

UDC

SH

中华人民共和国行业标准

P

SH 3126-2001

---

石油化工仪表及管道伴热和隔热  
设计 规 范

Code for the design of tracing and insulation of instrument  
and piping for petrochemical industry

2002-03-11 发布

2002-05-01 实施

---

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

中华人民共和国行业标准

# 石油化工仪表及管道伴热和隔热 设计 规 范

Code for the design of tracing and insulation of instrument  
and piping for petrochemical industry

SH 3126-2001

主编单位：中国石化集团洛阳石油化工工程公司  
主编部门：中国石油化工集团公司  
批准部门：中华人民共和国国家经济贸易委员会

2 0 0 2 北 京

# 中华人民共和国国家经济贸易委员会

二〇〇二年第 12 号

## 关于发布《石油化工防火堤设计规范》等 19 项石油化工行业标准的公告

中国石油化工集团公司：

你公司报批的《石油化工防火堤设计规范》等 19 项石油化工行业标准草案，经国家经贸委批准，现予发布，自 2002 年 5 月 1 日起实施。标准名称、编号为：

强制性标准：

序号	标准编号	标 准 名 称
1.	SH 3125-2001	石油化工防火堤设计规范
2.	SH 3059-2001	石油化工管道设计器材选用通则（代替 SH3059-94、SH3059-1994）
3.	SH 3021-2001	石油化工仪表及管道隔离和吹洗设计规范（代替 SHJ21-90、SH3021-1990）
4.	SH 3126-2001	石油化工仪表及管道伴热和隔热设计规范（代替 SHJ21-90、SH3021-1990）
5.	SH 3020-2001	石油化工仪表供气设计规范（代替 SHJ20-90、SH3020-1990）
6.	SH 3501-2001	石油化工剧毒、可燃介质管道工程施工及验收规范（代替 SH3501-1997）
7.	SH 3503-2001	石油化工工程建设交工技术文件规定（代替 SH3503-93、SH3503-1993）
8.	SH 3514-2001	石油化工设备安装工程质量检验评定标准（代替 SHJ514-90、SH3514-1990）
9.	SH 3534-2001	石油化工筑炉工程施工及验收规范
10.	SH 3009-2001	石油化工企业燃料气系统和可燃性气体排放系统设计规范（代替 SHJ9-89、SH3009-2000）

推荐性标准：

序号	标准编号	标 准 名 称
11.	SH/T 3110-2001	石油化工设计能量消耗计算方法（代替 SYJ1029-82、SH/T3110-2000）
12.	SH/T 3123-2001	石油化工钢储罐地基充水预压监测规程
13.	SH/T 3124-2001	石油化工给排水工艺流程设计图例
14.	SH/T 3517-2001	石油化工钢制管道工程施工工艺标准（代替 SHJ517-91、SH/T3517-1991）
15.	SH/T 3516-2001	催化裂化装置轴流压缩机-烟气轮机机组施工技术规程（代替 SHJ516-90、SH/T3516-1990）

16. SH/T 3530-2001 石油化工立式圆筒形钢制储罐施工工艺标准(代替 SH3530-93、SH/T3530-1993)
17. SH/T 3127-2001 石油化工管式炉铬钼钢焊接回弯头技术规范
18. SH/T 3109-2001 炼油厂添加剂设施设计规范(代替 SYJ1025-82、SH/T3109-2000)
19. SH/T 3096-2001 加工高硫原油重点装置主要设备设计选材导则(代替 SH/T3096-1999)

中华人民共和国国家经济贸易委员会

二〇〇二年三月十一日

## 前 言

本规范是根据中国石化[1999]建标字 102 号文的通知,由我公司对原《石油化工企业仪表保温及隔离、吹洗设计规范》SHJ21-90 进行修订改编而成。本规范共分七章。

根据《中国石化集团公司自控技术中心站第五届技术委员会(扩大)第二次工作会议暨石油化工自控专业标准规范审查会会议纪要》中石化(2000)自控站字 006 号文,将原《石油化工仪表保温及隔离、吹洗设计规范》分为《石油化工仪表及管道伴热和隔热设计规范》和《石油化工仪表及管道隔离和冲洗设计规范》。

在修订过程中,进行了广泛的调查研究,总结了近年来石油化工工程项目的设计和应用经验,参考了国内外相关标准,并征求了有关设计、施工、生产及制造等方面的意见,对其中主要问题进行了认真讨论,最后经审查定稿。

本规范在实施过程中,如发现需要修改或补充之处,请将意见和有关资料提供给我公司,以便今后修订时参考。

我公司地址:河南省洛阳市中州西路 27 号

邮 政 编 码: 471003

本规范的主编单位:中国石化集团洛阳石油化工工程公司

主 要 起 草 人: 赵永登 郭维真 文涛

# 目 次

1	总则 .....	1
2	名词术语 .....	2
3	仪表伴热、隔热方式 .....	3
3.1	蒸汽伴热 .....	3
3.2	热水伴热 .....	3
3.3	电伴热 .....	3
3.4	隔热(保温及保冷) .....	3
3.5	伴热隔热设计中有关温度的规定 .....	3
3.6	伴热方式 .....	3
3.7	其它 .....	4
4	伴热系统的计算 .....	5
4.1	蒸汽用量的计算 .....	5
4.2	热水用量的计算 .....	5
4.3	电伴热的功率计算 .....	6
5	伴热系统的设计 .....	8
5.1	蒸汽伴热系统 .....	8
5.2	热水伴热系统 .....	9
5.3	电伴热系统 .....	10
6	隔热设计 .....	12
6.1	仪表管道的隔热结构 .....	12
6.2	隔热层厚度设计 .....	12
6.3	隔热层和保护层材料选用 .....	14
7	伴热管道的安装 .....	15
7.1	蒸汽伴热管道的安装 .....	15
7.2	疏水器的安装 .....	15
7.3	热水伴热管道的安装 .....	15
7.4	电伴热带的安装 .....	15
附录A	常用隔热材料性能 .....	18
附录B	常用保护层材料性能 .....	19
	用词说明 .....	20
附 条文说明	.....	21

