



普通高中课程标准实验教科书  
通用技术 必修2  
顾建军 主编

# 技术与设计2

 江苏凤凰教育出版社  
Phoenix Education Publishing, Ltd

Technology and Design 2

随着科学技术突飞猛进的发展，技术日益成为我们生活中几乎无时不在、无处不在的客观存在，成为引起社会变化、塑造社会变化和应对社会变化的重要因素。因此，技术素养是当代青少年的基本素养，通用技术课程是普通高中学生人人必须修学的课程。

通用技术在本课程中是指信息技术之外的，较为宽泛的、体现基础性和通用性并与专业技术相区别的技术，是日常生活中应用广泛、对广大同学的发展具有广泛迁移价值的技术。通用技术课程是一门立足实践、注重创造、高度综合、科学与人文融合的课程。它的学习过程是同学们主动建构知识、不断拓展能力、形成良好情感态度与价值观的过程，是一个富有生机、充满探究、方式多元的活动过程。

相信通用技术的学习一定会成为同学们豆蔻年华中夯实基础、挑战自我、享受创造与发展乐趣的美好生活的一部分。



单元



节

了解本书的单元和节的构成，能使我们总揽全貌，形成关于课程学习的宏观架构。

同学们，  
欢迎你们进入  
技术世界。



学习目标会使我们明确学习的方向，为进入学习过程做好心理准备。

案例分析

本栏目富有典型意义的范例、素材、话题是学习中对话的平台，它引领我们走入学习情境，使我们享受到由丰富的感性走向深刻的理性的快乐。

马上行动



穿插课文之中、形式多样的活动使我们所学的知识与技能得到即时的巩固、应用和内化，它是我们主动建构知识、拓展能力、发展情感态度与价值观的有力工具。

如何使用本书

导读

General Technology



## 学习评价

对学习过程和学习结果作一回顾、总结和反思，有助于知识与能力的主动建构，有助于学习目标的真正实现。

## 综合实践

将本单元所学内容综合起来、与其他学科知识综合起来、与自己已有的知识和经验综合起来，可以提高综合应用知识与技能分析和解决问题的能力，使我们领略学习的最高境界。

## 本单元小结

在学完一单元后，就学习内容进一步进行概括和归纳，能使所学知识进一步强化和结构化。

## 练习

生动活泼、形式多样的作业，使我们所学的本节内容得以巩固，同时也打通了与课外活动结合的道路。

## 链接

### 选学

这里为我们拓展学习、发展个性提供了网络学习、课外学习等方面获取资源的途径。它将把兴趣浓、有追求的同学引向技术探究的幽深之处。

## 阅读

### 选学

这是一个绚丽多彩的世界。它将使我们拓宽视野、深化认识、锻造精神，在“信息爆炸”的时代里，品味到技术信息方面的“美味佳肴”。

### 小资料

### 小辞典

## 思考

这是一个发展认知、挑战思维的天地。想像、分析、判断、推理等思维活动将使我们体验到头脑风暴的乐趣和批判性、创造性思维的魅力。

### 讨论

### 探究

### 辩论

## 小试验

### 选学

亲临其境、亲自动手、亲身体验是本栏目的宗旨。这里的一些项目将使我们经历激动人心的操作和探索实践，使我们的实践才能和创新才能得到充分的展示。

学习，  
是一个

螺旋上升的过程，  
它永无止境……



技术与设计2

Technology and Design 2

# 目录 Contents

目录 Contents 目录 Contents 目录 Contents 目录 Contents



## 第一单元 结构与**设计**

**001**

- 一** 常见结构的认识 **002**
- 二** 稳固结构的探析 **011**
- 三** 简单结构的设计 **024**
- 四** 经典结构的欣赏 **030**



## 第二单元 流程与**设计**

**037**

- 一** 生活和生产中的流程 **038**
- 二** 流程的设计 **050**
- 三** 流程的优化 **054**

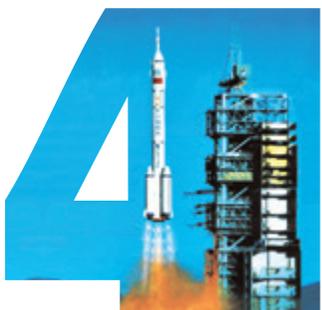




### 第三单元 系统与设计

063

- |   |        |     |
|---|--------|-----|
| 一 | 系统及其特性 | 064 |
| 二 | 系统的分析  | 076 |
| 三 | 系统的设计  | 086 |



### 第四单元 控制与设计

095

- |   |              |     |
|---|--------------|-----|
| 一 | 控制的手段与应用     | 096 |
| 二 | 控制系统的工作过程与方式 | 102 |
| 三 | 闭环控制系统的干扰与反馈 | 108 |
| 四 | 控制系统的设计与实施   | 118 |





主 编 顾建军

副 主 编 段 青（常务） 何立权 程镐初

主要编者 刘新民 张文锦 郁汉琪

赵利华 段 青 管光海

（以上按姓氏笔画排列）

编 写 本书编写组

责任编辑 郜 键 董秀敏

美术编辑 田翔仁

# 第一单元 结构与设计

## Unit 1 Structure Design



- 一 常见结构的认识
- 二 稳固结构的探析
- 三 简单结构的设计
- 四 经典结构的欣赏



人们每天都在与各种各样的结构打交道。

游乐场里的游乐项目让人目不暇接，过山车、旋转飞轮、旋转木马等令孩子们流连忘返。观察这些游乐设施，你会惊叹它们结构设计的巧妙和坚固。

认识结构，分析影响结构的稳定性和强度的主要因素，将使我们理性地观察和对待世间奇妙的结构现象，鸡蛋为什么能承受重压，比萨斜塔为什么斜而不倒……将使我们学会进行简单的结构设计。

# 一 常见结构的认识

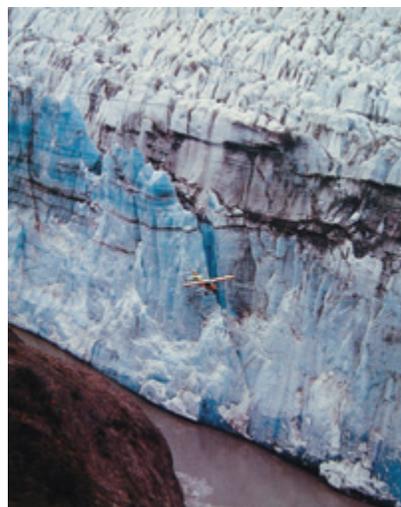
## 学习目标

1. 无处不在的结构
2. 结构与力
3. 结构的类型

1. 了解结构的含义。
2. 从力学的角度理解结构的概念和一般分类。
3. 能结合 1~2 种简单的结构案例，分析结构是如何受力的。

## 1 无处不在的结构

结构 (structure) 是指事物的各个组成部分之间的有序搭配和排列。世界上任何事物都存在结构，结构多种多样且决定着事物存在的性质。



在自然界，蜂窝、蜘蛛网、大树、动物的身体与器官等都有其特定的结构，这些形形色色的结构给了人们无限的创造灵感和启示。通过对自然界中结构的分析和研究，人们将其成果应用到技术领域，更好地服务于人类。

## 案例分析



### 苍耳子与尼龙搭扣

狩猎者从灌木丛走过，裤子上粘满了令人讨厌的苍耳子。仔细观察苍耳子，它的表面布满了许多小刺，每根刺上都有细细的倒钩，碰到纤维类的衣物，便粘在上面。瑞士的乔治·德·梅斯特拉尔经过8年的研究，根据苍耳子的结构，发明了尼龙搭扣用以代替纽扣、拉链等。



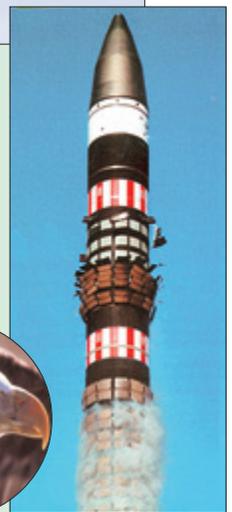
### 鸟与飞机

人类飞翔的梦想源于振翅高飞的鸟，飞机原型的产生源于对飞鸟形体结构的仿生。鸟类能够自由飞翔，是因为它有适应飞行的自由流畅的外形和使身体更轻便的翅膀骨质中空结构。观察飞机的结构，两侧的机翼就像飞鸟展开的一对翅膀，一些轻型材料的使用使机身更轻便，整个飞机的流线型仿佛飞鸟冲刺的形态。是飞鸟启发了人类，帮助人类实现了飞行的梦想。



