

工程力学教学中的一些生活和工程实例

岳桂杰¹⁾ 魏 伟 谷 莉 徐宏彤

(兰州城市学院培黎工程技术学院, 兰州 730070)

摘要 列举了工程力学教学中应用的一些生活和工程实例, 不仅可以提高学生工程力学的兴趣, 而且有助于学生更好地理解教学内容.

关键词 工程力学, 工程, 实例

中图分类号: G642 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-0879(2012)02-083-02



图 1 走钢丝

工程力学是工科专业重要的技术基础课, 理论性强、系统性强、逻辑严密、比较抽象、与工程实际具有一定联系等特点. 但学生实践经验少, 综合分析工程实际问题的能力差, 给学生学习这门课程造成了很大困难. 所以在教学中, 教师应注意搜集和积累一些与工程力学相关的实例, 在讲解基本理论时, 可以联系这些生动贴切的生活和工程实例, 激发学生学习基本理论的兴趣, 提高学习效果. 下面列举一些和工程力学相关的生活和工程实例.

实例 1 制造汽车轮胎时都要在轮子的表面做出很多凹凸不平的花纹, 是出于美观考虑还是另有原因? (目的是为了增大轮子与地面之间的摩擦力, 防止轮子在平滑的路面上滚动时打滑, 因为在正压力一定的情况下, 摩擦力的大小与两物体相接触的粗糙程度成正比).

实例 2 我们利用套筒扳手卸螺母时, 如果无法拧动, 可以在手柄两边加长套筒, 就可以很轻松地把螺母卸下来 (力偶矩的大小与力和力臂成正比, 外加套筒即增大了力臂).

实例 3 人们在劈木材时, 顺着木纹劈会很容易地把木头劈开, 但横着砍却很难砍断 (材料的各向异性).

实例 4 人体和动物骨骼都是空心管状的结构, 这种形状既能满足生存需要, 又减轻了自重, 是大自然的一种造化, 同时空心圆管状的骨骼具有较强的抗弯、抗扭等力学性能 (弯曲正应力大小与点到中性轴的距离成正比; 扭转剪应力大小与点到圆心的距离成正比, 为了充分利用材料, 应尽可能地把材料放置在离中性轴或圆心较远处, 空心管状的骨骼刚好符合这种力学规律).

实例 5 如图 1, 平衡杆在走钢丝表演中起到什么作用? 应该怎样使用? 为什么要设计得比较长? (平衡杆在走钢丝表演中是调整系统重心的工具; 为了达到调整系统重心的目的, 当人在钢丝上走动时, 应不时地转动平衡杆而不能只是简单地在水平方向左右移动, 其原因可以用刚体转动基本方程 $J_Z \cdot \alpha = \sum M_Z(\mathbf{F}_i^{(e)})$ 和动量定理进行分析; 平衡杆设计得比较长是为了增大杆的转动惯量, 以保证在调整系统重心时杆角加速度比较小以保持其水平位置基本不变)^[3].

实例 6 作为教师或学生都会感受到粉笔灰在黑板附近飞舞的现象, 粉笔灰为什么悬浮于空中而不下落? 一是粉笔灰降落速度缓慢 (由斯托克斯公式可知球形状物体降落速度与球形物体的半径的平方成正比, 即 $v \propto r^2$, 粉笔灰可视为尺寸很小的球形颗粒, 所以其降落速度很小); 二是粉笔灰易于随气流运动 (由动量定理可知, $F \cdot \Delta t = mv$, 粉笔灰颗粒质量 $m = \rho \cdot 4\pi r^3/3$, 所以可知 $\Delta t \propto r$, 即粉笔灰颗粒达到气流速度所需时间与其尺寸成正比, 由于粉笔灰颗粒很细小, 所以可以很快达到气流速度)^[4].

实例 7 1998 年 6 月 3 号, 让德国人引以为豪的快速列车突然出轨, 造成 102 人死亡, 88 人重伤, 事故发生的当天, 德国政府就宣布, 所有德国行驶的高速列车一律降速, 降到每小时 60 km 以下. 为什么会造成这个事故呢? 事后的调查发现, 是一个在车轮上面防止车轮跑出来的一个非常小的部件—卡箍, 发生了破坏, 最后火车在穿过高速公路的桥梁的时候, 破坏的卡箍碰到桥梁旁边的部件, 产生一个侧向力让火车出轨. 火车出轨的时候, 刚好就像一把刀子一样, 切断了高速公路的桥的桥墩, 高速公路整个压在列车的车厢上面了, 所以 102 人当场遇难 (卡箍所发生的破坏正是力学中的疲劳断裂).

实例 8 某工厂工人为了用原设计最大起重量为 100 kN 的桥式起重机起吊 150 kN 的重物, 改进了装置, 在大梁上距 B 端为 x 的 C 点悬挂一根钢索, 绕过装在重物上的滑轮, 将另一端再挂在吊车的吊钩上, 使吊车驶到 C 的对称位置 D, 这样就可以吊运 150 kN 的重物了 (将集中力分散成较小的力可以降低梁的最大弯矩以提高梁的弯曲强度).

实例 9 1986 年 1 月 28 号, 美国挑战者号航天飞机升空, 仅仅 1 分 12 秒就爆炸了, 后来, 经过美国太空总署的调查发现, 导致这起航天飞机的坠毁和 7 名宇航员的遇难, 是一个小小的橡皮圈, 原来在研制这个橡皮圈的时候, 没有

2011-11-15 收到第 1 稿, 2011-12-26 收到修改稿.

