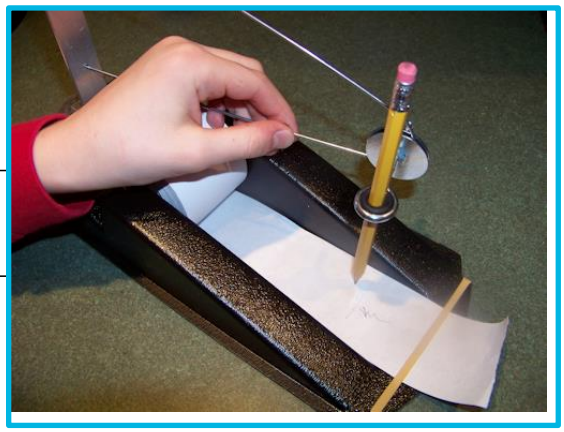
课程重点

课程重点探讨地震仪的发展如何在全世界协助拯救生命。学生分组用日常物品设计自己的地震仪， 并试验其记录教室内模拟地震的能力。然后学生评价自己和其他学生小组的地震仪并向全班介绍自己的 收获。

课程概要

"自制地震仪测试模拟地震！"活动探索了地震仪背后的工程学以及科技如何提高了地震的准确记录程度。学生分组用日常物品制作一个简单的地震仪，在模拟的教室地震中试验，并评价试验结果和向全班介绍心得。



年龄段

8-18.

目标

了解地震仪技术。
了解工程学设计。
了解团队合作以及如何解决问题。

预期的学习成果

通过这次活动，学生应了解：

地震仪
技术和环境问题的相互作用
工程设计
团队协作

课程活动

学生学习地震仪如何记录地震以及如何协助预测地震和其他地壳运动。探讨这种技术如何积极影响世 界。学生分组用日常物品设计自己的地震仪，并试验其记录教室内模拟地震的能力。然后学生评价自己 和其他学生小组的地震仪并向全班介绍自己的收获。

资源 / 材料

教师资源文档（附）
学生资源清单（附件）
学生作业单（附）

www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

符合美国教学大纲

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)
- USGS Earthquake Hazards Program Learning Resources (https://earthquake.usgs.gov/learn/topics//)
- USGS Global Seismographic Network (https://earthquake.usgs.gov/monitoring/)

推荐读物

- An Introduction to Seismology, Earthquakes and Earth Structure by Seth Stein and Michael Wysession (ISBN: 0865420785)
- Earthquakes by Bruce Bolt (ISBN: 0716775484)
- Introduction to Seismology by Peter M. Shearer (ISBN: 0521708427)

可选的写作活动

写一篇短文或一段话解释为什么土木工程师需要评价具体建设地点的地震活动。
写一篇短文或一段话介绍地震学技术是怎样降低智利 1960 年地震死亡率的。

 © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

教师适用：
符合美国教学大纲

注：此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或美国国家数学教师委员会的学校数学的原则和标准。

美国国家科学教育标准幼儿园到 **4** 年级（**4 - 9** 岁） 内容标准 **A**：科学探索 通过这些活动，所有学生应培养

进行科学探究的必要能力

对科学探究的了解 内容标准 **B**：物理科学 通过这些活动，所有学生应了解

物体的位置和运动 内容标准 **D**：地球和空间科学 通过这些活动，所有学生应了解

地球和天空中的变化 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

环境的变化

本地问题中的科学和技术 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

运动和力

能量转换 内容标准 **E**：科学和技术

通过这些活动，5 年级到 8 年级的所有学生都应培养

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

人群、资源和环境

自然灾害

社会科学和技术 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

科学的历史

由 IEEE 作为 TryEngineering 的一部分开发
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

教师适用：
符合美国教学大纲

美国国家科学教育标准 **9** 年级到 **12** 年级（**14 - 18** 岁）

内容标准 **A**：科学探索 通过这些活动，所有学生应培养

进行科学探究的必要能力

对科学探索的了解 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 **D**：地球和空间科学 通过这些活动，所有学生应了解

