

慕尼黑工业大学2026寒假未来技术项目

计算流体力学的前沿理论与应用

TUM INT Summer & Winter Program
Frontier Theory and Applications of Computational
Fluid Dynamics

德国工程教育的深厚底蕴为新工科人才培养提供借鉴

BEHIND MADE IN GERMANY: THE DEEP ROOTS OF ENGINEERING EDUCATION

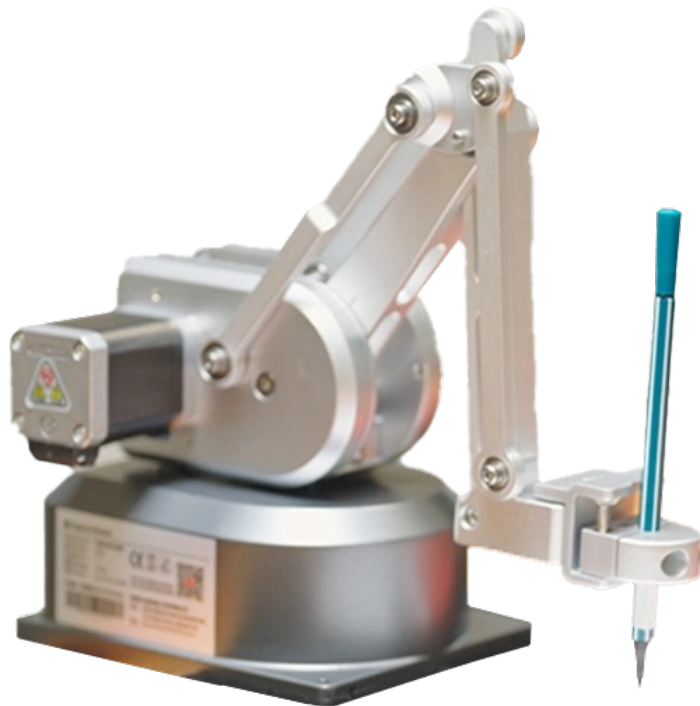
提起德国，人们常会想到其精湛的工艺、严谨的工作态度以及“德国制造”这一象征着高品质和创新的标签。德国制造的口碑背后，是德国工程教育的深厚底蕴和不断创新的教学理念。德国工程教育以其应用导向性和经济适配性而闻名，不仅培养了大量技术人才，也推动了德国乃至全球的工业发展。

从传统手工业到工业5.0

德国的工程教育经历了从传统手工业到工业5.0的转型。最初，教育侧重手工艺技能培养，但随着工业革命的发展，逐渐转向系统设计与创新。进入21世纪后，德国引入了网络实体系统和物联网技术，推动制造业智能化。这一变革反映了对高端技术人才的需求变化，也展示了德国教育体系对技术革命的快速响应。这种围绕实体制造和工程技术的教育方法，确保了德国在智能制造、自动化和高端工业设计中的领先地位。

理论与实践并重

在德国学习，意味着置身于一个理论与实践相结合、教育与产业紧密相连的教育环境中。在这里，学生将有机会深入了解德国的工业技术文化，体验自我反思和创新的文化基因，这些都是德国工程教育能够持续领先的关键因素。德国教育不仅能够提供深厚的理论知识，更能够培养学生的实践能力和创新思维，这些都是在当今快速变化的世界中取得成功的关键因素。



当人们讨论德国制造时，人们在讨论什么

自上而下的实施路径

德国工程教育的成功，得益于其自上而下的实施路径和价值驱动的教育模式，国家层面的政策支持和资源分配为工程教育的发展提供了坚实的基础。德国政府通过立法授权、体制引领，确保了工程教育与国家的社会经济发展和技术革新前沿保持一致。这种举国体制的实施，使得德国工程教育能够快速响应技术革命和产业变革的需求。

