

Architectural Mechanics & Structure (2nd edition)

普通高等教育“十一五”规划教材（高职高专教育）

建筑力学与结构 (第二版)



张友全 吕丛军 主 编
步砚忠 薛柏青 副主编



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

普通高等教育“十一五”规划教材（高职高专教育）

PUTONG
GAODENG JIAOYU
SHIYIWU
GUIHUA JIAOCAI

建筑力学与结构

（第二版）

主 编	张友全	吕丛军
副主编	步砚忠	薛柏青
编 写	周学军	张怀金
	韩启峰	卢兰华
	乔淑玲	马 巍
主 审	赵玉星	傅日荣



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”规划教材（高职高专教育），全书共分两篇十二章，内容体现高职高专培养应用型人才的特点，精选理论力学、材料力学、结构力学、混凝土理论、砌体结构、钢结构、高层建筑结构、单层工业厂房、抗震知识、地基与基础等有关内容，内容精炼，重点突出，适用性强。

本书可作为高校土建类工程造价、建筑学、城市规划、房地产、装饰装修、工程管理、建筑企业经济管理等专业的教材，也可供相关工作人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

建筑力学与结构/张友全，吕丛军主编. —2版. —北京：中国电力出版社，2008

普通高等教育“十一五”规划教材. 高职高专教育
ISBN 978-7-5083-7029-3

I. 建… II. ①张… ②吕… III. ①建筑力学-高等学校：技术学校-教材②建筑结构-高等学校：技术学校-教材 IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 053111 号

中国电力出版社出版、发行

（北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>）

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2004 年 9 月第一版

2008 年 6 月第二版 2008 年 6 月北京第五次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.75 印张 577 千字

定价 35.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

第二版前言

为贯彻落实教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》的精神,加强教材建设,确保教材质量,中国电力教育协会组织制订了普通高等教育“十一五”教材规划。该规划强调适应不同层次、不同类型院校,满足学科发展和人才培养的需求,坚持专业基础课教材与教学急需的专业教材并重、新编与修订相结合。本书为修订教材。

建筑力学与结构是土建类工程造价、工程管理、房地产、建筑学、城市规划、装饰装潢、建筑企业经济管理等专业的重要基础课。

全书主要内容为:静力平衡,重心和截面的几何性质,轴向拉伸与压缩,扭转,静定结构构件的内力,梁的应力和变形,压杆稳定,静定结构位移计算,超静定结构的内力计算,钢筋与混凝土材料的力学性能,建筑结构设计基本原理,板,梁与柱,楼(屋)盖及井字梁,楼梯,砌体结构,高层建筑结构简介,钢结构,预应力混凝土结构简介,钢筋混凝土单层工业厂房,抗震设计基本知识,地基与基础。本书自成体系,内容精炼,重点突出,适用性强。重在基础理论的内容讲解、分析与计算。

参加本书编写的人员有:山东建筑大学的张友全、吕丛军、周学军、步砚忠、韩启峰、薛柏青,山东省建筑设计研究院的张怀金,山西建筑职业技术学院的乔淑玲,安徽建筑工业学院的马巍,中建八局安装一公司的卢兰华。薛柏青、乔淑玲编写第一、三、四、八章,张友全编写绪论、第二、五、六、七、十五、十七、十九、二十、二十一章,韩启峰编写第九章,步砚忠编写第十、十一章,吕丛军、卢兰华编写第十二、十三、十四、二十二章,张怀金、马巍编写第十六章,周学军编写第十八章。

全书由张友全主编统稿,步砚忠、薛柏青任副主编。山东建筑大学赵玉星教授、傅日荣教授主审。他们均提出了宝贵的建设性意见,主编在统稿时均予采纳。另外本书在编写中参考、吸收了许多师尊、同行专家的最新研究成果,谨在此致以衷心的感谢!

