

高等学校教学用书

供暖与通风

上册

供暖工程

Г. А. 馬克西莫夫 著
А. И. 奧尔洛夫

高等教育出版社



高等学校教学用书



供 暖 与 通 風

上 册

供 暖 工 程

Г. А. 馬克西莫夫, А. И. 奥尔洛夫著
王 兆 霖 譯

高 等 教 育 出 版 社

本書系根据苏联国立建筑書籍出版社(Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре)出版的技术科学博士馬克西莫夫教授(Г. А. Максимов)和技术科学候补博士奥尔洛夫副教授(А. И. Орлов)所著“供暖与通風,上册,供暖工程”(Отопление и Вентиляция, ч. I, Отопление)一書 1954 年第二版修訂版譯出。原書經苏联高等教育部审定为“供热供燃气与通風”專業用教科書。

本書主要内容为采暖房間的热耗計算,火爐、热水及蒸汽暖房的構造、原理、布置、計算等,此外还包括了燃气、电热、真空式蒸汽、輻射、热风、农業用等特殊供暖,以及家用鍋爐房,供暖系統用的控制与管理仪器设备等。

本書不只对于我国高等学校暖气通風專業学生适用,对于供暖通風工作者(包括設計,施工工程师及技术員)也頗有参考价值。

本書原名为“暖房与通風”,从第二次印刷起改称为“供暖与通風”。

供 暖 与 通 風

上 册

供 暖 工 程

Г. А. 馬克西莫夫, А. И. 奥尔洛夫著

王 兆 霖 譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号
(北京市书刊出版业营业許可証出字第 054 号)

上海市印刷四厂印刷 新华书店發行

統一书号 15010·491 开本 787×1092 1/16 印张 15 2/8 插頁 2
字數 357,000 印數 9,801—10,300 定价 (4) 2.20
1956 年 5 月第 1 版 1959 年 10 月上海第 3 次印刷

原 序

本書是土建學院“供熱供燃氣與通風”專業學生所用的教科書。

作者們的任務是：供給學生以這樣一本教材，其範圍包括本課程的一切主要問題，而不涉及細節及各種比較方案；關於後述兩項將由學生對於課堂講授材料進行深入鑽研時逐漸認識。

本書與其第一版相較已經作了重大修訂。在修訂過程中吸收了在第一版發行期間很多暖房通風專家和學生們所提出的意見。

由於“供熱、暖房、通風與供燃氣的安裝施工及組織”，“燃料、燃燒室及鍋爐設備”，“供熱”，“傳熱學”及“泵與扇風機”都已是獨立的課程；所以本書，除簡略介紹家用鍋爐房的設計原則外，並不包括上列課程所討論的問題。

因為現在的教學計劃中增加了“燃氣供應”這門課程，所以“燃氣供暖”一章比第一版刪減很多。其中所介紹的只限於燃氣供暖的一般概念而無計算例題。

第一至四、七至九及十一章，以及緒論的第二節是 Г. А. 馬克西莫夫寫的；第五、六、十章及緒論的第一節是 А. И. 奧爾洛夫寫的。

著者們對於技術科學博士 С. В. 烏里雅寧斯基教授和莫斯科古比雪夫土建學院供暖通風教研組所提的細致而豐富的意見深致謝意。他們的意見幫助本書避免了很多缺點。由技術科學博士 С. Ф. 闊比約夫教授，Г. Н. 烏菲姆采夫工程師，技術科學博士 С. Н. 碩林教授，技術科學候補博士 И. Ф. 李弗查克副教授等所組成的委員會，和本書的科學編輯人 И. Г. 斯塔洛維洛夫工程師都曾提出很多寶貴的指示；這些，在幫助提高本書質量上起了很大的作用。

上册目录

原序	5
緒論	1
1. “供暖与通风”课程的对象及供暖通风技术发展简史	1
2. 供暖的衍生意义。供暖系统的分类	14
第一章 采暖房間的热耗之決定	18
§ 1. 計算用的室內溫度和戶外溫度	18
§ 2. 房間熱耗的計算	21
§ 3. 按擴大的度量決定熱耗法	31
第二章 火爐供暖	34
§ 4. 火爐供暖的一般特性	34
§ 5. 火爐燃燒室的類型	35
§ 6. 蓄熱的火爐	39
§ 7. 不蓄熱的火爐	47
§ 8. 供暖與家務合用的火爐	49
§ 9. 裝置與砌造火爐的規則。煙囪設備	51
§ 10. 火爐的計算	54
§ 11. 火爐的選擇及其與采暖房間的范界結構熱穩定性之配合	61
§ 12. 火爐供暖的技術經濟評價	65
第三章 燃气供暖	66
§ 13. 燃气供暖的一般技術經濟評價。被採用的燃气之種類及其性質	66
§ 14. 放熱器的類型及它們因燃燒燃气而引起的構造特點。燃气耗用量的決定	67
第四章 用电热器具的供暖	73
§ 15. 电热供暖的一般技術經濟評價。电热供暖放熱器的構造及其聯接法	73
§ 16. 电热放熱器的計算	74
第五章 集中式供暖系統的放熱器	78
§ 17. 放熱器的型式	78
§ 18. 放熱器的計算	82
§ 19. 放熱器的開塞調節配件	87
第六章 热水暖房	92
§ 20. 自然流轉热水供暖系統的原則性布置。流轉壓力	92
§ 21. 关于热水供暖系統的管路計算方法和各種實用計算方法的一般介紹	94
§ 22. 自然流轉的双管系統	98
§ 23. 小住宅的热水供暖系統	108
§ 24. 自然流轉的单管热水供暖系統	114
§ 25. 管網布置的選擇及热水供暖系統的技術經濟指标	129
§ 26. 机械激动流轉式热水供暖系統	132
§ 27. 热水热水式供暖系統	14
§ 28. 蒸汽热水式供暖系統	151
第七章 蒸汽供暖	151
§ 29. 蒸汽作为熱媒的特點。低壓蒸汽供暖系統的主要類型及布置法,及其特征性的細節。適用範圍,經濟指标及管網綫路的特点	151

