

# 力学：现代工程技术的基石

朱克勤

## 新闻背景

上月下旬，第23届世界力学大会在北京举行。1500余名来自世界各地的著名力学家和力学工作者参加了这次盛会。世界力学大会作为力学界级别最高和最具影响力的会议，每4年举行一次，自1922年创建以来，已经有90年的历史，人称力学界的奥林匹克大会。

对很多读者来说，力学是一个既熟悉又陌生的学科。那么，力学在现代科学技术中具有什么样的地位和作用？本报特邀中国力学学会科普工作委员会主任、清华大学航天航空学院朱克勤教授为读者作科普解读。

## 力学——最古老的学科

力学与天文学是自然科学中最早出现的两门学科。

人类对力的研究已经有了几千年的历史，早在古希腊时代阿基米德就发现了浮力原理。他的名言“给我一个支点和一根足够长的杠杆，我就能撬动整个地球”，就是力矩和杠杆原理的应用。早在公元前四世纪，中国的墨翟解释了力的概念、杠杆平衡，并对物体的运动作出了分类。

力以各种形式普遍地存在于人类的生活和生产实践活动中。比如：地球的重力是保持我们有序地生活在地球上的基本因素，拔河的胜利与脚与地面的摩擦力息息相关，电磁力是电动机得以工作的驱动力。

儿童是有好奇心的，当他们在追问我们：为什么自行车轮胎气不足时，骑起来比较费劲？为什么帆船能迎风前进？为什么自行车急刹前闸容易翻车？为什么小小千斤顶能顶起一辆汽车？为什么肥皂水能吹出泡泡来？为什么水滴不易附着在荷叶的表面？为什么阵风能吹垮一座坚固的大桥？他们在思考的正是力学问题。可以毫不夸张地说，大至宇宙星云，小至基本粒子，力和运动无所不在，力学的问题也就无所不在。

