼奥氏体不锈钢、不锈钢、镍及镍基合金、钛及钛合金、锆及锆合金材料的管件和法兰(盖),应采用光谱分析或其他方法进行主要合金金属元素验证性检验。抽检数量应为每批 5%且不得少于 1 件。检查等级为 I 级的管道抽检数量每批应为 10%,且不应少于 1 件;其他管道抽检数量每批应为 5%,且不应少于 1 件。

**5.4.5** 用于 SHAI (I) 级管道 极度危害 和设计压力大于或等于 10MPa 管道的管件,应对其外表面进行验证性无损检测,抽检数量应为每批 5%且不得少于 1 件。检测结果应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第 4 部分:磁粉检测》JB/T 4730.4 NB/T 47013.4 的 I 级、《承压设备无损检测 第 5 部分:渗透检测》JB/T 4730.5 NB/T 47013.5 的 I 级的规定。

**5.4.6** 弯管的质量应满足下列规定:

3 弯曲处的最小壁厚不得小于设计文件规定的管子公称壁厚的 90%,且不应小于设计文件规定的 负偏差 最小壁厚;

**5.4.11A** 金属环垫和透镜垫应逐件进行硬度检测。检测位置应避免密封面,检测结果应符合设计文件或国家现行标准的规定。

检查方法:核查硬度检测报告。

## 6 管道预制

### 6.1 管子加工

**6.1.3** 钛及钛合金管、锆及锆合金管、镍及镍合金管和金属复合管应采用机械加工；不锈钢管和其他有色金属管宜采用机械或等离子方法加工。不锈钢管和钛、锆管及其合金有色金属管采用砂轮机切割或修磨时，应使用专用砂轮片。

### 6.3 夹套管加工

**6.3.3** 夹套管内管与外管间的支承块定位板应按设计文件施工，内管与外管间隙应均匀，同轴度应为 3mm。

**6.3.4** 夹套管的内管及支承块定位板等全部加工、焊接完毕，且所有焊缝无损检测合格后，应按本规范第 10 章规定进行压力试验。压力试验时，内管的所有焊缝应外露。

### 6.4 管段预制

**6.4.1** 管段预制宜采用工厂化预制施工方法，并应按管道单线图进行，在管道单线图上应标明管道编号管线条、管段编号、焊接接头编号，并标出预制口与固定口。

**6.4.3** 预制完毕的管段，应将内部清理干净，并及时封闭管口。管段外表面除应有本规范第 6.4.1 条规定的标识外，焊接接头还应有施焊日期、焊工代号标记、检查标记和无损检测标记。

## 7 管道焊接

### 7.1 一般规定

7.1.2 焊接材料应具有产品质量证明文件,且标识应与质量证明文件相符,质量证明文件或说明书中应有焊接材料库存的规定期限。

7.1.3 焊条的药皮不得有受潮、脱落或明显裂纹,焊芯不得锈蚀。焊丝表面应洁净,并应无毛刺、无锈蚀等缺陷,钛、锆焊丝应按批号定量分析其化学成分。药芯焊丝应在规定的时间内使用,焊剂应干燥、清洁、无夹杂物。库存期超过规定期限的焊条、焊剂及药芯焊丝(出厂期超过一年的焊条)应检查外观并进行工艺性能试验,合格后再使用。

7.1.4 焊接环境出现下列任一情况时,未采取防护措施不得施焊:

2 铝及铝合金焊接时的空气相对湿度大于 80%,其他焊接时的空气相对湿度大于 90%;

4 焊件环境温度低于  $-18^{\circ}\text{C}$   $-20^{\circ}\text{C}$ 。

7.1.5 当焊件温度为  $-18^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$  时,无焊前预热要求的材料应在施焊处 100mm 范围内预热到  $10^{\circ}\text{C}$  以上。无焊前预热要求的材料,应符合下列规定:

1 铝及铝合金焊件温度低于  $5^{\circ}\text{C}$  时,应在施焊处 100mm 范围内加热至  $15^{\circ}\text{C}$  以上;

2 其他材料焊件温度低于  $0^{\circ}\text{C}$  时,应在施焊处 100mm 范围内加热至  $10^{\circ}\text{C}$  以上。

7.1.8 不锈钢管采用(电弧)焊条焊时,坡口两侧各 100mm 范围内应刷防飞溅涂层。

7.1.10 下列钢材管道的组装工卡具采用氧乙炔焰切割修磨后应做



表面无损检测,合格级别应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测》JB/T 4730.4 NB/T 47013.4 的I级、《承压设备无损检测 第5部分:渗透检测》JB/T 4730.5 NB/T 47013.5 的I级。

## 7.2 坡口加工及接头组对

7.2.2 坡口应按下列方法加工:

1 SHA1、SHB1、SHC1 级管道的管子,应宜采用机械方法加工;

7.2.3 非机械方法加工的管道焊接接头坡口应按下列规定进行渗透表面检测,铁磁性材料宜采用磁粉检测、非铁磁性材料应采用渗透检测,合格标准应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测》NB/T 47013.4 的I级,《承压设备无损检测 第5部分:渗透检测》JB/T 4730.5 NB/T 47013.5 的I级。

2 标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 钢管道 100%检测;

3 设计温度低于 $-29^{\circ}\text{C}$ 的非奥氏体不锈钢管道抽检数量应为每批 5%且不得少于 1 个。

7.2.4 壁厚相同的钢制管道组成件组对,应使内壁平齐,其错边量应为不应大于壁厚的 10%,且不应大于 2mm。且检查等级为 1 级的管道不应大于 1mm,其他级别的管道不应大于 2mm。

检查方法:目视检查、测量检查。

7.2.4A 铝及铝合金管道组成件组对时,内壁错边量应符合下列规定:

1 当母材厚度小于或等于 5mm 时,内壁错边量不应大于 0.5mm;

2 当母材厚度大于 5mm 时,内壁错边量不应大于母材厚度的 10%,且不应大于 2mm。

检查方法:测量检查。

7.2.4B 镍及镍合金管道组成件组对时,内壁错边量不应大于 0.5mm;钛及钛合金、锆及锆合金管道组成件组对时,内壁错边量不应大于母材厚度的 10%,且不应大于 1mm。

检查方法:测量检查。

**7.2.5** 壁厚不同的管道组成件组对, 管道的内壁差或外壁差大于 2.0mm 时, 应按图 7.2.5 的要求加工。下列情况应按图 7.2.5 的要求加工:

1 管道的内壁差不符合本规范第 7.2.4 条、第 7.2.4A 条、第 7.2.4B 条的规定;

2 外壁差大于 2.0mm。

检查方法:测量检查。

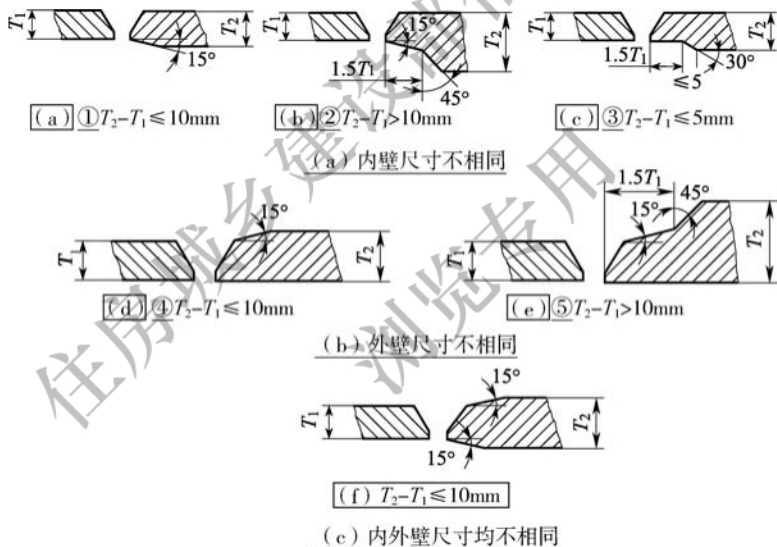


图 7.2.5 不同壁厚管子和管件加工

**7.2.5A** 安放式和插入式支管焊接连接接头(图 7.2.5A)的制备和组对应符合下列规定:

1 根部间隙  $g$  应符合焊接工艺卡的规定;

