

# 产品造型设计及计算方法 **Design and selection**

电伴热是利用电伴热产品产生的热量来补偿被伴热的管道、容器、罐体等工艺装置所散耗的热量,以维持其相应的介质温度来满足工艺要求。正确计算出管道、容器、罐体等工艺装置的散热量,对准确维持介质温度是至关重要的。

An electric heating cable system uses the heating cable to replace the heat that is lost through the thermal insulation system. Replacing the lost heat allows the pipe and product inside the pipe to be heat at a constant temperature. It is important for selecting heating cable to calculate the lost heat on the pipe. Vessel and tank.

## 一、管道及附件散热量的计算 **Calculate the heat loss of pipe and accessories**

### 1、工艺参数的确定 **Determination of parameters**

为确保计算的正确性,在计算前应正确确定各项参数:它们是管道、容器、罐体等介质要求维持的温度 $T$ 。管道的直径 $d$ 或容器的表面积 $S$ 、保温材料的品种及厚度 $\delta$ 、环境温度(最低平均温度) $T_H$ 、敷设环境(室内或室外、地面或埋地)。并计算维持温度 $T_W$ 与环境温度 $T_H$ 之差  $T$ ,  $T=T_W-T_H$

It is desired pipe, vessel maintenance temperature ( $T_W$ ) and minimum ambient temperature ( $T_H$ ) and pipe diameter ( $d$ ), surface areas of vessel(s), thermal insulation type and thickness.

### 2、管道散热量的计算 **Thermal design**

$$Q=f \times e \times h \times q$$

Q- 实际需要的伴热量 heat loss

q- 基准情况下单位长度管道的散热量 q(根据工艺参数查表5-1得到) basic heat loss

f- 保温材料系数(查表 5-2) thermal insulation factor (see chart 5-2)

e- 管材系数(金属为 1, 非金属为 0.6-0.9) pipe factor (metal 1, no metal 0.6-0.9)

h- 环境系数(室外为 1, 室内为 0.9) ambient factor (outdoor:1, indoor:0.9)

例 1: 某厂有一金属管线,管径为 1/2", 保温材料是硅酸钙,厚度 10mm,管道中介质的维持温度 10, 冬季最低平均气温是 -25, 室外。求管道每米热损失。

Example: There is a pipeline to be maintained at 10, Min ambient temperature is -25, pipe diameter is 1/2" (inch), Insulation is 10mm thickness calcium silicate in outdoor.

一:  $T=T_W-T_H=10 - (-25)=35$

二: 查表 5-1, 管径 1/2", 10mm 保温层, 因表中无  $T=35$  需采用插入法计算;

use table 5-1 pipe diameter 1/2", 10mm thickness insulation where desired temperature differential falls between values, use interpolation:

$T_1=30$  时,  $q_1=11.0W/m$ ;

$T_2=40$  时,  $q_2=14.9W/m$ ;

$T=35$  时,  $q=q_1+(q_2-q_1)/(T_2-T_1) \times (T-T_1)=11.0+(14.9-11.0)/(40-30) \times 5=12.95W/m$ ;

三: 保温层采用硅酸钙, 查“表 5-2” From table 5-2 (calcium silicate)

$f=1.5$   $e=1$   $h=1$

四: 所需伴热量 Require heat:  $Q=1.5 \times 1 \times 1 \times 12.95=19.425(w/m)$

注意: 表 5-1 中保温材料是采用玻璃纤维为标准的, 如用其它材料可参见表 5-2 的系数进行修正, 如前面例 1 所述。

Note: Insulation correction factor are based on glass fiber insulation

自限式电热带应选用维持温度下的功率大于等于所需伴热量的型号。(见图 2-2、2-3)

# 表5-1 管道散热量(Q<sub>B</sub>)

散热量 Q<sub>B</sub>，以瓦特 / 米(W/m)单位表示  
 表1中的散热量计算基于几个基本参数  
 保温材料: 玻璃纤维  
 管道材料: 金属  
 管道位置: 室外、风速8.9米 / 秒  
 室内 = 室外 × 0.9

