

工程力學初級教程

原著者 B. A. 高藍斯基

譯者 沈三多 陳子晴

上海中外書局出版

工程力學初級教程

原著者 B. A. 高藍斯基

譯者 沈三多 陳子晴

上海中外書局出版

工程力學初級教程 25開本 218用紙面 169千字 定價¥12,500

原 書 名	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
原 出 版 社	В. А. ГОРАНСКИЙ
原 著 者	СЕЛЬХОЗГИЗ
原出版版次	1949年(第五版)
譯 者	沈 三 多 陳 子 晴
出 版 者	中 外 書 局
發 行 者	上 海 中 山 東 一 路 18 號
印 刷 者	協 興 印 刷 廠
	上 海 海 寧 路 788 號

書號：0043 1954年7月初版(印數)0001—2000冊

內 容 提 要

本書係根據 1949 年蘇聯農業書籍出版社(Сельхозгиз)出版的高藍斯基教授(В. А. Горанский)所著的“工程力學”(Техническая Механика)第五版譯出；爲了區別於較高深的工程力學書籍，中譯本用“工程力學初級教程”名稱出版。

原書內容包括機械原理、理論力學以及材料力學等方面的基本原理。在演釋原理時，本書儘量結合各種實用的機器或機械(其中以農業機械及拖拉機爲主)，使讀者能更好地體會和掌握這些基本原理的實際應用。

原書內容，淺顯扼要，有初中數學程度，即可進行學習。

本書適用於各種初級技術學校、藝徒學校或業餘補習學校和短期訓練班；對於農業機械化方面的各類學校，尤宜作爲教本。

目 錄

通用符號.....	1
緒 論.....	3

第一編 運動學

第 一 章 直綫運動.....	5
§ 1. 等速運動.....	5
§ 2. 不等速運動.....	13
第 二 章 迴轉運動.....	19
§ 3. 轉角。角速度.....	19
§ 4. 轉動剛體上點的速度.....	21
第 三 章 運動的傳遞.....	24
§ 5. 運動副，機構.....	24
§ 6. 鉸鏈四桿機構和它的轉換.....	26
§ 7. 凸輪和偏心輪.....	28
§ 8. 讓托機構.....	32
§ 9. 轉動的傳遞。摩擦輪.....	33

§ 10.	齒輪.....	35
§ 11.	蝸桿傳動。螺旋齒輪.....	49
§ 12.	虎克鉸鏈(萬向接頭).....	52
§ 13.	差速器.....	53
§ 14.	棘輪機構.....	54
§ 15.	皮帶傳動.....	55
§ 16.	鍊傳動.....	58

第二編 靜力學

第 四 章 作用在一點的力.....59

§ 17.	關於力的概念.....	59
§ 18.	作用在一點的力的合成.....	62
§ 19.	力的分解.....	66
§ 20.	作用在一點的力的平衡.....	69

第 五 章 平行力。重心.....72

§ 21.	平行力的合成.....	72
§ 22.	把力分解成平行的分力.....	76
§ 23.	重心.....	78

第 六 章 力矩。物體的平衡.....81

§ 24.	力對於一點的矩.....	81
§ 25.	力偶。力偶平衡的條件.....	86
§ 26.	物體的平衡.....	90

§ 27. 關於平衡的穩定性.....	95
---------------------	----

第七章 摩擦.....98

§ 28. 滑動摩擦.....	98
-----------------	----

§ 29. 滾動摩擦.....	108
-----------------	-----

第三編 機器動力學

第八章 平移運動的動力學..... 113

§ 30. 質量.....	113
---------------	-----

§ 31. 慣性力.....	116
----------------	-----

第九章 迴轉運動的動力學..... 121

§ 32. 慣性矩(迴轉運動的方程式).....	121
--------------------------	-----

§ 33. 離心慣性力.....	127
------------------	-----

§ 34. 機械的平衡.....	128
------------------	-----

第十章 功、功率..... 139

§ 35. 功.....	139
--------------	-----

§ 36. 功的圖解法.....	142
------------------	-----

§ 37. 動能定律.....	145
-----------------	-----

§ 38. 功率.....	148
---------------	-----

§ 39. 皮帶傳動的計算.....	151
--------------------	-----

§ 40. 效率。指示功率和有效功率.....	153
-------------------------	-----

§ 41. 移動阻力.....	160
-----------------	-----

§ 42. 測定拉力的儀器.....	166
§ 43. 拉力的計算.....	167

第四編 材料力學

第十一章 關於材料力學的概念.....	169
§ 44. 彈性體。虎克定律.....	169
§ 45. 拉伸、壓縮和剪切的計算公式.....	175
§ 46. 關於扭轉變形.....	178
§ 47. 關於彎曲變形.....	182
§ 48. 縱彎曲.....	196
§ 49. 在複合變形下的計算.....	200
附 錄.....	203

