

空氣調節工程

H. B. 捷格恰列夫主編

紡織工業部翻譯科譯

紡織工業出版社

空 氣 調 節 工 程

H. B. 捷 格 恰 列 夫 主 編

紡 織 工 業 部 翻 譯 科 譯

紡 織 工 業 出 版 社

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

Н. В. ДЕГТЯРЕВА

ГОСИЗДАТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И АРХИТЕКТУРЕ-1953

[總¹²⁶ 技₄₁] 空 氣 調 節 工 程

著 者	蘇 聯 捷 格 恰 列 夫 等
譯 者	紡 織 工 業 部 翻 譯 科 趙 蒼 率
技 術 校 對	金 岡 汪 善 國 王 蘭 序 徐 家 賢 謝 祥 林
	北京市書刊出版業營業許可證出字第16號
出 版	紡 織 工 業 出 版 社 北 京 東 長 安 街 紡 織 工 業 部 內
印 行	廠

開 本: $287 \times 1082 \frac{1}{25}$

字 數: 275,000

印 張: --

印 數: 0001~1250

1955年10月初版第一次印刷 定價: (9) 四元五角

書中涉及空氣調節工程的理論基礎，記有蘇聯在實踐中所研究試驗過的各種空氣調節機、冷卻裝置及各種自動儀器的結構。除此之外，本書更附有設計空氣調節設備時要使用到的計算資料及一些計算例題。

本書可供通風、採暖方面的工程師及專業人員的參考。

編 輯 T. A. 梅立克-阿拉開亮

前 言

本書所涉及的範圍是空氣調節設備的計算問題和設計問題。書中各章節完全根據蘇聯各科學研究院編製的材料為基礎寫成，它反映了各主管設計部門的經驗。這本書如果能對讀者有所裨益，而且能得到讀者的幫助和指正，才正是作者深以為幸的事情。

本書為集體創作，其中第一、第二、第六、第七、第八、第十、第十二、第十三、第十四各章由H.B.捷格恰列夫執筆（第二章第一節由B.B.巴爾卡洛夫寫就）；第五章為H.B.捷格恰列夫和巴爾卡洛夫的集體創作；第三、第四、第九章由B.B.巴爾卡洛夫所寫；第九章第十二節由P.B.巴甫洛夫寫就；第十一章為P.B.巴甫洛夫所寫；第七章第七節為H.B.捷格恰列夫和P.B.巴甫洛夫的集體創作；第十五章為Г.В.阿爾希保夫的寫作。

作者對科學院醫學通訊員、醫學博士Л.К.嚇江諾夫教授和醫學候補院士A.Е.馬立謝娃提供的許多資料和建議表示感謝。

尤其對T.A.梅立克-阿拉開亮在編輯本書時提供的寶貴建議和指示，作者特表示衷心的謝意。

目 錄

引言	(7)
----	-------

第一章 大氣及其性質	(9)
------------	-------

1. 空氣的組成及其壓力	(9)
2. 空氣狀態的變化	(10)
3. 空氣濕度	(11)
4. 濕空氣(蒸汽空氣混合物)的比容及比重	(13)
5. 乾空氣及蒸汽空氣混合物的比熱	(14)
6. 空氣含熱量	(14)
7. 兩種狀態不同空氣的混合物	(15)
8. 濕空氣的 I—d 圖表	(16)
9. 用 I—d 圖表表示的各種不同參數的空氣混合物	(20)
10. 熱濕關係的角度比	(22)
11. 濕度計及其在 I—d 圖表上的應用	(28)

第二章 計算空氣調節系統加熱與冷卻能力的原始資料	(32)
--------------------------	--------

1. 室外的設計氣候	(32)
------------	--------

甲、室內氣象條件

2. 室內氣候的概述	(40)
3. 查定室內的氣候條件、當量有效溫度及舒適區	(42)

乙、熱負荷及冷負荷的確定

4. 概述	(48)
5. 感熱的傳入	(48)
6. 因漏風進入的熱濕量	(63)
7. 人體感熱的傳入	(65)
8. 由各種熱源進入的熱量	(65)

丙、因散濕傳入的潛熱

9. 人體及各種設備的散濕量..... (67)

丁、送入室內的風量計算

10. 計算一般所需的空氣量及衛生標準..... (67)