## 1 总 则

- 1.0.1 本规范适用于石油化工企业自动控制工程仪表及管道的伴热和隔热设计。
- 1.0.2 执行本规范时，尚应符合现行有关强制性标准规范的要求。

## 2 名 词 术 语

### 2.0.1 隔热 (Thermal insulation, insulation)

保温与保冷的统称。

### 2.0.2 保温 (Heat insulation)

为减少设备、管道及其附件向周围环境散热,在其外表面采取的包覆措施。

### 2.0.3 保冷 (Cold insulation)

为减少周围环境中的热量传入低温设备和管道内部,防止低温设备和管道外壁表面凝露,在其外表面采取的包覆措施。

### 2.0.4 隔热层 (Thermal insulation layer)

对维持介质温度稳定起主要作用的隔热材料及其制品。

### 2.0.5 隔热结构 (Thermal insulation construction)

由隔热层、防潮层、保护层等组成的结构综合体。

### 2.0.6 电伴热 (Electrical heat-tracing)

利用电伴热带或其他电加热设施来补充被伴热物体在使用过程中所散失的热量,以维持介质温度在某一范围内。

### 2.0.7 维持温度 (Maintain temperature)

设计伴热系统使被伴热物体在设计条件下保持一定温度。

### 2.0.8 最大维持温度 (Maximum maintain temperature)

电伴热系统能够连续保持被伴热物体的最大温度。

### 2.0.9 终端连接 (End termination connection)

相对于电源端的电伴热带的终端连接。

### 2.0.10 温度控制器 (Thermostat controller)

能检测和控制电伴热系统温度或电伴热系统所处的环境温度的一种现场仪表。它可在现场控制电伴热带的通电和断电,并可向外发出报警触点信号。



### 3 仪表伴热、隔热方式

#### 3.1 蒸汽伴热

3.1.1 凡符合下列条件之一者，采用蒸汽伴热：

- 1 在环境温度下有冻结、冷凝、结晶、析出等现象产生的物料的测量管道、取样管道和检测仪表；
- 2 不能满足最低环境温度要求的场合。

#### 3.2 热水伴热

3.2.1 凡符合下列条件之一者，可采用热水伴热：

- 1 不宜采用蒸汽伴热的场合；
- 2 没有蒸汽源的场合。

#### 3.3 电伴热

3.3.1 凡符合下列条件之一者，可采用电伴热：

- 1 要求对伴热系统实现遥控和自动控制的场合；
- 2 对环境的洁净程度要求较高的场合。

#### 3.4 隔热（保温及保冷）

3.4.1 凡符合下列条件之一者，应采用保温隔热：

- 1 对于热流体（如蒸汽、热水或其它高温物料）的仪表检测系统；
- 2 采用保温隔热方式可保证仪表和管道正常工作的检测系统；
- 3 凡需伴热的场合；
- 4 伴热用的蒸汽管道或热水管道、冷凝回水管道、电伴热带等。

3.4.2 对于冷流体仪表检测系统应采用保冷隔热。

#### 3.5 伴热隔热设计中有关温度的规定

3.5.1 仪表管道内介质温度：20~80℃。

3.5.2 在使用环境温度下，保温箱内的温度：5~20℃。

3.5.3 处于露天环境的伴热隔热系统，大气温度应取当地极端最低温度；安装在室内的伴热隔热系统，应以室内最低气温作为计算依据。

#### 3.6 伴热方式

3.6.1 伴热方式分为重伴热和轻伴热（仅对蒸汽、热水伴热而言）。

- 1 重伴热是指伴热管道直接接触仪表及仪表测量管道，如图 3.6.3 (a)、(b) 所示；
- 2 轻伴热是指伴热管道不接触仪表及仪表测量管道或在它们之间加一隔离层，如图 3.6.3 (c)、(d) 所示；

3.6.2 在被测介质易冻结、冷凝、结晶的场合，仪表测量管道应采用重伴热；当重伴热可能引起被测介质汽化时，应采用轻伴热或隔热。

3.6.3 根据介质的特性，按图 3.6.3 确定相应的伴热形式。



(a) 单管重伴热

(b) 多管重伴热

(c) 单管轻伴热

(d) 单管轻伴热

图 3.6.3 伴热结构示意图

### 3.7 其 它

3.7.1 蒸汽流量测量，当环境温度低于  $0^{\circ}\text{C}$  时，平衡容器至变送器之间的测量管道应伴热和隔热；节流装置至平衡容器之间的测量管道应隔热。

3.7.2 当环境温度下仪表不能正常工作时，应设置仪表保温箱。

3.7.3 仪表保温箱可采用蒸汽伴热、热水伴热或电伴热。当电伴热保温箱在爆炸危险场所使用时，其电伴热系统的防爆级别应符合现行《爆炸及火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 的规定。

## 4 伴热系统的计算

### 4.1 蒸汽用量的计算

4.1.1 伴热蒸汽宜采用低压过热或低压饱和蒸汽，其压力应根据环境温度，仪表及其测量管道的伴热要求选取 0.3MPa (A)、0.6MPa (A) 或 1.0MPa (A)。

4.1.2 伴热系统总热量损失  $Q_s$  为每个伴热管道的热量损失之和，其值应按下式计算：

$$Q_s = \sum_{i=1}^n (q_p L_i + Q_{bi}) \quad (4.1.2)$$

式中  $Q_s$  —— 伴热系统总热量损失 (kJ/h)；

$q_p$  —— 伴热管道的允许热损失 (kJ/m·h)；

$L_i$  —— 第  $i$  个伴热管道的保温长度 (m)；

$Q_{bi}$  —— 第  $i$  个保温箱的热损失 (kJ/h)，每个仪表保温箱的热损失可取  $500 \times 4.1868$  kJ/h；

$i$  —— 伴热系统的数量， $i=1、2、3 \cdots n$ 。

4.1.3 蒸汽用量  $W_s$  应按下式计算：

$$W_s = K_1 \frac{Q_s}{H} \quad (4.1.3)$$

式中  $W_s$  —— 仪表伴热用蒸汽用量 (kg/h)；

$H$  —— 蒸汽冷凝潜热 (kJ/kg)；

$K_1$  —— 蒸汽余量系数。

在实际运行中，应考虑下列诸多因素，取  $K_1=2$  作为确定蒸汽总用量的依据。

- 1 蒸汽管网压力波动；
- 2 隔热层多年使用后隔热效果的降低；
- 3 确定允许压力损失时误差；
- 4 管件的热损失；
- 5 疏水器可能引起的蒸汽泄漏。

