

2024暑期前沿学科项目

慕尼黑工业大学

航空和工程力学领域的新兴趋势：探索eVTOL
和城市空中交通

TUM Int Summer School in

An Emerging Trend in Aviation and Mechanical
Engineering: Exploring eVTOL and Urban Air
Mobility

Technische Universität München



TUM. The Entrepreneurial University
Innovation durch Talente, Exzellenz und Verantwortung



项目亮点

慕尼黑工业大学(TUM)拥有全球顶尖水平的创新生态系统，在新技术、新经济领域具有享誉世界的优势地位。项目围绕“**工程力学**”和“**航天航空**”的核心主题，将**学术**和**产业界**紧密结合，智触未来。

基于**机械工程**、**eVTOL**等应用对未来产业结构的变革趋势，通过实践项目学习从新技术研究到技术商业化的应用案例。项目结束后将获得**慕尼黑工业大学官方项目证书**。

项目将探访**Lilium公司**、**莱布尼茨中子原研究中心**、**真空超导超级高铁Hyper Loop**、**欧盟超级计算中心**、**西门子能源**、**宝马集团制造工厂**等尖端科研机构 and 智能制造企业，与未来技术的行业专家深度交流。



关于**慕尼黑工业大学**

2024QS世界
大学排名
全球37

2024QS
欧洲大学排名
欧洲11

2024QS欧洲理工
类大学排名
欧洲第2

2024QS德国
大学排名
德国第1

德国精英大学
德国最高科研
经费大学

- 慕尼黑工业大学 (Technische Universität München, 简称: TUM) 位于德国南部第一大城市慕尼黑, 前身是巴伐利亚国王于1868年建立的“慕尼黑皇家拜仁工学院”。TUM是一所欧洲顶尖研究型大学, 被认为是德国大学在当今世界上的标志, 常年排名德国大学榜首。在QS世界大学排名®中, 慕尼黑工业大学一直名列德国高校前茅, 是TU9 (由德国九所最负盛名的工业大学组成的协会) 的成员。慕尼黑工业大学是德国和欧盟首屈一指的大学, 稳居榜首。在“泰晤士报高等教育”(THE) 进行的全球排名中, 慕尼黑工业大学继续稳居第30位, 进一步巩固了其在世界舞台上卓越学术灯塔的地位。
- 作为欧洲一流大学之一, 慕尼黑工业大学坚定不移地致力于卓越的研究和教学。该大学将跨学科教育放在首位, 并积极培养有前途的年轻科学家。慕尼黑工业大学是德国首批获得卓越大学称号的大学之一。自2006年以来, 该校一直保持着这一受人尊敬的称号, 这是德国联邦政府和州政府卓越战略的一部分, 表明了德国在国际舞台上对前沿研究的坚定支持。TUM以卓越的创新精神和科教质量, 成为首批三所德国精英大学, 国际科技大学联盟、全球大学高研院联盟、欧洲卓越理工大学联盟、欧洲顶尖工科大学联盟等成员, 被德国政府列为重点资助对象, 享有德国最高科研经费。
- TUM一直是创新领域的开拓者, 今天的科学家们与19世纪的科学家们有着相同的远大目标: 为社会面临的重大挑战寻找解决方案。慕尼黑工业大学一直是推动欧洲技术进步的关键力量, 并以培养出众多诺贝尔奖获得者而自豪。TUM已培养出18位诺贝尔奖, 23位莱布尼茨奖, 24位IEEE Fellow。TUM位列2024QS世界大学排名第37位, 德国第1。慕尼黑工业大学是欧洲卓越理工大学联盟成员, 与多所顶尖理工大学一起承担着欧盟以及全球的重要科研任务。TUM是流体力学之父普朗特, 制冷机之父林德, 柴油机之父狄塞尔, 现代建筑奠基人瓦尔特等人的母校。其优势学科包括材料科学、计算科学与工程、机械工程、软件工程、工程管理等。慕尼黑工业大学和众多欧洲著名核心企业有着紧密的科研, 生产, 教育, 经济联系, 为科研知识尽快流入实践领域提供了保障, 同时也为企业输送了大量优秀的人才。合作企业包括宝马汽车、奥迪汽车、欧洲宇航、巴斯夫化学、西门子电气等世界知名企业。

