

9252/1

9269

普通工程力學

張正心 編著

建筑工程出版社

普通工程力學

張正心 編著

建筑工程出版社出版

• 1957 •

內容提要 本書是為初學工程力學的人寫的，包括理論力學和材料力學兩部分，內容着重於基本理論的介紹，在材料力學中，對於材料試驗也作了簡要的敘述。

書中對於理論的敘述和公式的論證均力求簡明，並且尽可能聯繫日常生活與工作中接觸到的事例，以便讀者易于領會力學理論。

本書可供具有中等專業學校以上程度的讀者作為自學的參考書，也可供高等學校專修科和中等專業學校作教學參考用書。

普通工程力學

張正心 編著

*

建築工程出版社出版（北京市阜成門外南禮士路）

（北京市書刊出版業營業許可證出字第052號）

建築工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行

書號482 字數290千字 350×1168 $\frac{1}{32}$ 印張11 $\frac{1}{4}$

1957年4月第1版 1957年4月第1次印刷

印數：1—10,000冊 定價（10）2.50元

目 录

序.....	9
--------	---

第一部分: 理論力學

上篇 靜 力 学

第一章 基本概念	13
1—1 導 言.....	13
1—2 力的概念.....	14
1—3 力的要素和度量.....	14
1—4 力 系.....	15
1—5 剛体和質点.....	16
1—6 分离体图.....	16
1—7 力的平行四边形定律.....	17
1—8 力在軸上的投影.....	18
第二章 平面共点力系	20
2—1 二力的合成和平衡.....	20
2—2 三力的平衡.....	22
2—3 几个力的合成.....	23
2—4 几个力的平衡.....	27
2—5 力的多边形.....	30
2—6 解題方法.....	31
第三章 平面平行力系.....	35
3—1 同方向二力的合成.....	35
3—2 反方向二力的合成.....	37
3—3 用圖解法求几个平行力的合力(索多边形法).....	38
3—4 力 矩.....	39
3—5 力矩定理.....	41

3—6	用計算法求几个平行力的合力	44
3—7	几个平行力的平衡	46
3—8	力偶和力偶的表示法	51
3—9	力偶的特性	52
3—10	力偶的轉換	53
3—11	力偶的合成和平衡	53
第四章	平面一般力系	55
4—1	一般力系的合成	55
4—2	一般力系的平衡	60
4—3	一般力系平衡条件的討論	62
4—4	平衡問題的解法	69
4—5	桁 架	72
4—6	懸 索	80
第五章	空間力系	82
5—1	空間共点力系	82
5—2	空間平行力系	84
第六章	摩 擦	86
6—1	摩 擦	86
6—2	摩擦系数	87
6—3	摩擦定律	88
6—4	滚动摩擦	90
6—5	軸的摩擦	91
6—6	皮帶的摩擦	96
第七章	平面面积的一次矩,形心和二次矩(慣性矩)	100
7—1	用积分法求形心	100
7—2	复合面积的形心	108
7—3	質心和重心	110
7—4	面積对于同一平面內某軸的二次矩(慣性矩)	111
7—5	坐标軸平移后的慣性矩	113
7—6	迴轉半徑	114
7—7	極慣性矩	115

下篇 动力学

第八章 質点的运动	117
8—1 概 論	117
8—2 質点的直綫运动	117
8—3 質点的曲綫运动	121
8—4 質点的圆周运动	122
8—5 簡諧运动	130
8—6 相对运动	131
8—7 牛頓定律	135
8—8 質点运动方程式	136
第九章 剛体的运动	141
9—1 剛体的移动	141
9—2 剛体的移动方程式	143
9—3 慣性力法	147
9—4 剛体的轉动	151
9—5 剛体的轉动方程式	151
9—6 常見物体的慣性矩	155
第十章 功和能	161
10—1 功和功的單位	161
10—2 功的計算	161
10—3 功 率	164
10—4 能 量	167
10—5 功和能的关係	169
10—6 效 率	173

