

窗戶設計問題

甫·勒·葛羅莫夫 著

建築工程出版社

窗 戶 設 計 問 題

建築工程部設計總局東北設計院技術室譯

建築工程出版社出版

• 一九五五 •

內容提要 本書研究住宅和公共建築物設計的一系列問題，即：窗戶的空氣滲透，傳熱係數的決定，利用填塾物使木窗扇密閉的合理方法，最後，窗戶式樣對房屋採光的影響。

正確地解決窗戶的位置，式樣及結構等問題，不僅對房屋內的採光和熱狀態，而且對建築物經濟使用上，均有巨大的實踐性的意義。

本書可供設計住宅和公共建築物的工程師們和建築師們，以及設計並製造窗戶和其部件的組織或企業等參考應用。

原本說明

書名 Вопросы проектирования окон
編著者 В. Л. Громов
出版者 Государственное издательство литературы
по строительству и архитектуре
出版地點 Москва—1953
及日期

書號081 787×1092 1/32 30千字 35定價頁

譯者 建築工程部設計總局
東北設計院技術室

出版者 建築工程出版社
(北京市東單區大方家胡同32號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第052號

發行者 新華書店

印刷者 天津印刷一廠
(天津一區和平路377號)

印數0001—9,000冊 一九五五年二月第一版
每冊定價 2,700元 一九五五年二月第一次印刷

目 錄

序 言.....	2
符號說明.....	4
一、窗戶的傳熱係數.....	5
二、窗戶的密閉.....	14
三、窗戶式樣對房屋採光的影響.....	40
參考書一覽表.....	53

序 言

蘇聯大量建設主要住宅和公共建築物，在戰後年代已有廣泛的開展，最近幾年內規模更爲巨大。

根據第十九次黨代表大會關於蘇聯發展第五個五年計劃的指示，更進一步改善工人職員住宅條件的新五年計劃內，將盡力擴大住宅建築。國家住宅建設的廣闊綱領已預示到：爲這目的的大規模投資與前一個五年計劃比較，大約增大一倍。僅根據國家建設路線，城市和工人村新住宅樓房的總面積約爲一億零五百萬平方公尺，業已建成使用。

公共建築物的修建也大大地擴大，如：學校、圖書館、電影院、醫院、產院、療養院、休養所及其他。

同時對所有這些建築物的完善設備、裝飾及舒適的要求，亦在繼續提高中。

所有這些都向蘇維埃建築師們和工程師們提出新的任務，不僅是在決定建築物合理化、建築藝術和解決其主要承重結構等範圍內，同樣也在對於建築物使用和經濟方面具有重大意義的各個部件和零件的設計和製造範圍內。

屬於這些的建築物重要部件——窗戶在建築藝術和結構的決定方面，對於熱狀態、房屋採光的條件，以及房屋採暖費用方面，有很大的影響。

住宅建築藝術學院的科學報告“窗戶設計問題”，分爲三部分：一、窗戶的傳熱係數；二、木窗扇的密閉；三、窗戶式樣對房屋採光的影響，並且也涉及到這一個很少被研究的建築物部件——窗戶

設計的各個不同方面。

在“窗戶的傳熱係數”部分內，引用了學院在窗戶的熱工學方面的研究成果。著者是以雙層窗的傳熱係數值 $k=2.8$ 和室外空氣計算溫度 $t_a = -30^\circ$ 為依據。建議對照全蘇標準 (OCT) 90008—39 所指出的用於變更其他隔斷結構的係數 k ，將 k 值變更為 2.8。

理想的是，著者這個完全合理的建議甚至考慮到將來依照氣候條件來決定窗扇的種類和結構，並且指出，在何種條件下許可採用一層、二層及三層的窗扇，何時需對窗膀部分加以保溫等等。

“木窗扇的密閉”部分，隨着多層建築的發展，獲得較大的現實性。作用於多層建築物上層和下層的巨大熱壓力，以及作用於上層的風壓力，引起在下層內產生較大的熱損失和溫度下降，迫切要求我們利用迄今尚未獲得推廣的窗戶密閉的方法。

這部分內容對於擬定密閉窗扇用填墊物規格的組織，以及對於用這種填墊物連結於窗扇和窗框的木作加工廠和工程，是有益的。關於這些問題的報告，必將促使在工程上對填墊物的利用。

