

通風机与鼓風机

(原理·計算·構造·应用)

薛宗柏編著

科技卫生出版社

通風机与鼓風机

(原理·計算·構造·應用)

薛宗拍編著



科技衛生出版社

內 容 提 要

本書可供大專學校教材及從事通風機與鼓風機設計及工作人員之一般閱讀與參考。全書分三編九章：第一編討論氣體熱力學與流體力學之基本觀念。第二編討論通風機原理、計算及構造，舉凡各種通風機之設計，各型翼瓣之作圖方法，各種斷面之螺殼計算與作圖法以及無因次性能係數之意義應用等均作詳細說明；其次討論各型通風機之性能曲綫、構造式樣以及選用、安裝、測定等項。第三編討論單級與多級鼓風機之計算、設計及構造。全書重要演算，均附有例題說明，有關參考資料，亦俾量錄入。書末並附有表格可供參考。

通 風 機 與 鼓 風 機

(原理 計算·構造·應用)

編 著 者 韓 宗 柏

*

科 技 衛 生 出 版 社 出 版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可證出098號

上海印刷學校印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號：15·300

(原大東、科技版共印6,500冊)

開本787×1092 1/27·印張9 11/27·插頁2·字數211,000

1958年10月第1版

1958年10月第1次印刷·印數1—4,000

定價：(10) 1.50 元

前 言

近年以來，通風機與鼓風機在祖國經濟建設中之需用，已日益普遍。諸凡通風工程、調節空氣、吸塵、乾燥、鍋爐進風、鍊鋼爐、熔鐵爐之吹風鼓風等均需應用通風機與鼓風機，而對於通風機及鼓風機應具之知識，已不僅欲瞭解其基本的作用原理、構造式樣，且要求在理論上有着全面的認識；在計算、設計與作圖時能熟習其一般方法與計算順序；在使用時能瞭解其各種性能關係以及各型通風機之特性構造與應用場合等。本書共分三編九章：第一編敘述氣體熱力學與流體力學之基本觀念；第二編討論通風機與鼓風機之理論部分以及通風機之計算、設計、性能、構造、選用、安裝與測定等項；第三編介紹單級及多級鼓風機之計算與構造等。全書中各個計算方法，主要依據德國流體機械權威學者 Carl Pfeleiderer 教授之各論著，其次為 Keller 教授與工程學者 B. Eck 及 F. Kluge 博士等之論著；有關計算與設計之各項參數，則同時參閱蘇聯有關著作寫出。

本書理論與實用並重，可作為大專學校有關通風機與鼓風機之教材，亦可供從事通風機與鼓風機設計或使用之工程師、技術人員參考之用。重要演算，均附例題說明，故亦可供自習之用。

本書主要參閱以下各文獻寫成：

1. 蘇聯機械百科全書第 12 卷 12 章 Центробежные Компрессоры
2. C. Pfeleiderer: Die Kreiselpumpen (第 2 版)
Die Kreiselpumpen für Flüssigkeits & gase (1949 第 3 版)
3. C. Pfeleiderer: Strömungsmaschinen (1952)
4. Hütte II (第 27 版) Abschnitt 3.
C. Pfeleiderer: Pumpen & Verdichter

5. Bruno Eck: Ventilatoren (1952 第 2 版)
6. E. Wiesmam: Die Ventilatoren
7. Friedrich Kluge: Kreiselpumpe & Kreiselpumpe Radialer Bauart (1953)
8. F. Kluge u. Grun W: Grosskreiselpumpe (德國工程師學會期刊 VDI 1941 第 157-162 頁)
9. F. Kluge: Der Kreiselpumpe auf dem Weltmarkt (Konstruktion 1950 第 5 期第 129 至 136 頁)
10. F. Kluge: Die Konstruktion der Kreiselpumpe (Konstruktion 1951 第 9 期第 265 至 275 頁)
11. Neuere Entwicklungen in Ventilatorbau (Konstruktion 1951 第 1 期第 29-30 頁)
12. W. Eckert: Axialkompressoren und Radialkompressoren (1953)
13. X. Hafer: Ein einfaches Verfahren zum Bemessen von einstufigen Radialpumpe (VDI 1953 年第 331-334 頁)
14. Dubbels Taschenbuch für den Maschinenbau (1953 年第 11 版)
F. Sörensen u. A. Garve: Strömungsmaschinen
15. Church: Centrifugal Pumps & Blowers
16. 後藤一雄: 送風機工學
17. 薛宗柏: 离心式通風機與鼓風機之設計(大東書局出版)
18. 薛宗柏: 泵浦(大東書局出版)
19. 薛宗柏: 壓氣機(大東書局出版)
20. Heating, Ventilating, Air Conditioning (1950)
21. Martin garms: Handbuch der Heizungs-& Lüftungstechnik Bd II (1953)