### 4.2 热水用量的计算

4.2.1 热水用量  $V_w$  应按下式计算：

$$V_w = K_2 \frac{Q_s}{C(t_1 - t_2)\rho} \quad (4.2.1)$$

式中  $V_w$  —— 仪表伴热用热水用量 (m<sup>3</sup>/h)；

$t_1$  —— 热水管道进水温度 (°C)；

$t_2$  —— 热水管道回水温度 (°C)；

$\rho$  —— 热水的密度 (kg/m<sup>3</sup>)；

$C$  —— 水的比热 (取  $4.1868\text{kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ );

$K_2$  —— 热水余量系数 (包括热损失及漏损), 一般取  $K_2=1.05$ 。

热水管道进水温度  $t_1$  及回水温度  $t_2$  均与仪表管道内介质的特性 (如易聚合、易分解、热敏性强等) 有关。

热水压力应满足热水能返回到回水总管。

### 4.3 电伴热的功率计算

4.3.1 电伴热带的功率可根据仪表测量管道散热量来确定, 管道散热量按下式计算:

$$Q_E = q_N K_3 K_4 K_5 \quad (4.3.1)$$

式中  $Q_E$  —— 单位长度仪表测量管道散热量 (实际需要的伴热量) ( $\text{W/m}$ );

$q_N$  —— 基准情况下仪表测量管道单位长度散热量 (见表 4.3.1) ( $\text{W/m}$ );

$K_3$  —— 保温材料导热系数修正值 (岩棉取 1.22, 复合硅酸盐毡取 0.65, 聚氨酯泡沫塑料取 0.67, 玻璃纤维取 1);

$K_4$  —— 仪表测量管道材料修正系数 (金属取 1, 非金属取 0.6~0.7);

$K_5$  —— 环境条件修正系数 (室外取 1, 室内取 0.9)。

表 4.3.1 仪表测量管道单位长度散热量 ( $\text{W/m}$ ) ①

管道隔热层厚度 (mm)	温差 $\Delta T$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) ②	测量管道尺寸, 英寸 (公称尺寸 DN, mm)			
		1/4 (6, 8, 10)	1/2 (15)	3/4 (20)	1 (25)
10	20	6.2	7.2	8.5	10.1
	30	9.4	11.0	12.9	15.4
	40	12.7	14.9	17.5	20.8
20	20	4.0	4.6	5.3	6.2
	30	6.2	7.0	8.1	9.4
	40	8.3	9.5	10.9	12.7
	60	12.8	14.7	16.9	19.6
30	20	3.3	3.7	4.2	4.8
	30	5.0	5.6	6.3	7.3
	40	6.7	7.6	8.6	9.8
	60	10.3	11.7	13.2	15.1
	80	14.2	16.0	18.2	20.8
	100	18.3	20.7	23.4	26.8
	120	22.7	25.6	29.0	33.2
	140	27.2	30.8	34.9	40.0
	160	32.1	36.2	41.1	47.1
180	37.1	42.0	47.6	54.5	

续表 4.3.1

管道隔热层厚度 (mm)	温差 $\Delta T$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) <sup>②</sup>	测量管道尺寸, 英寸 (公称尺寸 DN, mm)			
		1/4 (6, 8, 10)	1/2 (15)	3/4 (20)	1 (25)
40	20	2.8	3.2	3.6	4.0
	30	4.3	4.8	5.4	6.1
	40	5.8	6.5	7.3	8.3
	60	9.0	10.1	11.3	12.8
	80	12.3	13.8	15.5	17.6
	100	15.9	17.8	20.0	22.7
	120	19.7	22.1	24.8	28.1
	140	23.7	26.5	29.8	33.8
	160	27.9	31.2	35.1	39.8
180	32.3	36.2	40.6	46.0	

注: ①散热量计算基于下列条件:

隔热材料: 玻璃纤维;

管道材料: 金属;

管道位置: 室外。

②温差指电伴热系统维持温度与所处环境最低设计温度之差。

4.3.2 管道阀门散热量按与其相连管道每米散热量的 1.22 倍计算。

## 5 伴热系统的设计

### 5.1 蒸汽伴热系统

5.1.1 蒸汽伴热系统，应满足下列要求：

- 1 仪表伴热用蒸汽宜设置独立的供汽系统。对于少数分散的仪表伴热对象，可按具体情况供汽。
- 2 蒸汽伴热系统包括总管、支管（或蒸汽分配器）、伴热管及管路附件。总管、支管（或蒸汽分配器）、伴热管的连接应焊接或法兰连接，接点应在蒸汽管顶部。
- 3 蒸汽伴热管及支管根部应安装切断阀，如图 5.1.1 所示。
- 4 蒸汽总管最低处应设疏水器，特殊情况下应对回水管伴热。

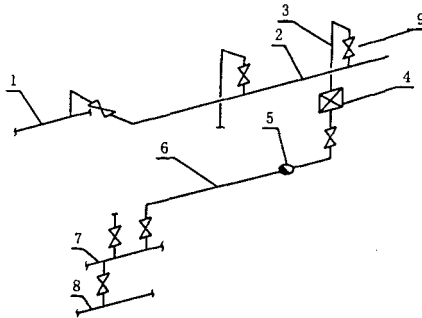


图 5.1.1 蒸汽伴热系统管路示意

- 1—总管 2—支管 3—伴热管 4—保温箱 5—疏水器  
6—冷凝液管 7—回水支管 8—回水总管 9—切断阀

5.1.2 蒸汽伴热管的材质和管径，可按表 5.1.2 选取。

表 5.1.2 蒸汽伴热管材质和管径

伴热管材质	伴热管外径×壁厚 (mm)
紫铜管	φ8×1
紫铜管	φ10×1
不锈钢管	φ8×1
不锈钢管	φ10×1 (φ10×1.5)
不锈钢管	φ14×2 (φ18×3)
碳钢管	φ14×2 (φ18×3)

