GENERAL TECHNOLOGY

经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过

普通高中课程标准实验教科书 通用技术 必修2

技术与设计2

通用技术 GENERAL TECHNOLOGY



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

微信公众号：电子课本大全

GENERAL TECHNOLOGY



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

Technology and Design 2

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

微信公众号：电子课本大全

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。



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。

学习目标

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。

同学们，欢迎你们进入技术世界。

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、形式多种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。

怎样使用本书
导读
General Technology

微信公众号：电子课本大全



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

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

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

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

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

练　习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

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通道。

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路径。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

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能力得到充分的展示。

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

学习，
是一个
螺旋上升的过程，
它永无止境……

微信公众号：电子课本大全

目 录 Contents

目录 Contents 目录 Contents 目录 Co

技术与设计2
Technology and Design 2



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



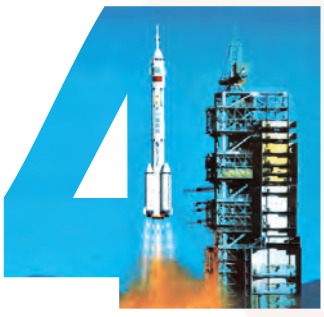
微信公众号：电子课本大全

ontents 目录 Contents 目录 Contents 目录 Contents 目录



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



微信公众号：电子课本大全



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

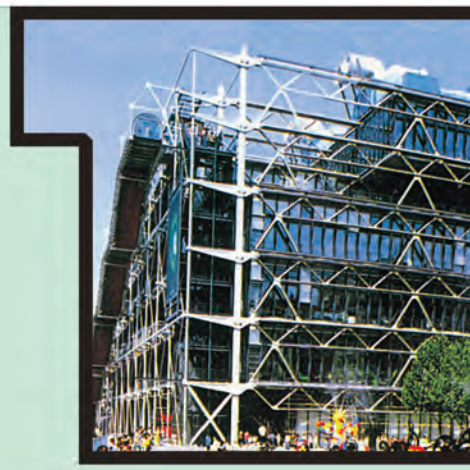
责任编辑　郜　键　董秀敏

美术编辑　田翔仁

微信公众号：电子课本大全

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。

微信公众号：电子课本大全

一 常见结构的认识

1. 无处不在的结构
2. 结构与力
3. 结构的类型

学习目标

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，分析结构是如何承受力的。

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。

微信公众号：电子课本大全

案例分析





苍耳子与尼龙搭扣

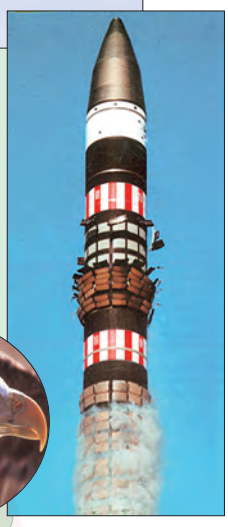
狩猎者从灌木丛走过，裤子上粘满了令人讨厌的苍耳子。仔细观察苍耳子，它的表面布满了许多小刺，每根刺上都有细细的倒钩，碰到纤维类的衣物，便粘在上面。瑞士的乔尔吉·朵青斯经过8年的研究，根据苍耳子的结构，发明了尼龙搭扣用以代替纽扣、拉链等。



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

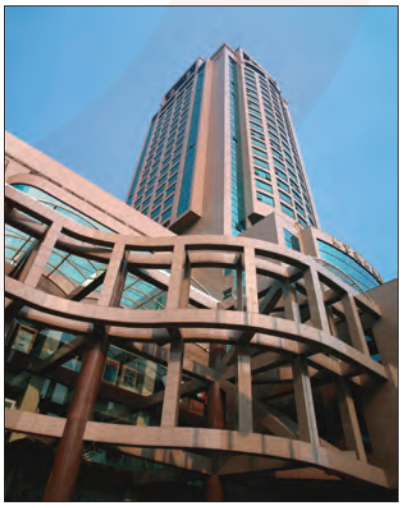
鹰可以在几千米的高空准确无误地辨别地面上的动物，这是因为它的眼部结构比较特殊。人类每只眼睛的视网膜上都有一个凹槽，叫做中央凹。而老鹰眼中的中央凹却有两个，这两个中央凹的作用不同，其中一个专门用于接收来自鹰头侧面物体的像，另一个用于接收来自鹰头前方物体的像。这样，老鹰的视觉范围就宽多了，能兼顾前方和侧面。根据鹰眼的结构，人们正在研制“鹰眼”导弹系统。这种导弹系统能自动寻找、识别目标并跟踪攻击。



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。







微信公众号：电子课本大全

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。

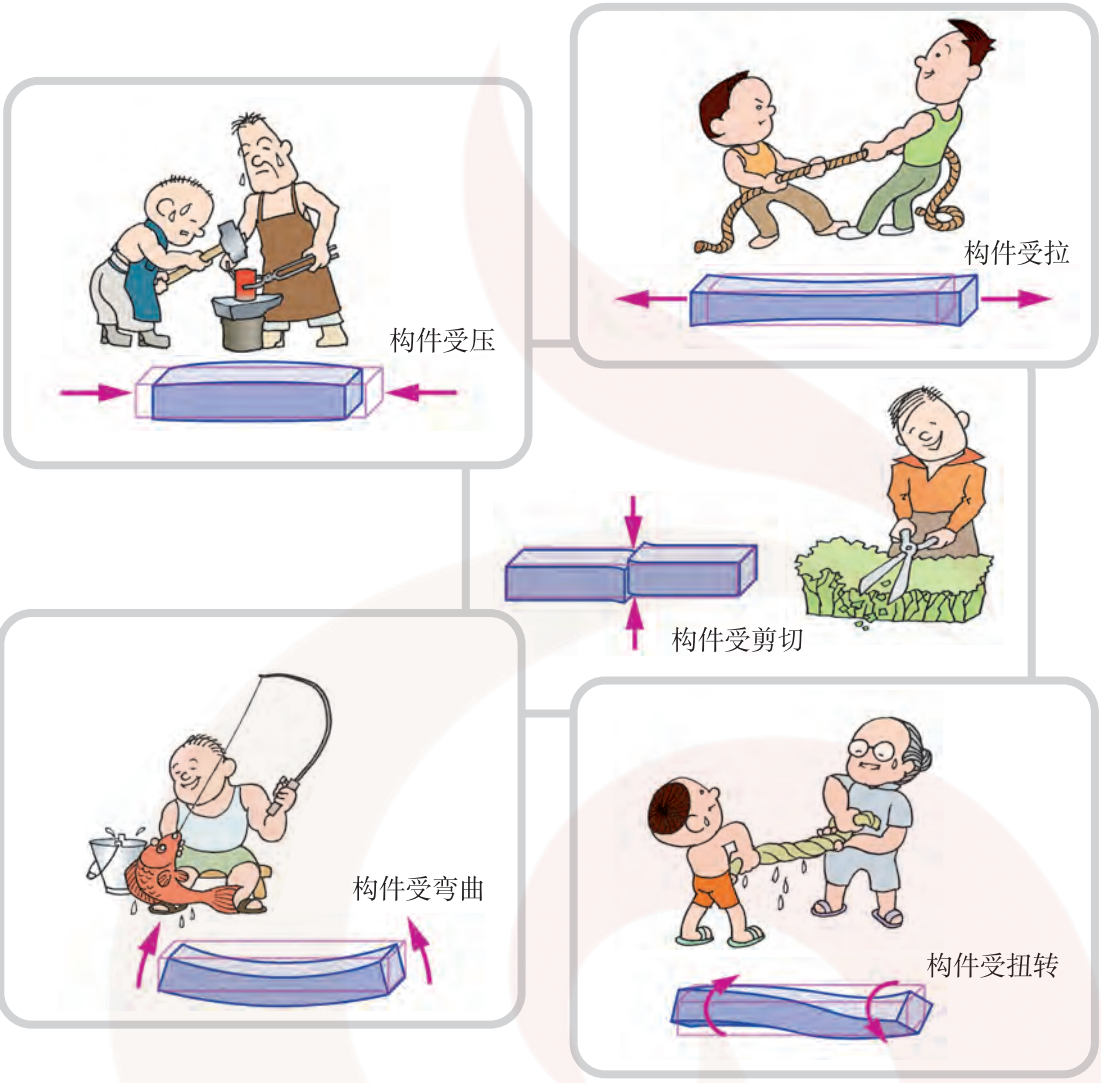
每个物体都有它特定的架构形态，这种架构形态体现着它的结构。一个较复杂的结构由许多不同的部分组成，这些组成部分通常称为构件。如自行车的车轮，它是由辐条、轮胎、车圈等构件组成的。

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

微信公众号：电子课本大全

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	构件承受使之产生弯曲的力
受　压	构件承受两个距离很近、大小相等、方向相反的平行力
受剪切	构件承受使之被挤压的力
受扭转	构件承受拉拽力
受弯曲	构件两端承受方向相反的均匀的力，使它发生扭转形变

微信公众号：电子课本大全

案例分析

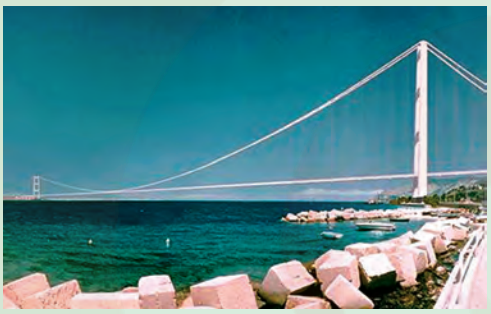
桥梁桥面的受力

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

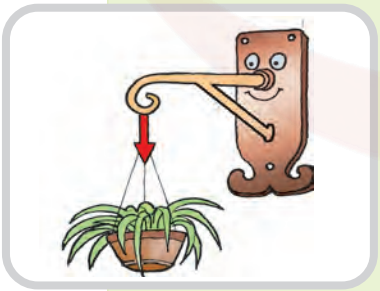


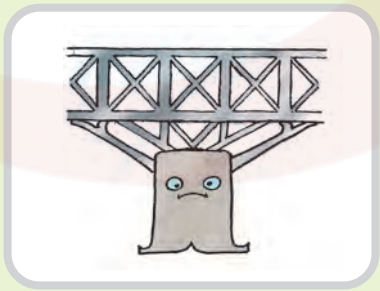


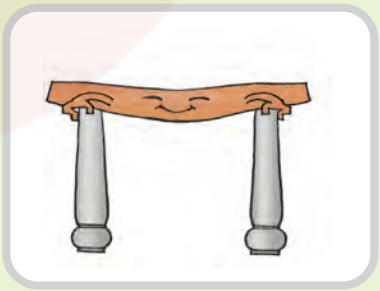
马上行动

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_____。







微信公众号：电子课本大全

探究

观察右图，说明石磨的推杆要用绳子吊起来的原因。



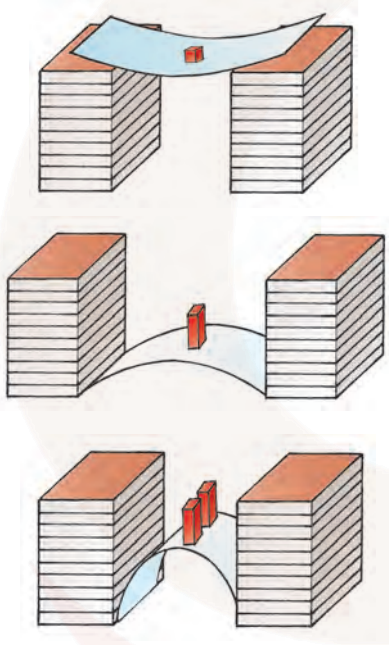
小试验

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。



纸板承受压力试验

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？

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。

微信公众号：电子课本大全

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。




微信公众号：电子课本大全

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

微信公众号：电子课本大全



自行车

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。

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

1. 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？

2. 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。





3. 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？

微信公众号：电子课本大全

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

学习目标

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的物体，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。

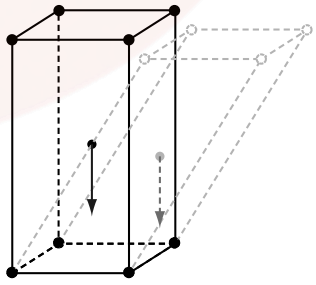
物　体	受到的外力	不稳定的主要原因
静止放置的自行车		
落地灯		
底小口大的空竹篓		

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。

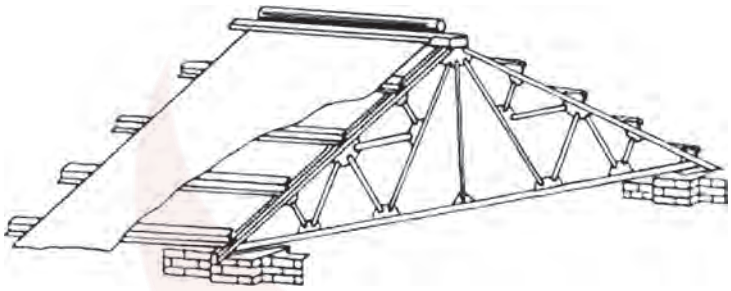
结构与地面接触所形成的支撑面越大稳定性越好，如高塔的共同特点都是上端小而下端大。



重心的垂线位置与稳定性示意图

微信公众号：电子课本大全

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

微信公众号：电子课本大全

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。



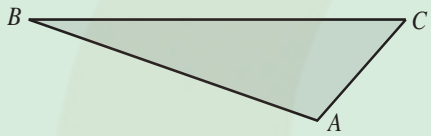
自行车的双脚支撑



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△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），△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

微信公众号：电子课本大全

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

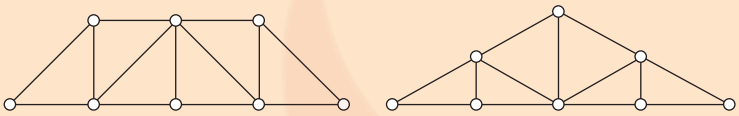
请列举生活中利用不稳定的结构实现一定功能的事例。

微信公众号：电子课本大全

阅读

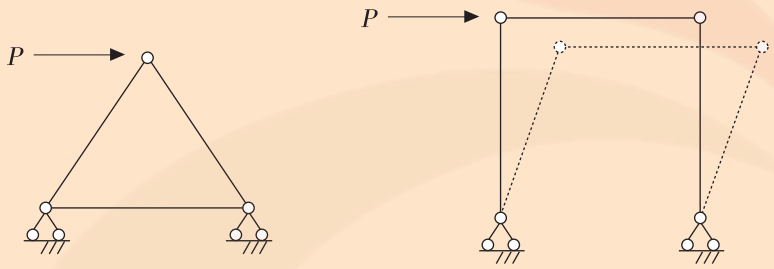
桁架与稳定性

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。



不倒翁

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. 如果是自制的不倒翁，气球中玻璃球的多少与发生倾倒的关系怎样？

微信公众号：电子课本大全

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。

微信公众号：电子课本大全

马上行动

根据你的生活经验填写下表。

事　件	结　果	原　因
分别在一根竹竿和一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一根完整的钢管与用同样的方法撞击一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，σ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，而不使用由一根直杆挑起的结构；在建筑物两根平行支撑柱之间增加一根斜柱；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。



吊兰的支撑架

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。

微信公众号：电子课本大全

结构的形状

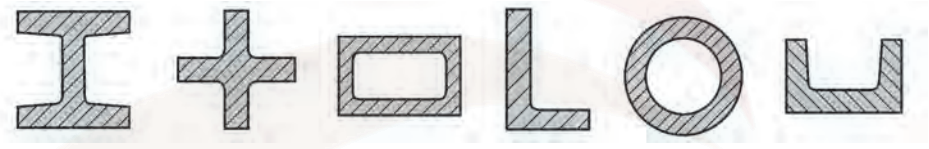
三角形是框架结构中最基本的形状之一，它结实、稳定，所用材料最少。在长方形或六边形的框架中间，加上支撑构件，构成三角形，就可以大大增加它的牢固程度。



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：

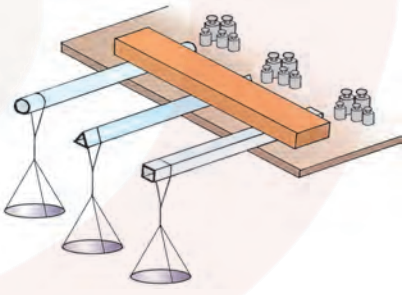
制作周长相同、截面分别为三角形、圆形、正方形的纸筒各一个，托盘三个，重物若干。

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：

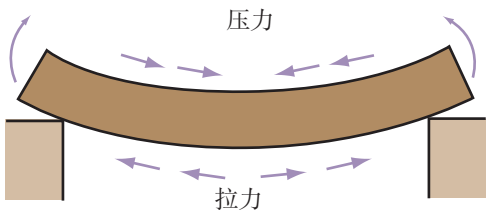
1. 哪种截面形状的纸筒可以承受更大的力？在进行试验时应注意什么？

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。

微信公众号：电子课本大全

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。

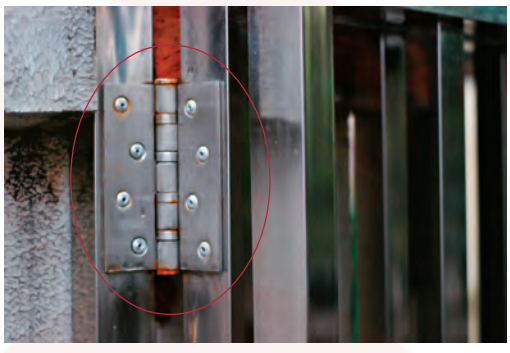


梁的受力示意图

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；

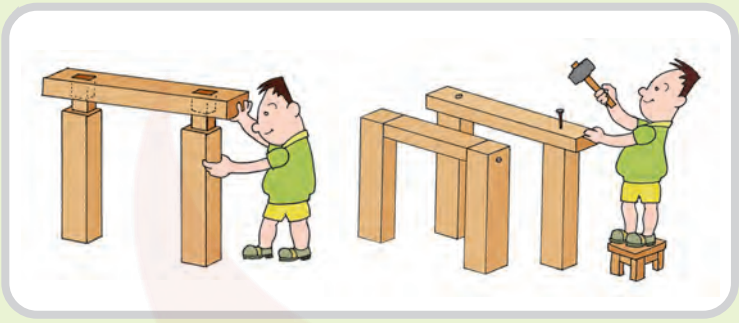
刹车柄与刹车杆之间属于_____连接；

辐条与钢圈之间属于_____连接。



微信公众号：电子课本大全

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，因为它能吸引众多游客。

比萨斜塔向南倾斜大约5.5°，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。



微信公众号：电子课本大全

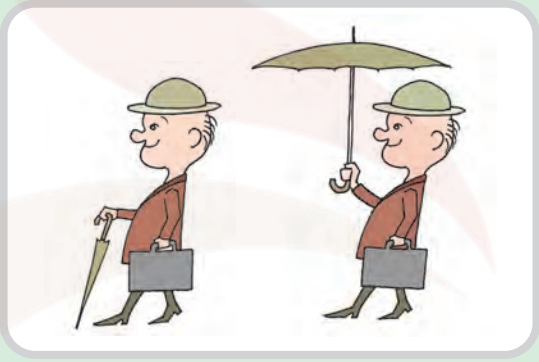
3 结构与功能

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。

微信公众号：电子课本大全



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

微信公众号：电子课本大全

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. 如果在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

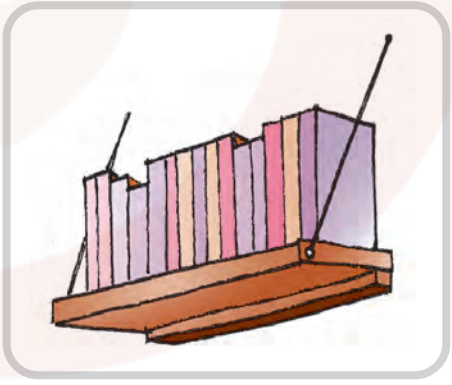
2. 观察家庭或酒店的屏风。

（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。

微信公众号：电子课本大全

三 简单结构的设计

1. 结构设计应考虑的主要因素
2. 简单结构的设计案例

学习目标

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：

微信公众号：电子课本大全

（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：_____。

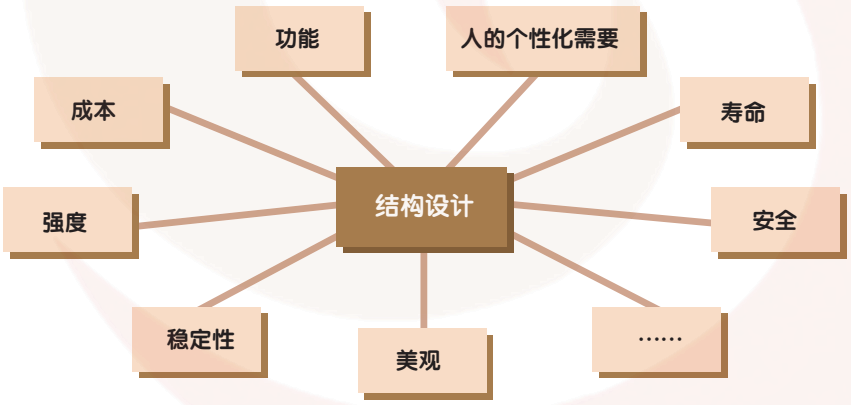
工农业生产中：_____。

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。

微信公众号：电子课本大全

春、夏季的雷雨大风天气风力非常强，有时会达到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。

微信公众号：电子课本大全

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：

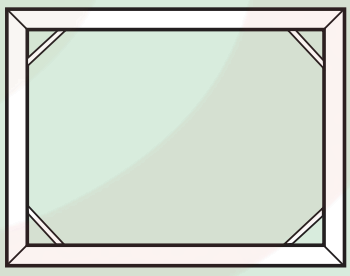
方案 A

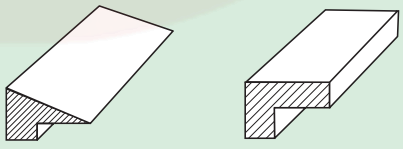
1. 相框的几何形状采用长方形。若使用木条为材料，木条的两头分别做成45° 倒角，用玻璃胶进行连接。

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。



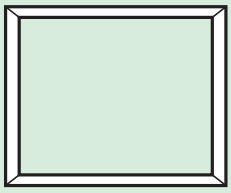


长方形相框及其构件的截面形状

微信公众号：电子课本大全

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。

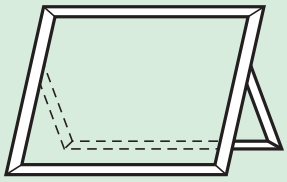
5. 用铰接的方式将支架的两端分别固定在相框两侧的适当位置，使支架可以围绕连接点的轴线转动。



相　框



支　架



连接后相片架的示意图

方案 B



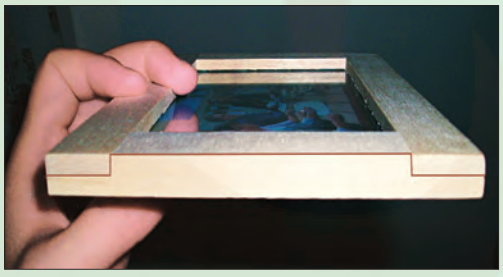
横放的相片架



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。



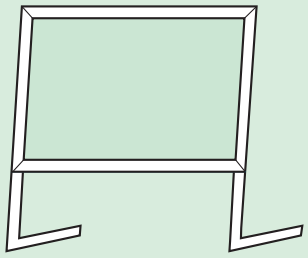
相片架的支撑形式

微信公众号：电子课本大全

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

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

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。

微信公众号：电子课本大全

四 经典结构的欣赏

学习目标

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，跨洨水，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 个并列的小孔，既增大了流水通道、减小了流水冲力、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1 400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。



赵州桥

微信公众号：电子课本大全

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，自成一体，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：

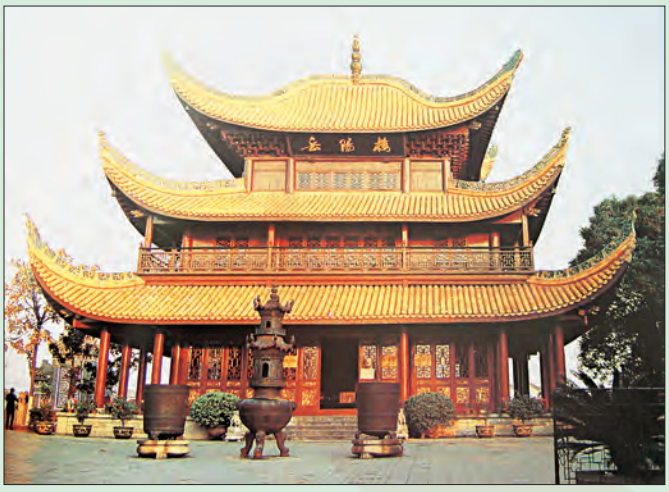
1. 功能

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

微信公众号：电子课本大全



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接连，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

微信公众号：电子课本大全

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。



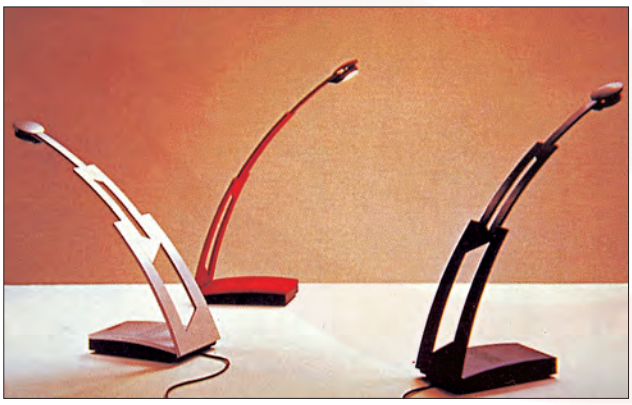
蛋形椅

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

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。

微信公众号：电子课本大全

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。

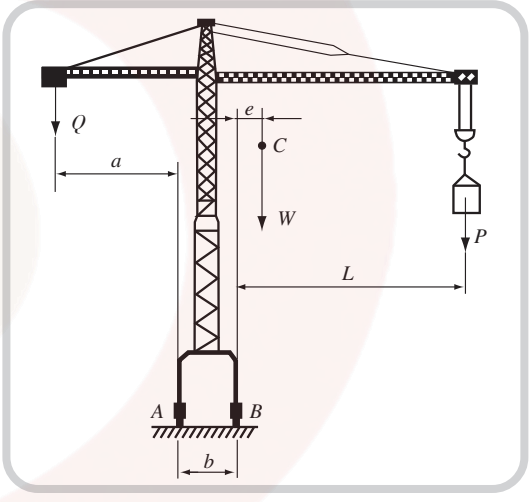
在物质文明、精神文明高度发展的今天，任何一种结构的设计已不仅仅局限于只满足它的使用功能。结构设计中的美学因素、环境因素、安全因素以及时尚、个性、文化等都已成为人们进行结构设计时必须综合考虑的重要因素。结构的牢固、稳定、简约、和谐、美观是结构设计不变的追求。

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，$P=0$，$Q_{max}\,a=W(e+b)$。

微信公众号：电子课本大全

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。



微信公众号：电子课本大全





第一单元 学习评价

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	

微信公众号：电子课本大全

第二单元　流程与设计

Unit 2　Procedure Design



一　生活和生产中的流程
二　流程的设计
三　流程的优化



小麦联合收割机的工作顺序是收割、脱粒、分离、清洗、集粮，这是不可颠倒的。从这个简单事例出发，我们可以想到，完成任何一件事总有一定顺序，并且顺序的安排往往还有讲究。

流程就是做事的顺序。科学合理的流程就是高效率，就是高质量。用科学合理的流程安排生活和生产，生活将变得更加美好，生产将变得更有效率。科学合理的流程并不是自然而然的，它是人们不断实践、不断探索、不断设计、不断改进的结果。

微信公众号：电子课本大全

一 生活和生产中的流程

学习目标

1. 认识流程
2. 生活与流程
3. 生产与流程

1. 了解流程的含义及其对生活、生产的意义。
2. 通过对典型的工作流程和生产工艺流程案例的分析，理解流程中环节和时序的意义。
3. 学会阅读简单的流程图。

1 认识流程

流程的含义

人类的生产、生活活动都是在一定的时间内发生、发展和结束的，都是为了一定的目的，按照一定的顺序和规则进行的。



自行车前轮装圈上轴的过程

微信公众号：电子课本大全

从图中可以看出，自行车的前轮装圈上轴过程经历了一系列具体的步骤，这些步骤都有开始的时间和持续的时间，而且这一系列步骤都是按一定的先后顺序进行的。我们把这种时间上的先后顺序称为时序（time series）。

任何一项生产或生活活动都有一定的时序。时序体现了具体活动内容的先后关系，在这种先后关系中，有些步骤之间的时序是不可颠倒的，如在自行车的装配中，只有先上好钢丝（辐条）才能上内胎；有些步骤之间的时序是可以颠倒的，如在自行车的装配中，是先装车铃还是先装鞍座，学生放学之后是先做家庭作业还是先进行体育活动，都没有严格的先后关系，可以有不同的时间顺序。

马上行动

请列举生活中时序不可颠倒的事例，并说明理由。

时序不可颠倒的事例	理　　由
1. 只有先拆开自行车的外胎，才能检查和修补漏气的内胎	内胎被保护在外胎之内
2. 煎鸡蛋时，先放油，后放鸡蛋	高温下，在锅与鸡蛋之间没有油的润滑，会烧焦鸡蛋
3.	
4.	

