

高等學校交流講義

暖房工程

清華大學王兆霖譯

按 Г. А. МАКСИМОВ 及 А. И. ОРЛОВ 所著

Отопление и Вентиляция ч. I.

馬克西莫夫

(內部交流 * 僅供參考)

中央人民政府高等教育部教材編審處

暖 房 工 程

目 錄

第一章 結 論	1
1. “暖房與通風”課程的意義	1
2. 暖房的衛生意義，暖房系統的分類	1
3. 暖房與通風技術的發展簡史	6
第二章 受暖房間耗熱量的決定法	23
4. 計算用的戶內和戶外溫度	23
5. 計算房間耗熱量的一般實踐規則	26
6. 按總尺寸決定熱耗失量的方法	37
第三章 火爐暖房	39
7. 火爐暖房的一般特性	39
8. 火爐的燃燒室的類型	40
9. 大熱容量火爐的類型	45
10. 中熱容量火爐的類型	51
11. 小熱容量火爐的類型	53
12. 暖房與炊事合用的火爐	54
13. 火爐與煙道建造的方法和規則	57
14. 火爐的基本部份的設計	61
15. 火爐的選擇	70
16. 火爐暖房的技術經濟評價	75
第四章 瓦斯暖房	76
17. 瓦斯暖房一般的技術經濟評價，使用瓦斯的種類和性質	76
18. 散熱器的型類及它們因燃燒瓦斯的特点而要求的特殊構造，瓦斯耗用量的決定，和瓦斯管路的計算	78
第五章 電熱暖房	86

II

19. 電熱暖房的一般技術經濟評價。電熱散熱器的構造及其 開關佈置 -----	86
20. 電熱散熱器的計算 -----	88
第六章 集中暖房所用器材的概述，對於它們的要求和計算要 點 -----	94
21. 管，補償器，接頭 -----	94
22. 閉塞——調節的配件 -----	98
23. 管路的保溫 -----	101
24. 散熱器 -----	103
第七章 自然流轉的熱水暖房系統 -----	113
25. 熱水暖房系統的主要佈置，作用水頭 -----	115
26. 熱水暖房系統的各種不同佈置，它們的優缺點及適用範 圍 -----	116
27. 膨脹水箱的構造及其尺寸的決定，排氣設施 -----	121
28. 管路網的計算 -----	124
29. 雙管式和單管式系統管網的計算例 -----	128
30. 熱水暖房系統佈置的選擇 -----	151
第八章 自然流轉的單層熱水暖房系統 -----	157
31. 鍋爐井不埋深的自然流轉單層系統，其設備及適用範圍 ---	157
32. 單層系統的計算 -----	159
第九章 人工激動流轉的熱水暖房系統 -----	165
33. 激動流轉熱水暖房的基本型類，佈置及其他技術經濟的 指標 -----	165
34. 區域水泵式的熱水暖房系統，它們的管網佈置和定線， 個別房屋與公共管網的連接法 -----	171
35. 水泵式熱水暖房系統內壓力的分配，自由水面坡線，恒 壓點， -----	175
36. 水泵式熱水暖房系統中空氣的排除 -----	182

