

# 慕尼黑工业大学 工业5.0：智能制造、数字孪生与具身智能

Technische Universität München  
Industry 5.0: Intelligent Manufacturing, Digital Twin and Industrial Embodied Intelligence

**TUM** Technische  
Universität  
München

**TUMint**

The Entrepreneurial University  
Innovation durch Talente, Exzellenz und Verantwortung



# 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

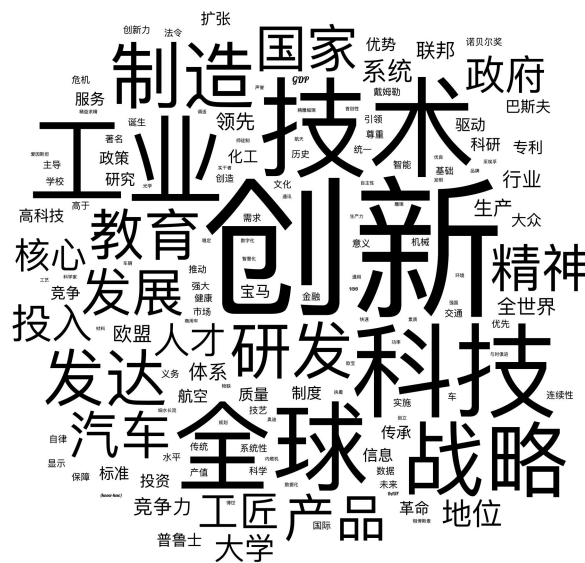
提起德国，人们常会想到其精湛的工艺、严谨的工作态度以及“德国制造”这一象征着高品质和创新的标签。德国制造的口碑背后，是德国工程教育的深厚底蕴和不断创新的教学理念。德国工程教育以其应用导向性和经济适配性而闻名，不仅培养了大量技术人才，也推动了德国乃至全球的工业发展。

### 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。

# 慕尼黑工业大学：德国顶尖大学：历史、今日与未来

## ABOUT TUM

### — 历史积淀 —

慕尼黑工业大学（慕尼黑工业大学）的历史沿革与德国乃至全球的工业发展紧密相连，致力于在为社会面临的重大挑战寻找解决方案。

自19世纪末工业化进程以来，慕尼黑工业大学培养的工程师在电气工程、化学工程等领域做出了开创性的贡献，推动了工业革命的进程。进入20世纪，慕尼黑工业大学的科学家们在量子力学、高分子化学等领域取得突破，如海因里希·鲁道夫·赫兹证明了电磁波的存在，马克斯·普朗克奠定了量子力学的基础。这些科学发现不仅革新了科学理论，也为技术发展提供了新的方向。20世纪中叶，慕尼黑工业大学的研究人员在核能和航天技术方面做出了贡献，为慕尼黑工业大学在21世纪继续引领科研创新奠定了坚实的基础。

### — 现今成就 —

如今，慕尼黑工业大学在科研和技术开发方面的成就举世闻名，涉及从基础科学到应用技术的多个领域。例如，慕尼黑工业大学的研究人员开发了针对多种癌症的新型免疫疗法，为癌症治疗提供了新的可能性；在能源转型方面，慕尼黑工业大学积极推动德国的能源革命，尤其是在太阳能和风能技术的研发方面取得显著进展。除此之外，慕尼黑工业大学在材料科学、人工智能和机器人技术等领域也取得了重要突破。

慕尼黑工业大学与产业界的紧密合作是其科研成果转化的关键。典型的例子是大学与宝马集团（BMW）共同建立了宝马初创车库（BMW Startup Garage），支持初创企业开发创新的移动解决方案；与西门子在自动化和智能制造领域的合作，推动了工业4.0的快速发展。这些校企合作不仅促进了技术创新，也推动了产业升级，增强了德国工业的全球竞争力。

### — 未来愿景 —

展望未来，通过TUM2030计划，慕尼黑工业大学将加强产学研合作，推动跨学科研究，并在全球范围内扩展合作网络以应对全球性挑战。TUM2030计划特别强调创新与创业支持，推动数字化转型，培养未来的科技领导者。该计划还将加大在人工智能、量子技术和可持续能源等领域的投入，致力于推动全球科技革命。

TUM2030不仅将进一步提升慕尼黑工业大学的科研创新能力，也将为全球可持续发展、社会进步做出更大贡献。

慕尼黑工业大学将继续保持全球科研和教育领域的领导地位，为未来的技术革新和产业转型提供源源不断的动力。

欧洲卓越理工  
大学  
联盟成员

培养出  
18位诺贝尔奖  
24位IEEE Fellow

2025QS世界  
大学排名  
德国第一

3.33亿欧元  
德国最高科研  
经费大学

# 项目背景：培养新工科时代的交叉学科领军人才

## PROGRAM BACKGROUND

### 工业5.0浪潮下的挑战

在全球化和数字化的浪潮中，工业 5.0 作为新一代工业革命的代表，正引领着全球制造业的深刻变革，其特点是强调**以人为本、可持续性与工业韧性**，推动着制造业向更高效、更智能、更环保的方向发展。

然而，中国在迎接工业 5.0 的挑战中，面临着多方面的**瓶颈和差距**，例如：

- **核心技术自主创新的差距**，特别是在高端机器人、数字孪生、人工智能等领域的依赖进口。
- **高端技术人才的短缺**，尤其是复合型人才的缺口。
- **传统制造业的智能化转型滞后**，以及缺乏柔性生产能力。
- **标准化和产业生态建设的滞后**，需要更有效的跨行业合作和技术标准统一。

### 培养工业5.0时代的领军人才

慕尼黑工业大学通过其跨学科教育模式、紧密的企业合作、前沿的研究项目以及对可持续发展和社会责任的关注，正积极培养适应工业5.0时代需求的领军人才。

#### • 人才培养与工业5.0

TUM根据工业5.0的理念对其课程设置进行了改进，特别是新增了人机协作、智能制造和可持续发展方面相关课程，确保学生不仅能掌握前沿技术，还能理解和应对社会、环境及伦理等方面的挑战。

#### • 产业合作

TUM与多个工业巨头（如西门子、宝马等）合作开展实际应用项目，帮助学生在实际操作中解决工业5.0提出的各种问题。推动了学校与企业的深度合作，也促进了工业 5.0 政策在产业中的实施。

#### • 绿色科技与可持续性

TUM在绿色制造、资源高效利用等领域的研究，不仅符合德国以及欧盟在工业 5.0 背景下对环境保护和可持续发展的政策要求，还推动了低碳技术和清洁能源在工业生产中的应用。

#### • 新兴技术的融合

TUM积极参与数字化制造、AI驱动的生产优化等前沿技术的研发项目中，推动了德国政府在全球范围内的技术领先地位，并为工业 5.0 时代的技术变革提供了现实解决方案。



# 项目概览：学术前沿、实践项目与产业应用多维并举

## PROGRAM OVERVIEW

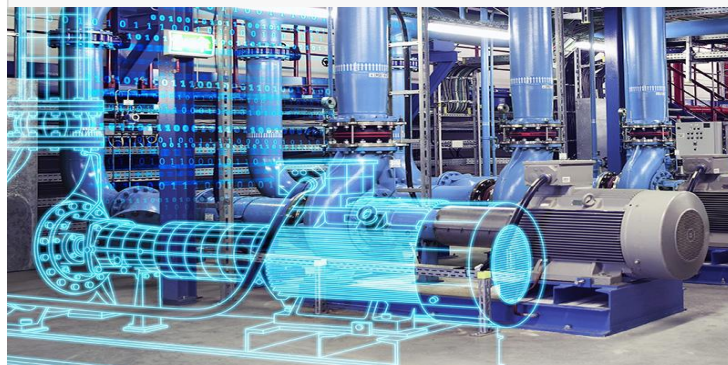
引入“三维课堂”概念，深入探讨“具身智能与数字孪生”如何赋能工业5.0。  
旨在从**学术、实践和产业**三个维度出发，提供理论与实践相结合的多维学习体验。

### 学术前沿



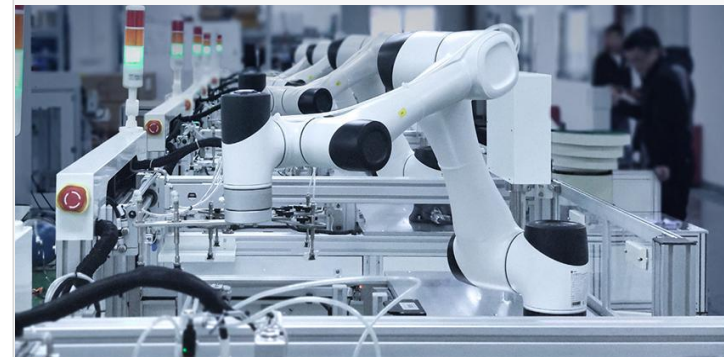
采用体验式学习元素，如探究式学习和问题导向学习。学生将以小型、自组织的团队协作方式，对主题进行反思，鼓励独立思考。通过互动讲座、研讨会、辅导课及小组成果分享，在讨论和合作中深化理解，培养批判性思维和学术研究能力。

### 实践项目



在慕尼黑工业大学的合作科研平台进行实际操作，使用数字孪生和协作机器人模型，模拟并优化工业流程。通过虚拟仿真和数据分析，在模拟的工业环境中验证和优化产品开发、生产线协作等实际问题。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，深入了解具身智能与数字孪生在工业5.0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。

# 项目收获：实践技术前沿，引领新工科未来

## PROGRAM OUTCOMES

### 探索工业5.0的核心理论，激发创新思维

通过深入学习具身智能与数字孪生技术，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

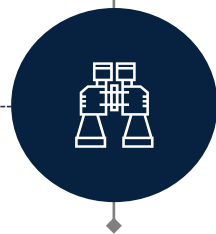
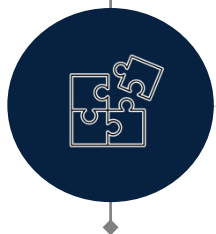
通过参访宝马和西门子等企业，学生们将亲眼见证数字孪生和具身智能技术在现代制造业中的应用。

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。





# 学术前沿：数字孪生与具身智能赋能工业5.0

## DIGITAL TWINS AND EMBODIED INTELLIGENCE ENABLING INDUSTRY 5.0

### 数字孪生 Digital Twin

#### 核心概念

充分利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据，集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程，在虚拟空间中完成映射，从而反映相对应的实体装备的全生命周期过程。

#### ➤ 以人为本：人因工程

通过人因工程PS Human，在三维环境中对工人操作过程中的身体状态进行合理分析，包括人机交互性评估和可行性模拟等。分析当前工位设计与工艺方法的人因效果；通过优化工艺方法（可操作性/可达性等）或工位布局/工装结构等优化设计，确保更加高效安全健康工作。

#### ➤ 可持续生产：降本绿色

通过带有成本信息和能耗信息的工厂虚拟运行，快速计算出产品/生产成本和工厂能耗信息，为工厂的精益成本控制和绿色节能运行提供决策支持，实现成本和能源消耗的优化，推动可持续化发展。

#### ➤ 工业韧性：闭环数字孪生

打造闭环数字孪生，通过物联网技术实现虚拟模拟、物理资产数据和虚实互连。

通过闭环系统实现实时连接和直接相互作用，提高系统的响应能力和适应性，增强工业韧性。

### 具身智能 Embodied Intelligence

#### 核心概念

具身智能是指能够与环境（人类环境与物理环境）交互，通过交互感知、学习、分析，掌握一项新技能，且进一步生成新知识的一类人工智能。

#### ➤ 以人为本：协作机器人Cobots

具身智能通过协作机器人（Cobots）技术，实现了人机协作的新阶段。协作机器人能够与人类工人安全地在同一环境中工作，优化自动化作业流程，同时增强人机关系。协作机器人在硬件和软件设计上考虑了安全性和灵活性，以保证工人的安全，并适应不同的生产需求。例如，ABB和欧姆龙等公司推出的新一代协作机器人，比传统机器人更灵活，编程和重新编程更简单，可以更快地重新部署以执行不同的任务。

#### ➤ 可持续生产：智能材料

具身智能融合了仿生学和智能材料，使材料能够具有嵌入式传感器并增强可回收利用功能，这有助于提高资源的循环使用效率，减少废物产生，符合可持续发展的要求。

#### ➤ 工业韧性：具身智能供应链

具身智能通过实时数据采集与分析、智能决策支持等功能，使得供应链管理更加高效和精准，增强了全球供应链的弹性和敏捷性，使得企业能够更快速地响应市场需求和突发事件。例如亚马逊全球供应链网络，实现了高度自动化和智能化的库存管理。特斯拉优化了其供应链管理系统使其能迅速调整生产计划，以应对新冠疫情期间物流中断和零件短缺问题。

