

基层施工技术人员岗位培训教材

(土建综合工长)

建筑力学

沈伦序 宋惠芬 编



中国建筑工业出版社

基层施工技术员岗位培训教材

建 筑 力 学

沈伦序 宋蕙芬 编

中国建筑工业出版社

(京) 新登字 035 号

本书为城乡建设环境保护部基层施工技术员(土建综合工长)岗位培训教材。内容按培训计划“建筑力学教学大纲”编写,以讲清力学概念、减少数学推演、强调工地施工技术员实用为主。

全书共有三篇十五章。第一篇为作用在结构上的力系平衡条件;第二篇为构件的承载能力计算;第三篇为结构的受力分析。各章均有小结、思考题和习题,习题附有答案。

本书除作为基层施工技术员岗位培训教材外,还可供具有初中文化程度的一般土建施工工人及技术员自学参考。

基层施工技术员岗位培训教材

(土建综合工长)

建筑力学

沈伦序 宋蕙芬 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市顺义县板桥印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13³/₄ 字数: 335 千字

1987 年 12 月第一版 1992 年 9 月第六次印刷

印数: 95,711—108,710 册 定价: 5.80 元

ISBN7-112-00099-8/G·16

(5410)

前 言

随着我国经济的发展，城乡建设任务日益繁重。为了确保工程质量，推动技术进步和全面提高建筑企业的素质，基层施工技术管理干部必需具有一定的建筑科学理论知识。城乡建设环境保护部已于1986年以“（86）城建字第492号”文，决定对基层施工技术人员（土建综合工长）实行岗位证书制度。从1989年开始陆续发放岗位证书，到1991年所有工程项目都必须由持证人员组织施工。建设部为全面开展基层施工技术人员岗位培训工作，组织专门班子编写培训教材，供各地使用。

培训工作以一年脱产学习或两年业余学习，学满1060学时的课程为标准，在施工专业知识上达到中等专业程度。教学计划规定学习的十三门课程是《数学》、《建筑力学》、《建筑结构》、《建筑施工技术》、《建筑施工组织与管理》、《建筑工程定额与预算》、《建筑水电知识》、《建筑工程倒塌实例分析》、《建筑制图与识图》、《测量》、《建筑材料》、《房屋构造》、《地基与基础》。上述教材，已经编审组审定，作为目前我部系统的统一教材，由中国建筑工业出版社正式出版。

部基层施工技术人员岗位培训教材编审组成员：夏行时、肖绍统、王铠、张哲民、沈汝松、龚伟、吴之昕、陈伟、李永燕。

城乡建设环境保护部建筑业管理局

中国建筑学会

中国土木工程学会 城乡建设刊授大学

1987年

编 者 的 话

当前全国建筑业十分兴旺，施工队伍规模空前壮大，尤其是县以下的建筑队伍人数大量增加。为适应这一新的形势，提高建筑施工人员的技术水平，以保证施工质量，城乡建设环境保护部决定开展对基层施工技术员（土建综合工长）实行岗位培训。

在培训计划中，专门设立“建筑力学”这一门课程。根据过去很多工程事故的分析，由于施工技术人员缺乏必要的力学基本知识，以至在施工中违反受力基本规律，也是工程事故原因之一。所以，在培训中加强力学知识的介绍是很重要的。但力学课程牵涉很多数学推导问题。为适应培训基层施工技术员的需要，本教材宗旨采取以“讲清力学概念、减少数学推演”、和“基础力学知识多讲一些、结构计算方法少讲一些”的编写原则，使教材的深度能适应初中文化水平的施工人员学习，而在内容的广度上又能接近中等专业学校的基本要求。章节前有*号的，学习时可根据情况予以删节。

本教材写出初稿后，曾经陈葆真高级工程师审阅，书中全部插图由张雨杭同志绘制。编写中又得到城乡建设部大学浙江分校及浙江建筑工业学校的支持和帮助，编者在此一并表示谢意。

由于编者水平和时间所限，书中定有不妥，和疏漏之处，敬请使用者给予批评指正。

编 者

一九八七年三月

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 作用在结构上的力系平衡条件

第一章 构件受力分析的基本概念

和规则	4
§ 1-1 力的概念	4
§ 1-2 力的合成规则——平行四边形 法则	6
§ 1-3 二力平衡规则	7
§ 1-4 荷载与约束反力	7
§ 1-5 物体的受力分析	11
小结	14
思考题	16
习题	17

