

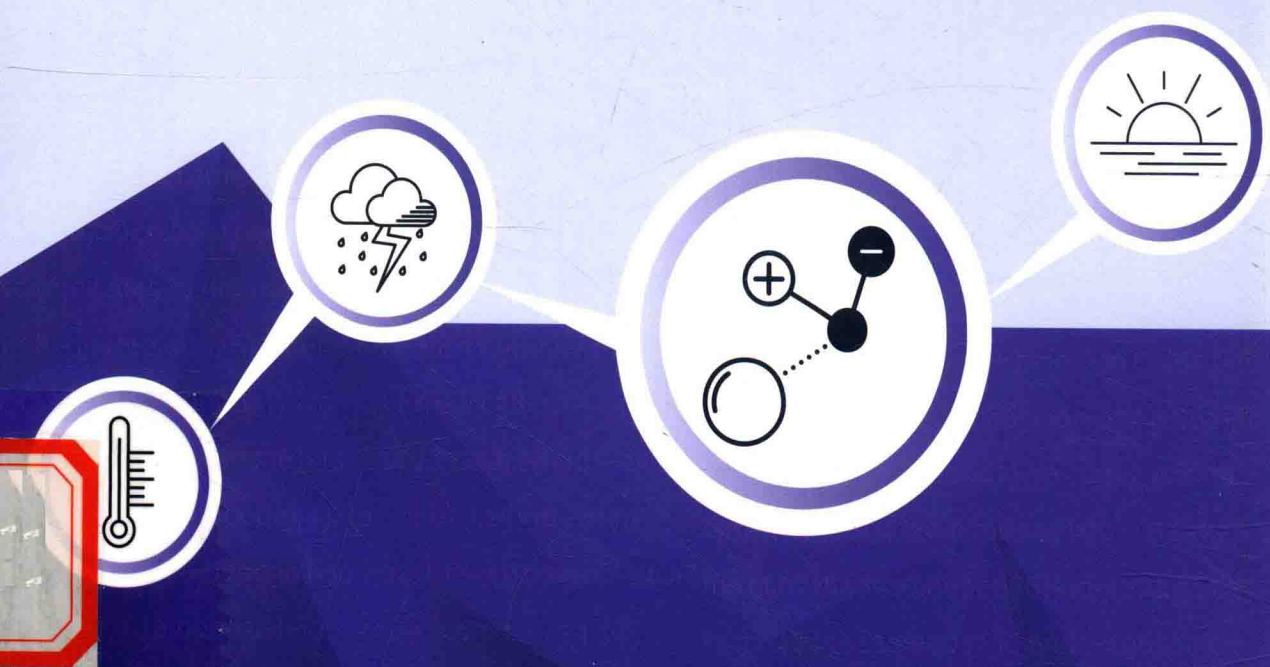
广东实验中学校本科研系列成果

WULI KEJI YU SHENGHUO

物理科技与生活

丛书主编 全汉炎

本册主编 曾 斌



物理 (912) 目录附录补图

封面出版者高永清 附一 附二 附三 附四 附五 附六 附七 附八 附九 附十 附十一 附十二 附十三 附十四 附十五 附十六 附十七 附十八 附十九 附二十 附二十一 附二十二 附二十三 附二十四 附二十五 附二十六 附二十七 附二十八 附二十九 附三十 附三十一 附三十二 附三十三 附三十四 附三十五 附三十六 附三十七 附三十八 附三十九 附四十 附四十一 附四十二 附四十三 附四十四 附四十五 附四十六 附四十七 附四十八 附四十九 附五十 附五十一 附五十二 附五十三 附五十四 附五十五 附五十六 附五十七 附五十八 附五十九 附六十 附六十一 附六十二 附六十三 附六十四 附六十五 附六十六 附六十七 附六十八 附六十九 附七十 附七十一 附七十二 附七十三 附七十四 附七十五 附七十六 附七十七 附七十八 附七十九 附八十 附八十一 附八十二 附八十三 附八十四 附八十五 附八十六 附八十七 附八十八 附八十九 附九十 附九十一 附九十二 附九十三 附九十四 附九十五 附九十六 附九十七 附九十八 附九十九 附一百

