

紡織厂的空气調節

(第一册)

汪善国編著

紡織工業出版社

紡織廠的空氣調節

(第一冊)

汪善國編著

紡織工業出版社

〔統 $\frac{15041}{12}$ 〕

紡織廠的空氣調節(第一冊)

編著	汪善國
	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
印刷	上海市印刷三廠
發行	新華書店

開本: $850 \times 1168 \frac{1}{32}$

印張: $10 \frac{7}{8}$ 插3

字數: 216,000

印數: 0001~6070

1956年9月初版第一次印刷

定價: (10)一元七角

目 錄

前言	(6)
第一章 空氣調節的目的和範圍	(9)
第二章 空氣和它的特性	(11)
氣體的特性	(12)
水氣和空氣的特性	(17)
濕度	(21)
測量空氣溫度、濕度的方法、儀表和空氣的濕球溫度	(24)
空氣的含熱量	(31)
溫濕換算表	(34)
溫濕圖	(41)
第三章 空氣調節的重要性	(55)
紡織纖維的結構	(55)
相對濕度對紡織生產的影響	(60)
溫度對紡織生產的影響	(71)
溫濕度對人體健康的影響	(73)
實感溫度與卡他溫度計	(76)
輻射熱	(80)
粉塵	(88)
有害氣體	(95)
工廠生產車間內的氣象條件	(103)

紡織廠生產車間的溫濕度	(117)
第四章 車間熱量、濕量和通風量的計算	(124)
穩定情況下的熱傳遞	(124)
溫度波動時的熱傳遞	(136)
室外計算溫度、濕度和風速	(147)
車間的發熱量	(156)
機器和設備產生的熱量	(157)
太陽輻射熱量	(168)
產品冷卻時的散熱量和人體的散熱量	(178)
餘熱量	(181)
散濕量	(195)
通風量的計算	(200)
第五章 自然通風、機械通風與風扇	(211)
流體的特性	(212)
自然通風的原理	(221)
調節通風	(228)
風帽和局部自然通風	(239)
風扇	(246)
離心風扇	(258)
軸流風扇	(269)
風扇的運用	(282)
附 錄	
第 I 表 空氣性質表	(292)

第Ⅱ表	溫濕換算表	(295)
第Ⅲ表	蘇聯紡織印染廠車間的溫濕度	(32.0)
第Ⅳ表	各種材料的比重、導熱率、比熱和吸熱係數	(326)
第Ⅴ表	建築外圍結構的傳熱係數——K	(332)
第Ⅵ表	蒸汽表	(333)
第Ⅶ表	公制、英制單位的換算	(337)
書中主要的代號		(342)
對於空氣調節工程有關的蘇聯科學研究機關的代號		(346)
書中有關的希臘字母		(346)
主要參考書籍		(347)
溫濕圖		(插頁)

前 言

我們祖國發展國民經濟的第一個五年計劃，在中國共產黨中央委員會和毛主席的直接領導下已編制完成，并經第一屆全國人民代表大會第二次會議一致通過。“這是中國共產黨和中華人民共和國國家機關領導全國人民爲實現過渡時期總任務而奮鬥的帶有決定意義的綱領。”^①是我國歷史上從未有過的一件大事情。在共產黨和毛主席的領導下，全國人民都將歡欣鼓舞地貢獻出自己的一切力量，爲全部實現這個偉大的計劃而奮鬥！

在第一個五年計內我們要：“集中主要力量進行以蘇聯幫助我國設計的156個單位爲中心的、由限額以上的694個建設單位組成的工業建設，建立我國的社會主義工業化的初步基礎。”^②

紡織工業方面，在第一個五年計劃內，限額以上的建設單位共53個。五年內共將建成38個棉紡織廠，13個包括印染、針織、絹絲、麻紡織和人造纖維在內的新廠。這樣大規模的建設，在我國紡織工業的歷史上是從未有過的。

紡織廠的空氣調節設備對於保持工作區域的氣象條件、保證工藝過程的正常進行、改善勞動條件、保護工人健康、提高勞動生產率和產品質量，都起着重要的作用。黨和人民政府一向是重視勞動保护的。國務院在1956年5月關於發布‘工廠安全衛生規程’‘建築安裝工程安全技術規程’和‘工人職員傷亡事故報告規程’的決議中，首先就指出：‘改善勞動條件，保護勞動者在生產中的安全和健康，