保温厚度 (mm)	温差 T ( )	管道大小								
		NB(mm)	8	15	20	25	32	40	50	65
		NPS(寸)	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2
		外径(mm)	14	21	27	34	42	48	60	76
10	20	6.2	7.2	8.5	10.1	12.1	13.6	16.4	19.3	
	30	9.4	11.0	12.9	15.4	18.5	20.7	24.9	29.4	
	40	12.7	14.9	17.5	20.8	25.0	27.9	33.7	39.7	
20	20	4.0	4.6	5.3	6.2	7.3	8.0	9.5	11.1	
	30	6.2	7.0	8.1	9.4	11.1	12.2	14.5	16.8	
	40	8.3	9.5	10.9	12.7	15.0	16.5	19.6	22.8	
	60	12.8	14.7	16.9	19.6	23.1	25.5	30.2	35.1	
25	20	3.6	4.1	4.6	5.3	6.2	6.9	8.1	9.3	
	30	5.4	6.2	7.1	8.1	9.5	10.4	12.3	14.2	
	40	7.4	8.4	9.5	11.0	12.9	14.1	16.6	19.2	
	60	11.4	12.9	14.7	17.0	19.8	21.8	25.6	29.6	
	80	15.6	17.7	20.2	23.3	27.2	29.9	35.1	40.6	
	100	20.1	22.8	26.1	30.1	35.1	38.6	45.4	52.5	
30	20	3.3	3.7	4.2	4.8	5.5	6.1	7.1	8.1	
	30	5.0	5.6	6.3	7.3	8.4	9.2	10.8	12.4	
	40	6.7	7.6	8.6	9.8	11.4	12.5	14.6	16.8	
	60	10.3	11.7	13.2	15.1	17.6	19.2	22.5	25.9	
	80	14.2	16.0	18.2	20.8	24.1	26.4	30.9	35.5	
	100	18.3	20.7	23.4	26.8	31.1	34.1	39.8	45.8	
	120	22.7	25.6	29.0	33.2	38.6	42.2	49.3	56.7	
	140	27.2	30.8	34.9	40.0	46.4	50.8	59.4	68.3	
	160	32.1	36.2	41.1	47.1	54.6	59.8	69.9	80.4	
	180	37.1	42.0	47.6	54.5	63.2	69.2	80.9	93.0	
40	20	2.8	3.1	3.6	4.0	4.6	5.0	5.8	6.6	
	30	4.3	4.8	5.4	6.1	7.0	7.7	8.9	10.1	
	40	5.8	6.5	7.3	8.3	9.5	10.4	12.0	13.7	
	60	9.0	10.1	11.3	12.8	14.7	16.0	18.5	21.1	
	80	12.3	13.8	15.5	17.6	20.2	21.9	25.4	28.9	
	100	15.9	17.8	20.0	22.7	26.0	28.3	32.8	37.3	
	120	19.7	22.1	24.8	28.1	32.2	35.1	40.6	46.2	
	140	23.7	26.5	29.8	33.8	38.8	42.2	48.8	55.6	
	160	27.9	31.2	35.1	39.8	45.6	49.7	57.4	65.5	
	180	32.3	36.2	40.6	46.0	52.9	57.5	66.5	75.8	
50	20	2.6	2.8	3.2	3.6	4.1	4.4	5.0	5.7	
	30	3.9	4.3	4.8	5.4	6.2	6.7	7.7	8.7	
	40	5.3	5.9	6.5	7.3	8.4	9.1	10.4	11.8	
	60	8.1	9.0	10.1	11.3	12.9	14.0	16.0	18.1	
	80	11.2	12.4	13.8	15.5	17.7	19.1	22.0	24.9	
	100	14.4	16.0	17.8	20.1	22.8	24.7	28.4	32.1	
	120	17.8	19.8	22.1	24.8	28.3	30.6	35.1	39.8	
	140	21.5	23.8	26.6	29.9	34.0	36.8	42.3	47.9	
	160	25.3	28.1	31.3	35.2	40.1	43.4	49.8	56.3	
	180	29.2	32.5	36.2	40.7	46.4	50.2	57.6	65.2	
80	20	2.1	2.3	2.6	2.8	3.2	3.4	3.8	4.3	
	30	3.2	3.5	3.9	4.3	4.8	5.2	5.8	6.5	
	40	4.4	4.8	5.2	5.8	6.5	7.0	7.9	8.8	
	60	6.7	7.4	8.1	9.0	10.0	10.8	12.1	13.5	
	80	9.2	10.1	11.1	12.3	13.8	14.8	16.6	18.6	
	100	11.9	13.0	14.3	15.9	17.8	19.1	21.5	24.0	
	120	14.7	16.1	17.8	19.7	22.0	23.6	26.6	29.7	
	140	17.7	19.4	21.4	23.6	26.5	28.4	32.0	35.7	
	160	20.9	22.9	25.1	27.8	31.2	33.4	37.7	42.1	
	180	24.1	26.5	29.1	32.2	36.1	38.7	43.7	48.7	

