

探究式学习丛书

建筑结构

Structures

人民教育出版社综合编辑室 策划
北京京文多媒体教育有限公司

A ctivities 课程活动	1
B ibliography 参考书目	3
C areers 相关职业	4
D emonstrations 课堂演示	5
E xperiments 学生实验	6
F ree Stuff 免费资源	8
G ames & Puzzles 益智天地	9
H omework Helpers 作业帮手	10
I nterdisciplinary 学科联系	11
J ust for Fun 轻松小品	13
K ey Concepts 重要概念	14
L eisure Activities 校外活动	15
M isconceptions 观念导正	16
N oteworthy People 人物介绍	17
O ff the Beaten Path 另辟思路	18
P rofessional Resources 专业资源	19
Q uestions & Answers 问与答	20
R eproducibles 图片模板	21
S cience Projects 科学项目	23
T esting 测试评估	24
U nsolved Mysteries 待解之谜	25
V ocabulary 词汇解释	26
W riting Ideas 写作题材	27
X Marks the Spot 标示地点	28
Y ear After Year (Timeline) 年鉴	30
Z ingers 奇闻轶事	32

Discovery
CHANNEL
SCHOOL

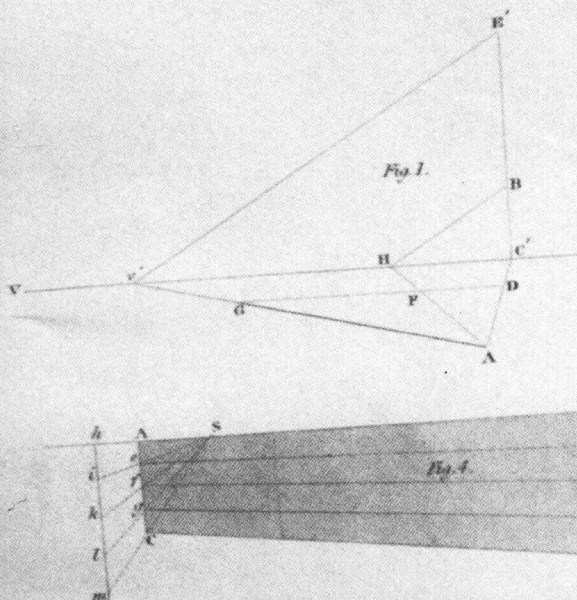
教师参考书

34.7

4

编

人民教育出版社



总策划：许钟民
执行策划：邓育杰
产品策划：人民教育出版社综合编辑室
北京京文多媒体教育有限公司
翻译：王春霞 邱莉等
责任编辑：牛曼漪
审稿：窦国兴 陈晨 郑长利
审读：王存志
审定：韦志榕

总号	34758	书号	25.00
书名	建筑结构(教参)		
著者	王春霞等	G633.73	
出版处	北京人民教育	G1051	

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构 / 王春霞等编译. - 北京: 人民教育出版社, 2002
(探究式学习丛书)
教师参考书
ISBN 7-107-16251-9

I. 建...
II. 王...
III. 建筑结构 - 中小学 - 教学参考资料
V. G633.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第100895号

登记号

分类号

1. 请爱护书籍
2. 借期已满请即归还
3. 请勿转借与他人
4. 请勿在书上批注圈点污损
5. 如需续借请将书籍带来办理手续

重庆包装印刷工贸联合公司出品
货号: 524-44

人民教育出版社出版发行

(北京沙滩后街55号 邮编: 100009)

网址: <http://www.pep.com.cn>

北京市印刷一厂印装 全国新华书店经销

2003年5月第1版 2003年5月第1次印刷

开本: 890 毫米×1240 毫米 1/16 印张: 2

印数: 0001~5000册

定价(附VCD): 25.00元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系调换。

(联系地址: 北京市方庄小区芳城园三区13号楼 邮编: 100078)



CS1500761

教学活动指南

美国国家科学教育标准 (NSES)
本书部分单元附有美国国家研究理事会 (National Research Council) 所制定的美国国家科学教育标准 (National Science Education Standards), 在使用本书时, 可以参考 NSES 中的有关内容。若想获取更详尽的信息, 请参见第 19 页的“专业资源”。

通过探究式的学习活动, 重点培养学生以下几方面的能力:

- 确定可以通过科学探究回答的问题
- 设计和进行科学研究
- 培养运用证据进行描述、解释、预测和构建模型的能力
- 通过批判性和逻辑性思维建立证据与解释之间的关系
- 承认和分析提出的可供选择的解释和预测

G634.7

064

重庆师范大学
学前教育与艺术学院
图书馆

折板屋顶

摘要说明

让学生了解三角形在建筑设计中的应用。用一张纸折叠成手风琴的形状; 在折成手风琴形状的纸的两侧粘上纸, 做成简易的房梁; 最后在“手风琴”的上边和下边各放一张纸, 做成夹层板。

背景资料

建筑师们利用折叠或皱褶, 增加支撑力度。折板屋顶非常牢固, 它所能承受的压力比平板屋顶要大得多。这种折板的设计, 能将屋顶材料的压力沿着折痕的方向分散开来。通过折叠出来的三角形, 压力和张力被均匀地分散作用在每一个间隔上, 这样就可以承受较长和较重的屋顶。跨度为 60 米甚至更长的屋顶, 便是这种设计的代表形式。

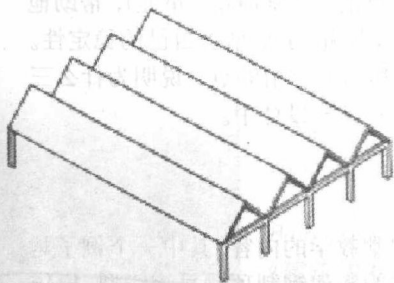
进行方式

重庆师大图书馆

器材

(每组学生一套)

