

簡明建筑力学

叶 迪 新 編

建筑工程出版社

簡明建筑力学

葉楚新 編



建筑工程出版社出版

• 1958 •

簡明建筑力学

葉廷新 編

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內 容 提 要

本书主要是为建筑部門中轉业干部以及技术管理人員在短期內掌握建筑力学的基本原理而編写的。书中以最显浅的方法闡明构件受力情况的一般概念,免除了高深的演算部分,而主要采用图解法来进行分析。只要具备算术和一些几何学的知識,就能看懂本书。

本书內容与一般建筑力学相同,包括应用力学、材料力学以及結構力学三个部分;在結構力学中对于常遇的結構均用实际例題来作說明,使讀者有完整的概念。

本书可供建筑部門的轉业干部、技术管理干部以及初級技术員、描图員、工长等閱讀。

簡 明 建 筑 力 学

叶迪新 編

1959年1月第1版	1959年1月第1次印刷	5,000册
787×1092 · 1/32 · 100千字	印張 4 ²¹ / ₁₆ · 定价(10)0.65元	
成都印制厂印刷	新华書店發行	書号 949

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第 052 号)

目 录

第一章 緒 論	5
1. 本书的范围	5
2. 靜力学的基本概念	5
3. 力的定义	6
4. 力的分类	7
5. 力系	9
6. 力的可传性原理	9
第二章 外力——共面力系、空間力系	11
1. 特征	11
2. 共点力系——合力、分力	12
3. 共綫力系	20
4. 平行力系	20
5. 力矩	23
6. 力偶	25
7. 一力分解为另一个力和一对力偶的方法	27
第三章 靜力学的图解法——索多边形法	28
1. 索多边形图解法	28
2. 索多边形图解法的应用——求支座反力	33
第四章 內 力	49
1. 基本概念	49
2. 断面方法(截面法)、应力	51
3. 虎克定律	53
4. 拉伸和拉伸試驗曲綫图	55
5. 压縮和压縮試驗	58

6. 局部集中应力的概念	59
7. 在建筑构件中受压和受拉的示例	60
8. 剪切	62
9. 剪应力双生的原理	64
10. 在建筑构件中剪切应力的示例——剪力图	65
11. 弯曲及弯矩	74
12. 在建筑构件中受弯矩的示例——弯矩图	77
13. 剪力和弯矩的关系	90
14. 断面尺寸与弯矩应力的关系	94
15. 扭轉	95
第五章 結構靜力学	97
1. 結構学的概念	97
2. 荷重	98
3. 安全系数	99
4. 结构中采用的连接方式	100
5. 結構穩定性的研究	102
6. 桁架的介紹	108
7. 桁架中各杆件应力的分析	111
8. 拱的介紹	128
9. 超靜定結構的介紹	136
10. 連續梁的介紹	140
11. 剛架的介紹	145

第一章 緒 論

1. 本書的範圍

建筑力学这名称从广义来讲，是指研究計算各种建筑結構构件的强度、稳定性和刚性强度的原理和方法。因而要了解整个結構物或結構物中各个构件的作用，以决定合理地使用材料，就必须首先要懂得建筑力学，但建筑力学所包含的課目相当广泛，并且需要应用比較高深繁复的数学来解释。本书的目的是帮助数学基础較差的讀者，了解并掌握建筑力学中的基本原理，所以不得不削減部分內容。虽然本书在內容上还是一种綜合性的力学，从应用力学开始，繼以材料力学，最后讲結構力学，但所讲的仅指靜力学方面的主要原理，对于动力学方面的內容，因一般結構物中不常应用，而且需要較高深的数学基础，故本书略而不談。

2. 靜力学的基本概念

讲到力，几乎每个人都能很习惯地来应用这个“力”字，如我們必須用力抬这件东西，或是搬这件东西时感觉到很吃力等。在靜力学中經常讲力，研究力。这里所讲的力是否和平时所习惯使用的力有所不同呢？以力字来讲是没有什么区别的。不过所研究的力，是在某种情况下来分析它和各方面力的关系，借以了解在这个力的作用下所产生的情况。

