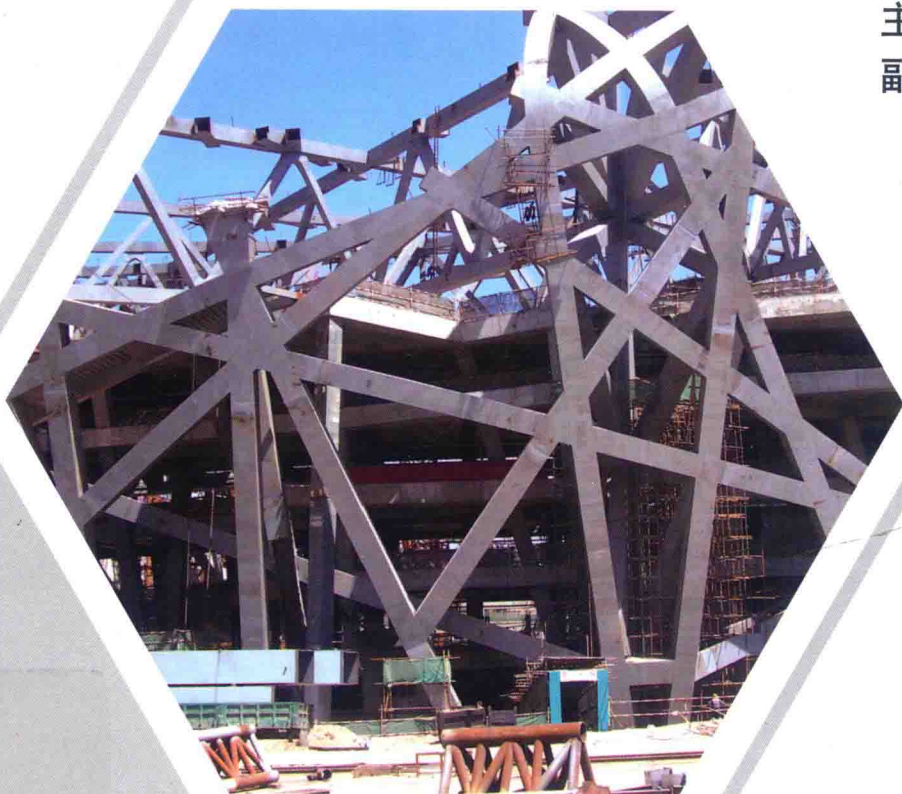




成人教育/网络教育系列规划教材

结 构 力 学

Jiegou Lixue



主 编 李延强
副主编 杨从娟
任剑莹



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



内附多媒体教学光盘



成人教育/网络教育系列规划教材

Jiegou Lixue

结 构 力 学

主 编 李延强

副主编 杨从娟 任剑莹



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书为成人及网络教育系列规划教材之一。本书根据教育部高等学校力学基础课程教学指导分委员会制定的“结构力学课程教学基本要求”和有关国家标准及教学改革发展需要编写而成。本书侧重介绍静定结构内力和位移的求解方法以及超静定结构的求解方法,内容精炼,由浅入深,与工程实际联系紧密。

全书共分九章,主要包括绪论、平面体系的机动分析、静定梁与静定刚架、静定拱、静定平面桁架、静定结构的位移计算、力法、位移法和影响线及其应用等。全书各章均附有思考题和习题,书后附有习题参考答案。本书注重对结构力学基本概念、基本方法的讲解,内容翔实,通俗易懂,例题详略得当,可操作性强。

本书可作为高等院校成人及网络教育土木工程专业教材,也可作为工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

结构力学 / 李延强主编. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2015.3
ISBN 978-7-114-11903-3

I. ①结… II. ①李… III. ①结构力学—高等学校—教材 IV. ①0342

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 293502 号

成人教育/网络教育系列规划教材

书 名: 结构力学

著 作 者: 李延强

责任编辑: 王 霞 温鹏飞

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 11

字 数: 264 千

版 次: 2015 年 3 月 第 1 版

印 次: 2015 年 3 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11903-3

定 价: 38.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

成人教育/网络教育教学资源及教材建设 专家委员会

主任委员:雷智仕

兰州交通大学

副主任委员:曾家刚

西南交通大学

葛建明

长安大学

曹 军

长沙理工大学

委 员:(按姓氏笔画排序)

