



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3040—2002
代替 SH 3040—1991

石油化工管道伴管和夹套管 设计 规 范

Design specification of tracing piping and jacket piping
for petrochemical industry

2003-02-09 发布

2003-05-01 实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

目 次

前言.....III

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语、符号.....1

4 一般规定.....3

5 伴管设计.....4

6 夹套管设计.....23

7 安装要求.....31

用词说明.....33

前 言

本规范是根据中国石化(2001)建标字 088 号文的通知,由上海金山石油化工设计院对原《石油化工企业蒸汽伴热及夹套管设计规范》SHJ 40—91 进行修订而成。

本规范共分 7 章。这次修订的主要内容有:

- 1 规范名称更改为《石油化工管道伴管和夹套管设计规范》;
- 2 对原规范的内容作了修改和补充;
- 3 增加了热水伴管设计规范;
- 4 增加了伴管和夹套管安装要求的有关内容。

在修订过程中,针对原规范中存在的问题,进行了广泛的调查研究,总结了近几年石油化工蒸汽和热水伴管及蒸汽夹套管设计和使用方面的实践经验,并征求了有关设计、施工、生产等方面的意见,对其中的主要问题进行了多次讨论,最后经审查定稿。

本规范在实施过程中,如发现需要修改补充之处,请将意见和有关资料提供给主编单位(地址:上海市金山区金一东路 7 号,邮编:200540),以便今后修订时参考。本标准由主编单位负责解释。

本标准的主编单位:上海金山石油化工设计院

参 加 编 制 单 位:中国石化工程建设公司

主 要 起 草 人:康美琴 张发有

石油化工管道伴管和夹套管设计规范

1 范围

本规范规定了石油化工工艺管道蒸汽和热水外伴热管及蒸汽夹套管的设计及安装要求。

本规范适用于石油化工新建工艺管道蒸汽和热水外伴热管及蒸汽夹套管设计。扩建、改建部分的设计可参照执行，设备和仪表的伴管和夹套管的设计、其他伴热介质的伴管和夹套管设计也可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。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规范，然而，鼓励根据本规范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，其最新版适用于本规范。

GB 50235 《工业金属管道工程施工及验收规范》

SH 3041 《石油化工管道柔性设计规范》

SH 3501 《石油化工剧毒、可燃介质管道工程施工及验收规范》

3 术语、符号

3.1 术语

3.1.1

伴管 **tracing piping**

外伴热管。

3.1.2

夹套管 **jacket piping**

夹套管，包括套管和内管。

3.1.3

经济厚度 **economical thickness**

隔热后，年散热损失所花费的费用和隔热工程投资的年分摊费用之和为最小值时的计算厚度。

3.1.4

环境温度 **environment temperature**

取历年最冷月份平均温度的平均值。

3.1.5

导热胶泥 **heat transfer cement**

一种既有导热性又有粘结性的膏状物质，可与蒸汽伴管系统一起使用，以改善传热状况。

3.2 符号

D_i —— 保温层内径，m；

D_o —— 保温层外径，m；

d —— 伴管计算外径，m；

d_o —— 伴管外径，m；

- f_n —— 热能价格, 元/ 10^6 kJ;
 g_1 —— 伴管蒸汽耗量, kg/m·h;
 g_2 —— 夹套管蒸汽耗量, kg/m·h;
 H_i —— 饱和水热焓, kJ/kg;
 H_v —— 饱和蒸汽热焓, kJ/kg;
 i —— 年利率(复利);
 K —— 热损失附加系数, 取 1.15~1.25;
 n —— 伴管根数, 根;
 n_i —— 保温层结构投资计息年数;
 n_t —— 伴管投资计息年数;
 P_i —— 保温层结构单位造价, 元/ m^3 ;
 P_t —— 伴管单位造价, 元/kg;
 q_1 —— 带伴管的管道热损失, W/m;
 q_2 —— 夹套管热损失, W/m;
 q_3 —— 无套管部分热损失, W/m;
 q_4 —— 被伴介质温升所需热量, W/m;
 $\sum Q_i = q_2 + q_3 + q_4$, W/m;
 R_i —— 保温层热阻, $m \cdot ^\circ C/W$;
 R_s —— 保温层表面热阻, $m \cdot ^\circ C/W$;
 S_i —— 保温层结构投资贷款年分摊率:
 按复利: $S_i = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$
 S_t —— 伴管投资贷款年分摊率:
 按复利: $S_t = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$
 t —— 被伴介质温度, $^\circ C$;
 t_a —— 环境温度, $^\circ C$;
 t_{st} —— 伴管介质温度, $^\circ C$;
 V_w —— 历年年平均风速的平均值, m/s;
 α —— 保温层外表面向大气的放热系数, $W/m^2 \cdot ^\circ C$;
 α_i —— 保温层内加热空间空气向保温层的放热系数, $W/m^2 \cdot ^\circ C$, 一般取 13.95;
 α_t —— 伴管向保温层内加热空间的放热系数, $W/m^2 \cdot ^\circ C$;
 δ —— 保温层厚度, m;
 δ_t —— 伴管壁厚, m;
 λ —— 保温材料制品导热系数, $W/m \cdot ^\circ C$;
 τ —— 年运行时间, h;
 ρ —— 钢材密度, kg/m^3 。

4 一般规定

4.1 下列管道应采用伴管或夹套管伴热：

- a) 需从外部补偿管内介质热损失，以维持被输送介质温度的管道；
- b) 在输送过程中，由于热损失而产生凝液，并可能导致腐蚀或影响正常操作的气体管道；
- c) 在操作过程中，由于介质压力突然下降而自冷，可能冻结导致堵塞的管道；
- d) 在切换操作或停输期间，管内介质由于热损失造成温度下降，介质不能放净吹扫而可能凝固的管道；
- e) 在输送过程中，由于热损失可能析出结晶的管道；
- f) 输送介质由于热损失粘度增高，系统阻力增加，输送量下降，达不到工艺最小允许量的管道；
- g) 输送介质的凝固点等于或高于环境温度的管道。

4.2 伴热方式的选用原则如下：

- a) 输送介质的终端温度或环境温度接近或低于其凝固点的管道：
 - 1) 介质凝固点低于 50℃ 时，宜选用伴管伴热；
 - 2) 介质凝固点为 50℃ 至 100℃ 时，宜选用夹套管伴热；
 - 3) 介质凝固点高于 100℃ 时，应选用内管焊缝隐蔽型夹套管伴热。管道上的阀门、法兰、过滤器等应为夹套型；
- b) 输送气体介质的露点高于环境温度需伴热的管道，宜选用伴管伴热；
- c) 介质温度要求较低的工艺管道、输送介质温度或环境温度接近或低于其凝固点的管道，宜采用热水伴管伴热；
- d) 液体介质凝固点低于 40℃ 的管道、气体介质露点高于环境温度且低于 40℃ 的管道及热敏性介质管道，宜采用热水伴管伴热；
- e) 输送有毒介质且需夹套管伴热的管道，应选用内管焊缝外露型夹套管伴热；
- f) 经常处于重力自流或停滞状态的易凝介质管道，宜选用夹套管伴热或带导热胶泥的蒸汽伴管伴热。

4.3 伴热介质的温度宜按下列要求确定：

- a) 伴管的介质温度宜高于被伴介质温度 30℃ 以上，当采用导热胶泥时，宜高于被伴介质温度 10℃ 以上；
- b) 伴热热水温度宜低于 100℃，当被伴介质温度较高时，热水温度可高于 100℃，但不得高于 130℃。伴热热水回水温度不宜低于 70℃；
- c) 套管的介质温度可等于或高于被伴介质温度，但温差不宜超过 50℃；
- d) 对于控制温降或最终温度的夹套管伴热的管道，伴热介质的温度应根据被伴介质的凝固点或最终温度要求确定。

4.4 热水伴热系统应采用闭式循环系统，热水的供水压力宜为 0.35MPa~1.0MPa，回水总管余压应控制在 0.2MPa~0.3MPa。

4.5 伴管及夹套管的材质应按下列规定选用：

- a) 材质应根据设计温度、设计压力和介质特性等设计条件选用；
- b) 伴管及夹套管的内管应采用无缝钢管，套管可采用无缝钢管或焊接钢管；
- c) 夹套管中与内管连接的管件应与内管的材质相同；
- d) 当套管与内管材质不同时，应对夹套管进行应力计算。如两者热胀差异产生的热应力超过许

用值时, 内管与套管宜采用同种材质或线膨胀系数相近的材质。

4.6 伴管伴热的管道保温宜选用硬质或半硬质圆形保温材料制品。如选用软质材料时, 应在伴管与保温层之间加铁丝网以保证加热空间。

4.7 保温厚度和热损失应按下列方法计算:

- 当工艺无特殊要求时, 保温厚度应采用“经济厚度”法计算。若经济厚度偏小以致散热损失量超过最大允许散热损失量时, 应采用最大允许热损失量下的厚度。
- 保温厚度计算以采用硬质或半硬质圆形制品材料为依据。
- 带外伴热管道的保温层经济厚度应按下式计算:

$$D_0 \ln n \frac{D_0}{D_i} + \frac{2\lambda D_0}{\alpha_i D_i} = 2 \sqrt{\frac{3.6 f_a \tau \lambda (t - t_a)}{10^6 P_i S_i} + \frac{\rho \delta_i S_i P_i \lambda K (t - t_a)}{P_i S_i \alpha_i (t_{st} - t)}} - \frac{2\lambda}{\alpha} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\delta = \frac{D_0 - D_i}{2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

