

第一章 绪 论

第一节 什么是房屋结构

在房屋建筑中，图1—1所示的单层工业厂房，有各种屋架、梁、柱子和基础等，它们承受着各种荷载(例如风、雪、吊车以及构件自重等)的作用。这些在房屋建筑中承担荷载而起骨架作用的部分叫做房屋结构。

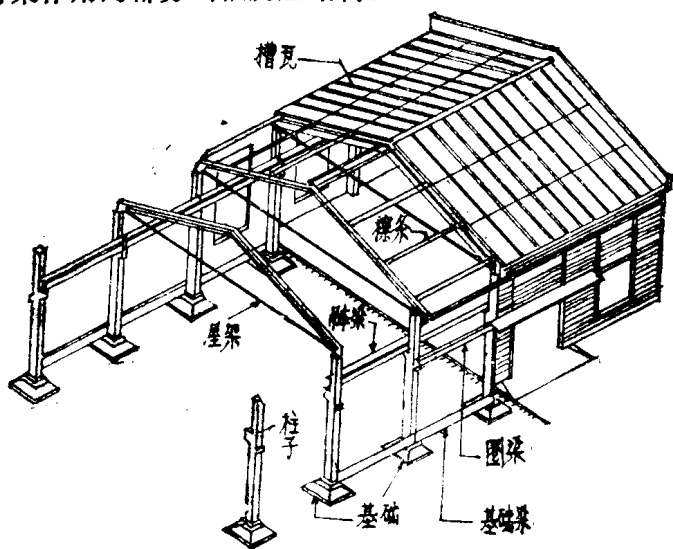


图1—1

房屋结构一般由屋盖、楼盖、墙、柱及基础组成，它是一幢房屋的骨架，骨架被破坏，房屋就要受破坏，甚至倒塌。所以在设计和建造房屋时，要做到精心设计、精心施工。要从实际出发，根据结构所受的荷载以及其它外来因素的影响，进行各构件的截面设计。譬如，要设计房屋建筑中的一根钢筋混凝土梁，究竟截面要多大，里面要配置多少钢筋，这些钢筋要放在什么位置，才能保证这根梁既满足使用的要求（不致于断裂或者产生过大的弯曲），而又不浪费建筑材料；在设计基础时基础底面应多大，埋置应多深，才能保证房屋不致下沉或开裂等，这些都是房屋建筑结构设计应解决的问题。所以学习房屋结构基础知识有助于我们多、快、好、省地完成基本建设中的设计和施工任务。

第二节 组成房屋结构的基本构件

房屋结构的各部分是由许多基本构件通过各种方式互相联结而成，主要有哪些基本构件呢？我们通过下列几种不同类型房屋来说明。

图1—2是某小学的教学楼剖面示意图，这是一幢采用钢筋混凝土屋面、楼面及砖墙的多层混合结构房屋。它的主要承重结构体系是：屋面、楼面由许多多孔板（即空心板）铺成，多孔板搁置在大梁上、大梁搁置在墙上，上层墙支承在下层墙上，底层墙则支承在基础上。例如二层楼面的多孔板搁置在大梁B上，大梁B搁置在外墙D和内纵墙E上，二层墙D支承在底层墙F上，底层墙F则支承在基础G上。

图1—1所示的单层工业厂房，是一个钢筋混凝土排架结构。它的主要承重结构体系是：屋面由许多槽瓦铺成，槽瓦搁置在檩条上，檩条搁置在屋架上，屋架搁置在柱子上，吊车梁和圈梁也搁置在柱子上，柱子则搁置在基础上。

图1—3是某厂仓库示意图，这是一个钢筋混凝土框架结构。它的主要承重结构体系是：楼面由许多槽形板铺成，槽形板搁置在框架横梁上，横梁搁置在柱子上，上层柱子支承在下层柱子上，底层柱子则搁置在基础上。

