

《公共建筑节能设计标准》的门窗幕墙节能 ——幕墙门窗节能性能计算

(内部资料)

2005年6月6日

目录

- 1 《公共建筑节能设计标准》介绍**
 - 1.1 标准的特点**
 - 1.2 标准对门窗幕墙的节能要求**
- 2 建筑节能设计标准对门窗和幕墙节能指标的要求**
- 3 建筑门窗幕墙节能指标计算的一般条件**
- 4 建筑玻璃的光学热工性能计算**
- 5 门窗、幕墙框的热工性能计算**
- 6 门窗的节能指标计算**
- 7 幕墙的节能指标计算**
- 8 外遮阳的计算**
- 9 通风间层的计算**

第 1 章 《公共建筑节能设计标准》介绍

1.1 《公共建筑节能设计标准》的特点

1) 《公共建筑节能设计标准》分不同地区对透明部分的遮阳系数提出了详细的量化要求；

2) 引入了与《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》“对比评定法”类似的“权衡判断”方法进行围护结构节能的综合评价。

所谓“权衡判断”是指当建筑设计不能完全满足规定的围护结构热工设计要求时，计算并比较参照建筑和所设计建筑的全年采暖和空气调节能耗，判定围护结构的总体热工性能是否符合节能设计要求。“参照建筑”是对围护结构热工性能进行权衡判断时，作为计算全年采暖和空气调节能耗用的假想建筑。

1.2 《公共建筑节能设计标准》的节能要求

1.2.1 标准的适用范围和相关标准

《公共建筑节能设计标准》的编制是为了贯彻国家有关法律法规和方针政策，改善公共建筑的室内环境，提高能源利用效率。标准适用于建筑、改建和扩建的公共建筑节能设计。标准要求在保证相同的室内环境参数条件下，与未采取节能措施前相比，全年采暖、通风、空气调节和照明的总能耗应减少 50%。

与《公共建筑节能设计标准》相关的节能标准还有：

《建筑照明设计标准》 GB50034-2004

《建筑采光设计标准》 GB/T50033-2001

《民用建筑热工设计规范》 GB 50176-93

《采暖通风与空气调节设计规范》 GB 50019-2003

《通风与空调工程施工及验收规范》 GB 50243-97

《旅游旅馆建筑热工与空气调节节能设计标准》 GB 50189-93

1.2.2 室内环境节能设计计算参数

集中采暖系统室内计算温度符合下表的规定：

表 集中采暖系统室内计算温度

建筑类型及房间名称	室内温度 (°C)	建筑类型及房间名称	室内温度 (°C)
-----------	--------------	-----------	--------------

1 办公楼: 门厅、楼(电)梯 办公室 会议室、接待室、多功能厅 走道、洗手间、公共食堂 车库	16 20 18 16 5	6 体育: 比赛厅(不含体操)、练习厅 休息厅 运动员、教练员更衣、休息 游泳馆	16 18 20 26
2 餐饮: 餐厅、饮食、小吃、办公 洗碗间 制作间、洗手间、配餐 厨房、热加工间 干菜、饮料库	18 16 16 10 8	7 商业 营业厅(百货、书籍) 鱼肉、蔬菜营业厅 副食(油、盐杂货)、洗手间 办公 米面贮藏 百货仓库	18 14 16 20 5 10
3 影剧院: 门厅、走道 观众厅、放映室、洗手间 休息厅、吸烟室 化妆	14 16 18 20	8 旅馆 大厅、接待 客房、办公室 餐厅、会议室 走道、楼(电)梯间 公共浴室 公共洗手间	16 20 18 16 25 16
4 交通: 民航候机厅、办公室 候车厅、售票厅 公共洗手间	20 16 16	9 图书馆: 大厅 洗手间 办公室、阅览 报告厅、会议室 特藏、胶卷、书库	16 16 20 18 14
5 银行: 营业大厅 走道、洗手间 办公室 楼(电)梯	18 16 20 14		

空气调节系统室内计算参数符合下表的规定:

表 空气调节系统室内计算参数

参 数		冬 季	夏 季
温度 (°C)	一般房间	20	25
	大堂、过厅	18	室内外温差≤10
风速(v)(m/s)		$0.10 \leq v \leq 0.20$	$0.15 \leq v \leq 0.30$
相对湿度(%)		30~60	40~65

公共建筑主要空间的设计新风量,应符合表 3.0.2 的规定。

表 公共建筑主要空间的设计新风量

建筑类型与房间名称		新风量[m ³ /h·p]	
旅 馆 游 旅	客 房	5 星级	50
		4 星级	40
		3 星级	30
	餐厅、宴会厅、多功能厅	5 星级	30

		4 星级	25
		3 星级	20
		2 星级	15
	大堂、四季厅	4~5 星级	10
	商业、服务	4~5 星级	20
		2~3 星级	10
	美容、理发、康乐设施		30
旅店	客房	一~三级	30
		四级	20
文化娱乐	影剧院、音乐厅、录像厅		20
	游艺厅、舞厅（包括卡拉 OK 歌厅）		30
	酒吧、茶座、咖啡厅		10
体育馆		20	
商场（店）、书店		20	
饭馆（餐厅）		20	
办公		30	
学 校	教 室	小 学	11
		中 学	14
		高 中	17

1.2.3 建筑设计的一般要求

标准要求，建筑总平面的布置和设计，宜利用冬季日照并避开冬季主导风向，利用夏季自然通风；建筑的主朝向宜选择本地区最佳朝向或接近最佳朝向。

标准对严寒、寒冷地区建筑的体形系数有严格的规定，要求公共建筑的体形系数应小于或等于 0.40，当不能满足规定时，必须用按标准的规定进行权衡判断。

1.3 公共建筑节能设计标准对门窗幕墙的要求

1.3.1 热工分区

各城市的建筑气候分区按下表分区

表 主要城市所处气候分区

气候分区	代表性城市
严寒地区 A 区	海伦、博克图、伊春、呼玛、海拉尔、满洲里、齐齐哈尔、富锦、哈尔滨、牡丹江、克拉玛依、佳木斯、安达
严寒地区 B 区	长春、乌鲁木齐、延吉、通辽、四平、呼和浩特、抚顺、大柴旦、沈阳、大同、本溪、阜新、哈密、鞍山、张家口、酒泉、伊宁、吐鲁番、西宁、银川、丹东
寒冷地区	兰州、太原、唐山、阿坝、喀什、北京、天津、大连、阳泉、平凉、石家庄、德州、晋城、天水、西安、拉萨、康定、济南、青岛、安阳、