通用符號

S	——	距離
l	——	長度
t	——	時間
v	——	速度
φ	——	角度
α	——	角度
ω	——	角速度
n	——	每分鐘轉數
ε	——	角加速度或相對伸長
I	——	慣性矩
m	——	質量
N	——	反作用力或功率
Q	——	重力
P	——	力(有時也是重力)
F	——	力或面積
r	——	半徑
R	——	半徑
M	——	力矩
η	——	有效係數
h	——	高度或螺距
Δl	——	伸長
σ	——	正應力

- R_s —— 拉伸和壓縮的許用應力
 R_s —— 剪切許用應力
 σ_s —— 屈服極限
 σ_p —— 比例極限
 τ —— 切應力(或剪應力)
 W —— 抗彎矩
 W_p —— 抗扭矩
 E —— 第一種彈性模數
 G —— 第二種彈性模數
 q —— 載荷密度(單位長度內的載荷)

緒 論

當任何機器在工作的時候，它的各個部份都要作運動。某些部份，例如拖拉機的引擎活塞，就上下移動着，而另外一些，例如曲軸、飛輪、齒輪、心軸和輪子等則轉動着。

所有這些另件的運動，彼此之間都有一定的關係聯系着，這個關係是由機器的結構所規定的。

機器內每一個另件的運動特性，都應該是完全肯定的。如果拋開機器內的任何一個另件，則它各部份間運動的肯定性就要被破壞或者機器就要停止。例如，試把引擎的發火裝置關掉，即剝奪了可燃混合氣體的着火可能——拖拉機就要停止。如果我們把進油管的閥門關住，即停止把可燃氣體送進汽缸內，則同樣的事情也要發生。

在某種場合下，我們並不使拖拉機的結構有任何改變；它的各部份都位在它們各自的位置上，可是拖拉機却不工作——運動停止着。

運動所以停止着，顯然是因為缺少引起運動的條件。

力學是一門科學，它從事於研究物體的運動並聯系到引起這些運動的原因。

大家知道，拖拉機中引擎活塞的運動即使和飛輪的運動也是完全不相同的。爲了正確地並精密地來定出這些運動之間的區別究竟是什麼，就必須規定用什麼來一般地表示所有運動的特性；之後，就不難尋出一個運動和另一個運動之間的區別了。

在這本教科書的第一編內，我們將學會怎樣來表示每個運動的特性，同時也將討論有關運動的傳遞問題。這一編叫做運動學。

在第二編內，我們要認識在力學中非常重要的新概念——即力的

概念，我們要研究力的性質，許多力作用在一個物體上的特殊狀態——即平衡狀態，在研究機器的工作條件時，這一狀態有着重大的意義。這一編叫做靜力學。

在第三編內，我們將討論在一般情況下有關力作用在物體上的問題。這裏我們將知道機器的工作一般是怎樣發生的。我們將研究機器運動的若干情況；最後，我們要建立若干新概念，這些概念都是決定機器的工作的。這一編叫做動力學。

在第四編內，我們涉及關於在外力作用下，物體內部所起的變化的問題，並聯系到有關機件的強度問題。這一編叫做材料力學。

第一編 運動學

第一章 直線運動

§ 1. 等速運動

當觀察活塞在發動機汽缸內運動時，我們首先就看到：活塞上所有的點都沿了直線更番地上下運動着（圖 1）。

爲了作一般性的討論，我們來研究任何一點 A 沿直線運動的情形。如果一點沿着直線運動，則這樣的運動就叫做直綫運動。

可是，沿了直綫，點可以作各種各樣的運動：有些點移動得較快，另外一些則移動得較慢。

這些點的運動特性雖有區別，然而都是直綫運動。

不過，上面關於點的直綫運動的定義，還沒有完結。事實上，如果我們只指出點所沿着移動的直綫，就能說，我們已瞭解這種運動麼？當然不能。所謂瞭解點的運動，就意味着，我們能指出，任何時候點在直綫上的位置。爲此，就必須研究點運動的特性。

在直綫上（圖 2），選取任意一固定點 O 。如果知道 A 點離開固定點 O 的距離，我們就可以容易地指出，這 A 點應該處於 mm 直綫上的

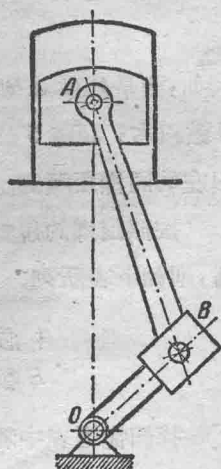


圖 1.