# 核心课程

## COURSE SYLLABUS

### 模块一：智能制造基础

- 工业具身智能
- 人工智能网络物理系统方法
- 数字工艺流程设计(CAD)和数字孪生：挑战与机遇
- 网络物理装配线

### 模块二：物联网集成

- 物联网传感器
- 计算和通信：实时分析和系统控制
- 计算机视觉：缺陷检测、引导机器人进行装配、包装和分拣
- 物联网云平台和数据共享

### 模块三：机器人技术

- 机器人技术概述
- 机器人系统的运动学、动力学和控制
- 机器人与自动化
- Cobots人机互动

### 模块四：快速成型制造

- 快速成型制造基础
- 新型工艺和材料
- 多步骤增材制造
- 3D打印技术和工业应用



# 实践项目：数据与建模的实践应用

## PRACTICAL PROGRAM

实践项目旨在通过跨学科小组合作，将具身智能和数字孪生技术的理论知识转化为实际应用。

学生将通过实际操作和项目实践，深入理解这些技术在工业5.0中的应用，并探索其在提高生产效率、降低成本、增强生产过程的可持续性和韧性方面的潜力。

### 数字孪生实践 - 虚拟工厂建模

在慕尼黑工业大学的数字孪生实验室 (Digital twin lab) 进行实践操作，通过 CoppeliaSim (V-REP) 或 Unity3D进行数字孪生建模和仿真，帮助学生理解数字孪生的基本概念和应用。

#### 项目目标

- 创建数字孪生模型，用于模拟和优化产品开发流程。
- 分析数字孪生技术如何提高产品设计的效率和准确性。

#### 项目内容

##### 模型构建

基于慕尼黑工业大学的研究成果，构建数字孪生模型，模拟实际的产品开发流程。模型将覆盖产品设计、测试、生产和维护等环节，实现全生命周期的数字化管理

##### 虚拟仿真

利用数字孪生实验室设施进行虚拟仿真，测试不同的产品开发场景。通过仿真结果，学生将优化产品开发流程，提高生产效率和产品质量。

##### 数据分析

学生将收集和分析数字孪生模型中的数据，识别设计改进点和性能瓶颈。利用数据分析结果，为产品开发提供决策支持，实现基于数据的工程优化。

### 具身智能实践 - 协作机器人应用

实践将在慕尼黑工业大学的MIRMI实验室中进行，该实验室拥有先进的协作机器人平台和设备，包括各种传感器、执行器和控制软件。项目将使用 ROS (Robot Operating System) 和 Simulink 来进行编程和数据分析。

#### 项目目标

- 设计并实施协作机器人系统，以提高特定生产流程的效率和安全性。
- 分析协作机器人在人机协作中的作用，以及其对生产效率的影响。

#### 项目内容

##### 系统设计

设计一个协作机器人系统，用于辅助生产线上的特定任务，如装配或质量检测。设计将考虑人机工程学、机器人的运动学和动力学。

##### 实际操作

在慕尼黑工业大学机器人和机器智能实验室 (MIRMI)，学生将亲手操作协作机器人，进行编程和测试。实验室提供了一个真实的工业环境，让学生能够实际操作和测试协作机器人。

##### 性能评估

学生将评估协作机器人系统的性能，包括生产效率、准确性和安全性，基于实际生产数据和机器人的运行表现，提出改进方案。

# 核心师资：慕尼黑工业大学资深教授

## CORE FACULTY



**Prof. Birgit Vogel-Heuser**

自动化与信息系统系主任  
TUM工程与设计学院

Birgit Vogel-Heuser 教授是自动化与控制工程领域的知名专家，特别在智能制造、工业自动化系统和嵌入式控制系统方面具有深厚的学术积淀。她的研究主要集中在工业4.0背景下的智能技术应用，特别是物联网、大数据和人工智能在生产系统中的集成与优化。Vogel-Heuser 教授致力于推动自动化技术与传统制造业的深度融合，推动智能化生产线的变革。

她在自动化系统、嵌入式系统及机器人技术方面的创新性工作，使她成为该领域国际公认的领军人物之一。Vogel-Heuser 教授的研究成果广泛应用于工业界，并促进了多个跨学科项目的发展，为工业自动化和机器人技术的未来方向做出了重要贡献。



**Prof. Dr. Sami Haddadin**

机器人与机器智能研究所(MIRMI)主任  
TUM计算、信息与技术学院

Sami Haddadin 教授是机器人技术和人工智能领域的顶尖专家。他的研究涵盖了机器人与人类的互动、具身智能(Embodied AI)以及认知机器人系统的开发。Haddadin 教授最近的研究集中在提高机器人在工业环境中的适应性和安全性，尤其是在人与机器人协作至关重要的场合。

他在机器人与人工智能领域的贡献得到了国际上的广泛认可，使他成为该领域最具影响力的研究者之一。同时，Haddadin 教授是2017年的德意志未来奖(Deutscher Zukunftspreis)以及2019年的戈特弗里德·莱布尼茨奖(Leibniz Prize)获得者。



# 企业课堂：智触行业前沿，了解工业5.0的产业应用和挑战

## INDUSTRY & ENTERPRISE VISITS

### Leibnitz Supercomputing Centre

#### 莱布尼茨超级电脑中心

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。



### BMW Group Plant Munich

#### 宝马世界

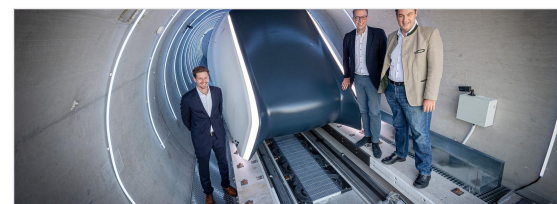
享誉世界的汽车品牌——宝马的诞生地宝马工厂，也是欧洲最大的智能制造工厂，德国智能制造的代表，也是德国的标志性产业龙头。



### TUM Hyperloop

#### 超级高铁项目

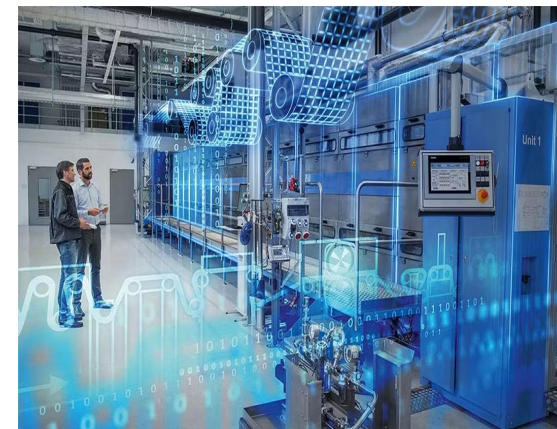
慕尼黑超级高铁团队在开发和测试关键技术方面取得了显著进展，这些技术对于实现超级高铁至关重要，包括真空管道设计、磁悬浮技术和推进系统的创新。该团队通过参与由SpaceX组织的超级高铁舱竞赛（Hyperloop Pod Competition）而获得国际认可。在这项竞赛中，来自世界各地的大学团队竞争开发最佳的超级高铁舱原型。



### Siemens Munich

#### 西门子慕尼黑

西门子专注于高端自动化与数字化技术的研发与应用，是全球领先的数字化转型解决方案供应商之一。其位于慕尼黑的工厂内汇聚了来自世界各地的工程师与技术专家，致力于推动工业4.0乃至工业5.0的技术革新。西门子慕尼黑不仅代表了企业的创新力，也展示了其在智能制造和数字化解决方案中的全球领先地位。



\*参访案例仅供参考，具体参访行程与内容以实际安排为准



- 2025暑假前沿学科项目

# 慕尼黑工业大学 智能能源管理

Technische Universität München  
Smart Energy Management

**TUM** Technische  
Universität  
München

**tumint**

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



# 项目概览

## PROGRAM OVERVIEW

### 项目概要

本项目的课程内容涉及能源，电气工程、电化学、材料科学等领域，包含电池、可再生能源转换、能源材料、氢能电化学，移动性装置、分布式电网系统等技术的开发与应用。



### 慕尼黑工业大学(TUM)的智能能源课程将以创新能源系统与能源转换和电池与移动性两个模块为主展开教学

该课程促进跨学科合作，提高解决问题的技能，鼓励创新思维。通过培养学生的理论知识、行业洞察力和多学科思维和创造力，帮助他们适应多领域发展的环境趋势，开发技术应用能力，驾驭能源产业的动态环境，灵活应对行业内的机遇和挑战。



### 项目重点成果

低碳智慧能源管理实践项目：学生将在协作共创空间内以小组形式工作，运用所学知识将技术和方法应用到课题中，提供面向未来产业发展趋势的智能能源设计。



# 项目背景

## PROGRAM BACKGROUND

### ■ 全球能源转型时代背景下 慕尼黑工业大学致力于开发智能能源管理领域最前沿的技术和方法 促进更高效更环境友好的能源管理模式

#### ● “这是化石燃料时代终结的开始。”——联合国气候变化组织

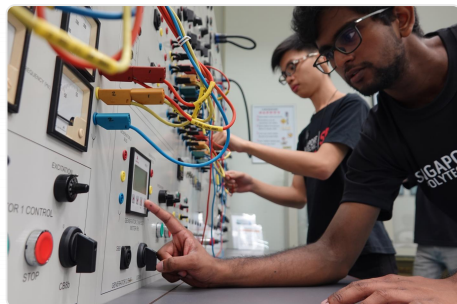
全球正在迎来能源转型的重大历史机遇，以化石能源为主的能源体系正在逐步转为“清洁能源+智能电网+先进储能+互联网络化应用”的新型体系。电力系统及其相关产业作为我国国民经济的核心支柱性产业，其下的细分专业，如电气工程及其自动化、可再生能源转换、能源互联网、能源材料等，负责研究和解决电能的生产、传输、变换和使用过程中的一系列科学和工程问题。基于电气工程等基础专业，新型能源研究在近年来拓展了先进能源动力、碳中和、节能环保等多个领域的前沿技术课题，为新能源开发指引了方向。在此方向上，储能技术（电池）、制氢储氢技术、氢能利用技术、分布式能源技术、以及先进节能环保技术的研究开发将推动能源转型的进程。

#### ● 慕尼黑已成为欧洲能源存储、智能电网技术和电动出行研究与创新的领先中心

尽管全球可再生能源的发电量增长迅速，但在升级基础设施（如电网、存储系统）和整合电动出行方面，仍然面临挑战，要充分利用无限的可再生能源供应。同时，慕尼黑还面临着将电动出行整合到电力系统中的挑战。电动汽车的广泛采用既给现代电网基础设施带来了挑战，也带来了机遇。智能电网在满足可持续交通日益增长的需求和确保电动出行系统的顺利整合方面起着关键作用。此外，电网技术的创新还受到电力系统现代化和数字化需求的推动。开发能够整合能源消费者和生产者、电动出行及电热转换概念的灵活智能电网，对于构建全面的可再生能源系统至关重要。



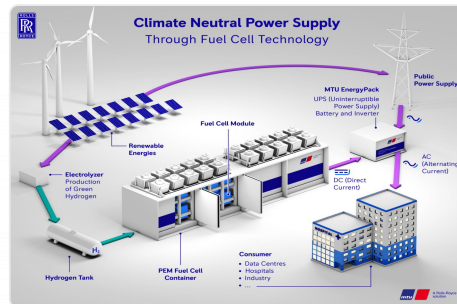
可再生资源



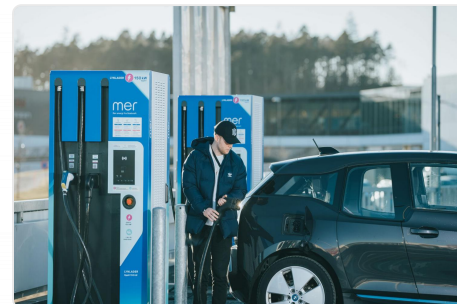
电气工程



氢能技术



燃料电池



电动出行



# 慕尼黑工业大学

## ABOUT TUM

### 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。在最新一期的QS2025全球大学排名中，慕尼黑工业大学继续稳居第28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。

2025QS世界  
大学排名  
全球28

2025QS  
欧洲大学排名  
欧洲10

2025QS欧洲理工类  
大学排名  
欧洲第2

2025QS德国大学  
排名（连续10年）  
德国第1

德国精英大学  
德国最高科研  
经费大学



# 学科优势

## ADVANTAGES OF THE SUBJECT

### • TUM 在能源，材料与化学等关键学科领域一直名列全球顶尖大学之列

#### 电气与电子工程

全球排名第 **19** 位，德国排名第 **1** 位

#### 化学

全球排名第 **20** 位，德国排名第 **1** 位

#### 材料科学

全球排名第 **23** 位，德国排名第 **1** 位

TUM在基础和应用研究方面享有盛誉，其研究涵盖可再生能源、电化学储能和交通电气化等多个领域，强调工程、化学和环境科学之间的跨学科合作以解决当今的能源挑战。通过广泛的研究项目和联合实验室合作，TUM与行业建立了牢固的联系。它专注于尖端技术，推动了能源解决方案的创新，是德国领先的工程研究机构之一，一直位居欧洲前五名技术大学之列。

### • 能源动力智慧管理系统

TUM在智能电气化领域具有跨学科优势，结合了电气工程、计算机科学和能源系统工程。研究重点包括智能电网技术、能源存储系统、以及电动出行的智能管理。TUM开发的智能电网系统能够高效集成可再生能源和分布式能源，通过先进的电池管理和多电池系统优化，实现电力系统的智能调度与稳定运行。

### • 可再生资源与未来能源

TUM在可再生能源的研究涵盖了太阳能、风能和生物质能等领域。通过先进的材料科学和能源工程技术，TUM致力于提升可再生能源的效率和可持续性。在太阳能光伏技术方面，TUM研究人员开发了高效的太阳能电池和储能解决方案，显著提高了能源转化效率。在生物质能利用方面，TUM通过热化学气化技术，将生物质转化为清洁的能源载体，如合成天然气，为能源多样化和减少碳排放提供了有效途径。