2 主管开孔与支管组对时的错边量  $m$  应取 0.5 倍的支管名义厚度和 3.2mm 两者中的较小值, 必要时可进行堆焊修正。

检查方法:测量检查。

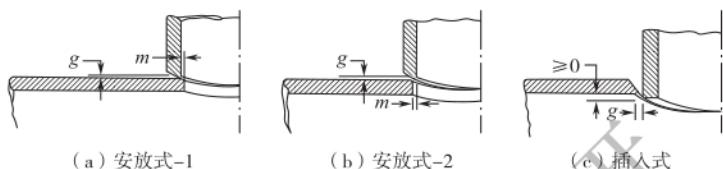


图 7.2.5A 支管连接接头组对示意

**7.2.6** 管道组对时应距焊口中心 200mm 处测量直线度  $e$  (图 7.2.6), 当管子公称直径小于 100mm 时, 允许偏差  $e$  为 1.0mm, 当管子公称直径大于或等于 100mm 时, 允许偏差  $e$  为 2.0mm, 管段全长允许偏差不得超过 10mm。

检查方法: 测量检查。

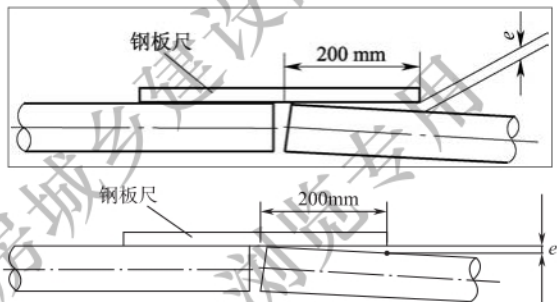


图 7.2.6 管道对口直线度测量示意

**7.2.8** 管道上被补强圈或支座垫板覆盖的焊缝应进行 100% 无损检测。检测方法和合格等级应符合本规范第 9.3.1 条规定, 并应合格后再覆盖。检测方法和合格等级应符合本规范第 9.3.1 条规定, 对于质量检查等级为 4 级、5 级的支管连接接头和对接接头的焊缝, 按检查等级 3 级执行, 对于质量检查等级为 3 级、4 级、5 级的角接接头焊缝, 按检查等级 2 级执行。被覆盖焊缝应检测合格后覆盖, 影响补强圈或垫板安装的焊缝余高应磨平。

检查方法: 目视检查、核查检测记录。

**7.2.9** 补强圈、鞍形补强件或垫板的安装应符合下列规定:

- 1 补强圈、鞍形补强件或垫板应与主管和支管紧密贴合;

2 补强圈、鞍形补强件或垫板上应开设一个焊接和检漏时使用的通气孔；

3 当采用多块拼接组成时，每块拼板均应开设通气孔；

检查方法：目视检查、核查检测记录。

### 7.3 焊 接

7.3.5 支管连接焊接接头的焊缝应符合下列规定：

1 填角焊缝的计算有效厚度  $t_c$  应取 0.7 倍的支管名义厚度或 6.4mm 两者中的较小值。

2 安放式焊接支管[图 7.3.5(a)]焊缝厚度应取支管的名义厚度  $T_b$  和填角焊缝的计算有效厚度  $t_c$  的和。

3 插入式焊接支管[图 7.3.5(b)]焊缝厚度应取主管的名义厚度  $T_b$  和填角焊缝的计算有效厚度  $t_c$  的和。

4 带补强板的安放式焊接支管[图 7.3.5(c)]焊缝厚度应取下列值中的较大值：

1) 支管的名义厚度  $T_b$  和填角焊缝的计算有效厚度  $t_c$  的和；

2) 补强板的名义厚度  $T_r$  和填角焊缝的计算有效厚度  $t_c$  的和。

5 带补强板的插入式焊接支管[图 7.3.5(d)]焊缝厚度应取主管的名义厚度  $T_b$ 、补强板的名义厚度  $T_r$  和填角焊缝的计算有效厚度  $t_c$  的三者之和。

6 补强板与支管应全焊透，补强板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补强件名义厚度  $T_r$  的 0.5 倍。

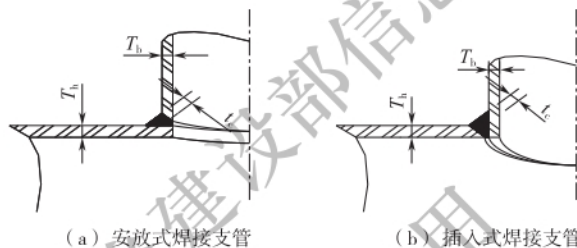
7 鞍形补强件与支管连接的填角焊缝厚度，应不小于支管与补强件两者名义厚度较小者  $T_{\min}$  的 0.7 倍[图 7.3.5(e)]。

8 嵌入式支管连接应采用对接式连接[图 7.3.5(f)]。嵌入式支管连接接头应进行 100% 无损检测，检测方法和合格等级应符合本规范第 9.3.1 条中对接接头的规定，并应在检测合格后方可进行支管的组对和焊接。

9 支管座与主管连接应采用安放式连接[图 7.3.5(g)、

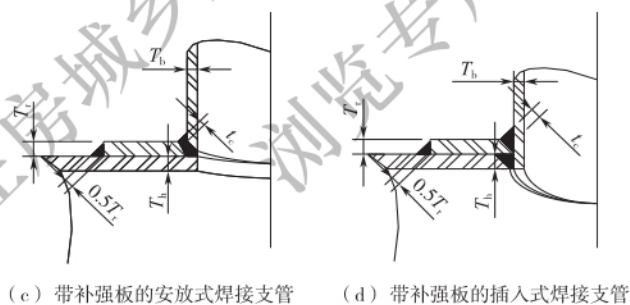
图 7.3.5(h)、图 7.3.5(j)]，并应全焊透。盖面的填角焊缝厚度不应小于  $t_c$ ，并应平滑过渡到主管。当设计文件或支管座制造厂无要求时，支管座焊缝坡口公称厚度  $T_m$ ，按照组对的组合焊缝坡口的最大厚度。支管座的焊缝厚度，应取支管座焊缝坡口  $T_m$  和填角焊缝的计算有效厚度  $t_c$  的和。当有无损检测要求时，应在检测合格后方可进行支管座与支管的组对和焊接。

检查方法：目视检查，测量检查。



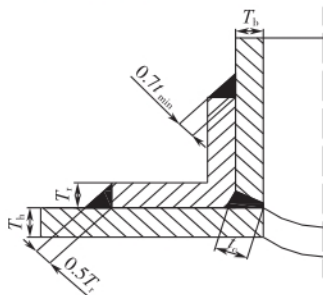
(a) 安放式焊接支管

(b) 插入式焊接支管

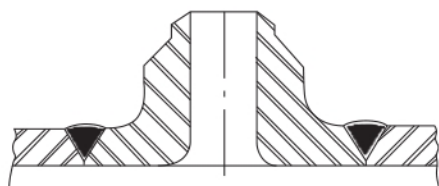


(c) 带补强板的安放式焊接支管

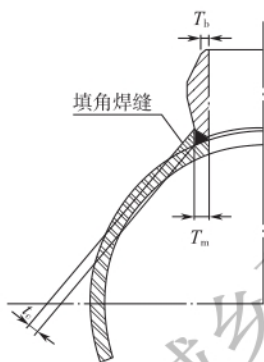
(d) 带补强板的插入式焊接支管



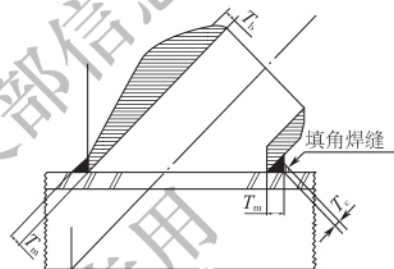
(e) 带鞍形补强件的安放式焊接支管



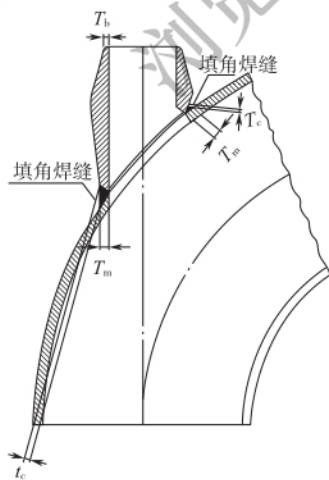
(f) 嵌入式焊接支管



(g) 支管座与主管连接 (正剖面)



