

# 真空技术基础

Б. И. 高罗列夫 著



国防工业出版社

# 真 空 技 术 基 础

Б. И. 高 罗 列 夫 著

南京無線電工业学校電真空制造专业译



國防工業出版社

1959

## 內 容 簡 介

本書系根据苏联国家动力出版社 (Госэнергоиздат) 出版的高罗列夫 (Б. И. Королев) 著的“真空技术基础” (Основы вакуумной техники) 1957年修訂第三版譯出。原書經苏联高等教育部中等專業學校管理局审定为无綫电中等專業學校的教科書。

本書的主要內容講述高真空获得技术及其測量, 檢漏方法, 真空系統裝置及其計算。首先介紹气体在物理方面的必要知識并以真空衛生方面的基本知識作結尾。

內容基本上按照抽气技术和电真空器件的真空处理来叙述的, 并附有習題和实例。同时还引入了一系列与电真空生产沒有直接关系的真空机械方面的知識。

本書写给中等專業學校的學生, 也可以作为与真空技术有关之工作人員的参考書。

本書由梁孟簫、史世平、孙天章、沈俞坤四位同志譯出, 譯出过程中曾参考原書第二版譯本的未定稿。

苏联 Б. И. Королев 著 ‘Основы вакуумной техники’ (Госэнергоиздат 1957年第三版)

\* \* \*

國防工業出版社

北京市書刊出版業營業許可証出字第 074 号  
北京西四印刷厂印刷 新华書店發行

\*

787×1092 1/25 印張 13 3/25 260 千字

1959 年 5 月第一版

1959 年 8 月第二次印刷

印数: 501~7,500 册 定价: (11) 2.00 元

NO. 2993

## 前 言

祖國（蘇聯）電真空工業的蓬勃發展是與獲得真空和測量真空技術，真空系統裝置與計算以及解決真空技術中一系列其他問題所得到的成就分不開的。這些真空技術的成就在我們（蘇聯），許多工業部門（化學工業，冶金工業，維他命工業等）也得到有效的應用。最近十多年來，物理學的成就在頗大程度上也是以真空技術的發展為基礎的。由於這些緣故，真空技術已經發展成為出色的專門學科。

《真空技術基礎》這本書供電真空中等專業學校作教科書之用。目前，這一科目還沒有供中等專業學校用的教科書，使得教師和學生的工作都發生困難。曾經使用過的參考書，有廣泛流傳的Н. А. 卡普佐夫（Н. А. Капцов“真空及稀薄氣體中的物理現象”）和А. А. 伊萬諾夫（А. А. Иванов“電真空工藝學”）教授的著作，然而其中敘述的許多問題對中專學生來說是需要加以改編的。

象真空系統的計算這樣重要的部分，Г. А. 嘉古諾夫（Г. А. Тягунов）的書（“真空系統的計算基礎”國家動力出版社，1948）也只在不久以前才出版。這本書明確地提出了解決許多早些被不正確理解的問題，這些問題在以前解決真空技術實際問題時曾造成很大錯誤。

因此我們認為必須引用這本書的一些內容寫成《真空系統計算基礎》這一章。在講授這一章時，一系列公式可以不必推導。

有二個真空系統計算的問題作了少許補充，這就是供被抽氣容器充氣之用的限制器的直徑計算問題和純淨氣體稀釋殘余氣體的計算問題。

本書中檢漏器及真空衛生這二章是新的。後一章講述得很簡略，其主要目的只是強調這個問題的意義；編寫這一章時曾引用

4  
A. I. 阿历克山德罗夫 (А. Г. Александров) 拟訂的《真空衛生規則》。

本書是編写《真空技术基础》課程教材的初步嘗試，因此讀者提出的所有缺点和錯誤將都是很寶貴的。

在第二版書中，几乎所有主要章节均作了一些补充。《真空系統計算基础》这一章作了精簡性的修改。

第三版中，除了內容作了某些修改外，还将我国(苏联)工业出品的抽气机，真空計，檢漏器及其他仪器作了叙述性的补充，对最近达到的高真空技术也作了补充。

虽然書中有某些增加的內容超出了中專教学大綱的范围。但是大綱的全部內容，本書中都作了闡述。

最后向 Р. А. 尼連捷 (Р. А. Нилендер) 教授表示感謝，他在本書編写时給以很大帮助，并提出許多寶貴的意見；同时也向 Б. С. 达里連 (Б. С. Данилин) 講師和真空科学研究所的同事 М. И. 緬斯科夫 (М. И. Меньшиков)，К. А. 沙溫斯科 (К. А. Савинском) 和 В. И. 庫茲涅佐夫 (В. И. Кузнецов) 在某些章节中提出的寶貴建議表示謝意。

