

第一机械工业部业余技术学校试用教材

工程力学

陈 紹 元 編

遼寧人民出版社

第一机械工业部

业余技术学校试用教材

工程力学

陈绍元 编

辽宁人民出版社

1956年 沈阳

520.3
441



工 程 力 学

陈 紹 元 編

(内部发行)

☆

辽宁人民出版社出版 (沈阳市军署街23号)

沈阳市书刊出版业营业许可证文出字第1号

沈阳新华印刷厂印刷 新华书店沈阳发行所发行

787×1092 1/32 印张·160,000字 印数: 1—17,135

1956年12月第1版 1956年12月第1次印刷

统一书号: 7090·29

定价 (6) 0.63元

目 錄

第一部分 理論力学	1
第一章 緒論	1
1. 運動和靜止的概念	1
2. 力的基本概念	2
3. 決定力的因素	3
4. 力的圖示	4
5. 質點和剛體	5
複習提綱 複習問題	5
第一篇 靜力学	6
第二章 靜力学的基本概念和原理	6
1. 兩個力的平衡	7
2. 力的作用點可以沿着作用綫移動	8
3. 在同一直綫上作用力的合成	9
4. 反力	11
複習提綱 複習問題 練習題	13
第三章 平面匯交力系	15
1. 兩個匯交力的合成	15
2. 一力分解為已知方向匯交的兩個分力	18
3. 多個匯交力的合成	20
4. 多個匯交力的平衡	21
5. 三個互相平衡而不平行的力，必匯交於一點	23

複習提綱 複習問題 練習題	25
第四章 平面平行力系	29
1. 同方向平行力的合成	29
2. 兩個反向平行力的合成	32
3. 力對於一點的力矩	33
4. 合力的力矩	35
5. 力偶	36
6. 平行力系的平衡	39
7. 平行力系的中心和重心	44
複習提綱 複習問題 練習題	45
第二篇 運動學	50
第五章 直線運動	51
1. 等速直線運動	51
2. 等變速直線運動中的速度和加速度	56
3. 等變速運動中點所經過的路程	59
4. 在重力作用下沿豎直方向的運動	61
複習提綱 複習問題 練習題	62
5. 點的複合運動	64
6. 速度的合成	66
7. 速度的分解	67
第六章 剛體的轉動	68
1. 等速轉動	69
2. 等變速轉動	71
3. 角速度和直線速度的關係, 切向加速度和法向加速度	73
複習提綱 複習問題 練習題	76

第三篇 动力学.....	78
第七章 动力学的基础.....	79
1. 牛頓第一定律	79
2. 牛頓第二定律	80
3. 物体的質量和重量之間的關係	83
4. 牛頓第三定律	84
5. 向心力、离心力	87
複習提綱 複習問題 練習題	90
第八章 功、功率、能.....	93
1. 功的概念.....	93
2. 功的量度.....	94
3. 力矩(或力偶)所做的功.....	96
4. 功率	99
5. 轉動力矩所傳遞的功率和轉數之間的關係	101
6. 能	102
7. 势能	103
8. 動能	104
複習提綱 複習問題 練習題	106
第二部分 机械原理.....	110
第九章 摩擦与机器效率.....	110
1. 摩擦的概念	110
2. 滑動摩擦的基本定律	111
3. 滾動摩擦	114
4. 机械效率.....	115
複習提綱 複習問題 練習題	116

第十章 螺旋傳動	117
1. 基本概念	117
2. 連接螺旋和傳動螺旋	119
3. 螺桿和螺母傳動	121
複習提綱 複習問題	123
第十一章 皮帶傳動	124
1. 皮帶傳動的一般概念	124
2. 傳動比、皮帶輪系	125
3. 平皮帶及三角皮帶	128
複習提綱 複習問題 練習題	129
第十二章 齒輪傳動	131
1. 齒輪	131
2. 齒輪的幾何要素	132
3. 齒輪的種類	135
4. 齒輪的傳動	138
複習提綱 複習問題 練習題	144
第十三章 凸輪及間歇運動	146
1. 凸輪機構	146
2. 偏心輪	147
3. 間歇性傳動	148
複習提綱 複習問題 練習題	151
第十四章 連杆機構	152
1. 曲柄連杆機構	152
2. 擺動槽杆機構	155
複習提綱 複習問題	156