那一處。其實，設在某一瞬間， A 點離固定點 O 的距離是 5 公分，則從

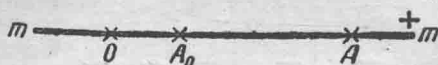


圖 2.

O 點量出距離 5 公分，我們就可以找到 A 點的位置。這裏發生一個問題：向 O 點的哪一邊來量這 5 公分，右邊還是左邊！？

爲了明確這個問題，我們規定：自 O 點向右的距離爲正（+），自 O 點向左的距離爲負（-）。現在我們已能確切地指出 A 點的位置了。

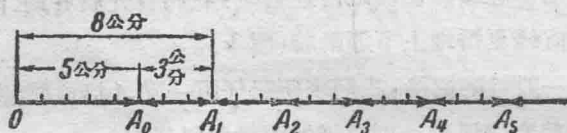


圖 3.

例如，要是知道 A 點的距離爲 $S = +5$ 公分，就等於說，這時 A 點是在 O 點以右，距離 5 公分處（圖 3）；如果 $S = -5$ 公分，則 A 點就在 O 點以左的同樣距離處。

按照這樣的規定，我們來研究某一點的運動，這點離開固定點的距離，則如下表所列：

$$\left. \begin{array}{l} t \text{ 秒} = 0, 1, 2, 3, 4, 5 \\ S \text{ 公分} = 5, 8, 11, 14, 17, 20 \end{array} \right\} \quad (I)$$

我們從這表中看到：開始時，即當我們開始研究這運動時，移動點離開固定點 5 公分。經過第 1 秒鐘後，移動點離開固定點 8 公分；到第 2 秒末則相距 11 公分，等等。同時，移動點總處在固定點的同一邊，因爲距離的符號是相同的。現在來求第 1 秒內 A 點所移過的路程。爲此，看圖 3。到第 1 秒的末， A 點離固定點 O 的距離是 8 公分，而在這秒鐘初的距離則是 5 公分；所以，在第 1 秒內，距離增加了 $8 - 5 = 3$

公分。同樣，我們求得在第2秒內，A點移過 $11-8=3$ 公分，而在第3秒內是 $14-11=3$ 公分，等等。我們看到，在目前這情況下，A點在每一秒內都移過相等的路程。這樣的運動叫做等速運動。

現在再來研究另一點的運動，它的距離則如下表所列：

$$\left. \begin{array}{l} t \text{ 秒} = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \\ S \text{ 公分} = 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 \end{array} \right\} \quad (\text{II})$$

和前面一題同樣來推論，我們求得這點在第1秒內移過 $4-2=2$ 公分，在第2秒內 $6-4=2$ 公分，在第3秒內 $8-6=2$ 公分。

因此，可以得出結論，這點的運動也是等速運動。

現在來綜合上面研究的結果。我們將用 S 表示移動點離開固定點的距離，並在這字母下面註一個符號，指出這距離是屬於什麼時候的。例如， S_0 將表示在開始時，移動點離開固定點的距離； S_2 是到第2秒末時，移動點離開固定點的距離，等等。這樣，在第1秒內點所經過的路程是 S_1-S_0 ；在第2秒內是 S_2-S_1 ；在第3秒內是 S_3-S_2 。

因為在等速運動中，每1秒內點所移動的路程都是相等的，所以，我們可以寫成：

$$S_1-S_0=S_2-S_1=S_3-S_2 \text{ 等等。}$$

設 V 是在每1秒內所移過路程的數值，則我們可以寫出：

$$S_1-S_0=V;$$

$$S_2-S_1=V;$$

$$S_3-S_2=V.$$

把這些等式的左邊部份相加，並使它等於右邊部份相加之和，便得：

$$S_1-S_0+S_2-S_1+S_3-S_2=3V;$$

簡化左邊各項後，得：

$$S_3 - S_0 = 3V;$$

由此，

$$S_3 = S_0 + 3V。$$

按照上式，我們能夠計算：到第 3 秒末時，移動點所在的距離。例如，假定在開始時，這點離開固定點的距離為 5 公分，即 $S_0 = 5$ ，並假定每一秒內移動 3 公分，即 $V = 3$ ，那末 $S_3 = 5 + 3 \times 3 = 14$ 公分。