2017

(编主类对全 果他原条制科本科学中学实来广)

8-5592-1562-5-892 14821

物理科技与生活

W U L I K E J I Y U S H E N G H U O

丛书主编 全汉炎

本册主编 曾 斌



广东高等教育出版社
Guangdong Higher Education Press

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

物理科技与生活/曾斌主编. —广州: 广东高等教育出版社,
2017. 6

(广东实验中学校本科研系列成果/全汉炎主编)

ISBN 978 - 7 - 5361 - 5922 - 8

I. ①物… II. ①曾… III. ①中学物理课 - 教学研究
IV. ①G633. 72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 131120 号

出版发行	广东高等教育出版社
	地址: 广州市天河区林和西横路
	邮政编码: 510500 电话: (020) 87551597
	http://www.gdgjs.com.cn
印 刷	佛山市迎高彩印有限公司
开 本	787 毫米×1 092 毫米 1/16
印 张	6
字 数	139 千
版 次	2017 年 6 月第 1 版
印 次	2017 年 6 月第 1 次印刷
定 价	25.00 元

前言

随着教育改革的深入,适合学生实际的校本课程就显得越来越重要。作者在广东省“十二五”规划“中学科技教育资源包的开发与研究”研究课题的基础上,结合本校校本教材的教学实践,编著了此校本教材。本书将物理知识与生活实际结合起来,把一些常见的生活现象做了进一步的阐述,同时结合科技活动,展示了学生的一些实际应用成果或科技比赛内容。本书的内容紧紧围绕高中物理知识,坚持知识的应用性和趣味性相结合。本书适量引用了相关的物理学史资料,其中包括重要的物理实验和有关科学家的成长过程和贡献。这样可增强物理学理论的真实感和生动感,有助于学生形成科学的学习方法和研究方法,更有利于激发学生的学习兴趣和培养学生的创新能力。全书将物理、科技与生活联系在一起,既具有很强的知识性,又拥有生活乐趣与实用性。无论在课堂教学还是在课外阅读,都具有极高的参考价值。

在本书的编著过程中,得到学校领导的大力支持,也得到了同事的鼎力帮助,在此一并感谢。感谢胡志坚老师、黄树柏老师以及物理科组的同事,他们在本书的编写过程中提供了很多的素材。感谢广东高等教育出版社的编辑老师为本书提供了很多专业性的建议。

在本书的编写过程中,作者充分体会到编写的困难和艰辛,但由于作者水平有限,加之时间仓促,缺点和疏漏一定不少,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

第一章 桥梁的世界	(1)
第二章 借力、用力——缓冲现象	(12)
第三章 身边典型的运动	(19)
第四章 家用电器与用电安全	(26)
第五章 体育中的物理学	(33)
第六章 快速交通工具	(41)
第七章 神奇的电现象	(47)
第八章 离不开的电磁学	(53)
第九章 天涯若比邻——物理与通信	(57)
第十章 法拉第的传奇一生	(62)
第十一章 多彩的光世界	(69)
第十二章 神奇的激光	(76)
第十三章 物理与航天	(83)

第一章 桥梁的世界

一、学海拾贝

自古以来，人类的生活离不开桥梁。通过桥梁，我们可以省去翻山越岭，也可以实现通江达海、天堑变通途。所以桥梁给人类的生活带来了许多的便利，可以说，一部桥梁史完全可以反映人类文明进步的历程。

建筑与绘画、雕塑被称为三大造型艺术。其中，桥梁建筑和其他门类艺术有共同的特征，同时作为实用艺术，它又有自己独特的艺术特征，桥梁是功能价值与审美价值的统一体。

在桥梁中，物理科学又是必不可少的重要学问。正因为桥梁中的物理学的不断发展，才出现今天的“桥梁满天下”。所以学好桥梁中的物理学对我们研究桥梁有着非常重要的作用与意义。