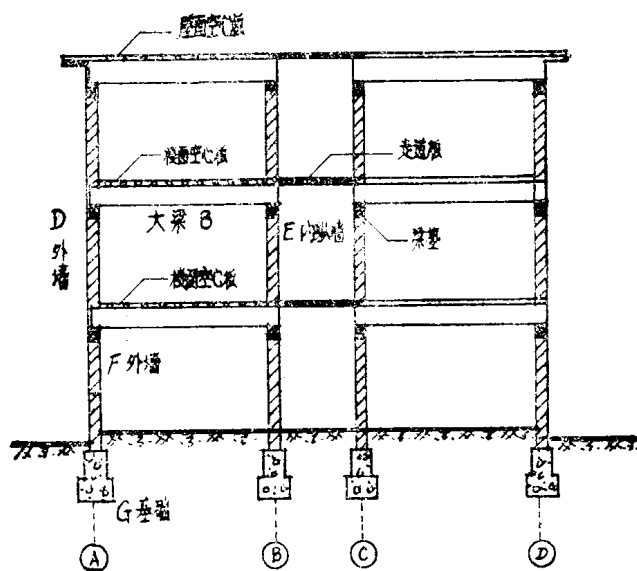


图1—2 剖面图

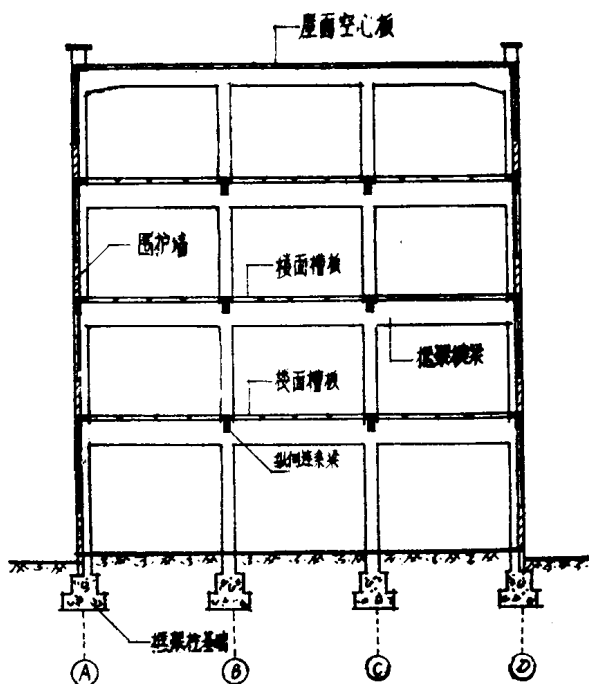


图1—3 剖面图

从上面三幢房屋的示意图中可以看出，每一幢房屋的承重结构体系都是由若干结构构件连接而成，这些结构构件的形式虽然多种多样，但我们可以从中概括出几种典型的基本构件。

第一种基本构件是梁(图1—4)。梁通常横放在墙或柱上，上面承受荷载。梁受力后要发生弯曲，所以梁是一种受弯构件。一般梁在受弯的同时，还要受剪，有时也会受扭，但主要是受弯。

第二种基本构件是柱(图1—5a)。柱通常是直立的，荷载

自上向下作用，使柱受压，所以柱是一种受压构件或简称压杆。有时柱子也会受弯，但主要是受压。

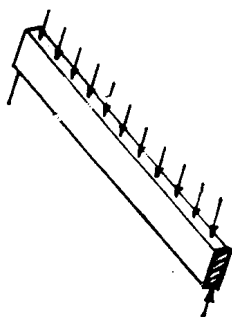


图1—4 梁

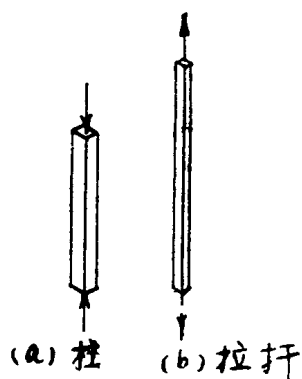


图1—5 柱与拉杆

第三种基本构件是拉杆(图1—5b)，拉杆与柱(即压杆)的主要区别在于拉杆受拉力，柱受压力，其余特点两者基本相同。

第四种基本构件是板(图1—6)。常用的板有槽板、多孔板(即空心板)、单向平板，它们的受力特点与梁基本相同，也

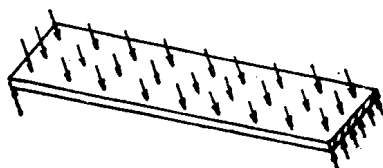


图1—6 平板

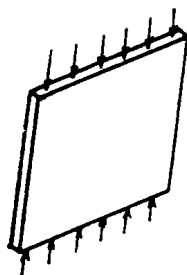


图1—7 墙

是一种受弯构件，梁与板的区别在于截面形式不同，板的截面宽而薄(图1—6)梁的截面窄而高。

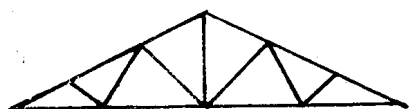
第五种基本构件是墙(图1—7)。墙是一种受压构件，一般它的截面是宽而薄。有时墙也受弯，但主要是受压。