本書限於工餘寫成，復以作者經驗學識淺陋，書中謬誤與編寫不當之處當在不免，讀者惠予指正或提供意見均為作者深切感謝也。

薛宗柏識 一九五五年四月

目 錄

第一編 物理學基本觀念

第一章 有關氣體熱力學之基本觀念	1
(1.1) 氣體各種狀態之定義	1
1. 壓力 2. 溫度 3. 體積、重量、比重及密度 4. 熱量單位	
(1.2) 理想氣體之基本定律	5
1. 波義耳氏定律 2. 格路薩克氏定律 3. 波義耳及格路薩克氏合律 4. 理想氣體之一般狀態方程式 5. 道爾敦氏定律 6. 阿服加特路 氏定律	
(1.3) 混合氣體之氣體常數	10
(1.4) 熱和功的互換及氣體之比熱	11
1. 熱力學第一定律 2. 比熱	
(1.5) 氣體之熱量方程式及壓容圖形	14
(1.6) 氣體之熱容量	15
(1.7) 氣體之熵	16
(1.8) 氣體之狀態變化	20
(1.9) 壓氣機各種工作循環之比較	28
第二章 有關流體力學之基本觀念	33
(2.1) 流體力學基本定律	33
1. 連續流量方程式 2. 倍諾利氏方程式 3. 倍諾利氏方程式之 推廣 4. 滯矩定律	
(2.2) 空氣之流動阻力	38
1. 管壁摩擦阻力損失 2. 動壓力損失 3. 管子斷面積突然變更 時之阻力損失 4. 空氣流經斷面積逐漸擴大之管子時之阻力損失 ΔP_{v-c} 5. 空氣進入及離開管子時之阻力損失 ∇P_{v-a} 6. 空氣流 經各種管子附件時之阻力損失 ΔP_{v-z}	

第二編 通風機原理、計算及構造

第三章 通風機原理.....	53
(3.1) 通風機之沿革	53
(3.2) 通風機之分類	54
(3.3) 離心式通風機之工作原理	57
(3.4) 輸氣高度之意義	60
(3.5) 空氣在通風機翼輪內之運動	62
(3.6) 通風機基本方程式及其理論上之輸氣高度	64
(3.7) β_2 對輸氣高度之影響	69
(3.8) 通風機各種翼瓣形狀之討論	73
(3.9) 有限翼瓣數對空氣流動狀態之影響	77
(3.10) 通風機之實際輸氣高度	81
(3.11) 通風機性能係數	83
1. 壓力變換係數 k 及壓力係數 ψ 2. 容積係數 φ 及輸風量係數 $\bar{\varphi}$	
3. 功率係數(馬力係數) 4. 比轉數(快速係數) n_q	
(3.12) 通風機之損失	89
1. 圓板摩擦阻力 2. 空氣進入翼輪時之撞擊損失 3. 空氣在翼輪內部流動時之阻力損失 4. 空氣進入導輪時之撞擊阻力損失	
5. 空氣流經螺殼時之能量變換損失 6. 漏損風量 7. 機械摩擦阻力損失	
(3.13) 通風機(或鼓風機)之功率與效率	95
一、功率 二、效率	
第四章 通風機之計算與設計.....	99
(4.1) 通風機應具總壓力差之計算	99
1. 通風機之前後不裝吸氣管及壓氣管者 2. 吸氣式通風機 3. 壓氣式通風機 4. 具有吸氣管及壓氣管之通風機	
(4.2) 通風機翼瓣之作圖法.....	105
1. 直線形翼瓣作圖法 2. 圓弧形翼瓣作圖法	
(4.3) 多翼型通風機之設計及其翼瓣作圖法.....	111