教育与产业的紧密连接

企业在工程教育中的深度参与是其德国教育模式的一大亮点。德国企业不仅直接参与制定工程教育培养方案，确保教育内容与企业需求紧密对接，还参与工程实践环节，为学生提供实习和实训机会。这种校企合作模式，使得学生能够在学习过程中就接触到真实的工作环境和最新的行业技术，极大地提高了学生的实践能力和产业直接适配性。

学科优势

SUBJECT ADVANTAGE

■ 慕尼黑工业大学 (Technische Universität München, 简称: TUM)

➤ 接触慕尼黑工业大学在计算流体力学领域卓越成果

作为德国顶尖的理工科大学，慕尼黑工业大学在计算流体力学领域保持着世界领先的研究水平，其研究团队在多个方向取得了突破性成果，例如：

- 高性能计算：TUM开发了适用于超算架构的并行算法，显著提升了大尺度流动问题的求解效率；
- 湍流建模：TUM创新性地将机器学习与传统RANS方法相结合，提高了复杂流动的预测精度；
- 多相流模：TUM提出了新型界面捕捉算法，为能源和化工领域的应用提供了更精确的仿真工具。
- 航空航天应用：TUM与德国航空航天中心(DLR)合作开发了下一代飞行器气动优化平台，将计算流体力学与优化算法的结合推向新高度。

➤ 学习德国计算流体力学的工业标准与前沿技术应用

本项目将系统传授德国计算流体力学领域的核心优势，从严谨的工业标准到创新技术应用。基于德国工程师协会VDI 2045标准，学生将掌握包含不确定性量化和实验验证在内的全流程质量控制体系。学生将在项目课程中学习到欧洲主流的工业级开源工具链，包括DLR-TAU求解器和Salome-Meca等软件。此外学生还可以通过学习慕尼黑当地企业MTU航空发动机"仿真护照"等案例，深入理解德国工业对计算流体力学可追溯性的严格要求。

依托TUM强大的科研实力，课程涵盖能源、材料、环境等多个交叉领域的应用实践。这些前沿研究成果不仅发表在顶级学术期刊，更通过产学研合作直接应用于宝马、西门子等德国领军企业，体现了TUM在理论研究与工程应用方面的卓越平衡。

➤ 强大的技术转化支持

TUM拥有 Unternehmer TUM（慕尼黑工业大学创业支持中心）及TUM Venture Labs（慕尼黑工业大学创新实验室），它们提供从技术孵化到商业化的一站式服务，助力学生的研究成果转化为实际产品和服务。

1st

**2026 QS
德国大学排名
(连续10年)**

1st

**德国TU9
高校排名**

1st

**德国精英大学
科研经费大学**

2nd

**2026 QS
欧洲大学
理工类排名**

22th

**2026 QS
世界大学排名**

项目概览

PROGRAM OVERVIEW

引入“三维课堂”概念，深入探讨计算流体力学如何赋能各行各业。

旨在从**学术、实践和产业**三个维度出发，提供理论与实践相结合的多维学习体验。

学术前沿

采用体验式学习元素，如探究式学习和问题导向学习。学生将以小型、自组织的团队协作方式，对主题进行反思，鼓励独立思考。通过互动讲座、研讨会、辅导课及小组成果分享，在讨论和合作中深化理解，培养批判性思维和学术研究能力。

实践项目

学生将在慕尼黑工业大学的合作科研平台进行实际操作，学生将接触到汽车与能源交叉的电池热管理、航空与材料结合的增材制造仿真、氢能与环境融合的燃烧排放预测等实践项目，学生将亲自进行模型构建、虚拟仿真和数据分析，并不断调整和完善系统，推动优化。

产业应用

通过与实际工业环境的接触，深入了解计算流体力学在个行业中的应用。通过工程师分享会、工厂参观和企业合作项目，直接与行业专家交流，获取最新的技术实践经验，参观先进的生产设施，见证如何将前沿技术落地应用于生产和运营中，加深对产业需求与技术挑战的理解。