靜力学中我們首先要明确，在今后所討論的物体是处于

靜止平衡的状态，在这种靜止平衡的条件下去研究其中各力的关系。同时所要研究的物体对象是个絕對剛体。所謂絕對剛体，就是一件不能变形的物体。無論在任何力的作用下，在物体本身内部任何方向間的距离都是不能改变的。

在事实上，自然界所有的物体在各种不同作用的影响下，或多或少要改变它本身的形状，也就是說要变形的。可是对一般固体来講在极多数的情况下，它的变形是非常小的。因此在靜力学中討論各力的一般关系时，就将这微小的变形略去不計。

3. 力的定义

当我们观察任何物体时，可以想象到这物体四周的物体对它有一定的影响。力就是物体之間这种互相影响的表现。較明显的来講，就是一个物体对另一个物体所施的作用，也就是两个物体彼此之間的相互作用。此項作用或者改变受力物体的靜止状态，或者有改变受力物体运动状态的趋势。例如当一个人站在一个地方，有其他人来碰他一下，那被碰的人，就不能維持他原有的状态，或者移动了地位，或者竟被碰倒。又例如一个人正向前很快的行走着，对面突然有人碰上来，那时被碰者就无法再維持他向前行走的速度，甚至反向后退。

要确定一个力，必须具备三个因素。第一个因素就是力的大小，它是用重量单位来表示的，如若干吨(T)，若干公斤(kg)等等。一般可以在图上画一条綫，以綫的长度来表示它的大小。如图1—1中 AB 綫的长度，就可以作为这力的大小。这长度的单位可以任意选定，如以一公分长度代表1公斤、5公斤、10公斤等。第二个因素就是方向。力的方向

是和經这力所作用的某一靜止点或物体的移动方向相同。如在图1—1中的B点，經AB的力加上后，B点就沿AB方向往D处移动。这BD方向就是力AB的方向。凡是一种量，除要用数值来表示它的大小外，还需要用方向來說明它的特征称为向量。力就是属于这向量的一种量。向量一般用箭头来表示，所以也称为矢量，见图1—1中所示。第三个因素就是作用点，凡与力所接触的一点如图1—1中的B点，称为作用点。若是这AB的力在拉A点，那末A点就是作用点。在画一个表示力的矢时，其开始一点称为力矢的起点，其終止一点称为力矢的終点。凡能与力矢相重合的任何长度的直綫，就称为力的作用綫，如图1—1中的CD与AB相重合，CD即为力AB的作用綫。因此作用綫是可以任意延长的一条表示力作用方向的直綫。

綜上所述，任何力必需具备大小、方向和作用点三个因素才能确定。

4. 力的分类

力在靜力学中可以分为外力和內力两种。

外力是作用于物体外部的力，在性質上又可以分为作用力和反作用力两种。

作用力作用于物体上时，有使物体移动位置的傾向。例如地心吸力、人的臂力、风、雪、車輛、人群以及其他物体等等的压力。在工程上对作用力通常称为荷載或荷重。

反作用力是在作用力对物体作用条件下阻止物体移位的力。所以反作用力只是在有作用力存在时才产生；一旦作用力移去，反作用力也立即消失。

对于作用力和反作用力的性質，可以用日常常遇的实例

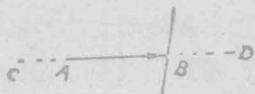


图 1—1



图 1—2

来说明一下。例如有二人用杠棒去抬煤或其他物件，见图1—2。这一筐煤吊在杠棒上就成为作用力，因为它会使抬煤的人感觉到沉重，有被压下去的倾向。同时在抬煤的二人肩上就产生有反作用力来把它支持住，不使人被压下去。若是将煤移去，作用力消失，肩上所产生的反作用力也就消失，因此觉得轻松自如。

作用力中又可以分为集中力和分布力。

因为集中力的接触面很微小，故可以假定它是集中在一点上，这一点也就是作用点。图1—2中挂在杠棒上的煤就是属于集中力。

分布力是作用力分布在物体的整个或一部分的表面上。例如在一间房屋内的地面上放满了货物，这些货物就是地面上的分布力。

内力是物体内部或物体体系内各组成之间在外力作用下所产生的力。若是没有外力作用就没有内力。在工程上通常称为应力或内应力。这内应力也有好几种，在以后讲到内力时再分别详为解释。

