

55078
哈 尔 滨 工 业 大 学

探 暖 工 程

溫 强 为 賀 平 合 編

1 9 5 8

前 言

本讲义系根据苏联专家、技术科学副博士、副教授，沃·佛·德罗兹陀夫（В.Ф. Дроздов）在哈尔滨工业大学之讲稿和各种最新参考文献，以及温强为同志的讲稿编写而成。

本讲义主要是阐述有关采暖工程的基本问题和主要设计原理。本讲义尽量地吸收了近年来在采暖通风方面的最新科学成就和较完善的计算方法；同时，尽量使理论分析系统而详细、使计算结合实际，以便对设计工作有所帮助。

本讲义可供高等学校教学参考之用，亦可供设计工作人员参考。

本讲义第二、三、十五、十七、十八章由温强为同志编写。第二十章由温强为和贺平同志合编。其余各章由贺平同志编写。

在本讲义的编写过程中，承郭骏同志给予校阅，教研室及编译科等同志给予不少帮助，编者谨在此致以衷心的感谢。

由于编者才疏学浅，错误和不妥之处在所难免，敬希读者指正。

编 者 1957年8月

目 录

前 言

緒 論

§ 1. 采暖与通风学的任务.....	1
§ 2. 采暖与通风技术的发展简史.....	2
§ 3. 俄国和苏联学者在采暖通风科学发展上的成就.....	4
§ 4. 我国采暖通风科学发展简史介绍.....	6

第 一 章 对采暖通风装置的卫生要求

§ 5. 空气中化学的和机械的混合物.....	8
§ 6. 空气的气象因素.....	8
§ 7. 对采暖通风系统的要求.....	11

第 二 章 房屋热损失

§ 8. 围护层的传热.....	13
§ 9. 围护层的热阻 R	16
§ 10 围护层结构不均匀时总传热系数 K 值的确定.....	17
§ 11 经过空气层的传热.....	19
§ 12 围护层的内表面温度.....	21
§ 13 室内及室外计算温度.....	22
§ 14 最大的允许值之确定.....	25
§ 15 散热面积的丈量 地板传热系数的决定.....	26
§ 16 热损失的各种附加值 房屋热损失计算举例.....	28
§ 17 热损失的概算指标——房屋热指标.....	33
§ 18 围护层的潮湿状况.....	34

第 三 章 围护结构的热稳定

§ 19 热流的稳定及不稳定状况.....	39
§ 20 围护层内部温度的波动 急骤波动层.....	40
§ 21 围护层的热惰性指标.....	41
§ 22 围护层内表面的感热系数.....	42
§ 23 围护层内表面的吸热系数.....	43
§ 24 室内空气温度的波动.....	45
§ 25 房屋的热惰性系数.....	46
§ 26 围护层的热稳定.....	47

第四章 采暖系統的分類

§ 27	采暖系統的分類	49
§ 28	集中采暖系統帶熱體的比較	50

第五章 火 爐 采 暖

§ 29	概述及對火爐的要求	54
§ 30	火爐爐膛的各種形式	54
§ 31	火爐的分類	56
§ 32	大熱容量火爐的幾種主要型式	58
§ 33	小熱容量的火爐	61
§ 34	多層火爐	62
§ 35	予制裝配式火爐	63
§ 36	火爐的計算	64
§ 37	火爐效率的試驗	72
§ 38	火爐在房間平面內的位置	76
§ 39	火爐的砌造及其表面裝飾	76
§ 40	火爐的底座及基礎	78
§ 41	煙囪與煙道	80
§ 42	防火措施	81
§ 43	火爐采暖的技術經濟評論	83

第六章 煤 氣 採 暖

§ 44	煤氣采暖的一般技術經濟評價	所使用的煤氣的種類及其性質	84
§ 45	煤氣采暖主要設備的介紹	煤氣用量的決定	85

第七章 電 熱 採 暖

§ 46	電熱采暖的一般技術經濟評價	電熱散熱器的構造	91
§ 47	電熱散熱器的電路圖及其計算		92

第八章 集中式采暖系統的散熱器

§ 48	對散熱器的要求	97
§ 49	散熱器的種類	98
§ 50	散熱器的安放	102
§ 51	散熱器的傳熱系數值的研究及其實驗方法	102
§ 52	影響散熱器傳熱系數 K 值的各種因素	106
§ 53	散熱器所需面積的計算及其舉例	114
§ 54	散熱器的閉塞調節構件	116

第九章 自然循環雙管熱水採暖系統

§ 55	自然循环热水采暖系統的典型工作簡圖·····	121
§ 56	自然循环双管热水采暖系統·····	123
§ 57	热水采暖系統中空气的排除·····	124
§ 58	热水采暖系統管路的計算方法·····	130
§ 59	热水采暖系統管路計算步驟 热水采暖系統管路計算举例·····	134
§ 60	考慮水在管路中冷却的因素时, 管路的計算方法及其举例·····	143
§ 61	自然循环双管热水采暖系統的应用范围·····	146
§ 62	双管热水采暖系統在結構上的某些特点·····	147

