

航空发动机原理

A. B. 馬克沙依 著
H. И. 波良斯基



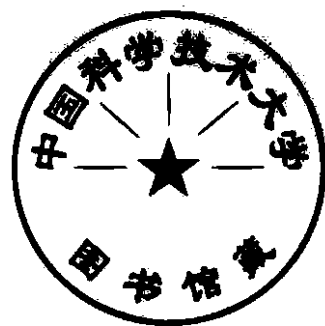
国防工业出版社

航空發動機原理

A.B.馬克沙依 H.И.波良斯基 著

田維元、王文光、張玉良 譯

王文光、蔡敬堯 校



國防工業出版社

內 容 介 紹

本書內容敘述航空活塞式發動機的分類、發動機構造及其工作原理。在講到活塞式發動機原理時，敘述了：發動機工作過程、功率、經濟性、特性曲線、潤滑、散熱、混合氣的形成及點火等。第十一章「噴氣式發動機」重點介紹了液體燃料及空氣噴氣式發動機的一般概念。本書在敘述上通俗易懂，並於每章最後列有複習題，以助於學習。

本書適於初級和中級航空學校作教材用，同時亦可供航空學院學生參考。

А.В.Максай и Н.И.Полянский
ТЕОРИЯ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
Военное Издательство
Военного министерства союза ССР
Москва 1950

本書係根據蘇聯軍事出版社
一九五〇年俄文版譯出

航 空 發 動 機 原 理

〔蘇〕馬克沙依、波良斯基 著
田維元、王文光、張玉良 譯
王文光、蔡敬堯 校

*

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第 074 号
北京新中印刷廠印刷 新華書店發行

*

850×1168 1/32 • 12¹³/₁₆ 印張 • 338,000 字
一九五六年四月第一版
一九五六年四月北京第一次印刷
印數：1—5,000 冊 定價：2.40 元



目 錄

第一章 物理常識

§ 1. 力和压力·····	1
§ 2. 功·····	3
§ 3. 功率·····	4
§ 4. 能·····	5
§ 5. 热能·····	7
§ 6. 气体及其諸值·····	10
§ 7. 气体状态的变化。过程·····	11
§ 8. 热力过程的圖示·····	13

第二章 活塞式航空发动机的構造

§ 9. 热能发动机的基本概念·····	17
§ 10. 活塞式內燃发动机的構造圖·····	18
§ 11. 航空发动机的基本要求·····	20
§ 12. 活塞式航空发动机的型別·····	22
§ 13. 活塞式航空发动机各机件的構造·····	25
§ 14. 曲拐連桿机构·····	41
§ 15. 四行程发动机的工作略圖·····	43

第三章 发动机的实际工作循环

進氣过程·····	47
§ 16. 進气过程的功用及其經過·····	47
§ 17. 充填量·····	50
§ 18. 進气过程的气体功·····	54
§ 19. 進气过程的圖示·····	55
压縮过程·····	58
§ 20. 压縮过程的功用及其經過·····	58
§ 21. 压縮过程的气体功·····	59
§ 22. 压縮过程的圖示·····	60
燃燒过程·····	63
§ 23. 燃燒过程的功用及混合气成分·····	63

§ 24. 混合气的正常燃燒	66
§ 25. 提前点火	68
§ 26. 燃燒过程的圖示	69
§ 27. 爆震	71
膨脹过程	74
§ 28. 膨脹过程的功用及其經過	74
§ 29. 混合气的残余燃燒	75
§ 30. 膨脹过程的气体功	76
§ 31. 膨脹过程的圖示	77
排氣过程	79
§ 32. 排气过程的功用及其經過	79
§ 33. 排气过程的气体功	81
§ 34. 排气过程的圖示	82
分氣定時圖示	84
§ 35. 分气定时及其功用	84
§ 36. 气門定时的功用	85