1. 翼瓣形狀 2. 多翼形通風機之性能係數 (k, ψ 及 \bar{p} 值)	
(4.4) 離心式通風機翼輪之計算及設計	121
1. 翼輪進氣端之計算 2. 翼瓣數 n 之決定 3. 翼輪出氣端之計算 4. 軸	
(4.5) 螺壳	139
一、螺壳之計算及作圖法 二、螺壳之圖解求法 三、螺壳之經驗作圖法 四、有內導瓣裝置之螺壳	
(4.6) 導管	151
(4.7) 螺旋槳式通風機計算法	152
第五章 通風機之性能	161
(5.1) 通風機之性能曲線	161
一、通風機在理論上之性能曲線 二、通風機實際工作時之性能曲線	
(5.2) 通風機或鼓風機之一般性能曲線圖形	174
(5.3) 通風機輸氣量之調節	176
(5.4) 管路性能曲線與通風機工作點之確定	177
(5.5) 通風機或鼓風機之並聯與串聯工作	179
一、並聯工作時之合成性能曲線 二、串聯工作時之合成性能曲線	
第六章 通風機構造實例	184
(6.1) 徑流式通風機	184
(6.2) 軸流式通風機	191
(6.3) 通風機與鼓風機之主要構造零件	194
第七章 通風機之選用、安裝及測定	199
(7.1) 通風機之選用	199
一、風量及風壓之選定 二、通風機各種型類之選定	
(7.2) 通風機及通風管路之安裝	204
一、通風機之安裝 二、通風管路系統安裝時之注意點	
(7.3) 通風機之測定	206
1. 風壓之測定 2. 風速與風量之測定 3. 功率 N 4. 效率	

第三編 鼓風機之計算、設計及構造

第八章	鼓風機之計算及設計	209
第九章	鼓風機之構造實例	226
(9.1)	鼓風機之分類	226
(9.2)	單級鼓風機	227
(9.3)	飛機發動機用超進氣鼓風機	233
(9.4)	多級鼓風機	235
	一、高爐用鼓風機	
	二、鍊鋼爐鼓風機	

附 錄

附錄一 本書所用符號及單位說明

附錄二 每一公斤空氣之溫熵圖表

第一編 物理學基本觀念

第一章 有關氣體熱力學之基本觀念

(1.1) 氣體各種狀態之定義

1. 壓力

氣體所施於容器上之力，稱為壓力。在工業上以每平方公分受一公斤之壓力，即 1 kg/cm^2 ，稱為一工業的大氣壓力，以 at 表示之。

因為 $1 \text{ m}^2 = 10,000 \text{ cm}^2$

故 $1 \text{ at} = 1 \text{ kg/cm}^2 = 10,000 \text{ kg/m}^2$

為易於識別起見，以下所用之壓力單位以 p 表示 kg/cm^2 ，而以 P 表示 kg/m^2 。

壓力之值，常可以水柱或水銀柱高度表示之。由物理學知：施於每單位底面積上之液體壓力，為液柱高度與其比重之乘積。設以 H (m) 表示液柱之高度， γ (kg/m^3) 表液體之比重，則每單位底面積上所受之壓力為：

$$P = H \cdot \gamma (\text{kg/m}^2) \quad (1.1)$$

如底面積上所受之壓力為 $P = 10,000 \text{ kg/m}^2$ ，則該底面積上所受之壓力為 1 at 。

又由物理學知：水在 4°C 時之比重為 $\gamma = 1,000 \text{ kg/m}^3$ ，故在 10 m 水柱高度之底面積上所受之壓力，為 $P = 10 \cdot 1,000 = 10,000 \text{ kg/m}^2 = 1 \text{ at}$ ，即壓力值以水柱來表示時為：

$$10 \text{ m 水柱高度} = 1 \text{ at} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{或} \quad 1 \text{ mm 水柱} = 1 \text{ kg/m}^2 \quad (1.2)$$

水銀在 0°C 時之比重為 $\gamma = 13,596 \text{ kg/m}^3$

$$\text{故} \quad 1 \text{ mm 水銀柱} = 13.596 \text{ kg/m}^2 \quad (1.2a)$$

$$\text{或} \quad 735.53 \text{ mm 水銀柱} = 1 \text{ at} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

在 0°C 海平面上之平均大氣壓力高度為 760 mm 水銀柱，稱爲一物理的大氣壓力，以 atm 表示之：

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm} &= 760 \text{ mm 水銀柱} = 10,000 \frac{760}{735.5} = 10,332 \text{ kg/m}^2 \\ &= 1.0332 \text{ kg/cm}^2 = 1.0332 \text{ at} \end{aligned}$$