80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
89	114	168	219	273	324	356	406	457	508	610
23.0	28.8	41.1	52.6	64.7	76.1	83.3	94.6	105.9	117.2	139.7
35.0	43.8	62.5	80.0	98.5	115.8	126.7	143.9	161.1	178.3	212.6
47.3	59.2	84.5	108.2	133.2	156.6	171.3	194.6	217.9	241.1	287.4
13.0	16.0	22.5	28.5	34.9	40.9	44.7	50.7	56.7	62.6	74.6
19.8	24.4	34.2	43.4	53.2	62.3	68.0	77.1	86.2	95.3	113.4
26.7	33.0	46.3	58.7	71.9	84.2	92.0	104.3	116.6	128.9	153.4
41.2	50.9	71.4	90.5	110.8	129.9	141.8	160.8	179.7	198.7	236.5
10.9	13.4	18.6	23.5	28.7	33.5	36.5	41.4	46.2	51.1	60.7
16.6	20.3	28.3	35.7	43.6	51.0	55.6	63.0	70.3	77.7	92.4
22.4	27.5	38.2	48.3	59.0	69.0	75.2	85.2	95.1	105.4	124.9
34.5	42.4	59.0	74.5	90.9	106.3	115.9	131.3	146.7	162.0	192.6
47.4	58.2	81.0	102.3	124.8	146.0	159.2	180.3	201.4	222.4	264.5
61.2	75.2	104.5	132.0	161.1	188.5	205.5	232.8	260.0	287.2	341.5
9.5	11.6	15.9	20.1	24.4	28.5	31.0	35.1	39.2	43.2	51.3
14.4	17.6	24.3	30.5	37.1	43.3	47.2	53.4	59.6	65.8	78.1
19.5	23.8	32.8	41.3	50.2	58.6	63.8	72.2	80.6	88.9	105.6
30.0	36.6	50.6	63.6	77.4	90.4	98.4	111.4	124.3	137.1	162.9
41.2	50.3	69.4	87.3	106.3	124.0	135.1	152.9	170.6	188.6	223.6
53.2	65.0	89.7	112.8	137.2	160.2	174.5	197.4	220.3	243.1	288.7
65.9	80.4	111.0	139.6	169.9	198.3	216.1	244.4	272.8	301.0	357.5
79.3	96.8	133.5	168.0	204.4	238.6	259.9	294.0	328.1	362.1	430.1
93.3	113.6	157.2	197.7	240.6	280.8	306.0	346.1	386.2	426.3	506.2
108.1	131.9	182.0	228.9	278.6	325.2	354.2	400.7	447.1	493.5	586.2
7.6	9.2	12.6	15.7	19.0	22.1	24.0	27.1	30.2	33.3	39.4
11.6	14.1	19.1	23.9	28.9	33.6	36.6	41.3	45.9	50.6	60.6
15.7	19.0	25.9	32.3	39.1	45.5	49.4	55.8	62.1	68.5	81.1
24.3	29.3	39.9	49.8	60.3	70.1	76.2	86.0	95.8	105.6	125.1
33.3	40.2	54.8	68.4	82.7	96.2	104.6	118.1	131.5	144.9	171.7
43.0	52.0	70.8	88.3	106.8	124.2	135.1	152.4	169.8	187.1	221.7
53.3	64.4	87.6	109.3	132.3	153.9	167.3	188.8	210.3	231.7	274.5
64.1	77.4	105.4	131.5	159.1	185.1	201.2	227.1	252.9	278.1	330.5
75.4	91.1	124.1	154.8	187.3	217.9	236.9	267.3	297.7	328.1	388.7
87.3	105.5	143.7	179.3	216.9	252.2	274.3	309.5	344.7	379.9	450.1
6.5	7.8	10.5	13.1	15.7	18.2	19.8	22.3	24.7	27.2	32.2
9.9	11.9	16.0	19.9	23.9	27.7	30.1	33.9	37.6	41.4	48.9
13.4	16.1	21.7	26.9	32.3	37.5	40.7	45.8	50.9	56.0	66.2
20.7	24.8	33.4	41.4	49.9	57.8	65.7	70.6	78.5	86.3	102.1
28.5	34.1	45.9	56.8	68.4	79.3	86.1	96.9	107.7	118.5	140.1
36.7	44.0	59.2	73.4	88.3	105.4	111.1	125.1	139.1	153.0	180.9
45.5	54.5	73.3	90.9	109.4	126.8	137.6	154.9	172.2	189.5	224.0
54.7	65.6	88.2	109.3	131.6	152.5	165.5	186.4	207.2	227.9	269.4
64.4	77.2	103.9	128.7	154.9	179.5	194.9	219.4	243.9	268.3	317.2
74.6	89.4	120.3	149.0	179.4	207.9	225.6	254.0	282.4	310.7	367.2
4.8	5.7	7.4	9.0	10.7	12.3	13.3	14.9	16.4	18.0	21.1
7.3	8.6	11.3	13.7	16.3	18.7	20.2	22.6	25.0	27.4	32.1
9.9	11.6	15.2	18.5	22.0	25.3	27.3	30.6	33.8	37.0	43.5
15.3	17.9	23.5	28.6	34.0	39.0	42.1	47.1	52.1	57.1	67.0
20.9	24.6	32.2	39.2	46.6	53.5	57.8	64.7	71.5	78.3	92.0
27.0	31.8	41.6	50.6	60.2	69.1	74.6	83.5	92.3	101.5	118.8
33.5	39.9	51.5	62.7	74.5	85.5	92.4	103.4	114.3	125.3	147.1
40.3	47.3	61.9	75.4	89.6	102.9	111.2	124.4	137.5	150.7	176.9
47.4	55.7	72.9	88.8	105.5	121.1	130.9	146.4	161.9	177.4	208.3
54.9	64.5	84.4	102.8	122.2	140.3	151.5	169.5	187.5	205.4	241.2