小试验

试验目的：

理解双色圆珠笔的安装时序。

试验准备：

双色圆珠笔一支，试验前将笔拆散。

试验过程：

按照你自己的理解，设计安装步骤，并进行安装。写出试验成功的双色圆珠笔的安装步骤。

试验总结：

1. 如果是几次安装成功的，请比较每次安装的顺序。

2. 交流安装的体会，说明正确安装的时序及其原因。



双色圆珠笔的安装

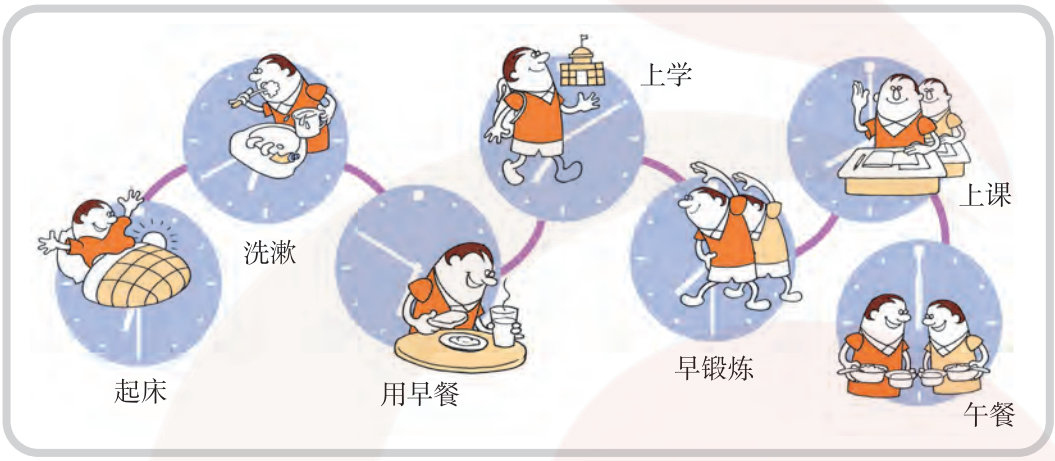
微信公众号：电子课本大全

不可颠倒的时序往往反映了事物或活动的内在规律或机理，我们应尊重和遵循这些规律或机理。对于一些可以颠倒的时序，我们应注意分析和比较，并根据一定的目的和条件，进行适当的安排。

思考

学校的照明线路出现故障时，电工师傅必须先切断电源，然后再进行检修。想一想，如果违反这一操作规程，颠倒顺序，可能会出现什么结果？

对于一项活动，我们可以依据它的某种特征，或某个具体目标，将其分解为若干个过程或阶段。如自行车的前轮装圈上轴过程，可以认为由上钢丝、编花、装前轴、装外胎、装内胎、装气门这几个小的过程组成。对于由一系列步骤组成的生活中的一项活动，也可以进行逻辑上的划分，如A同学上午上学的活动经历一般可分为上学的准备阶段、上学的行程阶段、上午上课阶段等。我们把完成某个具体目标、组成某项生产或某个活动过程的若干阶段或小的过程称为环节（phase）。自行车的前轮装圈上轴过程中的各个小过程、A同学上午上学的活动经历中的各个阶段就是环节。



环节是一个相对的概念，依据问题性质的不同和不同人的理解，环节的划分可能会有所不同。环节中又包含若干可以分解的、目标更具体的事项。如自行车的前轮装圈上轴过程中装前轴这个环节又可分为抹油、上钢珠、上油封、上轴和装格头。环节的划分有大有小，根据不同的需要可以有不同的划分方法。

马上行动

高中新生的入学手续有哪些环节？每个环节由哪些具体事项组成？请根据你的理解填写下表。

环　节	具 体 事 项
1.	
2.	
3.	
4.	

微信公众号：电子课本大全

那么什么是流程（process）呢？流程是一项活动或一系列连续有规律的事项或行为进行的程序。这些活动、事项或行为以确定的方式发生或执行，导致特定结果的实现。我们可以把流程理解为为了一定的目的去做事情的顺序。例如，学校的作息时间表就反映了师生在校一天活动的流程，确定了教师和学生的每天有规律的活动顺序。

任何流程都反映了一定的时序，体现出一定的环节。例如，旅客搭乘火车的流程“买票→候车→检票→上车”是按照时序来进行的，买票、候车、检票、上车是环节，如果缺少某一环节或颠倒时序，就可能乘不上火车。

案例分析

有一家著名的机械装配厂在装配螺钉前，先把螺钉放在冷藏室冷藏一定的时间，装配前把螺钉从冷藏室取出，保证在装配时保持低温状态，装配环境的温度为15℃，这样螺钉就能很轻松地装上去，而装上去之后由于热膨胀，螺钉和机器的配合紧密了，连接会很牢固。

螺钉的冷藏时间是有严格要求的，如果冷藏时间过短，则达不到利用热胀冷缩的原理使螺钉连接牢固的目的。

马上行动

1. 请说出这家厂装配螺钉的流程。
2. 举出生活中对流程有严格时间要求的几个例子。

流程广泛存在于人们的生活和生产活动之中。



旅游



工程师画图



果农嫁接果树

马上行动

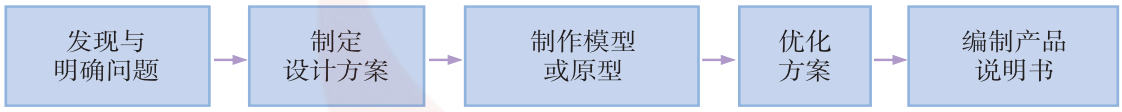
根据你的理解，从上图中选择1～2项活动说明其基本流程。

微信公众号：电子课本大全

流程的表达

为了使流程的描述清晰可见，我们一般采用流程图（flow chart）来表达流程。

《技术与设计 1》中提到的产品的设计过程就是一个流程，用流程图表示如下图。在这个流程图中，方框表示某个事项或活动，单向箭头表示事项或活动的顺序关系。



依据流程的性质以及人们的表达习惯，流程可以用文字、表格、图示等方式表达，有些场合还可用模型、动画等方式表达。

文字表达

开学典礼活动安排

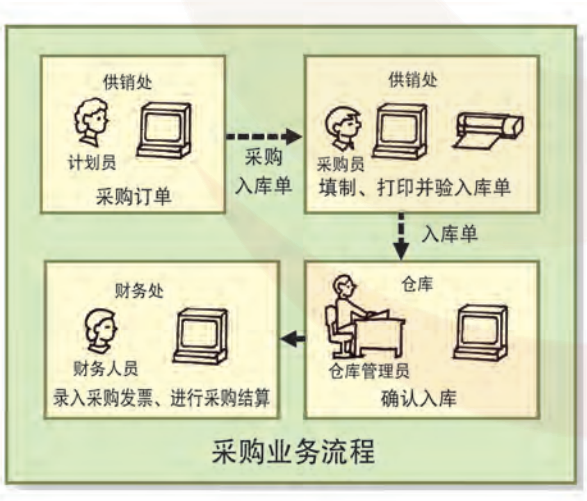
9:00　开学典礼开始
9:05　介绍与会的领导、来宾及其他与会者
9:10　来宾致词
9:30　教师代表发言
9:50　新同学代表发言
10:10　老同学代表发言
10:20　领导讲话
10:30　开学典礼结束

表格表达

高一（1）班课程表

科目 / 星期 / 课次	一	二	三	四	五
1	化学	外语	语文	语文	外语
2	数学	物理	外语	语文	政治
3	物理	语文	数学	物理	数学
4	外语	数学	地理	外语	生物
5	体育	信息技术	通用技术	地理	体育
6	语文	信息技术	通用技术	数学	物理
7	历史	化学	历史	综合	自习
8	周会	政治	艺术	综合	自习

图示表达

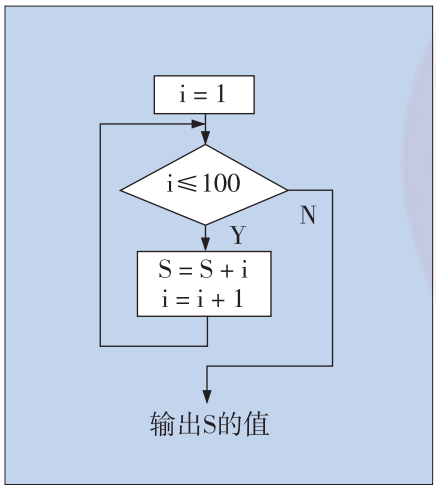


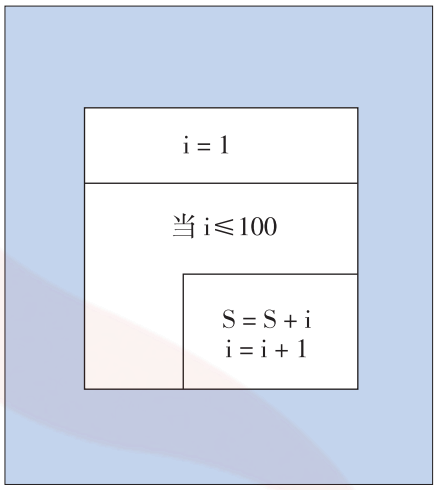


从以上流程图中可以看出，有的用箭头表达时序，有的用数字序号表达时序，还有的用时间表达时序。流程图中的序号或方框反映了环节、工序的具体情况。

微信公众号：电子课本大全

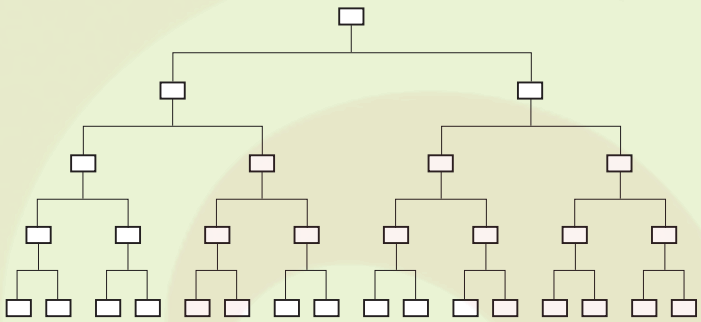
在编制计算机程序时，经常要用程序流程图来表示算法，流程图中的方框、菱形框表示一定的环节，箭头表示程序流动的方向。例如，计算 S = 1 + 2 + 3 + … + 100 的算法，可用下列两种程序流程图表示。





马上行动

右图是一个男子乒乓球单打比赛程序的结构图，共有16个代表队，采取单淘汰制决出冠军，请你划分出环节。



思考

用适当的流程表达方式，描述你所理解的下列活动的流程。

1. 邮寄一封信件给远方的朋友，信件从寄出到对方收到的过程。
2. 为家里新购置的房屋进行室内装修的过程。
3. 自己动手做壁挂式简易书架的过程。

2 生活与流程

生活中处处都有流程，洗衣做饭、采购日用品、看病就医和外出旅游等都离不开流程。科学合理的流程，可以指导我们正确地做事，提高工作和学习的效率，使我们的生活变得有序、合理，为我们的安全提供保障。

微信公众号：电子课本大全

案例分析

洗衣、煮饭与烧菜的流程安排

用全自动洗衣机洗衣服需要1小时，用电饭锅煮饭需要30分钟，烧菜需要40分钟，吃饭需要20分钟，看报纸需要10分钟。如果每项工作依次做，需要2小时40分钟，而换一种流程，把洗衣服、煮饭与烧菜这三项工作交替安排进行，就可以收到事半功倍的效果。

马上行动

分析上例中可以有哪些不同的工作流程？计算一下，如果采用三项工作交替安排的流程，最多可以节省多少时间？

生活中的流程对工作质量往往有着重要影响。例如，在家庭日常烹饪的流程中，何时放菜，何时加盐和味精等佐料，对菜的营养和口味都有直接的影响。同样炒一种菜，若在出锅前放碘盐，碘的食用率可达63.2%，炸锅时放碘盐，碘的食用率仅为18.7%；烫菜及炒菜应在出锅前加入味精，这样既能保持菜的鲜味，又不致因温度过高而产生毒素。

火车的行驶是按照列车时刻表运行的，时刻表反映了列车运行的流程。列车时刻表中的箭头表示上行和下行的方向，上行或下行一次可看做列车运行的一个环节，每一站都有到站和开出的具体时刻，无论是客运还是货运列车都要求按照时刻表规定的时序运行。根据列车时刻表，也就是说遵循了列车运行的流程，我们就可以知道何时去乘车，何时到达目的地，这样就可以合理有序地安排行程。

列车时刻表

北京—上海

T21次（下行）		T22次（上行）
18:00	北京	8:08
22:34	济南	29 3:21
39 3:26	蚌埠	42 22:34
34 8:00	上海	18:08

案例分析

青霉素注射的流程

小陈患了上呼吸道感染，需要注射青霉素。在注射青霉素之前，护士照例给他做了过敏试验，并要求观察20分钟。因为要赶去上班，小陈有些着急，没到10分钟，他就找到护士，说自己从没有过敏的经历，让护士快些给他打针。护士听信了他的一番话，在过敏试验规定的时间没有到的情况下，给小陈注射了青霉素。结果小陈发生了严重的过敏现象，经抢救才脱离了危险。



注射青霉素的工作规程严格规定了操作的流程，先打试验针，过20分钟，再观察有无过敏反应，过多地提前或延后观察都可能对是否过敏做出错误的判断。违反了操作流程，就可能会发生严重的医疗事故。这个操作流程中，对时间长度的严格规定，对于保证病人的人身安全是至关重要的。

微信公众号：电子课本大全

马上行动

归纳流程对于日常生活的意义，并举出例子。

1. 提高效率：_____。
2. 使生活变得有序、合理：_____。
3. _____：_____。
4. _____：_____。

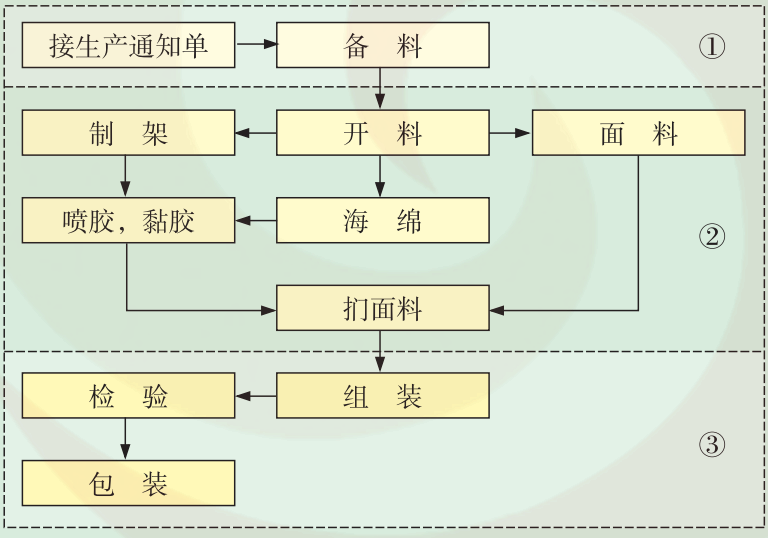
3 生产与流程

在工农业生产中，我们要依据一定的流程来组织生产、管理企业。对于生产过程，有加工流程、组装流程、包装流程、质量检查流程等；对于企业经营过程，有原材料采购流程、市场销售流程、财务工作流程等。运用科学合理的流程可以有效地组织生产、提高生产效率、保证产品质量、保证安全生产、保护环境等。

案例分析

软皮椅的生产流程

软皮椅的生产流程由若干工序组成，工序是生产工艺过程的一些基本的工作步骤。



软皮椅的生产流程图

流程中的环节

为了便于分析问题，我们在图中画出虚线框表示生产流程中的环节，在实际生产流程图中，一般是不直接标出环节的。

虚线框①是软皮椅的生产准备环节。

虚线框②是软皮椅的加工环节。如果细分，其中的“制架”也可以单独算做一个

微信公众号：电子课本大全



软皮椅

环节，它包括了若干道工序，如做椅子腿、做椅子扶手等。

虚线框③中包含了组装、检验和包装三个环节，它们都有各自的工作特点，每个环节中还有若干道工序。

根据对生产流程分析的需要，上图中有的环节还可以继续细分。划分环节能更好地组织生产，分工合作。

流程中工序的作业方式——串行和并行

从软皮椅生产流程图中可以看出时序的关系。

接生产通知单→备料→开料，这样依次进行的工序，就是串行工序。串行工序的特点是，上一道工序完成之后才能进入下一道工序。而生产中有些工序是可以同时进行的，如制架、面料、海绵这几项工作是同时进行的，这就是并行工序。并行工序是多人或多台设备同时工作，这样可以大大提高生产效率。

为了保证产品的质量，在材料采购、加工制作、组装、包装等的全过程中，对每一道工序都要按照质量标准进行质量检查。因此，生产中还应有一整套质量管理的流程来保证产品的质量。可见，流程在生产中起到了重要的作用。

思考

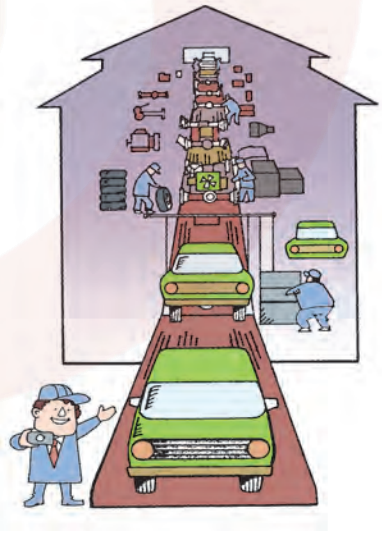
软皮椅的生产流程为什么要这样安排？

阅读

自动化生产流水线

为了提高生产效率，降低成本，现代化的工业生产普遍采用生产流水线。生产流水线上的时序是不可颠倒的。生产流水线对每个工人的作业时间都有严格的限制，因此能够控制生产严格有序地进行。组织流水生产，有利于提高劳动生产率，降低生产成本。

很多企业在传送带两旁使用计算机控制的自动化机械手或机器人，代替工人的操作和劳动，这就是自动化生产流水线。自动化生产流水线的速度更快，生产效率更高，产品质量也更好。



自动化生产流水线示意图

微信公众号：电子课本大全

案例分析

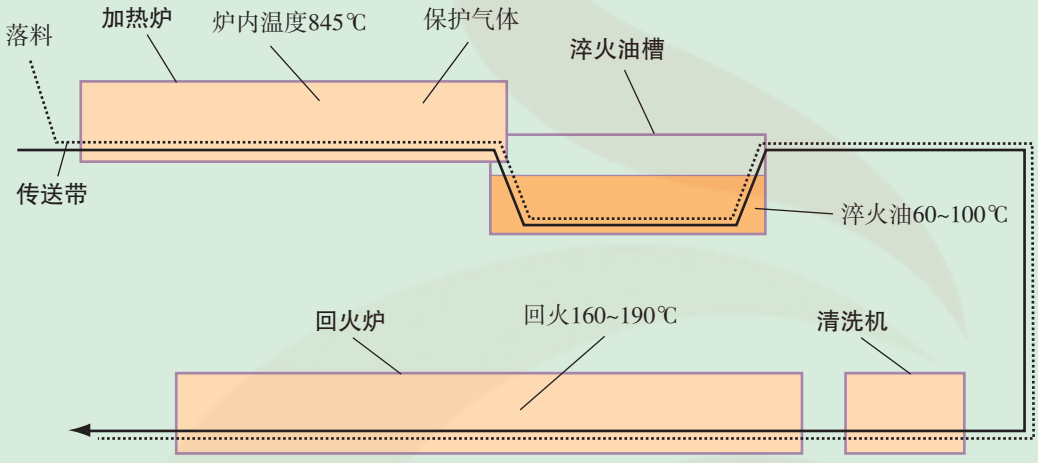
轴承零件的淬火工艺流程

轴承是常用的机械零件之一。在轴承加工中，要对其内环、外环、滚珠进行淬火处理以提高硬度。

淬火工艺流程如下图：



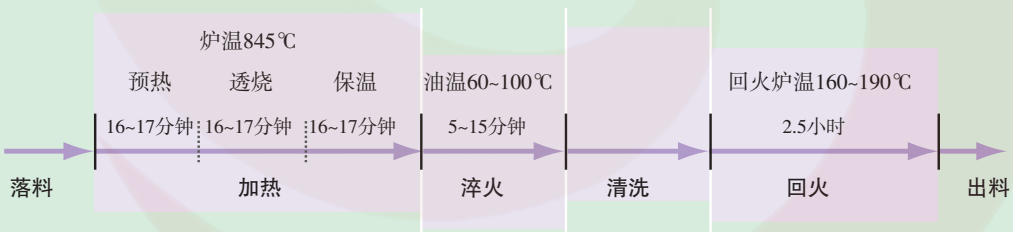
轴　承



淬火工艺流程图

工件由落料机落到匀速运行的传送带上，进入加热炉，炉内用电阻丝加热并充满保护气体，温度控制在845℃。工件在炉内经过预热（16～17分钟）、透烧（16～17分钟）、保温（16～17分钟）三个阶段共约48～51分钟(工件的材料规格不同，时间有所不同)。加热后，工件下到淬火油槽内迅速冷却，淬火油的温度控制在60～100℃，淬火油用油泵循环，油槽内有搅拌机搅拌以保持淬火油的温度均匀，淬火时间控制在5～15分钟（工件的材料规格不同，时间也不同）。淬火后，工件进入清洗机进行清洗，最后是回火处理约2小时30分钟，目的是消除内部应力，稳定工件的组织。

轴承零件淬火处理的流程图如下：



轴承零件淬火处理的流程图

思考

淬火工艺流程为什么需要那么多环节，去掉几个可不可以？

在工农业生产中，是否严格按照流程中环节和时序的要求正确地进行生产，将直接影响到安全生产和产品的质量。如果违反了流程的要求，轻则造成经济损失，重则导致安全

微信公众号：电子课本大全

事故，造成生命财产的重大损失。

案例分析

李龙飞的庄稼为什么颗粒无收

农业生产有很强的季节性，庄稼种植的流程要遵循农作物的生长规律。庄稼的种植一般可分为生产资料准备、耕地整理、播种、田间管理和收获等环节。

张宝田和李龙飞同住在一个村里。张宝田兢兢业业地种田，过完年后，他就积极进行准备，购买种子，准备农具等。到了春耕的季节，他按时耕地，按时播种，并加强田间管理，适时地进行锄草、施肥。天公不作美，这一年遇到了干旱，又发生了病虫害，但他及时地浇水并科学地使用农药。在他精心的照料下，庄稼的长势良好。秋收时，张宝田取得了可喜的收成。



而李龙飞在外地打工，播种季节到了，他急急忙忙赶回来，草草地播种后，又匆匆出门了。到了秋收时，他回来一看，地里杂草丛生，庄稼枯黄，几乎颗粒无收。

思考　请从流程的角度分析，张宝田和李龙飞的庄稼为什么收获大不一样？

阅读

流程型行业的特点、分布范围

流程制造包括重复生产和连续生产两种类型。

重复生产的特点

重复生产又叫大批量生产，与连续生产有很多相同之处，两者之间的区别仅在于生产的产品是否可分离。重复生产的产品通常可一个个分开，它是在离散制造的高度标准化后，为批量生产而形成的一种方式。

连续生产的特点

连续生产的特点是工艺相对固定、工作中心的安排符合工艺路线的要求；工具和设备为专门的产品而设计；生产线的能力固定；加工对象的载体通常是管道。

连续生产企业的生产可总结为“五少一短”：产品种类变化少，产品结构变化少，加工方式变化少，能力需求变化少，生产数据少，生产周期短。

行业分布

重复生产的行业主要有电子装配、家电产品、各种电器等，常常表现为流水线的方式；连续生产的行业主要有化工、食品、饮料、制药、烟草等，常常通过管道进行各工序之间的传递。