### 鹰眼与导弹跟踪系统

鹰可以在几千米的高空准确无误地辨别地面上的动物，这是因为它的眼部结构比较特殊。人类每只眼睛的视网膜上都有一个凹槽，叫做中央凹。而老鹰眼中的中央凹却有两个，这两个中央凹的作用不同，其中一个专门用于接收来自鹰头侧面物体的像，另一个用于接收来自鹰头前方物体的像。这样，老鹰的视觉范围就宽多了，能兼顾前方和侧面。根据鹰眼的结构，人们正在研制“鹰眼”导弹系统。这种导弹系统能自动寻找、识别目标并跟踪攻击。



## 马上行动



生产生活中还有哪些产品的结构是受到自然界事物结构的启发而产生的？

在技术领域，产品的结构更是丰富多彩。一把锤子、一辆汽车、一座桥、一幢房子都具有特定的结构。结构影响着它们的性质和功能，结构方面存在的一个小问题也许就会导致重大事故的发生。因此，合理的结构是事物存在的基础，卓越的结构是设计者和制造者的重要追求。

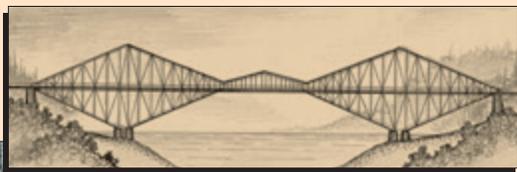


## 阅读



## 魁北克大桥的坍塌

魁北克大桥兴建于20世纪初期,它是由桥梁学家库帕设计的当时世界上同类大桥中最长的一座。当时桥的建设速度很快,施工组织也很完善,正当投资修建这座大桥的人们开始考虑如何为大桥剪彩时,随着一阵震耳欲聋的巨响,大桥的整个金属结构垮了,19 000 t 钢材和86名建桥工人落入水中,只有11人生还。



大桥坍塌的原因是设计师在没有对桥梁的关键部位做相应加固的情况下,擅自将原来的500 m的桥长延长到了600 m,造成了大桥南端制动臂上的压力索发生弯曲,从而导致整个上层结构倾塌。

为了记住这一教训,所有毕业于加拿大各大学的工程师都有一个铁指环,这些铁指环是由那座坍塌的魁北克大桥上的金属制成的(现在的指环由不锈钢制造)。它们时刻提醒人们,进行结构设计要具有高度的责任感。

在社会领域,也普遍存在着结构现象。一篇文章的内容结构影响文章的表达与质量,一家企业的人员结构关乎企业的运行与效率。

## 马上行动



请列举给你印象较深的有关结构的事例。

自然界: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

技术领域: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

社会领域: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

## 2 结构与力

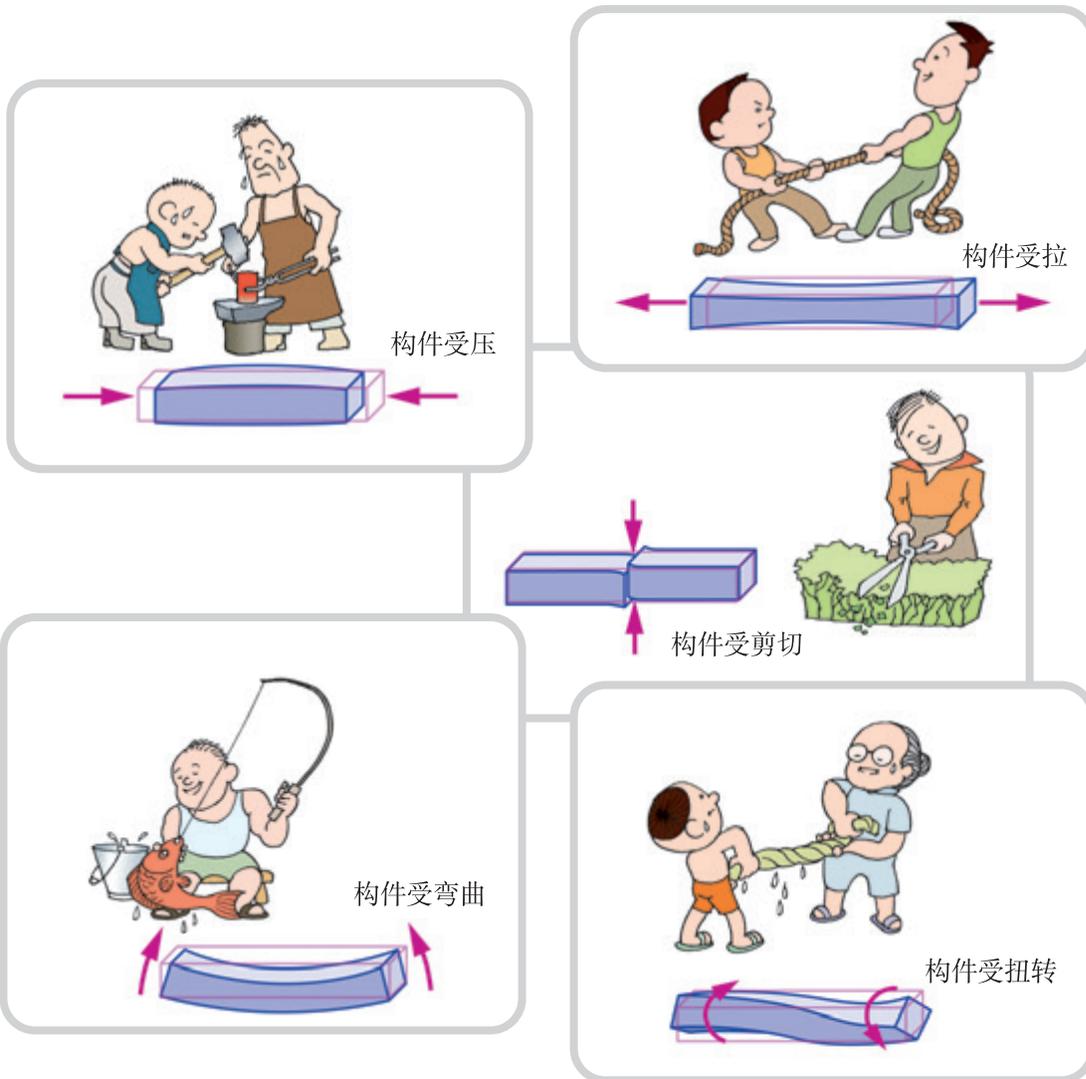
从力学角度来说,结构是指可承受一定力的架构形态,它可以抵抗能引起形状和大小改变的力。

每个物体都有它特定的架构形态,这种架构形态体现着它的结构。一个较复杂的结构由许多不同的部分组成,这些组成部分通常称为构件。如自行车的车轮,它是由辐条、轮胎、车圈等构件组成的。

一个设计合理的结构应该能承受外界的各种作用力,抵抗各种变形。因此,我们需要了解作用在结构上的各种力。

分析结构的受力情况时,首先要清楚组成结构的构件受到哪些力的作用;其次要清楚

在这些力的作用下，构件能否安全、可靠地工作，也就是对构件进行承载能力的分析。根据构件的受力和变形的形式，我们可以将构件分为受拉、受压、受剪切、受弯曲、受扭转这五种基本形式。



## 马上行动



请连线：

受拉

受压

受剪切

受扭转

受弯曲

构件承受使之产生弯曲的力

构件承受两个距离很近、大小相等、方向相反的平行力

构件承受使之被挤压的力

构件承受拉拽力

构件两端承受方向相反的均匀的力，使它发生扭转形变



## 案例分析



### 桥梁桥面的受力

一座简易桥梁，当有行人、车辆在桥面上通行时，桥面受到的力主要有行人和车辆对桥面的压力、两端桥墩对桥面的支撑力，以及风对桥面的作用力等。

为使桥面能够承受更大的荷载，设计师们可以采取多种方案，如把桥面设计成拱形、增加桥墩的数量以减小跨度、采用悬索等。



简易桥梁

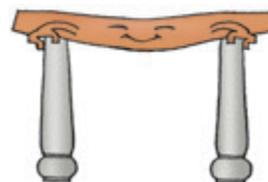
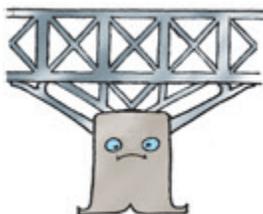
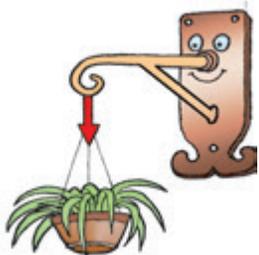


