

低压蒸汽暖气 与 蒸汽和空气混合暖气

蘇聯工程師·H·H·謝羅可脫曼著

科學技術出版社

低压蒸汽暖气 与 蒸汽和空气混合暖气

〔民主德國〕Ing.H.Klostermann 著

陸 廷 贊 譯
吳 沈 釗 校

科 学 技 術 出 版 社

內 容 提 要

本書分爲兩編，第一編共計六章，主要叙述普通低压蒸汽暖气系統的部件、裝置、運用和計算等。第二編共計四章，專述集中調節式蒸汽和空气混合暖气的理論、構造和計算等，并有裝置实例，介紹各种操作方法，又有實驗記載，提供研究參考資料。

本書可供暖气工程方面的工作人員作實際參考用，亦可供專科學校的土建專業作爲補充教材。

低压蒸汽暖气与蒸汽和空气混合暖气

DIE NIEDERDRUCKDAMPFHEIZUNG UND
DIE ZENTRAL REGELBARE DAMPFLUFT-
GEMISCHHEIZUNG

原 著 者 [民主德國] Ing. H. Klostermann

原出版者 Carl Marhold Verlagsbuchhandlung, Halle (Saale) · 1948 年版

譯 者 陸 廷 贊

校 閱 者 吳 沈 鉉

*

科学技術出版社出版

(上海建西西路 336 弄 1 号)

上海市書刊出版業營業許可證出〇七九号

中科藝文联合印刷厂印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書号：15119 · 261

(原中科版印 1,000 冊)

開本 850×1168 毫米 1/32 · 印張 6 7/16 · 插頁 5 · 字數 140,000

一九五六年六月新一版

一九五六年六月第一次印刷 · 印數 1—2,800

定价：(10) 一元二角

校 者 序 言

本書是德意志民主共和國克羅司脫曼工程師所著，由陸廷贊同志譯成中文，譯文經本人校閱。

這本書主要是介紹德國蒸汽和空氣的混合暖氣。還是在六十年以前，德國發表了暖氣熱媒質除蒸汽、水、空氣三種外，也可以採用蒸汽和空氣的混合物。其後曾經有過幾位專家的試驗，幾個工廠的試製。克羅司脫曼工程師就在這個基礎上，深入研究約二十年，做過了許多次實驗，成就了好幾種裝置，並且寫出了這本書，為暖氣事業的進步提供了一個新的方向。

暖氣工程界同志們都熟悉，熱水暖氣具有集中調節的便利，以及放熱器溫度較低等主要優點，蒸汽暖氣具有迅速供暖的本能，以及金屬品材料較省等主要優點。而蒸汽和空氣混合暖氣，正是兼具了兩方面的優點，並且可以在系統上配備了不同的操作方式，擴大了溫度的調節範圍。預料這種暖氣系統的發展和應用，將有一定重要的價值。

本人於今年年初旅京時，曾將蒸汽和空氣混合暖氣的問題請教於蘇聯德拉茲道夫專家，知道蘇聯已做過許多有關的試驗，並在進一步研究中。足證這種暖氣方法正在提高它的地位，擴展它的範圍。

蒸汽和空氣混合暖氣的出現，使人深信：現有的暖氣工程，還是在幼年階段，方法的進步，佈置的改善，都大大有待於前途的發展（本人曾在所著“暖氣工程學”的序言中這樣說過）。因此暖氣工

31721/207

程界同志的加強科學研究，相互經驗交流，實在很是迫切需要。

陸廷贊同志任教於南京，利用課餘時間譯成了克羅司脫曼工程師的這一本書，他對我國研究暖氣工程學術的同志們是有貢獻的。由於專業方面的興趣所在和研究需要，本人十分願意為這本譯稿抽暇細閱，並作了必要的修校。

本書除蒸汽和空氣混合暖氣部分外，並在第一編敘述了普通的低壓蒸汽暖氣，原著者的意思，這是為了初學者的便利。這樣，對於蒸汽和空氣混合暖氣的理論和計算，型式和運用等，可使讀者先能得到良好的見解。