到 2030 年，全球大部分人口将居住在城市，城市航空运输对于防止未来交通拥堵至关重要。城市空中交通（UAM）涉及技术复杂性以及空中交通管理和可持续发展等关键因素。eVTOL 是一个主要趋势，需要飞机设计、控制系统、电池、自动驾驶和通信技术方面的解决方案，以促进城市和区域空中交通。

机械工程与城市空中交通项目是讲座、实践课程和产业参访相结合的形式，从机械工程的基本原理出发，到推动电动垂直起降（eVTOL）飞机技术的发展，全方面讲解该产业目前全球最尖端的技术及应用。

通过实践项目研讨会和机构参观，学生们将了解到电动垂直起降飞机开发的复杂性，从用于自主着陆系统的视觉辅助导航等尖端应用，到电动垂直起降飞机的工业和技术发展。

该课程培养学生对工程能力和创新的深刻理解，使他们有能力在该领域开拓变革性的进步。



项目将围绕三大主题展开，包括机械工程、航天航空、先进制造和尖端应用。各主题模块都包括核心课程、企业参访、主题分享和实践项目。

机械工程

包括机械技术为核心的一系列课程及参访，让学生深入探究世界前沿制造产业，同时也有机会参观欧洲最大的智能制造工厂BMW，直观感受并了解世界先进制造公司的前沿科技。

航天航空

主要包含电动垂直起降飞行器 eVTOL 的设计理念、硬件开发、以及应用场景等多方面内容展开。同时也将有机会带学生们参观全球首款电动垂直起降喷气机的公司Lilium。

尖端应用

量子计算的高级课题、新一代人工智能硬件、新一代编程接口和编译器、并行计算、可重构计算系统、可持续性工程、云计算等。

#交叉学科 #机械工程 #机器学习 #智能计算 #航天航空
#前沿应用 #人工智能 #eVTOL #工业5.0 #增材制造

课程大纲

慕尼黑工业大学的机械工程专业在全球享有盛誉，学生们在机械设计、自动化、制造工程和材料科学等方面获得更丰富的专业知识和技能。同时近些年来，全球航空航天产业在用于飞机和太空旅行的材料研究领域的研究日益增加，由于数字化程度不断提高、虚拟产品的影响日益扩大以及不同学科之间需要更紧密的合作，航空航天行业的复杂性将继续增加。这将对学生提出更高的要求，需要从一开始就注重跨学科性、可持续性和技术前沿的教育，培养学生来开发可持续的、面向未来的技术。

课程目标

1. 通过实际应用，加深学生对交通网络、基础设施和社会动态中城市空中交通的概念、法规和原则的理解。
2. 通过提供设计、模拟和展示 eVTOL 项目的实践经验，让学生将理论知识应用到实际场景中。
3. 为学生提供城市空中交通的最新见解和进展，让学生全面了解该领域的前沿应用及其对交通系统的广泛影响。
4. 让学生了解机械工程领域的新兴趋势和创新解决方案，激发他们的独立研究想法。
5. 向学生介绍城市空中交通目前面临的挑战以及城市化和交通拥堵带来的未来交通挑战，培养学生的批判性思维和解决问题的能力。
6. 鼓励讨论和设计基于城市环境要求和限制的最佳 eVTOL 布局，培养创新解决方案和实用设计思维。

课程概览

Lecture

模块 1：工程力学

基础模块

1. CAD 和高级产品开发
2. 现代控制工程方法
3. 制造技术与质量管理
4. 机械系统技术

进阶模块

1. 能源与航空航天
2. 运动技术与多学科设计
3. 机械系统的优化动力学
4. 航空基础与管理

模块 2：城市空中机动性和eVTOL

基础模块

1. 城市空中机动性简介及相关因素（设计、基础设施、Vertiport）
2. 城市空中交通和城市规划
3. eVTOL 车辆和客运网络

进阶模块

1. 城市空中交通的交通管理
2. 空中交通轨迹规划
3. eVTOL 飞机的动力学与控制
4. 飞行阶段的运动学和动力学效应
5. eVTOL 飞行控制系统

Tutorial

学生将围绕开发并模拟垂直起降（VTOL）飞行器为核心主题的项目研究，以小组为单位，全面探索航空发展过程，深入研究基本安全标准，并考虑经济因素，最终并以演示文稿来展示课题成果。