限于编者水平,文中不足之处敬请指正。

编者

2008年3月

第一版前言

建筑力学与结构是土建类工程造价、房地产、工程管理、建筑学、城市规划、装饰装潢、建筑企业经济管理等专业的重要基础课。

全书主要内容为:静力平衡,重心、截面的几何性质,轴向拉伸与压缩,扭转,静定结构构件的内力,梁的应力与变形,压杆稳定,静定结构位移计算,超静定结构的内力计算,钢筋和混凝土材料的力学性能,建筑结构设计原理,板,梁与柱,楼屋盖与井字梁,楼梯,砌体结构,高层建筑简介,钢结构,预应力混凝土结构简介,钢筋混凝土单层工业厂房,抗震知识,地基与基础。本书自成体系,内容精炼,重点突出,适用性强。重在基础理论的内容讲解、分析与计算。

参加本书编写的人员有:山东建筑工程学院的张友全、吕丛军、韩启峰、步砚忠、周学军,山东省建筑设计研究院的张怀金,山西建筑职业技术学院的乔淑玲,山东方略工程造价事务所有限公司的杜清明,安徽建筑工业学院的马巍,中建八局安装一公司的卢兰华。其中第一、三、四、八章由乔淑玲编写,第二、七章由杜清明编写,绪论、第五、六、十五、十七、十九、二十章由张友全编写,第九章由韩启峰编写,第十、十一、二十一章由步砚忠编写,第十二、十三、十四章由吕丛军编写,第十六章由张怀金、马巍编写,第十八章由周学军编写,第二十二章由卢兰华编写。全书由张友全主编统稿,吕丛军、张怀金、乔淑玲任副主编。山东建筑工程学院赵玉星教授审阅了绪论及前十一章,傅日荣教授审阅了第十二、十三、十四章,孔军教授审阅了第二十二章,他们均提出了许多宝贵的修改意见。限于编者水平,文中不足之处敬请指正。

编者

2004年元月

目 录

第二版前言	
第一版前言	
绪论	1
第一节 建筑力学的任务和内容	1
第二节 建筑结构的分类	2
第三节 荷载与作用	4
第一篇 建筑力学	
第一章 静力平衡	7
第一节 静力学基本概念	7
第二节 静力学公理	10
第三节 约束和受力图	12
第四节 平面力系	18
第五节 空间力系	31
第六节 杆件结构体系的几何组成分析	35
思考题	39
习题	40
第二章 重心和截面的几何性质	44
第一节 重心	44
第二节 截面的几何性质	45
第三节 惯性矩和惯性积的平行移轴公式	49
思考题	50
习题	50
第三章 轴向拉伸与压缩	53
第一节 轴向拉伸和压缩时的内力	53
第二节 轴向拉(压)杆横截面上的应力	55
第三节 轴向拉(压)杆的变形、虎克定律	57
第四节 材料在拉伸和压缩时的力学性能	59
第五节 拉(压)杆的强度条件及应用	62
第六节 拉(压)杆连接部分的强度计算	64
思考题	68
习题	68
第四章 扭转	71
第一节 概述	71

第二节	圆轴扭转时横截面上的内力	71
第三节	圆轴扭转时横截面上的剪应力和强度条件	73
第四节	圆轴扭转的变形和刚度条件	75
第五节	矩形截面杆的扭转变形	76
思考题	.....	78
习题	.....	79
第五章	静定结构构件的内力	80
第一节	梁的弯曲内力	80
第二节	列方程作梁的内力图	83
第三节	简易法作梁的内力图	85
第四节	叠加法作梁的内力图	88
第五节	静定平面桁架	90
第六节	静定平面刚架	94
第七节	三铰拱	98
思考题	.....	101
习题	.....	101
第六章	梁的应力和变形	108
第一节	弯曲正应力及强度计算	108
第二节	弯曲剪应力及强度计算	113
第三节	梁的变形及刚度计算	116
思考题	.....	118
习题	.....	119
第七章	压杆稳定	121
第一节	压杆稳定的概念	121
第二节	欧拉公式	122
第三节	压杆稳定的实用计算	126
思考题	.....	128
习题	.....	128
第八章	静定结构位移计算	131
第一节	变形体的虚功原理	131
第二节	单位荷载法计算静定结构的位移	132
第三节	图乘法计算静定结构的位移	136
第四节	支座移动和温度改变时静定结构的位移	140
思考题	.....	143
习题	.....	144
第九章	超静定结构的内力计算	146
第一节	超静定结构概述	146
第二节	力法	147
第三节	位移法	152