37. 屋內水管網的計算	183
38. 內管網的和局部流轉激勵器的計算範例	185
39. 熱水外管網的計算	195
第十章 低壓蒸汽暖房系統	197
40. 蒸汽作熱媒的特点，低壓蒸汽暖房系統的基本類型和佈置以及它們的特殊細節，適用範圍，經濟指標和管網綫路的特点	197
41. 低壓蒸汽管路，凝水管路及放氣管路的計算，計算例題	205
42. 真空式蒸汽暖房	211
第十一章 高壓蒸汽的暖房系統	216
43. 高壓蒸汽的特性，高壓蒸汽暖房系統內的特殊細節，加濕設備，減壓節門，分水器，凝水壺，及它們的計算	216
44. 高壓蒸汽暖房的室內和室外管網的定綫，凝水管路，凝水輸送，廢汽利用	221
45. 高壓蒸汽暖房的蒸汽管路計算，凝水管路的設計，計算例題	225
第十二章 蒸汽熱水式及熱水熱水式暖房系統(複合式暖房系統)	232
46. 蒸汽熱水式及熱水熱水式暖房系統的適用範圍，主要佈置	232
47. 蒸汽熱水式和熱水熱水式暖房系統的特殊細節	234
第十三章 集中式暖房系統的一些不同型式及暖房所用屋內鍋爐設計原則概說	238
48. 輻射暖房，其計算及裝置原則	238
49. 熱風暖房；及其與通風的聯系	245
50. 房屋內鍋爐房的設計原則及其尺寸的決定	247
第十四章 集中式暖房系統的使用	254
51. 集中式暖房系統的各種調節方法的一般特性	254
52. 重力式熱水暖房系統的運用曲線	256

IV

53. 水泵式熱水暖房系統的曲綫	262
54. 蒸汽暖房系統的運用	265
第十五章 暖房系統的控制和管理	269
55. 控制和量度儀器的意義和任務	269
56. 遠程指示設備或遠程信號設備	270
57. 遠程的閉塞和調節設備	272
58. 自動調節器	275
59. 控制盤和管理站	278

附 錄

表 I	Объемные веса, коэффициенты теплопроводности λ и паропроницаемости μ некоторых строительных материалов	280
表 II	Максимальные упругости водяного пара E в мм рт. ст. при различных температурах t воздуха и барометрическом давлении 760 мм рт. ст.	283
表 III	Номограмма для расчета газопроводов	284
表 IV	散熱器的散熱係數 k (在空氣的对流運動及露明狀態下)	285
表 V	双管, "Гамма" 及 "Польза" 散熱片	286
表 VI	具有長方形及圓形肋片之鑄鉄肋管散熱器	286
表 VII	双管散熱片在各種掩蔽情況下之散熱变化率	286
表 VIII	Номограмма для расчета гравитационных и насосных систем водяного отопления	289
表 IX	熱水及蒸汽暖房之局部阻力係數	293
表 X	下結式自然流轉, 双管熱水暖房中由於管中水之冷却附加水頭	294
表 XI	計算到散熱器表面的水在管内冷却的附加率	295
表 XII	單管式系統中水在散熱器下降溫度採用公式	

	$\theta = a + bQ' \text{ } ^\circ\text{C}$ 時, a 及 b 之係數值 (Q' = 散熱器之熱負荷 100 仟/小時) -----	296
表 VII-a	Номограммы для расчета однетрубных систем водяного отопления -----	290
表 VIII	當熱水與周圍空氣之溫度差在 $30 \sim 80^\circ\text{C}$ 間無絕緣 鋼管之表面散熱率 仟/小時. м -----	299
表 XIV	Номограмма для расчета наружных сетей систем водяного отопления (по данным проф. Б. Л. Шифринсона) -----	297
表 XV	Номограмма для расчета паропроводов низкого давления -----	298
表 XVI	Диаметры самотечных конденсационных и воздухоотводящих трубопроводов паровой системы низкого давления -----	300
表 XVII	Номограмма для подбора конденсационных горшков и редук- торов Струбе -----	301
表 XVIII	Номограмма для расчета паропроводов высокого давления -----	302
表 XIX	Данные о поверхностях нагрева, размерах чугунных котлов Стреля и размерах боровов к ним -----	303
表 XX	Вес в кг 1 м^3 воды при температурах от 40 до 99° через каждый градус -----	304
附表 I	各種房間溫度之決定表 -----	305

第一章 緒論

1. “暖房與通風”課程的意義

在房屋內人們健康和舒適的保持要求十分複雜而技術完善的設備，其中包括保持房屋內空氣在必須溫度的暖房設備，和保證人們所吸空氣的成份適宜而且潔淨的通風設備。城市和工廠內的空氣玷污來源這樣複雜，通風設備的價值極其重大；因為吸入污濁空氣可以使人們的健康起不良的影響。然而不僅是人，生產工業產品的房屋為了保持產品的質量，也在空氣的溫度和成份上要求一定的條件。