（一）桥梁类型

首先介绍一些简单的桥梁知识。一根树干架在两岸就形成了一座最简单的单孔独木桥。其所承受的重力（竖直方向的）或外力（竖直方向或水平方向的），叫作荷载。树干作为梁，起承受重力的作用，在桥梁上就叫作“承重结构”。

如果木头的长度小于两岸的距离，则可在两岸之间设立一至数个木制的或砖、石砌筑的支承物，然后在支承物与支承物之间及支承物与河岸之间架设由若干根木梁组成的承重结构，便形成了多孔桥。为了防止河岸在承重结构的压力作用下崩塌，则可紧贴河岸用石块或木排桩做成挡墙，将承重结构支承在挡墙上；为了便于通行，可在并排的木梁上铺上小圆木或木板，做成桥面。此时，桥面与承重结构统称桥的“上部结构”，两岸之间的支承物称作桥墩，岸边的支承物兼挡墙称作桥台，桥墩与桥台统称为桥的“下部结构”。上部结构是跨越部分，又称“跨越结构”或“桥跨结构”；下部结构是支承部分，又称“支承结构”。

现实中的大桥结构是纷繁复杂的，但基本上可以分成以下几种结构：拱式桥、梁式桥、斜拉桥和悬索桥。

1. 拱式桥

拱起了腰的纸条可以驮起一盒火柴，这说明了向上拱起的物体最能承受外来的压力，它的强度要比没有拱起时大。火柴盒压在纸拱桥上，给予纸拱桥的是一种静态外力，它和作用在装甲车上的子弹冲击力不同。我们把纸拱桥这种抵抗静态外力的本领，就叫静强度。

我们的祖先很早就发现了拱形物体的这种性质，并且把它运用到建筑上去，修建了各种各样的拱式桥。各地发掘出的东汉古墓，多数有“拱”式结构，可见1000多年前我国的筑拱技术已经相当普及了。

现存的最有名的石拱桥是我国的赵州桥，如图1-1所示。赵州桥由隋朝石匠李春设计监造，自公元616年建成到现在已有1400多年的历史了。这座石拱桥横跨在河北赵县城南蛟河上，有着一个弧形的桥洞，犹如跨在河上的长虹。在漫长的岁月里，赵州桥经受了地震的摇撼、洪水的冲击、车马的压轧，仍然屹立在蛟河上。赵州桥坚固的秘密正在拱上。赵州桥不但有个弧形的大拱，在桥肩还有4个小拱。当山洪暴发时，小拱可以把洪水泄走。

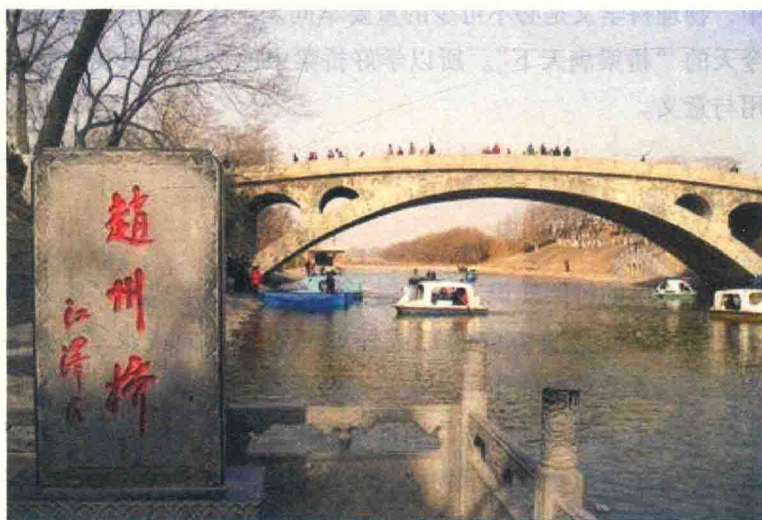


图1-1 赵州桥

我国科技人员和工人继承并发展了拱式桥建筑的传统，运用现代强度理论以及工程学，创造了双曲拱桥。双曲拱桥的外形同一般的空腹式拱桥好像没有什么区别，但是你如果走到桥下一看，就会发现它的肚皮是凹的，好像由几条自行车的挡泥板拼起来的，真是“拱中有拱”。这种桥的优点是造价低、载重负荷大、施工方便、节省材