- 2 本完全一样的书
- 5 张同样大小的厚纸
- 胶水或胶带
- 尺子
- 剪刀
- 一些硬币



1. 让学生们知道, 他们将预估并测试不同长度的建筑物的强度。请他们制作一个数据表, 记录下预测的数据, 以及实际检测到的数据。这个表格应该具备三项内容: 长度、预估和实际测量的重量。
2. 指导每组学生, 将两本书直立于课桌上, 中间间隔 20 厘米, 将一张厚纸平放在两本书的上方。
3. 请学生估计一下, 这样的结构能承受几枚硬币。然后让他们看看自己的预测是否正确: 将这几枚硬币一次全都放在纸上。提醒他们, 要将预测数据和实验的结果全都记录下来。接着, 改变两本书之间的距离, 重复这个实验。他们也可以将几张纸黏在一起, 来做这个实验。
4. 请学生将另外一张纸按照手风琴的样子折叠起来。问问他们, 这种新的设计是不是能承受住更多的硬币。鼓励他们思考其中的原因。
5. 请学生将几张纸折叠起来, 放在原来的那个“屋顶”上, 然后将另外一张纸放在这张折叠纸的上面。然后, 请他们估计一下, 这个新屋顶能承受住多少枚硬币, 接着进行一次实际的测试。
6. 告诉学生们, 采用这种设计的屋顶叫做“折板屋顶”。指导他们制作一个模型: 首先, 将这张折叠纸夹在两张纸中间, 然后做一些 2.5 厘米宽的纸条, 最后, 将这些纸条黏在夹层板的两边。
7. 请学生们估计一下新屋顶的强度, 然后进行一次实际测试。
8. 请学生们思考, 怎样才能将这个屋顶做得更长、更牢固。给他们几分钟时间讨论, 让每组学生按照自己的想法进行测试; 接着鼓励他们改进自己的屋顶, 使其能被相距更远的两本书支撑。最远的距离可能是多少? 随着距离的增加, 屋顶能承受的重量起了怎样的变化?
9. 请学生们根据自己记录的数据画一张图, 并进行总结: 屋顶的设计, 对屋顶的强度和跨度有哪些影响? 鼓励他们利用因特网, 查寻折板屋顶和箱形梁屋顶的资料。

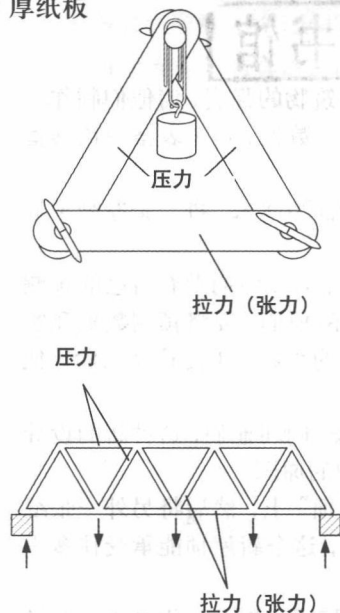
摘要说明

学生们要研究两种形式的桁架，以便了解三角形，以及它是怎样影响建筑物的矗立和承受压力的。研究不同形式的桁架，会有助于学生了解它的设计过程，以及在建筑物设计的过程中，为什么张力和压力是必须考虑的因素？

器材

(每组学生一套)

- 30根手工制作的小木棒，
每根木棒的两端都钻好孔
(用小钻孔机钻成)
- 20个铜制曲头钉(扣夹)
- 厚纸板



美国国家科学教育标准 (NSES)

- 科学和技术既有相同之处又有不同之处。科学家对自然界中的各种现象和问题给予解释；而技术人员则对人类在生存和发展中所碰到的实际问题给予解决方法。技术性的解决方法只是暂时的。实际上，每一种技术都存在于自然界中，因此不能违背物理学或生物学的基本原理。技术具有双面性，在带来社会进步的同时也潜藏着隐患。
- 技术是有一定局限性的，而且有些局限性是不可能逾越的，例如材料的属性、天气的影响和磨损；技术设计也会受到其他因素的限制，例如环境保护、安全和美学的问题。

背景资料

桁架是最古老而且是最常用的建造桥梁的方式之一。三角形的结构非常稳定，也非常坚固。在建筑设计中，常将很多三角形连接在一起，确保力的平衡。张力和压力是保证建筑物稳定的两个重要因素。随着科学技术的发展，以及新材料的不断涌现，工程师和建筑师们对桁架的设计和布局都进行了改进。

进行方式

1. 请学生对各种屋顶的形状及其设计进行思考，在设计上有哪些共同点？他们是否看见过正在搭建的的屋顶？请他们画出几种不同的屋顶“框架”草图来。
2. 给学生们看几张有桁架设计的屋顶和桥梁的图片，请他们指出其中的相同部分。请学生特别注意三角形。为什么在这些建筑中都有三角形呢？
3. 将实验器材分发给每组学生，请他们用四根木棒搭出一个基本结构，并测试它的韧性，它可以站得住吗？然后，请他们用三根木棒搭出一个基本结构。将一张厚纸板分别放在这两个结构的上面，测试和比较它们的韧性和稳定性。它们中的每一个都能支撑起硬纸板吗？
4. 鼓励学生用四根木棒做出更稳定的结构。(有必要的，话，给学生们一些提示：在方形框架对角线位置放另一根木棒)让学生们知道，这样的结构叫做桁架。然后再拿出建筑物的图纸，一一指出桁架的位置。
5. 向学生提出一个挑战：使用一系列的桁架，制作出一个屋顶。学生们可以选择以下的两种形状之一：带支架的长方形或三角形。若想将桁架连接起来，应该使用另一根木棒穿过顶部。桁架的目的是将厚纸板支撑起来。
6. 请学生对自己的作品进行分析，在设计上做怎样的改变可以使桁架更坚固，或者更美观？用其他什么材料会让建筑物更坚固吗？在结构的强度和三角形使用的数量之间，有没有什么关联？
7. 请学生们讨论张力和压力(请参见第5页的“课堂演示”单元)，帮助他们了解桁架是如何利用张力(拉力)和压力(推力)来增加自己的稳定性。
8. 请学生画出它们的结构，并指出张力和压力作用的点，说明为什么三角形桁架被如此广泛地应用在大厦和桥梁的设计中。

课外作业

让学生看一些桁架设计的实例，以丰富课堂教学的内容。其中一个例子是日本本州岛关西国际机场的客运枢纽。它的桁架钢制顶棚呈流线型，模仿的正是一只飞过大海的鸟儿的模样。它看上去非常漂亮，为了抵御台风和地震，被设计得非常坚固，并且有很好的韧性。

 教师适用*Architecture in the United States*
《美国建筑》

Upton, Dell. Oxford University Press, 1998
供教师和学生使用的参考书。该书介绍了建筑在北美洲的发展,以及美国一些建筑的历史,还介绍了城市及其基础设施的发展。

The great Bridge : The Epic Story of the Building of the Brooklyn Bridge

《伟大的桥——布鲁克林大桥的故事》

McCullough, David. Touchstone/Simon & Schuster, 1983.