第三章 空氣與水的熱交換..... (72)

1. 空氣調節系統中所用熱交換設備的種類..... (72)
2. 空氣與水間的熱交換基本方程式..... (73)
3. 空氣與水間的熱交換過程的繪製..... (91)

第四章 噴射室..... (91)

1. 概述..... (91)
2. 噴嘴..... (93)
3. 噴嘴的分佈及噴射室的規格..... (103)
4. 噴嘴的供水系統..... (104)
5. 擋水板..... (106)
6. 噴射室阻力..... (110)
7. 空氣調節機噴射室用的計算係數 μ 、 K 、 E (113)
8. 空氣的冷卻及乾燥過程用的噴射係數 μ (116)
9. 絕熱過程的噴射係數 μ (126)
10. 幾種多變過程的噴射係數 μ (129)
11. 噴射室熱交換效率 η_r (131)
12. 使用水處理空氣的二級噴射室..... (139)
13. 噴射係數不大的噴射室各過程..... (144)
14. 噴射室計算實用指南..... (148)
15. 噴射室計算例題..... (152)

第五章 附裝噴射層的空氣冷卻機..... (159)

第六章 部分空氣調節的個別情況..... (171)

1. 概述..... (171)
2. 使用蒸汽的空氣加濕..... (173)

3. 使用細噴射水的空氣加濕…………… (176)
4. 空氣補充給濕用設備…………… (177)

第七章 空氣在與媒質作間接接觸的熱交換設備內

其加熱、冷卻及乾燥作用…………… (182)

1. 概述…………… (182)
3. 鋼製肋型熱風器或片型熱風器…………… (182)
3. 光管式熱風器…………… (185)
4. 蒸汽熱風器及熱水熱風器的計算…………… (185)
5. 熱風器裝置概述…………… (190)
6. 光管及肋型空氣冷卻機…………… (192)
7. 肋片空氣冷卻機計算例…………… (202)

第八章 使用吸濕劑的空氣乾燥法…………… (209)

1. 概述…………… (209)
2. 吸濕劑的性能…………… (210)
3. 繪製於 I—d 圖表上的使用吸濕物質的空氣乾燥過程及其裝置略圖…………… (215)

第九章 空氣調節系統、空氣調節機及其設備與零件…………… (223)

1. 空氣調節系統…………… (223)
2. 中央式空氣調節機概述…………… (224)
3. 中央式空氣調節機外殼…………… (229)
4. 空氣調節機的門及檢查孔…………… (232)
5. 空氣過濾器…………… (234)
6. 熱風器…………… (235)
7. 混氣室…………… (236)
8. 風扇…………… (236)
9. 調整空氣調節系統運轉用的調節活門…………… (236)
10. 噴射裝置…………… (239)
11. 擋水板…………… (242)
12. 水池…………… (245)
13. 瀘水器…………… (246)

14. 幫浦裝置.....	(248)
---------------	---------

15. 局部空氣調節機.....	(249)
------------------	---------

第十章 空氣的除塵..... (260)

1. 對除塵設備的要求及濾塵器的分類.....	(260)
-------------------------	---------

2. 洗滌室.....	(261)
-------------	---------

3. 油濾塵器.....	(261)
--------------	---------

4. 乾濾塵器.....	(266)
--------------	---------

5. 紙料濾塵器.....	(267)
---------------	---------

6. 濾塵器的計算.....	(269)
----------------	---------

7. 自動濾塵器.....	(270)
---------------	---------

8. 空氣的防臭及其消毒.....	(272)
-------------------	---------

第十一章 冷却機及空氣調節設備用的天然冷源..... (274)

1. 概述.....	(274)
------------	---------

2. 冷媒.....	(276)
------------	---------

3. 冷却機的主要關係及其性能.....	(279)
----------------------	---------

4. 冷却設備的計算.....	(285)
-----------------	---------

5. 活塞式壓縮機.....	(290)
----------------	---------

6. 機件及配件.....	(299)
---------------	---------

7. 小型冷却機.....	(314)
---------------	---------

8. 自動冷却機.....	(319)
---------------	---------

9. 渦輪壓縮式冷却機.....	(330)
------------------	---------

10. 汽-水冷却機.....	(333)
-----------------	---------

11. 冷却裝置的佈置.....	(339)
------------------	---------

12. 使用深井水及冰的空氣冷却.....	(344)
-----------------------	---------

第十二章 空氣調節設備中的減音措施..... (347)