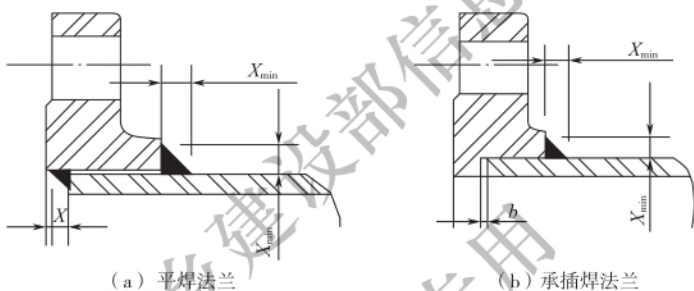
(h) 斜接支管座与主管连接 (正剖面)



(j) 弯头支管座与主管连接 (正剖面)

图 7.3.5 支管连接焊接接头形式

**7.3.6 角焊缝(包括承插焊缝)可采用凹形和凸形,外形应平缓过渡。平焊法兰或承插焊法兰的角焊缝(图 7.3.6-1)焊脚尺寸的最小值  $X_{\min}$  应取 1.4 倍的直管名义厚度或法兰颈部厚度两者中的较小值。焊脚尺寸  $X$  应取直管名义厚度或 6.4mm 两者中的较小值。除法兰外,承插焊的角焊缝(图 7.3.6-2)焊脚尺寸  $C_x$  的最小值应取 1.09 倍直管名义厚度  $T_w$  和承插孔壁厚  $T_s$  两者中的较小值。承插焊组对间隙  $b$  宜为 1mm~3mm。**



(a) 平焊法兰

(b) 承插焊法兰

图 7.3.6-1 平焊法兰和承插焊法兰的角焊缝

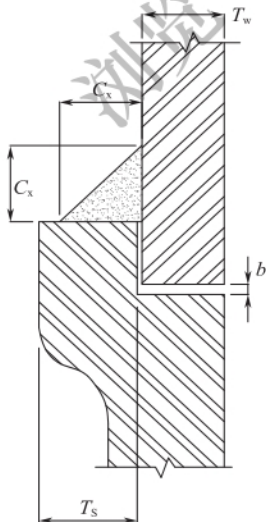


图 7.3.6-2 承插焊管件的角焊缝

检查方法:目视检查,测量检查。

**7.3.7** 夹套管管件外管需要剖切时,管口组对圆度不宜超过夹套管外径的 8%。

检查方法:测量检查。

**7.3.8** 夹套管的焊接应符合下列规定:

- 1** 内管的单面焊焊缝应采用氩弧焊打底;
- 2** 定位板与内管的角焊缝应满焊,焊脚高度不应低于定位板厚度;
- 3** 定位板与内管、端板与内管、端板与套管连接处的角焊缝不得咬边。

检查方法:目视检查。

## 7.4 预热与热处理

表 7.4.1 管道组件焊前预热要求

母材类别	名义壁厚 (mm)	规定的母材最小 抗拉强度(MPa)	预热温度 (°C)
碳钢(C) 碳锰钢(C-Mn)	<25	≤490	10
	≥25	全部	80
	全部	>490	80
合金钢(C-Mo, Mn-Mo, Cr-Mo) Cr≤0.5%	<13	≤490	10
	≥13	全部	80
	全部	>490	80
合金钢(Cr-Mo) 0.5%<Cr≤2%	全部	全部	150
合金钢(Cr-Mo) 2.25%≤Cr≤10%	全部	全部	175
马氏体不锈钢	全部	全部	150
铁素体不锈钢	全部	全部	10
奥氏体不锈钢	全部	全部	10



续表 7.4.1

母材类别	名义壁厚 (mm)	规定的母材最小 抗拉强度(MPa)	预热温度 (C)
低温镍钢 Ni $\leq$ 4%	全部	全部	95
8Ni、9Ni 钢	全部	全部	10
5Ni 钢	全部	全部	10
铝、铜、镍、钛及其合金	全部	全部	10

注：奥氏体不锈钢的层间温度宜小于 150℃，马氏体不锈钢的层间最高温度为 315℃。

表 7.4.1 管道组成件焊前预热要求

母材类别	名义壁厚 (mm)	附加限制条件	最低预热温度 (C)
碳钢	$\leq 25$	—	10
	$> 25$	$C \leq 0.3\%$	10
		$C > 0.3\%$	95
$Cr \leq 0.5\%$ 的铬钼合金钢	$\leq 13$	母材最小抗拉 强度 $> 450$ MPa	95
	$> 13$	—	
$0.5\% < Cr \leq 2\%$ 的铬钼合金钢	全部	—	120
$2.25\% \leq Cr \leq 10\%$ 的铬钼合金钢	全部	母材最小抗拉 强度 $\leq 414$ MPa	150
		母材最小抗拉 强度 $> 414$ MPa	200
	$> 13$	$Cr > 6.0\%$	200
马氏体不锈钢	全部	—	200
2.5Ni	全部	—	120
3.5Ni	全部	—	150
5Ni、8Ni、9Ni	全部	—	10
27Cr	全部	—	150
9Cr-1Mo-V	全部	—	200
所有其他材料	全部	—	10

7.4.2 异种钢焊接预热温度应按母材要求较高者确定。且不应

低于该母材要求预热温度的下限值。当环境温度低于0℃时，其

预热温度应取规定预热温度的上限值。

7.4.4 管道焊接接头焊后如不能立即进行热处理时，铬钼合金钢和标准抗拉强度下限值 $\geq$ 540MPa的钢材，焊后应立即后热缓冷。后热温度应为300℃~350℃，保温时间不应少于0.5h。常用材料焊接接头的热处理温度，宜按表7.4.4的规定进行。

表 7.4.4 常用材料焊接接头热处理

母材类别	名义厚度 (mm)	规定的母材最小抗拉强度(MPa)	热处理温度 (°C)	保温时间 (min/mm)	最短保温时间 (h)	布氏硬度 $\leq$
碳钢(C)、碳锰钢(C-Mn)	>19	全部	600~650	2.4	1	200
合金钢(C-Mo, Mn-Mo, Cr-Mo) $Cr \leq 0.5\%$	>19	全部	600~720	2.4	1	225
	全部	>490	600~720	2.4	1	225
合金钢(Cr-Mo) $0.5\% < Cr \leq 2\%$	>13	全部	700~750	2.4	2	225
	全部	>490	700~750	2.4	2	225
合金钢(Cr-Mo) $2.25\% \leq Cr \leq 3\%$ 和 $C \leq 0.15\%$	>13	全部	700~760	2.4	2	241
合金钢(Cr-Mo) $3\% < Cr \leq 10\%$ 或 $C > 0.15\%$	全部	全部	700~760	2.4	2	241
马氏体不锈钢	全部	全部	730~790	2.4	2	241
奥氏体不锈钢	全部	全部	—	—	—	187
低温镍钢( $Ni \leq 4\%$ )	>19	全部	600~640	1.2	1	—
双相不锈钢	全部	全部	—	1.2	0.5	—