作 者

# 目 录

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 前言 .....                                         | 3  |
| 緒言 .....                                         | 9  |
| 第一章 气体定律 .....                                   | 11 |
| 1-1 理想气体的状态方程 .....                              | 11 |
| 1-2 气体定律 .....                                   | 13 |
| 習題 .....                                         | 14 |
| 1-3 “气体”与“蒸汽”的概念 .....                           | 15 |
| 1-4 蒸發和凝結 .....                                  | 16 |
| 1-5 气体定律对蒸汽的适用性 .....                            | 17 |
| 1-6 真空系統各部分溫度不同时的飽和蒸汽压强 .....                    | 18 |
| 習題 .....                                         | 20 |
| 第二章 气体动力学基础 .....                                | 21 |
| 2-1 分子（原子）的热运动 .....                             | 21 |
| 2-2 从动力学观点来看气体的压强和状态方程 .....                     | 22 |
| 2-3 热运动的平均速度 .....                               | 23 |
| 2-4 气体分子热运动的平均动能与绝对溫度間的关系 .....                  | 24 |
| 2-5 速度分布定律 .....                                 | 25 |
| 2-6 1 秒鐘內向 1 厘米 <sup>2</sup> 器壁碰撞的气体分子数和体积 ..... | 26 |
| 習題 .....                                         | 27 |
| 第三章 高真空的概念及取决于真空度的                               |    |
| 气体最重要的性質 .....                                   | 28 |
| 3-1 平均自由路徑 .....                                 | 28 |
| 3-2 平均自由路徑与含气容器綫性尺度間的比值 .....                    | 30 |
| 3-3 高真空 .....                                    | 31 |
| 3-4 在低真空和高真空情況下，气体分子热运动的路徑 .....                 | 31 |
| 3-5 在低真空和高真空情況下的蒸發速度和蒸汽流 .....                   | 33 |
| 3-6 在低真空和高真空情況下气体的相互扩散 .....                     | 34 |
| 3-7 在低真空和高真空情況下气体的热傳导 .....                      | 35 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 3-8 在低真空和高真空情况下气体的内摩擦和粘滞性.....  | 38  |
| 习题 .....                        | 41  |
| 第四章 抽气过程的理论基础 .....             | 42  |
| 4-1 有关真空系统抽气过程的概念.....          | 42  |
| 4-2 容器的抽气速率和抽气机的作用速率.....       | 43  |
| 4-3 气流.....                     | 43  |
| 4-4 导管的阻力与通导能力.....             | 44  |
| 4-5 真空技术的基本方程.....              | 46  |
| 第五章 获得真空的技术 .....               | 47  |
| 5-1 获得真空的技术的意义.....             | 47  |
| 5-2 近代获取高真空的方法.....             | 49  |
| 5-3 真空抽气机的参量.....               | 50  |
| 5-4 机械抽气机.....                  | 54  |
| 5-5 蒸汽流抽气机.....                 | 80  |
| 5-6 水流抽气机 .....                 | 115 |
| 5-7 离子抽气机 .....                 | 117 |
| 5-8 捕集器 .....                   | 120 |
| 5-9 固体的吸气与放气 .....              | 123 |
| 5-10 气体的吸附与吸收.....              | 125 |
| 5-11 促进固体吸气的因素.....             | 129 |
| 5-12 真空技术中所应用的材料与主要气体的相互作用..... | 131 |
| 5-13 吸气剂.....                   | 133 |
| 5-14 从电真空器件的零件中排除气体的必要性.....    | 152 |
| 5-15 玻璃所放出的气体与玻璃去气的方法.....      | 152 |
| 5-16 金属所放出的气体与金属去气的方法.....      | 156 |
| 第六章 测量真空的技术 .....               | 162 |
| 6-1 真空计的特性 .....                | 162 |
| 6-2 U形真空计 .....                 | 163 |
| 6-3 变形的指示真空计 .....              | 166 |
| 6-4 压缩真空计 .....                 | 167 |
| 6-5 热真空计 .....                  | 179 |
| 6-6 电离真空计 .....                 | 190 |
| 6-7 依靠电离真空计来获得与测量超高真空 .....     | 196 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 6-8 在制成的电真空器件中測量真空 .....         | 199 |
| 6-9 磁控放电真空計 .....                | 200 |
| 6-10 放射性的电离真空計 .....             | 205 |
| 6-11 从气体放电的發光粗略地估計真空度 .....      | 207 |
| <b>第七章 真空系統的檢漏法</b> .....        | 209 |
| 7-1 从數量上估計真空系統的密封程度 .....        | 209 |
| 7-2 檢漏法。檢漏器 .....                | 212 |
| <b>第八章 真空系統的裝置</b> .....         | 226 |
| 8-1 真空系統的基本要求 .....              | 226 |
| 8-2 真空系統的主要材料及其連接法 .....         | 226 |
| 8-3 真空系統的零件 .....                | 243 |
| 8-4 真空密封物質 .....                 | 246 |
| 8-5 真空系統的基本形式 .....              | 249 |
| <b>第九章 真空系統計算基础</b> .....        | 270 |
| 9-1 真空系統計算可能性的条件 .....           | 270 |
| 9-2 真空技术基本方程对决定容器抽气速率的实际应用 ..... | 271 |
| 9-3 气体沿导管的流动状态 .....             | 274 |
| 9-4 导管通导能力与气体流动状态的关系 .....       | 276 |
| 9-5 計算导管通导能力时選擇公式的标准 .....       | 278 |
| 9-6 洞孔的通导能力 .....                | 282 |
| 9-7 复杂导管的計算 .....                | 284 |
| 9-8 短管的通导能力 .....                | 285 |
| 9-9 在各种压强下, 导管通导能力的計算实例 .....    | 286 |
| 9-10 导管尺寸对其通导能力的影響 .....         | 290 |
| 9-11 抽气時間的計算 .....               | 293 |
| 9-12 充气限制器的計算 .....              | 297 |
| 9-13 漏气限制器的計算 .....              | 299 |
| 9-14 純淨气体稀釋残余气体的計算 .....         | 302 |
| <b>第十章 真空衛生</b> .....            | 303 |
| 10-1 真空衛生的对象及其意义 .....           | 303 |
| 10-2 真空衛生的基本要求 .....             | 304 |
| <b>附录</b> .....                  | 308 |



