

暖氣工程設計

陸耀慶 顧興瑩 編

上海新科學書店出版

暖氣工程設計

陸耀慶 顧興瑩編著

上海新科學書店出版

暖氣工程設計

編著者 陸耀慶 顧興鑒
出版者 新科學書店
上海福州路606號電話93223
印刷者 中和印刷廠
上海淮安路727弄30號
經售者 上海圖書發行公司
上海山東中路128號

開本 $762 \times 1067 \frac{1}{25}$ 印張 $10 \frac{6}{25}$ 字數 203千
1955年3月第一版第一次印 印數 0001—3000
定價 一元五角

內 容 提 要

本書主要敘述暖氣工程設計和計算的理論和方法，並介紹了蘇聯的先進經驗，前四章敘述暖氣工程的設置目的、發展過程、應用原理，房屋建築的耗熱計算及放熱器的類型和計算等；中三章詳述熱水、低壓蒸汽和高壓蒸汽暖氣系統的不同佈置、作用水頭、佈置細節、水力計算、輸管計算及熱交換器的構造、種類和計算方法等；後三章則分述管系的保溫、伸脹補償、支架、沖洗和試驗，燃料的種類和燃燒理論，抽風送風，煙窗計算，鍋爐的類型、選擇、給水以及鍋爐房的佈置等，書末有附錄圖表多種。

本書是暖氣工程設計方面學習與工作上的參考書。

序

近幾年來，由於向蘇聯學習了先進經驗，暖氣工程不論在設計或施工方面，都有了很大的進展。暖氣工程是專門研究增加室溫的科學；無論就勞動條件或生產條件的改善，以及勞動人民生活水平的提高，它都起着極其重要的作用。隨着祖國建設事業的迅速發展，人民的物質生活水平不斷地提高，暖氣設備的需要日益迫切，國內各土建院校，均先後開設暖氣通風專業，培養這方面的技術幹部，以應建設需要。惟目前國內有關暖氣工程方面之書籍較少，編者有鑒於此，爰將於上海建築工程學校講授“暖氣通風”時暖氣部分的講義整理補充，並按照房屋衛生技術設備專業的教學大綱編成此書，旨在供給學習暖氣設計的同學及從事實際工作者的參考。然由於編者的學識和經驗有限，因此，內容上難免有不妥之處，尚希讀者提出，以便再版時予以修正。

本書內容，主要介紹有關暖氣工程設計方面的蘇聯先進經驗，着重敘述設計和計算的理論和方法。書中前四章敘述暖氣工程的設置目的、發展過程、應用原理，房屋建築的耗熱計算及放熱器的類型和計算等；中三章詳細的敘述熱水、低壓蒸汽和高壓蒸汽暖氣系統的不同佈置、作用水頭、佈置細節、水力計算、輸管計算及熱交換器的構造、種類和計算方法等；後三章則分述管系的保溫、伸脹補償、支架、沖洗和試驗，燃料的種類和燃燒理論，抽風送風，煙囪計算，鍋爐的類型、選擇、給水以及鍋爐房的佈置等。

在本書的編寫過程中，得到戴楚材工程師的熱誠幫助，不吝指教，解決不少有關問題；並由陳竹韻同志協助翻譯俄文，得益非淺，應特別表示感謝之意。最後，又承盛敬明總工程師代為校閱全稿，提出了很多寶貴的意見，尤應誌感。

陸耀慶 顧興鑒 一九五五年元月

暖氣工程設計目錄

序	
第一章 緒論1—6	
1—1 設置暖氣工程的目的和意義..... 1	1—2 暖氣工程的發展過程..... 2
	1—3 體系分類..... 3
第二章 應用原理 7—18	
2—1 熱及熱的性質..... 7	2—5 潛熱.....13
2—2 溫度及溫度計..... 8	2—6 熱的傳播.....14
2—3 絕對溫度，給呂薩克定律和查理定律.....10	2—7 壓力和壓力表.....15
2—4 熱容和比熱.....11	2—8 膨脹和線脹.....16
第三章 房屋建築的耗熱19—43	
3—1 設計溫度的確定.....19	3—5 附加率.....32
3—2 通過外圍結構的耗熱.....22	3—6 室內發熱量.....34
3—3 傳熱係數.....23	3—7 耗熱計算例.....37
3—4 空氣滲漏和材料吸熱.....29	
第四章 放熱器44—59	
4—1 放熱器的類型.....44	4—4 放熱器的佈置和裝置.....54
4—2 放熱器的放熱面積.....49	4—5 單位熱風器.....56
4—3 放熱器的效率.....53	
第五章 熱水暖氣系統60—96	
5—1 熱水暖氣系統的各種不同佈置.....60	計算.....80
5—2 重力循環系統，作用水頭.....64	5—6 重力循環雙管熱水暖氣管網計算例.....82
5—3 機械循環系統，作用水頭.....67	5—7 膨脹水箱.....86
5—4 管網的水力計算.....74	5—8 區域機械循環式熱水暖氣系統.....89
5—5 重力循環系統的管徑	5—9 機械循環時室內和室外管網的管徑計算.....93
第六章 低壓蒸汽暖氣系統97—111	