第四章 發动机功率和經濟性

§ 37. 發动机的指示功率	88
§ 38. 指示功率的計算	90
§ 39. 無增压器發动机在正常工作时的指示圖	94
§ 40. 增压發动机的指示圖	96
§ 41. 操縱發动机節气門时的指示圖	97
§ 42. 混合气点火不正常情况下的指示圖	99
§ 43. 摩擦功率	101
§ 44. 有效功率	104
§ 45. 平均有效压力	107
§ 46. 有效功率的計算	107
§ 47. 有效燃料消耗率	109
§ 48. 燃料消耗量的計算	111
§ 49. 指示热效率和有效热效率	112
§ 50. 根据有效燃料消耗率來計算有效效率	114
§ 51. 热平衡	116

第五章 增 压 器

§ 52. 增压器的用途及型別	118
-----------------	-----

§ 53. 增压器的傳动·····	121
§ 54. 增压器的流体部分·····	129
§ 55. 离心式增压器的工作及消耗的功率·····	136
§ 56. 增压器后空气压力的調節·····	139
§ 57. 自动進气压力調節器的工作原理·····	141

第 六 章 航空發动机的特性

§ 58. 發动机特性的一般概念·····	145
§ 59. 發动机的外部特性曲綫·····	146
§ 60. 外部特性曲綫的分析·····	149
§ 61. 外部特性曲綫的用途·····	150
§ 62. 發动机螺旋槳特性曲綫·····	151
§ 63. 燃料消耗随螺旋槳特性曲綫的变化情况·····	154
§ 64. 非高空發动机的高度特性曲綫·····	155
§ 65. 一速增压發动机的高度特性曲綫·····	159
§ 66. 在不同轉速时發动机的高度特性曲綫·····	161
§ 67. 二速增压發动机的高度特性曲綫·····	163
§ 68. 多速增压發动机的高度特性曲綫·····	166
§ 69. 渦輪压縮机式增压發动机的高度特性曲綫·····	167
§ 70. 速压·····	169

第 七 章 發动机的潤滑

§ 71. 潤滑的必要性和功用·····	172
§ 72. 航空發动机的潤滑系統·····	173
§ 73. 滑油泵·····	178
§ 74. 滑油濾·····	181
§ 75. 油气分离器·····	186
§ 76. 滑油散热器·····	187
§ 77. 滑油的消耗·····	188
§ 78. 航空滑油和对滑油的要求·····	189
§ 79. 滑油的粘度·····	190
§ 80. 滑油的爆發溫度·····	192
§ 81. 滑油的凝結溫度·····	193
§ 82. 滑油的安定性·····	193
§ 83. 滑油的酸性·····	194
§ 84. 滑油中的水分·····	195

§ 85. 發動機潤滑系統用的滑油·····	195
§ 86. 航空滑油的使用期限·····	196
§ 87. 特种潤滑·····	199
§ 88. 機場上航空滑油的檢查·····	201
§ 89. 潤滑系統的維護·····	204

第 八 章 航空發動機的散熱

§ 90. 散熱方法·····	209
§ 91. 影響發動機熱狀態的因素·····	210
§ 92. 氣冷散熱法·····	211
§ 93. 氣冷式發動機整流罩的作用·····	213
§ 94. 液冷散熱法·····	214
§ 95. 水散熱器·····	217
§ 96. 風洞式散熱器·····	219
§ 97. 散熱器在高空的工作·····	221
§ 98. 水泵·····	221
§ 99. 氣冷式和液冷式系統的比較·····	222
§ 100. 發動機冷卻液及對它的要求·····	223
§ 101. 散熱用的水·····	223
§ 102. 乙二醇的散熱性質·····	226
§ 103. 防凍液的散熱性質·····	227

第 九 章 輕油活塞式航空發動機混合氣的組成

§ 104. 汽化系統的要求·····	231
§ 105. 汽化器內燃料混合氣的形成·····	232
§ 106. 浮子式汽化器及其工作·····	232
§ 107. 最簡單的汽化器的工作·····	234
§ 108. 泡沫式汽化器及其工作·····	235
§ 109. 汽化器工作的圖示·····	239
§ 110. 最簡單的無浮子式汽化器·····	243
§ 111. 外部大氣條件及燃料對混合氣成分的影響·····	245
§ 112. 在汽化器上如何完成對汽化系統所提供的各主要要求·····	247
§ 113. 無浮子式汽化器的略圖及其工作·····	261
§ 114. 汽油泵·····	263
§ 115. 直接噴射式的供油系統·····	267
§ 116. 直接噴射系統總圖·····	267