地球系统中的能量 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

自然和人类引发的危险

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

技术素养标准 **–** 所有年龄

技术的本质

标准 3：学生将了解不同技术之间的关系以及技术与其它研究领域之间的联系。

技术和社会

标准 5：学生将了解技术对环境的影响。

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：学生将了解设计的属性。

标准 9：学生将了解工程设计。

标准 10：学生将了解故障排除、研究开发、发明创新和实验在解决问题过程中的角色。

技术方面的能力

标准 11：学生将培养应用设计过程的能力。

已设计好的领域

标准 17：学生将了解并能够选择和使用信息与通信技术。

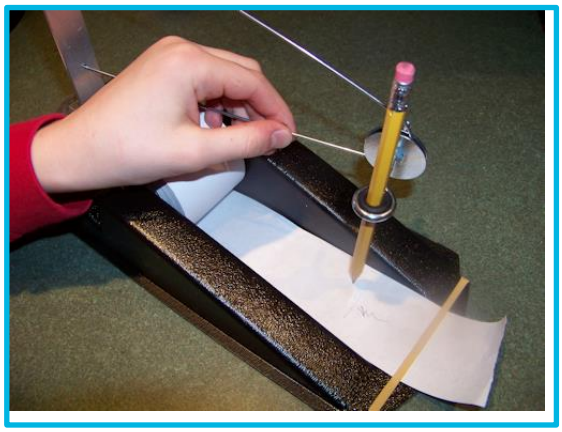
 © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

教师适用：
教师资源

课程目的 探讨地震仪和此技术如何协助告知公众即将到来的危险。课程重点探讨地震仪的发展如何在全世界协助 拯救生命。学生分组用日常物品设计自己的地震仪，并试验其记录教室内模拟地震的能力。然后学生评 价自己和其他学生小组的地震仪并向全班介绍自己的收获。

课程目标

了解地震仪技术。
了解工程学设计。
了解团队合作以及如何解决问题。



材料

- 学生资源表
- 学生作业单
- 为每组学生分配一套材料：线绳、电线、纸张、铅笔、记号笔、纸夹、胶水、纸板、海报板、金属箔、橡皮筋、胶带、平底锅或平底盘、粘土
- 梯子或凳子（从上面扔下球以模拟地震）；线绳截断至 0.5 米、1 米 和 1.5 米长
- 备选的材料提供方案：美国教育产品地震仪套件（可从 www.amep.com/standarddetail.asp?cid=664 或 Amazon.com 购买，价格约 $32）

步骤

1. 向学生说明学生参考表。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. 为各学生小组提供一套材料并要他们自己制作一台地震仪以记录教室内模拟地震的强度。最佳设计将能记录到最小的震动。
3. 学生小组向全班介绍自己的设计并解释预期记录仪的工作。
4. 将各小组的地震仪放到一张小桌子上试验。教师从三个不同的高度（0.5 米、1 米和 1.5 米）向桌子上扔下一个小橡胶球模拟震动。我们推荐站在一个固定的梯子上并用不同长度的线绳测量球将掉落的距离以保证试验的一致性和公平性。（注：您也可考虑使用不同大小的球 - 例如网球）
5. 学生记录和查看自己和其他小组的结果，并向全班介绍自己的心得。