# 产品造型设计及计算方法 **Design and selection**

表 5-2: 保温材料修正系数 insulation correction factor

保温材料 insulation material	保温系数 f factor	导热常数 (w/m.℃)10 ℃时 thermal conductivity
玻璃纤维 fiberglass	1.0	0.036
岩棉 mineral wool	1.22	0.044
矿渣棉 slag wool	1.11	0.04
珍珠岩 perlite	1.31	0.047
聚氨酯泡沫塑料 polyurethane cellular glass	0.67	0.024
聚苯乙烯泡沫塑料 polystyrol cellular glass	0.86	0.031
硅酸钙 silicate calcium	1.50	0.054
石棉绳 asbestos cord	1.83	0.066
复合硅酸盐毡 FHP-VB compound silicate FHP-VB	0.65	0.0234

### 3、管道阀体散热量的计算 **Heat loss of valve**

闸阀散热量通常是相连口径管道每米热损失的 1.22 倍:

The heat loss of gate valve is 1.22 times that of pipe(the same diameter)

球阀为 0.7 倍 ball valve 0.7 factor

蝶型阀(节流阀)为 0.5 倍 butterfly 0.5 factor

浮式球阀为 0.6 倍 inlet valve 0.6 factor

### 4、确定电热带的功率及长度 **The heating cables power and length selection:**

根据散热量及介质维持温度选择相应的电热带,其最高维持温度必须高于介质温度,单位长度大于电热带额定功率时(即比值大于 1 时),用以下方法来修正:

a. 当比值大于 1.5 时,采用两条或更多的平行电热带敷设,电热带长度为管道长度 × 根数

b. 当比值在 1.1-1.5 之间时,可采用卷绕法,如图 5-1,方法为根据热损失与电热带功率的比值。查表 5-3,得到卷绕的节距,并按此敷设,电热带长度为管道长度 × 比值。

c. 修改保温材料或厚度。

According to heat lose of the pipe and select a proper heating cable. The maximum maintenance temperature must be higher than fluid temperature, If heating cable rated power exceed heat loss of pipe. The following are procedures to solve the problems:

a. The ratio between heating cable and heat loss of pipe exceed 1.5, It is required that two heating cable to be attached on the pipe.

b. The ratio falls between 1.1 and 1.5, The heating cable may be spiral wrapped to increasase the total wattage of the tracing system. Installed cable length=pipe length × spiral factor (see table 5-3)

c. Change thermal insulation material or increase it's thickness.

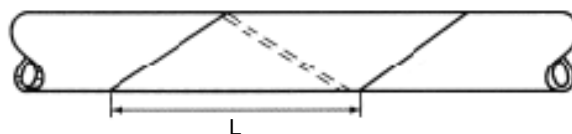


图 5-1

## 产品造型设计及计算方法 **Design and selection**

另外还应考虑法兰、弯头及和管道金属托架散热损失所需的电热带长度及预留供电源接线用的长度,预留供中间接线盒接线用的长度。法兰一般加上2倍的管径长度;弯头加上1.5倍的管径长度;管道金属托架上加3-5倍的管径长度,伴热管所需的电热带长度,其总和即整个系统所需电热带的总长度。

Additional considering of adding the amount of heating cable install on each valve, flange, pipe support, power connection and splice connecton, Adders are for(flange is 2 times pipe size, elbow is 1.5 times and pipe support is 3-5 times, Power connection adds 1 meter and splice connection add 0.5 meter),Total heating cable requirement is add up length of accessories and cable length.

表 5-3: 电热带跨距 (pitch in mm)

管径 pipe diameter	每米管线所需功率与电热带功率之比 ratio				
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
1"	250	170	140	110	100
1 1/4"	310	210	170	140	130
1 1/2"	350	240	190	160	140
2"	430	300	240	200	180
2 1/2"	520	360	290	240	210
3"	630	430	350	290	260
3 1/2"	720	490	390	330	290
4"	800	560	440	370	330
4 1/2"	890	610	480	400	350
5"	990	680	550	460	400
6"	1180	810	650	550	480
7"	1520	1050	840	710	620

## 二、罐体容器散热量的计算 **Heat loss of vessel**

首先应计算容器罐体的表面积,并根据保温层材料、厚度和介质所维持的温度,查表5-4,可知每平方米的散热量,再通过计算,就能得到容器、罐体所需的总散热量Q。

The first determination is the total surface area A of the vessel, The heat loss in table 5-4 are based on insulation material thickness and fluid temperature. The formula is:

其公式为:  $Q=1.2 \times q \times s$

式中: 1.2为保险系数(safe factor)

q: 为每平方米散热量 ( $W/m^2$ )(heat loss in a square meter)

s: 为容器罐体的表面积 ( $m^2$ )(surface area of vessel)

例2: 某厂有一直径D=3m,高h=4m的圆柱形工艺罐体,当地最低环境温度-10;最高风速15m/S,现采用厚度50mm的矿渣棉作保温层,罐体的维持温度80,求该罐体散热量。

Example: There is a 3 meter diameter, 4 meter high vessel, minimum ambient temperature: -10 Max wind speed: 15m/s, thermal insulation is 50mm, Slag wool, maintenance temperature is 80 .