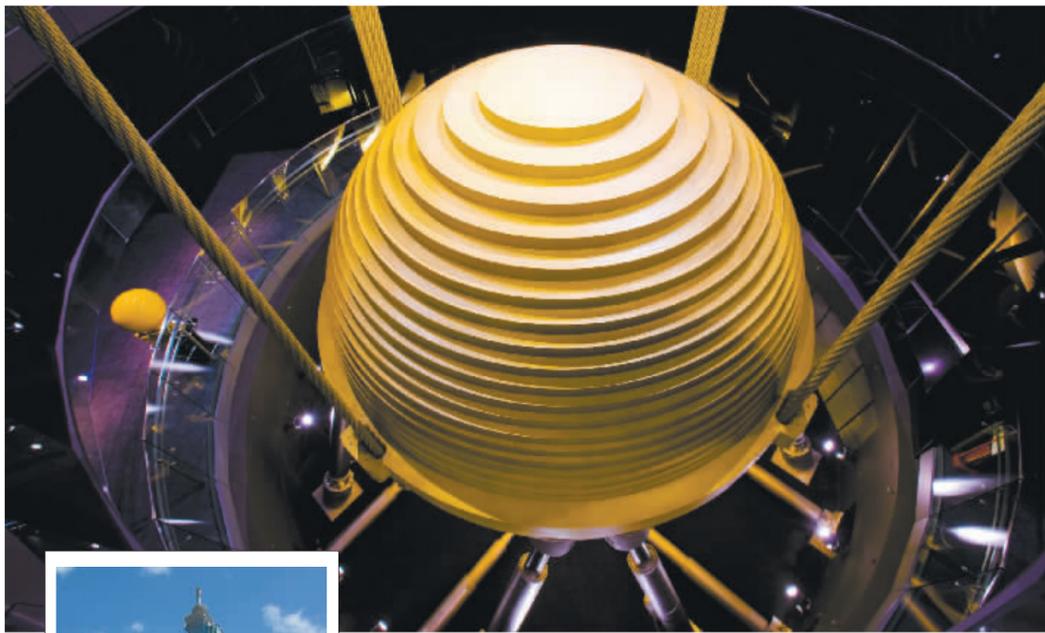
## 牛顿——经典力学的创始人

力学作为一门科学的出现始于17世纪的欧洲，牛顿作为早期经典力学的创始人，继承和发展了前人的研究成果，提出牛顿运动定律，奠定了力学的基础。从牛顿时代开始，到18世纪末，形成了经典力学的理论体系。其中代表性著作有：牛顿《自然哲学的数学原理》(1687年)；欧拉《力学》(1736年)；伯努利《流体力学》(1738年)；达朗贝尔《力学研究》(1743年)；拉格朗日《分析力学》(1788年)。

经典力学又被称作牛顿力学。关于力学重要性的阐述，牛顿在他的《自然哲学的数学原理》一书中指出：“自然的一切现象，完全可以根据力学的原理用相似的推理——演示出来。”著名物理学家爱因斯坦在他的《物理学的进化》一书中也指出：“尽管我们今天确实知道古典力学不能用来作为统治全部物理学的基础，可是它在物理学中仍然占领着我们全部思想的中心。”

## 现代工程技术离不开力学

进入20世纪以来，解决重大工程关键问题的需要给力学研究和开展开辟了



台湾高达508米的101大楼，上方图是位于该楼第88-92层之间重达730吨的风阻阻尼器。



垮塌的美国塔科马大桥。

## 延伸阅读

### 无处不在的力学

#### 塔科马大桥为什么会垮塌

悬索桥尽管有悠久的历史，但是现代大跨度悬索桥的发展有过惨痛的教训。1940年7月1日美国西北部的华盛顿州建成了横跨塔科马海峡的塔科马大桥，它是一座全长853米的悬索桥。通车后仅仅过了4个月，在20米/秒的风速下，塔科马大桥开始晃动，振幅越来越大，最终彻底垮塌。

世界著名空气动力学家、古根海姆航空实验室主任冯·卡门是事故调查组的成员。他在加州理工学院的风洞中进行的吹风试验表明，当风横吹过大桥时，在一定的风速范围内，超过大桥的气流中会周期性地产生两串平行反向涡旋。它对桥梁产生了周期性的作用力，当作用力的频率与大桥的固有频率接近时，所产生的机械共振现象导致了大桥的垮塌。

这次严重事故的出现使得桥梁工程在结构设计中开始认识到空气动力学的重要，此后所有的大桥以及重要的超高层建筑的设计方案必须经过风洞模型试验的安全验证。

#### 摩天大厦上的风阻阻尼器

台湾高达508米的101大楼，在第88-92层之间可以看到用钢索悬挂着一个重达730吨的黄色球体，它的主要功能是在台风或地震出现时吸收101大楼顶部过度摆动的能量，增加大楼的稳定

性，这是一个根据力学原理设计的世界上最大的巨型风阻阻尼器。

高492米的上海环球金融中心大楼在90层也设置了两台风阻阻尼器，各重150吨，以减少大楼由于强风引起的摆动。

#### “蛟龙号”为何能潜7000米

我国的“蛟龙号”载人潜水器，它的设计最大下潜深度为7000米，每平方米要承受高达7000吨的压力。如此巨大的压力，足以使普通的钢结构板壳破裂。“蛟龙号”必须使用特殊的抗压结构和材料，经过严格的力学分析和试验，以确保它运行的安全性。

#### 穿甲弹、战斗机、导弹和力学

力学在国防工业中也扮演着重要的角色。从穿甲弹穿透能力的研究到原子弹爆炸波破坏力的分析，都需要力学工作者的参与。

20世纪40年代，战斗机飞行速度突破音障的成功，得益于空气动力学和气动弹性力学的研究成果。当飞机的速度超过音速时，空气受到压缩后在头部会形成激波，激波的出现会导致飞行阻力的增加，如何减小激波阻力，离不开空气动力学和激波动力学研究。