## 马上行动



填空：

在下图中，吊兰的支撑架受\_\_\_\_\_。桥墩承受来自桥面、桥上荷载的力，它受\_\_\_\_\_；两端被桥墩托住的梁受\_\_\_\_\_。



## 探究



观察右图，说明石磨的推杆要用绳子吊起来的原因。



## 小试验



试验目的：

比较不同形状的纸板承受压力的大小。

试验准备：

1. 取废旧纸盒的纸板，分别裁出3条大小均为10 cm × 40 cm的小纸板。
2. 分别取若干本书（用于支撑纸板）和给纸板加压的重物。

试验过程：

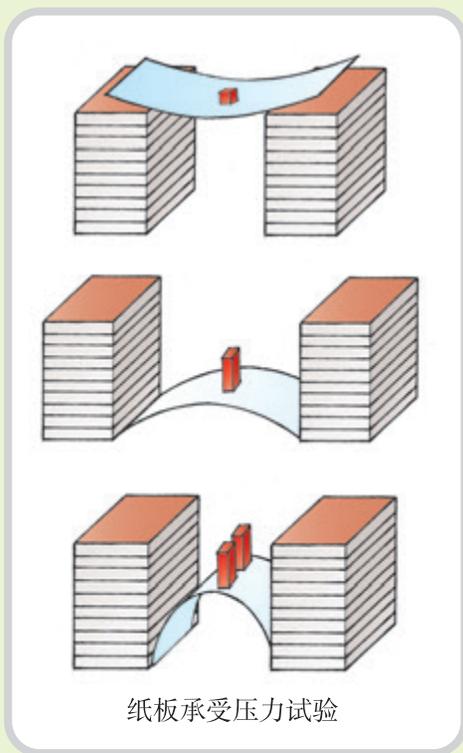
1. 将一纸板用两摞书支撑起来，在纸板的中间不断增加重物，直到它塌下去，记录此时承受的重物质量的大小。

2. 将另一纸板弯成拱形，两端用两摞书抵住以阻止拱形延长，在拱形的上端不断增加重物，直到它塌下去，记录此时承受的重物质量的大小。

3. 将剩下的纸板弯成比前次跨度小的拱形，在拱形的上端不断增加重物，直到它塌下去，记录此时承受的重物质量的大小。

试验总结：

1. 哪种情况下纸板的抗压能力最强？
2. 举例说明这一结论在实际应用中有什么意义。
3. 如果把纸板折成瓦楞状，试验结果会发生什么变化？



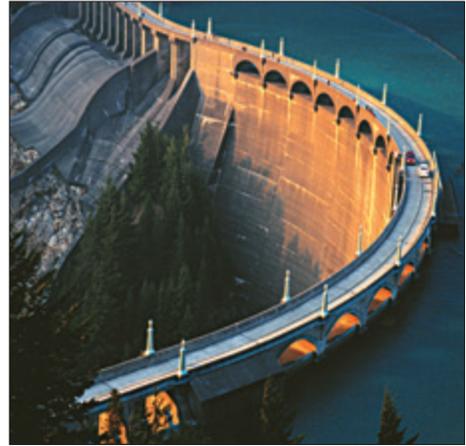
纸板承受压力试验

### 3 结构的类型

结构的分类多种多样，从力学架构与形态方面考虑，通常有实体结构、框架结构和壳体结构等基本类型。

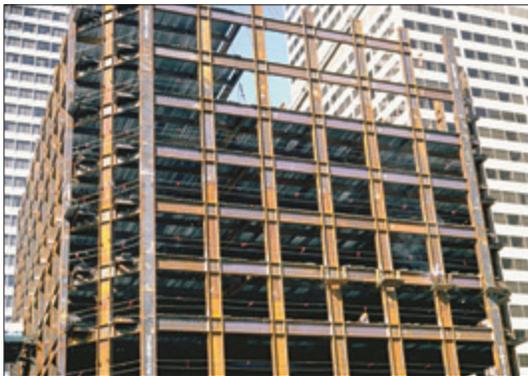
## 实体结构

实体结构通常是指结构体本身是实心的结构。它的受力特点是，外力分布在整个体积中，如实心墙、大坝等。



## 框架结构

框架结构通常是指结构体由细长的构件组成的结构，如铁架塔、建筑用脚手架、厂房的框架等。它的受力特点是，既能承受竖向重力荷载，也能承受水平方向的荷载。



## 壳体结构

壳体结构通常是指层状的结构。它的受力特点是，外力作用在结构体的表面上，如摩托车手的头盔、飞机的外壳、贝壳等。



## 小试验

试验目的：

了解壳体结构的受力情况。

试验准备：

大小相同的生鸡蛋3只,合适的瓶盖6只,木板1块,砖头或石板若干。

试验过程：

将3只瓶盖以三角形状摆放在桌面上,将鸡蛋分别立于瓶盖上,再在鸡蛋上盖上另外3只瓶盖。取一木板放在上面,轻轻将砖头或石板压在木板上(砖头或石板应放在鸡蛋所组成的三角形的中部)。

试验记录：

记录鸡蛋所能承受的砖头或石板的块数。



鸡蛋承受压力试验

## 思考

1. 为什么鸡蛋能够承受如此大的压力?
2. 观察乌龟背壳的结构,想一想这种结构会给乌龟带来什么样的好处。

在生产和生活实际中,很多物体的结构是由两种或两种以上的基本结构类型组合而成的。如埃菲尔铁塔,它的塔腿由石砌墩座组成,塔身由钢铁部件的框架组成。

## 案例分析

### 物体的结构类型

大多数现代建筑物的结构是由若干种基本结构类型组合而成的,往往整体是框架结构,地基、柱等是实体结构,有的建筑的屋顶则是壳体结构。



国家大剧院



埃菲尔铁塔



自行车也是由若干基本结构类型组合而成的。其中，车架是框架结构，挡泥板是壳体结构。

自行车

## 马上行动



指出表中所列物体的结构类型，在对应栏下打“√”，并写出受力特点。

物体结构	实体结构	框架结构	壳体结构	组合结构	受力特点
栅栏					
圆形陶瓷装饰品					
冰山					
高层建筑的穹顶					
钢化玻璃锅盖					
竹排					
汽车外壳					
人的头盖骨					
古罗马斗兽场					

## 练习



- 生活中，有哪些物体的结构分别属于实体结构、框架结构和壳体结构？有哪些物体的结构是由多种结构组合而成的？
- 利用我们身边的材料，如秸秆、火柴棍、橡皮泥、蛋壳等，制作实体结构、框架结构和壳体结构模型，并简述这些结构的受力特点。



- 请分析，当出现交通事故时，摩托车手的头盔是如何避免外力对头骨的撞击的？汽车的安全气囊又是如何保护驾驶员的？

## 二 稳固结构的探析



1. 结构与稳定性
2. 结构与强度
3. 结构与功能

1. 能通过技术试验分析影响结构的稳定性和强度的因素，并写出试验报告。
2. 理解结构与功能的关系。

### 1 结构与稳定性

#### 结构的稳定性

日常生活中，时常会看到翻倒在地物体，如路边倒地的自行车、地上翻倒的空竹篓等。这是因为当物体受到外力作用时，原有的平衡状态被打破而出现的不稳定现象。

结构的稳定性（stability）是指结构在荷载的作用下维持其原有平衡状态的能力。它是结构的重要性质之一。如果一个物体的结构不能有效地抵御荷载的作用，那么该物体就很难承受荷载而保持原有平衡状态。

#### 马上行动



填表说明下表中的物体有可能因受到哪些力的作用而出现不稳定现象，并根据你的生活经验，简要说明原因。

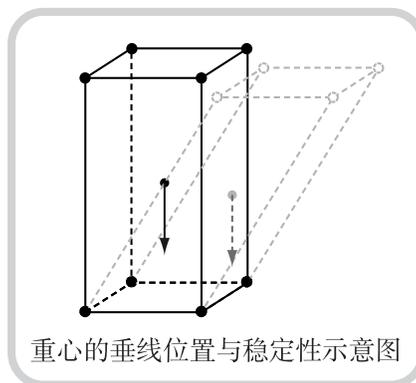
物 体	受到的外力	不稳定的主要原因
静止放置的自行车		
落地灯		
底小口大的空竹篓		

#### 影响结构稳定性的主要因素

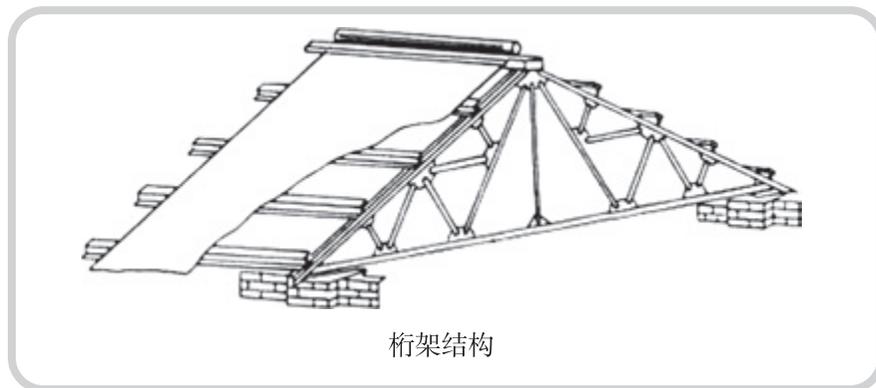
影响结构稳定性的因素有多种，主要有重心位置的高低、结构与地面接触所形成的支撑面的大小和结构的形状等。