吳沈鉞於上海，

一九五五年五月。

著 者 導 言

我們回顧一下暖氣工程事業的發展情況，一方面在各處個別的範圍內，可以清楚地看出是有連續的發展，而且有時是有飛躍的發展；可是另一方面，却並不否認，關於改善低壓蒸汽暖氣的工作是停頓的。

由於低壓蒸汽暖氣發展的停頓，因此產生了現在技術性的後果：就是從前一向處於優勢地位的低壓蒸汽暖氣，却被熱水暖氣所排斥，並且一度竟曾被視為“古老”了。

不僅如此，就是暖氣工程界對於低壓蒸汽暖氣的興趣竟也逐漸地冷淡，甚至年青的暖氣技術人員，面對這種暖氣的性質竟是陌生的了。因而對於本書所述的低壓蒸汽暖氣，合乎邏輯的事實，也曾被認為是不利的發展。

究竟那些原因是決定排斥低壓蒸汽暖氣的呢？主要的是在低壓蒸汽暖氣中，普通調節放熱器的熱功率，僅僅只能限於從鍋爐出來的蒸汽壓力的等級。由於這種原因，在目前過渡時期中，使低壓蒸汽暖氣具有了一定程度上的缺點，例如：放熱器表面溫度太高，容易發生室內過熱，放熱器上堆積灰塵等有機物，容易引起室內空氣的惡臭等。而在熱水暖氣，有集中調節的可能性，它面對低壓蒸汽暖氣而言，成為具有衛生和經濟條件上優勢的一種暖氣。

當然，低壓蒸汽暖氣自也具有重要意義的各種優點，如：設備費用較少，有高度的放熱量等。與熱水暖氣比較，低壓蒸汽暖氣需要較小的放熱器面積和較小尺寸的管子，暖氣開熱和冷卻所需的

時間都較少。如果對於重力熱水暖氣而言，低壓蒸汽暖氣更具有非常大的水平伸展性，尤其重要的，很少發生冰凍的危險性。而所有各式熱水暖氣系統，在極寒冷的季節中，時常會發生冰凍的事故。如果發生了冰凍的事故，就必須立即修理，那麼不可避免的要損壞到房屋的建築。因此爲了儘量節約材料消耗的可能性，不得不對暖氣工程提出了一個新的觀念，就是：低壓蒸汽暖氣，由於它具有不可抹殺的優點，現在又被重視起來了。

在最近幾年來，由於提出了改革低壓蒸汽暖氣的要求，於是它有了進一步的發展，並且創造了一種特殊的暖氣系統，鼓舞了整個暖氣工程界對它發生了興趣。這種特殊的暖氣系統的特點，是採用集中產生的蒸汽和空氣的混合氣體（以下簡稱爲混合氣體）作爲熱媒質，並且具有集中調節熱媒質溫度的可能性，即有改變混合氣體組織關係的可能性。

自 1936 年起，逐漸進展而形成了具有現在地位的集中調節式混合氣體暖氣，它把低壓蒸汽暖氣的固有優點保存無缺，這是作爲創造這種暖氣系統的主要出發點，並且還要達到和熱水暖氣具有相同優點的經濟程度以及集中調節的技術程度。

本書的目的，是介紹給暖氣工程界關於集中調節式混合氣體暖氣的理論，連同最新的構造，以及各種不同的應用可能性。正如上述，低壓蒸汽暖氣是形成集中調節式混合氣體暖氣的出發點，那麼就必需先要掌握低壓蒸汽暖氣的內容和形成集中調節式混合氣體暖氣物理關係的原理。爲了這個目的，所以在第一編內先敘述一般的低壓蒸汽暖氣情況，使還未熟悉暖氣知識的人員，由此可以先能了解低壓蒸汽暖氣的具體內容，那麼對於第二編的混合氣體暖氣，也就易於理解。