马中记

天津城建大学

王天恒

西南科技大学

王月明

西南科技大学

王书海

石家庄铁道大学

王恩茂

兰州交通大学

尹增德

山东科技大学

冯学军

青岛理工大学

任宝良

西南交通大学

李晓壮

山东建筑大学

杨继伟

河北工程大学

肖贵平

北京交通大学

吴力宁

石家庄铁道大学

宋玉香

石家庄铁道大学

张鸿儒

北京交通大学

罗晓梅

重庆大学

单宝森

山东交通学院

赵连盛

东北林业大学

顾凤岐

东北林业大学

唐 军

重庆交通大学

维 军

兰州理工大学

秘 书 处:王 霞 陈力维

出版说明

随着社会和经济的发展,个人的从业和在职能力要求在不断提高,使个人的终身学习成为必然。个人通过成人教育、网络教育等方式进行在职学习,提升自身的专业知识水平和能力,同时获得学历层次的提升,成为一个有效的途径。

当前,我国成人及网络教育的学生多以在职学习为主,学习模式以自学为主、面授为辅,具有其独特的学习特点。在教学中使用的教材也大多是借用普通高等教育相关专业全日制学历教育学生使用的教材,因为二者的生源背景、教学定位、教学模式完全不同,所以带来极大的不适用,教学效果欠佳。总的来说,目前的成人及网络教育,尚未建立起成熟的适合该层次学生特点的教材及相关教学服务产品体系,教材建设是一个比较薄弱的环节。因此,建设一套适合其教育定位、特点和教学模式的有特色的高品质教材,非常必要和迫切。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和《国家教育事业第十二个五年规划》都指出,要加大投入力度,加快发展继续教育。在国家的总体方针指导下,为推进我国成人及网络教育的发展,提高其教育教学质量,人民交通出版社特联合一批高等院校的继续教育学院和相关专业院系,成立了“成人及网络教育系列规划教材专家委员会”,组织各高等院校长期从事成人及网络教育教学的专家和学者,编写出版一批高品质教材。

本套规划教材及教学服务产品包括:纸质教材、多媒体教学课件、题库、辅导用书以及网络教学资源,为成人及网络教育提供全方位、立体化的服务,并具有如下特点。

(1)系统性。在以往职业教育中注重以“点”和“实操技能”教育的基础上,在专业知识体系的全面性、系统性上进行提升。

(2)简明性。该层次教育的目的是注重培养应用型人才,与全日制学历教育相比,教材要相应地降低理论深度,以提供基本的知识体系为目的,“简明”“够用”即可。

(3)实用性。学生以在职学习为主,因此要能帮助其提高自身工作能力和加强理论联系实际解决问题的能力,讲求“实用性”,同时,教材在内容编排上更适合自学。

作为从我国成人及网络教育实际情况出发而编写出版的专门的全国性通用教材,本套教材主要供成人及网络教育土建类专业学生教学使用,同时还可供普通高等院校相关专业的师生作为参考书和社会人员进修或自学使用,也可作为自学考试参考用书。

本套教材的编写出版如有不当之处,敬请广大师生不吝指正,以使本套教材日臻完善。

人民交通出版社股份有限公司
成人教育/网络教育系列规划教材专家委员会

前 言

结构力学是土木工程各专业方向的一门重要的专业技术基础课程,是一名合格的土木工程工程师必须掌握的核心课程。通过本课程的学习,使学生掌握平面结构受力和位移计算的基本原理和基本方法,掌握常见工程结构的受力性能,为学习工程结构专业课程提供一定的力学基本知识,培养分析能力和计算能力。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和《国家教育事业第十二个五年规划》都指出,要加大投入力度,加快发展继续教育。为服务于成人及网络教育,提高其教育教学质量,特编写本教材。不同于其他的《结构力学》教材,本教材以“简明”“够用”为原则,在内容上进行了精选,放弃了一些较难的知识点,适当降低了难度。在注重基本概念、基本方法的基础上,适当增大了例题内容,并对一些知识点进行了总结,适合于自学。