### • 燃料电池与电池储能

TUM在燃料电池技术方面的研究具有世界领先地位，尤其是在低温燃料电池和电解槽的开发上取得了显著进展。TUM的研究涵盖了燃料电池的材料开发、电催化剂设计、以及电极性能优化。特别是在氢能燃料电池领域，TUM的研究推动了更高效、更耐用的燃料电池系统的实现，这对于氢能汽车和绿色交通的发展至关重要。

#### 交叉学科

#电气工程#材料学#化学#计算机科学



#### 前沿应用

#能源转换#电动出行#氢能技术

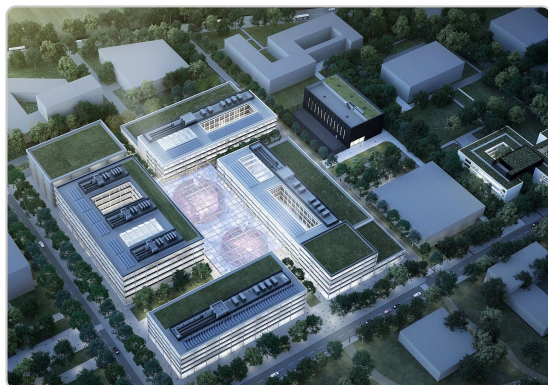


#### 三大模块

#电气智能化#可再生能源#燃料电池

# 项目亮点

## PROGRAM HIGHLIGHTS



- 慕尼黑工业大学(TUM)作为德国顶尖、全球排名前列的学术机构，其在能源及智能化领域，是全球公认的领军者之一。通过其能源研究计划，TUM在开发下一代固态电池以及新的能源存储材料方面，已成为领先机构。在智能化领域，该校推动了电网技术的创新还受到电力系统现代化和数字化需求。开发能够整合能源消费者和生产者、电动出行及电热转换概念的灵活智能电网。
- 在慕尼黑，项目参与者能够得到顶尖院校，**优秀师资团队最先进实验室**和**前沿工具**的支持，在前沿研究项目中取得卓越成果的资源;为未来的研究和创新奠定坚实的基础，项目结束后将获得慕尼黑工业大学**官方项目证书**。
- 项目还将探访西门子能源 Siemens Energy和海因茨·迈尔-莱布尼茨研究中子源 Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)等**尖端科研机构**和**智能能源企业**，与未来技术的行业专家深度交流。参访过程将结合理论与应用，帮助学生构建“**智能能源**”的理念落实思路。

# 核心模块

## PROGRAM MODULES

### • 慕尼黑工业大学校园生活

- **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。
- **TUM招生官分享与TUM学生分享申请就读体验**
- 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

### Teaching Research 三维课堂 Industry

#### 教学方法

在TUM，教学与学习方法包括讲授前沿理论概念的课程，以及加强理解的实际实验。讨论和研讨会促进对关键主题的深入探索，而行业参观则为学员提供先进技术在实际应用中的第一手见解。在教程中，通过基于问题的实践学习，学生可以将理论知识应用于实际挑战，确保全面而互动的学习体验。

#### 32小时的教学课程，包含互动讲座，研讨会，辅导课及小组成果汇报

在慕尼黑工业大学式的讲座和研讨会中，学生将以小型、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32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。

### • 低碳智慧能源管理实践项目

学生将在协作共创空间内以小组形式工作，解决与课程内容和讲座相关的能源主题问题。这些项目将重点关注能源利用相关的问题，解决行业挑战，探索进展。这种动手实践的经验将提供实际的能源问题洞察，并开发学生提供智能化解决方案的实践能力。

实践项目将从以下核心研究方向中选择一个展开研究与创新

- **可再生与可持续能源系统实验**
- **太阳能热技术与光伏**
- **燃料电池与燃料分析**
- **氢能与移动性实验**
- **电池储能与材料**

学生将以这些领域为基础进行实践项目，让他们深入了解电气工程，能源转换、燃料电池和氢能源技术的前沿发展。这些项目将使学生得到了在最先进实验室和前沿工具的支持下，进行与当前行业需求和新兴趋势相符的课题研究。





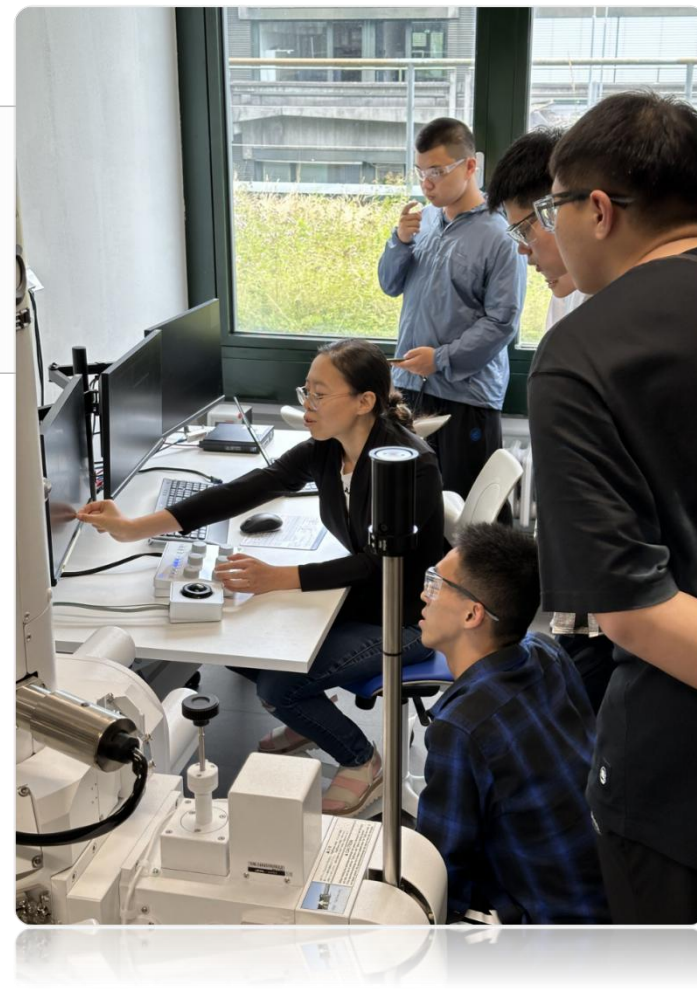
# 课程大纲

## ACADEMIC – PROVISIONAL SYLLABUS

- 本课程提供了TUM在智能能源系统、先进电池研究和可持续交通方面的核心知识，涵盖能源储存技术的最新进展，并通过跨学科方法，探索从材料到工程的整个价值链。

### 本课程提供能源转换、储存和电池技术基本原理与最新进展的全面介绍

- 学生将探索整个能源存储价值链，从材料科学和电池开发到电化学过程和工程应用。
- 课程同时采用跨学科方法，涵盖支持全球减碳努力的创新能源解决方案。
- 重点介绍能源工程中的关键方法论，关注智能和创新的能源存储技术。
- 此外，课程还强调了新型储存技术在创造可持续能源未来中的重要性，提供了有关可再生能源系统及其实际应用的见解。



# 课程大纲

## ACADEMIC – PROVISIONAL SYLLABUS

### 创新能源系统与能源转换

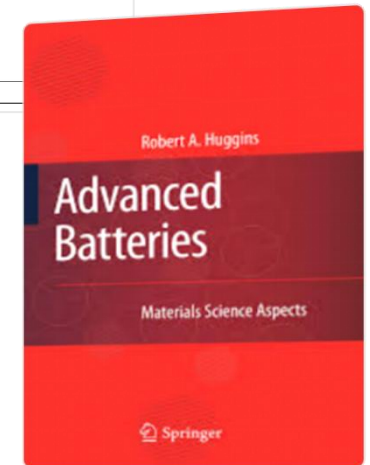
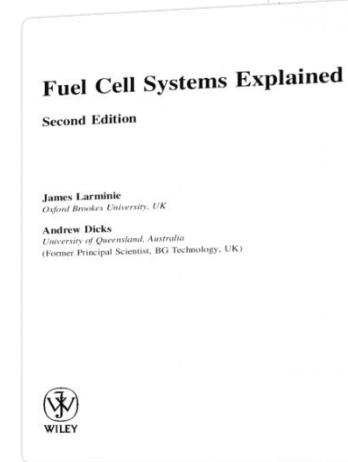
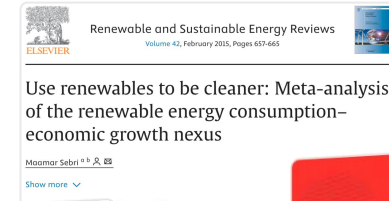
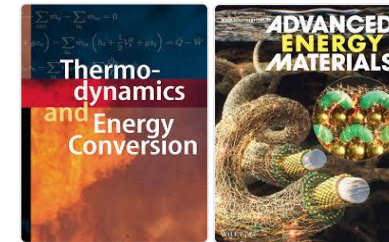
#### Innovative Energy Systems & Energy Conversion

1. Electricity and heat storages in the energy sector
2. Thermodynamics in energy conversion
3. Energy materials in advanced conversion devices (semiconductors and catalytic assemblies)
4. Decentralized grid control and renewable energy resources
5. Applications of renewable power sources and electrochemical reversion
6. Nanomaterials and nano-systems for energy applications
7. Hydrogen-based technologies in the energy system

### Batteries & Mobility

#### 电池与移动性

1. Novel materials for batteries: integration and applications
2. Electric Mobility: charging and batteries management
3. Electrochemical devices: design, safety, package
4. Hydrogen mobility and fuel cell technology
5. Energy carries for mobile applications
6. Trends in propulsion research
7. Production of renewable fuels



# 智能能源设计实践

## SMART ENERGY PROJECT

- 在低碳智慧能源管理实践项目中，参与者将被分为最多五人的小组，共同开发一个全面的研究项目。
- 每个小组将根据兴趣选择一个项目主题，进行深入研究，并在讲座指导下完善他们的想法，讲座将为他们提供该领域的最新理论和先进研究。
- 他们还将获得行业洞察，了解智能能源领域的实际应用和挑战。实践课程将帮助他们探索如何实施能源转换及智能化以提高能源利用效率。
- 在整个项目过程中，学生将与来自TUM能源研究计划的导师密切合作，开发和完善他们的工作。



学生将在以下实验室中做出选择，在协作共创空间内分组工作，重点研究与课程内容和讲座直接相关的创新主题

### 1. 可再生与可持续能源系统实验室

项目主要部分涉及使用基于计算机的方法开发解决方案

### 2. 可再生能源实验室

项目内容为扩展可再生能源，提供能源转换及分布式储存利用方案

### 3. 太阳能热技术与光伏

进行太阳能热收集器的测量，并设计用于能量捕获的移动装置

### 4. 燃料电池与燃料分析

设计一个聚合物电解质膜（PEM）燃料电池，进行基于氢的测量，并通过各种燃料分析方法研究生物燃料

### 5. 氢能与移动性实验室

该项目提供了对氢能出行的全面了解，有助于回答关于其在未来多模式交通中作用的关键研究问题



# 学科资源

## CORE FACULTY



**Prof. Dr.-Ing. Andreas Jossen**

**电气能源存储技术讲席教授  
TUM工程与设计学院**

Andreas Jossen 教授是电气能源存储技术领域的杰出专家，他的研究涵盖了静态、移动和便携应用中的电化学能源存储技术。Jossen教授特别关注电池系统的表征、建模和操作策略，并在电池管理方面有着深厚的研究背景。他致力于发展新的电池模型，以提高电池系统的效率和安全性，特别是在多电池系统的管理和优化方面有显著贡献。他还在可再生能源存储和电动出行领域展开了广泛的研究，旨在推动绿色交通和可持续能源的进步。



**Prof. Dr. Hubert A. Gasteiger**

**技术电化学讲席教授  
TUM化学系**

Hubert A. Gasteiger 教授是技术电化学领域的领军人物，他的研究主要集中在电催化剂、电活性组件和电极的开发上。Gasteiger教授在锂离子电池、低温燃料电池和电解槽等电化学系统的研究中取得了重要进展，尤其在材料降解机制和电化学反应动力学方面具有深入的理解。他的工作对于提升电池性能、延长使用寿命以及减少环境影响具有重要意义。此外，Gasteiger教授在电催化和电极设计方面的研究对推动清洁能源技术和电动交通工具的开发起到了关键作用。



**Dr.-Ing. Sebastian Fendt**

**能源系统讲席教授  
TUM工程与设计学院**

Sebastian Fendt 博士是能源系统研究领域的专家，他的研究重点包括氢能系统、残余材料利用以及生物质的热化学气化。Fendt教授特别关注于生产合成能源载体，如合成天然气，并致力于开发电转燃料和电转气体的技术。这些研究旨在提高能源转换效率和资源利用率，同时推动能源系统的可持续发展。Fendt教授的工作对氢能技术的进步、废料处理和可再生能源的集成有着重要影响，为实现清洁能源未来提供了创新的解决方案。

# 项目收获

## WHAT YOU WILL BENEFIT

### 体验慕尼黑工业大学产业和学术高度融合的氛围

零距离全方位地了解赴德留学的一手信息，从校园生活，文化交流等方面体验和融入德国严谨的学术氛围和先进的工业文化。领略慕尼黑工业大学在电气工程，新能源开发，可再生能源转换，电池，电动出行，氢能技术等领域获得多项创新成果，这些成功案例也将成为学生们学习的重要素材。