在通風機及鼓風機中所應用之壓力值較小，故壓力單位以公厘水柱(mm 水柱)^① 表示之。

氣體之壓力，如以絕對零點（即以絕對真空定爲計量壓力之起點）爲計量之起點者，稱爲絕對壓力，以 ata 表示之；一般壓力表上所指出之氣體壓力，爲超出大氣之壓力值，稱爲超壓力或指示壓力，亦有稱爲計壓力者，以 atü 表示之；又真空表上所指出之壓力值爲貯器內氣體壓力較大氣壓力爲低之壓力差值，稱爲低壓力或真空壓力，以 atu 表示之，

超壓力、低壓力及絕對壓力間之關係如下：

$$\text{超壓力} + \text{大氣壓力} = \text{絕對壓力}$$

$$\text{大氣壓力} - \text{低壓力} = \text{絕對壓力}$$

流動氣體所具之能量，可分解爲靜壓力及動壓力兩部分：前者爲氣體本身所具之內能；後者則爲氣體因具有速度而相當之一部分能量，稱爲速度高度。設以 v 表示氣體之流速 m/sec ， g 表示重力加速度 9.81 m/sec^2 ，則動壓力（或速度高度）爲 $\frac{v^2}{2g} \cdot \gamma$ (mm 水柱或 kg/m^2)。

靜壓力之測量，可以一充滿液體之 U 形管或壓力表量得之，此種測

① 在氣體熱力學之計算中，亦均以 kg/m^2 爲壓力單位。

量方法所量得之壓力值，為氣體超過大氣之壓力值，故為超壓力。如欲量得其絕對壓力，則必須有氣壓計及溫度表，以求得大氣實際所具之絕對壓力值，再加上壓力表上所指出之超壓力部分，即為氣體之絕對壓力值。

圖 1.1 a 示利用一端封閉一端開口之 U 形管，以測量大氣壓力之方法；圖 1.1 b

示利用兩端開口之 U 形管，其一端與大氣相通，一端則與欲測量空氣壓力之鼓風機相接，以測量鼓風機壓出空氣所具超壓力之方法；圖 1.1 c 示利用一端開口一端封閉之 U 形管，以測量真空壓力的方法（圖中開口一端與真空泵浦相連接，而兩 U 形管中兩水銀柱之差，則為氣體之絕對壓力；又封閉管內較高水銀柱與大氣壓力水銀柱間之差，則表氣體真空壓力或低壓力）；圖 1.1 d 示利用兩端開口之 U 形管以測量真空壓力之方法。

設以 H 表示水銀柱（或液柱）之高度（cm）， γ 為比重（ kg/cm^3 ）， p 表示壓力（ kg/cm^2 ），則由液柱以計量壓力時，可由下式得之：

$$p = H \cdot \gamma \quad (\text{kg}/\text{cm}^2) \quad (1.1a)$$

2. 溫度

氣體之溫度以攝氏溫度計之度數 $t^\circ\text{C}$ 表示之，但在氣體熱力學之各種計算中，則以絕對溫度 $T^\circ\text{K}$ (Kelvin) 表示之，其關係如下：

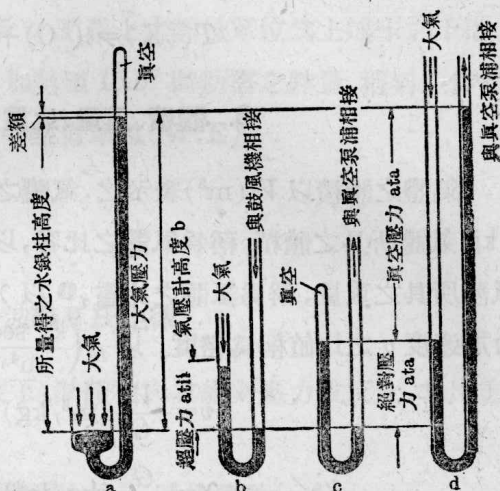


圖 1.1 a-d 氣壓計高度與超壓力，真空壓力以及絕對壓力之相互關係

$$T(^{\circ}\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273 \quad (1.3)$$