除以上五种基本构件外，图中所示的屋架、框架、排架也是房屋结构中常用的结构体系，它们是由以上基本构件组合而成的几种常见的结构。

屋架是由若干拉杆与压杆连接而成，根据屋面形式的不同可作成三角形、拱形、梯形等(图1—8)。

框架是若干个梁和柱的组合，全部外荷载由梁、柱承担，

三角形屋架



拱形屋架



梯形屋架



图1—8 屋架

此时墙只起填充或围护作用(图1—3)。

排架实际就是一个单层框架，是由梁或屋架和柱组合而成(图1—1)。

以上基本构件可用不同的建筑材料制作，如梁可做成钢梁、木梁、钢筋混凝土梁，因此从用材的不同在结构类型上又可分木结构、钢结构、钢筋混凝土结构、砖石结构等。

第三节 房屋结构的传力途径

下面我们通过一幢混合结构民用房屋来分析各结构构件是怎样传力的。

所谓混合结构，一般指用不同建筑材料制成的构件所组成的房屋结构。通常楼面和屋面多采用钢筋混凝土，墙体采用砖墙。

混合结构民用房屋的构造除主要由基础、墙、柱、楼面、屋面等结构构件组成外，房屋中还根据需要设有门窗过梁、雨蓬、楼梯、圈梁等。

各主要结构构件分别承受哪些荷载？这些荷载是怎样传递的？以图1—9的混合结构房屋为例说明。

屋面板——承受雪载、屋面施工检修活载，屋面结构自重，屋面防水层重等。

屋面大梁——承受由屋面板传来的压力(也就是屋面板的支座反力)，大梁自重等，

墙——承受屋面大梁传来的压力及墙身自重。

基础——承受墙传来的压力及基础自重。并将这些力传

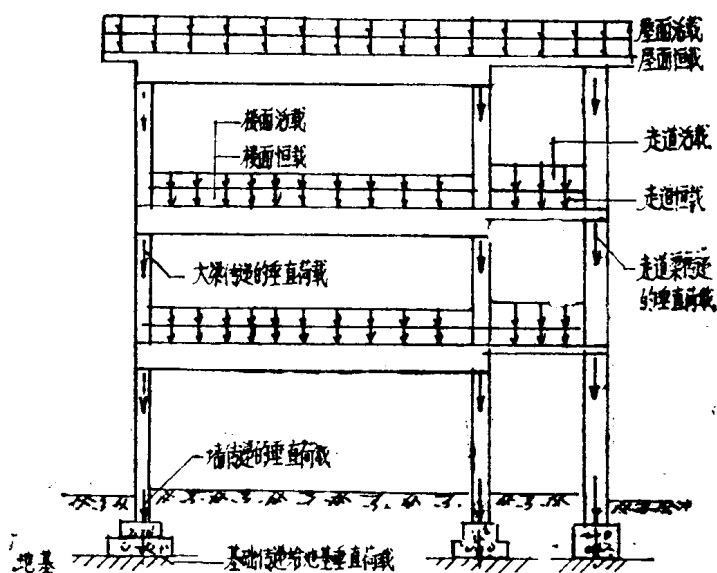


图1—9

给地基。

其传力途径是：

屋面荷载→屋面板→屋面大梁→墙→基础→地基。

2. 楼面结构的传力途径：

楼板——承受楼面上人群、家俱设备等活荷载以及楼板及其面层和底板粉刷的自重。

楼面大梁——承受由楼板传来的压力和梁自重。

墙、柱、基础的作用，同屋面结构相应构件一样。

其传力途径是：

楼面荷载→楼板→楼面大梁→墙→基础→地

基。

以上讲了房屋结构的组成，组成的基本构件和各构件的大概受力和传力情况。以下将重点介绍钢筋混凝土梁、板、砖墙、砖柱及一般刚性、柔性基础的计算和构造。最后简单地介绍一下过梁和圈梁的构造作法。

