

“铁”泵：粉尘如何改变气候

“铁”泵：粉尘如何改变气候

“抽运铁”是一个基站式游戏，旨在说明粉尘在地球系统不同部分之间的移动，以及当富含铁的粉尘沉入海洋并刺激浮游植物生长（浮游植物会通过光合作用从大气中吸收二氧化碳）时对气候的影响。

玩家抽取卡片并被送往不同的基站，沿途收集浮游植物生存所需的营养物质——铁、氮和阳光。收集最多营养物质的玩家获胜！然而，玩家可能会被困在海底、成为云的组成部分，或者在途中被鲸鱼吃掉。

此游戏将需要 10 分钟或更长时间，其中解释游戏玩法约 3 分钟，玩游戏约 5-7 分钟，结束游戏约 2-3 分钟。

所需材料：

* 下面列出的印刷材料可以“探索大气粉尘和气候”网站以 PDF 文件格式下载：scied.ucar.edu/atmospheric-dust-climate

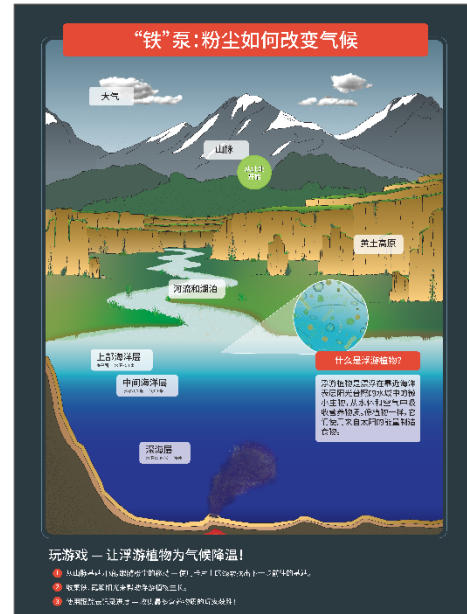
- **介绍性海报：**是基站如何作为系统组合在一起的视觉锚点。
- **基站标志：**（共 7 个）能够竖立在桌面或地板上。
- **游戏卡片：**（与每个基站匹配的卡片）提供有关如何在游戏中移动的说明。
- **卡片放置垫：**（共 7 张）显示在每个基站中的何处放置抽牌堆和弃牌堆。
- **跟踪表：**每位玩家一张 ½ 表（可以是纸质耗材，也可以是书写/擦除的可重复使用层压材料），玩家可以借助其跟踪访问过的基站以及通过游戏收集的营养物质。
- **结论标志：**提供结论以及粉尘、浮游植物和气候之间的联系。
- **高尔夫记分笔或白板笔：**每位玩家一支；用于在跟踪表上记录。

其他材料：

* 其他材料是可选项，但建议使用

- 与跟踪表结合使用的小书写板（6"x9"）
- 小篮子，用于保持抽牌堆和弃牌堆井井有条
- 展示介绍性海报的画架或支架
- 基站标志牌架（水平/横向）

提示：使用小篮子放置卡片组将有助于保持基站整洁。打印卡片放置垫的多个副本，并剪下显示卡片摆放位置的图片。用胶带粘在篮子的底部。



设置说明:

- “抽运铁”游戏需要有充分的空间，让多位玩家在整个游戏过程中轻松地在基站之间移动。图片（下方）显示沿长桌的一侧设置的基站，但其他选项包括使用 L 形或平行排列的两张桌子，甚至是采用 U 形设置的三张桌子。



- 在可轻松聚集玩家以提供指导的地点展示介绍性海报，例如放在画架或支架上，或者靠在墙上。
- 在每个基站中放置基站标志、卡片放置垫和匹配的卡片组。
- 为玩家准备好跟踪表和铅笔，最好放在小书写板上。
- 与辅导员一起保留结论标志，以在游戏总结时参考。

玩家人数:

- 虽然可以加入一轮游戏的玩家数量没有限制，但请考虑适合管理游戏的最佳规模（每轮游戏超过 8 名玩家就可能会有点混乱，除非是有很大规模的空间！）
- 对于少量玩家，仅使用卡片组 A (1-4)。
- 如果有 5 位或更多玩家，则添加卡片组 B（扩展卡片组）。

辅导游戏的说明:

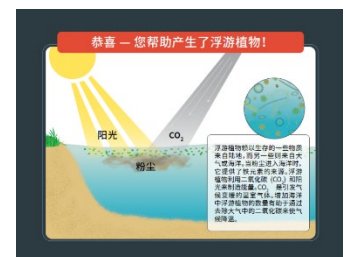
- 召集玩家围观介绍性海报，介绍游戏剧情:

“这款游戏讲述了粉尘在地球上传播并最终落入海洋的故事。粉尘中含有很多铁。铁是所有生物都需要的矿物质，但海洋中的铁含量极低。当富含铁的粉尘进入海洋时，它会帮助称为浮游植物的微小生物生存和生长。海洋中有更多的浮游植物之后，就会促进地球气候降温！”