5.1.3 总管、支管的选择，应满足下列要求：

- 1 伴热总管和支管应采用无缝钢管。
- 2 伴热总管和支管的管径按表 5.1.3-1 选择。

表 5.1.3-1 伴热总管和支管管径与饱和蒸汽流量、流速关系

公称直径 DN	规格 外径×壁厚 (mm)	蒸汽压力 MPa (A)					
		1.0		0.6		0.3	
		蒸汽量 (t/h)	流速 (m/s)	蒸汽量 (t/h)	流速 (m/s)	蒸汽量 (t/h)	流速 (m/s)
15	φ22×2.5	<0.04	<9	<0.03	<11	<0.02	<11
20	φ27×2.5	<0.07	<10	<0.05	<12	<0.03	<13
25	φ34×2.5	0.07~0.13	<11	0.05~0.10	<13	0.03~0.06	<15
40	φ48×3	0.13~0.34	<13	0.10~0.26	<17	0.06~0.16	<20
50	φ60×3	0.34~0.64	<15	0.26~0.5	<19	0.16~0.3	<23
80	φ89×3.5	0.64~1.9	<20	0.5~1.4	<23	0.3~0.8	<26
100	φ100×3	1.9~3.8	<24	1.4~2.7	<26	0.8~1.5	<29

3 最多伴热点数按表 5.1.3-2 选取。

表 5.1.3-2 最多伴热点数

伴热支管 外径×壁厚 (mm)	蒸汽压力 MPa (A)		
	1.0	0.6	0.3
	最多伴热点数 (个)		
φ22×2.5	10	7	4
φ27×2.5	18	14	10
φ34×2.5	35	29	21
φ48×3	91	76	57
φ60×3	172	147	107
φ89×3.5	535	414	255

5.1.4 冷凝、冷却回水管的选择，应满足下列要求：

- 1 一般情况下，蒸汽伴热系统应设置冷凝、冷却回水总管，并将冷凝、冷却回水集中排放。
- 2 蒸汽伴热冷凝回水支管管径宜按表 5.1.3-2 中伴热支管管径或大一级选用。

5.1.5 每个蒸汽伴热系统应单独设置一台凝液疏水器。

## 5.2 热水伴热系统

5.2.1 仪表伴热用热水宜设置独立的供水系统，对于少数分散的仪表伴热对象，可视具体情况供水。

5.2.2 热水伴热管的材质和管径参照表 5.1.2。

5.2.3 热水伴热总管和支管应采用无缝钢管，相应的管径可由下式计算：

$$d_n = 18.8 \sqrt{\frac{V_w}{\omega}} \quad (5.2.3)$$

式中  $d_n$  —— 热水总管、支管内径 (mm)；

$\omega$  —— 热水流速，一般取 1.5~3.5 (m/s)。

5.2.4 一般情况下，应采用集中回水方式，并设置冷却回水总管。

## 5.3 电伴热系统

5.3.1 电伴热系统,应满足下列要求:

1 电伴热系统一般由配电箱、控制电缆、电伴热带及其附件组成。附件包括电源接线盒、中间接线盒(二通或三通)、终端接线盒及温控器。

2 为精确维持管道或加热体内的介质温度,电伴热带可与温控器配合使用。重要检测回路的仪表及测量管道的电伴热系统应设置温控器。

- a 温度传感器应安装在能准确测量被控温度的位置。根据实际需要将温度传感器安装在电伴热带上构成测量电伴热带温度的测量系统,见图 5.3.1-1;也可将温度传感器安装在环境中构成测量环境温度的测量系统,见图 5.3.1-2。

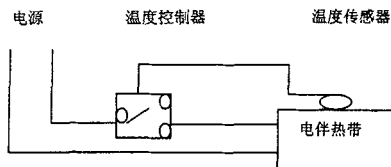


图 5.3.1-1 测量电伴热带温度的系统

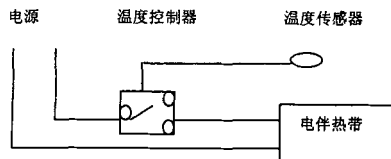


图 5.3.1-2 测量环境温度的系统

b 在关键的电伴热温度控制回路中,宜设温度超限报警。

3 电伴热系统的供电电源宜采用 220V AC 50Hz,宜设置独立的配电系统或配电箱,并安装在安全区。配电系统应具有过载、短路保护措施。每套电伴热系统应设置单独的电流保护装置(断路器或保险丝),满负荷电流应不大于保护装置额定容量值的 80%。

4 配电系统应有漏电保护装置。

5 电伴热系统控制电缆线径应根据系统的最大用电负荷确定,导线允许的载流量不应小于电伴热带最大负荷时的 1.25 倍。配电电线电缆的选择应符合现行《石油化工仪表供电设计规范》SH3082 的规定。电缆应采用铜芯电缆,电缆线路应无中间接头。

6 保温箱的伴热宜选定型的电保温箱,并独立供电。

7 在爆炸危险场所,与电伴热带配套的电气设备及附件应满足爆炸危险场所的防爆等级,并符合现行《爆炸及火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 的规定。