第四节 力矩分配法	159
思考题	162
习题	163

第二篇 建 筑 结 构

第十章 钢筋与混凝土材料的力学性能	165
第一节 钢筋混凝土的概念	165
第二节 混凝土	166
第三节 钢筋	169
第四节 钢筋与混凝土的粘结	172
思考题	173
第十一章 建筑结构设计基本原理	174
第一节 结构的功能要求与极限状态	174
第二节 概率极限状态设计法	175
思考题	178
第十二章 板	179
第一节 荷载计算及设计规定	179
第二节 单向板、双向板、连续板的板厚及内力计算	184
第三节 现浇板的板顶标高与单跨梁、板的计算跨度	191
第四节 受弯构件(板)的配筋计算	192
第五节 板的构造要求	194
第六节 钢筋混凝土预应力空心板的选用	196
思考题	198
第十三章 梁与柱	200
第一节 简支梁、外伸梁、悬臂梁、连续梁、单筋梁、双筋梁	200
第二节 梁的高跨比及截面尺寸的确定	201
第三节 荷载统计与梁的内力	202
第四节 单筋梁的正截面设计和梁的斜截面设计	204
第五节 梁的构造要求	216
第六节 钢筋混凝土轴心受压柱	217
思考题	219
第十四章 楼(屋)盖及井字梁	220
第一节 概述	220
第二节 装配式钢筋混凝土楼(屋)盖	222
第三节 钢筋混凝土现浇单向板肋形楼(屋)盖	223
第四节 钢筋混凝土现浇双向板肋形楼(屋)盖及井字梁结构	234
思考题	240
第十五章 楼梯	241
思考题	244

第十六章 砌体结构	245
第一节 砌体材料.....	246
第二节 砌体的力学性能.....	247
第三节 砌体结构构件的承载力计算.....	250
第四节 混合结构房屋的承重体系和静力计算方案.....	257
第五节 过梁、圈梁、悬挑构件及墙体的构造措施.....	259
思考题.....	265
第十七章 高层建筑结构简介	266
第一节 概述.....	266
第二节 高层建筑结构体系.....	267
思考题.....	273
第十八章 钢结构	274
第一节 钢结构的特点及应用范围.....	274
第二节 中国钢结构推广应用简况.....	275
第三节 钢结构的材料.....	277
第四节 钢结构的连接.....	283
第五节 门式刚架轻钢结构设计.....	288
思考题.....	299
第十九章 预应力混凝土结构简介	300
第一节 预应力混凝土的基本概念.....	300
第二节 预应力混凝土结构的材料.....	302
第三节 张拉控制应力及预应力损失.....	304
思考题.....	305
第二十章 钢筋混凝土单层工业厂房	306
第一节 单层工业厂房的特点及结构类型.....	306
第二节 排架结构单厂的结构组成及传力途径.....	307
第三节 单层工业厂房的结构布置.....	310
第四节 排架计算简图及柱.....	315
思考题.....	323
第二十一章 抗震设计基本知识	324
第一节 地震和抗震的一般知识.....	324
第二节 地震作用与结构抗震验算.....	333
第三节 多层框架结构抗震设计.....	336
第四节 多层砌体结构抗震设计.....	341
思考题.....	344
第二十二章 地基与基础	345
第一节 地基土的分类.....	345
第二节 土中应力.....	350
第三节 地基的变形.....	351

第四节 土的抗剪强度和地基承载力·····	352
第五节 天然地基上浅基础设计·····	355
思考题·····	359
附录 1 钢筋的计算截面面积及公称质量 ·····	361
附录 2 砌体结构影响系数 φ ·····	362
附录 3 各类砌体的抗压、抗拉和抗剪强度设计值 ·····	365
参考文献·····	368

绪 论

第一节 建筑力学的任务和内容

建筑力学是一门技术基础课程。它主要分析材料的力学性能和变形特点以及建筑结构或构件的受力情况,包括结构或构件的强度、刚度和稳定性,为建筑结构设计及解决施工中的受力问题提供基本的力学知识和计算方法。掌握建筑力学的基础理论和计算方法,是进一步学习相关专业课程的必要基础。

一、建筑力学的研究对象

建筑物是由基本构件组成的,常见的构件有梁、楼板、墙柱、基础、屋架等。其中许多构件的用途是构成建筑物中的骨架,并承受和传递各种荷载作用。建筑物中承受和传递荷载起骨架作用,由基本构件组成的体系称为建筑结构。

组成建筑结构的构件是不一样的,长度比其他两向尺寸大得多(5倍以上)的构件称为杆件,如建筑物中的梁、柱等。由杆件组成的结构称为杆系结构,例如桁架、刚架等。建筑力学的研究对象主要是杆系结构,如图 0-1 所示。其他类型的结构,例如薄壁结构(即一向尺寸远小于其他两向尺寸的结构,如薄壳、薄板等)、实体结构(即三向尺寸相仿的结构,如挡土墙、基础)等,如图 0-2 所示,是弹性力学等课程研究的内容。