## 緒 言

《真空》一詞（譯自拉丁文）字面上是虛無的意思。在科學和技術中把真空理解為低於大氣壓強的气体狀態。

獲得真空與測量真空的技術，真空系統的裝置和計算是《真空技術》這門專業課的主要內容。真空技術能發展成專門的科目是和電真空器件生產的發展有着密切聯系的。

第一個電真空器件——白熾電燈（用碳絲做成）是俄羅斯學者 А. Н. 拉德庚（А. Н. Лодыгин）發明的（1873 年）。

由於研究真空白熾燈的物理現象發現了熾熱導体的熱電子發射（Т. А. 愛迪生，1883 年）和光電效應（А. Е. 斯多列多夫和 Г. 赫茲，1887 年）。這些發現又推動了在稀薄气体和真空中電子和离子現象的研究。這些研究的結果使現代出現了數以千計不同類型的複雜的電子和离子器件，沒有它們，近代無線電技術的蓬勃發展，電子學的巨大成就和其他科學和技術部門很多成就都是不可能的。

所有這些成就只有在真空技術及時不斷地改善下才有可能。像改進了機械抽气機，發明了以新原理工作的抽气機（蒸汽流及其他抽气機）；研究固体與周圍气体相互作用所發生的現象，擬定了去气的最完善方法；可以測量極低气压的真空計；气体沿導管流動定律的研究和真空系統計算原理的探討。

只有在偉大的十月革命之後，真空技術在我國（蘇聯）才開始真正地發展起來並獲得巨大的成就。

在沙俄時代，電真空器件的生產集中於幾個依靠外國機器和原料的工廠里，三個小燈泡廠在莫斯科，一個在彼得格勒。1914 年在彼得格勒由於 Н. Д. 帕帕列克西的努力開始了接收放大管的製造，其後 1915 年在特威爾由 М. А. 蓬奇-伯魯也維奇領導這個工

作。1918年B. И. 列宁作了关于組織尼斯城無線电实验室的指示。这个实验室在M. A. 蓬奇-伯魯也維奇的领导下开始大量生产新制的接收放大管。同时还試制成功并出产了水冷功率振荡管，它后来成了外国电真空公司摹仿的样品。

