

建筑力学与结构平法识图

总主编 郭耀邦 楼江明
主 编 王仁田 林宏剑



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

核心课程+教学项目 

建筑工程施工专业课程改革成果教材

建筑力学与结构平法识图

Jianzhu Lixue yu Jiegou Pingfa Shitu

总 主 编 郭耀邦 楼江明
主 编 王仁田 林宏剑



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是浙江省建筑工程施工专业课程改革成果教材。

本书包括 10 个项目, 主要内容包括: 力和受力图、平面力系的平衡、直杆轴向拉伸和压缩、直梁弯曲、结构设计总说明识读、基础平法施工图识读、柱平法施工图识读、梁平法施工图识读、板平法施工图识读、楼梯平法施工图识读等。

本书配套学习卡资源, 按本书最后一页“郑重声明”下方的学习卡使用说明, 登录“<http://sv.hep.com.cn>”或“<http://sve.hep.com.cn>”, 可上网学习, 下载资源。

本书可作为职业教育建筑工程施工专业教学用书, 也可作为相关企业岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学与结构平法识图/ 王仁田, 林宏剑主编.

—北京: 高等教育出版社, 2013. 5

浙江省建筑工程施工专业课程改革成果教材/ 郭耀邦, 楼江明主编

ISBN 978 - 7 - 04 - 037105 - 5

I. ①建… II. ①王… ②林… III. ①建筑结构 - 结构力学 - 教材 ②建筑制图 - 识别 - 教材 IV. ① TU311②TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 060820 号

策划编辑 梁建超

责任编辑 李京平

封面设计 李卫青

版式设计 童丹

插图绘制 尹莉

责任校对 杨雪莲

责任印制 赵义民

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京鑫海金澳胶印有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 16.5
字 数 390 千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landrac.com>
<http://www.landrac.com.cn>
版 次 2013 年 5 月第 1 版
印 次 2013 年 5 月第 1 次印刷
定 价 29.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究
物料号 37105 - 00

编写说明

2006年,浙江省政府召开全省职业教育工作会议并下发《省政府关于大力推进职业教育改革与发展的意见》。该意见指出,“为加大对职业教育的扶持力度,重点解决我省职业教育目前存在的突出问题”,决定实施“浙江省职业教育六项行动计划”。2007年年初,作为“浙江省职业教育六项行动计划”项目的浙江省中等职业教育专业课程改革研究正式启动,预计用5年左右时间,分阶段对30个左右专业的课程进行改革,初步形成能与现代产业和行业进步相适应的体现浙江特色的课程标准和课程结构,满足社会对中等职业教育的需要。

专业课程改革亟待改变原有以学科为主线的课程模式,尝试构建以岗位能力为本位的专业课程新体系,促进职业教育的内涵发展。基于此,课题组本着积极稳妥、科学谨慎、务实创新的原则,对相关行业企业的人才结构现状、专业发展趋势、人才需求状况、职业岗位群对知识技能要求等方面进行系统的调研,在庞大的数据中梳理出共性问题,在把握行业、企业的人才需求与职业学校的培养现状,掌握国内中等职业学校本专业人才培养动态的基础上,最终确立了“以核心技能培养为专业课程改革主旨、以核心课程开发为专业教材建设主体、以教学项目设计为专业教学改革重点”的浙江省中等职业教育专业课程改革新思路,并着力构建“核心课程+教学项目”的专业课程新模式。这项研究得到由教育部职业技术中心研究所、中央教科所和华东师范大学职教所等专家组成的鉴定组的高度肯定,认为课题研究“取得的成果创新性强,操作性强,已达到国内同类研究领先水平”。

依据本课题研究形成的课程理念及其“核心课程+教学项目”的专业课程新模式,课题组邀请了行业专家、高校专家以及一线骨干教师组成教材编写组,根据先期形成的教学指导方案着手编写本套教材,几经论证、修改,现付梓。