6—1 使用範圍和不同佈置.....97	6—4 低壓蒸汽直接回水式變 管系統管網計算例... 107
6—2 管路佈置的特點..... 103	
6—3 管徑計算..... 105	
第七章 高壓蒸汽 112—131	
7—1 高壓蒸汽的特性和餘汽 的利用..... 112	7—3 管網計算..... 119
7—2 室內和室外管路佈置... 116	7—4 管網計算例..... 123
	7—5 蒸汽——熱水暖氣系統 126
第八章 管系的保溫、伸脹、吊掛和試驗 132—149	
8—1 管系的保溫..... 132	8—4 管系的支架..... 143
8—2 地溝..... 135	8—5 管系的沖洗、吹洩和試 驗..... 147
8—3 管系的伸脹和補償..... 137	
第九章 燃料、燃燒和煙囪 150—1 9	
9—1 燃料的種類和選擇..... 150	溫度..... 157
9—2 燃燒的作用..... 151	9—5 煙囪的作用及要件..... 161
9—3 燃燒熱和熱值..... 154	9—6 抽風設備和送風設備... 162
9—4 燃點、燃燒速度和燃燒	9—7 煙囪的計算..... 164
第十章 鍋爐和鍋爐房 170—187	
10—1 鍋爐的類型和選擇..... 170	10—4 鍋爐的給水..... 178
10—2 鍋爐的能力和火床面積 172	10—5 分汽缸、鍋爐試驗..... 183
10—3 鍋爐的附件和配管..... 174	10—6 鍋爐房..... 185
附錄一 183—227	
表 1 建築材料之傳導率及 比熱表..... 188	表 7 低壓蒸汽管徑計算表... 214
表 2 常用的數種綜合傳熱 係數..... 191	表 8 熱水重力循環雙管下給 式導管冷却的附加水 頭..... 222
表 3 不同溫度下水之容重表 192	表 9 低壓蒸汽系統中的局 部阻力損失表..... 223
表 4 熱水和蒸汽暖氣系統 中之局部阻力係數... 193	表10 蘭開夏式鍋爐規格..... 225
表 5 熱水系統中的局部阻力 損失表..... 194	表11 攷克蘭式鍋爐規格..... 225
表 6 熱水管徑計算表... 198	表12 克尼士式鍋爐規格..... 225
附錄二 Π 型伸縮器的計算圖表 228 229	表13 M型鍋爐規格..... 226

第一章

緒論

1—1 設置暖氣工程的目的和意義

房屋暖氣工程，目的在用人工方法增加室內溫度，使房屋內低溫的空氣升高到適合要求的規定溫度，使居住在內的人類，不會因氣候過於寒冷而感覺不適。

在近代房屋建築中，暖氣設備已視為必需的設備，而不能作為奢侈品。因為人身健康，是加強生產的基本條件，而精神舒適又與工作的效能有關。要求得健康與舒適，我們必須居住或工作在適當的溫度環境之下。

人體內產生的熱量，是隨着人的活動情形而變化的。完全靜止時發出的熱量最少，從事體力勞動時產生的熱量則較靜止時為多。人體發出的熱，不斷地由對流、輻射和蒸發三種方式從皮膚表面散出；一部分則從呼吸中排出。如果人體能夠把體內所產生的熱量完全發散出去，而形成熱量的平衡，那就會感到舒適；如果四週環境不合乎我們的要求，人體不能維持收支兩抵的熱量平衡時，體內有些器官和組織就會立刻動作起來，設法獲得熱量的平衡，這就是人體的“體溫調節”。然而當四週的空氣溫度很低時，我們散失的熱量就會多於產生的熱量，這時，一方面皮膚血管收縮，血液循環速度減慢，發散的熱量也就減少；另一方面有意識的肌肉運動和不自主的發抖都增加了熱量的發生。這樣地調節如果還是入不敷出，不能得到平衡，那麼人體的體溫就會慢慢地降低，使溫度差減少，再來減少發熱量。體溫減低到一定限度，就會引起器官和細胞活動的呆滯，引

