课程重点

课程重点介绍工程师如何使用各种技术加速清理漏油或其他对天然水资源的威胁。在此课程中，学生分 组分析教室中的一次"漏油事件"，然后设计、制作和试验一个首先控制漏油然后从水中清除漏油的系 统。学生从日常物品中选择制作漏油控制和清理系统的材料，评价自己和其他小组解决办法的效果，并 向全班介绍自己的收获。

课程概要

"漏油清理解决办法"课程探索了环境工程师如何着手解决一次漏油事件所带来的问题。学生以"工程师" 小组形式开发一个首先控制一次教室内"漏油"然后清除漏油的系统。各小组决定他们使用哪些材料以及 如何将漏油和水隔离开来。然后他们用日常材料执行自己的计划、评价试验结果、观察其他学生"设计" 小组的结果，并向全部介绍自己的收获。

年龄段

8-18.

目标

了解环境工程学。
了解化学和化学工程学。
了解工程学设计。
了解规划和建设。
了解团队协作以及分组工作。

预期的学习成果

通过这次活动，学生应了解：

环境工程学
如何解决问题
团队协作

课程活动

学生学习环境工程师如何开发有助于减少偶然漏油事件环境影响的设备和程序。学生分组用日常材料设 计和制作一个清除教室水道内油污的系统。然后学生小组试验自己设计的系统，评价自己和其他小组的 设计，并向全班介绍自己的收获。

资源 / 材料

教师资源文档（附）
学生作业单（附）
学生资源表（附）

 © 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)
- Oil Spill Recovery Institute (http://www.pws-osri.org/)
- NOAA's National Ocean Service Office of Response and Restoration (http://response.restoration.noaa.gov/)

补充阅读材料

- The Oil Spill Recovery Institute: Past, Present, and Future Direction (ISBN: 0309085144)
- The Basics of Oil Spill Cleanup (ISBN: 1566705371)
- Oil Spills (Our Environment Series) (ISBN: 0737726296)

可选的写作活动

写一篇短文或一段话介绍工程师在自然灾难（地震）或人类引发灾难（漏油）发生前开发的系统如何协助加速环境和社会方面的恢复。

 © 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 内容标准 **C**：生命科学
通过这些活动，所有学生应了解
生物和环境
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
地表物质的属性
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

美国国家科学教育标准 **5** 年级到 **8** 年级（**10 - 14** 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 内容标准 **B**：物理科学
通过这些活动，所有学生应了解
物质的属性和属性变化 内容标准 **C**：生命科学 通过这些活动，所有学生应了解
生命系统的结构和机能
种群和生态系统 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
风险和利益
社会科学和技术

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（续）

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 **C**：生命科学 通过这些活动，所有学生应了解

生命系统中的物质、能量和组织

生物的行为 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

环境质量

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

科学是人类智慧的结晶

技术素养标准 **–** 所有年龄

技术的本质

标准 1：学生将了解技术的特性和范围。 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。 设计

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

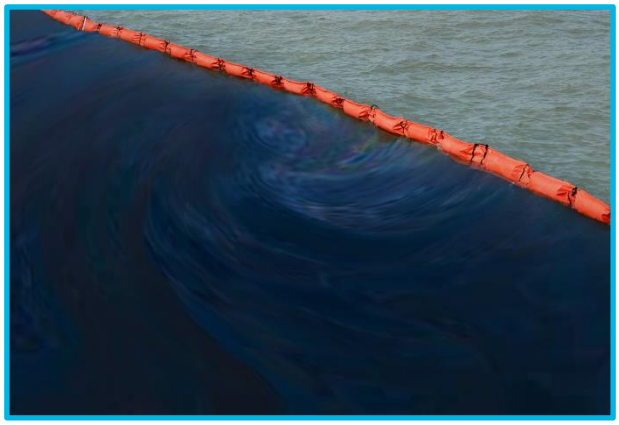
标准 11：学生将培养应用设计过程的能力。 已设计好的领域

标准 15：学生将了解并能够选择和使用农业和相关生物技术。

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：
教师资源

课程目的 课程重点介绍工程师如何使用各种技术加速清理漏油或其他对天然水资源的威胁。在此课程中，学生分 组分析教室中的一次"漏油事件"，然后设计、制作和试验一个首先控制漏油然后从水中清除漏油的系统。学生从日常物品中选择制作漏油控制和清理系统的材料，评价自己和其他小组解决办法的效果，并 向全班介绍自己的收获。



