



临沂大学优秀校本教材

郑国栋 主编

建筑力学

Architectural Mechanics



山东人民出版社

Shandong People's Publishing House



临沂大学优秀校本教材

建筑力学

Architectural Mechanics

主 编 郑国栋

副主编 徐世君 孙汪泉 张令梅



山东人民出版社

Shandong People's Publishing House

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学/郑国栋主编. —济南:山东人民出版社,
2013.7
ISBN 978-7-209-07396-7

I. ①建… II. ①郑… III. ①建筑科学—力学
IV. ①TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 152704 号

建筑力学

郑国栋 主编

山东出版集团

山东人民出版社出版发行

社 址:济南市经九路胜利大街 39 号 邮 编:250001

网 址:<http://www.sd-book.com.cn>

发行部:(0531)82098027 82098028

新华书店经销

青岛星球印刷有限公司印装

规 格 16 开(184mm×260mm)

印 张 24.5

字 数 548 千字

版 次 2013 年 7 月第 1 版

印 次 2013 年 7 月第 1 次

ISBN 978-7-209-07396-7

定 价 48.00 元

如有质量问题,请与印刷厂调换。电话:(0532)88194567

临沂大学教材建设指导委员会

主 任：姜同松

成 员：（以姓氏笔画为序）

王统永 毛红旗 孔繁金 申洪源 任世忠 江兆林 全先庆

许汝贞 孙成通 孙成明 朱文玉 李洪忠 张立富 张问银

张根柱 陈学营 陈建国 林光哲 周光亮 郑秀文 赵 勇

赵光怀 徐东升 奚凤兰 谢 楠 彭文修

《建筑力学》 编委会

主 编：郑国栋

副主编：徐世君 孙汪泉 张令梅

前 言

本《建筑力学》教材是根据教育部最新颁布实施的《普通高等学校本科专业目录》中规定的建筑学专业的培养目标编写的，涵盖了建筑力学的主要内容。《建筑力学》注意贯彻“少而精”的原则，在提炼整理理论力学、材料力学、结构力学核心内容的基础上，充分考虑了三门学科的内在联系，将力学知识的内在联系有机地融合，减少了重复性内容。全书包括绪论、静力学基础、平面体系的几何组成分析、平面力系的简化和平衡、截面的几何性质、杆件的内力和内力图、杆件的应力与强度计算、杆件结构的变形与刚度计算、力法、位移法、力矩分配法、压杆稳定、影响线等共十三章内容。每章有本章提要、本章小结、思考题和习题。

《建筑力学》可作为普通高等学校建筑学、城市规划等专业的教学用书，也可作为高等专科学校、高等职业技术学院土建类专业教材和有关工程技术人员参考书。

CONTENTS | 目 录

前 言 /1

第 1 章 绪 论 /1

- 1.1 为什么要学习建筑力学 /1
- 1.2 建筑力学的任务和基本内容 /4
 - 1.2.1 建筑力学的研究对象和任务 /5
 - 1.2.2 建筑力学的基本内容和学习方法 /6
- 1.3 质点、刚体和变形固体 /7
 - 1.3.1 质点与刚体 /7
 - 1.3.2 变形固体及其基本假设 /7

第 2 章 静力学基础 /10

- 2.1 力及力系的基本概念 /10
 - 2.1.1 力的性质及三要素 /10
 - 2.1.2 力偶与力偶矩的定义 /11
 - 2.1.3 分布力集度 /12
 - 2.1.4 力 系 /12
- 2.2 静力学公理 /13
 - 2.2.1 公理 1 /13
 - 2.2.2 公理 2 /14
 - 2.2.3 公理 3 /14
 - 2.2.4 公理 4 /16
- 2.3 约束和约束力 /16
 - 2.3.1 约束与约束力的概念 /16
 - 2.3.2 支座的概念和类型 /20
 - 2.3.3 结点的概念和类型 /21

- 2.4 平面杆件结构和作用的分类 /21
 - 2.4.1 平面杆件结构的分类 /21
 - 2.4.2 作用及荷载的概念 /22
 - 2.4.3 荷载的分类 /22
- 2.5 结构的受力分析与计算简图 /23
 - 2.5.1 确定计算简图的步骤及注意事项 /23
 - 2.5.2 受力图绘制应用举例 /24