- 夹套管管道的保温层经济厚度应按下式计算:

$$D_0 \ln \frac{D_0}{D_i} = 3.795 \times 10^{-3} \sqrt{\frac{f_a \lambda \tau (t - t_a)}{P_i S_i}} - \frac{2\lambda}{\alpha} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\delta = \frac{D_0 - D_i}{2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

- 蒸汽伴管和热水伴管的管道热损失应按下式计算:

$$q_1 = \frac{2\pi K (t - t_a)}{\frac{1}{\lambda} \ln \frac{D_0}{D_i} + \frac{2}{\alpha D_0} + \frac{2}{\alpha_i D_i}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

- 夹套管管道的热损失应按下式计算:

$$q_2 = \frac{2\pi (t - t_a)}{\frac{1}{\lambda} \ln \frac{D_0}{D_i} + \frac{2}{\alpha D_0}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

4.8 伴管和夹套管的蒸汽耗量可按下列公式计算:

- 蒸汽伴管的蒸汽耗量按下式计算:

$$g_1 = \frac{3.6 K q_1}{H_v - H_i} \quad \dots\dots\dots (7)$$

- 夹套管的蒸汽耗量按下式计算:

$$g_2 = \frac{3.6 K \sum Q_i}{H_v - H_i} \quad \dots\dots\dots (8)$$

5 伴管设计

5.1 伴管管径及根数 (采用硬质或半硬质圆形保温材料制品) 可按下列公式计算:

$$d = \frac{K (t - t_a)}{\left(\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{D_0}{D_i} + \frac{1}{\alpha D_0} + \frac{1}{\alpha_i D_i} \right) \alpha_i (t_{st} - t)} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$n \geq \frac{d}{d_0} \dots\dots\dots (10)$$

5.2 伴管管径及根数的选用应符合下列规定：

- a) 伴管的管径宜为 $\phi 10$ 、 $\phi 12$ 、 $DN15$ 、 $DN20$ 、 $DN25$ ，伴管根数不宜超过 4 根；
- b) 在不同环境温度及工艺操作条件下，蒸汽伴管管径及根数可按表 1～表 4 选用，热水伴管管径及根数可按表 5～表 8 选用；
- c) 环境温度、伴管介质的操作条件、保温材料制品的导热系数及放热系数等数据与表 1～表 8 不同时，伴管管径及根数应按式 (9) 和式 (10) 计算。

表1 蒸汽伴管管径及根数
(蒸汽伴管温度 143℃/183℃、环境温度 5℃)

被伴管管径 DN	伴管管径 DN	保温层厚度 δ , mm	伴管 $n \times DN$ (蒸汽温度 143℃时)						保温层厚度 δ , mm	伴管 $n \times DN$ (蒸汽温度 183℃时)																
			被伴介质输送温度 t , °C							被伴介质输送温度 t , °C																
			60	70	80	90	100	110		110	120	130	140	150	160 ^a	170 ^a										
15	15	40	1×15						50	1×15						1×15	2×15									
20	15	40							50																	
25	15	40							50																	
40	15	40							50																	
50	15	50							60																	
80	15	50							60																	
100	15	50	2×15						60	2×15						1×15	2×15									
150	20	50	1×20						70	1×20						1×20	2×20									
200	20	60							70																	
250	20	60							70																	
300	20	60							70																	
350	20	60							70																	
400	20	60							70																	
450	25	60	1×25						2×25						3×25		2×25	3×25								
500	25	60																	3×25						80	1×25
			$K=1.2$ $\lambda=0.0564\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$ $\alpha=11.6\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ $\alpha_i=13.95\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$						$K=1.2$ $\lambda=0.0600\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$ $\alpha=11.6\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ $\alpha_i=13.95\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$						$\alpha_i=21.28\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN15$) $\alpha_i=20.12\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN20$) $\alpha_i=19.54\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN25$)						$\alpha_i=23.14\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN15$) $\alpha_i=22.10\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN20$) $\alpha_i=21.40\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN25$)					
注 1: 蒸汽压力为 0.3MPa 时, 其饱和蒸汽温度为 143℃; 蒸汽压力为 1.0MPa 时, 其饱和蒸汽温度为 183℃。																										
注 2: 当伴管选用 $\phi 12\text{mm}$ 、 $\phi 10\text{mm}$ 紫铜管或不锈钢管时, 则可代替 $DN15$ 伴管。																										
^a 表示用导热胶泥情况下的伴管管径及根数。																										

表2 蒸汽伴管管径及根数
(蒸汽伴管温度 143℃/183℃、环境温度-5℃)

被伴管管径 DN	伴管管径 DN	保温层厚度 δ , mm	伴管 $n \times DN$ (蒸汽温度 143℃时)						保温层厚度 δ , mm	伴管 $n \times DN$ (蒸汽温度 183℃时)														
			被伴介质输送温度 t , °C							被伴介质输送温度 t , °C														
			60	70	80	90	100	110		110	120	130	140	150	160 ^a	170 ^a								
15	15	40	1×15						50	1×15														
20	15	40							50															
25	15	50							50															
40	15	50							60															
50	15	50							60															
80	15	50							60															
100	15	60	2×15						70	2×15														
150	20	60	1×20						70	1×20														
200	20	60							70															
250	20	60							80															
300	20	60							80															
350	20	60							80															
400	20	70							80															
450	25	70	1×25		2×25		3×25		80	1×25	2×25		3×25											
500	25	70							80															
			$K=1.2$ $\alpha_1=21.28\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ (伴管 DN15) $\alpha_1=20.12\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ (伴管 DN20) $\alpha_1=19.54\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ (伴管 DN25) $\alpha_1=13.95\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$						$K=1.2$ $\alpha_1=23.14\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ (伴管 DN15) $\alpha_1=22.10\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ (伴管 DN20) $\alpha_1=21.40\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ (伴管 DN25) $\alpha_1=13.95\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$															
注 1: 蒸汽压力为 0.3MPa 时, 其饱和蒸汽温度为 143℃; 蒸汽压力为 1.0MPa 时, 其饱和蒸汽温度为 183℃。																								
注 2: 当伴管选用 $\phi 12\text{mm}$ 、 $\phi 10\text{mm}$ 紫铜管或不锈钢管时, 则可代替 DN15 伴管。																								
^a 表示用导热胶泥情况下的伴管管径及根数。																								

表 3 蒸汽伴管管径及根数
(蒸汽伴管温度 143℃/183℃、环境温度-15℃)

被伴管管径 DN	伴管管径 DN	保温层厚度 δ , mm	伴管 $n \times DN$ (蒸汽温度 143℃时)						保温层厚度 δ , mm	伴管 $n \times DN$ (蒸汽温度 183℃时)																
			被伴介质输送温度 t , °C							被伴介质输送温度 t , °C																
			60	70	80	90	100	110		110	120	130	140	150	160 ^a	170 ^a										
15	15	50	1×15						60	1×15																
20	15	50							60																	
25	15	50																								
40	15	50																								
50	15	50																								
80	15	60																								
100	15	60																								
			2×15							70	2×15						1×15	2×15								
			70																							
150	20	60	1×20						70	1×20																
200	20	70							80																	
250	20	70																								
300	20	70																								
350	20	70																								
400	20	70																								
450	25	70																								
500	25	70	1×25							2×25						3×25		80	1×25	2×25	3×25	2×25	3×25			
			2×25						3×25																	
			$K=1.2$ $\lambda=0.0564\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$ $\alpha=11.6\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ $\alpha_1=13.95\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$						$K=1.2$ $\lambda=0.0600\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$ $\alpha=11.6\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ $\alpha_1=13.95\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$						$\alpha_1=21.28\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN15$) $\alpha_1=20.12\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN20$) $\alpha_1=19.54\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN25$)						$\alpha_1=23.14\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN15$) $\alpha_1=22.10\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN20$) $\alpha_1=21.40\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN25$)					
注 1: 蒸汽压力为 0.3MPa 时, 其饱和蒸汽温度为 143℃; 蒸汽压力为 1.0MPa 时, 其饱和蒸汽温度为 183℃。																										
注 2: 当伴管选用 $\phi 12\text{mm}$ 、 $\phi 10\text{mm}$ 紫铜管或不锈钢管时, 则可代替 $DN15$ 伴管。																										
^a 表示用导热胶泥情况下的伴管管径及根数。																										

表4 蒸汽伴管管径及根数
(蒸汽伴管温度 143℃/183℃、环境温度-25℃)

被伴管管径 <i>DN</i>	伴管管径 <i>DN</i>	保温层厚度 δ , mm	伴管 $n \times DN$ (蒸汽温度 143℃时)						保温层厚度 δ , mm	伴管 $n \times DN$ (蒸汽温度 183℃时)									
			被伴介质输送温度 t , °C							被伴介质输送温度 t , °C									
			60	70	80	90	100	110		110	120	130	140	150	160 ^a	170 ^a			
15	15	50	1×15						60	1×15									
20	15	50							60										
25	15	50							60										
40	15	50							60										
50	15	60							70										
80	15	60							70										
100	15	60							70										
150	20	70	1×20						80	1×20						1×20	2×20		
200	20	70							80										
250	20	70							80										
300	20	70							80										
350	20	70							90										
400	20	70							90										
450	20	80							90										
450	25	80	1×25			2×25			3×25			90	1×25	2×25			3×25		
500	25	80										90							
		$K=1.2$ $\lambda=0.0564\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$ $\alpha=11.6\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ $\alpha_1=13.95\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$	$\alpha_1=21.28\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN15$) $\alpha_1=20.12\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN20$) $\alpha_1=19.54\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN25$)						$K=1.2$ $\lambda=0.0600\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$ $\alpha=11.6\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ $\alpha_1=13.95\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$	$\alpha_1=23.14\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN15$) $\alpha_1=22.10\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN20$) $\alpha_1=21.40\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ (伴管 $DN25$)									
注 1: 蒸汽压力为 0.3MPa 时, 其饱和蒸汽温度为 143℃; 蒸汽压力为 1.0MPa 时, 其饱和蒸汽温度为 183℃。 注 2: 当伴管选用 $\phi 12\text{mm}$ 、 $\phi 10\text{mm}$ 紫铜管或不锈钢管时, 则可代替 $DN15$ 伴管。																			
^a 表示用导热胶泥情况下的伴管管径及根数。																			

