

中等农业学校

理 論 力 学

(試 用 本)

农业机械化专业适用

河南省农林厅教材編輯委员会編

河南人民出版社

PDG

在党的建設社会主义总路綫的光輝照耀下，我省早已出現了工农业生产为中心的全面大跃进的新形势和已經掀起群众性的技术革命和文化革命的高潮，各地均先后开办了农业大学、中等农业技术学校、初級农校以及“紅专”学校。为适应这一新的革命形势的需要，我省农业教育工作必須从教学計划、教学大綱、教学内容、教学組織、教学方法等各方面进行根本的改革，才能保証貫徹实现党了“鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义的总路綫”，实现勤工俭学、勤俭办学、教育与生产相結合的教育方針，培养出又“紅”又“专”的技术队伍。

为此，我們于今年三月中旬組織了农业技术学校、农林干校的126名教职員分为14个专业小組到71个县“市”178个农业生产合作社、1,307个生产单位进行了参观和調查研究工作，总結出340个先进生产經驗和高額丰产典型，收集了3,195种参考資料，現已編写出十六种专业教学計划、155种教学大綱和教科書，陸續出版，供各地教学試用。由于我們水平不高，時間短，和有关方面研究的不多，难免有不妥之处。望各地在試用中多多提出意見，并可随着农业生产发展的需要加以修改。

河南省农林厅教材編輯委员会

1958年8月26日

目 录

緒論	1
----------	---

第一篇 靜 力 学

第一章 靜力学的基本概念及公理	4
第一节 刚体的概念	4
第二节 力的概念	5
第三节 靜力学中几个基本定义	6
第四节 約束及約束反作用力	7
第二章 平面汇交力系	9
第一节 平面汇交力系合成的几何法	9
第二节 力的分解	11
第三节 力在坐标軸上的撮影	12
第四节 用投影法求平面汇交力系的合力	14
第五节 平面汇交力系的平衡方程式	15
第三章 平面平行力系	18
第一节 同向及反向两平行力的合成	18
第二节 将已知力分解为与它平行的两分力	20
第三节 力对点的距 杠杆及其平衡条件	21
第四节 力偶的特性	23
第五节 平面力偶系的合成及其平衡条件	24
第四章 平面任意力系	27
第一节 平面任意力系向已知点簡化	27
第二节 平面任意力系的合力	28
第三节 平面力系的平衡方程式	31
第四节 平面任意力系平衡方程式的其他形式	33
第五节 支点反作用力的計算	34
第五章 重心平衡与穩度	35

第一节 物体重心与重心的坐标求法	35
第二节 平衡与稳度	38

第二篇 运 动 学

第六章 运动学研究的对象与质点运动规律	40
第一节 运动学研究对象	40
第二节 质点的直线运动	40
第三节 质点直线变速运动及其中加速度	42
第四节 质点的等变速运动	42
第七章 质点的曲线运动	44
第一节 质点曲线运动的速度	44
第二节 曲率及曲率半径	45
第三节 曲线运动的加速度	46
第四节 切向加速度及法线加速度	48
第八章 刚体的简单运动	51
第一节 刚体的平移	51
第二节 刚体绕定轴转动	53
第三节 等速定轴转动和等变速定轴转动	53
第四节 转动刚体内一点的线速度及加速度	55
第九章 点的合成运动	57
第一节 同一直线的运动合成	57
第二节 彼此成角度的直线运动合成	59
第十章 刚体的平面平行运动	62
第一节 刚体平面平行运动的概念	62
第二节 平面运动的分解	62
第三节 平面运动时各点的速度	63
第四节 瞬时转动中心的概念	64

第三篇 动 力 学

第十一章 动力学的基本原理	68
第一节 动力学的内容	68
第二节 动力学公理	68
第三节 质量与重量	71

第四节	单位制	71
第十二章	质点与质点系动力学基础	73
第一节	惯性力	73
第二节	动静法	75
第三节	质点系、外力与内力的概念	79
第四节	刚体平移的动力学基本方程式	80
第五节	刚体绕定轴转动的动力学基本方程式	82
第六节	惯性矩	83
第十三章	功、功率与机械能	85
第一节	功	85
第二节	功的图解算法	86
第三节	重力的功	87
第四节	功率	89
第五节	动能、动能定理	91
第六节	物体的碰撞	94
第七节	碰撞速度的决定	95