	郑州、洛阳、宝鸡、徐州
夏热东冷地区	南京、蚌埠、盐城、南通、合肥、安庆、九江、武汉、黄石、岳阳、汉中、安康、上海、杭州、宁波、宜昌、长沙、南昌、株洲、永州、赣州、韶关、桂林、重庆、达州、万州、涪陵、南充、宜宾、成都、贵阳、遵义、凯里、绵阳
夏热冬暖地区	福州、莆田、龙岩、梅州、兴宁、英德、河池、柳州、贺州、泉州、厦门、广州、深圳、湛江、汕头、海口、南宁、北海、梧州

1.3.2 对围护结构的节能要求

根据建筑所处城市的建筑气候分区，围护结构的热工性能应分别符合下列各表的规定。

表 1.3.2-1 严寒地区 A 区围护结构传热系数限值

围护结构部位		体形系数 ≤ 0.3 传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$	$0.3 <$ 体形系数 ≤ 0.4 传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$
屋面		≤ 0.5	≤ 0.30
外墙（包括非透明幕墙）		≤ 0.45	≤ 0.40
底面接触室外空气的架空或外挑楼板		≤ 0.45	≤ 0.40
非采暖房间与采暖房间的隔墙或楼板		≤ 0.6	≤ 0.6
单一朝 向外窗 （包括透 明幕墙）	窗墙面积 ≤ 0.2	≤ 3.0	≤ 2.7
	$0.2 <$ 窗墙面积比 ≤ 0.3	≤ 2.8	≤ 2.5
	$0.3 <$ 窗墙面积比 ≤ 0.4	≤ 2.5	≤ 2.2
	$0.4 <$ 窗墙面积比 ≤ 0.5	≤ 2.0	≤ 1.7
	$0.5 <$ 窗墙面积比 ≤ 0.7	≤ 1.7	≤ 1.5
屋顶透明部分		≤ 2.5	

表 1.3.2-2 严寒地区 B 区围护结构传热系数限值

围护结构部位		体形系数 ≤ 0.3 传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$	$0.3 <$ 体形系数 ≤ 0.4 传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$
屋面		≤ 0.45	≤ 0.35
外墙（包括非透明幕墙）		≤ 0.50	≤ 0.45
底面接触室外空气的架空或外挑楼板		≤ 0.50	≤ 0.45
非采暖房间与采暖房间的隔墙或楼板		≤ 0.8	≤ 0.8
单一朝 向外窗 （包括透 明幕墙）	窗墙面积 ≤ 0.2	≤ 3.2	≤ 2.8
	$0.2 <$ 窗墙面积比 ≤ 0.3	≤ 2.9	≤ 2.5
	$0.3 <$ 窗墙面积比 ≤ 0.4	≤ 2.6	≤ 2.2
	$0.4 <$ 窗墙面积比 ≤ 0.5	≤ 2.1	≤ 1.8
	$0.5 <$ 窗墙面积比 ≤ 0.7	≤ 1.8	≤ 1.6
屋顶透明部分		≤ 2.6	

表 1.3.2-3 寒冷地区围护结构传热系数和遮阳系数限值

围护结构部位		体形系数 ≤ 0.3 传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$	0.3 $<$ 体形系数 ≤ 0.4 传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$		
屋面		≤ 0.55	≤ 0.45		
外墙（包括非透明幕墙）		≤ 0.60	≤ 0.50		
底面接触室外空气的架空或外挑 楼板		≤ 0.60	≤ 0.50		
非采暖房间与采暖房间的隔墙或 楼板		≤ 1.5	≤ 1.5		
外窗（包括透明幕墙）		传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$	遮阳系数 SC (东、南、西 向/北向)	传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$	遮阳系数 SC (东、南、西 向/北向)
单一朝 向外窗 （包括 透明幕 墙）	窗墙面积 ≤ 0.2	≤ 3.5	—	≤ 0.30	—
	0.2 $<$ 窗墙面积比 ≤ 0.3	≤ 3.0	—	≤ 2.5	—
	0.3 $<$ 窗墙面积比 ≤ 0.4	≤ 2.7	$\leq 0.70/—$	≤ 2.3	$\leq 0.70/—$
	0.4 $<$ 窗墙面积比 ≤ 0.5	≤ 2.3	$\leq 0.60/—$	≤ 2.0	$\leq 0.60/—$
	0.5 $<$ 窗墙面积比 ≤ 0.7	≤ 2.0	$\leq 0.50/—$	≤ 1.8	$\leq 0.50/—$
屋顶透明部分		≤ 2.7	≤ 0.50	≤ 2.7	≤ 0.50
注：有外遮阳时，遮阳系数=玻璃的遮阳系数 \times 外遮阳的遮阳系数；无外遮阳时，遮阳系数=玻璃的遮阳系数。					

表 1.3.2-4 夏热冬冷地区围护结构传热系数和遮阳系数限值

围护结构部位		传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$	
屋面		≤ 0.70	
外墙（包括非透明幕墙）		≤ 1.0	
底面接触室外空气的架空或外挑 楼板		≤ 1.0	
外窗（包括透明幕墙）		传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$	遮阳系数 SC (东、南、西向/北向)
单一朝 向外窗 （包括 透明幕 墙）	窗墙面积 ≤ 0.2	≤ 4.7	—
	0.2 $<$ 窗墙面积比 ≤ 0.3	≤ 3.5	$\leq 0.55/—$
	0.3 $<$ 窗墙面积比 ≤ 0.4	≤ 3.0	$\leq 0.50/0.60$
	0.4 $<$ 窗墙面积比 ≤ 0.5	≤ 2.8	$\leq 0.45/0.55$
	0.5 $<$ 窗墙面积比 ≤ 0.7	≤ 2.5	$\leq 0.40/0.50$
屋顶透明部分		≤ 3.0	≤ 0.40
注：有外遮阳时，遮阳系数=玻璃的遮阳系数 \times 外遮阳的遮阳系数；无外遮阳时，遮阳系数=玻璃的遮阳系数。			