所需时间

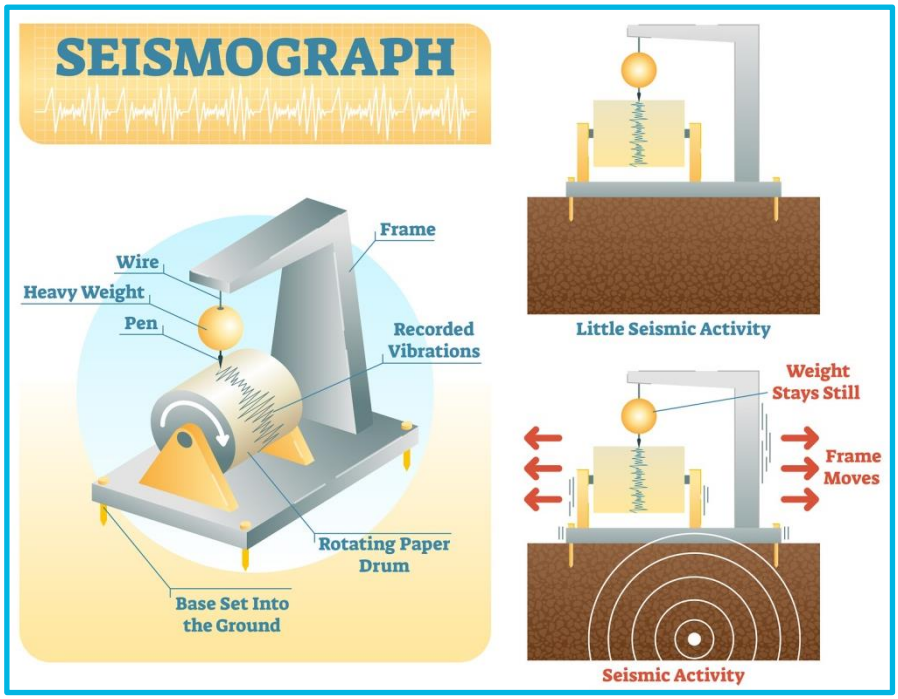
一到两节 45 分钟的课时。

由 IEEE 作为 TryEngineering 的一部分开发
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

学生资源：地震仪是什么？

地震检波器是测量记录地面运动的仪器，包括由地震、核爆炸和其他地震源产生的地震波。记录地震波能够让地震学家绘制地球的内部结构并找到和测量不同地震源的大小。地震仪这个词来自希腊语的 σεισμός, seismós，即颤动或震动，由动词 σείω, seíō（震动）和 μέτρον, métron（测量）组成。

地震仪也称为地震检波器，是一种用于探测和记录地震的仪器。一般来 说，它由连接到固定底座的一个重物组成。在地震中，底座会运动而此重 物不会。底座相对于重物的运动常被转换为电压。此电压在纸张、磁带或 其他记录介质上记录。这种记录与地震检波器重物相对于地球的运动成比 例，但可通过数学方式转换为地面绝对运动的记录。地震仪一般指地震检 波器及其记录设备整体。



