

用化学方法清除溢油

ACS 儿童专区活动，供家庭或学校使用



我们对塑料和燃料的需求迫使我们以惊人的速度从地球上开采石油！我们从地下深处，从海底抽取石油，横跨海洋和陆地运输石油。这些开采和运输过程都增加了意外泄漏的风险。在这个活动中，你将分别尝试四种策略来清理杯子或碗状大小的海洋溢油。每种策略均涉及一种实际的溢油清理方法，并有其各自的优缺点。

调查问题

- 哪种方法最适合清理海洋溢油？

化学概念

- 化学可以帮助解决环境问题。
- 水是极性的并会被其它极性物质所吸引。
- 石油是非极性的，可与其他非极性物质混合。
- 石油会浮在水面上。因为石油是非极性的，水是极性的，所以二者不会混合。

活动安排

- 年龄：8-14 岁
- 时间：20-30 分钟

本活动改编自[国家非正式科学、技术、工程和数学（STEM）教育网络](#)“[探索科学，让我们学习化学](#)”工具包中的“[利用化学清理溢油](#)”活动。

注意安全

- 进行此项活动时，请佩戴防溅护目镜和非乳胶手套。
- 用托盘、烤板或大的蛋糕烤盘防止任何意外泄漏。

一般安全指南

- 和一名成人合作。
- 阅读并遵循活动的说明。
- 阅读所有警告标签。
- 遵守各项活动“注意安全”章节中所写的安全警告或预防措施。
- 穿戴个人防护装备（PPE），如护目镜、防护眼镜或手套。
- 向后系好长发，卷起袖子，穿宽松的衣服。
- 当你完成一项活动时，一定要正确地清理和处理材料。
- 每次活动前后都要洗手。

你需要什么

- 4 个宽杯子或碗
- 2 个小杯子，如药杯或刻度杯
- 可沾上水或油的托盘、烤板或大的蛋糕烤盘
- 水
- 植物油或矿物油
- 勺子
- 棉签
- 棉球或卸妆棉（正方形、圆形或椭圆形）
- 吸油垫，如 [3M 吸油专用折叠吸附卷纸](#)，或 [Pig 吸油专用吸附垫](#)，或 [3M 石油吸附垫 HP-156](#)，剪成可放入杯子或碗中的尺寸
- 洗洁精，如 Dawn、Palmolive、Ajax 或通用替代品
- 纸巾，用来擦拭滴落和溢出的液体
- 可選用：
 - 用油溶性食用色素给石油着色，如常用于给含有奶油糖霜或白巧克力等高脂物质的甜点着色的 [AmeriColor](#)、[Wilton](#) 或 [ChefMaster](#) 等。如果你想给水着色，请使用普通的水溶性着色剂。
 - 桌布，一个干净的大塑料垃圾袋即可。当你完成后，把它翻过来，用袋子收集和盛放垃圾。

注意事项

- 该活动过程非常杂乱！请选择一个便于事后清理的地点。
- 进行活动设置、操作和清理时，请佩戴防溅护目镜和非乳胶手套。这种手套可防止吸油垫吸收皮肤的天然油脂，并防止沾染任何添加的食用色素。

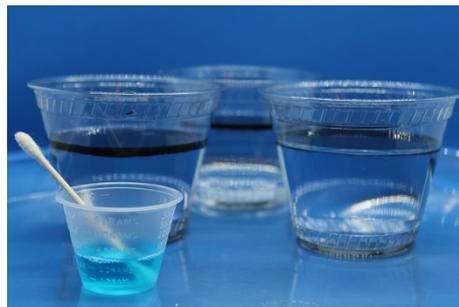
步骤

活动准备

1. 将 15 毫升植物油或矿物油倒入一个小杯中。也可选择添加 5 毫升油溶性食用色素。搅拌使其混合。
2. 将 5 毫升水倒入另一个小杯中。加入 5 毫升洗洁精，用棉签搅拌。把两个小杯子放在托盘或烤板上。
3. 在 3 个宽杯子或碗中倒入 $\frac{2}{3}$ 的水，之后将其放在托盘或烤板上。在托盘上也放一个空杯子或碗。