由于时间紧、任务重,教材中定有不足之处,敬请提出宝贵的意见和建议,以求不断改进和完善。

浙江省教育厅职成教教研室

2012年4月

前言

本书是建筑工程施工专业课程改革成果教材。

本书根据浙江省中等职业学校建筑工程施工专业教学指导方案以及《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑结构抗震设计规范》(GB 50011—2010)和《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(11G101—1~3),并参照国家相关职业标准和行业岗位技能鉴定的规范等编写。“建筑力学与结构平法识图”是中等职业学校建筑类专业的一门专业核心课程,其中平法识图是学生未来从事施工员、安全员、质量员、制图员、造价员以及钢筋工、测量放线工等工作岗位,获得相关职业资格证书所必须具备的重要专业核心技能。

本书的编者由专业教学指导方案和课程标准的制订者、长期从事教学工作的骨干教师与长期从事土木工程设计、施工的工程技术人员组成。编写过程中,在充分研讨和反复论证的基础上,通过改革创新,使本书具有以下鲜明特色:

1. 项目引领,任务驱动。采用教学项目、任务驱动的模式编写,创新知识的呈现方式和教材内容的结构形式。把每个教学项目分解为若干教学任务,每个教学任务由任务目标、任务内容、知识解读、任务实施等组成。有些教学任务中还设置了任务拓展,主要为提高学生兴趣、拓展学习能力以及适应不同岗位、专业差异,可作为选修内容。

2. 精选内容,必需够用。按照结构施工图内容及顺序编写结构识图项目,围绕结构识图项目精选建筑力学、建筑结构的相关内容,并把建筑力学基础知识和建筑结构中的钢筋混凝土柱、梁、板的构造要求与结构识图有机融合在一起。通过对钢筋混凝土轴压柱、简单梁的配筋图识读为后续结构识图打下基础。

3. 贴近实际,突出应用。根据现行规范、建筑标准设计图集设计结构施工图,并作为结构识图实例编写教学内容,使教学内容对接岗位技能要求。力学基础贴近学生实际和生活体验,精减内容、降低难度、淡化计算,易学易教。

本书按78~104学时编写,各教学项目的学时分配建议如下:

教学项目	建议学时数	教学项目	建议学时数
项目一 力和受力图	8~10	项目六 基础平法施工图识读	6~8
项目二 平面力系的平衡	10~14	项目七 柱平法施工图识读	8~10
项目三 直杆轴向拉伸和压缩	8~12	项目八 梁平法施工图识读	10~12
项目四 直梁弯曲	10~14	项目九 板平法施工图识读	8~10
项目五 结构设计总说明识读	4~6	项目十 楼梯平法施工图识读	6~8

本书由王仁田、林宏剑主编,其中项目一、三、四、九由台州市建筑工程学校王仁田编写,项目二由台州学院金雪峰编写,项目五、六、七由台州学院林宏剑编写,项目八、十由台州职

业技术学院蒋敏编写,全书由王仁田统稿,教学楼图纸由高级工程师、国家一级注册结构工程师林宏剑、蒋敏设计。

河南建筑职业技术学院(河南省建筑工程学校)吴承霞副院长、北京城市建设学校徐悦高级工程师认真审阅了书稿,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

本书配有学习卡资源,按照本书最后一页“郑重声明”下方的学习卡使用说明,登录“<http://sv.hep.com.cn>”或“<http://sve.hep.com.cn>”,可上网学习,下载资源。

由于编者水平有限,加之本书编写是一次改革创新尝试,书中难免存在不足之处,恳切期望各位读者朋友批评指正,以便进一步修改完善(读者意见反馈信箱:zz_dzyj@pub.hep.cn)。