这些模块适合高年级本科生和硕士生，侧重于工程力学以及航空航天领域，目的是拓宽学生的视野，扩大研究领域。这样，学生能更好地理解机械工程以及航空航天的应用，并能研究eVTOL方面更高级的课题。

Faculty

MIRMI

慕尼黑机器人与机器智能研究所 (Munich Institute of Robotics and Machine Intelligence , 简称MIRMI) 是慕尼黑工业大学 (TUM) 的跨学科研究中心之一。该研究中心的重点领域包括机器人学、感知和人工智能, 以开发以人为中心的、创新的、可持续的技术解决方案, 应对当今社会在健康、工作、环境和移动等领域面临的核心挑战。

CDTM

数字技术与管理中心 (Center for Digital Technology and Management , 简称CDTM) 是慕尼黑两所大学 (LUM和TUM) 的联合科研机构。CDTM致力于研究跨学科项目“技术管理与组织变革”, 该项目是欧盟工业5.0战略的重要部分。项目旨在为来自不同学科背景的学生提供在创意思维、内驱动力和创业心态方面的支持, 以及如何利用技术创新实现商业技术的变革。

Professor Constantinos Antoniou

慕尼黑工业大学交通系统工程系主任, 全职教授。他的研究重点是交通政策、交通模型的建模和优化、交通数据分析和统计学习, 以及未来交通的人为因素。他在多个领域做出了重要贡献, 包括交通模拟模型的校准, 以及影响传统和成熟交通模式的接受、采用和需求因素的识别和量化。

Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler

德国慕尼黑工业大学工程与设计学院全职教授, 德国慕尼黑工业大学碳复合材料系主任。他还是奥格斯堡弗劳恩霍夫铸造、复合材料和加工技术研究所 IGCV 的主任。Drechsler 教授的研究领域包括材料科学、结构力学、制造技术和纤维增强材料 (碳复合材料) 。

Academic

交叉学科未来技术
实践导向应用性强

项目将围绕“机械工程”的核心课题展开，包括德国传统的工程学科、自然科学与未来技术领域的交叉结合，由TUM的学科的带头人及实验室负责人等亲自执教，侧重实践和小组辅导。让学生通过项目实践切身体验德国工程人才培养的学术氛围和教学模式。

Industry

实验室与科技巨头
学术界与产业界紧密联合

参访实践是了解未来技术在产业界应用的重要途径，通过实地参访，学生将了解到最新的行业应用动态，企业的发展历程、发展重点以及实习机会等。参访的企业包括Lilium航空公司、西门子(Siemens)、宝马集团(BMW Group)、超级高铁(Hyper Loop)等，实验室包括机器人实验室(MIRMI)、莱布尼茨中子原研究所等。

Innovation

产业前沿创新冠军
官方认证工程人才评价体系

德国是全球最具创新力的国家，慕尼黑工业大学也多次被评为全球最具创新力的大学。依托产业4.0等战略平台，慕尼黑工业大学在智能制造、机器人、新能源、机械工程等领域获得多项创新成果，这些成功案例也将成为学生们进行实践学习的重要素材。学生将基于Capstone Project解决面向未来的技术问题，并获得慕尼黑大学国际部颁发的官方项目证书。

学术+产业 的教学模式

校园生活

- 市中心校区。位于慕尼黑 Maxvorstadt 区、Königsplatz 广场和 Pinakotheken 艺术博物馆之间的历史悠久的校区，被研究机构和机构所环绕，是多个学院和院系的所在地。
- 加兴校区。位于 Garching 的自然科学和工程中心是 TUM 最大的校区，同时也是欧洲最现代化、网络化程度最高的研究和培训设施之一。
- 与 TUM 学生见面
- 与 TUM 的新创企业会面
- 参观慕尼黑工业大学创业中心
- 参观杜姆大学图书馆分馆