4. 将一个勺子、棉垫和吸油垫放在托盘附近。
5. 往托盘上盛有水的三个杯子或碗里倒入经过着色的油，模拟 3 次溢油。看油是漂浮还是下沉状态？



用以下方法对其中一杯的溢油进行测试

6. **使用吊杆和撇油器：**在实际当中，人们会设置一个浮动屏障来防止溢油扩散。围油栏里的两艘作业船可能会在它们之间架起一个撇油器，从水面上尽可能多地收集石油。

- 杯子或碗的边缘代表了一个围油栏。勺子代表从水面收集石油的撇油器。
- 把油放在你托盘上的空杯子或碗里，试着再舀几次，清除一些油。



7. **使用分散剂：**一架小型飞机可能会往溢油中投掷化学分散剂。

- 用棉签沾上一些稀释的洗洁精。洗洁精代表化学分散剂。握住棉签干燥的一端，令湿的一端位于溢油的上方。轻点棉签棒的一端，将表面活性剂滴到剩余的油上。
- 用棉签沾上更多的表面活性剂，并在溢油处多扩散几次。

你注意到油的外观有什么变化？





比较两种吸附材料对其他溢油的吸附效果

8. **使用吸附剂：**人们会在溢油表面散布一种吸附剂，如泥炭苔、干草或化学家制造的特殊材料，如果可能的话，还会把含油的吸附剂从水中捞出来。油性吸附剂也可能会吸水 and 下沉，因此收集它们耗费人力，且难度很大。

- 在溢油的顶部放置一个棉球或一个扁平的棉垫，代表泥炭苔或干草。静置一会，待吸附剂吸收所能吸附的东西。然后，拿起吸附剂，把它和你收集的油一起从碗中拿出。将其拧干。*观察从棉花里拧出来的是什么？*
- 在溢油的顶部放置一块吸油垫，代表化学家制造的吸附剂。静置一会，待其吸附。然后，拿起吸油垫，像拧棉花一样将其拧干。*观察从吸附垫里拧出来的是什么？*

9. 使用你发现的最有效的方法来清除两个溢油杯表面剩余的油。

原理是什么？

溢油清理一部分采用的是化学方法，其余则主要为物理方法。因为石油的密度比水小，所以它会漂浮在水面上。石油的这种特性意味着，大多数溢油处理方法均在水面上使用。

浮动围油栏和撇油器是典型的水面物理除油法。吊杆可能形如又大又长的香肠，也可能是长长的浮动栅栏，目的是包围尽可能多的浮油，从而阻止油的扩散，帮助其他除油法更好地发挥作用。撇油器就像勺子，可以从表面收集石油和水。专用机器会对收集到的油水混合物进行旋转，实现两种液体的分离。回收的石油并不如“新开采的石油那样好”，但它的质量上乘，可出售用于某些特定用途。如果白天天气晴好、水面平静，并且能在溢油事故发生后的第一时间进行处理，那么吊杆和撇油器便能达到最佳工作效果。

如果海面波涛汹涌，浮油已经扩散到很远的地方，石油不能用围油栅来控制，可以从飞机上把分散剂撒在溢油上。洗洁精的工作原理与化学分散剂相似。分散剂或洗涤剂的大离子一端被水吸引（极性），其余部分未被吸引（非极性）。分散剂的非极性端指向石油分子，极性末端指向水分子。当洗涤剂中足够多的离子、油分子和水聚集在一起时，这些离子将形成球状排列，成为胶束。胶束内部为油滴，外部为水分子。这些较小的油滴更容易被微生物吸收，并将油污扩散至更远的距离，而非集中在一个地方。使用分散剂的一个主要缺点是，