对于一个静止状态的结构而言，如果重心所在点的垂线落在结构底面的范围内，就是稳定的，不会出现倾倒。

结构与地面接触所形成的支撑面越大稳定性越好，如高塔的共同特点都是上端小而下端大。



结构的形状不同，其稳定性也不同。由于三角形构成稳定的几何结构，故工程结构中的桁架都是由三角形组成的。



桁架结构

## 案例分析

### 稳定性

#### 1. 结构的重心

独脚茶几的高度设计得比较低，底座采用较重的材料（如大理石），台面采用比底座轻的材料（如木材），使茶几的重心降低，以提高稳定性。



#### 2. 结构的底座

建筑、桥梁这类大型的固定结构，底座越大，稳定性相对更好。

#### 3. 结构的形状

照相机的支撑架使用三脚架，是因为三脚支架与地面有三个接触点，形成的三角形结构使照相机的支撑架更容易稳定。

## 马上行动

人们利用梯子可以登高。请分析 A 字形梯中间横梁的作用，以及横梁的长短对梯子的稳定性有何影响。



A 字形梯

影响结构稳定性的因素是相互关联的，需要综合考虑各种因素来讨论结构的稳定性。物体在静止状态与运动状态下的稳定性的条件也是不同的。

## 案例分析



### 静态的自行车是如何保持稳定的

通常，静态的自行车在地面上的支撑方式如下图。



自行车的双脚支撑



自行车的单脚支撑

左上图的支撑架与地面之间有两个接触点，这两点与前轮和地面的接触点构成三点支撑形式，自行车的重心落在前轮与支撑架构成的支撑面内，它是稳定的。

下图是单脚支撑形式的示意图，支撑脚和地面的接触点  $A$  与前、后轮和地面之间的接触点  $B$ 、 $C$  共同构成三点支撑，在地面形成  $\triangle ABC$ 。它的稳定程度取决于单脚支撑架的倾斜度，在一定范围内，支撑架与地面的夹角越小（自行车的车身越斜）， $\triangle ABC$  的面积越大，自行车的重心容易落在三角形内，稳定性越好。



自行车单脚支撑示意图

## 马上行动



电动自行车或摩托车的另一种常见支撑形式如下图，请分析：

支撑点与地面构成的几何形状

\_\_\_\_\_；

前、后车轮的受力

\_\_\_\_\_；

重心位置

\_\_\_\_\_；

稳定情况

\_\_\_\_\_。



摩托车的支撑架

## 探究



生活中我们有这样的经验,一个物体要有三个支撑点才能稳定,如果只有两个就会倒下。但是,自行车在骑起来时,却只有两个支撑点,为什么不会倒下呢?



运动中的自行车

人们对结构的多元化要求,使得有些结构设计在满足使用功能对稳定性的基本要求的同时,往往还要综合兼顾人的个性化要求、美学因素和材料因素等。

## 思考



除了重心位置的高低、结构与地面接触所形成的支撑面的大小和结构的形状外,你认为还有哪些因素影响结构的稳定性? 试举例说明。

## 探究



茶几

在家具市场,我们可以看到各式各样结构的茶几,如图两种不同结构形式的茶几,它们的稳定状况不同。

在使用图中的两种形状的茶几时,需要注意什么才能使它们保持稳定?

结构的稳定性在日常生活中有着广泛的应用,一方面人们利用稳定的结构抵抗外力、承受荷载,另一方面又利用不稳定的结构实现某些功能。如人们将啤酒瓶倒置在地上,利用它来感知地震现象。



倒置的啤酒瓶

## 马上行动



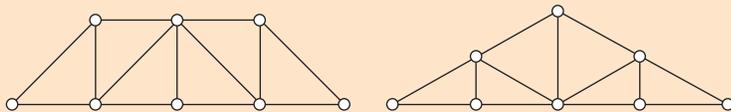
请列举生活中利用不稳定的结构实现一定功能的事例。

## 阅读



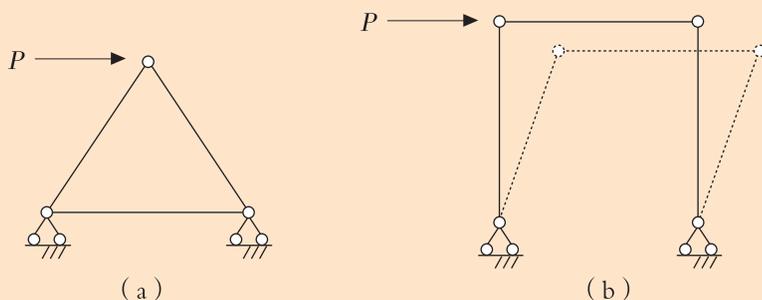
## 桁架与稳定性

桁架是由杆件通过焊接、铆接或螺栓连接而成的，具有三角形单元的平面或空间结构。



桁架

如图(a)，由三根杆件与地基组成的三角形结构，受到荷载（力学中称外力为荷载）作用后，在不考虑材料变化的条件下，其几何形状与位置都能保持不变，这样的体系称为几何不变体系。图(b)为四边形体系，即使不考虑材料的变化，在很小的荷载作用下也会引起其几何形状与位置的改变，这样的体系称为几何可变体系。



(a)

(b)

几何不变体系与几何可变体系

三角形桁架为几何不变体系。建筑结构为了保持其稳定性，均采用几何不变体系，如传统木质结构房梁的桁架、桥梁的桁架等，而不能采用几何可变体系。

## 小试验



## 试验一

试验目的：

探究结构的重心与稳定性的关系。

试验准备：

1个玩具不倒翁（也可自制不倒翁：在气球中放置若干玻璃球，将其充气、封口，并在封口处系一装饰物），1根细绳，若干个铁环。

试验过程：

1. 用手扳动不倒翁的头部，试一试不倒翁不倾倒的最大倾角。
2. 在不倒翁的脖子上挂一只用细绳穿起的铁环，逐渐增加铁环的个数，直到它翻倒。

试验总结：

1. 不倒翁的倾倒与在它脖子上挂铁环的方法有没有关系？
2. 如果是自制的，气球中玻璃球的多少与发生倾倒的关系怎样？



不倒翁

### 试验二

试验目的：

探究结构的形状、重心与稳定性的关系。

试验准备：

屏风模型，或利用木条、绢纸等材料制作的模型。

试验过程：

1. 将屏风的三面放置于一条直线上，在其一侧施加一推力，观察结果。

2. 将屏风的左右两侧面旋转一定角度，在其一侧施加与前相同大小的推力，观察结果。

3. 将屏风的左右两侧面旋转的角度加大，在其一侧施加与前相同大小的推力，观察结果。

试验总结：

1. 试描述屏风的左右两侧面旋转的角度与其稳定性的关系。

2. 一种状态，使屏风遮挡面积最大且稳定性较好。



## 2 结构与强度

### 结构的强度

生活中可能出现这样的情况：人坐在一只简易的小板凳上，用力摇几下，板凳坏了，人也跌倒在地；人踩在窗户的防盗网上擦玻璃窗，防盗网合金条的焊接处断裂，险些酿成大祸。这是由于板凳、防盗网没有能够承受住人的重力所造成的。



结构的强度（strength）是指结构具有的抵抗被外力破坏的能力。在拔河比赛中，绳子被拉断了，说明绳子不具有抵抗两队拉力的能力；6级地震中一幢小楼倒塌了，说明这座小楼不具有抵抗6级地震的能力。

## 马上行动



根据你的生活经验填写下表。

事 件	结 果	原 因
分别在—根竹竿和—根同样尺寸的脆性塑料杆上不断加挂相同质量的重物		
沿着垂直于中心线的方向撞击—根完整的钢管与用同样的方法撞击—根中间有焊接缝的钢管		

当构件受到外力作用时，内部各质点之间的相互作用发生改变，产生一种抵抗外力与形变的力，称之为内力。内力反映了材料抵抗外力破坏的能力。讨论强度问题，仅仅了解内力是不够的，如用相同的外力作用在两根材料相同、横截面积不同的绳子上，细的绳子更容易断开，故还需要了解材料的单位横截面积上的内力。

应力就是构件的单位横截面积上所产生的内力，可用如下关系式表示：

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

其中， $F$ 为内力， $S$ 为受力面积， $\sigma$ 为应力。

应力可以作为表示结构构件强度的基本指标。

## 影响结构强度的主要因素

结构的强度与结构的形状、使用的材料、构件之间的连接方式等因素有密切的关系。

## 案例分析



## 强 度

不同形状的结构有着不同的强度。例如，吊兰支撑架使用三角形支架结构，而不使用由—根直杆挑起的结构；在建筑物两根平行支撑柱之间增加—根斜柱；A字形梯不采用铝合金薄片，而采用长方形截面的构件。这些都是为了增加结构的强度。