微信公众号：电子课本大全

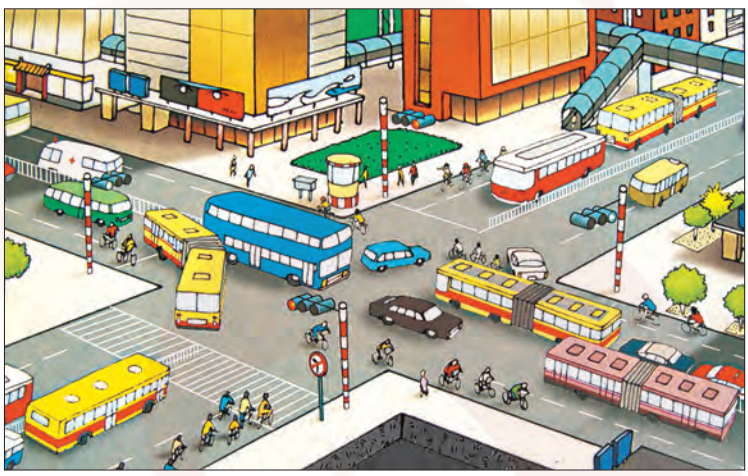
链接

《企业业务流程设计与管理》（第2版），蒋志青著，电子工业出版社，2004年版。

练　习

1.小黄在修理被扎破的自行车后轮胎时，由于工具不全，就没有研磨洞周围的胎皮，用胶直接把补丁贴上去。你估计这将会出现什么后果？为什么会这样？





2.交通指挥灯是按循环的时序工作的。请你观察并记录某个十字路口的交通灯的工作情况，画出它的工作流程图。

时　序	1	2	3	4	5
交通指示	向前直行	左转弯			
时间（秒）					

3.组织一次演讲比赛的流程可以分为哪几个环节，有怎样的时序？

4.魔方是很多人喜爱的玩具，依照它的规则旋转，可以很快地达到目的。有兴趣的同学可以试着从中找出其旋转的顺序。

微信公众号：电子课本大全

二 流程的设计

1. 流程设计应考虑的基本因素
2. 流程设计的步骤
3. 流程设计举例

学习目标

1. 学会分析流程设计应考虑的基本因素。
2. 能画出所设计流程的框图。
3. 能对生活、生产中的简单事项进行流程设计。

人类生产和生活中的流程不是自然存在的，而是靠人们研究和设计出来的。流程设计对于指导人们的工作和生活、有效地组织生产起着关键性的作用。同时，流程设计又是一项技术性很强的工作。因此，应以科学、严谨的态度，充分考虑流程设计中的基本因素和相关因素，遵循事物的内在性质、规律进行设计。

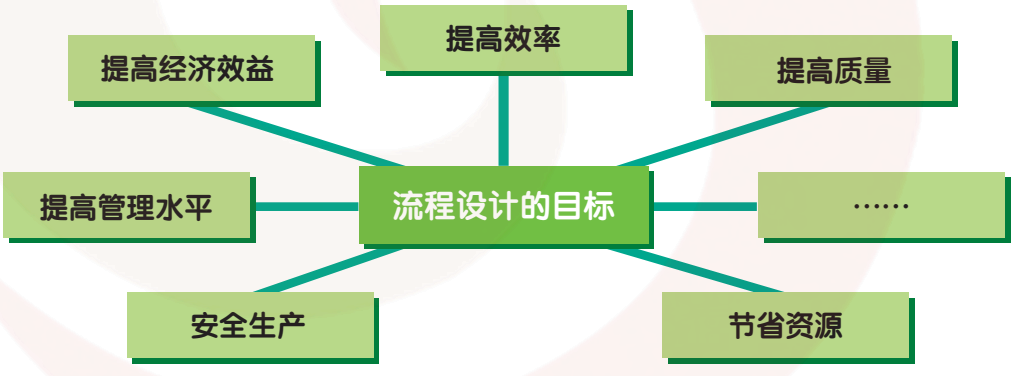
1 流程设计应考虑的基本因素

流程设计的目标

设计一个流程首先应明确流程要实现的具体目标。

对于工作和生活方面的流程设计，主要应考虑如何节省时间、提高工作效率、提高工作质量等目标。

对于生产活动的流程设计，主要应从提高效率、提高质量、节省资源、安全生产、提高经济效益、提高管理水平等方面明确设计的目标。



思考

1. 在生产流程的设计中，除了上述所列设计目标以外，还应考虑哪些目标？
2. 以木制家具的生产流程为例，设计目标主要有哪些？

微信公众号：电子课本大全

流程设计应考虑的基本因素

生产活动的流程设计的基本因素主要有材料、工艺、设备、人员、资金和环境等。

材料：不同的材料有不同的加工处理方法。

工艺：不同产品的工艺要求各异，流程设计也不同。

设备：生产设备的水平往往决定了流程的自动化水平。

人员和资金：人员的技术水平和必要的资金影响生产的过程、质量和周期，是进行流程设计必须考虑的主要因素。

环境：生产过程对环境的污染以及环境对生产的反作用，是流程设计时应关注的重要因素。

不同行业的流程有不同的特点，所以流程设计中应考虑的基本因素也各有差异。例如，农业生产的流程设计还应考虑气候、季节、自然灾害、生态平衡等环境方面的因素。

流程设计要依据事物的内在属性和客观的变化规律，科学地设计时序和环节，以达到设计目标。

案例分析

合成氨的生产工艺流程

首先用适当的方法生产出合成氨的原料——氮气和氢气。氮气和氢气的混合气体在合成塔内500℃和300 atm条件下，通过催化剂的作用产生氨气，再通过氨分离器不断地把生成的氨分离出来，同时未转化的反应气体再进入合成塔循环加工。这就是合成氨的工艺流程。

合成氨的工艺流程的产生是一个对其内在属性和规律探索的过程。19世纪初，经过化学家上万次的试验，最终才得出在500℃高温下和300 atm的条件下能合成出氨，但转换率仅有2%～8%的试验结论，后来又经过不断的试验才形成现在工业生产上使用的较为成熟的合成氨生产工艺流程。

马上行动

1. 处于城乡结合地带的某乡，现要在乡里新建一个小化肥厂，在流程设计上应考虑哪些因素？

2. 要把北方的大豆移栽到南方，在流程设计上需要考虑哪些相关因素？

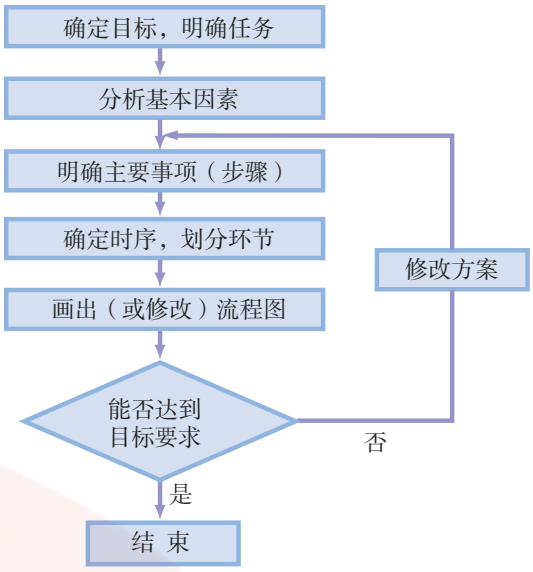
2 流程设计的步骤

流程设计，首先要明确设计的目标和任务，明确流程所应遵循的内在变化规律。其次，要分析现有材料、设备、资金、人员、工艺和环境等因素。不同的设备和人员条件可能导致不同的流程设计结果，例如某邮局是否拥有“邮件自动分捡”设备和会使用该设备的人，是决定邮件分捡流程的重要因素。第三，列出流程涉及的主要事项，并进行初步的排列。

微信公众号：电子课本大全

第四，分析各事项（步骤）之间先后顺序，合理地安排流程的时序和环节。例如，一个产品的生产流程设计一般由材料准备环节、加工环节、组装环节、产品质量检查环节等组成，这些环节中分别应该安排哪些工序，各工序之间如何工作，是串行工作还是并行工作等。第五，选择一种合适的表达方式画出流程图，对于有严格时间要求的时序，要标注时间。

一个流程要经过精心的设计和反复的修改，才能达到比较理想的效果。



流程设计的步骤

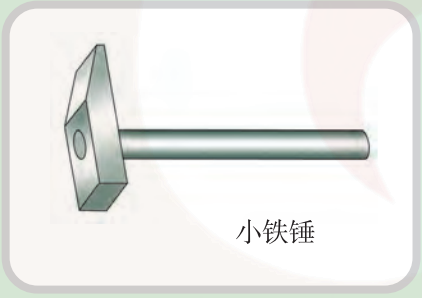
3 流程设计举例

案例分析

小铁锤的加工流程设计

一、手工制作小铁锤的流程设计

志强中学高一（1）班同学到校办工厂参加技术实践活动，内容是制作一把小铁锤。锤头和锤柄的连接方式用螺纹连接。



小铁锤

1. 流程设计的主要因素分析。

（1）设备：常用金工工具，台钻，砂轮机，热处理设备等。

（2）材料：45 号钢和 Q235 棒料。

（3）加工方法：采用手工加工工艺。用铁锯下料；锤头部分的加工用锉刀锉平面，台钻钻孔，手工攻丝；锤柄部分的圆头用砂轮机磨削，螺纹用板牙套丝。

（4）热处理：锤头进行淬火处理，以提高硬度。

2. 流程的环节与时序。

小铁锤的加工过程划分为三个环节，依次为锤头加工环节、锤柄加工环节和装配环节。

3. 编制加工流程，按时序画出加工流程图。

锤头的加工流程图：

下料 → 划线 → 锯削 → 锉削 → 划螺孔中心线 → 钻孔 → 攻丝 → 倒角 → 淬火 → 电镀

锤柄的加工流程图：

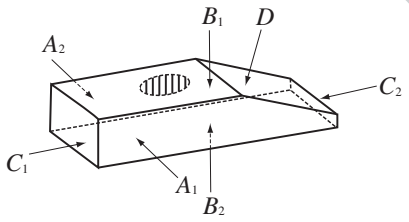
下料 → 磨削圆头 → 板牙套丝 → 电镀

装配的工作很简单，把加工好的锤柄拧紧到锤头的螺孔中，一个小铁锤就做成了。

微信公众号：电子课本大全

二、批量生产小铁锤的流程设计

工厂批量生产小铁锤采用的是机械加工方法。流程设计应考虑的基本因素主要是设备条件和加工工艺。为了提高工效，流水作业法是首选的方法，每道工序都由机床来完成，甚至可以在铣床上用两把刀具同时加工两个平面，从而大大提高加工效率。



锤头的 7 个加工面

1. 锤头和锤柄分别采用流水线工作方式加工，每台机床完成 1 ~ 2 道工序。锤头和锤柄的加工流程设计方案分别如下表。

锤头加工流程

工序号	工　序	设　备
1	下料	电锯
2	铣A_1、A_2平面，两把刀具同时铣	1号卧式铣床
3	铣B_1、B_2平面，两把刀具同时铣	2号卧式铣床
4	铣C_1、C_2平面，两把刀具同时铣	3号卧式铣床
5	铣D斜面	4号卧式铣床
6	钻孔	钻床
7	攻丝	攻丝机
8	去毛刺	手工
9	淬火	淬火设备
10	电镀	电镀设备

锤柄加工流程

工序号	工　序	设　备
1	下料	电锯
2	车端面	1号车床
3	倒角	1号车床
4	车螺纹	2号车床
5	车圆头	2号车床
6	去毛刺	手工
7	电镀	电镀设备

2. 装配。

思考

1. 案例中设计的两种加工流程各有什么特点？
2. 在设计批量加工流程时，你认为批量加工流程可以划分为哪些环节？

工厂加工零件的基本流程是：先由工艺技术员根据图纸编写加工工艺卡，工艺卡就是加工的流程卡，工艺卡上注明了工序和每道工序的技术要求等内容；每份工艺卡与零件图纸一起下发到各工种（钳工、车工、铣工、热处理工等）的工人手中，工人要严格按照图纸和工艺卡上的技术要求进行加工；为了保证质量，在每个工种加工完毕后，质量检查员要按照图纸和工艺卡的技术要求进行检查，如果发现加工质量不合格，就要根据情况作出处理，或者返工，或者报废。因此，设计流程时，不但要懂技术，还要熟知工厂的设备情况、工人的技术水平、生产组织流程、质量管理流程等。

练　习

1. 制作一个小书包，材料可选用布、纸、皮革等。思考需要考虑哪些基本因素，并画出流程图。
2. 以时序和环节为线索，设计一个服装加工流程，并进行时序和环节的分析。
3. 设计一个小木锤的制作流程。

微信公众号：电子课本大全

三 流程的优化

1. 流程优化的内容
2. 流程优化的条件

学习目标

1. 理解流程优化的意义及主要内容。
2. 理解流程优化与设备、材料等之间的关系。
3. 能概括某种简单生产流程优化过程所应考虑的主要问题。
4. 能对生产生活中的简单事项进行流程的改进设计，并用文字或图表说明流程设计方案的特点或流程的改进方案的优越之处。

在流程的设计和实施过程中，要对流程进行不断的改进，以期取得最佳的效果。对流程的改进过程，称为流程的优化（optimization）。

1 流程优化的内容

生产和生活中的技术改进和革新，多数是对已有流程的整体改进或是对其中某一环节的改进，目的是为了提高工作效率、降低成本、降低劳动强度、节约能耗、减少环境污染、保证安全生产等。

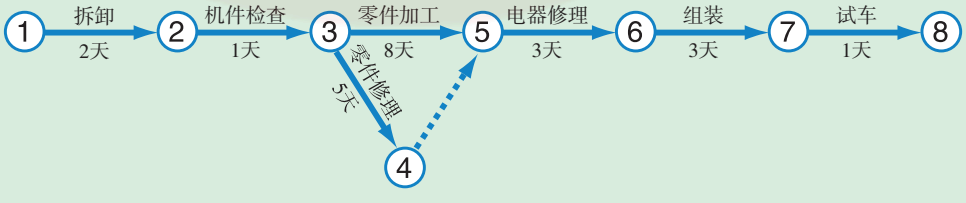
流程优化涉及工期、工艺、成本、质量等内容。流程优化的目标及结果通常是以指标反映出来。根据需要，有的流程优化是对单个指标的优化，有的流程优化是对多个指标的优化。对于一个特定的流程，往往是以某个指标的优化为主，综合考虑其他指标，如果片面地强调某一指标的优化，可能会带来其他指标的下降。因此，流程的优化应在综合考虑各项指标的基础上，抓住主要矛盾，突出重点指标的优化，综合权衡，以达到整体优化的目的。



案例分析

工 期 优 化

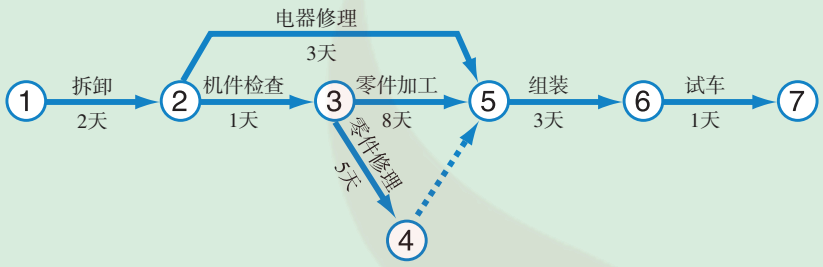
校办工厂的一台机械设备需要修理，需要经过拆卸、机件检查、零件修理、零件加工、电器修理、组装、试车等工序，其中零件修理和零件加工可以同时进行，每一工序所需要的时间如下图，这一流程的线路为①→②→③→⑤→⑥→⑦→⑧，修理的总工期为 18 天。



微信公众号：电子课本大全

有没有其他方法可以缩短工期呢？答案是肯定的，就是分解作业，把原来依次进行的工作改为平行关系或交叉关系进行。

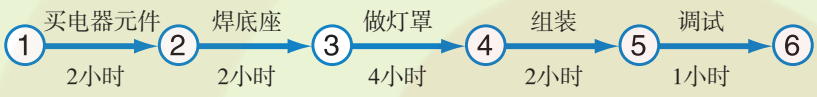
下图就是改进后的修理流程图。从图中我们可以看到，把电器修理的工作由原来的串行，改成了与机件检查和零件加工并行。这样总工期就由原来的 18 天缩短为 15 天。



在把串行工序改为并行工序时，要考虑到并行工作需要的人力和物力的增加，要把人力和物力增加的成本与缩短工期的成本进行比较，如果改进后的总成本是降低的，那么改进方案就是可行的。工期优化对于大型建筑施工、修路、水利工程等项目，可能会大大减少工程成本，提高经济效益。

马上行动

假设制作一只台灯的工序和所需时间如下图：



这一流程的工期是否可以缩短？可以怎样改进？改进之后可能带来什么问题？

案例分析

工 艺 优 化

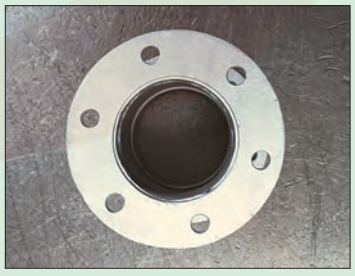
法兰是以钢材为材料制造的用于管道等的连接器件。从制造工艺上看，有切削法和少切削法两种加工方法。

1. 切削法

切削法就是将圆钢直接在车床上切削成型，然后再钻孔而成。其加工工艺流程如下：



用切削法制造法兰的特点是工艺简单，缺点是切削过程耗费的时间太长，生产效率低，而且材料的利用率很低。



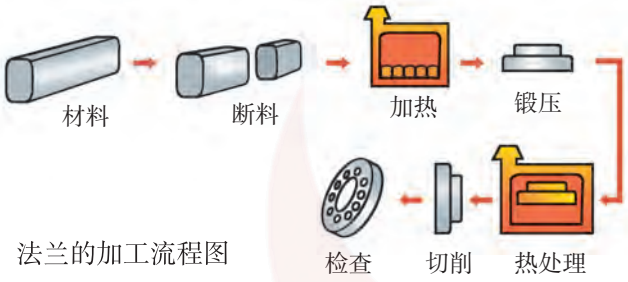
法　兰

2. 少切削法

这种方法的工艺流程如下：

原料断料后，放在加热炉内加热变软，然后用模具将其锻压成型，再经过热处理，最后按照尺寸要求，

微信公众号：电子课本大全



法兰的加工流程图

进行少量的切削加工，并检查质量。

这种工艺流程虽然工序较多，所用设备较多，但由于切削量很少，大大减少了材料的浪费，而且生产效率高。因此，大批量法兰的生产都采用这种工艺流程。

马上行动

填写下表，比较不同加工工艺下钢材的切屑量。

加工方法	1个法兰所用坯料	材料利用率	加工1万个法兰的切屑总量
切削法	9.2 kg	40%	
少切削法		90%	

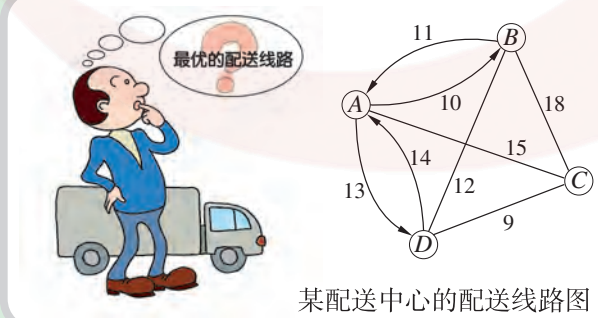
阅读

无 切 削 法

加工零件的方法除了切削法、少切削法外，还有无切削法。无切削法在生产中也有着广泛的应用。例如，电视机、录音机机壳的加工，首先是用钢材做出机壳的模具，然后在注塑机上一次注塑成型，一套模具可以加工出成千上万个机壳。这种方法使加工流程变得非常简单。

通常用无切削法加工的材料有塑料、铸铁等。

案例分析



某配送中心的配送线路图

成 本 优 化

某配送中心位于 A 点，现要将一批电视机等家用电器配送到位于 B、C、D 处的3家商场，运货车从 A 点出发，送完货后返回，配送线路图如图所示，图中带箭头的线分别表示两地往返

微信公众号：电子课本大全

的方向，数字表示两地之间的路程（单位：km），图中无箭头的线表示可往返线路。试设计最优的配送线路。

此类问题要考虑到各种线路的组合方案，通过计算找到行程的最小值，即为最优线路。计算结果如右表。

从表中可以看出，方案 2 配送线路的路程最短，为46 km，比平均路程 52 km 少 6 km，是最优线路，这是成本优化的结果。计算下来每年节约的成本将是一笔不小的数字。

配送线路的方案与路程

方案	线路	路程（km）
1	*ABCDA*	51
2	*ABDCA*	46
3	*ACBDA*	59
4	*ACDBA*	47
5	*ADCBA*	51
6	*ADBCA*	58

成本优化的事例有很多，如邮递员投递线路的优化、由手工制作木桶到批量生产塑料水桶的优化等。

阅读

某公司对工作过程的改革

某公司在改革前，其验收部门虽然产生了货物到达的信息，但却无权处理它，而需要将验收报告交至付款部门。后来采用新的计算机系统，实现了信息的收集、存储和分享，使验收部门自己就能独立完成产生信息和处理信息的任务。这样，该公司在工作过程中减少了一个环节，精减了 75% 的员工，降低了成本，极大地提高了效率。

2 流程优化的条件

流程的改进和优化需要一定的条件，它建立在设备和工艺水平提高的基础上，建立在对流程内在机理进一步研究的基础上。例如，零件加工中材料的改变，会导致设备的改变和工艺方法的改变，从而加工流程就要改变；若材料不变，加工工艺改变了，设备也要改变，这样，流程也会改变。因此，流程与材料、设备、工艺有着密切的关系，在优化流程时，需要充分考虑到这些条件。

马上行动

1. 原先，人们到银行或储蓄所存取款，需要人工填单、记账，保存纸质的账单。自从引入了计算机管理系统，改进了存取款的流程，减少了中间环节，大大提高了工作效率，降低了差错率。请分析这一流程优化的条件和手段。



微信公众号：电子课本大全

2. 用数控机床进行机械加工，首先要根据图纸要求，在电脑上编制加工程序，然后机床自动按程序进行加工，保证加工质量，提高生产效率。这一优化的条件是什么？



阅读

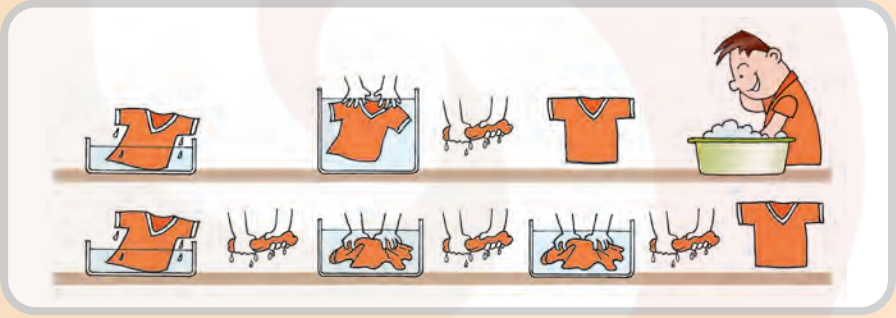
洗衣流程的优化

有人认为洗衣服只要水用得多就会干净。其实，最好的办法是每次用水少一点，多漂洗几次。

例如，一件湿衣服含有 1 kg 水，其中含洗涤剂 20 g。先把衣服拧干到剩下 0.5 kg 水，假设用 4 kg 水漂洗一次，随即再把衣服拧干到剩下 0.5 kg 水，那么这件衣服还留着 1.1 g 洗涤剂。如果换一种方法，先把衣服拧干到只剩下 0.5 kg 水，然后用 2 kg 水漂洗一次，拧干到剩下 0.5 kg 水，再用 2 kg 水重复漂洗一次。这样，同样使用 4 kg 水，衣服里的洗涤剂就只留下 0.4 g 了。

当我们提取或洗涤某种东西时，用大量溶剂提取或洗涤一次，其效果远不如用同样多的溶剂，分成几次提取或洗涤好。这个“少量多次”的原则在日常生活中常常用到。如煎中药，一般是煎两次，才能把药的有效成分都提取出来。如第一次用 1 kg 水煎一小碗，第二次用 0.5 kg 水煎一小碗，一共用去 1.5 kg 水。若一次用 1.5 kg 水煎一碗中药，效果就差多了。

全自动洗衣机的工作流程，就是借鉴了这一思路。



小试验

试验目的：

以提高效率为目的，优化制作纸制提兜的流程。

试验准备：

牛皮纸或较厚一点的纸，糨糊，订书机等。

试验过程：

1. 设计图样，画出图纸。

2. 编写单人制作纸制提兜的流程，画出流程图，并测量单人制作一个提兜所需要的时间。

微信公众号：电子课本大全

3. 编写多人流水化制作10个提兜的流程，画出流程图，并测量和计算流水化批量制作提兜时平均每个人所需要的时间。

试验总结：

1. 说明两种流程中的时序和环节。

2. 流水化制作比单人制作的工作效率提高了多少？

3. 如何进一步提高工作效率？



阅读

流程再造与信息化基础

20世纪90年代，美国麻省理工学院教授迈克·哈默与詹姆斯·钱皮提出企业再造理论和方法。企业再造是指“为了飞跃性地改善成本、质量、服务、速度等重大的现代企业经营基准，而对工作流程进行根本性的重新思考并彻底改革”。在一个企业中，业务流程决定组织的运行效率，是企业的生命线。为了能够适应新的世界竞争环境，企业必须摈弃已成惯例的运营模式和工作方法，以工作流程为中心，重新设计企业的生产、经营和管理方式。

哈默博士认为，企业的流程再造就是企业的一场革命。信息网络技术可以作为企业再造的手段。流程管理需要处理大量的信息，必须以快速而灵敏的信息网络为依托，通过信息处理系统，几乎所有的相关工序都可以同时进行。通过流程管理信息系统，决策者可以及时掌握必需的决策信息。信息系统的建设，一方面构造企业内部的信息网络；另一方面要与企业外部的信息网络连接，充分利用外部的信息资源。

练　习

1. 在下列产品中选择2～3个，指出它们是采用哪种加工工艺流程（少切削、无切削、锻造、焊接）制造的。

六角螺母：_____。

铁制窗框：_____。

斧子：_____。

铸铁锅：_____。

塑料洗脸盆：_____。

微信公众号：电子课本大全

2.拆装一台废弃的（或旧的）家用电风扇，用流程图表示其安装过程，并对该流程进行优化。

提示：为了安全起见，电风扇的电气部分（如电机、导线等部分）不在拆装范围之列，且拆装操作要在断电情况下进行。

3.学校每学期都要组织考试，请你帮学校教导处设计一个学校组织期末考试的工作流程。

本单元小结

流程是一项活动或一系列连续有规律的事项或行为进行的程序。任何一项生产或生活活动都有一定的时序，都可以划分为若干个环节。科学合理的流程可以指导我们更好地组织生产、规范活动，可以使我们的生产和生活有序而高效。

流程的设计主要应从提高效率、提高质量、节省资源、保证安全等方面明确设计的目标。设计时应考虑的基本因素有材料、工艺、设备、人员、资金、环境等，其核心是要依据事物的内在属性和客观的变化规律，科学地确定时序和环节。流程的表达可以有文字、表格、图示、模型、动画演示等多种方式。

流程的设计是一个不断探索、不断优化的过程。流程的优化可以根据不同的目标有所侧重，主要有工期优化、工艺优化、成本优化、质量优化等。优化要在平衡各项资源的基础上，突出主要指标的实现。