表 1.3.2-5 夏热冬暖地区围护结构传热系数和遮阳系数限值

围护结构部位		传热系数 K W/ (m ² · K)	
屋面		≤0.90	
外墙 (包括非透明幕墙)		≤1.5	
底面接触室外空气的架空或外挑楼板		≤1.5	
外窗 (包括透明幕墙)		传热系数 K W/ (m ² · K)	遮阳系数 SC (东、南、西向/北向)
单一朝 向外窗 (包括 透明幕 墙)	窗墙面积≤0.2	≤6.5	—
	0.2<窗墙面积比≤0.3	≤4.7	≤0.50/0.60
	0.3<窗墙面积比≤0.4	≤3.5	≤0.45/0.55
	0.4<窗墙面积比≤0.5	≤3.0	≤0.40/0.50
	0.5<窗墙面积比≤0.7	≤3.0	≤0.35/0.45
屋顶透明部分		≤3.5	≤0.35
注: 有外遮阳时, 遮阳系数=玻璃的遮阳系数×外遮阳的遮阳系数; 无外遮阳时, 遮阳系数=玻璃的遮阳系数。			

表 1.3.2-6 不同气候区地面和地下室外墙热阻限值

气候分区	围护结构部位	热阻 R (m ² · K) /W
严寒地区 A 区	地面: 周边地面	≥2.0
	非周边地面	≥1.8
	采暖地下室外墙 (与土壤接触的墙)	≥2.0
严寒地区 B 区	地面: 周边地面	≥2.0
	非周边地面	≥1.8
	采暖地下室外墙 (与土壤接触的墙)	≥1.8
寒冷地区	地面: 周边地面	≥1.5
	非周边地面	≥1.5
夏热东冷地区	地面	≥1.2
	地下室外墙 (与土壤接触的墙)	≥1.2
夏热冬暖地区	地面	≥1.0
	地下室外墙 (与土壤接触的墙)	≥1.0
注: 周边地面系指距外墙内表面 2m 以内的地面; 地面热阻系指建筑基础持力层以上各层材料的热阻之和; 地下室外墙热阻系指土壤以内各层材料的热阻之和。		

以上表中, 外墙的传热系数为包括结构性热桥在内的平均值 K_m 。当建筑所处城市属于温和地区时, 应判断该城市的气象条件与气候分区表中的哪个城市最接近, 则围护结构的热工性能应符合那个城市所属气候分区的规定。

如果建筑的围护结构在某个方面不能完全满足以上表中的规定时, 必须按标

准的规定进行“权衡判断”。

外墙与屋面的热桥部位的内表面温度不应低于室内空气露点温度。

建筑每个朝向的窗（包括透明幕墙）墙面积比均不应大于 0.70。当窗（包括透明幕墙）墙面积比小于 0.40 时，玻璃（或其他透明材料）的可见光透射比不应小于 0.4。当不能满足规定时，必须按标准的规定进行“权衡判断”。

夏热冬暖地区、夏热冬冷地区的建筑以及寒冷地区中制冷负荷大的建筑，外窗（包括透明幕墙）宜设置外部遮阳。

屋顶透明部分的面积不应大于屋顶总面积的 20%，当不能满足规定时，必须按标准的规定进行“权衡判断”。

建筑中庭夏季应利用通风降温，必要时设置机械排风装置。

外窗的可开启面积不应小于窗面积的 30%；透明幕墙应具有可开启部分或设有通风换气装置。

严寒地区建筑的外门应设门斗，寒冷地区建筑的外门宜设门斗或应采取其他减少冷风渗透的措施。其他地区建筑外门也应采取保温隔热节能措施。

外窗的气密性不应低于《建筑外窗气密性能分级及其检测方法》GB 7107 规定的 4 级。

透明幕墙的气密性不应低于《建筑幕墙物理性能分级》GB/T 15225 规定的 3 级。

1.4 围护结构热工性能的权衡判断

首先计算参照建筑在规定条件下的全年采暖和空气调节能耗，然后计算所设计建筑在相同条件下的全年采暖和空气调节能耗，当所设计建筑的采暖和空气调节能耗不大于参照建筑的采暖和空气调节能耗时，判定围护结构的总体热工性能符合节能要求。当所设计建筑的采暖和空气调节能耗大于参照建筑的采暖和空气调节能耗时，应调整设计参数重新计算，直至所设计建筑的采暖和空气调节能耗不大于参照建筑的采暖和空气调节能耗。

参照建筑的形状、大小、朝向、内部的空间划分和使用功能应与所设计建筑完全一致。在严寒和寒冷地区，当所设计建筑的体型系数大于本标准的规定时，参照建筑的每面外墙应按比例缩小，使参照建筑的体型系数符合本标准的规定。当所设计建筑的窗墙面积比大于本标准的规定时，参照建筑的每个窗户（透明幕墙）均应按比例缩小，使参照建筑的窗墙面积比符合本标准的规定。当所设计建筑的屋顶透明部分的面积大于本标准的规定时，参照建筑的屋顶透明部分的面积应按比例缩小，使参照建筑的屋顶透明部分的面积符合标准的规定。