在我国“两弹一星”的元勋中，钱学森、周培源、郭永怀、钱伟长等都是国际著名的力学家。钱学森更是被誉为中国航天事业的奠基人和中国火箭、导弹之父。

广阔的天地。比如为了解决飞机飞行时空气阻力的计算问题，普朗特在1904年提出了边界层理论，成为了近代流体力学的里程碑，并创建了对于力学发展具有深远影响的哥廷根学派。

作为现代工程技术的主要基础学科之一，力学在航空航天技术、导弹和卫星技术、桥梁和结构工程、水利工程和运输工程等重大工程技术领域发挥了重要作用，解决了一系列关键技术问题。我们生活在现代化的城市中，一座座拔地而起的摩天大楼、延绵不断的高架大桥和密密麻麻的地铁隧道都离不开“材料力学”、“结构力学”和“板壳力学”的结构强度和稳定性分析。

人类对科学技术进步的追求永无止境，以航空技术为例，在21世纪，民

航超声速飞行必将成为越洋飞行的主流，更加安全、清洁和廉价的能源必将得到广泛地使用，从而与此相关的一系列新课题将需要力学工作者参与研究和解决。

#### 力学为人类进步贡献良多

在上世纪结束之际，美国工程院曾评出20世纪对人类社会影响最大的20项技术，其中许多关键技术的解决离不开力学研究者的贡献。以排在前三位的电力系统技术、汽车制造技术和航空技术为例，就单从动力系统来说，20世纪后50年，力学设计的改进和优化导致包括叶轮机、汽车发动机和喷气发动机的效率大幅度提高，排气污染明显减少。力学

森曾经指出：“这个时代，力学工作者对新兴的航空技术和航天技术震撼世界的成果，作出了巨大的贡献，他们是时代的英雄。”

第23届世界力学大会颁发了国际力学界的两项大奖：流体力学的巴彻勒奖和固体力学的希尔茨奖。该奖项每4年评选一次，以表彰在过去10年中在力学研究领域作出杰出贡献的学者。荷兰特文特大学D. Onse教授和美国布朗大学高华健教授分别获得了这两项大奖。大会发表的学术论文表明，力学工作者所需要解决的问题既涉及科学的基础理论，又有着重要的工程应用背景，这正是力学研究的魅力所在。力学的研究有着辉煌的过去和现在，也必将有着更加美好的未来。

## 前沿大观

### 游戏控制器 入侵他人大脑

黄钟



上月27日，美国加利福尼亚州大学、英国牛津大学的科学家，演示如何利用一种在市面上购买的游戏控制器“入侵”他人的大脑，获取他们的私密敏感信息，例如个人识别号码和银行交易信息。这个游戏控制器就是现货供应的Emotive脑机界面，售价仅190英镑。

Emotive允许用户利用思想与他们的电脑进行互动，通常用于控制游戏。演示中，科学家让参与者坐在电脑屏幕前，而后向他们展示人物、银行和个人识别号码的图像。在此之后，他们从参与者的大脑中“窃取”这些信息，确切地说，就是被称之为“P300”的脑电信号。P300在一个人的大脑发现有意义的事物时产生，例如人物或者他们经常打交道的事物。在确认后大约300毫秒，大脑产生这种信号，因此得名P300。

## 创新发明

### 充电织物 用体热为手机充电

木易



美国威克弗里斯特大学的研究生考莱-赫维特用镊子夹着一个Power Felt样本。

美国威克弗里斯特大学教授大卫-卡罗尔发明了一种名为“Power Felt”的新型织物，能够将身体的热量转换成电能，并为手机充电。

这种织物是一个多面手，除了可以为手机充电外，也可以为收音机或者手电筒充电，能够在断电之后发挥重要作用。

卡罗尔和他的研究小组利用纳米将微小的碳分子变成塑料纤维，而后织成织物。卡罗尔在解释这种材料的工作机制时表示：“如果抓住金属棒的一端，手上的热量会加热电子。随着温度升高，电子寻找温度较低的区域，移动到金属棒的另一端。如此一来，一端拥有额外的电子，两端之间形成电压，也就是热电压。发电织物便采用这样的工作原理。”