该书采用编年体的方式讲述了布鲁克林大桥的建造过程。书中有很多关于布鲁克林大桥建造过程中的细节描写和当时各界对它的评论。布鲁克林大桥创下了很多建筑史上的纪录,它凝聚了建筑师毕生的心血。

How Things Work: Structures

《建造技术》

Time-Life Books, 1991.

本书介绍了适用于不同建筑物的建造技术,包括

水坝、桥梁、摩天大楼等。书中的前几个章节讲述了与建筑有关的物理方面的知识,包括张力和压力等。

Structures : How Technology Mirrors Nature

《建筑: 来于自然》

Morgan, Sally and Adrian. Facts on File, 1993.

本书以独特的视角,介绍人类的建筑与自然界中的建筑——从海贝壳到鸟巢之间的联系。书中还介绍了很多适合在课堂教学过程中进行的活动。本书是以桥梁、大坝、隧道和大厦为题分别介绍的。

Structures : The Way Things Are Built

《建筑: 建造过程》

Hawkes, Nigel. Macmillan, 1990.

本书精选多幅精美照片,追溯建筑历史,讲述挑战历史极限的伟大建筑的建造过程。

 学生适用*Amazing Buildings*

《叹为观止》

Wilkinson, Philip. Dorling Kindersley, 1993.
本书介绍了世界上风格迥异的20多座著名建筑。

Build it! Activities for Setting Up Super Structures

《建造超级建筑的活动》

Good, Keith. Lerner Publications, 1999.

本书为学生们安排了一些建造小型建筑的活动。通过这些活动,全面了解建筑结构,例如三角形对建筑结构平衡的作用;外包装结构对建筑物的保护作用等。

Buildings : How They Work

《建筑的发展》

Adam, Robert. Sterling Publishing, 1995.

本书追溯了建筑物的演变和发展,从简易的芦苇棚到摩天大楼;建筑材料的不断更新,从天然石材、木材到超强度的复合材料。另外,本书还讲述了建筑风格的演变过程。

Great Buildings

《伟大的建筑》

Lynch, Ann. Time-Life Books, 1996.

本书以古代建筑和现代建筑为线索,讲述了世界范围内各种建筑风格,包括巴黎圣母院和环美大厦等。它将不同风格的建筑进行对照,以说明社会需要决定了建筑风格。

Underground

《地下建筑》

David Macaulay, Houghton Mifflin, 1976.

本书讲述的是地下建筑,包括建筑物的地基和地下管道系统。



鼓励你的学生与相关行业的专家联系，请他们到课堂上进行职业辅导，或者在因特网上查询有关问题的答案。

木匠

在 建筑工人的队伍中，木匠占了大多数。这些工人将木材锯成所需形状，并与其他材料共同使用，做成各种木工活。木匠是精于木工活的技工，要懂得设计房屋，建造混凝土地基上的房屋结构，制作细木家具。他们还要在码头、桥梁和脚手架上进行工作。

木匠的工作要求本人必须具有很好的体力，有时候，需要在户外恶劣的气候条件下工作数小时。更需要有很强的动手能力和手眼配合能力。为了进行精确的测量和计算，木匠还需要具备数学和几何学知识。

有人对木匠的工作很感兴趣，他们一般都是从学徒做起，逐渐成为熟练工人。大多数地方组织都会为学徒开设培训课程，但在一些较小的团体里面，刚开始从事木匠工作的人只能作为助手，在工作过程中慢慢学习。一些职业学校也有木工的培训教程。但是在这个职业中，学历并不是最重要的。

绘图师

如 果你对绘画和数学感兴趣，那么绘图的工作也许适合你。绘图就是绘制建筑工人建设用的技术图纸。这些图纸包含了建筑物的每一个细节，像墙壁的尺寸、各种电路的位置等等。绘图师从设计者和工程师那里获取信息，并把它们绘制成完整的施工图纸。

过去，绘图人员用那些机械设备，像标尺、量角器和铅笔来绘制图纸。今天，大多数绘图人员都使用计算机辅助设计系统(CAD)来完成自己的设计。

具有绘画天赋的人一般愿意从事绘图工作，但是大多数老板还是希望能聘请到在这方面具有计算机知识的人。

建筑相关职业



建筑结构工程师

建 筑结构工程师与建筑师和绘图师一起工作，帮助他们进行建筑设计。建筑结构工程师最主要的职责是确保建筑物可以承受压力。土木工程是最古老的建筑专业之一，而结构工程是土木工程的一部分。在计算机上，建筑结构工程师对建筑物的不同部分所受到的压力和张力进行分析，计算不同种类负荷的安全界限。在施工过程中，建筑结构工程师要经常检查建筑物，确保工程按计划进行，从而避免发生建筑事故。

和其他工程师一样，建筑结构工程师必须精通数学。要想从事这个工作，必须先获得工程学士学位，或者再继续深造，完成硕士学位。最后，必须通过一次国家级的考试，才能得到该专业工程师的认证。





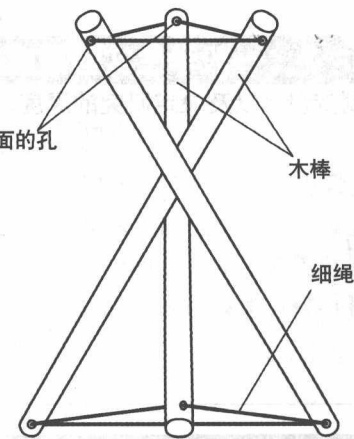
演示实验指南

考虑到安全和一些实验器材的问题,演示实验需要在教师的指导下进行。但是仍要为学生提供锻炼的机会,特别是在进行重要演示的时候。

提问的策略旨在培养学生以下的能力:

- 设计和进行科学研究
- 培养运用证据进行描述、解释、预测和构建模型的能力
- 通过批判性和逻辑性思维建立证据与解释之间的关系
- 承认和分析提出的可供选择的解释和预测

张力和压力



摘要说明

三角形是一种非常简单的几何图形,但是它又极富魅力,也是最稳定的,在建筑领域里应用得最广泛的图形。试着设计和制作一个板凳,让学生理解三角形结构有很强的稳固性而且不容易被压塌。这个活动还会让学生知道,在进行技术设计的过程中,必须把一些因素考虑进去,例如材料的属性和人身的安全。