### 理解智能能源体系中过程与应用之间的联系

作为课程的一部分，学生将亲身体验TUM及其研究人员如何与行业合作。通过行业参观，他们将探索智能能源、能源转换与移动性，重点了解在现实世界情境中应用的前沿技术。访问活动将强调通过先进技术创新实现可持续、可再生的资源利用。

### 通过案例研究各项技术的交互作用

通过教程中的动手实践、基于问题的学习，学生能够将理论知识应用于实际挑战。通过了解TUM教学模式下的专业知识体系和其强大的行业合作网络，洞悉其以应用为导向的创新型研究，以及解决跨学科挑战的先进方法。

### 获得跨学科和跨组织的视角和创新思路

在TUM，跨学科合作是推动创新的关键。项目制学习方法得到最先进的实验室、先进工具和行业见解的支持，为学生提供了在前沿研究项目中脱颖而出的必要资源。这些项目旨在帮助学生理解理论过程与实际应用之间的联系，为未来的研究和创新奠定坚实基础。



# 课程优势

## PROGRAM STRENGTH

### ◎ **Interdisciplinary** > 交叉学科优质资源 知识体系交融与人才互动

项目将围绕“智能能源”的核心课题展开，包括传统的电气工程、材料科学与智能技术领域的交叉结合，由TUM各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。同时学生将接触到不同高校和专业背景的同学，共同完成课程和实践模块。

### ◎ **Advanced Technology** > 前沿科技产业应用 实验室与科技巨头紧密联合

对前沿技术开发的案例分析是了解未来技术在产业界应用的有效途径，将理论体系的剖析结合实地参访，学生将了解到最新的尖端科技的应用动态，发展和迭代历程、发展前景等。通过研究车辆与电网之间的双向互动（Vehicle-2-X）以及利用电动汽车电池作为灵活的储能解决方案，有望缓解电网拥堵并推动可靠的能源转型。参访的机构与企业包括西门子能源 Siemens Energy和海因茨·迈尔-莱布尼茨研究中子源 Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)等等，参访过程将结合理论与应用，帮助学生构建“智慧能源”的理念落实思路。

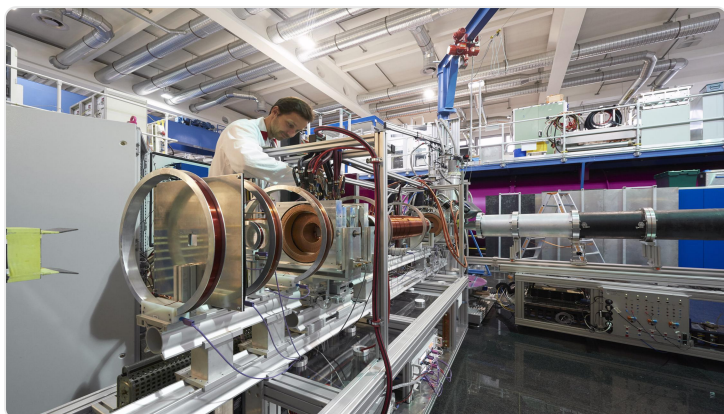
### ◎ **Achievements** > 共创合作项目成果 突出创新与应用主题

课程主题将引导学生完成低碳智慧能源管理实践项目，从可再生能源技术与系统、氢能与移动设备、燃料电池等方向展开讨论，解决面向未来的技术问题。项目结束学生将获得慕尼黑大学国际部颁发的官方项目证书，优秀的成果报告还有可能获得来自领域领军人物的推荐信。

# 校企参访实践

## ENTERPRISE VISITS

### 海因茨·迈尔-莱布尼茨 中子源研究中心 Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)



Heinz Maier-Leibnitz 中子源研究中心 (FRM II) 是慕尼黑工业大学 (TUM) 的一个企业研究中心。研究中心为学生提供了亲身实践的学习体验，让学生可以研究锂离子电池的运行情况，并探索铅和碱性电池等传统存储系统的使用。这些技术与氢和热电池等尖端可再生能源存储解决方案并驾齐驱。

### 西门子能源 SIEMENS Energy



作为领先的能源技术公司，西门子能源致力于跨整个能源领域合作，推动向可持续能源未来的转型。尽管面临复杂性和挑战，但他们正逐步取得进展。其关注点包括：扩展可再生能源、转型传统发电、加强电网、推进工业脱碳、确保可持续能源系统所需的供应链和关键矿物资源等。

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



慕尼黑能源研究企业与实验室2019年在TUM和巴伐利亚州商业、区域发展和能源部的联合倡议下成立。专注于储能技术和其他能源技术领域的研发，特别是通过材料科学、电化学、化学工艺工程、物理学和生产技术等领域的基础研究和应用研究，开展创新电池技术的研究。

2025暑假前沿学科项目

# 慕尼黑工业大学

## 万物智联：电子信息与人工智能的前沿结合

Technische Universität München

Smart Synergy of Everything:

A Cutting-Edge Integration of Electronic Informatics and Artificial Intelligence



TUM. The Entrepreneurial University

Innovation durch Talente, Exzellenz und Verantwortung

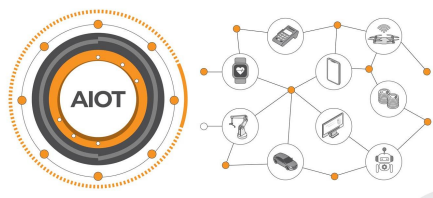
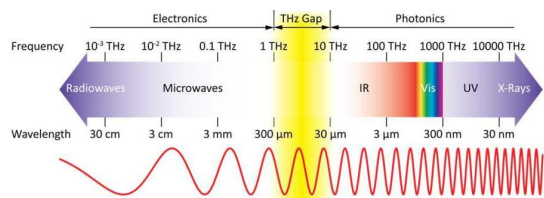


# 项目背景

## 万物智联：通信技术与人工智能的融合

**万物智联**，作为当下科技发展的前沿趋势，与**电子信息科技**紧密相连，专业所学的**电路原理、信号处理、通信技术**等是**万物智联技术**的根基，助力其完成数据采集、传输与处理，为万物智联提供硬件支撑与通信保障，是推动该技术发展、拓展应用的关键力量。

相比将各类设备简单地连接，万物智联注重于**赋予设备感知、思考与决策能力**，这意味着该领域还需融合**先进的传感器与人工智能技术**。依托先进的通信技术、智能算法和数据分析，万物智联达成了设备间高效的信息交互与协同工作，构建起智能、自动化且适应性强的庞大网络体系。



本项目由**前沿课程、实践项目以及产业参访**组成。旨在让学生**全方位的了解万物智联技术**，项目内容将涉及以下层面：

- “万” -- 实地观察技术的众多应用场景与涉及对象
- “物” -- 研究技术相关的通信、传感硬件与终端设备
- “智” -- 学习人工智能原理，掌握智能算法和数据分析的相关技能
- “联” -- 接触先进的信号处理与通信技术

## 德国慕尼黑：得天独厚的产业与科研优势

德国具备完备的工业体系，在机械制造、汽车、化工等诸多领域处于世界领先，其**深厚的工业底蕴与前瞻性的战略部署**，为万物智联技术发展营造了良好环境，德国企业在工业自动化和信息化融合上经验丰富，能精准实现设备互联、数据互通。

德国众多科研机构 and 高校为万物智联技术提供了强大智力支持，以**慕尼黑工业大学**为代表的高校在**电子通信技术、人工智能**等领域开展了诸多前沿研究，并培养了众多专业人才。

**慕尼黑与其周边地区是万物智联技术应用的前沿**。在以西门子为首的智能工厂中，各生产环节借助该技术实现无缝协同，效率与质量双升；在智能驾驶与近期兴起的空中交通领域，慕尼黑地区的宝马、Mini、奥迪等车企以及空客、Lilium等飞行科技企业均可借助万物智联推动自动驾驶和交通调度的进步。



# 学校优势

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

### ➤ 电子信息工程领域的卓越成果

慕尼黑工业大学（TUM）在电子信息工程应用领域成果卓越。院校领导了如6G Future Lab Bavaria、6G Life 等欧洲领先的科研项目，探索太赫兹通信技术，研发出新型天线与射频前端器件，提出自适应波束赋形算法，增强信号覆盖与稳定性，推动 6G 网络资源高效利用。

在网络架构方面，TUM 研究人员积极参与 6G 网络架构的创新设计，提出了一些具有前瞻性的网络架构方案，如基于软件定义网络（SDN）和网络功能虚拟化（NFV）的 6G 网络架构，能够实现网络资源的灵活调配和高效利用。

TUM 在智能图像与视频处理领域处于国际领先水平。研究团队运用深度学习等人工智能技术，开展图像识别、目标检测、视频分析等方面的研究。他们开发的一些图像识别算法在国际竞赛中取得了优异成绩，在医学图像分析、安防监控等领域具有重要的应用价值。

### ➤ 与产业的紧密合作

TUM地处工业中心慕尼黑，拥有得天独厚的技术合作优势。TUM与宝马（BMW）、西门子（Siemens）等德国知名企业合作，通过密切的技术的交流与应用实践，实现互利共赢。

### ➤ 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** 2025QS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** 2025QS欧洲理工类大学排名

**10th** 2025QS欧洲大学排名

**28th** 2025QS世界大学排名

# 项目概览

## PROGRAM OVERVIEW

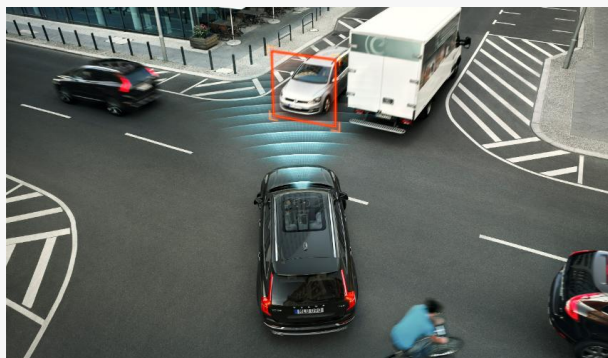
项目引入“**三维课堂**”概念，深入探讨万物智联所涉及的技术与应用场景。旨在从**学术、实践和产业**三个维度出发，提供理论与实践相结合的多维学习体验。

### 学术前沿



项目包含电子信息工程技术相关的前沿课程，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计算、信息与技术学院以及学院合作的科研平台进行实际操作。学生可选择智能交通领域的课题，进行自动驾驶汽车与空中交通方面的算法优化、虚拟仿真和数据分析。学生也可使用智能工厂与数字孪生模型，模拟并优化工业流程，通过虚拟仿真和数据分析，解决产品开发上的实际问题。

### 产业应用



通过与实际工业环境的接触，深入了解万物智联技术在产业的应用。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。



# 核心师资



**Prof. Birgit Vogel-Heuser**

自动化与信息系统系主任  
TUM工程与设计学院

Birgit Vogel-Heuser 教授是自动化与控制工程领域的知名专家，特别在智能制造、工业自动化系统和嵌入式控制系统方面具有深厚的学术积淀。她的研究主要集中在工业4.0背景下的智能技术应用，特别是物联网、大数据和人工智能在生产系统中的集成与优化。Vogel-Heuser 教授致力于推动自动化技术与传统制造业的深度融合，推动智能化生产线的变革。



**Prof. Dr. Sami Haddadin**

机器人与机器智能研究所主任  
TUM计算、信息与技术学院

Sami Haddadin 教授是机器人技术和人工智能领域的顶尖专家。他的研究涵盖了机器人与人类的互动、具身智能(Embodied AI)以及认知机器人系统的开发。Haddadin 教授最近的研究集中在提高机器人在工业环境中的适应性和安全性，尤其是在人与机器人协作至关重要的场合。



**Prof. Dr.-Ing.  
Wolfgang Kellerer**

通信网络教席主任  
TUM计算、信息与技术学院

Wolfgang Kellerer教授在自适应、可编程通信网络方面的基础研究在国际上享有盛誉。他的研究重点是通信系统的灵活自适应资源管理和控制，以支持异构要求，包括超低延迟、触觉控制和面向6G的弹性。研究方法包括网络的测量、优化、跨层设计、性能评估和人工智能。



**Prof. Dr. sc.techn.  
Andreas Herkersdorf**

集成系统系主任  
TUM计算、信息与技术学院

Andreas Herkersdorf 教授主持的研究领域包括特定应用多核处理器的架构、协处理器、设计方法和加速器。IP 分组交换、汽车电子嵌入式系统和视觉计算是其主要的目标应用领域。此外，他在 FPGA 平台原型开发、生物启发、自组织 MPSoC 解决方案领域以及提高系统级容错性和能效的技术方面也拥有丰富的专业知识。

# 课程体系

本项目的课程体系由**理论知识和实践项目**两部分组成，由慕尼黑工业大学教授团队进行授课。理论部分包含基础的**电子信息基础与进阶技术、传感器与人工智能技术以及万物智联的技术分析与应用**。在实践部分，学生可选择其中的一个方向，完成**电子信息工程专业相关的实践作品**。

