

采暖通风设计手册

(内部资料)

2

华东电力设计院

1967年11月

采 暖 通 风 設 計 手 冊

第 二 冊

采暖、供热、锅炉房、电热計算

前 言

本手册是为了适应现场设计需要而编制的。考虑到现场的具体条件，在内容方面力求丰富而适用，版面较小，便于携带。

本手册共分下列四册：第一册常用数据及材料，第二册采暖、供热、锅炉房，第三册通风、空气调节、制冷及除尘，第四册常用设备。

在编制过程中，参照了各兄弟单位现有手册及若干国内外资料，有些做了适当增减，有些则系直接引用。

由于编制时间仓促以及水平所限，难免存在缺点，恳请批评指正。

1967 年 月

目 录

I. 采 暖 部 分

一、热损耗和热负荷计算

1. 热损耗和热负荷应该考虑的内容	1
2. 围护结构的热损耗	1
3. 加热从门、窗缝隙渗入室内的冷空气耗热量	12
4. 加热当外门开启时经外门进入室内的冷空气耗热量	17
5. 各种修正值和附加值	17
6. 加热进入车间的冷料和运输工具的耗热量	25

二、围护结构的传热热阻

27

三、采暖系统的选择和计算

1. 采暖系统的选择	33
2. 散热器选择、计算和布置	37
3. 采暖管路设计的原则	49
4. 热水采暖管路计算	60
5. 低压蒸汽采暖系统管路计算	152
6. 高压蒸汽采暖系统管路计算	173
7. 辅助设备和配件	185

四、热风采暖和空气幕

1. 设计原则	217
---------------	-----

2. 热风采暖.....	219
3. 空气幕.....	236
五、火墙采暖	
1. 火墙的选择.....	247
2. 火墙的设置地点.....	251
3. 选择火墙材料及砌筑火墙の説明.....	254
4. 火墙的基础.....	265
5. 火墙的主要防火要求.....	269
6. 火墙的使用说明.....	272
7. 火墙的几种形式.....	276

II. 供 热 部 分

六、厂区热网管路的设计原则

1. 管道敷设和管沟.....	289
2. 蒸汽凝结水回收系统.....	292
3. 热水管网.....	295
4. 管道排水及放空气装置.....	296
5. 用户的热力入口装置.....	297
6. 其他原则.....	298

七、热网管路计算

1. 管径计算.....	299
2. 管道压力损失计算.....	303

八、热位移计算与补偿器设计

1. 热伸长计算	323
2. 热位移计算	323
3. 补偿器设计	345

九、支吊架计算

1. 支吊架间距	357
2. 支吊架结构荷载	363
3. 支吊架弹簧选择	369
4. 支吊架生根结构强度计算	376

十、保温和油漆

1. 保温材料性能数据	405
2. 推荐的主要保温材料	406
3. 常用主要保温材料厂家定型规范	407
4. 保护层材料	408
5. 保温结构计算表	410
6. 控制单位热损失的保温厚度计算	442
7. 单位热损失及保温结构表面温度的计算	445
8. 双层保温计算	446
9. $P \leq 5$ 公斤/厘米 ² , $t \leq 150^{\circ}\text{C}$ 的管道和设备保温标准图	452
10. 油漆	461

III. 锅炉房部分

十一、锅炉房的布置原则	465
-------------	-----

十二、设备选择及设计技术资料

1. 锅炉的选择与燃烧室的改装	469
2. 锅炉附件及附属设备	473
3. 烟道、烟囱和风道	480
4. 鼓、引风机的选择	484
5. 水处理	488
6. 热交换器	492

IV. 电 热 部 分

十三、电热采暖的几种常用设备

1. 电热采暖的特点	543
2. 几种常用的电热设备	543

十四、电热计算

附 录

I. 热网及冷水管的流速	555
II. 压力由 P_1 下降到 P_2 时 1 公斤凝结水放出的蒸汽量	556
III. 常用钢材物理特性数据	557
IV. 管道断面力学性质	559
V. 钢材额定许用应力	563
VI. 普通碳素钢的机械性能	566
VII. 支吊架受压构件强度计数参考数据	568
VIII. 材料摩擦系数及机械传动效率	570

