

麻省理工学院-耶鲁大学 “Learning X” 联合培养

“机械工程：材料，器件，系统与应用” 线上课程项目

学校简介 Introduction

麻省理工学院（Massachusetts Institute of Technology, MIT）位于美国马萨诸塞州波士顿都市区剑桥市，主校区依查尔斯河而建，是世界著名私立研究型大学。麻省理工学院创立于 1861 年，早期侧重应用科学及工程学，在第二次世界大战后，麻省理工学院倚靠美国国防科技的研发需要而迅速崛起。在二战和冷战期间，麻省理工学院的研究人员对计算机、雷达以及惯性导航系统等科技发展作出了重要贡献。MIT 2019-20 年度位列 QS 世界大学排名第一、U.S. News 世界大学排名第二、软科世界大学学术排名（ARWU）第四、泰晤士高等教育世界大学排名第五；2019-20 年度位列《泰晤士高等教育》世界大学声誉排名世界第二。2021 年位列 QS 世界大学排名第一。

耶鲁大学是世界著名的私立研究型大学、全美第三古老的高等学府、也是著名的常春藤联盟成员。其本科生院与哈佛大学、普林斯顿大学齐名，历年来共同角逐美国大学本科生院美国前三名。耶鲁大学还走出了包括威廉·杰斐逊·克林顿、乔治·布什在内的 5 位美国总统，以及 19 位美国最高法院大法官、16 位亿万富豪等。2019-20 年度，耶鲁大学位列 THE 世界大学声誉排名世界第 8 名。2020-21 年度，耶鲁大学位列软科世界大学学术排名世界第 11 名、THE 世界大学排名世界第 8 名、QS 世界大学排名世界第 17 名、U.S. News 世界大学排名世界第 11 名。

项目背景 Program Background

随着新信息、新材料时代的到来，机械工程的学科开始从过去传统机械和力学的时代开始向电子信息、新材料、系统控制等方向发展。纳米材料的兴起为机械工程的学科注入了新的研究方向，新型医疗器械、智能设备的产生也离不开机械工程的助力。本项目旨在介绍机械工程与材料、器件、系统等领域的交叉与应用，让相关的学生和学者了解机械工程前沿的科研和应用进展，提供更广阔的思维角度。

导师介绍 Instructor Introduction

- 耶鲁大学机械工程系终身教授：

导师现任耶鲁大学机械工程终身正教授、耶鲁燃烧研究中心主任，在耶鲁大学讲授热力学、流体力学、空气动力学等课程，曾任工程与应用科学研究生院院长、《科学和技术》期刊副主编，荣获美国自然科学基金（NSF）青年研究者奖，持有美国康涅狄格州科学院会员席位，拥有耶鲁大学博士后、普林斯顿大学机械与航空航天工程博士学位。导师的研究兴趣聚焦燃烧过程与静

电喷涂及其应用，在国际知名学术期刊发表论文百余篇，引用量 6059，拥有 4 项专利。

- 麻省理工学院、哈佛大学博士生：

项目还邀请多位来自 MIT、哈佛博士生共同指导，分别来自 MIT 电子与计算机工程系、机械工程系和哈佛电子工程系等。每位 MIT 博士的背景均与机械工程及其交叉学科相关，对该领域的科研和应用有深刻的理解，在国际知名学术期刊发表多篇论文。

项目介绍 Program Description

“Learning X” 机械工程线上课程项目内容主要是目前机械与材料科学的前沿理论和应用，共包含 10 节直播课主题包括纳米材料与机械工程，流体动力学与机械工程，医疗器械系统设计与控制前沿，微流控芯片、柔性机器人与智能可穿戴设备，工业智能机器人设计与控制等。

项目大纲 Syllabus:

时间	课程主题	课程内容
1	欢迎会暨破冰活动 Self-introduction	自我介绍、课程评分、课程项目安排 project logistics
2	纳米材料与机械工程 Nanomaterials and Mechanical Engineering	纳米科学的重要意义、基本发展脉络、基本研究方法与研究思想、以及最新研究进展。回答什么是纳米和为什么是纳米这两个基本问题。通过介绍纳米作为一个长度单位的一些基本特性，使学生理解纳米尺度作为连接微观世界和宏观世界的重要意义。 The importance of nanoscience, basic development context, basic research methods and research ideas, and the latest research progress. Answer the two basic questions of what is nano and why. By introducing some basic characteristics of nanometer as a unit of length, students will understand the importance of nanometer scale as a connection between the microscopic world and the macroscopic world.
3	流体动力学与机械工程 Fluid Dynamics and Mechanical Engineering	主要讲解机械工程的重要分支流体动力学的基本原理和重要应用。与传统的流体力学课程不同，本次课程将从微观世界出发，运用课程二中所介绍的经典力学-统计力学-量子力学的基本框架，推导出宏观世界流体的基本运动方程，从而使学生充分理解纳米是一种重要的思考方式的学科本质，也使学生认识到学科和知识之间重要的联系。 Mainly explain the basic principles and important applications of fluid dynamics, an important branch of mechanical engineering. Different from the traditional fluid mechanics course, this course will start from the microscopic world and use the basic framework of classical mechanics—statistical mechanics—quantum mechanics

		introduced in the second course to derive the basic motion equations of fluids in the macroscopic world, so that students can fully understand Nano is an important way of thinking in the nature of the subject, and it also enables students to realize the important connection between subject and knowledge.
4	医疗器械系统设计与控制前沿 Frontier of medical device system design and control	<p>本课程旨在使学生接触到最新的医疗器械系统，该系统可以部署到人体中以监控生理数据并干预体内生物过程。课程主要包括两部分：体内电子设备和可摄入药物输送系统。</p> <p>This course aims to expose students to the latest medical device systems, which can be deployed in the human body to monitor physiological data and intervene in biological processes in the body. The course mainly consists of two parts: internal electronic equipment and ingestible drug delivery system.</p>
5	微流控芯片、柔性机器人与智能可穿戴设备 Microfluidic chips, flexible robots and smart wearable devices	<p>微流控技术主要指在亚毫米尺寸级别上操控极微量的流体实现精密精准操控，其最主要的特点就是微量、快速、高通量。本课程主要介绍经典微流控的原理和应用。可穿戴设备是机械和电子工程的结合，它的主流应用侧重于步数统计、睡眠监测、心率检测这类简单的功能。在实验室上它的应用就显得丰富多彩得多，包括健康，医疗，机器学习，神经网络，云计算，将用户信息集成，提供更好的用户体验。本课程详细介绍可穿戴设备的发展现状。</p> <p>Microfluidic technology mainly refers to the manipulation of very small amounts of fluids at the sub-millimeter size level to achieve precise and precise manipulation. Its main characteristics are trace, fast, and high throughput. This course mainly introduces the principles and applications of classic microfluidics. Wearable devices are a combination of mechanical and electronic engineering. Its mainstream applications focus on simple functions such as step count, sleep monitoring, and heart rate detection. Its applications in the laboratory are much more colorful, including health, medical care, machine learning, neural networks, cloud computing, and integrating user information to provide a better user experience. This course introduces the development status of wearable devices in detail.</p>
6	工业智能机器人设计与控制 Industrial Intelligent Robot Design and Control	<p>了解什么是机器人以及它与纯软件的区别。描述自治机器人，遥控机器人和混合机器人之间的区别。了解当今广泛使用机器人的一些行业。了解机器人中使用的关键组件以及所使用的某些特定硬件。通过研究一系列示例/案例研究，了解机器人设计是一个跨学科的过程。</p> <p>Understand what a robot is and how it differs from pure software. Describe the difference between autonomous robots, remote control robots and hybrid robots</p> <p>Learn about some of the industries where robots are widely used today. Understand the key components used in the robot and some</p>