① “中華人民共和國發展國民經濟的第一個五年計劃1953~1957”第19頁 人民出版社出版。 ② 同上，18~19頁。

是我們國家一項重要政策，也是社會主義的企業管理的基本原則之一。’在“工廠安全衛生規程”中還規定“室內工作地點溫度經常高于攝氏 32 度時，應該採取降溫措施；低于攝氏 10 度的時候，應該設置取暖設備”。國家建設委員會與衛生部在 1956 年 3 月頒發的“工業企業設計暫行衛生標準”中也曾明確規定：“生產及輔助建築內，不論其污染程度如何，均須設計自然通風（如管道通風、周期性通風或天窗、側窗通風等）、人工通風或混合通風。”解放以來，在黨和政府的領導下，很多紡織廠都添置了通風設備和空氣調節設備，在有些車間，我們已用“車間裏的春天”代替了解放前那種高溫高濕的現象；但是，爲着勝利地完成我國第一個五年計劃，從事空氣調節工作的人員，今後要做的工作是更多的。我們要堅決響應黨中央和毛主席的號召：“增加生產，厲行節約”。對於第一個五年計劃後兩年內新建廠的空氣調節設備的設計施工，一定要做到“又多、又快、又好、又省”的要求；對於已經有了空氣調節設備的紡織廠，我們要精通掌握和運用空氣調節設備的技術，充分發揮它的效能，穩定車間溫濕度，在不增加投資的原則下，繼續降低夏季車間高溫，適應生產的需要，使紡織廠能夠製造出更多更好的紗和布。

爲着要做好我們的工作，我們必須加強學習，學習政治，學習業務，提高我們的政治覺悟，提高我們的技術水平。特別是我們要遵照毛主席所教導的，學習蘇聯和各兄弟國家的先進經驗，學習其它國家的先進經驗，接近和趕上世界先進的科學技術水平。

由于蘇聯共產黨和蘇聯政府對於勞動保護的重視，蘇聯在通風和空氣調節方面的科學研究成就和技術水平顯著地大大超過了資本主義國家。例如，以阿巴拉莫維奇教授爲首的蘇聯科學家們，首創了自由射流的理論，解決了空氣調節技術中最複雜的氣流計算問題；巴

圖凌教授提出了自然通風假想壓力計算法，并創製了巴圖凌式空氣淋浴的噴頭；阿舍教授在管道計算方面的貢獻；馬慶斯基教授在溫度波動情況下的熱惰性傳熱理論；蘇聯冷卻工程科學研究所對於噴水室熱傳遞的理論和計算；以及蘇聯莫斯科勞動保護研究所和其它科學研究所關於高溫作業水空氣淋浴的采用和發展；這些都說明了蘇聯科學技術的優越和先進。顯然，蘇聯專家幫助我們設計的哈爾濱亞麻紡織廠，對於我們設計紡織工廠空氣調節設備，就更有啓發和推進作用。總之只有全面地、深入地學習蘇聯先進經驗，學習其它國家的先進經驗，努力鑽研空氣調節理論和技術，并能很好地結合我國的具體情況，才會不斷提高我們的水平，做好空氣調節工作。

我所著“棉紡織廠的通風設備”一書出版以後，二年來我又看到了很多蘇聯有關空氣調節專業的書籍和文獻。改寫“紡織廠的空氣調節”這部書的目的，一方面是想對目前從事空氣調節工作的同志們，提供更多的參考資料；另一方面也趁這個機會有系統地、比較深入地學習蘇聯先進經驗。這部書篇幅較多，預備分冊出版。第一冊內容包括：空氣和它的特性，空氣調節的重要性，熱量、濕量、通風量的計算，自然通風、機械通風與風扇等五章。

不過由于自己政治水平和業務水平的限制，還不能融會貫通地根據蘇聯的先進經驗，并結合我國的具體情況來編寫這部書，因此，這部書祇能作為在黨的培養下，幾年來從事空氣調節工作和學習中的一些體會。在“棉紡織廠通風設備”一書出版後，很多同志曾熱烈地提出了許多寶貴的意見，幫助改正了很多缺點和錯誤，在這裏除了表示衷心的感謝以外，還希望對這一部書繼續給予指正和幫助。