“窗戶式樣對房屋採光的影響”部分內，述敘了研究院關於房屋的正確自然採光問題所作的工作。

B.Л. 葛羅莫夫的著作，對許多設計住宅和公共建築物的建築師是有幫助的。

蘇聯建築藝術學院住宅建築研究院

符 號 說 明

- k ——隔斷結構的傳熱係數(千卡/平方公尺小時/度)
 R_0 ——隔斷結構的傳熱抵抗力(平方公尺小時度/千卡)
 $k = \frac{1}{R_0}$; $R_0 = \frac{1}{k}$ (相反數值)
 R_B ——受熱抵抗力(平方公尺小時度/千卡)
 t_H ——室外空氣計算溫度
 t_B ——室內空氣計算溫度
 $t_B - t_H$ ——溫度差
 φ_B ——室內空氣的相對濕度
 J ——滲透數值(空氣消耗量)(立方公尺/小時)
 ΔP ——空氣壓力差(公厘水柱)
 a ——縫隙寬度(公厘)
 b ——縫隙長度(公分)
 l ——縫隙深度(公分)
 γ ——空氣容量(公斤/立方公尺)
 t° ——空氣溫度
 g ——9.81 公尺/秒——重力加速度
 w ——空氣或風的速度(公尺/秒)
 $r = 0.00018$ ——空氣韌性係數
 d ——直徑(公厘)
 η ——窗的透光係數
 B ——窗寬(公尺)
 T ——牆厚(公尺)
 ρ ——反光係數

一、窗戶的傳熱係數

窗戶傳熱係數 k , 乃是評定窗戶的熱工學質量的主要指標。這數值在決定建築物熱量平衡時, 有着重大的意義, 因為窗戶傳熱平均為建築物全部熱損失的 25—30%。

顯然, 係數 k_{OK} 的如此重要, 應引起科學工作者們和建築工程師們的注意。對係數 k_{OK} 的數值, 應該正確地加以決定和論證, 但是到現在尚未能做到, 說明了這個問題具有部分的複雜性。

約在二十年前, 著者關於這個問題曾作了首次研究; 經過許多年蒐集的材料和詳細計算的結果, 指出: (1) 標準計算數值 k 的逐步提高; (2) 數值 k 的微差性。

不同的作者和法定文件推薦如下的係數值 k_{OK} 。例如:

Г. 利特舍里和 Г. 葛遼別爾一九三二年……………2.0

全蘇標準 90008-39 一九三八年……………2.3

В. Д. 馬琴斯基一九四〇年……………2.3—2.6

Л. 別爾格瓦爾和 Э. 達里別爾格 一九四四年…2.2—2.8

К. Ф. 佛金 一九四六年……………2.5—4.0

所推薦的窗戶用的數值 k 的不同, 是由於採取各種的熱力計算方法, 而其逐漸增加和微差性——創造了新的、更完善的計算方法, 允許我們考慮磚牆窗膀處所通過的附加散熱量, 均由磚牆厚度和窗戶尺寸而決定。這些散熱量, 從前並未予以考慮。

係數值 $k_{OK} = 2.5—4.0$, 是由住宅建築藝術研究院研究決定的。

本書中取數值 $k_{OK} = 2.8$ 為基礎, 以代替現行的全蘇標準

90008-39 所規定的數值 $k_{OK}=2.3$ 。

這個精確的數值 k_{OK} ，如同前面所引用的一切數值一樣，是在同一的計算空氣溫度下決定的，即室外計算空氣溫度： $t_a = -30^\circ$ 和室內計算空氣溫度： $t_b = +18^\circ$ ，亦即未考慮房屋所在地區的氣候。

無論任何一個國家，均無蘇聯國內所具有的那種多樣性的氣候。必須指出，根據全蘇標準 90008-39 各地計算空氣溫度：巴士姆城為 -1° ，而魏爾霍楊斯克城為 -56° 。因此，在我們國家裏對於隔斷結構物的熱工學計算中，考慮地區的氣候條件，有特別重大的意義。

儘管如此，目前依照計算溫度來製定標準係數 k ，在全蘇標準 90008-39 中的反映，僅注意外牆和覆蓋層方面，對於窗戶這個問題並未解決。

顯然，依照計算溫度來決定 k 的標準數值，也應考慮到窗戶。

當依照室外空氣計算溫度，決定雙層木扇窗戶的標準數值 k 和 R_0 時，採用以下的普通方法（表 1）。

1. 在計算方法中，採取全蘇標準 90008-39 所製定的計算外牆和覆蓋層用的外部空氣計算溫度以及數值 k 和 R_0 為基礎，作為在熱工學和經濟方面有足夠的論證。

2. 依照這些資料求出決定於室外空氣計算溫度的外牆和覆蓋層用的 k 和 R_0 的相互關係。所有一切隔斷結構物的這些比例關係均相同，因為它們在 t_b 為 $+18^\circ$ 時，決定於總的溫度差 $t_b - t_a$ 的數值。為了將來計算方便起見，採取與室外空氣計算溫度 -30° 有關的數值，作為對比關係單位。