编者

2013年1月

目录

项目一 力和受力图	1	任务 1 独立基础平法施工图的识读	115
任务 1 力的认识	2	任务 2 独立基础标准构造详图的识读	125
任务 2 约束的识别与约束力的分析	9	项目七 柱平法施工图的识读	135
任务 3 受力图的绘制	17	任务 1 柱平法施工图的识读	136
项目二 平面力系的平衡	26	任务 2 柱标准构造详图的识读	145
任务 1 平面汇交力系平衡问题的求解	27	项目八 梁平法施工图的识读	165
任务 2 力的投影和力矩	31	任务 1 梁平法施工图的识读	166
任务 3 平面一般力系平衡问题的求解	38	任务 2 梁标准构造详图的识读	179
项目三 直杆轴向拉伸和压缩	47	项目九 板平法施工图的识读	193
任务 1 杆件基本变形的识别	48	任务 1 有梁楼盖板平法施工图的识读	194
任务 2 直杆轴向拉、压横截面上的轴力图的绘制	51	任务 2 有梁楼盖板标准构造详图的识读	204
任务 3 直杆轴向拉、压在工程中的应用	56	项目十 楼梯平法施工图的识读	214
项目四 直梁弯曲	67	任务 1 板式楼梯平法施工图的识读	215
任务 1 简单梁的识别和梁内力的计算	68	任务 2 板式楼梯标准构造详图的识读	226
任务 2 梁的剪力图和弯矩图的绘制	72	附录 A 受拉钢筋基本锚固长度、锚固长度和绑扎搭接长度的确定	233
任务 3 直梁弯曲在工程中的应用	79	附录 B 工程实例——结构施工图	235
项目五 结构设计总说明的识读	99	参考文献	253
项目六 基础平法施工图的识读	114		

项目一

力和受力图

导读

央视大楼(图 1-1)是北京市地标性建筑之一,高 234 m,两座竖立的塔楼分别倾斜 6° ,在 162 m 处由 14 层高的悬挑结构连接起来,两段悬挑结构分别伸出 67 m、75 m,在空中合拢为“L”形空间结构。塔楼倾斜方向与其高处的悬挑结构方向一致,大楼看上去“摇摇欲坠”,事实上却岿然不动,这是为什么呢?要回答这个问题,应先从大楼的受力分析着手。

在工程中力无处不在,要分析和解决工程中的力学问题,必须熟悉力的基本知识,能分析常见约束的约束性能和约束力,熟练掌握分析物体受力情况的基本方法,并能正确绘制物体的受力图。

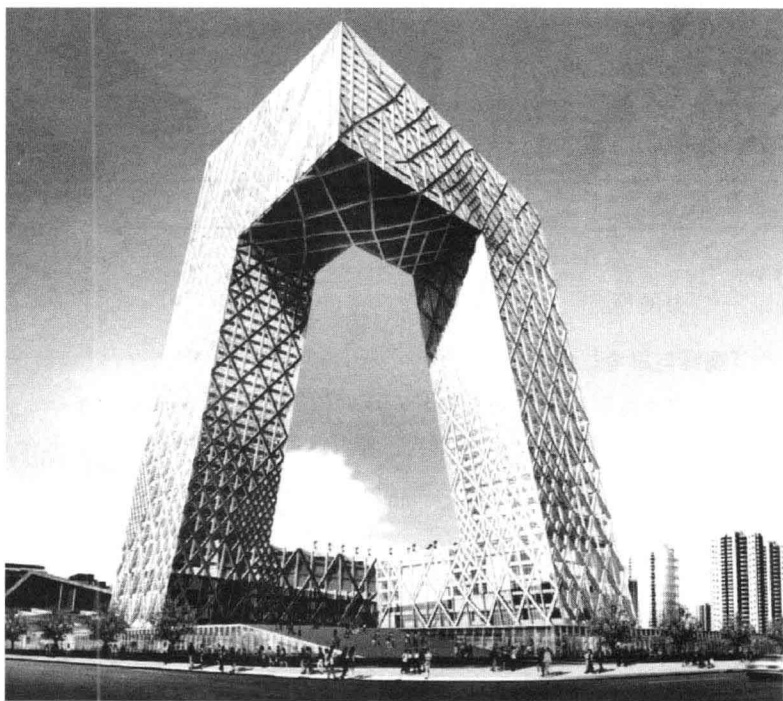


图 1-1 央视大楼

任务1 力的认识

任务目标

1. 理解力的概念、力的两种作用效果,了解力的三要素。
2. 学会二力平衡公理、作用与反作用公理,能对两个公理进行比较,会对二力构件进行受力分析。
3. 知道合力与分力的概念,了解平行四边形法则。