目 錄

校者序言	1
------	---

著者導言	1
------	---

第一編 低壓蒸汽暖氣

第一章 物理上的基本概念	1
--------------	---

1-1 熱、溫度和壓力	1	1-4 熱的傳播	7
1-2 蒸汽	3	1-5 燃燒	9
1-3 空氣	5		

第二章 低壓蒸汽暖氣系統的部件	12
-----------------	----

2-1 低壓蒸汽鍋爐	12	1. 柱型放熱器	26
1. 低壓蒸汽鍋爐的規定	12	2. 蛇管型放熱器	27
2. 低壓蒸汽鍋爐的式樣	12	3. 排管型放熱器	28
2-2 鍋爐的附件	16	4. 板型放熱器	28
1. 安全水壓器	16	5. 翼型放熱器	29
2. 水柱管	19	2-4 放熱器的調節閥	29
3. 汽壓表	19	2-5 阻汽具	31
4. 信號器	20	2-6 管子	32
5. 出風門調節器	21	1. 螺紋管	32
6. 進風門調節器	21	2. 無縫鋼管	32
7. 鍋爐給水裝置	22	3. 管子的連接	32
8. 鍋爐放水開關	26	4. 閥	34
2-3 放熱器	26	2-7 隔熱材料	34

第三章 低壓蒸汽暖氣系統的裝置	38
-----------------	----

3-1 鍋爐的裝置	38	3. 除污器的裝置	40
1. 鍋爐房佈置	38	4. 防銹器的裝置	41
2. 鍋爐蒸汽管和分汽缸的裝置	39	5. 回水器的裝置	42

3-2 管路的安裝.....46	路.....52
1. 管子的傾斜度和伸縮長度.....46	6. 裝有安全閥的濕回水式管路.....52
2. 向上式乾回水式蒸汽暖氣管 路.....48	7. 蒸汽管的洩水具.....53
3. 向上式濕回水式蒸汽暖氣管 路.....49	3-3 放熱器的安裝.....54
4. 向下式乾回水式蒸汽暖氣管 路.....51	1. 柱型放熱器的安裝.....54
5. 向下式濕回水式蒸汽暖氣管	2. 管型放熱器的安裝.....55
	3. 板型放熱器的安裝.....56
	4. 翼型放熱器的安裝.....57

第四章 低壓蒸汽暖氣系統的運用.....58

4-1 蒸汽的壓力.....58	4-4 安全水壓器和浮球調節器的 運用.....62
4-2 蒸汽的使用.....60	4-5 熱量的調節.....65
4-3 洩氣和進氣.....61	

第五章 低壓蒸汽暖氣系統的計算.....68

5-1 鍋爐受熱面積的計算.....68	5-4 蒸汽管的計算.....72
5-2 放熱器的計算.....69	5-5 回水管的大小.....82
5-3 調節閥的大小.....71	

第六章 封閉式低壓蒸汽暖氣系統.....86

6-1 真空式蒸汽暖氣系統.....86	1. 構造和運用.....86
6-2 大氣式蒸汽暖氣系統.....86	2. 實驗和結果.....94

第二編 蒸汽和空氣混合暖氣

第七章 概論.....97

7-1 蒸汽和空氣的混合物作為熱 媒質的應用.....97	的重要意義.....98
7-2 現代利用蒸汽和空氣混合物	7-3 集中調節式蒸汽和空氣混合 暖氣的性質.....100

第八章 蒸汽和空氣混合暖氣系統的構造.....102

8-1 專用部件概述.....102	3. 煙囪聯接器.....104
1. 蒸汽噴射器.....102	4. 真空加強器.....104
2. 空氣過濾器.....102	5. 放熱器雙桿調節閥.....105