5.3.2 常用电伴热带的适用场合



1 自限式电伴热带：由特殊的导电塑料组成，用于维持温度不大于 130℃ 的场合，其输出功率随温度变化而变化；可任意剪切或加长；可交叉敷设；

2 恒功率电伴热带：由镍铬高阻合金组成，用于维持温度不大于 150℃ 的场合，其单位长度输出功率恒定；可任意剪切或加长；

3 串联电伴热带：由一根或多根合金芯线组成，用于维持温度不大于 150℃ 的场合，其输出功率随电伴热带长度的变化而变化。

5.3.3 电伴热带的选型，应符合下列规定：

1 宜选用并联结构的自限式电伴热带和单相恒功率电伴热带；

2 非防爆场合选用普通型电伴热带；防爆场合必须选用防爆型电伴热带；在要求机械强度高、耐腐蚀能力强的场合，应选用加强型电伴热带。

5.3.4 电伴热带的规格及长度确定，应符合下列规定：

1 应根据管道维持温度及最高温度确定电伴热带的最高维持温度。

2 应根据管道散热量确定电伴热带的额定功率。当管道单位长度散热量大于电伴热带额定功率，且两者比值大于 1 时，用以下方式修正：

a 当比值大于 1.5 时，采用两条及以上的平行电伴热带敷设；

b 当比值在 1.1~1.5 之间时，宜采用卷绕法；

c 修改隔热材料材质或管道隔热厚度。

3 确定电伴热带长度时，每个弯头需电伴热带长度等于管道公称直径的二倍；每个法兰需电伴热带长度等于管道公称直径的三倍。

## 6 隔热设计

### 6.1 仪表管道的隔热结构

#### 6.1.1 隔热结构由隔热层和保护层两部分组成。

仪表管道的隔热可以采用管道隔热中常规的现场绑扎法,也可用测量管道、伴热管、隔热层和保护层一体化的管缆法。

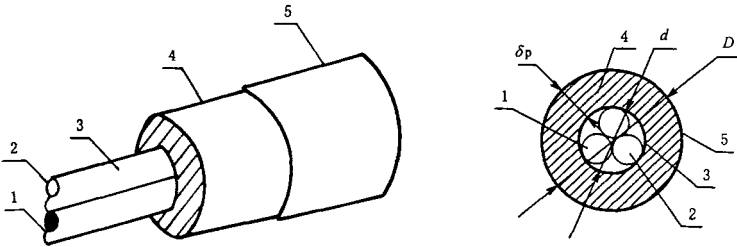


图 6.1.1 仪表管道隔热结构

1—蒸汽伴热管 2—仪表管道 3—防腐油漆(选择用)  
4—隔热层 5—保护层(镀锌铁皮)

### 6.2 隔热层厚度设计

#### 6.2.1 仪表管道隔热层厚度 $\delta_p$ ,按下列公式计算:

$$q_p = 3.6 \frac{t - t_0}{\frac{1}{2\pi\lambda} \cdot \ln \frac{D}{d}} \quad (6.2.1-1)$$

$$D = d \cdot e^\beta \quad (6.2.1-2)$$

$$d = \frac{L}{\pi} \quad (6.2.1-3)$$

$$\beta = 3.6 \frac{t - t_0}{\frac{1}{2\pi\lambda} \cdot q_p} \quad (6.2.1-4)$$

$$\delta_p = \frac{D - d}{2} \quad (6.2.1-5)$$

式中  $q_p$  —— 仪表管道允许热损失 (kJ/(m·h));  
 $D$  —— 仪表管道隔热层外径 (m);  
 $d$  —— 仪表管道隔热层内径 (m);

- $t$  —— 仪表管道内介质温度 (°C);  
 $t_0$  —— 大气温度 (°C) (使用地区最低极限温度);  
 $\lambda$  —— 隔热材料的导热系数 (W/(m·°C));  
 $L$  —— 仪表管道当量圆周长 (m);  
 $\delta_p$  —— 仪表管道隔热层厚度, (m)。

6.2.2 保温箱隔热层厚度 $\delta_b$ ,按下列公式计算:

$$q_b = 3.6 \left[ \frac{t_b - t_0}{\frac{\delta_b}{\lambda}} \right] \quad (6.2.2-1)$$

$$\delta_b = \frac{3.6(t_b - t_0)\lambda}{q_b} \quad (6.2.2-2)$$

- 式中  $q_b$  —— 保温箱表面允许热损失 (kJ/(m<sup>2</sup>·h));  
 $t_b$  —— 保温箱内温度 (°C) (应符合 3.5.2 要求);  
 $\delta_b$  —— 保温箱隔热层的厚度 (m)。

6.2.3 仪表管道允许热损失 $q_p$ 值,可按表 6.2.3 的数据确定。

表 6.2.3 允许热损失

大气温度, °C	伴热蒸汽压力 MPa (A)		
	1.0	0.6	0.3
	允许热损失 $q_p$ , kJ/(m·h)		
-30 以下	39×4.1868	34×4.1868	30×4.1868
-30~-15	33×4.1868	29×4.1868	27×4.1868
-15 以上	28×4.1868	26×4.1868	25×4.1868

6.2.4 每台仪表保温箱的热损失定为 500×4.1868kJ/h。

6.2.5 热水伴热允许热损失,可根据不同的大气温度,按表 6.2.3 中 0.3MPa 的蒸汽压力选取相应的 $q_p$ 值。

6.2.6 蒸汽伴热隔热层的厚度,可根据大气温度按表 6.2.6 中数值选取。

表 6.2.6 隔热层厚度

大气温度 (°C)	蒸汽压力 (MPa) (A)	隔热层厚度 $\delta_p$ (mm)
-30 以下	1	30
-30~-15	0.6	20
-15 以上	0.3	20
0 以上	1	10

注:表中的隔热层厚度是按测量管道内介质温度为 60°C 时确定的。

6.2.7 热水伴热隔热层厚度也可参照表 6.2.6 中的数值选取。

6.2.8 电伴热隔热层厚度也可参照表 6.2.6 中的数值选取。

### 6.3 隔热层和保护层材料选用

6.3.1 隔热层和保护层材料应按现行《石油化工企业设备和管道隔热设计规范》SH3010 的规定选用。常见的隔热材料及其组合可按附录 A、B 选用。DN≤25mm 的管道隔热，宜选用机编硅酸铝保温绳与铝箔扎带组合；40≤DN≤200mm 的管道隔热，可选用硅酸铝管壳、复合硅酸盐管壳、岩棉管壳与镀锌薄钢板组合，也可选用硅酸铝纤维卷毡与镀锌薄钢板组合。

6.3.2 常用金属保护层厚度：

镀锌薄钢板：0.3~0.35mm；

铝合金薄板：0.4~0.5mm。

6.3.3 隔热材料的用量  $V$ ，可按式 6.3.3-1 及 6.3.3-2 计算：

$$V = \pi D \delta_p \quad (6.3.3-1)$$

$$D = d + 2\delta_p \quad (6.3.3-2)$$

式中  $V$  —— 隔热层材料用量 ( $m^3/m$ )；

$d$  —— 仪表隔热管道当量直径 (m) (相当于仪表管道隔热层内径)；

6.3.4 保护层材料用量  $A$ ，可按式 6.3.4 计算：

$$A = 1.3\pi (d + 2\delta_p) \quad (6.3.4)$$

式中  $A$  —— 保护层材料用量 ( $m^2/m$ )。

## 7 伴热管道的安装

### 7.1 蒸汽伴热管道的安装

- 7.1.1 伴热管道应从蒸汽总管或支管顶部引出，并在靠近引出出处设切断阀。每根伴热管道应起始于测量系统的最高点，终止于测量系统的最低点，在最低点排凝，并尽量减少“U”形弯。
- 7.1.2 当伴热管道在允许伴热长度内出现“U”形弯时，则以米计的累计上升高度，不宜大于蒸汽入口压力（MPa）的10倍。
- 7.1.3 当伴热管道水平敷设时，伴热管道应安装在被伴热管道的下方或两侧。
- 7.1.4 伴热管道可用金属扎带或镀锌铁丝捆扎在被伴热管道上，捆扎间距1~1.5m。
- 7.1.5 伴热管道通过被伴热仪表测量管道的阀门、冷凝器、隔离容器等附件时，宜采用对焊连接，必要时设置活接头。