§ 117. 高压汽油泵	268
§ 118. 油气分离器	274
§ 119. 混合比自动調節器	274
§ 120. 噴油咀	279
§ 121. 直接噴油系統的調節	281
§ 122. 直接噴油系統的維護	282
§ 123. 航空燃料及对它的要求	284
§ 124. 直餉的航空汽油	287
§ 125. 提高航空汽油中奥克坦数的方法	287
§ 126. 含鉛汽油的組成及其性質	289
§ 127. 目前所採用的汽油牌号及物理-化学性質	290
§ 128. 測定燃料各主要性質的方法	291

第十章 航空發動机的点火

§ 129. 在火花塞电极間造成火花的条件	296
§ 130. 影响击穿电压的因素	296
§ 131. 磁电机的安裝原則及其工作原理	297
§ 132. 磁路及其工作	299
§ 133. 磁电机电路的工作	301
§ 134. 磁电机工作的圖示	305
§ 135. 一級綫路断电时刻对二級綫圈中感应电动势的影响	310
§ 136. 磁电机电容器的功用及其工作	311
§ 137. 断电器触点間的間隙对二級綫圈中感应电动势的影响	312
§ 138. 磁电机的構造	313
§ 139. 点火时刻的变化	316
§ 140. 轉子和分电臂的旋轉速度	317
§ 141. 点火系統外部綫路的組成	319
§ 142. 点火系統的隔波裝置	324
§ 143. 点火系統的总电路圖	325
§ 144. 導綫从分电裝置向气缸的連結次序	327
§ 145. 雙起动系統	329
§ 146. 磁电机的高空工作特性	331

第十一章 噴气式發動机

§ 147. 引言	337
§ 148. 反作用推力的產生	339

§ 149. 噴氣式發動機的分類和決定發動機性能的基本數值·····	341
§ 150. 液體燃料火箭噴氣式發動機·····	344
§ 151. 液體燃料火箭發動機氣體狀態的變化·····	347
§ 152. 液體燃料火箭發動機的推力·····	348
§ 153. 用 $P-V$ 座標圖表示液體燃料火箭發動機的工作過程·····	349
§ 154. 液體燃料火箭發動機所使用的燃料和氧化劑·····	350
§ 155. 液體燃料火箭噴氣式發動機的經濟性·····	352
§ 156. 液體燃料火箭噴氣式發動機的特性曲線·····	353
§ 157. 液體燃料火箭噴氣式發動機的特點及其應用範圍·····	354
無壓縮機式空氣噴氣發動機·····	357
§ 158. 沖壓式噴氣發動機的構造和工作原理·····	357
§ 159. 沖壓式噴氣發動機的工作過程的圖解·····	359
§ 160. 沖壓式噴氣發動機的反作用推力·····	360
§ 161. 沖壓式噴氣發動機的經濟性·····	362
§ 162. 沖壓式噴氣發動機的特點·····	362
§ 163. 脈動式噴氣發動機·····	363
渦輪壓縮機式噴氣發動機·····	364
§ 164. 渦輪壓縮機式噴氣發動機的工作原理·····	364
§ 165. 渦輪噴氣式發動機進氣道的構造·····	367
§ 166. 渦輪噴氣式發動機的壓縮機·····	368
§ 167. 渦輪噴氣式發動機的燃燒室·····	370
§ 168. 燃氣渦輪原理及其工作條件·····	374
§ 169. 渦輪噴氣式發動機的噴管·····	377
§ 170. 渦輪噴氣式發動機工作過程圖解·····	378
§ 171. 影響噴氣式發動機推力的因素·····	380
§ 172. 渦輪噴氣式發動機的經濟性·····	383
§ 173. 渦輪噴氣式發動機的特性曲線·····	385
§ 174. 渦輪噴氣式發動機的基本特點·····	389
渦輪螺旋槳式發動機·····	391
§ 175. 渦輪螺旋槳式發動機的構造圖和工作原理·····	391
§ 176. 活塞發動機壓縮機式噴氣發動機·····	398