从材料方面考虑，吊兰的三角形支架使用的是钢管而不是木条或塑料，是因为钢管抗拉力性能好。

从连接方式考虑，吊兰的三角形支架的构件是焊接的而不是捆绑的，是因为这种连接方式更牢固。



吊兰的支撑架

## 结构的形状

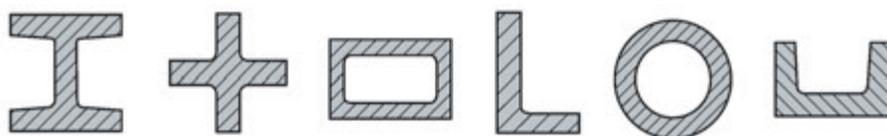
三角形是框架结构中最基本的形状之一，它结实、稳定，所用材料最少。在长方形或六边形的框架中间，加上支撑构件，构成三角形，就可以大大增加它的牢固程度。



法国蓬皮杜艺术中心

钻石有令人难以置信的强度，就是因为它的分子结构为四面体，每个四面体都有四个角、四个面和六条边，每一个面都是三角形。

回忆我们曾经见过的各种梁或各种框架，它们的构件的横截面形状各种各样，有工字形、十字形、长方形、L形、圆形、U形等。不同横截面形状的构件所能承受力的程度是不一样的。



构件的横截面形状

### 小试验

试验目的：

测试用不同截面形状的构件做成的悬梁的强度。

试验准备：

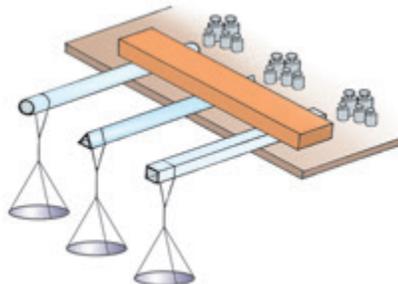
制作周长相同、截面分别为三角形、圆形、正方形的纸筒各一个，托盘三个，重物若干。

试验过程：

1. 分别将不同形状的纸筒的一端固定在桌子上，类似于跳水运动员起跳的跳板，形成悬梁结构。



跳水起跳示意图



不同截面形状的悬梁的强度测试示意图

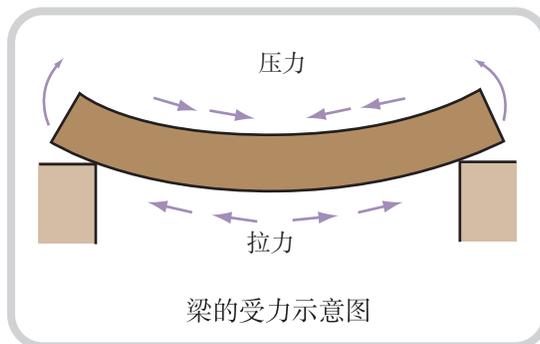
2. 分别在不同形状的纸筒的另一端悬挂相同质量的重物，并依次不断加相同质量的重物，观察结果。

试验总结：

1. 哪种截面形状的纸筒可以承受更大的力？在进行试验时应注意什么？
2. 设想用截面为凹槽形状的构件做悬梁，凹槽侧向放置与向上放置所能承受的重力是否相同？如果有条件，可以进行试验。

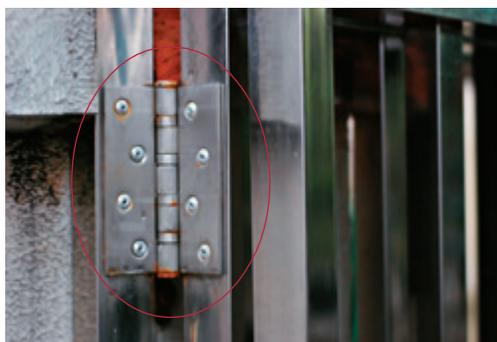
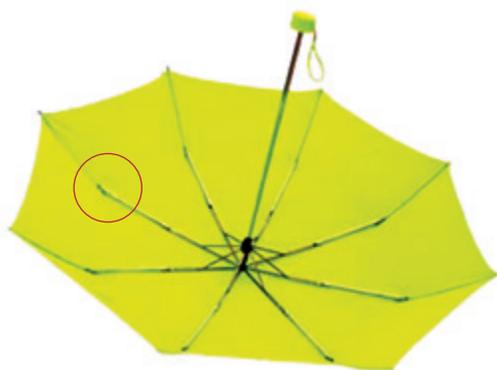
## 结构的材料与连接

不同材料构成的结构，其强度各不相同。一个坚固的梁必须具有好的抗拉、抗压、抗剪切和抗扭曲的性能，所以梁通常由不止一种材料制成。如一根混凝土梁含有加固钢筋，混凝土擅长抗压力，而钢筋擅长抗拉力，它们共同形成了非常牢固的结构。



结构是由若干个构件通过不同的连接方式组合而成的。连接的方式直接影响结构的强度。连接方式多种多样，若按构件之间能否移动及转动来分类，可分为以下两类：

1. 铰连接：被连接的构件在连接处不能相对移动，但可相对转动，具体有松螺栓、松铆等，如折叠伞伞骨间的连接、门与门框的连接等。



铰连接

2. 刚连接：被连接的构件在连接处既不能相对移动，也不能相对转动，具体有榫接、胶接、焊接等，如固定铁床架的连接、不可移动的桌腿与桌面的连接等。

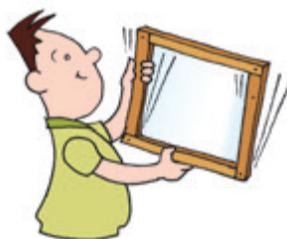


刚连接

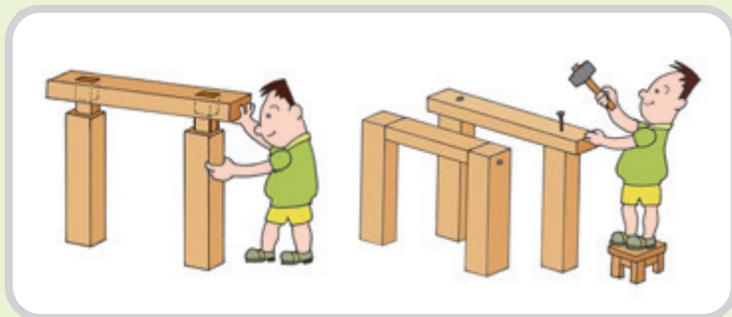
## 马上行动

1. 对一个用4根小木条钉成的相框，使它更牢固的做法是什么？

2. 在自行车各部件之间的连接中，  
车架的各根钢管之间属于\_\_\_\_\_连接；  
刹车柄与刹车杆之间属于\_\_\_\_\_连接；  
辐条与钢圈之间属于\_\_\_\_\_连接。



3. 比较下图中同一结构的几种连接方式, 当横梁受到向下的荷载作用时, 请分析哪种连接方式的强度更好。



## 探究



1. 有的矿泉水瓶上有若干凸起的横向纹路, 它的作用是什么?
2. 观察目前家具市场上的家具或你家中的柜、橱、木椅等各部件之间的连接方式, 与榫接方式相比, 它们的强度如何?
3. 观察分体式空调器压缩机在户外墙上的固定, 它是通过什么方法加强牢固程度的? 能否只用壁挂式方法固定, 为什么?



## 阅读



### 比萨斜塔

很多人都知道比萨斜塔。当地人希望这座塔继续保持倾斜, 但不倒塌, 因为它能吸引了众多游客。

比萨斜塔向南倾斜大约 $5.5^\circ$ , 这意味着斜塔第七层的柱子比第一层要探出大约4.5 m。这些年来, 由于地基的不稳定性质, 塔已经平均下沉了2.8 m, 塔的北端和南端已分别下沉了1.86 m和3.75 m。塔的倾斜使建筑底层部分垂直压力产生了危险的集中, 塔的拉力已使螺旋型楼梯的台阶和天花板产生了裂缝。

为了使比萨斜塔保持稳定, 人们想出很多种方法, 其中, 一种方法是用定向的力来帮助加固塔的结构, 底部600 t的铅锭产生的垂直力已使倾斜略微减轻; 还有一种方法是将向南倾斜的塔基北侧地基下的沙土挖走, 使塔的倾斜度减小。



### 3 结构与功能

结构不仅是事物存在的一种形式，而且对事物的功能和作用产生着直接影响。结构的改变可能导致功能的变化。以自行车为例，起初的自行车称为单车，只具有单人代步的功能。随着人们需求的变化，出现了双横梁的可以负重的加重自行车、斜梁女式轻便自行车、有两个附加后轮的童车、残疾人用车、双人自行车、可折叠的自行车等。它们的功能有所不同，是因为人们对其结构进行了局部调整。