在慕尼黑工业大学 (TUM)，学习基于引人入胜的讲座、实践练习和动手项目。我们的教学方法包括体验式学习元素，如探究式学习和问题导向学习，确保深刻理解和更好的学习成果。

在慕尼黑工业大学式的讲座和研讨会中，参与者将以小型、自组织的团队协作，对主题进行反思，鼓励独立思考。

这种方法不仅培养学科知识，还通过小组合作促进社交技能的发展。以责任和实际应用为重点，学生参与20小时的互动讲座和研讨会，为全面而有效的学习体验做出贡献。

Capstone Project

- 本课程的高潮是在 TUM Makerspace 创客空间（一个开放式的高科技工作室）开展的顶峰项目。这个基于项目的教程标志着学员对机器学习、创新、可持续性、行业创新和新兴技术的探索达到了顶峰。学员运用理论知识和实际应用，沉浸在充满活力的实践项目生态系统中。这一顶点体验是学员成长和能力的证明。项目邀请学生组成跨学科团队，应对现实世界的挑战。
- 学员可以参与数字产品开发，与不同的团队合作打造有影响力的产品。利用机械、工具、软件和创意社区，学员可以进行原型设计、创新，并将他们的愿景变为现实。在这个毕业设计项目中，学员们将释放潜能，在使用软件的同时进行创新，并通过海报展示来介绍自己的变革历程。

TUM 行程安排

项目日期：2024年8月5日-8月18日（共2周）

WEEK 1	Mon.	Tue.	Wed.	Thr.	Fri.	Sat.	Sun.
上午	德国机场接机	早餐	早餐	早餐	早餐	-	-
	入住登记 熟悉周边环境	开营仪式	核心课程 学生交流活动	核心课程	参访慕尼黑能源研究 企业与实验室	参观奥林匹克公园	慕尼黑市区参观
中午		午餐	午餐	午餐	午餐	参访德意志博物馆	慕尼黑天文台参观
下午		主校区校园参访 慕尼黑老城区 参观	Garching校区参访 Lilium企业参访	创新企业参访 参访TUM 校图书馆	参访超级电脑中心		
WEEK 2	Mon.	Tue.	Wed.	Thr.	Fri.	Sat.	Sun.
上午	早餐	早餐	早餐	早餐	早餐	-	回到国内 项目结束
	宝马工厂参访 宝马设计中心实践	核心课程	参访中子源研究中心	学术工作坊 (Part 1)	结业汇报	离开校园 机场送机	
中午		学术辅导	核心课程	午餐	项目闭营仪式 颁发项目证书		
下午				学术工作坊 (Part 2)			

具体行程将根据慕尼黑当地情况进行调整，以实际安排为准。

TUM 项目行程

DAY 1 国内-慕尼黑

搭乘国际航班抵达德国的文化、体育、科技之都，位于阿尔卑斯山北麓的巴伐利亚州首府慕尼黑，机场接机入住酒店。

DAY 2 认识慕尼黑

• 开营仪式&破冰环节

在项目的开营仪式上，慕尼黑工业大学(TUM)的相关负责人将致欢迎辞，介绍项目的整体安排。学生将完成小组分组并且通过破冰游戏熟悉彼此。



DAY 3-4 创新冠军

• 专题课程与分享

课程将围绕“革新城市交通—城市空中交通的兴起”的主题展开，基于机械工程、eVTOL等应用对未来产业结构的变革趋势，对无人机重塑城市交通，人们对该行业的发展及其确保安全、高效和经济的解决方案的思考和探索。

• TUM图书馆

慕尼黑工业大学图书馆是第一家获得DIN EN ISO 9001质量管理证书的德国大学图书馆，是德国的法定缴存图书馆，存档了巴伐利亚州出版的大部分重要技术文献，同时也为巴伐利亚州和德国的研究机构、公司和个人提供文献和信息领域的支持。图书馆里有两个巨型滑梯，是TUM的标志性设施之一。每逢考试季，TUM的学生都从滑梯滑下以排解学业压力。