第3章 平面体系的几何组成分析 /29

- 3.1 平面几何组成分析的概念 /29
 - 3.1.1 几何不变体系、几何可变体系 /29
 - 3.1.2 平面几何组成分析的目的 /29
- 3.2 自由度和约束 /30
 - 3.2.1 刚片和自由度 /30
 - 3.2.2 约 束 /31
- 3.3 平面几何不变体系的组成规则 /32
 - 3.3.1 二元体概念及二元体规则 /33
 - 3.3.2 两刚片规则 /34
 - 3.3.3 三刚片规则 /34
- 3.4 瞬变体系和常变体系 /35
 - 3.4.1 瞬变体系 /35
 - 3.4.2 常变体系 /36
- 3.5 杆件结构的几何组成举例 /37

第4章 平面力系的简化和平衡 /46

- 4.1 力的投影、力对点之矩 /46
 - 4.1.1 力在坐标轴上的投影 /46
 - 4.1.2 力对点之矩 /48
 - 4.1.3 平面力偶矩的性质 /49
- 4.2 合力投影定理与合力矩定理 /49
 - 4.2.1 合力投影定理 /50
 - 4.2.2 合力矩定理、合力偶矩定理 /51
- 4.3 平面汇交力系与平面力偶系的合成和平衡 /53
 - 4.3.1 平面汇交力系的合成和平衡条件 /53
 - 4.3.2 平面力偶系的合成和平衡条件 /57
- 4.4 平面任意力系的简化 /59
 - 4.4.1 力的平移定理 /59

- 4.4.2 平面任意力系向作用面内任一点简化 /60
- 4.4.3 平面任意力系的简化形式 /61
- 4.5 平面任意力系的平衡条件 /64
 - 4.5.1 平衡方程的基本式 /64
 - 4.5.2 平面平行力系的平衡 /67
 - 4.5.3 静定和超静定的概念 /68
- 4.6 考虑滑动摩擦时的平衡问题 /73

第5章 截面的几何性质 /81

- 5.1 截面的静矩与形心 /81
 - 5.1.1 静矩和形心的定义 /81
 - 5.1.2 组合截面的静矩和形心 /83
- 5.2 惯性矩和极惯性矩 /84
 - 5.2.1 极惯性矩、惯性矩和惯性积 /84
 - 5.2.2 组合截面的惯性矩 /87
- 5.3 平行移轴公式和转轴公式 /88
 - 5.3.1 平行移轴公式 /88
 - 5.3.2 转轴公式 /90

第6章 杆件的内力和内力图 /95

- 6.1 杆件的基本变形 横截面上的内力 /95
 - 6.1.1 杆件的基本变形 /95
 - 6.1.2 内力的概念 /97
 - 6.1.3 截面法 /97
- 6.2 轴心拉(压)杆件的内力及内力图 /97
 - 6.2.1 轴心拉(压)杆件的受力特点 /97
 - 6.2.2 用截面法求轴心拉(压)杆的内力 /97
 - 6.2.3 轴心拉(压)杆的内力图 /98
- 6.3 扭转轴的内力及内力图 /100
 - 6.3.1 受力变形特点 /100
 - 6.3.2 外力偶的换算公式 /100
 - 6.3.3 用截面法求扭转轴的内力扭矩图 /100
- 6.4 平面弯曲梁的内力及内力图 /103
 - 6.4.1 受力变形特点 /103
 - 6.4.2 梁的计算简图 单跨静定梁的三种基本形式 /104
 - 6.4.3 用截面法求平面弯曲梁的内力——剪力和弯矩 /105
 - 6.4.4 用解析法作梁的内力图 /109