取暖和通風不良的房屋受着潮濕，以致建築材料的組成物質受到逐漸的無機性的損毀和迅速有機性的腐爛。工廠中，挾塵的空氣增加機器的磨損，保持在不適當的空氣裡的藝術作品會朽壞。不同生產形式的製造業，如：麵包房的發酵，紡紗，織布等都嚴格的要求一定條件的空氣環境，以獲得優良的產品質量。

使學生熟悉於保證空氣環境一切必需品質所用設備的設計、計算和裝配，就是“給暖與通風”專業作為一個整體的任務。

對於這些設備所提出的技術經濟和生活的要求是如此複雜，所以關於實行它們的一切複雜問題是不可能容納在一門課程以內的。因此這個專業作為一個整體，除基本課程“暖房與通風”外，還包括了一系列的輔助課程，如：“燃料，燃燒室與鍋爐設備”，“區域供熱”，“水泵和扇風機”，“暖房及通風設備的裝配施工組織與技術”等。

在這些輔助課程中，前兩個是用熱來保證暖房和通風設備的方法的研究；而“暖房”是有關於用這熱以暖熱房間的方法的基本問題。

在本書中討論的只是各種設備的計算與構造原則和它們的運用特性，它們的實現方法，在“施工組織與技術”課程內及“建築營造”課程內（火爐施工）部分的加以討論。

2. 暖房的衛生意義，暖房系統的分類

人体内產生的热量隨人的活動情形而不同。完全静止時它的值最小，從事體力勞動時產生的热量可以比静止時所產生的增加若干倍，與热的產生平行着發生了向外面環境的散熱。人体所生热量经过对流、輻射、蒸發三種方式從皮膚表面散去的約佔90%，其餘热量經由呼吸器官散出。

在人們的器官裡有着保持体温恒定的抗能，它保證維持体内所生热量和向外散热量間的平衡。這個平衡的結果，使人們內部溫度保持恒定（約 $+37^{\circ}$ ）。然而週圍環境過份熱或稍冷些時，生熱和散熱間的均衡是可以被破壞的。

其結果是体温升高或降低。大家都知道，恒定的体温並不足說明人体週圍環境的冷卻結果已然保持人們工作能力在最好的狀態。

週圍環境溫度高或低時，体温的恒定就隨着改變了它的正常狀態。只要適當的選定週圍空氣的條件，正常狀態是可以創造出來的。

因為对流散熱隨空氣的運動速度及溫度而不同，蒸發散熱還受含濕量的影響，所以這些條件對於人的舒適都有實際的影響。

由於上述，含濕量正常的（30—60%）幾乎静止的空氣的最好溫度，對於静止的人顯然該比對於從事沉重的體力勞動的人高些。同樣接受輻射熱的範圍溫度越低，空氣的溫度越該高些（因為人体藉輻射散出的热量是由接受輻射熱物体的溫度所影響的）。

房內各部份的空氣溫度應由取暖保持儘可能的一致，僅隨時間而有少許的變化。此外，暖房不應使用已被毒物、塵埃和臭味所玷污了的空氣。

為免有抗性塵埃烤焦，可能集積塵埃的散熱器的表面溫度不宜超過 $+70^{\circ}$ 。超過這個數字到 $+90^{\circ}$ 甚至再高些是可以允許的，只要這樣的日子在一年中只是少數的數天。

為保持空氣溫度在指定水平而設的暖房系統應在房間內分出一定的熱。為了這個目的，必須：1)獲得熱，2)把它傳給指定的房間。因此，暖房系統應由下列三個基本部份組成：獲得熱的設備（熱的產生