IX. 梁箍选用表	571
X. 光面排管散热器设计资料	577
XI. 几何平均及对数平均线算图	580
XII. 水在 60℃ ~ 99℃ 时的容重 γ 值	581
XIII. 各种散热器在不同热媒, 不同室内温度时的放热量	584
XIV-1. 室内管路(不保温)在不同室温时的放热量(热水)	588
XIV-2. 室内导管(不保温)在不同室温时的放热量(蒸汽)	590

补 遗

第一册补遗:

1. 铆钉	593
2. 铝铆钉	596

第三册补遗:

1. 关于喷雾室水气比的补充资料	597
2. 空气调节填充计算书	603

第四册补遗:

1. 瓷环填充圈每米 ³ 重量	616
2. JL、JLO 型三相铝壳异步电动机	617
3. JCL 型三相铝壳异步电动机	620
4. 上海鼓风机厂 03-11 型轴流通风机修正资料	621
5. JD 型深井泵(多级)资料	624
6. 上海通惠机器厂关于散热排管的补充说明	636

参考文献	636
------------	-----

1. 热损耗和热负荷应该考虑的内容

(1) 在确定采暖热损耗时应考虑:

① 建筑物外围护结构热损耗。

② 加热从门、窗缝隙渗入室内的冷空气耗热量。

③ 加热当外门开启时经外门进入室内的冷空气耗热量。

④ 在工业建筑中, 还应考虑由相邻跨间孔洞进入的冷空气耗热量、外部运入车间的冷料、运输工具和水分蒸发的吸热量。

⑤ 各种修正值和附加值。

注: 工业厂房的辅助建筑物可按民用及公用建筑考虑。

(2) 计算采暖负荷时, 应考虑下列散热量:

① 工业建筑: 工艺设备(以一个工作班内设备的最小负荷计)及热料的散热量。

② 民用及公用建筑: 通过室内的烟囱及供热管的散热量。当公用建筑的使用时间较长, 人数较多时应适当考虑人体的散热量。

注: 计算空气调节房间的热负荷时, 人体和人工照明的散热量应考虑。

2. 围护结构的热损耗

(1) 在设计采暖系统时, 房间热损耗可分为基本的和附加的两部分。

房屋的基本热损耗为各外围护结构热损耗之和, 按下式计算:

$$Q = \Sigma F \cdot K (t_n - t_w), \quad (1-1)$$

式中 Q ——外围护结构的总热损耗，千卡/时；
 F ——外围护结构的计算面积，米²；
 K ——外围护结构的传热系数，千卡/米²·时·℃；
 t_n ——室内计算温度，℃；
 t_w ——采暖室外计算温度，℃。

围护结构的传热系数 K 按下式计算：

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R' + \frac{1}{\alpha_w}} = \frac{1}{R_n + \Sigma R_i + R' + R_w} = \frac{1}{R} \quad (1-2)$$

式中 α_n ——围护结构内表面的放热系数，千卡/米²·时·℃；
 α_w ——围护结构外表面的放热系数，千卡/米²·时·℃；
 δ ——围护结构中每种材料层的厚度，米；
 λ ——围护结构中每种材料层的导热系数，千卡/米·时·℃；
 R' ——空气间层的热阻，米²·时·℃/千卡；
 R_i ——围护结构中每种材料层的热阻，米²·时·℃/千卡；
 $R_n = \frac{1}{\alpha_n}$ ， $R_w = \frac{1}{\alpha_w}$ 分别为围护结构内表面及外表面的热阻，米²·时·℃/千卡。

常用围护结构的传热系数 K 值见第一册第 126~147 页。门、窗的传热系数 K 见表 1-1，空气间层的热阻 R' 及蒸汽渗透阻力系数 $\frac{1}{\mu_{KZ}}$ 见表 1-2，放热系数 α_n 、 α_w 及热阻 R_n 、 R_w 见表 1-3。

門、窗的传热系数 K 值

表 1-1

門 窗 型 式	K	門 窗 型 式	K	門 窗 型 式	K
单层玻璃钢窗	5.5	单层阳台玻璃门	5.0	室内木门厚 40 毫米	2.5
双层玻璃钢窗	2.8	双层阳台玻璃门	2.3	室内木门厚 60 毫米	1.85
单层玻璃木窗	5.0	单层外墙木门	4.0	单层玻璃钢天窗	5.5
双层玻璃木窗	2.3	双层外墙木门	2.0	双层玻璃钢天窗	3.5