课程目标

了解环境工程学。
了解化学和化学工程学。
了解工程学设计。
了解规划和建设。
了解团队协作以及分组工作。

材料

学生资源表
学生作业单
教室材料
- 用于试验的水盆或水槽以及"漏油"（用半杯植物油混合可可粉制造更逼真的漏油）

为每组学生分配一套材料：
- 橡皮筋、纸巾、线绳、牙签、棉球、保鲜膜、冰糕棍、粉碎好的小麦麦片、气球、煮熟的 大米、花园泥炭土、草、木塞、吸管/烹调用淋油管、勺子、其他物品。

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 2-3 人对学生进行分组；给每组提供一套材料。
3. 向学生解释他们必须分组设计一个清理漏油的系统。漏油是倒入水槽、大水桶或水盆内水中的半 杯植物油。
4. 学生小组共同制定一个分两部分的计划，首先控制漏油，然后清除漏油。他们可从多种提供的日常物品中选择自己所需的工具。学生小组以书面和绘图形式描述他们的计划，然后向全班展示。 这些计划可在展示阶段得到同学反馈后调整。
5. 接下来学生小组按照自己的计划逐步实施他们设计的清理系统。

 © 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（续）

6. 学生的清理系统将根据以下指示清理后水"清洁"程度的评分标准打分：

水中完全没有油	大约剩下四分之一的漏油	大约剩下一半的漏油	大约剩下四分之三的漏油	没有变化，水仍和开始时一样油光闪闪
0	1	2	3	4

7. 然后各小组填写一份评价/反馈表，并向全班介绍自己的收获。

所需时间

两到三次 45 分钟课程

提示

- 一定要强调"清洁的"水无论看起来有多干净都不适于饮用。
- 各小组可向教师索取需要的额外材料，或者教师可鼓励各小组与其他小组交换材料。

课外作业

- 考虑为项目设置一个预算，为每种材料分配一个价格，并要求各小组从教师这里"购买"材料以制 作他们的过滤系统。
- 考虑完成挑战的时间...将清理速度作为设计成功的评价因子之一。
- 在给油中加几滴洗涤剂后同样演示漏油。让学生们观察发生了什么，并写一篇短文描述他们认为 油为什么会分散开。让他们考虑添加洗涤剂对真实漏油来说是否是一种可行的方案。洗涤剂非常 有效的理由是洗涤剂可乳化油并与之发生化学反应从而水解油。这被称为"皂化"反应。洗涤剂会 与油产生化学反应使其同时溶于水和乳化，或者将油分解为更小的油滴，让它能够更加有效地得到清理。

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：
什么是漏油？

漏油是液态石油碳氢化合物偶然释放到环境中（通常是在石油运输过程中）。漏油常指将油释放到水 中，当然漏油也可在陆地上发生。漏油发生很快，例如当船沉没或管道泄漏时，但清理就需要很长时 间。而且油在水中停留的时间越长，对影响的环境影响就越大。

对环境的影响 鸟是受到漏油影响的生物之一。油可以浸入鸟的羽毛并损坏羽毛的功能。鸟的羽毛能够保暖，所以接触油的鸟会暴露在它们不适应的温度下。而且这会让鸟很难浮在水面上或飞行...这样鸟就更容易被动物捕 获，或者鸟不能行动以找到食物或干净的水。鸟会试图清理自己，而这样的话它们就有可能吞食一些 油，从而损害它们的内脏。大多数受到漏油事件影响鸟都会死亡，除非人类介入并帮助它们清理。很多 组织都在努力拯救这些动物。不仅仅只 是鸟类因漏油而处于风险之下。海豹和水獭等海洋生物能够用厚厚的皮毛保暖。但因为油会渗入皮毛， 所以它们的身体可能暴露在极端的温度下。在漏油发生时，快速响应、减轻漏油对于自然环境的影响非 常重要。环境工程师常需要事先制定漏油发生时解决方案，或者根据特定事件定制系统。

工程学上的权衡
为了减少漏油发生的几率，工程师开发了新的船舶设计 - 拥有双层甚至三层船体。石油储存在最内层的船体内，这样即使出现泄漏，漏油也会被外一层船体截留。当然，这些多层船体的船只造价和运营成本 高昂，所以公司必须权衡船舶工程学的优势和劣势以制定满足安全要求但也不会增加货运成本到高出市 场承受能力的计划。

