

# MADE 项目任务书-- 小船设计项目

Welcome to the MADE project!!! Here, MADE stands for Mathematical Analysis and Design for Engineering. This is a project-based course, which aims at improving the participants' understanding of mathematics knowledge and engineering analysis. MADE should be able to help the students to develop a thinking mode of applying theoretical analysis and quantitative calculation, and truly understand the role of mathematics in engineering projects.

MADE course is supposed to be challenging, comprehensive, and integrate knowledge of various subjects. But please be assured that the task is feasible, and we look forward to seeing you finish it and then confidently say, "Yes, I MADE it!!"

欢迎来到 MADE 项目课程。在这里, MADE 代表着“用于工程的数学分析和设计”。MADE 项目力求以实际应用的案例加深参与者对数学知识与分析方法的理解,并逐步建立在工程问题中采用理论分析进行定量计算的思维模式,真正掌握在实际的工程设计中应用数学知识的方法。

MADE 课程在设计时,就力求做到具有挑战性、全面性,并综合应用各种科目的知识。但请放心,任务虽然困难,但确实是可行的。我们期待看到你在完成项目以后自信地说:“Yes, I MADE it!”

## MADE Project I: Boat Design

此项目要求你设计一艘船,并满足一定的性能要求。为此,你必须要完成制作、测试、研究和计算等多项工作。我们希望通过这项课程中对设计与分析等不同方面的练习,你可以在未来更有信心的面对各项技术工作。

要完成这个项目,你需要进行不同方向的研究,制作各类零件,并完成你的船模制作。最后,你要展示你的作品,并通过答辩。

### 项目对你的预期:

1. 你应该对船舶设计过程的背景知识进行研究,为此你可能需要在互联网上花费相当多的时间。我们建议你整理出一个造船业的术语列表,并且要确保自己不仅理解造船业中的 **why**, 还要了解其中的 **how**。这本身是一个巨大的话题,因此,你可能不会成为专家,但应该熟悉关键的思路。你需要理解的术语包括但不限于: 倾斜 **heel**, 流线 **trim**, 船宽 **beam**, 稳定消失角 **AVS**, 水下表面积, 浮力, 位移等。
2. 你应该首先完成一些估算,以指导和验证你接下来更详细的设计和分析工作。任何你做出的决定,都应该能够通过一个明确的计算或论证进行支撑。这个计算或论证至少能够表明你的决定在正确的范围之内。不要忘记在正式开始建造你的船模之前检查一下,确定你的最终设计方案是否准确,看起来船身是否稳定。
3. 你应该进行详细的分析以支持你的设计选择,并验证你的测量结果。在这里你应该依靠数学计算。我们的要求是要超越感性的猜测和检查,而需要使用图表,研究比较不同选项。
4. 你要按照你的设计方案制作一艘船模,并将其性能的测量结果与你的理论分析预测进行比较。

### 我们期望你能制造出:

1. 首先,你需要提供一艘船模,并满足下面指定的设计要求。在项目的最后一天,这艘船将在课堂上接受测试。请注意,在此之前绝对**不允许**对你的船模下水进行测试!!!
2. 你需要提供用于分析提交的船舶设计方案的程序代码。代码规范细节在本文件中有说明。
3. 你需要提供一份设计报告,通过计算和测量来对你所做的设计选择进行总结和证明。

4. 最后，你需要提供一份修改后的设计报告以及一封给老师的反馈信，说明在答辩以后为响应教师建议所做的修改。

### 最后要达成的目标

1. 我们将集体进行船模的测试，就像一个产品展示日！
2. 你的团队将与教师一起坐下来共同通讨论你的设计报告。教师将为你提供关于如何改进设计报告的具体反馈。接下来你将有两天时间修改报告以回应这些建议，并在一页长的篇幅中总结相关的修改。

### 船模的设计要求

你将使用激光切割的椴木板框架设计和制造船只，并且利用所提供的材料建造外壳。

### 制作要求

1. 你只能使用一块 **600mm\*500\*3 mm** 的一块硬质椴木板；
2. 必须使用以公式为基础的 CAD 模型制作船只；
3. 船必须接受质量为 700 至 1000g 的货物（具体重量取决于随机分配的棒料）。在将货物固定在船上之前，应该预先接受老师的检查和批准。
4. 船模必须采用不含**舵龙骨**的单体船设计（即不得使用外延龙骨板或双船体）
5. 船模必须包括桅杆。桅杆将是一个 **500mm** 长，直径 **10mm** 的铝棒。桅杆的整个长度必须垂直延伸在船底之上（不得延伸到船底之外）。
6. 应将孔眼或钩环按照所需的拖曳点连接到船体上，以便进行速度测试。

### 性能要求

请记住，在最后一次挑战之前**不得**进行水上测试。你应该能够根据计算，知道你的船是否符合以下的各项要求。

1. 当船满载时，必须能够漂浮起来；
2. 当船满载漂浮时，船的甲板应平行于水面；
3. 满载船的稳态消失角（AVS）应该是 **135** 度（允许  **$\pm 10$**  度误差）；
4. 船模应具有至少 **0.2 N-m** 的最大恢复力矩；
5. 船体设计应尽可能利于在水中快速行进。这一点将使用拉力测试来确定：通过连接在孔眼处的水平线施加 0.1 牛顿的恒定力来进行。