器)，從取得熱的地方把它輸送到受熱房間的設備（輸熱路），和保證引來的熱傳給房間的設備（散熱器）。

所有這三個部份統一在一個整體裡的暖房系統叫做就地暖房系統。因為熱的獲得和利用是在同一地方進行的，就是在受暖的房間內。

如果在系統裡，很多房間取暖所需的熱是由同一個遠離這些房間的發生器所產生的，則稱為集中暖房系統。

在就地內可包括火爐、瓦斯爐及電爐暖房。然而在後兩種系統內，熱的發生器要求管路或電線來傳送化學能或電能；這些部份（管或線）在這情形下是系統裡的新部份，叫做輸能路。

在集中式暖房系統內，人們用通稱為熱媒的流動媒質（熱的挾帶者）把熱從發生器輸送到散熱器內。

按着所用的熱媒又可分暖房為三類：熱水暖房系統，蒸汽暖房系統，和熱風（熱空氣）暖房系統。

在集中式暖房系統中，在熱的發生器（鍋爐）內發生的是沿管到受暖房間內散熱器的熱水。藉散熱器的散熱，水把自由的熱給予房內空氣；水冷卻了一些又沿管流回鍋爐以便第二次加熱。假如水沿着管子的運動只靠熱水和冷卻水間密度的差異來促成則稱為重力式熱水系統（取名於拉丁字 *gravitas* —— 重量），假如這水的流轉是在水泵的幫助下實現的，則稱為水泵式或抗力激勵式熱水系統。

與大氣相連通的熱水暖房系統稱為低壓系統；以別於不與大氣連通的高壓系統；後者是為保持水溫高於 100° 而用的。

蒸汽暖房之異於熱水暖房，只在於供給到散熱器的是蒸汽而不是水，蒸汽在散熱器內冷卻並且凝結成水。形成的凝水引回鍋爐以便再加以利用（自流或用泵抽送）。假如凝水並不引回鍋爐，蒸汽暖房系統仍然可用。然而如此運用是不合理的，因為隨之而來的是非生產的熱消耗，並增加散熱器和鍋爐內水垢的積聚。蒸汽暖房系統按着蒸汽壓力分為：真空式（蒸汽壓力低於大氣），低壓的（蒸汽壓力在 0.05 至 0.7 氣壓間）及高壓的（蒸汽壓力高於 0.7 氣壓）。

採用熱風暖房系統時，熱媒加熱了的热空氣——直接給入房間內，在這裡冷却并給出已的热。冷却了的空氣整個地或部分地流回發生器以便二次加熱。空氣沿連着發生器和受暖房間的風道而流動，和熱水暖房系統一樣，可以單靠重力或同時有機械激動（藉扇風機）。因為熱媒——空氣——可以直接引入房間內，它的加熱器（特別是熱發生器），在熱風暖房系統中，在同時也是放熱器。

暖房系統可以具有更複雜些的設備；還有第四部份——熱交換器；在這樣情形時，它們稱為複合式系統。在這種系統裡，在發生器內，從任何型式的能獲得的热（例如燃燒燃料時從化學能），先藉一種熱媒傳送到熱交換器，然後藉其他熱媒從熱交換器送到受暖的房間內。

在實踐中為了用拼合的名稱標明暖房的型式，可按以下次序：1) 能的型類，用於發生器內以獲得热的；2) 用以傳熱至熱交換器的第一個熱媒的屬類；3) 用以傳熱至房間內的第二熱媒屬類。

這樣，火爐暖房系統可稱為火爐式，因為熱是取源於燃燒的產物；它也用作熱媒（在這情形下是同一的）。

如前所述的熱風暖房的最簡單形式，可以稱為是火爐-熱風式。

假如給入房間的空氣不是在自己熱發生器內加熱的而是由熱交換器加熱的，則這暖房可以稱為火爐-蒸汽-熱風式或火爐-熱水-熱風式，按第二熱媒是甚麼而是。但是為了在大多數情形下熱是從固體或液體燃料的燃燒中獲得的，所以暖房系統常稱為蒸汽-熱風式或熱水-熱風式，只在得熱情形與上述條件不同時才增加能力的名稱。例如，用電對暖房散熱器內流轉的水加熱，再將熱給予空氣然後給入房間時，則這個暖房情形叫做電氣-熱水-熱風式。假如從集中的鍋爐供給高於 100°C 的水到各個房間，在這裡由它把暖房散熱器內流轉的水加熱到 90°C ，然後循序由散熱器把熱給入各房間，則這個暖房情形叫做熱水-熱水式。

