



职工中等专业学校教材

沈阳电力专科学校 高崇禧 主编

工 程 力 学



内 容 提 要

全书共五篇三十七章。内容包括有静力学、材料力学、结构力学（静定结构）、运动力学和常用机构。本书采用法定计量单位制。

本书可作为输配电专业、农电专业职工中专、函授中专的“工程力学”课程教材，也可供有关工程技术人员参考。

职工中等专业学校教材

工 程 力 学

沈阳电力专科学校 高崇禧 主编

*

水利电力出版社出版、发行

（北京三里河路6号）

河北省蔚县印刷厂印刷

*

787 × 109 2毫米 16开本 21.875印张 518千字

1989年12月第一版 1989年12月河北第一次印刷

印数0001—2200册

ISBN 7-120-00987-7/TH·12

定价 5.70元

前 言

为了提高水利电力系统职工的技术水平,使水利电力职工中等专业学校的教学工作走向正规化、系统化,我司统一组织编写了这套水利电力职工中专教材。这套教材是根据我司1985年制定的《水利电力系统成人中专教学计划及教学大纲》,由水利电力系统内各职工中等专业和普通中专学校中有经验的教师分工编写的。在编写过程中,力求在保证理论的系统性、完整性的同时,密切联系生产实际、深入浅出,突出职工教育的特点。

水利电力职工中专教材分基础课及专业课两大部分,包括发电厂及电力系统、输配电工程、用电管理、电厂热能动力装置、电厂热工测量及自动化、水工建筑、水电工程施工、水电厂动力设备、陆地水文、工业与民用建筑及经济管理等11个专业,共约120种教材。

《工程力学》系输配电专业教材之一,全书共三十七章,由沈阳电力专科学校高崇禧主编,西安电力学校苏逸参编,长春电力学校郑肖夫主审。

由于编写时间仓促,教材中错误难免,恳请读者批评指出。

水利电力部教育司

一九八九年六月

目 录

前 言

第一篇 静 力 学

第一章 静力学基本概念 受力图	1
第一节 静力学研究对象 平衡与刚体	1
第二节 力的概念	1
第三节 约束与约束反力	3
第四节 受力图	6
第二章 平面汇交力系	10
第一节 平面汇交力系合成的几何法	11
第二节 平面汇交力系平衡的几何条件	12
第三节 平面汇交力系合成的解析法	14
第四节 平面汇交力系平衡的解析条件	16
第三章 力矩与力偶	20
第一节 力对点的矩	20
第二节 力矩定理	21
第三节 力偶	22
第四节 力偶的等效性	23
第五节 平面力偶系的合成与平衡	24
第四章 平面任意力系	27
第一节 力的平移定理	27
第二节 平面任意力系的简化	28
第三节 平面任意力系的简化结果	30
第四节 平面任意力系的平衡条件	30
第五节 静定与静不定问题	35
第六节 物体系统的平衡	35
第五章 摩擦	40
第一节 滑动摩擦	40
第二节 摩擦角和自锁现象	41
第三节 考虑摩擦时物体的平衡问题	43
第四节 滚动摩擦	45
第六章 空间力系	49
第一节 空间汇交力系的合成	49
第二节 空间汇交力系的平衡方程	51

第三节 力对轴的矩	52
第四节 空间任意力系平衡方程	53
第七章 重心和形心	57
第一节 重心和形心的坐标公式	57
第二节 确定重心位置的方法	59

第二篇 材料力学

第八章 轴向拉伸和压缩	65
第一节 轴向拉伸和压缩的概念	65
第二节 内力的概念 截面法和轴力图	65
第三节 拉(压)杆横截面上的应力	68
第四节 拉(压)杆的变形 虎克定律	69
第五节 材料在拉伸时的力学性能	72
第六节 材料在压缩时的力学性能	74
第七节 拉(压)杆斜截面上的应力	76
第八节 许用应力和安全系数	77
第九节 拉伸和压缩时的强度计算	78
第十节 架空线机械计算的力学基础	80
第九章 剪切和挤压	86
第一节 剪切的概念	86
第二节 剪切时的应力和变形	87
第三节 挤压的概念	88
第四节 剪切和挤压的强度计算	88
第十章 扭转	92
第一节 外力偶矩的计算	92
第二节 扭矩和扭矩图	93
第三节 圆杆扭转时的变形和应力	95
第四节 圆杆扭转时的强度和刚度计算	98
第十一章 截面图形的几何性质	103
第一节 静矩和形心	104
第二节 惯性矩和惯性半径	105
第三节 惯性矩的平行移轴公式	108
第四节 组合截面的惯性矩	109
第十二章 直梁弯曲	112
第一节 弯曲的概念	112
第二节 梁的简化 梁的典型形式	113
第三节 梁的内力——剪力和弯矩	114
第四节 剪力图和弯矩图	116
第十三章 梁弯曲时的强度计算	120