# 产品选型设计及计算方法 Design and selection

## 二、罐体容器散热量 $q(w/m^2)$ Heat loss of vessel

保温材料 厚度 (mm)	维 持 温 度 $^{\circ}C$												条 件	最 低 环 境 温 度					
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120							
聚氨酯	38	22.31	25.08	30.79	36.77	43.02	49.55	56.38	63.52	70.98	78.77	86.91	104.16	温度: -40°C  风速: 15m/s					
	50	17.25	19.39	23.81	28.43	33.27	38.32	43.61	49.14	54.19	60.95	67.20	80.63						
	75	11.71	13.16	16.16	19.30	22.58	26.02	29.61	33.37	37.29	41.39	45.68	54.82						
	100	8.86	9.96	12.23	14.61	17.09	19.69	22.41	25.29	28.25	31.36	34.60	41.51						
	125	7.14	8.02	9.85	11.76	13.77	15.86	18.05	20.34	22.73	25.36	27.85	33.43						
150	5.96	6.70	8.23	9.84	11.52	13.27	15.10	17.02	19.02	21.11	23.30	27.97							
玻璃纤维	38	35.91	40.15	48.79	57.77	66.89	76.39	86.02	95.92	106.08	116.63	127.38	149.77			温度: -40°C  风速: 15m/s			
	50	28.07	31.39	38.14	45.08	52.20	59.62	67.14	77.87	82.81	91.06	99.46	116.97						
	75	19.27	21.54	26.18	30.95	35.90	40.93	46.10	51.41	56.87	62.49	68.31	80.36						
	100	14.64	16.43	19.97	23.60	27.33	31.16	35.09	39.17	43.37	47.65	52.05	61.24						
	125	11.86	13.26	16.12	19.05	22.06	25.16	28.38	31.66	35.02	38.48	42.03	49.45						
150	9.92	11.09	13.53	15.99	18.52	21.12	23.79	26.53	29.35	32.25	35.23	41.45							
矿渣棉	38	44.14	49.32	59.95	70.83	81.81	93.19	104.61	116.36	128.34	140.42	152.71	178.08					温度: -40°C  风速: 15m/s	
	50	34.65	38.72	47.16	55.63	64.25	73.19	82.17	91.32	100.74	110.23	120.01	139.86						
	75	23.99	26.81	32.53	38.44	44.49	50.59	56.81	63.14	69.59	76.23	82.93	96.76						
	100	18.34	20.49	24.86	29.38	34.01	38.67	43.43	48.27	53.21	58.24	63.41	73.93						
	125	14.83	16.57	20.18	23.80	27.50	31.27	35.12	39.11	43.11	47.15	51.34	59.86						
150	12.51	13.97	16.96	20.00	23.11	26.28	29.51	32.81	36.17	39.62	43.11	50.26							
硅酸钙	38	52.62	59.00	72.38	85.96	99.95	114.59	129.45	144.73	160.56	176.68	193.21	227.48	温度: -40°C  风速: 15m/s					
	50	41.63	46.69	57.07	67.92	79.01	90.59	102.37	114.49	126.94	139.72	152.84	180.06						
	75	28.95	32.47	39.77	47.34	55.08	63.06	71.28	79.74	88.44	97.38	106.55	125.61						
	100	22.26	24.97	30.53	36.28	42.21	48.34	54.74	61.24	67.93	74.81	81.87	96.54						
	125	18.02	20.22	24.72	29.43	34.31	39.29	44.42	49.70	55.13	60.72	66.45	78.38						
150	15.16	17.00	20.87	24.80	28.86	33.05	37.37	41.81	46.39	51.08	55.92	65.96							
聚氨酯	38	7.87	10.61	16.30	22.53	28.61	35.17	42.04	49.23	56.83	64.70	72.86	90.31			温度: -10°C  风速: 15m/s			
	50	6.04	8.22	12.62	17.30	22.16	27.24	32.56	38.13	44.03	50.13	56.46	70.06						
	75	4.14	5.58	8.58	11.80	15.06	18.55	22.18	25.97	29.94	34.10	38.44	47.71						
	100	3.12	4.21	6.52	8.91	11.45	14.07	16.83	19.71	22.72	25.87	29.17	36.20						
	125	2.51	3.43	5.27	7.20	9.22	11.34	13.56	15.88	18.31	20.85	23.47	29.14						
150	2.13	2.87	4.41	6.02	7.71	9.48	11.33	13.27	15.30	17.45	19.67	24.40							
玻璃纤维	38	12.13	16.42	25.16	34.00	43.25	52.61	62.24	72.27	82.47	92.95	103.72	126.31					温度: -10°C  风速: 15m/s	
	50	9.53	12.79	19.61	26.61	33.72	41.18	48.72	56.47	64.45	72.65	81.15	98.85						