第一章

物理常識

§ 1. 力和壓力

研究自然界的各種現象，我們都認為一切物體，無論是運動或靜止，如果沒有外界原因或其他物體的作用，它是不会改變自己的狀態的。我們從來沒有見過一個靜止的物體沒有外界原因就會運動的。同樣我們還知道一個運動着的物體，它自己是不会停止或改變方向的。如果物體停止了，改變了方向或改變了速度，這一定有其原因。例如，在光滑平坦的公路上運動着的汽車，如使發動機停止工作，最後一定要停下來，其原因只是，汽車的運動機件的表面不平，地面（汽車在其上運動）也不平，不平的表面相互摩擦，因而阻滯了運動。此外，汽車還承受空氣阻力。如果有可能消除這些阻滯的因素，那末汽車就永遠以等速直線運動着，速度和方向也總不會改變。

所以只有外界原因，只有其他物體的作用，才能使物體的運動加速或減速，改變其運動方向或改變其靜止狀態。這種原因就叫做“力”。

物體間的相互作用，使物體改變其靜止狀態或等速直線運動，這種相互作用就叫做力。

在工程技術上力是以 P 表示，並以公斤(KG)為單位來測量。力的圖解是以一定大小和方向的綫段表示（如圖 1）。一定大小和方向的綫段叫做向量。力的向量是表示力的大小、力的作用方向和它的着力點。

力的作用與其大小、方向和着力點有關。例如，有一個力 P

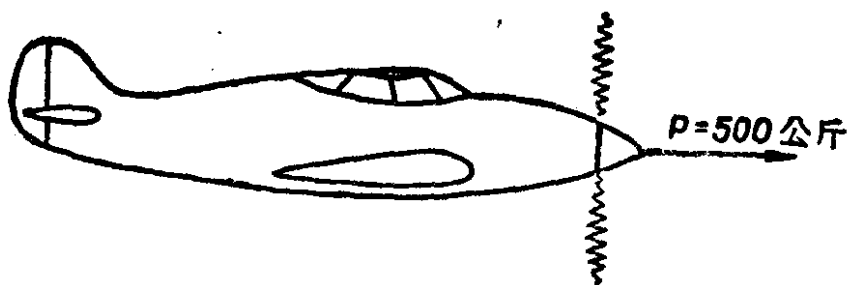


圖 1. 向量

垂直加向槳叶中心綫（如圖 2 第一種情況），那麼在這個力的作用下，螺旋槳就開始旋轉。如果順着槳叶加力（如第二種情況）螺旋槳不動，這時力量支撐於 O 點，只在槳叶內產生內應力。同樣，如加力於“ O ”點（如第三種情況）螺旋槳也不動。在第一种情况，力作用与点 O （即旋轉点）是有一段距离的。其他兩種情况，力 P 的方向都是通过旋轉点“ O ”。从而得知要使物体旋轉，力的作用一定要与旋轉軸中心有一段距离（即力臂）。