### 7.2 疏水器的安装

- 7.2.1 疏水器前后应设置切断阀（冷凝水就地排放时疏水器后可不设置）。
- 7.2.2 疏水器应带有过滤器，否则应在疏水器与前切断阀间设置Y型过滤器。
- 7.2.3 疏水器应布置在加热设备凝结水排出口下游300~600mm处。
- 7.2.4 疏水器宜安装在水平管道上，阀盖朝上；热动力式疏水器可安装在垂直管道上。
- 7.2.5 螺纹连接的疏水器应设置活接头。

### 7.3 热水伴热管道的安装

- 7.3.1 热水伴热系统包括总管、支管、伴热管及管路附件。总管、支管、伴热管的连接应焊接，必要时设置活接头。取水点应在热水管底部或两侧。
- 7.3.2 热水伴热管及支管根部、回水管根部应设置切断阀，供水总管最高点应设排气阀，最低点应设排污阀。
- 7.3.3 其它安装要求同7.1.3、7.1.4、7.1.5。

### 7.4 电伴热带的安装

- 7.4.1 电伴热带的安装应在管道系统、水压试验检查合格后进行。
- 7.4.2 电伴热带可安装在仪表管道侧面或侧下方，用耐热胶布将其固定，使电热带与被伴热管道紧贴以提高伴热效率。
- 7.4.3 除自限式电伴热带外，其余形式的电伴热带不得重叠交叉。
- 7.4.4 敷设最小弯曲半径应大于电伴热带厚度的5倍。
- 7.4.5 接线时，必须保证电伴热带与各电气附件正确可靠地连接，严禁短路，并有足够的电气间隙。对于并联式电伴热带，线头部位的电热丝要尽可能的剪短，并嵌入内外层护套之间，严禁与编织层或线芯触碰，以防漏电或短路；对于自限式电伴热带，其发热芯料为导电材料，安装时电源铜线应加套管，以免短路。
- 7.4.6 试送电正常后，再停电进行隔热层施工。隔热材料必须干燥且保证材料的厚度。
- 7.4.7 电伴热系统必须对介质管道、电伴热带编织层及电气附件按现行《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169的规定做可靠接地，接地电阻应小于4Ω。

7.4.8 在防爆危险场所应用时，电伴热带与其配套的防爆电气设备及附件的安装、调试和运行必须遵循国家颁布的现行《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB50257 的有关规定。