	75	6.58	8.83	13.53	18.29	23.26	28.31	33.49	38.83	44.31	50.05	55.86	68.00						
	100	5.06	6.79	10.32	13.95	17.68	21.60	25.56	29.63	33.82	38.12	42.56	51.81						
	125	4.07	5.46	8.37	11.31	14.34	17.45	20.64	23.93	27.32	30.80	34.38	41.89						
150	3.40	4.57	7.00	9.46	11.99	14.65	17.34	20.10	22.94	25.86	28.87	35.15							
矿渣棉	38	15.01	20.12	30.51	41.27	52.33	63.57	75.05	86.63	98.41	110.12	122.84	148.06	温度: -10°C  风速: 15m/s					
	50	11.65	15.88	24.07	32.57	41.14	49.97	59.01	68.12	77.39	87.00	96.63	116.49						
	75	8.21	11.1	16.69	22.49	28.52	34.58	40.84	47.15	53.68	60.23	66.91	80.61						
	100	6.23	8.35	12.77	16.93	21.82	26.46	31.24	36.07	41.07	46.09	51.20	61.69						
	125	5.10	6.84	10.37	13.97	17.65	21.48	25.38	29.24	33.22	37.29	41.42	49.96						
150	4.27	5.72	8.68	11.79	14.89	18.06	21.29	24.58	27.93	31.35	34.82	42.00							
硅酸钙	38	18.13	24.39	37.39	50.90	64.82	79.21	93.88	109.18	124.71	140.78	157.28	191.24			温度: -10°C  风速: 15m/s			
	50	14.38	19.35	29.66	40.39	51.34	62.75	74.54	86.54	98.87	111.64	124.28	151.79						
	75	10.02	13.49	20.76	28.16	35.95	43.86	52.02	60.52	69.17	78.05	87.17	106.12						
	100	7.75	10.43	15.92	21.69	27.58	33.72	40.00	46.54	53.19	60.04	67.06	81.66						
	125	6.25	8.42	12.95	17.58	22.44	27.38	32.48	37.80	43.21	48.76	54.48	66.35						
150	5.33	7.17	10.94	14.85	18.88	23.05	27.39	31.82	36.37	41.05	45.86	55.86							
聚氨酯	38			5.47	11.61	17.87	24.44	31.33	38.57	46.15	54.10	71.12	温度: +20°C  无风速						
	50			4.35	9.08	13.97	19.11	24.50	30.27	36.22	42.46	55.81							
	75			3.04	6.23	9.59	13.22	16.94	20.85	24.95	29.24	38.43							
	100			2.29	4.78	7.36	10.06	12.89	15.98	19.05	22.32	29.34							
	125			1.84	3.90	6.00	8.20	10.51	12.84	15.41	18.06	23.73							
150			1.54	3.26	5.01	6.85	8.78	10.81	12.93	15.15	19.90								
玻璃纤维	38			8.23	16.71	25.45	34.45	43.73	53.30	63.41	73.61	94.95		温度: +20°C  无风速					
	50			6.37	13.16	20.05	27.37	34.74	42.33	50.16	58.45	75.40							
	75			4.48	9.26	14.10	19.08	24.41	29.75	35.24	40.90	52.56							
	100			3.51	7.13	10.86	14.69	18.65	22.90	27.13	31.37	40.45							
	125			2.83	5.74	8.88	12.02	15.25	18.58	22.01	25.54	32.93							
150			2.37	4.88	7.43	10.05	12.76	15.66	18.56	21.53	27.67								
矿渣棉	38			9.66	19.93	29.88	40.61	51.29	62.17	73.26	84.91	108.21				温度: +20°C  无风速			
	50			7.78	15.73	23.85	32.42	40.94	49.62	58.72	67.77	86.37							
	75			5.32	11.12	16.86	22.91	28.93	35.07	41.32	47.89	61.03							
	100			4.32	8.59	13.02	17.69	22.33	27.07	32.03	36.97	47.11							
	125			3.48	7.04	10.67	14.37	18.29	22.17	26.13	30.16	38.43							
150			2.92	5.89	9.08	12.23	15.44	18.72	22.06	25.46	32.44								
硅酸钙	38			11.08	24.02	37.32	50.57	64.22	78.28	92.73	108.04	139.02	温度: +20°C  无风速						
	50			9.52	19.49	30.00	41.01	52.09	63.49	75.22	87.28	112.35							
	75			6.83	13.89	21.55	29.21	37.11	45.42	53.81	62.44	80.40							
	100			5.20	10.95	16.70	22.83	28.99	35.35	41.88	48.60	62.58							
	125			4.35	8.99	13.72	18.59	23.81	29.02	34.38	39.90	51.37							
150			3.77	7.67	11.70	15.85	20.13	24.54	29.08	33.74	43.44								