力和力臂的乘積叫做力矩。

$$M = Pa \text{ 公斤公尺} \quad (1)$$

式中 M —— 力矩（公斤公尺）；

P —— 作用力（公斤）；

a —— 力臂（公尺）；

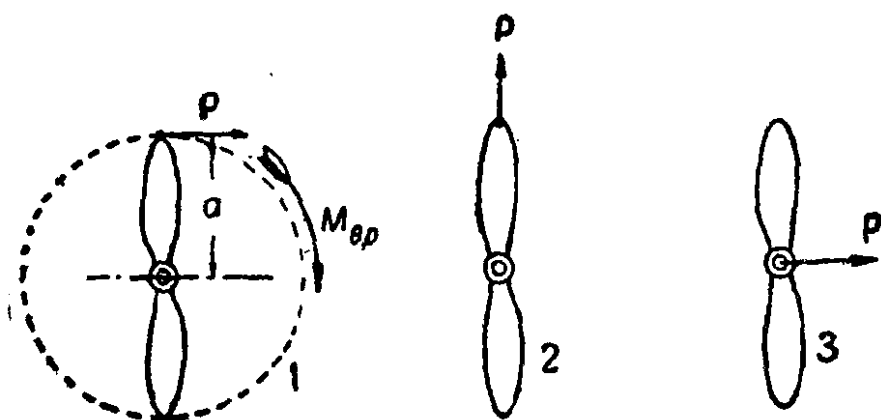


圖 2. 力矩

1—力 P 產生旋轉力矩 $M = Pa$ ； 2—力 P 的方向通过旋轉点 $M = 0$ ； 3—力 P 作用在旋轉点上 $M = 0$ 。

物体在力矩的作用下旋轉，叫做旋轉力矩。旋轉力矩用 $M_{\text{вп}}$ 表示。

在实际中，往往只是知道作用在物体上的总力量是不夠的，还必須要知道作用在物体表面每一單位面積上的力量。作用在物体單位面積上的力叫做單位压力。單位压力以 p 表示，根据面積的單位不同，分別用公斤/平方公分 $\left(\frac{\text{KF}}{\text{CM}^2}\right)$ 或公斤/平方公尺 (KF/M^2) 來測量。

$$p = \frac{P}{F} \text{ 公斤/公分}^2 \quad (2)$$

式中 p ——單位压力 (公斤/公分²)；

P ——作用在物体全面積上的力 (公斤)；

F ——物体的面積 (公分²)。

如果單位压力 p 和面積 F 已知，根据公式 (2) 很容易求出力量 P 。

$$P = pF \text{ 公斤。} \quad (3)$$

§ 2. 功

当飛機平飛时，要克服空气阻力；機車在鉄軌上运动时，要克服摩擦力；机械員用剪子剪金屬时，要克服金屬分子間的內聚力。所有上述情况，都完成了一定的机械功，同时也克服了阻力而進行了某种运动。沒有运动也就不能做功。

功就是物体克服了阻力而移动的一段距离。

如有一力作用於物体使其运动，那么这个力就是做了功。如果力作用於物体，但是物体沒產生运动，那么这个力就沒有做功。例如一組机械員拉一架飛機，他們沒有把它拉动，那么他們所加的力就一点外功也沒有做。

把 1 公斤重的物体，举高 1 公尺，这算做了一定的功。如果把 10 公斤重的物体，同样举高 1 公尺，那么它所完成的功就要比前者大九倍。因而得知，作用力越大，功完成的也越多，即功

和作用力成正比。

把 1 公斤重的物体，举高 5 公尺所做的功要比把同样重的物体举高 1 公尺所做的功大四倍。从而得知功和力所移动的距离也成正比。

功等於力和力所移动之距离的乘積。

1 公斤的力，移动 1 公尺距离所完成的功，做为功的單位；这个單位叫做公斤公尺 (KTM)。

功一般都用 L 表示，力以 P 表示，距离以 S 表示。

$$L = PS \text{ 公斤公尺。} \quad (4)$$

§ 3. 功 率

只是說某机器做了多少功这对做功的速度及机器的能率究竟怎样还是無从了解的。其实，在不同的時間內不管力的大小，它們都能完成同样的功。一定量的功，大的力量要比小的力量完成得快，其快的程度恰好是大力量大於小力量的倍数，因此为比較兩台机器的工作能力必須了解功率。