料。宏伟的南京长江大桥的公路引桥便是这种双曲拱桥，如图 1-2 所示。



图 1-2 南京长江大桥及引桥

其实，我们的脚上就长着“双曲拱桥”，它就是人的足弓。正常的脚都可以区分出 3 个足弓：两个纵向的纵弓和一个横断面上的横弓。

2. 梁式桥

梁式桥为桥梁的基本体系之一。以受弯为主的主梁作为主要承重构件的桥梁，如图 1-3 所示。主梁可以是实腹梁或者是桁架梁（空腹梁），两种结构都有各自的优点。实腹梁外形简单，制作、安装、维修都较方便，因此广泛用于中、小跨径桥梁。实腹梁最早是用原木做成的木梁桥和用石材做成的石板桥。现在主要用钢筋混凝土、预应力混凝土制作，也可以用钢材做成钢板梁或钢箱梁。桁架梁（空腹梁）中组成桁架的各杆件基本只承受轴向力，可以较好地利用杆件材料强度，但桁架梁的构造复杂、制造费工，多用于较大跨径桥梁。

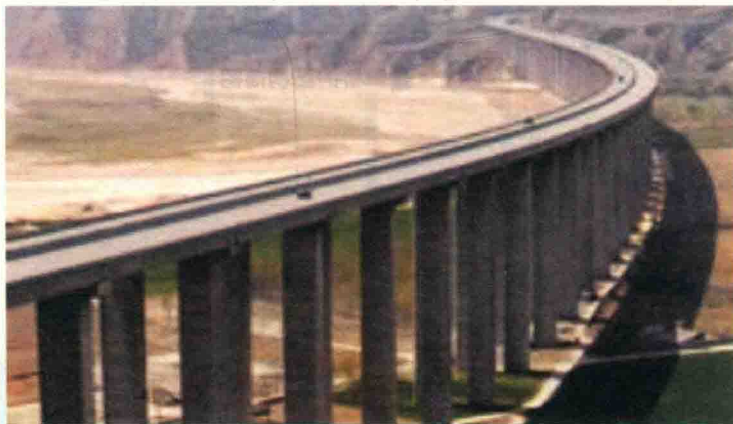


图 1-3 常见的梁式桥

3. 斜拉桥

斜拉桥又称斜张桥，是将主梁用许多拉索直接拉在桥塔上的一种桥梁，是由承压的塔、受拉的索和承弯的梁体组合起来的一种结构体系。其可看作是拉索代替支墩的多跨弹性支承连续梁，这样可使梁体内弯矩减小、降低建筑高度、减轻结构重量、节省材料。斜拉桥主要由索塔、主梁、斜拉索 3 部分组成，如图 1-4 所示。

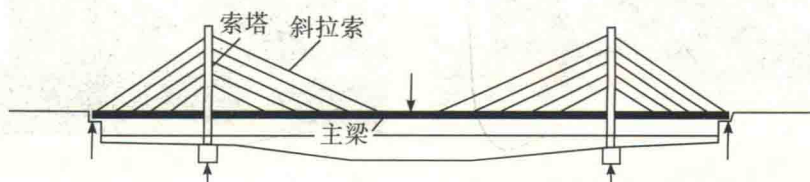


图 1-4 斜拉桥结构简图

4. 悬索桥

悬索桥又名吊桥，指的是以通过索塔悬挂并锚固于两岸（或桥两端）的缆索（或钢链）作为上部结构主要承重构件的桥梁。悬索桥由主缆、加劲梁、塔柱、吊杆和锚碇构成，如图 1-5 所示。其缆索的几何形状由力的平衡条件决定，一般接近抛物线。从缆索垂下许多吊杆，把桥面吊住，在桥面和吊杆之间常设置加劲梁，同缆索形成组合体系，以减小荷载所引起的挠度^①变形。