第二章 结构在平面汇交力系作用下

的平衡	18
§ 2-1 平面汇交力系	18
§ 2-2 计算平面汇交力系合力的 方法	19
§ 2-3 平面汇交力系的平衡条件	23
小结	25
思考题	25
习题	26

第三章 力矩及结构在平面力偶系

作用下的平衡	28
§ 3-1 力矩	28
§ 3-2 合力矩定理	29
§ 3-3 应用合力矩定理计算形心	30
§ 3-4 力矩的平衡	32
§ 3-5 力偶	33
§ 3-6 平面力偶系的合成及平衡	35
小结	37
思考题	37
习题	38

第四章 结构在平面一般力系作用下

的平衡	41
-----------	----

§ 4-1 平面一般力系	41
§ 4-2 力的平移定理	41
§ 4-3 平面一般力系向一点的简化	42
§ 4-4 平面一般力系的平衡条件	43
* § 4-5 平面力系讨论	47
§ 4-6 考虑摩擦时的平衡	49
小结	52
思考题	53
习题	53

*第五章 结构在空间力系作用下

的平衡	56
§ 5-1 空间力系	56
§ 5-2 力在空间坐标轴上的投影	56
§ 5-3 力对轴的矩	57
§ 5-4 空间力系的平衡条件	58
小结	61
思考题	62
习题	62

第二篇 构件承载能力的计算

第六章 构件在拉伸或压缩时的承载

能力	66
§ 6-1 拉伸和压缩的概念	66
§ 6-2 内力和计算内力的方法	67
§ 6-3 横截面上的正应力	68
§ 6-4 轴向拉压时的强度计算	70
§ 6-5 轴向拉压时的变形	73
§ 6-6 材料在轴向拉伸和压缩时的力学 性能	75
§ 6-7 容许应力介绍	79
小结	80
思考题	81
习题	81

第七章 构件在剪切变形时的承载能

力计算	83
§ 7-1 剪切	83

§ 7-2 挤压	85	§ 11-4 提高压杆稳定的措施	142
§ 7-3 剪切与挤压的强度条件	86	小结	143
§ 7-4 剪切变形与剪切虎克定律	89	思考题	143
小结	90	习题	143
思考题	91		
习题	91	第三篇 结构的受力分析	
第八章 构件在扭转变形时的承载能力计算	93	第十二章 结构的计算简图及组成规则	145
§ 8-1 扭转变形	93	§ 12-1 结构的计算简图	145
§ 8-2 圆轴扭转时的内力与应力	93	§ 12-2 几何组成分析的概念	147
§ 8-3 圆轴扭转时的强度条件	95	§ 12-3 几何不变体系的组成规则	147
* § 8-4 非圆截面构件扭转简介	97	§ 12-4 几何组成分析举例	149
小结	98	§ 12-5 静定结构和超静定结构的概念	150
思考题	99	小结	151
习题	99	思考题	151
第九章 构件弯曲变形时的承载能力的计算	100	习题	151
§ 9-1 弯曲	100	第十三章 桁架、刚架和拱的内力分析	153
§ 9-2 弯曲时的内力	101	§ 13-1 桁架	153
§ 9-3 内力方程和内力图	105	§ 13-2 桁架杆件的受力特点	154
§ 9-4 梁的正应力	111	§ 13-3 节点法求桁架杆件内力	156
§ 9-5 弯曲正应力强度条件	115	§ 13-4 截面法求桁架杆件内力	158
§ 9-6 提高梁承载能力的措施	117	§ 13-5 查表法求桁架杆件内力	160
§ 9-7 弯曲变形及刚度概念	119	§ 13-6 静定刚架	161
小结	122	§ 13-7 静定刚架的计算	162
思考题	123	§ 13-8 简支梁叠加法画弯矩图	164
习题	123	§ 13-9 拱及拱的支反力	167
第十章 构件在组合变形时的强度计算	126	§ 13-10 三铰拱的内力	170
§ 10-1 组合变形的概念及计算原则	126	小结	171
§ 10-2 压弯组合变形构件的强度计算	126	思考题	172
§ 10-3 偏心压缩构件的强度计算及截面核心概念	130	习题	172
小结	134	第十四章 超静定结构受力分析的基本知识	176
思考题	134	§ 14-1 超静定结构的初步概念	176
习题	135	§ 14-2 简单超静定结构的解算实例	176
第十一章 受压构件的稳定性	136		
§ 11-1 稳定概念	136		
§ 11-2 临界力及稳定条件	138		
§ 11-3 压杆稳定的实用算法	140		