本书共分九章,包括:绪论,平面体系的机动分析,静定梁和静定刚架,静定拱,静定平面桁架,静定结构的位移计算,力法,位移法,影响线及其应用。本书理论联系实际,每章每个知识点均有详细的例题讲解,章后均附有复习思考题、习题,书后附有参考答案,内容编排由浅入深、通俗易懂,可作为大专院校相关专业学生的教材、成人教育和网络教育的教材以及工程技术人员的参考书。

为方便读者自学,本书还配有多媒体教学光盘,内含课程大纲、教学视频、教学课件、章节练习等内容,可使读者取得最佳的学习效果。

本书由石家庄铁道大学李延强主编并统稿。具体编写分工为:第一、二、八章由李延强编写,第三、五、六章由任剑莹编写,第四、七、九章由杨从娟编写。

本书在编写过程中,参考了大量有关文献,在此对文献的作者表示真诚的感谢。限于编者的能力和水平,且编写时间紧张,书中一定存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者
2014年8月

自学指导

课程性质:本课程是土木工程专业、交通工程专业以及工程力学专业本、专科生必修的专业基础课程之一,主要讲述结构的组成规律和合理形式以及结构在外因作用下的强度、刚度的计算原理和计算方法。

课程地位和作用:本课程是土木工程各专业方向的一门重要的专业基础课程之一,在基础课和专业课之间起承上启下的作用,既需要对前面“材料力学”“理论力学”等基础课程进行不断的复习和总结,又为“钢筋混凝土结构”“砌体结构”和“钢结构”等专业课程提供了分析计算方法基础,因此是“大土木”一门重要的主干课程,在土木工程的房建、结构、道路、桥梁、水利及地下工程各专业的学习中占有重要的地位。同时,在工程结构设计和施工中,需要应用本课程的原理和方法对结构的受力和变形性能进行分析,对各种工程实际问题作出判断和处理,是一名合格的土木工程师必须掌握的核心课程。总之,本课程是工程技术人员解决工程问题必备的基础知识,也是土木工程专业学生必需的基本素养。

学习目的和要求:结构力学课程的任务是根据力学原理研究在外力或其他外界因素作用下结构内力和变形以及结构的组成规律;其目的是培养学生对杆件结构的分析能力、计算能力、自学能力和计算说明的表达能力;要求学生通过本课程的学习,初步掌握对实际工程的计算简化、各种计算简化图的提取方法,掌握各种杆件的组成规律,掌握静定结构和超静定结构内力、位移的计算原理和计算方法;要做到能算、能画图、能分析,为后续的结构类课程打下坚实的理論计算基础。

学习方法:结构力学的学习应强调四个方面能力的培养,分别是:分析能力、计算能力、自学能力和表达能力。分析能力主要是能对实际结构删繁就简,提取结构计算简图的能力;计算能力具体是指具有对各种结构进行计算或确定计算步骤的能力,具有对计算结果进行定量校核或定性判断的能力,初步具有实用结构计算程序的能力;自学能力则主要是通过学习、理解和消化,使知识得到升华,能够利用既有知识学习新知识的能力;表达能力更多地体现在作业环节,计算书既要有形式上的整洁,更要有内容上的清晰。做题时要步骤分明、思路清晰、图形简明、数据准确。因此,学好结构力学,应注意如下几点:

(1) 结合材料力学和理论力学相关理论和分析方法。

(2) 注意理论联系实际,结合工程应用考虑问题。

(3) 注意分析方法和计算能力的培养。

(4) 多练,认真完成好课后作业。

(5) 注重自学,适当补充课外书,拓宽思维。

特别需要强调的是,做题练习是学习本课程的重要环节,没有一定数量的习题练习,很难对基本概念和方法有深入的理解,也很难培养好的计算能力。在习题训练过程中,应通过看书、思考,在理解的基础上做题;有些习题要精做,通过多种方法求解来加深对知识点的理解;要学会自我校核,错题一定要进行改正。学生在学习过程中,切忌贪多、贪快,嫌麻烦而轻视习题练习。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 结构的定义及分类	3
第二节 结构力学的研究对象和任务	6
第三节 结构计算简图的概念	7
第四节 支座和结点的类型	9
第五节 荷载的分类	10
第二章 平面体系的机动分析	11
第一节 几何组成分析的目的	13
第二节 平面体系的自由度和约束	14
第三节 几何不变体系的基本组成规则	17
第四节 机动分析示例	18
第五节 几何构造与静定性的关系	21
第三章 静定梁与静定刚架	25
第一节 单跨静定梁	27
第二节 多跨静定梁	34
第三节 静定平面刚架	37
第四节 静定结构的特性	40
第四章 静定拱	45
第一节 概述	47
第二节 三铰拱的计算	48
第五章 静定平面桁架	53
第一节 平面桁架的计算简图	55
第二节 结点法	57
第三节 截面法	59
第四节 各式桁架比较	60
第五节 组合结构的计算	61
第六章 静定结构的位移计算	63
第一节 概述	65
第二节 变形体系的虚功原理	66
第三节 位移计算的一般公式单位荷载法	67
第四节 静定结构在荷载作用下的位移计算	69
第五节 图乘法	71
第六节 静定结构温度变化时的位移计算	75
第七节 静定结构支座移动时的位移计算	77