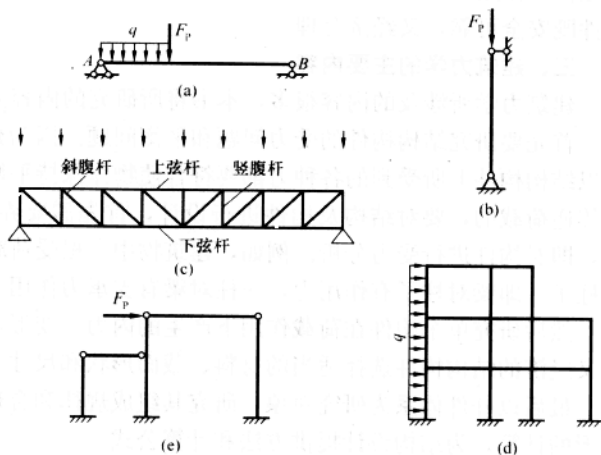


图 0-1

(a) 梁; (b) 柱; (c) 桁架结构; (d) 刚架; (e) 排架结构

二、建筑力学的任务

在施工和使用过程中,建筑结构构件要承受及传递各种荷载作用,构件本身会因荷载作用而产生变形,存在损坏、失稳的可能。在规范规定的荷载作用下,构件本身应具有一定抵抗破坏、抵抗变形和保持原有平衡状态的能力,即具有足够的强度、刚度和稳定性,并且做到经济合理。

(1) 强度。构件本身具有一定的承载能力,在荷载的作用下,其抵抗破坏或不产生塑性变形的能力通常称为强度。构件在过大

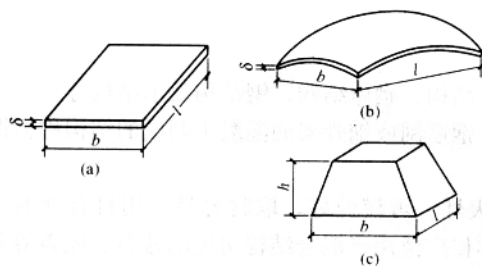


图 0-2

(a) 薄板; (b) 薄壳; (c) 实体构件

的荷载作用下可能破坏。例如,当吊车起重量超过一定限度时,吊杆可能断裂。

(2) 刚度。在荷载作用下,构件不产生超过工程允许的弹性变形的能力称为刚度。在正常情况下,构件会发生变形,但变形不能超出一定的限值,否则,将会影响正常使用。例如,如果吊车梁的变形过大,吊车就不能正常行驶。因此,设计时必须保证构件有足够刚度使变形不超过规范允许的范围。

(3) 稳定性。在荷载作用下,构件保持其原有平衡状态的能力称为稳定性。结构中受压的细长杆件,如桁架中的压杆,在压力较小时能保持直线平衡状态,当压力超过某一临界值时,就可能变为非直线平衡并造成破坏,称为失稳破坏。工程结构中的失稳破坏往往比强度破坏损失更惨重,因为这种破坏具有突然性,没有先兆。

结构的强度、刚度、稳定性反映了它的承载能力,建筑力学的任务是研究杆件或杆系结构在荷载作用下的平衡条件以及承载能力,为解决工程实际问题提供理论基础,使所设计的构件既安全可靠,又经济合理。

三、建筑力学的主要内容

建筑力学所涉及的内容很多,本书将所研究的内容分三个部分。

首先要研究结构构件的受力问题和平衡问题。因为建筑物相对地球处于静止平衡状态,所以结构构件上所受到的各种力都要符合使物体保持平衡状态的条件。由于结构构件是承受和传递荷载的,要对结构及构件进行设计,首先需要弄清楚其承受的荷载及荷载的传递路线,即对构件进行受力分析。例如,建筑物中一根受荷载作用的梁搁在柱子上,梁将荷载传给柱子,即梁对柱子有作用力,而柱对梁有支承力作用。