3. 雙層木扇窗戶，採用數值 $k_{OK}=2.8$ 為原始數值，有最大的依據。在表 1 內這個數值 k ，是屬於室外空氣計算溫度 -30° 的。

4. 依照所指出的比值和數值 k_{OK} ，在室外空氣計算溫度

住宅和公共建築物外部隔斷結構用的數值 k 和 R_0

表 1

依照蘇標準 90008-33									
室外 空氣 計算 溫度 $t^{\circ}\text{H}$	外 牆		有閣樓的 天棚樓層		無閣樓的天 棚樓層和不 採暖的地下 室樓層	通路上部 樓 層	平 均 對 比 值	推薦木扇 窗 戶 用 數 值	推薦窗戶結構
	k	R_0	k	R_0	k	R_0	k	R_0	
	100%	100%	75%	133%	66%	150%	50%	200%	木 扇 窗
-5°	1.8	0.55	1.35	0.75	1.2	0.85	0.9	1.1	單 層 窗
-10°	1.4	0.7	1.0	1.0	0.95	1.05	0.7	1.4	雙 層 窗
-20°	1.1	0.9	0.85	1.2	0.75	1.35	0.55	1.8	雙 層 合 式 窗
-30°	0.9	1.1	0.7	1.4	0.6	1.65	0.45	2.2	雙 層 合 式 窗
-40°	0.75	1.3	0.6	1.65	0.5	2.0	0.4	2.5	雙 層 合 式 窗
-50°	0.65	1.5	0.5	2.0	0.45	2.2	0.35	3.0	三層窗(單層 +雙合式)
									普 通
									普 通
									普 通
									普 通
									20公分,保溫
									普 通
									25公分,保溫
									30公分,保溫
									35公分,保溫

附註: 1. 數值 k 和 R_0 , 是依照室內空氣計算溫度 $t_{\text{B}} = 18^{\circ}$ 和空氣的相對溫度 $\varphi_{\text{B}} = 50-60\%$ 時所求得。

2. 用於金屬窗扇的數值 k 增大, 而 R_0 減小; 當單窗扇時—10%; 雙窗扇時—20%; 三窗扇時—30%。

3. 安置於木造和其它牆上的窗戶, 其數值 k 減小, 而 R_0 增大至 10%。

4. 窗戶的結構, 參照表 2 和表 3。

-5° 、 -10° 、 -20° 、 -30° 、 -40° 、 -50° 時，決定木扇窗戶所有的數值 k_{OK} 和 R_0 (精確度到 0.05)。

這樣，在依照所提出的方法決定窗戶用的新數值 k_{OK} 和 R_0 時，就空氣計算溫度的關係來說，窗戶與建築物的所有其它外部隔斷結構物一樣，要加以研究。

所推薦的新數值 k_{OK} (表 1)，與現行全蘇標準 (90008-39) 內所採用的數值相比較，具有以下的優越性：

1. 考慮地區的氣候 (室外空氣的計算溫度)。
2. 外牆和覆蓋層用的數值 k 和 R_0 ，以充分覆核的熱工學和經濟學上的論證為依據，並按同一方法決定。

3. 可確定窗戶結構和室外計算溫度間的關係。數值 k_{OK} 的這些優點，在現行標準的規定中，均不具備。因此，住宅建築藝術研究所推薦的數值 k_{OK} ，用於熱工計算中，顯然是更為有論據和先進的。

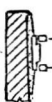
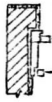
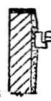
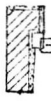
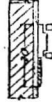
分析表 1，可確定建築物的一切外部隔斷結構溫度差 $t_b - t_h$ 與數值 k 和 R_0 間的比例關係，同時 t_b 具有固定值 $+18^{\circ}$ ，而 t_h 則變動於由 -5° 到 -50° 的限度內。由此可見，全蘇標準 90008-39 內所引用的表，只考慮到地區氣候，而未考慮到房屋溫度。

窗戶熱工計算和設計方法範圍內的進步，在目前開闢確定室外空氣計算溫度、數值 k 及窗戶結構之間的互相關係是可能的。在表 1—3 中所推薦的窗戶結構，乃是這一方面的第一步驟。

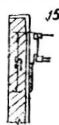
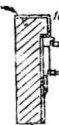
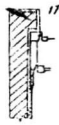
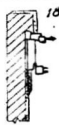
表 2 和表 3 內所引用的窗戶結構，在熱工方面由窗扇數目、玻璃層數及磚牆窗膀的保溫等來表明。