表 5 热水伴管管径及根数
(热水伴管温度 90℃/100℃/110℃、环境温度 5℃)

被伴管管径 <i>DN</i>	伴管管径 <i>DN</i>	保温层厚度 <i>δ</i> , mm	伴管 <i>n</i> × <i>DN</i> (热水温度 90℃时)					伴管 <i>n</i> × <i>DN</i> (热水温度 100℃时)							伴管 <i>n</i> × <i>DN</i> (热水温度 110℃时)																	
			被伴介质输送温度 <i>t</i> , °C					被伴介质输送温度 <i>t</i> , °C							被伴介质输送温度 <i>t</i> , °C																	
			20	30	40	50	60	20	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	80													
15	15	40	1×15					1×15							1×15																	
20	15	40																														
25	15	40																														
40	15	40																														
50	15	50																														
80	15	50																														
100	15	50	1×20					1×20							1×20																	
150	20	50																														
200	20	50																														
250	20	50																														
300	20	50																														
350	20	50																														
400	20	60	2×20					2×20							2×20																	
450	25	60																														
500	25	60																														
		<i>K</i> =1.2 <i>λ</i> =0.0510W/m·°C	1×25					2×25					3×25					1×25					2×25					3×25				

注：当伴管选用φ12mm、φ10mm紫铜管或不锈钢管时，则可代替*DN*15伴管。

表 6 热水伴管管径及根数
(热水伴管温度 90℃/100℃/110℃、环境温度-5℃)

被伴管管径 DN	伴管管径 DN	保温层厚度 δ , mm	伴管 $n \times DN$ (热水温度 90℃时)					伴管 $n \times DN$ (热水温度 100℃时)						伴管 $n \times DN$ (热水温度 110℃时)					
			被伴介质输送温度 t , °C					被伴介质输送温度 t , °C						被伴介质输送温度 t , °C					
			20	30	40	50	60	20	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	80
15	15	40	1×15					1×15						1×15					
20	15	40																	
25	15	40																	
40	15	40																	
50	15	50																	
80	15	50																	
100	15	50	1×20					1×20						1×20					
150	20	50																	
200	20	50																	
250	20	50																	
300	20	50																	
350	20	50																	
400	20	60	1×25					1×25						1×25					
450	25	60																	
500	25	60																	
			$K=1.2$ $\lambda=0.0510\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ $\alpha=11.6\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ $\alpha_1=13.95\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ $\alpha_t=10\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$																
注: 当伴管选用 $\phi 12\text{mm}$ 、 $\phi 10\text{mm}$ 紫铜管或不锈钢管时, 则可代替 $DN15$ 伴管。																			

表 8 热水伴管管径及根数
(热水伴管温度 90℃/100℃/110℃、环境温度-25℃)

被伴管管径 <i>DN</i>	伴管管径 <i>DN</i>	保温层厚度 <i>δ</i> , mm	伴管 <i>n</i> × <i>DN</i> (热水温度 90℃时)					伴管 <i>n</i> × <i>DN</i> (热水温度 100℃时)							伴管 <i>n</i> × <i>DN</i> (热水温度 110℃时)						
			被伴介质输送温度 <i>t</i> , °C,					被伴介质输送温度 <i>t</i> , °C							被伴介质输送温度 <i>t</i> , °C						
			20	30	40	50	60	20	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	80		
15	15	50	1×15					1×15							1×15						
20	15	50																			
25	15	50																			
40	15	50																			
50	15	50																			
80	15	50																			
100	15	60	1×20					1×20							1×20						
150	20	60																			
200	20	60																			
250	20	60																			
300	20	70																			
350	20	70																			
400	20	70	1×25					1×25							1×25						
450	25	70																			
500	25	70																			
		<i>K</i> =1.2 <i>λ</i> =0.0510W/m·°C	<i>α</i> =11.6W/m ² ·°C <i>α</i> ₁ =13.95W/m ² ·°C <i>α</i> ₁ '=10W/m ² ·°C																		
注：当伴管选用φ12mm、φ10mm紫铜管或不锈钢管时，则可代替 <i>DN</i> 15 伴管。																					

5.3 蒸汽伴管最大允许有效伴热长度宜按下列原则确定：

a) 伴管沿被伴热管的有效伴热长度（包括垂直管道）可按表 9 选用：

表 9 蒸汽伴管最大允许有效伴热长度

伴管直径 mm	蒸汽压力为 P MPa 时的最大允许有效伴热长度, m		
	$0.3 \leq P \leq 0.5$	$0.5 < P \leq 0.7$	$0.7 < P \leq 1.0$
$\phi 10$ 、 $\phi 12$	40	50	60
DN 15	60	75	90
DN 20	60	75	90
DN 25	80	100	120

- b) 当伴热蒸汽的凝结水不回收时，表 9 中的最大允许有效伴热长度可延长 20%；
- c) 采用导热胶泥时，表 9 中的最大允许有效伴热长度宜缩短 20%；
- d) 当伴管在最大允许有效伴热长度内出现“U”型弯时，累计上升高度不宜大于表 10 中规定的数值。若超过表 10 中数值时，宜适当减少最大允许有效伴热长度，但伴管累计上升高度不宜超过 10m。

表 10 蒸汽伴管允许 U 形弯累计上升高度

蒸汽压力, MPa	累计上升高度, m
0.3~0.5	4
>0.5~0.7	5
>0.7~1.0	6

5.4 热水伴管沿被伴热管的有效伴热长度（包括垂直管道），可按表 11 选用。

表 11 热水伴管最大允许有效伴热长度

伴管直径 mm	热水压力为 P MPa 时的最大允许有效伴热长度, m		
	$0.3 \leq P \leq 0.5$	$0.5 < P \leq 0.7$	$0.7 < P \leq 1.0$
$\phi 10$ 、 $\phi 12$	40	50	60
DN 15	60	70	80
DN 20	60	70	80
DN 25	70	80	90

5.5 伴管蒸汽引入及凝结水排出宜符合下列要求：

- a) 伴管蒸汽应从主蒸汽管顶部引出，并在靠近引出处设切断阀，切断阀宜设置在水平管道上；
- b) 每根伴管宜单独设疏水阀，不宜与其他伴管合并疏水；
- c) 伴管疏水阀宜选用本体带过滤器型，否则宜在疏水阀前设置“Y”型过滤器；
- d) 通过疏水阀后的不回收凝结水，宜集中排放；
- e) 为防止蒸汽窜入凝结水管网使系统背压升高，干扰凝结水系统正常运行，疏水阀组不宜设置旁路阀；
- f) 伴管蒸汽应从高点引入，沿被伴热管道由高向低敷设，凝结水应从低点排出，应尽量减少“U”

型弯，以防止产生气阻和液阻；

- g) 在密闭凝结水系统中，凝结水返回管宜顺介质流向 45° 斜接在凝结水回收总管的顶部；
- h) 在敞开凝结水系统中，疏水阀排出的凝结水宜采用汽水分离器经冷却后排至下水系统。

5.6 热水管伴热时，宜从被伴热管道的最低点开始伴至最高点，然后返回至热水系统。每根热水导管的最高点宜设放空口。

5.7 在 3m 半径范围内如有三个或三个以上的伴热点及回收点时，蒸汽伴热系统应设置蒸汽分配站和疏水站；热水伴热系统应设置热水分配站和热水回水站。站的设置应统一考虑、布局合理、方便操作和维修。

5.8 蒸汽分配站和疏水站的设置应符合下列要求：

- a) 蒸汽分配站的管径可按式 (11) 计算出“S”值，然后按表 12 查取；

$$S = A + 2B + 3C \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

A —— DN15、 ϕ 12、 ϕ 10 伴管根数；

B —— DN20 伴管根数；

C —— DN25 伴管根数。

表 12 蒸汽分配站管径 DN

S	蒸汽分配管	蒸汽引入管
4~8	50	25
9~12	50	40
13~16	80	50

注：“S”值超过“16”时，宜设立二个或二个以上蒸汽分配站。

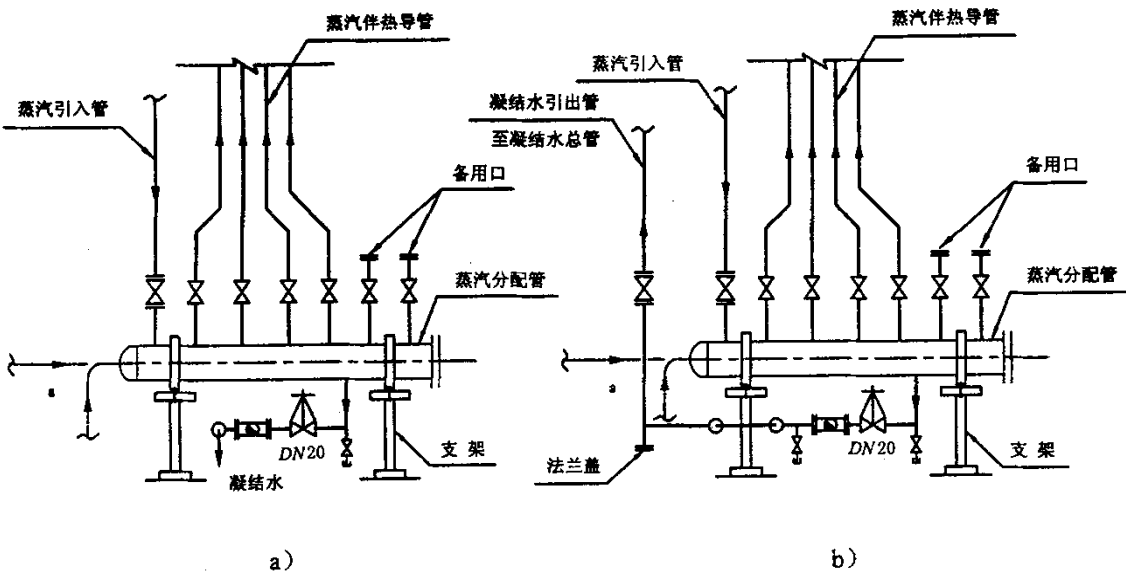
- b) 疏水站的管径可按公式 (11) 计算出“S”值，然后按表 13 查取；