小结	181
思考题	181
习题	181
第十五章 连续梁的内力分析	183
§ 15-1 连续梁	183
§ 15-2 力矩分配法的物理概念	184
§ 15-3 力矩分配法的应用	188

§ 15-4 多跨连续梁的力矩分配法	192
小结	196
思考题	197
习题	197
附录 I 桁架内力系数表	199
附录 II 型钢表	203

绪 论

一、建筑力学的任务

任何建筑物在施工过程中和建成后的使用过程中都要受到各种各样力的作用。如风力、人和设备的重力、建筑物各部分自身的重力等。这些力，在工程上称为**荷载**。

一座建筑物是由各个部件组成的。各部件有着不同的作用。有的只是起围护和分隔空间的作用，如房间的隔断墙、门、窗等；有的主要起支承荷载和传递荷载的作用，如屋架、楼板、梁、柱、基础等。建筑物中承受和传递荷载的部分称**结构**，组成结构的各个部件称**构件**。图0-1是一个常见厂房的结构及构件的示意图。

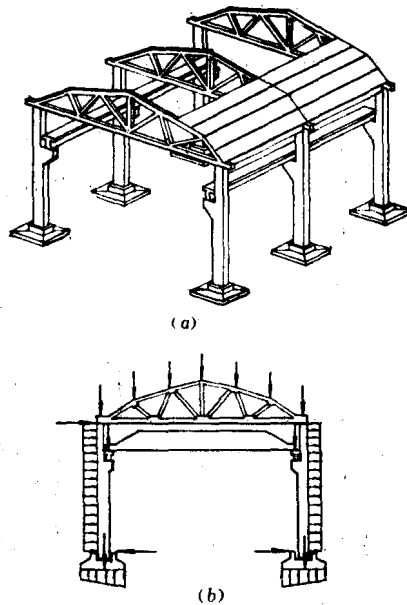


图 0-1

无论是工业厂房或民用建筑、公共建筑，它们的结构及组成结构的各构件都相对地面保持着静止的状态，工程上称它是一种**平衡状态**。各构件在承受荷载和传递荷载时需要满足如下两方面的基本要求：

1. 结构或构件在荷载作用下，不能破坏，也不能发生过大的形状改变。达到这种要求的构件，工程上称为具有**承载能力**。只有具有承载能力的结构及构件方能使用，这是从安全性方面提出的基本要求。

2. 结构和构件应该材料用量最少，建造价格低廉等，以最节省的办法制造出来。这

便是从经济性方面提出的基本要求。

显然，结构和构件的安全性和经济性是矛盾的，前者要求用好的材料、大的截面尺寸，后者要求用低廉材料、最经济的截面尺寸。怎样才能使两者能完美地统一起来呢？这就需要依靠科学理论及实验来提供材料的受力性能、确定构件受力的计算方法，并掌握材料性质和截面尺寸对受力的影响等，使设计出的结构和构件既安全又经济。

研究上述问题的理论基础之一是建筑力学。所以，建筑力学的任务是研究作用在结构（或构件）上力的平衡关系、构件的承载能力及材料的力学性能，为保证安全可靠及经济合理提供计算理论。

二、建筑力学的研究对象

结构与构件的形状是多种多样的。凡长度方向的尺寸比截面尺寸大得多的构件称为杆件，如梁、柱等。由杆件组成的结构称杆件结构，是应用最广的一种结构。常见的房屋结构很多是属于杆件结构。

本教材所研究的主要对象便是这种杆件构件和杆件组成的杆件结构。

三、建筑力学内容简介

为使读者对建筑力学内容有一个总体概念，下面以图0-2所示的梁为例作一粗浅说明。

1. 首先，是确定梁上受到哪些荷载也就是力的作用，和计算这些力的大小。梁 AB 搁在墙上，梁受到已知荷载 P_1 、 P_2 作用后，由于墙的支承才不下落而维持平衡状态；在梁与墙相支承处，墙对梁有支承力 R_A 和 R_B 产生。荷载 P_1 、 P_2 与支承力 R_A 、 R_B 之间存在着一一定的关系，称平衡条件。若知道了这种关系，便可由已知的荷载去算出未知的支承力，从而使全部作用在梁上的力都成为已知。