集中暖房系統中，如果熱發生器不只為一幢房屋使用，而是供給一系列地址不同的房屋所需的热時，則它的名稱前應冠以“區域”字樣。

。暖房系統的選定是根據各方面的政策而決定的——經濟的，運用的，以及對衛生要求和防火安全的政策。

在選定暖房系統時，特別重要是有關最便利而最經濟的發熱方法的問題。

如上所述，暖房系統所用熱媒可以是：燃料燃燒的生成品、水、蒸汽、或空氣。顯然，最好的熱媒應保證以下各項條件：

1) 用在散熱器上的金屬和資金最少（因為集中系統中，散熱器約佔全系統重量的70%）；

2) 傳輸熱能時熱損失最少；

3) 傳送熱能上的費用最省（包括創建費用及運用費用）；

4) 維持了對暖房系統所提出的衛生要求；

5) 系統的使用便利。

我們現在就從符合所述要求的程度上，對已經列舉的熱媒加以討論。

燃燒生成品給出的熱單純的依靠它比較不大的熱容量（約0.26 千卡/公斤）（℃）。燃燒生成品的高溫度使它能用最少的熱媒重量運輸大量的熱，並在運動中消耗較少的能，但是它在運輸途中逸失熱量，因此就要求把熱發生器和散熱器合併成一個整體（例如火爐）。

從衛生觀點上看，這種熱媒只在對房間給熱的散熱面溫度夠低時才適於採用。

水作為熱媒時，有熱量大和密度大的特點，因此能以極小的熱媒傳送大量的熱，並且可以在相對低的熱媒溫度加以利用。由於這個情況，即使輸熱距離很遠時，無用的熱損耗仍然比較小，也因為這個原因，散熱面的溫度就最接近於衛生所希望的溫度。但是水的密度大，因而流動時所耗本身的能却是可觀的。

蒸汽給熱主要的靠本身在散熱器內的凝結。由於這潛熱的數量極大以及蒸汽的密度小，所以蒸汽可在流動中耗少量的能而輸大量的熱。但是壓力高於大氣時，散熱器的表面溫度將超過衛生要求所許可的

数值，并且很大的無用热損耗也将發生。

空氣在物理性質上是近於燃燒生成品的。由於按衛生要求，熱風溫度不可過高（不高於 60°C ，通常 $35-40^{\circ}\text{C}$ ）；所以傳輸中的熱損失不大。但是因為熱容量小，所以使用的熱媒數量多，並且因此在流動中所耗的能比用蒸汽或水時都多些。

3. 暖房與通風技術的發展簡史

密閉房間的暖房與通風技術在遠古時代就已發生。並且在最近一千年来擺脫着過渡的時間和地點條件所招致的偶然影響及錯誤不斷的向前發展并日臻完善。為了在暖房通風科學技術當前的一切問題的繁瑣複雜性中端正我們的立場，必須清晰地知道它們的基本趨勢是怎樣發生的，和在如何條件下發展的。只有掌握了過去的經驗，才能有信心地把創造性思想導入適當的途徑並且也正是靠它來避免在最近將來的時間中的錯誤。對於過去成就的無知會引到以下情形：人們將發明已經發明了的，探究早已發現了的，無益的耗費自己的精力和金錢却遺漏了其它確實是必需的工作。

在暖房與通風技術發展的一切階段，它曾不斷地和人民的文化與生活，和人民勞動及休息的文化相聯系着。這門技術指出着過去農村村舍的貧寒和帝王宮庭的豪華經常鮮明的反映過而且反映着人的階級和財產情況；今天就指出着我們社會主義建設特點。