起疼痛和麻木的感覺。因此爲了維持體溫的平衡，必須要依靠適當的溫度和濕度來調整。

在很多精密儀器製造廠的生產過程中，自始至終要保持同一溫度和濕度，否則產品的質量就很難保證。其次在化驗室裏培植細菌等的過程中往往也需要保持某種一定的溫度，否則菌就培植不出。由此可見，暖氣工程對保證人體健康和產品質量等的重要意義。

1—2 暖氣工程的發展過程

在原始社會裏，我們的祖先——原始人發現了火以後，逐漸地了解並掌握了火的性能，繼而利用火來進行燒煮食物；同時在嚴寒的季節裏，便利用火來燃燒柴薪而取暖，這可以說是採暖的最初期形態。隨着社會的不斷向前發展，人類由露天宿居而到有房屋居住。爲了適應新的環境，遂有火盆和火坑等的設置。那時古羅馬帝國和中國等的高官貴族們，就曾利用過這些設備，並且用高等的香油浸透作爲燃料的木炭而燃燒，使燃燒時室內洋溢着芬芳的香氣；一般的平民，在當時則只能用一些低劣的燃料如木柴等來進行燃燒。到目前爲止，這種利用火坑的採暖方式，在我國北方的農村和偏僻地區還是在採用着。

在十五世紀中葉，火爐採暖流行起來了。火爐採暖是沿着二個不同的方向進行的，一方面是由有錢階級的要求所決定的，他要求講究外表的華貴；另一方面是以獲得最經濟而效率最高的構造爲目的。

由一個供熱中心供熱給整幢房屋的集中式全部採暖方法的應用，從考古中證實，它在第三世紀就已出現，當時這種設備主要是利用集中火爐的烟氣來實現的。第十世紀到第十三世紀中所建造的這種採暖系統，已經被考古學家在意大利、法蘭西、瑞典、德意志和英吉利等國的領土內很多發掘中找出；最近在蘇聯的黑海岸和烏茲別克斯坦境內也有同樣的發現。到十五世紀，出現了更完善的房屋採暖方法；其中被加熱後送入房間去的空氣，是流過房屋地下室內集中火爐的外殼的。

利用熱水和蒸汽來進行採暖，這種系統在公元初年時就曾經出現，但是當時是時隱時現，並沒有被普遍地採用，直到前世紀的初年，這些系統在歐洲才得到若干傳播。然而在以後的幾十年中，因為這種系統的設備費用較大，外貌討厭和經常會產生漏水或漏汽等的缺點而被肯定為永不會得到發展的奢侈品。甚至在前世紀的八十年代，有權勢的法國市場公司和巴黎地產公司，曾對它作出特殊的結論：“在住宅中應該採用火爐來進行採暖”。但是不管一切的結論如何，蒸汽和熱水的暖氣系統，在前世紀末已在各種採暖系統中佔了重要的地位，俄羅斯的技術人員在前世紀末於莫斯科和彼得格勒的若干重要建築物中，曾成功地裝設了一些具有高度創造性的熱水暖氣系統。

熱水暖氣系統的最大發展，是在利用機械(水泵)幫助熱水的循環被實踐後才獲得的。創造這種系統的最初試驗是 1832 年在英國完成的；以後 1877 年在美國，1897 年在丹麥和其他國家都更成功地試驗過。值得特別提出的是俄羅斯的 B. M. 查浦林教授在 1903 年就成功地實現了這種裝置。德國在 1905 年才在普拉烏斯尼實現了第一個機械循環的熱水暖氣系統。

區域性的暖氣系統，其中第一個裝置在 1821 年就已完成；因此採用高壓蒸汽作為傳熱體的區域暖氣是在前世紀的最末四分之一時期時才開始出現；而利用熱水作為傳熱體的系統，則在二十世紀的最初二十五年才開始採用。最初在俄羅斯、美國、英國和法國等採用這種裝置時，供熱中心是藉很多暖氣鍋爐集中組成的。到了二十世紀的中葉後期，在蘇聯等就出現了利用電廠中蒸汽機和渦輪機的廢汽來代替以上的供熱中心。這一方法，將是我國今後發展的方向。