图 1-5 悬索桥的结构简图

(二) 受力分析

下面我们来分析一下这 4 种结构桥梁的大致受力特点。

- (1) 梁式桥：在竖向荷载作用下无水平反力，以受弯为主的结构。
- (2) 拱式桥：拱式桥的主要承重结构是拱圈或拱肋，其在竖向荷载作用下，桥墩

^① 挠度，表示构件（如梁、柱、板等）受到外力时发生弯曲变形的程度。

或墩台将受水平推力，与同跨径桥梁相比，拱的弯矩^①和挠度要小得多。

(3) 斜拉桥：斜拉索将主梁吊住，使主梁变成多点弹性支承连续梁工作，并承受斜拉索水平分力施加的压力作用，由此减小了主梁截面，使桥梁具有很大的跨越能力。

(4) 悬索桥：如上图 1-5 所示，桥塔承受索缆通过索鞍传来的垂直荷载和水平荷载及加劲梁支撑在塔上的反力，并将各种荷载传递到下部塔墩和基础。

下面我们以拱式桥为例来分析桥身整体受力情况，如图 1-6 所示。

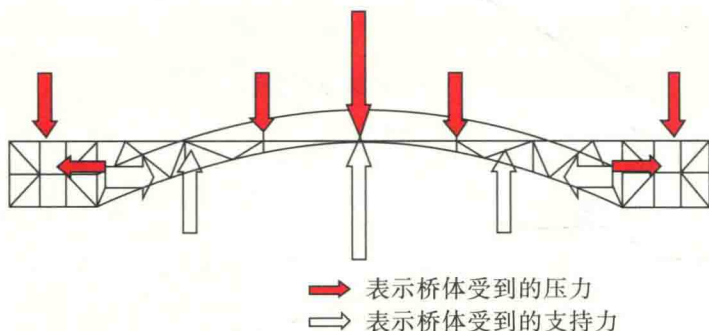


图 1-6 拱式桥体受力分析简图

拱式桥同时受到向下的压力与河岸两边给桥的支持力，从而保持一种平衡状态而达到稳定。

桥面静载受力分析，根据桥梁实际结构构建如下模型，分析桥面的受力分析如图 1-7 所示。

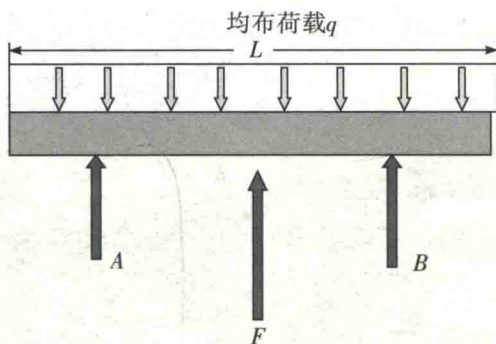


图 1-7 桥面受力模型图

当桥梁长度为 L 时，均布荷载 $q = Fs$ ，即小车均布荷载 q 和来自桥拱的支撑力 A 、 B 和 F 受力平衡。而桥拱在静力状态下，桥的梁只受到桥自身的重力作用，即 $F = Mg$ ，如图 1-8 所示。