清理方法 漏油可用多种方法
清理，包括：

- 生物除污：用微生物或生物制剂分解或清除漏油
- 清淤：有些油实际上比水重并会沉到水底。这就要求在受影响水面下清理。
- 撇取：可在水面平静的区域有效使用。
- 分散：部分洗涤剂等材料可将油分散为更小的面积，从而比大面积漏油更容易清理。但洗涤剂比油下沉的更深，所以可能在减小对水面负面环境影响的同时引发更深层水中的污染。
- 燃烧：控制燃烧常能清除水中的大部分油，但其当然要求非常小心以避免火灾扩大。燃烧油也会引发空气污染。

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：

设计你们自己的漏油清理办法

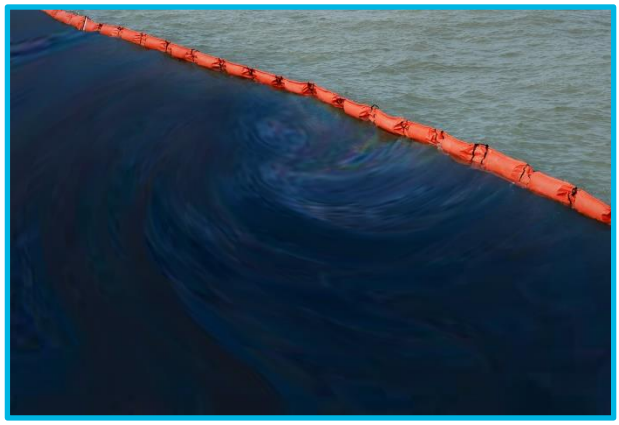
你们是一个工程师小组接受挑战控制和清理漏油。你们得到了很多材料，但必须想出一个尽可能多清除 漏油的策略。

规划阶段 以小组形式共同讨论你们需要解决的问题。然后为你们的污染控制系统完成和约定一个设计。接下来为 受到控制的漏油制定清理计划。你们必须考虑可能采取的阶段或步骤并决定执行这些步骤的顺序。你们 得到了很多可以用于制作系统的物品。你们不需要使用全部的物品，仅需要使用你们认为最有效的物 品。在下面的方框中写出对你们设计的控制和清理系统的描述。绘制你们计划的草图。别忘了标明你们 期望使用的材料。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。

油污控制系统	清理系统
所需材料：	所需材料：

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）：



准备阶段 收集你们计划使用的所有材料，并考虑如何使用和需要采取哪些步骤。在考虑到你们必须清理多少油污后，你们可能需要在此阶段要求额外的材料！

试验阶段 每个小组都有机会在相似的"漏油"场景中试验他们的控制和清理系统。确保注意所有方法和观察同班同学"设计"的不同解决方案。看看哪些方法最有效 - 可能是一个方法中的某一部分更 好。每个系统都会按照下面的评分标准打分以决定获胜的小组。

水中完全没有油	大约剩下四分之一的漏油	大约剩下一半的漏油	大约剩下四分之三的漏油	没有变化，水仍和挑战开始时一样油光闪闪
0	1	2	3	4

评价阶段 评价自己小组的结果，填写评价单并向全班介绍自己的收获。

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.

学生评价表（续）：

1. 你们是否成功清除了所有的"漏油"？你们小组的得分是多少？

2. 如果你们设计的系统不能工作，你们认为是哪里出错了？

3. 描述你们认为很有效的其他学生小组制作的系统。你们采取了哪些不同的做法？

4. 你们对于工程学权衡的决定与该小组有什么不同？你们在自己设计的系统中优先考虑哪些目标？

5. 在实际控制油污或清理时你们是否决定修改自己的计划？理由是什么？怎样修改？

6. 一组环境工程师在到达漏油现场后为什么可能会改变他们制定的漏油清理方法？你们认为专业人员在工作中修改自己的计划很常见吗？

7. 如果你们不得不从头再来一次，你们小组会怎样改进你们的油污控制系统？理由是什么？

8. 如果你们不得不从头再来一次，你们小组会怎样改进你们的油污清理系统？理由是什么？

9. 你们认为之前的漏油处理经验是否会让一组工程师更好地解决下一次意外的漏油事件？

10. 现在你们了解了工程师在产品或系统中必须权衡的不同因子。如果你们在设计一个全新的铁路运油系统，你们必须在新设计中安排好哪些问题（考虑成本、环境问题、公众健康和运输速度）？

11. 你们认为哪些其他材料会有助于加速你们的油污控制或清理过程？

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