前沿课程

ACADEMIC COURSE

1. 基础理论板块

模块目标：

建立工业级计算流体力学理论基础，掌握德国前沿的无量纲化与多物理场建模方法。

本板块突破传统理论教学，重点讲解工程实用的无量纲化预处理技术和OpenFOAM开源架构原理，帮助学生理解流体仿真与实际工程的关联。课程融合TUM在航空航天领域的基础研究成果，展示理论如何指导复杂流动问题的解决。

2. 核心技术板块

模块目标：

学习德国工业5.0标准下的计算流体力学核心技术，涵盖航空航天、汽车、材料、能源等领域的特色应用。

课程聚焦德国汽车行业的混合网格策略、数据驱动湍流建模及多物理场耦合技术，培养学生解决跨学科工程问题的能力。所有内容基于TUM各院系的特色研究成果，确保技术的前沿性与实用性。

3. 行业应用板块

模块目标：

掌握德国制造业标准的计算流体力学工程实践方法，对接真实产业需求。

以慕尼黑地区典型案例（如宝马空气动力学优化、西门子能源设计）为载体，讲解VDI标准的仿真验证流程。

实践项目

PRACTICAL PROGRAM

项目的实践环节有多个方向供学生选择，将理论知识与工程应用紧密结合。实践的方向例如：翼型气动分析验证仿真可靠性，电动车风阻优化探索汽车空气动力学设计，电池热管理研究多物理场耦合问题、注塑成型模拟优化工业制造工艺等等。实践项目基于开源工具，兼顾专业性与普适性。学生将完整经历计算流体力学工程应用全流程：从几何建模与网格划分、求解器设置与计算到结果分析与优化。通过实践，学生不仅能掌握参数化建模、湍流模型选择、多相流模拟等核心计算流体力学技能，更能培养工程问题抽象化、数据驱动决策和跨学科协同的创新能力。

航空航天方向： 翼型气动分析

目标：验证开源计算流体力学在翼型仿真中的可靠性。

关键步骤：

- 参数化建模：**通过Python脚本生成NACA翼型，设置标准攻角工况。
- 湍流模拟：**使用OpenFOAM计算升阻力系数，对比不同湍流模型。
- 数据对标：**将仿真结果与公开风洞实验数据误差控制在10%内。

汽车方向： 电动车风阻优化

目标：通过开源工具分析电动车外流场，提出减阻方案。

关键步骤：

- 几何处理：**使用Salome预处理简化车身模型，生成标准网格文件。
- 稳态模拟：**基于OpenFOAM的RANS模拟，分析表面压力分布特性。
- 优化验证：**对比不同造型方案的阻力系数，评估优化效果。

能源与材料方向： 电池热管理

目标：研究液冷与相变材料对电池散热的影响规律。

关键步骤：

- 参数设置：**采用OpenFOAM多区域求解器，定义电池与冷却介质参数。
- 耦合计算：**模拟强制对流与PCM吸热的协同作用过程。
- 效能评估：**通过温度场云图定量比较不同方案的控温能力。

工业制造方向： 注塑缺陷预测

目标：预测注塑流动缺陷并提出工艺改进建议。

关键步骤：

- 多相流建模：**基于interFoam设置熔融塑料的非牛顿流体特性。
- 过程仿真：**追踪流动前沿发展，识别气穴风险区域。
- 参数优化：**调整注射速度使填充均匀性提升20%以上。

师资介绍

TEACHING RESOURCES

慕尼黑工业大学流体力学研究所

该教授是德国计算流体力学领域的权威专家，他的研究聚焦高精度湍流模拟方法与多相流界面动力学，在航空发动机燃烧室仿真等工业应用方向取得突破性成果。教授团队开发的Lagrangian粒子方法极大提升了复杂流动的模拟精度，相关技术已通过DLR和空客等合作伙伴应用于新一代飞行器设计。

Prof. Dr.-Ing. Nikolaus Adams



Prof. Dr. Christian Stemmer

慕尼黑工业大学汽车空气动力学与热管理研究所

该教授长期致力于工业计算流体力学标准化流程研究，是德国工程师协会(VDI)流体仿真标准制定的核心专家。教授团队开发的AI辅助网格优化算法被宝马、保时捷等车企广泛应用于新车开发，显著提升了设计效率。他在新能源系统流动优化方向的研究颇具特色，特别是在电动车电池热管理和氢能系统仿真方面取得多项专利。

