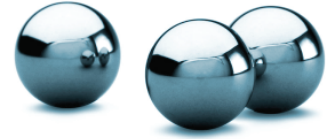




# 了解轴承



TryEngineering 提供 - [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

[单击此处可填写有关本课程的反馈信息。](#)

---

## 课程重点

本课程主要介绍摩擦的概念以及如何使用球轴承来减小摩擦。

---

## 课程概要

“了解轴承”课程活动探讨摩擦的概念，并显示球轴承如何减小摩擦。学生将了解球轴承的不同用途，以及设计如何随着时间演变至使用滚子轴承，并且将使用弹珠测试摩擦，认识日用品中球轴承的作用。

---

## 年龄段

8-18.

---

## 目标

- ✦ 了解摩擦。
- ✦ 了解球轴承。
- ✦ 了解工程师如何改进球轴承以及滚子轴承的发展过程。
- ✦ 了解滚子/球轴承如何用于机器及其对日常生活的影响。
- ✦ 学习团队协作精神以及分组解决问题。

---

## 预期的学习成果

通过这次活动，学生应了解：

- ✦ 摩擦
- ✦ 球轴承
- ✦ 工程设计
- ✦ 如何解决问题
- ✦ 团队协作

---

## 课程活动

学生将了解摩擦的概念，以及球轴承如何减小摩擦和延长机器寿命。研究的主题包括摩擦、球轴承、工程设计以及如何解决问题。学生将分组使用弹珠模拟球轴承。

---

## 资源 / 材料

- ✦ 教师资源文档（附）
- ✦ 学生资源表（附）
- ✦ 学生作业单（附）

---

## 符合美国教学大纲

了解轴承

第 1 页，共 10 页

由 IEEE 作为 TryEngineering 的一部分开发  
[www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

请参见随附的教学大纲表。

---

## 因特网上相关信息链接

- ✦ TryEngineering ([www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org))
- ✦ 铁姆肯 - 各类减摩轴承 ([www.timken.com/products/bearings/fundamen/compare.asp](http://www.timken.com/products/bearings/fundamen/compare.asp))
- ✦ 铁姆肯：从密苏里州到火星 - 领导制造业一个世纪 ([www.timken.com/aboutus/history/pdf/history.pdf](http://www.timken.com/aboutus/history/pdf/history.pdf))
- ✦ 轴承 101 ([www.bearings.machinedesign.com/BDEList.aspx](http://www.bearings.machinedesign.com/BDEList.aspx))
- ✦ ITEA 技术素养标准：技术研究的内容 ([www.iteawww.org/TAA/Publications/STL/STLMainPage.htm](http://www.iteawww.org/TAA/Publications/STL/STLMainPage.htm))
- ✦ McREL 标准和基准大纲 ([www.mcrel.org/standards-benchmarks](http://www.mcrel.org/standards-benchmarks)) 有关幼儿园到 12 年级课程的内容标准汇编（既提供浏览格式，也提供查询格式）。
- ✦ 美国国家科学教育标准 ([www.nsta.org/standards](http://www.nsta.org/standards))

---

## 推荐读物

- ✦ Timken: From Missouri to Mars - A Century of Leadership in Manufacturing (《铁姆肯：从密苏里州到火星 - 领导制造业一个世纪》) (ISBN: 0875848877)
- ✦ Bicycling Science (《自行车科学》)，作者：David Gordon Wilson (ISBN: 0262731541)
- ✦ Ball and Roller Bearings : Theory, Design and Application (《球轴承和滚子轴承：理论、设计和应用》) (ISBN: 0471984523)