• TUM的就读体验分享

TUM会安排本校在读的硕士生/博士生与项目学生举行座谈、下午茶茶话会，分享申请TUM的相关经验以及在TUM的就读体验，让学生零距离全方位地了解赴德留学的一手信息。

DAY 5 超级计算-算力时代

- 参访慕尼黑能源研究企业与实验室

了解德国乃至欧盟在新能源特别是电池储能技术等方面的最新科研动态、产业发展水平和未来的发展重点。

- 参观慕尼黑超级计算机中心

这是欧盟最快的超级计算机中心，具有世界顶尖水平的最强的算力，超级计算对于前沿学科的发展只有至关重要的意义，通过实地参访了解技术变革对其他学科带来的影响与挑战。

DAY 6-7 探索慕尼黑

慕尼黑是德国巴伐利亚自由州的首府，是德国主要的经济、文化、科技和交通中心之一。慕尼黑既是欧洲最繁华和现代化的都市之一，同时又保留着当地传统的古朴风情，其被誉为德国最瑰丽的“宫廷文化中心”，悠久丰富的历史赋予城市浓郁的文化气息和王都风范。慕尼黑城市高科技产业集中，汽车制造、机械、电气、化工在德国均占有重要地位，拥有宝马、西门子等数十家跨国公司总部和30多万家中小企业。慕尼黑是欧洲最活跃的科学研究中心之一，是欧洲专利局、德国专利局和德国专利法院所在地，慕尼黑位列2023QS全球最佳留学城市第2位。

- 德意志博物馆

- 英国公园



DAY 8 探访先进制造典范

- BMW宝马集团

学生将参观宝马工厂、宝马百年历史博物馆，了解宝马在先进制造领域的最新应用和创造。

DAY 9-11 拓展课程

围绕高级并行编程和计算系统、先进制造、超级计算等未来技术，将由慕尼黑工业大学的教授、产业界人士等教授相关的学术热点问题和产业应用层面的最新动态。将理论与实践结合，将课堂拓展到多个维度。

DAY 12 项目汇报，正式结业

学生将以小组为单位汇报展示项目实践任务，在完成教书的点评后将获得慕尼黑工业大学颁发官方的项目证书。

DAY 13 告别慕尼黑，启程回国

DAY 14 到达国内



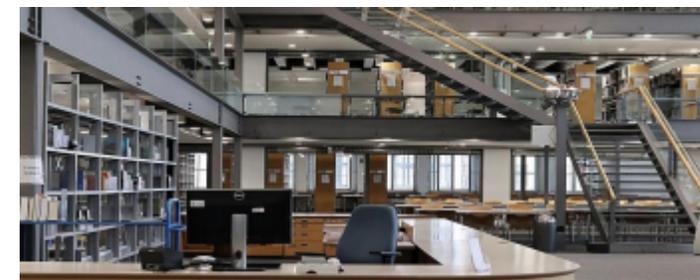


TUM Downtown Campus Tour 慕尼黑工业大学主校区参访

慕尼黑工业大学（TUM）成立于1868年，TUM慕尼黑主校区位于德国慕尼黑市。拥有先进设施、世界级实验室和知名研究机构及充满活力的学术社区。TUM慕尼黑主校区拥有丰富的历史和创新能力，是前沿研究、知识交流和变革性教育的中心。

TUM Campus Tour Garching Garching校区参访

以自然科学和工程为核心，TUM的Garching校区是TUM最大的校区，同时也是欧洲最现代化和最优秀的研究与培训设施之一。



TUM Library Main Campus TUM校图书馆参访

拥有超过200万册纸质和电子资料，每年借阅量达26万次，全文下载量超过450万次，每年有150万人次访问的图书馆是TUM的学术信息中心。除了导览参观外，我们也将指导学生们如何通过在线图书馆获取信息和参与网络研讨会



Lilium Lilium航空公司参访

Lilium 推出全球首款电动垂直起降 (eVTOL) 喷气机，提供无排放旅行。该公司率先开发了 Lilium 喷气式飞机，使运输速度比传统汽车快五倍，在全球范围内建立了第一架商业上可行的全电动 eVTOL 喷气式飞机。