器材

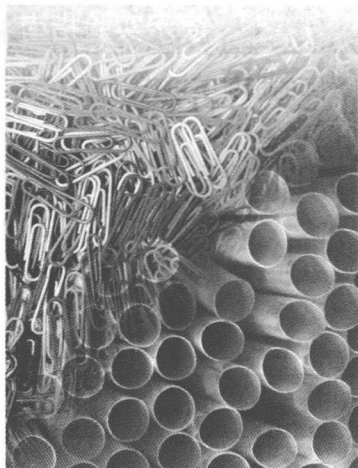
- 3根木棒(2.5厘米×90厘米),在每根木棒的两端各钻一个孔
- 2根粗线或尼龙绳(1.5米和1.8米长)
- 厚纸板(30厘米×60厘米)
- 卷尺

美国国家科学教育标准(NSES)

- 科学和技术既有相同之处又有不同之处。科学家对自然界中的各种现象和问题给予解释;而技术人员则对人类在生存和发展中所碰到的实际问题给予解决方法。技术性的解决方法只是暂时的。实际上,每一种技术都存在于自然界中,因此不能违背物理学或生物学的基本原理。技术具有双面性,在带来社会进步的同时也潜藏着隐患。
- 完美的技术是不存在的。所有的技术性解决方法都会有缺憾,例如安全、成本、效率和外观。技术人员一般会通过设计另外的一套系统来提高安全系数。在这个高科技的社会中,风险是生活的一部分。降低风险的努力常常引起新的技术革命。
- 技术是有一定局限性的,而且有些局限性是不可能逾越的,例如材料的属性、天气的影响和磨损;技术设计也会受到其他因素的限制,例如环境保护、安全和美学的问题。

进行方式

1. 请学生检查自己的椅子,仔细观察椅子的结构。请他们思考施加在椅子上的力。并请他们讨论一下,椅子的设计与它的受力有怎样的关系。
2. 请学生两人一组,要他们面对面,手牵手,彼此拉扯对方。然后,请他们讲述一下刚才的感觉,并告诉他们:他们所感觉到的被拉扯的力叫做张力。再回到椅子的话题上,请他们回答:在设计椅子的过程中,哪些地方的张力必须要考虑。根据椅子的种类,在与椅子腿连接的地方和椅背部分的张力是需要重点考虑的。
3. 接着,请学生背靠背站立,两个人保持一定距离(大约30 cm),然后用背互相用力推挤对方,再让他们讲述一下感受到了什么样的力。告诉他们这个推挤的力量叫做压力。再回到椅子的话题上,请学生指出椅子承受压力的地方。典型的地方是椅面部分。当一个人向后倚靠的时候,椅背一定要能够承受住人对它的压力。
4. 给学生们分发木棒、细绳、纸板和卷尺。请他们分成几个小组,使用这些材料制作一把椅子或板凳,这个板凳要能承受住一个体重55公斤的人。学生们可以将设计构想写在笔记本或黑板上。
5. 几分钟后,请学生们讨论各自的设计构想,并让他们决定实施哪个设计方案。请一些学生在设计方案的基础上做指导工作,另一些学生则开始动手制作。即使制作好的板凳不能站立,也不要让设计组那边的学生修改设计方案。可能的话,让他们多做几次。请学生仔细思考自己的设计,到底什么起了作用,什么没有起作用。他们能坐在自己亲手制作的板凳上吗?
注:有必要的話,指导他们做三角架。将木棒摆成一个三角形,将一根1.8米长的细绳穿过三根木棒一端的孔并系紧,每根木棒之间留出50厘米的距离。将较短的那根绳子穿过三根木棒的另一端,每两根木棒留出40厘米的距离,将绳子两端系紧。
6. 将硬纸板放在学生制作的框架上。找一个自愿者,坐在这个板凳上面。对于这个板凳,它承受了哪些力?
7. 请学生们画出板凳的结构,解释它为什么能够站立。如果不对材料的数量加以限制,那么在设计上应该有什么样的变化?学生们能不能做出一个看上去更美观、安全系数更高的板凳?



一般学生实验指南

教师应该向学生提供实验纲要，学生负责收集数据、控制变量，以及决定研究的深度。实验的目的是要提高学生以下的能力：

- 设计和进行科学研究
- 利用适当的工具和技术收集、分析和解释数据
- 培养运用证据进行描述、解释、预测和构建模型的能力
- 通过批判性和逻辑性思维建立证据与解释之间的关系
- 承认和分析提出的可供选择的解释和预测
- 交流科学过程和解释
- 把数学运用在科学探究的各个方面

设计和建造大厦

摘要说明

请学生们探讨大厦和塔的设计、规划和建造的过程。使用麦秆、纸夹作为连接物，他们可以试着将“大厦”建得尽可能地高。而最大的挑战是建筑物的强度，它必须能承受住大厦的重量。

器材

(每组学生一份)

- 250 根不弯曲的吸管
- 350 个曲别针
- 标尺
- 剪刀
- 天平
- 细绳
- 450 克的塑料水杯
- 可调整的板凳
- 15 卷 50 枚的硬币，一罐子散硬币
- 胶带(作固定之用)

美国国家科学教育标准(NSES)

- 如果有不止一个力沿直线作用在同一物体上，那么这些力会根据其方向和大小相互加强或者相互抵消。力的不平衡会改变物体运动的速度和方向。
- 科学和技术既有相同之处又有不同之处。科学家对自然界中的各种现象和问题给予解释；而技术人员则对人类在生存和发展中所碰到的实际问题给予解决方法。技术性的解决方法只是暂时的。实际上，每一种技术都存在于自然界中，因此不能违背物理学或生物学的基本原理。技术具有双面性，在带来社会进步的同时也潜藏着隐患。
- 技术是有一定局限性的，而且有些局限性是不可能逾越的，例如材料的属性、天气的影响和磨损；技术设计也会受到其他因素的限制，例如环境保护、安全和美学的问题。

背景资料

工程师和建筑师总是痴迷于建造更高的建筑物。对所有可能出现的问题先进行分析，然后他们开始建筑设计，最后是对模型进行测试。在一个工程开始前，他们总是反复地测试、改进以完善自己的设计。其中一项测试是针对建筑物的强度：当最高的一层建好以后，它能否承受住自身的重量而屹立不倒？当人和各种设备进入以后，它是否还能依然矗立？尽管现在的工程师使用计算机进行模拟测试，但这个实验还是可以让学生模仿大厦设计、测试和完善的过程。