注：1 奥氏体不锈钢钢管稳定化处理、固溶处理应按设计文件要求；

2 对于双相不锈钢钢管，是否应进行焊后热处理不作具体规定，但热处理应

符合材料标准要求。

表 7.4.4 常用材料焊接接头热处理温度

母材类别	名义厚度 $\delta$ (mm)	碳含量 (%)	热处理温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	相应焊后热处理厚度下, 最短保温时间(h)		布氏硬度 (HBW)
				$\leq 50\text{mm}$	50mm ~ 125mm $> 125\text{mm}$	
碳钢	$> 20$	全部	600~650	$\frac{\delta}{25} \cdot$ 最少 0.5	$2 + \frac{\delta - 50}{100}$	不要求
Cr $\leq 0.5\%$	$\leq 16$	$> 0.25$	600~650			$\leq 225$
	$> 16$	全部				$\leq 225$
0.5% $<$ Cr $\leq 2\%$ <sup>b</sup>	$\leq 13$	$> 0.15$	650~700			$\leq 225$
	$> 13$	全部				$\leq 241$
1Cr-0.5 Mo-V 1.5Cr-1 Mo-V	$\geq 6\text{mm}$	全部	720~750			$\leq 241$
2.25% $\leq$ Cr $\leq 3\%$	$\leq 13$	$> 0.15$	700~760			$\leq 241$
	$> 13$	全部				$\leq 241$
3% $<$ Cr $< 10\%$	全部	全部	675~760			$\leq 241$
马氏体 不锈钢	$\leq 10$	$> 0.08$	760~800			$\leq 241$
	$> 10$	全部				—
铁素体 不锈钢	$\leq 10$	$> 0.08$	730~775			—
	$> 10$	全部				—
1.5 Ni~ 2.5Ni	$\leq 13$	$> 0.15$	600~650			—
	$> 13$	全部		—		
3.5Ni	$> 16$	全部	595~650	—		
27Cr	$> 13$	全部	730~815	—		
9Cr-1 Mo-V	全部	全部	705~775	$\frac{\delta}{25}$	5+ $\frac{\delta - 125}{100}$	工艺管道, $\leq 248$ 公用物料 管道, $\leq 300$

注:母材类别为碳钢的焊接接头,对于特定腐蚀介质的管道,全部厚度根据设计文件要求进行热处理,其布氏硬度值,设计有硬度要求时,执行设计文件要求。

**7.4.4A** 母材为 9Cr-1Mo-V 的焊件焊后应先冷却到 80℃~100℃,保温 1h~2h 后立即进行热处理。当不能立即进行热处理时,应将焊件在 300℃~350℃ 保温 1h~2h 进行后热,温度降到 80℃~100℃ 保持 1h~2h 后,再进行焊后热处理。

检查方法:过程检查,检查资料。

**7.4.4B** 支管连接时的热处理厚度应按主管或支管的厚度确定,可不考虑支管连接件(包括整体补强或非整体补强件)的厚度。当任一截面上支管连接的焊缝厚度大于本规范表 7.4.4 规定需要热处理的材料名义厚度的 2 倍时,应进行焊后热处理。

检查方法:检查资料,测量检查。

**7.4.4C** 用于平焊法兰、承插焊法兰和公称直径小于 DN50 管子连接的角焊缝、支管与主管连接的角焊缝、密封焊缝以及管道支吊架与管道连接的角焊缝,当任一截面的焊缝厚度大于本规范表 7.4.4 规定的需要热处理的材料名义厚度的 2 倍时,应进行焊后热处理。下列情况可不要求进行热处理:

1 碳钢材料焊缝厚度小于或等于 16mm 时,任意厚度的母材都不需要进行热处理。

2 铬钼合金钢材料焊缝厚度小于或等于 13mm 时,当预热温度高于本规范表 7.4.1 规定值,且母材规定的最小抗拉强度小于 450MPa 时,任意厚度的母材都不需要进行热处理。

检查方法:检查资料,测量检查。

**7.4.6** 热电偶测温计的安置应均匀布置,并应符合下列要求:

1 当管道的公称直径小于或等于 DN 300 mm 时,每个焊接接头应安置不少于 1 个热电偶测温计;

2 当管道的公称直径大于 300mm 大于或等于 DN300 且小于 DN500 时,每个焊接接头应对称安置不少于 2 个热电偶测温计。

3 当管道的公称直径大于或等于 DN500 且小于 DN750

时,每个焊接接头应安置不少于 3 个热电偶测温计;

4 当管道的公称直径大于或等于  $DN750$  时,每个焊接接头应安置不少于 4 个热电偶测温计。

7.4.7 热处理的加热速度、恒温保温时间及冷却速度,宜应符合下列规定:

1 加热升温至  $300^{\circ}\text{C}$  后,加热速度应按  $5125/\delta$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ) 计算,且不应大于  $220^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ;

2 恒温时间可按碳钢  $2.5\text{min}/\text{mm}$ 、合金钢  $3\text{min}/\text{mm}$  计算,最短恒温时间应符合本规范表 7.4.4 规定;在恒温期间,各测点的温度应在热处理温度规定的范围内,其差值不得大于  $50^{\circ}\text{C}$ ;在保温期间,各测点的温度应在热处理温度规定的范围内,其差值不得大于  $50^{\circ}\text{C}$ ;

3 恒温保温后的冷却速度应按  $6500/\delta$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ) 计算,且不大于  $260^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,冷却至  $300^{\circ}\text{C}$  后可自然冷却。

## 8 管道安装

### 8.1 一般规定

8.1.4 安装前,法兰环连接面槽密封面或管端密封面与金属环垫和透镜垫应做接触检查。当金属环垫在密封面上转动 $45^{\circ}$ 后,检查接触线不得有间断现象。

8.1.10 法兰连接螺栓安装方向应一致,螺栓紧固后应与法兰紧贴。需加垫圈时,每个螺栓不应超过1个。紧固后的螺栓与螺母宜齐平或露出1个~2个螺距,同侧螺栓露出部分宜齐平。

8.1.12 管道系统试运行,高温或低温管道的连接螺栓,应按下列规定进行热态紧固或冷态紧固。当采用力矩扳手在安装阶段紧固至规定的力矩值时,如无泄漏,可不再进行热态或冷态螺栓紧固。

2 热态紧固或冷态紧固宜在紧固作业温度保持2h后平稳后进行;

8.1.18 铬钼合金钢、含镍低温钢和不锈钢含钼奥氏体不锈钢管道系统安装完毕后,应检查材质标识,发现无标识时应采用光谱分析核查材质。

### 8.2 与转动机器连接的管道安装

表 8.2.2 法兰连接质量的允许偏差

机器旋转速度(r/min)	平行度(mm)	同心度(mm)
<3000	$\leq 0.40 \leq D_0/1000$ 且不大于1mm	$\leq 0.80$ 全部螺栓顺利穿入
3000~6000	$\leq 0.15$	$\leq 0.50$
>6000	$\leq 0.10$	$\leq 0.20$

注: $D_0$ 为法兰外径,单位 mm。

8.2.3 管道与机器的连接法兰应进行最终连接检查。检查时,应在联轴器上或机器支脚处架设百分表监视位移,松开和拧紧法兰连接螺栓进行观测,其位移值应符合下列规定:

### 8.3 有色金属管道安装

8.3.6 有色金属管道与非有色金属材料支承间应垫入与有色金属管道材质相同或具有保护作用的隔离垫。

检查方法:目视检查或核查质量证明文件。

### 8.4 伴热管安装

8.4.3 设计文件规定不得与主管直接接触的伴热管,在伴热管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,不锈钢管和碳钢管之间应隔离,隔离垫宜采用氯离子含量不超过50mg/kg的非金属垫或不锈钢薄板,并应采用不锈钢丝或不引起渗碳的绑扎带绑扎。