Leibnitz Supercomputing Centre 超级电脑中心参访

超级电脑中心是欧洲规模最大、运行速度最快的超级计算中心，将有机会进入中心深度体验和学习。



TUMint Energy Research Gmb & Labs 慕尼黑能源研究企业与实验室参访

TUMint能源研究所致力于通过前沿的研究与开发推进能源技术的发展，并在可持续能源领域推动创新。参观探访TUMint 能源研究所及其下属实验室，了解全固态电池的研究与开发的技术转移的最佳实践案例是如何实现的。



Research Neutron Source 中子源研究中心参访

位于慕尼黑的中子源研究中心是世界上最先进而强大的中子源研究所之一。通过铀的核裂变，每平方米每秒产生超过 10^{14} 个自由中子，每年进行四个周期/每周期为期60天的运行，为科研、工业和医学等领域提供高通量的中子束流。

World of BMW 宝马工厂参访

享誉世界的汽车品牌——宝马的诞生地宝马工厂，也是欧洲最大的智能制造工厂，德国智能制造的代表，也是德国的标志性产业龙头。





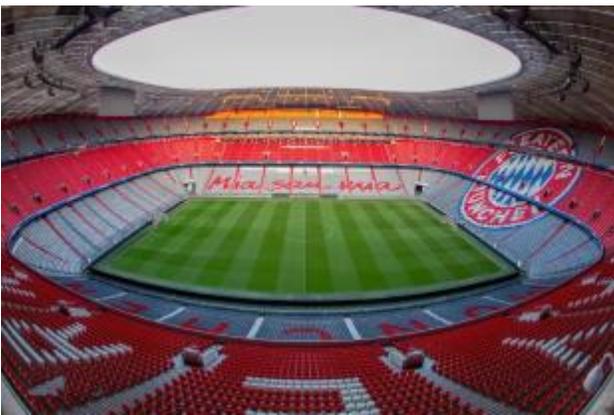
慕尼黑城市游览

慕尼黑既是欧洲最繁华和现代化的都市之一，同时又保留着当地传统的古朴风情，其被誉为德国最瑰丽的“宫廷文化中心”，悠久丰富的历史赋予城市浓郁的文化气息和王都风范。们将在这里打卡慕尼黑市中心最具特色的景点与文化活动。

安联球场



安联球场 (Allianz Arena) 是由德国拜仁慕尼黑和慕尼黑1860联合出资建造，是2006年德国世界杯开幕式举办场地。



德意志博物馆



德意志博物馆 (Deutsches Museum) 是世界上最大的科技博物馆，也是世界最早科技博物馆之一。



奥林匹克公园



慕尼黑奥林匹克公园 (Olympiapark) 是一组特大型的体育建筑群。高290米的奥林匹克电视塔是慕尼黑最高的建筑物，在它的中间可俯视整个奥林匹克公园。



慕尼黑公共天文台



慕尼黑公共天文台成立于1947年，现已发展成为德国最大、最知名的热门天文俱乐部之一，超过50万游客已在此欣赏过许多宇宙奇观



TUM 项目费用明细

项目费用	费用模块
4150欧元/人	包括课程、签证服务及保险、住宿、接送机交通与活动费用、项目管理服务。

课程费用

- 课程费用；
- Workshops费用；
- 教学场地相关费用；
- 实验室参观费用；
- 实践项目费用。

签证服务及保险

- 个人申根国家旅行意外保险；
- 申根签证申请的相关材料准备及指导。

其他费用

1. 食、住、行服务:

- 部分早餐；
- 部分午餐；
- 住宿费用；
- 接送机费用。

2. 文化实践及参访费用:

- 机构探访费用；
- 文化体验探访费用。

3. 生活服务费用：

- 部分区域Wi-Fi网络服务；

4. 项目管理服务费用:

- 项目方管理费用；
- 外方院校管理费用。

项目申请条件：

1. 满足学校国际交流派出要求；
2. 已修微积分、计算机原理、数据科学等基础课程，各项目专业基础课程要求详询Cindy老师；
3. 具备较强的英语语言沟通能力。

项目咨询Cindy老师