物体在單位時間內，所完成的功叫做功率（在一秒鐘內）。

功率以字母 N 表示，並用下面公式計算：

$$N = \frac{L}{t} \text{ 公斤公尺/秒，} \quad (5)$$

式中 L ——功（公斤公尺）；

t ——作功的時間（秒）；

N ——功率（公斤公尺/秒）。

在公式（5）中取 1 公斤公尺/秒做为功率單位，这种功率也就是 1 公斤力量在 1 秒鐘內所完成的功，因为在实际应用中，这种單位太小，所以採用了一种比它大 75 倍的單位。这种單位称为馬力 (Л.С)。

$$1 \text{ 馬力} = 75 \text{ 公斤公尺/秒。}$$

用馬力測量功率时公式（5）可以寫成

$$N = \frac{L}{75t} \text{ 馬力。} \quad (6)$$

如果功率和机器工作時間为已知，根据公式 (5) 可以求出功的大小，功等於功率乘時間：

$$L = Nt。$$

如以 1 馬力做功率單位，1 小时做時間單位，那么我們就得出一个測量功的新單位——1 馬力小时。

例題：試求 1 馬力小时比 1 公斤公尺大若干倍？

解：功的公式为 $L = Nt$ 。

而功率 $N = 1 \text{ 馬力} = 75 \text{ 公斤公尺/秒}$ ，

$$t = 1 \text{ 小时} = 3600 \text{ 秒}，$$

故 $L = 75 \times 3600 = 270000 \text{ 公斤公尺}$ 。

1 馬力小时要比 1 公斤公尺大 270000 倍。

§ 4. 能

物体作功的能力称为能。

运动着的物体，都具有一定的能量。比如冲击於渦輪叶片上的水会使渦輪旋轉；其他如飛行着的砲彈，下落的气锤及其他运动物体，都会做一定的功。这些物体只是因为其本身有了运动才產生了能。因运动速度的不同，同一物体也可能有不同的能量，物体运动得越快，其能量也就越大。

运动物体所具有的能量叫做速度能或动能。

如上所述，动能与物体質量及速度平方成正比。这也就是当物体質量增加一倍或二倍时，那么动能也增加一倍或二倍，如果物体速度增加一倍、二倍或三倍时，那么动能就要增加三倍、八倍或十五倍。

动能等於物体質量与其速度平方乘積之二分之一；

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \text{ 公斤公尺，} \quad (7)$$

式中 m ——运动物体的質量；

v ——运动速度 (公尺/秒)。

为計算物体的質量，必須將物体的重量除以自由落体加速度 g 。

$$m = \frac{G}{g} \text{ 公斤秒}^2 / \text{公尺}。$$

物体的質量和物体的重量应区别开。物体的質量是表示該物体內所含物質的多少。物体的重量是表示物体質量受地心引力吸引的多少。具有同样質量的物体，在不同的地表面上，就有不同的重量。这是因为在不同的地表面上，随着地球的旋轉，地心与該質量間的互相作用力不同的緣故。因此在科学和机械方面为計算精確起見一般都不用物体的重量，而用其質量。

例題：1 公斤气体，其运动速度为：1) 10公尺/秒；2) 1000公尺/秒；試求其动能？

解： 1. 气体的質量：

$$m = \frac{G}{g} = \frac{1}{9.81} \text{ 公斤秒}^2 / \text{公尺}。$$

2. 1 公斤气体，当运动速度为 10 公尺/秒时，其动能为：

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{1 \times 10^2}{9.81 \times 2} = 5.06 \text{ 公斤公尺}。$$

3. 1 公斤气体，当运动速度为 1000 公尺/秒时，其动能为：

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{1 \times 1000^2}{9.81 \times 2} = 50600 \text{ 公斤公尺}。$$

不僅是运动着的物体能夠做功，即使是靜止的物体只要距地面有一定的高度，有向下落的可能，它同样可以做功。使彈簧压缩或伸張，只要是在彈性界限以內，它也可以做一定的功。組成物体的原子在普通的条件下是没有什么能存在的，但在一定的条件下，它便会產生出大量的能。以上所举的例子，物体所具有的能，不是由於能看見的外部运动而產生的，而是由於它本身位置和状态而產生的。