第三部分 材料力学	157
第十五章 材料力学的基本概念	157
1. 材料力学的任务	157
2. 力作用在物体上的变形概念	158
3. 外力、内力、应力	160
4. 杆件、变形的基本形式	162
複習提綱 複習問題.....	163
第十六章 拉伸、壓縮	165
1. 变形、应力、虎克定律	165
2. 拉伸曲綫圖及其中各特性點	170
3. 許用應力的概念	173
4. 壓縮	174
5. 拉伸壓縮計算方程式.....	176
複習提綱 複習問題 練習題	178
第十七章 剪切	182
1. 应力、变形、虎克定律	182
2. 剪切的計算方程式.....	184
複習提綱 複習問題 練習題	187
第十八章 扭轉	190
1. 扭轉的概念	190
2. 扭轉變形應力的計算	190
3. 扭轉的計算方程式	195
複習提綱 複習問題 練習題	197
第十九章 弯曲	199
1. 弯曲時的变形	199

2. 弯曲時的应力	201
3. 弯曲強度計算公式	206
4. 一般的弯曲情况	208
複習提綱 複習問題 練習題	212
第二十章 复合強度	215
1. 拉伸(壓縮)和弯曲的合成	215
2. 扭轉和弯曲的合成	217
複習提綱 複習問題 練習題	219

第一部分 理論力学

第一章 緒 論

1. 运动和靜止的概念

力学是研究运动和力的科学。关于运动和力的两个概念，需要在下面作一些簡單的說明。

自然界中的一切物質都是不停地运动着，而且有着各种不同的运动形式。例如：物体在地球上的运动；地球本身的自轉运动，及它圍繞着太陽的运动；以及分子、原子、电子的运动等等。

我們經常看到的运动，譬如：車輛在地面上的行駛，車刀架在車床面上的移动，皮帶輪对机床的轉动等等，都可以看作是物体相对于其他物体的位置变化，也叫做机械运动，是最簡單的运动形式。

將研究机械运动的規律和方法，应用到工程問題上去，就是工程力学所研究的内容。

我們經常也看到不动的物体，例如：火車停靠在月台的时候，桥梁和房屋固定在地面时。这些不动的物体，就叫做靜止的物体。但靜止的意思并不是絕對不动，而是相对的对另一个物体（一般是指地球）固定不动。例如：在車廂里看到車廂中的座位和电灯等都是靜止的，但是站在車子外面來看，这些座位和电灯

却都是跟車子一起运动。不难推想到固定在地面上的桥梁、房屋等一切物体也跟地球一起运动。因此，我們所講的靜止，是指相对的靜止。一般是指物体对地面的靜止。

2. 力的基本概念

力的概念，对我们來說好像并不陌生，因为我們在生活中时常会談到力，而且也已經应用过力。但是要明确地說明力的意义是什麼，把这个概念建立起來，却不是一件容易的事。因此，下面先研究几个問題，再來理解力的概念。

(1)要列車前進，就要機車來拖动。这就是機車对列車的作用，而使列車由靜止变为运动。

(2)要使正在开动的列車能够很快的停止，就需要刹車。这是制动器(刹車)对車輪發生作用，使正在运动着的列車变为靜止。

(3)把物体挂在彈簧上，彈簧就被拉長了。这是物体对彈簧的作用，使彈簧發生了变形。

由以上几个例子來看，機車拖动了列車，制动器刹住了車輪，物体拉長了彈簧——都是一个物体对另一物体的作用，使一个物体的机械运动發生改变(如列車由靜变动，彈簧由短伸長)。这种作用就叫做力。

从这些例子中还可以看出，力必須通过物体与物体間的作用而發生，脱离了物体就不可能有力的發生。如石块落下的現象，就是地球的引力作用。

再比較深入地來分析一下第三个例子。圖1表示物体有力(重物)作用于彈簧，將彈簧拉長；而彈簧也以同样大小的力作用

于物体，將物体鉤住。也就是說物体作用于彈簧，而彈簧也以同样大小的力反作用于物体。所以，当一个物体A以一定的力作用于B时，同时，物体B也以同样大小的力反作用于A。

3. 决定力的因素

为了要明确地表示力对物体的作用，先要知道决定力的有那些因素。例如，我們常問：“你的力气有多大”“机車有多大的牽引力”。这

就是要知道力的大小。所以力的大小是决定力的因素之一。度量力的大小，要取一个單位力來作比較，在工程中將所有的力都与物体的單位重量作比較，用多少公斤來表示，这里，重量的單位是公斤。物体的重量可以在彈簧秤上称得，同样也可以用彈簧秤(測力計)來測量力的大小，所以力的單位也是公斤。