§ 30. 低压蒸汽管道、凝水管及排气管的计算。计算例题	161
§ 31. 高压蒸汽的特性。放热器的工作情形。高压蒸汽供暖系统的特殊细节	164
§ 32. 室内及室外的高压蒸汽管网线路。凝水管。凝水的运送。废汽的利用。补偿器	172
§ 33. 高压蒸汽供暖的蒸汽管道计算。凝水管道计算。计算例题	174
§ 34. 真空式蒸汽供暖	179
第八章 辐射供暖与热风供暖	181
§ 35. 辐射供暖。它的计算与装置原则	181
§ 36. 热风供暖	186
第九章 一些特殊的供暖方案。家用锅炉房的设计原理	188
§ 37. 农业范围内的一些特殊的供暖方案	183
§ 38. 设计家用锅炉房的主要原则及其尺寸的确定法	190
第十章 供暖系统的调节与经营	195
§ 39. 交工调节及关于经营调节的一般性概念	195
§ 40. 热水供暖系统的经营	198
§ 41. 蒸汽供暖系统的经营	205
第十一章 供暖系统的控制与管理	208
§ 42. 控制与测量仪器的作用和意义	208
§ 43. 远程信号设备	208
§ 44. 远程的闭塞调节设备	210
§ 45. 自动调节器	212
§ 46. 操纵盘和管理站	214
附录	216
附录 I. 若干建筑材料的物理常数	216
附录 II. 热流波动周期 α (小时) 不同时若干建筑范界的表面吸热系数 B 的数值	218
附录 III. 关于若干放热器的技术资料	218
附录 IV. 关于肋管及对流器的技术资料	219
附录 V. 放热器的传热系数 k	220
附录 VI. 楼梯间内放热器的分配	220
附录 VII. 重力式及水泵式热水供暖系统的管道计算用图	221
附录 VIII. 集中式供暖系统内的局部阻力系数值	222
附录 IX. 因水在供暖系统的干管内冷却而产生的附加压力 (曲线图 1 及 2) 和在立管内冷却而产生的附加压力 (曲线图 3)	224
附录 X. 考虑水在管内冷却而对放热器面积附加的系数	225
附录 XI. 用以决定流入单管式热水供暖系统中放热器内水流量的曲线图	226
附录 XII. 用以决定单管式热水供暖系统中小环路内所耗压力数量的曲线图	227
附录 XIII. 在 40° 至 99° 间水在每差一度的各温度时 1 米 ³ 的重量	228
附录 XIV. 用以计算低压蒸汽管道的图	229
附录 XV. 低压蒸汽供暖系统的自流凝水管和空气排出管的管径	236
附录 XVI. 用以选择回水盒及减压器的计算图	231
附录 XVII. 高压蒸汽管道计算用图	插图
附录 XVIII. 水蒸汽的 $t-s$ 图	插图
附录 XIX. 关于锅炉的若干主要资料	232
附录 XX. 在 760 毫米水银柱大气压力下及不同空气温度 t 时的最大水蒸汽分压力 E_{max}	233
附录 XXI. 居住房屋外范界传热系数 k 的最大允许值	233
参考书刊	234
中俄名词对照表	236

緒 論

1. “供暖与通風”課程的對象及供暖通風技術發展簡史

A. 概說

房間的供暖与通風,改善了房間的衛生保健狀況,給提高勞動生產率,發展生產,創造了最有利的条件,並且有助於勞動人民健康的維護。

現代的苏联供暖通風科學技術,已能在戶外空气的任何溫度、濕度、和污染程度下,在封閉的房間內產生並且自動地保持一定的、最有利於人們生活的空气溫度、相對濕度和純潔度;並且能極有效地克服由各种工厂不同生產过程所發散的有害物質。

現代供暖通風技術的科學基礎,就是物理學、化學、力學、水力學、熱力學、傳熱學、建筑熱工學及空气動力學等的規律。

只有同時研究一系列有關的科學技術課程,才能全面地掌握供暖与通風課程,这些課程中首先就是:“燃料、燃燒室与鍋爐設備”,“供熱”,“泵与扇風機”。一般建筑技術對於民用及工業房屋內的供暖与通風方法也有很大影响,因为這項設備不只決定於每个房屋的用途,而且也決定於它的構造和建筑佈置造形。

像一切应用技術科學一样,供暖与通風和苏联社会主义建設是不可分离地联系着。社会主义建設的任务整个地決定了並且決定着一切苏联的科學与技術的方向和進一步的發展。

在建設新的社会主义文化時,共產党和苏联政府永远是根据着列寧的指示,那就是,革命的無產階級和社会主义社会並不拒絕資產階級科學与文化中進步的成就,而是要批判地接受它們,然后在建設社会主义的事業里廣泛地利用它們。

在資本主义制度的条件下,科學与技術被用为有產階級發財的工具。在社会主义制度下,它們都是为人民服务。

这就是为甚么当研究一切过去時代的科學与技術成就時,利用一切進步的而迫切需要的过去的成就時,應該在苏联社会主义建設的實踐經驗指導下,对这些成就給以批判地改造。苏联社会主义建設是以尽量減輕勞動、改善人民生活条件、和加強人類征服自然的程度为方向的。

在一切國家和民族中,供暖通風技術的發展可分为几个具有特征的而時間長短不一的階段。在过渡到新的階段時舊的技術不会消失得無影無踪,而是繼續存在着並且沿着自己的途徑發展。