任务内容

1. 知识点
力的概念、力的三要素、平衡的概念、二力平衡公理、作用与反作用公理、平行四边形法则。
2. 技能点
力的示意图、二力构件受力分析。

知识解读

一、力的概念

[观察与思考]

在日常生活中,人们常看到这样一些现象:用手推车,车由静止开始运动(图 1-2a);人坐在沙发上,沙发会发生变形(图 1-2b)。为什么车能由静止开始运动?为什么沙发会发生变形?



(a) 用手推车

(b) 人坐在沙发上

图 1-2 物体受力后运动状态发生变化

这是因为人对车、沙发施加了力,使车的运动状态发生了变化、使沙发发生了变形。但同时也感到车对人、沙发对人有反作用力。又例如,自空中落下的物体受到地球引力的作用运动速度会逐渐加快、桥梁受到车辆的作用而产生弯曲变形等。

综合无数事例,可以概括出力的概念:力是物体间的相互作用,这种作用引起物体的运动状态发生变化或使物体产生变形。物体的运动状态变化是指物体运动速度大小或运动方向的改变,物体的变形是指物体的形状或大小发生变化。

在土木工程力学中,力的作用方式一般有两种情况,一种是两个物体相互接触且发生变形时,它们之间相互产生拉力或压力,例如吊车和构件之间的拉力、打夯机与地基土之间的压力等;另一种是物体与地球之间相互产生吸引力,对物体来说,这种吸引力就是重力。

二、力的三要素

[观察与思考]

如图1-3所示,将长方体木块放在桌面上,如果对木块施加的作用力 F 的大小变化,或 F 的方向变化,或 F 的位置变化,作用效果分别会怎样呢?

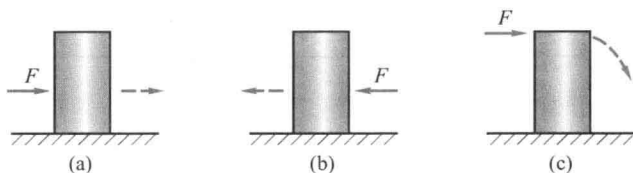


图1-3 木块受力后与其作用效果的关系

由实践可知,力对物体的作用效果取决于力的大小、力的方向和力的作用点三个要素。力的大小是指物体间相互作用的强弱程度,力大则对物体的作用效果也大,力小则作用效果也小。力的大小可以用测力器测定。在国际单位制中,力的度量单位是N(牛)和kN(千牛)。

$$1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}$$

[做一做]

请同学们伸出双手,用力鼓掌来体验一下力的大小与其作用效果之间的关系。

力具有方向,力的方向是指力作用的方位和指向。假设用同样大小的力推动木块:从木块左面推,木块向右运动(图1-3a);从木块右面推,木块向左运动(图1-3b)。可见,力的作用方向不同,对物体产生的效果也不同。

力对物体的作用效果还与力在物体上的作用点有关。施以同样大小和方向的推力推木块,如推力作用点较低,木块将向前移动(图1-3a);如推力作用点较高,木块将翻倒(图1-3c)。力的大小、方向和作用点决定了力对物体的作用效果,改变这三个因素中的任一个因素,都会改变力对物体的作用效果,因此,把力的大小、方向和作用点称为力的三要素。