		specific hardware used. By studying a series of examples/case studies, understanding that robot design is an interdisciplinary process.
7	机械工程前沿：以 MIT 近年研究为例 Frontiers of Mechanical Engineering: Taking MIT Research as an Example	<p>本次课程将作为课程一到五的总结，通过选取一些经典的研究案例和热点方向，运用之前课程讲解的理论知识，系统介绍近年来机械工程的最前沿研究进展。本次课程将重点讨论包括：</p> <p>（1）绝热透光气凝胶，（2）纳米光学、表面等离子体激元、超透镜与超分辨成像，以及（3）近场热辐射--黑体辐射定律的打破与量子隧穿效应在内的三个热点领域。具体的研究工作将选取 MIT 教授或者校友的研究成果，使学生领略 MIT 作为世界科学前沿的风采。</p> <p>this course will serve as a summary of courses one to five. By selecting some classic research cases and hot directions, using the theoretical knowledge explained in the previous courses, it will systematically introduce the most cutting-edge research progress of mechanical engineering in recent years. This course will focus on discussions including: (1) adiabatic light-transmitting aerogel, (2) nano optics, surface plasmon, super lens and super-resolution imaging, and (3) near-field thermal radiation-black body radiation law Three hotspots, including the breaking of the quantum and quantum tunneling effect Specific research work will select the research results of MIT professors or alumni, so that students can appreciate MIT as the frontier of world science.</p>
8	主动和被动建筑概述 Overview of Active and Passive Buildings	<p>建筑物占全球能源消耗的 40%，主要用于供暖和制冷，以使居住者感到舒适。机械工程师站在减少建筑能耗，创造更可持续发展未来的努力的最前沿。本课程将概述建筑工程师计算和减少能源消耗的方式，并将重点放在被动的供暖和制冷建筑物上。该课程还将介绍主动供暖和制冷系统以及模拟技术，以预测建筑物的性能。</p> <p>Buildings account for 40% of global energy consumption and are mainly used for heating and cooling to make residents feel comfortable. Mechanical engineers are at the forefront of efforts to reduce building energy consumption and create a more sustainable future. This course will provide an overview of how construction engineers calculate and reduce energy consumption, and will focus on passive heating and cooling of buildings. The course will also introduce active heating and cooling systems and simulation techniques to predict the performance of buildings.</p>
9	机械领域的学术期刊简介 Introduction to academic journals in the field of machinery	<p>系统介绍机械领域的权威杂志和代表性研究成果，介绍几个主流期刊的特点，历史，基本结构，文章类型等相关的基本知识。</p> <p>Introduction to Academic Journals in the field of machinery. A systematic introduction to authoritative journals and representative research results in the field of fluids, and basic knowledge related to the characteristics, history, basic structure, and article types of</p>

		several mainstream journals.
10	文献搜索方法 Literature search methods	介绍文献搜索的几种基本方法，如何使用搜索引擎快速准确的找到想要的文献以及了解领域内最新的科研进展。 Introduce several basic methods of literature search, how to use search engines to quickly and accurately find the literature you want and understand the latest scientific research progress in the field.
11	阅读文献方法 Method of reading literature	介绍文献的分类，结构，框架，以及阅读方法，如何快速把握文献的核心思想。 Introduce the classification, structure, framework, and reading methods of documents, and how to quickly grasp the core ideas of documents.
12	学术论文撰写方法 How to write academic papers	学术论文的基本结构，写作规范，篇章布局方式。 The basic structure of academic papers, writing norms, and the layout of chapters.
13	学术论文图片绘制基本方法 Basic methods of drawing pictures of academic papers	学术论文图片绘制工具，使用方式，技巧展示。 Academic paper picture drawing tool, usage method, skill display.
14	小组汇报 (1) Final presentation Part (1)	
15	小组汇报 (2) 暨结业典礼 Final presentation Part (2) and online commencement	