第一节	梁纯弯曲时的正应力	122
第二节	梁的强度计算	126
第三节	梁的剪应力及其强度校核	129
第四节	提高梁强度的主要措施	132
第十四章	梁的变形	137
第一节	挠度和转角	137
第二节	挠曲线的微分方程及其积分	138
第三节	求梁变形的查表法	140
第四节	梁的刚度计算	143
第十五章	应力状态与强度理论	145
第一节	应力状态的概念	145
第二节	二向应力状态的分析——解析法	146
第三节	二向应力状态的分析——图解法	148
第四节	强度理论	151
第十六章	组合变形的强度计算	154
第一节	组合变形的概念	154
第二节	弯曲与拉伸(压缩)的组合	155
第三节	弯曲与扭转的组合	160
第十七章	压杆的稳定	165
第一节	压杆稳定的概念	165
第二节	确定临界力的欧拉公式	166
第三节	欧拉公式的适用范围 临界应力的经验公式	167
第四节	压杆的稳定计算	169
第五节	提高压杆稳定性的措施	172
第十八章	动荷应力和交变应力	175
第一节	动载荷的概念	175
第二节	构件作匀加速直线运动时的动荷应力	175
第三节	交变应力及其循环特征	176
第四节	疲劳破坏	178
第五节	材料的持久极限	178
第六节	影响持久极限的主要因素	180

第三篇 结 构 力 学

第十九章	概述	182
第一节	结构力学的研究对象	182
第二节	结构计算简图	183
第三节	杆件结构的分类	186
第二十章	平面体系的几何组成分析	187
第一节	几何组成分析的目的	187

第二节	平面体系的自由度	188
第三节	几何不变体系的组成规则	189
第四节	几何组成分析举例	192
第二十一章	静定梁和静定平面刚架的计算	195
第一节	概述	195
第二节	单跨静定梁	195
第三节	多跨静定梁	199
第四节	静定平面刚架	201
第二十二章	静定桁架	207
第一节	概述	207
第二节	用结点法计算平面桁架的内力	209
第三节	用截面法计算平面桁架的内力	213
第四节	结点法与截面法的联合应用	215
第五节	静定空间桁架	216
第二十三章	静定平面桁架位移的计算	222
第一节	概述	222
第二节	功与能	223
第三节	实功与虚功	223
第四节	功能原理	225
第五节	静定平面桁架的位移计算	226

第四篇 运 动 力 学

第二十四章	点的平面曲线运动	231
第一节	概述	231
第二节	用自然法研究点的曲线运动	231
第三节	用直角坐标法研究点的曲线运动	237
第二十五章	刚体的基本运动	243
第一节	刚体的平动	243
第二节	刚体绕定轴转动	244
第三节	定轴转动刚体上各点的速度和加速度	247
第二十六章	点的合成运动	253
第一节	点的合成运动的概念	253
第二节	绝对运动、相对运动和牵连运动	253
第三节	速度合成定理	254
第二十七章	质点动力学基础	260
第一节	动力学基本定律	260
第二节	质点运动微分方程	261
第三节	惯性力与动静法	266
第二十八章	刚体动力学基础	271

第一节	刚体平动的动力学基本方程	271
第二节	刚体定轴转动的动力学基本方程	273
第三节	转动惯量	273
第四节	刚体定轴转动动力学基本方程的应用	277
第二十九章	动量定理	282
第一节	冲量和动量的概念	282
第二节	质点动量定理	283
第三节	质点系动量定理	285
第三十章	动量矩定理	289
第一节	动量矩的概念	289
第二节	质点动量矩定理	289
第三节	质点系动量矩定理	291
第四节	定轴转动刚体的动量矩定理	292
第三十一章	动能定理	297
第一节	功	297
第二节	功率和机械效率	300
第三节	质点动能定理	302
第四节	质点系的动能定理	304
第三十二章	机械振动基础	309
第一节	机械振动的概念	309
第二节	自由振动	310
第三节	阻尼振动	313
第四节	强迫振动	314
第五节	减振与隔振	318