第十章 單戶的熱水採暖系統

§ 63	單戶的热水采暖系統的特点及其形式·····	150
§ 64	單戶热水采暖系統的計算特点及其举例·····	153

第十一章 單管熱水採暖系統

§ 65	單管热水采暖系統的分类·····	157
§ 66	單管热水采暖系統計算及其举例·····	160

第十二章 机械循環熱水採暖系統

§ 67	机械循环热水采暖系統的分类·····	173
§ 68	異程和同程热水采暖系統·····	177
§ 69	机械循环系統膨脹水箱的連接定压点·····	178
§ 70	水泵的連接方法及其選擇、除污器·····	182
§ 71	机械循环热水采暖系統的水力計算 机械循环系統的計算举例··	184

第十三章 熱水採暖系統之選擇及其技術經濟指標

§ 72	热水采暖系統的优缺点·····	189
§ 73	系統中管网布置形式的選擇及热水采暖系統的技術經濟指标·····	189

第十四章 低壓蒸汽採暖

§ 74	以蒸汽为帶热体的基本概念·····	203
§ 75	低压蒸汽采暖系統的各种形式·····	203
§ 76	低压蒸汽采暖系統的零件裝置·····	209
§ 77	低压蒸汽采暖系統的計算及其举例·····	210
§ 78	低压蒸汽采暖系統的优缺点及其使用范围·····	215

第十五章 高壓蒸汽採暖與真空蒸汽採暖

§ 79	高压蒸汽的特性 散热器的工作情况.....	216
§ 80	高压蒸汽採暖系統的主要形式.....	217
§ 81	高压蒸汽採暖系統的零件裝置.....	220
§ 82	高压蒸汽管道的計算及其举例.....	228
§ 83	凝結水管的水力計算.....	235
§ 84	真空採暖系統.....	244

第十六章 熱水—熱水及蒸汽熱水採暖系統

§ 85	热水—热水採暖系統.....	246
§ 86	蒸汽—热水採暖系統.....	249

第十七章 空 氣 採 暖

§ 87	空气採暖系統的原理圖和分类.....	255
§ 88	空气採暖系統的計算.....	257
§ 89	热風器.....	259

第十八章 輻 射 採 暖

§ 90	概述.....	261
§ 91	輻射採暖系統与散热板的形式.....	263
§ 92	考慮舒适温度及房屋热工特性时房屋热損失的計算.....	267
§ 93	輻射採暖的計算.....	273

第十九章 採暖系統的管理及調節

§ 94	採暖系統的驗收及初次調節.....	285
§ 95	採暖系統的經常維護.....	286
§ 96	热水採暖系統的使用調節.....	287
§ 97	蒸汽採暖系統的使用調節.....	295

第二十章 鍋爐設備及鍋爐房的佈置

§ 98	各种採暖鍋爐的簡單介紹.....	297
§ 99	鍋爐設備的計算.....	307
§ 100	鍋爐的安全裝置及進水設備.....	309
§ 101	鍋爐房的主要設計原則及其布置举例.....	314

附 錄:

I. 采暖通風的室外計算溫度、空氣溫度與平均風速·····	315
II. 我國一月份平均氣溫圖·····	317
III. 生產室的气象条件·····	317
IV. 某些建築材料的物理常数·····	320
V. 熱流波動週期 z (小時) 不同時, 某些建築圍護層的表面吸 熱系数的数值·····	322
VI. 各部門窗的傳熱系数·····	323
VII. 住宅建築物外圍護層傳熱系数 K 的最大容許值·····	324
VIII. 在 760 公厘水銀柱大氣壓力下及不同空氣溫度 t 时的最大水 蒸汽分壓力 E_{max} 值 (公厘水銀柱) ·····	324
IX. 各種散熱器的技術資料·····	325
A. 柱形散熱器的技術資料·····	325
B. 我國長翼形散熱器的技術資料·····	326
B. 我國圓翼形散熱器的技術資料·····	326
Г. 我國各種散熱器的傳熱系数 k 值·····	327
X. 樓梯間內散熱器的分配 (以散熱器的总量的百分數計) ·····	328
XI. 重力式及水泵式熱水采暖系統的管道線算圖 ($t=82^\circ$) ·····	328
XII. 在重力循環上行式的双管熱水采暖系統中, 由于水在輸送管 內冷却而產生的附加壓头的百分數·····	329
XIII. 考慮水在管內冷却而對散熱器面積附加的百分數·····	331
XIV. 集中式采暖系統的局部阻力系数值·····	332
A. 熱水及蒸汽采暖系統內的局部阻力系数值 (按 OCT90036-39) ...	332
B. 三通的局部阻力系数 ζ 值·····	333
B. 四通的局部阻力系数 ζ 值·····	334
XV. 決定流入單管熱水采暖系統散熱器內水的流量的曲線圖·····	336
XVI. 決定單管熱水采暖系統小循環环路壓力的損失圖·····	338
XVII. 低壓蒸汽采暖系統管道的線算圖·····	339
XVIII. 低壓蒸汽采暖系統的自流凝水管和排氣管的管徑·····	340
XIX. 選擇回水盒及減壓器的綫算圖·····	341
XX. 高壓蒸汽采暖系統的管路計算圖表·····	342
XXI. 飽和水蒸汽的物理常数·····	343
XXII. 凝水管計算圖表·····	345
XXIII. 在舒適溫度的地帶中, 散熱板不同溫度下之當量傳熱系数 $K_{\text{эKB}}$ 值·····	345
XXIV. 我國一些采暖鍋爐的技術資料·····	350
A. M型低壓對片鍋爐的規格·····	350
B. M型低壓對片鍋爐的工作特性·····	351
B. 蘭開夏式鍋爐規格·····	352