---

## 可选的写作活动

- ✦ 撰写一篇短文或一个段落，描述三种含有球轴承或滚子轴承的不同机器。轴承的使用如何改进机器？

---

## 高年级学生的课外练习

- ✦ 高年级学生分组探讨其它形状的轴承是否可能比当前的球轴承或滚子轴承更好。说明理由。



教师适用：

符合美国教学大纲

注：本系列的所有课程计划都符合美国国家研究委员会制订并由美国国家科学教师协会认可的美国国家科学教育标准，还符合国际科技教育协会相关的技术素养标准。

## ◆美国国家科学教育标准 幼儿园到 4 年级（4-9 岁）

**内容标准 B：物理科学**

通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 物体和材料的属性
- ✦ 物体的位置和运动

**内容标准 E：科学和技术**

通过这些活动，所有学生应培养

- ✦ 技术设计的能力

**内容标准 G：科学的历史和本质**

通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 科学是人类智慧的结晶

## ◆美国国家科学教育标准 5 年级到 8 年级（10-14 岁）

**内容标准 B：物理科学**

通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 属性和物质属性的变化
- ✦ 运动和力
- ✦ 能量转换

**内容标准 E：科学和技术**

通过这些活动，所有学生应培养

- ✦ 技术设计的能力
- ✦ 对科学和技术的了解

**内容标准 G：科学的历史和本质**

通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 科学是人类智慧的结晶
- ✦ 科学的历史

## ◆美国国家科学教育标准 9 年级到 12 年级（14-18 岁）

**内容标准 B：物理科学**

通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 运动和力
- ✦ 能量和物质的相互作用

**内容标准 E：科学和技术**

通过这些活动，所有学生应培养

- ✦ 技术设计的能力
- ✦ 对科学和技术的了解

**内容标准 F：人文社会科学**

通过这些活动，所有学生应了解

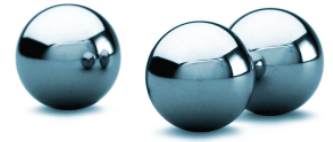
- ✦ 当地、本国和全球面临的科学技术挑战

## 内容标准 G: 科学的历史和本质

通过这些活动, 所有学生应了解

- ✦ 历史观

# 了解轴承



---

教师适用:

符合美国教学大纲 (续)

### ◆ 技术素养标准 - 所有年龄

#### 技术和社会

- ✦ 标准 6: 学生将了解社会在技术发展和应用中扮演的角色。
- ✦ 标准 7: 学生将了解技术对历史的影响。

#### 设计

- ✦ 标准 8: 学生应了解设计的属性。
- ✦ 标准 9: 学生应了解工程设计。

#### 技术方面的能力

- ✦ 标准 13: 学生将培养评估产品和系统影响的能力。

# 了解轴承



## 教师适用： 教师资源

### ◆ 课程目的

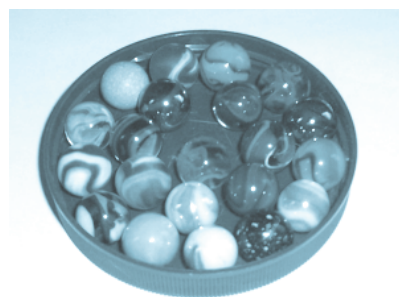
通过演示球轴承和滚子轴承在机器设计中如何减小摩擦来探讨摩擦。学生应比较在不同表面上移动瓶盖和移动弹珠时的摩擦减小量，了解球轴承及其演变的历史，并且分组探讨摩擦。

### ◆ 课程目标

- ✦ 了解摩擦。
- ✦ 了解如何在机器设计中加入球轴承来减小摩擦。
- ✦ 了解众多含有球轴承或滚子轴承的机器。
- ✦ 学习团队协作。

### ◆ 材料

- 学生资源表
- 学生作业单
- 为每组学生分配一套材料：
  - 瓶盖（蛋黄酱罐或类似容器）
  - 25 个相同大小的弹珠（高于所用的瓶盖）
  - 书
  - 一小片地毯或垫子



### ◆ 步骤

1. 向学生展示不同的学生参考表。可以在课堂上当场阅读，或者在头天晚上作为家庭作业发给学生阅读。
2. 按 3-4 人对学生进行分组；给每组提供一套材料。
3. 要求学生感觉在不同表面上移动瓶盖（开口部分朝下）时的摩擦强度：桌面、瓷砖地板、地毯。
4. 然后，要求学生在瓶盖中放入弹珠，弹珠数量应接近填满整个瓶盖（不要溢出，否则弹珠无法自由滚动）。用一本书将瓶盖翻过来，让学生感觉瓶盖此时在前面试过的表面上移动时有多么容易！
5. 试试其它的情况，比如在瓶盖（含有和不含弹珠）上压一本书或其它物品。有弹珠的瓶盖是不是在任何重量下都更容易移动？
6. 要求学生说出含有球轴承或滚子轴承的不同机器，并且完成学生作业单。
7. 每组向全班展示他们的机器列表，并解释轴承如何改进机器设计和/或操作。