课程项目（Group project）：

- 以小组（每组 3-4 人）为单位进行课程项目。
- 第一周：组队报名提交项目计划（一页纸）
- 第二、三周：实施项目
- 第四周：课堂口头展示

课程评分标准（Grading policy）：

- 签到（20%）：按时参加每次课程。
- 课程作业（20%）：根据作业质量评分。
- 课程小组项目（60%）：
 - 项目计划（15%）
 - 课堂展示（45%）
 - 若小组的课程项目项目优秀，将由 MIT 博士生导师指导写成论文，并尝试投稿（额外加 20%分数）。
- 额外奖励（Bonus, 5%）：上课积极回答问题与互动，课后提问等。

项目成果

- **推荐信：**由耶鲁大学与麻省理工学院导师的私人学术推荐信；提高保研和留学申请的软实力。
- **结业证书：**包含个人名字和教授签名
- **成绩单：**包含个人名字、详细的课程各部分评分、课程介绍等。
- **优秀小组奖状：**授予课程项目最出色的小组，包含个人名字和教授签名。

项目报名

- **时间：**7月15日-8月15日（时间暂定）
- **费用：**9800元/学生
- **专业定制：**25人/班
- **专业要求：**机械工程大类
- **报名步骤**

- 第一步：扫码在线填写报名信息



- 第二步：等待录取邮件通知，缴纳项目费用，签署项目协议
- 第三步：等待项目组开课通知

- **联系方式**

- 李老师手机号码：17186457932
- 李老师QQ号以及QQ二维码

QQ: 1814958113



往期项目概况

往期课程项目基于美国 Canvas 教务平台，实现专业的课程信息发布、课程资料共享、课程进度跟踪、作业批改和及时的学生答疑。每次课前，授课老师都会把需要用到的课程 PPT，课程注释 (Lecture notes)，参考文献上传到 Canvas 平台，供学生下载预习。每节课后，学生可通过 Canvas 平台发布问题，授课老师可在平台上浏览问题并回答。除了教务平台外，Learning X 课程管理团队也会组建微信群，群内有专业的课程助教和负责部分授课的 MIT 博士生，随时解答同学疑问。

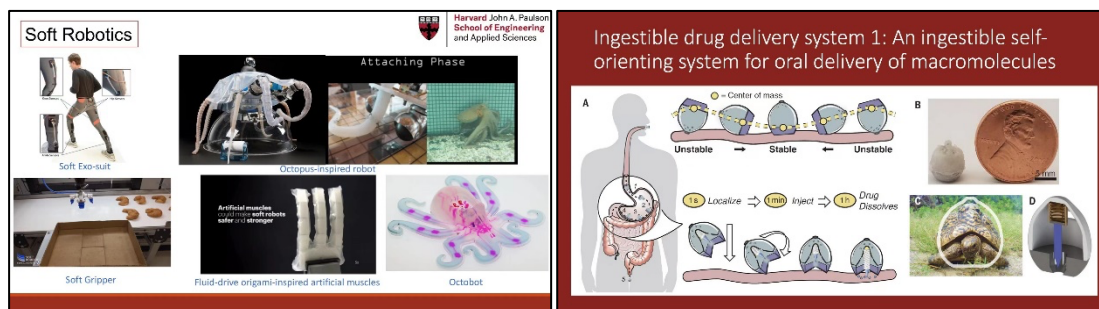


图 1：课件展示

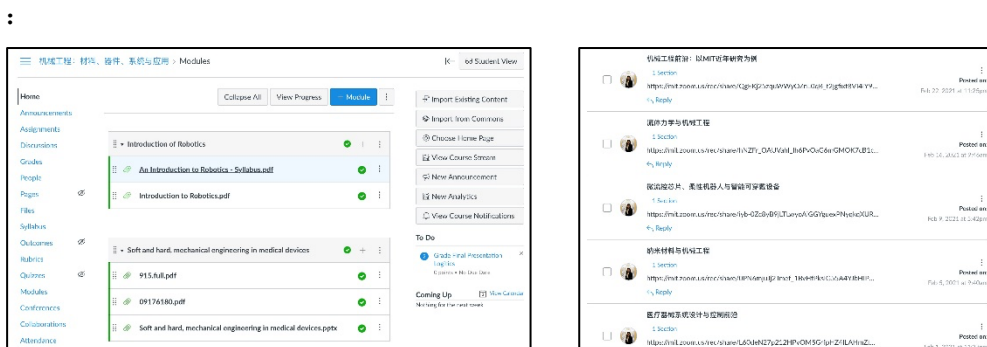


图 2：教育平台课程管理展示

项目实施回顾：

导师和学生使用线上课程 Zoom 平台进行授课。Zoom 平台允许学生和老师进行实时的问答和交流。在本次项目的授课过程中，学生和授课导师之间进行了积极的课堂互动，部分授课过程截图如下：