参照建筑外围护结构的热工性能参数取值应完全符合标准的规定。

所设计建筑和参照建筑全年采暖和空气调节能耗的计算必须按照标准的规定进行。

1.5 建筑外遮阳系数计算方法

水平遮阳板的外遮阳系数和垂直遮阳板的外遮阳系数应按下列公式计算确定：

$$\text{水平遮阳板: } SD_H = a_h PF^2 + b_h PF + 1 \quad (1.5-1)$$

$$\text{垂直遮阳板: } SD_V = a_v PF^2 + b_v PF + 1 \quad (1.5-2)$$

$$\text{遮阳板外挑系数: } PF = \frac{A}{B} \quad (1.5-3)$$

式中 SD_H ——水平遮阳板夏季外遮阳系数；

SD_V ——垂直遮阳板夏季外遮阳系数；

a_h 、 b_h 、 a_v 、 b_v ——计算系数，按表 1.5-1 取定；

PF ——遮阳板外挑系数，当计算出的 $PF > 1$ 时，取 $PF = 1$ ；

A ——遮阳板外挑长度（图 1.5-1）；

B ——遮阳板根部到窗对边距离（图 1.5-1）。

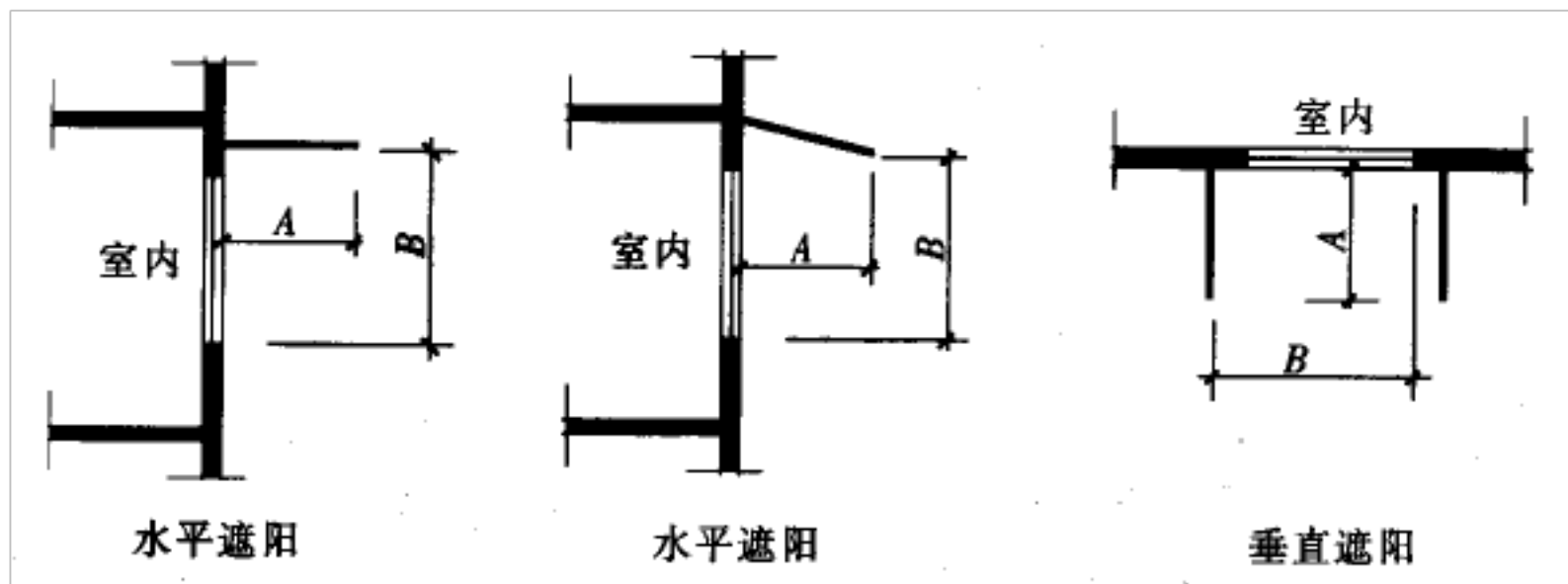


图 1.5-1 遮阳外挑系数 (PF) 计算示意

水平遮阳板和垂直遮阳板组合成的综合遮阳，其外遮阳系数值应取水平遮阳板和垂直遮阳板的外遮阳系数的乘积。

表 1.5-1 水平和垂直外遮阳计算系数

气候区	遮阳装置	计算系数	东	东南	南	西南	西	西北	北	东北
寒冷地区	水平遮阳板	a_h	0.35	0.53	0.63	0.37	0.35	0.35	0.29	0.52
		b_h	-0.76	-0.95	-0.99	-0.68	-0.78	-0.66	-0.54	-0.92
	垂直遮阳板	a_v	0.32	0.39	0.43	0.44	0.31	0.42	0.47	0.41
		b_v	-0.63	-0.75	-0.78	-0.85	-0.61	-0.83	-0.89	-0.79

夏热东 冷地区	水平 遮阳板	a_h	0.35	0.48	0.47	0.36	0.36	0.36	0.30	0.48
		b_h	-0.75	-0.83	-0.79	-0.68	-0.76	-0.68	-0.58	-0.83
	垂直 遮阳板	a_v	0.32	0.42	0.42	0.42	0.33	0.41	0.44	0.43
		b_v	-0.65	-0.80	-0.80	-0.82	-0.66	-0.82	-0.84	-0.83
夏热东 暖地区	水平 遮阳板	a_h	0.35	0.42	0.41	0.36	0.36	0.36	0.32	0.43
		b_h	-0.73	-0.75	-0.72	-0.67	-0.72	-0.69	-0.61	-0.78
	垂直 遮阳板	a_v	0.34	0.42	0.41	0.41	0.36	0.40	0.32	0.43
		b_v	-0.68	-0.81	-0.72	-0.82	-0.72	-0.81	-0.61	-0.83
注：其他朝向的计算系数按上表中最接近的朝向选取。										

窗口前方所设置的并与窗面平行的挡板（或花格等）遮阳的外遮阳系数应按
下式计算确定：

$$SD = 1 - (1 - \eta)(1 - \eta^*) \quad (1.5-4)$$

式中 η ——挡板轮廓透光比。即窗洞口面积减去挡板轮廓由太阳光线投影在

窗洞口上产生的阴影面积后的剩余面积与窗洞口的比值。挡板各朝向的轮廓透光比按该朝向上的 4 组典型太阳光线入射角，采用平行光投射方法分别计算或实验测定，其轮廓透光比去 4 个透光比的平均值。典型太阳入射角按表 1.5-2 选取。