3. 體積、重量、比重及密度

氣體之體積以 V (m^3) 表示之，氣體之重量以 G (kg) 表示之；又每 1 kg 氣體所具之體積，稱為氣體之比容，以 v (m^3/kg) 表示之；每 1 m^3 氣體所具之重量，稱為氣體之比重，^① 以 γ (kg/m^3) 表示之；又 γ 與重力加速度 g 之比值稱為密度，以 ρ ($\frac{\text{kg sec}^2}{\text{m}^4}$) 表示之，按此則：

$$v = \frac{V}{G} \quad (\text{m}^3/\text{kg}) \quad (1.4)$$

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (\text{kg}/\text{m}^3) \quad (1.5)$$

$$V = G \cdot v \quad (\text{m}^3) \quad (1.4 \text{ a})$$

$$G = V \cdot \gamma \quad (\text{kg}) \quad (1.5 \text{ a})$$

$$v = \frac{1}{\gamma} \quad (\text{m}^3/\text{kg}) \quad (1.6)$$

$$\gamma = \frac{1}{v} \quad (\text{kg}/\text{m}^3) \quad (1.7)$$

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \quad \left(\frac{\text{kg sec}^2}{\text{m}^4} \right) \quad (1.8)$$

以上各式中空氣之 γ 平均值為 $1.2 \text{ kg}/\text{m}^3$ ，由是：

$$\rho = \frac{1.2}{9.81} = \frac{1}{8} \quad (\text{kg sec}^2/\text{m}^4)$$

又氣體在 0°C 及 760 mm 水銀柱壓力下之狀態，稱為氣體之標準狀態。

4. 熱量單位

在物理學上，將一克水自攝氏表 14.5° 加熱至 15.5°C 時所需之熱

① 比重一詞，係單位體積所具之重量，亦可稱為重度 (Wichte)。

量稱爲 1 cal (卡路里或簡稱卡)。工業上之熱量單位爲上述卡之千倍，即將一公斤水自攝氏表 14.5° 加熱至 15.5° 時所需之熱量，稱爲一仟卡 (kcal) 或大卡路里，亦可稱爲一熱量單位 (W.E)。

(1.2) 理想氣體之基本定律

1. 波義耳氏定律

一定重量之氣體在等溫度下，其體積與其絕對壓力成反比，其比重則與絕對壓力成正比。

設 V_1 表示氣體在絕對壓力 P_1 時之體積 (m^3)；

V_2 表示氣體在絕對壓力 P_2 時之體積 (m^3)；

v_1 及 v_2 表示每一公斤氣體在 P_1 及 P_2 時之體積，即比重 (m^3/kg)；

G 表示氣體之重量 (kg)；

則波氏定律可用下式表之：

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{G \cdot v_1}{G \cdot v_2} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{p_2}{p_1}$$

所以 $P_1 V_1 = P_2 V_2$ 或 $P_1 v_1 = P_2 v_2 = \text{常數}$ (1.9)

又 $v_1 = \frac{1}{\gamma_1}$, $v_2 = \frac{1}{\gamma_2}$

故 $\frac{P_2}{P_1} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}$ (1.10)

2. 格路薩克氏定律

一定重量之氣體，在等壓力下體積與絕對溫度成正比。

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (1.11)$$

$$\text{或} \quad V_2 = V_1 \cdot \frac{273 + t_2}{273 + t_1} \quad (1.11 a)$$

3. 波義耳及格路薩克氏合律

一定重量之氣體，在溫度 $t_1^\circ\text{C}$ 及壓力 P_1 (kg/m^2) 時之容積為 V_1 (m^3)，如溫度不變，則在壓力 P_2 (kg/m^2) 時之容積，按波氏定律應為：

$$V_2' = V_1 \cdot \frac{P_1}{P_2} (\text{m}^3)$$

令上式中 V_2' 氣體之壓力 P_2 不變，而溫度則自 $t_1^\circ\text{C}$ 變為 $t_2^\circ\text{C}$ ，則其容積按格路薩克氏定律應為：

$$V_2 = V_2' \cdot \frac{T_2}{T_1} (\text{m}^3)$$

將 V_2' 之值代入，則得：

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{P_1}{P_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} (\text{m}^3)$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \text{或} \quad \frac{P_1 v_1}{T_1} = \frac{P_2 v_2}{T_2} \quad (1.12)$$

例題 1.1. 在 0°C 及 760 mm 水銀柱壓力下，空氣之比重為 $1.293 \text{ kg}/\text{m}^3$ ，問在 20°C 及 680 mm 水銀柱壓力下之比重為若干？