进行方式

第一部分：设计和建造一座大厦

1. 准备一个广告板，上面有很多摩天大楼的图片以及对楼宇的介绍。鼓励学生仔细观察。请学生讨论：图片中的大楼有哪些相同和不同的地方？
2. 请学生讨论：修建一座大厦并使它能承受住自身的重量所面临的最大挑战是什么？将他们的见解记录下来。
3. 使用分发的吸管和曲别针开始建造“大楼”，看看高大建筑物是怎样支撑起自身重量的。
4. 完成以后，让学生们测量并记录下大楼的重量，以及总共使用了多少吸管和曲别针。让学生将自己的作品展示出来，并讨论它的设计。这些作品是不是类似他们原来见过的真实的大厦？

第二部分：强度测试

1. 进行以下的步骤，测试学生们的“大厦”强度。让学生们自己对测试活动进行设计，或者使用其他工具进行这个步骤。
 - 将“大厦”放在地上，在距离它 30~35 厘米远的地方，放一个高度差不多是“大厦”一半的板凳。
 - 在“大厦”中间的部分拴一条绳子，将绳子放在板凳上，在绳子的另一端拴一只小杯子。让杯子悬挂在距地面 50~64 厘米的地方。
 - 往杯子里放硬币，直到“大厦”弯曲，或者杯子接触到地面为止。
 - 如果“大厦”摇晃的话，在继续向杯子施加重量以前，先等待 20 秒钟。
 - 记录下总共的重量，或者“大厦”的工作负荷。
2. 请学生对自己的设计进行改进，以便他们的“大厦”能承受更大的重量；或者使用较少的材料。给他们一些时间，改进设计并重新测试。
3. 请学生调查和解释，建筑物是如何承受重量的。张力和压力在什么地方不能保持平衡？鼓励他们进一步思考：如何通过使用不同的建筑材料来改进设计方案？



建造和试验桥梁

摘要说明

请学生们观察三种不同的桥梁, 讨论张力和压力的重要性。这为他们提供了一个机会, 设计和建造属于自己, 且融会设计技术、材料和强度的桥梁。

器材

- 4 张图纸
- 手工制成的木棒或咖啡搅拌棒
- 胶水或者 102 厘米长的胶带(最宽 2.5 厘米)
- 0.9 米 × 0.9 米的硬纸板, 作为工作板
- 15 卷 50 枚的硬币, 一罐子散硬币
- 天平
- 计算器
- 4 本同样尺寸的书
- 2 张重量相等的大实验桌
- 纸杯



美国国家科学教育标准 (NSES)

- 如果有不止一个力沿直线作用在同一物体上, 那么这些力会根据其方向和大小相互加强或者相互抵消。力的不平衡会改变物体运动的速度和方向。
- 科学家对自然界中的各种现象和问题给予解释; 而技术人员则对人类在生存和发展中所碰到的实际问题给予解决方法。技术性的解决方法只是暂时的。实际上, 每一种技术都存在于自然界中, 因此不能违背物理学或生物学的基本原理。技术具有双面性, 在带来社会进步的同时也潜藏着隐患。
- 技术是有一定局限性的, 而且有些局限性是不可能逾越的, 例如材料的属性、天气的影响和磨损; 技术设计也会受到其他因素的限制, 例如环境保护、安全和美学的问题。

背景资料

桥梁是在各种科学理论和人类创造力的基础上, 使用多种材料建造而成的一种建筑形式。从古罗马的石拱桥到今天的钢索大桥, 使用更轻的建筑材料建造更坚固的桥梁是工程师和科学家们不断追求的目标。而这个实验活动可以为学生提供学习设计桥梁并对它进行强度测试的机会。

进行方式

第一部分: 设计桥梁

1. 假设学生是设计和建造桥梁的工程师。在一名工程师设计一座桥的时候, 他的目标是什么? 他可能会选择什么样的设计风格和建筑材料? 让学生们分小组讨论。
2. 让学生仔细思考一下梁桥、桁架桥和悬索桥。将他们的想法分别记在三张纸上。
3. 通过照片、幻灯片、因特网(请参见第 19 页的“专业资源”单元提供的网址)和有关音像产品, 向学生们提供一些关于梁桥、桁架桥和悬索桥的信息。再让学生讨论一下他们的观察结果。他们是否注意到这些桥在设计上的共同点? 工程师们使用了哪些材料来建造它们?
4. 复习有关张力和压力的知识。提醒学生, 对于一座桥来说, 这些力一定要处于平衡状态。让学生指出桥梁受到压力和张力的地方。
5. 让学生自己建一座跨度为 60 厘米的桥。另外, 这座桥应该用最少的材料承受规定的重量。分发给每个学生一些硬币卷, 让他们对每座桥进行测试。这样做的目的是让他们尽可能地建成重量最轻、负荷最大的桥梁。
6. 给每组学生一张图纸, 请他们设计一座有桁架的梁桥。让学生写出在建造桥梁的过程中他们可以使用的材料。
7. 请每组学生将自己的设计向其他同学展示, 并加以陈述。给他们一些时间, 这样他们就能根据同学们的反馈, 对自己的设计进行改进。

第二部分: 建设桥梁

1. 请学生开始建造大桥。鼓励他们在修建的过程中要测试桥的强度。提醒他们, 工程师在开工之前, 总是对设计进行多次的测试和改进。
2. 把两张桌子分开, 距离为 60 厘米; 将书分别放在两个桌子的边缘部分。向学生解释这些书代表桥基。
3. 每一个小组都要测量他们的桥梁的重量。解释一下, 桥的重量是静负荷。记录下每座桥的重量, 让学生将自己的桥跨在两张桌子之间。
4. 让学生们通过增加活负荷来检测桥的强度, 活负荷指的是通过大桥的汽车、火车或者是人。学生们往桥上的杯子里增加硬币, 甚至是整卷的硬币, 他们每次增加硬币的时候, 都要称一下杯子重量。
5. 如果桥开始向下弯曲, 那在增加硬币以前先等 20 秒钟。如果桥坍塌了, 不要计算最后一次放进杯子里硬币的重量。把桥的实际活负荷记录下来。
6. 讨论一下学生的实验结果。每组学生都要指出他们在设计上的成功以及不足之处。随着活负荷的逐步增加, 桥有什么样的变化? 哪组学生建的桥最结实? 哪组的桥最脆弱?