## 产品选型设计及计算方法 **Design and selection**

一：查表 5-4 知：在风速 15m/S，环境 -10℃，维持温度 80℃ 时， $q=77.39\text{W/m}^2$

The heat loss in the table is :  $q=77.39\text{W/m}^2$

二：  $Q=1.2 \times q \times s=1.2 \times q \times (2\pi R^2+\pi Dh)$

$$=1.2 \times 77.39 \times (2 \times 3.14 \times 1.5^2+3.14 \times 3 \times 4)=4811.49(\text{W})$$

答：该罐体散热量为 4811.49W

如实际情况与表中不一样，请采用插入法计算。

If value falls between two values, please use interpolation.

### 三、有关公式介绍 **Formula**

如前所述，我们查知的管道，容器罐体的散热量，是按现场实际情况综合计算得出的，如数据表中没有您所需要的散热量，则可通过有热损失公式来求出所需要的数据。有关公式简介如下：

The above table is derived by the actual situation, It is also calculated by following formula:

a. 管道热损失公式为 heat loss of pipe:      b. 板面热损失公式 heat loss of panel surface:

$$Q = \frac{2\pi\lambda(T_w - T_H)}{\ln[(d+2\delta) \div d]} \quad (\text{W/m}) \qquad Q = \frac{\pi\lambda(T_w - T_H)}{\delta / \lambda} \times S \quad (\text{W})$$

上式中：

$\lambda$  - 保温材料是导热系数 (W / 米 / 度) thermal conductivity of insulation

$d$  - 管道外径 (mm) pipe outer diameter

$\delta$  - 保温层厚度 (m) insulation thickness

$T_w$  - 工作维持温度 ( ) maintenance temperature

$T_H$  - 当地最低平均温度 ( ) minimum average ambient temperature

$S$  - 表面积 ( $\text{m}^2$ ) surface area

$Q$  - 散热量 (W) heat loss

以上公式系理想状态，实际工程计算时应综合考虑风速、保温层老化和保险系数等因数。

The formula is ideal situation, It must be consider wind speed, insulating ageing and safe factor in the application.

### 四、选型方法 **Selection of heating cable**

在选择电伴热产品时，应综合考虑各种因素，如适用性、经济性、供电条件等，具体方法如下：

a. 根据管道维持温度及偶然性的最高操作温度选定最高维持温度高于它的电伴热产品。

b. 根据供电条件、电网负荷及管道长度，确定电伴热方案和电伴热产品的型号，如恒功率、自限式或串联型等。

c. 根据管道单位长度的散热量或容器单位面积上的散热量来确定所需电伴热产品的单位功率和长度。

d. 根据不同的使用环境来确定所需电伴热产品的结构：一般情况下，可选用普通型，防爆场合建议使用加强型，埋地或在有腐蚀性物质场所应选用加强型。

To select the proper heating cable, consider the following:

a. pipe maintenance temperature and maximum exposure temperature.

b. supply voltage, electricity net and length of the heating cable.

c. The length of cable is derived by heat loss of pipe per meter.

d. The heating cable construction is based on surroundings (ordinary range in non-hazardous areas, Strengthen range in hazardous areas)

## 产品选型设计及计算方法 Design and selection

例 3：根据前述“例 1”所述，并最后得知需耗散的热功耗为 19.43W/m，来进行选型。

根据选型方法步骤“1-4”，我们可初步选 RDP<sub>2</sub>-J<sub>3</sub>-20 型的电热带。若例(1)因管径增大，其它条件不变，散热量为 30W/m 时，则又根据步骤“1-4”，初步选择 RDP<sub>2</sub>-J<sub>3</sub>-30 型或 RDP<sub>3</sub>-J<sub>3</sub>-30 型的电热带作为伴热产品：若为强腐蚀性环境，则可选加强型 RDP<sub>3</sub>(Q)-J<sub>3</sub>-30 型的电热带作为伴热产品。

例 4：根据例(2)所述，知容器表面积为 52m<sup>2</sup>，最后求得散热量为 4811.5W，根据步骤“1-4”初步选择 LDB-B 型挠性电热板为伴热产品，需电热板数量： $n=4811W \div 1200 = 4$ (块)

注：以上选择并不是唯一方法，在选择电伴热产品应以“最佳分布、低功率”为原则，并灵活应用。

## 五、特殊情况的设计与计算 Design and calculation in special condition

管线蒸汽扫线温度大于电热带耐热温度时的电伴热设计：

maximum exposure temperature higher than cable withstand temperature:

由于蒸汽扫线时间相应较短，可采用图 5-2 双层保温层结构来保证使用。一般来说，这种结构的内层保温厚度为 5-10mm，在内保温层外包铁皮、铝皮或铝胶带，铝胶带上敷设电热带。每毫米内层保温层可使扫线温度降低 10 左右。当然在扫线时，电热带应停止通电。管线热损失仍按常规设计。保温层厚度只能按外层为计算厚度。例：电热带材料 F<sub>46</sub> 氟塑料耐温为 205，而扫线温度达 250，那么内层保温层需敷设 5mm 以上。以确保扫线中不致损坏电热带。

Due to it short time for steam pass through the pipe, It may be select double layer thermal insulation, The inner thermal insulation thickness is 5-10mm, Then aluminium tape and should be attached on the insulation, The heating cable is attached on the aluminium tape, It decrease temperature of cable surface.