η^* ——挡板构造透射比。

混凝土、金属类挡板取 $\eta^* = 0.1$ ；

厚帆布、玻璃钢类挡板取 $\eta^* = 0.4$ ；

深色玻璃、有机玻璃类挡板取 $\eta^* = 0.6$ ；

浅色玻璃、有机玻璃类挡板取 $\eta^* = 0.8$ ；

金属或其他非透明材料制作的花格、百叶类构造取 $\eta^* = 0.15$

表 1.5-2 典型的太阳光线入射角（°）

窗口 朝向	南				东、西				北			
	1组	2组	3组	4组	5组	6组	7组	8组	9组	10组	11组	12组
太阳 高度角	0	0	60	60	0	0	45	45	0	30	30	30
太阳 方位角	0	45	0	45	75	90	75	90	180	180	135	-135

幕墙的水平遮阳可转换成水平遮阳加挡遮阳板，垂直遮阳可转化成垂直遮阳加挡板遮阳，如图 1.5-2 所示。图中标注的尺寸 A 和 B 用于计算水平遮阳和垂直遮阳板的外挑系数 PF ， C 为挡板的高度或宽度。挡板遮阳的轮廓透光比 η 可以近似取为 1。

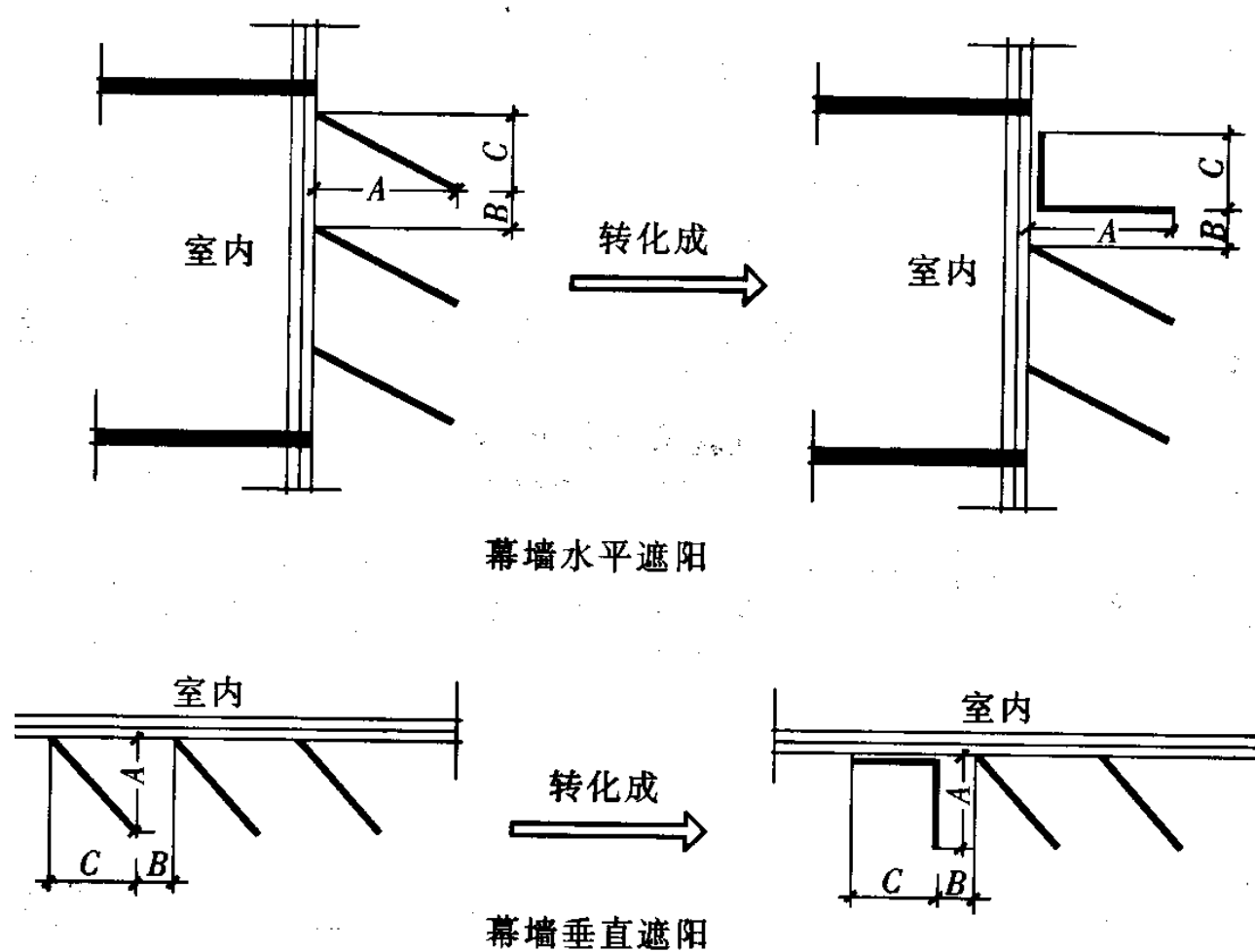


图 1.5-2 幕墙遮阳计算示意

2 建筑节能设计标准对门窗和幕墙节能指标的要求

2.1 有关节能标准对门窗保温的要求

在建筑保温节能标准方面，现在已经发布的标准有：

《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》JGJ26-95

《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134-2001

《旅游旅馆建筑热工与空气调节节能设计标准》GB50189-93

《民用建筑热工设计规范》GB50176-93

在《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》JGJ26-95中，窗的传热系数有如下规定：

伊春、海拉尔等严寒地区城市：2.00 W/m².K；

吉林、长春、乌鲁木齐、哈尔滨等严寒地区城市：2.50 W/m².K；

张家口、沈阳、呼和浩特等严寒地区城市：3.00 W/m².K；

郑州、洛阳、徐州、西安、石家庄、北京、天津、兰州、太原、唐山这些寒冷地区城市：4.00 W/m².K。

在《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134-2001中规定夏热冬冷地区窗的传热系数见下表：

朝向	传热系数 K (W/m ² .K)			
	窗墙比≤0.25	窗墙比 0.25~0.3	窗墙比 0.3~0.35	窗墙比 0.35~0.5
北 N	4.7	4.7 / 3.2	3.2	2.5
东 E、西 W	4.7	3.2	3.2	2.5
南 S	4.7	4.7	3.2	2.5