综合实践

1.可拆装家具的组装。

可拆装家具以其运输和搬运方便、可回收等优点出现在人们的生活中。请以你熟悉的一种可拆装家具为例（如电脑桌），说明它的装配流程，画出装配流程图。

2.垃圾处理工作流程的改进设计。

垃圾车每天都要从生活小区运走很多垃圾，怎样处理这些垃圾，使它们变废为宝呢？

到垃圾处理场进行实地考察和调研，以一种垃圾处理方式为例画出垃圾处理的流程图，并提出你的改进设计方案，以及改进所需的实施条件（如设备、环境、资金等）。

提示：实地考察时应注意卫生和安全。

3.设计一个民用住宅的施工流程。

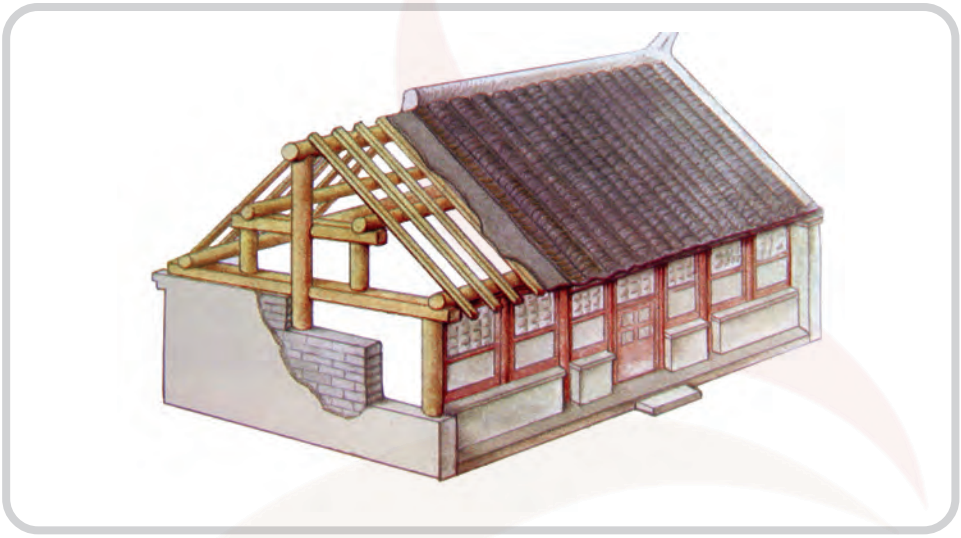
杨大伯家里要盖一幢砖混结构的房子，为了更好地组织施工，他需要设计一个施工和装修的流程。请你按以下要求帮他完成这项设计。

微信公众号：电子课本大全

（1）分别画出施工和装修的流程图，注明环节、工序的时间，分别计算出工期。

（2）根据材料、施工人员、工期等因素，进行流程的优化分析，考虑如何平衡工程的成本。

提示：主要环节有材料准备、打基础、砌墙、架梁、铺瓦面、抹灰、安装门窗、装修等。



4. 对一种工业产品组装工艺流程的改进设计。

参观一种工业产品（如电视机、摩托车、电动自行车、粉碎机、脱谷机等）的装配工序，画出装配流程图，如果有需要改进之处，请进行组装流程的改进设计。

提示：如果是手工或半自动化的装配流程，你可以提出采用自动化流水线的装配工艺。

微信公众号：电子课本大全



第二单元 学习评价

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	

微信公众号：电子课本大全



第三单元　系统与设计

Unit 3　System Design

一　系统及其特性
二　系统的分析
三　系统的设计



我国古代《申鉴·时事》中记载了这样一个故事：某人在林中看到别人布了一张捕雀的大网，捕到的雀都是钻进一个个网眼的。于是，他回家用一截截短绳结成许多互不相连的小绳圈，也去网雀，有人问："这绳圈是做什么用的？"他说："网雀用的。既然一只雀只钻一个网眼，我这种绳圈岂不比一张大网省事？"

自然，此人是一只雀也不会捕到的。他的可笑之处在于没有意识到网中的每个网眼是互相联系而不是孤立存在的，因此，单个网眼就没有整个网所具有的捕雀功能。在我们的生活中，如果不用整体的、相互联系的系统的观点解决问题，就会犯与此人同样的错误。

微信公众号：电子课本大全

一 系统及其特性

1. 什么是系统
2. 系统的类型
3. 系统的基本特性

学习目标

1. 从应用的角度理解系统的含义。
2. 通过简单的系统的案例分析，理解系统的基本特性。

1 什么是系统

生活和生产中常见的事物都是由若干部分组成的，这些事物的部分与部分之间相互联系，并且服务于一个整体的目标。

案例分析

自　行　车

自行车是大家熟悉的交通工具，它由车架、车把、鞍座、前叉、脚蹬、链轮、链条、车轮（轮胎、辐条、车圈、气门）、车闸等主要部件组成。



自行车及其部件构成

微信公众号：电子课本大全

讨论

车把的作用是：_____。

脚蹬的作用是：_____。

链轮和链条的作用是：_____。

前后车轮的作用是：_____。

车闸的作用是：_____。

分析出现下列情况时，可能会导致的后果：

1. 车闸的橡皮松了

_____。

2. 车把固定镙钉松了

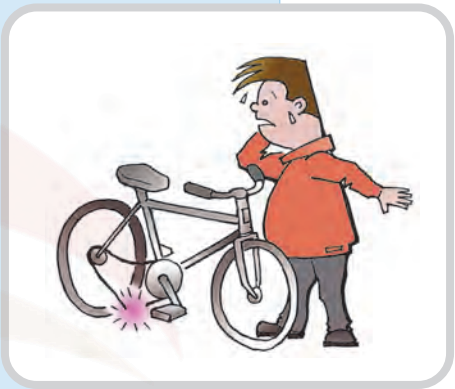
_____。

3. 链条断了

_____。

4. 车轮的辐条断了

_____。



自行车是由若干主要部件组成的，这些部件相互联系、相互作用，形成了自行车可以代步的功能。其中任何一个主要部件出现问题，都有可能导致自行车无法正常工作。这种由相互联系、相互作用、相互依赖和相互制约的若干要素（element）或部分组成的具有特定功能的有机整体，称为系统（system）。在这里，要素是指构成系统的最主要的元素。一般地，部分相对于系统的整体而言，要素相对于系统的元素结构而言。很多情况下，要素和部分又可以通用。如一个企业就是一个系统，它是由人、财、物、事等要素组成的，同时也是由管理部门、生产部门、营销部门、供应部门等部分组成的。在这个系统中，各要素（部分）都是不可缺少的，它们之间存在着一定的联系。

构成系统，必须具备三个条件：第一，至少要有两个或者两个以上的要素（部分）才能组成系统；第二，要素（部分）之间相互联系、相互作用，按照一定方式形成一个整体；第三，整体的功能是局部所没有的。

马上行动

请指出下列系统分别由哪些要素（部分）组成，并说出相互之间有怎样的联系。

系统的名称	组成要素（部分）
台　灯	
学校的多媒体教室	
手　表	
缝纫机	

微信公众号：电子课本大全

系统有大有小，有复杂有简单。对于较大型的系统和比较复杂的系统，根据一定的标准可划分为若干子系统（subsystem），如地球生态系统由海洋生态系统、淡水生态系统和陆地生态系统等子系统构成；交通系统可分为航空运输系统、水上运输系统、铁路运输系统、公路运输系统等子系统；管理系统可分为生产管理系统、营销管理系统、财务管理系统等子系统。系统与子系统的界定和划分根据研究的需要而确定。

马上行动

自行车的子系统

我们可以从功能的角度将自行车分为若干子系统，如脚蹬、链轮、链条等构成的传动子系统等。

根据你的经验，请分析自行车可分为哪几个子系统，每一个子系统包括哪些部件。





自行车

- 传动子系统：脚蹬、曲柄、中轴与链轮、链条、飞轮与车轴等
-
-
-

2 系统的类型

大千世界，系统无处不在，无时不有。在自然界，一片森林、一只小动物、一个细胞等都是系统，如细胞是由细胞膜、细胞质和细胞核等要素，按一定的结构形式组成的、表现出生命现象的系统。在技术领域，从宇宙飞船、万吨远洋货轮，到一台车床、一台电风扇等，都可以看做系统，如电风扇是由电机、叶片、定时器、开关等组成的，能使人消暑的机电系统。在社会生活方面，一座城市、一个家庭、一所学校、一个班级等，同样都可视为系统，如学校是由教学人员、行政人员和学生等要素组成的，具有一定教育功能的系统。

微信公众号：电子课本大全

马上行动

请分别列举以下系统的 2 ~ 3 个事例。

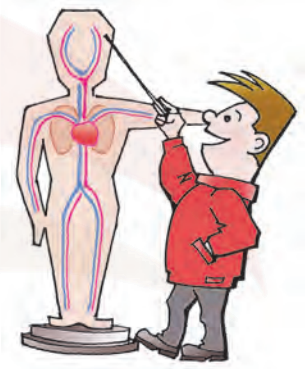
工业生产方面的系统：_____。

农业生产方面的系统：_____。

军事方面的系统：_____。

教育方面的系统：_____。

系统是普遍存在的，也是多种多样的。根据需要，可以对系统进行不同的分类。例如，可把系统分为自然系统和人造系统，自然系统是自然形成的系统（如生态系统），人造系统是由人工制造加工而成的系统（如计算机系统和机械传动系统）；也可把系统分为实体系统和抽象系统，实体系统是实物形态的（如生物系统、机械系统），抽象系统是非实物形态的（如哲学系统）。



人的身体也是一个系统

阅读

系　统　论

系统论是研究系统的一般模式、结构和规律的学问，是美籍奥地利生物学家贝塔朗菲（L. Von. Bertalanffy）于 1948 年创立的，它是 20 世纪 40 年代与控制论、信息论同时诞生的一门新兴科学。系统论是一门跨学科的横断科学，系统论方法不仅应用于生物学领域，而且应用于各门科学。它是研究各种系统的共同特点和本质的综合性科学。系统论采用逻辑和数学的方法综合考察整体和它的各个部分的属性、功能，并在变动中调节整体和部分的关系，选取各个部分的最佳结合方式，以达到整体上的最佳目标，如最佳的经济效果、最佳的工作效率等。

3 系统的基本特性

整 体 性

整体性是系统最基本的特性，也是观察和分析系统最基本的思想和方法。

系统是一个整体，它不是各个要素（部分）的简单相加，系统的整体功能是各要素（部分）在孤立状态下所没有的。

微信公众号：电子课本大全



系统的任何一个要素（部分）发生变化或出现故障时，都会影响其他要素（部分）或整体的功能的发挥。一堆沙子、钢材、水泥和绳索散放在一起不能发挥整体功能，但是如果将它们按照一定的结构形成一个整体，如造成一座悬索桥，就具有了交通的功能，而若某根绳索出现故障，就可能影响整座桥的正常使用，甚至导致事故的发生。

小试验

试验目的：

通过自行车辐条松紧度的调整，理解系统要素之间、整体与部分之间的协调关系。

试验准备：

自行车车轮，车架，粉笔，钢丝扳。

试验过程：

1. 如右上图所示，将自行车的车轮支起来。

2. 轻轻旋转车轮。

3. 用钢丝扳做参照物，观察车轮偏摆的方向。如右下图所示，如向右偏，则将该处附近的左侧辐条锁紧；如向左偏，则反之。用粉笔标记调整过的辐条。

4. 重复步骤 2、3，直至车轮左右偏摆幅度很小。





自行车辐条松紧的调整

试验总结：

1. 为什么要用粉笔做记号？

2. 如果不调整车轮，骑车容易出现什么问题？

3. 说明辐条与辐条之间，辐条与车轮、自行车之间的关系。

一般来说，系统的整体功能大于组成系统的各部分的功能之和。例如，一个企业是由管理部门、生产部门、营销部门、供应部门等各个部分组成的整体，任何一个部门都不可能单独实现企业的目标，只有按照一定的生产和管理规律，各个部门共同合作，才能完成任务。又如，有研究表明，人的双眼视觉功能大大超过两只单眼视觉功能简单相加的总和。

马上行动

1. 请举例说明“系统的整体功能大于组成系统的各部分的功能之和”这一论点。

系统的名称	系统的整体功能	各部分的功能

微信公众号：电子课本大全

2. 根据系统的整体性特征，解释右表中所列的现象。



现　　象	原　　因
一个和尚挑水吃，两个和尚抬水吃，三个和尚没水吃	
三个小皮匠顶个诸葛亮	
一着不慎，全盘皆输	
丢卒保车	

不能离开整体去分析系统中的任何一个组成部分。一个系统组织得好不好，就看它的整体功能即系统功能实现得怎样。例如，20世纪60年代末美国的“阿波罗”登月计划把载人飞船送上了月球，飞船和运载火箭共有几百万个部件，这些部件本身都很一般，但正是这些一般的部件按照一定的结构构成了能把人送上月球的性能优异的登月飞船，从而体现了整体的功能。

辩论

辩题：一个系统中，要素性能与整体性能之间的关系。
正方：一个系统中，如果各个要素性能好，则整体性能一定好。
反方：一个系统中，如果各个要素性能好，整体性能未必好。

案例分析

巴尔扎克的塑像

传说，法国著名雕塑家罗丹曾经给文学家巴尔扎克雕了一座塑像。塑像雕好之后，大受人们的称赞，人们特别对雕塑上巴尔扎克的一双手赞不绝口，都说这双手太逼真、太生动了。罗丹听到人们的议论后，却毫不犹豫地从塑像上砍去了这双手。

请解释，罗丹这样做的目的何在，雕塑家的这一行为给你以怎样的启示？



相 关 性

相关性是指组成系统的各要素之间或系统整体与部分之间的相互作用、相互联系。

例如，建筑物通过结构来承受重力，古代建筑多采用“梁柱结构”，当柱与柱之间的梁的跨度增大时，则梁的厚度要相应地加大，否则就不足以承受设计所需的重力，梁的跨度与梁的厚度之间的关系就反映了这一系统内部要素与要素之间的相关性。又如，合金钢材料中，碳含量的高低影响着钢的强度、硬度和韧性，从而影响钢的耐磨性。碳含量高，则硬度高、韧性差；碳含量低，则硬度低、耐磨性差。碳含量与合金钢材料的整体性能密切相关。

微信公众号：电子课本大全

案例分析

厨 具 安 装

吴瑾购置了一套新居室，装修接近尾声了。当厨房的地砖和墙砖铺好，水管和电线等也安装完毕后，她根据厨房空间的大小，买了一套集橱柜、抽油烟机、燃气灶具、消毒柜、微波炉、电冰箱、各式挂件、水盆、各式抽屉等于一体的厨房整体用品。可是，在安装过程中，却发现了下列让她感到棘手的问题：

1. 抽油烟机的出风口与预留的位置相距较远；

2. 水盆的位置离水源远，又与下水道不在同一侧；

3. 微波炉和电冰箱的放置处没有电源插座；

4. 燃气灶具与热水器的位置较远；

5. 线路的安装不合理，可能造成安全隐患。





思考

1. 请分析吴瑾家的厨房装修与厨具安装出现问题的原因何在：

_____

_____

_____

_____

2. 有人把厨房装修看成是家庭装修中技术最密集、设备最集中、设计与施工要求最严格的“重头戏”。如果让你帮助吴瑾家做一个厨房的装修与设计的方案，你将如何合理地处理，才不至于出现这类管线打架和有安全隐患现象的问题？

家庭装修是一项系统性很强的工程，各项工作之间、各种设施之间存在着必然的联系，它们相互影响又相互制约。只有从它们的相关性出发，处理好各方面的关系，才能事半功倍，高质高效。例如，在预埋厨房的水管和电线时，就要考虑好哪里是烹饪区，哪里是储物区等，再决定水和电的管道和线路设计；在购买厨具时，要依照厨房的个性化要求来选购，量体裁衣，协调安排好风、水、火、电的接口，还要考虑造型、色彩以及人机关系和工程材料等方面的因素。

微信公众号：电子课本大全

目的性

任何系统都具有某种目的，都要实现一定的功能，这也正是区别不同系统的标志。

系统的目的一般通过更具体的目标来体现。例如，为了达到提高加工的精确度，适用于加工改型频繁、型面复杂的工件，人们发明了数字控制机床（简称数控机床），它是用程序指令控制刀具，按给定的工作程序、运动速度和轨迹进行自动加工的机床。当加工对象改变时，只需要改变输入的程序指令即可，且其加工性能比一般自动机床高，精确度也比较高。对于复杂的系统，目标有多个，往往用一个指标体系来描述系统的目标。例如，衡量一个企业的经营业绩，不仅要考虑产量，更需要考核其利润、成本和质量指标的完成情况等，这些指标构成了评价一个企业的指标体系。

设计和分析一个系统时，必须事先弄清其目的，否则就无法构成一个良好、有序的现实系统。当系统存在多个目标时，要从整体协调的角度出发寻求平衡，以获得整体上的最佳效果。

马上行动

填写：

1. 人们将发条、游丝、齿轮、表壳等零部件组装成钟表，其目的是：_____

_____

_____。



2. 经营管理系统通过优化和配置企业的人力资源和物力资源而形成，其目的是：_____

_____

_____。



讨论

1999 年，我国开始全面着手进行农业生产结构调整。几年来，各地在农业结构调整方面初见成效。

2001 年与 1998 年相比，全国共调减粮田面积 1.3 亿亩，增加经济作物和饲料作物面积9 000多万亩，经济作物和饲料作物种植面积占农作物总播种面积的比重达到 30.6%，增加了 3.7 个百分点。种植业开始形成粮食作物、经济作物和饲料作物协调发展的基本格局，尤其是蔬菜、水果、花卉等发展迅速，成为农民收入新的增长点。

请结合以上材料分析：作为一个系统，我国农业生产结构调整的目的是什么，是通过哪些途径进行农业生产结构调整的？

微信公众号：电子课本大全

动 态 性

“太阳每天都是新的”，这说明任何事物都是不断变化的。任何系统都是一个动态的系统，处在运动变化和发展之中。例如，任何一个机械传动系统的零件之间都会有磨损，为了保持系统的性能，必须定期给零件添加润滑剂或更换零件。又如，防空作战中，敌机起飞时刻、飞行航线均不可知，为应对这种情况，雷达天线二十四小时转动以搜索目标，使火炮系统在工作过程中，能随时机动灵活地监测敌机路线的变化。

运用系统的动态观点，有助于使我们不仅看到系统的现状，而且看到系统的变化和发展，从而预测系统的将来，掌握系统的发展规律。



1. 我们都有过生病、看病的经历，生病和看病的过程体现了系统的动态性。医生根据病人的症状确诊病症，对症下药，进行治疗。当病人的病症一时难以确定时，医生就要动态地跟踪病人病情的发展，预测并及时判断病因，进行治疗。



请列举生活中类似的事例，说明运用系统的动态性观点，掌握事物的发展规律取得成效的经验。

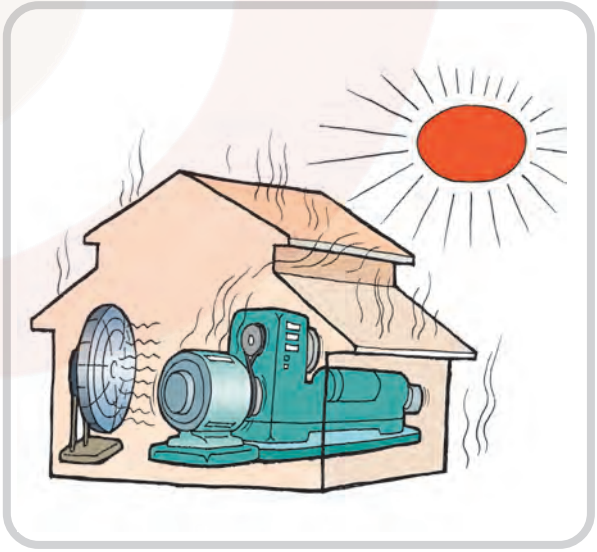
2. 台式计算机的CPU上安装的小风扇为什么有时转得快，有时转得慢？

3. 你认为有没有不具有动态性的系统，为什么？

环境适应性

一个系统与其所处的环境之间通常都有物质、能量和信息的交换，外界环境的变化会引起系统特性的改变，并相应地引起系统功能和系统内各部分相互关系的变化。系统只有具有对环境的适应能力，才能保持和恢复系统原有的特性。

例如，工厂里的机器运行时散发出大量的热量，在炎热的夏天就需要对机器的局部设施采用风冷、水冷、油冷等措施，以保持其良好的工作状态。又如，在寒冷的冬天，拖拉机的发动机常常因低温启动不好，需要对它进行加热、保暖，以适应外界天气。



微信公众号：电子课本大全

马上行动

1. 谈谈“春捂秋冻”的道理。

2. 家用电冰箱为什么不能紧贴着墙放置，而应该与墙保持一定的间距？

3. 飞机在空中飞行时，时常受到大气对流的影响而产生颠簸，当飞机的检测装置接收到这一信号后，经过控制器的调节，能在很短的时间内调整好飞行状态，克服大气对流对飞机飞行的影响，保持平稳飞行。





工程技术中，这类通过系统的调节以适应外界环境变化的事例很多，请列举几例，填入下表。

事　例	外界环境的变化	系统通过调节，适应环境的变化

系统必须适应外部环境的变化。只有能够适应外部环境的变化并保持最优适应状态的系统，才能发挥自身作用，实现可持续的发展，否则是没有生命力的。

讨论

任何企业都需要经常了解同类企业的经营动向、行业发展状态以及市场需求等环境的变化，并在此基础上研究本企业的经营策略，进行新技术开发，以适应环境的变化，从而实现自下而上的发展。

请列举根据市场需求进行新技术开发，使企业发挥更大效益的实例，并加以说明。

微信公众号：电子课本大全

阅读

阿斯旺水坝

埃及20世纪70年代建造的阿斯旺水坝，虽然有效地解决了尼罗河洪水泛滥问题和电力供应问题，但设计水坝时对环境因素分析不够，没有考虑对自然生态平衡的影响并采取相应措施，从而引起了一系列严重的问题，如大量泥沙和有机质沉积于水库底，使尼罗河下游缺乏肥源，土质盐碱化加快，发生周期性干旱，影响了农业生产，东部的食物链受到破坏，渔业减产，同时河水污染使附近居民的健康受到影响等。

智能运输系统

智能运输系统能改善道路上的交通拥挤和堵塞问题，提高行车的安全性和畅通性。智能运输系统由智能化公路和智能化汽车组成。

智能化公路是在沿途装有传感器网络的公路，这个网络能采集在各个区间内行驶车辆的流量和路面状况的信息，并将这些信息传送给来往的车辆。

智能化汽车能自动接收智能化公路传来的信息，能时刻了解到前方哪个区间被堵塞了，哪段路面有冰雪封路，哪里出现险情……

智能化汽车能自动调整车速和车距，选择最佳的行车路线，进行自动驾驶等。例如，司机只要给出发车地点和行车终点，导航系统就能根据公路上的行车状况给出最佳行车路线。

练　习

1. “木桶理论”认为，木桶的盛水量取决于最短的那一块木板的长度。请用系统的观点解释。



2. 做一次家务劳动——和面、包水饺。取干面粉若干，自来水适量，将水逐量加入到干面粉中，直至面团的软硬适中。初次操作的同学，可能会出现面粉多了加水，水多了加面粉的现象，以至于和的面团越来越大。分析这一现象，并试着尽快和出适当的面团。

3. 在读初二的时候，周洪自己组装了一台电脑，当时的配置是C300/64M/10G/24X/1.44M/CRT14英寸，可现在使用起来，明显感到配置低了。为了提高运行速度，周洪准备用爸爸给的2 000元钱为这台电脑进行硬件升级，他想到了以下三种方案：

微信公众号：电子课本大全

（1）用 1 500 元将 CPU 升级，用 500 元将硬盘升级。
（2）将 2 000 元分别用在升级 CPU、主板、硬盘及增加内存上。
（3）用 1 500 元将 CPU 升级，用 500 元将显示器升级。
请分析哪种方案更为合适，说明你的评价的标准是什么，是否还有更好的升级方案。



4. 有人认为“系统思想是进行分析与综合的辩证思维工具，它在辩证唯物主义那里取得了哲学的表达式……”请用具体事例说明系统思想与辩证唯物主义哲学之间的关系。

微信公众号：电子课本大全

二 系统的分析

1. 系统分析及其一般步骤
2. 系统的优化

学习目标

1. 初步掌握系统分析的基本方法。
2. 理解系统优化的意义，能结合实例分析影响系统优化的因素。

1 系统分析及其一般步骤

什么是系统分析

每个人都会面临选择、面临决策。决策方法有经验决策和科学决策，经验决策是人们惯用的方法，有时可能会导致失误；科学决策则可以最大限度地减少失误。系统分析就是一种科学决策的方法。

例如，在人口规模很小的县城，道路状况简单，公共交通线路的决策也简单，设计者凭借经验，可以完成公交线路的设计。在上百万人口规模的大城市，道路状况复杂，市民对交通的需求趋于多样化，这时若仅凭经验规划公交线路，容易顾此失彼，出现失误。如果把大城市的公共交通看做一个系统，综合考察全市的道路状况、人口密度的分布、不同区域的居民对公共交通的要求等，运用科学的方法进行综合分析和研究，就能找出城市公交线路规划设计的最佳方案。

这种为了发挥系统的功能，实现系统的目标，运用科学的方法对系统加以周详的考察、分析、比较、试验，并在此基础上拟订一套有效的处理步骤和程序，或对原有的系统提出改进方案的过程，就是系统分析。系统分析的显著特点是完整地而不是零星地处理问题，考虑各种主要变化因素及其相互的影响，全面地思考和解决问题。

借助于系统分析，可以正确地提出整体目标，恰当地选择方案，科学地确定行动的方略。



微信公众号：电子课本大全

案例分析

汉字激光照排系统

20世纪70年代中期，“汉字精密照排系统”被列入国家汉字信息处理项目。当时，日本流行的是光学机械式二代照排机，欧美流行的是阴极射线管式三代照排机，英国正在研制激光照排四代机，但还没有形成商品。而国内从事汉字照排系统研究的单位，采用二代机或三代机的模拟存储方法，但由于与西文相比，汉字字形的信息量庞大，难以解决存储和输出等技术难题。



汉字照排系统的研制何去何从？1976年，王选教授做出了一个大胆的决策：采取跨越式发展的技术路线，跨过第二代和第三代照排系统，直接研制第四代激光照排系统。

当时的汉字照排有三种方案可以选择。光学机械式二代照排机采用的是机械方式选字，体积大，功能差；阴极射线管式三代照排机对底片灵敏度要求很高，国产底片不容易过关；激光照排四代机，国际上正在研制之中。如果选择前两种方案，技术难度小，容易实现；如果选择激光照排方案，技术难度虽大，但无疑将引起我国报业、出版印刷业等媒体传播领域一场深刻的革命。

激光照排在技术上至少需要解决两大难题：一是汉字字形信息量大，要解决字形信息量压缩问题；二是汉字字形信息压缩后存入计算机，需要将其快速还原和输出。王选使用“轮廓描述方法”描述汉字字形，使字形信息量压缩为原来的1/500，达到当时世界最高水平；同时提出了适合硬件实现、失真最小的高速还原汉字字形算法，使还原速度达到每秒250字；后又设计出一种加速字形复原的超大规模专用芯片，使复原速度上升到每秒710字，达到当时世界上汉字输出的最快速度。

汉字激光照排使汉字印刷告别了“铅与火”的历史。如果没有王选，我们的汉字印刷业将会落后很多年。事实证明，当时的方案决策是正确的。

思考

在汉字照排方案的决策中，系统的整体目标是什么？你认为王选进行决策的依据主要有哪些？

系统分析的一般步骤

系统分析的出发点是为了发挥系统的整体功能，目的是寻求解决问题的最佳决策，而生产和生活中的一些问题，往往存在着许多相互关联的因素和一些不确定的因素，所以最佳决策只是在若干方案中寻求的相对令人满意的方案。