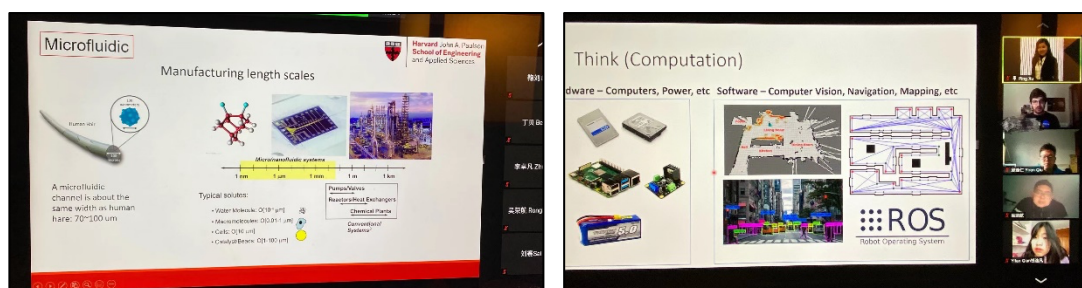


图 3：授课过程展示

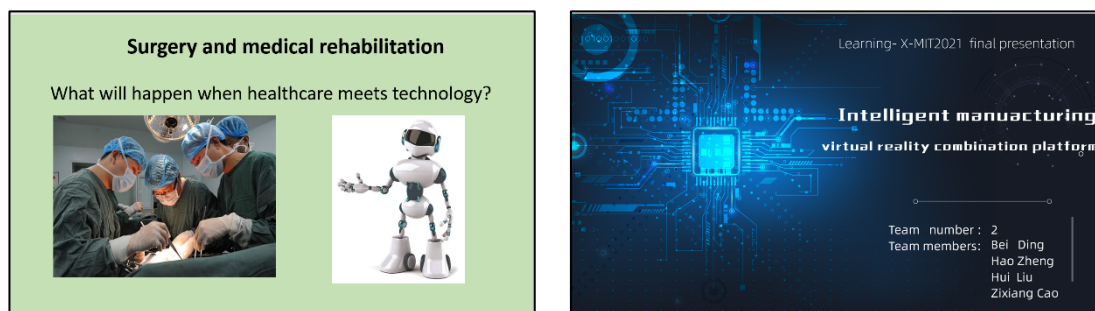


图 4：课程项目答辩展示

往期毕业证书、成绩单及推荐信：



图 8：项目证书、推荐信、成绩单展示

学员感悟和课程建议：

在上期项目结束后，我们邀请学生为我们的项目做出评价和提出建议，共有 7 名同学填写了反馈，我们将所有学生评价都列在下表（合作院校可与我们联系确认评价真实性）。未来的 Learning X 机械工程项目也会依据此做出调整，不断提高项目质量，为学生提供更好的教学资源。