本書曾承高維榮工程師和田桂鈺、劉光銓、屈其淳同志校閱并提意見，陳中心同志幫同繪圖、整理，謹致謝意。 1956年6月

第一章

空氣調節的目的和範圍

空氣調節的目的就是要在工作和生活的場所保持適宜的溫度和相對濕度，使空氣清潔、新鮮，為工作人員和生產創造良好的環境。因此，空氣調節的範圍應當包括下列幾個部分：

1. 溫度的調節——加熱或是冷卻
2. 濕度的調節——加濕或是去濕
3. 空氣的清潔——除塵、除臭、排除有害氣體
4. 空氣的輸送——送風與排風

暖氣設備是最早應用的空氣加熱設備，我國很早就已採用的碳盆、手爐和火坑都屬於這一類設備。到十八、十九世紀，英國、法國、美國開始採用蒸汽和熱水的暖氣設備，並且設立了用暖氣站供應用戶的采暖，這就是近代化暖氣設備的開始。

室內有組織的通風是從十九世紀中葉才開始的。至于空氣的加濕、冷卻和去濕就開始得更晚，一直到二十世紀的初期才出現。而最完善的、一年四季都能應用的空氣調節設備還是最近 15~20 年間才廣泛應用。

在蘇聯，由于蘇聯共產黨和蘇聯政府對於勞動保護的重視，科學家和有關工作人員的努力，因此，蘇聯各種企業的空氣調節技術已經成為世界上最先進的。根據蘇聯的法律，每一個大、小工廠都應該有通風裝置。到 1952 年時，蘇聯安裝好的、正在使用的通風設備已經有數萬部。

解放以來，中國共產黨和政府爲着改善工人的勞動條件，在所有新建的近代化工廠和很多舊工廠裏面都設置了通風設備和空氣調節設備。這樣就促使空氣調節技術從解放前僅僅爲少數辦公大樓、電影院服務，發展到解放後近代化大工廠中必需的輔助設備，成爲一門廣泛應用的新興科學。

工廠中的空氣調節設備是一種具有加熱、冷卻、加濕或是去濕，並且能清潔空氣的最完善的通風和調節空氣的設備，而這裏面的暖氣、冷氣、加濕、去濕、送風、排風或是除塵設備和工廠裏單獨安裝的暖氣設備、加濕設備、通風設備……等又是有着密切聯系的。爲着便利起見，可以認爲空氣調節設備含有兩個意義：一方面它是指一種完善的四季都能調節空氣的設備；另一方面它也是所有采暖、通風、加濕、冷卻、輸送空氣……等等設備總的名稱，那就是說采暖、加濕、通風設備……，都是一種空氣調節設備。

因此，目前工廠裏應用着的空氣調節系統是包括下列幾個部分的：

1. 采暖設備——熱風器、蒸汽和熱水采暖設備。
2. 噴霧設備——壓縮空氣噴霧裝置、旋盤噴霧器。
3. 通風設備——送風風扇、排風風扇，風帽能够同時進行加濕、冷卻、通風的送風機和冷風機。
4. 除塵設備——濾塵器，粘濾器，旋風集塵器，慣性集塵器，電氣除塵器等。
5. 局部排風設備——隔熱箱，抽風罩，吸塵罩等。
6. 空氣調節設備——一年四季都能應用，兼有加熱、冷卻、加濕、去濕、清潔空氣的送風機。
7. 輸送空氣管道——送風、排風、吸塵、抽風、空氣運輸等管道。

第二章

空氣和它的特性

地球的四周被相當厚的一層大氣包圍着。占大氣質量70~75%和地球表面接觸的對流層，厚度在10~12公里之間。空氣是組成大氣的物質，它是好幾種氣體的混合物。這些氣體主要的是氮、氧、氬、二氧化碳和水氣。此外，還有一些數量很少的稀有氣體，如氦、氖、氫……等等。第1表就是空氣中，除了水氣以外，四種主要氣體的成分：