1. 概述.....	(347)
------------	---------

2. 減音的方法.....	(349)
---------------	---------

3. 經建築物結構傳入的噪音.....	(351)
---------------------	---------

4. 經風道傳遞的噪音及通風設備的音量概算.....	(352)
----------------------------	---------

第十三章 空氣調節設備操作法及其調整控制法..... (365)

甲、直流式空氣調節機系統

1. 系統概述..... (365)
2. 室內空氣狀態在各種不同條件下的變化過程及其對噴射室工作的影響..... (367)
3. 繪製在 B. A. 費利保夫工程師製 $\Delta I-t_n$ 圖算表上的空氣調節過程..... (373)
4. 使用直流式空氣調節機作調節過程時的分析 (利用 $\Delta I-t_n$ 圖算表)..... (378)
5. 選用直流式空氣調節機來調節空氣過程的方法及制訂自動調節這一過程的方法..... (380)

乙、使用一次循環的空氣調節機系統

6. 設備系統的概述..... (387)
7. 繪製於 $\Delta I-t_n$ 圖算表上的空氣調節過程..... (388)
8. 用 $I-d$ 圖表及 $\Delta I-t_n$ 圖算表來分析的使用一次循環風的調節過程..... (390)
9. 選擇使用一次循環的過程調節方法及制訂自動調節這一過程的方法..... (394)

丙、使用一次及二次循環(支管式)的空氣調節機系統

10. 設備系統的概述..... (398)
11. 繪製於 $I-d$ 圖表及 $\Delta I-t_n$ 圖算表上使用一次及二次循環(支管式)廢氣的調節過程..... (398)
12. 用 $I-d$ 圖表及 $\Delta I-t_n$ 圖算表來分析使用一次及二次循環風(支管式)的調節過程..... (408)
13. 選擇使用一次及二次(支管式)循環風的調節過程的方法及擬定自動調節這一過程的系統..... (410)
14. 依室外溫度決定的空氣調節機操作圖示及熱平衡的繪製法..... (415)

第十四章 氣動式及液動式自動調節系統..... (422)

甲、自動調節系統

1. 概述..... (422)
2. 動力性質調節系統的分類..... (423)

3. 調節器的分類..... (427)

乙、氣動式及液動式自動調節系統

4. 間接式調節器..... (429)
5. 直接式自動調節器..... (445)
6. 輔助設備..... (447)

第十五章 電動式及電動氣壓式自動調節儀器..... (455)

甲、溫度調節器的發送器

1. 電動電阻溫度計..... (456)
2. 水銀接觸式溫度計..... (466)
3. 壓力電動式發送器..... (469)
4. 氣動指揮儀器用 TII-03 及 TT-04 型壓力發送器..... (477)
5. PДГ 及 PДII 型膨脹發送器 (風道及空氣調節室用)..... (479)
6. ДTK-2 型雙金屬發送器..... (480)

乙、空氣相對濕度調節器的發送器

7. 附裝 TCIB-48 型電阻溫度計的 МГ-21 型乾濕球溫度發送器..... (482)
8. 感濕體發送器..... (486)

丙、空氣的溫度調節器及相對濕度調節器用指揮儀器

9. 電機自動式自平衡電橋..... (493)
10. ЭМД 型自動式電子自平衡電橋..... (499)
11. 電磁繼電器..... (508)
12. 氣壓繼電器..... (515)

丁、驅動調節器件用的從動機構

13. 電動從動機構..... (517)
14. 氣動從動機構..... (524)

戊、調節器件

15. 調節閥 (水、鹽水、氣體用)..... (529)
16. 空氣用旁通、節流及混合的單球及多球門閥..... (536)
17. 螺紋管閥..... (545)

附錄 空氣與水蒸汽混合物的性質..... (550)