2 结构力学

第八节 线弹性结构的互等定理	78
第七章 力法	83
第一节 概述	85
第二节 力法的基本概念	86
第三节 超静定次数的确定	88
第四节 力法的典型方程	91
第五节 力法计算示例	95
第六节 对称性的利用	101
第七节 超静定结构的位移计算	109
第八节 结构的最后内力图校核	110
第九节 温度变化影响下超静定结构的计算	112
第十节 支座移动影响下超静定结构的计算	114
第十一节 超静定结构的特性	116
第八章 位移法	119
第一节 位移法的基本概念	121
第二节 单跨超静定梁的杆端弯矩与剪力	123
第三节 位移法的基本未知量及基本结构	125
第四节 位移法的典型方程及计算步骤	127
第五节 位移法示例	131
第六节 对称性的利用	136
第九章 影响线及其应用	141
第一节 影响线的概念	143
第二节 用静力法作单跨静定梁的影响线	144
第三节 多跨静定梁的影响线	148
第四节 利用影响线求量值	150
第五节 最不利荷载位置的确定	152
第六节 简支梁的绝对最大弯矩和包络图	156
习题参考答案	161
参考文献	164

第一章

绪论



本章导读

工程中存在大量的结构物,结构力学是研究工程结构受力和传力的规律,以及如何进行结构优化的学科,同时也是土木工程的专业基础课。本章是对结构力学课程概括性的介绍,通过本章的学习,可以了解结构力学的研究对象、研究方法等内容。



学习目标

1. 掌握结构力学课程与其他力学课程的关系;
2. 掌握各类杆系结构的主要受力特征;
3. 掌握结构计算简图的提取过程,掌握各类支座、结点的几何和力学特征。



学习重点

1. 杆系结构的分类和特点;
2. 各类支座、结点的几何和力学特征。



学习难点

结构计算简图的提取。



本章学习计划

内 容	建议自学时间 (学时)	学 习 建 议	学 习 记 录
第一节 结构的定义及分类	1.0	掌握结构的定义和常见结构类别	
第二节 结构力学的研究对象和任务	1.0	掌握结构力学的研究对象,了解结构力学发展历史	
第三节 结构计算简图的概念	2.0	掌握结构计算简图的提取方法	
第四节 支座和结点的类型	2.0	掌握结构力学常见支座和结点的力学性能和变形特点	
第五节 荷载的分类	1.0	掌握动载、静载的概念	

第一节 结构的定义及分类

所谓结构是指用以承受各种荷载或作用,起骨架作用的建筑物或构筑物。如:桥梁、隧道、房屋、塔架、挡土墙、大坝等。

◆请练习[思考题1]

一、结构的分类

结构的类型很多,可以从不同的观点来分类。按照几何特征,常见的建筑结构形式主要有以下六种:

(1)杆件结构:由长度远大于其他两个尺度(截面的宽度和高度)的杆件按照一定的方式连接起来组合而成的体系。如:高层房屋的钢筋混凝土框架或钢框架、大跨度钢桁架桥、电视塔等,如图 1-1 所示。