要玩这款游戏，请收集浮游植物生长所需的所有物质——铁、氮和阳光。收集的物质越多，制造的浮游植物就越多。制造的浮游植物越多，就越有助于气候降温。”

- 在介绍性海报的底部向玩家指出游戏步骤：
 - 从山脉基站开始，跟随粉尘的移动 — 使用卡片上的线索找出下一步前往的基站。
 - 收集铁、氮和阳光来帮助浮游植物生长。
 - 使用跟踪表记录进度 — 收集最多营养物质的玩家获胜！
 - 鼓励玩家阅读每个基站海报上的信息，以了解每个地点的重要性。
- 为每位玩家提供一张跟踪卡，解释如何在游戏过程中使用它：
 - 玩家将在跟踪卡上做标记，以跟踪游戏过程中取到的铁、氮和阳光卡片。
 - 对于年龄较小的玩家，请指出 Fe 代表铁、N 代表氮。
 - 玩家还可以通过绘制线条或箭头来显示从一个基站到另一个基站的路径，从而跟踪其在游戏中的行进方向。
 - 其他选项：圈出所有造访的地点或画井号标记以跟踪造访每个地点的次数。
- 开始游戏：
 - 玩家从山脉基站开始，抽取一张卡片以了解接下来的行动。
 - 多人游戏：如果多位玩家参加游戏，最年轻的玩家应该先抽取卡片。然后其他玩家轮流抽取卡片。在此基站之后，玩家在游戏的路径可能会随着卡片将他们带往的不同位置而分道扬镳。例如，一位玩家可能被带入大气层，而另一位玩家则被带入黄土高原。
- 玩游戏：
 - 玩家按照自己的节奏前进 — 如果多位玩家在同一个基站，则轮流前进。告诉玩家您将在游戏结束时宣布结果。
 - 每次抽出铁、氮或阳光卡片时，玩家在其跟踪表上做一个标记，然后将卡片放回弃牌堆。他们还可以跟踪在整个游戏过程中造访的地点。
 - 如果抽牌堆已没有卡片，则玩家将弃牌堆洗回卡组并继续抽取卡片。
 - 玩家抽卡并从一个基站移动到另一个基站会用时 5-7 分钟，但会根据玩家数量和玩家参与度调整时间。
- 游戏结束：在每轮 5-7 时间的游戏结束时，将玩家聚集在一起进行汇报并分享浮游植物与气候之间的联系（如结论标志所示）。
 - 询问玩家所收集的营养物质：哪种营养物质收集的最多？哪种营养物质最难找到？
 - 询问玩家造访的基站：您造访过每个基站吗？造访最多的是哪些基站？您是按什么顺序造访基站的？如果多人同时玩游戏，每个人都造访相同的基站吗？

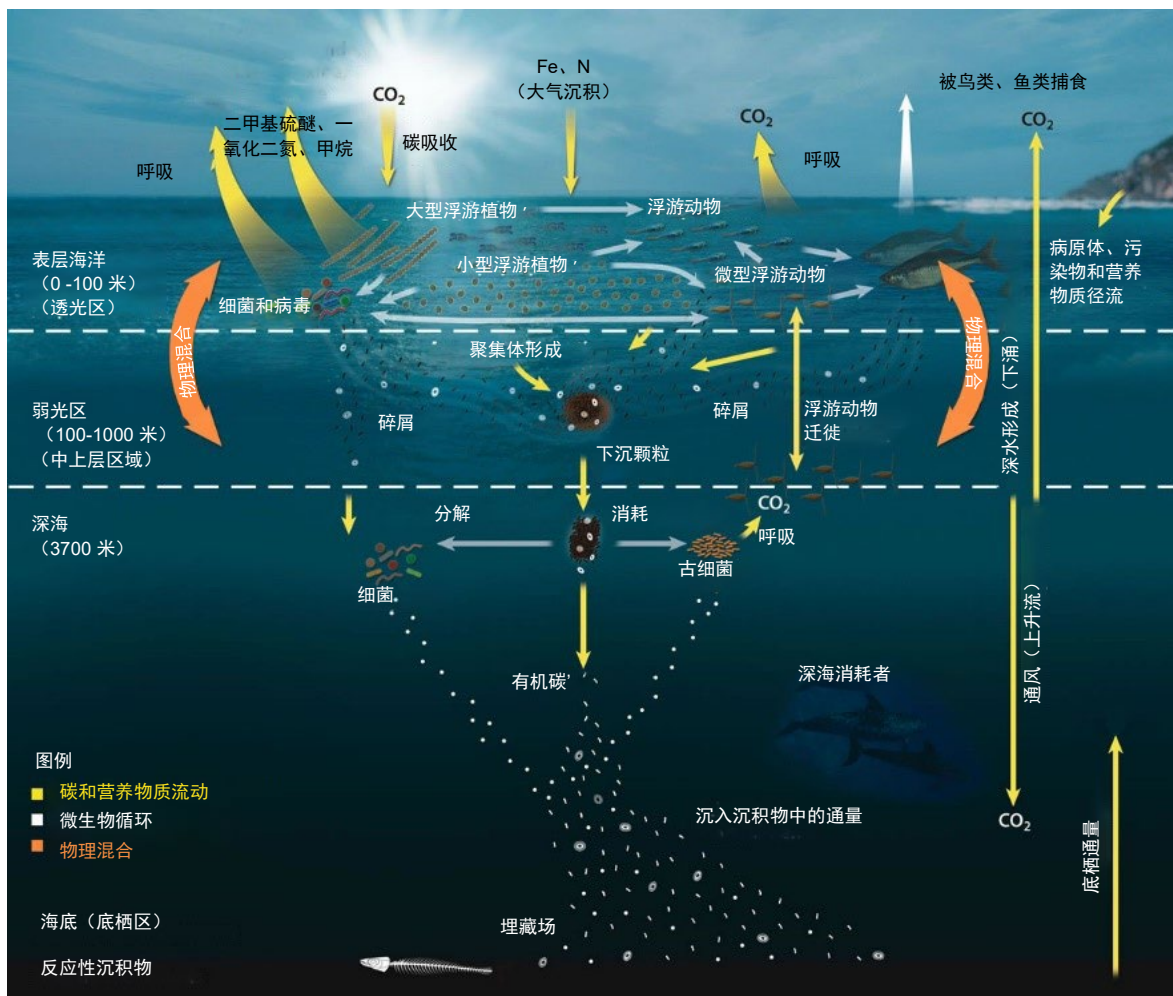
- 使用结论标志解释粉尘、浮游植物和气候之间的联系：
 - 解释 CO₂ 与气候变化之间的联系。询问玩家是否知道 CO₂ 是如何进入大气的。
 - 对于青少年和成年访客，请指出浮游植物正在通过光合作用从大气中去除 CO₂，就像植物一样。