空气間层的热阻 R' 及蒸汽渗透阻力系数 $\frac{1}{\mu_{KZ}}$ 的数值

表 1-2

所求系数 空气层厚度(毫米) 空气层的型式	R'						$\frac{1}{\mu_{KZ}}$
	10	20	30	50	100	150~300	—
豎向的	0.17	0.18	0.19	0.20	0.20	0.20	7.40
水平的:							
热流自下而上时	0.15	0.17	0.18	0.18	0.18	0.19	7.40
热流自上而下时	0.18	0.21	0.23	0.25	0.26	0.26	12.35

放热系数 α_n 、 α_w 及热阻 R_n 、 R_w 的数值

表 1-3

围护结构表面的情况	α_n	R_n	围护结构表面的情况	α_w	R_w
具有平滑内表面的外墙、天花板、平屋顶	7.5	0.133	具有平滑外表的外墙、平屋顶	20	0.05
有肋梁或井字梁的天花板(热流向上)	6.0	0.167	有屋顶间的天花板(热流向上)	10	0.10
平滑地板(热流向下)	5.0	0.200	有地下室时的地板外表面	5	0.20

(2) 房屋的附加热损耗包括: 冷空气经由门、窗缝隙渗入耗热的附加、开启外门进入冷空气耗热的附加、风力附加、高度附加、间歇附加、朝向修正以及窗墙比过大的附加。

(3) 包括外窗传热、窗缝渗透和朝向修正值的外窗综合传热系数可用来简化计算, 见表 1-4 表 1-5。

(4) 直接铺设在土壤上的非保温地板, 其传热阻:

第一地带	$R_0=2.5$	米 ² ·时·℃/千卡
第二地带	$R_0=5$	米 ² ·时·℃/千卡
第三地带	$R_0=10$	米 ² ·时·℃/千卡
其余部分	$R_0=16.5$	米 ² ·时·℃/千卡

与外墙平行宽 2 米的地段为一地带, 地带的编号从外墙开始算起。拐角地带应重复计算。

注: 组成地板的各层材料的导热系数 $\lambda \geq 1.0$ 千卡/米·时·度时, 不论其厚度如何均为非保温地板。

(5) 直接铺设在地面上的保温地板, 各地带的传热阻 $R_{0,b}$ 按下式计算(每一地带的传热阻):

$$R_{0,b} = R_0 + \frac{b}{\lambda} \text{ 米}^2 \cdot \text{时} \cdot \text{℃} / \text{千卡}, \quad (1-3)$$

外窗综合传热系数 (R_{2A})

(包括窗的传热、朝向修正值及冷风渗透量的简化计算表)

表 1-4

窗墙面 积 比	缝 隙 率 (l/F)	适 用 范 围 风 速	1 砖厚外墙单层木窗($K=5.0$) $t_{w}=-8^{\circ}\text{C}$ 左右				1½ 砖厚外墙单层木窗($K=5.0$) $t_{w}=-12^{\circ}\text{C}$ 左右			
			2.5 (米/秒)	3.0 (米/秒)	3.5 (米/秒)	4.0 (米/秒)	2.0 (米/秒)	2.5 (米/秒)	3.0 (米/秒)	4.0 (米/秒)
1:3	1	东	4.7	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8	4.9
		南	2.4	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	2.9	3.0
		西	4.3	4.4	4.5	4.7	4.4	4.5	4.7	4.9
		北	6.0	6.1	6.4	6.6	5.8	6.0	6.1	6.6
	3	东	5.0	5.0	5.1	5.3	5.0	5.1	5.2	5.4
		南	2.9	3.1	3.3	3.4	3.3	3.4	3.5	3.9
		西	5.2	5.5	5.8	6.2	5.2	5.5	5.7	6.4
		北	7.9	8.4	9.1	9.9	7.4	7.9	8.4	9.9
	4	东	5.1	5.2	5.3	5.7	5.1	5.3	5.4	5.6
		南	3.2	3.5	3.6	4.2	3.5	3.6	3.8	4.3
		西	5.7	6.0	6.5	7.8	5.6	6.0	6.3	7.3
		北	8.9	9.6	10.5	13.1	8.3	8.9	9.6	11.5
	5	东	5.3	5.4	5.6	5.7	5.2	5.4	5.5	5.9
		南	3.4	3.6	3.9	4.2	3.7	3.9	4.1	4.7
		西	6.2	6.6	7.2	7.8	6.0	6.4	6.8	8.1
		北	9.9	10.7	11.9	13.1	9.1	9.9	10.7	13.1