<b>理论模块一：万物智联的技术分析</b> <ol style="list-style-type: none"><li>万物智联的发展现状与技术融合</li><li>万物智联的应用愿景</li></ol>	<b>理论模块四：自适应学习与决策</b> <ol style="list-style-type: none"><li>深度学习与强化学习</li><li>自主学习模型与自适应优化</li><li>分布式云网络架构</li><li>边缘计算原理</li></ol>	<b>实践方向一：</b> <b>数字孪生-智能工业设备感知</b> 学生需开发一个智能化的工业设备监控系统，能够实时感知并分析设备的运行状态，精确诊断潜在故障并提前发出预警，帮助减少停机时间，提高生产效率。	<b>实践方向二：</b> <b>具身智能-制造业缺陷检测机械臂</b> 学生将利用电子工程技术搭建搭建含机械臂、传感器的硬件平台并调试电路，融合具身智能算法，使机械臂自主适应环境、学习检测策略，提升检测效果。
<b>理论模块二：信号系统与数字信号处理</b> <ol style="list-style-type: none"><li>信号系统与处理技术基础知识</li><li>连续时间与离散时间信号学习</li><li>数字信号处理：数字表示、滤波和谱分析</li></ol>	<b>理论模块五：多传感器融合</b> <ol style="list-style-type: none"><li>视觉感知：雷达与摄像头技术</li><li>环境感知：温度、湿度、气压与光照测量</li><li>位置与运动传感：定位、加速度传感、陀螺仪与磁力感测</li></ol>	<b>实践方向三：</b> <b>陆地交通-无人驾驶汽车</b> 学生将深入研究自动驾驶车辆常用传感器（如激光雷达、毫米波雷达、摄像头）的工作原理和信号特性，设计并实现针对不同传感器信号的预处理算法，提高信号质量。	<b>实践方向四：</b> <b>空中交通-城市低空交通协同</b> 学生将设计一个“基于传感器的城市空中交通简易模拟监测系统”，学生需要利用常见的电子传感器和开发板，搭建一个简易的城市空中交通模拟监测系统，实现对模拟飞行目标的位置和速度监测。
<b>理论模块三：先进通信技术</b> <ol style="list-style-type: none"><li>太赫兹频段通信</li><li>大规模MIMO技术</li><li>量子通信</li></ol>	<b>理论模块六：万物智联的产业应用</b> <ol style="list-style-type: none"><li>工业互联网</li><li>智能交通</li></ol>		

## 理论与实践结合 - 认知与技能的全面提升

接触前沿课题与案例能够拓宽学生的视野并丰富知识储备，为巩固学生对于所学知识理解，学生需完成针对专业领域所需技能进行实操练习，通过以上理论与实践的结合，学生在专业领域的综合能力将得到全面提升。

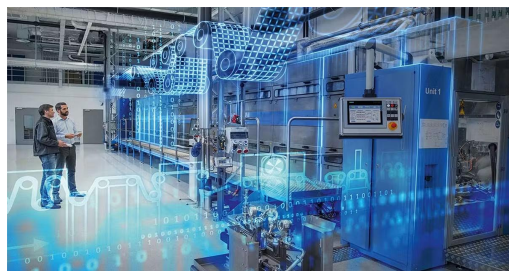
本项目还为学生安排了慕尼黑地区的多个校企参访活动，包括慕尼黑莱布尼茨超级电脑中心、西门子、宝马世界的参访，学生有机会沉浸式体验并实地观察细节。学生也有机会了解工科领域的尖端技术和发展方向，了解工业系统里各方之间的协同作用，有利于眼界的开拓与跨学科思维的构建。



## 莱布尼茨超级电脑中心

### Leibnitz Supercomputing Centre

莱布尼茨超级电脑中心是德国重要的高性能计算研究机构，隶属于巴伐利亚科学院和人文学院、德国莱布尼茨协会。它拥有先进的高性能计算集群与 PB 级存储系统。在气候、生命科学、工程材料等领域应用广泛，助力科研发展。此外，中心开展教育培训提升人员能力，还积极进行国际合作，共享成果，在高性能计算领域具有重要地位和广泛影响力。



## 西门子慕尼黑

### Siemens Munich

西门子专注于高端自动化与数字化技术的研发与应用，是全球领先的数字化转型解决方案供应商之一。其位于慕尼黑的工厂内汇聚了来自世界各地的工程师与技术专家，致力于推动工业4.0乃至工业5.0的技术革新。西门子慕尼黑不仅代表了企业的创新力，也展示了其在智能制造和数字化解决方案中的全球领先地位。



## 宝马世界

### BMW World

BMW World（宝马世界）位于德国慕尼黑奥林匹克公园附近，与宝马总部四缸大厦、宝马博物馆相邻，拥有多个展示区域，按照不同的主题和项目区分，展示宝马各技术领域的创新成果，以及宝马品牌的历史、文化和发展历程，展示方式包括各种全球最奢侈的电子展示设备，触摸、声控、感应一应俱全。



## 学科认知与专业技能的全面提升

通过深入学习万物智联所涉及的诸多技术领域，学生将获得跨学科的专业知识，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。

学生还能通过实践项目，掌握数据处理、实时建模、深度学习和强化学习的模型算法优化等核心技能，学会如何将理论知识应用于实际问题，提升解决复杂问题的能力。



## 实践技术前沿，引领新工科未来

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，学生能了解万物智联技术的应用场景，掌握工业设备监控、故障预测等系统的设计与实现方法，获得宝贵的技术应用经验，增强解决实际工程问题的能力。



## 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，学生们能够亲眼见证先进通信技术在制造业中的应用。这些参访将使学生了解这些技术如何提高生产效率增强生产灵活性，并响应市场变化。学生们得以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

学生能够获得慕尼黑工业大学官方证书和教师团队的推荐信，亲身体验慕尼黑工业大学极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。



# 慕尼黑工业大学 光电学科前沿技术应用

Technische Universität München

Frontier Technology Applications in Optoelectronics

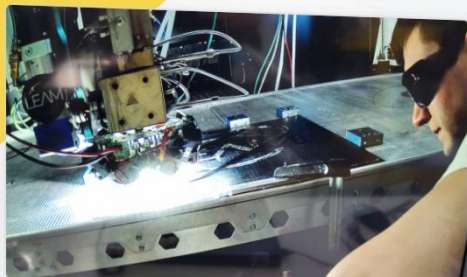


TUM. The Entrepreneurial University  
Innovation durch Talente, Exzellenz und Verantwortung



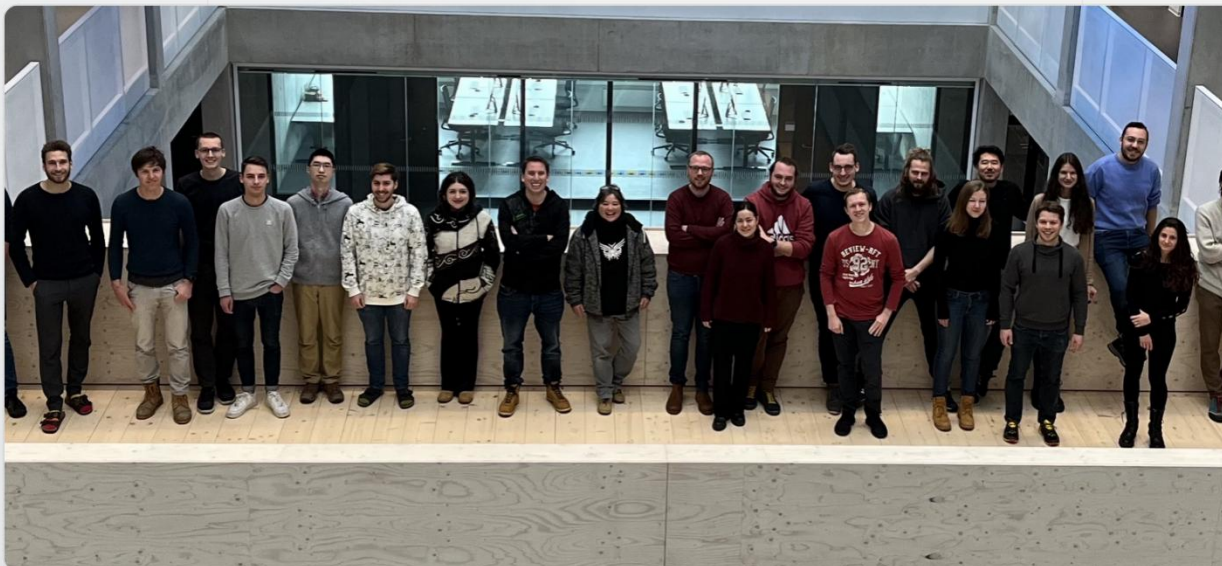
### 项目概要

本项目提供了关键技术的全面介绍，包括光通信与光网络、激光技术、光电子器件、光学成像和传感等。学生将通过探索光电子学在量子信息、人工智能和新兴光电子材料等领域的应用，获得对光电子学前沿的全面理解。学生将深入研究各种对未来信息技术发展至关重要的光电子系统，获取对这个动态领域的理论和实践方面的深刻见解。



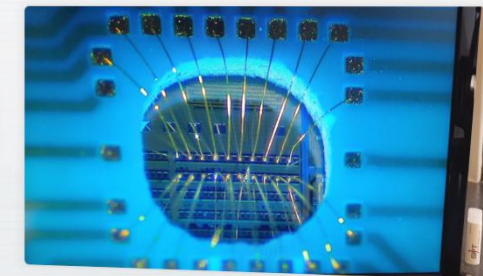
### 慕尼黑工业大学(TUM)光电子学课程将以光电子学在慕尼黑的前沿技术应用为核心展开教学

慕尼黑工业大学光电子学前沿技术应用项目旨在为学生提供世界顶级大学的学习体验，重点关注光电子学的前沿技术，致力于让学生深入了解纳米尺度上的光子和光电子现象，这些现象在基础科学和技术发展中具有核心地位。学生将通过系统学习光通信与光网络、激光技术、光电子器件、光学成像与传感等模块的课程内容，掌握最新的科研成果和应用技术。



### 项目重点成果

**光电学科前沿技术应用实践项目：**学生将在协作共创空间内以小组形式工作，运用所学知识将技术和方法应用到课题中，提供面向未来光电子学技术开发与应用的思路。





慕尼黑工业大学一直处于光学与光电子学研究的前沿 吸引了全球最顶尖的光电企业 具备丰富的光学产业集群资源

### 光电子学崛起：全球前沿技术的创新引擎

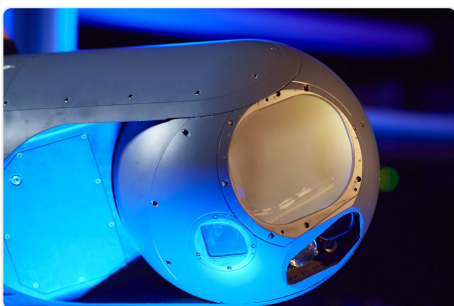
光电子学是现代科学技术的前沿领域之一，涵盖了从基础研究到实际应用的广泛内容。随着科技的飞速发展，光电子技术在通信、计算、医疗、传感等多个领域中的应用越来越广泛，成为推动信息技术和高新技术产业发展的重要力量。光电子学前沿技术涉及光通信、激光技术、光电子器件、光学成像和传感等多个方面，涵盖了从微观纳米尺度到宏观系统集成的广泛范围。

在中国近年的光电子学前沿技术的研究和应用布局中，趋势将继续围绕通信技术、量子信息、先进光电工程和医疗设备等领域展开。国家自然科学基金（NSFC）的资金主要投入方向为超快激光技术、光通信与量子光学、光子集成电路等。除了以上领域，激光制造与加工及光学传感与成像等领域也涌现出一些具有全球竞争力的先进技术。在此时代背景下，领域内的国际交流学习将促进高校发展学科优势，拓展学生的科研与技术革新思路，掌握国际产业与技术的前沿动态。

### 慕尼黑作为全球光学产业中心，汇聚顶尖企业研发机构，推动光子学和激光技术等领域的创新发展

光子学已经发展成为德国最重要的未来产业之一，并成为创新和增长的发动机。德国光学工业有着深厚的历史根基，早在19世纪就已经发展起来。卡尔·蔡司（Carl Zeiss）、莱卡（Leica）和施耐德（Schneider）等公司在光学仪器的制造和创新方面有着重要贡献。这些企业在包括激光技术、照明、显微镜和成像在内的许多光子学领域处于世界领先地位。图像处理 and 测量技术（占22%的全球该行业的市场份额）、医疗技术和生命科学（19%）、光学元件和系统（18%）、生产技术（15%）代表了德国主要的光电子产业。德国光学工业的产品应用范围非常广泛，从消费电子产品（如相机和智能手机镜头）到工业设备（如精密测量仪器）以及医疗设备（如显微镜和内窥镜）等各个领域。

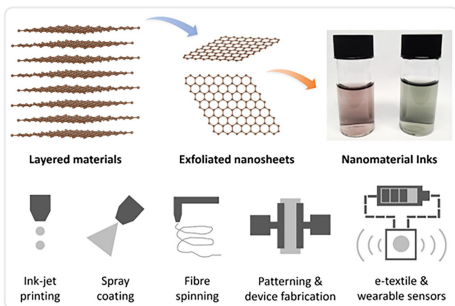
慕尼黑是全球重要的光学产业中心之一，全球最顶尖的光学机构马克斯-普朗克量子光学研究所（Max Planck Institute of Quantum Optics）就位于慕尼黑，此外还聚集了大量的包括卡尔·蔡司（Carl Zeiss）、莱卡（Leica）等全球顶尖光学企业的研发中心和实验室。