### 专业性要求，

1. 船模的外观应该很专业；
2. 应该用你们的队名适当装饰你的船模；
3. 制造的船模应与报告中的船模设计方案相符。也就是说，不允许测试前临时修改！！

### 程序代码

你要编写一段程序代码，用于计算给定船模设计的重要参数。本节内容叙述了对代码的要求。请注意，这些要求的编写方式意在引导你逐步增加各项内容，建议你按照步骤执行。

你的代码应该包含以下内容，

1. 船体形状的数学函数表示。可以使用数学符号或代码来完成。这会创建一组离散的点，来根据函数形式定义曲面。如果你正在进行二维近似，那么你应该能够在答辩中说明此近似的有效性，包括在计算中如何考虑第三个维度；

2. 实现船体形状的可视化，以及来自所有三个方向（纵向，横向和吃水线）的切面的显示；
3. 计算给定载荷时的位移，和对于给定载荷和船体倾角的相应吃水线；
4. 为你的船体设计计算质心和浮心，以及这些位置如何随着船体倾角的变化而变化；
5. 在特定负载配置下，你的船体设计方案中要绘制复原力矩作为船体倾斜角函数的曲线图。你应该检查这些结果，确保它们与计算出的质心和浮心位置保持互相吻合。

### 最终交付成果清单

1. 制作完成，可以下水测试的船模；
2. 设计过程中用于计算的程序代码，需要有完整细致的注释；
3. 用于答辩的 PPT 文档（全英文）；
4. 结构完整、准确反映设计方案、格式符合要求的报告；答辩后的终稿，应包含至少有一页的篇幅专门说明对教师修改意见的反馈。（摘要部分必含英文版，其余部分鼓励大家使用英语，详细要求见下文）

### 项目报告

你需要撰写一篇格式专业、精心编写的项目报告，总结并证明你在创建程序代码时所做出的选择和决策。

该报告的目标读者应该是那些没有参加过 MADE I 项目，但是已经完成高等数学课程的大学生。你可以认为他们知道一些微积分的知识和相关的数学符号，了解相关的物理知识，但你不应该假设他们对船体设计有特别的了解。

报告的目标应该是，帮助读者了解你在设计船模时做出的相关各种理论分析。你应该论证设计方法的道理，而不要讲述你在项目中所经历的故事或心理感受。

该报告可以包含以下部分（如果你想以不同的方式组织它也可以，但必须确保你的结构与你的读者和目标一致。当然，你应该知道这样做有风险！）。

摘要（读者会在本报告中找到什么？）

你的报告开篇应该有一页篇幅的总结，以使读者了解他们将在报告中读到什么内容，以及在报告中的位置如何安排。它应该清楚地说明为什么要编写报告，每个部分将包含什么内容，以及关键的见解和结果是什么。（**摘要部分必须包含中英文两个版本；其它部分鼓励大家使用英文撰写，视文字质量将适当加分**）

简介（船体设计的方法，它要达到什么要求？）

该报告应包含一个简介部分，其中包括背景和相关信息，来向读者介绍船模设计中重要的想法、术语和挑战。你可以将这部分视为你希望在本项目开始阶段要收集的信息。我们强烈建议你尽早开始这部分内容的编写。

设计方法和理由（针对性能要求，描述分析过程与结论）

在向读者介绍技术和想法之后，本节应该列出你为了完成这项任务而使用的方法，并以数学方式解释你的设计方案。这种方案是如何解决船模设计所要达到的各种性能的？

制作方案（如何把设计方案变成现实的产品）

描述你的船模具体制作方案，包括材料选择，切割方案设计，零件组合摆放与定位，加工细节，装饰方案与方法等。

比较性能（这些方法在理论上和实验中的具体情况如何？这意味着什么？）

比较船模的理论预期和实际性能。本节部分内容应在测试完成后增加和修改。从这项工作能看出什么意义？

结论（关键点是什么？）

总结报告的要点，并确定下一步改进工作的逻辑步骤。

参考文献

以清单形式列出你在设计过程中使用到的相关书籍、文件和论文等资料。如有引用，须在报告的具体位置标明具体文献。请严格使用报告模板中的格式。

**项目的最后阶段，**

测试，

2019 年 10 月 7 日星期四，我们将在课堂上对船进行统一的性能测试！！

技术答辩，

2019 年 10 月 8 日星期五，按小组顺序进行答辩，各组提前准备 PPT 文件（**文件必须全英文编写；答辩时可以讲中文，讲英文则适当加分**）

提交报告

2019 年 10 月 11 日星期一，提交报告最终稿（要包含反映针对教师意见的反馈内容）

参考资料：

你可以访问以下网页获取背景知识

<https://viking33.com/performance-page/>