引 言

蘇聯共產黨和蘇聯政府對職工的勞動保護和健康諸條件極其注意，而空氣調節工程在提高生產技藝和文化生活諸措施中却佔極重要的地位。

由於黨和政府的極度關懷，我國已創造了發展空氣調節工程的一切前提，以達到工作舒適的要求和工藝要求。

空氣調節工程是研究在室內創造的既定空氣條件（人工的氣候如——空氣的溫度、濕度、風速、風壓及空氣潔度），使它不因室外的空氣參數和室內的各種條件而變化的一門科學。

空氣調節系統根據各種不同的要求分為全年性的和季節性的兩種，這些設備或終年或祇在一定時期維持所需的空氣參數。此外，空氣調節機也能够同時造成另一種空氣的溫度、相對濕度、風速、風壓及其潔度，並使它保持不變（完整的調節法），或祇保持上述各參數中的一項（部分的調節法）。

空氣調節工程又是一門以各種科學技術，如衛生學、熱力工程學、冷卻工程學、空氣動力學、自動調節工程學等為基礎的極其複雜的科學，它的發展史迄今約四十年，為期並不算長。

工業用或工藝用的雛型空氣調節設備最先曾在紡織企業中採用，這些設備在該企業中對貫徹工藝過程起了決定性的作用。我國的學者和工程師如 B. M. 恰普林教授、B. H. 維捷尼索夫工程師和 A. H. 謝里維爾斯托夫教授等對空氣調節工程的發展會有過多方面的和珍貴的貢獻。但綜合性地研究空氣調節諸問題還祇是在社會主義經濟制度的條件下才有了可能的。

自偉大的十月社會主義革命以來，尤其是在斯大林五年計劃的時代，當我國已建立起許多企業——冶金、機器製造、化學等企業的時候，在這些企業中順利解決空氣調節工程的問題就有更為重要的意義了。對這一問題從事科學研究的計有下列各機關：莫斯科、列寧格勒、伊萬諾沃各勞動保護學院、衛生保健醫院、捷爾仁斯基全蘇熱力工程學院、全蘇冷卻工程科學研究院、國立建築學院、莫斯科供水衛生工程學院、莫斯科紡織工學院、輕工業人民委員會所屬中央建築科學研究實驗所、中央工業構築物科學研究院、衛生工程設計院所屬中央採暖通風科學研究實驗所、蘇維埃宮建築管理處、全蘇麵包工業科學研究院以及其他的機構。

在今天，空氣調節工程對國民經濟正起着重大的意義。

目前凡已走上正規工業化的各企業以及輕工業和食品工業的各個部門，如果不先建立嚴格的既定空氣條件，而要使它順利地操作和發展，那就會成為徒勞無益的事情。許多實驗室要想順利地進行科學研究工作也同樣須具備極其穩定的、一定的空氣條件。

目前已開創了蘇聯獨特的空氣調節這門科學，並已定出這些設備的計算理論。它不僅為各工業企業所運用、貫徹和推廣，而且在民用建築和公用建築中也同樣獲得了採用。

第一章

大氣及其性質

1. 空氣的組成及其壓力

乾燥的大氣實為數種氣體的混合物。今將其主要成分記於第1表內。

第1表

空 氣 成 分	原 素	含 量 (以 % 計)	
		重 量	容 積
氮	N ₂	75.55	78.13
氧	O ₂	23.10	20.90
氬	Ar	1.30	0.94
二氧化碳	CO ₂	0.05	0.03

除此之外，在空氣中仍含有數量極微的其他氣體，且這些氣體之存在於大氣中也不是固定的，同時在空氣中也含有水蒸汽。

根據道爾頓定律觀察到的大氣壓力是空氣與水蒸汽分壓力的總和，即

$$p = p_{c.B} + p_n \quad (I.1)$$

在氣象學上一般以公厘水銀柱來表示。海平面上的大氣壓平均為 760 公厘水銀柱，一般總在 720~800 公厘水銀柱之間。但隨海拔的變化氣壓亦起變化，且可用下列公式求得相當精確的數