力是一个既有大小又有方向的量,因此力是矢量。如图1-4所示,物体的重力 W 可用一个带箭头的线段来表示:线段的长度表示重力的大小,线段



图1-4 重力示意图

的方位和箭头的指向表示重力的方向,线段的起点或终点表示重力的作用点。这样的图形称为力的示意图。

三、静力学公理

静力学公理是人们在长期生活和生产实践中的经验总结。这些公理简单而明显,无须证明而被公认,它是研究力系平衡条件的基础。

1. 平衡的概念

物体的平衡状态是指物体相对于地球保持静止或作匀速直线运动的状态。正常情况下静止的房屋、大坝、水塔、桥梁以及匀速吊装的构件等,它们相对于地球都处于平衡状态。

同时作用在一个物体上的一群力称为力系。物体在力系的作用下一般会产生各种不同的运动。要使物体处于平衡状态,就必须使作用于物体上的力系满足一定的条件。这些条件称为力系的平衡条件。使物体处于平衡状态的力系称为平衡力系。物体在各种力系作用下的平衡条件在土木工程中有着广泛的应用。

2. 二力平衡公理

[观察与思考]

如图 1-5 所示,杂技演员头顶大缸,就像缸粘在头顶上一样,这时缸处于平衡状态。缸受到哪些力的作用,为什么会处于平衡状态呢?



图 1-5 杂技演员头顶大缸

此时缸只受到两个力的作用:一个是缸的重力 W ,一个是头顶对缸的支承力 F_N 。杂技演员随着缸的不断晃动,不时变换身体的位置,其目的就是始终使缸的重力 W 的作用线与头顶对缸的支承力 F_N 的作用线重合,以保持缸的相对平衡。

作用在同一个物体上的两个力,使该物体处于平衡状态的条件是:这两个力大小相等、方向相反,作用在同一条直线上。这就是二力平衡公理。这个公理说明了一个物体在两个力作用下处于平衡状态时(图 1-6)应满足的条件。

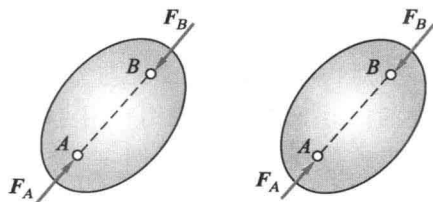


图 1-6 二力平衡

3. 作用与反作用公理

[观察与思考]

如图 1-7 所示,在火箭发射过程中,火箭升空时向地面方向喷射出强大的气流;汽艇前进时螺旋桨往后推水;墨鱼要前进则向后喷水。这都是为什么呢?

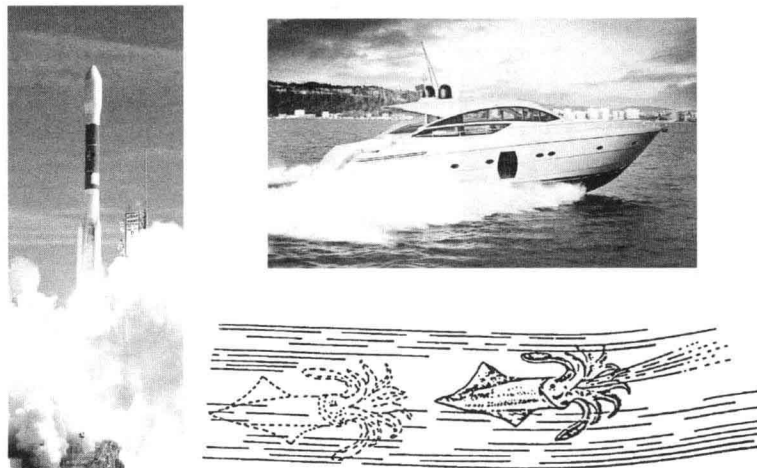


图 1-7 作用与反作用

因为力是物体间的相互作用,那么,在甲物体对乙物体作用一个力的同时,乙物体必然也有一个反作用力作用在甲物体上。火箭靠向下喷气产生的反作用力而升空,汽艇靠向后推水产生的反作用力而前进,墨鱼靠向后喷水产生的反作用力使自身产生向前运动。这说明作用力和反作用力总是成对出现的,而且方向相反(图 1-8)。作用力和反作用力的大小关系如何呢?