表 13 疏水站管径 DN

S	凝结水集总管	凝结水引出管
4~8	50	25
9~12	50	40
13~16	80	50

注：“S”值超过“16”时，宜设立二个或二个以上疏水站。

- c) 蒸汽分配站和疏水站应预留一至两个备用接头，“S”值应包括备用接头的管径和数量；
- d) 在同一个蒸汽分配站的蒸汽伴管当量长度宜大致相等，最短蒸汽伴管的当量长度不宜小于最长伴管当量长度的 70% 左右；
- e) 蒸汽分配站和疏水站可水平安装或垂直安装，见图 1~图 4。



注：图 a) 适用于凝结水不回收系统；图 b) 适用于凝结水回水系统。

a 根据蒸汽分配站的位置，蒸汽引入管也可从侧面引入。

图 1 蒸汽分配站水平安装

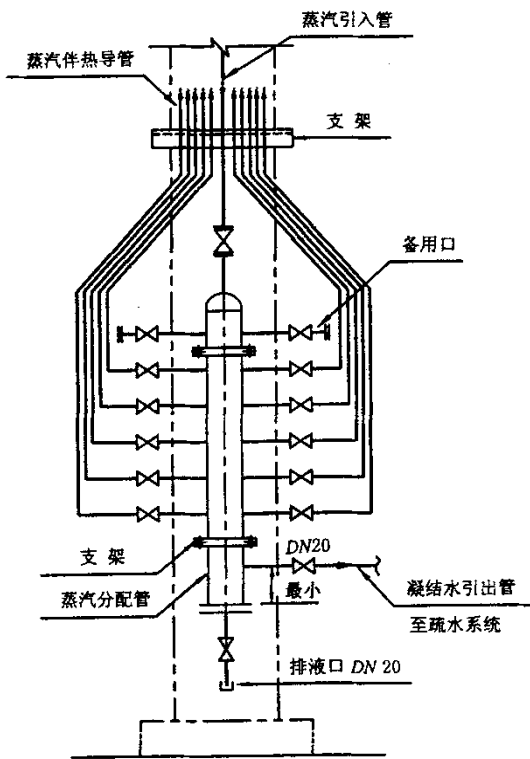
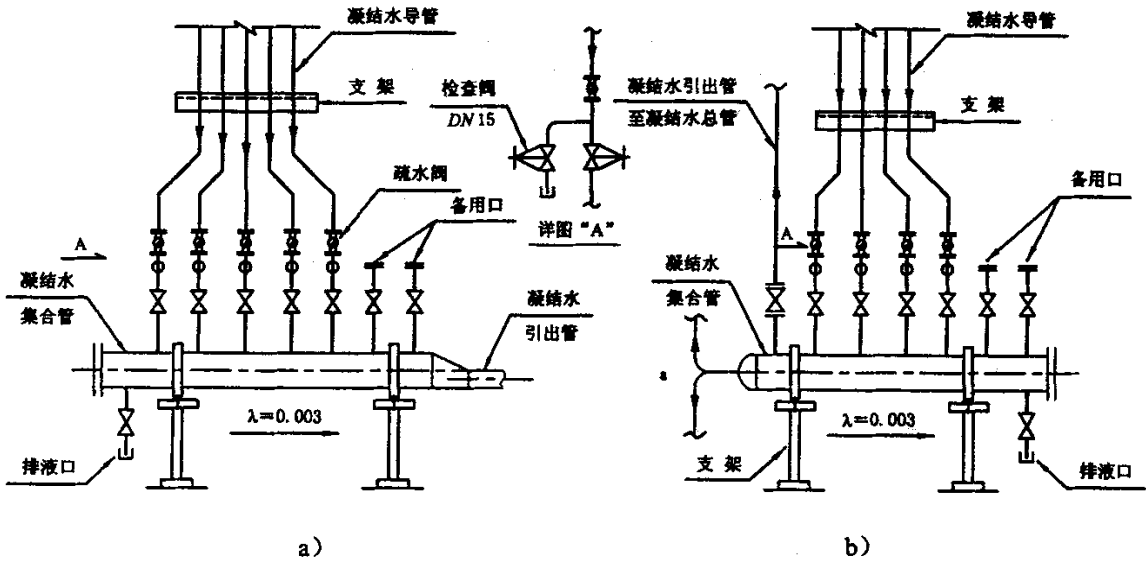


