课程重点

课程重点介绍水上交通工具的工程学和帆船航行。学生探索轮机工程师所从事的工作并以小组形式用日常物品设计出一艘帆船，能够承载一定重量浮在水面上并利用电风扇吹出的微风航行 4 英尺远的距离。学生分成"工程师 "小组设计一艘带帆结构的船，试验船的航行能力，评价其他 "设计小组 "的工作并向全班介绍自己的心得。

课程概要

"扬帆远航"课程不仅探讨了工程师是如何设计水上交通工具的，而且让学生动手以工程师小组形式设计制作一个能够承载一定重量、利用电风扇吹出的风作动力并航行 4 英尺而不会沉没的水上交通工具。各小组设计、制作、试验自己的帆船，然后评价其他小组完成的帆船并向全班介绍自己自此项目中的心得。

年龄段

8-18.

目标

- 了解轮机工程学和帆船航行原理。
- 了解工程产品的规划和设计。
- 了解如何满足社会的需求。
- 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：

- 水上交通工具工程学
- 如何解决问题
- 团队协作

课程活动

学生探索轮机工程师所从事的工作并以小组形式用日常物品设计出一艘帆船，能够承载一定重量浮在水面上并利用电风扇吹出的微风航行 4 英尺远的距离。学生分成 "工程师 "小组设计一艘带帆结构的船，试验船的航行能力，评价其他 "设计小组 "的工作并向全班介绍自己的心得。

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.

资源 / 材料

- 教师资源文档（附）
- 学生作业单（附）
  学生资源清单（附件）

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)
- WB-Sails DynaSim (http://www.wb-sails.fi/en/sail-technology/dynasim)
- The Physics of Sailing (http://newt.phys.unsw.edu.au/~jw/sailing.html)
- International Sailing Federation (www.sailing.org)

推荐读物

- Introduction to Marine Engineering, Second Edition (ISBN: 0750625309)
- The Complete Sailor: Learning the Art of Sailing (ISBN: 0070571317)
- Toy boats, 1870-1955: A pictorial history (ISBN: 0684159678)

可选的写作活动

写一篇短文或一段话介绍轮机工程师如何在设计航行全球的游轮时考虑全球各地的水温差异。

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

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
❹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
❹物体和材料的属性
❹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
❹技术设计的能力
❹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
❹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

❹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 **A**：科学探索通过这些活动，所有学生应培养
❹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
❹运动和力
❹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
❹技术设计的能力
❹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
❹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

❹科学是人类智慧的结晶

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（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
- 能量守恒定律和无序增长
- 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
- 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。
- 标准 2：学生将了解技术的核心概念。

- 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 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 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 18：学生将了解并能够选择和使用运输技术。
- 标准 20：学生将了解并能够选择和使用建筑技术。

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 "扬帆远航"课程不仅探讨了工程师是如何设计水上交通工具的，而且让学生动手以工程师小组形式设计制作一个能够承载一定重量、利用电风扇吹出的风作动力并航行 4 英尺而不会沉没的水上交通工具。各小组设计、制作、试验自己的帆船，然后评价其他小组完成的帆船并向全班介绍自己自此项目中的心得。

课程目标

- 了解轮机工程学和帆船航行的基本原理。
- 了解工程产品的规划和设计。
- 了解团队协作以及分组工作。

材料

- 学生资源表
- 学生作业单
- 可选互联网接入
- 制作材料

• 为每组学生分配一套材料：表面涂蜡的空牛奶或果汁盒、剪刀、标准配重（面值相同的几枚硬币或装满沙子的胶卷筒）、纸、纸板、胶水、胶带、线绳、制作帆的材料（铝箔、保鲜膜、丝绸、纺织品、气球）、牙签、冰糕棍、橡皮筋、电线、皮尺。确保每个小组都得到相同的材料。

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.如果可接入互联网，让学生浏览下列网站了解帆船航行的物理学和尝试帆船航行模拟器：
•风帆纵倾模拟 (www.wb-sails.fi/news/SailTrimSim/TrimSimFrames.htm)
•帆船航行的物理学 (www.physclips.unsw.edu.au/jw/sailing.html)
3.按 2-3 人对学生进行分组；给每组提供一套材料。
4.向学生解释他们必须以 "工程师"小组形式接受挑战设计一艘帆船，能够承载一定重量并利用电风扇吹出的风航行 4 英尺远而不沉没。
5.学生首先共同计划并在纸上绘制他们的帆船设计。
6.接下来，学生制作帆船。
7.学生在教师建造的一条水道上依次试验他们的帆船。教师控制电风扇的档位以保证试验中的一致性。学生必须观察他们设计的帆是否能受风，而且是否能在水面上航行 4 英尺远而不会沉没。
8.学生填写评价和反馈表，然后向全班介绍自己的收获。