#### 案例分析

##### 伞与拐杖

一把撑开的雨伞，是通过伞的骨架和伞面的受力以实现遮风挡雨功能的，而收起的伞则可以通过伞的主干骨受力实现拐杖的功能。



##### 多用起子

一把固定结构的起子，它的功能往往是单一的，如果把固定结构改为组装结构，则可以实现多种功能。



#### 马上行动

列举生产生活中结构改变导致功能改变的事例，并加以说明。

#### 案例分析

##### 自行车的结构与功能

从19世纪初诞生到今天，自行车经历了从无到有、从单一到种类繁多的发展过程。如今，轻便车、山地车、折叠车、双人车、童车、残疾人专用车等不同结构种类的自行车满足了人们不同的需求，实现着它们各自的功能。

山地车能够“翻山越岭”，适合各种路面。这是由于它采用了结实的车架和避震结构，所以能经受住颠簸。此外，它的合适的齿数比也使人骑起来很省力。



山地车

折叠式自行车具有可折叠的结构，因而骑行轻便、携带方便。它常被许多开车旅行者作为必备的辅助车辆，放在汽车后备箱里，以应对堵车、禁行、停车场太远等问题。有些乘公共汽车上下班的人也喜欢骑着它去公交站，然后将它折叠起来带上车，下车后，又可以骑着它去单位或回家。



折叠式自行车

大人需要自行车，儿童当然也需要属于他们自己的小自行车。但是，由于他们身材矮小，平衡感不强，所以他们的自行车必须是为他们“量身定做”的。除了车身要轻便小巧，符合儿童的身体结构特征外，重要的是能使车处于平稳的状态。怎样达到这个要求呢？有些童车在后轮两侧各加上一个小车轮，车在左倾或右倾时，前轮、后轮与侧轮接触地面，从而不会翻倒。



童车

## 探究

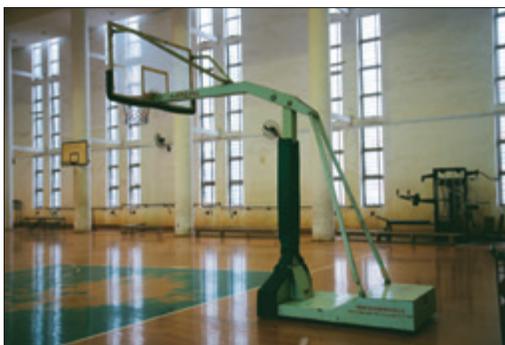


1. 如果要设计一辆冰上自行车，你会怎样构思？它的结构有什么特征？
2. 如果你上学骑车经过的路上，桥和坡较多，你可以对你的自行车做哪些结构上的调整，以使骑起来更轻便？

## 练习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 观察下图中的篮球架并思考，篮球架要有较高的稳定性，需具备哪些条件？

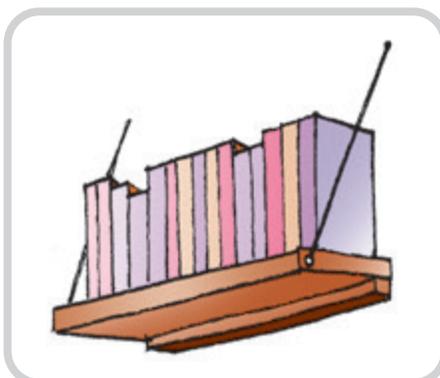


篮球架

2. 观察家庭或酒店的屏风。
  - (1) 用草图画出两种以上结构形式的屏风。
  - (2) 设计一款屏风，并采用木条、软布等材料加工制作。



屏 风



壁挂式书架

3. 设计一个简易的壁挂式书架，综合考虑它的稳定性和强度，并选择合适的材料加以制作。
4. 收集建筑物坍塌、扭曲或断裂的案例，从结构的角度分析其问题所在。

# 三 简单结构的设计

## 学习目标

1. 结构设计应考虑的主要因素
2. 简单结构的设计案例

1. 熟悉设计一个简单结构应考虑的主要因素。
2. 能确定一个简单对象进行结构设计,并绘制设计图纸,做出模型或原型。

结构设计对于我们的日常生活、对于各种各样的生产活动都非常重要。日常生活中,没有丰富的结构设计,产品将会造型单一、功能单调,那些大型建筑物、交通运输工具等更是无法产生;生产活动中,产品制造技术、结构安全性及耐久性评估、维修加固技术等,都离不开结构的设计和研究。

## 1 结构设计应考虑的主要因素

人们设计结构是为了完成某种任务或满足特定的需要。例如,装修居室是为了使居住者更舒适,但如果为了美观而损坏承重柱或墙,那么居室在变得豪华气派的同时,很可能留下安全隐患问题;汽车上的安全气囊,假如达不到要求,遇到紧急情况时就会导致事故的发生;汽车的外形设计,如果为了美观而影响行驶速度和安全,也是不可能被采用的。因此,在进行结构设计时,必须明确设计的目标和要求,必须抓住主要因素而展开工作。

### 结构设计的目标及要求

结构设计应以一种或几种功能的实现为基本目标,应满足设计规范,满足使用者的基本需要。例如,儿童自行车的结构设计,首先应以代步、锻炼儿童的手脚协调能力为设计目标,同时要满足童车结构设计的国家标准和规范要求,如自行车的链轮和链条不能裸露在外,要完全包在链条盒内;车把车闸的内侧距离不得超过6 cm,外侧距离不得超过8 cm等,否则设计应视为不合格。再如,儿童玩具体内的金属丝,如果是用于支持或加固框架,在设计时应尽可能考虑用塑料甚至硬质纸板代替;对内装驱动机构的玩具,在结构设计及其选择材料时应考虑其壳体的韧性、牢固性等。

### 阅读



#### 商业建筑设计规范

商店营业厅的出入门、安全门净宽度不应小于1.40 m,不应设置门槛。  
营业部分的公用楼梯、坡道应符合下列规定:

- (1) 室内楼梯的每梯段净宽不应小于 1.40 m，踏步高度不应大于 0.16 m，踏步宽度不应小于 0.28 m；
- (2) 室外台阶的踏步高度不应大于 0.15 m，踏步宽度不应小于 0.30 m；
- (3) 供轮椅使用坡道的坡度不应大于 1 : 12，两侧应设高度为 0.65 m 的扶手，当其水平投影长度超过 15 m 时，宜设休息平台。

## 马上行动



列出你所知道或听说过的关于结构设计类的国家标准或规范。

生活中：\_\_\_\_\_。

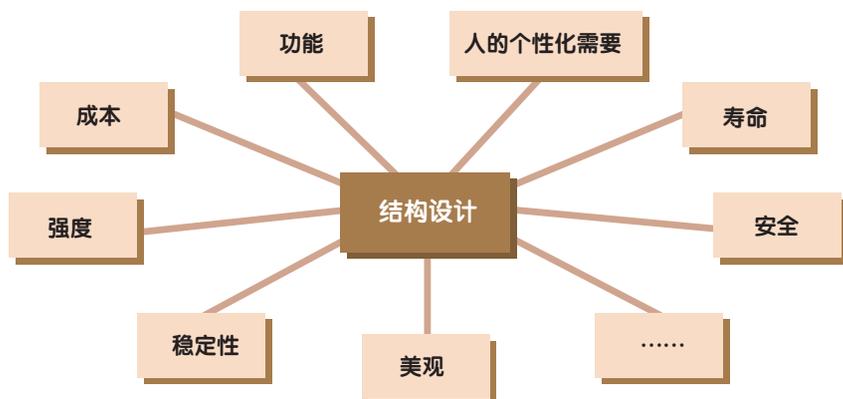
工农业生产中：\_\_\_\_\_。

## 结构设计应考虑的主要因素

结构设计应考虑的主要因素有：符合使用者对设计对象的稳定性和强度要求，安全因素，公众和使用者的审美需求，使用者的个性化需要，对设计对象的成本控制要求和一定的使用寿命等。

在工程的结构设计中，应考虑结构的安全性、适用性和耐久性。在考虑结构的稳定性和强度，使结构在规定的条件下和规定的使用期限内，能实现一定的功能的同时，还要考虑经济因素，如做到用料省、成本低等，也就是说，力求以最低的成本使所建造的结构达到预定的要求。

不同的结构设计，应考虑的因素各有侧重，但无论在哪一类用途的结构设计中，安全都是至关重要的因素。



## 案例分析



### 户外广告牌结构设计中的抗风问题

某市一小区的户外铁皮广告牌被大风刮倒，砸坏了宋先生新买的汽车。经多方交涉，广告牌的主人答应赔偿宋先生的损失。

春、夏季的雷雨大风天气风力非常强，有时能达到9级、10级，还会突然加大，这样的大风具有强大的破坏力，而且由于城市高楼林立产生的“狭管效应”，使楼间的空地或街道的风力要比其他地方大得多，时常会有十一二级的狂风。