第四篇 机械原理

第十四章	引言及平面机构结构	99
第一节	引言	99
第二节	研究机构结构的目的	99
第三节	运动副及其分类	99
第四节	运动链及其分类	102
第五节	机构的定义	102
第六节	机械的定义	103
第十五章	四连杆机构	103
第一节	四连杆机构的组成	103
第二节	四连杆的基本形式及其杆件之间的尺寸关系	103
第三节	四连杆机构的变态	107
第四节	四连杆在农业机械汽车拖拉机及其他机械中的应用	111
第十六章	万向节	114
第一节	万向节的构造	114
第二节	万向节的传动比及其运动不均匀系数	115

第三节	双万向节·····	119
第四节	万向节的应用·····	120
第十七章	机械运动副的摩擦·····	121
第一节	研究机械运动副摩擦的目的·····	121
第二节	摩擦的分类·····	121
第三节	干摩擦的基本规律·····	122
第四节	机械效率与自锁·····	123
第五节	斜面摩擦·····	124
第六节	楔形物体摩擦·····	126
第七节	螺旋的摩擦·····	127
第八节	轴颈与轴承之间的摩擦·····	129
第九节	柔韧带的摩擦·····	130
第十节	滚动摩擦·····	131
第十八章	凸轮机构·····	134
第一节	凸轮机构的类型及其应用·····	134
第二节	凸轮轮廓的画法·····	137
第十九章	齿轮机构·····	139
第一节	齿轮的分类及其应用·····	139
第二节	标准齿轮的各部名称及其基本尺寸·····	142
第三节	齿轮啮合的基本定律·····	145
第四节	正齿轮转动比的计算·····	146
第五节	螺旋齿轮传动·····	146
第六节	圆锥齿轮传动·····	150
第七节	蜗轮传动·····	152
第二十章	轮系·····	153
第一节	轮系的功用与分类·····	153
第二节	普通轮系及其传动比·····	155
第三节	周转轮系的概念·····	159
第四节	周转轮系的传动比的计算·····	160

緒 論

在党的社会主义建設总路綫的照耀下，我国的工业已象星罗棋布的分散在全国各地，家家都在炼鋼炼鉄，社社都在办工业，使我国工业突飞猛进地向前发展。

我国的农业已是卫星纷飞，空前丰收，小麦已由低产变为高产作物（如河南西平县城关鎮和平社种的試驗田亩产达7320斤）。农具改革运动已在农村普遍的、深入的、轰轰烈烈的形成了高潮，涌现出大批的适应农业技术需要的新型农具。

为了适应工农业大跃进和技术革命的需要，就农业机械化方面而言，即需大批的各种技术水平的专业人材，他們应具有农业机械器的使用、构造与計算設計等的必要知識，而这些知識的基础主要是由工程力学尤其是其中的理論力学部分来奠定的。工程力学包括理論力学、材料力学及机械零件三个部分。

理論力学所研究的内容，是机械运动和平衡的一般規律，即是物体在空間与平面相对位置随時間而发生改变的运动，（在本課程內主要講平面部分）。并主要包括下列三个部分：

1. 靜力学：研究物体的平衡，即是物体在力系作用下的平衡，及物体平衡的稳定性。

2. 运动学：研究物体运动的几何性质，即空間与時間的关系，并不考虑物体运动的原因，也就是不涉及力的問題。

3. 动力学：研究物体在力的作用下的运动，即物体的运动与所加外力的关系。

力学是最古老的科学之一，它的发展正象毛主席所說的“实践，認識，再实践，再認識”，由生产实际中随着实践的需要，使人类認識不断进化而成长起来的。

在很古的时代里，人民就因为生产的需要而应用了許多的简单机械，如农田灌溉、槓杆、滑輪、斜面、車和船等，但由于中世紀的封建統治，使生产停滯不前，做为科学之一的力学亦差不多陷入停頓状

态。到十五世紀时才开始发展,尤其是到19世紀由于生产得到进一步的发展,給力学提供了許多新的資料,从而促进了力学的发展。

在靜力学的发展中,我国战国时代的墨子(公元前468—382年)有巨大的貢獻,在他的“墨經”里,已对力和运动下了适应的定义,对于力和运动的关系有了初步的認識,重量的概念,槓杆原理及圆球在平面上平衡等問題都做了闡述,是力学理論最早的記載,后来由希腊的哲学家亚里斯多德(公元前384—322年)、阿基米德(公元前287—212)等的繼續研究,始奠定了靜力学的理論基础。