僅只知道力的大小，还不能决定力的全部作用。因为力对

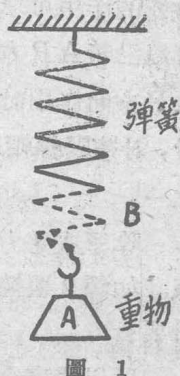
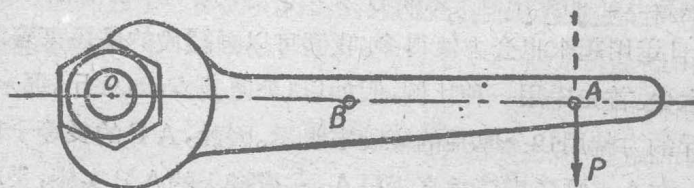


圖 1



大小
12 公厘
A 是作用点
P
方向

圖 2

物体的作用可以有各种不同的方向。如圖2,作用在扳手上的力,可以沿着AP方向作用,也可以沿着AB方向作用。当力沿着AP方向作用时,就可以把螺帽擰紧。但力沿着AB方向作用时,对擰紧螺帽就不起作用。所以力的方向也是决定力的因素之一。

除了决定力的大小、力的方向以外,还需要决定力的作用点。如圖2要擰紧螺帽时,如果力作用在A点,比作用在B点时要省力。

所以要完全表示力的作用,需决定三个因素:

(一)力的大小;(二)力的方向;(三)力的作用点。

4. 力的圖示

現在我們已經知道,要表示一个力的作用,就需决定力的三个因素。例如,要說明作用在扳手上的力,就應該这样說:力的大小是12公斤(假定它是12公斤),方向是垂直OA綫,指向AP,作用点在A。如果用圖(見圖2)來表示力的作用,会更簡單明了,而且运用起來也会方便得多。我們可以画綫段的長短來表示力的大小。首先采用一种比例,假如以1公厘長表示1公斤。那末,12公斤的力就用12公厘長的綫段來表示。因此,AP的長等于12公厘。在A点画条虛綫垂直于OA,在虛綫上的AP实綫,長度等于12公厘。P端画上个箭头,就表示了力的作用方向,A点也就表示了力的作用点,而虛綫就叫做力的作用綫。

力是不但有大小而且还有方向的量。这种量叫做**向量**。如体积、温度等是只有大小而沒有方向的量,这种量叫做**标量**。向量和标量是不同的。

5. 質点和剛体

关于質点的概念,可举例說明如下:

观看高空中的飛機,所看到的飛機僅是一点在运动着。在海边观看遙远的輪船时,也只能看到一点在运动着。因此,当我们研究这样的运动的时候,就可以把它看成一个点在运动。所以我们研究物体的运动,有时就可以看成一个点的运动。这样对于研究运动問題要方便得多。我們所假想的这个点,就称为質点。

剛体,按字意來講,就是剛硬的物体,也就是受外力作用后,不会發生变形的物体。事实上沒有这样的物体存在。因为任何坚硬的物体受到外力作用后,或多或少总有些变形。但是,在我們研究問題中,有时常把物体作为剛体(不会变形的物体),这样來研究問題就簡化了,并且对問題的結果不会發生大的誤差。所以在本書的理論力学部分和机械原理部分都假定物体为剛体。材料力学中要研究物体的彈性变形,就不能再把物体假想为剛体了。

复 習 提 綱

1. 机械运动是物体間位置的变动。
2. 静止就是不动,但只有相对静止的存在,在工程中大都是指对地球的静止。
3. 力是物体对物体的作用。所以力是相互作用的。力可以使物体發生运动的改变和形狀的改变。
4. 决定力要有三个因素:即大小、方向和作用点。
5. 力可以用圖來表示。

6. 在研究运动的問題中,有时把物体假想为一質点。
7. 剛体是假想受外力作用而不發生变形的物体。

复 習 問 題

1. 你能不能說出物体只有相对靜止的道理?
2. 請你举出几种运动的物体和靜止的物体。
3. 什麼是力? 力的作用表現在那里?
4. 怎样來量度力作用的大小? 用什麼單位來表示?
5. 請你說明一下: 力的方向、力的作用点和力的作用綫是什麼?
6. 一个圓球,重 2 公斤,用繩子挂起,請你用圖 3 將地球对圓球的作用力表示出來。
7. 為什麼力是向量? 它和标量有什麼不同?
8. 你知道什麼是剛体? 在什麼情形下要这样的假定?