附圖 1：第一課程設計——火爐采暖設計圖

附圖 2—6：采暖通風第二課程設計圖

參考文獻：

附例 1：采暖通風第一課程設計——火爐采暖課程設計例..... 355

附例 2：采暖通風第二課程設計例..... 368

緒 論

§ 1. 採暖與通風學的任務

採暖與通風學是一門比較新的技術科學。它底任務在於：

1. 給人們以舒適的、合乎衛生要求的居住條件和勞動條件，從而保證勞動人民的身體健康和提高勞動生產率；

2. 保證某些生產車間及工藝過程所要求的一定的空氣溫度和濕度等，以保證獲得優良的產品質量。

例如，在紡織工業中，為了保證產品的質量，在各種不同的生產車間內，對於空氣的溫度和濕度都有嚴格的要求；在高溫的冶金工業車間內，需要降溫裝置（如空氣浴等）；彩色印刷廠內的相對濕度由 25% 增加到 80% 時，紙張就會伸長 0.8%，這樣就會影響到印刷品的質量；某些生產精密儀器的車間（例如我國的量具刃具廠），需要終年保持一定的溫度及濕度，而且溫度的誤差甚至不能超過 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，否則就會影響到生產出來的儀器的精密度，這就需要有自動控制的空氣調節裝置。

3. 保證建築物和機器設備的使用年限。在沒有很好的採暖通風裝置的房屋內，建築結構物由於潮濕、冰凍及變形，很容易損壞和腐朽（如木結構等）。在工廠中，含塵量較多的空氣就會加速機器的磨損；

4. 採暖與通風系統中需要耗費大量的金屬和燃料，所以在採暖通風系統中提高燃料的最大使用效能，盡量合理地節約金屬，對國民經濟有着很大的意義，這也是採暖與通風學的一個重大的任務。

從上述任務看來，利用這一門科學技術，就可以充分地實現黨和政府對改善工人的勞動條件和提高勞動人民的生活水平的關懷。在社會主義制度下，這一門科學有着廣泛的發展前途；而在資本主義制度下，只是在資產階級的奢侈享受的房屋內，以及必需保證產品質量的條件下，才有採暖通風的裝置，而對工人的勞動條件，資本家却置之不理。

因此，象對待其他自然科學及技術科學一樣，我們需要積極地學習蘇聯建設社會主義的先進經驗；與此同時，也應當批判地接受資本主義國家的一切有益的成果。更要結合我國的具體情況，使採暖通風學的科學技術為廣大勞動人民服務。

採暖與通風學與某些其他課程有着很密切的關係。近代科學技術的迅速發展，要求有很好的理論科學基礎。採暖與通風工程師需要有下列理論科學及技術基礎課知識：物理學、化學、理論力學、水力學、熱力學、傳熱學、建築熱工學、空氣動力學、電工學以及其它。

要想充分地掌握這一門科學技術，還必需很好地了解與它有關的其他技術課程。這些課程是：燃料、爐及鍋爐裝置、熱供應、泵與通風機等。

採暖通風工程師也需要具備一般的建築學知識。因為設計採暖通風裝置時，不僅僅要考慮它的应用，而且要使它与房屋建築結構及其裝飾相協調。

§ 2. 採暖與通風技術的發展簡史

1. 採暖的發展簡史 採暖通風技術的發展大致可以分为四个階段。每一个階段都有它的特征，而時間的長短也有很大的區別。从一个階段过渡到另一个階段時，旧的技術並不是完全消滅了，而是沿着自己的發展道路延續下去。

第一階段：最原始的住宅採暖——燃料直接在室內燃燒，燃燒後的產物經過半敞開的門或屋頂上的特置的小孔排出去。

在古羅馬帝國、中國和日本的宦官貴族的住宅內，常常用燃燒無煙而且往往是浸透了芳香油的木炭來採暖，而且木炭還置於一個具有優雅藝術形式的火盆上。普通的人們一般則在地上或石板上點燃起火堆，全家圍坐著火堆四周採暖。夜間將灰堆到一邊去，人們就在溫暖的地上睡覺。