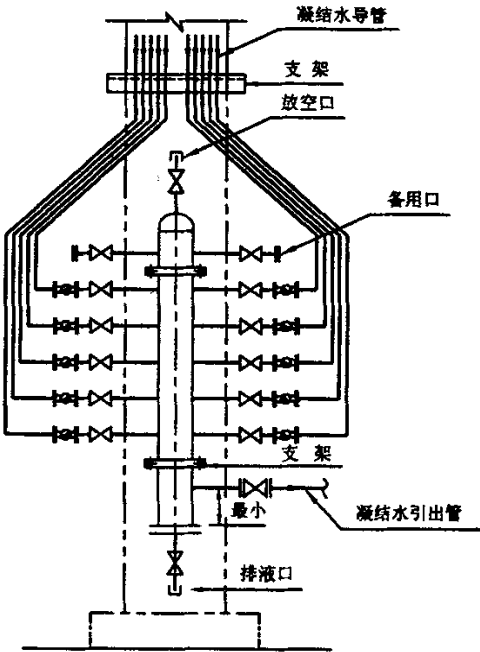
图 2 蒸汽分配站垂直安装



注：图 a) 适用于凝结水不回收系统；图 b) 适用于凝结水回收系统。

• 根据疏水站的位置，凝结水引出管也可从侧面引出。

图 3 蒸汽疏水站水平安装



5.9 热水分配站和热水回水站的设置应符合下列要求：

a) 热水分配站和热水回水站的管径可按式（11）计算出“S”值，然后按表 14 查取；

表 14 热水分配站、热水回水站管径 DN

S	热水分配站		热水回水站	
	热水分配管	热水引入管	热水回水集合管	热水回水管
4~8	50	40	50	40
9~12	80	50	80	50

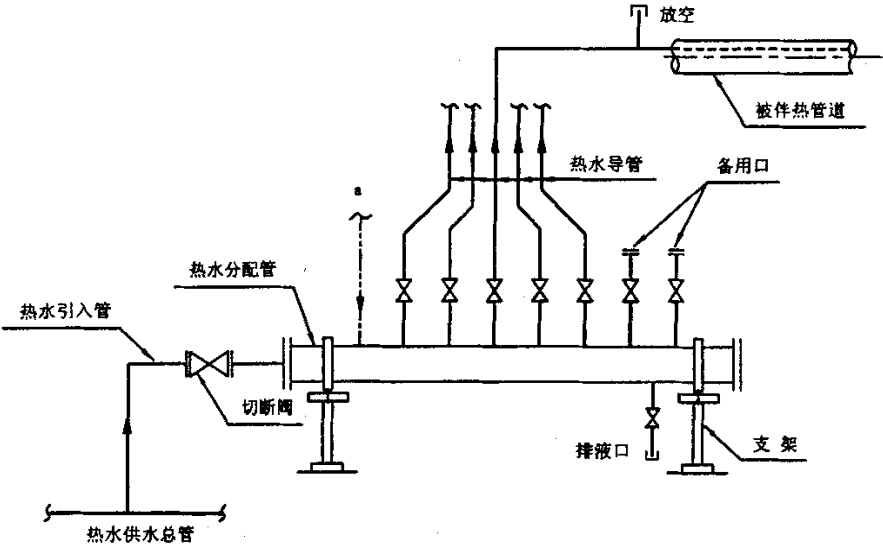
注：“S”值超过“12”时，宜设立二个或二个以上热水分配站或热水回水站。

b) 热水分配站和热水回水站应预留一至二个备用接头，“S”值应包括备用接头的管径和数量；

c) 在同一个热水分配站上的热水伴管当量长度宜大致相等，最短热水伴管当量长度不宜小于最长伴管当量长度的 70%，否则宜设置限流孔板或截止阀以控制热量分配均匀；

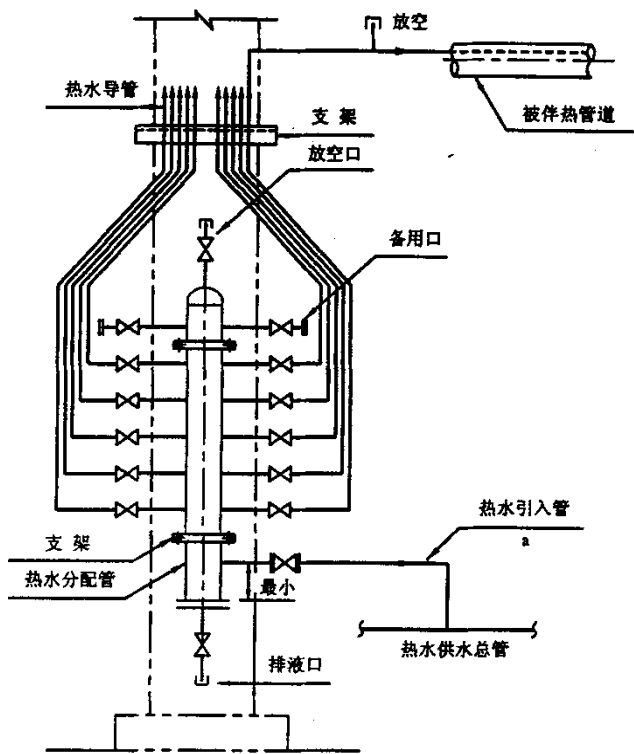
d) 热水分配站和热水回水站可水平安装或垂直安装，见图 5～图 8。

5.10 蒸汽分配站和疏水站、热水分配站和热水回水站集合管长度由引入、引出导管的数量确定。为缩短分配管及集合管的长度，其导管上的阀门可错开布置。



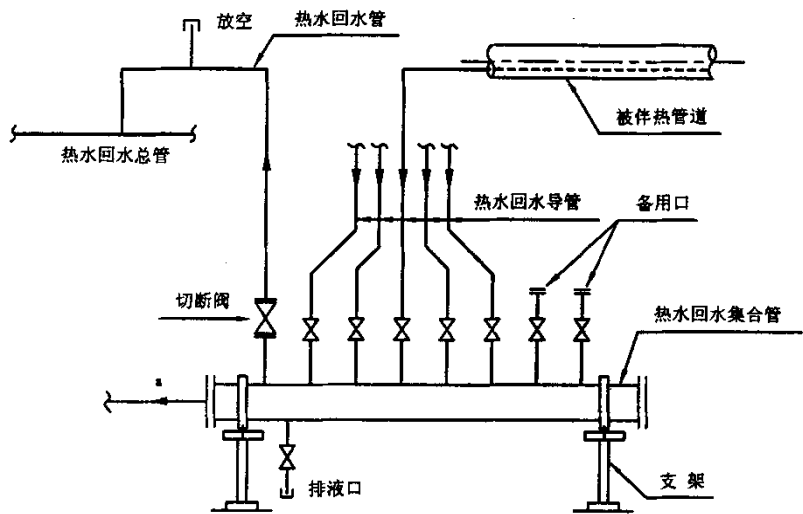
▪ 根据热水分配站的位置，热水引入管也可从分配管上部引入。

图 5 热水分配站水平安装



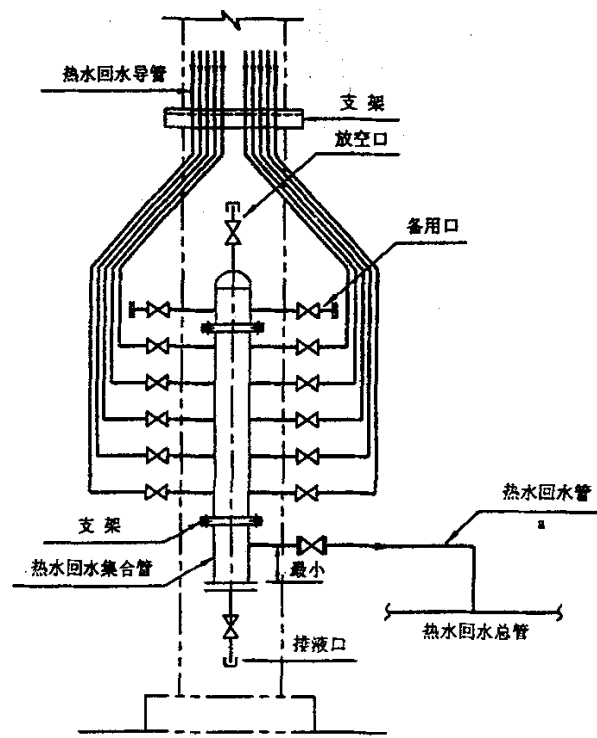
根据热水分配站的位置，热水引入管也可从分配管顶部引入，此时放空口取消。

图 6 热水分配站垂直安装



根据热水回水站的位置，热水回水管也可从集合管侧面引出。

图 7 热水回水站水平安装



根据热水回水站的位置，热水回水管也可从集合管顶部接出，此时放空口取消。

图 8 热水回水站垂直安装

5.11 伴管敷设应符合下列要求：

- a) 被伴管为水平敷设时，伴管应安装在被伴管下方一侧或两侧，见图 9；垂直敷设时，伴管等于或多于三根时宜围绕被伴管均匀敷设，见图 10；

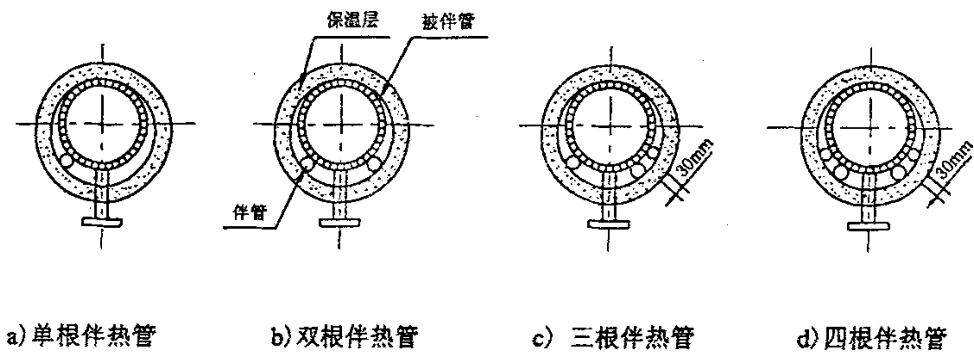


图 9 被伴管水平敷设

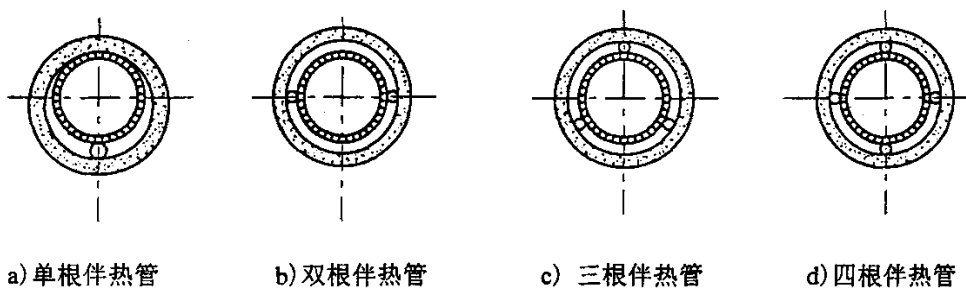


图 10 被伴管垂直敷设

- b) 伴管经过阀门、管件时，伴管应沿其外形敷设，且应避免或减少“U”形；
- c) 当主管伴热，支管不伴热时，支管上的第一个切断阀应予伴热；
- d) 被伴热管道上的取样阀、排液阀、放空阀和扫线阀等均应伴热；
- e) 伴管连接应采用焊接，在经过被伴管的阀门、法兰等处可采用法兰或活接头连接。 $\phi 10$ 、 $\phi 12$ 紫铜管或不锈钢伴管宜采用卡套式接头连接。

5.12 伴管结构型式应按下列要求确定：

- a) 伴管宜选用图 11 的结构型式；

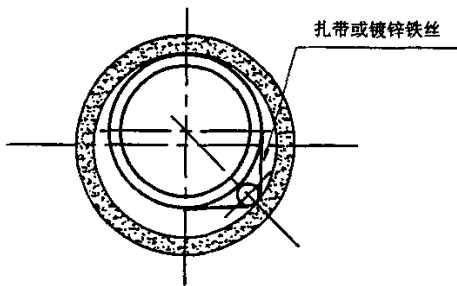


图 11 一般的伴管结构

- b) 当被伴介质为热敏性物料或被伴管与伴管产生接触腐蚀时，可选用图 12 的结构型式；

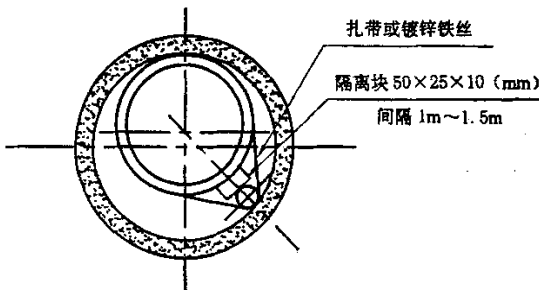


图 12 防止局部过热或接触腐蚀的伴管结构

- c) 除非另有规定外, 蒸汽伴管采用无机导热胶泥时, 可选用图 13 的结构型式; 采用有机导热胶泥时, 可选用图 14 的结构型式。

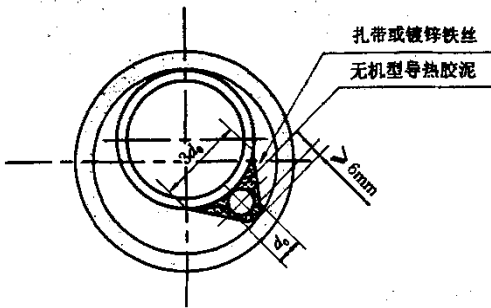


图 13 无机导热胶泥蒸汽伴管结构

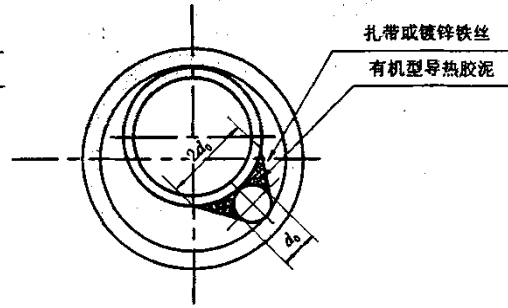


图 14 有机导热胶泥蒸汽伴管结构

5.13 伴管支撑应符合下列要求:

- a) 伴管宜用金属扎带或镀锌铁丝捆扎在被伴管上, 捆扎间距为 1m~1.5m, 有垫层的伴管应在垫层处捆扎; 当伴管捆扎材料与被伴管有接触腐蚀时, 在接触处应加隔离块, 见图 15;

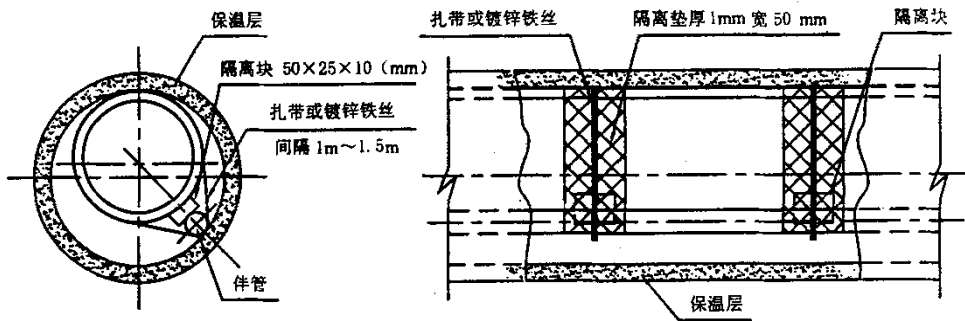


图 15 伴管支撑

- b) 伴管不得直接焊在被伴管上。

5.14 伴管热补偿应符合下列要求:

- a) 除能自然补偿外, 伴管直管段应每隔 20m~30m 设一个补偿器, 补偿器可采用“U”型、“Ω”型或螺旋缠绕型;
b) 伴管随被伴管转弯作自然补偿时, 伴管固定点的设置应使被伴管的保温结构不受损坏;
c) 伴管固定点宜采用扎带捆扎固定。当被伴热管道为不锈钢时, 则被伴热管道和固定扎带间应夹入隔离垫, 隔离垫厚 1mm 宽 50mm。

5.15 伴管材质的选用应符合下列要求:

- a) 位于疏水阀 (包括疏水阀) 上游的管道、管件和阀门等的材料等级应与蒸汽管道相同;
b) 位于疏水阀下游的管道、管件和阀门等的材料等级应与凝结水管道相同;
c) 对于伴管施工困难的场合, 如阀门、过滤器、仪表等不规则形状的表面宜采 $\phi 10$ 、 $\phi 12$ 管道伴热, 伴管材质宜采用紫铜管或不锈钢管;
d) 当被伴热介质及伴管介质的设计温度超过 200℃, 或周围环境条件及工艺物料要求不允许使

用紫铜管伴热时，应使用不锈钢管伴热；

e) 为避免不锈钢管与富锌材质接触的电化学腐蚀，不锈钢伴管应使用不锈钢丝捆扎。

6 夹套管设计

6.1 除非另有规定外，夹套管的组合尺寸宜按表 15 选用。

表 15 夹套管组合尺寸 DN

组 合 尺 寸	内 管 管 径												
	15	20	25	40	50	80	100	150	200	250	300	350	350
套管管径	40	40	50	80	80	125	150	200	250	300	400	400	450
供汽、排液管管径	15	15	15	15	15	20	20	20	25	25	40	40	50
跨接管管径	15	15	15	15	15	20	20	20	25	25	40	40	50

6.2 夹套管组装及其配件选用应根据套管与内管的介质性质、设计温度和设计压力等条件确定。

6.3 内管与套管的连接型式分为内管焊缝隐蔽型（全夹套）和内管焊缝外露型（半夹套）。

a) 法兰式夹套管用于内管焊缝隐蔽型时，其连接型式见图 16～图 20；

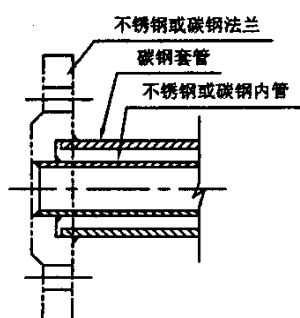


图 16 套管与法兰承插焊连接

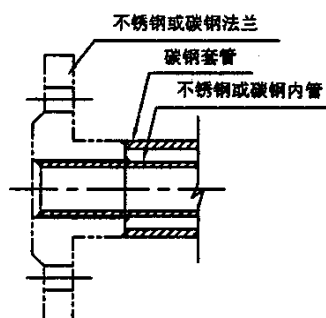


图 17 套管与法兰对焊连接

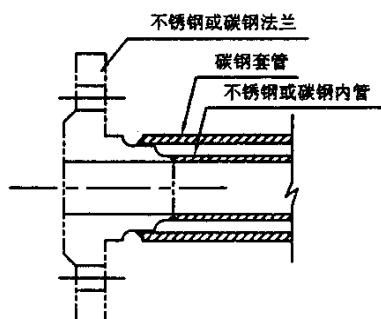


图 18 内管、套管与法兰对焊连接

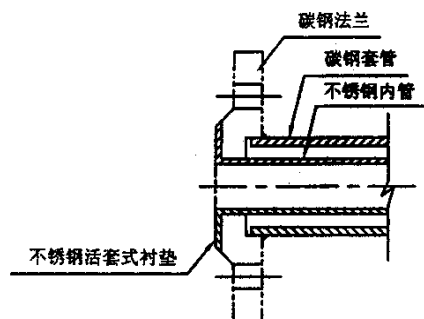


图 19 不锈钢衬垫承插式法兰连接

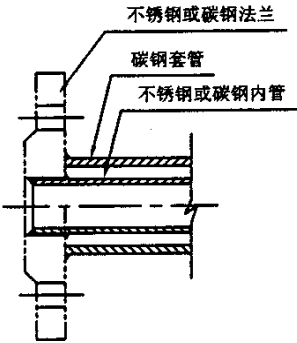


图 20 平焊式法兰连接

b) 管帽式夹套管用于内管焊缝外露型，其连接型式见图 21 和图 22；

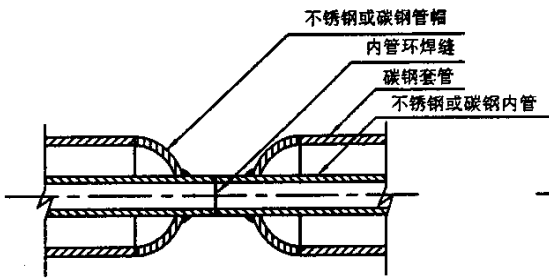


图 21 管帽式夹套管

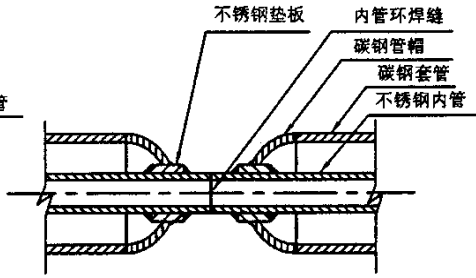


图 22 带垫板的管帽式夹套管

c) 端板式夹套管用于内管焊缝外露型，其连接型式见图 23；

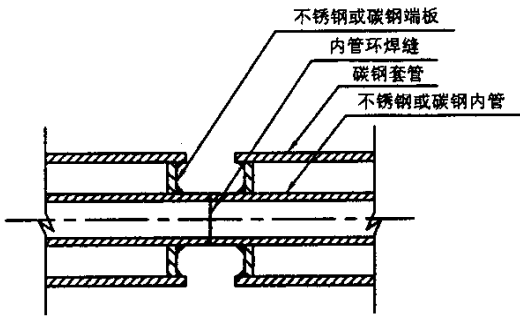
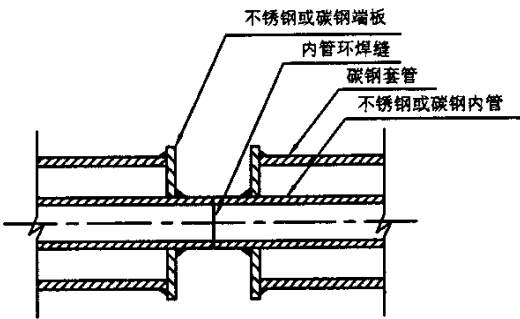


图 23 端板式夹套管连接型式

d) 夹套管专用法兰的密封面及端部连接型式应根据输送介质选用。

6.4 夹套管管件结构型式应符合下列要求：

a) 内管弯头的曲率半径等于或小于 $1.5DN$ 时，可采用标准弯头。夹套管弯头的结构型式见图 24。

内管、套管弯头的曲率半径 R_1 、 R_2 宜按表 16 确定；

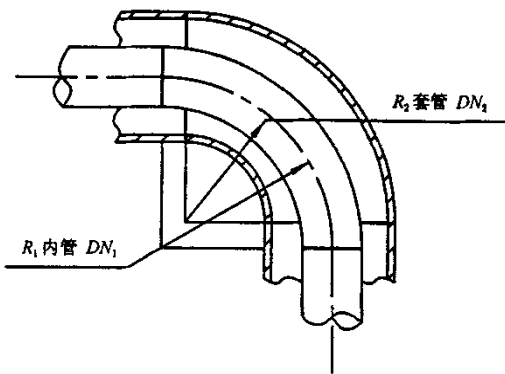


图 24 夹套管弯头 ($R_1 \leq 1.5DN$)