和前面一樣地來推論，我們便可求得：

$$\text{第 4 秒末的距離爲 } S_4 = S_0 + 4V$$

$$\text{第 5 秒末的距離爲 } S_5 = S_0 + 5V$$

$$\text{第 } t \text{ 秒末的距離爲}$$

$$S_t = S_0 + Vt. \quad (1)$$

這個公式表明了等速運動的規律。

有了這公式，我們就能知道點在任何時候的距離。

例如，假若點的運動是按照表 II 所列的規律，我們要找出移動點在第 10 秒末的距離。從上面已經知道，在這例題中 $V = 2$ 而 $S_0 = 2$ ；把 $S_0 = 2$ ， $V = 2$ 和 $t = 10$ 代入公式 (1)，便求得： $S_{10} = 2 + 2 \times 10 = 22$ 公分。

作兩根相互垂直的直線 OS 和 Ot (圖 4)。在直線 Ot 上，自 O 點起截取等長的綫段 $Oc_1 = c_1c_2 = c_2c_3 = \dots$ ；讓這樣的每一綫段表示 1 秒鐘的時間。在直線 OS 上，自 O 點起截取另一些等長的綫段： $Ob_1 = b_1b_2 = b_2b_3 = b_3b_4 = \dots$ ；讓其中每一綫段表示某一距離，例如，2 公分。水平的直線 Ot 叫做時間軸，垂直的直線 OS 叫做距離軸。

從 c_1, c_2, c_3 等點作許多垂直的直線，從 b_1, b_2, b_3 等點作許多水平的直線，並在數字記號相同的垂直線和水平線的交點上，作一記號。例如，要記出通過 c_4 點的垂直線和通過 b_4 點的水平線的交點；用符號 a_4 來表示這交點。

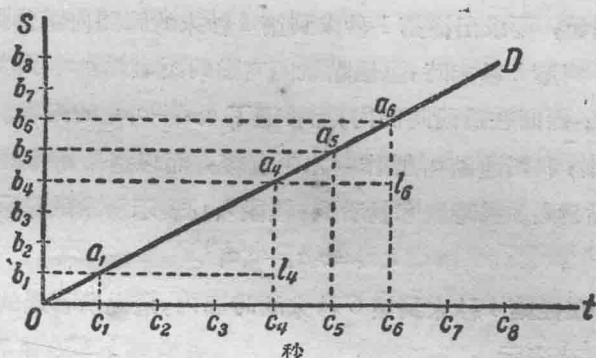


圖 4.

這樣繼續做下去，我們便得到 $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ 等點。如果用一根連續的線把這些點彼此連接起來，就得到直線 OD 。

要注意，對於這一直線上的各點，我們有下列等式： $b_1a_1 = Oc_1$ ； $b_4a_4 = Oc_4$ ； $b_5a_5 = Oc_5$ ； $b_6a_6 = Oc_6$ ，這就是說，從距離軸到直線 OD 的每一水平距離，都表示時間。例如，綫段 b_4a_4 表示着，從開始起時間過去了 4 秒，而綫段 b_6a_6 則表示 6 秒的時間。

同樣很容易看出，對於直線 OD 上各點，也可以得到下列各等式： $c_1a_1 = Ob_1$ ； $c_4a_4 = Ob_4$ ； $c_5a_5 = Ob_5$ ； $c_6a_6 = Ob_6$ ，亦即，所有從時間軸到直線 OD 的垂直距離，都表示移動點的距離。例如，綫段 c_5a_5 表示在開始後第 5 秒末時點的距離； c_6a_6 則表示第 6 秒末時的距離，等等。在開始時點的距離等於零。

由此可見，如果把直線 OD ，連同時間軸和距離軸一起畫出，我們就既不需要運動表，也不需要公式(1)了。

有了這一直線，我們同樣能求得移動點在任何時候的距離，像我們原先按表或公式(1)來求一樣。

直線 OD 叫做等速運動圖或等速運動綫。

有了運動圖，我們可以容易地求得移動點在任何時間內所移過的