微信公众号：电子课本大全

系统分析的一般步骤可以描述为：

明确问题，设立目标
明确所分析的系统及其结构，确定所要研究问题的性质和范围，提出所要达到的目标，明确约束条件

收集资料，制定方案
收集相关资料，制定解决问题的各种备选方案，预计可能产生的各种结果

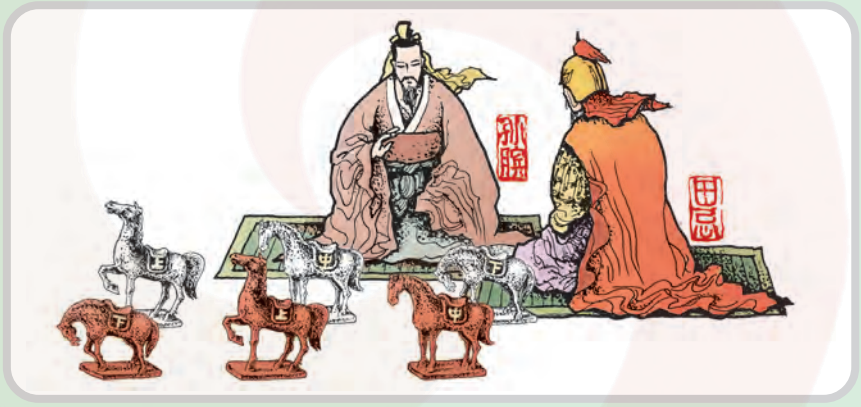
分析计算，评价比较
对资料和数据做必要计算，进行各子系统的分析，再进行系统的整体分析，将各种方案进行评价对比，选择最佳方案

检验核实，作出决策
如果对方案不够满意，还可按上述程序反复进行，直到获得满意的方案为止

案例分析

田 忌 赛 马

战国时代，齐王常与他的大将田忌赛马，双方约定每场各出一匹马，分三场进行比赛。齐王的马有上、中、下三等，田忌的马也有上、中、下三等，但每一等都比不上齐王同等的马，于是田忌屡赛屡败。一日，田忌的宾客、对军事颇有研究的孙膑给田忌出了一个主意，结果田忌以二比一赢了齐王。



思考

1. 田忌与齐王的三局赛马可以有哪几种方案？
2. 孙膑所出的主意，为什么能使田忌赢了齐王？

系统分析的主要原则

运用系统分析的方法处理具体问题时要遵循整体性原则、科学性原则、综合性原则三个主要原则。

微信公众号：电子课本大全

整体性原则

系统分析首先要着眼于系统整体，要先分析整体，再分析部分；先看全局，后看局部；先看全过程，再看某一个阶段；先看长远，再看当前。

在实际生活中，常遇到对系统中各个局部考虑得很仔细，却忽略或较少考虑全局的事例，这样就很难得到良好的效果。

案例分析

丁谓修复皇宫

北宋真宗年间，皇城失火，宫殿烧毁，大臣丁谓主持了皇宫修复工程。他采用了这样一套施工方案：先在需要重建的通衢大道上就近取土烧砖，在取土后的深沟中引入汴水，形成人工河，再由此水路运输建筑材料，从而加快了工程进度。在皇宫修复后，又将碎砖废土填入沟中，重修通衢大道。

丁谓在皇宫修复工程的建设施工中，运用了整体的解决方案，使烧砖、运输建筑材料和处理废墟三项繁重的工程任务协调起来，在总体上得到了最佳解决，一举三得，节省了大量劳力、费用和时间。

丁谓所采用的方案为什么能一举三得？

马上行动

赵明同学家所在街道的人行道路在一年内进行了三次施工，分别是电信部门铺设通讯线路、煤气公司预埋煤气管道、市政部门维修下水管道，结果重复施工，造成了人力和财力资源的浪费，同时也给市民带来了不便。

请分析这一事件的问题所在，你认为怎样处理更为合理？

科学性原则

系统分析一方面要有严格的工作步骤，另一方面应尽可能地运用科学方法和数学工具进行定量分析，使决策的过程和结果更具说服力。例如，在比较种稻是一年三季合算还是一年两季合算时，有人就提出“三三进九不如二五一十”，这就是最简单而且也是最实用的定量分析。当然，在处理复杂系统的分析与优化问题时，往往需要使用比较复杂的数学工具。

阅读

优　选　法

优选法是快速寻找最佳方案的科学方法。具体的优选法有很多，如黄金分割法、分数法、对分法等，这里只介绍黄金分割法。黄金分割法也称0.618法，它是优选法的一种。以技术试验为例，先把整个试验范围看做1，然后在整个试验范围的0.618处选点

微信公众号：电子课本大全

做第一次试验，再在这个点的对称点也就是倒过来的0.618处选点做第二次试验，比较两次试验的结果，去掉效果差的那个点以外的试验范围部分；再在余下的范围内继续采用这种方法，再比较试验结果，这样逐渐缩小试验范围，迅速找到试验目标。例如，要在某种合金钢中加入某元素以提高它的强度，假设试验范围是每吨加入量为 1 000～2 000 g，那么究竟应加入多少？若用一般试验方法，每隔 5 g 试验一次需要做 200 次，每隔 10 g 试验一次需要做 100 次。若用 0.618 法，只需做 11 次，就可以找到最佳加入量了。

综合性原则

系统分析总是为实现系统目标服务的。当系统存在若干个目标时，应将目标排出优先次序，首先选取最优先的目标，然后尽可能在不损害第一个目标的前提下完成下一个目标。这就需要综合分析，统筹兼顾，不可顾此失彼，因小失大。例如，工业生产既要求产量大，又要求质量好、成本低，如果片面强调一方面就会产生偏差；城市公交系统既要强化公共交通的安全，又要缩短车辆行驶的时间，实现社会效益和经济效益双丰收。

系统分析还需要考虑设计方案出台所带来的后果。有的工厂在生产产品的同时，也向周围环境排放出“三废”，造成污染；毁林开荒虽然能收获农产品，但造成水土流失，贻害很大。

某些情况下，综合若干方案的优点，会取得意外效果。现代医学采用中西医结合的方法攻克了许多疑难杂症；农业为了保水，可以配合地面水库、地下水库、土壤水库、绿色水库（山区造林种草，每亩地可蓄水 20 m^3）等不同的方案综合进行。

案例分析

孝襄高速公路

湖北省的孝襄高速公路总投资额达72亿元人民币，是“十五”期间该省投资规模最大、建设里程最长的一条高速公路。按照设计方案，孝襄高速公路要穿越占地面积达19 km^2的“洛阳银杏保护区”，2万多棵树龄在百年以上的古银杏树将面临毁灭性的破坏。银杏树的成长周期特别长，移栽成活率极低，一旦被毁损，势必破坏当地的生物多样性。如果更改最初的设计方案，绕避保护区 1.4 km，工程指挥部就要为此增加投资 4 200 万元。

根据以上内容，你认为孝襄高速公路的设计应该综合考虑哪些目标？





微信公众号：电子课本大全

2 系统的优化

我们做任何事情都希望达到最优的效果。如希望以最小的成本获取最大的利润，以最短的工期完成更多的工程量，以最少的能耗生产更多的产品，在单位面积上尽可能提高农业产量等。

案例分析

农作物种植系统的优化——农业间作套种

目标：实现增产、增收，提高土地利用率。

条件：农作物的生长特性、天气、气候等。

手段：利用农作物生长的季节差、时间差，把相同或不同类的农作物套种在一起，有“麦、棉、瓜”，“麦、棉、菜”，“麦、瓜、棉、玉米”等多种套种模式供选择。

某地区因地制宜地选择了“麦、棉、瓜、红薯”的套种模式，在正常天气条件下，按照套种的技术要求操作，夏季可收小麦（350～400）千克/亩，红薯2 500千克/亩，无籽西瓜5 000千克/亩，秋季产籽棉225千克/亩，平均每亩收入超过3 000元，比原先提高了近五成。

你认为在你所在地区，可采取哪些提高农作物产量的措施？

系统的优化是指在给定的条件（或约束条件）下，根据系统的优化目标，采取一定的手段和方法，使系统的目标值达到最大化（或最小化）。不同的目标对应着不同的优化结果。

在上例中，优化的目标是增产增收和提高土地利用率，这一目标与土地的单位面积农作物收益总和之间的关系就称为目标函数；农作物的生长特性、天气、气候等因素对作物套种起着限制作用，并且是不能人为调节的，称为约束条件；套种的技术水平、套种的田间管理、病虫害防治等对套种的产量产值有直接影响，这些是增产增收的影响因素。

影响系统优化的因素是指对系统的目标函数产生显著影响，并且可以人为调节的因素。

案例分析

利 润 问 题

某家具厂要安排一周的生产计划，产品是桌子和椅子。制作一张桌子需4 m^2木板及20小时的工时，制作一只椅子需6 m^2木板及18小时的工时；每周能拥有的木材板料是600 m^2，可利用的工时是400小时；每张桌子的利润是50元，每只椅子的利润是60元。按合同每周至少要交付8张桌子和5只椅子，并假定所有产品都能够销售出去。那么，该厂每周生产桌子和椅子的数量分别为多少时，获得的利润最大？



微信公众号：电子课本大全

在本问题中，优化的目标是家具销售获得最大利润（S_{max}），约束条件是材料和劳力的限制及应遵守的合同。

设 x_1 为每周生产桌子数，x_2 为每周生产椅子数，则

$$S_{max} = 50x_1 + 60x_2 \quad ①$$

$$\text{约束条件：}\begin{cases} 4x_1 + 6x_2 \leqslant 600 \text{（材料）} & ② \\ 20x_1 + 18x_2 \leqslant 400 \text{（工时）} & ③ \\ x_1 \geqslant 8,\ x_2 \geqslant 5 & ④ \end{cases}$$

其中，①式是目标函数，②③④式是约束条件，x_1、x_2 是决策变量，也就是影响优化的因素。

要求出一组 x_1、x_2，使得①式的 S_{max} 最大，并且满足②③④式。

求解过程略。

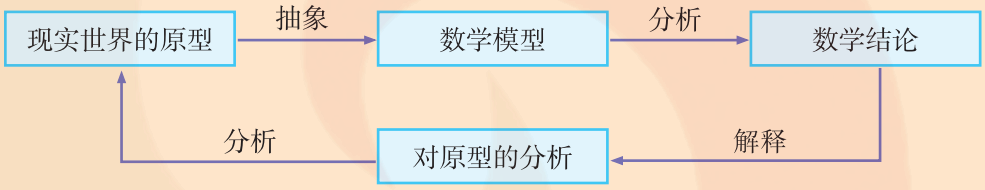
阅读

数 学 模 型

用数学公式、图表等描述客观事物的特征模型，称为数学模型。数学模型是系统分析中经常用到的一种工具，人们将现实世界中的原型抽象概括成数学语言，运用已有的数学方法分析求解，得出结论。

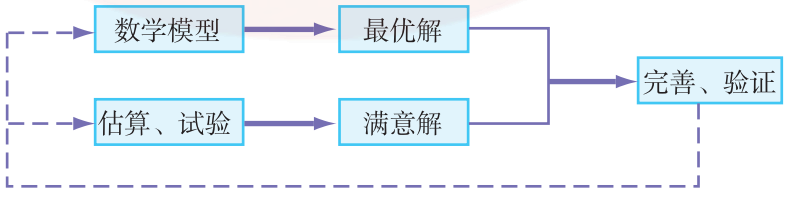
数学模型突出事物的主要因素，舍弃事物的次要因素，便于抓住事物的本质进行分析研究。

现实世界的事物与数学模型的关系可以表示为：



通常，我们通过优化的目标与决策变量之间的关系（数学模型，如上例中的①～④式）计算出目标值，所得到的就是最优解。对有些问题，如果我们不能确切地描述目标函数，则可以通过定性的估计或推断，得到较为满意的解（也称满意解）。

为使系统达到最优的目标而提出的求解方法称为最优化方法。系统优化的方法是多样的，有的运用数学模型求解，有的通过科学的估算、试验等方法实现。但无论运用怎样的优化方法，都需要经过若干次完善和验证，才能得出最优解或满意解。



微信公众号：电子课本大全

案例分析

装修施工的组织优化

某校要对三幢新建的教学楼A、B、C进行装修，假设每一幢教学楼装修均依次分为水电安装、木工和油漆三个施工过程，分别由相应的专业装修队依次完成，每个装修队在每幢楼的施工时间均为3周，如何组织装修，才能使装修工期和资源利用最为合理？

分析：

根据装修的施工流程、资源利用、空间等要求进行分析，可以得到依次施工和平行施工两种施工方案。



教学楼	装修过程	装修周数	装修进度（周）									装修进度（周）			装修进度（周）
			3	6	9	12	15	18	21	24	27	3	6	9	
A	水电	3	—									—			
	木工	3		—									—		
	油漆	3			—									—	
B	水电	3				—						—			
	木工	3					—						—		
	油漆	3						—						—	
C	水电	3							—			—			
	木工	3								—			—		
	油漆	3									—			—	
组织方式			依次施工									平行施工			
工期（周）			27									9			

依次施工的特点：

（1）工期长；

（2）需要水电、木工和油漆各一个装修队工作；

（3）单位时间内投入的施工设备、材料较少；

（4）装修现场的管理较简单。

平行施工的特点：

（1）工期短；

（2）需要水电、木工和油漆各三个装修队同时工作；

（3）单位时间内投入的施工设备、材料成倍增加；

（4）装修现场的管理较复杂。

微信公众号：电子课本大全

思考

1. 在依次施工和平行施工方式的基础上，是否有其他施工方式？如果有，请完成上表的填写，并分析这种施工方式的特点。

（1）工期_____；

（2）需要水电、木工和油漆各_____个装修队同时工作；

（3）相对于平行施工的方式，这种方式在施工时间内投入的人力、施工设备、材料_____。

2. 综合以上施工组织方式的特点，你认为采用哪种方式，装修工期和资源利用最为合理？

3. 在这一优化的案例中，影响优化的主要因素有哪些？

阅读

系 统 工 程

系统工程（systems engineering）是指在系统思想的指导下，综合应用自然科学和社会科学中有关的先进思想、理论、方法和工具，对系统的结构、功能、要素、信息和反馈等进行分析、处理，解决实际问题，以达到最优规划、最优设计、最优管理和最优控制的目的。

系统工程的研究对象主要是复杂的大系统。早期主要用于工程设计和武器运用，如美国阿波罗（Apollo）工程。经半个多世纪的开发，系统工程已在极为广泛的领域获得应用，诸如工程、社会经济、军事、农业、企业、区域规划、人才开发等领域。

系统工程在处理问题时的工作步骤和程序是怎样的呢？美国系统工程专家霍尔（A. D. Hall）于1969年提出了一种系统工程方法论——霍尔三维结构。霍尔三维结构是指在运用系统工程时从三个侧面来考虑问题的方法。第一个侧面叫逻辑维，第二个侧面叫时间维，第三个侧面叫知识维，形成逻辑维、时间维和知识维所组成的三维空间结构。逻辑维是指对一项系统工程，运用系统思想和方法分析解决问题所经历的逻辑思考过程，包括明确问题、确定目标、系统综合、系统分析、优化、决策、实施七个逻辑步骤。时间维表示一项系统工程需要的工作阶段、工作流程，包括规划、拟订方案、研制、生产、安装、运行、更新七个时间阶段。如果说逻辑维是思考问题的步骤，那么时间维就是实际解决问题的步骤。知识维是指运用系统工程方法时需要综合运用的各种知识和技能，包括工程、医学、建筑、商业、法律、管理、社会科学、艺术等。

链接

《系统工程与分析》（英文影印版），Benjiamin S. Blanchuro，Wolter J. Fabrycky，清华大学出版社，2002年版。

微信公众号：电子课本大全

练　习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 某中学设有两个学生食堂，正常情况下每个食堂能容纳的就餐人数是500人。近两年，随着学校办学规模的扩大，就餐人数随之增加，每个食堂就餐人数达到670人左右，每到中午就餐时间，学生们排着长队等待就餐。

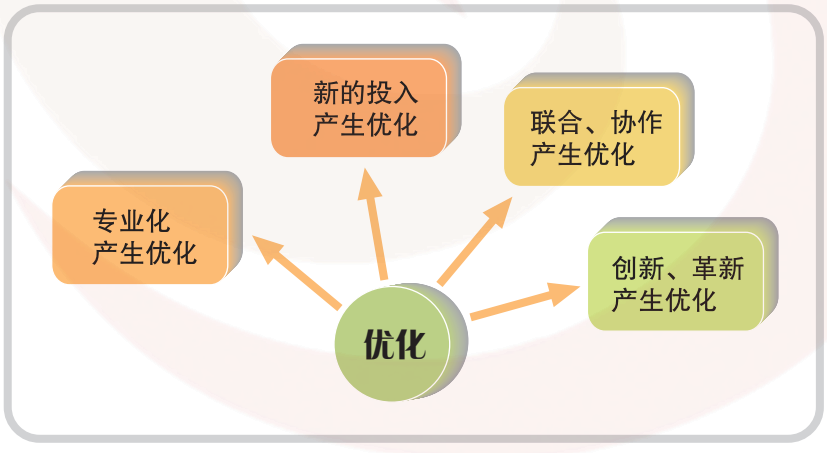
如何减少学生就餐的排队时间？请提出解决这一问题的几种途径，并选择一种最经济、最有效可行、最容易实现的办法，运用系统分析方法，分步骤说明你分析思考的过程。

2. 阅读以下材料，分析两个地区发展农业生产决策上的差异所在。

A地区有山有水有湖泊，就是耕地面积少。20世纪50年代以来，他们的做法是毁林开荒，开湖放水，围湖造田，并在湖水的源头兴建水库，扩大水浇地面积，一时间，粮食生产上去了，但却带来了一系列灾难：由于毁林开荒，乱砍滥伐，造成水土流失严重，每年有大量的泥沙流入湖中；由于围湖造田，开湖放水，使得湖面缩小、湖水减少，而这些变化又引起这个地区气候恶化，近30年发生了三次大旱灾，每次都造成大批庄稼旱死、粮食大幅减产。近些年，这一地区才又开始退耕还田，保湖蓄水。

B地区农村的人均耕地也比较少，他们通过调整农业结构，开发低丘缓坡，在那里建立各种经济林基地，如在山坡上种植青枣、板栗等，有的还实行林粮间作，使荒山野岭变成了绿色园林。这样不仅农业生产上去了，而且还绿化了山区、改善了环境。

3. 在我们的生活中，人们常常需要对很多技术产品不断优化改进，以满足不同人群的需要。例如，自行车从传统自行车发展到双人车、三人车、残疾人用车、儿童车，以及加重自行车、运动员用的赛车等；空调器由普通的定频空调发展到节能、制冷快的变频空调等。有人把生产系统的优化用下图来表示：



请根据自己的生活经验，说说对上图的理解。

微信公众号：电子课本大全

三 系统的设计

1. 系统的设计
2. 简单系统的设计的实现

学习目标

1. 通过简单系统的设计案例的分析，初步学会简单系统设计的基本方法。
2. 确定一个生活或生产中的简单对象，根据设计要求完成系统的方案设计。

1 系统的设计

在日常生活和生产实践中，我们经常需要对各种各样的系统进行一定的设计。例如，某连锁店的货物配送的设计，某单位远程视频会议系统的设计，企业资产的管理设计，以及生活中遇到的室内装修设计、假期旅游行程的设计、个人形象的设计等。无论是简单系统的设计，还是复杂系统的设计，都要对需设计的系统进行调查分析、筹划研究、评价实施、运行改善等，直到完成一个能协调工作的实际系统，这一过程就是系统设计。

系统设计是在系统分析的基础上，设计出满足预定目标的系统的过程。它既包含了对某个系统进行技术设计本身的内容，同时又需要运用系统的思想和方法对其设计过程进行分析、设计。

系统设计应考虑的主要问题

系统设计的目的与要求

系统设计要从整体出发，以系统整体功能的最优为目的。

不同行业的系统设计有着不同的技术要求。例如，设计一个远程视频会议系统需要网络和多媒体技术的支持，进行人物形象设计需要一定的审美能力和化装技巧等。

系统各部分之间的相互联系与相互作用

系统设计要运用系统的思想综合考虑各部分之间的关联、冲突问题，注重各部分的横向、纵向联系。依据系统的动态性、环境适应性，既要考虑当前，也要考虑长远。

系统设计方案的优化

首先从系统整体考虑优化，统筹兼顾，再在此基础上完善各部分的设计。

马上行动

为坐落在山里的村庄策划一个筑路工程设计方案，需要筹划：资金分配、人员调配、地质勘探、路向选择、材料购置、施工进度等。

从系统设计的思路出发，怎样理顺这些关系？

微信公众号：电子课本大全

系统设计的一般步骤

系统设计的步骤包括：根据系统设计的目标，将系统分解为若干子系统，确定各子系统的目标、功能及其相互关系，对子系统进行技术设计和评价，对系统进行总体技术设计和评价等。

在实际的系统设计中，其步骤不是千篇一律的，对于较简单的系统设计，设计的步骤就少一些。

2 简单系统的设计的实现

系统设计多用于比较复杂的社会系统工程、经济系统工程、规划系统工程、生态系统工程、能源系统工程、交通运输系统工程、农业系统工程、工业及企业系统工程、军事系统工程等方面。为了方便理解系统设计的方法和过程，现通过以下简单的设计项目来说明如何进行简单系统的设计。

案例分析

手电筒照明供电部分的设计

最近，王丹家的楼梯灯坏了，她每晚从学校回来，走在黑洞洞的楼梯里，什么都看不见。为此，她想用学过的知识，设计并制作一只简易的手电筒。下面是她的设计过程。

设计要求：

可照明的手电筒，携带方便，使用安全。

设计分析：

1.可把手电筒照明供电部分分为照明和供电两个子系统。照明子系统的要素是灯泡、导线，供电子系统的要素是电源和开关。

2. 手电筒的功能取决于它的各个组成要素，电源通过导线的连接驱动灯泡发光，这些要素缺少任何一个，手电筒都不能正常工作。

3. 选择合适的元器件，使它们相互匹配，并能达到设计要求。



自发电手电筒

设计方案：

方案 A

（1）设计一个简单的电路，画出电路图。

（2）根据电路图，选择元器件，如灯泡、干电池、导线等，并搭接电路。

（3）通过控制开关，使灯泡发光。

方案 B

选择元器件为发光二极管及干电池、金属筒等，其他步骤参照方案 A。

方案 C

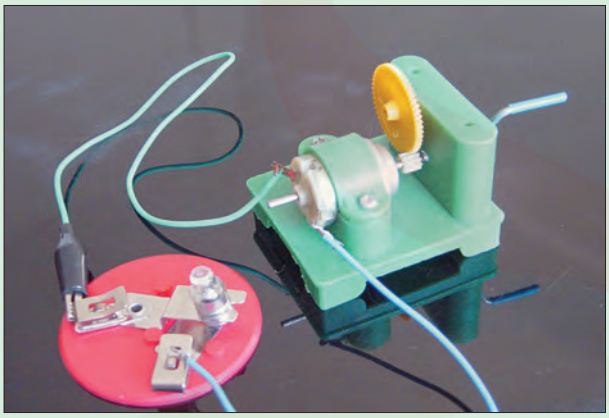
设计一个自发电手电筒。

微信公众号：电子课本大全

采用发电机代替干电池进行供电。手电筒系统由以下几部分组成：

手柄 → 齿轮组 → 发电机 → 小电珠

用手摇动手柄，使齿轮的转速加快，带动一个由电磁铁和线圈组成的发电机旋转，线圈在磁场中转动时将机械能转化为电能，输出电流，使小电珠发光。



自发电手电筒的连接图

方案制作：

方案 C 不需要使用干电池，所以对环境不产生污染。王丹同学决定采用方案 C 制作一只手电筒。

王丹利用发电机与电动机工作过程相反的原理，大胆地提出设想：当给玩具电动机输入动力使它旋转时，电动机中的线圈在磁场中切割磁感线，能不能输出电流呢？为此，她设计并动手做了一个简单的小试验。

【试验目的】测试玩具电动机能否改装为发电机。

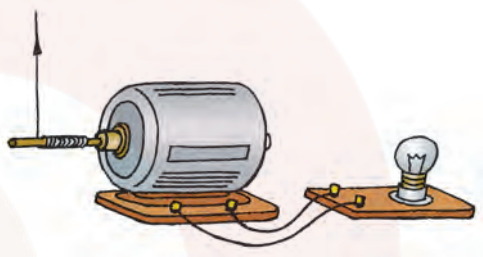
【试验准备】玩具电动机，小电珠，粗棉线。

【试验过程】

（1）在电动机相应的接口上连接一个小电珠。

（2）在电动机的转轴上绕十几圈棉线。

（3）用力快速抽动棉线，使电动机的转子迅速转动，观察小电珠是否发光，如图所示。



电动机发电试验示意图

【试验总结】

当外力使电动机转子迅速旋转时，转子线圈中产生感应电流，小电珠发光。由此可见，玩具电动机经改装后可以发电。

试验获得成功后，王丹同学开始动手制作“自发电手电筒”。为了使小电珠持续发光，她用带手摇柄的齿轮箱代替用手抽动棉线。当摇动手柄时，经齿轮箱变速后，带动玩具电动机转子高速转动，从而使小电珠能够持续发光。

由手柄、传动装置、发电机、小电珠组成的照明系统——一只能发光、可携带、无须电池的手电筒就制作成功了。

思考

1. 王丹同学在设计和制作时可能会遇到哪些问题？如何解决？
2. 你能想出其他的设计方案，或对上述三个设计方案中的一个进行改进吗？

微信公众号：电子课本大全

案例分析

室内住宅电气系统的设计

在家庭装潢过程中，人们容易忽视住宅的室内电气线路的设计，从而导致装潢完成以后才发现有设计不合理之处，或住户对各条线路的走向、连接一无所知，出了故障也无法查出问题所在，无法检修。所以进行住宅室内电气线路的整体设计很重要。

杨辉是一名律师，最近买了一套面积为 135.6 m^2 的三室二厅的新房，即将进行装修。他要对室内电气线路进行系统设计。

设计要求：

1. 用电负荷：照明用电负荷800 W，娱乐用电（包括电视机、音响、电脑等）负荷约 1 500 W，厨房用电（包括电饭煲、电冰箱、电热水器等）负荷约4 500 W，卫生间用电（洗衣机、排气扇等）负荷约 1 300 W，空调用电负荷约 3 000 W。