直到今天，這種採暖方法仍被某些過著游牧或半游牧生活的部落採用著。

第二階段：燃料在室內，但在特殊的設備內燃燒。最初是用十分簡陋的能兼供炊食和採暖用的設備，後來就用只供採暖用的火爐——用粘土建造的爐子（或稱無煙囪爐）和石砌爐。煙直接進入房間內，然後排出室外。考古的發掘已經証實類似於此種煙式（по-черному）的爐子在石器時代已被習用。在許多國家里，廣泛地應用這種爐子的習慣幾乎保留到几千年後的今天。公元初年，開始出現了簡陋的、帶有煙囪的石砌敞口爐。到了十五世紀中葉，帶有煙囪的壁爐和採暖的火爐已經有了普遍的發展。這個時候，在歐洲的意大利和德國，首次出現了職業性的清掃煙囪的工人。到十八世紀時，在歐洲各國已經有許多人從事這項工作。

火是我國首先採用的。火盆、火爐等簡陋的採暖用具在我國的应用已經有了非常悠久的歷史。而且我國的具有特創風格的火坑，長時期來更為廣大人民所喜愛和習用。火坑的出現年代尚待考據。

火爐採暖總的發展是沿着兩個完全不同的方向進行的：一個方向是追求火爐外表華貴的裝飾，這是有產階級的要求所導致的；另一個方向是要求獲得最合理而效率最高的採暖設備。這兩個方向都促使火爐採暖技術向前發展。俄國和蘇聯的專家們對火爐採暖技術的發展曾經作了巨大的貢獻。

第三階段：集中式採暖——由一個供熱中心供給幾個房間或整幢房屋採暖。

由一個集中火爐，用經過地下煙道網的煙使幾個房間採暖的方式，可以認為是這類採暖方式的雛型。

其後產生了更完善的採暖方法——空氣經過置於地下室的集中火爐的外表面，被加熱後再送入需要採暖的房間內。十八世紀末，特別是在十九世紀中葉，俄國的技術人員將這種煙式——熱風採暖與通風技術結合起來，使得這種技術大大地進步了。這就是魯卡謝維奇所設計的磚的煙空氣加熱設備。

集中式蒸汽及熱水採暖系統可能在公元初年就已經出現，但是時隱時現的。只是在前世紀初期，這些系統才在歐洲得到了一些推廣。然而其後數十年中，由於這種系統造價昂貴、設備複雜、外表不美觀、以及經常漏水，弄髒了房間的牆和天花板等原因，它被肯定地認為是不會獲得廣泛應用的，僅被視為一種“奢侈玩物”而已。

但是到了十九世紀末，蒸汽及热水采暖系統的效果却獲得了更多的好評。

十九世紀末，在莫斯科和彼得格勒的若干幢巨大的公共建築物中，俄國技術界曾裝置了一些具有高度創造性的热水采暖系統。

只是在實踐中熟習了水在系統內的强迫循环流动的原理后，热水采暖系統才有了更大的發展。

1903年，在俄國，B.M. 查普林教授首次利用水射水泵，創造了人为地使水强迫循环流动的采暖裝置。

第四个階段：从集中式的采暖發展到区域热供应——由一个供应中心供应整个区域或整个城市。热力网的長度达数十里。

如果不將小的裝置計算在內，集中式的采暖裝置远在1821年就實現了；而区域及城市热供应(采用高压蒸汽为帶热体)則在十九世紀的25年中才开始应用。以热水为帶热体的采暖系統，在二十世紀初的25年中才开始应用。这种設備的热源中心，最初是由采暖鍋爐房組成的，但到二十世紀时，就已經采用小的、中等的、其后甚至是大的發電厂的蒸汽机及汽輪机的廢汽來采暖。綜合利用电能和区域热力网的热能，顯著地提高了燃料的使用效率（由25%提高到70%左右）；热电站还可以燃燒本地劣質煤，並且減少了許多鍋爐房，淨化了城市。区域热供应以及進一步的城市热化是采暖的發展方向。

2. 通風的發展簡史 通風技術在所有的國家和民族中，直到十九世紀以前一城市多層建筑物和巨大工業厂房的發展时期以前，主要仍限于采用原始的通風方法——打开窗戶或靠縫隙通風。这种方法，从現代通風学观点來看，是非常簡單的。

十八世紀以前的城市規劃和它的建筑形式，大部分是一、二層的木房屋。它並不需要有特別的通風設備，大半是借滲过外部圍护層的縫隙進行換气就足够了。

順便提到一件有趣的事情。从十六世紀开始，許多國家的石砌房屋和宮殿都不約而同地用香草燒烟來薰房，想使空气清新，然而这种方法並不能使空气淨化，只是香草的強烈的香味掩盖了室內空气的臭味而已。