表 1—3 內所引用的窗戶結構，應用於現行標準窗 AC-02-48 和國定全蘇標準 (ГОСТ) 設計。三層窗 (單層窗和雙合式) 以及裁口窗扇——在內外窗扇上的，則為例外。但這些結構也都是由標準構件所構成。磚牆窗膀的保溫，採用貼合於窗框的窗綫板的 形式，厚

室外空氣計算溫度 t°_H ，傳熱係數 k 及窗戶結構 表2

室外空氣計算溫度 t°_H	係數 窗戶傳熱 (千卡/平方公尺時)	窗 結 構						
		窗 扇	磚的 牆窗 上勝	開 關 方 式				
				外 開	裏外開	內 開		
				不 裁 口			裁 口	
							在 內 上 扇 上	在外扇和 內扇上
—5	5.5	單扇	普通		—	—		—
—10	4.5	雙扇	普通	—				
—20	3.5	雙扇	普通	—	—	—	—	—
—30	2.8	雙扇	普通	—	—	—	—	—
—10	4.5	雙合式	普通		—	—		—
—20	3.5	雙合式	保溫 20公分		—	—		—
—30	2.8	雙合式	保溫 25公分		—	—		—
—40	2.3	雙扇	保溫 30公分	—				
—50	2.0	三層 (單層 + 雙合式)	保溫 35公分	—				

室外空氣計算溫度 t°_H , 傳熱係數 k 及窗戶結構 表 3

室外空氣計算溫度 t°_H	窗戶傳熱係數 (千卡/平方公尺時度) k	窗 結 構						
		窗 扇	磚的牆窗上膀	開 關 方 式				
				外 開		裏外開		
				不 裁 口			裁 口	
							在 內 扇 上	在 外 扇 和 內 扇 上
-10	4.5	雙層玻璃的單扇	普通		—	—		—
-50	2.0	三層玻璃的雙扇	保溫 35公分	—				
-50	2.0	三層玻璃的雙合式	保溫 35公分	—	—	—		—

附註:1.保溫——用木貼板(обкладка),厚為 22 公厘。

2.保溫的窗戶中包括窗框。

3.雙層玻璃窗扇的詳圖參照圖 1。

為 22 公厘。

所以,所有推薦的牆壁結構均可實現。

值得注意的是,一種新型的在熱工方面較為有效的窗結構,在一扇窗扇上安有兩層玻璃,玻璃間的空氣層是密閉的(圖 1)。

雙層玻璃由尺寸相同的兩塊普通玻璃所組成。兩塊玻璃間沿着周邊敷設一根方型鋁管。

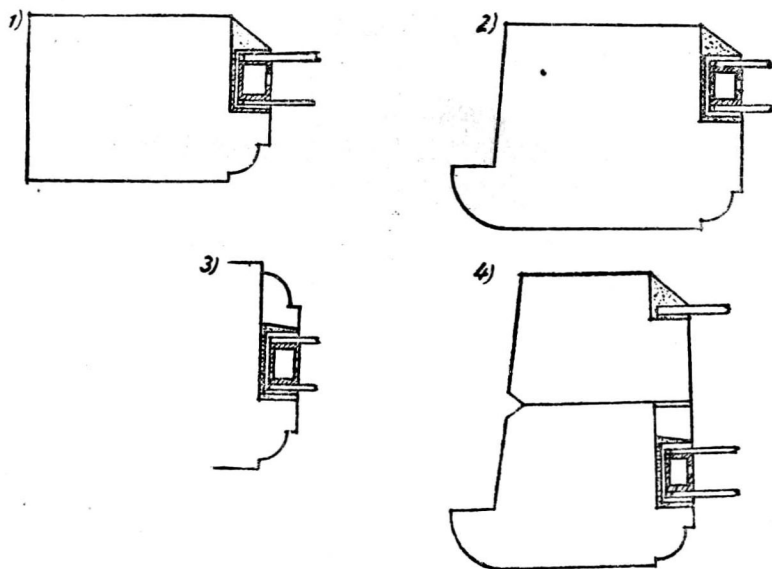


圖 1 雙層玻璃窗扇

兩塊玻璃和鋁管圍以不銹鋼製成的槽型框，用來加固整個結構並保護空氣層，以免受潮和塵土侵入。

這種玻璃當空氣層的厚度為 10 公厘時，具有 $k=2.7$ ；當空氣層內形成凝結水和污穢時，則屬例外。

一旦密閉被破壞，空氣層內透入水蒸汽，可在管中加入含有吸收水蒸汽的物質；為了使這種物質成分與空氣層相通連，可在管壁上製成小孔。

但這方法並不十分有效，因為密閉被破壞時，它只能臨時預防玻璃上發生凝結水，而並不能使玻璃免受污穢。

帶有雙層玻璃的窗戶，能確定窗結構、室外空氣和室內空氣的計算溫度，以及所需數值 k_{OK} 間的較為精確的關係。

這種窗戶的熱工學指標數很高，而生產的可能性和製造的價

值,以及雙層玻璃的使用質量,還應加以研究和實驗檢查。

結 論

基於上述,可作如下的結論:

1. 一切外部隔斷結構的數值 k 和 R_0 , 應使能保證室內達到正常的熱狀態(衛生和舒適條件),並能滿足建築上和使用上的經濟要求。

2. 根據建築物隔斷結構種類(按表 1 橫行)的數值 k 和 R_0 的對比關係,應符合第一項所述的條件和要求。

3. 按照空氣計算溫度(按表 1 豎行)的數值 k 和 R_0 的對比關係,應與各種建築物隔斷結構(窗戶也在內)的溫度差 $t_b - t_h$ 成正比例。

4. 計算數值 k 和 R_0 與空氣計算溫度的關係,不但應表達出決定於地區氣候的不同的 t_h 數值的影響,而且也應表達出決定於房間用途和熱狀態的不同的 t_b 數值的影響,即所謂室內的“氣候”。

5. 如第四項所指出的,按照絕對計算溫度差來確定的計算數值 k 和 R_0 的原則,比全蘇標準 90008—39 所採用的更加先進和通用,因為它在熱工計算中所遇到的各種情況下,均能採用。

6. 帶有雙合式結構的窗戶,比普通窗戶能更好地反映出結構和溫度差 $t_b - t_h$ 間關係,因此它在熱工學方面是最為合理的(參照表 1—3)。

7. 用於所推薦的一切窗結構(表 1—3)的數值 k 和 R_0 , 在經過精確的熱工學計算檢查之後,應作為標準數值來使用。

8. 其次的問題,應確定由於空氣滲透進窗戶所產生的正常損熱量以及窗戶用的一般數值 k 和 R_0 , 並考慮其由於滲透所產生的傳熱和熱損失。

9. 防止窗戶的高度傳熱,主要是採取減少玻璃傳熱的方法,

而防止由於空氣滲透所產生的較大的損熱量——採取在窗扇開啓部分的縫隙面，填塞各種填墊物的方法。

所以，當前的問題爲：(1)復查建築物外部隔斷結構用的計算數值 α 和 R_0 ，首先是窗戶使用數值；(2)把這些新的數值編入新的國定全蘇標準內；(3)研究結論中第 7—9 項內所指出的問題。

上述這些措施的實現，將促進房屋衛生和舒適條件的改善，並降低建築物的造價和經營費用。

二、窗戶的密閉

(一) 密閉的意義

窗戶的密閉有着重大的衛生和經濟上的意義。它保護房屋不“透風”和不冷，以及不透入馬路雜音、微塵及臭味。應當考慮到，由於空氣滲透於不嚴密的窗戶所產生的熱損失，實際上超過密閉窗戶的傳熱所產生的熱損失數倍。因此，密閉不良的窗戶使房屋劇烈地冷卻，特別是——當室外空氣溫度低下和大風時。

對位於遭受大風侵襲地區內的建築物，並對處於達到很大數值的熱壓力和風壓力作用下的高層建築物，窗戶的密閉具有特殊重大的意義。

位在低於中和區域的樓層，在熱壓力的影響下，受到冷空氣的侵入。這種冷空氣成為產生附加損熱量和室內冷卻等一切後果的原因。

為了防止這點，必須在室內保持正常的空氣溫度，這樣就需要加強採暖，需要燃料和鍋爐房設備的巨額補助費。但是這方法雖在防止凝結水和潮濕方面有令人滿意的效果，但它不能避免“透風”。只有將窗戶徹底地密閉才能杜絕透風。

空氣滲透進窗戶，是由以下原因產生的：(1)窗扇開啓部分(窗扇、小氣窗、上亮窗)有銜接縫隙；(2)玻璃安裝不嚴密；(3)窗框安裝不嚴密。

縫隙的滲透有決定性的意義，因為在實際上它具有最大的滲透性，引起大量的熱損失。同時，很難把縫隙徹底地密閉，因為組成它的邊稜之一乃是活動的。

此外，木窗扇和窗框的縫隙寬度，隨着氣候和房屋內部的潮濕而起變化。最後應當指出，對縫隙寬度起不良的影響，還由於木