### ◆ 所需时间

一节 45 分钟的课时

# 了解轴承



学生资源：

什么是摩擦？球轴承如何发挥作用？

## ◆ 摩擦

摩擦是一个物理术语，描述两个物体相互移动时会产生多大的阻力。摩擦越大，两个物体就越难以顺利移动。而摩擦越小，物体的相互移动就越轻松、平滑。例如，一块橡皮在地毯上移动时，摩擦显然大于一本光滑的书本上移动。在机器中，零件会相互摩擦，摩擦越大，零件损耗就越快。

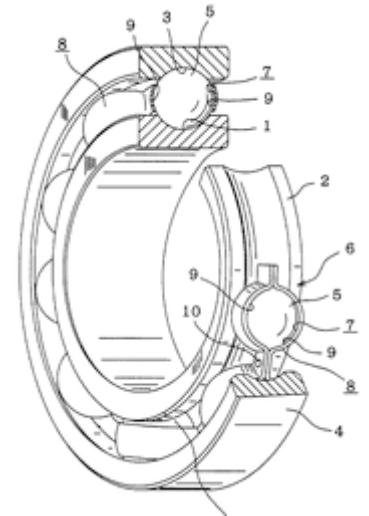
## ◆ 球轴承

球轴承有时是指用球形轴承作为滚动元件的轴承组件，有时也指代轴承组件中的个别球体。球轴承可由许多不同的材料制成，包括陶瓷、金属、不锈钢及其它混合材料。它们有助于减小摩擦，延长机器的使用寿命，还可以减小机器的运转噪音。轴承的设计原理很简单 -

物体滚动比滑动更容易。当两个物体相互滑动时，例如书在桌子上滑动、瓶盖在地毯上滑动，表面之间的摩擦将会减慢运动。但如果物体是相互滚动，则接触的面积更小，从而减小了摩擦。

## ◆ 滚动轴承

滚动轴承是通过在两个元件之间加入圆形元件来减小负荷的轴承。元件的相对运动促使这些圆形元件滚动而很少滑动。右图是保持架向心球轴承的专利设计（美国专利号：6074099），所示为圆形零件之间嵌入的球体。最早、最著名的滚动轴承之一是运送大石头上坡的圆木排。拉动石头时，圆木就会以很小的滑动摩擦在地面上滚动。当每根圆木滚动时，就会前移，圆木上的石块也就会跟着往前滚。你可以模拟这样的轴承：在桌子上放几支钢笔或铅笔，然后把手放在笔上。



◆  
没有球轴承，自行车会是什么样子？没有滚子轴承，过山车会是什么样子？

自行车是非常典型的使用球轴承来减小摩擦的机器。在踏板、前轮毂、后轮毂、连接自行车龙头的管件中，都可以找到球轴承。甚至滑板和旱冰鞋轮也有球轴承！除了这些示例以外，球轴承还是石油钻探设备、飞机和汽车中的重要设计元件。过山车中使用了滚子轴承！

# 了解轴承



## 学生资源：

### 球轴承的历史 - 产品的发展

#### ◆ 历史

意大利内米湖 (Lake Nemi) 的罗马船只残骸中，发现了早期的球轴承 - 支撑旋转台的木制球轴承。该船的残骸是公元前 40 年留下的。据说达芬奇 (Leonardo da Vinci) 在大约 1500

年描述过一种球轴承。球轴承的问题之一是它们可能互相摩擦，从而引起其它摩擦，但可以通过在保持架中嵌入球体来防止这种情况。伽利略 (Galileo) 在 1600 年代曾描述过有保持架的球轴承，这是有关球轴承的最早的描述。