- 6.4.5 分布荷载集度、剪力和弯矩三者之间的微分关系 /115
- 6.4.6 用区段叠加法作梁的内力图 /122
- 6.5 多跨静定梁及斜梁结构的内力计算 /127
 - 6.5.1 多跨静定梁 /127
 - 6.5.2 斜 梁 /131
- 6.6 静定平面刚架内力计算 /133
 - 6.6.1 静定平面刚架的特点 /134
 - 6.6.2 静定平面刚架的内力计算 /135
- 6.7 静定平面桁架的内力计算 /138
 - 6.7.1 静定平面桁架的特点和分类 /138
 - 6.7.2 桁架内力计算 /141
- 6.8 组合结构 /148

第7章 拉压与扭转杆件的强度和刚度 /160

- 7.1 拉(压)杆的应力 /160
 - 7.1.1 应力的概念 /160
 - 7.1.2 轴心拉(压)杆横截面上的应力、危险截面及危险点 /161
- 7.2 拉压杆的变形与刚度计算 /164
 - 7.2.1 绝对变形与胡克定律 /164
 - 7.2.2 相对变形——正应变 /165
- 7.3 材料在拉伸和压缩时的力学性能 /168
 - 7.3.1 低碳钢拉伸时的力学性能 /168
 - 7.3.2 铸铁拉伸时的力学性能 /171
 - 7.3.3 金属材料压缩时的力学性能 /172
- 7.4 拉(压)杆的强度条件 /174
 - 7.4.1 许用应力与安全系数 /174
 - 7.4.2 拉(压)杆的强度条件 /175
- 7.5 扭转轴的应力与强度计算 /178
 - 7.5.1 薄壁圆筒扭转时横截面上的应力 剪切胡克定律 /178
 - 7.5.2 圆轴扭转时的应力 /180
 - 7.5.3 扭转轴强度计算举例 /184
- 7.6 扭转轴的变形和刚度条件 /185
 - 7.6.1 扭转轴的变形 /185
 - 7.6.2 扭转轴的刚度条件 /187

第 8 章 梁的强度和刚度 /194

- 8.1 平面弯曲梁的应力与强度计算 /194
 - 8.1.1 纯弯曲和横力弯曲时梁的正应力及其应用 /194
 - 8.1.2 梁的弯曲切应力 /199
 - 8.1.3 梁的强度计算 /201
 - 8.1.4 梁的合理强度设计 /205
- 8.2 弯曲变形 /209
 - 8.2.1 梁弯曲后的挠曲线、挠度与转角 /209
 - 8.2.2 梁弯曲后的挠曲线近似微分方程 /210
 - 8.2.3 用积分法计算梁的挠度和转角 /211
 - 8.2.4 用叠加法计算梁的挠度和转角 /213
- 8.3 梁的刚度条件和提高梁刚度的措施 /220
 - 8.3.1 梁的刚度条件 /220
 - 8.3.2 提高梁刚度的措施 /222

第 9 章 静定结构的位移计算 /227

- 9.1 概 述 /227
 - 9.1.1 结构的绝对位移和相对位移 /227
 - 9.1.2 结构位移计算的目的 /228
 - 9.1.3 位移计算的有关假设 /228
- 9.2 刚体的虚功原理及其两种应用 /229
 - 9.2.1 实功与虚功·刚体体系的虚功原理 /229
 - 9.2.2 虚位移原理 /230
 - 9.2.3 虚力原理·静定结构由于支座移动引起的位移计算 /231
- 9.3 结构位移计算的一般公式 /234
 - 9.3.1 变形体的虚功原理 /234
 - 9.3.2 单位荷载法 /235
- 9.4 结构在外加荷载作用下的位移计算 /236
- 9.5 图乘法 /240
 - 9.5.1 图乘法概念 /240
 - 9.5.2 应用图乘法时的几个具体问题 /242
- 9.6 静定结构由于温度变化所引起的位移计算 /245
- 9.7 互等定理 /247
 - 9.7.1 功的互等定理 /247
 - 9.7.2 位移互等定理 /248
 - 9.7.3 反力互等定理 /249