① 弯矩，是受力构件截面上的内力矩的一种。通俗地说，是一种力矩。

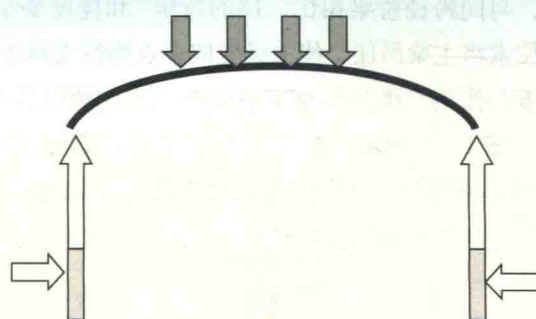


图 1-8 桥拱受力模型图

二、生活广角

广州的典型桥梁

1. 解放大桥

广州拱式桥的典范就非解放大桥莫属了，如图 1-9 所示。解放大桥是广州老城区南北向交通主干线解放路上横跨珠江的特大桥。

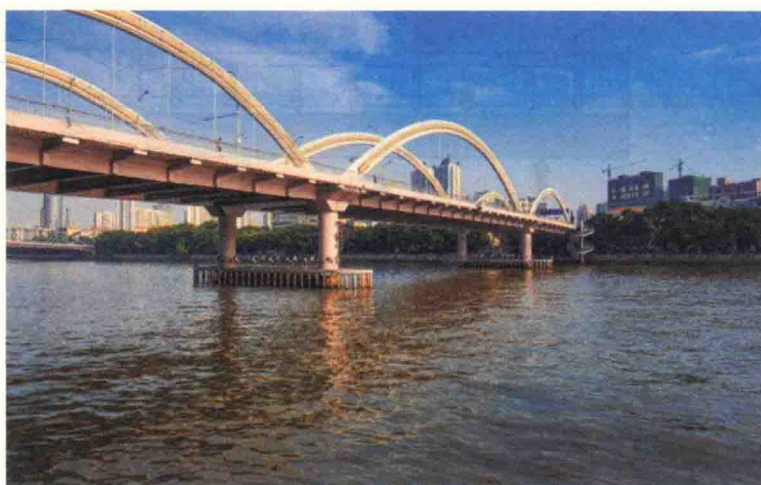


图 1-9 广州解放大桥

大桥拱桥的支座（架设于墩台上，顶面支承桥梁上部结构的装置）则不但要承受竖直方向的力，还要承受水平方向的力。因此拱桥对基础与地基的要求比梁桥要高。

拱式桥有 3 种类型：上承式拱桥（桥面在拱肋上方）、中承式拱桥（桥面一部分在拱肋上方，一部分在拱肋下方）与下承式拱桥（桥面在拱肋下方），如图 1-10 所示。供人行走的拱桥可以把桥面直接铺在拱肋（拱式桥主拱圈的骨架）上。而通行现代交通工具的拱桥，桥面必须保持一定的平直度，不能直接铺在曲线形的拱肋上，因此要通过立柱或吊杆将桥面间接支承在拱肋上。下承式拱桥可做成系杆拱，即在拱脚处用一根称为系杆的纵向水平受拉杆件将两拱脚连接起来。此时作用于支座上的水平推力就由系杆来承受，支座不再承受水平方向的力。这样做可以减轻地基承受的荷载，特别是在地质状况不良时。

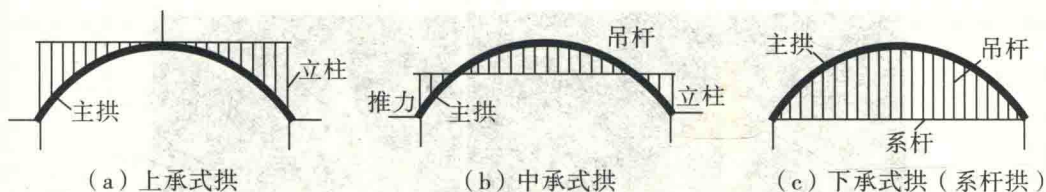


图 1-10 常见拱桥类型

2. 人民桥

人民桥就是广州梁式桥的代表，如图 1-11 所示。它于 1965 年始建，1967 年建成。桥旁边的 4 座楼梯采用独立式弧形曲梯，轻巧美观。而它具备梁式桥的主要特点：在竖直荷载作用下，梁的截面只承受弯矩，支座只承受竖直方向的力。



图 1-11 广州人民桥

3. 鹤洞大桥和海印桥

广州有名气的斜拉桥有鹤洞大桥（如图 1-12）和海印桥（如图 1-13），但论到斜拉桥的鲜明特点时，海印桥就稍胜一筹。海印桥因为桥的北端位于羊城三石的海印石而得名。大桥位于广州市大沙头，连接越秀区及海珠区，跨越珠江。大桥为双塔单索面斜拉桥，塔顶像两只“羊角”，寓意羊城。海印桥形态像一艘双桅船在旭日初升时扬帆远征，夏夜时又像两把巨大的竖琴伴随着潺潺流水奏响悠扬动听的乐章，是珠江上别具特色的公路桥。