1—3 體系分類

任何暖氣體系，都是由發熱設備、送熱設備和放熱設備三個基本部分所組成。在發熱設備裏發出的熱，經由送熱設備把熱送至放熱設備裏；然

後再藉放熱設備把熱放散於室內空氣中。如果這三個基本部分是統一在一個整體裏的話，由於熱的發生和利用是在同一房間進行的，因此這種系統我們通常稱它為局部暖氣。假如在系統裏發熱設備發出的熱需要供給很多房間的話，我們則稱這種系統為全部暖氣。

在實行局部暖氣時，通常應用的採暖設備如下：

(1) 火坑：這種設備在我國北方採用甚廣，它的構造十分簡單，主要是利用燃料在火坑中燃燒時產生的烟氣，由火道(烟道)而傳熱於室內。

(2) 壁爐：壁爐是舊式採暖工具的一種，它的構造也十分簡單，通常僅注重其外部形式的美觀。壁爐的傳熱是以輻射作用為主，由於輻射力太強的緣故，容易使人體感受不適；當火爐中爐火熄滅以後，室內的溫度就立即下降。同時火爐採暖的效率不高，而燃料的消耗很多；這些都是它的缺點。因此，在近代的房屋建築中，已很少設置。

(3) 火爐：火爐有鐵火爐和磚火爐二種，是使用得比較廣泛的採暖工具。火爐採暖所傳出的熱量，是依靠輻射和爐身與烟道四週空氣的對流，所以爐面愈大或烟道愈長時，則它能放出的熱量也就愈多。

室內裝設火爐時，無論燒煤或木柴，都必須裝設烟囱。在中小型房屋中設置火爐採暖，是比較經濟而有效的，惟加煤和出灰，很難保持房內的清潔，實是一大缺點。

(4) 電爐：電爐採暖，在較小的房間內是非常適宜的，它的管理簡單，又比較清潔衛生，在需要間歇採暖的場合，最為經濟有效，惟耗電很多；在我國目前，電力供應尚未普遍，根本沒有多餘的電量來供給採暖消耗，因此，在採用上是受到一定的限制的；像上海市就是被禁止採用的。

實行全部暖氣時，按照所採用的不同傳熱體(熱媒)可分為熱水暖氣系統、蒸汽暖氣系統和熱空氣系統三種。

(1) 熱水暖氣系統：利用熱水為傳熱體，首先在鍋爐裏把冷水加熱，熱水藉導管的輸送而到達每個房間的放熱器內，通過放熱器壁而傳熱於

室內空氣；放出熱量以後的冷却水則藉着冷熱水之間密度的不同而自然地返回鍋爐去重新受熱，這種系統稱為重力循環或自然循環。當冷却水利用上述方法不能自然返回鍋爐時，通常是加設一水泵來幫助水的循環，這種系統則稱為機械循環或強制循環。

利用熱水進行採暖時，室內的溫度非常平穩，使人感覺舒適，同時熱水的溫度可以根據室外的氣溫來進行調整而節省燃料的消耗。但是熱水系統中放熱器的設置數量，比蒸汽系統要多約 $\frac{1}{2}$ 左右，因此它的設備費用較大；同時由於水是會凍結的，所以熱水系統也就不能適用於需要間斷供熱的場所。

(2) 蒸汽暖氣系統：蒸汽暖氣系統基本上和熱水暖氣系統一樣，所不同的就是熱水系統是以熱水為傳熱體，而蒸汽系統則採用蒸汽作為傳熱體。蒸汽在放熱器裏放出它的汽化潛熱而冷凝為水。凝結水的返回鍋爐，也可以有二種方法；即自然地流回和採用機械幫助。在蒸汽暖氣系統裏，通常稱前者為直接回水，而後者則為間接回水。

蒸汽暖氣系統，按着它不同的壓力可以分為下列四種：

1. 真空系統——蒸汽壓力低於大氣壓力；
2. 低壓系統——蒸汽壓力在 0.05 至 0.20 大氣壓之間；
3. 中壓系統——蒸汽壓力在 0.30 至 0.60 大氣壓之間；
4. 高壓系統——蒸汽壓力在 0.70 大氣壓以上。

蒸汽採暖主要是利用蒸汽在放熱器裏的凝結。由於這一潛熱的數量很大，以及蒸汽的密度較小，因此蒸汽在流動過程中可以耗失少量的能而輸送大量的熱。但是當蒸汽的壓力高於大氣壓時，有着放熱表面溫度過高的基本缺點，因此在使用上受到了一定的限制。