表 3：所有学生评价

<p>时间过得很快，转眼间，6 周的时间已经过去，我感觉自己很幸运能参加这个项目与各位同学一起学习，通过这段时间的学习，在各位老师的详细讲解下，毫无疑问的是了解了很多专业知识，比如机器人、纳米技术等等，与此同时，全英的教学方式也让我的英语有了不小的提升，并且此项目通过自行寻找小组合作的方式进行作业汇报展示，在我们小组中，我负责 ppt 的绘制，虽然这是其中一个很简单的任务，但无论是小组内的哪一个成员，无论任务简单还是困难，我们都在一起进行商讨，我相信这对我来说也是一种团队合作能力的一种提升。最后，非常感谢各位老师这几十天的细心栽培和同学们的耐心帮助，希望也有更多的同学参与进来，这是一个非常好的锻炼自己的机会！</p>
<p style="text-align: right;">常州大学 车辆 191 刘同学</p>
<p>Project evaluation: the tutors are very conscientious in class, well prepared and knowledgeable. They can answer the students' questions about the course in time, and lead the students to understand a lot of cutting-edge knowledge in mechanical engineering, which provides a good opportunity for them to further study in their major. Ms. Xu of MIT project team and other teachers are very responsible, helping everyone adapt to the learning of MIT project quickly, organizing and communicating various matters in time.</p> <p>Project sentiment: after more than a month of study, I have learned a lot of cutting-edge knowledge in the mechanical direction, and I believe that I can provide a great help in further postgraduate entrance examination or studying abroad.</p>
<p style="text-align: right;">常州大学 制造 191 郑同学</p>
<p>这次的 MIT 线上课程非常有意义，让我学到了很多！许老师认真负责，会很耐心的解答我们的问题；课堂内容丰富有趣，把生硬的知识变得通俗易懂；在准备 final presentation 的过程中，我和我的小组成员也充分锻炼了自己的能力~很快就结束了全部课程，给大家点个赞！也给各位老师送上由衷的感谢~</p>
<p style="text-align: right;">常州大学 车辆 191 丁同学</p>
<p>首先非常感谢这个项目，给了我拓宽视野和知识面的机会，请到了很多在不同领域的优秀的讲师为我们讲课、答疑，助教许老师也很贴心很可爱呀！在项目的课程本身上，课程的内容详实丰富，老师们也都细致专业，所以最后的 final presentation，同学们也都有了很优秀的表现。我更喜欢的一些触动人的小细节：课前在平台上传课件让我们提前了解预习、在课后上传配有字幕的录屏、把课程时间与学校上网课的时间错开，避免麻烦、给我们充足的时间准备最后的展示。最后，这一段和老师同学们一起学习进步的时间很开心很充实，希望项目越来越好，也祝老师同学们日后万事顺遂。</p>
<p style="text-align: right;">常州大学 信控 201 刘同学</p>
<p>感谢 MIT 能够给我们这次学习的机会，也非常感谢各位老师的辛勤付出。通过此次项目，我们学到了包括纳米科技，工程学导论，流体力学等学术研究的前沿知识，这对我们今后的专业学习非常有帮助。我们最后还利用所学的知识进行了实践理论，这也大大提升了我们团队意识，提高了我们的专业素养。该项目非常好，下一期还想加入学习。</p>
<p style="text-align: right;">常州大学 机制 张同学</p>
<p>在历经一个寒假的项目结束后，我感到十分不舍，时间流逝的很快，一晃眼之间课程就结束了。记得在上第一堂课的时候，我还没有习惯纯英文的教学，对于老师所讲的内容理解起来还很吃力，但是课程结束后老师将课程的录播发到邮箱里，这样我们课后可以反复观看来帮助理解。这次项目唯一的问题就是我的英语不是很好，理解起来稍显费力，但是纯英文的课堂内容也给我带来了平时接触不到的内容。经过这次的项目培训，我受益匪浅，对未来的学习道路有</p>

了更明确的规划，在这里我对老师表示感谢。

常州大学 机电 182 吴同学

首先，我很感激这次和麻省理工学院的学术内容进行接触和学习了解的机会，我觉得这种知识的分享和对科技前沿的了解有助于我们大学生的知识面的开阔和对专业课的认知。针对这个项目的具体细节，我认为中间还有一些小的方面可以稍加完善，比如在最后的录制视频中英对照的字幕总是出现不匹配的现象，有点影响后期的回顾。经历了一个寒假，我在这个项目中学到了很多国外的前沿领域的知识，也提升了自己的口语和英语能力吧，很高兴和可爱的老师和同学们一起学习！希望项目越办越好，让更多人受益！

常州大学 信控 201 孙同学