這就是為什麼，我們對於過去——祖國暖房通風技術的過去的研究特別有興趣；它曾鮮明地藉突出的獨創性區別出已來，並且進而對這門技術在其他國家的一般進步曾給予極大的影響。

自然，在簡短的歷史敘述中不能充分完全地反映出我們祖國暖房與通風技術豐富的去，而這過去我們有完全的权利驕傲，並且知道它對這門技術的更大進步是如此重要的。

在聯共（布）第十八次代表大會上，莫洛托夫同志曾特別指出研究一切科學、技術和藝術領域內以往遺產的緊要；他說：

“必須不吝惜用在研究文化遺產上的精力，必須嚴肅而深入的了解它。必須利用資本主義和人類歷史已給的一切，並且有多少世紀以來人民勞動所創造的磚建築出新的房屋——便於生活的、明亮而陽光充足的房屋”。

（B.莫洛托夫著，「發展國民經濟第三個五年計劃」蘇聯國家政治出版社，1939，第62頁）。

總說 一切國家和所有民族的暖房通風技術的發展，可以分為幾個有特徵的和按延續時間而極不相同的階段，每一階段在過渡到新的更高技術發展程度時都不會消失得無影無踪，而是按民族的生活方式及文化繁榮的不同繼續存在並沿各自的道路發展。

第一階段由原始的住屋暖房方法所代表，就是在屋內燃燒燃料而燃燒生成品是經過半開的門戶或屋頂上的開口而排出的。

這樣的暖房方法不只在遠古被廣泛的採用，甚至荷馬在他的名著「奧特塞」裡還提到過，在今後千年內仍會是人們所周知的方法。

在暖房技術發展第一個階段已經鮮明的反映了人的階級和財產情況，那時古羅馬帝國、中國和日本富有的高官貴族住宅是用無烟而經常侵透了芳香油的木炭燃燒在優雅藝術形式的火盆上取暖，一般普通人的家屋僅是散擺一些柴薪直接在地上或石塊堆成的架子上，當火燃燒時全家圍坐着取暖，直到把灰推到旁邊去居民就有了暖熱的床睡覺。

今天，這種暖房方法仍然被一切主要從事於遊牧或半遊牧生活的部落國家所採用着。

暖房技術發展的第二階段，應認為是過渡到燃料仍在房內燃燒但是在特殊設備裡——起初是極原始的而同時兼供炊事與取暖使用的，後來就成為祇供取暖用的房間暖爐。

屬於最初這類的、烟式（по-черному）給暖的泥爐及石砌爐，就是燃燒生成品直接散在房內然後再排出去。考古的發掘已經証實類似於“烟式”的爐子在石器時代已被習用，在許多民族中它還被使用着直

到幾千年後的今天，公元初年，當我們所熟習的當然已是具有煙囪而比較簡單的石砌敞口爐。

在十五世紀中葉石砌爐和房間暖爐顯然已經普遍地裝設了煙突並且很流行，因為這時歐洲已有職業性的煙突掃除人——最初意大利人而後德意志人一直延續到一切事物都突飛猛進的十八世紀還成功地佔據着歐洲各國以及俄羅斯的這門職業。

火爐暖房的一般發展是沿着兩個完全不同的方向而進行的，一方面是由有錢階級的要求所決定的，指向外表華貴的火爐，另一方面以獲得最合理而效率最高的暖房設備構造為目的。在這兩方面，我們祖國的技術人員都曾對火爐的進步作了巨大的貢獻，因而才保證了火爐在其他現代的暖房技術型類中仍有穩固的地位。