然后研究单个构件在荷载作用下产生的内力、变形,研究构件的承载能力。为设计既安全又经济的结构构件选择适当的材料、截面形状和尺寸。

最后以杆件体系为研究对象,研究其组成规律和合理形式以及结构在外因作用下内力和变形的计算,为结构设计提供方法和计算公式。

值得提出的是,在结构设计中,想完全严格地按照结构的实际情况进行力学分析是很难做到的,也是不必要的。因此,对实际结构进行力学分析时必须做一些必要的简化,略去一些次要因素,抓住其主要特点,即采用一个图形来表示简化了的实际结构,这种图形叫做结构的计算简图。确定结构的计算简图,是对实际结构进行力学分析的重要步骤。这个问题将在以后有关章节中通过实例来具体阐述。

第二节 建筑结构的分类

一、按所用材料分类

建筑结构按所用材料不同可分为钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构及木结构等。

(1) 钢筋混凝土结构。由配置了普通钢筋、钢筋网或钢骨架的混凝土制成的结构称为钢筋混凝土结构。

钢筋混凝土结构具有耐久性、整体性、耐火性、可模性好,取材容易,用材合理的优点,所以其发展速度很快,应用也最广泛。它不仅广泛用于混合结构房屋的楼盖、屋盖等各种构件,还大量用于建造多层与高层建筑、大跨度的建筑(如礼堂、剧院、展览馆等)。在工业建筑中,可用来建造单层与多层厂房以及烟囱、水塔、水池等。

(2) 砌体结构。由各种块体(例如普通黏土砖、空心砖、硅酸盐砖、混凝土中小型砌块、粉煤灰中小型砌块、石材等)和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物主要受力构件的结构称为砌体结构。

砌体结构所用材料是地方材料,易于就地取材,并可以利用工业废料;采用砌体结构可以节省钢材、水泥、木材等;砌体材料耐火性能好,并具有一定的隔热隔音性能;砌体结构施工技术易于普及,砌筑时不需要特殊的施工设备。砌体结构多用于6层以下的一般工业与民用建筑,无起重设备或起重设备较小的中小型工业厂房,以及烟囱、水塔、小型水池等特殊结构,也可用于砌筑重力挡土墙等。

(3) 钢结构。建筑物的主要承重构件全部由钢板或型钢制成的结构称为钢结构。

由于钢结构具有承载能力高、重量较轻、钢材材质均匀、塑性和韧性好、制造与施工方便、工业化程度高、拆迁方便的优点,所以它的应用范围相当广泛。目前,钢结构多用于工业与民用建筑中的大跨度结构、高层和超高层建筑、重工业厂房、受动力荷载作用的厂房、高耸结构以及一些构筑物等。近年来,轻钢结构开始广泛应用于各种厂房、办公用房、住宅、仓库等。

(4) 木结构。木结构是指全部或大部分用木材制成的结构。

木结构具有就地取材、制作简单、便于施工等优点。近年来由于木材资源匮乏,除林区 and 农村房屋外,很少采用,只是用木材做木梁、木屋架、木屋面板等。

二、按结构体系分类

建筑结构按组成房屋主体结构的型式和受力系统,即结构体系分为:墙体结构、框架结构、筒体结构、错列桁架结构、拱结构、空间薄壳结构、空间折板结构、网架结构、钢索结构等。

(1) 墙体结构(在高层建筑中称剪力墙结构)。墙体结构是利用房屋的墙体作为竖向承重和抵抗水平荷载(如风荷载和水平地震作用)的结构,墙体同时也作为围护及房间分隔构件,见图0-3(a)。

(2) 框架结构。采用梁、柱组成的框架作为房屋的竖向承重结构,并同时承受水平荷载。其中如梁和柱整体连接,其间不能自由转动、可以承受弯矩的称刚接框架结构;如梁和柱非整体连接,其间可以自由转动、不能承受弯矩的称铰接框架结构,见图0-3(b)。

(3) 筒体结构。筒体结构是利用房间四周墙体形成的封闭筒体(也可利用房屋外围由间距很密的柱与截面很高的梁,组成一个形式上像框架,实质上是一个有许多窗洞的筒体)作为主要抵抗水平荷载的结构。也可以利用框架和筒体组合成框架-筒体结构,见图0-3(d)。

(4) 错列桁架结构。利用整层高的桁架横向跨越房屋两外柱之间的空间,并利用桁架交替在各楼层平面上错列的方法增加整个房屋的刚度,也使居住单元的布置更加灵活,这种结构体系称错列桁架结构,见图0-3(c)。