练习1—1：

1. 房屋结构由哪几个主要部分组成？
2. 房屋结构的基本构件有哪几种？它们各有什么受力特点？

第二章 房屋结构的 力学基本知识

第一节 力的基本知识

一、力的基本性质

房屋结构是由各种不同类型的构件所组成，形成房屋的骨架。它们相互之间都有力的作用和影响。为了搞好房屋结构的设计和施工，我们必须分析它们之间力的作用和影响以及对房屋结构的安全所产生的后果。掌握力的基本性质，则是我们研究问题的起点和基础。

(一)力的概念

在日常生活中，我们用力推车，使车从静到动，由慢至快，改变了车的运动状态；力作用在弹簧上，可使它伸长、缩短等等。这一切都说明：力是一个物体对另一个物体的作用，这种作用可使物体的运动状态或形状发生改变。显然，力是作用在两个物体之间的，一个物体受到力的作用时，必然有另一物体对它施加了作用，因此力是不能离开物体而单独存在的。

应当指出，平衡——即物体在力的作用下保持原来的运

动状态，它必须满足一定的条件才能成立，它是运动的一种特殊形式。当研究平衡问题时，对物体的变形可以忽略不计，认为物体是理想的“刚体”，即物体受力后不改变它的几何形状和尺寸，从而使问题得到简化。

(二)力的三要素

实践证明，力对物体的作用效果，取决于力的大小、方向和作用点的位置，称为力的三要素。以扳手拧紧螺帽为例，能否拧紧螺帽，不仅与力的大小有关，而且与扳的方向和施力点的位置有关，距螺帽越远，则省力，反之则费力。它说明一个力必须是由这三个要素所组成的，若改变其中的一个要素，则力的效果将发生改变。

力通常可用图示法表示：

用带箭头的线段表示，箭头表示力的方向，线段的长短表示

力的大小(按一定比例)，线段的

起始点表示力的作用点位置。图(2—1)。

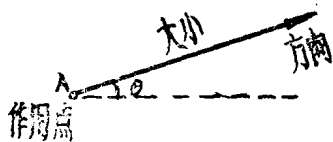


图2—1 力的三要素

力的单位，在工程上用吨、公斤、克。

(三)作用力与反作用力定律

人行走时，人对地面作用一个压力，而地面对人也作用了一个向上的力。在房屋结构中也是如此，大梁两端放置在柱上时，梁端部给柱一个压力，同时柱对梁端也产生一个向上的支座反力。通过大量实践证明：两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，并沿同一直线分别作用在这两个物体上，这一规律称为作用力与反作用力定律。它是力作用的普遍规律，是事物矛盾法则在力的作用中的反映。但须指出，作用力是矛盾的主要方面，起主导作用的一方

面，反作用力是随作用力的改变而改变，随作用力消失而消失的。

二、力系的分类及平衡的概念

(一)脱离体图

为了分析研究和计算物体在力的作用下所发生的运动状态和形状的改变，需要将研究对象从它周围有联系的物体中脱离开来，抽象地(示意性)作出图示，并将原来有联系的部分(或杆件)，用相应的力来表示，这种图示称为脱离体图。

图2—2表示吊机起吊构件的情况：构件通过挂钩悬吊在钢梁的两端，钢梁通过钢索悬吊在吊机的吊钩上。假定构件的自重为 W ，挂钩、钢梁、钢索、吊钩等重量忽略不计。为了研究分析它们之间的受力情况，我们将采用脱离体的图示，对它们有针对性地加以剖视，找出它们之间力的内在联系。如研究吊钩的受力情况，则取吊钩为脱离体，如图2—2 a所示，吊钩受到三个力的作用，即吊机提升钢索对它的拉力 T 、和钢梁上的钢索对它的作用 N_1 和 N_2 。如研究钢梁的受力情况，则取钢梁为脱离体，如图2—2 b所示，钢梁上将有四个力作用，即钢索 N_1 和 N_2 及挂钩 N_3 和 N_4 的作用。如研究构件的受力情况，则脱离体图为图2—2 c所示，如此等等。

从实例的分析中，我们可以清楚的知道，对于一个物体由于研究的部位(对象)不同，其脱离体图示亦是不相同的，它必须根据研究问题的对象来确定，并用作用力来表示脱离处部件对它的作用，其余部分均舍去。脱离体图是结构分析和计算的重要环节和手段，必须熟练地掌握。