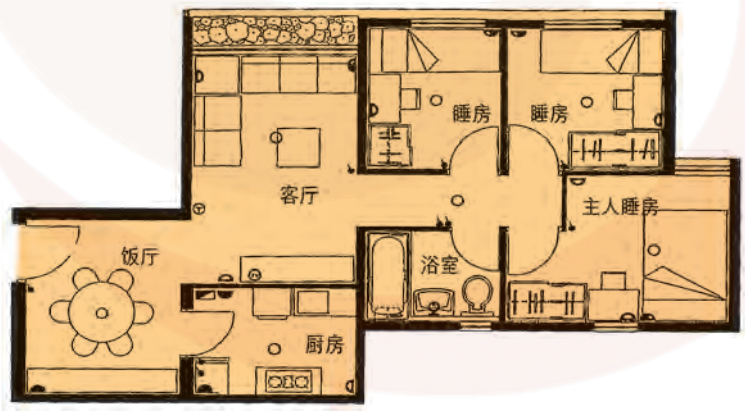
2. 照明和各种家用电器使用安全、方便，相互之间影响小，便于维修。

设计分析：

1. 设计的目标是方便住户使用，满足住户的舒适和审美要求，便于日后维修，遵守《民用建筑照明设计规范》，确保室内电气线路的安全。

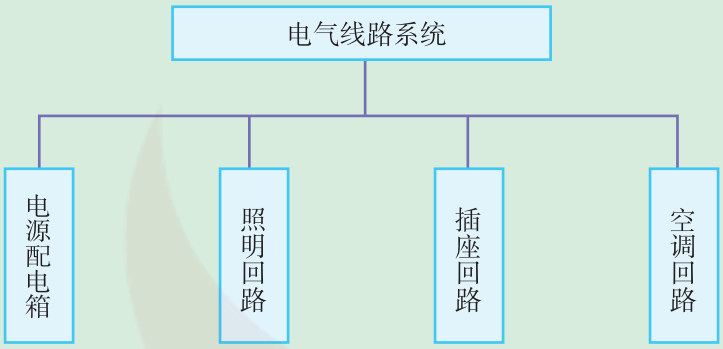
2. 户内配电系统由电源配电箱和若干个回路组成，它们构成了室内电气线路系统的子系统。

3. 当某一回路发生故障时，不影响其他回路的正常工作，如因电饭煲使用不当发生短路时，不至于影响室内照明回路的工作。



室内平面图

微信公众号：电子课本大全



设计方案：

1. 电源配电箱。

电源通过住宅的专用配电箱再进入室内房间。配电箱中应有短路、过载和漏电保护，具有过负载、过电压和漏电保护功能。在设计布线之前，先要根据住户提供的用电情况预测用电负荷，杨辉家用电负荷最大值约为11.1 kW，实际用电负荷应根据行业规范乘以一定的系数求得。

2. 回路设计。

户内配电系统采用多回路形式，本例设计了照明回路、一般插座回路和空调回路。若住户有特别需要，回路的设计还可采取其他方法，如每个房间设为独立的照明回路，厨房、淋浴室设为独立回路等。

（1）导线与电器设备选择。

导线的选择主要是确定导线的型号和规格，原则是既能保证配电的质量与安全，又能节省材料，做到既经济又合理。电器设备是指电源配电箱、电表、控制开关、漏电保护开关及电源插座等，应根据住宅的负荷情况、安装要求、使用环境、设备的工作电压和工作电流等合理选择电器设备的型号和规格。

（2）线路布置。

照明线路的布置通常可以从两个方面考虑，一是具有使用价值，保证房间里光线充足明亮，每个房间通常应合理安排一个主光源；二是体现一定的个性，合理设计、精心挑选风格独特的灯饰，以映衬家庭装饰的风格。

智能程度较高的住宅电气线路设计中还包括预埋电话线、有线电视信号线、视频线、网络线等，有的还包括消防系统的设计等。

在形成了住宅的电气线路设计方案后，绘制出线路走向位置尺寸图和线路布线图，编写《电气线路设计说明书》，并向住户反馈设计方案，根据住户的意见进行修正。

方案实施：

导线的敷设应根据电气设计的规定进行施工，隐蔽的电气线路还要在住户验收合格后才可走线。

电气线路工程完工后，由住户根据电气设计的安全性、功能性、舒适性和维修方便等方面进行验收评价或改进。

微信公众号：电子课本大全

练　习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

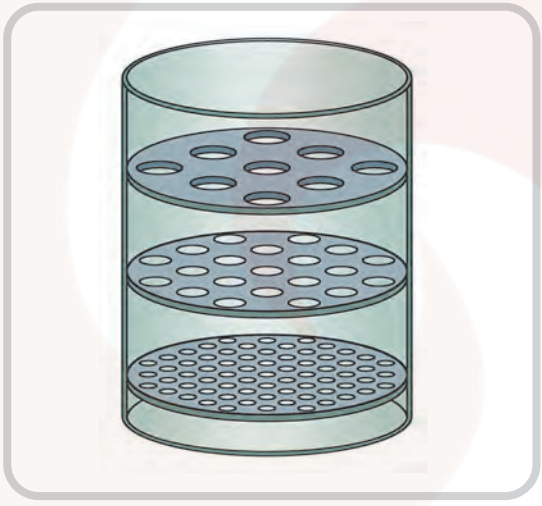
1. 请对你在上一节练习第 1 题中所提出的若干方案进行分析，并填写下表。

评价项目	方案 1：	方案 2：	方案 3：
成本投入状况			
实施的速度			
管理的可行性			
技术的先进性			
技术实现的可行性			
可能产生的负效应			
整体效果			

2. 可调孔径的分选装置的改进设计。

在许多行业，常使用分选设备实现物质的分类或筛选，并有自动分选和手工分选之分。下图是一个简单的分选装置，现要进行改进设计。

设计要求：利用周边的材料或废弃物，运用系统的思想设计并制作简易分选机，使筛选孔径的大小可调节。



3. 高架桥或高楼雨水收集利用问题。

设计要求：在高架桥现有排水管道的基础上，增加必要的蓄水管道或设施，使之能够收集雨水、定时排水并浇洒到桥下花坛的植物上，当雨水量过大时，还可通过相应的途径排出。

利用系统设计的思路分析并提出解决问题的方案，有条件的可以进行设计方案的试验。

微信公众号：电子课本大全

本单元小结

系统是由相互联系、相互作用、相互依赖和相互制约的若干要素或部分组成的具有特定功能的有机整体。系统有大有小，有复杂有简单，根据一定的标准可划分为若干子系统。系统的基本特性主要有整体性、相关性、目的性、动态性和环境适应性等。这些特性都体现了一定的思想与方法。

系统分析是指为了发挥系统的功能，实现系统的目标，运用科学的方法对系统加以周详的考察、分析、比较、试验，并在此基础上拟订一套有效的处理步骤和程序，或对原有的系统提出改进方案的过程。系统分析首先应明确所分析的系统及其结构。系统分析应遵循整体性原则、科学性原则和综合性原则。

系统的优化是指在给定的条件（或约束条件）下，根据系统的优化目标，采取一定的手段和方法，使系统的目标值达到最大化（或最小化）。

系统设计是对各种各样的系统进行调查分析、筹划研究、评价实施、运行改善等，直到完成一个能协调工作的实际系统的过程。系统设计要考虑其目的与要求、系统各部分之间的相互联系与相互作用、对系统设计方案进行优化等问题。

综合实践

1. 阅读以下材料：

间 作 套 种

间作套种是根据农作物的生长特性，利用农作物生长的季节差、时间差，发挥边行优势，把相同或不同类的农作物套种在一起。这种种植模式可将有限的土地加宽、拉长，提高土地利用率，实现农业增产、农民增收。但为保证主、副作物的均衡生长，实现稳产、高产，必须依据不同作物生育期的长短、根系分布的深浅、植株的高矮、株型的集散、叶片的宽窄及其适应性的差异等，做到合理有序的安排。有“一麦、两玉米、两土豆”，“麦、棉、瓜”，“麦、棉、菜”，“麦、瓜、棉、玉米”等多种套种模式。可以根据不同地区、不同市场需求选择不同的套种模式。

请根据本地区的实际，走访有经验的农民和科研人员，分析研究某种套种模式，并以增产增收为主要目标，对种植形式和规格、选地整地、育苗管理、防治病虫害和采收等环节进行系统设计。

微信公众号：电子课本大全

2. 阅读以下材料：

智 能 建 筑

智能建筑是指装配有相应的电信基础设施，可以不断地适应经常变化的环境并更为有效地利用资源，使其住户的舒适感和安全程度不断提高的建筑。智能建筑通过自动控制系统，如通风空调系统、火警系统、门禁系统以及光电管理系统等来实现这些优势。以防火为例，一旦发生火灾，火警系统通过与门禁系统的通信令其打开所有的大门，门禁系统在打开大门的同时，通过与通风系统的通信令其隔绝空气，以阻止大火蔓延。

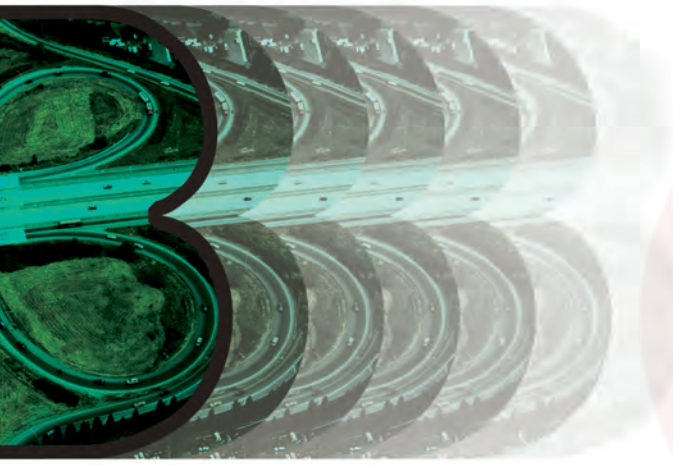
小钱所在单位的办公楼是一座旧式大楼，为了适应现代化办公的需要，决定对大楼进行智能化改造，使其能提供语音通讯、文字处理、电子文件以及情报资料等信息服务。设计时，是分别找电信、有线电视、计算机网络公司等采用单件布线的解决方案，还是需要综合考虑？请你查阅资料，帮小钱的单位设计布线方案，要求具有高效、可靠、易于维修等特点，同时请说明该方案的实施过程。

3. 某农科所争取到 30 万元的资助经费，这对不足 30 人的农科所来说是一笔不小的经济收入。怎样使用这笔钱，有若干种选择。



请根据所学的有关系统与设计的知识，制定几种选择方案，通过适当的方法对各种方案进行分析、比较，然后确定使用方案。

微信公众号：电子课本大全



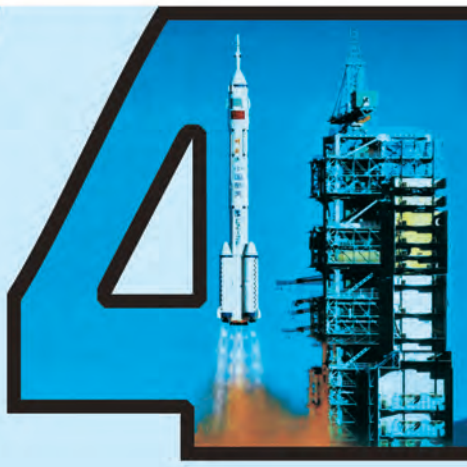
第三单元 学习评价

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	

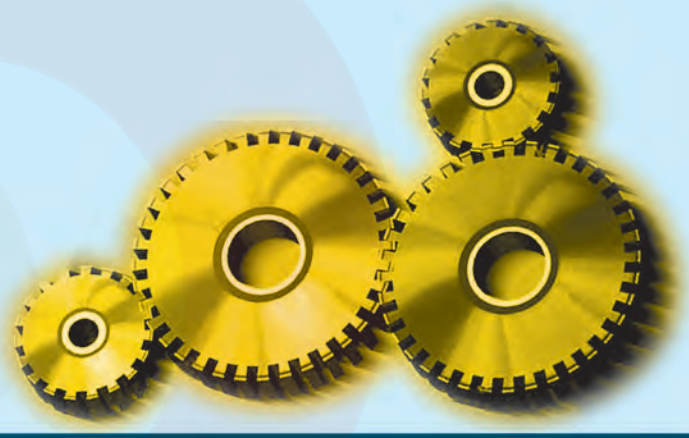
微信公众号：电子课本大全

第四单元　控制与设计

Unit 4　Control Design



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



我国古代有一种靠风力来推动的风磨，当风力强的时候，磨盘就转得快，当风力弱的时候，磨盘就转得慢。那么，怎样才能根据风力的大小，往磨盘上添加谷物呢？对此，人们设计了一个漏斗：当风磨转动慢的时候，这个漏斗会自动地缩小漏口，使少量的谷物流进磨盘；当风磨转动快的时候，这个漏斗就会自动地张大漏口，让较多的谷物流进磨盘。

这个巧妙的漏斗在今天看来，是一个古老的控制装置，体现了人们认识并利用控制现象的久远。事实上，控制并不是人类的天外来客，它渗透在我们生产和生活的方方面面。理解控制、善于控制，已经成为我们每个人日常生活中不可或缺的基本能力。

微信公众号：电子课本大全

一 控制的手段与应用

1. 控制的手段
2. 控制的应用

学习目标

1. 理解控制的含义。
2. 了解控制的手段。
3. 理解控制在生活和生产中的应用。

1 控制的手段

事物的发展与变化具有多样性。例如，一棵树可能因为某种原因结不出果实，也可能硕果累累，而且果实可以有大有小，或酸或甜；降落的雨水，可以用来灌溉农田，也可以供人们冲洗物品，还可以发电，但也可能流入江河，甚至有可能引起洪涝灾害。

马上行动

指出下列事物发展与变化的多种可能性：

鱼塘：_____、_____、_____

成熟的西瓜：_____、_____、_____

流行性病毒：_____、_____、_____

事物的发展结果可能是人们预先期望的，也可能与预期的目标不相符，甚至是不希望得到的。如果人们想达到某一特定的目的，就必须借助适当的手段来实现。

案例分析

大 禹 治 水

大禹是中国古代的传奇英雄人物，他所处的年代洪水泛滥而久治不息。他的父亲鲧受尧的命令而治水，采用垒坝筑堰、填塞洪水的方法，结果愈治愈泛，水患益盛，最终被舜帝治罪而死。鲧死后，水患并未止息。大禹子承父业，接受舜的命令进行治水。大禹治水，一改其父“以壅塞而阻水”的方法，以疏通河道、泄洪为主，经过13年的努力，终于“洪波安息”、“水患大治”。



思考 大禹治水过程中，通过什么手段实现了什么样的目的？举出生活中通过某些手段实现特定目的的事例。

微信公众号：电子课本大全

人们按照自己的意愿或目的，通过一定的手段，使事物向期望的目标发展，这就是控制（control）。例如，射手通过瞄准，使箭射中靶心；人们通过电冰箱获得适当的温度，使食物能够长期存放；先进的生产流水线通过人们设计的计算机的“指挥”，实现自动化生产等。

小试验

试验目的：

通过齿轮与齿条组合起来产生的控制作用，理解控制的含义。

试验准备：

齿轮、齿条组一个，其他材料根据自己的设计需要准备。

试验过程：

1. 在齿轮上安装转动手柄。

2. 将齿条平放于光滑桌面上。

3. 选择合适的支架支撑齿轮，保证齿间的啮合。

4. 转动齿轮上的手柄，观察齿条的运动方式。（也可自行设计一个小试验，使得当齿轮转动时，齿条沿某一方向做直线运动）



齿轮、齿条组

试验总结：

通过齿轮组可将圆周运动转变为直线运动。齿轮与齿条组合起来，能控制物体的前后挪动或物体的提放，电脑光驱上光盘盒弹出和缩回的控制，就应用了这一装置。

马上行动

找出自行车中存在的各种控制现象。

_____

理解任何控制现象，都要明确控制的对象是什么，控制要达到什么目的和采取什么控制手段。例如，人力三轮车转弯过程中的方向控制问题，其控制的对象就是人力三轮车，控制的目的是为了改变三轮车行驶的方向，控制的手段是骑车人通过双手转动车把，改变前轮的方向并带动后轮。

马上行动

请举例说明，在你的生活中，还有哪些属于控制的事例，并填写下表。

控制事例	控制的对象	控制的目的	控制的手段
电风扇扇叶转速快慢的控制	电风扇	调节速度	换　挡

微信公众号：电子课本大全

控制的实现需要通过一定的手段。从控制过程中人工干预的情形来分，控制有人工控制和自动控制。过去，人们对事物的控制往往采取人工控制（又称手动控制）的手段，控制的过程是在人的直接干预和全程干预下进行的。随着科学技术的发展，控制的手段得到了迅速发展，出现了自动控制。自动控制是指在无人直接参与的情况下，使事物的变化准确地按照期望的方向进行。

例如，蔬菜大棚的温度控制，人工控制方式是，有人定时采集并观察棚内温度，如果温度超出允许温度的范围，就去启动加温或者降温设备，使温度回到允许范围内；自动控制方式是，控制系统装置能够自动获取温度信号，并根据温度的高低决定是否加温或降温，从而使棚内温度保持在允许的范围内，调温的过程不需要人的干预。

按照执行机构的不同，控制可分为机械控制、气动控制、液压控制、电子控制等。当然，在很多控制事例中，控制的手段是综合运用的。

本书侧重讨论简单的自动控制。

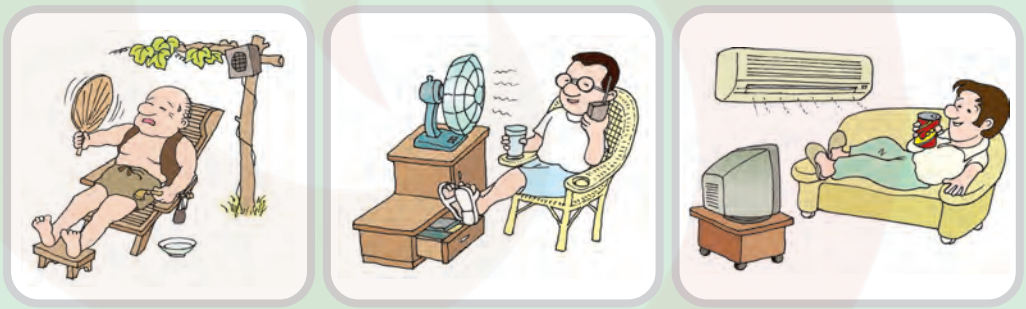
案例分析

从手摇扇到空调器

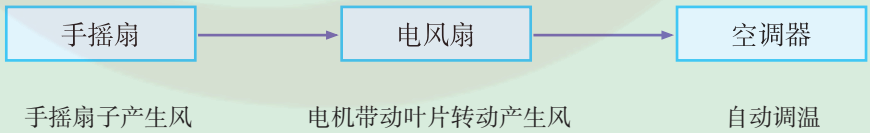
以前，在烈日炎炎的夏天，人们用手摇芭蕉扇扇风消暑。

随着电风扇的诞生，人们消暑纳凉的手段得到了改进。电风扇的叶片装在电机的轴上，电机转动时带动叶片一起转动从而产生风，达到消暑的目的。

随着科学技术的发展，20 世纪 50 年代，人们发明了空调器。空调器利用制冷剂进行制冷，使室内温度恒定在人们所设定的温度值，从而达到降温消暑的目的。



以上三种消暑方式的演变过程可表示为：



这一演变过程是从手动到手动控制再到自动控制的过程。

微信公众号：电子课本大全

马上行动

请把你所了解的人工控制和自动控制的事例填在下面的横线上。

人工控制：_____。

自动控制：_____。

2 控制的应用

控制的应用自古就有，并在近代得到了迅速发展，它涉及到社会生产生活的各个领域。

控制应用到生活中，提高了人们的生活质量，人类能够在一定程度上按照自己的意愿改变周围的环境，使之能满足人们的需要。人们通过空调器对房间的温度进行控制，使房间温度处于人体适宜的状态；银行的自动取款机通过对取款等项目的自动控制，缩短了人们取款的时间，减少了差错率，而且使人们的取款不受银行上下班时间的限制；公共场所的红外线自动水龙头通过对红外线的强或弱的感应，自动控制水龙头的开或关，使用起来更方便、卫生，并且能够节约用水。



空调器



自动取款机

马上行动

说说你所见到的生活中应用控制的事例。

生产中往往需要对温度、湿度、压力、速度及加工动作等进行控制，控制在生产中得到了极为广泛的应用。汽车自动装配生产线实现了汽车零件的自动装配、喷漆等，并能对零件的传送速度进行控制，便于生产操作，大大减轻了工人的劳动强度，提高了产品的质

微信公众号：电子课本大全

量和生产效率；农田节水灌溉控制，在控制农田灌溉水量、实现水量均匀喷灌的同时，减轻了农民的劳动强度。



汽车自动装配生产线



农田节水灌溉

控制在军事、国防等领域也有着广泛的应用。精密制导武器能够对目标进行准确攻击，火箭能将各种卫星准确送入太空轨道，“神舟五号”飞船遨游太空、准确返回地面，控制起着重要的作用。



精密制导导弹



“神舟五号”飞船

思考

观察宾馆或单位会议室的饮用水自动控制电热水器，当热水器玻璃管的水位过低或过高时，会出现什么样的工作状态？这种控制为人们提供了哪些方便？





电热水器及其玻璃管

微信公众号：电子课本大全

辩论

自动控制技术在各行各业的应用，一方面减轻了人的劳动强度，解放了劳动生产力，另一方面也可能造成失业人数增加。对此，不同的人持有不同的观点。请就此进行辩论。

阅读

控　制　论

美国科学家维纳在20世纪40年代创建了控制论。控制论是研究各类系统的调节和控制规律的科学，是具有方法论意义的理论。它是自动控制、通信技术、计算机科学、数理逻辑、神经生理学、统计力学、行为科学等多种科学技术相互渗透形成的一门横断性学科。控制论具有重要的理论意义和实践意义，为现代科学技术提供了新的思路和科学方法，它体现了现代科学整体化的发展趋势，除了在工农业生产中具有广泛的应用外，在经济、通信、法律、生物、人口、能源、管理、社会政策等方面亦具有独特的应用价值。我国著名科学家钱学森先生运用控制论原理解决了诸多国防中的技术问题，并于1954年撰写了《工程控制论》这一具有重要意义的控制论专著。

20世纪70年代后，控制论开始由工程控制论、生物控制论向经济控制论、社会控制论发展。

练　习

1. 分析下列控制现象是自动控制还是人工控制：

（1）摇动轳辘，提取井水；

（2）用气筒给自行车的轮胎充气；

（3）电梯的上下运行控制；

（4）农用灌溉抽水机抽水的控制。

2. 结合你所关注到的日常生产生活，举例说明哪些控制分别是利用机械控制、气动控制、液压控制、电子控制等手段实现的。

3. 观察自行车的刹车控制装置，试着调节自行车后轮的刹车部件，使后轮刹车控制更加灵敏。

微信公众号：电子课本大全

二 控制系统的工作过程与方式

1. 控制系统
2. 开环控制系统
3. 闭环控制系统

学习目标

1. 分析典型案例，熟悉简单的开环控制系统的基本组成和简单的工作过程。
2. 熟悉闭环控制系统的基本组成，能画出一个简单的闭环控制系统的方框图，理解其中的控制器、执行器的作用。

1 控制系统

街道、宿舍走廊或其他公共场所的照明灯，多采用光控路灯，日熄夜亮，以节约用电。光控路灯由光控开关和灯泡串联组成。当外界光线较弱时，光控开关就会自动接通电源，灯亮；当外界光线较强时，光控开关自动切断电源，灯熄灭。光控开关和灯泡构成了照明控制系统，外界光线的强弱是控制系统的输入，灯泡的亮与熄是控制系统的输出。



下雨天能够自动关闭窗户的装置，为上班一族减少了室内进雨水的烦恼。假设常态下窗户是打开状态，有一个感湿器放在窗户的上部，当它感测到有雨点时，感湿器发出一个信号接通电源使电动机转动，带动窗户关闭；当不下雨时，感湿器没有输出信号，窗户处于打开状态。感湿器、电动机、窗户构成了一个控制系统，雨水是该控制系统的输入，窗户的关闭是该控制系统的输出。



任何一种控制的实现，都要通过若干个环节共同实现，这些环节所涉及的装置就构成了一个系统，称为控制系统。控制系统的输出与输入之间有一定的对应关系。

马上行动

指出表中所列事例是否属于控制系统，如果是控制系统，请指出系统的输入、输出分别是什么。

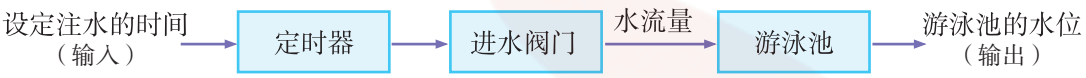
	是否属于控制系统	输　入	输　出
电饭煲			
脱粒机			
红外线自动水龙头			

控制系统通常又分为开环控制系统（open loop control system）和闭环控制系统（closed loop control system）。

微信公众号：电子课本大全

2 开环控制系统

在游泳池注水控制系统中，如果进水管单位时间的水流量一定，那么游泳池水位的高度与进水的时间是一一对应的。我们就可以通过设定注水时间，使游泳池的水位达到希望的高度。将注水的时间值（假设为 2 小时）设定到定时器中，开启进水阀注水，一旦时间到达，定时器就会通知进水阀门关闭，停止向游泳池注水。这一控制系统的工作过程可用下图描述。此时，游泳池的水位只受设定的注水的时间控制，这里，作为输入的设定的注水时间可以计算，称为输入量；作为输出的游泳池的水位可以用水面高度这样的量来计算，称为输出量。



控制系统的输出量不对系统的控制产生任何影响，这种控制系统称为开环控制系统。

开环控制系统在日常生活中的用途很广，如十字路口的红绿灯定时控制系统、楼宇的防盗报警控制系统、火灾自动报警系统、公园的音乐喷泉自动控制系统等。

案例分析

自动门的控制系统

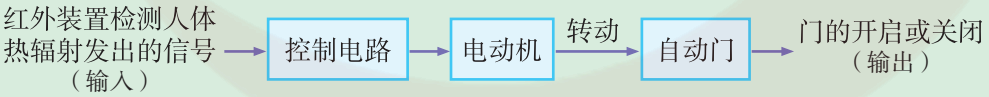
为了方便人们的出入，一些医院手术室、现代化的宾馆和银行都安装了自动门。当有人走近大门时，大门就会自动打开。

这是什么道理呢？原来，当人走近自动门时，门上方的红外装置检测到人体热辐射发出的红外信息，控制电路接收到该信号后，便会发出相应的指令，启动电动机运转，从而带动门自动开启（或者控制气动装置，使门向两边打开）。当门开启之后，控制电路将作出判断，如果没有人在门四周，就通知电动机做反向运转，使门关闭。



自动门

可见，自动门的开启或关闭只与红外装置是否检测到人体发出的信号相对应。如果把红外装置是否检测到人体热辐射发出的信号看做输入量，门的开启或关闭看做输出量，那么自动门的工作原理可以用下面的方框图来描述：



马上行动

列举你所知道的开环控制系统。

微信公众号：电子课本大全

在控制系统中，为了分析的方便，常采用方框来表示系统的环节，用单向信号线来表示系统信号传递的方向，这种图称为控制系统的方框图，它表示了系统的各个环节在系统中的位置、功能和相互之间的关系。