1919年在A. A. 契尔内歇夫领导下于彼得格勒开始了电子管的大量生产；在他的工作基础上建立了列宁格勒《斯維特兰》电真空工厂。在C. A. 維克辛斯基领导下，这个工厂的实验室进行了富有成效的生产研究工作。

20年在莫斯科，几个不大的工厂联合成一个灯泡厂，这个厂以后發展成拥有生产研究实验室的强大电真空企业。

在偉大的衛国战争年代，部分迁移到祖国边区的电真空企业仍緊張地繼續进行工作并發展起来，无论在試制各种新型电真空器件方面或是在特种真空技术：拟制新型更完善的真空抽气机，真空計，檢漏器，建立真空系統計算的理論基础方面都大大地推进了一步。

现代电真空企业網和科学研究所已經在全国整个地区發展起来。

在社会主义劳动英雄C. A. 維克辛斯基领导下，建立了真空科学研究所，并进行了富有成效的工作，它是我国（苏联）电真空学术的中心。

現在，我国（苏联）电真空工业，特别是真空技术已成为世界上第一流的国家之一，基于此，我們深信廿次党代表大会对电真空器件增产2.6倍和其他与真空技术成就有关的科学及工业部門所提出的任务一定能富有成效地实现。

# 第一章 气体定律

## 1-1 理想气体的状态方程

气体状态由压强，体积和温度三个参数决定。为了解决在研究气体时所發生的許多問題，引用理想气体的概念和三个状态参数与气体質量相关的方程是方便的。

通常把这样的气体称为理想气体，其中：

1) 分子可以想象为弹性質点； 2) 分子間的相互作用仅限于弹性碰撞； 3) 分子占有的空間比分子活动的空間小很多，因此可以忽略不計。

气体的密度愈大，实际气体在性質上与理想气体区别愈大。真空技术中所遇到的稀薄气体正相反，这种稀薄气体在性質上与理想气体区别很小。因此，在研究稀薄气体的性質时，应用理想气体的状态方程可以不作任何修正，这方程是：

$$pV = \frac{Nm}{M}RT, \quad (1-1)$$

式中  $p$  —— 气体压强；

$V$  —— 气体体积；

$T$  —— 气体绝对温度；

$N$  —— 气体分子数；

$m$  —— 一个分子的質量；

$M$  —— 克分子（摩尔）气体的質量；

$R$  —— 气体常数。

对方程 (1-1) 必須注意以下几点：

1. 克分子（摩尔）是数值上等于分子量，以克表示的物質的質量。例如氧一克分子是32克（分子量32），氢一克分子是2克（分子量2）。

以后，我們常将克分子質量（以克表示）和分子量在数值上等同起来，在个别情况还使用符号  $M$  表示气体分子量。

2. 乘积  $Nm$  表示整个气体的質量，因此，比值  $\frac{Nm}{M}$  表示气体的克分子数。

例如，有氮（分子量28）56克，則  $\frac{Nm}{M} = \frac{56}{28} = 2$  克分子；如果有同一气体 1.4 克，則  $\frac{Nm}{M} = \frac{1.4}{28} = 0.05$  克分子等等。

3. 若气体为 1 克分子，則  $\frac{Nm}{M} = 1$ ；方程(1-1)可以簡写成

$$pV = RT.$$

显然，一克分子的分子数  $N = \frac{M}{m} = N_A$ ，它称为阿佛加德罗常数，阿佛加德罗發現这个数对任何物質都相同并等于  $6.02 \times 10^{23}$ 。 $N_A$  值恒定可从下述道理看出，那就是  $M$  在数值上等于物質的分子量，即以原子量为單位（取氢的原子量作單位）的一个分子的質量，而  $m$  也是該分子的質量，不过用另外一个單位——克来表示。