动力学的理論,是由哥白尼的首次研究,伽利遜的奠基,牛頓加以总结而成的,后来又經過刻卜勒、俄人欧拉(1707—1783)、法人达朗貝尔、拉格郎日等人的繼續研究,而成为一門完整的科学。

运动学在十九世紀以前是与动力学在一起的,后来由于研究机器运动的需要,运动学才成为理論力学的一个独立部分。

在力学方面我国亦有很大的貢獻,远在四千六百多年以前,我国劳动人民已經开始了耕作器械和車、船与房屋的修建,战国时代的大工程师公輸般(魯班)在机械制造和建筑結構上有很大的貢獻,当时我国的科学水平是超过西方的。

在此以后的年代里亦不断的出現了很多的发明家,其中比較著名的有汉朝张衡造地震仪,三国时代魏国的馬鈞造指南車,南北朝的数学家祖冲子造四里船和水碓磨,宋朝燕肃发明記里鼓車,元朝郭宗敬的水利工程与仪器制造……这些創造、发明与著作对力学都有很大的貢獻,但由于长期的封建与半殖民地半封建的統治,使科学发展停滯了,并成了少数人的活动,以致远远的落后于西方国家。

解放以来由于党的英明领导,我国的工业得到了空前的发展,做了許多前人所沒有做的事,例如自制了噴气式飞机、火車、汽車、拖拉机、犁、耙、播、中、耕、收获、清选……等农业机械,各种型号的机床等。有了自己的工业。同时由于党的关怀,支持与教育,在各个战綫上都出現了很多的創造家、发明家,如:王崇伦的万能工具台,张明山的反围盘,李五柱的自动挖煤机,韓滨亮的万能磨刀机……等,他們一年完成几十年的任务,大大的提高了工作效率。我省(河南)在技

術大革命的高潮中亦象其他各省一樣，涌現出了大批的先進的創造家如：

焦作市建筑工程第二青年突击队隊長宋錫山，創造與改進了四十多種新工具，以廢料代替了鋼材，創制了自動萬能沖床，提高工作效率1120倍，一年完成了四十年的任務。

王書奎發明了萬能機床提高效率30.4倍，一年完成了32年的任務。

活魯班王玉順，由長葛縣委號召在全縣範圍內深翻大秋地，但當時由於正興修水利，從事農業勞動人員不足，工作完成的很慢，延續下去將嚴重的誤了農業等，王玉順便在這種情況下創造了深耕犁。

陳法田：為了實現全縣的百日水利化，及克服該社增加28眼井而只有一套工具的困難，他發明了躍進錐，將需要1120天的工程於30天內完成。同時還創造了手播車，打畦器……等24種工具。

張廣義：由於大部社員參加了修築水庫，致使從事社內農田管理的勞力不足，因之他發明了自動播耨，解決了勞力不足的問題。

他們的勞動與智慧大大的推動了各項工作，加速了工農業的發展，而力學這門科學將在我國工農業迅速發展的基礎上得到進一步的發展。

目前我國正處在偉大的技術革命的时代。農具改革也廣泛而深入的在农村形成了運動，而創造和改革農業機械需要理論力學的理論分析的知識。所以一個農業機械的技術工作者不但要有堅強的無產階級思想，還應有牢固的足夠的理論力學知識。在我們農業機械化專業中，學習理論力學的目的：一方面是使學生掌握物理機械運動的規律給專業課的學習奠定基礎；另一方面，是培養學生的分析能力，在今後的實際工作中更好的運用它解決農業機械方面所遇到的有關問題，為實現農業機械化而奮鬥。

第一篇 靜力学

第一章 靜力学的基本概念及公理

第一节 剛体的概念

靜力学中主要研究作用在物体上的平衡条件。物体处于靜止状态的平衡，是机械运动的一种特殊情况。我們知道，物体的绝对靜止，在宇宙中是不存在的，但对于我們研究工程及机械运动所遇到的問題，将地球看作相对的靜止，由实验結果，仍是准确的，所以我們研究靜力学就有其非常重大的意义。