《旅游旅馆建筑热工与空气调节节能设计标准》GB50189-93中规定：主体建筑标准层窗墙面积比不宜大于0.45，严寒地区外窗遮阳系数应大于0.80，保温性能不应低于II级（≤3.0），寒冷地区外窗保温性能不应低于III级（≤4.0），其它地区外窗保温性能不应低于IV级（≤5.0）。

2.2 有关节能标准对遮阳的要求

在《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134-2001中规定外窗（包括阳台门透明部分）的面积不应过大，外窗宜设置活动外遮阳。

《旅游旅馆建筑热工与空气调节节能设计标准》GB50189-93中规定：主体建筑标准层窗墙面积比不宜大于0.45，非严寒地区外窗遮阳系数应小于0.60，或采取外遮阳措施。

《民用建筑热工设计规范》GB50176-93中规定，空调建筑的向阳面，特别是东、

西向窗户，应采取热反射玻璃、反射阳光涂膜、各种固定式和活动式遮阳等有效的遮阳措施。

《采暖通风与空气调节设计规范》GBJ19-87 中规定，空调房间应尽量减少外窗的面积，并应采取遮阳措施。

2.3 《建筑采光设计标准》对采光的的要求

《建筑采光设计标准》GB/T50033-2001 规定的各种建筑的采光系数要求如下：

表 3.2.4 图书馆建筑的采光系数标准值

采光等级	房间名称	侧面采光		顶部采光	
		采光系数最低值 C_{min} (%)	室内天然光临界照度 (lx)	采光系数平均值 C_{av} (%)	室内天然光临界照度 (lx)
III	阅览室、开架书库	2	100	—	—
IV	目录室	1	50	1.5	75
V	书库、走道、楼梯间、卫生间	0.5	25	—	—

表 3.2.7 博物馆和美术馆建筑的采光系数标准值

采光等级	房间名称	侧面采光		顶部采光	
		采光系数最低值 C_{min} (%)	室内天然光临界照度 (lx)	采光系数平均值 C_{av} (%)	室内天然光临界照度 (lx)
III	文物修复、复制、门厅 工作室、技术工作室	2	100	3	150
IV	展厅	1	50	1.5	75
V	库房 走道、楼梯间、卫生间	0.5	25	0.7	35

注：表中的展厅是指对光敏感的展品展厅，侧面采光时其照度不应高于 50lx；顶部采光时其照度不应高于 75lx；对光一般敏感或不敏感的展品展厅采光等级宜提高一级或二级。

表 3.2.1 居住建筑的采光系数标准值

采光等级	房间名称	侧面采光	
		采光系数最低值 C_{min} (%)	室内天然光临界照度 (lx)
IV	起居室(厅)、卧室、书房、厨房	1	50
V	卫生间、过厅、楼梯间、餐厅	0.5	25

表 3.2.2 办公建筑的采光系数标准值

采光等级	房间名称	侧面采光	
		采光系数最低值 C_{min} (%)	室内天然光临界照度 (lx)
II	设计室、绘图室	3	150
III	办公室、视屏工作室、会议室	2	100
IV	复印室、档案室	1	50
V	走道、楼梯间、卫生间	0.5	25

表 3.2.6 医院建筑的采光系数标准值

采光等级	房间名称	侧面采光		顶部采光	
		采光系数最低值 C_{min} (%)	室内天然光临界照度 (lx)	采光系数平均值 C_{av} (%)	室内天然光临界照度 (lx)
III	诊室、药房、治疗室、化验室	2	100	—	—
IV	候诊室、挂号处、综合大厅 病房、医生办公室(护士室)	1	50	1.5	75
V	走道、楼梯间、卫生间	0.5	25	—	—

表 3.2.3 学校建筑的采光系数标准值

采光等级	房间名称	侧面采光	
		采光系数最低值 C_{min} (%)	室内天然光临界照度 (lx)
III	教室、阶梯教室、实验室、报告厅	2	100
V	走道、楼梯间、卫生间	0.5	25

表 3.2.5 旅馆建筑的采光系数标准值

采光等级	房间名称	侧面采光		顶部采光	
		采光系数最低值 C_{min} (%)	室内天然光临界照度 (lx)	采光系数平均值 C_{av} (%)	室内天然光临界照度 (lx)
III	会议厅	2	100	—	—
IV	大堂、客房、餐厅、多功能厅	1	50	1.5	75
V	走道、楼梯间、卫生间	0.5	25	—	—

表 3.2.8 工业建筑的采光系数标准值

采光等级	车间名称	侧面采光		顶部采光	
		采光系数最低值 C_{min} (%)	室内天然光临界照度 (lx)	采光系数平均值 C_{av} (%)	室内天然光临界照度 (lx)
I	特别精密机电产品加工、装配、检验 工艺品雕刻、刺绣、绘画	5	250	7	350
II	很精密机电产品加工、装配、检验 通讯、网络、视听设备的装配与调试 纺织品精纺、织造、印染 服装裁剪、缝纫及检验 精密理化实验室、计量室 主控制室 印刷品的排版、印刷 药品制剂	3	150	4.5	225

续表

采光等级	车间名称	侧面采光		顶部采光	
		采光系数最低值 C_{min} (%)	室内天然光临界照度 (lx)	采光系数平均值 C_{av} (%)	室内天然光临界照度 (lx)
Ⅲ	机电产品加工、装配、检修 一般控制室 木工、电镀、油漆 铸工 理化实验室 造纸、石化产品后处理 冶金产品冷轧、热轧、拉丝、粗炼	2	100	3	150
Ⅳ	焊接、钣金、冲压剪切、锻工、热处理 食品、烟酒加工和包装 日用化工产品 炼铁、炼钢、金属冶炼 水泥加工与包装 配、变电所	1	50	1.5	75
Ⅴ	发电厂主厂房 压缩机房、风机房、锅炉房、泵房、电石库、乙炔库、氧气瓶库、汽车库、大中件贮存库 煤的加工、运输，选煤配料间、原料间	0.5	25	0.7	35