#### ◆ 创新

19 世纪的马车制造幻想家和发明家亨利·铁姆肯 (Henry Timken) 在 1898

年发明了锥形的滚子轴承。他预见能解决困扰已久的关键技术问题：摩擦 -

阻止物体相互运动的力。“谁要是能够设计出从根本上减小摩擦的产品，”铁姆肯评述道，“将给世界带来真正的价值。”第二年，他创办了铁姆肯公司 (The Timken Company)，开始将其创新转化成产品。



Henry Timken

#### ◆ 产品设计和改进

当铁姆肯开始他的研发工作时，市场上的主要轴承是从古时候就开始使用、一直没有什么变化的高摩擦轴承。围绕旋转轴的孔中基本上都是金属衬垫，减小摩擦主要依靠润滑。铁姆肯开始试验球轴承，但很快因为磨损而失败。最后，他认识到“滚子”轴承更适合大型车辆，例如汽车，因为这些车辆的负重远远大于自行车，球轴承的每个球都是单点承受负荷，而滚筒的整个长度都可以承受负荷。他尝试了直滚筒，最后决定采用锥形滚筒，因为这样轴承可以承受所有方向的力。自从 1899 年以来，铁姆肯公司 (The Timken Company) 已经生产了六十多亿个轴承，目前制造许多不同类型的轴承。



#### ◆ 行业和应用

球轴承应用于大多数行业，包括运输、航空、制造、农业和体育/娱乐。在飞机着陆轮、风轮机、卫星和轧钢厂中，都能找到一些典型的球轴承或滚子轴承。牙科设备等医疗应用中也采用微型轴承。



# 了解轴承



## 学生作业单：

### 步骤一：

阅读学生参考表，了解轴承的概念，以及球轴承与滚子轴承的历史和演变。

### 步骤二：

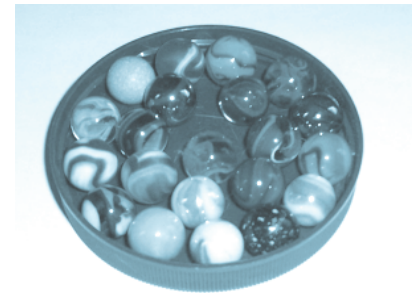
以 3-4 个学生为一组，分组尝试在不同表面（书本、桌面、地板、地毯）上移动分配到的瓶盖。

### 问题：

1. 在不同表面上移动瓶盖时，摩擦有哪些差异？哪个表面产生的摩擦最大？为什么？

### 步骤三：

在瓶盖中放入弹珠，弹珠数量应刚好接近填满整个瓶盖（不要溢出，否则弹珠无法自由滚动）。用一本书将瓶盖翻过来，然后在前面试过的表面上移动可以减小摩擦的“弹珠”瓶盖。



### 问题：

3. 在移动弹珠瓶盖时，你感觉到摩擦与前面有什么不同？

4. 弹珠是否对所有表面都有用？还是只对部分表面有用？现在哪个表面产生的摩擦最大？为什么？

### 步骤四：

试试其它的情况，比如在瓶盖（含有和不含弹珠）上压一本书或其它物品。

### 问题：

5. 有弹珠的瓶盖是不是在重量增加后也容易移动？

6. 你可以想像与弹珠瓶盖类似的设备应用吗？什么应用需要移动重量很大的物体？应如何帮助其移动？

7. 列举三种含有球轴承或滚子轴承的不同机器。

1. \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_ 3. \_\_\_\_\_

# 了解轴承



可选的学生作业单：

你是工程师！使用滚子轴承解决问题

## ◆ 说明

你是工程师！和团队中的其他成员一起合作，使用滚子轴承设计一个方案，通过提供的材料将课桌移动 10 英尺。挑战：只允许你用食指推课桌。最多可以用 100 支铅笔，还有胶带

## ◆ 材料

为每组学生分配一套材料：

- 100 支铅笔
- 胶带
- 橡皮圈
- 一小片地毯或垫子

## 步骤一：

在下面画出方案示意图。

## 步骤二：

尝试你的方案！看是否能用食指推动课桌 – 工程师始终操作不同的重量！

## 问题：

1. 你规划了设计工作吗？说明理由。
2. 为使你的方案更有效，你进行了哪些修订？
3. 你是否能够只使用一根食指推动课桌？