建筑物的照片

以下这些网站可以提供建筑物的精美照片, 你可以进行下载, 或者直接打印出来。

艺术长廊

Artserve

网址: rubens.anu.edu.au

由澳大利亚国家大学主办, 该网站收录了世界各地, 特别是地中海地区的13万余幅建筑物的照片。这些照片可以通过11个主题进行查询, 你也可以使用搜索引擎寻找。

建筑荟萃

The Great Buildings Collection

网址: www.greatbuildings.com

这个网站收录了1 000座著名建筑物的图片, 很多都是以立体模型或者建筑图纸的方式呈现的。此外, 还可以通过该网站与其他著名建筑师的网站链接。

工程课程计划

克尼克斯课堂

Classroom K'nexions

克尼克斯(K'nexions)是一种建筑玩具, 可以为学生设计不同风格的建筑物提供实践的机会。这个公司的教育部门对很多关于设计的教学计划进行整合。你可以购买教学计划, 而有关的活动可以从以下网址免费下载。

网址: www.knexeducation.com/knexions.html

国家建筑博物馆

National Building Museum

国家建筑博物馆位于华盛顿特区, 它可以提供几种不同的教学计划, 分别供那些参观前和参观后的人们使用, 也适合教师在任何地方使用。“桥梁的基础”(Bridge Basics)介绍了桥梁设计和建造所涉及到的力学方面的知识, 是四年级至七年级学生使用的理想教材。若想打印免费教材, 请登录至以下网页:

网址: www.nbm.org/Education/Bridge_Basics.html

建筑统计表和信息

桥梁的建筑: 艺术与科学的结合

Bridge Building: Art and Science

网址: www.branta.connectfree.co.uk/bridges.htm

从历史上的统计数据, 到设计和建造, 这个网站提供了有关桥梁方面的丰富资料。你可以通过主题菜单或者搜索引擎找到你想要的资料。通过这个网站还可以与桥梁方面的其他网站链接。

世界上最高的建筑 World' Tallest Building

网址: www.worldstallest.com

这个网站提供了世界各地有关摩天大楼的统计数据, 而且定期进行更新。你可以找到相关的资料, 包括现存的、准备修建的和正在修建的建筑。另外, 你还能得到其他有用的信息, 包括500座著名建筑。

建筑数据库 Architecture Database

网址: www.vitruvio.ch

这个网站为那些从事建筑设计教学的教育家提供了资料。你可以在这个网站查到很多信息, 从旧石器时代直到未来, 各伟大建筑师及他们的杰作, 建筑领域里的巾帼英雄, 还有建筑发展的历史。

搭桥游戏

答案在第 32 页

在 这个英文字谜游戏中，要从右图里找到下面列出的与桥梁相关的词汇。这些英文单词以垂直、水平和斜线的方式隐藏在右图中。

ANCHORAGE (索碇)

ARCH (拱形)

BEAM (梁)

CABLE (索)

CANTILEVER (悬臂)

DECK (桥面)

LOAD (负荷)

SPAN (跨度)

SUSPENSION (悬吊)

TRUSS (桁架)

R	T	E	N	S	I	O	N	E	R	M	S	W	P	W	H	A
R	E	M	E	L	P	H	G	W	Q	N	T	E	I	Q	X	I
I	W	V	Z	B	L	Q	N	J	G	K	V	R	O	V	X	W
I	Z	F	E	V	X	A	D	B	G	Y	L	W	U	N	U	B
E	E	B	S	L	T	Y	J	C	Z	P	R	Q	A	H	K	M
U	G	F	L	U	I	B	C	L	O	O	L	P	I	N	D	O
R	P	A	N	Q	S	T	M	A	E	B	S	Y	K	P	H	L
R	M	P	R	A	W	P	N	D	P	N	T	K	E	P	E	M
B	T	N	G	O	N	M	E	A	E	J	W	M	G	I	F	Z
E	H	M	A	U	H	Q	H	N	C	C	H	G	W	Y	L	T
C	A	B	L	E	M	C	W	R	S	F	K	T	X	N	H	A
Y	H	Q	H	I	T	M	N	F	O	I	R	L	O	A	D	I
G	S	Y	W	W	H	X	U	A	S	U	O	A	H	S	H	S
C	D	W	X	Y	N	D	C	T	S	H	S	N	R	V	E	J
S	O	E	A	Z	E	M	B	S	B	N	R	Z	F	C	Q	B
S	L	T	J	I	K	T	C	F	U	Y	R	G	P	Z	H	J
P	G	E	X	K	E	Q	U	V	P	J	P	N	O	A	U	A

猜字名

请

重新排列英文字母的顺序，说出五座著名建筑物的名字

TARSPENO

REASS

ARNSICTAMERA

CANKOFHIBNA(三个单词)

FELFEI

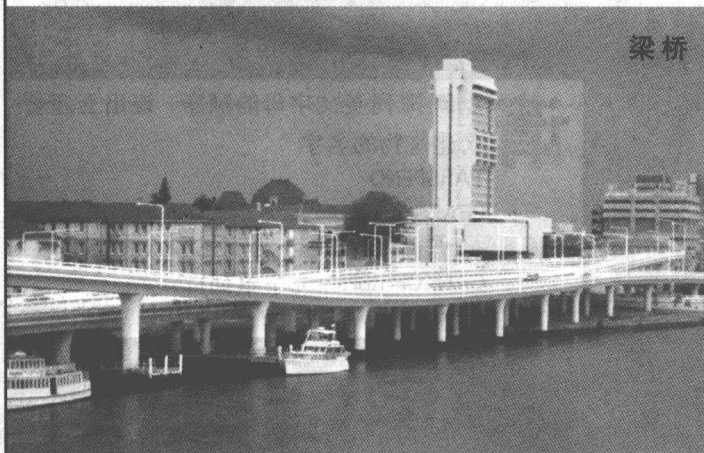
有关桥梁的资料

桥 梁是世界上最早出现的工程建筑之一。古代的人们为了过河,就将大树砍倒横跨在两岸上。藤蔓和树根形成了热带雨林地区的天然桥梁。后来,大块的石头被放到河流里,形成了台阶石桥。

所有的桥都受地球引力的影响。张力和压力可以使一个结构变长或变短。如果建筑的一部分变短了,那么它就是受到了压力的作用;如果它变长了,就是受到了张力的作用。关于这一点,可以用一块海绵来说明:先将这块海绵水平放置,再把它弯成拱形,这个拱形的顶部被拉长,这是张力作用的结果;而拱形的底部被挤在一起,这是压力作用的结果。如果你把这块海绵弯成一个“U”形,那么张力和压力作用在什么地方呢?