对于开环控制系统，通常可以用下面的方框图来描述：



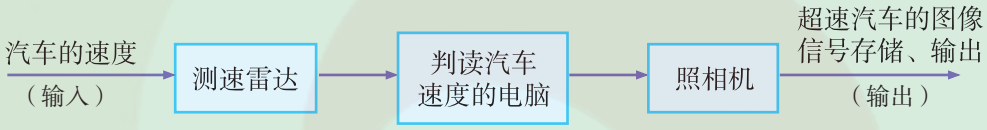
上图中，输入量即控制系统的给定量，如游泳池进水的设定时间；输出量（被控量）即控制系统所要控制的量，也是控制系统的输出信号，如游泳池的水位；被控对象即控制系统中所要求控制的装置或生产过程，如游泳池；执行器即直接对被控对象进行控制的装置或元件，如进水阀门；控制器即对输入信号进行处理并发出控制命令的装置或元件，如控制电路；控制量即执行器的输出信号，如流过阀门的水量。

案例分析

电子警察——车辆超速检测系统

电子警察是现代道路交通安全管理的有效手段，它可以迅速地监控、抓拍、处理交通违章。车辆超速检测系统用于高速公路上监控车辆速度，增加交通安全性。它能够监视并跟踪过往的机动车辆，在跟踪过程中计算出车辆的运行速度，同时抓拍超速车辆的图片，为交通和公安部门掌握分析交通情况、提高管理水平提供帮助。

以雷达测速系统为例，它由测速雷达、判读汽车速度的电脑和照相机三大部分组成。其工作过程可用下图表示：



上述车辆超速检测系统是一个开环控制系统。在这个系统中，一旦有汽车通过，雷达测速装置实时测出汽车速度，由电脑迅速判断出是否超速，如果超速则启动照相机跟踪抓拍，将拍摄到的图像信息存储和输出到控制中心。这里汽车的速度是该系统的输入量，超速汽车的图像信息是输出量。

马上行动

1. 用方框图说明下列开环控制系统的工作过程，并注明方框中的各个环节的具体内容以及输入量、输出量和控制量。

（1）音乐喷泉的控制。

（2）公共汽车车门的开关控制。

2. 列举你所了解的开环控制系统的例子，说明其控制工作过程，并画出方框图。



公共汽车的车门

微信公众号：电子课本大全

小试验

试验目的：

了解开环控制系统的输入与输出之间的对应关系。

试验准备：

硬纸片，线，剪刀，笔等。

试验过程：

1. 如右上图，在硬纸片上分别描出猴子的头、躯干与四肢的轮廓。

2. 沿轮廓线剪下猴子的头和躯干部分，再分别剪下四肢。

3. 如右下图，在图中的适当位置扎出若干小圆孔，并通过圆孔将四肢与躯干连接起来（四肢可转动）。

4. 在四肢与躯干连接的一端（如图）系上牵引线，并将其结成一股。拉动牵引线，观察猴子四肢的运动。

试验总结：

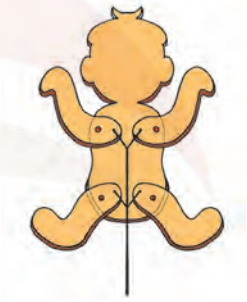
1. 说出活动猴这一开环控制系统的输入量、输出量各是什么。

2. 在试验过程中，你遇到了哪些问题，是如何解决的？

3. 为了使猴子有脸部表情，你可以做哪些改进？



活动猴的分解图



活动猴的连接图

探究

1. 宾馆、酒店的自动叫醒服务是一个开环定时控制系统。

（1）走访相关单位或人员，了解这一控制系统的工作过程，画出它的工作过程方框图。

（2）如果由于某种原因，使这一定时控制系统自身的计时比北京时间每小时快4秒，那么系统能不能自动调整过来？叫醒服务的时间是否准确？

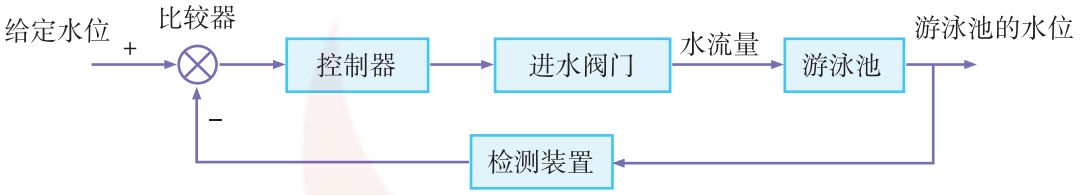
2. 根据消防要求，仓库、图书馆、轮船甚至家庭都需要安装火灾自动报警控制系统，如有火灾发生，感应探测器能检测到发生火灾时室内浓烈的烟雾，从而报警。画出火灾自动报警控制系统工作过程的方框图，指出方框图中的各个环节的具体内容和输入量、输出量、控制量。

3 闭环控制系统

前述利用开环控制系统实现给游泳池注水，是通过设定时间来控制进水阀门的关闭的。如果在进水时间内，进水管的水压变小，使得进水流量变小，就会出现设定时间到了，而水池的水还没有加到设定水位的情况。解决这一问题的办法是，将输入由设定注水时间改为设定游泳池水位，增加一个检测游泳池水位的装置（如水位电极），检测游泳池的实际水

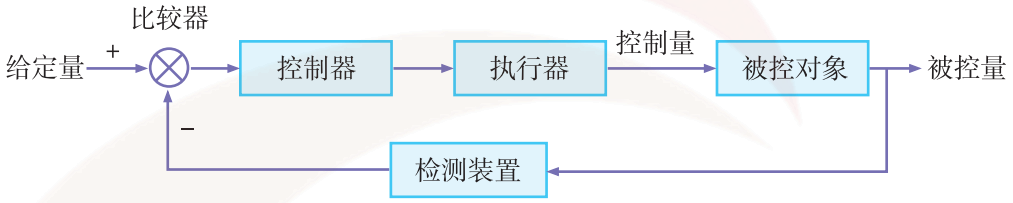
微信公众号：电子课本大全

位，并把测量值返回到控制系统的输入端，通过一个具有计算功能的装置（比较器），与给定值相比较，当实际水位比设定水位低时，控制器控制进水阀门继续注水；当实际水位达到设定的水位时，控制器发出信号关闭进水阀门。游泳池水位控制系统的方框图如下：



从这一控制系统方框图中可以看出，在系统的输入端和输出端之间，除了有从给定水位到实际水位的信息传递，还有从输出端返回到输入端的信息传递，即控制系统可以把输出量返回到输入端与给定值进行比较，构成一条闭合回路。我们把系统的输出量返回到输入端并对控制过程产生影响的控制系统称为闭环控制系统。

简单闭环控制系统的方框图如下：



上图中，检测装置测量出被控量并返回到系统的输入端；⊗是比较器，它将给定量与所检测的被控量进行比较，求出偏差值；控制器将这一偏差值进行运算处理，并向执行器下达控制指令；执行器根据指令对被控对象进行控制，从而使被控量稳定在一定范围内。

与开环控制系统相比，闭环控制系统多了一个由检测装置组成的环节。

马上行动

判断下列控制系统是否属于闭环控制系统，画出方框图。

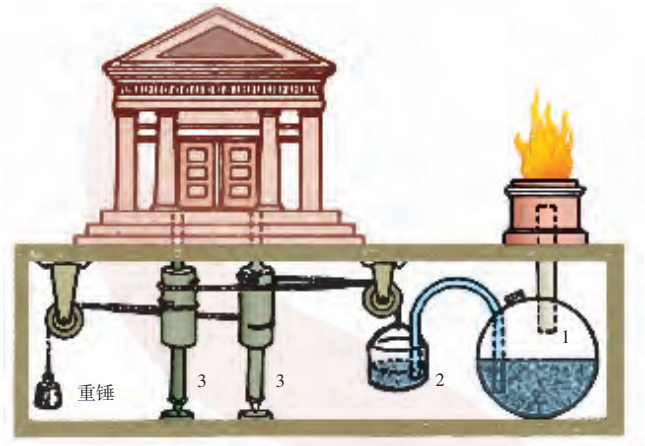
控制系统	是否属于闭环控制系统	方框图
家用缝纫机的缝纫速度控制系统		
电冰箱的温度控制系统		
走道路灯的声光控制系统		
交通路口红绿灯自动控制（根据车流量大小改变红绿灯时间）系统		

微信公众号：电子课本大全

阅读

希罗的自动门

公元1世纪，希腊人希罗建造的自动打开庙门的装置是最早利用气压和液压为动力的自动门。如图，祭坛点火使1中的空气膨胀，水流入2，利用水的重力使轴3转动，将门打开。当祭坛的火熄灭时，庙门在重锤的作用下就会自动关闭。



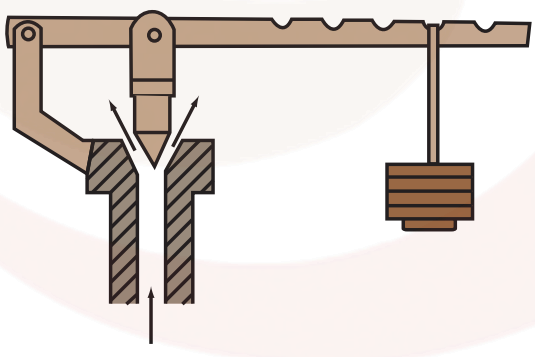
希罗的自动门

练　习

1. 家用压力锅的压力控制系统是开环控制系统还是闭环控制系统？它是通过哪些装置实现压力控制的？说出其控制的过程。

2. 粮库的温度和湿度都需要控制。小型粮库一般是定期进行人工检测，根据需要进行温度和湿度控制。如果要实现温度和湿度的自动控制，可以采用什么办法？请用方框图说明你的想法。

3. 工业锅炉是利用重锤进行压力控制的，重锤挂在横杆上，杆的支点在最左端，中间是锅炉的排气孔。请分析它是如何实现压力控制的，横杆的作用是什么。



工业锅炉压力控制示意图

微信公众号：电子课本大全

三　闭环控制系统的干扰与反馈

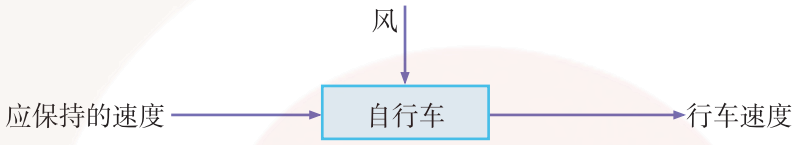
1. 干扰因素
2. 反馈
3. 功能模拟方法
4. 黑箱方法

学习目标

1. 能结合案例找出影响简单控制系统运行的主要干扰因素，并作分析。
2. 熟悉闭环控制系统中反馈环节的作用。
3. 熟悉闭环控制系统的工作过程。
4. 了解功能模拟方法和黑箱方法在控制系统中的应用。

1　干扰因素

在日常生活中，干扰（interference）是时常存在的。例如，人在逆风中骑自行车，逆风对自行车的速度构成干扰，要保持车速不变，人就需要用力蹬车，以克服这一干扰；在飞机飞行过程中，手机信号对导航信号构成干扰，直接影响飞行安全，所以乘客必须关闭手机。



在控制系统中，除输入量（给定值）以外，引起被控量变化的各种因素称为干扰因素。有的干扰因素是由于环境造成的，如影响自行车行驶速度的变化的自然风等；有的干扰因素是人为原因所致，如影响飞机导航信号的手机信号等。

在控制系统中，干扰因素可能有一个，也可能有若干个。如战士在大风大雨中进行射击练习，风和雨都是子弹命中准确度的干扰因素。

控制系统在工作过程中必须克服干扰，使被控量稳定。空调器的温度控制系统是闭环控制系统，它能克服室外温度变化这一干扰，当室外温度升高时，空调器监测出干扰引起的室内温度变化，通过启动压缩机降温来克服这一干扰，使室温保持稳定。

马上行动

在电冰箱的温度控制系统中，下列情况是否属于影响其温度控制的干扰因素？

（1）开电冰箱门；

（2）电冰箱所在房间的温度从 20℃变到 32℃；

（3）把热菜或热饭放入电冰箱中；

（4）在电冰箱外放一盆冷水。



微信公众号：电子课本大全

思考

在下表所列控制系统中，可能存在哪些干扰因素？

控制系统	干扰因素
自动扶梯的升降控制系统	
利用滑轮组提升重物的控制装置	
蔬菜大棚的温度控制	

案例分析

电　视　机

电视机有时在正常工作时，突然出现图像闪烁厉害或画面紊乱等情况，这是由于它受到外界磁场干扰所致的现象。

如果在电视机周围放置一台电冰箱，当电冰箱启动工作时，会形成一定范围的磁场，将对电视机的图像造成干扰，使其画面紊乱。又如，空调器在工作时也会向周围空间发射大量的电磁波，如果电视机与空调器的距离很近，电磁波将对电视机的图像造成干扰。此外，电风扇、日光灯等电器也会对电视机产生不同程度的磁场干扰，从而导致电视机的图像出现抖动、波纹等现象。

电视机最忌磁场干扰，这些近距离的家用电器所形成的磁场，就是电视机正常工作的干扰因素。克服这些干扰因素的办法是将家用电器远离电视机放置。



在一般控制系统中，干扰因素是需要克服的。而在有些情况下，却可以利用干扰因素实现某种目的。如在军事演习中，红方利用一定频率的电磁波对蓝方的信息指挥系统进行干扰，使之不能正常工作。但在生产生活中，我们需要以慎重、严谨的态度对待干扰因素的利用。

马上行动

生活中哪些干扰因素是可以利用的？如何进行利用？

辩论

如何看待控制系统中的干扰因素，请进行以下辩论。

正方：干扰因素都是需要克服的。

反方：干扰因素有时也可以被利用。

微信公众号：电子课本大全

2 反馈

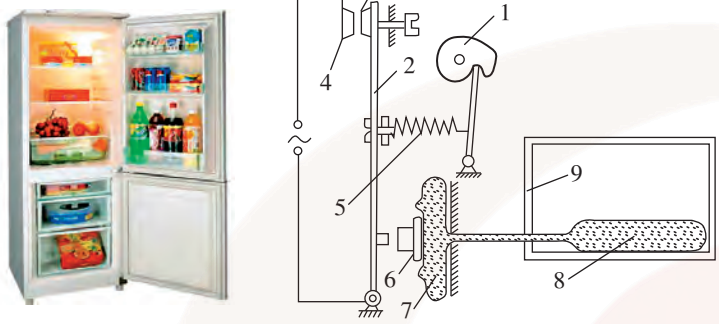
什么是反馈

在自动控制系统中，将输出量通过适当的检测装置返回到输入端并与输入量进行比较的过程，就是反馈（feedback）。

案例分析

电冰箱的温度控制

电冰箱的工作温度是通过温度控制器控制压缩机的开、停实现的。其温度控制的工作过程如下：



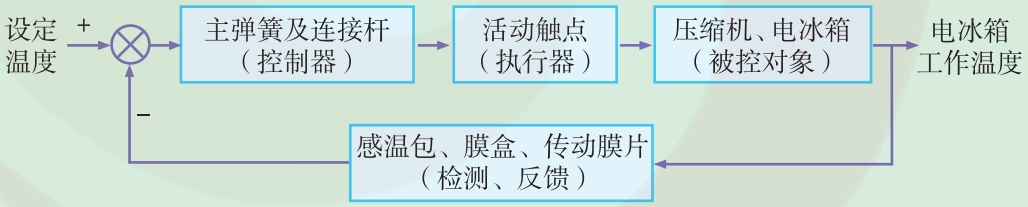
1. 温度调节旋钮　2. 连接杆　3. 活动触点　4. 固定触点
5. 主弹簧　6. 传动膜片　7. 膜盒　8. 感温包　9. 蒸发器

1. 温度调节旋钮设定一个温度值，通过主弹簧就决定了传动膜片、连接杆和活动触点的相对位置。

2. 当电冰箱压缩机停止工作后，蒸发器表面温度逐渐上升，感温包和膜盒内的感温剂气体的温度也随着上升，压强增大，使传动膜片向外伸胀，通过连接杆推动活动触点“3”与固定触点“4”闭合，于是电路接通，压缩机开始工作，连续制冷，使电冰箱内的温度下降。

3. 当电冰箱内的温度降低到设定温度时，感温包和膜盒内的感温剂气体压强降低到某个值，传动膜片向内收缩，由于弹簧的弹力，使活动触点“3”和固定触点“4”断开，切断电源，压缩机停止工作，制冷停止。如此反复，使电冰箱的工作温度保持在设定的温度范围内。

温度调节旋钮、主弹簧、充有感温剂气体的感温包和膜盒、传动膜片、连接杆、活动触点等构成了电冰箱温度控制系统，其工作过程可用下图描述：



在上述案例中，感温包、膜盒和传动膜片是电冰箱温度自动控制系统的检测反馈装置。感温包不断地感测电冰箱内的工作温度，并将温度信号及时反馈为传动膜片的伸与缩的动作，改变活动触点的位置，进而改变压缩机的工作状态。若没有感温包、膜盒和传动膜片这一检测反馈装置，就不能实现电冰箱的温度自动控制。

利用反馈来分析和处理被控对象，通过系统的输出来调整系统的行为，使系统沿着预期的目标运行的方法，称为反馈方法。又如，普通电水壶将水加热至沸腾时，需要人工关闭电源，而自动保温电水壶具有当水温达到沸点时自动切换到保温状态的功能，这也是运用反馈方法实现自动控制的结果。

微信公众号：电子课本大全

马上行动

分析花房恒温自动控制系统的工作过程，并再补充一个闭环自动控制的事例填写下表。

自动控制系统	输入量	检测装置	输出量
花房恒温自动控制			

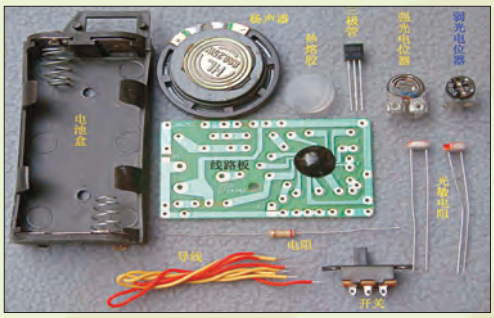
小试验

试验目的：

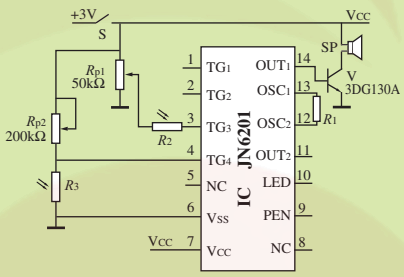
通过视力保护提醒器报警试验理解反馈的原理。

试验准备：

有窗帘的房间，可调光台灯（或可调灯泡高度的台灯），试验电路板，光敏电阻，微调电阻，三极管，小喇叭，电阻，导线，电池盒等。



视力保护提醒器的元器件



视力保护提醒器电路图

试验过程：

1. 根据电路图焊接视力保护提醒器的电路，并根据人眼看书时适宜的亮度范围，通过调节电路中的两个可变电阻 R_{p1} 和 R_{p2} 分别调整亮度的下限和上限。

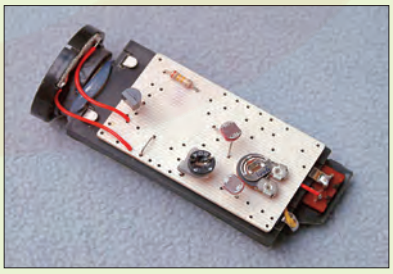
2. 拉上窗帘使室内光线变暗。

3. 把做好的视力保护提醒器与台灯同放在一个桌面上，通过可调光旋钮或调高台灯灯泡与桌面的距离，将台灯的光线逐渐调暗，使光线渐渐减弱，观察视力保护提醒器，直到它报警。

4. 用同样的方法将台灯的光线逐渐调亮，使光线渐渐增强，观察视力保护提醒器，直到它报警。

试验总结：

1. 在视力保护提醒器内部已经设定两个可变电阻的阻值，分别对应着强光和弱光报警的上、下限电流值，这相当于一个已知的输入信号。当台灯光线的输出信号通过光敏电阻反馈到视力保护提醒器内，电路电流值与上、下限电流值比较，当电流值在这两者之间时，电路不报警；当光线过暗或过强，提醒器就报警，提醒人们电灯的光线过暗或过亮，人们再根据这一提示调节可变电阻值，从而调整光线的亮度。



视力保护提醒器实物图

2. 视力保护提醒器利用了反馈原理，可用于提示学生用眼卫生。

微信公众号：电子课本大全

闭环控制系统的工作过程

从反馈来看，闭环控制系统就是指在系统的输出端与输入端之间存在反馈回路，输出量对控制过程产生影响的控制系统。闭环控制系统的核心是通过反馈来减少被控量（输出量）的偏差。

由于某种干扰因素的存在，系统的被控量偏离给定值时，闭环控制系统中的反馈环节能及时检测出被控量的值，并迅速反馈到输入端，与给定值进行比较，控制器根据比较得到的偏差信号进行调节，从而使系统的被控量接近给定值，达到精确控制的目的。所以，一个闭环控制系统，能够克服外界干扰，使被控量控制在给定值附近。

案例分析

供水水箱的水位自动控制系统

供水水箱水位的自动控制在生活中应用较多，如楼宇的水塔，其目的是使水箱中的水位保持在给定的高度。

控制系统由控制器、执行器、被控对象和检测器等组成。

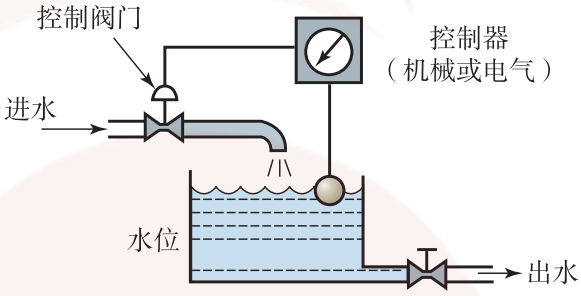
被控对象：水箱；

被控量：水箱中的水位；

执行器：阀门；

控制器：机械或电气控制装置；

检测器：浮球或液位传感器，是控制系统的反馈环节。

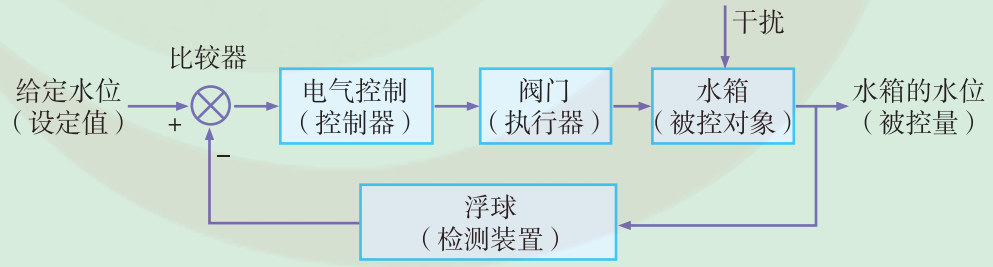


水箱的水位自动控制示意图

水位的自动调节过程：

当水箱的出水流量增大时，水位下降，液位传感器测出水位后与给定值比较，其偏差值进入控制器，通过控制器的输出信号调节阀门，将阀门开大，使水位回升到给定值；反之，当出水流量减小时，通过控制器调节阀门，将阀门关小，使水位回到给定值的位置。

在这一控制系统中，影响水位控制的干扰因素主要是水箱的出水量（即用户使用的水量）、水箱水面蒸发的水量等。水箱的进水量是通过阀门进行控制的，它是该系统的控制量。



思考

在水箱的水位控制系统中，控制量还可以有其他选择吗？为什么？

微信公众号：电子课本大全

案例分析

加热炉的温度自动控制系统

加热炉的温度自动控制系统是闭环控制系统。

控制系统由控制器、执行器、被控对象和检测器等组成。

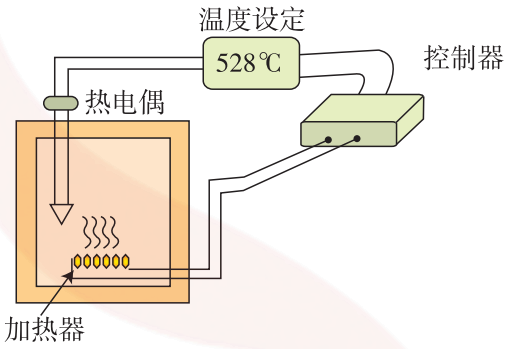
被控对象：加热炉；

被控量：炉内温度；

执行器：炉内的加热器；

控制器：一种电子或微机控制装置，它根据输入给定值与检测反馈值的比较信号控制执行器的动作；

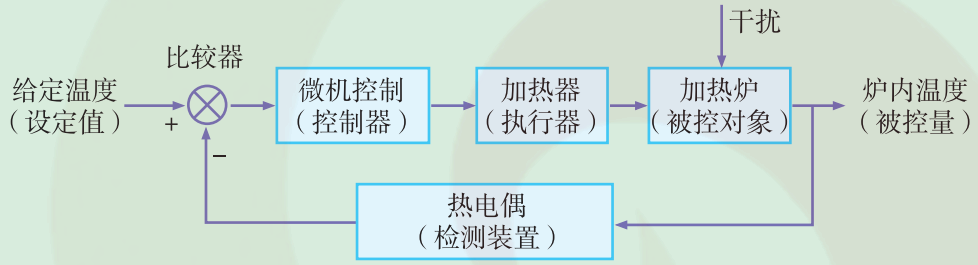
检测器：热电偶（具有检测和传感的作用），它将信号返回到输入端，构成反馈环节。



加热炉的温度自动控制示意图

炉温的调节过程：

温度检测装置测出加热炉内的温度，并随时与给定的温度值进行比较，若加热炉内的温度高于给定的温度，则通过控制器调整调压器的电压，使通过电阻丝的电流减小，加热炉的温度下降；若加热炉内的温度低于给定的温度，则通过控制器调整调压器的电压，使通过电阻丝的电流增大，炉内温度上升，并维持在正常值的范围内，从而使加热炉的温度基本稳定在给定的温度值上。



思考

在加热炉的温度控制系统中，可能有哪些干扰因素，系统是如何克服干扰使炉温稳定在给定范围内的？

闭环控制系统与开环控制系统的比较

开环控制系统本身不能对被控量的偏差进行调整和补偿。也就是说，由于某种干扰信号的作用使输出信号出现非正常状态时，系统本身没有自动纠正的能力，要进行纠正，必须借助于人工。所以，开环控制系统的控制精确度（或称控制精度）相对比较低。但如果控制系统中各组成元件的特性比较稳定，而且外界的干扰相对较小，则开环控制系统也可以保证一定的精度。开环控制系统一般结构简单，适用于控制精度要求不高而系统本身的元件又比较稳定的场合。