表 16 内管、套管弯头的曲率半径 ($R_1 \leq 1.5DN$)

内管	DN_1	25	40	50	80	100	150	200	250	300	350	350
	R_1	37.5	60	75	120	150	225	300	250	300	350	350
	$R_1 : DN_1$	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1
套管	DN_2	50	80	80	125	150	200	250	300	400	400	450
	R_2	50	80	80	125	150	200	250	300	400	400	450
	$R_2 : DN_2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

b) 内管弯管的曲率半径 R_1 等于或大于 $3DN$ 时，套管弯管采用剖切形。套管弯管的曲率半径与内管的曲率半径相等 ($R_2=R_1$) 时，见图 25。曲率半径见表 17；

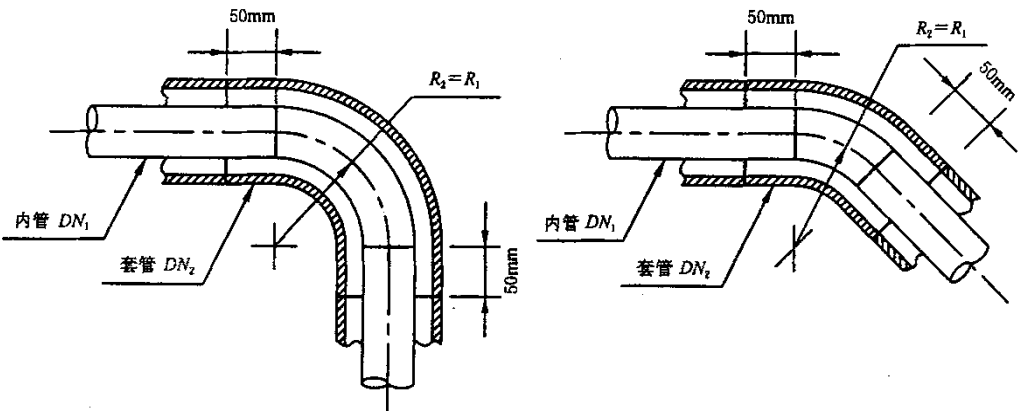
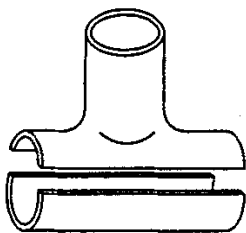


图 25 90°、45°夹套管弯头 ($R_1 \geq 3DN$)

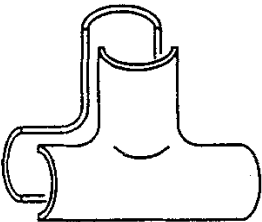
表 17 内管、套管弯头的曲率半径 ($R_1 \geq 3DN$)

内管	DN_1	25	40	50	80	100	150	200	250	300	350	350
套管	DN_2	50	80	80	125	150	200	250	300	400	400	450
曲率半径 $R_2=R_1$	$R_2=3DN$	75	120	150	240	300	450	600	750	900	1050	1050
	$R_2=5DN$	125	200	250	400	500	750	1000	1250	1500	1750	1750
	$R_2=6DN$	150	240	300	480	600	900	1200	1500	1800	2100	2100

c) 夹套管套管的三通应采用剖切型，有横切和纵切两种型式，应根据实际安装情况选用，见图 26：



a) 横切



b) 纵切

图 26 套管三通剖切型式

d) 夹套管变径时，应选用标准的异径管。内管的异径管与套管的异径管的大口端端部应错开距离，宜为 50mm，其结构型式见图 27；

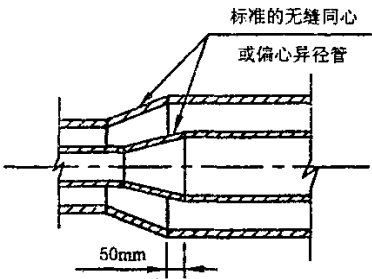


图 27 异径管接头

e) 夹套管内管的仪表管口、管顶放空口及管底排液口的结构型式见图 28 和图 29。

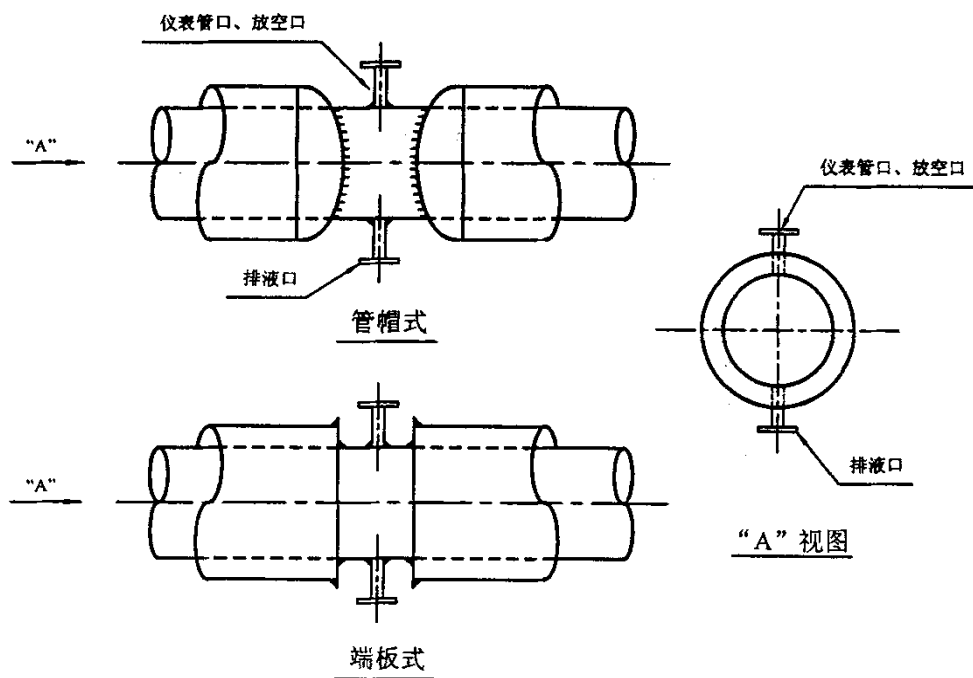


图 28 焊缝外露型管口连接

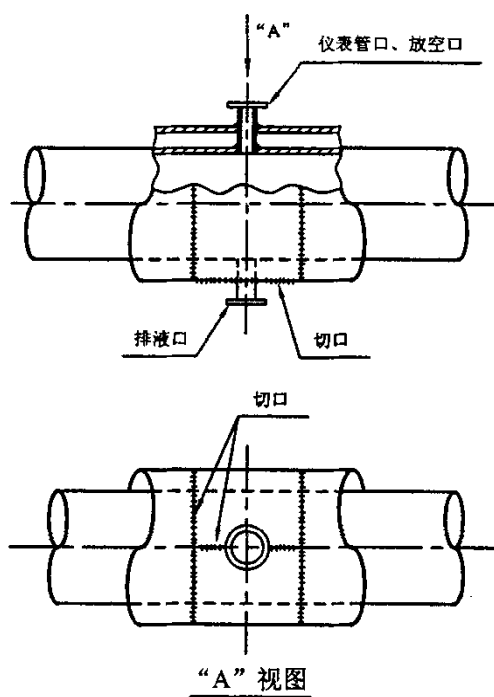


图 29 焊缝隐蔽型管口连接

6.5 夹套管内管应采用定位板定位，定位板安装方位不应影响内管热位移，详见图 30。定位板间距按表 18 取值。

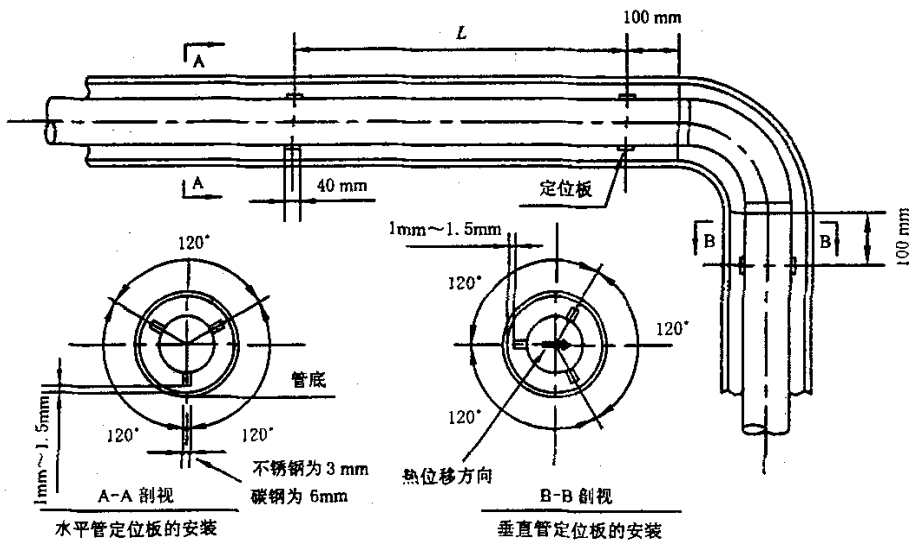


图 30 定位板布置

表 18 定位板间距 L

内管管径 DN	L , m
≤ 25	2.0
40	3.0
50~80	4.0
100~300	5.0
350	5.5

6.6 除非另有规定外，夹套管蒸汽入口至凝结水排出口的距离（即套管伴热长度）可根据蒸汽压力按表 19 确定。

表 19 套管伴热长度

套管 DN	伴热长度 供汽管 DN	蒸汽压力 MPa		
		0.3~0.5	>0.5~0.7	>0.7~1.0
≤ 100	15	45	55	60
125~200	20	55	65	70
250~350	25	55	65	70
400	40	100	110	120
450	50	100	110	120