第一階段可用最原始的住屋供暖表示:燃料直接在房間內燃燒,而燃燒生成物則經半路

的門或屋頂上特開的洞口引出。

應該指出，在分裂為對立階級的社會中，一切科學和技術的成就總是只有統治階級才能享受。

在古羅馬帝國、中國和日本，達官貴族的住宅里常用形狀優美的火盆燃燒着無煙的、浸透了香料油的木炭取暖，而在平民的家里則只是在土地上或是磚石的柴架上燃燒着柴堆；當火燃着時，全家圍坐在火的周圍取暖，晚間把灰推到一旁，居民也就有了溫暖的床鋪睡覺。

現今這種住屋供暖的方法，在某些國家過着游牧或半游牧生活方式的部落中還是採用着。

供暖技術發展到第二個階段時，燃料仍是在房間內燃燒，然而是在特殊的設備內；最初是在極簡陋的並且同時用以做飯和供暖的設備內，後來是在只為供暖用的所謂房間暖爐內。屬於第一類的有各種黏土沖搗成的火爐（煙爐——沒有煙囪的）或用石塊做成的火爐（石爐）。這些都是採用“煙式”（по-черному）燃燒法，就是讓燃燒生成物直接排在採暖的房內，然後把它放到房外去。按考古發掘指出，用煙式方法焚燒的類似的火爐在石器時代就已出現，其後幾千年內很多國家都廣泛地採用着，幾乎一直用到現在。到了公元初年，才出現了有煙囪的簡陋的石砌敞口爐。

到十五世紀中葉，在磚石火爐及房間暖爐上裝置煙囪的已經極其普遍。這時在歐洲（意大利和德國）出現了最初的職業的煙囪掃除人，他們直到十八世紀還興盛地在全歐各國中從事這門行業。

火爐供暖的發展是沿着兩個完全不同的方向進行的：其中的一個方向是按有產階級的要求決定，力求火爐外表的富麗奢華；另一個方向是力求得到構造最合理而效率盡量提高的供暖器具。無論在哪一個方向內，俄國的技術界都曾在火爐工藝的進步中作出了極大的貢獻。俄國專家們的勞動保證了火爐在各種其他現代供暖技術中佔着穩固的地位。

供暖技術發展的第三階段的特點應認為是房屋的集中供暖方法，其中若干房間或整個房屋從一個中心受暖。

這個方法的最初型式可以認為是用中心火爐的煙氣加熱地下溝道網，從而使房屋溫暖。考古家認為這種方法在紀元前三世紀時即已存在。其後不久就有了更完善的供暖方法，這就是使空氣流過裝在房屋地下室內的中心火爐表面時被加熱，並把它送到受暖的房間里去。俄國的技術界在十八世紀末，特別是十九世紀前半葉，曾多方面地促進了和通風混合的火焰空氣式供暖技術的進步。

集中的蒸汽及熱水供暖系統在公元初即已有了萌芽，但是屢次被遺忘然後又重新被發明出來。十九世紀初，這種系統在歐洲各國才略有流行；但是此後數十年，它卻一直被看做是玩物和奢侈品，當時由於它們的昂貴、裝置複雜、外表難看並且常常滲漏而弄髒牆壁和地面，所以認為這種系統將永遠不會被廣泛採用的。

但是到了十九世紀末，蒸汽的、特別是熱水的供暖系統已經獲得了愈來愈多的賞識。在十九世紀末，俄國技術界已在莫斯科及彼得堡的一些大的公用房屋內裝設了極有創造性的

熱水供暖設備。

房屋熱水供暖的最大發展是在實際掌握用機械激動系統內的水流流轉以後才得到的。

俄國的第一個這樣的裝置是在 1903 年由 B. M. 查普林教授實現的。他成功地利用射汽泵造成了人工激動的水流流轉。

供暖技術的下一個發展階段是供熱的進一步集中；這已不是幾幢個別的房屋，而是很大的區域及整個城市的集中，所用的供熱網路達几十公里。

假如把小的裝置撇開不算，在 1821 年就已出現了第一個這樣集中的系統。區域及城市供熱的開端（用高壓蒸汽為熱媒）應認為是十九世紀最後二十五年中的事，而利用熱水作為熱媒的供熱是二十世紀最初二十五年中才開始的。最初這種裝置內的熱中心是純為供暖用的鍋爐房，但是到了二十世紀初頭已開始利用蒸汽機及小型的、中型的、然後是大型的發電站汽輪機的廢汽來供熱。電能及區域熱網所用熱能的聯合生產，大大地提高了城市熱電站的總效率。

在一切國家及民族中，房間的通風在十九世紀以前，即城市的高層建築和巨大的輕重工業發展時期以前，從現代眼光看來幾乎主要是限於極簡單的、直接換氣的方法。

在十八世紀以前，城市的規劃及其建築物，主要都是一二層的木造房屋，不需要在居住房屋內裝置特殊的通風設備。在大多數情形下，這些房屋內的換氣都是通過外范界的縫隙而進行的。

奇怪的是，從十六世紀開始在不同國家中為了清新磚石房屋（包括宮庭房屋）內的空氣，廣泛採用各種有氣味的香草燒烟以薰房間。這情形使得俄國科學院在 1829 年提醒大家注意這種通風方法的無益，因為“有香味的烟並不能清新空氣，而只是用它極強烈的氣味掩蓋了空氣的臭味而已”^①。

工廠房屋的通風一直到十九世紀也只採用了自然換氣法。當時為了這目的，常把屋頂提高到房屋的牆頭以上，並且沿外牆周緣留下了具有護簷以防雨雪的連續的縫隙；而熱車間的窗口則只用沒有玻璃的鐵柵欄加以防護^②。