这一工作的关键是研究力的平衡条件。

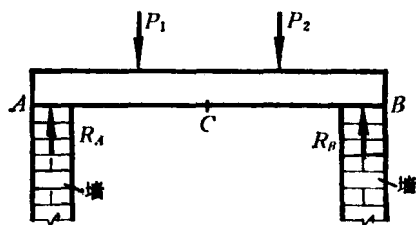


图 0-2

2. 求出梁上全部的作用力以后，便要进一步研究这些力是怎样引起梁的破坏或变形的。象图0-2所示的梁，在 P_1 、 P_2 作用下会弯曲。弯曲时梁的内部有一种内力产生。例如，在中间 C 处会开裂而造成断裂。这说明中间 C 截面处有引起破坏的最大内力存在，是梁的危险截面。

这一工作，主要研究荷载等“外力”与梁的内力之间的关系，是分析承载能力的关键。

3. 上述工作相当于找出梁的破坏因素。为了保证梁不发生破坏，就需要再进一步研

究梁本身的材料和尺寸能够抵抗破坏的能力，找出引起梁的破坏因素和梁抵抗破坏的能力间的关系，便可选择梁的截面尺寸和材料，使梁具有足够承受荷载的能力而又使材料用量最少。

各种不同的受力方式会有不同的内力，同时有不同的承载能力的计算方法。这些方法的研究构成了建筑力学大部分的内容。

四、施工技术员与建筑力学

显而易见，作为一名结构设计人员是必须掌握建筑力学的，离开了建筑力学将无法正确计算各个构件和结构，也难以进行设计。

施工技术人员为什么要学习建筑力学呢？施工的主要任务是将设计图上的建筑物变成实际建筑物。作为一个施工技术组织者，应该懂得所施工结构物中各种构件的作用；知道它们会受到哪些力的作用，各种力的传递途径，以及构件在这些力的作用下会发生怎样的破坏等等。这样，在施工中才能正确理解设计图纸的意图与要求，保证工程的质量，避免发生工程事故。另一方面，懂得这些力学知识，就更容易采取便于施工而又保证构件受力要求的改进措施。

在施工现场中，有许多临时设施和机具。修建这些临时设施，要进行结构设计，设计者便是施工技术人员的本身。这时，懂得力学知识，就可以合理、经济地完成设计任务，否则不但不经济合理，有时还会酿成事故；至于机具和设备的使用也需要具有力学知识，才能使用得合理。

近年来，在各地的建筑施工中，尤其在由乡镇建筑队伍承担的施工过程中，工程事故时有发生。其中很多事故是由于施工者缺少或不懂得受力知识造成的。例如，由于不懂得力矩的平衡要求，造成阳台的倾覆；不懂梁的内力分布，将钢筋错误配置而引起楼梯折断；不懂结构的几何组成规则，少加必要的支撑，而至结构发生“几何可变”，甚至倒塌等等。

房屋建筑是一门科学。科学的东西是来不得半点马虎的。所以说，施工人员学一些力学知识，对工作是有大裨益的，也是现代施工技术所必需的。这是四化建设对施工人员的要求。

第一篇 作用在结构上的力系平衡条件

结构与构件的静力分析是研究处于平衡状态时的结构（或构件）作用力之间存在的关系。

在建筑工程中所说的平衡状态，主要是指结构（或构件）相对于地球保持静止的状态，例如房屋、桥梁等等，都处于平衡状态。

一般情况下，一个结构物（或一个构件）上受到若干个力的作用。力学中把作用于一个物体上的若干个力简称为力系。

研究结构或构件处于平衡状态时作用力之间的关系，就是研究力系使物体保持平衡状态需要具备的条件，这种条件称为力系的平衡条件。结构或构件上受到各种各样的力系作用，常需要先对这些复杂力系作简化，用一个与原力系作用效果相同的最简单的力系来代替较复杂力系，使得讨论平衡条件变得简单而方便，这个工作称作力系的合成（或称力系的简化）。讨论力系的合成成为讨论力系平衡条件的实质工作。因此，结构与构件的静力分析主要研究两个基本问题。