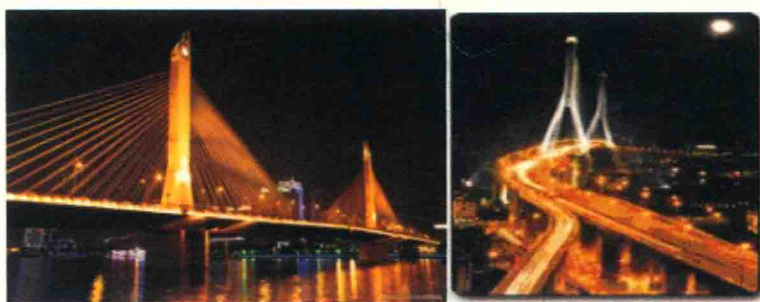


图 1-12 鹤洞大桥

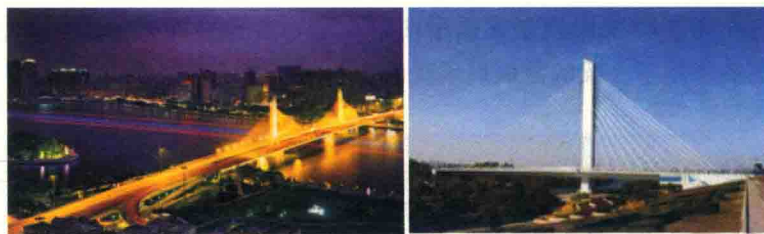


图 1-13 海印桥美景

三、科技活动

活动：纸桥承重比赛

力的作用效果是使物体发生形变，但是如果纸桥的结构和形状不同，那么纸桥所能承受的力也是不同的，所以我校组织了关于“纸桥承重”的课外活动，以帮助同学们进一步感受桥梁建筑中物理科技的魅力。

1. 纸桥的制作方法及要求

桥的强度（两桥墩之间）不小于 15 cm，桥宽不小于 5 cm，桥的承重力强、坚固（以重物重量为准）。

2. 活动准备

（1）用声像演示的手段向学生展示桥梁用各种物件，如工字钢、角钢等（见图 1-14），使学生理解通过改变纸的形状，可以增加柔软纸的强度，并能承载一定的重量。学生自己动手试验，寻找更多通过改变纸的形状增加纸的承载重量的方法，以此培养学生的探索精神，以及观察、分析能力；初步训练学生能将常见事物的本质属性形成科学概念的抽象、概括、推理、归纳及综合的能力。

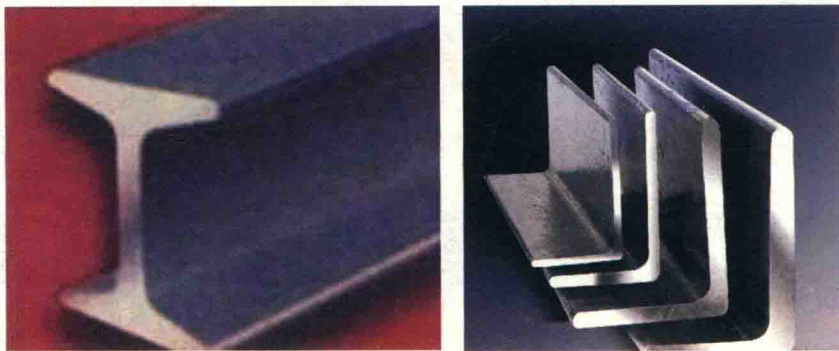


图 1-14 工字钢与角钢

（2）收集和查阅有关桥梁设计、造型方面的资料和图片。训练学生学会收集、整理和初步运用多种信息，有目的地开展调查研究，并让学生将收集的资料、信息积累起来，分类保管，树立信息积累的观念。

（3）学生以组为单位活动。要求各活动小组根据本组设计的图纸，合作完成纸桥的制作。在制作过程中，注意用“记录纸”记录相关数据。培养学生学会观察、处理、制作结果的科学方法。