通風技術的下一個發展階段可認為是對於新鮮的進入空氣和用過的排出空氣的流動廣泛地採用了有組織的熱力激動法，為此而裝置了專門的空氣加熱器。這是今天還採用於世界各國中的通風方法，但它在十九世紀初才獲到值得注意的流行。

到了十九世紀前半葉，螺旋式和離心式扇風機也得到了實際的應用，這就給使用機械激動空氣的工業與民用房屋通風方法的發展打下了基礎。機械通風的廣泛採用只是二十世紀的事。

在最近几十年中，供暖通風技術得到了巨大的成就。足以說明這事實的是：配備了靈敏的控制及度量儀表的現代裝置，能在密閉的房間內自動地保持空氣的溫度、濕度、流動速度、必需的純潔度、甚至人工的電離度，都在最有利的狀況。這些產生並且自動地保持舒適的空

① 聖彼得堡 1829 年皇宅科學院出版的“發現與發明年鑑”卷 2 頁 25。

② 聖彼得堡 1839 年斯維雅澤夫建築手冊卷 1 頁 174、175。

气环境条件的装置,也就是在密闭的房间内产生人工气候的装置,称为空气调节设备。

B. 古代和革命前俄国在供暖通风技术发展上的特点

俄国的供暖通风技术在几百年发展的所有阶段中,以鲜明地表露的独创性不同于其他国家;并且对其他国家这门技术的总发展曾给予极大的影响。

当然,在这一节的简短历史叙述中不可能十分完全地反映出俄罗斯供暖通风技术的丰富的历史,而这历史是我们有权利引为骄傲的;并且知道它,对于这门技术的进步是很重要的^①。

俄罗斯的供暖技术,在新石器时代,就已在居住俄国南部的最古部落,原始斯拉夫人的文化里有了开端。在今天的基辅省、维尼察省北部、微尔尼郭夫省的一部分,考古家已发掘出几千个土窖形的石器时代建筑物。它们设有在地面内挖成的炉子,炉子的土拱及地下的出口一半凸出到地面上。这些炉子是按“烟式”燃烧的,也就是让烟直接排在土窖内,然后再经过孔洞,也就是屋子的进口流到屋外去。

这就是说,“烟式”燃烧的泥炉(烟炉)曾在很多世纪当中几乎是古俄罗斯家庭中唯一的供暖和作饭用具。烟炉随着斯拉夫民族向东部和北部移民而推广,就代替了在公元九至十世纪住在这些地方的原来部落用以取暖的、更原始的石砌炉。

从十五世纪起,在历史的、艺术的和技术的文献中就屡屡见到关于烟炉的引述和对于不同做法的烟炉构造特点的详细描写。在所有俄罗斯城市中,包括莫斯科和彼得堡在内,设有烟炉的农舍在彼得大帝时已经是广泛通用的。在瓦洛戈特省内、在波罗的海沿岸地方、在加利利亚,直到二十世纪还有用烟炉的。

烟炉逐渐演变成通用的俄罗斯火炉的经过,可以在无数的文献中追寻出来。

有烟囱的、纯为供暖而用的火炉,在十八世纪时还被认为是特别的奢侈品,并且只装置在富丽的宫廷房屋内。在十一至十二世纪间,俄国已有装饰火炉外表用的、带有高度艺术性的釉面砖的生产。

在大城市(诺夫哥罗德、普斯科夫、莫斯科、基辅)的“陶业集中点”,以及一些富有的寺院内,火炉匠师曾从事于火炉砌造及釉面砖的制造。在1667年这种生产曾被组织在莫斯科克里姆林的兵工厂内,曾用特别的法令征集“全俄各种行业匠师”来到这里。

火炉业在彼得大帝时代获得了极大的发展。

在1698至1725年间,彼得大帝用各项勒令破天荒地在俄国实施了火炉建造的主要标准;严格地禁止了在彼得堡、莫斯科及其他重要的俄国城市中建造装设烟炉的房舍;亲自参加了建造彼得堡(1711年)及莫斯科(1722年)的示范住宅,“以使人民知道泥制顶棚和火炉是怎样做成的”;规定了在所有俄国城市中清除烟囱积灰是必须履行的义务。

彼得大帝的伟大功绩,在于他为火炉供暖的一切主要材料及制件的工业生产所作的发

^① 更详细的知识及引用文献来源可见 А. И. Орлов 所著 “Русская отопительно-вентиляционная техника”, 苏联建筑工业出版社 1950 年出版。

展措施：在莫斯科、彼得堡和其他城市附近建立了制造火爐所用磚塊、面磚和火爐用具的大工厂；開放了一切火爐制造器材的買賣；俄國最大的圖里斯基工厂改以鐵制的房間暖爐及火爐用具作為主要產品。

所有這些不只促成了俄國境內房間暖爐的廣泛流行，並且招致了其后俄羅斯火爐技藝的驚人發展。

根據現今的考據，在十八世紀中葉，“莫斯科和彼得堡已成了外國人研究如何節約供暖火爐所耗木材的現實學校”^①。俄國的火爐匠師曾在特殊的邀請之下去過法國；俄國獨創的暖爐構造在英國、法國和德國都引起極大的注意^②。

只有用對於文獻資料愚昧無知和忽視，才可以說明有些俄國技術人員的錯誤觀點，他們以為俄國的火爐技藝是十八世紀時在外國影響下發展起來的，並以為就是為了這個原因所以至今流行在俄國境內的火爐被稱為“荷蘭式的”及“瑞典式的”。其實純粹荷蘭式樣的火爐從來沒有在俄國境內建造過，因為彼得大帝時進口的幾十個荷蘭式火爐僅只用於裝飾那時的宮庭房間而已。在十八世紀末和十九世紀初，純粹俄羅斯式的矩形和角形火爐面上曾貼飾了那時從荷蘭大量輸入的廉價白面磚，於是才開始被錯誤地稱為“荷蘭式的”。由於相似的原因而被称为“瑞典式火爐”的同樣也是俄國火爐；只不過因為俄國的匠師曾向兩個瑞典俘虜（1709）——楊·佛列格涅爾和克里斯坦——學會了製造瑞典釉面磚的方法，並把它貼到俄國火爐上，就被如此錯誤地稱呼了。