1. 力系的合成。
2. 力系的平衡条件。

第一章 构件受力分析的基本概念和规则

§ 1-1 力的概念

一、力与力的作用效应

力及有关力的基本性质都是人们在长期生产和生活实践中得到的概念。推动小车前进或提起重物时，人的肌肉会感到紧张，这便是人对小车或重物加了力。机车牵引列车前进或绳子悬吊重物时，机车对列车、绳子对重物加了力。

所以，力是物体与物体之间的相互作用。一个物体受到力的作用，必定有另一个物体对它施加了这种作用。

物体在力的作用下将产生两种效果：一种是引起物体发生运动状态的改变，称运动效果或力的外效应，如用力推小车，小车由静止状态变为向前运动的状态（图1-1a）。另一种是引起物体发生形状的改变，称变形效果或力的内效应，如用力拉弹簧，弹簧伸长（图1-1b）。

通常，构件受力的作用时会同时发生这两种效果，例如起重机起吊钢筋混凝土梁（图1-2），梁向上运动，并且会产生图中虚线所示的弯曲。

一般情况下，构件的变形大小相对构件的位置改变而言是极其微小的，所以在研究构件的运动或平衡时，可以忽略变形，把构件看作是受力后不发生变形的刚性物体，称刚

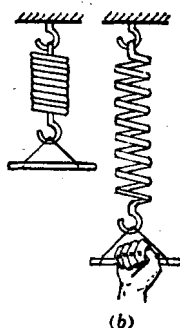
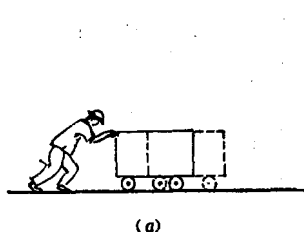


图 1-1

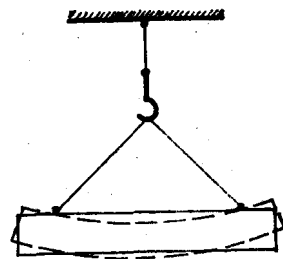


图 1-2

体。本篇所研究的物体都视为刚体。只有在专门研究与变形有关的问题时才考虑构件的变形。

二、力的三要素及力的图示方法

由经验知道，力对物体作用的效果，取决于力的**大小**、**方向**和**作用点**三个要素。改变其中任何一个因素，也就改变了力对物体作用的效果。**力的作用点**，是施力物体与受力物体相互接触的位置。**力的方向**，是静止物体在施力物体作用下发生运动的趋势，例如物体在重力作用下，要向下运动，所以重力方向总是竖直向下的。通过力的作用点而按力的方向所画的直线称为力的**作用线**。**力的大小**表示物体相互作用强弱的程度，工程上用牛顿(N)或千牛顿(kN)为单位。

在讲到力的时候，必须同时说明它的大小、方向及作用点。

力这种既有大小又有方向的物理量称**矢量**。用图表示时，可以用一根带箭头的线段来表示。线段位置表示力的作用线，箭头指向代表力的方向，带箭头线段的起点或终点代表力的作用点。力的大小则可在箭头附近用数值或代号标明。图1-3表示一个与水平线成 30° 角的力，作用在A点，大小为80kN。

在分析物体的受力及计算时，有时要同时考虑力的大小与方向，有时只考虑力的大小。

三、作用与反作用原理

力是物体与物体之间的相互作用，在甲物体给乙物体一个作用力时，乙物体同时就给甲物体一个反作用力。两个物体间的作用力和反作用力总是**同时存在而且大小相等，方向相反，沿同一作用线分别作用在两个物体上**。上述结论称**作用与反作用原理**。要注意：作用力与反作用力虽然等值、反向、共线，但分别作用在两个不同的物体上，所以不能抵消。如图1-4中，一根木梁搁在砖墙上，若取砖墙为受力物，则砖墙所受的 R_A 、 R_B 是木梁

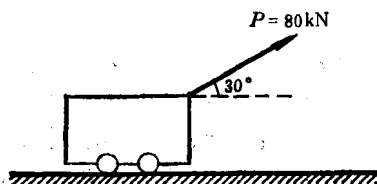


图 1-3

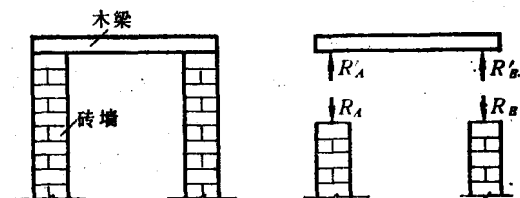


图 1-4

施加的力，若取木梁作为受力物，则梁端的 R_A' 、 R_B' 是砖墙给木梁的支承力。 R_A 与 R_A' 、 R_B 与 R_B' 是作用力与反作用力的关系， $R_A = R_A'$ ， $R_B = R_B'$ ，作用线在同一直线上，任何作用在同一物体上的两个力，绝不会是一对作用力与反作用力。