直到十九世紀，工厂房屋的通風还僅僅限于采用自然通風法。为了这个目的，屋頂与外牆之間，沿着外牆四週留着連續的縫隙，並用护簷保护它，使空气中的泥塵不能進去；而高温車間的窗戶則只裝以无玻璃的柵欄。

在通風技術的下一个發展階段中，广泛地采用了有組織的借热力使空气流动的办法。裝置了空气加热器，借热力作用引入新鮮空气，並从屋內排除污濁空气。

在十九世紀的前50年內，軸流式和离心式通風机已在實踐中被应用，这样就實現了在工業厂房和民用建筑內使用机械式强迫空气流动的通風方法。至于广泛地应用此种方法，还是在二十世紀初才开始。

在最近几十年中，采暖和通風技術有了巨大的進步。可以有把握地說，以極灵敏的控制和量度仪器裝置起來的現代化設備，在密閉的房間內完全能自动地保持最合适的湿度、温度、气流速度、空气的純潔度、甚至人工的空气电离度。这种在密閉的房間內自动地保持空气介質舒运条件的設備，称为空气調節設備。

§ 3. 俄國和蘇聯學者在採暖通風科學發展上的成就^①

在古代，俄國也採用“烟式”採暖的爐。其后，具有民族風格的俄羅斯火爐得到了很大的發展。

在彼得一世時代，俄國的火爐採暖技術有着驚人的發展。

十八世紀，偉大的學者М·В·羅蒙諾索夫(Ломоносов)——現代熱力學理論的奠定者，創立了空氣及煙氣在管道中自然流動的理論。他第一個發明了自記風速儀和風向儀，這種儀器在通風技術上有很大的用途。他的著作“關於礦井內自由流動的空氣的研究”已成為今天設計採暖火爐、煙囪、熱風採暖和借熱力作用的通風系統的理論基礎。

1747年，俄國Г·В·李赫曼院士出色地解釋了房間內干濕球溫度不同的原因。今日用溫度差精密地決定空氣相對濕度的空氣溫濕學的理論基礎，完全是建立在李赫曼院士所總結出的規律上。

1799年，俄國學者Н·А·李沃夫(Львов)創立了烟式——熱風採暖系統的建造的計算理論基礎。

十九世紀末及二十世紀初期，俄國建築師И·斯微維澤夫和魯卡謝維奇、斯捷潘諾夫等工程師、設計師設計了許多效率高的火爐。

俄羅斯科學院通訊院士彼得·格里哥里耶維奇·薩波列夫斯基(1834—1841)出色地完成了第一個熱水採暖系統的裝置。

在十九世紀末，傑出的俄羅斯學者И·И·弗拉維茨基、С·Ф·布伯諾夫、Ф·Ф·埃里斯曼等，對採暖系統的衛生要求問題，進行了許多有益的科学論證和研究工作。

С·Ф·布伯諾夫證明，最能使人們舒適的環境是熱溫度不超過 $+60^{\circ}$ 的時候^②。

1905年，В·А·雅希莫維奇首次採用了輻射採暖。系統中用蒸汽或熱水加熱的管路是嵌砌在牆壁、地板、天花板等內的。

在俄國，從開始起就發展熱水採暖，因為它能較好地滿足衛生要求。蒸汽採暖的使用僅限於一些工廠及衛生要求較差的房屋內。這一點與西歐各國採暖的發展方向是不同的。

俄羅斯的學者在通風技術發展上也有了很大的貢獻。但是，和在其他國家一樣，通風技術在俄羅斯的顯著發展也只是前世紀的事情。

前面已經提過，羅蒙諾索夫院士奠定了自然通風計算的理論基礎。1763年В·Х·福里拜進行了許多準確的實驗，從而給出了計算房間內經圍護層縫隙換氣強度的公式，並建立了現代的所謂“中性區”學說的基礎，而在1795年，福里拜則稱它為“不運動的平面”。

1832年，А·А·薩伯魯可夫少將提出了在那時富有創造性的離心式通風機，並成功地把它應用在俄國艦隊的船艙通風工程上。1835年，又把它應用在阿爾泰的奇里里斯基礦井內，這是世界上第一個具有100公尺長的通風網的通風裝置系統。

1884年，科學院發表了И·И·費拉維茨基的著作。在著作內證明了，人的感覺不是

①可詳細地參考А·Н·奧洛夫所著的俄羅斯採暖通風技術一書，蘇聯建築出版社1950年出版。

②Ф·Ф·埃曼斯里著「衛生學簡明教本」，莫斯科1898年出版。

只决定于室内週圍空气的温度（当时的衛生工作者及采暖通風專家所公認的），而是决定于室内週圍空气的温度、相对湿度和气流速度，甚至大气压力对人体的綜合作用。在他的論文發表后四十年，美國學術界才提出了同样的所謂“有效温度”的理論。