第二部分：材料力學

第十一章 基本概念	177
11—1 彈性体的概念	177
11—2 研究材料力学的目的	177
11—3 应力和应变	177
第十二章 拉伸和压縮	178

12—1	拉伸应力和应变	178
12—2	应力和应变的关系	179
12—3	应力应变圖	181
12—4	壓縮应力和应变	183
12—5	材料受拉伸和壓縮所产生的横向变形	184
12—6	由于材料自重所产生的应力和应变	185
12—7	薄壁圓筒和中空球的应力	189
12—8	飛輪內的应力	192
12—9	容許应力和安全因数	193
12—10	拉伸和壓縮的超靜定問題	195
第十三章 剪 切		200
13—1	剪应力和剪应变	200
13—2	剪彈性模数	201
13—3	簡單的应力分析	203
第十四章 扭 轉		206
14—1	扭 轉	206
14—2	扭轉的应力和应变	207
14—3	軸的強度	208
14—4	实心軸和空心軸的強度	210
14—5	实心軸和空心軸的比較	211
14—6	軸傳达的功率	216
14—7	扭 角	219
14—8	螺旋彈簧	221
第十五章 弯 曲		224
15—1	梁	224
15—2	梁內的应力	226
15—3	梁內正应力的分布	227
15—4	中立軸的位置	229
15—5	剪力的計算和剪力方程式	230
15—6	彎曲力矩的計算和彎曲力矩方程式	235
15—7	剪力圖和彎曲力矩圖	238
15—8	剪力和彎曲力矩的关系	246

15—9 梁的強度·····	252
15—10 梁的設計概念·····	256
15—11 梁內剪應力的分布·····	257
15—12 等強度的梁·····	260
15—13 兩種材料合成的梁·····	263
15—14 鋼筋混凝土梁·····	264
15—15 鋼筋混凝土梁的設計概念·····	266
15—16 平衡應力鋼筋混凝土梁的設計·····	269
15—17 梁的彈性曲綫·····	271
15—18 用積分法求梁的撓度·····	273
15—19 用彎矩面積法求梁的撓度·····	283
第十六章 超靜定的梁 ·····	296
16—1 一端固定一端簡支受均布載荷的梁·····	296
16—2 一端固定一端簡支中點受集中載荷的梁·····	298
16—3 固定梁的中點受集中載荷·····	300
16—4 固定梁受均布載荷·····	301
16—5 三個等距簡支的梁受均布載荷·····	303
16—6 三力矩定理·····	304
第十七章 柱 ·····	310
17—1 導言·····	310
17—2 短柱的應力·····	310
17—3 斷面核心的求法·····	313
17—4 歐拉公式·····	313
17—5 歐拉公式的其他形式·····	315
第十八章 合成應力 ·····	316
18—1 拉伸和彎曲的合成·····	316
18—2 吊鈎的設計·····	317
18—3 壓縮和彎曲的合成·····	323
18—4 扭轉和正應力的合成·····	325
18—5 最大剪應力的求法·····	329
18—6 用圖解法求合成應力(應力圓)·····	334
18—7 傳力軸的合成應力·····	339

第十九章 材料試驗	343
19—1 概 述	343
19—2 拉伸和壓縮試驗	343
19—3 剪力和扭轉試驗	345
19—4 撞擊試驗	347
19—5 硬度試驗	350
附 表 各種截面形的面積,慣性矩,截面模數	355
參考書籍	359

序

編写本書的目的,是供高等学校和中等专业学校作为力学課程的教学参考書,或一般技術人員作为自修的参考書。全書分为兩部分,第一部分是理論力学,包括上篇靜力学,下篇动力学;第二部分是材料力学。

本書的內容和取材是根据作者旧稿修改和整理編成。在修改和整理的过程中,基于上述的目的,并結合个人的工作經驗,把煩难的題材尽量略去,必要的較难理論,尽可能收在各章节中。叙述的方法采取由現象逐漸提高到理論,由簡單逐漸引導到复杂的方式。所举的实例,大都是日常生活或劳动中很容易体驗到的事实。以便初学力学的人,結合这些熟悉的事实,較为容易体会力学原理,并建立明确的概念。