第五篇 常用机构简介

第三十三章	常用机构概述	320
第一节	机器与机构	320
第二节	运动副及其分类	320
第三节	机构运动简图	322
第三十四章	平面连杆机构	322
第一节	铰接四杆机构的基本型式	323
第二节	机构死点位置	325
第三节	铰接四杆机构的演化型式	325
第三十五章	凸轮机构	327
第一节	凸轮机构的概述	327
第二节	凸轮机构的基本参数和从动件常用运动规律	329
第三节	凸轮轮廓曲线的绘制	330
第三十六章	齿轮机构	331

第一节	概述	331
第二节	轮系及其分类	332
第三节	定轴轮系的传动比	332
第三十七章	间歇运动机构	333
第一节	棘轮机构	333
第二节	槽轮机构	334
附录	型钢表	335

第一篇 静 力 学

第一章 静力学基本概念 受力图

第一节 静力学研究对象 平衡与刚体

静力学是研究物体在—群力（称为力系）作用下的平衡规律的科学。

所谓平衡是指物体相对于周围物体保持其静止或匀速直线运动的状态。一切物体无不在永远运动着，平衡是物体机械运动的特殊情况。平衡是相对的、暂时的。在静力学中所讨论的平衡一般是指物体相对于地球的平衡。

静力学主要是研究刚体的平衡问题。所谓刚体是指在外力作用下不变形的物体。实际上刚体并不存在，只是在研究物体平衡时，把物体微小的变形忽略不计，视为不变形的刚体，使得问题的研究大为简化。

第二节 力 的 概 念

在生产实践中，我们已经熟悉这样的事实：行车起吊重物时，钢索对重物作用力使重物由静止变为运动；打铁时，烧红的铁块在铁锤的夯打下，改变了形状。重物由静止变为运动，这是因为钢索对它施加了力；铁块之所以变形，这是因为铁锤对它施加了力。由此可知力是物体之间的相互作用，它使被作用的物体（受力体）改变运动状态或改变形状。力使物体改变运动状态的效应称为力的外效应，而力使物体变形的效应称为力的内效应。静力学只研究力的外效应，材料力学将研究力的内效应。

实践证明，力对物体的作用效应，是由力的大小、方向和作用点的位置三个要素决定的。这三个要素中有任何一个改变时，力的作用效应也随之改变。

力是矢量。我们用一个矢量来表示力的三要素，如图1-1所示。这个矢量的长度（ AB ）按一定的比例尺表示力的大小；矢量的方向表示力的方向；矢量的始端（点 A ）表示力的作用点。矢量所沿着的直线（图1-1上的虚线）表示力的作用线。我们常用黑体字母 $\boldsymbol{F}$ 表示力的矢量，而用普通字母 F 表示力的大小。

为了测定力的大小，必须确定力的单位。在国际单位制（SI）中，力的单位是“牛顿”记作（N）。有时也以“千牛顿”为单位，记作（kN）。在工程单位制中，力的常用单位是“公斤力”，记作（kgf）；有时也采用“千公斤力”即“吨力”，记作（tf）。牛顿和公斤力的换算关系是

$$1\text{kgf} = 9.8\text{N}$$

$$1\text{tf} = 9.8\text{kN} = 9800\text{N}$$

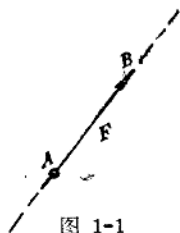


图 1-1

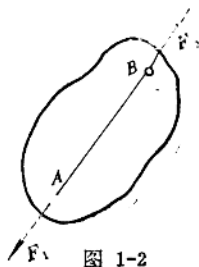


图 1-2

人类在长期的生产实践和科学实验中，总结、概括出力的一些性质，下面着重介绍四种基本性质：

(1) 作用于刚体上的两个力，要使刚体保持平衡，这两个力必须大小相等、方向相反、作用在同一条直线上，如图1-2所示，这称为二力平衡条件。

只受两个力的作用而保持平衡的刚体称为二力体。二力体平衡条件只适用于刚体。对于非刚体，这一条件是不充分的。如一段绳索，在两端受到一对大小相等、方向相反、作用在一条直线上的压力时并不能保持平衡。