我們可以驕傲地回憶俄國的科學技術在十八世紀時的卓越成就，其中也包括供暖通風技術方面的成就。大家都知道，現代的熱能機械理論的奠基人是我們偉大的先輩 M. B. 羅蒙諾索夫。他還創立了空氣和煙在渠道和管內自然流動的理論。也就是他第一個在世界上發明了自記風速和風向的儀器——這儀器在通風技術中的應用是很廣泛的。假如再考慮到房間暖爐、煙囪、熱風供暖和熱力激動的通風設備等的現代計算理論都是根源於他的著作“關於礦井內空氣自由流動的研究”（1763）；那末羅蒙諾索夫在供暖通風技術領域里的功績是可以特別評價的。

在同一世紀內還有一件工作是應該指出的。1747 年，俄國曾以大氣電試驗而著名的 Г. В. 李赫曼院士，出色地解釋了房間內乾濕球溫度不同的原因。今天用溫度差而精密地決定空氣相對濕度的空氣溫濕學理論，整個地是以 Г. В. 李赫曼院士所總結出來的規律為基礎的。

俄國學者對於房屋的火焰熱風式供暖技術也曾有重大的貢獻。雖然還在十至十三世紀在很多國家中已有火焰熱風式供暖設備，但是這種系統的計算和構造的理論基礎却是在 1799 年才由我們的先輩 Н. А. 里沃夫創立出來；這就是說，比梅斯奈爾教授發表他的“關於熱風供暖”一書，要早二十二年。後來在 1835 年 Н. 安莫索夫將軍極成功地建造了首創的“氣壓式火爐”，以後並把它使用在火焰熱風式供暖里；其后俄國工程師（福朗和謝得林、斯

① 見“帝國自由經濟學會的工作報告”1790 年卷 XII 頁 22。

② 見聖彼得堡 1820 年皇家科學院出版的“發現與發明年鑑”。

維雅澤夫、傑魯莎烏、切尔卡索夫、沃依尼茨基、貝可夫、魯卡謝維奇等)在理論和实践上的成就不只促進了俄國境內火焰熱風式供暖的廣泛採用,而且影响到國外。1881年,Г.С.沃依尼茨基工程師曾被特邀到德國去,在柏林皇宮內建造他自己所設計的火焰熱風式供暖設備。

和火焰熱風式供暖並行着,俄國的火爐技術也在十九世紀繼續成功地發展。1867年,建築師И.斯維雅澤夫發表了他從事火爐建造和計算三十年的研究結果^①。十九世紀末和二十世紀初,魯卡謝維奇、斯切潘諾夫、貝里親斯基、里特涅爾及其他俄國工程師們設計出了完全獨創而具有高效率的火爐構造。

俄國最初成功的房屋熱水供暖設備是在十九世紀初由傑出的學者俄國科學院通信院士彼得·格里戈里耶維奇·索包列夫斯基(1834—1841)所作成。這些裝置完成於那時以熱水供暖的理論及實踐聞名的英國查里·瓦特發表他的著作以前,因而特別值得注意。

在掌握階段以至在這以後,俄國同西歐,尤其是同美國,在實踐上有着不同:俄國對於蒸汽供暖的安排是幾乎只裝置在工廠內而不裝在居住房屋內,這點証明了俄國技術界對於這種系統在衛生上的評價是正確的。

熱水供暖也在民用房屋中大行推廣,主要是在醫院和住宅房屋內:在1867至1868年間,彼得堡兒童醫院的新建大廈(90000米³)已裝設了熱水供暖,其後,商人茹卡維什尼科夫的舒適住宅和商人伯里諾夫在下諾夫哥羅得的五層住宅(面寬150米)等也裝有熱水供暖設備。

1873年俄國的技術雜誌上已經指出:“開始被一般採用的,特別是在公用房屋內採用的熱水供暖,最近以來,在器具改善上和設備簡化上已有着顯著的成功”^②。再過幾年後,房屋的熱水供暖已是如此流行,以致按照當時的文獻,“1879年,在彼得堡建築工作熱潮的高峯里,除熱水供暖外沒有人還喜歡聽說任何其他的供暖”^③。

在這些年里,西歐國家還停留在實際掌握這種系統的時期。在很多情形中曾產生了極大的困難;巴黎的一些居住房屋內竟有因熱水供暖的作用不良而不得不加以拆除,並改用普通的供暖火爐來代替。

俄國的供暖技術是沿着獨立的道路發展的,在很多方面超過了西歐的技術。許多在俄國營業的外國公司都局限於從事供應俄國以供暖器材為主要業務以及企業上的一般管理指導工作,它們的一切設計和生產活動都是在俄國人直接參加和指導下進行的。

足以說明的是,1883年普魯士交通部甚至派了專家組成的團體到彼得堡來研究我們在公用和居住房屋內獨創的熱水供暖裝置。

俄國的專家們按照個人的創造曾完成過高度獨創性的、還為國外所不知道的熱水供暖裝置;例如:列謝維奇工程師1875年在彼得堡所完成的、用廚房爐灶的熱水對獨立住宅給暖

① И. И. 斯維雅澤夫:“火爐技術的理論基礎”聖彼得堡1867年。

② 見“建築家”(Зодчий), 1873年, 104頁。

③ 見聖彼得堡1887年出版的И. 斯切潘諾夫著“各種供暖火爐設備”第二分冊186頁。

的裝置。以後，這個供暖系統就在世界各國的低層房屋裡被廣泛地採用了。

應該指出，在擬制熱水供暖系統的構造時，俄國工程師總是考慮着衛生方面的要求。正是在俄國，找出了對於供暖系統的衛生要求並奠定了它的科學基礎；這些要求已在一切國家中獲得了承認。