1867年，建筑师 И.И 斯維雅澤夫实现了將新鮮空气經护簷下的縫隙送入采暖房間內的方法。这种方法曾被广泛地应用达数十年之久。

偉大的十月革命以后，采暖通風技術的發展方向着重放在改善劳动条件及广大羣众生活条件問題上。

早在1922年，苏联劳动人民委员会就作出了一系列的具体決議：必須在化学工厂、烟草、火柴、肥皂工業的生產車間內安置進气及排气的通風裝置；並提出了一些标准資料，这些資料以后就成了工業建筑相应部份的規範。

随着社会主义工業的發展，在采暖通風技術人員面前就有許多重大的任务：進一步解决从工業及民用建筑需要所提出來的技術問題；急速地發展采暖通風技術的生產基礎；培养出能掌握这一專業的工人、工程师和技術人員；設立科学研究所等。苏联在这方面做了許多有成效的工作。第一个五年計劃末，苏联的采暖通風技術已經有了巩固的生產技術和理論基礎，足以保證大規模的而且質量要求又很高的工業厂房及民用房屋的采暖通風裝置工作。

1924年在列宁格勒，把中心發电厂改裝为热电站的工作首次实现了。

正如前面所指出的，热化事業（电能与热能綜合利用）有着極大的优点，因此，在苏联各城市中热力网正在迅速地發展，这就大大地改善了苏联人民的劳动和生活条件。

最近几年中，苏联的煤气供应事業也有了巨大的發展，煤气采暖也得到了应用。

讓我們具体地來回顧一下苏联的采暖通風科学技術在各方面的成就。

偉大的苏联学者和專家 B. M. 查普林和 B. M. 亞謝对热水采暖系統的理論計算作出了卓越的貢獻。他們努力不懈地培养技術干部。

查普林首先出版了苏联的采暖通風学教科書，並發明了富有創造性的裝置—水射水泵。

亞謝在采暖系統的理論和技術計算問題上付出了巨大的劳动。直到今天，他对該問題的研究成果，仍然被公認為远远超过其他各國的研究成果。

在第一个五年計劃末期，苏联成立了許多大的設計和施工組織機構，並成功地創造了新的施工方法：在加工廠內完成了許多繁重的准备加工工作，而在現場上則只進行裝配。这种方法大大地提高了施工質量和加快了工程進度。

在建筑热工学的領域上，O. E. 費拉索夫和 B. Д. 馬欽斯基等有了許多貢獻。

1931年，O. E. 費拉索夫提出了結構物圍护層的热工計算理論。

1928年，B. Д. 馬欽斯基出版了他的名著“建筑热工学”，並重版了四次。

由于这些学者作了卓越的貢獻，火爐計算理論有了新的發展。它不僅僅要求考慮火爐本身的散热問題，同时还要求考慮采暖房間的热工性能，要求使室內温度波动限制在一定範圍內。

在通風技術方面，不論在理論上还是在實踐上，苏联学者都付出了巨大的劳动。党和政府成立了許多研究機構，如中央流体力学研究所（ЦАГИ），如在莫斯科、列宁格

勒、基輔等地設立了劳动保护研究所的實驗室等。

偉大的苏联学者阿勃拉莫維奇对空气动力学作出了許多不可磨滅的貢獻。卡明涅夫教授詳盡地分析了通風管道計算理論。巴杜林对噴咀的問題和有組織的通風作了許多研究。这一系列的研究結果，都被广泛地应用在通風技術上：例如在高温車間內設置空气浴（Воздушный душ）；在經常敞開的大門旁安置空气幕（Воздушный завес），以阻止冷空气侵入；巨大厂房的設計尽量采用有組織通風的实际应用等。

在許多工厂的生產过程中，產生了大量的灰塵，对于如何改善这种环境，苏联学者也進行了許多有价值的科学研究工作。在第二次世界大战以前，苏联学者和設計者設計了許多富有創造性的防塵裝置、决定了合理的排气量、研究了除塵通風的構造和計算理論、進行了許多濾塵器、离心式捕塵器（旋風除塵器）的試驗和計算。

为了驅除工厂內生產过程中蒸發出來的水蒸气和有毒气体（例如在化学工厂等），苏联学者研究了許多密閉裝置，改善了生產过程，並成功地研究了、在开口槽旁吸气的裝置。

对通風机的設計工作和減小它的噪音問題，中央流体力学研究所進行了許多有价值的研究。

1953年9月，苏联共產党中央委員會全体會議通过了進一步大力發展農村經濟的決議。在決議中指出，需要進一步提高農村生產水平和生活水平；注意集体農庄內牧畜場的良好条件；广泛地采用蒸汽、热水或电能加热的温室；保持土壤温度；改善拖拉机站的工作条件等。在解决这一系列的复雜問題中，也要求热供应、采暖通風方面的專家直接参与此項工作。