企业课堂

INDUSTRY & ENTERPRISE VISITS

BMW World

宝马世界

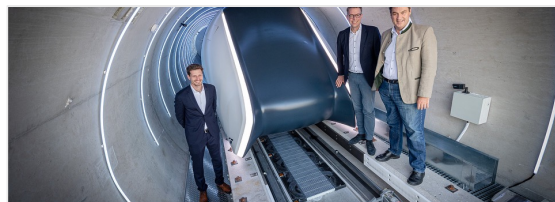
享誉世界的汽车品牌——宝马的诞生地宝马工厂，也是欧洲最大的智能制造工厂，德国智能制造的代表，也是德国的标志性产业龙头。



TUM Hyperloop

超级高铁项目

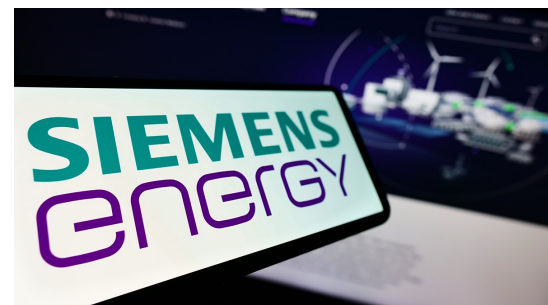
慕尼黑超级高铁团队在开发和测试关键技术方面取得了显著进展，这些技术对于实现超级高铁至关重要，包括真空管道设计、磁悬浮技术和推进系统的创新。该团队通过参与由SpaceX组织的超级高铁舱竞赛（Hyperloop Pod Competition）而获得国际认可。在这项竞赛中，来自世界各地的大学团队竞争开发最佳的超级高铁舱原型。



Siemens Energy

西门子能源

西门子能源是德国能源转型的核心技术推动者，其慕尼黑总部专注于燃气轮机、氢能设备及可再生能源系统的计算流体力学仿真与数字孪生开发。



MTU

MTU航空发动机公司

作为全球顶尖航空发动机供应商，MTU主导欧盟“清洁天空计划”中的关键技术研发，其慕尼黑总部是航空计算流体力学的标杆实践地。参访将展示计算流体力学在压气机/涡轮气动设计、结冰模拟及降噪技术中的应用，体现“仿真驱动设计”如何减少50%以上的物理试车次数。学生还将了解MTU与DLR、TUM联合开发的自适应网格技术，感受德国航空产业的协同创新模式。



*参访案例仅供参考，具体参访行程与内容以实际安排为准

跨文化交流

CULTURAL IMMERSION



慕尼黑老城参访

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。学生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。



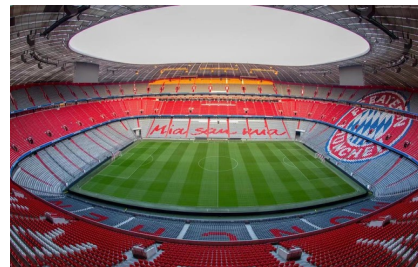
德意志博物馆

德意志博物馆是世界上最大的科技博物馆，拥有超过50个展厅，从古埃及的科技到现代航天技术，它展示了人类科技的辉煌历程。这里不仅是科学探索的宝库，也是慕尼黑文化和知识传承的重要场所。



德式传统晚宴

步入慕尼黑的啤酒餐厅，餐厅中厚重的木质长桌、温暖的灯光和传统的阿尔卑斯风格装饰，营造出热情而粗犷的德意志酒馆氛围。学生们将品尝到地道的巴伐利亚菜肴，佐以酒厂直供盛装在厚重玻璃杯中的清爽啤酒，体验纯正的巴伐利亚风情。