3 建筑门窗幕墙节能计算的基本知识

3.1 传热及光学的基本知识

3.1.1 传热方式

导热：导热是在固体内部或直接接触的固体之间的热传递过程。在这个过程中，没有物质的移动。玻璃的导热系数 λ 大约是 1.0W/m.K 。其它材料的导热系数见相关的 ISO 标准或采用实测得到。

对流换热：对流是固体表面与气体或液体之间的热传递过程。这个过程中有流体的运动。对流换热系数与固体表面流体的运动速度有关。

辐射换热：辐射是两个固体之间通过热辐射进行的热传递。在常温下，物体之间的辐射换热是在远红外线（长波， $5\mu\text{m}$ 以上波长）波段进行的。这一传热与物体表面的热辐射系数 ε 有关。

热辐射系数：与物体表面的特性有关，热辐射系数越小，辐射传热越弱。一般来说，玻璃表面的热辐射系数（半球发射率） ε 为 0.84 ，镀 Low-E 膜的玻璃膜面，其热辐射系数（半球发射率） ε 可低至 0.1 以下。

表面换热系数：物体表面会与其相接触的空气之间进行热交换，这一热交换包括对流和导热。同时，物体表面也会通过热辐射与周围环境进行热交换。一般对建筑而言，表面换热系数与风速、温度、热辐射水平有关。我们定义的表面换热系数为 h_e 和 h_i ，分别为室外和室内的表面换热系数，这两个系数中均包括了对流换热和辐射换热两个部分。在玻璃的计算中，一般取：

$$h_e = 23 \text{ W/m}^2\text{.K}$$

$$h_i = 8 \text{ W/m}^2\text{.K}$$

3.1.2 玻璃系统传热系数的有关定义

玻璃的传热系数是指在单位室内外环境温差作用下，通过单位面积玻璃的传热量。玻璃的传热系数可以通过模拟单一的室外室内温度环境（不包括太阳辐射）来获得。这可以通过测试，也可以通过计算。

传热系数与热阻有如下关系：

$$U_g = \frac{1}{R_t} \quad (3.1.2-1)$$

考虑到室外总是有太阳辐射，因而通过窗户的传热总是有太阳辐射照度 (I_s) 所带来的传热。为了消除这种影响，令 $I_s=0$ ，则有：

$$U_g = \frac{q_{in}(I_s=0)}{T_{ni} - T_{ne}} \quad (3.1.2-2)$$

$q_{in}(I_s=0)$ 是没有计算太阳辐射热作用的，由环境温度引起的，通过玻璃的净热流，单位为 W/m^2 。 T_n 是环境温度，定义如下：

$$T_n = \frac{h_c T_{air} + h_r T_{rm}}{h_c + h_r} \quad (3.1.2-3)$$

式中： h_c 为玻璃表面的纯对流换热系数， h_r 为辐射换热系数， T_{air} 为空气温度， T_{rm} 为环境的长波辐射温度。

R_t 可以通过模拟室内外热边界条件和热传递作用而获得，玻璃的热阻可按下式计算：

$$R_t = \frac{1}{h_{out}} + \sum_{i=2} R_i + \sum_{i=1} R_{g,i} + \frac{1}{h_{in}} \quad (3.1.2-4)$$