图 1-8 作用力与反作用力方向关系

[做一做]

请两位同学各手拿一弹簧秤,把两秤搭连后各自向相反的方向拉(图 1-9)。A 弹簧秤显示甲拉乙的力,B 弹簧秤显示乙拉甲的力。会看到 A、B 两秤显示的刻度始终相等。

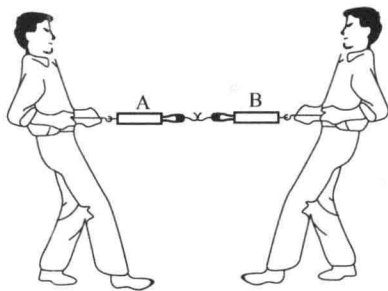


图 1-9 作用力与反作用力大小关系

两个物体间的作用力和反作用力总是同时存在的,它们大小相等、方向相反,沿同一条直线分别作用在两个物体上。这就是作用与反作用公理。

[交流与讨论]

有一位小朋友在地面上骑独轮车,处于平衡状态(图 1-10a)。试问地面对轮子的支持力 F_N 与轮子对地面的压力 F'_N (图 1-10b)、地面对轮子的支持力 F_N 与小朋友和轮子的重力 W (图 1-10c)有何关系?

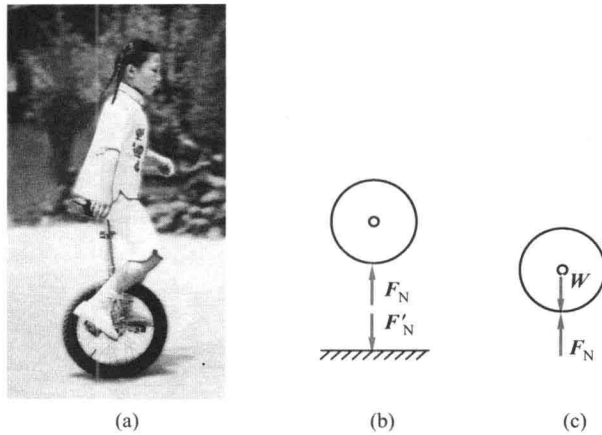


图 1-10 骑独轮车

需要指出,作用力与反作用力的关系和二力平衡条件有本质区别:作用力与反作用力是分别作用在两个不同的物体上的;而二力平衡条件中的两个力则是作用在同一物体上的,它们是平衡力。

4. 平行四边形法则

重量为 W 的物体,用一根绳悬挂(图 1-11a)或者用两根绳悬挂(图 1-11b),都能使重物处于平衡状态。因此,一个力 F_R 对物体产生的作用效果,相当于两个力 F_1 、 F_2 共同对物体产生的作用效果。把力 F_R 称为力 F_1 、 F_2 的合力,而把力 F_1 、 F_2 称为力 F_R 的两个分力。

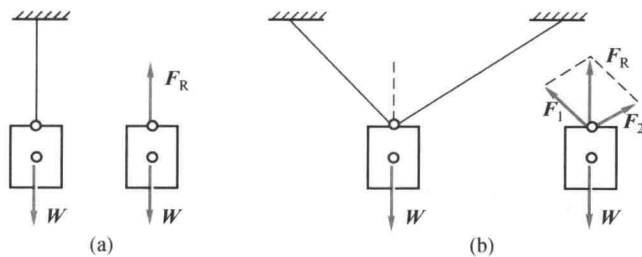


图 1-11 合力与分力

交于一点的两个力的合力,由力的平行四边形法则来确定:作用于物体上同一点的两个力,可以合成为一个合力,合力的作用点也在该点,合力的大小和方向用以两分力为邻边所构成的平行四边形的对角线表示。