第1表 乾空氣的組成成分

氣體名稱	化學符號	重量%	體積%
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

氧是我們生活上必需的一種氣體，它和我們吃下去的養料發生化學作用，供給我們勞動和生活的能力。氮比較不愛活動，它沖淡了空氣中氧的比重，減低了空氣的氧化作用。水氣的數量雖然少，可是它影響着很多物質的性格，並且它在空氣中的比重變化很大。在一般室溫的情況下，水氣多的時候和少的時候相比，常常可以相差4~5倍。因此，它變成了空氣中一個重要的角色。爲着更好地

認識水氣在空氣中的作用，我們可以把氧、氮、二氧化碳和一些其它數量比較少的稀有氣體叫做“乾空氣”，把乾空氣和水氣的混合物叫做“濕空氣”或是“空氣”。

氣體的特性

空氣是一種混合氣體，它的性格就是它所包含的氣體，特別是數量最多的氮和氧、變化最多水氣的綜合性格。因此，在這裏我們可以先研究一下一般氣體的特性，再來討論空氣的特性。

任何物質存在的形態，不外乎三種：固體、液體和氣體。在氣體裏面，組成物質的小顆粒（分子）能够在空間很自由地來回飛動着，分子和分子之間的距離很大，相互間的吸引力比較小，這樣，就使得氣體有了下面的四個特性：

1. 它的形狀是不一定的，隨着貯放的容器而定。
2. 密度比較小。
3. 容易受外來因素的影響。
4. 由于分子的自由運動，如果有兩種氣體相遇，就很容易混在一起——氣體的擴散作用。

說明氣體性格的項目主要有三個：

1. 溫 度

溫度是物質冷和熱的程度。說得更科學一點，溫度是組成物質的分子動的程度。分子動得愈快，溫度就愈高；動得愈慢，溫度就愈低。

測量溫度的制度最常用的有三種：攝氏、華氏和絕對溫度。攝氏和華氏都把水開時水蒸氣的溫度（沸點），和水與冰同時存在的

溫度（冰點）作為兩個固定的點。攝氏把這兩點之間的距離分成 100 格，每一格叫做攝氏一度；華氏把這兩點之間的距離分成 180 格，每一格叫做華氏一度。攝氏的冰點是零度，沸點是 100 度；華氏的冰點是 32 度，沸點是 212 度。顯而易見的，攝氏制度是十進位的，計算簡單，記起來也方便，是比較科學的測量溫度的制度。華氏制度又複雜、又麻煩。因此，我們應當採用攝氏制度。

若是我們把氣體的溫度不斷地降低，低到氣體分子的活動完全停止，氣體也已經沒有壓力，這個理論的溫度，叫做絕對零度。不過實際上所有氣體沒有低到絕對零度以前就已液化。把絕對零度作為起點計算的溫度就是絕對溫度。這可以用下式來表示：

$$T = 273.2 + t \dots\dots\dots (1)$$

式中 T ——絕對溫度，度；

t ——攝氏度數， $^{\circ}\text{C}$ 。

在實際計算中，一般都把 273.2 簡略為 273。

2. 壓 力

壓力是在流體（包括氣體和液體在內）單位面積上所加的力。一般工程上常用的壓力單位有三種：

1. 用在單位面積上所加的力的數量來表示，常用的有：

公斤/平方厘米 公斤/平方米

2. 用液柱的高度來表示，適用於壓力比較小的地方，如：

毫米水柱，米水柱，毫米水銀柱

3. 用大氣壓力來表示，這種單位簡單明確，壓力數值比較大時常用到它。

在地球的海平面上，大氣柱的壓力是 760 毫米水銀柱或是

1.0332 公斤/平方厘米。這樣的大氣壓，我們叫做物理大氣壓或是標準大氣壓。爲着簡便起見，一般我們把“工程大氣壓”(簡稱爲“大氣壓”)，作爲工程計算壓力的單位。1 個工程大氣壓等於 1 公斤/平方厘米，這樣，1 個物理大氣壓就應當等於 1.0332 個工程大氣壓。