第*i*层玻璃的热阻 $R_{g,i}$ 由下式计算：

$$R_{g,i} = \frac{t_{g,i}}{\lambda_{g,i}} \quad (3.1.2-5)$$

由于第一层玻璃的外面是室外空气，因而玻璃间的空间从第二层开始计算。第*i*层玻璃空间气体层的热阻由下式定义：

$$R_i = \frac{T_{f,i} - T_{b,i-1}}{q_i} \quad (3.1.2-6)$$

式中 $T_{f,i}$ 、 $T_{b,i-1}$ 分别为空气层外（前）和内（后）玻璃表面的温度。

3.1.3 太阳光谱

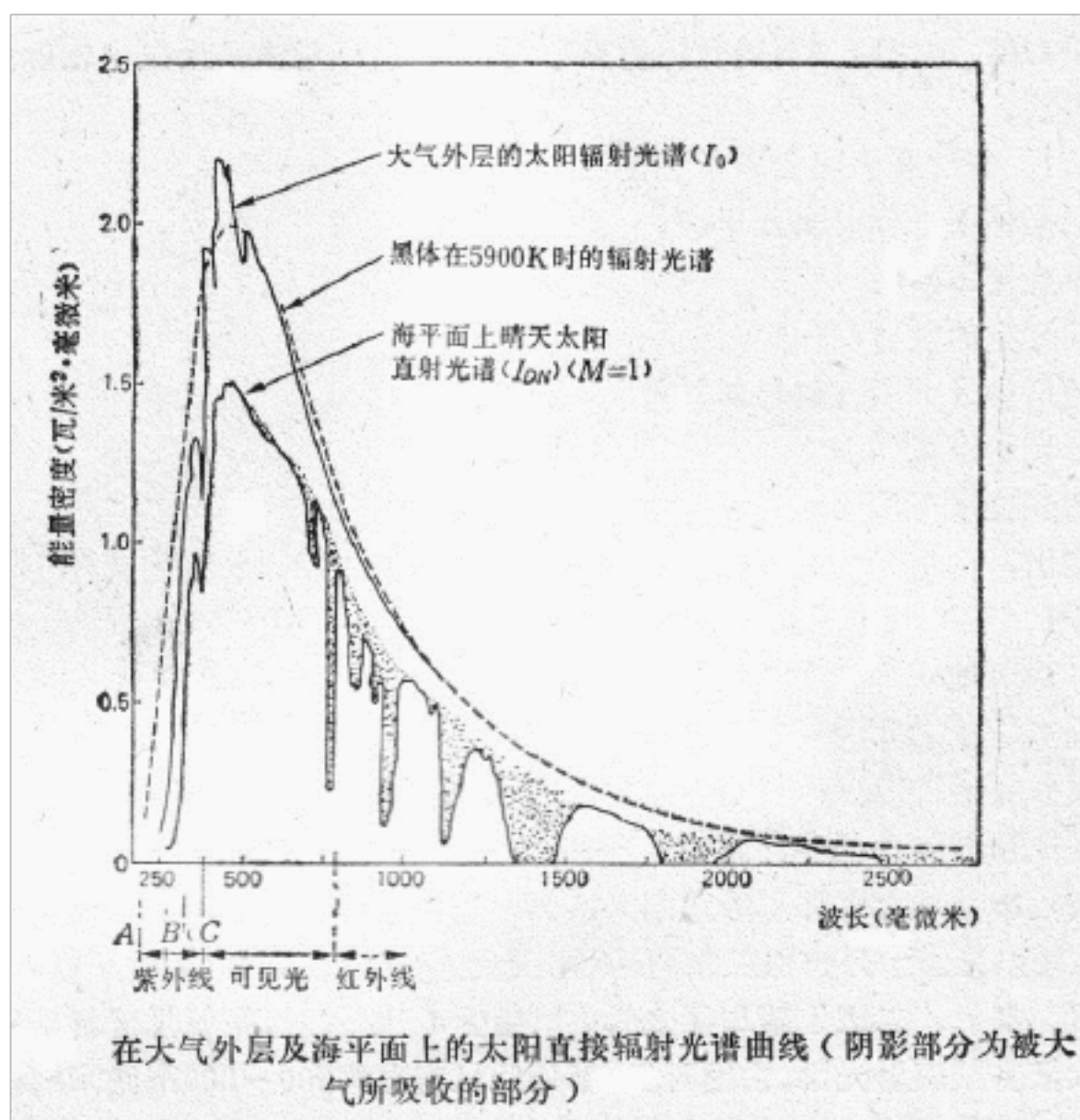


图 3.1.3-1 太阳光谱曲线

从上图可以看到，太阳光的能量主要分布在可见光和近红外线。具体能量分布见下表：

表 3.1.3-1 太阳光谱能量分布

射线	波长	占太阳辐射总能量的比例
紫外线	0.29~0.38 μ m	7%
可见光	0.38~0.76 μ m	46%
近红外	0.76~2.5 μ m	44%
远红外	2.5 μ m 以上	3%

3.1.4 玻璃的可见光透射

玻璃的测试根据国标 GB/T 2680-94 《建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》进行。

根据测得的直接透射比光谱曲线，可计算出玻璃的可见光透射比：

$$\tau_v = \frac{\int_{380}^{780} D_\lambda \cdot \tau(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d_\lambda}{\int_{380}^{780} D_\lambda \cdot V(\lambda) \cdot d_\lambda} \approx \frac{\sum_{380}^{780} D_\lambda \cdot \tau(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{380}^{780} D_\lambda \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda}$$

其中： τ_v ——为试样的可见光透射比，%；

$\tau(\lambda)$ ——试样的光谱透射比，%；

D_λ ——标准照明体 D_{65} 的相对光谱功率分布；

$V(\lambda)$ ——明视觉光谱光视效率；

$\Delta\lambda$ ——波长间隔，此处为 10nm。

根据测得的反射比光谱曲线，可计算出玻璃的可见光反射比：

$$\rho_v = \frac{\int_{380}^{780} D_\lambda \cdot \rho(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d_\lambda}{\int_{380}^{780} D_\lambda \cdot V(\lambda) \cdot d_\lambda} \approx \frac{\sum_{380}^{780} D_\lambda \cdot \rho(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{380}^{780} D_\lambda \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda}$$

其中： ρ_v ——为试样的可见光反射比，%；

$\rho(\lambda)$ ——试样的光谱反射比，%；

D_λ ——标准照明体 D_{65} 的相对光谱功率分布；

$V(\lambda)$ ——明视觉光谱光视效率；

$\Delta\lambda$ ——波长间隔，此处为 10nm。

3.1.5 玻璃对太阳光透射、反射、吸收

根据测得的直接透射比光谱曲线，可计算出玻璃的太阳光直接透射比：

$$\tau_e = \frac{\int_{300}^{2500} S_\lambda \cdot \tau(\lambda) \cdot d_\lambda}{\int_{300}^{2500} S_\lambda \cdot d_\lambda} \approx \frac{\sum_{300}^{2500} S_\lambda \cdot \tau(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{300}^{2500} S_\lambda \cdot \Delta\lambda}$$

其中： τ_e ——为试样的太阳光直接透射比，%；

$\tau(\lambda)$ ——试样的光谱透射比，%；

S_λ ——太阳光辐射相对光谱分布；

$\Delta\lambda$ ——波长间隔，此处为 10nm。

根据测得的直接反射比光谱曲线，可计算出玻璃的太阳光直接反射比：

$$\rho_e = \frac{\int_{300}^{2500} S_\lambda \cdot \rho(\lambda) \cdot d_\lambda}{\int_{300}^{2500} S_\lambda \cdot d_\lambda} \approx \frac{\sum_{300}^{2500} S_\lambda \cdot \rho(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{300}^{2500} S_\lambda \cdot \Delta\lambda}$$

其中： ρ_e ——试样的太阳光直接反射比，%；

$\rho(\lambda)$ ——试样的光谱反射比，%；

S_λ ——太阳光辐射相对光谱分布；

$\Delta\lambda$ ——波长间隔，此处为 10nm。

玻璃的太阳光直接吸收比根据玻璃的太阳光直接反射比和太阳光直接透射比按下式计算：

$$\rho_e + \tau_e + \alpha_e = 1$$

太阳能总透射比用下式计算：

$$g = \tau_e + q_i$$

式中： τ_e ——试样的太阳能总透射比，%；

q_i ——试样向室内侧二次热传递系数，%；

对于单片玻璃， τ_e 为试样的太阳光直接透射比，其 q_i 用下式计算：

$$q_i = \alpha_e \times \frac{h_i}{h_i + h_e}$$

$$h_i = 3.6 + \frac{4.4\varepsilon_e}{0.84}$$

式中： ε_e ——半球辐射率，普通透明玻璃取 0.84；

h_i ——试样内侧表面的传热系数；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/398106021001006075>