石油会形成大的焦油球，这些焦油球要么下沉，伤害海底的水生生物，要么被冲到岸边，伤害岸边的水生生物。

吸附剂包括泥炭苔、干草、羽毛或聚丙烯（回收代码为 5 的塑料）等材料。所有这些材料主要都是与石油相似的非极性物质。你家里可能有聚丙烯。这种塑料可用来制作包装热汤和外卖餐食的容器。在化学中，人们常说“相似相溶”。因为聚丙烯和石油都是非极性的，所以它们可能被极性分子（如水）推到一起。聚丙烯吸附垫有许多小纤维，为吸附垫提供了许多吸附石油的空间。在化学反应发生后，油被吸附在吸附垫上。但石油并没有被紧密吸附，因为你可以将发生化学反应的石油从垫子上拧出来。遗憾的是，这种混合物与最初的漏油略有不同，因此无法同之前一样出售或提炼，但可用来燃烧加热。使用吸附剂的另一个缺点是很难收集吸油的吸附剂。这些材料在清理小规模溢油时最为适用。

一定有更好的办法，不是吗？化学正在用新材料帮助人们从具有挑战性的水生环境中清除溢油，回收和再利用这些石油，并大大减少对鸟类、鱼类和其他水生生物的伤害！

给油着色的化学原理

食品杂货店出售的大多数食用色素都是水溶性的，可溶于水，只对食品中含水的部分进行着色。在烘焙食品、糖霜和糖果等食物中，水通常与食物融合，因此食物整体看起来是一种颜色，看不到任何有颜色的斑点。记住“相似相溶”这句话。如果你想做奶油霜糖或白巧克力等高脂彩色糖果，可以用油溶性食用色素给食物染上更均匀鲜艳的颜色。

清理

- 使用这两种吸附剂材料来吸附你回收的油。将这些材料和棉签丢进家里或学校的垃圾桶。
- 将两个溢油模型中剩余的水倒入水槽中。
- 使用小杯子中的洗洁精溶液来清洗杯子和/或碗。你可能需要多用一些洗洁精来清洗装油的小杯子。

参考资料

- 按照你所在地点和所用语言查阅 3M 吸油专用折叠吸附卷纸的安全数据表
https://www.3m.com/3M/en_WW/sds-search-select-location/
- Pig 吸油专用吸附垫（搞怪产品视频中包含科学道理！）
<https://www.newpig.com/pig-oil-only-absorbent-mat-pad/p/MAT415>

- 海上的溢油通常是如何清理的？
<https://response.restoration.noaa.gov/about/media/how-do-oil-spills-out-sea-typically-get-cleaned.html>
- 清理海上溢油的 10 种方法（最好的 10 种方法清单）
<https://www.marineinsight.com/environment/10-methods-for-oil-spill-cleanup-at-sea/>
- 溢油清理重新评估指南（开放幻灯片）
<https://www.whoi.edu/oceanus/feature/reassessing-guidelines-for-oil-spill-cleanups/>
- 用于溢油清理的吸油纤维素 (黏胶解决了问题吗?!)
<https://www.aiche.org/chenected/2017/07/oil-absorbing-cellulose-developed-oil-spill-cleanup>
- 低成本聚氨酯海绵可清除油污：（展示产品的精彩短视频）
海绵使用石墨纳米颗粒涂层，具有化学选择性、磁性和可重复使用性
https://cen.acs.org/materials/coatings/Low-cost-polyurethane-sponge-cleans/98/i22?ref=search_results
- 我们从“深水地平线”灾难中学到了什么？
在历史最严重石油泄漏事故发生 10 年后，科学家们回顾了用微生物和化学过程降解石油的经验。他们认识到还需填补相关空白，从而防止大规模溢油事件再度发生
https://cen.acs.org/safety/industrial-safety/learn-Deepwater-Horizon-disaster/98/i35?ref=search_results
- 美国空军技术中士阿德里安·卡迪兹（Adrian Cadiz）拍摄的图片展示了一架 C-130 大力神飞机在水面上撒分散剂的画面，这是“深水地平线”溢油事件的应对措施之一。
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:C-130_support_oil_spill_cleanup.jpg
-