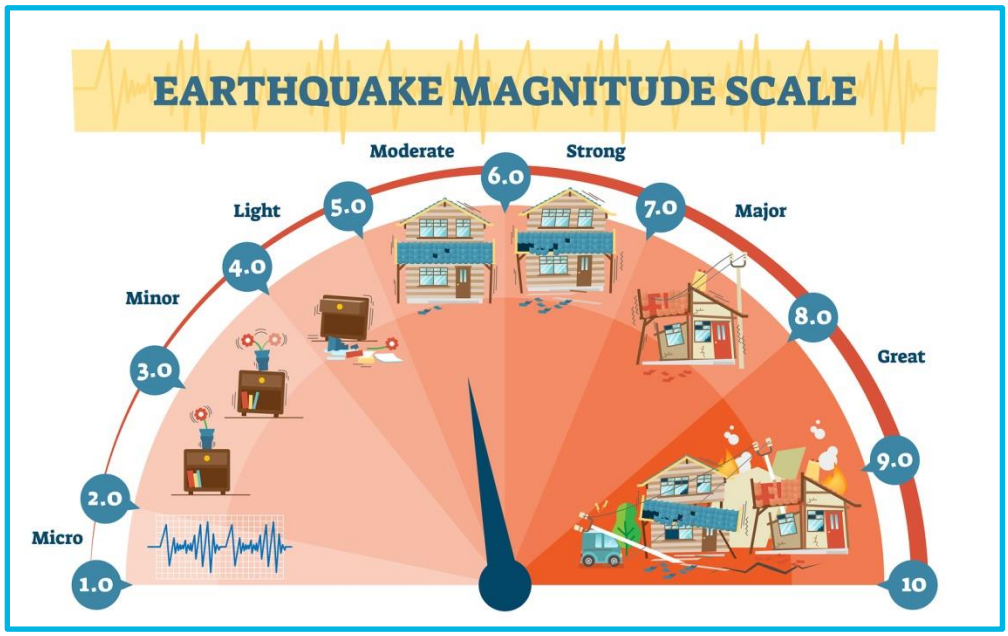
张衡的地动仪

在公元 132 年，中国汉王朝的张衡发明的第一个地震波显示仪，叫做候风地动仪。它是一个很大的青铜器，直径约 2 米；在顶部的八个方位上有 8 个嘴含铜球的龙头。当地震发生时， 其中一个龙口会张开并让其中的球落入位于底座的铜蟾蜍口中，发出声音，从而指示地震的方向。至少有一次，可能是公元 143 年甘肃省大地震时，这个地震波显示仪指示了地震的发 生，即使当时没有人能感觉到。目前残留的文献说这个青铜器 是一个中柱，能沿八个轨道运动；这被人看作是指一个钟摆， 虽然目前尚不准确清楚这与仅打开一条龙龙口的机关是如何相联的。这个地动仪第一次记录的地震可能是发生在东方的某 处。数天后，一名来自东方的骑兵报告了这次地震。右图是王 振铎（1936 年）想象绘制的张衡地动仪图。

www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

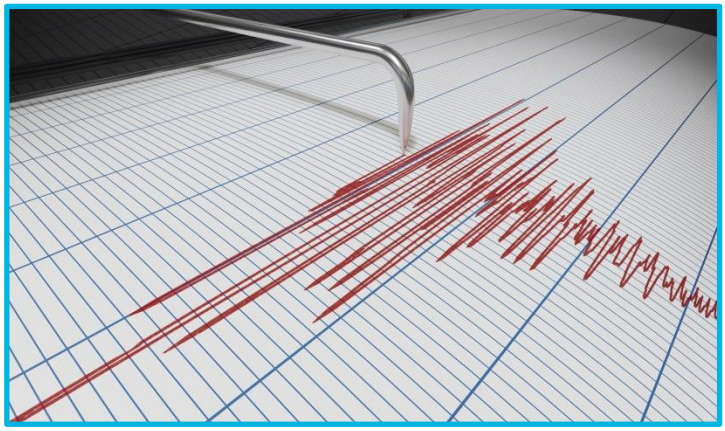
学生资源：
地震追踪

里氏震级



里氏震级在 1935 年由加利福尼亚理工学院的查尔斯·F·里 克特作为比较地震大小的数学设备而发明。最初，里氏震 级只适用于结构相同仪器的记录。现在，地震仪之间已经仔细地相互校准。因此，震级可直接由任何校准后的地震仪记录计算。震级以从 1.0 到 10.0 的刻度指示地球运动的强度。最弱的地震是震级 1.0 或以下。里氏震级没有上限。里氏震级的每个震级都以 10 倍的强度增加，所以增加 1 级就意味着地震的强度是下一级地震强度的 10 倍。2.0 级的地震比 1.0 级的地震强十倍。3.0 级的地震是 4.0 级地震的 10 的 2 次方倍即 100 倍。

最大的地震



历史上有记载的最大地震于 1960 年 5 月 22 日发生在智利。大约有 1,655 人丧生，3,000 人受伤。超过 2 百万人最终无家可归，而且直接损失约合 5 亿 5 千万美元。这次地震的震级记录为里氏 9.5 级。此次地震的地震仪记 录见下面！

由 IEEE 作为 TryEngineering 的一部分开发
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

学生资源：
摆锤地震仪

摆锤的力量 在发明电子设备记录大型地震前，科学家建造了大型弹簧摆锤地震检波器记 录地震产生的长周期运动。最大的摆锤约重 15 吨。墨西哥城有一座三层楼 高的中型摆锤地震检波器仍在使用。

另一个例子是由 James Forbes（Forbes，1844 年）设计的倒立摆"地震检 波器"。这种地震检波器见右图。它包括一个由垂直圆柱形钢丝支持的垂直金 属杆。通过调整钢丝的硬度或其上所悬挂球的高度，摆锤的摆幅即可改变。 杆上悬挂的一支铅笔会在纸上"画出"一条线，显示大地的运动。