我們知道液柱對它底部所加的力，等於液柱本身的重量。如果：

G ——液柱的重量，克或公斤；

F ——液柱的斷面積，平方厘米或平方米；

h ——液柱的高度，毫米或米；

γ ——液體的比重，公斤/立方米。

那麼 $G = Fh\gamma$

因此，在液柱底部的壓力：

$$P = \frac{G}{F} = \frac{Fh\gamma}{F} = h\gamma \dots\dots\dots (2)$$

這樣，我們就可以得出上面三種單位的關係：

$$1 \text{ 工程大氣壓} = 735.6 \text{ 毫米水銀柱}$$

$$= 10.00 \text{ 米水柱}$$

$$= 1.000 \text{ 公斤/平方厘米}$$

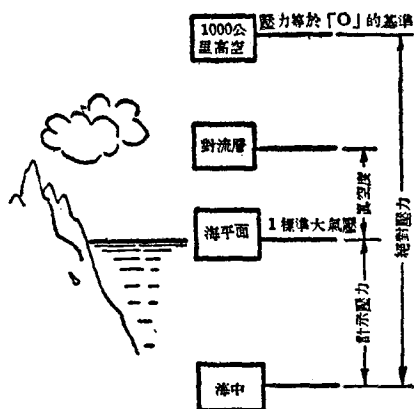
$$= 10000 \text{ 公斤/平方米}$$

$$= 10000 \text{ 毫米水柱}$$

工程上常用的流體(空氣、水)在應用時常和大氣互相接通，在空氣調節設備方面尤其如此。因此，根據不同的計算基準，我們又有三種計算壓力的方法(參閱第 1 圖)：

1. 絕對壓力——以壓力等於零作爲計算的基準。

2. 計示壓力——一般也叫做表壓力，它是海平面上標準大



第1圖 計算壓力的方法

氣壓力作為計算的基準；計示壓力等於絕對壓力減去標準大氣壓力。

3. 真空度——流體的真空度代表它比標準大氣壓力要小多少的值。真空度等於大氣壓力減去絕對壓力。

除了大氣壓力和注明應用絕對壓力以外，空氣調節工程中空氣和水的壓力，通常都用表壓力來計算。

3. 容積和比重

比重是1公斤氣體所占的容積，它的單位是立方米/公斤。比重正好是比重的倒數，它們之間的關係如下：

$$\bar{V} = \frac{1}{\gamma} \dots\dots\dots (3)$$

式中 $\bar{V}$ ——氣體的比容，立方米/公斤；

γ ——氣體的比重，公斤/立方米

把氣體的容積和比重這兩個項目相乘，我們就可以得出氣體的重量，公式如下：

$$G = V\gamma \dots\dots\dots (4)$$

式中 G ——氣體的重量，公斤；

V ——氣體的容積，立方米。

氣體的壓力、容積和溫度之間的關係，可以用氣體方程式來表示，這個方程式也叫做克拉珀龍方程式，是說明氣體情況的一個非

常重要的公式。此式如下：

$$pV = GRT \dots\dots\dots (5)$$

式中 p ——氣體的壓力，公斤/平方米；
 V ——氣體的容積，立方米；
 G ——氣體的重量，公斤；
 R ——氣體常數，公斤·米/公斤·度；
 T ——絕對溫度，度。

在應用氣體方程式時，必須懂得它是在下列兩個條件下引證出來的：

首先，認為氣體分子和分子間的距離相隔得很遠，分子互相作用的力與分子運動的能比較起來，小得可以不計算。

其次，氣體分子所占的空間與氣體分子間的空隙比較起來，也是微小得可以不計算。

完全符合上面二個條件的氣體，就變成所謂理想氣體。實際應用中的氣體和理想氣體或多或少的有些差異，它們之間差異的多少決定着氣體方程式是不是能夠適用。

從氣體方程式中，我們又可以引出下面三個公式。

(1) 如果氣體的溫度不變，那麼(5)式就變成：

$$pV = \text{常數} \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{或是 } p_1 V_1 = p_2 V_2 \dots\dots\dots (6')$$

這就是波義耳、馬略特定律——當氣體的溫度不變時，它的壓力和容積的乘積是一個常數。

(2) 如果氣體的壓力不變時，我們可以得出：

$$\frac{V}{T} = \text{常數} \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{或是 } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \dots\dots\dots (7')$$

這個公式叫做給呂薩克定律——當氣體的壓力不變時，氣體的容積和絕對溫度成正比。