解：按第(1.12)式，如氣體之重量為 1 kg，則：

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1}$$

$$\text{因} \quad \gamma_2 = \frac{1}{v_2}, \quad \gamma_1 = \frac{1}{v_1}, \quad \text{所以} \quad \gamma_2 = \gamma_1 \cdot \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2}$$

$$\gamma_2 = 1.293 \cdot \frac{680}{760} \cdot \frac{273}{293} = 1.08 \text{ kg}/\text{m}^3$$

4. 理想氣體之一般狀態方程式

按(1.12)式每 1 kg 氣體之狀態方程式為：

$$\frac{P_1 v_1}{T_1} = \frac{P_2 v_2}{T_2} = \text{常數}$$

因上式中 P_1, v_1, T_1 及 P_2, v_2, T_2 均為任意情況下之氣體狀態，故在一般氣體狀態方程式中，亦可以 P, v, T 表示之。令 R 表示上式中常數，則：

$$R = \frac{P \cdot v}{T} \text{ (mkg/kg}^\circ\text{)} \quad (1.13)$$

$$\text{或} \quad R = \frac{P}{\gamma \cdot T} \text{ (mkg/kg}^\circ\text{)} \quad (1.13 a)$$

按第(1.13)式可寫出每 1 kg 氣體之一般狀態方程式為：

$$Pv = RT \quad (1.13 b)$$

$$\text{又因} \quad v = \frac{V}{G}, \text{ 故 } R = \frac{P \cdot V}{T \cdot G} \text{ (mkg/kg}^\circ\text{)} \quad (1.14)$$

或 G (kg) 氣體之一般狀態方程式為：

$$P \cdot V = G \cdot R \cdot T \quad (1.14 a)$$

以上各式中之 R 稱為氣體常數。同一氣體在各種不同狀態時之氣體常數為一定值。各種不同氣體，各有其不同的氣體常數。按第(1.13)式，如已知氣體在任一狀態之 P, v, T 值，即可求出該氣體之氣體常數；反之，已知氣體常數 R 及 P, v, T 中之任意兩值，亦可由公式(1.13 b) 求得其另一值。乾燥空氣之氣體常數為 $R = 29.27 \text{ mkg/kg}^\circ$ 。

凡氣體之狀態變化，能適合於上述第(1.13 b) 或 (1.14 a) 式者，均可稱為理想氣體或完全氣體。

如將 1 kg 氣體在等壓力下加熱，則氣體因受熱膨脹而作之絕對功為 l_e ①。設氣體在開始狀態時之比容為 v_1 ，加熱後之比容為 v_2 ，則按氣體之一般狀態方程式為：

$$Pv = RT$$

$$\text{故} \quad l_e = P(v_2 - v_1) = R(T_2 - T_1)$$

① 本書中以 l_e 表每 1 kg 氣體所作之絕對功， L_e 表 G kg 氣體所作之絕對功。

令上式中溫度差為 $T_2 - T_1 = 1$ ，則上式為：

$$l_e = R \quad (1.15)$$

意即氣體常數 R 可解釋為每一公斤氣體在等壓力下，加熱 1°C 時所作之外功。

幾種重要氣體之氣體常數 R 如下：

$$\text{乾燥空氣} \quad R = 29.27$$

$$\text{氧氣} \quad R = 26.5$$

$$\text{氮氣} \quad R = 30.13$$

$$\text{氫氣} \quad R = 420.9$$

例題 1.2. 已知空氣在 0°C 及 760 mm 水銀柱高度時之比重為 $\gamma = 1.293$ ，試求空氣之氣體常數。

$$\text{解：} \quad R = \frac{Pv}{T} = \frac{P}{\gamma \cdot T} = \frac{10,332}{1.293 \times 273} = 29.27 \text{ mkg/kg}^\circ$$

5. 道爾敦氏定律

在混合氣體內，各組成氣體均佔有整個體積，一若其他組成氣體不存在者然；又混合氣體所具壓力 P 為各組成氣體所具壓力 P_1 、 P_2 、 P_3 ……之總和。

$$\text{故} \quad V = V_1 = V_2 = V_3 = \dots \quad (1.16)$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \quad (1.17)$$

6. 阿服加特路氏定律

在等壓力及等溫度下，各種完全氣體之比重與其分子量成正比，亦即在等溫度及等壓力下，在相等容積內，各種氣體之分子數為相等。

設 m_1 、 m_2 、 m_3 …… 為各種完全氣體之分子量，以公斤計； v_1 、 v_2 、 v_3 …… 為各相應氣體之比容，則：