目前的技术

高级国家地震监测台网系统 (ANSS) 是美国地质勘探局一项升级和扩展美国 国内地震监测能力的计划。ANSS 的主要部分包括国家、地区、都市和建筑 物监测系统。ANSS 最终将成为一个包括至少 7000 个地面或建筑物中震动 测量系统组成的全国网络，能够为应急响应人员提供实时地震信息，为工程师提供建筑物和场地响应信息，并为科学家提供高质量 的数据以了解地震过程以及地球固体部分的结构和动态。详细信息
请访问
http://earthquake.usgs.gov/research/monitoring/anss/
。
是一个由通过电信网络连接的先进地震和地球物理传感器组成的永 久性数字网络，可作为地震监测、研究和教育的多用途科学设施和 社会资源。GSN 在全球拥有 150 多个现代地震台，能够提供对地
球的近一致的全球性监测。

另外，二维和三维陆地和海洋地震数据处理也可用于在深度和时间 方面显示地球运动。挪威的 Spectrum ASA 致力于此二维和三维 数据处理并维护着涵盖世界主要产油区的一个多客户端数据库和报 告库。

由 IEEE 作为 TryEngineering 的一部分开发
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

学生作业单：
构建自己的地震仪

你们是一组工程师接受挑战以设计一个记录教室内地震活动的可靠地震仪。你们的仪器必须能够在自行 设计的震级上以可见方式记录运动。能够记录最小震动的仪器将是最好的设计。

研究/准备阶段

1. 查看各种学生参考表。

团队协作计划

2. 你的教师已经为你的小组准备了一些"制作材料"。你们可以要求额外的材料。

3. 小组共同商议完成设计并列出制作地震仪所需材料的材料单。请记住，你们的地震仪需要记录三个模 拟教室内地震的强度，用从不同高度落下的球来模拟这些地震。高度分别为 0.5 米、1 米 和 1.5 米。

4. 在下面的方框或另一张纸上绘制出你们的地震仪的草图。列出你们计划使用的材料清单。向全班展示 你们的设计。你们可在得到班内同学的反馈意见后修订你们小组的设计。

需要的材料：
描述你们的震级：

由 IEEE 作为 TryEngineering 的一部分开发
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

学生作业单（续）：

制作阶段

5. 制作地震仪并记录你们在制作阶段是否要求了额外的材料。

试验

6. 你们小组的地震仪将被放在一张稳当的小桌子上。你们的教师会从三个高度让一个橡皮球落在桌子上而形成三次模拟地震：0.5 米、1 米 和 1.5 米。你们的仪器需要记录到每次地震。最敏感的仪器将被视为最好的仪器。这些仪器能够记录最轻微的震动。请在下面的方框中记录你们的观察结果：

震动	5 米	1 米	1.5 米
你们规定的震级			
实际观察（你们注意到你们设计的仪器在试验中有什么表现…哪些工作良好，哪些有待改进？）			

展示

7. 向全班介绍你们的收获和地震仪试验结果。请注意与班内其他小组所制作地震仪在设计和结果方面的 差异。

评价阶段

8. 比较你们和其他小组的试验结果及测量方法。

9. 填写评价作业单。

由 IEEE 作为 TryEngineering 的一部分开发
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

学生作业单：反馈

用此作业单评价你们在"自制地震仪测试模拟地震！"课程中的心得：

1. 你们是否成功制作了能够记录全部三次模拟地震震级的地震仪？

2. 你们在制作地震仪时需要额外的材料吗？

3. 你们认为工程师在产品制造过程中需要修改他们原来的设计吗？他们这样做的理由是什么？

4. 如果你们修改自己设计的地震仪使其成为能够实际记录真实地震的地震仪，你们需要做出哪些修改？

5. 如果你们不得不从头再来一次，你们会如何修改自己的设计？理由是什么？

6. 你们看到其他小组的哪些设计或方法做得很好？

7. 你们认为如果你们独自工作会更加容易完成此项目吗？请解释...

由 IEEE 作为 TryEngineering 的一部分开发
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.