目前全国正处在大跃进的形势下，掀起了文化革命和技术革命，因此时时刻刻有发明和創造。尤其在农具改革运动中，农民創造了许多农业机器，而这些农业机械的制造过程中，要保証机器处于稳定状态，必涉及到靜力学的平衡原理。在本篇中，这些是我們研究的主要对象，所以本篇的学习，不但为以后本課程的学习打下基础，更重要的，为今后的专业課打基础。

在靜力学中，当講到某一物体系处于靜止时，乃是指相对于地球來說，这个物体的位置是不变的。此外，在靜力学中，一切物体都看作剛体。所謂剛体，乃是指这样一种物体，在这物体中各点間之距离在任何情况下均保持不变，換句話說，如物体永远保持其本身的几何形状而不改变，則此物体即为剛体。实际上，由經驗得知，所謂剛体是并不存在的。因为，任何物体，在力的作用下，都是或多或少地发生变形的。但是，在以后的講述中，我們仍把一切物体看作剛体。这是因为：1）正如我們工程上常見到的物体那样，在力的作用下虽有变形，但都不甚大，因而这些变形在初步近似的情况下可略去不計，而对于我們的計算結果并无影响；2）把所研究的物体看作剛体，会大大地簡化了上述这些問題的研究。只有在研究过剛体靜力学之后，才能进一步去研究关于变形体平衡的比較复杂的問題。

第二节 力的概念

在日常生活中，我们会看到，有许多物体，不仅它们在空间的位置在改变，而且其速度亦在改变。例如，物体向地面落下时，其速度将逐渐增加，火车车厢制动时，其速度逐渐减少，最后变为零。运动物体的速度，通常不仅在大小上改变，而且还在方向上改变，例如，被棒击的垒球即属于此类情况，那么，我们问：物体速度的这种改变，其原因究竟何在？据我们无数观察的结果，我们得出了这样的结论：这原因就在其他物体对此物的作用。物体间的这种作用力学上称为力。例如，上述物体下落时，其速度所以越来越快，由于地球对它的吸引，垒球速度的大小与方向之所以改变，是由于受到棒子的打击。

在我们周围的环境中，会碰到各种不同的力，如重力、蒸汽压力、电荷的相互引力与作用力等等。在理论力学中，我们将只研究作用于已知物体之力到产生的效果，由于力的物理本质对于力的效果并不发生影响，所以对于力的物理本质我们也就不加考虑。

确定力的效果有三个因素：大小、方向、作用点。

力的作用点为物体上受力所直接作用的部分。力的方向即为静止物体在此力作用下所产生的运动的方向。力所在线，称为此力的作用线。

力的大小静力学度量法，是把它跟某一被定为单位的力相比较。在工程单位制中，力的单位定为一公斤。因此，每一力的大小均以若干公斤计算之。

因为，力对物体的作用不仅决定于大小，同时决定于其方向，所以力为向量。

表示一力有两种方法。

在图解中，力用一有向线段表示之(图1-1)。此线段之始点表示力的作用点；线段之长度表示力的大小(按照某一比例)，线段上的箭头则表示力的方向。

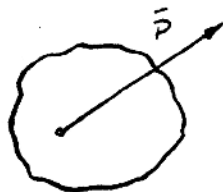


图1-1

第三节 静力学中几个基本定义

作用在一物体上的力群,称为力系。

如果物体在已知力系的作用下保持静止,则此力系称为平衡系或等零的力系。如果作用于已知物体上的力系可以用另外一力来代替,而不改变该物体的运动或静止的状态,则此两力系称为互力系。由此可知,如果两力系各与第三力系互等,则此两力系亦必等。如已知力系与一力互等,则此力称为该力系的合力。

静力学以几个公理的概念为基础,这些概念是人类对周围事物以无数次慎密的观察、实验与经验的积累所得的结论,并称之为公理,静力学其余的内容都是以这几个公理为基础而推导的。