(3) 熱空氣：利用加熱的空氣為傳熱體，在地窖中首先將空氣加熱；再導入室內，一般稱這種暖氣方法為間接暖氣。

熱空氣的環流方法有二種：一種是重力循環式，係依靠冷熱空氣密

度的不同而循環的。另一種是機械循環式，它是利用風扇來鼓動熱空氣，以加速它的輸送。

冷氣的來源，有取自室外和室內的二種，當冷氣取自室外時，它是經過冷氣道而進入爐內的；而採用室內冷氣時，則冷氣是由循環管而流入爐內的，這時僅利用室內的空氣來不斷地循環，並不加入室外的空氣。

熱空氣的主要設備是燃氣爐，烟道和冷熱空氣管道等，熱空氣由爐頂上許多圓孔流入熱空氣管而輸送到各個房間。在利用熱空氣採暖時，由於熱氣的分佈不勻，使人感覺不適，同時爐內的灰往往會隨着氣流流入室內而飛揚於室中，實是一大缺點。在近代暖氣工程上採用者已頗少。

第二章

應用原理

1—2 熱及熱的性質

熱的來源，最主要的係來自太陽，物體受到太陽光的照射就能得熱。當陽光正射於地面上時，地面上所得的熱最多；斜射時則得熱較少，因此，中午較早晚為熱，夏天較冬天為熱，赤道地帶較兩極地帶為熱，即是此故。在地球內部，同樣也包含着熱，溫泉和火山就是很好的證明。又於開礦時，每掘深 40 公尺左右，溫度即可上升 1°C ，由此可知，愈接近地心則發熱愈多。

兩手摩擦可以發熱，使用機器時也能發熱，舉凡有能消耗時，必然就會有熱伴隨發生。電爐和電熨斗等由電能轉變為熱能而發出熱，這些都說明了熱為能量的一種，所以通常都稱為熱能。

早在二千年前，古希臘哲學家德謨克利特就認為所有物體都是由極小的微粒——原子構成。在古代就有一部分人擁護這個關於物體構造的唯物觀念，但因為當時是處在中世紀黑暗時代，因此並沒有能夠得到進一步的發展。直到 1711~1765 年，偉大的俄羅斯學者 B. M. 羅蒙諾索夫才發展了物質的分子構造的說法 and 原子觀念，使之成為科學上的學說。

根據 B. M. 羅蒙諾索夫的理論可知，構成物質的分子，它是在不斷地運動着的；這種運動的特性，在物質的氣體、液體和固體狀態中各有不同，在氣體中，分子運動完全是不規則的，在液體中，分子的排列是一個緊接着另一個，而在固體中分子的排列則有一定的次序，每個分子僅能在一

定的範圍內振動。

從實驗中證明，當溫度升高時，氣體物質的不規則的分子運動的平均速度逐漸增大；在氣體冷卻時則縮小。液體和固體物質亦然，

由此可見，物體的熱就是由那些原子和分子的運動速度所決定的；正如前所述說的熱是能的變形，而熱的本身則是分子的動能。

熱量的計算單位，通常是用卡來計數的。所謂卡，就是使 1 克純水在 1 個大氣壓下，從 14.5°C 升高至 15.5°C 時所需要的熱量。

在工程中使用時，因為卡的量太小，而均以千卡來表示；千卡的意思就是卡的千倍。

例：攝氏 10 度的純水 100 公斤，加熱至 80 度攝氏，試求其所需加入的熱量。

解： $100 \times (80 - 10) = 7000$ 千卡……所需加入的熱量。

2-2 溫度及溫度計

各種物體，冷熱均不相同，表示物體冷熱程度的單位就是溫度。溫度的高低，我們常常是依據感覺來判別的，這種測定溫度的方法，很容易證明是不可靠的，因為各人的感覺是不會絕對相同的，即使同一個人的感覺，也常常因環境而改變的。例如井裏的水，冬夏溫度相同，而人們的感覺則為冬熱而夏涼，又當冬天由室外驟入室內時，感覺室內溫暖，久坐室內則又覺寒冷。因此，單憑我們本身的直覺是不可能準確地來測定冷熱的程度的。為了能準確地確定物體的溫度，就必須要使用專門的儀器，最簡單的就是溫度計。

在我們周圍的一切物體，都因為冷熱變化而改變自己的體積。除了極少數的例外，都是熱脹冷縮的。溫度計就是利用物體熱脹冷縮的性質而製成的；最常用的溫度計有水銀溫度計和酒精溫度計二種。