5. 力 系

作用于整个或一部份物体上的外力和内力，存在的数目往往是不止两个。这些超过两个以上的一群力，一般称为力系。力系的种类很多，有共面力系、空間力系。共面力系中更有几种力系。在下一章中将分別介紹。

6. 力的可传性原理

在解释可传性原理之前，先得引用几条公理。所謂公理就是大家都認為合理的理由，不需要再做証明的。在这里为了使讀者更容易了解起见，在公理下面都举一个通俗例子来表明它。

公理1. 若要使作用于物体上的两个力互相平衡，必須使它們的大小相等，并且作用在两作用点的連綫上，但方向相反。

例如在作拉繩游戏时，两人的力量相等，則二人和中間被拉的繩子均无可变动。若是将繩子系在一根棒上，位置如图1—3A，則当二人开始拉时那棒就开始轉动，直到变成如图1—3B的情况才停止不动。这现象就是說明在开始二个力虽相等而不在一条直綫上，所以不能平衡而移动了。一直到轉成B的情况变成在一条直綫上才能平衡而維持于靜止状态。这就合乎公理1的条件。

公理2. 如果在物体上原有一个力系在作用着，若是在这力系上加上或除去任意的平衡力系，仍不改变該物体的原有状态。

例如在上面拉繩的实例中，若是在每一边各加上一个力量相等的人去拉，还是維持着原来的平衡靜止状态。同样再

将每边除去力量相等的人，也維持原状。

从上面两条公理就可以推演出可传性原理。从图1—4中可以說明。假設力 P 作用于物体的 A 点上，又在其作用綫上

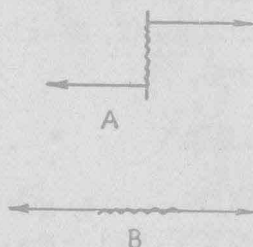


图 1—3

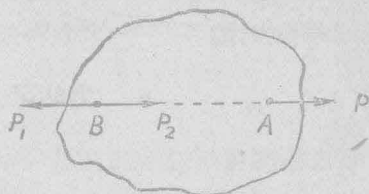


图 1—4

的 B 点处加上两个大小相等方向相反的平衡力 P_1 和 P_2 ，而且这两个力的作用綫和力 P 的作用綫相重合。根据上面公理2这一对力 P_1 、 P_2 加上后，不影响这物体的原状态。现在再假設这三个力大小都相等，即 $P_1 = P_2 = P$ 。这样 P_1 和 P 又是一对大小相等而方向相反的平衡力，根据公理2也可以把它除去而不影响这物体的状态。这样結果只留下 P_2 作用在 B 点，而这物体的状态和 P 在 A 点作用一样。根据上面这例子就可以得到下面的結論：作用在物体上的力，其作用点可以沿力的作用綫搬移至任意一点，而不影响該物体的状态。这个結論就称为可传性原理。

同时应当指出，这可传性原理的应用，仅指外力对这物体所产生的作用而言。絕对不能涉及物体内部所产生的应力情况。这情况可以从下列的例子中來說明。如图1—5中 A 的情况下，在这杆的两端沿其軸心綫所受的一对外力 P 和 P_1 的作用是使它内部产生向中挤的压力。若是用可传性原理将 P 和 P_1 的位置颠倒过来如图中 B ，則它内部将产生向外延伸的

拉力。若是再如图中C的情况将两个移到中心，假设两力相等，则两力互相对消，在内部一点应力产生的现象都没有了。因此可以看出在內应力方面若如图中B和C那样的运用可传性原理，将造成荒谬的结果。若是上面三个情况从外力的作用来看，还是始终能维持这物体原有的静止状态，并无其他的影响。