(5) 拱结构。以在一个平面内受力的,由曲线(或折线)形构件组成的拱所形成的结构,来承受整个房屋的竖向荷载和水平荷载,见图0-3(e)。

(6) 空间薄壳结构。空间薄壳结构是由曲面形板与边缘构件(梁、拱或桁架)组成的空间结构,它能以较薄的板面形成承载能力高、刚度大的承重结构,能覆盖大跨度的空间而无需中间支柱,见图0-3(g)。

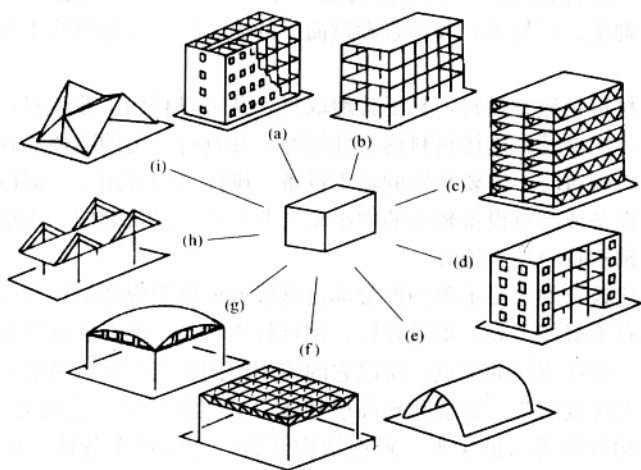


图 0-3 房屋主体结构的各种型式

(a) 墙体结构; (b) 框架结构; (c) 错列桁架结构; (d) 筒体结构
(也是框架-筒体结构); (e) 拱结构; (f) 网架结构; (g) 空间薄
壳结构; (h) 钢索结构; (i) 空间折板结构

(7) 空间折板结构。空间折板结构是由多块平板组合而成的空间结构, 是一种既能承重又可围护, 用料较省, 刚度较大的薄壁结构, 见图 0-3 (i)。

(8) 网架结构。网架结构是由多根杆件按照一定的网格形式, 通过节点连接而成的空间结构, 具有空间受力、重量轻、刚度大、跨度较大、抗震性能好等优点, 见图 0-3 (f)。

(9) 钢索结构。钢索结构是指楼面荷载通过吊索或吊杆传递到支承柱上去, 再由柱传递到基础的结构, 见图 0-3 (h)。

第三节 荷载与作用

一、荷载

建筑结构最重要的一项功能是承受其使用过程中可能出现的各种作用。如房屋结构要承受自重、人群和家具重量以及风和地震作用等。将由各种环境因素产生的直接作用在结构上的各种力称为荷载。例如, 由地球引力产生的力称为重力 (任何结构都将受到重力的作用); 由土、水、风等产生的作用在结构上的压力分别称为土压力、水压力、风压力 (习惯称风荷载或风载); 由爆炸、运动物体的冲击、制动或离心作用等产生的作用在结构上的力也均称为荷载。

荷载分为集中荷载和分布荷载。凡荷载作用的范围相对较小, 可以忽略不计时, 作用在这个范围上的荷载, 可以简化为集中荷载。凡荷载作用的范围较大, 不能忽略时, 称为分布荷载。当荷载分布于某一体积上时, 称为体荷载 (如物体的重力); 当荷载分布于物体的某一面积上时, 称为面荷载 (如风、雪、水等对物体的压力); 而当荷载分布于长条形状的体

积或面积上时,则可简化为沿其长度方向中心线分布的线荷载。

物体上每单位体积、单位面积、单位长度上所承受的荷载分别称为体荷载集度、面荷载集度、线荷载集度,它们各表示对应的分布荷载密集的程度。荷载集度要乘以相应的体积、面积或长度后才是荷载(力)。均匀分布的荷载称为均布荷载;否则,即为非均布荷载。线荷载集度的单位是 N/m ,而面荷载集度、体荷载集度的单位分别是 N/m^2 、 N/m^3 。

二、作用及其分类

(一) 作用

使结构产生效应(结构或构件的内力、应力、位移、应变、裂缝等)的各种因素称为作用,分为直接作用和间接作用。可归结为作用在结构上的力的因素称为直接作用,荷载是直接作用;不是作用力但同样引起结构效应的因素称为间接作用,如混凝土的收缩、地震、温度变化、基础不均匀沉降等。间接作用不仅与外界因素有关,还与结构本身的特性有关。例如,地震对结构物的作用,不仅与地震加速度有关,还与结构自身的动力特性有关,不要把地震作用称为“地震荷载”。