## 发现快速

### 平板电脑影响睡眠 睡前不能长时间使用

秋凌



根据美国伦斯勒理工学院照明研究中心进行的新研究，睡前两小时使用手机和平板电脑等电子设备会抑制褪黑素，引起睡眠问题。科学家指出青少年尤为容易受到影响。褪黑素是一种控制生物钟的化学物质。

研究中，科学家对自发光平板电脑对褪黑素的抑制进行了测试。共有13人参与这项测试，用平板电脑看书、玩游戏和看电影。研究发现使用平板电脑60分钟造成的褪黑素抑制程度相当于在阳光下度过一小时，并不会产生很大影响。但暴露时间达到两小时后褪黑素的分泌在很大程度上受到抑制。

研究小组使用平板电脑进行他们的测试，但他们认为任何采用背光显示屏的电子都会产生类似影响。绝大多数手机、平板电脑以及很多电子书阅读器都采用这种显示屏。

研究人员表示：“建议用户在晚上使用电子设备时应尽可能调低显示屏的亮度，同时减少睡前使用电子设备的时间。”

## 首次揭秘带羽毛恐龙的“最后晚餐”

吴晶晶 姬少亭



中华丽羽龙从隐蔽处跃起捕杀孔子鸟(绘图/张宗达) 新华社发

中国与加拿大古生物学者上月30日宣布，在辽宁省西部义县组地层发现了令人震惊的恐龙胃内容物化石，这让人们首次详细了解了带羽毛恐龙到底以何为

食。这项研究表明，一种像狼的恐龙以无法快速飞行的原始飞鸟为食。

加拿大阿尔伯塔大学生物科学系学者邢立达、加拿大派普斯通恐龙研究所学者菲尔·贝尔、中国地质科学院地质研究所研究员姬书安等人的这一研究成果发表在30日出版的国际学术刊物《公共科学图书馆·综合》上。

据介绍，这批胃内容物的主人是距今1.24亿年的中华丽羽龙，身长约2.4米，是已知最大的美颌龙类物种，且具有完整的头骨与身体骨骼，身体上覆盖着初步形成的羽毛。“有趣的是，我们在其腹部

区域发现了一个鸵鸟类的腿部，包括一个完整的小腿、足部和趾爪。相对于中华丽羽龙的腹部而言，这个腿部相当大，几乎占满整个腹部区域。”邢立达说。

“这显然意味着中华丽羽龙吞食了这只鸵鸟，而后由于某些原因毙命，胃中的最后一餐便成为化石，保存至今。”中华丽羽龙的命名者姬书安说。

研究者认为，从骨骼形态学上，这件胃内容物可以归入中国鸟龙——一种行动敏捷的肉食性恐龙。“从腿部长度推断，这只中国鸟龙长约1米，这意味着中华丽羽龙能够捕杀体型相当于自身三分之一

大小的大型猎物。”邢立达说。

令研究者惊讶的是，在中华丽羽龙被命名后不久，相同的化石点发现了另一件中华丽羽龙化石，其胃部竟然又发现了胃内容物化石。这次发现的胃内容物较为凌乱，但可以分辨出至少两只孔子鸟以及很可能是鸚鵡嘴龙的类似鸟类的骨骼。权威恐龙学者、加拿大皇家学会院士菲利普·柯里表示，恐龙的胃内容物是极其罕见和重要的化石，能揭示恐龙的捕食关系，是可遇而不可求的发现。中华丽羽龙两件标本都发现了胃内容物，具有重要科学意义。