桥梁有三种主要的形式:梁桥、拱桥和悬索桥。每一种桥都用不同的方式,将压力和张力保持在平衡的状态,使它们可以成功的承受自身和额外的负荷。

梁桥: 在一条小溪或者壕沟上架一块木板,就是一座最简单的梁桥。作用在梁上面的是压力,而它的底部受到张力的作用。对梁桥起支撑作用的是桥墩、桁架和梁,它们被建造得越多,梁桥的跨度也就越大。浮桥、板桥、悬臂桥和斜拉桥都是梁桥的变形。



梁桥

拱桥: 古罗马人将拱桥的设计从亚洲带到了欧洲,拱桥是建筑结构史上的一个奇迹,因为它能横跨更长的距离,而且比梁桥更稳固。拱桥的两端紧紧地附在河岸两侧,桥身由互相挤压在一起的石头、砖块和水泥砖组成,再用水泥或灰泥进行加固,而整座桥的重量都由两边的桥基来支撑。

这种类型的桥梁通常是这样建造的:首先建成拱桥的框架,由框架支撑起那些借助起重机码放的空心混凝土块,再

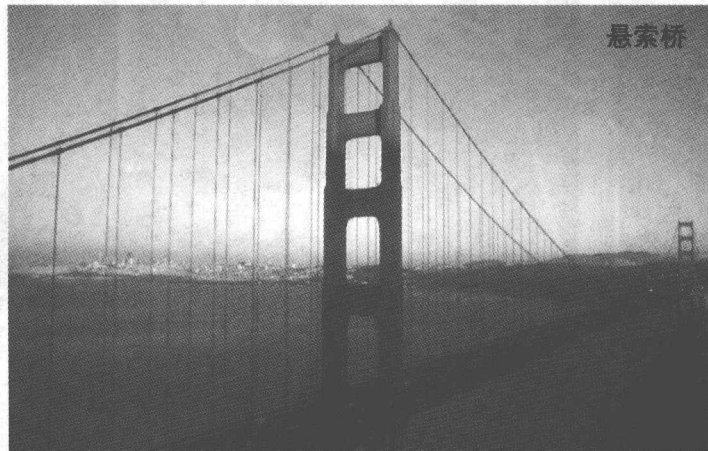
将水泥注入空心混凝土块中,最后将拱桥的框架撤掉即可。而一座拱桥的跨度能达到90米。



拱桥

悬索桥

悬索桥优雅地悬挂在那里,它是最迷人的现代桥梁。在18世纪,悬索桥是用铁链和盘绕在一起的金属丝吊起一段桥板。今天,桥板是由两根巨大的钢索吊起来,钢索的两端固定在两边叫做索碇的水泥块里,中间有几个大型的桥塔。在压力作用的地方都会有一座桥塔,整座桥梁的重量都由这些桥塔支撑起来。吊起桥面的钢索受到张力的作用。吊桥的最大跨度能达到2 134米。



悬索桥

思考题

你 家周围有多少座桥?它们都是什么类型的桥?你知道为什么要在这里建造这种类型的桥吗?可以建造其他类型的桥吗?

美国国家科学
教育标准(NSES)

- 适用于所有学生的探究式学习应具备如下特点: 适合性、趣味性和相关性。强调学生通过探究式学习达到掌握知识的目的, 并能与其他课程相互结合。

艺术: 修建张拉整体结构模型

张拉整体结构(Tensegrity)是一种以桁架为基础的建筑物, 用纤细的钢缆将具有伸缩性的不锈钢管拉在一起, 张拉整体结构是雕塑家肯尼思·斯内尔森(Kenneth Snelson)发明的, 并取得了专利。在1948年的夏天, 斯内尔森遇见了巴克明斯特·富勒(Buckminster Fuller), 作为一名发明家、工程师和建筑师, 富勒发明了网格球顶。那年秋天, 斯内尔森将一个张拉整体结构模型寄给了因为有这种想法而备受赞誉的富勒。很多年以后, 斯内尔森才凭借自己的发明而声名远扬。

张拉整体结构的概念是将间断的压力和连

续的张力结合起来, 也就是流动压力。世界各地的博物馆都展出了斯内尔森这项引人注目的设计, 其中有纽约的城市艺术博物馆、华盛顿的赫什霍恩艺术馆和雕塑花园。请学生使用张拉整体结构制作一座小型的建筑。可以两人一组, 或者独立进行制作。可以使用的工具有烟斗通条、塑料管、黏土、金属线和硬纸板。如果想对这个主题进行更深入地探讨, 还可以在网上看一些斯内尔森作品的范例, 以及他的建筑理念, 网址是 <http://www.teleport.com/~pdx4d/snelson.html>

语言艺术: 比喻和建筑

作家们用比喻的手法对两种不同的东西进行比较。请学生想象一下站在高大建筑的顶上俯视, 或者站在底下仰视的情景。请他们用比喻的手法, 将这些建筑物的华丽外表和地理位置描绘出来。例如, 被铝包覆的国家石油公司双子大厦就像两个巨人骑士, 身穿闪亮的铠甲, 守卫着马来西亚的首都吉隆坡。

提供一些建筑物的图片和信息, 例如, 纽约的帝国大厦、马来西亚首都吉隆坡的国家石油公司的双子大厦、法国马赛的碧海蓝天大厦, 或者日本本州岛关西国际机场的客运枢纽, 鼓励学生进行同样的思考。

数学：比率

美国国家科学

教育标准(NSES)

- 适用于所有学生的探究式学习应具备如下特点：适合性、趣味性和相关性。强调学生通过探究式学习达到掌握知识的目的，并能与其他课程相互结合。

比 例是两个数字之间的关系，也就是一个数字被另一个数字分成几份。比例可以用分数、百分比，或者一个东西占了另一个的几份来表示。在讲授了比例的知识以后，将帝国大厦的尺寸提供给学生——433米高，57米宽。请学生确定帝国大厦的比例模型，分给他们一些图纸，用1毫米:0.5米的比例将帝国大厦画出来。

鼓励学生画出另一座著名建筑的图纸。让

他们将关键的地方标示出来，以便让所有人都可以看到和明白他的图纸。

询问学生，为什么建筑师在开始建造一个工程之前，要制作一个模型。这样做能解决什么问题？对这些模型的测试能不能发现那些潜在的问题？

历史：古罗马建筑师

罗 马人是世界上最伟大的建筑师之一。罗马帝国的领土曾经非常辽阔，从现在的英格兰一直到伊拉克，在这片辽阔的土地上，通向罗马的道路总计8万公里。直到今天，人们还在使用很多当年建造的道路和桥梁。

公元前800年，罗马人借鉴了来自亚洲的拱形设计，建造了很多壮观的桥梁和水道桥。在法国，至今还有一座修建于公元14年的水道桥。这座加尔水道桥将水从加尔河(Gara River)输送到尼姆城(Nimes)，全程40千米。它的三层石拱互相支撑。