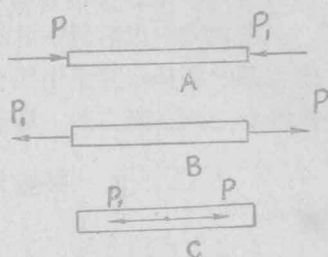


图 1-5

第二章 外力——共面力系、空间力系

1. 特 征

现在先介绍一下共面力系和空间力系的特征。所谓共面

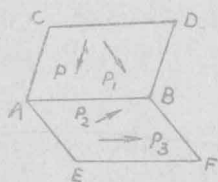


图 2-1

力系从字面上来讲就是这一群力都是共同存在在一个平面上。如图2-1中ABCD是一个平面，ABEF是另一个平面。力P和P₁是共同在ABCD一个平面上，力P₂和P₃是共同在ABEF一个平面上。所以P和

P₁是共面力系，P₂和P₃是共面力系。

所谓空间力系从字面上来讲就是一群在空间任意散布的力。“空间”二字是表示不受面的限制，所以空间力系也就将

所有不在同一平面的力都包括在一起。如上图中将 P 、 P_1 、 P_2 、 P_3 都混在一起就成为空间力系。当然空间力系所包括的面不只二个，可以有三个、四个甚至很多个。

在本书内以后所讲的都是共面力系中的各力系。因为空间力系的解释需要多用些数学算式，除特殊建筑外在一般建筑很少用到空间力系，所以在本书内就将它略去不讲。

2. 共点力系——合力、分力

共点力系这名称从字面上来讲就是在这力系内的各力都聚集在一点上。也就是说，各力的作用线都相交在一点上。

现在为了易于了解起见，先用二个力的共点力系来讲。如图2—2中所示， P_1 和 P_2 的作用线相交于A点。所以这二个力是共点力。现在再来研究一下这二个力 P_1 和 P_2 将起怎样一种作用。假

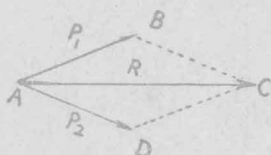


图 2—2

如用二根线同系着在一点上如图2—2的情况。再以二人沿 P_1 和 P_2 相同的方向拉，结果这A点将顺着图中R的方向移动。这样就可以理解到若是将 P_1 和 P_2 除去，而代以R这样一个力，其结果是完全相同的。因此这R也可以称为 P_1 和 P_2 的合力。

这个合力要用什么方法才能确定呢？一般有二种方法。一种是计算方法，这需要运用一些几何学和三角学，所以在本书内不采用它。另一种是用作图的方法，虽然在作图法中实际上也包含一些几何学的常识，但这些很容易使人了解，所以在本书中就采用作图法。作图的方法如图2—2所示，从 P_1 的箭头处沿虚线画一条线BC，这条线和 P_2 作用线的方向相

同（凡方向相同二条线在几何学上称为二条平行线，在以后平行力系中再作详解），又从 P_2 的箭头处画一条线 DC 和 P_1 的作用线方向相同，即平行。这二条线相交在 C 点。在 A 点和 C 点之间联一条直线 AC ，这 AC 线就是力 P_1 和 P_2 的合力 R 。最后从它们的汇交点 A 起向 C 画一个箭头就表示 R 的方向。任何二个共点力都可以用这方法来求得它的合力。

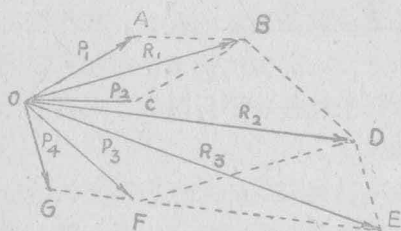


图 2—3

现在再用一个较多的共点力系为例来求它们的总合力。如图2—3所示共有四个力 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 。虽然有四个力，但在求合力的进行程序上

还是从二个力开始先求它的合力，将求得的合力再和第三个力求合力。这样按次顺推最后就求得了总合力。现在先从 P_1 、 P_2 开始作二条和 P_2 、 P_1 平行的直线 AB 、 CB ，相交在 B 点，然后从 O 点向 B 点画一条直线就求得了 P_1 、 P_2 的合力 R_1 。再拿 R_1 和 P_3 作为共点力再求合力，和上面一样画二条分别和 P_3 、 R_1 同向且平行的直线 BD 、 FD ，相交于 D 点，从 O 画一条直线 OD ，就是 R_1 和 P_3 的合力 R_2 。最后将 R_2 和 P_4 作为共点力求其合力。同样再画二条线 DE 、 GE 和 P_4 、 R_2 相平行，并按上述求得总合力 R_3 。