人们要问的是，户外广告牌的设计安装该不该有抗风标准？标准是什么？广告公司人士表示，户外广告牌的抗风标准目前还没有一个强制性的规定，在给客户设计安装户外广告牌时有我们自己的规定，要求抗风标准必须在8级以上。有关人士表示，希望户外广告牌能有抗风标准，并且至少能抗8级大风才行。

## 马上行动



在户外广告牌的结构设计中，应该考虑其抗风性能，以减小正面风的压力。请你就户外广告牌设计中的抗风问题，提出两种以上可行的方案。

设计方案	内 容	实现的方式、方法、途径
方案1		
方案2		
方案3		

## 讨论



结构设计需要考虑的因素有很多，除了前述因素外，你认为结构设计还需要考虑哪些因素？请结合实例加以说明。

## 2 简单结构的设计案例

现以简易相片架为例说明简单结构的设计过程与方法。

### 案例分析



#### 简易相片架的设计

设计项目：

设计一个简易相片架。

设计要求：

1. 能方便地取放相片。
2. 具有一定的稳定性和强度。相框不易变形，支架不易松动；相框与支架连接牢固。

3. 具有一定的装饰性。
4. 相框的长度、宽度、厚度的尺寸要求为 175 mm × 125 mm × 10 mm。



相片架

设计分析:

相片架的结构设计可分为两部分,即相框和支架。

#### 1. 相框的结构设计。

在取放相片时,相框的构件需要承受一定的外力,所以在相框结构设计中,需要考虑:

- (1) 相框的几何形状的选择,使相框不变形的措施。
- (2) 相框构件之间的连接。
- (3) 相框构件的截面形状。

#### 2. 支架的结构设计。

支架的作用在于能支撑起相框并不易翻倒,故在支架结构设计中,需要考虑:

- (1) 支架的支撑形式的选择,使支架不易翻倒的措施。
- (2) 支架构件的截面形状以及连接。

#### 3. 相框与支架之间的连接。

根据不同设计方案,相框与支架间可以是铰连接或固定连接。在批量制造中,还可采用不需要连接的塑料整体成型的结构。

设计准备:

1. 合适的制作材料和连接材料,制作材料如木条、竹片、细竹竿、三合板、刨花板、硬纸板、玻璃等,连接材料如小螺钉、小铁钉、小塑料片、玻璃胶等。
2. 必备的工具,如卷尺、剪刀、刀、锉、锤等。

设计方案:

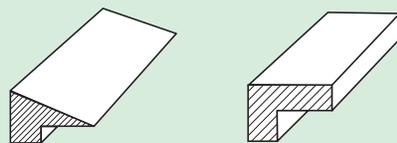
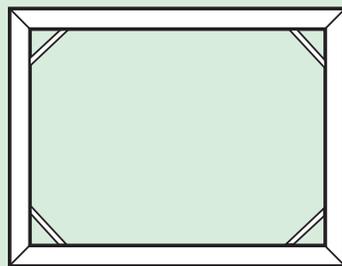
#### 方案 A

1. 相框的几何形状采用长方形。若使用木条为材料,木条的两头分别做成 $45^\circ$ 倒角,用玻璃胶进行连接。

为使相框不易变形,在其四个角的位置可用细木条或小三角板固定。

2. 相框构件的截面形状可以选择长方形、半圆形、直角三角形等,注意应挖出凹槽,以方便相框后衬板的安装。

3. 相框的后衬板可选用刨花板或硬纸板,在相框背面的木条上分别用一小钉固定长方形小塑料片的一端,另一端可以活动,用以固定相框的后衬板。



长方形相框及其构件的截面形状

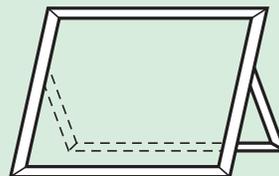
4. 相片架的支架采用凹槽形状,由三根细木条钉成,与相框底边共同支撑起相框。
5. 用铰接的方式将支架的两端分别固定在相框两侧的适当位置,使支架可以围绕连接点的轴线转动。



相 框



支 架



连接后相片架的示意图

## 方案B

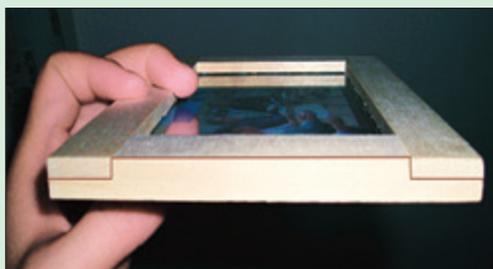


横放的相片架



竖放的相片架

1. 相框的几何形状采用长方形,使用木条为相框材料。
2. 将四根木条分别按照合适的尺寸裁出如左下图所示红线所勾的“└┘”形状,将四根木条依次拼接好,并在连接处用玻璃胶连接。



相框的侧面



相 框

3. 相框的后衬板选用硬纸板为材料,在相框背面的每条边上分别固定长方形薄铝片,并使它的一端可以活动,用来固定后衬板。

4. 相片架的支架采用独脚支撑的形式,分别在相框背面的长边和短边上钻一小孔,做一个与小孔孔径大小一致的圆形小木条,并将其插入孔中,起到支撑的作用,这样就可以横向或纵向放相片架了。

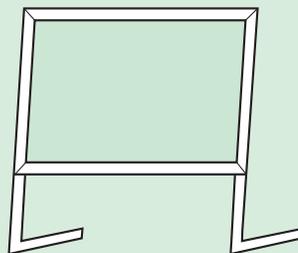


相片架的支撑形式

### 方案 C

相框的几何形状采用长方形,与方案A不同的是,相框与支架固定为一体,将相框的两条纵向边加长。截取两根短边,使之分别与纵向边以一定的角度固定连接(短边与纵向边构成的平面要与相框平面垂直),作为底座支撑。

本方案中材料的选择对相框的稳定性影响比较大,要求底座支撑的材料质量较大,上方相框材料的质量较小。



相框与支架的连接

## 马上行动

从造型、材料、稳定性和强度等方面,比较上述案例中三个设计方案中相片架的结构的特点,并构思其他设计方案,列出方案要点。

## 探究

在某些地震灾区,居民采用“木板夹心”结构筑墙建房,这种由当地农民创造出的结构能经受地震的考验,具有较好的抗震效果。请简要说明这种结构的特点,并根据所学的有关结构与设计的知识,对这种结构设计进行分析。

## 练习

1. 设计一个报纸架,从稳定性、强度、材料、使用方便以及美观等角度综合考虑。
2. 鞋架和衣帽架是常用的家庭物品。请设计一个具有组合功能的架子,使其既能挂衣服,也可以放置鞋子,并选择适当的材料进行制作。要求架子有较好的稳定性和强度,外形美观,使用轻便。
3. 结合自己所遇到的生活中的不便,进行一个简单物品的结构设计。

## 四 经典结构的欣赏



1. 学会观察结构的实用性和美。
2. 能从技术和文化的角度欣赏并评价典型结构设计的案例。

优秀的结构设计不仅表现在结构的实用功能上，也表现在形式上，特别是功能与形式的统一上。古今中外许多能工巧匠把结构的功能与形式恰当地结合起来，形成了一些经典的结构。

赏析结构设计作品，可从技术与文化两个角度进行。

技术的角度主要有：结构的使用功能的实现，结构的稳固耐用，结构造型设计的创意和表现力，材料使用的合理性，工艺制造的精湛程度等。

文化的角度主要有：结构的文化寓意与传达，公众认可的美学原则，反映的时代、民族、习俗方面的特征，结构的个性特征等。

### 案例分析



#### 赵州桥

赵州桥坐落于河北省赵县，跨洺水，隋大业年间由著名匠师李春修建，是当今世界上年代最久、跨度最大的敞肩型石拱桥。赵州桥结构新奇，造型美观。

技术角度：

##### 1. 功能

它是一座单拱桥，桥洞不是普通半圆形，而像一张弓，桥面平坦宽阔，成为“坦拱”，兼顾了水陆交通，方便了车马通行。

##### 2. 结构设计

赵州桥最大的科学贡献在于它的“敞肩拱”的创造。在大拱的两肩，砌了4个并



赵州桥

列的小孔，既增大了流水通道、减小了流水冲击力、加速泄洪，又节省了石料，减轻了桥身重力，增强了桥身的稳定性，保证了桥在1400多年的历史中，经受住无数次洪水的冲击、8次大地震的摇撼以及无数车辆的重压。李春所设计的赵州桥，其结构的强度和稳定性科学合理。

### 3. 技术施工

赵州桥的石拱由28道拱圈纵向并列砌成，每道拱圈可独立站稳，自成一體，既便于施工，又利于单独修补。这样大跨度的坦拱，对桥台水平推力很大，建造难度高。而桥台却是既浅又小的普通矩形，厚度仅为1.549 m，由5层排石垒成，其地基是承载力较小的亚黏土。在这样的地基上，用这样小的桥台，建这样大跨度的石拱桥，在世界上是罕见的。