由于作者缺乏教学經驗,业务水平也不高,使本書不可避免地存在着一些缺点和錯訛,我誠懇地希望讀者对本書存在的錯誤和缺点提出宝貴的修正意見。

張 正 心

1956. 5. 7 北 京

第 一 部 分

理 論 力 學

上 篇 靜 力 学

第一章 基本概念

1—1 導 言 在我們日常生活和劳动中，对于力已經有了一些粗淺的認識。理論力学中所要研究的力，在基本上和人們已經有了的关于力的認識是相同的，不过是更为具体更有系統地 进行 分析而已。人們在劳动生产中所获得的經驗，使得力学在理論上得到进一步的提高，同时，提高了的力学理論反过来推动了生产技术的发展。

物体受力作用的时候可能发生的現象是：

1. 改变物体的运动；
2. 改变物体的形狀。

上述两种情况中，关于改变物体形狀的問題，將在 材料力学 中討論。理論力学是研究物体运动的科学。至于靜止——相对的靜止，不过是运动速度等于零的运动，是运动的一个特殊情况。

物体在同时受几个力作用时，它的运动速度不发生变化。也就是物体虽然同时受几个力作用，但仍能 保持等速直綫运动状态或靜止状态。这样的情况叫做平衡，此时作用于物体的各力称为互相平衡的力。靜力学就是專門討論物体在平衡狀況下，力的作用情况以及平衡的条件等。

另外，还有一些物体同时受几个力作用时，运动速度产生了一定的变化。关于这样的問題將在动力学中研究。

根据上述的理論力学研究的内容可以知道在廠房、倉庫、道路、桥梁、机械、电机、采矿、冶金……等各种工程中所遇到的力学問題，都必须根据理論力学的原理才能解决。我們学习理論力学是为了使我們能分析工程中所遇到的力学問題，从而計算各种構件，机架……等所受的力。并且在其他專業課程中也常会遇到許多力学問題。因此，理論力学也是学习其他專業課程的基础之一。

应当指出,在这里我們虽然是把理論力学和材料力学分开,甚至把靜力学和动力学也分开来研究,但这只是为了学习上的便利,并不等于把它們看成一些彼此各不相关的理論。

1—2 力的概念 在劳动中,首先是由肌肉的作用产生了力的概念。在我們周圍的許多其他現象中,如:磁极間的作用,自由落体,互撞的物体,天体間各星球的运行……等都包含着一个共同的力的基本概念,这个概念和我們由于肌肉的作用产生的力的概念完全相同。

根据許多的事实总結出如下的結論:

力是两个物体間的相互作用,只有两个物体互相作用的时候才会产生力的現象。我們由于肌肉的作用产生了力的概念,也因为我們本身就是相互作用的两个物体中的一个。

力既然是两个物体間的互相作用,那么力的出現必然是成对的,并且大小相等而方向相反。

为了研究的便利,力学中常把物体間互相作用的力省去一个,仅以其中的一个作为研究的对象。

例如起重机举起一个重物时,起重机的索鍊和重物間的作用力是相等而反向的。在設計起重机索鍊时我們可以把索鍊作用于物体的力省去,而仅考虑索鍊所受的力(物体作用于索鍊的力)。这种实例很多,不多列举。

1—3 力的要素和度量 修理鐘表或精密仪器,用很輕巧的小錘、打鉄爐或鋼鉄工廠則用大錘或汽錘。小錘、大錘或汽錘基本上都是加力的工具,不同者是在于所加的力的大小不同。如果所加的力和需要的力的大小不符合,就一定达不到目的,甚至还要造成損失。所以如果要想彻底了解任何一个力,首先就必须了解这个力的大小。

打鉚釘的时候,錘必須要平正地打下来,决不允許由鉚釘的橫向打來。在克郎球游戏中,也必須把球竿对准方向。可見仅知道力的大小,不按照正当的方向去加力还是沒有用处,所以力应当是有方向的量。