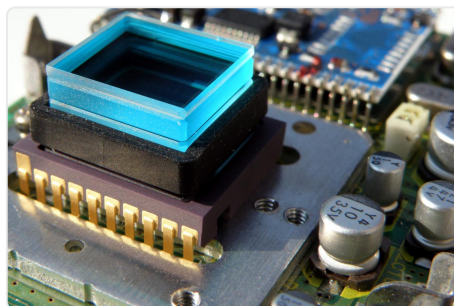
光学传感



量子信息



纳米材料



光电子器件



激光技术

# 关于慕尼黑工业大学

ABOUT TUM



## ● 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，长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。在最新一期的QS2025全球大学排名中，慕尼黑工业大学继续稳居第28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

TUM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2025QS世界大学排名第28位，德国第1，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。

2025QS世界  
大学排名  
全球28

2025QS  
欧洲大学排名  
欧洲10

2025QS欧洲理工类  
大学排名  
欧洲第2

2025QS德国大学  
排名（连续10年）  
德国第1

德国精英大学  
德国最高科研  
经费大学



### TUM 在物理，光电工程与材料等关键学科领域一直名列全球顶尖大学之列

<p><b>物理学</b> 全球排名第 <b>16</b> 位，德国排名第 <b>1</b> 位</p>	<p><b>电子工程</b> 全球排名第 <b>19</b> 位，德国排名第 <b>1</b> 位</p>	<p><b>材料科学</b> 全球排名第 <b>23</b> 位，德国排名第 <b>1</b> 位</p>
--	---	---

慕尼黑工业大学(TUM)一直处于光学与光电子学研究的前沿，研究领域包括非线性量子光学、阿秒激光、激光光谱、量子动力学、维纳光学、计算光学、微波光子学、光电子集成光子学、成像传感显示等。慕尼黑在光学领域的杰出代表包括1986年诺贝尔物理学奖获得者、“电子显微镜之父”恩斯特·奥古斯特·弗里德里希·鲁斯卡(Ernst August Friedrich Ruska)教授，2023年诺贝尔物理学奖获得者、“阿秒激光”的发现者德国马克斯·普朗克量子光学研究所的费伦茨·克劳斯(Krausz Ferenc)教授。

### 新兴光电材料

沃尔特-肖特基研究所 (WSI) 在建立众多合作研究中心和国家研究计划方面发挥了关键作用。该研究所目前的研究主题包括纳米级材料科学、新型光谱和分析方法、量子信息科学与技术以及能源科学。该研究所在新兴材料（如 III 族锑化物）和二维材料（如石墨烯、拓扑绝缘体和过渡金属二钙化物）方面的工作进一步巩固了其声誉。

### 光电子学在量子与纳米技术领域的应用

WSI研究各种光电系统，从量子发射器和等离子体纳米结构到用于未来信息技术的超快太赫兹电路，通过案例研究实现技术创新。WSI探索实现新型半导体器件在超快电子学和光电子学中的应用，他们将深入学习基础物理学，重点研究低维系统的电子和光学特性，为进入光子学和光电子学研发领域的前沿做好准备。

### 激光技术

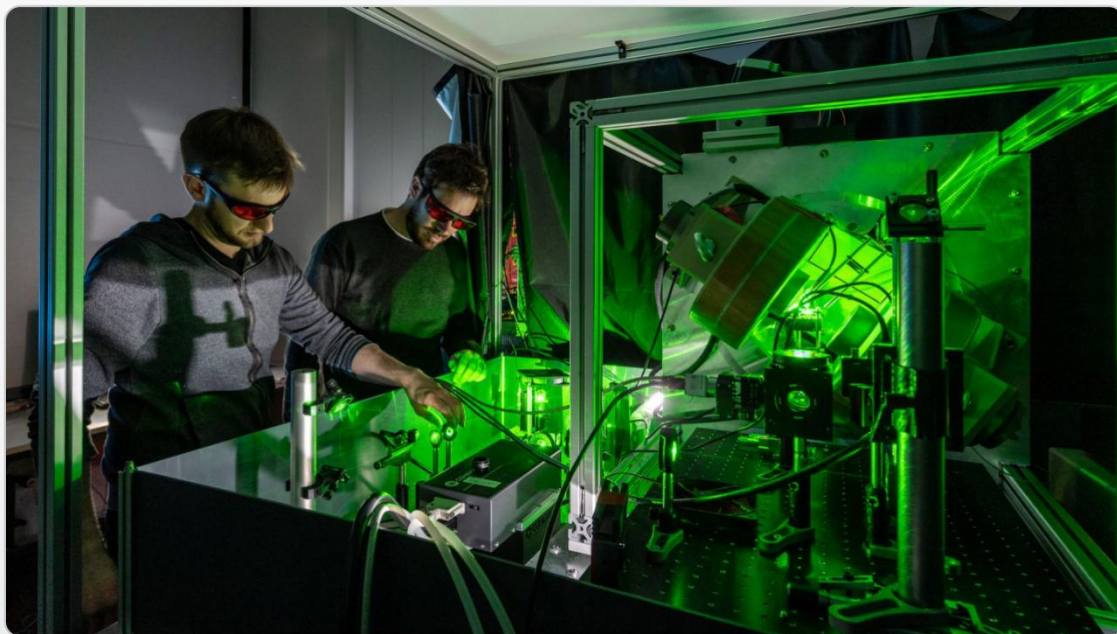
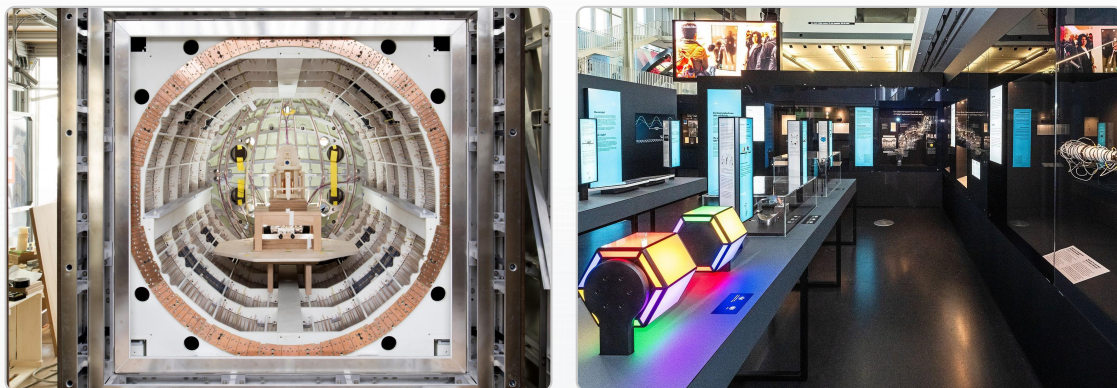
TUM 拥有多个专注于激光技术的研究中心和实验室，这些机构在激光科学和应用研究方面处于国际领先水平。比如慕尼黑激光技术研究所 (Munich Institute of Laser Technology)，其研究方向包括激光制造技术、激光材料加工、激光成像技术、以及激光在医学中的应用等，强调与工业界的紧密合作，并在激光技术的商业化和产业化方面发挥了重要作用。

**交叉学科**  
#物理学#材料科学#电子工程

**前沿应用**  
#传感技术#激光技术#纳米技术

**三大模块**  
#光电子学#量子信息与计算#光电器件





- 慕尼黑作为德国和欧洲的重要科技和创新中心，拥有丰富的光学产业集群资源，包括卡尔蔡司、欧司朗、阿斯麦（ASML）等在慕尼黑均设有研发中心。巴伐利亚光子学网络（Bavarian Photonics Network）和德国光学学会（Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik, DGaO）也位于慕尼黑，每年的慕尼黑国际光电展（Laser World of Photonics）吸引了全球最顶尖的光电企业在此展示他们的最先进的产品。这些资源和机构共同构成了慕尼黑丰富的光学产业集群，推动了光学技术的发展和 innovation。

- 在慕尼黑，项目参与者能够得到顶尖院校，**优秀师资团队最先进实验室**和**前沿工具**的支持，在前沿研究项目中取得卓越成果的资源；为未来的研究和创新奠定坚实的基础，项目结束后将获得慕尼黑工业大学**官方项目证书**。

- 项目还将探访马克斯-普朗克量子光学研究所 Max Planck Institute of Quantum Optics 和 Carl Zeiss Microscopy GmbH München 卡尔蔡司光学公司等**尖端科研机构**和**光学产业**，与未来技术的行业专家深度交流。参访过程将结合理论与应用，帮助学生构建“**光电子技术前沿应用**”的产业理解。

### 慕尼黑工业大学校园生活

- **市中心校区**。位于慕尼黑 Maxvorstadt 区、Königsplatz 广场和 Pinakotheken 艺术博物馆之间一座历史悠久的校区，被研究机构所环绕，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。
- **TUM招生官分享与TUM学生分享申请就读体验**
- 与 TUM 的新创企业会面
- 参观慕尼黑工业大学创业中心
- 参观TUM大学图书馆分馆



### 学术前沿、科研实践、产业课堂 三维课堂

#### 教学方法

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。

#### 32小时的教学课程，包含互动讲座，研讨会，辅导课及小组成果分享

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，对主题进行独立思考，鼓励批判性思维。

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，追求全面而有效的学习体验。



### 光电前沿技术应用实践项目

在实践项目中，参与者将被分为最多五人的小组，共同开发一个全面的研究项目。每个小组将根据兴趣选择一个项目主题，进行深入研究，并在讲座指导下完善他们的想法，讲座将为他们提供该领域的最新理论和先进研究。他们还将获得行业洞察，了解光电子领域技术开发与前沿应用的过程与逻辑。实践课程将帮助他们探索如何实施前沿技术应用。

TUM在光电工程领域处于领先地位，学生的毕业设计将重点关注某个细分技术领域，如：

- **计算光子学**
- **光学探测器和接收器**
- **2D纳米材料的应用**
- **光伏器件与集成电路的智能化应用**

学生将以这些领域为基础进行毕业设计项目，深入了解光电工程，光电材料和相关前沿技术发展。实践项目将使学生得到最先进实验室和前沿工具的支持，并进行与当前行业需求和新兴趋势相符的课题研究。





本课程提供了TUM在光电子学、量子信息与计算、新兴光电子材料与器件、光学传感与测绘仪器和激光技术等领域前沿技术应用的信息，涵盖光电工程最新进展，并通过跨学科方法，探索从材料到工程的整个价值链。

- 理论部分，课程涵盖包括光通信与光网络、激光技术、光电子器件、光学成像和传感等多项前沿技术。
- 学生将重点探索光电子学在量子信息、超快光电子学与纳米光子学和新兴光电子材料等领域的应用。
- 课程深入研究各种对未来信息技术发展至关重要的光电子系统，加强学生对这个动态领域的理论和实践方面的深刻见解。

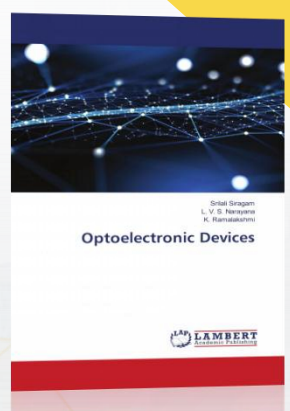
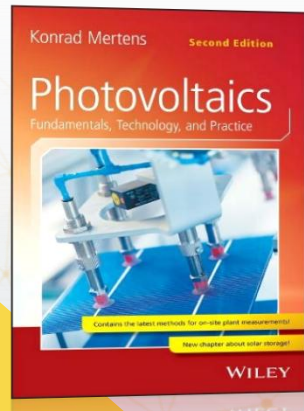




### 基础课程主题

#### Basic Topics

- 光电子学基础
- 光学成像与传感技术
- 光电子器件与集成电路
- 激光技术与应用
- 光网络与光传感网络
- 光电子学在生命科学中的应用
- 光电子学在量子信息与计算中的应用
- 新兴光电子学技术与材料
- 光电子学与人工智能的交叉应用
- 未来趋势展望与项目实践介绍



### 项目课程内容

#### Module content

#### 1. Emerging Photonics Technologies and Materials

在新兴光子技术与材料模块中，学生将探索2D材料和新型光子器件的设计与应用，深入了解硅光子学技术以及硅纳米颗粒在高速光子调制器设计中的优化与权衡。

#### 2. Photovoltaics and Semiconductor Devices

在光伏和半导体器件模块中，学生将学习集成量子光学和光计算的基础知识，探索不同材料的光学特性和基础半导体的特性，以及光探测器的设计与应用。

#### 3. Quantum Metrology and Sensing

在量子计量和传感模块中，学生将深入了解光学成像和传感技术，探索光网络和光传感器网络的应用，以及面向未来的光网络技术发展方向。

#### 4. Quantum Communication

在量子通信模块中，学生将研究光电子学在量子信息和计算中的应用，探讨光电子学与人工智能的交叉点，以及量子光子学的前沿技术。

\*Provisional: 此大纲仅作参考，不代表最终课程；具体课程将根据TUM教学资源情况进行调整，以实际安排为准。

#### 5. Ultrafast and Nanoscale Optoelectronics

在超快和纳米尺度光电子学模块中，学生将了解光电子器件和集成电路的设计与优化，深入研究纳米结构的电子、光学和输运特性，以及纳米技术在量子计算和其他领域的应用。

#### 6. Quantum Cascade Lasers and Laser Technology

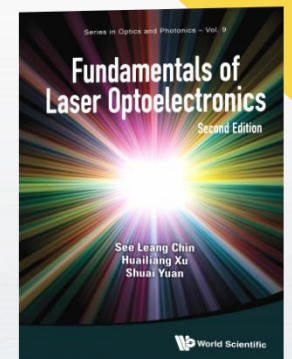
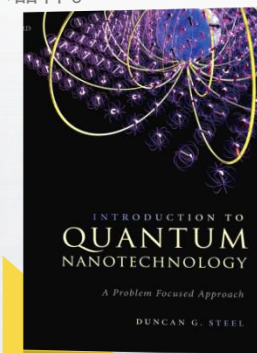
在量子级联激光器和激光技术模块中，学生将探索激光技术的基础和应用，学习量子级联激光器的设计和优化，以及在传感和通信领域中的实际应用。