公理 1 二力平衡公理:若要使作用在一物体上的二力互成平衡,则必须而且只须二力大小相等、方向相反、作用在同一直线上。

公理 2 在已知力系上附加一任意平衡力系,或从其中取出任意平衡力系,不致改变此力系对物体的作用。

系 可将已知力沿其作用线移到任意点,而不致改变此力对该物体的作用。

应该指出:公理 2 及其系,只有对刚体来说才是适用的。

公理 3 作用于物体某点的两力,其合力的大小和方向,由这两力所组成的平行四边形的对角线表示之。而这合力作用线,则通过该二力的作用点。

如图1-2, $\vec{P}_1$ 与 $\vec{P}_2$ 的合力也作用于 A 点,方向由 A 到 B。

$\vec{R}$ 的大小可按画 $\vec{P}_1$ 及 $\vec{P}_2$ 所用的力的比例尺量出,方向可由 $\vec{R}$ 与 $\vec{P}_1$ (或 $\vec{P}_2$) 所夹的角 θ_1 (或 θ_2) 表示。



图1-2

系 如在同平面内三个互不平行的力互相平衡,则其作用线必汇交于一点。

证明 设有三个互相平衡的力 $\vec{P}_1$ 、 $\vec{P}_2$ 与 $\vec{P}_3$ 作用于某一物体(此物体图上未图出)上的 A_1 、 A_2 与 A_3 点(图1-3)。延长 $\vec{P}_1$ 与 $\vec{P}_2$ 之

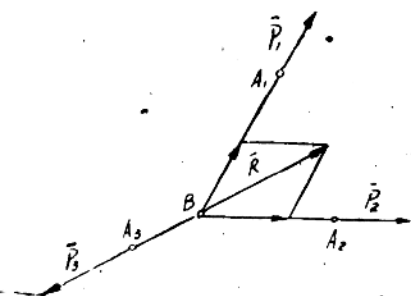


图1-3

作用綫至其交点 B ，将 $\vec{P}_1$ 与 $\vec{P}_2$ 移至此点，并按平行四边形規則相加，得其合力 $\vec{R}$ ，現在物体上只剩下两个作用力 $\vec{R}$ 与 $\vec{P}_3$ 。根据已知条件，物体处于靜止状态，故这两力大小須相等，在同一直綫上面方向相反（公理 1）。由此，力 $\vec{P}_3$ 的作用綫重合于 $\vec{R}$ 的作用綫，并通过 B 点，此即

所需証明的。

公理 4 不論任何作用总是同时有与之大小相等、方向相反的
反作用存在。

应该指出：作用与反作用永远是施于两个不同的物体上的两个力。因此，不能与公理 1 混同，說作用与反作用能互相平衡。

第四节 約束及約束反作用力

如已知物体在空間可以作任意位移，則此物体为自由体。如物体处于某种限制下，由于这些限制，使物体在某些方向的位移变成不可能，則这种物体称为不自由体。这些阻碍着物体运动的限制，在靜力学中称为約束。在靜力学所遇到的約束，是由与该物体相連系或是相接触的物体所造成的。由于約束而施于物体并阻碍着物体在某些方向运动的力，称为此約束的反作用力。

約束反作用力的方向，与約束所阻碍的物体运动的方向剛好相反。

在靜力学的问题中，几乎完全是研究不自由体的平衡。这些不自由体所受到的約束，最常見有下列三种：

1) **光滑面約束** 如約束的表面系絕對光滑，則此种約束即为光滑面約束。在此种情况下，沿約束表面的方向（亦即約束表面的切綫方向），就不会对物体的运动有絲毫限制，因而也就不会产生反作用

力。所以，光滑面約束對物体的反作用力的方向，只能是該光滑面的法線方向。又，在有些問題中，約束與物体的接觸只有一點，這樣約束反作用力的方向就無法確定。但是，如果我們知道此時被約束的物体的表面系絕對光滑，那末，約束反作用力的方向即可確定，它的方向，应当是被約束物体表面的法線方向，至于其道理，則是和前述完全相同的（參看圖 1—4、圖 1—5 與圖 1—6）。

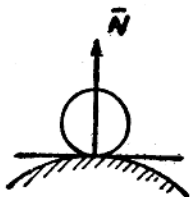


圖1-4

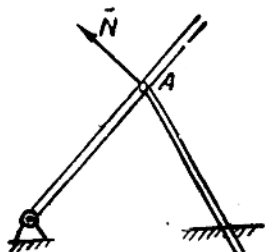


圖1-5

2) 柔軟約束 用柔軟物体（如綫繩、鋼絲、煉條等）所造成的約束，稱為柔軟約束。這種約束反作用力施在該物体與綫相接的連接點上，方向為沿此綫，並且只能是拉力。如（圖 1—7），設用綫系住物体的 A 點與 B 點，把它懸挂起來，這時， $\vec{T}_a$ 與 $\vec{T}_b$ 即表示綫對物体的反作用力。