- 如果有兴趣，可以再玩一轮游戏：玩家可以从上次中断的地点继续，或者从山脉基站重新开始，继续在他们的跟踪表中添加营养物质。再次汇报，讨论每轮游戏之间的差异，以说明粉尘在绕地球移动时所采用的路径并非始终相同。

与游戏相关的科学事实：

- 铁元素在海洋中非常有限，而一些海洋生物（如浮游植物）需要铁才能生存。氮元素更容易获得，但经常在海洋表层就耗尽，因为此处有很多生物。所有生物也需要氮。
- 铁以三种方式进入海洋：富含铁的粉尘沉积在海面并被海洋生物消耗或沉入海洋更深处；来自大陆边缘的侵蚀，原因是不断移动的海洋从大陆淹没部分的边缘破碎岩石；以及来自海底的热液喷口，这些喷口将包括铁在内的矿物质喷入水中。
- 海洋作为生物泵运转。营养物质被海洋生物消耗，并随着死亡生物的分解以及海洋生物和海洋环境之间发生的化学相互作用而释放回水中。有时营养物质在海底隔离数千年，而有时海洋层的混合使海底的营养物质更接近海洋表面。



信息来源：[维基百科](#)和[美国能源部生物与环境研究办公室](#)

- 海洋中有些地方的铁含量有限，如北太平洋；而有些地方则硝酸盐含量有限，如大西洋。相反，硝酸盐在北太平洋很容易获得，而铁在大西洋的含量较高。整个海洋中营养物质的不规则分布受到许多因素的影响，包括深海环流。
- 在铁含量有限的地区（如北太平洋），当粉尘增加海洋中的铁含量时，就会有更多的浮游植物生长。浮游植物通过光合作用从大气中去除 CO₂。随着气候继续变暖，铁、浮游植物和 CO₂ 下降之间的这些联系越来越引起人们的兴趣。人们已建议使用铁施肥作为气候干预策略，但是担心这对海洋生态系统造成潜在的负面影响。
 - [向海洋中加入铁元素如何减缓全球变暖？](#)
- 除了作为生命的重要营养物质之外，硝酸盐也是不错的指标，可以指示地表碳过剩的位置。由于北太平洋和南大洋的浮游植物受到铁（和光）的限制，它们不能利用地表可用的尽可能多硝酸盐和碳，因此这些区域会泄漏 CO₂ 进入大气层。相反，在有大量光和铁的大西洋，浮游植物会消耗可用的硝酸盐和降低大气中的 CO₂。在这些区域，硝酸盐的缺乏限制了浮游植物吸收碳的能力，因此当地铁的含量较高。碳浓度对于了解气候变化具有重要作用。
- 虽然浮游植物在二氧化碳的减少和氧气的产生方面发挥着关键作用（它们产生了世界上大约 80% 的氧气），但海洋中过多的浮游植物与死区的形成有关，其中缺氧的水域导致该地区的海洋生物大量死亡。死区在海岸线和污染物（例如富氮化肥）进入海洋的地方经常出现，其中会提供过量的硝酸盐，导致浮游植物大量繁殖。
 - [了解有关浮游植物的更多信息。](#)
- 地质记录表明，北太平洋粉尘的增加可能影响了上新世期间的全球降温（大约 2.7 mya）。