8-2 蒸汽和空氣混合暖氣系統的各種型式..... 106	2. 現代的型式..... 113
1. 最初的型式..... 106	3. 裝置的實例..... 120
8-3 物理過程概述..... 134	
第九章 蒸汽和空氣混合暖氣系統的實驗..... 147	
9-1 測定克羅司脫曼氏的真空壓力及蒸汽和空氣混合裝置的效果實驗..... 147	3. 實驗的結果..... 163
1. 概論..... 147	9-3 放熱器傳熱係數的實驗..... 165
2. 實驗的設備..... 149	1. 實驗的目的..... 165
(1) 鍋爐房..... 149	2. 實驗的裝置..... 169
(2) 實驗室..... 151	3. 實驗的成就..... 171
3. 完成的實驗..... 152	4. 實驗的結果..... 175
4. 實驗的結果..... 157	9-4 管路網現有壓力的實驗..... 177
9-2 蒸汽和空氣混合物的實驗..... 162	1. 實驗的目的..... 177
1. 實驗的目的..... 162	2. 實驗的佈置..... 179
2. 實驗的方法..... 162	3. 實驗的成就..... 180
	4. 實驗的結果..... 185
第十章 蒸汽和空氣混合暖氣系統的計算..... 188	
10-1 鍋爐受熱面積的計算..... 188	10-5 調節閥的大小..... 192
10-2 管路網的計算..... 188	1. 普通調節閥..... 192
1. 供給管的計算..... 188	2. 雙桿調節閥..... 192
2. 回水管的大小..... 189	10-6 噴射孔的大小..... 192
3. 空氣管的大小..... 189	10-7 真空壓力器的大小..... 195
10-3 蒸汽噴射器的計算..... 189	1. 煙囪聯接器..... 195
10-4 放熱器的計算..... 191	2. 真空加強器..... 195

附 表 目 錄

表 1	飽和蒸汽表	4
表 2	空氣的重度、比容積和密度係數表	6
表 3	鍋爐安全水壓器管徑表	16
表 4	螺紋管表	32
表 5	無縫鋼管表	33
表 6	低壓蒸汽暖氣鍋爐適用壓力表	59
表 7	回水管和洩氣管的管徑表	62
表 8	柱型放熱器的 k 值和放熱量表	70
表 9	圓翼型和排管型放熱器的 k 值和放熱量表	71
表 10	調節閥的口徑大小表	72
表 11	配件的局部阻力係數 ζ 值表	82
表 12a, b	低壓蒸汽暖氣蒸汽管管徑計算表	83, 84
表 13	低壓蒸汽暖氣配件局部阻力 α 值表	85
表 14	低壓蒸汽暖氣回水管管徑表	85
表 15	各實驗的主要數字表	158
表 16	燃料耗費數量統計表	159
表 17	在蒸汽及蒸汽和空氣混合物操作時的放熱器熱量表	161
表 18	由蒸汽噴射器輸送的空氣量表	164
表 19	混合物所含的蒸汽、空氣和熱量表	164
表 20	使用蒸汽和空氣混合物(最高溫度為 90°C)的柱型放熱器(輕型)的 k 值和放熱量表	190
表 21	使用蒸汽和空氣混合物(最高溫度為 90°C)的圓翼型和排管型放熱器的 k 值和放熱量表	190

第一編

低壓蒸汽暖氣

第一章

物理上的基本概念

1-1 熱、溫度和壓力 熱的意義包括：

1. 自然界的熱能，它們以各式各樣的形態出現，最著名的如太陽熱、地球熱和物體熱等。

2. 工程上的熱能，是利用燃料的燃燒而取得的。

熱的強度，就是溫度，我們可以感覺到的，但是還不能直接計量，它的測定只能依靠溫度表。現在測量溫度所用的溫度表是攝氏溫度表，用水的冰點作為零度 (0°C)，水的沸點作為一百度 ($+100^{\circ}\text{C}$)，其間分成 100 等分。假使溫度低於冰點，以符號 (—) 表示，高於冰點，則以符號 (+) 表示，也可以不加符號。

熱量的單位是以千卡表示，一個千卡等於加熱一公斤的水使溫度升高攝氏一度時所需要的熱量。例如加熱一公斤的水自 0°C 升高至 100°C ，所需要的熱量就等於 100 千卡。這種熱量叫做液體熱。假使要 100°C 的熱水再變為蒸汽，則必須再增加約 540 千卡的熱量。這增加入的熱量稱為潛熱或蒸發熱。自 0°C 的水變為 100°C 的蒸汽，所需要的總熱量約共 640 千卡。

自 100°C 的水變為 100°C 的蒸汽,必須加入蒸發熱,反之,自蒸汽中抽出蒸發熱,則蒸汽又變為 100°C 的水。水的沸點溫度隨壓力的高低而改變,壓力高,沸點溫度也高,壓力低,沸點溫度也低,見表 1。於是每一公斤蒸汽中的總熱量也隨溫度和壓力的高低而增減,但蒸發熱部分則反之,在低壓時,所需要的蒸發熱較多,在高壓時較少。