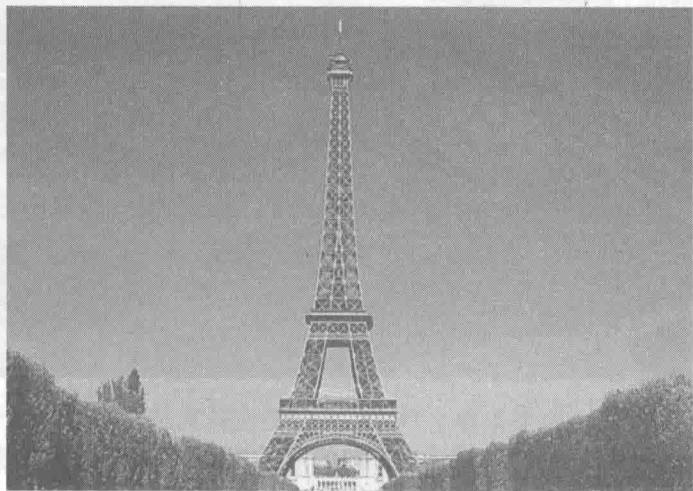


图 1-1

(2)悬吊结构:主要由仅能承受拉力的细长线材如钢索、铁索或其他缆索等柔性构件构成。如:悬索桥(图 1-2)、体育场馆建筑的顶盖。



图 1-2

学习记录

(3) 平板结构: 平面形的, 厚度比长、宽两个方向的尺寸小得多的结构。如: 钢筋混凝土板 (图 1-3)。

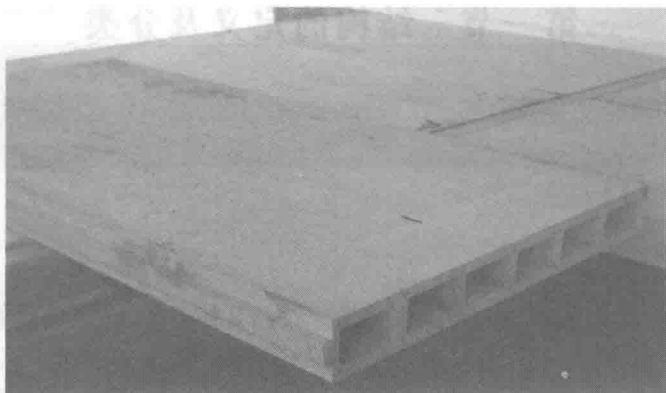


图 1-3

(4) 壳体结构: 曲面形的, 厚度也比长、宽两个方向的尺寸小得多的结构。如: 壳 (图 1-4)。

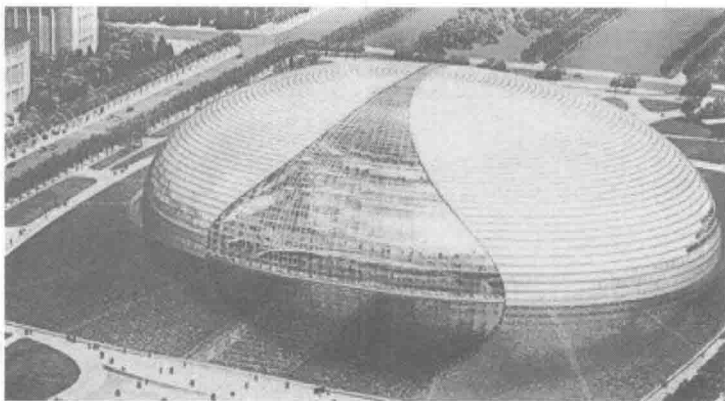


图 1-4

(5) 块体结构: 呈块状的, 长、宽、高三个方向的尺寸相近, 且内部大多为实体的结构。如: 挡土墙、水坝 (图 1-5) 等。

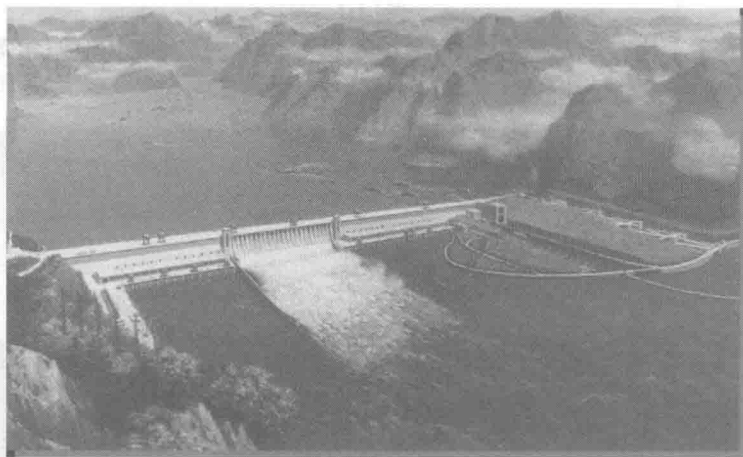


图 1-5

(6) 薄膜充气结构: 由薄膜和加压的气体介质组成的能承受荷载的结构物件。常用于大型

体育馆顶盖,如图 1-6 所示。

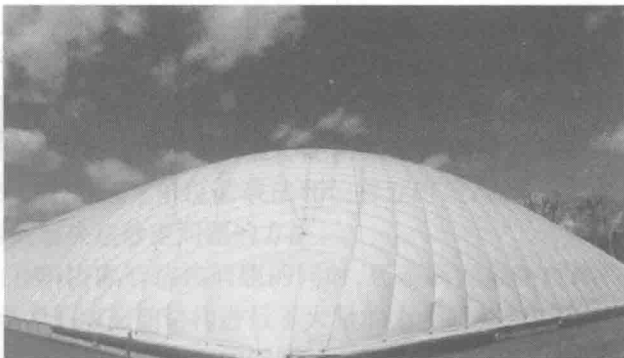


图 1-6

二、杆系结构

具体到杆系结构,根据其受力性质的不同又可具体分为:

(1) 梁:一种受弯杆件,其轴线为直线。有单跨、多跨之分,如图 1-7 所示。