7.4.9 管道法兰连接处易产生泄漏，缠绕电伴热带时，应避免其正下方。

7.4.10 伴热带的安装示意图

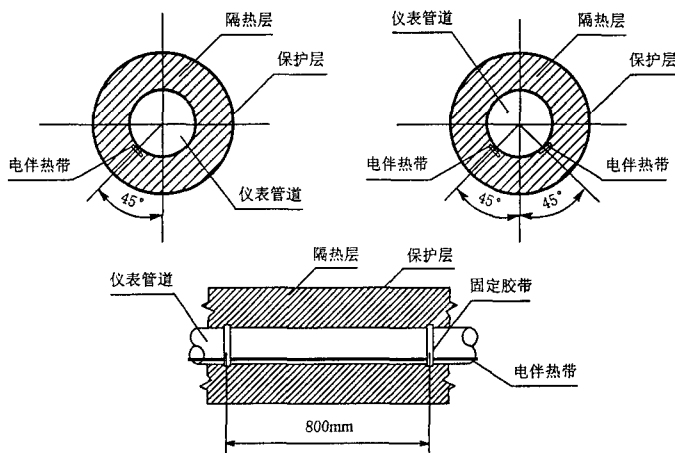


图 7.4.10-1 电伴热带直线排放安装

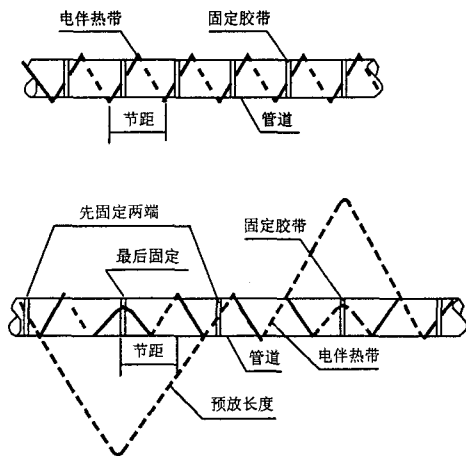


图 7.4.10-2 电伴热带缠绕管道

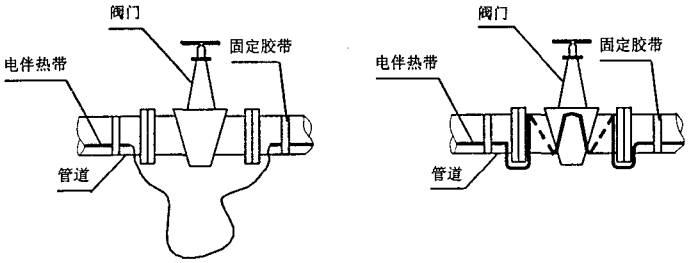


图 7.4.10-3 电伴热带缠绕阀门

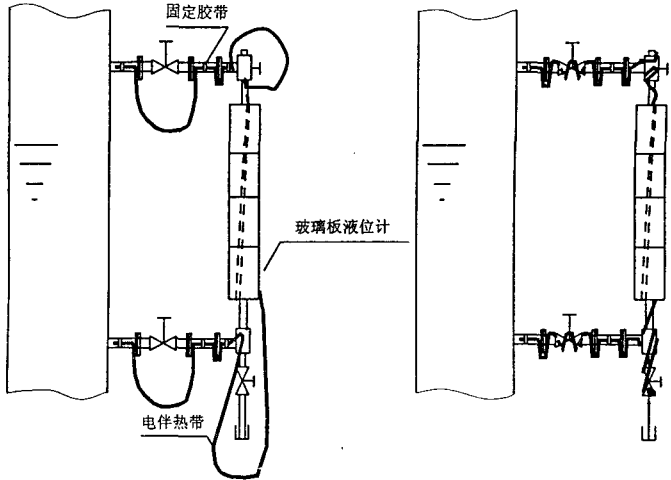


图 7.4.10-4 电伴热带缠绕玻璃板液位计

## 附录 A 常用隔热材料性能

表 A 常用隔热材料主要性能表

材料名称	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	推荐使用温度 (℃)	导热系数λ (w/(m·℃))
岩棉及矿渣棉制品	毡: 60~80	≤400	≤0.049
	100~120		≤0.049
	板: 80	≤350	≤0.044
	100~120		≤0.046
	150~160		≤0.048
管: ≤200	≤350	≤0.044	
微孔硅酸钙	170	≤550	≤0.055
	220		≤0.062
	240		≤0.064
硅酸铝纤维制品	120~200	≤900	≤0.056
复合硅酸铝镁制品	板: 45~80	≤600	≤0.036
	管: ≤300		≤0.041
聚氨酯泡沫塑料制品	30~60	-65~80	≤0.027
聚苯乙烯泡沫塑料制品	≤30	-65~70	≤0.0349



## 附录 B 常用保护层材料性能

表 B 常用保护层材料主要性能表

名 称	技 术 性 能	备 注
玻璃布平纹带	幅度 (mm): 125; 250 厚度 (mm): 0.1±0.01 标重 (g/m <sup>2</sup> ): 105±10 径向拉斯荷重 (kg): 740 纬向拉斯荷重 (kg): 30	
沥青玛碲脂	连续 5h 不流淌 粘结性 5×10 (cm <sup>2</sup> ) 试样, 18℃合格	隔热管壳间胶结用
沥青油毡纸	一般防水油毡纸	
镀锌铁丝	#22	捆扎用
各色油性调和漆	干燥时间 (h): 表干≤10 湿干≤24	防腐用
镀锌薄钢板	厚度 (mm): 0.3~0.35	
铝合金薄板	厚度 (mm): 0.4~0.5	

## 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”。

中华人民共和国行业标准

# 石油化工仪表及管道伴热和隔热 设计 规 范

SH 3126-2001

条文说明

2002 北 京

## 目 次

1	总则	25
3	仪表伴热、隔热方式	26
3.3	电伴热	26
3.4	隔热(保温及保冷)	26
3.5	伴热隔热设计中有关温度的规定	26
3.6	伴热方式	26
4	伴热系统的计算	27
4.1	蒸汽用量的计算	27
4.3	电伴热的功率计算	27
5	伴热系统的设计	28
5.1	蒸汽伴热系统	28
5.2	热水伴热系统	28
5.3	电伴热系统	28
6	隔热设计	30
6.1	仪表管道的隔热结构	30
6.2	隔热层厚度设计	30
6.3	隔热层和保护层材料选用	30
7	伴热管道的安装	31
7.4	电伴热带的安装	31

## 1 总 则

1.0.1 仪表及测量管道隔热应保证物料不致产生冻结、冷凝、结晶、析出、汽化等现象，同时保证仪表处于技术条件所允许的工作温度范围之内。

### 3 仪表伴热、隔热方式

#### 3.3 电伴热

3.3.1 目前国内尚无有关电伴热应用方面的标准规范，制定有关电伴热方面的标准主要目的是为了促进电伴热在仪表领域的应用。

#### 3.4 隔热（保温及保冷）

3.4.1 当采用保温隔热方式可保证仪表和管道正常工作时，不必伴热。

#### 3.5 伴热隔热设计中有关温度的规定

3.5.1 为便于隔热计算，本规定确定仪表管道内介质温度为 20~80℃，这是因为在此温度下，一般仍能保证仪表管道内介质正常传递信号。我们参考一些工程设计的隔热计算也是选取这个温度范围。化工测量对象的介质种类繁多，其冷凝温度等物理特性也各不相同，本规定未一一列举。设计时对于某些在此条件下不能正常工作的介质，可视具体情况增加或减少伴热强度。

3.5.3 各地冬季平均气温与极端最低温度差异很大，某些地区按平均气温看，可以不需要伴热隔热，但极端最低温度也许会影响露天安装的仪表和测量系统的正常工作，所以应按照这此地区的环境极端最低温度决定仪表和测量系统的隔热。

#### 3.6 伴热方式

3.6.3 图 2.6.3 中规定了 a、b、c、d 四种伴热方式。为保证仪表及仪表测量管道内的介质处于正常工作状态，使用中应根据介质的特性，确定相应的伴热形式。当测量腐蚀性或热敏性强、易分解的介质时，不允许伴热管紧贴于仪表及仪表测量管道。

## 4 伴热系统的计算

### 4.1 蒸汽用量的计算

4.1.1 饱和蒸汽主要物理性质见下表:

表 4.1.1 饱和蒸汽主要物理性质

饱和蒸汽压力 (MPa) (A)	温度 t (°C)	冷凝潜热 H (kJ/kg)
1	179.038	$481.6 \times 4.1868$
0.6	158.076	$498.6 \times 4.1868$
0.3	132.875	$517.3 \times 4.1868$

### 4.3 电伴热的功率计算

4.3.1 电伴热带的功率可根据管道散热量来确定。对于仪表设备（如玻璃板液位计、外浮筒液位变送器）的电伴热，目前尚无散热量的计算公式，应用中可参考管道散热量公式及其相关参数设计。

## 5 伴热系统的设计

### 5.1 蒸汽伴热系统

5.1.1 仪表伴热用蒸汽宜设置独立供汽系统，是指蒸汽管道在进入车间或工段时，就应与工艺用蒸汽管道分开敷设，以避免仪表伴热蒸汽在工艺装置停车、检修停蒸汽时被切断。