(2) 一物体对另一物体有一作用力的同时，另一物体对此物体必有一反作用力。这两个力大小相等、方向相反、沿同一直线，分别作用在两物体上，这称为作用和反作用定律。

这一性质指出，所有力都是成对地出现，对应于任何作用，必有反作用存在。若物体A给另一物体B一作用力 F ，则另一物体B也必给物体A一作用力 F' ，且此二力大小相等、方向相反、作用在同一直线上，如图1-3所示。若称其中某力为作用力，则另一力可称为反作用力。必须注意，作用力和反作用力不是作用在同一物体上的，而是分别作用在相互作用的两个物体上。这一点与平衡的二力不同，平衡的二力是作用在同一物体上的。

(3) 作用在刚体上某点的力，可以沿着它的作用线移到刚体上任一点，而不改变该力对刚体的作用效应，这叫做力对刚体的可传性。

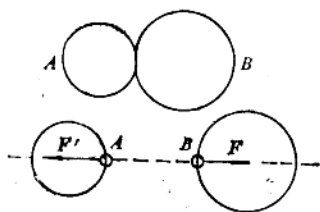


图 1-3

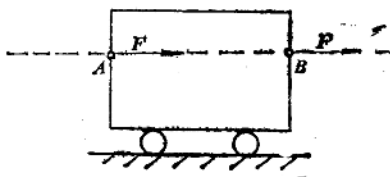


图 1-4

事实上不难理解，如图1-4所示，可以在A点用力 F 推车，也可以在B点用力 F 拉车，力作用在同一条直线上，小车子的前进效应完全一样。由此可见，对刚体来说，力的作用点已不是决定力的作用效应的要素，它已为作用线所代替。因此作用于刚体上的三要素是：力的大小、方向和作用线。

(4) 作用于物体上同一点的两个力，可以按平行四边形法则合成为一个力。此合力也作用在该点上，其大小和方向由这两个力为邻边所构成的平行四边形对角线表示，如图

1-5所示。如用 R 表示 F_1 和 F_2 的合力,则可将该法则表示为

$$R = F_1 + F_2$$

这里的“+”号不是代数相加,而要用平行四边形法则相加。这种加法称为矢量加法。若已知 F_1 、 F_2 间的夹角为 α ,则 R 的大小可按余弦定理计算

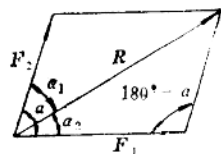


图 1-3

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2\cos(180^\circ - \alpha)} \\ &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha} \end{aligned}$$

合力 R 的方向,可按正弦定理确定

$$\frac{F_1}{\sin\alpha_1} = \frac{F_2}{\sin\alpha_2} = \frac{R}{\sin(180^\circ - \alpha)} = \frac{R}{\sin\alpha}$$

力的平行四边形法则也是力的分解法则。但是分解一个已知力为两个作用于同一点的分力,可以得到无数组的不同解答,因为以该已知力为对角线可以作出无数个平行四边形,如图1-6(a)所示。所以要使问题有确定的解答,就必须附加足够的条件。图1-6(b)所示,为力 F 沿水平与铅直两互相垂直方向分解,得到两个分力 F_x 、 F_y 。若力 F 的大小和方向为已知,则两个分力的大小分别为

$$F_x = F\cos\alpha$$

$$F_y = F\sin\alpha$$



图 1-6

第三节 约束与约束反力

各种结构中的构件都与它周围的构件以各种不同的方式互相联系,互相制约着。构件的运动都被与它相联系的其他构件所限制。对物体运动起限制作用的物体称为约束。例如电机转子的运动受轴承的限制,只能绕轴线转动,不能移动,轴承对轴构成约束。约束作用在物体上的力称为约束力(常常称为约束反力或反力)。于是作用在物体上的力分为两类:一类是使物体产生运动的力称为主动力,如重力、载荷;另一类是约束反力。一般来说,主动力的方向和大小都是已知的,而约束反力的方向和大小是未知的,也往往是所要求的。