如图 1-12a 所示,设两个力 F_1 和 F_2 作用于物体上的同一点 A ,它们的合力由线段 AB 、 AC 为邻边的平行四边形的对角线 AD 确定, F_R 是 F_1 、 F_2 的合力。

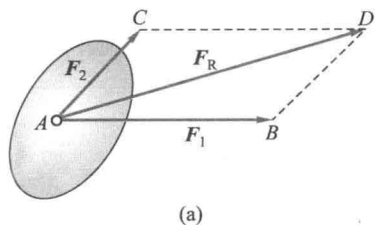


图 1-12 平行四边形法则

任务实施

一、二力构件受力分析

工程实例

工程上将结构中只受两个力作用且处于平衡状态的杆件称为二力构件或二力杆。如图 1-13a 所示雨篷中的斜向直杆 AB(杆的重力略去不计), 仅在其两端 A、B 受到两个力作用, 连接两个力的作用点成一直线, 为两个力的作用线(图 1-13b), 这两个力必等值、反向。

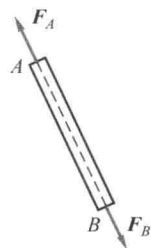
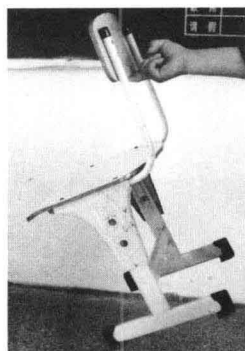


图 1-13 二力构件(杆)

[做一做]

用手钩起凳子,如图 1-14 所示,想一想怎样才能平衡?此时凳子受几个力作用?请画出凳子的受力图。



受力分析

受力图

图 1-14 用手钩起凳子

[想一想]

二力构件受力分析的思路为:先连接两个力的_____,确定两个力的_____,再在力的作用线上画出_____、_____的两个力。

二、作用力与反作用力分析

书放在桌面上,书的自重为 W ,书受到_____与_____的作用处于平衡状态,它们的反作用力分别作用在_____和_____上,请画出书的受力图与相应反作用力的示意图。

书的受力图

反作用力的示意图

任务2 约束的识别与约束力的分析

任务目标

1. 了解约束与约束力的概念。
2. 能对工程中常用的基本构件的约束进行简化,能分析常见约束的约束性能和约束力方向。
3. 能识别约束的种类,并会画出常见约束的约束力示意图,知道相应的约束力的未知数个数。

任务内容

1. 知识点
约束与约束力的概念,七种常见约束的名称、约束性能和约束力的符号。
2. 技能点
七种常见约束的约束简图的识读以及相应约束力的分析,简单工程实例的约束简化分析。

知识解读

一、约束与约束力的概念

[观察与思考]

在日常生活中有些现象司空见惯:绳索悬挂的灯、支承在墙上或柱子上的梁、坐在椅子上的人,等等。为什么灯、梁和椅子上的人都不能向下运动呢?

因为灯、梁和坐在椅子上的人的运动受到周围物体的限制,而不可能在空间某些方向运动。这种限制物体运动的物体在力学中称为**约束**。绳索是灯的约束,墙或柱子是其所支承的梁的约束,椅子是坐在它上面的人的约束。

约束对被约束物体的作用力称为**约束力**(也称约束反力)。约束力是被动力,其方向总是与约束所能限制的运动方向相反,其作用效果是限制被约束物体的运动。例如,用一根绳索悬挂的灯,其在自重的作用下,有沿铅垂方向向下运动的趋势,而绳索对灯的约束力的方向是垂直向上的。

与约束力对应,主动使物体运动或使物体有运动趋势的力称为**主动力**,如重力、风压力、土压力等。主动力在工程上称为**荷载**。一般情况下,物体总是同时受到主动力和约束力的