第 10 章 力 法 /253

- 10.1 超静定结构及超静定次数的确定 /253
 - 10.1.1 超静定结构的概念 /253
 - 10.1.2 超静定次数的确定 /253
- 10.2 力法的基本原理 /255
 - 10.2.1 力法的基本思路 /255
 - 10.2.2 力法的基本方程 /257
- 10.3 力法的一般分析步骤和示例 /259
- 10.4 对称性的利用与半结构 /267
 - 10.4.1 对称结构的概念 /267
 - 10.4.2 对称结构的性质 /268
 - 10.4.3 半结构的选取 /271
- 10.5 超静定结构在温度变化或支座移动时的计算 /273
 - 10.5.1 温度变化时超静定结构的内力计算 /274
 - 10.5.2 支座移动时超静定结构的内力计算 /275
- 10.6 超静定结构的位移计算 /278

第 11 章 位移法和力矩分配法 /284

- 11.1 位移法的概念及基本原理 /284
- 11.2 等截面直杆的转角位移方程 /286
 - 11.2.1 杆端力、杆端位移的有关规定 /286
 - 11.2.2 公式推导 /286
- 11.3 直接由平衡条件建立位移法基本方程 /291
- 11.4 位移法的基本未知量和基本体系 /295
 - 11.4.1 位移法的基本未知量 /295
 - 11.4.2 位移法的基本体系 /297
- 11.5 位移法的基本方程及计算步骤 /298
- 11.6 位移法计算举例 /304
 - 11.6.1 位移法计算连续梁和无侧移刚架 /304
 - 11.6.2 位移法计算有侧移刚架 /306
- 11.7 力矩分配法的适用条件和基本原理 /308
 - 11.7.1 转动刚度和传递系数 /308
 - 11.7.2 力矩分配法的基本原理 /309
- 11.8 力矩分配法计算连续梁和无侧移刚架 /312

第 12 章 压杆稳定 /322

- 12.1 压杆稳定的概念 /322
- 12.2 理想细长压杆的临界力 /323
 - 12.2.1 两端铰支时细长压杆的临界力 /323
 - 12.2.2 杆端为其他支承形式的细长压杆的临界力 /325
- 12.3 压杆的临界应力 /327
 - 12.3.1 临界应力与柔度 /327
 - 12.3.2 欧拉公式的适用范围 /328
 - 12.3.3 临界应力总图 /328
- 12.4 压杆的稳定计算 /330
 - 12.4.1 稳定安全系数法 /330
 - 12.4.2 稳定系数法 /331
- 12.5 提高压杆稳定性的措施 /336

第 13 章 影响线 /341

- 13.1 概 述 /341
- 13.2 用静力法作单跨静定梁的影响线 /342
 - 13.2.1 简支梁的影响线 /342
 - 13.2.2 外伸梁的影响线 /345
 - 13.2.3 影响线与内力图的比较 /346
- 13.3 用机动法作静定梁的影响线 /347
 - 13.3.1 机动法作影响线的原理和步骤 /347
 - 13.3.2 机动法作简支梁的影响线 /348
 - 13.3.3 机动法作静定多跨梁的影响线 /350
 - 13.3.4 用机动法作连续梁的影响线轮廓 /351
- 13.4 影响线的应用 /352
 - 13.4.1 计算影响量值 /352
 - 13.4.2 确定移动荷载的最不利位置 /353
 - 13.4.3 绝对最大弯矩及内力包络图的概念 /356

附录一 常用截面的几何性质计算公式 /361

附录二 型钢表 /364

参考文献 /380

绪 论

1.1 为什么要学习建筑力学

同学们马上就要学习建筑力学这门课了。但是，为什么要学习建筑力学？

1. 学习建筑力学是进行建筑设计的必要条件

建筑设计、结构设计和设备设计是整个建筑设计过程中的三个重要的环节。三者相互协调也相互制约，对整个建筑物的外观效果、结构稳定和功能使用起着至关重要的作用。任何一个建筑设计方案，都会对具体的结构设计产生影响，而有限的结构设计技术水平又制约着建筑设计层次。因此，在做建筑设计的过程中，建筑师应具备一定的结构方面基础，能与结构设计适当结合，相互调协，使二者相统一，才能创作出真正优秀的建筑设计作品。