這方面的深入研究的工作，在 1859—1864 年已經有了開始，那時曾組織了一個專門委員會來討論各種通風系統並順便研究供暖技術問題。供暖系統衛生指標的進一步研究，以及在這方面的卓越成就，是和十九世紀後半葉偉大的供暖通風專家 И. И. 弗拉維茨基的名字分不開的。

對於供暖系統衛生要求的研究工作的完成，科學基礎的奠定及其具體化，是十九世紀末在莫斯科大学衛生實驗室內，由傑出的俄國學者 С. Ф. 布伯諾夫和 Ф. Ф. 埃里斯曼參與之下實現的。

根據精細的實驗研究結果，С. Ф. 布伯諾夫指出，一到 $+70^{\circ}$ 上下的溫度時，居住房間空氣內所常含有的塵埃就開始了乾縮過程，同時發散出對人體和舒適感有害的揮發性物質。С. Ф. 布伯諾夫的這個論文^①使居住及公用房屋內供暖放熱器最大允許的表面溫度能在科學基礎上加以選定。在 С. Ф. 布伯諾夫發表這篇論文前，衛生家們曾假定供暖散熱器的表面溫度可採用到 $+150^{\circ}$ 。

1898 年，Ф. Ф. 埃里斯曼教授第一個提出確切有據的意見，認為：“最宜於人類舒適感的环境是熱面溫度不超過 $+60^{\circ}$ 的時候”^②。

В. А. 雅希莫維奇在 Ф. Ф. 埃里斯曼教授所指示的方向內繼續研究，於是作出了極其創造性的供暖系統；其中用蒸汽或熱水加熱的管路是嵌砌在牆身、地板、天花板、柱子、甚至樓梯扶手和欄杆裡的。В. А. 雅希莫維奇式的供暖系統最初是他於 1907 年在魯梯謝沃車站的醫院建築內裝成的。

在很短的時期里（1907—1911 年），В. А. 雅希莫維奇在二十幾個大的醫院、學校和公用房屋內裝置了他的這種系統；所用的熱媒，有用蒸汽的也有用熱水的。後來以“輻射供暖”（或版面供暖）的名稱流行於世界各國的供暖系統就是如此誕生的。輻射供暖系統的熱面溫度處處都不高於 $+60^{\circ}$ ，完全符合 Ф. Ф. 埃里斯曼教授的指示。

俄國的學者在通風技術的一般發展上也有重要的貢獻，但是和其他國家一樣，它也是在十九世紀才在俄國有了顯著發展的。

前面已經提到過，現在的自然通風計算法是以羅蒙諾索夫在 1763 年發表的“關於礦井內空氣自由流動的研究”一文中所述原則為基礎的。在十八世紀末俄國的技術中還增添了另一件卓越的成就：我們的先輩 В. X. 弗里比叶從許多細心地做過的實驗中找出了計算採暖房間間縫隙換氣的強度的公式（遠在西歐學者之先）；並建立了現今所謂“中和區”學

① 莫斯科 1888 年出版“莫斯科大学衛生實驗室論文集”第二分冊中，С. Ф. 布伯諾夫著“對於居住房間的供暖衛生問題之研究”。

② 莫斯科 1898 年出版，Ф. Ф. 埃里斯曼著“衛生學簡明教本”。

說的基礎，在 1795 年弗里比叶称它为“不运动的平面”。

俄國學者 A. A. 薩伯魯可夫少將的貢獻是難於評價的。他在十九世紀初，無論對於扇風機製造或是對於把扇風機應用在各種極不相同的目的上，都作了真正的改革，以致他的功績曾在外國書刊里（法國及德國）特別被提出。他在 1832 年已設計出前所未有的离心式扇風機的構造，並且隨即成功地把它應用在俄國艦隊船只的房間通風工作上，後來又在 1835 年把它應用到阿爾泰的奇吉崙斯基礦山內。這是世界上第一個离心式扇風機裝置，在長約 100 米的管網內工作。薩伯魯可夫的扇風機系統不只在俄國而且也在西歐被廣泛地採用在礦山工作中。在西歐，他被公平地認為是扇風機製造工作的傑出的革新家和重要的理論家。薩伯魯可夫系統的扇風機还被用在“乳酪除水”的工作上，以及俄國的各種工廠里。

可見，在十九世紀，俄國在掌握通風技術的理論和實踐上有過顯著的成就。俄國的專家們對於採納國外新的改進極為謹慎，從來不是盲目模仿。例如，“為了研究各種通風系統並尋求改善它們以適合俄國氣候條件的方法”，曾於 1859 年在彼得堡組織了特別委員會。它連續工作了約五年並在 1864 年公佈了“委員會彙報”。這個報告對於俄國通風技術在十九世紀末的發展具有特別大的作用。除掉研究外國經驗外，委員會還對於七個大公用建築物（兵營、醫院、養育院）作了特別的設計，並根據實際完成的通風裝置進行了大規模的效用鑑定工作；又確定了各種房間的換氣標準和它們的通風原則，從而大大地改進了當時在西歐所採用的貝克萊和莫倫的標準。