用溫度計來測定溫度的高低，必須有二個固定點作為標準；這二個固定點就是冰點和沸點。二點間的溫度差稱為溫度計的基本間隔；它們的

測定方法如下：

(1) 冰點 將溫度計插入正在溶解的冰屑中，讓液柱下降，至液柱固定而不再下降時，在它的頂點所在處刻一標線，這就是冰點。

(2) 沸點 在銅罐內盛裝純潔的水而加熱，使它沸騰，發出蒸汽；這時可將溫度計插入，液柱因受熱而上升，至液柱固定而不再上升時，在它的頂點刻一標線，這就是沸點。在測定沸點時，罐內的壓力不宜過高，必須保持在 1 個大氣壓時進行。

溫度計上所刻的標度，通常我們稱它為溫度標或簡稱溫標。標度的分法約有下列三種：

(1) 攝氏溫標 是取冰點為 0° ，沸點為 100° 。將它的基本間隔分為 100 等分；每 1 等分稱為攝氏 1° ，通常用 $^{\circ}\text{C}$ 來表示。

(2) 華氏溫標 是取冰、水和氯化銨的混合物的溫度為 0° ，以冰點為 32° ，沸點為 212° ，將基本間隔分為 180 等分；每一等分稱為華氏 1° ，通常以 $^{\circ}\text{F}$ 來表示。

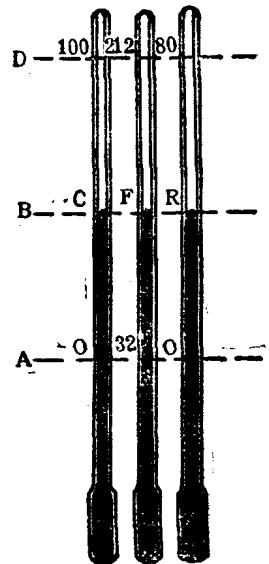
(3) 列氏溫標 是取 0° 為冰點， 80° 為沸點，將基本間隔分為 80 等分；每 1 等分稱為列氏 1° ，通常用 $^{\circ}\text{R}$ 來表示。

上述三種溫標相互間的關係如下：

如圖 2-1 所示，A 為冰點，D 為沸點，在某溫度時，液柱升到 B 點；設以 C、F、R 各表攝氏，華氏，列氏三種溫度計上所指示的度數，則因

$$\frac{AB}{AD} = \frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{R}{80},$$

或
$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{R}{4}.$$



攝氏 華氏 列氏

圖 2-1

故
$$C = \frac{5}{9} (F - 32) = \frac{5}{4} R,$$
$$F = \frac{9}{5} C + 32 = \frac{9}{4} R + 32,$$
$$R = \frac{4}{9} (F - 32) = \frac{4}{5} C.$$

2-3 絕對溫度，給呂薩克定律和查理定律

一定質量的氣體，在一定壓力下，溫度每升高 1°C ，它的體積僅增加 0°C 時體積的 $\frac{1}{273}$ 。（ $\frac{1}{273} = 0.003663$ ）這就是給呂薩克定律的基本內容。

設 $V_0 = 0^{\circ}\text{C}$ 時一定量氣體的體積；
 $V_1 = t_1^{\circ}\text{C}$ 時的體積，（壓力仍和 0°C 時相同）；
 $V_2 = t_2^{\circ}\text{C}$ 時的體積，（壓力仍和 0°C 時相同），

則
$$V_1 = V_0 \left(1 + \frac{t_1}{273} \right) = V_0 \frac{273 + t_1}{273},$$
$$V_2 = V_0 \left(1 + \frac{t_2}{273} \right) = V_0 \frac{273 + t_2}{273},$$

兩式相除則得

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_0 \frac{273 + t_1}{273}}{V_0 \frac{273 + t_2}{273}} = \frac{273 + t_1}{273 + t_2} \quad (2-1)$$

假如只加熱於氣體而不變它的容積時，它的壓力的增加是循着一定規律進行的。查理定律告訴我們，一定質量的氣體，在一定的容積之下，溫度每升高 1°C ，它的壓力僅增加 0°C 時壓力的 $\frac{1}{273}$ 。

設 $P_0 = 0^{\circ}\text{C}$ 時一定量氣體的壓力；
 $P_1 = t_1^{\circ}\text{C}$ 時的壓力，（體積仍和 0°C 時相同）；
 $P_2 = t_2^{\circ}\text{C}$ 時的壓力，（體積仍和 0°C 時相同）。