作用。主动力通常是已知的,而约束力则是未知的。因此,正确地分析约束力是对物体进行受力分析的关键。

工程中约束的类型很多,下面介绍几种常见的约束及其约束力。

二、几种常见的约束及其约束力

1. 柔体约束

绳索、链条、胶带等用于限制物体的运动时,称为**柔体约束**。图 1-15 和图 1-16 中的绳索分别为所吊灯笼和物体的约束。由于柔体只能承受拉力,而不能承受压力,所以它们只能限制物体沿着柔体伸长方向的运动。因此,柔体对物体的约束力是通过接触点,沿柔体中心线作用的拉力,即背离被约束的物体,常用字母 F_T 表示。

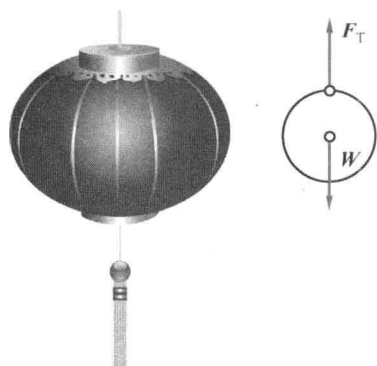


图 1-15 灯笼

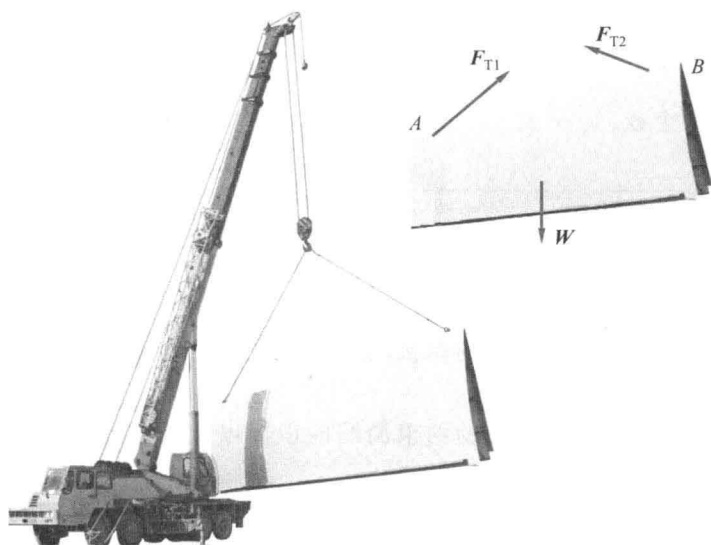


图 1-16 吊车吊物体

2. 光滑接触面约束

当物体在接触处的摩擦力很小,可以略去不计时,它所受的就是**光滑接触面约束**。这种约束只能限制物体沿着光滑面的垂线并指向光滑面的运动,而不能限制物体沿着光滑面或离开光滑面的运动。所以,光滑面的约束力是通过接触点,沿接触面在该点的垂线方向作用的压力,指向被约束的物体,常用字母 F_N 表示,如图 1-17 和图 1-18 所示。

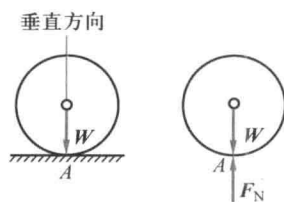


图 1-17 光滑接触面约束(一)

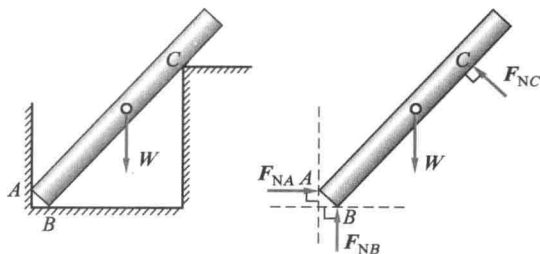


图 1-18 光滑接触面约束(二)