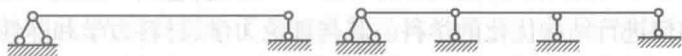


图 1-7

(2) 拱:轴线为曲线,在竖向荷载作用下能产生水平反力,从而大大减小拱截面内的弯矩,可具有较大跨度。工程中常用的有三铰拱、两铰拱和无铰拱,拱主要承受轴力,如图 1-8 所示。

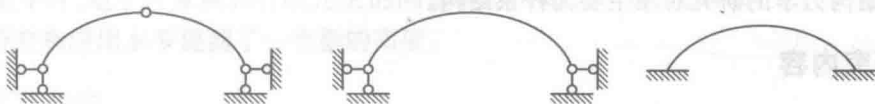


图 1-8

(3) 桁架:由直杆组成,所有结点均为铰结点。各杆主要承受轴力,如图 1-9 所示。

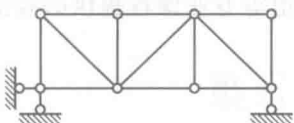


图 1-9

(4) 刚架:由梁、柱等直杆全部或部分采用刚性连接组合而成的结构,也称框架。刚架杆件主要承受弯矩,如图 1-10 所示。

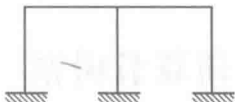


图 1-10

(5) 组合结构:由只承受轴力的链杆和主要承受弯曲的梁或刚架组合而成的结构。如图 1-11 所示。

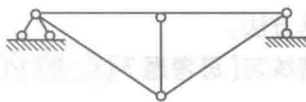


图 1-11

按照杆轴线和外力的空间位置,杆系结构可分为平面结构和空间结构。如果结构的各杆轴线及外力(包括荷载和反力)均在同一平面内,则称为平面结构,反之则是空间结构。在实际工程中的结构均是空间结构,通常在结构分析时简化为平面结构来计算。当然,不是所有结构均可以简化为平面结构来处理,有些必须作为空间结构来计算。

◆请练习[思考题 2]

按照计算特点可以将杆系结构分为:

(1) 静定结构:结构在任意荷载作用下,其反力和内力仅由静力平衡条件就能完全确定,如

学习记录 图 1-12 所示。

(2) 超静定结构: 结构在任意荷载作用下, 除应用静力平衡条件外, 还必须考虑结构的变形协调条件, 才能完全确定其全部反力和内力, 如图 1-13 所示。

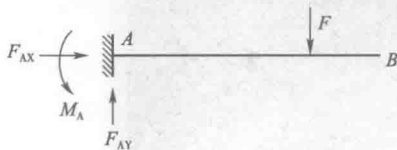


图 1-12

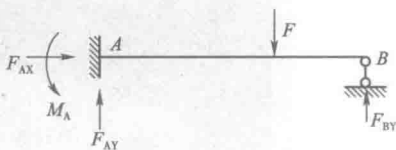


图 1-13

第二节 结构力学的研究对象和任务

一、研究对象

结构力学 (Structural Mechanics) 是固体力学的一个分支, 它是一门主要研究工程结构受力和传力的规律, 以及如何进行结构优化的学科。其与理论力学、材料力学和弹性力学等课程有着紧密的联系。理论力学着重讨论物体机械运动的基本规律; 材料力学主要研究单个杆件的计算; 结构力学在理论力学和材料力学的基础上, 研究由杆件组成的结构; 弹性力学对杆件作更精细的分析, 并将研究板、壳、块体等非杆件结构。

综上, 结构力学的研究对象主要为杆系结构。

二、研究内容

结构力学研究的内容主要包括结构的组成规则, 结构在各种效应 (外力, 温度效应, 施工误差及支座变形等) 作用下的响应, 包括内力 (轴力, 剪力, 弯矩, 扭矩) 的计算, 位移 (线位移, 角位移) 计算, 以及结构在动力荷载作用下的动力响应 (自振周期, 振型) 的计算以及结构稳定计算等。

结构力学是一门古老的学科, 又是一门迅速发展的学科。新型工程材料和新型工程结构的大量出现, 向结构力学提供了新的研究内容并提出新的要求。计算机的发展, 为结构力学提供了有力的计算工具。结构力学同时也是土木工程专业的一门专业基础课, 一方面要用到数学、理论力学和材料力学的知识, 另一方面又为学习建筑结构、桥梁、隧道等专业课程提供必要的基本理论和计算方法。

◆请练习 [思考题 3]

三、结构力学的发展简史

人类在远古时代就开始制造各种器物, 如弓箭、房屋、舟楫以及乐器等, 这些都是简单的结构。随着社会的进步, 人们对于结构设计的规律以及结构的强度和刚度逐渐有了认识, 并且积累了经验, 这表现在古代建筑的辉煌成就中, 如埃及的金字塔, 中国的万里长城、赵州安济桥、北京故宫等。尽管在这些结构中隐含力学的知识, 但并没有形成一门学科。

就基本原理和方法而言, 结构力学是与理论力学、材料力学同时发展起来的, 所以结构力学在发展的初期是与理论力学和材料力学融合在一起的。到 19 世纪初, 由于工业的发展, 人们开始设计各种大规模的工程结构, 对于这些结构的设计, 要作较精确的分析和计算。因此, 工程结

构的分析理论和分析方法开始独立出来,到19世纪中叶,结构力学开始成为一门独立的学科。

19世纪中期出现了许多结构力学的计算理论和方法。法国的纳维于1826年提出了求解超静定结构问题的一般方法。从19世纪30年代起,由于要在桥梁上通过火车,不仅需要考察桥梁承受静荷载的问题,还必须考虑承受动荷载的问题;又由于桥梁跨度的增长,从1847年开始的数十年间,学者们应用图解法、解析法等来研究静定桁架结构的受力分析,这奠定了桁架理论的基础。1864年,英国的麦克斯韦创立单位荷载法和位移互等定理,并用单位荷载法求出桁架的位移,由此学者们终于得到解决超静定问题的方法。

基本理论建立后,在解决原有结构问题的同时,还不断发展新型结构及其相应的理论。19世纪末到20世纪初,学者们对船舶结构进行了大量的力学研究,并研究了可动荷载下的梁的动力学理论以及自由振动和受迫振动方面的问题。

20世纪初,航空工程的发展促进了对薄壁结构和加劲板壳的应力和变形分析,以及对稳定性问题的研究。同时桥梁和建筑开始大量使用钢筋混凝土材料,这就要求科学家们对刚架结构进行系统的研究,在1914年德国的本迪克森创立了转角位移法,用以解决刚架和连续梁等问题。后来,在20世纪20~30年代,对复杂的超静定杆系结构提出了一些简易计算方法,使一般的设计人员都可以掌握和使用了。

到了20世纪20年代,人们又提出了蜂窝夹层结构的设想。根据结构的“极限状态”这一概念,学者们得出了弹性地基上梁、板及刚架的设计计算新理论。对承受各种动荷载(特别是地震作用)的结构的力学问题,也在实验和理论方面做了许多研究工作。随着结构力学的发展,疲劳问题、断裂问题和复合材料结构问题先后进入结构力学的研究领域。