值；

$$A = (18.4 + 0.067t) \lg \frac{H}{H'}, \quad (\text{I.2})$$

A ——海拔高度（以公里計）；

t ——海平面與觀測點間的平均氣溫；

H ——海平面壓力平均為 760 公厘水銀柱；

H' —— A 高度地點的壓力。

今後在本書中所述及的大氣壓與分壓力均以公斤 / 平方公分表示，大氣總壓力用 B ，乾空氣分壓力用 $p_{c.B}$ ，水蒸汽分壓力用 p_n 代表。

公式(I.1)當呈：

$$B = p_{c.B} + p_n. \quad (\text{I.3})$$

此時壓力 10333 公斤 / 平方公尺 相當於 760 公厘水銀柱，
10128 公斤 / 平方公尺 相當於 745 公厘水銀柱。

2. 空氣狀態的變化

乾空氣內所含主要氣體的固定不變就使得有可能認為它在氣體的成分上是不變的。

當氣溫在 -30° 到 100° 之間，把絕對乾空氣及在空氣中含有非飽和水蒸汽的混合物當作理想氣體的混合物，並運用道爾頓定律及理想氣體的特性方程式來作工程計算時，也是相當精確的。

$$\text{在 1 公斤氣體時} \quad pV = RT, \quad (\text{I.4})$$

$$\text{在 } G \text{ 公斤氣體時} \quad pGv = pV = GRT, \quad (\text{I.5})$$

p ——氣體絕對壓力（以公斤 / 平方公尺計）；

V —— G 公斤氣體的體積（以立方公尺計）；

$v = \frac{V}{G}$ ——公斤氣體的體積（以立方公尺 / 公斤計）；

$\frac{G}{V} = \gamma$ ——單位體積的重量（比重，以公斤 / 立方公尺計）；

T ——絕對溫度；

R ——氣體常數（以 公斤公尺 / 公斤度 計）。

絕對乾空氣的氣體常數為 $R_{c.B} = 29.27$ ，而水蒸汽的氣體常數為 $R_n = 47.0$ 。

濕空氣狀態方程式當呈

$$p_{B.I} V = G_{B.I} R_{B.I} T, \quad (I.6)$$

$p_{B.I} = p_{c.B} + p_n = B$ ——濕空氣的總壓力或大氣壓力；

$G_{B.I} = G_{c.B} + G_n$ ——乾空氣及水蒸汽的總重量（以公斤計）；

V ——混合物體積，等於整個成分中每一成分的體積：

$$V = V_{c.B} = V_n;$$

$R_{B.I}$ ——濕空氣的氣體常數；這一常數可由下列方程式求得

$$R_{B.I} = \frac{G_{c.B}}{G_{B.I}} R_{c.B} + \frac{G_n}{G_{B.I}} R_n. \quad (I.7)$$

3. 空氣濕度

在空氣調節的理論中須採用一些表示空氣濕度的技術名詞。

(甲) 含濕量 在空氣的加濕及乾燥過程中其所含乾空氣的數量保持不變。因此便於將蒸汽空氣混合物內含有的濕量與混合物

內含有的一公斤乾空氣相比。

由此，Л.К.拉姆金教授引用了“含濕量”這一名詞。該名詞即為一公斤乾空氣內含有的水蒸汽重量。含濕量用 d 克 / 公斤(乾空氣)代表，並按下列公式計算

$$d = 1000 \frac{\gamma_n}{\gamma_{c.B}} = 623 \frac{p_n}{B - p_n}, \quad (I.8)$$

γ_n ——1 立方公尺混合物內所含水蒸汽的單位重量(以公斤計)；

$\gamma_{c.B}$ ——1 立方公尺混合物內所含乾空氣的單位重量(以公斤計)。

由公式(I.8)中可見，在該氣壓下的含濕量僅取決於水蒸汽的分壓力。

既由公式(I.8)中得知 d ，則易於求得水蒸汽分壓力 p_n 及乾空氣分壓力 $p_{c.B} = B - p_n$ 。

(乙)絕對濕度 絕對濕度表示混合物內所含水蒸汽的重量，因此可用混合物內所含水蒸汽的比重來測定，並按下列公式計算

$$\gamma_n = \frac{p_n}{R_n T} = \frac{p_n}{47.0 T} = \text{公斤 / 立方公尺}。 \quad (I.9)$$

(丙)相對濕度 在常溫下 1 立方公尺混合物內所含水蒸汽重量與其在最大限度內可能含有的重量比稱為相對濕度，或飽和度 φ 。

溫度如在 100° 之內，在 1 立方公尺混合物內水蒸汽的最大可能重量當與其在飽和狀態下的比重相等。