（4）各活动小组展示各自作品，由各组选派一名同学作代表谈谈探究、设计及制作过程的感受和收获。具备用语言完整表达观察结果、制作过程、描述作品的能力。

3. 活动目的

（1）通过独立完成查找资料、设计图纸等自主学习活动，培养学生学习的自觉性，并掌握良好的阅读技能，养成自觉进行课外阅读的习惯。

（2）通过协作完成纸桥制作，培养学生的团队合作精神。

(3) 制作中注重数据的记录和分析, 养成评估和反思探究过程及结果的科学行为习惯。

4. 比赛规则

(1) 材料要求: 可以使用书本纸、打印纸、旧报纸、旧挂历等, 不可以使用过塑纸、硬质纸板等特殊纸料或其他材料。可以使用胶水、胶带或者双面胶等, 但不能大量使用胶水对纸张预先进行浸胶等增强刚度或韧性的处理, 胶带也不得用于为增强纸张抗拉强度而大幅面使用, 否则将视情况扣除分数。制作工具自备。

(2) 作品要求: 桥体形状不限, 桥梁两支撑点跨度不小于 40 cm, 桥面宽度不小于 20 cm, 桥面最高点离桥身支撑点竖直高度不得低于 15 cm, 桥面最低点与支撑点竖直高度不小于 10 cm。

(3) 设计要求: 构思新颖、结构合理、具有创造性、贴近实际、制作精巧。

5. 评分方法

总分 = 承重折合分 (满分 70 分) + 创意分 (满分 20 分) + 造型设计分 (满分 10 分)。

(1) 承重原始分可通过下面的式子计算: 承重前先测量纸桥的跨度 L , 称其重量 W_1 , 再测量纸桥的最大承载重量 W_2 。承重原始分 = $\frac{\text{承重重量 } W_2 \text{ (g)} \times \text{桥身长度 } L \text{ (cm)}}{W_1 \text{ 纸桥重量 (g)}}$, 分值大小不限。在设计的桥身中间放重物, 以纸桥在破坏前的最大承重量来确定承重重量 W_2 。设纸桥承重原始分为 W_m , 其他作品承重原始分 (设为 W_x) 的计算公式如下: 承重分 = $\frac{W_x}{W_m} \times 70$ 。

(2) 创意分: 匠心独运, 不拘一格, 能够展现出本组的创造性。

(3) 造型设计分: 要求外观精美、结构精巧、制作精良 (参赛小组必须提交纸桥的设计方案, 而且必须按照设计方案尺寸制作纸桥, 设计方案方可以加分, 否则设计方案不参与评分)。



图 1-15 纸桥承重比赛现场

第二章

借力、用力——缓冲现象

一、学海拾贝

生活中有很多借力、用力的缓冲现象，就像“太极拳”，看起来力量不大，实则威力无限。而与我们日常生活关系最大的就是汽车的安全带，它是缓冲现象的典型例子。

我国公安部自从1993年7月1日起规定，上路行驶的小型客车驾驶员和前排座乘车人员都必须使用安全带。

为什么必须使用安全带呢？目的是为了有效地减轻交通事故对机动车驾驶员和乘车人造成的人身伤害，保障交通安全。例如：1989年在美国加利福尼亚州发生的里氏6.9级地震中，该地尼米兹高速公路上层的一段被震塌，在公路上层3条车道上高速行驶的约200辆汽车全部掉了下去，车里的人大部分当即死亡，只有部分系安全带的人幸免于难。

因此，不少人认为应使用法律手段来让更多的人系上安全带。我国公安部关于使用安全带的通告，正是以法律手段来保障交通安全，减轻交通事故造成的人身伤害，这是非常必要的一项强制性规定。

（一）安全带的力学分析

一般说来，在高速公路上行驶的汽车，最高时速不准超过120 km，一般时速会根据路面情况和车道的多少而定，大概在90~110 km之间。假设一辆高速行驶的汽车在遇到紧急情况时，可以在2 s内停下来，会发生什么情况呢？

很显然，为了使驾驶员与汽车一起停住，必须对他有一个作用力，如图2-1(a)所示，该力的大小可用下面的方法计算。假设汽车的速度是108 km/h，乘客的质量为60 kg，由动量定理，得

$$Ft = mv' - mv_0,$$