- 6.7 水平敷设的夹套管要求有坡度时，套管内介质流向应与坡度一致。
- 6.8 蒸汽应由套管上部引入，凝结水由套管下部排出，供汽管、凝结水管应分别设切断阀。
- 6.9 每节夹套管的长度取决于管道布置，并受内管与套管热胀量差的限制，每节夹套管的长度不宜超过 6m。
- 6.10 夹套管的布置不应有死角或“U”形弯。当“U”形弯不可避免时，宜在其低点处设排液口。
- 6.11 在规定长度范围内，每节夹套管之间的蒸汽管宜采用跨接管进行串接，跨接管宜采用法兰连接。
- a) 水平夹套管的跨接管一般有三种方式，可根据具体情况选择：
- 1) 蒸汽上进下出垂直方向跨接，跨接管低点是否设排液口，应按具体情况确定，见图 31；

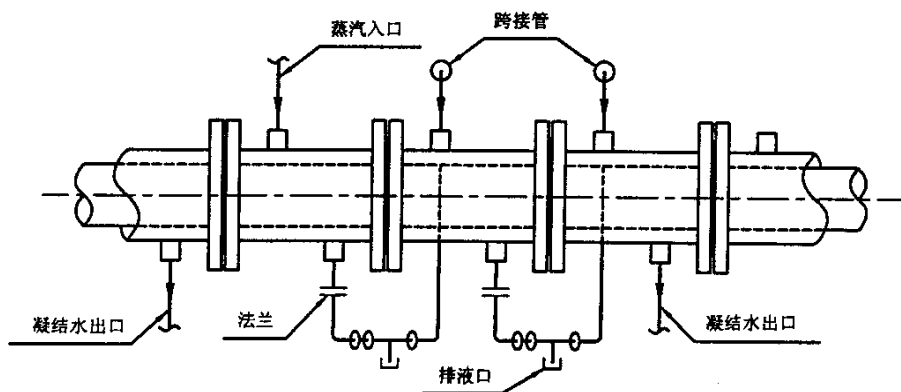


图 31 跨接管垂直方向布置

- 2) 在水平夹套管底部切线方向布置跨接管，见图 32；

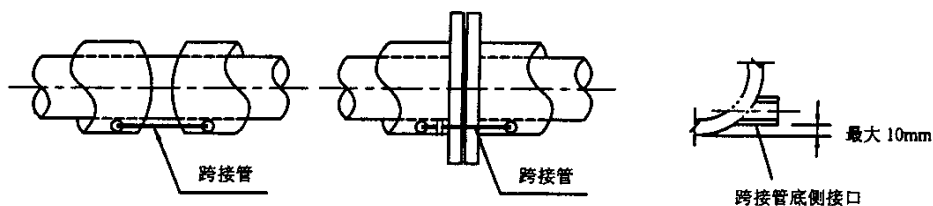


图 32 跨接管切线方向布置

- 3) 在水平夹套管底部布置跨接管，见图 33。

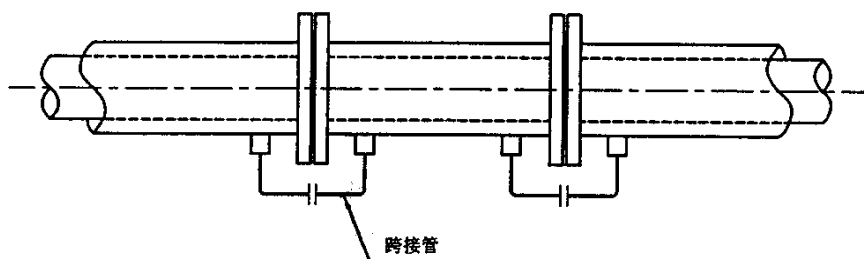


图 33 跨接管底部布置

b) 垂直布置夹套管的跨接管，见图 34；

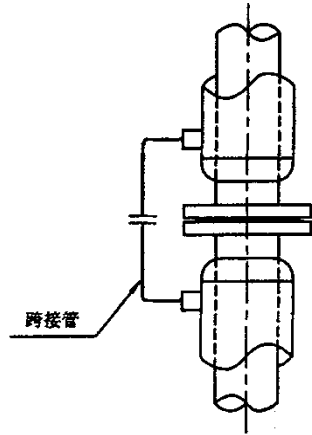


图 34 垂直管道跨接管

c) 夹套阀门的跨接管，见图 35 和图 36。

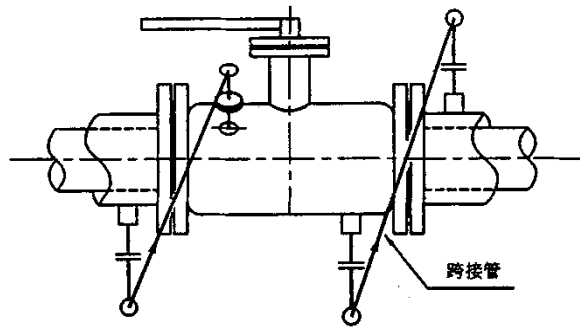


图 35 水平管上带夹套阀门的跨接管

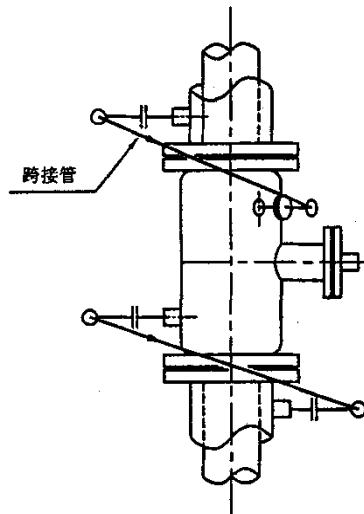


图 36 垂直管上带夹套阀门的跨接管

- 6.12 跨接管连接应防止积液和堵塞，并考虑跨接管的安装空间。跨接管拐弯处宜采用煨弯弯头。
- 6.13 夹套管集中部位应设置蒸汽分配站和疏水站，也可与邻近相同操作压力的蒸汽伴管和凝结水系统统一考虑，设置的原则和要求见第 5.8 条。
- 6.14 夹套管的内管和套管之间的温度差过大或材质不同时，应进行应力校核。内管产生的热胀量需要补偿时，宜采用自然补偿或设“π”型补偿器。夹套管的管道热应力计算应符合《石油化工管道柔性设计规范》SH 3041 的要求。

7 安装要求

7.1 蒸汽伴管和热水伴管的安装应符合下列要求：

- 蒸汽伴管和热水伴管的安装应符合第 5.5、5.6、5.11、5.12、5.13 和 5.14 条的规定；
- 伴管上可拆卸的法兰、活接头及伴管补偿器应安装在保温层外侧，保温层上开缝尺寸不应影响伴管补偿器的热变形；
- 伴管改变方向时宜采用现场煨弯。

7.2 蒸汽分配站和疏水站、热水分配站和热水回水站的安装应符合下列要求：

- 蒸汽、热水分配站的蒸汽、热水引入管应从蒸汽、热水总管顶部引出，且装一切断阀，切断阀应安装在靠近取汽、取水点的水平管段上；
- 蒸汽、热水分配站引出的伴热导管上的阀门及进入疏水、热水回水站的导管上阀门应便于操作；
- 伴热导管宜集中敷设安装。集中敷设的伴热导管管束不应妨碍对阀门、设备、电气和仪表等的操作和维修，并满足操作和维修所需净空的要求；
- 集中敷设的伴热导管管束不应与无关的管道或设备一起保温；
- 伴热导管管束的敷设应排列整齐，不宜互相跨越或就近斜穿；
- 疏水站应尽可能安装在较低的位置，以便凝结水自动流入，疏水站管底一般应高出地面或平台 500mm；
- 接至疏水站的凝结水导管应分别设置疏水阀。疏水阀的安装应协调、整齐且便于维修、拆卸和更换；
- 蒸汽分配站和疏水站、热水分配站和热水回水站上备用接头应用管帽或法兰盖封堵。

7.3 导热胶泥的敷设应按导热胶泥制造商的要求进行施工。

7.4 为了识别伴管走向，对蒸汽分配站和疏水站、热水分配站和热水回水站以及与其相连的伴热导管应按设计编号作标记，将编号压印在铝或不锈钢制的标牌上，牢系在相应的伴热导管中。不允许用油漆书写。

7.5 夹套管的安装应符合下列要求：

- 除夹套管的供给蒸汽管和疏水管外，夹套管的主体部分应进行预制；
- 夹套管预制时，应预留调整管段，其调节裕量宜为 50mm~100mm，调整管段的接缝位置必须避开外管开口处；
- 内管焊缝隐蔽型夹套管，在内管焊缝处的套管应留 150mm 长缺口，待内管焊缝经 100%射线检测，经试压合格后方可进行隐蔽作业；
- 夹套管经剖切后安装时，纵向焊缝应置于易检修部位；
- 套管与内管间的间隙应均匀，并按设计要求焊接定位板。定位板不得妨碍内管与套管的伸缩；
- 夹套管内管的试验压力应按内部或外部设计压力高者的 1.5 倍确定，夹套管套管的试验压力

应为套管设计压力的 1.5 倍。

7.6 伴管、夹套管的安装应符合《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 及《石油化工剧毒、可燃介质管道工程施工及验收规范》SH 3501 的要求。

用词说明

对本规范条文中要求执行严格程度不同的用词，说明如下：

（一）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”。

（二）表示严格，在正常情况下应这样做的用词

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

（三）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”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做，采用“可”。