(二)力系的分类

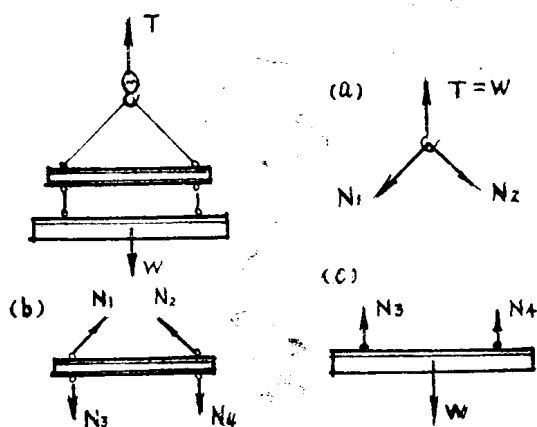


图2-2 脱离体图

在工程上，一个结构上往往受到若干力的作用，我们将作用在一个结构上的所有力，统称为一个力系。根据各力的作用线的特点，将力系分为下列几种类型：

1. 平面共线力系。力系中的各力作用线，均在同一条直线上。

2. 平面力系。力系中的各力作用线均在同一平面中。

1) 平面共点力系。平面力系中的各力作用线全部汇交于一点。

2) 平面平行力系。平面力系中的各力作用线全部都互相平行。

3) 平面一般力系。平面力系中的各力作用线，既不全都平行，也不全汇交于一点。

3. 空间力系。力系中各力的作用线不在同一个平面内。在一般房屋结构的受力分析中，常常可以把空间力系转化为平

面力系来处理，以简化计算。

(三)平衡的概念和二力平衡条件

1.平衡的概念

力是一个物体对另一物体的作用，它使物体发生运动改变和形状的改变。但是，如果物体同时受到一组力的作用而物体仍然保持原来的运动状态，即这些力对物体产生的效果互相抵消了，我们称这种状态为平衡状态。力系平衡所必须满足的条件称为力的平衡条件。

2.二力的平衡条件

图2—3表示一杆件受到两个方向相反的力 P_1 和 P_2 的作用。在a图中，若 $P_1 > P_2$ ，

则杆向 P_1 方向移动；若 P_1

$< P_2$ ，则杆向 P_2 方向移动；

若 $P_1 = P_2$ ，则杆不会发生移

动。请注意图c中， P_1 与 P_2 大

小相等，方向相反，但不在

同一直线上，则杆将发生转

动。

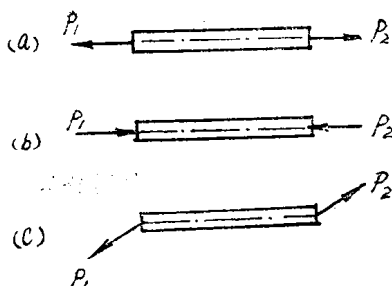


图2—3 两力平衡条件

由此可知，一个物体在两个力的作用下要保持平衡，既不动，也不转动，必须满足两力平衡条件：作用在物体上的两个力必须大小相等，方向相反，且作用在同一直线上。

应该注意：作用力与反作用力也是大小相等，方向相反，作用在同一直线上。但它们是分别作用在两个不同的物体上的两个力；而两个平衡力则是作用在同一个物体上的。这是两个不同性质的基本概念，不要把两者混为一谈。

3.力的可传性原理

若力 P 作用于物体上的 A 点，如图2—4(a)所示。我们可以在其作用线上的任意一点 B 加入一对互成平衡的力 P_1 、 P_2 ，且 $P_1 = P_2 = P$ ，如图2—4(b)所示。但作用在 A 点的力 P 和作用在 B 点的力 P_2 也构成一个平衡力系，它们可以相互抵消，因此作用在 B 点的 P_1 与原作用力 P 等效，这就是力的可传性原理。力可以沿其作用线移动到任意一点，而不改变它对物体的作用效果，如图2—4(c)所示。

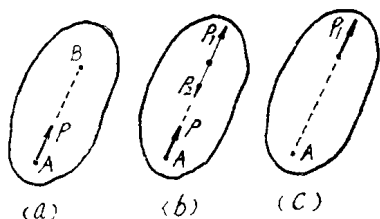


图2—4 力的可传性原理

力的可传性说明：对于作用在刚体上的力，作用点已不再是决定其效果的要素，而为作用线所代替，所以力的作用线上的任何一点都可以作为力的作用点。

三、力的基本运算法则

(一)力的合成

一个物体在方向相同，作用在同一直线上的两力 P_1 、 P_2 的作用下，它可以用一个 $R = P_1 + P_2$ 的力来代替，其作用效果一样。如用两人推车，甲用力 $P_1 = 20\text{kg}$ ，乙用力 $P_2 = 30\text{kg}$ ，显然我们用一个人以 $R = P_1 + P_2 = 50\text{kg}$ 的力来推，其效果与前者完全相同，这说明力是可以合成的。