根据以上作图的方法，还可以设法来简化一下。在简化前先拿图2—2中的情况来观察一下。因为在作图求 R 时，所画的 BC 和 CD 这二条线是和力 P_2 和 P_1 平行的。这最后画成的四边形 $ABCD$ ，其中相对的两条边都是平行的，所以这四边形又称为平行四边形。既成了平行四边形，就具有了这样

一种特点，就是两条对边长度必须相等。用算式来表示就是：

$$AB=DC=P_1; BC=AD=P_2。$$

因此，就可以用下列的方法来求它的合力。它的进行程序如图2—4所示。先作一条线 AB ，其大小、方向完全和 P_1 相同，接着又在 B 点处作一条线 BC 与 P_2 的大小、方向完全相同。最后从 A 点向 C 点作一条直线就是要求的合力。在作图时应注意：力的箭头应一个接一个，合力的箭头是由起点指向最后一个力的箭头的。在实际上就是将平行四边形只画一半，因而也就把作图的过程简化了。

同样用上面这种方法可以将较多的共点力系很快的求出其最后的总合力。现在将前面图2—3的共点力系在这里再用这种方法进行一次作图。如图2—5所示，将力 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 顺序地连接着按它本身的方向和大小画出。最后自起点 A 向 P_4 的箭头作一直线就是最后的总合力。按实际程序来讲，应如图中虚线所示，先求出 R_1 ，再求出 R_2 ，最后由 R_2 和 P_4 求出 R_3 。为了简化起见，这些虚线都可以不作。现在使读者便于了解起见，再重复一次作图的程序。将共点力系各力，按程序顺着箭头作出大小相等方向相同的连续作用线，都标上箭头，最后从起点向最后一个力的箭头方向连接起来作一直线，这直线就是要求的总合力。用这种作图的方法来求得我们所要求的结果，一般称为图解法。利用图解法时应注意，作图应力求精细准确，因为最后所求得结果的准确性完全依赖于作图时的精细程度。

以上所介绍过的几种作图方法，第一种一般称为力平行四边形作图法；第二种一般称为力三角形作图法；最后一种如图2—5称为力多边形作图法。这都是用图的形状来定名。

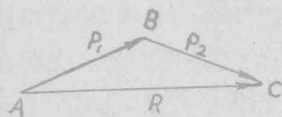


图 2—4

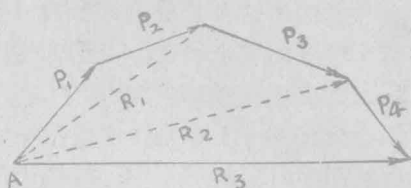


图 2—5

称。

有时求一群共点力系的合力时,可能发觉总合力等于零。当作力多边形图时,最后一个力正好回到作图的起点处,成为一个完整的多边形如图2—6中 B的情况,在静力学中称为闭合力多边形。它的结果就是说明这群力互相作用的最后效果,是全部抵消,合力等于零。换一句话说就是这一群力是处于互相平衡的状态下,同时被这群力所作用着的物体是保持着静止平衡状态。这也是在静力学中以后所讲的各结构物所应处的状态,因为任何结构物是不允许移动位置的。

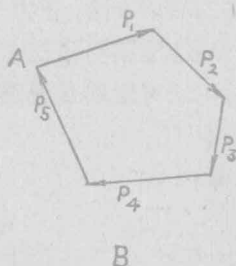
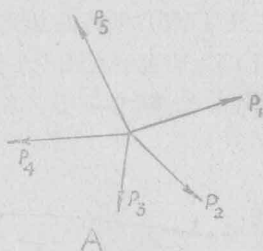


图 2—6

从上面这实例中可以得出下面的结论：如果力系的合力等于零，也就是力多边形是闭合多边形，则这力系互相平衡。