我们将工程中常见的约束理想化,归纳为几种基本类型,并根据各种约束的特性分别说明其约束反力的表示方法。

一、柔性约束

由柔软的绳索或链条等物体所构成的约束,称为柔性约束。这类约束只能承受拉力,

不能承受压力，只能限制物体沿着柔性体伸长的方向运动。因此，其约束反力必定是通过接触点，沿绳索或链条等柔性体的轴线方向，背离物体。柔性约束的约束反力只能是拉力，常用字母 T 表示，如图1-7(a)、(b)所示。

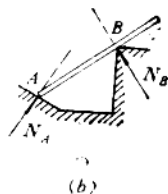
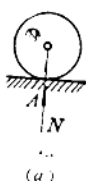
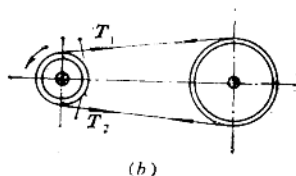
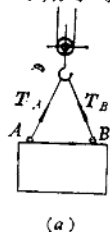


图 1-7

图 1-8

二、光滑面约束

忽略摩擦，视为完全光滑接触面所构成的约束，称为光滑面约束。这类约束不能限制物体沿约束表面切线方向的运动，只能阻碍物体沿接触表面法线向约束内部的运动。因此，光滑面约束的约束反力，作用在接触处，方向沿接触表面的公法线，指向受力物体。这种约束反力常常称为法向反力，常用字母 N 表示，如图1-8(a)、(b)所示。

三、光滑圆柱形铰链约束

在两个物体上各有一个直径相同的圆柱孔，用一个直径略小于孔径的圆柱体（称为销钉）将其连接起来，这种装置称为圆柱形铰链简称铰链。如图1-9(a)所示。这样，销钉只能限制两物体沿垂直销钉轴线方向的相对移动，而不能限制其绕销钉轴线的转动。若不计摩擦，则物体的圆柱孔与销钉为光滑面接触，物体所受到的约束反力应通过接触点（实为一平行于销钉轴线的直线段）和圆孔中心，图1-9(b)。由于接触点的位置 K 随物体所受的主动力的不同而改变，故约束反力 N 的方向不能预先确定，一般用通过圆孔中心互相垂直的两个分力 X 与 Y 来表示，如图1-9(c)所示。

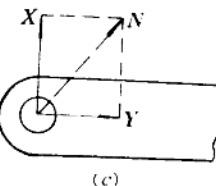
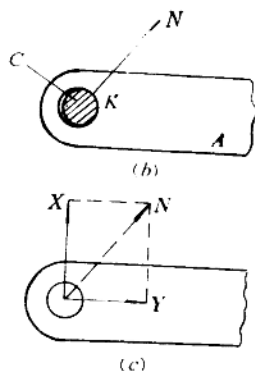
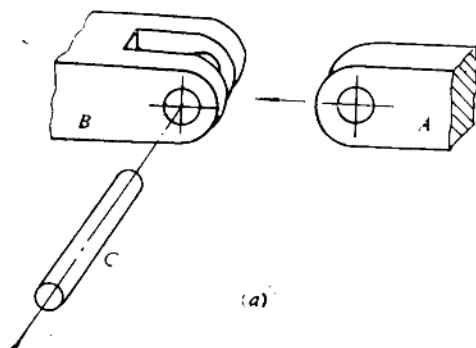


图 1-9

用圆柱形铰链连接两杆件，常用简图如图1-10(a)表示。图中 A 为两杆件连接处，称为铰结点。两杆件在铰结点处的约束反力，用互相垂直的两个分力 X_A 与 Y_A 表示，如图1-10(b)所示。

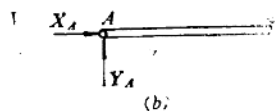
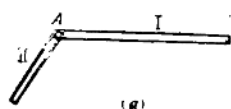


图 1-10

四、二力杆与链杆约束

只在两个力作用下平衡的构件，称为二力构件，简称为二力杆。如图1-11所示支架中的 CD 杆支撑着横梁 AB 。若不计 CD 杆的自重，它只在 C 、 D 两点受两个力 S_C 、 S_D 作用，并保持平衡，所以 CD 杆是二力杆。