进行结构设计,就是要确保结构的承载能力足以抵抗内力,将变形控制在结构能正常使用的范围内。在结构设计时,不仅要考虑直接作用在结构上的各种荷载作用,还应考虑引起结构内力、变形等效应的间接作用。

(二) 作用的分类

1. 按随时间的变异分类

(1) 永久作用。在结构设计基准期内其值不随时间变化,或其变化与平均值相比可以忽略不计,或其变化是单调的并能趋于限值的荷载。例如,结构自重、土压力、水压力、预加应力、基础沉降等。

(2) 可变作用。在结构设计基准期内其值随时间变化,且其变化与平均值相比不可忽略。例如,楼面活荷载、吊车荷载、风荷载、雪荷载、温度变化等。

(3) 偶然作用。在结构设计基准期内不一定出现,一旦出现则其量值很大且持续时间较短。例如,地震、爆炸力、撞击力等。

由于可变作用的变异性比永久作用的变异性大,可变作用的相对取值(与其平均值之比)应比永久作用的相对取值大。另外,由于偶然作用的出现概率较小,结构抵抗偶然作用的可靠度可比抵抗永久作用和可变作用的可靠度低。

2. 按随空间位置的变异分类

(1) 固定作用。在结构空间位置上具有固定的分布。例如,结构自重、结构上的固定设备荷载等。

(2) 可动作用。在结构空间位置上的一定范围内可以任意分布。例如,房屋中的人员、家具荷载、吊车荷载等。

由于可动作用可以任意分布,结构设计时应考虑它在结构上引起最不利效应的分布情况。

3. 按结构的反应分类

(1) 静态作用。对结构或结构构件不产生加速度或其加速度可以忽略不计。例如,结构自重、土压力、温度变化等。

(2) 动态作用。对结构或结构构件产生不可忽略的加速度。例如,地震、风、冲击和爆炸等。

对于动态作用,必须考虑结构的动力效应,按动力学方法进行结构分析,或将动态作用转换成等效静态作用,再按静力学方法进行结构分析。

第一篇 建筑力学

第一章 静力平衡

静力平衡是研究物体在力系作用下处于平衡状态的规律的。本章主要研究两个问题：一是力系的简化与合成。力系的简化与合成就是用一个简单力系代替复杂力系的过程，对力系进行简化有利于揭示力系对刚体的作用效应，同时有利于导出力系的平衡条件。二是力系的平衡条件及应用。研究并应用力系的平衡条件可以解决工程上的技术问题。

第一节 静力学基本概念

一、力

1. 力的概念

力是人们在生活和生产实践中逐渐形成的抽象概念。力是物体之间相互的机械作用，这种作用会使物体的机械运动状态发生改变（外效应），也会使物体发生变形（内效应）。

物体相互间的机械作用形式多种多样，可以归纳为两类。一类是两物体相互接触时，它们之间相互产生的拉力或压力；另一类是地球与物体之间相互产生的吸引力，对物体来说，这吸引力就是重力。

力不能脱离物体而单独存在，有力必定存在两个物体——施力体和受力体。

2. 力的三要素

力对物体的作用效应取决于三个要素：力的大小、方向、作用点。

力的大小反映物体相互间机械作用的强弱程度，它可以通过力的外效应和内效应的大小来量度。在国际单位制中，度量力的大小是以牛顿（N）或千牛顿（kN）为单位。

力的方向表示物体间的相互机械作用具有方向性，它包括力所顺沿的直线（称为力的作用线）在空间的方位和力沿其作用线的指向。例如重力的方向是“铅垂向下”，“铅垂”是力的方位，“向下”是力的指向。

力的作用点表示物体间相互机械作用位置的抽象化。实际上物体相互作用的位置并不是一个点，而是物体的一部分面积或体积。如果这个面积或体积相对于物体很小或由于其他原因使力的作用面积或体积可以不计，则可将它抽象为一个点，此点称为力的作用点。

力的三要素中的任何一个如有改变，则力对物体的作用效应也将改变。

3. 力的表示

力的三要素表明力是矢量，其计算符合矢量代数运算法则。

力通常用一条沿力的作用线的有向线段来表示。有向线段的起点或终点表示力的作用点；线段的长度按一定的比例表示力的大小；线段与某定直线的夹角表示力的方位；箭头表示力的指向，故力是定位矢量。