壓力的單位可以用**大氣壓力**來表示。大氣壓力的測量,用一根玻璃管,一端有口,一端無口,抽去空氣,使成真空,將有口一端倒置在海面上,海面受大氣壓力的作用,使水向玻璃管中上升,升至距海面的高度 10.33 公尺時,此時的平均大氣壓力定為一個**標準大氣壓力**。因此,大氣壓力也可以用水柱的高度來表示。同樣,假使將這已抽去空氣的玻璃管,倒置於盛水銀容器中,則大氣壓力使水銀在玻璃管中上升,升到距水銀面的高度 0.76 公尺。因此大氣壓力也可以用水銀柱的高度來表示,一個標準大氣壓力等於 760 公厘水銀柱高,也等於 10.33 公尺水柱高。這兩種柱高的差別,就是因為水和水銀的比重不同所致(水銀的比重為水的 13.6 倍)。

在實用上,以一個**大氣壓力**作為壓力的零點。低於大氣壓力,則空氣稀薄,甚至也可完全真空,稱為**真空度**,壓力愈近完全真空,真空度就愈大。假使壓力高於大氣壓力,則稱為**超氣壓**,1 個超氣壓就等於 2 個大氣壓力。

按照上面所講的水柱,在標準的大氣壓力時,其高度為 10.33 公尺(760 公厘水銀柱),但是在實用上,為便利計算起見,規定水柱高 10 公尺(735.5 公厘水銀柱)為一個**實用大氣壓力**,於是標準大氣壓力和實用大氣壓力的關係為: $1 \text{ 標準大氣壓力} = 1.033 \text{ 實用大氣壓力}$ 。

因水柱高為 10 公尺，截面積為 1 公分²時，水重是 1 公斤，故
1 大氣壓力 = 1 公斤/公分²，於是：

$$\begin{aligned} 1 \text{ 大氣壓力} &= 10,000 \text{ 公厘水柱} = 1 \text{ 公斤/公分}^2 \\ &= 10,000 \text{ 公斤/公尺}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0.1 \text{ 大氣壓力} &= 1,000 \text{ 公厘水柱} = 0.1 \text{ 公斤/公分}^2 \\ &= 1,000 \text{ 公斤/公尺}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0.01 \text{ 大氣壓力} &= 100 \text{ 公厘水柱} = 0.01 \text{ 公斤/公分}^2 \\ &= 100 \text{ 公斤/公尺}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0.001 \text{ 大氣壓力} &= 10 \text{ 公厘水柱} = 0.001 \text{ 公斤/公分}^2 \\ &= 10 \text{ 公斤/公尺}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0.0001 \text{ 大氣壓力} &= 1 \text{ 公厘水柱} = 0.0001 \text{ 公斤/公分}^2 \\ &= 1 \text{ 公斤/公尺}^2 \end{aligned}$$

超氣壓和真空度的壓力也可以用公厘水柱做單位，超氣壓以
(+)表示，真空度以(-)表示，例如：

$$\begin{aligned} 0.1 \text{ 真空} &= 0.9 \text{ 大氣壓力} = 0.9 \text{ 公斤/公分}^2 = 9,000 \text{ 公斤/公} \\ &\text{尺}^2 = 9,000 \text{ 公厘水柱} = -1,000 \text{ 公厘水柱}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0.05 \text{ 超氣壓} &= 1.05 \text{ 大氣壓力} = 1.05 \text{ 公斤/公分}^2 = 10,500 \text{ 公} \\ &\text{斤/公尺}^2 = 10,500 \text{ 公厘水柱} = +500 \text{ 公厘水柱} \end{aligned}$$

1-2 蒸汽 蒸汽可分為飽和蒸汽、濕蒸汽和過熱蒸汽三種。

飽和蒸汽是在相當壓力下、沸點溫度時的蒸汽，如受微小的溫度降落，即有一部份的蒸汽被液化，變為濕蒸汽。過熱蒸汽是在相當壓力下、比沸點溫度更高時的蒸汽，如有一部份蒸汽被液化，則溫度下降甚大，變為飽和蒸汽。