暖房技術發展的第三個階段，開始於建築物集中給暖方法的攻憲，幾間房間或整幢房屋由一個中心供暖就是它的特徵。

這種暖熱房屋的方法是在地面下從集中火爐用煙把地下煙道網烘熱而實現的，考古証實它從第三世紀就已出現并持續地被使用到今天，第十世紀到第十三世紀中所建造的這種房屋暖房系統，已被考古學家在意大利、法蘭西、瑞典、德意志、英吉利等國領土內從很多發掘中找出；最近在蘇聯領土內也有同樣發現（黑海岸及烏茲別克斯坦境內）。其後不久（十五世紀）出現了更完善的房屋取暖方法；其中被加熱而後被送入房間內的空氣是流過房屋地下室內集中火爐外殼的。俄羅斯的技術人員在十八世紀末特別十九世紀前半曾大大的幫助了火爐熱風式的暖房通風綜合系統的進步。

集中式的蒸汽和熱水暖房系統在公元初年可能就已出現，但是時隱時現的，在前世紀初年這些系統在歐洲才得到若干傳播。然而其後幾十年中，因為這種系統的昂貴，設備複雜，外觀討厭，經常漏水污染了房間的牆和頂等，被肯定為不會廣泛採用的“奢侈玩物”。甚至在前世紀的八十年代有權勢的“巴黎地產和法國市場公司”曾對它作出特殊廣告性的宣告，認為為了住宅的舒適，在住宅中，熱水暖房的

地位已被習用的火爐所代替了”。

但是不管接受時期的艱難如何，蒸汽的，特別是熱水的暖房系統，在前世紀末已在各種暖房系統中佔有了光榮的地位，俄羅斯的技術人員在前世紀末在莫斯科及彼得格勒的若干重要公共建築中曾裝置了一些具有高度創造性的熱水暖房系統。

房屋採用熱水暖房法的最大發展，是在人造流轉的熱水系統已為實踐所熟習後才獲得的，其中熱水是藉水泵的幫助而流轉的。

創造這種系統的最初類型試驗是1832年在英國完成的（埃克施金 Экштейн 及巴士比 Басби），其後在美國（1877）在丹麥（1897）和其他國家都更成功的試驗過。儘管如此，在1901年德國第三屆暖房通風會議上，知名的博學的德國格·雷希禮（Г. Ритшель）教授以及他被歐洲一切國家所重視的有關暖房通風技術的意見，還曾被認為在便利上及在採用激動流轉熱水暖房的實踐性上是可懷疑的。由此可証甚至德國的重要專家們都曾是如此缺乏技術遠見的。不顧這些不樂觀的預言，雷希禮教授的激動流轉熱水暖房法終於得到廣泛採用並且已經繼續數十年了。值得特別提出的、俄羅斯的В.М.卡普林（Чаплин）教授在1903年就成功地利用蒸汽注噴射器創造出人造水頭並實現了這樣的裝置。德國在1905年才在普拉烏恩尼（Плауэне）實現了第一個激動流轉的熱水暖房系統。

暖房技術發展的後一個階段是更遠的集中供熱，但已不僅是個別房屋的，而是很大區域的以至整個城市的，供熱網長度達到數十甚至數百公里，如果不算小的裝置；其中第一個裝置還在1821年就已完成，則區域的和城市的供熱（採用高壓蒸汽為熱媒）在前世紀的最末四分之一才開始出現，而用熱水作為熱媒的在二十世紀最初二十五年才開始。最初這種裝置的給水中心是很突出的由暖房鍋爐所組成（美利堅、俄羅斯、英吉利、法蘭西等），但是到了二十世紀就已採用小的，中等的甚至大發電廠中蒸汽機及渦輪機的廢汽來給暖。生產電能及區域熱網所需熱能的綜合工廠已把城市火力發電站的總效率提高了四

倍。

這些就是不同國家中，暖房技術發展的主要階段。

通風技術在一切國家民族中，直到十九世紀，就是高層的房屋和輕重工業發展的時期，主要地仍限於最原始的方法，用近代眼光看，就是房間的直接通風法。

但是，一些密閉房間的有組織的通風方法已被我們在遠古時期發現。火焰——空氣地下風道的暖房方法實際在紀元初年已被若干國家採用。如上所說，考古家已在今天的意大利、德意志、法蘭西、英吉利、瑞典及蘇聯領土內發掘出這種暖房通風結構的殘餘。