罗马人在建造其他建筑物方面，例如公共浴室、公寓、拱顶和竞技场，都取得了非凡的成就。但是，他们最伟大的成就是发明了混凝土，是由碎砖块、石头、沙子、水和火山土组成的混合物。这种建筑材料使罗马人的建筑物更加牢固。

考古学家们发现，罗马人在修建陵墓的时候，将青铜条加进混凝土以起到加固的作用，这种做法可以追溯到公元前100年。

罗马人还使用华丽的装饰品。如卷轴砖、手工壁画和有镶嵌图案的砖。他们参照野生动物和海洋生物的模样，用瓦片、大理石、石头和玻璃制作出令人赏心悦目的艺术品。

罗马人建造了很多独具匠心的建筑。鼓励学生自己制作混凝土，然后做出具有罗马风格而且带有动植物图案的砖。配制混凝土的原料如下：4杯小石子和沙砾、3杯清洗过的沙子、1杯水泥，还有1又1/3杯水；将它们混合调匀；利用破碟、瓦片和玻璃珠，进行图案制作。



只要想做，
就去试试。

关于建造大楼的有趣故事

- 如果一切顺利，香港准备建造世界上最高的大厦。设想中的这座仿生学大厦将高达1 128米。这座建筑的第300层的高度将达到1126.5米。
- 纽约和芝加哥为了建造比对方高的大楼，展开了建筑竞赛。如果单就大厦本身来计算的话，芝加哥的西尔斯大厦比纽约的世界贸易中心的双子大厦要高。但是如果将楼顶的电视天线也计算在内，世界贸易中心高度为526.7米，比对方要高出0.9米。直到2000年，施工人员在西尔斯大厦的顶上加装了一个1.2米高的电视天线，才使得芝加哥又领先了0.3米！
- 帕克罗大厦在1899年建成，它是当时纽约市最高的建筑，共有30层，高度为119米。但是到了1931年，它的高度连前30名都排不上。那年，帝国大厦落成，共有102层，高度381米，是帕克罗大厦高度的3倍多。
- 1889年，世界上最高的建筑——艾菲尔铁塔(300米)建成。在这之前，最高的建筑是埃及的胡夫金字塔。它的高度为146米，这个纪录保持了整整4 500年。
- 艾菲尔铁塔是建筑师古斯塔夫·艾菲尔(Gustave Eiffel)的第二个建筑作品。他的第一个作品在1870年完成，高度为33.5米，坐落在纽约港的中部。你很难认出它是一座塔，因为它被数吨的铜片包裹了起来，这就是著名的自由女神像。

自己动手建造高塔

建造高塔是人们一直在做的事情。在圣经中，公元前600年，国王尼布甲尼撒(King Nebuchadnezzar)曾被派去建造传说中的巴比伦通天塔。人们总是热衷于挑战张力、压力和重力，去建造高耸的建筑物。

使用建筑模型，看看你能建造多高的塔。材料可以用积木、拼装玩具、架设玩具、克尼

克斯提供的建筑玩具，以及其他你能找到的一切东西。请思考每种材料都有哪些局限性？是否某些材料较其他的更坚固？有哪些材料与今天的建筑师使用的类似？你是建造者，你就有发言权。

进行一次桥梁建筑竞赛

如果你已经尝试过建造很高的建筑了，下一步就是试着建造一座长桥。梁桥、拱桥和悬索桥，每一种类型的桥都以自己独特的方式应对张力和压力，并可以承受不同的负荷。用自己可以找到的材料，牙签、胶水和绳子等，尝试建造不同种类的桥梁。可以与朋友

进行比赛，看看谁建造的桥最长，或者谁建造的桥负重最大。

《美国国家科学教育标准》的有关内容

这部分是根据《美国国家科学教育标准》中五~七年级的内容标准改编的。

作 用在建筑物上的推和拉的力是肉眼看不见的，它们就是压力和张力。当这些力保持平衡的时候，建筑物就处于稳定的状态。如果力失去了平衡，建筑物就会移动，处于不稳定状态，最终会倒塌。

运动和力

- “没有受到外力作用的物体会一直沿直线作匀速运动。”
- “如果有不止一个力沿直线作用在同一物体上，那么这些力会根据其方向和大小互相加强或者抵消。力的不平衡会改变物体运动的速度和方向。”

美国国家科学教育标准 (NSES)

- 科学和技术既有相同之处又有不同之处。科学家对自然界中的各种现象和问题给予解释；而技术人员则对人类在生存和发展中所碰到的实际问题给予解决方法。技术性的解决方法只是暂时的。实际上，每一种技术都

存在于自然界中，因此不能违背物理学或生物学的基本原理。技术具有双面性，在带来社会进步的同时也潜藏着隐患。

- 完美的技术是不存在的。所有的技术性解决方法都会有缺憾，例如安全、成本、效率和外观。技术人员一般会通过设计一套备用系统来提高安全系数。在这个高科技的社会中，风险是生活的一部分。降低风险的努力常常引起新的技术革命。
- 技术是有一定局限性的，而且有些局限性是不可能逾越的，例如材料的属性、天气的影响和磨损；技术设计也会受到其他因素的限制，例如环境保护、安全和美学的问题。

建筑工地一游



告诉学生们这些想法，或组织全班学生旅游参观。

想 要真正了解一座建筑物是怎样被建造起来的，最好的办法就是亲自去看看。路过你家或学校附近的工地时，可以停下来看看。你还

可以邀请一名建筑工人到课堂上来，回答同学们提出的有关建筑物的各种问题。

咨询建筑师

邀

请一位建筑师到课堂上做一次演讲，或者安排一次实地的参观，在建筑师的办公室里看看他是如何制订工程计划的。此外，你还可

以使用计算机辅助设计软件(CAD)，或者干脆用铅笔和纸，自己设计。

参观著名建筑

从

历史建筑到高科技大桥，很多都已成为当地具有代表性的建筑。有一些是因为它们是早期建筑的经典范例，其他的则是因为它们的设计者而赫赫有名。仔细看看这些建筑，把

它们与类似的建筑比较，这样做会很有意思。

建筑与艺术

很

多艺术博物馆里都陈列着建筑设计，你或许会对此感到惊讶。纽约的城市艺术博物馆里陈列着一座复原的埃及陵墓。想知道纽约的

大都会歌剧院以及其他的博物馆里面有什么吗？请上美国博物馆协会的网站查询，网址是：<http://www.aam-us.org>