提示

1.水道可以是一个较浅的长条容器、一个塑料花盆或者儿童泳池。
2.各小组可能需要在试验后更换或重新设计他们的帆；请为学生提供额外的时间和材料以便他们重新制作帆船并再次试验。

所需时间两到三次 45分钟课程。

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：
轮机工程学、帆船航行和物理学

- 什么是帆船航行？帆船航行是在水面上控制帆船运动的技巧。风对风帆的作用力推动帆船行进。今天对大多数人来说，帆船航行是一项娱乐，一种为追求水面运动乐趣和在各种海洋和风力条件下操纵帆船所需技巧的活动。纵观历史，帆船航行曾对文明的发展起到重要的作用。最早的帆船图像出现在一个约在公元前 3500年左右制作的埃及花瓶上。

- 风帆空气动力学风帆以两种方式推动船前进。当船与风的方向一致时（即顺风），风帆仅仅阻挡流过的空气。这种方式下的风帆在空气动力学上是失速的。在强风中，失速风帆背后形成的湍流会导致空气动力学上的不稳定，从而可导致船的顺风翻滚。大三角帆和横帆常纵倾，这样它们的上边缘就成为最先着风的帆缘而且可再次作为翼面，但气流方向多少有些垂直向下。这种纵倾模式也会为船提供部分实际升力，并减小过水面积和“栽入”波浪的风险。风帆推动船的另一种方式在船垂直于风向或逆风航行时出现。在此情况下，风帆通过将风改向为从侧面到后面流动而推动船。根据动量守恒定律，空气被向后重新定向，让船向前行进。这种推动力叫做升力，虽然它大部分作用于水平方向。风帆产生的升力可分为两个主要部分：前推力和侧推力。这些作用力作用于船体和龙骨产生的反作用力。在帆船上，龙骨或活动船板有助于防止船侧向移动。龙骨的形状在船头和船尾轴中横截面较小而横座板（横跨船横梁）轴上横截面较大。最小横截面上的运动阻力较低，而较大横截面上的运动阻力较高，所以船向前运动而不是侧向运动。

- 轮机工程师和造船工程师轮机工程师和造船工程师参与船舶、船只和相关设备的设计、建造和维护。他们设计和监督从航空母舰到潜水艇以及从帆船到油轮的各种船只的建造。造船工程师致力于船舶的基本设计，包括船体形状和稳定性。轮机工程师致力于船舶的推进、操纵和其他系统。轮机工程师和造船工程师应用来自多个领域的知识完成所有水上交通工具的整个设计和制造流程。

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：
构建你自己的水上交通工具

工程设计团队协作和计划
你们是一组轮机工程师接受挑战用日常物品设计一艘帆船以承载给定的重量并利用电风扇吹出的风在一条教室内设置的水道中航行 4 英尺远。

计划和设计阶段

每个小组都得到一组材料。请以小组形式查看这些材料并在下面的方框中绘制你们的帆船设计草图。请考虑你们应该如何在帆船中分配必须承载的重物以便在航行中保持稳定。另外请思考你们准备采用什么样的材料制作风帆以及如何将风帆固定在船上。

学生作业单：构建你自己的水上交通工具（续）

制作阶段

以小组形式制作帆船，然后回答以下问题：

1. 你们的设计与实际制作的帆船相似吗？
2. 如果你们发现需要在制作阶段修改设计，请描述修改的理由。
3. 你们在制作阶段是否发现需要增加额外的材料才能完成帆船的制作？如果需要，你们要增加哪些部件？

试验阶段

你们的教师已经为试验你们的水上交通工具而搭建了一条水道。试试你们的帆船吧！如果你们发现自己的风帆或帆船设计在第一次试验时失败了，你们有机会重新设计帆船并再次试验。如果你们的帆船第一次试验时不能航行，请不要担心。工程学的部分内容就是试验和设计产品直到实现最佳设计。

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：评价

评价阶段回答以下问题以总结你们在“扬帆出航”活动中的收获。请以小组形式提出小组的意见。

1. 你们是否能制作一艘能够承重、受风和航行 4 英尺的帆船？

2. 如果你们制作成功，那么你们在试验过程中对帆船返工了吗？你们需要修改帆船的哪些地方才能让它成功完成挑战？

3. 你们认为自己的设计能够按比例放大并作为全尺寸帆船使用吗？原因是什么？

4. 你们认为其他小组所制作帆船的哪些地方让你们感兴趣？你们希望将其他小组设计中的哪些方面集成到自己小组的帆船设计中？

5. 最后各小组完成的帆船有什么不同？这在问题解决方面对你们有哪些启示？

6. 如果你们有机会再次完成此项目，你们的小组会采取哪些不同的做法？

7. 你认为自己如果没有加入小组能够成功地独立制作出一艘帆船吗？小组内交流为设计和问题解决过程增加了什么？

展示以小组形式向全班介绍你们在此活动中的收获
。

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.