1) 岳桂杰, 1971 年生, 女, 硕士, 副教授. 研究方向: 工程力学教学及应用. E-mail: yueguijie@163.com

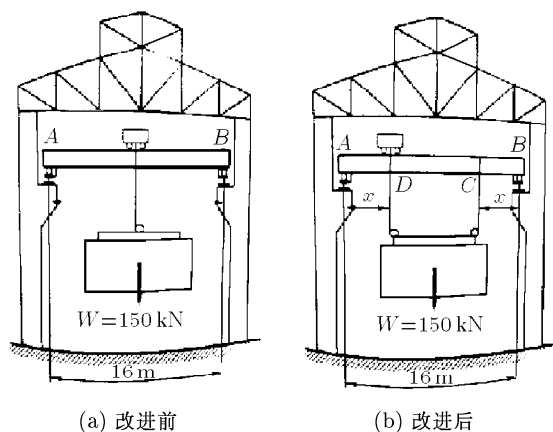


图 2 桥式起重机

考虑到温度对材料的力学特性的影响, 导致了这场灾难. 这个橡皮圈的失效实际上就是它力学性能的失效 (材料的力学性能).

实例 10 用镗刀镗孔时, 经常在镗杆的中部位置加装套管, 或在镗杆尾端加装尾架, 如图 3 所示, 采用这些措施能显著减小镗刀杆的弯曲变形 (在集中力作用下, 挠度与跨度的三次方成正比, 在镗杆的中部加套管或尾端装尾架即是缩小跨度, 所以极大地提高了梁的弯曲刚度).

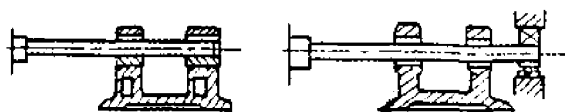


图 3 镗杆

实例 11 我们坐火车时总能够听到“咣当、咣当”的声音, 同时伴随着车身的剧烈振动和晃动, 其原因是, 铁路线路由很多条钢轨组成, 钢轨接头处留有缝隙, 也正是因为这个缝隙, 使得列车通过钢轨接头处时不仅会发出很大的“咣当”声音, 而且还会产生巨大的冲击力, 使列车摆动. 之所以要在钢轨接头处留有间隙是便于钢轨在温度变化时能够自由伸缩 (超静定结构中的温度应力).

实例 12 在《泰坦尼克号》电影片断中有这样一幕: “泰坦尼克”号突然和一座巨大的冰山相撞而沉入海底. 多年来, 科学家们经过调查研究发现, 两者相撞的原因除了船速过快之外, 船上安装的铆钉质量太差可能是导致这场海难的重要原因. 当时“泰坦尼克”号不是直接撞在冰山上, 而是船体与冰山相擦. 冰山的尖刀与船壳钢板相擦, 钢板受到了很大的剪切挤压应力, 使得联接钢板的铆钉承受了很大的剪切应力, 所以铆钉发生断裂. 调查发现, 船上铆钉的材料力学性能试验数据是在室温下测的, 而这些铆钉由于内在质量原因, 在 0°C 以下使用时其所能承受破坏应力要远远比室温下的破坏应力. 因此, 铆钉承受不了高剪切应力造成船体出现裂缝, 且长达 6 个船舱, 最后使得船体的头尾失去了平衡, 沉入大西洋海底 (剪切和挤压破坏).

实例 13 1982 年的 7 月 17 日, 美国堪萨斯州的凯悦大酒店舞厅里面正在举行一场盛大的舞会, 正当人们翩翩起舞之时, 灾难突然发生了, 会场上面的顶棚突然断裂, 113 人当场被砸死, 200 多人受重伤. 后来调查发现, 设计师为了获得开阔的会场, 没有按照力学家或者说力学工程师给他的建议, 在大厅里面多装几个柱子, 使得楼板之间的跨度太大, 结果导致上面的天花板弯曲过度产生断裂 (提高弯曲刚度的措施).

参 考 文 献

- 1 刘鸿文. 材料力学. 北京: 高等教育出版社, 2010
- 2 丁光宏. 力学与现代生活. 上海: 复旦大学出版社, 2000
- 3 董天立, 张超平. 走钢丝的力学分析. 力学与实践, 2005, 27(4): 89,90
- 4 刘大为, 杨玉贵, 张庆荣. 漫谈粉尘飞舞螺旋. 力学与实践, 1998, 20(5): 78,79
- 5 刘雅君, 闫竹玲, 杨红霞等. 结合工程实例组织材料力学教学的探索与实践. 延安教育学院学报, 2008, (4): 60-62
- 6 刘雅君, 陈迪. 浅论骨骼的形成与力学规律的统一. 延安大学学报, 2001, (4): 25,26
- 7 李颖, 冯立富, 郭书祥. 《材料力学》教学中的一些生活和工程实例. 力学与实践, 2005, 27(4): 79,80

(责任编辑: 刘俊丽)

* 新书架 *

《趣味振动力学》简介

本书以通俗有趣的方式讲述振动力学, 包括线性振动的传统内容, 从单自由度振动到多自由度和连续体振动, 也涉及非线性振动, 如干摩擦阻尼、自激振动、参数振动和混沌振动等内容. 在叙述方式上力图避免或减少数学公式, 着重从物理概念上解释各种振动现象. 本书除作为科普读物供读者阅读以外, 也可作为理工科大学振动力学课程的课外参考书. (刘廷柱著, 高等教育出版社出版, 2012 年)