总而言之，由于社会主义制度的优越和社会主义工業化的要求，使苏联的采暖通風事業有了迅速的發展，而且与資本主义國家有着根本不同的發展方向。

§ 4. 我國采暖通風科學發展簡史介紹

我國是一个歷史悠久的國家。我國的古代建筑是非常优美的。建筑学的發展必然会影響采暖通風技術的發展。虽然我們尚缺乏大量的資料，但是我們可以深信，我國古代的采暖通風技術也是有一定成就的。正如上節所提及的，中國古代宮殿內也早就采用木炭燃燒采暖的方法，火坑、火牆等也獲得了广泛的应用，而且一直保留到今日。

更好地發掘祖國的遺產，整理中國采暖通風發展的資料，是一件非常必要而有意义的事情。

在半封建、半殖民地的旧中國，是談不上采暖通風技術的發展的。只有在官僚、買办資產階級享乐的地方才有采暖通風裝置，而广大劳动人民的劳动条件和生活条件則是非常坏的。我們都能够回憶起旧中國紡織厂中滿屋紗絮、工人害職業病、高温車間內的工人如牛馬般地工作的情況。

解放以后，整个情况就發生了根本的變化。党和政府非常关心劳动人民的劳动条件和生活条件。一方面改善旧厂的衛生条件，普遍安裝采暖通風設備，解放后每年夏季采用許多办法來降低高温車間內的温度；另一方面在苏联的幫助下，在設計許多先進的大厂房时，充份地考慮到工人的劳动条件，如我們所熟悉的第一汽車厂、亞麻厂、量具刃

具厂等都有着完备的采暖通风装置。

1956年5月25日，国务院全体会议第29次会议通过了“工厂安全卫生规程”、“建筑安装安全技术规程”和“企业职工伤亡事故的报告规程”的决议，在这个规程内规定，在危害工人身体健康的地方，必需采取通风和其他保安措施。同时，我国国家建设委员会及卫生部于1956年还制订了“工业企业设计暂行卫生标准”。

这一切都充分地体现了党和政府对劳动保健的关怀。

许多热电站有的开始设计，有的已建造成功。在第一个五年计划内，规定要建设十九个热力和电力联合生产的热电站。

正和苏联所走过的道路一样，我国社会主义工业化对采暖通风技术的发展也起了推动作用。它要求许多技术干部改行，而来掌握这一门技术，也要求更多的新生力量的成长。

各个工业部门的设计院都有单独的机构和一些技术干部专门从事采暖通风装置的设计。在苏联专家的帮助下，我们已经能够设计出一些重大工厂的全部采暖通风装置，而这些装置在以前是根本不能设计的。

施工安装专业公司也成立了，许多技术人员和工人已经熟练地掌握了采暖通风安装技术。

但是，更主要的是我国采暖通风专业的技术干部，无论从数量上还是从质量上来看，都远远落后于国家的需要，设计质量并不很高，施工技术也比较简陋，基本上还处于手工工业方式，科学研究工作也仅仅开始，因此必须大力赶上去，才能够满足社会主义工业化和日益增长的人民文化生活的需要。

随着农业合作化高潮的来到，农村的建设事业也获得了蓬勃的发展，因而就要求我们更好地研究农村的采暖通风设备，如研究具有民族风格的火墙、火坑工作等等。用理论来丰富前辈的实践经验，并把这些经验应用到社会主义建设事业中去。

加强科学研究工作，努力培养师资和技术干部，是一件意义重大的事情。

第一章 对采暖通风装置的卫生要求

§ 5. 空氣中化學的和机械的混合物

采暖通風裝置是用來保障室內空氣的良好質量。空氣是一種混合氣體，按其體積百分比，它含有：

氮 78.8%；氧 20.7%；
二氧化碳 0.03%；水蒸汽 0.47%；
臭氣、氫 1% 弱；
氫、氦、氖、氬等微量。

在空氣中，除了上述物質以外，還含有無機體和有機體的塵垢。地板、織物纖維、地毯等磨損的結果，產生了有機體的塵垢。有機體的塵垢因分解而發散惡臭。無機體塵垢是由房屋或路面等材料風化，和各種原料（金屬、水泥等）被加工時所形成的。塵垢的產生是空氣被沾污的一個主要根源。

人體本身是沾污空氣的根源。

人在靜止狀態中每小時吸入和呼出約 500 公升空氣。被人呼出的空氣按體積百分比含有氮 79.2、二氧化碳 4.46、氧 15.4。呼出氣體中的二氧化碳比空氣中的多 145 倍。

單是二氧化碳本身，甚至在空氣中達到了 3—4% 的含量時，對人體也不是有害的。雖然如此，室內空氣中的二氧化碳的極限允許濃度仍採用 0.1—0.2%；因為濃度更高時，空氣被與二氧化碳同時散發出來的其他氣體和蒸汽（氨、硫化氫、與二氧化碳同時分泌出來的各種酸類）所沾污，以致使空氣不利於人之呼吸。因此，二氧化碳在空氣中的濃度可以作為判斷空氣的化學純度和空氣對呼吸是否有益的標誌。