20世纪中叶,电子计算机和有限元法的问世使得大型结构的复杂计算成为可能,从而将结构力学的研究和应用水平提到了一个新的高度。

四、学习方法

结构力学的特点是:不但理论概念性比较强,而且方法技巧性要求高。理论概念需要通过练习来加深理解,方法技巧则需要通过多做来熟练掌握。因此,在学习本门课程的过程中,不但要注意搞清基本概念,而且更为重要的是,要认真做好练习题和多做练习题,要强化对解题和运算能力的基本训练,培养分析问题、解决问题的能力,以达到弄懂概念、掌握理论和熟练基本方法技巧的目的。

第三节 结构计算简图的概念

实际结构一般都比较复杂,在对其进行力学分析时,需要做一些简化和假设,略去某些次要因素,保留其主要受力特性,从而使计算切实可行。这种把实际结构作适当简化,用作力学分析的结构图形称为计算简图或计算模型。对实际结构作力学分析,是通过结构计算简图来进行的,而结构计算简图的力学分析结果,又是实际结构截面的设计依据。因此,合理选取结构计算简图,是结构设计中非常重要的一项工作,同时也是力学分析时必须首先解决的一个问题。

一、简化原则

(1) 结构计算简图必须能够反映实际结构的主要受力特征,确保计算结果可靠。

(2)在满足计算精度要求的条件下,结构计算简图应当尽量简单,使得计算方便可行。

二、简化内容

(1)结构体系的简化

一般结构多是空间结构,通常忽略一些次要的空间约束而将实际结构分解为平面结构,使得计算得以简化。

(2)杆件的简化

在计算简图中,杆件用其轴线表示。

(3)结点的简化

杆件之间的连接区用结点表示。

(4)支座的简化

假设接触面上的压力是均匀分布的,并且可由作用于该面积形心上的合力来代替。

(5)荷载的简化

结构承受的荷载可分为体积力和表面力两大类。体积力指的是结构的自重或惯性力等;表面力则是由其他物体通过接触面而传给结构的作用力,如土压力、车辆的轮压力等。在杆件结构中把杆件简化为轴线,因此不管是体积力还是表面力都可以简化为作用在杆件轴线上的力。

例:如图 1-14 所示为一单层钢筋混凝土工业厂房的横剖面图。

①结构体系的简化。

从整体上看,该厂房为空间结构,主要承重结构包括四个部分:大型屋面板、预应力钢筋混凝土折线性屋架、阶形变截面柱和环形基础。大型屋面板的两端搁置在屋架的上弦杆上面,屋面荷载通过大型屋面板传给屋架;屋架两端分别与两边柱子的顶端相连,柱子下端插入基础被固定。这样,大型屋面板及其所承受的荷载形成沿厂房纵向平面,而屋架、柱子基础和它们所承受的荷载形成横向平面。因此,该厂房主要承重结构,可分解成沿纵向(水平或竖直)和沿横向的平面结构处理。

②杆件的简化。

用轴线代替杆件,由于上弦杆抗弯刚度较大,结点连接较强,将上弦杆看作折线梁,而将腹杆和下弦杆视为二力杆。

③支座的简化。

由于柱子下端插入基础杯口内,周围缝隙用细石混凝土填实,因而被嵌固在基础上,可作为固定支座处理。

④结点的简化。

由于折线性屋架上弦杆所受压力较大,故所用截面较大。对钢筋混凝土材料而言,上弦杆通常为一个整体,所以将上弦杆各个杆件端部视为刚性连接;而其他杆件较细长,由变形引起的弯曲应力不大,故腹杆和下弦杆的两端均视为铰接。

⑤荷载的简化。

屋盖自重以及风荷载等均可视为均匀分布荷载处理。

根据上述简化,得到的计算简图如图 1-15 所示。

特别需要指出的是,要确定一个结构的计算简图,特别是对于比较复杂的结构,并不是一件十分容易的事。它需要有一定的专业知识和实际经验,并对结构各部分的构造、相互作用和受力情况有正确的判断,有的复杂结构甚至需要借助模型试验或现场实测才能确定合理的计算简图。

◆请练习[思考题 4]