续表 1-4

窗墙面 积 比	缝 隙 率 (l/F)	适 用 范 围 风 速	1½ 砖厚外墙单层木窗($K=5.0$) $t_w=-18^{\circ}\text{C}$ 左右				2 砖厚外墙双层木窗($K=2.5$) $t_w=-26^{\circ}\text{C}$ 左右			
			2.0 (米/秒)	2.5 (米/秒)	3.0 (米/秒)	4.0 (米/秒)	2.0 (米/秒)	2.5 (米/秒)	3.0 (米/秒)	4.0 (米/秒)
1:3	1	东南 西南 西北 北	4.9	4.9	4.9	5.0	2.4	2.4	2.4	2.5
			3.3	3.3	3.3	3.4	1.3	1.3	1.3	1.4
			4.7	4.8	4.8	5.1	2.3	2.4	2.4	2.6
			5.8	6.0	6.2	6.7	3.1	3.2	3.3	3.7
	3	东南 西南 西北 北	5.1	5.2	5.2	5.3	2.6	2.6	2.7	2.9
			3.6	3.7	3.8	4.0	1.6	1.7	1.8	2.0
			5.4	5.7	5.9	6.3	2.9	3.1	3.3	3.8
			7.4	7.9	8.4	9.1	4.3	4.6	5.0	6.0
	4	东南 西南 西北 北	5.2	5.3	5.4	5.6	2.7	2.7	2.8	3.0
			3.8	3.9	4.1	4.3	1.7	1.8	2.0	2.3
			5.8	6.2	6.5	7.0	3.2	3.4	3.7	4.4
			8.3	8.9	9.6	10.5	4.9	5.3	5.8	7.2
	5	东南 西南 西北 北	5.3	5.5	5.6	5.8	2.8	2.8	2.9	3.2
			4.0	4.2	4.4	4.7	1.9	2.0	2.2	2.6
			6.2	6.8	7.1	7.7	3.5	3.8	4.1	5.0
			9.0	9.8	10.6	11.8	5.5	6.0	6.7	8.4

续表 1-4

窗墙面 积 比	缝 隙 率 (l/F)	适 用 围 风 速	1 砖厚外墙单层木窗($K=5.0$) $t_{10}=-8^{\circ}\text{C}$ 左右				1½ 砖厚外墙单层木窗($K=5.0$) $t_{10}=-12^{\circ}\text{C}$ 左右			
			2.5 (米/秒)	3.0 (米/秒)	3.5 (米/秒)	4.0 (米/秒)	2.0 (米/秒)	2.5 (米/秒)	3.0 (米/秒)	4.0 (米/秒)
1:4	1	东 南 西 北	4.6	4.6	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8	4.9
			2.1	2.1	2.2	2.3	2.6	2.6	2.7	2.8
			4.1	4.2	4.3	4.5	4.4	4.5	4.5	4.8
			6.0	6.1	6.4	6.6	5.8	6.0	6.1	6.6
	3	东 南 西 北	4.9	5.0	5.0	5.2	5.0	5.1	5.2	5.4
			2.5	2.6	2.8	2.9	2.9	3.1	3.2	3.6
			5.1	5.4	5.7	6.1	5.2	5.5	5.7	6.4
			7.9	8.4	9.1	9.9	7.4	7.9	8.4	9.9
	4	东 南 西 北	5.0	5.1	5.2	5.4	5.1	5.3	5.4	5.6
			2.7	2.9	3.1	3.4	3.1	3.3	3.5	3.0
			5.6	5.9	6.4	6.9	5.6	6.0	6.3	7.3
			8.9	10.0	10.5	11.5	8.3	8.9	9.6	11.5
	5	东 南 西 北	5.2	5.3	5.5	5.6	5.2	5.4	5.5	5.9
			2.9	3.1	3.7	3.8	3.4	3.6	3.8	4.4
			6.1	6.5	7.1	7.7	6.0	6.4	6.8	8.1
			9.9	10.7	12.0	12.9	9.1	9.9	10.7	13.1