引用了阿佛加德罗常数，方程 (1-1) 可以写成

$$pV = NkT, \quad (1-2)$$

式中  $k = \frac{R}{N_A}$ ——称为分子的气体常数。

4. 如果方程 (1-1) 或 (1-2) 中，所有各量均以絕對單位（厘米，克，秒）表示，那么气体常数与气体种类无关，其值均为：

$$R = 8.314 \times 10^7 \text{ 尔格/摩尔} \cdot \text{度}；$$

$$k = 1.38 \times 10^{-16} \text{ 尔格/摩尔} \cdot \text{度}。$$

應該指出，用絕對單位时，压强用巴表示；因为压强由單位面积上的作用力度量，所以压强的絕對單位(巴)应为达因/厘米<sup>2</sup>。

压强的实用單位是毫米水銀柱或小一千倍的單位——微米水銀柱。

$$1 \text{ 毫米水銀柱} = 1333 \text{ 巴} = 1000 \text{ 微米水銀柱}；$$

$$1 \text{ 巴} = 0.00075 \text{ 毫米水銀柱}。$$

莫斯科的平均大气压为 750 毫米水银柱，约为  $750 \times 1333 \approx 10^6$  巴。

5. 从理想气体状态方程可以导出实验物理中所有熟知的气体定律。

## 1-2 气体定律

波义耳-马略特定律 一定质量的气体，在恒温下，气体压强与其体积的乘积为常数。

实际上，从方程 (1-1) 我们看到，如果气体质量  $Nm$  和绝对温度  $T$  恒定，那么考虑到  $M$  不变，可以写得：

$$pV = \text{常数} \quad (1-3)$$

在最普遍情况，只有温度维持不变，而气体的量可变时，可以写得

$$pV = \text{常数} \cdot Nm \quad (1-4)$$

即在一定温度下，气体的压强与其体积的乘积和气体的质量成正比。由此可见，如果温度维持不变，气体量完全由  $pV$  的数值所决定。在解决许多真空技术中的实际问题时，用乘积  $pV$  表示气体量是适宜的。

根据压强  $p$  与体积  $V$  所用的单位， $pV$  的单位可以用“巴·厘米<sup>3</sup>”，“毫米水银柱·厘米<sup>3</sup>”或“微米水银柱·升”等表示。

从 (1-4) 式得到： $p = \text{常数} \cdot \frac{Nm}{V} = \text{常数} \cdot \rho$ ，式中  $\rho = \frac{Nm}{V}$  ——气体的密度；因此，在恒温下，气体的压强与它的密度成正比。

除了引用单位体积所含质量的气体密度  $\rho$  的概念之外，还可引进单位体积所含气体分子数的所谓气体分子密度  $N_1 = \frac{N}{V}$  的概念。显然， $N_1 m = \rho$ ；因此在恒温时，气体的压强还与气体的分子密度成正比。

给吕萨克定律 一定质量的气体，在恒压下，气体的体积与其绝对温度成正比。

实际上, 从方程 (1-1) 我們看到, 如果  $Nm$  和  $p$  恒定, 那么考虑到  $M$  不变, 可以写得:

$$V = \text{常数} \cdot T. \quad (1-5)$$

运用方程 (1-1) 可以得到給呂薩克定律的另一表示公式: 一定質量的气体, 在恒定容积下, 气体的压强与其絕對溫度成正比。实际上, 从方程 (1-1) 令  $Nm$  和  $V$  为恒量可得:

$$p = \text{常数} \cdot T. \quad (1-6)$$

(1-6) 关系还有薩尔定律之称。

道尔頓定律 不互相起化学作用的混合气体的总压强等于各气体分压强的总和。

組成混合气体的各气体分压强等于各气体單獨存在时, 并占有混合气体容积时所产生的压强。

这个定律可以写成下式:

$$p_{c.m} = p_1 + p_2 + \cdots + p_n, \quad (1-7)$$

式中  $p_{c.m}$ ——混合气体的总压强;

$p_1, p_2, \dots, p_n$ ——混合气体中各气体的分压强。

这个定律的推导很簡單: 如果把組成混合气体的各气体量表示为  $pV$  單位, 那么显然

$$p_1 V_{c.m} + p_2 V_{c.m} + \cdots + p_n V_{c.m} = p_{c.m} V_{c.m}$$

式中  $V_{c.m}$ ——混合气体的容积。

消去  $V_{c.m}$  我們就得到 (1-7) 方程。

## 習 題

1. 在 750 毫米水銀柱下, 某容器有 5 升容积, 如果它和另一容积为 10 升, 实际上不充气的容器相連接, 問容器中的气体压强如何变化? (假定气体溫度恒定)。

答: 下降 500 毫米水銀柱。

2. 在直立的圓筒里装了密封的活塞。活塞的底面到圓筒的高度是 12 厘米, 而圓筒內 (活塞下面) 的气体具有压强 8 毫米水銀柱, 問

1) 活塞降到 3 厘米高;

2) 活塞升到 24 厘米高时气体的压强各为若干?