#### 7. Nanowire Lasers and Ultrafast Optoelectronics

重点关注光学活性材料的集成，特别关注其超快光学特性。

#### 8. Nanoscale Optoelectronics

重点关注通过考虑原子级界面、热分布和介电环境等因素来优化纳米器件。



- 在毕业设计项目中，参与者将被分为跨学科背景的小组，共同开发一个全面的研究项目。
- 每个小组将根据兴趣选择一个项目主题，进行深入研究，并在讲座指导下完善他们的想法，讲座将为他们提供该领域的最新理论和先进研究。
- 他们还将获得行业洞察，了解光电子学的实际前沿应用和挑战。实践课程将帮助他们探索光电学科对通信、量子计算等学科的交叉和影响。
- 在整个项目过程中，学生将与来自光电学科重点实验室的导师密切合作，开发和完善他们的工作。



### 计算光子学

实践项目的核心是了解光子学中电磁现象的数值模拟，旨在让学生掌握计算方法的实用技能。重点是应用数值技术来模拟和分析各种光子系统（如波导）中光的行为，并了解光吸收和散射现象。

### 解决问题

学生将探索现实世界光子应用中的计算问题，包括光通过波导的传播以及不同材料中的光吸收和散射。这些模拟对于设计和优化传感器、激光器和光纤等光子设备至关重要。

### 数值方法

该项目将涉及实施数值方法，例如有限差分时间域、有限元法或光束传播法，以解决光子学中的二维和三维电磁场问题。

### 编程和模拟

学生将开发编程技能来实现这些数值方法，使用 MATLAB、Python 或 COMSOL Multiphysics 等软件工具来模拟光子系统中的电磁相互作用。

### 光学探测器和接收器

该主题重点介绍光学探测器和接收器的设计、模拟和分析，包括光电二极管、光电晶体管、成像传感器和 UV 到 IR 传感器。学生将探索这些设备在测量、通信和工业生产等技术领域的实际应用。

### 设备设计和仿真

学生将研究光学探测器和接收器的工作原理。他们将使用仿真工具设计和优化这些设备，以用于特定应用，例如工业测量系统、光通信设备和成像技术。

### 应用领域

该项目将探索光学探测器，包括其在精密测量仪器、自动化工业生产和光通信系统中的实际应用。通过了解这些应用，学生将理论知识与实际设备开发联系起来。

### 编程

学生将培养编程技能，使用软件工具对光学探测器和接收器的性能进行建模和仿真。这将包括优化设计以提高效率、灵敏度和降低噪音。

\*Provisional: 此实践仅作参考，不代表最终安排；具体项目将根据TUM教学资源情况进行调整，以实际安排为准。

### Labs and 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) 是慕尼黑工业大学的跨学科研究中心之一。

该研究中心的重点研究领域包括机器人学、感知和人工智能、光电子学前沿技术应用, 目标为开发以人为中心的、创新的、可持续的技术解决方案, 应对当今社会在健康、生产、环境和移动等领域面临的核心挑战。



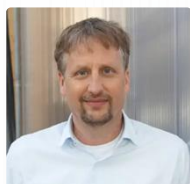
MIRMI

**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”, 该项目是欧盟光电子学前沿技术应用的重要部分。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。



### Faculty



**Prof. Dr. Alexander Holleitner**

纳米技术与纳米材料研究组负责人

他的研究领域是拓扑和纳米量子材料、纳米制造以及二维材料的原子光电子学和超快片上太赫兹电子学。2020年, 他加入沃尔特-肖特基研究所 (WSI) 并担任所长, 现任该所所长以及德国慕尼黑工业大学纳米技术和纳米材料中心 (ZNN) 主任。



**Prof. Dr. Mikhail Belkin**

贝尔金研究组负责人, 光子学与量子工程领域专家

米哈伊尔-贝尔金博士他的研究兴趣主要集中在开发光电子学和集成光子学。他的工作旨在促进这些笨重系统向基于广泛可调电泵半导体光源、光纤和集成光子学平台的紧凑型固态系统过渡。

\*以上师资仅供参考



### Interdisciplinary > 交叉学科优质资源 知识体系交融与人才互动

项目将围绕“光电子学前沿技术应用”的核心课题展开，包括光电工程、材料科学与智能技术领域的交叉结合，由TUM各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。同时学生将接触到不同高校和专业背景的同学，共同完成课程和实践模块。

### Advanced Technology > 前沿科技产业应用 实验室与科技巨头紧密联合

对前沿技术开发的案例分析是了解未来技术在产业界应用的有效途径，将理论体系的剖析结合实地参访，学生将了解到最新的尖端科技的应用动态，发展和迭代历程、发展前景等。通过研究光子学中电磁现象的数值模拟和光学设备中的材料与器件开发，学生有望将产业前沿技术运用在实践课题中。参访的机构与企业包括马斯克普朗克量子光学研究所和卡尔蔡司、徕卡等光学公司，参访过程将结合理论与应用，帮助学生深入了解前沿技术走向应用的过程。

### Achievements > 共创合作项目成果 突出创新与应用主题

课程主题将引导学生完成光电前沿技术应用实践项目，从计算光子学和光学探测和接收器等方向展开讨论，解决面向未来的技术问题。项目结束学生将获得慕尼黑大学国际部颁发的官方项目证书，优秀的成果报告还有可能获得来自领域领军人物的推荐信。

## 体验慕尼黑工业大学产业和学术高度融合的氛围

零距离全方位地了解赴德留学的一手信息，从校园生活，文化交流等方面体验和融入德国严谨的学术氛围和先进的工业文化。学生将领略慕尼黑工业大学在光电子学、量子信息与计算、新兴光电子材料与器件、光学传感与测绘仪器和激光技术等领域的应用，获得对光电子学前沿的全面理解；得到最先进的实验室、先进工具和行业见解的支持，即在前沿研究项目中脱颖而出的必要资源。

## 获得跨学科和跨组织的视角和创新思路

在TUM，跨学科合作是推动创新的关键。学生将发展出多学科的知识和技能，能够在光电子学、通信工程、材料科学等领域进行跨学科的研究和应用，从中获取对这一动态领域的理论和实践方面的深刻见解。项目还注重培养学生的跨文化交流能力，使其具备在国际化环境中工作的能力和素质。

## 了解光电子学前沿技术在慕尼黑的实际开发与应用

作为课程的一部分，学生将亲身参访如马克斯普朗克研究所等知名科研机构，以及徕卡和蔡司等全球顶尖的光学企业。这些参访活动不仅可以让学生了解最前沿的行业动态和技术发展，还能亲身体验企业的研发流程和管理模式，拓展他们的国际视野和实际操作能力。

## 积累行业相关经验并拓展具备前瞻性洞察力的眼界

项目不仅提供了一个深入了解光电子学前沿技术的平台，还为学生的未来职业发展和科研道路提供了坚实的基础和宝贵的经验。这将使学生在快速发展的光电子技术领域中更好地应对挑战和抓住机遇，为他们的职业生涯开创更广阔的前景。

### Carl Zeiss Microscopy GmbH München 卡尔蔡司光学公司

卡尔·蔡司（Carl Zeiss AG）是一家总部位于德国的全球领先光学和光电技术公司，成立于1846年。公司由卡尔·蔡司（Carl Zeiss）创办，以制造显微镜起家，现已发展成为光学、半导体制造设备、医疗技术、显微镜、工业测量和运动光学等多个领域的技术领导者。蔡司的产品广泛应用于科研、医疗、工业和消费市场，包括显微镜、眼科设备、摄影镜头、双筒望远镜和行车记录仪等。凭借持续的创新和高品质，蔡司在全球范围内赢得了良好的声誉，推动了许多科学和技术进步。蔡司致力于通过精密光学和成像技术改善人类生活，追求卓越品质和创新，不断推动行业前沿发展。



### Max Planck Institute of Quantum Optics 马克斯普朗克量子光学研究所

研究所利用光与物质波粒二象性的两个极端状态探索光与量子系统的相互作用。研究所的研究方向包括极低温下的量子物质、量子光学、阿秒和高场物理：极短时间尺度上的实验、单光子和单个原子实验、氢和类氢原子的高精度光谱学以及量子物质、量子网络等。





• 2025暑假前沿学科项目

# 慕尼黑工业大学 超级计算与工业具身智能

Technische Universität München  
SUPERCOMPUTING AND EMBODIED INTELLIGENCE IN INDUSTRY



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

# 项目背景

## PROGRAM BACKGROUND

### ■ 超级计算为工业具身智能提供**高效计算能力**，实现**实时、多模态处理和复杂环境适应**，推动**工业智能化、自动化**

超级计算是指使用超级计算机（Supercomputers）进行大规模、复杂的计算任务。它在密码学、图像处理、模拟气候变化、设计新型材料、药物研发、核试验模拟、天体物理学等领域发挥着重要作用，具有以下几个关键特点：

- **高处理速度**：超级计算机拥有极高的处理速度，每秒能够执行数以万亿计的浮点运算。
- **大规模并行处理**：它们通常采用大规模并行处理技术，这意味着多个处理器（核心）可以同时工作，处理不同的任务或同一任务的不同部分。
- **大容量存储**：超级计算机配备有大容量的存储系统，以便存储和处理大量数据。
- **高效能比**：超级计算机的设计注重能效，即在消耗较少能源的同时提供高性能。

具身智能（Embodied Intelligence）是一种强调智能体在物理环境中的身体与智能相互依赖的理论。其核心观点在于智能行为不仅是大脑的产物（信息处理能力），还涉及**身体与环境的互动**（智能体的感知和行动能力）。工业具身智能是其在工业领域的应用，强调智能系统在工业环境中的身体与智能的相互依赖，实现自主学习、决策和行动，以适应复杂和动态的工业生产需求，实现工业自动化。具有以下核心特点：

- **感知与交互**：工业具身智能利用先进的传感器技术，与生产环境交互，执行精确的任务。
- **自主性**：在没有人类直接控制的情况下自主地做出决策和行动，提高生产效率和灵活性。
- **适应性**：适应生产过程中的不断变化，如生产线的调整、产品类型的变更等，通过自我调整行为以实现生产目标。
- **学习与进化**：通过机器学习，工业具身智能系统能够从生产经验中学习，不断优化自己的行为 and 决策过程，提高生产质量和效率。
- **数据驱动决策**：工业具身智能系统可以通过收集和分析生产数据，实现数据驱动的决策，优化生产流程和资源配置。
- **人机协作**：在工业环境中，具身智能系统能够与工人协同工作，提高安全性和生产效率。

超级计算为工业具身智能提供**高效计算能力**，实现**实时、多模态处理和复杂环境适应**，推动**工业智能化、自动化**，应用于以下方面：

- **模拟与仿真**：用于创建和测试工业环境的详细模拟，优化机器人行为。
- **大数据分析**：处理和分析工业具身智能系统产生的大量数据，提高生产效率。
- **预测性维护**：分析设备数据，预测故障，减少停机时间。
- **人工智能模型训练**：训练复杂的AI模型，提升机器人学习和适应能力。
- **生产流程优化**：通过模拟不同生产场景，找到最佳生产方案。
- **复杂计算任务支持**：提供计算资源，处理多模态数据融合、实时决策等任务。

# 学校优势

## TUM ADVANTAGES

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

#### ➤ 超级计算领域的先进技术

TUM作为欧洲高性能计算网络的重要成员，参与多个国际领先的超级计算项目，例如“PRACE项目”（泛欧洲高性能计算基础设施项目）。学校与Leibniz超级计算中心（LRZ）合作，利用SuperMUC-NG等尖端设施推动超级计算技术的发展。

TUM在高性能计算领域的重要贡献包括并行算法优化、分布式计算技术研究以及量子计算的探索。

#### ➤ 工业具身智能领域的卓越成果

TUM拥有机器人与机器智能研究所（MIRMI），其研究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。

近年来，TUM在工业具身智能方向的代表性成果包括：提出基于深度学习的实时运动规划算法，应用于工业机器人和自动驾驶车辆；研发整合视觉、触觉和力觉数据的多模态感知系统，为工业环境中的人机交互提供更自然的体验。

#### ➤ 与产业的紧密合作

TUM地处工业中心慕尼黑，拥有得天独厚的技术合作优势。TUM与宝马（BMW）、西门子（Siemens）、空客（Airbus）等德国知名企业合作，推动超级计算和具身智能技术在自动驾驶、工业自动化和航空航天等领域的应用。