续表 1-4

窗墙面 积 比	缝 隙 率 (l/F)	适 用 范 围 风 速	1½ 砖厚外墙单层木窗($K=5.0$) $t_{w}=-18^{\circ}\text{C}$ 左右				2 砖厚外墙双层木窗($K=2.5$) $t_{w}=-26^{\circ}\text{C}$ 左右			
			2.0 (米/秒)	2.5 (米/秒)	3.0 (米/秒)	4.0 (米/秒)	2.0 (米/秒)	2.5 (米/秒)	3.0 (米/秒)	4.0 (米/秒)
1:4	1	东南 西北	4.9	4.9	4.9	5.0	2.4	2.4	2.4	2.5
			3.0	3.1	3.1	3.3	1.1	1.2	1.2	1.3
			4.6	4.7	4.7	5.0	2.2	2.3	2.4	2.4
			5.8	6.0	6.2	6.7	3.1	3.2	3.3	3.7
	3	东南 西北	5.1	5.2	5.2	5.3	2.6	2.6	2.7	2.8
			3.4	3.6	3.7	3.9	1.4	1.5	1.6	1.9
			5.3	5.5	5.8	6.1	2.8	3.0	3.2	3.7
			7.4	7.9	8.4	9.1	4.3	4.6	5.0	6.0
	4	东南 西北	5.2	5.3	5.4	5.6	2.7	2.7	2.8	3.0
			3.6	3.8	4.0	4.2	1.6	1.7	1.8	2.2
			5.7	6.0	6.4	6.8	3.1	3.4	3.6	4.3
			8.3	8.9	9.6	10.5	4.9	5.3	5.8	7.2
	5	东南 西北	5.3	5.5	5.6	5.8	2.8	2.8	2.9	3.2
			3.8	4.0	4.2	4.6	1.7	1.9	2.0	2.5
			6.1	6.5	6.9	7.5	3.4	3.7	4.0	4.9
			9.1	9.9	10.7	11.9	5.5	6.0	6.7	8.4

续表 1-4

窗墙面 积 比	缝 隙 率 (l/F)	适 用 范 围 风 速	1 砖厚外墙单层木窗($K=5.0$) $t_w=-8^{\circ}\text{C}$ 左右				1½ 砖厚外墙单层木窗($K=5.0$) $t_w=-12^{\circ}\text{C}$ 左右			
			2.5 (米/秒)	3.0 (米/秒)	3.5 (米/秒)	4.0 (米/秒)	2.0 (米/秒)	2.5 (米/秒)	3.0 (米/秒)	4.0 (米/秒)
1:5	1	东南 西北	4.6	4.6	4.6	4.7	4.8	4.8	4.8	4.9
			1.8	1.8	1.9	2.0	2.4	2.4	2.5	2.6
			4.0	4.0	4.1	4.3	4.2	4.3	4.4	4.6
			6.0	6.1	6.4	6.6	5.8	6.0	6.1	6.6
	3	东南 西北	4.9	4.9	5.0	5.2	5.0	5.1	5.2	5.4
			2.3	2.4	2.6	2.8	2.8	2.9	3.0	3.4
			4.9	5.2	5.5	5.9	5.1	5.3	5.5	6.3
			7.9	8.4	9.1	9.9	7.4	7.9	8.4	9.9
	4	东南 西北	5.0	5.1	5.2	5.4	5.1	5.3	5.4	5.6
			2.5	2.7	2.9	3.2	3.0	3.1	3.3	3.8
			5.4	5.7	6.2	6.9	5.5	5.8	6.1	7.1
			8.9	10.0	10.5	11.5	8.3	8.9	9.6	11.5
	5	东南 西北	5.2	5.3	5.5	5.6	5.2	5.4	5.5	5.9
			2.8	3.0	3.3	3.6	3.2	3.4	3.6	4.2
			5.9	6.3	6.9	7.7	5.9	6.3	6.7	7.9
			9.9	10.7	12.0	13.1	9.1	9.9	10.7	13.1