§ 1-2 力的合成规则——平行四边形法则

一、合力与分力

作用在同一构件上的力系，如果可以用一个力来代替而不改变对构件的作用效果，这个力称为力系的**合力**，力系中各个力则称作合力的**分力**。图1-5a用①②两根绳子吊一重物 G ，可以用图1-5b所示的一根绳子③来代替，绳子③中的力 R 是绳子①②中力 F_1 与 F_2 的合力， F_1 与 F_2 是 R 的分力。

由分力计算合力的过程称作**力的合成**，由合力计算分力的过程称作**力的分解**。

二、合成与分解的基本规则——平行四边形法则

力是矢量，既有大小又有方向。计算合力时，不能仅仅将它的大小相加。根据实验知道，合力与分力之间存在着平行四边形的关系：即作用于物体同一点的两个力，其合力大小和方向可以用代表这两个力的线段作邻边所画出的平行四边形对角线来表示（图1-6a），这种合成方法便是**平行四边形法则**。

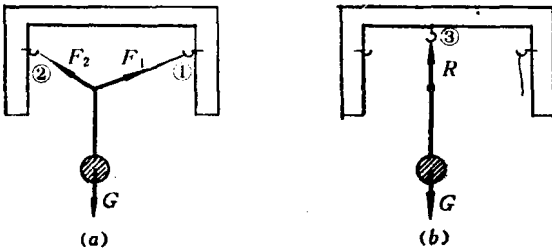


图 1-5

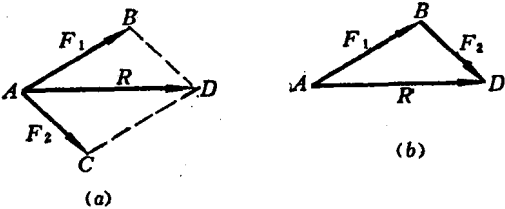


图 1-6

求合力时，可以只画出平行四边形的一半（图1-6b）。先从 A 点作 F_1 ，在 F_1 的终点 B 再作 F_2 ，连接 AD 两点成矢量，便得合力 R 。由此构成的三角形 ABD 称**力三角形**。这种求合力的简便方法称**力三角形法则**。

假若同一点上作用有两个以上的力，可以连续应用平行四边形法则（或力三角形法则）求出它们的合力。图1-7a中 F_1 、 F_2 、 F_3 三个力作用在 A 点，先按三角形法求出 F_1 与 F_2 两个力的合力 R_1 ，然后再继续用三角形法求出 R_1 与 F_3 的合力 R 。 R 便是 F_1 、 F_2 、 F_3 三个力的合力（图1-7b）。

三、力的分解

由合力计算分力的过程叫**力的分解**。力的分解是力的合成的逆运算，分力与合力之间仍然遵循平行四边形规则。但是一根对角线可以作出许多平行四边形，所以一个合力分解时，可以得到许多结果，如图1-8a所示。要得唯一的解答，就必须给出其它限制条件：给出两个分力的方向或者给出一个分力的大小及方向。工程上经常需要将一个力沿直角坐标分解为两个分力，即给出了两个分力的方向。这样便能得到两个分力的大小（图1-8b）。