1884 年俄國科學院發表了 И. И. 弗拉維茨基的傑出論文，它証明了人的舒適感覺並不是像衛生學家及供暖通風專家們所曾假設的那樣，僅只由周圍空氣的溫度所影響，而是由周圍空氣的溫度、相對濕度、流動速度以及大氣壓力的綜合影響所決定的。弗拉維茨基的論文發表了四十年以後，美國學術界才提出完全一樣的有效溫度理論。

俄國學術界在發展房間內用未經加熱的空氣以行通風的方法上也有很多貢獻。尚在十八世紀時，俄國就已作出了這種通風方法的創造性方案。其後在 1867 年，И. И. 斯維雅澤夫建築師設計並實現了使戶外新鮮空氣經護簷下的縫隙進入採暖房間的方案。這個通風方法曾被廣泛採用達數十年之久。在二十世紀中，奇莫哈維奇工程師所完成的用未經加熱的空氣以行通風的獨創裝置及研究，已為大家所熟知。

在簡述俄國供暖通風技術主要發展階段的結束語中，應該指出，在十九世紀，這門技術方面的最傑出的專家們是莫斯科高等工業學校、彼得堡民用工程學院及彼得堡軍事工程學院的畢業生們。

供暖通風的第一本教科書（1870 年）的著者是軍事工程學院的學生、後來成為該校教授的 Г. С. 沃依尼茨基。

民用工程學院的教授 С. В. 魯卡謝維奇是經過連續印行三版的（1880、1889 及 1896 年）“供暖與通風”基本教程的著者。在他的“供暖與通風”教程內，魯卡謝維奇把俄國學者們在這方面的成就系統化了而且大大地發展了。

像著名教程和論文的作者 А. Г. 巴夫洛夫斯基和 Г. М. 阿謝這些偉大的專家們，都是

C. B. 魯卡謝維奇學派的學生。

莫斯科高等工業學校的學生 B. M. 查普林教授不但是供暖與通風的著名教科書(1906—1909, 1924—1928 年印行)的著者,而且是蘇聯工業房屋通風專家的學派創建人。

B. 供暖通風技術在蘇聯的進步

從十月社會主義革命獲得勝利的最初幾年起,供暖通風技術的發展就以改善蘇聯廣大人民羣眾的生活和勞動環境為方向。

還在 1922 年,勞動人民委員部就通過了一系列的決議,其中有具體的指示,規定在化學、煙草、火柴、肥皂工業的生產房間內必須設置送入排出式的通風;而後,這些措施也推行到一切其餘的工業。在 1925 年二月廿五日的通報里,勞委會又重新強調提出,在為生產部門的衛生所作的措施中,合理的通風設備應佔一個重要的位置。

從 1922 年起,在勞委會對通風問題所作的決議里也列舉了一些標準,後來這些標準就成了工業建築準則(1929 年)內相應章節的基礎。在很短期間中,關於非工業建築房屋的供暖通風設備也公佈了標準(全蘇標準 OCT)。按照這些全蘇標準,一切重新加高的公用房屋應考慮裝置相當的通風設備,而高逾三層的居住房屋應考慮集中供暖。

當解決工業房屋通風的複雜任務時,蘇聯的專家們必須從頭作出這門技術的理論基礎並進行一切必需的實驗;他們一點也利用不到這方面的外國經驗,因為這種經驗無論是西歐或美國實際上都是沒有的。在帝俄也沒有這種經驗。完全可以說,在偉大的十月社會主義革命以前,一共只有五六種用俄文印行的對工業通風個別問題加以敘述的書籍和文章;而某些工廠內所具有的通風設備在任何方面都不能滿足勞委會的要求^①。

在和國家工業化聯系着的進一步發展國民經濟的階段中,蘇聯供暖通風技術的面前又擺上了一些新的巨大的任務。除開必須解決因新的工業及民用建築的要求而產生的科學問題外,還必須加速產生供暖與通風技術的生產基礎,培養掌握這門技術的合格的工人、工程師和技術員。

這些任務之所以能很好地完成,在極大程度上應歸功於 1925 年建成設有工業通風科學研究實驗室的莫斯科中央勞動保護研究所所有成效的工作,以及其後在蘇聯很多城市內開設的相似研究所的工作。在 1923 至 1925 年間,只是關於工業通風問題的書籍就印行了約 100 種,其後三年中(1926—1928 年)又印行了約 300 種創造性的論著,無數的雜誌論文還沒有包括在內。

從 1923 至 1929 年,建造了 2000 套以上的通風裝置,成功地解決了這方面完全新的理論和實踐問題,出現了用通風以清除各種工業生產房間內所發散的余熱、余濕、塵埃和毒氣的新的首創的方法。

在民用房屋的供暖通風技術方面也出現了根本的變化。

^① 例如,在“火星”報上(1901 年第九期),一個從博戈羅德斯克紡織廠的通信員寫道:“衛生條件惡劣,特別是在染色車間內,從地板下發出令人窒息的蒸汽,通風不夠;牆面和天花板面上都生了霉。處處都是看不透的塵埃”。

在 1925 至 1930 年間，不僅在莫斯科、列寧格勒、而且在許多其他蘇聯城市的大公用房屋內都已裝備了集中式的供暖和相當的通風。

在第一個五年計劃完成前，蘇聯的供暖通風技術已具有了鞏固的生產技術的和科學的基礎，完全能保證工業及民用房屋裝備大規模的而質量優良的供暖通風設備。

供暖和通風技術與科學的進一步發展是和蘇聯的熱化事業的發展直接聯系着的。

在熱化事業中，熱水或蒸汽可沿管道從中心熱電站輸送到極遠的距離。因此就不必再為城市、工人住宅區及工廠內各個房屋的供熱，設置很多鍋爐房。

用中心發電站(ИЭС)改裝成熱電中心站(ТЭЦ)的第一個這樣的裝置是在 1924 年在列寧格勒完成的。

按照聯共(布)黨中央的六月全會(1931 年)決議，不只開始在舊的城市和工業中心實施了熱化，而且也在一切新建的蘇聯城市及工業中心開始實施了熱化。

熱化輝煌地解決了城市及工廠區的集中供熱問題，並且同時在很大的程度上使蘇聯的燃料資源能更有效地加以利用。假如普通的發電站(ИЭС)燃料利用率為 25%，則在熱電中心站(ТЭЦ)聯合生產熱能與電能時的燃料利用率可達 70% 以上。