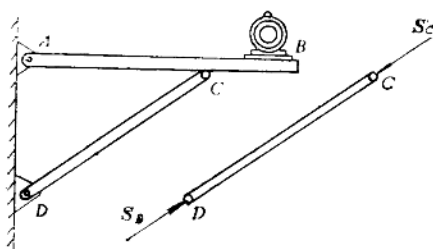


图 1-11

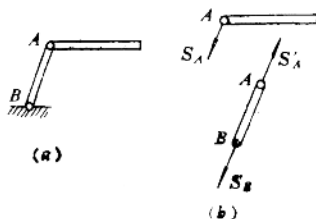


图 1-12

CD 杆两端用光滑圆柱形铰链与其它构件连接且不考虑自重，这样的刚杆又常称为链杆。它常被用来作拉杆或撑杆形成约束，如图1-12(a)所示。由于链杆为二力杆，所以链杆约束反力沿链杆两端铰链的连线，指向不能预先确定，通常假设链杆受拉，常用字母 S 表示，如图1-12(b)所示。

五、固定铰链支座

将结构物或构件连接在支承物上的装置称为支座。用销钉把结构物或构件与支座底板连接，并将底板固定在支承物上而构成的支座，称为固定铰链支座，简称固定铰支，如图1-13(a)、(b)所示。图1-13(c)是其简图。与光滑圆柱形铰链相比较可知，固定铰链支座

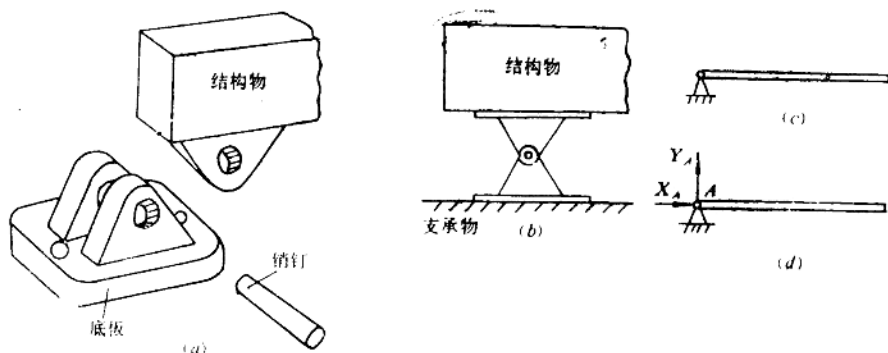


图 1-13

约束反力的作用线不能预先确定，故可用通过铰链中心的互相垂直的两分力表示，如图1-13(d)所示。

六、活动铰链支座

若支座底板不固定而是用几个圆柱形滚子支承在支承物上，如图1-14(a)所示。这种支座称为活动铰链支座。图1-14(b)是其简图。这种支座只能限制物体沿垂直于支承面的方向运动。所以其约束反力通过圆柱孔中心，垂直于支承面，如图1-14(c)，常用 N 或 R 表示。

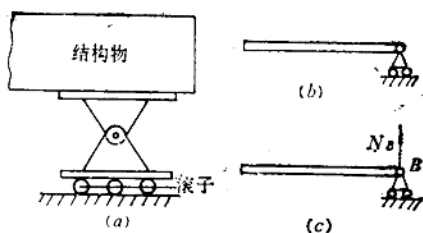


图 1-14

七、球形铰链约束

这是一种空间类型的约束，简称球铰，其结构如图1-15(a)所示，杆端为球形，它被约束在一个固定的球窝中。这种约束使杆只能绕球心在空间任意转动，但不允许在任何方向离开球心移动。架空输电线路中的拉线铁塔就是采用球铰与基础相联的，如图1-15(b)所示。球铰约束反力通过球心，而方向是任意的，通常把它沿坐标分解为三个分力 X 、 Y 和 Z 表示。