在工業企業中，空氣常為技術操作過程中伴生的氣體、水蒸汽和灰塵所沾污，那時也可能產生大量的余熱。余熱並不一定能使空氣沾污，但對人的健康是不利的。例如在冶金工業廠房中，常產生大量的余熱；在鑄工車間生產過程中產生大量的一氧化碳；在化學工廠中產生許多有毒的氣體（硫化氫、氨、硝酸等）；在紡織工廠中產生許多纖維物質（棉屑、毛屑、麻屑等）。這些都使得工廠中的空氣被沾污。

§ 6. 空氣的氣象因素

可以把人體想象為以食物為燃料的特殊機械。由於食物氧化（燃燒）的結果，產生的熱能維持著幾乎固定的人體體溫。當人們進行體力勞動和消耗能量時，由人體散入周圍介質的熱量自然增加。假如由於某種原因，人體往周圍介質中的散熱受到阻礙，那麼人體產生的熱量將多於由人體散入周圍介質中的熱量，其結果是在人體內發生蓄熱現象，體溫就會升高。

人可以通过不同的途徑向周圍的介質散熱：傳導、對流、幅射、汗的蒸發、肺表面濕氣蒸發等。1884 年，俄國學者 И.И. 弗拉維茨基認為：人體的散熱不僅與室內空氣溫度變化有關，而且與濕度、氣流速度等有關。它取決於下列四個因素：

1. 室內空氣的溫度;
2. 室內空氣的相對濕度;
3. 人體周圍的氣流速度;
4. 房屋圍護層結構表面和屋內各種物體（遮熱板）的溫度。

前三個因素總稱為空氣的氣象因素（метеорологический фактор）。

當室內的空氣溫度增高時，由於人體出汗蒸發而散失的热量就會增加，但由於傳導和對流所帶走的热量卻減少了。這相互間有一定的平衡抑制作用。人體本身具有善于改變蒸發量的性能，因而，雖然在大气變動得相當大的情況下，人體仍能保持均衡的體溫。

汗的蒸發強度主要取決於室內溫度、相對濕度和空氣流動速度。溫度越高或空氣流動速度越快時，汗的蒸發量也越大；而相對濕度增加時，汗的蒸發強度則越少。

當室內的相對濕度增加時，特別是在高溫條件下，就會減低空氣對物體的冷卻效率。但在低溫條件下則相反，相對濕度增加時，因增加了其導熱性而使空氣的冷卻作用也增加了。

輻射所傳遞的热量不取決於周圍空氣的溫度，而取決於房間圍護層內表面的溫度與人體表面的溫度。在正常氣象條件下，人體表面（衣服和裸露於外面的皮膚）的平均溫度一般為 $27^{\circ}\sim 28^{\circ}$ ，衣料和外圍護層的表面輻射性能實際上是相當穩定的，一般它要小於 1，約等於 0.9。因此，輻射所產生的熱傳導值則依圍護層的表面強度及其相互間的位置與距離而定。

可以明顯地看出，這四個因素有許多不同的組合方法，但都可以得到相同的冷熱感覺。為了表示空氣的氣象因素對人體冷熱感覺的作用性質，我們應用了有效當量溫度（эквивалентно-эффе́ктивная температура）和當量溫度（эквивалентная температура）的概念。

當室內空氣處於靜止狀態時（即空氣速度 $v=0$ 時），在室內空氣某一溫度和某一相對濕度的組合情況下，人有一種感覺。這種感覺是隨着室內溫度和相對濕度變化而改變的。人的感覺若和其他一個空氣的條件——空氣速度為零，相對濕度 φ 為 100%，空氣溫度為 $t_{эк}$ 的感覺相同時，此空氣溫度 $t_{эк}$ 稱之為該組合情況下的當量溫度。

當室內空氣以某一速度流動，相對濕度和室內空氣溫度為某一值的組合情況下，此時人處於室內的冷熱感覺與在一個其他的組合情況下——空氣速度為零，相對濕度 φ 為 100%，而室內空氣溫度為 $t_{э.эф.}$ 的組合情況下的感覺相同時，此室內空氣溫度 $t_{э.эф.}$ 稱之為前一組合情況下的有效當量溫度。

由此可見，不管室內空氣的氣象因素如何變化和組合，只要其有效當量溫度或當量溫度相同時，人之冷熱感覺也就相同。

此外，還應注意到，當考慮到有效當量溫度時，認為空氣與外圍護層表面的溫度是等溫的，而且輻射性熱交換完全未加考慮。

有效溫度圖表（圖1—1）是在各種不同的室內空氣溫度、相對濕度和空氣流速組合時，觀察靜止狀態下穿着一般衣服的人們的冷熱感覺後編制而成的。通過下面例題，可以了解如何應用該圖表。