答: 1) 32 毫米水银柱; 2) 4 毫米水银柱。

3. 充气白熾灯在冷态下 ( $27^{\circ}\text{C}$ ) 气体压强为 600 毫米水银柱, 如果灯丝把气体加热到平均温度  $177^{\circ}\text{C}$ , 問此时泡内气体压为若干?

答: 900 毫米水银柱。

4. 在压强为 750; 1; 0.001;  $10^{-6}$  和  $10^{-9}$  毫米水银柱, 温度为  $27^{\circ}\text{C}$  时, 求气体的分子浓度。

答: 在 750 毫米水银柱—— $2.43 \times 10^{19}$  分子/厘米<sup>3</sup>,

在 1 毫米水银柱—— $3.24 \times 10^{16}$  分子/厘米<sup>3</sup>,

在 0.001 毫米水银柱—— $3.24 \times 10^{13}$  分子/厘米<sup>3</sup>,

在  $10^{-6}$  毫米水银柱—— $32 \times 10^9$  分子/厘米<sup>3</sup>,

在  $10^{-9}$  毫米水银柱—— $32 \times 10^6$  分子/厘米<sup>3</sup>。

5. 求在压强 750 毫米水银柱, 温度  $27^{\circ}\text{C}$  时, 一克分子气体的体积。

答: 24.945 升。

6. 求氮, 氧和氩混合气体的压强, 各气体的分压强依次是 400, 100 和 5 毫米水银柱。

答: 505 毫米水银柱。

7. 氮和氧的混合气体占体积 0.5 升。如果混合气体的压强是 100 毫米水银柱, 并且在 100 毫米水银柱下氮占 0.4 升体积, 氧占 0.1 升体积, 試求各气体的分压强。

答: 80 毫米水银柱和 20 毫米水银柱。

### 1-3 “气体”与“蒸汽”的概念

在真空技术中, 不仅要遇到气体, 而且还要遇到許多物質的蒸汽。

在什么情况下可以把气体定律用于蒸汽呢? 为了回答这个问题, 应该正确地地区分“气体”与“蒸汽”的概念, 并了解蒸汽与气体的主要区别。

物質的临界温度可以作为判断气态物質是气体还是蒸汽的标准。物質的临界温度是这样的温度, 即当高于此温度时物質只能处于气态; 不可能压缩使其液化。我們把高于临界温度的气态物質称为气体; 低于临界温度的称为蒸汽。

表 1-1 列出了几种物質的临界溫度。

表 1-1

| 物 質 | 临界溫度 °C | 物 質  | 临界溫度 °C |
|-----|---------|------|---------|
| 氦   | -267.8  | 氫    | -62.5   |
| 氫   | -241    | 氬    | +14.7   |
| 氖   | -228    | 二氧化碳 | +31.0   |
| 氮   | -147    | 水    | 365     |
| 氧   | -118    | 汞    | 1450    |
| 空气  | -140    | 鉄    | 3700    |
| 氙   | -122.4  |      |         |

我們看到，大約在 15~25°C 範圍变化的室溫远远超过了像氦、氫、氖、氮、氧、氫、氬这些物質的临界溫度，在尋常的溫度下，这些物質都是“永久”气体。像氙、二氧化碳这些气态物質因为临界溫度接近室溫，所以不能当作永久气体。其次，我們所以講水蒸汽，水銀蒸汽或使用在真空技术中的各种油蒸汽，是因为这些物質的临界溫度远超过室溫。最后，由于所有金屬都是大約几千度的临界溫度，我們称为金屬蒸汽。

#### 1-4 蒸發和凝結

从物理学知道，不論那一种物質如果在封閉的容器中蒸發，那么經過相当時間后就会达到饱和状态，也就是即使蒸發仍繼續进行，平衡蒸汽压維持恒定。饱和是由于在蒸發过程中，随着蒸汽密度的增大，凝結在器壁上的蒸汽分子（原子）数目与回到蒸發物質表面的分子数目也在增加的原因所造成；当單位時間內凝結的分子数目与同时間蒸發的分子数目相等时，达到恒定密度，此时在恒溫下，饱和蒸汽有恒定的压强。

在真空技术中，基于各种不同的目的，采用了各种液体；它們显然是真空系統中蒸汽的来源；例如广泛使用作为某些真空計和水銀蒸汽流抽气机工作液体的水銀；用特种油类工作的油蒸汽流抽气机与油旋轉抽气机及以水为工作液体的抽气机（水流抽气