5.1.2 表 5.1.2 中指出伴热管有五种规格和三种材质供设计选用，但对个别粘度较大的介质，其伴热管道的管径可适当增大。

5.1.3 蒸汽流速由于不能超过相应管径允许的最大流速，而不同管径的蒸汽管道所能提供的热量是有一定限度的，所以接在某一管径上伴热系统不能超出一定的数量。表 5.1.3-2 中指明了在不同管径的蒸汽管道上所能连接的最多伴热点数，是根据理论计算与现场实际调查结果制定的，可供设计时估算管径参考。由表 5.1.3-2 估算出管径后，可参照表 5.1.3-1 估算出总的蒸汽耗量。

5.1.4 回水系统应按下列基本要求考虑：

各回水管线的冷凝量大致相等；

各回水系统的压力损失应尽可能小；

各并联的回水系统之间的阻力应大致相等；

对于冷凝液回水管的选择，因冷凝液在冷凝回水管道内流动过程中，随着压力的降低，部分冷凝液会产生自蒸发现象，疏水器在使用过程中，蒸汽会通过阀片泄漏到冷凝回水管道中去，使回水管道内呈现汽、水两相的混合状态，考虑到回水管内混合流体的体积比纯冷凝液的体积大，冷凝回水管的管径可等于蒸汽伴热管管径或大一级。

5.1.5 为定期排出仪表伴热系统的凝结水，阻止蒸汽的泄漏，节约能源，每个蒸汽伴热系统应单独设置一台凝液疏水器。

### 5.2 热水伴热系统

5.2.3 根据公式 5.2.3 可确定总管及支管管径。同样，如果已知总管及支管的管径，参照式 4.2.1，按热水介质的性质，亦可限定伴热点数。

### 5.3 电伴热系统

5.3.2 常用的电伴热带有以下几种类型：

集肤效应伴热系统是一种基于电流的集肤效应及邻近效应原理的系统，它具有维持温度高，伴热距离长，结构简单等特点，但该系统需专门设计，专门制造，施工周期较长，且施工复杂。

自限式电伴热带是一种具有正温度特性的可自调控的并联型电伴热带，即当被伴热物体温度升高时，导电塑料膨胀，电阻增大，输出功率下降；反之，当物体温度下降时，导电塑料收缩，电阻减小，输出功率增加。同一条电伴热带在不同环境温度下会产生不同的热量，故该电伴热带可以交叉敷设。由于自限式电伴热带的启动电流约为正常值的 6~7 倍，所以伴热回路中的元器件和导线应能满足启动电流要求。自限式电伴热带宜用于维持温度较低场合，尤其适用于热损失计算困难的场合。

恒功率电伴热带由二根平行绝缘铜线作为电源母线，在内绝缘层上缠绕电热丝，并将电热丝每隔一定距离与母线连接，形成并联电阻，母线通电后，各并联电阻发热，形成一条连续的加热带。恒功率电伴热带宜用于维持温度较高的场合。

串联电伴热带是一种由电缆芯线作发热体的电伴热带，即在具有一定电阻的芯线上通过电流，芯



线就发出热量。发热芯线有单芯和多芯两种。由于芯线单位长度的电阻和通过的电流在整个长度上是相等的，因而各处的发热量相同。串联电伴热带主要适用于长距离管道的伴热。

仪表及其测量管道的电伴热一般选用自限式电伴热带。

5.3.3 当电伴热带使用缠绕法时，缠绕间距可根据电伴热带的米功率与管道单位长度散热量之比确定。如果计算出的电伴热带长度超过产品规定的长度，则应设置两个或多个供电电源回路。

## 6 隔热设计

### 6.1 仪表管道的隔热结构

6.1.1 “一体化的管缆”是指测量管道、伴热管道、隔热层和保护层经特殊加工而成为一体的新型安装材料，设计中可以考虑采用。

### 6.2 隔热层厚度设计

6.2.1 仪表管道伴热隔热的传热机理比较复杂。仪表隔热计算中省略了一些次要因素，如散热角、隔热层表面至空气的给热系数、大气状况以及管道支架引起的散热损失等，但这些次要因素，对计算结果影响很小。另外，一些国家隔热设计中也是采用了经过某些简化的公式。仪表管道的允许热损失  $q_p$  相对来说是比较小的，本规范在计算蒸汽和热水用量时，又考虑了余量系数，所以本规范的隔热层厚度计算公式也是省略一些次要因素后的简化公式。

6.2.3 在隔热层厚度的计算中，热量损失  $q_p$  值是导热系数  $\lambda$  及隔热层厚度  $\delta_p$  的函数。三个参数中欲求其中的隔热层厚度，必须知道另外的两个参数。在隔热材料选定之后， $\lambda$  即可求出，这时必须再设定  $q_p$  值。

由于仪表隔热管道的管径较小，其允许热量损失  $q_p$  在目前的资料中尚无法查到。为便于设计，本规范参照一些工程设计资料，对比了不同的隔热材料、不同的厚度以及不同的大气温度下的计算结果，找出了它们之间的相互影响和数字关系，归纳出允许热量损失值及隔热层厚度值，详见表 6.2.3 和表 6.2.6。

表 6.2.3 中规定列举了三种伴热蒸汽压力，是工厂中经常采用的几种压力。

寒冷地区可采用 1.0MPa (A) 蒸汽压力，较寒冷地区可采用 0.6MPa (A) 蒸汽压力，不太寒冷地区则可采用 0.3MPa (A) 低压蒸汽伴热。

6.2.4 由于各厂生产的仪表保温箱在产品结构、隔热材料的选用上都不相同，所以，保温箱的热损失也不相同。采用计算方法确定每个仪表保温箱蒸汽和热水消耗量时，首先应计算它们的表面积，然后才能计算出仪表保温箱的热损失值。为便于计算，本规范推荐了每台仪表保温箱的热损失值。

### 6.3 隔热层和保护层材料选用

6.3.1 仪表隔热用的材料应尽量和工艺隔热材料相一致，并符合现行《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB50264 的规定。

## 7 伴热管道的安装

### 7.4 电伴热带的安装

7.4 电伴热带的安装方式及施工还应遵照电伴热带生产厂的有关规定。