低壓蒸汽暖氣只使用飽和蒸汽，關於飽和蒸汽的重要數值見

表1. 表內蒸汽的絕對壓力自 0.25 公斤/公分²至 1.5 公斤/公分², 這壓力範圍是適用於低壓蒸汽暖氣的。

一公斤重蒸汽的體積稱為比容積, 以(v)表示, 單位為公尺³/公斤, 一立方公尺蒸汽的重量稱為重度, 以(r)表示, 單位為公斤/公尺³, 其關係如下:

$$v = \frac{1}{r} \text{ 或 } r \cdot v = 1.$$

表1 飽和蒸汽表

1	2	3	4	5	6	7	8	9
絕對壓力 公斤/公斤/ 公分 ² 公尺 ²		真空及 超氣壓 公厘水柱	溫度 °C	比 容 積 公尺 ³ /公斤	重 度 公斤/公尺 ³	液體熱 千卡/ 公斤	蒸發熱 千卡/ 公斤	總熱量 千卡/ 公斤
0.25	2,500	-7,500	64.6	6.308	0.1568	64.8	559.8	624.6
0.30	3,000	-7,000	68.7	5.316	0.1881	68.9	557.5	626.4
0.35	3,500	-6,500	72.3	4.600	0.2174	72.5	555.5	628.0
0.40	4,000	-6,000	75.5	4.060	0.2463	75.7	553.7	629.4
0.50	5,000	-5,000	80.9	3.2940	0.3036	81.2	550.5	631.7
0.60	6,000	-4,000	85.5	2.7770	0.3601	85.8	547.8	633.6
0.70	7,000	-3,000	89.5	2.4040	0.4160	89.9	545.5	635.4
0.80	8,000	-2,000	93.0	2.1216	0.4713	93.5	543.3	636.8
0.90	9,000	-1,000	96.2	1.9003	0.5262	96.7	541.4	638.1
1.00	10,000	+ - 0	99.1	1.7220	0.5807	99.6	539.7	639.3
1.01	10,100	+ 100	99.4	1.7062	0.5861	99.9	539.5	639.4
1.02	10,200	+ 200	99.6	1.6905	0.5916	100.1	539.4	639.5
1.03	10,300	+ 300	99.9	1.6751	0.5970	100.4	539.2	639.6
1.04	10,400	+ 400	100.2	1.6600	0.6024	100.7	539.0	639.7
1.05	10,500	+ 500	100.4	1.6451	0.6079	100.9	538.9	639.8
1.06	10,600	+ 600	100.7	1.6306	0.6133	101.2	538.7	639.9
1.07	10,700	+ 700	101.0	1.6163	0.6187	101.5	538.5	640.0
1.08	10,800	+ 800	101.3	1.6023	0.6241	101.8	538.3	640.1
1.09	10,900	+ 900	101.5	1.5885	0.6295	102.0	538.2	640.2
1.10	11,000	+1,000	101.8	1.5751	0.6349	102.3	538.0	640.3
1.15	11,500	+1,500	103.0	1.5110	0.6618	103.6	537.2	640.8
1.20	12,000	+2,000	104.2	1.4521	0.6887	104.8	536.5	641.3
1.30	13,000	+3,000	106.5	1.3473	0.7423	107.1	535.1	642.2
1.40	14,000	+4,000	108.7	1.2561	0.7955	109.4	533.7	643.1
1.50	15,000	+5,000	110.8	1.1780	0.8487	111.5	532.4	643.9