肩挑重物时,肩在挑子上的位置总要前后移动,試驗合适后才行,

不然,虽然有足够大小(或强度)的力,并且也知道是向上用力,结果还是挑不起来。同样一个天秤的支点,如果仅对天秤杆作用了足够的向上的力,而支点的位置却不合适,那么天秤也会失去作用。因此一个力如果仅知道大小(或强度)和方向,仍是不够全面的,还必须知道力的作用线的位置。所谓力的作用线就是力作用时所沿的一条直线。

从上述的实例中可以得出结论,任何一个力必须知道它的:

1. 大小(或强度);
2. 方向;
3. 作用线。

这三个要素称为力的三要素。

力的方向包括方位和指向两部分。方位是力的作用线和某定直线(如坐标轴)所成的角度。指向是力向什么地方作用。

度量力的大小(或强度),通常都是用某一规定物体在地球上某一定位置的重力作为标准,再和所要度量的力比较。如吨,公斤,市斤……等。最常用的度量力的仪器是弹簧秤。

力是有大小和方向的量,属于矢量,可以用一根有箭头的直线来表示,直线的长度按一定的比例作出,表示力的大小。直线和坐标轴间的夹角表示方位,箭头表示指向,直线就是力的作用线。

1—4 力系 如果物体同时受许多个力作用,而这些力之间的关系又很复杂,这时分析工作会很困难。为了解除这种困难,理论力学中常把力和力之间的关系或力的组合情况作为分组的根据,每一组称为一个力系。如平面共点力系,平面平行力系……等。

如果按照上述方法分组,物体不论受多少力作用,只要认清其中某几个力是属于某一力系,另外的一些力又属于另一力系。这样逐步地把各力所属的力系确定后,再分别计算,逐一合并,最后的结果就不难求出,各种力系将在今后分别讨论。

能够代替一个力系的力,称为力系的合力。相对地也把力系中的各力称为分力。能够和一个力系平衡的力,称为力系的平衡力。所以平衡力应当是和合力的大小相等、方向相反而共线的。一个力系的合

力如果等于零，則称这个力系为平衡力系。不难推知，在一个平衡力系中，任何一个分力都可以認為是其他各分力的平衡力。

1—5 剛体和質点 工程上所用的材料受 力作用时，多少总会产生一些变形。在实际上除了少数例外，这种变形是非常微小的。为了分析上的便利，理論力学中常把这种变形略去不計，假定一般材料受力作用时是不起变形的。这样的理想物体叫做剛体。

任何一个物体均占有一定的空間，并具有一定的質量，也就是說有一定的体积和一定的質量。虽然有的物体的体积和質量可能小到很难察觉，但还是不等于零。因为有的物体运动情况比較特殊，在分析研究时仅考虑它的質量就已足够，沒有考虑它的大小的必要。因此力学中也常把一个物体的大小略去不計，假定把它縮小成为一个几何点。不过这个点实际上是代表着一个有質量的物体，特称为質点。

同一物体有时可以看做剛体，有时也可以看做質点，这要根据具体的問題决定。如果物体的大小和运动范围相比是很小的話，就可把物体当做質点来看。如果物体的大小和运动范围相比并不太小，这时就把物体看做剛体。

例如一列运动的火車，仅研究火車的運動，就可以把整列的火車看成質点。如果研究機車机械的运动，这时每一机件都应当看做剛体。

1—6 分离体图 工程上为了分析并計算某一構件或机件所受的力，常划这样的图：

1. 把所要計算的部分单独划出，略去沒有关系的部分；
2. 把要計算的部分所受的外力用箭头标明。

这样作成的分析簡图叫做分离体图。根据情况的不同一个点，一个整体的結構或其中的一部分都可以当作分离体看，并作它們的分离体图。应当注意，分离体图所要的是外力，一定要把所取的分离体所受的外力全部划出。在平衡問題中將作具体的研究。分离体图在解决力学問題中占有重要地位，应特別注意。