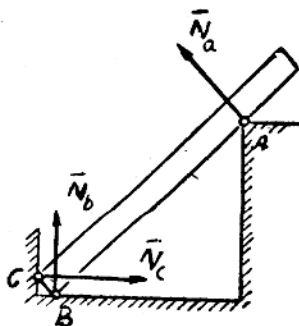


圖1-6

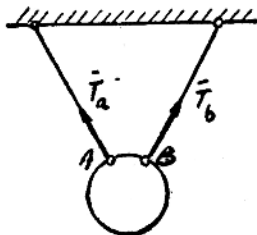


圖1-7

3) 铰链约束 铰链系由一圆环与一圆形销子所组成(如图1-8)。通常, 我们均把圆环与圆形销子的表面视为绝对光滑, 因而可知, 铰链约束反作用力位于销轴的垂直面内, 并且沿着其法线方向。换句话说, 铰链约束反作用力的作用线在与销子垂直的平面内, 并通过此铰链的中心, 至于方向则不能预先确定。

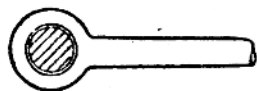


图1-8

虽然, 如上所述, 铰链约束反作用力的方向在一般情况下不能预先

定出, 但是, 如果当我们已知其他条件时, 铰链约束的反作用力的方向仍是可以确定的, 如(图1-9), AB 为一杆, 在 A 处用铰链与地面相连接, BC 为一根绳子, 其一端 B 连于 AB 杆上, 另一端 C 则固结在墙上。在 AB 杆的某一点 D 处系一重物 W 的重量, 此时 AB 杆受三力而平衡 (D 处 W 的重量, B 处绳子的拉力与 A 处铰链的反作用力)。今知 W 重量的方向垂直向下, B 处绳子的拉力 $\vec{T}_B$ 的方向为沿绳子 BC

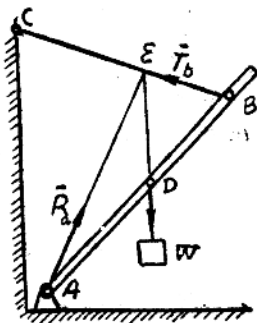


图1-9

的方向, 延长 W 与 BC (亦即与 $\vec{T}_B$) 相交于 E 。根据公理3的系, 知铰链 A 的反作用力不仅通过 A 点, 而且也必须通过 E 点。连 AE , 于是铰链 A 的反作用力 $\vec{R}_A$ 的方向即被得出。

第二章 平面汇交力系

第一节 平面汇交力系合成的几何法

所谓平面汇交力系, 乃是指这样一种力系: 第一, 这些力的作用线位于同一平面之内; 第二, 这些力的作用线或其延长线又汇交于一点。

首先, 我们来研究平面汇交力系的合成的几何法, 即用作图的方法

法來求平面匯交力系的合力。在這裡，我們先研究二力的合成。例如，今有匯交於A點的 $\vec{P}_1$ 、 $\vec{P}_2$ 二力（圖2-1），現求其合力，根據第一章第三節中的公理3，我們知道如以 $\vec{P}_1$ 、 $\vec{P}_2$ 二力為鄰邊，而構成一平行四邊形，則其對角綫 $\vec{AD}$ 即表示此二力的合力 $\vec{R}$ 的大小與方向。如用式子表示，即，

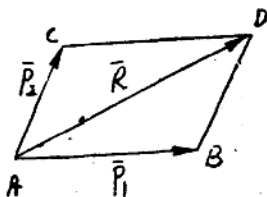


圖2-1

$$\vec{R} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 \dots \dots \dots (2-1)$$

其實，在求二力的合成的幾何作圖時，我們無須作出整個平行四邊形，只要完成如下的作法即可：從一力 $\vec{P}_1$ 的末端作向量 $\vec{BD}$ 平行且等於第二力 $\vec{P}_2$ ，再從所得折綫的始端作一向量到末端，這個向量 $\vec{AD}$ 即表示 $\vec{P}_1$ 與 $\vec{P}_2$ 的合力 $\vec{R}$ 的大小與方向（圖2-2）。此種方法，稱為