一个力 R 对物体的作用与几个力 F_1 、 F_2 ……对该物体共同作用的效果相同时，我们称力 R 是力 F_1 、 F_2 ……的合力。同样，我们称 F_1 、 F_2 ……是力 R 的分力。

由此可见，作用在一个物体上的一个力可分解为若干个分力，而若干个分力也可合成为一个合力。

1. 力的平行四边形法则或三角形法则

当一个物体的某点 O 处作用的两个任意方向的力 P_1 和 P_2 时(图2—5a), 其合力应该怎样求呢? 实验证明, 其合力的大小与方向可由以 P_1 和 P_2 为邻边所组成的平行四边形的对角线来确定。这个规律称为力的平行四边形法则(图2—5b)。但也可用三角形法则(图2—5c)来确定。力三角形法则作图如下:

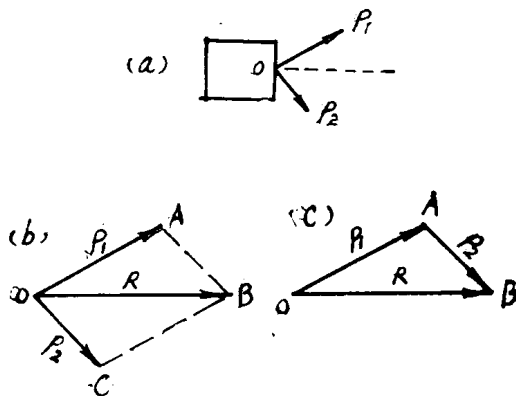


图2—5 力的平行四边形与三角形

- (1) 从 O 点按比例画出力 P_1 的方向及大小;
- (2) 以 P_1 的终点 A , 为力 P_2 的起点, 按同一比例绘出力 P_2 的方向和大小, 得到 P_2 的终点 B ;
- (3) 连接 P_1 的起点 O 和 P_2 的终点 B , 则 OB 为合力 R 的大小和方向。

2. 力的多边形法则

对于二个以上的力 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 ……, 求合力时, 可用三角形法则逐个合成, 形成力的多边形法则, 其步骤如下:

- (1) 先求 P_1 、 P_2 的合力 R_1 ;
- (2) 再求 R_1 与 P_3 的合力 R_2 ;
- (3) 继续求 R_2 与 P_4 的合力 R_3 ; 余类推, 最后得到 R 就是 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 ……的合力, 其作用线必通过 O 点(图2—6)。

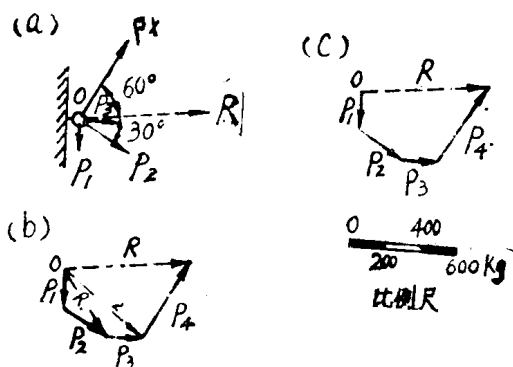


图2—6 力的多边形

将力系中的各力, 首尾相连依次画出, 从第一个力的起点指向最后一个力的终点的连线, 即为所求的合力方向与大小。此法则称为力的多边形法则。

3. 两种特殊情况

(1) 求两个正交力的合力。如图2—7 P_1 与 P_2 为作用在同一物体上的两个互相垂直相交的力, 则其力的三角形为直角三角形, 合力 R 为直角三角形的斜边, 其大小与方向为:

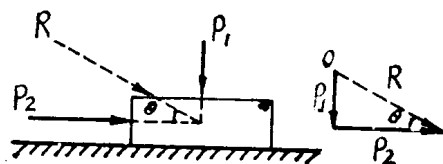


图2—7 正交力的合力