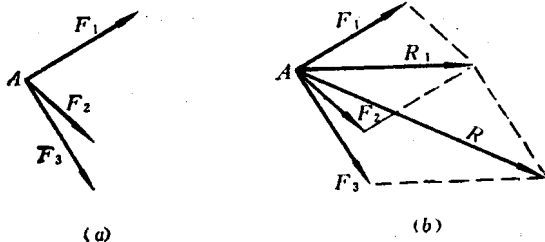


图 1-7

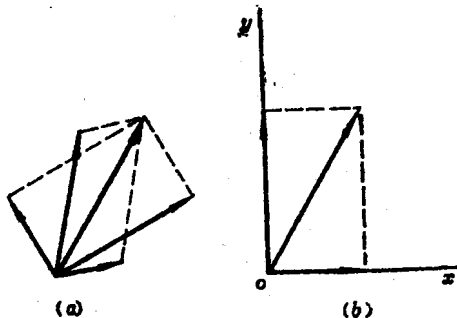


图 1-8

§ 1-3 二力平衡规则

一、平衡的概念

一般讲，构件在力的作用下要发生运动状态的改变。但在一定条件下，构件会处于一种特殊的状态——相对地球静止的状态，在力学中称它是一种**平衡状态**。建筑结构物都要求在地面维持静止不动的状态，也就是平衡的状态。所以研究构件的平衡对土建工程讲是十分重要的。

若一个构件或结构，在力系作用下处于平衡状态，作用在构件上的力系称**平衡力系**。

二、二力平衡规则

由两个力组成的力系作用在构件上使构件平衡，是最简单的一种平衡力系。例如，用手提着一桶水保持不动（图1-9），桶受到向下的重力 W ，和手给予的提力 T ， W 与 T 构成一个平衡力系。根据经验可以知道，提力 T 一定等于重力 W 。

这种受两个力作用而保持平衡的情况用比较完整的话来归纳，就是：一个物体上作用两个力使物体保持平衡时，两个力必须是大小相等，方向相反，作用在同一直线上。这是两个力平衡的规则，称**二力平衡原理**。

只受两个力作用而处于平衡的构件，称作“**二力构件**”。二力构件上的两个作用力一定是沿两作用点的连线作用。受力分析时常常利用这个特点来确定二力构件的作用力方位。

物体平衡时，作用力的合力一定等于零。否则物体就会发生运动。二力平衡时，可以很明显地看出它们的合力为零。这是平衡物体上作用力的一个十分重要的特征。今后研究复杂力系的平衡时都要用这个结论。

必须注意，二力平衡中的两个力是作用在同一物体上的，所以对物体作用的效果互相抵消了。而以前讲的作用力与反作用力虽然也是大小相等、方向相反、作用在同一直线上，但分别作用在两个物体上，不能构成平衡力系，不能互相抵消。

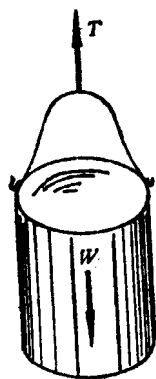


图 1-9

§ 1-4 荷载与约束反力

在讨论物体的平衡条件时，首先要分析物体上受到哪些力的作用。工程上习惯把作用

力分为两类：一类是使物体发生运动的主动动力，称为荷载。另一类是阻止物体发生运动的力称约束反力或简称反力。

例如一个小球用绳子吊在平顶下，小球的重力要使小球向下运动，绳子限制小球的运动，重力便是荷载，绳子拉力便是小球的约束反力。

一、荷载

常见荷载有构件自重、人群重量、机器设备自重及风力、积雪重等等。

从不同的角度可将荷载作下列分类：

1. 荷载按照作用时间的久暂可分为恒载和活载两类：

恒载，是一些作用在结构上的不变荷载，如结构物体的自重，土重等。恒载在结构建成之后，其大小，位置都不再变化。

恒载的标准荷载值是按结构构件的具体尺寸和材料的容重〔每立方米体积的重量，单位为牛/米³(N/m³)〕进行计算的。例如长6m，截面积为20cm×50cm的钢筋混凝土梁，已知钢筋混凝土容重为24kN/m³，则可算出梁的自重为：

$$W = 24 \times (0.2 \times 0.5 \times 6) = 14.4 \text{ kN}$$

如果将梁的长度除以总重量，就得到该梁每米长度的重量 q

$$q = \frac{14.4}{6} = 2.4 \text{ kN/m}$$

楼板的自重，一般用一平方米面积的重量表示。例如10cm厚的钢筋混凝土楼板，则有

$$24 \times 0.1 = 2.4 \text{ kN/m}^2$$

即10cm厚的钢筋混凝土板，每一平方米重2.4kN。表1-1是常用材料的容重。

常用材料的容重 (kN/m³)