安联球场

安联球场是拜仁慕尼黑足球俱乐部的荣耀主场，以其变色LED外膜和现代设计而成为全球足球的地标。球场内配备顶尖技术，可容纳75,000名热情球迷，是观赏顶级赛事和举办大型活动的梦幻舞台。



慕尼黑老画廊

慕尼黑老画廊是世界上最古老、最著名的艺术博物馆之一，以其宏伟的文艺复兴和巴洛克时期艺术作品而闻名。馆内珍藏着达芬奇、提香等大师的杰作，是艺术爱好者领略欧洲艺术精髓的必游之地。

*活动内容仅供参考，具体参访行程与内容以实际安排为准。

项目收获

PROGRAM OUTCOMES

探索智能制造的核心理论，激发创新思维

通过深入学习智能制造技术，学生将获得跨学科的专业知识，理解这些技术如何重塑现代工业。

与教授和行业专家的互动将加深学生对科学原理的理解，并激发创新思维，为未来的科研或工程实践打下坚实的理论基础。



实践技术前沿，引领新工科未来

在世界顶尖实验室和科研机构导师的指导下，学生们将深入德国传统的“学徒制”教育模式，从事与行业需求和新兴趋势相符的课题研究。

通过实践项目，学生将把数字孪生和具身智能技术应用于实际问题，提升解决复杂工程挑战的能力。



洞察行业趋势，体验技术在现代制造业的实际应用

通过参访宝马和西门子等企业，学生们将亲眼见证数字孪生和具身智能技术在现代制造业中的应用。

学生们将见证科技如何转化为生产力、创新如何推动产业进步、智能技术如何重塑工作与生活的边界，为他们未来在工业领域的工作提供宝贵经验。



TUM官方认证，学术与校园生活体验

学生将获得慕尼黑工业大学官方证书，亲身体验慕尼黑工业大学市中心校区和加兴校区各具特色的学术环境与校园文化。

通过与招生官及在校学生的互动，学生能够深入了解慕尼黑工业大学的教育体系、学术氛围和创新精神，全面提升学术视野与个人成长。



行程安排

SCHEDULE

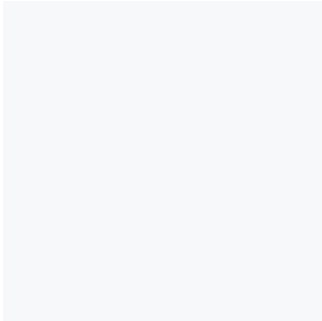
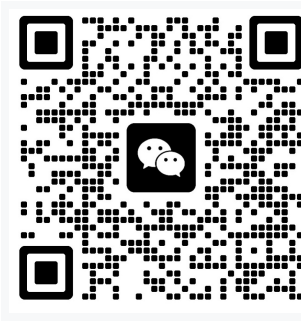
项目时间：2026年2月19日-2月28日

WEEK 1	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5
上午	德国机场接机 入住登记 熟悉周边环境	早餐	早餐	早餐	早餐
		开营仪式	课程讲座	课程讲座	课程讲座
		主校区校园参访	实验室参访	实践课程	文化活动
WEEK 2	Day 6	Day 7	Day 8	Day 9	Day 10
上午	早餐	早餐	早餐	早餐	回到国内 项目结束
	课程讲座	课程讲座	课程讲座	离开校园 机场送机	
中午					
下午	实验室参访	文化活动	结业仪式 德式晚餐聚餐		

*Provisional: 此日程仅供参考，不代表最终行程安排；具体行程将根据慕尼黑当地情况进行调整，请以实际安排为准

项目费用明细

PROGRAM COSTS

项目费用： 3600 欧元/人				申请条件&链接	
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。				项目申请条件	
课程费用		签证服务及保险		1. 满足学校国际交流派出要求 2. 具备较强的英语语言沟通能力，能适应英文授课。	
- 课程费用 - Workshop费用 - 教学场地相关费用 - 实验室参观费用 - 实践项目费用		- 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				项目申请二维码	项目咨询老师
1. 食、住、行服务 - 每日早餐 - 住宿费用（双人间） - 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		



TUMint

感谢观看!

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!