1-3 空氣 純粹的乾空氣是氧、氮、和二氧化碳等氣體的混合物。其中二氧化碳的含量很少（約佔 0.04%），但污濁的空氣中二氧化碳量就增多，對於人身不利。空氣的成份如以體積而言，氧約佔 21%，氮約佔 78%，其他氣體共約佔 1%。如以重量而言，氧約佔 23%，氮約佔 76%，其他氣體共約佔 1%。普通大氣中還包含有不同程度的蒸汽。加熱空氣使溫度升高 1°C ，則其體積膨脹為：

$$\frac{1}{273} = 0.003663, \text{ 即其體積增大值約為原體積的 } 0.0037 \text{ 倍.}$$

此值以 (α) 表示，稱為空氣的膨脹係數。

表 2 表示空氣的溫度和重度、比容積、密度的關係。

空氣的比容積和溫度的增加成正比，其關係為：

$$v = 1 + \alpha t^{\circ} = 1 + 0.0037 t^{\circ}.$$

空氣的密度和溫度的增加成反比，假設空氣在 0°C 時的密度係數等於 1，則密度和溫度的關係為：

$$\rho = \frac{1}{1 + 0.0037 t^{\circ}}. \quad \textcircled{1}$$

1 立方公尺的乾空氣，在標準大氣壓力、 0°C 時的實際重量等於 1.2932 公斤，當溫度增高，則空氣的重量 (G) 減少，其關係為：

$$G = \frac{1.2932}{1 + 0.0037 t^{\circ}} = \frac{1.2932}{v}.$$

空氣的比熱等於加熱 1 公斤空氣使溫度增加 1°C 時所需要的熱量，此熱量等於 0.237 千卡。例如 0°C ，760 公厘水銀柱時的乾空氣 1 公尺³，其重量為 1.2932 公斤，則自 0°C 加熱至 1°C 時，所

① 密度 $\rho = \frac{\gamma}{g}$, $g = 9.81$ 公尺/秒².

表 2 空氣的重度、比容積和密度係數表

1	2	3	4
溫度°C	在標準大氣壓力時 乾空氣的重度 公斤/公尺 ³	在 t°C 時 空氣的比容積 (1+0.0037t)公尺 ³	在 t°C 時 空氣的密度係數 $\frac{1}{(1+0.0037t)}$
+-0	1.2932	1.0000	1.0000
+1	1.2881	1.0037	0.9964
2	1.2833	1.0073	0.9927
3	1.2791	1.0110	0.9891
4	1.2748	1.0147	0.9856
5	1.2699	1.0183	0.9820
6	1.2654	1.0220	0.9785
7	1.2611	1.0257	0.9750
8	1.2564	1.0293	0.9715
9	1.2519	1.0330	0.9685
10	1.2475	1.0367	0.9647
11	1.2431	1.0403	0.9613
12	1.2387	1.0440	0.9579
13	1.2347	1.0477	0.9545
14	1.2301	1.0513	0.9512
15	1.2250	1.0550	0.9479
16	1.2217	1.0587	0.9446
17	1.2173	1.0623	0.9414
18	1.2130	1.0660	0.9381
19	1.2096	1.0696	0.9349
20	1.2049	1.0733	0.9317
21	1.2008	1.0770	0.9285
22	1.1967	1.0806	0.9254
23	1.1927	1.0843	0.9223
24	1.1888	1.0880	0.9192
25	1.1847	1.0918	0.9161
26	1.1807	1.0953	0.9130
27	1.1768	1.0990	0.9100
28	1.1726	1.1026	0.9069
29	1.1689	1.1063	0.9039
30	1.1650	1.1100	0.9009
31	1.1613	1.1136	0.8980
32	1.1574	1.1173	0.8950
33	1.1537	1.1210	0.8921
34	1.1497	1.1246	0.8892
35	1.1462	1.1283	0.8863
36	1.1424	1.1319	0.8834
37	1.1388	1.1356	0.8802
38	1.1352	1.1393	0.8778
39	1.1315	1.1429	0.8750
40	1.1279	1.1466	0.8722
41	1.1243	1.1503	0.8694
42	1.1208	1.1539	0.8667
43	1.1172	1.1576	0.8639
44	1.1136	1.1613	0.8611
45	1.1101	1.1649	0.8584
46	1.1066	1.1686	0.8557
47	1.1032	1.1723	0.8531
48	1.0997	1.1750	0.8504
49	1.0964	1.1796	0.8478
50	1.0929	1.1833	0.8451
60	1.0600	1.2199	0.8197
70	1.0291	1.2566	0.7958
80	1.0000	1.2932	0.7773
90	0.9725	1.3290	0.7520
100	0.9464	1.3665	0.7318