然而，许多建筑设计师强调创作的美观、新颖、标新立异，强调创作的最大自由度，而把结构放在从属地位，并要求结构必须服从建筑，一切以建筑设计为先导，这一观念分割了科学的完整性，忽略了基本的力学规律，片面地追求建筑与技术、建筑艺术的结合和最大满足使用功能的要求，这样往往给某些建筑工程质量带来了质量隐患和不安全因素。如果建筑设计人员进行平面设计和竖向设计构思时，不依据基本的结构技术原理和有关结构的受力特征，不征询结构设计师的意见，往往会使结构工程师不能有效地选择合适的结构体系进行结构设计，会导致结构的不稳定等问题。比如将建筑物截面设计成为三角形，其抗弯矩力和抗侧能力比圆形截面、矩形、多边形截面要小得多。再者，有一些建筑师缺乏结构力学方面的基本常识，在设计过程中，往往忽视力学的基本规律。如：在需抗震设防的地区，高层电梯设置在大楼的某一侧，没有和整个建筑物的刚度中心重合。由于电梯筒的刚度很大，这样则使得刚度中心与荷载中心不能尽可能接近，即造成结构偏正，这样就会产生扭转，产生破坏。若电梯井筒置于楼板的刚度和整体性，而且楼板的平移和转动将受到约束，而后楼板竖向刚

度较弱,将会产生竖向弯形,并产生裂缝或局部破坏。

结构设计需要务实,建筑设计需要创新。但是两者又是缺一不可的,任何一个项目设计都必须协调好结构设计和建筑设计,只有协调好双方的关系,一个建筑工程设计才能完成,所以说建筑设计和结构设计是协调统一的。

我们经常听到“概念设计”这个词。那么,什么是概念设计呢?所谓的概念设计是指不经数值计算,尤其在一些难以作出精确数值分析或在规范中难以规定的问题中,依据整体结构体系与分体系之间的力学关系、结构破坏机理、震害、试验现象和工程经验所获得的基本设计原则和设计思想,从整体的角度来确定建筑结构的总体布置和抗震细部措施的宏观控制。它是设计过程中的中心思想、是基调。其后每一步具体设计都应围绕这个主题,而不能随意发挥。设计概念的建立和丰富必须是在对环境情况和结构性能的准确把握的基础上,同时融入设计师创造性的劳动。运用概念性近似估算方法,可以在建筑设计的方案阶段迅速、有效地对结构体系进行构思、比较与选择,易于手算。所得方案往往概念清晰、定性正确,避免后期设计阶段一些不必要的烦琐运算,具有较好的经济可靠性能。同时,也是判断计算机内力分析输出数据可靠与否的主要依据。

这就要求建筑师对整体结构体系及其基本子体系之间的力学关系有明确的认识,把概念设计应用到设计过程中去。建筑力学就是进行结构设计的基础,所以学好建筑力学对以后进行建筑设计是非常必要的。

2. 建筑力学与建筑美学互相促进

建筑作为五大艺术之一(建筑、诗歌、雕塑、绘画和音乐),往往游离于人们的审美和思维的视线之外。但是纵观古今中外,优秀的建筑均是力与美协调的产物。埃及的金字塔,存在千年源于坚实浑厚的基础。法国的象征埃菲尔铁塔,自是力的流畅的线条。中国两千多年的石拱桥,仅仅用石块就造就了大跨度且线条轻盈优美的曲线。哥特教堂取消了大量厚重的石材,而代之以细的拱肋,使推力和反力互相抵消,完美地体现了力的平衡。这些建筑无一例外充分利用了材料的特性,有很好的结构体形,是美的建筑,也是符合受力特征的建筑。它们完全没有任何多余的装饰,仅仅由线条和形体就形成了自己的风格。

很多艺术家和建筑大师都高度重视力学与美学的协调。法国史学家兼批评家丹

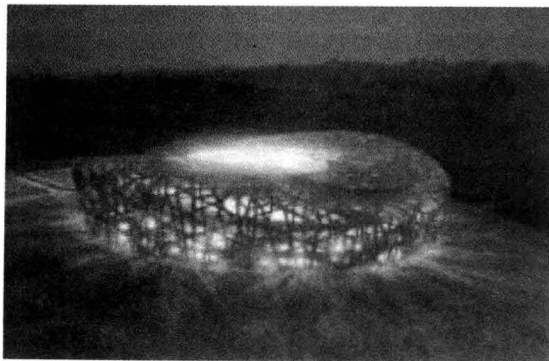


图 1.1 “鸟巢”