甚至在中世紀，文化和技術的一般衰落是如此普遍的時代，人們仍能見到十分複雜的住宅通風的特殊設備。例如：巴拉吉（Паладий）在第一本建築學裡曾談到：在他的時候，即十六世紀前半，半衰落的特倫其（Тренти）貴族們藉地下的他們稱為風道的拱道把新鮮空氣引進他們的家裡，再用管子將它分送到各房間；風門的開閉是按氣候及需要而調節的”。（見Н.李佛娃Львова譯：巴拉吉氏建築學第四冊，聖彼得1798卷，第70頁）。

十七世紀在地下礦坑的通風工作上才獲得了顯著的成就。從1657年發表的Георга Агрикола論文中，我們可知那時人們已不祇熟習於自然通風法，並且也會用鐵匠的鼓風袋（皮老虎）向礦坑內送新鮮空氣的機械方法，甚至於採用了手搖的四葉風車。

十八世紀前城市規劃和它們的建築形式都宜於一二層の木房屋，並不需要閉密房間所要求的特殊通風設備。大部份的情形下，藉經過菲薄外牆的換氣就已足夠，甚至富裕的居民還採用特殊方法來保暖；窗口在夜晚擋上保暖的木百葉窗，門上懸上布簾，而在門廳或廚房裝設具有燃燒室的大爐，以便不燒火時靜止的居民也不會冷。奇怪的是，從十六世紀起很多國家的石砌房屋及宮殿都用香草燒烟薰房以清新空氣。這情形使得俄羅斯科學院在1829年特別提醒大家不要利用這樣的通風方法，因為，有香味的烟並不能清新空氣，祇是由於它極強烈

的香味掩蓋了空氣的臭味而已”。（見聖彼得1829年卷3頁25，皇家科學院出版的發現與發明年報）。

直到十九世紀，輕重工業房屋的通風還祇用自然通風法。這種車間的屋頂高出牆頂，但沿着外牆周緣留着連續的縫隙，空氣的泥沙利用護簷加以防阻；而高溫車間的窗口祇用沒有玻璃的鐵柵欄加以關閉。（見斯維雅譯夫И.Сви́азев著建築手冊，聖彼得1839，卷一，174—175頁）。

通風技術的下一個發展階段可以認為是有組織的熱力激勵法的廣泛採用，能引入新鮮空氣並從房內排除污濁空氣，同時設有特別的空氣加熱器。這個今天還被所有國家採用的通風方法，在前世紀初就已在歐洲顯著地流行了。

在前世紀的前半，螺旋式和離心式扇風機已被實際應用，這樣就建立了使用機械激勵空氣的輕重工業車間和車庫通風法的開端，但是機械通風的廣泛採用仍祇是二十世紀的事。

在最後幾十年，暖房和通風技術得到巨大的成就。現代的裝置，配備了灵敏的控制和量度儀器，可以完全說為，允許在密閉房間內自動的保持空氣的溫度、濕度、流動速度和純潔度甚至人工的電離度，以滿足人們感覺的或重要生產過程的需要。能創造並自動維持舒適的空氣環境條件，也就是在密閉房間內創造出絲毫不錯的人工氣候，這樣的裝置就稱為空氣調節裝置。

古代和革命前俄國在暖房通風技術發展上的特點 俄羅斯的暖房技術，在新石器時代就已在居住我國南部的原始斯拉夫人的文化裡有了開端，在今天的基輔地區，以及溫尼茲西部和切爾尼克夫地區的一部，考古家已發掘出幾千個土窟形的石器時代建築物；設備着在地面土地內挖出的爐子，由本身的土拱和地下的出口半凸出地面上。這些爐子是按“炬式”燃燒的，就是煙直接排在小屋內然後再經過孔洞——也就是屋子的進口流到屋外去。（見В.哈佛依卡Хвойка作1910年在的黎波里Трипольской文化區的發掘，俄羅斯及斯拉夫考古隊的日記