闭环控制系统的优点是控制精度高，不论何种原因造成系统的输出量偏离给定量，闭环控制系统都会产生控制作用来减小这一偏差。与开环控制系统相比，闭环控制系统的设

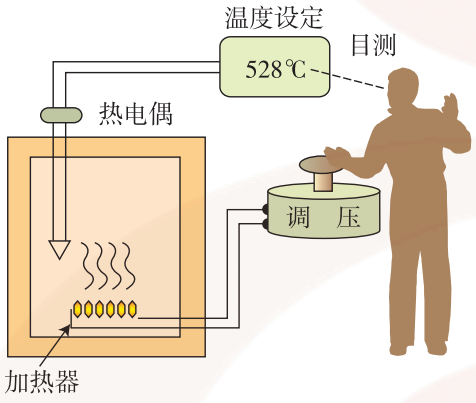
微信公众号：电子课本大全

计比较麻烦，结构也相对复杂，构成控制系统的成本较高。闭环控制系统是自动控制中广泛采用的一种控制方式，用于要求高精度和高可靠性的场合。

马上行动

就开环控制系统与闭环控制系统的联系与区别，设计一个图表。

3 功能模拟方法



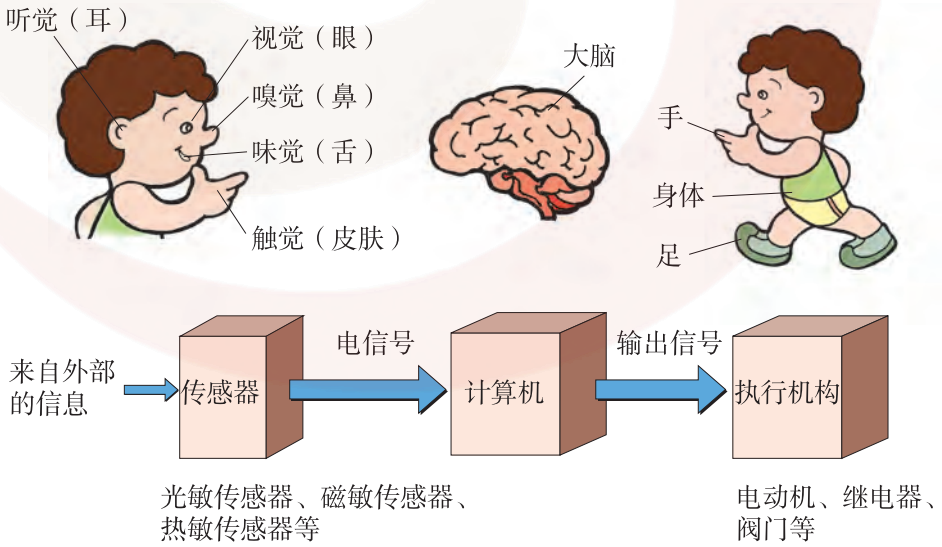
加热炉温度手动控制示意图

左图是加热炉温度的手动控制系统示意图。

比较加热炉温度自动控制系统与手动控制系统，我们发现，控制器代替人脑实现了控制温度的功能，执行器代替人手实现了调压的功能，检测装置代替人眼实现了检测温度值的功能。

这种以功能和行为的相似性为基础，用“模型”模拟“原型”的功能和行为的方法，就是功能模拟法。

历史上曾经有过能模拟人的动作行为的各种模型，却没有解决从结构上模拟人的大脑进行思考的问题，因为人的大脑太复杂了。在没有彻底弄清人脑内部结构和机理的情况下，必须另辟一条新的模拟途径，这条途径不要求从结构上去模拟人脑，而是只要求模型在功能行为上与人脑相似。也就是说，仅仅根据模型与人脑在功能行为上的相似，实现对人脑的模拟。例如，在国际象棋的人机对弈中，计算机具有与人脑类似的逻辑判断功能，能模拟棋手的思维与人下棋。



微信公众号：电子课本大全

阅读

功能模拟方法的提出

在第二次世界大战中，英美等国为了打破德国法西斯的空中优势，集中了一批优秀的科学家和工程师，研究如何使高炮更有效地击落敌机。根据实战的需要，要求设计一种具有控制功能的高速计算机，它可以根据外界的各种情况，控制高炮按照预测的位置发射炮弹，使炮弹与飞机正好在空中的某一点相遇。

参加研究的美国数学家维纳联想起人与机器在控制自己的行为和动作上存在相似性和共同之处，进行了艰苦的努力和探索，突破了传统思想的束缚，揭示了机器中的通信和控制机能与人的神经、感觉机能的共同规律，提出了功能模拟的方法，并在此基础上创立了控制论，为现代科学技术研究提供了崭新的科学方法。

探究

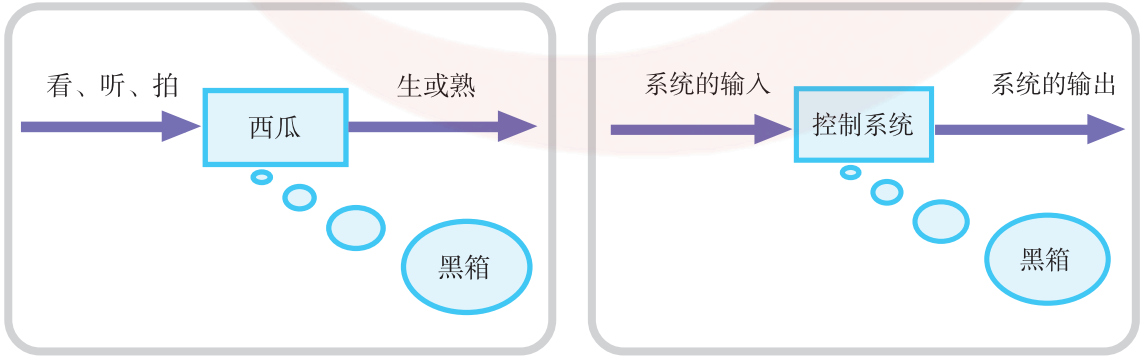
功能模拟方法对技术设计有何意义？

4 黑箱方法

在生活中，有时我们需要认识的对象的内部无法打开或不便打开，这时，可以通过观测和考察它的输入与输出的关系来推测其内部的特性和功能。例如，中医看病通过“望、闻、问、切”来了解病人的病况，最后对病情作出判断；夏天买西瓜，可以通过“看瓜形、看瓜色、听瓜声、测弹性”来判断西瓜的生熟。这些事例都没有打开事物直接观看内部结构，而是通过观察外部或试验等方法来认识事物的。

这种把将要研究的系统作为黑箱，通过对系统输入与输出关系的研究，进而推断出系统内部结构及其功能的方法，就是黑箱方法。黑箱方法提供了一种不必打开黑箱就可以研究其内部结构和功能的方法。

例如，通过输入图像、电或声音信号，观测、分析脑电波的输出反应，研究人脑对视觉或听觉信息的传递、变换和处理功能，得知人脑内部结构的细节，就是黑箱方法的运用。



微信公众号：电子课本大全

马上行动

列举黑箱方法应用的例子，并填写下表。

黑箱方法应用的例子	输　入	输　出	需要了解的情况

链接

《自动控制与系统工程》，宋健著，中国大百科全书出版社，1991 年版。
《控制论》，罗伯特·维纳著，郝季仁译，科学出版社，1963 年版。

练　习

1. 某花农正在筹建一个小型花房，花房的温度冬季一般控制在18℃左右，夏季一般控制在 25℃左右。请画出花房的温度控制系统的方框图，简要说明它的工作过程。



微信公众号：电子课本大全

2. 在可调光台灯的使用中，当用手调节旋钮时，灯的亮暗变化情况就会马上反映出来。阐述其工作原理，并画出这一控制系统的方框图。



可调光台灯



帆板运动

3. 了解帆板运动，指出帆板运动员在行进中是怎样实现“凭风借力好行船”的，说明其控制的过程。

如果要将帆板设计成一个闭环控制系统，你认为应该增加哪些环节，提出你的构想。

微信公众号：电子课本大全

四 控制系统的设计与实施

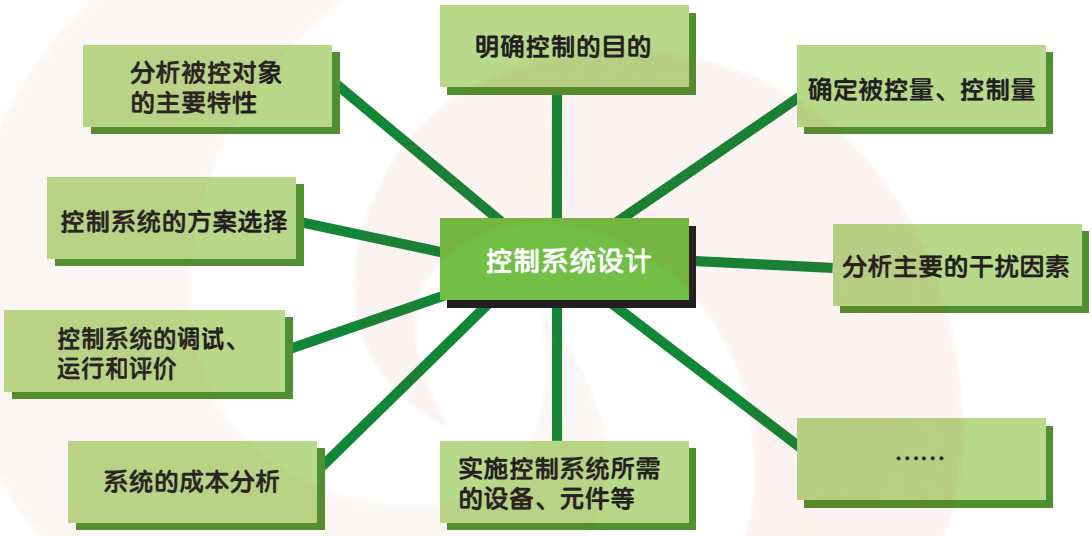
1. 控制系统设计的一般思路
2. 控制系统的设计与实施案例

学习目标

1. 了解简单的被控对象的基本特性，能确定被控量、控制量，画出控制系统的方框图，并形成初步的控制系统设计的方案。
2. 能根据开环控制系统的设计方法，制作一个控制装置；或者根据简单闭环控制系统的方案进行模拟实施，学会调试运行，提出改进方案。

1 控制系统设计的一般思路

要设计好一个控制系统，应该明确这个系统要达到的目的是什么，所要控制的对象是什么，被控对象有哪些重要的特性，被控量和控制量分别是什么，外界的主要干扰因素有哪些，选择怎样的设计方案既能达到目的，又经济、易于实现，如何选择设备和元件，等等。



设计一个控制系统，是选择开环控制还是闭环控制，应根据对控制精度的要求以及条件的可行性而定。在控制系统设计过程中，被控对象的特性往往难以直接得到，通常是通过了解被控对象的输入与输出之间的关系来分析它的基本特性，从而确定控制器的运算方式；一个控制系统中可能存在若干个干扰因素，需要分析主次，找出对系统影响最大的干扰因素；被控量和控制量的确定是控制方案的关键，对于简单控制系统，需要控制的量往往被确定为被控量，控制量应选择可控制的、对抑制干扰因素和保持系统稳定有明显作用的量；执行器、检测器的选择一是要根据被控量和控制量的需求，二是要根据控制的条件进行。总之，能达到控制的目的，采用易于实现的控制方式，降低控制成本、减少对环境的负面影响等，是我们进行控制系统设计必须考虑的基本问题。

控制系统的设计方案，还包括画出必要的设计图纸（控制电路设计或系统结构设计）和实施图纸、撰写设计说明书等。

微信公众号：电子课本大全

开环控制系统的设计

开环控制系统的设计相对比较简单，在明确设计要求，明确被控对象、被控量和控制量后，即可考虑具体控制系统的方案。例如，普通电风扇控制系统的设计，被控对象是电风扇，被控量是电风扇输出的风速，控制量是电机的转速；如果是具有定时功能的电风扇控制系统的设计，则只需在开关环节加一个定时器就可以了。

案例分析

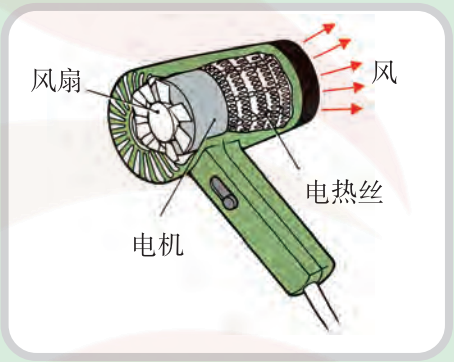
电吹风控制系统的设计

设计要求：

电吹风能根据不同的挡位（如冷风挡、热风挡）输出不同种类的风。

设计分析：

电吹风控制系统的被控对象是电吹风装置，被控量是风的速度和温度，控制量是电机的电压，干扰因素是房间温度、电源电压的波动等。



电吹风的控制工作过程：

电吹风是要将其内部电热丝的热量通过一个小电风扇扩散出去。

方案构思：

选择开环控制系统实现电吹风的控制要求。

设定风的挡位就设定了电机的电压和电热丝的阻值，接通电源后，电机带动一个小风扇转动，产生的风通过电吹风的电热丝，输出的就是与设定的风种相对应的风。

设定电吹风的挡位（输入） → 电机、风扇、电热丝 → 风的速度和温度（输出）

确定了电吹风控制系统的设计方案后，画出必要的电气线路图，选择适当型号的元件和配件，进行组装、调试。

闭环控制系统的设计

不同的闭环控制系统用于实现不同的控制目的，要求往往也不一样。对于简单的闭环控制系统，有以下基本要求：

第一，一个闭环控制系统要正常工作，首先必须是稳定的。如输出量发生偏离，系统通过动态调整使被控量回到平衡状态，系统的这种调整过程有可能使系统产生振荡，若振荡呈逐渐衰减趋势，能很快稳定下来，还属于稳定系统，否则就是不稳定系统。

第二，控制系统的控制精度必须符合要求，即系统的输出量与给定值之差应控制在允许的范围之内。

第三，闭环控制系统应有较好的抗干扰性能。

在进行闭环控制系统的设计时，几项控制要求之间往往会产生矛盾，需要结合具体问题全面解决或有所侧重地解决。

微信公众号：电子课本大全

案例分析

抽水马桶水箱的自动控制系统的设计

设计项目：

抽水马桶水箱的自动控制系统。

设计要求：

1. 当水箱中的水位低于某一指定的高度时，进水口立即进水。

2. 当水箱的水位达到某一指定高度时，进水口停止进水。

3. 控制系统对控制精度和系统的稳定性均没有特别的要求。



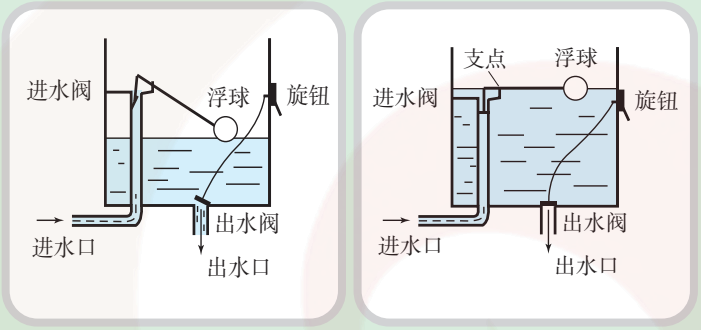
抽水马桶

设计分析：

1. 从设计要求来看，当进水使得水箱水位达到一定高度时能自动停止进水，故选择闭环控制系统。

2. 被控对象是抽水马桶的水箱，被控量是抽水马桶水箱水位的高度，控制量是进水管的水流量（即进水量），水箱水位的高度与进水量之间呈线性关系。

3. 主要干扰因素是水箱的出水流量。

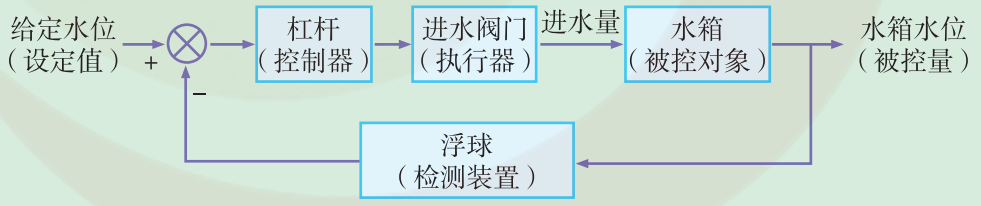


方案构思：

采用浮球作为水位高度的检测装置。当水箱的水位低于水箱的某个高度时，出现了水位差（给定的水位高度与实际水位高度之差），这个信号通过浮球、连杆机构传给进水阀，使进水阀打开，从而水箱进水；当水箱的水位达到水箱的某个高度时，水位差为零，进水阀关闭。

水箱水位的控制过程：

拨动冲水旋钮，使出水阀打开，水箱冲水。与此同时，进水阀打开，水箱进水，直到指定水位时，进水阀关闭。



讨论

在上述案例中，如果要节约用水，减少水箱每次冲水的量，你能设计哪几种方案？

微信公众号：电子课本大全

2 控制系统的设计与实施案例

案例分析

自动升旗简易控制装置的设计

陈剑负责学校每周一次的升旗仪式。在学完《技术与设计2》模块后，他决定利用所学知识设计一套能实现自动升旗的简易控制装置的模型。



设计要求：

1. 在国歌播放的时间内，控制国旗匀速上升到旗杆的顶端。

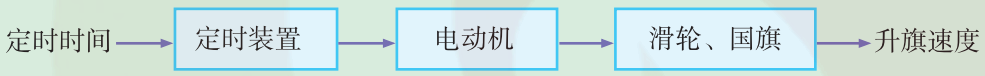
2. 选择恰当的控制方案实现控制。

3. 选用成本低、易于获取的元件、设备和材料制作模型。

设计分析：

1. 采用开环控制系统，被控对象是国旗，被控量是上升的速度，控制量是电动机的转动与停止（或速度）。

开环控制系统的方框图为：



2. 这一开环控制系统由计时装置和控制升旗的装置共同组成。

3. 计时装置和控制升旗装置的实现可以有多种方案。例如，采用机械定时器和电动机实现，采用成品电子定时器和电动机实现，采用自制电子定时器和带有可调速电路的电动机实现，采用音频信号、触发电路和电动机实现。

4. 采用任何一种方案实现控制，都要经过若干次调试，直到符合设计要求为止。

设计准备：

机械定时器（或电子定时器、自制的电子定时器、CD唱机），旗杆，滑轮，卷筒，变速齿轮箱，电动机调速器，直流电源等。

设计方案：

方案A

1. 采用机械定时器、直流电动机、直流电源、滑轮等元器件实现。其中，机械定时器相当于电动机的开关。

2. 测得国歌播放的时间和旗杆的长度，确定定时器的定时时间并预估电动机的转速。根据时间、旗杆长度和电动机的转速，选择滑轮的直径。

3. 将机械定时器、直流电源和电动机串联在一个回路中。

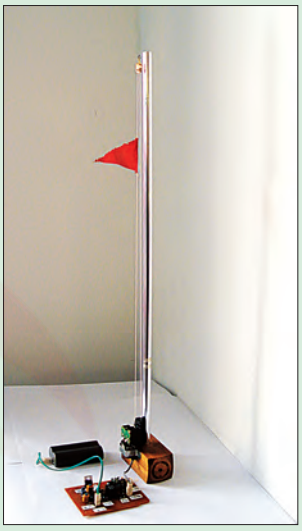
4. 初始状态使国旗在旗杆底端。在国歌播放的同时启动机械定时器，电动机开始

微信公众号：电子课本大全

转动并带动滑轮运动，使国旗匀速上升。当定时器计时停止时，断开电源使电动机停止转动，此时国旗应该正好升至杆顶。如果升旗速度与国歌的播放时间之间存在误差，则需要重新调整滑轮的直径，直到符合要求。

5. 为使系统在非正常状态下保证旗帜的升降，还需要在电路中并联一个手动开关，当控制系统出现故障时，使用手动开关直接控制电动机的转动与停止。

机械定时器靠手动旋转旋钮实现定时，定时的精确度略低，但只要细心操作是可以满足要求的。



自动升旗简易控制装置

方案 B

采用成品的电子定时器、直流电动机、直流电源、滑轮等元器件实现。

用电子定时器代替机械定时器，其他步骤参照方案A。

电子定时器比机械定时器的定时精确度高，所以对操作者的要求相对低一些。

方案 C

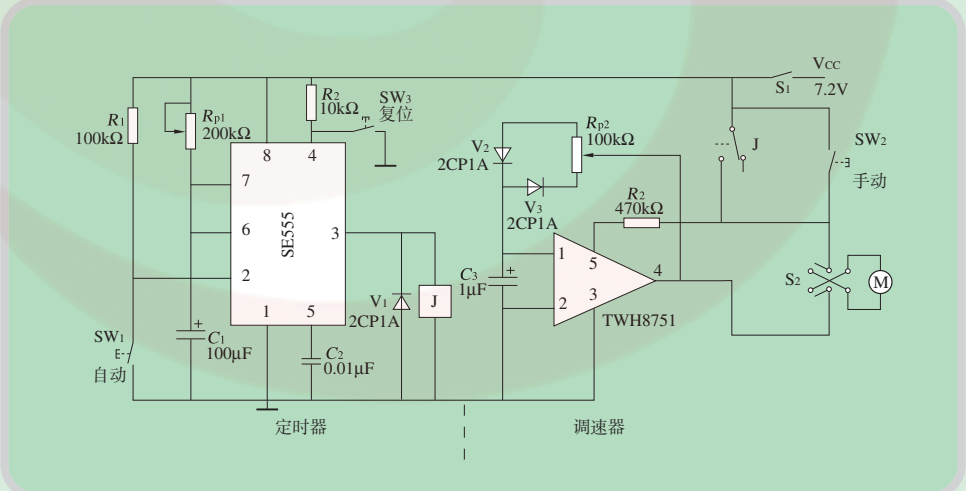
1. 采用自制的电子定时器、带有可调速电路的电动机、直流电源、滑轮等元器件实现。

2. 测得国歌播放的时间和旗杆的长度，确定定时器的定时时间并预估电动机的转速。根据时间、旗杆长度和电动机的转速，选择滑轮的直径。

3. 将自制的电子定时器、直流电源和带有可调速电路的电动机串联在一个回路中。其中，自制的电子定时器可根据学校实验室现有的元件、设备和已知电路进行制作，如可用555时基电路制作定时器，通过定时器控制的继电器来控制电动机的转动与停止；采用 TWH8752 开关电路制作电动机的可调速电路。

4. 在调速电路中并联一个手动按钮 SW_2，用于在出现故障时能升降旗帜。

5. 初始状态使国旗在旗杆底端。在国歌播放的同时启动自制的电子定时器，电动机开始转动并带动滑轮运动，使国旗匀速上升，当定时器计时停止时，断开电源使电动机停止转动，此时国旗应该正好升至杆顶。如果升旗速度与国歌的播放时间之间存在误差，则需要改变可调速电路电动机的转速，直到符合要求。



自动升旗简易控制装置电路图

微信公众号：电子课本大全

方案 D

1. 采用 CD 唱机（含有触发电路）、电动机、直流电源、滑轮等元器件和设备。

2. 测得国歌播放的时间和旗杆的长度，预估电动机的转速，并选择适当的滑轮的直径。

3. 从 CD 唱机中引出音频信号，将 CD 唱机（含有触发电路）、直流电源和电动机串联在电路中。

4. 初始状态使国旗在旗杆底端。当启动CD唱机播放国歌时，音频信号触发电路带动电动机转动，使滑轮运动，国旗匀速上升；当国歌播放结束、没有音频信号时，电动机停止转动，此时国旗应正好升至杆顶。如果升旗速度与国歌的播放时间之间存在误差，则需要重新调整滑轮的直径（如果有可调速电路，则调整电动机的转速），直到符合要求。

5. 在启停电动机的电路中并联一个手动按钮SW_2，用于在出现故障时能升降旗帜。

这一方案的特点是，不需要外加定时器，而用音频信号直接控制电动机，减少了时间上的误差。

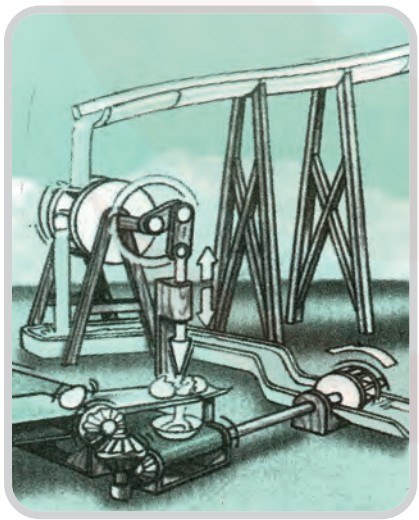
思考

陈剑同学提出的四种方案各有什么特点？你认为哪种方案最容易实现？你还能提出其他的方案吗？

练　习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 设计并制作水车控制装置的模型。利用流动的水冲击水车，以控制不同的机械装置而产生动作。





2. 设计并制作可伸缩的晾衣控制装置。利用手摇装置或电动装置将晾衣绳连同衣物移到室外，下雨时将它整体收回室内。

微信公众号：电子课本大全

本单元小结

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

事物发展具有多种可能性。人们根据自己的目的，通过一定的手段使事物沿着某一确定的方向发展，就形成了控制。人类的控制现象自古就有，随着科学技术的进步，自动控制得以迅速发展。控制的手段多种多样，控制广泛应用于人们的生产生活中。

开环控制系统是指输出量不对系统的控制产生任何影响的控制系统。闭环控制系统是指在系统的输出端与输入端之间存在反馈回路，输出量对控制过程产生影响的控制系统。控制系统的工作过程通常可以用方框图来表示。

在控制系统中，除输入量以外引起被控量变化的各种因素，就是干扰因素。反馈是闭环控制系统的重要特征，体现了一定的思想方法，有着广泛的应用。此外，功能模拟方法、黑箱方法在控制系统设计以及日常生活中也有着广泛的应用。

设计一个控制系统，要明确控制目的、控制对象是什么，要弄清干扰因素以及被控量、控制量，选择经济、易于实现的手段来实现。

综合实践

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 有一位科学家，为了促使迷上看电视的女儿坚持锻炼，专门设计了一辆有趣的“自行车”，女儿必须骑在车上不停地踩脚蹬，才能驱动发电机给电视机供电，想偷懒就看不到电视。



请你根据已学的技术与设计的知识，画出“自行车—发电—电视机”这一过程的方框图，分析在这套装置的设计中，综合了哪些技术和原理。

2. 请对太阳能热水器进行分析：

（1）一般家用太阳能热水器水温控制是如何实现的？

（2）有的宾馆使用多台热水器串联来集中供水，当水温过低时，通过控制器启动辅助电加热开关，使水温控制在一定范围。请画出这一控制系统的方框图，说明其工作过程。

微信公众号：电子课本大全

第四单元 学习评价

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	

微信公众号：电子课本大全

普通高中课程标准实验教科书
通用技术　必修 2
书　　名　技术与设计 2
主　　编　顾建军
责任编辑　郜　键　董秀敏
出版发行　江苏凤凰教育出版社（南京市湖南路 1 号 A 楼　邮编：210009）
照　　排　南京新华丰制版有限公司
印　　刷　江苏凤凰新华印务有限公司（电话：025-68037410）
厂　　址　江苏省南京经济技术开发区尧新大道 399 号
开　　本　890mm × 1240mm　1/16
印　　张　8.25
版　　次　2012 年 6 月第 3 版
　　2019 年 6 月第 15 次印刷
书　　号　ISBN 978-7-5343-5983-5
定　　价　10.02 元
邮购电话　025-85406265，025-85400774，短信 02585420909
盗版举报　025-83658579

苏教版图书若有印装错误可向承印厂调换
提供盗版线索者给予重奖

微信公众号：电子课本大全

凤凰传媒
PHOENIX MEDIA

通用技术
必修2
技术与设计2



绿色印刷产品

微信公众号：电子课本大全