纳在《艺术哲学》中曾提到,艺术要得到欣赏是需要条件的,也就是我们通常所表达的“美需要美的眼睛和心灵”,15世纪意大利绘画艺术的辉煌很大程度上在于那时的意大利同欧洲别的国家相比较是一个更博学、更富足、更文雅、更能点缀生活、更具审美感的民族。在20世纪60年代初,意大利著名建筑工程师P. L.奈尔维就在他的《建筑的艺术与技术》中为我

们做了很好的指导，时至今日，其中的很多观点，仍然是对现今建筑界的一剂良药。比如其中提到：“对一个设计得很差的结构，想以堆砌附加的东西来加以掩盖完全是徒劳的。建筑的受力结构必须以简图方案为基础正确地进行设计，它应该以最简单最自然的方式，符合于把重量和应力传递到柱子和基础的功能要求。”现在的很多建筑。动辄进行转换、错层、移位，全然不顾最基本的力学原理，仅仅为了某种形而上的大空间而不惜一切，不但造成了安全的隐患和经济上的浪费，对视觉的冲击也经常让人很不舒服，细细的柱子支撑着上部庞大的体量，给人一种不安全和怪异的感觉。这不应该是一个建筑传达给居住者或是任何使用者的感觉。

著名建筑师 R. B. Fuller 在 1962 年提出了由索和杆件组成的张拉集成结构 (Tensegrity systems) 的结构设想, Fuller 希望在这种结构中尽可能减少受压杆件, 结构处于连续的受拉状态, 使压力成为张力海洋中的孤岛, 他认为这种状态符合自然界固有的规律, 能最大限度的利用钢材长于受拉的特性, 从而实现以尽量少的材料建造更大跨度的空间。再后来, 美国的 B. H. Geiger 和 M. Lery 进一步对其进行演变和发展, 提出了索穹顶结构体系 (Cable Dome)。这是一种结构效率极高的张力集成体系, 是极懂结构的建筑师提出, 又由结构工程师进一步完善形成的。这是一种很

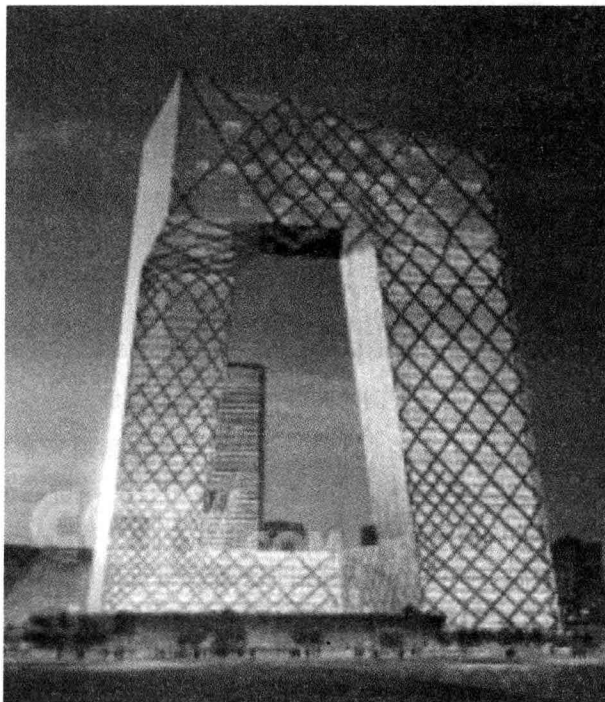


图 1.2 中央电视台

轻巧的结构, 充分利用了钢索的强度, 通长情况下, 钢索的强度是普通结构钢材的 4~6 倍, 而且因为绝大部分构件为受拉的钢索, 不用考虑稳定系数的问题。如果我们的“鸟巢”等奥运场馆可以采用这种结构形式, 而不是选用平面受力门式刚架的钢结构屋顶, 用钢量也许仅为现在的 10%。另如中央电视台新台址, 是建筑面积达到 20 多万平方米, 建筑高度达到 278 米的大型超高层建筑。它是一个空间扭曲的“Z”字形, 空间的倾斜, 超大的悬挑, 使最底层的柱子也有可能受拉力。柱脚必须按照拉和压两种受力状态进行设计。基础的厚度达到 7 米, 之所以会有如此之厚, 仅仅是为了防止建筑整体的倾覆。