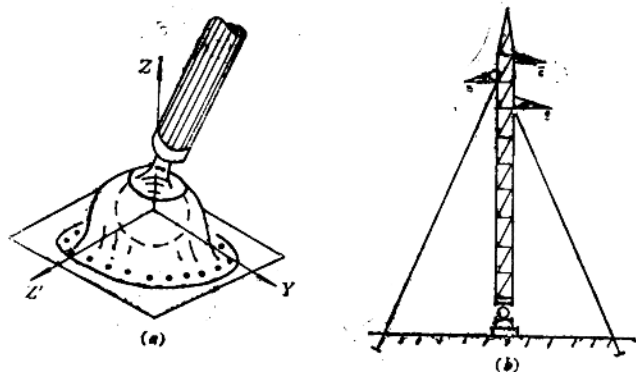


图 1-15

第四节 受力图

在工程上，研究任何物体的平衡，首先要将所研究的物体（即研究对象）从周围与它相互联系的物体中分离出来，解除约束而单独画出研究对象的简图。这个步骤叫做取分离体，解除约束后的物体称为分离体，然后在分离体上画出全部主动力和约束反力，这种表示物体受力的简图称为受力图。画物体受力图是解决静力学问题的重要步骤。下面举例说明。

例1-1 用力 F 拉动碾子以压平路面，碾子受到一石块的阻碍，如图1-16(a)所示。试画出碾子的受力图。

解：（1）取碾子为研究对象，单独画出其简图。

（2）画主动力 有杆的拉力 F 和碾子重力 G （题中未说明碾子自重不计，由碾子的作用可知其重力不能忽略）。

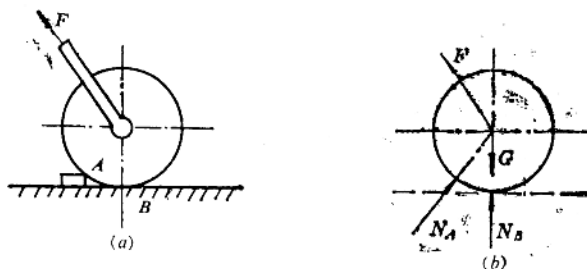


图 1-16

(3) 画约束反力 碾子在A和B两处受石块和地面的约束，如不计摩擦，则均视为光滑面约束。两个法向反力 N_A 和 N_B 都是通过接触点沿着接触面公法线而指向碾子中心。碾子受力图，如图1-16(b)所示。

例 1-2 酒杯型铁塔上每个绝缘子串承受导线的重量分别为 F_1 、 F_2 和 F_3 ($F_1 = F_2 = F_3 = F$)，铁塔本身重量为 G ，塔基A为固定铰链支座，塔基B为活动铰链支座，如图1-17(a)所示。试画出塔架支座的受力图。

解：因塔基A为固定铰链支座所以约束反力通过铰链中心，但方向不能确定，可用两个互相垂直的分力 X_A 和 Y_A 表示。塔基B为活动铰链支座，约束反力垂直于支承面，用 N_B 表示。塔架支座反力如图1-17(b)所示。

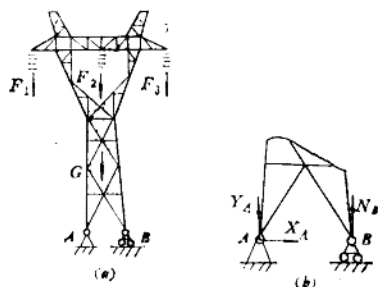


图 1-17

例 1-3 路灯支架如图1-18(a)所示，由弯杆AD和直杆BC组成，A、B、C处均为铰链连接。在D端吊挂一重为G的灯。如果AD杆和BC杆自重均忽略不计，试分别画出AD杆和BC杆的受力图。

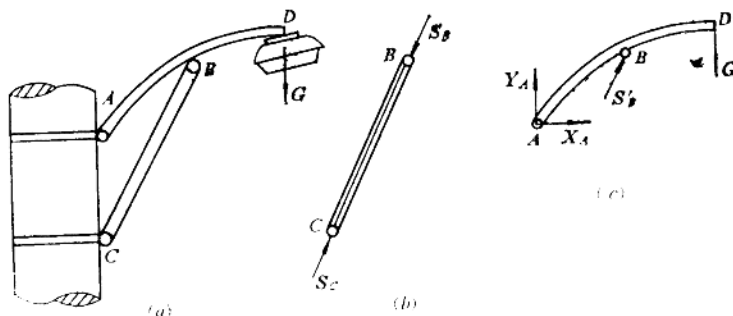


图 1-18

解：(1) 画BC杆受力图 取BC杆为研究对象。由于BC杆自重不计所以BC杆是链杆。根据链杆平衡条件，即可确定链杆两端的反力 S_B 和 S_C ，作用线沿链杆的轴线，大小相等，方向相反（由经验判断，此处杆BC受压力。但在一般情况下，力的指向不能定出）。斜杆BC的受力图如图1-18(b)所示。