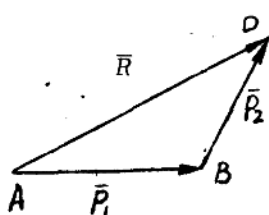


圖2-2

力三角形規則。而所得出的三角形，則稱為力的三角形。如果我們先作 $\vec{P}_2$ ，然後在 $\vec{P}_2$ 的末端作向量 $\vec{CD}$ 平行且等於 $\vec{P}_1$ ，則所得到的 $\vec{R}$ 與前次所得者完全相同的。

當我們研究了二力的合力的求法之後，我們就很容易得出了匯交於一

點的諸力的合力的求法，設有作用於A點的諸力 $\vec{P}_1$ 、 $\vec{P}_2$ 、 $\vec{P}_3$ 與 $\vec{P}_4$ （圖2-3），現求其合力。根據前面所講的力的三角形規則，我們可從力 $\vec{P}_1$ 的末端作向量 $\vec{BC}$ 平行且等於 $\vec{P}_2$ ，則向量 $\vec{AC}$ 即為 $\vec{P}_1$ 與 $\vec{P}_2$ 的合力，再由C點向量 $\vec{CD}$ 平行且等於 $\vec{P}_3$ ，則向量 $\vec{AD}$ 即為 $\vec{AC}$ 與 $\vec{P}_3$ 的合力，亦即為 $\vec{P}_1$ 、 $\vec{P}_2$ 與 $\vec{P}_3$ 的合力。由D點作向量 $\vec{DE}$ 平行且等於 $\vec{P}_4$ ，聯接A點與E點，則向

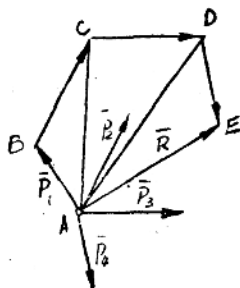


圖2-3

量 $\overline{AE}$ 即为 $\overline{P}_1$ 、 $\overline{P}_2$ 、 $\overline{P}_3$ 与 $\overline{P}_4$ 的合力。

由上所述,可得重要結論如下:汇交諸力的合力,其大小与方向,可用这样一个向量来表示,这向量是从已知諸力所构成的折綫的始端繪到末端。換句話說,用閉合这折綫的向量来表示。至于这合力的作用綫,則通过該力系的汇交点。

这个結論称为力多边形規則,并可用式子表示为:

$$\overline{R} = \overline{P}_1 + \overline{P}_2 + \overline{P}_3 + \overline{P}_4 \cdots \cdots (2-2)$$

至于这多边形 $ABCDE$,則称为力多边形。

在上面的作图中,我們是先作 $\overline{P}_1$,次作 $\overline{P}_2$,然后作 $\overline{P}_3$ 和 $\overline{P}_4$ 。如果我們不是依照上述次序来作图,所得的結果仍是与前述完全相同的。(这一点,同學們可以自己証明)。

由此可見,在力的多边形的作图中,与力的作图次序毫无关系。

如所有已知力均沿同一直綫,应用上述力多边形規則,即可求得:此时合力 R 大小等于所有諸力代数之和的絕對值;如果我們設向一方的力为正,向另一方的力为負,則諸力代数之和的符号,即表示該合力的方向。两大小相等,方向相反且在同一作用綫的力,其合力显然等于零。

最后,要着重指出的是:在用几何法求平面汇交力系的合力时,必須画得很准确,且須注明比例尺。

第二节 力的分解

和求合力一样,經常地需要进行相反的問題。将一力分解为若干分力。

将一力分解为两个分力,意思就是求出这样的两个力,它們的合力等于已知力。

显然力平行四边形和力三角形均可以用来解决这类問題。但以已知力作为对角綫可作出无穷多个平行四边形,或者以已知力为基础作出无穷多个三角形,所得的解答便有无穷多个。因此将一力分解时,除了所給的已知力外,还必須要知道足以作出一个肯定的力平行四边形(或力三角形)的任何两个条件:这就是要知道二分力的方