由中国工程院院士著名结构大师江欢成作为总设计师主持设计的东方明珠电视塔, 造型也很独特, 以其独一无二的造型, 成为上海市的标志性建筑。它的艺术气息, 它的震撼, 它的丰富的文化内涵, 在向人们诉说着力与美。江院士在力学上的高超的造诣, 使设计突破了世界上混凝土塔惯用的单烟囱式结构的常规, 创造了一个全新的结

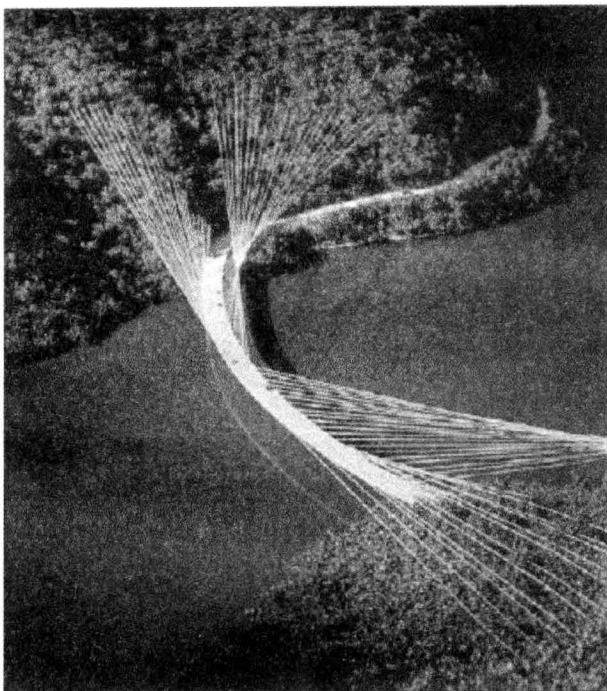


图 1.3 美国的 Ruck-A-Chucky 斜拉桥

方向都不产生弯矩和剪力。按照力学的准则来布索且考虑了美学需要，巨大的扇形曲率接近双曲抛物面形式，拉锚因地制宜。该桥建造于 1977 年，是功能、力学与景观结合的典范，获得了全美建筑设计比赛第一名。

现在的建筑师面临着日趋复杂的技术问题和结构问题，新技术，新材料的不断应用，给建筑师提出了更高的要求。但是，建筑师对力学和技术的应用，是一种宏观上的把握，建筑师选定了可行的结构方案，结构工程师就可以在一个好方案的基础上进行优化计算。历史上很多优秀的建筑大师对力学在宏观上的把握，甚至超过了很多的结构工程师，创造出了令人惊叹的建筑。

构形式——带斜撑的多筒式巨型空间框架，体现了现代高科技和东方文化的完美结合。他独具匠心地将 11 颗球体缀连成串，创造了“大珠小珠落玉盘”诗一样的境界。同样，因为有很好的受力体系，468 米的高度挑战了混凝土结构的极限。

美国的 Ruck-A-Chucky 斜拉桥是由著名的设计大师美籍华人林同炎设计的。它的中心角为 50 度，弧长方向的跨度为 400 米，跨越深谷以便沿山坡的等高线布置路线，省去了曲线引道或中间高墩以及开挖山体跨越河谷。通过沿山坡散开斜拉索，使得可以引导轴力沿着曲线的桥面板传递，因此不管在上下方向，还是左右

1.2 建筑力学的任务和基本内容

力学是研究宏观机械运动规律及其应用的学科。机械运动指物体之间或物体内部各部分之间相对位置的变动，包括物体相对于地球的运动、物体的变形、流体的流动等。平衡是机械运动的特殊情况，指物体相对于地球保持静止，或作匀速直线平移。