物体由於自己的位置和状态所具有的能，叫做势能或位能。势能还有时叫做潛能。

在自然界中存在着很多种能：热能、电能、化学能、机械能、光

能、原子能等，所有这些能都是物質运动的一种形式。那么热能或电能究竟又是怎么回事呢？

热能就是物体分子运动的动能。所以說热能是物質运动的一种形式。电能是物質运动的另外一种形式，也就是更小的原子顆粒的（电子）运动能。化学能則是第三种运动形式，由於这种运动形式可使一些分子破坏並形成另外一些分子。

我們从研究能量定律得知，在自然界中能量是不会消失的，同时也不会重新出現，它只是从一种形态轉变为另一种形态。机械能轉变为热能就是这种情况。比如物体磨擦时就会生热。气体加热膨胀並作功，这就是热能轉变为机械能。我們知道，热能和机械能可以轉变为电能，同样电能也可以轉变为机械能和热能。不消耗任何一种能而要獲得另外一种能（也就是不給以代价）是不可能的。

在我們观察到的所有現象中，其变化都是由一种能轉变为另种能，同时所有的变化其能量是不变的。能量不滅定律曾这样講过：“宇宙間所貯有的能，其量是不变的”。这也就是說电能变为机械能或机械能变为热能，其总的能量是保持一定的。

能量不滅定律是罗蒙諾索夫在 1760 年所發表的定律的部分内容。罗蒙諾索夫指出：“在自然界中所發生的变化，其变化状态实質是某一物体耗費了多少能量，則另一物体將獲得多少能量……”及“一物体以本身的力作用於另一物体，而使另一物体產生运动；其所消失的能量，即將在运动过程中全部傳給另一物体”。

§ 5. 热 能

热能，正像上節我們所講过的，它是物質运动的一种形式。在科学上，把热視為一种运动形式，还是在近年來才得到廣泛普及的。在十九世紀七十年代以前，科学界还認為热是一种不可称量的特殊物質——热素；以为在物体內热素越多，那么它也就越热。还在十八世紀中叶，俄國学者 M.B. 罗蒙諾索夫在自己的著作中就反駁了这种毫無根据的热素理論。他認為对热的正確看

法，應該是物質運動的一種形式。他曾指出：“發熱的特殊物質”一說是種虛構說法，而“火和熱就是物體的分子在做滾轉運動”。但這種熱的科學理論得以普及只不過一百多年。

現在大家所公認的，正和羅蒙諾索夫所講的一樣，熱的本身就是物體分子運動的動能。該物體分子運動的越激烈，其動能就越大，物體也就越熱。物體加熱的程度叫作物體的溫度。測量溫度有好幾種溫度表。我國是採用攝氏溫度表和絕對溫度表。攝氏溫度表的0度正好相當於冰點，而100°相當水在正常氣壓下（760公厘水銀柱）的沸點。

絕對溫度表的0度，比攝氏溫度表的0度低273度。在絕對溫度表0度的時候，物體分子是沒有熱的運動。所以物體的溫度不能低於“絕對0度”。

攝氏溫度和絕對溫度的換算關係如下：

$$T = 273 + t, \quad (8)$$

式中 T ——絕對溫度；

t ——攝氏溫度。

例題：如攝氏溫度表上 $t_1 = +27^\circ$ 和 $t_2 = -23^\circ$ 試求絕對溫度是多少？

解：絕對溫度應等於：

$$T_1 = 273 + t_1 = 273^\circ + 27^\circ = 300^\circ;$$

$$T_2 = 273 + t_2 = 273^\circ - 23^\circ = 250^\circ.$$

溫度不能測量熱的多少。在實際上同樣的物質，所散掉的溫度相等，但是1公斤物質所放出的熱量，要比10公斤物質所放出的熱量少。此外，如使1公斤水的溫度升高攝氏一度，所需要的熱量，要比使1公斤金屬升高一度所需要的熱量要多。

熱量用卡路里來測定，以字母 Q 表示。卡路里分為大卡路里（或仟卡）和小卡路里（或卡）。

使1公斤水升高攝氏一度所需的熱量，叫作大卡路里。

使1克水升高攝氏一度所需的熱量，叫作小卡路里。

$$1 \text{ 仟卡} = 1000 \text{ 卡}.$$