表 1-1

名 称	容 重	名 称	容 重
铸 铁	71.12	普通砖(240×115×53mm)×684块	17.66
钢	77.01	纸筋石灰泥	15.7
石棉(压实)	9.81	石灰三合土	17.17
砂(干、细砂)	13.73	水 泥 砂 浆	19.62
砂(干、粗砂)	16.68	钢筋混凝土	23.54~24.53
卵石(干)	15.7~17.66	混 凝 土	21.58~23.54
碎石(堆置)	13.73~14.72	钢丝网水泥	24.53
杉 木	3.92以下	普通木板条、椴枋木料	4.91
马尾松、云南松、红松、赤松、	4.91~5.89	东北落叶松、陆均松、榆木、桦	5.89~6.87
广东松、桉木、枫香、柳木、檫木		木、水曲柳、苦楝、木荷、臭椿	
秦岭落叶松、新疆落叶松			

注：荷载规范单位为t/m³，本表按1t=9.81kN作了换算。

活载，是一些作用在结构上变化的荷载，有时有，有时没有，有时大，有时小，如人群、货物的重量、风力、雪重以及施工过程中或检修时人和机具的重量等等。

不同类型的建筑，因使用情况的不同，活载的大小也不同，在荷载规范中有规定。如以楼面活载来讲，住宅、宿舍、办公楼、病房等规定为150kg/m²(SI制约为1.5kN/m²)，教

室、阅览室会议室等则为 200kg/m^2 (SI制约为 2kN/m^2)。

2. 荷载按其作用的范围, 又可分为面荷载、线荷载和集中荷载:

面荷载是指分布在结构表面上的荷载。如瓦、屋面板、油毡等重量是沿屋面面积分布的, 人群、货物等重量是沿楼面面积分布的。面荷载的大小用“单位面积上的力”来表示, 单位 kN/m^2 、 N/m^2 。

线荷载是指沿构件长度上分布的荷载, 它用“单位长度上的力”来表示, 如前面计算的钢筋混凝土的自重。常用单位 kN/m 、 N/m 。

如果面荷载和线荷载是均匀分布在面上或长度上的, 则又称为均布荷载。表示如图1-10所示。

集中荷载是指分布在很小一块面积上, 因而可视为作用于一点的荷载。例如吊车轮对轨道的压力, 屋架传给柱子的压力等等。它的常用计量单位是 kN 、 N 。

二、约束和反力

对物体的运动起限制作用的装置统称约束。很明显, 约束对物体的作用力方向总是和物体企图发生运动的方向相反, 称约束反力或简称反力。

作用在结构上的荷载是根据设计要求和实际情况预先给的, 在对结构作受力分析时, 可预先知道。结构上的反力却不能预先给定, 因为它不但与作用在结构上的荷载有关, 而且与结构同其他物体相互联系的约束形式有关。

实际工程中结构所受的约束形式是多种多样的, 下面介绍几种常见的、典型的约束形式及其反力方向的确定方法:

1. 柔性约束

由柔软的绳索、皮带、链条等构成的约束称柔性约束。柔性约束物只能承受拉力。图1-11所示绳索悬吊一构件, 构件重力要使构件向下运动, 绳索阻止了这种运动。所以约束反力沿着绳索的中心线, 并为拉力。柔性约束的反力用 T 表示。

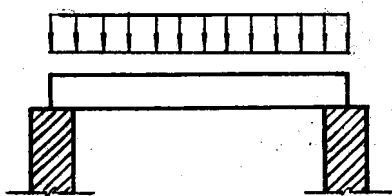


图 1-10

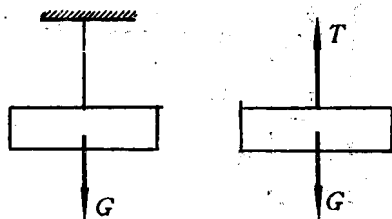


图 1-11

2. 光滑接触面约束

物体搁置在光滑无摩擦的支承面上, 支承面阻止物体运动而起约束作用。这种约束的特点是: 只能限制物体沿垂直接触面的方向移动而不能阻止沿接触面的滑移。所以反力作用线通过接触点垂直接触面, 并指向被约束的物体, 约束反力常用 N 表示, 如图1-12。

3. 可动铰支座约束

一个理想化的可动铰支座, 如图1-13a所示。可动铰支座对构件的约束特点是允许构件绕着铰轴转动, 又允许构件沿着支承平面水平方向移动, 而不能沿垂直支承面方向移动。图1-13b是它的简化示意图。这种支座对构件的反力作用线垂直支承平面。方向需根