此外，由於熱化，就有廣大的可能借最新的技術成就在 ТЭЦ 內燃燒劣質的當地燃料，使這種燃料能夠被利用。

所有這些就使熱化在蘇聯的城市中更迅速地發展，於是蘇聯公民的勞動生活條件就大大地提高了。

在熱化了的城市和工人住宅區內，一切新建的和大部分舊有的房屋都由城市及區域供熱網供給供暖、通風及熱水供應所需的熱，而不是從就地的熱源供給。

所有與供熱網相連的居住房屋內，都只保留了廚房內的火爐以便作飯。

今天，這些舊生活的遺跡也要成為歷史事物了：廚房的火爐也要讓位給使用便利的燃氣灶。燃氣已經牢固地深入了莫斯科、列寧格勒、基輔、里沃夫、薩拉托夫和其他城市以及很多緊靠長達數千公里的燃氣幹管的工人住宅區和集體農莊的居民生活中。

現在我們就進一步更細緻地討論各個供暖形式。

在最初的三個五年計劃期間，火爐供暖技術的發展是沿着標準化及審定以前的房間暖爐計算和構造方法的方向而進行的，其中也包括通用的俄式火爐，提高它們的效率和衛生保健質量。

在這時期中作出了一系列效率高而構造新穎的房間暖爐；例如，全蘇熱工研究所式的供暖火爐、無火道的供暖火爐、下方放熱式的火爐等等。

當時對於火爐供暖問題及關於新的火爐構造的報告非常注意。1930 年建築工業定額及標準研究所舉辦了並且順利地進行了不用磚而用大型砌塊的火爐設計的公開徵求。這個措施為房間暖爐工業化砌築的大規模科學研究奠定了基礎。

在 1939 至 1940 年間進行了約 75 種最新構造的房間暖爐試制品的細緻熱工檢驗。

由於這些遠超過外國實際經驗的實驗室研究工作進行得細緻而且規模廣泛，這就給以

后对火爐供暖的計算和構造問題進行徹底的審查奠定了牢固的科學基礎。

苏联在头三个五年計劃時期中，在房屋的集中供暖技術方面的成就是極其巨大的。這門技術的進步是与國家工業化、舊城市的改建和新城市的增長直接联系着的。

在这期間，苏联的專家們在熱水供暖系統的設計和計算中增加了很多新的理論，作出了利於燃燒一切燃料的各种新的鍋爐構造，創造了很多新型的放熱器和其他房屋供暖設備的部件。

苏联偉大的專家和學者 B. M. 查普林及 B. M. 阿謝在熱水供暖系統的計算理論方面作出了鉅大的貢獻。

B. M. 查普林著作了苏联第一本供暖通風教科書，他还發明了極其獨創的設備，那就是直到今天还被廣泛地採用於把室內供暖系統連接到城市供熱網的熱水混射器(射水泵)。

B. M. 阿謝教授在房屋供暖系統的計算技術和理論方面的重要著作直到今天还被認為是典范性的，並且在分析問題的深度上也远远超过外國的類似的論文。

还在第一个五年計劃期間，公用房屋及工業建筑的宏偉規模及不斷增長的進度已要求房屋供暖設備的尽量標準化和衛生工程施工的工業化。

在第一个五年計劃末期建立了巨大的設計安裝機構網：重工業人民委員部的衛生工程建筑与衛生工程安裝公司、莫斯科的莫斯科市蘇維埃所屬國家衛生工程安裝公司、俄罗斯蘇維埃联邦社会主义共和國公用事業人民委員部的國家衛生工程建筑与國家衛生工程安裝公司、列寧格勒的列寧格勒衛生工程建筑公司等。

由於上述这些機構以及个别專家的創造性努力，已作出了完全新型的施工方法，其中設備的預制及一切沉重操作都是在备有車床和機器的中央預制工厂完成的，而在現場則僅進行設備的裝配而已。預制工作和設備的裝配工作被如此分開的措施，大大縮減了工期而且提高了房屋的集中供暖系統的安裝質量。

應該着重指出，苏联供暖技術的發展在很大的程度上有賴於我們在建筑熱工學方面的成就，因为任何房屋供暖設備的实际效果直接地決定於这个房屋的熱工特性以及正确選擇它的結構部件。在这方面，苏联的學者作出了很多有成績的工作。在1927年，O. E. 弗拉索夫教授提出了關於不穩定熱流通过房間范界時在任何建筑范界內所發生的平面熱波的創造性學說，並在建筑熱工學內引入了關於范界表面感熱系數的概念。

1931年 O. E. 弗拉索夫教授完成了范界結構熱工計算的新理論。

1928年出版了 B. Д. 馬欽斯基教授關於建筑熱工學的經典著作，其后这著作發行了四版(1928, 1933, 1938, 1940年)。

O. E. 弗拉索夫、B. Д. 馬欽斯基及其他研究者的著作是保證了苏联供暖技術進一步發展的科學基礎。

苏联供暖通風技術發展的特征是：它從來總是以嚴格的科學态度对待解決工業与民用建筑中所湧現出的問題。从事解決工業通風的主要問題的科學實驗基地有莫斯科、列寧格勒、基輔和許多其他城市中的勞動保護研究所內附設的專門實驗室，以及各建筑學院內相应