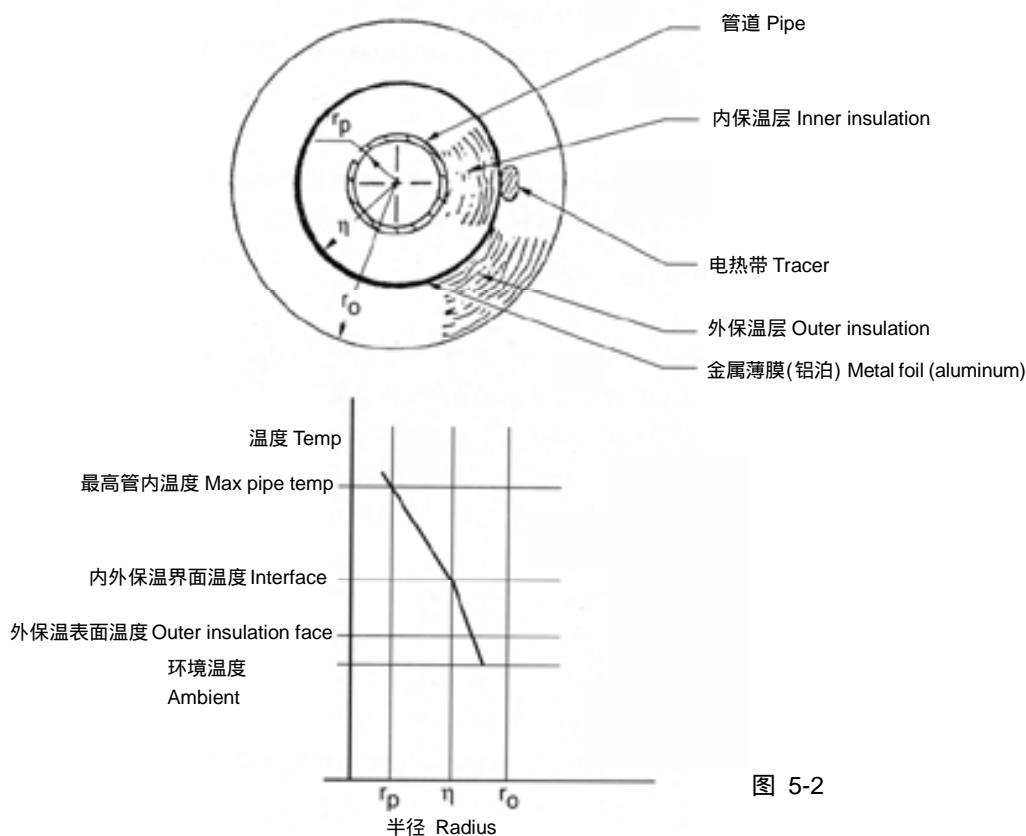


图 5-2



# 电热带在防爆环境中的设计和表面温度的计算

## Design of Tracer in harzdous and calculate of surface temp of tracer

NEC 标准和 IEC 标准对防爆环境的区分有着明显的差异，我国是参考 IEC 标准进行分类的。电热带在防爆环境中的设计和应用根据不同标准也有着差异。这一点我们在选型和设计方面必须值得注意。

根据最新的工业用电伴热测试、设计、安装和维护的 IEEE515-1997 标准第 61 条，电热带在防爆环境中的设计，我们必须注意几点：

- 1、 0 区(IEC 标准)，电热带不允许使用。
- 2、 1 区(IEC 标准)，所有的电热带和附件必须符合相应区域的温度等级和防爆要求。
- 3、 在 1 区场合，有可能的话，控制和接线盒放在 1 区之外。
- 4、 每个电热带回路，都需有独立的断路器进行控制。
- 5、 在 1 区场合，断路器必须带漏电保护功能，配电盘如在 1 区之内，也必须符合 1 区等级的防爆要求。

### 温度等级表：

温度等级号	最高表面温度 C
T1	450
T2	300
T2A	280
T2B	260
T2C	230
T2D	215
T3	200
T3A	180
T3B	165
T3C	160
T4A	135
T4B	120
T5	100
T6	85

### 电热带表面温度的计算

电热带的表面温度可按下列公式进行计算：

$$T_{\text{表面}} = (WC)/(UA) + T_{\text{维持}}$$

这里：T<sub>表面</sub> 电热带的表面温度 C

W: 电热带的输出功率(瓦 / 米)

C: 系数 1

U: 总的导热系数(W/m<sup>2</sup>. )

A: 单位长度上电热带表面积(m<sup>2</sup>)

T<sub>维持</sub>: 为管道的维持温度( )

总的导热系数U根据不同的电热带的结构是不同的,它是考虑传导,对流和辐射的综合系数。就我们单相恒功率而言:

$$U = P_t(0.01665P_s + 0.06649) + 9.596 + 0.08534P_s$$

这里: P<sub>t</sub>为管道维持温度( )

P<sub>s</sub>为管道通径(英寸)

通常情况下,电热带的表面温度可按以上公式计算。

但在 IEEE 标准中,特别在爆炸性气体 1 区场合(除非采用高温限温控制器),要求在最恶劣的环境下进行计算,例如考虑为温控器失灵时,电热带在最高环境温度下长时间的运行,工作电压考虑为偏差最大的情况按 120% 设计。电热带表面温度不能超过可燃气体温度的 80%。