### 8.7 补偿装置安装

8.7.2 填料式补偿器安装应符合下列规定:

5 填料石棉绳应宜涂石墨粉,并应逐圈装入,逐圈压紧,各圈接口应相互错开。

### 8.8 支、吊架安装

8.8.6 弹簧支、吊架的弹簧安装高度,应按设计文件规定进行调整。弹簧支、吊架的限位装置,应在系统安装、试压、绝热完毕后且试车前拆除。恒力弹簧安装方向及有配重要求的弹簧应符合设计文件要求。

### 8.10 夹套管安装

8.10.1 设计文件有坡度要求的夹套管,应测量坡度值符合规定。

需调整时,调整垫板应加在管托底板下面。

检查方法:目视检查、测量检查。

**8.10.2** 当夹套管定位板安装设计无要求时,定位板宜均布(图 8.10.2-1),并应符合下列规定:

- 1 定位板与套管内壁间隙  $b$  宜为  $1\text{mm}\sim 1.5\text{mm}$ ;
- 2 定位板的长度应为  $40\text{mm}$ ;
- 3 定位板与管件安装间距(图 8.10.2-2)宜为  $100\text{mm}$ ,直管段定位板最大间距及定位板厚度应符合表 8.10.2 的规定。

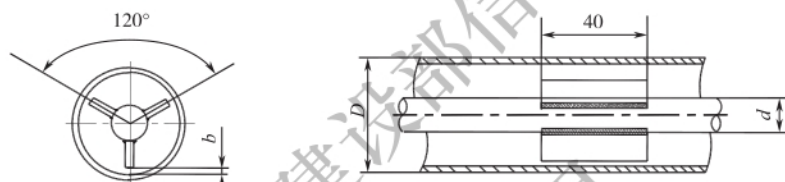


图 8.10.2-1 定位板安装示意



图 8.10.2-2 定位板安装间距示意

表 8.10.2 直管段定位板安装间距及定位板厚度

内管管径(mm)	定位板最大间距 $L_1$ (mm)	定位板厚度(mm)
DN20	2000	3
DN40	2500	3
DN50~80	3000	6
DN100~200	4000	8
DN250~350	5000	10

检查方法:过程检查、测量检查。



**8.10.3** 夹套管定位板安装(图 8.10.3)不宜影响环隙介质的流动和管子的热位移。

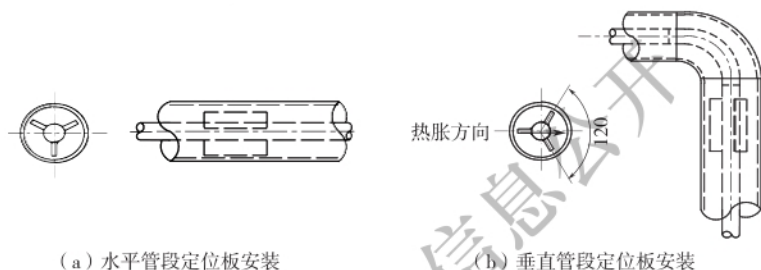


图 8.10.3 定位板安装位置示意

检查方法:目视检查、过程检查。

**8.10.4** 除管道布置结构限制外,夹套管焊缝位置布局应符合下列规定:

- 1 直管段对接焊缝间距,内管不应小于 200mm,套管不应小于 100mm;
- 2 环向焊缝距管架不应小于 100mm,且不得留在过墙或楼板处;
- 3 水平管段套管剖切的纵向焊缝,应置于易检修的部位;
- 4 内管焊缝上不得开孔或连接支管段。

检查方法:目视检查、测量检查。

**8.10.5** 夹套管的跨接管安装应在套管安装结束后进行,跨接管连接应预留安装空间,可拆卸的连通管应安装法兰。

检查方法:目视检查。

**8.10.6** 跨接管拐弯处宜采用煨制方式,夹套管的跨接管安装应符合下列规定:

- 1 输送气体介质,应高进低出;
- 2 输送液态介质,应低进高出。

检查方法:目视检查、查验设计文件。

**8.10.7** 夹套阀门和夹套管的跨接管安装应紧凑,并应方便检查和操作。

检查方法:目视检查、查验设计文件。

## 9 管道焊接检查和检验

### 9.1 一般规定

9.1.2 铬钼合金钢管道的射线检测无损检测宜在热处理后进行,并应对焊缝采用光谱分析进行主要合金金属元素验证性检查,每个管道编号(按管线号)的焊缝抽查数量不应少于2条。

### 9.3 焊接接头的无损检测

9.3.1 管道焊接接头无损检测除设计文件另有规定外,厚度小于或等于30mm的焊缝应采用射线检测(RT)、相控阵超声检测(PA),厚度大于30mm的碳钢、铬钼合金钢焊缝可采用超声检测,检测数量与验收标准应按表9.3.1规定进行,(UT)、衍射时差法超声检测(TOFD),无损检测标准应执行现行行业标准《承压设备无损检测》NB/T 47013的规定,无损检测比例及验收标准应按表9.3.1的规定进行,并应符合下列规定:

3 当采用不可记录的脉冲反射法超声检测时,尚应对已检焊接接头进行RT或PA或TOFD抽样检测,检测比例不应低于10%。

表 9.3.1 管道焊接无损检测数量及验收标准

检查等级	管道级别	对接接头			角焊接头		
		检测数量	验收标准	合格等级	检测数量	验收标准	合格等级
1	SHA1 SHB1 SHC1	100%RT	JB/T 4730.2	Ⅱ级	100%MT	JB/T 4730.4	Ⅰ级
	100%UT	JB/T 4730.3	Ⅰ级	100%PT	JB/T 4730.5		

续表 9.3.1

检查等级	管道级别	对焊接头			角焊接头		
		检测数量	验收标准	合格等级	检测数量	验收标准	合格等级
2	SHA2 SHB2 SHC2	20%RT	JB/T 4730.2	Ⅱ级	20%MT	JB/T 4730.4	Ⅰ级
		20%UT	JB/T 4730.3	Ⅰ级	20%PT	JB/T 4730.5	
3	SHA3 SHB3 SHC3	10%RT	JB/T 4730.2	Ⅲ级	—	—	—
		10%UT	JB/T 4730.3	Ⅱ级	—	—	
4	SHA4 SHB4 SHC4	5%RT	JB/T 4730.2	Ⅲ级	—	—	—
		5%UT	JB/T 4730.3	Ⅱ级	—	—	
5	SHC5	—	—	—	—	—	

注：表中检测方法 RT 与 UT、MT 与 PT 的关系为“或”。

表 9.3.1 管道焊接接头无损检测比例及验收标准

管道级别	检测比例	验收标准				
		对接接头		角接头	支管连接接头	
SHA1 SHB1 SHC1	100%	RT Ⅱ级、 PA Ⅱ级、 TOFD Ⅱ级 或 UT Ⅰ级	MT Ⅰ级 或 PT Ⅰ级	MT Ⅰ级 或 PT Ⅰ级	RT Ⅱ级、 PA Ⅱ级、 TOFD Ⅱ级 或 UT Ⅰ级	MT Ⅰ级 或 PT Ⅰ级
SHA2 SHB2 SHC2	20%					
SHA3 SHB3 SHC3	10%	RT Ⅲ级、 PA Ⅱ级、 TOFD Ⅱ级 或 UT Ⅱ级	—	—	MT Ⅰ级 或 PT Ⅰ级	—
SHA4 SHB4 SHC4	5%		—	—	—	
SHC5	—	—	—	—	—	—