#### ➤ 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

2025QS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

2025QS欧洲理工类大学排名

10th

2025QS欧洲大学排名

28th

2025QS世界大学排名

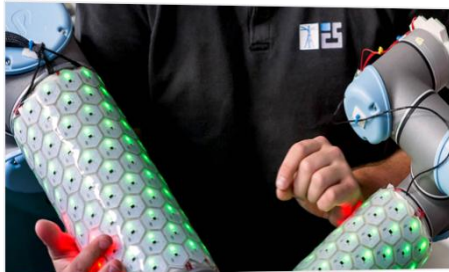


# 项目概览

## PROGRAM OVERVIEW

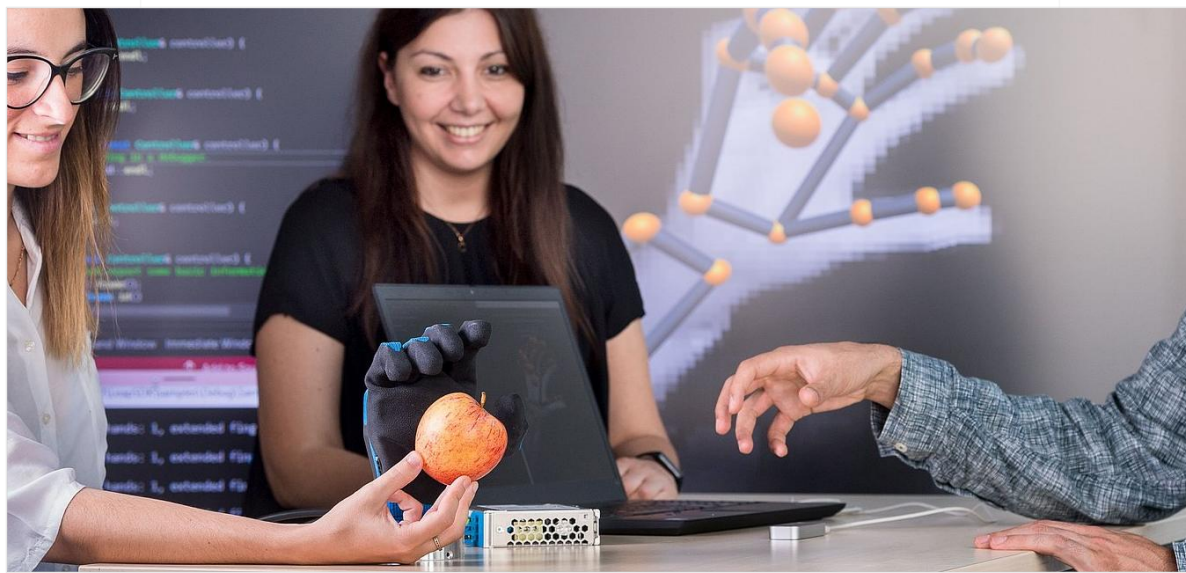
### 项目简介

本课程旨在探讨如何利用超级计算技术赋能工业具身智能，提升其在复杂工业环境中的感知、决策和操作效率。通过系统的理论学习与实践项目，学生将深入了解超级计算的核心技术及其在工业领域中的应用，包括数据处理、实时建模、自适应学习与高效决策等方面，掌握超级计算与工业智能系统开发的技能，为未来在人工智能、机器人和智能制造领域的研究与应用打下坚实基础。



### 项目结构

该项目结合**学术课程、实践项目与产业课堂**，形成完整的学习路径。在学术课程部分，学生将学习超级计算与工业具身智能的理论基础，涵盖数据处理、实时建模及深度学习等关键技术；实践项目通过具体的工业应用案例，让学生将理论转化为解决实际问题的能力，如开发工业设备的故障预测系统；在产业课堂环节，学生与行业合作伙伴共同探讨并参与实际系统设计与优化，提升其在工业具身智能和工业自动化领域的实践经验与创新能力。



### 预期收获

通过参与该项目，学生将获得超级计算与工业具身智能领域的深厚技术能力，提升在数据处理、深度学习和强化学习等方面的专业技能。此外，学生将通过实践项目与产业课堂的结合，增强解决实际工业问题的能力，并积累宝贵的行业经验。完成项目后，学生将获得官方证书和教室团队推荐信，进一步提高其深造及就业竞争力，为未来在学术研究或企业岗位中取得成功奠定坚实基础。



### ● Labs

#### 机器人与机器智能研究所 (MIRMI)

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, 以开发以人为本的、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。



#### 数字技术与管理中心 (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。



### ● Faculty



#### Dr. Michael Georg Bader

计算机系副教授  
TUM计算机科学学院

该教授的研究重点是计算科学与工程和高性能计算中的硬件感知算法。他尤其关注最新超级计算平台带来的挑战, 以及为科学和工程领域的模拟任务开发合适的高效、可扩展算法和软件。相应的研究小组位于莱布尼茨超级计算中心。



#### Dr. Martin Schulz

计算机结构与并行系统教授  
TUM计算、信息与技术学院

该教授是德国慕尼黑工业大学计算机体系结构和并行系统的全职教授和讲席教授, 同时也是莱布尼茨超级计算中心的董事会成员。他的研究兴趣包括并行和分布式体系结构及应用; 性能监控、建模和分析; 内存系统优化; 并行编程范例; 并行编程工具支持; 功率感知并行计算; 应用和系统级容错, 以及量子计算和量子计算体系结构及编程, 尤其侧重于 HPC 和 QC 集成。

### ● 模块 1：多模态感知与实时计算

探索多模态数据的融合与实时处理技术，为工业具身智能系统提供环境感知与实时响应能力。

- 多模态感知数据的预处理与特征提取：不同传感器的数据的处理方式；从多模态数据中提取有价值特征的方法，为后续的数据融合与分析打下基础。
- 高效数据流处理技术：处理实时数据流（存储、过滤、预处理以及实时更新）的方法；流式计算框架在工业环境中处理大规模传感器数据的方法。
- 实时环境建模与动态交互算法：构建实时的工业环境模型的方法，包括传感器数据在内的多维信息的实时处理和环境的实时变化；动态交互算法的设计方法。

### ● 模块 2：自适应学习与决策

研究具身智能的核心算法，探索深度学习与强化学习在工业环境中的应用。

- 强化学习与深度强化学习算法：强化学习的基本原理，包括奖励机制、状态空间、动作空间等核心概念；强化学习算法优化工业机器人或智能系统的方法；结合深度神经网络进行特征提取和决策制定。
- 自主学习模型与自适应优化：智能系统自主地从经验中学习并优化的方法；通过实时反馈改进自身的行为和决策过程；提高工业系统的效率和灵活性的自适应方法。
- 超级计算在算法训练中的应用：利用超级计算平台加速强化学习与深度学习模型的训练过程的方法；并行计算与分布式计算在模型训练过程中实现高效的资源利用方法。

### ● 模块 3：高性能计算在各行业场景中的应用

结合超级计算与工业具身智能的实际需求，探索解决方案。

- 高性能计算在工业具身智能中的应用案例
- 高性能计算与具身智能在能源、金融、工程、生命科学等领域的应用
- 行业相关的实践项目



### 方向一：

#### 智能工业设备感知与故障预测系统

使用超级计算平台处理并融合来自传感器的视觉和音频数据，开发智能工业设备的实时感知与故障预测系统。通过多模态感知数据，实时监控设备的运行状态，识别潜在的设备故障并生成预警，提升生产线的智能化水平。

##### 实践内容：

- 利用超级计算平台处理大规模的传感器数据流，实时感知设备的运行状态。
- 采用高效的数据流处理技术与深度学习算法，对来自多种传感器的感知数据进行融合和异常检测。
- 在超大规模工业数据集上训练深度学习模型，识别和预测设备运行中的异常状态，提前发出故障预警。

##### 实践成果：

- 开发一个智能化的工业设备监控系统，能够实时感知并分析设备的运行状态，精确诊断潜在故障并提前发出预警，帮助减少停机时间，提高生产效率。

### 方向二：

#### 工业机器人自适应决策与优化

利用超级计算平台训练和优化一个强化学习模型，使其能够在复杂工业环境中进行自主决策与任务优化。该模型将指导工业机器人在动态生产过程中进行任务分配、路径规划、协作与调度，以提升生产效率和灵活性。

##### 实践内容：

- 使用超级计算资源进行深度强化学习模型的训练，帮助机器人自主学习在动态环境中的最佳操作。
- 应用自适应优化算法，提升工业机器人在复杂任务中的决策能力，包括路径规划与任务调度。
- 结合实时数据与高效计算，进行多机器人协作任务的优化。

##### 实践成果：

- 实现工业机器人在生产线上的自主优化，能够根据实时环境变化自主调整工作策略，提高生产效率、节约成本，并优化资源配置。

# 校企参访实践

## COMPANY VISITS & PRACTICE

### Leibnitz Supercomputing Centre

#### 莱布尼茨超级电脑中心

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。



### BMW Group Plant Munich

#### 宝马世界

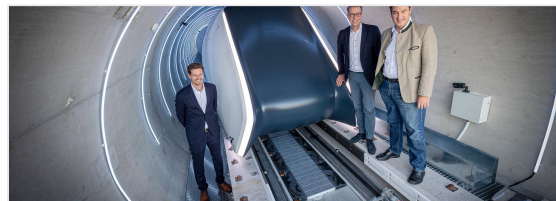
享誉世界的汽车品牌——宝马的诞生地宝马工厂，也是欧洲最大的智能制造工厂，德国智能制造的代表，也是德国的标志性产业龙头。



### 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。



### Google Safety Engineering Center Munich (GSEC)

#### 谷歌安全工程中心

谷歌在巴伐利亚首府慕尼黑建立了欧洲全球隐私和安全工程中心（GSEC），该中心帮助确保世界各地的人们在线安全，并确保他们的信息隐私安全。



### 探索超级计算与其在工业具身智能领域的运用

通过深入学习超级计算与具身智能概念，学生将获得跨学科的专业知识，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。学生还能够深入理解超级计算在工业具身智能中的应用，掌握数据处理、实时建模、深度学习和强化学习等核心技术，学会如何将理论知识应用于实际问题，提升解决复杂问题的能力。

### 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，学生能够把超级计算技术运用于工业具身智能领域，掌握工业设备监控、故障预测等系统的设计与实现方法，获得宝贵的技术应用经验，增强解决实际工程问题的能力。

### 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，学生们能够亲眼见证超级计算和具身智能技术在现代制造业中的应用。这些参访将使学生了解这些技术如何提高生产效率增强生产灵活性，并响应市场变化。学生们得以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

学生能够获得慕尼黑工业大学官方证书和教师团队的推荐信，亲身体会慕尼黑工业大学极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。





# 跨文化交流：巴伐利亚传统文化与欧洲创新之都的碰撞

## CULTURAL IMMERSION



### 慕尼黑Münchener Altstadt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。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的。



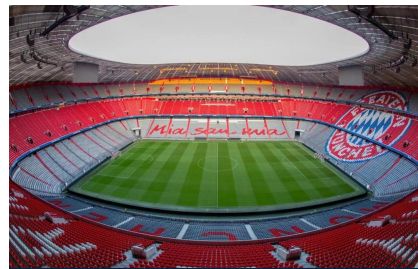
### 德意志博物馆

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。



### 天鹅堡

天鹅城堡是德国的象征，是迪士尼城堡的原型。它建于1869年，位于慕尼黑西南部。天鹅城堡的名字来源于瓦格纳的歌剧——《白天鹅的传说》，这座城堡是巴伐利亚国王路德维希二世的行宫之一。是德国境内受拍照最多的建筑物，也是最受欢迎的旅游景点之一。



### 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。

# 行程安排

项目时间为2周 2025年8月 (教学实践共48课时)

WEEK 1	Mon.	Tue.	Wed.	Thr.	Fri.	Sat.	Sun.
上午	德国机场接机 入住登记 熟悉周边环境	早餐 开营仪式	早餐 课程讲座 3课时	早餐 课程讲座 3课时	早餐 课程讲座 3课时	-	-
中午		午餐	午餐	午餐	午餐	跨文化探索	跨文化探索
下午		主校区校园参访	实验室参访 3课时	实践课程 3课时	实践课程 3课时		
WEEK 2	Mon.	Tue.	Wed.	Thr.	Fri.	Sat.	Sun.
上午	早餐 课程讲座 3课时	早餐 课程讲座 3课时	早餐 课程讲座 3课时	早餐 课程讲座 3课时	早餐 成果展示 3课时	-	
中午	午餐 实践课程 3课时	午餐 实践课程 3课时	午餐 小组合作 3课时	午餐 产业参访 3课时	午餐 结业仪式 3课时	离开校园 机场送机	回到国内 项目结束
下午							

\*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 FEE

项目费用		费用模块
32600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	<ul style="list-style-type: none"><li>课程费用;</li><li>Workshop费用;</li><li>教学场地相关费用;</li><li>实验室参观费用;</li><li>实践项目费用。</li></ul>	<b>其他费用</b>  1. 食、住、行服务: <ul style="list-style-type: none"><li>每日早餐;</li><li>住宿费用;</li><li>接送机费用。</li></ul> 2. 文化实践及参访费用: <ul style="list-style-type: none"><li>机构探访费用;</li><li>文化体验探访费用。</li></ul> 3. 生活服务费用: <ul style="list-style-type: none"><li>部分区域Wi-Fi网络服务;</li></ul> 4. 项目管理服务费用: <ul style="list-style-type: none"><li>项目方管理费用;</li><li>外方院校管理费用。</li></ul>
签证服务及保险	<ul style="list-style-type: none"><li>个人申根国家旅行意外保险;</li><li>申根签证申请的相关材料准备及指导。</li></ul>	
项目申请条件		<ol style="list-style-type: none"><li>满足学校国际交流派出要求;</li><li>具备较强的英语语言沟通能力, 能适应英文授课。</li></ol>

### 项目申请链接



### 项目咨询Cindy老师







**Thank you!**  
**期待与贵处开展合作!**