#### 文化角度：

赵州桥的弧形平拱和敞肩小拱给人以巨身轻灵、跃跃欲飞的动感。桥两边的栏板和望柱上，雕有各种精美图案，刀法苍劲，造型生动，线条刚劲之中见柔和，稳重之中显轻灵，雄伟之中含隽永。主拱顶上有一块雕着龙头的龙门石，八瓣莲花的仰天石点缀于桥两侧。这些雕像，寄寓着大桥不受水害、长存永安的愿望。赵州桥在中外桥梁史上占有十分重要的地位，对我国以后的桥梁建筑有着深远的影响。

### 思考

赵州桥的“敞肩拱”设计给我们怎样的启示？还有哪些结构设计与此相似？

## 案例分析



### 飞檐

飞檐是中国古代建筑的屋顶结构的特色之一。屋顶的曲线，向上微翘的飞檐，使得原是异常沉重的屋顶，反而随着线的曲折，显出向上挺举的飞动轻快。



### 飞檐

#### 技术角度：

##### 1. 功能

飞檐的向外和向上探伸翘起的屋角，使十分庞大、高耸的屋顶显得格外生动而轻巧，扩大了采光面，有利于排泄雨水。

##### 2. 结构设计

以岳阳楼为例，岳阳楼三层建筑均有飞檐，挑出的飞檐由斗拱承托，承托飞檐的方



岳阳楼

木块叫做“斗”，托着斗的木条叫做“拱”。飞檐的造型美并没有脱离建筑屋顶本身的结构功能而独立，其轮廓的和谐、对称都是在合理的受力结构基础上所产生的。屋面凹曲，屋檐、屋角和屋顶的飞脊都是弯曲的，形成直线和曲线的巧妙组合。

### 3. 技术施工

岳阳楼是纯木结构，飞檐、斗拱及整个建筑没有用一钉一铆，仅靠木制

构件的彼此连接，经受岁月的剥蚀而昂然耸立了上百年。飞檐、斗拱的结构之复杂，工艺之精美，令人惊叹。

#### 文化角度：

飞檐的造型减轻了古建筑大屋顶的沉重感，使建筑静中有动，增添了建筑物飞动轻快的美感。飞檐造型传达出尊贵、凝重的寓意，体现了高贵华美的风韵，丰富了中国古代建筑文化。现代建筑设计师们对它也异常偏爱，使得这一特殊的中国古典建筑结构得以演变、改进和发展，并流传下来。

## 探究

中国古代建筑的结构多以木材为材料。请你从材料与构件的连接方式等角度，分析中国古代建筑稳固的原因。

## 案例分析



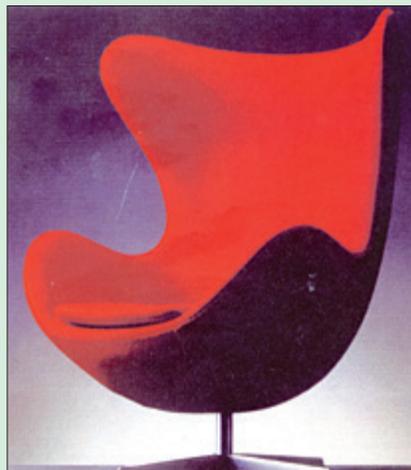
### 蛋形椅

丹麦设计师雅格布森的作品十分强调通过细节的设计，以达到整体的完美，他把家具、地板、灯具等的细节看成与建筑总体设计一样重要。1958年，他为斯堪的纳维亚航空公司旅馆设计的蛋形椅是他的典型代表作之一。

#### 技术角度：

##### 1. 功能

在使用功能上，蛋形椅具有与其他椅子相同的功效。



蛋形椅

## 2. 结构设计

蛋形椅的结构简洁大方，独脚支架，支撑脚线条明快，均以不锈钢为材料，椅面和靠背是热压胶合板整体成型。

文化角度：

整体造型精练、雅致，具有雕塑般的美感和强烈的时代气息。这一设计改变了传统的实用主义设计理念，形成优雅的浪漫主义设计风格，导致了人们对家具的重新理解，引发了20世纪60年代新型家具的出现。



蛋形椅

## 链接



《工业设计史》，何人可，北京理工大学出版社，2000年版。

《工业设计概论》，程能林，机械工业出版社，2003年版。

## 练习



GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY



1. 查阅结构设计的资料，选择1~2个你所欣赏的案例，从功能、结构设计、材料和审美等角度进行简单分析。



“爵士”台灯



盖里椅

2. 查阅资料，从结构设计的角度，认识交通工具演变发展的过程，分析它们在造型、结构上的区别和联系，畅想未来的交通工具会有怎样的结构，并将你的研究成果和所思所想写成一篇技术小论文。

## 本单元小结



结构对自然界、技术领域和社会领域具有普遍意义。

从力的角度来看，结构是指可承受一定力的架构形态，它可以抵抗能引起形状和大小改变的力。结构构件的基本受力有拉力、压力、剪切力、扭转力和弯曲力。结构类型主要有实体结构、框架结构和壳体结构。不同的结构类型有不同的受力特点。现实生活中遇到的结构更多的是若干结构类型的组合。

结构的稳定性和强度是结构设计必须考虑的重要内容，二者相互联系，相互影响。结构的稳定性主要取决于重心位置的高低、结构与地面接触所形成的支撑面的大小和结构的形状等。结构的强度主要取决于结构的组成形式、构件的几何形状、截面形式、材料以及构件的连接方式等。

在物质文明、精神文明高度发展的今天，任何一种结构的设计已不仅仅局限于只满足它的使用功能。结构设计中的美学因素、环境因素、安全因素以及时尚、个性、文化等都已成为人们进行结构设计时必须综合考虑的重要因素。结构的牢固、稳定、简约、和谐、美观是结构设计不变的追求。

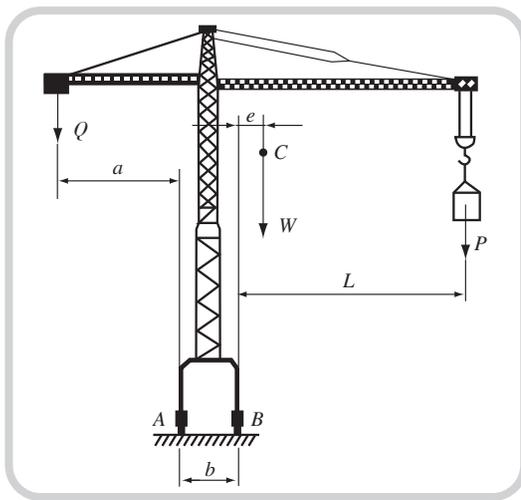
## 综合实践



1. 塔式起重机是工地常用的起吊机械，是悬臂结构设备。为使起重机正常工作，必须保证当起重机在起吊重物和不起吊重物时都不至于翻倒。对此，我们可从力矩平衡的角度来讨论起重机的稳定条件。



塔式起重机



塔式起重机的受力分析图

假设机架自身的重力是  $W$ ，作用线距右轨  $B$  的距离为  $e$ ，起吊重力  $P$  的作用线距右轨  $B$  的最远距离为  $L$ ，平衡重力  $Q$  的作用线距左轨  $A$  的距离为  $a$ ，轨道  $A$ 、 $B$  的间距为  $b$ 。

在满载时，若平衡重力过小，起重机可能会绕  $B$  点向右倾倒；当空载时，若平衡力太大，起重机又可能绕  $A$  点向左倾倒。根据力矩平衡原理有：

当满载时， $Q_{\min}(a+b) = W \cdot e + P \cdot L$ ；

当空载时， $P=0$ ， $Q_{\max} a = W(e+b)$ 。

要使起重机在满载和空载时都不至于倾倒，请论证起重机左端的平衡力  $Q$  应满足的条件。

2. 老房屋由于年代已久，其结构布局往往不适应人们如今的居住要求，对其加固装修是不可避免的。但由于当年的施工质量和技术要求明显低于现在的施工标准，若在加固装修中随意动作，很可能造成安全隐患。为此，有些地方已出台有关房屋加固装修结构安全管理的规定。

请查阅资料，了解有关房屋加固装修过程中的结构安全管理的规定，并咨询有关人员，总结加固一座年久失修的老房屋有哪些办法。

3. 多功能手拉车给人们的出行和购物带来了方便。试设计制作一款用于购物的可折叠手拉车。设计的基本要求：

- (1) 能够承载 15kg 的重物并拖行。
- (2) 停放时，能够支撑起重物，不致倾倒。
- (3) 不用时，能够折叠起来，方便携带。





## 第一单元 学习评价

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

评价内容		自我评价
学 习 过 程	课内完成学习任务情况	
	课外完成学习任务情况	
	学习态度评价	
	学习水平评价	
学 习 结 果	本单元学习目标实现情况	
	学习本单元内容的收获与不足	