土木工程是力学最重要的发展源泉和应用园地之一，力学是土木工程重要的理论基础。人类早就会建造房屋了，直到掌握了丰富的力学知识以后，各种各样的摩天大楼、跨海大桥、特大跨度的公共建筑、水下隧道、高速公路才得以建成。

力学有很多分支，例如理论力学、材料力学、结构力学、板壳力学、弹性力学、弹塑性力学、塑性力学、断裂力学、流体力学、复合材料力学、实验力学、计算力学、量

子力学等。作为建筑学专业的一门课程,“建筑力学”的内容只是力学中最基本的应用广泛的部分,它将静力学、材料力学、结构力学三门课程的主要内容贯通融合成为一体。

1.2.1 建筑力学的研究对象和任务

建筑力学的研究对象是结构和构件。所谓结构,是建筑物或构筑物中承受外部作用的骨架。可能出现的外部作用包括荷载作用(恒载、活载、风载、水压力、土压力等)、变形作用(地基不均沉降、材料胀缩变形、温度变化引起的变形、地震引起的地面变形等)、环境作用(阳光、风化、环境污染引起的腐蚀、火灾等)。所谓构件,是指组成结构的基本部分。按照几何特征,构件可分为杆件、板壳和实体(图1.4)。杆件的几何特征为长条形,长度远大于其他两个尺度(横截面的长度和宽度)。板壳的厚度远小于其他两个尺度(长度和宽度),板的几何特征为平面形,壳的几何特征为曲面形。实体的几何特征为块状,长、宽、高三个尺度大体相近,内部大多为实体。

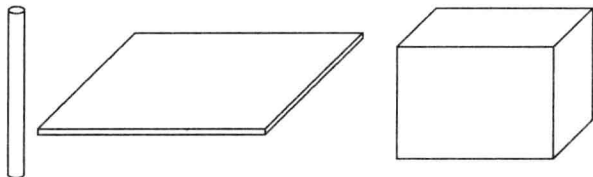


图 1.4 杆件、板壳与实体

杆件结构是由杆件组成的一种体系。杆件体系必须按一定的规律组成,才能保持稳定的骨架而承受各种外部作用。不同结构形式在承受相同的外部作用时,某种结构形式就可能比另一种结构形式合理。在结构分析中,须把实际的结构及其承受的作用简化为计算模型,这样的模型称为结构的计算简图。

结构和构件必须满足强度、刚度和稳定性的要求。

在使用期内,务必使结构和构件安全可靠,不发生破坏,具有足够的承载能力,务必使结构和构件不发生影响正常使用的变形,务必使结构和构件平衡形态保持稳定。结构和构件抵抗破坏的能力称为强度,抵抗变形的能力称为刚度,保持原有平衡形态的能力称为稳定性。

所有的结构物在运营或使用中,其构件都将受到一定的力作用,通常称为构件承受一定的荷载或载荷。但是对于构件所承受的荷载都有一定的限制,不允许过大。如果过大,构件就会发生断裂或产生塑性变形而使构件不能正常工作,称为失效或破坏,严重者将发生工程事故,如飞机坠毁、轮船沉没、桥梁折断、房屋坍塌、水闸被冲垮。轻者毁坏构件,重者造成工程事故,人身伤亡,甚至带来严重灾难。因此必须进行受载构件的强度计算,以保证构件不会发生强度破坏。

当构件受载时,其形状和尺寸都要发生变化,称为变形。工程中要求构件的变形不允许过大。如果过大构件就不能正常工作,如吊车大梁变形过大,会使跑车出现爬坡,引起振动,铁路桥梁变形过大,会引起火车脱轨、翻车。因此必须进行构件的刚度计算,以保证构件有足够的变形能力。图1.5分别给出了强度破坏和刚度问题的工程实例。

当细长杆件受压时,工程中要求它们始终保持直线的平衡形态。可是若受力过大,压力达到某一数值时,压杆将由直线平衡形态变成曲线平衡形态,这种现象称之为压杆的失