(2) 画AD杆受力图 取AD杆为研究对象。它受一个主动力 G 的作用，方向铅直向

下。在铰链B处受链杆BC对它的约束反力 S_B^I 的作用。根据作用反作用定律,反力 S_B^I 与 S_B 大小相等、方向相反、作用在同一直线上。在铰链A处受有固定铰支对它的反力,由于反力方向不能确定,可用两个大小未定的互相垂直分力 X_A 和 Y_A 代替。 AD 杆的受力图如图1-18(c)所示。

例 1-4 钢筋混凝土电杆起吊时,受吊绳拉力 T 和计算荷重 G (包括杆身各部重量)的作用,如图1-19(a)所示。在D点处地面对电杆的支承可视为光滑面约束。试画钢筋混凝土电杆的受力图。

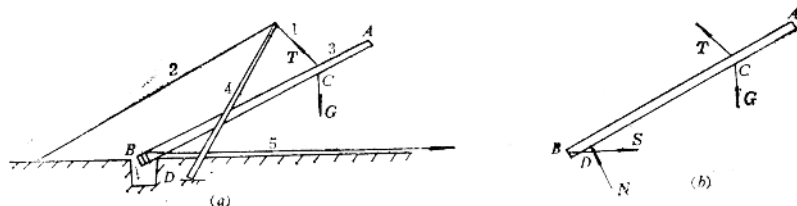


图 1-19

1—起吊绳; 2—牵引绳; 3—电杆; 4—拉杆; 5—制动绳

解: (1) 取电杆为研究对象, 单独画出电杆简图。

(2) 画主动力, 吊绳拉力 T 和计算荷重 G 。

(3) 画约束反力, 在电杆根部B处受制动绳约束, 柔性约束反力 S 的方向为沿着制动绳本身离开电杆。由于电杆与地面接触点D处视为光滑面约束, 所以约束反力为法向反力, 反力 N 指向电杆, 得图1-19(b)。

例 1-5 简易起重架如图1-20(a)所示, A、C、D三处均为铰链, 被吊起的重物重为 G , 绳端拉力为 T , 不计自重, 试分别画出①重物连同滑轮B; ②斜杆CD; ③横梁AB; ④整体的受力图。

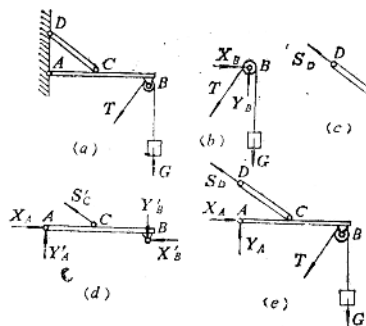


图 1-20

解: (1) 画重物连同滑轮的受力图, 主动力有重物的重力 G 和绳子另一端拉力 T 。滑轮轴相当圆柱形铰链, 其反力用通过滑轮轴中心的相互垂直的两个分力 X_B 和 Y_B 表示, 得图1-20(b)。

(2) 画斜杆CD的受力图, 显然CD杆为链杆, 作用于杆两端的约束反力 S_C 与 S_D 沿杆本身的轴线, 并假设杆受拉, 得图1-20(c)。

(3) 画横梁AB的受力图, 梁AB上有三处受力, B端受滑轮作用于滑轮轴的力, 与 X_B 、 Y_B 力为作用力与反作用力关系, 以 X'_B 、 Y'_B 表示; C处受斜杆CD的约束反力 S'_C 与力 S_C 大小相等、方向相反、作用在同一条直线上; A端受固定铰支座A的约束反力, 以通过A点的 X_A 、 Y_A 表示, 得图1-20(d)。

(4) 画整体受力图, 取整个物体系统为研究对象。由于在滑轮轴B处, 所受的力分别互为作用力和反作用力关系; 在铰链C处所受的力也为作用力和反作用力的关系, 这些