- 注：1 角接接头包括平焊法兰、承插焊、密封焊、半管箍与主管、补强板与管子连接的焊接接头，以及垫板、支（吊）架与承压件连接的焊接接头等；
- 2 支管连接接头不包括嵌入式支管连接接头；
- 3 质量检查等级为 1 级和 2 级的对接接头，对碳钢和不锈钢可不进行 MT 或 PT 的检测；
- 4 对于铁磁性材料宜采用 MT；
- 5 支管连接接头的 RT、PA、TOFD、UT 检测，适用于支管大于或等于 DN100 的承压焊缝。

9.3.2 设计文件规定射线检测的焊接接头的无损检测方法改用超声检测时其他检测方法时,应征得设计单位和建设单位同意。

9.3.4 管道焊接接头的检测比例应按下列规定执行:

1 公称直径小于500mm DN500 时宜按焊接接头数量计算,抽查的焊缝受条件限制不能全部进行检测时,经检验人员确认可对该条焊缝按相应的检测比例进行局部检测;

2 公称直径大于或等于500mm DN500 时应按每个焊接接头焊缝的长度计算,检测长度不应小于 250mm;

3 焊接接头的抽样无损检测比例应按管道编号 检验批统计。

9.3.5 管道焊接接头按比例抽样检查 检测时,检验批应按下列规定执行:

3 该批中焊接接头固定口检测不应少于标准检测数量的 40%;

4 质量检查人员应按下列原则选定该批被检焊接接头:

1) 应覆盖施焊的每名焊工/焊工组合;

2) 按比例均衡各管道编号分配检测数量 检测数量宜按比例均衡分配到该批内各管线号;

3) 交叉焊缝部位应包括检查长度不小于 38mm 的相邻焊缝。

检查方法:核查管道单线图、无损检测报告和委托单。核查管道焊接记录和无损检测报告。

9.3.5A 交叉焊缝部位检测应包括相邻焊缝,相邻焊缝的检测长度不宜小于 38mm。局部检测时,应先检测交叉焊缝部位。

检查方法:核查管道单线图和无损检测报告。

9.3.5B 夹套管焊接接头的无损检测设计文件无明确规定时,检测比例应符合下列规定,验收标准应符合本规范第 9.3.1 的规定:

1 内管的对接焊接接头应进行 100% 射线或相控阵超声检

测,角接接头应进行 100%表面无损检测;

2 定位板与内管外壁的角焊缝应进行 100%表面无损检测;

3 套管的焊接接头检测数量应不少于 5%,剖分的纵向焊接接头应按焊缝长度计算检测比例。

检查方法:核查管道单线图和无损检测报告。

9.3.6 累进检查应符合下列要求:抽样检测发现不合格缺陷时,应按原规定的检测方法进行累进检测和复检。检验批的验收应符合下列规定:

1 检验批中抽样检测的焊接接头评定合格全部评定合格的,则可对该批焊接接头予以验收;

2 在一个检验批中检测出不合格焊接接头,应在该批中对该焊工按不合格焊接接头数量加倍进行检测,加倍检测接头及返修接头评定合格焊接接头全部合格、所有返修部位复检合格或不合格焊接接头已经割除的,则应对该批焊接接头予以验收;

3 若加倍检测的焊接接头中又检测出不合格焊接接头,应按在该批中对该焊工按加倍检测出的不合格焊接接头数量再次加倍进行检测,加倍检测接头及返修接头评定合格再次加倍检测焊接接头全部合格、所有返修部位复检合格或不合格焊接接头已经割除的,则应对该批焊接接头予以验收;

4 若再次加倍检测仍出现不合格焊接接头,应对该焊工焊接的该批焊接接头全部检测,并对不合格的焊接接头返修,评定合格后该批中该焊工焊接的焊接接头全部进行检测,全部检测焊接接头及返修部位检测合格,或不合格焊接接头已经割除的可对该批焊接接头予以验收。

检查方法:核查管道单线图焊接记录和无损检测报告。

9.3.6A 局部检测的焊接接头发现不合格缺陷时,应按下列规定增加检测长度并按原规定的检测方法检测至合格或割除:

**1** 发现不合格缺陷时,应在该缺陷延伸部位增加检测长度,增加检测的长度为该焊接接头长度的 10%且不应小于 250mm;

**2** 若在增加检测长度范围内又发现不合格缺陷,则应在新检测出不合格缺陷延伸部位再增加 10%的检测长度且不应小于 250mm;

**3** 若再次增加检测长度范围内仍有不合格缺陷,则对该焊接接头进行 100%检测。

检查方法:核查管道焊接记录和无损检测报告。

**9.3.6B** 割除重新焊接的焊接接头应按原设计规定的检测方法和比例要求进行重新检测至合格。

检查方法:核查管道焊接记录、无损检测报告和委托单。

## 9.4 硬度检测

**9.4.3** 除设计文件另有规定外,焊接接头热处理后的硬度值应宜符合本规范表 7.4.4 的规定。表 7.4.4 中未列入材料或未注明硬度值的材料,应按设计文件执行。

## 9.5 焊缝铁素体检查

**9.5.2** 要求铁素体检查的管道,焊缝和热影响区的铁素体含量应符合设计要求,设计无要求时应符合表 9.5.2 的规定。

表 9.5.2 焊缝铁素体含量

序号	材 质	铁素体含量(体积比)	备 注
1	含钼奥氏体不锈钢	≤5%	中、高温工况
2	奥氏体-铁素体双相钢	30%~60%	腐蚀介质工况

表 9.5.2 焊缝铁素体含量

序号	材质	铁素体含量
1	含钼奥氏体不锈钢	≤5FN(铁素体数)
2	奥氏体-铁素体双相钢	30%~60%(体积比)

## 10 管道试验

### 10.1 一般规定

10.1.2 管道系统在压力试验前,应对下列资料进行确认:

3 无损检测报告按本规范第 9.3 节要求核查施工过程中无损检测结果;

4 核查热处理及硬度检测报告;

7 不锈钢管道试压用水水质报告;

8 设计变更及材料代用文件;

9 压力试验方案及试压流程图已经建设单位审批。

检查方法:核查有关记录和报告资料文件。

10.1.4 压力试验除设计另有规定外应采用液压试验,采用其他试验方法应满足下列条件:

1 对本规范表 4.0.1 中 SHC4(21)和 SHC5 级管道,经建设单位或设计单位同意,可按本规范第 10.5 节规定的初始运行压力试验代替液压试验;

2 受条件限制不能进行液压试验时,经建设单位和设计单位同意,可采用本规范第 10.4 节规定的气压试验。

10.1.8 参加试验的管道焊接接头不得包覆隔热材料和涂刷防腐层。焊缝及其他应检查的部位,除涂刷底漆外不得进行其他防腐蚀和绝热工程施工。按本规范第 10.1.11 条进行敏感性泄漏试验的管道不得进行任何隐蔽工程施工。

10.1.10 当受条件限制管道系统无法进行液压试验或气压试验时,经设计单位和建设单位同意,可不进行压力试验,但应满足第 10.1.11 条的规定;

1 液压试验会损害衬里或内部隔热层,或因水或湿气污染生产过程,或由于试验载荷而导致管道支撑结构过载,或在试验中由于低温而出现脆性断裂的危险;

2 气压试验具有比液压试验更大的风险,或在试验中由于低温而出现脆性断裂的危险。

检查方法:核查资料。

10.1.11 符合第 10.1.10 条要求免除压力试验时,应同时符合下列规定:

1 所有与受压元件连接的焊接接头(包括纵向以及螺旋焊接接头、角接头)均应经 100%无损检测,验收标准应符合本规范表 9.3.1 的规定;

2 管道系统应通过敏感性泄漏试验。

检查方法:核查资料,过程检查。

## 10.2 系统设置

10.2.1 膨胀节参加系统试验时应符合下列规定:

3 泄漏性试验时所有膨胀节应参加系统试验。

10.2.4 管道系统压力试验时宜与设备隔离,当管道与设备作为一个系统进行液压试验时,应征得建设或设计单位同意,并应符合下列规定:

10.2.5 夹套管的压力试验应符合下列规定:

1 夹套管的内管、套管应分别进行压力试验;

2 夹套管内管压力试验应在内管焊接接头隐蔽前进行;

3 夹套管的压力试验应在管段或系统焊接、检查和检验合格后进行。

检查方法:核定图纸和试压方案。

## 10.3 液压试验

10.3.1 液压试验宜使用工业用水洁净水,奥氏体不锈钢管道系



统以水为介质进行试验时,水中的氯离子含量不得超过 50mg/L。

检查方法:检查水质报告。

**10.3.2** 当冰冻或水对管道或工艺有影响时,可采用其他无毒液体。液压试验介质具有可燃性时,其闪点应大于  $45^{\circ}\text{C}$   $49^{\circ}\text{C}$ , 并应采取防护措施。

**10.3.3** 液压试验的试验压力不低于 1.5 倍设计压力,当管道的设计温度高于试验温度时,试验压力应按下式计算:

当  $P_s$  在试验温度下,产生超过屈服强度的应力时,应将试验压力  $P_s$  降至不超过屈服强度  $90\%$  时的最大压力。

当按公式计算的  $P_s$  值大于管道系统中其他管道组件件的试验压力时,应按该管道组件件的试验压力值进行试验。

**10.3.7** 液体压力试验时,应缓慢升压,达到试验压力后停压 10min,然后降至设计压力,停压 30min,应以不降压、无泄漏、无变形即为 强度和严密性 压力试验为合格。

## 10.4 气压试验

**10.4.5** 气体压力试验时,应逐步缓慢增加压力。当压力升至 试验压力的 50%  $0.35\text{MPa}$  时,稳压 3min,未发现异常或泄漏,继续按试验压力的  $10\%$  逐级升压,每级稳压 3min,直至试验压力,稳压 10min,再将压力降至设计压力,涂刷中性发泡剂对试压系统进行检查,管道无变形、无泄漏即为 强度和严密 压力试验合格。

## 10.5 初始运行压力试验

**10.5.1** 对于 SHC4(21)SHC5 级管道系统,可结合试车用管道输送的气体或液体介质进行压力试验,并应符合下列规定:

## 10.6 泄漏 性 试验和真空试验

**10.6.1** 管道系统的气体泄漏性试验应按设计文件要求进行,试

验压力应为设计压力。符合本规范第 4.0.1 条中的 SHA1、SHA2、SHB1 级管道和设计文件规定的管道系统,应进行泄漏试验。

检查方法:过程检查,核查试验记录。

检查方法:核查设计文件,核查试验方案。

10.6.2 气体泄漏性试验应符合下列规定:

1 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;泄漏试验时,应重点检查阀门填料函、法兰或螺纹连接处、放空阀、排气阀、排水阀和膨胀节等部位,以无泄漏为合格。

2 当装置试车时综合气密试验的压力应能满足泄漏性试验的压力,经建设单位同意,泄漏性试验可结合装置试车同时进行;经本规范第 10.4 节气压试验合格,且在试验后未经拆卸过的管道系统可不进行泄漏试验。

3 泄漏性试验的检查重点应是阀门填料函、法兰或螺纹连接处、放空阀、排气阀、排水阀等;建设单位或设计单位可根据实际情况选择本规范第 10.6.3 条气密性泄漏试验或第 10.6.4 条敏感性泄漏试验的方法进行泄漏试验。

4 经气压试验合格,且在试验后未经拆卸的管道,可不进行气体泄漏性试验。

10.6.3 气体泄漏性试验时,试验压力应逐级缓慢上升,当达到试验压力时,停压 10min 后,用涂刷中性发泡剂的方法,巡回检查所有密封点,无泄漏应为合格。气密性泄漏试验的试验压力应为设计压力,真空管道的试验压力应为内压 0.1MPa,试验介质可采用空气。除试验压力外,气密性泄漏试验其他要求应符合本规范第 10.4 节的规定。经建设单位或设计单位同意,气密性泄漏试验可按最高操作压力或结合试车一并进行。

检查方法：现场逐点检查验收。过程检查，核查试验方案。

**10.6.4** 管道系统气体泄漏性试验合格后，应及时缓慢泄压，并填写试验记录。敏感性泄漏试验宜采用气泡泄漏检测直接加压技术，试验方法符合行业标准《承压设备无损检测 第8部分：泄漏检测》NB/T 47013.8—2012 附录A的要求，试验灵敏度不应低于 $10^{-4}(\text{Pa} \cdot \text{m}^3)/\text{s}$ ，并应符合下列规定：

**1** 试验过程中，管道系统的表面温度应在 $5\text{C} \sim 50\text{C}$ 范围内；

**2** 试验压力不应小于 $105\text{kPa}$ 和 $25\%$ 设计压力的较小值；

**3** 应将试验压力逐渐增加至 $0.5$ 倍的试验压力和 $170\text{kPa}$ 的较小值，然后稳压 $5\text{min}$ 进行初检，未发现异常或泄漏的，继续按试验压力的 $10\%$ 逐级升压，每级稳压 $3\text{min}$ 检查，至试验压力后在重点检查部位涂刷中性发泡剂，稳压 $15\text{min}$ 进行泄漏检查，被检查部位在检查期间应保持湿润状态。

**4** 以无重复或连续的气泡出现为合格。

检查方法：过程检查 检 核查试验 记录 方案。

**10.6.5** 真空管道系统，压力试验合格后，应以 $0.1\text{MPa}$ 气体进行泄漏性试验，试验应按本规范第10.6.2条和第10.6.3条的要求进行。建设单位或设计单位可采用下列灵敏度更高的敏感性泄漏试验方法：

**1** 卤素二极管泄漏检测，试验方法应符合行业标准《承压设备无损检测 第8部分：泄漏检测》NB/T 47013.8—2012 附录C的规定，试验压力应符合本规范第10.6.4条的规定，以检出的漏率不超过 $1 \times 10^{-5}(\text{Pa} \cdot \text{m}^3)/\text{s}$ 为合格。

**2** 氦质谱仪泄漏检测应采用吸枪技术，试验方法应符合行业标准《承压设备无损检测 第8部分：泄漏检测》NB/T 47013.8—2012 附录D的规定，试验压力符合本规范第10.6.4条的规定，以检出的漏率不超过 $1 \times 10^{-5}(\text{Pa} \cdot \text{m}^3)/\text{s}$ 为合格；

3 氨泄漏检测,试验压力和方法应符合行业标准《承压设备无损检测 第8部分:泄漏检测》NB/T 47013.8—2012 附录G的规定,以涂敷在被检查部位的试纸未发生颜色变化为合格。

检查方法:过程检查[检]核查试验记录。

10.6.6 真空管道在[气体泄漏性]系统压力试验合格后,真空系统联动试运转时,还应进行真空度试验。真空度试验应在温度变化较小的环境中进行。当系统内真空度达到设计文件要求时,应停止抽真空,进行系统的增压率考核。考核时间应为24h,增压率应按下式计算,不大于5%应为合格。

## 11 管道吹洗

### 11.1 一般规定

11.1.2 吹洗方法应根据管道的使用要求、工作介质及管道内表面的脏污程度确定,应按下列规定执行:

4 公称直径大于或等于  $600\text{mm}$  DN600 的管道,可采用人工清理。

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

## 12 交工技术文件

**12.0.3** 工厂化预制管段交付安装时,管段应有符合本规范第 6.4.1条和第 6.4.3 条规定的标识,并按管道编号 管线号提交下列技术文件:

- 3 管道对接焊接接头报检/检查记录;
- 4 管道焊接接头无损检测日 焊口检测委托单;
- 7 硬度检验 检测报告;
- 8 管道焊接接头射线检测比例确认 无损检测数量统计表。