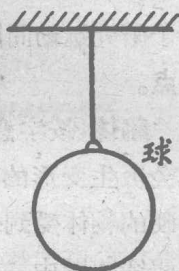


圖 3

第一篇 靜 力 学

第二章 靜力学的基本概念和原理

靜力学的内容是研究一組力同時作用于物体時的平衡条件。研究這個問題,必須要把一些力進行合成或分解。所以要找出力的平衡条件,必須先掌握力的合成和力的分解的規律。

靜力学的基本原理是奠定本課程的基礎。在今后各章中經常会应用到这些原理來作論証或推導的基礎。

1. 两个力的平衡

現在我們先觀察兩個人拔河的情況，從這個觀察中來了解兩個力平衡的條件。

假設有甲、乙兩個人，各自拉着繩的一頭，在繩的中央結上一朵紅花，如圖 4 所示。

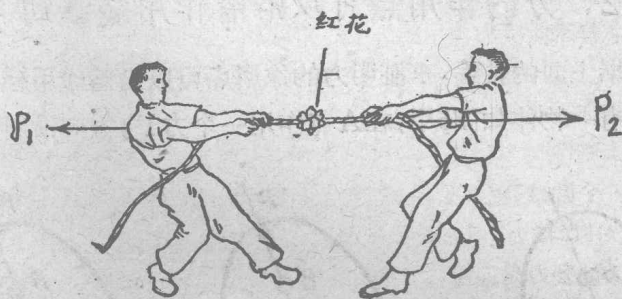


圖 4

比賽一開始，甲、乙兩人就抓緊繩子，各自向後面拉，這時候他們對繩子的作用力、方向是相反的，作用點在兩人雙手抓著的地方，而且兩個力的作用綫都共同在一根直綫上。當紅花向着甲方向移動時，就說明甲的力氣比乙大；如果紅花保持原處不動的時候，就說明甲、乙兩人的力氣相等，也就是甲、乙兩個力同時作用於繩子後，對繩子的原來運動並沒有改變。這種現象就叫做平衡。因此，兩個力的平衡條件，必須要兩個力的大小相等，方向相反，作用綫共同在一根直綫上。這些條件很重要，為了便於記住，將它簡要地寫出來：兩力平衡必須等大、反向、共綫。

上面所說的繩子原來是靜止的，當在繩上加兩個（等大、反向、共綫）相互平衡的力後，繩子仍然靜止，也就是沒有改變它的

運動狀態。現在，假使減去兩個相互平衡的力，繩子還是沒有改變它的運動狀態。於是，把這個規律推廣到任何物體時，我們就能得到一個結論：

在任何物體上，加上兩個相互平衡的力，或者減去兩個相互平衡的力，那末該物體的運動狀態不會發生改變。

2. 力的作用點可以沿着作用綫移動

根據上面的結論，來證明力的作用點可以沿着作用綫移動。

設有一物體如圖5甲，在A點作用一個力 P ，方向沿着AB。

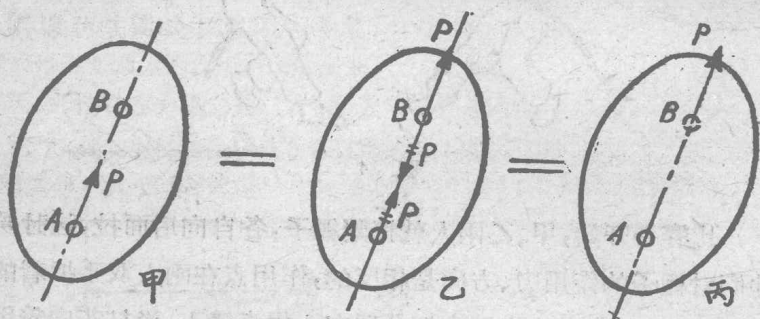


圖 5

現在於B點加兩個相互平衡的力，大小等於 P ，方向沿着AB作用綫。這時，圖5乙中的A點和B點出現了兩個新的相互平衡的力（有加短劃的）。把這兩個新的相互平衡的力減去，如圖5丙中所示，就剩下了在B點作用的 P 力。因此，把作用在A點的力，沿着作用綫移動到B點，它對物體的作用並不改變。

例如在圖6中，我們要用 P 力沿着車軌方向（即AB方向）使小車前進，那麼無論我們從後面用 P 力推（即作用在A），或者在