**12.0.4** 管道工程交工时,参建单位应按现行行业标准《石油化学建设工程项目交工技术文件规定》SH/T 3503 的规定提交下列技术文件:

- 4 管道材料发放一览表 合格焊工及无损检测人员登记表;
- 6 安全阀调整试验记录及安全附件安装检验记录;
- 11 无损检测报告(包括射线、超声、磁粉及渗透检测等) 管道无损检测结果汇总表;
- 12 硬度试验 检测报告;
- 13 管道焊接接头射线检测比例确认表 管道无损检测数量统计表;
- 15 管道系统耐 压力 试验条件确认 与试验 记录;
- 15A 管道系统压力试验记录;
- 18 给排水压力流管道耐 压力 试验条件确认与试验记录;
- 18A 给排水压力流管道放水法试验记录;

**18B** 给排水压力流管道注水法试验记录；

**19A** 管道试压包一览表；

**20** 防腐蚀工程质量[检验]验收记录；

**21** 绝[隔]热工程质量[检验]验收记录；

**12.0.5** 管道工程交工时，施工单位除应提交本规范第 12.0.4 条要求的有关技术文件外，尚应提交符合下列要求含有下列标识的管道单线图，标识内容可列表于管道单线图的空白处或另外附表：

1 [标识管道焊接接头布置、编号和固定口]焊缝编号；

2 [标识]施焊焊工代号；

3 [标识无损检测的焊接接头及其检测方法]固定口位置；

4 [标识应与无损检测报告相对应]检测焊缝位置及无损检测方法；

5 返修标识。

## 附录 A 常用毒性介质、可燃介质

(本附录删除)

### A.0.1 石油化工常用毒性介质见表 A.0.1。

表 A.0.1 常用毒性介质

级别	名 称
极度危害	汞及其化合物、砷及其无机化合物、氯乙烯、铬酸盐、重铬酸盐、黄磷、铍及其化合物、对硫磷、羰基镍、八氟异丁烯、锰及其无机化合物、氰化物、苯、氯甲烷
高度危害	三硝基甲苯、铅及其化合物、二硫化碳、氯、丙烯腈、四氯化碳、硫化氢、甲醛、苯胺、氟化氢、五氯酚及其钠盐、镉及其化合物、敌百虫、氯丙烯、钋及其化合物、溴甲烷、硫酸二甲酯、金属镍、甲苯二异氰酸酯、环氧氯丙烷、砷化氢、敌敌畏、光气、氯丁二烯、一氧化碳、硝基苯
中度危害	二甲苯、三氯乙烯、二甲基甲酰胺、六氟丙烯、苯酚、氮氧化物、苯乙烯、甲醇、硝酸、硫酸、盐酸、甲苯
轻度危害	溶剂汽油、丙酮、氢氧化钠、四氟乙烯、氨

### A.0.2 石油化工常用可燃气体见表 A.0.2。

表 A.0.2 常用可燃气体

类别	名 称
甲	乙炔、环氧乙烷、氢气、合成气、硫化氢、乙烯、氰化氢、丙烯、丁烯、丁二烯、顺丁烯、反丁烯、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、丙二烯、环丙烷、甲胺、环丁烷、甲醛、甲醚(二甲醚)、氯甲烷、氯乙烯、异丁烷、异丁烯
乙	一氧化碳、氨、溴甲烷

### A.0.3 石油化工常用液化烃、可燃液体介质见表 A.0.3。



表 A.0.3 常用液化烃、可燃液体

类别		名称
甲	A	液化氯甲烷、液化顺式-2 丁烯、液化乙烯、液化乙烷、液化反式-2 丁烯、液化环丙烷、液化丙烯、液化丙烷、液化环丁烷、液化新戊烷、液化丁烯、液化丁烷、液化氯乙烯、液化环氧乙烷、液化丁二烯、液化异丁烷、液化异丁烯、液化石油气、液化二甲胺、液化三甲胺、液化二甲基亚硫、液化甲醚(二甲醚)
甲	B	异戊二烯、异戊烷、汽油、戊烷、二硫化碳、异己烷、己烷、石油醚、异庚烷、环己烷、辛烷、异辛烷、苯、庚烷、石脑油、原油、甲苯、乙苯、邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯、异丁醇、乙醚、乙醛、环氧丙烷、甲酸甲酯、乙胺、二乙胺、丙酮、丁醛、三乙胺、醋酸乙烯、甲乙酮、丙烯腈、醋酸乙酯、醋酸异丙酯、二氯乙烯、甲醇、异丙醇、乙醇、醋酸丙酯、丙醇、醋酸异丁酯、甲酸丁酯、吡啶、二氯乙烷、醋酸丁酯、醋酸异戊酯、甲酸戊酯、丙烯酸甲酯、甲基叔丁基醚、液态有机过氧化物
乙	A	丙苯、环氧氯丙烷、苯乙烯、喷气燃料、煤油、丁醇、氯苯、乙二胺、戊醇、环己酮、冰醋酸、异戊醇、异丙苯、液氨
	B	轻柴油、环戊烷、硅酸乙酯、氯乙醇、氯丙醇、二甲基甲酰胺、二乙基苯
丙	A	重柴油、苯胺、锭子油、酚、甲酚、糠醛、20 号重油、苯甲醛、环己醇、甲基丙烯酸、甲酸、乙二醇丁醚、甲醛、糖醇、辛醇、单乙醇胺、丙二醇、乙二醇、二甲基乙酰胺
	B	蜡油、100 号重油、渣油、变压器油、润滑油、二乙二醇醚、三乙二醇醚、邻苯二甲酸二丁酯、甘油、联苯-联苯醚混合物、二氯甲烷、二乙醇胺、三乙醇胺、二乙二醇、三乙二醇、液体沥青、液硫

注：闪点小于 60℃且大于或等于 55℃的轻柴油，如果储罐操作温度小于或等于

40℃时，其火灾危险性可视为丙<sub>A</sub>类。

## 附录 B 管道分级编码

(本附录删除)

**B.0.1** 石油化工管道分级编码可由下列单元组成：

1 编码一单元为汉语拼音字母 SH；

2 编码二单元为英文字母 A、B、C；

3 编码三单元为阿拉伯数字 1、2、3、4、5。

**B.0.2** 石油化工管道分级各编码单元所代表的内容见表 B.0.2。

表 B.0.2 石油化工管道分级编码

编码单元	编码符号	编码内容
一单元	SH	石油化工行业标准
二单元	A	输送毒性介质管道
	B	输送可燃介质管道
	C	输送无毒、非可燃介质管道
三单元	1	检查等级 1 级、焊接接头 100%无损检测的管道
	2	检查等级 2 级、焊接接头 20%无损检测的管道
	3	检查等级 3 级、焊接接头 10%无损检测的管道
	4	检查等级 4 级、焊接接头 5%无损检测的管道
	5	检查等级 5 级、焊接接头可不进行无损检测的管道

## 引用标准名录

- 《石油化工企业设计防火标准》GB 50160
- 《石油化工绝热工程施工质量验收规范》GB 50645
- 《化学品分类和标签规范 第 18 部分：急性毒性》GB 30000.18
- 《职业性接触毒物危害程度分级》
- 《氧气用截止阀》JB/T 10530
- 《石油化工涂料防腐蚀工程施工质量验收规范》SH/T 3548
- 《石油化工设备和管道涂料防腐蚀技术规范》SH 3022 —1999
- 《承压设备无损检测 第 2 部分 射线检测》JB/T 4730.2
- 《承压设备无损检测 第 3 部分 超声检测》JB/T 4730.3
- 《承压设备无损检测 第 4 部分：磁粉检测》JB/T 4730.4 NB/T 47013.4
- 《承压设备无损检测 第 5 部分：渗透检测》JB/T 4730.5 NB/T 47013.5
- 《承压设备无损检测 第 8 部分：泄漏检测》NB/T 47013.8